



RHEL을 참조하십시오 SAN Host

NetApp
August 11, 2022

목차

RHEL을 참조하십시오	1
ONTAP가 있는 RHEL 9.0에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	1
ONTAP가 있는 RHEL 8.6의 NVMe-oF 호스트 구성	13
ONTAP를 사용하는 RHEL 8.4에 대한 NVMe-oF 호스트 구성	25
ONTAP 지원 RHEL 8.3에 대한 NVMe/FC 호스트 구성	39
ONTAP가 있는 RHEL 8.2에 대한 NVMe/FC 호스트 구성	49
ONTAP가 있는 RHEL 8.1용 NVMe/FC 호스트 구성	58

RHEL을 참조하십시오

ONTAP가 있는 RHEL 9.0에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

지원 가능성

NVMe-oF(NVMe/FC 및 NVMe/TCP 포함)는 ONTAP 어레이에서 정상적인 스토리지 장애 조치(SFO)에 필요한 ANA(Asymmetric Namespace Access)가 있는 RHEL 9.0에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에서 ALUA와 동등한 제품이며 현재 In-kernel NVMe Multipath로 구현되고 있습니다. 이 문서에는 RHEL 9.0에서 ANA를 사용하고 ONTAP를 대상으로 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대한 세부 정보가 포함되어 있습니다.

피처

- RHEL 9.0부터 NVMe/TCP는 더 이상 기술 미리 보기 기능(RHEL 8과 다름)이 아니라 완전히 지원되는 엔터프라이즈 기능 자체입니다.
- RHEL 9.0부터는 명시적 설정 없이 커널 내 NVMe 다중 경로가 기본적으로 NVMe 네임스페이스에 대해 활성화됩니다(RHEL 8과 다름).

제한 사항

- NVMe/FC와 달리 NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. 이는 Linux 호스트에서 다음과 같은 두 가지 주요 제한 사항을 반영합니다.
 - 경로가 복구되면 자동 재연결되지 않음 - NVMe/TCP는 경로가 다운된 후 10분 동안 기본 'Ctrl-Loss-TMO'를 벗어나 복구되는 경로에 자동으로 다시 연결할 수 없습니다.
 - 호스트 부팅 중에 자동 연결 안 됨 - NVMe/TCP는 호스트 부팅 중에도 자동으로 연결할 수 없습니다. NVMe/TCP용 SFO와 같은 ONTAP 장애 조치 이벤트를 편안하게 넘기 위해서는 Ctrl_Loss_TMO 타이머를 조정하여 30분 등 더 긴 재시도 시간을 설정하는 것이 좋습니다.

구성 요구 사항

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

In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

단계

1. 서버에 RHEL 9.0을 설치합니다. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 9.0 커널을 실행 중인지 확인합니다. 을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.
2. 설치가 완료되면 지정된 RHEL 9.0 커널을 실행 중인지 확인합니다. 을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 를 참조하십시오.

```
# uname -r
5.14.0-70.13.1.el9_0.x86_64
```

3. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

4. 호스트에서 '/etc/NVMe/hostnqn'의 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 배열의 해당 하위 시스템에 대한 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

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

```
::> vsserver nvme subsystem host show -vsserver 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 "vsserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP NVMe 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 업데이트하여 호스트의 '/etc/NVMe/hostnqn'에서 호스트 NQN 문자열과 일치시켜야 합니다.

5. 호스트를 재부팅합니다.

NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex

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

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

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

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

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. lpfc_enable_fc4_type이 3으로 설정되어 있는지 확인한다.

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

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

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

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

```

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

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET 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

```

5. 1MB I/O 크기 활성화

lpfc 드라이버가 입출력 요청을 1MB 크기로 발급하려면 `lpfc_sg_seg_cnt` 매개변수를 256으로 설정해야 합니다.

```

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

```

- a. dracut -f 명령을 실행한 다음 호스트를 재부팅합니다.
- b. 호스트 부팅 후 lpfc_sg_seg_cnt가 256으로 설정되어 있는지 확인합니다.

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

Marvell/QLogic

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

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

Marvell 어댑터가 NVMe/FC Initiator로 작동하도록 하는 "ql2xnvmeenable"이 설정되어 있는지 확인합니다.

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

NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/FC와 달리 NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. Linux NVMe/TCP 호스트에 대한 두 가지 주요 제한 사항이 반영되어 있습니다.

- 경로가 복구되면 자동 재연결되지 않음 - NVMe/TCP는 경로가 다운된 후 10분 동안 기본 'Ctrl-Loss-TMO'를 벗어나 복원되는 경로에 자동으로 다시 연결할 수 없습니다.
- 호스트 부팅 중에 자동 연결 안 됨 - NVMe/TCP는 호스트 부팅 중에도 자동으로 연결할 수 없습니다. SFO와 같은 ONTAP 장애 조치 이벤트를 편안하게 넘기 위해서는 Ctrl_Loss_TMO 타이머를 조정하여 30분 등 더 긴 재시도 시간을 설정하는 것이 좋습니다. 다음은 세부 정보입니다.

단계

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

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.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. 마찬가지로, 다른 NVMe/TCP 이니시에이터 타겟 LIF 콤보에서 검색 로그 페이지 데이터를 성공적으로 가져올 수 있는지 확인하십시오. 예를 들면, 다음과 같습니다.


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

3. 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에서 'NVMe connect-all' 명령을 실행합니다. 연결 중에 더 긴 "Ctrl_Loss_TMO" 기간(예: 30분, '1 1800'을 통해 설정 가능)을 경과하여 경로 손실 시 더 긴 기간 동안 재시도해야 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
```

NVMf 확인

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

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

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMf 설정(예: 모델이 'NetApp ONTAP 컨트롤러'로 설정되고 로드 밸런싱이 '라운드 로빈'으로 설정된 모델)이 호스트에 올바르게 반영되는지 확인합니다.

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

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

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들어 (A),

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1 814vWBNRwf9HAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

예 (b):

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1 81CZ5BQuUNfGAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들어 (A),

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

예 (b):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.1.51 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.56 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live optimized
+- nvme15 tcp traddr=192.168.2.57 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live non-optimized
+- nvme5 tcp traddr=192.168.1.52 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live non-optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들어 (A),

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
NSID
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_fcnvme_141    /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns    1

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

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

예 (b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
/dev/nvme0n1    vs_tcp_118
/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns

NSID   UUID                               Size
-----
1      4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c 85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_118",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ]
}
```

기술 지원 문의 시기

NVMe/FC 오류에 대한 문제 해결을 시작하기 전에 항상 IMT 사양을 준수하는 구성을 실행 중인지 확인하십시오. 호스트 측 문제를 디버깅하려면 다음 단계를 수행하십시오.

lpfc 세부 정보 로깅

driver/scsi/lpfc/lpfc_logmsg.h에서 볼 수 있는 NVMe/FC에 사용할 수 있는 비트 마스크를 로깅하는 lpfc 드라이버 목록은 다음과 같습니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

"lpfc" 드라이버 관점에서 NVMe/FC 이벤트를 로깅하기 위해 위의 모든 값으로 "lpfc_log_verbose" 드라이버 설정("/etc/modprobe.d/lpfc.conf"의 lpfc 행에 추가됨)을 설정할 수 있습니다. 그런 다음 dracut -f 명령을 실행하여 initramfs를 다시 생성한 다음 호스트를 재부팅합니다. 재부팅 후 위의 'log_NVMe_disc' 비트마스크를 예로 사용하여 상세 로깅이 적용되었는지 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc_enable_fc4_type=3 lpfc_log_verbose=0xf00083
```

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

qla2xxx 세부 정보 로깅

lpfc와 마찬가지로 NVMe/FC에 대한 유사한 특정 qla2xxx 로깅이 없습니다. 여기서 일반적인 qla2xxx 로깅 수준을 설정할 수 있습니다(예: "ql2xextended_error_logging=0x1e400000"). 이 값은 해당 'modprobe qla2xxx conf' 파일에 추가하면 됩니다. 그런 다음 드라쿠트-프(dracut-f)를 실행하여 initramfs를 다시 만든 다음 호스트를 재부팅합니다. 재부팅 후 상세 로깅이 다음과 같이 적용되었는지 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1 ql2xextended_error_logging=0x1e400000
```

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

일반적인 NVMe-CLI 오류 및 해결 방법

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
/dev/NVMe-fabric에 쓸 수 없음: NVMe 발견, NVMe 연결 또는 NVMe 연결 중 잘못된 인수 오류	이 오류 메시지는 일반적으로 구문이 잘못된 경우 표시됩니다.	위의 NVMe 명령에 올바른 구문을 사용하고 있는지 확인하십시오.

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
<p>NVMe Discover, NVMe connect, NVMe connect에 쓰는 동안 /dev/NVMe-fabric에 쓰는 데 실패했습니다</p>	<p>여러 가지 문제로 인해 이 문제가 발생할 수 있습니다. 일반적인 경우 위의 NVMe 명령에 잘못된 인수를 전달했습니다.</p>	<p>위 명령에 대한 적절한 인수(예: 적절한 WWNN 문자열, WWPN 문자열 등)를 전달했는지 확인하십시오. 인수가 올바르지만 여전히 이 오류가 표시되는 경우 NVMe 이니시에이터가 "Enabled"로 표시되고 NVMe/FC target LIF가 원격 포트 섹션 아래에 올바르게 표시되는지 /sys/class/scsi_host/host */NVMe_info' 출력이 올바른지 확인하십시오. 예를 들면, 다음과 같습니다.</p> <pre data-bbox="743 464 1482 1843"> # cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000071 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a6 Outstanding 0000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000073 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a8 Outstanding 0000000000000001 </pre> <p>해결책: 타겟 LIF가 "NVMe_info" 출력에서 위와 같이 표시되지 않으면 의심되는 NVMe/FC 오류에 대해 /var/log/messages' 및 'dmesg' 출력을 확인하여 그에 따라 보고 또는 수정하십시오.</p>

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
NVMe discover, NVMe connect 또는 NVMe connect-all 중에 가져올 검색 로그 항목이 없습니다	이 오류 메시지는 일반적으로 '/etc/NVMe/hostnqn' 문자열이 NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 추가되지 않았거나 잘못된 hostnqn 문자열이 해당 하위 시스템에 추가된 경우에 표시됩니다.	정확한 '/etc/NVMe/hostnqn' 문자열이 NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 추가되었는지 확인합니다('vserver NVMe subsystem host show'를 통해 확인).
NVMe Discover, NVMe connect 또는 NVMe connect-all에서 /dev/NVMe-fabric:Operation already in progress	이 오류 메시지는 컨트롤러 연결 또는 지정된 작업이 이미 생성되었거나 생성 중인 경우에 표시됩니다. 이 문제는 위에 설치된 자동 연결 스크립트의 일부로 발생할 수 있습니다.	없음. "NVMe 검색"을 위해 잠시 후에 이 명령을 실행해 보십시오. NVMe connect와 connect-all의 경우 NVMe list를 실행하여 네임스페이스 디바이스가 이미 생성되어 호스트에 표시되는지 확인합니다.

디버깅에 필요한 파일 및 명령 출력입니다

여전히 문제가 발생하는 경우 다음 파일 및 명령 출력을 수집하여 추가 분류를 위해 보내주십시오.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

ONTAP가 있는 RHEL 8.6의 NVMe-oF 호스트 구성

지원 가능성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 기타 전송 포함)는 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스)가 포함된 RHEL 8.6에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 ALUA로, 현재 in-kernel NVMe Multipath로 구현되고 있습니다. RHEL 8.6에서 ANA를 사용하고 ONTAP를 대상으로 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대한 자세한 내용은 여기 에 설명되어 있습니다.

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.

구성 요구 사항

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

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 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
}
```

7. 새 설정을 적용하려면 'stemctl restart multipathd' 명령을 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex

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 lpfw 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 확인합니다

```
# 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

```

1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 즉, 최대 I/O 요청 크기는 최대 1MB여야 합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 크기 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 lpfc 매개 변수 "lpfc_sg_seg_cnt"를 기본값 64에서 최대 256까지 범프해야 합니다. 다음 지침에 따라 수행합니다.

1. 해당 'modprobe lpfc.conf' 파일에 값 256을 추가합니다.

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

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 해당 'sysfs' 값을 확인하여 위 설정이 적용되었는지 확인한다.

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

이제 Broadcom FC-NVMe 호스트는 ONTAP 네임스페이스 장치에서 최대 1MB I/O 요청을 보낼 수 있습니다.

Marvell/QLogic

RHEL 8.6 커널에 포함된 기본 받은 편지함 "qla2xxx" 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다.

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:v10.02.00.200-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
```

NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/FC와 달리 NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. Linux NVMe/TCP 호스트에는 다음과 같은 두 가지 주요 제한 사항이 있습니다.

- * 경로 복구 후 자동 재연결 불가 * NVMe/TCP는 경로 다운 후 10분 동안 기본 'Ctrl-Loss-TMO' 타이머 이후에 복구된 경로에 자동으로 다시 연결할 수 없습니다.

- * 호스트 부팅 중 자동 연결 없음 * 호스트 부팅 중에 NVMe/TCP도 자동으로 연결할 수 없습니다.

SFO와 같은 ONTAP 장애 조치 이벤트를 편안하게 넘기 위해서는 Ctrl_Loss_TMO 타이머를 조정하여 30분 이상의 재시도 기간을 설정하는 것이 좋습니다. 다음은 세부 정보입니다.

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. 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에서 'NVMe connect-all' 명령을 실행합니다. 연결 중에 더 긴 "Ctrl_Loss_TMO" 기간(예: 30분, '-l 1800'을 통해 설정 가능)을 경과하여 경로 손실 시 더 긴 기간 동안 재시도해야 합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

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

NVMe-oF를 검증합니다

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

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

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 지정값이 호스트에 올바르게 반영되는지 확인하십시오.

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

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

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list
Node              SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1     814vWBNRwf9HAAAAAAB   NetApp ONTAP Controller   1

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

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들면 다음과 같습니다.

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fcnvme_141 /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

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

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
"ONTAPdevices" : [
  {
    "Device" : "/dev/nvme0n1",
    "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
    "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
    "NSID" : 1,
    "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
    "Size" : "85.90GB",
    "LBA_Data_Size" : 4096,
    "Namespace_Size" : 20971520
  }
]
}

```

문제 해결

NVMe/FC 오류에 대한 문제 해결을 시작하기 전에 IMT 사양을 준수하는 구성을 실행하고 있는지 확인한 후 다음 단계를 수행하여 호스트 측 문제를 디버깅하십시오.

lpfc Verbose 로깅

1. "lpfc_log_verbose" 드라이버 설정을 다음 값 중 한 값으로 설정하여 NVMe/FC 이벤트를 기록할 수 있습니다.

```

#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */

```

2. 이러한 값을 설정한 후 `dracut -f` 명령을 실행하여 `initramfs`를 다시 생성하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 설정을 확인합니다.


```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

qla2xxx Verbose 로깅

lpfc 드라이버에 대한 NVMe/FC에 대한 유사한 특정 qla2xxx 로깅이 없습니다. 따라서 다음 단계를 사용하여 일반 qla2xxx 로깅 수준을 설정할 수 있습니다.

1. 해당 modprobe qla2xxx conf 파일에 "ql2xextended_error_logging=0x1e400000" 값을 추가합니다.
2. dracut -f 명령을 실행하여 initramfs를 재생성한 다음 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 상세 로깅이 다음과 같이 적용되었는지 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1 ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

일반적인 NVMe-CLI 오류 및 해결 방법

다음 표에는 NVMe 검색, NVMe 연결 또는 NVMe 연결 모든 작업 중에 "NVMe-CLI"로 표시되는 오류와 해결 방법이 나와 있습니다.

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
'/dev/NVMe-fabric에 쓸 수 없음: 잘못된 인수.	구문이 잘못되었습니다	위의 NVMe 명령에 올바른 구문을 사용하고 있는지 확인하십시오.

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
<p>/dev/NVMe-fabric에 쓰지 못함: 해당 파일 또는 디렉토리가 없습니다.</p>	<p>여러 가지 문제로 인해 이 문제가 발생할 수 있습니다. 일반적인 원인 중 하나는 NVMe 명령에 잘못된 인수를 전달하는 것입니다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 올바른 인수(예: WWNN 문자열, WWPN 문자열 등)를 명령에 전달했는지 확인하십시오. 인수가 올바르지만 여전히 이 오류가 표시되면 <code>/sys/class/scsi_host/host * /NVMe_info</code> 출력이 올바른지, NVMe 이니시에이터가 'Enabled'로 표시되는지, NVMe/FC 타겟 LIF가 원격 포트 섹션 아래에 제대로 표시되는지 확인하십시오. 예: <div data-bbox="792 485 1490 1751" style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <pre># cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000071 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a6 Outstanding 0000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000073 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a8 Outstanding 0000000000000001`</pre> </div> 타겟 LIF가 NVMe_info 출력에 위와 같이 표시되지 않으면 의심되는 NVMe/FC 오류에 대한 <code>/var/log/messages</code> 및 <code>dmesg</code> 출력을 확인하여 그에 따라 보고 또는 수정하십시오.

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
가져올 검색 로그 항목이 없습니다	일반적으로 '/etc/NVMe/hostnqn' 문자열이 NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 추가되지 않았거나 잘못된 hostnqn 문자열이 해당 하위 시스템에 추가된 경우에 표시됩니다.	정확한 '/etc/NVMe/hostnqn' 문자열이 NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 추가되었는지 확인합니다('vserver NVMe subsystem host show' 명령을 통해 확인).
'/dev/NVMe-fabric에 쓸 수 없습니다: 작업이 이미 진행 중입니다.	컨트롤러 연결 또는 지정된 작업이 이미 생성되었거나 생성 중인 경우 표시됩니다. 이 문제는 위에 설치된 자동 연결 스크립트의 일부로 발생할 수 있습니다.	없음. NVMe 검색의 경우 잠시 후에 이 명령을 실행해 보십시오. NVMe connect and connect-all의 경우, "NVMe list" 명령을 실행하여 네임스페이스 디바이스가 이미 생성되어 호스트에 표시되는지 확인하십시오.

기술 지원 문의 시기

여전히 문제가 발생하는 경우 다음 파일 및 명령 출력을 수집하고 기술 지원 부서에 문의하여 추가 분류를 요청하십시오.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

ONTAP를 사용하는 RHEL 8.4에 대한 NVMe-oF 호스트 구성

지원 가능성

NVMe over Fabrics 또는 NVMe-oF(NVMe/FC 및 기타 전송 포함)는 ANA(비대칭 네임스페이스 액세스)가 포함된 RHEL 8.4에서 지원됩니다. ANA는 NVMe-oF 환경에 해당하는 ALUA로, 현재 in-kernel NVMe Multipath로 구현되고 있습니다. RHEL 8.4에서 ANA를 사용하고 ONTAP를 대상으로 커널 내 NVMe 다중 경로를 사용하여 NVMe-oF를 활성화하는 방법에 대한 자세한 내용은 여기 에 설명되어 있습니다.

피처

- RHEL 8.2부터 기본 NVMe-CLI 패키지에 NVMe-FC 자동 연결 스크립트가 포함되어 있습니다. 외부 공급업체가 제공한 아웃박스 자동 연결 스크립트를 설치할 필요 없이 이러한 기본 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- RHEL 8.2부터 NVMe 다중 경로에 라운드 로빈 로드 밸런싱을 지원하는 NVMe-CLI 패키지의 일부로 기본 udev

규칙이 이미 제공됩니다. 이 규칙을 더 이상 수동으로 생성할 필요가 없습니다(RHEL 8.1에서 수행됨).

- RHEL 8.2부터는 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 동일한 기존 호스트에서 실행할 수 있습니다. 실제로 이는 일반적으로 고객에게 배포된 호스트 구성일 것으로 예상됩니다. 따라서 SCSI의 경우 SCSI LUN에 대해 평소처럼 dm-multipath를 구성하여 "mpath" 디바이스를 생성할 수 있지만, NVMe multipath를 사용하여 호스트에 있는 다중경로 장치의 NVMe-를 구성할 수 있습니다.
- RHEL 8.2부터 네이티브 "NVMe-CLI" 패키지의 NetApp 플러그인은 ONTAP 네임스페이스에 대한 ONTAP 세부 정보도 표시할 수 있습니다.

알려진 제한 사항

- RHEL 8.4의 경우 커널 내 NVMe 다중 경로가 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.

구성 요구 사항

을 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#) 지원되는 구성에 대한 정확한 세부 정보

In-kernel NVMe Multipath를 활성화합니다

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

7. 새 설정을 적용하려면 'stemctl restart multipathd' 명령을 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

NVMe/FC 구성

Broadcom/Emulex

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
```

- 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
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

- lpfc_enable_fc4_type이 3으로 설정되어 있는지 확인합니다

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

- 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 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

```

1MB I/O 크기 활성화(옵션)

ONTAP는 컨트롤러 식별 데이터에 8의 MDTS(MAX Data 전송 크기)를 보고합니다. 즉, 최대 I/O 요청 크기는 최대 1MB여야 합니다. 그러나 Broadcom NVMe/FC 호스트에 대해 크기 1MB의 입출력 요청을 발급하려면 lpfc 매개 변수 "lpfc_sg_seg_cnt"를 기본값 64에서 최대 256까지 범프해야 합니다. 다음 지침에 따라 수행합니다.

1. 해당 'modprobe lpfc.conf' 파일에 값 256을 추가합니다.

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

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 해당 'yfsfs' 값을 확인하여 위 설정이 적용되었는지 확인한다.

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

이제 Broadcom FC-NVMe 호스트는 ONTAP 네임스페이스 장치에서 최대 1MB I/O 요청을 보낼 수 있습니다.

Marvell/QLogic

RHEL 8.4 GA 커널에 포함된 기본 받은 편지함 "qla2xxx" 드라이버에는 ONTAP 지원에 필수적인 최신 업스트림 픽스가 포함되어 있습니다.

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
```

NVMe/TCP를 구성합니다

NVMe/FC와 달리 NVMe/TCP에는 자동 연결 기능이 없습니다. Linux NVMe/TCP 호스트에는 다음과 같은 두 가지 주요 제한 사항이 있습니다.

- * 경로 복구 후 자동 재연결 불가 * NVMe/TCP는 경로 다운 후 10분 동안 기본 'Ctrl-Loss-TMO' 타이머 이후에 복구된 경로에 자동으로 다시 연결할 수 없습니다.
- * 호스트 부팅 중 자동 연결 없음 * 호스트 부팅 중에 NVMe/TCP도 자동으로 연결할 수 없습니다.

SFO와 같은 ONTAP 장애 조치 이벤트를 편안하게 넘기 위해서는 Ctrl_Loss_TMO 타이머를 조정하여 30분 등 더 긴 재시도 시간을 설정하는 것이 좋습니다. 다음은 세부 정보입니다.

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. 노드를 통해 지원되는 모든 NVMe/TCP 이니시에이터-타겟 LIF에서 'NVMe connect-all' 명령을 실행합니다. 연결 중에 더 긴 "Ctrl_Loss_TMO" 기간(예: 30분, '1800'을 통해 설정 가능)을 경과하여 경로 손실 시 더 긴 기간 동안 재시도해야 합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

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

NVMe-oF를 검증합니다

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

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

2. 각 ONTAP 네임스페이스에 대한 적절한 NVMe-oF 설정(예: "NetApp ONTAP Controller"로 설정된 모델 및 "라운드 로빈"으로 설정된 로드 밸런싱 지정값이 호스트에 올바르게 반영되는지 확인하십시오.

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

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

3. ONTAP 네임스페이스가 호스트에 제대로 반영되는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1  81CZ5BQuUNfGAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller    1

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

다른 예:

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
-----
/dev/nvme0n1  81CYrBQuTHQFAAAAAAAC  NetApp ONTAP Controller   1

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

4. 각 경로의 컨트롤러 상태가 라이브이고 적절한 ANA 상태인지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

다른 예:

```

#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized

```

5. NetApp 플러그인에 각 ONTAP 네임스페이스 장치에 대한 올바른 값이 표시되는지 확인합니다. 예를 들면, 다음과 같습니다.

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----          -
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                               Size
----  -
1     23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1 85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

다른 예:

```

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

```

문제 해결

NVMe/FC 오류에 대한 문제 해결을 시작하기 전에 IMT 사양을 준수하는 구성을 실행하고 있는지 확인한 후 다음 단계를 수행하여 호스트 측 문제를 디버깅하십시오.

lpfc Verbose 로깅

1. "lpfc_log_verbose" 드라이버 설정을 다음 값 중 한 값으로 설정하여 NVMe/FC 이벤트를 기록할 수 있습니다.

```

#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */

```

2. 이러한 값을 설정한 후 dracut -f 명령을 실행하여 initramfs를 다시 생성하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

qla2xxx Verbose 로깅

lpfc 드라이버에 대한 NVMe/FC에 대한 유사한 특정 qla2xxx 로깅이 없습니다. 따라서 다음 단계를 사용하여 일반 qla2xxx 로깅 수준을 설정할 수 있습니다.

1. 해당 modprobe qla2xxx conf 파일에 "ql2xextended_error_logging=0x1e400000" 값을 추가합니다.
2. dracut -f 명령을 실행하여 initramfs를 재생성한 다음 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 상세 로깅이 다음과 같이 적용되었는지 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1 ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

일반적인 NVMe-CLI 오류 및 해결 방법

다음 표에는 NVMe 검색, NVMe 연결 또는 NVMe 연결 모든 작업 중에 "NVMe-CLI"로 표시되는 오류와 해결 방법이 나와 있습니다.

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
'/dev/NVMe-fabric에 쓸 수 없음: 잘못된 인수.	구문이 잘못되었습니다	위의 NVMe 명령에 올바른 구문을 사용하고 있는지 확인하십시오.

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
<p>/dev/NVMe-fabric에 쓰지 못함: 해당 파일 또는 디렉토리가 없습니다.</p>	<p>여러 가지 문제로 인해 이 문제가 발생할 수 있습니다. 일반적인 원인 중 하나는 NVMe 명령에 잘못된 인수를 전달하는 것입니다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 올바른 인수(예: WWNN 문자열, WWPN 문자열 등)를 명령에 전달했는지 확인하십시오. 인수가 올바르지만 여전히 이 오류가 표시되면 <code>/sys/class/scsi_host/host * /NVMe_info</code> 출력이 올바른지, NVMe 이니시에이터가 'Enabled'로 표시되는지, NVMe/FC 타겟 LIF가 원격 포트 섹션 아래에 제대로 표시되는지 확인하십시오. 예: <div data-bbox="792 485 1487 1749" style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <pre># cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000071 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a6 Outstanding 0000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRVC ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 0000000000000006 Cmpl 0000000000000006 FCP: Rd 0000000000000073 Wr 0000000000000005 IO 0000000000000031 Cmpl 00000000000000a8 Outstanding 0000000000000001`</pre> </div> 타겟 LIF가 NVMe_info 출력에 위와 같이 표시되지 않으면 의심되는 NVMe/FC 오류에 대한 <code>/var/log/messages</code> 및 <code>dmesg</code> 출력을 확인하여 그에 따라 보고 또는 수정하십시오.

NVMe-CLI에 표시되는 오류	가능한 원인	해결 방법
가져올 검색 로그 항목이 없습니다	일반적으로 '/etc/NVMe/hostnqn' 문자열이 NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 추가되지 않았거나 잘못된 hostnqn 문자열이 해당 하위 시스템에 추가된 경우에 표시됩니다.	정확한 '/etc/NVMe/hostnqn' 문자열이 NetApp 어레이의 해당 하위 시스템에 추가되었는지 확인합니다('vserver NVMe subsystem host show' 명령을 통해 확인).
'/dev/NVMe-fabric에 쓸 수 없습니다: 작업이 이미 진행 중입니다.	컨트롤러 연결 또는 지정된 작업이 이미 생성되었거나 생성 중인 경우 표시됩니다. 이 문제는 위에 설치된 자동 연결 스크립트의 일부로 발생할 수 있습니다.	없음. NVMe 검색의 경우 잠시 후에 이 명령을 실행해 보십시오. NVMe connect and connect-all의 경우, "NVMe list" 명령을 실행하여 네임스페이스 디바이스가 이미 생성되어 호스트에 표시되는지 확인하십시오.

기술 지원 문의 시기

여전히 문제가 발생하는 경우 다음 파일 및 명령 출력을 수집하고 기술 지원 부서에 문의하여 추가 분류를 요청하십시오.

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

ONTAP 지원 RHEL 8.3에 대한 NVMe/FC 호스트 구성

지원 가능성

NVMe/FC는 RHEL 8.3에서 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다. RHEL 8.3 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. 지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

알려진 제한 사항

RHEL 8.3의 경우, 기본적으로 in-kernel NVMe multipath가 비활성화되어 있습니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다. 그 단계는 다음 섹션, "RHEL 8.3에서 NVMe/FC 활성화" 에 나와 있습니다.

RHEL 8.3에서 NVMe/FC를 사용하도록 설정하십시오

1. 서버에 Red Hat Enterprise Linux 8.3 GA를 설치합니다.

yum update/upgrade를 사용하여 RHEL 8.2에서 RHEL 8.3으로 업그레이드하는 경우, '/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.

2. 설치가 완료되면 지정된 Red Hat Enterprise Linux 커널을 실행 중인지 확인합니다.

```
# uname -r  
4.18.0-240.el8.x86_64
```

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

3. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli  
nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64
```

4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-  
4.18.0-240.el8.x86_64
```

5. RHEL 8.3 호스트에서 /etc/NVMe/hostnqn에 있는 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 어레이에 있는 해당

하위 시스템의 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

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

::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fcnvme_141

::> vservers nvme subsystem host show -vservers 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 "vservers modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트의 /etc/NVMe/hostnqn에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트합니다.

6. 호스트를 재부팅합니다.

7. Enable_Foreign 설정 _ (선택 사항) _ 을(를) 업데이트합니다.



동일한 RHEL 8.3 공동 존재 호스트에서 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우, 각각 ONTAP 네임스페이스와 ONTAP LUN용 dm-multipath에 in-kernel NVMe multipath를 사용하는 것이 좋습니다. 또한 dm-multipath에서 ONTAP 네임스페이스를 블랙리스트에 포함시켜 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하게 해야 합니다. 아래와 같이 /etc/multipath.conf에 'enable_Foreign' 설정을 추가하여 이 작업을 수행합니다.

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

8. 'systemctl restart multipathd'를 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

NVMe/FC를 검증합니다

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

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

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

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

2. 네임스페이스가 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.

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

Device	Vserver	Namespace	Path	Size
NSID	UUID			

/dev/nvme0n1	vs_fcnvme_141			
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns		1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
/dev/nvme0n2	vs_fcnvme_141			
/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns		2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
/dev/nvme0n3	vs_fcnvme_141			
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns		3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	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
    },
    {
      "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

지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

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
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.1
```

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
```

lpfc Verbose 로깅

1. lpfc_log_verbose 드라이버 설정을 다음 값 중 한 값으로 설정하여 NVMe/FC 이벤트를 기록할 수 있습니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 이러한 값을 설정한 후 dracut -f를 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

ONTAP가 있는 RHEL 8.2에 대한 NVMe/FC 호스트 구성

지원 가능성

NVMe/FC는 RHEL 8.2의 ONTAP 9.6 이상에서 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. 지원되는 구성 및 버전의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

알려진 제한 사항

RHEL 8.2의 경우, in-kernel NVMe multipath가 기본적으로 비활성화되어 있습니다. 따라서 수동으로 활성화해야 합니다. 그 단계는 다음 섹션, "RHEL 8.2에서 NVMe/FC 활성화" 에 나와 있습니다.

RHEL 8.2에서 NVMe/FC를 사용하도록 설정하십시오

1. 서버에 Red Hat Enterprise Linux 8.2 GA를 설치합니다.

yum update/upgrade를 사용하여 RHEL 8.1에서 RHEL 8.2로 업그레이드하는 경우, '/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.

2. 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"](#) 를 참조하십시오.

3. NVMe-CLI 패키지를 설치합니다.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli  
nvme-cli-1.9.5.el8.x86_64
```

4. 인커널 NVMe 다중 경로 지원

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-  
4.18.0-193.el8.x86_64
```

5. RHEL 8.2 호스트에서 /etc/NVMe/hostnqn에 있는 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 어레이에 있는 해당 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

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

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_141
  nvme_141_1
    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-
1b5d986345d1
```

호스트 NQN 문자열이 일치하지 않으면 "vserver modify" 명령을 사용하여 해당 ONTAP 어레이 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열을 호스트의 /etc/NVMe/hostnqn에서 호스트 NQN 문자열과 일치하도록 업데이트합니다.

6. 호스트를 재부팅합니다.
7. Enable_Foreign 설정 _ (선택 사항) _ 을(를) 업데이트합니다.

동일한 RHEL 8.2 공존 호스트에서 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행하려는 경우 각각 ONTAP 네임스페이스에는 인커널 NVMe 다중 경로, ONTAP LUN에는 dm-multipath를 사용하는 것이 좋습니다. 또한 dm-multipath에서 ONTAP 네임스페이스를 블랙리스트에 포함시켜 dm-multipath가 이러한 네임스페이스 장치를 변경하지 못하게 해야 합니다. 아래와 같이 /etc/multipath.conf에 'enable_Foreign' 설정을 추가하여 이 작업을 수행합니다.

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

8. 'stemctl restart multipathd'를 실행하여 multipathd 데몬을 다시 시작합니다.

NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

지원되는 어댑터의 최신 목록은 를 참조하십시오 "[NetApp 상호 운용성 매트릭스](#)".

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

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
    }
  ]
}
```

lpfc Verbose 로깅

1. lpfc_log_verbose 드라이버 설정을 다음 값 중 한 값으로 설정하여 NVMe/FC 이벤트를 기록할 수 있습니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 이러한 값을 설정한 후 `dracut -f`를 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

ONTAP가 있는 RHEL 8.1용 NVMe/FC 호스트 구성

지원 가능성

NVMe/FC는 다음 버전의 RHEL에 대해 ONTAP 9.6 이상에서 지원됩니다.

- RHEL 8.1

RHEL 8.1 호스트는 동일한 파이버 채널 이니시에이터 어댑터 포트를 통해 NVMe 및 SCSI 트래픽을 모두 실행할 수 있습니다. 를 참조하십시오 ["Hardware Universe"](#) 지원되는 FC 어댑터 및 컨트롤러 목록은 를 참조하십시오. 지원되는 구성의 최신 목록은 를 참조하십시오 ["NetApp 상호 운용성 매트릭스"](#).

알려진 제한 사항

- 기본 NVMe/FC 자동 연결 스크립트는 NVMe-CLI 패키지에서 사용할 수 없습니다. HBA 공급업체가 제공한 외부 자동 연결 스크립트를 사용할 수 있습니다.
- 기본적으로 NVMe 다중 경로가 비활성화되어 있습니다. 수동으로 활성화해야 합니다. RHEL 8.1에서 NVMe/FC 활성화 섹션에 단계가 나와 있습니다.
- 기본적으로 라운드 로빈 부하 분산은 사용되지 않습니다. 이 기능을 사용하려면 `udev` 규칙을 작성해야 합니다. RHEL 8.1에서 NVMe/FC 활성화 섹션에 단계가 나와 있습니다.

RHEL 8.1에서 NVMe/FC를 사용하도록 설정합니다

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

```
# uname -r
4.18.0-147.el8.x86_64
```

3. NVMe-CLI-1.8.1-3.el8 패키지를 설치합니다.

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

```
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin
```

6. RHEL 8.1 호스트에서 /etc/NVMe/hostnqn에 있는 호스트 NQN 문자열을 확인하고 ONTAP 스토리지에 있는 해당 하위 시스템의 호스트 NQN 문자열과 일치하는지 확인합니다.

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

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
rhel_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



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

7. 호스트를 재부팅합니다.

NVMe/FC용 Broadcom FC 어댑터를 구성합니다

1. 지원되는 어댑터를 사용하고 있는지 확인합니다. 지원되는 어댑터의 최신 목록은 NetApp 상호 운용성 매트릭스 를 참조하십시오.

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

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

2. Broadcom lpfc outbox 드라이버 및 자동 연결 스크립트를 복사 및 설치합니다.

```
# tar -xvzf elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1.tar.gz
# cd elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.2453.20-ds-1
# ./elx_lpfc_install-sh -i -n
```



OS와 함께 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, outbox 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 nvme_fc
nvme_fc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. lpfc_enable_fc4_type이 3으로 설정되어 있는지 확인합니다.

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

6. 이니시에이터 포트가 실행 중인지 확인합니다.

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

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

7. NVMe/FC 이니시에이터 포트가 활성화되어 실행 중이며 타겟 LIF를 볼 수 있는지 확인하십시오.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
...
```

NVMe/FC를 검증합니다

1. 다음 NVMe/FC 설정을 확인하십시오.

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

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

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

2. 네임스페이스가 만들어졌는지 확인합니다.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. ANA 경로 상태를 확인한다.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.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
    }
  ]
}

```

Broadcom NVMe/FC에 대해 1MB I/O 크기를 활성화합니다

호스트가 1MB 크기 입출력을 발급하려면 lpfc_sg_seg_cnt 매개 변수를 256으로 설정해야 합니다

1. lpfc_sg_seg_cnt 매개변수를 256으로 설정합니다.

```

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

```

2. dracut -f 명령을 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. lpfc_sg_seg_cnt가 256인지 확인합니다.

```

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

```

lpfc Verbose 로깅

1. lpfc_log_verbose 드라이버 설정을 다음 값 중 한 값으로 설정하여 NVMe/FC 이벤트를 기록할 수 있습니다.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. 이러한 값을 설정한 후 `dracut -f`를 실행하고 호스트를 재부팅합니다.
3. 재부팅 후 설정을 확인합니다.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose
15728771
```

저작권 정보

Copyright © 2022 NetApp, Inc. All rights reserved. 미국에서 인쇄된 본 문서의 어떤 부분도 저작권 소유자의 사전 서면 승인 없이 어떠한 형식이나 그래픽, 전자적 또는 기계적 수단(사진 복사, 레코딩 등)으로도 저작권 소유자의 사전 서면 승인 없이 전자 검색 시스템에 저장 또는 저장.

NetApp이 저작권을 가진 자료에 있는 소프트웨어에는 아래의 라이선스와 고지 사항이 적용됩니다.

본 소프트웨어는 NetApp에 의해 "있는 그대로" 제공되며 상품성 및 특정 목적에 대한 적합성에 대한 명시적 또는 묵시적 보증을 포함하여 이에 제한되지 않고, 어떠한 보증도 하지 않습니다. NetApp은 대체품 또는 대체 서비스의 조달, 사용 불능, 데이터 손실, 이익 손실, 또는 파생적 손해(소계 물품 또는 서비스의 조달, 사용 손실, 데이터 또는 수익 손실, 계약, 엄격한 책임 또는 불법 행위(과실 또는 그렇지 않은 경우)에 관계없이 어떠한 책임도 지지 않으며, 이는 이러한 손해의 가능성을 사전에 알고 있던 경우에도 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 구입의 경우 NetApp에서는 어떠한 특허권, 상표권 또는 기타 지적 재산권이 적용되는 라이선스도 제공하지 않습니다.

본 설명서에 설명된 제품은 하나 이상의 미국 특허 또는 해외 특허, 해외 특허, 해외 특허, 해외 특허, 해외 특허, 해외 특허, 해외 특허, 해외 특허, 미국 출원 중인 특허로 보호됩니다.

권리 제한 표시: 정부에 의한 사용, 복제 또는 공개에는 DFARS 252.277-7103(1988년 10월) 및 FAR 52-227-19(1987년 6월)의 기술 데이터 및 컴퓨터 소프트웨어의 권리(Rights in Technical Data and Computer Software) 조항의 하위 조항 (c)(1)(ii)에 설명된 제한사항이 적용됩니다.

상표 정보

NETAPP, NETAPP 로고 및 에 나열된 마크는 NetApp에 있습니다 <http://www.netapp.com/TM> 는 NetApp, Inc.의 상표입니다. 기타 회사 및 제품 이름은 해당 소유자의 상표일 수 있습니다.