



# OpenShift Container Platform 4.9

## 네트워킹

클러스터 네트워킹 구성 및 관리



# OpenShift Container Platform 4.9 네트워킹

---

클러스터 네트워킹 구성 및 관리

## 법적 공지

Copyright © 2023 Red Hat, Inc.

The text of and illustrations in this document are licensed by Red Hat under a Creative Commons Attribution–Share Alike 3.0 Unported license ("CC-BY-SA"). An explanation of CC-BY-SA is available at

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

. In accordance with CC-BY-SA, if you distribute this document or an adaptation of it, you must provide the URL for the original version.

Red Hat, as the licensor of this document, waives the right to enforce, and agrees not to assert, Section 4d of CC-BY-SA to the fullest extent permitted by applicable law.

Red Hat, Red Hat Enterprise Linux, the Shadowman logo, the Red Hat logo, JBoss, OpenShift, Fedora, the Infinity logo, and RHCE are trademarks of Red Hat, Inc., registered in the United States and other countries.

Linux<sup>®</sup> is the registered trademark of Linus Torvalds in the United States and other countries.

Java<sup>®</sup> is a registered trademark of Oracle and/or its affiliates.

XFS<sup>®</sup> is a trademark of Silicon Graphics International Corp. or its subsidiaries in the United States and/or other countries.

MySQL<sup>®</sup> is a registered trademark of MySQL AB in the United States, the European Union and other countries.

Node.js<sup>®</sup> is an official trademark of Joyent. Red Hat is not formally related to or endorsed by the official Joyent Node.js open source or commercial project.

The OpenStack<sup>®</sup> Word Mark and OpenStack logo are either registered trademarks/service marks or trademarks/service marks of the OpenStack Foundation, in the United States and other countries and are used with the OpenStack Foundation's permission. We are not affiliated with, endorsed or sponsored by the OpenStack Foundation, or the OpenStack community.

All other trademarks are the property of their respective owners.

## 초록

이 문서는 DNS, 인그레스 및 Pod 네트워크를 포함하여 OpenShift Container Platform 클러스터 네트워크를 구성 및 관리하기 위한 지침을 제공합니다.

## 차례

<b>1장. 네트워킹 이해</b> .....	<b>6</b>
1.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM DNS	6
1.2. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM INGRESS OPERATOR	6
1.3. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 네트워킹에 대한 일반 용어집	7
<b>2장. 호스트에 액세스</b> .....	<b>10</b>
2.1. 설치 관리자 프로비저닝 인프라 클러스터에서 AMAZON WEB SERVICES의 호스트에 액세스	10
<b>3장. 네트워킹 OPERATOR 개요</b> .....	<b>11</b>
3.1. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR)	11
3.2. DNS OPERATOR	11
3.3. INGRESS OPERATOR	11
<b>4장. OPENSIFT 컨테이너 플랫폼의 CLUSTER NETWORK OPERATOR</b> .....	<b>12</b>
4.1. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR)	12
4.2. 클러스터 네트워크 구성 보기	12
4.3. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR) 상태 보기	13
4.4. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR) 로그 보기	13
4.5. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR) 구성	13
4.6. 추가 리소스	19
<b>5장. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM에서의 DNS OPERATOR</b> .....	<b>20</b>
5.1. DNS OPERATOR	20
5.2. DNS OPERATOR MANAGEMENTSTATE 변경	20
5.3. DNS POD 배치 제어	21
5.4. 기본 DNS보기	22
5.5. DNS 전달 사용	22
5.6. DNS OPERATOR 상태	24
5.7. DNS OPERATOR 로그	24
<b>6장. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM에서의 INGRESS OPERATOR</b> .....	<b>26</b>
6.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM INGRESS OPERATOR	26
6.2. INGRESS 구성 자산	26
6.3. INGRESS 컨트롤러 구성 매개변수	26
6.4. 기본 INGRESS 컨트롤러 보기	41
6.5. INGRESS OPERATOR 상태 보기	41
6.6. INGRESS 컨트롤러 로그 보기	41
6.7. INGRESS 컨트롤러 상태 보기	41
6.8. INGRESS 컨트롤러 구성	42
6.9. 추가 리소스	63
<b>7장. 끝점에 대한 연결 확인</b> .....	<b>64</b>
7.1. 연결 상태 점검 수행	64
7.2. 연결 상태 점검 구현	64
7.3. PODNETWORKCONNECTIVITYCHECK 오브젝트 필드	64
7.4. 끝점에 대한 네트워크 연결 확인	67
<b>8장. 노드 포트 서비스 범위 구성</b> .....	<b>72</b>
8.1. 사전 요구 사항	72
8.2. 노드 포트 범위 확장	72
8.3. 추가 리소스	73
<b>9장. IP 패일오버 구성</b> .....	<b>74</b>

9.1. IP 페일오버 환경 변수	75
9.2. IP 페일오버 구성	76
9.3. 가상 IP 주소 정보	79
9.4. 검사 구성 및 스크립트 알림	79
9.5. VRRP 선점 구성	81
9.6. VRRP ID 오프셋 정보	82
9.7. 254개 이상의 주소에 대한 IP 페일오버 구성	82
9.8. INGRESSIP의 고가용성	83
9.9. IP 페일오버 제거	84
<b>10장. 베어 메탈 클러스터에서 SCTP(STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL) 사용</b>	<b>87</b>
10.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM에서의 SCTP(스트림 제어 전송 프로토콜)	87
10.2. SCTP(스트림 제어 전송 프로토콜) 활성화	88
10.3. SCTP(STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL)의 활성화 여부 확인	89
<b>11장. PTP 하드웨어 사용</b>	<b>92</b>
11.1. PTP 하드웨어 정보	92
11.2. PTP 정보	92
11.3. CLI를 사용하여 PTP OPERATOR 설치	93
11.4. 웹 콘솔을 사용하여 PTP OPERATOR 설치	94
11.5. PTP 네트워크 장치의 자동 검색	95
11.6. LINUXPTP 서비스를 일반 클록으로 구성	96
11.7. LINUXPTP 서비스를 경계 클록으로 구성	98
11.8. PTP 하드웨어에 대한 FIFO 우선 순위 스케줄링 구성	103
11.9. 일반적인 PTP OPERATOR 문제 해결	104
11.10. PTP 하드웨어 빠른 이벤트 알림 프레임워크	106
<b>12장. 네트워크 정책</b>	<b>116</b>
12.1. 네트워크 정책 정의	116
12.2. 네트워크 정책 이벤트 로깅	119
12.3. 네트워크 정책 생성	127
12.4. 네트워크 정책 보기	129
12.5. 네트워크 정책 편집	131
12.6. 네트워크 정책 삭제	133
12.7. 프로젝트의 기본 네트워크 정책 정의	134
12.8. 네트워크 정책으로 다중 테넌트 격리 구성	136
<b>13장. 다중 네트워크</b>	<b>140</b>
13.1. 다중 네트워크 이해하기	140
13.2. 추가 네트워크 구성	141
13.3. 가상 라우팅 및 전달 정보	152
13.4. 다중 네트워크 정책 구성	152
13.5. 추가 네트워크에 POD 연결	158
13.6. 추가 네트워크에서 POD 제거	164
13.7. 추가 네트워크 편집	164
13.8. 추가 네트워크 제거	165
13.9. VRF에 보조 네트워크 할당	166
<b>14장. 하드웨어 네트워크</b>	<b>169</b>
14.1. SR-IOV(SINGLE ROOT I/O VIRTUALIZATION) 하드웨어 네트워크 정보	169
14.2. SR-IOV NETWORK OPERATOR 설치	175
14.3. SR-IOV NETWORK OPERATOR 구성	178
14.4. SR-IOV 네트워크 장치 구성	183
14.5. SR-IOV 이더넷 네트워크 연결 구성	191

14.6. SR-IOV INFINIBAND 네트워크 연결 구성	197
14.7. SR-IOV 추가 네트워크에 POD 추가	202
14.8. 고성능 멀티 캐스트 사용	208
14.9. DPDK 및 RDMA 사용	209
14.10. SR-IOV NETWORK OPERATOR 설치 제거	218
<b>15장. OPENSIFT SDN 기본 CNI 네트워크 공급자</b> .....	<b>221</b>
15.1. OPENSIFT SDN 기본 CNI 네트워크 공급자 정보	221
15.2. 프로젝트의 송신 IP 구성	222
15.3. 프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성	226
15.4. 프로젝트의 송신 방화벽 편집	231
15.5. 프로젝트의 송신 방화벽 편집	232
15.6. 프로젝트에서 송신 방화벽 제거	232
15.7. 송신 라우터 POD 사용에 대한 고려 사항	233
15.8. 리디렉션 모드에서 송신 라우터 POD 배포	235
15.9. HTTP 프록시 모드에서 송신 라우터 POD 배포	238
15.10. DNS 프록시 모드에서 송신 라우터 POD 배포	241
15.11. 구성 맵에서 송신 라우터 POD 대상 목록 구성	244
15.12. 프로젝트에 멀티 캐스트 사용	246
15.13. 프로젝트에 대한 멀티 캐스트 비활성화	248
15.14. OPENSIFT SDN을 사용하여 네트워크 격리 구성	248
15.15. KUBE-PROXY 설정	250
<b>16장. OVN-KUBERNETES 기본 CNI 네트워크 공급자</b> .....	<b>253</b>
16.1. OVN-KUBERNETES 기본 CNI(CONTAINER NETWORK INTERFACE) 네트워크 공급자 정보	253
16.2. OPENSIFT SDN 클러스터 네트워크 공급자에서 마이그레이션	255
16.3. OPENSIFT SDN 네트워크 공급자로 롤백	264
16.4. IPV4/IPV6 듀얼 스택 네트워킹으로 변환	269
16.5. IPSEC 암호화 구성	270
16.6. 프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성	272
16.7. 프로젝트의 송신 방화벽 보기	277
16.8. 프로젝트의 송신 방화벽 편집	278
16.9. 프로젝트에서 송신 방화벽 제거	278
16.10. 송신 IP 주소 구성	279
16.11. 송신 IP 주소 할당	284
16.12. 송신 라우터 POD 사용에 대한 고려 사항	285
16.13. 리디렉션 모드에서 송신 라우터 POD 배포	288
16.14. 프로젝트에 멀티 캐스트 사용	292
16.15. 프로젝트에 대한 멀티 캐스트 비활성화	295
16.16. 네트워크 흐름 추적	295
16.17. 하이브리드 네트워킹 구성	299
<b>17장. 경로 구성</b> .....	<b>302</b>
17.1. 경로 구성	302
17.2. 보안 경로	323
<b>18장. 수신 클러스터 트래픽 구성</b> .....	<b>327</b>
18.1. 수신 클러스터 트래픽 구성 개요	327
18.2. 서비스의 EXTERNALIP 구성	328
18.3. INGRESS 컨트롤러를 사용한 수신 클러스터 트래픽 구성	334
18.4. 로드 밸런서를 사용하여 수신 클러스터 트래픽 구성	338
18.5. 네트워크 로드 밸런서를 사용하여 AWS에서 수신 클러스터 트래픽 구성	342
18.6. 서비스 외부 IP에 대한 수신 클러스터 트래픽 구성	346
18.7. NODEPORT를 사용하여 수신 클러스터 트래픽 구성	347

<b>19장. KUBERNETES NMSTATE</b> .....	<b>350</b>
19.1. KUBERNETES NMSTATE OPERATOR 정보	350
19.2. 노드 네트워크 상태 관찰	351
19.3. 노드 네트워크 구성 업데이트	352
19.4. 노드 네트워크 구성 문제 해결	363
<b>20장. 클러스터 전체 프록시 구성</b> .....	<b>368</b>
20.1. 사전 요구 사항	368
20.2. 클러스터 전체 프록시 사용	368
20.3. 클러스터 전체 프록시 제거	370
<b>21장. 사용자 정의 PKI 구성</b> .....	<b>372</b>
21.1. 설치 중 클러스터 단위 프록시 구성	372
21.2. 클러스터 전체 프록시 사용	373
21.3. OPERATOR를 사용한 인증서 주입	376
<b>22장. RHOSP의 로드 밸런싱</b> .....	<b>378</b>
22.1. KURYR SDN으로 OCTAVIA OVN 로드 밸런서 공급자 드라이버 사용	378
22.2. OCTAVIA를 사용하여 애플리케이션 트래픽의 클러스터 확장	379
22.3. RHOSP OCTAVIA를 사용하여 수신 트래픽 스케일링	381
22.4. 외부 로드 밸런서 구성	383
<b>23장. METALLB로 로드 밸런싱</b> .....	<b>386</b>
23.1. METALLB 및 METALLB OPERATOR 정보	386
23.2. METALLB OPERATOR 설치	390
23.3. METALLB 주소 풀 구성	394
23.4. METALLB를 사용하도록 서비스 구성	397
<b>24장. 보조 인터페이스 지표와 네트워크 연결 연관 짓기</b> .....	<b>402</b>
24.1. 모니터링을 위한 보조 네트워크 메트릭 확장	402





# 1장. 네트워킹 이해

클러스터 관리자에게는 클러스터 내부에서 실행되는 애플리케이션을 외부 트래픽에 노출하고 네트워크 연결을 보호하는 몇 가지 옵션이 있습니다.

- 노드 포트 또는 로드 밸런서와 같은 서비스 유형
- **Ingress** 및 **Route**와 같은 API 리소스

기본적으로 Kubernetes는 pod 내에서 실행되는 애플리케이션의 내부 IP 주소를 각 pod에 할당합니다. pod와 해당 컨테이너에 네트워크를 지정할 수 있지만 클러스터 외부의 클라이언트에는 네트워킹 액세스 권한이 없습니다. 애플리케이션을 외부 트래픽에 노출할 때 각 pod에 고유 IP 주소를 부여하면 포트 할당, 네트워킹, 이름 지정, 서비스 검색, 로드 밸런싱, 애플리케이션 구성 및 마이그레이션 등 다양한 업무를 할 때 pod를 물리적 호스트 또는 가상 머신처럼 취급할 수 있습니다.



## 참고

일부 클라우드 플랫폼은 IPv4 **169.254.0.0/16** CIDR 블록의 링크 로컬 IP 주소인 169.254.169.254 IP 주소에서 수신 대기하는 메타데이터 API를 제공합니다.

Pod 네트워크에서는 이 CIDR 블록에 접근할 수 없습니다. 이러한 IP 주소에 액세스해야 하는 pod의 경우 pod 사양의 **spec.hostNetwork** 필드를 **true**로 설정하여 호스트 네트워크 액세스 권한을 부여해야 합니다.

Pod의 호스트 네트워크 액세스를 허용하면 해당 pod에 기본 네트워크 인프라에 대한 액세스 권한이 부여됩니다.

## 1.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM DNS

여러 Pod에 사용하기 위해 프론트엔드 및 백엔드 서비스와 같은 여러 서비스를 실행하는 경우 사용자 이름, 서비스 IP 등에 대한 환경 변수를 생성하여 프론트엔드 Pod가 백엔드 서비스와 통신하도록 할 수 있습니다. 서비스를 삭제하고 다시 생성하면 새 IP 주소를 서비스에 할당할 수 있으며 서비스 IP 환경 변수의 업데이트된 값을 가져오기 위해 프론트엔드 Pod를 다시 생성해야 합니다. 또한 백엔드 서비스를 생성한 후 프론트엔드 Pod를 생성해야 서비스 IP가 올바르게 생성되고 프론트엔드 Pod에 환경 변수로 제공할 수 있습니다.

이러한 이유로 서비스 DNS는 물론 서비스 IP/포트를 통해서도 서비스를 이용할 수 있도록 OpenShift Container Platform에 DNS를 내장했습니다.

## 1.2. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM INGRESS OPERATOR

OpenShift Container Platform 클러스터를 생성할 때 클러스터에서 실행되는 Pod 및 서비스에는 각각 자체 IP 주소가 할당됩니다. IP 주소는 내부에서 실행되지만 외부 클라이언트가 액세스할 수 없는 다른 pod 및 서비스에 액세스할 수 있습니다. Ingress Operator는 **IngressController** API를 구현하며 OpenShift Container Platform 클러스터 서비스에 대한 외부 액세스를 활성화하는 구성 요소입니다.

Ingress Operator를 사용하면 라우팅을 처리하기 위해 하나 이상의 HAProxy 기반 **Ingress 컨트롤러**를 배포하고 관리하여 외부 클라이언트가 서비스에 액세스할 수 있습니다. Ingress Operator를 사용하여 OpenShift 컨테이너 플랫폼 **Route** 및 Kubernetes **Ingress** 리소스를 지정하면 수신 트래픽을 라우팅할 수 있습니다. **endpointPublishingStrategy** 유형 및 내부 로드 밸런싱을 정의하는 기능과 같은 Ingress 컨트롤러 내 구성은 Ingress 컨트롤러 끝점을 게시하는 방법을 제공합니다.

### 1.2.1. 경로와 Ingress 비교

OpenShift Container Platform의 Kubernetes Ingress 리소스는 클러스터 내에서 Pod로 실행되는 공유 라우터 서비스를 사용하여 Ingress 컨트롤러를 구현합니다. Ingress 트래픽을 관리하는 가장 일반적인 방법은 Ingress 컨트롤러를 사용하는 것입니다. 다른 일반 Pod와 마찬가지로 이 Pod를 확장하고 복제할 수 있습니다. 이 라우터 서비스는 오픈 소스 로드 밸런서 솔루션인 [HAProxy](#)를 기반으로 합니다.

OpenShift Container Platform 경로는 클러스터의 서비스에 대한 Ingress 트래픽을 제공합니다. 경로는 TLS 재암호화, TLS 패스스루, 블루-그린 배포를 위한 분할 트래픽 등 표준 Kubernetes Ingress 컨트롤러에서 지원하지 않는 고급 기능을 제공합니다.

Ingress 트래픽은 경로를 통해 클러스터의 서비스에 액세스합니다. 경로 및 Ingress는 Ingress 트래픽을 처리하는 데 필요한 주요 리소스입니다. Ingress는 외부 요청을 수락하고 경로를 기반으로 위임하는 것과 같은 경로와 유사한 기능을 제공합니다. 그러나 Ingress를 사용하면 HTTP/2, HTTPS, SNI(서버 이름 식별) 및 인증서가 있는 TLS와 같은 특정 유형의 연결만 허용할 수 있습니다. OpenShift Container Platform에서는 Ingress 리소스에서 지정하는 조건을 충족하기 위해 경로가 생성됩니다.

### 1.3. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 네트워킹에 대한 일반 용어집

이 용어집은 네트워킹 콘텐츠에 사용되는 일반적인 용어를 정의합니다.

#### 인증

OpenShift Container Platform 클러스터에 대한 액세스를 제어하기 위해 클러스터 관리자는 사용자 인증을 구성하고 승인된 사용자만 클러스터에 액세스할 수 있는지 확인할 수 있습니다. OpenShift Container Platform 클러스터와 상호 작용하려면 OpenShift Container Platform API에 인증해야 합니다. OpenShift Container Platform API에 대한 요청에 OAuth 액세스 토큰 또는 X.509 클라이언트 인증서를 제공하여 인증할 수 있습니다.

#### AWS Load Balancer Operator

AWS Load Balancer(ALB) Operator는 **aws-load-balancer-controller**의 인스턴스를 배포하고 관리합니다.

#### CNO(Cluster Network Operator)

CNO(Cluster Network Operator)는 OpenShift Container Platform 클러스터에서 클러스터 네트워크 구성 요소를 배포하고 관리합니다. 여기에는 설치 중에 클러스터에 선택된 CNI(Container Network Interface) 기본 네트워크 공급자 플러그인의 배포가 포함됩니다.

#### 구성 맵

구성 맵에서는 구성 데이터를 Pod에 삽입하는 방법을 제공합니다. 구성 맵에 저장된 데이터를 **ConfigMap** 유형의 볼륨에서 참조할 수 있습니다. Pod에서 실행되는 애플리케이션에서는 이 데이터를 사용할 수 있습니다.

#### CR(사용자 정의 리소스)

CR은 Kubernetes API의 확장입니다. 사용자 정의 리소스를 생성할 수 있습니다.

#### DNS

클러스터 DNS는 Kubernetes 서비스에 대한 DNS 레코드를 제공하는 DNS 서버입니다. Kubernetes에서 시작하는 컨테이너는 DNS 검색에 이 DNS 서버를 자동으로 포함합니다.

#### DNS Operator

DNS Operator는 CoreDNS를 배포하고 관리하여 Pod에 이름 확인 서비스를 제공합니다. 이를 통해 OpenShift Container Platform에서 DNS 기반 Kubernetes 서비스 검색이 가능합니다.

#### Deployment

애플리케이션의 라이프사이클을 유지 관리하는 Kubernetes 리소스 오브젝트입니다.

#### domain

domain은 Ingress 컨트롤러에서 제공하는 DNS 이름입니다.

#### egress

Pod에서 네트워크의 아웃바운드 트래픽을 통해 외부적으로 공유하는 데이터 프로세스입니다.

### 외부 DNS Operator

외부 DNS Operator는 ExternalDNS를 배포 및 관리하여 외부 DNS 공급자에서 OpenShift Container Platform으로 서비스 및 경로에 대한 이름 확인을 제공합니다.

### HTTP 기반 경로

HTTP 기반 경로는 기본 HTTP 라우팅 프로토콜을 사용하고 보안되지 않은 애플리케이션 포트에서 서비스를 노출하는 비보안 경로입니다.

### Ingress

OpenShift Container Platform의 Kubernetes Ingress 리소스는 클러스터 내에서 Pod로 실행되는 공유 라우터 서비스를 사용하여 Ingress 컨트롤러를 구현합니다.

### Ingress 컨트롤러

Ingress Operator는 Ingress 컨트롤러를 관리합니다. OpenShift Container Platform 클러스터에 대한 외부 액세스를 허용하는 가장 일반적인 방법은 Ingress 컨트롤러를 사용하는 것입니다.

### 설치 프로그램에서 제공하는 인프라

설치 프로그램은 클러스터가 실행되는 인프라를 배포하고 구성합니다.

### kubelet

Pod에서 컨테이너가 실행 중인지 확인하기 위해 클러스터의 각 노드에서 실행되는 기본 노드 에이전트입니다.

### Kubernetes NMState Operator

Kubernetes NMState Operator는 OpenShift Container Platform 클러스터 노드에서 NMState를 사용하여 상태 중심 네트워크 구성을 수행하는 데 필요한 Kubernetes API를 제공합니다.

### kube-proxy

kube-proxy는 각 노드에서 실행되며 외부 호스트에서 서비스를 사용할 수 있도록 지원하는 프록시 서비스입니다. 컨테이너를 수정하도록 요청을 전달하는 데 도움이 되며 기본 로드 밸런싱을 수행할 수 있습니다.

### 로드 밸런서

OpenShift Container Platform은 로드 밸런서를 사용하여 클러스터에서 실행되는 서비스와 클러스터 외부에서 통신합니다.

### MetalLB Operator

클러스터 관리자는 **LoadBalancer** 유형의 서비스가 클러스터에 추가되면 MetalLB가 서비스에 대한 외부 IP 주소를 추가할 수 있도록 MetalLB Operator를 클러스터에 추가할 수 있습니다.

### 멀티 캐스트

IP 멀티 캐스트를 사용하면 데이터가 여러 IP 주소로 동시에 브로드캐스트됩니다.

### 네임스페이스

네임스페이스는 모든 프로세스에 표시되는 특정 시스템 리소스를 격리합니다. 네임스페이스 내에서 해당 네임스페이스의 멤버인 프로세스만 해당 리소스를 볼 수 있습니다.

### networking

OpenShift Container Platform 클러스터의 네트워크 정보입니다.

### node

OpenShift Container Platform 클러스터의 작업자 시스템입니다. 노드는 VM(가상 머신) 또는 물리적 머신입니다.

### OpenShift Container Platform Ingress Operator

Ingress Operator는 **IngressController** API를 구현하며 OpenShift Container Platform 서비스에 대한 외부 액세스를 가능하게 하는 구성 요소입니다.

### Pod

OpenShift Container Platform 클러스터에서 실행되는 볼륨 및 IP 주소와 같은 공유 리소스가 있는 하나 이상의 컨테이너입니다. Pod는 정의, 배포 및 관리되는 최소 컴퓨팅 단위입니다.

### PTP Operator

PTP Operator는 **linuxptp** 서비스를 생성하고 관리합니다.

### Route

OpenShift Container Platform 경로는 클러스터의 서비스에 대한 Ingress 트래픽을 제공합니다. 경로는 TLS 재암호화, TLS 패스스루, 블루-그린 배포를 위한 분할 트래픽등 표준 Kubernetes Ingress 컨트롤러에서 지원하지 않는 고급 기능을 제공합니다.

### 스케일링

리소스 용량을 늘리거나 줄입니다.

### service

Pod 세트에 실행 중인 애플리케이션을 노출합니다.

### SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) Network Operator

SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) Network Operator는 클러스터의 SR-IOV 네트워크 장치 및 네트워크 첨부 파일을 관리합니다.

### 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN)

OpenShift Container Platform에서는 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN) 접근법을 사용하여 OpenShift Container Platform 클러스터 전체의 pod 간 통신이 가능한 통합 클러스터 네트워크를 제공합니다.

### SCTP(스트림 제어 전송 프로토콜)

SCTP는 IP 네트워크에서 실행되는 안정적인 메시지 기반 프로토콜입니다.

### taint

테인트 및 톨러레이션은 Pod가 적절한 노드에 예약되도록 합니다. 노드에 하나 이상의 테인트를 적용할 수 있습니다.

### 허용 오차

Pod에 허용 오차를 적용할 수 있습니다. 허용 오차를 사용하면 스케줄러에서 일치하는 테인트를 사용하여 Pod를 예약할 수 있습니다.

### 웹 콘솔

OpenShift Container Platform을 관리할 UI(사용자 인터페이스)입니다.

## 2장. 호스트에 액세스

베스천 호스트(Bastion Host)를 생성하여 OpenShift Container Platform 인스턴스에 액세스하고 SSH(Secure Shell) 액세스 권한으로 컨트롤 플레인 노드에 액세스하는 방법을 알아봅니다.

### 2.1. 설치 관리자 프로비저닝 인프라 클러스터에서 AMAZON WEB SERVICES의 호스트에 액세스

OpenShift Container Platform 설치 관리자는 OpenShift Container Platform 클러스터에 프로비저닝된 Amazon EC2(Amazon Elastic Compute Cloud) 인스턴스에 대한 퍼블릭 IP 주소를 생성하지 않습니다. OpenShift Container Platform 호스트에 SSH를 사용하려면 다음 절차를 따라야 합니다.

#### 프로세스

1. **openshift-install** 명령으로 생성된 가상 프라이빗 클라우드(VPC)에 SSH로 액세스할 수 있는 보안 그룹을 만듭니다.
2. 설치 관리자가 생성한 퍼블릭 서브넷 중 하나에 Amazon EC2 인스턴스를 생성합니다.
3. 생성한 Amazon EC2 인스턴스와 퍼블릭 IP 주소를 연결합니다.  
OpenShift Container Platform 설치와는 달리, 생성한 Amazon EC2 인스턴스를 SSH 키 쌍과 연결해야 합니다. 이 인스턴스에서 사용되는 운영 체제는 중요하지 않습니다. 그저 인터넷을 OpenShift Container Platform 클러스터의 VPC에 연결하는 SSH 베스천의 역할을 수행하기 때문입니다. 사용하는 AMI(Amazon 머신 이미지)는 중요합니다. 예를 들어, RHCOS(Red Hat Enterprise Linux CoreOS)를 사용하면 설치 프로그램과 마찬가지로 Ignition을 통해 키를 제공할 수 있습니다.
4. Amazon EC2 인스턴스를 프로비저닝한 후 SSH로 연결할 수 있는 경우 OpenShift Container Platform 설치와 연결된 SSH 키를 추가해야 합니다. 이 키는 베스천 인스턴스의 키와 다를 수 있지만 반드시 달라야 하는 것은 아닙니다.



#### 참고

SSH 직접 액세스는 재해 복구 시에만 권장됩니다. Kubernetes API가 응답할 때는 권한 있는 Pod를 대신 실행합니다.

5. **oc get nodes**를 실행하고 출력을 확인한 후 마스터 노드 중 하나를 선택합니다. 호스트 이름은 **ip-10-0-1-163.ec2.internal**과 유사합니다.
6. Amazon EC2에 수동으로 배포한 베스천 SSH 호스트에서 해당 컨트롤 플레인 호스트에 SSH로 연결합니다. 설치 중 지정한 것과 동일한 SSH 키를 사용해야 합니다.

```
$ ssh -i <ssh-key-path> core@<master-hostname>
```

## 3장. 네트워킹 OPERATOR 개요

OpenShift Container Platform은 여러 유형의 네트워킹 Operator를 지원합니다. 이러한 네트워킹 Operator를 사용하여 클러스터 네트워킹을 관리할 수 있습니다.

### 3.1. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR)

CNO(Cluster Network Operator)는 OpenShift Container Platform 클러스터에서 클러스터 네트워크 구성 요소를 배포하고 관리합니다. 여기에는 설치 중에 클러스터에 대해 선택된 CNI(Container Network Interface) 기본 네트워크 공급자 플러그인 배포가 포함됩니다. 자세한 내용은 [OpenShift Container Platform의 Cluster Network Operator](#) 를 참조하십시오.

### 3.2. DNS OPERATOR

DNS Operator는 CoreDNS를 배포하고 관리하여 Pod에 이름 확인 서비스를 제공합니다. 이를 통해 OpenShift Container Platform에서 DNS 기반 Kubernetes 서비스 검색이 가능합니다. 자세한 내용은 [OpenShift Container Platform의 DNS Operator](#) 를 참조하십시오.

### 3.3. INGRESS OPERATOR

OpenShift Container Platform 클러스터를 생성할 때 클러스터에서 실행되는 Pod 및 서비스는 각각 할당된 IP 주소입니다. IP 주소는 근처에 있는 다른 포트 및 서비스에서 액세스할 수 있지만 외부 클라이언트는 액세스할 수 없습니다. Ingress Operator는 Ingress 컨트롤러 API를 구현하고 OpenShift Container Platform 클러스터 서비스에 대한 외부 액세스를 활성화해야 합니다. 자세한 내용은 [OpenShift Container Platform의 Ingress Operator](#) 를 참조하십시오.

## 4장. OPENSIFT 컨테이너 플랫폼의 CLUSTER NETWORK OPERATOR

CNO(Cluster Network Operator)는 설치 중에 클러스터에 대해 선택한 CNI(Container Network Interface) 기본 네트워크 공급자 플러그인을 포함하여 OpenShift Container Platform 클러스터에 클러스터 네트워크 구성 요소를 배포하고 관리합니다.

### 4.1. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR)

Cluster Network Operator는 **operator.openshift.io** API 그룹에서 **네트워크** API를 구현합니다. Operator는 데몬 세트를 사용하여 OpenShift SDN 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인 또는 클러스터 설치 중에 선택한 기본 네트워크 공급자 플러그인을 배포합니다.

#### 프로세스

Cluster Network Operator는 설치 중에 Kubernetes **Deployment**로 배포됩니다.

1. 다음 명령을 실행하여 배포 상태를 확인합니다.

```
$ oc get -n openshift-network-operator deployment/network-operator
```

#### 출력 예

NAME	READY	UP-TO-DATE	AVAILABLE	AGE
network-operator	1/1	1	1	56m

2. 다음 명령을 실행하여 Cluster Network Operator의 상태를 확인합니다.

```
$ oc get clusteroperator/network
```

#### 출력 예

NAME	VERSION	AVAILABLE	PROGRESSING	DEGRADED	SINCE
network	4.5.4	True	False	False	50m

**AVAILABLE**, **PROGRESSING** 및 **DEGRADED** 필드에서 Operator 상태에 대한 정보를 볼 수 있습니다. Cluster Network Operator가 사용 가능한 상태 조건을 보고하는 경우 **AVAILABLE** 필드는 **True**로 설정됩니다.

### 4.2. 클러스터 네트워크 구성 보기

모든 새로운 OpenShift Container Platform 설치에는 이름이 **cluster**인 **network.config** 오브젝트가 있습니다.

#### 프로세스

- **oc describe** 명령을 사용하여 클러스터 네트워크 구성을 확인합니다.

```
$ oc describe network.config/cluster
```

#### 출력 예

■



```

Name:      cluster
Namespace:
Labels:    <none>
Annotations: <none>
API Version: config.openshift.io/v1
Kind:      Network
Metadata:
  Self Link:      /apis/config.openshift.io/v1/networks/cluster
Spec: ①
  Cluster Network:
    Cidr:      10.128.0.0/14
    Host Prefix: 23
    Network Type: OpenShiftSDN
  Service Network:
    172.30.0.0/16
Status: ②
  Cluster Network:
    Cidr:      10.128.0.0/14
    Host Prefix: 23
    Cluster Network MTU: 8951
    Network Type: OpenShiftSDN
  Service Network:
    172.30.0.0/16
Events: <none>

```

- ① **Spec** 필드에는 클러스터 네트워크의 구성 상태가 표시됩니다.
- ② **Status** 필드에는 클러스터 네트워크 구성의 현재 상태가 표시됩니다.

### 4.3. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR) 상태 보기

**oc describe** 명령을 사용하여 상태를 조사하고 Cluster Network Operator의 세부 사항을 볼 수 있습니다.

#### 프로세스

- 다음 명령을 실행하여 Cluster Network Operator의 상태를 확인합니다.

```
$ oc describe clusteroperators/network
```

### 4.4. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR) 로그 보기

**oc logs** 명령을 사용하여 Cluster Network Operator 로그를 확인할 수 있습니다.

#### 프로세스

- 다음 명령을 실행하여 Cluster Network Operator의 로그를 확인합니다.

```
$ oc logs --namespace=openshift-network-operator deployment/network-operator
```

### 4.5. CNO(CLUSTER NETWORK OPERATOR) 구성

클러스터 네트워크의 구성은 CNO(Cluster Network Operator) 구성의 일부로 지정되며 **cluster**라는 이름의 CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트에 저장됩니다. CR은 **operator.openshift.io** API 그룹에서 **Network** API의 필드를 지정합니다.

CNO 구성은 **Network.config.openshift.io** API 그룹의 **Network** API에서 클러스터 설치 중에 다음 필드를 상속하며 이러한 필드는 변경할 수 없습니다.

**clusterNetwork**

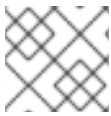
Pod IP 주소가 할당되는 IP 주소 풀입니다.

**serviceNetwork**

서비스를 위한 IP 주소 풀입니다.

**defaultNetwork.type**

OpenShift SDN 또는 OVN-Kubernetes와 같은 클러스터 네트워크 공급자입니다.



**참고**

클러스터를 설치한 후에는 이전 섹션에 나열된 필드를 수정할 수 없습니다.

**cluster**라는 CNO 오브젝트에서 **defaultNetwork** 오브젝트의 필드를 설정하여 클러스터의 클러스터 네트워크 공급자 구성을 지정할 수 있습니다.

**4.5.1. CNO(Cluster Network Operator) 구성 오브젝트**

CNO(Cluster Network Operator)의 필드는 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 4.1. CNO(Cluster Network Operator) 구성 오브젝트


필드	유형	설명
<b>metadata.name</b>	<b>string</b>	CNO 개체 이름입니다. 이 이름은 항상 <b>cluster</b> 입니다.
<b>spec.clusterNetwork</b>	<b>array</b>	Pod IP 주소가 할당되는 IP 주소 블록과 클러스터의 각 개별 노드에 할당된 서브넷 접두사 길이를 지정하는 목록입니다. 예를 들면 다음과 같습니다.  <pre>spec:   clusterNetwork:     - cidr: 10.128.0.0/19       hostPrefix: 23     - cidr: 10.128.32.0/19       hostPrefix: 23</pre> <p>이 값은 준비 전용이며 클러스터 설치 중에 <b>cluster</b> 라는 <b>Network.config.openshift.io</b> 개체에서 상속됩니다.</p>

필드	유형	설명
<b>spec.serviceNetwork</b>	<b>array</b>	<p>서비스의 IP 주소 블록입니다. OpenShift SDN 및 OVN-Kubernetes CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자는 서비스 네트워크에 대한 단일 IP 주소 블록만 지원합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.</p> <pre>spec:   serviceNetwork:   - 172.30.0.0/14</pre> <p>이 값은 준비 전용이며 클러스터 설치 중에 <b>cluster</b> 라는 <b>Network.config.openshift.io</b> 개체에서 상속됩니다.</p>
<b>spec.defaultNetwork</b>	<b>object</b>	클러스터 네트워크의 CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자를 구성합니다.
<b>spec.kubeProxyConfig</b>	<b>object</b>	이 개체의 필드는 kube-proxy 구성을 지정합니다. OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자를 사용하는 경우 kube-proxy 구성이 적용되지 않습니다.

#### defaultNetwork 오브젝트 구성

**defaultNetwork** 오브젝트의 값은 다음 표에 정의되어 있습니다.

표 4.2. **defaultNetwork** 오브젝트

필드	유형	설명
<b>type</b>	<b>string</b>	<p><b>OpenShiftSDN</b> 또는 <b>OVNKubernetes</b> 중 하나이며, 클러스터 네트워크 공급자가 설치 중에 선택됩니다. 클러스터를 설치한 후에는 이 값을 변경할 수 없습니다.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p><b>참고</b></p> <p>OpenShift Container Platform은 기본적으로 OpenShift SDN CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자를 사용합니다.</p> </div> </div>
<b>openshiftSDNConfig</b>	<b>object</b>	이 오브젝트는 OpenShift SDN 클러스터 네트워크 공급자에만 유효합니다.
<b>ovnKubernetesConfig</b>	<b>object</b>	이 오브젝트는 OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자에만 유효합니다.

#### OpenShift SDN CNI 네트워크 공급자에 대한 구성

다음 표에서는 OpenShift SDN Container Network Interface (CNI) 클러스터 네트워크 공급자의 구성 필드를 설명합니다.

표 4.3. openshiftSDNConfig 오브젝트

필드	유형	설명
<b>mode</b>	<b>string</b>	OpenShift SDN의 네트워크 격리 모드입니다.
<b>mtu</b>	<b>integer</b>	VXLAN 오버레이 네트워크의 최대 전송 단위(MTU)입니다. 이 값은 일반적으로 자동 구성됩니다.
<b>vxlanPort</b>	<b>integer</b>	모든 VXLAN 패킷에 사용할 포트입니다. 기본값은 <b>4789</b> 입니다.



**참고**

클러스터 설치 중 클러스터 네트워크 공급자에 대한 구성만 변경할 수 있습니다.

**OpenShift SDN 구성 예**

```
defaultNetwork:
  type: OpenShiftSDN
  openshiftSDNConfig:
    mode: NetworkPolicy
    mtu: 1450
    vxlanPort: 4789
```

**OVN-Kubernetes CNI 클러스터 네트워크 공급자에 대한 구성**

다음 표에서는 OVN-Kubernetes CNI 클러스터 네트워크 공급자의 구성 필드를 설명합니다.

표 4.4. ovnKubernetesConfig object

필드	유형	설명
<b>mtu</b>	<b>integer</b>	Geneve(Generic Network Virtualization Encapsulation) 오버레이 네트워크의 MTU(최대 전송 단위)입니다. 이 값은 일반적으로 자동 구성됩니다.
<b>genevePort</b>	<b>integer</b>	Geneve 오버레이 네트워크용 UDP 포트입니다.
<b>ipsecConfig</b>	<b>object</b>	필드가 있으면 클러스터에 IPsec이 활성화됩니다.
<b>policyAuditConfig</b>	<b>object</b>	네트워크 정책 감사 로깅을 사용자 정의할 구성 오브젝트를 지정합니다. 설정되지 않으면 기본값 감사 로그 설정이 사용됩니다.

표 4.5. policyAuditConfig object

필드	유형	설명
<b>rateLimit</b>	integer	노드당 1초마다 생성할 최대 메시지 수입니다. 기본값은 초당 <b>20</b> 개의 메시지입니다.
<b>maxFileSize</b>	integer	감사 로그의 최대 크기(바이트)입니다. 기본값은 <b>50000000</b> 또는 <b>50 MB</b> 입니다.
<b>대상</b>	string	다음 추가 감사 로그 대상 중 하나입니다.  <b>libc</b> 호스트에서 journald 프로세스의 libc <b>syslog()</b> 함수입니다. <b>udp:&lt;host&gt;:&lt;port&gt;</b> syslog 서버입니다. <host>:<port>를 syslog 서버의 호스트 및 포트로 바꿉니다. <b>unix:&lt;file&gt;</b> <file>로 지정된 Unix Domain Socket 파일입니다. <b>null</b> 감사 로그를 추가 대상으로 보내지 마십시오.
<b>syslogFacility</b>	string	RFC5424에 정의된 <b>kern</b> 과 같은 syslog 기능입니다. 기본값은 <b>local0</b> 입니다.



### 참고

클러스터 설치 중 클러스터 네트워크 공급자에 대한 구성만 변경할 수 있습니다.

## OVN-Kubernetes 구성 예


```
defaultNetwork:
  type: OVNKubernetes
  ovnKubernetesConfig:
    mtu: 1400
    genevePort: 6081
    ipsecConfig: {}
```

### kubeProxyConfig 오브젝트 구성

**kubeProxyConfig** 오브젝트의 값은 다음 표에 정의되어 있습니다.

표 4.6. kubeProxyConfig object

필드	유형	설명
----	----	----

필드	유형	설명
<b>iptablesSyncPeriod</b>	<b>string</b>	<p><b>iptables</b> 규칙의 새로 고침 간격입니다. 기본값은 <b>30s</b>입니다. 유효 접미사로 <b>s, m, h</b>가 있으며, 자세한 설명은 <a href="#">Go time 패키지</a> 문서를 참조하십시오.</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div> <p><b>참고</b></p> <p>OpenShift Container Platform 4.3 이상에서는 성능이 개선되어 더 이상 <b>iptablesSyncPeriod</b> 매개변수를 조정할 필요가 없습니다.</p> </div> </div>
<b>proxyArguments.iptables-min-sync-period</b>	<b>array</b>	<p><b>iptables</b> 규칙을 새로 고치기 전 최소 기간입니다. 이 필드를 통해 새로 고침 간격이 너무 짧지 않도록 조정할 수 있습니다. 유효 접미사로 <b>s, m, h</b>가 있으며, 자세한 설명은 <a href="#">Go time 패키지</a>를 참조하십시오. 기본값은 다음과 같습니다.</p> <pre>kubeProxyConfig:   proxyArguments:     iptables-min-sync-period:       - 0s</pre>

### 4.5.2. CNO(Cluster Network Operator) 구성 예시

다음 예에서는 전체 CNO 구성이 지정됩니다.

#### CNO(Cluster Network Operator) 개체 예시

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  clusterNetwork: 1
  - cidr: 10.128.0.0/14
    hostPrefix: 23
  serviceNetwork: 2
  - 172.30.0.0/16
  defaultNetwork: 3
  type: OpenShiftSDN
  openshiftSDNConfig:
    mode: NetworkPolicy
    mtu: 1450
    vxlanPort: 4789
  kubeProxyConfig:
    iptablesSyncPeriod: 30s
```

```
proxyArguments:  
  iptables-min-sync-period:  
    - 0s
```

**1 2 3** 클러스터 설치 중에만 구성됩니다.

## 4.6. 추가 리소스

- [operator.openshift.io](#) API 그룹의 **Network API**

## 5장. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM에서의 DNS OPERATOR

DNS Operator는 CoreDNS를 배포 및 관리하여 Pod에 이름 확인 서비스를 제공하여 OpenShift Container Platform에서 DNS 기반 Kubernetes 서비스 검색을 활성화합니다.

### 5.1. DNS OPERATOR

DNS Operator는 **operator.openshift.io** API 그룹에서 **dns** API를 구현합니다. Operator는 데몬 세트를 사용하여 CoreDNS를 배포하고 데몬 세트에 대한 서비스를 생성하며 이름 확인에서 CoreDNS 서비스 IP 주소를 사용하기 위해 Pod에 명령을 내리도록 kubelet을 구성합니다.

#### 프로세스

DNS Operator는 설치 중에 **Deployment** 오브젝트로 배포됩니다.

1. **oc get** 명령을 사용하여 배포 상태를 확인합니다.

```
$ oc get -n openshift-dns-operator deployment/dns-operator
```

#### 출력 예

```
NAME          READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
dns-operator  1/1     1             1           23h
```

2. **oc get** 명령을 사용하여 DNS Operator의 상태를 확인합니다.

```
$ oc get clusteroperator/dns
```

#### 출력 예

```
NAME     VERSION   AVAILABLE   PROGRESSING   DEGRADED   SINCE
dns      4.1.0-0.11 True       False         False        92m
```

**AVAILABLE**, **PROGRESSING** 및 **DEGRADED**는 Operator의 상태에 대한 정보를 제공합니다. **AVAILABLE**은 CoreDNS 데몬 세트에서 1개 이상의 포트가 **Available** 상태 조건을 보고할 때 **True**입니다.

### 5.2. DNS OPERATOR MANAGEMENTSTATE 변경

DNS는 CoreDNS 구성 요소를 관리하여 클러스터의 pod 및 서비스에 대한 이름 확인 서비스를 제공합니다. DNS Operator의 **managementState**는 기본적으로 **Managed**로 설정되어 있으며 이는 DNS Operator가 리소스를 적극적으로 관리하고 있음을 의미합니다. **Unmanaged**로 변경할 수 있습니다. 이는 DNS Operator가 해당 리소스를 관리하지 않음을 의미합니다.

다음은 DNS Operator **managementState**를 변경하는 사용 사례입니다.

- 사용자가 개발자이며 구성 변경을 테스트하여 CoreDNS의 문제가 해결되었는지 확인하려고 합니다. **managementState**를 **Unmanaged**로 설정하여 DNS Operator가 수정 사항을 덮어쓰지 않도록 할 수 있습니다.



- 클러스터 관리자이며 CoreDNS 관련 문제를 보고했지만 문제가 해결될 때까지 해결 방법을 적용해야 합니다. DNS Operator의 **managementState** 필드를 **Unmanaged**로 설정하여 해결 방법을 적용할 수 있습니다.

## 절차

- **managementState** DNS Operator 변경:

```
oc patch dns.operator.openshift.io default --type merge --patch '{"spec": {"managementState": "Unmanaged"}}'
```

## 5.3. DNS POD 배치 제어

DNS Operator에는 2개의 데몬 세트(CoreDNS 및 **/etc/hosts** 파일 관리용)가 있습니다. 이미지 가져오기를 지원할 클러스터 이미지 레지스트리의 항목을 추가하려면 모든 노드 호스트에서 **/etc/hosts**의 데몬 세트를 실행해야 합니다. 보안 정책은 CoreDNS에 대한 데몬 세트가 모든 노드에서 실행되지 않도록 하는 노드 쌍 간 통신을 금지할 수 있습니다.

클러스터 관리자는 사용자 정의 노드 선택기를 사용하여 특정 노드에서 CoreDNS를 실행하거나 실행하지 않도록 데몬 세트를 구성할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- **oc** CLI를 설치했습니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

### 프로세스

- 특정 노드 간 통신을 방지하려면 **spec.nodePlacement.nodeSelector** API 필드를 구성합니다.

1. 이름이 **default**인 DNS Operator 오브젝트를 수정합니다.

```
$ oc edit dns.operator/default
```

2. **spec.nodePlacement.nodeSelector** API 필드에 컨트롤 플레인 노드만 포함하는 노드 선택기를 지정합니다.

```
spec:
  nodePlacement:
    nodeSelector:
      node-role.kubernetes.io/worker: ""
```

- CoreDNS의 데몬 세트가 노드에서 실행되도록 테인트 및 허용 오차를 구성합니다.

1. 이름이 **default**인 DNS Operator 오브젝트를 수정합니다.

```
$ oc edit dns.operator/default
```

2. 테인트 키와 테인트에 대한 허용 오차를 지정합니다.

```
spec:
  nodePlacement:
    tolerations:
```

```
- effect: NoExecute
  key: "dns-only"
  operators: Equal
  value: abc
  tolerationSeconds: 3600 1
```

1 테인트가 **dns-only**인 경우 무기한 허용될 수 있습니다. **tolerationSeconds**를 생략할 수 있습니다.

### 5.4. 기본 DNS보기

모든 새로운 OpenShift Container Platform 설치에서는 **dns.operator**의 이름이 **default**로 지정됩니다.

#### 프로세스

1. **oc describe** 명령을 사용하여 기본 **dns**를 확인합니다.

```
$ oc describe dns.operator/default
```

#### 출력 예

```
Name:      default
Namespace:
Labels:    <none>
Annotations: <none>
API Version: operator.openshift.io/v1
Kind:      DNS
...
Status:
  Cluster Domain: cluster.local 1
  Cluster IP:     172.30.0.10 2
  ...
```

- 1 Cluster Domain 필드는 정규화된 pod 및 service 도메인 이름을 구성하는 데 사용되는 기본 DNS 도메인입니다.
- 2 Cluster IP는 이름을 확인하기 위한 주소 Pod 쿼리입니다. IP는 service CIDR 범위에서 10번째 주소로 정의됩니다.

2. 클러스터의 service CIDR을 찾으려면 **oc get** 명령을 사용합니다.

```
$ oc get networks.config/cluster -o jsonpath='{$.status.serviceNetwork}'
```

#### 출력 예

```
[172.30.0.0/16]
```

### 5.5. DNS 전달 사용

지정된 구역에 사용해야 하는 네임 서버를 지정하는 방식으로 DNS 전달을 사용하여 **etc/resolv.conf**에서 식별된 영역별 전달 구성을 덮어쓸 수 있습니다. 전달된 영역이 OpenShift Container Platform에서 관리하는 Ingress 도메인인 경우 도메인에 대한 업스트림 이름 서버를 승인해야 합니다.

## 프로세스

1. 이름이 **default**인 DNS Operator 오브젝트를 수정합니다.

```
$ oc edit dns.operator/default
```

이를 통해 Operator는 **Server** 기반의 추가 서버 구성 블록으로 **dns-default**라는 ConfigMap을 생성 및 업데이트할 수 있습니다. 서버에 쿼리와 일치하는 영역이 없는 경우 이름 확인은 **/etc/resolv.conf**에 지정된 네임 서버로 대체됩니다.

## 샘플 DNS

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: DNS
metadata:
  name: default
spec:
  servers:
    - name: foo-server ①
      zones: ②
        - example.com
      forwardPlugin:
        upstreams: ③
          - 1.1.1.1
          - 2.2.2.2:5353
    - name: bar-server
      zones:
        - bar.com
        - example.com
      forwardPlugin:
        upstreams:
          - 3.3.3.3
          - 4.4.4.4:5454
```

- ① **name**은 **rfc6335** 서비스 이름 구문을 준수해야 합니다.
- ② **zones**는 **rfc1123**의 하위 도메인 정의를 준수해야 합니다. 클러스터 도메인에 해당하는 **cluster.local**은 영역에 유효하지 않은 하위 도메인입니다.
- ③ **forwardPlugin**당 최대 15개의 업스트림이 허용됩니다.



## 참고

**servers**가 정의되지 않았거나 유효하지 않은 경우 ConfigMap에는 기본 서버만 포함됩니다.

2. ConfigMap을 확인합니다.

```
$ oc get configmap/dns-default -n openshift-dns -o yaml
```

## 이전 샘플 DNS를 기반으로 하는 샘플 DNS ConfigMap

```

apiVersion: v1
data:
  Corefile: |
    example.com:5353 {
      forward . 1.1.1.1 2.2.2.2:5353
    }
    bar.com:5353 example.com:5353 {
      forward . 3.3.3.3 4.4.4.4:5454 ❶
    }
    .:5353 {
      errors
      health
      kubernetes cluster.local in-addr.arpa ip6.arpa {
        pods insecure
        upstream
        fallthrough in-addr.arpa ip6.arpa
      }
      prometheus :9153
      forward . /etc/resolv.conf {
        policy sequential
      }
      cache 30
      reload
    }
kind: ConfigMap
metadata:
  labels:
    dns.operator.openshift.io/owning-dns: default
  name: dns-default
  namespace: openshift-dns

```

❶ **forwardPlugin**을 변경하면 CoreDNS 데몬 세트의 롤링 업데이트가 트리거됩니다.

## 추가 리소스

- DNS 전달에 대한 자세한 내용은 [CoreDNS 전달 설명서](#)를 참조하십시오.

## 5.6. DNS OPERATOR 상태

**oc describe** 명령을 사용하여 상태를 확인하고 DNS Operator의 세부 사항을 볼 수 있습니다.

## 프로세스

DNS Operator의 상태를 확인하려면 다음을 실행합니다.

```
$ oc describe clusteroperators/dns
```

## 5.7. DNS OPERATOR 로그

**oc logs** 명령을 사용하여 DNS Operator 로그를 확인할 수 있습니다.

## 프로세스

DNS Operator의 로그를 확인합니다.

```
$ oc logs -n openshift-dns-operator deployment/dns-operator -c dns-operator
```

## 6장. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM에서의 INGRESS OPERATOR

### 6.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM INGRESS OPERATOR

OpenShift Container Platform 클러스터를 생성할 때 클러스터에서 실행되는 Pod 및 서비스에는 각각 자체 IP 주소가 할당됩니다. IP 주소는 내부에서 실행되지만 외부 클라이언트가 액세스할 수 없는 다른 pod 및 서비스에 액세스할 수 있습니다. Ingress Operator는 **IngressController** API를 구현하며 OpenShift Container Platform 클러스터 서비스에 대한 외부 액세스를 활성화하는 구성 요소입니다.

Ingress Operator를 사용하면 라우팅을 처리하기 위해 하나 이상의 HAProxy 기반 **Ingress 컨트롤러**를 배포하고 관리하여 외부 클라이언트가 서비스에 액세스할 수 있습니다. Ingress Operator를 사용하여 OpenShift 컨테이너 플랫폼 **Route** 및 Kubernetes **Ingress** 리소스를 지정하면 수신 트래픽을 라우팅할 수 있습니다. **endpointPublishingStrategy** 유형 및 내부 로드 밸런싱을 정의하는 기능과 같은 Ingress 컨트롤러 내 구성은 Ingress 컨트롤러 끝점을 게시하는 방법을 제공합니다.

### 6.2. INGRESS 구성 자산

설치 프로그램은 **config.openshift.io** API 그룹인 **cluster-ingress-02-config.yml**에 **Ingress** 리소스가 포함된 자산을 생성합니다.

#### Ingress 리소스의 YAML 정의

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: cluster
spec:
  domain: apps.openshift demos.com
```

설치 프로그램은 이 자산을 **manifests / 디렉터리**의 **cluster-ingress-02-config.yml** 파일에 저장합니다. 이 **Ingress** 리소스는 Ingress와 관련된 전체 클러스터 구성을 정의합니다. 이 Ingress 구성은 다음과 같이 사용됩니다.

- Ingress Operator는 클러스터 Ingress 구성에 설정된 도메인을 기본 Ingress 컨트롤러의 도메인으로 사용합니다.
- OpenShift API Server Operator는 클러스터 Ingress 구성의 도메인을 사용합니다. 이 도메인은 명시적 호스트를 지정하지 않는 **Route** 리소스에 대한 기본 호스트를 생성할 수도 있습니다.

### 6.3. INGRESS 컨트롤러 구성 매개변수


**ingresscontrollers.operator.openshift.io** 리소스에서 제공되는 구성 매개변수는 다음과 같습니다.

매개변수	설명
------	----

매개변수	설명
<b>domain</b>	<p><b>domain</b>은 Ingress 컨트롤러에서 제공하는 DNS 이름이며 여러 기능을 구성하는데 사용됩니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>LoadBalancerService</b> 끝점 게시 방식에서는 <b>domain</b>을 사용하여 DNS 레코드를 구성합니다. <b>endpointPublishingStrategy</b>를 참조하십시오.</li> <li>● 생성된 기본 인증서를 사용하는 경우, 인증서는 <b>domain</b> 및 해당 <b>subdomains</b>에 유효합니다. <b>defaultCertificate</b>를 참조하십시오.</li> <li>● 사용자가 외부 DNS 레코드의 대상 위치를 확인할 수 있도록 이 값이 개별 경로 상태에 게시됩니다.</li> </ul> <p><b>domain</b> 값은 모든 Ingress 컨트롤러에서 고유해야 하며 업데이트할 수 없습니다.</p> <p>비어 있는 경우 기본값은 <b>ingress.config.openshift.io/cluster.spec.domain</b>입니다.</p>
<b>replicas</b>	<p><b>replicas</b>는 원하는 개수의 Ingress 컨트롤러 복제본입니다. 설정되지 않은 경우, 기본값은 <b>2</b>입니다.</p>
<b>endpointPublishingStrategy</b>	<p><b>endpointPublishingStrategy</b>는 Ingress 컨트롤러 끝점을 다른 네트워크에 게시하고 로드 밸런서 통합을 활성화하며 다른 시스템에 대한 액세스를 제공하는 데 사용됩니다.</p> <p>설정되지 않은 경우, 기본값은 <b>infrastructure.config.openshift.io/cluster.status.platform</b>을 기반으로 다음과 같습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● AWS: <b>LoadBalancerService</b>(외부 범위 포함)</li> <li>● Azure: <b>LoadBalancerService</b>(외부 범위 포함)</li> <li>● GCP: <b>LoadBalancerService</b>(외부 범위 포함)</li> <li>● 베어 메탈: <b>NodePortService</b></li> <li>● 기타: <b>HostNetwork</b></li> </ul> <p>대부분의 플랫폼의 경우 <b>endpointPublishingStrategy</b> 값은 업데이트할 수 없습니다. 그러나 GCP에서는 <b>loadbalancer.providerParameters.gcp.clientAccess</b> 하위 필드를 구성할 수 있습니다.</p>

매개변수	설명
<p><b>defaultCertificate</b></p>	<p><b>defaultCertificate</b> 값은 Ingress 컨트롤러가 제공하는 기본 인증서가 포함된 보안에 대한 참조입니다. 경로가 고유한 인증서를 지정하지 않으면 <b>defaultCertificate</b>가 사용됩니다.</p> <p>보안에는 키와 데이터, 즉 <b>*tls.crt</b>: 인증서 파일 내용 <b>*tls.key</b>: 키 파일 내용이 포함되어야 합니다.</p> <p>설정하지 않으면 와일드카드 인증서가 자동으로 생성되어 사용됩니다. 인증서는 Ingress 컨트롤러 <b>도메인</b> 및 <b>하위 도메인</b>에 유효하며 생성된 인증서의 CA는 클러스터의 신뢰 저장소와 자동으로 통합됩니다.</p> <p>생성된 인증서 또는 사용자 정의 인증서는 OpenShift Container Platform 내장 OAuth 서버와 자동으로 통합됩니다.</p>
<p><b>namespaceSelector</b></p>	<p><b>namespaceSelector</b>는 Ingress 컨트롤러가 서비스를 제공하는 네임스페이스 집합을 필터링하는 데 사용됩니다. 이는 분할을 구현하는 데 유용합니다.</p>
<p><b>routeSelector</b></p>	<p><b>routeSelector</b>는 Ingress 컨트롤러가 서비스를 제공하는 경로 집합을 필터링하는 데 사용됩니다. 이는 분할을 구현하는 데 유용합니다.</p>
<p><b>nodePlacement</b></p>	<p><b>nodePlacement</b>를 사용하면 Ingress 컨트롤러의 스케줄링을 명시적으로 제어할 수 있습니다.</p> <p>설정하지 않으면 기본값이 사용됩니다.</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="flex: 1;"> <p><b>참고</b></p> <p><b>nodePlacement</b> 매개변수는 <b>nodeSelector</b> 및 <b>tolerations</b>의 두 부분으로 구성됩니다. 예를 들면 다음과 같습니다.</p> <pre style="margin-left: 20px;"> nodePlacement: nodeSelector:   matchLabels:     kubernetes.io/os: linux tolerations:   - effect: NoSchedule     operator: Exists                     </pre> </div> </div>



매개변수	설명
<b>tlsSecurityProfile</b>	<p><b>tlsSecurityProfile</b>은 Ingress 컨트롤러의 TLS 연결 설정을 지정합니다.</p> <p>설정되지 않으면, 기본값은 <b>apiservers.config.openshift.io/cluster</b> 리소스를 기반으로 설정됩니다.</p> <p><b>Old, Intermediate</b> 및 <b>Modern</b> 프로파일 유형을 사용하는 경우 유효한 프로파일 구성은 릴리스마다 변경될 수 있습니다. 예를 들어, 릴리스 <b>X.Y.Z</b>에 배포된 <b>Intermediate</b> 프로파일을 사용하도록 설정한 경우 <b>X.Y.Z+1</b> 릴리스로 업그레이드하면 새 프로파일 구성이 Ingress 컨트롤러에 적용되어 롤아웃이 발생할 수 있습니다.</p> <p>Ingress 컨트롤러의 최소 TLS 버전은 <b>1.1</b>이며 최대 TLS 버전은 <b>1.3</b>입니다.</p> <div data-bbox="517 674 625 810" style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-right: 10px;">  </div> <p><b>참고</b></p> <p>구성된 보안 프로파일의 암호 및 최소 TLS 버전은 <b>TLSProfile</b> 상태에 반영됩니다.</p> <div data-bbox="517 860 625 992" style="display: inline-block; vertical-align: top; margin-right: 10px;">  </div> <p><b>중요</b></p> <p>Ingress Operator는 <b>Old</b> 또는 <b>Custom</b> 프로파일의 TLS <b>1.0</b> 을 <b>1.1</b> 로 변환합니다.</p>
<b>clientTLS</b>	<p><b>clientTLS</b>는 클러스터 및 서비스에 대한 클라이언트 액세스를 인증하므로 상호 TLS 인증이 활성화됩니다. 설정되지 않은 경우 클라이언트 TLS가 활성화되지 않습니다.</p> <p><b>clientTLS</b>에는 필수 하위 필드인 <b>spec.clientTLS.clientCertificatePolicy</b> 및 <b>spec.clientTLS.ClientCA</b>가 있습니다.</p> <p><b>ClientCertificatePolicy</b> 하위 필드는 <b>Required</b> 또는 <b>Optional</b> 이라는 두 값 중 하나를 허용합니다. <b>ClientCA</b> 하위 필드는 openshift-config 네임스페이스에 있는 구성 맵을 지정합니다. 구성 맵에는 CA 인증서 번들이 포함되어야 합니다. <b>AllowedSubjectPatterns</b>는 요청을 필터링할 유효한 클라이언트 인증서의 고유 이름과 일치하는 정규식 목록을 지정하는 선택적 값입니다. 정규 표현식은 PCRE 구문을 사용해야 합니다. 클라이언트 인증서의 고유 이름과 일치하는 패턴이 하나 이상 있어야 합니다. 그렇지 않으면 Ingress 컨트롤러에서 인증서를 거부하고 연결을 거부합니다. 지정되지 않은 경우 Ingress 컨트롤러에서 고유 이름을 기반으로 인증서를 거부하지 않습니다.</p>

매개변수	설명
<p><b>routeAdmission</b></p>	<p><b>routeAdmission</b>은 네임스페이스에서 클레임을 허용 또는 거부하는 등 새로운 경로 클레임을 처리하기 위한 정책을 정의합니다.</p> <p><b>namespaceOwnership</b>은 네임스페이스에서 호스트 이름 클레임을 처리하는 방법을 설명합니다. 기본값은 <b>Strict</b>입니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Strict:</b> 경로가 네임스페이스에서 동일한 호스트 이름을 요청하는 것을 허용하지 않습니다.</li> <li>● <b>InterNamespaceAllowed:</b> 경로가 네임스페이스에서 동일한 호스트 이름의 다른 경로를 요청하도록 허용합니다.</li> </ul> <p><b>wildcardPolicy</b>는 Ingress 컨트롤러에서 와일드카드 정책이 포함된 경로를 처리하는 방법을 설명합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>WildcardsAllowed:</b> 와일드카드 정책이 포함된 경로가 Ingress 컨트롤러에 의해 허용됨을 나타냅니다.</li> <li>● <b>WildcardsDisallowed:</b> 와일드카드 정책이 <b>None</b>인 경로만 Ingress 컨트롤러에 의해 허용됨을 나타냅니다. <b>WildcardsAllowed</b>에서 <b>WildcardsDisallowed</b>로 <b>wildcardPolicy</b>를 업데이트하면 와일드카드 정책이 <b>Subdomain</b>인 허용되는 경로의 작동이 중지됩니다. Ingress 컨트롤러에서 이러한 경로를 다시 허용하려면 이 경로를 설정이 <b>None</b>인 와일드카드 정책으로 다시 생성해야 합니다. 기본 설정은 <b>WildcardsDisallowed</b>입니다.</li> </ul>

매개변수	설명
<b>IngressControllerLogging</b>	<p><b>logging</b>은 어디에서 무엇이 기록되는지에 대한 매개변수를 정의합니다. 이 필드가 비어 있으면 작동 로그는 활성화되지만 액세스 로그는 비활성화됩니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>access</b>는 클라이언트 요청이 기록되는 방법을 설명합니다. 이 필드가 비어 있으면 액세스 로깅이 비활성화됩니다. <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>destination</b>은 로그 메시지의 대상을 설명합니다. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>type</b>은 로그 대상의 유형입니다. <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Container</b>는 로그가 사이드카 컨테이너로 이동하도록 지정합니다. Ingress Operator는 Ingress 컨트롤러 pod에서 <b>logs</b> 라는 컨테이너를 구성하고 컨테이너에 로그를 작성하도록 Ingress 컨트롤러를 구성합니다. 관리자는 이 컨테이너에서 로그를 읽는 사용자 정의 로깅 솔루션을 구성해야 합니다. 컨테이너 로그를 사용한다는 것은 로그 비율이 컨테이너 런타임 용량 또는 사용자 정의 로깅 솔루션 용량을 초과하면 로그가 삭제될 수 있음을 의미합니다.</li> <li>● <b>Syslog</b>는 로그가 Syslog 끝점으로 전송되도록 지정합니다. 관리자는 Syslog 메시지를 수신할 수 있는 끝점을 지정해야 합니다. 관리자가 사용자 정의 Syslog 인스턴스를 구성하는 것이 좋습니다.</li> </ul> </li> <li>■ <b>컨테이너</b>는 <b>Container</b> 로깅 대상 유형의 매개변수를 설명합니다. 현재는 컨테이너 로깅에 대한 매개변수가 없으므로 이 필드는 비어 있어야 합니다.</li> <li>■ <b>syslog</b>는 <b>Syslog</b> 로깅 대상 유형의 매개변수를 설명합니다. <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>address</b>는 로그 메시지를 수신하는 syslog 끝점의 IP 주소입니다.</li> <li>● <b>port</b>는 로그 메시지를 수신하는 syslog 끝점의 UDP 포트 번호입니다.</li> <li>● <b>facility</b>는 로그 메시지의 syslog 기능을 지정합니다. 이 필드가 비어 있으면 장치가 <b>local1</b>이 됩니다. 아니면 <b>kern, user, mail, daemon, auth, syslog, lpr, news, uucp, cron, auth2, ftp, ntp, audit, alert, cron2, local0, local1, local2, local3, local4, local5, local6</b> 또는 <b>local7</b> 중에서 유효한 syslog 장치를 지정해야 합니다.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ <b>httpLogFormat</b>은 HTTP 요청에 대한 로그 메시지의 형식을 지정합니다. 이 필드가 비어 있으면 로그 메시지는 구현의 기본 HTTP 로그 형식을 사용합니다. HAProxy의 기본 HTTP 로그 형식과 관련한 내용은 <a href="#">HAProxy 문서</a>를 참조하십시오.</li> </ul> </li> </ul>

매개변수	설명
<p><b>httpHeaders</b></p>	<p><b>httpHeaders</b>는 HTTP 헤더에 대한 정책을 정의합니다.</p> <p><b>IngressControllerHTTPHeaders</b>에 <b>forwardedHeaderPolicy</b>를 설정하여 Ingress 컨트롤러에서 <b>Forwarded, X-Forwarded-For, X-Forwarded-Host, X-Forwarded-Port, X-Forwarded-Proto, X-Forwarded-Proto-Version</b> HTTP 헤더를 설정하는 시기와 방법을 지정합니다.</p> <p>기본적으로 정책은 <b>Append</b>로 설정됩니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Append</b>는 Ingress 컨트롤러에서 기존 헤더를 유지하면서 헤더를 추가하도록 지정합니다.</li> <li>● <b>Replace</b>는 Ingress 컨트롤러에서 헤더를 설정하고 기존 헤더를 제거하도록 지정합니다.</li> <li>● <b>IfNone</b>은 헤더가 아직 설정되지 않은 경우 Ingress 컨트롤러에서 헤더를 설정하도록 지정합니다.</li> <li>● <b>Never</b>는 Ingress 컨트롤러에서 헤더를 설정하지 않고 기존 헤더를 보존하도록 지정합니다.</li> </ul> <p><b>headerNameCaseAdjustments</b>를 설정하여 HTTP 헤더 이름에 적용할 수 있는 대/소문자 조정을 지정할 수 있습니다. 각 조정은 원하는 대문자를 사용하여 HTTP 헤더 이름으로 지정됩니다. 예를 들어 <b>X-Forwarded-For</b>를 지정하면 지정된 대문자를 사용하도록 <b>x-forwarded-for</b> HTTP 헤더를 조정해야 합니다.</p> <p>이러한 조정은 HTTP/1을 사용하는 경우에만 일반 텍스트, 에지 종료 및 재암호화 경로에 적용됩니다.</p> <p>요청 헤더의 경우 이러한 조정은 <b>haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case=true</b> 주석이 있는 경로에만 적용됩니다. 응답 헤더의 경우 이러한 조정이 모든 HTTP 응답에 적용됩니다. 이 필드가 비어 있으면 요청 헤더가 조정되지 않습니다.</p>
<p><b>httpErrorCodePages</b></p>	<p><b>httpErrorCodePages</b>는 사용자 정의 HTTP 오류 코드 응답 페이지를 지정합니다. 기본적으로 IngressController는 IngressController 이미지에 빌드된 오류 페이지를 사용합니다.</p>

매개변수	설명
<p><b>httpCaptureCookies</b></p>	<p><b>httpCapECDHECookies</b> 는 액세스 로그에서 캡처하려는 HTTP 쿠키를 지정합니다. <b>httpCapECDHECookies</b> 필드가 비어 있으면 액세스 로그에서 쿠키를 캡처하지 않습니다.</p> <p>캡처하려는 모든 쿠키의 경우 다음 매개변수는 <b>IngressController</b> 구성에 있어야 합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>name</b> 은 쿠키 이름을 지정합니다.</li> <li>● <b>MaxLength</b> 는 쿠키의 최대 길이를 지정합니다.</li> <li>● <b>matchType</b> 은 쿠키의 필드 이름이 캡처 쿠키 설정과 정확히 일치하는지 또는 캡처 쿠키 설정의 접두사인지 지정합니다. <b>matchType</b> 필드는 <b>Exact</b> 및 <b>Prefix</b> 매개변수를 사용합니다.</li> </ul> <p>예를 들면 다음과 같습니다.</p> <pre> httpCaptureCookies: - matchType: Exact   maxLength: 128   name: MYCOOKIE </pre>
<p><b>httpCaptureHeaders</b></p>	<p><b>httpCapECDHEHeaders</b> 는 액세스 로그에서 캡처할 HTTP 헤더를 지정합니다. <b>httpCapECDHEHeaders</b> 필드가 비어 있으면 액세스 로그에서 헤더를 캡처하지 않습니다.</p> <p><b>httpCapECDHEHeaders</b> 에는 액세스 로그에서 캡처할 두 개의 헤더 목록이 포함되어 있습니다. 두 헤더 필드 목록은 <b>request</b> 및 <b>response</b> 입니다. 두 목록 모두에서 <b>name</b> 필드는 헤더 이름을 지정해야 하며 <b>maxlength</b> 필드는 헤더의 최대 길이를 지정해야 합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.</p> <pre> httpCaptureHeaders: request: - maxLength: 256   name: Connection - maxLength: 128   name: User-Agent response: - maxLength: 256   name: Content-Type - maxLength: 256   name: Content-Length </pre>

매개변수	설명
<p><b>tuningOptions</b></p>	<p><b>tuningOptions</b>는 Ingress 컨트롤러 Pod의 성능을 조정하는 옵션을 지정합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>headerBufferBytes</b>는 Ingress 컨트롤러 연결 세션에 대해 예약된 메모리 양을 바이트 단위로 지정합니다. Ingress 컨트롤러에 HTTP/2가 활성화된 경우 이 값은 <b>16384</b> 이상이어야 합니다. 설정되지 않은 경우, 기본값은 <b>32768</b> 바이트입니다. <b>headerBufferBytes</b> 값이 너무 작으면 Ingress 컨트롤러가 손상될 수 있으며 <b>headerBufferBytes</b> 값이 너무 크면 Ingress 컨트롤러가 필요 이상으로 많은 메모리를 사용할 수 있기 때문에 이 필드를 설정하지 않는 것이 좋습니다.</li> <li>● <b>headerBufferMaxRewriteBytes</b>는 HTTP 헤더 재작성 및 Ingress 컨트롤러 연결 세션에 대한 <b>headerBufferBytes</b>의 바이트 단위로 예약해야 하는 메모리 양을 지정합니다. <b>headerBufferMaxRewriteBytes</b>의 최소 값은 <b>4096</b>입니다. <b>headerBufferBytes</b>는 들어오는 HTTP 요청에 대해 <b>headerBufferMaxRewriteBytes</b>보다 커야 합니다. 설정되지 않은 경우, 기본값은 <b>8192</b> 바이트입니다. <b>headerBufferMaxRewriteBytes</b> 값이 너무 작으면 Ingress 컨트롤러가 손상될 수 있으며 <b>headerBufferMaxRewriteBytes</b> 값이 너무 크면 Ingress 컨트롤러가 필요 이상으로 많은 메모리를 사용할 수 있기 때문에 이 필드를 설정하지 않는 것이 좋습니다.</li> <li>● <b>threadCount</b>는 HAProxy 프로세스별로 생성할 스레드 수를 지정합니다. 더 많은 스레드를 생성하면 각 Ingress 컨트롤러 Pod가 더 많은 시스템 리소스 비용으로 더 많은 연결을 처리할 수 있습니다. HAProxy는 최대 <b>64</b>개의 스레드를 지원합니다. 이 필드가 비어 있으면 Ingress 컨트롤러는 기본값 <b>4</b> 스레드를 사용합니다. 기본값은 향후 릴리스에서 변경될 수 있습니다. HAProxy 스레드 수를 늘리면 Ingress 컨트롤러 Pod에서 부하에 더 많은 CPU 시간을 사용할 수 있고 다른 Pod에서 수행해야 하는 CPU 리소스를 수신하지 못하므로 이 필드를 설정하지 않는 것이 좋습니다. 스레드 수를 줄이면 Ingress 컨트롤러가 제대로 작동하지 않을 수 있습니다.</li> <li>● <b>ClientTimeout</b>은 클라이언트 응답을 기다리는 동안 연결이 열린 상태로 유지되는 시간을 지정합니다. 설정되지 않으면 기본 제한 시간은 <b>30s</b>입니다.</li> <li>● <b>serverFinTimeout</b>은 연결을 종료하는 클라이언트에 대한 서버 응답을 기다리는 동안 연결이 열린 상태로 유지되는 시간을 지정합니다. 설정되지 않은 경우 기본 제한 시간은 <b>1s</b>입니다.</li> <li>● <b>ServerTimeout</b>은 서버 응답을 기다리는 동안 연결이 열린 상태로 유지되는 시간을 지정합니다. 설정되지 않으면 기본 제한 시간은 <b>30s</b>입니다.</li> <li>● <b>clientFinTimeout</b>은 연결을 닫는 서버에 대한 클라이언트 응답을 기다리는 동안 연결이 열린 상태로 유지되는 시간을 지정합니다. 설정되지 않은 경우 기본 제한 시간은 <b>1s</b>입니다.</li> <li>● <b>tlsInspectDelay</b>는 라우터에서 일치하는 경로를 찾기 위해 데이터를 보유할 수 있는 기간을 지정합니다. 이 값을 너무 짧게 설정하면 라우터가 더 나은 일치 인증서를 사용하는 경우에도 예지 종료, 재암호화 또는 패스스루에 대한 기본 인증서로 대체될 수 있습니다. 설정되지 않은 경우 기본 검사 지연은 <b>5s</b>입니다.</li> <li>● <b>tunnelTimeout</b>은 터널이 유희 상태일 때 웹소켓을 포함한 터널 연결이 열린 상태로 유지되는 시간을 지정합니다. 설정되지 않은 경우 기본 제한 시간은 <b>1h</b>입니다.</li> </ul>

매개변수	설명
<b>logEmptyRequests</b>	<p><b>logEmptyRequests</b>는 요청이 수신 및 기록되지 않은 연결을 지정합니다. 이러한 빈 요청은 로드 밸런서 상태 프로브 또는 웹 브라우저 추측 연결(사전 연결)에서 발생하며 이러한 요청을 로깅하는 것은 바람직하지 않을 수 있습니다. 이러한 빈 요청은 로드 밸런서 상태 프로브 또는 웹 브라우저 추측 연결(사전 연결)에서 발생하며 이러한 요청을 로깅하는 것은 바람직하지 않을 수 있습니다. 이러한 요청은 포트 검색으로 인해 발생할 수 있으며 빈 요청을 로깅하면 침입 시도를 감지하는데 도움이 될 수 있습니다. 이 필드에 허용되는 값은 <b>Log</b> 및 <b>Ignore</b>입니다. 기본 값은 <b>Log</b>입니다.</p> <p><b>LoggingPolicy</b> 유형은 다음 두 값 중 하나를 허용합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Log</b>: 이 값을 <b>Log</b>로 설정하면 이벤트가 로깅되어야 함을 나타냅니다.</li> <li>● <b>ignore</b>: 이 값을 <b>Ignore</b>로 설정하면 HAProxy 구성에서 <b>dontlognull</b> 옵션이 설정됩니다.</li> </ul>
<b>HTTPEmptyRequestsPolicy</b>	<p><b>HTTPEmptyRequestsPolicy</b>는 요청을 수신하기 전에 연결 시간이 초과된 경우 HTTP 연결이 처리되는 방법을 설명합니다. 이 필드에 허용되는 값은 <b>Respond</b> 및 <b>Ignore</b>입니다. 기본 값은 <b>Respond</b>입니다.</p> <p><b>HTTPEmptyRequestsPolicy</b> 유형은 다음 두 값 중 하나를 허용합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Response</b>: 필드가 <b>Respond</b>로 설정된 경우 Ingress 컨트롤러는 HTTP <b>400</b> 또는 <b>408</b> 응답을 전송하고 액세스 로깅이 활성화된 경우 연결을 로깅한 다음 적절한 메트릭의 연결을 계산합니다.</li> <li>● <b>ignore</b>: 이 옵션을 <b>Ignore</b>로 설정하면 HAProxy 구성에 <b>http-ignore-probes</b> 매개변수가 추가됩니다. 필드가 <b>Ignore</b>로 설정된 경우 Ingress 컨트롤러는 응답을 전송하지 않고 연결을 종료한 다음 연결을 기록하거나 메트릭을 늘립니다.</li> </ul> <p>이러한 연결은 로드 밸런서 상태 프로브 또는 웹 브라우저 추측 연결(preconnect)에서 제공되며 무시해도 됩니다. 그러나 이러한 요청은 네트워크 오류로 인해 발생할 수 있으므로 이 필드를 <b>Ignore</b>로 설정하면 문제를 탐지하고 진단할 수 있습니다. 이러한 요청은 포트 검색으로 인해 발생할 수 있으며, 이 경우 빈 요청을 로깅하면 침입 시도를 탐지하는데 도움이 될 수 있습니다.</p>



### 참고

모든 매개변수는 선택 사항입니다.

## 6.3.1. Ingress 컨트롤러 TLS 보안 프로파일



TLS 보안 프로파일은 서버가 서버에 연결할 때 연결 클라이언트가 사용할 수 있는 암호를 규제하는 방법을 제공합니다.

### 6.3.1.1. TLS 보안 프로파일 이해

TLS(Transport Layer Security) 보안 프로파일을 사용하여 다양한 OpenShift Container Platform 구성 요소에 필요한 TLS 암호를 정의할 수 있습니다. OpenShift Container Platform TLS 보안 프로파일은 [Mozilla 권장 구성](#)을 기반으로 합니다.

각 구성 요소에 대해 다음 TLS 보안 프로파일 중 하나를 지정할 수 있습니다.

표 6.1. TLS 보안 프로파일

Profile	설명
<b>Old</b>	<p>이 프로파일은 레거시 클라이언트 또는 라이브러리와 함께 사용하기 위한 것입니다. 프로파일은 <a href="#">이전 버전과의 호환성</a> 권장 구성을 기반으로 합니다.</p> <p><b>Old</b> 프로파일에는 최소 TLS 버전 1.0이 필요합니다.</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p><b>참고</b></p> <p>Ingress 컨트롤러의 경우 최소 TLS 버전이 1.0에서 1.1로 변경됩니다.</p> </div> </div>
<b>Intermediate</b>	<p>이 프로파일은 대부분의 클라이언트에서 권장되는 구성입니다. Ingress 컨트롤러, kubelet 및 컨트롤 플레인의 기본 TLS 보안 프로파일입니다. 프로파일은 <a href="#">중간 호환성</a> 권장 구성을 기반으로 합니다.</p> <p><b>Intermediate</b> 프로파일에는 최소 TLS 버전이 1.2가 필요합니다.</p>
<b>Modern</b>	<p>이 프로파일은 이전 버전과의 호환성이 필요하지 않은 최신 클라이언트와 사용하기 위한 것입니다. 이 프로파일은 <a href="#">최신 호환성</a> 권장 구성을 기반으로 합니다.</p> <p><b>Modern</b> 프로파일에는 최소 TLS 버전 1.3이 필요합니다.</p>
사용자 지정	<p>이 프로파일을 사용하면 사용할 TLS 버전과 암호를 정의할 수 있습니다.</p> <div style="background-color: #fff9c4; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p><b>주의</b></p> <p><b>Custom</b> 프로파일을 사용할 때는 잘못된 구성으로 인해 문제가 발생할 수 있으므로 주의해야 합니다.</p> </div> </div> </div>



**참고**

미리 정의된 프로파일 유형 중 하나를 사용하는 경우 유효한 프로파일 구성은 릴리스마다 변경될 수 있습니다. 예를 들어 릴리스 X.Y.Z에 배포된 중간 프로파일을 사용하는 사양이 있는 경우 릴리스 X.Y.Z+1로 업그레이드하면 새 프로파일 구성이 적용되어 롤아웃이 발생할 수 있습니다.

**6.3.1.2. Ingress 컨트롤러의 TLS 보안 프로파일 구성**

Ingress 컨트롤러에 대한 TLS 보안 프로파일을 구성하려면 **IngressController** CR(사용자 정의 리소스)을 편집하여 사전 정의된 또는 사용자 지정 TLS 보안 프로파일을 지정합니다. TLS 보안 프로파일이 구성되지 않은 경우 기본값은 API 서버에 설정된 TLS 보안 프로파일을 기반으로 합니다.



## Old TLS 보안 프로파일을 구성하는 샘플 IngressController CR

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
...
spec:
  tlsSecurityProfile:
    old: {}
    type: Old
...
```

TLS 보안 프로파일은 Ingress 컨트롤러의 TLS 연결에 대한 최소 TLS 버전과 TLS 암호를 정의합니다.

**Status.Tls Profile** 아래의 **IngressController** CR(사용자 정의 리소스) 및 **Spec.Tls Security Profile** 아래 구성된 TLS 보안 프로파일에서 구성된 TLS 보안 프로파일의 암호 및 최소 TLS 버전을 확인할 수 있습니다. **Custom** TLS 보안 프로파일의 경우 특정 암호 및 최소 TLS 버전이 두 매개변수 아래에 나열됩니다.



### 참고

HAProxy Ingress 컨트롤러 이미지는 TLS **1.3** 및 **Modern** 프로파일을 지원합니다.

Ingress Operator는 **Old** 또는 **Custom** 프로파일의 TLS **1.0**을 **1.1**로 변환합니다.

### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.

### 프로세스

1. **openshift-ingress-operator** 프로젝트에서 **IngressController** CR을 편집하여 TLS 보안 프로파일을 구성합니다.

```
$ oc edit IngressController default -n openshift-ingress-operator
```

2. **spec.tlsSecurityProfile** 필드를 추가합니다.

### Custom 프로파일에 대한 IngressController CR 샘플

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
...
spec:
  tlsSecurityProfile:
    type: Custom ①
    custom: ②
      ciphers: ③
        - ECDHE-ECDSA-CHACHA20-POLY1305
        - ECDHE-RSA-CHACHA20-POLY1305
        - ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256
        - ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256
    minTLSVersion: VersionTLS11
...
```

- 1 TLS 보안 프로필 유형(**Old, Intermediate** 또는 **Custom**)을 지정합니다. 기본값은 **Intermediate**입니다.
- 2 선택한 유형의 적절한 필드를 지정합니다.
  - **old:** {}
  - **intermediate:** {}
  - **custom:**
- 3 **custom** 유형의 경우 TLS 암호화 목록 및 최소 허용된 TLS 버전을 지정합니다.

3. 파일을 저장하여 변경 사항을 적용합니다.

검증

- **IngressController** CR에 프로파일이 설정되어 있는지 확인합니다.

```
$ oc describe IngressController default -n openshift-ingress-operator
```

출력 예

```
Name:      default
Namespace: openshift-ingress-operator
Labels:    <none>
Annotations: <none>
API Version: operator.openshift.io/v1
Kind:      IngressController
...
Spec:
...
Tls Security Profile:
  Custom:
    Ciphers:
      ECDHE-ECDSA-CHACHA20-POLY1305
      ECDHE-RSA-CHACHA20-POLY1305
      ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256
      ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256
    Min TLS Version: VersionTLS11
  Type:      Custom
...

```

6.3.1.3. 상호 TLS 인증 구성

**spec.clientTLS** 값을 설정하여 mTLS(mTLS) 인증을 사용하도록 Ingress 컨트롤러를 구성할 수 있습니다. **clientTLS** 값은 클라이언트 인증서를 확인하도록 Ingress 컨트롤러를 구성합니다. 이 구성에는 구성 맵에 대한 참조인 **clientCA** 값 설정이 포함됩니다. 구성 맵에는 클라이언트의 인증서를 확인하는 데 사용되는 PEM 인코딩 CA 인증서 번들이 포함되어 있습니다. 필요한 경우 인증서 제목 필터 목록을 구성할 수 있습니다.

**clientCA** 값이 X509v3 인증서 취소 목록(CRL) 배포 지점을 지정하는 경우 Ingress Operator는 CRL을 다운로드하고 이를 승인하도록 Ingress 컨트롤러를 구성합니다. 유효한 인증서를 제공하지 않는 요청은 거부됩니다.

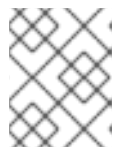
## 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.

## 절차

1. **openshift-config** 네임스페이스에 있는 구성 맵을 생성합니다.

```
$ oc create configmap router-ca-certs-default --from-file=ca-bundle.pem=client-ca.crt -n openshift-config
```



### 참고

구성 맵 데이터 키는 **ca-bundle.pem** 이어야 하며 데이터 값은 PEM 형식의 CA 인증서여야 합니다.

2. **openshift-ingress-operator** 프로젝트에서 **IngressController** 리소스를 편집합니다.

```
$ oc edit IngressController default -n openshift-ingress-operator
```

3. spec.clientTLS 필드 및 하위 필드를 추가하여 상호 TLS를 구성합니다.

### 패턴 필터링을 지정하는 clientTLS 프로필에 대한 IngressController CR 샘플

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  clientTLS:
    clientCertificatePolicy: Required
    clientCA:
      name: router-ca-certs-default
    allowedSubjectPatterns:
      - "^/CN=example.com/ST=NC/C=US/O=Security/OU=OpenShift$"
```

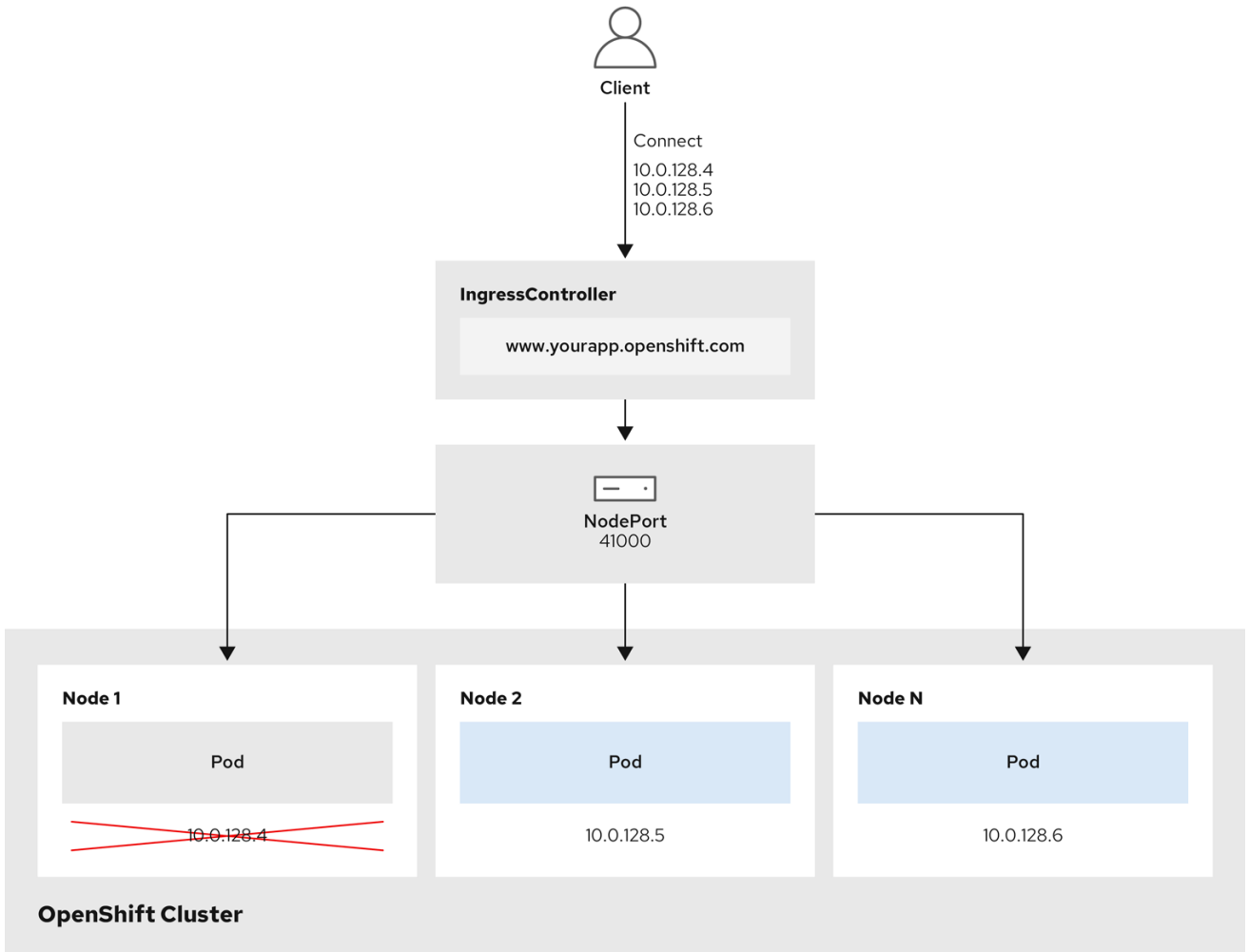
## 6.3.2. Ingress 컨트롤러 끝점 게시 전략

### NodePortService 끝점 게시 전략

**NodePortService** 끝점 게시 전략에서는 Kubernetes NodePort 서비스를 사용하여 Ingress 컨트롤러를 게시합니다.

이 구성에서는 Ingress 컨트롤러를 배포하기 위해 컨테이너 네트워킹을 사용합니다. 배포를 게시하기 위해 **NodePortService**가 생성됩니다. 특정 노드 포트는 OpenShift Container Platform에 의해 동적으로 할당됩니다. 그러나 정적 포트 할당을 지원하기 위해 관리형 **NodePortService**의 노드 포트 필드에 대한 변경 사항은 유지됩니다.

그림 6.1. NodePortService 다이어그램



202\_OpenShift\_0222

앞의 그래픽에서는 OpenShift Container Platform Ingress NodePort 끝점 게시 전략과 관련된 다음 개념을 보여줍니다.

- 클러스터에서 사용 가능한 모든 노드에는 외부적으로 액세스할 수 있는 자체 노드가 있습니다. 클러스터에서 실행 중인 서비스는 모든 노드에 대해 고유한 NodePort에 바인딩됩니다.
- 클라이언트가 그래픽에서 **10.0.128.4** IP 주소를 연결하여 다운된 노드에 연결할 때 노드 포트는 클라이언트를 서비스를 실행하는 사용 가능한 노드에 직접 연결합니다. 이 시나리오에서는 로드 밸런싱이 필요하지 않습니다. 이미지에 **10.0.128.4** 주소가 다운되고 다른 IP 주소를 대신 사용해야 합니다.



**참고**

Ingress Operator는 서비스의 **.spec.ports[].nodePort** 필드에 대한 업데이트를 무시합니다.

기본적으로 포트는 자동으로 할당되며 통합을 위해 포트 할당에 액세스할 수 있습니다. 그러나 동적 포트에 대한 응답으로 쉽게 재구성할 수 없는 기존 인프라와 통합하기 위해 정적 포트 할당이 필요한 경우가 있습니다. 정적 노드 포트와 통합하기 위해 관리 서비스 리소스를 직접 업데이트할 수 있습니다.

자세한 내용은 [NodePort에 대한 Kubernetes 서비스 설명서](#)를 참조하십시오.

## HostNetwork 끝점 게시 전략

**HostNetwork** 끝점 게시 전략에서는 Ingress 컨트롤러가 배포된 노드 포트에 Ingress 컨트롤러를 게시합니다.

**HostNetwork** 끝점 게시 전략이 있는 Ingress 컨트롤러는 노드당 하나의 pod 복제본만 가질 수 있습니다.  $n$ 개의 복제본이 필요한 경우에는 해당 복제본을 예약할 수 있는  $n$ 개 이상의 노드를 사용해야 합니다. 각 pod 복제본은 예약된 노드 호스트에서 포트 **80** 및 **443**을 요청하므로 동일한 노드의 다른 pod가 해당 포트를 사용하는 경우 복제본을 노드에 예약할 수 없습니다.

## 6.4. 기본 INGRESS 컨트롤러 보기

Ingress Operator는 OpenShift Container Platform의 핵심 기능이며 즉시 사용이 가능합니다.

모든 새로운 OpenShift Container Platform 설치에는 이름이 **ingresscontroller**로 기본으로 지정됩니다. 추가 Ingress 컨트롤러를 추가할 수 있습니다. 기본 **ingresscontroller**가 삭제되면 Ingress Operator가 1분 이내에 자동으로 다시 생성합니다.

### 프로세스

- 기본 Ingress 컨트롤러를 확인합니다.

```
$ oc describe --namespace=openshift-ingress-operator ingresscontroller/default
```

## 6.5. INGRESS OPERATOR 상태 보기

Ingress Operator의 상태를 확인 및 조사할 수 있습니다.

### 프로세스

- Ingress Operator 상태를 확인합니다.

```
$ oc describe clusteroperators/ingress
```

## 6.6. INGRESS 컨트롤러 로그 보기

Ingress 컨트롤러의 로그를 확인할 수 있습니다.

### 프로세스

- Ingress 컨트롤러 로그를 확인합니다.

```
$ oc logs --namespace=openshift-ingress-operator deployments/ingress-operator
```

## 6.7. INGRESS 컨트롤러 상태 보기

특정 Ingress 컨트롤러의 상태를 확인할 수 있습니다.

### 프로세스

- Ingress 컨트롤러의 상태를 확인합니다.

```
$ oc describe --namespace=openshift-ingress-operator ingresscontroller/<name>
```

## 6.8. INGRESS 컨트롤러 구성

### 6.8.1. 사용자 정의 기본 인증서 설정

관리자는 Secret 리소스를 생성하고 **IngressController** CR(사용자 정의 리소스)을 편집하여 사용자 정의 인증서를 사용하도록 Ingress 컨트롤러를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- PEM 인코딩 파일에 인증서/키 쌍이 있어야 합니다. 이때 인증서는 신뢰할 수 있는 인증 기관 또는 사용자 정의 PKI에서 구성한 신뢰할 수 있는 개인 인증 기관의 서명을 받은 인증서입니다.
- 인증서가 다음 요구 사항을 충족합니다.
  - 인증서가 Ingress 도메인에 유효해야 합니다.
  - 인증서는 **subjectAltName** 확장자를 사용하여 **\*.apps.ocp4.example.com**과 같은 와일드카드 도메인을 지정합니다.
- **IngressController** CR이 있어야 합니다. 기본 설정을 사용할 수 있어야 합니다.

```
$ oc --namespace openshift-ingress-operator get ingresscontrollers
```

#### 출력 예

```
NAME    AGE
default 10m
```



#### 참고

임시 인증서가 있는 경우 사용자 정의 기본 인증서가 포함 된 보안의 **tls.crt** 파일에 인증서가 포함되어 있어야 합니다. 인증서를 지정하는 경우에는 순서가 중요합니다. 서버 인증서 다음에 임시 인증서를 나열해야 합니다.

#### 프로세스

아래에서는 사용자 정의 인증서 및 키 쌍이 현재 작업 디렉터리의 **tls.crt** 및 **tls.key** 파일에 있다고 가정합니다. 그리고 **tls.crt** 및 **tls.key**의 실제 경로 이름으로 변경합니다. Secret 리소스를 생성하고 IngressController CR에서 참조하는 경우 **custom-certs-default**를 다른 이름으로 변경할 수도 있습니다.



#### 참고

이 작업을 수행하면 롤링 배포 전략에 따라 Ingress 컨트롤러가 재배포됩니다.

1. **tls.crt** 및 **tls.key** 파일을 사용하여 **openshift-ingress** 네임스페이스에 사용자 정의 인증서를 포함하는 Secret 리소스를 만듭니다.

```
$ oc --namespace openshift-ingress create secret tls custom-certs-default --cert=tls.crt --key=tls.key
```

2. 새 인증서 보안 키를 참조하도록 IngressController CR을 업데이트합니다.

```
$ oc patch --type=merge --namespace openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default \
--patch '{"spec":{"defaultCertificate":{"name":"custom-certs-default"}}}'
```

3. 업데이트가 적용되었는지 확인합니다.

```
$ echo Q |\
openssl s_client -connect console-openshift-console.apps.<domain>:443 -showcerts
2>/dev/null |\
openssl x509 -noout -subject -issuer -enddate
```

다음과 같습니다.

#### <domain>

클러스터의 기본 도메인 이름을 지정합니다.

#### 출력 예

```
subject=C = US, ST = NC, L = Raleigh, O = RH, OU = OCP4, CN = *.apps.example.com
issuer=C = US, ST = NC, L = Raleigh, O = RH, OU = OCP4, CN = example.com
notAfter=May 10 08:32:45 2022 GM
```

#### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 사용자 지정 기본 인증서를 설정할 수 있습니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  defaultCertificate:
    name: custom-certs-default
```

인증서 보안 이름은 CR을 업데이트하는 데 사용된 값과 일치해야 합니다.

IngressController CR이 수정되면 Ingress Operator는 사용자 정의 인증서를 사용하도록 Ingress 컨트롤러의 배포를 업데이트합니다.

## 6.8.2. 사용자 정의 기본 인증서 제거

관리자는 사용할 Ingress 컨트롤러를 구성한 사용자 정의 인증서를 제거할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.
- OpenShift CLI(**oc**)가 설치되어 있습니다.
- 이전에 Ingress 컨트롤러에 대한 사용자 정의 기본 인증서를 구성했습니다.

## 프로세스

- 사용자 정의 인증서를 제거하고 OpenShift Container Platform과 함께 제공되는 인증서를 복원하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch -n openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default \
  --type json -p '$- op: remove\n path: /spec/defaultCertificate'
```

클러스터가 새 인증서 구성을 조정하는 동안 지연이 발생할 수 있습니다.

## 검증

- 원래 클러스터 인증서가 복원되었는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ echo Q | \
  openssl s_client -connect console-openshift-console.apps.<domain>:443 -showcerts
2>/dev/null | \
  openssl x509 -noout -subject -issuer -enddate
```

다음과 같습니다.

### <domain>

클러스터의 기본 도메인 이름을 지정합니다.

### 출력 예

```
subject=CN = *.apps.<domain>
issuer=CN = ingress-operator@1620633373
notAfter=May 10 10:44:36 2023 GMT
```

## 6.8.3. Ingress 컨트롤러 확장

처리량 증가 요구 등 라우팅 성능 또는 가용성 요구 사항을 충족하도록 Ingress 컨트롤러를 수동으로 확장할 수 있습니다. **IngressController** 리소스를 확장하려면 **oc** 명령을 사용합니다. 다음 절차는 기본 **IngressController**를 확장하는 예제입니다.



### 참고

원하는 수의 복제본을 만드는 데에는 시간이 걸리기 때문에 확장은 즉시 적용되지 않습니다.

## 프로세스

1. 기본 **IngressController**의 현재 사용 가능한 복제본 개수를 살펴봅니다.

```
$ oc get -n openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default -o
jsonpath='{$.status.availableReplicas}'
```

### 출력 예

```
2
```



2. **oc patch** 명령을 사용하여 기본 **IngressController**의 복제본 수를 원하는 대로 조정합니다. 다음 예제는 기본 **IngressController**를 3개의 복제본으로 조정합니다.

```
$ oc patch -n openshift-ingress-operator ingresscontroller/default --patch '{"spec":{"replicas":3}}' --type=merge
```

#### 출력 예

```
ingresscontroller.operator.openshift.io/default patched
```

3. 기본 **IngressController**가 지정한 복제본 수에 맞게 조정되었는지 확인합니다.

```
$ oc get -n openshift-ingress-operator ingresscontrollers/default -o jsonpath='{$.status.availableReplicas}'
```

#### 출력 예

```
3
```

#### 작은 정보

또는 다음 YAML을 적용하여 Ingress 컨트롤러를 세 개의 복제본으로 확장할 수 있습니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 3
```

- 1 다른 양의 복제본이 필요한 경우 **replicas** 값을 변경합니다.

### 6.8.4. 수신 액세스 로깅 구성

Ingress 컨트롤러가 로그에 액세스하도록 구성할 수 있습니다. 수신 트래픽이 많지 않은 클러스터의 경우 사이드카에 로그를 기록할 수 있습니다. 트래픽이 많은 클러스터가 있는 경우 로깅 스택의 용량을 초과하지 않거나 OpenShift Container Platform 외부의 로깅 인프라와 통합하기 위해 사용자 정의 syslog 끝점으로 로그를 전달할 수 있습니다. 액세스 로그의 형식을 지정할 수도 있습니다.

컨테이너 로깅은 기존 Syslog 로깅 인프라가 없는 경우 트래픽이 적은 클러스터에서 액세스 로그를 활성화하거나 Ingress 컨트롤러의 문제를 진단하는 동안 단기적으로 사용하는 데 유용합니다.

액세스 로그가 OpenShift 로깅 스택 용량을 초과할 수 있는 트래픽이 많은 클러스터 또는 로깅 솔루션이 기존 Syslog 로깅 인프라와 통합되어야 하는 환경에는 Syslog가 필요합니다. Syslog 사용 사례는 중첩될 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

## 프로세스

사이드카에 Ingress 액세스 로깅을 구성합니다.

- 수신 액세스 로깅을 구성하려면 **spec.logging.access.destination**을 사용하여 대상을 지정해야 합니다. 사이드카 컨테이너에 로깅을 지정하려면 **Container spec.logging.access.destination.type**을 지정해야 합니다. 다음 예제는 **Container** 대상에 로그를 기록하는 Ingress 컨트롤러 정의입니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 2
  logging:
    access:
      destination:
        type: Container
```

- 사이드카에 로그를 기록하도록 Ingress 컨트롤러를 구성하면 Operator는 Ingress 컨트롤러 Pod에 **logs** 라는 컨테이너를 만듭니다.

```
$ oc -n openshift-ingress logs deployment.apps/router-default -c logs
```

### 출력 예

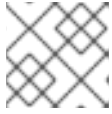
```
2020-05-11T19:11:50.135710+00:00 router-default-57dfc6cd95-bpmk6 router-default-57dfc6cd95-bpmk6 haproxy[108]: 174.19.21.82:39654 [11/May/2020:19:11:50.133] public be_http:hello-openshift:hello-openshift/pod:hello-openshift:hello-openshift:10.128.2.12:8080 0/0/1/0/1 200 142 - - --NI 1/1/0/0/0 0/0 "GET / HTTP/1.1"
```

Syslog 끝점에 대한 Ingress 액세스 로깅을 구성합니다.

- 수신 액세스 로깅을 구성하려면 **spec.logging.access.destination**을 사용하여 대상을 지정해야 합니다. Syslog 끝점 대상에 로깅을 지정하려면 **spec.logging.access.destination.type**에 대한 **Syslog**를 지정해야 합니다. 대상 유형이 **Syslog**인 경우, **spec.logging.access.destination.syslog.endpoint**를 사용하여 대상 끝점을 지정해야 하며 **spec.logging.access.destination.syslog.facility**를 사용하여 장치를 지정할 수 있습니다. 다음 예제는 **Syslog** 대상에 로그를 기록하는 Ingress 컨트롤러 정의입니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 2
  logging:
    access:
      destination:
        type: Syslog
```

```
syslog:
  address: 1.2.3.4
  port: 10514
```



### 참고

**syslog** 대상 포트는 UDP여야 합니다.

특정 로그 형식으로 Ingress 액세스 로깅을 구성합니다.

- **spec.logging.access.httpLogFormat** 을 지정하여 로그 형식을 사용자 정의할 수 있습니다. 다음 예제는 IP 주소 1.2.3.4 및 포트 10514를 사용하여 **syslog** 끝점에 로그하는 Ingress 컨트롤러 정의입니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 2
  logging:
    access:
      destination:
        type: Syslog
      syslog:
        address: 1.2.3.4
        port: 10514
      httpLogFormat: '%ci:%cp [%t] %ft %b/%s %B %bq %HM %HU %HV'
```

Ingress 액세스 로깅을 비활성화합니다.

- Ingress 액세스 로깅을 비활성화하려면 **spec.logging** 또는 **spec.logging.access**를 비워 둡니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  replicas: 2
  logging:
    access: null
```

### 6.8.5. Ingress 컨트롤러 스레드 수 설정

클러스터 관리자는 클러스터에서 처리할 수 있는 들어오는 연결의 양을 늘리기 위해 스레드 수를 설정할 수 있습니다. 기존 Ingress 컨트롤러에 패치하여 스레드의 양을 늘릴 수 있습니다.

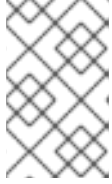
#### 사전 요구 사항

- 다음은 Ingress 컨트롤러를 이미 생성했다고 가정합니다.

## 프로세스

- 스레드 수를 늘리도록 Ingress 컨트롤러를 업데이트합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontroller/default --type=merge -p '{"spec": {"tuningOptions": {"threadCount": 8}}}'
```



### 참고

많은 리소스를 실행할 수 있는 노드가 있는 경우 원하는 노드의 용량과 일치하는 라벨을 사용하여 **spec.nodePlacement.nodeSelector**를 구성하고 **spec.tuningOptions.threadCount**를 적절하게 높은 값으로 구성할 수 있습니다.

## 6.8.6. Ingress 컨트롤러 분할

Ingress 컨트롤러 또는 라우터는 트래픽이 클러스터로 유입되는 기본 메커니즘이므로 수요가 매우 클 수 있습니다. 클러스터 관리자는 다음을 위해 경로를 분할할 수 있습니다.

- 여러 경로를 통해 Ingress 컨트롤러 또는 라우터를 로드 밸런싱하여 변경에 대한 응답 속도 향상
- 특정 경로가 나머지 경로와 다른 수준의 신뢰성을 가지도록 할당
- 특정 Ingress 컨트롤러에 다른 정책을 정의할 수 있도록 허용
- 특정 경로만 추가 기능을 사용하도록 허용
- 예를 들어, 내부 및 외부 사용자가 다른 경로를 볼 수 있도록 다른 주소에 다른 경로를 노출

Ingress 컨트롤러는 라우팅 라벨 또는 네임스페이스 라벨을 분할 방법으로 사용할 수 있습니다.

### 6.8.6.1. 경로 라벨을 사용하여 Ingress 컨트롤러 분할 구성

경로 라벨을 사용한 Ingress 컨트롤러 분할이란 Ingress 컨트롤러가 경로 선택기에서 선택한 모든 네임스페이스의 모든 경로를 제공한다는 뜻입니다.

Ingress 컨트롤러 분할은 들어오는 트래픽 부하를 일련의 Ingress 컨트롤러에 균형 있게 분배하고 트래픽을 특정 Ingress 컨트롤러에 격리할 때 유용합니다. 예를 들어, 회사 A는 하나의 Ingress 컨트롤러로, 회사 B는 다른 Ingress 컨트롤러로 이동합니다.

## 프로세스

1. **router-internal.yaml** 파일을 다음과 같이 편집합니다.

```
# cat router-internal.yaml
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator
  spec:
    domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>
    nodePlacement:
      nodeSelector:
```

```

    matchLabels:
      node-role.kubernetes.io/worker: ""
  routeSelector:
    matchLabels:
      type: sharded
  status: {}
  kind: List
  metadata:
    resourceVersion: ""
    selfLink: ""

```

2. Ingress 컨트롤러 **router-internal.yaml** 파일을 적용합니다.

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress 컨트롤러는 **type: sharded** 라벨이 있는 네임스페이스에서 경로를 선택합니다.

### 6.8.6.2. 네임스페이스 라벨을 사용하여 Ingress 컨트롤러 분할 구성

네임스페이스 라벨을 사용한 Ingress 컨트롤러 분할이란 Ingress 컨트롤러가 네임스페이스 선택기에서 선택한 모든 네임스페이스의 모든 경로를 제공한다는 뜻입니다.

Ingress 컨트롤러 분할은 들어오는 트래픽 부하를 일련의 Ingress 컨트롤러에 균형 있게 분배하고 트래픽을 특정 Ingress 컨트롤러에 격리할 때 유용합니다. 예를 들어, 회사 A는 하나의 Ingress 컨트롤러로, 회사 B는 다른 Ingress 컨트롤러로 이동합니다.



#### 주의

Keepalived Ingress VIP를 배포하는 경우 **endpointPublishingStrategy** 매개변수에 값이 **HostNetwork** 인 기본이 아닌 Ingress 컨트롤러를 배포하지 마십시오. 이렇게 하면 문제가 발생할 수 있습니다. **endpointPublishingStrategy** 에 대해 **HostNetwork** 대신 **NodePort** 값을 사용합니다.

#### 프로세스

1. **router-internal.yaml** 파일을 다음과 같이 편집합니다.

```
# cat router-internal.yaml
```

#### 출력 예

```

apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator
  spec:
    domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>

```

```
nodePlacement:
  nodeSelector:
    matchLabels:
      node-role.kubernetes.io/worker: ""
namespaceSelector:
  matchLabels:
    type: sharded
status: {}
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
  selfLink: ""
```

2. Ingress 컨트롤러 **router-internal.yaml** 파일을 적용합니다.

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress 컨트롤러는 네임스페이스 선택기에서 선택한 **type: sharded** 라벨이 있는 네임스페이스에서 경로를 선택합니다.

### 6.8.7. 내부 로드 밸런서를 사용하도록 Ingress 컨트롤러 구성

클라우드 플랫폼에서 Ingress 컨트롤러를 생성할 때 Ingress 컨트롤러는 기본적으로 퍼블릭 클라우드 로드 밸런서에 의해 게시됩니다. 관리자는 내부 클라우드 로드 밸런서를 사용하는 Ingress 컨트롤러를 생성할 수 있습니다.



#### 주의

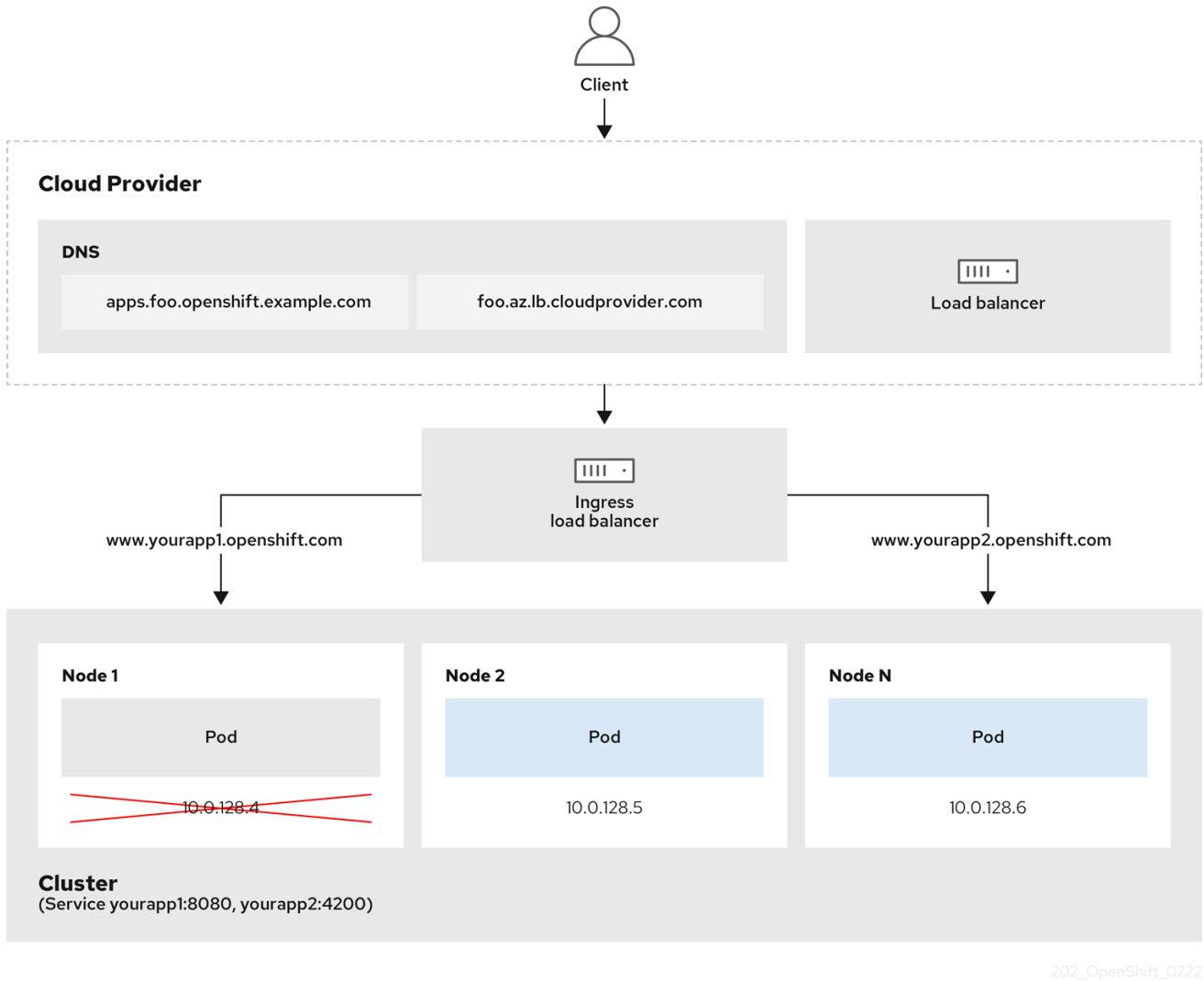
클라우드 공급자가 Microsoft Azure인 경우 노드를 가리키는 퍼블릭 로드 밸런서가 하나 이상 있어야 합니다. 그렇지 않으면 모든 노드의 인터넷 연결이 끊어집니다.



#### 중요

**IngressController** 오브젝트의 **scope**를 변경하려면, 해당 **IngressController** 오브젝트를 삭제한 후 다시 생성해야 합니다. CR(사용자 정의 리소스)을 생성한 후에는 **.spec.endpointPublishingStrategy.loadBalancer.scope** 매개변수를 변경할 수 없습니다.

그림 6.2. LoadBalancer 다이어그램



앞의 그래픽에서는 OpenShift Container Platform Ingress LoadBalancerService 끝점 게시 전략과 관련된 다음 개념을 보여줍니다.

- OpenShift Ingress 컨트롤러 로드 밸런서를 사용하여 클라우드 공급자 로드 밸런서를 사용하거나 내부적으로 로드 밸런싱을 로드할 수 있습니다.
- 그래픽에 표시된 클러스터에 표시된 것처럼 로드 밸런서의 단일 IP 주소와 더 친숙한 포트(예: 8080 및 4200)를 사용할 수 있습니다.
- 외부 로드 밸런서의 트래픽은 다운 노드 인스턴스에 표시된 대로 Pod에 전달되고 로드 밸런서에 의해 관리됩니다. 구현 세부 사항은 [Kubernetes 서비스 설명서](#)를 참조하십시오.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 다음 예제와 같이 `<name>-ingress-controller.yaml` 파일에 **IngressController** CR(사용자 정의 리소스)을 생성합니다.

■

```

apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  namespace: openshift-ingress-operator
  name: <name> ❶
spec:
  domain: <domain> ❷
  endpointPublishingStrategy:
    type: LoadBalancerService
  loadBalancer:
    scope: Internal ❸
    
```

- ❶ <name>을 **IngressController** 오브젝트의 이름으로 변경합니다.
- ❷ 컨트롤러가 게시한 애플리케이션의 **domain**을 지정합니다.
- ❸ 내부 로드 밸런서를 사용하려면 **Internal** 값을 지정합니다.

2. 다음 명령을 실행하여 이전 단계에서 정의된 Ingress 컨트롤러를 생성합니다.

```
$ oc create -f <name>-ingress-controller.yaml ❶
```

- ❶ <name>을 **IngressController** 오브젝트의 이름으로 변경합니다.

3. 선택 사항: Ingress 컨트롤러가 생성되었는지 확인하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc --all-namespaces=true get ingresscontrollers
```

### 6.8.8. GCP에서 Ingress 컨트롤러에 대한 글로벌 액세스 구성

내부 로드 밸런서가 있는 GCP에서 생성된 Ingress 컨트롤러는 서비스의 내부 IP 주소를 생성합니다. 클러스터 관리자는 로드 밸런서와 동일한 VPC 네트워크 및 컴퓨팅 리전 내의 모든 리전의 클라이언트가 클러스터에서 실행되는 워크로드에 도달할 수 있도록 하는 글로벌 액세스 옵션을 지정할 수 있습니다.

자세한 내용은 [글로벌 액세스](#)에 대한 GCP 설명서를 참조하십시오.

#### 사전 요구 사항

- GCP 인프라에 OpenShift Container Platform 클러스터를 배포했습니다.
- 내부 로드 밸런서를 사용하도록 Ingress 컨트롤러 구성
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.

#### 프로세스

1. 글로벌 액세스를 허용하도록 Ingress 컨트롤러 리소스를 구성합니다.



#### 참고

Ingress 컨트롤러를 생성하고 글로벌 액세스 옵션을 지정할 수도 있습니다.



- a. Ingress 컨트롤러 리소스를 구성합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress-operator edit ingresscontroller/default
```

- b. YAML 파일을 편집합니다.

#### Global에 대한 clientAccess 구성 샘플

```
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    loadBalancer:
      providerParameters:
        gcp:
          clientAccess: Global 1
          type: GCP
        scope: Internal
        type: LoadBalancerService
```

- 1 **gcp.clientAccess**를 **Global**로 설정합니다.

- c. 파일을 저장하여 변경 사항을 적용합니다.

2. 다음 명령을 실행하여 서비스가 글로벌 액세스를 허용하는지 확인합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress edit svc/router-default -o yaml
```

출력에서 주석 **networking.gke.io/internal-load-balancer-allow-global-access**가 있는 GCP에 글로벌 액세스가 활성화되어 있음을 보여줍니다.

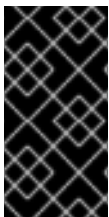
### 6.8.9. 클러스터의 기본 Ingress 컨트롤러를 내부로 구성

클러스터를 삭제하고 다시 생성하여 클러스터의 **default** Ingress 컨트롤러를 내부용으로 구성할 수 있습니다.



#### 주의

클라우드 공급자가 Microsoft Azure인 경우 노드를 가리키는 퍼블릭 로드 밸런서가 하나 이상 있어야 합니다. 그렇지 않으면 모든 노드의 인터넷 연결이 끊어집니다.



#### 중요

**IngressController** 오브젝트의 **scope**를 변경하려면, 해당 **IngressController** 오브젝트를 삭제한 후 다시 생성해야 합니다. CR(사용자 정의 리소스)을 생성한 후에는 **.spec.endpointPublishingStrategy.loadBalancer.scope** 매개변수를 변경할 수 없습니다.

사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

프로세스

1. 클러스터의 기본 Ingress 컨트롤러를 삭제하고 다시 생성하여 내부용으로 구성합니다.

```
$ oc replace --force --wait --filename - <<EOF
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  namespace: openshift-ingress-operator
  name: default
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    type: LoadBalancerService
  loadBalancer:
    scope: Internal
EOF
```

6.8.10. 경로 허용 정책 구성

관리자 및 애플리케이션 개발자는 도메인 이름이 동일한 여러 네임스페이스에서 애플리케이션을 실행할 수 있습니다. 이는 여러 팀이 동일한 호스트 이름에 노출되는 마이크로 서비스를 개발하는 조직을 위한 것입니다.



주의

네임스페이스 간 클레임은 네임스페이스 간 신뢰가 있는 클러스터에 대해서만 허용해야 합니다. 그렇지 않으면 악의적인 사용자가 호스트 이름을 인수할 수 있습니다. 따라서 기본 승인 정책에서는 네임스페이스 간에 호스트 이름 클레임을 허용하지 않습니다.

사전 요구 사항

- 클러스터 관리자 권한이 있어야 합니다.

프로세스

- 다음 명령을 사용하여 **ingresscontroller** 리소스 변수의 **.spec.routeAdmission** 필드를 편집합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontroller/default --patch '{"spec": {"routeAdmission":{"namespaceOwnership":{"InterNamespaceAllowed"}}}' --type=merge
```

샘플 Ingress 컨트롤러 구성

```
spec:
```

```
routeAdmission:
  namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
...
```

### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 경로 승인 정책을 구성할 수 있습니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  routeAdmission:
    namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
```

### 6.8.11. 와일드카드 경로 사용

HAProxy Ingress 컨트롤러는 와일드카드 경로를 지원합니다. Ingress Operator는 **wildcardPolicy**를 사용하여 Ingress 컨트롤러의 **ROUTER\_ALLOW\_WILDCARD\_ROUTES** 환경 변수를 구성합니다.

Ingress 컨트롤러의 기본 동작은 와일드카드 정책이 **None**인 경로를 허용하고, 이는 기존 **IngressController** 리소스의 이전 버전과 호환됩니다.

#### 프로세스

1. 와일드카드 정책을 구성합니다.
  - a. 다음 명령을 사용하여 **IngressController** 리소스를 편집합니다.

```
$ oc edit IngressController
```

- b. **spec**에서 **wildcardPolicy** 필드를 **WildcardsDisallowed** 또는 **WildcardsAllowed**로 설정합니다.

```
spec:
  routeAdmission:
    wildcardPolicy: WildcardsDisallowed # or WildcardsAllowed
```

### 6.8.12. X-Forwarded 헤더 사용

HAProxy Ingress 컨트롤러를 구성하여 **Forwarded** 및 **X-Forwarded-For**를 포함한 HTTP 헤더 처리 방법에 대한 정책을 지정합니다. Ingress Operator는 **HTTPHeaders** 필드를 사용하여 Ingress 컨트롤러의 **ROUTER\_SET\_FORWARDED\_HEADERS** 환경 변수를 구성합니다.

#### 프로세스

1. Ingress 컨트롤러에 대한 **HTTPHeaders** 필드를 구성합니다.
  - a. 다음 명령을 사용하여 **IngressController** 리소스를 편집합니다.

```
$ oc edit IngressController
```

b. **spec**에서 **HTTPHeaders** 정책 필드를 **Append, Replace, IfNone** 또는 **Never**로 설정합니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  httpHeaders:
    forwardedHeaderPolicy: Append
```

**사용 사례 예**

클러스터 관리자는 다음을 수행할 수 있습니다.

- Ingress 컨트롤러로 전달하기 전에 **X-Forwarded-For** 헤더를 각 요청에 삽입하는 외부 프록시를 구성합니다.  
헤더를 수정하지 않은 상태로 전달하도록 Ingress 컨트롤러를 구성하려면 **never** 정책을 지정합니다. 그러면 Ingress 컨트롤러에서 헤더를 설정하지 않으며 애플리케이션은 외부 프록시에서 제공하는 헤더만 수신합니다.
- 외부 프록시에서 외부 클러스터 요청에 설정한 **X-Forwarded-For** 헤더를 수정하지 않은 상태로 전달하도록 Ingress 컨트롤러를 구성합니다.  
외부 프록시를 통과하지 않는 내부 클러스터 요청에 **X-Forwarded-For** 헤더를 설정하도록 Ingress 컨트롤러를 구성하려면 **if-none** 정책을 지정합니다. HTTP 요청에 이미 외부 프록시를 통해 설정된 헤더가 있는 경우 Ingress 컨트롤러에서 해당 헤더를 보존합니다. 요청이 프록시를 통해 제공되지 않아 헤더가 없는 경우에는 Ingress 컨트롤러에서 헤더를 추가합니다.

애플리케이션 개발자는 다음을 수행할 수 있습니다.

- **X-Forwarded-For** 헤더를 삽입하는 애플리케이션별 외부 프록시를 구성합니다.  
다른 경로에 대한 정책에 영향을 주지 않으면서 애플리케이션 경로에 대한 헤더를 수정하지 않은 상태로 전달하도록 Ingress 컨트롤러를 구성하려면 애플리케이션 경로에 주석 **haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers: if-none** 또는 **haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers: never**를 추가하십시오.



**참고**

Ingress 컨트롤러에 전역적으로 설정된 값과 관계없이 경로별로 **haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers** 주석을 설정할 수 있습니다.

**6.8.13. HTTP/2 수신 연결 사용**

이제 HAProxy에서 투명한 엔드 투 엔드 HTTP/2 연결을 활성화할 수 있습니다. 애플리케이션 소유자는 이를 통해 단일 연결, 헤더 압축, 바이너리 스트림 등 HTTP/2 프로토콜 기능을 활용할 수 있습니다.

개별 Ingress 컨트롤러 또는 전체 클러스터에 대해 HAProxy에서 HTTP/2 연결을 활성화할 수 있습니다.

클라이언트에서 HAProxy로의 연결에 HTTP/2 사용을 활성화하려면 경로에서 사용자 정의 인증서를 지정해야 합니다. 기본 인증서를 사용하는 경로에서는 HTTP/2를 사용할 수 없습니다. 이것은 동일한 인증서를 사용하는 다른 경로의 연결을 클라이언트가 재사용하는 등 동시 연결로 인한 문제를 방지하기 위한 제한입니다.

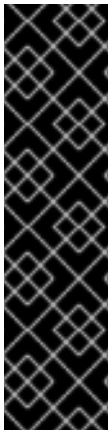
HAProxy에서 애플리케이션 pod로의 연결은 re-encrypt 라우팅에만 HTTP/2를 사용할 수 있으며 Edge termination 또는 비보안 라우팅에는 사용할 수 없습니다. 이 제한은 백엔드와 HTTP/2 사용을 협상할 때

HAProxy가 TLS의 확장인 ALPN(Application-Level Protocol Negotiation)을 사용하기 때문에 필요합니다. 이는 엔드 투 엔드 HTTP/2가 패스스루(passthrough) 및 re-encrypt 라우팅에는 적합하지만 비보안 또는 Edge termination 라우팅에는 적합하지 않음을 의미합니다.



### 주의

Ingress 컨트롤러에서 재암호화 경로와 HTTP/2가 활성화된 WebSockets를 사용하려면 HTTP/2를 통해 WebSocket 지원이 필요합니다. WebSockets over HTTP/2는 현재 OpenShift Container Platform에서 지원되지 않는 HAProxy 2.4의 기능입니다.



### 중요

패스스루(passthrough)가 아닌 경로의 경우 Ingress 컨트롤러는 클라이언트와의 연결과 관계없이 애플리케이션에 대한 연결을 협상합니다. 다시 말해 클라이언트가 Ingress 컨트롤러에 연결하여 HTTP/1.1을 협상하고, Ingress 컨트롤러가 애플리케이션에 연결하여 HTTP/2를 협상하고, 클라이언트 HTTP/1.1 연결에서 받은 요청을 HTTP/2 연결을 사용하여 애플리케이션에 전달할 수 있습니다. Ingress 컨트롤러는 WebSocket을 HTTP/2로 전달할 수 없고 HTTP/2 연결을 WebSocket으로 업그레이드할 수 없기 때문에 나중에 클라이언트가 HTTP/1.1 연결을 WebSocket 프로토콜로 업그레이드하려고 하면 문제가 발생하게 됩니다. 결과적으로, WebSocket 연결을 허용하는 애플리케이션이 있는 경우 HTTP/2 프로토콜 협상을 허용하지 않아야 합니다. 그렇지 않으면 클라이언트가 WebSocket 프로토콜로 업그레이드할 수 없게 됩니다.

### 프로세스

단일 Ingress 컨트롤러에서 HTTP/2를 활성화합니다.

- Ingress 컨트롤러에서 HTTP/2를 사용하려면 다음과 같이 **oc annotate** 명령을 입력합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress-operator annotate ingresscontrollers/<ingresscontroller_name>
ingress.operator.openshift.io/default-enable-http2=true
```

<ingresscontroller\_name>을 주석 처리할 Ingress 컨트롤러의 이름으로 변경합니다.

전체 클러스터에서 HTTP/2를 활성화합니다.

- 전체 클러스터에 HTTP/2를 사용하려면 **oc annotate** 명령을 입력합니다.

```
$ oc annotate ingresses.config/cluster ingress.operator.openshift.io/default-enable-http2=true
```

### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 주석을 추가할 수도 있습니다.

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: cluster
  annotations:
    ingress.operator.openshift.io/default-enable-http2: "true"
```

#### 6.8.14. Ingress 컨트롤러에 대한 PROXY 프로토콜 구성

클러스터 관리자는 Ingress 컨트롤러에서 **HostNetwork** 또는 **NodePortService** 엔드포인트 게시 전략 유형을 사용하는 경우 **PROXY 프로토콜**을 구성할 수 있습니다. PROXY 프로토콜을 사용하면 로드 밸런서에서 Ingress 컨트롤러가 수신하는 연결에 대한 원래 클라이언트 주소를 유지할 수 있습니다. 원래 클라이언트 주소는 HTTP 헤더를 로깅, 필터링 및 삽입하는 데 유용합니다. 기본 구성에서 Ingress 컨트롤러가 수신하는 연결에는 로드 밸런서와 연결된 소스 주소만 포함됩니다.

이 기능은 클라우드 배포에서 지원되지 않습니다. 이 제한 사항은 OpenShift Container Platform이 클라우드 플랫폼에서 실행되고 IngressController에서 서비스 로드 밸런서를 사용해야 함을 지정하기 때문에 Ingress Operator는 로드 밸런서 서비스를 구성하고 소스 주소를 유지하기 위한 플랫폼 요구 사항에 따라 PROXY 프로토콜을 활성화하기 때문입니다.



#### 중요

PROXY 프로토콜을 사용하거나 TCP를 사용하려면 OpenShift Container Platform과 외부 로드 밸런서를 모두 구성해야 합니다.



#### 주의

PROXY 프로토콜은 Keepalived Ingress VIP를 사용하는 비클라우드 플랫폼에 설치 관리자 프로비저닝 클러스터가 있는 기본 Ingress 컨트롤러에 지원되지 않습니다.

#### 사전 요구 사항

- Ingress 컨트롤러가 생성되어 있습니다.

#### 프로세스

1. Ingress 컨트롤러 리소스를 편집합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress-operator edit ingresscontroller/default
```

2. PROXY 구성을 설정합니다.

- Ingress 컨트롤러에서 hostNetwork 엔드포인트 게시 전략 유형을 사용하는 경우 **spec.endpointPublishingStrategy.hostNetwork.protocol** 하위 필드를 **PROXY**로 설정합니다.

### PROXY에 대한 hostNetwork 구성 샘플

```
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    hostNetwork:
      protocol: PROXY
      type: HostNetwork
```

- Ingress 컨트롤러에서 NodePortService 엔드포인트 게시 전략 유형을 사용하는 경우 **spec.endpointPublishingStrategy.nodePort.protocol** 하위 필드를 **PROXY**로 설정합니다.

### PROXY에 대한 nodePort 구성 샘플

```
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    nodePort:
      protocol: PROXY
      type: NodePortService
```

#### 6.8.15. appsDomain 옵션을 사용하여 대체 클러스터 도메인 지정

클러스터 관리자는 **appsDomain** 필드를 구성하여 사용자가 생성한 경로의 기본 클러스터 도메인에 대한 대안을 지정할 수 있습니다. **appsDomain** 필드는 domain 필드에 지정된 기본값 대신 사용할 OpenShift Container Platform의 선택적 도메인입니다. 대체 도메인을 지정하면 새 경로의 기본 호스트를 결정하기 위해 기본 클러스터 도메인을 덮어씁니다.

예를 들어, 회사의 DNS 도메인을 클러스터에서 실행되는 애플리케이션의 경로 및 인그레스의 기본 도메인으로 사용할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform 클러스터를 배포했습니다.
- **oc** 명령줄 인터페이스를 설치했습니다.

#### 프로세스

1. 사용자 생성 경로에 대한 대체 기본 도메인을 지정하여 **appsDomain** 필드를 구성합니다.
  - a. Ingress 클러스터 리소스를 편집합니다.

```
$ oc edit ingresses.config/cluster -o yaml
```

- b. YAML 파일을 편집합니다.

#### test.example.com에 대한 샘플 appsDomain 구성

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: cluster
```

```
spec:
  domain: apps.example.com
  appsDomain: <test.example.com>
```

- 1 기본 도메인을 지정합니다. 설치 후에는 기본 도메인을 수정할 수 없습니다.
- 2 선택사항: 애플리케이션 경로에 사용할 OpenShift Container Platform 인프라의 도메인입니다. 기본 접두사인 **apps** 대신 **test** 와 같은 대체 접두사를 사용할 수 있습니다.

2. 경로를 노출하고 경로 도메인 변경을 확인하여 기존 경로에 **appsDomain** 필드에 지정된 도메인 이름이 포함되어 있는지 확인합니다.



**참고**

경로를 노출하기 전에 **openshift-apiserver**가 롤링 업데이트를 완료할 때까지 기다립니다.

a. 경로를 노출합니다.

```
$ oc expose service hello-openshift
route.route.openshift.io/hello-openshift exposed
```

출력 예:

```
$ oc get routes
NAME          HOST/PORT          PATH  SERVICES  PORT
TERMINATION  WILDCARD
hello-openshift  hello_openshift-<my_project>.test.example.com
hello-openshift  8080-tcp          None
```

**6.8.16. HTTP 헤더 대소문자 변환**

HAProxy 2.2는 기본적으로 HTTP 헤더 이름을 소문자로 (예: **Host: xyz.com**을 **host: xyz.com**으로) 변경합니다. 기존 애플리케이션이 HTTP 헤더 이름의 대문자에 민감한 경우 Ingress Controller **spec.httpHeaders.headerNameCaseAdjustments** API 필드를 사용하여 기존 애플리케이션을 수정할 때 까지 지원합니다.



**중요**

OpenShift Container Platform 4.9에는 HAProxy 2.2가 포함되어 있으므로 업그레이드하기 전에 **spec.httpHeaders.headerNameCaseAdjustments**를 사용하여 필요한 구성을 추가하십시오.

**사전 요구 사항**

- OpenShift CLI(**oc**)가 설치되어 있습니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.

**프로세스**



클러스터 관리자는 **oc patch** 명령을 입력하거나 Ingress 컨트롤러 YAML 파일에서 **HeaderNameCaseAdjustments** 필드를 설정하여 HTTP 헤더 케이스를 변환할 수 있습니다.

- **oc patch** 명령을 입력하여 대문자로 작성할 HTTP 헤더를 지정합니다.

1. **oc patch** 명령을 입력하여 HTTP **host** 헤더를 **Host**로 변경합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontrollers/default --type=merge --
patch='{"spec":{"httpHeaders":{"headerNameCaseAdjustments":["Host"]}}}'
```

2. 애플리케이션 경로에 주석을 추가합니다.

```
$ oc annotate routes/my-application haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case=true
```

그런 다음 Ingress 컨트롤러는 지정된 대로 **host** 요청 헤더를 조정합니다.

- Ingress 컨트롤러 YAML 파일을 구성하여 **HeaderNameCaseAdjustments** 필드를 사용하여 조정합니다.

1. 다음 예제 Ingress 컨트롤러 YAML은 적절하게 주석이 달린 경로의 HTTP/1 요청에 대해 **host** 헤더를 **Host**로 조정합니다.

#### Ingress 컨트롤러 YAML 예시

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  httpHeaders:
    headerNameCaseAdjustments:
      - Host
```

2. 다음 예제 경로에서는 **haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case** 주석을 사용하여 HTTP 응답 헤더 이름 대소문자 조정을 활성화합니다.

#### 경로 YAML의 예

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case: true 1
  name: my-application
  namespace: my-application
spec:
  to:
    kind: Service
    name: my-application
```

- 1** **haproxy.router.openshift.io/h1-adjust-case**를 true로 설정합니다.

## 6.8.17. HAProxy 오류 코드 응답 페이지 사용자 정의

클러스터 관리자는 503, 404 또는 두 오류 페이지에 대한 사용자 지정 오류 코드 응답 페이지를 지정할 수 있습니다. HAProxy 라우터는 애플리케이션 pod가 실행 중이 아닌 경우 503 오류 페이지 또는 요청된 URL이 없는 경우 404 오류 페이지를 제공합니다. 예를 들어 503 오류 코드 응답 페이지를 사용자 지정하면 애플리케이션 pod가 실행되지 않을 때 페이지가 제공되며 HAProxy 라우터에서 잘못된 경로 또는 존재하지 않는 경로에 대해 기본 404 오류 코드 HTTP 응답 페이지가 제공됩니다.

사용자 정의 오류 코드 응답 페이지가 구성 맵에 지정되고 Ingress 컨트롤러에 패치됩니다. 구성 맵 키의 사용 가능한 파일 이름은 **error-page-503.http** 및 **error-page-404.http**입니다.

사용자 지정 HTTP 오류 코드 응답 페이지는 [HAProxy HTTP 오류 페이지 구성 지침](#) 을 따라야 합니다. 다음은 기본 OpenShift Container Platform HAProxy 라우터 [http 503 오류 코드 응답 페이지](#) 의 예입니다. 기본 콘텐츠를 고유한 사용자 지정 페이지를 생성하기 위한 템플릿으로 사용할 수 있습니다.

기본적으로 HAProxy 라우터는 애플리케이션이 실행 중이 아니거나 경로가 올바르지 않거나 존재하지 않는 경우 503 오류 페이지만 제공합니다. 이 기본 동작은 OpenShift Container Platform 4.8 및 이전 버전의 동작과 동일합니다. HTTP 오류 코드 응답 사용자 정의에 대한 구성 맵이 제공되지 않고 사용자 정의 HTTP 오류 코드 응답 페이지를 사용하는 경우 라우터는 기본 404 또는 503 오류 코드 응답 페이지를 제공합니다.



### 참고

OpenShift Container Platform 기본 503 오류 코드 페이지를 사용자 지정 템플릿으로 사용하는 경우 파일의 헤더에 CRLF 줄 끝을 사용할 수 있는 편집기가 필요합니다.

### 절차

1. **openshift-config** 네임스페이스에 **my-custom-error-code-pages** 라는 구성 맵을 생성합니다.

```
$ oc -n openshift-config create configmap my-custom-error-code-pages \
--from-file=error-page-503.http \
--from-file=error-page-404.http
```



### 중요

사용자 정의 오류 코드 응답 페이지에 올바른 형식을 지정하지 않으면 라우터 Pod 중단이 발생합니다. 이 중단을 해결하려면 구성 맵을 삭제하거나 수정하고 영향을 받는 라우터 Pod를 삭제하여 올바른 정보로 다시 생성해야 합니다.

2. 이름별로 **my-custom-error-code-pages** 구성 맵을 참조하도록 Ingress 컨트롤러를 패치합니다.

```
$ oc patch -n openshift-ingress-operator ingresscontroller/default --patch '{"spec": {"httpErrorPages":{"name":"my-custom-error-code-pages"}}}' --type=merge
```

Ingress Operator는 **my-custom-error-code-pages** 구성 맵을 **openshift-config** 네임스페이스에서 **openshift-ingress** 네임스페이스로 복사합니다. Operator는 **openshift-ingress** 네임스페이스에서 **<your\_ingresscontroller\_name>-errorpages** 패턴에 따라 구성 맵의 이름을 지정합니다.

3. 복사본을 표시합니다.

```
$ oc get cm default-errorpages -n openshift-ingress
```

### 출력 예

NAME	DATA	AGE
default-errorpages	2	25s <b>1</b>

- 1** **default** Ingress 컨트롤러 CR(사용자 정의 리소스)이 패치되었기 때문에 구성 맵 이름은 **default-errorpages**입니다.

4. 사용자 정의 오류 응답 페이지가 포함된 구성 맵이 라우터 볼륨에 마운트되는지 확인합니다. 여기서 구성 맵 키는 사용자 정의 HTTP 오류 코드 응답이 있는 파일 이름입니다.

- 503 사용자 지정 HTTP 사용자 정의 오류 코드 응답의 경우:

```
$ oc -n openshift-ingress rsh <router_pod> cat
/var/lib/haproxy/conf/error_code_pages/error-page-503.http
```

- 404 사용자 지정 HTTP 사용자 정의 오류 코드 응답의 경우:

```
$ oc -n openshift-ingress rsh <router_pod> cat
/var/lib/haproxy/conf/error_code_pages/error-page-404.http
```

## 검증

사용자 정의 오류 코드 HTTP 응답을 확인합니다.

1. 테스트 프로젝트 및 애플리케이션을 생성합니다.

```
$ oc new-project test-ingress
```

```
$ oc new-app django-psql-example
```

2. 503 사용자 정의 http 오류 코드 응답의 경우:

- a. 애플리케이션의 모든 pod를 중지합니다.
- b. 다음 curl 명령을 실행하거나 브라우저에서 경로 호스트 이름을 방문합니다.

```
$ curl -vk <route_hostname>
```

3. 404 사용자 정의 http 오류 코드 응답의 경우:

- a. 존재하지 않는 경로 또는 잘못된 경로를 방문합니다.
- b. 다음 curl 명령을 실행하거나 브라우저에서 경로 호스트 이름을 방문합니다.

```
$ curl -vk <route_hostname>
```

4. **errorfile** 속성이 **haproxy.config** 파일에 제대로 있는지 확인합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress rsh <router> cat /var/lib/haproxy/conf/haproxy.config | grep errorfile
```

## 6.9. 추가 리소스

- [사용자 정의 PKI 구성](#)

## 7장. 끝점에 대한 연결 확인

CNO(Cluster Network Operator)는 클러스터 내 리소스 간에 연결 상태 검사를 수행하는 연결 확인 컨트롤러인 컨트롤러를 실행합니다. 상태 점검 결과를 검토하여 연결 문제를 진단하거나 현재 조사하고 있는 문제의 원인으로 네트워크 연결을 제거할 수 있습니다.

### 7.1. 연결 상태 점검 수행

클러스터 리소스에 도달할 수 있는지 확인하기 위해 다음 클러스터 API 서비스 각각에 TCP 연결이 수행됩니다.

- Kubernetes API 서버 서비스
- Kubernetes API 서버 끝점
- OpenShift API 서버 서비스
- OpenShift API 서버 끝점
- 로드 밸런서

클러스터의 모든 노드에서 서비스 및 서비스 끝점에 도달할 수 있는지 확인하기 위해 다음 대상 각각에 TCP 연결이 수행됩니다.

- 상태 점검 대상 서비스
- 상태 점검 대상 끝점

### 7.2. 연결 상태 점검 구현

연결 검증 컨트롤러는 클러스터의 연결 확인 검사를 오케스트레이션합니다. 연결 테스트의 결과는 **openshift-network-diagnostics**의 **PodNetworkConnectivity** 오브젝트에 저장됩니다. 연결 테스트는 병렬로 1분마다 수행됩니다.

CNO(Cluster Network Operator)는 클러스터에 여러 리소스를 배포하여 연결 상태 점검을 전달하고 수신합니다.

#### 상태 점검 소스

이 프로그램은 **Deployment** 오브젝트에서 관리하는 단일 포드 복제본 세트에 배포됩니다. 프로그램은 **PodNetworkConnectivity** 오브젝트를 사용하고 각 오브젝트에 지정된 **spec.targetEndpoint**에 연결됩니다.

#### 상태 점검 대상

클러스터의 모든 노드에서 데몬 세트의 일부로 배포된 포드입니다. 포드는 인바운드 상태 점검을 수신 대기합니다. 모든 노드에 이 포드가 있으면 각 노드로의 연결을 테스트할 수 있습니다.

### 7.3. PODNETWORKCONNECTIVITYCHECK 오브젝트 필드

**PodNetworkConnectivityCheck** 오브젝트 필드는 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 7.1. PodNetworkConnectivityCheck 오브젝트 필드

필드	유형	설명
<b>metadata.name</b>	<b>string</b>	다음과 같은 형식의 오브젝트 이름: <b>&lt;source&gt;-to- &lt;target&gt;</b> . <b>&lt;target&gt;</b> 에서 설명한 대상에는 다음 문자열 중 하나가 포함되어 있습니다. <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>load-balancer-api-external</b></li> <li>● <b>load-balancer-api-internal</b></li> <li>● <b>kubernetes-apiserver-endpoint</b></li> <li>● <b>kubernetes-apiserver-service-cluster</b></li> <li>● <b>network-check-target</b></li> <li>● <b>openshift-apiserver-endpoint</b></li> <li>● <b>openshift-apiserver-service-cluster</b></li> </ul>
<b>metadata.namespace</b>	<b>string</b>	오브젝트와 연결된 네임스페이스입니다. 이 값은 항상 <b>openshift-network-diagnostics</b> 입니다.
<b>spec.sourcePod</b>	<b>string</b>	연결 확인이 시작된 포드의 이름입니다(예: <b>network-check-source-596b4c6566-rgh92</b> ).
<b>spec.targetEndpoint</b>	<b>string</b>	연결 검사의 대상입니다(예: <b>api.devcluster.example.com:6443</b> ).
<b>spec.tlsClientCert</b>	<b>object</b>	사용할 TLS 인증서 설정입니다.
<b>spec.tlsClientCert.name</b>	<b>string</b>	해당하는 경우 사용되는 TLS 인증서의 이름입니다. 기본값은 빈 문자열입니다.
<b>status</b>	<b>object</b>	연결 테스트의 조건 및 최근 연결 성공 및 실패의 로그를 나타내는 오브젝트입니다.
<b>status.conditions</b>	<b>array</b>	연결 확인의 최신 상태 및 모든 이전 상태입니다.
<b>status.failures</b>	<b>array</b>	실패한 시도에서의 연결 테스트 로그입니다.
<b>status.outages</b>	<b>array</b>	중단 기간을 포함하는 테스트 로그를 연결합니다.
<b>status.successes</b>	<b>array</b>	성공적인 시도에서의 연결 테스트 로그입니다.

다음 표에서는 **status.conditions** 배열에서 오브젝트 필드를 설명합니다.

표 7.2. status.conditions

필드	유형	설명
<b>lastTransitionTime</b>	<b>string</b>	연결 조건이 하나의 상태에서 다른 상태로 전환된 시간입니다.
<b>message</b>	<b>string</b>	사람이 읽기 쉬운 형식으로 마지막 전환에 대한 세부 정보입니다.
<b>reason</b>	<b>string</b>	머신에서 읽을 수 있는 형식으로 전환의 마지막 상태입니다.
<b>status</b>	<b>string</b>	조건의 상태:
<b>type</b>	<b>string</b>	조건의 유형입니다.

다음 표에서는 **status.conditions** 배열에서 오브젝트 필드를 설명합니다.

표 7.3. status.outages

필드	유형	설명
<b>end</b>	<b>string</b>	연결 오류가 해결될 때부터의 타임 스탬프입니다.
<b>endLogs</b>	<b>array</b>	서비스 중단에 성공적인 종료와 관련된 로그 항목을 포함한 연결 로그 항목입니다.
<b>message</b>	<b>string</b>	사람이 읽을 수 있는 형식의 중단 세부 정보에 대한 요약입니다.
<b>start</b>	<b>string</b>	연결 오류가 먼저 감지될 때부터의 타임 스탬프입니다.
<b>startLogs</b>	<b>array</b>	원래 오류를 포함한 연결 로그 항목입니다.

**연결 로그 필드**

연결 로그 항목의 필드는 다음 표에 설명되어 있습니다. 오브젝트는 다음 필드에서 사용됩니다.

- **status.failures[]**
- **status.successes[]**
- **status.outages[].startLogs[]**
- **status.outages[].endLogs[]**

표 7.4. 연결 로그 오브젝트

필드	유형	설명
<b>latency</b>	<b>string</b>	작업 기간을 기록합니다.

필드	유형	설명
<b>message</b>	<b>string</b>	사람이 읽을 수 있는 형식으로 상태를 제공합니다.
<b>reason</b>	<b>string</b>	머신에서 읽을 수 있는 형식으로 상태의 이유를 제공합니다. 값은 <b>TCPConnect</b> , <b>TCPConnectError</b> , <b>DNSResolve</b> , <b>DNSError</b> 중 하나입니다.
<b>success</b>	<b>boolean</b>	로그 항목이 성공 또는 실패인지를 나타냅니다.
<b>time</b>	<b>string</b>	연결 확인 시작 시간입니다.

## 7.4. 끝점에 대한 네트워크 연결 확인

클러스터 관리자는 API 서버, 로드 밸런서, 서비스 또는 포드와 같은 끝점의 연결을 확인할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.

### 프로세스

1. 현재 **PodNetworkConnectivityCheck** 오브젝트를 나열하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get podnetworkconnectivitycheck -n openshift-network-diagnostics
```

### 출력 예

```

NAME                                                                                               AGE
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-
endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0 75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-
endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-1 73m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-
endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-2 75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-apiserver-
service-cluster                               75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-default-
service-cluster                               75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-load-balancer-api-
external                                     75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-load-balancer-api-
internal                                     75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-
ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0             75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-
ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-1             75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-
ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-2             75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-

```

```

ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh    74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-
ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-c-n8mbf    74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-ci-
ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-d-4hnrz    74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-network-check-target-
service-cluster                          75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-
endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-master-0 75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-
endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-master-1 75m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-
endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-master-2 74m
network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-openshift-apiserver-
service-cluster                          75m

```

## 2. 연결 테스트 로그를 확인합니다.

- a. 이전 명령의 출력에서 연결 로그를 검토할 끝점을 식별합니다.
- b. 오브젝트를 확인하려면 다음 명령을 입력합니다:

```

$ oc get podnetworkconnectivitycheck <name> \
  -n openshift-network-diagnostics -o yaml

```

여기서 **<name>**은 **PodNetworkConnectivityCheck** 오브젝트의 이름을 지정합니다.

### 출력 예

```

apiVersion: controlplane.operator.openshift.io/v1alpha1
kind: PodNetworkConnectivityCheck
metadata:
  name: network-check-source-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-worker-b-6xdmh-to-kubernetes-
apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-master-0
  namespace: openshift-network-diagnostics
  ...
spec:
  sourcePod: network-check-source-7c88f6d9f-hmg2f
  targetEndpoint: 10.0.0.4:6443
  tlsClientCert:
    name: ""
status:
  conditions:
  - lastTransitionTime: "2021-01-13T20:11:34Z"
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-master-0: tcp
connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
    reason: TCPConnectSuccess
    status: "True"
    type: Reachable
  failures:
  - latency: 2.241775ms
    message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rgrp-master-0: failed
to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443: connect:
connection refused'
    reason: TCPConnectError
    success: false

```



```
time: "2021-01-13T20:10:34Z"
- latency: 2.582129ms
message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: failed
to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443: connect:
connection refused'
reason: TCPConnectError
success: false
time: "2021-01-13T20:09:34Z"
- latency: 3.483578ms
message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: failed
to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443: connect:
connection refused'
reason: TCPConnectError
success: false
time: "2021-01-13T20:08:34Z"
outages:
- end: "2021-01-13T20:11:34Z"
endLogs:
- latency: 2.032018ms
message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
tcp connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
reason: TCPConnect
success: true
time: "2021-01-13T20:11:34Z"
- latency: 2.241775ms
message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
connect: connection refused'
reason: TCPConnectError
success: false
time: "2021-01-13T20:10:34Z"
- latency: 2.582129ms
message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
connect: connection refused'
reason: TCPConnectError
success: false
time: "2021-01-13T20:09:34Z"
- latency: 3.483578ms
message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
connect: connection refused'
reason: TCPConnectError
success: false
time: "2021-01-13T20:08:34Z"
message: Connectivity restored after 2m59.999789186s
start: "2021-01-13T20:08:34Z"
startLogs:
- latency: 3.483578ms
message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0:
failed to establish a TCP connection to 10.0.0.4:6443: dial tcp 10.0.0.4:6443:
connect: connection refused'
reason: TCPConnectError
success: false
time: "2021-01-13T20:08:34Z"
successes:
```

```
- latency: 2.845865ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:14:34Z"
- latency: 2.926345ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:13:34Z"
- latency: 2.895796ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:12:34Z"
- latency: 2.696844ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:11:34Z"
- latency: 1.502064ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:10:34Z"
- latency: 1.388857ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:09:34Z"
- latency: 1.906383ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:08:34Z"
- latency: 2.089073ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:07:34Z"
- latency: 2.156994ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
    connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'
  reason: TCPConnect
  success: true
  time: "2021-01-13T21:06:34Z"
- latency: 1.777043ms
  message: 'kubernetes-apiserver-endpoint-ci-ln-x5sv9rb-f76d1-4rzrp-master-0: tcp
```

connection to 10.0.0.4:6443 succeeded'  
reason: TCPConnect  
success: true  
time: "2021-01-13T21:05:34Z"

## 8장. 노드 포트 서비스 범위 구성

클러스터 관리자는 사용 가능한 노드 포트 범위를 확장할 수 있습니다. 클러스터에서 많은 수의 노드 포트를 사용하는 경우 사용 가능한 포트 수를 늘려야 할 수 있습니다.

기본 포트 범위는 **30000~32767**입니다. 기본 범위 이상으로 확장한 경우에도 포트 범위는 축소할 수 없습니다.

### 8.1. 사전 요구 사항

- 클러스터 인프라는 확장된 범위 내에서 지정한 포트에 대한 액세스를 허용해야 합니다. 예를 들어, 노드 포트 범위를 **30000~32900**으로 확장하는 경우 방화벽 또는 패킷 필터링 구성에서 **32768~32900**의 포함 포트 범위를 허용해야 합니다.

### 8.2. 노드 포트 범위 확장

클러스터의 노드 포트 범위를 확장할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

- 노드 포트 범위를 확장하려면 다음 명령을 입력합니다. **<port>**를 새 범위에서 가장 큰 포트 번호로 변경합니다.

```
$ oc patch network.config.openshift.io cluster --type=merge -p \
  {
    "spec":
      { "serviceNodePortRange": "30000-<port>" }
  }
```

#### 작은 정보

또는 다음 YAML을 적용하여 노드 포트 범위를 업데이트할 수 있습니다.

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  serviceNodePortRange: "30000-<port>"
```

#### 출력 예

```
network.config.openshift.io/cluster patched
```

- 구성이 활성 상태인지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다. 업데이트가 적용되려면 몇 분 정도 걸릴 수 있습니다.

```
$ oc get configmaps -n openshift-kube-apiserver config \
  -o jsonpath="{.data['config\.yaml']}" | \
  grep -Eo '"service-node-port-range":"[[:digit:]]+-[[:digit:]]+"'
```

출력 예

```
"service-node-port-range":["30000-33000"]
```

### 8.3. 추가 리소스

- [NodePort](#)를 사용하여 수신 클러스터 트래픽 구성
- [Network \[config.openshift.io/v1\]](#)
- [서비스 \[core/v1\]](#)

## 9장. IP 페일오버 구성

다음에서는 OpenShift Container Platform 클러스터의 Pod 및 서비스에 대한 IP 페일오버 구성에 대해 설명합니다.

IP 페일오버는 노드 집합에서 VIP(가상 IP) 주소 풀을 관리합니다. 세트의 모든 VIP는 세트에서 선택한 노드에서 서비스를 제공합니다. 단일 노드를 사용할 수 있는 경우 VIP가 제공됩니다. 노드에 VIP를 명시적으로 배포할 방법은 없으므로 VIP가 없는 노드와 많은 VIP가 많은 다른 노드가 있을 수 있습니다. 노드가 하나만 있는 경우 모든 VIP가 노드에 있습니다.



### 참고

VIP는 클러스터 외부에서 라우팅할 수 있어야 합니다.

IP 페일오버는 각 VIP의 포트를 모니터링하여 노드에서 포트에 연결할 수 있는지 확인합니다. 포트에 연결할 수 없는 경우 VIP가 노드에 할당되지 않습니다. 포트를 **0**으로 설정하면 이 검사가 비활성화됩니다. 검사 스크립트는 필요한 테스트를 수행합니다.

IP 페일오버는 **Keepalived**를 사용하여 호스트 집합에서 외부 액세스가 가능한 VIP 주소 집합을 호스팅합니다. 각 VIP는 한 번에 하나의 호스트에서만 서비스를 제공합니다. **keepalived**는 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol: 가상 라우터 중복 프로토콜)를 사용하여 호스트 집합에서 VIP를 대상으로 서비스를 결정합니다. 호스트를 사용할 수 없게 되거나 **Keepalived** 서비스가 응답하지 않는 경우 VIP가 세트의 다른 호스트로 전환됩니다. 즉, 호스트를 사용할 수 있는 한 VIP는 항상 서비스됩니다.

**Keepalived**를 실행하는 노드가 확인 스크립트를 통과하면 해당 노드의 VIP가 우선 순위와 현재 **master**의 우선 순위 및 선점 전략에 따라 마스터 상태를 입력할 수 있습니다.

클러스터 관리자는 **OPENSIFT\_HA\_NOTIFY\_SCRIPT** 변수를 통해 스크립트를 제공할 수 있으며 이 스크립트는 노드의 VIP 상태가 변경될 때마다 호출됩니다. **keepalived**는 VIP를 서비스하는 경우 **master** 상태를 사용하고, 다른 노드가 VIP를 서비스할 때 **backup** 상태를 사용하거나 검사 스크립트가 실패할 때 **fault** 상태를 사용합니다. 알림 스크립트는 상태가 변경될 때마다 새 상태로 호출됩니다.

OpenShift Container Platform에서 IP 장애 조치 배포 구성을 생성할 수 있습니다. IP 장애 조치 배포 구성은 VIP 주소 집합과 서비스할 노드 집합을 지정합니다. 클러스터에는 고유한 VIP 주소 집합을 관리할 때마다 여러 IP 페일오버 배포 구성이 있을 수 있습니다. IP 장애 조치 구성의 각 노드는 IP 장애 조치 Pod를 실행하며 이 Pod는 **Keepalived**를 실행합니다.

VIP를 사용하여 호스트 네트워킹이 있는 pod에 액세스하는 경우 애플리케이션 pod는 IP 페일오버 pod를 실행하는 모든 노드에서 실행됩니다. 이를 통해 모든 IP 페일오버 노드가 마스터가 되고 필요한 경우 VIP에 서비스를 제공할 수 있습니다. IP 페일오버가 있는 모든 노드에서 애플리케이션 pod가 실행되지 않는 경우 일부 IP 페일오버 노드가 VIP를 서비스하지 않거나 일부 애플리케이션 pod는 트래픽을 수신하지 않습니다. 이러한 불일치를 방지하려면 IP 페일오버 및 애플리케이션 pod 모두에 동일한 선택기 및 복제 수를 사용합니다.

VIP를 사용하여 서비스에 액세스하는 동안 애플리케이션 pod가 실행 중인 위치와 상관없이 모든 노드에서 서비스에 연결할 수 있으므로 모든 노드가 IP 페일오버 노드 세트에 있을 수 있습니다. 언제든지 IP 페일오버 노드가 마스터가 될 수 있습니다. 서비스는 외부 IP와 서비스 포트를 사용하거나 **NodePort**를 사용할 수 있습니다.

서비스 정의에서 외부 IP를 사용하는 경우 VIP가 외부 IP로 설정되고 IP 페일오버 모니터링 포트가 서비스 포트로 설정됩니다. 노드 포트를 사용하면 포트는 클러스터의 모든 노드에서 열려 있으며, 서비스는 현재 VIP를 서비스하는 모든 노드에서 트래픽을 로드 밸런싱합니다. 이 경우 서비스 정의에서 IP 페일오버 모니터링 포트가 **NodePort**로 설정됩니다.

**중요**

**NodePort** 설정은 권한 있는 작업입니다.

**중요**

VIP 서비스의 가용성이 높더라도 성능은 여전히 영향을 받을 수 있습니다. **keepalived**는 각 VIP가 구성의 일부 노드에서 서비스되도록 하고, 다른 노드에 아무것도 없는 경우에도 여러 VIP가 동일한 노드에 배치될 수 있도록 합니다. IP 페일오버가 동일한 노드에 여러 VIP를 배치하면 일련의 VIP에 걸쳐 외부적으로 로드 밸런싱을 수행하는 전략이 좌절될 수 있습니다.

**ingressIP**를 사용하는 경우 **ingressIP** 범위와 동일한 VIP 범위를 갖도록 IP 페일오버를 설정할 수 있습니다. 모니터링 포트를 비활성화할 수도 있습니다. 이 경우 모든 VIP가 클러스터의 동일한 노드에 표시됩니다. 모든 사용자는 **ingressIP**를 사용하여 서비스를 설정하고 고가용성으로 설정할 수 있습니다.

**중요**

클러스터에는 최대 254개의 VIP가 있습니다.

## 9.1. IP 페일오버 환경 변수

다음 표에는 IP 페일오버를 구성하는 데 사용되는 변수가 표시되어 있습니다.

표 9.1. IP 페일오버 환경 변수

변수 이름	Default	설명
<b>OPENSIFT_HA_MONITOR_PORT</b>	<b>80</b>	IP 페일오버 pod는 각 가상 IP(VIP)에서 이 포트에 대한 TCP 연결을 엽니다. 연결이 설정되면 서비스가 실행 중인 것으로 간주됩니다. 이 포트가 <b>0</b> 으로 설정되면 테스트가 항상 통과합니다.
<b>OPENSIFT_HA_NETWORK_INTERFACE</b>		IP 페일오버가 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol) 트래픽을 보내는 데 사용하는 인터페이스 이름입니다. 기본값은 <b>eth0</b> 입니다.
<b>OPENSIFT_HA_REPLICACOUNT</b>	<b>2</b>	생성할 복제본 수입니다. 이는 IP 페일오버 배포 구성의 <b>spec.replicas</b> 값과 일치해야 합니다.
<b>OPENSIFT_HA_VIRTUAL_IPS</b>		복제할 IP 주소 범위 목록입니다. 이 정보를 제공해야 합니다. 예: <b>1.2.3.4-6,1.2.3.9</b> .
<b>OPENSIFT_HA_VRRP_ID_OFFSET</b>	<b>0</b>	가상 라우터 ID를 설정하는 데 사용되는 오프셋 값입니다. 다른 오프셋 값을 사용하면 동일한 클러스터 내에 여러 IP 페일오버 구성이 존재할 수 있습니다. 기본 오프셋은 <b>0</b> 이며 허용되는 범위는 <b>0</b> 에서 <b>255</b> 사이입니다.
<b>OPENSIFT_HA_VIP_GROUPS</b>		VRRP에 대해 생성할 그룹 수입니다. 설정하지 않으면 <b>OPENSIFT_HA_VIP_GROUPS</b> 변수로 지정된 각 가상 IP 범위에 대해 그룹이 생성됩니다.

변수 이름	Default	설명
<b>OPENSIFT_HA_IPTABLES_CHAIN</b>	INPUT	VRRP 트래픽을 허용하는 iptables 규칙을 자동으로 추가하는 <b>iptables</b> 체인의 이름입니다. 값을 설정하지 않으면 <b>iptables</b> 규칙이 추가되지 않습니다. 체인이 없으면 생성되지 않습니다.
<b>OPENSIFT_HA_CHECK_SCRIPT</b>		애플리케이션이 작동하는지 확인하기 위해 정기적으로 실행되는 스크립트의 Pod 파일 시스템에 있는 전체 경로 이름입니다.
<b>OPENSIFT_HA_CHECK_INTERVAL</b>	2	확인 스크립트가 실행되는 기간(초)입니다.
<b>OPENSIFT_HA_NOTIFY_SCRIPT</b>		상태가 변경될 때마다 실행되는 스크립트의 Pod 파일 시스템의 전체 경로 이름입니다.
<b>OPENSIFT_HA_PREEMPTION</b>	<b>preempt_nodelay 300</b>	더 높은 우선 순위의 호스트를 처리하는 전략입니다. <b>nopreempt</b> 전략에서는 더 낮은 우선 순위 호스트에서 더 높은 우선 순위 호스트로 마스터를 이동하지 않습니다.

## 9.2. IP 페일오버 구성

클러스터 관리자는 레이블 선택기에 정의된 대로 전체 클러스터 또는 노드의 하위 집합에서 IP 페일오버를 구성할 수 있습니다. 클러스터에서 여러 IP 페일오버 배포 구성을 설정할 수도 있습니다. 이 배포 구성은 서로 독립적입니다.

IP 페일오버 배포 구성을 사용하면 제약 조건 또는 사용된 라벨과 일치하는 각 노드에서 페일오버 pod가 실행됩니다.

이 Pod는 Keepalived를 실행하여 엔드포인트를 모니터링하고 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)를 사용하여 첫 번째 노드가 서비스 또는 엔드포인트에 연결할 수 없는 경우 한 노드에서 다른 노드로의 가상 IP(VIP)를 페일오버할 수 있습니다.

프로덕션 용도의 경우 두 개 이상의 노드를 선택하는 **selector**를 설정하고 선택한 노드 수와 동일한 **replicas**를 설정합니다.

### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 풀 시크릿을 생성했습니다.

### 프로세스

1. IP 페일오버 서비스 계정을 생성합니다.

```
$ oc create sa ipfailover
```



2. **hostNetwork**의 SCC(보안 컨텍스트 제약 조건)를 업데이트합니다.

```
$ oc adm policy add-scc-to-user privileged -z ipfailover
$ oc adm policy add-scc-to-user hostnetwork -z ipfailover
```

3. IP 페일오버를 구성하기 위해 배포 YAML 파일을 만듭니다.

### IP 페일오버 구성을 위한 배포 YAML의 예

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: ipfailover-keepalived 1
  labels:
    ipfailover: hello-openshift
spec:
  strategy:
    type: Recreate
  replicas: 2
  selector:
    matchLabels:
      ipfailover: hello-openshift
  template:
    metadata:
      labels:
        ipfailover: hello-openshift
    spec:
      serviceAccountName: ipfailover
      privileged: true
      hostNetwork: true
      nodeSelector:
        node-role.kubernetes.io/worker: ""
      containers:
        - name: openshift-ipfailover
          image: quay.io/openshift/origin-keepalived-ipfailover
          ports:
            - containerPort: 63000
              hostPort: 63000
          imagePullPolicy: IfNotPresent
          securityContext:
            privileged: true
          volumeMounts:
            - name: lib-modules
              mountPath: /lib/modules
              readOnly: true
            - name: host-slash
              mountPath: /host
              readOnly: true
              mountPropagation: HostToContainer
            - name: etc-sysconfig
              mountPath: /etc/sysconfig
              readOnly: true
            - name: config-volume
              mountPath: /etc/keepalive
          env:
```

```

- name: OPENSIFT_HA_CONFIG_NAME
  value: "ipfailover"
- name: OPENSIFT_HA_VIRTUAL_IPS ❷
  value: "1.1.1.1-2"
- name: OPENSIFT_HA_VIP_GROUPS ❸
  value: "10"
- name: OPENSIFT_HA_NETWORK_INTERFACE ❹
  value: "ens3" #The host interface to assign the VIPs
- name: OPENSIFT_HA_MONITOR_PORT ❺
  value: "30060"
- name: OPENSIFT_HA_VRRP_ID_OFFSET ❻
  value: "0"
- name: OPENSIFT_HA_REPLICA_COUNT ❼
  value: "2" #Must match the number of replicas in the deployment
- name: OPENSIFT_HA_USE_UNICAST
  value: "false"
#- name: OPENSIFT_HA_UNICAST_PEERS
#value: "10.0.148.40,10.0.160.234,10.0.199.110"
- name: OPENSIFT_HA_IPTABLES_CHAIN ❽
  value: "INPUT"
#- name: OPENSIFT_HA_NOTIFY_SCRIPT ❾
# value: /etc/keepalive/mynotifyscript.sh
- name: OPENSIFT_HA_CHECK_SCRIPT ❿
  value: "/etc/keepalive/mycheckscript.sh"
- name: OPENSIFT_HA_PREEMPTION ⓫
  value: "preempt_delay 300"
- name: OPENSIFT_HA_CHECK_INTERVAL ⓬
  value: "2"
livenessProbe:
  initialDelaySeconds: 10
  exec:
    command:
      - pgrep
      - keepalived
volumes:
- name: lib-modules
  hostPath:
    path: /lib/modules
- name: host-slash
  hostPath:
    path: /
- name: etc-sysconfig
  hostPath:
    path: /etc/sysconfig
# config-volume contains the check script
# created with `oc create configmap keepalived-checkscript --from-file=mycheckscript.sh`
- configMap:
  defaultMode: 0755
  name: keepalived-checkscript
  name: config-volume
imagePullSecrets:
- name: openshift-pull-secret ⓭

```

❶ IP 페일오버 배포의 이름입니다.

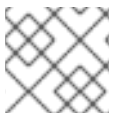
- 2 복제할 IP 주소 범위 목록입니다. 이 정보를 제공해야 합니다. 예: **1.2.3.4-6,1.2.3.9**.
- 3 VRRP에 대해 생성할 그룹 수입니다. 설정하지 않으면 **OPENSIFT\_HA\_VIP\_GROUPS** 변수로 지정된 각 가상 IP 범위에 대해 그룹이 생성됩니다.
- 4 IP 페일오버가 VRRP 트래픽을 보내는 데 사용하는 인터페이스 이름입니다. 기본적으로 **eth0**이 사용됩니다.
- 5 IP 페일오버 pod는 각 VIP에서 이 포트에 대한 TCP 연결을 열려고 합니다. 연결이 설정되면 서비스가 실행 중인 것으로 간주됩니다. 이 포트가 **0**으로 설정되면 테스트가 항상 통과합니다. 기본값은 **80**입니다.
- 6 가상 라우터 ID를 설정하는 데 사용되는 오프셋 값입니다. 다른 오프셋 값을 사용하면 동일한 클러스터 내에 여러 IP 페일오버 구성이 존재할 수 있습니다. 기본 오프셋은 **0**이며 허용되는 범위는 **0**에서 **255** 사이입니다.
- 7 생성할 복제본 수입니다. 이는 IP 페일오버 배포 구성의 **spec.replicas** 값과 일치해야 합니다. 기본값은 **2**입니다.
- 8 VRRP 트래픽을 허용하는 **iptables** 규칙을 자동으로 추가하는 **iptables** 체인의 이름입니다. 값을 설정하지 않으면 **iptables** 규칙이 추가되지 않습니다. 체인이 존재하지 않으면 이 체인이 생성되지 않으며 Keepalived는 유니캐스트 모드로 작동합니다. 기본값은 **INPUT**입니다.
- 9 상태가 변경될 때마다 실행되는 스크립트의 Pod 파일 시스템의 전체 경로 이름입니다.
- 10 애플리케이션이 작동하는지 확인하기 위해 정기적으로 실행되는 스크립트의 Pod 파일 시스템에 있는 전체 경로 이름입니다.
- 11 더 높은 우선 순위의 호스트를 처리하는 전략입니다. 기본값은 **preempt\_delay 300**으로, 우선순위가 낮은 마스터가 VIP를 보유하는 경우 Keepalived 인스턴스가 5분 후에 VIP를 넘겨받습니다.
- 12 확인 스크립트가 실행되는 기간(초)입니다. 기본값은 **2**입니다.
- 13 배포를 만들기 전에 풀 시크릿을 생성합니다. 그렇지 않으면 배포를 생성할 때 오류가 발생합니다.

### 9.3. 가상 IP 주소 정보

keepalived는 가상 IP 주소 집합(VIP)을 관리합니다. 관리자는 다음 주소를 모두 확인해야 합니다.

- 클러스터 외부에서 구성된 호스트에서 액세스할 수 있습니다.
- 클러스터 내의 다른 용도로는 사용되지 않습니다.

각 노드의 keepalive는 필요한 서비스가 실행 중인지 여부를 결정합니다. 이 경우 VIP가 지원되고 Keepalived가 협상에 참여하여 VIP를 제공하는 노드를 결정합니다. 노드가 참여하려면 VIP의 감시 포트에서 서비스를 수신 대기하거나 검사를 비활성화해야 합니다.



#### 참고

세트의 각 VIP는 다른 노드에서 제공할 수 있습니다.

### 9.4. 검사 구성 및 스크립트 알림

keepalived는 사용자가 제공한 선택적 검사 스크립트를 주기적으로 실행하여 애플리케이션의 상태를 모니터링합니다. 예를 들어 스크립트는 요청을 발행하고 응답을 확인하여 웹 서버를 테스트할 수 있습니다.

검사 스크립트를 제공하지 않으면 TCP 연결을 테스트하는 간단한 기본 스크립트가 실행됩니다. 이 기본 테스트는 모니터 포트가 **0**이면 비활성화됩니다.

각 IP 페일오버 pod는 pod가 실행 중인 노드에서 하나 이상의 가상 IP(VIP)를 관리하는 Keepalived 데몬을 관리합니다. Keepalived 데몬은 해당 노드의 각 VIP 상태를 유지합니다. 특정 노드의 특정 VIP는 **master, backup, fault** 상태일 수 있습니다.

**master** 상태에 있는 노드에서 해당 VIP에 대한 검사 스크립트가 실패하면 해당 노드의 VIP가 **fault** 상태가 되어 재협상을 트리거합니다. 재협상하는 동안 **fault** 상태에 있지 않은 노드의 모든 VIP가 VIP를 인수하는 노드를 결정하는 데 참여합니다. 결과적으로 VIP는 일부 노드에서 **master** 상태로 전환되고 VIP는 다른 노드에서 **backup** 상태로 유지됩니다.

**backup** 상태의 VIP 노드가 실패하면 해당 노드의 VIP가 **fault** 상태가 됩니다. 검사 스크립트가 **fault** 상태의 노드에서 VIP를 다시 전달하면 해당 노드의 VIP 상태가 **fault** 상태를 종료하고 **master** 상태로 전환하도록 협상합니다. 그런 다음 해당 노드의 VIP는 **master** 또는 **backup** 상태에 들어갈 수 있습니다.

클러스터 관리자는 상태가 변경될 때마다 호출되는 선택적 알림 스크립트를 제공할 수 있습니다. keepalived는 다음 세 개의 매개변수를 스크립트에 전달합니다.

- **\$1** - group 또는 instance
- **\$2** - group 또는 instance 이름
- **\$3** - 새 상태: **master, backup** 또는 **fault**

검사 및 알림 스크립트가 IP 페일오버 Pod에서 실행되고 호스트 파일 시스템이 아닌 Pod 파일 시스템을 사용합니다. 그러나 IP 페일오버 Pod를 사용하면 **/hosts** 마운트 경로에서 호스트 파일 시스템을 사용할 수 있습니다. 검사 또는 알림 스크립트를 구성할 때 스크립트의 전체 경로를 제공해야 합니다. 스크립트를 제공하는 데 권장되는 접근 방식은 구성 맵을 사용하는 것입니다.

Keepalived가 시작될 때마다 로드되는 검사 및 알림 스크립트의 전체 경로 이름이 Keepalived 구성 파일인 **\_/etc/keepalived/keepalived.conf**에 추가됩니다. 스크립트는 다음과 같이 구성 맵을 사용하여 Pod에 추가할 수 있습니다.

**사전 요구 사항**

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

**프로세스**

1. 원하는 스크립트를 생성하고 해당 스크립트를 유지할 구성 맵을 생성합니다. 스크립트에는 입력 인수가 없으며 **OK**의 경우 **0**을 **fail**의 경우 **1**을 반환해야 합니다.  
검사 스크립트, **mycheckscript.sh**:

```
#!/bin/bash
# Whatever tests are needed
# E.g., send request and verify response
exit 0
```

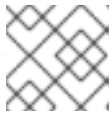
2. config map을 생성합니다.

```
$ oc create configmap mycustomcheck --from-file=mycheckscript.sh
```

3. pod에 스크립트를 추가합니다. 마운트된 구성 맵 파일의 **defaultMode**는 **oc** 명령을 사용하거나 배포 구성을 편집하여 실행할 수 있어야 합니다. **0755, 493** 10진수 값이 일반적입니다.

```
$ oc set env deploy/ipfailover-keepalived \
  OPENSIFT_HA_CHECK_SCRIPT=/etc/keepalive/mycheckscript.sh
```

```
$ oc set volume deploy/ipfailover-keepalived --add --overwrite \
  --name=config-volume \
  --mount-path=/etc/keepalive \
  --source='{ "configMap": { "name": "mycustomcheck", "defaultMode": 493}}'
```



### 참고

**oc set env** 명령은 공백 문자를 구분합니다. = 기호 양쪽에 공백이 없어야 합니다.

### 작은 정보

또는 **ipfailover-keepalived** 배포 구성을 편집할 수 있습니다.

```
$ oc edit deploy ipfailover-keepalived
```

```
spec:
  containers:
  - env:
    - name: OPENSIFT_HA_CHECK_SCRIPT ①
      value: /etc/keepalive/mycheckscript.sh
  ...
  volumeMounts: ②
  - mountPath: /etc/keepalive
    name: config-volume
  dnsPolicy: ClusterFirst
  ...
  volumes: ③
  - configMap:
    defaultMode: 0755 ④
    name: customrouter
    name: config-volume
  ...
```

- ① **spec.container.env** 필드에서 마운트된 스크립트 파일을 가리키도록 **OPENSIFT\_HA\_CHECK\_SCRIPT** 환경 변수를 추가합니다.
- ② **spec.container.volumeMounts** 필드를 추가하여 마운트 지점을 생성합니다.
- ③ 새 **spec.volumes** 필드를 추가하여 구성 맵을 언급합니다.
- ④ 파일에 대한 실행 권한을 설정합니다. 다시 읽으면 10진수 **493**으로 표시됩니다.

변경 사항을 저장하고 편집기를 종료합니다. 이렇게 하면 **ipfailover-keepalived**가 다시 시작됩니다.

## 9.5. VRRP 선점 구성

노드의 가상 IP(VIP)가 검사 스크립트를 전달하여 **fault** 상태를 벗어나면 노드의 VIP가 현재 **master** 상태에 있는 노드의 VIP보다 우선 순위가 낮은 경우 **backup** 상태가 됩니다. 그러나 **fault** 상태를 벗어나는 노드의 VIP가 우선 순위가 더 높은 경우 선점 전략이 클러스터에서 해당 역할을 결정합니다.

**nopreempt** 전략에서는 호스트의 우선 순위가 낮은 VIP에서 호스트의 우선 순위가 높은 VIP로 **master**를 이동하지 않습니다. **preempt\_delay 300**을 사용하면 기본값인 Keepalived가 지정된 300초 동안 기다린 후 **fault**를 호스트의 우선 순위 VIP로 이동합니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.

### 프로세스

- 선점 기능을 지정하려면 **oc edit deploy ipfailover-keepalived**를 입력하여 라우터 배포 구성을 편집합니다.

```
$ oc edit deploy ipfailover-keepalived
```

```
...
spec:
  containers:
  - env:
    - name: OPENSIFT_HA_PREEMPTION ①
      value: preempt_delay 300
  ...
```

#### ① OPENSIFT\_HA\_PREEMPTION 값을 설정합니다.

- **preempt\_delay 300**: Keepalived는 지정된 300초 동안 기다린 후 호스트의 우선 순위가 높은 VIP로 **master**를 이동합니다. 이는 기본값입니다.
- **nopreempt**: 더 낮은 우선 순위 호스트에서 더 높은 우선 순위 호스트로 **master**를 이동하지 않습니다.

## 9.6. VRRP ID 오프셋 정보

IP 페일오버 배포 구성에서 관리하는 각 IP 페일오버 pod는 노드 또는 복제본당 1개의 Pod를 실행하고 Keepalived 데몬을 실행합니다. 더 많은 IP 페일오버 배포 구성이 설정되면 더 많은 Pod가 생성되고 더 많은 데몬이 일반 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol) 협상에 연결됩니다. 이 협상은 모든 Keepalived 데몬에서 수행되며 어떤 노드가 어떤 VIP(가상 IP)를 서비스할 지 결정합니다.

내부적으로 Keepalived는 각 VIP에 고유한 **vrrp-id**를 할당합니다. 협상은 이 **vrrp-id** 세트를 사용하며, 결정이 내려지면 **vrrp-id**에 해당하는 VIP가 노드에 제공됩니다.

따라서 IP 페일오버 배포 구성에 정의된 모든 VIP에 대해 IP 페일오버 Pod에서 해당 **vrrp-id**를 할당해야 합니다. 이 작업은 **OPENSIFT\_HA\_VRRP\_ID\_OFFSET**에서 시작하고 **vrrp-ids**를 VIP 목록에 순차적으로 할당하여 수행됩니다. **vrrp-ids**는 1..255 범위의 값이 있을 수 있습니다.

IP 페일오버 배포 구성이 여러 개인 경우 배포 구성의 VIP 수를 늘리고 **vrrp-id** 범위가 겹치지 않도록 **OPENSIFT\_HA\_VRRP\_ID\_OFFSET**을 지정해야 합니다.

## 9.7. 254개 이상의 주소에 대한 IP 페일오버 구성

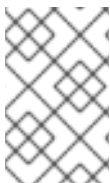
IP 페일오버 관리는 254개의 가상 IP(VIP) 주소 그룹으로 제한됩니다. 기본적으로 OpenShift Container Platform은 각 그룹에 하나의 IP 주소를 할당합니다. **OPENSIFT\_HA\_VIP\_GROUPS** 변수를 사용하여 이를 변경하여 여러 IP 주소가 각 그룹에 속하도록 하고 IP 페일오버를 구성할 때 각 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol) 인스턴스에 사용 가능한 VIP 그룹 수를 정의할 수 있습니다.

VIP 그룹화는 VRRP 페일오버 이벤트의 경우 VRRP당 VIP의 할당 범위가 넓어지며 클러스터의 모든 호스트가 로컬에서 서비스에 액세스할 수 있는 경우에 유용합니다. 예를 들어 서비스가 **ExternallP**를 사용하여 노출되는 경우입니다.



#### 참고

페일오버에 대한 규칙으로 라우터와 같은 서비스를 하나의 특정 호스트로 제한하지 마십시오. 대신 IP 페일오버의 경우 새 호스트에서 서비스를 다시 생성할 필요가 없도록 각 호스트에 서비스를 복제해야 합니다.



#### 참고

OpenShift Container Platform 상태 확인을 사용하는 경우 IP 페일오버 및 그룹의 특성으로 인해 그룹의 모든 인스턴스가 확인되지 않습니다. 따라서 서비스가 활성화되어 있는지 확인하려면 [Kubernetes 상태 점검](#)을 사용해야 합니다.

#### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

- 각 그룹에 할당된 IP 주소 수를 변경하려면 **OPENSIFT\_HA\_VIP\_GROUPS** 변수의 값을 변경합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

#### IP 페일오버 구성을 위한 Deployment YAML의 예

```
...
spec:
  env:
    - name: OPENSIFT_HA_VIP_GROUPS 1
      value: "3"
...
```

- 1 7개의 VIP가 있는 환경에서 **OPENSIFT\_HA\_VIP\_GROUPS**가 3으로 설정된 경우 3개의 그룹을 생성하여 3개의 VIP를 첫 번째 그룹에 할당하고 2개의 VIP를 나머지 2개의 그룹에 할당합니다.



#### 참고

**OPENSIFT\_HA\_VIP\_GROUPS**로 설정된 그룹 수가 페일오버로 설정된 IP 주소 수보다 적으면 그룹에는 두 개 이상의 IP 주소가 포함되어 있으며 모든 주소가 하나의 단위로 이동합니다.

## 9.8. INGRESSIP의 고가용성

클라우드 이외의 클러스터에서 서비스에 대한 IP 페일오버 및 **ingressIP**를 결합할 수 있습니다. 그 결과 **ingressIP**를 사용하여 서비스를 생성하는 사용자를 위한고가용성 서비스가 생성됩니다.

사용 방법은 **ingressIPNetworkCIDR** 범위를 지정한 다음 ipfailover 구성을 생성할 때 동일한 범위를 사용하는 것입니다.

IP 페일오버는 전체 클러스터에 대해 최대 255개의 VIP를 지원할 수 있으므로 **ingressIPNetworkCIDR**은 /24 이하이어야 합니다.

## 9.9. IP 페일오버 제거

IP 페일오버가 처음 구성되면 클러스터의 작업자 노드는 Keepalived에 대해 **224.0.0.18**의 멀티 캐스트 패킷을 명시적으로 허용하는 **iptables** 규칙을 사용하여 수정됩니다. 노드를 변경하여 IP 페일오버를 제거하려면 **iptables** 규칙을 제거하고 Keepalived에서 사용하는 가상 IP 주소를 제거하는 작업을 실행해야 합니다.

### 절차

1. 선택 사항: 구성 맵으로 저장된 점검 및 알림 스크립트를 식별하고 삭제합니다.
  - a. IP 페일오버에 대한 Pod가 구성 맵을 볼륨으로 사용하는지 여부를 확인합니다.

```
$ oc get pod -l ipfailover \
-o jsonpath="{range .items[?(@.spec.volumes[*].configMap)]}\
{'Namespace: '}{.metadata.namespace}\
{'Pod: '}{.metadata.name}\
{'Volumes that use config maps:'}\
{range .spec.volumes[?(@.configMap)]} {'volume: '}{.name}\
{'configMap: '}{.configMap.name}{'\n'}{end}\
{end}"
```

### 출력 예

```
Namespace: default
Pod:      keepalived-worker-59df45db9c-2x9mn
Volumes that use config maps:
volume:   config-volume
configMap: mycustomcheck
```

- b. 이전 단계에서 볼륨으로 사용되는 구성 맵의 이름을 제공한 경우 구성 맵을 삭제합니다.

```
$ oc delete configmap <configmap_name>
```

2. IP 페일오버를 위한 기존 배포를 식별합니다.

```
$ oc get deployment -l ipfailover
```

### 출력 예

```
NAMESPACE NAME      READY UP-TO-DATE AVAILABLE AGE
default   ipfailover 2/2    2          2          105d
```



3. 배포를 삭제합니다.

```
$ oc delete deployment <ipfailover_deployment_name>
```

4. **ipfailover** 서비스 계정을 제거합니다.

```
$ oc delete sa ipfailover
```

5. IP 페일오버를 처음 구성할 때 추가된 IP 테이블 규칙을 제거하는 작업을 실행합니다.

- a. 다음 예와 유사한 콘텐츠를 사용하여 **remove-ipfailover-job.yaml**과 같은 파일을 생성합니다.

```
apiVersion: batch/v1
kind: Job
metadata:
  generateName: remove-ipfailover-
  labels:
    app: remove-ipfailover
spec:
  template:
    metadata:
      name: remove-ipfailover
    spec:
      containers:
        - name: remove-ipfailover
          image: quay.io/openshift/origin-keepalived-ipfailover:4.9
          command: ["/var/lib/ipfailover/keepalived/remove-failover.sh"]
      nodeSelector:
        kubernetes.io/hostname: <host_name> <.>
      restartPolicy: Never
```

<.> IP 페일오버용으로 구성된 클러스터의 각 노드에 대해 작업을 실행하고 매번 호스트 이름을 바꿉니다.

- b. 작업을 실행합니다.

```
$ oc create -f remove-ipfailover-job.yaml
```

출력 예

```
job.batch/remove-ipfailover-2h8dm created
```

## 검증

- 작업이 IP 페일오버의 초기 구성을 제거했는지 확인합니다.

```
$ oc logs job/remove-ipfailover-2h8dm
```

출력 예

```
remove-failover.sh: OpenShift IP Failover service terminating.
- Removing ip_vs module ...
```

- Cleaning up ...
- Releasing VIPs (interface eth0) ...

## 10장. 베어 메탈 클러스터에서 SCTP(STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL) 사용

클러스터 관리자는 클러스터에서 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)를 사용할 수 있습니다.

### 10.1. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM에서의 SCTP(스트림 제어 전송 프로토콜)

클러스터 관리자는 클러스터의 호스트에서 SCTP를 활성화 할 수 있습니다. RHCOS(Red Hat Enterprise Linux CoreOS)에서 SCTP 모듈은 기본적으로 비활성화되어 있습니다.

SCTP는 IP 네트워크에서 실행되는 안정적인 메시지 기반 프로토콜입니다.

활성화하면 Pod, 서비스, 네트워크 정책에서 SCTP를 프로토콜로 사용할 수 있습니다. **type** 매개변수를 **ClusterIP** 또는 **NodePort** 값으로 설정하여 **Service**를 정의해야 합니다.

#### 10.1.1. SCTP 프로토콜을 사용하는 구성의 예

**protocol** 매개변수를 포트 또는 서비스 오브젝트의 **SCTP** 값으로 설정하여 SCTP를 사용하도록 포트 또는 서비스를 구성할 수 있습니다.

다음 예에서는 pod가 SCTP를 사용하도록 구성되어 있습니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  namespace: project1
  name: example-pod
spec:
  containers:
    - name: example-pod
    ...
    ports:
      - containerPort: 30100
        name: sctpserver
        protocol: SCTP
```

다음 예에서는 서비스가 SCTP를 사용하도록 구성되어 있습니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  namespace: project1
  name: sctpserver
spec:
  ...
  ports:
    - name: sctpserver
      protocol: SCTP
      port: 30100
      targetPort: 30100
  type: ClusterIP
```

다음 예에서 **NetworkPolicy** 오브젝트는 특정 레이블이 있는 모든 Pod의 포트 **80**에서 SCTP 네트워크 트래픽에 적용되도록 구성되어 있습니다.

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-sctp-on-http
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      role: web
  ingress:
    - ports:
      - protocol: SCTP
        port: 80
```

## 10.2. SCTP(스트림 제어 전송 프로토콜) 활성화

클러스터 관리자는 클러스터의 작업자 노드에 블랙리스트 SCTP 커널 모듈을 로드하고 활성화할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.

### 프로세스

1. 다음 YAML 정의가 포함된 **load-sctp-module.yaml** 파일을 생성합니다.

```
apiVersion: machineconfiguration.openshift.io/v1
kind: MachineConfig
metadata:
  name: load-sctp-module
labels:
  machineconfiguration.openshift.io/role: worker
spec:
  config:
    ignition:
      version: 3.2.0
    storage:
      files:
        - path: /etc/modprobe.d/sctp-blacklist.conf
          mode: 0644
          overwrite: true
          contents:
            source: data:,
        - path: /etc/modules-load.d/sctp-load.conf
          mode: 0644
          overwrite: true
          contents:
            source: data:;,sctp
```

2. **MachineConfig** 오브젝트를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc create -f load-sctp-module.yaml
```

3. 선택 사항: MachineConfig Operator가 구성 변경 사항을 적용하는 동안 노드의 상태를 보려면 다음 명령을 입력합니다. 노드 상태가 **Ready**로 전환되면 구성 업데이트가 적용됩니다.

```
$ oc get nodes
```

### 10.3. SCTP(STREAM CONTROL TRANSMISSION PROTOCOL)의 활성화 여부 확인

SCTP 트래픽을 수신하는 애플리케이션으로 pod를 만들고 서비스와 연결한 다음, 노출된 서비스에 연결하여 SCTP가 클러스터에서 작동하는지 확인할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 인터넷에 액세스하여 **nc** 패키지를 설치합니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.

#### 프로세스

1. SCTP 리스너를 시작하는 포드를 생성합니다.
  - a. 다음 YAML로 pod를 정의하는 **sctp-server.yaml** 파일을 생성합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sctpserver
  labels:
    app: sctpserver
spec:
  containers:
    - name: sctpserver
      image: registry.access.redhat.com/ubi8/ubi
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf install -y nc && sleep inf"]
      ports:
        - containerPort: 30102
          name: sctpserver
          protocol: SCTP
```

- b. 다음 명령을 입력하여 pod를 생성합니다.

```
$ oc create -f sctp-server.yaml
```

2. SCTP 리스너 pod에 대한 서비스를 생성합니다.
  - a. 다음 YAML을 사용하여 서비스를 정의하는 **sctp-service.yaml** 파일을 생성합니다.

```

apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: sctpservice
  labels:
    app: sctpserver
spec:
  type: NodePort
  selector:
    app: sctpserver
  ports:
    - name: sctpserver
      protocol: SCTP
      port: 30102
      targetPort: 30102

```

- b. 서비스를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc create -f sctp-service.yaml
```

3. SCTP 클라이언트에 대한 pod를 생성합니다.

- a. 다음 YAML을 사용하여 **sctp-client.yaml** 파일을 만듭니다.

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sctpclient
  labels:
    app: sctpclient
spec:
  containers:
    - name: sctpclient
      image: registry.access.redhat.com/ubi8/ubi
      command: ["/bin/sh", "-c"]
      args:
        ["dnf install -y nc && sleep inf"]

```

- b. **Pod** 오브젝트를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc apply -f sctp-client.yaml
```

4. 서버에서 SCTP 리스너를 실행합니다.

- a. 서버 Pod에 연결하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc rsh sctpserver
```

- b. SCTP 리스너를 시작하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ nc -l 30102 --sctp
```

5. 서버의 SCTP 리스너에 연결합니다.

- a. 터미널 포크 그래픽에서 새 터미널 창 따는 태으 여니다

a. `nc` 클라이언트 Pod에 `nc`가 설치되어 있는지 확인합니다.

b. **sctp** 서비스의 IP 주소를 얻습니다. 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get services sctp -o go-template='{{.spec.clusterIP}}{\n}'
```

c. 클라이언트 Pod에 연결하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc rsh sctpclient
```

d. SCTP 클라이언트를 시작하려면 다음 명령을 입력합니다. **<cluster\_IP>**를 **sctp** 서비스의 클러스터 IP 주소로 변경합니다.

```
# nc <cluster_IP> 30102 --sctp
```

## 11장. PTP 하드웨어 사용



### 중요

단일 NIC가 경계 클럭으로 구성된 PTP(Precision Time Protocol) 하드웨어는 기술 프리뷰 기능 전용입니다. 기술 프리뷰 기능은 Red Hat 프로덕션 서비스 수준 계약(SLA)에서 지원되지 않으며 기능적으로 완전하지 않을 수 있습니다. 따라서 프로덕션 환경에서 사용하는 것은 권장하지 않습니다. 이러한 기능을 사용하면 향후 제품 기능을 조기에 이용할 수 있어 개발 과정에서 고객이 기능을 테스트하고 피드백을 제공할 수 있습니다.

Red Hat 기술 프리뷰 기능의 지원 범위에 대한 자세한 내용은 [기술 프리뷰 기능 지원 범위](#)를 참조하십시오.

### 11.1. PTP 하드웨어 정보

OpenShift Container Platform을 사용하면 노드에서 PTP 하드웨어를 사용할 수 있습니다. PTP 가능 하드웨어가 있는 노드에서 linuxptp 서비스를 구성할 수 있습니다.



### 참고

PTP Operator는 베어 메탈 인프라에서만 프로비저닝된 클러스터에서 PTP 가능 장치와 함께 작동합니다.

PTP Operator를 배포하여 OpenShift Container Platform 콘솔 또는 **oc** CLI를 사용하여 PTP를 설치할 수 있습니다. PTP Operator는 linuxptp 서비스를 생성 및 관리하고 다음 기능을 제공합니다.

- 클러스터에서 PTP 가능 장치 검색.
- linuxptp 서비스의 구성 관리.
- PTP Operator **cloud-event-proxy** 사이드카를 사용하여 애플리케이션의 성능 및 안정성에 부정적인 영향을 주는 PTP 클럭 이벤트 알림

### 11.2. PTP 정보

PTP(Precision Time Protocol)는 네트워크에서 클럭을 동기화하는 데 사용됩니다. 하드웨어 지원과 함께 사용할 경우 PTP는 마이크로초 미만의 정확성을 수행할 수 있으며 NTP(Network Time Protocol)보다 더 정확합니다.

**linuxptp** 패키지에는 클럭 동기화를 위한 **ptp4l** 및 **phc2sys** 프로그램이 포함되어 있습니다. **ptp4l**은 PTP 경계 클럭과 일반 클럭을 구현합니다. **ptp4l**은 하드웨어 타임스탬프를 사용하여 PTP 하드웨어 클럭을 소스 클럭에 동기화하고 소프트웨어 타임스탬프를 사용하여 시스템 클럭을 소스 클럭에 동기화합니다. **phc2sys**는 하드웨어 타임스탬프에 NIC(네트워크 인터페이스 컨트롤러)의 PTP 하드웨어 클럭에 동기화하는 데 사용됩니다.

#### 11.2.1. PTP 도메인의 요소

PTP는 네트워크에 연결된 여러 노드를 각 노드의 클럭과 동기화하는 데 사용됩니다. 구성에 다음 유형의 클럭을 포함할 수 있습니다.

##### GRandommaster 클럭

마스터 클럭은 네트워크의 다른 클럭에 표준 시간 정보를 제공하며 정확하고 안정적인 동기화를 보장합니다. 마스터 클럭은 타임스탬프를 작성하고 다른 클럭의 시간 요청에 응답합니다.



## 일반 클록

일반 클록에는 네트워크의 위치에 따라 소스 또는 대상 클록의 역할을 수행할 수 있는 단일 포트가 연결되어 있습니다. 일반 클록은 타임스탬프를 읽고 쓸 수 있습니다.

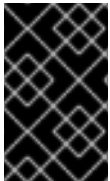
## 경계 클록

경계 클록에는 두 개 이상의 통신 경로에 포트가 있으며, 동시에 소스와 다른 대상 클록의 대상일 수 있습니다. 경계 클록은 대상 클록으로 작동합니다. 대상 클럭이 타이밍 메시지를 수신하고 지연을 조정하여 다음 네트워크를 전달하기 위한 새 소스 시간 신호를 생성합니다. 경계 클록은 소스 클록과 정확하게 동기화되는 새로운 타이밍 패킷을 생성하며 소스 클럭에 직접 보고하는 연결된 장치의 수를 줄일 수 있습니다.

### 11.2.2. NTP를 통한 PTP의 이점

PTP가 NTP를 능가하는 주요 이점 중 하나는 다양한 NIC(네트워크 인터페이스 컨트롤러) 및 네트워크 스위치에 있는 하드웨어 지원입니다. 특수 하드웨어를 사용하면 PTP가 메시지 전송 지연을 고려하여 시간 동기화의 정확성을 향상시킬 수 있습니다. 최대한의 정확성을 달성하려면 PTP 클록 사이의 모든 네트워크 구성 요소를 PTP 하드웨어를 사용하도록 설정하는 것이 좋습니다.

NIC는 전송 및 수신 즉시 PTP 패킷을 타임스탬프할 수 있으므로 하드웨어 기반 PTP는 최적의 정확성을 제공합니다. 이를 운영 체제에서 PTP 패킷을 추가로 처리해야 하는 소프트웨어 기반 PTP와 비교합니다.



#### 중요

PTP를 활성화하기 전에 필수 노드에 대해 NTP가 비활성화되어 있는지 확인합니다.

**MachineConfig** 사용자 정의 리소스를 사용하여 `chrony` 타임 서비스 (**chronyd**)를 비활성화할 수 있습니다. 자세한 내용은 [chrony 타임 서비스 비활성화](#)를 참조하십시오.

## 11.3. CLI를 사용하여 PTP OPERATOR 설치

클러스터 관리자는 CLI를 사용하여 Operator를 설치할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- PTP를 지원하는 하드웨어가 있는 노드로 베어 메탈 하드웨어에 설치된 클러스터
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

### 프로세스

1. PTP Operator 네임스페이스를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-ptp
annotations:
  workload.openshift.io/allowed: management
labels:
  name: openshift-ptp
  openshift.io/cluster-monitoring: "true"
EOF
```

2. 해당 Operator에 대한 Operator group을 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: ptp-operators
  namespace: openshift-ntp
spec:
  targetNamespaces:
  - openshift-ntp
EOF
```

3. PTP Operator에 등록합니다.

- a. 다음 명령을 실행하여 OpenShift Container Platform의 주 버전과 부 버전을 환경 변수로 설정합니다. 이 변수는 다음 단계에서 **channel** 값으로 사용됩니다.

```
$ OC_VERSION=$(oc version -o yaml | grep openshiftVersion | \
  grep -o '[0-9]*[.][0-9]*' | head -1)
```

- b. PTP Operator에 대한 서브스크립션을 만들려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: ptp-operator-subscription
  namespace: openshift-ntp
spec:
  channel: "${OC_VERSION}"
  name: ptp-operator
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
EOF
```

4. Operator가 설치되었는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get csv -n openshift-ntp \
  -o custom-columns=Name:.metadata.name,Phase:.status.phase
```

#### 출력 예

Name	Phase
ptp-operator.4.4.0-202006160135	Succeeded

## 11.4. 웹 콘솔을 사용하여 PTP OPERATOR 설치

클러스터 관리자는 웹 콘솔을 사용하여 PTP Operator를 설치할 수 있습니다.



#### 참고

이전 섹션에서 언급한 것처럼 네임스페이스 및 Operator group을 생성해야 합니다.

## 프로세스

1. OpenShift Container Platform 웹 콘솔을 사용하여 PTP Operator를 설치합니다.
  - a. OpenShift Container Platform 웹 콘솔에서 **Operator** → **OperatorHub**를 클릭합니다.
  - b. 사용 가능한 Operator 목록에서 **PTP Operator**를 선택한 다음 **설치**를 클릭합니다.
  - c. **Operator** 설치 페이지의 클러스터의 특정 네임스페이스에서 **openshift-ptp**를 선택합니다. 그런 다음, **설치**를 클릭합니다.
2. 선택 사항: PTP Operator가 설치되었는지 확인합니다.
  - a. **Operator** → **설치된 Operator** 페이지로 전환합니다.
  - b. **PTP Operator**가 **openshift-ptp** 프로젝트에 **InstallSucceeded** 상태로 나열되어 있는지 확인합니다.



### 참고

설치 중에 Operator는 **실패** 상태를 표시할 수 있습니다. 나중에 **InstallSucceeded** 메시지와 함께 설치에 성공하면 이 **실패** 메시지를 무시할 수 있습니다.

Operator가 설치된 것으로 나타나지 않으면 다음과 같이 추가 문제 해결을 수행합니다.

- **Operator** → **설치된 Operator** 페이지로 이동하고 **Operator** 서브스크립션 및 설치 계획 탭의 **상태**에 장애나 오류가 있는지 검사합니다.
- **워크로드** → **Pod** 페이지로 이동하여 **openshift-ptp** 프로젝트에서 Pod 로그를 확인합니다.

## 11.5. PTP 네트워크 장치의 자동 검색

PTP Operator는 **NodePtpDevice.ptp.openshift.io** CRD(custom resource definition)를 OpenShift Container Platform에 추가합니다.

PTP Operator는 각 노드에서 PTP 가능 네트워크 장치를 클러스터에서 검색합니다. 호환 가능한 PTP 장치를 제공하는 각 노드에 대해 **NodePtpDevice** CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트를 생성하고 업데이트합니다.

각 노드에 대해 하나의 CR이 생성되고 노드와 동일한 이름을 공유합니다. **.status.devices** 목록은 노드의 PTP 장치에 대한 정보를 제공합니다.

다음은 PTP Operator가 생성한 **NodePtpDevice** CR의 예입니다.

```
apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: NodePtpDevice
metadata:
  creationTimestamp: "2019-11-15T08:57:11Z"
  generation: 1
  name: dev-worker-0 1
  namespace: openshift-ptp 2
  resourceVersion: "487462"
  selfLink: /apis/ptp.openshift.io/v1/namespaces/openshift-ptp/nodeptpdevices/dev-worker-0
```

```
uid: 08d133f7-aae2-403f-84ad-1fe624e5ab3f
spec: {}
status:
  devices: 3
    - name: eno1
    - name: eno2
    - name: ens787f0
    - name: ens787f1
    - name: ens801f0
    - name: ens801f1
    - name: ens802f0
    - name: ens802f1
    - name: ens803
```

- 1 **name** 매개 변수의 값은 노드 이름과 같습니다.
- 2 CR은 PTP Operator에 의해 **openshift-ptp** 네임스페이스에 생성됩니다.
- 3 **devices** 컬렉션에는 노드에서 Operator가 검색한 PTP 가능 장치 목록이 포함됩니다.

클러스터에서 PTP 가능 네트워크 장치의 전체 목록을 반환하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get NodePtpDevice -n openshift-ptp -o yaml
```

## 11.6. LINUXPTP 서비스를 일반 클록으로 구성

PTP Operator는 **PtpConfig.ptp.openshift.io** CRD(custom resource definition)를 OpenShift Container Platform에 추가합니다. **PtpConfig** CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트를 생성하여 linuxptp 서비스 (ptp4l,phc2sys)를 구성할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- PTP Operator를 설치합니다.

### 절차

1. 다음 **PtpConfig** CR을 생성한 다음 YAML을 **ordinary-clock-ptp-config.yaml** 파일에 저장합니다.

```
apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: PtpConfig
metadata:
  name: ordinary-clock-ptp-config 1
  namespace: openshift-ptp
spec:
  profile: 2
    - name: "profile1" 3
      interface: "ens787f1" 4
      ptp4lOpts: "-s -2" 5
```

```

phc2sysOpts: "-a -r" 6
ptp4lConf: "" 7
ptpSchedulingPolicy: SCHED_OTHER 8
ptpSchedulingPriority: 10 9
recommend: 10
- profile: "profile1" 11
  priority: 10 12
  match: 13
- nodeLabel: "node-role.kubernetes.io/worker" 14
  nodeName: "compute-0.example.com" 15

```

- 1 **PtpConfig** CR의 이름입니다.
- 2 하나 이상의 **profile** 오브젝트의 배열을 지정합니다.
- 3 profile 오브젝트를 고유하게 식별하는 profile 오브젝트의 이름을 지정합니다.
- 4 **ptp4l** 서비스에서 사용할 네트워크 인터페이스 이름을 지정합니다(예: **ens787f1**).
- 5 **ptp4l** 서비스에 대한 시스템 구성 옵션을 지정합니다(예: **-2**)는 **IEEE 802.3** 네트워크 전송을 선택합니다. 옵션은 네트워크 인터페이스 이름과 서비스 구성 파일이 자동으로 추가되므로 네트워크 인터페이스 이름 **-i <interface>** 및 서비스 구성 파일 **-f /etc/ptp4l.conf**를 포함하지 않아야 합니다.
- 6 **phc2sys** 서비스에 대한 시스템 구성 옵션을 지정합니다(예: **-a -r**). 이 필드가 비어 있으면 PTP Operator에서 **phc2sys** 서비스를 시작하지 않습니다.
- 7 기본 **/etc/ptp4l.conf** 파일을 대체할 구성이 포함된 문자열을 지정합니다. 기본 구성을 사용하려면 필드를 비워 둡니다.
- 8 **ptp4l** 및 **phc2sys** 프로세스에 대한 스케줄링 정책. 기본값은 **SCHED\_OTHER**입니다. FIFO 예약을 지원하는 시스템에서 **SCHED\_FIFO**를 사용합니다.
- 9 **ptpSchedulingPolicy**가 **ECDHE\_FIFO**로 설정된 경우 **ptp4l** 및 **phc2sys** 프로세스의 **FIFO** 우선 순위를 설정하는 데 사용되는 1-65의 정수 값입니다. **ptpSchedulingPriority** 필드는 **ptpSchedulingPolicy**가 **ECDHE\_OTHER**로 설정된 경우 사용되지 않습니다.
- 10 프로필을 노드에 적용하는 방법에 대한 규칙을 정의하는 하나 이상의 **recommend** 오브젝트 배열을 지정합니다.
- 11 **profile** 섹션에 정의된 **profile** 오브젝트 이름을 지정합니다.
- 12 0에서 99 사이의 정수 값으로 **priority**를 지정합니다. 숫자가 클수록 우선순위가 낮으므로 우선순위 99는 우선순위 10보다 낮습니다. **match** 필드에 정의된 규칙에 따라 여러 프로필과 노드를 일치시킬 수 있는 경우 우선순위가 높은 프로필이 해당 노드에 적용됩니다.
- 13 **nodeLabel** 또는 **nodeName**으로 일치 규칙을 지정합니다.
- 14 **oc get nodes --show-labels** 명령을 사용하여 노드 오브젝트에서 **node.Labels** 키를 사용하여 **nodeLabel**을 지정합니다.
- 15 **oc get nodes** 명령을 사용하여 노드 오브젝트에서 **node.Name**으로 **nodeName**을 지정합니다.

2. 다음 명령을 실행하여 CR을 생성합니다.

```
$ oc create -f ordinary-clock-ntp-config.yaml
```

## 검증 절차

1. **PtpConfig** 프로필이 노드에 적용되었는지 확인합니다.
  - a. 다음 명령을 실행하여 **openshift-ntp** 네임스페이스에서 Pod 목록을 가져옵니다.

```
$ oc get pods -n openshift-ntp -o wide
```

### 출력 예

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE IP             NODE
linuxntp-daemon-4xkbb              1/1   Running 0       43m 10.1.196.24   compute-0.example.com
linuxntp-daemon-tdspf              1/1   Running 0       43m 10.1.196.25   compute-1.example.com
ntp-operator-657bbb64c8-2f8sj     1/1   Running 0       43m 10.129.0.61   control-plane-1.example.com
```

- b. 프로필이 올바른지 확인합니다. **PtpConfig** 프로필에 지정된 노드에 해당하는 **linuxntp** 데몬의 로그를 검사합니다. 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc logs linuxntp-daemon-4xkbb -n openshift-ntp -c linuxntp-daemon-container
```

### 출력 예

```
I1115 09:41:17.117596 4143292 daemon.go:107] in applyNodePTPProfile
I1115 09:41:17.117604 4143292 daemon.go:109] updating NodePTPProfile to:
I1115 09:41:17.117607 4143292 daemon.go:110] -----
I1115 09:41:17.117612 4143292 daemon.go:102] Profile Name: profile1
I1115 09:41:17.117616 4143292 daemon.go:102] Interface: ens787f1
I1115 09:41:17.117620 4143292 daemon.go:102] Ptp4IOpts: -s -2
I1115 09:41:17.117623 4143292 daemon.go:102] Phc2sysOpts: -a -r
I1115 09:41:17.117626 4143292 daemon.go:116] -----
```

## 추가 리소스

- PTP 하드웨어의 FIFO 우선 순위 스케줄링에 대한 자세한 내용은 PTP 하드웨어에 대한 [FIFO 우선 순위 스케줄링 구성](#) 을 참조하십시오.

## 11.7. LINUXPTP 서비스를 경계 클록으로 구성

PTP Operator는 **PtpConfig.ptp.openshift.io** CRD(custom resource definition)를 OpenShift Container Platform에 추가합니다. **PtpConfig** CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트를 생성하여 **linuxntp** 서비스 (**ntp4i**, **phc2sys**)를 구성할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

- PTP Operator를 설치합니다.

## 절차

1. 다음 **PtpConfig** CR을 만든 다음 YAML을 **boundary-clock-ptp-config.yaml** 파일에 저장합니다.

```

apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: PtpConfig
metadata:
  name: boundary-clock-ptp-config ❶
  namespace: openshift-ptp
spec:
  profile: ❷
  - name: "profile1" ❸
    interface: "" ❹
    ptp4IOpts: "-2" ❺
    ptp4IConf: | ❻
      [ens1f0] ❼
      masterOnly 0
      [ens1f3] ❽
      masterOnly 1
      [global]
      #
      # Default Data Set
      #
      twoStepFlag          1
      #slaveOnly           1
      priority1            128
      priority2            128
      domainNumber        24
      #utc_offset          37
      clockClass           248
      clockAccuracy        0xFE
      offsetScaledLogVariance 0xFFFF
      free_running         0
      freq_est_interval    1
      dscp_event           0
      dscp_general         0
      dataset_comparison   G.8275.x
      G.8275.defaultDS.localPriority 128
      #
      # Port Data Set
      #
      logAnnounceInterval -3
      logSyncInterval     -4
      logMinDelayReqInterval -4
      logMinPdelayReqInterval -4
      announceReceiptTimeout 3
      syncReceiptTimeout   0
      delayAsymmetry       0
      fault_reset_interval 4
      neighborPropDelayThresh 20000000
      masterOnly           0
      G.8275.portDS.localPriority 128
      #

```

```
# Run time options
#
assume_two_step      0
logging_level        6
path_trace_enabled   0
follow_up_info       0
hybrid_e2e           0
inhibit_multicast_service 0
net_sync_monitor     0
tc_spanning_tree     0
tx_timestamp_timeout 10
#was 1 (default !)
unicast_listen       0
unicast_master_table 0
unicast_req_duration 3600
use_syslog           1
verbose              0
summary_interval     -4
kernel_leap          1
check_fup_sync       0
#
# Servo Options
#
pi_proportional_const 0.0
pi_integral_const     0.0
pi_proportional_scale 0.0
pi_proportional_exponent -0.3
pi_proportional_norm_max 0.7
pi_integral_scale     0.0
pi_integral_exponent  0.4
pi_integral_norm_max  0.3
step_threshold         2.0
first_step_threshold   0.00002
max_frequency          900000000
clock_servo            pi
sanity_freq_limit      200000000
ntpshm_segment         0
#
# Transport options
#
transportSpecific 0x0
ptp_dst_mac       01:1B:19:00:00:00
p2p_dst_mac       01:80:C2:00:00:0E
udp_ttl           1
udp6_scope        0x0E
uds_address       /var/run/ptp4l
#
# Default interface options
#
clock_type        BC
network_transport UDPv4
delay_mechanism   E2E
time_stamping     hardware
tsproc_mode       filter
delay_filter      moving_median
delay_filter_length 10
```



```

egressLatency      0
ingressLatency     0
boundary_clock_jbod 0 9
#
# Clock description
#
productDescription ;;
revisionData      ;;
manufacturerIdentity 00:00:00
userDescription   ;
timeSource        0xA0
phc2sysOpts: "-a -r" 10
ptpSchedulingPolicy: SCHED_OTHER 11
ptpSchedulingPriority: 10 12
recommend: 13
- profile: "profile1" 14
priority: 10 15
match: 16
- nodeLabel: "node-role.kubernetes.io/worker" 17
  nodeName: "compute-0.example.com" 18

```

- 1 PtpConfig CR의 이름입니다.
- 2 하나 이상의 **profile** 오브젝트의 배열을 지정합니다.
- 3 프로파일 오브젝트를 고유하게 식별하는 프로파일 오브젝트의 이름을 지정합니다.
- 4 이 필드는 경계 클럭에 대해 비어 있어야 합니다.
- 5 **ptp4l** 서비스에 대한 시스템 구성 옵션을 지정합니다(예: **-2**). 옵션은 네트워크 인터페이스 이름과 서비스 구성 파일이 자동으로 추가되므로 네트워크 인터페이스 이름 **-i <interface>** 및 서비스 구성 파일 **-f /etc/ptp4l.conf**를 포함하지 않아야 합니다.
- 6 **ptp4l**을 경계 클럭으로 시작하는 데 필요한 구성을 지정합니다. 예를 들어 **ens1f0** 은 그랜드 마스터 클럭에서 동기화되고 **ens1f3**은 연결된 장치를 동기화합니다.
- 7 동기화할 인터페이스 이름입니다.
- 8 인터페이스에 연결된 장치를 동기화하는 인터페이스입니다.
- 9 Intel Columbiaville 800 시리즈 NIC의 경우 **boundary\_clock\_jbod** 가 **0** 으로 설정되어 있는지 확인합니다. Intel Fortville X710 시리즈 NIC의 경우 **boundary\_clock\_jbod** 가 **1** 로 설정되어 있는지 확인합니다.
- 10 **phc2sys** 서비스에 대한 시스템 구성 옵션을 지정합니다(예: **-a -r**). 이 필드가 비어 있으면 PTP Operator에서 **phc2sys** 서비스를 시작하지 않습니다.
- 11 ptp4l 및 phc2sys 프로세스에 대한 스케줄링 정책. 기본값은 **SCHED\_OTHER** 입니다. FIFO 예약을 지원하는 시스템에서 **SCHED\_FIFO** 를 사용합니다.
- 12 **ptpSchedulingPolicy** 가 **ECDHE\_FIFO**로 설정된 경우 ptp4l 및 phc2sys 프로세스의 FIFO 우선 순위를 설정하는 데 사용되는 1-65의 정수 값입니다. **ptpSchedulingPriority** 필드는 **ptpSchedulingPolicy** 가 **ECDHE\_OTHER** 로 설정된 경우 사용되지 않습니다.
- 13 **프로필** 을 노드에 적용하는 방법에 대한 규칙을 정의하는 하나 이상의 **recommend** 오브젝트 배열을 지정합니다.

- 14 **profile** 섹션에 정의된 **profile** 오브젝트 이름을 지정합니다.
- 15 0에서 99 사이의 정수 값으로 **priority**를 지정합니다. 숫자가 클수록 우선순위가 낮으므로 우선순위 99는 우선순위 10보다 낮습니다. **match** 필드에 정의된 규칙에 따라 여러 프로파일과 노드를 일치시킬 수 있는 경우 우선 순위가 높은 프로파일 해당 노드에 적용됩니다.
- 16 **nodeLabel** 또는 **nodeName**으로 일치 규칙을 지정합니다.
- 17 **oc get nodes --show-labels** 명령을 사용하여 노드 오브젝트에서 **node.Labels** 키를 사용하여 **nodeLabel** 을 지정합니다.
- 18 **oc get nodes** 명령을 사용하여 노드 오브젝트에서 **node.Name** 으로 **nodeName** 을 지정합니다.

2. 다음 명령을 실행하여 CR을 생성합니다.

```
$ oc create -f boundary-clock-ntp-config.yaml
```

## 검증 절차

1. **PtpConfig** 프로파일 이 노드에 적용되었는지 확인합니다.

a. 다음 명령을 실행하여 **openshift-ntp** 네임스페이스에서 Pod 목록을 가져옵니다.

```
$ oc get pods -n openshift-ntp -o wide
```

### 출력 예

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE IP          NODE
linuxntp-daemon-4xkbb              1/1   Running  0      43m 10.1.196.24 compute-0.example.com
linuxntp-daemon-tdspf              1/1   Running  0      43m 10.1.196.25 compute-1.example.com
ntp-operator-657bbb64c8-2f8sj      1/1   Running  0      43m 10.129.0.61 control-plane-1.example.com
```

b. 프로파일 이 올바른지 확인합니다. **PtpConfig** 프로파일 에 지정 한 노드에 해당하는 **linuxntp** 데몬의 로그를 검사합니다. 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc logs linuxntp-daemon-4xkbb -n openshift-ntp -c linuxntp-daemon-container
```

### 출력 예

```
I1115 09:41:17.117596 4143292 daemon.go:107] in applyNodePTPProfile
I1115 09:41:17.117604 4143292 daemon.go:109] updating NodePTPProfile to:
I1115 09:41:17.117607 4143292 daemon.go:110] -----
I1115 09:41:17.117612 4143292 daemon.go:102] Profile Name: profile1
I1115 09:41:17.117616 4143292 daemon.go:102] Interface:
I1115 09:41:17.117620 4143292 daemon.go:102] Ptp4IOpts: -2
I1115 09:41:17.117623 4143292 daemon.go:102] Phc2sysOpts: -a -r
I1115 09:41:17.117626 4143292 daemon.go:116] -----
```

## 추가 리소스

- PTP 하드웨어의 FIFO 우선 순위 스케줄링에 대한 자세한 내용은 PTP 하드웨어에 대한 [FIFO 우선 순위 스케줄링 구성](#) 을 참조하십시오.

## 11.8. PTP 하드웨어에 대한 FIFO 우선 순위 스케줄링 구성

대기 시간이 짧은 성능이 필요한 통신 또는 기타 배포 구성에서 PTP 데몬 스레드는 제한된 CPU 공간과 나머지 인프라 구성 요소에서 실행됩니다. 기본적으로 PTP 스레드는 **SCHED\_OTHER** 정책으로 실행됩니다. 높은 부하에서 이러한 스레드는 오류가 없는 작업에 필요한 스케줄링 대기 시간을 얻지 못할 수 있습니다.

잠재적인 스케줄링 대기 시간 오류를 완화하기 위해 PTP Operator **linuxptp** 서비스를 구성하여 **SCHED\_FIFO** 정책으로 스레드를 실행할 수 있습니다. **SCHED\_FIFO** 가 **PtpConfig** CR에 대해 설정된 경우, **PtpConfig** CR의 **ptp SchedulingPriority** 필드에 설정된 우선순위가 있는 **chrt** 아래의 상위 컨테이너에서 **ptp 4l** 및 **phc2sys** 가 실행됩니다.



### 참고

Setting **ptpSchedulingPolicy** 는 선택 사항이며 대기 시간 오류가 발생하는 경우에만 필요합니다.

## 절차

1. **PtpConfig** CR 프로필을 편집합니다.

```
$ oc edit PtpConfig -n openshift-ptp
```

2. **ptpSchedulingPolicy** 및 **ptpSchedulingPriority** 필드를 변경합니다.

```
apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: PtpConfig
metadata:
  name: <ptp_config_name>
  namespace: openshift-ptp
...
spec:
  profile:
    - name: "profile1"
...
  ptpSchedulingPolicy: SCHED_FIFO ①
  ptpSchedulingPriority: 10 ②
```

- ① **ptp4l** 및 **phc2sys** 프로세스에 대한 스케줄링 정책. FIFO 예약을 지원하는 시스템에서 **SCHED\_FIFO** 를 사용합니다.
- ② 필수 항목입니다. **ptp4l** 및 **phc2sys** 프로세스에 대해 FIFO 우선 순위를 구성하는 데 사용되는 정수 값 1-65를 설정합니다.

3. 저장하고 종료하여 **PtpConfig** CR에 변경 사항을 적용합니다.

## 검증

1. **linuxptp-daemon** Pod의 이름과 **PtpConfig** CR이 적용된 해당 노드의 이름을 가져옵니다.

```
$ oc get pods -n openshift-ptp -o wide
```

#### 출력 예

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE IP      NODE
linuxptp-daemon-gmv2n              3/3   Running 0       1d17h 10.1.196.24 compute-0.example.com
linuxptp-daemon-lgm55              3/3   Running 0       1d17h 10.1.196.25 compute-1.example.com
ptp-operator-3r4dcvf7f4-zndk7     1/1   Running 0       1d7h  10.129.0.61 control-plane-1.example.com
```

2. 업데이트된 **chrt** FIFO 우선 순위로 **ptp4l** 프로세스가 실행되고 있는지 확인합니다.

```
$ oc -n openshift-ptp logs linuxptp-daemon-lgm55 -c linuxptp-daemon-container|grep chrt
```

#### 출력 예

```
l1216 19:24:57.091872 1600715 daemon.go:285] /bin/chrt -f 65 /usr/sbin/ptp4l -f /var/run/ptp4l.0.config -2 --summary_interval -4 -m
```

## 11.9. 일반적인 PTP OPERATOR 문제 해결

다음 단계를 수행하여 PTP Operator의 일반적인 문제를 해결합니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform CLI (**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- PTP를 지원하는 호스트가 있는 베어 메탈 클러스터에 PTP Operator를 설치합니다.

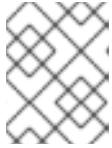
### 절차

1. 구성된 노드를 위해 Operator 및 Operand가 클러스터에 성공적으로 배포되었는지 확인합니다.

```
$ oc get pods -n openshift-ptp -o wide
```

#### 출력 예

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE IP      NODE
linuxptp-daemon-lmvgn              3/3   Running 0       4d17h 10.1.196.24 compute-0.example.com
linuxptp-daemon-qhfg7              3/3   Running 0       4d17h 10.1.196.25 compute-1.example.com
ptp-operator-6b8dcbf7f4-zndk7     1/1   Running 0       5d7h  10.129.0.61 control-plane-1.example.com
```



## 참고

PTP 빠른 이벤트 버스가 활성화되면 준비된 **linuxptp-daemon** Pod 수는 **3/3**가 됩니다. PTP 빠른 이벤트 버스가 활성화되지 않으면 **2/2**가 표시됩니다.

- 지원되는 하드웨어가 클러스터에 있는지 확인합니다.

```
$ oc -n openshift-ptp get nodeptpdevices.ptp.openshift.io
```

### 출력 예

NAME	AGE
control-plane-0.example.com	10d
control-plane-1.example.com	10d
compute-0.example.com	10d
compute-1.example.com	10d
compute-2.example.com	10d

- 노드에 사용 가능한 PTP 네트워크 인터페이스를 확인합니다.

```
$ oc -n openshift-ptp get nodeptpdevices.ptp.openshift.io <node_name> -o yaml
```

다음과 같습니다.

### <node\_name>

쿼리할 노드를 지정합니다 (예: **compute-0.example.com**).

### 출력 예

```
apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: NodePtpDevice
metadata:
  creationTimestamp: "2021-09-14T16:52:33Z"
  generation: 1
  name: compute-0.example.com
  namespace: openshift-ptp
  resourceVersion: "177400"
  uid: 30413db0-4d8d-46da-9bef-737bacd548fd
spec: {}
status:
  devices:
    - name: eno1
    - name: eno2
    - name: eno3
    - name: eno4
    - name: enp5s0f0
    - name: enp5s0f1
```

- 해당 노드의 **linuxptp-daemon** Pod에 액세스하여 PTP 인터페이스가 기본 클록에 성공적으로 동기화되었는지 확인합니다.
  - 다음 명령을 실행하여 **linuxptp-daemon** Pod의 이름과 문제를 해결하려는 해당 노드를 가져옵니다.

```
$ oc get pods -n openshift-ptp -o wide
```

#### 출력 예

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE IP      NODE
linuxptp-daemon-lmvgn              3/3   Running 0       4d17h 10.1.196.24 compute-0.example.com
linuxptp-daemon-qhfg7              3/3   Running 0       4d17h 10.1.196.25 compute-1.example.com
ptp-operator-6b8dcbf7f4-zndk7     1/1   Running 0       5d7h  10.129.0.61 control-plane-1.example.com
```

- b. 필수 **linuxptp-daemon** 컨테이너로의 원격 셸:

```
$ oc rsh -n openshift-ptp -c linuxptp-daemon-container <linux_daemon_container>
```

다음과 같습니다.

```
<linux_daemon_container>
```

진단할 컨테이너입니다 (예: **linuxptp-daemon-lmvgn**).

- c. **linuxptp-daemon** 컨테이너에 대한 원격 셸 연결에서 PTP 관리 클라이언트( **pmc**) 툴을 사용하여 네트워크 인터페이스를 진단합니다. 다음 **pmc** 명령을 실행하여 PTP 장치의 동기화 상태를 확인합니다(예: **ptp4l**).

```
# pmc -u -f /var/run/ptp4l.0.config -b 0 'GET PORT_DATA_SET'
```

노드가 기본 클록에 성공적으로 동기화되었을 때의 출력 예

```
sending: GET PORT_DATA_SET
40a6b7.ffe.166ef0-1 seq 0 RESPONSE MANAGEMENT PORT_DATA_SET
portIdentity      40a6b7.ffe.166ef0-1
portState         SLAVE
logMinDelayReqInterval -4
peerMeanPathDelay 0
logAnnounceInterval -3
announceReceiptTimeout 3
logSyncInterval   -4
delayMechanism    1
logMinPdelayReqInterval -4
versionNumber     2
```

## 11.10. PTP 하드웨어 빠른 이벤트 알림 프레임워크



## 중요

일반 시계가 있는 PTP 이벤트는 기술 프리뷰 기능 전용입니다. 기술 프리뷰 기능은 Red Hat 프로덕션 서비스 수준 계약(SLA)에서 지원되지 않으며 기능적으로 완전하지 않을 수 있습니다. 따라서 프로덕션 환경에서 사용하는 것은 권장하지 않습니다. 이러한 기능을 사용하면 향후 제품 기능을 조기에 이용할 수 있어 개발 과정에서 고객이 기능을 테스트하고 피드백을 제공할 수 있습니다.

Red Hat 기술 프리뷰 기능의 지원 범위에 대한 자세한 내용은 [기술 프리뷰 기능 지원 범위](#)를 참조하십시오.

### 11.10.1. PTP 및 클럭 동기화 오류 이벤트 정보

가상 RAN과 같은 클라우드 네이티브 애플리케이션에서는 전체 네트워크의 작동에 중요한 하드웨어 타이밍 이벤트에 대한 알림에 액세스해야 합니다. 빠른 이벤트 알림은 임박한 실시간 PTP(Precision Time Protocol) 클럭 동기화 이벤트에 대한 조기 경고 신호입니다. PTP 클럭 동기화 오류는 낮은 대기 시간 애플리케이션의 성능과 안정성에 부정적인 영향을 줄 수 있습니다(예: 분산 장치(DU)에서 실행되는 vRAN 애플리케이션).

PTP 동기화 손실은 RAN 네트워크에 심각한 오류입니다. 노드에서 동기화가 손실된 경우 라디오가 종료될 수 있으며 네트워크 Over the Air (OTA) 트래픽이 무선 네트워크의 다른 노드로 이동될 수 있습니다. 클러스터 노드에서 PTP 클럭 동기화 상태를 DU에서 실행 중인 vRAN 애플리케이션에 통신할 수 있도록 함으로써 이벤트 알림이 워크로드 오류와 비교하여 완화됩니다.

동일한 DU 노드에서 실행되는 RAN 애플리케이션에서 이벤트 알림을 사용할 수 있습니다. 게시/서브스크립션 REST API는 이벤트 알림을 메시징 버스에 전달합니다. 게시/서브스크립션 메시징 또는 pub/sub 메시징은 주제에 게시된 모든 메시지가 해당 주제에 대한 모든 가입자에 의해 즉시 수신되는 서비스 통신 아키텍처에 대한 비동기식 서비스입니다.

빠른 이벤트 알림은 OpenShift Container Platform의 PTP Operator에서 모든 PTP 가능 네트워크 인터페이스에 대해 생성됩니다. 이 이벤트는 AMQP(Advanced Message Queuing Protocol) 메시지 버스를 통해 **cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너를 사용하여 사용할 수 있습니다. AMQP 메시지 버스는 AMQ Interconnect Operator에서 제공합니다.



## 참고

PTP 빠른 이벤트 알림은 PTP 일반 클럭을 사용하도록 구성된 네트워크 인터페이스에만 사용할 수 있습니다.

### 11.10.2. PTP 빠른 이벤트 알림 프레임워크 정보

PTP Operator 및 **cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너를 사용하여 OpenShift Container Platform에서 생성된 PTP(Precision Time Protocol) 빠른 이벤트 알림에 분산 장치(DU) 애플리케이션을 서브스크립션할 수 있습니다. **ptpOperatorConfig** CR(사용자 정의 리소스)에서 **enableEventPublisher** 필드를 **true**로 설정하고 **transportHost** 주소를 지정하여 **cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너를 활성화합니다. PTP 빠른 이벤트는 AMQ Interconnect Operator에서 제공하는 AMQP(Advanced Message Queuing Protocol) 이벤트 알림 버스를 사용합니다. AMQ Interconnect는 AMQP 지원 엔드포인트 간에 유연한 메시지 라우팅을 제공하는 메시징 라우터인 Red Hat AMQ의 구성 요소입니다.

**cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너는 기본 애플리케이션의 리소스를 사용하지 않고 대기 시간 없이 기본 vRAN 애플리케이션과 동일한 리소스에 액세스할 수 있습니다.

빠른 이벤트 알림 프레임워크는 통신에 REST API를 사용하며 O-RAN REST API 사양을 기반으로 합니다. 프레임워크는 게시자 및 구독자 애플리케이션 간의 통신을 처리하는 게시자, 구독자 및 AMQ 메시징 버스로 구성됩니다. **cloud-event-proxy** 사이드카는 DU 노드의 기본 DU 애플리케이션 컨테이너에 느슨하게

연결된 Pod에서 실행되는 유틸리티 컨테이너입니다. DU 애플리케이션을 게시된 PTP 이벤트에 등록할 수 있는 이벤트 게시 프레임워크를 제공합니다.

DU 애플리케이션은 사이드카 패턴에서 **cloud-event-proxy** 컨테이너를 실행하여 PTP 이벤트를 구독합니다. 다음 워크플로는 DU 애플리케이션에서 PTP 빠른 이벤트를 사용하는 방법을 설명합니다.

1. **DU 애플리케이션에서 서브스크립션 요청:** DU는 API 요청을 **cloud-event-proxy** 사이드카로 전송하여 PTP 이벤트 서브스크립션을 생성합니다. **cloud-event-proxy** 사이드카는 서브스크립션 리소스를 생성합니다.
2. **cloud-event-proxy 사이드카는 서브스크립션을 생성:** 이벤트 리소스는 **cloud-event-proxy** 사이드카에 의해 유지됩니다. **cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너는 ID 및 URL 위치가 있는 승인을 전송하여 저장된 서브스크립션 리소스에 액세스합니다. 사이드카는 서브스크립션에 지정된 리소스에 대한 AMQ 메시징 리스너 프로토콜을 생성합니다.
3. **DU 애플리케이션에서 PTP 이벤트 알림 수신:** **cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너가 리소스 한 정자에 지정된 주소를 수신합니다. DU 이벤트 소비자는 메시지를 처리하고 서브스크립션에 지정된 반환 URL로 전달합니다.
4. **cloud-event-proxy 사이드카는 PTP 이벤트를 검증하고 DU 애플리케이션에 게시:** **cloud-event-proxy** 사이드카는 이벤트를 수신하고 클라우드 이벤트 오브젝트를 래핑하여 데이터를 검색하고 반환 URL을 가져와 이벤트를 DU 소비자 애플리케이션에 다시 게시합니다.
5. **DU 애플리케이션은 PTP 이벤트 사용:** DU 애플리케이션 이벤트 소비자가 PTP 이벤트를 수신하고 처리합니다.

### 11.10.3. AMQ 메시징 버스 설치

노드에서 게시자와 구독자 간에 PTP 빠른 이벤트 알림을 전달하려면 노드에서 로컬로 실행되도록 AMQ 메시징 버스를 설치하고 구성해야 합니다. 클러스터에서 사용할 AMQ Interconnect Operator를 설치하여 이 작업을 수행합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform CLI (**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 절차

- AMQ Interconnect Operator를 자체 **amq-interconnect** 네임스페이스에 설치합니다. [Red Hat Integration - AMQ Interconnect Operator 추가](#) 를 참조하십시오.

#### 검증

1. AMQ Interconnect Operator를 사용할 수 있고 필요한 Pod가 실행 중인지 확인합니다.

```
$ oc get pods -n amq-interconnect
```

#### 출력 예

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE
amq-interconnect-645db76c76-k8ghs  1/1   Running 0      23h
interconnect-operator-5cb5fc7cc-4v7qm 1/1   Running 0      23h
```



- 필수 **linuxptp-daemon** PTP 이벤트 생산자 Pod가 **openshift-ptp** 네임스페이스에서 실행되고 있는지 확인합니다.

```
$ oc get pods -n openshift-ptp
```

#### 출력 예

```
NAME                READY STATUS RESTARTS AGE
linuxptp-daemon-2t78p 3/3 Running 0      12h
linuxptp-daemon-k8n88 3/3 Running 0      12h
```

### 11.10.4. PTP 빠른 이벤트 알림 게시자 구성

클러스터에서 네트워크 인터페이스에 PTP 빠른 이벤트 알림을 사용하려면 PTP Operator **PtpOperatorConfig** CR(사용자 정의 리소스)에서 빠른 이벤트 게시자를 활성화하고 생성한 **PtpConfig** CR에서 **ptpClockThreshold** 값을 구성해야 합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform CLI (**oc**)를 설치합니다.
- cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- PTP Operator 및 AMQ Interconnect Operator를 설치합니다.

#### 절차

- 다음 명령을 실행하여 **PtpOperatorConfig** 리소스의 **spec.ptpEventConfig** 필드를 수정하고 적절한 값을 설정합니다.

```
$ oc edit PtpOperatorConfig default -n openshift-ptp
```

```
...
spec:
  daemonNodeSelector:
    node-role.kubernetes.io/worker: ""
  ptpEventConfig:
    enableEventPublisher: true ①
    transportHost: amqp://<instance_name>.<namespace>.svc.cluster.local ②
```

- ① **enableEventPublisher**를 **true**로 설정하여 PTP 빠른 이벤트 알림을 활성화합니다.
- ② 구성된 AMQ 라우터로 **transportHost**를 설정합니다. 여기서 **<instance\_name>** 및 **<namespace>**는 AMQ 상호 연결 라우터 인스턴스 이름과 네임스페이스에 해당합니다 (예: **amqp://amq-interconnect.amq-interconnect.svc.cluster.local**)

- PTP가 활성화된 인터페이스에 대한 **PtpConfig** 사용자 지정 리소스를 생성하고 **ptpClockThreshold**에 필요한 값을 설정합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
apiVersion: ptp.openshift.io/v1
kind: PtpConfig
metadata:
```

```

name: example-ptpconfig
namespace: openshift-ptp
spec:
  profile:
    - name: "profile1"
      interface: "enp5s0f0"
      ptp4lOpts: "-2 -s --summary_interval -4" 1
      phc2sysOpts: "-a -r -m -n 24 -N 8 -R 16" 2
      ptp4lConf: "" 3
      ptpClockThreshold: 4
      holdOverTimeout: 5
      maxOffsetThreshold: 100
      minOffsetThreshold: -100

```

- 1 PTP 빠른 이벤트를 사용하려면 **--summary\_interval -4** 를 추가합니다.
- 2 필수 **phc2sysOpts** 값. **-m** 은 **stdout** 에 메시지를 출력합니다. **linuxptp-daemon DaemonSet** 은 로그를 구문 분석하고 Prometheus 지표를 생성합니다.
- 3 기본 **/etc/ptp4l.conf** 파일을 대체할 구성이 포함된 문자열을 지정합니다. 기본 구성을 사용하려면 필드를 비워 둡니다.
- 4 선택 사항: **ptpClockThreshold** 가 없으면 기본값이 **ptpClockThreshold** 필드에 사용됩니다. 스텐자는 기본 **ptpClockThreshold** 값을 표시합니다. **ptpClockThreshold** 값은 PTP 이벤트가 트리거되기 전에 PTP 마스터 클럭이 연결 해제된 후의 시간을 구성합니다. **holdOverTimeout** 은 PTP 마스터 클럭의 연결이 끊어지면 PTP 클럭 이벤트 상태가 **FREERUN** 로 변경되기 전 시간(초)입니다. **maxOffsetThreshold** 및 **minOffsetThreshold** 설정은 **CLOCK\_REALTIME (phc2sys)** 또는 마스터 오프셋(**ptp4l**)의 값과 비교되는 나노초에 오프셋 값을 구성합니다. **ptp4l** 또는 **phc2sys** 오프셋 값이 이 범위를 벗어나는 경우 PTP 클럭 상태가 **FREERUN** 로 설정됩니다. 오프셋 값이 이 범위 내에 있으면 PTP 클럭 상태가 **LOCKED** 로 설정됩니다.

### 11.10.5. PTP 이벤트 REST API 참조에 DU 애플리케이션 구독

PTP 이벤트 알림 REST API를 사용하여 분산 장치(DU) 애플리케이션을 상위 노드에서 생성된 PTP 이벤트에 등록합니다.

리소스 주소 **/cluster/node/<node\_name>/ptp** 를 사용하여 PTP 이벤트에 애플리케이션을 서브스크립션합니다. 여기서 **<node\_name>** 은 DU 애플리케이션을 실행하는 클러스터 노드입니다.

별도의 DU 애플리케이션 pod에 **cloud-event-consumer** DU 애플리케이션 컨테이너 및 **cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너를 배포합니다. **cloud-event-consumer** DU 애플리케이션은 애플리케이션 Pod의 **cloud-event-proxy** 컨테이너에 가입합니다.

다음 API 끝점을 사용하여 DU 애플리케이션 Pod의 **http://localhost:8089/api/cloudNotifications/v1/** 에서 **cloud-event-proxy** 컨테이너에서 게시한 PTP 이벤트에 **cloud-event-consumer** DU 애플리케이션을 등록합니다.

- **/api/cloudNotifications/v1/subscriptions**
  - **POST**: 새 서브스크립션을 생성합니다.
  - **GET**: 서브스크립션 목록 검색합니다.
- **/api/cloudNotifications/v1/subscriptions/<subscription\_id>**

- **GET**: 지정된 서브스크립션 ID에 대한 세부 정보를 반환합니다.
- **api/cloudNotifications/v1/subscriptions/status/<subscription\_id>**
  - **PUT**: 지정된 서브스크립션 ID에 대한 새 상태 ping 요청을 생성
- **/api/cloudNotifications/v1/health**
  - **GET**: **cloudNotifications** API의 상태를 반환합니다.



### 참고

**9089**는 애플리케이션 포트에 배포된 **cloud-event-consumer** 컨테이너의 기본 포트입니다. 필요에 따라 DU 애플리케이션에 다른 포트를 구성할 수 있습니다.

## 11.10.5.1. api/cloudNotifications/v1/subscriptions

### 11.10.5.1.1. HTTP 방법

#### GET api/cloudNotifications/v1/subscriptions

##### 11.10.5.1.1.1. 설명

서브스크립션 목록을 반환합니다. 서브스크립션이 존재하는 경우 **200 OK** 상태 코드가 서브스크립션 목록과 함께 반환됩니다.

#### API 응답 예

```
[
  {
    "id": "75b1ad8f-c807-4c23-acf5-56f4b7ee3826",
    "endpointUri": "http://localhost:9089/event",
    "uriLocation": "http://localhost:8089/api/cloudNotifications/v1/subscriptions/75b1ad8f-c807-4c23-acf5-56f4b7ee3826",
    "resource": "/cluster/node/compute-1.example.com/ptp"
  }
]
```

### 11.10.5.1.2. HTTP 방법

#### POST api/cloudNotifications/v1/subscriptions

##### 11.10.5.1.2.1. 설명

새 서브스크립션을 생성합니다. 서브스크립션이 성공적으로 생성되었거나 이미 존재하는 경우 **201 Created** 상태 코드가 반환됩니다.

#### 표 11.1. 쿼리 매개변수

매개변수	유형
subscription	data

페이로드 예

```
{
  "uriLocation": "http://localhost:8089/api/cloudNotifications/v1/subscriptions",
  "resource": "/cluster/node/compute-1.example.com/ptp"
}
```

11.10.5.2. api/cloudNotifications/v1/subscriptions/<subscription\_id>

11.10.5.2.1. HTTP 방법

GET api/cloudNotifications/v1/subscriptions/<subscription\_id>

11.10.5.2.1.1. 설명

ID가 < **subscription\_id**>인 서브스크립션에 대한 세부 정보를 반환합니다.

표 11.2. 쿼리 매개변수

매개변수	유형
<subscription_id>	string

API 응답 예

```
{
  "id": "48210fb3-45be-4ce0-aa9b-41a0e58730ab",
  "endpointUri": "http://localhost:9089/event",
  "uriLocation": "http://localhost:8089/api/cloudNotifications/v1/subscriptions/48210fb3-45be-4ce0-aa9b-41a0e58730ab",
  "resource": "/cluster/node/compute-1.example.com/ptp"
}
```

11.10.5.3. api/cloudNotifications/v1/subscriptions/status/<subscription\_id>

11.10.5.3.1. HTTP 방법

PUT api/cloudNotifications/v1/subscriptions/status/<subscription\_id>

11.10.5.3.1.1. 설명

ID < **subscription\_id** >를 사용하여 서브스크립션에 대한 새 상태 ping 요청을 생성합니다. 서브스크립션이 있는 경우 상태 요청이 성공하고 **202 Accepted** 상태 코드가 반환됩니다.

표 11.3. 쿼리 매개변수

매개변수	유형
<subscription_id>	string

## API 응답 예

```
{"status":"ping sent"}
```

### 11.10.5.4. api/cloudNotifications/v1/health/

#### 11.10.5.4.1. HTTP 방법

#### GET api/cloudNotifications/v1/health/

##### 11.10.5.4.1.1. 설명

**cloudNotifications** REST API의 상태를 반환합니다.

## API 응답 예

```
OK
```

### 11.10.6. CLI를 사용하여 PTP 빠른 이벤트 메트릭 모니터링

**oc** CLI를 사용하여 **cloud-event-proxy** 컨테이너에서 직접 빠른 이벤트 버스 메트릭을 모니터링할 수 있습니다.



#### 참고

OpenShift Container Platform 웹 콘솔에서 PTP 빠른 이벤트 알림 메트릭도 사용할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform CLI (**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- PTP Operator를 설치하고 구성합니다.

#### 절차

1. 활성 **linuxptp-daemon** Pod 목록을 가져옵니다.

```
$ oc get pods -n openshift-ptp
```

#### 출력 예

```
NAME                READY STATUS RESTARTS AGE
linuxptp-daemon-2t78p 3/3   Running 0      8h
linuxptp-daemon-k8n88 3/3   Running 0      8h
```

2. 다음 명령을 실행하여 필요한 **cloud-event-proxy** 컨테이너의 메트릭에 액세스합니다.

```
$ oc exec -it <linuxptp-daemon> -n openshift-ptp -c cloud-event-proxy -- curl
127.0.0.1:9091/metrics
```

■

다음과 같습니다.

<linuxptp-daemon>

쿼리할 Pod를 지정 합니다(예: **linuxptp-daemon-2t78p** ).

출력 예

```
# HELP cne_amqp_events_published Metric to get number of events published by the
transport
# TYPE cne_amqp_events_published gauge
cne_amqp_events_published{address="/cluster/node/compute-
1.example.com/ptp/status",status="success"} 1041
# HELP cne_amqp_events_received Metric to get number of events received by the
transport
# TYPE cne_amqp_events_received gauge
cne_amqp_events_received{address="/cluster/node/compute-
1.example.com/ptp",status="success"} 1019
# HELP cne_amqp_receiver Metric to get number of receiver created
# TYPE cne_amqp_receiver gauge
cne_amqp_receiver{address="/cluster/node/mock",status="active"} 1
cne_amqp_receiver{address="/cluster/node/compute-1.example.com/ptp",status="active"}
1
cne_amqp_receiver{address="/cluster/node/compute-
1.example.com/redfish/event",status="active"}
...
```

### 11.10.7. 웹 콘솔에서 PTP 빠른 이벤트 메트릭 모니터링

사전 구성 및 자체 업데이트 Prometheus 모니터링 스택을 사용하여 OpenShift Container Platform 웹 콘솔에서 PTP 빠른 이벤트 메트릭을 모니터링할 수 있습니다.

사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform CLI **oc**를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

절차

1. 다음 명령을 입력하여 **cloud-event-proxy** 사이드카 컨테이너에서 사용 가능한 PTP 메트릭 목록을 반환합니다.

```
$ oc exec -it <linuxptp_daemon_pod> -n openshift-ptp -c cloud-event-proxy -- curl
127.0.0.1:9091/metrics
```

다음과 같습니다.

<linuxptp\_daemon\_pod>

쿼리할 Pod를 지정 합니다(예: **linuxptp-daemon-2t78p** ).

2. 반환된 메트릭 목록에서 쿼리할 PTP 메트릭의 이름을 복사합니다(예: **cne\_amqp\_events\_received** ).

3. OpenShift Container Platform 웹 콘솔에서 **모니터링** → **메트릭**을 클릭합니다.
4. PTP 메트릭을 **표현식** 필드에 붙여넣고 **쿼리 실행**을 클릭합니다.

#### 추가 리소스

- [메트릭 관리](#)

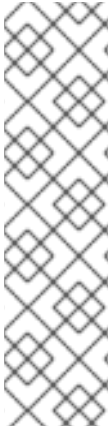
## 12장. 네트워킹 정책

### 12.1. 네트워킹 정책 정의

클러스터 관리자는 클러스터의 pod로 트래픽을 제한하는 네트워킹 정책을 정의할 수 있습니다.

#### 12.1.1. 네트워킹 정책 정의

Kubernetes 네트워킹 정책을 지원하는 CNI(Kubernetes Container Network Interface) 플러그인을 사용하는 클러스터에서 네트워킹 격리는 **NetworkPolicy** 개체에 의해서만 제어됩니다. OpenShift Container Platform 4.9에서 OpenShift SDN은 기본 네트워킹 격리 모드에서 네트워킹 정책 사용을 지원합니다.



#### 참고

OpenShift SDN 클러스터 네트워킹 공급자를 사용할 경우 네트워킹 정책과 관련하여 다음과 같은 제한 사항이 적용됩니다.

- 송신 필드에서 지정한 네트워킹 정책 **송신** 은 지원되지 않습니다. 송신 방화벽은 OpenShift SDN에서 송신 네트워킹 정책이라고도 합니다. 이것은 네트워킹 정책 송신과 동일하지 않습니다.
- IPBlock은 네트워킹 정책에서 지원되지만 **except** 절에는 지원되지 않습니다. **except** 절이 포함된 IPBlock 섹션이 포함된 정책을 생성하면 SDN Pod 로그가 경고를 생성하고 해당 정책의 전체 IPBlock 섹션이 무시됩니다.



#### 주의

네트워킹 정책은 호스트 네트워킹 네임스페이스에 적용되지 않습니다. 호스트 네트워킹이 활성화된 Pod는 네트워킹 정책 규칙의 영향을 받지 않습니다.

기본적으로 네트워킹 정책 모드에서는 다른 Pod 및 네트워킹 끝점에서 프로젝트의 모든 Pod에 액세스할 수 있습니다. 프로젝트에서 하나 이상의 Pod를 분리하기 위해 해당 프로젝트에서 **NetworkPolicy** 오브젝트를 생성하여 수신되는 연결을 표시할 수 있습니다. 프로젝트 관리자는 자신의 프로젝트 내에서 **NetworkPolicy** 오브젝트를 만들고 삭제할 수 있습니다.

하나 이상의 **NetworkPolicy** 오브젝트에서 선택기와 Pod가 일치하면 Pod는 해당 **NetworkPolicy** 오브젝트 중 하나 이상에서 허용되는 연결만 허용합니다. **NetworkPolicy** 오브젝트가 선택하지 않은 Pod에 완전히 액세스할 수 있습니다.

다음 예제 **NetworkPolicy** 오브젝트는 다양한 시나리오 지원을 보여줍니다.

- 모든 트래픽 거부:  
기본적으로 프로젝트를 거부하려면 모든 Pod와 일치하지만 트래픽을 허용하지 않는 **NetworkPolicy** 오브젝트를 추가합니다.

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: deny-by-default
```



```
spec:
  podSelector: {}
  ingress: []
```

- OpenShift Container Platform Ingress 컨트롤러의 연결만 허용합니다. 프로젝트에서 OpenShift Container Platform Ingress 컨트롤러의 연결만 허용하도록 하려면 다음 **NetworkPolicy** 개체를 추가합니다.

```
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-from-openshift-ingress
spec:
  ingress:
    - from:
      - namespaceSelector:
          matchLabels:
            network.openshift.io/policy-group: ingress
  podSelector: {}
  policyTypes:
    - Ingress
```

- 프로젝트 내 Pod 연결만 허용: Pod가 동일한 프로젝트 내 다른 Pod의 연결은 수락하지만 다른 프로젝트에 속하는 Pod의 기타 모든 연결을 거부하도록 하려면 다음 **NetworkPolicy** 오브젝트를 추가합니다.

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-same-namespace
spec:
  podSelector: {}
  ingress:
    - from:
      - podSelector: {}
```

- Pod 레이블을 기반으로 하는 HTTP 및 HTTPS 트래픽만 허용: 특정 레이블(다음 예에서 **role=frontend**)을 사용하여 Pod에 대한 HTTP 및 HTTPS 액세스만 활성화하려면 다음과 유사한 **NetworkPolicy** 오브젝트를 추가합니다.

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-http-and-https
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      role: frontend
  ingress:
    - ports:
      - protocol: TCP
        port: 80
      - protocol: TCP
        port: 443
```

- 네임스페이스와 Pod 선택기를 모두 사용하여 연결 수락:  
네임스페이스와 Pod 선택기를 결합하여 네트워크 트래픽을 일치시키려면 다음과 유사한 **NetworkPolicy** 오브젝트를 사용하면 됩니다.

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-pod-and-namespace-both
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
      name: test-pods
  ingress:
    - from:
      - namespaceSelector:
          matchLabels:
            project: project_name
        podSelector:
          matchLabels:
            name: test-pods
```

**NetworkPolicy** 오브젝트는 추가 기능이므로 여러 **NetworkPolicy** 오브젝트를 결합하여 복잡한 네트워크 요구 사항을 충족할 수 있습니다.

예를 들어, 이전 샘플에서 정의된 **NetworkPolicy** 오브젝트의 경우 동일한 프로젝트 내에서 **allow-same-namespace** 정책과 **allow-http-and-https** 정책을 모두 정의할 수 있습니다. 따라서 레이블이 **role=frontend**로 지정된 Pod는 각 정책에서 허용하는 모든 연결을 허용할 수 있습니다. 즉 동일한 네임스페이스에 있는 Pod의 모든 포트 연결과 모든 네임스페이스에 있는 Pod에서 포트 **80** 및 **443**에 대한 연결이 허용됩니다.

### 12.1.2. 네트워크 정책 최적화

네트워크 정책을 사용하여 네임스페이스 내의 라벨에 따라 서로 다른 포드를 분리합니다.



#### 참고

네트워크 정책 규칙을 효율적으로 사용하기 위한 지침은 OpenShift SDN 클러스터 네트워크 공급자에게만 적용됩니다.

**NetworkPolicy** 오브젝트를 단일 네임스페이스에서 개별 포드의 많은 수에 적용하는 것은 비효율적입니다. 포트 라벨은 IP 주소 수준에 존재하지 않으므로 네트워크 정책은 **podSelector**로 선택한 모든 포트 간에 가능한 모든 링크에 대한 별도의 OVS(Open vSwitch) 흐름 규칙을 생성합니다.

예를 들어 **NetworkPolicy** 오브젝트 내의 spec **podSelector** 및 ingress **podSelector**가 각각 200개의 포드와 일치하는 경우 40,000(200\*200)개의 OVS 흐름 규칙이 생성됩니다. 이 경우 노드가 느려질 수 있습니다.

네트워크 정책을 설계할 때 다음 지침을 참조하십시오.

- 분리해야 하는 포드 그룹을 포함하도록 네임스페이스를 사용하여 OVS 흐름 규칙의 수를 줄입니다.  
**namespaceSelector** 또는 빈 **podSelector**를 사용하여 전체 네임스페이스를 선택하는 **NetworkPolicy** 오브젝트는 네임스페이스의 VXLAN 가상 네트워크 ID(VNID)와 일치하는 단일 OVS 흐름 규칙만 생성합니다.

- 원래 네임스페이스에서 분리할 필요가 없는 포드를 유지하고, 분리해야 하는 포드를 하나 이상의 네임스페이스로 이동합니다.
- 분리된 포드에서 허용하려는 특정 트래픽을 허용하도록 추가 대상의 네임스페이스 간 네트워크 정책을 생성합니다.

### 12.1.3. 다음 단계

- [네트워크 정책 생성](#)
- 선택사항: [기본 네트워크 정책 정의](#)

### 12.1.4. 추가 리소스

- [프로젝트 및 네임스페이스](#)
- [다중 테넌트 네트워크 정책 구성](#)
- [NetworkPolicy API](#)

## 12.2. 네트워크 정책 이벤트 로깅

클러스터 관리자는 클러스터에 대한 네트워크 정책 감사 로깅을 구성하고 하나 이상의 네임스페이스에 대해 로깅을 활성화할 수 있습니다.



### 참고

네트워크 정책의 감사 로깅은 [OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자](#)에만 사용할 수 있습니다.

### 12.2.1. 네트워크 정책 감사 로깅

OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자는 OVN(Open Virtual Network) ACL을 사용하여 네트워크 정책을 관리합니다. 감사 로깅은 ACL 이벤트를 허용 및 거부합니다.

syslog 서버 또는 UNIX 도메인 소켓과 같은 네트워크 정책 감사 로그의 대상을 구성할 수 있습니다. 추가 구성에 관계없이 감사 로그는 항상 클러스터의 각 OVN-Kubernetes Pod의 **/var/log/ovn/acl-audit-log.log**에 저장됩니다.

다음 예와 같이 [k8s.ovn.org/acl-logging](https://k8s.ovn.org/acl-logging) 키로 네임스페이스에 주석을 달아 네임스페이스별로 네트워크 정책 감사 로깅을 사용할 수 있습니다.

#### 네임스페이스 주석의 예

```
kind: Namespace
apiVersion: v1
metadata:
  name: example1
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: |-
      {
        "deny": "info",
        "allow": "info"
      }
```

로깅 형식은 RFC5424에 정의된 대로 syslog와 호환됩니다. syslog 기능은 구성 가능하며 기본값은 **local0**입니다. 예제 로그 항목은 다음과 유사합니다.

### ACL 거부 로그 항목의 예

```
2021-06-13T19:33:11.590Z|00005|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-logging_deny-all",
verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,nw_dst=
10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
```

다음 표에서는 네임스페이스 주석 값에 대해 설명합니다.

표 12.1. 네트워크 정책 감사 로깅 네임스페이스 주석

주석	값
<b>k8s.ovn.org/acl-logging</b>	<p>네임스페이스에 대해 네트워크 정책 감사 로깅을 활성화하려면 <b>allow,deny</b> 또는 둘 중 하나를 지정해야 합니다.</p> <p><b>deny</b>                      선택 사항: <b>alert, warning, notice, info, debug</b>를 지정합니다.</p> <p><b>allow</b>                      선택 사항: <b>alert, warning, notice, info, debug</b>를 지정합니다.</p>

### 12.2.2. 네트워크 정책 감사 구성

감사 로깅 구성은 OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자 구성의 일부로 지정됩니다. 다음 YAML은 네트워크 정책 감사 로깅 기능의 기본값을 보여줍니다.

#### 감사 로깅 구성

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  defaultNetwork:
    ovnKubernetesConfig:
      policyAuditConfig:
        destination: "null"
        maxFileSize: 50
        rateLimit: 20
        syslogFacility: local0
```

다음 표에서는 네트워크 정책 감사 로깅을 위한 구성 필드를 설명합니다.

표 12.2. policyAuditConfig object

필드	유형	설명
<b>rateLimit</b>	integer	노드당 1초마다 생성할 최대 메시지 수입니다. 기본값은 초당 <b>20</b> 개의 메시지입니다.
<b>maxFileSize</b>	integer	감사 로그의 최대 크기(바이트)입니다. 기본값은 <b>50000000</b> 또는 <b>50 MB</b> 입니다.
<b>대상</b>	string	다음 추가 감사 로그 대상 중 하나입니다.  <b>libc</b> 호스트에서 journald 프로세스의 libc <b>syslog()</b> 함수입니다. <b>udp:&lt;host&gt;:&lt;port&gt;</b> syslog 서버입니다. <b>&lt;host&gt;:&lt;port&gt;</b> 를 syslog 서버의 호스트 및 포트로 바꿉니다. <b>unix:&lt;file&gt;</b> <b>&lt;file&gt;</b> 로 지정된 Unix Domain Socket 파일입니다. <b>null</b> 감사 로그를 추가 대상으로 보내지 마십시오.
<b>syslogFacility</b>	string	RFC5424에 정의된 <b>kern</b> 과 같은 syslog 기능입니다. 기본값은 <b>local0</b> 입니다.

### 12.2.3. 클러스터에 대한 네트워크 정책 감사 구성

클러스터 관리자는 클러스터의 네트워크 정책 감사 로깅을 사용자 지정할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

- 네트워크 정책 감사 로깅 구성을 사용자 정의하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc edit network.operator.openshift.io/cluster
```

## 작은 정보

또는 다음 YAML을 사용자 지정하고 적용하여 감사 로깅을 구성할 수 있습니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  defaultNetwork:
    ovnKubernetesConfig:
      policyAuditConfig:
        destination: "null"
        maxFileSize: 50
        rateLimit: 20
        syslogFacility: local0
```

## 검증

1. 네트워크 정책을 사용하여 네임스페이스를 생성하려면 다음 단계를 완료합니다.
  - a. 검증을 위해 네임스페이스를 생성합니다.

```
$ cat <<EOF | oc create -f -
kind: Namespace
apiVersion: v1
metadata:
  name: verify-audit-logging
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: '{ "deny": "alert", "allow": "alert" }'
EOF
```

### 출력 예

```
namespace/verify-audit-logging created
```

- b. 감사 로깅을 활성화합니다.

```
$ oc annotate namespace verify-audit-logging k8s.ovn.org/acl-logging='{ "deny": "alert",
"allow": "alert" }'
```

```
namespace/verify-audit-logging annotated
```

- c. 네임스페이스의 네트워크 정책을 생성합니다.

```
$ cat <<EOF | oc create -n verify-audit-logging -f -
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: deny-all
spec:
  podSelector:
    matchLabels:
```

```

policyTypes:
- Ingress
- Egress
---
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-from-same-namespace
spec:
  podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
  - Egress
  ingress:
  - from:
    - podSelector: {}
  egress:
  - to:
    - namespaceSelector:
        matchLabels:
          namespace: verify-audit-logging
EOF

```

#### 출력 예

```

networkpolicy.networking.k8s.io/deny-all created
networkpolicy.networking.k8s.io/allow-from-same-namespace created

```

2. **default** 네임스페이스에서 소스 트래픽에 사용할 Pod를 생성합니다.

```

$ cat <<EOF | oc create -n default -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: client
spec:
  containers:
  - name: client
    image: registry.access.redhat.com/rhel7/rhel-tools
    command: ["/bin/sh", "-c"]
    args:
      ["sleep inf"]
EOF

```

3. **verify-audit-logging** 네임스페이스에 두 개의 Pod를 생성합니다.

```

$ for name in client server; do
cat <<EOF | oc create -n verify-audit-logging -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: ${name}
spec:
  containers:
  - name: ${name}

```

```

image: registry.access.redhat.com/rhel7/rhel-tools
command: ["/bin/sh", "-c"]
args:
  ["sleep inf"]
EOF
done

```

#### 출력 예

```

pod/client created
pod/server created

```

4. 트래픽을 생성하고 네트워크 정책 감사 로그 항목을 생성하려면 다음 단계를 완료합니다.

- a. **verify-audit-logging** 네임스페이스에서 **server**라는 Pod의 IP 주소를 가져옵니다.

```
$ POD_IP=$(oc get pods server -n verify-audit-logging -o jsonpath='{.status.podIP}')
```

- b. **default** 네임스페이스에 있는 **client**라는 Pod에서 이전 명령의 IP 주소를 ping하고 모든 패킷이 삭제되었는지 확인합니다.

```
$ oc exec -it client -n default -- /bin/ping -c 2 $POD_IP
```

#### 출력 예

```

PING 10.128.2.55 (10.128.2.55) 56(84) bytes of data.

--- 10.128.2.55 ping statistics ---
2 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 2041ms

```

- c. **verify-audit-logging** 네임스페이스의 **client**라는 Pod에서 **POD\_IP** 셸 환경 변수에 저장된 IP 주소를 ping하고 모든 패킷이 허용되는지 확인합니다.

```
$ oc exec -it client -n verify-audit-logging -- /bin/ping -c 2 $POD_IP
```

#### 출력 예

```

PING 10.128.0.86 (10.128.0.86) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.128.0.86: icmp_seq=1 ttl=64 time=2.21 ms
64 bytes from 10.128.0.86: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.440 ms

--- 10.128.0.86 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.440/1.329/2.219/0.890 ms

```

5. 네트워크 정책 감사 로그의 최신 항목을 표시합니다.

```

$ for pod in $(oc get pods -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node --no-headers=true | awk '{ print $1 }') ; do
  oc exec -it $pod -n openshift-ovn-kubernetes -- tail -4 /var/log/ovn/acl-audit-log.log
done

```

#### 출력 예



Defaulting container name to ovn-controller.

Use 'oc describe pod/ovnkube-node-hdb8v -n openshift-ovn-kubernetes' to see all of the containers in this pod.

```
2021-06-13T19:33:11.590Z|00005|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-logging_deny-all", verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,
nw_dst=10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
2021-06-13T19:33:12.614Z|00006|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-logging_deny-all", verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,
nw_dst=10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
2021-06-13T19:44:10.037Z|00007|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-logging_allow-from-same-namespace_0", verdict=allow, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:3b,dl_dst=0a:58:0a:80:02:3a,nw_src=10.128.2.59,
nw_dst=10.128.2.58,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
2021-06-13T19:44:11.037Z|00008|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-logging_allow-from-same-namespace_0", verdict=allow, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:3b,dl_dst=0a:58:0a:80:02:3a,nw_src=10.128.2.59,
nw_dst=10.128.2.58,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
```

#### 12.2.4. 네임스페이스에 대한 네트워크 정책 감사 로깅 활성화

클러스터 관리자는 네임스페이스에 대한 기존 네트워크 정책 감사 로깅을 활성화할 수 있습니다.

##### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

##### 프로세스

- 네임스페이스의 네트워크 정책 감사 로깅을 활성화하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc annotate namespace <namespace> \
k8s.ovn.org/acl-logging='{ "deny": "alert", "allow": "notice" }'
```

다음과 같습니다.

##### <namespace>

네임스페이스의 이름을 지정합니다.

## 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 감사 로깅을 활성화할 수 있습니다.

```
kind: Namespace
apiVersion: v1
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: |-
      {
        "deny": "alert",
        "allow": "notice"
      }
```

## 출력 예

```
namespace/verify-audit-logging annotated
```

## 검증

- 네트워크 정책 감사 로그의 최신 항목을 표시합니다.

```
$ for pod in $(oc get pods -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node --no-headers=true | awk '{ print $1 }') ; do
  oc exec -it $pod -n openshift-ovn-kubernetes -- tail -4 /var/log/ovn/acl-audit-log.log
done
```

## 출력 예

```
2021-06-13T19:33:11.590Z|00005|acl_log(ovn_pinctrl0)|INFO|name="verify-audit-logging_deny-all", verdict=drop, severity=alert:
icmp,vlan_tci=0x0000,dl_src=0a:58:0a:80:02:39,dl_dst=0a:58:0a:80:02:37,nw_src=10.128.2.57,
nw_dst=10.128.2.55,nw_tos=0,nw_ecn=0,nw_ttl=64,icmp_type=8,icmp_code=0
```

### 12.2.5. 네임스페이스의 네트워크 정책 감사 로깅 비활성화

클러스터 관리자는 네임스페이스에 대한 네트워크 정책 감사 로깅을 비활성화할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

- 네임스페이스에 대한 네트워크 정책 감사 로깅을 비활성화하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc annotate --overwrite namespace <namespace> k8s.ovn.org/acl-logging={}
```

다음과 같습니다.

## <namespace>

네임스페이스의 이름을 지정합니다.

### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 감사 로깅을 비활성화할 수 있습니다.

```

kind: Namespace
apiVersion: v1
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/acl-logging: null

```

### 출력 예

```

namespace/verify-audit-logging annotated

```

## 12.2.6. 추가 리소스

- [네트워크 정책 정의](#)

## 12.3. 네트워크 정책 생성

**admin** 역할이 있는 사용자는 네임스페이스에 대한 네트워크 정책을 생성할 수 있습니다.

### 12.3.1. 네트워크 정책 생성

클러스터의 네임스페이스에서 허용된 수신 또는 송신 네트워크 트래픽을 설명하는 세분화된 규칙을 정의하기 위해 네트워크 정책을 생성할 수 있습니다.



#### 참고

**cluster-admin** 역할로 사용자로 로그인하는 경우 클러스터의 모든 네임스페이스에서 네트워크 정책을 생성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OVF-Kubernetes 네트워크 공급자 또는 OpenShift SDN 네트워크 공급자와 같은 **NetworkPolicy** 개체를 지원하는 클러스터 네트워크 공급자를 사용합니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 네트워크 정책이 적용되는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

#### 프로세스

1. 다음과 같이 정책 규칙을 생성합니다.

- a. **<policy\_name>.yaml** 파일을 생성합니다.

```
$ touch <policy_name>.yaml
```

다음과 같습니다.

**<policy\_name>**

네트워크 정책 파일 이름을 지정합니다.

- b. 방금 만든 파일에서 다음 예와 같이 네트워크 정책을 정의합니다.

모든 네임스페이스의 모든 Pod에서 수신 거부

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: deny-by-default
spec:
  podSelector:
  ingress: []
```

.동일한 네임 스페이스에 있는 모든 Pod의 수신 허용

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-same-namespace
spec:
  podSelector:
  ingress:
    - from:
      - podSelector: {}
```

2. 다음 명령을 실행하여 네트워크 정책 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc apply -f <policy_name>.yaml -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

**<policy\_name>**

네트워크 정책 파일 이름을 지정합니다.

**<namespace>**

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

출력 예

```
networkpolicy.networking.k8s.io/default-deny created
```



## 참고

콘솔에서 **cluster-admin** 역할을 사용하여 사용자로 로그인하는 경우 YAML 보기 또는 웹 콘솔의 양식에서 직접 클러스터의 모든 네임스페이스에서 네트워크 정책을 생성할 수 있습니다.

### 12.3.2. NetworkPolicy 오브젝트 예

다음은 예제 NetworkPolicy 오브젝트에 대한 주석입니다.

```
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-27107 1
spec:
  podSelector: 2
    matchLabels:
      app: mongodb
  ingress:
    - from:
      - podSelector: 3
        matchLabels:
          app: app
  ports: 4
    - protocol: TCP
      port: 27017
```

- 1** NetworkPolicy 오브젝트의 이름입니다.
- 2** 정책이 적용되는 Pod를 설명하는 선택기입니다. 정책 오브젝트는 NetworkPolicy 오브젝트를 정의하는 프로젝트에서 Pod만 선택할 수 있습니다.
- 3** 정책 오브젝트에서 수신 트래픽을 허용하는 Pod와 일치하는 선택기입니다. 선택기는 NetworkPolicy와 동일한 네임스페이스의 Pod와 일치합니다.
- 4** 트래픽을 허용할 하나 이상의 대상 포트 목록입니다.

### 12.3.3. 추가 리소스

- [웹 콘솔에 액세스](#)

## 12.4. 네트워크 정책 보기

**admin** 역할이 있는 사용자는 네임스페이스에 대한 네트워크 정책을 볼 수 있습니다.

### 12.4.1. 네트워크 정책 보기

네임스페이스에서 네트워크 정책을 검사할 수 있습니다.



## 참고

**cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 로그인하면 클러스터의 모든 네트워크 정책을 볼 수 있습니다.

## 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 네트워크 정책이 존재하는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

## 프로세스

- 네임스페이스의 네트워크 정책을 나열합니다.
  - 네임스페이스에 정의된 네트워크 정책 개체를 보려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get networkpolicy
```

- 선택 사항: 특정 네트워크 정책을 검사하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc describe networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

### <policy\_name>

검사할 네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

예를 들면 다음과 같습니다.

```
$ oc describe networkpolicy allow-same-namespace
```

### oc describe 명령의 출력

```
Name:      allow-same-namespace
Namespace: ns1
Created on: 2021-05-24 22:28:56 -0400 EDT
Labels:    <none>
Annotations: <none>
Spec:
  PodSelector: <none> (Allowing the specific traffic to all pods in this namespace)
  Allowing ingress traffic:
    To Port: <any> (traffic allowed to all ports)
    From:
      PodSelector: <none>
  Not affecting egress traffic
  Policy Types: Ingress
```

## 12.4.2. NetworkPolicy 오브젝트 예

다음은 예제 NetworkPolicy 오브젝트에 대한 주석입니다.

```

kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-27107 ①
spec:
  podSelector: ②
    matchLabels:
      app: mongodb
  ingress:
    - from:
      - podSelector: ③
        matchLabels:
          app: app
  ports: ④
    - protocol: TCP
      port: 27017

```

- ① NetworkPolicy 오브젝트의 이름입니다.
- ② 정책이 적용되는 Pod를 설명하는 선택기입니다. 정책 오브젝트는 NetworkPolicy 오브젝트를 정의하는 프로젝트에서 Pod만 선택할 수 있습니다.
- ③ 정책 오브젝트에서 수신 트래픽을 허용하는 Pod와 일치하는 선택기입니다. 선택기는 NetworkPolicy와 동일한 네임스페이스의 Pod와 일치합니다.
- ④ 트래픽을 허용할 하나 이상의 대상 포트 목록입니다.

## 12.5. 네트워크 정책 편집

관리자 역할이 있는 사용자는 네임스페이스에 대한 기존 네트워크 정책을 편집할 수 있습니다.

### 12.5.1. 네트워크 정책 편집

네임스페이스에서 네트워크 정책을 편집할 수 있습니다.



#### 참고

**cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 로그인하면 클러스터의 모든 네임스페이스에서 네트워크 정책을 편집할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OVF-Kubernetes 네트워크 공급자 또는 OpenShift SDN 네트워크 공급자와 같은 **NetworkPolicy** 개체를 지원하는 클러스터 네트워크 공급자를 사용합니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 네트워크 정책이 존재하는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

#### 프로세스

1. 선택 사항: 네임스페이스의 네트워크 정책 개체를 나열하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get networkpolicy
```

다음과 같습니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

2. 네트워크 정책 오브젝트를 편집합니다.

- 네트워크 정책 정의를 파일에 저장한 경우 파일을 편집하고 필요한 사항을 변경한 후 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc apply -n <namespace> -f <policy_file>.yaml
```

다음과 같습니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

#### <policy\_file>

네트워크 정책이 포함된 파일의 이름을 지정합니다.

- 네트워크 정책 개체를 직접 업데이트해야 하는 경우 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc edit networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

#### <policy\_name>

네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

3. 네트워크 정책 개체가 업데이트되었는지 확인합니다.

```
$ oc describe networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

#### <policy\_name>

네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

## 12.5.2. NetworkPolicy 오브젝트 예

다음은 예제 NetworkPolicy 오브젝트에 대한 주석입니다.



```

kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-27107 ①
spec:
  podSelector: ②
    matchLabels:
      app: mongodb
  ingress:
    - from:
      - podSelector: ③
        matchLabels:
          app: app
  ports: ④
    - protocol: TCP
      port: 27017

```

- ① NetworkPolicy 오브젝트의 이름입니다.
- ② 정책이 적용되는 Pod를 설명하는 선택기입니다. 정책 오브젝트는 NetworkPolicy 오브젝트를 정의하는 프로젝트에서 Pod만 선택할 수 있습니다.
- ③ 정책 오브젝트에서 수신 트래픽을 허용하는 Pod와 일치하는 선택기입니다. 선택기는 NetworkPolicy와 동일한 네임스페이스의 Pod와 일치합니다.
- ④ 트래픽을 허용할 하나 이상의 대상 포트 목록입니다.

### 12.5.3. 추가 리소스

- [네트워크 정책 생성](#)

## 12.6. 네트워크 정책 삭제

**admin** 역할이 있는 사용자는 네임스페이스에서 네트워크 정책을 삭제할 수 있습니다.

### 12.6.1. 네트워크 정책 삭제

네임스페이스에서 네트워크 정책을 삭제할 수 있습니다.



#### 참고

**cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 로그인하면 클러스터의 모든 네트워크 정책을 삭제할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OVF-Kubernetes 네트워크 공급자 또는 OpenShift SDN 네트워크 공급자와 같은 **NetworkPolicy** 개체를 지원하는 클러스터 네트워크 공급자를 사용합니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

- 네트워크 정책이 존재하는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

### 프로세스

- 네트워크 정책 개체를 삭제하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc delete networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

#### <policy\_name>

네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

### 출력 예

```
networkpolicy.networking.k8s.io/default-deny deleted
```

## 12.7. 프로젝트의 기본 네트워크 정책 정의

클러스터 관리자는 새 프로젝트를 만들 때 네트워크 정책을 자동으로 포함하도록 새 프로젝트 템플릿을 수정할 수 있습니다. 새 프로젝트에 대한 사용자 정의 템플릿이 아직 없는 경우에는 우선 생성해야 합니다.

### 12.7.1. 새 프로젝트의 템플릿 수정

클러스터 관리자는 사용자 정의 요구 사항을 사용하여 새 프로젝트를 생성하도록 기본 프로젝트 템플릿을 수정할 수 있습니다.

사용자 정의 프로젝트 템플릿을 만들려면:

### 프로세스

1. **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
2. 기본 프로젝트 템플릿을 생성합니다.

```
$ oc adm create-bootstrap-project-template -o yaml > template.yaml
```

3. 텍스트 편집기를 사용하여 오브젝트를 추가하거나 기존 오브젝트를 수정하여 생성된 **template.yaml** 파일을 수정합니다.
4. 프로젝트 템플릿은 **openshift-config** 네임스페이스에서 생성해야 합니다. 수정된 템플릿을 불러옵니다.

```
$ oc create -f template.yaml -n openshift-config
```

5. 웹 콘솔 또는 CLI를 사용하여 프로젝트 구성 리소스를 편집합니다.
  - 웹 콘솔에 액세스:

- i. 관리 → 클러스터 설정으로 이동합니다.
  - ii. **Configuration(구성)** 을 클릭하여 모든 구성 리소스를 확인합니다.
  - iii. 프로젝트 항목을 찾아 **YAML 편집**을 클릭합니다.
- CLI 사용:
    - i. 다음과 같이 **project.config.openshift.io/cluster** 리소스를 편집합니다.

```
$ oc edit project.config.openshift.io/cluster
```

6. **projectRequestTemplate** 및 **name** 매개변수를 포함하도록 **spec** 섹션을 업데이트하고 업로드된 프로젝트 템플릿의 이름을 설정합니다. 기본 이름은 **project-request**입니다.

#### 사용자 정의 프로젝트 템플릿이 포함된 프로젝트 구성 리소스

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Project
metadata:
  ...
spec:
  projectRequestTemplate:
    name: <template_name>
```

7. 변경 사항을 저장한 후 새 프로젝트를 생성하여 변경 사항이 성공적으로 적용되었는지 확인합니다.

### 12.7.2. 새 프로젝트 템플릿에 네트워크 정책 추가

클러스터 관리자는 네트워크 정책을 새 프로젝트의 기본 템플릿에 추가할 수 있습니다. OpenShift Container Platform은 프로젝트의 템플릿에 지정된 모든 **NetworkPolicy** 개체를 자동으로 생성합니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터는 **NetworkPolicy** 오브젝트를 지원하는 기본 CNI 네트워크 공급자(예: **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OpenShift SDN 네트워크 공급자)를 사용합니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.
- 새 프로젝트에 대한 사용자 정의 기본 프로젝트 템플릿을 생성해야 합니다.

#### 프로세스

1. 다음 명령을 실행하여 새 프로젝트의 기본 템플릿을 편집합니다.

```
$ oc edit template <project_template> -n openshift-config
```

**<project\_template>**을 클러스터에 대해 구성한 기본 템플릿의 이름으로 변경합니다. 기본 템플릿 이름은 **project-request**입니다.

2. 템플릿에서 각 **NetworkPolicy** 오브젝트를 **objects** 매개변수의 요소로 추가합니다. **objects** 매개변수는 하나 이상의 오브젝트 컬렉션을 허용합니다.  
다음 예제에서 **objects** 매개변수 컬렉션에는 여러 **NetworkPolicy** 오브젝트가 포함됩니다.

```
objects:
- apiVersion: networking.k8s.io/v1
  kind: NetworkPolicy
  metadata:
    name: allow-from-same-namespace
  spec:
    podSelector: {}
    ingress:
    - from:
      - podSelector: {}
- apiVersion: networking.k8s.io/v1
  kind: NetworkPolicy
  metadata:
    name: allow-from-openshift-ingress
  spec:
    ingress:
    - from:
      - namespaceSelector:
          matchLabels:
            network.openshift.io/policy-group: ingress
    podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
...
```

3. 선택 사항: 다음 명령을 실행하여 새 프로젝트를 생성하고 네트워크 정책 오브젝트가 생성되었는지 확인합니다.
- a. 새 프로젝트를 생성합니다.

```
$ oc new-project <project> 1
```

1 **<project>** 를 생성 중인 프로젝트의 이름으로 변경합니다.

- b. 새 프로젝트 템플릿의 네트워크 정책 오브젝트가 새 프로젝트에 있는지 확인합니다.

```
$ oc get networkpolicy
NAME                POD-SELECTOR  AGE
allow-from-openshift-ingress <none>       7s
allow-from-same-namespace <none>       7s
```

## 12.8. 네트워크 정책으로 다중 테넌트 격리 구성

클러스터 관리자는 다중 테넌트 네트워크 격리를 제공하도록 네트워크 정책을 구성할 수 있습니다.



## 참고

OpenShift SDN 클러스터 네트워크 공급자를 사용하는 경우 이 섹션에 설명된 대로 네트워크 정책을 구성하는 경우 다중 테넌트 모드와 유사하지만 네투어크 정책 모드가 설정된 네트워크 격리를 제공합니다.

### 12.8.1. 네트워크 정책을 사용하여 다중 테넌트 격리 구성

다른 프로젝트 네임스페이스의 Pod 및 서비스에서 격리하도록 프로젝트를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OVF-Kubernetes 네트워크 공급자 또는 OpenShift SDN 네트워크 공급자와 같은 **NetworkPolicy** 개체를 지원하는 클러스터 네트워크 공급자를 사용하고 있습니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 다음 **NetworkPolicy** 오브젝트를 생성합니다.
  - a. 이름이 **allow-from-openshift-ingress**인 정책입니다.

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
metadata:
  name: allow-from-openshift-ingress
spec:
  ingress:
  - from:
    - namespaceSelector:
        matchLabels:
          policy-group.network.openshift.io/ingress: ""
  podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
EOF
```



## 참고

**policy-group.network.openshift.io/ingress: ""** 는 OpenShift SDN의 기본 네임스페이스 선택기 레이블입니다. **network.openshift.io/policy-group: ingress** 네임스페이스 선택기 레이블을 사용할 수 있지만 이는 레거시 레이블입니다.

- b. 이름이 **allow-from-openshift-monitoring**인 정책:

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: NetworkPolicy
```

```

metadata:
  name: allow-from-openshift-monitoring
spec:
  ingress:
  - from:
    - namespaceSelector:
        matchLabels:
          network.openshift.io/policy-group: monitoring
  podSelector: {}
  policyTypes:
  - Ingress
EOF

```

- c. 이름이 **allow-same-namespace**인 정책:

```

$ cat << EOF | oc create -f -
kind: NetworkPolicy
apiVersion: networking.k8s.io/v1
metadata:
  name: allow-same-namespace
spec:
  podSelector:
  ingress:
  - from:
    - podSelector: {}
EOF

```

2. 선택 사항: 현재 프로젝트에 네트워크 정책이 있는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc describe networkpolicy
```

#### 출력 예

```

Name:      allow-from-openshift-ingress
Namespace: example1
Created on: 2020-06-09 00:28:17 -0400 EDT
Labels:    <none>
Annotations: <none>
Spec:
  PodSelector: <none> (Allowing the specific traffic to all pods in this namespace)
  Allowing ingress traffic:
    To Port: <any> (traffic allowed to all ports)
    From:
      NamespaceSelector: network.openshift.io/policy-group: ingress
  Not affecting egress traffic
  Policy Types: Ingress

```

```

Name:      allow-from-openshift-monitoring
Namespace: example1
Created on: 2020-06-09 00:29:57 -0400 EDT
Labels:    <none>
Annotations: <none>
Spec:
  PodSelector: <none> (Allowing the specific traffic to all pods in this namespace)

```

Allowing ingress traffic:

To Port: <any> (traffic allowed to all ports)

From:

NamespaceSelector: network.openshift.io/policy-group: monitoring

Not affecting egress traffic

Policy Types: Ingress

### 12.8.2. 다음 단계

- [기본 네트워크 정책 정의](#)

### 12.8.3. 추가 리소스

- [OpenShift SDN 네트워크 격리 모드](#)

## 13장. 다중 네트워크

### 13.1. 다중 네트워크 이해하기

Kubernetes에서 컨테이너 네트워킹은 CNI(컨테이너 네트워크 인터페이스)를 구현하는 네트워킹 플러그인에 위임됩니다.

OpenShift Container Platform은 Multus CNI 플러그인을 사용하여 CNI 플러그인 체인을 허용합니다. 클러스터 설치 중에 기본 pod 네트워크를 구성합니다. 기본 네트워크는 클러스터의 모든 일반 네트워크 트래픽을 처리합니다. 사용 가능한 CNI 플러그인을 기반으로 추가 네트워크를 정의하고 이러한 네트워크 중 하나 이상을 Pod에 연결할 수 있습니다. 필요에 따라 클러스터에 2개 이상의 추가 네트워크를 정의할 수 있습니다. 따라서 스위칭 또는 라우팅과 같은 네트워크 기능을 제공하는 pod를 구성할 때 유연성이 제공됩니다.

#### 13.1.1. 추가 네트워크 사용 시나리오

데이터 플레인 및 컨트롤 플레인 분리를 포함하여 네트워크 격리가 필요한 상황에서 추가 네트워크를 사용할 수 있습니다. 네트워크 트래픽 격리는 다음과 같은 성능 및 보안상의 이유로 유용합니다.

##### 성능

각 플레인의 트래픽 수량을 관리하기 위해 두 개의 다른 플레인으로 트래픽을 보낼 수 있습니다.

##### 보안

보안 고려 사항을 위해 특별히 관리되는 네트워크 플레인으로 중요한 트래픽을 보낼 수 있으며 테넌트 또는 고객 간에 공유되지 않아야 하는 개인 데이터를 분리할 수 있습니다.

클러스터의 모든 pod는 여전히 클러스터 전체의 기본 네트워크를 사용하여 클러스터 전체의 연결을 유지합니다. 모든 pod에는 클러스터 전체 pod 네트워크에 연결된 **eth0** 인터페이스가 있습니다. **oc exec -it <pod\_name> -- ip a** 명령을 사용하여 pod의 인터페이스를 확인할 수 있습니다. Multus CNI를 사용하는 네트워크 인터페이스를 추가하는 경우 이름은 **net1**, **net2**, ..., **netN**입니다.

Pod에 추가 네트워크 인터페이스를 연결하려면 인터페이스 연결 방법을 정의하는 구성을 생성해야 합니다. **NetworkAttachmentDefinition CR**(사용자 정의 리소스)을 사용하여 각 인터페이스를 지정합니다. 각 CR 내부의 CNI 구성은 해당 인터페이스의 생성 방법을 정의합니다.

#### 13.1.2. OpenShift Container Platform의 그룹은 중첩되지 않습니다.

OpenShift Container Platform은 클러스터에서 추가 네트워크를 생성하기 위해 다음 CNI 플러그인을 제공합니다.

- **bridge**: 동일한 호스트의 pod가 서로 및 호스트와 통신할 수 있도록 **브리지 기반 추가 네트워크를 구성합니다.**
- **host-device**: Pod가 **호스트 시스템의 물리적 이더넷 네트워크 장치에 액세스할 수 있도록 호스트 장치 추가 네트워크를 구성합니다.**
- **ipvlan**: **macvlan 기반 추가 네트워크와 유사하게 호스트의 pod가 해당 호스트의 다른 호스트 및 pod와 통신할 수 있도록 ipvlan 기반 추가 네트워크를 구성합니다.** macvlan 기반 추가 네트워크와 달리 각 pod는 상위 물리적 네트워크 인터페이스와 동일한 MAC 주소를 공유합니다.
- **macvlan**: 호스트의 pod가 **실제 네트워크 인터페이스를 사용하여 해당 호스트의 다른 호스트 및 pod와 통신할 수 있도록 macvlan 기반 추가 네트워크를 구성합니다.** macvlan 기반 추가 네트워크에 연결된 각 pod에는 고유한 MAC 주소가 제공됩니다.



- **SR-IOV**: Pod가 호스트 시스템의 SR-IOV 가능 하드웨어에서 VF(가상 기능) 인터페이스에 연결할 수 있도록 SR-IOV 기반 추가 네트워크를 구성합니다.

## 13.2. 추가 네트워크 구성

클러스터 관리자는 클러스터에 대한 추가 네트워크를 구성할 수 있습니다. 지원되는 네트워크 유형은 다음과 같습니다.

- 브릿지
- 호스트 장치
- IPVLAN
- MACVLAN

### 13.2.1. 추가 네트워크 관리 접근법

두 가지 방법으로 추가 네트워크의 라이프사이클을 관리할 수 있습니다. 각 접근 방식은 상호 배타적이며 한 번에 추가 네트워크를 관리하는 데 한 가지 접근 방식만 사용할 수 있습니다. 두 방법 모두 추가 네트워크는 사용자가 구성하는 CNI(Container Network Interface) 플러그인에 의해 관리됩니다.

추가 네트워크의 경우 추가 네트워크의 일부로 구성하는 IPAM(IP 주소 관리) CNI 플러그인을 통해 IP 주소가 프로비저닝됩니다. IPAM 플러그인은 DHCP 및 고정 할당을 포함한 다양한 IP 주소 할당 방식을 지원합니다.

- CNO(Cluster Network Operator) 구성을 수정합니다. CNO는 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 자동으로 생성하고 관리합니다. CNO는 개체 라이프사이클을 관리하는 것 외에도 DHCP에 할당된 IP 주소를 사용하는 추가 네트워크에 DHCP를 사용할 수 있습니다.
- YAML 매니페스트 적용: **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 생성하여 직접 추가 네트워크를 관리할 수 있습니다. 이 방법을 사용하면 CNI 플러그인을 연결할 수 있습니다.

### 13.2.2. 추가 네트워크 연결 구성

추가 네트워크는 **k8s.cni.cncf.io** API 그룹의 **NetworkAttachmentDefinition** API를 통해 구성됩니다.



#### 중요

이 정보는 프로젝트 관리 사용자가 액세스할 수 있으므로 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트에 민감한 정보 또는 시크릿을 저장하지 마십시오.

API의 구성은 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 13.1. **NetworkAttachmentDefinition** API fields

필드	유형	설명
<b>metadata.name</b>	<b>string</b>	추가 네트워크의 이름입니다.
<b>metadata.namespace</b>	<b>string</b>	오브젝트와 연결된 네임스페이스입니다.
<b>spec.config</b>	<b>string</b>	JSON 형식의 CNI 플러그인 구성입니다.

### 13.2.2.1. Cluster Network Operator를 통한 추가 네트워크 구성

추가 네트워크 연결 구성은 CNO(Cluster Network Operator) 구성의 일부로 지정됩니다.

다음 YAML은 CNO로 추가 네트워크를 관리하기 위한 구성 매개변수를 설명합니다.

#### CNO(Cluster Network Operator) 구성

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  # ...
  additionalNetworks: ❶
  - name: <name> ❷
    namespace: <namespace> ❸
    rawCNIConfig: |- ❹
      {
        ...
      }
  type: Raw
```

- ❶ 하나 이상의 추가 네트워크 구성으로 구성된 배열입니다.
- ❷ 생성 중인 추가 네트워크 연결의 이름입니다. 이름은 지정된 **namespace** 내에서 고유해야 합니다.
- ❸ 네트워크 연결을 생성할 네임스페이스입니다. 값을 지정하지 않으면 **default** 네임스페이스가 사용됩니다.
- ❹ JSON 형식의 CNI 플러그인 구성입니다.

### 13.2.2.2. YAML 매니페스트에서 추가 네트워크 구성

추가 네트워크의 구성은 다음 예와 같이 YAML 구성 파일에서 지정합니다.

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1
kind: NetworkAttachmentDefinition
metadata:
  name: <name> ❶
spec:
  config: |- ❷
    {
      ...
    }
```

- ❶ 생성 중인 추가 네트워크 연결의 이름입니다.
- ❷ JSON 형식의 CNI 플러그인 구성입니다.

### 13.2.3. 추가 네트워크 유형에 대한 구성

추가 네트워크의 특정 구성 필드는 다음 섹션에 설명되어 있습니다.

### 13.2.3.1. 브리지 추가 네트워크 구성

다음 오브젝트는 브릿지 CNI 플러그인의 구성 매개변수를 설명합니다.

표 13.2. 브릿지 CNI 플러그인 JSON 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>cniVersion</b>	<b>string</b>	CNI 사양 버전입니다. <b>redhat.1</b> 값이 필요합니다.
<b>name</b>	<b>string</b>	CNO 구성에 대해 이전에 제공한 <b>name</b> 매개변수의 값입니다.
<b>type</b>	<b>string</b>	
<b>bridge</b>	<b>string</b>	사용할 가상 브릿지의 이름을 지정합니다. 브릿지 인터페이스가 호스트에 없으면 생성됩니다. 기본값은 <b>cni0</b> 입니다.
<b>ipam</b>	<b>object</b>	IPAM CNI 플러그인에 대한 구성 오브젝트입니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.
<b>ipMasq</b>	<b>boolean</b>	가상 네트워크에서 전송되는 트래픽에 IP 마스커레이딩을 사용하려면 <b>true</b> 로 설정합니다. 모든 트래픽의 소스 IP 주소가 브릿지의 IP 주소로 다시 작성됩니다. 브릿지에 IP 주소가 없으면 이 설정이 적용되지 않습니다. 기본값은 <b>false</b> 입니다.
<b>isGateway</b>	<b>boolean</b>	브릿지에 IP 주소를 할당하려면 <b>true</b> 로 설정합니다. 기본값은 <b>false</b> 입니다.
<b>isDefaultGateway</b>	<b>boolean</b>	브릿지를 가상 네트워크의 기본 게이트웨이로 구성하려면 <b>true</b> 로 설정합니다. 기본값은 <b>false</b> 입니다. <b>isDefaultGateway</b> 가 <b>true</b> 로 설정되면 <b>isGateway</b> 도 자동으로 <b>true</b> 로 설정됩니다.
<b>forceAddress</b>	<b>boolean</b>	이전에 할당된 IP 주소를 가상 브릿지에 할당할 수 있도록 하려면 <b>true</b> 로 설정합니다. <b>false</b> 로 설정하면 중첩되는 하위 집합의 IPv4 주소 또는 IPv6 주소가 가상 브릿지에 지정되는 경우 오류가 발생합니다. 기본값은 <b>false</b> 입니다.
<b>hairpinMode</b>	<b>boolean</b>	가상 브릿지가 수신한 가상 포트를 통해 이더넷 프레임을 다시 보낼 수 있도록 하려면 <b>true</b> 로 설정합니다. 이 모드를 <b>반사 릴레이</b> 라고도 합니다. 기본값은 <b>false</b> 입니다.
<b>promiscMode</b>	<b>boolean</b>	브릿지에서 무차별 모드를 사용하려면 <b>true</b> 로 설정합니다. 기본값은 <b>false</b> 입니다.
<b>vlan</b>	<b>string</b>	VLAN(가상 LAN) 태그를 정수 값으로 지정합니다. 기본적으로 VLAN 태그는 할당되지 않습니다.

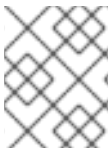
필드	유형	설명
<b>mtu</b>	<b>string</b>	최대 전송 단위(MTU)를 지정된 값으로 설정합니다. 기본값은 커널에 의해 자동으로 설정됩니다.

### 13.2.3.1.1. 브릿지 구성 예

다음 예제는 이름이 **bridge-net**인 추가 네트워크를 구성합니다.

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "work-network",
  "type": "bridge",
  "isGateway": true,
  "vlan": 2,
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

### 13.2.3.2. 호스트 장치 추가 네트워크 구성



#### 참고

**device**, **hwaddr**, **kernelpath** 또는 **pciBusID** 매개변수 중 하나만 설정하여 네트워크 장치를 지정합니다.

다음 오브젝트는 호스트 장치 CNI 플러그인의 구성 매개변수를 설명합니다.

표 13.3. 호스트 장치 CNI 플러그인 JSON 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>cniVersion</b>	<b>string</b>	CNI 사양 버전입니다. <b>redhat.1</b> 값이 필요합니다.
<b>name</b>	<b>string</b>	CNO 구성에 대해 이전에 제공한 <b>name</b> 매개변수의 값입니다.
<b>type</b>	<b>string</b>	구성할 CNI 플러그인의 이름: <b>호스트 장치</b> .
<b>device</b>	<b>string</b>	선택 사항: 장치 이름입니다(예: <b>eth0</b> ).
<b>hwaddr</b>	<b>string</b>	선택사항: 장치 하드웨어 MAC 주소입니다.
<b>kernelpath</b>	<b>string</b>	선택 사항: Linux 커널 장치 경로(예: <b>/sys/devices/pci0000:00/0000:00:1f.6</b> ).
<b>pciBusID</b>	<b>string</b>	선택사항: 네트워크 장치의 PCI 주소(예: <b>0000:00:1f.6</b> ).

### 13.2.3.2.1. 호스트 장치 구성 예

다음 예제는 이름이 **hostdev-net**인 추가 네트워크를 구성합니다.

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "work-network",
  "type": "host-device",
  "device": "eth1"
}
```

### 13.2.3.3. IPVLAN 추가 네트워크 구성

다음 오브젝트는 IPVLAN CNI 플러그인의 구성 매개변수를 설명합니다.

표 13.4. IPVLAN CNI 플러그인 JSON 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>cniVersion</b>	<b>string</b>	CNI 사양 버전입니다. <b>redhat.1</b> 값이 필요합니다.
<b>name</b>	<b>string</b>	CNO 구성에 대해 이전에 제공한 <b>name</b> 매개변수의 값입니다.
<b>type</b>	<b>string</b>	구성할 CNI 플러그인의 이름: <b>ipvlan</b> .
<b>mode</b>	<b>string</b>	가상 네트워크의 작동 모드입니다. 값은 <b>I2</b> , <b>I3</b> 또는 <b>I3s</b> 여야 합니다. 기본값은 <b>I2</b> 입니다.
<b>master</b>	<b>string</b>	네트워크 연결과 연결할 이더넷 인터페이스입니다. <b>마스터</b> 를 지정하지 않으면 기본 네트워크 경로에 대한 인터페이스가 사용됩니다.
<b>mtu</b>	<b>integer</b>	최대 전송 단위(MTU)를 지정된 값으로 설정합니다. 기본값은 커널에 의해 자동으로 설정됩니다.
<b>ipam</b>	<b>object</b>	IPAM CNI 플러그인에 대한 구성 오브젝트입니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.  <b>dhcp</b> 를 지정하지 마십시오. IPVLAN 인터페이스가 호스트 인터페이스와 MAC 주소를 공유하므로 DHCP를 사용하여 IPVLAN 구성은 지원되지 않습니다.

#### 13.2.3.3.1. ipvlan 구성 예

다음 예제는 이름이 **ipvlan-net**인 추가 네트워크를 구성합니다.

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "work-network",
  "type": "ipvlan",
  "master": "eth1",
  "mode": "I3",
  "ipam": {
```

```

    "type": "static",
    "addresses": [
      {
        "address": "192.168.10.10/24"
      }
    ]
  }
}

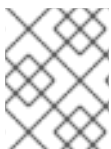
```

### 13.2.3.4. MACVLAN 추가 네트워크 구성

다음 오브젝트는 macvlan CNI 플러그인의 구성 매개변수를 설명합니다.

표 13.5. MACVLAN CNI 플러그인 JSON 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>cniVersion</b>	<b>string</b>	CNI 사양 버전입니다. <b>redhat.1</b> 값이 필요합니다.
<b>name</b>	<b>string</b>	CNO 구성에 대해 이전에 제공한 <b>name</b> 매개변수의 값입니다.
<b>type</b>	<b>string</b>	구성할 CNI 플러그인의 이름입니다. <b>macvlan</b> .
<b>mode</b>	<b>string</b>	가상 네트워크에서 트래픽 가시성을 구성합니다. <b>bridge</b> , <b>passthru</b> , <b>private</b> 또는 <b>vepa</b> 중 하나여야 합니다. 값을 입력하지 않으면 기본값은 <b>bridge</b> 입니다.
<b>master</b>	<b>string</b>	새로 생성된 macvlan 인터페이스와 연결할 호스트 네트워크 인터페이스입니다. 값을 지정하지 않으면 기본 경로 인터페이스가 사용됩니다.
<b>mtu</b>	<b>string</b>	지정된 값으로 MTU(최대 전송 단위)입니다. 기본값은 커널에 의해 자동으로 설정됩니다.
<b>ipam</b>	<b>object</b>	IPAM CNI 플러그인에 대한 구성 오브젝트입니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.



#### 참고

플러그인 구성에 대한 **마스터** 키를 지정하는 경우, 가능한 충돌을 방지하려면 기본 네트워크 플러그인과 연결된 것과 다른 물리적 네트워크 인터페이스를 사용합니다.

#### 13.2.3.4.1. macvlan 구성 예

다음 예제는 이름이 **macvlan-net**인 추가 네트워크를 구성합니다.

```

{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "macvlan-net",
  "type": "macvlan",
  "master": "eth1",

```

```

"mode": "bridge",
"ipam": {
  "type": "dhcp"
}
}

```

### 13.2.4. 추가 네트워크에 대한 IP 주소 할당 구성

IP 주소 관리(IPAM) CNI(Container Network Interface) 플러그인은 다른 CNI 플러그인에 대한 IP 주소를 제공합니다.

다음 IP 주소 할당 유형을 사용할 수 있습니다.

- 정적 할당
- DHCP 서버를 통한 동적 할당. 지정한 DHCP 서버는 추가 네트워크에서 연결할 수 있어야 합니다.
- Whereabouts IPAM CNI 플러그인을 통한 동적 할당

#### 13.2.4.1. 고정 IP 주소 할당 구성

다음 표에서는 고정 IP 주소 할당 구성에 대해 설명합니다.

표 13.6. IPAM 정적 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>type</b>	<b>string</b>	IPAM 주소 유형입니다. 값 <b>static</b> 이 필요합니다.
주소	<b>array</b>	가상 인터페이스에 할당할 IP 주소를 지정하는 개체 배열입니다. IPv4 및 IPv6 IP 주소가 모두 지원됩니다.
<b>routes</b>	<b>array</b>	Pod 내부에서 구성할 경로를 지정하는 오브젝트 배열입니다.
<b>DNS</b>	<b>array</b>	선택 사항: DNS 구성을 지정하는 개체의 배열입니다.

**addresses** 배열에는 다음 필드가 있는 오브젝트가 필요합니다.

표 13.7. `ipam.addresses[]` 배열

필드	유형	설명
<b>address</b>	<b>string</b>	지정하는 IP 주소 및 네트워크 접두사입니다. 예를 들어 <b>10.10.21.10/24</b> 를 지정하면 추가 네트워크에 IP 주소 <b>10.10.21.10</b> 이 할당되고 넷마스크는 <b>255.255.255.0</b> 입니다.
<b>gateway</b>	<b>string</b>	송신 네트워크 트래픽을 라우팅할 기본 게이트웨이입니다.

표 13.8. `ipam.routes[]` 배열

필드	유형	설명
<b>dst</b>	<b>string</b>	CIDR 형식의 IP 주소 범위(예: 기본 경로의 경우 <b>192.168.17.0/24</b> 또는 <b>0.0.0.0/0</b> )입니다.
<b>gw</b>	<b>string</b>	네트워크 트래픽이 라우팅되는 게이트웨이입니다.

표 13.9. ipam.dns 오브젝트

필드	유형	설명
<b>nameservers</b>	<b>array</b>	DNS 쿼리를 보낼 하나 이상의 IP 주소 배열입니다.
<b>domain</b>	<b>array</b>	호스트 이름에 추가할 기본 도메인입니다. 예를 들어 도메인이 <b>example.com</b> 으로 설정되면 <b>example-host</b> 에 대한 DNS 조회 쿼리가 <b>example-host.example.com</b> 으로 다시 작성됩니다.
<b>search</b>	<b>array</b>	DNS 조회 쿼리 중에 규정되지 않은 호스트 이름(예: <b>example-host</b> )에 추가할 도메인 이름 배열입니다.

고정 IP 주소 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "static",
    "addresses": [
      {
        "address": "191.168.1.7/24"
      }
    ]
  }
}
```

13.2.4.2. DHCP(동적 IP 주소) 할당 구성

다음 JSON은 DHCP를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성을 설명합니다.



## DHCP 리스 갱신

pod는 생성될 때 원래 DHCP 리스를 얻습니다. 리스는 클러스터에서 실행되는 최소 DHCP 서버 배포를 통해 주기적으로 갱신되어야 합니다.

DHCP 서버 배포를 트리거하려면 다음 예와 같이 Cluster Network Operator 구성을 편집하여 shim 네트워크 연결을 만들어야 합니다.

### shim 네트워크 연결 정의 예

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks:
  - name: dhcp-shim
    namespace: default
    type: Raw
    rawCNIConfig: |-
      {
        "name": "dhcp-shim",
        "cniVersion": "0.3.1",
        "type": "bridge",
        "ipam": {
          "type": "dhcp"
        }
      }
# ...
```

표 13.10. IPAM DHCP 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>type</b>	<b>string</b>	IPAM 주소 유형입니다. 값 <b>dhcp</b> 가 필요합니다.

### DHCP(동적 IP 주소) 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

#### 13.2.4.3. Whereabouts를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성

Whereabouts CNI 플러그인을 사용하면 DHCP 서버를 사용하지 않고도 IP 주소를 추가 네트워크에 동적으로 할당할 수 있습니다.

다음 표에서는 Whereabouts를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성을 설명합니다.

표 13.11. IPAM whereabouts 구성 개체

필드	유형	설명
type	string	IPAM 주소 유형입니다. whereabouts 가 필요한 값입니다.
범위	string	CIDR 표기법의 IP 주소 및 범위입니다. IP 주소는 이 주소 범위 내에서 할당됩니다.
제외	array	선택 사항: CIDR 표기법으로 0개 이상의 IP 주소 및 범위 목록입니다. 제외된 주소 범위 내의 IP 주소는 할당되지 않습니다.

### Whereabouts를 사용하는 동적 IP 주소 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "whereabouts",
    "range": "192.0.2.192/27",
    "exclude": [
      "192.0.2.192/30",
      "192.0.2.196/32"
    ]
  }
}
```

### 13.2.5. Cluster Network Operator로 추가 네트워크 연결 생성

CNO(Cluster Network Operator)는 추가 네트워크 정의를 관리합니다. 생성할 추가 네트워크를 지정하면 CNO가 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 자동으로 생성합니다.



#### 중요

Cluster Network Operator가 관리하는 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 편집하지 마십시오. 편집하면 추가 네트워크의 네트워크 트래픽이 중단될 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 절차

1. CNO 구성을 편집하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```

2. 다음 예제 CR과 같이 생성할 추가 네트워크의 구성을 추가하여 생성 중인 CR을 수정합니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
```

```
spec:
  # ...
  additionalNetworks:
  - name: tertiary-net
    namespace: project2
    type: Raw
    rawCNIConfig: |-
      {
        "cniVersion": "0.3.1",
        "name": "tertiary-net",
        "type": "ipvlan",
        "master": "eth1",
        "mode": "l2",
        "ipam": {
          "type": "static",
          "addresses": [
            {
              "address": "192.168.1.23/24"
            }
          ]
        }
      }
    }
```

3. 변경 사항을 저장하고 텍스트 편집기를 종료하여 변경 사항을 커밋합니다.

## 검증

- CNO가 다음 명령을 실행하여 NetworkAttachmentDefinition 오브젝트를 생성했는지 확인합니다. CNO가 오브젝트를 생성하기 전에 지연이 발생할 수 있습니다.

```
$ oc get network-attachment-definitions -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

**<namespace>**

CNO 구성에 추가한 네트워크 연결의 네임스페이스를 지정합니다.

## 출력 예

```
NAME          AGE
test-network-1 14m
```

### 13.2.6. YAML 매니페스트를 적용하여 추가 네트워크 연결 생성

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 절차

1. 다음 예와 같이 추가 네트워크 구성을 사용하여 YAML 파일을 생성합니다.

■

```

apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1
kind: NetworkAttachmentDefinition
metadata:
  name: next-net
spec:
  config: |-
    {
      "cniVersion": "0.3.1",
      "name": "work-network",
      "type": "host-device",
      "device": "eth1",
      "ipam": {
        "type": "dhcp"
      }
    }
  
```

2. 추가 네트워크를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc apply -f <file>.yaml
```

다음과 같습니다.

**<file>**

YAML 매니페스트가 포함된 파일의 이름을 지정합니다.

## 13.3. 가상 라우팅 및 전달 정보

### 13.3.1. 가상 라우팅 및 전달 정보

IP 규칙과 결합된 가상 라우팅 및 전달(VRF) 장치는 가상 라우팅 및 전달 도메인을 생성하는 기능을 제공합니다. VRF는 CNF에 필요한 권한 수를 줄이고 보조 네트워크의 네트워크 토폴로지의 가시성을 증대시킵니다. VRF는 예를 들어 각 테넌트마다 고유한 라우팅 테이블이 있고 다른 기본 게이트웨이가 필요한 멀티 테넌시 기능을 제공하는 데 사용됩니다.

프로세스는 소켓을 VRF 장치에 바인딩할 수 있습니다. 바인딩된 소켓을 통한 패킷은 VRF 장치와 연결된 라우팅 테이블을 사용합니다. VRF의 중요한 기능은 OSI 모델 레이어 3 트래픽 및 LLDP와 같은 L2 도구에만 영향을 미치지 않는다는 것입니다. 이를 통해 정책 기반 라우팅과 같은 우선순위가 높은 IP 규칙이 특정 트래픽을 지시하는 VRF 장치 규칙보다 우선합니다.

#### 13.3.1.1. 통신 운영자의 포트에 대한 보조 네트워크 이점

통신사용 사례에서 각 CNF는 동일한 주소 공간을 공유하는 여러 다른 네트워크에 잠재적으로 연결할 수 있습니다. 이러한 보조 네트워크는 클러스터의 기본 네트워크 CIDR과 잠재적으로 충돌할 수 있습니다. CNI VRF 플러그인을 사용하여 네트워크 기능은 동일한 IP 주소를 사용하여 다른 고객의 인프라에 연결할 수 있으므로 서로 다른 고객을 분리할 수 있습니다. IP 주소는 OpenShift Container Platform IP 공간과 겹치지 않게 됩니다. CNI VRF 플러그인은 CNF에 필요한 권한 수를 줄이고 보조 네트워크의 네트워크 토폴로지의 가시성을 높입니다.

## 13.4. 다중 네트워크 정책 구성

클러스터 관리자는 추가 네트워크에 대한 네트워크 정책을 구성할 수 있습니다.



## 참고

macvlan 추가 네트워크에 대해서만 다중 네트워크 정책을 지정할 수 있습니다. ipvlan과 같은 기타 유형의 추가 네트워크는 지원되지 않습니다.

### 13.4.1. 다중 네트워크 정책과 네트워크 정책의 차이점

**MultiNetworkPolicy** API는 **NetworkPolicy** API를 구현하지만 다음과 같은 몇 가지 중요한 차이점이 있습니다.

- **MultiNetworkPolicy** API를 사용해야 합니다.

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
kind: MultiNetworkPolicy
```

- CLI를 사용하여 다중 네트워크 정책과 상호 작용할 때 **multi-networkpolicy** 리소스 이름을 사용해야 합니다. 예를 들어 **oc get multi-networkpolicy <name>** 명령을 사용하여 다중 네트워크 정책 오브젝트를 볼 수 있습니다. 여기서 **<name>**은 다중 네트워크 정책의 이름입니다.
- macvlan 추가 네트워크를 정의하는 네트워크 연결 정의의 이름으로 주석을 지정해야 합니다.

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
kind: MultiNetworkPolicy
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/policy-for: <network_name>
```

다음과 같습니다.

**<network\_name>**

네트워크 연결 정의의 이름을 지정합니다.

### 13.4.2. 클러스터의 다중 네트워크 정책 활성화

클러스터 관리자는 클러스터에서 다중 네트워크 정책 지원을 활성화할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 다음 YAML을 사용하여 **multinetwork-enable-patch.yaml** 파일을 생성합니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  useMultiNetworkPolicy: true
```

2. 다중 네트워크 정책을 활성화하도록 클러스터를 구성합니다.

```
$ oc patch network.operator.openshift.io cluster --type=merge --patch-file=multinetwork-enable-patch.yaml
```

#### 출력 예

```
network.operator.openshift.io/cluster patched
```

### 13.4.3. 다중 네트워크 정책 작업

클러스터 관리자는 다중 네트워크 정책을 생성, 편집, 보기 및 삭제할 수 있습니다.

#### 13.4.3.1. 사전 요구 사항

- 클러스터에 대한 다중 네트워크 정책 지원을 활성화했습니다.

#### 13.4.3.2. 다중 네트워크 정책 생성

클러스터의 네임스페이스에서 허용된 수신 또는 송신 네트워크 트래픽을 설명하는 세분화된 규칙을 정의하기 위해 다중 네트워크 정책을 생성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OVF-Kubernetes 네트워크 공급자 또는 OpenShift SDN 네트워크 공급자와 같은 **NetworkPolicy** 개체를 지원하는 클러스터 네트워크 공급자를 사용하고 있습니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 다중 네트워크 정책이 적용되는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

#### 프로세스

1. 다음과 같이 정책 규칙을 생성합니다.

a. **<policy\_name>.yaml** 파일을 생성합니다.

```
$ touch <policy_name>.yaml
```

다음과 같습니다.

```
<policy_name>
```

다중 네트워크 정책 파일 이름을 지정합니다.

b. 방금 만든 파일에서 다음 예와 같이 다중 네트워크 정책을 정의합니다.

모든 네임스페이스의 모든 Pod에서 수신 거부

```
apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
kind: MultiNetworkPolicy
metadata:
  name: deny-by-default
```

```

  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/policy-for: <network_name>
spec:
  podSelector:
    ingress: []

```

다음과 같습니다.

### <network\_name>

네트워크 연결 정의의 이름을 지정합니다.

동일한 네임 스페이스에 있는 모든 Pod의 수신 허용

```

apiVersion: k8s.cni.cncf.io/v1beta1
kind: MultiNetworkPolicy
metadata:
  name: allow-same-namespace
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/policy-for: <network_name>
spec:
  podSelector:
    ingress:
      - from:
        - podSelector: {}

```

다음과 같습니다.

### <network\_name>

네트워크 연결 정의의 이름을 지정합니다.

- 다음 명령을 실행하여 다중 네트워크 정책 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc apply -f <policy_name>.yaml -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

### <policy\_name>

다중 네트워크 정책 파일 이름을 지정합니다.

### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

### 출력 예

```
multinetworkpolicy.k8s.cni.cncf.io/default-deny created
```



### 참고

콘솔에서 **cluster-admin** 역할을 사용하여 사용자로 로그인하는 경우 YAML 보기 또는 웹 콘솔의 양식에서 직접 클러스터의 모든 네임스페이스에서 네트워크 정책을 생성할 수 있습니다.

### 13.4.3.3. 다중 네트워크 정책 편집

네임스페이스에서 다중 네트워크 정책을 편집할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OVF-Kubernetes 네트워크 공급자 또는 OpenShift SDN 네트워크 공급자와 같은 **NetworkPolicy** 개체를 지원하는 클러스터 네트워크 공급자를 사용하고 있습니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 다중 네트워크 정책이 적용되는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

#### 프로세스

1. 선택 사항: 네임스페이스의 다중 네트워크 정책 오브젝트를 나열하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get multi-networkpolicy
```

다음과 같습니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

2. 다중 네트워크 정책 오브젝트를 편집합니다.

- 다중 네트워크 정책 정의를 파일에 저장한 경우 파일을 편집하고 필요한 사항을 변경한 후 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc apply -n <namespace> -f <policy_file>.yaml
```

다음과 같습니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

#### <policy\_file>

네트워크 정책이 포함된 파일의 이름을 지정합니다.

- 다중 네트워크 정책 오브젝트를 직접 업데이트해야 하는 경우 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc edit multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

#### <policy\_name>

네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

#### <namespace>



선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

3. 다중 네트워크 정책 오브젝트가 업데이트되었는지 확인합니다.

```
$ oc describe multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

**<policy\_name>**

다중 네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

**<namespace>**

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

#### 13.4.3.4. 다중 네트워크 정책 보기

네임스페이스에서 다중 네트워크 정책을 검사할 수 있습니다.

##### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 다중 네트워크 정책이 적용되는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

##### 프로세스

- 네임스페이스의 다중 네트워크 정책을 나열합니다.
  - 네임스페이스에 정의된 다중 네트워크 정책 오브젝트를 보려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get multi-networkpolicy
```

- 선택 사항: 특정 다중 네트워크 정책을 검사하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc describe multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

**<policy\_name>**

검사할 다중 네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

**<namespace>**

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

#### 13.4.3.5. 다중 네트워크 정책 삭제

네임스페이스에서 다중 네트워크 정책을 삭제할 수 있습니다.

##### 사전 요구 사항

- 클러스터에서 **mode: NetworkPolicy**로 설정된 OVF-Kubernetes 네트워크 공급자 또는 OpenShift SDN 네트워크 공급자와 같은 **NetworkPolicy** 개체를 지원하는 클러스터 네트워크 공급자를 사용하고 있습니다. 이 모드는 OpenShift SDN의 기본값입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 다중 네트워크 정책이 적용되는 네임스페이스에서 작업하고 있습니다.

### 프로세스

- 다중 네트워크 정책 오브젝트를 삭제하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc delete multi-networkpolicy <policy_name> -n <namespace>
```

다음과 같습니다.

#### <policy\_name>

다중 네트워크 정책의 이름을 지정합니다.

#### <namespace>

선택 사항: 오브젝트가 현재 네임스페이스와 다른 네임스페이스에 정의된 경우 이를 사용하여 네임스페이스를 지정합니다.

### 출력 예

```
multinetworkpolicy.k8s.cni.cncf.io/default-deny deleted
```

## 13.4.4. 추가 리소스

- [네트워크 정책 정의](#)
- [다중 네트워크 이해하기](#)
- [macvlan 네트워크 구성](#)

## 13.5. 추가 네트워크에 POD 연결

클러스터 사용자는 pod를 추가 네트워크에 연결할 수 있습니다.

### 13.5.1. 추가 네트워크에 Pod 추가

추가 네트워크에 Pod를 추가할 수 있습니다. Pod는 기본 네트워크를 통해 정상적인 클러스터 관련 네트워크 트래픽을 계속 전송합니다.

Pod가 생성되면 추가 네트워크가 연결됩니다. 그러나 Pod가 이미 있는 경우에는 추가 네트워크를 연결할 수 없습니다.

Pod는 추가 네트워크와 동일한 네임스페이스에 있어야 합니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.

- 클러스터에 로그인합니다.

## 프로세스

1. **Pod** 오브젝트에 주석을 추가합니다. 다음 주석 형식 중 하나만 사용할 수 있습니다.

- a. 사용자 정의 없이 추가 네트워크를 연결하려면 다음 형식으로 주석을 추가합니다.  
**<network>**를 Pod와 연결할 추가 네트워크의 이름으로 변경합니다.

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: <network>[,<network>,...] 1
```

- 1 둘 이상의 추가 네트워크를 지정하려면 각 네트워크를 쉼표로 구분합니다. 쉼표 사이에 공백을 포함하지 마십시오. 동일한 추가 네트워크를 여러 번 지정하면 Pod에 해당 네트워크에 대한 인터페이스가 여러 개 연결됩니다.

- b. 사용자 정의된 추가 네트워크를 연결하려면 다음 형식으로 주석을 추가합니다.

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
      [
        {
          "name": "<network>", 1
          "namespace": "<namespace>", 2
          "default-route": ["<default-route>"] 3
        }
      ]
```

- 1 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트에서 정의한 추가 네트워크의 이름을 지정합니다.

- 2 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트가 정의된 네임스페이스를 지정합니다.

- 3 선택 사항: 기본 경로에 대한 재정의를 지정합니다(예: **192.168.17.1**).

2. Pod를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다. **<name>**을 Pod 이름으로 교체합니다.

```
$ oc create -f <name>.yaml
```

3. 선택사항: **Pod** CR에 주석이 있는지 확인하려면 다음 명령을 입력하고 **<name>**을 Pod 이름으로 교체합니다.

```
$ oc get pod <name> -o yaml
```

다음 예에서 **example-pod** Pod는 **net1** 추가 네트워크에 연결되어 있습니다.

```
$ oc get pod example-pod -o yaml
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
```

```

annotations:
  k8s.v1.cni.cncf.io/networks: macvlan-bridge
  k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status: |- ❶
    [
      {
        "name": "openshift-sdn",
        "interface": "eth0",
        "ips": [
          "10.128.2.14"
        ],
        "default": true,
        "dns": {}
      },
      {
        "name": "macvlan-bridge",
        "interface": "net1",
        "ips": [
          "20.2.2.100"
        ],
        "mac": "22:2f:60:a5:f8:00",
        "dns": {}
      }
    ]
name: example-pod
namespace: default
spec:
  ...
status:
  ...

```

❶ **k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status** 매개변수는 JSON 오브젝트 배열입니다. 각 오브젝트는 Pod에 연결된 추가 네트워크의 상태를 설명합니다. 주석 값은 일반 텍스트 값으로 저장됩니다.

### 13.5.1.1. Pod별 주소 지정 및 라우팅 옵션 지정

추가 네트워크에 Pod를 연결할 때 특정 Pod에서 해당 네트워크에 대한 추가 속성을 지정할 수 있습니다. 이를 통해 라우팅의 일부 측면을 변경하고 고정 IP 주소 및 MAC 주소를 지정할 수 있습니다. 이를 위해 JSON 형식의 주석을 사용할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- Pod는 추가 네트워크와 동일한 네임스페이스에 있어야 합니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

주소 지정 및/또는 라우팅 옵션을 지정하는 동안 추가 네트워크에 Pod를 추가하려면 다음 단계를 완료하십시오.

1. **Pod** 리소스 정의를 편집합니다. 기존 **Pod** 리소스를 편집하는 경우 다음 명령을 실행하여 기본 편집기에서 정의를 편집합니다. **<name>**을 편집할 **Pod** 리소스의 이름으로 교체합니다.

```
$ oc edit pod <name>
```

2. Pod 리소스 정의에서 **k8s.v1.cni.cncf.io/networks** 매개 변수를 Pod **metadata** 매핑에 추가합니다. **k8s.v1.cni.cncf.io/networks**는 추가 특성을 지정하는 것 외에도 **NetworkAttachmentDefinition** Custom Resource(CR) 이름을 참조하는 오브젝트 목록의 JSON 문자열을 허용합니다.

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: '[<network>,<network>,...]' 1
```

- 1 다음 예제와 같이 **<network>**를 JSON 오브젝트로 변경합니다. 작은 따옴표를 사용해야 합니다.

3. 다음 예에서 주석은 **default-route** 매개 변수를 사용하여 기본 경로로 지정될 네트워크 연결을 지정합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: example-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: '
    {
      "name": "net1"
    },
    {
      "name": "net2", 1
      "default-route": ["192.0.2.1"] 2
    }
  '
spec:
  containers:
  - name: example-pod
    command: ["/bin/bash", "-c", "sleep 2000000000000"]
    image: centos/tools
```

- 1 **name** 키는 Pod와 연결할 추가 네트워크의 이름입니다.

- 2 **default-route** 키는 라우팅 테이블에 다른 라우팅 항목이 없는 경우 트래픽이 라우팅될 게이트웨이 값을 지정합니다. **default-route** 키가 두 개 이상 지정되면 Pod가 활성화되지 않습니다.

기본 경로는 다른 경로에 지정되지 않은 모든 트래픽이 게이트웨이로 라우팅되도록 합니다.

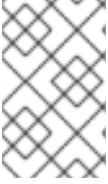


### 중요

OpenShift Container Platform의 기본 네트워크 인터페이스 이외의 인터페이스로 기본 경로를 설정하면 Pod 사이에서 트래픽이 라우팅될 것으로 예상되는 트래픽이 다른 인터페이스를 통해 라우팅될 수 있습니다.

Pod의 라우팅 속성을 확인하려면 **oc** 명령을 사용하여 Pod에서 **ip** 명령을 실행하십시오.

```
$ oc exec -it <pod_name> -- ip route
```



## 참고

JSON 형식의 오브젝트 목록에 **default-route** 키가 있으면 Pod의 **k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status**를 참조하여 어떤 추가 네트워크에 기본 경로가 할당되었는지를 확인할 수도 있습니다.

Pod의 고정 IP 주소 또는 MAC 주소를 설정하려면 JSON 형식의 주석을 사용하면 됩니다. 이를 위해서는 이러한 기능을 특별하게 허용하는 네트워크를 생성해야 합니다. 이는 다음과 같이 CNO의 rawCNIConfig에서 지정할 수 있습니다.

1. 다음 명령을 실행하여 CNO CR을 편집합니다.

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```

다음 YAML은 CNO의 구성 매개변수를 설명합니다.

### CNO(Cluster Network Operator) YAML 구성

```
name: <name> 1
namespace: <namespace> 2
rawCNIConfig: '{ 3
  ...
}'
type: Raw
```

- 1 생성 중인 추가 네트워크 연결의 이름을 지정합니다. 이름은 지정된 **namespace** 내에서 고유해야 합니다.
- 2 네트워크를 연결한 네임스페이스를 지정합니다. 값을 지정하지 않으면 **default** 네임스페이스가 사용됩니다.
- 3 다음 템플릿을 기반으로 CNI 플러그인 구성을 JSON 형식으로 지정합니다.

다음 오브젝트는 macvlan CNI 플러그인을 사용하여 고정 MAC 주소 및 IP 주소를 사용하기 위한 구성 매개변수를 설명합니다.

### 고정 IP 및 MAC 주소를 사용하는 macvlan CNI 플러그인 JSON 구성 오브젝트

```
{
  "cniVersion": "0.3.1",
  "name": "<name>", 1
  "plugins": [{ 2
    "type": "macvlan",
    "capabilities": { "ips": true }, 3
    "master": "eth0", 4
    "mode": "bridge",
    "ipam": {
      "type": "static"
    }
  }], {
    "capabilities": { "mac": true }, 5
  }
```

```

    "type": "tuning"
  }}
}

```

- 1 생성할 추가 네트워크 연결의 이름을 지정합니다. 이름은 지정된 **namespace** 내에서 고유해야 합니다.
- 2 CNI 플러그인 구성의 배열을 지정합니다. 첫 번째 오브젝트는 macvlan 플러그인 구성을 지정하고 두 번째 오브젝트는 튜닝 플러그인 구성을 지정합니다.
- 3 CNI 플러그인 런타임 구성 기능의 고정 IP 주소 기능을 사용하도록 요청하도록 지정합니다.
- 4 macvlan 플러그인이 사용하는 인터페이스를 지정합니다.
- 5 CNI 플러그인의 정적 MAC 주소 기능을 사용하도록 요청하도록 지정합니다.

그런 다음 위의 네트워크 연결을 키와 함께 JSON 형식 주석에서 참조하여 지정된 Pod에 할당할 고정 IP 및 MAC 주소를 지정할 수 있습니다.

다음을 사용하여 Pod를 편집합니다.

```
$ oc edit pod <name>
```

### 고정 IP 및 MAC 주소를 사용하는 macvlan CNI 플러그인 JSON 구성 오브젝트

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: example-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: '[
  {
    "name": "<name>", 1
    "ips": [ "192.0.2.205/24" ], 2
    "mac": "CA:FE:C0:FF:EE:00" 3
  }
]'

```

- 1 위의 **rawCNIConfig**를 구성하는 경우에는 제공되는 **<name>**을 사용해야 합니다.
- 2 서브넷 마스크를 포함하여 IP 주소를 제공합니다.
- 3 MAC 주소를 입력합니다.



### 참고

고정 IP 주소와 MAC 주소를 동시에 사용할 필요는 없으며 개별적으로 또는 함께 사용할 수 있습니다.

추가 네트워크가 있는 Pod의 IP 주소 및 MAC 속성을 확인하려면 **oc** 명령을 사용하여 Pod에서 **ip** 명령을 실행합니다.

```
$ oc exec -it <pod_name> -- ip a
```

## 13.6. 추가 네트워크에서 POD 제거

클러스터 사용자는 추가 네트워크에서 Pod를 제거할 수 있습니다.

### 13.6.1. 추가 네트워크에서 Pod 제거

Pod를 삭제해야만 추가 네트워크에서 Pod를 제거할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- Pod에 추가 네트워크가 연결되어 있어야 합니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

- Pod를 삭제하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc delete pod <name> -n <namespace>
```

- **<name>**은 Pod의 이름입니다.
- **<namespace>**는 Pod가 포함된 네임스페이스입니다.

## 13.7. 추가 네트워크 편집

클러스터 관리자는 기존 추가 네트워크의 구성을 수정할 수 있습니다.

### 13.7.1. 추가 네트워크 연결 정의 수정

클러스터 관리자는 기존 추가 네트워크를 변경할 수 있습니다. 추가 네트워크에 연결된 기존 Pod는 업데이트되지 않습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터에 추가 네트워크가 구성되어야 합니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 프로세스

클러스터의 추가 네트워크를 편집하려면 다음 단계를 완료하십시오.

1. 기본 텍스트 편집기에서 CNO(Cluster Network Operator) CR을 편집하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```



2. **additionalNetworks** 컬렉션에서 변경 내용으로 추가 네트워크를 업데이트합니다.
3. 변경 사항을 저장하고 텍스트 편집기를 종료하여 변경 사항을 커밋합니다.
4. 선택 사항: CNO에서 다음 명령을 실행하여 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 업데이트했는지 확인합니다. **<network-name>**을 표시할 추가 네트워크의 이름으로 변경합니다. CNO가 변경 사항을 반영하기 위해서 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 업데이트하기 전에 지연이 발생할 수 있습니다.

```
$ oc get network-attachment-definitions <network-name> -o yaml
```

예를 들어, 다음 콘솔 출력은 **net1**이라는 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 표시합니다.

```
$ oc get network-attachment-definitions net1 -o go-template='{{printf "%s\n" .spec.config}}'
{ "cniVersion": "0.3.1", "type": "macvlan",
  "master": "ens5",
  "mode": "bridge",
  "ipam": { "type": "static", "routes": [{"dst": "0.0.0.0/0", "gw": "10.128.2.1"}], "addresses":
  [{"address": "10.128.2.100/23", "gateway": "10.128.2.1"}], "dns": {"nameservers":
  ["172.30.0.10"], "domain": "us-west-2.compute.internal", "search": ["us-west-
  2.compute.internal"]}} }
```

## 13.8. 추가 네트워크 제거

클러스터 관리자는 추가 네트워크의 연결을 제거할 수 있습니다.

### 13.8.1. 추가 네트워크 연결 정의 제거

클러스터 관리자는 OpenShift Container Platform 클러스터에서 추가 네트워크를 제거할 수 있습니다. 추가 네트워크는 연결된 Pod에서 제거되지 않습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 절차

클러스터에서 추가 네트워크를 제거하려면 다음 단계를 완료하십시오.

1. 다음 명령을 실행하여 기본 텍스트 편집기에서 CNO(Cluster Network Operator)를 편집합니다.

```
$ oc edit networks.operator.openshift.io cluster
```

2. 제거할 네트워크 연결 정의에 대한 **additionalNetworks** 컬렉션에서 구성을 제거하여 CR을 수정합니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks: [] 1
```

**1 additionalNetworks** 컬렉션에서 유일한 추가 네트워크 첨부 파일 정의에 대한 구성 매핑을 제거하는 경우 빈 컬렉션을 지정해야 합니다.

3. 변경 사항을 저장하고 텍스트 편집기를 종료하여 변경 사항을 커밋합니다.
4. 선택 사항: 추가 네트워크 CR이 삭제되었는지 확인하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get network-attachment-definition --all-namespaces
```

## 13.9. VRF에 보조 네트워크 할당

### 13.9.1. VRF에 보조 네트워크 할당

클러스터 관리자는 CNI VRF 플러그인을 사용하여 VRF 도메인에 대한 추가 네트워크를 구성할 수 있습니다. 이 플러그인으로 생성된 가상 네트워크는 지정된 물리적 인터페이스와 연결됩니다.



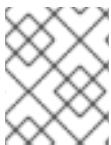
#### 참고

VRF를 사용하는 애플리케이션은 특정 장치에 바인딩해야 합니다. 일반적인 사용은 소켓에 **SO\_BINDTODEVICE** 옵션을 사용하는 것입니다. **SO\_BINDTODEVICE**는 소켓을 전달된 인터페이스 이름(예: **eth1**)에 지정된 장치에 바인딩합니다. **SO\_BINDTODEVICE**를 사용하려면 애플리케이션에 **CAP\_NET\_RAW** 기능이 있어야 합니다.

OpenShift Container Platform Pod에서는 **ip vrf exec** 명령을 통해 VRF를 사용할 수 없습니다. VRF를 사용하려면 애플리케이션을 VRF 인터페이스에 직접 바인딩합니다.

#### 13.9.1.1. CNI VRF 플러그인으로 추가 네트워크 연결 생성

CNO(Cluster Network Operator)는 추가 네트워크 정의를 관리합니다. 생성할 추가 네트워크를 지정하면 CNO가 **NetworkAttachmentDefinition** CR(사용자 정의 리소스)을 자동으로 생성합니다.



#### 참고

CNO가 관리하는 **NetworkAttachmentDefinition** CR을 편집하지 마십시오. 편집하면 추가 네트워크의 네트워크 트래픽이 중단될 수 있습니다.

CNI VRF 플러그인으로 추가 네트워크 연결을 생성하려면 다음 절차를 수행하십시오.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform CLI, oc를 설치합니다.
- cluster-admin 권한이 있는 사용자로 OpenShift 클러스터에 로그인합니다.

#### 절차

1. 추가 **Network** 연결에 사용할 네트워크 CR(사용자 정의 리소스)을 생성하고 다음 예제 CR과 같이 추가 네트워크의 **rawCNIConfig** 구성을 삽입합니다. YAML을 **additional-network-attachment.yaml** 파일로 저장합니다.

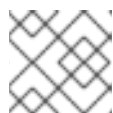
```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
```

```

metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks:
  - name: test-network-1
    namespace: additional-network-1
    type: Raw
    rawCNIConfig: '{
      "cniVersion": "0.3.1",
      "name": "macvlan-vrf",
      "plugins": [ ❶
        {
          "type": "macvlan", ❷
          "master": "eth1",
          "ipam": {
            "type": "static",
            "addresses": [
              {
                "address": "191.168.1.23/24"
              }
            ]
          }
        },
        {
          "type": "vrf",
          "vrfname": "example-vrf-name", ❸
          "table": 1001 ❹
        }
      ]
    }'

```

- ❶ **plugins**는 목록이어야 합니다. 목록의 첫 번째 항목은 VRF 네트워크를 기반으로 하는 보조 네트워크여야 합니다. 목록의 두 번째 항목은 VRF 플러그인 구성입니다.
- ❷ **type**은 **vrf**로 설정해야 합니다.
- ❸ **vrfname**은 인터페이스가 할당된 VRF의 이름입니다. 포트에 없는 경우 생성됩니다.
- ❹ 선택 사항: **table**은 라우팅 테이블 ID입니다. 기본적으로 **tableid** 매개변수가 사용됩니다. 지정하지 않으면 CNI에서 무료 라우팅 테이블 ID를 VRF에 할당합니다.



### 참고

VRF는 리소스의 유형이 **netdevice**인 경우에만 올바르게 작동합니다.

2. **Network** 리소스를 생성합니다.

```
$ oc create -f additional-network-attachment.yaml
```

3. CNO가 다음 명령을 실행하여 **NetworkAttachmentDefinition** CR을 생성했는지 확인합니다. **<namespace>**를 네트워크 연결을 구성할 때 지정한 네임스페이스(예: **additional-network-1**)로 바꿉니다.

```
$ oc get network-attachment-definitions -n <namespace>
```

출력 예

NAME	AGE
additional-network-1	14m



참고

CNO가 CR을 생성하기 전에 지연이 발생할 수 있습니다.

추가 VRF 네트워크 연결에 성공했는지 확인

VRF CNI가 올바르게 구성되어 추가 네트워크 연결이 연결되었는지 확인하려면 다음을 수행하십시오.

1. VRF CNI를 사용하는 네트워크를 생성합니다.
2. 포트에 네트워크를 할당합니다.
3. 포트 네트워크 연결이 VRF 추가 네트워크에 연결되어 있는지 확인합니다. Pod로 원격 셸을 설치하고 다음 명령을 실행합니다.

```
$ ip vrf show
```

출력 예

Name	Table
red	10

4. VRF 인터페이스가 보조 인터페이스의 마스터인지 확인합니다.

```
$ ip link
```

출력 예

```
5: net1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue master red state UP mode
```

## 14장. 하드웨어 네트워크

### 14.1. SR-IOV(SINGLE ROOT I/O VIRTUALIZATION) 하드웨어 네트워크 정보

SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 사양은 단일 장치를 여러 Pod와 공유할 수 있는 PCI 장치 할당 유형의 표준입니다.

SR-IOV를 사용하면 호스트 노드에서 물리적 기능(PF)으로 인식되는 호환 네트워크 장치를 여러 VF(가상 기능)로 분할할 수 있습니다. VF는 다른 네트워크 장치와 같이 사용됩니다. 장치의 SR-IOV 네트워크 장치 드라이버는 컨테이너에서 VF가 노출되는 방식을 결정합니다.

- **netdevice** 드라이버: 컨테이너의 **netns**에 있는 일반 커널 네트워크 장치
- **vfio-pci** 드라이버: 컨테이너에 마운트된 문자 장치

높은 대역폭 또는 짧은 대기 시간이 필요한 애플리케이션의 베어 메탈 또는 RHOSP(Red Hat OpenStack Platform) 인프라에 OpenShift Container Platform 클러스터에서 추가 네트워크와 함께 SR-IOV 네트워크 장치를 사용할 수 있습니다.

다음 명령을 사용하여 노드에서 SR-IOV를 활성화할 수 있습니다.

```
$ oc label node <node_name> feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable="true"
```

#### 14.1.1. SR-IOV 네트워크 장치를 관리하는 구성 요소

SR-IOV 네트워크 Operator는 SR-IOV 스택의 구성 요소를 생성하고 관리합니다. 다음과 같은 기능을 수행합니다.

- SR-IOV 네트워크 장치 검색 및 관리 오케스트레이션
- SR-IOV 컨테이너 네트워크 인터페이스(CNI)에 대한 **NetworkAttachmentDefinition** 사용자 정의 리소스 생성
- SR-IOV 네트워크 장치 플러그인의 구성을 생성하고 업데이트
- 노드별 **SriovNetworkNodeState** 사용자 정의 리소스 생성
- 각 **SriovNetworkNodeState** 사용자 정의 리소스에서 **spec.interfaces** 필드 업데이트

Operator는 다음 구성 요소를 프로비저닝합니다.

#### SR-IOV 네트워크 구성 데몬

SR-IOV 네트워크 Operator가 시작될 때 작업자 노드에 배포되는 데몬 세트입니다. 데몬은 클러스터에서 SR-IOV 네트워크 장치를 검색하고 초기화합니다.

#### SR-IOV 네트워크 Operator webhook

Operator 사용자 정의 리소스의 유효성을 검증하고 설정되지 않은 필드에 적절한 기본값을 설정하는 동적 승인 컨트롤러 webhook.

#### SR-IOV 네트워크 리소스 인젝터

SR-IOV VF와 같은 사용자 정의 네트워크 리소스에 대한 요청 및 제한으로 Kubernetes pod 사양을 패치하는 기능을 제공하는 동적 승인 컨트롤러 webhook. SR-IOV 네트워크 리소스 인젝터는 리소스 필드를 Pod의 첫 번째 컨테이너에 자동으로 추가합니다.

### SR-IOV 네트워크 장치 플러그인

SR-IOV 네트워크 VF(가상 기능) 리소스를 검색, 승격 및 할당하는 장치 플러그인입니다. Kubernetes에서는 장치 플러그인을 사용하여 일반적으로 물리적 장치에서 제한된 리소스를 사용할 수 있습니다. 장치 플러그인은 Kubernetes 스케줄러에 리소스 가용성을 인식하여 스케줄러가 충분한 리소스가 있는 노드에서 Pod를 예약할 수 있도록 합니다.

### SR-IOV CNI 플러그인

SR-IOV 네트워크 장치 플러그인에서 할당된 VF 인터페이스를 pod에 직접 연결하는 CNI 플러그인입니다.

### SR-IOV InfiniBand CNI 플러그인

SR-IOV 네트워크 장치 플러그인에서 할당된 IB(InfiniBand) VF 인터페이스를 pod에 직접 연결하는 CNI 플러그인입니다.



#### 참고

SR-IOV 네트워크 리소스 인젝터 및 SR-IOV 네트워크 Operator webhook는 기본적으로 활성화되어 있으며 기본 **SriovOperatorConfig** CR을 편집하여 비활성화할 수 있습니다. SR-IOV Network Operator Admission Controller 웹 후크를 비활성화할 때 주의하십시오. 문제 해결과 같은 특정 상황에서 웹 후크를 비활성화하거나 지원되지 않는 장치를 사용하려는 경우 사용할 수 있습니다.

#### 14.1.1.1. 지원되는 플랫폼

SR-IOV Network Operator는 다음 플랫폼에서 지원됩니다.

- 베어 메탈
- Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)

#### 14.1.1.2. 지원되는 장치

OpenShift Container Platform에서는 다음 네트워크 인터페이스 컨트롤러를 지원합니다.

표 14.1. 지원되는 네트워크 인터페이스 컨트롤러

제조업체	모델	벤더 ID	장치 ID
Broadcom	BCM57414	14e4	16d7
Broadcom	BCM57508	14e4	1750
Intel	X710	8086	1572
Intel	XL710	8086	1583
Intel	XXV710	8086	158b
Intel	E810-CQDA2	8086	1592
Intel	E810-2CQDA2	8086	1592

제조업체	모델	벤더 ID	장치 ID
Intel	E810-XXVDA2	8086	159b
Intel	E810-XXVDA4	8086	1593
Mellanox	MT27700 제품군 [ConnectX-4]	15b3	1013
Mellanox	MT27710 제품군 [ConnectX-4 Lx]	15b3	1015
Mellanox	MT27800 제품군 [ConnectX-5]	15b3	1017
Mellanox	MT28880 제품군 [ConnectX-5 Ex]	15b3	1019
Mellanox	MT28908 제품군 [ConnectX-6]	15b3	101b
Mellanox	MT2894 제품군 [ConnectX-6 Lx]	15b3	101f



### 참고

지원되는 카드 및 호환 가능한 OpenShift Container Platform 버전의 최신 목록은 [Openshift Single Root I/O Virtualization\(SR-IOV\) 및 PTP 하드웨어 네트워크 지원 매트릭스](#) 를 참조하십시오.

### 14.1.1.3. SR-IOV 네트워크 장치의 자동 검색

SR-IOV Network Operator는 작업자 노드에서 SR-IOV 가능 네트워크 장치를 클러스터에서 검색합니다. Operator는 호환되는 SR-IOV 네트워크 장치를 제공하는 각 작업자 노드에 대해 `SriovNetworkNodeState` CR(사용자 정의 리소스)을 생성하고 업데이트합니다.

CR에는 작업자 노드와 동일한 이름이 할당됩니다. **status.interfaces** 목록은 노드의 네트워크 장치에 대한 정보를 제공합니다.



### 중요

**SriovNetworkNodeState** 오브젝트를 수정하지 마십시오. Operator는 이러한 리소스를 자동으로 생성하고 관리합니다.

#### 14.1.1.3.1. SriovNetworkNodeState 오브젝트의 예

다음 YAML은 SR-IOV Network Operator가 생성한 **SriovNetworkNodeState** 오브젝트의 예입니다.

#### SriovNetworkNodeState 오브젝트

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodeState
metadata:
  name: node-25 1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
ownerReferences:
```

```

- apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
  blockOwnerDeletion: true
  controller: true
  kind: SriovNetworkNodePolicy
  name: default
spec:
  dpConfigVersion: "39824"
status:
  interfaces: 2
  - deviceID: "1017"
    driver: mlx5_core
    mtu: 1500
    name: ens785f0
    pciAddress: "0000:18:00.0"
    totalvfs: 8
    vendor: 15b3
  - deviceID: "1017"
    driver: mlx5_core
    mtu: 1500
    name: ens785f1
    pciAddress: "0000:18:00.1"
    totalvfs: 8
    vendor: 15b3
  - deviceID: 158b
    driver: i40e
    mtu: 1500
    name: ens817f0
    pciAddress: 0000:81:00.0
    totalvfs: 64
    vendor: "8086"
  - deviceID: 158b
    driver: i40e
    mtu: 1500
    name: ens817f1
    pciAddress: 0000:81:00.1
    totalvfs: 64
    vendor: "8086"
  - deviceID: 158b
    driver: i40e
    mtu: 1500
    name: ens803f0
    pciAddress: 0000:86:00.0
    totalvfs: 64
    vendor: "8086"
  syncStatus: Succeeded

```

1 **name** 필드의 값은 작업자 노드의 이름과 동일합니다.

2 인터페이스 스탠자에는 작업자 노드에서 Operator가 감지한 모든 SR-IOV 장치 목록이 포함되어 있습니다.

#### 14.1.1.4. Pod에서 가상 함수 사용 예

SR-IOV VF가 연결된 pod에서 RDMA(Remote Direct Memory Access) 또는 DPDK(Data Plane Development Kit) 애플리케이션을 실행할 수 있습니다.



이 예는 RDMA 모드에서 VF(가상 기능)를 사용하는 pod를 보여줍니다.

### RDMA 모드를 사용하는 Pod 사양

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: rdma-app
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: sriov-rdma-mlnx
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <RDMA_image>
    imagePullPolicy: IfNotPresent
    securityContext:
      runAsUser: 0
    capabilities:
      add: ["IPC_LOCK", "SYS_RESOURCE", "NET_RAW"]
    command: ["sleep", "infinity"]

```

다음 예는 DPDK 모드에서 VF가 있는 pod를 보여줍니다.

### DPDK 모드를 사용하는 Pod 사양

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: dpdk-app
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: sriov-dpdk-net
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <DPDK_image>
    securityContext:
      runAsUser: 0
    capabilities:
      add: ["IPC_LOCK", "SYS_RESOURCE", "NET_RAW"]
  volumeMounts:
  - mountPath: /dev/hugepages
    name: hugepage
  resources:
    limits:
      memory: "1Gi"
      cpu: "2"
      hugepages-1Gi: "4Gi"
    requests:
      memory: "1Gi"
      cpu: "2"
      hugepages-1Gi: "4Gi"
  command: ["sleep", "infinity"]
  volumes:

```

```
- name: hugepage
  emptyDir:
    medium: HugePages
```

#### 14.1.1.5. 컨테이너 애플리케이션에서 사용하는 DPDK 라이브러리

선택적 라이브러리인 **app-netutil**은 해당 포드에서 실행 중인 컨테이너 내에서 포드에 관한 네트워크 정보를 수집하기 위해 여러 API 메서드를 제공합니다.

이 라이브러리는 DPDK(Data Plane Development Kit) 모드의 SR-IOV VF(가상 기능)를 컨테이너에 통합하는 데 도움이 될 수 있습니다. 라이브러리는 Golang API와 C API를 모두 제공합니다.

현재 세 가지 API 메서드가 구현되어 있습니다.

##### GetCPUInfo()

이 함수는 컨테이너에서 사용할 수 있는 CPU를 결정하고 목록을 반환합니다.

##### GetHugepages()

이 함수는 각 컨테이너에 대해 **Pod** 사양에서 요청된 대량의 페이지 메모리의 양을 결정하고 값을 반환합니다.

##### GetInterfaces()

이 함수는 컨테이너의 인터페이스 집합을 결정하고 목록을 반환합니다. 반환 값에는 각 인터페이스에 대한 인터페이스 유형 및 유형별 데이터가 포함됩니다.

라이브러리 리포지토리에는 컨테이너 이미지 **dpdk-app-centos**를 빌드하는 샘플 Dockerfile이 포함되어 있습니다. 컨테이너 이미지는 pod 사양의 환경 변수에 따라 다음 DPDK 샘플 애플리케이션 중 하나를 실행할 수 있습니다. **I2fwd,I3wd** 또는 **testpmd**. 컨테이너 이미지는 app-netutil 라이브러리를 컨테이너 이미지 자체에 통합하는 예를 제공합니다. 라이브러리는 init 컨테이너에 통합할 수도 있습니다. init 컨테이너는 필요한 데이터를 수집하고 기존 DPDK 워크로드에 데이터를 전달할 수 있습니다.

#### 14.1.1.6. Downward API 에 대한 대규모 페이지 리소스 주입

Pod 사양에 대규모 페이지에 대한 리소스 요청 또는 제한이 포함된 경우 Network Resources Injector는 컨테이너에 대규모 페이지 정보를 제공하기 위해 Pod 사양에 Downward API 필드를 자동으로 추가합니다.

Network Resources Injector는 **podnetinfo**라는 볼륨을 추가하고 Pod의 각 컨테이너에 대해 **/etc/podnetinfo**에 마운트됩니다. 볼륨은 Downward API를 사용하며 대규모 페이지 요청 및 제한에 대한 파일을 포함합니다. 파일 이름 지정 규칙은 다음과 같습니다.

- **/etc/podnetinfo/hugepages\_1G\_request\_<container-name>**
- **/etc/podnetinfo/hugepages\_1G\_limit\_<container-name>**
- **/etc/podnetinfo/hugepages\_2M\_request\_<container-name>**
- **/etc/podnetinfo/hugepages\_2M\_limit\_<container-name>**

이전 목록에 지정된 경로는 **app-netutil** 라이브러리와 호환됩니다. 기본적으로 라이브러리는 **/etc/podnetinfo** 디렉터리에서 리소스 정보를 검색하도록 구성됩니다. Downward API 경로 항목을 수동으로 지정하도록 선택하는 경우 **app-netutil** 라이브러리는 이전 목록의 경로 외에도 다음 경로를 검색합니다.

- **/etc/podnetinfo/hugepages\_request**

- `/etc/podnetinfo/hugepages_limit`
- `/etc/podnetinfo/hugepages_1G_request`
- `/etc/podnetinfo/hugepages_1G_limit`
- `/etc/podnetinfo/hugepages_2M_request`
- `/etc/podnetinfo/hugepages_2M_limit`

Network Resources Injector에서 생성할 수 있는 경로와 마찬가지로, 이전 목록의 경로는 선택적으로 `<container-name>` 접미사로 종료할 수 있습니다.

### 14.1.2. 다음 단계

- [SR-IOV Network Operator 설치](#)
- 선택사항: [SR-IOV Network Operator 구성](#)
- [SR-IOV 네트워크 장치 구성](#)
- OpenShift Virtualization을 사용하는 경우: [가상 머신을 SR-IOV 네트워크에 연결](#)
- [SR-IOV 네트워크 연결 구성](#)
- [SR-IOV 추가 네트워크에 pod 추가](#)

## 14.2. SR-IOV NETWORK OPERATOR 설치

SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) Network Operator를 클러스터에 설치하여 SR-IOV 네트워크 장치 및 네트워크 연결을 관리할 수 있습니다.

### 14.2.1. SR-IOV Network Operator 설치

클러스터 관리자는 OpenShift Container Platform CLI 또는 웹 콘솔을 사용하여 SR-IOV Network Operator를 설치할 수 있습니다.

#### 14.2.1.1. CLI: SR-IOV Network Operator 설치

클러스터 관리자는 CLI를 사용하여 Operator를 설치할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- SR-IOV를 지원하는 하드웨어가 있는 노드로 베어 메탈 하드웨어에 설치된 클러스터.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 계정.

#### 프로세스

1. **openshift-sriov-network-operator** 네임스페이스를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: v1
```

```
kind: Namespace
metadata:
  name: openshift-sriov-network-operator
  annotations:
    workload.openshift.io/allowed: management
EOF
```

- OperatorGroup CR을 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: sriov-network-operators
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  targetNamespaces:
  - openshift-sriov-network-operator
EOF
```

- SR-IOV Network Operator를 서브스크립션합니다.

- 다음 명령을 실행하여 OpenShift Container Platform 주 버전 및 부 버전을 가져옵니다. 다음 단계의 **channel** 값에 필요합니다.

```
$ OC_VERSION=$(oc version -o yaml | grep openshiftVersion | \
  grep -o '[0-9]*[.][0-9]*' | head -1)
```

- SR-IOV Network Operator에 대한 서브스크립션 CR을 만들려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ cat << EOF | oc create -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: sriov-network-operator-subscription
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  channel: "${OC_VERSION}"
  name: sriov-network-operator
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
EOF
```

- Operator가 설치되었는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get csv -n openshift-sriov-network-operator \
  -o custom-columns=Name:.metadata.name,Phase:.status.phase
```

#### 출력 예

```
Name                               Phase
sriov-network-operator.4.9.0-202110121402  Succeeded
```

### 14.2.1.2. 웹 콘솔 : SR-IOV Network Operator 설치

클러스터 관리자는 웹 콘솔을 사용하여 Operator를 설치할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- SR-IOV를 지원하는 하드웨어가 있는 노드로 베어 메탈 하드웨어에 설치된 클러스터.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 계정.

#### 프로세스

1. SR-IOV Network Operator 설치:
  - a. OpenShift Container Platform 웹 콘솔에서 **Operator** → **OperatorHub**를 클릭합니다.
  - b. 사용 가능한 Operator 목록에서 **SR-IOV Network Operator**를 선택한 다음 **설치**를 클릭합니다.
  - c. **Operator** 설치 페이지의 **설치된 네임스페이스**에서 **Operator** 권장 네임스페이스를 선택합니다.
  - d. **설치**를 클릭합니다.
2. SR-IOV Network Operator가 설치되었는지 확인하십시오.
  - a. **Operator** → **설치된 Operator** 페이지로 이동합니다.
  - b. **SR-IOV Network Operator**가 **openshift-sriov-network-operator** 프로젝트에 **InstallSucceeded** 상태로 나열되어 있는지 확인하십시오.



#### 참고

설치 중에 Operator는 **실패** 상태를 표시할 수 있습니다. 나중에 **InstallSucceeded** 메시지와 함께 설치에 성공하면 이 **실패** 메시지를 무시할 수 있습니다.

Operator가 설치된 것으로 나타나지 않으면 다음과 같이 추가 문제 해결을 수행합니다.

- **Operator** 서브스크립션 및 **설치 계획** 탭의 **상태** 아래에서 장애 또는 오류가 있는지 점검합니다.
- **Workloads** → **Pod** 페이지로 이동하여 **openshift-sriov-network-operator** 프로젝트에서 Pod 로그를 확인하십시오.
- YAML 파일의 네임스페이스를 확인합니다. 주석이 없는 경우 다음 명령을 사용하여 주석 **workload.openshift.io/allowed=management** 를 Operator 네임스페이스에 추가할 수 있습니다.

```
$ oc annotate ns/openshift-sriov-network-operator
workload.openshift.io/allowed=management
```



**참고**

단일 노드 OpenShift 클러스터의 경우 주석 **workload.openshift.io/allowed=management** 가 네임스페이스에 필요합니다.

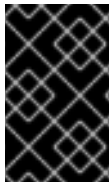
**14.2.2. 다음 단계**

- 선택사항: [SR-IOV Network Operator 구성](#)

**14.3. SR-IOV NETWORK OPERATOR 구성**

SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) Network Operator는 클러스터의 SR-IOV 네트워크 장치 및 네트워크 첨부 파일을 관리합니다.

**14.3.1. SR-IOV Network Operator 구성**



**중요**

SR-IOV Network Operator 구성 수정은 일반적으로 필요하지 않습니다. 대부분의 사용 사례에는 기본 구성이 권장됩니다. Operator의 기본 동작이 사용 사례와 호환되지 않는 경우에만 관련 구성을 수정하는 단계를 완료하십시오.

SR-IOV Network Operator는 **SriovOperatorConfig.sriovnetwork.openshift.io** CustomResourceDefinition 리소스를 추가합니다. Operator는 **openshift-sriov-network-operator** 네임스페이스에 **default** 라는 SriovOperatorConfig CR(사용자 정의 리소스)을 자동으로 생성합니다.



**참고**

**default** CR에는 클러스터에 대한 SR-IOV Network Operator 구성이 포함됩니다. Operator 구성을 변경하려면 이 CR을 수정해야 합니다.

**14.3.1.1. SR-IOV Network Operator 구성 사용자 정의 리소스**

**sriovoperatorconfig** 사용자 정의 리소스의 필드는 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 14.2. SR-IOV Network Operator 구성 사용자 정의 리소스

필드	유형	설명
<b>metadata.name</b>	<b>string</b>	SR-IOV Network Operator 인스턴스의 이름을 지정합니다. 기본 값은 <b>default</b> 입니다. 다른 값을 설정하지 마십시오.
<b>metadata.name space</b>	<b>string</b>	SR-IOV Network Operator 인스턴스의 네임스페이스를 지정합니다. 기본 값은 <b>openshift-sriov-network-operator</b> 입니다. 다른 값을 설정하지 마십시오.
<b>spec.configDaemonNodeSelector</b>	<b>string</b>	선택한 노드에서 SR-IOV 네트워크 구성 데몬 예약을 제어하는 노드 선택을 지정합니다. 기본적으로 이 필드는 설정되지 않고 Operator는 작업자 노드에 SR-IOV Network Config 데몬 세트를 배포합니다.

필드	유형	설명
<b>spec.disableDrain</b>	<b>boolean</b>	새 정책을 적용하여 노드에 NIC를 구성할 때 노드 트레이닝 프로세스를 비활성화하거나 노드 트레이닝 프로세스를 활성화할지 여부를 지정합니다. 이 필드를 <b>true</b> 로 설정하면 소프트웨어 개발 및 단일 노드에 OpenShift Container Platform을 설치할 수 있습니다. 기본적으로 이 필드는 설정되지 않습니다.  단일 노드 클러스터의 경우 Operator를 설치한 후 이 필드를 <b>true</b> 로 설정합니다. 이 필드는 <b>true</b> 로 설정되어 있어야 합니다.
<b>spec.enableNetwork</b>	<b>boolean</b>	Network Resources Injector 데몬 세트를 활성화하거나 비활성화할지 여부를 지정합니다. 기본적으로 이 필드는 <b>true</b> 로 설정됩니다.
<b>spec.enableOperatorWebhook</b>	<b>boolean</b>	Operator Admission Controller 웹 후크 데몬 세트를 활성화 또는 비활성화할지 여부를 지정합니다. 기본적으로 이 필드는 <b>true</b> 로 설정됩니다.
<b>spec.logLevel</b>	<b>integer</b>	Operator의 로그 세부 정보 표시 수준을 지정합니다. 기본 로그만 표시하려면 <b>0</b> 으로 설정합니다. 사용 가능한 로그를 모두 표시하려면 <b>2</b> 로 설정합니다. 기본적으로 이 필드는 <b>2</b> 로 설정됩니다.

#### 14.3.1.2. Network Resources Injector 정보

Network Resources Injector는 Kubernetes Dynamic Admission Controller 애플리케이션입니다. 다음과 같은 기능을 제공합니다.

- SR-IOV 네트워크 연결 정의 주석에 따라 SR-IOV 리소스 이름을 추가하기 위해 Pod 사양의 리소스 요청 및 제한 변경
- Pod 사양을 Downward API 볼륨으로 변경하여 Pod 주석, 라벨 및 대규모 페이지 요청 및 제한을 노출합니다. pod에서 실행되는 컨테이너는 **/etc/podnetinfo** 경로에 있는 파일로 노출된 정보에 액세스할 수 있습니다.

기본적으로 Network Resources Injector는 SR-IOV Network Operator에 의해 활성화되며 모든 컨트롤 플레인 노드에서 데몬 세트로 실행됩니다. 다음은 3개의 컨트롤 플레인 노드가 있는 클러스터에서 실행 중인 Network Resources Injector Pod의 예입니다.

```
$ oc get pods -n openshift-sriov-network-operator
```

출력 예

```
NAME                                READY STATUS RESTARTS AGE
network-resources-injector-5cz5p    1/1   Running 0      10m
network-resources-injector-dwqpx    1/1   Running 0      10m
network-resources-injector-lktz5    1/1   Running 0      10m
```

#### 14.3.1.3. SR-IOV 네트워크 Operator Admission Controller webhook 정보

SR-IOV 네트워크 Operator Admission Controller webhook은 Kubernetes Dynamic Admission Controller 애플리케이션입니다. 다음과 같은 기능을 제공합니다.

- **SriovNetworkNodePolicy** CR이 생성 또는 업데이트될 때 유효성 검사
- CR을 만들거나 업데이트할 때 **priority** 및 **deviceType** 필드의 기본값을 설정하여 **SriovNetworkNodePolicy** CR 변경

기본적으로 SR-IOV 네트워크 Operator Admission Controller 웹 후크는 Operator에서 활성화하며 모든 컨트롤 플레인 노드에서 데몬 세트로 실행됩니다.



**참고**

SR-IOV Network Operator Admission Controller 웹 후크를 비활성화할 때 주의하십시오. 문제 해결과 같은 특정 상황에서 웹 후크를 비활성화하거나 지원되지 않는 장치를 사용하려는 경우 사용할 수 있습니다.

다음은 3개의 컨트롤 플레인 노드가 있는 클러스터에서 실행되는 Operator Admission Controller 웹 후크 Pod의 예입니다.

```
$ oc get pods -n openshift-sriov-network-operator
```

**출력 예**

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
operator-webhook-9jkw6	1/1	Running	0	16m
operator-webhook-kbr5p	1/1	Running	0	16m
operator-webhook-rpfrl	1/1	Running	0	16m

**14.3.1.4. 사용자 정의 노드 선택기 정보**

SR-IOV Network Config 데몬은 클러스터 노드에서 SR-IOV 네트워크 장치를 검색하고 구성합니다. 기본적으로 클러스터의 모든 **worker** 노드에 배포됩니다. 노드 레이블을 사용하여 SR-IOV Network Config 데몬이 실행되는 노드를 지정할 수 있습니다.

**14.3.1.5. Network Resources Injector 비활성화 또는 활성화**

기본적으로 활성화되어 있는 Network Resources Injector를 비활성화하거나 활성화하려면 다음 절차를 완료하십시오.

**사전 요구 사항**

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- SR-IOV Network Operator가 설치되어 있어야 합니다.

**프로세스**

- **enableInjector** 필드를 설정합니다. 기능을 비활성화하려면 **<value>**를 **false**로 바꾸고 기능을 활성화하려면 **true**로 바꿉니다.



```
$ oc patch sriovoperatorconfig default \
  --type=merge -n openshift-sriov-network-operator \
  --patch '{"spec": {"enableInjector": <value> } }'
```

### 작은 정보

또는 다음 YAML을 적용하여 Operator를 업데이트할 수 있습니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovOperatorConfig
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  enableInjector: <value>
```

#### 14.3.1.6. SR-IOV 네트워크 Operator Admission Controller webhook 비활성화 또는 활성화

Admission Controller webhook를 비활성화하거나 활성화하려면(기본적으로 활성화되어 있음) 다음 절차를 완료하십시오.

##### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- SR-IOV Network Operator가 설치되어 있어야 합니다.

##### 프로세스

- **enableOperatorWebhook** 필드를 설정합니다. 기능을 비활성화하려면 **<value>**를 **false**로 바꾸고 활성화하려면 **true**로 바꿉니다.

```
$ oc patch sriovoperatorconfig default --type=merge \
  -n openshift-sriov-network-operator \
  --patch '{"spec": {"enableOperatorWebhook": <value> } }'
```

### 작은 정보

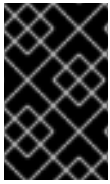
또는 다음 YAML을 적용하여 Operator를 업데이트할 수 있습니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovOperatorConfig
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  enableOperatorWebhook: <value>
```

#### 14.3.1.7. SR-IOV Network Config 데몬에 대한 사용자 정의 NodeSelector 구성

SR-IOV Network Config 데몬은 클러스터 노드에서 SR-IOV 네트워크 장치를 검색하고 구성합니다. 기본적으로 클러스터의 모든 **worker** 노드에 배포됩니다. 노드 레이블을 사용하여 SR-IOV Network Config 데몬이 실행되는 노드를 지정할 수 있습니다.

SR-IOV Network Config 데몬이 배포된 노드를 지정하려면 다음 절차를 완료하십시오.



### 중요

**configDaemonNodeSelector** 필드를 업데이트하면 선택한 각 노드에서 SR-IOV Network Config 데몬이 다시 생성됩니다. 데몬이 다시 생성되는 동안 클러스터 사용자는 새로운 SR-IOV 네트워크 노드 정책을 적용하거나 새로운 SR-IOV Pod를 만들 수 없습니다.

### 절차

- Operator의 노드 선택기를 업데이트하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch sriovoperatorconfig default --type=json \
-n openshift-sriov-network-operator \
--patch '[{
  "op": "replace",
  "path": "/spec/configDaemonNodeSelector",
  "value": {<node_label>}
}]'
```

**"node-role.kubernetes.io/worker": ""**에서와 같이 적용하려면 **<node\_label>**을 레이블로 바꿉니다.

### 작은 정보

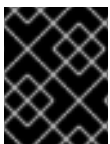
또는 다음 YAML을 적용하여 Operator를 업데이트할 수 있습니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovOperatorConfig
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  configDaemonNodeSelector:
    <node_label>
```

#### 14.3.1.8. 단일 노드 설치를 위한 SR-IOV Network Operator 구성

기본적으로 SR-IOV Network Operator는 모든 정책이 변경되기 전에 노드에서 워크로드를 트레이닝합니다. Operator는 이 작업을 수행하여 재구성 전에 가상 기능을 사용하는 워크로드가 없는지 확인합니다.

단일 노드에 설치하는 경우 워크로드를 수신할 다른 노드가 없습니다. 결과적으로 Operator는 단일 노드에서 워크로드를 트레이닝하지 않도록 구성해야 합니다.



### 중요

워크로드를 트레이닝하지 않도록 다음 절차를 수행한 후 SR-IOV 네트워크 노드 정책을 변경하기 전에 SR-IOV 네트워크 인터페이스를 사용하는 워크로드를 제거해야 합니다.

## 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- SR-IOV Network Operator가 설치되어 있어야 합니다.

## 절차

- **disableDrain** 필드를 **true** 로 설정하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch sriovoperatorconfig default --type=merge \
  -n openshift-sriov-network-operator \
  --patch '{"spec": {"disableDrain": true }}'
```

## 작은 정보

또는 다음 YAML을 적용하여 Operator를 업데이트할 수 있습니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovOperatorConfig
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  disableDrain: true
```

### 14.3.2. 다음 단계

- [SR-IOV 네트워크 장치 구성](#)

## 14.4. SR-IOV 네트워크 장치 구성

클러스터에서 SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 장치를 구성할 수 있습니다.

### 14.4.1. SR-IOV 네트워크 노드 구성 오브젝트

SR-IOV 네트워크 노드 정책을 생성하여 노드의 SR-IOV 네트워크 장치 구성을 지정합니다. 정책의 API 오브젝트는 **sriovnetwork.openshift.io** API 그룹의 일부입니다.

다음 YAML은 SR-IOV 네트워크 노드 정책을 설명합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: <name> ①
  namespace: openshift-sriov-network-operator ②
spec:
  resourceName: <sriov_resource_name> ③
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true" ④
  priority: <priority> ⑤
```

```

mtu: <mtu> 6
needVhostNet: false 7
numVfs: <num> 8
nicSelector: 9
  vendor: "<vendor_code>" 10
  deviceID: "<device_id>" 11
  pfNames: ["<pf_name>", ...] 12
  rootDevices: ["<pci_bus_id>", ...] 13
  netFilter: "<filter_string>" 14
deviceType: <device_type> 15
isRdma: false 16
linkType: <link_type> 17
    
```

- 1 사용자 정의 리소스 오브젝트의 이름입니다.
- 2 SR-IOV Network Operator가 설치된 네임스페이스입니다.
- 3 SR-IOV 네트워크 장치 플러그인의 리소스 이름입니다. 리소스 이름에 대한 SR-IOV 네트워크 노드 정책을 여러 개 생성할 수 있습니다.
- 4 노드 선택기는 구성할 노드를 지정합니다. 선택한 노드의 SR-IOV 네트워크 장치만 구성됩니다. SR-IOV CNI(Container Network Interface) 플러그인 및 장치 플러그인은 선택한 노드에만 배포됩니다.
- 5 선택 사항: 우선순위는 0에서 99 사이의 정수 값입니다. 작은 값은 우선순위가 높습니다. 예를 들어 우선순위 10은 우선순위 99보다 높습니다. 기본값은 99입니다.
- 6 선택사항: 가상 기능의 최대 전송 단위(MTU)입니다. 최대 MTU 값은 네트워크 인터페이스 컨트롤러(NIC) 모델마다 다를 수 있습니다.
- 7 선택 사항: pod에 /dev/vhost-net 장치를 마운트하려면 needVhostNet을 true로 설정합니다. DPDK(Data Plane Development Kit)와 함께 마운트된 /dev/vhost-net 장치를 사용하여 트래픽을 커널 네트워크 스택으로 전달합니다.
- 8 SR-IOV 물리적 네트워크 장치에 생성할 VF(가상 기능) 수입입니다. Intel NIC(Network Interface Controller)의 경우 VF 수는 장치에서 지원하는 총 VF보다 클 수 없습니다. Mellanox NIC의 경우 VF 수는 128보다 클 수 없습니다.
- 9 NIC 선택기는 Operator가 구성할 장치를 식별합니다. 모든 매개변수에 값을 지정할 필요는 없습니다. 실수로 장치를 선택하지 않도록 네트워크 장치를 정확하게 파악하는 것이 좋습니다.  
  
rootDevices를 지정하면 vendor, deviceID 또는 pfNames의 값도 지정해야 합니다. pfNames와 rootDevices를 동시에 지정하는 경우 동일한 장치를 참조하는지 확인하십시오. netFilter의 값을 지정하는 경우 네트워크 ID가 고유하므로 다른 매개변수를 지정할 필요가 없습니다.
- 10 선택 사항: SR-IOV 네트워크 장치의 벤더 16진수 코드입니다. 허용되는 값은 8086 및 15b3입니다.
- 11 선택사항: SR-IOV 네트워크 장치의 장치 16진수 코드입니다. 예를 들어 101b는 Mellanox ConnectX-6 장치의 장치 ID입니다.
- 12 선택사항: 장치에 대해 하나 이상의 물리적 기능(PF) 이름으로 구성된 배열입니다.
- 13 선택 사항: 장치의 PF에 대해 하나 이상의 PCI 버스 주소로 구성된 배열입니다. 주소를 0000:02: 00.1 형식으로 입력합니다.
- 14 선택 사항: 플랫폼별 네트워크 필터입니다. 지원되는 유일한 플랫폼은 RHOSP(Red Hat OpenStack Platform)입니다. 허용 가능한 값은 다음 형식을 사용합니다. openstack/NetworkID:xxxxxxx-

.....  
 XXXX-XXXX-XXXX-XXXXXXXXXXXX. XXXXXXXX-XXXX-XXXX-XXXX-XXXXXXXXXXXX를  
 /var/config/openstack/latest/network\_data.json 메타데이터 파일의 값으로 바꿉니다.

- 15 선택사항: 가상 기능의 드라이버 유형입니다. 허용되는 값은 **netdevice** 및 **vfio-pci**입니다. 기본값은 **netdevice**입니다.

베어 메탈 노드의 DPDK 모드에서 Mellanox NIC가 작동하려면 **netdevice** 드라이버 유형을 사용하고 **isRdma**를 **true**로 설정합니다.

- 16 선택 사항: 원격 직접 메모리 액세스(RDMA) 모드를 활성화할지 여부를 구성합니다. 기본값은 **false**입니다.

**isRdma** 매개변수가 **true**로 설정된 경우 RDMA 사용 VF를 일반 네트워크 장치로 계속 사용할 수 있습니다. 어느 모드에서나 장치를 사용할 수 있습니다.

**isRdma**를 **true**로 설정하고 추가로 **needVhostNet**을 **true**로 설정하여 Fast Datapath DPDK 애플리케이션에서 사용할 Mellanox NIC를 구성합니다.

- 17 선택사항: VF의 링크 유형입니다. 기본값은 이더넷의 경우 **eth**입니다. InfiniBand의 경우 이 값을 **ib**로 변경합니다.

**linkType**을 **ib**로 설정하면 **isRdma**가 SR-IOV Network Operator 웹 후크에 의해 자동으로 **true**로 설정됩니다. **linkType**을 **ib**로 설정하면 **deviceType**을 **vfio-pci**로 설정해서는 안 됩니다.

장치 플러그인에서 보고한 사용 가능한 장치 수가 잘못될 수 있으므로, **SriovNetworkNodePolicy**의 경우 **linkType**을 **eth**로 설정하지 마십시오.

#### 14.4.1.1. SR-IOV 네트워크 노드 구성 예

다음 예제에서는 InfiniBand 장치의 구성을 설명합니다.

##### InfiniBand 장치의 구성 예

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-ib-net-1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: ibnic1
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 4
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "101b"
  rootDevices:
    - "0000:19:00.0"
  linkType: ib
  isRdma: true
```

다음 예제에서는 RHOSP 가상 머신의 SR-IOV 네트워크 장치에 대한 구성을 설명합니다.

##### 가상 머신의 SR-IOV 장치 구성 예

■

```

apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-sriov-net-openstack-1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: sriovnic1
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 1 ❶
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "101b"
    netFilter: "openstack/NetworkID:ea24bd04-8674-4f69-b0ee-fa0b3bd20509" ❷

```

- ❶ 가상 머신에 대한 노드 네트워크 정책을 구성할 때 **numVfs** 필드는 항상 **1**로 설정됩니다.
- ❷ 가상 머신이 RHOSP에 배포될 때 **netFilter** 필드는 네트워크 ID를 참조해야 합니다. **netFilter**의 유효한 값은 **SriovNetworkNodeState** 오브젝트에서 사용할 수 있습니다.

#### 14.4.1.2. SR-IOV 장치의 VF(가상 기능) 파티셔닝

경우에 따라 동일한 물리적 기능(PF)의 VF(가상 기능)를 여러 리소스 풀로 분할할 수 있습니다. 예를 들어, 일부 VF를 기본 드라이버로 로드하고 나머지 VF를 **vfio-pci** 드라이버로 로드할 수 있습니다. 이러한 배포에서 **SriovNetworkNodePolicy** CR(사용자 정의 리소스)의 **pfNames** 선택기를 사용하여 **<pfname>#<first\_vf>-<last\_vf>** 형식을 사용하여 풀의 VF 범위를 지정할 수 있습니다.

예를 들어 다음 YAML은 VF **2**에서 **7**까지의 **netpf0** 인터페이스에 대한 선택기를 보여줍니다.

```
pfNames: ["netpf0#2-7"]
```

- **netpf0**은 PF 인터페이스 이름입니다.
- **2**는 범위에 포함된 첫 번째 VF 인덱스(0 기반)입니다.
- **7**은 범위에 포함된 마지막 VF 인덱스(0 기반)입니다.

다음 요구 사항이 충족되면 다른 정책 CR을 사용하여 동일한 PF에서 VF를 선택할 수 있습니다.

- 동일한 PF를 선택하는 정책의 경우 **numVfs** 값이 동일해야 합니다.
- VF 색인은 **0**에서 **<numVfs>-1**까지의 범위 내에 있어야 합니다. 예를 들어, **numVfs**가 **8**로 설정된 정책이 있는 경우 **<first\_vf>** 값은 **0**보다 작아야 하며 **<last\_vf>**는 **7**보다 크지 않아야 합니다.
- 다른 정책의 VF 범위는 겹치지 않아야 합니다.
- **<first\_vf>**는 **<last\_vf>**보다 클 수 없습니다.

다음 예는 SR-IOV 장치의 NIC 파티셔닝을 보여줍니다.

정책 **policy-net-1**은 기본 VF 드라이버와 함께 PF **netpf0**의 VF **0**을 포함하는 리소스 풀 **net-1**을 정의합니다. 정책 **policy-net-1-dpdk**는 **vfio** VF 드라이버와 함께 PF **netpf0**의 VF **8 ~ 15**를 포함하는 리소스 풀 **net-1-dpdk**를 정의합니다.

정책 **policy-net-1**:

```

apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-net-1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: net1
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 16
  nicSelector:
    pfNames: ["netpf0#0-0"]
  deviceType: netdevice

```

#### 정책 **policy-net-1-dpdk**:

```

apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-net-1-dpdk
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: net1dpdk
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 16
  nicSelector:
    pfNames: ["netpf0#8-15"]
  deviceType: vfio-pci

```

### 14.4.2. SR-IOV 네트워크 장치 구성

SR-IOV Network Operator는 **SriovNetworkNodePolicy.sriovnetwork.openshift.io** CustomResourceDefinition을 OpenShift Container Platform에 추가합니다. SriovNetworkNodePolicy CR(사용자 정의 리소스)을 만들어 SR-IOV 네트워크 장치를 구성할 수 있습니다.



#### 참고

**SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트에 지정된 구성을 적용하면 SR-IOV Operator가 노드를 비우고 경우에 따라 노드를 재부팅할 수 있습니다.

구성 변경 사항을 적용하는 데 몇 분이 걸릴 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.
- SR-IOV Network Operator가 설치되어 있습니다.
- 비운 노드에서 제거된 워크로드를 처리하기 위해 클러스터에 사용 가능한 노드가 충분합니다.
- SR-IOV 네트워크 장치 구성에 대한 컨트롤 플레인 노드를 선택하지 않았습니다.

## 절차

1. **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성한 후 YAML을 `<name>-sriov-node-network.yaml` 파일에 저장합니다. `<name>`을 이 구성의 이름으로 바꿉니다.
2. 선택 사항: SR-IOV 가능 클러스터 노드에 **SriovNetworkNodePolicy.Spec.NodeSelector** 레이블이 지정되지 않은 경우 레이블을 지정합니다. 노드 레이블링에 대한 자세한 내용은 "노드에서 라벨을 업데이트하는 방법"을 참조하십시오.
3. **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f <name>-sriov-node-network.yaml
```

`<name>`은 이 구성의 이름을 지정합니다.

구성 업데이트를 적용하면 **sriov-network-operator** 네임스페이스의 모든 Pod가 **Running** 상태로 전환됩니다.

4. SR-IOV 네트워크 장치가 구성되어 있는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다. `<node_name>`을 방금 구성한 SR-IOV 네트워크 장치가 있는 노드 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc get sriovnetworknodestates -n openshift-sriov-network-operator <node_name> -o jsonpath='{.status.syncStatus}'
```

## 추가 리소스

- [노드에서 라벨을 업데이트하는 방법 이해](#)

### 14.4.3. SR-IOV 구성 문제 해결

SR-IOV 네트워크 장치를 구성하는 절차를 수행한 후 다음 섹션에서는 일부 오류 조건을 다룹니다.

노드 상태를 표시하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get sriovnetworknodestates -n openshift-sriov-network-operator <node_name>
```

여기서 `<node_name>`은 SR-IOV 네트워크 장치가 있는 노드의 이름을 지정합니다.

#### 오류 출력: 메모리를 할당할 수 없음

```
"lastSyncError": "write /sys/bus/pci/devices/0000:3b:00.1/sriov_numvfs: cannot allocate memory"
```

노드가 메모리를 할당할 수 없음을 나타내는 경우 다음 항목을 확인합니다.

- 글로벌 SR-IOV 설정이 노드의 BIOS에서 활성화되어 있는지 확인합니다.
- BIOS에서 노드에 대해 VT-d가 활성화되어 있는지 확인합니다.

### 14.4.4. SR-IOV 네트워크를 VRF에 할당

클러스터 관리자는 CNI VRF 플러그인을 사용하여 SR-IOV 네트워크 인터페이스를 VRF 도메인에 할당할 수 있습니다.

이렇게 하려면 **SriovNetwork** 리소스의 선택적 **metaPlugins** 매개변수에 VRF 구성을 추가합니다.





## 참고

VRF를 사용하는 애플리케이션은 특정 장치에 바인딩해야 합니다. 일반적인 사용은 소켓에 **SO\_BINDTODEVICE** 옵션을 사용하는 것입니다. **SO\_BINDTODEVICE**는 소켓을 전달된 인터페이스 이름(예: **eth1**)에 지정된 장치에 바인딩합니다. **SO\_BINDTODEVICE**를 사용하면 애플리케이션에 **CAP\_NET\_RAW** 기능이 있어야 합니다.

OpenShift Container Platform Pod에서는 **ip vrf exec** 명령을 통해 VRF를 사용할 수 없습니다. VRF를 사용하려면 애플리케이션을 VRF 인터페이스에 직접 바인딩합니다.

### 14.4.4.1. CNI VRF 플러그인으로 추가 SR-IOV 네트워크 연결 생성

SR-IOV Network Operator는 추가 네트워크 정의를 관리합니다. 생성할 추가 SR-IOV 네트워크를 지정하면 SR-IOV Network Operator가 **NetworkAttachmentDefinition** CR(사용자 정의 리소스)을 자동으로 생성합니다.



## 참고

SR-IOV Network Operator가 관리하는 **NetworkAttachmentDefinition** 사용자 정의 리소스를 편집하지 마십시오. 편집하면 추가 네트워크의 네트워크 트래픽이 중단될 수 있습니다.

CNI VRF 플러그인으로 추가 SR-IOV 네트워크 연결을 생성하려면 다음 절차를 수행합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform CLI, oc를 설치합니다.
- cluster-admin 역할의 사용자로 OpenShift Container Platform 클러스터에 로그인합니다.

#### 절차

1. 추가 SR-IOV 네트워크 연결에 대한 **SriovNetwork** CR(사용자 정의 리소스)을 생성하고 다음 예제 CR과 같이 **metaPlugins** 구성을 삽입합니다. YAML을 **sriov-network-attachment.yaml** 파일로 저장합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: example-network
  namespace: additional-sriov-network-1
spec:
  ipam: |
    {
      "type": "host-local",
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "routes": [{
        "dst": "0.0.0.0/0"
      }],
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
  vlan: 0
  resourceName: intelnic
```

```
metaPlugins : |
  {
    "type": "vrf", ❶
    "vrfname": "example-vrf-name" ❷
  }
```

- ❶ **type**은 **vrf**로 설정해야 합니다.
- ❷ **vrfname**은 인터페이스가 할당된 VRF의 이름입니다. 포드에 없는 경우 생성됩니다.

## 2. **SriovNetwork** 리소스를 생성합니다.

```
$ oc create -f sriov-network-attachment.yaml
```

### NetworkAttachmentDefinition CR이 성공적으로 생성되었는지 확인

- SR-IOV Network Operator가 다음 명령을 실행하여 **NetworkAttachmentDefinition** CR을 생성했는지 확인합니다.

```
$ oc get network-attachment-definitions -n <namespace> ❶
```

- ❶ **<namespace>**를 네트워크 연결을 구성할 때 지정한 네임스페이스(예: **additional-sriov-network-1**)로 바꿉니다.

#### 출력 예

```
NAME                AGE
additional-sriov-network-1  14m
```



#### 참고

SR-IOV Network Operator가 CR을 생성하기 전에 지연이 발생할 수 있습니다.

### 추가 SR-IOV 네트워크 연결에 성공했는지 확인

VRF CNI가 올바르게 구성되어 추가 SR-IOV 네트워크 연결이 연결되었는지 확인하려면 다음을 수행하십시오.

1. VRF CNI를 사용하는 SR-IOV 네트워크를 생성합니다.
2. 포드에 네트워크를 할당합니다.
3. 포드 네트워크 연결이 SR-IOV 추가 네트워크에 연결되어 있는지 확인합니다. Pod로 원격 셸을 설치하고 다음 명령을 실행합니다.

```
$ ip vrf show
```

#### 출력 예

Name	Table
red	10

4. VRF 인터페이스가 보조 인터페이스의 마스터인지 확인합니다.

```
$ ip link
```

출력 예

```
...
5: net1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc noqueue master red
state UP mode
...
```

#### 14.4.5. 다음 단계

- [SR-IOV 네트워크 연결 구성](#)

### 14.5. SR-IOV 이더넷 네트워크 연결 구성

클러스터에서 SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 장치에 대한 이더넷 네트워크 연결을 구성할 수 있습니다.

#### 14.5.1. 이더넷 장치 구성 오브젝트

**SriovNetwork** 오브젝트를 정의하여 이더넷 네트워크 장치를 구성할 수 있습니다.

다음 YAML은 **SriovNetwork** 오브젝트를 설명합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: <name> 1
  namespace: openshift-sriov-network-operator 2
spec:
  resourceName: <sriov_resource_name> 3
  networkNamespace: <target_namespace> 4
  vlan: <vlan> 5
  spoofChk: "<spooof_check>" 6
  ipam: |- 7
    {}
  linkState: <link_state> 8
  maxTxRate: <max_tx_rate> 9
  minTxRate: <min_tx_rate> 10
  vlanQoS: <vlan_qos> 11
  trust: "<trust_vf>" 12
  capabilities: <capabilities> 13
```

- 1 오브젝트의 이름입니다. SR-IOV Network Operator는 동일한 이름으로 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 생성합니다.

- 2 SR-IOV Network Operator가 설치된 네임스페이스입니다.
- 3 이 추가 네트워크에 대한 SR-IOV 하드웨어를 정의하는 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트의 **spec.resourceName** 매개변수 값입니다.
- 4 **SriovNetwork** 오브젝트의 대상 네임스페이스입니다. 대상 네임스페이스의 포트만 추가 네트워크에 연결할 수 있습니다.
- 5 선택사항: 추가 네트워크의 VLAN(Virtual LAN) ID입니다. 정수 값은 **0**에서 **4095** 사이여야 합니다. 기본값은 **0**입니다.
- 6 선택사항: VF의 스푸핑 검사 모드입니다. 허용되는 값은 문자열 **"on"** 및 **"off"**입니다.



**중요**

SR-IOV Network Operator가 지정한 값을 따옴표로 묶거나 오브젝트를 거부해야 합니다.

- 7 YAML 블록 스칼라 IPAM CNI 플러그인에 대한 구성 오브젝트입니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.
- 8 선택사항: VF(가상 기능)의 링크 상태입니다. 허용되는 값은 **enable**, **disable** 및 **auto**입니다.
- 9 선택사항: VF의 경우 최대 전송 속도(Mbps)입니다.
- 10 선택사항: VF의 경우 최소 전송 속도(Mbps)입니다. 이 값은 최대 전송 속도보다 작거나 같아야 합니다.



**참고**

인텔 NIC는 **minTxRate** 매개변수를 지원하지 않습니다. 자세한 내용은 [BZ#1772847](#)에서 참조하십시오.

- 11 선택사항: VF의 IEEE 802.1p 우선순위 수준입니다. 기본값은 **0**입니다.
- 12 선택사항: VF의 신뢰 모드입니다. 허용되는 값은 문자열 **"on"** 및 **"off"**입니다.



**중요**

지정한 값을 따옴표로 묶어야 합니다. 그렇지 않으면 SR-IOV Network Operator에서 오브젝트를 거부합니다.

- 13 선택사항: 이 추가 네트워크에 구성할 수 있는 기능입니다. **"{"ips": true}"** 를 지정하여 IP 주소 지원을 활성화하거나 **"{"mac": true}"**를 지정하여 MAC 주소 지원을 활성화할 수 있습니다.

**14.5.1.1. 추가 네트워크에 대한 IP 주소 할당 구성**

IP 주소 관리(IPAM) CNI(Container Network Interface) 플러그인은 다른 CNI 플러그인에 대한 IP 주소 제공합니다.

다음 IP 주소 할당 유형을 사용할 수 있습니다.

- 정적 할당

- DHCP 서버를 통한 동적 할당. 지정한 DHCP 서버는 추가 네트워크에서 연결할 수 있어야 합니다.
- Whereabouts IPAM CNI 플러그인을 통한 동적 할당

#### 14.5.1.1.1. 고정 IP 주소 할당 구성

다음 표에서는 고정 IP 주소 할당 구성에 대해 설명합니다.

표 14.3. IPAM 정적 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>type</b>	<b>string</b>	IPAM 주소 유형입니다. 값 <b>static</b> 이 필요합니다.
주소	<b>array</b>	가상 인터페이스에 할당할 IP 주소를 지정하는 개체 배열입니다. IPv4 및 IPv6 IP 주소가 모두 지원됩니다.
<b>routes</b>	<b>array</b>	Pod 내부에서 구성할 경로를 지정하는 오브젝트 배열입니다.
<b>DNS</b>	<b>array</b>	선택 사항: DNS 구성을 지정하는 개체의 배열입니다.

**addresses** 배열에는 다음 필드가 있는 오브젝트가 필요합니다.

표 14.4. **ipam.addresses[]** 배열

필드	유형	설명
<b>address</b>	<b>string</b>	지정하는 IP 주소 및 네트워크 접두사입니다. 예를 들어 <b>10.10.21.10/24</b> 를 지정하면 추가 네트워크에 IP 주소 <b>10.10.21.10</b> 이 할당되고 넷마스크는 <b>255.255.255.0</b> 입니다.
<b>gateway</b>	<b>string</b>	송신 네트워크 트래픽을 라우팅할 기본 게이트웨이입니다.

표 14.5. **ipam.routes[]** 배열

필드	유형	설명
<b>dst</b>	<b>string</b>	CIDR 형식의 IP 주소 범위(예: 기본 경로의 경우 <b>192.168.17.0/24</b> 또는 <b>0.0.0.0/0</b> )입니다.
<b>gw</b>	<b>string</b>	네트워크 트래픽이 라우팅되는 게이트웨이입니다.

표 14.6. **ipam.dns** 오브젝트

필드	유형	설명
<b>nameservers</b>	<b>array</b>	DNS 쿼리를 보낼 하나 이상의 IP 주소 배열입니다.

필드	유형	설명
<b>domain</b>	<b>array</b>	호스트 이름에 추가할 기본 도메인입니다. 예를 들어 도메인이 <b>example.com</b> 으로 설정되면 <b>example-host</b> 에 대한 DNS 조회 쿼리가 <b>example-host.example.com</b> 으로 다시 작성됩니다.
<b>search</b>	<b>array</b>	DNS 조회 쿼리 중에 규정되지 않은 호스트 이름(예: <b>example-host</b> )에 추가할 도메인 이름 배열입니다.

### 고정 IP 주소 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "static",
    "addresses": [
      {
        "address": "191.168.1.7/24"
      }
    ]
  }
}
```

#### 14.5.1.1.2. DHCP(동적 IP 주소) 할당 구성

다음 JSON은 DHCP를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성을 설명합니다.

## DHCP 리스 갱신

pod는 생성될 때 원래 DHCP 리스를 얻습니다. 리스는 클러스터에서 실행되는 최소 DHCP 서버 배포를 통해 주기적으로 갱신되어야 합니다.

SR-IOV Network Operator는 DHCP 서버 배포를 생성하지 않습니다. Cluster Network Operator는 최소 DHCP 서버 배포를 생성합니다.

DHCP 서버 배포를 트리거하려면 다음 예와 같이 Cluster Network Operator 구성을 편집하여 shim 네트워크 연결을 만들어야 합니다.

### shim 네트워크 연결 정의 예

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks:
  - name: dhcp-shim
    namespace: default
    type: Raw
    rawCNIConfig: |-
      {
        "name": "dhcp-shim",
        "cniVersion": "0.3.1",
        "type": "bridge",
        "ipam": {
          "type": "dhcp"
        }
      }
# ...
```

표 14.7. IPAM DHCP 구성 오브젝트

필드	유형	설명
type	string	IPAM 주소 유형입니다. 값 <b>dhcp</b> 가 필요합니다.

### DHCP(동적 IP 주소) 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

#### 14.5.1.1.3. Whereabouts를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성

Whereabouts CNI 플러그인을 사용하면 DHCP 서버를 사용하지 않고도 IP 주소를 추가 네트워크에 동적으로 할당할 수 있습니다.

다음 표에서는 Whereabouts를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성을 설명합니다.

표 14.8. IPAM whereabouts 구성 개체

필드	유형	설명
type	string	IPAM 주소 유형입니다. whereabouts 가 필요한 값입니다.
범위	string	CIDR 표기법의 IP 주소 및 범위입니다. IP 주소는 이 주소 범위 내에서 할당됩니다.
제외	array	선택 사항: CIDR 표기법으로 0개 이상의 IP 주소 및 범위 목록입니다. 제외된 주소 범위 내의 IP 주소는 할당되지 않습니다.

Whereabouts를 사용하는 동적 IP 주소 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "whereabouts",
    "range": "192.0.2.192/27",
    "exclude": [
      "192.0.2.192/30",
      "192.0.2.196/32"
    ]
  }
}
```

14.5.2. SR-IOV 추가 네트워크 구성

**SriovNetwork** 오브젝트를 생성하여 SR-IOV 하드웨어를 사용하는 추가 네트워크를 구성할 수 있습니다. **SriovNetwork** 오브젝트를 생성하면 SR-IOV Network Operator가 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 자동으로 생성합니다.



참고

**SriovNetwork** 오브젝트가 **running** 상태의 Pod에 연결된 경우 해당 오브젝트를 수정하거나 삭제하지 마십시오.

사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

프로세스

1. **SriovNetwork** 오브젝트를 생성한 다음 **<name>.yaml** 파일에 YAML을 저장합니다. 여기서 **<name>**은 이 추가 네트워크의 이름입니다. 오브젝트 사양은 다음 예와 유사할 수 있습니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: attach1
  namespace: openshift-sriov-network-operator
```



```
spec:
  resourceName: net1
  networkNamespace: project2
  ipam: |-
    {
      "type": "host-local",
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
}
```

- 오브젝트를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다:

```
$ oc create -f <name>.yaml
```

여기서 **<name>**은 추가 네트워크의 이름을 지정합니다.

- 선택사항: 이전 단계에서 생성한 **SriovNetwork** 오브젝트에 연결된 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트가 존재하는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다. **<namespace>**를 **SriovNetwork** 오브젝트에 지정한 **networkNamespace**로 바꿉니다.

```
$ oc get net-attach-def -n <namespace>
```

### 14.5.3. 다음 단계

- [SR-IOV 추가 네트워크에 pod 추가](#)

### 14.5.4. 추가 리소스

- [SR-IOV 네트워크 장치 구성](#)

## 14.6. SR-IOV INFINIBAND 네트워크 연결 구성

클러스터에서 SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 장치에 대한 IB(InfiniBand) 네트워크 연결을 구성할 수 있습니다.

### 14.6.1. InfiniBand 장치 구성 오브젝트

**SriovIBNetwork** 오브젝트를 정의하여 IB(InfiniBand) 네트워크 장치를 구성할 수 있습니다.

다음 YAML은 **SriovIBNetwork** 오브젝트를 설명합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovIBNetwork
metadata:
  name: <name> ①
  namespace: openshift-sriov-network-operator ②
spec:
  resourceName: <sriov_resource_name> ③
  networkNamespace: <target_namespace> ④
  ipam: |- ⑤
```

```
{}
linkState: <link_state> 6
capabilities: <capabilities> 7
```

- 1 오브젝트의 이름입니다. SR-IOV Network Operator는 동일한 이름으로 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 생성합니다.
- 2 SR-IOV Operator가 설치된 네임스페이스입니다.
- 3 이 추가 네트워크에 대한 SR-IOV 하드웨어를 정의하는 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트의 **spec.resourceName** 매개변수 값입니다.
- 4 **SriovIBNetwork** 오브젝트의 대상 네임스페이스입니다. 대상 네임스페이스의 포트만 네트워크 장치에 연결할 수 있습니다.
- 5 선택사항: YAML 블록 스칼라인 IPAM CNI 플러그인에 대한 구성 오브젝트입니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.
- 6 선택사항: VF(가상 기능)의 링크 상태입니다. 허용되는 값은 **enable, disable, auto**입니다.
- 7 선택사항: 이 네트워크에 구성할 수 있는 기능입니다. IP 주소 지원을 사용하려면 "{ **"ips": true** }"를 지정하고 IB GUID(Global Unique Identifier) 지원을 사용하려면 "{ **"infinibandGUID": true** }"를 지정하면 됩니다.

### 14.6.1.1. 추가 네트워크에 대한 IP 주소 할당 구성

IP 주소 관리(IPAM) CNI(Container Network Interface) 플러그인은 다른 CNI 플러그인에 대한 IP 주소를 제공합니다.

다음 IP 주소 할당 유형을 사용할 수 있습니다.

- 정적 할당
- DHCP 서버를 통한 동적 할당. 지정한 DHCP 서버는 추가 네트워크에서 연결할 수 있어야 합니다.
- Whereabouts IPAM CNI 플러그인을 통한 동적 할당

#### 14.6.1.1.1. 고정 IP 주소 할당 구성

다음 표에서는 고정 IP 주소 할당 구성에 대해 설명합니다.

표 14.9. IPAM 정적 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>type</b>	<b>string</b>	IPAM 주소 유형입니다. 값 <b>static</b> 이 필요합니다.
주소	<b>array</b>	가상 인터페이스에 할당할 IP 주소를 지정하는 개체 배열입니다. IPv4 및 IPv6 IP 주소가 모두 지원됩니다.
<b>routes</b>	<b>array</b>	Pod 내부에서 구성할 경로를 지정하는 오브젝트 배열입니다.
<b>DNS</b>	<b>array</b>	선택 사항: DNS 구성을 지정하는 개체의 배열입니다.

**addresses** 배열에는 다음 필드가 있는 오브젝트가 필요합니다.

표 14.10. **ipam.addresses[]** 배열

필드	유형	설명
<b>address</b>	<b>string</b>	지정하는 IP 주소 및 네트워크 접두사입니다. 예를 들어 <b>10.10.21.10/24</b> 를 지정하면 추가 네트워크에 IP 주소 <b>10.10.21.10</b> 이 할당되고 넷마스크는 <b>255.255.255.0</b> 입니다.
<b>gateway</b>	<b>string</b>	송신 네트워크 트래픽을 라우팅할 기본 게이트웨이입니다.

표 14.11. **ipam.routes[]** 배열

필드	유형	설명
<b>dst</b>	<b>string</b>	CIDR 형식의 IP 주소 범위(예: 기본 경로의 경우 <b>192.168.17.0/24</b> 또는 <b>0.0.0.0/0</b> )입니다.
<b>gw</b>	<b>string</b>	네트워크 트래픽이 라우팅되는 게이트웨이입니다.

표 14.12. **ipam.dns** 오브젝트

필드	유형	설명
<b>nameservers</b>	<b>array</b>	DNS 쿼리를 보낼 하나 이상의 IP 주소 배열입니다.
<b>domain</b>	<b>array</b>	호스트 이름에 추가할 기본 도메인입니다. 예를 들어 도메인이 <b>example.com</b> 으로 설정되면 <b>example-host</b> 에 대한 DNS 조회 쿼리가 <b>example-host.example.com</b> 으로 다시 작성됩니다.
<b>search</b>	<b>array</b>	DNS 조회 쿼리 중에 규정되지 않은 호스트 이름(예: <b>example-host</b> )에 추가할 도메인 이름 배열입니다.

### 고정 IP 주소 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "static",
    "addresses": [
      {
        "address": "191.168.1.7/24"
      }
    ]
  }
}
```

#### 14.6.1.1.2. DHCP(동적 IP 주소) 할당 구성

다음 JSON은 DHCP를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성을 설명합니다.



### DHCP 리스 갱신

pod는 생성될 때 원래 DHCP 리스를 얻습니다. 리스는 클러스터에서 실행되는 최소 DHCP 서버 배포를 통해 주기적으로 갱신되어야 합니다.

DHCP 서버 배포를 트리거하려면 다음 예와 같이 Cluster Network Operator 구성을 편집하여 shim 네트워크 연결을 만들어야 합니다.

### shim 네트워크 연결 정의 예

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  additionalNetworks:
  - name: dhcp-shim
    namespace: default
    type: Raw
    rawCNICofig: |-
      {
        "name": "dhcp-shim",
        "cniVersion": "0.3.1",
        "type": "bridge",
        "ipam": {
          "type": "dhcp"
        }
      }
      # ...
```

표 14.13. IPAM DHCP 구성 오브젝트

필드	유형	설명
<b>type</b>	<b>string</b>	IPAM 주소 유형입니다. 값 <b>dhcp</b> 가 필요합니다.

### DHCP(동적 IP 주소) 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "dhcp"
  }
}
```

#### 14.6.1.1.3. Whereabouts를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성

Whereabouts CNI 플러그인을 사용하면 DHCP 서버를 사용하지 않고도 IP 주소를 추가 네트워크에 동적으로 할당할 수 있습니다.

다음 표에서는 Whereabouts를 사용한 동적 IP 주소 할당 구성을 설명합니다.

표 14.14. IPAM whereabouts 구성 개체

필드	유형	설명
type	string	IPAM 주소 유형입니다. whereabouts 가 필요한 값입니다.
범위	string	CIDR 표기법의 IP 주소 및 범위입니다. IP 주소는 이 주소 범위 내에서 할당됩니다.
제외	array	선택 사항: CIDR 표기법으로 0개 이상의 IP 주소 및 범위 목록입니다. 제외된 주소 범위 내의 IP 주소는 할당되지 않습니다.

### Whereabouts를 사용하는 동적 IP 주소 할당 구성 예

```
{
  "ipam": {
    "type": "whereabouts",
    "range": "192.0.2.192/27",
    "exclude": [
      "192.0.2.192/30",
      "192.0.2.196/32"
    ]
  }
}
```

### 14.6.2. SR-IOV 추가 네트워크 구성

**SriovIBNetwork** 오브젝트를 생성하여 SR-IOV 하드웨어를 사용하는 추가 네트워크를 구성할 수 있습니다. **SriovIBNetwork** 오브젝트를 생성하면 SR-IOV Network Operator가 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트를 자동으로 생성합니다.



#### 참고

**SriovIBNetwork** 오브젝트가 **running** 상태의 Pod에 연결된 경우 해당 오브젝트를 수정하거나 삭제하지 마십시오.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 프로세스

1. **SriovIBNetwork** 오브젝트를 생성한 다음 **<name>.yaml** 파일에 YAML을 저장합니다. 여기서 **<name>**은 이 추가 네트워크의 이름입니다. 오브젝트 사양은 다음 예와 유사할 수 있습니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovIBNetwork
metadata:
  name: attach1
namespace: openshift-sriov-network-operator
```

```
spec:
  resourceName: net1
  networkNamespace: project2
  ipam: |-
    {
      "type": "host-local",
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
  }
```

2. 오브젝트를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다:

```
$ oc create -f <name>.yaml
```

여기서 **<name>**은 추가 네트워크의 이름을 지정합니다.

3. 선택 사항: 이전 단계에서 생성한 **SriovIBNetwork** 오브젝트에 연결된 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트가 존재하는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다. **<namespace>**를 **SriovIBNetwork** 오브젝트에 지정한 `networkNamespace`로 바꿉니다.

```
$ oc get net-attach-def -n <namespace>
```

### 14.6.3. 다음 단계

- [SR-IOV 추가 네트워크에 pod 추가](#)

### 14.6.4. 추가 리소스

- [SR-IOV 네트워크 장치 구성](#)

## 14.7. SR-IOV 추가 네트워크에 POD 추가

기존 SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 네트워크에 pod를 추가할 수 있습니다.

### 14.7.1. 네트워크 연결을 위한 런타임 구성

추가 네트워크에 pod를 연결할 때 런타임 구성을 지정하여 pod에 대한 특정 사용자 정의를 수행할 수 있습니다. 예를 들어 특정 MAC 하드웨어 주소를 요청할 수 있습니다.

Pod 사양에서 주석을 설정하여 런타임 구성을 지정합니다. 주석 키는 **k8s.v1.cni.cncf.io/networks**이며 런타임 구성을 설명하는 JSON 오브젝트를 허용합니다.

#### 14.7.1.1. 이더넷 기반 SR-IOV 연결을 위한 런타임 구성

다음 JSON은 이더넷 기반 SR-IOV 네트워크 연결에 대한 런타임 구성 옵션을 설명합니다.

```
[
  {
    "name": "<name>", ①
    "mac": "<mac_address>", ②
  }
]
```

```
"ips": ["<cidr_range>"] 3
}
]
```

- 1 SR-IOV 네트워크 연결 정의 CR의 이름입니다.
- 2 선택사항: SR-IOV 네트워크 연결 정의 CR에 정의된 리소스 유형에서 할당된 SR-IOV 장치의 MAC 주소입니다. 이 기능을 사용하려면 **SriovNetwork** 오브젝트에 { **"mac": true** }도 지정해야 합니다.
- 3 선택사항: SR-IOV 네트워크 연결 정의 CR에 정의된 리소스 유형에서 할당된 SR-IOV 장치의 IP 주소입니다. IPv4 및 IPv6 주소가 모두 지원됩니다. 이 기능을 사용하려면 **SriovNetwork** 오브젝트에 { **"ips": true** }도 지정해야 합니다.

### 런타임 구성 예

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sample-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
      [
        {
          "name": "net1",
          "mac": "20:04:0f:f1:88:01",
          "ips": ["192.168.10.1/24", "2001::1/64"]
        }
      ]
spec:
  containers:
  - name: sample-container
    image: <image>
    imagePullPolicy: IfNotPresent
    command: ["sleep", "infinity"]
```

#### 14.7.1.2. InfiniBand 기반 SR-IOV 연결을 위한 런타임 구성

다음 JSON은 InfiniBand 기반 SR-IOV 네트워크 연결에 대한 런타임 구성 옵션을 설명합니다.

```
[
  {
    "name": "<network_attachment>", 1
    "infiniband-guid": "<guid>", 2
    "ips": ["<cidr_range>"] 3
  }
]
```

- 1 SR-IOV 네트워크 연결 정의 CR의 이름입니다.
- 2 SR-IOV 장치의 InfiniBand GUID입니다. 이 기능을 사용하려면 **SriovIBNetwork** 오브젝트에 { **"infinibandGUID": true** }도 지정해야 합니다.
- 3 SR-IOV 네트워크 연결 정의 CR에 정의된 리소스 유형에서 할당된 SR-IOV 장치의 IP 주소입니다.

## 런타임 구성 예

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: sample-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
      [
        {
          "name": "ib1",
          "infiniband-guid": "c2:11:22:33:44:55:66:77",
          "ips": ["192.168.10.1/24", "2001::1/64"]
        }
      ]
spec:
  containers:
  - name: sample-container
    image: <image>
    imagePullPolicy: IfNotPresent
    command: ["sleep", "infinity"]

```

## 14.7.2. 추가 네트워크에 Pod 추가

추가 네트워크에 Pod를 추가할 수 있습니다. Pod는 기본 네트워크를 통해 정상적인 클러스터 관련 네트워크 트래픽을 계속 전송합니다.

Pod가 생성되면 추가 네트워크가 연결됩니다. 그러나 Pod가 이미 있는 경우에는 추가 네트워크를 연결할 수 없습니다.

Pod는 추가 네트워크와 동일한 네임스페이스에 있어야 합니다.



## 참고

SR-IOV Network Resource Injector는 리소스 필드를 포드의 첫 번째 컨테이너에 자동으로 추가합니다.

DPDK(Data Plane Development Kit) 모드에서 Intel NIC(네트워크 인터페이스 컨트롤러)를 사용하는 경우 Pod의 첫 번째 컨테이너만 NIC에 액세스하도록 구성됩니다.

**SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트에서 **deviceType** 이 **vfio-pci**로 설정된 경우 SR-IOV 추가 네트워크가 DPDK 모드에 대해 구성됩니다.

NIC에 액세스해야 하는 컨테이너가 **Pod** 오브젝트에 정의된 첫 번째 컨테이너인지 또는 Network Resource Injector를 비활성화하여 이 문제를 해결할 수 있습니다. 자세한 내용은 [BZ#1990953](#) 에서 참조하십시오.

## 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터에 로그인합니다.
- SR-IOV Operator를 설치합니다.
- Pod를 연결할 **SriovNetwork** 오브젝트 또는 **SriovIBNetwork** 오브젝트를 생성합니다.



## 절차

1. **Pod** 오브젝트에 주석을 추가합니다. 다음 주석 형식 중 하나만 사용할 수 있습니다.
  - a. 사용자 정의 없이 추가 네트워크를 연결하려면 다음 형식으로 주석을 추가합니다. **<network>**를 Pod와 연결할 추가 네트워크의 이름으로 변경합니다.

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: <network>[,<network>,...] 1
```

- 1 둘 이상의 추가 네트워크를 지정하려면 각 네트워크를 쉼표로 구분합니다. 쉼표 사이에 공백을 포함하지 마십시오. 동일한 추가 네트워크를 여러 번 지정하면 Pod에 해당 네트워크에 대한 인터페이스가 여러 개 연결됩니다.

- b. 사용자 정의된 추가 네트워크를 연결하려면 다음 형식으로 주석을 추가합니다.

```
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: |-
      [
        {
          "name": "<network>", 1
          "namespace": "<namespace>", 2
          "default-route": ["<default-route>"] 3
        }
      ]
```

- 1 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트에서 정의한 추가 네트워크의 이름을 지정합니다.
- 2 **NetworkAttachmentDefinition** 오브젝트가 정의된 네임스페이스를 지정합니다.
- 3 선택 사항: 기본 경로에 대한 재정의를 지정합니다(예: **192.168.17.1**).

2. Pod를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다. **<name>**을 Pod 이름으로 교체합니다.

```
$ oc create -f <name>.yaml
```

3. 선택사항: **Pod** CR에 주석이 있는지 확인하려면 다음 명령을 입력하고 **<name>**을 Pod 이름으로 교체합니다.

```
$ oc get pod <name> -o yaml
```

다음 예에서 **example-pod** Pod는 **net1** 추가 네트워크에 연결되어 있습니다.

```
$ oc get pod example-pod -o yaml
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: macvlan-bridge
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status: |- 1
```

```

    [{"name": "openshift-sdn",
     "interface": "eth0",
     "ips": [
       "10.128.2.14"
     ]},
     {"name": "macvlan-bridge",
     "interface": "net1",
     "ips": [
       "20.2.2.100"
     ]},
     {"mac": "22:2f:60:a5:f8:00",
     "dns": {}}
    ]
  name: example-pod
  namespace: default
  spec:
  ...
  status:
  ...

```

**1** **k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status** 매개변수는 JSON 오브젝트 배열입니다. 각 오브젝트는 Pod에 연결된 추가 네트워크의 상태를 설명합니다. 주석 값은 일반 텍스트 값으로 저장됩니다.

### 14.7.3. NUMA(Non-Uniform Memory Access) 정렬 SR-IOV Pod 생성

SR-IOV 및 제한된 또는 **single-numa-node** 토폴로지 관리자 정책으로 동일한 NUMA 노드에서 할당된 CPU 리소스를 제한하여 NUMA 정렬 SR-IOV Pod를 생성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)가 설치되어 있습니다.
- CPU 관리자 정책을 **static**으로 구성했습니다. CPU 관리자에 대한 자세한 내용은 "추가 리소스" 섹션을 참조하십시오.
- 토폴로지 관리자 정책을 **single-numa-node**로 구성했습니다.



#### 참고

**single-numa-node**가 요청을 충족할 수 없는 경우 Topology Manager 정책을 **restricted**로 구성할 수 있습니다.

#### 프로세스

1. 다음과 같은 SR-IOV Pod 사양을 생성한 다음 YAML을 **<name>-sriov-pod.yaml** 파일에 저장합니다. **<name>**을 이 Pod의 이름으로 바꿉니다. 다음 예는 SR-IOV Pod 사양을 보여줍니다.

apiVersion: v1

```

kind: Pod
metadata:
  name: sample-pod
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: <name> ❶
spec:
  containers:
  - name: sample-container
    image: <image> ❷
    command: ["sleep", "infinity"]
    resources:
      limits:
        memory: "1Gi" ❸
        cpu: "2" ❹
      requests:
        memory: "1Gi"
        cpu: "2"

```

- ❶ <name>을 SR-IOV 네트워크 첨부 파일 정의 CR의 이름으로 바꿉니다.
- ❷ <image>를 **sample-pod** 이미지의 이름으로 바꿉니다.
- ❸ 보장된 QoS로 SR-IOV Pod를 생성하려면 **메모리 제한을 메모리 요청**과 동일하게 설정합니다.
- ❹ 보장된 QoS로 SR-IOV Pod를 생성하려면 **cpu 제한을 CPU 요청**과 동일하게 설정합니다.

2. 다음 명령을 실행하여 샘플 SR-IOV Pod를 만듭니다.

```
$ oc create -f <filename> ❶
```

- ❶ <filename>을 이전 단계에서 생성한 파일 이름으로 바꿉니다.

3. **sample-pod**가 보장된 QoS로 구성되어 있는지 확인하십시오.

```
$ oc describe pod sample-pod
```

4. **sample-pod**에 전용 CPU가 할당되어 있는지 확인하십시오.

```
$ oc exec sample-pod -- cat /sys/fs/cgroup/cpuset/cpuset.cpus
```

5. **sample-pod**에 할당된 SR-IOV 장치 및 CPU가 동일한 NUMA 노드에 있는지 확인하십시오.

```
$ oc exec sample-pod -- cat /sys/fs/cgroup/cpuset/cpuset.cpus
```

#### 14.7.4. 추가 리소스

- [SR-IOV 이더넷 네트워크 연결 구성](#)
- [SR-IOV InfiniBand 네트워크 연결 구성](#)
- [CPU 관리자 사용](#)

## 14.8. 고성능 멀티 캐스트 사용

SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 하드웨어 네트워킹에서 멀티 캐스트를 사용할 수 있습니다.

### 14.8.1. 고성능 멀티 캐스트

OpenShift SDN 기본 CNI(Container Network Interfac) 네트워크 공급자는 기본 네트워크에서 Pod 간 멀티 캐스트를 지원합니다. 이는 고 대역폭 애플리케이션이 아닌 저 대역폭 조정 또는 서비스 검색에 가장 적합합니다. IPTV(Internet Protocol Television) 및 멀티 포인트 화상 회의와 같은 스트리밍 미디어와 같은 애플리케이션의 경우 SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 하드웨어를 사용하여 거의 네이티브와 같은 성능을 제공할 수 있습니다.

멀티 캐스트에 추가 SR-IOV 인터페이스를 사용하는 경우:

- 멀티 캐스트 패키지는 추가 SR-IOV 인터페이스를 통해 pod에서 보내거나 받아야 합니다.
- SR-IOV 인터페이스를 연결하는 물리적 네트워크는 멀티 캐스트 라우팅 및 토폴로지를 결정하며 OpenShift Container Platform에서 제어하지 않습니다.

### 14.8.2. 멀티 캐스트에 대한 SR-IOV 인터페이스 구성

다음 프로시저는 멀티 캐스트용 SR-IOV 인터페이스 예제를 만듭니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

1. **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: policy-example
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: example
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  numVfs: 4
  nicSelector:
    vendor: "8086"
    pfNames: ["ens803f0"]
    rootDevices: ["0000:86:00.0"]
```

2. **SriovNetwork** 오브젝트를 생성합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: net-example
  namespace: openshift-sriov-network-operator
```

```
spec:
  networkNamespace: default
  ipam: | ❶
    {
      "type": "host-local", ❷
      "subnet": "10.56.217.0/24",
      "rangeStart": "10.56.217.171",
      "rangeEnd": "10.56.217.181",
      "routes": [
        {"dst": "224.0.0.0/5"},
        {"dst": "232.0.0.0/5"}
      ],
      "gateway": "10.56.217.1"
    }
  resourceName: example
```

- ❶ ❷ DHCP를 IPAM으로 구성하도록 선택한 경우 DHCP 서버를 통해 **224.0.0.0/5** 및 **232.0.0.0/5** 기본 경로를 프로비저닝해야 합니다. 이는 기본 네트워크 공급자가 설정한 정적 멀티 캐스트 경로를 재정의하는 것입니다.

3. 멀티 캐스트 애플리케이션으로 pod를 생성합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: testpmd
  namespace: default
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: nic1
spec:
  containers:
  - name: example
    image: rhel7:latest
    securityContext:
      capabilities:
        add: ["NET_ADMIN"] ❶
    command: [ "sleep", "infinity"]
```

- ❶ **NET\_ADMIN** 기능은 애플리케이션이 멀티 캐스트 IP 주소를 SR-IOV 인터페이스에 할당해야 하는 경우에만 필요합니다. 그 밖의 경우에는 생략할 수 있습니다.

## 14.9. DPDK 및 RDMA 사용

컨테이너화된 DPDK(Data Plane Development Kit) 애플리케이션은 OpenShift Container Platform에서 지원됩니다. DPDK(Data Plane Development Kit) 및 RDMA(Remote Direct Memory Access)와 함께 SR-IOV(Single Root I/O Virtualization) 네트워크 하드웨어를 사용할 수 있습니다.

지원되는 장치에 대한 자세한 내용은 [지원되는 장치](#)를 참조하십시오.

### 14.9.1. Intel NIC와 함께 DPDK 모드에서 가상 기능 사용

사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- SR-IOV Network Operator 설치.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

프로세스

1. 다음 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성한 다음 YAML을 **intel-dpdk-node-policy.yaml** 파일에 저장합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: intel-dpdk-node-policy
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: intelnic
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  priority: <priority>
  numVfs: <num>
  nicSelector:
    vendor: "8086"
    deviceID: "158b"
    pfNames: ["<pf_name>", ...]
    rootDevices: ["<pci_bus_id>", "..."]
  deviceType: vfio-pci ①
```

① 가상 기능의 드라이버 유형을 **vfio-pci**로 지정합니다.



참고

**SriovNetworkNodePolicy**의 각 옵션에 대한 자세한 설명은 **Configuring SR-IOV network devices** 섹션을 참조하십시오.

**SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트에 지정된 구성을 적용하면 SR-IOV Operator가 노드를 비우고 경우에 따라 노드를 재부팅할 수 있습니다. 구성 변경 사항을 적용하는 데 몇 분이 걸릴 수 있습니다. 제거된 워크로드를 사전에 처리하는 데 클러스터에 사용 가능한 노드가 충분한지 확인하십시오.

구성 업데이트가 적용되면 **openshift-sriov-network-operator** 네임스페이스의 모든 Pod 상태가 **Running**으로 변경됩니다.

2. 다음 명령을 실행하여 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f intel-dpdk-node-policy.yaml
```

3. 다음 **SriovNetwork** 오브젝트를 생성한 다음 YAML을 **intel-dpdk-network.yaml** 파일에 저장합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
```

```

metadata:
  name: intel-dpdk-network
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  networkNamespace: <target_namespace>
  ipam: |-
# ... 1
  vlan: <vlan>
  resourceName: intelnics

```

- 1 ipam CNI 플러그인의 구성 오브젝트를 YAML 블록 스칼라로 지정합니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.



### 참고

**SriovNetwork**의 각 옵션에 대한 자세한 설명은 "SR-IOV 추가 네트워크 구성" 섹션을 참조하십시오.

선택적 라이브러리인 app-netutil은 컨테이너의 상위 pod에 대한 네트워크 정보를 수집하기 위한 여러 API 메서드를 제공합니다.

4. 다음 명령을 실행하여 **SriovNetwork** 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f intel-dpdk-network.yaml
```

5. 다음 **Pod** 사양을 생성한 다음 YAML을 **intel-dpdk-pod.yaml** 파일에 저장합니다.

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: dpdk-app
  namespace: <target_namespace> 1
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: intel-dpdk-network
spec:
  containers:
  - name: testpmd
    image: <DPDK_image> 2
    securityContext:
      runAsUser: 0
      capabilities:
        add: ["IPC_LOCK", "SYS_RESOURCE", "NET_RAW"] 3
    volumeMounts:
    - mountPath: /dev/hugepages 4
      name: hugepage
  resources:
    limits:
      openshift.io/intelnics: "1" 5
      memory: "1Gi"
      cpu: "4" 6
      hugepages-1Gi: "4Gi" 7
    requests:
      openshift.io/intelnics: "1"

```

```

memory: "1Gi"
cpu: "4"
hugepages-1Gi: "4Gi"
command: ["sleep", "infinity"]
volumes:
- name: hugepage
  emptyDir:
    medium: HugePages

```

- 1 **SriovNetwork** 오브젝트 **intel-dpdk-network**가 생성되는 동일한 **target\_namespace**를 지정합니다. 다른 네임스페이스에서 포드를 생성하려면 **Pod** 사양과 **SriovNetwork** 오브젝트 모두에서 **target\_namespace**를 변경합니다.
- 2 애플리케이션 및 애플리케이션이 사용하는 DPDK 라이브러리를 포함하는 DPDK 이미지를 지정합니다.
- 3 hugepage 할당, 시스템 리소스 할당 및 네트워크 인터페이스 액세스를 위해 컨테이너 내부의 애플리케이션에 필요한 추가 기능을 지정합니다.
- 4 **/dev/hugepages** 아래 DPDK pod에 hugepage 볼륨을 마운트합니다. hugepage 볼륨은 매체가 **Hugepages**인 emptyDir 볼륨 유형으로 지원됩니다.
- 5 선택사항: DPDK Pod에 할당된 DPDK 장치 수를 지정합니다. 명시적으로 지정되지 않은 경우 이 리소스 요청 및 제한은 SR-IOV 네트워크 리소스 인젝터에 의해 자동으로 추가됩니다. SR-IOV 네트워크 리소스 인젝터는 SR-IOV Operator에서 관리하는 승인 컨트롤러 구성 요소입니다. 기본적으로 활성화되어 있으며 기본 **SriovOperatorConfig** CR에서 **enableInjector** 옵션을 **false**로 설정하여 비활성화할 수 있습니다.
- 6 CPU 수를 지정합니다. DPDK pod는 일반적으로 kubelet에서 배타적 CPU를 할당해야 합니다. 이를 위해 CPU 관리자 정책을 **static**으로 설정하고 QoS가 **Guaranteed** Pod를 생성합니다.
- 7 hugepage 크기 **hugepages-1Gi** 또는 **hugepages-2Mi**를 지정하고 DPDK Pod에 할당할 hugepage 수량을 지정합니다. **2Mi** 및 **1Gi** hugepage를 별도로 구성합니다. **1Gi** hugepage를 구성하려면 커널 인수를 노드에 추가해야 합니다. 예를 들어, 커널 인수 **default\_hugepagesz = 1GB, hugepagesz = 1G** 및 **hugepages = 16**을 추가하면 시스템 부팅 시 **16 \* 1Gi** hugepage가 할당됩니다.

6. 다음 명령을 실행하여 DPDK Pod를 생성합니다.

```
$ oc create -f intel-dpdk-pod.yaml
```

## 14.9.2. Mellanox NIC와 함께 DPDK 모드에서 가상 기능 사용

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- SR-IOV Network Operator 설치.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

### 프로세스



1. 다음 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성한 다음 YAML을 **mlx-dpdk-node-policy.yaml** 파일에 저장합니다.

```

apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: mlx-dpdk-node-policy
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: mlxnic
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  priority: <priority>
  numVfs: <num>
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "1015" ❶
    pfNames: ["<pf_name>", ...]
    rootDevices: ["<pci_bus_id>", "..."]
  deviceType: netdevice ❷
  isRdma: true ❸

```

- ❶ SR-IOV 네트워크 장치의 장치 16진수 코드를 지정합니다. Mellanox 카드에 허용되는 유일한 값은 **1015, 1017**입니다.
- ❷ **netdevice**에 가상 기능의 드라이버 유형을 지정합니다. Mellanox SR-IOV VF는 **vfio-pci** 장치 유형을 사용하지 않고도 DPDK 모드에서 작동할 수 있습니다. VF 장치는 컨테이너 내부에 커널 네트워크 인터페이스로 나타납니다.
- ❸ RDMA 모드를 활성화합니다. 이는 DPDK 모드에서 작동하기 위해 Mellanox 카드에 필요합니다.



### 참고

**SriovNetworkNodePolicy**의 각 옵션에 대한 자세한 설명은 **Configuring SR-IOV network devices** 섹션을 참조하십시오.

**SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트에 지정된 구성을 적용하면 SR-IOV Operator가 노드를 비우고 경우에 따라 노드를 재부팅할 수 있습니다. 구성 변경 사항을 적용하는 데 몇 분이 걸릴 수 있습니다. 제거된 워크로드를 사전에 처리하는 데 클러스터에 사용 가능한 노드가 충분한지 확인하십시오.

구성 업데이트가 적용되면 **openshift-sriov-network-operator** 네임스페이스의 모든 Pod 상태가 **Running**으로 변경됩니다.

2. 다음 명령을 실행하여 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성합니다.

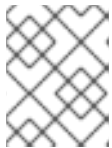
```
$ oc create -f mlx-dpdk-node-policy.yaml
```

3. 다음 **SriovNetwork** 오브젝트를 생성한 다음 YAML을 **mlx-dpdk-network.yaml** 파일에 저장합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
```

```
kind: SrioNetwork
metadata:
  name: mlx-dpdk-network
  namespace: openshift-srio-network-operator
spec:
  networkNamespace: <target_namespace>
  ipam: |- ❶
# ...
  vlan: <vlan>
  resourceName: mlxnic
```

- ❶ ipam CNI 플러그인의 구성 오브젝트를 YAML 블록 스칼라로 지정합니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.



참고

**SrioNetwork**의 각 옵션에 대한 자세한 설명은 "SR-IOV 추가 네트워크 구성" 섹션을 참조하십시오.

선택적 라이브러리인 app-netutil은 컨테이너의 상위 pod에 대한 네트워크 정보를 수집하기 위한 여러 API 메서드를 제공합니다.

- 4. 다음 명령을 실행하여 **SrioNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f mlx-dpdk-network.yaml
```

- 5. 다음 **Pod** 사양을 생성한 다음 YAML을 **mlx-dpdk-pod.yaml** 파일에 저장합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: dpdk-app
  namespace: <target_namespace> ❶
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: mlx-dpdk-network
spec:
  containers:
    - name: testpmd
      image: <DPDK_image> ❷
      securityContext:
        runAsUser: 0
        capabilities:
          add: ["IPC_LOCK", "SYS_RESOURCE", "NET_RAW"] ❸
      volumeMounts:
        - mountPath: /dev/hugepages ❹
          name: hugepage
      resources:
        limits:
          openshift.io/mlxnic: "1" ❺
          memory: "1Gi"
          cpu: "4" ❻
          hugepages-1Gi: "4Gi" ❼
        requests:
```

```

openshift.io/mlxnics: "1"
memory: "1Gi"
cpu: "4"
hugepages-1Gi: "4Gi"
command: ["sleep", "infinity"]
volumes:
- name: hugepage
  emptyDir:
    medium: HugePages

```

- 1 **SriovNetwork** 오브젝트 **mlx-dpdk-network**가 생성되는 동일한 **target\_namespace**를 지정합니다. 다른 네임스페이스에서 포드를 생성하려면 **Pod** 사양과 **SriovNetwork** 오브젝트 모두에서 **target\_namespace**를 변경합니다.
- 2 애플리케이션 및 애플리케이션이 사용하는 DPDK 라이브러리를 포함하는 DPDK 이미지를 지정합니다.
- 3 hugepage 할당, 시스템 리소스 할당 및 네트워크 인터페이스 액세스를 위해 컨테이너 내부의 애플리케이션에 필요한 추가 기능을 지정합니다.
- 4 hugepage 볼륨을 **/dev/hugepages** 아래의 DPDK Pod에 마운트합니다. hugepage 볼륨은 매체가 **Hugepages**인 emptyDir 볼륨 유형으로 지원됩니다.
- 5 선택사항: DPDK Pod에 할당되는 DPDK 장치 수를 지정합니다. SR-IOV 네트워크 리소스 인젝터에서 명시적으로 지정하지 않은 경우 이 리소스 요청 및 제한이 자동으로 추가됩니다. SR-IOV 네트워크 리소스 인젝터는 SR-IOV Operator에서 관리하는 승인 컨트롤러 구성 요소입니다. 기본적으로 활성화되어 있으며 기본 **SriovOperatorConfig** CR에서 **enableInjector** 옵션을 **false**로 설정하여 비활성화할 수 있습니다.
- 6 CPU 수를 지정합니다. DPDK Pod에서는 일반적으로 kubelet에서 전용 CPU를 할당해야 합니다. 이를 위해 CPU 관리자 정책을 **static**으로 설정하고 QoS가 **Guaranteed** Pod를 생성합니다.
- 7 hugepage 크기 **hugepages-1Gi** 또는 **hugepages-2Mi**를 지정하고 DPDK Pod에 할당할 hugepage 수량을 지정합니다. **2Mi** 및 **1Gi** hugepage를 별도로 구성합니다. **1Gi** hugepage를 구성하려면 커널 인수를 노드에 추가해야 합니다.

6. 다음 명령을 실행하여 DPDK Pod를 생성합니다.

```
$ oc create -f mlx-dpdk-pod.yaml
```

### 14.9.3. Mellanox NIC와 함께 RDMA 모드에서 가상 기능 사용

#### 중요

RoCE(RDMA over Converged Ethernet)는 기술 프리뷰 기능 전용입니다. 기술 프리뷰 기능은 Red Hat 프로덕션 서비스 수준 계약(SLA)에서 지원되지 않으며 기능적으로 완전하지 않을 수 있습니다. 따라서 프로덕션 환경에서 사용하는 것은 권장하지 않습니다. 이러한 기능을 사용하면 향후 제품 기능을 조기에 이용할 수 있어 개발 과정에서 고객이 기능을 테스트하고 피드백을 제공할 수 있습니다.

Red Hat 기술 프리뷰 기능의 지원 범위에 대한 자세한 내용은 [기술 프리뷰 기능 지원 범위](#)를 참조하십시오.

OpenShift Container Platform에서 RDMA를 사용할 때 RoCE(RDMA over Converged Ethernet)가 지원되는 유일한 모드입니다.

사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- SR-IOV Network Operator 설치.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

프로세스

1. 다음 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성한 다음 YAML을 **mlx-rdma-node-policy.yaml** 파일에 저장합니다.

```

apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
  name: mlx-rdma-node-policy
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  resourceName: mlxnic
  nodeSelector:
    feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true"
  priority: <priority>
  numVfs: <num>
  nicSelector:
    vendor: "15b3"
    deviceID: "1015" ①
    pfNames: ["<pf_name>", ...]
    rootDevices: ["<pci_bus_id>", "..."]
  deviceType: netdevice ②
  isRdma: true ③
    
```

- ① SR-IOV 네트워크 장치의 장치 16진수 코드를 지정합니다. Mellanox 카드에 허용되는 유일한 값은 **1015, 1017**입니다.
- ② **netdevice**에 가상 기능의 드라이버 유형을 지정합니다.
- ③ RDMA 모드를 활성화합니다.



참고

**SriovNetworkNodePolicy**의 각 옵션에 대한 자세한 설명은 **Configuring SR-IOV network devices** 섹션을 참조하십시오.

**SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트에 지정된 구성을 적용하면 SR-IOV Operator가 노드를 비우고 경우에 따라 노드를 재부팅할 수 있습니다. 구성 변경 사항을 적용하는 데 몇 분이 걸릴 수 있습니다. 제거된 워크로드를 사전에 처리하는 데 클러스터에 사용 가능한 노드가 충분한지 확인하십시오.

구성 업데이트가 적용되면 **openshift-sriov-network-operator** 네임스페이스의 모든 Pod 상태가 **Running**으로 변경됩니다.

2. 다음 명령을 실행하여 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f mlx-rdma-node-policy.yaml
```

3. 다음 **SriovNetwork** 오브젝트를 생성한 다음 YAML을 **mlx-rdma-network.yaml** 파일에 저장합니다.

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
  name: mlx-rdma-network
  namespace: openshift-sriov-network-operator
spec:
  networkNamespace: <target_namespace>
  ipam: |- ❶
# ...
  vlan: <vlan>
  resourceName: mlxnic
```

- ❶ ipam CNI 플러그인의 구성 오브젝트를 YAML 블록 스칼라로 지정합니다. 플러그인은 연결 정의에 대한 IP 주소 할당을 관리합니다.



#### 참고

**SriovNetwork**의 각 옵션에 대한 자세한 설명은 "SR-IOV 추가 네트워크 구성" 섹션을 참조하십시오.

선택적 라이브러리인 app-netutil은 컨테이너의 상위 pod에 대한 네트워크 정보를 수집하기 위한 여러 API 메서드를 제공합니다.

4. 다음 명령을 실행하여 **SriovNetworkNodePolicy** 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f mlx-rdma-network.yaml
```

5. 다음 **Pod** 사양을 생성한 다음 YAML을 **mlx-rdma-pod.yaml** 파일에 저장합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: rdma-app
  namespace: <target_namespace> ❶
  annotations:
    k8s.v1.cni.cncf.io/networks: mlx-rdma-network
spec:
  containers:
    - name: testpmd
      image: <RDMA_image> ❷
      securityContext:
        runAsUser: 0
        capabilities:
          add: ["IPC_LOCK", "SYS_RESOURCE", "NET_RAW"] ❸
      volumeMounts:
        - mountPath: /dev/hugepages ❹
```

```

name: hugepage
resources:
  limits:
    memory: "1Gi"
    cpu: "4" 5
    hugepages-1Gi: "4Gi" 6
  requests:
    memory: "1Gi"
    cpu: "4"
    hugepages-1Gi: "4Gi"
  command: ["sleep", "infinity"]
volumes:
- name: hugepage
  emptyDir:
    medium: HugePages

```

- 1 **SriovNetwork** 오브젝트 **mlx-rdma-network**가 생성되는 동일한 **target\_namespace**를 지정합니다. 다른 네임스페이스에서 포드를 생성하려면 **Pod** 사양과 **SriovNetwork** 오브젝트 모두에서 **target\_namespace**를 변경합니다.
- 2 애플리케이션 및 애플리케이션에서 사용하는 RDMA 라이브러리를 포함하는 RDMA 이미지를 지정합니다.
- 3 hugepage 할당, 시스템 리소스 할당 및 네트워크 인터페이스 액세스를 위해 컨테이너 내부의 애플리케이션에 필요한 추가 기능을 지정합니다.
- 4 hugepage 볼륨을 **/dev/hugepages** 아래의 RDMA Pod에 마운트합니다. hugepage 볼륨은 매체가 **Hugepages**인 emptyDir 볼륨 유형으로 지원됩니다.
- 5 CPU 수를 지정합니다. RDMA Pod는 일반적으로 kubelet에서 전용 CPU를 할당해야 합니다. 이를 위해 CPU 관리자 정책을 **static**으로 설정하고 QoS가 **Guaranteed** Pod를 생성합니다.
- 6 hugepage 크기 **hugepages-1Gi** 또는 **hugepages-2Mi**를 지정하고 RDMA Pod에 할당할 hugepage 수량을 지정합니다. **2Mi** 및 **1Gi** hugepage를 별도로 구성합니다. **1Gi** hugepage를 구성하려면 커널 인수를 노드에 추가해야 합니다.

6. 다음 명령을 실행하여 RDMA Pod를 생성합니다.

```
$ oc create -f mlx-rdma-pod.yaml
```

#### 14.9.4. 추가 리소스

- [SR-IOV 이더넷 네트워크 연결 구성](#)
- [app-netutil 라이브러리](#)는 컨테이너의 상위 pod에 대한 네트워크 정보를 수집하기 위한 여러 API 메서드를 제공합니다.

## 14.10. SR-IOV NETWORK OPERATOR 설치 제거

SR-IOV Network Operator를 설치 제거하려면 실행 중인 SR-IOV 워크로드를 삭제하고 Operator를 제거한 다음 Operator에서 사용하는 Webhook를 삭제해야 합니다.

### 14.10.1. SR-IOV Network Operator 설치 제거

클러스터 관리자는 SR-IOV Network Operator를 제거할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 권한이 있는 계정을 사용하여 OpenShift Container Platform 클러스터에 액세스할 수 있습니다.
- SR-IOV Network Operator가 설치되어 있어야 합니다.

### 프로세스

1. 모든 SR-IOV 사용자 정의 리소스(CR)를 삭제합니다.

```
$ oc delete sriovnetwork -n openshift-sriov-network-operator --all
```

```
$ oc delete sriovnetworknodepolicy -n openshift-sriov-network-operator --all
```

```
$ oc delete sriovibnetwork -n openshift-sriov-network-operator --all
```

2. "클러스터에서 Operator 삭제" 섹션의 지침에 따라 클러스터에서 SR-IOV Network Operator를 제거합니다.
3. SR-IOV Network Operator가 제거된 후 클러스터에 남아 있는 SR-IOV 사용자 정의 리소스 정의를 삭제합니다.

```
$ oc delete crd sriovibnetworks.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworknodepolicies.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworknodestates.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworkpoolconfigs.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovnetworks.sriovnetwork.openshift.io
```

```
$ oc delete crd sriovoperatorconfigs.sriovnetwork.openshift.io
```

4. SR-IOV 웹 후크를 삭제합니다.

```
$ oc delete mutatingwebhookconfigurations network-resources-injector-config
```

```
$ oc delete MutatingWebhookConfiguration sriov-operator-webhook-config
```

```
$ oc delete ValidatingWebhookConfiguration sriov-operator-webhook-config
```

5. SR-IOV Network Operator 네임스페이스를 삭제합니다.

```
$ oc delete namespace openshift-sriov-network-operator
```

## 추가 리소스

- [클러스터에서 Operator 삭제](#)



## 15장. OPENSIFT SDN 기본 CNI 네트워크 공급자

### 15.1. OPENSIFT SDN 기본 CNI 네트워크 공급자 정보

OpenShift Container Platform에서는 소프트웨어 정의 네트워킹(SDN) 접근법을 사용하여 OpenShift Container Platform 클러스터 전체의 pod 간 통신이 가능한 통합 클러스터 네트워크를 제공합니다. 이 pod 네트워크는 OVS(Open vSwitch)를 사용하여 오버레이 네트워크를 구성하는 OpenShift SDN에 의해 설정 및 유지 관리됩니다.

#### 15.1.1. OpenShift SDN 네트워크 격리 모드

OpenShift SDN은 pod 네트워크 구성을 위한 세 가지 SDN 모드를 제공합니다.

- **네트워크 정책** 모드를 통해 프로젝트 관리자는 **NetworkPolicy** 개체를 사용하여 자체 격리 정책을 구성할 수 있습니다. 네트워크 정책은 OpenShift Container Platform 4.9의 기본 모드입니다.
- **다중 테넌트** 모드를 사용하면 Pod 및 서비스에 대한 프로젝트 수준 격리를 제공할 수 있습니다. 다른 프로젝트의 Pod는 다른 프로젝트의 Pod 및 Service에서 패킷을 보내거나 받을 수 없습니다. 프로젝트에 대한 격리를 비활성화하여 전체 클러스터의 모든 pod 및 service에 네트워크 트래픽을 보내고 해당 pod 및 service로부터 네트워크 트래픽을 수신할 수 있습니다.
- **서브넷** 모드는 모든 pod가 다른 모든 pod 및 service와 통신할 수 있는 플랫폼 pod 네트워크를 제공합니다. 네트워크 정책 모드는 서브넷 모드와 동일한 기능을 제공합니다.

#### 15.1.2. 지원되는 기본 CNI 네트워크 공급자 기능 매트릭스

OpenShift Container Platform은 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자를 위해 OpenShift SDN 및 OVN-Kubernetes의 두 가지 지원 옵션을 제공합니다. 다음 표는 두 네트워크 공급자 모두에 대한 현재 기능 지원을 요약합니다.

표 15.1. 기본 CNI 네트워크 공급자 기능 비교

기능	OpenShift SDN	OVN-Kubernetes
송신 IP	지원됨	지원됨
송신 방화벽 [1]	지원됨	지원됨
송신 라우터	지원됨	지원됨 [2]
IPsec 암호화	지원되지 않음	지원됨
IPv6	지원되지 않음	지원됨 [3]
Kubernetes 네트워크 정책	부분적으로 지원됨 [4]	지원됨
Kubernetes 네트워크 정책 로그	지원되지 않음	지원됨
멀티 캐스트	지원됨	지원됨

1. 송신 방화벽은 OpenShift SDN에서 송신 네트워크 정책이라고도 합니다. 이것은 네트워크 정책 송신과 동일하지 않습니다.
2. OVN-Kubernetes용 송신 라우터는 리디렉션 모드만 지원합니다.
3. IPv6는 베어 메탈 클러스터에서만 지원됩니다.
4. OpenShift SDN의 네트워크 정책은 송신 규칙 및 일부 **ipBlock** 규칙을 지원하지 않습니다.

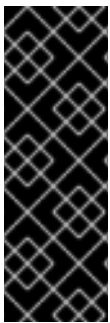
## 15.2. 프로젝트의 송신 IP 구성

클러스터 관리자는 OpenShift SDN 기본 컨테이너 네트워크 인터페이스(CNI) 네트워크 공급자를 구성하여 하나 이상의 송신 IP 주소를 프로젝트에 할당할 수 있습니다.

### 15.2.1. 프로젝트 송신 트래픽에 대한 송신 IP 주소 할당

프로젝트의 송신 IP 주소를 구성하면 지정된 프로젝트의 모든 발신 외부 연결이 동일한 고정 소스 IP 주소를 공유합니다. 외부 리소스는 송신 IP 주소를 기반으로 특정 프로젝트의 트래픽을 인식할 수 있습니다. 프로젝트에 할당된 송신 IP 주소는 특정 목적지로 트래픽을 보내는 데 사용되는 송신 라우터와 다릅니다.

송신 IP 주소는 노드의 기본 네트워크 인터페이스에서 추가 IP 주소로 구현되며 노드의 기본 IP 주소와 동일한 서브넷에 있어야 합니다.



#### 중요

송신 IP 주소는 **ifcfg-eth0**과 같은 Linux 네트워크 구성 파일에서 구성하지 않아야 합니다.

AWS(Amazon Web Services), GCP(Google Cloud Platform)의 송신 IP는 OpenShift Container Platform 버전 4.10 이상에서만 지원됩니다.

기본 네트워크 인터페이스에서 추가 IP 주소를 허용하려면 일부 클라우드 또는 가상 머신 솔루션을 사용할 때 추가 구성이 필요할 수 있습니다.

**NetNamespace** 오브젝트의 **egressIPs** 매개변수를 설정하여 네임스페이스에 송신 IP 주소를 지정할 수 있습니다. 송신 IP가 프로젝트와 연결된 후 OpenShift SDN을 사용하면 다음 두 가지 방법으로 송신 IP를 호스트에 할당할 수 있습니다.

- 자동 할당 방식에서는 송신 IP 주소 범위가 노드에 할당됩니다.
- 수동 할당 방식에서는 하나 이상의 송신 IP 주소 목록이 노드에 할당됩니다.

송신 IP 주소를 요청하는 네임스페이스는 해당 송신 IP 주소를 호스팅할 수 있는 노드와 일치되며 송신 IP 주소가 해당 노드에 할당됩니다. **egressIPs** 매개변수가 **NetNamespace** 오브젝트에 설정되었지만 IP 주소를 송신하는 노드 호스트가 없는 경우 네임스페이스에서 송신하는 트래픽이 삭제됩니다.

노드의 고가용성은 자동입니다. 송신 IP 주소를 호스팅하는 노드에 도달할 수 없고 해당 송신 IP 주소를 호스팅할 수 있는 노드가 있으면 송신 IP 주소가 새 노드로 이동합니다. 연결할 수 없는 노드가 다시 온라인 상태가 되면 송신 IP 주소가 자동으로 이동하여 노드 간에 송신 IP 주소의 균형을 조정합니다.

## 중요

다음 제한 사항은 OpenShift SDN 클러스터 네트워크 공급자와 함께 송신 IP 주소를 사용하는 경우 적용됩니다.

- 동일한 노드에서 수동 할당 및 자동 할당 송신 IP 주소를 사용할 수 없습니다.
- IP 주소 범위에서 송신 IP 주소를 수동으로 할당하는 경우 해당 범위를 자동 IP 할당에 사용할 수 있도록 설정해서는 안 됩니다.
- OpenShift SDN 송신 IP 주소 구현을 사용하여 여러 네임스페이스에서 송신 IP 주소를 공유할 수 없습니다. 네임스페이스 간에 IP 주소를 공유해야 하는 경우 OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자 송신 IP 주소 구현을 통해 여러 네임스페이스에서 IP 주소를 확장할 수 있습니다.

## 참고

다중 테넌트 모드에서 OpenShift SDN을 사용하는 경우 연결된 프로젝트에 의해 다른 네임스페이스에 조인된 네임스페이스와 함께 송신 IP 주소를 사용할 수 없습니다. 예를 들어 **oc adm pod-network join-projects --to=project1 project2** 명령을 실행하여 **project1** 및 **project2**를 조인한 경우 두 프로젝트 모두 송신 IP 주소를 사용할 수 없습니다. 자세한 내용은 [BZ#1645577](#)를 참조하십시오.

### 15.2.1.1. 자동 할당된 송신 IP 주소 사용 시 고려사항

송신 IP 주소에 자동 할당 방식을 사용할 때는 다음 사항을 고려해야 합니다.

- 각 노드의 **HostSubnet** 리소스의 **egressCIDRs** 매개변수를 설정하여 노드가 호스트할 수 있는 송신 IP 주소 범위를 나타냅니다. OpenShift Container Platform은 지정한 IP 주소 범위를 기반으로 **HostSubnet** 리소스의 **egressIPs** 매개변수를 설정합니다.

네임스페이스의 송신 IP 주소를 호스팅하는 노드에 도달할 수 없는 경우 OpenShift Container Platform은 호환되는 송신 IP 주소 범위를 가진 다른 노드에 송신 IP 주소를 다시 할당합니다. 자동 할당 방식은 추가 IP 주소를 노드와 연결할 수 있는 유연성이 있는 환경에 설치된 클러스터에 가장 적합합니다.

### 15.2.1.2. 수동으로 할당된 송신 IP 주소 사용 시 고려사항

이 방법은 추가 IP 주소를 퍼블릭 클라우드 환경과 같은 노드와 연결하는 데 제한이 있을 수 있는 클러스터에 사용됩니다.

송신 IP 주소에 수동 할당 방식을 사용할 때는 다음 사항을 고려해야 합니다.

- 각 노드의 **HostSubnet** 리소스의 **egressIPs** 매개변수를 설정하여 노드가 호스트할 수 있는 IP 주소를 표시합니다.
- 네임스페이스당 여러 개의 송신 IP 주소가 지원됩니다.

네임스페이스에 여러 송신 IP 주소가 있고 해당 주소가 여러 노드에서 호스팅되는 경우 다음과 같은 추가 고려 사항이 적용됩니다.

- Pod가 송신 IP 주소를 호스팅하는 노드에 있는 경우 해당 pod는 항상 노드에서 송신 IP 주소를 사용합니다.
- Pod가 송신 IP 주소를 호스팅하는 노드에 없는 경우 해당 Pod는 송신 IP 주소를 임의로 사용합니다.

## 15.2.2. 네임스페이스에 자동으로 할당된 송신 IP 주소 구성

OpenShift Container Platform에서는 하나 이상의 노드에서 특정 네임스페이스에 대한 송신 IP 주소를 자동으로 할당할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.
- OpenShift CLI(**oc**)가 설치되어 있습니다.

### 프로세스

1. 다음 JSON을 사용하여 송신 IP 주소로 **NetNamespace** 오브젝트를 업데이트합니다.

```
$ oc patch netnamespace <project_name> --type=merge -p \
{'
  "egressIPs": [
    "<ip_address>"
  ]
}'
```

다음과 같습니다.

#### <project\_name>

프로젝트 이름을 지정합니다.

#### <ip\_address>

**egressIPs** 배열에 대해 하나 이상의 송신 IP 주소를 지정합니다.

예를 들어 **project1**을 IP 주소 192.168.1.100에 할당하고 **project2**를 IP 주소 192.168.1.101에 할당하려면 다음을 수행합니다.

```
$ oc patch netnamespace project1 --type=merge -p \
{'"egressIPs": ["192.168.1.100"]}'
$ oc patch netnamespace project2 --type=merge -p \
{'"egressIPs": ["192.168.1.101"]}'
```



### 참고

OpenShift SDN은 **NetNamespace** 오브젝트를 관리하므로 기존 **NetNamespace** 오브젝트를 수정하기만 하면 됩니다. 새 **NetNamespace** 오브젝트를 생성하지 마십시오.

2. 다음 JSON을 사용하여 각 호스트에 대해 **egressCIDRs** 매개변수를 설정하여 송신 IP 주소를 호스팅할 수 있는 노드를 표시합니다.

```
$ oc patch hostsubnet <node_name> --type=merge -p \
{'
  "egressCIDRs": [
    "<ip_address_range>", "<ip_address_range>"
  ]
}'
```

다음과 같습니다.

#### <node\_name>

노드 이름을 지정합니다.

#### <ip\_address\_range>

CIDR 형식의 IP 주소 범위를 지정합니다. **egressCIDRs** 배열에 대해 두 개 이상의 주소 범위를 지정할 수 있습니다.

예를 들어, **node1** 및 **node2**를 192.168.1.0에서 192.168.1.255 범위의 송신 IP 주소를 호스팅하도록 설정하려면 다음을 수행합니다.

```
$ oc patch hostsubnet node1 --type=merge -p \
  '{"egressCIDRs": ["192.168.1.0/24"]}'
$ oc patch hostsubnet node2 --type=merge -p \
  '{"egressCIDRs": ["192.168.1.0/24"]}'
```

OpenShift Container Platform은 특정 송신 IP 주소를 균형 잡힌 방식으로 사용 가능한 노드에 자동으로 할당합니다. 이 경우 송신 IP 주소 192.168.1.100을 **node1**에 할당하고 송신 IP 주소 192.168.1.101을 **node2**에 할당하거나 그 반대의 경우도 마찬가지입니다.

### 15.2.3. 네임스페이스에 수동으로 할당된 송신 IP 주소 구성

OpenShift Container Platform에서 하나 이상의 송신 IP 주소를 네임스페이스와 연결할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.
- OpenShift CLI(**oc**)가 설치되어 있습니다.

#### 프로세스

1. 원하는 IP 주소로 다음 JSON 오브젝트를 지정하여 **NetNamespace** 오브젝트를 업데이트합니다.

```
$ oc patch netnamespace <project_name> --type=merge -p \
  {
    "egressIPs": [
      "<ip_address>"
    ]
  }
```

다음과 같습니다.

#### <project\_name>

프로젝트 이름을 지정합니다.

#### <ip\_address>

**egressIPs** 배열에 대해 하나 이상의 송신 IP 주소를 지정합니다.

예를 들어, **project1** 프로젝트를 IP 주소 **192.168.1.100** 및 **192.168.1.101**에 할당하려면 다음을 수행합니다.

```
$ oc patch netnamespace project1 --type=merge \
  -p '{"egressIPs": ["192.168.1.100", "192.168.1.101"]}'
```

고가용성을 제공하기 위해 **egressIPs** 값을 서로 다른 노드에서 둘 이상의 IP 주소로 설정합니다. 여러 송신 IP 주소가 설정되면 Pod는 모든 송신 IP 주소를 거의 동일하게 사용합니다.



### 참고

OpenShift SDN은 **NetNamespace** 오브젝트를 관리하므로 기존 **NetNamespace** 오브젝트를 수정하기만 하면 됩니다. 새 **NetNamespace** 오브젝트를 생성하지 마십시오.

2. 송신 IP를 노드 호스트에 수동으로 할당합니다. 노드 호스트의 **HostSubnet** 오브젝트에서 **egressIPs** 매개변수를 설정합니다. 다음 JSON을 사용하여 해당 노드 호스트에 할당하려는 만큼의 IP 주소를 포함합니다.

```
$ oc patch hostsubnet <node_name> --type=merge -p \
  '{
    "egressIPs": [
      "<ip_address>",
      "<ip_address>"
    ]
  }'
```

다음과 같습니다.

#### <node\_name>

노드 이름을 지정합니다.

#### <ip\_address>

IP 주소를 지정합니다. **egressIPs** 배열에 대해 두 개 이상의 IP 주소를 지정할 수 있습니다.

예를 들어 **node1**에 송신 IP **192.168.1.100**, **192.168.1.101** 및 **192.168.1.102**가 있도록 지정하려면 다음을 수행합니다.

```
$ oc patch hostsubnet node1 --type=merge -p \
  '{"egressIPs": ["192.168.1.100", "192.168.1.101", "192.168.1.102"]}'
```

이전 예에서 **project1**의 모든 송신 트래픽은 지정된 송신 IP를 호스팅하는 노드로 라우팅된 다음 NAT(Network Address Translation)를 사용하여 해당 IP 주소에 연결됩니다.

## 15.3. 프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성

클러스터 관리자는 OpenShift Container Platform 클러스터에서 나가는 송신 트래픽을 제한하는 프로젝트에 대한 송신 방화벽을 생성할 수 있습니다.

### 15.3.1. 프로젝트에서 송신 방화벽이 작동하는 방식

클러스터 관리자는 송신 방화벽을 사용하여 일부 또는 모든 Pod가 클러스터 내에서 액세스할 수 있는 외부 호스트를 제한할 수 있습니다. 송신 방화벽은 다음 시나리오를 지원합니다.

- Pod는 내부 호스트에만 연결할 수 있으며 공용 인터넷 연결을 시작할 수 없습니다.
- Pod는 공용 인터넷에만 연결할 수 있으며 OpenShift Container Platform 클러스터 외부에 있는 내부 호스트에 대한 연결을 시작할 수 없습니다.

- Pod는 지정된 내부 서브넷이나 OpenShift Container Platform 클러스터 외부의 호스트에 연결할 수 없습니다.
- Pod는 특정 외부 호스트에만 연결할 수 있습니다.

예를 들어, 한 프로젝트가 지정된 IP 범위에 액세스하도록 허용하지만 다른 프로젝트에 대한 동일한 액세스는 거부할 수 있습니다. 또는 애플리케이션 개발자가 Python pip 미러에서 업데이트하지 못하도록 하고 승인된 소스에서만 업데이트를 수행하도록 할 수 있습니다.

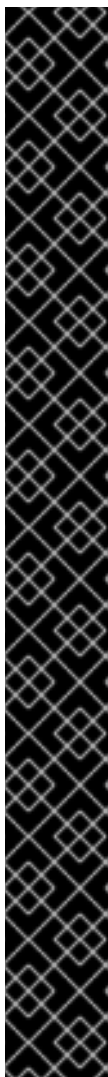


## 참고

송신 방화벽은 호스트 네트워크 네임스페이스에 적용되지 않습니다. 호스트 네트워킹이 활성화된 Pod는 송신 방화벽 규칙의 영향을 받지 않습니다.

EgressNetworkPolicy CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트를 만들어 송신 방화벽 정책을 구성합니다. 송신 방화벽은 다음 기준 중 하나를 충족하는 네트워크 트래픽과 일치합니다.

- CIDR 형식의 IP 주소 범위
- IP 주소로 확인되는 DNS 이름



## 중요

송신 방화벽에 **0.0.0.0/0**에 대한 거부 규칙이 포함된 경우 OpenShift Container Platform API 서버에 대한 액세스 권한이 차단됩니다. Pod에서 OpenShift Container Platform API 서버에 계속 액세스할 수 있도록 하려면 다음 예와 같이 API 서버가 송신 방화벽 규칙에서 수신 대기하는 IP 주소 범위를 포함해야 합니다.

```
apiVersion: network.openshift.io/v1
kind: EgressNetworkPolicy
metadata:
  name: default
  namespace: <namespace> ①
spec:
  egress:
  - to:
    cidrSelector: <api_server_address_range> ②
    type: Allow
  # ...
  - to:
    cidrSelector: 0.0.0.0/0 ③
    type: Deny
```

- ① 송신 방화벽의 네임스페이스입니다.
- ② OpenShift Container Platform API 서버를 포함하는 IP 주소 범위입니다.
- ③ 글로벌 거부 규칙은 OpenShift Container Platform API 서버에 액세스할 수 없습니다.

API 서버의 IP 주소를 찾으려면 **oc get ep kubernetes -n default** 를 실행합니다.

자세한 내용은 [BZ#1988324](#)에서 참조하십시오.



**중요**

송신 방화벽을 구성하려면 네트워크 정책 또는 다중 테넌트 모드를 사용하도록 OpenShift SDN을 구성해야 합니다.

네트워크 정책 모드를 사용하는 경우 송신 방화벽은 네임스페이스당 하나의 정책과만 호환되며 글로벌 프로젝트와 같이 네트워크를 공유하는 프로젝트에서는 작동하지 않습니다.



**주의**

송신 방화벽 규칙은 라우터를 통과하는 트래픽에는 적용되지 않습니다. Route CR 오브젝트를 생성할 권한이 있는 모든 사용자는 허용되지 않은 대상을 가리키는 경로를 생성하여 송신 방화벽 정책 규칙을 바이패스할 수 있습니다.

**15.3.1.1. 송신 방화벽의 제한**

송신 방화벽에는 다음과 같은 제한이 있습니다.

- EgressNetworkPolicy 오브젝트를 두 개 이상 보유할 수 있는 프로젝트는 없습니다.
- 프로젝트당 최대 1000개의 규칙이 있는 최대 하나의 EgressNetworkPolicy 오브젝트를 정의할 수 있습니다.
- 기본 프로젝트는 송신 방화벽을 사용할 수 없습니다.
- 다중 테넌트 모드에서 OpenShift SDN 기본 컨테이너 네트워크 인터페이스(CNI) 네트워크 공급자를 사용하는 경우 다음 제한 사항이 적용됩니다.
  - 글로벌 프로젝트는 송신 방화벽을 사용할 수 없습니다. **oc adm pod-network make-projects-global** 명령을 사용하여 프로젝트를 글로벌로 만들 수 있습니다.
  - **oc adm pod-network join-projects** 명령을 사용하여 병합된 프로젝트는 결합된 프로젝트에서 송신 방화벽을 사용할 수 없습니다.

이러한 제한 사항을 위반하면 프로젝트의 송신 방화벽이 손상되고 모든 외부 네트워크 트래픽이 삭제될 수 있습니다.

Egress 방화벽 리소스는 **kube-node-lease,kube-public,kube-system, openshift -** 프로젝트에서 생성할 수 있습니다.

**15.3.1.2. 송신 방화벽 정책 규칙에 대한 일치 순서**

송신 방화벽 정책 규칙은 정의된 순서대로 처음부터 마지막까지 평가됩니다. Pod의 송신 연결과 일치하는 첫 번째 규칙이 적용됩니다. 해당 연결에 대한 모든 후속 규칙은 무시됩니다.

**15.3.1.3. DNS(Domain Name Server) 확인 작동 방식**

송신 방화벽 정책 규칙에서 DNS 이름을 사용하는 경우 도메인 이름의 적절한 확인에는 다음 제한 사항이 적용됩니다.

- 도메인 이름 업데이트는 TTL(Time To- Live) 기간에 따라 폴링됩니다. 기본적으로 기간은 30초



입니다. 송신 방화벽 컨트롤러가 도메인 이름을 위해 로컬 이름 서버를 쿼리할 때 응답에 30초 미만 TTL이 포함된 경우 컨트롤러는 반환된 값으로 기간을 설정합니다. 응답의 TTL이 30분보다 크면 컨트롤러에서 기간을 30분으로 설정합니다. TTL이 30초에서 30분 사이인 경우 컨트롤러는 값을 무시하고 기간을 30초로 설정합니다.

- Pod는 필요한 경우 동일한 로컬 이름 서버에서 도메인을 확인해야 합니다. 확인하지 않으면 송신 방화벽 컨트롤러와 Pod에 의해 알려진 도메인의 IP 주소가 다를 수 있습니다. 호스트 이름의 IP 주소가 다르면 송신 방화벽이 일관되게 적용되지 않을 수 있습니다.
- 송신 방화벽 컨트롤러와 Pod는 동일한 로컬 이름 서버를 비동기적으로 폴링하기 때문에 Pod가 송신 컨트롤러보다 먼저 업데이트된 IP 주소를 얻을 수 있으며 이로 인해 경쟁 조건이 발생합니다. 현재 이런 제한으로 인해 EgressNetworkPolicy 오브젝트의 도메인 이름 사용은 IP 주소가 자주 변경되지 않는 도메인에만 권장됩니다.



## 참고

송신 방화벽은 Pod가 DNS 확인을 위해 Pod가 있는 노드의 외부 인터페이스에 항상 액세스할 수 있도록 합니다.

송신 방화벽 정책에서 도메인 이름을 사용하고 로컬 노드의 DNS 서버에서 DNS 확인을 처리하지 않으면 Pod에서 도메인 이름을 사용하는 경우, DNS 서버의 IP 주소에 대한 액세스를 허용하는 송신 방화벽 규칙을 추가해야 합니다.

### 15.3.2. EgressNetworkPolicy CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트

송신 방화벽에 대해 하나 이상의 규칙을 정의할 수 있습니다. 규칙이 적용되는 트래픽에 대한 사양을 담은 허용 규칙 또는 거부 규칙입니다.

다음 YAML은 EgressNetworkPolicy CR 오브젝트를 설명합니다.

#### EgressNetworkPolicy 오브젝트

```
apiVersion: network.openshift.io/v1
kind: EgressNetworkPolicy
metadata:
  name: <name> 1
spec:
  egress: 2
  ...
```

1 송신 방화벽 정책의 이름입니다.

2 다음 섹션에서 설명하는 하나 이상의 송신 네트워크 정책 규칙 컬렉션입니다.

#### 15.3.2.1. EgressNetworkPolicy 규칙

다음 YAML은 송신 방화벽 규칙 오브젝트를 설명합니다. 송신 스탠자는 하나 이상의 오브젝트 배열을 예시합니다.

#### 송신 정책 규칙 스탠자

```
egress:
- type: <type> 1
```

```
to: 2
  cidrSelector: <cidr> 3
  dnsName: <dns_name> 4
```

- 1 규칙 유형입니다. 값은 허용 또는 거부여야 합니다.
- 2 송신 트래픽 일치 규칙을 설명하는 스탠자입니다. 규칙에 대한 **cidrSelector** 필드 또는 **dnsName** 필드의 값입니다. 동일한 규칙에서 두 필드를 모두 사용할 수 없습니다.
- 3 CIDR 형식의 IP 주소 범위입니다,
- 4 도메인 이름입니다.

### 15.3.2.2. EgressNetworkPolicy CR 오브젝트의 예

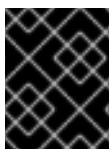
다음 예는 여러 가지 송신 방화벽 정책 규칙을 정의합니다.

```
apiVersion: network.openshift.io/v1
kind: EgressNetworkPolicy
metadata:
  name: default
spec:
  egress: 1
  - type: Allow
    to:
      cidrSelector: 1.2.3.0/24
  - type: Allow
    to:
      dnsName: www.example.com
  - type: Deny
    to:
      cidrSelector: 0.0.0.0/0
```

- 1 송신 방화벽 정책 규칙 오브젝트의 컬렉션입니다.

### 15.3.3. 송신 방화벽 정책 오브젝트 생성

클러스터 관리자는 프로젝트에 대한 송신 방화벽 정책 오브젝트를 만들 수 있습니다.



#### 중요

프로젝트에 이미 EgressNetworkPolicy 오브젝트가 정의되어 있으면 기존 정책을 편집하여 송신 방화벽 규칙을 변경해야 합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift SDN 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

## 프로세스

- 다음과 같이 정책 규칙을 생성합니다.
  - <policy\_name>**이 송신 정책 규칙을 설명하는 **<policy\_name>.yaml** 파일을 만듭니다.
  - 생성한 파일에서 송신 정책 오브젝트를 정의합니다.
- 다음 명령을 입력하여 정책 오브젝트를 생성합니다. **<policy\_name>**을 정책 이름으로 바꾸고 **<project>**를 규칙이 적용되는 프로젝트로 바꿉니다.

```
$ oc create -f <policy_name>.yaml -n <project>
```

다음 예제에서는 **project1**이라는 프로젝트에 새 EgressNetworkPolicy 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f default.yaml -n project1
```

### 출력 예

```
egressnetworkpolicy.network.openshift.io/v1 created
```

- 선택사항: 나중에 변경할 수 있도록 **<policy\_name>.yaml** 파일을 저장합니다.

## 15.4. 프로젝트의 송신 방화벽 편집

클러스터 관리자는 기존 송신 방화벽에 대한 네트워크 트래픽 규칙을 수정할 수 있습니다.

### 15.4.1. EgressNetworkPolicy 오브젝트 보기

클러스터의 EgressNetworkPolicy 오브젝트를 확인할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift SDN 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- oc**로 알려진 OpenShift 명령 인터페이스 (CLI)를 설치합니다.
- 클러스터에 로그인해야 합니다.

## 프로세스

- 선택사항: 클러스터에 정의된 EgressNetworkPolicy 오브젝트의 이름을 보려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get egressnetworkpolicy --all-namespaces
```

- 정책을 검사하려면 다음 명령을 입력하십시오. **<policy\_name>**을 검사할 정책 이름으로 교체합니다.

```
$ oc describe egressnetworkpolicy <policy_name>
```

### 출력 예

```
Name: default
Namespace: project1
Created: 20 minutes ago
Labels: <none>
Annotations: <none>
Rule: Allow to 1.2.3.0/24
Rule: Allow to www.example.com
Rule: Deny to 0.0.0.0/0
```

## 15.5. 프로젝트의 송신 방화벽 편집

클러스터 관리자는 기존 송신 방화벽에 대한 네트워크 트래픽 규칙을 수정할 수 있습니다.

### 15.5.1. EgressNetworkPolicy 오브젝트 편집

클러스터 관리자는 프로젝트의 송신 방화벽을 업데이트할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift SDN 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

1. 프로젝트의 EgressNetworkPolicy 오브젝트 찾습니다. **<project>**를 프로젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc get -n <project> egressnetworkpolicy
```

2. 선택 사항: 송신 네트워크 방화벽을 생성할 때 EgressNetworkPolicy 오브젝트 사본을 저장하지 않은 경우 다음 명령을 입력하여 사본을 생성합니다.

```
$ oc get -n <project> egressnetworkpolicy <name> -o yaml > <filename>.yaml
```

**<project>**를 프로젝트 이름으로 바꿉니다. **<name>**을 오브젝트 이름으로 변경합니다. YAML을 저장할 파일의 이름으로 **<filename>**을 바꿉니다.

3. 정책 규칙을 변경한 후 다음 명령을 입력하여 EgressNetworkPolicy 오브젝트를 바꿉니다. 업데이트된 EgressNetworkPolicy 오브젝트가 포함된 파일 이름으로 **<filename>**을 바꿉니다.

```
$ oc replace -f <filename>.yaml
```

## 15.6. 프로젝트에서 송신 방화벽 제거

클러스터 관리자는 프로젝트에서 송신 방화벽을 제거하여 OpenShift Container Platform 클러스터를 나가는 프로젝트에서 네트워크 트래픽에 대한 모든 제한을 제거할 수 있습니다.

### 15.6.1. EgressNetworkPolicy 오브젝트 제거

클러스터 관리자는 프로젝트에서 송신 방화벽을 제거할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift SDN 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

### 프로세스

1. 프로젝트의 EgressNetworkPolicy 오브젝트 찾습니다. **<project>**를 프로젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc get -n <project> egressnetworkpolicy
```

2. EgressNetworkPolicy 오브젝트를 삭제하려면 다음 명령을 입력합니다. **<project>**를 프로젝트 이름으로 바꾸고 **<name>**을 오브젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc delete -n <project> egressnetworkpolicy <name>
```

## 15.7. 송신 라우터 POD 사용에 대한 고려 사항

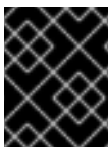
### 15.7.1. 송신 라우터 Pod 정보

OpenShift Container Platform 송신 라우터 포드는 다른 용도로 사용되지 않는 프라이빗 소스 IP 주소에서 지정된 원격 서버로 트래픽을 리디렉션합니다. 송신 라우터 포드를 통해 특정 IP 주소에서만 액세스할 수 있도록 설정된 서버로 네트워크 트래픽을 보낼 수 있습니다.



#### 참고

송신 라우터 Pod는 모든 발신 연결을 위한 것은 아닙니다. 다수의 송신 라우터 Pod를 생성하는 경우 네트워크 하드웨어 제한을 초과할 수 있습니다. 예를 들어 모든 프로젝트 또는 애플리케이션에 대해 송신 라우터 Pod를 생성하면 소프트웨어에서 MAC 주소 필터링으로 돌아가기 전에 네트워크 인터페이스에서 처리할 수 있는 로컬 MAC 주소 수를 초과할 수 있습니다.



#### 중요

송신 라우터 이미지는 Amazon AWS, Azure Cloud 또는 macvlan 트래픽과의 비호환성으로 인해 계층 2 조작을 지원하지 않는 기타 클라우드 플랫폼과 호환되지 않습니다.

#### 15.7.1.1. 송신 라우터 모드

*리디렉션 모드*에서는 송신 라우터 포드가 자체 IP 주소에서 하나 이상의 대상 IP 주소로 트래픽을 리디렉션하도록 **iptables** 규칙을 구성합니다. 예약된 소스 IP 주소를 사용해야 하는 클라이언트 Pod는 대상 IP에 직접 연결하는 대신 송신 라우터에 연결하도록 수정해야 합니다.

*HTTP 프록시 모드*에서는 송신 라우터 Pod가 포트 **8080**에서 HTTP 프록시로 실행됩니다. 이 모드는 HTTP 기반 또는 HTTPS 기반 서비스에 연결하는 클라이언트에 대해서만 작동하지만 일반적으로 클라이언트 Pod를 덜 변경해야 작동합니다. 대부분의 프로그램은 환경 변수를 설정하여 HTTP 프록시를 사용하도록 지시할 수 있습니다.

DNS 프록시 모드에서는 송신 라우터 Pod가 자체 IP 주소에서 하나 이상의 대상 IP 주소로 TCP 기반 서비스의 DNS 프록시로 실행됩니다. 예약된 소스 IP 주소를 사용하려면 대상 IP 주소에 직접 연결하는 대신 송신 라우터 Pod에 연결하도록 클라이언트 Pod를 수정해야 합니다. 이렇게 수정하면 외부 대상에서 트래픽을 알려진 소스에서 발생하는 것처럼 처리합니다.

리디렉션 모드는 HTTP 및 HTTPS를 제외한 모든 서비스에서 작동합니다. HTTP 및 HTTPS 서비스의 경우 HTTP 프록시 모드를 사용하십시오. IP 주소 또는 도메인 이름이 있는 TCP 기반 서비스는 DNS 프록시 모드를 사용하십시오.

### 15.7.1.2. 송신 라우터 Pod 구현

송신 라우터 Pod 설정은 초기화 컨테이너에서 수행합니다. 해당 컨테이너는 macvlan 인터페이스를 구성하고 **iptables** 규칙을 설정할 수 있도록 권한 있는 컨텍스트에서 실행됩니다. 초기화 컨테이너는 **iptables** 규칙 설정을 완료한 후 종료됩니다. 그런 다음 송신 라우터 포드는 컨테이너를 실행하여 송신 라우터 트래픽을 처리합니다. 사용되는 이미지는 송신 라우터 모드에 따라 다릅니다.

환경 변수는 송신 라우터 이미지에서 사용하는 주소를 결정합니다. 이미지는 IP 주소로 **EGRESS\_SOURCE**를, 게이트웨이 IP 주소로 **EGRESS\_GATEWAY**를 사용하도록 macvlan 인터페이스를 구성합니다.

NAT(Network Address Translation) 규칙은 TCP 또는 UDP 포트에 있는 Pod의 클러스터 IP 주소에 대한 연결이 **EGRESS\_DESTINATION** 변수에서 지정하는 IP 주소의 동일한 포트로 리디렉션되도록 설정됩니다.

클러스터의 일부 노드만 지정된 소스 IP 주소를 요청하고 지정된 게이트웨이를 사용할 수 있는 경우 허용 가능한 노드를 나타내는 **nodeName** 또는 **nodeSelector**를 지정할 수 있습니다.

### 15.7.1.3. 배포 고려 사항

송신 라우터 Pod는 노드의 기본 네트워크 인터페이스에 추가 IP 주소와 MAC 주소를 추가합니다. 따라서 추가 주소를 허용하도록 하이퍼바이저 또는 클라우드 공급자를 구성해야 할 수 있습니다.

#### Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)

RHOSP에서 OpenShift Container Platform을 배포하는 경우 OpenStack 환경에서 송신 라우터 포드의 IP 및 MAC 주소의 트래픽을 허용해야 합니다. 트래픽을 허용하지 않으면 **통신이 실패합니다**.

```
$ openstack port set --allowed-address \
  ip_address=<ip_address>,mac_address=<mac_address> <neutron_port_uuid>
```

#### RHV(Red Hat Virtualization)

RHV를 사용하는 경우 가상 네트워크 인터페이스 컨트롤러(vNIC)에 대해 **No Network Filter** (네트워크 필터 없음)를 선택해야 합니다.

#### VMware vSphere

VMware vSphere를 사용하는 경우 **vSphere 표준 스위치 보안을 위한 VMware 설명서**를 참조하십시오. vSphere Web Client에서 호스트 가상 스위치를 선택하여 VMware vSphere 기본 설정을 보고 변경합니다.

특히 다음이 활성화되어 있는지 확인하십시오.

- [MAC 주소 변경](#)
- [위조된 전송](#)
- [무차별 모드 작동](#)

#### 15.7.1.4. 장애 조치 구성

다운타임을 방지하기 위해 다음 예와 같이 **Deployment** 리소스를 사용하여 송신 라우터 Pod를 배포할 수 있습니다. 예제 배포를 위해 새 **Service** 오브젝트를 생성하려면 **oc expose deployment/egress-demo-controller** 명령을 사용하십시오.

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: egress-demo-controller
spec:
  replicas: 1 ①
  selector:
    matchLabels:
      name: egress-router
  template:
    metadata:
      name: egress-router
    labels:
      name: egress-router
    annotations:
      pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true"
  spec: ②
    initContainers:
      ...
    containers:
      ...
```

- ① 항상 하나의 Pod만 지정된 송신 소스 IP 주소를 사용할 수 있으므로 복제본이 1로 설정되어 있는지 확인합니다. 이는 하나의 라우터 사본만 노드에서 실행됨을 의미합니다.
- ② 송신 라우터 Pod에 대한 **Pod** 오브젝트 템플릿을 지정합니다.

#### 15.7.2. 추가 리소스

- [리디렉션 모드에서 송신 라우터 배포](#)
- [HTTP 프록시 모드에서 송신 라우터 배포](#)
- [DNS 프록시 모드에서 송신 라우터 배포](#)

### 15.8. 리디렉션 모드에서 송신 라우터 POD 배포

클러스터 관리자는 트래픽을 지정된 대상 IP 주소로 리디렉션하도록 구성된 송신 라우터 Pod를 배포할 수 있습니다.

#### 15.8.1. 리디렉션 모드에 대한 송신 라우터 Pod 사양

**Pod** 오브젝트에서 송신 라우터 Pod에 대한 구성을 정의합니다. 다음 YAML은 리디렉션 모드에서 송신 라우터 Pod를 구성하는 데 필요한 필드를 나타냅니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
```

```

metadata:
  name: egress-1
  labels:
    name: egress-1
  annotations:
    pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true" ❶
spec:
  initContainers:
  - name: egress-router
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
    securityContext:
      privileged: true
    env:
      - name: EGRESS_SOURCE ❷
        value: <egress_router>
      - name: EGRESS_GATEWAY ❸
        value: <egress_gateway>
      - name: EGRESS_DESTINATION ❹
        value: <egress_destination>
      - name: EGRESS_ROUTER_MODE
        value: init
  containers:
  - name: egress-router-wait
    image: registry.redhat.io/openshift4/ose-pod

```

- ❶ 이 주석은 OpenShift Container Platform에 기본 네트워크 인터페이스 컨트롤러(NIC)에서 macvlan 네트워크 인터페이스를 생성하고 해당 macvlan 인터페이스를 Pod의 네트워크 네임스페이스로 이동하도록 지시합니다. **"true"** 값을 따옴표로 묶어야 합니다. OpenShift Container Platform이 다른 NIC 인터페이스에서 macvlan 인터페이스를 생성하도록 하려면 주석 값을 해당 인터페이스 이름으로 설정합니다. 예를 들면 **eth1**입니다.
- ❷ 송신 라우터 Pod에서 사용하도록 예약된 노드가 있는 물리적 네트워크의 IP 주소입니다. 선택사항: 서브넷 길이를 나타내는 /24 접미사를 포함하여 로컬 서브넷 경로를 적절하게 설정할 수 있습니다. 서브넷 길이를 지정하지 않으면 송신 라우터에서 **EGRESS\_GATEWAY** 변수로 지정된 호스트에만 액세스하고 서브넷의 다른 호스트에는 액세스할 수 없습니다.
- ❸ 노드에서 사용하는 기본 게이트웨이와 동일한 값입니다.
- ❹ 트래픽을 전달할 외부 서버입니다. 이 예제를 사용하면 Pod에 대한 연결이 소스 IP 주소가 **192.168.12.99**인 **203.0.113.25**로 리디렉션됩니다.

### 송신 라우터 pod 사양의 예

```

apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: egress-multi
  labels:
    name: egress-multi
  annotations:
    pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true"
spec:
  initContainers:
  - name: egress-router

```



```

image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
securityContext:
  privileged: true
env:
- name: EGRESS_SOURCE
  value: 192.168.12.99/24
- name: EGRESS_GATEWAY
  value: 192.168.12.1
- name: EGRESS_DESTINATION
  value: |
    80 tcp 203.0.113.25
    8080 tcp 203.0.113.26 80
    8443 tcp 203.0.113.26 443
    203.0.113.27
- name: EGRESS_ROUTER_MODE
  value: init
containers:
- name: egress-router-wait
  image: registry.redhat.io/openshift4/ose-pod

```

### 15.8.2. 송신 대상 구성 형식

송신 라우터 Pod가 리디렉션 모드로 배포되면 다음 형식 중 하나 이상을 사용하여 리디렉션 규칙을 지정할 수 있습니다.

- **<port> <protocol> <ip\_address>** - 지정된 **<port>**로 들어오는 연결을 지정된 **<ip\_address>**의 동일한 포트에 리디렉션해야 합니다. **<protocol>**은 **tcp** 또는 **udp**입니다.
- **<port> <protocol> <ip\_address> <remote\_port>** - 연결이 **<ip\_address>**의 다른 **<remote\_port>**로 리디렉션된다는 점을 제외하고는 위와 같습니다.
- **<ip\_address>** - 마지막 줄이 단일 IP 주소인 경우 기타 포트의 모든 연결이 이 IP 주소의 해당 포트로 리디렉션됩니다. 대체 IP 주소가 없으면 기타 포트의 연결이 거부됩니다.

이어지는 예제에서는 몇 가지 규칙이 정의됩니다.

- 첫 번째 줄에서는 트래픽을 로컬 포트 **80**에서 **203.0.113.25**의 포트 **80**으로 리디렉션합니다.
- 두 번째 및 세 번째 줄에서는 로컬 포트 **8080** 및 **8443**을 **203.0.113.26**의 원격 포트 **80** 및 **443**으로 리디렉션합니다.
- 마지막 줄은 이전 규칙에 지정되지 않은 모든 포트의 트래픽과 일치합니다.

#### 설정 예

```

80 tcp 203.0.113.25
8080 tcp 203.0.113.26 80
8443 tcp 203.0.113.26 443
203.0.113.27

```

### 15.8.3. 리디렉션 모드에서 송신 라우터 Pod 배포

리디렉션 모드에서는 송신 라우터 Pod가 자체 IP 주소에서 하나 이상의 대상 IP 주소로 트래픽을 리디렉션하도록 iptables 규칙을 설정합니다. 예약된 소스 IP 주소를 사용해야 하는 클라이언트 Pod는 대상 IP에 직접 연결하는 대신 송신 라우터에 연결하도록 수정해야 합니다.

## 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

## 프로세스

1. 송신 라우터 Pod를 생성합니다.
2. 다른 Pod에서 송신 라우터 Pod의 IP 주소를 찾을 수 있도록 하려면 다음 예제와 같이 송신 라우터 Pod를 가리키는 서비스를 만듭니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-1
spec:
  ports:
    - name: http
      port: 80
    - name: https
      port: 443
  type: ClusterIP
  selector:
    name: egress-1
```

이제 Pod에서 이 서비스에 연결할 수 있습니다. 이러한 연결은 예약된 송신 IP 주소를 사용하여 외부 서버의 해당 포트에 리디렉션됩니다.

### 15.8.4. 추가 리소스

- [ConfigMap을 사용하여 송신 라우터 대상 매핑 구성](#)

## 15.9. HTTP 프록시 모드에서 송신 라우터 POD 배포

클러스터 관리자는 지정된 HTTP 및 HTTPS 기반 서비스로 트래픽을 프록시하도록 구성된 송신 라우터 Pod를 배포할 수 있습니다.

### 15.9.1. HTTP 모드에 대한 송신 라우터 Pod 사양

**Pod** 오브젝트에서 송신 라우터 Pod에 대한 구성을 정의합니다. 다음 YAML은 HTTP 모드에서 송신 라우터 Pod를 구성하는 데 필요한 필드를 나타냅니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: egress-1
labels:
  name: egress-1
annotations:
  pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true" 1
spec:
  initContainers:
```

```

- name: egress-router
image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
securityContext:
  privileged: true
env:
- name: EGRESS_SOURCE 2
  value: <egress-router>
- name: EGRESS_GATEWAY 3
  value: <egress-gateway>
- name: EGRESS_ROUTER_MODE
  value: http-proxy
containers:
- name: egress-router-pod
image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-http-proxy
env:
- name: EGRESS_HTTP_PROXY_DESTINATION 4
  value: |-
  ...
  ...

```

- 1 이 주석은 OpenShift Container Platform에 기본 네트워크 인터페이스 컨트롤러(NIC)에서 macvlan 네트워크 인터페이스를 생성하고 해당 macvlan 인터페이스를 Pod의 네트워크 네임스페이스로 이동하도록 지시합니다. "true" 값을 따옴표로 묶어야 합니다. OpenShift Container Platform이 다른 NIC 인터페이스에서 macvlan 인터페이스를 생성하도록 하려면 주석 값을 해당 인터페이스 이름으로 설정합니다. 예를 들면 **eth1**입니다.
- 2 송신 라우터 Pod에서 사용하도록 예약된 노드가 있는 물리적 네트워크의 IP 주소입니다. 선택사항: 서브넷 길이를 나타내는 /24 접미사를 포함하여 로컬 서브넷 경로를 적절하게 설정할 수 있습니다. 서브넷 길이를 지정하지 않으면 송신 라우터에서 **EGRESS\_GATEWAY** 변수로 지정된 호스트에만 액세스하고 서브넷의 다른 호스트에는 액세스할 수 없습니다.
- 3 노드에서 사용하는 기본 게이트웨이와 동일한 값입니다.
- 4 프록시 구성 방법을 지정하는 문자열 또는 여러 줄로 된 YAML 문자열입니다. 이 문자열은 init 컨테이너의 다른 환경 변수가 아닌 HTTP 프록시 컨테이너의 환경 변수로 지정됩니다.

### 15.9.2. 송신 대상 구성 형식

송신 라우터 Pod가 HTTP 프록시 모드로 배포되면 다음 형식 중 하나 이상을 사용하여 리디렉션 규칙을 지정할 수 있습니다. 구성의 각 줄은 허용 또는 거부할 하나의 연결 그룹을 지정합니다.

- IP 주소는 **192.168.1.1**과 같은 해당 IP 주소에 대한 연결을 허용합니다.
- CIDR 범위는 **192.168.1.0/24**와 같은 해당 CIDR 범위에 대한 연결을 허용합니다.
- 호스트 이름을 사용하면 **www.example.com**과 같은 해당 호스트에 대한 프록시를 허용합니다.
- \*.으로 시작하는 도메인 이름은 해당 도메인 및 \*.example.com과 같은 모든 하위 도메인에 대한 프록시 사용을 허용합니다.
- 위의 일치 식 뒤에 !가 있으면 연결이 거부됩니다.
- 마지막 줄이 \*이면 명시적으로 거부되지 않은 모든 것이 허용됩니다. 또는 허용되지 않은 모든 것이 거부됩니다.

\*를 사용하여 모든 원격 대상에 대한 연결을 허용할 수도 있습니다.

### 설정 예

```
!*example.com
!192.168.1.0/24
192.168.2.1
*
```

### 15.9.3. HTTP 프록시 모드에서 송신 라우터 Pod 배포

HTTP 프록시 모드에서는 송신 라우터 Pod가 포트 **8080**에서 HTTP 프록시로 실행됩니다. 이 모드는 HTTP 기반 또는 HTTPS 기반 서비스에 연결하는 클라이언트에 대해서만 작동하지만 일반적으로 클라이언트 Pod를 덜 변경해야 작동합니다. 대부분의 프로그램은 환경 변수를 설정하여 HTTP 프록시를 사용하도록 지시할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 송신 라우터 Pod를 생성합니다.
2. 다른 Pod에서 송신 라우터 Pod의 IP 주소를 찾을 수 있도록 하려면 다음 예제와 같이 송신 라우터 Pod를 가리키는 서비스를 만듭니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-1
spec:
  ports:
    - name: http-proxy
      port: 8080 ①
  type: ClusterIP
selector:
  name: egress-1
```

① **http** 포트가 **8080**으로 설정되어 있는지 확인하십시오.

3. HTTP 프록시를 사용하도록 클라이언트 Pod(송신 프록시 Pod가 아님)를 구성하려면 **http\_proxy** 또는 **https\_proxy** 변수를 설정합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: app-1
  labels:
    name: app-1
spec:
```

```
containers:
  env:
    - name: http_proxy
      value: http://egress-1:8080/ ❶
    - name: https_proxy
      value: http://egress-1:8080/
    ...
```

- ❶ 이전 단계에서 생성한 서비스입니다.



### 참고

모든 설정에 **http\_proxy** 및 **https\_proxy** 환경 변수를 사용할 필요는 없습니다. 위 방법으로 유효한 설정이 생성되지 않으면 Pod에서 실행 중인 틀이나 소프트웨어에 대한 설명서를 참조하십시오.

## 15.9.4. 추가 리소스

- [ConfigMap을 사용하여 송신 라우터 대상 매핑 구성](#)

## 15.10. DNS 프록시 모드에서 송신 라우터 POD 배포

클러스터 관리자는 지정된 DNS 이름 및 IP 주소로 트래픽을 프록시하도록 구성된 송신 라우터 Pod를 배포할 수 있습니다.

### 15.10.1. DNS 모드에 대한 송신 라우터 Pod 사양

**Pod** 오브젝트에서 송신 라우터 Pod에 대한 구성을 정의합니다. 다음 YAML은 DNS 모드에서 송신 라우터 Pod를 구성하는 데 필요한 필드를 나타냅니다.

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: egress-1
  labels:
    name: egress-1
  annotations:
    pod.network.openshift.io/assign-macvlan: "true" ❶
spec:
  initContainers:
    - name: egress-router
      image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-router
      securityContext:
        privileged: true
      env:
        - name: EGRESS_SOURCE ❷
          value: <egress-router>
        - name: EGRESS_GATEWAY ❸
          value: <egress-gateway>
        - name: EGRESS_ROUTER_MODE
          value: dns-proxy
  containers:
    - name: egress-router-pod
```

```

image: registry.redhat.io/openshift4/ose-egress-dns-proxy
securityContext:
  privileged: true
env:
- name: EGRESS_DNS_PROXY_DESTINATION 4
  value: |-
  ...
- name: EGRESS_DNS_PROXY_DEBUG 5
  value: "1"
  ...

```

- 1 이 주석은 OpenShift Container Platform에 기본 네트워크 인터페이스 컨트롤러(NIC)에서 macvlan 네트워크 인터페이스를 생성하고 해당 macvlan 인터페이스를 Pod의 네트워크 네임스페이스로 이동하도록 지시합니다. "true" 값을 따옴표로 묶어야 합니다. OpenShift Container Platform이 다른 NIC 인터페이스에서 macvlan 인터페이스를 생성하도록 하려면 주석 값을 해당 인터페이스 이름으로 설정합니다. 예를 들면 **eth1**입니다.
- 2 송신 라우터 Pod에서 사용하도록 예약된 노드가 있는 물리적 네트워크의 IP 주소입니다. 선택사항: 서브넷 길이를 나타내는 /24 접미사를 포함하여 로컬 서브넷 경로를 적절하게 설정할 수 있습니다. 서브넷 길이를 지정하지 않으면 송신 라우터에서 **EGRESS\_GATEWAY** 변수로 지정된 호스트에만 액세스하고 서브넷의 다른 호스트에는 액세스할 수 없습니다.
- 3 노드에서 사용하는 기본 게이트웨이와 동일한 값입니다.
- 4 하나 이상의 프록시 대상 목록을 지정합니다.
- 5 선택사항: DNS 프록시 로그 출력을 **stdout**로 출력하도록 지정합니다.

### 15.10.2. 송신 대상 구성 형식

라우터가 DNS 프록시 모드에서 배포되면 포트 및 대상 매핑 목록을 지정합니다. 대상은 IP 주소 또는 DNS 이름일 수 있습니다.

송신 라우터 Pod는 포트 및 대상 매핑을 지정하기 위해 다음 형식을 지원합니다.

#### 포트 및 원격 주소

두 가지 필드 형식인 **<port> <remote\_address>**를 사용하여 소스 포트와 대상 호스트를 지정할 수 있습니다.

호스트는 IP 주소 또는 DNS 이름일 수 있습니다. DNS 이름을 제공하면 런타임에 DNS를 확인합니다. 지정된 호스트의 경우 프록시는 대상 호스트 IP 주소에 연결할 때 대상 호스트의 지정된 소스 포트에 연결합니다.

#### 포트 및 원격 주소 쌍의 예

```

80 172.16.12.11
100 example.com

```

#### 포트, 원격 주소, 원격 포트

세 가지 필드 형식인 **<port> <remote\_address> <remote\_port>**를 사용하여 소스 포트, 대상 호스트, 대상 포트를 지정할 수 있습니다.

세 가지 필드 형식은 대상 포트가 소스 포트와 다를 수 있다는 점을 제외하고 두 가지 필드 버전과 동일하게 작동합니다.

## 포트, 원격 주소, 원격 포트의 예

```
8080 192.168.60.252 80
8443 web.example.com 443
```

### 15.10.3. DNS 프록시 모드에서 송신 라우터 Pod 배포

DNS 프록시 모드에서는 송신 라우터 Pod가 자체 IP 주소에서 하나 이상의 대상 IP 주소로 TCP 기반 서비스의 DNS 프록시 역할을 합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 송신 라우터 Pod를 생성합니다.
2. 송신 라우터 Pod에 대한 서비스를 생성합니다.
  - a. 다음 YAML 정의가 포함된 **egress-router-service.yaml** 파일을 생성합니다. **spec.ports**를 **EGRESS\_DNS\_PROXY\_DESTINATION** 환경 변수에 대해 이전에 정의한 포트 목록으로 설정합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-dns-svc
spec:
  ports:
    ...
  type: ClusterIP
  selector:
    name: egress-dns-proxy
```

예를 들면 다음과 같습니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-dns-svc
spec:
  ports:
    - name: con1
      protocol: TCP
      port: 80
      targetPort: 80
    - name: con2
      protocol: TCP
      port: 100
      targetPort: 100
```

```

type: ClusterIP
selector:
  name: egress-dns-proxy

```

b. 서비스를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc create -f egress-router-service.yaml
```

이제 Pod에서 이 서비스에 연결할 수 있습니다. 이러한 연결은 예약된 송신 IP 주소를 사용하여 외부 서버의 해당 포트에 프록시로 연결됩니다.

#### 15.10.4. 추가 리소스

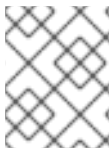
- [ConfigMap을 사용하여 송신 라우터 대상 매핑 구성](#)

### 15.11. 구성 맵에서 송신 라우터 POD 대상 목록 구성

클러스터 관리자는 송신 라우터 Pod에 대한 대상 매핑을 지정하는 **ConfigMap** 오브젝트를 정의할 수 있습니다. 구체적인 구성 형식은 송신 라우터 Pod 유형에 따라 다릅니다. 형식에 대한 자세한 내용은 해당 송신 라우터 Pod에 대한 설명서를 참조하십시오.

#### 15.11.1. 구성 맵을 사용하여 송신 라우터 대상 매핑 구성

대규모 또는 자주 변경되는 대상 매핑 집합의 경우 구성 맵을 사용하여 목록을 외부에서 관리할 수 있습니다. 이 접근 방식의 장점은 구성 맵을 편집할 수 있는 권한을 **cluster-admin** 권한이 없는 사용자에게 위임할 수 있다는 점입니다. 송신 라우터 Pod에는 권한 있는 컨테이너가 필요하기 때문에 **cluster-admin** 권한이 없는 사용자는 Pod 정의를 직접 편집할 수 없습니다.



#### 참고

송신 라우터 Pod는 구성 맵이 변경될 때 자동으로 업데이트되지 않습니다. 업데이트하려면 송신 라우터 Pod를 재시작해야 합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 다음 예와 같이 송신 라우터 Pod에 대한 매핑 데이터가 포함된 파일을 만듭니다.

```

# Egress routes for Project "Test", version 3

80 tcp 203.0.113.25

8080 tcp 203.0.113.26 80
8443 tcp 203.0.113.26 443

# Fallback
203.0.113.27

```



이 파일에 빈 줄과 주석을 넣을 수 있습니다.

2. 파일에서 **ConfigMap** 오브젝트를 만듭니다.

```
$ oc delete configmap egress-routes --ignore-not-found
```

```
$ oc create configmap egress-routes \
  --from-file=destination=my-egress-destination.txt
```

이전 명령에서 **egress-routes** 값은 생성할 **ConfigMap** 오브젝트의 이름이고, **my-egress-destination.txt**는 데이터를 읽을 파일의 이름입니다.

### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 구성 맵을 만들 수 있습니다.

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: egress-routes
data:
  destination: |
    # Egress routes for Project "Test", version 3

    80 tcp 203.0.113.25

    8080 tcp 203.0.113.26 80
    8443 tcp 203.0.113.26 443

    # Fallback
    203.0.113.27
```

3. 송신 라우터 Pod 정의를 생성하고 환경 스탠자의 **EGRESS\_DESTINATION** 필드에 **configMapKeyRef** 스탠자를 지정합니다.

```
...
env:
- name: EGRESS_DESTINATION
  valueFrom:
    configMapKeyRef:
      name: egress-routes
      key: destination
...
```

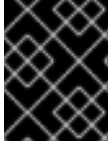
### 15.11.2. 추가 리소스

- [리디렉션 모드](#)
- [HTTP 프록시 모드](#)
- [DNS 프록시 모드](#)

## 15.12. 프로젝트에 멀티 캐스트 사용

### 15.12.1. 멀티 캐스트 정보

IP 멀티 캐스트를 사용하면 데이터가 여러 IP 주소로 동시에 브로드캐스트됩니다.



#### 중요

현재 멀티 캐스트는 고 대역폭 솔루션이 아닌 저 대역폭 조정 또는 서비스 검색에 가장 적합합니다.

OpenShift Container Platform Pod 간 멀티 캐스트 트래픽은 기본적으로 비활성화되어 있습니다. OpenShift SDN 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자를 사용하는 경우 프로젝트별로 멀티 캐스트를 활성화할 수 있습니다.

네트워크 정책 격리 모드에서 **OpenShift SDN** 네트워크 플러그인을 사용하는 경우:

- Pod에서 전송한 멀티 캐스트 패킷은 **NetworkPolicy** 오브젝트에 관계없이 프로젝트의 다른 모든 Pod로 전달됩니다. Pod는 유니 캐스트를 통해 통신할 수 없는 경우에도 멀티 캐스트를 통해 통신할 수 있습니다.
- 한 프로젝트에서 Pod가 전송한 멀티 캐스트 패킷은 프로젝트 간에 통신을 허용하는 **NetworkPolicy** 오브젝트가 있더라도 다른 프로젝트의 Pod로 전달되지 않습니다.

다중 테넌트 격리 모드에서 OpenShift SDN 네트워크 플러그인을 사용하는 경우:

- Pod에서 전송한 멀티 캐스트 패킷은 프로젝트의 다른 모든 Pod로 전달됩니다.
- 한 프로젝트에서 Pod가 전송한 멀티 캐스트 패킷은 각 프로젝트가 함께 결합되고 각 참여 프로젝트에서 멀티 캐스트가 활성화된 경우에만 다른 프로젝트의 Pod로 전달됩니다.

### 15.12.2. Pod 간 멀티 캐스트 활성화

프로젝트의 Pod 간 멀티 캐스트를 활성화할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

- 다음 명령을 실행하여 프로젝트에 대한 멀티 캐스트를 활성화합니다. 멀티 캐스트를 활성화하려는 프로젝트의 네임스페이스로 **<namespace>**를 바꿉니다.

```
$ oc annotate netnamespace <namespace> \
    netnamespace.network.openshift.io/multicast-enabled=true
```

#### 검증

프로젝트에 멀티 캐스트가 활성화되어 있는지 확인하려면 다음 절차를 완료합니다.

- 멀티 캐스트를 활성화한 프로젝트로 현재 프로젝트를 변경합니다. <project>를 프로젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc project <project>
```

- 멀티 캐스트 수신자 역할을 할 pod를 만듭니다.

```
$ cat <<EOF | oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: mlistener
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
  - name: mlistener
    image: registry.access.redhat.com/ubi8
    command: ["/bin/sh", "-c"]
    args:
      ["dnf -y install socat hostname && sleep inf"]
    ports:
    - containerPort: 30102
      name: mlistener
      protocol: UDP
EOF
```

- 멀티 캐스트 발신자 역할을 할 pod를 만듭니다.

```
$ cat <<EOF | oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: msender
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
  - name: msender
    image: registry.access.redhat.com/ubi8
    command: ["/bin/sh", "-c"]
    args:
      ["dnf -y install socat && sleep inf"]
EOF
```

- 새 터미널 창 또는 탭에서 멀티캐스트 리스너를 시작합니다.
  - Pod의 IP 주소를 가져옵니다.

```
$ POD_IP=$(oc get pods mlistener -o jsonpath='{.status.podIP}')
```

- 다음 명령을 입력하여 멀티 캐스트 리스너를 시작합니다.

```
$ oc exec mlistener -i -t -- \
  socat UDP4-RECVFROM:30102,ip-add-membership=224.1.0.1:$POD_IP,fork
  EXEC:hostname
```

5. 멀티 캐스트 송신기를 시작합니다.

a. Pod 네트워크 IP 주소 범위를 가져옵니다.

```
$ CIDR=$(oc get Network.config.openshift.io cluster \
  -o jsonpath='{.status.clusterNetwork[0].cidr}')
```

b. 멀티 캐스트 메시지를 보내려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc exec msender -i -t -- \
  /bin/bash -c "echo | socat STDIO UDP4-
  DATAGRAM:224.1.0.1:30102,range=$CIDR,ip-multicast-ttl=64"
```

멀티 캐스트가 작동하는 경우 이전 명령은 다음 출력을 반환합니다.

```
mlistener
```

## 15.13. 프로젝트에 대한 멀티 캐스트 비활성화

### 15.13.1. Pod 간 멀티 캐스트 비활성화

프로젝트의 Pod 간 멀티 캐스트를 비활성화할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

- 다음 명령을 실행하여 멀티 캐스트를 비활성화합니다.

```
$ oc annotate netnamespace <namespace> \ 1
  netnamespace.network.openshift.io/multicast-enabled-
```

**1** 멀티 캐스트를 비활성화하려는 프로젝트의 **namespace**입니다.

## 15.14. OPENSIFT SDN을 사용하여 네트워크 격리 구성

OpenShift SDN CNI 플러그인에 다중 테넌트 격리 모드를 사용하도록 클러스터를 구성하면 기본적으로 각 프로젝트가 격리됩니다. 다중 테넌트 격리 모드에서 다른 프로젝트의 pod 또는 Service 간에 네트워크 트래픽이 허용되지 않습니다.

두 가지 방법으로 프로젝트의 다중 테넌트 격리 동작을 변경할 수 있습니다.

- 하나 이상의 프로젝트에 참여하여 다른 프로젝트의 pod와 service 간에 네트워크 트래픽을 허용할 수 있습니다.
- 프로젝트의 네트워크 격리를 비활성화할 수 있습니다. 다른 모든 프로젝트에서 pod 및 service의 네트워크 트래픽을 수락하여 전역에서 액세스할 수 있습니다. 전역에서 액세스 가능한 프로젝트는 다른 모든 프로젝트의 pod 및 service에 액세스할 수 있습니다.

### 15.14.1. 사전 요구 사항

- 다중 테넌트 격리 모드에서 OpenShift SDN CNI(Container Network Interface) 플러그인을 사용하도록 구성된 클러스터가 있어야 합니다.

### 15.14.2. 프로젝트 참여

두 개 이상의 프로젝트에 참여하여 다른 프로젝트의 Pod와 Service 간 네트워크 트래픽을 허용할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

1. 다음 명령을 사용하여 기존 프로젝트 네트워크에 프로젝트를 결합합니다.

```
$ oc adm pod-network join-projects --to=<project1> <project2> <project3>
```

또는 특정 프로젝트 이름을 지정하는 대신 **--selector=<project\_selector>** 옵션을 사용하여 관련 레이블을 기반으로 프로젝트를 지정할 수 있습니다.

2. 선택 사항: 다음 명령을 실행하여 결합한 Pod 네트워크를 봅니다.

```
$ oc get netnamespaces
```

동일한 Pod 네트워크에 있는 프로젝트는 **NETID** 열에서 동일한 네트워크 ID를 보유합니다.

### 15.14.3. 프로젝트 격리

다른 프로젝트의 Pod 및 Service가 해당 Pod 및 Service에 액세스할 수 없도록 프로젝트를 격리할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

- 클러스터에서 프로젝트를 격리하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc adm pod-network isolate-projects <project1> <project2>
```

또는 특정 프로젝트 이름을 지정하는 대신 **--selector=<project\_selector>** 옵션을 사용하여 관련 레이블을 기반으로 프로젝트를 지정할 수 있습니다.

#### 15.14.4. 프로젝트의 네트워크 격리 비활성화

프로젝트의 네트워크 격리를 비활성화할 수 있습니다.

##### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

##### 프로세스

- 프로젝트에 대해 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc adm pod-network make-projects-global <project1> <project2>
```

또는 특정 프로젝트 이름을 지정하는 대신 **--selector=<project\_selector>** 옵션을 사용하여 관련 레이블을 기반으로 프로젝트를 지정할 수 있습니다.

### 15.15. KUBE-PROXY 설정

Kubernetes 네트워크 프록시(kube-proxy)는 각 노드에서 실행되며 CNO(Cluster Network Operator)에 의해 관리됩니다. kube-proxy는 서비스와 관련된 끝점에 대한 연결을 전달하기 위한 네트워크 규칙을 유지 관리합니다.

#### 15.15.1. iptables 규칙 동기화 정보

동기화 기간은 Kubernetes 네트워크 프록시(kube-proxy)가 노드에서 iptables 규칙을 동기화하는 빈도를 결정합니다.

다음 이벤트 중 하나가 발생하면 동기화가 시작됩니다.

- 서비스 또는 끝점과 같은 이벤트가 클러스터에 추가되거나 클러스터에서 제거됩니다.
- 마지막 동기화 이후 시간이 kube-proxy에 대해 정의된 동기화 기간을 초과합니다.

#### 15.15.2. kube-proxy 구성 매개변수

다음 **kubeProxyConfig** 매개변수를 수정할 수 있습니다.



##### 참고

OpenShift Container Platform 4.3 이상에서는 성능이 개선되어 더 이상 **iptablesSyncPeriod** 매개변수를 조정할 필요가 없습니다.

##### 표 15.2. 매개변수

매개변수	설명	값	기본
<b>iptablesSyncPeriod</b>	<b>iptables</b> 규칙의 새로 고침 간격으로,	<b>30s</b> 또는 <b>2m</b> 과 같은 시간 간격입니다. 유효 접미사로 <b>s, m, h</b> 가 있으며, 자세한 설명은 <a href="#">Go time 패키지</a> 문서를 참조하십시오.	<b>30s</b>
<b>proxyArguments.iptables-min-sync-period</b>	<b>iptables</b> 규칙을 새로 고치기 전 최소 기간입니다. 이 매개변수를 이용하면 새로 고침 간격이 너무 짧지 않도록 조정할 수 있습니다. 기본적으로 새로 고침은 <b>iptables</b> 규칙에 영향을 주는 변경이 발생하는 즉시 시작됩니다.	<b>30s</b> 또는 <b>2m</b> 과 같은 시간 간격입니다. 유효 접미사로 <b>s, m</b> 및 <b>h</b> 가 있으며, 자세한 설명은 <a href="#">Go time 패키지</a> 를 참조하십시오	<b>0s</b>

### 15.15.3. kube-proxy 구성 수정

클러스터의 Kubernetes 네트워크 프록시 구성을 수정할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 사용하여 실행 중인 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 다음 명령을 실행하여 **Network.operator.openshift.io** CR(사용자 정의 리소스)을 편집합니다.

```
$ oc edit network.operator.openshift.io cluster
```

2. 다음 예제 CR과 같이 kube-proxy 구성을 변경하여 CR의 **kubeProxyConfig** 매개변수를 수정합니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  kubeProxyConfig:
    iptablesSyncPeriod: 30s
    proxyArguments:
      iptables-min-sync-period: ["30s"]
```

3. 파일을 저장하고 텍스트 편집기를 종료합니다.  
파일을 저장하고 편집기를 종료하면 **oc** 명령에 의해 구문의 유효성이 검사됩니다. 수정 사항에 구문 오류가 포함되어 있으면 편집기가 파일을 열고 오류 메시지를 표시합니다.

4. 다음 명령을 입력하여 구성 업데이트를 확인하십시오.

```
$ oc get networks.operator.openshift.io -o yaml
```

#### 출력 예

```
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: Network
  metadata:
    name: cluster
  spec:
    clusterNetwork:
    - cidr: 10.128.0.0/14
      hostPrefix: 23
    defaultNetwork:
      type: OpenShiftSDN
    kubeProxyConfig:
      iptablesSyncPeriod: 30s
      proxyArguments:
        iptables-min-sync-period:
        - 30s
    serviceNetwork:
    - 172.30.0.0/16
  status: {}
kind: List
```

5. 선택 사항: Cluster Network Operator가 구성 변경을 승인했는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get clusteroperator network
```

#### 출력 예

NAME	VERSION	AVAILABLE	PROGRESSING	DEGRADED	SINCE
network	4.1.0-0.9	True	False	False	1m

구성 업데이트가 성공적으로 적용되면 **AVAILABLE** 필드는 **True**입니다.



## 16장. OVN-KUBERNETES 기본 CNI 네트워크 공급자

### 16.1. OVN-KUBERNETES 기본 CNI(CONTAINER NETWORK INTERFACE) 네트워크 공급자 정보

OpenShift Container Platform 클러스터는 pod 및 service 네트워크에 가상화된 네트워크를 사용합니다. OVN-Kubernetes CNI(Container Network Interface) 플러그인은 기본 클러스터 네트워크의 네트워크 공급자입니다. OVN-Kubernetes는 OVN(Open Virtual Network)을 기반으로 하며 오버레이 기반 네트워킹 구현을 제공합니다. OVN-Kubernetes 네트워크 공급자를 사용하는 클러스터도 각 노드에서 OVS(Open vSwitch)를 실행합니다. OVN은 각 노드에서 선언된 네트워크 구성을 구현하도록 OVS를 구성합니다.

#### 16.1.1. OVN-Kubernetes 기능

OVN-Kubernetes CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자는 다음 기능을 구현합니다.

- OVN(Open Virtual Network)을 사용하여 네트워크 트래픽 흐름을 관리합니다. OVN은 커뮤니티에서 개발한 벤더와 무관한 네트워크 가상화 솔루션입니다.
- 수신 및 송신 규칙을 포함한 Kubernetes 네트워크 정책 지원을 구현합니다.
- VXLAN 대신 Geneve(Generic Network Virtualization Encapsulation) 프로토콜을 사용하여 노드 간에 오버레이 네트워크를 만듭니다.

#### 16.1.2. 지원되는 기본 CNI 네트워크 공급자 기능 매트릭스

OpenShift Container Platform은 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자를 위해 OpenShift SDN 및 OVN-Kubernetes의 두 가지 지원 옵션을 제공합니다. 다음 표는 두 네트워크 공급자 모두에 대한 현재 기능 지원을 요약합니다.

표 16.1. 기본 CNI 네트워크 공급자 기능 비교

기능	OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
송신 IP	지원됨	지원됨
송신 방화벽 [1]	지원됨	지원됨
송신 라우터	지원됨 [2]	지원됨
IPsec 암호화	지원됨	지원되지 않음
IPv6	지원됨 [3]	지원되지 않음
Kubernetes 네트워크 정책	지원됨	부분적으로 지원됨 [4]
Kubernetes 네트워크 정책 로그	지원됨	지원되지 않음
멀티 캐스트	지원됨	지원됨

1. 송신 방화벽은 OpenShift SDN에서 송신 네트워크 정책이라고도 합니다. 이것은 네트워크 정책 송신과 동일하지 않습니다.
2. OVN-Kubernetes용 송신 라우터는 리디렉션 모드만 지원합니다.
3. IPv6는 베어 메탈 클러스터에서만 지원됩니다.
4. OpenShift SDN의 네트워크 정책은 송신 규칙 및 일부 **ipBlock** 규칙을 지원하지 않습니다.

### 16.1.3. OVN-Kubernetes 제한 사항

OVN-Kubernetes CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자에는 다음과 같은 제한 사항이 있습니다.

- OVN-Kubernetes는 Kubernetes 서비스의 외부 트래픽 정책 또는 내부 트래픽 정책 설정을 로컬로 설정할 수 없습니다. 두 매개변수 모두에서 기본값인 **cluster**가 지원됩니다. 이 제한은 **LoadBalancer.NodePort** 유형의 서비스를 추가하거나 외부 IP를 사용하여 서비스를 추가할 때 영향을 줄 수 있습니다.
- **sessionAffinityConfig.clientIP.timeoutSeconds** 서비스는 OpenShift OVN 환경에는 적용되지 않지만 OpenShift SDN 환경에서는 작동하지 않습니다. 이러한 불일치로 인해 사용자가 OpenShift SDN에서 OVN으로 마이그레이션하기가 어려울 수 있습니다.
- 듀얼 스택 네트워킹용으로 구성된 클러스터의 경우 IPv4 및 IPv6 트래픽 모두 기본 게이트웨이와 동일한 네트워크 인터페이스를 사용해야 합니다. 이 요구 사항이 충족되지 않으면 **ovnkube-node** 데몬 세트의 호스트의 Pod는 the **CrashLoopBackOff** 상태를 입력합니다. **oc get pod -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node -o yaml** 과 같은 명령으로 Pod를 표시하는 경우 **status** 필드에는 다음 출력에 표시된 대로 기본 게이트웨이에 대한 두 개 이상의 메시지가 포함됩니다.

```
I1006 16:09:50.985852 60651 helper_linux.go:73] Found default gateway interface br-ex
192.168.127.1
I1006 16:09:50.985923 60651 helper_linux.go:73] Found default gateway interface ens4
fe80::5054:ff:febe:bcd4
F1006 16:09:50.985939 60651 ovnkube.go:130] multiple gateway interfaces detected: br-ex
ens4
```

유일한 해결 방법은 두 IP 제품군 모두 기본 게이트웨이에 동일한 네트워크 인터페이스를 사용하도록 호스트 네트워킹을 재구성하는 것입니다.

- 듀얼 스택 네트워킹용으로 구성된 클러스터의 경우 IPv4 및 IPv6 라우팅 테이블에는 기본 게이트웨이가 포함되어야 합니다. 이 요구 사항이 충족되지 않으면 **ovnkube-node** 데몬 세트의 호스트의 Pod는 the **CrashLoopBackOff** 상태를 입력합니다. **oc get pod -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node -o yaml** 과 같은 명령으로 Pod를 표시하는 경우 **status** 필드에는 다음 출력에 표시된 대로 기본 게이트웨이에 대한 두 개 이상의 메시지가 포함됩니다.

```
I0512 19:07:17.589083 108432 helper_linux.go:74] Found default gateway interface br-ex
192.168.123.1
F0512 19:07:17.589141 108432 ovnkube.go:133] failed to get default gateway interface
```

유일한 해결 방법은 두 IP 제품군에 기본 게이트웨이를 포함하도록 호스트 네트워킹을 재구성하는 것입니다.

#### 추가 리소스

- [프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성](#)

- 네트워크 정책 정의
- 네트워크 정책 이벤트 로깅
- 프로젝트에 멀티 캐스트 사용
- IPsec 암호화 구성
- Network [[operator.openshift.io/v1](https://operator.openshift.io/v1)]

## 16.2. OPENSIFT SDN 클러스터 네트워크 공급자에서 마이그레이션

클러스터 관리자는 OpenShift SDN CNI 클러스터 네트워크 공급자에서 OVN-Kubernetes CNI (Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자로 마이그레이션할 수 있습니다.

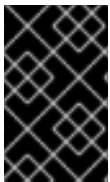
OVN-Kubernetes에 대한 자세한 내용은 [OVN-Kubernetes 네트워크 공급자 정보](#)를 읽어보십시오.

### 16.2.1. OVN-Kubernetes 네트워크 공급자로 마이그레이션

OVN-Kubernetes CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자로 마이그레이션하는 것은 클러스터에 연결할 수 없는 몇 가지 중단 시간을 포함하는 수동 프로세스입니다. 롤백 절차가 제공되지 만 마이그레이션은 단방향 프로세스로 설정됩니다.

다음 플랫폼에서 OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자로의 마이그레이션이 지원됩니다.

- 베어 메탈 하드웨어
- AWS(Amazon Web Services)
- GCP(Google Cloud Platform)
- Microsoft Azure
- Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)
- RHV(Red Hat Virtualization)
- VMware vSphere



#### 중요

OVN-Kubernetes 네트워크 플러그인으로 마이그레이션은 OpenShift Dedicated 및 ROSA(Red Hat OpenShift Service on AWS)와 같은 관리형 OpenShift 클라우드 서비스에는 지원되지 않습니다.

#### 16.2.1.1. OVN-Kubernetes 네트워크 공급자로 마이그레이션에 대한 고려 사항

OpenShift Container Platform 클러스터에 150개 이상의 노드가 있는 경우 OVN-Kubernetes 네트워크 플러그인으로 마이그레이션하기 위한 지원 케이스를 엽니다.

노드에 할당된 서브넷과 개별 포트에 할당된 IP 주소는 마이그레이션 중에 유지되지 않습니다.

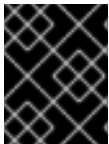
OVN-Kubernetes 네트워크 공급자는 OpenShift SDN 네트워크 공급자에 있는 많은 기능을 구현하지만 구성은 동일하지 않습니다.

- 클러스터에서 다음 OpenShift SDN 기능을 사용하는 경우 OVN-Kubernetes에서 동일한 기능을 수동으로 구성해야 합니다.
  - 네임스페이스 격리
  - 송신 IP 주소
  - 송신 네트워크 정책
  - 송신 라우터 Pod
  - 멀티 캐스트
- 클러스터에서 **100.64.0.0/16** IP 주소 범위의 모든 부분을 사용하는 경우 이 IP 주소 범위를 내부적으로 사용하므로 OVN-Kubernetes로 마이그레이션할 수 없습니다.

다음 섹션에서는 OVN-Kubernetes와 OpenShift SDN의 앞서 언급한 기능 간 구성의 차이점을 설명합니다.

### 네임스페이스 격리

OVN-Kubernetes는 네트워크 정책 격리 모드만 지원합니다.



#### 중요

클러스터가 다중 테넌트 또는 서브넷 격리 모드에서 구성된 OpenShift SDN을 사용하는 경우 OVN-Kubernetes 네트워크 공급자로 마이그레이션할 수 없습니다.

### 송신 IP 주소

OVN-Kubernetes와 OpenShift SDN 간의 송신 IP 주소를 구성하는 데 있어서 차이점은 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 16.2. 송신 IP 주소 구성의 차이점

OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>EgressIPs</b> 오브젝트 생성</li> <li>● <b>Node</b> 오브젝트에 주석 추가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>NetNamespace</b> 오브젝트 패치</li> <li>● <b>HostSubnet</b> 오브젝트 패치</li> </ul>

OVN-Kubernetes에서 송신 IP 주소를 사용하는 방법에 대한 자세한 내용은 "송신 IP 주소 구성"을 참조하십시오.

### 송신 네트워크 정책

OVN-Kubernetes와 OpenShift SDN 간의 송신 방화벽이라고도 하는 송신 네트워크 정책 구성의 차이점은 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 16.3. 송신 네트워크 정책 구성의 차이점

OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 네임스페이스에 <b>EgressFirewall</b> 오브젝트 생성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 네임스페이스에서 <b>EgressNetworkPolicy</b> 오브젝트 생성</li> </ul>

OVN-Kubernetes에서 송신 방화벽을 사용하는 방법에 대한 자세한 내용은 "프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성"을 참조하십시오.

#### 송신 라우터 Pod

OVN-Kubernetes는 리디렉션 모드에서 송신 라우터 pod를 지원합니다. OVN-Kubernetes는 HTTP 프록시 모드 또는 DNS 프록시 모드에서 송신 라우터 Pod를 지원하지 않습니다.

Cluster Network Operator를 사용하여 송신 라우터를 배포할 때 송신 라우터 Pod를 호스팅하는 데 사용되는 노드를 제어하기 위해 노드 선택기를 지정할 수 없습니다.

#### 멀티 캐스트

OVN-Kubernetes 및 OpenShift SDN에서 멀티 캐스트 트래픽 활성화의 차이점은 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 16.4. 멀티 캐스트 구성의 차이점

OVN-Kubernetes	OpenShift SDN
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Namespace</b> 오브젝트에 주석 추가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>NetNamespace</b> 오브젝트에 주석 추가</li> </ul>

OVN-Kubernetes에서 멀티 캐스트를 사용하는 방법에 대한 자세한 내용은 "프로젝트에 멀티 캐스트 사용"을 참조하십시오.

#### 네트워크 정책

OVN-Kubernetes는 **networking.k8s.io/v1** API 그룹에서 Kubernetes **NetworkPolicy** API를 완전히 지원합니다. OpenShift SDN에서 마이그레이션할 때 네트워크 정책에 변경 사항이 필요하지 않습니다.

#### 16.2.1.2. 마이그레이션 프로세스의 작동 방식

다음 표는 프로세스의 사용자 시작 단계와 마이그레이션이 수행하는 작업 간에 분할하여 마이그레이션 프로세스를 요약합니다.

표 16.5. OpenShift SDN에서 OVN-Kubernetes로 마이그레이션

사용자 시작 단계	마이그레이션 활동
-----------	-----------

사용자 시작 단계	마이그레이션 활동
<p><b>cluster</b>라는 <b>Network.operator.openshift.io</b> CR(사용자 정의 리소스)의 <b>migration</b> 필드를 <b>OVNKubernetes</b>로 설정합니다. 값으로 설정하기 전에 <b>migration</b> 필드가 <b>null</b>인지 확인합니다.</p>	<p><b>CNO(Cluster Network Operator)</b></p> <p><b>cluster</b>라는 <b>Network.config.openshift.io</b> CR의 상태를 적절하게 업데이트합니다.</p> <p><b>Machine Config Operator (MCO)</b></p> <p>OVN-Kubernetes에 필요한 systemd 구성에 대한 업데이트를 몰아냅니다. MCO는 기본적으로 풀당 단일 머신을 업데이트하여 기본적으로 클러스터 크기로 마이그레이션을 늘리는 데 걸리는 총 시간을 생성합니다.</p>
<p><b>Network.config.openshift.io</b> CR의 <b>networkType</b> 필드를 업데이트합니다.</p>	<p><b>CNO</b></p> <p>다음과 같은 작업을 수행합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● OpenShift SDN 컨트롤 플레인 pod를 삭제합니다.</li> <li>● OVN-Kubernetes 컨트롤 플레인 pod를 배포합니다.</li> <li>● 새 클러스터 네트워크 공급자를 반영하도록 Multus 오브젝트를 업데이트합니다.</li> </ul>
<p>클러스터의 각 노드를 재부팅합니다.</p>	<p><b>Cluster</b></p> <p>노드가 재부팅되면 클러스터에서 OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크의 Pod에 IP 주소를 할당합니다.</p>

OpenShift SDN으로의 롤백이 필요한 경우 다음 표에서 프로세스를 설명합니다.

표 16.6. OpenShift SDN으로 롤백 수행

사용자 시작 단계	마이그레이션 활동
<p>MCO가 마이그레이션을 중단하지 않도록 일시 중지합니다.</p>	<p>MCO가 중지됩니다.</p>
<p><b>cluster</b> 라는 <b>Network.operator.openshift.io</b> CR(사용자 정의 리소스)의 <b>migration</b> 필드를 <b>OpenShiftSDN</b> 로 설정합니다. 값으로 설정하기 전에 <b>migration</b> 필드가 <b>null</b>인지 확인합니다.</p>	<p><b>CNO</b></p> <p><b>cluster</b>라는 <b>Network.config.openshift.io</b> CR의 상태를 적절하게 업데이트합니다.</p>

사용자 시작 단계	마이그레이션 활동
<p><b>networkType</b> 필드를 업데이트합니다.</p>	<p><b>CNO</b></p> <p>다음과 같은 작업을 수행합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● OVN-Kubernetes 컨트롤 플레인 pod를 삭제합니다.</li> <li>● OpenShift SDN 컨트롤 플레인 포드를 배포합니다.</li> <li>● 새 클러스터 네트워크 공급자를 반영하도록 Multus 오브젝트를 업데이트합니다.</li> </ul>
<p>클러스터의 각 노드를 재부팅합니다.</p>	<p><b>Cluster</b></p> <p>노드가 재부팅되면 클러스터에서 OpenShift-SDN 네트워크의 pod에 IP 주소를 할당합니다.</p>
<p>클러스터 재부팅의 모든 노드 후에 MCO를 활성화합니다.</p>	<p><b>MCO</b></p> <p>OpenShift SDN에 필요한 systemd 구성에 대한 업데이트를 롤아웃합니다. MCO는 기본적으로 풀당 한 번에 단일 시스템을 업데이트하므로 마이그레이션에 걸리는 총 시간은 클러스터 크기에 따라 늘어 납니다.</p>

### 16.2.2. OVN-Kubernetes 기본 CNI 네트워크 공급자로 마이그레이션

클러스터 관리자는 클러스터의 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자를 OVN-Kubernetes로 변경할 수 있습니다. 마이그레이션하는 동안 클러스터의 모든 노드를 재부팅해야 합니다.



#### 중요

마이그레이션을 수행하는 동안 클러스터를 사용할 수 없으며 워크로드가 중단될 수 있습니다. 서비스 중단이 허용되는 경우에만 마이그레이션을 수행합니다.

#### 사전 요구 사항

- 네트워크 정책 격리 모드에서 OpenShift SDN CNI 네트워크 공급자로 구성된 클러스터입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.
- etcd 데이터베이스의 최근 백업을 사용할 수 있습니다.
- 각 노드에 대해 재부팅을 수동으로 트리거할 수 있습니다.
- 클러스터가 오류 없이 알려진 정상 상태입니다.

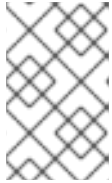
#### 프로세스

1. 클러스터 네트워크의 구성을 백업하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get Network.config.openshift.io cluster -o yaml > cluster-openshift-sdn.yaml
```

2. 마이그레이션을 위해 모든 노드를 준비하려면 다음 명령을 입력하여 Cluster Network Operator 구성 개체에서 **migration** 필드를 설정합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch { "spec": { "migration": { "networkType": "OVNKubernetes" } } }
```



### 참고

이 단계는 OVN-Kubernetes를 즉시 배포하지 않습니다. 대신 **migration** 필드를 지정하면 OVN-Kubernetes 배포를 준비하기 위해 MCO(Machine Config Operator)가 클러스터의 모든 노드에 새 머신 구성을 적용합니다.

3. 선택 사항: OVN-Kubernetes에 대해 다음 설정을 사용자 정의하여 네트워크 인프라 요구 사항을 충족할 수 있습니다.

- 최대 전송 단위(MTU)
- Geneve(Generic Network Virtualization Encapsulation) 오버레이 네트워크 포트

이전에 명시된 설정 중 하나를 사용자 정의하려면 다음 명령을 입력하고 사용자 정의합니다. 기본값을 변경할 필요가 없는 경우 패치에서 키를 생략합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
  "spec":{
    "defaultNetwork":{
      "ovnKubernetesConfig":{
        "mtu":<mtu>,
        "genevePort":<port>
      }
    }
  }
}'
```

### mtu

Geneve 오버레이 네트워크용 MTU입니다. MTU 값은 일반적으로 자동으로 지정되지만 클러스터의 모든 노드가 동일한 MTU를 사용하지 않을 때는 최소 노드 MTU 값에서 **100**을 뺀 값으로 명시적으로 설정해야 합니다.

### port

Geneve 오버레이 네트워크용 UDP 포트입니다. 값을 지정하지 않으면 기본값은 **6081**입니다. 이 포트는 OpenShift SDN에서 사용하는 VXLAN 포트와 같을 수 없습니다. VXLAN 포트의 기본값은 **4789**입니다.

### mtu 필드를 업데이트하는 패치 명령 예

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
  "spec":{
    "defaultNetwork":{
      "ovnKubernetesConfig":{
        "mtu":1200
      }
    }
  }
}'
```



4. MCO는 각 머신 구성 풀의 머신을 업데이트할 때 각 노드를 하나씩 재부팅합니다. 모든 노드가 업데이트될 때까지 기다려야 합니다. 다음 명령을 입력하여 머신 구성 풀 상태를 확인합니다.

```
$ oc get mcp
```

업데이트된 노드의 상태가 **UPDATED=true, UPDATING=false, DEGRADED=false**입니다.



### 참고

기본적으로 MCO는 풀당 한 번에 하나의 시스템을 업데이트하므로 클러스터 크기에 따라 마이그레이션에 걸리는 총 시간이 증가합니다.

5. 호스트의 새 머신 구성 상태를 확인합니다.
- a. 머신 구성 상태 및 적용된 머신 구성 이름을 나열하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc describe node | egrep "hostname|machineconfig"
```

### 출력 예

```
kubernetes.io/hostname=master-0
machineconfiguration.openshift.io/currentConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/reason:
machineconfiguration.openshift.io/state: Done
```

다음 구문이 올바른지 확인합니다.

- **machineconfiguration.openshift.io/state** 필드의 값은 **Done**입니다.
- **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** 필드의 값은 **machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig** 필드의 값과 동일합니다.

- b. 머신 구성이 올바른지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get machineconfig <config_name> -o yaml | grep ExecStart
```

여기서 **<config\_name>**은 **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** 필드에서 머신 구성의 이름입니다.

머신 구성은 다음 업데이트를 systemd 구성에 포함해야 합니다.

```
ExecStart=/usr/local/bin/configure-ovs.sh OVNKubernetes
```

- c. 노드가 **NotReady** 상태에 있는 경우 머신 구성 데몬 포트 로그를 조사하고 오류를 해결합니다.

- i. 포트를 나열하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get pod -n openshift-machine-config-operator
```

## 출력 예

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
machine-config-controller-75f756f89d-sjp8b	1/1	Running	0	37m
machine-config-daemon-5cf4b	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-7wzcd	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-fc946	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-g2v28	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-gcl4f	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-l5tnv	2/2	Running	0	43h
machine-config-operator-79d9c55d5-hth92	1/1	Running	0	37m
machine-config-server-bsc8h	1/1	Running	0	43h
machine-config-server-hklrm	1/1	Running	0	43h
machine-config-server-k9rtx	1/1	Running	0	43h

구성 데몬 포드의 이름은 다음 형식입니다. **machine-config-daemon-`<seq>`. `<seq>`** 값은 임의의 5자 영숫자 순서입니다.

- ii. 다음 명령을 입력하여 이전 출력에 표시된 첫 번째 머신 구성 데몬 포드에 대한 포드 로그를 표시합니다.

```
$ oc logs <pod> -n openshift-machine-config-operator
```

여기서 **pod**는 머신 구성 데몬 포드의 이름입니다.

- iii. 이전 명령의 출력에 표시된 로그의 오류를 해결합니다.

6. 마이그레이션을 시작하려면 다음 명령 중 하나를 사용하여 OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자를 구성합니다.

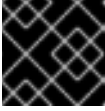
- 클러스터 네트워크 IP 주소 블록을 변경하지 않고 네트워크 공급자를 지정하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch Network.config.openshift.io cluster \
  --type='merge' --patch '{"spec": {"networkType": "OVNKubernetes"}}'
```

- 다른 클러스터 네트워크 IP 주소 블록을 지정하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch Network.config.openshift.io cluster \
  --type='merge' --patch '{
  "spec": {
    "clusterNetwork": [
      {
        "cidr": "<cidr>",
        "hostPrefix": <prefix>
      }
    ],
    "networkType": "OVNKubernetes"
  }
}'
```

여기서 **cidr**은 CIDR 블록이며 **prefix**는 클러스터의 각 노드에 승인된 CIDR 블록 조각입니다. OVN-Kubernetes 네트워크 공급자가 이 블록을 내부에서 사용하므로 **100.64.0.0/16** CIDR 블록과 겹치는 CIDR 블록을 사용할 수 없습니다.



### 중요

마이그레이션 중에 서비스 네트워크 주소 블록을 변경할 수 없습니다.

7. 후속 단계를 계속 진행하기 전에 Multus 데몬 세트 롤아웃이 완료되었는지 확인합니다.

```
$ oc -n openshift-multus rollout status daemonset/multus
```

Multus pod의 이름은 **multus-`<xxxxx>`** 형식이며 여기서 **<xxxxx>**는 임의 문자 순서입니다. 포드를 다시 시작하는 데 시간이 다소 걸릴 수 있습니다.

#### 출력 예

```
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 1 out of 6 new pods have been updated...
...
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 5 of 6 updated pods are available...
daemon set "multus" successfully rolled out
```

8. 마이그레이션을 완료하려면 클러스터의 각 노드를 재부팅합니다. 예를 들어 다음 예와 유사한 bash 스크립트를 사용할 수 있습니다. 이 스크립트는 **ssh**를 사용하여 각 호스트에 연결할 수 있고 암호를 묻지 않도록 **sudo**를 구성했다고 가정합니다.

```
#!/bin/bash

for ip in $(oc get nodes -o jsonpath='{.items[*].status.addresses[?(@.type=="InternalIP")].address}')
do
    echo "reboot node $ip"
    ssh -o StrictHostKeyChecking=no core@$ip sudo shutdown -r -t 3
done
```

ssh 액세스를 사용할 수 없는 경우 인프라 공급자의 관리 포털을 통해 각 노드를 재부팅할 수 있습니다.

9. 마이그레이션이 성공했는지 확인합니다.

- a. CNI 클러스터 네트워크 공급자가 OVN-Kubernetes인지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다. **status.networkType**의 값은 **OVNKubernetes**이어야 합니다.

```
$ oc get network.config/cluster -o jsonpath='{.status.networkType}'
```

- b. 클러스터 노드가 준비 상태에 있는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get nodes
```

- c. Pod가 오류 상태가 아닌지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get pods --all-namespaces -o wide --sort-by='{.spec.nodeName}'
```

노드의 Pod가 오류 상태인 경우 해당 노드를 재부팅합니다.

- d. 모든 클러스터 Operator가 비정상적인 상태가 아닌지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get co
```

-

모든 클러스터 Operator의 상태는 **AVAILABLE="True"**, **PROGRESSING="False"**, **DEGRADED="False"**여야 합니다. 클러스터 Operator를 사용할 수 없거나 성능이 저하된 경우 자세한 내용은 클러스터 Operator의 로그를 확인합니다.

10. 마이그레이션이 성공하고 클러스터가 양호한 상태인 경우에만 다음 단계를 완료합니다.

a. CNO 구성 오브젝트에서 마이그레이션 구성을 제거하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{"spec":{"migration": null}}'
```

b. OpenShift SDN 네트워크 제공자에 대한 사용자 정의 구성을 제거하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{"spec":{"defaultNetwork":{"openshiftSDNConfig": null}}}'
```

c. OpenShift SDN 네트워크 공급자 네임스페이스를 제거하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc delete namespace openshift-sdn
```

### 16.2.3. 추가 리소스

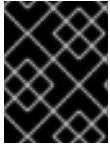
- [OVN-Kubernetes 기본 CNI 네트워크 공급자에 대한 구성 매개변수](#)
- [etcd 백업](#)
- [네트워크 정책 정의](#)
- OVN-Kubernetes 기능
  - [송신 IP 주소 구성](#)
  - [프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성](#)
  - [프로젝트에 멀티 캐스트 사용](#)
- OpenShift SDN 기능
  - [프로젝트의 송신 IP 구성](#)
  - [프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성](#)
  - [프로젝트에 멀티 캐스트 사용](#)
- [Network \[operator.openshift.io/v1\]](#)

## 16.3. OPENSIFT SDN 네트워크 공급자로 롤백

클러스터 관리자는 OVN-Kubernetes로의 마이그레이션에 실패한 경우 OVN-Kubernetes CNI 클러스터 네트워크 공급자에서 OpenShift SDN CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자로 롤백할 수 있습니다.

### 16.3.1. 기본 CNI 네트워크 공급자를 OpenShift SDN으로 롤백

클러스터 관리자는 클러스터를 OpenShift SDN CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자로 롤백할 수 있습니다. 롤백 중에 클러스터의 모든 노드를 재부팅해야 합니다.



### 중요

OVN-Kubernetes로의 마이그레이션이 실패한 경우에만 OpenShift SDN으로 롤백하십시오.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.
- OVN-Kubernetes CNI 클러스터 네트워크 공급자로 구성된 인프라에 설치된 클러스터입니다.

### 프로세스

1. MCO(Machine Config Operator)에서 관리하는 모든 머신 구성 풀을 중지합니다.

- 마스터 구성 풀을 중지합니다.

```
$ oc patch MachineConfigPool master --type='merge' --patch \
  '{"spec": {"paused": true }}'
```

- 작업자 머신 구성 풀을 중지합니다.

```
$ oc patch MachineConfigPool worker --type='merge' --patch \
  '{"spec":{"paused":true }}'
```

2. 마이그레이션을 시작하려면 다음 명령을 입력하여 클러스터 네트워크 공급자를 다시 OpenShift SDN으로 설정합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{"spec": {"migration": {"networkType": "OpenShiftSDN" }}}'
```

```
$ oc patch Network.config.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{"spec": {"networkType": "OpenShiftSDN" }}'
```

3. 선택 사항: OpenShift SDN에 대해 네트워크 인프라 요구 사항을 충족하도록 다음 설정을 사용자 정의할 수 있습니다.

- 최대 전송 단위(MTU)
- VXLAN 포트

이전에 명시된 설정 중 하나 또는 둘 다 사용자 정의하려면 사용자 정의하고 다음 명령을 입력합니다. 기본값을 변경할 필요가 없는 경우 패치에서 키를 생략합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
  "spec":{
    "defaultNetwork":{
      "openshiftSDNConfig":{
```

```
"mtu":<mtu>,
  "vxlanPort":<port>
}}}'
```

### mtu

VXLAN 오버레이 네트워크의 MTU입니다. MTU 값은 일반적으로 자동으로 지정되지만 클러스터의 모든 노드가 동일한 MTU를 사용하지 않을 때는 최소 노드 MTU 값에서 **50**을 뺀 값으로 명시적으로 설정해야 합니다.

### port

VXLAN 오버레이 네트워크용 UDP 포트입니다. 값을 지정하지 않으면 기본값은 **4789**입니다. 이 포트는 OVN-Kubernetes에서 사용하는 Geneve 포트와 같을 수 없습니다. Geneve 포트의 기본값은 **6081**입니다.

### 패치 명령 예

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type=merge \
  --patch '{
  "spec":{
    "defaultNetwork":{
      "openshiftSDNConfig":{
        "mtu":1200
      }
    }
  }
}'
```

- Multus 데몬 세트 롤아웃이 완료될 때까지 기다립니다.

```
$ oc -n openshift-multus rollout status daemonset/multus
```

Multus 포드의 이름은 **multus-`<xxxxxx>`** 형식이며 여기서 **<xxxxxx>**는 임의의 문자 순서입니다. 포드를 다시 시작하는 데 시간이 다소 걸릴 수 있습니다.

### 출력 예

```
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 1 out of 6 new pods have been updated...
...
Waiting for daemon set "multus" rollout to finish: 5 of 6 updated pods are available...
daemon set "multus" successfully rolled out
```

- 롤백을 완료하려면 클러스터의 각 노드를 재부팅합니다. 예를 들어 다음과 유사한 bash 스크립트를 사용할 수 있습니다. 이 스크립트는 **ssh**를 사용하여 각 호스트에 연결할 수 있고 암호를 묻지 않도록 **sudo**를 구성했다고 가정합니다.

```
#!/bin/bash

for ip in $(oc get nodes -o jsonpath='{.items[*].status.addresses[?(@.type=="InternalIP")].address}');
do
  echo "reboot node $ip"
  ssh -o StrictHostKeyChecking=no core@$ip sudo shutdown -r -t 3
done
```

ssh 액세스를 사용할 수 없는 경우 인프라 공급자의 관리 포털을 통해 각 노드를 재부팅할 수 있습니다.

6. 클러스터의 노드가 재부팅된 후 모든 머신 구성 풀을 시작합니다.

- 마스터 구성 풀을 시작합니다.

```
$ oc patch MachineConfigPool master --type='merge' --patch \
  '{"spec": {"paused": false }}'
```

- 작업자 구성 풀을 시작합니다.

```
$ oc patch MachineConfigPool worker --type='merge' --patch \
  '{"spec": {"paused": false }}'
```

MCO는 각 구성 풀에서 머신을 업데이트하므로 각 노드를 재부팅합니다.

기본적으로 MCO는 한 번에 풀당 단일 머신을 업데이트하므로 마이그레이션이 완료하는 데 필요한 시간은 클러스터 크기와 함께 증가합니다.

7. 호스트의 새 머신 구성 상태를 확인합니다.

- a. 머신 구성 상태 및 적용된 머신 구성 이름을 나열하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc describe node | egrep "hostname|machineconfig"
```

#### 출력 예

```
kubernetes.io/hostname=master-0
machineconfiguration.openshift.io/currentConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig: rendered-master-
c53e221d9d24e1c8bb6ee89dd3d8ad7b
machineconfiguration.openshift.io/reason:
machineconfiguration.openshift.io/state: Done
```

다음 구문이 올바른지 확인합니다.

- **machineconfiguration.openshift.io/state** 필드의 값은 **Done**입니다.
- **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** 필드의 값은 **machineconfiguration.openshift.io/desiredConfig** 필드의 값과 동일합니다.

- b. 머신 구성이 올바른지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get machineconfig <config_name> -o yaml
```

여기서 **<config\_name>**은 **machineconfiguration.openshift.io/currentConfig** 필드에서 머신 구성의 이름입니다.

8. 마이그레이션이 성공했는지 확인합니다.

- a. 기본 CNI 네트워크 공급자가 OVN-Kubernetes인지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다. **status.networkType** 값은 **OpenShiftSDN**이어야 합니다.

```
$ oc get network.config/cluster -o jsonpath='{.status.networkType}'
```

- b. 클러스터 노드가 준비 상태에 있는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get nodes
```

- c. 노드가 **NotReady** 상태에 있는 경우 머신 구성 데몬 포드 로그를 조사하고 오류를 해결합니다.

- i. 포드를 나열하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get pod -n openshift-machine-config-operator
```

#### 출력 예

NAME	READY	STATUS	RESTARTS	AGE
machine-config-controller-75f756f89d-sjp8b	1/1	Running	0	37m
machine-config-daemon-5cf4b	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-7wzcd	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-fc946	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-g2v28	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-gcl4f	2/2	Running	0	43h
machine-config-daemon-l5tnv	2/2	Running	0	43h
machine-config-operator-79d9c55d5-hth92	1/1	Running	0	37m
machine-config-server-bsc8h	1/1	Running	0	43h
machine-config-server-hklrm	1/1	Running	0	43h
machine-config-server-k9rtx	1/1	Running	0	43h

구성 데몬 포드의 이름은 다음 형식입니다. **machine-config-daemon-`<seq>`.`<seq>`** 값은 임의의 5자 영숫자 순서입니다.

- ii. 이전 출력에 표시된 각 머신 구성 데몬 포드에 대한 포드 로그를 표시하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc logs <pod> -n openshift-machine-config-operator
```

여기서 **pod**는 머신 구성 데몬 포드의 이름입니다.

- iii. 이전 명령의 출력에 표시된 로그의 오류를 해결합니다.

- d. Pod가 오류 상태가 아닌지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get pods --all-namespaces -o wide --sort-by='{.spec.nodeName}'
```

노드의 Pod가 오류 상태인 경우 해당 노드를 재부팅합니다.

9. 마이그레이션이 성공하고 클러스터가 양호한 상태인 경우에만 다음 단계를 완료합니다.

- a. Cluster Network Operator 구성 오브젝트에서 마이그레이션 구성을 제거하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{ "spec": { "migration": null } }'
```

- b. OVN-Kubernetes 구성을 제거하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch Network.operator.openshift.io cluster --type='merge' \
  --patch '{ "spec": { "defaultNetwork": { "ovnKubernetesConfig": null } } }'
```



c. OVN-Kubernetes 네트워크 공급자 네임스페이스를 제거하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc delete namespace openshift-ovn-kubernetes
```

## 16.4. IPV4/IPV6 듀얼 스택 네트워킹으로 변환

클러스터 관리자는 IPv4 단일 스택 클러스터를 IPv4 및 IPv6 주소 제품군을 지원하는 듀얼 네트워크 클러스터 네트워크로 변환할 수 있습니다. 듀얼 스택으로 변환한 후 새로 생성된 모든 pod는 듀얼 스택이 활성화됩니다.

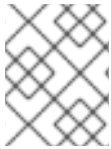


### 참고

이중 스택 네트워크는 베어 메탈, IBM Power 인프라 및 단일 노드 OpenShift 클러스터에서 프로비저닝된 클러스터에서 지원됩니다.

### 16.4.1. 듀얼 스택 클러스터 네트워크로 변환

클러스터 관리자는 단일 스택 클러스터 네트워크를 듀얼 스택 클러스터 네트워크로 변환할 수 있습니다.



### 참고

듀얼 스택 네트워킹으로 변환한 후에는 새로 생성된 pod만 IPv6 주소에 할당됩니다. IPv6 주소를 받으려면 변환하기 전에 생성된 모든 Pod를 다시 생성해야 합니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 클러스터는 OVN-Kubernetes 클러스터 네트워크 공급자를 사용합니다.
- 클러스터 노드에는 IPv6 주소가 있습니다.

### 프로세스

1. 클러스터 및 서비스 네트워크에 대한 IPv6 주소 블록을 지정하려면 다음 YAML이 포함된 파일을 생성합니다.

```
- op: add
  path: /spec/clusterNetwork/-
  value: ①
    cidr: fd01::/48
    hostPrefix: 64
- op: add
  path: /spec/serviceNetwork/-
  value: fd02::/112 ②
```

- ① **cidr** 및 **hostPrefix** 필드를 사용하여 오브젝트를 지정합니다. 호스트 접두사는 **64** 이상이어야 합니다. IPv6 CIDR 접두사는 지정된 호스트 접두사를 수용할 수 있을 만큼 커야 합니다.
- ② 접두사가 **112**인 IPv6 CIDR을 지정합니다. Kubernetes는 가장 낮은 16비트만 사용합니다. 접두사 **112**의 경우 IP 주소는 **112**비트에서 **128**비트로 할당됩니다.

- 클러스터 네트워크 구성을 패치하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc patch network.config.openshift.io cluster \
  --type='json' --patch-file <file>.yaml
```

다음과 같습니다.

#### file

이전 단계에서 만든 파일의 이름을 지정합니다.

#### 출력 예

```
network.config.openshift.io/cluster patched
```

## 검증

다음 단계를 완료하여 클러스터 네트워크가 이전 프로세스에서 지정한 IPv6 주소 블록을 인식하는지 확인합니다.

- 네트워크 구성을 표시합니다.

```
$ oc describe network
```

#### 출력 예

```
Status:
Cluster Network:
  Cidr:      10.128.0.0/14
  Host Prefix: 23
  Cidr:      fd01::/48
  Host Prefix: 64
Cluster Network MTU: 1400
Network Type:      OVNKubernetes
Service Network:
  172.30.0.0/16
  fd02::/112
```

## 16.5. IPSEC 암호화 구성

IPsec이 활성화되면 OVN-Kubernetes CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크의 노드 간 모든 네트워크 트래픽이 암호화된 터널을 통해 이동합니다.

IPsec은 기본적으로 비활성화되어 있습니다.



### 참고

IPsec 암호화는 클러스터 설치 중에만 활성화할 수 있으며 활성화된 후에는 비활성화할 수 없습니다. 설치 문서의 경우 [클러스터 설치 방법 선택 및 사용자를 위한 준비](#) 를 참조하십시오.

### 16.5.1. IPsec에서 암호화하는 네트워크 트래픽 흐름 유형

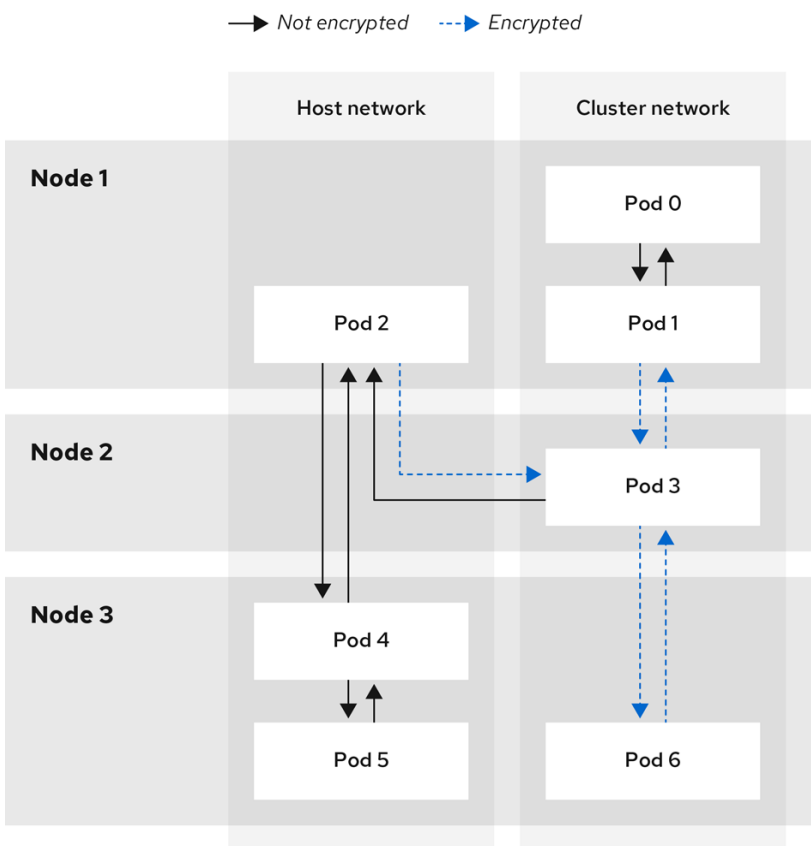
IPsec을 활성화하면 포트 간 다음 네트워크 트래픽 흐름만 암호화됩니다.

- 클러스터 네트워크의 서로 다른 노드에 있는 pod 간 트래픽
- 호스트 네트워크의 포트에서 클러스터 네트워크의 포트로의 트래픽

다음 트래픽 흐름은 암호화되지 않습니다.

- 클러스터 네트워크의 동일한 노드에 있는 pod 간 트래픽
- 호스트 네트워크의 포트 간 트래픽
- 클러스터 네트워크의 포트에서 호스트 네트워크 포트로의 트래픽

암호화되거나 암호화되지 않은 흐름은 다음 다이어그램에 설명되어 있습니다.



138\_OpenShift\_0421

### 16.5.1.1. IPsec이 활성화된 경우 네트워크 연결 요구 사항

OpenShift Container Platform 클러스터 구성 요소가 통신할 수 있도록 시스템 간 네트워크 연결을 구성해야 합니다. 각 시스템에서 클러스터에 있는 다른 모든 시스템의 호스트 이름을 확인할 수 있어야 합니다.

표 16.7. 모든 시스템 간 통신에 사용되는 포트

프로토콜	포트	설명
UDP	500	IPsec IKE 패킷
	4500	IPsec NAT-T 패킷
ESP	해당 없음	IPsec Encapsulating Security Payload (ESP)

### 16.5.2. 암호화 프로토콜 및 IPsec 모드

사용된 암호화 암호는 **AES-GCM-16-256**입니다. 무결성 검사 값(ICV)은 **16**바이트입니다. 키 길이는 **256**비트입니다.

사용된 IPsec 모드는 *전송 모드*입니다. ESP(Encapsulated Security Payload) 헤더를 원래 패킷의 IP 헤더에 추가하고 패킷 데이터를 암호화하여 엔드 투 엔드 통신을 암호화하는 모드입니다. OpenShift Container Platform은 현재 pod-to-pod 통신을 위해 IPsec CloudEvent 모드를 사용하거나 지원하지 않습니다.

### 16.5.3. 보안 인증서 생성 및 교체

CNO(Cluster Network Operator)는 암호화에 IPsec에서 사용하는 자체 서명된 X.509 인증 기관(CA)을 생성합니다. 각 노드의 CSR(인증서 서명 요청)은 CNO에서 자동으로 충족됩니다.

CA는 10년 동안 유효합니다. 개별 노드 인증서는 5년간 유효하며 4년 6개월 경과 후 자동으로 교체됩니다.

## 16.6. 프로젝트에 대한 송신 방화벽 구성

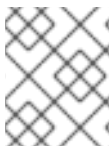
클러스터 관리자는 OpenShift Container Platform 클러스터에서 나가는 송신 트래픽을 제한하는 프로젝트에 대한 송신 방화벽을 생성할 수 있습니다.

### 16.6.1. 프로젝트에서 송신 방화벽이 작동하는 방식

클러스터 관리자는 송신 방화벽을 사용하여 일부 또는 모든 Pod가 클러스터 내에서 액세스할 수 있는 외부 호스트를 제한할 수 있습니다. 송신 방화벽은 다음 시나리오를 지원합니다.

- Pod는 내부 호스트에만 연결할 수 있으며 공용 인터넷 연결을 시작할 수 없습니다.
- Pod는 공용 인터넷에만 연결할 수 있으며 OpenShift Container Platform 클러스터 외부에 있는 내부 호스트에 대한 연결을 시작할 수 없습니다.
- Pod는 지정된 내부 서브넷이나 OpenShift Container Platform 클러스터 외부의 호스트에 연결할 수 없습니다.
- Pod는 특정 외부 호스트에만 연결할 수 있습니다.

예를 들어, 한 프로젝트가 지정된 IP 범위에 액세스하도록 허용하지만 다른 프로젝트에 대한 동일한 액세스는 거부할 수 있습니다. 또는 애플리케이션 개발자가 Python pip 미러에서 업데이트하지 못하도록 하고 승인된 소스에서만 업데이트를 수행하도록 할 수 있습니다.



#### 참고

송신 방화벽은 호스트 네트워크 네임스페이스에 적용되지 않습니다. 호스트 네트워킹이 활성화된 Pod는 송신 방화벽 규칙의 영향을 받지 않습니다.

EgressFirewall CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트를 만들어 송신 방화벽 정책을 구성합니다. 송신 방화벽은 다음 기준 중 하나를 충족하는 네트워크 트래픽과 일치합니다.

- CIDR 형식의 IP 주소 범위
- IP 주소로 확인되는 DNS 이름
- 포트 번호

- 다음 프로토콜 중 하나인 프로토콜: TCP, UDP 및 SCTP

### 중요

송신 방화벽에 **0.0.0.0/0**에 대한 거부 규칙이 포함된 경우 OpenShift Container Platform API 서버에 대한 액세스 권한이 차단됩니다. Pod에서 OpenShift Container Platform API 서버에 계속 액세스할 수 있도록 하려면 다음 예와 같이 API 서버가 송신 방화벽 규칙에서 수신 대기하는 IP 주소 범위를 포함해야 합니다.

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: default
  namespace: <namespace> ❶
spec:
  egress:
  - to:
    cidrSelector: <api_server_address_range> ❷
    type: Allow
  # ...
  - to:
    cidrSelector: 0.0.0.0/0 ❸
    type: Deny
```

- ❶ 송신 방화벽의 네임스페이스입니다.
- ❷ OpenShift Container Platform API 서버를 포함하는 IP 주소 범위입니다.
- ❸ 글로벌 거부 규칙은 OpenShift Container Platform API 서버에 액세스할 수 없습니다.

API 서버의 IP 주소를 찾으려면 **oc get ep kubernetes -n default** 를 실행합니다.

자세한 내용은 [BZ#1988324](#)에서 참조하십시오.



### 주의

송신 방화벽 규칙은 라우터를 통과하는 트래픽에는 적용되지 않습니다. Route CR 오브젝트를 생성할 권한이 있는 모든 사용자는 허용되지 않은 대상을 가리키는 경로를 생성하여 송신 방화벽 정책 규칙을 바이패스할 수 있습니다.

#### 16.6.1.1. 송신 방화벽의 제한

송신 방화벽에는 다음과 같은 제한이 있습니다.

- EgressFirewall 오브젝트를 두 개 이상 보유할 수 있는 프로젝트는 없습니다.
- 프로젝트당 최대 50개의 규칙이 있는 최대 하나의 EgressFirewall 오브젝트를 정의할 수 있습니다.
- Red Hat OpenShift Networking에서 공유 게이트웨이 모드와 함께 OVN-Kubernetes 네트워크 플러그인을 사용하는 경우 수신 응답을 송신 방화벽 규칙의 영향을 받습니다. 송신 방화벽 규칙이 수신 응답 대상 IP를 삭제하면 트래픽이 삭제됩니다.

이러한 제한 사항을 위반하면 프로젝트의 송신 방화벽이 손상되고 모든 외부 네트워크 트래픽이 삭제될 수 있습니다.

Egress 방화벽 리소스는 **kube-node-lease,kube-public,kube-system, openshift -** 프로젝트에서 생성할 수 있습니다.

### 16.6.1.2. 송신 방화벽 정책 규칙에 대한 일치 순서

송신 방화벽 정책 규칙은 정의된 순서대로 처음부터 마지막까지 평가됩니다. Pod의 송신 연결과 일치하는 첫 번째 규칙이 적용됩니다. 해당 연결에 대한 모든 후속 규칙은 무시됩니다.

### 16.6.1.3. DNS(Domain Name Server) 확인 작동 방식

송신 방화벽 정책 규칙에서 DNS 이름을 사용하는 경우 도메인 이름의 적절한 확인에는 다음 제한 사항이 적용됩니다.

- 도메인 이름 업데이트는 TTL(Time To- Live) 기간에 따라 폴링됩니다. 기본적으로 기간은 30분입니다. 송신 방화벽 컨트롤러가 로컬 이름 서버에 도메인 이름을 쿼리할 때 응답에 TTL이 포함되고 TTL이 30분 미만이면 컨트롤러는 해당 DNS 이름의 기간을 반환된 값으로 설정합니다. 각 DNS 이름은 DNS 레코드의 TTL이 만료된 후에 쿼리됩니다.
- Pod는 필요한 경우 동일한 로컬 이름 서버에서 도메인을 확인해야 합니다. 확인하지 않으면 송신 방화벽 컨트롤러와 Pod에 의해 알려진 도메인의 IP 주소가 다를 수 있습니다. 호스트 이름의 IP 주소가 다르면 송신 방화벽이 일관되게 적용되지 않을 수 있습니다.
- 송신 방화벽 컨트롤러와 Pod는 동일한 로컬 이름 서버를 비동기적으로 폴링하기 때문에 Pod가 송신 컨트롤러보다 먼저 업데이트된 IP 주소를 얻을 수 있으며 이로 인해 경쟁 조건이 발생합니다. 현재 이런 제한으로 인해 EgressFirewall 오브젝트의 도메인 이름 사용은 IP 주소가 자주 변경되지 않는 도메인에만 권장됩니다.



#### 참고

송신 방화벽은 Pod가 DNS 확인을 위해 Pod가 있는 노드의 외부 인터페이스에 항상 액세스할 수 있도록 합니다.

송신 방화벽 정책에서 도메인 이름을 사용하고 로컬 노드의 DNS 서버에서 DNS 확인을 처리하지 않으면 Pod에서 도메인 이름을 사용하는 경우, DNS 서버의 IP 주소에 대한 액세스를 허용하는 송신 방화벽 규칙을 추가해야 합니다.

## 16.6.2. EgressFirewall CR(사용자 정의 리소스) 오브젝트

송신 방화벽에 대해 하나 이상의 규칙을 정의할 수 있습니다. 규칙이 적용되는 트래픽에 대한 사양을 담은 **Allow** 규칙 또는 **Deny** 규칙입니다.

다음 YAML은 EgressFirewall CR 오브젝트를 설명합니다.

### EgressFirewall 오브젝트

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: <name> 1
spec:
  egress: 2
  ...
```

- 1 오브젝트의 이름은 **default**이어야 합니다.
- 2 다음 섹션에서 설명하는 하나 이상의 송신 네트워크 정책 규칙 컬렉션입니다.

### 16.6.2.1. EgressFirewall 규칙

다음 YAML은 송신 방화벽 규칙 오브젝트를 설명합니다. 송신 스탠자는 하나 이상의 오브젝트 배열을 예시합니다.

#### 송신 정책 규칙 스탠자

```
egress:
- type: <type> 1
  to: 2
    cidrSelector: <cidr> 3
    dnsName: <dns_name> 4
  ports: 5
  ...
```

- 1 규칙 유형입니다. 값은 **Allow** 또는 **Deny**여야 합니다.
- 2 **cidrSelector** 필드 또는 **dnsName** 필드를 지정하는 송신 트래픽 일치 규칙을 설명하는 스탠자입니다. 동일한 규칙에서 두 필드를 모두 사용할 수 없습니다.
- 3 CIDR 형식의 IP 주소 범위입니다.
- 4 DNS 도메인 이름입니다.
- 5 선택 사항: 규칙에 대한 네트워크 포트 및 프로토콜 컬렉션을 설명하는 스탠자입니다.

#### 포트 스탠자

```
ports:
- port: <port> 1
  protocol: <protocol> 2
```

- 1 80 또는 443과 같은 네트워크 포트. 이 필드의 값을 지정하는 경우 **protocol**의 값도 지정해야 합니다.
- 2 네트워크 프로토콜. 값은 **TCP**, **UDP** 또는 **SCTP**여야 합니다.

### 16.6.2.2. EgressFirewall CR 오브젝트의 예

다음 예는 여러 가지 송신 방화벽 정책 규칙을 정의합니다.

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: default
spec:
  egress: 1
```

```
- type: Allow
to:
  cidrSelector: 1.2.3.0/24
- type: Deny
to:
  cidrSelector: 0.0.0.0/0
```

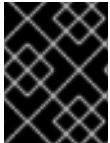
**1** 송신 방화벽 정책 규칙 오브젝트의 컬렉션입니다.

다음 예에서는 트래픽이 TCP 프로토콜 및 대상 포트 **80** 또는 임의의 프로토콜 및 대상 포트 **443**을 사용하는 경우 **172.16.1.1** IP 주소에서 호스트에 대한 트래픽을 거부하는 정책 규칙을 정의합니다.

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressFirewall
metadata:
  name: default
spec:
  egress:
    - type: Deny
      to:
        cidrSelector: 172.16.1.1
      ports:
        - port: 80
          protocol: TCP
        - port: 443
```

### 16.6.3. 송신 방화벽 정책 오브젝트 생성

클러스터 관리자는 프로젝트에 대한 송신 방화벽 정책 오브젝트를 만들 수 있습니다.



#### 중요

프로젝트에 이미 EgressFirewall 오브젝트가 정의되어 있는 경우 기존 정책을 편집하여 송신 방화벽 규칙을 변경해야 합니다.

#### 사전 요구 사항

- OVN-Kubernetes 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

1. 다음과 같이 정책 규칙을 생성합니다.
  - a. **<policy\_name>**이 송신 정책 규칙을 설명하는 **<policy\_name>.yaml** 파일을 만듭니다.
  - b. 생성한 파일에서 송신 정책 오브젝트를 정의합니다.
2. 다음 명령을 입력하여 정책 오브젝트를 생성합니다. **<policy\_name>**을 정책 이름으로 바꾸고 **<project>**를 규칙이 적용되는 프로젝트로 바꿉니다.



```
$ oc create -f <policy_name>.yaml -n <project>
```

다음 예제에서는 **project1**이라는 프로젝트에 새 EgressFirewall 오브젝트가 생성됩니다.

```
$ oc create -f default.yaml -n project1
```

#### 출력 예

```
egressfirewall.k8s.ovn.org/v1 created
```

3. 선택사항: 나중에 변경할 수 있도록 **<policy\_name>.yaml** 파일을 저장합니다.

## 16.7. 프로젝트의 송신 방화벽 보기

클러스터 관리자는 기존 송신 방화벽의 이름을 나열하고 특정 송신 방화벽에 대한 트래픽 규칙을 볼 수 있습니다.

### 16.7.1. EgressFirewall 오브젝트 보기

클러스터의 EgressFirewall 오브젝트를 볼 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OVN-Kubernetes 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- **oc**로 알려진 OpenShift 명령 인터페이스 (CLI)를 설치합니다.
- 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

1. 선택사항: 클러스터에 정의된 EgressFirewall 오브젝트의 이름을 보려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get egressfirewall --all-namespaces
```

2. 정책을 검사하려면 다음 명령을 입력하십시오. **<policy\_name>**을 검사할 정책 이름으로 교체합니다.

```
$ oc describe egressfirewall <policy_name>
```

#### 출력 예

```
Name: default
Namespace: project1
Created: 20 minutes ago
Labels: <none>
Annotations: <none>
Rule: Allow to 1.2.3.0/24
Rule: Allow to www.example.com
Rule: Deny to 0.0.0.0/0
```

## 16.8. 프로젝트의 송신 방화벽 편집

클러스터 관리자는 기존 송신 방화벽에 대한 네트워크 트래픽 규칙을 수정할 수 있습니다.

### 16.8.1. EgressFirewall 오브젝트 편집

클러스터 관리자는 프로젝트의 송신 방화벽을 업데이트할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OVN-Kubernetes 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

1. 프로젝트의 EgressFirewall 오브젝트 이름을 찾습니다. **<project>**를 프로젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc get -n <project> egressfirewall
```

2. 선택 사항: 송신 네트워크 방화벽을 만들 때 EgressFirewall 오브젝트의 사본을 저장하지 않은 경우 다음 명령을 입력하여 사본을 생성합니다.

```
$ oc get -n <project> egressfirewall <name> -o yaml > <filename>.yaml
```

**<project>**를 프로젝트 이름으로 바꿉니다. **<name>**을 오브젝트 이름으로 변경합니다. YAML을 저장할 파일의 이름으로 **<filename>**을 바꿉니다.

3. 정책 규칙을 변경한 후 다음 명령을 입력하여 EgressFirewall 오브젝트를 바꿉니다. 업데이트된 EgressFirewall 오브젝트가 포함된 파일 이름으로 **<filename>**을 바꿉니다.

```
$ oc replace -f <filename>.yaml
```

## 16.9. 프로젝트에서 송신 방화벽 제거

클러스터 관리자는 프로젝트에서 송신 방화벽을 제거하여 OpenShift Container Platform 클러스터를 나가는 프로젝트에서 네트워크 트래픽에 대한 모든 제한을 제거할 수 있습니다.

### 16.9.1. EgressFirewall 오브젝트 제거

클러스터 관리자는 프로젝트에서 송신 방화벽을 제거할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OVN-Kubernetes 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자 플러그인을 사용하는 클러스터입니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

## 프로세스

1. 프로젝트의 EgressFirewall 오브젝트 이름을 찾습니다. **<project>**를 프로젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc get -n <project> egressfirewall
```

2. 다음 명령을 입력하여 EgressFirewall 오브젝트를 삭제합니다. **<project>**를 프로젝트 이름으로 바꾸고 **<name>**을 오브젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc delete -n <project> egressfirewall <name>
```

## 16.10. 송신 IP 주소 구성

클러스터 관리자는 OVN-Kubernetes 기본 컨테이너 네트워크 인터페이스(CNI) 네트워크 공급자를 구성하여 하나 이상의 송신 IP 주소를 네임스페이스 또는 네임스페이스 내 특정 Pod에 할당할 수 있습니다.

### 16.10.1. 송신 IP 주소 아키텍처 설계 및 구현

OpenShift Container Platform 송신 IP 주소 기능을 사용하면 하나 이상의 네임스페이스에 있는 하나 이상의 Pod에서 발생하는 트래픽의 소스 IP 주소가 클러스터 네트워크 외부 서비스에 일관되게 표시되도록 할 수 있습니다.

예를 들어 클러스터 외부 서버에서 호스팅되는 데이터베이스를 주기적으로 쿼리하는 Pod가 있을 수 있습니다. 서버에 대한 액세스 요구 사항을 적용하기 위해 패킷 필터링 장치는 특정 IP 주소의 트래픽만 허용하도록 구성됩니다. 특정 Pod에서만 서버에 안정적으로 액세스할 수 있도록 허용하려면 서버에 요청하는 Pod에 대해 특정 송신 IP 주소를 구성하면 됩니다.

송신 IP 주소는 노드의 기본 네트워크 인터페이스에서 추가 IP 주소로 구현되며 노드의 기본 IP 주소와 동일한 서브넷에 있어야 합니다. 추가 IP 주소를 클러스터의 다른 노드에 할당해서는 안 됩니다.

일부 클러스터 구성에서 애플리케이션 Pod 및 인그레스 라우터 Pod가 동일한 노드에서 실행됩니다. 이 시나리오에서 애플리케이션 프로젝트에 대한 송신 IP 주소를 구성하는 경우 애플리케이션 프로젝트에서 경로로 요청을 보낼 때 IP 주소가 사용되지 않습니다.

#### 16.10.1.1. 플랫폼 지원

다음 표에는 다양한 플랫폼의 송신 IP 주소 기능에 대한 지원이 요약되어 있습니다.



#### 중요

송신 IP 주소 구현은 AWS(Amazon Web Services), Azure Cloud 또는 송신 IP 기능에 필요한 자동 계층 2 네트워크 조작과 호환되지 않는 기타 퍼블릭 클라우드 플랫폼과 호환되지 않습니다.

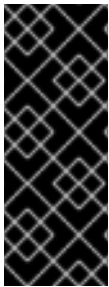
플랫폼	지원됨
베어 메탈	예
vSphere	예
Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)	아니요

플랫폼	지원됨
퍼블릭 클라우드	아니요

### 16.10.1.2. Pod에 송신 IP 할당

하나 이상의 송신 IP를 네임스페이스 또는 네임스페이스의 특정 Pod에 할당하려면 다음 조건을 충족해야 합니다.

- 클러스터에서 하나 이상의 노드에 **k8s.ovn.org/egress-assignable: ""** 레이블이 있어야 합니다.
- 네임스페이스의 Pod에서 클러스터를 떠나는 트래픽의 소스 IP 주소로 사용할 하나 이상의 송신 IP 주소를 정의하는 **EgressIP** 오브젝트가 있습니다.



#### 중요

송신 IP 할당을 위해 클러스터의 노드에 레이블을 지정하기 전에 **EgressIP** 오브젝트를 생성하면 OpenShift Container Platform에서 모든 송신 IP 주소를 **k8s.ovn.org/egress-assignable: ""** 레이블이 있는 첫 번째 노드에 할당할 수 있습니다.

송신 IP 주소가 클러스터의 여러 노드에 널리 분산되도록 하려면 **EgressIP** 오브젝트를 만들기 전에 송신 IP 주소를 호스팅할 노드에 항상 레이블을 적용하십시오.

### 16.10.1.3. 노드에 송신 IP 할당

**EgressIP** 오브젝트를 생성할 때 **k8s.ovn.org/egress-assignable: ""** 레이블이 지정된 노드에 다음 조건이 적용됩니다.

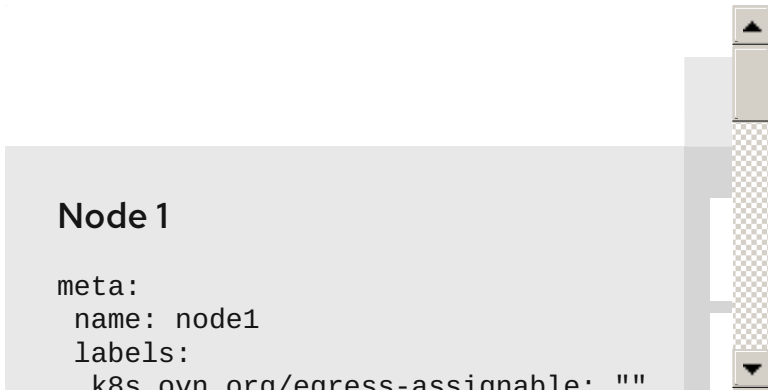
- 송신 IP 주소는 한 번에 두 개 이상의 노드에 할당되지 않습니다.
- 송신 IP 주소는 송신 IP 주소를 호스팅할 수 있는 사용 가능한 노드 간에 균형을 이룹니다.
- **EgressIP** 오브젝트의 **spec.EgressIPs** 배열에서 둘 이상의 IP 주소를 지정하는 경우 다음 조건이 적용됩니다.
  - 지정된 IP 주소 중 두 개 이상을 호스팅할 노드는 없습니다.
  - 지정된 네임스페이스에 대해 지정된 IP 주소 간에 트래픽이 거의 동일하게 분산됩니다.
- 노드를 사용할 수 없게 되면 할당된 모든 송신 IP 주소가 이전에 설명한 조건에 따라 자동으로 재 할당됩니다.

Pod가 여러 **EgressIP** 오브젝트의 선택기와 일치하는 경우 **EgressIP** 오브젝트에 지정된 송신 IP 주소 중 어느 것이 Pod의 송신 IP 주소로 할당되는지 보장할 수 없습니다.

또한 **EgressIP** 오브젝트에서 여러 송신 IP 주소를 지정하는 경우 송신 IP 주소를 사용할 수 있다는 보장이 없습니다. 예를 들어 Pod가 두 개의 송신 IP 주소인 **10.10.20.1** 및 **10.10.20.2** 를 사용하여 **EgressIP** 오브젝트의 선택기와 일치하는 경우 각 TCP 연결 또는 UDP 대화에 사용할 수 있습니다.

### 16.10.1.4. 송신 IP 주소 구성에 대한 아키텍처 다이어그램

다음 다이어그램에서는 송신 IP 주소 구성을 보여줍니다. 다이어그램은 클러스터의 세 개 노드에서 실행 중인 두 개의 다른 네임스페이스에 있는 포트 4개를 설명합니다. 노드는 호스트 네트워크의 **192.168.126.0/18** CIDR 블록에서 할당된 IP 주소입니다.



노드 1과 노드 3은 모두 **k8s.ovn.org/egress-assignable: ''**로 레이블이 지정되어 있으므로 송신 IP 주소 할당에 사용할 수 있습니다.

다이어그램에 있는 점선은 노드 1 및 노드 3에서 클러스터를 나가기 위해 포트 네트워크를 통해 이동하는 pod1, pod2, pod3의 트래픽 흐름을 나타냅니다. 외부 서비스에서 예제의 **EgressIP** 오브젝트에서 선택한 Pod 중 하나에서 트래픽을 수신하는 경우 소스 IP 주소는 **192.168.126.10** 또는 **192.168.126.102**입니다. 트래픽은 이 두 노드 간에 대략적으로 균등하게 분산됩니다.

다이어그램의 다음 리소스는 자세히 설명되어 있습니다.

### Namespace 오브젝트

네임스페이스는 다음 매니페스트에 정의됩니다.

#### 네임스페이스 오브젝트

```

apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: namespace1
  labels:
    env: prod
---
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: namespace2
  labels:
    env: prod

```

### EgressIP 오브젝트

다음 **EgressIP** 오브젝트는 **env** 라벨이 **prod**로 설정된 모든 포드를 선택하는 구성을 설명합니다. 선택한 포드의 송신 IP 주소는 **192.168.126.10** 및 **192.168.126.102**입니다.

#### EgressIP 오브젝트

```

apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egressips-prod
spec:
  egressIPs:
    - 192.168.126.10
    - 192.168.126.102

```

```

namespaceSelector:
  matchLabels:
    env: prod
status:
  items:
  - node: node1
    egressIP: 192.168.126.10
  - node: node3
    egressIP: 192.168.126.102

```

이전 예제의 구성에 대해 OpenShift Container Platform은 두 송신 IP 주소를 사용 가능한 노드에 할당합니다. **status** 필드는 송신 IP 주소가 할당되었는지 여부와 위치를 반영합니다.

## 16.10.2. EgressIP 오브젝트

다음 YAML에서는 **EgressIP** 오브젝트의 API를 설명합니다. 오브젝트의 범위는 클러스터 전체이며 네임스페이스에 생성되지 않습니다.

```

apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: <name> ❶
spec:
  egressIPs: ❷
  - <ip_address>
  namespaceSelector: ❸
  ...
  podSelector: ❹
  ...

```

- ❶ **EgressIPs** 오브젝트의 이름입니다.
- ❷ 하나 이상의 IP 주소로 이루어진 배열입니다.
- ❸ 송신 IP 주소를 연결할 네임스페이스에 대해 하나 이상의 선택기입니다.
- ❹ 선택사항: 지정된 네임스페이스에서 송신 IP 주소를 연결할 Pod에 대해 하나 이상의 선택기입니다. 이러한 선택기를 적용하면 네임스페이스 내에서 Pod 하위 집합을 선택할 수 있습니다.

다음 YAML은 네임스페이스 선택기에 대한 스탠자를 설명합니다.

### 네임스페이스 선택기 스탠자

```

namespaceSelector: ❶
  matchLabels:
    <label_name>: <label_value>

```

- ❶ 네임스페이스에 대해 일치하는 하나 이상의 규칙입니다. 둘 이상의 일치 규칙이 제공되면 일치하는 모든 네임스페이스가 선택됩니다.

다음 YAML은 Pod 선택기에 대한 선택적 스탠자를 설명합니다.

## Pod 선택기 스탠자

```
podSelector: 1
matchLabels:
  <label_name>: <label_value>
```

- 1 선택사항: 지정된 **namespaceSelector** 규칙과 일치하는 네임스페이스의 Pod에 대해 일치하는 하나 이상의 규칙입니다. 지정된 경우 일치하는 Pod만 선택됩니다. 네임스페이스의 다른 Pod는 선택되지 않습니다.

다음 예에서 **EgressIP** 오브젝트는 **192.168.126.11** 및 **192.168.126.102** 송신 IP 주소를 **app** 라벨을 **web**으로 설정하고 **env** 라벨을 **prod**로 설정한 네임스페이스에 있는 포드와 연결합니다.

### EgressIP 오브젝트의 예

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egress-group1
spec:
  egressIPs:
    - 192.168.126.11
    - 192.168.126.102
  podSelector:
    matchLabels:
      app: web
  namespaceSelector:
    matchLabels:
      env: prod
```

다음 예에서 **EgressIP** 오브젝트는 **192.168.127.30** 및 **192.168.127.40** 송신 IP 주소를 **environment** 레이블이 **development**로 설정되지 않은 모든 Pod와 연결합니다.

### EgressIP 오브젝트의 예

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egress-group2
spec:
  egressIPs:
    - 192.168.127.30
    - 192.168.127.40
  namespaceSelector:
    matchExpressions:
      - key: environment
        operator: NotIn
        values:
          - development
```

## 16.10.3. 송신 IP 주소 호스팅을 위해 노드에 레이블 지정

OpenShift Container Platform에서 노드에 하나 이상의 송신 IP 주소를 할당할 수 있도록 `k8s.ovn.org/egress-assignable=""` 레이블을 클러스터의 노드에 적용할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

- 하나 이상의 송신 IP 주소를 호스팅할 수 있도록 노드에 레이블을 지정하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc label nodes <node_name> k8s.ovn.org/egress-assignable="" 1
```

- 1 레이블을 지정할 노드 이름입니다.

#### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 노드에 레이블을 추가할 수 있습니다.

```
apiVersion: v1
kind: Node
metadata:
  labels:
    k8s.ovn.org/egress-assignable: ""
  name: <node_name>
```

#### 16.10.4. 다음 단계

- [송신 IP 할당](#)

#### 16.10.5. 추가 리소스

- [LabelSelector meta/v1](#)
- [LabelSelectorRequirement meta/v1](#)

### 16.11. 송신 IP 주소 할당

클러스터 관리자는 네임스페이스 또는 네임스페이스의 특정 Pod에서 클러스터를 떠나는 트래픽에 송신 IP 주소를 할당할 수 있습니다.

#### 16.11.1. 네임스페이스에 송신 IP 주소 할당

하나 이상의 송신 IP 주소를 네임스페이스 또는 네임스페이스의 특정 Pod에 할당할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.



- 클러스터 관리자로 클러스터에 로그인합니다.
- 송신 IP 주소를 호스팅할 하나 이상의 노드를 구성합니다.

## 프로세스

### 1. EgressIP 오브젝트를 만듭니다.

- a. `<egressips_name>.yaml` 파일을 만듭니다. 여기서 `<egressips_name>`은 오브젝트 이름입니다.
- b. 생성한 파일에서 다음 예와 같이 **EgressIP** 오브젝트를 정의합니다.

```
apiVersion: k8s.ovn.org/v1
kind: EgressIP
metadata:
  name: egress-project1
spec:
  egressIPs:
    - 192.168.127.10
    - 192.168.127.11
  namespaceSelector:
    matchLabels:
      env: qa
```

### 2. 오브젝트를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc apply -f <egressips_name>.yaml ❶
```

- ❶ `<egressips_name>`을 오브젝트 이름으로 변경합니다.

### 출력 예

```
egressips.k8s.ovn.org/<egressips_name> created
```

3. 선택사항: 나중에 변경할 수 있도록 `<egressips_name>.yaml` 파일을 저장합니다.
4. 송신 IP 주소가 필요한 네임스페이스에 레이블을 추가합니다. 1단계에 정의된 **EgressIP** 오브젝트의 네임스페이스에 레이블을 추가하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc label ns <namespace> env=qa ❶
```

- ❶ `<namespace>` 를 송신 IP 주소가 필요한 네임스페이스로 바꿉니다.

## 16.11.2. 추가 리소스

- [송신 IP 주소 구성](#)

## 16.12. 송신 라우터 POD 사용에 대한 고려 사항

### 16.12.1. 송신 라우터 Pod 정보

OpenShift Container Platform 송신 라우터 포드는 다른 용도로 사용되지 않는 프라이빗 소스 IP 주소에서 지정된 원격 서버로 트래픽을 리디렉션합니다. 송신 라우터 포드를 통해 특정 IP 주소에서만 액세스할 수 있도록 설정된 서버로 네트워크 트래픽을 보낼 수 있습니다.



### 참고

송신 라우터 Pod는 모든 발신 연결을 위한 것은 아닙니다. 다수의 송신 라우터 Pod를 생성하는 경우 네트워크 하드웨어 제한을 초과할 수 있습니다. 예를 들어 모든 프로젝트 또는 애플리케이션에 대해 송신 라우터 Pod를 생성하면 소프트웨어에서 MAC 주소 필터링으로 돌아가기 전에 네트워크 인터페이스에서 처리할 수 있는 로컬 MAC 주소 수를 초과할 수 있습니다.



### 중요

송신 라우터 이미지는 Amazon AWS, Azure Cloud 또는 macvlan 트래픽과의 비호환성으로 인해 계층 2 조작을 지원하지 않는 기타 클라우드 플랫폼과 호환되지 않습니다.

## 16.12.1.1. 송신 라우터 모드

*리디렉션 모드*에서는 송신 라우터 포드가 자체 IP 주소에서 하나 이상의 대상 IP 주소로 트래픽을 리디렉션하도록 **iptables** 규칙을 구성합니다. 예약된 소스 IP 주소를 사용해야 하는 클라이언트 Pod는 대상 IP에 직접 연결하는 대신 송신 라우터에 연결하도록 수정해야 합니다.



### 참고

송신 라우터 CNI 플러그인은 리디렉션 모드만 지원합니다. 이는 OpenShift SDN과 함께 배포할 수 있는 송신 라우터 구현의 차이점입니다. OpenShift SDN의 송신 라우터와 달리 송신 라우터 CNI 플러그인은 HTTP 프록시 모드 또는 DNS 프록시 모드를 지원하지 않습니다.

## 16.12.1.2. 송신 라우터 Pod 구현

송신 라우터 구현에서는 송신 라우터 CNI(Container Network Interface) 플러그인을 사용합니다. 플러그인은 보조 네트워크 인터페이스를 포드에 추가합니다.

송신 라우터는 두 개의 네트워크 인터페이스가 있는 포드입니다. 예를 들어 포드에는 **eth0** 및 **net1** 네트워크 인터페이스가 있을 수 있습니다. **eth0** 인터페이스는 클러스터 네트워크에 있으며 포드는 일반 클러스터 관련 네트워크 트래픽에 대한 인터페이스를 계속 사용합니다. **net1** 인터페이스는 보조 네트워크에 있으며 해당 네트워크에 대한 IP 주소 및 게이트웨이가 있습니다. OpenShift Container Platform 클러스터의 다른 포드는 송신 라우터 서비스에 액세스할 수 있으며, 서비스를 통해 포드가 외부 서비스에 액세스할 수 있습니다. 송신 라우터는 포드와 외부 시스템 간의 브리지 역할을 합니다.

송신 라우터를 종료하는 트래픽은 노드를 통해 종료되지만 패킷에는 송신 라우터 포드에서 **net1** 인터페이스의 MAC 주소가 있습니다.

송신 라우터 사용자 정의 리소스를 추가하면 Cluster Network Operator에서 다음 오브젝트를 생성합니다.

- pod의 **net1** 보조 네트워크 인터페이스에 대한 네트워크 연결 정의입니다.
- 출력 라우터에 대한 배포입니다.

송신 라우터 사용자 정의 리소스를 삭제하는 경우 Operator는 송신 라우터와 연결된 이전 목록에서 두 개의 오브젝트를 삭제합니다.

## 16.12.1.3. 배포 고려 사항

송신 라우터 Pod는 노드의 기본 네트워크 인터페이스에 추가 IP 주소와 MAC 주소를 추가합니다. 따라서 추가 주소를 허용하도록 하이퍼바이저 또는 클라우드 공급자를 구성해야 할 수 있습니다.

### Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)

RHOSP에서 OpenShift Container Platform을 배포하는 경우 OpenStack 환경에서 송신 라우터 포트의 IP 및 MAC 주소의 트래픽을 허용해야 합니다. 트래픽을 허용하지 않으면 **통신이 실패합니다**.

```
$ openstack port set --allowed-address \
  ip_address=<ip_address>,mac_address=<mac_address> <neutron_port_uuid>
```

### RHV(Red Hat Virtualization)

RHV를 사용하는 경우 가상 네트워크 인터페이스 컨트롤러(vNIC)에 대해 **No Network Filter** (네트워크 필터 없음)를 선택해야 합니다.

### VMware vSphere

VMware vSphere를 사용하는 경우 [vSphere 표준 스위치 보안을 위한 VMware 설명서를 참조하십시오](#). vSphere Web Client에서 호스트 가상 스위치를 선택하여 VMware vSphere 기본 설정을 보고 변경합니다.

특히 다음이 활성화되어 있는지 확인하십시오.

- [MAC 주소 변경](#)
- [위조된 전송](#)
- [무차별 모드 작동](#)

#### 16.12.1.4. 장애 조치 구성

다운타임을 방지하기 위해 Cluster Network Operator는 송신 라우터 Pod를 배포 리소스로 배포합니다. 배포 이름은 **egress-router-cni-deployment**입니다. 배포에 해당하는 포트의 레이블은 **app=egress-router-cni**입니다.

배포에 사용할 새 서비스를 생성하려면 **oc expose deployment/egress-router-cni-deployment --port <port\_number>** 명령을 사용하거나 다음 예와 같이 파일을 생성합니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: app-egress
spec:
  ports:
    - name: tcp-8080
      protocol: TCP
      port: 8080
    - name: tcp-8443
      protocol: TCP
      port: 8443
    - name: udp-80
      protocol: UDP
      port: 80
  type: ClusterIP
  selector:
    app: egress-router-cni
```

## 16.12.2. 추가 리소스

- 리디렉션 모드에서 송신 라우터 배포

## 16.13. 리디렉션 모드에서 송신 라우터 POD 배포

클러스터 관리자는 예약된 소스 IP 주소에서 지정된 대상 IP 주소로 트래픽을 리디렉션하도록 송신 라우터 포드를 배포할 수 있습니다.

송신 라우터 구현에서는 송신 라우터 CNI(Container Network Interface) 플러그인을 사용합니다.

### 16.13.1. 송신 라우터 사용자 정의 리소스

송신 라우터 사용자 정의 리소스에서 송신 라우터 Pod에 대한 구성을 정의합니다. 다음 YAML은 리디렉션 모드에서 송신 라우터 구성을 위한 필드를 설명합니다.

```
apiVersion: network.operator.openshift.io/v1
kind: EgressRouter
metadata:
  name: <egress_router_name>
  namespace: <namespace> <.>
spec:
  addresses: [ <.>
    {
      ip: "<egress_router>", <.>
      gateway: "<egress_gateway>" <.>
    }
  ]
  mode: Redirect
  redirect: {
    redirectRules: [ <.>
      {
        destinationIP: "<egress_destination>",
        port: <egress_router_port>,
        targetPort: <target_port>, <.>
        protocol: <network_protocol> <.>
      },
      ...
    ],
    fallbackIP: "<egress_destination>" <.>
  }
}
```

<.> 선택 사항: **namespace** 필드는 출력 라우터를 생성할 네임스페이스를 지정합니다. 파일 또는 명령줄에 값을 지정하지 않으면 **default** 네임스페이스가 사용됩니다.

<.> **address** 필드는 보조 네트워크 인터페이스에서 구성할 IP 주소를 지정합니다.

<.> **ip** 필드는 노드가 송신 라우터 Pod에서 사용할 실제 네트워크의 예약된 소스 IP 주소와 넷마스크를 지정합니다. CIDR 표기법을 사용하여 IP 주소와 넷마스크를 지정합니다.

<.> **gateway** 필드는 네트워크 게이트웨이의 IP 주소를 지정합니다.

<.> 선택 사항: **redirectRules** 필드는 송신 대상 IP 주소, 송신 라우터 포트 및 프로토콜의 조합을 지정합니다. 지정된 포트 및 프로토콜의 출력 라우터에 대한 수신 연결은 대상 IP 주소로 라우팅됩니다.

<> 선택 사항: **targetPort** 필드는 대상 IP 주소에 네트워크 포트를 지정합니다. 이 필드를 지정하지 않으면 트래픽이 도달한 동일한 네트워크 포트에 라우팅됩니다.

<> **protocol** 필드는 TCP, UDP 또는 SCTP를 지원합니다.

<> 선택 사항: **fallbackIP** 필드는 대상 IP 주소를 지정합니다. 리디렉션 규칙을 지정하지 않으면 송신 라우터에서 모든 트래픽을 이 폴백 IP 주소로 보냅니다. 리디렉션 규칙을 지정하면 규칙에 정의되지 않은 네트워크 포트에 대한 모든 연결이 송신 라우터에서 이 대체 IP 주소로 전송됩니다. 이 필드를 지정하지 않으면 송신 라우터는 규칙에 정의되지 않은 네트워크 포트에 대한 연결을 거부합니다.

### 송신 라우터 사양의 예

```
apiVersion: network.operator.openshift.io/v1
kind: EgressRouter
metadata:
  name: egress-router-redirect
spec:
  networkInterface: {
    macvlan: {
      mode: "Bridge"
    }
  }
  addresses: [
    {
      ip: "192.168.12.99/24",
      gateway: "192.168.12.1"
    }
  ]
  mode: Redirect
  redirect: {
    redirectRules: [
      {
        destinationIP: "10.0.0.99",
        port: 80,
        protocol: UDP
      },
      {
        destinationIP: "203.0.113.26",
        port: 8080,
        targetPort: 80,
        protocol: TCP
      },
      {
        destinationIP: "203.0.113.27",
        port: 8443,
        targetPort: 443,
        protocol: TCP
      }
    ]
  }
}
```

#### 16.13.2. 리디렉션 모드에서 송신 라우터 배포

송신 라우터 pod를 배포하여 자체 예약된 소스 IP 주소에서 하나 이상의 대상 IP 주소로 트래픽을 리디렉션할 수 있습니다.

송신 라우터 pod를 추가한 후 예약된 소스 IP 주소를 사용해야 하는 클라이언트 pod는 대상 IP에 직접 연결하는 대신 송신 라우터에 연결하도록 수정해야 합니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

### 프로세스

1. 송신 라우터 정의를 생성합니다.
2. 다른 포드에서 송신 라우터 pod의 IP 주소를 찾을 수 있도록 하려면 다음 예제와 같이 송신 라우터를 사용하는 서비스를 만듭니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-1
spec:
  ports:
    - name: web-app
      protocol: TCP
      port: 8080
  type: ClusterIP
  selector:
    app: egress-router-cni <.>
```

<.> 송신 라우터의 레이블을 지정합니다. 표시된 값은 Cluster Network Operator에서 추가하며 구성 불가능합니다.

서비스를 생성한 후 포드가 서비스에 연결할 수 있습니다. 송신 라우터 pod는 트래픽을 대상 IP 주소의 해당 포트로 리디렉션합니다. 이 연결은 예약된 소스 IP 주소에서 시작됩니다.

### 검증

Cluster Network Operator가 송신 라우터를 시작했는지 확인하려면 다음 절차를 완료합니다.

1. 송신 라우터에 대해 Operator가 생성한 네트워크 연결 정의를 확인합니다.

```
$ oc get network-attachment-definition egress-router-cni-nad
```

네트워크 연결 정의의 이름은 구성할 수 없습니다.

#### 출력 예

```
NAME          AGE
egress-router-cni-nad 18m
```

2. 송신 라우터 pod에 대한 배포를 확인합니다.

```
$ oc get deployment egress-router-cni-deployment
```

배포 이름은 구성할 수 없습니다.

**출력 예**

```
NAME                READY UP-TO-DATE AVAILABLE AGE
egress-router-cni-deployment 1/1    1            1      18m
```

3. 송신 라우터 pod의 상태를 확인합니다.

```
$ oc get pods -l app=egress-router-cni
```

**출력 예**

```
NAME                READY STATUS RESTARTS AGE
egress-router-cni-deployment-575465c75c-qkq6m 1/1    Running 0      18m
```

4. 송신 라우터 pod의 로그 및 라우팅 테이블을 확인합니다.

- a. 송신 라우터 pod에 대한 노드 이름을 가져옵니다.

```
$ POD_NODENAME=$(oc get pod -l app=egress-router-cni -o jsonpath="{.items[0].spec.nodeName}")
```

- b. 대상 노드에서 디버그 세션으로 들어갑니다. 이 단계는 **<node\_name>-debug** 라는 디버그 Pod를 인스턴스화합니다.

```
$ oc debug node/$POD_NODENAME
```

- c. 디버그 셸 내에서 **/host**를 root 디렉터리로 설정합니다. 디버그 Pod는 Pod 내의 **/host**에 호스트의 루트 파일 시스템을 마운트합니다. 루트 디렉터리를 **/host**로 변경하면 호스트의 실행 경로에서 바이너리를 실행할 수 있습니다.

```
# chroot /host
```

- d. **chroot** 환경 콘솔에서 송신 라우터 로그를 표시합니다.

```
# cat /tmp/egress-router-log
```

**출력 예**

```
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Called CNI ADD
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Gateway: 192.168.12.1
2021-04-26T12:27:20Z [debug] IP Source Addresses: [192.168.12.99/24]
2021-04-26T12:27:20Z [debug] IP Destinations: [80 UDP 10.0.0.99/30 8080 TCP
203.0.113.26/30 80 8443 TCP 203.0.113.27/30 443]
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Created macvlan interface
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Renamed macvlan to "net1"
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Adding route to gateway 192.168.12.1 on macvlan interface
2021-04-26T12:27:20Z [debug] deleted default route {lflindex: 3 Dst: <nil> Src: <nil> Gw:
10.128.10.1 Flags: [] Table: 254}
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added new default route with gateway 192.168.12.1
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat PREROUTING -i eth0 -p
UDP --dport 80 -j DNAT --to-destination 10.0.0.99
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat PREROUTING -i eth0 -p
```

```
TCP --dport 8080 -j DNAT --to-destination 203.0.113.26:80
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat PREROUTING -i eth0 -p
TCP --dport 8443 -j DNAT --to-destination 203.0.113.27:443
2021-04-26T12:27:20Z [debug] Added iptables rule: iptables -t nat -o net1 -j SNAT --to-
source 192.168.12.99
```

로깅 파일 위치 및 로깅 수준은 이 프로세스에 설명된 대로 **EgressRouter** 오브젝트를 생성하여 송신 라우터를 시작할 때 구성되지 않습니다.

- e. **chroot** 환경 콘솔에서 컨테이너 ID를 가져옵니다.

```
# crictl ps --name egress-router-cni-pod | awk '{print $1}'
```

#### 출력 예

```
CONTAINER
bac9fae69ddb6
```

- f. 컨테이너의 프로세스 ID를 확인합니다. 이 예에서 컨테이너 ID는 **bac9fae69ddb6**입니다.

```
# crictl inspect -o yaml bac9fae69ddb6 | grep 'pid:' | awk '{print $2}'
```

#### 출력 예

```
68857
```

- g. 컨테이너의 네트워크 네임스페이스를 입력합니다.

```
# nsenter -n -t 68857
```

- h. 라우팅 테이블을 표시합니다.

```
# ip route
```

다음 예제 출력에서 **net1** 네트워크 인터페이스가 기본 경로입니다. 클러스터 네트워크의 트래픽은 **eth0** 네트워크 인터페이스를 사용합니다. **192.168.12.0/24** 네트워크의 트래픽은 **net1** 네트워크 인터페이스를 사용하며 예약된 소스 IP 주소 **192.168.12.99**에서 시작됩니다. 포트는 다른 모든 트래픽을 IP 주소 **192.168.12.1**의 게이트웨이로 라우팅합니다. 서비스 네트워크의 라우팅이 표시되지 않습니다.

#### 출력 예

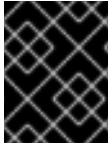
```
default via 192.168.12.1 dev net1
10.128.10.0/23 dev eth0 proto kernel scope link src 10.128.10.18
192.168.12.0/24 dev net1 proto kernel scope link src 192.168.12.99
192.168.12.1 dev net1
```

## 16.14. 프로젝트에 멀티 캐스트 사용

### 16.14.1. 멀티 캐스트 정보



IP 멀티 캐스트를 사용하면 데이터가 여러 IP 주소로 동시에 브로드캐스트됩니다.



### 중요

현재 멀티 캐스트는 고 대역폭 솔루션이 아닌 저 대역폭 조정 또는 서비스 검색에 가장 적합합니다.

OpenShift Container Platform Pod 간 멀티 캐스트 트래픽은 기본적으로 비활성화되어 있습니다. OVN-Kubernetes 기본 CNI(Container Network Interface) 네트워크 공급자를 사용하는 경우 프로젝트별로 멀티 캐스트를 활성화할 수 있습니다.

## 16.14.2. Pod 간 멀티 캐스트 활성화

프로젝트의 Pod 간 멀티 캐스트를 활성화할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

### 프로세스

- 다음 명령을 실행하여 프로젝트에 대한 멀티 캐스트를 활성화합니다. 멀티 캐스트를 활성화하려는 프로젝트의 네임스페이스로 **<namespace>**를 바꿉니다.

```
$ oc annotate namespace <namespace> \
k8s.ovn.org/multicast-enabled=true
```

### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 주석을 추가할 수도 있습니다.

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/multicast-enabled: "true"
```

### 검증

프로젝트에 멀티 캐스트가 활성화되어 있는지 확인하려면 다음 절차를 완료합니다.

1. 멀티 캐스트를 활성화한 프로젝트로 현재 프로젝트를 변경합니다. **<project>**를 프로젝트 이름으로 바꿉니다.

```
$ oc project <project>
```

2. 멀티 캐스트 수신자 역할을 할 pod를 만듭니다.

```
$ cat <<EOF | oc create -f -
apiVersion: v1
```

```

kind: Pod
metadata:
  name: mlistener
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
  - name: mlistener
    image: registry.access.redhat.com/ubi8
    command: ["/bin/sh", "-c"]
    args:
      ["dnf -y install socat hostname && sleep inf"]
    ports:
    - containerPort: 30102
      name: mlistener
      protocol: UDP
EOF

```

3. 멀티 캐스트 발신자 역할을 할 pod를 만듭니다.

```

$ cat <<EOF | oc create -f -
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: msender
  labels:
    app: multicast-verify
spec:
  containers:
  - name: msender
    image: registry.access.redhat.com/ubi8
    command: ["/bin/sh", "-c"]
    args:
      ["dnf -y install socat && sleep inf"]
EOF

```

4. 새 터미널 창 또는 탭에서 멀티캐스트 리스너를 시작합니다.

- a. Pod의 IP 주소를 가져옵니다.

```
$ POD_IP=$(oc get pods mlistener -o jsonpath='{.status.podIP}')
```

- b. 다음 명령을 입력하여 멀티 캐스트 리스너를 시작합니다.

```
$ oc exec mlistener -i -t -- \
  socat UDP4-RECVFROM:30102,ip-add-membership=224.1.0.1:$POD_IP,fork
  EXEC:hostname

```

5. 멀티 캐스트 송신기를 시작합니다.

- a. Pod 네트워크 IP 주소 범위를 가져옵니다.

```
$ CIDR=$(oc get Network.config.openshift.io cluster \
  -o jsonpath='{.status.clusterNetwork[0].cidr}')
```

b. 멀티 캐스트 메시지를 보내려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc exec msender -i -t -- \
  /bin/bash -c "echo | socat STDIO UDP4-
  DATAGRAM:224.1.0.1:30102,range=$CIDR,ip-multicast-ttl=64"
```

멀티 캐스트가 작동하는 경우 이전 명령은 다음 출력을 반환합니다.

```
mlistener
```

## 16.15. 프로젝트에 대한 멀티 캐스트 비활성화

### 16.15.1. Pod 간 멀티 캐스트 비활성화

프로젝트의 Pod 간 멀티 캐스트를 비활성화할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할을 가진 사용자로 클러스터에 로그인해야 합니다.

#### 프로세스

- 다음 명령을 실행하여 멀티 캐스트를 비활성화합니다.

```
$ oc annotate namespace <namespace> \ 1
  k8s.ovn.org/multicast-enabled-
```

- 1 멀티 캐스트를 비활성화하려는 프로젝트의 **namespace**입니다.

#### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 주석을 삭제할 수도 있습니다.

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: <namespace>
  annotations:
    k8s.ovn.org/multicast-enabled: null
```

## 16.16. 네트워크 흐름 추적

클러스터 관리자는 다음 영역을 지원하기 위해 클러스터에서 Pod 네트워크 흐름에 대한 정보를 수집할 수 있습니다.

- pod 네트워크에서 수신 및 송신 트래픽을 모니터링합니다.
- 성능 문제를 해결합니다.

- 용량 계획 및 보안 감사를 위한 데이터를 수집합니다.

네트워크 흐름 컬렉션을 활성화하면 트래픽에 대한 메타데이터만 수집됩니다. 예를 들어 패킷 데이터는 수집되지 않지만 프로토콜, 소스 주소, 대상 주소, 포트 번호, 바이트 수 및 기타 패킷 수준 정보가 수집됩니다.

데이터는 다음 레코드 형식 중 하나로 수집됩니다.

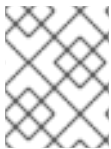
- NetFlow
- sFlow
- IPFIX

하나 이상의 컬렉터 IP 주소와 포트 번호를 사용하여 CNO(Cluster Network Operator)를 구성하는 경우 Operator는 각 노드에 OVS(Open vSwitch)를 구성하여 네트워크 흐름 레코드를 각 컬렉터에 전송합니다.

여러 유형의 네트워크 흐름 수집기로 레코드를 보내도록 Operator를 구성할 수 있습니다. 예를 들어 NetFlow 컬렉터에 레코드를 보내고 레코드를 sFlow 수집기에 전송할 수도 있습니다.

OVS가 수집기에 데이터를 보내면 각 유형의 컬렉터는 동일한 레코드를 수신합니다. 예를 들어 노드의 OVS가 두 개의 NetFlow 컬렉터를 구성하는 경우 두 컬렉터에 동일한 레코드를 보냅니다. 또한 두 개의 sFlow 컬렉터를 구성하는 경우 두 개의 sFlow 수집기는 동일한 레코드를 받습니다. 그러나 각 컬렉터 유형에는 고유한 레코드 형식이 있습니다.

네트워크 흐름 데이터를 수집하고 컬렉터로 레코드를 전송하면 성능에 영향을 미칩니다. 노드는 더 느린 속도로 패킷을 처리합니다. 성능 영향이 너무 크면 컬렉터의 대상을 삭제하여 네트워크 흐름 데이터 수집 및 복원 성능을 비활성화할 수 있습니다.



**참고**

네트워크 흐름 수집기를 활성화하면 클러스터 네트워크의 전반적인 성능에 영향을 미칠 수 있습니다.

**16.16.1. 네트워크 흐름 추적을 위한 네트워크 오브젝트 구성**

CNO(Cluster Network Operator)에서 네트워크 흐름 수집기를 구성하는 필드는 다음 표에 표시되어 있습니다.

표 16.8. 네트워크 흐름 구성

필드	유형	설명
<b>metadata.name</b>	<b>string</b>	CNO 개체 이름입니다. 이 이름은 항상 <b>cluster</b> 입니다.
<b>spec.exportNetworkFlows</b>	<b>object</b>	<b>netFlow,sFlow</b> 또는 <b>ipfix</b> 중 하나 이상입니다.
<b>spec.exportNetworkFlows.netFlowCollectors</b>	<b>array</b>	최대 10개의 컬렉터에 대한 IP 주소 및 네트워크 포트 쌍 목록입니다.

필드	유형	설명
<code>spec.exportNetworkFlows.sFlow.collectors</code>	array	최대 10개의 컬렉터에 대한 IP 주소 및 네트워크 포트 쌍 목록입니다.
<code>spec.exportNetworkFlows.ipfix.collectors</code>	array	최대 10개의 컬렉터에 대한 IP 주소 및 네트워크 포트 쌍 목록입니다.

CNO에 다음 매니페스트를 적용한 후 Operator는 클러스터의 각 노드에서 OVS(Open vSwitch)를 구성하여 네트워크 흐름 레코드를 **192.168.1.99:2056**에서 수신 대기 중인 NetFlow 수집기에 전송합니다.

### 네트워크 흐름 추적을 위한 구성 예

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  exportNetworkFlows:
    netFlow:
      collectors:
        - 192.168.1.99:2056
```

### 16.16.2. 네트워크 흐름 수집기 추가

클러스터 관리자는 네트워크 흐름 수집기로 네트워크 흐름 메타데이터를 전송하도록 CNO(Cluster Network Operator)를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.
- 네트워크 흐름 수집기가 있고 수신 대기하는 IP 주소와 포트를 알고 있습니다.

#### 프로세스

1. 네트워크 흐름 수집기 유형과 컬렉터의 IP 주소 및 포트 정보를 지정하는 패치 파일을 생성합니다.

```
spec:
  exportNetworkFlows:
    netFlow:
      collectors:
        - 192.168.1.99:2056
```

2. 네트워크 흐름 수집기를 사용하여 CNO를 구성합니다.

```
$ oc patch network.operator cluster --type merge -p "$(cat <file_name>.yaml)"
```

### 출력 예

```
network.operator.openshift.io/cluster patched
```

### 검증

일반적으로 검증은 필요하지 않습니다. 다음 명령을 실행하여 각 노드의 OVS(Open vSwitch)가 하나 이상의 컬렉터에 네트워크 흐름 레코드를 전송하도록 구성되어 있는지 확인할 수 있습니다.

1. Operator 구성을 보고 **exportNetworkFlows** 필드가 구성되었는지 확인합니다.

```
$ oc get network.operator cluster -o jsonpath="{.spec.exportNetworkFlows}"
```

### 출력 예

```
{"netFlow":{"collectors":["192.168.1.99:2056"]}}
```

2. 각 노드에서 OVS의 네트워크 흐름 구성을 확인합니다.

```
$ for pod in $(oc get pods -n openshift-ovn-kubernetes -l app=ovnkube-node -o
jsonpath='{range@.items[*]}{.metadata.name}{"\n"}{end}');
do ;
echo;
echo $pod;
oc -n openshift-ovn-kubernetes exec -c ovnkube-node $pod \
-- bash -c 'for type in ipfix sflow netflow ; do ovs-vsctl find $type ; done';
done
```

### 출력 예

```
ovnkube-node-xrn4p
_uuid          : a4d2aaca-5023-4f3d-9400-7275f92611f9
active_timeout : 60
add_id_to_interface : false
engine_id      : []
engine_type    : []
external_ids   : {}
targets       : ["192.168.1.99:2056"]
```

```
ovnkube-node-z4vq9
_uuid          : 61d02fdb-9228-4993-8ff5-b27f01a29bd6
active_timeout : 60
add_id_to_interface : false
engine_id      : []
engine_type    : []
external_ids   : {}
targets       : ["192.168.1.99:2056"]-
```

```
...
```

### 16.16.3. 네트워크 흐름 수집기의 모든 대상 삭제

클러스터 관리자는 네트워크 흐름 수집기로 네트워크 흐름 메타데이터를 중지하도록 CNO(Cluster Network Operator)를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인합니다.

#### 프로세스

1. 모든 네트워크 흐름 수집기를 제거합니다.

```
$ oc patch network.operator cluster --type='json' \
  -p='[{"op": "remove", "path": "/spec/exportNetworkFlows"}]'
```

#### 출력 예

```
network.operator.openshift.io/cluster patched
```

#### 16.16.4. 추가 리소스

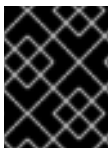
- [Network \[operator.openshift.io/v1\]](https://network.operator.openshift.io/v1)

### 16.17. 하이브리드 네트워킹 구성

클러스터 관리자는 Linux 및 Windows 노드에서 각각 Linux 및 Windows 워크로드를 호스팅할 수 있도록 OVN-Kubernetes CNI(Container Network Interface) 클러스터 네트워크 공급자를 구성할 수 있습니다.

#### 16.17.1. OVN-Kubernetes로 하이브리드 네트워킹 구성

OVN-Kubernetes에서 하이브리드 네트워킹을 사용하도록 클러스터를 구성할 수 있습니다. 이를 통해 다양한 노드 네트워킹 구성을 지원하는 하이브리드 클러스터를 사용할 수 있습니다. 예를 들어 클러스터에서 Linux 및 Windows 노드를 모두 실행하려면 이 작업이 필요합니다.



#### 중요

클러스터를 설치하는 동안 OVN-Kubernetes를 사용하여 하이브리드 네트워킹을 구성해야 합니다. 설치 프로세스 후에는 하이브리드 네트워킹으로 전환할 수 없습니다.

#### 사전 요구 사항

- **install-config.yaml** 파일에 **networking.networkType** 매개변수의 **OVNKubernetes**가 정의되어 있어야 합니다. 자세한 내용은 선택한 클라우드 공급자에서 OpenShift Container Platform 네트워크 사용자 정의 설정에 필요한 설치 문서를 참조하십시오.

#### 프로세스

1. 설치 프로그램이 포함된 디렉터리로 변경하고 매니페스트를 생성합니다.

```
$ ./openshift-install create manifests --dir <installation_directory>
```

다음과 같습니다.

### <installation\_directory>

클러스터의 **install-config.yaml** 파일이 포함된 디렉토리의 이름을 지정합니다.

2. **<installation\_directory>/manifests/** 디렉토리에 **cluster-network-03-config.yml**이라는 stub 매니페스트 파일을 만듭니다.

```
$ cat <<EOF > <installation_directory>/manifests/cluster-network-03-config.yml
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
EOF
```

다음과 같습니다.

### <installation\_directory>

클러스터의 **manifests/** 디렉터리가 포함된 디렉터리 이름을 지정합니다.

3. 편집기에서 **cluster-network-03-config.yml** 파일을 열고 다음 예와 같이 하이브리드 네트워킹을 사용하여 OVN-Kubernetes를 구성합니다.

### 하이브리드 네트워킹 구성 지정

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  defaultNetwork:
    ovnKubernetesConfig:
      hybridOverlayConfig:
        hybridClusterNetwork: 1
        - cidr: 10.132.0.0/14
          hostPrefix: 23
        hybridOverlayVXLANPort: 9898 2
```

- 1 추가 오버레이 네트워크의 노드에 사용되는 CIDR 구성을 지정합니다. **hybridClusterNetwork** CIDR은 **clusterNetwork** CIDR과 중복될 수 없습니다.
- 2 추가 오버레이 네트워크에 대한 사용자 정의 VXLAN 포트를 지정합니다. 이는 vSphere에 설치된 클러스터에서 Windows 노드를 실행해야 하며 다른 클라우드 공급자에 대해 구성해서는 안 됩니다. 사용자 정의 포트는 기본 **4789** 포트를 제외한 모든 오픈 포트일 수 있습니다. 이 요구 사항에 대한 자세한 내용은 [호스트 간의 포트 투 포트 연결 중단](#)에 대한 Microsoft 문서를 참조하십시오.





### 참고

Windows Server LTSC(Long-Term Servicing Channel): Windows Server 2019는 사용자 지정 **hybridOverlayVXLANPort** 값이 있는 클러스터에서 지원되지 않습니다. 이 Windows 서버 버전은 사용자 지정 VXLAN 포트를 선택하는 것을 지원하지 않기 때문입니다.

4. **cluster-network-03-config.yml** 파일을 저장하고 텍스트 편집기를 종료합니다.오.
5. 선택사항: **manifests/cluster-network-03-config.yml** 파일을 백업합니다. 설치 프로그램은 클러스터를 생성할 때 **manifests/** 디렉터리를 삭제합니다.

추가 설치 구성을 완료한 후 클러스터를 생성합니다. 설치 프로세스가 완료되면 하이브리드 네트워킹이 활성화됩니다.

### 16.17.2. 추가 리소스

- [Windows 컨테이너 워크로드 이해](#)
- [Windows 컨테이너 워크로드 활성화](#)
- [네트워크 사용자 지정의 AWS에 클러스터 설치](#)
- [네트워크 사용자 지정 설정을 사용하여 Azure에 클러스터 설치](#)

## 17장. 경로 구성

### 17.1. 경로 구성

#### 17.1.1. HTTP 기반 경로 생성

경로를 사용하면 공용 URL에서 애플리케이션을 호스팅할 수 있습니다. 애플리케이션의 네트워크 보안 구성에 따라 보안 또는 비보안이 될 수 있습니다. HTTP 기반 경로는 기본 HTTP 라우팅 프로토콜을 사용하고 보안되지 않은 애플리케이션 포트에서 서비스를 노출하는 비보안 경로입니다.

다음 절차에서는 **hello-openshift** 애플리케이션을 예제로 사용하여 웹 애플리케이션에 대한 간단한 HTTP 기반 경로를 생성하는 방법을 설명합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- 관리자로 로그인했습니다.
- 포트와 포트에서 트래픽을 수신 대기하는 TCP 엔드포인트를 노출하는 웹 애플리케이션이 있습니다.

#### 프로세스

1. 다음 명령을 실행하여 **hello-openshift** 라는 프로젝트를 생성합니다.

```
$ oc new-project hello-openshift
```

2. 다음 명령을 실행하여 프로젝트에 Pod를 생성합니다.

```
$ oc create -f https://raw.githubusercontent.com/openshift/origin/master/examples/hello-openshift/hello-pod.json
```

3. 다음 명령을 실행하여 **hello-openshift** 라는 서비스를 생성합니다.

```
$ oc expose pod/hello-openshift
```

4. 다음 명령을 실행하여 **hello-openshift** 애플리케이션에 대한 비보안 경로를 생성합니다.

```
$ oc expose svc hello-openshift
```

생성된 **Route** 리소스는 다음과 유사합니다.

생성된 보안되지 않은 경로에 대한 **YAML** 정의입니다.

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: hello-openshift
spec:
  host: hello-openshift-hello-openshift.<Ingress_Domain> 1
  port:
```

```
targetPort: 8080 2
to:
  kind: Service
  name: hello-openshift
```

1 <Ingress\_Domain> 은 기본 수신 도메인 이름입니다. **ingresses.config/cluster** 오브젝트는 설치 중에 생성되며 변경할 수 없습니다. 다른 도메인을 지정하려면 **appsDomain** 옵션을 사용하여 대체 클러스터 도메인을 지정할 수 있습니다.

2 **targetPort** 는 이 경로가 가리키는 서비스에서 선택한 Pod의 대상 포트입니다.



### 참고

기본 수신 도메인을 표시하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get ingresses.config/cluster -o jsonpath={.spec.domain}
```

## 17.1.2. 경로 시간 초과 구성

SLA(Service Level Availability) 목적에 필요한 낮은 시간 초과 또는 백엔드가 느린 경우 높은 시간 초과가 필요한 서비스가 있는 경우 기존 경로에 대한 기본 시간 초과를 구성할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- 실행 중인 클러스터에 배포된 Ingress 컨트롤러가 필요합니다.

### 프로세스

1. **oc annotate** 명령을 사용하여 경로에 시간 초과를 추가합니다.

```
$ oc annotate route <route_name> \
  --overwrite haproxy.router.openshift.io/timeout=<timeout><time_unit> 1
```

1 지원되는 시간 단위는 마이크로초(us), 밀리초(ms), 초(s), 분(m), 시간(h) 또는 일(d)입니다.

다음 예제는 이름이 **myroute**인 경로에서 2초의 시간 초과를 설정합니다.

```
$ oc annotate route myroute --overwrite haproxy.router.openshift.io/timeout=2s
```

## 17.1.3. HSTS(HTTP Strict Transport Security)

HSTS(HTTP Strict Transport Security) 정책은 라우트 호스트에서 HTTPS 트래픽만 허용됨을 브라우저 클라이언트에 알리는 보안 강화 정책입니다. 또한 HSTS는 HTTP 리디렉션을 사용하지 않고 HTTPS 전송 신호를 통해 웹 트래픽을 최적화합니다. HSTS는 웹사이트와의 상호 작용을 가속화하는 데 유용합니다.

HSTS 정책이 적용되면 HSTS는 사이트의 HTTP 및 HTTPS 응답에 Strict Transport Security 헤더를 추가합니다. 경로에서 **insecureEdgeTerminationPolicy** 값을 사용하여 HTTP를 HTTPS로 리디렉션할 수 있습니다. HSTS를 적용하면 클라이언트는 요청을 전송하기 전에 HTTP URL의 모든 요청을 HTTPS로 변경하여 리디렉션이 필요하지 않습니다.

클러스터 관리자는 다음을 수행하도록 HSTS를 구성할 수 있습니다.

- 경로당 HSTS 활성화
- 라우팅당 HSTS 비활성화
- 도메인당 HSTS 시행, 도메인 집합 또는 도메인과 함께 네임스페이스 라벨 사용



**중요**

HSTS는 보안 경로(엣지 종료 또는 재암호화)에서만 작동합니다. HTTP 또는 패스스루 (passthrough) 경로에서는 구성이 유효하지 않습니다.

**17.1.3.1. 라우팅당 HSTS(HTTP Strict Transport Security) 활성화**

HSTS(HTTP Strict Transport Security)는 HAProxy 템플릿에 구현되고 **haproxy.router.openshift.io/hsts\_header** 주석이 있는 에지 및 재암호화 경로에 적용됩니다.

**사전 요구 사항**

- 프로젝트에 대한 관리자 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인했습니다.
- **oc** CLI를 설치했습니다.

**프로세스**

- 경로에서 HSTS를 활성화하려면 **haproxy.router.openshift.io/hsts\_header** 값을 에지 종료 또는 재암호화 경로에 추가합니다. 다음 명령을 실행하여 **oc annotate** 툴을 사용하여 이 작업을 수행할 수 있습니다.

```
$ oc annotate route <route_name> -n <namespace> --overwrite=true
"haproxy.router.openshift.io/hsts_header"="max-age=31536000;\ 1
includeSubDomains;preload"
```

**1** 이 예에서 최대 기간은 **31536000** ms로 설정되어 있으며 약 8시간 반입니다.



**참고**

이 예에서는 등호(=)가 따옴표로 표시됩니다. 이 명령은 annotate 명령을 올바르게 실행하는 데 필요합니다.

**주석으로 구성된 경로 예**

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/hsts_header: max-age=31536000;includeSubDomains;preload
    1 2 3
  ...
spec:
  host: def.abc.com
  tls:
```

```

termination: "reencrypt"
...
wildcardPolicy: "Subdomain"

```

- 1 필수 항목입니다. **Max-age**는 HSTS 정책이 적용되는 시간(초)을 측정합니다. **0**으로 설정하면 정책이 무효화됩니다.
- 2 선택 사항: 포함되는 경우 **includeSubDomains**는 호스트의 모든 하위 도메인에 호스트와 동일한 HSTS 정책이 있어야 함을 알려줍니다.
- 3 선택 사항: **max-age**가 0보다 크면 **haproxy.router.openshift.io/hsts\_header**에 **preload**를 추가하여 외부 서비스에서 이 사이트를 HSTS 사전 로드 목록에 포함할 수 있습니다. 예를 들어 Google과 같은 사이트는 **preload**가 설정된 사이트 목록을 구성할 수 있습니다. 그런 다음 브라우저는 이 목록을 사용하여 사이트와 상호 작용하기 전에 HTTPS를 통해 통신할 수 있는 사이트를 결정할 수 있습니다. **preload**를 설정하지 않으면 브라우저가 HTTPS를 통해 사이트와 상호 작용하여 헤더를 가져와야 합니다.

### 17.1.3.2. 라우팅당 HSTS(HTTP Strict Transport Security) 비활성화

경로당 HSTS(HTTP Strict Transport Security)를 비활성화하려면 경로 주석에서 **max-age** 값을 **0**으로 설정할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 프로젝트에 대한 관리자 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인했습니다.
- **oc** CLI를 설치했습니다.

#### 프로세스

- HSTS를 비활성화하려면 다음 명령을 입력하여 경로 주석의 **max-age** 값을 **0**으로 설정합니다.

```

$ oc annotate route <route_name> -n <namespace> --overwrite=true
"haproxy.router.openshift.io/hsts_header"="max-age=0"

```

#### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 구성 맵을 만들 수 있습니다.

#### 경로당 HSTS 비활성화 예

```

metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/hsts_header: max-age=0

```

- 네임스페이스의 모든 경로에 대해 HSTS를 비활성화하려면 following 명령을 입력합니다.

```

$ oc annotate <route> --all -n <namespace> --overwrite=true
"haproxy.router.openshift.io/hsts_header"="max-age=0"

```

#### 검증

1. 모든 경로에 대한 주석을 쿼리하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get route --all-namespaces -o go-template='{{range .items}}{{if .metadata.annotations}}
{{$a := index .metadata.annotations "haproxy.router.openshift.io/hsts_header"}}{{$n :=
.metadata.name}}{{with $a}}Name: {{$n}} HSTS: {{$a}}{\n}}{\else}}{\n}}{\end}}{\end}}
{{end}}'
```

**출력 예**

```
Name: routename HSTS: max-age=0
```

### 17.1.3.3. 도메인별 HSTS(HTTP Strict Transport Security) 적용

도메인당 HSTS(HTTP Strict Transport Security)를 적용하여 보안 경로에 **requiredHSTSPolicies** 레코드를 Ingress 사양에 추가하여 HSTS 정책 구성을 캡처합니다.

HSTS를 적용하도록 **requiredHSTSPolicy**를 구성하는 경우 규정 준수 HSTS 정책 주석을 사용하여 새로 생성된 경로를 구성해야 합니다.



**참고**

준수하지 않는 HSTS 경로를 사용하여 업그레이드된 클러스터를 처리하려면 소스에서 매니페스트를 업데이트하고 업데이트를 적용할 수 있습니다.



**참고**

**oc expose route** 또는 **oc create route** 명령을 사용하여 이러한 명령의 API에서 주석을 수락하지 않기 때문에 HSTS를 적용하는 도메인에 경로를 추가할 수 없습니다.



**중요**

HSTS는 HSTS가 모든 경로에 대해 요청되더라도 안전하지 않거나 TLS가 아닌 경로에 적용할 수 없습니다.

**사전 요구 사항**

- 프로젝트에 대한 관리자 권한이 있는 사용자로 클러스터에 로그인했습니다.
- **oc** CLI를 설치했습니다.

**프로세스**

1. Ingress 구성 파일을 편집합니다.

```
$ oc edit ingresses.config.openshift.io/cluster
```

**HSTS 정책 예**

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: cluster
spec:
```

```

domain: 'hello-openshift-default.apps.username.devcluster.openshift.com'
requiredHSTSPolicies: ❶
- domainPatterns: ❷
  - '*hello-openshift-default.apps.username.devcluster.openshift.com'
  - '*hello-openshift-default2.apps.username.devcluster.openshift.com'
namespaceSelector: ❸
  matchLabels:
    myPolicy: strict
maxAge: ❹
  smallestMaxAge: 1
  largestMaxAge: 31536000
preloadPolicy: RequirePreload ❺
includeSubDomainsPolicy: RequireIncludeSubDomains ❻
- domainPatterns: ❼
  - 'abc.example.com'
  - '*xyz.example.com'
namespaceSelector:
  matchLabels: {}
maxAge: {}
preloadPolicy: NoOpinion
includeSubDomainsPolicy: RequireNoIncludeSubDomains

```

- ❶ 필수 항목입니다. **requiredHSTSPolicies**는 순서대로 검증되고 일치하는 첫 번째 **domainPatterns**가 적용됩니다.
- ❷❸ 필수 항목입니다. 하나 이상의 **domainPatterns** 호스트 이름을 지정해야 합니다. 도메인 수를 나열할 수 있습니다. 다른 **domainPatterns**에 대한 적용 옵션의 여러 섹션을 포함할 수 있습니다.
- ❹ 선택 사항: **namespaceSelector**를 포함하는 경우 경로가 있는 프로젝트의 레이블과 일치하여 경로에 설정된 HSTS 정책을 적용해야 합니다. **namespaceSelector**만 일치하고 **domainPatterns**와 일치하지 않는 경로는 검증되지 않습니다.
- ❺ 필수 항목입니다. **Max-age**는 HSTS 정책이 적용되는 시간(초)을 측정합니다. 이 정책 설정을 사용하면 최소 및 최대 **max-age**를 적용할 수 있습니다.
  - **largestMaxAge** 값은 0에서 2147483647 사이여야 합니다. 지정되지 않은 상태로 둘 수 있습니다. 즉, 상한이 적용되지 않습니다.
  - **smallestMaxAge** 값은 0에서 2147483647 사이여야 합니다. 문제 해결을 위해 HSTS를 비활성화하려면 0을 입력합니다. HSTS를 비활성화하지 않으려면 1을 입력합니다. 지정되지 않은 상태로 둘 수 있습니다. 즉, 더 낮은 제한이 적용되지 않습니다.
- ❻ 선택 사항: **haproxy.router.openshift.io/hsts\_header**에 **preload**를 포함하면 외부 서비스에서 이 사이트를 HSTS 사전 로드 목록에 포함할 수 있습니다. 그런 다음 브라우저는 이 목록을 사용하여 사이트와 상호 작용하기 전에 HTTPS를 통해 통신할 수 있는 사이트를 결정할 수 있습니다. **preload**를 설정하지 않으면 브라우저가 헤더를 얻기 위해 사이트와 한 번 이상 상호 작용해야 합니다. 다음 중 하나로 **preload**를 설정할 수 있습니다.
  - **RequirePreload: RequiredHSTSPolicy**에 **preload**가 필요합니다.
  - **RequireNoPreload: RequiredHSTSPolicy**에서 **preload**를 금지합니다.
  - **NoOpinion:preload**는 **RequiredHSTSPolicy**에 중요하지 않습니다.

6 선택 사항: **includeSubDomainsPolicy**는 다음 중 하나를 사용하여 설정할 수 있습니다.

- **RequireIncludeSubDomains:includeSubDomains**는 **RequiredHSTSPolicy**에 필요합니다.
- **RequireNoIncludeSubDomains:includeSubDomains**는 **RequiredHSTSPolicy**에서 금지합니다.
- **NoOpinion:includeSubDomains**는 **RequiredHSTSPolicy**와 관련이 없습니다.

2. **oc annotate command**를 입력하여 클러스터 또는 특정 네임스페이스에 HSTS를 적용할 수 있습니다.

- 클러스터의 모든 경로에 HSTS를 적용하려면 **oc annotate command**를 입력합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
$ oc annotate route --all --all-namespaces --overwrite=true
"haproxy.router.openshift.io/hsts_header"="max-age=31536000"
```

- 특정 네임스페이스의 모든 경로에 HSTS를 적용하려면 **oc annotate command**를 입력합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
$ oc annotate route --all -n my-namespace --overwrite=true
"haproxy.router.openshift.io/hsts_header"="max-age=31536000"
```

## 검증

구성한 HSTS 정책을 검토할 수 있습니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

- 필요한 HSTS 정책에 대한 **maxAge** 세트를 검토하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get clusteroperator/ingress -n openshift-ingress-operator -o jsonpath='{range .spec.requiredHSTSPolicies[*]}.{spec.requiredHSTSPolicies.maxAgePolicy.largestMaxAge} {"\n"}{end}'
```

- 모든 경로에서 HSTS 주석을 검토하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get route --all-namespaces -o go-template='{{range .items}}{{if .metadata.annotations}}
{{ $a := index .metadata.annotations "haproxy.router.openshift.io/hsts_header" }}{{ $n :=
.metadata.name }}{{with $a}}Name: {{ $n }} HSTS: {{ $a }}{{ "\n" }}{{ else }}{{ "" }}{{ end }}{{ end }}
{{ end }}'
```

### 출력 예

```
Name: <_routename_> HSTS: max-age=31536000;preload;includeSubDomains
```

## 17.1.4. 처리량 문제 해결

OpenShift Container Platform을 통해 애플리케이션을 배포하면 특정 서비스 간에 대기 시간이 비정상적으로 길어지는 등 네트워크 처리량 문제가 발생하는 경우가 있습니다.

Pod 로그에 문제의 원인이 드러나지 않는 경우 다음 방법으로 성능 문제를 분석하십시오.



- ping 또는 [tcpdump](#)와 같은 패킷 Analyzer를 사용하여 pod와 해당 노드 간 트래픽을 분석합니다. 예를 들어, 각 pod에서 tcpdump 도구를 실행하여 문제의 원인이 되는 동작을 재현합니다. Pod에서 나가거나 Pod로 들어오는 트래픽의 대기 시간을 분석하기 위해 전송 및 수신 타임 스탬프를 비교하려면 전송 캡처와 수신 캡처를 둘 다 검토하십시오. 다른 Pod, 스토리지 장치 또는 데이터 플레인의 트래픽으로 노드 인터페이스가 과부하된 경우 OpenShift Container Platform에서 대기 시간이 발생할 수 있습니다.

```
$ tcpdump -s 0 -i any -w /tmp/dump.pcap host <podip 1> && host <podip 2> 1
```

- 1 podip은 Pod의 IP 주소입니다. `oc get pod <pod_name> -o wide` 명령을 실행하여 Pod의 IP 주소를 가져옵니다.

tcpdump는 `/tmp/dump.pcap`에 이 두 Pod 간의 모든 트래픽을 포함하는 파일을 생성합니다. 문제가 재현되기 직전에 Analyzer를 실행하고 문제 재현이 종료된 직후 Analyzer를 중지하여 파일 크기를 최소화하는 것이 좋습니다. 다음을 사용하여 노드 간에 패킷 Analyzer를 실행할 수도 있습니다(방정식에서 SDN 제거).

```
$ tcpdump -s 0 -i any -w /tmp/dump.pcap port 4789
```

- 스트리밍 처리량 및 UDP 처리량을 측정하려면 iperf와 같은 대역폭 측정 도구를 사용합니다. 먼저 Pod에서 툴을 실행한 다음 노드에서 툴을 실행하여 병목 현상이 발생하는지 확인합니다.
  - iperf 설치 및 사용에 대한 정보는 이 [Red Hat 솔루션](#)을 참조하십시오.

### 17.1.5. 쿠키를 사용하여 경로 상태 유지

OpenShift Container Platform은 모든 트래픽이 동일한 끝점에 도달하도록 하여 스테이트풀(stateful) 애플리케이션 트래픽을 사용할 수 있는 고정 세션을 제공합니다. 그러나 재시작, 스케일링 또는 구성 변경 등으로 인해 끝점 pod가 종료되면 이러한 상태 저장 특성이 사라질 수 있습니다.

OpenShift Container Platform에서는 쿠키를 사용하여 세션 지속성을 구성할 수 있습니다. Ingress 컨트롤러에서는 사용자 요청을 처리할 끝점을 선택하고 세션에 대한 쿠키를 생성합니다. 쿠키는 요청에 대한 응답으로 다시 전달되고 사용자는 세션의 다음 요청과 함께 쿠키를 다시 보냅니다. 쿠키는 세션을 처리하는 끝점을 Ingress 컨트롤러에 알려 클라이언트 요청이 쿠키를 사용하여 동일한 Pod로 라우팅되도록 합니다.



#### 참고

HTTP 트래픽을 볼 수 없기 때문에 통과 경로에서는 쿠키를 설정할 수 없습니다. 대신, 백엔드를 결정하는 소스 IP 주소를 기반으로 숫자를 계산합니다.

백엔드가 변경되면 트래픽이 잘못된 서버로 전달되어 스티키를 줄일 수 있습니다. 소스 IP를 숨기는 로드 밸런서를 사용하는 경우 모든 연결에 대해 동일한 번호가 설정되고 트래픽이 동일한 포드로 전송됩니다.

#### 17.1.5.1. 쿠키를 사용하여 경로에 주석 달기

쿠키 이름을 설정하여 경로에 자동 생성되는 기본 쿠키 이름을 덮어쓸 수 있습니다. 그러면 경로 트래픽을 수신하는 애플리케이션에서 쿠키 이름을 확인할 수 있게 됩니다. 쿠키를 삭제하여 다음 요청에서 끝점을 다시 선택하도록 할 수 있습니다. 그러므로 서버에 과부하가 걸리면 클라이언트의 요청을 제거하고 재분배합니다.

#### 프로세스

1. 지정된 쿠키 이름으로 경로에 주석을 달니다.

```
$ oc annotate route <route_name> router.openshift.io/cookie_name="<cookie_name>"
```

다음과 같습니다.

**<route\_name>**

경로 이름을 지정합니다.

**<cookie\_name>**

쿠키 이름을 지정합니다.

예를 들어 쿠키 이름 **my\_cookie**로 **my\_route** 경로에 주석을 달 수 있습니다.

```
$ oc annotate route my_route router.openshift.io/cookie_name="my_cookie"
```

2. 경로 호스트 이름을 변수에 캡처합니다.

```
$ ROUTE_NAME=$(oc get route <route_name> -o jsonpath='{.spec.host}')
```

다음과 같습니다.

**<route\_name>**

경로 이름을 지정합니다.

3. 쿠키를 저장한 다음 경로에 액세스합니다.

```
$ curl $ROUTE_NAME -k -c /tmp/cookie_jar
```

경로에 연결할 때 이전 명령으로 저장된 쿠키를 사용합니다.

```
$ curl $ROUTE_NAME -k -b /tmp/cookie_jar
```

### 17.1.6. 경로 기반 라우터

경로 기반 라우터는 URL과 비교할 수 있는 경로 구성 요소를 지정하며 이를 위해 라우트의 트래픽이 HTTP 기반이어야 합니다. 따라서 동일한 호스트 이름을 사용하여 여러 경로를 제공할 수 있으며 각각 다른 경로가 있습니다. 라우터는 가장 구체적인 경로를 기반으로 하는 라우터와 일치해야 합니다. 그러나 이는 라우터 구현에 따라 다릅니다.

다음 표에서는 경로 및 액세스 가능성을 보여줍니다.

표 17.1. 경로 가용성

경로	비교 대상	액세스 가능
www.example.com/test	www.example.com/test	있음
	www.example.com	없음
www.example.com/test 및 www.example.com	www.example.com/test	있음

경로	비교 대상	액세스 가능
	<code>www.example.com</code>	있음
<code>www.example.com</code>	<code>www.example.com/text</code>	예 (경로가 아닌 호스트에 의해 결정됨)
	<code>www.example.com</code>	있음

## 경로가 있는 보안되지 않은 라우터

```

apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: route-unsecured
spec:
  host: www.example.com
  path: "/test" ❶
  to:
    kind: Service
    name: service-name

```

❶ 경로는 경로 기반 라우터에 대해 추가된 유일한 속성입니다.



### 참고

라우터가 해당 경우 TLS를 종료하지 않고 요청 콘텐츠를 읽을 수 없기 때문에 패스스루 TLS를 사용할 때 경로 기반 라우팅을 사용할 수 없습니다.

## 17.1.7. 경로별 주석

Ingress 컨트롤러는 노출하는 모든 경로에 기본 옵션을 설정할 수 있습니다. 개별 경로는 주석에 특정 구성을 제공하는 방식으로 이러한 기본값 중 일부를 덮어쓸 수 있습니다. Red Hat은 operator 관리 경로에 경로 주석 추가를 지원하지 않습니다.



### 중요

여러 소스 IP 또는 서브넷이 있는 화이트리스트를 생성하려면 공백으로 구분된 목록을 사용합니다. 다른 구분 기호 유형으로 인해 경고 또는 오류 메시지 없이 목록이 무시됩니다.

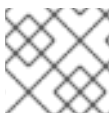
표 17.2. 경로 주석

Variable	설명	기본값으로 사용되는 환경 변수
<code>haproxy.router.openshift.io/balance</code>	로드 밸런싱 알고리즘을 설정합니다. 사용 가능한 옵션은 <b>random</b> , <b>source</b> , <b>roundrobin</b> , <b>leastconn</b> 입니다. 기본값은 <b>random</b> 입니다.	경유 경로의 경우 <b>ROUTER_TCP_BALANCE_SCHEME</b> 입니다. 그 외에는 <b>ROUTER_LOAD_BALANCE_ALGORITHM</b> 을 사용하십시오.

Variable	설명	기본값으로 사용되는 환경 변수
<b>haproxy.router.openshift.io/enable_cookies</b>	쿠키를 사용하여 관련 연결을 추적하지 않도록 설정합니다. 'true' 또는 'TRUE' 로 설정하면 들어오는 각 HTTP 요청에 대한 연결을 제공하는 백엔드 알고리즘이 사용됩니다.	
<b>router.openshift.io/cookie_name</b>	이 경로에 사용할 선택적 쿠키를 지정합니다. 이름은 대문자와 소문자, 숫자, '_', '-'의 조합으로 구성해야 합니다. 기본값은 경로의 해시된 내부 키 이름입니다.	
<b>haproxy.router.openshift.io/pod-concurrent-connections</b>	라우터에서 백업 pod로 허용되는 최대 연결 수를 설정합니다. 참고: Pod가 여러 개인 경우 각각 이 수만큼의 연결이 있을 수 있습니다. 라우터가 여러 개 있고 조정이 이루어지지 않는 경우에는 각각 이 횟수만큼 연결할 수 있습니다. 설정하지 않거나 0으로 설정하면 제한이 없습니다.	
<b>haproxy.router.openshift.io/rate-limit-connections</b>	'true' 또는 'TRUE' 를 설정하면 경로당 특정 백엔드에서 고정 테이블을 통해 구현되는 속도 제한 기능을 사용할 수 있습니다. 참고: 이 주석을 사용하면 DDoS(Distributed-of-service) 공격에 대한 기본 보호 기능이 제공됩니다.	
<b>haproxy.router.openshift.io/rate-limit-connections.concurrent-tcp</b>	동일한 소스 IP 주소를 통해 만든 동시 TCP 연결 수를 제한합니다. 숫자 값을 허용합니다. 참고: 이 주석을 사용하면 DDoS(Distributed-of-service) 공격에 대한 기본 보호 기능이 제공됩니다.	
<b>haproxy.router.openshift.io/rate-limit-connections.rate-http</b>	동일한 소스 IP 주소가 있는 클라이언트에서 HTTP 요청을 수행할 수 있는 속도를 제한합니다. 숫자 값을 허용합니다. 참고: 이 주석을 사용하면 DDoS(Distributed-of-service) 공격에 대한 기본 보호 기능이 제공됩니다.	

Variable	설명	기본값으로 사용되는 환경 변수
<b>haproxy.router.openshift.io/ate-limit-connections.rate-tcp</b>	동일한 소스 IP 주소가 있는 클라이언트에서 TCP 연결을 수행할 수 있는 속도를 제한합니다. 숫자 값을 허용합니다. 참고: 이 주석을 사용하면 DDoS(Distributed-of-service) 공격에 대한 기본 보호 기능이 제공됩니다.	
<b>haproxy.router.openshift.io/ti meout</b>	경로에 대한 서버 쪽 타임아웃을 설정합니다. (TimeUnits)	<b>ROUTER_DEFAULT_SERVER_TIMEOUT</b>
<b>haproxy.router.openshift.io/ti meout-tunnel</b>	이 시간 제한은 터널 연결에 적용됩니다(예: 일반 텍스트, 에지, 재암호화 또는 패스스루 라우팅을 통한 WebSocket). 일반 텍스트, 에지 또는 재암호화 경로 유형을 사용하면 이 주석이 기존 시간 제한 값이 있는 시간 제한 터널로 적용됩니다. passthrough 경로 유형의 경우 주석이 설정된 기존 시간 제한 값보다 우선합니다.	<b>ROUTER_DEFAULT_TUNNEL_TIMEOUT</b>
<b>ingresses.config/cluster ingress.operator.openshift.io/hard-stop-after</b>	IngressController 또는 Ingress 구성을 설정할 수 있습니다. 이 주석은 라우터를 재배포하고, 일반 소프트웨어 중지를 수행하는 데 허용되는 최대 시간을 정의하는 haproxy <b>hard-stop-after</b> 글로벌 옵션을 내보내도록 HA 프록시를 구성합니다.	<b>ROUTER_HARD_STOP_AFTER</b>
<b>router.openshift.io/haproxy.health.check.interval</b>	백엔드 상태 점검 간격을 설정합니다. (TimeUnits)	<b>ROUTER_BACKEND_CHECK_INTERVAL</b>
<b>haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist</b>	경로에 대한 화이트리스트를 설정합니다. 화이트리스트는 승인된 소스 주소에 대한 IP 주소 및 CIDR 범위가 공백으로 구분된 목록입니다. 화이트리스트에 없는 IP 주소의 요청은 삭제됩니다.  화이트리스트에 허용되는 최대 IP 주소 및 CIDR 범위 수는 61개입니다.	
<b>haproxy.router.openshift.io/hsts_header</b>	엣지 종단 경로 또는 재암호화 경로에 Strict-Transport-Security 헤더를 설정합니다.	

Variable	설명	기본값으로 사용되는 환경 변수
<b>haproxy.router.openshift.io/log-send-hostname</b>	Syslog 헤더에 <b>hostname</b> 필드를 설정합니다. 시스템의 호스트 이름을 사용합니다. 라우터에 대해 사이드카 또는 Syslog 기능과 같은 Ingress API 로깅 방법이 활성화된 경우 기본적으로 <b>log-send-hostname</b> 이 사용됩니다.	
<b>haproxy.router.openshift.io/rewrite-target</b>	백엔드의 요청 재작성 경로를 설정합니다.	
<b>router.openshift.io/cookie-same-site</b>	<p>쿠키를 제한하는 값을 설정합니다. 값은 다음과 같습니다.</p> <p><b>Lax:</b> 방문한 사이트와 타사 사이트 간에 쿠키가 전송됩니다.</p> <p><b>Strict:</b> 쿠키가 방문한 사이트로 제한됩니다.</p> <p><b>None:</b> 쿠키가 방문한 사이트로 제한됩니다.</p> <p>이 값은 재암호화 및 옛지 경로에만 적용됩니다. 자세한 내용은 <a href="#">SameSite 쿠키 설명서</a>를 참조하십시오.</p>	
<b>haproxy.router.openshift.io/set-forwarded-headers</b>	<p>라우터당 <b>Forwarded</b> 및 <b>X-Forwarded-For</b> HTTP 헤더를 처리하기 위한 정책을 설정합니다. 값은 다음과 같습니다.</p> <p><b>append:</b> 기존 헤더를 유지하면서 헤더를 추가합니다. 이는 기본값입니다.</p> <p><b>replace:</b> 헤더를 설정하고 기존 헤더를 제거합니다.</p> <p><b>never:</b> 헤더를 설정하지 않고 기존 헤더를 유지합니다.</p> <p><b>if-none:</b> 아직 설정되지 않은 경우 헤더를 설정합니다.</p>	<b>ROUTER_SET_FORWARDED_HEADERS</b>



**참고**

환경 변수는 편집할 수 없습니다.

**라우터 시간 제한 변수**

**TimeUnits**는 다음과 같이 표시됩니다. **us** \*(마이크로초), **ms** (밀리초, 기본값), **s** (초), **m** (분), **h** \*(시간), **d** (일).

정규 표현식은 `[1-9][0-9]*(us|ms|s|m|h|d)`입니다.

Variable	Default	설명
<b>ROUTER_BACKEND_CHECK_INTERVAL</b>	<b>5000ms</b>	백엔드에서 후속 활성 검사 사이의 시간입니다.
<b>ROUTER_CLIENT_FIN_TIMEOUT</b>	<b>1s</b>	경로에 연결된 클라이언트의 TCP FIN 시간 제한 기간을 제어합니다. FIN이 연결을 닫도록 전송한 경우 지정된 시간 내에 응답하지 않으면 HAProxy가 연결을 종료합니다. 낮은 값으로 설정하면 문제가 없으며 라우터에서 더 적은 리소스를 사용합니다.
<b>ROUTER_DEFAULT_CLIENT_TIMEOUT</b>	<b>30s</b>	클라이언트가 데이터를 승인하거나 보내야 하는 시간입니다.
<b>ROUTER_DEFAULT_CONNECT_TIMEOUT</b>	<b>5s</b>	최대 연결 시간입니다.
<b>ROUTER_DEFAULT_SERVER_FIN_TIMEOUT</b>	<b>1s</b>	라우터에서 경로를 지원하는 pod로의 TCP FIN 시간 초과를 제어합니다.
<b>ROUTER_DEFAULT_SERVER_TIMEOUT</b>	<b>30s</b>	서버에서 데이터를 승인하거나 보내야 하는 시간입니다.
<b>ROUTER_DEFAULT_TUNNEL_TIMEOUT</b>	<b>1h</b>	TCP 또는 WebSocket 연결이 열린 상태로 유지되는 동안의 시간입니다. 이 시간 제한 기간은 HAProxy를 다시 로드할 때마다 재설정됩니다.
<b>ROUTER_SLOWLORIS_HTTP_KEEPAKALIVE</b>	<b>300s</b>	<p>새 HTTP 요청이 표시될 때까지 대기할 최대 시간을 설정합니다. 이 값을 너무 낮게 설정하면 작은 <b>keepalive</b> 값을 예상하지 못하는 브라우저 및 애플리케이션에 문제가 발생할 수 있습니다.</p> <p>일부 유효한 시간 제한 값은 예상되는 특정 시간 초과가 아니라 특정 변수의 합계일 수 있습니다. 예를 들어 <b>ROUTER_SLOWLORIS_HTTP_KEEPAKALIVE</b>는 <b>timeout http-keep-alive</b>를 조정합니다. 기본적으로 <b>300s</b>로 설정되지만 HAProxy는 <b>5s</b>로 설정된 <b>tcp-request inspect-delay</b>도 대기합니다. 이 경우 전체 시간 초과는 <b>300s + 5s</b>입니다.</p>
<b>ROUTER_SLOWLORIS_TIMEOUT</b>	<b>10s</b>	HTTP 요청 전송에 걸리는 시간입니다.

Variable	Default	설명
<b>RELOAD_INTERVAL</b>	<b>5s</b>	라우터의 최소 빈도가 새 변경 사항을 다시 로드하고 승인하도록 허용합니다.
<b>ROUTER_METRICS_HAPROXY_TIMEOUT</b>	<b>5s</b>	HAProxy 메트릭 수집에 대한 시간 제한입니다.

### 경로 설정 사용자 정의 타임아웃

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/timeout: 5500ms 1
...
```

**1** HAProxy 지원 단위(**us, ms, s, m, h, d**)를 사용하여 새 타임아웃을 지정합니다. 단위가 제공되지 않는 경우 **ms**가 기본값입니다.



#### 참고

패스스루(passthrough) 경로에 대한 서버 쪽 타임아웃 값을 너무 낮게 설정하면 해당 경로에서 WebSocket 연결이 자주 시간 초과될 수 있습니다.

### 하나의 특정 IP 주소만 허용하는 경로

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 192.168.1.10
```

### 여러 IP 주소를 허용하는 경로

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 192.168.1.10 192.168.1.11 192.168.1.12
```

### IP 주소 CIDR 네트워크를 허용하는 경로

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 192.168.1.0/24
```

### IP 주소 및 IP 주소 CIDR 네트워크를 둘 다 허용하는 경로

```
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/ip_whitelist: 180.5.61.153 192.168.1.0/24 10.0.0.0/8
```



## 재작성 대상을 지정하는 경로

```

apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  annotations:
    haproxy.router.openshift.io/rewrite-target: / ❶
...

```

❶ /를 백엔드의 요청 재작성 경로로 설정합니다.

경로에 **haproxy.router.openshift.io/rewrite-target** 주석을 설정하면 Ingress Controller에서 요청을 백엔드 애플리케이션으로 전달하기 전에 이 경로를 사용하여 HTTP 요청의 경로를 재작성해야 합니다. **spec.path**에 지정된 경로와 일치하는 요청 경로 부분은 주석에 지정된 재작성 대상으로 교체됩니다.

다음 표에 **spec.path**, 요청 경로, 재작성 대상의 다양한 조합에 따른 경로 재작성 동작의 예가 있습니다.

표 17.3. 재작성 대상의 예:

Route.spec.path	요청 경로	재작성 대상	전달된 요청 경로
/foo	/foo	/	/
/foo	/foo/	/	/
/foo	/foo/bar	/	/bar
/foo	/foo/bar/	/	/bar/
/foo	/foo	/bar	/bar
/foo	/foo/	/bar	/bar/
/foo	/foo/bar	/baz	/baz/bar
/foo	/foo/bar/	/baz	/baz/bar/
/foo/	/foo	/	N/A(요청 경로가 라우팅 경로와 일치하지 않음)
/foo/	/foo/	/	/
/foo/	/foo/bar	/	/bar

## 17.1.8. 경로 허용 정책 구성

관리자 및 애플리케이션 개발자는 도메인 이름이 동일한 여러 네임스페이스에서 애플리케이션을 실행할 수 있습니다. 이는 여러 팀이 동일한 호스트 이름에 노출되는 마이크로 서비스를 개발하는 조직을 위한 것입니다.



### 주의

네임스페이스 간 클레임은 네임스페이스 간 신뢰가 있는 클러스터에 대해서만 허용해야 합니다. 그렇지 않으면 악의적인 사용자가 호스트 이름을 인수할 수 있습니다. 따라서 기본 승인 정책에서는 네임스페이스 간에 호스트 이름 클레임을 허용하지 않습니다.

### 사전 요구 사항

- 클러스터 관리자 권한이 있어야 합니다.

### 프로세스

- 다음 명령을 사용하여 **ingresscontroller** 리소스 변수의 **.spec.routeAdmission** 필드를 편집합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress-operator patch ingresscontroller/default --patch '{"spec":{"routeAdmission":{"namespaceOwnership":"InterNamespaceAllowed"}}}' --type=merge
```

### 샘플 Ingress 컨트롤러 구성

```
spec:
  routeAdmission:
    namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
  ...
```

### 작은 정보

다음 YAML을 적용하여 경로 승인 정책을 구성할 수 있습니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  routeAdmission:
    namespaceOwnership: InterNamespaceAllowed
```

## 17.1.9. Ingress 오브젝트를 통해 경로 생성

일부 에코시스템 구성 요소는 Ingress 리소스와 통합되지만 경로 리소스와는 통합되지 않습니다. 이러한 경우를 처리하기 위해 OpenShift Container Platform에서는 Ingress 오브젝트가 생성될 때 관리형 경로 오브젝트를 자동으로 생성합니다. 이러한 경로 오브젝트는 해당 Ingress 오브젝트가 삭제될 때 삭제됩니다.

### 프로세스

1. OpenShift Container Platform 콘솔에서 또는 `oc create` 명령을 입력하여 Ingress 오브젝트를 정의합니다.

### Ingress의 YAML 정의

```

apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: frontend
  annotations:
    route.openshift.io/termination: "reencrypt" ❶
spec:
  rules:
  - host: www.example.com
    http:
      paths:
      - backend:
          service:
            name: frontend
            port:
              number: 443
        path: /
        pathType: Prefix
  tls:
  - hosts:
    - www.example.com
    secretName: example-com-tls-certificate

```

❶ Ingress에는 **Route**에 대한 필드가 없으므로 **route.openshift.io/termination** 주석을 사용하여 **spec.tls.termination** 필드를 구성할 수 있습니다. 허용되는 값은 **edge**, **passthrough**, **reencrypt**입니다. 다른 모든 값은 자동으로 무시됩니다. 주석 값이 설정되지 않으면 **edge**가 기본 경로입니다. 기본 엣지 경로를 구현하려면 TLS 인증서 세부 정보를 템플릿 파일에 정의해야 합니다.

- a. **route.openshift.io/termination** 주석에 **passthrough** 값을 지정하는 경우 **path**를 ""로 설정하고 spec에서 **pathType**을 **ImplementationSpecific**으로 설정합니다.

```

spec:
  rules:
  - host: www.example.com
    http:
      paths:
      - path: ""
        pathType: ImplementationSpecific
      backend:
        service:
          name: frontend
          port:
            number: 443

```

```
$ oc apply -f ingress.yaml
```

2. 노드를 나열합니다.

```
$ oc get routes
```

결과에는 이름이 **frontend**-로 시작하는 자동 생성 경로가 포함됩니다.

NAME	HOST/PORT	PATH	SERVICES	PORT	TERMINATION
WILDCARD					
frontend-gnztq	www.example.com		frontend	443	reencrypt/Redirect None

이 경로를 살펴보면 다음과 같습니다.

#### 자동 생성 경로의 YAML 정의

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: frontend-gnztq
  ownerReferences:
    - apiVersion: networking.k8s.io/v1
      controller: true
      kind: Ingress
      name: frontend
      uid: 4e6c59cc-704d-4f44-b390-617d879033b6
spec:
  host: www.example.com
  path: /
  port:
    targetPort: https
  tls:
    certificate: |
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
    insecureEdgeTerminationPolicy: Redirect
    key: |
      -----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----
      [...]
      -----END RSA PRIVATE KEY-----
  termination: reencrypt
to:
  kind: Service
  name: frontend
```

#### 17.1.10. Ingress 오브젝트를 통해 기본 인증서를 사용하여 경로 생성

TLS 구성을 지정하지 않고 Ingress 오브젝트를 생성하면 OpenShift Container Platform에서 비보안 경로를 생성합니다. 기본 수신 인증서를 사용하여 보안 엣지 종료 경로를 생성하는 Ingress 오브젝트를 생성하려면 다음과 같이 빈 TLS 구성을 지정할 수 있습니다.

##### 사전 요구 사항

- 노출하려는 서비스가 있습니다.
- OpenShift CLI(**oc**)에 액세스할 수 있습니다.

## 프로세스

1. Ingress 오브젝트에 대한 YAML 파일을 생성합니다. 이 예제에서는 파일을 **example-ingress.yaml** 이라고 합니다.

### Ingress 오브젝트의 YAML 정의

```
apiVersion: networking.k8s.io/v1
kind: Ingress
metadata:
  name: frontend
  ...
spec:
  rules:
    ...
  tls:
  - {} 1
```

- 1** 이 정확한 구문을 사용하여 사용자 정의 인증서를 지정하지 않고 TLS를 지정합니다.

2. 다음 명령을 실행하여 Ingress 오브젝트를 생성합니다.

```
$ oc create -f example-ingress.yaml
```

## 검증

- 다음 명령을 실행하여 OpenShift Container Platform에서 Ingress 오브젝트에 대한 예상 경로를 생성했는지 확인합니다.

```
$ oc get routes -o yaml
```

### 출력 예

```
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: route.openshift.io/v1
  kind: Route
  metadata:
    name: frontend-j9sdd 1
    ...
  spec:
    ...
    tls: 2
      insecureEdgeTerminationPolicy: Redirect
      termination: edge 3
    ...
```

- 1** 경로 이름에는 Ingress 오브젝트의 이름 뒤에 임의의 접미사가 포함됩니다.
- 2** 기본 인증서를 사용하려면 경로에서 **spec.certificate** 를 지정하지 않아야 합니다.
- 3** 경로는 엣지 종료 정책을 지정해야 합니다.

### 17.1.11. 듀얼 스택 네트워킹을 위한 OpenShift Container Platform Ingress 컨트롤러 구성

OpenShift Container Platform 클러스터가 IPv4 및 IPv6 이중 스택 네트워킹에 맞게 구성된 경우 OpenShift Container Platform 경로에서 외부에서 클러스터에 연결할 수 있습니다.

Ingress 컨트롤러는 IPv4 및 IPv6 엔드 포인트가 모두 있는 서비스를 자동으로 제공하지만 단일 스택 또는 듀얼 스택 서비스에 대해 Ingress 컨트롤러를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 베어메탈에 OpenShift Container Platform 클러스터를 배포했습니다.
- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.

#### 프로세스

1. Ingress 컨트롤러가 워크로드로 IPv4/IPv6을 통해 트래픽을 제공하도록 하려면 **ipFamilies** 및 **ipFamilyPolicy** 필드를 설정하여 서비스 YAML 파일을 생성하거나 기존 서비스 YAML 파일을 수정할 수 있습니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

#### 샘플 서비스 YAML 파일

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  creationTimestamp: yyyy-mm-ddT00:00:00Z
  labels:
    name: <service_name>
    manager: kubectl-create
    operation: Update
    time: yyyy-mm-ddT00:00:00Z
  name: <service_name>
  namespace: <namespace_name>
  resourceVersion: "<resource_version_number>"
  selfLink: "/api/v1/namespaces/<namespace_name>/services/<service_name>"
  uid: <uid_number>
spec:
  clusterIP: 172.30.0.0/16
  clusterIPs: ①
  - 172.30.0.0/16
  - <second_IP_address>
  ipFamilies: ②
  - IPv4
  - IPv6
  ipFamilyPolicy: RequireDualStack ③
  ports:
    - port: 8080
      protocol: TCP
      targetport: 8080
  selector:
    name: <namespace_name>
  sessionAffinity: None
  type: ClusterIP
status:
  loadbalancer: {}
```

- 1 듀얼 스택 인스턴스에는 두 개의 서로 다른 **clusterIPs**가 제공됩니다.
- 2 단일 스택 인스턴스의 경우 **IPv4** 또는 **IPv6**을 입력합니다. 듀얼 스택 인스턴스의 경우 **IPv4** 및 **IPv6** 모두를 입력합니다.
- 3 단일 스택 인스턴스의 경우 **SingleStack**을 입력합니다. 듀얼 스택 인스턴스의 경우 **RequireDualStack**을 입력합니다.

이러한 리소스는 해당 **endpoints**를 생성합니다. Ingress 컨트롤러는 이제 **endpointslices**를 감시합니다.

2. **endpoints**를 확인하려면 다음 명령을 입력합니다:

```
$ oc get endpoints
```

3. **endpointslices**를 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get endpointslices
```

#### 추가 리소스

- [appsDomain](#) 옵션을 사용하여 대체 클러스터 도메인 지정

## 17.2. 보안 경로

보안 경로는 여러 유형의 TLS 종료를 사용하여 클라이언트에 인증서를 제공하는 기능을 제공합니다. 다음 섹션에서는 사용자 정의 인증서를 사용하여 재암호화 예지 및 패스스루 경로를 생성하는 방법을 설명합니다.



### 중요

공용 끝점을 통해 Microsoft Azure에서 경로를 생성하는 경우 리소스 이름에 제한이 적용됩니다. 특정 용어를 사용하는 리소스를 생성할 수 없습니다. Azure에서 제한하는 용어 목록은 Azure 설명서의 [예약된 리소스 이름 오류 해결](#)을 참조하십시오.

### 17.2.1. 사용자 정의 인증서를 사용하여 재암호화 경로 생성

**oc create route** 명령을 사용하면 재암호화 TLS 종료와 사용자 정의 인증서로 보안 경로를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- PEM 인코딩 파일에 인증서/키 쌍이 있고 해당 인증서가 경로 호스트에 유효해야 합니다.
- 인증서 체인을 완성하는 PEM 인코딩 파일에 별도의 CA 인증서가 있을 수 있습니다.
- PEM 인코딩 파일에 별도의 대상 CA 인증서가 있어야 합니다.
- 노출하려는 서비스가 있어야 합니다.



## 참고

암호로 보호되는 키 파일은 지원되지 않습니다. 키 파일에서 암호를 제거하려면 다음 명령을 사용하십시오.

```
$ openssl rsa -in password_protected_tls.key -out tls.key
```

## 프로세스

이 절차에서는 사용자 정의 인증서를 사용하여 **Route** 리소스를 생성하고 TLS 종료를 재암호화합니다. 다음 예에서는 인증서/키 쌍이 현재 작업 디렉터리의 **tls.crt** 및 **tls.key** 파일에 있다고 가정합니다. Ingress 컨트롤러에서 서비스의 인증서를 신뢰하도록 하려면 대상 CA 인증서도 지정해야 합니다. 인증서 체인을 완료하는 데 필요한 경우 CA 인증서를 지정할 수도 있습니다. **tls.crt**, **tls.key**, **cacert.crt**, **ca.crt**(옵션)에 실제 경로 이름을 사용하십시오. **frontend**에는 노출하려는 서비스 리소스 이름을 사용합니다. **www.example.com**을 적절한 호스트 이름으로 바꿉니다.

- 재암호화 TLS 종료 및 사용자 정의 인증서를 사용하여 보안 **Route** 리소스를 생성합니다.

```
$ oc create route reencrypt --service=frontend --cert=tls.crt --key=tls.key --dest-ca-cert=destca.crt --ca-cert=ca.crt --hostname=www.example.com
```

생성된 **Route** 리소스는 다음과 유사합니다.

## 보안 경로의 YAML 정의

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: frontend
spec:
  host: www.example.com
  to:
    kind: Service
    name: frontend
  tls:
    termination: reencrypt
    key: |-
      -----BEGIN PRIVATE KEY-----
      [...]
      -----END PRIVATE KEY-----
    certificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
    caCertificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
    destinationCACertificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
      [...]
      -----END CERTIFICATE-----
```

자세한 옵션은 **oc create route reencrypt --help**를 참조하십시오.



## 17.2.2. 사용자 정의 인증서를 사용하여 엣지 경로 생성

**oc create route** 명령을 사용하면 엣지 TLS 종료를 사용자 정의 인증서로 보안 경로를 구성할 수 있습니다. 엣지 경로를 사용하면 Ingress 컨트롤러에서 트래픽을 대상 Pod로 전달하기 전에 TLS 암호화를 종료합니다. 이 경로는 Ingress 컨트롤러가 경로에 사용하는 TLS 인증서 및 키를 지정합니다.

### 사전 요구 사항

- PEM 인코딩 파일에 인증서/키 쌍이 있고 해당 인증서가 경로 호스트에 유효해야 합니다.
- 인증서 체인을 완성하는 PEM 인코딩 파일에 별도의 CA 인증서가 있을 수 있습니다.
- 노출하려는 서비스가 있어야 합니다.



### 참고

암호로 보호되는 키 파일은 지원되지 않습니다. 키 파일에서 암호를 제거하려면 다음 명령을 사용하십시오.

```
$ openssl rsa -in password_protected_tls.key -out tls.key
```

### 프로세스

이 절차에서는 사용자 정의 인증서 및 엣지 TLS 종료를 사용하여 **Route** 리소스를 생성합니다. 다음 예에서는 인증서/키 쌍이 현재 작업 디렉터리의 **tls.crt** 및 **tls.key** 파일에 있다고 가정합니다. 인증서 체인을 완료하는 데 필요한 경우 CA 인증서를 지정할 수도 있습니다. **tls.crt**, **tls.key**, **ca.crt**(옵션)에 실제 경로 이름을 사용하십시오. **frontend**에는 노출하려는 서비스 이름을 사용합니다. **www.example.com**을 적절한 호스트 이름으로 바꿉니다.

- 엣지 TLS 종료 및 사용자 정의 인증서를 사용하여 보안 **Route** 리소스를 생성합니다.

```
$ oc create route edge --service=frontend --cert=tls.crt --key=tls.key --ca-cert=ca.crt --hostname=www.example.com
```

생성된 **Route** 리소스는 다음과 유사합니다.

### 보안 경로의 YAML 정의

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: frontend
spec:
  host: www.example.com
  to:
    kind: Service
    name: frontend
  tls:
    termination: edge
    key: |-
      -----BEGIN PRIVATE KEY-----
      [...]
      -----END PRIVATE KEY-----
    certificate: |-
      -----BEGIN CERTIFICATE-----
```

```
[...]
-----END CERTIFICATE-----
caCertificate: |-
-----BEGIN CERTIFICATE-----
[...]
-----END CERTIFICATE-----
```

추가 옵션은 **oc create route edge --help**를 참조하십시오.

### 17.2.3. 패스스루 라우팅 생성

**oc create route** 명령을 사용하면 패스스루 종료와 사용자 정의 인증서로 보안 경로를 구성할 수 있습니다. 패스스루 종료를 사용하면 암호화된 트래픽이 라우터에서 TLS 종료를 제공하지 않고 바로 대상으로 전송됩니다. 따라서 라우터에 키 또는 인증서가 필요하지 않습니다.

#### 사전 요구 사항

- 노출하려는 서비스가 있어야 합니다.

#### 프로세스

- Route** 리소스를 생성합니다.

```
$ oc create route passthrough route-passthrough-secured --service=frontend --port=8080
```

생성된 **Route** 리소스는 다음과 유사합니다.

#### 패스스루 종료를 사용하는 보안 경로

```
apiVersion: route.openshift.io/v1
kind: Route
metadata:
  name: route-passthrough-secured 1
spec:
  host: www.example.com
  port:
    targetPort: 8080
  tls:
    termination: passthrough 2
    insecureEdgeTerminationPolicy: None 3
  to:
    kind: Service
    name: frontend
```

- 63자로 제한되는 개체의 이름입니다.
- termination** 필드는 **passthrough**로 설정됩니다. 이 필드는 유일한 필수 **tls** 필드입니다.
- insecureEdgeTerminationPolicy**는 선택 사항입니다. 비활성화 경우 유효한 값은 **None**, **Redirect** 또는 빈 값입니다.

대상 Pod는 끝점의 트래픽에 대한 인증서를 제공해야 합니다. 현재 이 방법은 양방향 인증이라고도 하는 클라이언트 인증서도 지원할 수 있는 유일한 방법입니다.

## 18장. 수신 클러스터 트래픽 구성

### 18.1. 수신 클러스터 트래픽 구성 개요

OpenShift Container Platform에서는 다음 방법을 통해 클러스터에서 실행되는 서비스와 클러스터 외부에서 통신할 수 있습니다.

순서 또는 기본 설정에 따라 권장되는 방법입니다.

- HTTP/HTTPS가 있는 경우 Ingress 컨트롤러를 사용합니다.
- HTTPS 이외의 TLS 암호화 프로토콜이 있는 경우(예: SNI 헤더가 있는 TLS), Ingress 컨트롤러를 사용합니다.
- 그 외에는 로드 밸런서, 외부 IP 또는 **NodePort**를 사용합니다.

방법	목적
<a href="#">Ingress 컨트롤러 사용</a>	HTTPS 이외의 HTTP/HTTPS 트래픽 및 TLS 암호화 프로토콜(예: SNI 헤더가 있는 TLS)에 액세스할 수 있습니다.
<a href="#">로드 밸런서 서비스를 사용하여 외부 IP 자동 할당</a>	풀에서 할당된 IP 주소를 통해 비표준 포트로의 트래픽을 허용합니다. 대부분의 클라우드 플랫폼은 로드 밸런서 IP 주소로 서비스를 시작하는 방법을 제공합니다.
<a href="#">MetalLB 및 MetalLB Operator 정보</a>	시스템 네트워크의 풀에서 특정 IP 주소 또는 주소로의 트래픽을 허용합니다. 베어 메탈과 같은 베어 메탈 설치 또는 플랫폼의 경우 MetalLB는 로드 밸런서 IP 주소로 서비스를 시작하는 방법을 제공합니다.
<a href="#">서비스에 외부 IP를 수동으로 할당</a>	특정 IP 주소를 통해 비표준 포트로의 트래픽을 허용합니다.
<a href="#">NodePort 구성</a>	클러스터의 모든 노드에 서비스를 공개합니다.

#### 18.1.1. 비교: 외부 IP 주소에 대한 내결함성 액세스

외부 IP 주소에 대한 액세스를 제공하는 통신 방법의 경우 IP 주소에 대한 내결함성 액세스를 고려해야 합니다. 다음 기능은 외부 IP 주소에 대한 내결함성 액세스를 제공합니다.

##### IP 페일오버

IP 페일오버는 노드 집합의 가상 IP 주소 풀을 관리합니다. Keepalived 및 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)로 구현됩니다. IP 페일오버는 계층 2 메커니즘일 뿐이며 멀티캐스트를 사용합니다. 멀티캐스트에는 일부 네트워크에 대한 단점이 있을 수 있습니다.

##### MetalLB

MetalLB에는 계층 2 모드가 있지만 멀티캐스트를 사용하지 않습니다. 계층 2 모드에는 하나의 노드를 통해 외부 IP 주소에 대한 모든 트래픽을 전송하는 단점이 있습니다.

##### 수동으로 외부 IP 주소 할당

외부 IP 주소를 서비스에 할당하는 데 사용되는 IP 주소 블록을 사용하여 클러스터를 구성할 수 있습니다

다. 이 기능은 기본적으로 비활성화되어 있습니다. 이 기능은 유연하지만 클러스터 또는 네트워크 관리자에게 가장 큰 부담이 됩니다. 클러스터는 외부 IP로 향하는 트래픽을 수신할 준비가 되지만 각 고객은 트래픽을 노드로 라우팅하는 방법을 결정해야 합니다.

## 18.2. 서비스의 EXTERNALIP 구성

클러스터 관리자는 클러스터의 서비스로 트래픽을 보낼 수 있는 클러스터 외부의 IP 주소 블록을 지정할 수 있습니다.

이 기능은 일반적으로 베어 메탈 하드웨어에 설치된 클러스터에 가장 유용합니다.

### 18.2.1. 사전 요구 사항

- 네트워크 인프라는 외부 IP 주소에 대한 트래픽을 클러스터로 라우팅해야 합니다.

### 18.2.2. ExternalIP 정보

클라우드 환경이 아닌 경우 OpenShift Container Platform에서는 **ExternalIP** 기능을 통해 **Service** 오브젝트 **spec.externalIPs[]** 필드에 외부 IP 주소 할당을 지원합니다. 이 필드를 설정하면 OpenShift Container Platform에서 추가 가상 IP 주소를 서비스에 할당합니다. IP 주소는 클러스터에 정의된 서비스 네트워크 외부에 있을 수 있습니다. ExternalIP 함수로 구성된 서비스는 **type=NodePort**인 서비스와 유사하게 작동하므로 부하 분산을 위해 트래픽을 로컬 노드로 보낼 수 있습니다.

정의한 외부 IP 주소 블록이 클러스터로 라우팅되도록 네트워킹 인프라를 구성해야 합니다.

OpenShift Container Platform은 다음 기능을 추가하여 Kubernetes의 ExternalIP 기능을 확장합니다.

- 구성 가능한 정책을 통해 사용자가 외부 IP 주소 사용 제한
- 요청 시 서비스에 자동으로 외부 IP 주소 할당



#### 주의

ExternalIP 기능은 기본적으로 비활성화되어 있으며, 사용 시 외부 IP 주소에 대한 클러스터 내 트래픽이 해당 서비스로 전달되기 때문에 보안 위험이 발생할 수 있습니다. 이 경우 클러스터 사용자가 외부 리소스로 향하는 민감한 트래픽을 가로챌 수 있습니다.



#### 중요

이 기능은 클라우드 배포가 아닌 경우에만 지원됩니다. 클라우드 배포의 경우 클라우드 로드 밸런서 자동 배포를 위한 로드 밸런서 서비스를 사용하여 서비스 끝점을 대상으로 합니다.

다음과 같은 방법으로 외부 IP 주소를 할당할 수 있습니다.

#### 외부 IP 자동 할당

OpenShift Container Platform에서는 **spec.type=LoadBalancer**가 설정된 **Service** 오브젝트를 생성할 때 **autoAssignCIDRs** CIDR 블록의 IP 주소를 **spec.externalIPs[]** 배열에 자동으로 할당합니다. 이

경우 OpenShift Container Platform은 로드 밸런서 서비스 유형의 비클라우드 버전을 구현하고 서비스에 IP 주소를 할당합니다. 자동 할당은 기본적으로 비활성화되어 있으며 다음 섹션에 설명된 대로 클러스터 관리자가 구성해야 합니다.

### 외부 IP 수동 할당

OpenShift Container Platform에서는 **Service** 오브젝트를 생성할 때 **spec.externalIPs[]** 배열에 할당된 IP 주소를 사용합니다. 다른 서비스에서 이미 사용 중인 IP 주소는 지정할 수 없습니다.

#### 18.2.2.1. ExternalIP 구성

OpenShift Container Platform에 대한 외부 IP 주소 사용은 **cluster**라는 **Network.config.openshift.io** CR에 있는 다음 필드로 관리합니다.

- **spec.externalIP.autoAssignCIDRs**는 서비스에 대한 외부 IP 주소를 선택할 때 로드 밸런서에서 사용하는 IP 주소 블록을 정의합니다. OpenShift Container Platform에서는 자동 할당에 대해 하나의 IP 주소 블록만 지원합니다. 이렇게 하면 서비스에 ExternalIP를 수동으로 할당할 때 제한된 수의 공유 IP 주소로 구성된 포트 공간을 관리하는 것보다 더 간단할 수 있습니다. 자동 할당을 사용하는 경우 **spec.type=LoadBalancer**인 **Service**에 외부 IP 주소가 할당됩니다.
- **spec.externalIP.policy**는 IP 주소를 수동으로 지정할 때 허용되는 IP 주소 블록을 정의합니다. OpenShift Container Platform은 **spec.externalIP.autoAssignCIDRs**로 정의된 IP 주소 블록에 정책 규칙을 적용하지 않습니다.

올바르게 라우팅되면 구성된 외부 IP 주소 블록의 외부 트래픽이 서비스에서 노출하는 TCP 또는 UDP 포트를 통해 서비스 끝점에 도달할 수 있습니다.



### 중요

클러스터 관리자는 OpenShiftSDN 및 OVN-Kubernetes 네트워크 유형 모두에서 externalIPs로 라우팅을 구성해야 합니다. 또한 할당하는 IP 주소 블록이 클러스터의 하나 이상의 노드에서 종료되어야 합니다. 자세한 내용은 [Kubernetes 외부 IP](#)를 참조하십시오.

OpenShift Container Platform에서는 IP 주소의 자동 및 수동 할당을 모두 지원하며 각 주소는 최대 하나의 서비스에 할당됩니다. 따라서 각 서비스는 다른 서비스에서 노출하는 포트와 관계없이 선택한 포트를 노출할 수 있습니다.



### 참고

OpenShift Container Platform에서 **autoAssignCIDR**로 정의된 IP 주소 블록을 사용하려면 호스트 네트워크에 필요한 IP 주소 할당 및 라우팅을 구성해야 합니다.

다음 YAML에서는 외부 IP 주소가 구성된 서비스를 설명합니다.

#### spec.externalIPs[]가 설정된 Service 오브젝트의 예

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: http-service
spec:
  clusterIP: 172.30.163.110
  externalIPs:
  - 192.168.132.253
  externalTrafficPolicy: Cluster
```

```

ports:
- name: highport
  nodePort: 31903
  port: 30102
  protocol: TCP
  targetPort: 30102
selector:
  app: web
sessionAffinity: None
type: LoadBalancer
status:
  loadBalancer:
    ingress:
      - ip: 192.168.132.253

```

### 18.2.2.2. 외부 IP 주소 할당 제한 사항

클러스터 관리자는 허용 및 거부할 IP 주소 블록을 지정할 수 있습니다.

제한 사항은 **cluster-admin** 권한이 없는 사용자에게만 적용됩니다. 클러스터 관리자는 서비스 **spec.externalIPs[]** 필드를 IP 주소로 항상 설정할 수 있습니다.

**spec.ExternalIP.policy** 필드를 지정하여 정의된 **policy** 오브젝트를 사용하여 IP 주소 정책을 구성합니다. 정책 오브젝트의 형태는 다음과 같습니다.

```

{
  "policy": {
    "allowedCIDRs": [],
    "rejectedCIDRs": []
  }
}

```

정책 제한을 구성할 때는 다음 규칙이 적용됩니다.

- **policy={}**가 설정된 경우 **spec.ExternalIPs[]**가 설정된 **Service** 오브젝트를 생성할 수 없습니다. 이는 OpenShift Container Platform의 기본값입니다. **policy=null**을 설정할 때의 동작은 동일합니다.
- **policy**가 설정되고 **policy.allowedCIDRs[]** 또는 **policy.rejectedCIDRs[]**가 설정된 경우 다음 규칙이 적용됩니다.
  - **allowedCIDRs[]** 및 **rejectedCIDRs[]**가 둘 다 설정된 경우 **rejectedCIDRs[]**가 **allowedCIDRs[]**보다 우선합니다.
  - **allowedCIDRs[]**가 설정된 경우 지정된 IP 주소가 허용되는 경우에만 **spec.ExternalIPs[]**를 사용하여 **Service**를 생성할 수 있습니다.
  - **rejectedCIDRs[]**가 설정된 경우 지정된 IP 주소가 거부되지 않는 경우에만 **spec.ExternalIPs[]**를 사용하여 **Service**를 생성할 수 있습니다.

### 18.2.2.3. 정책 오브젝트의 예

다음 예제에서는 다양한 정책 구성을 보여줍니다.

- 다음 예에서 정책은 OpenShift Container Platform에서 외부 IP 주소가 지정된 서비스를 생성하지 못하도록 합니다.

**Service 오브젝트 spec.externalIPs[]에 지정된 값을 거부하는 정책의 예**

```

apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  externalIP:
    policy: {}
  ...

```

- 다음 예에서는 **allowedCIDRs** 및 **rejectedCIDRs** 필드가 모두 설정되어 있습니다.

**허용되거나 거부된 CIDR 블록을 모두 포함하는 정책의 예**

```

apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  externalIP:
    policy:
      allowedCIDRs:
        - 172.16.66.10/23
      rejectedCIDRs:
        - 172.16.66.10/24
  ...

```

- 다음 예에서는 **policy**가 **null**로 설정됩니다. **null**로 설정하면 **oc get networks.config.openshift.io -o yaml**을 입력하여 구성 오브젝트를 검사할 때 **policy** 필드가 출력에 표시되지 않습니다.

**Service 오브젝트 spec.externalIPs[]에 지정된 값을 허용하는 정책의 예**

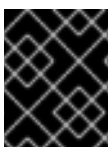
```

apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  externalIP:
    policy: null
  ...

```

**18.2.3. ExternalIP 주소 블록 구성**

ExternalIP 주소 블록에 대한 구성은 **cluster**라는 네트워크 CR(사용자 정의 리소스)에 의해 정의됩니다. 네트워크 CR은 **config.openshift.io** API 그룹의 일부입니다.

**중요**

CVO(Cluster Version Operator)는 클러스터를 설치하는 동안 **cluster**라는 네트워크 CR을 자동으로 생성합니다. 이 유형의 다른 CR 오브젝트는 생성할 수 없습니다.

다음 YAML에서는 ExternalIP 구성을 설명합니다.

### cluster라는 Network.config.openshift.io CR

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  externalIP:
    autoAssignCIDRs: [] 1
    policy: 2
    ...
```

- 1 서비스에 대한 외부 IP 주소 자동 할당에 사용할 수 있는 CIDR 형식으로 IP 주소 블록을 정의합니다. 단일 IP 주소 범위만 허용됩니다.
- 2 서비스에 대한 IP 주소 수동 할당에 대한 제한을 정의합니다. 제한이 정의되지 않은 경우 **Service**에서 **spec.externalIP** 필드를 지정할 수 없습니다. 기본적으로는 제한이 정의되어 있지 않습니다.

다음 YAML에서는 **policy** 스탠자의 필드를 설명합니다.

### Network.config.openshift.io policy 스탠자

```
policy:
  allowedCIDRs: [] 1
  rejectedCIDRs: [] 2
```

- 1 CIDR 형식의 허용된 IP 주소 범위 목록입니다.
- 2 CIDR 형식의 거부된 IP 주소 범위 목록입니다.

#### 외부 IP 구성의 예

외부 IP 주소 풀에 사용 가능한 몇 가지 구성이 다음 예에 표시되어 있습니다.

- 다음 YAML에서는 자동으로 할당된 외부 IP 주소를 사용하는 구성을 설명합니다.

#### spec.externalIP.autoAssignCIDRs가 설정된 구성의 예

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  ...
  externalIP:
    autoAssignCIDRs:
      - 192.168.132.254/29
```

- 다음 YAML에서는 허용되거나 거부된 CIDR 범위에 대한 정책 규칙을 구성합니다.

#### spec.externalIP.policy가 설정된 구성의 예



```

apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  ...
  externalIP:
    policy:
      allowedCIDRs:
        - 192.168.132.0/29
        - 192.168.132.8/29
      rejectedCIDRs:
        - 192.168.132.7/32

```

#### 18.2.4. 클러스터에 대한 외부 IP 주소 블록 구성

클러스터 관리자는 다음 ExternalIP 설정을 구성할 수 있습니다.

- **Service** 오브젝트의 **spec.clusterIP** 필드를 자동으로 채우도록 OpenShift Container Platform에서 사용하는 ExternalIP 주소 블록입니다.
- **Service** 오브젝트의 **spec.clusterIP** 배열에 수동으로 할당할 수 있는 IP 주소를 제한하는 정책 오브젝트입니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 역할의 사용자로 클러스터에 액세스할 수 있어야 합니다.

#### 프로세스

1. 선택 사항: 현재 외부 IP 구성을 표시하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc describe networks.config cluster
```

2. 구성을 편집하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc edit networks.config cluster
```

3. 다음 예와 같이 ExternalIP 구성을 수정합니다.

```

apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Network
metadata:
  name: cluster
spec:
  ...
  externalIP: ①
  ...

```

- ① **externalIP** 스탠자에 대한 구성을 지정합니다.

4. 업데이트된 ExternalIP 구성을 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get networks.config cluster -o go-template='{{.spec.externalIP}}{"\n"}'
```

### 18.2.5. 다음 단계

- [서비스 외부 IP에 대한 수신 클러스터 트래픽 구성](#)

## 18.3. INGRESS 컨트롤러를 사용한 수신 클러스터 트래픽 구성

OpenShift Container Platform에서는 클러스터에서 실행되는 서비스와 클러스터 외부에서 통신할 수 있습니다. 이 방법에서는 Ingress 컨트롤러를 사용합니다.

### 18.3.1. Ingress 컨트롤러 및 경로 사용

Ingress Operator에서는 Ingress 컨트롤러 및 와일드카드 DNS를 관리합니다.

OpenShift Container Platform 클러스터에 대한 외부 액세스를 허용하는 가장 일반적인 방법은 Ingress 컨트롤러를 사용하는 것입니다.

Ingress 컨트롤러는 외부 요청을 수락하고 구성된 경로를 기반으로 이러한 요청을 프록시하도록 구성되어 있습니다. 이는 HTTP, SNI를 사용하는 HTTPS, SNI를 사용하는 TLS로 제한되며, SNI를 사용하는 TLS를 통해 작동하는 웹 애플리케이션 및 서비스에 충분합니다.

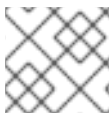
관리자와 협력하여 구성된 경로를 기반으로 외부 요청을 수락하고 프록시하도록 Ingress 컨트롤러를 구성하십시오.

관리자는 와일드카드 DNS 항목을 생성한 다음 Ingress 컨트롤러를 설정할 수 있습니다. 그러면 관리자에게 문의하지 않고도 엣지 Ingress 컨트롤러로 작업할 수 있습니다.

기본적으로 클러스터의 모든 수신 컨트롤러는 클러스터의 모든 프로젝트에서 생성된 경로를 허용할 수 있습니다.

Ingress 컨트롤러의 경우

- 기본적으로 두 개의 복제본이 있으므로 두 개의 작업자 노드에서 실행되어야 합니다.
- 더 많은 노드에 더 많은 복제본을 갖도록 확장할 수 있습니다.



#### 참고

이 섹션의 절차에는 클러스터 관리자가 수행해야 하는 사전 요구 사항이 필요합니다.

### 18.3.2. 사전 요구 사항

다음 절차를 시작하기 전에 관리자는 다음을 수행해야 합니다.

- 요청이 클러스터에 도달할 수 있도록 외부 포트를 클러스터 네트워킹 환경으로 설정합니다.
- 클러스터 관리자 역할의 사용자가 한 명 이상 있는지 확인합니다. 이 역할을 사용자에게 추가하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc adm policy add-cluster-role-to-user cluster-admin username
```

- 클러스터에 대한 네트워크 액세스 권한이 있는 마스터와 노드가 클러스터 외부에 각각 1개 이상씩 있는 OpenShift Container Platform 클러스터가 있어야 합니다. 이 절차에서는 외부 시스템이 클러스터와 동일한 서브넷에 있다고 가정합니다. 다른 서브넷에 있는 외부 시스템에 필요한 추가 네트워킹은 이 주제에서 다루지 않습니다.

### 18.3.3. 프로젝트 및 서비스 생성

노출하려는 프로젝트 및 서비스가 존재하지 않는 경우 먼저 프로젝트를 생성한 다음 서비스를 생성합니다.

프로젝트와 서비스가 이미 존재하는 경우에는 서비스 노출 절차로 건너뛰어 경로를 생성합니다.

#### 사전 요구 사항

- **oc** CLI를 설치하고 클러스터 관리자로 로그인합니다.

#### 프로세스

1. **oc new-project** 명령을 실행하여 서비스에 대한 새 프로젝트를 생성합니다.

```
$ oc new-project myproject
```

2. **oc new-app** 명령을 사용하여 서비스를 생성합니다.

```
$ oc new-app nodejs:12~https://github.com/sclorg/nodejs-ex.git
```

3. 서비스가 생성되었는지 확인하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get svc -n myproject
```

#### 출력 예

```
NAME      TYPE      CLUSTER-IP    EXTERNAL-IP  PORT(S)    AGE
nodejs-ex ClusterIP  172.30.197.157 <none>       8080/TCP   70s
```

기본적으로 새 서비스에는 외부 IP 주소가 없습니다.

### 18.3.4. 경로를 생성하여 서비스 노출

**oc expose** 명령을 사용하여 서비스를 경로로 노출할 수 있습니다.

#### 프로세스

서비스를 노출하려면 다음을 수행하십시오.

1. OpenShift Container Platform 4에 로그인합니다.
2. 노출하려는 서비스가 있는 프로젝트에 로그인합니다.

```
$ oc project myproject
```

3. **oc expose service** 명령을 실행하여 경로를 노출합니다.

```
$ oc expose service nodejs-ex
```

출력 예

```
route.route.openshift.io/nodejs-ex exposed
```

4. 서비스가 노출되었는지 확인하려면 cURL과 같은 도구를 사용하여 클러스터 외부에서 서비스에 액세스할 수 있는지 확인할 수 있습니다.
  - a. **oc get route** 명령을 사용하여 경로의 호스트 이름을 찾습니다.

```
$ oc get route
```

출력 예

NAME	HOST/PORT	PATH	SERVICES	PORT	TERMINATION
WILDCARD					
nodejs-ex	nodejs-ex-myproject.example.com		nodejs-ex	8080-tcp	None

- b. cURL을 사용하여 호스트가 GET 요청에 응답하는지 확인합니다.

```
$ curl --head nodejs-ex-myproject.example.com
```

출력 예

```
HTTP/1.1 200 OK
...
```

### 18.3.5. 경로 라벨을 사용하여 Ingress 컨트롤러 분할 구성

경로 라벨을 사용한 Ingress 컨트롤러 분할이란 Ingress 컨트롤러가 경로 선택기에서 선택한 모든 네임스페이스의 모든 경로를 제공한다는 뜻입니다.

Ingress 컨트롤러 분할은 들어오는 트래픽 부하를 일련의 Ingress 컨트롤러에 균형 있게 분배하고 트래픽을 특정 Ingress 컨트롤러에 격리할 때 유용합니다. 예를 들어, 회사 A는 하나의 Ingress 컨트롤러로, 회사 B는 다른 Ingress 컨트롤러로 이동합니다.

프로세스

1. **router-internal.yaml** 파일을 다음과 같이 편집합니다.

```
# cat router-internal.yaml
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator
  spec:
    domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>
    nodePlacement:
```

```

nodeSelector:
  matchLabels:
    node-role.kubernetes.io/worker: ""
routeSelector:
  matchLabels:
    type: sharded
status: {}
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
  selfLink: ""

```

2. Ingress 컨트롤러 **router-internal.yaml** 파일을 적용합니다.

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress 컨트롤러는 **type: sharded** 라벨이 있는 네임스페이스에서 경로를 선택합니다.

### 18.3.6. 네임스페이스 라벨을 사용하여 Ingress 컨트롤러 분할 구성

네임스페이스 라벨을 사용한 Ingress 컨트롤러 분할이란 Ingress 컨트롤러가 네임스페이스 선택기에서 선택한 모든 네임스페이스의 모든 경로를 제공한다는 뜻입니다.

Ingress 컨트롤러 분할은 들어오는 트래픽 부하를 일련의 Ingress 컨트롤러에 균형 있게 분배하고 트래픽을 특정 Ingress 컨트롤러에 격리할 때 유용합니다. 예를 들어, 회사 A는 하나의 Ingress 컨트롤러로, 회사 B는 다른 Ingress 컨트롤러로 이동합니다.



#### 주의

Keepalived Ingress VIP를 배포하는 경우 **endpointPublishingStrategy** 매개변수에 값이 **HostNetwork** 인 기본이 아닌 Ingress 컨트롤러를 배포하지 마십시오. 이렇게 하면 문제가 발생할 수 있습니다. **endpointPublishingStrategy** 에 대해 **HostNetwork** 대신 **NodePort** 값을 사용합니다.

#### 프로세스

1. **router-internal.yaml** 파일을 다음과 같이 편집합니다.

```
# cat router-internal.yaml
```

#### 출력 예

```

apiVersion: v1
items:
- apiVersion: operator.openshift.io/v1
  kind: IngressController
  metadata:
    name: sharded
    namespace: openshift-ingress-operator

```

```
spec:
  domain: <apps-sharded.basedomain.example.net>
  nodePlacement:
    nodeSelector:
      matchLabels:
        node-role.kubernetes.io/worker: ""
  namespaceSelector:
    matchLabels:
      type: sharded
  status: {}
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
  selfLink: ""
```

2. Ingress 컨트롤러 **router-internal.yaml** 파일을 적용합니다.

```
# oc apply -f router-internal.yaml
```

Ingress 컨트롤러는 네임스페이스 선택기에서 선택한 **type: sharded** 라벨이 있는 네임스페이스에서 경로를 선택합니다.

### 18.3.7. 추가 리소스

- Ingress Operator는 와일드카드 DNS를 관리합니다. 자세한 내용은 [OpenShift Container Platform의 Ingress Operator](#), [베어 메탈에 클러스터 설치](#), [vSphere에 클러스터 설치](#)를 참조하십시오.

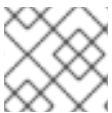
## 18.4. 로드 밸런서를 사용하여 수신 클러스터 트래픽 구성

OpenShift Container Platform에서는 클러스터에서 실행되는 서비스와 클러스터 외부에서 통신할 수 있습니다. 이 방법에서는 로드 밸런서를 사용합니다.

### 18.4.1. 로드 밸런서를 사용하여 클러스터로 트래픽 가져오기

특정 외부 IP 주소가 필요하지 않은 경우 OpenShift Container Platform 클러스터에 대한 외부 액세스를 허용하도록 로드 밸런서 서비스를 구성할 수 있습니다.

로드 밸런서 서비스에서는 고유 IP를 할당합니다. 로드 밸런서에는 VIP(가상 IP)일 수 있는 단일 엣지 라우터 IP가 있지만 이는 초기 로드 밸런싱을 위한 단일 머신에 불과합니다.



#### 참고

풀이 구성된 경우 클러스터 관리자가 아닌 인프라 수준에서 수행됩니다.



#### 참고

이 섹션의 절차에는 클러스터 관리자가 수행해야 하는 사전 요구 사항이 필요합니다.

### 18.4.2. 사전 요구 사항

다음 절차를 시작하기 전에 관리자는 다음을 수행해야 합니다.

- 요청이 클러스터에 도달할 수 있도록 외부 포트를 클러스터 네트워킹 환경으로 설정합니다.
- 클러스터 관리자 역할의 사용자가 한 명 이상 있는지 확인합니다. 이 역할을 사용자에게 추가하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc adm policy add-cluster-role-to-user cluster-admin username
```

- 클러스터에 대한 네트워크 액세스 권한이 있는 마스터와 노드가 클러스터 외부에 각각 1개 이상씩 있는 OpenShift Container Platform 클러스터가 있어야 합니다. 이 절차에서는 외부 시스템이 클러스터와 동일한 서브넷에 있다고 가정합니다. 다른 서브넷에 있는 외부 시스템에 필요한 추가 네트워킹은 이 주제에서 다루지 않습니다.

### 18.4.3. 프로젝트 및 서비스 생성

노출하려는 프로젝트 및 서비스가 존재하지 않는 경우 먼저 프로젝트를 생성한 다음 서비스를 생성합니다.

프로젝트와 서비스가 이미 존재하는 경우에는 서비스 노출 절차로 건너뛰어 경로를 생성합니다.

#### 사전 요구 사항

- **oc** CLI를 설치하고 클러스터 관리자로 로그인합니다.

#### 프로세스

1. **oc new-project** 명령을 실행하여 서비스에 대한 새 프로젝트를 생성합니다.

```
$ oc new-project myproject
```

2. **oc new-app** 명령을 사용하여 서비스를 생성합니다.

```
$ oc new-app nodejs:12~https://github.com/sclorg/nodejs-ex.git
```

3. 서비스가 생성되었는지 확인하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get svc -n myproject
```

#### 출력 예

```
NAME      TYPE      CLUSTER-IP    EXTERNAL-IP  PORT(S)    AGE
nodejs-ex ClusterIP  172.30.197.157 <none>       8080/TCP   70s
```

기본적으로 새 서비스에는 외부 IP 주소가 없습니다.

### 18.4.4. 경로를 생성하여 서비스 노출

**oc expose** 명령을 사용하여 서비스를 경로로 노출할 수 있습니다.

#### 프로세스

서비스를 노출하려면 다음을 수행하십시오.

1. OpenShift Container Platform 4에 로그인합니다.

- 노출하려는 서비스가 있는 프로젝트에 로그인합니다.

```
$ oc project myproject
```

- oc expose service** 명령을 실행하여 경로를 노출합니다.

```
$ oc expose service nodejs-ex
```

#### 출력 예

```
route.route.openshift.io/nodejs-ex exposed
```

- 서비스가 노출되었는지 확인하려면 cURL과 같은 도구를 사용하여 클러스터 외부에서 서비스에 액세스할 수 있는지 확인할 수 있습니다.

- oc get route** 명령을 사용하여 경로의 호스트 이름을 찾습니다.

```
$ oc get route
```

#### 출력 예

NAME	HOST/PORT	PATH	SERVICES	PORT	TERMINATION
WILDCARD					
nodejs-ex	nodejs-ex-myproject.example.com		nodejs-ex	8080-tcp	None

- cURL을 사용하여 호스트가 GET 요청에 응답하는지 확인합니다.

```
$ curl --head nodejs-ex-myproject.example.com
```

#### 출력 예

```
HTTP/1.1 200 OK
...
```

### 18.4.5. 로드 밸런서 서비스 생성

다음 절차에 따라 로드 밸런서 서비스를 생성합니다.

#### 사전 요구 사항

- 노출하려는 프로젝트와 서비스가 존재하는지 확인합니다.

#### 프로세스

로드 밸런서 서비스를 생성하려면 다음을 수행합니다.

- OpenShift Container Platform 4에 로그인합니다.
- 노출하려는 서비스가 있는 프로젝트를 로드합니다.

```
$ oc project project1
```



3. 필요에 따라 컨트롤 플레인 노드에서 텍스트 파일을 열고 다음 텍스트를 붙여넣고 파일을 편집합니다.

### 로드 밸런서 구성 파일 샘플

```

apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: egress-2 1
spec:
  ports:
    - name: db
      port: 3306 2
  loadBalancerIP:
  loadBalancerSourceRanges: 3
    - 10.0.0.0/8
    - 192.168.0.0/16
  type: LoadBalancer 4
  selector:
    name: mysql 5

```

- 1** 로드 밸런서 서비스를 설명하는 이름을 입력합니다.
- 2** 노출하려는 서비스가 수신 대기 중인 포트와 동일한 포트를 입력합니다.
- 3** 로드 밸런서를 통한 트래픽을 제한하려면 특정 IP 주소 목록을 입력합니다. cloud-provider가 이 기능을 지원하지 않는 경우 이 필드는 무시됩니다.
- 4** 유형으로 **Loadbalancer**를 입력합니다.
- 5** 서비스 이름을 입력합니다.



### 참고

로드 밸런서를 통한 트래픽을 특정 IP 주소로 제한하려면 **loadBalancerSourceRanges** 필드를 설정하지 않고 **service.beta.kubernetes.io/load-balancer-source-ranges** 주석을 사용하는 것이 좋습니다. 주석을 사용하면 향후 릴리스에서 구현될 OpenShift API로 더 쉽게 마이그레이션할 수 있습니다.

4. 파일을 저장하고 종료합니다.
5. 다음 명령을 실행하여 서비스를 생성합니다.

```
$ oc create -f <file-name>
```

예를 들면 다음과 같습니다.

```
$ oc create -f mysql-lb.yaml
```

6. 새 서비스를 보려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get svc
```

#### 출력 예

```
NAME      TYPE          CLUSTER-IP    EXTERNAL-IP          PORT(S)
AGE
egress-2  LoadBalancer 172.30.22.226  ad42f5d8b303045-487804948.example.com
3306:30357/TCP 15m
```

활성화된 클라우드 공급자가 있는 경우 서비스에 외부 IP 주소가 자동으로 할당됩니다.

7. 마스터에서 cURL과 같은 도구를 사용하여 공개 IP 주소로 서비스에 도달할 수 있는지 확인합니다.

```
$ curl <public-ip>:<port>
```

예를 들면 다음과 같습니다.

```
$ curl 172.29.121.74:3306
```

이 섹션의 예제에서는 클라이언트 애플리케이션이 필요한 MySQL 서비스를 사용합니다. **패킷이 잘못됨**이라는 메시지가 포함된 문자열이 표시되면 서비스에 연결된 것입니다.

MySQL 클라이언트가 있는 경우 표준 CLI 명령으로 로그인하십시오.

```
$ mysql -h 172.30.131.89 -u admin -p
```

#### 출력 예

```
Enter password:
Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g.

MySQL [(none)]>
```

## 18.5. 네트워크 로드 밸런서를 사용하여 AWS에서 수신 클러스터 트래픽 구성

OpenShift Container Platform에서는 클러스터에서 실행되는 서비스와 클러스터 외부에서 통신할 수 있습니다. 이 방법에서는 클라이언트의 IP 주소를 노드로 전달하는 NLB(Network Load Balancer)를 사용합니다. 신규 또는 기존 AWS 클러스터에서 NLB를 구성할 수 있습니다.

### 18.5.1. Ingress 컨트롤러 Classic 로드 밸런서를 네트워크 로드 밸런서로 교체

Classic Load Balancer(CLB)를 사용하는 Ingress 컨트롤러를 AWS의 NLB(Network Load Balancer)를 사용하는 컨트롤러로 교체할 수 있습니다.



### 주의

이 절차에서는 새 DNS 레코드 전파, 새 로드 밸런서 프로비저닝 및 기타 요인으로 인해 몇 분 정도 지속될 수 있는 예상 중단이 발생합니다. 이 절차를 적용한 후 Ingress 컨트롤러 로드 밸런서의 IP 주소 및 정식 이름이 변경될 수 있습니다.

### 프로세스

1. 새 기본 Ingress 컨트롤러로 파일을 생성합니다. 다음 예제에서는 default Ingress 컨트롤러에 **외부** 범위가 있고 다른 사용자 지정이 없는 것으로 가정합니다.

#### ingresscontroller.yml 파일 예

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  creationTimestamp: null
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    loadBalancer:
      scope: External
      providerParameters:
        type: AWS
      aws:
        type: NLB
    type: LoadBalancerService
```

default Ingress 컨트롤러에 다른 사용자 지정이 있는 경우 그에 따라 파일을 수정해야 합니다.

2. Ingress 컨트롤러 YAML 파일을 강제 교체합니다.

```
$ oc replace --force --wait -f ingresscontroller.yml
```

Ingress 컨트롤러가 교체될 때까지 기다립니다. 서버 운영 중단 시간 예상.

### 18.5.2. 기존 AWS 클러스터에서 Ingress 컨트롤러 네트워크 로드 밸런서 생성

기존 클러스터에서 AWS NLB(Network Load Balancer)가 지원하는 Ingress 컨트롤러를 생성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- AWS 클러스터가 설치되어 있어야 합니다.
- 인프라 리소스의 **PlatformStatus**는 AWS여야 합니다.
  - **PlatformStatus**가 AWS인지 확인하려면 다음을 실행하십시오.

```
$ oc get infrastructure/cluster -o jsonpath='{.status.platformStatus.type}'
AWS
```

## 프로세스

기존 클러스터에서 AWS NLB가 지원하는 Ingress 컨트롤러를 생성합니다.

1. Ingress 컨트롤러 매니페스트를 생성합니다.

```
$ cat ingresscontroller-aws-nlb.yaml
```

### 출력 예

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  name: $my_ingress_controller 1
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  domain: $my_unique_ingress_domain 2
  endpointPublishingStrategy:
    type: LoadBalancerService
  loadBalancer:
    scope: External 3
    providerParameters:
      type: AWS
      aws:
        type: NLB
```

- 1 **\$my\_ingress\_controller**를 Ingress 컨트롤러에 대해 고유한 이름으로 교체합니다.
- 2 **\$my\_unique\_ingress\_domain**을 클러스터의 모든 Ingress 컨트롤러 간에 고유한 도메인 이름으로 교체합니다. 이 변수는 DNS 이름 **<clustername>.<domain>**의 하위 도메인이어야 합니다.
- 3 내부 NLB를 사용하려면 **External**을 **Internal**로 교체할 수 있습니다.

2. 클러스터에서 리소스를 생성합니다.

```
$ oc create -f ingresscontroller-aws-nlb.yaml
```



### 중요

새 AWS 클러스터에서 Ingress 컨트롤러 NLB를 구성하려면 먼저 [설치 구성 파일 생성](#) 절차를 완료해야 합니다.

## 18.5.3. 새 AWS 클러스터에서 Ingress 컨트롤러 네트워크 로드 밸런서 생성

새 클러스터에서 AWS NLB(Network Load Balancer)가 지원하는 Ingress 컨트롤러를 생성할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- **install-config.yaml** 파일을 생성하고 수정합니다.

## 프로세스

새 클러스터에서 AWS NLB가 지원하는 Ingress 컨트롤러를 생성합니다.

1. 설치 프로그램이 포함된 디렉터리로 변경하고 매니페스트를 생성합니다.

```
$ ./openshift-install create manifests --dir <installation_directory> 1
```

- 1 **<installation\_directory>**는 클러스터의 **install-config.yaml** 파일이 포함된 디렉터리의 이름을 지정합니다.

2. **<installation\_directory>/manifests/** 디렉터리에 **cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml**이라는 이름으로 파일을 만듭니다.

```
$ touch <installation_directory>/manifests/cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml 1
```

- 1 **<installation\_directory>**는 클러스터의 **manifests /** 디렉터리가 포함된 디렉터리 이름을 지정합니다.

파일이 생성되면 다음과 같이 여러 네트워크 구성 파일이 **manifests/** 디렉토리에 나타납니다.

```
$ ls <installation_directory>/manifests/cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml
```

## 출력 예

```
cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml
```

3. 편집기에서 **cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml** 파일을 열고 원하는 운영자 구성을 설명하는 CR(사용자 정의 리소스)을 입력합니다.

```
apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: IngressController
metadata:
  creationTimestamp: null
  name: default
  namespace: openshift-ingress-operator
spec:
  endpointPublishingStrategy:
    loadBalancer:
      scope: External
      providerParameters:
        type: AWS
      aws:
        type: NLB
    type: LoadBalancerService
```

4. **cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml** 파일을 저장하고 텍스트 편집기를 종료합니다.
5. 선택 사항: **manifests / cluster-ingress-default-ingresscontroller.yaml** 파일을 백업합니다. 설치 프로그램은 클러스터를 생성할 때 **manifests/** 디렉터리를 삭제합니다.

### 18.5.4. 추가 리소스

- [네트워크 사용자 지정으로 AWS에 클러스터 설치](#)
- 자세한 내용은 [AWS에서 네트워크 로드 밸런서 지원](#) 을 참조하십시오.

## 18.6. 서비스 외부 IP에 대한 수신 클러스터 트래픽 구성

클러스터 외부의 트래픽에 사용할 수 있도록 외부 IP 주소를 서비스에 연결할 수 있습니다. 이는 일반적으로 베어 메탈 하드웨어에 설치된 클러스터에만 유용합니다. 트래픽을 서비스로 라우팅하려면 외부 네트워크 인프라를 올바르게 구성해야 합니다.

### 18.6.1. 사전 요구 사항

- 클러스터는 ExternalIP가 활성화된 상태로 구성됩니다. 자세한 내용은 [서비스에 대한 ExternalIP 구성](#)을 참조하십시오.



#### 참고

송신 IP에 대해 동일한 ExternalIP를 사용하지 마십시오.

### 18.6.2. 서비스에 ExternalIP 연결

서비스에 ExternalIP를 연결할 수 있습니다. 클러스터가 ExternalIP를 자동으로 할당하도록 구성된 경우, ExternalIP를 서비스에 수동으로 연결할 필요가 없습니다.

#### 프로세스

1. 선택 사항: ExternalIP와 함께 사용하도록 구성된 IP 주소 범위를 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get networks.config cluster -o jsonpath='{.spec.externalIPs}'
```

**autoAssignCIDRs**가 설정된 경우 **spec.externalIPs** 필드가 지정되지 않으면 OpenShift Container Platform에서 새 **Service** 오브젝트에 ExternalIP를 자동으로 할당합니다.

2. 서비스에 ExternalIP를 연결합니다.
  - a. 새 서비스를 생성하는 경우 **spec.externalIPs** 필드를 지정하고 하나 이상의 유효한 IP 주소 배열을 제공합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: svc-with-externalip
spec:
  ...
  externalIPs:
  - 192.174.120.10
```

- b. ExternalIP를 기존 서비스에 연결하는 경우 다음 명령을 입력합니다. **<name>**을 서비스 이름으로 교체합니다. **<ip\_address>**를 유효한 ExternalIP 주소로 교체합니다. 쉼표로 구분된 여러 IP 주소를 제공할 수 있습니다.

```
$ oc patch svc <name> -p \
{
  "spec": {
    "externalIPs": [ "<ip_address>" ]
  }
}
```

예를 들면 다음과 같습니다.

```
$ oc patch svc mysql-55-rhel7 -p '{"spec":{"externalIPs":["192.174.120.10"]}]'
```

출력 예

```
"mysql-55-rhel7" patched
```

3. ExternalIP 주소가 서비스에 연결되었는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다. 새 서비스에 ExternalIP를 지정한 경우 먼저 서비스를 생성해야 합니다.

```
$ oc get svc
```

출력 예

NAME	CLUSTER-IP	EXTERNAL-IP	PORT(S)	AGE
mysql-55-rhel7	172.30.131.89	192.174.120.10	3306/TCP	13m

### 18.6.3. 추가 리소스

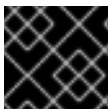
- 서비스의 [ExternalIP 구성](#)

## 18.7. NODEPORT를 사용하여 수신 클러스터 트래픽 구성

OpenShift Container Platform에서는 클러스터에서 실행되는 서비스와 클러스터 외부에서 통신할 수 있습니다. 이 방법에서는 **NodePort**를 사용합니다.

### 18.7.1. NodePort를 사용하여 클러스터로 트래픽 가져오기

클러스터의 모든 노드에서 특정 포트에 서비스를 노출하려면 **NodePort** 유형의 서비스 리소스를 사용하십시오. 포트는 **Service** 리소스의 **.spec.ports[\*].nodePort** 필드에 지정됩니다.



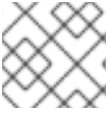
중요

노드 포트를 사용하려면 추가 포트 리소스가 필요합니다.

**NodePort**는 서비스를 노드 IP 주소의 정적 포트에 노출합니다. **NodePort**는 기본적으로 **30000~32767** 범위에 있으며, 서비스에서 의도한 포트와 **NodePort**가 일치하지 않을 수 있습니다. 예를 들어, 포트 **8080**은 노드에서 포트 **31020**으로 노출될 수 있습니다.

관리자는 외부 IP 주소가 노드로 라우팅되는지 확인해야 합니다.

**NodePort** 및 외부 IP는 독립적이며 둘 다 동시에 사용할 수 있습니다.



## 참고

이 섹션의 절차에는 클러스터 관리자가 수행해야 하는 사전 요구 사항이 필요합니다.

### 18.7.2. 사전 요구 사항

다음 절차를 시작하기 전에 관리자는 다음을 수행해야 합니다.

- 요청이 클러스터에 도달할 수 있도록 외부 포트를 클러스터 네트워킹 환경으로 설정합니다.
- 클러스터 관리자 역할의 사용자가 한 명 이상 있는지 확인합니다. 이 역할을 사용자에게 추가하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc adm policy add-cluster-role-to-user cluster-admin <user_name>
```

- 클러스터에 대한 네트워크 액세스 권한이 있는 마스터와 노드가 클러스터 외부에 각각 1개 이상씩 있는 OpenShift Container Platform 클러스터가 있어야 합니다. 이 절차에서는 외부 시스템이 클러스터와 동일한 서브넷에 있다고 가정합니다. 다른 서브넷에 있는 외부 시스템에 필요한 추가 네트워킹은 이 주제에서 다루지 않습니다.

### 18.7.3. 프로젝트 및 서비스 생성

노출하려는 프로젝트 및 서비스가 존재하지 않는 경우 먼저 프로젝트를 생성한 다음 서비스를 생성합니다.

프로젝트와 서비스가 이미 존재하는 경우에는 서비스 노출 절차로 건너뛰어 경로를 생성합니다.

#### 사전 요구 사항

- oc** CLI를 설치하고 클러스터 관리자로 로그인합니다.

#### 프로세스

- oc new-project** 명령을 실행하여 서비스에 대한 새 프로젝트를 생성합니다.

```
$ oc new-project myproject
```

- oc new-app** 명령을 사용하여 서비스를 생성합니다.

```
$ oc new-app nodejs:12~https://github.com/sclorg/nodejs-ex.git
```

- 서비스가 생성되었는지 확인하려면 다음 명령을 실행합니다.

```
$ oc get svc -n myproject
```

#### 출력 예

```
NAME      TYPE      CLUSTER-IP    EXTERNAL-IP  PORT(S)    AGE
nodejs-ex ClusterIP  172.30.197.157 <none>       8080/TCP   70s
```

기본적으로 새 서비스에는 외부 IP 주소가 없습니다.



### 18.7.4. 경로를 생성하여 서비스 노출

**oc expose** 명령을 사용하여 서비스를 경로로 노출할 수 있습니다.

#### 절차

서비스를 노출하려면 다음을 수행하십시오.

1. OpenShift Container Platform 4에 로그인합니다.
2. 노출하려는 서비스가 있는 프로젝트에 로그인합니다.

```
$ oc project myproject
```

3. 애플리케이션의 노드 포트를 표시하려면 다음 명령을 입력합니다. OpenShift Container Platform 은 **30000-32767** 범위에서 사용 가능한 포트를 자동으로 선택합니다.

```
$ oc expose service nodejs-ex --type=NodePort --name=nodejs-ex-nodeport --
generator="service/v2"
```

#### 출력 예

```
service/nodejs-ex-nodeport exposed
```

4. 선택 사항: 노드 포트가 노출된 상태로 서비스를 사용할 수 있는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get svc -n myproject
```

#### 출력 예

NAME	TYPE	CLUSTER-IP	EXTERNAL-IP	PORT(S)	AGE
nodejs-ex	ClusterIP	172.30.217.127	<none>	3306/TCP	9m44s
nodejs-ex-ingress	NodePort	172.30.107.72	<none>	3306:31345/TCP	39s

5. 선택 사항: **oc new-app** 명령에서 자동 생성한 서비스를 제거하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc delete svc nodejs-ex
```

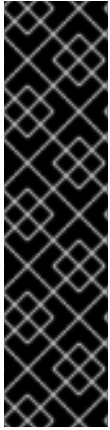
### 18.7.5. 추가 리소스

- [노드 포트 서비스 범위 구성](#)

## 19장. KUBERNETES NMSTATE

### 19.1. KUBERNETES NMSTATE OPERATOR 정보

Kubernetes NMState Operator는 OpenShift Container Platform 클러스터 노드에서 NMState를 사용하여 상태 중심 네트워크 구성을 수행하는 데 필요한 Kubernetes API를 제공합니다. Kubernetes NMState Operator는 사용자에게 클러스터 노드에서 다양한 네트워크 인터페이스 유형, DNS 및 라우팅을 구성하는 기능을 제공합니다. 또한 클러스터 노드의 데몬은 각 노드의 네트워크 인터페이스 상태를 API 서버에 정기적으로 보고합니다.



#### 중요

Kubernetes NMState Operator는 기술 프리뷰 기능 전용입니다. 기술 프리뷰 기능은 Red Hat 프로덕션 서비스 수준 계약(SLA)에서 지원되지 않으며 기능적으로 완전하지 않을 수 있습니다. 따라서 프로덕션 환경에서 사용하는 것은 권장하지 않습니다. 이러한 기능을 사용하면 향후 제품 기능을 조기에 이용할 수 있어 개발 과정에서 고객이 기능을 테스트하고 피드백을 제공할 수 있습니다. OpenShift Container Platform 및 RHV(Red Hat Virtualization) 모두에서 동시에 Kubernetes NMState Operator를 사용하면 안 됩니다. 이러한 구성은 지원되지 않습니다.

Red Hat 기술 프리뷰 기능의 지원 범위에 대한 자세한 내용은 [기술 프리뷰 기능 지원 범위](#)를 참조하십시오.

OpenShift Container Platform과 함께 NMState를 사용하기 전에 Kubernetes NMState Operator를 설치해야 합니다.



#### 주의

OVN-Kubernetes를 사용하는 경우 기본 게이트웨이 인터페이스 변경은 지원되지 않습니다.

#### 19.1.1. Kubernetes NMState Operator 설치

관리자 권한으로 로그인하는 동안 웹 콘솔에서 Kubernetes NMState Operator를 설치해야 합니다. Operator가 설치되면 NMState State Controller를 모든 클러스터 노드에 데몬 세트에 배포할 수 있습니다.

##### 절차

1. **Operators** → **OperatorHub**를 선택합니다.
2. 모든 항목 아래의 검색 필드에 **nmstate**를 입력하고 **Enter**를 클릭하여 Kubernetes NMState Operator를 검색합니다.
3. Kubernetes NMState Operator 검색 결과를 클릭합니다.
4. 설치를 클릭하여 **Operator 설치** 창을 엽니다.
5. 설치를 클릭하여 Operator를 설치합니다.

6. Operator 설치가 완료되면 **Operator 보기**를 클릭합니다.
7. 제공된 API 아래에서 **인스턴스 생성**을 클릭하여 **kubernetes-nmstate**의 인스턴스 생성을 위해 대화 상자를 엽니다.
8. 대화 상자의 **이름 필드**에서 인스턴스 이름이 **nmstate**인지 확인합니다.



### 참고

이름 제한은 알려진 문제입니다. 인스턴스는 전체 클러스터에 대한 단일 생성입니다.

9. 기본 설정을 수락하고 **만들기**를 클릭하여 인스턴스를 만듭니다.

### 요약

완료되면 Operator가 NMState State Controller를 모든 클러스터 노드에 데몬 세트로 배포했습니다.

## 19.2. 노드 네트워크 상태 관찰

노드 네트워크 상태는 클러스터의 모든 노드에 대한 네트워크 구성입니다.

### 19.2.1. nmstate 정보

OpenShift Container Platform에서는 **nmstate**를 사용하여 노드 네트워크의 상태를 보고하고 구성합니다. 이를 통해 단일 구성 매니페스트를 클러스터에 적용하여(예: 모든 노드에서 Linux 브리지 생성) 네트워크 정책 구성을 수정할 수 있습니다.

노드 네트워킹은 다음 오브젝트에서 모니터링하고 업데이트합니다.

#### NodeNetworkState

해당 노드의 네트워크 상태를 보고합니다.

#### NodeNetworkConfigurationPolicy

노드에서 요청된 네트워크 구성을 설명합니다. **NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하는 방식으로 인터페이스 추가 및 제거를 포함하여 노드 네트워크 구성을 업데이트합니다.

#### NodeNetworkConfigurationEnactment

각 노드에 적용된 네트워크 정책을 보고합니다.

OpenShift Container Platform에서는 다음 nmstate 인터페이스 유형을 사용할 수 있습니다.

- Linux 브리지
- VLAN
- 본딩
- 이더넷



## 참고

OpenShift Container Platform 클러스터에서 OVN-Kubernetes를 기본 CNI(Container Network Interface) 공급자로 사용하는 경우, OVN-Kubernetes의 호스트 네트워크 토폴로지 변경으로 인해 호스트의 기본 인터페이스에 Linux 브리지 또는 본딩을 연결할 수 없습니다. 해결 방법으로 호스트에 연결된 보조 네트워크 인터페이스를 사용하거나 OpenShift SDN 기본 CNI 공급자로 전환할 수 있습니다.

### 19.2.2. 노드의 네트워크 상태 보기

**NodeNetworkState** 오브젝트는 클러스터의 모든 노드에 존재합니다. 이 오브젝트는 주기적으로 업데이트되며 해당 노드의 네트워크 상태를 캡처합니다.

#### 절차

1. 클러스터의 모든 **NodeNetworkState** 오브젝트를 나열합니다.

```
$ oc get nns
```

2. **NodeNetworkState** 오브젝트를 검사하여 해당 노드의 네트워크를 확인합니다. 이 예제의 출력은 명확성을 위해 수정되었습니다.

```
$ oc get nns node01 -o yaml
```

#### 출력 예

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkState
metadata:
  name: node01 1
status:
  currentState: 2
  dns-resolver:
  ...
  interfaces:
  ...
  route-rules:
  ...
  routes:
  ...
lastSuccessfulUpdateTime: "2020-01-31T12:14:00Z" 3
```

- 1** **NodeNetworkState** 오브젝트의 이름은 노드에서 가져옵니다.
- 2** **currentState**에는 DNS, 인터페이스, 경로를 포함하여 노드에 대한 전체 네트워크 구성이 포함됩니다.
- 3** 마지막으로 성공한 업데이트의 타임 스탬프 노드에 연결할 수 있는 동안 주기적으로 업데이트되고 보고서의 최신 상태를 평가하는 데 사용됩니다.

## 19.3. 노드 네트워크 구성 업데이트

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하여 노드 네트워크 구성을 업데이트 (예: 노드에서 인터페이스 추가 또는 제거)할 수 있습니다.



#### 주의

OVN-Kubernetes를 사용하는 경우 기본 게이트웨이 인터페이스 변경은 지원되지 않습니다.

### 19.3.1. nmstate 정보

OpenShift Container Platform에서는 **nmstate**를 사용하여 노드 네트워크의 상태를 보고하고 구성합니다. 이를 통해 단일 구성 매니페스트를 클러스터에 적용하여(예: 모든 노드에서 Linux 브리지 생성) 네트워크 정책 구성을 수정할 수 있습니다.

노드 네트워킹은 다음 오브젝트에서 모니터링하고 업데이트합니다.

#### NodeNetworkState

해당 노드의 네트워크 상태를 보고합니다.

#### NodeNetworkConfigurationPolicy

노드에서 요청된 네트워크 구성을 설명합니다. **NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하는 방식으로 인터페이스 추가 및 제거를 포함하여 노드 네트워크 구성을 업데이트합니다.

#### NodeNetworkConfigurationEnactment

각 노드에 적용된 네트워크 정책을 보고합니다.

OpenShift Container Platform에서는 다음 nmstate 인터페이스 유형을 사용할 수 있습니다.

- Linux 브리지
- VLAN
- 본딩
- 이더넷



#### 참고

OpenShift Container Platform 클러스터에서 OVN-Kubernetes를 기본 CNI(Container Network Interface) 공급자로 사용하는 경우, OVN-Kubernetes의 호스트 네트워크 토폴로지 변경으로 인해 호스트의 기본 인터페이스에 Linux 브리지 또는 본딩을 연결할 수 없습니다. 해결 방법으로 호스트에 연결된 보조 네트워크 인터페이스를 사용하거나 OpenShift SDN 기본 CNI 공급자로 전환할 수 있습니다.

### 19.3.2. 노드에서 인터페이스 만들기

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하여 클러스터의 노드에서 인터페이스를 만듭니다. 매니페스트는 요청된 인터페이스 구성을 자세히 설명합니다.

기본적으로 매니페스트는 클러스터의 모든 노드에 적용됩니다. 특정 노드에 인터페이스를 추가하려면 **spec: nodeSelector** 매개변수와 노드 선택기에 적합한 **<key>:<value>**를 추가합니다.

## 절차

1. **NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 생성합니다. 다음 예제에서는 모든 작업자 노드에서 Linux 브리지를 구성합니다.

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: <br1-eth1-policy> 1
spec:
  nodeSelector: 2
    node-role.kubernetes.io/worker: "" 3
  desiredState:
    interfaces:
      - name: br1
        description: Linux bridge with eth1 as a port 4
        type: linux-bridge
        state: up
        ipv4:
          dhcp: true
          enabled: true
        bridge:
          options:
            stp:
              enabled: false
        port:
          - name: eth1
```

- 1 정책 이름입니다.
- 2 선택 사항: **nodeSelector** 매개변수를 포함하지 않으면 정책이 클러스터의 모든 노드에 적용됩니다.
- 3 이 예제에서는 **node-role.kubernetes.io/worker: ""** 노드 선택기를 사용하여 클러스터의 모든 작업자 노드를 선택합니다.
- 4 선택 사항: 사람이 읽을 수 있는 인터페이스 설명입니다.

2. 노드 네트워크 정책을 생성합니다.

```
$ oc apply -f <br1-eth1-policy.yaml> 1
```

- 1 노드 네트워크 구성 정책 매니페스트의 파일 이름입니다.

## 추가 리소스

- 동일한 정책에서 여러 인터페이스를 만드는 예제
- 정책의 다양한 IP 관리 방법 예제

### 19.3.3. 노드에 노드 네트워크 정책 업데이트 확인

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트는 클러스터의 노드에 대해 요청된 네트워크 구성을 설명합니다. 노드 네트워크 정책에는 요청된 네트워크 구성과 클러스터 전체에 대한 정책 실행 상태가 포함됩니다.

노드 네트워크 정책을 적용하면 클러스터의 모든 노드에 대해 **NodeNetworkConfigurationEnactment** 오브젝트가 생성됩니다. 노드 네트워크 구성 시행은 해당 노드에서 정책의 실행 상태를 나타내는 읽기 전용 오브젝트입니다. 정책이 노드에 적용되지 않으면 문제 해결을 위해 해당 노드에 대한 시행에 역추적이 포함됩니다.

#### 절차

1. 정책이 클러스터에 적용되었는지 확인하려면 정책과 해당 상태를 나열합니다.

```
$ oc get nncp
```

2. 선택 사항: 정책을 구성하는 데 예상보다 오래 걸리는 경우 특정 정책의 요청된 상태 및 상태 조건을 검사할 수 있습니다.

```
$ oc get nncp <policy> -o yaml
```

3. 선택 사항: 모든 노드에서 정책을 구성하는 데 예상보다 오래 걸리는 경우 클러스터의 시행 상태를 나열할 수 있습니다.

```
$ oc get nnce
```

4. 선택 사항: 구성 실패에 대한 오류 보고를 포함하여 특정 시행의 구성을 확인하려면 다음 명령을 실행하십시오.

```
$ oc get nnce <node>.<policy> -o yaml
```

### 19.3.4. 노드에서 인터페이스 제거

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 오브젝트를 편집하고 인터페이스의 **state**를 **없음**으로 설정하여 클러스터의 1개 이상의 노드에서 인터페이스를 제거할 수 있습니다.

노드에서 인터페이스를 제거해도 노드 네트워크 구성이 이전 상태로 자동 복원되지 않습니다. 이전 상태를 복원하려면 정책에서 노드 네트워크 구성을 정의해야 합니다.

브리지 또는 본딩 인터페이스를 제거하면 이전에 해당 브릿지 또는 본딩 인터페이스에 연결되었거나 종속되었던 클러스터의 모든 노드 NIC가 **down** 상태가 되어 연결할 수 없습니다. 연결 손실을 방지하기 위해, 노드 NIC를 동일한 정책으로 구성하여 DHCP 또는 고정 IP 주소의 상태를 **up**으로 구성합니다.



#### 참고

인터페이스를 추가한 노드 네트워크 정책을 삭제해도 노드의 정책 구성은 변경되지 않습니다. **NodeNetworkConfigurationPolicy**는 클러스터의 오브젝트이지만 요청된 구성만 나타냅니다.

마찬가지로 인터페이스를 제거해도 정책은 삭제되지 않습니다.

#### 절차

1. 인터페이스를 생성하는 데 사용되는 **NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 업데이트합니다. 다음 예에서는 Linux 브릿지를 제거한 후 연결이 손실되지 않도록 DHCP로 **eth1** NIC를 구성합니다.

```

apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: <br1-eth1-policy> ❶
spec:
  nodeSelector: ❷
    node-role.kubernetes.io/worker: "" ❸
  desiredState:
    interfaces:
      - name: br1
        type: linux-bridge
        state: absent ❹
      - name: eth1 ❺
        type: ethernet ❻
        state: up ❼
        ipv4:
          dhcp: true ❽
          enabled: true ❾

```

- ❶ 정책 이름입니다.
- ❷ 선택 사항: **nodeSelector** 매개변수를 포함하지 않으면 정책이 클러스터의 모든 노드에 적용됩니다.
- ❸ 이 예제에서는 **node-role.kubernetes.io/worker: ""** 노드 선택기를 사용하여 클러스터의 모든 작업자 노드를 선택합니다.
- ❹ **absent** 상태로 변경하면 인터페이스가 제거됩니다.
- ❺ 브리지 인터페이스에서 연결을 해제할 인터페이스의 이름입니다.
- ❻ 인터페이스 유형입니다. 이 예제에서는 이더넷 네트워킹 인터페이스를 생성합니다.
- ❼ 인터페이스에 요청되는 상태입니다.
- ❽ 선택 사항: **dhcp**를 사용하지 않는 경우 고정 IP를 설정하거나 IP 주소 없이 인터페이스를 종료할 수 있습니다.
- ❾ 이 예제에서 **ipv4**를 활성화합니다.

2. 노드에서 정책을 업데이트하고 인터페이스를 제거합니다.

```
$ oc apply -f <br1-eth1-policy.yaml> ❶
```

- ❶ 정책 매니페스트의 파일 이름입니다.

### 19.3.5. 다양한 인터페이스에 대한 예제 정책 구성



### 19.3.5.1. 예: Linux 브리지 인터페이스 노드 네트워크 구성 정책

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하여 클러스터의 노드에서 Linux 브리지 인터페이스를 만듭니다.

다음 YAML 파일은 Linux 브리지 인터페이스의 매니페스트 예제입니다. 여기에는 해당 정보로 교체해야 하는 샘플 값이 포함되어 있습니다.

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: br1-eth1-policy 1
spec:
  nodeSelector: 2
    kubernetes.io/hostname: <node01> 3
  desiredState:
    interfaces:
      - name: br1 4
        description: Linux bridge with eth1 as a port 5
        type: linux-bridge 6
        state: up 7
        ipv4:
          dhcp: true 8
          enabled: true 9
        bridge:
          options:
            stp:
              enabled: false 10
        port:
          - name: eth1 11
```

- 1 정책 이름입니다.
- 2 선택 사항: **nodeSelector** 매개변수를 포함하지 않으면 정책이 클러스터의 모든 노드에 적용됩니다.
- 3 이 예제에서는 **hostname** 노드 선택기를 사용합니다.
- 4 인터페이스 이름입니다.
- 5 선택 사항: 사람이 읽을 수 있는 인터페이스 설명입니다.
- 6 인터페이스 유형입니다. 이 예제에서는 브리지를 만듭니다.
- 7 생성 후 인터페이스에 요청되는 상태입니다.
- 8 선택 사항: **dhcp**를 사용하지 않는 경우 고정 IP를 설정하거나 IP 주소 없이 인터페이스를 종료할 수 있습니다.
- 9 이 예제에서 **ipv4**를 활성화합니다.
- 10 이 예제에서 **stp**를 비활성화합니다.
- 11 브리지가 연결되는 노드 NIC입니다.

### 19.3.5.2. 예제: VLAN 인터페이스 노드 네트워크 구성 정책

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하여 클러스터의 노드에서 VLAN 인터페이스를 만듭니다.

다음 YAML 파일은 VLAN 인터페이스의 매니페스트 예제입니다. 여기에는 해당 정보로 교체해야 하는 샘플 값이 포함되어 있습니다.

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: vlan-eth1-policy ①
spec:
  nodeSelector: ②
    kubernetes.io/hostname: <node01> ③
  desiredState:
    interfaces:
      - name: eth1.102 ④
        description: VLAN using eth1 ⑤
        type: vlan ⑥
        state: up ⑦
        vlan:
          base-iface: eth1 ⑧
          id: 102 ⑨
```

- ① 정책 이름입니다.
- ② 선택 사항: **nodeSelector** 매개변수를 포함하지 않으면 정책이 클러스터의 모든 노드에 적용됩니다.
- ③ 이 예제에서는 **hostname** 노드 선택기를 사용합니다.
- ④ 인터페이스 이름입니다.
- ⑤ 선택 사항: 사람이 읽을 수 있는 인터페이스 설명입니다.
- ⑥ 인터페이스 유형입니다. 이 예제에서는 VLAN을 만듭니다.
- ⑦ 생성 후 인터페이스에 요청되는 상태입니다.
- ⑧ VLAN이 연결되는 노드 NIC입니다.
- ⑨ VLAN 태그입니다.

### 19.3.5.3. 예제: 본딩 인터페이스 노드 네트워크 구성 정책

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하여 클러스터의 노드에서 본딩 인터페이스를 만듭니다.



## 참고

OpenShift Container Platform에서는 다음과 같은 본딩 모드만 지원합니다.

- mode=1 active-backup
- mode=2 balance-xor
- mode=4 802.3ad
- mode=5 balance-tlb
- mode=6 balance-alb

다음 YAML 파일은 본딩 인터페이스의 매니페스트 예제입니다. 여기에는 해당 정보로 교체해야 하는 샘플 값이 포함되어 있습니다.

```

apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: bond0-eth1-eth2-policy ❶
spec:
  nodeSelector: ❷
    kubernetes.io/hostname: <node01> ❸
  desiredState:
    interfaces:
    - name: bond0 ❹
      description: Bond with ports eth1 and eth2 ❺
      type: bond ❻
      state: up ❼
      ipv4:
        dhcp: true ❽
        enabled: true ❾
      link-aggregation:
        mode: active-backup ❿
        options:
          miimon: '140' ㉑
        port: ㉒
          - eth1
          - eth2
      mtu: 1450 ㉓

```

- ❶ 정책 이름입니다.
- ❷ 선택 사항: **nodeSelector** 매개변수를 포함하지 않으면 정책이 클러스터의 모든 노드에 적용됩니다.
- ❸ 이 예제에서는 **hostname** 노드 선택기를 사용합니다.
- ❹ 인터페이스 이름입니다.
- ❺ 선택 사항: 사람이 읽을 수 있는 인터페이스 설명입니다.
- ❻ 인터페이스 유형입니다. 이 예제에서는 본딩을 생성합니다.

- 7 생성 후 인터페이스에 요청되는 상태입니다.
- 8 선택 사항: **dhcp**를 사용하지 않는 경우 고정 IP를 설정하거나 IP 주소 없이 인터페이스를 종료할 수 있습니다.
- 9 이 예제에서 **ipv4**를 활성화합니다.
- 10 본딩의 드라이버 모드입니다. 이 예제에서는 활성 백업 모드를 사용합니다.
- 11 선택 사항: 이 예제에서는 **miimon**을 사용하여 140ms마다 본딩 링크를 검사합니다.
- 12 본딩의 하위 노드 NIC입니다.
- 13 선택 사항: 본딩의 MTU(최대 전송 단위)입니다. 지정하지 않는 경우 이 값은 기본적으로 **1500**으로 설정됩니다.

#### 19.3.5.4. 예제: 이더넷 인터페이스 노드 네트워크 구성 정책

**NodeNetworkConfigurationPolicy** 매니페스트를 클러스터에 적용하여 클러스터의 노드에서 이더넷 인터페이스를 구성합니다.

다음 YAML 파일은 이더넷 인터페이스의 매니페스트 예제입니다. 여기에는 해당 정보로 교체해야 하는 샘플 값이 포함되어 있습니다.

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: eth1-policy 1
spec:
  nodeSelector: 2
    kubernetes.io/hostname: <node01> 3
  desiredState:
    interfaces:
      - name: eth1 4
        description: Configuring eth1 on node01 5
        type: ethernet 6
        state: up 7
        ipv4:
          dhcp: true 8
          enabled: true 9
```

- 1 정책 이름입니다.
- 2 선택 사항: **nodeSelector** 매개변수를 포함하지 않으면 정책이 클러스터의 모든 노드에 적용됩니다.
- 3 이 예제에서는 **hostname** 노드 선택기를 사용합니다.
- 4 인터페이스 이름입니다.
- 5 선택 사항: 사람이 읽을 수 있는 인터페이스 설명입니다.
- 6 인터페이스 유형입니다. 이 예제에서는 이더넷 네트워킹 인터페이스를 생성합니다.
- 7 생성 후 인터페이스에 요청되는 상태입니다.

- 8 선택 사항: **dhcp**를 사용하지 않는 경우 고정 IP를 설정하거나 IP 주소 없이 인터페이스를 종료할 수 있습니다.
- 9 이 예제에서 **ipv4**를 활성화합니다.

### 19.3.5.5. 예제: 노드 네트워크 구성 정책이 동일한 여러 인터페이스

동일한 노드 네트워크 구성 정책으로 여러 개의 인터페이스를 생성할 수 있습니다. 이러한 인터페이스는 서로를 참조할 수 있으므로 단일 정책 매니페스트를 사용하여 네트워크 구성을 빌드하고 배포할 수 있습니다.

다음 예제 스니펫에서는 두 NIC에 걸친 **bond10**이라는 본딩과 이 본딩에 연결되는 **br1**이라는 Linux 브리지를 생성합니다.

```
#...
  interfaces:
  - name: bond10
    description: Bonding eth2 and eth3 for Linux bridge
    type: bond
    state: up
    link-aggregation:
      port:
      - eth2
      - eth3
  - name: br1
    description: Linux bridge on bond
    type: linux-bridge
    state: up
    bridge:
      port:
      - name: bond10
#...
```

### 19.3.6. 예제: IP 관리

다음 예제 구성 스니펫에서는 다양한 IP 관리 방법을 보여줍니다.

이 예제에서는 **ethernet** 인터페이스 유형을 사용하여 예제를 단순화하면서 정책 구성에 관련 컨텍스트를 표시합니다. 이러한 IP 관리 예제는 다른 인터페이스 유형과 함께 사용할 수 있습니다.

#### 19.3.6.1. 고정

다음 스니펫은 이더넷 인터페이스에서 IP 주소를 정적으로 구성합니다.

```
...
  interfaces:
  - name: eth1
    description: static IP on eth1
    type: ethernet
    state: up
    ipv4:
      dhcp: false
      address:
```

```

- ip: 192.168.122.250 1
  prefix-length: 24
  enabled: true

```

...

**1** 이 값을 인터페이스의 고정 IP 주소로 교체합니다.

### 19.3.6.2. IP 주소 없음

다음 스니펫에서는 인터페이스에 IP 주소가 없습니다.

```

...
interfaces:
- name: eth1
  description: No IP on eth1
  type: ethernet
  state: up
  ipv4:
    enabled: false
...

```

### 19.3.6.3. 동적 호스트 구성

다음 스니펫에서는 동적 IP 주소, 게이트웨이 주소, DNS를 사용하는 이더넷 인터페이스를 구성합니다.

```

...
interfaces:
- name: eth1
  description: DHCP on eth1
  type: ethernet
  state: up
  ipv4:
    dhcp: true
    enabled: true
...

```

다음 스니펫에서는 동적 IP 주소를 사용하지만 동적 게이트웨이 주소 또는 DNS를 사용하지 않는 이더넷 인터페이스를 구성합니다.

```

...
interfaces:
- name: eth1
  description: DHCP without gateway or DNS on eth1
  type: ethernet
  state: up
  ipv4:
    dhcp: true
    auto-gateway: false
    auto-dns: false
    enabled: true
...

```

### 19.3.6.4. DNS

다음 스니펫에서는 호스트에 DNS 구성을 설정합니다.

```
...
interfaces:
  ...
  dns-resolver:
    config:
      search:
        - example.com
        - example.org
      server:
        - 8.8.8.8
  ...
```

### 19.3.6.5. 고정 라우팅

다음 스니펫에서는 **eth1** 인터페이스에 고정 경로와 고정 IP를 구성합니다.

```
...
interfaces:
  - name: eth1
    description: Static routing on eth1
    type: ethernet
    state: up
    ipv4:
      dhcp: false
      address:
        - ip: 192.0.2.251 ①
          prefix-length: 24
          enabled: true
    routes:
      config:
        - destination: 198.51.100.0/24
          metric: 150
          next-hop-address: 192.0.2.1 ②
          next-hop-interface: eth1
          table-id: 254
  ...
```

① 이더넷 인터페이스의 고정 IP 주소입니다.

② 노드 트래픽의 다음 홉 주소입니다. 이더넷 인터페이스에 설정된 IP 주소와 동일한 서브넷에 있어야 합니다.

## 19.4. 노드 네트워크 구성 문제 해결

노드 네트워크 구성에 문제가 발생하면 정책이 자동으로 롤백되고 시행이 실패로 보고됩니다. 여기에는 다음과 같은 문제가 포함됩니다.

- 호스트에 구성을 적용하지 못했습니다.

- 호스트와 기본 게이트웨이의 연결이 끊어졌습니다.
- 호스트와 API 서버의 연결이 끊어졌습니다.

### 19.4.1. 잘못된 노드 네트워크 구성 정책의 구성 문제 해결

노드 네트워크 구성 정책을 적용하여 전체 클러스터에 노드 네트워크 구성 변경 사항을 적용할 수 있습니다. 잘못된 구성을 적용하는 경우 다음 예제를 사용하여 실패한 노드 네트워크 정책의 문제를 해결하고 수정할 수 있습니다.

이 예에서는 컨트롤 플레인 노드(마스터)와 컴퓨팅(작업자) 노드가 각각 3개씩 있는 예시 클러스터에 Linux 브리지 정책을 적용합니다. 이 정책은 잘못된 인터페이스를 참조하므로 적용되지 않습니다. 오류를 찾기 위해 사용 가능한 NMState 리소스를 조사합니다. 그런 다음 올바른 구성으로 정책을 업데이트할 수 있습니다.

#### 절차

1. 정책을 생성하여 클러스터에 적용합니다. 다음 예제에서는 **ens01** 인터페이스에서 간단한 브리지를 생성합니다.

```
apiVersion: nmstate.io/v1beta1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
  name: ens01-bridge-testfail
spec:
  desiredState:
    interfaces:
      - name: br1
        description: Linux bridge with the wrong port
        type: linux-bridge
        state: up
        ipv4:
          dhcp: true
          enabled: true
        bridge:
          options:
            stp:
              enabled: false
          port:
            - name: ens01
```

```
$ oc apply -f ens01-bridge-testfail.yaml
```

#### 출력 예

```
nodenetworkconfigurationpolicy.nmstate.io/ens01-bridge-testfail created
```

2. 다음 명령을 실행하여 정책의 상태를 확인합니다.

```
$ oc get nncp
```

출력에 정책이 실패했다는 내용이 표시됩니다.

#### 출력 예



```

NAME                STATUS
ens01-bridge-testfail FailedToConfigure

```

그러나 정책 상태만으로는 모든 노드에서 실패했는지 노드 서브 세트에서 실패했는지 알 수 없습니다.

3. 노드 네트워크 구성 시행을 나열하여 정책이 모든 노드에서 성공적인지 확인합니다. 정책이 노드 서브 세트에서만 실패한 경우 특정 노드 구성에 문제가 있음을 나타냅니다. 정책이 모든 노드에서 실패하면 정책에 문제가 있음을 나타냅니다.

```
$ oc get nnce
```

출력에 정책이 모든 노드에서 실패했다는 내용이 표시됩니다.

#### 출력 예

```

NAME                STATUS
control-plane-1.ens01-bridge-testfail FailedToConfigure
control-plane-2.ens01-bridge-testfail FailedToConfigure
control-plane-3.ens01-bridge-testfail FailedToConfigure
compute-1.ens01-bridge-testfail FailedToConfigure
compute-2.ens01-bridge-testfail FailedToConfigure
compute-3.ens01-bridge-testfail FailedToConfigure

```

4. 실패한 시행 중 하나에서 역추적을 살펴봅니다. 다음 명령은 출력 톨 **jsonpath**를 사용하여 출력을 필터링합니다.

```
$ oc get nnce compute-1.ens01-bridge-testfail -o jsonpath='{.status.conditions[?(@.type=="Failing")].message}'
```

이 명령은 간결하게 편집된 대규모 역추적 정보를 반환합니다.

#### 출력 예

```

error reconciling NodeNetworkConfigurationPolicy at desired state apply: , failed to execute
nmstatectl set --no-commit --timeout 480: 'exit status 1' "
...
libnmstate.error.NmstateVerificationError:
desired
=====
---
name: br1
type: linux-bridge
state: up
bridge:
  options:
    group-forward-mask: 0
    mac-ageing-time: 300
    multicast-snooping: true
  stp:
    enabled: false
    forward-delay: 15
    hello-time: 2
    max-age: 20

```

```

    priority: 32768
    port:
    - name: ens01
description: Linux bridge with the wrong port
ipv4:
  address: []
  auto-dns: true
  auto-gateway: true
  auto-routes: true
  dhcp: true
  enabled: true
ipv6:
  enabled: false
mac-address: 01-23-45-67-89-AB
mtu: 1500

current
=====
---
name: br1
type: linux-bridge
state: up
bridge:
  options:
    group-forward-mask: 0
    mac-ageing-time: 300
    multicast-snooping: true
  stp:
    enabled: false
    forward-delay: 15
    hello-time: 2
    max-age: 20
    priority: 32768
  port: []
description: Linux bridge with the wrong port
ipv4:
  address: []
  auto-dns: true
  auto-gateway: true
  auto-routes: true
  dhcp: true
  enabled: true
ipv6:
  enabled: false
mac-address: 01-23-45-67-89-AB
mtu: 1500

difference
=====
--- desired
+++ current
@@ -13,8 +13,7 @@
     hello-time: 2
     max-age: 20
     priority: 32768
- port:

```

```
- - name: ens01
+ port: []
description: Linux bridge with the wrong port
ipv4:
  address: []
line 651, in __assert_interfaces_equal\n
current_state.interfaces[jifname],\n\nlibnmstate.error.NmstateVerificationError:
```

**NmstateVerificationError**는 **desired** 정책 구성, 노드에 있는 정책의 **current** 구성, 일치하지 않는 매개변수를 강조하는 **difference**를 나열합니다. 이 예에서 **port**는 **difference**에 포함되어 있으며, 이는 정책의 포트 구성이 문제임을 나타냅니다.

5. 정책이 제대로 구성되었는지 확인하기 위해 **NodeNetworkState** 오브젝트를 요청하여 하나 또는 모든 노드의 네트워크 구성을 확인합니다. 다음 명령에서는 **control-plane-1** 노드의 네트워크 구성을 반환합니다.

```
$ oc get nns control-plane-1 -o yaml
```

출력에 노드의 인터페이스 이름이 **ens1**인데 실패한 정책에서 **ens01**로 잘못 사용하고 있다는 내용이 표시됩니다.

#### 출력 예

```
- ipv4:
...
  name: ens1
  state: up
  type: ethernet
```

6. 기존 정책을 편집하여 오류를 수정합니다.

```
$ oc edit nncp ens01-bridge-testfail
```

```
...
  port:
    - name: ens1
```

정책을 저장하여 수정 사항을 적용합니다.

7. 정책 상태를 확인하여 업데이트가 완료되었는지 확인합니다.

```
$ oc get nncp
```

#### 출력 예

```
NAME                STATUS
ens01-bridge-testfail SuccessfullyConfigured
```

업데이트된 정책이 클러스터의 모든 노드에 성공적으로 구성되었습니다.

## 20장. 클러스터 전체 프록시 구성

프로덕션 환경에서는 인터넷에 대한 직접 액세스를 거부하고 대신 HTTP 또는 HTTPS 프록시를 사용할 수 있습니다. [기존 클러스터의 프록시 오브젝트를 수정](#) 하거나 새 클러스터의 `install-config.yaml` 파일에 프록시 설정을 구성하면 OpenShift Container Platform을 프록시를 사용하도록 구성할 수 있습니다.

### 20.1. 사전 요구 사항

- 클러스터에서 액세스해야 하는 사이트를 검토하고 프록시를 바이패스해야 하는지 확인합니다. 클러스터를 호스팅하는 클라우드의 클라우드 공급자 API에 대한 호출을 포함하여 기본적으로 모든 클러스터 시스템 송신 트래픽이 프록시됩니다. 시스템 전반의 프록시는 사용자 워크로드가 아닌 시스템 구성 요소에만 영향을 미칩니다. 필요한 경우 프록시를 바이패스하려면 프록시 오브젝트의 `spec.noProxy` 필드에 사이트를 추가합니다.



#### 참고

프록시 오브젝트의 `status.noProxy` 필드는 설치 구성에 있는 `networking.machineNetwork[].cidr`, `networking.clusterNetwork[].cidr`, `networking.serviceNetwork[]` 필드의 값으로 채워집니다.

Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP), Microsoft Azure 및 Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)에 설치하는 경우 `Proxy` 오브젝트 `status.noProxy` 필드도 인스턴스 메타데이터 끝점(169.254.169.254)로 채워집니다.

### 20.2. 클러스터 전체 프록시 사용

프록시 오브젝트는 클러스터 전체 송신 프록시를 관리하는 데 사용됩니다. 프록시를 구성하지 않고 클러스터를 설치하거나 업그레이드해도 프록시 오브젝트는 계속 생성되지만 `spec`은 `nil`이 됩니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  trustedCA:
    name: ""
status:
```

클러스터 관리자는 이 `cluster` 프록시 오브젝트를 수정하여 OpenShift Container Platform의 프록시를 구성할 수 있습니다.



#### 참고

`cluster`라는 `Proxy` 오브젝트만 지원되며 추가 프록시는 생성할 수 없습니다.

#### 사전 요구 사항

- 클러스터 관리자 권한
- OpenShift Container Platform `oc` CLI 도구 설치

## 프로세스

1. HTTPS 연결을 프록시하는 데 필요한 추가 CA 인증서가 포함된 구성 맵을 생성합니다.



## 참고

프록시의 ID 인증서를 RHCOS 트러스트 번들에 있는 기관에서 서명한 경우 이 단계를 건너뛸 수 있습니다.

- a. 다음 내용으로 **user-ca-bundle.yaml**이라는 파일을 생성하고 PEM 인코딩 인증서 값을 제공합니다.

```
apiVersion: v1
data:
  ca-bundle.crt: | ❶
  <MY_PEM_ENCODED_CERTS> ❷
kind: ConfigMap
metadata:
  name: user-ca-bundle ❸
  namespace: openshift-config ❹
```

- ❶ 이 데이터 키의 이름은 **ca-bundle.crt**여야 합니다.
- ❷ 프록시의 ID 인증서 서명에 사용되는 하나 이상의 PEM 인코딩 X.509 인증서입니다.
- ❸ 프록시 오브젝트에서 참조할 구성 맵 이름입니다.
- ❹ 구성 맵은 **openshift-config** 네임스페이스에 있어야 합니다.

- b. 이 파일에서 구성 맵을 생성합니다.

```
$ oc create -f user-ca-bundle.yaml
```

2. **oc edit** 명령을 사용하여 **Proxy** 오브젝트를 수정합니다.

```
$ oc edit proxy/cluster
```

3. 프록시에 필요한 필드를 구성합니다.

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  httpProxy: http://<username>:<pswd>@<ip>:<port> ❶
  httpsProxy: https://<username>:<pswd>@<ip>:<port> ❷
  noProxy: example.com ❸
  readinessEndpoints:
  - http://www.google.com ❹
  - https://www.google.com
  trustedCA:
    name: user-ca-bundle ❺
```

- 1 클러스터 외부에서 HTTP 연결을 구축하는 데 사용할 프록시 URL입니다. URL 스키마는 **http**여야 합니다.
- 2 클러스터 외부에서 HTTPS 연결을 구축하는 데 사용할 프록시 URL입니다. URL 스키마는 **http** 또는 **https** 여야 합니다. URL 스키마를 지원하는 프록시의 URL을 지정합니다. 예를 들어 대부분의 프록시는 **https** 를 사용하도록 구성된 경우 오류를 보고하지만 **http** 만 지원합니다. 이 실패 메시지는 로그에 전파되지 않을 수 있으며 대신 네트워크 연결 실패로 표시될 수 있습니다. 클러스터에서 **https** 연결을 수신하는 프록시를 사용하는 경우 프록시에서 사용하는 CA 및 인증서를 허용하도록 클러스터를 구성해야 할 수 있습니다.
- 3 대상 도메인 이름, 도메인, IP 주소 또는 프록시를 제외할 기타 네트워크 CIDR로 이루어진 씬 표로 구분된 목록입니다.

하위 도메인과 일치하려면 도메인 앞에 **.**을 입력합니다. 예를 들어, **.y.com**은 **x.y.com**과 일치하지만 **y.com**은 일치하지 않습니다. **\***를 사용하여 모든 대상에 대해 프록시를 바이패스합니다. **networking.machineNetwork[].cidr** 필드에 의해 정의된 네트워크에 포함되어 있지 않은 작업자를 설치 구성에서 확장하려면 연결 문제를 방지하기 위해 이 목록에 해당 작업자를 추가해야 합니다.

**httpProxy**와 **httpsProxy** 필드가 모두 설정되지 않은 경우 이 필드는 무시됩니다.

- 4 **httpProxy** 및 **httpsProxy** 값을 상태에 쓰기 전에 준비 검사를 수행하는 데 사용할 하나 이상의 클러스터 외부 URL입니다.
- 5 HTTPS 연결을 프록시하는 데 필요한 추가 CA 인증서가 포함된 **openshift-config** 네임스페이스의 구성 맵에 대한 참조입니다. 여기서 구성 맵을 참조하기 전에 구성 맵이 이미 있어야 합니다. 프록시의 ID 인증서를 RHCOS 트러스트 번들에 있는 기관에서 서명하지 않은 경우 이 필드가 있어야 합니다.

4. 파일을 저장하여 변경 사항을 적용합니다.

## 20.3. 클러스터 전체 프록시 제거

**cluster** 프록시 오브젝트는 삭제할 수 없습니다. 클러스터에서 이 프록시를 제거하려면 프록시 오브젝트에서 모든 **spec** 필드를 제거해야 합니다.

### 사전 요구 사항

- 클러스터 관리자 권한
- OpenShift Container Platform **oc** CLI 도구 설치

### 프로세스

1. 프록시를 수정하려면 **oc edit** 명령을 사용합니다.

```
$ oc edit proxy/cluster
```

2. 프록시 오브젝트에서 모든 **spec** 필드를 제거합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
```

```
name: cluster  
spec: {}
```

3. 파일을 저장하여 변경 사항을 적용합니다.

### 추가 리소스

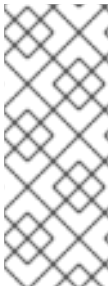
- [CA 번들 인증서 교체](#)
- [프록시 인증서 사용자 정의](#)

## 21장. 사용자 정의 PKI 구성

웹 콘솔과 같은 일부 플랫폼 구성 요소에서는 통신에 경로를 사용하고, 다른 구성 요소와의 상호 작용을 위해 해당 구성 요소의 인증서를 신뢰해야 합니다. 사용자 정의 PKI(공개 키 인프라)를 사용하는 경우 개인 서명 CA 인증서가 클러스터에서 인식되도록 PKI를 구성해야 합니다.

프록시 API를 활용하면 클러스터 전체에서 신뢰하는 CA 인증서를 추가할 수 있습니다. 이 작업은 설치 중 또는 런타임에 수행해야 합니다.

- 설치 중 클러스터 전체 프록시를 구성 합니다. **install-config.yaml** 파일의 **additionalTrustBundle** 설정에 개인 서명 CA 인증서를 정의해야 합니다. 설치 프로그램에서 사용자가 정의한 추가 CA 인증서가 포함된 **user-ca-bundle**이라는 ConfigMap을 생성합니다. 그러면 CNO(Cluster Network Operator)에서 이러한 CA 인증서를 RHCOS(Red Hat Enterprise Linux CoreOS) 신뢰 번들과 병합하는 **trusted-ca-bundle** ConfigMap을 생성합니다. 이 ConfigMap은 프록시 오브젝트의 **trustedCA** 필드에서 참조됩니다.
- 런타임에 개인 서명 CA 인증서를 포함하도록 기본 프록시 오브젝트를 수정합니다 (클러스터의 프록시 사용 워크플로우의 일부). 이를 위해서는 클러스터에서 신뢰해야 하는 개인 서명 CA 인증서가 포함된 ConfigMap을 생성한 다음 개인 서명 인증서의 ConfigMap을 참조하는 **trustedCA**를 사용하여 프록시 리소스를 수정해야 합니다.



### 참고

설치 관리자 구성의 **additionalTrustBundle** 필드와 프록시 리소스의 **trustedCA** 필드는 클러스터 전체의 트러스트 번들을 관리하는 데 사용됩니다. **additionalTrustBundle**은 설치 시 사용되며, 프록시의 **trustedCA**는 런타임에 사용됩니다.

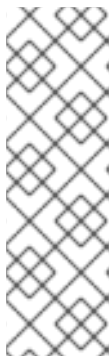
**trustedCA** 필드는 클러스터 구성 요소에서 사용하는 사용자 정의 인증서와 키 쌍이 포함된 **ConfigMap**에 대한 참조입니다.

### 21.1. 설치 중 클러스터 단위 프록시 구성

프로덕션 환경에서는 인터넷에 대한 직접 액세스를 거부하고 대신 HTTP 또는 HTTPS 프록시를 사용할 수 있습니다. **install-config.yaml** 파일에서 프록시 설정을 구성하여 프록시가 사용되도록 새 OpenShift Container Platform 클러스터를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 기존 **install-config.yaml** 파일이 있습니다.
- 클러스터에서 액세스해야 하는 사이트를 검토하고 프록시를 바이패스해야 하는지 확인했습니다. 기본적으로 호스팅 클라우드 공급자 API에 대한 호출을 포함하여 모든 클러스터 발신(Egress) 트래픽이 프록시됩니다. 필요한 경우 프록시를 바이패스하기 위해 **Proxy** 오브젝트의 **spec.noProxy** 필드에 사이트를 추가했습니다.



### 참고

**Proxy** 오브젝트의 **status.noProxy** 필드는 설치 구성에 있는 **networking.machineNetwork[].cidr**, **networking.clusterNetwork[].cidr**, **networking.serviceNetwork[]** 필드의 값으로 채워집니다.

Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform (GCP), Microsoft Azure 및 Red Hat OpenStack Platform (RHOSP)에 설치하는 경우 **Proxy** 오브젝트 **status.noProxy** 필드도 인스턴스 메타데이터 끝점(**169.254.169.254**)로 채워집니다.



## 절차

1. **install-config.yaml** 파일을 편집하고 프록시 설정을 추가합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```

apiVersion: v1
baseDomain: my.domain.com
proxy:
  httpProxy: http://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 1
  httpsProxy: https://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 2
  noProxy: example.com 3
additionalTrustBundle: | 4
  -----BEGIN CERTIFICATE-----
  <MY_TRUSTED_CA_CERT>
  -----END CERTIFICATE-----
...

```

- 1 클러스터 외부에서 HTTP 연결을 구축하는 데 사용할 프록시 URL입니다. URL 스키마는 **http**여야 합니다.
- 2 클러스터 외부에서 HTTPS 연결을 구축하는 데 사용할 프록시 URL입니다.
- 3 대상 도메인 이름, IP 주소 또는 프록시에서 제외할 기타 네트워크 CIDR로 이루어진 쉼표로 구분된 목록입니다. 하위 도메인과 일치하려면 도메인 앞에 **.**을 입력합니다. 예를 들어, **.y.com**은 **x.y.com**과 일치하지만 **y.com**은 일치하지 않습니다. **\***를 사용하여 모든 대상에 대해 프록시를 바이패스합니다.
- 4 이 값을 제공하면 설치 프로그램에서 추가 CA 인증서를 보유할 **openshift-config** 네임스페이스에 **user-ca-bundle**이라는 구성 맵을 생성합니다. **additionalTrustBundle** 및 하나 이상의 프록시 설정을 제공하는 경우 프록시 오브젝트는 **trustedCA** 필드의 **user-ca-bundle** 구성 맵을 참조하도록 구성됩니다. 그러면 Cluster Network Operator에서 **trustedCA** 매개 변수에 대해 지정된 콘텐츠를 RHCOS 신뢰 번들과 병합하는 **trusted-ca-bundle** 구성 맵을 생성합니다. 프록시의 ID 인증서를 RHCOS 트러스트 번들에 있는 기관에서 서명하지 않은 경우 **additionalTrustBundle** 필드가 있어야 합니다.



## 참고

설치 프로그램에서 프록시 **adinessEndpoints** 필드를 지원하지 않습니다.

2. 파일을 저장해 놓고 OpenShift Container Platform을 설치할 때 참조하십시오.

제공되는 **install-config.yaml** 파일의 프록시 설정을 사용하는 **cluster**라는 이름의 클러스터 전체 프록시가 설치 프로그램에 의해 생성됩니다. 프록시 설정을 제공하지 않아도 **cluster Proxy** 오브젝트는 계속 생성되지만 **spec**은 **nil**이 됩니다.



## 참고

**cluster**라는 **Proxy** 오브젝트만 지원되며 추가 프록시는 생성할 수 없습니다.

## 21.2. 클러스터 전체 프록시 사용

프록시 오브젝트는 클러스터 전체 송신 프록시를 관리하는 데 사용됩니다. 프록시를 구성하지 않고 클러스터를 설치하거나 업그레이드해도 프록시 오브젝트는 계속 생성되지만 **spec**은 **nil**이 됩니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```

apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  trustedCA:
    name: ""
status:
    
```

클러스터 관리자는 이 **cluster** 프록시 오브젝트를 수정하여 OpenShift Container Platform의 **프록시** 를 구성할 수 있습니다.



**참고**

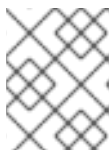
**cluster**라는 **Proxy** 오브젝트만 지원되며 추가 프록시는 생성할 수 없습니다.

**사전 요구 사항**

- 클러스터 관리자 권한
- OpenShift Container Platform **oc** CLI 도구 설치

**프로세스**

1. HTTPS 연결을 프록시하는 데 필요한 추가 CA 인증서가 포함된 구성 맵을 생성합니다.



**참고**

프록시의 ID 인증서를 RHCOS 트러스트 번들에 있는 기관에서 서명한 경우 이 단계를 건너뛸 수 있습니다.

- a. 다음 내용으로 **user-ca-bundle.yaml**이라는 파일을 생성하고 PEM 인코딩 인증서 값을 제공합니다.

```

apiVersion: v1
data:
  ca-bundle.crt: | 1
    <MY_PEM_ENCODED_CERTS> 2
kind: ConfigMap
metadata:
  name: user-ca-bundle 3
  namespace: openshift-config 4
    
```

- 1** 이 데이터 키의 이름은 **ca-bundle.crt**여야 합니다.
- 2** 프록시의 ID 인증서 서명에 사용되는 하나 이상의 PEM 인코딩 X.509 인증서입니다.
- 3** 프록시 오브젝트에서 참조할 구성 맵 이름입니다.
- 4** 구성 맵은 **openshift-config** 네임스페이스에 있어야 합니다.

- b. 이 파일에서 구성 맵을 생성합니다.

```
$ oc create -f user-ca-bundle.yaml
```

2. **oc edit** 명령을 사용하여 **Proxy** 오브젝트를 수정합니다.

```
$ oc edit proxy/cluster
```

3. 프록시에 필요한 필드를 구성합니다.

```
apiVersion: config.openshift.io/v1
kind: Proxy
metadata:
  name: cluster
spec:
  httpProxy: http://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 1
  httpsProxy: https://<username>:<pswd>@<ip>:<port> 2
  noProxy: example.com 3
  readinessEndpoints:
    - http://www.google.com 4
    - https://www.google.com
  trustedCA:
    name: user-ca-bundle 5
```

- 1 클러스터 외부에서 HTTP 연결을 구축하는 데 사용할 프록시 URL입니다. URL 스키마는 **http**여야 합니다.
- 2 클러스터 외부에서 HTTPS 연결을 구축하는 데 사용할 프록시 URL입니다. URL 스키마는 **http** 또는 **https** 여야 합니다. URL 스키마를 지원하는 프록시의 URL을 지정합니다. 예를 들어 대부분의 프록시는 **https** 를 사용하도록 구성된 경우 오류를 보고하지만 **http** 만 지원합니다. 이 실패 메시지는 로그에 전파되지 않을 수 있으며 대신 네트워크 연결 실패로 표시될 수 있습니다. 클러스터에서 **https** 연결을 수신하는 프록시를 사용하는 경우 프록시에서 사용하는 CA 및 인증서를 허용하도록 클러스터를 구성해야 할 수 있습니다.

- 3 대상 도메인 이름, 도메인, IP 주소 또는 프록시를 제외할 기타 네트워크 CIDR로 이루어진 범위 목록입니다.

하위 도메인과 일치하려면 도메인 앞에 **.**을 입력합니다. 예를 들어, **.y.com**은 **x.y.com**과 일치하지만 **y.com**은 일치하지 않습니다. **\***를 사용하여 모든 대상에 대해 프록시를 바이패스합니다. **networking.machineNetwork[.cidr]** 필드에 의해 정의된 네트워크에 포함되어 있지 않은 작업자를 설치 구성에서 확장하려면 연결 문제를 방지하기 위해 이 목록에 해당 작업자를 추가해야 합니다.

**httpProxy**와 **httpsProxy** 필드가 모두 설정되지 않은 경우 이 필드는 무시됩니다.

- 4 **httpProxy** 및 **httpsProxy** 값을 상태에 쓰기 전에 준비 검사를 수행하는 데 사용할 하나 이상의 클러스터 외부 URL입니다.
- 5 HTTPS 연결을 프록시하는 데 필요한 추가 CA 인증서가 포함된 **openshift-config** 네임스페이스의 구성 맵에 대한 참조입니다. 여기서 구성 맵을 참조하기 전에 구성 맵이 이미 있어야 합니다. 프록시의 ID 인증서를 RHCOS 트러스트 번들에 있는 기관에서 서명하지 않은 경우 이 필드가 있어야 합니다.

4. 파일을 저장하여 변경 사항을 적용합니다.

## 21.3. OPERATOR를 사용한 인증서 주입

ConfigMap을 통해 사용자 정의 CA 인증서가 클러스터에 추가되면 CNO(Cluster Network Operator)에서 사용자 제공 및 시스템 CA 인증서를 단일 번들로 병합한 후 병합한 번들을 신뢰 번들 주입을 요청하는 Operator에 주입합니다.

Operator는 다음 라벨이 있는 빈 ConfigMap을 생성하여 이러한 주입을 요청합니다.

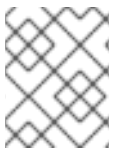
```
config.openshift.io/inject-trusted-cabundle="true"
```

빈 ConfigMap의 예입니다.

```
apiVersion: v1
data: {}
kind: ConfigMap
metadata:
  labels:
    config.openshift.io/inject-trusted-cabundle: "true"
  name: ca-inject 1
  namespace: apache
```

**1** 빈 ConfigMap 이름을 지정합니다.

Operator는 이 ConfigMap을 컨테이너의 로컬 신뢰 저장소에 마운트합니다.



### 참고

신뢰할 수 있는 CA 인증서를 추가하는 작업은 인증서가 RHCOS(Red Hat Enterprise Linux CoreOS) 신뢰 번들에 포함되지 않은 경우에만 필요합니다.

Operator는 제한 없이 인증서를 주입할 수 있습니다. **config.openshift.io/inject-trusted-cabundle=true** 라벨을 사용하여 비어있는 ConfigMap이 생성되면 CNO(Cluster Network Operator)에서 모든 네임스페이스에 인증서를 주입합니다.

ConfigMap은 모든 네임스페이스에 상주할 수 있지만 사용자 정의 CA가 필요한 Pod 내의 각 컨테이너에 볼륨으로 마운트되어야 합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: my-example-custom-ca-deployment
  namespace: my-example-custom-ca-ns
spec:
  ...
  spec:
    ...
    containers:
      - name: my-container-that-needs-custom-ca
        volumeMounts:
          - name: trusted-ca
            mountPath: /etc/pki/ca-trust/extracted/pem
              readOnly: true
        volumes:
```

```
- name: trusted-ca
configMap:
  name: trusted-ca
  items:
    - key: ca-bundle.crt 1
      path: tls-ca-bundle.pem 2
```

- 1** **ca-bundle.crt**는 ConfigMap 키로 필요합니다.
- 2** **tls-ca-bundle.pem**은 ConfigMap 경로로 필요합니다.

## 22장. RHOSP의 로드 밸런싱

### 22.1. KURYR SDN으로 OCTAVIA OVN 로드 밸런서 공급자 드라이버 사용

OpenShift Container Platform 클러스터에서 Kuryr를 사용하고 나중에 RHOSP 16으로 업그레이드된 RHOSP(Red Hat OpenStack Platform) 13 클라우드에 설치된 경우, Octavia OVN 공급자 드라이버를 사용하도록 구성할 수 있습니다.



#### 중요

공급자 드라이버를 변경하면 Kuryr가 기존 로드 밸런서를 대신합니다. 이 프로세스로 인해 약간의 다운 타임이 발생합니다.

#### 사전 요구 사항

- RHOSP CLI, **openstack**을 설치합니다.
- OpenShift Container Platform CLI, **oc**를 설치합니다.
- RHOSP의 Octavia OVN 드라이버가 활성화되었는지 확인합니다.

#### 작은 정보

사용 가능한 Octavia 드라이버 목록을 보려면 명령줄에서 **openstack loadbalancer provider list**를 입력하십시오.

명령 출력에 **ovn** 드라이버가 표시됩니다.

#### 프로세스

Octavia Amphora 공급자 드라이버에서 Octavia OVN으로 변경하려면 다음을 수행하십시오.

1. **kuryr-config** ConfigMap을 엽니다. 명령줄에 다음을 입력합니다.

```
$ oc -n openshift-kuryr edit cm kuryr-config
```

2. ConfigMap에서 **kuryr-octavia-provider:default**가 포함된 행을 삭제합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
...
kind: ConfigMap
metadata:
  annotations:
    networkoperator.openshift.io/kuryr-octavia-provider: default 1
...
```

- 1** 이 행을 삭제합니다. 클러스터에서 **ovn**을 값으로 사용하여 이 행을 다시 생성합니다.

CNO(Cluster Network Operator)에서 수정 사항을 감지하고 **kuryr-controller** 및 **kuryr-cni** Pod를 재배포할 때까지 기다리십시오. 이 과정에 몇 분이 걸릴 수 있습니다.

3. **kuryr-config** ConfigMap 주석이 값 **ovn**과 함께 표시되는지 확인합니다. 명령줄에 다음을 입력합니다.

```
$ oc -n openshift-kuryr edit cm kuryr-config
```

**ovn** 공급자 값이 출력에 표시됩니다.

```
...
kind: ConfigMap
metadata:
  annotations:
    networkoperator.openshift.io/kuryr-octavia-provider: ovn
...
```

4. RHOSP에서 로드 밸런서를 다시 생성했는지 확인합니다.

a. 명령줄에 다음을 입력합니다.

```
$ openstack loadbalancer list | grep amphora
```

하나의 Amphora 로드 밸런서가 표시됩니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
a4db683b-2b7b-4988-a582-c39daaad7981 | ostest-7mbj6-kuryr-api-loadbalancer |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.0.1 | ACTIVE | amphora
```

b. 다음을 입력하여 **ovn** 로드 밸런서를 검색합니다.

```
$ openstack loadbalancer list | grep ovn
```

**ovn** 유형의 나머지 로드 밸런서가 표시됩니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
2dffe783-98ae-4048-98d0-32aa684664cc | openshift-apiserver-operator/metrics |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.167.119 | ACTIVE | ovn
0b1b2193-251f-4243-af39-2f99b29d18c5 | openshift-etcd/etcd |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.143.226 | ACTIVE | ovn
f05b07fc-01b7-4673-bd4d-adaa4391458e | openshift-dns-operator/metrics |
84c99c906edd475ba19478a9a6690efd | 172.30.152.27 | ACTIVE | ovn
```

## 22.2. OCTAVIA를 사용하여 애플리케이션 트래픽의 클러스터 확장

RHOSP(Red Hat OpenStack Platform)에서 실행되는 OpenShift Container Platform 클러스터는 Octavia 로드 밸런싱 서비스를 사용하여 여러 VM(가상 머신) 또는 유동 IP 주소에 트래픽을 배포할 수 있습니다. 이 기능을 사용하면 단일 머신 또는 주소가 생성하는 병목 현상이 완화됩니다.

클러스터가 Kuryr를 사용하는 경우 CNO(Cluster Network Operator)가 배포 시 내부 Octavia 로드 밸런서를 생성했습니다. 이 로드 밸런서를 애플리케이션 네트워크 스케일링에 사용할 수 있습니다.

클러스터가 Kuryr를 사용하지 않는 경우 애플리케이션 네트워크 확장에 사용할 자체 Octavia 로드 밸런서를 생성해야 합니다.

### 22.2.1. Octavia를 사용하여 클러스터 스케일링

여러 API 로드 밸런서를 사용하거나 클러스터가 Kuryr를 사용하지 않는 경우 Octavia 로드 밸런서를 생성하고 이를 사용할 클러스터를 구성합니다.

## 사전 요구 사항

- Octavia는 RHOSP(Red Hat OpenStack Platform) 배포에서 사용할 수 있습니다.

## 프로세스

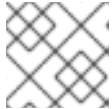
1. 명령줄에서 Amphora 드라이버를 사용하는 Octavia 로드 밸런서를 생성합니다.

```
$ openstack loadbalancer create --name API_OCP_CLUSTER --vip-subnet-id
<id_of_worker_vms_subnet>
```

**API\_OCP\_CLUSTER** 대신 선택한 이름을 사용할 수 있습니다.

2. 로드 밸런서가 활성화된 후 리스너를 생성합니다.

```
$ openstack loadbalancer listener create --name API_OCP_CLUSTER_6443 --protocol
HTTPS--protocol-port 6443 API_OCP_CLUSTER
```



### 참고

로드 밸런서의 상태를 보려면 **openstack loadbalancer list**를 입력합니다.

3. 라운드 로빈 알고리즘을 사용하고 세션 지속성이 활성화된 풀을 생성합니다.

```
$ openstack loadbalancer pool create --name API_OCP_CLUSTER_pool_6443 --lb-
algorithm ROUND_ROBIN --session-persistence type=<source_IP_address> --listener
API_OCP_CLUSTER_6443 --protocol HTTPS
```

4. 컨트롤 플레인 머신을 사용할 수 있도록 하려면 상태 모니터를 생성합니다.

```
$ openstack loadbalancer healthmonitor create --delay 5 --max-retries 4 --timeout 10 --type
TCP API_OCP_CLUSTER_pool_6443
```

5. 컨트롤 플레인 머신을 로드 밸런서 풀의 멤버로 추가합니다.

```
$ for SERVER in $(MASTER-0-IP MASTER-1-IP MASTER-2-IP)
do
  openstack loadbalancer member create --address $SERVER --protocol-port 6443
  API_OCP_CLUSTER_pool_6443
done
```

6. 선택 사항: 클러스터 API 유동 IP 주소를 재사용하려면 설정을 해제합니다.

```
$ openstack floating ip unset $API_FIP
```

7. 생성된 로드 밸런서 VIP에 설정되지 않은 **API\_FIP** 또는 새 주소를 추가합니다.

```
$ openstack floating ip set --port $(openstack loadbalancer show -c <vip_port_id> -f value
API_OCP_CLUSTER) $API_FIP
```

이제 클러스터에서 로드 밸런싱에 Octavia를 사용합니다.





### 참고

Kuryr가 Octavia Amphora 드라이버를 사용하는 경우 모든 트래픽은 단일 Amphora VM(가상 머신)을 통해 라우팅됩니다.

병목 현상을 완화할 수 있는 추가 로드 밸런서를 생성하기 위해 이 절차를 반복할 수 있습니다.

## 22.2.2. Octavia를 사용하여 Kuryr를 사용하는 클러스터 스케일링

클러스터가 Kuryr를 사용하는 경우 클러스터의 API 유동 IP 주소를 기존 Octavia 로드 밸런서와 연결합니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform 클러스터는 Kuryr을 사용합니다.
- Octavia는 RHOSP(Red Hat OpenStack Platform) 배포에서 사용할 수 있습니다.

### 프로세스

1. 선택 사항: 명령줄에서 클러스터 API 유동 IP 주소를 재사용하려면 설정을 해제합니다.

```
$ openstack floating ip unset $API_FIP
```

2. 생성된 로드 밸런서 VIP에 설정되지 않은 **API\_FIP** 또는 새 주소를 추가합니다.

```
$ openstack floating ip set --port $(openstack loadbalancer show -c <vip_port_id> -f value ${OCP_CLUSTER}-kuryr-api-loadbalancer) $API_FIP
```

이제 클러스터에서 로드 밸런싱에 Octavia를 사용합니다.



### 참고

Kuryr가 Octavia Amphora 드라이버를 사용하는 경우 모든 트래픽은 단일 Amphora VM(가상 머신)을 통해 라우팅됩니다.

병목 현상을 완화할 수 있는 추가 로드 밸런서를 생성하기 위해 이 절차를 반복할 수 있습니다.

## 22.3. RHOSP OCTAVIA를 사용하여 수신 트래픽 스케일링

Octavia 로드 밸런서를 사용하여 Kuryr를 사용하는 클러스터에서 Ingress 컨트롤러를 스케일링할 수 있습니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift Container Platform 클러스터는 Kuryr을 사용합니다.
- RHOSP 배포에서 Octavia를 사용할 수 있습니다.

### 프로세스

1. 현재 내부 라우터 서비스를 복사하려면 명령줄에서 다음을 입력합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress get svc router-internal-default -o yaml > external_router.yaml
```

- 파일 **external\_router.yaml**에서 **metadata.name** 및 **spec.type**의 값을 **LoadBalancer**로 변경합니다.

#### 라우터 파일 예

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  labels:
    ingresscontroller.operator.openshift.io/owning-ingresscontroller: default
  name: router-external-default 1
  namespace: openshift-ingress
spec:
  ports:
    - name: http
      port: 80
      protocol: TCP
      targetPort: http
    - name: https
      port: 443
      protocol: TCP
      targetPort: https
    - name: metrics
      port: 1936
      protocol: TCP
      targetPort: 1936
  selector:
    ingresscontroller.operator.openshift.io/deployment-ingresscontroller: default
  sessionAffinity: None
  type: LoadBalancer 2
```

**1** 이 값이 **router-external-default**와 같이 설명적인지 확인합니다.

**2** 이 값이 **LoadBalancer**인지 확인합니다.



#### 참고

로드 밸런싱에 적합하지 않은 타임 스탬프 및 기타 정보를 삭제할 수 있습니다.

- 명령줄에서 **external\_router.yaml** 파일의 서비스를 생성합니다.

```
$ oc apply -f external_router.yaml
```

- 서비스의 외부 IP 주소가 로드 밸런서와 연결된 항목과 동일한지 확인합니다.
  - 명령줄에서 서비스의 외부 IP 주소를 검색합니다.

```
$ oc -n openshift-ingress get svc
```

#### 출력 예

NAME	TYPE	CLUSTER-IP	EXTERNAL-IP	PORT(S)
router-external-default	LoadBalancer	172.30.235.33	10.46.22.161	80:30112/TCP,443:32359/TCP,1936:30317/TCP
router-internal-default	ClusterIP	172.30.115.123	<none>	80/TCP,443/TCP,1936/TCP

- b. 로드 밸런서의 IP 주소를 검색합니다.

```
$ openstack loadbalancer list | grep router-external
```

#### 출력 예

```
| 21bf6afe-b498-4a16-a958-3229e83c002c | openshift-ingress/router-external-default | 66f3816acf1b431691b8d132cc9d793c | 172.30.235.33 | ACTIVE | octavia |
```

- c. 이전 단계에서 검색한 주소가 유동 IP 목록에서 서로 연결되어 있는지 확인합니다.

```
$ openstack floating ip list | grep 172.30.235.33
```

#### 출력 예

```
| e2f80e97-8266-4b69-8636-e58bacf1879e | 10.46.22.161 | 172.30.235.33 | 655e7122-806a-4e0a-a104-220c6e17bda6 | a565e55a-99e7-4d15-b4df-f9d7ee8c9deb | 66f3816acf1b431691b8d132cc9d793c |
```

이제 **EXTERNAL-IP** 값을 새 Ingress 주소로 사용할 수 있습니다.



#### 참고

Kuryr가 Octavia Amphora 드라이버를 사용하는 경우 모든 트래픽은 단일 Amphora VM(가상 머신)을 통해 라우팅됩니다.

병목 현상을 완화할 수 있는 추가 로드 밸런서를 생성하기 위해 이 절차를 반복할 수 있습니다.

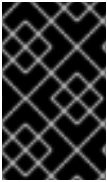
## 22.4. 외부 로드 밸런서 구성

기본 로드 밸런서 대신 외부 로드 밸런서를 사용하도록 RHOSP(Red Hat OpenStack Platform)에서 OpenShift Container Platform 클러스터를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- 로드 밸런서에서 포트 6443, 443 및 80을 통한 TCP는 시스템의 모든 사용자가 사용할 수 있어야 합니다.
- 각 컨트롤 플레인 노드 간에 API 포트 6443을 로드 밸런싱합니다.
- 모든 컴퓨팅 노드 간에 애플리케이션 포트 443 및 80을 로드 밸런싱합니다.
- 로드 밸런서에서 노드에 Ignition 시작 구성을 제공하는 데 사용되는 포트 22623은 클러스터 외부에 노출되지 않습니다.

- 로드 밸런서는 클러스터의 모든 머신에 액세스할 수 있어야 합니다. 이러한 액세스를 허용하는 방법은 다음과 같습니다.
  - 클러스터의 머신 서브넷에 로드 밸런서를 연결합니다.
  - 로드 밸런서를 사용하는 머신에 유동 IP 주소를 연결합니다.



**중요**

외부 로드 밸런싱 서비스와 컨트롤 플레인 노드는 동일한 L2 네트워크에서 실행해야 하며 VLAN을 사용하여 로드 밸런싱 서비스와 컨트롤 플레인 노드 간에 트래픽을 라우팅할 때 동일한 VLAN에서 실행해야 합니다.

**프로세스**

1. 포트 6443, 443, 80의 로드 밸런서에서 클러스터에 대한 액세스를 활성화합니다. 예를 들어 이 HAProxy 구성에 유의하십시오.

**샘플 HAProxy 구성 섹션**



```

...
listen my-cluster-api-6443
  bind 0.0.0.0:6443
  mode tcp
  balance roundrobin
  server my-cluster-master-2 192.0.2.2:6443 check
  server my-cluster-master-0 192.0.2.3:6443 check
  server my-cluster-master-1 192.0.2.1:6443 check
listen my-cluster-apps-443
  bind 0.0.0.0:443
  mode tcp
  balance roundrobin
  server my-cluster-worker-0 192.0.2.6:443 check
  server my-cluster-worker-1 192.0.2.5:443 check
  server my-cluster-worker-2 192.0.2.4:443 check
listen my-cluster-apps-80
  bind 0.0.0.0:80
  mode tcp
  balance roundrobin
  server my-cluster-worker-0 192.0.2.7:80 check
  server my-cluster-worker-1 192.0.2.9:80 check
  server my-cluster-worker-2 192.0.2.8:80 check
    
```

2. 클러스터 API의 DNS 서버에 레코드를 추가하고 로드 밸런서를 통해 앱을 추가합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.



```

<load_balancer_ip_address> api.<cluster_name>.<base_domain>
<load_balancer_ip_address> apps.<cluster_name>.<base_domain>
    
```

3. 명령줄에서 **curl**을 사용하여 외부 로드 밸런서 및 DNS 구성이 작동하는지 확인합니다.
  - a. 클러스터 API에 액세스할 수 있는지 확인합니다.



```
$ curl https://<loadbalancer_ip_address>:6443/version --insecure
```

구성이 올바르면 응답으로 JSON 오브젝트가 표시됩니다.

```
{
  "major": "1",
  "minor": "11+",
  "gitVersion": "v1.11.0+ad103ed",
  "gitCommit": "ad103ed",
  "gitTreeState": "clean",
  "buildDate": "2019-01-09T06:44:10Z",
  "goVersion": "go1.10.3",
  "compiler": "gc",
  "platform": "linux/amd64"
}
```

b. 클러스터 애플리케이션에 액세스할 수 있는지 확인합니다.



### 참고

웹 브라우저에서 OpenShift Container Platform 콘솔을 여는 방식으로 애플리케이션 액세스 가능성을 확인할 수도 있습니다.

```
$ curl http://console-openshift-console.apps.<cluster_name>.<base_domain> -I -L --insecure
```

구성이 올바르면 HTTP 응답이 표시됩니다.

```
HTTP/1.1 302 Found
content-length: 0
location: https://console-openshift-console.apps.<cluster-name>.<base domain>/
cache-control: no-cacheHTTP/1.1 200 OK
referrer-policy: strict-origin-when-cross-origin
set-cookie: csrf-
token=39HoZgztDnzjJkq/JuLJMeoKNXIfiVv2YgZc09c3TBOBU4NI6kDXaJH1LdicNhN1UsQ
Wzon4Dor9GWGfopaTEQ==; Path=/; Secure
x-content-type-options: nosniff
x-dns-prefetch-control: off
x-frame-options: DENY
x-xss-protection: 1; mode=block
date: Tue, 17 Nov 2020 08:42:10 GMT
content-type: text/html; charset=utf-8
set-cookie:
1e2670d92730b515ce3a1bb65da45062=9b714eb87e93cf34853e87a92d6894be; path=/;
HttpOnly; Secure; SameSite=None
cache-control: private
```

## 23장. METALLB로 로드 밸런싱

### 23.1. METALLB 및 METALLB OPERATOR 정보

클러스터 관리자는 MetalLB Operator를 클러스터에 추가하여 **LoadBalancer** 유형의 서비스가 클러스터에 추가되면 MetalLB에서 서비스에 내결함성 외부 IP 주소를 추가할 수 있습니다. 외부 IP 주소가 클러스터의 호스트 네트워크에 추가됩니다.

#### 23.1.1. MetalLB 사용 시기

MetalLB를 사용하는 것은 베어 메탈 클러스터 또는 베어 메탈과 같은 인프라가 있는 경우 중요하며, 외부 IP 주소를 통해 애플리케이션에 내결함성 액세스를 원할 때 중요합니다.

외부 IP 주소의 네트워크 트래픽이 클라이언트에서 클러스터의 호스트 네트워크로 라우팅되도록 네트워킹 인프라를 구성해야 합니다.

MetalLB Operator를 사용하여 MetalLB를 배포한 후 **LoadBalancer** 유형의 서비스를 추가하면 MetalLB에서 플랫폼 네이티브 로드 밸런서를 제공합니다.

#### 23.1.2. MetalLB Operator 사용자 정의 리소스

MetalLB Operator는 다음 두 가지 사용자 정의 리소스의 자체 네임스페이스를 모니터링합니다.

##### MetalLB

클러스터에 **MetalLB** 사용자 정의 리소스를 추가하면 MetalLB Operator에서 클러스터에 MetalLB를 배포합니다. Operator는 사용자 정의 리소스의 단일 인스턴스만 지원합니다. 인스턴스가 삭제되면 Operator는 클러스터에서 MetalLB를 제거합니다.

##### AddressPool

MetalLB에는 **LoadBalancer** 유형의 서비스를 추가할 때 서비스에 할당할 수 있는 하나 이상의 IP 주소 풀이 필요합니다. **AddressPool** 사용자 정의 리소스를 클러스터에 추가하면 MetalLB Operator에서 풀에서 IP 주소를 할당할 수 있도록 MetalLB를 구성합니다. 주소 풀에는 IP 주소 목록이 포함됩니다. 목록은 범위(예: 1.1.1.1-1.1.1.1)를 사용하여 설정된 단일 IP 주소일 수 있습니다(예: 1.1.1.1-1.1.1.1), CIDR 표기법에 지정된 범위, 하이픈으로 구분된 시작 및 종료 주소로 지정된 범위 또는 세 가지 조합의 조합일 수 있습니다. 주소 풀에는 이름이 필요합니다. 이 문서에서는 **doc-example, doc-example-reserved, doc-example-ipv6** 등의 이름을 사용합니다. 주소 풀은 MetalLB가 풀에서 IP 주소를 자동으로 할당할 수 있는지 또는 IP 주소를 이름으로 명시적으로 지정하는 서비스에 예약되어 있는지 여부를 지정합니다.

**MetalLB** 사용자 정의 리소스를 클러스터에 추가하고 Operator에서 MetalLB를 배포하면 MetalLB 소프트웨어 구성 요소, **controller** 및 **speaker**가 실행됩니다.

#### 23.1.3. MetalLB 소프트웨어 구성 요소

MetalLB Operator를 설치하면 **metallb-operator-controller-manager** 배포가 Pod를 시작합니다. Pod는 Operator의 구현입니다. Pod는 **MetalLB** 사용자 정의 리소스 및 **AddressPool** 사용자 정의 리소스에 대한 변경 사항을 모니터링합니다.

Operator에서 MetalLB 인스턴스를 시작하면 **controller** 배포 및 **speaker** 데몬 세트를 시작합니다.

##### controller

Operator는 배포 및 단일 Pod를 시작합니다. **LoadBalancer** 유형의 서비스를 추가하면 Kubernetes는 **controller**를 사용하여 주소 풀에서 IP 주소를 할당합니다. 서비스가 실패하는 경우 **컨트롤러** Pod 로그에 다음 항목이 있는지 확인합니다.

## 출력 예

```
"event": "ipAllocated", "ip": "172.22.0.201", "msg": "IP address assigned by controller"
```

**speaker**

Operator는 클러스터의 각 노드에 대해 하나의 **speaker** Pod를 사용하여 데몬 세트를 시작합니다. 컨트롤러가 서비스에 IP 주소를 할당하고 서비스를 계속 사용할 수 없는 경우 **speaker** Pod 로그를 읽습니다. **speaker** 포드를 사용할 수 없는 경우 **oc describe pod -n** 명령을 실행합니다.

계층 2 모드의 경우 **controller**에서 서비스에 IP 주소를 할당한 후 각 **speaker** pod에서 서비스의 엔드포인트와 동일한 노드에 있는지 확인합니다. 노드 이름 및 서비스 이름을 해시하는 데 필요한 알고리즘은 로드 밸런서 IP 주소를 알릴 단일 **speaker** pod를 선택하는 데 사용됩니다. **speaker**는 ARP(Address Resolution Protocol)를 사용하여 IPv4 주소를 알리고 NDP(neighbor Discovery Protocol)를 사용하여 IPv6 주소를 알립니다.

로드 밸런서 IP 주소에 대한 요청은 IP 주소를 알려주는 **speaker**가 있는 노드로 라우팅됩니다. 노드가 패킷을 수신하면 서비스 프록시가 패킷을 서비스의 엔드포인트로 라우팅합니다. 최적의 경우 엔드포인트가 동일한 노드에 있거나 다른 노드에 있을 수 있습니다. 서비스 프록시는 연결이 설정될 때마다 엔드포인트를 선택합니다.

**23.1.4. 계층 2 모드의 MetalLB 개념**

계층 2 모드에서 하나의 노드의 **speaker** pod는 서비스의 외부 IP 주소를 호스트 네트워크에 알립니다. 네트워크 화면에서 볼 때 노드에는 네트워크 인터페이스에 할당된 여러 IP 주소가 있는 것으로 보입니다.

**참고**

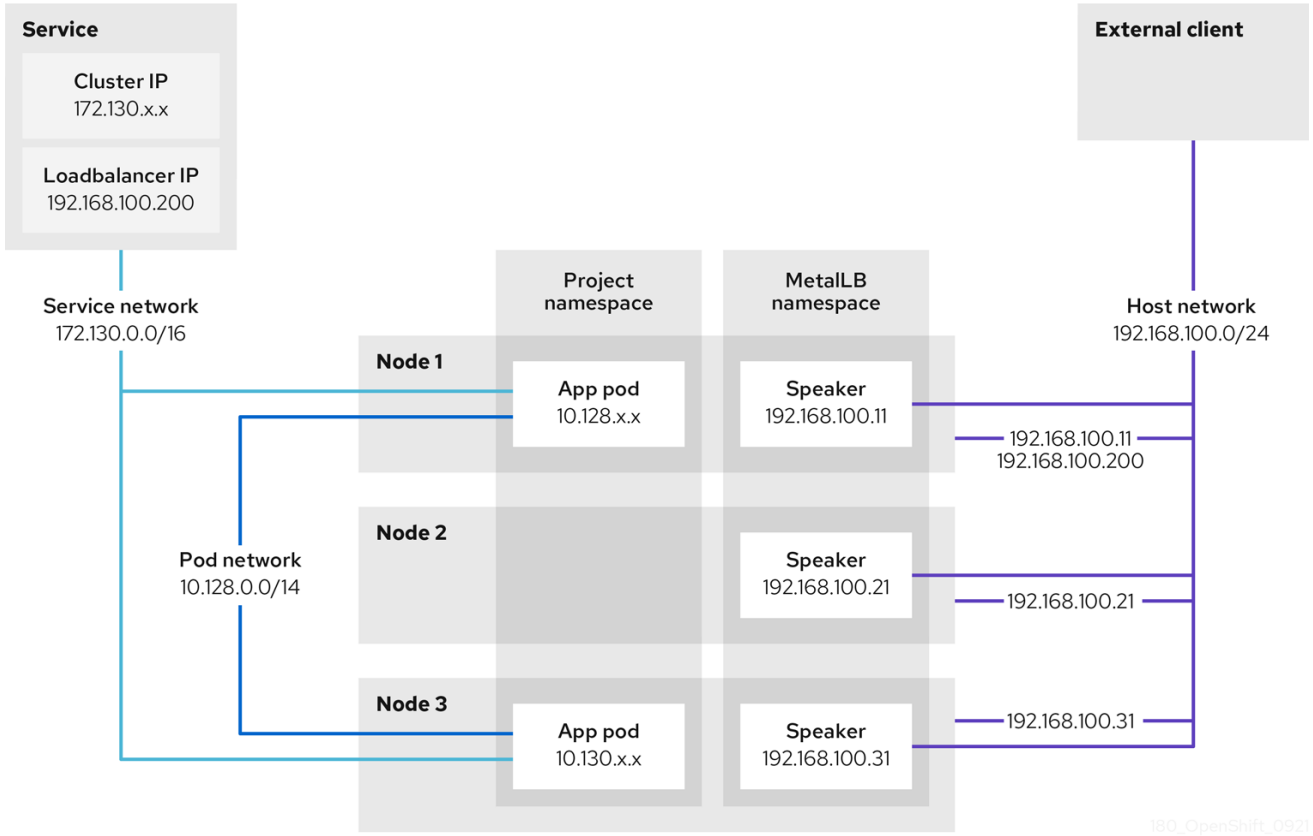
계층 2 모드는 ARP 및 NDP에 의존하기 때문에 클라이언트는 MetalLB가 작동하기 위해 서비스를 중단하는 노드와 동일한 서브넷에 있어야 합니다. 또한 서비스에 할당된 IP 주소는 클라이언트가 서비스에 도달하기 위해 사용하는 네트워크의 동일한 서브넷에 있어야 합니다.

**speaker** pod는 IPv6에 대한 IPv4 서비스 및 NDP 요청에 대한 ARP 요청에 응답합니다.

계층 2 모드에서는 서비스 IP 주소의 모든 트래픽이 하나의 노드를 통해 라우팅됩니다. 트래픽이 노드에 진입하면 CNI 네트워크 공급자의 서비스 프록시에서 서비스의 모든 Pod에 트래픽을 배포합니다.

서비스의 모든 트래픽이 계층 2 모드에서 단일 노드를 통해 시작되기 때문에 MetalLB는 계층 2에 대한 로드 밸런서를 구현하지 않습니다. 대신 MetalLB는 **speaker** pod를 사용할 수 없게 되는 계층 2에 대한 페일 오버 메커니즘을 구현하여 다른 노드의 **speaker** Pod에서 서비스 IP 주소를 알릴 수 있습니다.

노드를 사용할 수 없게 되면 장애 조치가 자동으로 수행됩니다. 다른 노드의 **speaker** Pod는 노드를 사용할 수 없음을 감지하고 새 **speaker** Pod 및 노드가 실패한 노드에서 서비스 IP 주소의 소유권을 가져옵니다.



180\_OpenShift\_0921

이전 그림에서는 MetalLB와 관련된 다음 개념을 보여줍니다.

- 애플리케이션은 **172.130.0.0/16** 서브넷에 클러스터 IP가 있는 서비스를 통해 사용할 수 있습니다. 이 IP 주소는 클러스터 내부에서 액세스할 수 있습니다. 서비스에는 MetalLB가 서비스에 할당된 외부 IP 주소 **192.168.100.200**도 있습니다.
- 노드 1 및 3에는 애플리케이션용 pod가 있습니다.
- **speaker** 데몬 세트는 각 노드에서 Pod를 실행합니다. MetalLB Operator는 이러한 Pod를 시작합니다.
- 각 **speaker** pod는 호스트 네트워크 포드입니다. pod의 IP 주소는 호스트 네트워크에 있는 노드의 IP 주소와 동일합니다.
- 노드 1의 **speaker** pod는 ARP를 사용하여 서비스의 외부 IP 주소 **192.168.100.200**을 알립니다. 외부 IP 주소를 발표하는 **speaker** pod는 서비스의 엔드포인트와 동일한 노드에 있어야 하며 엔드포인트는 **Ready** 상태에 있어야 합니다.
- 클라이언트 트래픽은 호스트 네트워크로 라우팅되고 **192.168.100.200** IP 주소에 연결됩니다. 트래픽이 노드로 전환되면 서비스 프록시는 서비스에 설정한 외부 트래픽 정책에 따라 동일한 노드 또는 다른 노드의 애플리케이션 pod로 트래픽을 전송합니다.
- 노드 1을 사용할 수 없게 되면 외부 IP 주소가 다른 노드로 장애 조치됩니다. 애플리케이션 pod 및 서비스 엔드포인트의 인스턴스가 있는 다른 노드에서 **speaker** pod는 외부 IP 주소 **192.168.100.200**을 알리기 시작하고 새 노드는 클라이언트 트래픽을 수신합니다. 다이어그램에서 유일한 후보는 노드 3입니다.

### 23.1.4.1. 계층 2 및 외부 트래픽 정책



계층 2 모드에서는 클러스터의 한 노드에서 서비스 IP 주소에 대한 모든 트래픽을 수신합니다. 노드가 입력된 후 클러스터에서 트래픽을 처리하는 방법은 외부 트래픽 정책의 영향을 받습니다.

### cluster

**spec.externalTrafficPolicy**의 기본값입니다.

**cluster** 트래픽 정책을 사용하면 노드가 트래픽을 수신한 후 서비스 프록시에서 서비스의 모든 pod에 트래픽을 배포합니다. 이 정책은 pod에서 균일한 트래픽 배포를 제공하지만 클라이언트 IP 주소가 지워지고 클라이언트 대신 노드에서 트래픽이 시작된 pod의 애플리케이션에 표시될 수 있습니다.

### local

**local** 트래픽 정책에서는 노드가 트래픽을 수신한 후 서비스 프록시에서 동일한 노드의 pod에만 트래픽을 보냅니다. 예를 들어 A 노드의 **speaker** Pod에서 외부 서비스 IP를 알릴 경우 모든 트래픽이 노드 A로 전송됩니다. 트래픽이 노드 A에 진입하면 서비스 프록시는 A 노드에도 있는 서비스의 Pod에만 트래픽을 전송합니다. 추가 노드에 있는 서비스의 Pod는 A 노드에서 트래픽을 받지 않습니다. 추가 노드의 서비스에 대한 Pod는 장애 조치가 필요한 경우 복제본 역할을 합니다.

이 정책은 클라이언트 IP 주소에 영향을 미치지 않습니다. 애플리케이션 pod는 들어오는 연결에서 클라이언트 IP 주소를 확인할 수 있습니다.

## 23.1.5. 제한 사항

### 23.1.5.1. 레이어 2에만 지원

MetalLB Operator를 사용하여 OpenShift Container Platform 4.9에 MetalLB를 설치하고 구성하면 계층 2 모드로만 지원이 제한됩니다. 오픈 소스 MetalLB 프로젝트는 레이어 2 모드에 대한 로드 밸런싱을 제공하고, BGP(대부분 게이트웨이 프로토콜)를 사용하는 계층 3의 모드에 대해 로드 밸런싱을 제공합니다.

### 23.1.5.2. 단일 스택 네트워킹 지원

동일한 주소 풀에서 IPv4 주소와 IPv6 주소를 지정할 수 있지만 MetalLB는 로드 밸런서에 하나의 IP 주소만 할당합니다.

MetalLB를 듀얼 스택 네트워킹용으로 구성된 클러스터에 배포하면 MetalLB에서 서비스에 대한 클러스터 IP의 IP 주소 제품군에 따라 로드 밸런서에 하나의 IPv4 또는 IPv6 주소를 할당합니다. 예를 들어 서비스의 클러스터 IP가 IPv4이면 MetalLB에서 로드 밸런서에 IPv4 주소를 할당합니다. MetalLB는 IPv4 및 IPv6 주소를 동시에 할당하지 않습니다.

IPv6는 OVN-Kubernetes 네트워크 공급자를 사용하는 클러스터에서만 지원됩니다.

### 23.1.5.3. MetalLB의 인프라 고려 사항

MetalLB는 기본적으로 베어 메탈 설치에 유용합니다. 이러한 설치에는 기본 로드 밸런서 기능이 포함되어 있지 않기 때문입니다. 베어 메탈 설치 외에도 일부 인프라에 OpenShift Container Platform을 설치할 때 기본 로드 밸런서 기능이 포함되지 않을 수 있습니다. 예를 들어 다음 인프라는 MetalLB Operator를 추가하는 데 도움이 될 수 있습니다.

- 베어 메탈
- VMware vSphere

MetalLB Operator 및 MetalLB는 OpenShift SDN 및 OVN-Kubernetes 네트워크 공급자에서 지원됩니다.

### 23.1.5.4. 계층 2 모드에 대한 제한 사항

#### 23.1.5.4.1. 단일 노드 성능 장애

MetalLB는 단일 노드를 통해 서비스에 대한 모든 트래픽을 라우팅합니다. 이 노드는 병목 현상을 일으키고 성능을 제한할 수 있습니다.

계층 2 모드는 서비스의 수신 대역폭을 단일 노드의 대역폭으로 제한합니다. 이는 ARP 및 NDP를 사용하여 트래픽을 전달하는 기본 제한 사항입니다.

#### 23.1.5.4.2. 페일오버 성능 저하

노드 간 페일오버는 클라이언트와의 협업에 따라 달라집니다. 페일오버가 발생하면 MetalLB에서 적절한 ARP 패킷을 전송하여 서비스에 연결된 MAC 주소가 변경되었음을 알립니다.

대부분의 클라이언트 운영 체제는 적절한 ARP 패킷을 올바르게 처리하고 인접 캐시를 즉시 업데이트합니다. 클라이언트에서 캐시를 빠르게 업데이트하면 몇 초 내에 페일오버가 완료됩니다. 일반적으로 클라이언트는 10초 내에 새 노드로 페일오버합니다. 그러나 일부 클라이언트 운영 체제는 적절한 ARP 패킷을 전혀 처리하지 않거나 캐시 업데이트를 지연하는 오래된 구현을 보유하고 있습니다.

Windows, macOS 및 Linux와 같은 일반적인 운영 체제의 최신 버전은 계층 2 페일오버를 올바르게 구현합니다. 오래되고 덜 일반적인 클라이언트 운영 체제를 제외하고는 느린 페일오버 문제가 발생하지 않습니다.

계획된 페일오버가 오래된 클라이언트에 미치는 영향을 최소화하려면 리더십 전환 후 몇 분 동안 이전 노드를 계속 실행하십시오. 이전 노드는 캐시가 새로 고쳐질 때까지 오래된 클라이언트의 트래픽을 계속 전달할 수 있습니다.

계획되지 않은 페일오버가 발생하면 오래된 클라이언트가 캐시 항목을 새로 고칠 때까지 서비스 IP에 연결할 수 없습니다.

#### 23.1.5.5. IP 페일오버와 호환되지 않음

MetalLB는 IP 페일오버 기능과 호환되지 않습니다. MetalLB Operator를 설치하기 전에 IP 페일오버를 제거합니다.

#### 23.1.6. 추가 리소스

- [비교: 외부 IP 주소에 대한 내결함성 액세스](#)
- [IP 페일오버 제거](#)

## 23.2. METALLB OPERATOR 설치

클러스터 관리자는 Operator가 클러스터에서 MetalLB 인스턴스의 라이프사이클을 관리할 수 있도록 MetalLB Operator를 추가할 수 있습니다.

설치 절차에서는 **metallb-system** 네임스페이스를 사용합니다. Operator를 설치하고 다른 네임스페이스에 사용자 정의 리소스를 구성할 수 있습니다. Operator는 Operator가 설치된 동일한 네임스페이스에서 MetalLB를 시작합니다.

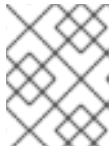
MetalLB 및 IP 페일오버가 호환되지 않습니다. 클러스터에 IP 페일오버를 구성한 경우 Operator를 설치하기 전에 [IP 페일오버 제거](#) 단계를 수행합니다.

### 23.2.1. 웹 콘솔을 사용하여 OperatorHub에서 설치

OpenShift Container Platform 웹 콘솔을 사용하여 OperatorHub에서 Operator를 설치하고 구독할 수 있습니다.

## 절차

1. 웹 콘솔에서 **Operators → OperatorHub** 페이지로 이동합니다.
2. 원하는 Operator를 찾으려면 키워드를 **Filter by keyword** 상자에 입력하거나 스크롤합니다. 예를 들어 **metallb**를 입력하여 MetalLB Operator를 찾습니다.  
**인프라 기능**에서 옵션을 필터링할 수 있습니다. 예를 들어, 연결이 끊긴 환경 (제한된 네트워크 환경이라고도 함)에서 작업하는 Operator를 표시하려면 **Disconnected**를 선택합니다.
3. Operator를 선택하여 추가 정보를 표시합니다.



### 참고

커뮤니티 Operator를 선택하면 Red Hat이 커뮤니티 Operator를 인증하지 않는다고 경고합니다. 계속하기 전에 경고를 확인해야 합니다.

4. Operator에 대한 정보를 확인하고 **Install**을 클릭합니다.
5. **Operator 설치** 페이지에서 다음을 수행합니다.
  - a. **Update Channe**를 선택합니다 (하나 이상이 사용 가능한 경우).
  - b. 앞에서 설명한 대로 **자동** 또는 **수동** 승인 전략을 선택합니다.
6. 이 OpenShift Container Platform 클러스터에서 선택한 네임스페이스에서 Operator를 사용할 수 있도록 하려면 **설치**를 클릭합니다.
  - a. **수동** 승인 전략을 선택한 경우 설치 계획을 검토하고 승인할 때까지 서브스크립션의 업그레이드 상태가 **업그레이드 중**으로 유지됩니다.  
**Install Plan** 페이지에서 승인 한 후 subscription 업그레이드 상태가 **Up to date**로 이동합니다.
  - b. **자동** 승인 전략을 선택한 경우 업그레이드 상태가 개입 없이 **최신** 상태로 확인되어야 합니다.
7. 서브스크립션의 업그레이드 상태가 **최신**이면 **Operator → 설치된 Operator**를 선택하여 설치된 Operator의 CSV(클러스터 서비스 버전)가 최종적으로 표시되는지 확인합니다. **상태**는 최종적으로 관련 네임스페이스에서 **InstallSucceeded**로 확인되어야 합니다.



### 참고

**모든 네임스페이스...** 설치 모드인 경우, **openshift-operators** 네임스페이스에서 상태가 **InstallSucceeded**로 확인되지만 다른 네임스페이스에서 확인하면 상태가 복사됨입니다.

그렇지 않은 경우 다음을 수행합니다.

- a. **워크로드 → Pod** 페이지의 **openshift-operators** 프로젝트(또는 특정 네임스페이스...설치 모드가 선택된 경우 기타 관련 네임스페이스)에서 문제를 보고하는 모든 Pod의 로그를 확인하여 문제를 추가로 해결합니다.

## 23.2.2. CLI를 사용하여 OperatorHub에서 설치

OpenShift Container Platform 웹 콘솔을 사용하는 대신 CLI를 사용하여 OperatorHub에서 Operator를 설치할 수 있습니다. **oc** 명령을 사용하여 **Subscription** 개체를 만들거나 업데이트합니다.

### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

### 절차

1. MetalLB Operator를 사용할 수 있는지 확인합니다.

```
$ oc get packagemanifests -n openshift-marketplace metallb-operator
```

#### 출력 예

```
NAME          CATALOG          AGE
metallb-operator  Red Hat Operators  9h
```

2. **metallb-system** 네임스페이스를 생성합니다.

```
$ cat << EOF | oc apply -f -
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: metallb-system
EOF
```

3. 네임스페이스에 Operator group 사용자 정의 리소스를 생성합니다.

```
$ cat << EOF | oc apply -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: metallb-operator
  namespace: metallb-system
spec:
  targetNamespaces:
    - metallb-system
EOF
```

4. Operator group이 네임스페이스에 설치되어 있는지 확인합니다.

```
$ oc get operatorgroup -n metallb-system
```

#### 출력 예

```
NAME          AGE
metallb-operator  14m
```

5. MetalLB Operator에 가입합니다.

- a. 다음 명령을 실행하여 OpenShift Container Platform 주 버전 및 부 버전을 가져옵니다. 값을 사용하여 다음 단계에서 **channel** 값을 설정합니다.

```
$ OC_VERSION=$(oc version -o yaml | grep openshiftVersion | \
grep -o '[0-9]*[.][0-9]*' | head -1)
```

- b. Operator에 대한 서브스크립션 사용자 정의 리소스를 생성하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ cat << EOF | oc apply -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: metallb-operator-sub
  namespace: metallb-system
spec:
  channel: "${OC_VERSION}"
  name: metallb-operator
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
EOF
```

6. 설치 계획이 네임스페이스에 있는지 확인합니다.

```
$ oc get installplan -n metallb-system
```

#### 출력 예

```
NAME          CSV                                APPROVAL  APPROVED
install-wzg94 metallb-operator.4.9.0-nnnnnnnnnnn Automatic true
```

7. Operator가 설치되었는지 확인하려면 다음 명령을 입력합니다.

```
$ oc get clusterserviceversion -n metallb-system \
-o custom-columns=Name:.metadata.name,Phase:.status.phase
```

#### 출력 예

```
Name                                Phase
metallb-operator.4.9.0-nnnnnnnnnnn Succeeded
```

### 23.2.3. 클러스터에서 MetalLB 시작

Operator를 설치한 후 MetalLB 사용자 정의 리소스의 단일 인스턴스를 구성해야 합니다. 사용자 정의 리소스를 구성한 후 Operator는 클러스터에서 MetalLB를 시작합니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.
- MetalLB Operator를 설치합니다.

## 절차

1. MetalLB 사용자 지정 리소스의 단일 인스턴스를 생성합니다.

```
$ cat << EOF | oc apply -f -
apiVersion: metallb.io/v1beta1
kind: MetalLB
metadata:
  name: metallb
  namespace: metallb-system
EOF
```

## 검증

MetalLB 컨트롤러 및 MetalLB 발표자의 데몬 세트가 실행 중인지 확인합니다.

1. 컨트롤러의 배포가 실행 중인지 확인합니다.

```
$ oc get deployment -n metallb-system controller
```

### 출력 예

```
NAME      READY  UP-TO-DATE  AVAILABLE  AGE
controller 1/1    1           1          11m
```

2. 발표자의 데몬 세트가 실행 중인지 확인합니다.

```
$ oc get daemonset -n metallb-system speaker
```

### 출력 예

```
NAME      DESIRED  CURRENT  READY  UP-TO-DATE  AVAILABLE  NODE
SELECTOR  AGE
speaker 6      6      6      6           6          kubernetes.io/os=linux 18m
```

예제 출력은 6개의 발표자 pod를 나타냅니다. 클러스터의 발표자 Pod 수는 예제 출력과 다를 수 있습니다. 출력에 클러스터의 각 노드에 하나의 pod가 표시되는지 확인합니다.

## 23.2.4. 다음 단계

- [MetalLB 주소 풀 구성](#)

## 23.3. METALLB 주소 풀 구성

클러스터 관리자는 주소 풀을 추가, 수정, 삭제할 수 있습니다. MetalLB Operator는 주소 풀 사용자 정의 리소스를 사용하여 MetalLB에서 서비스에 할당할 수 있는 IP 주소를 설정합니다.

### 23.3.1. 주소 풀 사용자 정의 리소스 정보

주소 풀 사용자 지정 리소스의 필드는 다음 표에 설명되어 있습니다.

표 23.1. MetalLB 주소 풀 사용자 정의 리소스

필드	유형	설명
<b>metadata.name</b>	<b>string</b>	주소 풀의 이름을 지정합니다. 서비스를 추가할 때 <b>metallb.universe.tf/address-pool</b> 주석에 이 풀 이름을 지정하여 특정 풀에서 IP 주소를 선택할 수 있습니다. 문서 전체에서 <b>doc-example, silver, gold</b> 라는 이름이 사용됩니다.
<b>metadata.name space</b>	<b>string</b>	주소 풀의 네임스페이스를 지정합니다. MetallB Operator에서 사용하는 동일한 네임스페이스를 지정합니다.
<b>spec.protocol</b>	<b>string</b>	로드 밸런서 IP 주소를 피어 노드에 발표하는 프로토콜을 지정합니다. 지원되는 유일한 값은 <b>layer2</b> 입니다.
<b>spec.autoAssignment</b>	<b>boolean</b>	선택 사항: MetallB에서 이 풀에서 IP 주소를 자동으로 할당하는지 여부를 지정합니다. <b>metallb.universe.tf/address-pool</b> 주석을 사용하여 이 풀에서 IP 주소를 명시적으로 요청하려면 <b>false</b> 를 지정합니다. 기본값은 <b>true</b> 입니다.
<b>spec.addresses</b>	<b>array</b>	서비스에 할당할 MetallB의 IP 주소 목록을 지정합니다. 단일 풀에서 여러 범위를 지정할 수 있습니다. CIDR 표기법에서 각 범위를 지정하거나 하이픈으로 구분된 시작 및 끝 IP 주소로 지정합니다.

### 23.3.2. 주소 풀 구성

클러스터 관리자는 클러스터에 주소 풀을 추가하여 MetallB에서 로드 밸런서 서비스에 할당할 수 있는 IP 주소를 제어할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- **cluster-admin** 권한이 있는 사용자로 로그인합니다.

#### 절차

1. 다음 예와 같은 내용을 사용하여 **addresspool.yaml** 과 같은 파일을 생성합니다.

```
apiVersion: metallb.io/v1alpha1
kind: AddressPool
metadata:
  namespace: metallb-system
  name: doc-example
spec:
  protocol: layer2
  addresses:
    - 203.0.113.1-203.0.113.10
    - 203.0.113.65-203.0.113.75
```

2. 주소 풀에 대한 구성을 적용합니다.

```
$ oc apply -f addresspool.yaml
```

## 검증

- 주소 풀을 확인합니다.

```
$ oc describe -n metallb-system addresspool doc-example
```

### 출력 예

```
Name:      doc-example
Namespace: metallb-system
Labels:    <none>
Annotations: <none>
API Version: metallb.io/v1alpha1
Kind:      AddressPool
Metadata:
  ...
Spec:
  Addresses:
    203.0.113.1-203.0.113.10
    203.0.113.65-203.0.113.75
  Auto Assign: true
  Protocol:    layer2
  Events:     <none>
```

주소 풀 이름(예: **doc-example**) 및 IP 주소 범위가 출력에 표시되는지 확인합니다.

## 23.3.3. 주소 풀 구성의 예

### 23.3.3.1. 예: IPv4 및 CIDR 범위

CIDR 표기법에서 IP 주소 범위를 지정할 수 있습니다. 하이픈을 사용하는 표기법과 CIDR 표기법을 결합하여 하한 및 상한을 분리할 수 있습니다.

```
apiVersion: metallb.io/v1beta1
kind: AddressPool
metadata:
  name: doc-example-cidr
  namespace: metallb-system
spec:
  protocol: layer2
  addresses:
    - 192.168.100.0/24
    - 192.168.200.0/24
    - 192.168.255.1-192.168.255.5
```

### 23.3.3.2. 예: IP 주소

MetalLB가 풀에서 IP 주소를 자동으로 할당하지 못하도록 **autoAssign** 필드를 **false** 로 설정할 수 있습니다. 서비스를 추가할 때 풀에서 특정 IP 주소를 요청하거나 주석에 풀 이름을 지정하여 풀에서 IP 주소를 요청할 수 있습니다.

```
apiVersion: metallb.io/v1beta1
kind: AddressPool
```



```

metadata:
  name: doc-example-reserved
  namespace: metallb-system
spec:
  protocol: layer2
  addresses:
  - 10.0.100.0/28
  autoAssign: false

```

### 23.3.3.3. 예: IPv6 주소 풀

IPv6를 사용하는 주소 풀을 추가할 수 있습니다. 다음 예제에서는 단일 IPv6 범위를 보여줍니다. 그러나 여러 IPv4 예제와 마찬가지로 **address** 목록에 여러 범위를 지정할 수 있습니다.

```

apiVersion: metallb.io/v1beta1
kind: AddressPool
metadata:
  name: doc-example-ipv6
  namespace: metallb-system
spec:
  protocol: layer2
  addresses:
  - 2002:2:2::1-2002:2:2::100

```

### 23.3.4. 다음 단계

- [MetalLB를 사용하도록 서비스 구성](#)

## 23.4. METALLB를 사용하도록 서비스 구성

클러스터 관리자는 **LoadBalancer** 유형의 서비스를 추가할 때 MetalLB에서 IP 주소를 할당하는 방법을 제어할 수 있습니다.

### 23.4.1. 특정 IP 주소 요청

다른 로드 밸런서 구현과 마찬가지로 MetalLB에는 서비스 사양에서 **spec.loadBalancerIP** 필드가 허용됩니다.

요청된 IP 주소가 주소 풀의 범위 내에 있는 경우 MetalLB는 요청된 IP 주소를 할당합니다. 요청된 IP 주소가 범위 내에 없는 경우 MetalLB에서 경고를 보고합니다.

#### 특정 IP 주소에 대한 서비스 YAML의 예

```

apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: <service_name>
  annotations:
    metallb.universe.tf/address-pool: <address_pool_name>
spec:
  selector:
    <label_key>: <label_value>
  ports:

```

```
- port: 8080
  targetPort: 8080
  protocol: TCP
  type: LoadBalancer
  loadBalancerIP: <ip_address>
```

MetalLB에서 요청된 IP 주소를 할당할 수 없는 경우 서비스의 **EXTERNAL-IP**는 **<pending>**을 보고하고 **oc describe service <service\_name>**을 실행하면 다음 예와 같은 이벤트가 포함됩니다.

### MetalLB에서 요청된 IP 주소를 할당할 수 없는 이벤트의 예

```
...
Events:
  Type    Reason          Age    From          Message
  ----    -
Warning AllocationFailed 3m16s metallb-controller Failed to allocate IP for "default/invalid-request": "4.3.2.1" is not allowed in config
```

### 23.4.2. 특정 풀에서 IP 주소 요청

특정 범위의 IP 주소를 할당하지만 특정 IP 주소와 관련이 없는 경우 **metallb.universe.tf/address-pool** 주석을 사용하여 지정된 주소 풀의 IP 주소를 요청할 수 있습니다.

### 특정 풀의 IP 주소에 대한 서비스 YAML의 예

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: <service_name>
  annotations:
    metallb.universe.tf/address-pool: <address_pool_name>
spec:
  selector:
    <label_key>: <label_value>
  ports:
    - port: 8080
      targetPort: 8080
      protocol: TCP
      type: LoadBalancer
```

**<address\_pool\_name>**에 대해 지정한 주소 풀이 없는 경우 MetalLB는 자동 할당을 허용하는 모든 풀에서 IP 주소를 할당하려고 시도합니다.

### 23.4.3. IP 주소 수락

기본적으로 주소 풀은 자동 할당을 허용하도록 구성됩니다. MetalLB는 이러한 주소 풀에서 IP 주소를 할당합니다.

자동 할당을 위해 구성된 풀의 IP 주소를 수락하려면 특별한 주석이나 구성이 필요하지 않습니다.

### IP 주소를 수락하는 서비스 YAML의 예

```
apiVersion: v1
kind: Service
```

```

metadata:
  name: <service_name>
spec:
  selector:
    <label_key>: <label_value>
  ports:
    - port: 8080
      targetPort: 8080
      protocol: TCP
  type: LoadBalancer

```

#### 23.4.4. 특정 IP 주소 공유

기본적으로 서비스는 IP 주소를 공유하지 않습니다. 그러나 단일 IP 주소에 서비스를 공동 배치해야 하는 경우 **metallb.universe.tf/allow-shared-ip** 주석을 서비스에 추가하여 선택적 IP 공유를 활성화할 수 있습니다.

```

apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: service-http
  annotations:
    metallb.universe.tf/address-pool: doc-example
    metallb.universe.tf/allow-shared-ip: "web-server-svc" 1
spec:
  ports:
    - name: http
      port: 80 2
      protocol: TCP
      targetPort: 8080
  selector:
    <label_key>: <label_value> 3
  type: LoadBalancer
  loadBalancerIP: 172.31.249.7 4
---
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: service-https
  annotations:
    metallb.universe.tf/address-pool: doc-example
    metallb.universe.tf/allow-shared-ip: "web-server-svc" 5
spec:
  ports:
    - name: https
      port: 443 6
      protocol: TCP
      targetPort: 8080
  selector:
    <label_key>: <label_value> 7
  type: LoadBalancer
  loadBalancerIP: 172.31.249.7 8

```

1 5 **metallb.universe.tf/allow-shared-ip** 주석에 동일한 값을 지정합니다. 이 값을 **공유 키**라고 합니다.

- 2 6 서비스에 대해 서로 다른 포트 번호를 지정합니다.
- 3 7 서비스가 동일한 Pod 세트에 트래픽을 보내도록 **externalTrafficPolicy: local**을 지정해야 하는 경우 동일한 Pod 선택기를 지정합니다. **cluster** 외부 트래픽 정책을 사용하는 경우 Pod 선택기를 동일할 필요가 없습니다.
- 4 8 선택 사항: 이전 항목 3개를 지정하는 경우 MetalLB에서 서비스를 동일한 IP 주소에 배치할 수 있습니다. 서비스가 IP 주소를 공유하도록 하려면 공유할 IP 주소를 지정합니다.

기본적으로 Kubernetes는 다중 프로토콜 로드 밸런서 서비스를 허용하지 않습니다. 이 제한으로 인해 일반적으로 TCP 및 UDP에서 수신 대기해야 하는 DNS와 같은 서비스를 실행할 수 없습니다. MetalLB를 사용하여 이 Kubernetes 제한 사항을 해결하려면 다음 두 서비스를 생성합니다.

- 한 서비스에 대해 TCP를 지정하고 두 번째 서비스에 대해 UDP를 지정합니다.
- 두 서비스 모두에서 동일한 pod 선택기를 지정합니다.
- 동일한 공유 키와 **spec.loadBalancerIP** 값을 지정하여 TCP 및 UDP 서비스를 동일한 IP 주소에 공동 배치합니다.

### 23.4.5. MetalLB를 사용하여 서비스 구성

주소 풀에서 외부 IP 주소를 사용하도록 로드 밸런싱 서비스를 구성할 수 있습니다.

#### 사전 요구 사항

- OpenShift CLI(**oc**)를 설치합니다.
- MetalLB Operator를 설치하고 MetalLB를 시작합니다.
- 하나 이상의 주소 풀을 구성합니다.
- 클라이언트의 트래픽을 클러스터의 호스트 네트워크로 라우팅하도록 네트워크를 구성합니다.

#### 절차

1. **<service\_name>.yaml** 파일을 생성합니다. 파일에서 **spec.type** 필드가 **LoadBalancer**로 설정되어 있는지 확인합니다.  
MetalLB에서 서비스에 할당하는 외부 IP 주소를 요청하는 방법에 대한 자세한 내용은 예제를 참조하십시오.
2. 서비스를 생성합니다.

```
$ oc apply -f <service_name>.yaml
```

#### 출력 예

```
service/<service_name> created
```

#### 검증

- 서비스를 설명합니다.

```
$ oc describe service <service_name>
```

## 출력 예

```

Name:          <service_name>
Namespace:     default
Labels:        <none>
Annotations:   metallb.universe.tf/address-pool: doc-example <.>
Selector:      app=service_name
Type:          LoadBalancer <.>
IP Family Policy:  SingleStack
IP Families:    IPv4
IP:             10.105.237.254
IPs:            10.105.237.254
LoadBalancer Ingress:  192.168.100.5 <.>
Port:          <unset> 80/TCP
TargetPort:    8080/TCP
NodePort:      <unset> 30550/TCP
Endpoints:     10.244.0.50:8080
Session Affinity:  None
External Traffic Policy: Cluster
Events: <.>
  Type    Reason      Age           From           Message
  ----    -
  Normal  nodeAssigned  32m (x2 over 32m) metallb-speaker announcing from node "
  <node_name>"

```

<.> 특정 풀에서 IP 주소를 요청하는 경우 주석이 있습니다. <.> 서비스 유형은 **LoadBalancer** 를 지정해야 합니다. <.> 로드 밸런서 수신 필드는 서비스가 올바르게 할당되면 외부 IP 주소를 나타냅니다. <.> 이벤트 필드는 외부 IP 주소를 표시하여 외부 IP 주소를 어셈블하기 위해 할당되었음을 나타냅니다. 오류가 발생하면 이벤트 필드에 오류 이유가 표시됩니다.

## 24장. 보조 인터페이스 지표와 네트워크 연결 연관 짓기

### 24.1. 모니터링을 위한 보조 네트워크 메트릭 확장

보조 장치 또는 인터페이스는 다양한 용도로 사용됩니다. 동일한 분류 기준으로 보조 장치에 대한 지표를 집계하려면 보조 장치를 분류할 방법이 있어야 합니다.

노출된 지표는 인터페이스를 포함하지만 인터페이스가 시작되는 위치는 지정하지 않습니다. 추가 인터페이스가 없는 경우 사용할 수 있습니다. 그러나 보조 인터페이스를 추가하는 경우 인터페이스 이름만 사용하여 인터페이스를 식별하기 어려울 수 있습니다.

보조 인터페이스를 추가할 때는 이름이 추가하는 순서에 따라 달라집니다. 서로 다른 보조 인터페이스는 다른 네트워크에 속할 수 있으며 다른 용도로 사용할 수 있습니다.

**pod\_network\_name\_info** 를 사용하면 인터페이스 유형을 식별하는 추가 정보로 현재 지표를 확장할 수 있습니다. 이러한 방식으로 지표를 집계하고 특정 인터페이스 유형에 특정 경보를 추가할 수 있습니다.

네트워크 유형은 관련 **NetworkAttachmentDefinition** 이름을 사용하여 생성되며, 보조 네트워크의 다른 클래스를 구별하는 데 사용됩니다. 예를 들어 서로 다른 네트워크에 속하거나 서로 다른 CNI를 사용하는 서로 다른 인터페이스는 서로 다른 네트워크 연결 정의 이름을 사용합니다.

#### 24.1.1. 네트워크 지표 데몬

네트워크 지표 데몬은 네트워크 관련 지표를 수집하고 게시하는 데몬 구성 요소입니다.

kubelet은 이미 관찰 가능한 네트워크 관련 지표를 게시하고 있습니다. 이러한 지표는 다음과 같습니다.

- **container\_network\_receive\_bytes\_total**
- **container\_network\_receive\_errors\_total**
- **container\_network\_receive\_packets\_total**
- **container\_network\_receive\_packets\_dropped\_total**
- **container\_network\_transmit\_bytes\_total**
- **container\_network\_transmit\_errors\_total**
- **container\_network\_transmit\_packets\_total**
- **container\_network\_transmit\_packets\_dropped\_total**

이러한 지표의 레이블에는 다음이 포함됩니다.

- 포트 이름
- 포트 네임스페이스
- 인터페이스 이름(예: **eth0**)

이러한 지표는 예를 들면 **Multus**를 통해 Pod에 새 인터페이스를 추가할 때까지는 인터페이스 이름이 무엇을 나타내는지 명확하지 않기 때문에 잘 작동합니다.

인터페이스 레이블은 인터페이스 이름을 나타내지만 해당 인터페이스가 무엇을 의미하는지는 명확하지 않습니다. 인터페이스가 다양한 경우 모니터링 중인 지표에서 어떤 네트워크를 참조하는지 파악하기란 불가능합니다.

이 문제는 다음 섹션에 설명된 새로운 `pod_network_name_info`를 도입하여 해결됩니다.

### 24.1.2. 네트워크 이름이 있는 지표

이 `daemonset`는 고정 값이 0인 `pod_network_name_info` 게이지 지표를 게시합니다.

```
pod_network_name_info{interface="net0",namespace="namespacename",network_name="nadname
space/firstNAD",pod="podname"} 0
```

네트워크 이름 레이블은 Multus에서 추가한 주석을 사용하여 생성됩니다. 네트워크 연결 정의가 속하는 네임스페이스와 네트워크 연결 정의 이름을 연결하는 것입니다.

새 지표 단독으로는 많은 가치를 제공하지 않지만 네트워크 관련 `container_network_*` 지표와 결합되는 경우 보조 네트워크 모니터링을 더 잘 지원합니다.

다음과 같은 `promql` 쿼리를 사용하면 `k8s.v1.cni.cncf.io/networks-status` 주석에서 검색된 값과 네트워크 이름이 포함된 새 지표를 가져올 수 있습니다.

```
(container_network_receive_bytes_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) (
pod_network_name_info )
(container_network_receive_errors_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name) (
pod_network_name_info )
(container_network_receive_packets_total) + on(namespace,pod,interface)
group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_receive_packets_dropped_total) + on(namespace,pod,interface)
group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_bytes_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name)
( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_errors_total) + on(namespace,pod,interface) group_left(network_name)
( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_packets_total) + on(namespace,pod,interface)
group_left(network_name) ( pod_network_name_info )
(container_network_transmit_packets_dropped_total) + on(namespace,pod,interface)
group_left(network_name)
```