

정체 확산 및 사전 예방법

이 문서에서는 정체 확산(일명 속도가 저하된 드레인)이 SAN(Storage Area Network)에 미치는 영향과 Connectrix B-Series 및 MDS Series에 대한 각 정체 유형의 심각도를 설명하는 데 사용되는 측정 지표와 정체 확산의 영향을 피하기 위해 취할 수 있는 예방법에 관해 설명합니다.

2019년 5월

정체 확산 및 사전 예방법 | H17762.2 |

개정 내역

날짜	설명
2019년 5월	최초 릴리스

감사의 말

이 백서는 다음 Dell EMC 스토리지 엔지니어링 팀 구성원에 의해 작성되었습니다.

저자:

Alan Rajapa

Erik Smith

본 발행물의 정보는 "있는 그대로" 제공됩니다. Dell Inc.는 본 발행물의 정보와 관련하여 어떠한 진술이나 보증도 하지 않으며, 특히 상품성이나 특정 목적을 위한 적합성에 대하여 어떠한 묵시적인 보증도 부인합니다.

본 발행물에 설명된 소프트웨어를 사용, 복사 및 배포하려면 해당 소프트웨어 라이선스가 필요합니다.

©2019년 5월 발행: Dell Inc. or its subsidiaries. All Rights Reserved. Dell, EMC, Dell EMC 및 기타 상표는 Dell Inc. 또는 해당 자회사의 상표입니다. 기타 모든 상표는 해당 소유주의 상표일 수 있습니다.

Dell은 본 발행물의 정보가 해당 발행일 현재 정확한 것으로 간주합니다. 모든 정보는 예고 없이 변경될 수 있습니다.

목차

1	머리말	4
2	개요	6
	사전 요구 사항	6
3	정체 확산이란 무엇입니까?	8
4	초과 할당으로 인한 정체 확산	11
	애플리케이션 기본 회선	12
	애플리케이션 기본 프로파일 그래프 생성	12
	4.1.1 Brocade	18
	4.1.2 Cisco	19
	UNISPHERE 정체 확산 알림	21
	결론	26
5	문제 해결	27
	예방	27
	대역폭 비율	27
	대역폭 제한 구축	28
6	부록	30
	성능 모니터링 활성화	30
	CONNECTRIX 정체 확산 모니터링	32
	6.1.1 Brocade	32
	6.1.2 Cisco	37
	6.1.3 Dell EMC	45
	6.1.4 Brocade	45
	6.1.5 Cisco	46
	6.1.6 초과 할당	47
	6.1.7 Brocade	48
	6.1.8 Cisco	50

이 문서에서는 정체 확산(일명 속도가 저하된 드레인)이 SAN(Storage Area Network)에 미치는 영향과 Connectrix B-Series 및 MDS Series에 대한 각 정체 유형의 심각도를 설명하는 데 사용되는 측정 지표와 정체 확산의 영향을 피하기 위해 취할 수 있는 예방법에 대해 설명합니다.

제품군의 기능 및 성능 향상을 위한 노력의 일환으로 Dell EMC는 하드웨어 및 소프트웨어의 개정 버전을 정기적으로 릴리스하고 있습니다. 따라서 이 문서에서 설명하는 일부 기능은 현재 사용 중인 소프트웨어 또는 하드웨어의 일부 버전에서 지원되지 않을 수도 있습니다. 제품 기능에 대한 가장 최신 정보는 제품 릴리스 노트를 참조하십시오.

제품이 제대로 작동하지 않거나 이 문서에 설명된 대로 작동하지 않을 경우에는 Dell EMC 영업 대표에게 문의하십시오.

대상	이 TechBook은 기술 컨설턴트를 비롯한 Dell EMC 현장 담당자와 EMC 및 호스트 디바이스가 포함된 네트워크 스토리지 환경을 인수, 관리, 운영 또는 설계하는 스토리지 아키텍처 설계사, 관리자 및 운영자를 위해 작성되었습니다.
관련문서	모든 관련 문서 자료 및 릴리스 노트는 https://dell.com/support 에서 확인할 수 있습니다. 제품별 지원 을 클릭하고 제품 이름을 입력한 후, 문서 자료 를 클릭합니다.

Dell EMC Support Matrix

및 E-Lab

탐색

상호 운용성

가장 최신 정보는 항상 E-Lab Interoperability Navigator(ELN)에서 확인 가능한 *Dell EMC Support Matrix*를 참조하십시오.

<https://www.dell.com/ko-kr/products/interoperability/elab.htm#tab0=2>

지원 정보

Dell EMC 지원, 제품 및 라이선스 등록 정보는 다음에 설명된 대로 Dell EMC 온라인 지원 사이트에서 확인할 수 있습니다.

참고: Dell EMC 온라인 지원 사이트를 통해 서비스 요청을 개설하려면 유효한 지원 계약이 있어야 합니다. 유효한 지원 계약 체결에 대한 자세한 내용이나 계정에 대한 질문은 Dell EMC 영업 담당자에게 문의하십시오.

제품 정보

문서 자료, 릴리스 노트, 소프트웨어 업데이트 또는 Dell EMC 제품, 라이선스 및 서비스와 관련한 자세한 정보는 Dell EMC 온라인 지원 사이트에서 확인할 수 있습니다(등록 필요).

<https://www.dell.com/support>

기술 지원

Dell EMC는 다양한 기술 지원 옵션을 제공합니다.

제품별 지원 -

Dell EMC는 통합된 제품별 정보를 다음 웹 사이트에서 제공합니다.

<https://support.dell.com/products>

제품별 지원 웹 페이지에서는 문서 자료, 백서, 권장 사항(자주 사용되는 기술 자료 등) 및 다운로드에 바로 연결되는 링크와 프레젠테이션, 토론, 관련 고객 지원 포럼 항목, Dell EMC 라이브 채팅 링크 등의 동적인 콘텐츠를 제공합니다.

Dell EMC 라이브 채팅 - Dell EMC Support Engineer와 채팅 또는 인스턴트 메시지 세션을 시작할 수 있습니다.

e-라이선스 지원

사용 권한을 활성화하고 라이선스 파일을 받으려면 LAC(License Authorization Code) 이메일의 설명에 따라 <https://dell.com/support>의 서비스 센터에 접속하십시오.

2 개요

이 백서의 목적은 다음과 같습니다.

1. 정체 확산(일명 속도가 저하된 드레인)이 SAN(Storage Area Network)에 미치는 영향을 설명합니다.
2. Connectrix B-Series 및 MDS Series 제품에 대한 각 정체 심각도 및 유형을 설명하는 데 사용되는 측정 지표를 정의합니다.
3. 정체 확산의 영향을 피하기 위해 사용할 수 있는 예방 조치를 설명합니다.
4. 위의 정보를 사용해 초과 할당으로 인한 정체 확산을 탐지, 방지 및 해결하는 방법을 시연합니다.

사전 요구 사항

참고:

이 문서에서는 다음 소프트웨어 버전이 사용 중이라고 가정합니다. 이전 버전에서는 단계가 다를 수 있습니다. 필요한 기능을 활성화하는 방법에 대한 자세한 설명은 부록을 참조하십시오.

1. Dell EMC Unisphere for PowerMax 및 Unisphere for VMAX가 설치되었고 실행 중이며, 어레이가 등록되어 성능 데이터를 수집할 수 있습니다.

https://www.dell.com/support/products/27045_Unisphere-for-/Documentation/?source=promotion

2. SAN 관리 GUI가 설치되어 있습니다.

- a. Brocade Fabric의 경우: Connectrix Manager Data Center Edition(CMCNE) 14.x 이상

다운로드:

https://www.dell.com/search/?text=CMCNE%2014&searchLang=en_US&facetResource=DOWN

관리 가이드:

https://www.dell.com/search/?text=CMCNE%2014%20admin%20guide&searchLang=en_US

- b. Cisco Fabric의 경우: Cisco Data Center Network Manager(DCNM) 10.x 이상

다운로드:

<https://www.dell.com/support/search/?text=DCNM%2010&facetResource=DOWN>

관리 가이드:

<https://www.cisco.com/c/en/us/support/cloud-systems-management/prime-data-center-network-manager/products-installation-guides-list.html>

3. SAN 스위치 펌웨어가 다음과 같아야 합니다.

- a. Brocade: Fabric O.S 7.4.1d 이상

다운로드:

https://www.dell.com/support/search/?text=Brocade%20FOS%20download&searchLang=en_US&facetResource=DOWN

- b. Cisco: NX-OS 6.2(13) 이상

다운로드:

<https://www.dell.com/support/search/?text=NX-OS%20download>

- 4. 필요한 모든 성능 모니터링 라이선스가 설치됩니다.

- a. Brocade에는 MAPS 라이선스가 필요합니다.

<https://docs.broadcom.com/docs/53-1005239-04>

- b. Cisco에는 DCNM-SAN 서버 패키지 라이선스가 필요합니다.

<https://www.cisco.com/c/en/us/support/cloud-systems-management/prime-data-center-network-manager/products-installation-guides-list.html>

- c. PowerMAX 및 VMAX에는 Dell EMC Unisphere e-라이선스가 필요합니다. 자세한 내용은 다음 PDF의 21페이지를

참조하십시오.

<https://www.dell.com/collateral/TechnicalDocument/docu88904.pdf>

3 정체 확산이란 무엇입니까?

스토리지 어레이로 데이터를 전송하거나 전송받으려면 모든 데이터를 적시에 대상에 전달해야 합니다. 이는 Fibre Channel - FCP와 같은 SCSI를 사용하는 블록 기반 스토리지 프로토콜의 경우 특히 그렇습니다. 다만 정확한 이유는 이 백서의 범위를 벗어나므로 자세한 내용은 *네트워크 스토리지 개념 및 프로토콜* TechBook의 "정체 및 역압" 섹션에서 확인할 수 있습니다. (<https://www.dellemc.com/ko-kr/products/interoperability/elab.htm#tab0=1hardware/technical-documentation/h4331-networked-storage-cncpts-prtcls-sol-gde.pdf>).

다른 네트워크 프로토콜과 마찬가지로 FC(Fibre Channel)도 다양한 공통 네트워크 정체 상황에서 데이터를 적시에 제공해야 합니다. FC에서 사용하는 메커니즘은 버퍼 간 흐름 제어를 사용하여 프레임 손실을 방지하는 데 중점을 둡니다. 그렇기 때문에 FC는 "무손실 프로토콜"로 간주합니다.

각 프로토콜에서 사용되는 흐름 제어 메커니즘은 약간 다르지만, FC 및 기타 무손실 프로토콜(DCB 이더넷 및 Infiniband)은 송신기가 언제 링크의 다른 끝에 있는 수신기가 용량에 다다랐는지 확인할 수 있도록 하여 링크의 양쪽 끝에서 버퍼 오버플로를 방지합니다. 확인이 완료되면 포트는 링크의 다른 쪽 끝이 추가 데이터를 수신할 준비가 되었다고 표시될 때까지 데이터 전송을 중지합니다. 이러한 상태에 있는 동안 송신기는 프레임을 전송할 수 없어서 이를 보고 정체가 발생한다고 말합니다. 송신기가 오랜 시간 정체를 겪으면 정체가 역으로 소스 쪽으로 전파될 수 있습니다. 이러한 현상을 정체 확산이라고 하며 다음 다이어그램에서 예시를 확인할 수 있습니다.

그림 1은 정체가 발생하지 않는 SAN의 예입니다. 호스트 1과 호스트 2 모두 어레이에 대한 읽기 명령을 수행하고 있습니다.

어레이와 호스트 모두 16Gbps에 연결되고 충분한 ISL(Inter-Switch Link) 대역폭(32G)이 있기 때문에 SAN에 정체가 발생하지 않습니다.

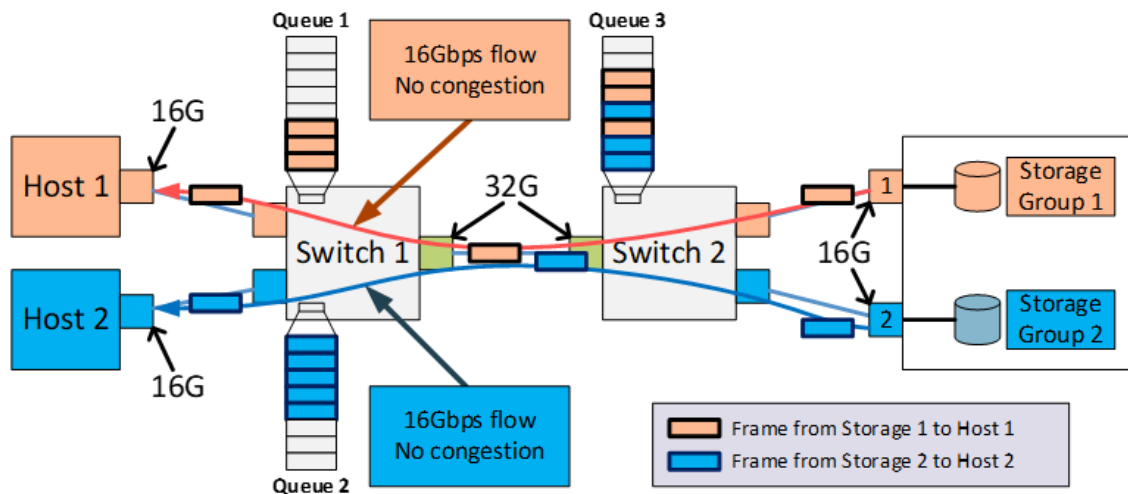


그림 1 정체 없음

그림 2는 초과 할당으로 인해 정체 확산을 겪고 있는 SAN의 예를 보여줍니다. 두 그림의 유일한 차이점은 그림 3에서는 호스트 1의 인터페이스가 16Gbps 대신 4Gbps로 실행되도록 설정되었다는 것입니다. 이와 같이 설정하고 어레이 인터페이스가 연결된 HBA(4G)의 속도보다 빠른 속도로 데이터를 전송하면 호스트 1은 전송된 속도로 데이터를 수신할 수 없으며 프레임 대기열이 발생하는 즉각적인 영향이 발생합니다. 대기열 1이 채워지면 정체는 데이터 소스로 역확산됩니다. 호스트 1과 호스트 2가 동일한 ISL(Inter Switch Link)을 공유하기 때문에 이 정체는 호스트 2와 스토리지 2 사이의 "무고한 흐름"에 영향을 주어 처리량을 16Gbps에서 4Gbps로 줄입니다.

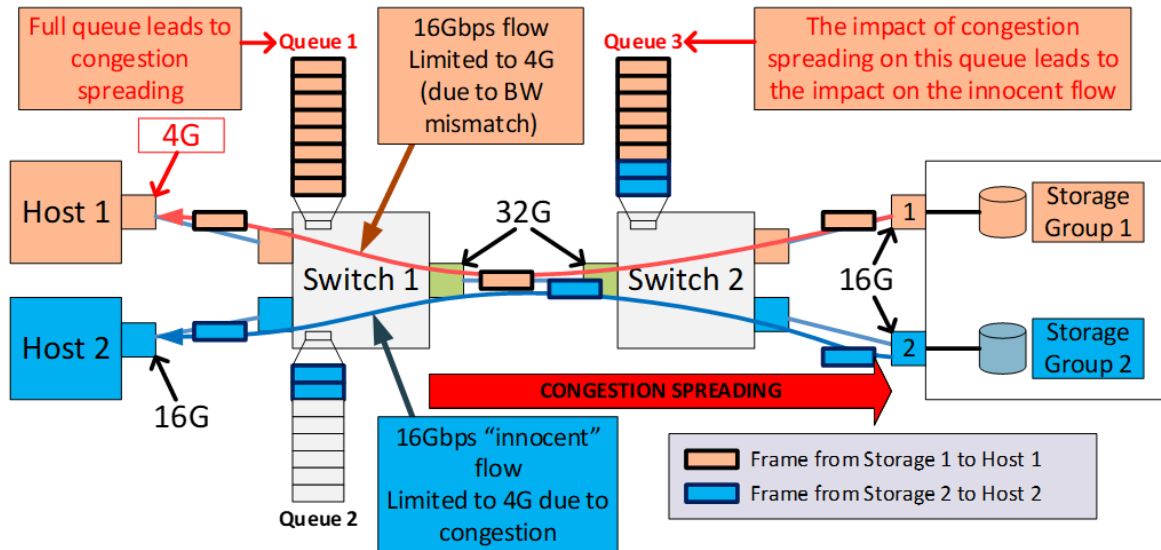


그림 2 정체

정체 및 정체 확산에 대한 자세한 정보는 *네트워크 스토리지 개념 및 프로토콜* TechBook의 정체 및 역압 섹션에서 확인할 수 있습니다.

(<https://www.dell.com/collateral/hardware/technical-documentation/h4331-networked-storage-cncepts-prtcls-sol-gde.pdf>).

초과 할당은 정체 확산의 잠재적 원인 중 하나일 뿐이라는 점에 유의해야 합니다. 다른 원인은 다음 섹션에서 설명하겠습니다.

• 정체 비율(C 비율)

정체 비율 또는 C 비율은 정체 확산이 발생하는 시기를 탐지하는 계산된 값입니다. 예를 들어, 그림 3은 4Gbps의 속도로 데이터를 수신할 수 있지만 16Gbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있는 스토리지 인터페이스에서 데이터를 수신하는 호스트(즉, 호스트 1)를 보여줍니다.

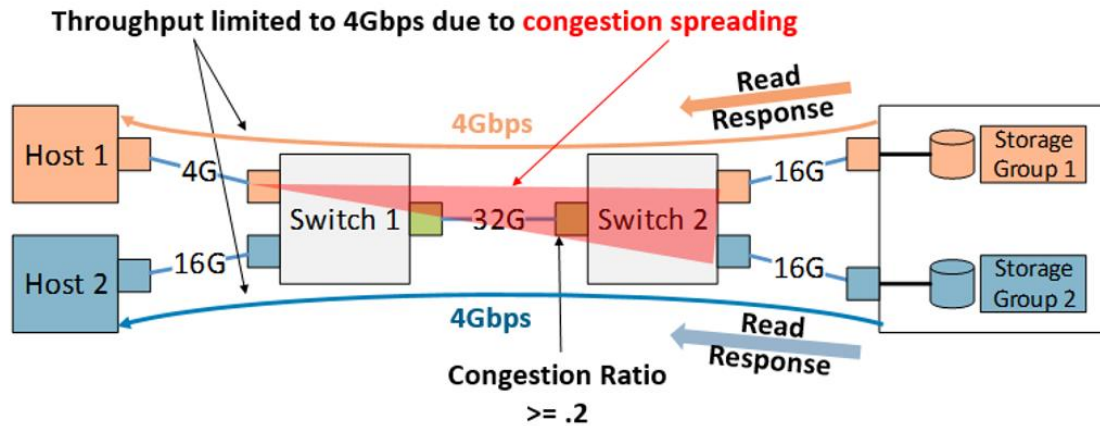


그림 3 정체 비율

이러한 문제를 탐지하고 해결하는 것이 매우 어려운 이유 중 하나는 스위치 1의 4G 인터페이스의 관점에서는 모든 것이 정상이라는 것입니다. 스위치 인터페이스는 링크가 허용하는 범위에서 최대한 빨리 프레임을 전송합니다. 그러나 스토리지는 링크가 허용하는 속도(16Gbps)로 데이터를 전송하기 때문에 어레이에 의해 전송되었으나 어딘가에서 대기해야 하는 12Gbps(16Gbps에서 4Gbps를 뺀 값)의 대역폭이 발생합니다. 이 대기열은 일반적으로 패브릭에서 발생하며 정체 확산의 원인입니다. 위에서 언급한 바와 같이, 정체 확산의 여부를 탐지하는 한 가지 방법은 정체 비율을 계산하는 것입니다. 정체 비율은 "전송 크레딧이 0일 때 소비한 시간" 카운터를 전송된 프레임 카운터로 나누어 계산할 수 있고, 일반적으로 0에서 1 사이의 숫자가 나타납니다. 만약 이 숫자가 0.2보다 큰 경우 정체가 발생한 것입니다. 그런데 정체 비율은 인터페이스별로 계산해야 하므로 이 값을 확인하기 위한 프로세스를 스크립팅하는 것이 가장 좋습니다.

4 초과 할당으로 인한 정체 확산

다음 사례 연구는 초과 할당으로 인한 정체 확산을 기반으로 합니다. 이 사례 연구의 토폴로지는 아래 그림 4에 나와 있습니다. 이 사례 연구에서는 정체 확산 문제를 탐지하고 예방하기 위해 현재 사용할 수 있는 툴 및 기술에 대해 알아봅니다.

참고: 정체 확산은 탐지하고 해결하기가 매우 어려운 문제입니다. 이는 대체로 현재 세대의 관리 툴이 문제 해결 방법에 대한 실질적인 지침을 제공하지 못하는 것은 물론 문제가 발생하고 있음을 명확하게 표시하지 못하기 때문입니다. 따라서 이러한 문제를 해결하려면 최종 사용자가 문제를 이해하고 사용 가능한 제한된 데이터에서 결론을 도출하기 위해 현재 사용할 수 있는 툴의 사용법을 알아야 합니다.

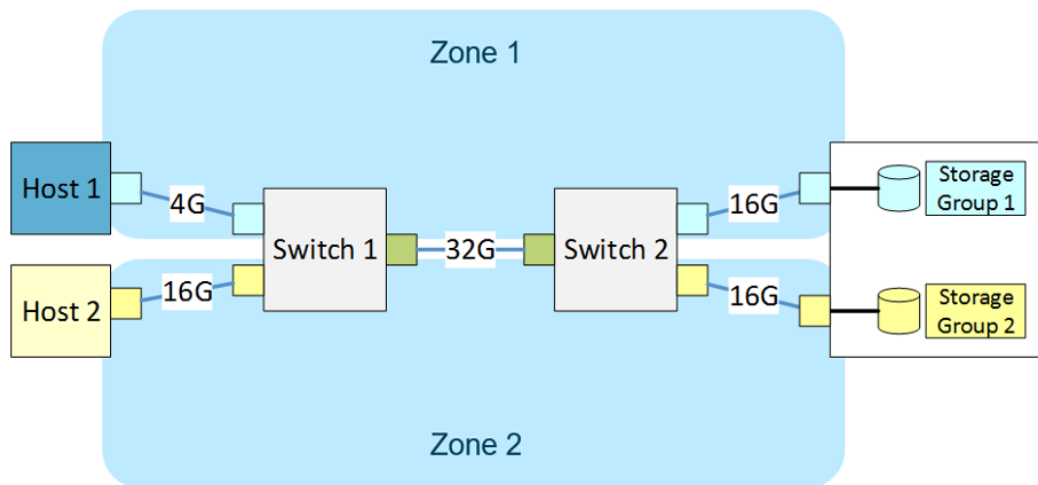


그림 4 초과 할당 사례 연구의 토폴로지

• 시나리오:

사용자 1에는 다양한 블록 크기, 대기열 길이 및 I/O 패턴에서 I/O를 실행하는 호스트 2(16G HBA)에서 실행 중인 기존 애플리케이션이 있습니다. 이 애플리케이션은 이 환경에서 오랫동안 실행되었으며 최근까지 어떤 문제도 발생하지 않았습니다. 이달 초, 사용자 2는 테스트를 위해 호스트 1(4G HBA)에 애플리케이션을 로드하기로 했습니다. 처음에는 성능 및 레이턴시와 관련하여 환경의 모든 것이 정상이었습니다. 그러나 사용자 1은 최근에 애플리케이션과 관련된 성능 문제를 발견하기 시작했습니다.

• 문제 해결 개요:

일반적으로 문제를 해결하려면 먼저 이상적인 조건에서 작업할 때의 작업 수행 및 구성 방식을 이해해야 합니다. 아시다시피 SAN에는 생태계를 구성하는 많은 부분이 있기 때문에 SAN을 구성하는 다음 세 가지 주요 구성 요소에 대한 프로파일로 구성된 환경 프로파일을 빌드하는 것이 매우 중요합니다. 애플리케이션, SAN 패브릭 및 스토리지

초과 할당으로 인한 정체 확산

환경의 다양한 구성 요소에서 이러한 기준 프로파일을 빌드하면 문제가 발생할 때 문제를 쉽게 찾아낼 수 있습니다. 이러한 프로파일은 일회성이 아닙니다. 문제를 해결할 뿐만 아니라 추가적인 성장과 확장을 계획할 수 있도록 환경의 수명주기 동안 기준 회선 데이터를 지속적으로 수집해야 합니다.

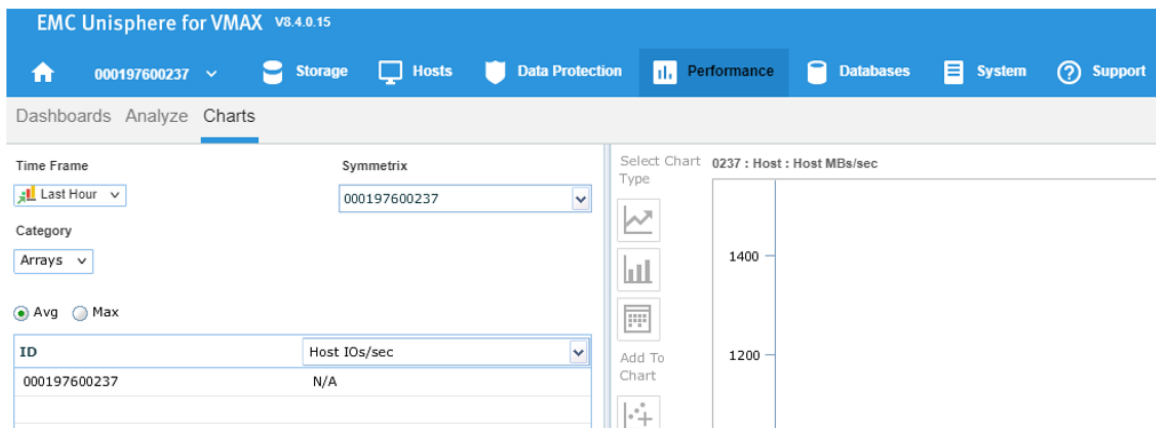
앞으로의 섹션을 통해 위 시나리오에서 설명된 대로 문제가 발생했을 때 근본 원인을 정확히 찾아내려면 스토리지 어레이에서 이러한 기준 통계를 반드시 수집해야 한다는 것을 알 수 있습니다.

애플리케이션 기본 회선

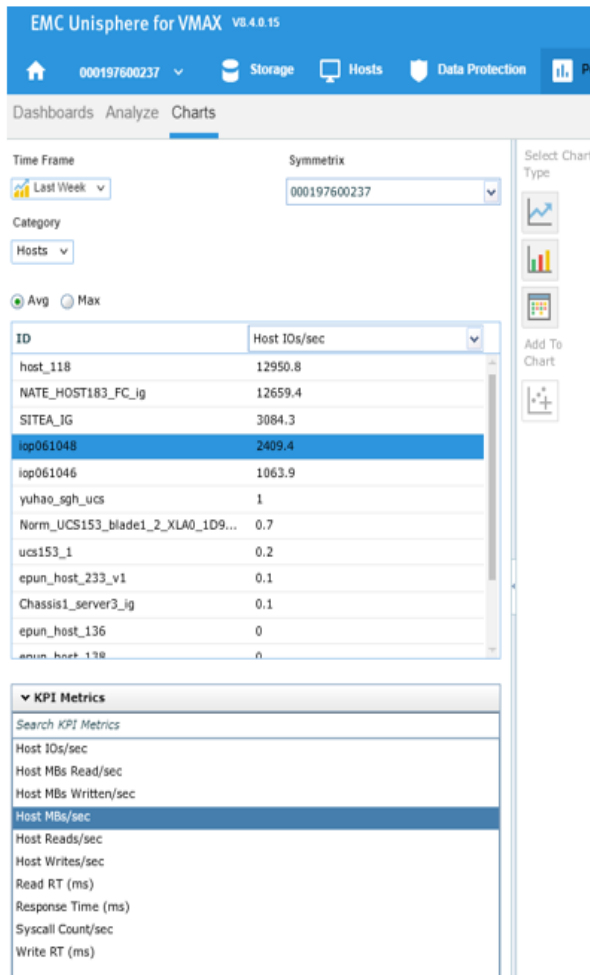
Dell EMC PowerMax 및 VMAX를 사용하면 성능 모니터링을 활성화했을 때 기능 활성화 후 최대 1년 동안의 내역으로 돌아갈 수 있으므로 변경 전의 IOP 및 응답 시간 측면에서 애플리케이션 프로파일이 어떤 상태였는지 확인할 수 있습니다. 이 애플리케이션 기본 프로파일을 사용하면 생성된 차트를 사용하고 문제가 발생할만한 위치를 쉽게 확인할 수 있습니다.

애플리케이션 기본 프로파일 그래프 생성

Dell EMC Unisphere에서 **Performance > Charts**를 클릭합니다.



Time Frame을 선택합니다. 이 작업은 성능 문제를 발견하기 전이라면 언제든지 가능합니다. 범주 드롭다운 메뉴에서 **Hosts > Hosts**를 선택합니다.



문제가 발생한 호스트를 선택합니다. **KPI 측정 지표**의 경우 7개의 다른 차트를 생성합니다. 각 KPI 측정 지표에 대해 이 섹션을 반복합니다. 한 번에 모든 측정 지표를 클릭하면 차트가 이를 단일 그래프에 배치합니다.

- Host IOs/sec
- Host MB/sec
- Host Reads/sec
- Host Writes/sec
- Read RT (ms)
- Response Time (ms)
- Write RT (ms)

그림 5의 “Host IOs and MBs/sec”에서 초당 호스트 IO 및 MB를 살펴볼 수 있습니다. 이 차트에서 애플리케이션이 언제, 얼마나 오래 가장 많은 IO를 실행하고 링크의 전체 대역폭 및 저점을 활용하는지를 확인할 수 있습니다.

참고: 범례를 통해 두 개의 호스트가 있지만 다른 호스트가 IO를 수행하지 않기 때문에 현재 하나의 호스트에 대해서만 IO가 표시되는 것을 알 수 있습니다.”



그림 5 초당 호스트 IO 및 MB

그림 6의 차트에서 "Read and Writes/sec"는 애플리케이션이 생성하는 IO 유형에 대한 분석을 제공합니다. 이러한 차트를 기반으로 애플리케이션 IO의 읽기와 쓰기 비율을 확인할 수 있습니다. 이 경우 애플리케이션의 읽기/쓰기 비율이 약 70/30임을 확인할 수 있습니다.



그림 6 초당 읽기 및 쓰기

그림 7 및 그림 8은 문제 해결 시 사용할 수 있는 가장 유용한 차트입니다. 이 차트는 읽기와 쓰기 간의 응답 시간을 분석하여 애플리케이션에서 발생하는 레이턴시를 이해하도록 돕습니다. 급증한 응답 시간으로 인한 성능 문제를 해결해야 하는 경우 이전 차트를 사용하여 급증한 응답 시간을 특정 이벤트로 다시 상관시킬 수 있기 때문에 매우 유용합니다.



그림 7 읽기 및 쓰기 RT(ms)

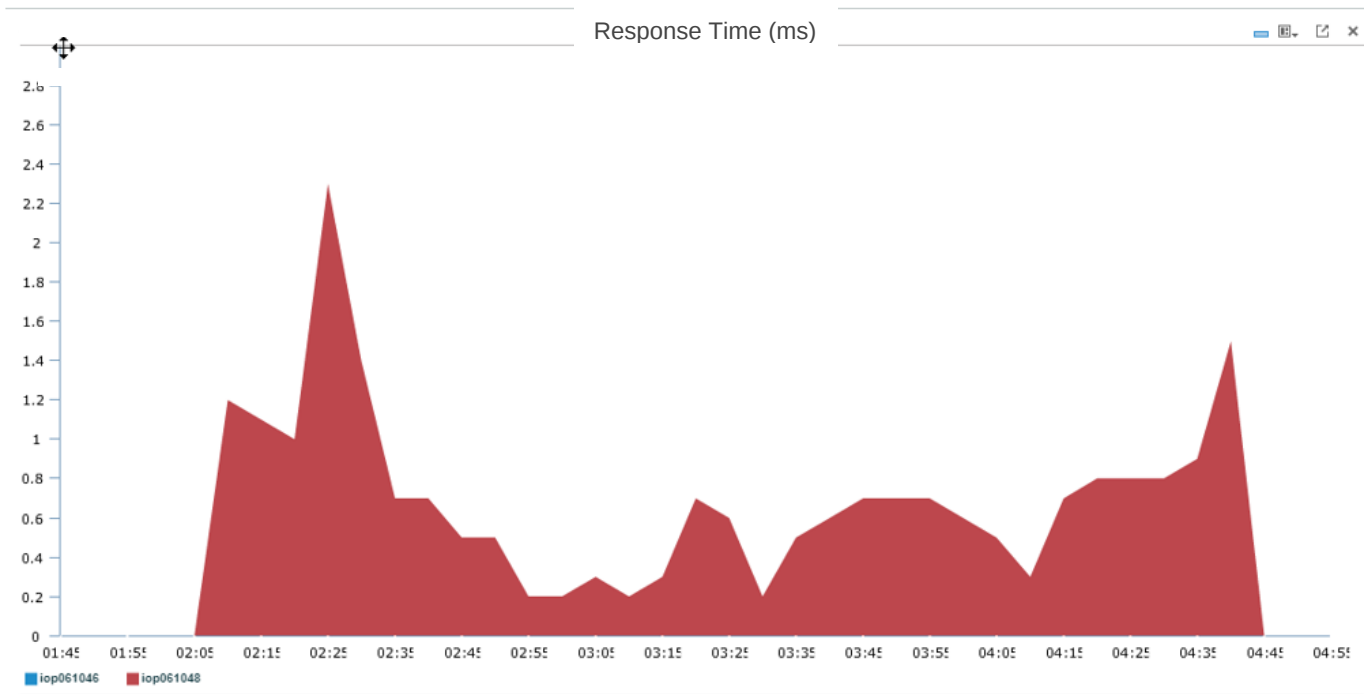


그림 8 응답 시간(ms)

이제 사용자 1의 애플리케이션에 대한 애플리케이션 프로파일의 생겼으니 읽기/쓰기 비율이 약 70/30이며 응답 시간이 평균 ~0.7ms에서 최대 2.3ms라는 것을 알 수 있습니다.

[시나리오 섹션](#)에서 설명한 대로 환경에 성능 문제를 야기시킨 새 호스트를 최근에 추가했으므로, 해당 문제를 해결하는 방법에 대해 살펴보겠습니다.

환경에 성능 문제가 발생했으므로 이러한 유형의 문제가 발생하는 시기를 확인하는 데 도움이 되며 SAN에서 사용할 수 있는 기능을 구축해야 합니다.

애플리케이션 프로파일을 기반으로 평균 응답 시간을 알고 있기 때문에 이 성능 문제가 예상 응답 시간보다 높다는 것을 알고 있습니다.

Connectrix SAN 정체 확산 알림

이 섹션에서는 SAN 스위치에서 보고한 정체 이벤트의 유형을 검토합니다.

[사전 요구 사항](#)에 따라 환경에서 이러한 기능을 사용하도록 설정이 완료되었는지 확인하십시오.

4.1.1 Brocade

1. 최소한 대시보드에 **Top Port Traffic** 및 **BB Credit Zero**가 있는지 확인해야 합니다. 이 두 가지가 없는 경우 왼쪽 상단 모서리에 있는 렌치를 클릭하여 추가할 수 있습니다.

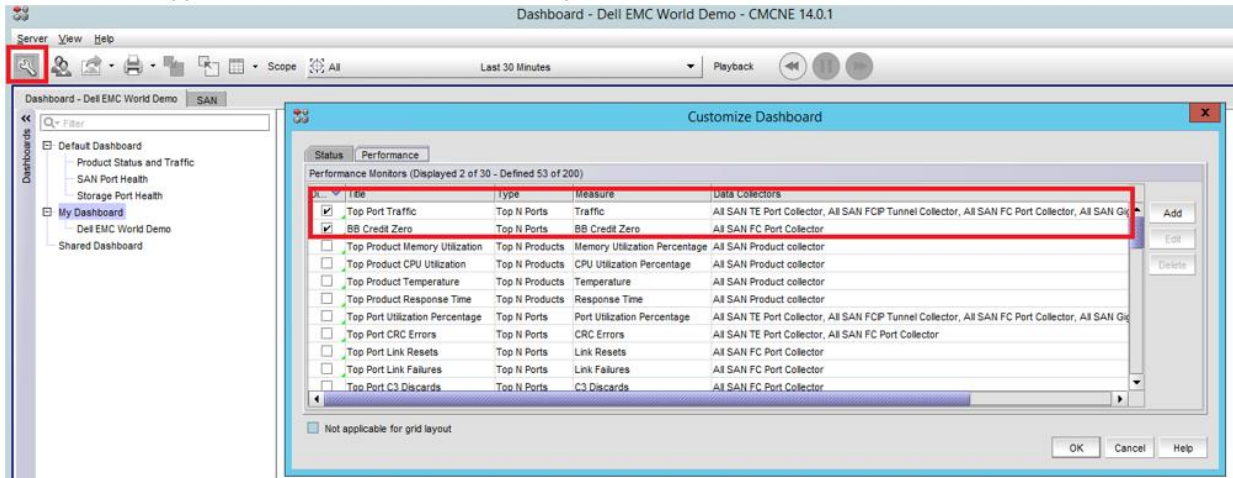


그림 9 CMCNE 대시보드

2. 초과 할당으로 인한 정체 확산이 발생하면 그림 9의 "CMCNE 대시보드" 예와 같이 일반적으로 CMCNE 대시보드에 다음과 같은 알림이 표시됩니다.
 - a. F-포트 활용도가 높음
 - b. BB(Buffer-to-Buffer) 크레딧이 0임

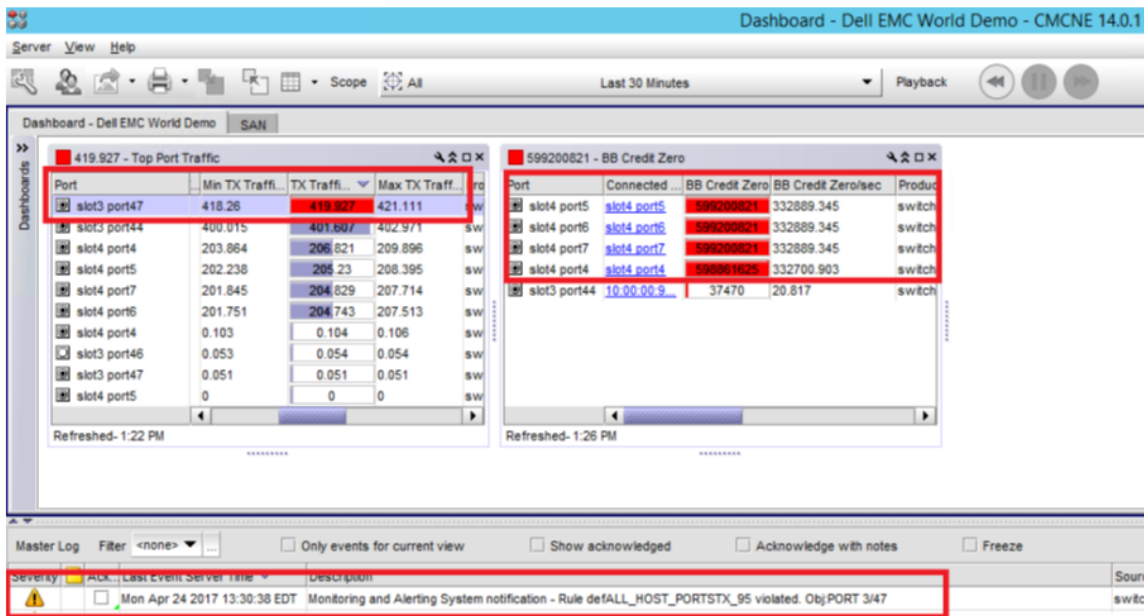


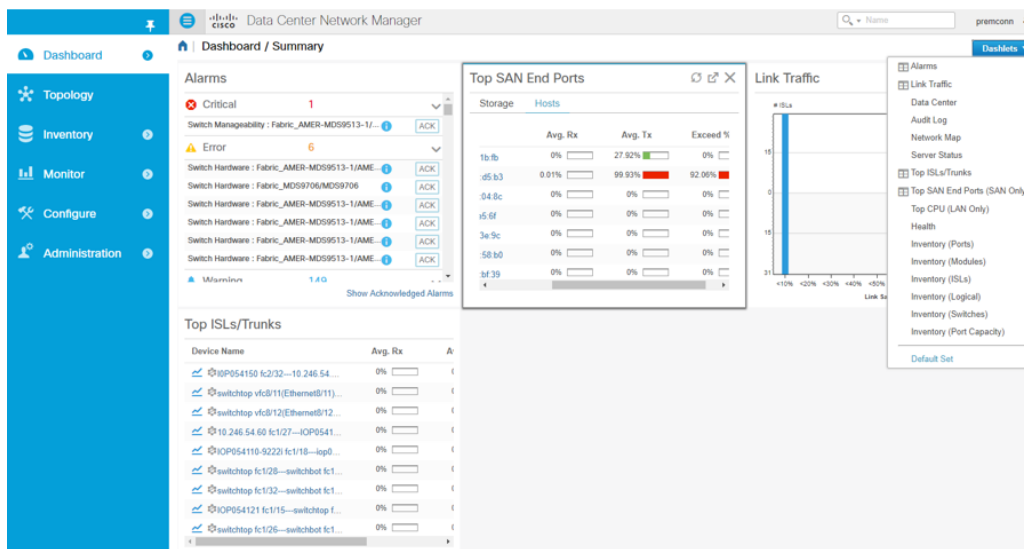
그림 10 알람을 표시하는 CMCNE 대시보드

- ISL에서 F-포트의 활용도가 높고 높은 BB(Buffer-to-Buffer) 크레딧이 0이 되는 두 이벤트의 조합은 조사가 필요한 잠재적 성능 문제가 있음을 나타냅니다. 검토할 내용에 대한 단계는 문제 해결 챕터를 참조하십시오.

4.1.2 Cisco

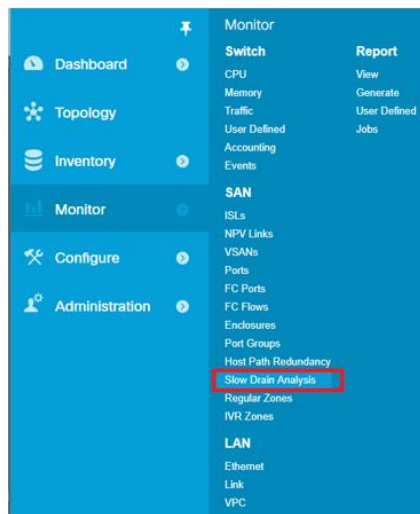
- DCNM 대시보드 내 영역에 **Top SAN End Ports**가 있어야 합니다. 해당 영역이 없는 경우 드롭다운 메뉴에서 추가할 수 있습니다. **Top SAN End Ports**에서 활용도가 90%를 넘는 디바이스를 확인할 수 있습니다. DCNM에는 기본 활용도를 초과하기 시작할 때 포트에 노란색 또는 빨간색 플래그를 표시하는 기본 임계값이 있습니다. 이 알람 자체가 반드시 SAN에 성능 문제가 있음을 의미하지는 않습니다. 문제가 있음을 확인하려면 패브릭에서 다른 알람도 찾아야 합니다.

초과 할당으로 인한 정체 확산



2. 활용도가 높은 F-포트가 표시되면 Slow Drain Analysis 툴을 실행합니다.

Monitor—>SAN > Slow Drain Analysis를 클릭합니다.



3. Slow Drain Analysis 툴을 10분 동안 실행합니다. 보고서가 완료되면 보고서가 실행되는 동안 많은 양의 TxWait 카운터가 증가했음을 알 수 있습니다. 이러한 알림과 활용도가 높은 F-포트의 조합은 초과 할당으로 인해 SAN 정체가 발생했음을 나타냅니다.

From: NaN-NaN-NaN NaN to: 2017-07-10 16:03:09

Zoom: 10 minutes/MAX

Slow Drain Details for undefined

Total 13

Filter Applied

Show Non Zero data rows on!

Interface	Speed	ConnectTo	Type	Level 3			Level 2		Level 1			
				TxCreditLoss	TxLinkReset	RxLinkRe...	TxTimeoutD...	TxDiscard	TxWtAvg10...	RxB2Bto0	TxB2Bto0	TxWait(2.5...
 fc2/36 ...	16Gb	 IOP054151 fc2/36 (port-channel6)	Switch	0	0	0	0	0	0	0	41429192	37.3350
 fc2/37 ...	16Gb	 IOP054151 fc2/37 (port-channel6)	Switch	0	0	0	0	0	0	0	30150028	28.8393
 fc2/38 ...	16Gb	 IOP054151 fc2/38 (port-channel6)	Switch	0	0	0	0	0	0	0	26941217	25.6649

ISL에서 F-포트의 활용도가 높고 높은 BB(Buffer-to-Buffer) 크레딧이 0이 되는 두 이벤트의 조합은 조사해야 할 잠재적 성능 문제가 있음을 나타냅니다. 검토할 내용에 대한 단계는 [문제 해결](#) 섹션을 참조하십시오.

UNISPHERE 정체 확산 알림

이 섹션에서는 Unisphere for PowerMax 및 Unisphere for VMAX를 사용하여 SAN 스위치 이벤트를 스토리지 어레이와 상관시키는 방법에 대해 알아보겠습니다.

사전 요구 사항 섹션에 따라 환경에서 이러한 기능을 사용하도록 설정이 완료되었는지 확인하십시오.

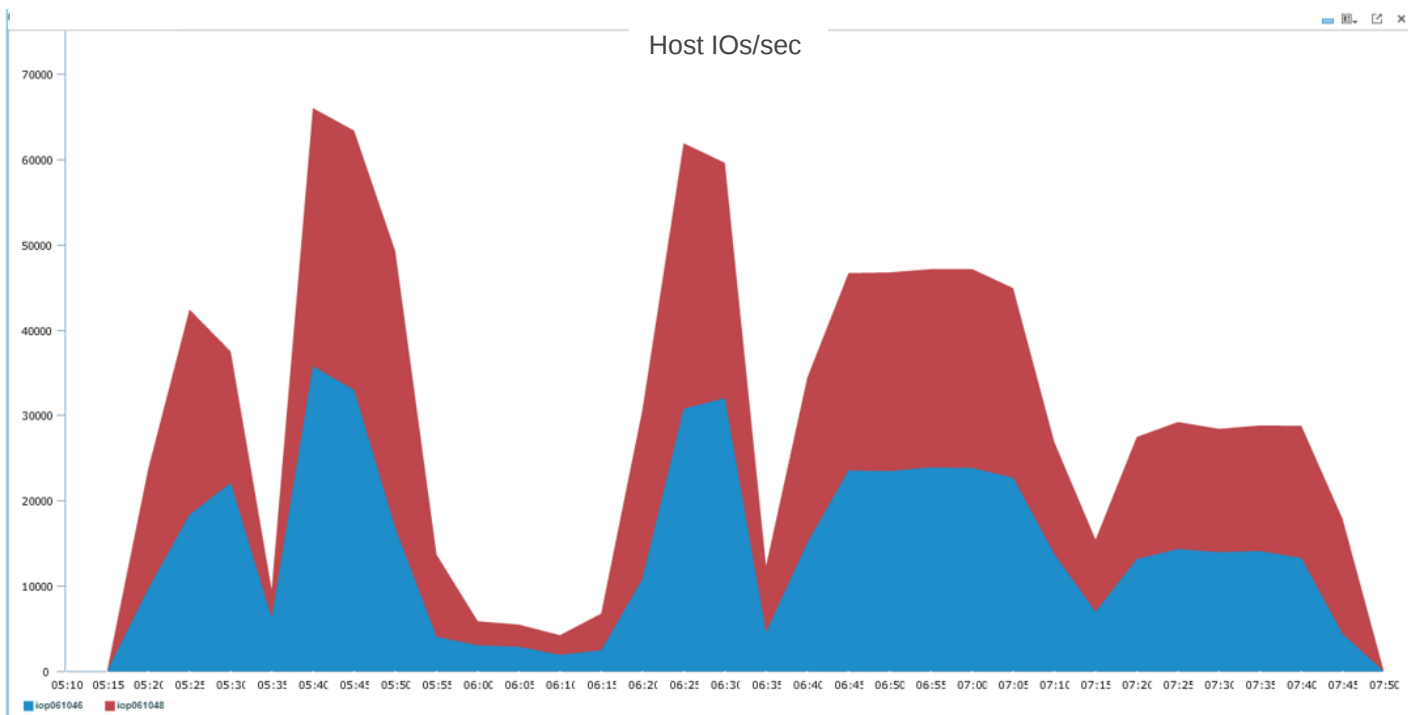
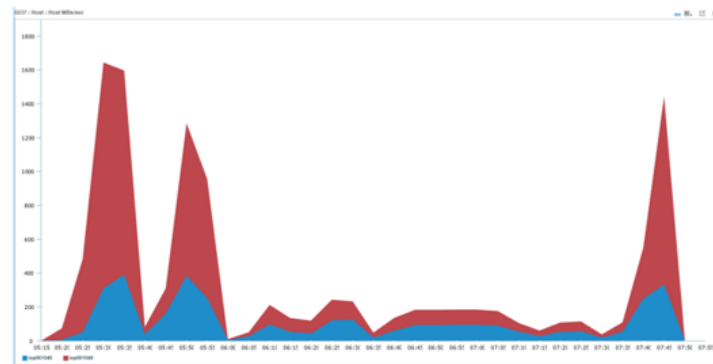
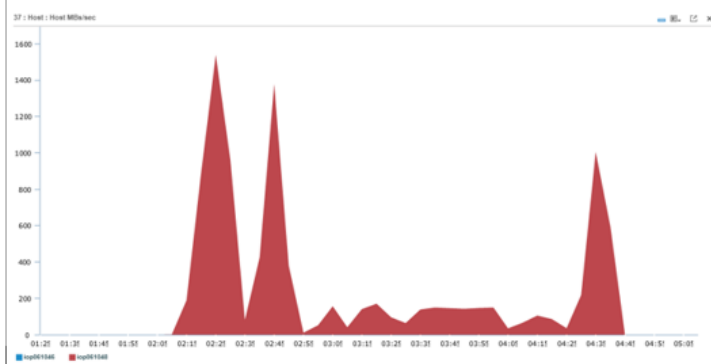
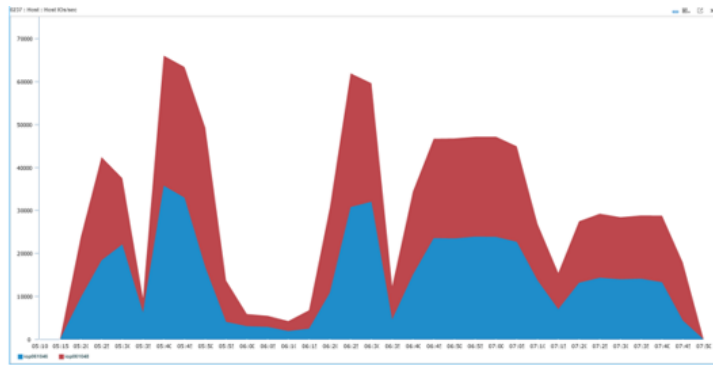
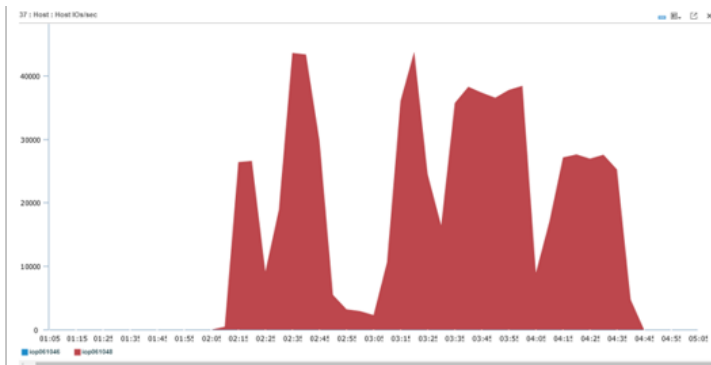
1. [애플리케이션 기본 프로파일 그래프 생성](#)에 설명된 단계를 따르십시오. 성능 문제가 발생하기 전에 환경이 변경된 사항 중 하나가 바로 사용자 2의 호스트이기 때문에 이를 추가해 동일하게 7개의 차트를 생성합니다. 데이터를 검토합니다.

애플리케이션 기본 프로파일의 읽기/쓰기 비율이 70/30이고 응답 시간이 평균 ~0.7ms에서 최대 2.3ms라는 점을 유의합니다.

아래 [그림 11](#)에서 초당 IO 및 MB를 비교해도 문제가 발생했는지 정확히 확인할 수 없습니다. 사실 기존 기본 회선 애플리케이션 차트와 비교해보면 더 많은 IOP를 수행하고 있습니다.

또한 아래에 강조 표시된 것과 같이 회선 속도에 가까워지고 있는 부분이 있습니다. 이 부분은 나중에 중요한 역할을 합니다.

초과 할당으로 인한 정체 확산



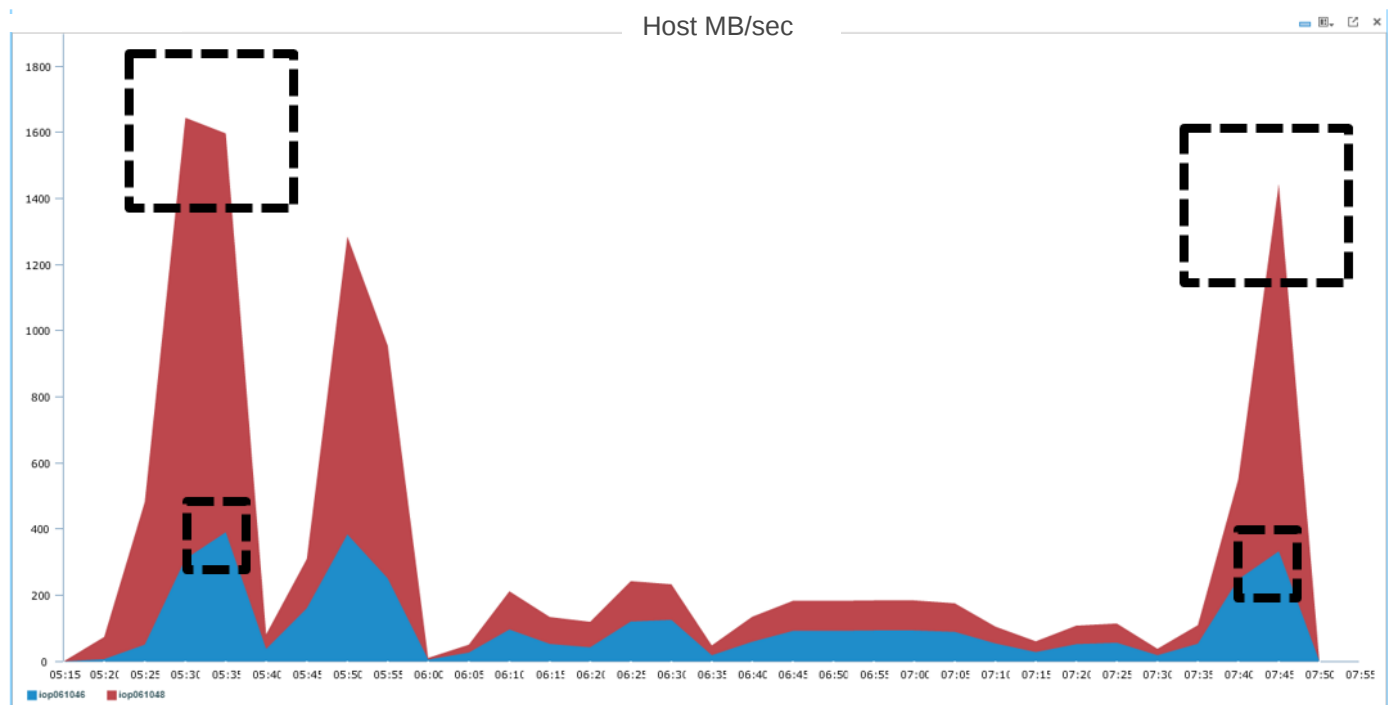


그림 11 초당 호스트 IO 및 MB

그림 12는 두 서버 간의 읽기/쓰기 비율을 비교하여 보여주며, 이 시점에서 서버 간 IO 프로파일 사이에 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있습니다.

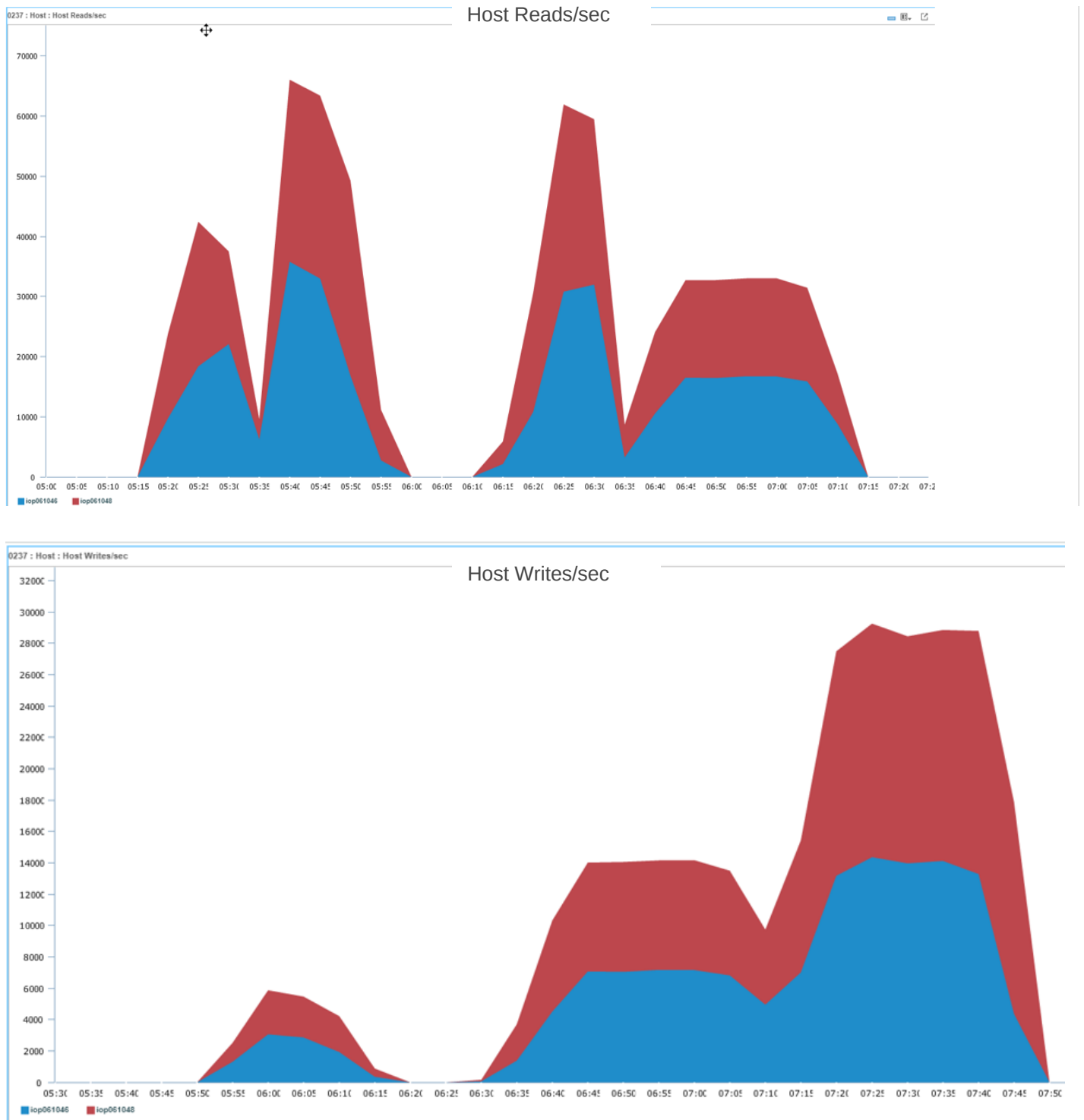
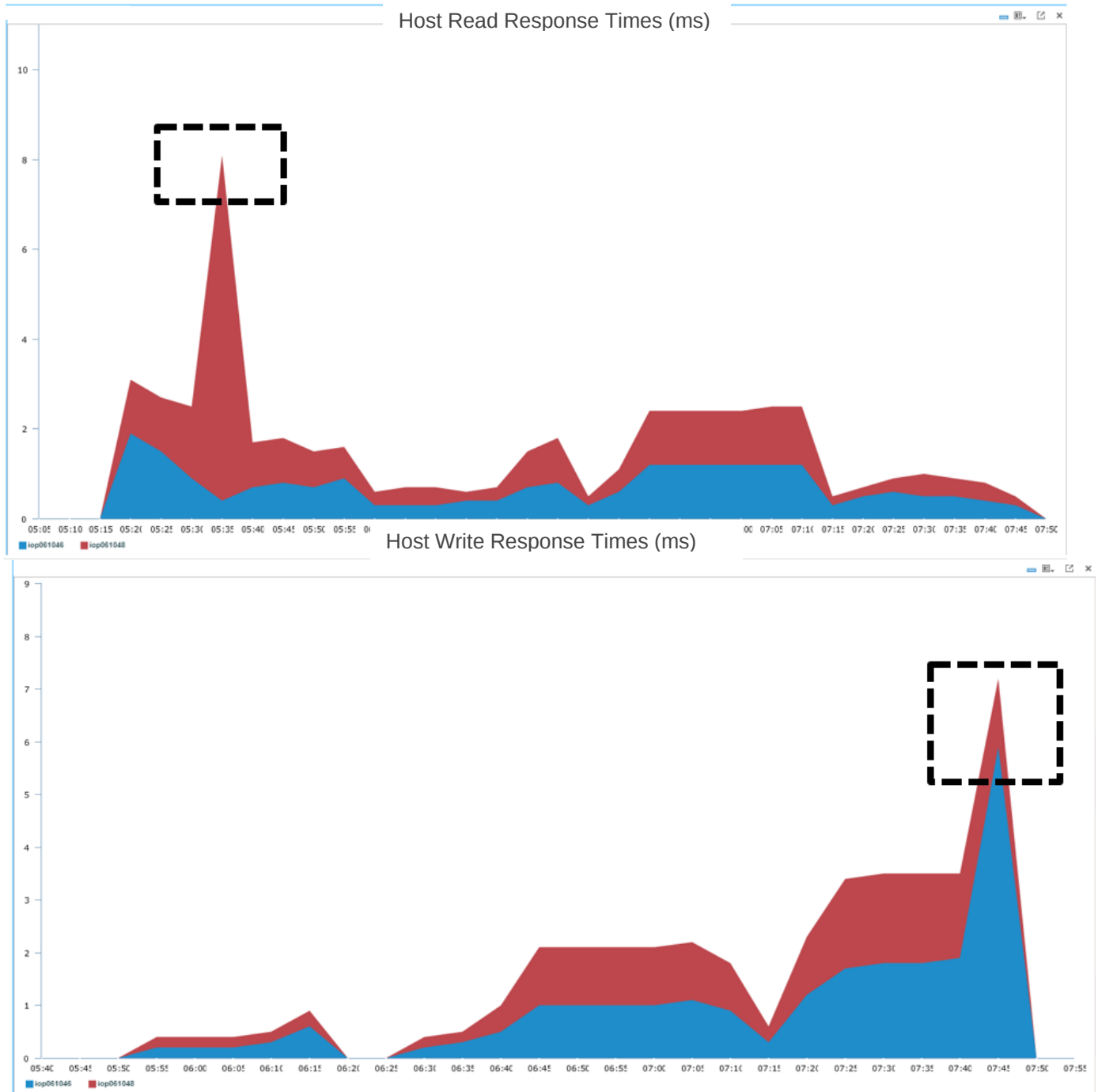


그림 12 초당 호스트 읽기 및 쓰기

그림 13은 가장 유용한 정보를 제공합니다. 애플리케이션 프로파일을 고려했을 때, 응답 시간이 평균 ~0.7ms에서 최대 2.3ms임을 알 수 있습니다. 아래 차트에서 응답 시간이 8ms 정도가 될 만큼 급격히 증가하고 전반적인 평균 응답 시간도 증가했음을 볼 수 있습니다.

그림 11을 다시 살펴보면, 이러한 높은 응답 시간은 두 서버가 회선 속도에 가까울 때와 상관이 있음을 알 수 있습니다. 일반적으로 Fibre Channel에서 링크를 포화 상태가 되게 만들려면 128K보다 큰 대형 블록 IO가 필요합니다.



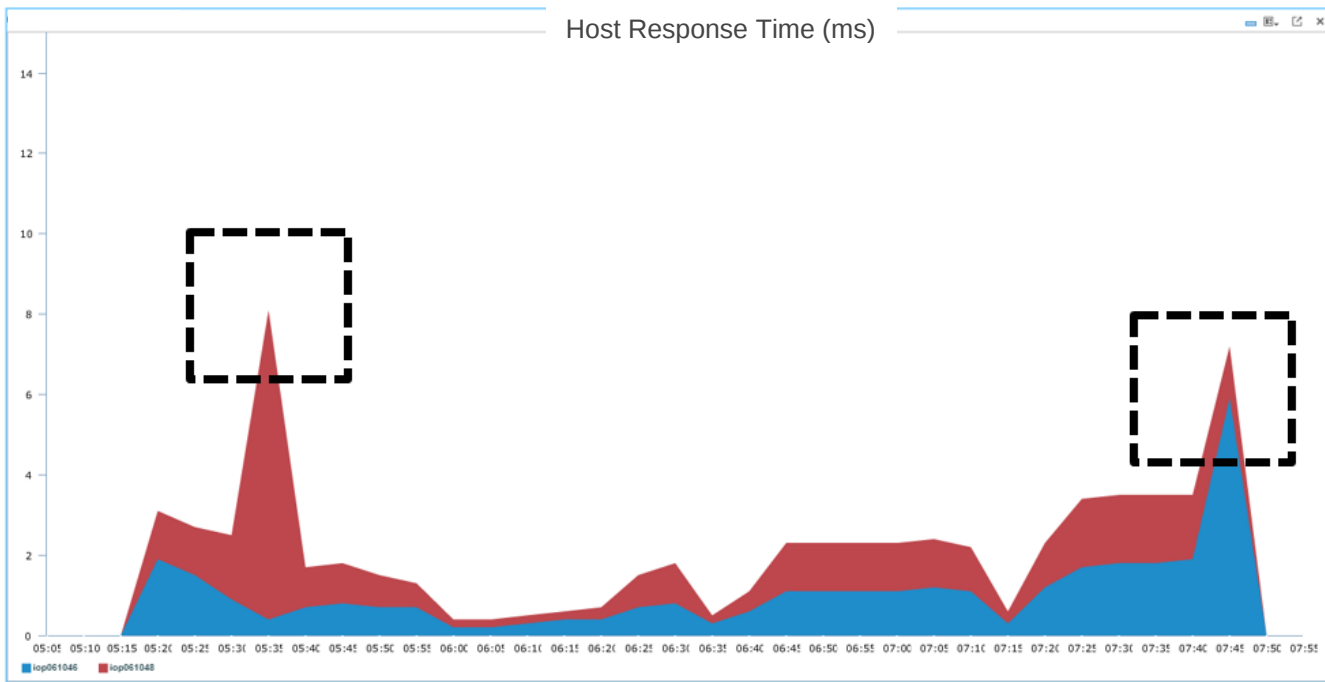


그림 13 호스트 읽기 및 쓰기 응답 시간(ms)

결론

이 사례 연구에서 지금까지 알아본 모든 정보를 요약하면 다음과 같습니다.

- **Connectrix SAN:**

1. SAN은 BB(Buffer-to-Buffer) 크레딧의 높은 수가 0이 될 것이라고 보고하고 있습니다.
2. F-포트의 트래픽 활용도가 높습니다.

- **Dell EMC PowerMAX 및 VMAX:**

1. 전체 링크 활용 중 높은 응답 시간

앞서 언급했듯이 대역폭 불일치로 인한 정체는 현재 사용 가능한 톨 세트에 탐지하고 확인하기가 매우 어렵습니다. 그러나 위의 알람을 기반으로 대역폭 불일치 및 대형 블록 읽기/쓰기로 인한 문제를 추론할 수 있습니다. 이는 전체 링크 사용 중 나타나는 높은 응답 시간으로 알 수 있습니다.

이 문제를 탐지하는 또 다른 방법은 **정체 비율**을 사용하는 것입니다. 오늘날 정체 비율을 계산하려면 환경 내에서 수동으로 계산하거나 스크립팅을 시도해 계산해야 합니다. 그러나 C-비율이 0.2보다 크면 SAN 환경에서 발생하는 역압으로 인해 정체가 발생한다는 것을 알 수 있습니다. C-비율은 속도가 저하된 드레인의 첫 번째 표시입니다.

5 문제 해결

예방

이 특정 사례 연구(초과 할당으로 인한 정체 확산)의 경우 문제가 발생하지 않도록 환경에 구축할 수 있는 몇 가지 선택 사항이 있습니다.

대역폭 비율

- SAN을 검토할 때 더 낮은 속도로 실행 중인 디바이스를 식별한 다음 해당 애플리케이션 트래픽 프로파일의 유형을 이해해야 합니다. 대역폭 불일치가 있다고 해서 반드시 문제가 발생한 것은 아닙니다.
- 패브릭을 포괄적으로 검토하여 모든 최종 디바이스가 동일한 링크 속도로 실행 중인지 확인합니다.
- ISL에 충분한 대역폭을 확보하십시오. 일반적으로 총 ISL 대역폭이 가능한 한 패브릭의 총 스토리지 대역폭과 같거나 커야 합니다.
- 아래 그림 14와 같이 모든 구성 요소를 포괄적으로 업그레이드하여 전체 SAN을 현대화할 수 있습니다. 이 방법의 단점은 대규모 환경에서는 전체적으로 초과 할당이 없는 것이 비실용적이라는 점입니다. 게다가 매우 많은 비용이 들 수 있습니다. 따라서 특정 호스트, 스위치 및 스토리지 연결을 업그레이드하는 데 초점을 맞춰야 합니다.

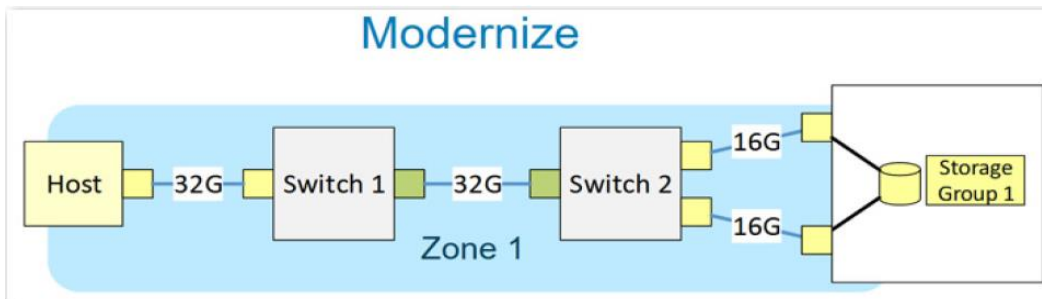


그림 14 현대화

다른 방법은 [그림 15](#)와 같이 구역을 다시 설정하는 것입니다.

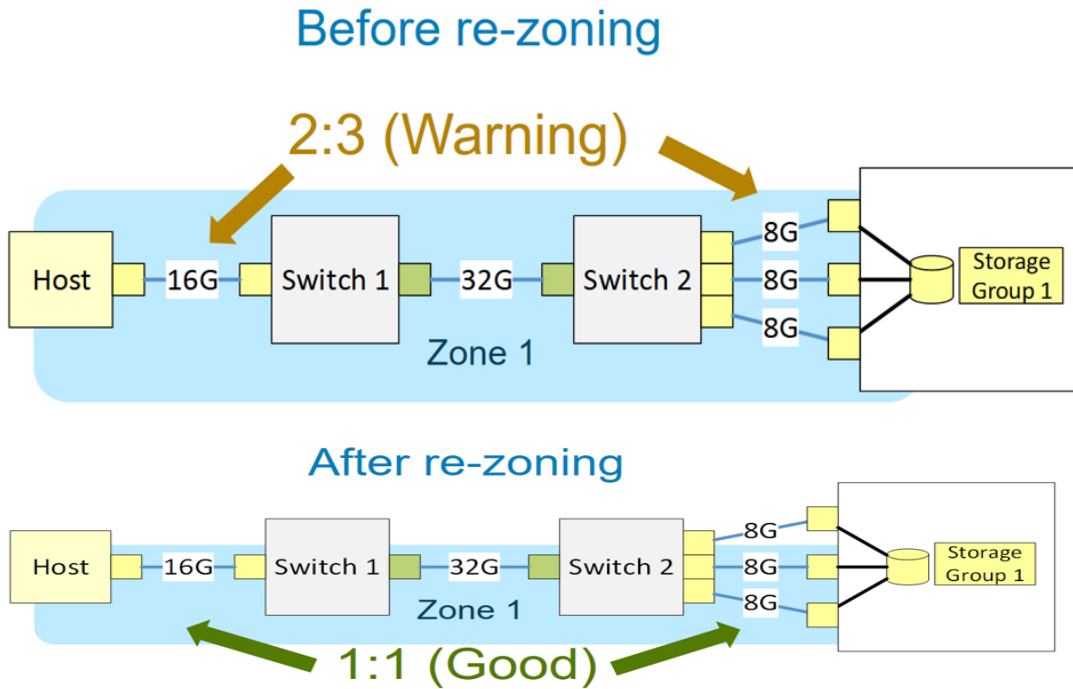


그림 15 구역 재설정 전과 후

대역폭 제한 구축

Dell EMC VMAX 및 Dell EMC Unity 플랫폼은 Storage Group(VMAX) 또는 LUN(Unity)에 대한 대역폭 제한을 생성합니다. 초과 할당으로 인해 정체 확산이 발생한 위의 사례 연구에서 대역폭 제한을 구현했을 때 아래 [그림 16](#)에 표시된 대로 성능이 복원된 것을 확인할 수 있습니다. 이 작업은 Storage Group의 Unisphere를 통해 직접 수행할 수 있습니다.

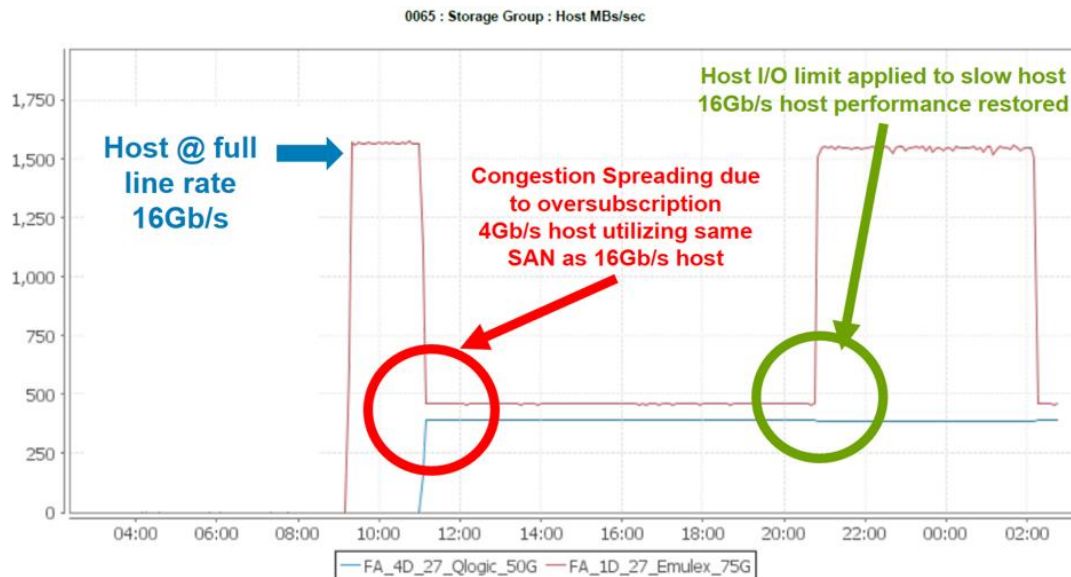


그림 16 호스트 I/O 제한 적용

I/O 제한을 사용하는 경우 클러스터에서는 제대로 작동하지 않습니다. 아래 그림 17을 예로 들어 보겠습니다. 역압을 일으키는 4Gb 호스트에 호스트 제한이 적용되면 어레이가 다시 전송되는 데이터의 양을 IO 제한 설정에 따라 4Gb로 제한하므로 역압 문제를 모두 제거하고 다른 흐름을 전체 회선 속도로 운영할 수 있습니다.

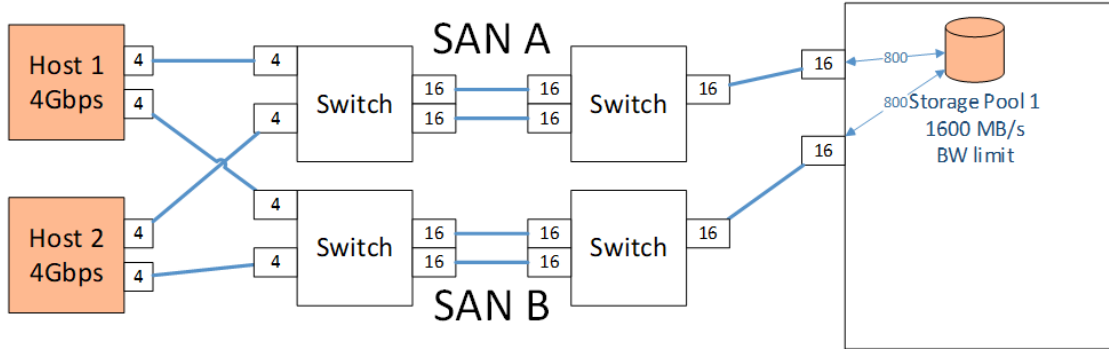


그림 17 클러스터가 있는 I/O 제한

이 예에서는 클러스터에 있는 두 개의 호스트가 4Gb/s로 실행 중입니다. 두 호스트 모두 클러스터에 있기 때문에 두 호스트는 각 패브릭을 통해 볼륨에 액세스할 수 있으므로 대역폭 I/O 제한을 1,600MB/s로, 각 FA를 800MB/s로 설정해야 합니다. 그러나 이 방법을 사용하면 단일 HBA가 800MB/s를 모두 소비하는 것을 막을 수 없습니다.

- 분리

이 문제를 방지하는 또 다른 방법은 느린 트래픽을 고속 트래픽에서 분리하고 전용 ISL을 사용하는 것입니다. 이 방법은 가상 Fabric(Brocade) 또는 VSAN(Cisco)을

아래 그림 18처럼 생성해 사용할 수 있습니다. 이 방법의 단점은 전용 포트를 사용해야 한다는 점이지만, 느린 트래픽이 더 빠른 속도의 트래픽에 영향을 미치지 않습니다. Brocade에서 가상 Fabric을 활성화하려면 전체 스위치를 재부팅해야 하므로 다운타임이 발생합니다. Cisco에서 포트를 다른 VSAN으로 이동할 때 이동 중인 최종 디바이스만 영향을 받습니다.

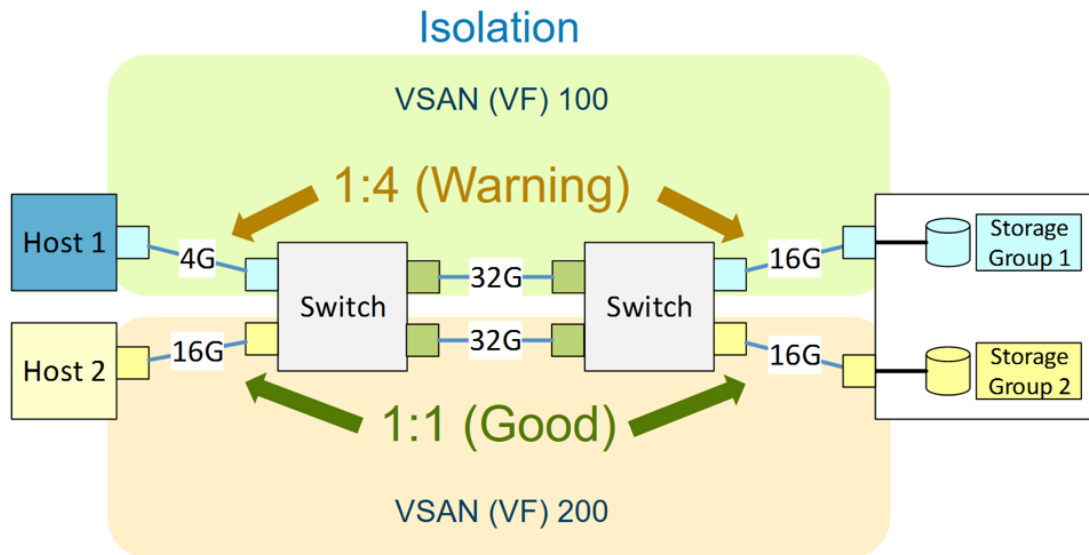


그림 18 분리

6 부록

성능 모니터링 활성화

이 섹션에서는 Unisphere for VMAX에서 성능 모니터링 데이터를 활성화하고 검토하는 방법에 대한 단계를 알아봅니다.

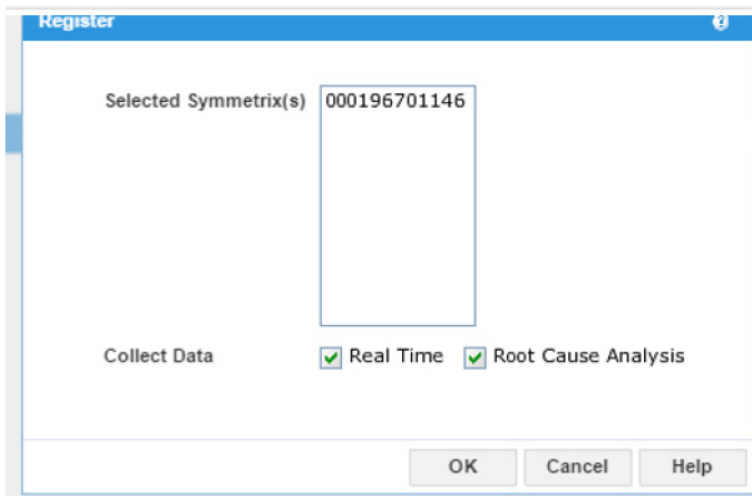
1. Unisphere GUI에 로그인합니다.



2. 어레이가 성능 데이터 수집 대상으로 등록되어 있는지 확인합니다. 그렇지 않은 경우 어레이를 등록합니다.

Symmetrix ID	Real Time	Root Cause Analysis	Collection Recovery (Hours)	Root Cause Analysis Interval (Minutes)	Server IP
000196701146			24	5	

Buttons: View Details, Register

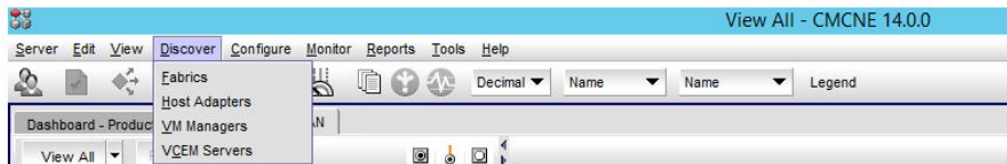


CONNECTRIX 정체 확산 모니터링

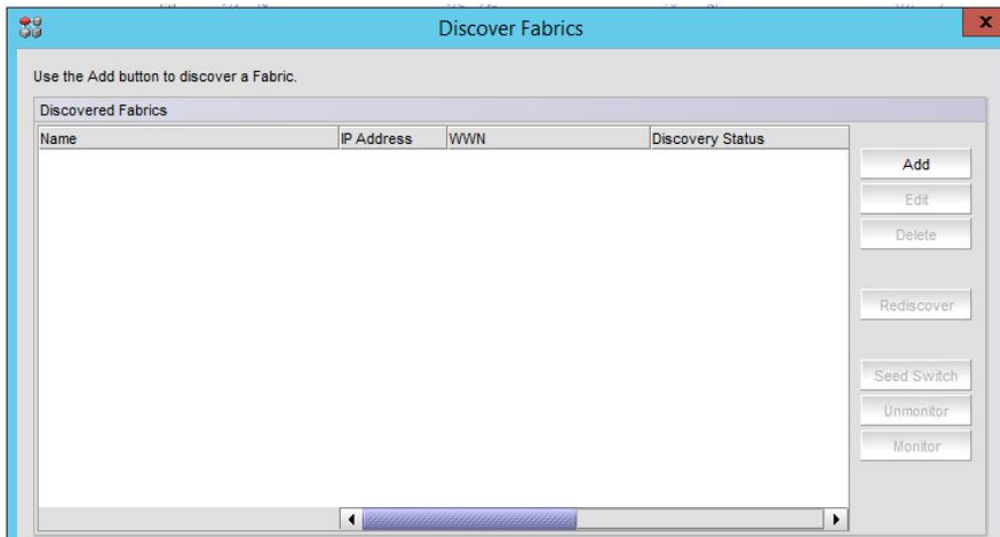
6.1.1 Brocade

- 패브릭 검색

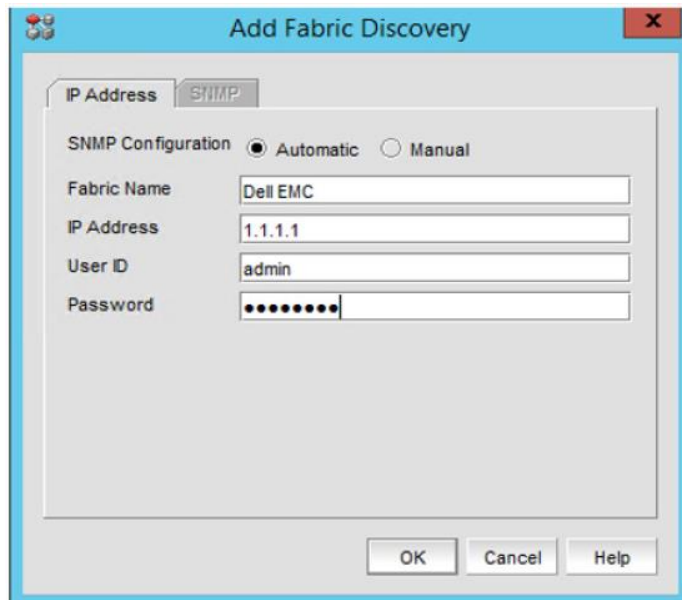
1. CMCNE 서버에 로그인하고 **Discover > Fabrics(SANnav?)**를 클릭합니다.



- 2 새 창에서 **Add**를 클릭합니다.



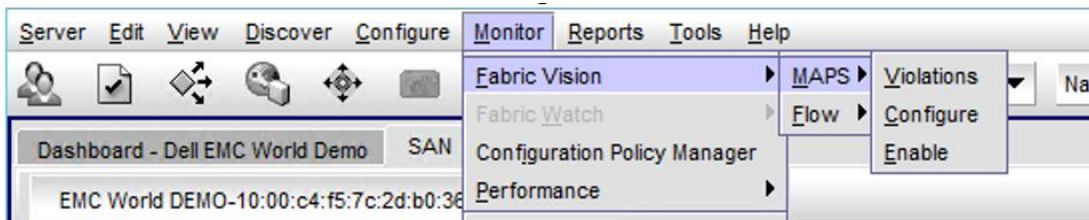
- 3 패브릭의 스위치 중 하나에 필요한 정보를 입력합니다. CMCNE는 패브릭의 모든 스위치에 대해 사용자 이름과 암호가 동일하다고 가정하여 해당 패브릭의 모든 스위치를 자동으로 검색합니다.



4. 다른 모든 패브릭에 대해서도 이 섹션을 반복합니다.

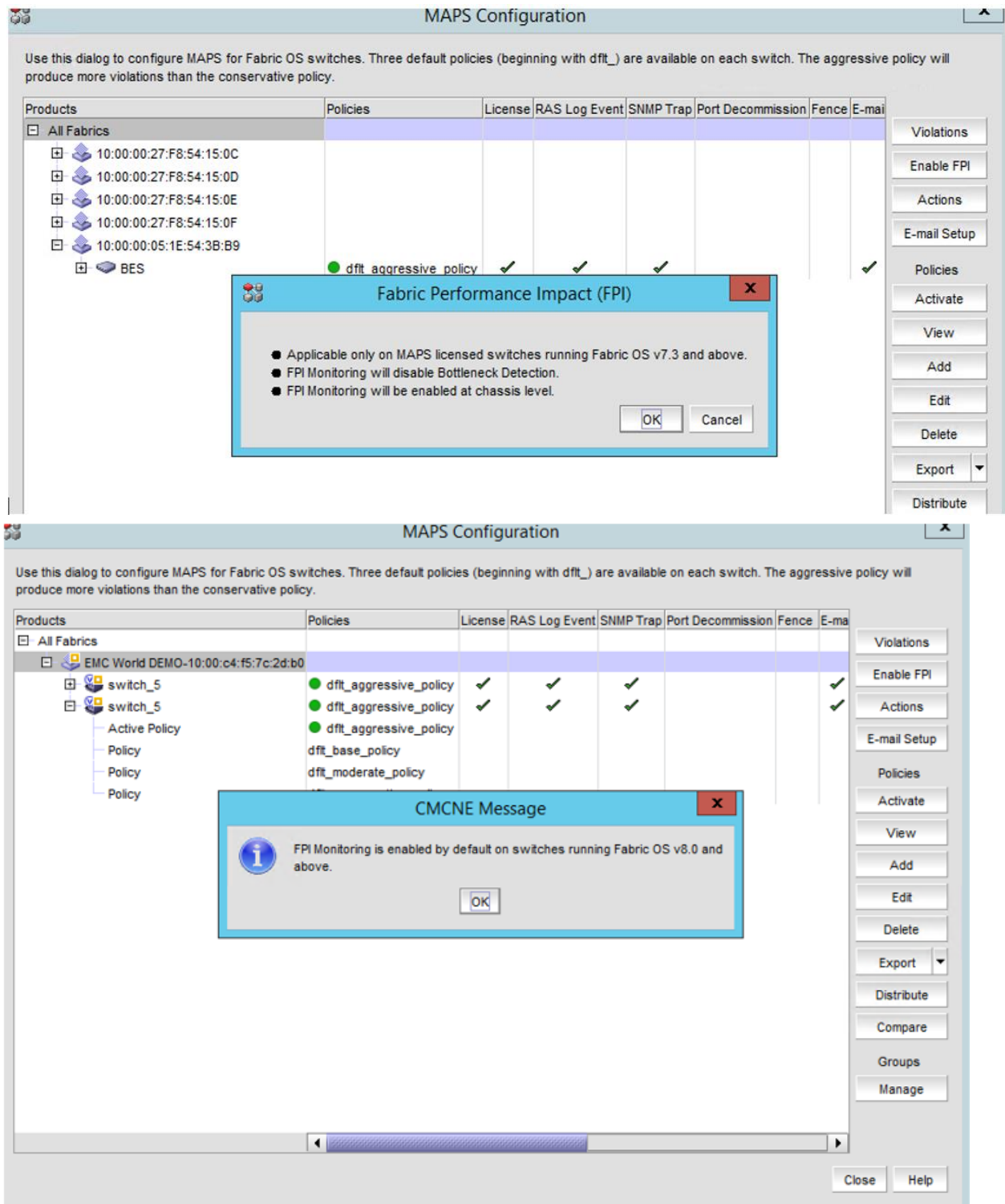
- MAPS 및 FPI 사용

1. Monitor > Fabric Vision > MAPS > Configure를 클릭합니다.



2. 패브릭을 강조 표시하고 FPI를 활성화합니다.

참고: FPI는 FOS 8.0 이상을 실행 중인 스위치에서 기본적으로 활성화됩니다.



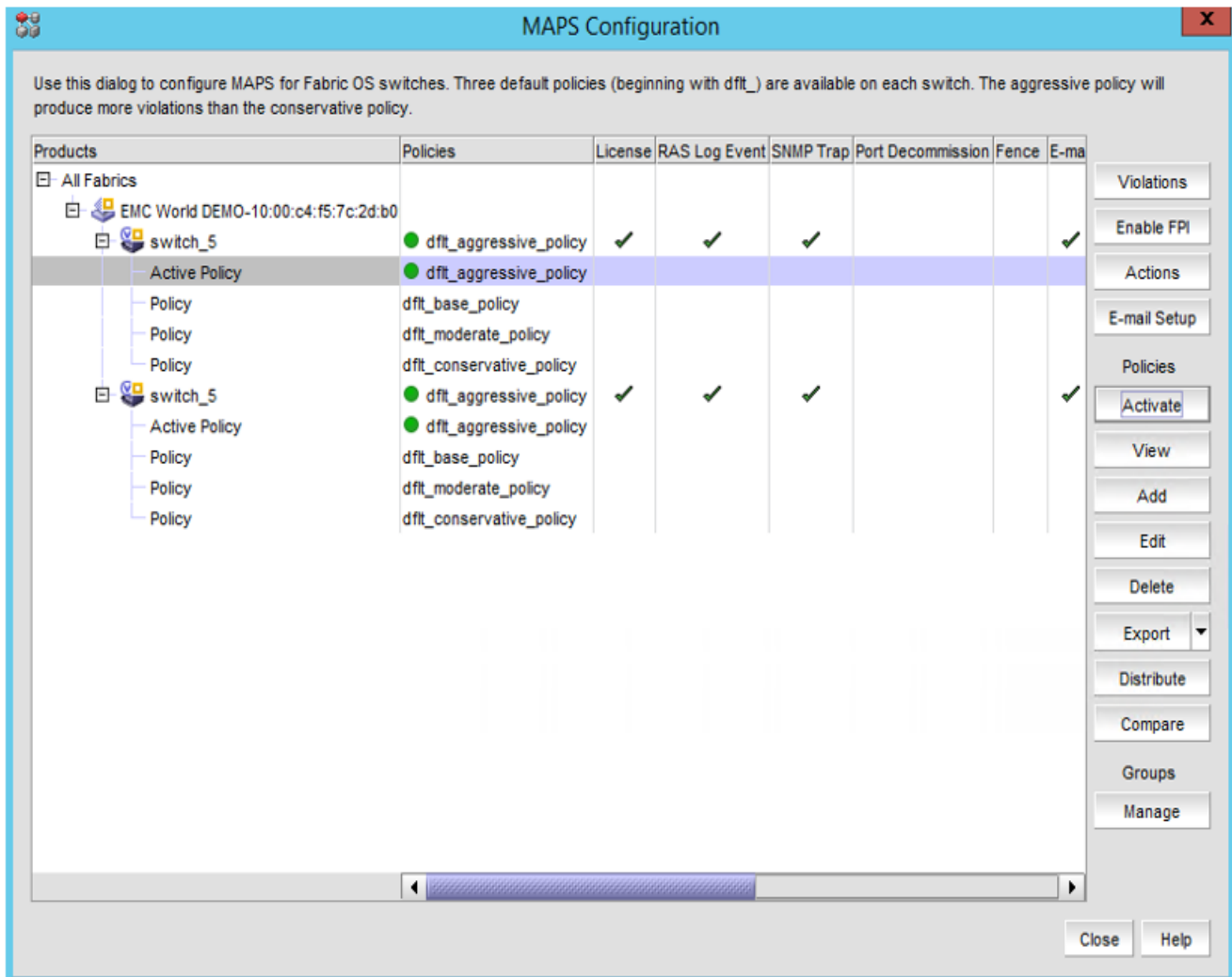
3. 해당 메뉴에서 패브릭의 각 스위치를 구성하고 원하는 MAPS 정책을 설정할 수 있습니다.

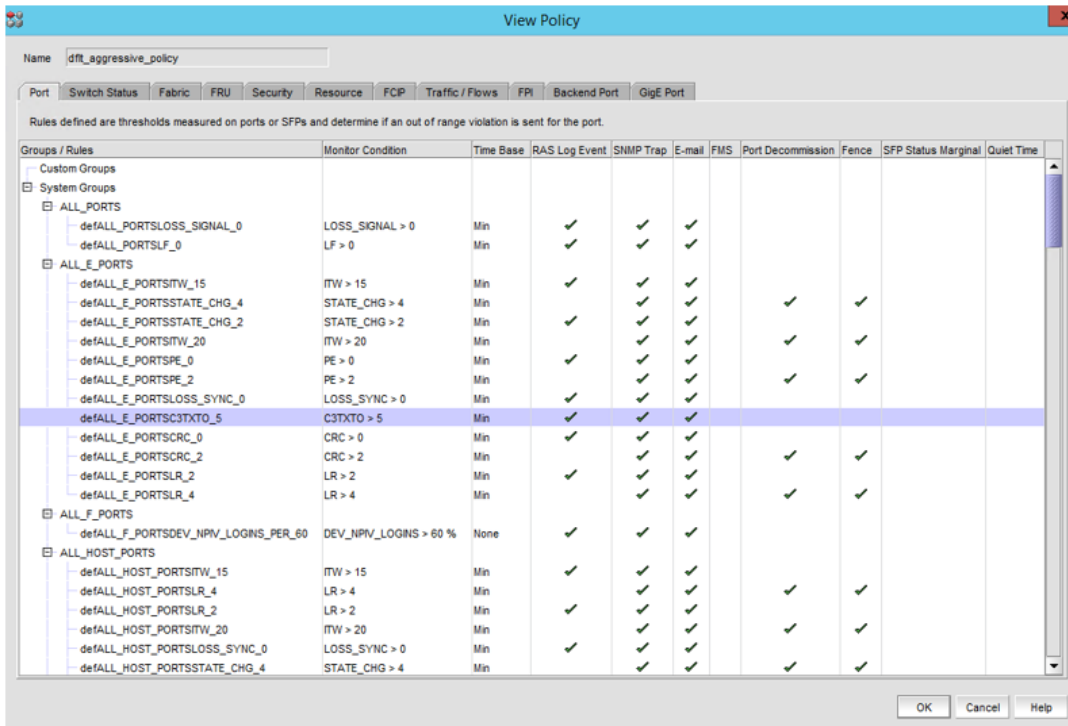
참고: CMCNE는 복제한 다음 편집할 수 있는 사전 정의된 정책을 제공합니다. 기본 정책은 편집할 수 없습니다. 각 정책 및 설정에 대한 자세한 내용은 MAPS 관리 가이드를 참조하십시오.

이 경우 기본 적극적인 정책을 활성화합니다. 적극적인 정책을 활성화하려면 **"dflt_aggressive_policy"**를 강조 표시하고 **활성화**를 클릭합니다. 정책을 활성화하려는 패브릭의 모든 스위치에서 이 단계를 반복해야 합니다. 현재는 전체 패브릭에 대해 정책을 활성화할 수 없습니다.

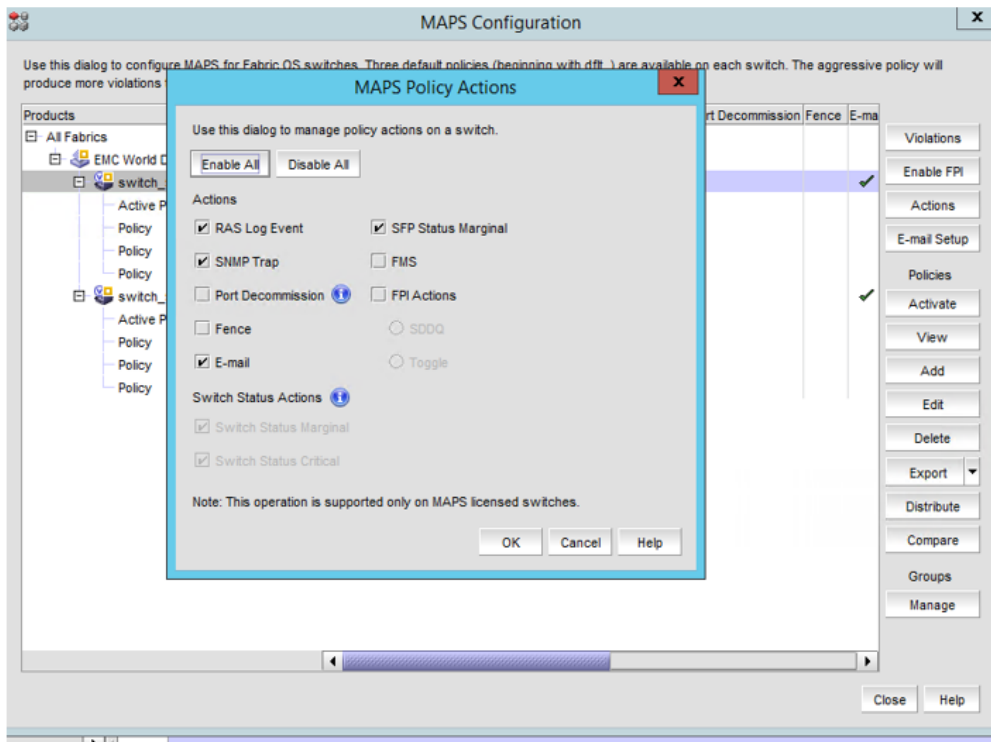
패브릭의 문제를 즉시 파악하기 위해 먼저 적극적인 정책을 활성화합니다. 이후에 너무 많은 알림이 발생하면 정책을 조정하거나 다른 정책을 사용할 수 있습니다.

View를 클릭하면, 각 이벤트에 대한 임계값을 검토할 수 있습니다.

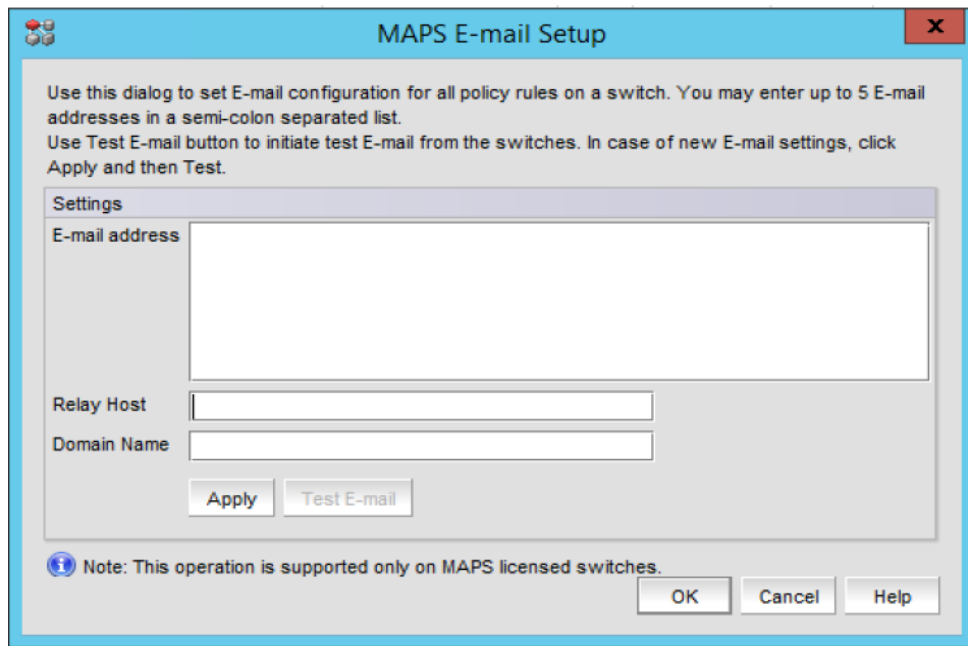




4. 스위치를 강조 표시하고 **Actions**를 클릭합니다. 이 단계에서 정체가 확산될 때 수행할 작업을 정할 수 있습니다. 초과 할당으로 인한 정체 확산이 발생한 이 특정 사례 연구의 경우 **이메일** 및 **RAS 로그 이벤트**가 선택되었는지 확인해야 합니다.



5. 이메일을 통해 알림을 받으려면, **E-mail Setup**을 클릭하고 해당 필드를 작성합니다.

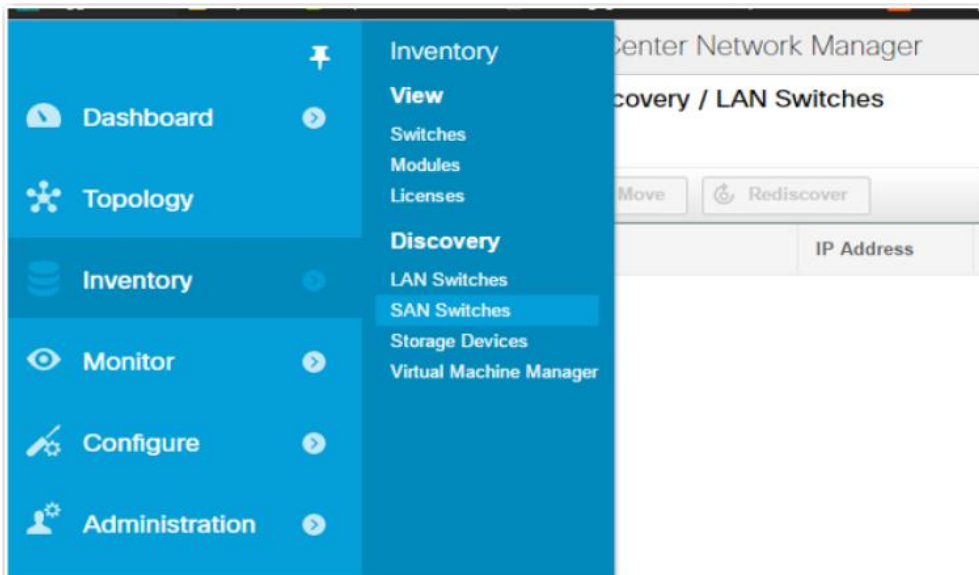


6. 패브릭의 **모든 스위치**에서 이 단계를 반복해야 합니다.

6.1.2 Cisco

- 패브릭 검색

1. DCNM에 로그인하고 Inventory > Discovery > SAN > Switches를 클릭합니다.



2. 새 창에서 **더하기 기호(+)**를 클릭하고 패브릭의 스위치 중 하나에 필요한 정보를 입력합니다.

Add Fabric

Fabric Seed Switch: 1.1.1.1

SNMP: ☒ Use SNMPv3/SSH

Auth-Privacy: MD5 ▼

User Name: admin

Password:

☐ Limit Discovery by VSAN

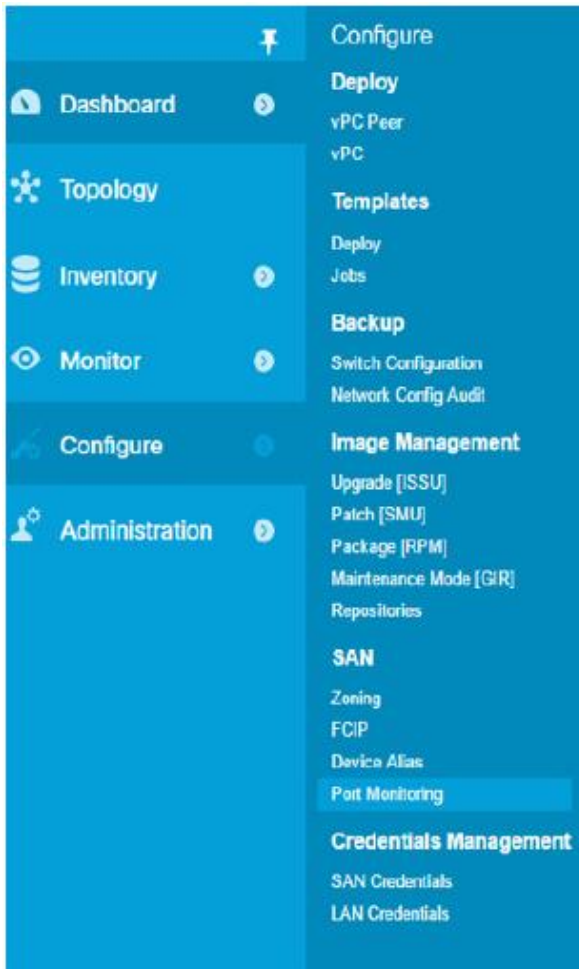
☒ enable NPV Discovery in All Fabrics

Add Options>> Cancel

3. 다른 모든 패브릭에 대해서도 이 섹션을 반복합니다.

Cisco Port Monitoring(PMON) 활성화

1. **Configure > SAN > Port Monitoring**을 클릭합니다.



2. 기본 프로파일을 선택하고 **Push to switches**를 클릭합니다.

SI No	Counter Description	Rising Thresh...	RisingEvent	Falling Thres...	FallingEvent	Poll Interval	Warning Thre...	Port Guard	Monitor ?
1	Link Loss	5	Warning	1	Warning	60	0	false	true
2	Sync Loss	5	Warning	1	Warning	60	0	false	true
3	Signal Loss	5	Warning	1	Warning	60	0	false	true
4	Invalid Words	1	Warning	0	Warning	60	0	false	true
5	Invalid CRC	5	Warning	1	Warning	60	0	false	true
6	Tx Discards	200	Warning	10	Warning	60	0	false	true
7	LR Rx	5	Warning	1	Warning	60	0	false	true
8	LR Tx	5	Warning	1	Warning	60	0	false	true
9	Timeout Discard	200	Warning	10	Warning	60	0	false	true
10	Credit Loss Reco	1	Warning	0	Warning	1	0	false	true
11	Tx Credit Not Available (%)	10	Warning	0	Warning	1	0	false	true
12	Rx Datarate (%)	80	Warning	20	Warning	60	0	false	true
13	Tx Datarate (%)	80	Warning	20	Warning	60	0	false	true
14	Tx Slowport Oper Delay (msec)	50	Warning	0	Warning	1	0	false	true
15	TxWait (%)	40	Warning	0	Warning	1	0	false	true
16	State Change	5	Warning	0	Warning	60	0	false	true

3. 모든 패브릭을 선택하고 **Push**를 클릭합니다.

Push to switches

Policy: default

Port Type: ☐ trunks/Core ☐ access-port/Edge ☒ all

Scope:

- ☒ Data Center
 - ☒ SAN
 - ☒ Fabric_AMER-MDS9513-1
 - ☒ Fabric_AMERGen2MDS9509
 - ☒ Fabric_I0P054150

Note: Features not supported by the NX-OS version of the switch will be ignored.

Push **Cancel**

참고: IP 주소는 의도적으로 제거되었습니다.

Push to switches Result

Policy: default
Port Type: All

Total 2    

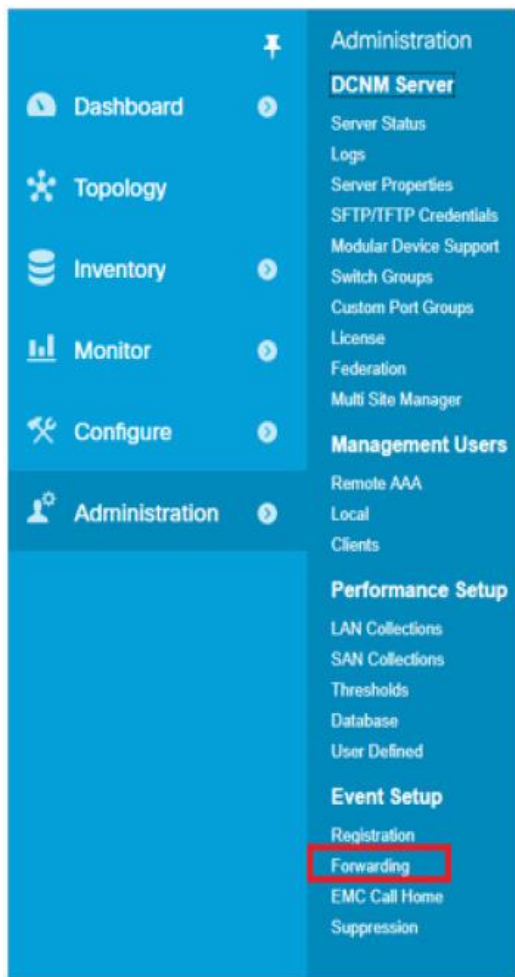
Switch Name	IP Address	Status
AMER-MDS9513-1		Success
AMERGen2MDS9509		Success

Done

4. Cisco MDS를 사용하면 SNMP 또는 Syslog를 통해 알림을 받을 수 있습니다. SNMP와 Syslog에 대한 구성은 다음 구성 가이드를 참조하십시오.

<http://www.cisco.com/c/en/us/support/storage-networking/mds-9000-nx-os-san-os-software/products-installation-and-configuration-guides-list.html>

5. 이메일 홈(선택 사항)을 구성하려면 **Administration > Event Setup**을 클릭합니다.



6. 더하기(+) 기호를 클릭하여 받는 사람 이메일 주소를 입력한 후, **Add**를 클릭합니다.

Add Event Forwarder Rule

Forwarding Method: ☒ E-Mail ☐ Trap

Email Address:

Forwarding Scope: ☒ Fabric/LAN ☐ Port Groups

Scope:

VSAN Scope: ☒ All ☐ List

Source: ☒ DCNM ☐ Syslog

Type:

☐ Storage Port Only

Minimum Severity:

7. SMTP 서버 정보와 보낸 사람의 이메일 주소를 입력한 다음 **적용 및 테스트**를 눌러 이메일을 받았는지 확인합니다.

Administration / Event Setup / Forwarding

☒ Enable SMTP Server: 1.1.1.1 From: dcnm@dell.com Apply Apply and Test

☐ Snooze Start: 07/10/2017 09:59 AM End: 07/10/2017 09:59 AM Apply

Event Forwarder Rules Selected 0 / Total 3

8. 성능 모니터링이 실행 중인지 확인합니다.

Administration > Server Status를 클릭합니다. **Performance Collector**가 실행 중인지 확인합니다. 실행되고 있지 않은 경우 **재생** 버튼을 눌러 시작합니다.

Administration

DCNM Server

Server Status

Logs

Server Properties

SFTP/FTP Credentials

Modular Device Support

Switch Groups

Custom Port Groups

License

Federation

Multi Site Manager

Management Users

Remote AAA

Local Clients

Performance Setup

LAN Collections

SAN Collections

Thresholds

Database

User Defined

Event Setup

Registration

Forwarding

EMC Call Home

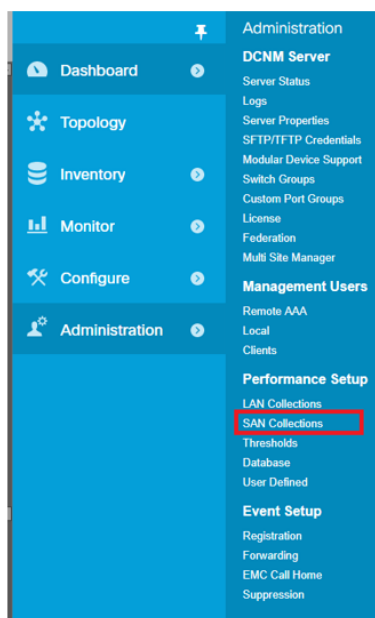
Suppression

Administration / DCNM Server / Server Status

Status

DCNM Server	Actions	Service Name	Status
localhost		Database Server	Running
localhost		Search Indexer	Last updated: 2017-06-30 14:30:01
localhost		Performance Collector	Running. Collecting 118 entities. 100% response in last hour. last DB update: 2017/06/30 14:55
10.241.213.177		SMI-S Agent	Running

9. **Administration > Performance Setup > SAN > Collections**를 클릭합니다.



10. 성능 통계를 수집할 패브릭이 선택되었는지 확인합니다. Performance Collector 서비스가 다시 시작됩니다.

	Name	ISL/NPV Links	Hosts	Storage	FC Flows	FC Ethernet
1	Fabric_IDP054151	☒	☒	☒	☒	☒
2	Fabric_MDS9706	☒	☒	☒	☐	☐

참고 자료

Brocade MAPS 구성 가이드:

<http://www.brocade.com/content/html/en/configuration-guide/fos-80x-maps/GUID-426E1CD4-3763-419D-9D54-91F824F463EB-homepage.html>

Cisco 속도가 저하된 드레인 디바이스 백서:

<http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/storage-networking/mds-9700-series-multilayer-directors/whitepaper-c11-737315.pdf>

VMAX 호스트 I/O 제한 기능에 대한 일반적인 참조:
<https://community.emc.com/thread/188068?start=0&tstart=0>

Ezfiio I/O 툴
<https://github.com/earlephilhower/ezfiio>

정체 확산 심각도

다음 섹션에서 설명하는 것처럼 정체 확산 측정 지표는 모두 중요하지만, 이벤트가 발생하는 속도에 따라 각 이벤트가 환경에 미칠 수 있는 영향이 크게 달라질 수 있습니다. 더욱이 Brocade와 Cisco가 서로 다른 심각도 분류 체계를 사용한다는 점이 문제를 더욱 복잡하게 합니다. 따라서 다음과 같은 Dell EMC의 구체적인 분류 체계를 사용하여 아래와 같이 각 스위치 유형에 매핑하겠습니다.

6.1.3 Dell EMC

- 유형 1:
 - 정체 비율이 0.2보다 크거나 같음
 - 프레임 손실(삭제) 또는 링크 재설정 없음
- 유형 2:
 - 정체 비율이 0.2보다 크거나 같음
 - 프레임 손실(삭제)이 있으나 링크 재설정은 없음
- 유형 3:
 - 정체 비율이 0.2보다 크거나 같음
 - 프레임 손실(삭제) 및 링크 재설정 발생

6.1.4 Brocade

- 낮음
 - 낮은 크레딧 지연
 - 낮은 대기열 레이턴시(10ms 미만)
 - 프레임 손실(삭제) 또는 링크 재설정 없음

- 보통
 - 약간의 크레딧 지연
 - 약간의 대기열 레이턴시(10ms~80ms)
 - 프레임 손실(삭제)이 있으나 링크 재설정 없음

- 심각
 - 높은 크레딧 지연
 - 높은 대기열 레이턴시(80ms 초과)
 - 프레임 손실(삭제) 및 일부 링크 재설정 발생

6.1.5 Cisco

- 레벨 - 1: 레이턴시
 - 남은 크레딧 수 감소 또는 짧은 크레딧 가용성 손실 기간
 - 삭제, 재전송 또는 링크 재설정 없음
- 레벨 - 2: 재전송
 - 더 긴 크레딧 가용성 손실 기간
 - 정체 드롭 시간 초과 또는 크레딧 드롭 없음 시간 초과*로 인해 프레임이 삭제되어(링크 재설정은 없음) 재전송이 발생합니다.
- 레벨 - 3: 심한 지연
 - 장기적인 크레딧 가용성 손실 기간(F-포트의 경우 1초, E-포트의 경우 1.5초)
 - 링크 재설정 또는 포트 플랩

정체 확산 용어 상호 참조

측정 지표 및 심각도를 결합하여 다양한 유형의 정체 확산 이벤트를 식별하는 데 사용할 수 있습니다. 이전 섹션과 마찬가지로 Brocade와 Cisco에 대한 별도의 섹션이 있지만, Brocade와 Cisco가 모두 초과 할당이라는 용어를 사용하기 때문에 이 섹션은 이에 대한 개요를 먼저 살펴봅니다.

6.1.6 초과 할당

초과 할당은 단순히 "시스템의 잠재적 수요가 해당 수요를 맞추기 위해 시스템의 용량을 초과"하는 상태입니다. 가장 익숙한 예는 고속도로 시스템입니다. 허리케인을 대피할 때처럼 모든 사람이 갑자기 동시에 자동차를 운전하면 도로 교통에 정체가 발생합니다.

FC SAN의 경우 대역폭(BW) 비율로 초과 할당을 생각하면 이해하기 쉽습니다. 예를 들어 [그림 3](#)과 같이 호스트 1(4Gbps)과 스토리지 1(16Gbps) 간의 대역폭 비율은 1:4입니다. 따라서 호스트 1이 4:1의 비율로 초과 할당되었다고 할 수 있습니다. 이를 호스트 2(16Gbps)와 스토리지 2(16Gbps) 간의 대역폭 비율인 1:1과 비교해보겠습니다. 액세스하는 호스트와 스토리지 모두 32Gbps ISL을 활용하며 호스트 2와 스토리지 2 사이에 초과 할당이 없음을 알 수 있습니다. 이 경우 호스트 2와 스토리지 2가 초과 할당되지 않았다고 할 수 있습니다.

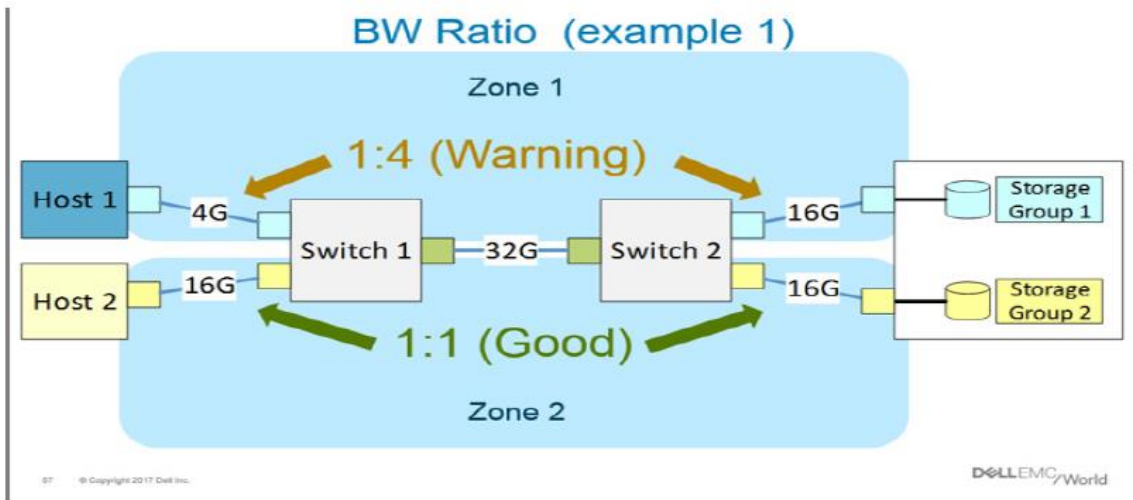
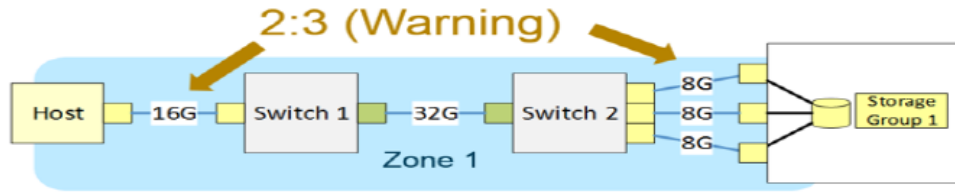


그림 19 대역폭 비율 - 예1

초과 할당을 계산할 때 [그림 19](#)와 같이 대역폭 비율은 계산할 인터페이스의 대역폭을 추가해 계산합니다. 언뜻 보면 8Gbps 스토리지에 액세스하는 16Gbps HBA가 있다고 생각할 수 있지만, 사실 세 개의 스토리지 인터페이스가 있으므로 24Gbps 스토리지에 액세스하는 16Gbps HBA가 있는 것입니다. 결과적으로 호스트는 3:2의 비율로 초과 할당되었습니다.

BW Ratio (example 2)



© Copyright 2017 Dell Inc.

Dell EMC World

그림 20 대역폭 비율 - 예 2

이전 2개의 예에서 ISL의 대역폭은 항상 최종 디바이스가 지원할 수 있는 대역폭의 양보다 크거나 같았습니다. 그러나 일반적으로 그렇지 않습니다. 그림 20에서 보듯이 호스트는 실제로 3:4의 비율로 적게 할당되었지만, ISL이 16Gbps에 불과하기 때문에 최종 디바이스와 사용할 ISL 간에 초과 할당이 있으며 ISL이 3:2의 비율로 초과 할당되었다고 할 수 있습니다.

BW Ratio (example 3)



© Copyright 2017 Dell Inc.

Dell EMC World

그림 21 대역폭 비율 - 예 3

6.1.7 Brocade

Brocade는 다음과 같은 세 가지 다른 정체 확산 이벤트 클래스를 정의합니다.

- 초과 할당

이전 섹션(위)에 정의된 것과 같습니다.

- 오작동하는 디바이스

회선 속도를 유지할 만큼 빠른 속도로 크레딧을 릴리스하지 않는 최종 디바이스 또는 ISL을 의미합니다. 예를 들어 최종 디바이스가 링크 속도를 16Gbps로 조정하고 16Gbps의 데이터를 수신할 수 있는 속도로 크레딧을 반환할 수 없는 경우 디바이스가 오작동하는 것입니다. 이러한 유형의 디바이스를 "속도가 저하된 드레인"이라고도 합니다. 드라이버 문제 또는 ISL의 경우, 포트가 정체 확산의 영향을 받는 등 여러 가지 이유로 디바이스가 잘못 작동할 수 있음을 파악하는 것이 중요합니다.

- 크레딧 손실

크레딧 손실 시나리오는 여러 이유(보통 가끔 발생하는 비트 오류)로 인해 특정 링크의 하나 또는 두 개의 디바이스가 실제보다 적은 크레딧을 전송한다고 생각하는 것을 의미합니다. 이 상황의 원인 중 하나는 비트 오류로 인해 R_RDY가 손상된 경우입니다. 이러한 문제가 자주 발생하는 경우 시간이 지남에 따라 성능이 저하되고 SAN이 데이터를 전송하는 기능 역시 서서히 저하됩니다. 이 문제는 기술 자료 464245(비트 오류 및 그 영향)에서 더 자세히 다루고 있습니다.

Brocade 정체 확산 용어 상호 참조

Brocade에 대해 살펴본 내용을 모두 모아 다음과 같은 Brocade 전용 정체 확산 용어 상호 참조를 작성했습니다.

원인	낮음	보통	심각
초과 할당¹	1. 디바이스 포트에서의 높은 대역폭 2. ISL 포트에서의 낮은 크레딧 레이턴시 3. 프레임 손실 또는 링크 재설정 없음	1. 디바이스 포트에서의 높은 대역폭 2. ISL 포트에서의 보통 크레딧 레이턴시 3. ISL 포트에서 10m~80ms의 대기열 레이턴시 4. 프레임 손실 또는 링크 재설정 없음	1. 디바이스 포트에서의 높은 대역폭 2. ISL 포트에서의 높은 크레딧 레이턴시 3. ISL 포트에서 80ms를 초과하는 대기열 레이턴시 4. 업스트림(ISL) 포트에서의 프레임 손실(220ms~500ms의 대기열 레이턴시를 의미) 5. 링크 재설정 없음
오작동하는 디바이스	1. 디바이스 포트 및 업스트림 ISL 포트에서의 낮은 크레딧 레이턴시	1. ISL 포트 및 업스트림 ISL 포트에서의 보통 크레딧 레이턴시	1. 디바이스 포트 및 업스트림 ISL 포트에서의 높은 크레딧 레이턴시

	2. 디바이스 포트 및 업스트림 ISL 포트에서 10ms 미만의 대기열 레이턴시 3. 프레임 손실 또는 링크 재설정 없음	2. 디바이스 포트 및 업스트림 ISL 포트에서 10ms~80ms의 대기열 레이턴시 3. 프레임 손실 또는 링크 재설정 없음	2. 디바이스 포트 및 업스트림 ISL 포트에서 80ms를 초과하는 대기열 레이턴시 3. 디바이스 또는 업스트림(ISL) 포트에서의 프레임 손실(220ms~500ms의 대기열 레이턴시를 의미) 4. ISL 포트에서의 링크 재설정(2초를 초과하는 크레딧 지연을 의미)
크레딧 손실²	1. 포트에서의 낮은 크레딧 레이턴시 2. 포트 또는 포트의 업스트림에서 10ms 미만의 대기열 레이턴시 3. 프레임 손실 또는 링크 재설정 없음	1. 포트에서의 보통 크레딧 레이턴시 2. 포트 또는 포트의 업스트림 링크에서 10ms~80ms의 대기열 레이턴시 3. 프레임 손실 또는 링크 재설정 없음	1. 포트에서의 높은 크레딧 레이턴시 2. 포트 또는 포트의 업스트림에서 80ms를 초과하는 대기열 레이턴시 3. 포트 또는 포트의 업스트림에서 프레임 손실(220ms~500ms의 크레딧 지연 의미) 4. 포트 또는 포트의 업스트림에서 링크 재설정(2초를 초과하는 크레딧 지연 의미)
¹ 초과 할당으로 인한 심각한 정체는 극히 드물게 발생합니다. ² 크레딧 손실의 원인은 일반적으로 ITW, CRC 또는 기타 신호 관련 문제와 같은 전송 오류입니다.			

6.1.8 Cisco

Cisco는 다음과 같은 두 가지 다른 정체 확산 이벤트 클래스를 정의합니다.

- 초과 할당

위에 정의된 것과 같습니다.

- 크레딧 부족

회선 속도를 유지할 만큼 빠른 속도로 크레딧을 릴리스하지 않는 최종 디바이스 또는 ISL을 의미합니다. 예를 들어 최종 디바이스가 링크 속도를 16Gbps로 조정하고 16Gbps의 데이터를 수신할 수 있는 속도로 크레딧을 반환할 수 없는 경우 디바이스가 오작동하는 것입니다. 이러한 유형의 디바이스를 "속도가 저하된 드레인"이라고도 합니다. 드라이버 문제 또는 ISL의 경우, 포트가 정체 확산의 영향을 받는 등 여러 가지 이유로 디바이스가 잘못 작동할 수 있음을 파악하는 것이 중요합니다.

- Cisco 정체 확산 용어 상호 참조

Cisco에 대해 살펴본 내용을 모두 모아 다음과 같은 Cisco 전용 정체 확산 용어 상호 참조를 작성했습니다.

정체 유형	레벨 - 1: Latency	레벨 - 2: 재전송	레벨 - 3: 심한 지연
초과 할당	1. 최종 디바이스 포트에서의 높은 링크 활용도 2. 최종 디바이스 포트에서 B2B 크레딧이 부족하지 않음 3. ISL을 향한 정체 확산 4. 프레임 손실 또는 링크 재설정 없음	초과 할당으로 인한 재전송 또는 심한 지연은 매우 드물게 발생함	
크레딧 부족 현상	1. 최종 디바이스 포트에서의 낮은 링크 활용도 2. 남은 크레딧 수 감소 또는 짧은 크레딧 가용성 손실 기간 3. ISL을 향한 정체 확산 4. 삭제, 재전송 또는 링크 재설정 없음	1. 최종 디바이스 포트에서의 낮은 링크 활용도 2. 더 긴 크레딧 가용성 손실 기간 3. ISL을 향한 정체 확산 4. 정체 드롭 시간 초과 또는 크레딧 드롭 없음 시간 초과*로 인해 프레임이	1. 프레임이 최종 디바이스로 전송되지 않음 2. 장기적인 크레딧 가용성 손실 기간(F-포트의 경우 1초, E-포트의 경우 1.5초) 3. ISL을 향한 심각한 정체

		삭제되어(링크 재설정은 없음) 재전송이 발생합니다	4. 링크 재설정 또는 포트 플랩
*기본 구성: 정체 드롭 시간 초과 - 500ms, 크레딧 드롭 없음 시간 초과 - 끄 구성 가능한 옵션: 정체 드롭 시간 초과 - 100 - 500ms, 크레딧 드롭 없음 시간 초과 - 1 - 500ms 권장 구성: 정체 드롭 시간 초과 - 200ms, 크레딧 드롭 없음 시간 초과 - 50ms			