

모바일 플랫폼에서의 SoD 서비스 기술 동향

Technical Trends of SoD Service Technologies in Mobile Platform

모바일 소프트웨어 기술 동향 특집

강동오 (D.O. Kang)	퍼스널컴퓨팅연구팀 선임연구원
강규창 (K.C. Kang)	퍼스널컴퓨팅연구팀 선임연구원
이형직 (H.J. Lee)	퍼스널컴퓨팅연구팀 선임연구원
정준영 (J.Y. Jung)	퍼스널컴퓨팅연구팀 선임연구원
하기룡 (K.R. Ha)	퍼스널컴퓨팅연구팀 연구원
이전우 (J.W. Lee)	퍼스널컴퓨팅연구팀 팀장

목 차

-
- I. 개요
 - II. 주문형 시스템 서비스 기술
 - III. 이동 단말 가상화 기술
 - IV. I/O 가상화 기술
 - V. 가상 머신 관리 기술
 - VI. 결론

* 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 지식경제 기술혁신사업의 일환으로 수행하였음. [2008-S-034-01, SoD 서비스를 위한 협업형 VM 시스템 기술 개발]

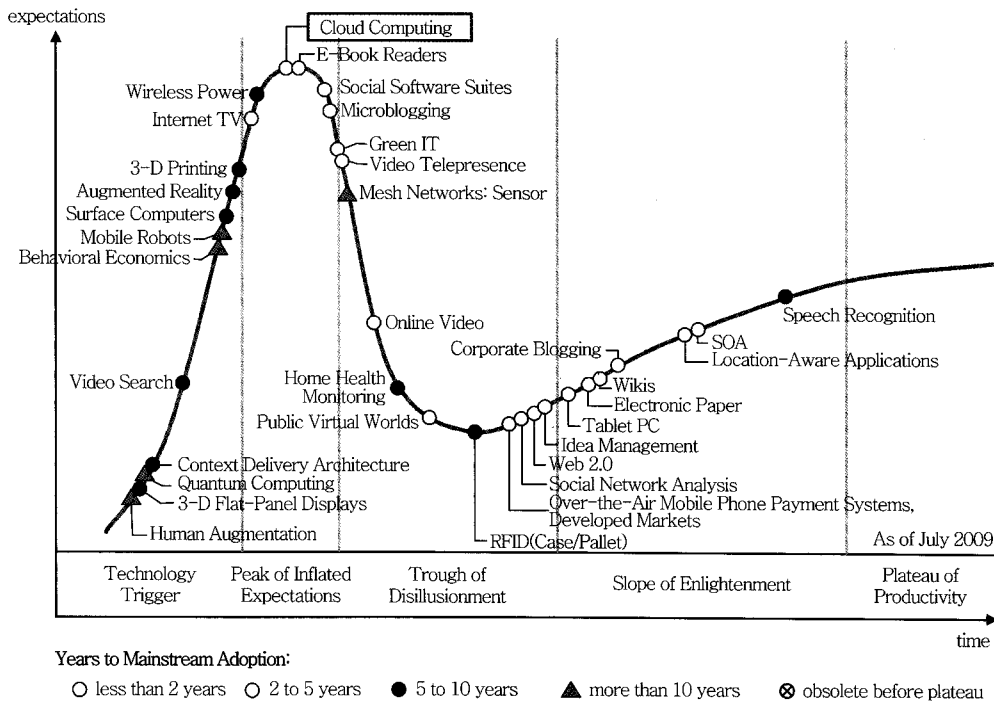
2010년 현재 미래의 개인 컴퓨팅 환경은 가상화를 기반으로 한 클라우드 컴퓨팅과 스마트폰을 통한 모바일 컴퓨팅이 주도할 것으로 예상되고 있다. 이러한 클라우드 컴퓨팅 기술의 발달은 언제 어디서나 사용자 요구에 따라 주변의 편재된 컴퓨팅 기기를 통합하여 최적의 가상 컴퓨팅 환경을 구성하는 SoD 서비스를 한층 현실로 다가오게 하고 있다. 또한 최근 불기 시작한 스마트폰 붐으로 인해 스마트폰을 활용한 다양한 모바일 컴퓨팅 서비스가 활성화 될 것으로 기대된다. 본 고에서는 현재 진행중인 모바일 플랫폼 상에서의 SoD 서비스 관련 가상화 기술을 파악하고 국내외 기술 동향에 대하여 분석한다.

I. 개요

가트너(Gartner)가 2010년 10대 전략 기술에 클라우드 컴퓨팅과 모바일 응용을 포함시킨 것에서 보듯이 2010년 현재 개인 컴퓨팅 환경은 가상화를 기반으로 한 클라우드 컴퓨팅과 스마트폰을 통한 모바일 컴퓨팅이 미래의 컴퓨팅이 될 것으로 전망되고 있다. (그림 1)에서와 같이 네트워크(인터넷)를 통하여 컴퓨팅 자원, 소프트웨어 및 정보 등의 컴퓨팅 파워를 제공 받아 사용하는 클라우드 컴퓨팅은 근래 매우 이슈가 되고 있으며 새로운 컴퓨팅의 패러다임 전환을 가져오고 있다. 2000년대 중반부터 시작된 클라우드 컴퓨팅은 가상화 기술을 기반으로 인터넷 상의 컴퓨팅 파워를 로컬의 컴퓨팅 파워와 같이 가상화하여 사용하도록 한다[1]. 주문형 시스템(SoD) 서비스는 사용자 주변에 편재된 다양한 u-컴퓨팅 기기를 통합하여 사용자 요구에 따라 최적의 가상 기능 자원을 조합하여 가상 컴퓨팅 환경을 구성하고 제공하는 서비스로서 다양한 장소에서 개인화된 컴

퓨팅 환경을 일관성 있게 맞춤형으로 제공하는 기술이다. 따라서, 네트워크를 통하여 컴퓨팅 파워를 공유하는 측면에서 클라우드 컴퓨팅 기술과 유사하며, 클라우드 컴퓨팅 기술의 발달은 주문형 시스템 서비스를 한층 현실로 다가오게 하고 있다.

2009년 iPhone의 도입으로 한국에서는 스마트폰 열풍이 불어와 스마트폰 관련 서비스가 활발히 개발되고 있다. 스마트폰은 지난 세기의 퍼스널 컴퓨터의 등장과 맞먹을 정도의 개인 컴퓨팅의 흐름 변화를 가져올 것으로 예측되고 있고, 현재 데스크톱 컴퓨터에서 행해지는 많은 컴퓨팅 작업들이 곧 스마트폰에서도 실현되는 모바일 컴퓨팅의 시대가 도래할 것이다. 따라서, 클라우드 컴퓨팅의 패러다임 변화와 더불어 스마트폰을 통한 클라우드 컴퓨팅은 자연스러운 미래의 개인 컴퓨팅 흐름이 될 것으로 추측된다. 이에 따라, 본 고에서는 스마트폰을 비롯한 모바일 플랫폼에서의 주문형 시스템 서비스를 가능하게 하는 관련 가상화 기술들을 파악하고 최근 국내의 기술 동향에 대하여 살펴보고자 한다. II장에



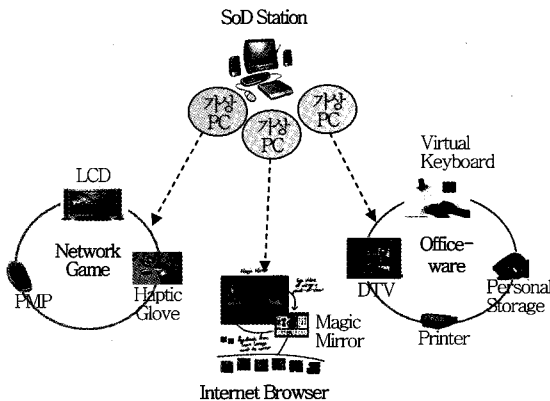
<자료>: Gartner (July 2009)

(그림 1) Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies

서는 주문형 시스템 서비스 기술에 대해서 알아보고 모바일 플랫폼 상에서 주문형 시스템 서비스를 가능하게 하는 관련 가상화 기술에 대해서 파악하여 본다. III장에서는 주문형 시스템 서비스를 위한 모바일 플랫폼 상의 이동 단말 가상화 기술, IV장에서는 I/O 가상화 기술, V장에서는 가상 머신 관리 기술의 국내외 기술 동향을 기술한다. 끝으로 VI장에서는 본 고에서 살펴본 기술 동향 및 수준을 바탕으로 향후 주문형 시스템 서비스의 발전 전망에 대해서 언급하며 결론을 맺는다.

II. 주문형 시스템 서비스 기술

주문형 시스템 서비스(SoD)는 사용자 주변에 편재된 다양한 u-컴퓨팅 기기의 기능 자원을 가상 기능 자원으로 인식하여 통합/관리하며, 사용자의 요구에 따라 최적의 가상 기능 자원을 조합하여 기기 협업형 가상 머신 방식의 가상 컴퓨팅 환경을 구성 제공하는 시스템 서비스로, 다양한 장소에서 개인화된 컴퓨팅 환경을 일관성 있게 맞춤형으로 제공하는 기술이다. 주문형 시스템 서비스는 언제 어디서나 산재한 유비쿼터스 기기들을 연동하여 자신이 원하는 개인 컴퓨팅 환경을 구성, 활용 가능하게 하고, PC에서 수행되던 개인 컴퓨팅 작업 환경의 연속성 및 유연성을 부여하여 장소, 장비 및 시간상의 제약을 해소한다. (그림 2)는 이러한 주문형 시스템 서비



(그림 2) 주문형 시스템 서비스 개념도

스의 개념을 그림으로 표현한 것이다.

주문형 시스템 서비스를 위한 시스템 구성은 다음과 같다. 주문형 시스템 서버는 가상 머신을 제공하는 서버의 역할을 담당하며 가상 머신 커널을 통하여 가상 머신의 CPU, 메모리, 하드디스크 등의 자원을 제공한다. 가상 머신 커널 클라이언트는 주문형 시스템 서버의 가상 머신 커널의 기능을 요청하는 클라이언트이다. 주문형 시스템 서버와 연결된 레거시 I/O 장치나 네트워크로 연결된 I/O 장치들은 이러한 가상 머신 커널 클라이언트에 해당된다.

주문형 시스템 서비스를 위하여 필요한 가상화 기술들은 다음과 같다.

• 시스템 가상화 기술

시스템 가상화 기술은 시스템을 운영하는 운영 체제에 가상 CPU, 가상 메모리, 가상 하드디스크, 가상 네트워크 인터페이스 등의 가상 하드웨어를 제공하는 기술로 하이퍼바이저나 가상 머신 모니터 등의 소프트웨어 기술을 말한다. 클라우드 컴퓨팅에서는 클라우드 컴퓨팅 서버에서 IaaS 서비스를 위하여 시스템 가상화 기술이 주로 도입되거나 DaaS와 같은 데스크톱 가상화 등에 이용된다. 모바일 플랫폼의 경우는 운영 시스템에 대한 하드웨어 의존성을 극복하거나 도메인 간의 보안 문제를 시스템 가상화를 통한 도메인 간의 격리 효과를 활용하기 위하여 사용한다.

• 네트워크를 통한 I/O 가상화 기술

편재된 컴퓨팅 자원을 가상 머신의 I/O 자원으로 활용하는 경우에 네트워크를 통한 I/O 가상화 기술이 필요하다. 원격의 모니터 등의 디스플레이 장치를 가상 머신의 로컬 디스플레이 장치와 같이 동작시키거나 원격의 주변 장치를 가상머신의 로컬 주변 장치와 같이 동작시키는 기술이다. 모바일 플랫폼의 경우는 스마트폰을 가상 머신의 디스플레이로 활용하거나 스마트폰을 입출력 I/O나 저장장치로 활용하는 기술들이 개발되고 있다.

• 가상 시스템 관리 기술

가상 시스템을 구성하는 자원 관리 기술과 가상

시스템을 생성, 제어, 해제하는 등의 라이프 사이클을 관리, 제어하는 기술이다. 모바일 플랫폼과 관련하여 휴대폰 등을 통하여 가상 시스템을 관리하는 기술들이 개발되고 있다.

Ⅲ. 이동 단말 가상화 기술

휴대폰과 같은 이동 단말에서의 시스템 가상화 기술은 급격한 통신 기술 및 시스템 기술의 발달로 스마트폰과 같은 고기능의 이동 단말이 요구되는 현실에서 구형의 인터넷 사용 가능 피쳐폰(feature phone) 이동 단말에 스마트폰과 같이 고기능의 운영체제를 탑재하려는 제조사들의 필요성으로 인하여 발전하였다[2],[3]. 전통적으로 휴대폰에서 통화 기능을 담당하는 오퍼레이터 모드의 운영체제는 낮은 수준의 RTOS 환경에서 동작하고 엔터프라이즈 모드는 높은 수준의 운영체제에서 동작하는데 스마트폰과 같이 듀얼 코어의 시스템이 아닌 싱글 코어의 이동 단말에서 듀얼 코어와 같이 통화 기능의 오퍼레이터 모드와 운영체제에 의한 엔터프라이즈 모드의 운용이 가능하도록 하는 것이 목표이다. 이를 위한 요구 사항은 다음과 같다.

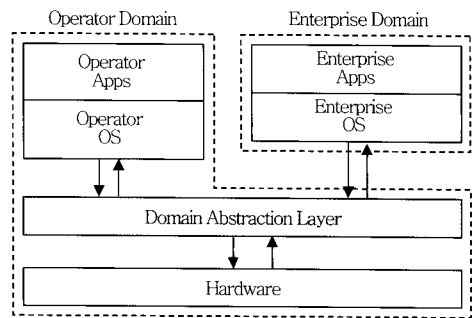
- 오퍼레이터 모드와 엔터프라이즈 모드의 빠른 전환
- 오퍼레이터 모드와 엔터프라이즈 모드 사이의 일관성 유지
- 다양한 이종의 운영체제 및 응용 지원
- 오퍼레이터 모드와 엔터프라이즈 모드 사이의 격리 및 보안 지원

이상에서 특히 보안을 위하여 오퍼레이터 모드와 엔터프라이즈 모드 간의 격리 기능이 있어 한 모드의 오류가 다른 모드에 영향을 주지 않도록 하는 것이 중요한 요소이다.

이러한 이동 단말에서의 가상화와 관련된 다음의 두 가지 기술 표준이 있다. 첫째는 OMTP에 의하여 제정된 Advanced Trusted Environment 표준 명세서로 이동 단말에서 신뢰 실행 환경(TEE)에 대한

보안과 관련된 요구 사항을 정리하고 있다[4]. TEE는 물리적 CPU와 소프트웨어적인 가상 머신 상의 운영체제 등을 포함하며 실행 환경의 구성 관리와 실행 환경 간의 통신에 대한 요구 사항을 정리하고 있다. 이 표준 명세서는 휴대폰에서의 보안이 보장되는 복수의 실행 환경을 보장한다.

둘째는 인텔과 NTT 도코모에 의하여 만들어진 OSTI로 개인의 정보가 저장된 통화 위주의 오퍼레이터 도메인과 사업적 사용 목적의 엔터프라이즈 도메인으로 구분하여 사용자는 한 번에 한 개의 도메인을 사용하도록 하고 각 도메인들 간의 분리, 엔터프라이즈 도메인에 대한 개인 정보 보호, 서비스 질 보호에 대한 구조를 정의하였다[5]. OSTI 플랫폼 구조에서 (그림 3)과 같이 DAL가 엔터프라이즈 운영체제와 플랫폼 나머지 부분들과의 표준 인터페이스를 제공한다. OSTI는 한 도메인이 휴면 모드로 들어가고 다른 도메인이 활성화되어 동작하는 OS 스위칭과 동시에 두 개의 운영체제가 활성화 되는 것을 허용하는 VMM 기술에 대한 표준을 제안하고 있다.



(그림 3) OSTI 플랫폼 구조[5]

휴대폰에 사용되는 하이퍼바이저는 통화에 사용되는 오퍼레이터 모드를 위하여 실시간 성능이 충족되어야 하며 임베디드 시스템 특성상 작은 메모리 크기를 지원하고 낮은 오버헤드를 가져야 한다. 현재는 휴대폰 단말 시장에서의 하이퍼바이저 등의 시스템 가상화 기술은 다음의 회사가 주도하고 있다.

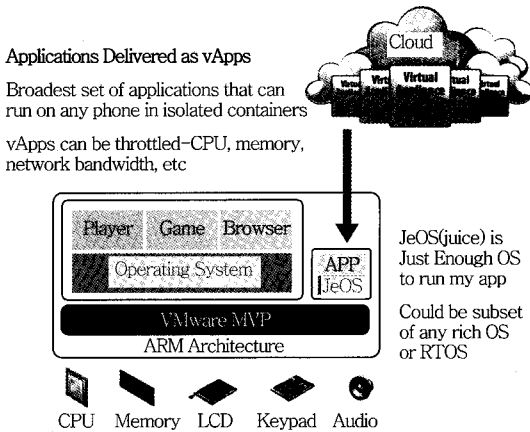
- Trango Virtual Processor

Trango의 하이퍼바이저는 20~30KB의 작은 사이즈의 VMM을 가지며 격리된 실행 환경, 안전한

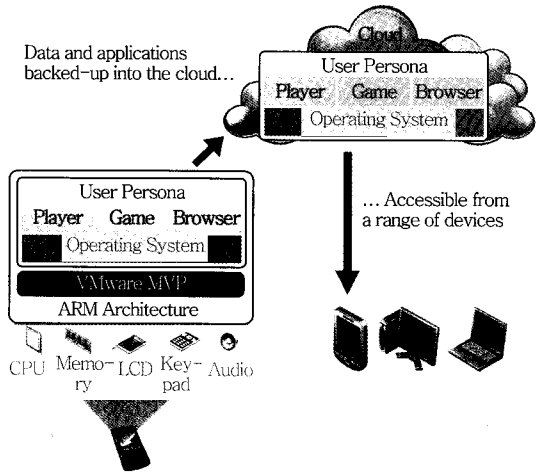
가상 머신 간 통신, 가상 커널/사용자 공간 격리 등의 휴대폰 가상화를 제공한다. 반가상화 기술을 바탕으로 OMTF와 OSTI 프로파일을 모두 지원하고 있다. ARM9, ARM11, XScale 플랫폼을 지원하며 리눅스, Windows CE, Symbian 등의 운영체제, 실시간 운영체제, stand-alone 응용 등을 모두 지원한다. Trango는 세계 1위의 서버 가상화 업체인 VMware에 2008년 인수되었다.

• VMware Mobile Virtual Platform

2008년에 Trango를 인수한 VMware는 Trango의 하이퍼바이저가 제공하던 동일 기기 상의 개인 도메인과 작업 도메인의 동시 사용 기능 이외에도 vApps 또는 Virtual Appliance라는 JeOS 상에서 패키징된 응용을 제공하는 기능을 제공한다. vApps는 하이퍼바이저에 의하여 폰의 운영체제에 무관하게 동작하고 격리 기능을 제공하여 안전하게 동작한다. (그림 4)는 이러한 가상 기기를 이용한 응용의 실행에 대한 개념도를 보여준다. 이 밖에도 VMware에서는 하드웨어에 무관한 개인의 핸드폰 장치인 persona 개념을 도입하여 개인의 핸드폰 장치를 파일인 가상 머신으로 구성하여 개인의 데이터, 응용들이 장치에 무관하게 동작하도록 하였다. 따라서, 이를 클라우드에 백업하여 원할 때 다른 하드웨어 장치에서 동작할 수 있고, 새롭게 핸드폰 기체가 업그레이드 되어도 이전의 핸드폰 가상 머신을 그대로 사용할 수 있게 하였다(그림 5) 참조).



(그림 4) Virtual Appliance를 이용한 응용 실행 개념도



(그림 5) Persona 활용 개념도

• VirtualLogix VLX for Mobile Handsets

VirtualLogix의 VLX 하이퍼바이저는 ARM 기반의 휴대폰에서 하나의 CPU에 리눅스와 모뎀 스택과 같은 실시간 응용을 동시에 실행할 수 있어 피쳐 폰이나 스마트폰을 낮은 비용으로 구현이 가능하다. 다른 운영체제의 기능에 영향을 주지 않는 격리 sandbox 영역에서 특정 운영체제의 동작이 가능하므로 공개 운영체제와 응용의 에러에도 통화 서비스가 동작하도록 한다. 보안 에이전트, 접근 제어와 인증 등의 공개 운영체제로부터의 보호를 위한 신뢰 서비스를 제공하고 운영체제 감시, 자동 재시작과 같은 기능을 공개 운영체제와 격리하여 제공하므로 손쉬운 복구가 가능하게 한다. 64KB의 시스템 자원에 대한 작은 부하가 있으며 ARM7, ARM9, ARM11, XScale 플랫폼을 지원한다. 현재 상용의 리눅스폰에 탑재되어 판매되고 있다.

• ARM의 TrustZone 전가상화

휴대폰에서 사용되는 하이퍼바이저는 휴대폰의 임베디드 시스템의 성능 문제로 인하여 전가상화보다는 성능에서 우세한 반가상화 방법이 사용되었다. 반가상화는 휴대폰에 사용되는 운영체제의 소스를 수정한 것으로 하드웨어 에뮬레이션이 필요한 전가상화보다는 소프트웨어 하이퍼바이저에서 보다 성능이 뛰어나다. 그런데, ARM은 최근에 자사의 CPU 기술에 TrustZone 기술로 전가상화에 대한 하드웨어

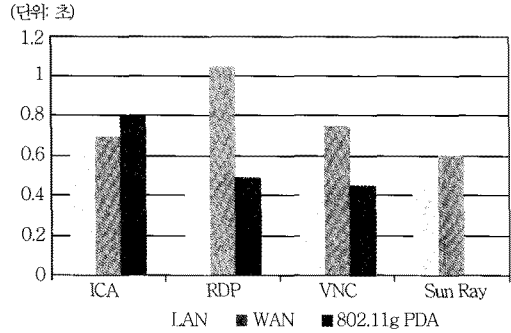
어적인 지원을 추가하였다. TrustZone 기술은 TrustZone API를 사용하여 TEE를 구성할 수 있어 normal world와 secure world를 격리시켜 준다.

IV. I/O 가상화 기술

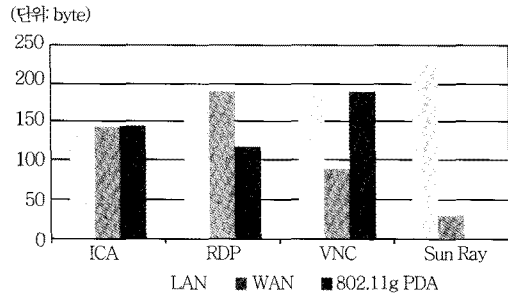
주문형 시스템 서비스에서 네트워크를 통한 원격의 컴퓨팅 자원을 로컬의 I/O 자원과 같이 동일하게 활용하고자 하는 것이 I/O 가상화 기술의 핵심이라 할 수 있다. 이와 같은 I/O 가상화 기술은 다양한 종류의 하드웨어들이 컴퓨팅 능력을 보유하고 있는 현재의 유비쿼터스 환경에서 해당 하드웨어들의 활용 효율성을 높이는 한편, 실제 사용자들에게는 컴퓨팅 이용의 형태를 다양화 시키는 효과가 있다.

가상화 대상 I/O 장치 중 디스플레이 장치는 가장 보편적으로 이용되는 대상이다. 원격의 디스플레이 자원을 가상 머신의 디스플레이로 활용하는 기술은 가상 머신의 화면을 원격의 디스플레이 자원으로 전달하는 형태로 이루어지며, 이를 위하여 기존의 원격 데스크톱 프로토콜을 활용하는 경우가 많다. 원격 데스크톱 프로토콜은 그 기술이 개발되어온 시간만큼이나 다양한 종류가 존재하며, Citrix의 ICA, Microsoft의 RDP, VNC의 RFB, Sun사의 SunRay 등이 대표적이다. 원격 데스크톱 프로토콜은 그 방식에 따라 1) frame buffer를 전송하는 방식, 2) 운영체제 상에 전달된 영상 처리 command를 전송하는 방식, 3) 위의 두 가지를 혼용하는 방식으로 나눌 수 있다. (그림 6), (그림 7)은 일반 사용자가 가장 보편적으로 수행하는 PC 작업인 웹 검색의 경우를 통해 이들 프로토콜의 대략적인 성능을 비교한 것이다.

VNC의 경우 네트워크의 bandwidth 및 latency에 따라 adaptive하게 인코딩을 변화시키고 있으며, 따라서 위의 그래프 상에서와 같이 전송되는 데이터가 많아짐에도 로딩 시간은 줄어드는 경우가 발생한다. 단순히 웹 페이지 로딩 시간 및 데이터양만을 가지고 프로토콜의 전체적인 우위를 평가하기는 힘들지만, 사용자 입장에서 가장 민감한 요소가 반응시간이라는 점을 고려해 볼 때 스마트폰의 환경에서



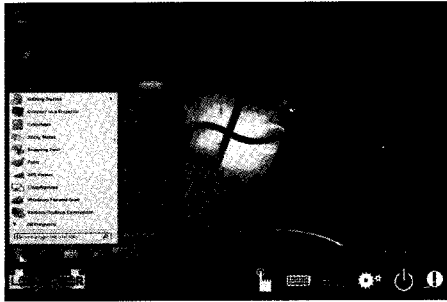
(그림 6) 웹페이지 로딩 시간 비교[6]



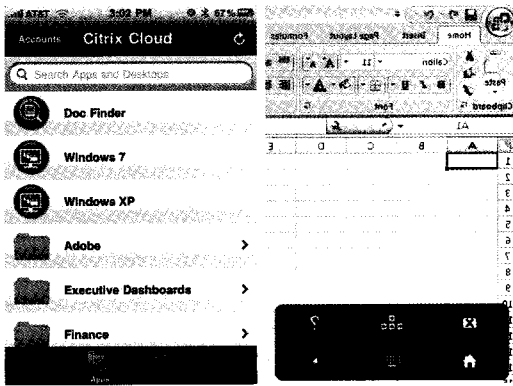
(그림 7) 웹페이지 로딩 전송 데이터양 비교[6]

RDP와 VNC가 상대적으로 우수한 성능을 보인다고 할 수 있다. 특히, VNC의 경우는 그 프로토콜 자체가 운영체제에 의존적인 부분들을 포함하고 있지 않기 때문에 실제로도 널리 사용되고 있다.

이러한 프로토콜들을 활용하여 스마트폰 상에서 I/O 가상화 기술을 구현한 제품들 역시 다수 존재하며, 특히 iPhone에서는 기존 원격 데스크톱에서 프로토콜을 구현하여 PC 상의 화면을 iPhone 상에서 제어할 수 있도록 구현한 클라이언트들이 다수 존재한다. 기존의 프로토콜뿐만 아니라, 독자적인 방식을 이용하여 스마트폰에 최적화된 영상을 전달하는 애플리케이션도 다수 선보이고 있으며, 이러한 애플리케이션의 경우 1) PC 화면에 비해 상대적으로 작은 스크린 크기, 2) 제한된 네트워크 대역폭이라는 모바일 환경의 특성을 고려해 정적 텍스트 영상의 손실을 감수한 손실 인코딩 방식을 사용하고 있는 경우가 많다. 다시 말해, 동영상 전송에 특화된 경우가 많으며, 이러한 경우 실시간 인코딩을 통해 모바일 환경에 적합한 스트리밍 데이터를 만들어 내는 방식을 이용한다(그림 8) 참조).



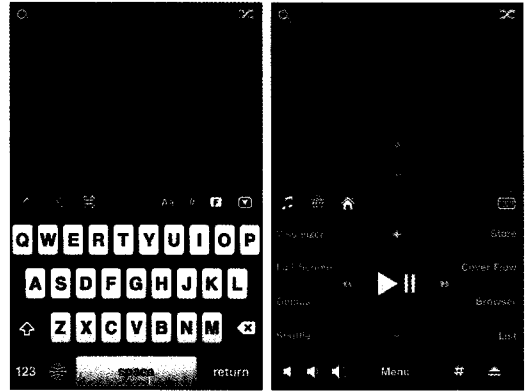
(그림 8) 모바일에서의 원격 영상 전송



(그림 9) Citrix사의 iPhone용 Receiver

기존의 가상화 기술을 다루는 업체들 역시 빠르게 변화하는 모바일 환경에 적합한 제품을 출시하고 있으며, 대표적으로 Citrix는 iPhone과 안드로이드폰 상에서 receiver를 통하여 원격의 가상 데스크톱의 화면을 직접 볼 수 있도록 하고 있다(그림 9) 참조). 최근 Wyse는 iPhone에서 VMware View manager에 접속하여 VMware 가상 데스크톱에 접속할 수 있는 PocketCloud 클라이언트 응용 소프트웨어를 선보였다.

위와 같이 프레임 버퍼 데이터의 전송으로 대표되는 디스플레이 장치의 가상화뿐만 아니라, 모바일 단말의 입력 장치를 PC의 가상화된 입력장치로 이용하고자 하는 시도 역시 다양한 형태로 진행되고 있다. 단순히 모바일 장치의 터치 스크린을 키보드, 마우스로 이용하는 경우에서부터 모바일 장치에서 존재하는 하드웨어적인 특성을 활용하여 기존 PC의 입력으로 가상화하는 경우도 있다. 이러한 접근 방식으로는 가속도 센서와 기울기 센서를 이용하는 경



(그림 10) 모바일 단말의 에어 마우스 이용

우가 대표적이데, 가속도, 기울기 센서의 데이터를 변환하여 마우스의 입력으로 사용함으로써 3차원 공간에서 에어 마우스로 활용하는 것이 그 중 한 예이다(그림 10) 참조).

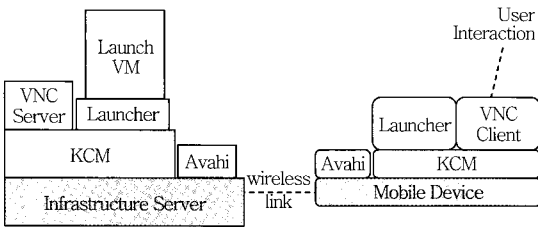
이 이외에도 모바일 단말을 이동형 저장 장치, 스피커, 프린터 등의 다양한 주변장치로 사용자하고자 하는 시도가 다양하게 나타나고 있으며, 특히 모바일 단말의 특성상 이동형 저장 장치로의 활용은 꾸준히 시도되고 있다. 한국전자통신연구원에서는 안드로이드 모바일 플랫폼을 USB 저장 장치로 가상화하는 가상 USB 에뮬레이션 기술을 개발하였다[7]. 사용자는 원하는 순간에 자신의 안드로이드폰의 파일 시스템을 USB over IP 기술로 원격의 가상 머신에 USB 저장 장치로 인식되게 하여 가상 머신에서 이를 사용할 수 있게 한다.

V. 가상 머신 관리 기술

가상 머신 관리 기술에는 가상 시스템을 구성하는 자원 관리 기술과 가상 시스템을 생성, 제어, 해제하는 등의 라이프 사이클 관리 및 제어 기술이 포함된다. 서버 가상화의 경우는 가상화 시스템의 모니터링 및 자원 할당 기능, 자가 복구 기능도 제공한다. 데스크톱 가상화의 경우는 개인화된 정보의 관리 기능 등을 포함한 데스크톱 개인화 기술이 포함된다. 주문형 시스템 서비스에서는 데스크톱 가상화

와 같은 개인화된 가상 시스템을 제공하므로 사용자에게 적합한 주변의 산재한 u-컴퓨팅 자원을 할당하여 사용자에게 개인화된 가상 머신을 관리하는 기술이 중요하다. 따라서, 본 고에서는 모바일 플랫폼과 관련하여 휴대폰 등을 통한 가상 머신을 제어하는 기술들을 살펴본다.

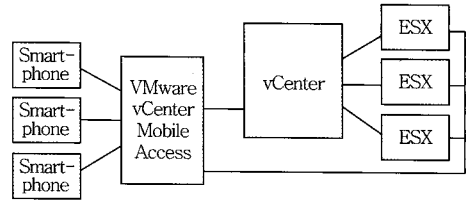
카네기멜론 대학의 Kimberley 시스템은 이동 단말에 저장된 정보를 바탕으로 Kimberley 인프라 서버 상에서 기본 가상 머신(base VM)과 부가 가상 머신 패치(overlay VM patch)를 결합하여 개인화된 가상 머신을 구동한 후 이를 이동 단말에서 VNC를 통하여 사용하는 시스템이다. 사용자는 이동 단말에 부가 가상 머신 패치를 저장하거나 부가 가상 머신 패치의 URL 등을 저장하여 이를 모바일 런처(launcher)를 통하여 원하는 Kimberley 서버를 구동한다. KCM은 일종의 미들웨어로 다양한 연결의 서비스 발견을 위해 사용되어 구현의 복잡성을 줄인다. 사용자는 이동 단말로 자신의 가상 머신을 원하는 서버에서 구동시키고 이를 VNC 프로토콜을 통하여 이동 단말에서 제어할 수 있다(그림 11) 참조.



(그림 11) Kimberley의 실행 시간 연결 구성[8]

VMware View는 데스크톱 가상화 솔루션으로 데스크톱을 관리 서비스 형태로 제공하는 것이 가능하도록 한다. 사용자는 VMWare View manager를 통하여 생성된 가상 데스크톱에 접근할 수가 있다. VMware는 현재 iPhone, 블랙베리 등의 스마트폰에서의 휴대폰에 최적화된 인터페이스로 서버 가상화 관리를 위하여 VCMA라는 클라이언트 프로그램을 제공하는데 이를 VMware View로 확장할 예정이다(그림 12) 참조.

Citrix는 XenDesktop 솔루션을 통하여 사용자



(그림 12) VMware vCenter Mobile Access

에게 개인 가상 데스크톱을 VDI 상에 구성하여 ICA 등의 원격 데스크톱 프로토콜로 thin client 등의 단말에 제공하거나 가상 머신 이미지를 thick client에 스트리밍 한다. 이동 단말을 위한 클라이언트 프로그램인 receiver를 통하여 윈도 모바일, iPhone, 안드로이드 등의 스마트폰에서 XenDesktop에 로그인하여 ICA를 통해 가상 데스크톱을 제어할 수 있다. XenDesktop Setup Wizard 프로그램을 이용해 가상 데스크톱을 구성 생성하고 이를 receiver 클라이언트 프로그램으로 ICA를 통하여 접속 사용한다. Hyper9과 같은 모바일 단말용 하이퍼바이저 관리 도구를 통하여 서버 가상화 도구인 XenServer를 제어할 수 있지만 모바일 단말용 XenDesktop 관리 도구는 개발되어 있지 않다.

VI. 결론

주문형 시스템 서비스는 사용자 주변에 편재된 다양한 u-컴퓨팅 기기의 기능자원을 가상기능자원으로 인식하여 통합/관리하며, 사용자의 요구에 따라 최적의 가상기능자원을 조합하여 기기 협업형 가상 머신 방식의 가상 PC를 구성 제공하는 시스템 서비스로 클라우드 컴퓨팅 서비스의 일종이라고 할 수 있다. 최근의 클라우드 컴퓨팅의 기술의 발전과 더불어 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 대한 많은 연구는 주문형 시스템 서비스가 먼 미래의 얘기가 아님을 의미하게 되었다. 또한, 애플의 iPhone으로 우리 사회에서 불고 있는 스마트폰 붐에서 알 수 있듯이 현재 데스크톱 컴퓨터에서 행해지는 많은 컴퓨팅 작업들은 곧 스마트폰에서도 실현되는 모바일 컴퓨팅의 시대가 도래하고 있다. 본 고에서는 모바일 플랫폼

에서의 주문형 시스템 서비스를 위한 가상화 기술로 이동 단말 시스템 가상화 기술, 네트워크를 통한 I/O 가상화 기술, 가상 머신 관리 기술을 고찰하였다. 이동 단말 시스템 가상화 기술은 원래 클라우드 컴퓨팅의 패러다임에서 개발되고 있지 않고 구형 이동 단말 하드웨어의 재활용의 측면과 가상화를 통한 도메인 간의 격리를 통한 보안의 측면에서 하드웨어 가상화가 연구되어졌다. 현 시점에서 스마트폰 등의 이동 단말을 주문형 시스템의 서버로 활용하기에는 성능 및 기능 면에서 무리가 있다. 하지만, 이동 단말 하드웨어 및 가상화 기술의 발전과 이의 이동 단말에의 적용의 가속화를 감안한다면 머지않아 이동 단말을 주문형 시스템의 서버로 활용하여 가상 기기 등의 다양한 서비스가 가능할 것이다.

네트워크를 통한 I/O 가상화 기술의 경우는 모바일 플랫폼 상에서 가상 데스크톱 프로토콜을 통한 디스플레이 및 I/O 장치의 원격 제어와 사용 기술에 대한 연구 개발이 활발하며 데스크톱 가상화에 널리 적용되고 있다. 또한, 이동 단말을 가상 머신의 I/O 장치 및 주변 장치로 활용하는 연구도 활발하게 진행 중이다.

가상 머신 관리 기술의 경우는 이동 단말을 클라우드 컴퓨팅의 진입 단말로 활용하고 제어 단말로 사용하거나, 휴대형 가상 머신 이미지 저장 장치로 활용하는 기술 개발이 진행되었다. 이동 단말의 성능이 향상되고 주변의 편재된 컴퓨팅 기기와의 연동 기능이 향상되면 이동 단말을 주문형 시스템의 관리 단말로 활용하는 것이 더 활발해질 것으로 기대된다.

이상에서 살펴본 주문형 시스템 서비스 기술은 가상화와 관련된 여러 기술이 결합된 기술로 클라우드 및 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 많은 관련이 있다. 따라서, 이동 단말에서의 주문형 시스템 서비스를 위한 적절한 기술을 선정하고 이를 표준화하여 산업 전반에 주문형 시스템 서비스를 위한 인프라를 구축하는 것이 필요하다. 또한, 모바일 플랫폼의 발전과 더불어 주문형 시스템 서비스 기술의 이동 단말에의 적용에 대한 지속적인 연구 개발이 이루어져야 할 것이다.

● 용어 해설 ●

SoD(System on-Demand): 주문형 시스템. 사용자 주변에 편재된 다양한 u-컴퓨팅 기기를 통합하여 사용자 요구에 따라 최적의 가상 기능 자원을 조합하여 가상 컴퓨팅 환경을 구성하여 제공하는 서비스로서 다양한 장소에서 개인화된 컴퓨팅 환경을 일관성 있게 맞춤형으로 제공하는 기술

약어 정리

DaaS	Desktop as a Service
DAL	Domain Abstraction Layer
IaaS	Infrastructure as a Service
ICA	Independent Computing Architecture
JeOS	Just Enough Operating System
KCM	Kimberley Control Manager
OMTP	Open Mobile Terminal Platform
OS	Operating System
OSTI	Open and Secure Terminal Initiative
RDP	Remote Desktop Protocol
RFB	Remote Framebuffer
SoD	System on-Demand
TEE	Trusted Execution Environment
VCMA	vCenter Mobile Access
VDI	Virtual Desktop Infrastructure
VM	Virtual Machine
VMM	Virtual Machine Monitor
VNC	Virtual Network Computing

참고 문헌

- [1] 김진미 외 6인, “차세대 컴퓨팅을 위한 가상화,” 전자통신동향분석, 제23권 제4호, 2008. 8., pp. 102-114.
- [2] Gartner research report, “The Emerging Market for Smartphone Hypervisors,” 17 Sep. 2008.
- [3] Gartner research report, “Cost Reduction Drive Will Bring Hardware Virtualization to Smartphones,” 9 May 2007.
- [4] OMTP Advanced Trusted Environment OMTP TR1 v.1.1.1, 28 May 2008.

- [5] OSTI Architecture Specification Rev. 1.0, 2006.
- [6] R.A. Baratto, L.N. Kim, and J. Nieh, "THINC: a Virtual Display Architecture for Thin-client Computing," *In Proc. of the Twentieth ACM Symp. on Operating Systems Principles*, Brighton, United Kingdom: ACM, 2005, pp.277-290.
- [7] Kyuchang Kang, Jeunwoo Lee, and Jinho Yoo, "Utilizing Remote Storage through USB over IP on SoD System Environment," *In Proc. of ICACT 2010*, 2010, pp.1243-1247.
- [8] Adam Wolbach, Jan Harkes, Srinivas Chellappa, and M. Satyanarayanan, "Transient Customization of Mobile Computing Infrastructure," *In Proc. of the First Workshop on Virtualization in Mobile Comput. in Int'l Conf. on Mobile Systems, Applications and Services*, 2008, pp.37-41.