



## **NVMe-oF**를 사용하여 호스트 구성 SAN hosts and cloud clients

NetApp  
March 29, 2024

# 목차

NVMe-oF를 사용하여 호스트 구성 .....	1
개요 .....	1
ONTAP를 사용하는 AIX용 NVMe/FC 호스트 구성 .....	1
ESXi .....	7
Oracle Linux .....	22
RHEL을 참조하십시오 .....	153
SLES .....	285
우분투 .....	357
Windows .....	368
문제 해결 .....	391

# NVMe-oF를 사용하여 호스트 구성

## 개요

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 NVMe over TCP(NVMe/TCP)를 포함한 NVMe over Fabrics(NVMe-oF) 프로토콜을 위해 ONTAP를 타겟으로 사용하여 특정 SAN 호스트를 구성할 수 있습니다. 호스트 운영 체제와 ONTAP 버전에 따라 호스트에서 NVMe/FC 또는 NVMe/TCP 프로토콜을 구성하거나 유효성을 검사합니다.

## ONTAP를 사용하는 AIX용 NVMe/FC 호스트 구성

ONTAP 스토리지를 타겟으로 사용하여 IBM AIX 및 VIOS/PowerVM 호스트에서 NVMe over Fibre Channel(NVMe/FC)을 활성화할 수 있습니다. 지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 [참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

ONTAP가 있는 AIX 호스트의 NVMe/FC 호스트 구성에 대해 다음 지원을 사용할 수 있습니다.

- ONTAP 9.13.1 버전부터는 물리적 스택과 가상 스택을 모두 지원하는 SAN 부팅 기능이 있는 IBM AIX 7.2 TL5 SP6, AIX 7.3 TL1 SP2 및 VIOS 3.1.4.21 릴리스에 NVMe/FC 지원이 추가됩니다. SAN 부팅 지원 설정에 대한 자세한 내용은 IBM 설명서를 참조하십시오.
- NVMe/FC는 Power9 및 Power10 IBM 서버에서 지원됩니다.
- NVMe 장치에는 AIX MPIO(SCSI Multipath I/O)용 호스트 유틸리티와 같은 별도의 PCM(Path Control Module)이 필요하지 않습니다.
- NetApp(VIOS/PowerVM)의 가상화 지원은 VIOS 3.1.4.21에서 도입되었습니다. Power10 IBM 서버를 사용하는 NPIV(N\_PortID Virtualization) 스토리지 가상화 모드를 통해 \_OVJIT\_SUPPORTED\_SUPPORTED입니다.

### 필요한 것

- 어댑터 펌웨어 12.4.257.30 이상 버전이 있는 32Gb FC Emulex 어댑터(EN1A, EN1B, EN1L, EN1M) 또는 64GB FC 어댑터(EN1N, EN1P)가 있는지 확인합니다.
- MetroCluster 구성이 있는 경우 AIX 운영 시스템에서 더 짧은 I/O 시간 초과를 강제로 적용하는 것을 피하기 위해 MetroCluster 계획되지 않은 전환 이벤트를 지원하기 위해 AIX NVMe/FC 기본 APD(모든 경로 중지) 시간을 변경하는 것이 좋습니다. 기본 설정에 대한 추가 정보 및 권장 변경 사항은 공용 보고서 1553249를 참조하십시오.
- 기본적으로 AIX 호스트 OS의 ANATT(Asymmetric Namespace Access Transition Timeout) 값은 30초입니다. IBM은 ANATT 값을 60초로 제한 Interim Fix(ifix)를 제공합니다. IBM 웹 사이트에서 ifix를 설치하여 모든 ONTAP 워크플로를 중단 없이 수행할 수 있도록 해야 합니다.



NVMe/FC AIX 지원을 위해서는 AIX OS의 GA 버전에 ifix를 설치해야 합니다. 이 작업은 VIOS/PowerVM OS에는 필요하지 않습니다.

ifix 세부 정보는 다음과 같습니다.

- AIX 레벨 72-TL5-SP6-2320의 경우 를 설치하십시오 IJ46710s6a.230509.epkg.z 패키지.
- AIX 레벨 73-TL1-SP2-2320의 경우 를 설치합니다 IJ46711s2a.230509.epkg.z 패키지.

접미사 관리에 대한 자세한 내용은 을 참조하십시오 ["AIX에서 중간 수정 관리"](#).



이전에 설치된 접미사 없이 AIX 버전에 이 접미사 를 설치해야 합니다  
`devices.pciex.pciexclass.010802.rte` 를 클릭합니다. 이러한 접미사 가 있으면 새  
설치와 충돌하게 됩니다.

다음 표에서는 AIX LPAR(AIX Logical Partition) 또는 물리적 스택에 할당된 HBA를 보여 줍니다.

호스트 OS	파워 아치	Power FW 버전	모드를 선택합니다	설명
AIX 7.2 TL5 SP6	전원9	FW 950 이상	물리적 스택	iFix는 TS012877410을 통해 제공됩니다.
	전원10	FW 1010 이상	물리적 스택	SAN 부팅이 지원됩니다. iFix는 TS012877410을 통해 제공됩니다.
AIX 7.3 TL1 SP2	전원9	FW 950 이상	물리적 스택	iFix는 TS012877410을 통해 제공됩니다.
	전원10	FW 1010 이상	물리적 및 가상 스택	iFix는 TS012877410을 통해 제공됩니다.

다음 표에는 가상화 모드에서 NPIV 지원 기능을 통해 VIOS에 할당된 HBA가 나와 있습니다.

호스트 OS	파워 아치	Power FW 버전	모드를 선택합니다	설명
VIOS/PowerVM 3.1.4.21	전원10	FW 1010 이상	가상 스택	지원은 VIOC용 AIX 7.3 TL1 SP2부터 시작됩니다

## 알려진 제한 사항

ONTAP가 있는 AIX용 NVMe/FC 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 제한 사항이 있습니다.

- AIX 호스트의 QLogic/Marvel 32G FC HBA는 NVMe/FC를 지원하지 않습니다.
- Power9 IBM 서버를 사용하는 NVMe/FC 장치에는 SAN 부팅이 지원되지 않습니다.

## 다중 경로

NVMe 다중 경로에 사용되는 IBM MPIO(다중 경로 I/O)는 AIX OS를 설치할 때 기본적으로 제공됩니다.

을 사용하여 AIX 호스트에 대해 NVMe 다중 경로가 활성화되어 있는지 확인할 수 있습니다 `lsmpio` 명령:

```
#[root@aix_server /]: lsmpio -l hdisk1
```

- 예제 출력 \*

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

## NVMe/FC 구성

다음 절차를 사용하여 Broadcom/Emulex 어댑터용 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).
2. 기본적으로 NVMe/FC 프로토콜 지원은 물리적 FC에서 활성화되어 있지만, 가상 I/O 서버(VIOS)의 VFC(가상 파이버 채널)에서 NVMe/FC 프로토콜 지원은 비활성화되어 있습니다.

가상 어댑터 목록을 검색합니다.

```
$ lsmap -all -npiv
```

◦ 예제 출력 \*

```
Name                Physloc                ClntID ClntName
ClntOS
-----
vfchost0            U9105.22A.785DB61-V2-C2          4 s1022-iop-mcc-
AIX
Status:LOGGED_IN
FC name:fcs4                FC loc code:U78DA.ND0.WZS01UY-P0-C7-T0
Ports logged in:3
Flags:0xea<LOGGED_IN,STRIP_MERGE,SCSI_CLIENT,NVME_CLIENT>
VFC client name:fcs0        VFC client DRC:U9105.22A.785DB61-V4-C2
```

3. 를 실행하여 어댑터에서 NVMe/FC 프로토콜 지원을 설정합니다 `ioscli vfcctrl` VIOS의 명령:

```
$ vfcctrl -enable -protocol nvme -vadapter vfchost0
```

◦ 예제 출력 \*

```
The "nvme" protocol for "vfchost0" is enabled.
```

4. 어댑터에서 지원이 활성화되었는지 확인합니다.

```
# lsattr -El vfchost0
```

◦ 예제 출력 \*

alt_site_wwpn		WWPN to use - Only set after migration	False
current_wwpn	0	WWPN to use - Only set after migration	False
enable_nvme	yes	Enable or disable NVME protocol for NPIV	True
label		User defined label	True
limit_intr	false	Limit NPIV Interrupt Sources	True
map_port	fcs4	Physical FC Port	False
num_per_nvme	0	Number of NPIV NVME queues per range	True
num_per_range	0	Number of NPIV SCSI queues per range	True

5. 현재 모든 어댑터 또는 선택한 어댑터에 대해 NVMe/FC 프로토콜을 활성화합니다.

a. 모든 어댑터에 대해 NVMe/FC 프로토콜을 활성화합니다.

- i. 를 변경합니다 dflt\_enabl\_nvme 의 속성 값 viosnpiv0 의사 디바이스 yes.
- ii. 를 설정합니다 enable\_nvme 속성 값 yes 모든 VFC 호스트 디바이스에 대해

```
# chdev -l viosnpiv0 -a dflt_enabl_nvme=yes
```

```
# lsattr -El viosnpiv0
```

▪ 예제 출력 \*

bufs_per_cmd	10	NPIV Number of local bufs per cmd	True
dflt_enabl_nvme	yes	Default NVME Protocol setting for a new NPIV adapter	True
num_local_cmds	5	NPIV Number of local cmds per channel	True
num_per_nvme	8	NPIV Number of NVME queues per range	True
num_per_range	8	NPIV Number of SCSI queues per range	True
secure_va_info	no	NPIV Secure Virtual Adapter Information	True

a. 를 변경하여 선택한 어댑터에 대해 NVMe/FC 프로토콜을 활성화합니다 enable\_nvme 에 대한 VFC 호스트

디바이스 속성의 값입니다 yes.

6. 확인합니다 FC-NVMe Protocol Device 이(가) 서버에 생성되었습니다.

```
# [root@aix_server /]: lsdev |grep fcnvme
```

◦ 단풍나무 출력 \*

```
fcnvme0      Available 00-00-02      FC-NVMe Protocol Device
fcnvme1      Available 00-01-02      FC-NVMe Protocol Device
```

7. 서버에서 호스트 NQN을 기록합니다.

```
# [root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme0
```

◦ 예제 출력 \*

```
attach      switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State            True
host_nqn     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

```
[root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme1
```

◦ 예제 출력 \*

```
attach      switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State            True
host_nqn     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

8. 호스트 NQN을 확인하고 ONTAP 스토리지의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_s922-55-lpar2
```

◦ 예제 출력 \*

```
Vserver          Subsystem          Host NQN
-----
vs_s922-55-lpar2 subsystem_s922-55-lpar2 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-8a378dec31e8
```

9. 이니시에이터 포트가 실행 중이며 타겟 LIF가 표시되는지 확인합니다.

## NVMe/FC를 검증합니다

ONTAP 네임스페이스가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인해야 합니다. 다음 명령을 실행하여 이 작업을 수행합니다.

```
# [root@aix_server /]: lsdev -Cc disk |grep NVMe
```

• 예제 출력 \*

```
hdisk1    Available 00-00-02 NVMe 4K Disk
```

경로 다중화 상태를 확인할 수 있습니다.

```
#[root@aix_server /]: lsmPIO -l hdisk1
```

• 예제 출력 \*

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

## 알려진 문제

ONTAP를 사용하는 AIX용 NVMe/FC 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.



Burt ID를 참조하십시오	제목	설명
1553249	MCC 계획되지 않은 Switchover 이벤트를 지원하기 위해 AIX NVMe/FC 기본 APD 시간을 수정해야 합니다	기본적으로 AIX 운영 체제는 NVMe/FC에 대해 모든 경로 다운(APD) 시간 초과 값 20초를 사용합니다. 하지만 ONTAP MetroCluster 자동 비계획 전환(AUSO) 및 Tiebreaker가 시작한 스위치오버 워크플로우가 APD 시간 초과 기간보다 약간 오래 걸릴 수 있으며, 이로 인해 I/O 오류가 발생할 수 있습니다.
1546017	AIX NVMe/FC는 ONTAP에서 광고한 120초 대신 60초 이내에 ANATT를 CAP 합니다	ONTAP는 컨트롤러 ID의 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스) 전환 시간 초과를 120초로 알립니다. 현재 ifix를 사용하여 AIX는 컨트롤러에서 ANA 전환 시간 제한을 읽지만, 이 제한을 초과하면 60초로 효과적으로 클램핑합니다.
1541386)을 참조하십시오	AIX NVMe/FC는 ANATT 만료 후 EIO를 적중합니다	스토리지 페일오버(SFO) 이벤트의 경우 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스) 전환이 지정된 경로에서 ANA 전환 시간 제한 한도를 초과할 경우, AIX NVMe/FC 호스트는 네임스페이스에 사용할 수 있는 대체 정상 경로가 있더라도 I/O 오류와 함께 실패합니다.
1541380)을 참조하십시오	AIX NVMe/FC는 ANA ANN 이후 I/O를 재개하기 전에 반/전체 ANATT가 만료될 때까지 대기합니다	IBM AIX NVMe/FC는 ONTAP가 게시하는 일부 비동기 알림(AIN)을 지원하지 않습니다. 이와 같이 최적화되지 않은 ANA 처리는 SFO 작업 중 성능 저하를 초래합니다.

## 문제 해결

NVMe/FC 장애를 해결하기 전에 상호 운용성 매트릭스 툴(IMT) 사양을 준수하는 구성을 실행 중인지 확인하십시오.  
여전히 문제가 발생하는 경우 에 문의하십시오 ["NetApp 지원"](#) 추가 분류를 위해

## ESXi

### ONTAP가 있는 ESXi 8.x용 NVMe-oF 호스트 구성

ESXi 8.x 및 ONTAP를 실행 중인 이니시에이터 호스트에 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)를  
타겟으로 구성할 수 있습니다.

#### 지원 가능성

- ONTAP 9.10.1부터 ONTAP에 대해 NVMe/TCP 프로토콜이 지원됩니다.
- ONTAP 9.9.1 P3부터 ESXi 8 이상에서 NVMe/FC 프로토콜이 지원됩니다.

#### 피처

- ESXi 이니시에이터 호스트는 동일한 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를  
참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 를 참조하십시오  
["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

- ESXi 8.0 이상 릴리즈의 경우 HPP(고성능 플러그인)가 NVMe 장치의 기본 플러그인입니다.

알려진 제한 사항

- RDM 매핑은 지원되지 않습니다.

**NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

NVMe/FC는 vSphere 릴리즈에서 기본적으로 활성화되어 있습니다.

호스트 **NQN**을 확인합니다

ESXi 호스트 **NQN** 문자열을 확인하여 ONTAP 스토리지의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 **NQN** 문자열과 일치하는지 확인해야 합니다.

```
# esxcli nvme info get
```

예제 출력:

```
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-0000c9f1a436
```

```
# vserver nvme subsystem host show -vserver nvme_fc
```

예제 출력:

```
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
nvme_fc nvme_ss nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-0000c9f1a436
```

호스트 **NQN** 문자열이 일치하지 않으면 를 사용해야 합니다 `vserver nvme subsystem host add` 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템에서 올바른 호스트 **NQN** 문자열을 업데이트합니다.

**Broadcom/Emulex** 및 **Marvell/Qlogic**을 구성합니다

를 클릭합니다 `lpfc` 드라이버 및 `qlnativefc` vSphere 8.x의 드라이버에는 기본적으로 NVMe/FC 기능이 활성화되어 있습니다.

을 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)" 드라이버 또는 펌웨어에서 구성이 지원되는지 확인합니다.

**NVMe/FC**를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/FC를 검증할 수 있습니다.

## 단계

1. ESXi 호스트에 NVMe/FC 어댑터가 나열되는지 확인합니다.

```
# esxcli nvme adapter list
```

예제 출력:

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
-----	-----	-----	-----
vmhba64	aqn:lpfc:100000109b579f11	FC	lpfc
vmhba65	aqn:lpfc:100000109b579f12	FC	lpfc
vmhba66	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e286	FC	qlnativefc
vmhba67	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e287	FC	qlnativefc

2. NVMe/FC 네임스페이스가 올바르게 생성되었는지 확인합니다.

다음 예제의 UUID는 NVMe/FC 네임스페이스 장치를 나타냅니다.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d)
  vmhba64:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:05:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba64:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:07:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba65:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:08:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba65:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:06:d0:39:ea:3a:b2:1f
```

ONTAP 9.7에서 NVMe/FC 네임스페이스의 기본 블록 크기는 4K입니다. 이 기본 크기는 ESXi와 호환되지 않습니다. 따라서 ESXi용 네임스페이스를 생성할 때 네임스페이스 블록 크기를 \* 512B \* 로 설정해야 합니다. 를 사용하여 이 작업을 수행할 수 있습니다 `vserver nvme namespace create` 명령.



예:

```
'vserver NVMe namespace create-vserver vs_1-path /vol/nsvol/Namespace1-size 100g-OSType VMware-block-size 512B'
```

을 참조하십시오 "[ONTAP 9 명령 man 페이지](#)" 를 참조하십시오.

3. 각 NVMe/FC 네임스페이스 장치의 개별 ANA 경로 상태를 확인하십시오.

```
# esxcli storage hpp path list -d uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2005d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2008d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2006d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2007d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4, ANA_GRP_state=AO, health=UP}
```

## NVMe/TCP를 구성합니다

ESXi 8.x에서는 필요한 NVMe/TCP 모듈이 기본적으로 로드됩니다. 네트워크 및 NVMe/TCP 어댑터를 구성하려면 VMware vSphere 설명서를 참조하십시오.

## NVMe/TCP를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/TCP를 검증할 수 있습니다.

단계

1. NVMe/TCP 어댑터의 상태를 확인합니다.

```
esxcli nvme adapter list
```

예제 출력:

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
-----	-----	-----	-----
vmhba65	aqn:nvmetcp:ec-2a-72-0f-e2-30-T	TCP	nvmetcp
vmnic0			
vmhba66	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a0-T	TCP	nvmetcp
vmnic2			
vmhba67	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a1-T	TCP	nvmetcp
vmnic3			

2. NVMe/TCP 연결 목록 검색:

```
esxcli nvme controller list
```

예제 출력:

Name	Controller Number
Adapter Transport Type Is Online Is VVOL	
-----	-----
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.166:8009	256
vmhba64 TCP true false	
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.165:4420	258
vmhba64 TCP true false	
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.168:4420	259
vmhba64 TCP true false	
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.166:4420	260
vmhba64 TCP true false	
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba64#192.168.100.165:8009	261
vmhba64 TCP true false	
nqn.2014-08.org.nvmexpress.discovery#vmhba65#192.168.100.155:8009	262
vmhba65 TCP true false	
nqn.1992-08.com.netapp:sn.89bb1a28a89a1led8a88d039ea263f93:subsystem.nvme_ss#vmhba64#192.168.100.167:4420	264
vmhba64 TCP true false	

### 3. NVMe 네임스페이스에 대한 경로 수 목록을 검색합니다.

```
esxcli storage hpp path list -d uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
```

예제 출력:

```

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.165:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.168:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T3:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.166:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T2:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=ANO, health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.167:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=6, ANA_GRP_state=AO, health=UP}

```

#### 알려진 문제

ONTAP를 사용하는 ESXi 8.x의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.



NetApp 버그 ID	제목	설명
<a href="#">"1420654"를 참조하십시오</a>	NVMe/FC 프로토콜을 ONTAP 버전 9.9.1과 함께 사용할 때 ONTAP 노드가 작동하지 않습니다	ONTAP 9.9.1에서는 NVMe "ABORT" 명령에 대한 지원이 도입되었습니다. ONTAP가 파트너 명령을 기다리는 NVMe fused 명령을 중단하기 위해 "abort" 명령을 수신하면 ONTAP 노드 중단이 발생합니다. 이 문제는 NVMe fused 명령 (예: ESX) 및 파이버 채널(FC) 전송을 사용하는 호스트에서만 발생합니다.
1543660)을 참조하십시오	vNVMe 어댑터를 사용하는 Linux VM에서 긴 모든 경로 중단(APD) 창이 발생할 때 I/O 오류가 발생합니다	vSphere 8.x 이상을 실행하고 vNVMe(vNVME) 어댑터를 사용하는 Linux VM에서 기본적으로 vNVMe 재시도 작업이 비활성화되어 I/O 오류가 발생합니다. APD(All Path Down) 또는 입출력 로드가 많을 때 이전 커널을 실행하는 Linux VM의 중단을 방지하기 위해 VMware는 vNVMe 재시도 작업을 비활성화하기 위해 조정 가능한 "VSCSIDisableNvmeRetry"를 도입했습니다.

#### 관련 정보

["TR-4597 - ONTAP가 설치된 VMware vSphere"](#)

["NetApp MetroCluster\(2031038\)를 통한 VMware vSphere 5.x, 6.x 및 7.x 지원"](#)

["NetApp ® SnapMirror ® 비즈니스 연속성\(SM-BC\)을 통해 VMware vSphere 6.x 및 7.x 지원"](#)

## ONTAP를 사용하는 ESXi 7.x에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

#### 지원 가능성

- ONTAP 9.7부터 VMware vSphere 릴리즈를 위해 NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 지원이 추가되었습니다.
- 7.0U3c부터 ESXi 하이퍼바이저에 대해 NVMe/TCP 기능이 지원됩니다.
- ONTAP 9.10.1부터 ONTAP에 대해 NVMe/TCP 기능이 지원됩니다.

#### 피처

- ESXi 이니시에이터 호스트는 동일한 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.
- ONTAP 9.9.1 P3부터 ESXi 7.0 업데이트 3에 대해 NVMe/FC 기능이 지원됩니다.
- ESXi 7.0 이상 릴리즈의 경우 HPP(고성능 플러그인)가 NVMe 장치의 기본 플러그인입니다.

#### 알려진 제한 사항

다음 구성은 지원되지 않습니다.

- RDM 매핑
- 활용

## NVMe/FC를 사용하도록 설정합니다

1. ESXi 호스트 NQN 문자열을 확인하여 ONTAP 스토리지의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# esxcli nvme info get
Host NQN: nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx

# vservers nvme subsystem host show -vservers vservers_nvme
Vservers Subsystem Host NQN
-----
vservers_nvme ss_vservers_nvme nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx
```

## Broadcom/Emulex를 구성합니다

1. 를 참조하여 필수 드라이버/펌웨어에서 구성이 지원되는지 확인하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스](#)".
2. lpfc 드라이버에서 NVMe/FC 지원을 활성화하기 위해 lpfc 드라이버 매개변수 lpfc\_enable\_fc4\_type=3'을 설정하고 호스트를 재부팅합니다.



vSphere 7.0 업데이트 3부터 "brcmnvme-fc" 드라이버를 더 이상 사용할 수 없습니다. 따라서 이제 'lpfc' 드라이버에는 이전에 'brcmnvme-fc' 드라이버와 함께 제공된 NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 기능이 포함됩니다.



LPe35000 시리즈 어댑터의 경우 기본적으로 'lpfc\_enable\_fc4\_type=3' 매개변수가 설정됩니다. LPe32000 시리즈 및 LPe31000 시리즈 어댑터에 대해 수동으로 설정하려면 다음 명령을 수행해야 합니다.

```
# esxcli system module parameters set -m lpfc -p lpfc_enable_fc4_type=3

#esxcli system module parameters list -m lpfc | grep lpfc_enable_fc4_type
lpfc_enable_fc4_type          int      3          Defines what FC4 types
are supported

#esxcli storage core adapter list
HBA Name  Driver  Link State  UID
Capabilities  Description
-----  -
vmhba1    lpfc    link-up    fc.200000109b95456f:100000109b95456f
Second Level Lun ID (0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter  FC HBA
vmhba2    lpfc    link-up    fc.200000109b954570:100000109b954570
Second Level Lun ID (0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter  FC HBA
vmhba64   lpfc    link-up    fc.200000109b95456f:100000109b95456f
(0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
vmhba65   lpfc    link-up    fc.200000109b954570:100000109b954570
(0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
```

## Marvell/QLogic을 구성합니다

### 단계

1. 를 참조하여 필수 드라이버/펌웨어에서 구성이 지원되는지 확인하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).
2. "qlnativefc" 드라이버에서 NVMe/FC 지원을 활성화하기 위해 "qlnativefc" 드라이버 매개변수 "ql2xnvmesupport=1"을 설정하고 호스트를 재부팅합니다.

```
#esxcfg-module-s'ql2xnvmesupport=1'qlnativefc'
```



Qle 277x 시리즈 어댑터의 경우 기본적으로 "qlnativefc" 드라이버 매개 변수가 설정됩니다. Qle 277x 시리즈 어댑터에 대해 수동으로 설정하려면 다음 명령을 수행해야 합니다.

```
esxcfg-module -l | grep qlnativefc
qlnativefc          4      1912
```

3. 어댑터에서 NVMe가 활성화되었는지 확인합니다.

```
#esxcli storage core adapter list
```

HBA Name	Driver	Link State	UID
Capabilities	Description		
vmhba3	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
Second Level Lun ID (0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb			
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter			
vmhba4	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
Second Level Lun ID (0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb			
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter			
vmhba64	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
(0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe			
Adapter NVMe FC Adapter			
vmhba65	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
(0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe			
Adapter NVMe FC Adapter			

## NVMe/FC를 검증합니다

1. ESXi 호스트에 NVMe/FC 어댑터가 나열되는지 확인합니다.

```
# esxcli nvme adapter list
```

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
vmhba64	aqn:qlnativefc:21000024ff1817ae	FC	qlnativefc
vmhba65	aqn:qlnativefc:21000024ff1817af	FC	qlnativefc
vmhba66	aqn:lpfc:100000109b579d9c	FC	lpfc
vmhba67	aqn:lpfc:100000109b579d9d	FC	lpfc

2. NVMe/FC 네임스페이스가 적절하게 생성되었는지 확인합니다.

다음 예제의 UUID는 NVMe/FC 네임스페이스 장치를 나타냅니다.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
    vmhba65:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:2f:00:a0:98:df:e3:d1
    vmhba65:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:1a:00:a0:98:df:e3:d1
    vmhba64:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:18:00:a0:98:df:e3:d1
    vmhba64:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:19:00:a0:98:df:e3:d1
```



ONTAP 9.7에서 NVMe/FC 네임스페이스의 기본 블록 크기는 4K입니다. 이 기본 크기는 ESXi와 호환되지 않습니다. 따라서 ESXi에 대한 네임스페이스를 생성할 때 네임스페이스 블록 크기를 512b로 설정해야 합니다. 이 작업은 'vserver NVMe namespace create' 명령을 사용하여 수행할 수 있습니다.

예

```
'vserver NVMe namespace create-vserver vs_1-path /vol/nsvol/Namespace1-size 100g-OSType VMware-
block-size 512B'
```

을 참조하십시오 ["ONTAP 9 명령 man 페이지"](#) 를 참조하십시오.

3. 각 NVMe/FC 네임스페이스 장치의 개별 ANA 경로 상태를 확인하십시오.

```

esxcli storage hpp path list -d uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201800a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:201a00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:202f00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201900a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

```

## NVMe/TCP를 구성합니다

7.0U3c부터 필요한 NVMe/TCP 모듈이 기본적으로 로드됩니다. 네트워크 및 NVMe/TCP 어댑터를 구성하려면 VMware vSphere 설명서를 참조하십시오.

## NVMe/TCP를 검증합니다

### 단계

1. NVMe/TCP 어댑터의 상태를 확인합니다.

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme adapter list
Adapter      Adapter Qualified Name
-----
vmhba64      aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-ca-e0-T
vmhba65      aqn:nvmetc:34-80-13d-30-ca-e1-T
list
Transport Type  Driver  Associated Devices
-----
TCP             nvmetcp  vmnzc2
TCP             nvmetcp  vmnzc3
```

2. NVMe/TCP 연결을 나열하려면 다음 명령을 사용합니다.

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme controller list
Name
-----
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.100.11:4420
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.101.11:4420
Controller Number  Adapter  Transport Type  IS Online
-----
1580                vmhba64  TCP             true
1588                vmhba65  TCP             true
```

3. NVMe 네임스페이스에 대한 경로 수를 나열하려면 다음 명령을 사용합니다.

```
[root@R650-8-45:~] esxcli storage hpp path list -d
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
tcp.vmnic2:34:80:Od:30:ca:eo-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active unoptimized
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

tcp.vmnic3:34:80:Od:30:ca:el-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}
```

## 알려진 문제

ONTAP를 사용하는 ESXi 7.x의 NVMe-of 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	해결 방법
<a href="#">"1420654"를 참조하십시오</a>	NVMe/FC 프로토콜을 ONTAP 버전 9.9.1과 함께 사용할 때 ONTAP 노드가 작동하지 않습니다	호스트 패브릭의 네트워크 문제를 점검하고 수리하십시오. 그래도 문제가 해결되지 않으면 이 문제를 해결하는 패치로 업그레이드하십시오.

## 관련 정보

["TR-4597 - ONTAP가 설치된 VMware vSphere"](#)

["NetApp MetroCluster\(2031038\)를 통한 VMware vSphere 5.x, 6.x 및 7.x 지원"](#)

["NetApp® SnapMirror® 비즈니스 연속성\(SM-BC\)을 통해 VMware vSphere 6.x 및 7.x 지원"](#)

# Oracle Linux

## 열 9

### Oracle Linux 9.2용 NVMe-oF 호스트 구성(ONTAP 포함)

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스)가 포함된 Oracle Linux(OL) 9.2에서 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.



OL 9.2 및 ONTAP의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원이 제공됩니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.
- 명시적 dm-multipath 설정 없이 특정 호스트 버스 어댑터(HBA)의 동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 사용하여 NVMe 네임스페이스를 주장하지 못하게 합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

#### 피처

- Oracle Linux 9.2에는 기본적으로 NVMe 네임스페이스를 위해 커널 내 NVMe 다중 경로 기능이 활성화되어 있으므로 명시적 설정이 필요하지 않습니다.

#### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### 소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차를 사용하여 지원되는 최소 OL 9.2 소프트웨어 버전을 확인할 수 있습니다.

#### 단계

1. 서버에 OL 9.2 GA를 설치합니다. 설치가 완료된 후 지정된 OL 9.2 GA 커널을 실행 중인지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.15.0-101.103.2.1.el9uek.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. 를 설치합니다 libnvme 패키지:

```
# rpm -qa | grep libnvme
```

◦ 예제 출력 \*

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. Oracle Linux 9.2 호스트에서 를 확인합니다 hostnqn 에 문자열이 있습니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 출력 예: \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

5. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

◦ 출력 예: \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f

+



를 누릅니다 hostnqn 문자열이 일치하지 않습니다. 을 사용할 수 있습니다 vserver modify 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 hostnqn 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 hostnqn 문자열 시작 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 어댑터 또는 Marvell/Qlogic 어댑터용 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.455.11, sli-4:2:c  
14.2.455.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. OL 9.2 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

## 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49
```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. OL 9.2 호스트에서 다음 NVMe/FC 설정을 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```



2. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
-----		
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----				
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

## NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

◦ 예제 출력 \*

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized\n+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized\n+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized\n+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}

```

알려진 문제

알려진 문제가 없습니다.

**ONTAP**를 사용하는 **Oracle Linux 9.1**용 **NVMe-oF** 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 Oracle Linux(OL) 9.1에서 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와

동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

OL 9.1 with ONTAP의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원이 제공됩니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.
- 명시적 dm-multipath 설정 없이 특정 호스트 버스 어댑터(HBA)의 동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 사용하여 NVMe 네임스페이스를 주장하지 못하게 합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

#### 피처

- Oracle Linux 9.1에는 기본적으로 NVMe 네임스페이스를 위해 커널 내 NVMe 다중 경로 기능이 활성화되어 있으므로 명시적 설정이 필요하지 않습니다.

#### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### 소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차를 사용하여 지원되는 최소 OL 9.1 소프트웨어 버전을 확인할 수 있습니다.

#### 단계

1. 서버에 OL 9.1 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 OL 9.1 GA 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.15.0-3.60.5.1.el9uek.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

3. `libnvme` 패키지를 설치합니다:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

◦ 예제 출력 \*

```
libnvme-1.0-5.el9.x86_64.rpm
```

4. Oracle Linux 9.1 호스트에서 을 확인합니다 `hostnqn` 에 문자열이 있습니다 `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 출력 예: \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

5. 를 확인합니다 `hostnqn` 문자열이 과 일치합니다 `hostnqn` ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

◦ 출력 예: \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f

+



를 누릅니다 `hostnqn` 문자열이 일치하지 않습니다. 을 사용할 수 있습니다 `vserver modify` 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 `hostnqn` 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 `hostnqn` 문자열 시작 `/etc/nvme/hostnqn` 호스트.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 어댑터 또는 Marvell/Qlogic 어댑터용 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.



```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. OL 9.1 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

### 1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

### NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
```

```
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. OL 9.1 호스트에서 다음 NVMe/FC 설정을 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
-----		
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----				
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\n+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

## NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

◦ 예제 출력 \*

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*



```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

알려진 문제

OL 9.1 및 ONTAP 릴리즈의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1536937)을 참조하십시오	nvme list-subsys 명령은 하위 시스템에 대해 반복되는 NVMe 컨트롤러를 인쇄합니다	를 클릭합니다 nvme list-subsys 명령은 지정된 하위 시스템과 관련된 NVMe 컨트롤러의 고유 목록을 반환해야 합니다. Oracle Linux 9.1에서 nvme list-subsys 명령은 지정된 하위 시스템에 속하는 모든 네임스페이스에 대한 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스) 상태를 갖는 NVMe 컨트롤러를 반환합니다. 그러나 ANA 상태는 이를 공간 당 특성이므로 지정된 네임스페이스에 대한 하위 시스템 명령 구문을 나열하는 경우 경로 상태로 고유한 NVMe 컨트롤러 항목을 표시하는 것이 유용합니다.	"17998)을 참조하십시오"
1539101)을 참조하십시오	Oracle Linux 9.1 NVMe-of-호스트에서 영구 검색 컨트롤러를 생성하지 못합니다	Oracle Linux 9.1 NVMe-of 호스트에서는 을 사용할 수 있습니다 nvme discover -p PDC(영구적 검색 컨트롤러)를 생성하는 명령입니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 PDC 하나를 생성해야 합니다. 하지만 NVMe-oF 호스트에서 Oracle Linux 9.1을 실행 중인 경우, 가 실행될 때 PDC 생성이 실패합니다 nvme discover -p 명령어가 수행된다.	"18196"

#### ONTAP를 사용하는 Oracle Linux 9.0용 NVMe/FC 호스트 구성

NVMe/FC 및 기타 전송을 포함한 NVMe over Fabrics(NVMe-oF)는 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스)가 포함된 Oracle Linux(OL) 9.0에서 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

#### 피처

- Oracle Linux 9.0에는 기본적으로 NVMe 네임스페이스를 위해 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되어 있으므로 명시적 설정이 필요하지 않습니다.

알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차에 따라 지원되는 최소 OL 9.0 소프트웨어 버전을 검증할 수 있습니다.

단계

1. 서버에 OL 9.0 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 OL 9.0 GA 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.15.0-0.30.19.el9uek.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

3. Oracle Linux 9.0 호스트에서 를 확인합니다 hostnqn 에 문자열이 있습니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 출력 예: \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

4. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

◦ 출력 예: \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132

+



를 누릅니다 hostnqn 문자열이 일치하지 않습니다. 을 사용할 수 있습니다 vserver modify 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 hostnqn 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 hostnqn 문자열 시작 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. OL 9.0 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable Marvell 어댑터가 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있도록 설정됩니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
```



```
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. 를 실행합니다 nvme connect-all 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. OL 9.0 호스트에서 다음 NVMe/FC 설정을 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
2	85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	

3. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```

nvme-subsys0 - NQN=ngn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized

```

4. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

  

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

+

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

알려진 문제

ONTAP가 설치된 Oracle Linux 9.0의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1517321	Oracle Linux 9.0 NVMe-of 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 만듭니다	Oracle Linux 9.0 NVMe-oF(NVMe over Fabrics) 호스트에서는 을 사용할 수 있습니다 <code>nvme discover -p PDC</code> (영구적 검색 컨트롤러)를 생성하는 명령입니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 하지만 NVMe-oF 호스트와 함께 ONTAP 9.10.1 및 Oracle Linux 9.0을 실행하는 경우, 매번 중복 PDC가 생성됩니다 <code>nvme discover -p</code> 실행됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	"18118"

## 열 8

### ONTAP가 있는 Oracle Linux 8.8용 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 Oracle Linux(OL) 8.8에서 ANA(Asymmetric Namespace Access) 지원 NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP가 있는 OL 8.8에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음과 같은 지원을 사용할 수 있습니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 NetApp 플러그인은 기본 제공됩니다 `nvme-cli` 패키지에는 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스에 대한 ONTAP 세부 정보가 표시됩니다.
- NVMe와 SCSI 트래픽을 모두 동일한 호스트에서 실행할 수 있습니다. 따라서 SCSI LUN의 경우 SCSI mpath 장치에 대해 `dm-multipath`를 구성할 수 있지만 NVMe multipath를 사용하여 호스트에 NVMe-oF 네임스페이스 장치를 구성할 수 있습니다.
- NVMe-oF에는 `samlun` 지원이 없습니다. 따라서 OL 8.8 호스트에서 NVMe-oF에 대한 호스트 유틸리티 지원이 없습니다. 기본 에 포함된 NetApp 플러그인을 사용할 수 있습니다 `nvme-cli` 모든 NVMe-oF 전송을 위한 패키지

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

#### 피쳐

Oracle Linux 8.8에는 기본적으로 NVMe 네임스페이스를 위해 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되어 있으므로 명시적 설정이 필요하지 않습니다.

#### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차에 따라 지원되는 최소 OL 8.8 소프트웨어 버전을 확인할 수 있습니다.

단계

1. 서버에 OL 8.8 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 OL 8.8 GA 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.15.0-101.103.2.1.el8uek.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.8 호스트에서 를 확인합니다 hostnqn 에 문자열이 있습니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 출력 예: \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

4. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

◦ 출력 예: \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f



를 누릅니다 `hostnqn` 문자열이 일치하지 않습니다. 을 사용할 수 있습니다 `vserver modify` 명령을 사용하여 `l` 업데이트합니다 `hostnqn` 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 `hostnqn` 문자열 시작 `/etc/nvme/hostnqn` 호스트.

##### 5. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 호스트에서 NVMe와 SCSI가 공존하는 트래픽을 모두 실행하려는 경우, NetApp에서는 ONTAP 네임스페이스 및 에 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용할 것을 권장합니다 `dm-multipath` ONTAP LUN의 경우 각각 즉, 에서 ONTAP 네임스페이스를 제외해야 합니다 `dm-multipath` 방지하려는 경우 `dm-multipath` 이러한 네임스페이스 장치를 주장하는 것을 말합니다. `l` 추가할 수 있습니다 `enable_foreign` 를 로 설정합니다 `/etc/multipath.conf` 파일:



```
# cat /etc/multipath.conf

defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

를 실행하여 `multipathd` 데몬을 다시 시작합니다 `systemctl restart multipathd` 명령. 이렇게 하면 새 설정이 적용됩니다.

#### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 어댑터 또는 Marvell/Qlogic 어댑터용 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.



```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. OL 8.8 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필요한 최신 수정 사항이 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 을 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

## 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
```

```

subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....

```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17

```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```

# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800

```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되었는지 확인:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 적절한 NVMe-oF 설정(예 model 를 로 설정합니다 NetApp ONTAP Controller 부하 분산 iopolicy 를 로 설정합니다 round-robin) 각 ONTAP 네임스페이스는 호스트에 올바르게 반영됩니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace Usage	Format	FW	Rev
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2	85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

## NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

◦ 예제 출력 \*

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*



```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

알려진 문제

ONTAP 릴리즈의 OL 8.8 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1517321	Oracle Linux 8.8 NVMe-oF 호스트는 중복된 PDC를 생성합니다	OL 8.8 NVMe-oF 호스트에서 영구 검색 컨트롤러(PDC)는 를 통과하여 생성됩니다 -p 에 대한 옵션 nvme discover 명령. 특정 초기자-대상 조합의 경우 의 각 호출과 함께 PDC가 하나만 작성되어야 합니다 nvme discover 명령. 하지만 OL 8.x부터 NVMe-oF-host가 종료되어 의 각 호출을 통해 중복 PDC가 생성됩니다 nvme discover 명령과 함께 -p 옵션을 선택합니다. 이렇게 하면 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 낭비됩니다.	"18118"

#### Oracle Linux 8.7 with ONTAP용 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 ANA(Asymmetric Namespace Access)를 통해 OL(Oracle Linux) 8.7을 지원합니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

OL 8.7 with ONTAP의 NVMe/FC 호스트 구성에 대해 다음 지원을 사용할 수 있습니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 NetApp 플러그인은 기본 제공됩니다 nvme-cli 패키지에는 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스에 대한 ONTAP 세부 정보가 표시됩니다.
- 명시적 dm-multipath 설정 없이 특정 호스트 버스 어댑터(HBA)의 동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 사용하여 NVMe 네임스페이스를 주장하지 못하게 합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

#### 피처

- OL 8.7은 기본적으로 NVMe 네임스페이스를 위해 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하므로 명시적 설정이 필요하지 않습니다.

#### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### 소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차를 사용하여 지원되는 최소 OL 8.7 소프트웨어 버전을 확인할 수 있습니다.

#### 단계

1. 서버에 OL 8.7 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 OL 8.7 GA 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.15.0-3.60.5.1.el8uek.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.7 호스트에서 를 확인합니다 hostnqn 에 문자열이 있습니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 출력 예: \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24
```

4. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

◦ 출력 예: \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24

+



를 누릅니다 `hostnqn` 문자열이 일치하지 않습니다. 을 사용할 수 있습니다 `vserver modify` 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 `hostnqn` 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 `hostnqn` 문자열 시작 `/etc/nvme/hostnqn` 호스트.

## 5. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 Oracle Linux 8.7이 공존하는 호스트에서 NVMe 트래픽과 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우, NetApp는 ONTAP 네임스페이스에 대해 커널 내 NVMe 다중 경로를, ONTAP LUN에 대해 `dm-multipath`를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 이는 또한 `dm-multipath`가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 `dm-multipath`에 블랙리스트에 표시해야 함을 의미합니다. 을 추가하여 이 작업을 수행할 수 있습니다 `enable_foreign` 를 로 설정합니다 `/etc/multipath.conf` 파일:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

를 실행하여 `multipathd` 데몬을 다시 시작합니다 `systemctl restart multipathd` 명령을 사용하여 새 설정을 적용합니다.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x060300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2010d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x061f0e
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2011d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06270f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a71 Cmpl 0000000a71 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000558611c6 Issue 000000005578bb69 OutIO
ffffffffffff2a9a3
abort 0000007a noxri 00000000 nondlp 00000447 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a8e Err 0000e2a8
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x060200 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2015d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x062e0c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2014d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06290f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a69 Cmpl 0000000a69 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000055814701 Issue 0000000055744b1c OutIO
ffffffffffff3041b
abort 00000046 noxri 00000000 nondlp 0000043f qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a89 Err 0000e2f3
```

## NVMe/FC용 Marvell/Qlogic FC 어댑터

### 단계

1. OL 8.7 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 예제 출력 \*

```
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

### 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
```



```
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. 를 실행합니다 nvme connect-all 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

**NVMe-oF**를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

## 단계

1. 다음을 확인하여 In-kernel NVMe multipath가 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 적절한 NVMe-oF 설정(예 model 를 로 설정합니다 NetApp ONTAP Controller 부하 분산 iopolicy 를 로 설정합니다 round-robin) 각 ONTAP 네임스페이스는 호스트에 올바르게 반영됩니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
-----		
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----				
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n40
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}

```

알려진 문제

OL 8.7 with ONTAP 릴리즈의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1517321	Oracle Linux 8.7 NVMe-of 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 생성합니다	OL 8.7 NVMe-oF 호스트에서는 을 통과시켜 PDC(영구적 검색 컨트롤러)가 생성됩니다 -p 에 대한 옵션 <code>nvme discover</code> 명령. 특정 초기자-대상 조합의 경우 의 각 호출과 함께 PDC가 하나만 작성되어야 합니다 <code>nvme discover</code> 명령. 하지만 OL 8.x부터 NVMe-of-host가 종료되어 의 각 호출을 통해 중복 PDC가 생성됩니다 <code>nvme discover</code> 명령과 함께 -p 옵션을 선택합니다. 이렇게 하면 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 낭비됩니다.	"18118"

## Oracle Linux 8.6 with ONTAP용 NVMe/FC 호스트 구성

### 지원 가능성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 NVMe/TCP 포함)는 ONTAP 어레이에서 정상 스토리지 장애(SFO)에 필요한 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 Oracle Linux 8.6에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. 이 문서에서는 Oracle Linux 8.6에서 ANA를 사용하고 ONTAP를 대상으로 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대해 자세히 설명합니다.



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 및 "[ONTAP용 Amazon FSx](#)".

### 피쳐

- Oracle Linux 8.6은 기본적으로 NVMe namespaces에 대해 활성화된 in-kernel NVMe 다중 경로를 가지고 있습니다.
- Oracle Linux 8.6을 사용하는 경우 `nvme-fc auto-connect` 스크립트는 네이티브 에 포함되어 있습니다 `nvme-cli` 패키지. 외부 공급업체가 제공한 아웃박스 자동 연결 스크립트를 설치하는 대신 이러한 기본 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- Oracle Linux 8.6은 기본적으로 제공됩니다 `udev` 규칙은 의 일부로 제공됩니다 `nvme-cli` NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 패키지 따라서 이 규칙을 더 이상 수동으로 만들 필요가 없습니다.
- Oracle Linux 8.6을 사용하면 동일한 기존 호스트에서 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 실제로 이는 일반적으로 배포되는 호스트 구성일 것으로 예상됩니다. 따라서 SCSI LUN에 대해 평소처럼 `dm-multipath`를 구성하여 `mpath` 장치를 생성할 수 있지만, NVMe 다중 경로를 사용하여 다중 경로 장치의 NVMe-를 구성할 수 있습니다(예: `/dev/nvmeXnY`)를 호스트에 표시합니다.
- Oracle Linux 8.6을 사용하는 NetApp 플러그인은 기본적으로 제공됩니다 `nvme-cli` 패키지는 ONTAP 세부 정보 및 ONTAP 네임스페이스를 표시할 수 있습니다.

알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

구성 요구 사항

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오.

**Oracle Linux 8.6**을 사용하여 **NVMe/FC**를 활성화합니다

단계

1. 서버에 Oracle Linux 8.6 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 Oracle Linux 8.6 GA 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# uname -r
5.4.17-2136.307.3.1.el8uek.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.6 호스트에서 를 확인합니다 `hostnqn` 에 문자열이 있습니다 `/etc/nvme/hostnqn` ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 `hostnqn` 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_ol_nvme   nvme_ss_ol_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



를 누릅니다 `hostnqn` 문자열이 일치하지 않습니다. 을 사용해야 합니다 `vserver modify` 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 `hostnqn` 에 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 `hostnqn` 문자열 시작 `/etc/nvme/hostnqn` 호스트에서 다음을 수행합니다.

4. 호스트를 재부팅합니다.



동일한 Oracle Linux 8.6에서 동일한 호스트에 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우 각각 ONTAP 네임스페이스에는 인 커널 NVMe 다중 경로, ONTAP LUN에는 dm-multipath를 사용하는 것이 좋습니다. 이는 또한 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 dm-multipath에 블랙리스트에 표시해야 함을 의미합니다. 이 작업은 를 추가하여 수행할 수 있습니다 enable\_foreign 를 로 설정합니다 /etc/multipath.conf 파일:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

를 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다 systemctl restart multipathd 명령을 사용하여 새 설정을 적용합니다.

### NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

#### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#):

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#):

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.11
```

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

### 1MB I/O 크기 활성화

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가

될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 을 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

**Marvell/QLogic FC 어댑터를 NVMe/FC용으로 구성합니다**

단계

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행 중인지 확인합니다. OL 8.6 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 있습니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable Marvell 어댑터가 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있도록 설정됩니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

**NVMe/TCP를 구성합니다**

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 마찬가지로, 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인하십시오. 예:

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 이제 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 더 오래 패스해야 합니다 `ctrl_loss_tmo` Period(예: 30분)로 설정할 수 있습니다 `-l 1800`)를 누릅니다 `connect-all` 따라서 경로 손실이 발생할 경우 더 긴 기간 동안 재시도합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## NVMe/FC를 검증합니다

### 단계

1. Oracle Linux 8.6 호스트에서 다음 NVMe/FC 설정을 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

알려진 문제

OL 8.6의 ONTAP에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.



NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1517321	Oracle Linux 8.6 NVMe-of 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 생성합니다	Oracle Linux 8.6 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서는 을 사용할 수 있습니다 <code>nvme discover -p PDC</code> (영구적 검색 컨트롤러)를 생성하는 명령입니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 하지만 NVMe-oF 호스트와 함께 ONTAP 9.10.1 및 Oracle Linux 8.6을 실행하는 경우, 매번 중복 PDC가 생성됩니다 <code>nvme discover -p</code> 실행됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	"18118"

## Oracle Linux 8.5 및 ONTAP용 NVMe/FC 호스트 구성

### 지원 가능성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 NVMe/TCP 포함)는 ONTAP 어레이에서 정상 스토리지 파일오버(SFO)에 필요한 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 Oracle Linux 8.5에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. 이 문서에서는 Oracle Linux 8.5 및 ONTAP에서 ANA를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 대상으로 사용하는 방법에 대해 자세히 설명합니다.



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 및 "[ONTAP용 Amazon FSx](#)".

### 피쳐

- Oracle Linux 8.5에는 기본적으로 NVMe namespaces에 대해 활성화된 in-kernel NVMe 다중 경로가 있습니다.
- Oracle Linux 8.5를 사용하는 경우 `nvme-fc auto-connect` 스크립트는 네이티브 에 포함되어 있습니다 `nvme-cli` 패키지. 외부 공급업체가 제공한 아웃박스 자동 연결 스크립트를 설치하는 대신 이러한 기본 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- Oracle Linux 8.5는 기본적으로 제공됩니다 `udev` 규칙은 의 일부로 제공됩니다 `nvme-cli` NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 패키지 따라서 이 규칙을 더 이상 수동으로 만들 필요가 없습니다.
- Oracle Linux 8.5를 사용하면 동일한 기존 호스트에서 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 실제로 이는 일반적으로 배포되는 호스트 구성일 것으로 예상됩니다. 따라서 SCSI LUN에 대해 평소처럼 `dm-multipath`를 구성하여 `mpath` 장치를 생성할 수 있지만, NVMe 다중 경로를 사용하여 다중 경로 장치의 NVMe-를 구성할 수 있습니다(예: `/dev/nvmeXnY`)를 호스트에 표시합니다.
- Oracle Linux 8.5에서 NetApp 플러그인은 기본적으로 제공됩니다 `nvme-cli` 패키지는 ONTAP 세부 정보 및 ONTAP 네임스페이스를 표시할 수 있습니다.

알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

구성 요구 사항

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오.

**Oracle Linux 8.5**를 사용하여 **NVMe/FC**를 활성화합니다

단계

1. 서버에 Oracle Linux 8.5 GA(General Availability)를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 Oracle Linux 8.5 GA 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# uname -r
5.4.17-2136.309.4.el8uek.x86_64
```

2. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.5 호스트에서 를 확인합니다 hostnqn 에 문자열이 있습니다 /etc/nvme/hostnqn 와 일치하는지 확인합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열입니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme

Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_ol_nvme   nvme_ss_ol_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



를 누릅니다 hostnqn 문자열이 일치하지 않습니다. 을 사용해야 합니다 vserver modify 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 hostnqn 에 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 hostnqn 문자열 시작 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

4. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 Oracle Linux 8.5 공동 존재 호스트에서 NVMe와 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우, ONTAP 네임스페이스에는 인커널 NVMe 다중 경로, ONTAP LUN에는 dm-multipath를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 이는 또한 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 dm-multipath에 블랙리스트에 표시해야 함을 의미합니다. 이 작업은 를 추가하여 수행할 수 있습니다 enable\_foreign 를 로 설정합니다 /etc/multipath.conf 파일:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

를 다시 시작합니다 multipathd 를 실행하여 데몬으로 이동합니다 systemctl restart multipathd 명령을 사용하여 새 설정을 적용합니다.

### NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

#### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 3으로 설정되어 있습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중인지 확인하고 타겟 LIF를 볼 수 있습니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
ffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004
```

## 1MB I/O 크기 활성화

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. `dracut -f` 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. `lpfc_sg_seg_cnt`가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/FC용으로 Marvell/QLogic FC 어댑터를 구성합니다

### 단계

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행 중인지 확인합니다. OL 8.5 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 `qla2xxx` 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 있습니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 확인합니다 `ql2xnvmeenable` Marvell 어댑터가 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있도록 설정됩니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

### 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treql: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treql: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treql: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...

```

2. 마찬가지로, 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인하십시오. 예:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 이제 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 더 오래 제공해야 합니다 `ctrl_loss_tmo` 타이머 기간(예: 30분, 추가 설정 가능 `-l 1800`)를 참조하십시오 `connect-all` 따라서 경로 손실이 발생할 경우 더 긴 기간 동안 재시도합니다. 예:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## NVMe/FC를 검증합니다

### 단계

1. Oracle Linux 8.5 호스트에서 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 네임스페이스가 생성되어 호스트에서 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
2	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	

3. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

  

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB



```

3          264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4    85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

알려진 문제

OL 8.5 및 ONTAP의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1517321	Oracle Linux 8.5 NVMe-of 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 만듭니다	Oracle Linux 8.5 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 를 사용할 수 있습니다 <code>nvme discover -p PDC</code> (영구적 검색 컨트롤러)를 생성하는 명령입니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 하지만 ONTAP 9.10.1 및 Oracle Linux 8.5를 NVMe-oF 호스트와 함께 실행하는 경우, 매번 중복 PDC가 생성됩니다 <code>nvme discover -p</code> 실행됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	"18118"

## Oracle Linux 8.4 및 ONTAP용 NVMe/FC 호스트 구성

### 지원 가능성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 NVMe/TCP 포함)는 ONTAP 어레이에서 정상 스토리지 파일오버(SFO)에 필요한 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 Oracle Linux 8.4에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. 이 항목에서는 ONTAP가 포함된 Oracle Linux 8.4에서 ANA를 사용하여 커널에서 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대해 자세히 설명합니다.



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 예 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 및 "[ONTAP용 Amazon FSx](#)".

### 피처

- Oracle Linux 8.4에는 기본적으로 NVMe 이름값에 대해 활성화된 in-kernel NVMe 다중 경로가 있습니다.
- Oracle Linux 8.4를 사용하는 경우 `nvme-fc auto-connect` 스크립트는 네이티브 에 포함되어 있습니다 `nvme-cli` 패키지. 외부 공급업체가 제공한 아웃박스 자동 연결 스크립트를 설치하는 대신 이러한 기본 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- Oracle Linux 8.4는 기본적으로 제공됩니다 `udev` 규칙은 의 일부로 제공됩니다 `nvme-cli` NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 패키지 따라서 이 규칙을 더 이상 수동으로 만들 필요가 없습니다.
- Oracle Linux 8.4를 사용하면 동일한 기존 호스트에서 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 실제로 이는 일반적으로 배포되는 호스트 구성일 것으로 예상됩니다. 따라서 SCSI LUN에 대해 평소처럼 `dm-multipath`를 구성하여 `mpath` 장치를 생성할 수 있지만, NVMe 다중 경로를 사용하여 다중 경로 장치의 NVMe-를 구성할 수 있습니다(예: `/dev/nvmeXnY`)를 호스트에 표시합니다.
- Oracle Linux 8.4를 사용하는 NetApp 플러그인은 기본적으로 제공됩니다 `nvme-cli` 패키지는 ONTAP 세부 정보 및 ONTAP 네임스페이스를 표시할 수 있습니다.

알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

구성 요구 사항

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스\(IMT\)"](#) 지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오.

**NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

단계

1. 서버에 Oracle Linux 8.4 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 Oracle Linux 8.4 GA 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# uname -r
5.4.17-2102.206.1.el8uek.x86_64
```

2. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

3. Oracle Linux 8.4 호스트에서 hostnqn 문자열을 에서 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 hostnqn 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:8b43c7c6-e98d-4cc7-a699-d66a69aa714e
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2

Vserver                Subsystem Host NQN
-----
-----
vs_coexistence_2 nvme_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:753881b6-3163-46f9-8145-0d1653d99389
```



hostnqn 문자열이 일치하지 않으면 를 사용해야 합니다 vserver modify 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 hostnqn 문자열을 에서 hostnqn 문자열과 일치하도록 업데이트하는 명령입니다 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

4. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 Oracle Linux 8.4 Co-existing 호스트에서 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우, ONTAP 네임스페이스에는 인커널 NVMe 다중 경로, ONTAP LUN에는 dm-multipath를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 이는 또한 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 dm-multipath에 블랙리스트에 표시해야 함을 의미합니다. 이 작업은 를 추가하여 수행할 수 있습니다 enable\_foreign 를 로 설정합니다 /etc/multipath.conf 파일:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

를 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다 systemctl restart multipathd 명령을 사용하여 새 설정을 적용합니다.

## NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터 구성

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 3으로 설정되어 있습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중인지 확인하고 타겟 LIF를 볼 수 있습니다.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700      ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
fffffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300      ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

```

## 1MB I/O 크기 활성화

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. `dracut -f` 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. `lpfc_sg_seg_cnt`가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/FC용으로 Marvell/QLogic FC 어댑터를 구성합니다

단계

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행 중인지 확인합니다. OL 8.4 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 `qla2xxx` 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
```

2. 를 확인합니다 `ql2xnvmeenable` 매개 변수를 설정하면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 마찬가지로, 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인하십시오. 예:



```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
#nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 이제 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 더 오래 제공해야 합니다 `ctrl_loss_tmo` 타이머 기간(30분 이상, 추가 설정 가능 `-l 1800`)를 참조하십시오 `connect-all` 따라서 경로 손실이 발생할 경우 더 긴 기간 동안 재시도합니다. 예:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## NVMe/FC를 검증합니다

### 단계

1. Oracle Linux 8.4 호스트에서 다음 NVMe/FC 설정을 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 네임스페이스가 만들어지고 호스트에서 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
Namespace		
-----		
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
1		
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
2		
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
3		

  

Usage	Format	FW Rev
-----		
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. NetApp 플러그인이 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대해 올바른 값을 표시하는지 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
--------	---------	----------------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns		

NSID	UUID	Size
------	------	------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

알려진 문제

OL 8.4의 ONTAP용 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1517321	Oracle Linux 8.4 NVMe-of 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 만듭니다	Oracle Linux 8.4 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 "NVMe discover -p" 명령을 사용하여 영구 Discovery 컨트롤러(PDB)를 생성할 수 있습니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 하지만 NVMe-oF 호스트를 포함하여 ONTAP 9.10.1 및 Oracle Linux 8.4를 실행 중인 경우, "NVMe Discover-p"가 실행될 때마다 중복 PDC가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	"18118"

### Oracle Linux 8.3 및 ONTAP용 NVMe/FC 호스트 구성

#### 지원 가능성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 포함)는 ONTAP 어레이에서 정상 스토리지 페일오버(SFO)에 필요한 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 Oracle Linux 8.3에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 ALUA로, 현재 in-kernel NVMe Multipath로 구현되고 있습니다. 이 문서에는 OL 8.3 및 ONTAP에서 ANA를 타겟으로 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대한 세부 정보가 포함되어 있습니다.



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 "[Cloud Volumes ONTAP](#)" 및 "[ONTAP용 Amazon FSx](#)".

#### 피처

- Oracle Linux 8.3은 NVMe 네임스페이스에 대해 기본적으로 활성화된 in-kernel NVMe 다중 경로를 제공합니다.
- Oracle Linux 8.3을 사용하면 `nvme-fc auto-connect` 기본 NVMe-CLI 패키지에 스크립트가 포함되어 있습니다. 외부 공급업체가 제공한 아웃박스 자동 연결 스크립트를 설치하는 대신 이러한 기본 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- Oracle Linux 8.3은 기본적으로 제공됩니다 `udev` 규칙은 의 일부로 제공됩니다 `nvme-cli` NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 패키지 따라서 이 규칙을 더 이상 수동으로 만들 필요가 없습니다.
- Oracle Linux 8.3에서는 동일한 존재하지 않는 호스트에서 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 실제로 이는 일반적으로 배포되는 호스트 구성일 것으로 예상됩니다. SCSI의 경우, `mpath` 장치를 생성하는 SCSI LUN에 대해 평소처럼 `dm-multipath`를 구성할 수 있지만, NVMe 다중 경로 장치는 다중 경로 장치의 NVMe-oF를 구성하는 데 사용할 수 있습니다(예: `/dev/nvmeXnY`)를 호스트에 표시합니다.
- Oracle Linux 8.3에서는 NetApp 플러그인을 기본으로 제공합니다 `nvme-cli` 패키지는 ONTAP 세부 정보 및 ONTAP 네임스페이스를 표시할 수 있습니다.

#### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴\(IMT\)"](#) 를 참조하십시오.

**Oracle Linux 8.3**에서 **NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

단계

1. 서버에 Oracle Linux 8.3 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 Oracle Linux 8.3 GA 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

```
# uname -r
5.4.17-2011.7.4.el8uek.x86_64
```

2. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli

nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64_
```

3. Oracle Linux 8.3 호스트에서 hostnqn 문자열을 에서 확인하십시오 /etc/nvme/hostnqn 와 일치하는지 확인합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열입니다.

```
#cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_coexistence_2 nvme_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2
```



hostnqn 문자열이 일치하지 않으면 를 사용해야 합니다 vserver modify 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 hostnqn 문자열을 에서 hostnqn 문자열과 일치하도록 업데이트하는 명령입니다 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

4. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 Oracle Linux 8.3 공동 존재 호스트에서 NVMe와 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우 ONTAP 네임스페이스 및 에 in-kernel NVMe 다중 경로를 사용하는 것이 좋습니다 dm-multipath ONTAP LUN의 경우 각각 이는 또한 ONTAP 네임스페이스가 에 블랙리스트로 표시되어야 함을 의미합니다 dm-multipath 방지하려는 경우 dm-multipath 이러한 네임스페이스 장치를 주장하는 것을 말합니다. 이 작업은 에 `_ENABLE_EXIORY_SETTING`을 추가하여 수행할 수 있습니다 `/etc/multipath.conf` 파일:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

`systemctl restart multipathd_command`를 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작하여 새 설정이 적용되도록 합니다.

## NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe36002-M2
LPe36002-M2
```

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.49, sli-4:6:d
12.8.351.49, sli-4:6:d
```

```
#cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.3
```

3. 를 확인합니다 `lpfc_enable_fc4_type` 매개 변수를 3으로 설정합니다.

```
#cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109bf0447b  
0x100000109bf0447c
```

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```



```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022400 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e1d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0314
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e4d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0713
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000003b6 Cmpl 00000003b6 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be1425e8 Issue 00000000be1425f2 OutIO
0000000000000000a
abort 00000251 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c5b Err 0000d176

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x021600 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e2d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0213
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e3d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0614
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000419 Cmpl 0000000419 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be37ff65 Issue 00000000be37ff84 OutIO
0000000000000001f
abort 0000025a noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c89 Err 0000cd87
```

## 1MB I/O 크기 활성화

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

#### NVMe/FC용으로 **Marvell/QLogic FC** 어댑터를 구성합니다

##### 단계

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행 중인지 확인합니다. OL 8.3 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스를 갖추고 있습니다.

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
```

2. 를 확인합니다 ql2xnvmeenable 매개 변수를 설정하면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있습니다.

```
#cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

#### NVMe/FC를 검증합니다

##### 단계

1. Oracle Linux 8.3 호스트에서 다음 NVMe/FC 설정을 확인합니다.

```
#cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

#cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

#cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 네임스페이스가 만들어지고 호스트에서 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace Usage
Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n10 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 10     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n11 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 11     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n12 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 12     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n13 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 13     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n14 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 14     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n15 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 15     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n16 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 16     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n17 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 17     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n18 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 18     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n19 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 19     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n2 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 2      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n20 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 20     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n3 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 3      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n4 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 4      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n5 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 5      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n6 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 6      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n7 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 7      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n8 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 8      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n9 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 9      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 ANA 상태가 올바른지 확인합니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.b79f5c6e4d0911edb3a0d039ea243511:subsystem.nvme_1
\ +
+- nvme214 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e4d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live non-
optimized
+- nvme219 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e2d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live optimized
+- nvme223 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e1d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live optimized
+- nvme228 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e3d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live non-
optimized
```

4. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

```
#nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver      Namespace Path      NSID UUID
Size
-----
-----
/dev/nvme0n1 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns 1 ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1 37.58GB
/dev/nvme0n10 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns 10 2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd 37.58GB
/dev/nvme0n11 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns 11 fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95 37.58GB
/dev/nvme0n12 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns 12 0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864 37.58GB
/dev/nvme0n13 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns 13 31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991 37.58GB
/dev/nvme0n14 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_8/fcnvme_ns 14 bcf4627c-5bf9-4a51-a920-5da174ec9876 37.58GB
/dev/nvme0n15 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_7/fcnvme_ns 15 239fd09d-11db-46a3-8e94-b5ebe6eb2421 37.58GB
/dev/nvme0n16 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_2/fcnvme_ns 16 1d8004df-f2e8-48c8-8ccb-ce45f18a15ae 37.58GB
/dev/nvme0n17 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_3/fcnvme_ns 17 4f7afbcbf-3ace-4e6c-9245-cbf5bd155ef4 37.58GB
/dev/nvme0n18 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_4/fcnvme_ns 18 b022c944-6ebf-4986-a28c-8d9e8ec130c9 37.58GB
/dev/nvme0n19 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_5/fcnvme_ns 19 c457d0c7-bfea-43aa-97ef-c749d8612a72 37.58GB
/dev/nvme0n2 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_1/fcnvme_ns 2 d2413d8b-e82e-4412-89d3-c9a751ed7716 37.58GB
/dev/nvme0n20 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_6/fcnvme_ns 20 650e0d93-967d-4415-874a-36bf9c93c952 37.58GB
/dev/nvme0n3 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_2/fcnvme_ns 3 09d89d9a-7835-423f-93e7-f6f3ece1dcbc 37.58GB
/dev/nvme0n4 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_3/fcnvme_ns 4 d8e99326-a67c-469f-b3e9-e0e4a38c8a76 37.58GB
/dev/nvme0n5 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_4/fcnvme_ns 5 c91c71f9-3e04-4844-b376-30acab6311f1 37.58GB
/dev/nvme0n6 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_5/fcnvme_ns 6 4e8b4345-e5b1-4aa4-ae1a-adf0de2879ea 37.58GB
/dev/nvme0n7 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_6/fcnvme_ns 7 ef715a16-a946-4bb8-8735-74f214785874 37.58GB
/dev/nvme0n8 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_7/fcnvme_ns 8 4b038502-966c-49fd-9631-a17f23478ae0 37.58GB
/dev/nvme0n9 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_8/fcnvme_ns 9 f565724c-992f-41f6-83b5-da1fe741c09b 37.58GB
```

```
#nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n10",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 10,
      "UUID" : "2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n11",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 11,
      "UUID" : "fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n12",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 12,
      "UUID" : "0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n13",
```

```

"Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
"Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns",
"NSID" : 13,
"UUID" : "31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991",
"Size" : "37.58GB",
"LBA_Data_Size" : 4096,
"Namespace_Size" : 9175040
},

```

알려진 문제

OL 8.3 및 ONTAP의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Oracle Bugzilla
1517321	Oracle Linux 8.3 NVMe-oF 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 생성합니다	Oracle Linux 8.3 NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 를 사용할 수 있습니다 <code>nvme discover -p PDC</code> (영구적 검색 컨트롤러)를 생성하는 명령입니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 하지만 ONTAP 9.10.1 및 Oracle Linux 8.3을 NVMe-oF 호스트와 함께 실행하는 경우, 매번 중복 PDC가 생성됩니다 <code>nvme discover -p</code> 실행됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	<a href="#">"18118"</a>

## ONTAP를 사용하는 Oracle Linux 8.2에 대한 NVMe/FC 호스트 구성

지원 가능성

NVMe/FC는 Oracle Linux 8.2의 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다. Oracle Linux 8.2 호스트는 동일한 파이버 채널(FC) 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

**NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

1. 서버에 Oracle Linux 8.2를 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지원되는 Unbreakable Enterprise 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



```
# uname -r
5.4.17-2011.1.2.el8uek.x86_64
```

3. NVMe-CLI 패키지를 업그레이드합니다. 기본 NVMe-CLI 패키지에는 NVMe/FC 자동 연결 스크립트, NVMe 다중 경로에 대한 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 ONTAP udev 규칙 및 ONTAP 네임스페이스를 위한 NetApp 플러그인이 포함되어 있습니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.9-5.el8.x86_64
```

4. Oracle Linux 8.2 호스트에서 /etc/NVMe/hostnqn의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 스토리지에 있는 해당 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
Vserver Subsystem Host NQN
-----
vs_ol_nvme
          nvme_ss_ol_1
                        nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

hostnqn+ 문자열이 일치하지 않으면 vserver modify 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트의 etc/NVMe/hostnqn에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

#### NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 [NetApp 상호 운용성 매트릭스](#)를 참조하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc의 NVMe 지원은 기본적으로 이미 활성화되어 있습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

최신 lpfc 드라이버(수신함 및 아웃박스 모두)에는 lpfc\_enable\_fc4\_type 기본값이 3으로 설정되어 있습니다. 따라서 /etc/modprobe.d/lpfc.conf에서 명시적으로 설정할 필요가 없습니다.

3. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되고 타겟 포트를 볼 수 있으며 모두 작동 및 실행 중인지 확인합니다.

아래 예에서는 아래 출력에 표시된 것처럼 단일 이니시에이터 포트만 사용하도록 설정되어 두 개의 타겟 LIF에 연결되어 있습니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

**NVMe/FC를 검증합니다**

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

위 예에서는 두 개의 네임스페이스가 Oracle Linux 8.2 ANA 호스트에 매핑됩니다. 이러한 LIF는 4개의 타겟 LIF: 2개의 로컬 노드 LIF와 2개의 다른 파트너/원격 노드 LIF를 통해 확인할 수 있습니다. 이 설정은 호스트의 각 네임스페이스에 대해 ANA 최적화 경로 2개와 ANA 접근 불가 경로 2개로 표시됩니다.

## 2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Format	FW Rev	Namespace Usage
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	2	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B FFFFFFFF

## 3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

#### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device                Vserver                Namespace Path
NSID    UUID
Size
-----
-----
-----
-----
/dev/nvme0n1          vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns                1          72b887b1-5fb6-
47b8-be0b-33326e2542e2    85.90GB
/dev/nvme0n2          vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns                2          04bf9f6e-9031-
40ea-99c7-a1a61b2d7d08    85.90GB
/dev/nvme0n3          vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns                3          264823b1-8e03-
4155-80dd-e904237014a4    85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
```

```

        "Size" : "85.90GB",
        "LBA_Data_Size" : 4096,
        "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
        "Device" : "/dev/nvme0n2",
        "Vserver" : "vs_ol_nvme",
        "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
        "NSID" : 2,
        "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
        "Size" : "85.90GB",
        "LBA_Data_Size" : 4096,
        "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
        "Device" : "/dev/nvme0n3",
        "Vserver" : "vs_ol_nvme",
        "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
        "NSID" : 3,
        "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
        "Size" : "85.90GB",
        "LBA_Data_Size" : 4096,
        "Namespace_Size" : 20971520
    },
]
}

```

#### Broadcom NVMe/FC의 1MB I/O 크기를 활성화합니다

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```

# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256

```

2. `dracut -f` 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. `lpfc_sg_seg_cnt`가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## ONTAP 지원 Oracle Linux 8.1용 NVMe/FC 호스트 구성

### 지원 가능성

NVMe/FC는 Oracle Linux 8.1용 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다. Oracle Linux 8.1 호스트는 동일한 파이버 채널(FC) 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. Broadcom 이니시에이터는 동일한 FC 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 처리할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

### 알려진 제한 사항

- 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트는 NVMe-CLI 패키지에서 사용할 수 없습니다. HBA 공급업체에서 제공한 외부 자동 연결 스크립트를 사용합니다.
- 기본적으로 라운드 로빈 로드 밸런싱은 NVMe 다중 경로에 사용되지 않습니다. 이 기능을 사용하려면 udev 규칙을 작성해야 합니다. Oracle Linux 8.1에서 NVMe/FC 활성화 섹션에 단계가 나와 있습니다.
- NVMe/FC에 대한 sandlun 지원은 없으며, 결과적으로 Oracle Linux 8.1의 NVMe/FC에 대한 Linux LUHU(Unified Host Utilities)는 지원되지 않습니다. 기본 NVMe-CLI에 포함된 NetApp 플러그인의 일부로 제공되는 ONTAP 명령 출력을 사용합니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

### NVMe/FC를 사용하도록 설정합니다

1. 서버에 Oracle Linux 8.1을 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지원되는 Unbreakable Enterprise 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# uname -r
5.4.17-2011.0.7.el8uek.x86_64
```

3. NVMe-CLI 패키지를 업그레이드합니다.

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

4. 아래 문자열을 `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules` 에서 별도의 udev 규칙으로 추가합니다. 이를 통해 NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 사용할 수 있습니다.

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

5. Oracle Linux 8.1 호스트에서 `/etc/NVMe/hostnqn`의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 스토리지에 있는 해당 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
Oracle Linux_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

`hostnqn+` 문자열이 일치하지 않으면 `vserver modify` 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트의 `etc/NVMe/hostnqn`에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

6. 호스트를 재부팅합니다.

#### NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. `lpfc`의 NVMe 지원은 기본적으로 이미 활성화되어 있습니다.



```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

최신 lpfc 드라이버(수신함 및 아웃박스 모두)에는 lpfc\_enable\_fc4\_type 기본값이 3으로 설정되어 있습니다. 따라서 /etc/modprobe.d/lpfc.conf에서 명시적으로 설정할 필요가 없습니다.

3. 그런 다음 권장되는 lpfc 자동 연결 스크립트를 설치합니다.

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch.rpm
```

4. 자동 연결 스크립트가 설치되어 있는지 확인합니다.

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

6. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되고 타겟 포트를 볼 수 있으며 모두 작동 및 실행 중인지 확인합니다.

아래 예에서는 아래 출력에 표시된 것처럼 단일 이니시에이터 포트만 사용하도록 설정되어 두 개의 타겟 LIF에 연결되어 있습니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

## NVMe/FC를 검증합니다

### 1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

위 예에서는 두 개의 네임스페이스가 Oracle Linux 8.1 ANA 호스트에 매핑됩니다. 이러한 LIF는 4개의 타겟 LIF: 2개의 로컬 노드 LIF와 2개의 다른 파트너/원격 노드 LIF를 통해 확인할 수 있습니다. 이 설정은 호스트의 각 네임스페이스에 대해 ANA 최적화 경로 2개와 ANA 접근 불가 경로 2개로 표시됩니다.

### 2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
Namespace Usage	Format	FW Rev
-----		
-----		
-----		
/dev/nvme0n1	814vWBNRwfbCAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF
/dev/nvme0n2	814vWBNRwfbCAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF

### 3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5a32407351c711eaaa4800a098df41bd:subsystem.test
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live
inaccessible
```

#### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                      NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

#### Broadcom NVMe/FC의 1MB I/O 크기를 활성화합니다

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

## 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## 열 7

### Oracle Linux 7.9 및 ONTAP용 NVMe/FC 호스트 구성

#### 지원 가능성

NVMe/FC는 Oracle Linux 7.9용 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다. Oracle Linux 7.9 호스트는 동일한 파이버 채널(FC) 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

#### 알려진 제한 사항

- 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트는 "NVMe-CLI" 패키지에서 사용할 수 없습니다. HBA 공급업체에서 제공한 외부 자동 연결 스크립트를 사용합니다.
- 기본적으로 라운드 로빈 로드 밸런싱은 NVMe 다중 경로에 사용되지 않습니다. 이 기능을 사용하려면 udev 규칙을 작성해야 합니다. Oracle Linux 7.9에서 NVMe/FC 활성화 섹션에 단계가 나와 있습니다.
- NVMe/FC에 대한 sandlun 지원은 없으며, 결과적으로 Oracle Linux 7.9의 NVMe/FC에 대한 Linux LUHU(Unified Host Utilities)는 지원되지 않습니다. 기본 NVMe-CLI에 포함된 NetApp 플러그인의 일부로 제공되는 ONTAP 명령 출력을 사용합니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### NVMe/FC를 사용하도록 설정합니다

1. 서버에 Oracle Linux 7.9를 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지원되는 Unbreakable Enterprise 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# uname -r
5.4.17-2011.6.2.el7uek.x86_64
```

### 3. NVMe-CLI 패키지를 업그레이드합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

### 4. 아래 문자열을 '/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules' 에서 별도의 udev 규칙으로 추가합니다. 이를 통해 NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 사용할 수 있습니다.

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

### 5. Oracle Linux L 7.9 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하여 ONTAP 스토리지에 있는 해당 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

"hostnqn" 문자열이 일치하지 않으면 "vserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트의 "etc/NVMe/hostnqn"에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

### 6. 호스트를 재부팅합니다.

## NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

### 1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc의 NVMe 지원은 기본적으로 이미 활성화되어 있습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

최신 lpfc 드라이버(수신함 및 아웃박스 모두)에는 lpfc\_enable\_fc4\_type 기본값이 3으로 설정되어 있습니다. 따라서 '/etc/modprobe.d/lpfc.conf'에서 명시적으로 설정할 필요가 없습니다.

3. 그런 다음 권장되는 lpfc 자동 연결 스크립트를 설치합니다.

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch.rpm
. 자동 연결 스크립트가 설치되어 있는지 확인합니다.
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch
```

4. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되고 타겟 포트를 볼 수 있으며 모두 작동 및 실행 중인지 확인합니다.

아래 예에서는 아래 출력에 표시된 것처럼 단일 이니시에이터 포트만 사용하도록 설정되어 두 개의 타겟 LIF에 연결되어 있습니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

## NVMe/FC를 검증합니다

### 1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

위 예에서는 두 개의 네임스페이스가 Oracle Linux 7.9 ANA 호스트에 매핑됩니다. 이러한 LIF는 4개의 타겟 LIF: 2개의 로컬 노드 LIF와 2개의 다른 파트너/원격 노드 LIF를 통해 확인할 수 있습니다. 이 설정은 호스트의 각 네임스페이스에 대해 ANA 최적화 경로 2개와 ANA 접근 불가 경로 2개로 표시됩니다.

### 2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

### 3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

#### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver    Namespace Path                               NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

#### Broadcom NVMe/FC의 1MB I/O 크기를 활성화합니다

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.



## 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## Oracle Linux 7.8 및 ONTAP용 NVMe/FC 호스트 구성

### 지원 가능성

NVMe/FC는 Oracle Linux 7.8용 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다. Oracle Linux 7.8 호스트는 동일한 FC(Fibre Channel) 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. Broadcom 이니시에이터는 동일한 FC 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 처리할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

### 알려진 제한 사항

- 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트는 NVMe-CLI 패키지에서 사용할 수 없습니다. HBA 공급업체에서 제공한 외부 자동 연결 스크립트를 사용합니다.
- 기본적으로 라운드 로빈 로드 밸런싱은 NVMe 다중 경로에 사용되지 않습니다. 이 기능을 사용하려면 udev 규칙을 작성해야 합니다. Oracle Linux 7.8에서 NVMe/FC 활성화 섹션에 단계가 나와 있습니다.
- NVMe/FC에 대한 sandlun 지원은 없으며, 결과적으로 Oracle Linux 7.8의 NVMe/FC에 대한 Linux LUHU(Unified Host Utilities)는 지원되지 않습니다. 기본 NVMe-CLI에 포함된 NetApp 플러그인의 일부로 제공되는 ONTAP 명령 출력을 사용합니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

### NVMe/FC 활성화

1. 서버에 Oracle Linux 7.8을 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지원되는 Unbreakable Enterprise 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

### 3. NVMe-CLI 패키지를 업그레이드합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

### 4. 아래 문자열을 /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules 에서 별도의 udev 규칙으로 추가합니다. 이를 통해 NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 사용할 수 있습니다.

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

### 5. Oracle Linux L 7.8 호스트에서 /etc/NVMe/hostnqn의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 스토리지에 있는 해당 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

hostnqn+ 문자열이 일치하지 않으면 vserver modify 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트의 etc/NVMe/hostnqn에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

### 6. 호스트를 재부팅합니다.

## NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터 구성

### 1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc의 NVMe 지원은 기본적으로 이미 활성화되어 있습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

최신 lpfc 드라이버(수신함 및 아웃박스 모두)에는 lpfc\_enable\_fc4\_type 기본값이 3으로 설정되어 있습니다. 따라서 /etc/modprobe.d/lpfc.conf에서 명시적으로 설정할 필요가 없습니다.

3. 그런 다음 권장되는 lpfc 자동 연결 스크립트를 설치합니다.

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
. 자동 연결 스크립트가 설치되어 있는지 확인합니다.
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

4. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되고 타겟 포트를 볼 수 있으며 모두 작동 및 실행 중인지 확인합니다.

아래 예에서는 아래 출력에 표시된 것처럼 단일 이니시에이터 포트만 사용하도록 설정되어 두 개의 타겟 LIF에 연결되어 있습니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

## NVMe/FC 확인 중

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

위 예에서는 두 개의 네임스페이스가 Oracle Linux 7.8 ANA 호스트에 매핑됩니다. 이러한 LIF는 4개의 타겟 LIF: 2개의 로컬 노드 LIF와 2개의 다른 파트너/원격 노드 LIF를 통해 확인할 수 있습니다. 이 설정은 호스트의 각 네임스페이스에 대해 ANA 최적화 경로 2개와 ANA 접근 불가 경로 2개로 표시됩니다.

2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

#### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver    Namespace Path                               NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

#### Broadcom NVMe/FC의 1MB I/O 크기 활성화

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

## 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## Oracle Linux 7.7 및 ONTAP용 NVMe/FC 호스트 구성

### 지원 가능성

NVMe/FC는 다음 버전의 Oracle Linux에 대해 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다

- ol 7.7

OL 7.7 호스트는 동일한 파이버 채널 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오.

지원되는 구성의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

### 알려진 제한 사항

- 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트는 NVMe-CLI 패키지에서 사용할 수 없습니다. HBA 공급업체가 제공한 외부 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- 기본적으로 라운드 로빈 부하 분산은 사용되지 않습니다. 이 기능을 사용하려면 udev 규칙을 작성해야 합니다. OL 7.7에서 NVMe/FC 활성화 섹션에 단계가 나와 있습니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

### OL 7.7에서 NVMe 활성화

1. 기본 Oracle Linux 7.7 커널이 설치되어 있는지 확인합니다.
2. 호스트를 재부팅하고 지정된 OL 7.7 커널로 부팅되는지 확인합니다.

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

3. NVMe-CLI-1.8.1-3.el7 패키지로 업그레이드하십시오.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. 아래 문자열을 '/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules' 에서 별도의 udev 규칙으로 추가합니다. 이를 통해 NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 사용할 수 있습니다.

```
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin
```

5. OL 7.7 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하여 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 vserver modify 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트의 '/etc/NVMe/hostnqn'에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

1. 호스트를 재부팅합니다.

**NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터 구성**

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Broadcom 아웃박스 자동 연결 스크립트 패키지를 복사 및 설치합니다.

```
# rpm -ivh nvme_fc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
```

3. 호스트를 재부팅합니다.

4. 권장되는 Broadcom lpfc 펌웨어, 기본 받은 편지함 드라이버 및 아웃박스 자동 연결 패키지 버전을 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 버전 목록은 [를 참조하십시오](#) "NetApp 상호 운용성 매트릭스".

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.17, sil-4.2.c
12.4.243.17, sil-4.2.c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.0.0.10

# rpm -qa | grep nvme_fc
nvme_fc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

5. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

6. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```



```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

7. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되어 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

**NVMe/FC 확인 중**

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

#### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver    Namespace Path                               NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

#### Broadcom NVMe/FC의 1MB I/O 크기 활성화

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

## 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## lpfc 세부 정보 로깅

NVMe/FC용 lpfc 드라이버를 설정합니다.

## 단계

1. 를 설정합니다 lpfc\_log\_verbose 다음 값 중 하나에 대한 드라이버 설정을 사용하여 NVMe/FC 이벤트를 기록합니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 값을 설정한 후 를 실행합니다 dracut-f 명령을 실행하여 호스트를 재부팅합니다.
3. 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

# RHEL을 참조하십시오

## RHEL 9

## ONTAP 기반 RHEL 9.3에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 9.3에서 ANA(Asymmetric Namespace Access) 지원 NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP를 사용하는 RHEL 9.3에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원을 사용할 수 있습니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.
- NVMe 네임스페이스를 요청하지 않도록 명시적인 dm-multipath 설정 없이 지정된 HBA(호스트 버스 어댑터)에서 동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 사용합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#)을 참조하십시오.

### 피처

RHEL 9.3에는 기본적으로 NVMe 네임스페이스를 위해 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되어 있으므로 명시적 설정이 필요하지 않습니다.

### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

### 소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차에 따라 지원되는 최소 RHEL 9.3 소프트웨어 버전을 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 서버에 RHEL 9.3을 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 9.3 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.14.0-362.8.1.el9_3.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-cli-2.4-10.el9.x86_64
```

3. 를 설치합니다 libnvme 패키지:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

◦ 예제 출력 \*

```
libnvme-1.4-7.el9.x86_64
```

4. RHEL 9.3 호스트에서 에서 hostnqn 문자열을 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 예제 출력 \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf
```

5. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme147
```

◦ 출력 예: \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme147	rhel_147_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf

+



를 누릅니다 hostnqn 문자열이 일치하지 않습니다. 를 사용하십시오 vserver modify 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 hostnqn 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 hostnqn 문자열 시작 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.12
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x062300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2143d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061b15 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2145d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061115 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c4538 Issue 000000001f58da22 OutIO
ffffffffffffc94ea
abort 00000630 noxri 00000000 nondlp 00001071 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000630 Err 0001bd4a
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x062c00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2144d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x060215 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2146d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061815 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c3618 Issue 000000001f5967a4 OutIO
fffffffffffd318c
abort 00000629 noxri 00000000 nondlp 0000044e qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000629 Err 0001bd3d
```

## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. RHEL 9.3 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필요한 최신 수정 사항이 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 예제 출력 \*

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k  
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

## 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 을 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.



## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

### 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.166.17
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.167.17
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
```

```

trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.166.16
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr: 192.168.167.16
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
...

```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```

#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23

```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.17
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.17
-l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. in-kernel NVMe multipath가 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: NetApp ONTAP 컨트롤러로 설정된 모델 및 라운드 로빈으로 설정된 로드 밸런싱 IPolicy가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
-----		
/dev/nvme5n21	81CYrNQlis3WAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----				
1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme5n21
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.e80cc121ca6911ed8cbdd039ea165590:subsystem.rhel_  
147_LPE32002  
\  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2144d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-  
0x100000109b3c0820 live optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2145d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-  
0x100000109b3c081f live non-optimized  
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2146d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-  
0x100000109b3c0820 live non-optimized  
+- nvme6 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-  
0x2143d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-  
0x100000109b3c081f live optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992- 08.com.netapp:sn.
bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_add
r=192.168.167.1 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_add
r=192.168.167.1 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_add
r=192.168.166.1 live
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_add
r=192.168.166.1 live
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

  

NSID	UUID	Size
1	6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f	21.47GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_95",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

ONTAP 릴리즈가 포함된 RHEL 9.3의 NVMe-oF 호스트 구성에는 알려진 문제가 없습니다.

### ONTAP 포함 RHEL 9.2에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe over Fabrics(NVMe-oF)는 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스)가 포함된 RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 9.2에서 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

RHEL 9.2 및 ONTAP의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원이 제공됩니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.
- 명시적 dm-multipath 설정 없이 특정 호스트 버스 어댑터(HBA)의 동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 사용하여 NVMe 네임스페이스를 주장하지 못하게 합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

### 피처

- RHEL 9.2에는 기본적으로 NVMe 네임스페이스에 대한 인 NVMe 다중 경로가 활성화되어 있으므로 명시적 설정이 필요하지 않습니다.

### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

### 소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차를 사용하여 지원되는 최소 RHEL 9.2 소프트웨어 버전을 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 서버에 RHEL 9.2를 설치합니다. 설치가 완료된 후 지정된 RHEL 9.2 커널을 실행 중인지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.14.0-284.11.1.el9_2.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

◦ 출력 예: \*



```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. 를 설치합니다 libnvme 패키지:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

◦ 예제 출력 \*

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. RHEL 9.2 호스트에서 hostnqn 문자열을 에서 확인하십시오 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 예제 출력 \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

5. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

◦ 출력 예: \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	rhel_207_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df

+



를 누릅니다 hostnqn 문자열이 일치하지 않습니다. 를 사용하십시오 vserver modify 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 hostnqn 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 hostnqn 문자열 시작 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. RHEL 9.2 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 예제 출력 \*

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

### 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
-l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

단계

1. in-kernel NVMe multipath가 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: NetApp ONTAP 컨트롤러로 설정된 모델 및 라운드 로빈으로 설정된 로드 밸런싱 IPolicy가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
-----		
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----				
1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.



## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem.rhel_207  
_LB \  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live non-optimized  
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:subsystem.rhel_tcp
97 \
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live
non-optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live
non-optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.166.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live
optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live
optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

  

NSID	UUID	Size
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

알려진 문제

알려진 문제가 없습니다.

## ONTAP가 포함된 RHEL 9.1에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 NVMe/TCP 포함)는 ONTAP 어레이에서 정상 작동하는 스토리지 페일오버(SFO)에 필요한 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 RHEL 9.1에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. 이 문서에는 RHEL 9.1 및 ONTAP에서 ANA를 타겟으로 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대한 세부 정보가 포함되어 있습니다.

ONTAP를 사용하는 RHEL 9.1의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원을 이용할 수 있습니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.
- 명시적 dm-multipath 설정 없이 특정 호스트 버스 어댑터(HBA)의 동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 사용하여 NVMe 네임스페이스를 주장하지 못하게 합니다.

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

피처

RHEL 9.1에는 명시적 설정 없이 기본적으로 활성화된 NVMe 네임스페이스에 대한 인커널 NVMe 다중 경로 지원이 포함되어 있습니다.

알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

인커널 NVMe 다중 경로 지원

다음 절차를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

단계

1. 서버에 RHEL 9.1을 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 9.1 커널을 실행하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

예:

```
# uname -r
5.14.0-162.6.1.el9_1.x86_64
```

3. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

예:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

4. 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme207
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme207   rhel_207_LPe32002   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df
```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 "vservers modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트에서 호스트 NQN 문자열 '/etc/NVMe/hostnqn'과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

5. 호스트를 재부팅합니다.

#### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2

# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc

Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록을 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.2.0.5
```

3. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인한다

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1b95ef
0x100000109b1b95f0
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1b95ef WWNN x200000109b1b95ef DID
x061700 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2035d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062f05 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2083d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062407 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001df6c Issue 000000000001df6e OutIO
0000000000000002
        abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1b95f0 WWNN x200000109b1b95f0 DID
x061400 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2036d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x061605 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2037d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062007 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001dd28 Issue 000000000001dd29 OutIO
0000000000000001
        abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

### NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

기본 받은 편지함입니다 qla2xxx RHEL 9.1 커널에 포함된 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 수정 사항이 있습니다.

#### 단계

1. 다음 명령을 사용하여 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 다음 명령을 사용하여 Marvell 어댑터가 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있도록 설정됩니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.



```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF combos가 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 실행 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 를 더 길게 설정해야 합니다 `ctrl_loss_tmo` 타이머 재시도 기간(예: 에서 설정할 수 있는 30분 -1 1800)를 실행하는 동안 `connect-all` 경로 손실이 발생할 경우 더 긴 시간 동안 재시도하도록 명령을 내립니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 다음을 확인하여 In-kernel NVMe multipath가 실제로 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 "iopolicy"가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

  

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

예 (A):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys10 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.82e7f9edc72311ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_131_QLe
2742
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x2039d039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203cd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203bd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203ad039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live non-optimized
```

예 (b):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bf0691a7c74411ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_tcp_133
\
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.166.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live non-
optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live
optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live non-
optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.167.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live
optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

예 (A):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

예 (b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column

Device          Vserver          Namespace Path
-----
/dev/nvme1n1    vs_tcp_133       /vol/vol1/ns1

NSID UUID          Size
-----
1      1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"vs_tcp_133",
      "Namespace_Path":"/vol/vol1/ns1",
      "NSID":1,
      "UUID":"1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
  ],
}
}
```

#### 알려진 문제

ONTAP가 있는 RHEL 9.1의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
1503468	nvme list-subsys 명령은 지정된 하위 시스템에 대해 반복되는 NVMe 컨트롤러 목록을 반환합니다	를 클릭합니다 nvme list-subsys 명령은 지정된 하위 시스템과 관련된 NVMe 컨트롤러의 고유 목록을 반환해야 합니다. RHEL 9.1에서 nvme list-subsys 명령은 지정된 하위 시스템에 속한 모든 네임스페이스에 대한 각 ANA 상태가 있는 NVMe 컨트롤러를 반환합니다. 그러나 ANA 상태는 이름 공간 당 속성이므로 지정된 네임스페이스에 대한 하위 시스템 명령 구문을 나열하는 경우 경로 상태로 고유한 NVMe 컨트롤러 항목을 표시하는 것이 좋습니다.	2130106

## ONTAP 지원 RHEL 9.0에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe-oF(NVMe/FC 및 NVMe/TCP 포함)는 ONTAP 어레이에서 정상적인 스토리지 장애 조치(SFO)에 필요한 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 있는 RHEL 9.0에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에서 ALUA와 동등한 제품이며 현재 In-kernel NVMe Multipath로 구현되고 있습니다. 이 문서에는 RHEL 9.0에서 ANA를 사용하고 ONTAP를 대상으로 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대한 세부 정보가 포함되어 있습니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#)을 참조하십시오.

### 피처

- RHEL 9.0부터 NVMe/TCP는 RHEL 8과 달리 더 이상 기술 미리 보기 기능이 아니라 완전히 지원되는 엔터프라이즈 기능 그 자체입니다.
- RHEL 9.0부터, RHEL 8과 달리 명시적인 설정 없이 기본적으로 NVMe 네임스페이스에 대해 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화됩니다.

### 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

### In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

다음 절차를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

#### 단계

1. 서버에 RHEL 9.0을 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 9.0 커널을 실행 중인지 확인합니다. 을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# uname -r
5.14.0-70.13.1.el9_0.x86_64
```

3. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

4. 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1

```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 "vserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 업데이트하여 호스트의 '/etc/NVMe/hostnqn'에서 호스트 NQN 문자열과 일치시켜야 합니다.

5. 호스트를 재부팅합니다.

#### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.



## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터에 대한 자세한 내용은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.351.47, sli-4:2:c  
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.4
```

3. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인한다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b1c1204  
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

### Marvell/QLogic

RHEL 9.0 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 수정 사항이 포함되어 있습니다.

단계

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

1. Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동하도록 하는 "ql2xnvmeenable"이 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 마찬가지로, 다른 NVMe/TCP 이니시에이터 타겟 LIF 콤보에서 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인하십시오. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 실행 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 를 더 길게 설정하십시오 `ctrl_loss_tmo` 타이머 재시도 기간(예: 에서 설정할 수 있는 30분 -1 1800) 연결 중 - 경로 손실이 발생할 경우 더 오랜 시간 동안 다시 시도하도록 합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

### NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

#### 단계

1. 다음을 확인하여 In-kernel NVMe multipath가 실제로 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMf 설정(예: 모델이 'NetApp ONTAP 컨트롤러'로 설정되고 로드 밸런싱이 '라운드 로빈'으로 설정된 모델)이 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다.

예 (A):

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

예 (b):

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1  81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다.

예 (A):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

예 (b):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.1.51 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.56 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live optimized
+- nvme15 tcp traddr=192.168.2.57 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live non-optimized
+- nvme5 tcp traddr=192.168.1.52 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live non-optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

예 (A):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
NSID
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_fcnvme_141    /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns    1

UUID                                                    Size
-----
72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

예 (b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_tcp_118
/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns

NSID    UUID                                                    Size
-----
1        4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c    85.90GB
```



```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_118",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}
```

#### 알려진 문제

ONTAP가 있는 RHEL 9.0에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
<a href="#">"1479047"</a>	RHEL 9.0 NVMe-of 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 만듭니다	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 "NVMe discover -p" 명령을 사용하여 영구 Discovery 컨트롤러 (PDB)를 생성할 수 있습니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 그러나 NVMe-oF 호스트를 가진 ONTAP 9.10.1 및 Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 9.0을 실행하는 경우 "NVMe Discover-p"가 실행될 때마다 중복 PDC가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	2087000

## RHEL 8

### ONTAP를 사용하는 RHEL 8.9에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 8.9와 ANA(Asymmetric Namespace Access)에서 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP가 포함된 RHEL 8.9에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원을 사용할 수 있습니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

알려진 제한 사항

- RHEL 8.9 NVMe-oF 호스트에서는 커널 내 NVMe 다중 경로가 기본적으로 비활성화됩니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- RHEL 8.9 호스트에서 NVMe/TCP는 미해결 문제로 인한 기술 미리 보기 기능입니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

인커널 다중 경로를 활성화합니다

다음 절차를 사용하여 커널 내 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

단계

1. 호스트 서버에 RHEL 8.9를 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 8.9 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 예제 출력 \*

```
4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

3. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

◦ 예제 출력 \*

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

5. 호스트에서 에서 호스트 NQN 문자열을 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 예제 출력 \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

6. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

◦ 예제 출력 \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
-----		
vs_nvme101	rhel_101_QLe2772	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132

+



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 를 사용할 수 있습니다 vserver modify 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템에서 호스트 NQN 문자열을 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트합니다 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

7. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 호스트에서 NVMe와 SCSI가 공존하는 트래픽을 모두 실행하려는 경우, NetApp는 ONTAP 네임스페이스에 대한 인커널 NVMe 다중 경로와 ONTAP LUN에 대한 dm-multipath를 각각 사용할 것을 권장합니다. 이렇게 하면 ONTAP 네임스페이스가 dm-multipath에서 제외되고 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 디바이스를 소유하지 못하게 됩니다. 을 추가하여 이 작업을 수행할 수 있습니다 enable\_foreign 를 로 설정합니다 /etc/multipath.conf 파일:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.21
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001aa Issue 00000000000001ab OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001ac Issue 00000000000001ad OutIO
0000000000000001
          abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
```

## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. RHEL 8.9 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필요한 최신 업스트림 픽스가 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 예제 출력 \*

```
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k  
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
```

2. 확인합니다 `ql2xnvmeenable` 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

### 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. `lpfc`의 값 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. `lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. `dracut -f` 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. `lpfc_sg_seg_cnt`가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

### NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 파일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr:  192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr:  192.168.111.15
sectype: none .....
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

#### NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

단계

1. in-kernel NVMe multipath가 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 적절한 NVMe-oF 설정(예: `model` 를 로 설정합니다 NetApp ONTAP Controller 부하 분산 `iopolicy` 를 로 설정합니다 `round-robin`) 각 ONTAP 네임스페이스는 호스트에 올바르게 반영됩니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```



◦ 출력 예: \*

```
Node          SN          Model
-----
/dev/nvme0n1 81Gx7NSiKSQqAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller

Namespace Usage    Format          FW          Rev
-----
1                21.47 GB / 21.47 GB  4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
```

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8e501f8ebaf11ec9b99d039ea359e4b:subsystem.rhel_163_Qle2742
+- nvme0 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204fd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4995:pn-0x21000024ff7f4995 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204ed039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
+- nvme3 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp79	/vol/vol1/ns

  

NSID	UUID	Size
1	aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec	21.47GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_tcp79",
      "Namespace Path": "/vol/vol1/ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

알려진 문제

ONTAP 릴리즈가 포함된 RHEL 8.9에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
"1479047"	RHEL 8.9 NVMe-oF 호스트는 중복 영구 검색 컨트롤러를 생성합니다	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 "NVMe discover -p" 명령을 사용하여 영구 Discovery 컨트롤러 (PDB)를 생성할 수 있습니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 그러나 NVMe-oF 호스트에서 RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.9를 실행하는 경우 "NVMe discover-p"를 실행할 때마다 중복 PDC가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	2087000

### ONTAP 포함 RHEL 8.8에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 ANA(Asymmetric Namespace Access) 8.8 기반의 RHEL(Red Hat Enterprise Linux)에서 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP 기반의 RHEL 8.8에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원이 제공됩니다.

- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#)을 참조하십시오.

#### 알려진 제한 사항

- RHEL 8.8 NVMe-of 호스트에 대해 커널 내 NVMe 다중 경로가 기본적으로 비활성화됩니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- RHEL 8.8 호스트에서 NVMe/TCP는 미해결 문제로 인한 기술 미리보기 기능입니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### 인커널 다중 경로를 활성화합니다

다음 절차를 사용하여 커널 내 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

#### 단계

1. 호스트 서버에 RHEL 8.8을 설치합니다.
2. 설치가 완료된 후 지정된 RHEL 8.8 커널을 실행 중인지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 예제 출력 \*

```
4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

### 3. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

◦ 예제 출력 \*

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

### 4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

### 5. 호스트에서 에서 호스트 NQN 문자열을 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 예제 출력 \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

### 6. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

◦ 예제 출력 \*

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme161	rhel_161_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f

+



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 를 사용할 수 있습니다 `vserver modify` 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템에서 호스트 NQN 문자열을 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트합니다 `/etc/nvme/hostnqn` 호스트.

## 7. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 호스트에서 NVMe와 SCSI가 공존하는 트래픽을 모두 실행하려는 경우, NetApp는 ONTAP 네임스페이스에 대한 인커널 NVMe 다중 경로와 ONTAP LUN에 대한 `dm-multipath`를 각각 사용할 것을 권장합니다. 즉, `dm-multipath`가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 `dm-multipath`에서 제외해야 합니다. 이 작업은 를 추가하여 수행할 수 있습니다 `enable_foreign` 를 로 설정합니다 `/etc/multipath.conf` 파일:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.18
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 [를 참조하십시오 "NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204bd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a100a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000825e567 Issue 000000000825d7ed OutIO
ffffffffffffffff286
abort 0000027c noxri 00000000 nondlp 00000a02 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000782 Err 000130fa

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204cd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a090a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000826ced5 Issue 000000000826c226 OutIO
ffffffffffffffff351
          abort 0000029d noxri 00000000 nondlp 000008df qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000821 Err 00012fcd
```



## NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

### 단계

1. RHEL 8.8 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 예제 출력 \*

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

### 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
.....
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 수행하고 최소 30분 또는 1800초 동안 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

단계

1. in-kernel NVMe multipath가 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 적절한 NVMe-oF 설정(예: `model` 를 로 설정합니다 NetApp ONTAP Controller 부하 분산 `iopolicy` 를 로 설정합니다 `round-robin`) 각 ONTAP 네임스페이스는 호스트에 올바르게 반영됩니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
-----		
/dev/nvme3n1	81Gx7NSiKSQeAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----				
1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys3 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.ab4fa6a5ba8b11ecbe3dd039ea359e4b:subsystem.rhel_161_Lpe32002
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204cd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204ad039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204bd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x2049d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live
optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp	/vol/vol1/ns1

  

NSID	UUID	Size
1	338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855	21.47GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

알려진 문제

RHEL 8.8 with ONTAP 릴리스에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
"1479047"	RHEL 8.8 NVMe-oF 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 만듭니다	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 "NVMe discover -p" 명령을 사용하여 영구 Discovery 컨트롤러 (PDB)를 생성할 수 있습니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 그러나 NVMe-oF 호스트에서 Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 8.8을 실행하는 경우 "NVMe Discover-p"가 실행될 때마다 중복된 PDC가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	2087000

#### ONTAP가 포함된 RHEL 8.7에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

ANA(비대칭 네임스페이스 액세스)를 사용하는 RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.7에서 NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 기타 전송 포함)가 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. 이 절차를 수행하는 동안 RHEL 8.7의 ANA 및 타겟으로 ONTAP를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로와 함께 NVMe-oF를 활성화합니다.

를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

#### 피처

RHEL 8.7에는 NVMe/FC 외에 NVMe/TCP(기술 미리 보기 기능)에 대한 지원이 포함되어 있습니다. 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시할 수 있습니다.

#### 알려진 제한 사항

- RHEL 8.7의 경우 커널 내 NVMe 다중 경로가 기본적으로 비활성화되어 있습니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- RHEL 8.7의 NVMe/TCP는 미해결 문제로 인해 기술 미리보기 기능으로 유지됩니다. 을 참조하십시오 ["RHEL 8.7 릴리즈 노트"](#) 를 참조하십시오.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

다음 절차를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

#### 단계

1. RHEL 8.7을 서버에 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 8.7 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

예:



```
# uname -r
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

### 3. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

예:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

### 4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

### 5. 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn

nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:a7f7ald4-311a-11e8-b634-
7ed30aef10b7

::> vservers nvme subsystem host show -vserver vs_nvme167
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme167   rhel_167_LPe35002  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid: a7f7ald4-
311a-11e8-b634-7ed30aef10b7
```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 "vserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트에서 호스트 NQN 문자열 '/etc/NVMe/hostnqn'과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

### 6. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 호스트에서 NVMe와 SCSI가 공존하는 트래픽을 모두 실행하려는 경우 NetApp에서는 ONTAP 네임스페이스에 커널 내 NVMe 다중 경로를, ONTAP LUN에 대해 dm-multipath를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 즉, dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 dm-multipath에서 제외해야 합니다. ENABLE\_FORENAL 설정을 에 추가하여 이 작업을 수행할 수 있습니다 /etc/multipath.conf 파일:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

새 설정을 적용하려면 'stemctl restart multipathd' 명령을 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe35002-M2
LPe35002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록을 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.12, sli-4:6:d
14.0.505.12, sli-4:6:d
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.15
```

3. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인한다

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b95467c
0x100000109b95467b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b95467c WWNN x200000109b95467c DID
x0a1500 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2071d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0907 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2072d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0805 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909837 Issue 0000000004908cfc OutIO
ffffffffffff4c5
abort 0000004a noxri 00000000 nondlp 00000458 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000061 Err 00017f43

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b95467b WWNN x200000109b95467b DID
x0a1100 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2070d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a1007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x206fd039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0c05 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909464 Issue 0000000004908531 OutIO
ffffffffffff0cd
abort 0000004f noxri 00000000 nondlp 00000361 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000006b Err 00017f99
```

#### NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

기본 받은 편지함입니다 qla2xxx RHEL 8.7 커널에 포함된 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 수정 사항이 있습니다.

단계

1. 다음 명령을 사용하여 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 이 옵션을 설정하면 Marvell 어댑터가 다음 명령을 사용하여 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

### 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

### NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

## 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10

=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn:
nqn.199208.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 3
```

```
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr: 192.168.211.14
sectype: none

=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
```

```
portid: 3
```

```
trsvcid: 4420
```

```
subnqn: nqn.1992-
```

```
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
```

```
traddr: 192.168.111.14
```

```
sectype: none
```

```
[root@R650-13-79 ~]#
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF combos가 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15
```

3. 실행 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 를 더 길게 설정하십시오 `ctrl_loss_tmo` 타이머 재시도 기간(예: 에서 설정할 수 있는 30분 -1 1800) 연결 중 - 경로 손실이 발생할 경우 더 오랜 시간 동안 다시 시도하도록 합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5-a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 다음을 확인하여 In-kernel NVMe multipath가 실제로 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 "iopolicy"가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.



```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81Gx7NSiKSRNAAAAAAB    NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
21.47 GB / 21.47 GB 4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1

nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\

+- nvme0 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live non-optimized

+- nvme1 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live optimized

+- nvme2 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live non-optimized

+- nvme3 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

알려진 문제

ONTAP를 사용하는 RHEL 8.7의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
"1479047"	RHEL 8.7 NVMe-of 호스트는 중복된 영구 검색 컨트롤러를 만듭니다	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 "NVMe discover -p" 명령을 사용하여 영구 Discovery 컨트롤러 (PDB)를 생성할 수 있습니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDB만 생성해야 합니다. 하지만 NVMe-oF 호스트를 사용하여 ONTAP 9.10.1 및 Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 8.7을 실행하는 경우 "NVMe Discover-p"가 실행될 때마다 중복 PDB가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	2087000

### ONTAP 포함 RHEL 8.6에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.6에서 NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 기타 전송 포함)가 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. 이 절차를 수행하는 동안 RHEL 8.6의 ANA 및 타겟으로 ONTAP를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로와 함께 NVMe-oF를 활성화합니다

를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

#### 피처

- RHEL 8.6은 NVMe/FC 외에 NVMe/TCP(기술 미리 보기 기능)에 대한 지원을 포함합니다. 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시할 수 있습니다.

#### 알려진 제한 사항

- RHEL 8.6의 경우, 기본적으로 in-kernel NVMe multipath가 비활성화되어 있습니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- RHEL 8.6의 NVMe/TCP는 미해결 문제로 인해 기술 미리보기 기능으로 유지됩니다. 을 참조하십시오 ["RHEL 8.6 릴리즈 노트"](#) 를 참조하십시오.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

다음 절차를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

#### 단계

1. 서버에 RHEL 8.6을 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 8.6 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 8.6 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

예:

```
# uname -r
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

### 3. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

예:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el8.x86_64
```

### 4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

### 5. 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 "vserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트에서 호스트 NQN 문자열 '/etc/NVMe/hostnqn'과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

### 6. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 호스트에서 NVMe와 SCSI가 공존하는 트래픽을 모두 실행하려는 경우 NetApp에서는 ONTAP 네임스페이스에 커널 내 NVMe 다중 경로를, ONTAP LUN에 대해 dm-multipath를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 즉, dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 dm-multipath에서 제외해야 합니다. 이 작업은 enable\_Foreign 설정을 추가하여 수행할 수 있습니다 /etc/multipath.conf 파일:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

새 설정을 적용하려면 'stemctl restart multipathd' 명령을 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록을 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인한다

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

RHEL 8.6 커널에 포함된 기본 받은 편지함 "qla2xxx" 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다.

단계

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

2. Marvell 어댑터가 다음 명령을 사용하여 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있도록 하는 "ql2xnvmeenable"이 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

### 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

### NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.



## 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF combos가 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 실행 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 를 더 길게 설정하십시오 `ctrl_loss_tmo` 타이머 재시도 기간(예: 에서 설정할 수 있는 30분 -1 1800) 연결 중 - 경로 손실이 발생할 경우 더 오랜 시간 동안 다시 시도하도록 합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되었는지 확인:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 "iopolicy"가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

  

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fcnvme_141 /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

#### 알려진 문제

ONTAP를 사용하는 RHEL 8.6의 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명	Bugzilla ID입니다
<a href="#">"1479047"</a>	RHEL 8.6 NVMe-oF 호스트에서는 중복 영구 검색 컨트롤러가 생성됩니다	NVMe over Fabrics (NVMe-oF) 호스트에서 "NVMe discover -p" 명령을 사용하여 영구 Discovery 컨트롤러 (PDB)를 생성할 수 있습니다. 이 명령을 사용할 경우 이니시에이터-타겟 조합당 하나의 PDC만 생성해야 합니다. 하지만 NVMe-oF 호스트와 함께 ONTAP 9.10.1 및 Red Hat Enterprise Linux(RHEL) 8.6을 실행하는 경우 "NVMe Discover-p"가 실행될 때마다 중복 PDC가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.	2087000

## ONTAP가 포함된 RHEL 8.5에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.5에서 NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 기타 전송 포함)가 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. 이 절차를 수행하는 동안 RHEL 8.5에서 ANA를 사용하고 ONTAP를 타겟으로 하여 NVMe-oF를 커널 내 NVMe 다중 경로와 함께 활성화합니다.

를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

### 피처

RHEL 8.5에는 NVMe/FC 외에도 NVMe/TCP(기술 미리 보기 기능) 지원이 포함되어 있습니다. 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시할 수 있습니다.

### 알려진 제한 사항

- RHEL 8.5의 경우, in-kernel NVMe multipath가 기본적으로 비활성화되어 있습니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- RHEL 8.5의 NVMe/TCP는 미해결 문제로 인해 기술 미리보기 기능으로 유지됩니다. 을 참조하십시오 ["RHEL 8.5 릴리스 정보"](#) 를 참조하십시오.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

### In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

다음 절차를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

#### 단계

1. 서버에 RHEL 8.5 GA를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 8.5 GA 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

예:

```
# uname -r
4.18.0-348.el8.x86_64
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

예:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. 인커널 NVMe 다중 경로 지원:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-348.el8.x86_64
```

4. 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 "vserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트에서 호스트 NQN 문자열 '/etc/NVMe/hostnqn'과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

5. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 호스트에서 NVMe와 SCSI가 공존하는 트래픽을 모두 실행하려는 경우 NetApp에서는 ONTAP 네임스페이스에 커널 내 NVMe 다중 경로를, ONTAP LUN에 대해 dm-multipath를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 즉, dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 dm-multipath에서 제외해야 합니다. ENABLE\_FORENAL 설정을 에 추가하여 이 작업을 수행할 수 있습니다 /etc/multipath.conf 파일:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

새 설정을 적용하려면 'stemctl restart multipathd' 명령을 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록을 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

3. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인한다

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```



## Marvell/QLogic

기본 받은 편지함입니다 q1a2xxx RHEL 8.5 GA 커널에 포함된 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 수정 사항이 있습니다.

### 단계

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동하도록 하는 "ql2xnvmeenable"이 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다 lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

## 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF combos가 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 를 더 길게 설정하십시오 `ctrl_loss_tmo` 타이머 재시도 기간(예: 에서 설정할 수 있는 30분 -1 1800) 연결 중 - 경로 손실이 발생할 경우 더 오랜 시간 재시도합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

### NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

#### 단계

1. 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되었는지 확인:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 지정값이 호스트에 올바르게 반영되는지 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

  

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fcnvme_141 vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

알려진 문제

알려진 문제가 없습니다.

#### ONTAP를 사용하는 RHEL 8.4에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.4에서 NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 기타 전송 포함)가 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 비대칭 논리 유닛 액세스(ALUA)이며, 현재 In-kernel NVMe Multipath를 통해 구현되고 있습니다. RHEL 8.4의 ANA 및 타겟으로 ONTAP를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로와 함께 NVMe-oF를 활성화할 수 있습니다.

피처

이 릴리즈에는 새로운 기능이 없습니다.

알려진 제한 사항

- RHEL 8.4의 경우 커널 내 NVMe 다중 경로는 기본적으로 비활성화되어 있습니다. 따라서 수동으로 활성화해야

합니다.

- RHEL 8.4의 NVMe/TCP는 미해결 문제로 인해 기술 미리보기 기능으로 유지됩니다. 을 참조하십시오 ["RHEL 8.4 릴리스 정보"](#) 를 참조하십시오.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

#### 인커널 NVMe 다중 경로 지원

다음 절차를 사용하여 커널 내 NVMe 다중 경로를 활성화할 수 있습니다.

#### 단계

1. RHEL 8.4 GA를 서버에 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 8.4 커널을 실행 중인지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

예:

```
# uname -r
4.18.0-305.el8.x86_64
```

3. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

예:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-305.el8.x86_64
```

5. 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 "vserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트에서 호스트 NQN 문자열 '/etc/NVMe/hostnqn'과 일치하도록 업데이트해야 합니다.

#### 6. 호스트를 재부팅합니다.

동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 모두 실행하려는 경우 ONTAP 네임스페이스에는 인커널 NVMe 다중 경로, ONTAP LUN에는 dm-multipath를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 즉, dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하도록 ONTAP 네임스페이스를 dm-multipath에서 제외해야 합니다. 이렇게 하려면 enable\_Foreign 설정을 '/etc/multipath.conf' 파일에 추가합니다.



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

새 설정을 적용하려면 'stemctl restart multipathd' 명령을 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

#### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록을 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 3으로 설정되어 있습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.



```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

#### NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

기본 받은 편지함입니다 qla2xxx RHEL 8.4 GA 커널에 포함된 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 수정 사항이 있습니다.

단계

1. 다음 명령을 사용하여 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
```

2. Marvell 어댑터가 다음 명령을 사용하여 NVMe/FC 이니시에이터로 작동할 수 있도록 하는 "ql2xnvmeenable"이 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

### 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

### NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF combos가 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 실행 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. `ctrl_loss_tmo` 타이머 재시도 기간(예: 예서 설정할 수 있는 30분 -1 1800) 연결 중 - 경로 손실이 발생할 경우 더 오랜 시간 동안 다시 시도하도록 합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

#### NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

##### 단계

1. 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되었는지 확인:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 "iopolicy"가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

예 (A):

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CZ5BQuUNfGAAAAAAB    NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

예 (b):

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CYrBQuTHQFAAAAAAAC    NetApp ONTAP Controller    1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B        FFFFFFFF
```

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

예 (A):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

예 (b):

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

예 (A):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fc_nvme_145 /vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fc_nvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fc_nvme_145_vol_1_0_0/fc_nvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

예 (b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_114",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

알려진 문제

알려진 문제가 없습니다.

#### ONTAP가 포함된 RHEL 8.3에 대한 NVMe/FC 호스트 구성

RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.3의 경우 ONTAP 9.6 이상에서 NVMe/FC가 지원됩니다. RHEL 8.3 호스트는 동일한 FC 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행합니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오.

를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 구성의 최신 목록

피쳐

이 릴리즈에는 새로운 기능이 없습니다.



#### 알려진 제한 사항

- RHEL 8.3의 경우 커널 내 NVMe 다중 경로는 기본적으로 사용하지 않도록 설정됩니다. 수동으로 활성화할 수 있습니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

**RHEL 8.3에서 NVMe/FC를 사용하도록 설정하십시오**

다음 절차를 사용하여 NVMe/FC를 활성화할 수 있습니다.

#### 단계

1. 서버에 Red Hat Enterprise Linux 8.3 GA를 설치합니다.
2. 를 사용하여 RHEL 8.2에서 RHEL 8.3으로 업그레이드하는 경우 `yum update/upgrade` 명령, 사용자 `/etc/nvme/host*` 파일이 손실될 수 있습니다. 파일 손실을 방지하려면 다음 절차를 따르십시오.

#### 단계

- a. `/etc/NVMe/host *` 파일을 백업합니다.
- b. 수동으로 편집한 `udev` 규칙이 있는 경우 제거합니다.

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. 업그레이드를 수행합니다.
- d. 업그레이드가 완료된 후 다음 명령을 실행합니다.

```
yum remove nvme-cli
```

- e. `/etc/NVMe/`에서 호스트 파일을 복구합니다.

```
yum install nvmecli
```

- f. 원래 `/etc/NVMe/host *` 내용을 백업에서 `/etc/NVMe/`의 실제 호스트 파일로 복사합니다.

3. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 커널을 실행 중인지 확인합니다.

```
# uname -r
4.18.0-240.el8.x86_64
```

를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

4. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64
```

## 5. 인커널 NVMe 다중 경로 지원

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-240.el8.x86_64
```

## 6. RHEL 8.3 호스트에서 호스트 NQN 문자열을 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn ONTAP 스토리지의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 출력 예 \*:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

## 7. 를 확인합니다 hostnqn string은 ONTAP 스토리지의 해당 하위 시스템에 대한 hostnqn 문자열과 일치합니다.

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

◦ 예제 출력 \*

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver          Subsystem      Host          NQN
-----
vs_fc_nvme_141   nvme_141_1     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

+



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 를 사용합니다 vserver modify 에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 업데이트하는 명령입니다 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

## 8. 호스트를 재부팅합니다.

## 9. 필요한 경우 를 업데이트합니다 enable\_foreign 설정.

동일한 RHEL 8.3이 공존하는 호스트에서 NVMe 트래픽과 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우 NetApp에서는 ONTAP 네임스페이스에 커널 내 NVMe 다중 경로를, ONTAP LUN에 대해 dm-multipath를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 또한 dm-multipath에서 ONTAP 네임스페이스를 블랙리스트에 포함시켜 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하게 해야 합니다. 이를 추가하여 이 작업을 수행할 수 있습니다 enable\_foreign 아래와 같이 /etc/multipath.conf로 설정합니다.



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

'stemctl restart multipathd'를 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

## NVMe/FC를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/FC를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 네임스페이스가 생성되어 호스트에서 제대로 검색되는지 확인합니다.

```
/dev/nvme0n1      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
1                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
/dev/nvme0n2      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
2                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
/dev/nvme0n3      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
3                 85.90 GB / 85.90 GB    4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

### 3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 예제 출력 \*

Device NSID	Vserver UUID	Namespace	Path Size
-----	-----		
-----	-----	-----	-----
/dev/nvme0n1	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns	47b8-be0b-33326e2542e2	1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2 85.90GB
/dev/nvme0n2	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns	40ea-99c7-a1a61b2d7d08	2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08 85.90GB
/dev/nvme0n3	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns	4155-80dd-e904237014a4	3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4 85.90GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}
```

**NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다**

다음 절차에 따라 Broadcom FC 어댑터를 구성할 수 있습니다.

지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc\_enable\_fc4\_type이 "\* 3 \*"로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

3. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b1c1204  
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

#### 4. 1MB 입출력 크기 설정 \_ (선택 사항) \_.

lpfc 드라이버가 최대 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 "lpfc\_sg\_seg\_cnt" 매개변수를 256으로 설정해야 합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

#### 5. dracut -f 명령을 실행한 다음 호스트를 재부팅합니다.

#### 6. 호스트를 부팅한 후 lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256으로 설정되어 있는지 확인합니다.



```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어와 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.1
```

## ONTAP 탑재 RHEL 8.2에 대한 NVMe/FC 호스트 구성

RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.2의 경우 ONTAP 9.6 이상에서 NVMe/FC가 지원됩니다. RHEL 8.2 호스트는 동일한 파이버 채널(FC) 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행합니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오.

를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 지원되는 구성의 최신 목록

### 피처

- RHEL 8.2부터 `nvme-fc auto-connect` 스크립트는 네이티브 에 포함되어 있습니다 `nvme-cli` 패키지. 외부 공급업체가 제공한 아웃박스 자동 연결 스크립트를 설치할 필요 없이 이러한 기본 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- RHEL 8.2부터 시작합니다 `udev` 규칙은 이미 의 일부로 제공됩니다 `nvme-cli` NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 패키지 이 규칙을 더 이상 수동으로 생성할 필요가 없습니다(RHEL 8.1에서 수행됨).
- RHEL 8.2부터는 NVMe 트래픽과 SCSI 트래픽을 동일한 호스트에서 실행할 수 있습니다. 실제로 이는 예상되는 배포된 호스트 구성입니다. 따라서 SCSI의 경우 를 구성할 수 있습니다 `dm-multipath` SCSI LUN에 대해 평소와 같이 를 생성합니다 `mpath` 장치와 달리, NVMe 다중 경로를 사용하여 호스트에서 NVMe-oF 다중 경로 장치를 구성할 수 있습니다.
- RHEL 8.2부터 NetApp 플러그인이 기본 제공됩니다 `nvme-cli` 패키지는 ONTAP 네임스페이스에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시할 수 있습니다.

### 알려진 제한 사항

- RHEL 8.2의 경우 커널 내 NVMe 다중 경로는 기본적으로 사용하지 않도록 설정됩니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

NVMe/FC를 사용하도록 설정합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/FC를 활성화할 수 있습니다.

단계

1. 서버에 Red Hat Enterprise Linux 8.2 GA를 설치합니다.
2. 를 사용하여 RHEL 8.1에서 RHEL 8.2로 업그레이드하는 경우 `yum update/upgrade`, 내 `/etc/nvme/host*` 파일이 손실될 수 있습니다. 파일 손실을 방지하려면 다음을 수행합니다.
  - a. `/etc/NVMe/host *` 파일을 백업합니다.
  - b. 수동으로 편집한 `'udev'` 규칙이 있는 경우 제거합니다.

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. 업그레이드를 수행합니다.
- d. 업그레이드가 완료된 후 다음 명령을 실행합니다.

```
yum remove nvme-cli
```

- e. `/etc/NVMe/`에서 호스트 파일을 복구합니다.

```
yum install nvmecli
```

- f. 원래 `/etc/NVMe/host *` 내용을 백업에서 `/etc/NVMe/`의 실제 호스트 파일로 복사합니다.

3. 설치가 완료되면 지정된 Red Hat Enterprise Linux 커널을 실행 중인지 확인합니다.

```
# uname -r
4.18.0-193.el8.x86_64
```

를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

4. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.9.5.el8.x86_64
```

5. 인커널 NVMe 다중 경로 지원

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-193.el8.x86_64
```

6. RHEL 8.2 호스트에서 에서 호스트 NQN 문자열을 확인합니다 `/etc/nvme/hostnqn` 그리고 ONTAP 어레이의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_141
  nvme_141_1
    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 를 사용합니다 `vserver modify` 에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 업데이트하는 명령입니다 `/etc/nvme/hostnqn` 호스트.

7. 호스트를 재부팅합니다.
8. `Enable_Foreign` 설정 \_ (선택 사항) \_ 을(를) 업데이트합니다.

동일한 RHEL 8.2 공존하는 호스트에서 NVMe 트래픽과 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우 NetApp에서는 ONTAP 네임스페이스에 커널 내 NVMe 다중 경로를, ONTAP LUN에 대해 dm-다중 경로를 각각 사용하는 것이 좋습니다. 또한 dm-multipath에서 ONTAP 네임스페이스를 블랙리스트에 포함시켜 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하게 해야 합니다. 을 추가하여 이 작업을 수행할 수 있습니다 `enable_foreign` 를 로 설정합니다 `/etc/multipath.conf` 를 참조하십시오.

```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

9. `'stemctl restart multipathd'`를 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

#### NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

다음 절차에 따라 Broadcom FC 어댑터를 구성할 수 있습니다.

지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. lpfc\_enable\_fc4\_type이 " \* 3 \* "로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

3. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

#### 4. 1MB 입출력 크기 설정 \_ (선택 사항) \_.

lpfc 드라이버가 최대 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 "lpfc\_sg\_seg\_cnt" 매개변수를 256으로 설정해야 합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

#### 5. dracut -f 명령을 실행한 다음 호스트를 재부팅합니다.

#### 6. 호스트를 부팅한 후 lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256으로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. 권장되는 Broadcom lpfc 펌웨어와 받은 편지함 드라이버를 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.6.182.8, sli-4:2:c
12.6.182.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.2
```

8. lpfc\_enable\_fc4\_type이 "\* 3 \*"로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

9. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

#### 10. 1MB 입출력 크기 설정 \_ (선택 사항) \_.

lpfc 드라이버가 최대 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 "lpfc\_sg\_seg\_cnt" 매개변수를 256으로 설정해야 합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

#### 11. dracut -f 명령을 실행한 다음 호스트를 재부팅합니다.

#### 12. 호스트를 부팅한 후 lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256으로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

## NVMe/FC를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/FC를 검증할 수 있습니다.

### 단계

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA 경로 상태를 확인한다.



```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

#### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver    Namespace Path                               NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

#### ONTAP가 포함된 RHEL 8.1에 대한 NVMe/FC 호스트 구성

RHEL(Red Hat Enterprise Linux) 8.1의 경우 ONTAP 9.6 이상에서 NVMe/FC가 지원됩니다. RHEL 8.1 호스트는 동일한 FC Initiator 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러

목록은 를 참조하십시오.

를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)" 지원되는 구성의 최신 목록

알려진 제한 사항

- 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트는 에서 사용할 수 없습니다 nvme-cli 패키지. HBA(호스트 버스 어댑터) 공급업체에서 제공한 외부 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- NVMe 다중 경로는 기본적으로 사용하지 않도록 설정됩니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- 기본적으로 라운드 로빈 부하 분산은 사용되지 않습니다. 을 작성하여 이 기능을 활성화할 수 있습니다 udev 규칙.
- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

**NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/FC를 활성화할 수 있습니다.

단계

1. 서버에 Red Hat Enterprise Linux 8.1을 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
4.18.0-147.el8.x86_64
```

를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)" 를 참조하십시오.

3. 를 설치합니다 nvme-cli-1.8.1-3.el8 패키지:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el8.x86_64
```

4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-147.el8.x86_64
```

5. 에서 다음 문자열을 별도의 udev 규칙으로 추가합니다 /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules. 따라서 NVMe 다중 경로에 대한 라운드 로빈 로드 밸런싱이 가능합니다.

```
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin
```

6. RHEL 8.1 호스트에서 에서 호스트 NQN 문자열을 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn 그리고 ONTAP 스토리지의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
rhel_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 를 사용합니다 vserver modify 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 서브시스템의 호스트 NQN 문자열을 의 호스트 NQN 문자열과 일치시킵니다 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

7. 호스트를 재부팅합니다.

#### NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

다음 절차에 따라 Broadcom FC 어댑터를 구성할 수 있습니다.

##### 단계

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#) 를 참조하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Broadcom lpfc outbox 드라이버 및 자동 연결 스크립트 복사 및 설치:

```
# tar -xvzf elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1.tar.gz
# cd elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1
# ./elx_lpfc_install-sh -i -n
```



OS와 함께 번들로 제공되는 기본 드라이버를 받은 편지함 드라이버라고 합니다. 아웃박스 드라이버(OS 릴리스에 포함되지 않은 드라이버)를 다운로드하는 경우 자동 연결 스크립트가 다운로드에 포함되어 드라이버 설치 프로세스의 일부로 설치되어야 합니다.

3. 호스트를 재부팅합니다.
4. 권장 Broadcom lpfc 펌웨어, 아웃박스 드라이버 및 자동 연결 패키지 버전을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.20, sil-4.2.c
12.4.243.20, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.4.243.20
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 3으로 설정:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

6. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

7. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화 및 실행되고 있는지 확인하고 타겟 LIF를 확인할 수 있습니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
...
```

**Broadcom NVMe/FC에 대해 1MB I/O 크기를 활성화합니다**

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

**NVMe/FC를 검증합니다**

다음 절차를 사용하여 NVMe/FC를 검증할 수 있습니다.

단계

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

## 2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

## 3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

## 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                      NSID   UUID                      Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

## SLES

### SLES 15

ONTAP를 사용하는 **SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5용 NVMe-oF** 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 SUSE Linux Enterprise Server(SLES) 15 SP5와 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 지원됩니다. NVMe-oF 환경에서 ANA는 iSCSI 및 FCP 환경에서 ALUA 다중 경로와 이와 같으며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP를 사용하는 SLES 15 SP5의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음과 같은 지원을 사용할 수 있습니다.

- NVMe와 SCSI 트래픽을 모두 동일한 동일한 호스트에서 실행할 수 있습니다. 따라서 SCSI LUN의 경우 SCSI mpath 장치에 대해 dm-multipath를 구성할 수 있지만 NVMe multipath를 사용하여 호스트에 NVMe-oF 네임스페이스 장치를 구성할 수 있습니다.
- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 NetApp 플러그인은 기본 제공됩니다 nvme-cli 패키지에는 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스에 대한 ONTAP 세부 정보가 표시됩니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스](#) 틀".

피처

- NVMe 보안 대역 내 인증 지원

- 고유한 검색 NQN을 사용하여 영구 검색 컨트롤러(PDC)를 지원합니다

#### 알려진 제한 사항

- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.
- 그런 거 없어 sanlun NVMe-oF 지원 따라서 SLES 15 SP5 호스트에서 NVMe-oF에 대한 호스트 유틸리티 지원을 사용할 수 없습니다. 모든 NVMe-oF 전송에 대해 기본 NVMe-Cli 패키지에 포함된 NetApp 플러그인을 사용할 수 있습니다.

#### NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex FC 또는 Marvell/Qlogic FC 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.



## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 권장 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예 \*:

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. 어댑터 모델 설명을 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예 \*:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

3. 권장되는 Emulex HBA(호스트 버스 어댑터) 펌웨어 버전을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

◦ 출력 예 \*:

```
14.0.639.20, sli-4:2:c  
14.0.639.20, sli-4:2:c
```

4. 권장되는 lpfc 드라이버 버전을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

◦ 출력 예 \*:

```
0:14.2.0.13
```

5. 이니시에이터 포트를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

◦ 출력 예 \*:

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

6. 이니시에이터 포트가 온라인 상태인지 확인합니다.

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

◦ 출력 예 \*:

```
Online  
Online
```

7. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되었고 타겟 포트가 표시되는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

◦ 출력 예 \*:

이 예에서는 이니시에이터 포트 하나가 설정되고 두 개의 타겟 LIF로 연결됩니다.

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV *ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

8. 호스트를 재부팅합니다.

## Marvell/QLogic

단계

1. SLES 15 SP5 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필요한 최신 수정 사항이 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 출력 예 \*:

```
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k
```

2. 를 확인합니다 ql2xnvmeenable 매개 변수는 1로 설정됩니다.

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

## 1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 을 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe 서비스 활성화

에는 2가지 NVMe/FC 부팅 서비스가 포함되어 있습니다 nvme-cli 그러나 패키지는 \_만\_입니다 nvme-fc-boot-connections.service 시스템 부팅 중에 시작하도록 설정되어 있습니다. nvmmf-autoconnect.service 이(가) 활성화되지 않았습니 다. 따라서 수동으로 을 사용하도록 설정해야 합니다 nvmmf-autoconnect.service 를 눌러 시스템을 부팅합니다.

단계

1. 활성화 nvmmf-autoconnect.service:

```
# systemctl enable nvme-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvme-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service.
```

2. 호스트를 재부팅합니다.

3. 확인합니다 nvme-autoconnect.service 및 nvme-fc-boot-connections.service 시스템이 부팅된 후 실행 중인 경우:

◦ 출력 예: \*

```
# systemctl status nvme-autoconnect.service
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvme-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
systemd[1]: nvme-fc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.
```

## NVMe/TCP를 구성합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/TCP를 구성할 수 있습니다.

### 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

◦ 출력 예 \*:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
```

```

08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. 다른 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

◦ 출력 예: \*

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37

```

3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드에 걸쳐 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대한 명령:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l  
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```

+



NetApp은 를 설정할 것을 권장합니다 `ctrl-loss-tmo` 옵션을 로 설정합니다 -1 따라서 경로 손실이 발생하면 NVMe/TCP 이니시에이터가 무한정 다시 연결을 시도합니다.

**NVMe-oF**를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

단계

1. 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되었는지 확인:

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath  
Y
```

2. 호스트에 ONTAP NVMe 네임스페이스에 대한 올바른 컨트롤러 모델이 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

◦ 출력 예: \*

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

3. 해당 ONTAP NVMe I/O 컨트롤러에 대한 NVMe I/O 정책을 확인합니다.

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

◦ 출력 예: \*



```
round-robin
round-robin
```

#### 4. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 표시되는지 확인합니다.

```
nvme list -v
```

◦ 출력 예: \*

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----

nvme-subsys0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p  nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

```
Device    SN                      MN
FR         TxPort Address          Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
```

```
Device          Generic      NSID      Usage          Format
Controllers
-----
-----

/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1      1.07  GB /  1.07  GB      4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

## NVMe/FC

◦ 예제 출력 \*

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

## NVMe/TCP

◦ 예제 출력 \*

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

## 명

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예 \*:

Device	Vserver	Namespace	Path
NSID	UUID	Size	
-----			
-----			
-----			
/dev/nvme0n1	vs_CLIENT114		
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10	1	c6586535-da8a-	
40fa-8c20-759ea0d69d33	1.07GB		

## JSON을 참조하십시오

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 출력 예 \*:

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path": "/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID": 1,
      "UUID": "c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size": "1.07GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 262144
    }
  ]
}
```

영구 검색 컨트롤러를 만듭니다

ONTAP 9.11.1부터 다음 절차를 사용하여 SLES 15 SP5 호스트에 대한 영구 검색 컨트롤러(PDC)를 만들 수 있습니다. PDC는 NVMe 하위 시스템의 추가 또는 제거 시나리오와 검색 로그 페이지 데이터의 변경 사항을 자동으로 감지하기 위해 필요합니다.

## 단계

1. 검색 로그 페이지 데이터를 사용할 수 있고 이니시에이터 포트와 타겟 LIF 조합을 통해 검색할 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

예제 출력:

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
```

```

portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none

```

====Discovery Log Entry 7=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420  
subnqn: nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir\_n  
one  
traddr: 192.168.2.214  
eflags: none  
sectype: none

====Discovery Log Entry 8=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420  
subnqn: nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys\_C  
LIENT114  
traddr: 192.168.1.214  
eflags: none  
sectype: none

====Discovery Log Entry 9=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420  
subnqn: nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys\_C  
LIENT114  
traddr: 192.168.1.215  
eflags: none  
sectype: none

====Discovery Log Entry 10=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420



```
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
```

```

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none

```

## 2. 검색 하위 시스템에 대한 PDC 생성:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

## 3. ONTAP 컨트롤러에서 PDC가 생성되었는지 확인합니다.

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

◦ 출력 예: \*

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0cla1fc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

보안 대역내 인증을 설정합니다

ONTAP 9.12.1부터 SLES 15 SP5 호스트와 ONTAP 컨트롤러 간에 NVMe/TCP 및 NVMe/FC를 통해 보안 인밴드 인증이 지원됩니다.

보안 인증을 설정하려면 각 호스트 또는 컨트롤러가 에 연결되어 있어야 합니다 DH-HMAC-CHAP 키 - NVMe 호스트 또는 컨트롤러의 NQN과 관리자가 구성한 인증 비밀의 조합입니다. 피어를 인증하려면 NVMe 호스트 또는 컨트롤러가 피어와 연결된 키를 인식해야 합니다.

CLI 또는 구성 JSON 파일을 사용하여 보안 대역 내 인증을 설정할 수 있습니다. 서로 다른 하위 시스템에 대해 다른 dhchap 키를 지정해야 하는 경우 구성 JSON 파일을 사용해야 합니다.

## CLI를 참조하십시오

### 단계

#### 1. 호스트 NQN 가져오기:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

#### 2. SLES15 SP5 호스트에 대한 dhchap 키를 생성합니다.

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m  
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation  
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

다음 예에서는 HMAC이 3(SHA-512)으로 설정된 임의의 dhchap 키가 생성됩니다.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-  
08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a-ac8d-4d88-b46a-174ac235139b  
DHHC-  
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n  
1DEh3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

#### 3. ONTAP 컨트롤러에서 호스트를 추가하고 두 dhchap 키를 모두 지정합니다.

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem  
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret  
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret  
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-  
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-  
bit|8192-bit}
```

#### 4. 호스트는 단방향 및 양방향이라는 두 가지 유형의 인증 방법을 지원합니다. 호스트에서 ONTAP 컨트롤러에 연결하고 선택한 인증 방법에 따라 dhchap 키를 지정합니다.

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. 의 유효성을 검사합니다 nvme connect authentication 호스트 및 컨트롤러 dhchap 키를 확인하여 명령:

a. 호스트 dhchap 키를 확인합니다.

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

▪ 단방향 설정의 예제 출력: \*

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

b. 컨트롤러 dhchap 키를 확인합니다.

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

▪ 양방향 구성의 출력 예: \*

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

## JSON 파일

를 사용할 수 있습니다 /etc/nvme/config.json 파일이 있는 파일 nvme connect-all ONTAP 컨트롤러 구성에서 여러 NVMe 서브시스템을 사용할 수 있는 경우에 명령을 사용합니다.

을 사용하여 JSON 파일을 생성할 수 있습니다 -o 옵션을 선택합니다. 자세한 구문 옵션은 NVMe connect-all man 페이지를 참조하십시오.

단계

### 1. JSON 파일 구성:

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZzfIz1Wm1qZFmCmqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpna1rpwG5CndpOgxprXh9m41w=: "
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [
```

```

    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.117",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.116",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.117",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.116",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    }
]
}
]
}
]

```

[NOTE]

In the preceding example, `dhchap\_key` corresponds to `dhchap\_secret` and `dhchap\_ctrl\_key` corresponds to `dhchap\_ctrl\_secret`.

2. config JSON 파일을 사용하여 ONTAP 컨트롤러에 연결합니다.

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

◦ 출력 예 \*:

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. 각 하위 시스템에 대해 해당 컨트롤러에 대해 dhchap 암호가 활성화되어 있는지 확인합니다.

a. 호스트 dhchap 키를 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

▪ 출력 예: \*

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9H0jIr6nOHEkxJg:
```

b. 컨트롤러 dhchap 키를 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

▪ 출력 예: \*

```
DHHC-  
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pV  
YxN6S5fOAtaU3DNi12rierMfdbg3704=:
```



## 알려진 문제

SLES 15 SP5의 ONTAP 릴리스에 대해서는 알려진 문제가 없습니다.

## ONTAP를 사용하는 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4용 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 SUSE Linux Enterprise Server(SLES) 15 SP4와 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 지원됩니다. NVMe-oF 환경에서 ANA는 iSCSI 및 FCP 환경에서 ALUA 다중 경로와 이와 같으며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP를 사용하는 SLES 15 SP4의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음과 같은 지원을 사용할 수 있습니다.

- NVMe와 SCSI 트래픽을 모두 동일한 동일한 호스트에서 실행할 수 있습니다. 따라서 SCSI LUN의 경우 SCSI mpath 장치에 대해 dm-multipath를 구성할 수 있지만 NVMe multipath를 사용하여 호스트에 NVMe-oF 네임스페이스 장치를 구성할 수 있습니다.
- NVMe/FC 외에 NVMe over TCP(NVMe/TCP) 지원 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 및 NVMe/TCP 네임스페이스 모두에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

## 피처

- NVMe 보안 대역 내 인증 지원
- 고유한 검색 NQN을 사용하여 영구 검색 컨트롤러(PDC)를 지원합니다

## 알려진 제한 사항

- 현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.
- NVMe-oF에 대한 sanlun 지원은 없습니다. 따라서 SLES15 SP5 호스트에서 NVMe-oF에 대한 호스트 유틸리티 지원을 사용할 수 없습니다. 모든 NVMe-oF 전송에 대해 기본 NVMe-CLI 패키지에 포함된 NetApp 플러그인을 사용할 수 있습니다.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex FC 어댑터 또는 Marvell/Qlogic FC 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 권장 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예 \*:

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. 어댑터 모델 설명을 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예 \*:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

3. 권장되는 Emulex HBA(호스트 버스 어댑터) 펌웨어 버전을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

◦ 출력 예 \*:

```
12.8.351.47, sli-4:2:c  
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

4. 권장되는 lpfc 드라이버 버전을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

◦ 출력 예 \*:

```
0:14.2.0.6
```

5. 이니시에이터 포트를 볼 수 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

◦ 출력 예 \*:

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

6. 이니시에이터 포트가 온라인 상태인지 확인합니다.

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

◦ 출력 예 \*:

```
Online  
Online
```

7. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되었고 타겟 포트가 표시되는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

◦ 출력 예 \*:

이 예에서는 이니시에이터 포트 하나가 설정되고 두 개의 타겟 LIF로 연결됩니다.

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

8. 호스트를 재부팅합니다.

## Marvell/QLogic

### 단계

1. SLES 15 SP4 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필요한 최신 수정 사항이 포함되어 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 출력 예 \*:

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.800-k QLE2742 FW:v9.08.02  
DVR:v10.02.07.800-k
```

2. 를 확인합니다 ql2xnvmeenable 매개 변수는 1로 설정됩니다.

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

## 1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 을 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

## NVMe 서비스 활성화

에는 2가지 NVMe/FC 부팅 서비스가 포함되어 있습니다 nvme-cli 그러나 패키지는 \_만\_입니다 nvme-fc-boot-connections.service 시스템 부팅 중에 시작하도록 설정되어 있습니다. nvmmf-autoconnect.service 이(가) 활성화되지 않았습니다. 따라서 수동으로 을 사용하도록 설정해야 합니다 nvmmf-autoconnect.service 를 눌러 시스템을 부팅합니다.

단계

1. 활성화 nvmmf-autoconnect.service:

```
# systemctl enable nvme-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvme-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service.
```

2. 호스트를 재부팅합니다.

3. 확인합니다 `nvme-autoconnect.service` 및 `nvme-fc-boot-connections.service` 시스템이 부팅된 후 실행 중인 경우:

◦ 출력 예: \*

```
# systemctl status nvme-autoconnect.service
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service;
   enabled; vendor preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
   ago
     Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
   status=0/SUCCESS)
     Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
   status=0/SUCCESS)
    Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvme-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-
   connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
    Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
systemd[1]: nvme-fc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.
```

## NVMe/TCP를 구성합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe/TCP를 구성할 수 있습니다.

### 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

◦ 출력 예 \*:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
```

```

08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. 다른 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

◦ 출력 예: \*

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37

```



3. 를 실행합니다 `nvme connect-all` 노드에 걸쳐 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대한 명령:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l  
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```

+



NetApp은 를 설정할 것을 권장합니다 `ctrl-loss-tmo` 옵션을 로 설정합니다 -1 따라서 경로 손실이 발생하면 NVMe/TCP 이니시에이터가 무한정 다시 연결을 시도합니다.

**NVMe-oF**를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

단계

1. 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되었는지 확인:

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath  
Y
```

2. 호스트에 ONTAP NVMe 네임스페이스에 대한 올바른 컨트롤러 모델이 있는지 확인합니다.

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

◦ 출력 예: \*

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

3. 해당 ONTAP NVMe I/O 컨트롤러에 대한 NVMe I/O 정책을 확인합니다.

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

◦ 출력 예: \*

```
round-robin
round-robin
```

#### 4. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 표시되는지 확인합니다.

```
nvme list -v
```

◦ 출력 예: \*

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----

nvme-subsys0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p      nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

```
Device    SN                      MN
FR        TxPort Address      Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
```

```
Device          Generic      NSID      Usage          Format
Controllers
-----
-----

/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1      1.07 GB /      1.07 GB      4 KiB + 0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

#### NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

#### NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예 \*:

Device	Vserver	Namespace	Path
NSID	UUID	Size	
-----			
-----			
-----			
/dev/nvme0n1	vs_CLIENT114		
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10		1	c6586535-da8a-
40fa-8c20-759ea0d69d33	1.07GB		

**JSON**을 참조하십시오

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 출력 예 \*:

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme0n1",
      "Vserver":"vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path":"/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID":1,
      "UUID":"c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size":"1.07GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":262144
    }
  ]
}
```

영구 검색 컨트롤러를 만듭니다

ONTAP 9.11.1부터 다음 절차를 사용하여 SLES 15 SP4 호스트에 대한 영구 검색 컨트롤러(PDC)를 만들 수 있습니다. PDC는 NVMe 하위 시스템의 추가 또는 제거 시나리오와 검색 로그 페이지 데이터의 변경 사항을 자동으로 감지하기 위해 필요합니다.

단계

1. 검색 로그 페이지 데이터를 사용할 수 있고 이니시에이터 포트와 타겟 LIF 조합을 통해 검색할 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

예제 출력:

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
```

```

portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none

```

====Discovery Log Entry 7=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420  
subnqn: nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir\_n  
one  
traddr: 192.168.2.214  
eflags: none  
sectype: none

====Discovery Log Entry 8=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420  
subnqn: nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys\_C  
LIENT114  
traddr: 192.168.1.214  
eflags: none  
sectype: none

====Discovery Log Entry 9=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420  
subnqn: nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys\_C  
LIENT114  
traddr: 192.168.1.215  
eflags: none  
sectype: none

====Discovery Log Entry 10=====

trtype: tcp  
adrfam: ipv4  
subtype: nvme subsystem  
treq: not specified  
portid: 0  
trsvcid: 4420



```
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
```

```

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none

```

## 2. 검색 하위 시스템에 대한 PDC 생성:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

## 3. ONTAP 컨트롤러에서 PDC가 생성되었는지 확인합니다.

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

◦ 출력 예: \*

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0cla1fc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

보안 대역내 인증을 설정합니다

ONTAP 9.12.1부터 SLES 15 SP4 호스트와 ONTAP 컨트롤러 간에 NVMe/TCP 및 NVMe/FC를 통해 안전한 인밴드 인증이 지원됩니다.

보안 인증을 설정하려면 각 호스트 또는 컨트롤러가 에 연결되어 있어야 합니다 DH-HMAC-CHAP 키 - NVMe 호스트 또는 컨트롤러의 NQN과 관리자가 구성한 인증 비밀의 조합입니다. 피어를 인증하려면 NVMe 호스트 또는 컨트롤러가 피어와 연결된 키를 인식해야 합니다.

CLI 또는 구성 JSON 파일을 사용하여 보안 대역 내 인증을 설정할 수 있습니다. 서로 다른 하위 시스템에 대해 다른 dhchap 키를 지정해야 하는 경우 구성 JSON 파일을 사용해야 합니다.

## CLI를 참조하십시오

### 단계

#### 1. 호스트 NQN 가져오기:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

#### 2. SLES15 SP4 호스트에 대한 dhchap 키를 생성합니다.

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m  
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation  
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

를 누릅니다

다음 예에서는 HMAC이 3(SHA-512)으로 설정된 임의의 dhchap 키가 생성됩니다.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a-  
ac8d-4d88-b46a-174ac235139b  
DHHC-  
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fG15VSjbeDF1n1DE  
h3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

#### 1. ONTAP 컨트롤러에서 호스트를 추가하고 두 dhchap 키를 모두 지정합니다.

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem  
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret  
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret  
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-  
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-  
bit|8192-bit}
```

#### 2. 호스트는 단방향 및 양방향이라는 두 가지 유형의 인증 방법을 지원합니다. 호스트에서 ONTAP 컨트롤러에 연결하고 선택한 인증 방법에 따라 dhchap 키를 지정합니다.

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

3. 의 유효성을 검사합니다 nvme connect authentication 호스트 및 컨트롤러 dhchap 키를 확인하여 명령:

a. 호스트 dhchap 키를 확인합니다.

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

▪ 단방향 설정의 예제 출력: \*

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHC-
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQcmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

b. 컨트롤러 dhchap 키를 확인합니다.

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

▪ 양방향 구성의 출력 예: \*

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

## JSON 파일

를 사용할 수 있습니다 /etc/nvme/config.json 파일이 있는 파일 nvme connect-all ONTAP 컨트롤러 구성에서 여러 NVMe 서브시스템을 사용할 수 있는 경우에 명령을 사용합니다.

을 사용하여 JSON 파일을 생성할 수 있습니다 -o 옵션을 선택합니다. 자세한 구문 옵션은 NVMe connect-all man 페이지를 참조하십시오.

단계

### 1. JSON 파일 구성:

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZzfIz1Wm1qZFncMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpna1rpwG5CndpOgxpRxh9m41w=: "
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [
```

```

    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.117",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.116",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.117",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.116",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    }
]
}
]
}
]

```

[NOTE]

In the preceding example, `dhchap\_key` corresponds to `dhchap\_secret` and `dhchap\_ctrl\_key` corresponds to `dhchap\_ctrl\_secret`.

2. config JSON 파일을 사용하여 ONTAP 컨트롤러에 연결합니다.

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

◦ 출력 예 \*:

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. 각 하위 시스템에 대해 해당 컨트롤러에 대해 dhchap 암호가 활성화되어 있는지 확인합니다.

a. 호스트 dhchap 키를 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

▪ 출력 예: \*

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9H0jIr6nOHEkxJg:
```

b. 컨트롤러 dhchap 키를 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

▪ 출력 예: \*

```
DHHC-  
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pVYxN  
6S5fOAtaU3DNI12rieRMfdbg3704=:
```



## 알려진 문제

SLES 15 SP4의 ONTAP 릴리스에 대해서는 알려진 문제가 없습니다.

## ONTAP가 포함된 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3의 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 기타 전송 포함)는 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스)가 포함된 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3(SLES15 SP3)에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에서 ALUA와 동등한 제품이며, 현재 in-kernel NVMe Multipath로 구현되고 있습니다. SLES15 SP3 및 ONTAP에서 표적으로 ANA를 사용하여 커널에서 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대한 자세한 내용은 여기에 설명되어 있습니다.

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

## 피처

- SLES15 SP3은 NVMe/FC 및 기타 전송을 지원합니다.
- NVMe-oF에는 sandlun 지원이 없습니다. 따라서 SLES15 SP3의 NVMe-of에 대한 LUHU 지원은 없습니다. 대신 기본 NVMe-CLI에 포함된 NetApp 플러그인을 사용할 수 있습니다. 이 작업은 모든 NVMe-oF 전송에서 작동합니다.
- NVMe와 SCSI 트래픽을 모두 동일한 동일한 호스트에서 실행할 수 있습니다. 실제로 이는 일반적으로 고객에게 배포된 호스트 구성일 것으로 예상됩니다. 따라서 SCSI의 경우 SCSI LUN에 대해 평소처럼 dm-multipath를 구성하여 mpath 디바이스를 생성할 수 있지만 NVMe multipath를 사용하여 호스트에 NVMe-of multipath 장치를 구성할 수 있습니다.

## 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

## In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

SLES15 SP3과 같은 SLES 호스트에서는 커널 내 NVMe 다중 경로가 기본적으로 이미 활성화되어 있습니다. 따라서 여기서는 추가 설정이 필요하지 않습니다. 을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

## NVMe - 이니시에이터 패키지

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

1. SLES15 SP3 MU 호스트에 필수 커널 및 NVMe-CLI MU 패키지가 설치되어 있는지 확인합니다.

예:

```
# uname -r
5.3.18-59.5-default

# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
```

이제 위의 NVMe-CLI MU 패키지에 다음이 포함됩니다.

- \* NVMe/FC 자동 연결 스크립트 \* - 네임스페이스에 대한 기본 경로가 복구되거나 호스트를 재부팅하는 동안 NVMe/FC 자동 연결에 필요함:

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect@.service
...
```

- \* ONTAP udev 규칙 \* - NVMe 다중 경로 라운드 로빈 로드 밸런서가 기본적으로 모든 ONTAP 네임스페이스에 적용되도록 보장하는 새로운 udev 규칙:

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-autoconnect.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect@.service
/usr/lib/udev/rules.d/70-nvme-fc-autoconnect.rules
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-fc-iopolicy-netapp.rules
...
# cat /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-fc-iopolicy-netapp.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP and NetApp E-Series
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp
ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp E-
Series", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

- \* ONTAP 장치용 NetApp 플러그인 \* - 기존 NetApp 플러그인은 ONTAP 네임스페이스도 처리하도록 수정되었습니다.

2. 호스트의 '/etc/NVMe/hostsqn'에서 hostsqn 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 hostsqn 문자열과 올바르게 일치하는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# cat /etc/nvme/hostsqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_145
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme_145  nvme_145_1     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_2     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_3     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_4     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_5     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

호스트에서 사용 중인 FC 어댑터에 따라 다음 단계를 수행하십시오.

#### NVMe/FC 구성

##### Broadcom/Emulex

1. 권장 어댑터 및 펌웨어 버전이 있는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.840.8, sli-4:2:c
```

- 최신 lpfc 드라이버(수신함 및 아웃박스 모두)에는 lpfc\_enable\_fc4\_type 기본값이 3으로 설정되어 있으므로 더 이상 '/etc/modprobe.d/lpfc.conf'에서 명시적으로 설정하고 'initrd'를 다시 생성할 필요가 없습니다. lpfc NVMe 지원은 기본적으로 이미 활성화되어 있습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

- 기존의 기본 받은 편지함 lpfc 드라이버는 이미 최신 버전이며 NVMe/FC와 호환됩니다. 따라서 lpfc OOB 드라이버를 설치할 필요가 없습니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.10
```

2. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f  
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

3. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되어 있고 타겟 포트를 볼 수 있으며 모두 작동 및 실행 중인지 확인합니다. 이 예에서는 출력에 표시된 대로 1개의 이니시에이터 포트만 사용하도록 설정되고 2개의 타겟 LIF에 연결됩니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

#### 4. 호스트를 재부팅합니다.

#### 1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 즉, 최대 I/O 요청 크기는 최대 1MB여야 합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 크기 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 lpfc 매개 변수 "lpfc\_sg\_seg\_cnt"를 기본값 64에서 최대 256까지 범프해야 합니다. 다음 지침에 따라 수행합니다.

1. 해당 'modprobe lpfc.conf' 파일에 256을 추가합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 해당 sysfs 값을 확인하여 위의 설정이 적용되었는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

이제 Broadcom NVMe/FC 호스트는 ONTAP 네임스페이스 장치에서 1MB I/O 요청을 보낼 수 있습니다.

## Marvell/QLogic

최신 SLES15 SP3 MU 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다.

1. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다(예:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동하도록 하는 "ql2xnvmeenable"이 설정되어 있는지 확인합니다.

```
#cat/sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable 1'
```

## NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/FC와 달리 NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. Linux NVMe/TCP 호스트에는 다음과 같은 두 가지 주요 제한 사항이 있습니다.

- \* 경로 복구 후 자동 재연결 불가 \* NVMe/TCP는 경로 다운 후 10분 동안 기본 'Ctrl-Loss-TMO' 타이머 이후에 복구된 경로에 자동으로 다시 연결할 수 없습니다.
- \* 호스트 부팅 중 자동 연결 없음 \* 호스트 부팅 중에 NVMe/TCP도 자동으로 연결할 수 없습니다.

시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소 30분으로 설정해야 합니다. Ctrl\_Loss\_TMO 타이머 값을 증가시켜 재시도 기간을 늘릴 수 있습니다. 다음은 세부 정보입니다.

## 단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF combos가 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. 실행 `nvme connect-all` 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에 대해 명령을 실행합니다. 를 더 길게 설정하십시오 `ctrl_loss_tmo` 타이머 재시도 기간(예: 에서 설정할 수 있는 30분 -1 1800) 연결 중 - 경로 손실이 발생할 경우 더 오랜 시간 동안 다시 시도하도록 합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

1. 다음을 확인하여 In-kernel NVMe multipath가 실제로 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 지정값이 호스트에 올바르게 반영되는지 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

  

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF



다른 예:

```
# nvme list
Node              SN              Model              Namespace
-----
/dev/nvme0n1      81CYrBQuTHQFAAAAAAAC  NetApp ONTAP Controller  1

Usage              Format              FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB  4 KiB + 0 B      FFFFFFFF
```

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

다른 예:

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

다른 예:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114      /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_114",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

= 알려진 문제

알려진 문제가 없습니다.

#### ONTAP가 포함된 SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2용 NVMe/FC 호스트 구성

NVMe/FC는 SLES15 SP2가 설치된 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다. SLES15 SP2 호스트는 동일한 파이버 채널 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오.

지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 예 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

**SLES15 SP2**에서 **NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

1. 권장되는 SLES15 SP2 MU 커널 버전으로 업그레이드하십시오.
2. 기본 NVMe-Cli 패키지를 업그레이드합니다.

이 기본 NVMe-Cli 패키지에는 NVMe/FC 자동 연결 스크립트, NVMe 다중 경로에 대한 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 ONTAP udev 규칙 및 ONTAP 네임스페이스를 위한 NetApp 플러그인이 포함되어 있습니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.10-2.38.x86_64
```

3. SLES15 SP2 호스트에서 "/etc/NVMe/hostnqn"의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
```

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_145
Vserver Subsystem Host NQN
-----
vs_fc_nvme_145
nvme_145_1
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_2
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_3
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_4
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_5
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

4. 호스트를 재부팅합니다.

**NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다**

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장되는 Broadcom lpfc 펌웨어 및 기본 받은 편지함 드라이버 버전을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.6.240.40, sli-4:2:c
12.6.240.40, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.2
```

3. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되어 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

## NVMe/FC를 검증합니다

### 1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
```

## 2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
-----
-----
/dev/nvme1n1 814vWBNRwfBGAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1 85.90 GB /
85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

## 3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live
inaccessible
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live
inaccessible
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

## 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.



```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device Vserver Namespace Path NSID UUID Size
-----
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns
1 23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1 85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ]
}
```

= 알려진 문제  
알려진 문제가 없습니다.

#### Broadcom NVMe/FC에 대해 1MB I/O 크기를 활성화합니다

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

#### lpfc Verbose 로깅

NVMe/FC용 lpfc 드라이버를 설정합니다.

단계

1. 를 설정합니다 lpfc\_log\_verbose 다음 값 중 하나에 대한 드라이버 설정을 사용하여 NVMe/FC 이벤트를 기록합니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 값을 설정한 후 를 실행합니다 dracut-f 명령을 실행하여 호스트를 재부팅합니다.
3. 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

#### SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 및 ONTAP을 위한 NVMe/FC 호스트 구성

SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 및 ONTAP를 타겟으로 실행하는 호스트에서 NVMe over Fibre Channel(NVMe/FC)을 구성할 수 있습니다.

NVMe/FC는 다음 SLES 버전에 대해 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다.

- SLES15 SP1

SLES15 SP1 호스트는 동일한 파이버 채널 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 "[Hardware Universe](#)" 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오.

지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스](#)".

- 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트가 NVMe-CLI 패키지에 포함되어 있습니다. SLES15 SP1에서 기본 받은 편지함 lpfc 드라이버를 사용할 수 있습니다.

알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

**SLES15 SP1에서 NVMe/FC를 사용하도록 설정합니다**

1. 권장되는 SLES15 SP2 MU 커널로 업그레이드하십시오
2. 권장되는 NVMe-CLI MU 버전으로 업그레이드하십시오.

이 NVMe-CLI 패키지에는 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트가 포함되어 있으므로 SLES15 SP1 호스트에 Broadcom에서 제공하는 외부 NVMe/FC 자동 연결 스크립트를 설치할 필요가 없습니다. 또한 이 패키지에는 NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 ONTAP udev 규칙 및 ONTAP 장치용 NetApp 플러그인이 포함되어 있습니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-6.9.1.x86_64
```

3. SLES15 SP1 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn' 호스트의 NQN 문자열을 확인하여 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vservers nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
sles_117_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

4. 호스트를 재부팅합니다.

**NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다**

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장되는 Broadcom lpfc 펌웨어 및 기본 받은 편지함 드라이버 버전을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.17, sil-4.2.c
12.4.243.17, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.0
```

3. lpfc\_enable\_fc4\_type이 3으로 설정되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되어 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

## NVMe/FC를 검증합니다

### 1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

### 2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

### 3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.sles_117_nvme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

### 4. ONTAP 장치용 NetApp 플러그인을 확인합니다.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                               NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

= 알려진 문제

알려진 문제가 없습니다.

**Broadcom NVMe/FC에 대해 1MB I/O 크기를 활성화합니다**

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다. lpfc의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

#### lpfc Verbose 로깅

NVMe/FC용 lpfc 드라이버를 설정합니다.

단계

1. 를 설정합니다 lpfc\_log\_verbose 다음 값 중 하나에 대한 드라이버 설정을 사용하여 NVMe/FC 이벤트를 기록합니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 값을 설정한 후 를 실행합니다 dracut-f 명령을 실행하여 호스트를 재부팅합니다.
3. 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

## 우분투

### ONTAP를 사용하는 Ubuntu 22.04에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

NVMe/FC(NVMe over Fibre Channel) 및 기타 전송을 포함한 NVMe-oF(NVMe over Fabrics)는 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 포함된 Ubuntu 22.04에서 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP를 사용하는 Ubuntu 22.04의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원을 사용할 수 있습니다.

- 네이티브 NVMe-CLI 패키지의 NetApp 플러그인은 NVMe/FC 네임스페이스에 대한 ONTAP 세부 정보를 표시합니다.
- 명시적 dm-multipath 설정 없이 특정 호스트 버스 어댑터(HBA)의 동일한 호스트에서 NVMe 및 SCSI가 공존하는 트래픽을 사용하여 NVMe 네임스페이스를 주장하지 못하게 합니다.

지원되는 구성에 대한 자세한 내용은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#).

#### 피처

Ubuntu 22.04에는 기본적으로 NVMe 네임스페이스에 대해 커널 내 NVMe 다중 경로가 활성화되어 있습니다. 따라서 명시적인 설정이 필요하지 않습니다.

## 알려진 제한 사항

현재 NVMe-oF 프로토콜을 사용한 SAN 부팅은 지원되지 않습니다.

## 소프트웨어 버전을 확인합니다

다음 절차를 사용하여 지원되는 최소 Ubuntu 22.04 소프트웨어 버전을 확인할 수 있습니다.

### 단계

1. 서버에 Ubuntu 22.04를 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 Ubuntu 22.04 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 출력 예: \*

```
5.15.0-101-generic
```

2. "NVMe-CLI" 패키지를 설치합니다.

```
# apt list | grep nvme
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-cli/jammy-updates,now 1.16-3ubuntu0.1 amd64
```

3. Ubuntu 22.04 호스트에서 에서 hostnqn 문자열을 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

◦ 예제 출력 \*

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:063a9fa0-438a-4737-b9b4-95a21c66d041
```

4. 를 확인합니다 hostnqn 문자열이 과 일치합니다 hostnqn ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 문자열:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_106_fc_nvme
```

◦ 출력 예: \*



Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_106_fc_nvme	ub_106	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-4353-9995-ba4536214631

+



를 누릅니다 hostnqn 문자열이 일치하지 않습니다. 를 사용하십시오 vsserver modify 명령을 사용하여 를 업데이트합니다 hostnqn 와 일치하는 해당 ONTAP 배열 하위 시스템의 문자열입니다 hostnqn 문자열 시작 /etc/nvme/hostnqn 호스트.

## NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex 또는 Marvell/Qlogic 어댑터에 대해 NVMe/FC를 구성할 수 있습니다.

## Broadcom/Emulex

### 단계

1. 지원되는 어댑터 모델을 사용하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

◦ 출력 예: \*

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

◦ 출력 예: \*

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. 권장 Broadcom을 사용하고 있는지 확인합니다 lpfc 펌웨어 및 받은 편지함 드라이버.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0: 14.0.0.4
```

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴](#)".

3. 확인합니다 lpfc\_enable\_fc4\_type 가 로 설정되어 있습니다 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. 이니시에이터 포트가 가동 및 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인합니다.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109bf0447c
0x100000109bf0447b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
    NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x022300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200cd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021509 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021108 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000005238 Issue 000000000000523a OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022600 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200bd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021409 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021008 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000000523c Issue 000000000000523e OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

```

#### 단계

1. Ubuntu 22.04 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 ONTAP 지원에 필요한 최신 업스트림 수정 사항이 있습니다. 지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

◦ 예제 출력 \*

```
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
```

2. 확인합니다 ql2xnvmeenable 가 설정됩니다. 그러면 Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동할 수 있습니다.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

#### 1MB I/O 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB가 될 수 있음을 의미합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 이를 늘려야 합니다 lpfc 의 값 lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개 변수를 기본값 64에서 256으로 설정합니다.

#### 단계

1. lpfc\_sg\_seg\_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc\_sg\_seg\_cnt가 256인지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Qlogic NVMe/FC 호스트에는 적용되지 않습니다.

#### NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 따라서 경로가 10분의 기본 시간 제한 내에 복원되지 않고 다운되면 NVMe/TCP가 자동으로 다시 연결되지 않습니다. 시간 초과를 방지하려면 페일오버 이벤트에 대한 재시도 기간을 최소

30분으로 설정해야 합니다.

단계

1. 이니시에이터 포트가 지원되는 NVMe/TCP LIF에서 검색 로그 페이지 데이터를 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47-a 10.10.10.122

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.122
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.124
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
```

2. 다른 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF 조합이 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인합니다.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

◦ 출력 예: \*

```
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.
```

3. 노드에서 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에서 NVMe connect-all 명령을 실행하고 컨트롤러 손실 시간 초과 기간을 최소 30분 또는 1800초 동안 설정합니다.

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

◦ 출력 예: \*

```
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.124 -l 1800
```

## NVMe-oF를 검증합니다

다음 절차를 사용하여 NVMe-oF를 검증할 수 있습니다.

단계

1. in-kernel NVMe multipath가 활성화되어 있는지 확인합니다.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: NetApp ONTAP 컨트롤러로 설정된 모델 및 라운드 로빈으로 설정된 로드 밸런싱 IPolicy가 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. 호스트에서 네임스페이스가 생성되고 올바르게 검색되는지 확인합니다.

```
# nvme list
```

◦ 출력 예: \*

Node	SN	Model
-----		
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

  

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
-----				
1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 올바른 ANA 상태인지 확인합니다.

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem. ub_106
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

◦ 출력 예: \*

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=10.10.10.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme2 tcp
traddr=10.10.10.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme3 tcp
traddr=10.10.11.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
+- nvme4 tcp
traddr=10.10.11.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
```



5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다.

명

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

◦ 출력 예: \*

Device	Vserver	Namespace	Path
-----			
/dev/nvme0n1	co_iscsi_tcp_ubuntu	/vol/vol1/ns1	

  

NSID	UUID	Size
-----		
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

**JSON**을 참조하십시오

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

◦ 예제 출력 \*

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "co_iscsi_tcp_ubuntu",
      "Namespace_Path" : "/vol/nvmevol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

## 알려진 문제

ONTAP 릴리스가 포함된 Ubuntu 22.04의 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 알려진 문제는 없습니다.

# Windows

## ONTAP를 사용하여 Windows Server 2022용 NVMe/FC 호스트 구성

ONTAP를 타겟으로 사용하여 Windows Server 2022를 실행하는 호스트에서 NVMe over Fibre Channel(NVMe/FC)을 구성할 수 있습니다.

NVMe/FC는 Windows Server 2022용 ONTAP 9.7 이상에서 지원됩니다.

Broadcom 이니시에이터는 동일한 32G FC 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 처리할 수 있습니다. FCP 및 FC/NVMe의 경우 Microsoft MPIO(다중 경로 I/O) 옵션으로 MSDSM을 사용합니다.

를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

## 알려진 제한 사항

ONTAP는 현재 NVMe/FC의 영구 예약을 지원하지 않으므로 ONTAP NVMe/FC에서는 WFC(Windows 페일오버 클러스터)가 지원되지 않습니다.



Windows NVMe/FC용 Broadcom에서 제공하는 외부 드라이버는 진정한 NVMe/FC 드라이버가 아니라 이행형 SCSI 호스트 NVMe 드라이버입니다. 이 평행이동 오버헤드가 성능에 영향을 미치는 것은 아니지만 NVMe/FC의 성능 이점을 부정합니다. 따라서 Windows 서버에서는 NVMe/FC 및 FCP 성능이 FCP보다 훨씬 뛰어난 Linux와 같은 다른 운영 체제와 달리 NVMe/FC 및 FCP 성능이 동일합니다.

## Windows 이니시에이터 호스트에서 NVMe/FC를 사용하도록 설정합니다

Windows 이니시에이터 호스트에서 FC/NVMe를 활성화하려면 다음 단계를 수행하십시오.

### 단계

1. Windows 호스트에 OneCommand Manager 유틸리티를 설치합니다.
2. 각 HBA 이니시에이터 포트에서 다음 HBA 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
  - EnableNVMe=1
  - NVMeMode = 0
  - 림트랜스퍼크기 = 1
3. 호스트를 재부팅합니다.

## Windows에서 NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

Windows 환경에서 FC/NVMe용 Broadcom 어댑터를 사용하면 "hostnqn"가 각 HBA(호스트 버스 어댑터) 포트에 연결됩니다. 'hostnqn'는 다음과 같이 포맷됩니다.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

**Windows** 호스트에서 **NVMe** 장치용 **MPIO**를 사용하도록 설정합니다

1. 설치합니다 **"Windows 호스트 유틸리티 키트 7.1"** FC 및 NVMe 모두에 공통되는 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
2. MPIO 속성을 엽니다.
3. Discover Multi-Paths \* 탭에서 NVMe에 나열된 장치 ID를 추가합니다.

MPIO는 디스크 관리 아래에 표시되는 NVMe 장치를 인식합니다.

4. 디스크 관리 \* 를 열고 \* 디스크 속성 \* 으로 이동합니다.
5. MPIO \* 탭에서 \* Details \* 를 클릭합니다.
6. 다음 MSDSM 설정을 설정합니다.
  - PathVerifiedPeriod: \* 10 \*
  - PathVerifyEnabled: \* 활성화 \*
  - RetryCount: \* 6 \*
  - 재시도 간격: \* 1 \*
  - PDORemovedPeriod: \* 130 \*
7. MPIO Policy \* Round Robin with Subset \* 를 선택합니다.
8. 레지스트리 값을 변경합니다.

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 호스트를 재부팅합니다.

이제 Windows 호스트에서 NVMe 구성이 완료되었습니다.

**NVMe/FC**를 검증합니다

1. 포트 유형이 FC + NVMe 인지 확인합니다.

이제 NVMe가 활성화되면 다음과 같이 "FC+NVMe"로 나열된 'Port Type'가 표시됩니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. NVMe/FC 서브시스템이 검색되었는지 확인합니다.

"NVMe-list" 명령은 NVMe/FC에서 검색된 하위 시스템을 나열합니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0180
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0181
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

### 3. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

'NVMe-list-ns' 명령은 호스트에 연결된 네임스페이스를 나열하는 지정된 NVMe 타겟의 네임스페이스를 나열합니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	OS
LUN				
-----	-----	-----	-----	
-----				
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

## ONTAP를 사용하는 Windows Server 2019용 NVMe/FC 호스트 구성

ONTAP를 타겟으로 사용하여 Windows Server 2019를 실행하는 호스트에서 NVMe over Fibre Channel(NVMe/FC)을 구성할 수 있습니다.

NVMe/FC는 Windows Server 2019의 ONTAP 9.7 이상에서 지원됩니다.

Broadcom 이니시에이터는 동일한 32G FC 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 처리할 수 있습니다. FCP 및 FC/NVMe의 경우 Microsoft MPIO(다중 경로 I/O) 옵션으로 MSDSM을 사용합니다.

를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

### 알려진 제한 사항

ONTAP는 현재 NVMe/FC의 영구 예약을 지원하지 않으므로 ONTAP NVMe/FC에서는 WFC(Windows 파일오버 클러스터)가 지원되지 않습니다.



Windows NVMe/FC용 Broadcom에서 제공하는 외부 드라이버는 진정한 NVMe/FC 드라이버가 아니라 이행형 SCSI 호스트 NVMe 드라이버입니다. 이 평행이동 오버헤드가 성능에 영향을 미치는 것은 아니지만 NVMe/FC의 성능 이점을 부정합니다. 따라서 Windows 서버에서는 NVMe/FC 및 FCP 성능이 FCP보다 훨씬 뛰어난 Linux와 같은 다른 운영 체제와 달리 NVMe/FC 및 FCP 성능이 동일합니다.

**Windows** 이니시에이터 호스트에서 **NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

Windows 이니시에이터 호스트에서 FC/NVMe를 활성화하려면 다음 단계를 수행하십시오.

단계

1. Windows 호스트에 OneCommand Manager 유틸리티를 설치합니다.
2. 각 HBA 이니시에이터 포트에서 다음 HBA 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
  - EnableNVMe=1
  - NVMeMode = 0
  - 림트랜스퍼크기 = 1
3. 호스트를 재부팅합니다.

**Windows**에서 **NVMe/FC**용 **Broadcom FC** 어댑터를 구성합니다

Windows 환경에서 FC/NVMe용 Broadcom 어댑터를 사용하면 "hostnqn"가 각 HBA(호스트 버스 어댑터) 포트에 연결됩니다. 'hostnqn'는 다음과 같이 포맷됩니다.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

**Windows** 호스트에서 **NVMe** 장치용 **MPIO**를 사용하도록 설정합니다

1. 설치합니다 **"Windows 호스트 유틸리티 키트 7.1"** FC 및 NVMe 모두에 공통되는 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
2. MPIO 속성을 엽니다.
3. Discover Multi-Paths \* 탭에서 NVMe에 나열된 장치 ID를 추가합니다.

MPIO는 디스크 관리 아래에 표시되는 NVMe 장치를 인식합니다.

4. 디스크 관리 \* 를 열고 \* 디스크 속성 \* 으로 이동합니다.
5. MPIO \* 탭에서 \* Details \* 를 클릭합니다.
6. 다음 MSDSM 설정을 설정합니다.

- PathVerifiedPeriod: \* 10 \*
- PathVerifyEnabled: \* 활성화 \*
- RetryCount: \* 6 \*
- 재시도 간격: \* 1 \*
- PDORemovedPeriod: \* 130 \*



7. MPIO Policy \* Round Robin with Subset \* 를 선택합니다.

8. 레지스트리 값을 변경합니다.

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 호스트를 재부팅합니다.

이제 Windows 호스트에서 NVMe 구성이 완료되었습니다.

### **NVMe/FC**를 검증합니다

1. 포트 유형이 FC + NVMe 인지 확인합니다.

이제 NVMe가 활성화되면 다음과 같이 "FC+NVMe"로 나열된 'Port Type'가 표시됩니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. NVMe/FC 서브시스템이 검색되었는지 확인합니다.

"NVMe-list" 명령은 NVMe/FC에서 검색된 하위 시스템을 나열합니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win\_nvme\_int  
erop-57-159

Port WWN : 20:09:d0:39:ea:14:11:04  
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04  
Controller ID : 0x0180  
Model Number : NetApp ONTAP Controller  
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB  
Firmware Version : FFFFFFFF  
Total Capacity : Not Available  
Unallocated Capacity : Not Available

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win\_nvme\_int  
erop-57-159

Port WWN : 20:06:d0:39:ea:14:11:04  
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04  
Controller ID : 0x0181  
Model Number : NetApp ONTAP Controller  
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB  
Firmware Version : FFFFFFFF  
Total Capacity : Not Available  
Unallocated Capacity : Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```

PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```

### 3. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

'NVMe-list-ns' 명령은 호스트에 연결된 네임스페이스를 나열하는 지정된 NVMe 타겟의 네임스페이스를 나열합니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

## ONTAP가 설치된 Windows Server 2016용 NVMe/FC 호스트 구성

ONTAP를 타겟으로 사용하여 Windows Server 2016을 실행하는 호스트에서 NVMe over Fibre Channel(NVMe/FC)을 구성할 수 있습니다.

NVMe/FC는 Windows Server 2016의 ONTAP 9.7 이상에서 지원됩니다.

Broadcom 이니시에이터는 동일한 32G FC 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 처리할 수 있습니다. FCP 및 FC/NVMe의 경우 Microsoft MPIO(다중 경로 I/O) 옵션으로 MSDSM을 사용합니다.

를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

### 알려진 제한 사항

ONTAP는 현재 NVMe/FC의 영구 예약을 지원하지 않으므로 ONTAP NVMe/FC에서는 WFC(Windows 파일오버 클러스터)가 지원되지 않습니다.



Windows NVMe/FC용 Broadcom에서 제공하는 외부 드라이버는 진정한 NVMe/FC 드라이버가 아니라 이행형 SCSI 호스트 NVMe 드라이버입니다. 이 평행이동 오버헤드가 성능에 영향을 미치는 것은 아니지만 NVMe/FC의 성능 이점을 부정합니다. 따라서 Windows 서버에서는 NVMe/FC 및 FCP 성능이 FCP보다 훨씬 뛰어난 Linux와 같은 다른 운영 체제와 달리 NVMe/FC 및 FCP 성능이 동일합니다.

**Windows** 이니시에이터 호스트에서 **NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

Windows 이니시에이터 호스트에서 FC/NVMe를 활성화하려면 다음 단계를 수행하십시오.

단계

1. Windows 호스트에 OneCommand Manager 유틸리티를 설치합니다.
2. 각 HBA 이니시에이터 포트에서 다음 HBA 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
  - EnableNVMe=1
  - NVMeMode = 0
  - 림트랜스퍼크기 = 1
3. 호스트를 재부팅합니다.

**Windows**에서 **NVMe/FC**용 **Broadcom FC** 어댑터를 구성합니다

Windows 환경에서 FC/NVMe용 Broadcom 어댑터를 사용하면 "hostnqn"가 각 HBA(호스트 버스 어댑터) 포트에 연결됩니다. 'hostnqn'는 다음과 같이 포맷됩니다.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

**Windows** 호스트에서 **NVMe** 장치용 **MPIO**를 사용하도록 설정합니다

1. 설치합니다 **"Windows 호스트 유틸리티 키트 7.1"** FC 및 NVMe 모두에 공통되는 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
2. MPIO 속성을 엽니다.
3. Discover Multi-Paths \* 탭에서 NVMe에 나열된 장치 ID를 추가합니다.

MPIO는 디스크 관리 아래에 표시되는 NVMe 장치를 인식합니다.

4. 디스크 관리 \* 를 열고 \* 디스크 속성 \* 으로 이동합니다.
5. MPIO \* 탭에서 \* Details \* 를 클릭합니다.
6. 다음 MSDSM 설정을 설정합니다.
  - PathVerifiedPeriod: \* 10 \*
  - PathVerifyEnabled: \* 활성화 \*
  - RetryCount: \* 6 \*
  - 재시도 간격: \* 1 \*
  - PDORemovedPeriod: \* 130 \*

7. MPIO Policy \* Round Robin with Subset \* 를 선택합니다.

8. 레지스트리 값을 변경합니다.

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 호스트를 재부팅합니다.

이제 Windows 호스트에서 NVMe 구성이 완료되었습니다.

### **NVMe/FC**를 검증합니다

1. 포트 유형이 FC + NVMe 인지 확인합니다.

이제 NVMe가 활성화되면 다음과 같이 "FC+NVMe"로 나열된 'Port Type'가 표시됩니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

#### Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

## 2. NVMe/FC 서브시스템이 검색되었는지 확인합니다.

"NVMe-list" 명령은 NVMe/FC에서 검색된 하위 시스템을 나열합니다.



```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0180
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0181
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.
```

```

PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available

NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```

### 3. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

'NVMe-list-ns' 명령은 호스트에 연결된 네임스페이스를 나열하는 지정된 NVMe 타겟의 네임스페이스를 나열합니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	OS
LUN				
-----	-----	-----	-----	
-----				
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

## ONTAP가 있는 Windows Server 2012 R2에 대한 NVMe/FC 호스트 구성

ONTAP를 타겟으로 사용하여 Windows Server 2012 R2를 실행하는 호스트에서 NVMe over Fibre Channel(NVMe/FC)을 구성할 수 있습니다.

NVMe/FC는 Windows Server 2012용 ONTAP 9.7 이상에서 지원됩니다.

Broadcom 이니시에이터는 동일한 32G FC 어댑터 포트를 통해 NVMe/FC 및 FCP 트래픽을 모두 처리할 수 있습니다. FCP 및 FC/NVMe의 경우 Microsoft MPIO(다중 경로 I/O) 옵션으로 MSDSM을 사용합니다.

를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).



이 문서에 제공된 구성 설정을 사용하여 에 연결된 클라우드 클라이언트를 구성할 수 있습니다 ["Cloud Volumes ONTAP"](#) 및 ["ONTAP용 Amazon FSx"](#).

### 알려진 제한 사항

ONTAP는 현재 NVMe/FC의 영구 예약을 지원하지 않으므로 ONTAP NVMe/FC에서는 WFC(Windows 파일오버 클러스터)가 지원되지 않습니다.



Windows NVMe/FC용 Broadcom에서 제공하는 외부 드라이버는 진정한 NVMe/FC 드라이버가 아니라 이행형 SCSI 호스트 NVMe 드라이버입니다. 이 평행이동 오버헤드가 성능에 영향을 미치는 것은 아니지만 NVMe/FC의 성능 이점을 부정합니다. 따라서 Windows 서버에서는 NVMe/FC 및 FCP 성능이 FCP보다 훨씬 뛰어난 Linux와 같은 다른 운영 체제와 달리 NVMe/FC 및 FCP 성능이 동일합니다.

**Windows** 이니시에이터 호스트에서 **NVMe/FC**를 사용하도록 설정합니다

Windows 이니시에이터 호스트에서 FC/NVMe를 활성화하려면 다음 단계를 수행하십시오.

단계

1. Windows 호스트에 OneCommand Manager 유틸리티를 설치합니다.
2. 각 HBA 이니시에이터 포트에서 다음 HBA 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
  - EnableNVMe=1
  - NVMeMode = 0
  - 림트랜스퍼크기 = 1
3. 호스트를 재부팅합니다.

**Windows**에서 **NVMe/FC**용 **Broadcom FC** 어댑터를 구성합니다

Windows 환경에서 FC/NVMe용 Broadcom 어댑터를 사용하면 "hostnqn"가 각 HBA(호스트 버스 어댑터) 포트에 연결됩니다. 'hostnqn'는 다음과 같이 포맷됩니다.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

**Windows** 호스트에서 **NVMe** 장치용 **MPIO**를 사용하도록 설정합니다

1. 설치합니다 **"Windows 호스트 유틸리티 키트 7.1"** FC 및 NVMe 모두에 공통되는 드라이버 매개 변수를 설정합니다.
2. MPIO 속성을 엽니다.
3. Discover Multi-Paths \* 탭에서 NVMe에 나열된 장치 ID를 추가합니다.

MPIO는 디스크 관리 아래에 표시되는 NVMe 장치를 인식합니다.

4. 디스크 관리 \* 를 열고 \* 디스크 속성 \* 으로 이동합니다.
5. MPIO \* 탭에서 \* Details \* 를 클릭합니다.
6. 다음 MSDSM 설정을 설정합니다.
  - PathVerifiedPeriod: \* 10 \*
  - PathVerifyEnabled: \* 활성화 \*
  - RetryCount: \* 6 \*
  - 재시도 간격: \* 1 \*
  - PDORemovedPeriod: \* 130 \*

7. MPIO Policy \* Round Robin with Subset \* 를 선택합니다.

8. 레지스트리 값을 변경합니다.

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\UseCustomPathRecoveryInterval DWORD-> 1
```

9. 호스트를 재부팅합니다.

이제 Windows 호스트에서 NVMe 구성이 완료되었습니다.

### **NVMe/FC**를 검증합니다

1. 포트 유형이 FC + NVMe 인지 확인합니다.

이제 NVMe가 활성화되면 다음과 같이 "FC+NVMe"로 나열된 'Port Type'가 표시됩니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. NVMe/FC 서브시스템이 검색되었는지 확인합니다.

"NVMe-list" 명령은 NVMe/FC에서 검색된 하위 시스템을 나열합니다.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0180
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
```

```
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                   : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID              : 0x0181
Model Number               : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version           : FFFFFFFF
Total Capacity             : Not Available
Unallocated Capacity       : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

### 3. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

'NVMe-list-ns' 명령은 호스트에 연결된 네임스페이스를 나열하는 지정된 NVMe 타겟의 네임스페이스를 나열합니다.



```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

## 문제 해결

RHEL, OL 및 SLES 호스트에 대한 NVMe-oF 장애를 해결하기 전에 상호 운용성 매트릭스 툴(IMT) 사양을 준수하는 구성을 실행 중인지 확인하고 다음 단계를 진행하여 호스트측 문제를 디버깅하십시오.



문제 해결 지침은 AIX, Windows 및 ESXi 호스트에는 적용되지 않습니다.

### 자세한 정보 로깅을 사용합니다

구성에 문제가 있는 경우 자세한 정보 로깅은 문제 해결에 필요한 필수 정보를 제공할 수 있습니다.

Qlogic(qla2xxx)에 대한 자세한 로깅 설정 절차는 lpfc 세부 정보 로깅 설정 절차와 다릅니다.

## lpfc

NVMe/FC용 lpfc 드라이버를 설정합니다.

### 단계

1. 를 설정합니다 lpfc\_log\_verbose 다음 값 중 하나에 대한 드라이버 설정을 사용하여 NVMe/FC 이벤트를 기록합니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events.
*/
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 값을 설정한 후 를 실행합니다 dracut-f 명령을 실행하여 호스트를 재부팅합니다.
3. 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc
lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

## qla2xxx

NVMe/FC에 대한 과 유사한 특정 qla2xxx 로깅이 없습니다 lpfc 드라이버. 대신 일반 qla2xxx 로깅 수준을 설정합니다.

### 단계

1. 해당 modprobe qla2xxx conf 파일에 "ql2xextended\_error\_logging=0x1e400000" 값을 추가합니다.
2. 를 실행합니다 dracut -f 명령을 실행한 다음 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 상세 로깅이 설정되었는지 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
```

예제 출력:

```
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1
ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

## 일반적인 NVMe-CLI 오류 및 해결 방법

에 표시되는 오류입니다 `nvme-cli` 를 참조하십시오 `nvme discover`, `nvme connect`, 또는 `nvme connect-all` 작업 및 해결 방법은 다음 표에 나와 있습니다.

오류 메시지	가능한 원인	해결 방법
'/dev/NVMe-fabric에 쓸 수 없음: 잘못된 인수.	구문이 잘못되었습니다	에 대한 올바른 구문을 사용하고 있는지 확인합니다 <code>nvme discover</code> , <code>nvme connect</code> , 및 <code>nvme connect-all</code> 명령.

오류 메시지	가능한 원인	해결 방법
'/dev/NVMe-fabric'에 쓰지 못함: 해당 파일 또는 디렉토리가 없습니다.	예를 들어, 여러 문제로 인해 이 문제가 발생할 수 있습니다. NVMe 명령에 잘못된 인수를 제공하는 것은 일반적인 원인 중 하나입니다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>올바른 인수(예: WWNN 문자열, WWPN 문자열 등)를 명령에 전달했는지 확인합니다.</li> <li>인수가 올바르지만 여전히 이 오류가 나타나면 를 확인합니다 /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info 명령 출력이 올바르게 NVMe 이니시에이터가 으로 표시됩니다 'Enabled' 및 NVMe/FC 타겟 LIF가 원격 포트 섹션 아래에 올바르게 표시됩니다. 예: <div data-bbox="792 457 1487 1722" data-label="Code-Block"> <pre># cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000071 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a6 Outstanding 00000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000073 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a8 Outstanding 00000000000000001</pre> </div> </li> <li>타겟 LIF가 에 나와 있는 것처럼 표시되지 않는 경우 nvme_info 명령 출력에서 를 확인합니다 /var/log/messages 및 dmesg 의심되는 NVMe/FC 오류에 대한 명령을 출력하고 그에 따라 보고하거나 수정합니다.</li> </ul>

오류 메시지	가능한 원인	해결 방법
가져올 검색 로그 항목이 없습니다	는 일반적으로 에 관찰됩니다 /etc/nvme/hostnqn NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 문자열이 추가되지 않았거나 올바르게 없습니다 hostnqn 해당 하위 시스템에 문자열이 추가되었습니다.	가 정확한지 확인합니다 /etc/nvme/hostnqn NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 문자열이 추가됩니다(을 사용하여 확인) vserver nvme subsystem host show 명령 참조).
'/dev/NVMe-fabric에 쓸 수 없습니다: 작업이 이미 진행 중입니다.	컨트롤러 연결 또는 지정된 작업이 이미 생성되었거나 생성 중인 경우에 관찰됩니다. 이 문제는 위에 설치된 자동 연결 스크립트의 일부로 발생할 수 있습니다.	없음. 를 실행해 보십시오 nvme discover 잠시 후에 다시 명령을 내립니다. 용 nvme connect 및 connect-all`를 실행합니다 `nvme list 네임스페이스 디바이스가 이미 생성되어 호스트에 표시되는지 확인하는 명령입니다.

## 기술 지원 문의 시기

여전히 문제가 발생하는 경우 다음 파일 및 명령 출력을 수집하고 에 문의하십시오 **"NetApp 지원"** 추가 분류:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

## 저작권 정보

Copyright © 2024 NetApp, Inc. All Rights Reserved. 미국에서 인쇄된 본 문서의 어떠한 부분도 저작권 소유자의 사전 서면 승인 없이는 어떠한 형식이나 수단(복사, 녹음, 녹화 또는 전자 검색 시스템에 저장하는 것을 비롯한 그래픽, 전자적 또는 기계적 방법)으로도 복제될 수 없습니다.

NetApp이 저작권을 가진 자료에 있는 소프트웨어에는 아래의 라이선스와 고지사항이 적용됩니다.

본 소프트웨어는 NetApp에 의해 '있는 그대로' 제공되며 상품성 및 특정 목적에의 적합성에 대한 명시적 또는 묵시적 보증을 포함하여(이에 제한되지 않음) 어떠한 보증도 하지 않습니다. NetApp은 대체품 또는 대체 서비스의 조달, 사용 불능, 데이터 손실, 이익 손실, 영업 중단을 포함하여(이에 국한되지 않음), 이 소프트웨어의 사용으로 인해 발생하는 모든 직접 및 간접 손해, 우발적 손해, 특별 손해, 징벌적 손해, 결과적 손해의 발생에 대하여 그 발생 이유, 책임론, 계약 여부, 엄격한 책임, 불법 행위(과실 또는 그렇지 않은 경우)와 관계없이 어떠한 책임도 지지 않으며, 이와 같은 손실의 발생 가능성이 통지되었다 하더라도 마찬가지입니다.

NetApp은 본 문서에 설명된 제품을 언제든지 예고 없이 변경할 권리를 보유합니다. NetApp은 NetApp의 명시적인 서면 동의를 받은 경우를 제외하고 본 문서에 설명된 제품을 사용하여 발생하는 어떠한 문제에도 책임을 지지 않습니다. 본 제품의 사용 또는 구매의 경우 NetApp에서는 어떠한 특허권, 상표권 또는 기타 지적 재산권이 적용되는 라이선스도 제공하지 않습니다.

본 설명서에 설명된 제품은 하나 이상의 미국 특허, 해외 특허 또는 출원 중인 특허로 보호됩니다.

제한적 권리 표시: 정부에 의한 사용, 복제 또는 공개에는 DFARS 252.227-7013(2014년 2월) 및 FAR 52.227-19(2007년 12월)의 기술 데이터-비상업적 품목에 대한 권리(Rights in Technical Data -Noncommercial Items) 조항의 하위 조항 (b)(3)에 설명된 제한사항이 적용됩니다.

여기에 포함된 데이터는 상업용 제품 및/또는 상업용 서비스(FAR 2.101에 정의)에 해당하며 NetApp, Inc.의 독점 자산입니다. 본 계약에 따라 제공되는 모든 NetApp 기술 데이터 및 컴퓨터 소프트웨어는 본질적으로 상업용이며 개인 비용만으로 개발되었습니다. 미국 정부는 데이터가 제공된 미국 계약과 관련하여 해당 계약을 지원하는 데에만 데이터에 대한 전 세계적으로 비독점적이고 양도할 수 없으며 재사용이 불가능하며 취소 불가능한 라이선스를 제한적으로 가집니다. 여기에 제공된 경우를 제외하고 NetApp, Inc.의 사전 서면 승인 없이는 이 데이터를 사용, 공개, 재생산, 수정, 수행 또는 표시할 수 없습니다. 미국 국방부에 대한 정부 라이선스는 DFARS 조항 252.227-7015(b)(2014년 2월)에 명시된 권한으로 제한됩니다.

## 상표 정보

NETAPP, NETAPP 로고 및 <http://www.netapp.com/TM>에 나열된 마크는 NetApp, Inc.의 상표입니다. 기타 회사 및 제품 이름은 해당 소유자의 상표일 수 있습니다.