

가상화 지원 시스템과 Copy-on-Write 방법을 이용한 응용프로그램 가상화 방법의 설계 및 구현

A Design and Implementation of Application virtualization method using
virtual supporting system and Copy-on-Write scheme

최원혁, 최지훈*, 김원영, 최완
한국전자통신연구원 S/W서비스연구팀, (주) 유니인포*

Won Hyuk Choi, Ji Hoon Choi*, Won-Young Kim, Wan Choi
S/W Service Research Team, Electronics and
Telecommunications Research Institute, Uninfo Co.*

요약

본 논문에서는 각각의 호스트 컴퓨터에 설치하여 사용하는 응용 프로그램 패키지를 설치 없이 임의의 호스트에서 원 클릭만으로 사용가능 하게 하는 비설치형 이동형 SW 포맷을 이용하여 임의의 호스트에서 호스트의 실행 환경과 리소스에 대한 변경이나 수정 없이 독립적으로 응용 프로그램 수준의 가상화를 제공하는 방법에 대하여 소개한다. 본 논문에서는 이러한 응용 프로그램 수준의 가상화를 구현하기 위하여 윈도우 기반 시스템에서 커널 레벨의 가상 파일 시스템과 가상 레지스트리 하이브를 포함하는 가상화 지원 시스템을 구축한다. 또한, 임의의 호스트에서 사용자가 이동형 SW를 사용할 때, 이동형 SW 실행 환경의 일관성을 제공하기 위하여, 가상 파일 시스템 상에서의 추가 및 수정되는 파일들과 가상 레지스트리 하이브에서 추가 및 수정되는 레지스트리 정보를 Copy-on-Write 방식을 이용하여 처리하는 방법에 대하여 기술한다.

Abstract

In this paper, we introduce an application virtualization method that could be supported without changing and modifying any resources and execution environment on host system, using non-installable portable software format that could be executed by one-click on any host without installing process. For the purpose of designing and implementing an application virtualization method, we construct virtual supporting system that includes virtual file system and virtual registry hive on kernel level of Windows operating system. Also, when users execute portable software on any hosts to provide consistency on using portable software, we describe method of processing information of appending and modifying files and registry datum on virtual file system and virtual registry hive through Copy-on-Write scheme.

I. 서론

전문 개발자나 개발업체에 의해 개발되고, 회사의 영업망을 통해 CD나 다운로드 패키지 형태로 판매되는 소프트웨어(이하 SW) 유통 방식이 점차 인터넷을 통한 서비스 형태로 전환되고 있다. 특히, 마이크로소프트, Adobe와 같은 전통적인 패키지 SW 개발 업체들도 자사 SW 유통방식으로 온라인을 통한 서비스 형태로 전환하고 있다.

패키지 SW는 사용하기 위하여 별도의 설치와 사용자 환경을 고려한 관리가 필요하지만 사용자층이 두껍고, 강력한 기능을 제공하는 것이 많다. 이에 반하여 온라인 서비스 형태로 제공되는 SW는 설치 없이 원클릭만으로 사용 가능하지만, 아직까지는 간단한 기능들의 SW 위주로 제공된다. 그러므로, 서비스 형태로 제공되는 SW들도 패키지 SW가 가지는 강력하고 다양한 기능들을 제공하기 위하여 관련 기술들이 개발되고 있다.

Altiris의 SVS는 기존의 윈도우 기반의 패키지 SW를 사용

자의 호스트에 설치 없이 사용할 수 있게 하는 기술이다. 이를 위하여 기존의 패키지 SW를 SVS를 위한 SW로 변환하기 위한 도구인 Package Studio를 제공한다[1]. AppStream은 SVS의 SW 가상화 기능에 온라인 전송 중에도 SW를 실행할 수 있는 스트리밍 기능을 추가함으로써 마이크로소프트, 인텔 등 기업들과 산호세 기반의 유명 벤처투자자들이 투자하고 있다[2]. 이스라엘의 Exent Technologies사에서 개발한 Extender Player는 소비자들이 게임 SW를 구입하여 개인 PC에 설치하지 않고 마우스를 클릭하는 것만으로 SW를 실행할 수 있게 서비스하고 있다[3].

본 논문에서 제안하는 응용 프로그램 가상화를 위한 이동형 SW 실행 기술은 상기의 예와 같이 설치형 패키지 SW를 오프라인 상황에서 호스트 컴퓨터에 설치없이 실행 가능하도록 함으로써 사용자의 편리성을 높이기 위한 차세대 SW 실행 기술이다. 이는 메모리 및 관련 기술의 발전과 보편화로 누구나 저렴한 가격으로 휴대할 수 있는 USB 메모리와 같은 이동 저

장 장치에 자신이 필요로 하는 SW를 저장하여 언제 어디서나 필요할 때에 호스트 컴퓨터에 설치 없이 실행하여 필요한 작업을 수행할 수 있도록 한다. 이러한, 이동형 SW 실행 기술은 사용자들에게 개인 맞춤형 이동 가능한 작업 환경을 제공하기 위한 기반 기술이 된다[4].

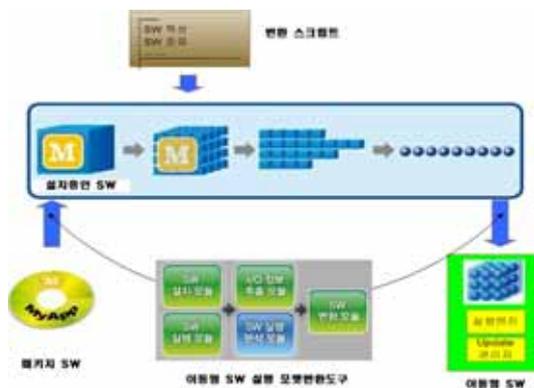
이동형 SW 실행 기술은 패키지 SW를 설치 없이 간단한 실행 동작 - 마우스 클릭- 만으로도 사용할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해서는 설치형으로 개발된 SW를 이동형 SW로 변환할 수 있는 실행 포맷 변환 기술과 호스트 컴퓨터에서 이를 실행 할 수 있게 하는 실행엔진 기술 개발이 핵심적으로 요구된다.

이러한 이동형 SW 실행 기술을 제공하기 위하여 본 논문에서는 임의의 호스트의 실행 환경과 리소스에 대한 변경 없이 독립적으로 응용 프로그램 수준의 가상화를 제공하는 방법에 대하여 소개한다. 이는 실행 포맷 변환기를 통하여 변환된 이동형 SW를 실행하기 위하여 윈도우 기반 시스템에서 커널 레벨의 가상 파일 시스템과 가상 레지스트리 하이브를 포함하는 가상화 지원 시스템을 설계하고 구현한다. 또한, 임의의 호스트에서 사용자가 이동형 SW를 사용할 때, 실행 환경의 일관성을 제공하기 위하여, 가상화 지원 시스템 상에서의 추가 및 수정되는 파일과 레지스트리 정보를 Copy-on-Write 방식[5]을 이용하여 처리하는 방법에 대하여 기술한다.

II. 이동형 SW 실행 기술

본 논문에서 제안하는 가상화 지원 시스템은 이동형 SW 실행 포맷 변환기와 더불어 응용 프로그램 가상화를 위한 이동형 SW 실행 기술의 핵심적인 기술이다.

아래 [그림 1]과 같이 기존의 패키지SW를 이동형 SW 실행 포맷 변환기를 이용하여 설치 없이 사용할 수 있는 이동형 SW 실행 포맷으로 변환하고, 변환된 이동형 SW를 사용자의 호스트에서 구동되는 실행엔진- 이동형 SW 실행기 (Application Launcher), 가상화 지원 시스템-을 통하여 처리하여 동작하게 한다.



▶▶ 그림 1. 이동형 SW 실행 포맷 변환 도구

이동형 SW 실행 포맷 변환기는 패키지 SW의 설치 및 수행 시에 발생하는 파일 및 레지스트리 정보와 관련된 컴포넌트들의 정보 및 실행 환경 정보를 추출하고, 이를 바탕으로 가상화 지원 시스템에서 처리 할 수 있는 형태인 "SW.SOB" 형태의 파일 포맷으로 변환한다. 이렇게 변환된 SW는 사용자 호스트 시스템에서 이동형 SW 실행기 및 가상화 지원 시스템을 통하여 실제 파일 시스템이나 레지스트리에 포맷의 확장이나 복사 없이 수행된다. 위와 같이 이동형 SW 실행 기술에서 중요한 역할을 담당하는 이동형 SW 실행 포맷 변환기를 구현 할 때 몇 가지 고려 할 점이 있다. 첫째로, 사용자가 편리하게 실행 포맷을 변환 할 수 있어야 한다. PortableApps와 같은 휴대용 메모리를 이용한 제품은 기존의 패키지 SW를 고유의 실행 포맷으로 변환하기가 쉽지 않다. 또한, 변환된 포맷 자체가 수행될 때도, 실제 파일 시스템이나 레지스트리를 직접 접근하는 단점이 있다[6]. 이를 위해서 기존 패키지 SW의 특성을 고려하여 변환기에서 참조 할 수 있게끔 스크립트 기반의 실행 포맷 변환기의 구현이 필요하다. 둘째로, 패키지 SW의 라이브 업데이트시에 유연한 대처를 할 수 있는 실행 포맷을 고려하여야 한다. SOD(Software On Demand) 서비스에서 제공되는 SW는 새로운 업데이트에 따른 패키지 포맷을 재배포하는 단점이 있다[7,8]. 이를 위하여 아래 [그림 2]와 같이 사용자가 직접 업데이트를 반영 하고, 실행하는 구조를 가져야 한다.

III. 가상화 지원 시스템

이동형 SW 실행엔진은 아래 [그림 3]과 같이 이동형 SW 실행 포맷을 읽어서 파일 및 레지스트리 정보의 구축 및 커널 레벨로 정보의 전송과 이동형 SW의 프로세스를 구동하는 이동형 SW 실행기와 이동형 SW 실행기에서 전송된 파일 및 레지스트리 정보를 바탕으로 파일 및 레지스트리 리다이렉션 등의 처리를 담당하는 가상화 지원 시스템으로 구성된다.



▶▶ 그림 2. 이동형 SW 실행 엔진을 통한 Live Update

1. 이동형 SW 실행기

이동형 SW 실행기는 아래 [그림 3]에서와 같이 윈도우즈 응용 프로그램 레벨에서 작성되고 수행된다. 이동형 SW 실행기는 사용자 및 관련 웹 어플리케이션을 위한 인터페이스를 제공하고, 이를 통하여 다양한 이동형 SW의 수행 전 정보 분석 및 실행 정보 - 파일 및 레지스트리 및 환경정보 - 를 커널 레벨의 가상화 지원 시스템으로 전송하고, 실제 이동형 SW를 구동시키는 역할을 담당한다. 그리고 이동형 SW 실행 정보 및 각종 통계정보를 수집 및 분석하여 사용자 인터페이스를 통하여 사용자 및 연동하는 웹 어플리케이션으로 전달한다.

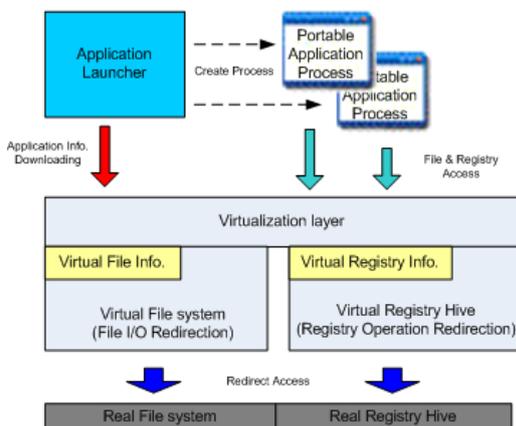
또한, 이동형 SW의 저장공간 관리 및 이동형 SW 수행 시에 발생하는 수정 및 추가 파일의 정보 및 저장 위치의 관리 및 수정 및 추가 되는 레지스트리 정보를 저장하는 “PSE Registry Append Info.” 파일을 관리한다.

2. 가상화 지원 시스템

가상화 지원 시스템에서 처리하는 기능은 실제 수행되는 이동형 SW가 생성하는 파일 및 레지스트리 I/O에 대한 리다이렉션(redirection) 기능이다. 아래 [그림 3]에서와 같이 이동형 SW 실행기는 이동형 SW를 실행하기 전에 이동형 SW 실행 포맷인 SOB 파일로부터 다음과 같은 정보를 추출한다.

- 실행환경 정보(아이콘정보, 실행프로세스명, 등,.....)
- 레지스트리 정보
- 파일 및 디렉토리 경로 정보

이렇게 추출된 정보 중에 실행 환경 정보는 이동형 SW를 실제로 구동시키는 정보로써 이동형 SW 실행기에서 사용한다. 파일 및 레지스트리 정보는 각각의 가상화 지원 시스템인 가상 파일 시스템 및 가상 레지스트리 하이브로 정보를 전송한다. 이 때 전송 받은 정보를 통하여 각각의 모듈들은 리다이렉션을 위한 필터링 자료 구조를 생성하고, 이를 이용하여 각각의 I/O에 대한 리다이렉션 및 적절한 처리를 수행한다.

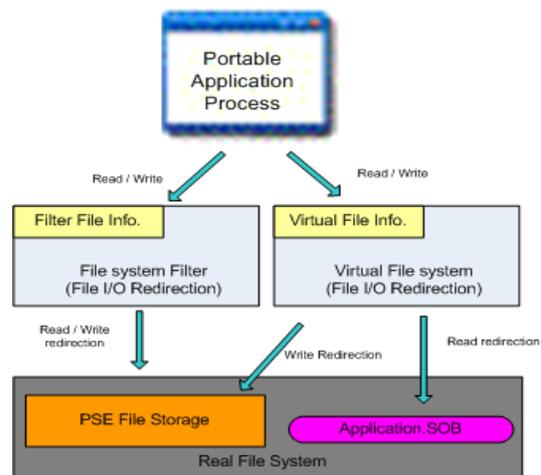


▶▶ 그림 3. 이동형 SW 실행 엔진의 실행 구조도

3. 가상 파일 시스템

이동형 SW가 생성하는 파일I/O는 크게 두 가지로 나누어진다. 첫째, 대부분의 파일I/O는 이동형 SW를 실행하는 데 필요한 SOB파일에 포함된 파일에 접근하기 위하여 생성된다. 두 번째는 이동형 SW가 다른 이동형SW와 연동 하거나 호스트 시스템과의 연동을 하기 위하여 SOB 파일에 포함되지 않는 파일들에 접근할 때 발생한다. 그러므로 가상화 지원 시스템의 가상 파일 시스템은 각각의 파일I/O를 처리하기 위하여 크게 두 가지 모듈로 구성된다. 첫째는, SOB파일에서 추출된 파일정보를 이용하여 가상의 읽기 전용의 파일 시스템을 구축하고, 이 가상 시스템으로의 파일 I/O를 실제 파일 시스템에 존재하는 SOB파일로 리다이렉션하는 가상 파일 시스템이고, 둘째로는 SOB 파일에 존재하지 않는 파일들에 대한 파일I/O를 처리하는 필터 드라이버이다.

아래 [그림 4]에서와 같이 필터 드라이버가 필요한 이유는 필터 드라이버가 처리해야 될 파일들의 속성이 호스트 시스템의 시스템 디렉토리(Windows) 같은 곳에 존재해야 하는 데, 이는 호스트 시스템의 동작에 영향을 미칠 수 있는 파일들을 전용 파일 저장소(PSE File Storage)-예를 들어, USB 메모리에 지정된 특정 영역-에 보관하고, 필요한 파일I/O가 발생하면 해당 파일로 리다이렉션하여 처리한다. 이러한 파일들은 이동형 SW의 실행이 종료되거나 이동형 SW를 더 이상 사용할 수 없을 때 삭제하는 등의 관리를 쉽게 하기 위하여 임의의 파일 저장소에 보관한다.



▶▶ 그림 4. 파일 I/O에 대한 처리

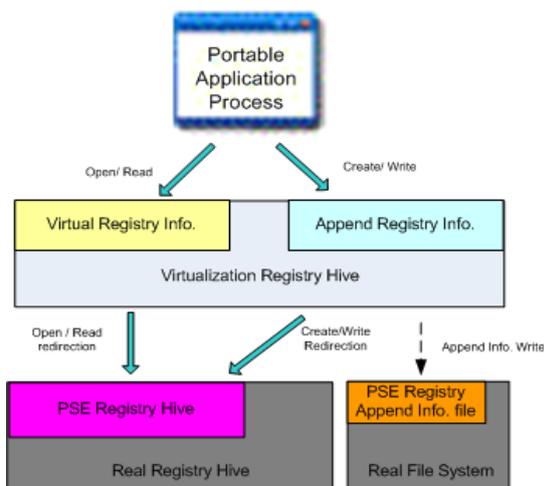
위 [그림 4]에서와 같이 이동형 SW가 가상 파일 시스템으로의 파일I/O가 발생하면 가상 파일 시스템 모듈은 해당하는 이동형 SW에 대한 식별자를 찾고, 미리 구축된 파일 위치 정보를 이용하여 해당하는 이동형 SW의 SOB파일의 일부 영역을 읽어 들여 실제 파일이 존재하는 것처럼 I/O 연산을 처리

한다. 이동형 SW 실행 포맷인 SOB파일은 현재까지는 읽기 전용(Read Only) 포맷이므로 이 파일 들에 대한 쓰기I/O - 주로 이동형 SW의 구성 정보 파일들에 대한 변경 - 에 대한 처리는 Copy-On-Write 방법을 이용하여 변경된 파일을 PSE(Portable Software Execution engine) 파일 저장소에 생성한다. 또한, 가상 파일 시스템모듈은 PSE 파일 저장소에 Copy-On-Write 방법을 통하여 저장된 파일들에 대한 정보를 관리하고, 이후에 해당 파일에 대한 파일 I/O가 발생 시에 해당하는 PSE 파일 저장소의 파일로 리다이렉션하는 기능도 수행한다.

4. 가상 레지스트리 하이브

윈도우와 같은 OS에서 호스트 시스템의 전역 DB와 같은 성격을 가지는 레지스트리 시스템은 호스트에서 수행되는 프로그램이나 관리되는 정보들의 일관성 유지 측면에서는 꼭 필요한 컴포넌트이다. 그러나 악의 있는 성격을 가진 소프트웨어의 공격이나 소프트웨어의 설치 및 제거 시에 비정상적으로 시스템을 오동작하게 할 수 있다.

이를 위하여 가상 레지스트리 하이브는 레지스트리 시스템의 일정 영역 - \HKLM\SOFTWARE 이하의 영역 - 을 이용하여 이동형 SW가 생성하는 모든 레지스트리 연산을 처리한다. 이를 통하여 이동형 SW의 실행이나 종료 시에 시스템 레지스트리 영역에 독립적으로 추가하거나 삭제함으로써 소프트웨어에 의한 레지스트리 시스템에 대한 오용을 막을 수 있다.



▶▶ 그림 5. 레지스트리 I/O에 대한 처리

위 [그림 5]는 가상 레지스트리 하이브의 동작을 보여주는 그림이다. 이동형 SW 실행기가 SOB 파일로부터 해석한 레지스트리 정보를 가상 레지스트리 하이브로 전송하면, 가상 레지

스트리 하이브는 각각의 이동형 SW에 대한 레지스트리 필터링 정보를 구축한다. 실제 이동형 SW의 수행 시에 레지스트리 연산이 발생하면 가상 레지스트리 하이브는 이를 후킹 하여 응용 프로그램 수행기가 생성한 실제 레지스트리 시스템의 PSE 레지스트리 하이브 영역으로 리다이렉션하여 처리한다. 또한, 파일 I/O와 마찬가지로 새로운 키를 생성하거나 키 값(Key Value)을 변경하는 연산이 발생하면, 우선 PSE 레지스트리 하이브에 변경 내용을 반영하고, 변경된 정보를 추가 레지스트리 정보(Append Registry Info.)로 관리하고, 해당하는 이동형 SW의 실행이 종료되면 PSE 레지스트리 추가 정보 파일(PSE Registry Append Info. File)에 반영한다. 이렇게 변경 및 추가된 정보는 이동형 SW를 재실행하거나 다른 호스트 시스템에서 실행할 경우에 변경 내용을 반영하기 위하여 사용된다.

IV. 구현

상기 III장에서 기술한 바와 같이 응용 프로그램 가상화를 위하여 이동형 SW 실행엔진의 프로토타입을 구현하였다. 구현된 프로토타입은 [그림 3,4,5]와 같이 이동형 SW 실행기, 가상 파일 시스템 모듈, 파일 필터 모듈, 가상 레지스트리 하이브로 구성된다. 아래 [그림 6]은 프로토타입으로 구현된 실행엔진을 통하여 사용자가 이동형 SW를 실행 할 때, 각 모듈들 간의 상호 동작을 묘사한 시퀀스 다이어그램이다. 사용자가 이동형 SW 실행기의 사용자 인터페이스를 통하여 각각의 윈도우 커널에 로딩 해야 할 파일 및 레지스트리 처리 모듈들을 로딩하고, 이동형 SW를 선택하여 실행하면, 첫째로, 이동형 SW 실행기가 선택된 SOB파일을 분석하고, 분석된 파일 및 레지스트리 정보를 해당 모듈로 전송한다. 정보의 전송 후 이동형 SW의 실제 실행 파일을 구동하면, 가상 파일 시스템, 필터 드라이버 및 가상 레지스트리 하이브는 이동형 SW 실행 프로세스가 생성하는 파일 및 레지스트리 I/O 연산을 리다이렉션 및 Copy-On-Write 방법[5]을 통하여 처리하여 이동형 SW를 동작시킨다. 사용자가 이동형 SW를 종료하면, 각 모듈들은 이동형 SW의 수행을 위해 할당된 메모리나 파일 및 레지스트리 정보를 해제 및 삭제하고, 이동형 SW의 수행 중에 변경 및 추가된 정보를 이동형 SW 실행기로 전송한다.

현재까지 구현된 프로토타입은 Windows XP 운영체제상에서만 동작한다. 또한, 아직까지는 Diagram Designer, Console Calculator, Editpad와 같은 간단하고, 가벼운 프로그램들을 이용하여 시험하였다. 또한, 사용된 이동형 SW 포맷은 ServiceOnNet에서 서비스된 스트리밍 소프트웨어 포맷을 이용하여 구현 하였다[7,8].

V. 결론 및 향후 계획

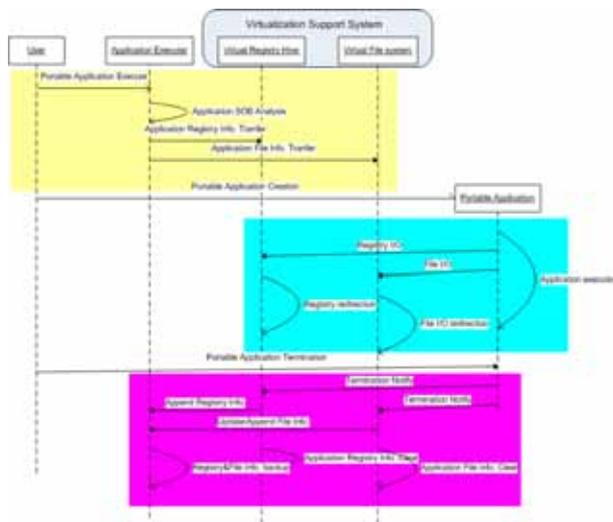
본 논문에서는 각각의 호스트 컴퓨터에 설치하여 사용하는 응용 프로그램 패키지를 설치 없이 임의의 호스트에서 윈 클릭만으로 사용가능 하게 하는 비설치형 이동형 SW 포맷을 이용하여 임의의 호스트에서 호스트의 실행 환경과 리소스에 대한 변경이나 수정 없이 독립적으로 응용 프로그램 수준의 가상화를 제공하는 이동형 SW 실행엔진을 설계하고, 구현된 프로토타입에 대하여 설명하였다. 이동형 SW를 실행하기 위하여 가상 파일 시스템과 가상 레지스트리 하이브를 포함하는 가상화 지원 시스템을 구축하고, 이를 관리 및 실제 이동형 SW의 구동을 담당하는 이동형 SW 실행기를 구현하였다. 또한, 임의의 호스트에서 사용자가 이동형 SW를 사용할 때, 이동형 SW 실행 환경의 일관성을 제공하기 위하여, 가상화 지원 시스템 상에서의 추가 및 수정되는 파일과 레지스트리 정보를 Copy-on-Write 방식[5]을 이용하여 처리하고 재사용하였다.

향후에는 실제 사용자들이 많이 사용하는 오피스 등의 복잡한 응용에 대한 처리 및 윈도우즈의 다양한 OS에 대한 지원을 고려하고 있다. 또한, 시험에 사용한 스트리밍 포맷을 개선하여 이동형 SW의 수행에 적합하고 소프트웨어의 빈번한 라이브 업데이트를 고려한 이동형 SW 포맷의 수정 및 이를 위한 이동형 SW 실행 포맷 변환기도 구현 중이다.

[4] 2007-S-015-01, "SaaS기반 이동형 개인맞춤 사무환경 구축 기술 개발 과제수행계획서", ETRI, 2007
 [5] Yang Yu, Fanglu Guo, Susanta Nanda, Lap-chung Lam, and Tzi-cker Chiueh, "A Feather-weight Virtual Machine for Windows Applications", Proceedings of the 2nd International Conference on Virtual Execution Environments (VEE'06), pp.24-34, June 2006
 [6] PortableApps, <http://portableapps.com/development>
 [7] ServiceOnNet, <http://www.serviceonnet.net>
 [8] Sungjoo Kang, Kyung I Ku, Sung Jin Hur and Wan Choi, "Analysis of Software Streaming Data", Proceedings of the ICACT 2006, Vol 2, pp. 1210-1215, 2006

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술 개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2007-S-015-01, SaaS기반 이동형 개인맞춤 사무환경 구축 기술 개발]

This work was supported by the IT R&D program of MIC/IITA. [2007-S-015-01, Development of a Personalized SW Service Platform on Movable Disk Devices]



▶▶ 그림 6. 이동형 SW 실행 시나리오

■ 참고 문헌 ■

[1] Software Virtualization Solution, <http://www.altiris.com/Products/SoftwareVirtualizationSolution.aspx>
 [2] AppStream, <http://www.appstream.com>
 [3] <http://www.exent.com/index.asp>