

DDR 기반의 SSD 스토리지 시스템 기술 동향

황정연
ETRI 방송통신융합연구부 책임연구원/박사
jyhwang@etri.re.kr
정승국
ETRI 방송통신융합연구부

1. 서론
2. DDR 기반의 SSD 스토리지 구조
3. DDR 기반의 SSD 성능
4. 스토리지 시장 전망
5. 결론

1. 서론

1980년대 등장한 SSD는 Solid State Disk 또는 Solid State Drive 라 일컫는 말로써 NAND 플래시 또는 DRAM 등 초고속 반도체 메모리를 이용한 대용량 저장장치를 말한다. 여기서 말하는 초고속 반도체 메모리는 우리가 흔히 휴대폰, MP3, 메모리 카드, 디지털카메라 등에 사용되는 데이터 저장용 반도체 소자를 말한다.



(그림 1) SSD 정의

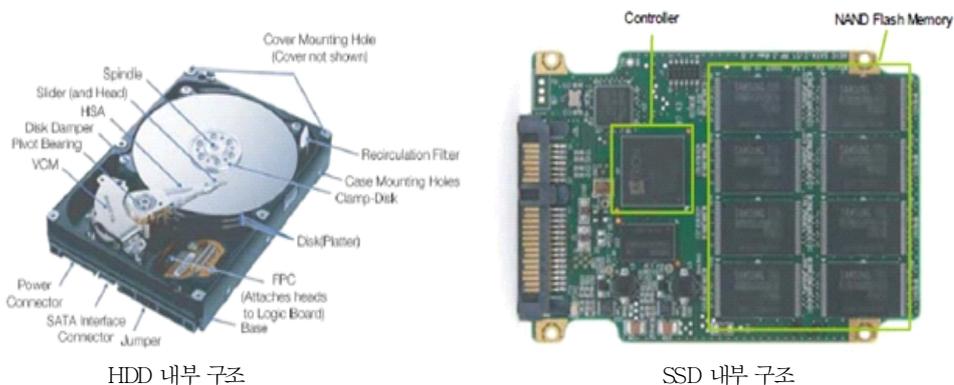
* 본 내용과 관련된 사항은 ETRI 방송통신융합연구부 황정연 책임연구원/박사 (☎ 042-860-5502)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 NIPA의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

SSD는 일반적으로 사용되는 HDD(Hard Disk Drive)와는 달리 반도체 메모리를 이용하여 정보를 저장하는 장치로 여러 가지 장점이 있지만 가격 경쟁력이 부족하여 주로 고도의 안정성과 높은 데이터 처리속도가 요구되는 군사, 항공우주, 선박과 같은 특수 분야에서 시장을 형성하고 있다. 또한, SSD는 기본적으로 메모리 카드와 동작방식이 유사하나 동일한 것은 아니다. 가장 큰 차이는 SSD가 HDD를 대체하기 위한 것이기 때문에 용량이 메모리 카드에 비해 훨씬 크다는 것이다. 보통 메모리 카드는 2~8G 정도의 용량을 많이 사용하고 있지만, SSD는 32G~1TB(1,000GB) 정도의 대용량을 필요로 한다. 따라서, 한 개의 메모리 모듈만으로는 SSD를 구성할 수 없어 많게는 수십 개의 메모리 모듈이 필요하다. 이렇게 여러 개의 메모리 모듈로 구성된 메모리 블록을 하나의 드라이브처럼 사용하기 위해 SSD에는 메모리뿐만 아니라 각 칩을 제어할 수 있는 컨트롤러가 함께 장착되어 있다.

HDD와 SSD의 특징을 살펴 보면 다음과 같다. HDD의 경우(그림 2)에서 구조를 살펴보면, 물리적인 디스크-플래터라고 부르기도 하는 arm과 실제 데이터를 읽는 부분인 헤더 부분으로 크게 나누어 지고, 데이터를 읽거나 쓰기 위해 정해진 공간을 탐색하는데 소요되는 탐색시간(seek time)과 물리적인 헤더의 위치로 이동하는 대기시간(latency time)이 필요하다. 반면, SSD의 경우(그림 2)의 구조에서 보면 물리적인 디스크나 헤더가 존재하지 않기 때문에 HDD처럼 탐색시간이나 대기시간이 거의 필요하지 않고, 읽기, 쓰기 등의 명령어 해석시간(protocol time)만 필요하게 되므로 약 120 마이크로초의 시간이 소요된다.

SSD는 HDD의 기계적 동작부분이 없기 때문에 HDD보다 높은 데이터 액세스 속도를 가질 수 있으며 현재 상품화된 SSD는 플래시 기반 SSD와 DRAM 기반 SSD 두 가지 유형이 있다. 먼저, 플래시 기반 SSD는 주 저장 매체로 플래시 메모리를 사용하는 유형이며 비휘발성, 고속



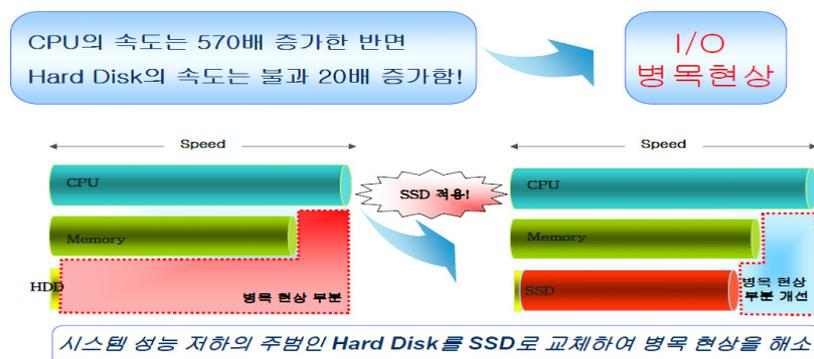
(그림 2) HDD와 SSD 내부 구조

의 랜덤 읽기, 저전력 소모, DRAM 보다 낮은 가격 등의 장점이 있기 때문에 이미 휴대용 단말기나 노트북 시장에서 각광을 받고 있다. 반면에 DRAM 기반 SSD 는 주 저장 매체로 DRAM 을 사용하는 유형이며 플래시 기반 SSD 보다도 고속의 읽기/쓰기 그리고 내구성 부분에서 장점이 있다. 하지만 DRAM 기반 SSD 는 GB 당 가격이 높고, 휘발성 매체를 사용하기 때문에 신뢰성 확보를 위한 백업장치 확보가 필요하며 개인용보다는 24 시간 무정전을 기본으로 하고 있는 기업용 시장을 목표로 시장을 개척하고 있다[3].

본 고에서는 차세대 스토리지로 급부상하고 있는 DDR 기반의 SSD 스토리지의 구조, 성능, 특징, 그리고 SSD 시장 동향과 향후 기술을 전망하였다.

2. DDR 기반의 SSD 스토리지 구조

지난 20 년간 CPU 의 처리속도는 약 570 배 증가한 반면, 물리적인 한계를 지닌 HDD 의 처리속도는 불과 20 배 정도 밖에 증가하지 못해 이에 따른 데이터 병목현상은 심각한 상황이었다. 여기서 발생하는 데이터 입/출력 병목현상은 업계에서 공공연히 알고 있지만 뚜렷한 해결방안을 찾지 못하고 있는 실정이었다. 이를 해결하기 위해 초고속 저장장치가 필요하였고, 시스템과 애플리케이션 튜닝, 캐싱서버 등 다양한 방법이 소개되었지만, 비용대비 효율이 떨어져 대부분 실패한 데 비해 현재, 메모리디스크 기술은 시장에서 기대 이상의 반응을 얻고 있다. 물론, SSD 기술이 새로운 기술은 아니다. 10 여년 전부터 많은 기술진과 업체들이 SSD 에 대한 기술과 개발 방법을 연구해 오고 있었지만, 가장 큰 문제는 가격과 신뢰성이었다. 이러한 상황에서 지난 2008 년부터 전세계 반도체 업계의 플래시 메모리 과잉생산으로 가격이 하락하기 시작하면서, 그 동안 기다려왔던 SSD 의 시장이 형성되지 않을까 하는 희망을 가지고 업계에서 조심스럽게 시장



(그림 3) HDD와 SSD의 액세스 비교

을 전망하고 있다.

가. 저장장치 유형과 특징

현재 스토리지 시장에서 통용되는 SSD 스토리지 유형은 크게 3 가지로 나뉘어 있는데, <표 1>에서 보면, HDD 는 아직까지 엔터프라이즈급 스토리지 시장에서는 가장 많은 시장우위를 점하고 있다. 다음으로는 낸드 플래시와 HDD 를 공유하는 하이브리드(Hybrid) SSD, 그리고 낸드 플래시인데 PCI 인터페이스를 사용하는 유형과 DRAM 을 사용하는 SSD 유형이 있다.

현재 시장에서 가격대비 성능으로 가장 관심을 받고 있는 유형은 하이브리드 SSD 유형인 것으로 나타나고 있다. 이는 물론 가격적인 측면도 있지만, 데이터의 안정성에 더 큰 관심을 가지고 있다고 생각된다.

반도체 유형과 차세대 비휘발성 메모리 반도체간의 비교를 살펴보면 <표 2>와 같다. 현재 시장에서 대부분의 SSD 스토리지에 사용되는 플래시 메모리는 DDR 에 비하여 전력소모가 많고, 셀 면적이 크며, 읽기/쓰기 속도가 느린 단점을 갖고 있다. 현재 개발 중인 차세대 비휘발성 메모리에는 FeRAM, MRAM, PRAM 등이 있다. 이들 메모리는 DRAM 에 필적할만한 속도, 작은 셀면적, 플래시보다 100 만 배 이상 긴 수명 등 우수한 특성을 보이고 있다. 최근 업계에서 가장 관심을 보이고 있는 유형은 PRAM 이다. 그러나, 아직 상용화 집적도 면에서는 DRAM 이나 플

<표 1> 저장장치 유형별 특징

세부사항	HDD	NAND Flash SSD HDD Type	NAND Flash SSD PCI Type	SDRAM SSD PCI Type
제품				
Type	2.5" or 3.5"	2.5" or 3.5"		
Interface	SATA	SATA	PCI-E 1x	PCI
Memory		NAND Flash	NAND Flash	DDR RAM
Base Capacity	160GB 1TB	64GB, 1TB	80GB, 1TB	16GB
전원	×	×	×	○
HW RAID	○	○	×	×
성능 RAID 10	320MB	2,800MB(ONS)	1,500MB	1,500MB
4KB RR	300 IOPS	36,000 IOPS	?	300,000IOPS
DISK MTBF	100 만 시간	200 만 시간	200 만 시간	200 만 시간
Back Up Battery	×	×	×	○
가격	1	2	3	4

<표 2> 반도체 유형별 특징

구분	DRAM	Flash(FRAM)	FeRAM	MRAM	PRAM
비휘발성	No	Yes	Yes	Yes	Yes
정보저장공간	캐패시터	플로팅게이트	캐패시터	MTJ	상(相) 변화층
정보저장형식	전하	전하	분극	저항 크기	저항 크기
정보의 보존	0년	10년	10년	10년	10년
쓰기속도	50ns	1~2 μ s	50~100ns	10~50ns	~50ns
읽기속도	50ns	20~110ns	50~100ns	10~50ns	~50ns
셀 면적(상대치)	1	0.8	1.3	1 이하	1 이하
(읽고 쓰기 가능 회수)	10 ¹⁵	10 ⁵	10 ¹² ~ 10 ¹⁵	> 10 ¹²	10 ¹³
상용화 집적도	> 1Gb	> 1Gb	256KB	N/A	> 128MB
동작시 전류	~100mA	< 100mA	> 10mA	> 10mA	> 10mA
로직 혼합	어려움	어려움	쉬움	쉬움	쉬움
주용용 분야	PC	휴대용기기	IC 카드	모든 곳 대체	모든 곳 대체

래시에 비해 떨어지고 있어 추후 개발이 요구되고 있다.

나. Nand Flash 기반 SSD

현재 SSD 시장의 대부분을 차지하고 있는 낸드 플래시 메모리의 동작 알고리즘을 살펴 보면 다음과 같다. 플래시 SSD는 낸드 플래시 IC 칩으로 보통 다이(die)라는 것을 여러 개 두고, 이를 묶어서 처리하는 병렬구조로 구성된다. 하나의 다이는 5~40Mbps의 속도로 데이터를 처리하는데, 이를 여러 개 겹쳐 놓고, 4~10개의 채널을 통해 데이터를 병렬로 처리하면 약 200Mbps로 속도를 수행하게 된다. 따라서, 가장 중요한 핵심 기술은 이러한 병렬구조를 처리하기 위한 컨트롤러의 구성과 운용 알고리즘이라 할 수 있다. 이 다이는 512KB 크기의 블록으로 구성되어 있고, 블록은 다시 4KB의 페이지라는 단위로 구성되어 있다. 여기서 주목해야 할 부분은 플래시 SSD는 한번에 4KB 단위로 읽기/쓰기가 가능하지만, 오직 한번에 지울 수 있는 단위는 512KB 단위로만 가능하다.

예를 들어, OS에서 쓰기 명령이 내려진 경우 해당 페이지가 비어 있다면 바로 쓰기가 가능하겠지만, 그렇지 않을 경우는 먼저 지우는(erase) 단계를 거쳐야 한다. 이 경우, 해당 블록에서 512-4를 계산한 508KB를 캐시에 복사한 후, 해당 블록 전체를 지우게 되고, 다시 캐시의 512KB의 내용을 해당 블록에 쓰는 과정이 수행된다. 이와 같은 과정으로 인해 플래시 메모리에서 쓰기 속도가 현저히 떨어지는 현상이 나타나고 있다. 특히, 랜덤 쓰기의 경우 초당 수많은 파일의 쓰기를 반복해야 하는데, 해당 블록에 정보가 채워져 있는 경우 속도가 떨어지는 문제가 발생하게 된다. 이러한 문제의 대안으로 인텔에서는 초기 파티셔닝 시, 90%의 공간만 활용하고 비하인

드 단에 10%의 추가 메모리를 두어 이를 캐시 공간으로 활용하였다. 또한 삼성전자, 인디링스, 마이크론 등은 충분한 외장형 DRAM 캐시를 확보하여 이 문제를 개선하였다. 다른 방법으로는 차세대 OS 인 Windows 7에서는 TRIM 커맨드 등을 적용하여 이 문제를 개선하고 있다.

SSD의 첫 번째 유형인 플래시 메모리는 EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)의 반도체 집적도 한계를 극복하기 위해서 블록단위 일괄소거 방식의 1TR-1CELL 구조를 채용한 것이다. 전원을 꺼도 기억된 정보가 없어지지 않는 비휘발성 메모리의 일종으로 전기적인 방법으로 정보를 자유롭게 입출력할 수 있으며, 전력소모가 적고 고속 프로그래밍이 가능하기 때문에 이미 노트북 등에 시장을 형성하고 있는 기술이다. 플래시 메모리는 SLC(Single Level Cell) 와 MLC(Multi Level Cell) 두 가지 기술이 있는데, SLC는 Cell 당 0/1의 2비트의 정보를 저장하는 제조 방식이고, MLC는 한 셀 당 0/1/2의 3비트를 저장하는 방식이기 때문에 MLC가 같은 크기에 더 많은 용량을 저장할 수 있는 방식이다. SLC는 속도가 빠르고 MLC에 비하여 수명이 길지만 가격이 상대적으로 비싸며, 반면에 MLC는 가격은 경제적인데 속도가 느리다는 단점이 있다.

다. DRAM 기반 SSD

현재 DRAM 기반 SSD는 주 저장매체로써 휘발성의 DRAM을 사용하는 스토리지이다. SSD는 RAM 칩으로부터 직접 데이터를 저장하고 액세스하기 때문에 기존의 마그네틱 장비에 비하여 훨씬 빠른 속도를 가질 수 있다. DRAM은 기본적으로 휘발성 매체이므로 DRAM 기반 SSD 스토리지 시스템의 경우 내부 배터리가 적용되며, 저장된 정보의 백업을 위하여 HDD나 플래시 SSD 같은 비휘발성의 백업 매체를 적용하여 설계되었기 때문에 스토리지 시스템 수행이 가능하다[4],[5].

3. DDR 기반의 SSD 성능

가. 스토리지 시스템 자원 비교

<표 3>은 현재 ETRI에서 개발 중인 DRAM 기반 SSD 스토리지 시스템인 NGS와 주요 HDD업체의 스토리지 시스템간의 자원을 비교한 것이다. HDD 스토리지 모델로는 EMC CX4-120, Fujitsu HDS AMS200, HP EVA6100의 대표 시스템들을 적용하였다.

차세대 스토리지 시스템은 스토리지 가상화 적용이 가능하고, 컨트롤러 수는 1개, 버스 방식은 확장된 PCI-Express 방식으로 높은 대역폭의 처리속도를 수행하도록 적용하였다. 시스템 소비전력은 400W~450W로 HDD 기반의 스토리지 시스템에 비하여 전력소모가 낮은 관계로

<표 3> 스토리지 유형별 제원 비교

구분	EMC CX4-120	HDS AMS200	HP EVA6100	ETRINGS Jet-Speed 4U	비고
아키텍처	UltraScale UltraFlex	Dual controller	Dual Controller	Storage Virtualization	
프로세서	2×1.2GHz Dual	2×500MHz PowerPC	2×1.5GHz PowerPC	X86 32/64bit	Intel, AMD Processors
컨트롤러 수	2	1/2	2	1	HA 구성 가능
Bus 방식	PCI-E	Shared Bus	Shared Bus	PCI-Express	
접속 채널	FC (최대)	4/12	4	4	PCI-X or PCI-Express Slot 수
	iSCSI (최대)	4/8	4	2 (NIC port 증설 가능)	IPStor - iSCSI Option
Cache	6G	1-4G	4G	1G	
디스크 접속 방식	4G FCSW	4G FCAL	2G FCAL	4G FCAL/PPP	
지원 Raid	1/0, 3, 5, 6	1/0, 5, 6	0,1,5	0,1,5	Soft RAID
지원 디스크	FC/SATA	FC/SATA	FC/FATA	DDR SSD/SAS/SATA	
최대 디스크 수	120	105	112	8/8	
Sparing 방법	Pro-active	Rebuild	Rebuild	Rebuild	
지원 LUN	1024	512	1024	4096	
전력량	1,231W	1,578W	1,346W	400W/450W	

CO₂ 발생량도 그 만큼 감소하게 된다.

나. 스토리지 유형별 성능 비교

Solid Data System 사에서 발표한 (그림 4)의 성능시험 결과는 HDD 와 플래시 기반 SSD, 그리고 DRAM 기반 SSD 로 크게 3 가지 유형의 스토리지 시스템으로 구분하여 성능을 시험한 결과이다. 테스트 항목은 처리속도, 데이터 전송률, 실제 사용자가 느끼는 평균 서비스 타임 등 3 가지 항목을 측정 한 결과이다[11].

처리속도 면에서는 512K 블록 사이즈에서는 DRAM 기반 SSD 가 월등한 성능을 보이고 있고, 이에 비해 플래시와 HDD 는 약간의 차이를 보이고 있다. 그런데, 블록 사이즈가 점점 커질 수록 그 차이가 작아지지만 모든 블록 사이즈에서 DRAM SSD 의 처리성능이 매우 높게 나타나고 있다. 데이터 전송률 항목에서도 DRAM 기반 SSD 가 다른 스토리지에 비하여 상당한 우위를 점하고 있다. 블록 사이즈가 512byte 에서는 근소한 차이를 보이다가 블록 사이즈가 커질수록 DRAM SSD 는 다른 스토리지에 비해 대역폭이 높게 처리되는 결과를 나타내고 있다.



구분	HDD				Flash 기반 SSD				DRAM 기반 SSD			
	Block Size	Read IO/s	Read MB/s	Avg Service Time -ms	Block Size	Read IO/s	Read MB/s	Avg Service Time -ms	Block Size	Read IO/s	Read MB/s	Avg Service Time -ms
RANDOM READ BENCHMARK	512B	185	0.09	10.4	512B	1,315	0.66	1.4	512B	7,388	3.69	0.2
	1K	185	0.18	10.5	1K	1,217	1.22	1.5	1K	6,794	6.79	0.2
	2K	182	0.37	10.5	2K	1,206	2.41	1.5	2K	5,752	11.5	0.2
	4K	175	0.7	10.8	4K	1,075	4.3	1.7	4K	4,091	16.36	0.4
	8K	176	1.41	10.9	8K	906	7.26	2	8K	2,959	23.68	0.6
	16K	172	2.75	11	16K	666	10.66	2.8	16K	1,771	28.35	1
	32K	170	5.44	11	32K	447	14.33	4.2	32K	999	31.98	1.8
	64K	152	9.76	11	64K	322	20.62	5.9	64K	531	34.01	3.5
	128K	132	16.96	11.2	128K	204	20.16	9.5	128K	277	35.47	6.9

<자료>: Solid Data Systems, A-06-P32

(그림 4) 스토리지 유형별 Random Read 성능시험 결과 비교

(그림 5)는 임의의 읽기(random read)에서 스토리지 유형별 각각의 블록 사이즈에 대하여 IOPS 처리 성능을 비교한 결과이다. 우측의 그래프는 HDD 기준 플래시 SSD의 처리속도 배율-몇 배 정도 빠른가를 나타낸 것이고, HDD 기준 DRAM SSD의 처리속도 배율, 플래시 SSD 기준 DRAM SSD의 처리속도 배율을 하나의 그림으로 표현한 결과이다.

512byte 블록 사이즈에서는 플래시 SSD가 HDD보다 약 7.11 배, DRAM SSD가 HDD에 비해 약 39.94 배 빠르고, 플래시 SSD에 비해서는 약 5.62 배 정도 빠른 속도를 나타내고 있다.

IOPS 분석결과는 블록 사이즈가 점점 커질수록 차이가 약간 작아지기는 하지만 블록 사이즈가 큰 64KB 이상에서도 DRAM SSD가 HDD에 비해 2.1~3.49 배, 플래시 SSD에 비해 1.3~1.6 배 빠른 속도를 나타낸다. 블록 사이즈가 큰 64kbps 이상인 경우 좌측 그래프에서는 3가지 유형이 모두 근소한 차이를 보이는 것처럼 보이나 이를 비율로 계산한 우측의 그래프를 보면 DRAM SSD가 다른 두 유형의 스토리지 시스템에 비해 빠른 성능결과를 나타내고 있다.

다음은 같은 방식으로 (그림 6)은 임의의 쓰기(random write) 모드에서 분석한 결과를 나타낸 것이다. 처리속도 면에서는 512Byte 블록 사이즈에서 32kbyte까지는 DRAM 기반 SSD가



구분	HDD		Flash 기반 SSD		DRAM 기반 SSD		HDD vs Flash SSD	HDD vs DRAM SSD	Flash SSD vs DRAM SSD
	Block Size	Read IO/s	Block Size	Read IO/s	Block Size	Read IO/s	Read IO/s (OO배)	Read IO/s (OO배)	Read IO/s (OO배)
RANDOM READ BENCHMARK	512B	185	512B	1,315	512B	7,388	7.11	39.94	5.62
	1K	185	1K	1,217	1K	6,794	6.58	36.72	5.58
	2K	182	2K	1,206	2K	5,752	6.63	31.60	4.77
	4K	175	4K	1,075	4K	4,091	6.14	23.38	3.81
	8K	176	8K	906	8K	2,959	5.15	16.81	3.27
	16K	172	16K	666	16K	1,771	3.87	10.30	2.66
	32K	170	32K	447	32K	999	2.63	5.88	2.23
	64K	152	64K	322	64K	531	2.12	3.49	1.65
	128K	132	128K	204	128K	277	1.55	2.10	1.36

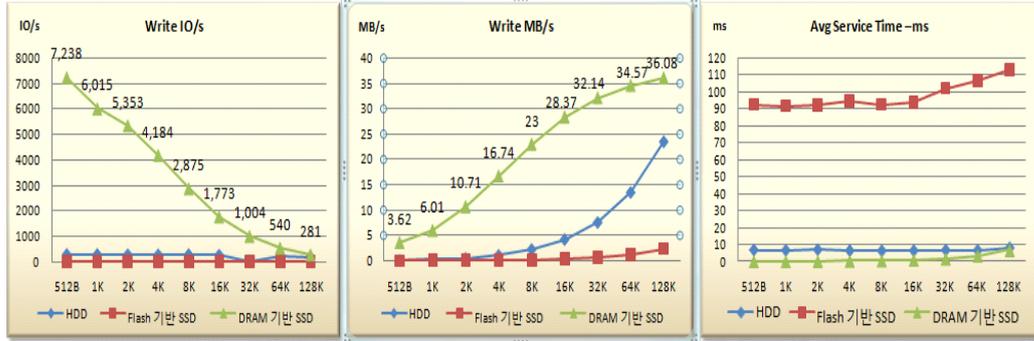
<자료>: Solid Data Systems, A-06-P32

(그림 5) 스토리지 유형별 Random Read IOPS 처리 성능 비교

월등한 우위를 보이고 있고, 이에 비해 플래시와 HDD는 약간의 차이를 보이고 있다.

특이한 점은 임의의 쓰기에서는 플래시 SSD가 HDD보다도 느린 쓰기속도를 나타내고 있다는 점이다. 수치상으로 보면 약 10 배 이상의 차이를 나타내고 있다. 그것은 플래시 SSD 메모리 특성상 512byte가 채워진 상태에서는 다시 지운 후에 쓰기를 수행하는 관계로 HDD보다도 쓰기속도의 성능이 낮을 수도 있기 때문이다.

데이터 전송률 항목에서도 성능분석 결과를 비교하면, DRAM 기반 SSD가 다른 스토리지에 비해 상당히 높은 성능을 나타내고 있다. 블록 사이즈가 작은 512kbyte에서는 근소한 차이를 보이다가 블록 사이즈가 커질수록 DRAM SSD는 다른 스토리지에 비해 급격히 대역폭 전송처리 속도가 높아진다는 것을 알 수 있다. 여기서도 블록 사이즈가 8kbyte 이상이 되면 HDD가 플래시 SSD에 비해 임의의 쓰기 성능이 향상되어 우수한 데이터 전송률을 나타내고 있다.



구분	HDD				Flash 기반 SSD				DRAM 기반 SSD			
	Block Size	Write IO/s	Write MB/s	Avg Service Time -ms	Block Size	Write IO/s	Write MB/s	Avg Service Time -ms	Block Size	Write IO/s	Write MB/s	Avg Service Time -ms
RANDOM WRITE BENCHMARK	512B	290	0.14	6.7	512B	22	0.01	92.5	512B	7,238	3.62	0.2
	1K	290	0.29	6.5	1K	22	0.02	91.7	1K	6,015	6.01	0.2
	2K	283	0.51	6.9	2K	21	0.04	92.3	2K	5,353	10.71	0.3
	4K	280	1.12	6.3	4K	21	0.09	94.5	4K	4,184	16.74	0.4
	8K	284	2.27	6.2	8K	21	0.17	92.5	8K	2,875	23	0.6
	16K	264	4.23	6.3	16K	21	0.34	93.7	16K	1,773	28.37	1
	32K	37	7.58	6.6	32K	21	0.68	102.1	32K	1,004	32.14	1.8
	64K	211	13.51	6.5	64K	19	1.23	106.7	64K	540	34.57	3.5
	128K	183	23.48	8	128K	18	2.37	113.2	128K	281	36.08	6.8

<자료>: Solid Data Systems, A-06-P32

(그림 6) 스토리지 유형별 Random Write 성능시험 결과

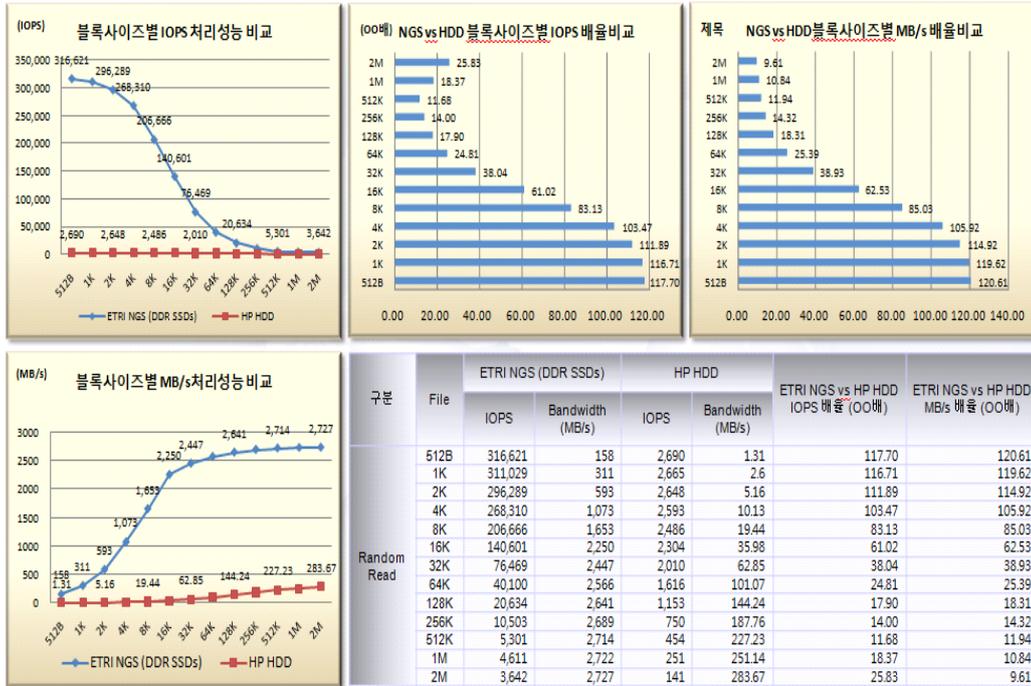
다. NGS DDR 기반의 SSD 스토리지 성능분석

(그림 7)은 NGS DDR 기반의 SSD와 HDD 기반의 2 가지 유형의 스토리지 시스템에 대하여 임의의 읽기에 대해 블록 크기별 성능시험 결과를 제시한 것이다. 성능시험은 블록크기를 512byte에서 2Mbps까지 확장하여 각 블록 크기별 임의의 읽기 IOPS와 대역폭 전송 성능 시험을 실시하였다.

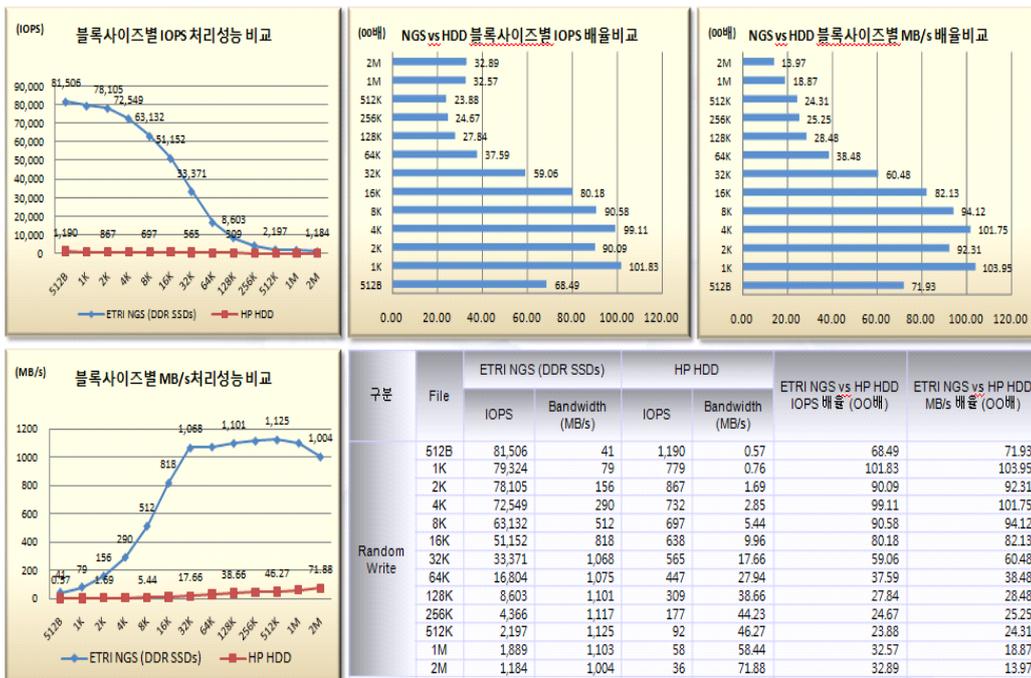
그 결과, NGS DDR 기반의 SSD 스토리지 시스템과 HDD 기반의 스토리지 시스템간의 임의의 읽기 성능시험에 대한 비교 결과 512byte에서 약 117 배, 최대 2Mbps에서는 약 25.83 배 정도의 데이터 읽기속도가 매우 빠른 것으로 나타났다.

(그림 8)은 위와 동일한 방식으로 각각 2 가지 유형의 스토리지 시스템에 대하여 임의의 쓰기 성능시험 결과를 제시한 것이다. 성능시험은 블록크기를 512Bbyte에서 2Mbps까지 확장하여 블록 크기별 임의의 쓰기 IOPS와 대역폭 전송 성능 시험을 실시하였다.

그 결과, NGS DDR 기반의 SSD 스토리지 시스템과 HDD 기반의 스토리지 시스템간의 임의의 쓰기 IOPS 성능시험에 대한 비교 결과 1Kbyte에서 약 101 배, 최대 2Mbps에서는 약 32.89



(그림 7) NGS DDR 기반의 SSD 스토리지 시스템 Random Read 성능시험 결과



(그림 8) NGS DDR 기반의 SSD 스토리지 시스템 Random Write 성능시험 결과

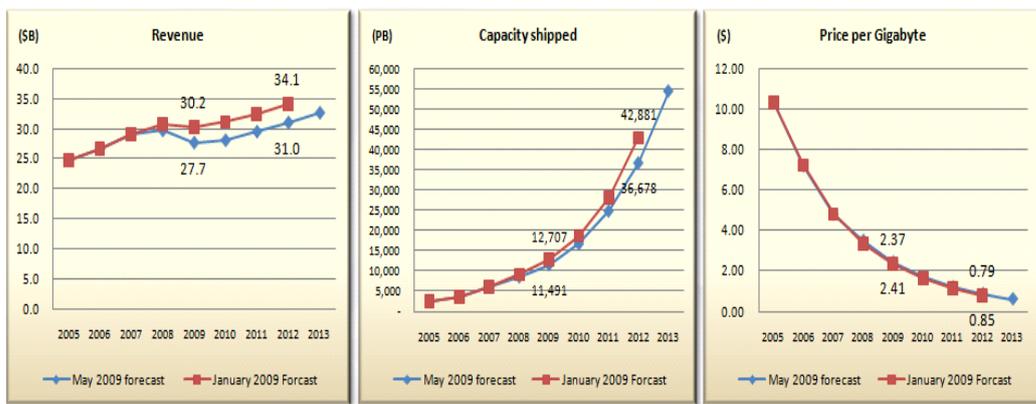
배 정도의 데이터 쓰기속도가 빠른 것으로 나타났다. 그리고 대역폭 전송속도는 1KByte 에서 약 103 배, 2Mbyte 에서는 약 13.9 배 정도로 성능의 차이가 있었다.

4. 스토리지 시장 전망

가. 전세계 스토리지 시스템 매출, 출하용량, 가격/Gbps 전망

IDC 의 2009 년 1 월과 5 월에 전세계 스토리지 시스템 매출, 출하용량 및 Gbps 당 스토리지 시스템 가격에 대한 보고서에 따르면 (그림 9)와 같다. 세계적 경제 하락에 따라 시장 전망을 하향 조정한 결과에 따르면, 2009 년 세계 스토리지 시스템 시장은 약 277 억 달러 정도로 1 월 예측한 값보다 약 30 억 달러 정도 감소하며, 2013 년에는 약 326 억 달러로 전망하고 있다[6].

출하용량 부문 스토리지 시스템이 2009 년 약 11ExaByte(11,491PetaByte) 정도, 2013 년 약 54EByte 로 전망하고 있다. 또한, 기가바이트 당 가격(Price per GigaByte)은 2009 년 약 2.14 달러로 전망하고 2013 년에는 약 0.6 달러 정도로 전망하고 있다.



Worldwide Enterprise Storage Systems Revenue, Capacity Shipped, and Price per Gigabyte, 2005-2013: comparison of January 2009 and May 2009 Forecasts

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Revenue (\$B)									
May 2009 forecast	24.8	26.6	29.0	29.7	27.7	28.1	29.5	31.0	32.6
January 2009 Forecast	24.8	26.7	29.0	30.7	30.2	31.1	32.4	34.1	-
Capacity shipped(PB)									
May 2009 forecast	2,405	3,703	6,072	8,532	11,491	16,708	24,812	36,678	54,480
January 2009 Forecast	2,405	3,684	6,026	9,103	12,707	18,665	28,019	42,881	-
Price per gigabyte (\$)									
May 2009 forecast	10.31	7.18	4.78	3.48	2.41	1.68	1.19	0.85	0.60
January 2009 Forecast	10.32	7.23	4.81	3.37	2.37	1.66	1.16	0.79	-

<자료>: IDC, 2009, B-14-P026

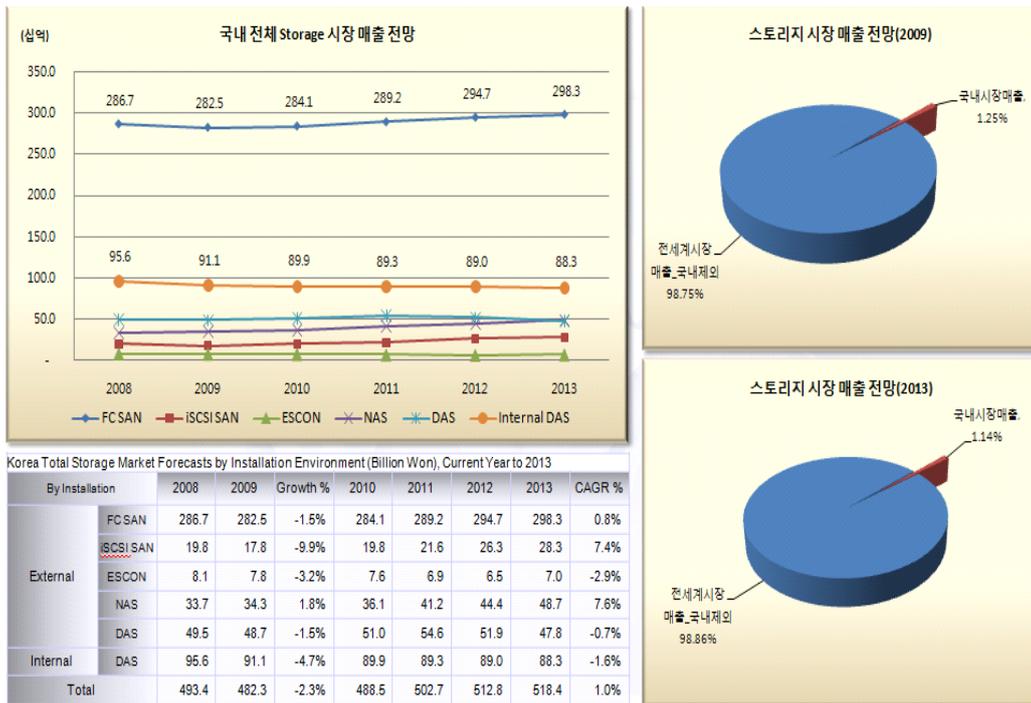
(그림 9) 전세계 기업용 스토리지 시스템 매출, 출하용량, 가격/Gbps 전망

나. 국내 전체 스토리지 시장 매출 전망

IDC 보고서에 의하면 국내 전체 스토리지 장비 시장은 FC SAN(Fibre Channel Storage Area Network), iSCSI(Internet Small Computer System Interface) SAN, ESCON(Enterprise Systems Connection), NAS(Network Attached Storage), DAS(Direct Attached Storage) 모든 장비를 포함하여 스토리지 장비 시장을 전망하였다[7].

국내 전체 스토리지 시장이 2009년에는 약 4,823 억 원 정도로 전망하였다. 그리고 2008 년 대비 약 -2.3% 감소한 것으로 나타나며, 2013년에는 약 5,184 억 원 정도로 연평균 약 1% 정도 증가할 것으로 전망하고 있다. 이에 대한 자세한 시장 자료는 (그림 10)에 나타났다.

2009년 국내 전체 스토리지 시장은 세계 전체 스토리지 시장의 약 1.25% 정도로 약 3.4 억 달러이며, 2013년에는 국내 시장이 세계 시장의 약 1.14%를 점유하며, 약 3.7 억 달러로 추정 한다.



(그림 10) 국내 전체 스토리지 시장 매출 전망

5. 결론

본 고에서는 SSD 스토리지의 기술 동향, 반도체 유형 및 차세대 비 휘발성 메모리의 장단점

에 대하여 비교해 보았고, 스토리지 유형별 기능, 성능분석 관련 외국 데이터 기준의 성능분석과 ETRI NGS의 성능분석 테스트 결과, 처리성능을 스토리지 유형별 분석하여 살펴보았으며, 또한 HDD를 대체할 것으로 기대되는 SSD 시장 전망에 대해서도 살펴보았다.

스토리지 유형별 처리성능 비교 결과에서 DRAM SSD가 IOPS 당 처리성능, 데이터 전송률(Data Transfer Rate: DTR), 평균 서비스 타임(Average Service Time: AST) 등 3가지 테스트 항목 모두에서 월등한 성능 우위를 나타내고 있다. 또한 쓰기(writing) 속도 면에서도 비교 대상 그룹보다 우수한 성능을 나타내고 있다.

SSD는 발열량과 소음이 적기 때문에 전력 소비량이 낮고 냉각 비용을 절감할 수 있는 장점이 있는 반면, 아직까지는 HDD에 비해 가격이 높아 채택률이 낮은 상황이다. SSD는 HDD 기반 스토리지와 비교하여 단위 용량 당 가격이 높은 편이지만 IOPS(input/output operations per second) 측면에서 보다 개선되었을 뿐만 아니라 운영 및 유지비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.

SSD 시장은 현재 시장이 막 형성되는 초기단계이다. 여러 업체들이 다양한 기술을 연구하여 시판하고 있고, 머지않아 HDD 기반의 스토리지 시스템을 완전히 대체하는 시점이 올 것으로 예상된다. HDD에서 하이브리드 SSD를 거쳐 향후에는 DRAM 기반 SSD 스토리지의 시대가 올 것으로 생각된다. 그러나 해결해야 할 과제는 데이터의 신뢰성이다. 문제가 생겼을 시, 안정적인 데이터의 보존과 백업 시스템을 지원하여 고객이 믿을 수 있는 스토리지 장비라는 인식을 심는 것이 가장 중요한 과제라고 할 수 있다.

최근 IT 산업 내에서 그린 IT에 대한 관심이 증가함에 따라 에너지 효율성이 높은 DDR SSD가 산업 내에서 주목받고 있다. 기업용 DDR SSD는 입출력 워크로드가 많은 업무에서 점진적으로 활용될 것으로 보이며, 스토리지 수요는 성능과 용량 측면에서 요구사항이 다각화되고 있어, SSD가 엔터프라이즈 시장으로 유입된다고 해서 HDD 주도적인 위치가 단기간에 SSD로 교체되기는 어려울 전망이다. 초기에는 하이브리드형 형태(HDD+ DDR SSD, flash SSD+ DDR SS, HDD+ flash SSD)의 스토리지 시스템이 시장에 적용될 것으로 생각된다.

<참 고 문 헌>

- [1] 장성원, “차세대 저장장치 SSD의 부상과 시사점”, SERI report, 2008. Jan. pp.1-15
- [2] Solid Data systems, “Impact of Solid-state disk on high-transaction rate databases”, Solid data systems, Inc. White paper, Feb. 2005.
- [3] Greg Schulz, “Achieving Energy Efficiency using FLASH SSD”, The Sotrage IO group white paper, Dec. 2007.

- [4] 정승국, 고대식, “반도체 메모리 스토리지(SSD)의 I/O 성능사례분석”, 한국통신학회 하계학술발표대회, 2008. 7. 2. pp.779-883.
- [5] 정승국, 고대식, “차세대 스토리지 SSD 기술 동향”, 주간기술동향, 통권 1369 호, 2008. 10. 22. pp.27-38.
- [6] IDC, “Enterprise Storage Systems 2009-2013 Forecast:: Economic Crisis Driving Quest for Storage efficiency and Emerging architectures”, May. 2009.
- [7] IDC, “Korea Disk Storage FinalData Tables FINAL VerticalChannel Update”, May. 2009.
- [8] TMS, RamSan 440, Datasheet, Texas Memory System homepage
- [9] Jamon Bowen, “Flash in the Enterprize”, TMS white paper, Sep. 2007.
- [10] TMS, “Increase Application Performance with Solid State Disks”, TMS white paper, Feb. 2008.
- [11] Solid Data systems, “Comparison of Drives Technologies for High-Transaction Databases”, Solid Data systems, Inc. White paper, Aug. 2007.