

가상 데스크톱 인프라 기술 동향

Trends of Virtual Desktop Infrastructure Technology

박정숙 (J.S. Park) 저장시스템연구팀 선임연구원
김재열 (J.Y. Kim) 저장시스템연구팀 선임연구원
김영창 (Y.C. Kim) 저장시스템연구팀 선임연구원
김수영 (S.Y. Kim) 저장시스템연구팀 선임연구원
이상민 (S.M. Lee) 저장시스템연구팀 책임연구원
김홍연 (H.Y. Kim) 저장시스템연구팀 책임연구원
김영균 (Y.K. Kim) 저장시스템연구팀 팀장

* 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음(10041730, 10,000 사용자 이상 동시 접속 가상 데스크톱 서비스를 지원하는 클라우드 스토리지용 파일 시스템 개발).

최근 녹색 성장을 위한 에너지 효율 증대, 스마트워크 실현, 기업 보안 강화 등의 요구들과 맞물려, 기업, 공공, 의료, 교육 등 많은 분야에서 인터넷상에 가상화된 개인 PC 환경을 구축하여 다양한 단말을 통해 언제 어디서나 업무 환경을 실현하는 가상 데스크톱 인프라(Virtual Desktop Infrastructure: VDI) 시스템의 도입이 증가하고 있고, 관련 시장 또한 확대되고 있다. 가상 데스크톱 서비스 구축은 많은 장점을 갖는 동시에 높은 투자 비용, 성능 등 해결해야 할 다양한 이슈들도 존재한다. 본고에서는 VDI 시스템에 대해 기술하고, 핵심 기술들의 연구 현황에 대해 소개하고자 한다.

빅데이터 처리 및
분석 기술 특집

- I. 머리말
- II. VDI 시스템 구조
- III. VDI 가상화 기술 동향
- IV. VDI 스토리지 기술 동향
- V. 국내 VDI 현황
- VI. 맺음말

I. 머리말

가상 데스크톱 인프라(Virtual Desktop Infrastructure: VDI) 시스템은 2008년 소개된 이후 IT 시장에서 핫이슈로 떠오르고 있다. 인터넷상에 가상으로 내 PC 환경을 구축하여 다양한 단말을 통해 언제 어디서나 업무 환경을 실현한다는 VDI는 녹색 성장을 위한 에너지 효율 증대, 스마트워크 실현 등의 필요성과 맞물려 국내 외적으로 도입 사례도 증가하고 있고, 시장 규모도 확대되고 있다. 특히 2010년 국내 대기업의 구축 사례 등장 이후로 기업 보안 차원에서 기업 문서의 중앙화 수요와 맞물려 급성장하고 있다.

이러한 현상은 <표 1>에서 제시한 국내 가상 데스크톱 구축 사례를 조사한 결과로도 잘 이해할 수 있다[1]. 공공, 교육, 제조/건설, 금융, 통신/서비스, 의료 등 산업 전 분야에서 구축 사례들이 발생하고 있고, 잦은 보안 사고와 개인정보 보호의 중요성 증가, 국가 정책(스마트워크), 스마트 패드 등 다양한 단말 출현, LTE와 같은 고속 이동 네트워크 확산 등에 따라 더욱 활성화될 전망이다.

또한, 다양한 기관에서 예측하는 시장 전망치로도 VDI의 시장 규모를 이해할 수 있다. IDC는 2014년까지 세계 PC의 15% 수준인 약 7,800만 대가 가상 데스크톱 환경으로 변화될 것으로 전망하고 있다[2]. 한국 EMC

<표 1> 국내 가상 데스크톱 구축 사례

(2012년 3월 현재)

시장	도입 현황(VDI 사용자 규모)
공공	특허청(1,800), 군산시청(1,700), 국민연금관리공단(1,200), 관세청(700), 한국수자원공사(350)
교육	국가영어능력평가IBT(15,500), 세종시 스마트스쿨(1,800)
제조/건설	두산그룹(10,000), 현대 중공업(2015년 18,000대 예정), 삼성전자/SDS(5,000), 삼성전자종합기술원(1,000), 아모레퍼시픽(300), 풀무원(200)
금융	신한은행(10,000), 미래에셋생명(1,000), KRX(300), IBK 기업은행(200), 현대증권(200), 금융감독원(100)
통신/서비스	LG CNS(8,500), SKT(1,000), 분당 서울대학교 병원(400), C&M(150)

<표 2> 국내외 VDI 시장 규모 예측

년도	2012	2016	2018
세계 시장(십억 달러)	35	86.8	115.2
한국시장(억 원)	2,181	4,240	6,965

※ 산출 방식: 참고문헌 [2], [4]~[9]를 이용하여 세계 시장 산정 후, 참고문헌 [3]을 바탕으로 국내 시장을 세계 시장과 동일 방식으로 산출함.

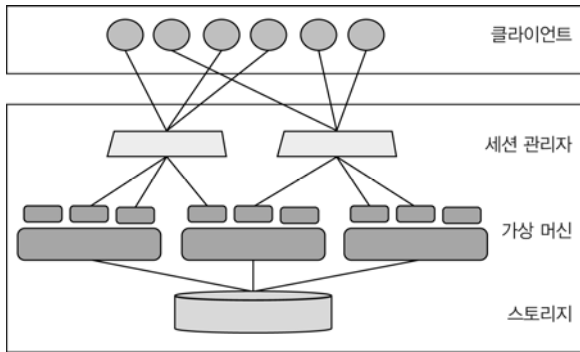
는 국내 VDI 시장 규모를 2011년 2천억 원 규모로 추산하고 있는데[3], 이는 2010년 대비 4배 정도의 성장을 관망한 수치이다. 이러한 VDI 시장 규모의 증가는 PC 및 데이터 센터 운용 비용, 스토리지 소프트웨어 및 시스템 비용, 서버 가상화 관리와 인프라 및 가상 데스크톱 인프라 소프트웨어 비용의 추이를 고려해 볼 때 <표 2>와 같이 앞으로도 한동안 계속될 전망이다[4]~[9].

이와 같은 VDI 시장의 지속적 성장은 VDI 시스템의 핵심 기술인 가상화와 스토리지 기술의 VDI 이슈 해결 시점에 의존할 것이다. 그러므로 VDI와 관련한 세부 기술들의 현황 및 발전 방향을 살펴보는 것은 VDI 기술 동향의 이해에 매우 중요하다. 본고에서는 VDI 시스템의 주요 기술인 가상화 기술과 스토리지 기술의 동향에 대해 중점적으로 살펴보고자 한다.

본고의 목차는 다음과 같다. II 장에서는 VDI 시스템의 구조에 대해 소개한다. III 장에서는 VDI 시스템의 구성 요소 중 가상화 기술의 현황 및 발전 방향에 대해 소개한다. IV 장에서는 VDI 시스템의 성능 및 구축 비용과 관련하여 가장 중요한 영향을 미치는 스토리지 기술의 현황 및 발전 방향에 대해 기술한다. V 장에서는 국내 VDI 기술의 현황에 대해 살펴보고, 마지막으로 VI 장에서는 VDI의 향후 발전 방향에 대해 논하고자 한다.

II. VDI 시스템 구조

VDI는 호스트 기반 데스크톱 가상화를 가능하게 하는 서버 컴퓨팅 모델로, 가상화 환경을 지원하는 데 필요한



(그림 1) VDI 논리 계층 구조

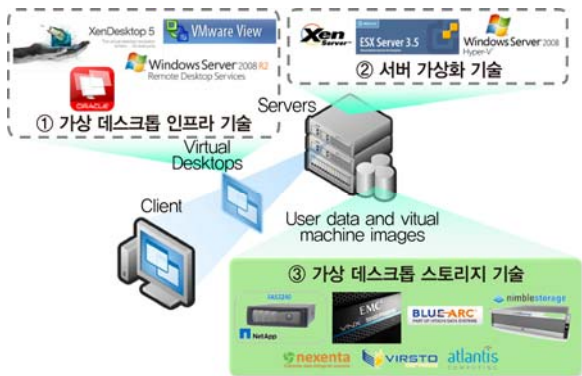
하드웨어와 소프트웨어 시스템을 포함한다.

VDI 서비스를 위해 필요한 논리 계층 구조는 (그림 1)과 같다. VDI 시스템은 가상 데스크톱을 로컬 시스템이 아닌 중앙 서버에서 수행해 주는 가상 머신 계층, 가상 머신의 데이터를 저장해 주는 스토리지 계층, 각 가상 머신을 클라이언트에게 연결해 주는 세션 관리 계층, 마지막으로 서비스를 받는 클라이언트 계층으로 이루어져 있다.

계층 구조를 기술별로 분류하면, (그림 2)와 같이, 크게 가상 데스크톱 인프라 기술, 서버 가상화 기술 및 가상 데스크톱 스토리지 기술로 나뉜다.

1. 서버 가상화 기술

서버 가상화 기술은 다수의 가상 데스크톱을 하나의



(그림 2) VDI 구성 기술

단일 서버에서 수행해 주는 것으로, 최근까지 서버 통합 (consolidation)에 주로 사용되어 왔다[10]. 서버 통합 기술은 개별 서버의 평균 사용률이 대부분 매우 낮다는 점에 착안하여, 다수의 서버를 하나의 물리 서버에서 동시에 운영함으로써 서버의 효율을 높여 비용절감, 관리 편의성 증대 등의 효과를 볼 수 있도록 하는 기술이다.

이처럼 서버 시장에서 주로 사용되던 가상화 기술은 최근 스마트 워크, 기업 보안 강화, 에너지 효율 증대 등의 필요성에 의해 데스크톱 분야로 확장되었다.

2. 가상 데스크톱 인프라 기술

서버 가상화 기술을 데스크톱으로 확장하기 위해 추가적으로 필요한 기술을 가상 데스크톱 인프라 기술이라고 한다. 즉, 가상 데스크톱 인프라 기술은 다수의 가상 데스크톱을 자신의 로컬 시스템에서 운영되고 있는 것처럼 보여주는 기술을 의미한다.

이러한 가상 데스크톱 인프라 기술을 구성하는 핵심 기술 중 하나는 서버에서 수행되는 가상 머신의 결과를 클라이언트로 보내주는 원격 디스플레이 프로토콜 기술이다[11]. 서버 가상화 기술을 가진 업체들이 각자의 원격 디스플레이 프로토콜을 자신들이 가진 가상화 기술과 통합하여 가상 데스크톱 기술로 제공하고 있다. 따라서 다수의 원격 디스플레이 프로토콜이 존재하는데, Microsoft의 RDP(Remote Desktop Protocol)/RemoteFX, Citrix의 ICA/HDX(Independent Computing Architecture/High Definition Experience), VMware의 PCoIP(PC over IP)가 대표적이다.

또한 USB 저장 장치 등 사용자가 일반적으로 데스크톱에 연결해서 사용하는 I/O 장치에 대한 가상화 지원도 필요하다.

3. 가상 데스크톱 스토리지 기술

스토리지 기술은 각 가상 데스크톱에서 사용하는 OS

이미지, 응용 프로그램 및 데이터를 저장하는 것과 관련된 것이다.

가상 데스크톱을 위한 가상 머신은 서버의 하이퍼바이저에서 실행되지만, 실제 가상 머신의 OS 이미지와 사용자 데이터는 iSCSI, NFS(또는 CIFS(Common Internet File System)), FC-SAN(Fibre Channel-Storage Area Network) 등으로 연결된 공유 스토리지에 적재될 수 있다. 공유 스토리지의 성능은 주로 연결 프로토콜 기술이 아닌 IOPS(Input/Output Per Second)로 측정되는 스토리지의 성능에 영향을 받으므로, VDI를 위해서는 별도의 HW 장비로 구성된 고성능의 FC-SAN 스토리지가 주로 사용된다.

VDI는 스토리지와의 입출력이 빈번한 특성을 나타내기 때문에 고가의 SAN 스토리지를 사용하지만, 공유 스토리지에서 지원하는 작은 블록 데이터에 대한 랜덤 쓰기로 인한 성능 제한으로 인해 가상 머신 최대 개수가 제한적일 수 있다. 또한 다수 사용자를 지원하기 위해서는 대량의 디스크 구축이 필요하다.

III. VDI 가상화 기술 동향

VDI 시스템의 가상화 기술은 크게 서버 가상화 기술 [10]과 가상 데스크톱 인프라 기술로 구성된다. 서버 가상화 기술은 비교적 고성능의 서버에서 다수의 가상 머신을 동시에 운영하는 기술로, 현재 널리 사용되고 있다. 가상 데스크톱 인프라 기술은 서버 가상화 기술을 이용하여 가상 데스크톱을 실현 가능하게 해 주는 기술로, 서버 가상화 기술에 가상 데스크톱 인프라 기술을 추가하여 제공한다.

두 가지 가상화 기술은 개별적으로 존재할 수 있지만, 대부분 서버 가상화 기술을 제공하는 업체에서 자신들의 서버 가상화 기술에 특화된 가상 데스크톱 인프라 기술을 함께 제공하고 있다.

본고에서는 가상 데스크톱 인프라 기술에 대해서만 기술하고자 한다.

1. 가상 데스크톱 인프라 기술

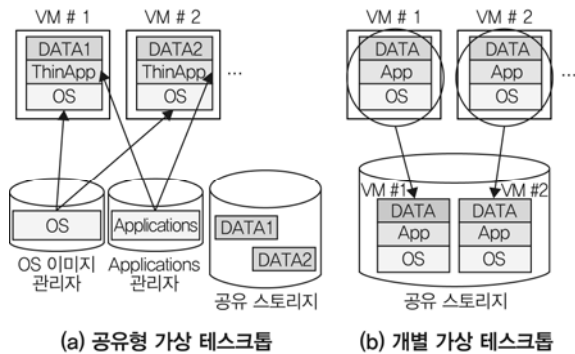
가상 데스크톱 인프라 기술은 <표 3>과 같이, 크게 서버 기반과 클라이언트 기반 기술로 구분될 수 있다. 서버 기반 기술은 서버상에서 가상 머신을 동작시키는 방식으로, 보안성은 우수하지만 모든 자료를 데이터 센터의 스토리지에서 유지 및 관리하므로 이를 위한 저장 공간 확보와 사용자의 입출력 성능 보장을 위한 대규모 투자가 필요하다. 반면, 클라이언트 기반 기술은 클라이언트 단말에서 가상 머신을 수행하는 방식으로, 모바일 환경에 적합하지만 보안에는 취약하다는 단점이 있다. 따라서, 데이터 집중화와 보안 및 가상 머신 이동성 등을 고려하여 최근에는 대부분 서버 기반 기술이 많이 사용된다.

가상 데스크톱 인프라 기술은 운영 방식에 따라서, <그림 3>과 같이, 공유형 가상 데스크톱(dedicated)과 개별 가상 데스크톱(pooled) 방식으로 구분된다.

<표 4>는 공유형 가상 데스크톱과 개별 가상 데스크톱 방식의 장점과 단점을 비교하고 있다.

<표 3> 가상 데스크톱 인프라 기술 유형

	서버 기반	클라이언트 기반
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 가상 데스크톱이 데이터 센터의 하이퍼바이저에서 수행 - 결과만을 RDP, ICA/HDX, PCoIP 프로토콜을 통해 사용자 터미널에 전달 	<ul style="list-style-type: none"> - 사용자 단말에서 하이퍼바이저 수행
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 초소형 단말(zero client 등) - 보안성 우수 - 중앙 집중 관리 	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 센터 부담 감소 - 네트워크 연결이 끊어져도 동작(모바일 환경에 적합)
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 데이터 센터에 부담 증가 - 고속 연산/그래픽 가속 처리가 필요한 응용에는 부적합 - 상시 네트워크 연결 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 하이퍼바이저가 동작하는 단말이 필요하므로 추가 구축비용 필요 - 상대적으로 낮은 보안성



(a) 공유형 가상 데스크톱 (b) 개별 가상 데스크톱
(그림 3) 운영 방식에 따른 가상 데스크톱

(표 4) VDI 운영 방식 비교

	공유형 가상 데스크톱	개별 가상 데스크톱
특징	- 공유하는 OS 이미지 및 응용 프로그램	- 사용자별 VM 이미지를 독립적으로 제공하는 방식
장점	- 대용량의 저장 공간 불필요 - 중앙 집중적 OS 및 응용 프로그램 업데이트	- 자신의 PC처럼 사용
단점	- OS 및 응용 프로그램은 VDI 서비스 업체에서 제공된 것만 사용	- 많은 HW 리소스 필요 - 동일 OS 이미지 및 응용 데이터가 발생 - 사용자별로 OS 및 응용의 업데이트 작업 수행

공유형 가상 데스크톱은 OS 이미지 및 응용 프로그램 데이터를 공유함으로써 저장 공간의 크기를 줄이고 중앙 집중적 OS 및 응용 프로그램 관리를 할 수 있는 장점이 있다. 반면, VDI 서비스 업체가 제공하지 않는 OS 및 응용 프로그램을 사용할 수 없어 사용자의 편의성이 떨어진다.

개별 가상 데스크톱은 사용자별로 가상 머신 이미지를 독립적으로 제공하는 방식으로, 로컬 머신의 개인 PC처럼 사용할 수 있는 장점이 있는 반면 동일 OS 이미지 및 응용 데이터가 개별적으로 저장되어 많은 하드웨어 리소스가 필요하다는 단점이 있다.

사용자는 가상 머신을 통해 자기 PC와 같은 환경을 원하지만, 이를 서비스하기 위한 인프라 구축 비용이 많이 요구되므로 현실적인 대안으로 공유형 가상 데스크

톱 인프라 방식을 주로 채택하고 있다.

2. 가상화 업체 개발 현황

가상 데스크톱 인프라 기술을 보유한 주요 업체들로 Citrix, VMware, Microsoft, Oracle 등이 있으며, 각 업체별 기술을 살펴보면 다음과 같다.

가. Citrix

Citrix의 XenDesktop은 XenServer를 이용하여 공용 또는 전용 VM(Virtual Machine)을 제공하며[12], 사용자 단말에서 구동되는 XenClient나 스트리밍 VHD (Virtual Hard Disk) 방식을 지원하는 XenApp을 이용한 원격 또는 스트리밍 방식을 지원한다.

나. VMware

VMware의 VMware View는 서버 가상화 기술인 vSphere와 통합되어 RDP과 PCoIP 원격 디스플레이 프로토콜을 지원한다. 또한 오프라인으로 가상 데스크톱을 사용할 수 있는 로컬 모드 View는 온라인 가상 데스크톱과 동기화시키는 방식을 사용한다.

다. Microsoft

Microsoft는 가상화 플랫폼인 Hyper-V에 RDS (Remote Desktop Services)와 RDVH(Remote Desktop Virtualization Host)를 통합하고 원격 디스플레이 프로토콜로는 RDP를 지원해 가상 데스크톱 인프라 기술을 제공한다.

라. Oracle

Oracle에서는 가상 데스크톱 인프라 기술로 Sun Ray 가상 데스크톱 세션 관리 기술과 가상화 플랫폼인 Oracle VDI 하이퍼바이저 기술을 개발하였다. Oracle의 기술은 VMware vCenter, Microsoft Hyper-V, Microsoft RDS를 지원한다.

마. 공개 SW

공개 SW 커뮤니티 중심의 개발 사례로는 RedHat이
 오픈 소스 원격 디스플레이 프로토콜인 SPICE(Simple
 Protocol for Independent Computing Environments)
 를 데스크톱 가상화에 적용하였으며, Ulteo에서는 De-
 bian과 Ubuntu 기반의 오픈 소스 VDI 솔루션을 제공한
 다. CloudStack.com은 클라우드 IaaS(Infrastructure
 as a Service) 플랫폼 솔루션을 통한 VDI 클라우드 인프라
 구축을 지원하고 있다.

IV. VDI 스토리지 기술 동향

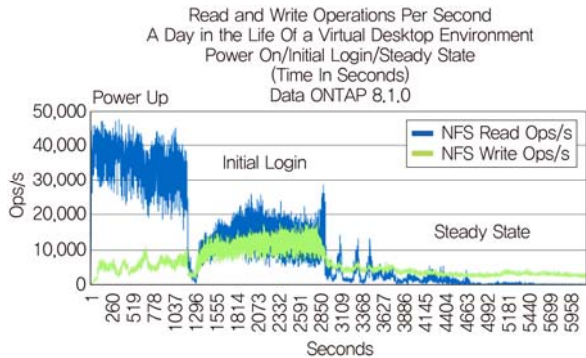
VDI에서 가상 머신의 실행에 필요한 OS 이미지와 사
 용자 데이터는 거의 대부분 서버와 연결된 공유 스토리
 지에 적재된다. VDI의 사용자 규모가 증가할수록 요구
 되는 스토리지의 용량도 증가할 뿐만 아니라, 서버와 스토리
 지 사이의 I/O도 증가하여 스토리지의 성능이 전체
 시스템 성능 저하에 영향을 미치므로, 스토리지 구축 비
 용 절감과 성능 향상에 대한 중요성은 점점 부각되고 있
 다.

1. VDI 스토리지 이슈

VDI 스토리지와 관련해서는 기존 스토리지의 입출력
 성능 한계, 높은 스토리지 구축 비용, 사용자 증가에 따
 른 스토리지 단절을 포함하는 이슈들이 존재한다.

가. 입출력 성능 한계

시스템을 중앙 집중적으로 관리하면서 가상으로 내
 PC 환경 수준의 성능을 제공해야 하는 VDI 시스템에서
 는 정상시의 워크로드보다는 부팅, 로그인, 윈도우 패
 치, 바이러스 스캔 등과 같이 특정 시간/특정 상황에서
 발생하는 입출력 폭증 처리에 대비하여 이를 기준으로
 스토리지의 규모와 성능을 산정하여 구축해야 한다.



(그림 4) 입출력 폭증/정상시 VDI 부하 비교

〈표 5〉 사용자별 정상시 입출력 성능 요구

출처	사용자 수	Steady State IOPS
VDI-IOMark	1	12
VMware	1	32
SNIA	1	5~20

(그림 4)는 2,500 사용자에게 대한 정상시 대비 입출력
 폭증 상황에서의 VDI 워크로드를 비교하고 있다[13].
 정상시의 워크로드에 비해 부팅이나 로그인 상황에서는
 최대 10배 가까이 부하가 증가함을 알 수 있다.

〈표 5〉는 사용자별 정상시 입출력 성능 요구를 인터
 넷 자료들을 인용하여 산정한 것으로, 정상시 입출력 성
 능은 20~32 IOPS 정도 됨을 알 수 있다.

반면, 인터넷 자료들을 바탕으로 다양한 워크로드 상
 황에 따른 스토리지 성능 요구를 예측해 보면, 입출력
 폭증으로 인한 성능 저하가 더욱 심각해짐을 이해할 수
 있다. 〈표 6〉에서 업체들이 발표한 부하 자료들을 근거
 로 VDI 서비스 사용자 수가 1만 명 규모일 경우의 부하
 를 산정해 보면, 정상시 대비 폭증 시 부하는 4배 가까
 이 증가함을 알 수 있다.

성능 저하는 워크로드 특성 외에도 가상 데스크톱 이
 미지 크기를 줄이는 중복 제거와 이미지 클론 기술의 한
 계로 인해 사용 시간 누적에 따라 구축 초기의 정상적인
 스토리지 성능이 감소하는 현상에 의해서도 야기될 수
 있다. 〈표 7〉은 사용자 VM 이미지에 대해 클론 기술을
 사용했을 경우 시간 경과에 따라 스토리지 공간 절감 효

〈표 6〉 스토리지 시스템 성능 산정

출처	사용자 수	부하 유형	폭증	Login	평상시	Virus Scan	스토리지 규모
		성능	IOPS	IOPS	IOPS	IOPS	
NetApp	2,500	-	46,000	29,000	10,000	-	4
EMC	500	-	63,500	14,500	10,500	22,000	20
Nimble	200	-	12,400	-	4,000	8,400	50
예측	1	최소	18.4	11.6	4.0	42.0	1
		평균	81.9	50.9	18.2	43.0	
		최대	127.0	112.0	32.0	44.0	
	10,000	최소	184,000	116,000	40,000	420,000	
		평균	818,500	508,667	182,167	430,000	
		최대	1,270,000	1,120,000	320,000	440,000	

〈표 7〉 클론 이미지 사용 누적에 따른 점진적 성능 저하 실측 자료

설치/패치 단계	사용자 VM 이미지		사용자 클론 이미지			절감률
	1 VDI 이미지 크기 (GB)	10,000 VDI 필요 공간 (GB)	Golded 이미지 크기 (GB)	클론 이미지 크기 (GB)	10,000 VDI 필요 공간 (GB)	
초기설치 후(Windows XP)	2.29	22,900	2.29	0.0026	26	1/800
SP1 적용 후	3.08	30,800		1.33	13,300	1/2.3
SP2 적용 후	4.39	43,900		2.80	28,000	1/1.6
SP3 적용 후	5.60	56,000		4.04	40,402	1/1.4
Windows update 완료 후	7.25	72,500		5.74	57,400	1/1.3
Office update 완료 후	7.70	77,000		6.20	62,000	1/1.2

과를 실측한 것인데, 윈도우 업데이트와 패치 등을 몇 번 수행한 결과 스토리지 절감률이 초기 1/800에서 1/1.2로 급격히 증가하여 클론 기술 적용의 장점이 사라짐을 확인할 수 있다. 이와 같은 현상은 VDI 운영 시간에 따른 캐시 효과를 감소시키고 스토리지와의 입출력 빈도를 증가시켜 성능 저하의 원인으로 작용한다.

나. 높은 스토리지 구축 비용

VDI 서비스 활성화의 장애 요인 분석을 위해 IT 전문가를 대상으로 실시한 조사 결과에서, 응답자의 54%가 성능과 비용을 가장 큰 과제로 꼽았고 응답자의 40%는 스토리지 구축 비용을 가장 큰 장애물로 인식하였다 [14],[15]. 또한 개인용 PC 환경 구축과 비교하여 가상

데스크톱으로 전환할 때 전체 구축 비용은 70% 수준으로 절감되지만 스토리지 구축 비용은 약 20배 수준으로 증가하는 것으로 나타났다[16].

실제로, EMC의 자료를 바탕으로 500명의 사용자를 지원하는 가상 데스크톱 환경을 구축할 경우 SAN 도입 비용으로만 약 1.85억 원이 소요되며 이는 인프라 구축 비용의 약 38%를 차지함을 알 수 있었다[17]. 이러한 기존 스토리지 시스템 제품으로 1만 명 이상의 대규모로 확장하여 가상 데스크톱 서비스를 구축하는 경우에는 고성능 스토리지 비용만 약 20~30억 원이 소요될 것으로 예상할 수 있다. 높은 스토리지 구축 비용은 VDI 시장 활성화에 큰 장벽으로 작용할 수 있다.

다. 스토리지 간 단절

기존의 고성능 스토리지 시스템의 확장성 또한 대규모 VDI 시스템의 한계로 작용할 가능성이 있다. 기존의 스토리지 시스템은 일반적으로는 수백 명 단위, 비싼 고성능 스토리지 시스템을 사용하더라도 확장성은 1,000~2,500명이 한계로 알려져 있다. 이를 사용해 만 명 이상의 대규모 시스템을 지원하기 위해서는 여러 세트의 스토리지로 다중 구축이 필요하며 이에 따른 관리 복잡도도 함께 증가한다. 또한 기존 스토리지를 이용한 다중 스토리지 구축은 스토리지 간의 단절을 야기하여 스토리지 간 여유 공간 통합, 가상 데스크톱 이미지 마이그레이션 등이 불가능함에 따라 관리 비용도 함께 증가하는 문제점이 발생할 수 있다.

2. VDI 지원 스토리지 기술

앞 절에서 언급한 스토리지 기술의 한계점을 극복하기 위한 다양한 노력들이 진행 중이다. VDI에 특화된 핵심 기술들로는 <표 8>과 같이 고속 이미지 복제 기술, 신 프로비저닝(thin provisioning) 기술, 중복 제거 기술, 가상 데스크톱 지원 지능형 캐시 기술 등이 있다.

가. 고속 이미지 복제 기술

고속 이미지 복제 기술은 하나의 가상 머신을 베이스 이미지로 두고, 각 가상 머신은 이를 자신에게만 할당된 것처럼 인식하도록 하고, 변경된 부분만 유지/관리하여 서비스하는 기술이다. 업데이트를 통해 베이스 이미지가 변경되거나 개별 사용자의 변경이 많아지면, 이를 위

<표 8> VDI 지원 스토리지 기술

기술	지원 유형	지원 업체
고속 이미지 복제 기술	하이퍼바이저	VMware, Citrix
신 프로비저닝	스토리지	NetApp, EMC
중복 제거 기술	스토리지	NetApp, EMC, Nexenta
지능형 캐시 기술	스토리지	NetApp, EMC, Nexenta, Virsto SW, Atlantis Computing

해 추적 및 관리하는 비용이 커지고 성능이 급격하게 떨어져 변경이 많은 부분에는 적용하기 힘들다.

나. 신 프로비저닝 기술

개별 사용자에게 가상으로 스토리지 공간을 할당하고 사용이 일어날 때 실제로 필요한 공간을 제공하는 기술로, 초기 스토리지 비용을 절감할 수 있는 기술이다. 할당만 되고 사용되지 않는 공간을 줄임으로써, 사용 효율을 90%까지 향상시키고 스토리지 전력 소비량을 절감할 수 있다.

다. 중복 제거 기술

공유 스토리지에서 중복된 데이터를 제거하고 하나의 데이터를 공유함으로써, 약 50% 이상의 저장 공간을 절약할 수 있는 기술이다. 고속 이미지 복제가 적용되지 않는 사용자별로 가상 머신 이미지를 제공하는 VDI 서비스에서는 중복된 OS 및 응용 데이터를 제거할 수 있고, 공유된 데이터를 저용량/고효율 매체를 통해 서비스할 수 있다. 중복 제거를 위해 스토리지 전체 데이터 블록을 비교해야 하므로 많은 수행 시간과 디스크 성능을 필요로 하므로 주로 부하가 적은 시간에 배치 처리로 수행된다.

라. VDI 지원 지능형 캐시 기술

VDI 특화 스토리지는 사용자 가상 머신이 설치된 하이퍼바이저로부터 입출력 요청의 80%가 작은 크기의 랜덤 쓰기 요청이기 때문에 디스크 기반 스토리지 기술로는 필요한 성능을 충족시키지 못한다. 지능형 캐시 기술은 SSD와 같은 고속 저장 매체를 하이퍼바이저와 스토리지 사이에 두어 작은 크기의 랜덤 쓰기 요청을 처리하고 이들을 한번에 모아 스토리지에 보냄으로써 부하를 80%까지 줄일 수 있는 기술이다.

3. 스토리지 업체 개발 현황

최근 VDI와 관련해서는 주요 스토리지 기업뿐만 아니

라 미국 벤처 기업들에서도 VDI 환경의 워크로드에 특화된 스토리지 기술을 개발하고 있다. 업체별로 보유한 스토리지 기술에 대해 나열하면 다음과 같다.

가. NetApp

NetApp은 효율적인 가상 데스크톱을 지원하기 위한 특허 기술로 RAID-DP, 신 프로비저닝, FlexCache, FlexClone, Deduplication, FlexShare, Snapshot, Flash Cache PAM(Performance Acceleration Module) 등을 통합시킨 FAS(Fabric-Attached Storage) 스토리지 기술을 탑재한 제품들을 개발하고 있다.

나. EMC

EMC는 대규모 가상 데스크톱을 위한 하이엔드급 스토리지인 Symmetrix VMAX를 개발했다. Symmetrix VMAX는 자동화된 스토리지 계층화, 가상 LUN(Logical Unit Number) 간 데이터 이동, 가상 프로비저닝, VMware vStorage API 등의 기능을 포함하고 있다.

다. Hitachi

Hitachi는 BlueArc를 인수하여 Silicon-FS, JetClone, JetCenter, JetMirror 등의 가상 데스크톱 요소 기술을 NAS(Network Attached Storage) 플랫폼에 적용한 기술을 개발하고 있다. VDI-IOmark 성능 측정 결과는 1,502명 작업 사용자 또는 751명 지식 사용자를 50ms 지연시간 내에 지원한다고 제시하고 있다.

라. HP

HP는 골든 데스크톱 이미지 스냅샷으로부터 수 초 내로 새로운 가상 데스크톱을 생성하는 thin copy desktop 기술, 부트 이미지 간에 공유 데이터의 단일 복제본을 캐시하여 입출력 폭증을 해결하는 지능적인 스냅샷과 적응형 캐싱 기술을 개발하고 있다.

마. Dell

Dell은 스토리지 블록 수준에서 동적으로 데이터 정보

를 관리하는 지능적인 프로비저닝 지원 기술과 자동화된 계층형 스토리지 기술을 개발하고 있다.

바. Nexenta

Nexenta는 이기종 스토리지의 단일 스토리지 관리 기능과 하이브리드 스토리지 풀 기능으로 쓰기 중심의 가상 데스크톱 워크로드 및 마스터 이미지에 대한 동시 접근을 고성능으로 처리하는 NexentaStor를 보유하고 있다.

사. Atlantis Computing

Atlantis Computing에서는 스토리지 IOPS를 절감하기 위해 내용 기반으로 I/O 트래픽을 분석하여 캐시에서 처리하는 기술과 인라인 중복 제거 기술을 개발하고 있다.

아. Fusion IO

Fusion IO는 NFS/SAN 스토리지 위에 캐시 전용 HW를 배치하고 응용 수준에서 핫 데이터를 추출해서 VM I/O를 캐시 전용 장비에서 신속히 처리하는 ioTurbine 제품을 보유하고 있다.

자. Nimble

Nimble은 iSCSI 프로토콜을 기반으로 인라인 압축 기술과 SSD 캐시를 이용한 cache accelerated sequential layout 기술을 개발하여 랜덤 쓰기 성능 향상과 스토리지 사용량을 절감하는 기술을 개발하고 있다.

차. Tintri

Tintri는 NFS 프로토콜과 Tintri 파일 시스템을 사용하여 VM과 vDisk(Virtual Disk)를 기반으로 데이터를 관리한다. 데이터 블록의 자동 정렬 기능을 이용하여 특정 VM이나 vDisk를 SSD에서 서비스하는 VMstore를 개발하고 있다.

카. Virsto Software

Virsto Software에서는 vSphere, Hyper-V와 통합된

스토리지 하이퍼바이저를 제공하며, 순차적인 입출력에 대해 전용 로그인 vLog 기술을 적용하여 랜덤 I/O 성능을 개선하는 기술을 보유하고 있다.

4. VDI 스토리지 성능 평가 기술

가상 데스크톱 서비스 구축에 필요한 스토리지 규모를 산정하기 위해서는 성능을 측정하는 도구들이 필요하다. 현재 가상 데스크톱 스토리지의 성능 측정 도구는 <표 9>와 같이 VDI-IOMark, Login VSI, RAWC (Reference Architecture Workload Code), SPC(Storage Performance Council) 등이 존재한다[18].

SPC는 전체 시스템 구축 없이 스토리지만을 대상으로 성능 시험이 가능하지만, 가상 데스크톱 워크로드와 유사한 워크로드를 합성하는 구조로 성능 측정치를 신뢰하기 어렵다.

Login VSI와 RAWC는 시스템 구축 완료 후 실제 워크로드를 기반으로 성능 인수 시험을 목적으로 하는 도구이다. 따라서 성능 측정치의 정확도는 높지만, 시험을 위해서는 전체 시스템 구축이 필요한 단점이 있다.

VDI-IOMark는 전체 시스템을 구축할 필요 없이 스토리지를 대상으로 성능 시험이 가능하다. 따라서 개발 단계의 성능 시험도구로 활용할 수 있으며, 실제 VDI 서비스에서 녹화된 워크로드를 재생하는 방식이므로 성능 측정치의 신뢰도가 높다.

<표 9> 스토리지 성능 측정 도구

	VDI-IOMark	Login VSI	RAWC	SPC
Test Range	Storage	Entire System	Entire System	Storage
Workload	100% real VDI	100% real VDI	100% real VDI	Non VDI
Cost	No cost for Users-Vendors pay	Cost to license	Vmware partners only	Cost to license & publish
Equipment Required	Low(\$50K)	High (\$1.6M)	High(\$1.6M)	Low
Setup Time	Low(1day)	High(1~2 week)	High(1~2 week)	Low

V. 국내 VDI 현황

국내에서 가상 데스크톱 환경을 도입한 기업들은 <표 10>과 같이, 주로 SAN 계열의 EMC나 NetApp 등 외산 스토리지 제품들, Citrix나 VMware에서 제공하는 외산 가상 데스크톱 솔루션들을 도입하여 VDI 시스템을 구축하고 있다. 이러한 외산 기술 도입에 따른 높은 구축 비용으로 인해 시장 활성화에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

국내 VDI 기술 개발 사례들을 살펴보면 다음과 같다.

KT는 공개 SW 기반 NexentaStor 스토리지 기술을 적용하여 가상 데스크톱 환경을 구축하였다.

틸론 테크놀로지는 Microsoft Hyper-V 기반의 VDI 제품들을 개발하고 있다. 틸론 테크놀로지는 사용자 PC에 가상화된 SW를 배포하는 A 스테이션, 가상 OS를 제공하는 D 스테이션, 클라이언트 가상 데스크톱용 V 스테이션, 퍼블릭 가상 데스크톱 클라우드 서비스인 엘클라우드 등을 개발하여 판매하고 있으며, 이를 이용한 해외 구축 사례 경험도 보유하고 있다.

한국전자통신연구원에서는 2012년부터 가상 데스크톱 워크로드 특성에 최적화된 하이브리드 캐시 기반 페타바이트급 단일 클라우드 파일 시스템 기술을 기반으로 10,000명 이상의 가상 데스크톱 사용자에게 개인 PC급 서비스 환경을 보장하는 고속 파일 시스템 SW 기술을 개발하고 있다.

<표 10> 국내 VDI 서비스 현황

서비스명	가상 데스크톱	스토리지
uCloud	Citrix	Nexenta
T Cloud Biz	VMware	EMC
엘테스크	Microsoft	N/A
현대중공업	VMware	EMC
신한은행	VMware	EMC
두산그룹	Citrix	NetApp
미래에셋생명	VMware	EMC
기업은행	VMware	EMC
군산시청	Oracle	Sun

VI. 맺음말

지금까지 VDI 시스템 기술 현황을 가상화 기술 및 스토리지 기술을 중심으로 살펴보았다. VDI 시장은 Citrix, VMware 등을 선두로 하여 국내외에서 구축 사례가 늘어가고 있는 등 IT 시장에서 급속히 성장하고 있다. 그러나 아직까지는 비싼 구축 및 라이선스 유지 비용 등으로 인해 VDI 시스템의 유용성에 대해서는 공감하고 있지만, 노력과 관심에 비해 그 성과는 많지 않은 편이다. 특히 국내의 경우, 외산 솔루션들에 전적으로 의존하고 있으므로, 비용 절감 및 시스템 규모의 확장이나 유지보수에 제한적일 수 밖에 없다. 따라서 VDI 시스템을 위한 가상화 및 스토리지 기술의 국산화 노력은 매우 바람직하다고 판단된다.

또한 VDI 시장의 확산을 위해서는 관련 기술들이 사용자 체감 성능 만족, 확장성, 편의성, 이동성 및 offline VDI 지원과 같은 특성들을 만족시킬 수 있도록 발전되어야 할 것이다.

용어해설

VDI 서비스 인터넷상에 가상의 내 PC 환경을 구축하여 다양한 단말을 통해 언제 어디서나 업무 환경을 실현하는 서비스

약어정리

CIFS	Common Internet File System
FAS	Fabric-Attached Storage
FC-SAN	Fibre Channel-Storage Area Network
IaaS	Infrastructure as a Service
ICA/HDX	Independent Computing Architecture/High Definition Experience
IOPS	Input/Output Per Second
LTE	Long Term Evolution
LUN	Logical Unit Number
NAS	Network Attached Storage
PAM	Performance Acceleration Module
PCoIP	PC over IP
RAWC	Reference Architecture Workload Code

RDP	Remote Desktop Protocol
RDS	Remote Desktop Services
RDVH	Remote Desktop Virtualization Host
SPC	Storage Performance Council
SPICE	Simple Protocol for Independent Computing Environments
vDisk	Virtual Disk
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
VHD	Virtual Hard Disk
VM	Virtual Machine

참고문헌

- [1] LG CNS 클라우드사업팀, “VDI 동향 및 발전 방향,” LG CNS, 2011. 11.
- [2] IDC, “WW PC Forecast 2010,” 2011.
- [3] 아이뉴스 “데스크톱 가상화(VDI) 시장은 전쟁터,” 2011. 10. 23. http://news.inews24.com/php/news_view.php?g_serial=612295&g_menu=020200
- [4] Gartner, “Emerging Technology Analysis: Hosted Virtual Desktops,” Feb. 2009.
- [5] Gartner, “Forecast Analysis: PC Forecast Assumptions, Worldwide, 2011-2015, 3Q11 Update,” Sept. 2011.
- [6] Gartner, “Market Trends: Worldwide, Desk-Based PCs Are Battling On, 2012,” Jan. 2012.
- [7] IDC, “Market Analysis: Worldwide Business Use Smartphone 2011-2015 Forecast and Analysis,” Sept. 2011.
- [8] Gartner, “Market Trends: x86 Virtualization Market Driven by Management and Desktop Needs,” June 2010.
- [9] IDC, “Worldwide Storage and Virtualized x86 Environments 2011-2015 Forecast,” Nov. 2011.
- [10] J. Daniels, “Server Virtualization Architecture and Implementation,” *Crossroads*, vol. 16, no. 1, Sept. 2009, pp. 8-12.
- [11] 권원욱, 김학영, “고성능 VDI 프로토콜 기술 동향,” 주간 기술동향, vol. 1546, 2012. 5. 15.
- [12] G.R. James, *Citrix XenDesktop Implementation: A Practical Guide for IT Professionals*, Syngress press, 2010.
- [13] J. McLeod et al., “5,000-Seat VMware View Deployment,” NetApp, Aug. 2011.

- [14] Storage Story, “주간 스토리지 소식[12/5-12/9],” 2011. 12. 12. <http://www.storage-story.com/384>
- [15] Nimble Storage, “Top Motivators and Challenges of VDI,” Dec. 2011. http://info.nimblestorage.com/rs/nimblestorage/images/Nimble_Storage_VDI_Survey.pdf
- [16] Microsoft, “VDI TCO Analysis for Office Worker Environments,” Microsoft, Nov. 2010.
- [17] EMC, “VDI User Sizing Example: Best Practices Planning,” White Paper, Jan. 2010.
- [18] R. Fellows, “Storage Optimization for VDI,” SNIA, Nov. 2011.