

e-Guide

플래시 스토리지의 재발견

플래시 스토리지 편견을 깨고 도입 효과를 극대화하는 전략

플래시 스토리지에 대한 관심이 높아지고 시장에 관련 솔루션이 쏟아지면서 오히려 사용자는 혼란에 빠지는 경우가 많다. 플래시의 어떤 장점을 활용해야 하는지, 또 플래시 스토리지의 한계가 무엇인지를 정확하게 파악하는 것이 쉽지 않은 것이다. 이 가이드는 플래시 스토리지 기술의 기반 정보를 꼼꼼하게 정리하고 다양한 적용 방법과 기술적인 구조, 그리고 플래시 스토리지의 일반적인 적용 분야를 검토해 본다. 또한 기업이 비즈니스 목표를 달성하는데 있어서 실질적인 차이점을 만들기 위해 이 기술을 어떻게 사용하고 있는지에 대한 몇 가지 사례도 제시한다.



플래시 스토리지의 재발견

Bob Ganley | Dell

플래시 스토리지가 요즘 화제를 일으키고 있다. IT 전문 미디어가 정기적으로 이 주제를 언급하고 있으며, 플래시 스토리지 신생업체들은 흥미진진한 혁신을 발표하고 있다. 주류 스토리지 업체도 이 영역에서 협력관계를 맺고 자체적으로 이론 혁신을 내놓고 있다. 모두가 플래시 스토리지에 이처럼 열광하는 이유는 무엇인가? 과연 플래시 기술은 현재 어떤 상태인가? 일시적인 유행으로 그칠 것인가, 아니면 정말로 대부분 조직이 조만간 어떤 형태로든 플래시 스토리지를 배치하게 될 것인가?

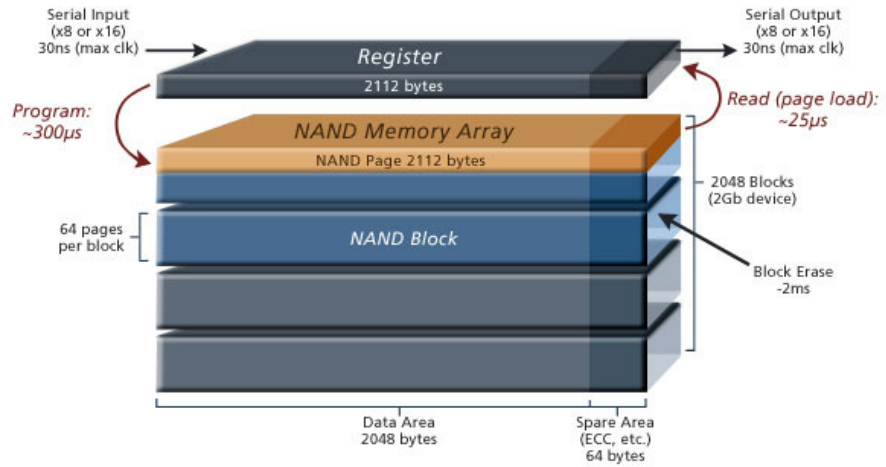
거대한 변화의 시작

과연 업계는 플래시 스토리지 도입에 있어서 어디까지 와 있을까? 대부분의 IT 애널리스트와 선도적인 전문가들은 다음 사항에 동의하고 있다: 향후 엄청난 도입을 목전에 둔 시장의 거대한 변화 초기에 서있다 - 많은 조직이 지금은 소규모로 도입하고 있지만, 향후 몇 년간, 대부분의 “액티브(Active)” 데이터, 다시 말해 자주 액세스되는 데이터는 플래시 스토리지로 이동될 것이다. 과연 우리는 이런 도입 곡선의 어디에 위치해 있는가?

플래시 칩 기술의 혁신

플래시 스토리지는 장기적인 데이터 스토리지에 비휘발성 메모리(NVM: Non-volatile Memory)의 적용하는 것이다. NVM은 전력이 없어도 데이터를 유지하는 메모리이다. NVM 시장의 혁신은 플래시 스토리지의 집적도 증가로 이어졌고, 이는 많은 기업의 플래시 스토리지 도입을 가능하게 만든 주요 동력이다. 이처럼 집적도가 상당한 수준으로 높아진 가장 큰 이유는 셀 하나에 저장할 수 있는 데이터 양이 증가했기 때문이다. NAND 플래시는 플래시 스토리지용으로 가장 널리 사용되는 NVM이다. 가장 일반적인 엔터프라이즈 NAND 플래시 기술은 SLC(Single Level Cell) 플래시로 한 개의 셀에 하나의 비트만을 저장한다.

MLC(Multi-Level Cell) 플래시는 셀에 한 비트 이상을 저장할 수 있다. MLC 플래시의 대표적인 적용분야는 일반 소비자 영역의 기기로 어디서나 볼 수 있는 USB 드라이브이다. 현재 시장에는 TLC(Triple Level Cell) 기반 디바이스들이 나와 있는데, 집적도의 증가가 물리 칩 상의 트랜지스터 크기 감소와



2Gb SLC NAND 플래시 디바이스 (이미지 출처 : 마이크론 테크놀로지)

결합되어 플래시 스토리지의 극적인 용량 증가를 불러왔다.

집적도가 더 높아진 플래시는 동일한 양의 실리콘에 더 많은 데이터를 저장할 수 있다. 수요 증가, 제조 공정의 혁신, 효율성 향상은 NAND 플래시의 가격 하락으로 이어졌고, 2010년에서 2016년 사이에 NAND 플래시의 가격은 GB당 약 3달러에서 0.3달러로 하락했다. 업계 애널리스트들은 앞으로도 NAND 플래시 가격이 연 평균 38%씩 감소할 것으로 전망하는데, 이는 2년마다 가격이 절반으로 줄어드는 것과 같다.

물론, NAND 플래시 가격은 실제로 사용할 수 있는 플래시 스토리지의 GB당 가격과는 큰 차이가 있다. 플래시 스토리지에는 RAID 패리티에 대한 가격, 오버프로비저닝을 위한 용량, 관리 소프트웨어 등의 비용이 포함되기 때문이다. 이외에도 데이터센터의 전체 스토리지 비용을 산정할 때는 데이터 보호, 스냅샷, 복제, 백업, 데이터센터 공간, 그리고 운영과 관련된 비용도 고려할 필요가 있다. 공급업체에게 GB당 0.3달러짜리 플래시 스토리지를 판매하는 업체도 없고, 기업의 예산 산정에도 이 수치를 사용해서는 안 된다.

플래시 스토리지의 내구성

더 높은 집적도의 칩이 가지는 문제는 내구성이 떨어진다는 것이다. 칩은 사용하면 할수록 마모된다. 내구성은 쓰기 사이클(Write Cycle)로 측정된다. SLC 내구성에 대한 기준은 100,000 쓰기 사이클이다. 일반 소비자급 MLC의 공식 내구성은 3,000 쓰기 사이클이다. 그리고 30,000 쓰기 사이클의 내구성 기준을 가지고 있는 더 높은 등급의 엔터프라이즈 MLC(eMLC)가 개발되었다.

그렇다면, SLC 플래시를 사용하는 SSD 드라이브의 신뢰성은 어느 정도일까? 사용자가 100,000 쓰기 사이클을 버틸 수 있는 600GB 드라이브를 가지고 있다면, 해당 드라이브가 100,000 쓰기 사이클에 도달하려면 5년 동안 하루 24시간 내내 시간 당 450GB씩 기록해야 한다는 의미이다. 더 나가서, 100,000 쓰기 사이클은 칩 생산업체가 보장하는 SLC 내구성에 대한 최저 기준이다. 이런 최저 기준을 충족하기 위해 제조업체들은 보통 훨씬 더 오래 동안 버틸 수

Technology	Relative Attributes					
	Single-Package Density	Endurance	ECC Complexity	Performance	Price/GB	Interface Complexity
Single-Level Cell (SLC)	•	•••	•	•••	\$\$\$	••
Multi-Level Cell (MLC)	••	••	••	••	\$\$	•••
Triple-Level Cell (TLC)	•••	•	•••	•	\$	•••
Serial NAND (SLC)	•	•••	None ³	•	\$\$\$	•
Enterprise NAND – SLC ¹	•	••••	••••	••	\$\$\$\$	••••
Enterprise NAND – MLC ¹	••	••••	••••	•	\$\$\$	••••
e-MMC	•• ²	••	None ³	••	\$\$	•
MCPs – NAND with DRAM	•	•••	•	•••	\$\$\$	••
ONFI Modules – SLC	•••	•••	•	•••	\$\$\$	••
ONFI Modules – MLC	••••	•	••	••	\$\$	•••

• = Lower; •• = Medium; ••• = High; •••• = Highest
 Notes: ¹Requires enhanced ECC and relaxed timings. ²Offered in a wide range of densities. ³ECC circuit and processing built in.

다양한 수준의 NAND 플래시가 폭넓은 솔루션을 제공하고 있다. (마이크론 테크놀로지 제공)

있는 칩을 생산하고 있다. 100,000 쓰기 사이클의 최소 수명으로 등급이 매겨진 플래시 셀은 실제로는 수명을 다할 때까지 수 백만 번의 쓰기 사이클을 버틸 수 있다.

플래시 스토리지의 안정성

플래시 칩에서 한 비트가 작동하지 않더라도, 사용자의 데이터 스토리지가 장애를 일으키지는 않는다. 스토리지 매체 상의 오류는 스토리지의 등장 이래 계속 문제가 되어 왔다. 전통적인 회전식 매체에서도 마찬가지로 비트 수준의 오류가 발생한다. 잘 알려진 것처럼 비트 오류를 관리하기 위한 ECC(Error Correction Code)가 하드 드라이브 컨트롤러에서 40년 넘게 사용되고 있다.

플래시 스토리지를 관리하는 컨트롤러도 플래시 스토리지 시스템의 신뢰성을 확실하게 높일 수 있는 추가적인 기법들을 활용하고 있다. 플래시 스토리지 관리에는 놀라울 정도로 많은 과학과 공학이 접목되어 있다. 웨어 레벨링(Wear-leveling) 같은 고급 기술과 오버프로비저닝(Over-provisioning)이 ECC와 결합되어 프로덕션 환경에서 5년은 거뜰하게 넘길 수 있는 플래시 스토리지 시스템을 제공한다.

플래시 스토리지의 폼팩터

플래시 스토리지는 일반적으로 최소한 3가지의 폼팩터로 구성된다.

- SSD(Solid State Drive) : 서버나 스토리지 어레이에서 흔히 볼 수 있는 3.5인치 또는 2.5인치 드라이브처럼 하드 드라이브 형태로 패키징된 플래시 스토리지.
- SSC(Solid State Card) : 표준 인터페이스에서 사용하기 위해 PCIe 카드 형태로 패키징된 플래시 스토리지.
- SSM(Solid State Module) : DRAM을 패키징하는 방법과 유사하게 DIMM 상에 패키징된 플래시 스토리지. 여기서는 이 폼팩터는 다루지 않는다.

SSD

플래시 스토리지는 회전식 디스크(HDD)를 사용할 수 있는 곳이라면 어디에서나 사용할 수 있다. HDD와 비교한 SSD의 가장 큰 장점은 직접적인 액세스이다. HDD는 검색 시간(Seek Time)을 필요로 하지만, 플래시는 그렇지 않다. 그러므로 SSD는 HDD보다 더 높은 IOPS(Input/Output Operations Per Second)를 제공한다. 순수한 드라이브 간의 성능 격차는 충격적일 수 있다. 대략 HDD가 100~200 IOPS라면, SSD는 5,000~10,000 IOPS 정도이다. 어림잡아 플래시 디스크는 회전식 디스크보다 40배 더 나은 IOPS를 제공할 수 있다.

SSD와 HDD는 모두 디스크 서브시스템의 대역폭을 제한하는 컨트롤러 인터페이스(FC, SAS 또는 NL-SAS, SATA)를 사용한다. 순차적 워크로드(Sequential Workload)는 대역폭에 제한되기 쉽기 때문에 SSD로 얻을 수 있는 성능 향상 효과는 순차적 워크로드에 비해 무작위(Random) 워크로드에서 더 커질 것이다. 더구나 SSD는 쓰기 성능보다 읽기 성능이 더 높다. SSD 읽기 속도는 쓰기 속도보다 약 2배 더 빠르다.

또 다른 차이점은 가격이다. 원시 용량(Raw Storage)의 경우, SSD가 HDD보다 더 비싸다. 최신 기술을 사용할 경우, 컨트롤러와 다른 부대 비용을 포함시키면 SSD는 GB당 몇 달러인 반면 HDD는 GB당 몇 센트에 불과하다. 물론 극적인 성능 차이로 인해, 성능 대비 가격은 완전히 역전된다. SSD 스토리지 시스템의 성능당 가격은 IOPS 당 센트 단위로 측정되는데 비해 하드 드라이브 기반 스토리지 시스템의 IOPS 비용은 IOPS당 달러 단위로 측정된다.

최근 들어 특정 영역에서는 전력 소비도 고려사항이 될 수 있다. SSD는 HDD보다 훨씬 더 적은 전력을 사용한다. 단일 SSD는 대략 1와트를 소비하는데, HDD는 약 10와트를 소비한다. HDD를 SSD와 비교할 때는 특정 수준의 전력 소비에 대한 상대적인 전력 영향을 비교하기 위한 방법으로 대개 와트당 IOPS 기준을 사용한다. HDD의 전력 성능은 와트당 수십 IOPS인 반면, SSD의 전력 성능은 와트당 수천 IOPS이다. 특히 대규모 데이터센터에서 전력 소비량이 중요해짐에 따라, SSD에 대한 관심은 더 높아지고 있다.

SSC

PCIe로 연결하는 카드 형태의 NAND 플래시는 DIMM 형태로 패키징된 DRAM과 비교했을 때 다량의 데이터를 프로세서 가까이 배치할 수 있도록 해 준다. 표준 하드 드라이브 인터페이스와 비교하면, PCIe 버스 때문에 이 방식이 데이터에 더 빨리 액세스할 수 있다. 이는 SAS나 SATA 인터페이스에 비해 가용 처리속도를 극적으로 높여준다. SAS나 SATA 인터페이스의 처리 속도가 수백 MB/s 단위로 측정되는 반면에 PCIe 연결 플래시의 처리속도는 GB/s 단위로 측정된다.

플래시 스토리지의 아키텍처 선택사항

플래시 스토리지 기술은 IT 인프라에서 몇 가지 서로 다른 곳에 적용할 수 있다.

- 서버에서 PCIe 연결로 사용
- 서버에서 SSD로 사용
- 공유 스토리지에서 캐시로 사용
- 공유 스토리지에서 하나의 계층으로 사용
- 하이브리드 스토리지 시스템으로 사용
- 공유 스토리지에서 전용 고속 어레이로 사용

이들 각각의 옵션에 대해 자세히 살펴보자.

서버 내의 PCIe 연결 플래시

PCIe 연결 플래시는 일반적으로 입출력을 위한 캐싱용으로 사용한다. 운영 체제가 디스크 입출력을 호출하면, 해당 데이터는 캐시로 저장되어 덮어쓰기 될 때까지 캐시에 보관된다. 쓰기 작업이 중단되는 경우에는 쓰기 작업의 일부가 디스크에 쓰여지지 않을 수도 있기 때문에 쓰기 캐싱으로는 데이터 손실의 가능성이 있어서 거의 대부분 읽기 전용 캐시로 사용된다.

연속 쓰기(Write-through: 캐시와 저장 매체에 동시 쓰기) 캐시는 백엔드 스토리지(DAS 또는 공유 스토리지)로부터의 응답(Acknowledge)을 기다려야만 하기 때문에 어떤 성능 상의 이점도 제공하지 않는다. 이런 구현 방식의 한

플래시 스토리지에 대한 오해

오해 # 1 : 플래시 스토리지는 신뢰할 수 없다

NAND 플래시 칩의 수명이 제한적인 것은 사실이지만, 지금 시장에 나와있는 플래시 스토리지 시스템들은 신뢰성이 매우 높다. 사용자는 안심하고 데이터를 플래시 스토리지에 저장할 수 있다.

오해 # 2 : 플래시 스토리지는 비싸다

GB당 가격이란 측면에서 회전식 매체보다는 비싼 것이 사실이지만 다음 사항을 고려해 보라 : 스피들 개수 최소화나 디스크 쇼트 스트로크(Short Stroke: 하드 디스크 플래터의 맨 바깥을 이용하도록 디스크를 포맷) 같은 전통적인 솔루션은 높은 SLA를 달성하려면 비용이 급격하게 올라간다. 소량의 플래시 스토리지는 비용 지출을 상당히 줄여서 적정 가격의 솔루션을 야기한다.

오해 # 3 : 플래시 스토리지는 특별한 기술을 필요로 한다

일부 전통적인 SAN 솔루션들은 여전히 복잡한 수작업을 필요로 하고 있다. 그렇지만, 고도로 가상화된 최신 스토리지 디자인은 플래시 스토리지를 기본적인 계층으로 포함하고 있다. 이런 솔루션들은 전문 기술과 관련된 운영비용을 없애주는 동시에 성능 이점도 제공한다.

오해 # 4 : 플래시 스토리지는 대형 데이터센터의 전용 물이다

하이브리드 스토리지 솔루션, 스케일 아웃 아키텍처, 하이퍼 컨버지드 어플라이언스 그리고 자동 계층화(Tiering)의 등장은 플래시 스토리지의 이점을 중소 규모의 기업들도 사용할 수 있게 했다.



Dell PowerEdge R720 서버의 착탈식 PCIe 플래시 카드

가지 예는 Dell PowerEdge PCIe Express 플래시 SSD이다. 그림의 델 Power Edge R730 13G 서버에서 보여지는 착탈식 PCIe 지원 확장 슬롯의 도입으로 이런 유형의 솔루션이 갖는 유연성이 커지고 있다.

이런 접근방식의 한 가지 단점은 캐시를 통해 얻을 수 있는 가속화된 성능을 플래시 카드가 설치된 서버(VM 또는 물리 서버) 상에서 구동하고 있는 워크로드만 이용할 수 있다는 점이다. 이 때문에 동적 로드밸런싱(Dynamic Load Balancing)과 가상 워크로드 이동성을 통한 고가용성 등 가상화의 이점 일부를 제대로 활용하지 못할 수 있다. 또 다른 단점은 공유 스토리지 인프라와의 통합이 어렵다는 것이다. 공유 스토리지 환경의 데이터 보호와 관리 이점이 PCIe 캐시에 저장되어 있는 데이터까지는 확대 적용되지는 않는다. 전통적인 PCIe 플래시 캐시 카드는 전용 서버 상에서 구동하고 있는 읽기 집약적인 워크로드에만 이점이 있다.

이런 문제를 해결하기 위해 일부 업체로부터 신제품들이 몇 가지 출시되어 있다. 한 가지 구현 방식은 데이터 보호와 함께 쓰기 일관성 있는(Write-consistent) 캐시를 제공하는 것이다. 이 구현 방식은 캐시 카드가 장애를 일으킬 경우 데이터 손실을 예방하는 동시에 쓰기뿐 아니라 읽기도 가속화하기 위한 기능을 제공한다. Dell은 SDDC(SanDisk DAS Cache)란 솔루션을 제공하고 있다.

SDDC는 DAS용 서버 차원의 캐싱 솔루션으로 서버 활용도를 개선해주며 OLTP(Online Transaction Processing), OLAP(Online Analytical Processing), HPC(High Performance Computing), 그리고 비즈니스 분석 같은 워크로드용 리눅스 또는 윈도우 애플리케이션에 상당한 성능을 제공할 수 있다. SDDC는 샌디스크가 Dell의 R920과 차세대 Dell PowerEdge 서버 전용으로 개발한 것으로, 가격, 성능 그리고 엔터프라이즈 기능의 뛰어난 조합을 제공한다. 간편한 설치 그리고 다양한 서버 구성 옵션을 가지고 있어서, 다음의 간단한 3단계만 거치면 설치를 완료할 수 있다.

- 1) SSD를 서버에 추가한다. SSD는 PCIe, SAS 또는 SATA 중 어느 것이나 무관하며 보호된 다시 쓰기(Write-back) 캐싱 지원을 위해 소프트웨어(OS) RAID도 설정할 수 있다.
- 2) 원하는 스토리지를 선택한다. 서버 내부의 회전식 매체나 대상 서버 외부의 직접 연결 Dell PowerVault Storage, 또는 내장 서버 스토리지와 직접 연결 Dell PowerVault

두 가지 모두 사용할 수도 있다.

3) 서버 상에 샌디스크 DAS 캐시 소프트웨어를 설치하고 구성한다.

서버용 SSD

서버용 SSD는 플래시를 배치하는 또 다른 옵션이다. 이 방식은 해당 서버에 대해 성능 이점을 제공하지만, 워크로드 이동성에 있어서는 PCIe 연결 플래시와 마찬가지로 단점을 갖는다. 게다가 SSD의 높은 GB당 가격을 생각해보면, 특정 서버에서 DAS의 모든 용량 요구사항을 충족시키기 위해 서버 상에서 충분한 SSD를 공급하는 것은 합리화하기가 어려울 것이다.

그렇다면 문제는 “어떤 데이터를 SSD에 저장해야 하는가?”이다. 이 때문에 서버 상의 SSD와 HDD 사이에 적절한 데이터 분배를 결정하기 위한 상세한 워크로드 스토리지 분석이 필요하다. 분석을 위한 전문성이 필요할 뿐 아니라 정적 데이터 분배로는 수 많은 워크로드의 진화하는 필요사항을 충족시키기 어렵다. 특히, 통합되고 가상화된 환경이 생성해내는 무작위 입출력 스트림의 경우에는 더욱 그렇다. 물론, 이런 환경에서 데이터 보호에 대한 필요성이 야기하는 다른 난제들도 이 가이드에서 일일이 열거하기에는 너무 많다. 이런 유형의 구성은 고도로 전문화된 특정 작업 전용 환경으로만 적절하다.

공유 스토리지의 캐시용 플래시

SAN/NAS 컨트롤러는 모두 성능을 가속화하기 위해 일종의 DRAM 캐싱을 활용하고 있다. SAN/NAS 컨트롤러에서 PCIe 연결 플래시를 사용하거나 드라이브 베이에 전용 SSD를 사용하면, 이런 캐싱 기능을 확장해 눈에 띄는 성능 향상 효과를 얻을 수 있다. 이런 구성은 읽기 집약적인 워크로드에 대해 약 10배 정도의 지연시간 개선을 제공하기 때문에 일반적으로 읽기 캐시 전용으로 사용한다.

이런 솔루션은 비싸며, 입출력 스트림의 “캐시 가능성(Cachability)”에 의존적이고 무작위 입출력에 대해서는 제한적인 이점을 제공한다. 뿐만 아니라, 이런 유형의 캐시가 제공하는 이점은 캐시가 “사전 준비 시간(Warm Up)”을 필요로 하기 때문에 워크로드가 바뀌거나 시스템이 재가동하면 유지되지 않는다.

애플리케이션 A가 잠시 동안 구동하면서 A의 핫 데이터(Hot Data)가 캐시를 꽉 채우게 되고(캐시가 가동 준비된 상태), 이렇게 되면 캐시 히트(Cache Hit) 비율이 높아져서 해당 애플리케이션의 성능이 향상된다.. 그런데 애플리케이션 B가 잠시 동안 구동되면, 캐시는 애플리케이션 B로부터의 데이터로 채워지게 된다. 이때 애플리케이션 A가 다시 구동되면, 캐시가 다시 준비될 때까지는 A의 성능이 떨어진다. 이런 구성은 때로 “월요일병(Monday morning Problem)”이라 불리는 애플리케이션 성능 하락으로 이어질 수 있다.

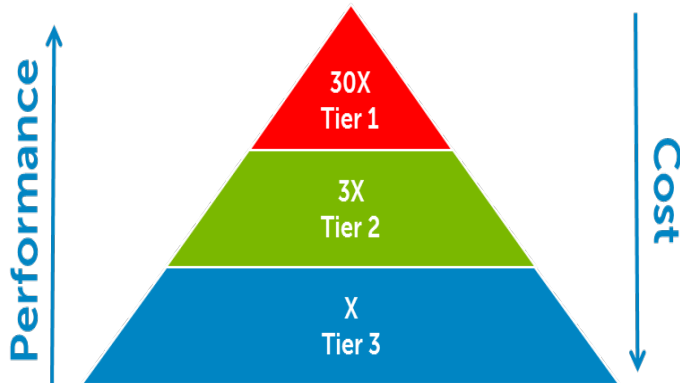
공유 스토리지에서 플래시 계층

소프트웨어 정의 스토리지 플랫폼을 포함하여 대부분의 최신 공유 스토리지

제품들은 GB당 가격과 성능 두 가지 모두를 최적화할 수 있도록 여러 유형의 스토리지를 함께 사용하는 일정 수준의 계층화 기능을 제공한다. 이런 기능은 전통적으로 한 대의 기기에 15k 그리고 10k SAS/FC 그리고 7.2k SATA 드라이브를 장착하는 것처럼 상이한 속도와 인터페이스 기술을 갖는 드라이브를 설치하는 식으로 구현한다. 이런 구성의 일부로 SSD를 포함시켜 추가적인 스토리지 계층을 구현해 보완할 수 있다.

전통적인 공유 스토리지 제품들도 SSD 드라이브를 포함하여 여러 가지 드라이브 유형을 수용할 수 있는 역량을 제공할 수 있지만, 그런 제품들은 각각의 드라이브 유형에 대해서 어떤 데이터 또는 볼륨(LUN)이 제공되는지를 관리자가 지정해야만 한다.

이런 유형의 LUN 기반 계층화의 문제는 워크로드 중에서 SSD 스토리지로부터 가장 많은 이익을 볼 수 있는 “핫”한 부분을 결정하기 위해 섬세한 분석과 설계를 필요로 한다는 것이다. 이런 식의 LUN 구성을 위해서는 가장 많이 사용하는 데이터를 SSD 스토리지의 일부에 수작업으로 할당해야만 한다. 섬세한 사전 용량 계획, 워크로드 분석 그리고 스토리지 제공은 전문화된 자원과 소중한 시간을 필요로 해서, 흔히 시간이 흐



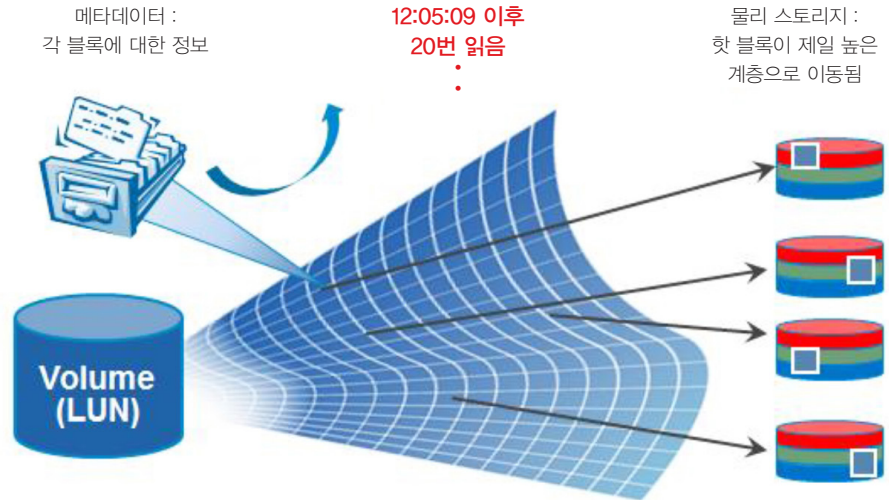
자동 계층화의 비용 및 성능 효과

*가격과 성능 배수는 추산치임

름에 따라 최적의 상태를 유지하지 못할 수도 있는 정적 구성을 초래한다. 성능 상의 이점은 얻을 수 있지만, SSD의 자본 비용뿐 아니라 전문성과 시간, IT 민첩성 감소 그리고 관리 비용 증가라는 측면에서도 더 큰 대가를 치러야 한다.

좀 더 최신 스토리지 제품들은 “서브(Sub) LUN” 계층화와 더 많은 유연성을 제공하는 동적 프로비저닝을 지원한다. 가장 효과적인 솔루션은 해당 볼륨(LUN)을 구성하는 작은 데이터 블록에 대한 메타데이터 형태로 액세스 패턴 이력을 저장한다. 이 메타데이터는 워크로드 중에서 지연시간이 가장 큰 부분 또는 가장 빈번하게 액세스되는 부분을 판단하기 위해 나중에 사용될 수 있다. 이를 기초로 시스템은 워크로드 중에서 그런 민감한 부분을(SSD 계층을 포함해서) 가장 성능이 좋은 스토리지로 자동으로 이동시킨다. 데이터에 대한 분석과 이동은 비파괴적인 방식으로 수행되어 작업 도중에도 수동 개입 없이 기존 워크로드가 최적화될 수 있다. 이런 유형의 자동 계층화는 고도로 가상화되고 유연한 스토리지 인프라를 필요로 한다.

이런 아키텍처의 가장 큰 이점 중 하나는 “작은 고추가 맵다”는 것이다. 상대적으로 적은 SSD 용량(SAN의 전체 용량에 대한 비율을 기준으로 했을 때)만으로 혼한 성능 문제를 해결할 수 있다. 서브 LUN 자동 계층화의 핵심은 사용자의 성능 병목을 야기하는 중요한 몇 개의 블록 만을 가장 상위 계층으로 이동시키는 것이다. 이는 비용지출 측면에서 스토리지 용량 비용의 GB당 가격이 최적화되었다는 의미이다. 스토리지 워크로드에 대한 복잡한 분석이 없어진다.



데이터를 알맞은 스토리지로 배치하기 위해 메타데이터를 사용하는 자동 계층화

또한 이 프로세스는 지속적이기 때문에 정적 구성에 대한 반복적인 변경 작업이 전혀 필요 없다. 이런 유형의 솔루션을 사용하면 수동 계층화와 관련된 운영 지출 역시 크게 줄어든다.

SLC + MLC + TLC : 플래시 기술들 간의 자동 계층화

플래시의 성능은 원하지만, 가격이 너무 비싼 경우도 있다. 이 때 그저 MLC나 TLC를 사용하는 방안을 고려할 수 있다. 집적도가 높다는 것은 동일한 용량에 대해서 SLC만을 사용하는 것보다 비용이 훨씬 적게 든다는 것을 의미한다. 문제는 앞서 설명했듯이, MLC는 SLC만큼의 쓰기 내구성을 가지고 있지 않다는 것이다. 따라서 MLC나 TLC를 사용해서 범용 스토리지를 만든다는 것은 말이 되지 않는다.

그렇다면, 여러 가지 유형의 플래시가 제공하는 가격과 성능 이점을 결합하지 않을 이유가 있는가? 앞서 살펴 본 것처럼, 자동 계층화 기술은 덜 빈번하게 액세스되는 데이터를 더 낮은 계층의 스토리지로 이동시킬 수 있다. Dell은 MLC를 동일한 스토리지 제품의 서로 다른 계층으로 사용하는 혁신적인 솔루션을 개발했다. 모든 쓰기 작업은 SLC 계층으로 전달된다. SLC의 데이터가 오래되면, 변경될 가능성이 훨씬 적다. 오래 된 데이터는 시간이 흐름에 따라 기본적으로 읽기 전용 데이터가 된다. 그렇지 않더라도, 최소한 새로운 데이터보다는 훨씬 덜 빈번하게 쓰여진다. 오래 된 데이터는 SLC에서 MLC나 TLC로 이전된다. 실제로, 대다수의 스토리지 어레이가 더 비용 효과적인 플래시 스토리지가 될 수 있다. 그 결과물이 바로 “디스크 가격으로 구현하는 플래시 스토리지”로, 올플래시 스토리지의 가격을 낮춰주는 Dell 고유의 솔루션이다.

하이브리드 스토리지

플래시를 사용한 “하이브리드” 스토리지란 개념은 SSD와 HDD 드라이브가 결합된 DAS 또는 공유 스토리지의 두 가지 시나리오 모두를 언급할 때 사용한다.

전용 고속 어레이에서의 플래시 공유 스토리지

전용 플래시 스토리지 어레이는 신생 업체나 기존 스토리지 업체 모두가 비슷하게 정의하고 있는 새로운 범주의 공유 스토리지이다. 이 스토리지는 플래시 기반 스토리지만을 포함하고 있는 자립형(Self-contained) 공유 스토리지 제품이다. 이 제품들은 두 가지 옵션을 제공하는데, 스토리지 내부에 SSD 드라이브를 사용하거나 공유 스토리지 컨트롤러와 플래시 메모리 사이에서 버스 기반 인터페이스 기술을 사용한다. 두 가지 옵션은 훨씬 더 극한의 성능에서도 데이터가 스토리지 어레이 내부의 저속 FS/SAS/SATA 인터페이스를 지나가지 않도록 해 준다.

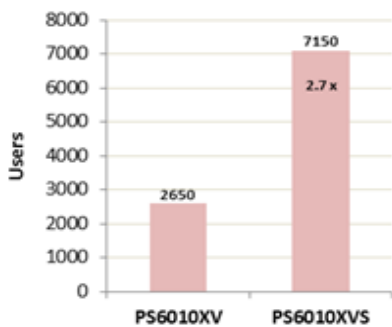
IT 아키텍처의 필수 요소로 자리 잡는 플래시 스토리지

플래시 스토리지를 사용자의 아키텍처에서 어떤 위치에 놓아야 할까? 그리고 일반적인 데이터센터를 위한 최고의 옵션은 무엇인가? 어쨌든, 절대 다수의 조직들이 스토리지 아키텍처 전문팀을 보유하고 있지는 않다. 대부분 조직은 자신의 서버를 가상화하기 바쁘고 공유 스토리지를 가지고 있는 것으로도 만족하고 있다. 이들 조직은 워크로드 이동성이나 스냅샷 또는 스토리지 기반 백업 같은 것들을 활용하고 있다. 소수의 조직만이 완벽한 재해 복구 시나리오와 스토리지 기반 복제 기능을 보유하고 있다. 문제는, 플래시 스토리지가 대다수 조직들에게도 이점을 제공할 수 있는지 아니면 전용 적용분야를 가지고 있는 얼마 되지 않는 소수의 고급 데이터센터를 위한 것인가? 이다.

실상은 플래시 스토리지가 이제는 주류로 자리 잡고 있으며, 기업의 규모에 관계없이 도입이 본격화되고 있다는 것이다. 그렇다고 플래시 스토리지가 만병통치약은 아니다. 가장 적합한 부분이 어디지를 이해하기 위한 핵심은 워크로드 프로파일을 분류하는 것이다. 트랜잭션이 매우 많은 프로파일, 예를 들면, OLTP 데이터베이스는 SSD가 도움이 되는 최고의 예다. SSD를 사용한 자동 계층화를 이용해 SQL 서버 TPC-TPS(Transactions Per Second)와 동시 최종 사용자 수를 170%나 개선한 사례도 있다. 드문 상황에서만 적용할 수 있다는 것처럼 들릴 수 있지만, 기반에 데이터베이스를 가지고 있는 일반적인 중소 규모의 트랜잭션 애플리케이션은 대개 웹 기반 스토어나 급여 처리 애플리케이션 같은 시스템들을 포함하고 있음을 명심하라. 또 다른 속성 상 트랜잭션이 흔한 워크로드로는 VDI(Virtual desktop Infrastructure)가 있다.

트랜잭션이 매우 많은 주류 애플리케이션 지원을 위해 SSD가 어떻게 설치되고 있을까? SSD 드라이브를 랙 마운트 서버나 타워형 서버에 장착할 수도 있지만, 이렇게 하면 특정 드라이브에 어떤 데이터를 둘 것인지를 결정할 때 새로운 문제가 생긴다. 트랜잭션 워크로드를 가속화하기 위한 SSD의 실질적인 적용에 대해 훨씬 더 일반적인 시나리오는 자동 데이터 계층화 기능을 가지고 있는 공유 스토리지 환경의 일부로 사용하는 것이다.

트랜잭션이 매우 많은 주류 애플리케이션 지원을 위해 SSD가 어떻게 설치되고 있을까? SSD 드라이브를 랙 마운트 서버나 타워형 서버에 장착할 수도 있지만, 이렇게 하면 특정 드라이브에 어떤 데이터를 둘 것인지를 결정할 때 새로운 문제가 생긴다. 트랜잭션 워크로드를 가속화하기 위한 SSD의 실질적인 적용에 대해 훨씬 더 일반적인 시나리오는 자동 데이터 계층화 기능을 가지고 있는 공유 스토리지 환경의 일부로 사용하는 것이다.



SQL 서버 성능 이점

실제 사례

몇 가지 구체적인 예를 들어보자: 미국 노스웨스트 미시시피 커뮤니티 칼리지는 48대의 가상 데스크톱을 배치하는 가상 데스크톱 프로젝트에 착수하기로 결정했다. 이 대학은 회전식 매체와 NAND 플래시 기반 SSD 두 가지를 모두 포함하고 있는 Dell EqualLogic 하이브리드 SAN을 사용하기로 결정했다. Dell EqualLogic 하이브리드 SAN은 SDD와 저가의 15k SAS 드라이브 사이에서 지능적으로 워크로드를 계층화한다. 노스웨스트 미시시피의 네트워크 엔지니어인 마이클 라마는 “수요가 많은 데이터와 덜 중요한 데이터를 구분하는 능력은 SSD만으로 구성된 SAN 구축에 따른 추가 비용을 절약해준다”고 말했다. 그 결과물은 사용자의 경험에 커다란 영향을 미쳤다. 라마는 “로그인 시간을 74초에서 54초로 줄였는데, 이는 사용자들이 자신들의 작업 세션이 시작되기를 기다리느라 소비하는 시간을 26%나 줄인 것이다”라며, “이 모든 것은 하이브리드 SAN으로 이전했기 때문이다”라고 밝혔다.

또 다른 사례에는 요즘 수 많은 중요 애플리케이션의 버팀목이 되고 있는 데이터베이스가 관련되어 있다. 넬넷(Nelnet)은 대출 처리 아웃소싱 서비스를 제공하고 있는데, 관련 애플리케이션들은 고성능을 유지할 필요가 있다. 넬넷은 애플리케이션 성능을 최적화하기 위해 SSD 계층을 포함하고 있는 Dell Compellent SAN을 구현하기로 결정했다. Compellent는 데이터 프로그레션(Data

Progression)이라 부르는 지능형 자동 계층화 기능을 가지고 있다. 넬넷의 운영 엔지니어링 담당 IT 책임자인 라이언 레그니어는 “우리는 회사의 주 보고서 작성 서버인 마이크로소프트 SQL 서버 2008을 구동하고 있는 Dell PowerEdge R710 서버만이 2TB의 1계층 SSD에 액세스할 수 있도록 하고 있다”며, “그렇지만 데이터 프로그레션으로 인해 실제로는 대부분 데이터가 15K SAS인 2계층에 저장되어 있다. 우리는 그 모든 데이터를 SSD 상에 보관하는 데 드는 비용을 지불하고 있지 않지만, 그만큼의 성능을 얻고 있다”고 설명했다.

이 두 가지 예에서 보여지듯이, 플래시 스토리지는 여러 조직의 IT 툴킷에서 한 자리를 차지할 자격이 있다. 성공의 요체는 적합한 워크로드에 대해서 플래시 스토리지를 적용하고, 워크로드 중에서 적합한 부분을 지능적으로 SSD 상에 두는 것이다. 흥미로운 점은 “작은 고추가 맵다”는 것 그리고 자동 계층화 기능을 제공하는 스토리지 시스템에서는 사용자가 “한 번만 설정해두고, 잊어버려도 된다”는 것이다.

결론

다음 단계로는 무엇을 해야 할까? 플래시 스토리지 시장 전반을 폭넓게 아우르는 솔루션을 보유한 공급업체와 함께 작업하는 것이 좋은 출발점이다. Dell은 서버용 플래시 스토리지부터 플래시 스토리지 활용을 위한 단순화된

“우리는 그 모든 데이터를 SSD 상에 보관하는 데 드는 비용을 지불하고 있지 않지만, 그만큼의 성능을 얻고 있다.”

- 라이언 레그니어, 넬넷 IT 책임자

방법을 제공하는 자동 계층화 기능을 갖춘 SAN(Storage Area Network)과 NAS(Network Attached Storage) 등 폭넓은 솔루션 포트폴리오를 제공한다.

플래시 스토리지에 관한 더 많은 정보가 필요하다면, www.dell.com/storage 같은 온라인 자원을 활용하는 것도 좋다. 이 사이트에서 Dell은 플래시 스토리지 기술과 배치 옵션을 더 잘 이해하기 위한 백서와 다양한 사례 연구 그리고 레퍼런스 아키텍처를 제공한다. 또 다른 자원은 www.delltechcenter.com 이다. 이 사이트는 사용자가 다른 교육용 기술 자료를 찾아볼 수 있을 뿐 아니라 Dell 내외부의 전문가들과 연결할 수 있는 온라인 커뮤니티이다. Dell은 사용자가 여러 가지 옵션을 이해하는데 도움을 주기 위해 사용자 고유의 상황에 대한 분석과 권고 방안을 제공하기 위한 스토리지 평가 서비스를 포함하여 다양한 서비스를 제공하고 있다. 끝으로, Dell은 존재할 수도 있는 병목을 규명하기 위해 사용자의 워크로드를 분석할 수 있는 DPACK(Dell Performance Analysis Collection Kit)라 부르는 도구에 대한 온라인 액세스도 제공하고 있다.

플래시 스토리지 기술은 빠르게 성숙해가고 있다. 이런 솔루션들에 대한 기본적인 구성 요소는 오래 전부터 존재하고 있었으며, 최근의 혁신이 이런 조각들을 모아서 특정 이점을 제공하는 통합된 시스템으로 만들었다. 조직들은 더욱 효과적으로 자신들의 목표에 도달하기 위해 요즘 이런 솔루션을 사용하고 있다.



지금 플래시를 선택해야 하는 네 가지 이유!



엔터프라이즈를 위한
**TLC/3D
NAND 플래시**
최초 출시



15K HDD의
\$/GB와
동일한 SSD¹

읽기-최적화 SSD:

**15K HDD 대비
최대 8X 더 빠른
쓰기 성능²**



읽기-최적화 SSD:

**15K HDD 대비
최대 24X 더 빠른
읽기 성능²**



애플리케이션 성능을 높이고 TCO를 낮추십시오.
Dell Storage SC 시리즈, 인텔® 제온® 프로세서 및 플래시만 있다면 모든 핫 데이터를 가속할 수 있는 여유를 얻을 수 있습니다. 뿐만 아니라 동시에 하드웨어, 소프트웨어 및 관리에 소요되는 전반적인 비용 역시 낮출 수 있습니다.



인텔 인사이드®
더 강력한 솔루션 아웃사이드.

Dell.com/flash에서 자세히 알아보십시오.

울트라북, 셀러론, 셀러론 인사이드, 코어 인사이드, 인텔, 인텔 로고, 인텔 아름, 인텔 아름 인사이드, 인텔 코어, 인텔 인사이드, 인텔 인사이드 로고, 인텔 바이브, 인텔 V프로, 아이테니엄, 아이테니엄 인사이드, 펜티엄, 펜티엄 인사이드, 바이브 인사이드, v프로 인사이드, 제온, 제온 Phi 및 제온 인사이드는 미국과 다른 나라에서 인텔사의 등록상표입니다.

인텔, 인텔 로고, 인텔 인사이드, 인텔 코어 및 코어 인사이드는 미국과 다른 나라에서 인텔사의 등록상표입니다.

¹ 가격 기준은 2015년 7월 Dell 내부 가격 및 할인 분석 자료를 기반으로 하며, 개별 고객의 가격은 상황에 따라 차이가 있을 수 있습니다.

² 내부 시스템 수준의 성능 테스트 기준으로써 Dell SC 시리즈 메인스트림 읽기 최적화 SSD는 15K HDD 기반 대비 최대 24배의 읽기 성능 향상을 발휘하였습니다.

● 제품 구입에는 당사의 판매 조건이 적용됩니다. ● 가격 및 법인 리스료에는 배송료가 포함되어 있지 않습니다. 배송료는 별도로 청구됩니다. ● 잘못된 조작이나 고장 등에 의해 시스템에 기록된 내용이 변화·소실될 수 있습니다. 데이터 손실에 대한 책임은 지지 않습니다. ● 데이터 누출을 방지하기 위해 시스템 폐기 시에는 고객이 책임지고 하드디스크에 기록된 정보를 삭제하십시오. ● 고객이 녹화·녹음한 것은 개인적으로 즐기는 용도 이외에 저작권법 상 권리자의 허락 없이 무단으로 사용할 수 없습니다. ● 각종 보안 기능은 완전한 보안 기능을 보증하지 않습니다. ● 제품 사진의 크기 비율은 동일하지 않습니다. ● 표시 화면은 항상 이미지입니다. ● 제품의 실제 색상은 인쇄 관계로 다를 수 있습니다. ● 이 카탈로그에 사용된 제품 사진은 출하 시의 제품과 일부 다를 수 있습니다. ● 구성이나 사양에 따라 제품이 제한되는 경우가 있습니다. 상세한 내용은 당사 영업부서 문의하시기 바랍니다. ● 소프트웨어 및 주변 기기 중에는 당시 시스템에서 사용할 수 없는 것이 있습니다. 구입 시 각 소프트웨어 및 주변 기기의 판매처에 확인하시기 바랍니다. ● DELL 로고는 미국 Dell Inc.의 상표 또는 등록 상표입니다. ● 기타 회사명 및 제품명은 각 회사의 상표 또는 등록 상표입니다. ● 상기 사양은 2016년 4월 1일 현재 기준으로 예고 없이 변경될 수 있습니다. 최신 사양 및 가격에 대해서는 당사 영업부 또는 홈페이지에서 확인하시기 바랍니다.