



RHEL 8

SAN hosts and cloud clients

NetApp
October 30, 2024

목차

RHEL 8	1
ONTAP 탑재 RHEL 8.10에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	1
ONTAP를 사용하는 RHEL 8.9에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	13
ONTAP 포함 RHEL 8.8에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	24
ONTAP가 포함된 RHEL 8.7에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	36
ONTAP 포함 RHEL 8.6에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	47
ONTAP가 포함된 RHEL 8.5에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	57
ONTAP를 사용하는 RHEL 8.4에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	65
ONTAP가 포함된 RHEL 8.3에 대한 NVMe/FC 호스트 구성	76
ONTAP 탑재 RHEL 8.2에 대한 NVMe/FC 호스트 구성	85
ONTAP가 포함된 RHEL 8.1에 대한 NVMe/FC 호스트 구성	93

RHEL 8

ONTAP 탑재 RHEL 8.10에 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) 8.10에서 ANA(Asymmetric Namespace Access)를 통해 지원됩니다. NVMe-oF 환경의 경우, ANA는 iSCSI 및 FC 환경에서 ALUA 다중 경로와 동일하며 커널 내 NVMe 다중 경로를 통해 구현됩니다.

ONTAP를 사용하는 RHEL 8.10에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에 대해 다음 지원을 이용할 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 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 툴"](#)을 참조하십시오.

알려진 제한 사항

- RHEL 8.10 NVMe-oF 호스트에서는 커널 내 NVMe 다중 경로가 기본적으로 사용하지 않도록 설정됩니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다.
- RHEL 8.10 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 8.10을 설치합니다.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 8.10 커널을 실행하고 있는지 확인합니다.

```
# uname -r
```

◦ 예제 출력 *

```
4.18.0-553.el8_10.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:

◦ 예 *

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel  
/boot/vmlinuz-4.18.0-553.el8_10.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:

```
::> vsserver nvme subsystem host show -vsserver vs_fc_nvme_141
```

◦ 예제 출력 *

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_25_2742	rhel_101_QLe2772	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:546399fc-160f-11e5-89aa-98be942440ca

+



호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 를 사용할 수 있습니다 vsserver 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  
14.2.539.21, sli-4:2:c  
14.2.539.21, 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 x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1 DID
x022a00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211ad039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8 DID
x021302 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211cd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8 DID
x020b02 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000001330ec7 Issue 0000000001330ec9 OutIO
00000000000000002
      abort 00000330 noxri 00000000 nondlp 0000000b qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000354 Err 00000361

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2 DID
x021b00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211bd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8 DID
x022902 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211dd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8 DID
x020102 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000012ec220 Issue 00000000012ec222 OutIO
00000000000000002
      abort 0000033b noxri 00000000 nondlp 00000085 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000368 Err 00000382

```

NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

RHEL 8.10 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 최신 업스트림 수정 사항이 있습니다. 이러한 수정 사항은 ONTAP 지원에 필수적입니다.

단계

1. 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 데이터에서 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 `lpfc lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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` 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 192.168.2.31 -a 192.168.2.25

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.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery: discovery
traddr: 192.168.1.25
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.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery
traddr: 192.168.2.26
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 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.26
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
```

- 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 192.168.2.31 -a 192.168.2.25 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.26 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25 -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 81K1ABVnkwbNAAAAAAB  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-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0cd9ee0dc0ec11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2086d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2016d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2081d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2087d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live
optimized
```

NVMe/TCP

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

◦ 출력 예: *

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a1b2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.26 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.2.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.1.25 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.1.31 live non-optimized
+- nvme3 tcp traddr=192.168.1.24 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.1.31 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    tcpiscsi_129    /vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns

NSID            UUID                                     Size
-----
1               05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c         21.47GB
```

JSON을 참조하십시오

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

◦ 예제 출력 *

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "tcpiscsi_129",
      "Namespace Path": "/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns ",
      "NSID": 1,
      "UUID": " 05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c160c80b ",
      "Size2": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

알려진 문제

ONTAP가 있는 RHEL 8.10에 대한 NVMe-oF 호스트 구성에는 다음과 같은 알려진 문제가 있습니다.

NetApp 버그 ID	제목	설명
"1479047"	RHEL 8.10 NVMe-oF 호스트는 영구적 검색 컨트롤러를 중복하여 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) 8.10을 실행하는 경우 "NVMe discover-p"를 실행할 때마다 중복 PDC가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.

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 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스 틀"](#)을 참조하십시오.

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, NetApp은 ONTAP 네임스페이스에 대한 인커널 NVMe 다중 경로와 ONTAP LUN에 대한 `dm-multipath`를 각각 사용할 것을 권장합니다. 이렇게 하면 ONTAP 네임스페이스가 `dm-multipath`에서 제외되고 `dm-multipath`가 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 DISCSRVC 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 DISCSRVC 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

RHEL 8.9 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 최신 업스트림 픽스가 있습니다. 이러한 수정 사항은 ONTAP 지원에 필수적입니다.

단계

1. 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 데이터에서 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 `lpfc lpfc_sg_seg_cnt` 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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. 가 `lpfc_sg_seg_cnt` 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 -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 discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discover -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_Q1e2742
+- 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
```

JSON을 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
"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.

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 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스 틀](#)".

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 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:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver 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 `l` 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 `l` 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204bd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a100a TARGET DISCSRVC 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204cd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a090a TARGET DISCSRVC 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

RHEL 8.8 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 최신 업스트림 수정 사항이 있습니다. 이러한 수정 사항은 ONTAP 지원에 필수적입니다.

단계

지원되는 어댑터 드라이버 및 펌웨어 버전을 실행하고 있는지 확인합니다.

를 누릅니다

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

+ * 예제 출력 *

를 누릅니다

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
```

1. 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 데이터에서 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 lpfc lpfc_sg_seg_cnt 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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. 가 lpfc_sg_seg_cnt 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 discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discover -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
```

JSON을 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
"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.

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:

◦ 예 *

```
# 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

::> vserver 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2072d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0805 TARGET DISCSRVC 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
ffffffffffffffff4c5
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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x206fd039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0c05 TARGET DISCSRVC 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
ffffffffffffffff0cd
abort 0000004f noxri 00000000 nondlp 00000361 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 0000006b Err 00017f99

```

NVMe/FC용 Marvell/QLogic FC 어댑터

RHEL 8.7 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 최신 수정 사항이 있습니다. 이러한 수정 사항은 ONTAP 지원에 필수적입니다.

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 데이터에서 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 lpfc lpfc_sg_seg_cnt 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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. 가 lpfc_sg_seg_cnt 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 -l 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
"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 PDC만 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 PDC가 생성됩니다. 이로 인해 호스트와 타겟 모두에서 리소스가 불필요하게 사용됩니다.

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 정보를

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_fcnvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fcnvme_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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC 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

```

RHEL 8.6 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 최신 업스트림 수정 사항이 있습니다. 이러한 수정 사항은 ONTAP 지원에 필수적입니다.

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 데이터에서 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 lpfc lpfc_sg_seg_cnt 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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. 가 lpfc_sg_seg_cnt 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_fc_nvme_141 /vol/fc_nvme_141_vol_1_1_0/fc_nvme_141_ns

NSID  UUID                               Size
----  -
1     72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2 85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fc_nvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fc_nvme_141_vol_1_1_0/fc_nvme_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
"1479047"	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.

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_fcnvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fcnvme_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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC 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 8.5 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 최신 수정 사항이 있습니다. 이러한 수정 사항은 ONTAP 지원에 필수적입니다.

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 데이터에서 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 lpfc lpfc_sg_seg_cnt 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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. 가 lpfc_sg_seg_cnt 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_fcnvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fcnvme_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 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

RHEL 8.4 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 qla2xxx 드라이버에는 최신 수정 사항이 있습니다. 이러한 수정 사항은 ONTAP 지원에 필수적입니다.

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 데이터에서 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 lpfc lpfc_sg_seg_cnt 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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. 가 lpfc_sg_seg_cnt 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.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc: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.56e362e9bb4f11ebbaded039ea165abc: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

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_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
    }
  ]
}

```

예 (b):

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114      /vol/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_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/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_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

피처

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.

예제 출력을 표시합니다

- 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 에서 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_fcnvme_141
```

◦ 예제 출력 *

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_141
Vserver          Subsystem          Host          NQN
-----
vs_fcnvme_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      814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
1                 85.90 GB / 85.90 GB     4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
/dev/nvme0n2      814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
2                 85.90 GB / 85.90 GB     4 KiB + 0 B  FFFFFFFF
/dev/nvme0n3      814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  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.

명

```
# 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	85.90GB	1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	
/dev/nvme0n2	vs_fcnvme_141			
/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns	85.90GB	2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	
/dev/nvme0n3	vs_fcnvme_141			
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns	85.90GB	3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	

JSON을 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC 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 기본 패키지에 포함되어 `nvme-cli` 있습니다. 외부 공급업체에서 제공하는 자동 연결 스크립트를 설치하는 대신 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.nvmeexpress: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.nvmeexpress: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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC 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 DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC 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/FC를 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-09d5a156fbc
```

```
*> 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-09d5a156fbc
```



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 데이터에서 MDTs(MAX Data 전송 크기)를 8로 보고합니다. 이는 최대 I/O 요청 크기가 1MB까지 될 수 있음을 의미합니다. Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 1MB 크기의 I/O 요청을 발행하려면 lpfc lpfc_sg_seg_cnt 매개 변수 값을 기본값인 64에서 256으로 늘려야 합니다.

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. 가 lpfc_sg_seg_cnt 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
    }
  ]
}
```

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.