

## PMP(Portable Multimedia Player)를 위한 크로스 플랫폼 게임 개발 환경

이아리\*, 김정숙\*\*

### 요약

기존의 PMP용 콘텐츠는 동영상 위주의 서비스를 제공하여 왔다. 그러나 모바일 기기 사용자의 급격한 증가는 다용도 컨버전스라는 요구를 불러왔으며 다용도 컨버전스 가능 제품들이 등장함에 따라서 적합한 콘텐츠의 개발이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 휴대용 컨버전스인 PMP의 콘텐츠들 중에서도 주요 킬러 서비스로 부각되는 콘텐츠인 게임 응용 프로그램을 주제로 하여 사용자에게 보다 손쉬운 개발 환경을 설계하였다. 한정된 PMP 입력 장치의 특성에 맞는 게임은 단순한 블록 게임 등이 있으나 지속적인 성능 향상이 기대되므로 게임 콘텐츠를 쉽게 개발할 수 있는 환경 또한 필요하다. 이에 본 논문에서는 PMP 게임 개발을 위한 독립적인 크로스 플랫폼 환경을 제안하여 PMP 사용자들에게 친숙하고 수준 높은 게임 콘텐츠들을 제공하고자 한다

## Cross Platform Game Development Environment for PMP

Ya-Ri Lee\*, Jung-Sook Kim\*\*

### Abstract

The existing PMP contents have been usually providing moving picture services. However the rapid increasement by users of mobile equipment brought the need for multipurpose convergence, it is needed to develop the appropriate contents as these products appear.

In this paper we designed the easy development environment for game contents that provide limited killer services. Game with the limited PMP input devices as a variety of portable input devices are developed and the equipment function of PMP itself is enhanced, its field of application will be further extended. So, we will design cross platform game development environment for PMP that is able to give friendly and valuable game contents to PMP users.

Keywords : PMP Game Application, Cross Compiler, Game Script, Multimedia Library data, GXML

### 1. 서론

휴대용 멀티미디어 세대의 증가로 인하여 다양한 소형 디지털 기기들이 개발되어 왔다. 초기 휴대 전화기는 기기의 열악한 환경으로 인하여 음성 통화 중심의 서비스였으나 신기술 및 기기 성능, 저장 용량의 향상으로 인하여 사용자들의 각종 멀티미디어 서비스 요구를 충족시켜 주고

있다.

수요하락과 정체현상이라는 케즘(CHASM)을 극복한 디지털 기기인 PDA(Personal Digital Assistance)는 포스트 PC로써 고객요구 기능의 개발 잠재력으로 많은 서비스가 개발되어 왔다. 이들의 서비스 환경은 CP(Contents Provider)들이 다양한 사용자 계층들을 위한 맞춤형 애플리케이션을 활발히 제공하도록 기반을 형성해 준다.

최근 PDA와 유사하게 급격한 시장 개척이 이루어지고 있는 PMP(Personal Multimedia Player, Portable Multimedia Player, PMC : Portable Multimedia Center)는 디지털 컨버전스 요구에 부응하고 있다. PMP용 응용 프로그램은

※ 제일저자(First Author) : 이아리

접수일자:2007년06월01일, 심사완료:2007년06월27일

\* (주)이비전코리아 이사

lyaree@hotmail.com

\*\* 삼육대학교 컴퓨터학부 교수

PC환경에서 실행되는 응용 프로그램들보다 제한적인 환경에서 실행된다. PMP는 제한된 킬러 서비스를 제공하는 장비로써 “올 인원보다 확실한 킬러 서비스”를 구축하는 것이 제한적인 성능을 갖는 PMP의 태동 이유이기도 하다.

하지만 지금은 PMP 하드웨어 성능 향상이 가속화되면서 PMP 응용 분야도 점점 다양해지고 있다. 동영상, 게임, e-book, 전자 사전 및 내비게이션, MP3 플레이어, DMB 서비스까지 확장되고 있으며 인터넷 접근이 가능한 넷스팟, HSPDA와 TTS의 응용 서비스까지 나타나고 있다.

현재 PMP 게임 애플리케이션의 개발은 오픈 소스에 기반하여 PMP 개발사와 소수의 개발자들에 의한 단순한 블록 게임이나 고스톱, 포커와 같이 간단한 터치 동작으로 실행되는 게임이 주류를 이루고 있다. 그러나 다양한 휴대용 입력 장치가 개발되고 PMP 자체의 기기 성능이 계속 향상되고 있어서 가까운 시일 내에 그 활용 분야가 더욱 확장될 것이다. 이를 가속화하기 위해서는 신개발 환경이 필요하다. 물론 최근 PMP 운영체제로서 마이크로소프트의 윈도우 모바일 에디션(Windows for PMC)을 탑재하기 시작하면서 게임 콘텐츠의 개발과 그 탑재가 용이해졌으나 아직까지 개발 환경은 PMP 사용자와 CP 양쪽에 PMP 게임 콘텐츠를 개발하는 데에 많은 어려움을 주고 있다.

본 논문에서는 사용자에게 친숙한 PMP 기반의 게임 개발 환경을 설계하여 개발사와 CP들이 폭넓은 게임 콘텐츠를 서비스할 수 있도록 설계하는 것을 목적으로 한다.

이는 PMP 애플리케이션 개발 환경을 개선하기 위한 하나의 솔루션을 제공하며, PMP를 위한 응용 서비스를 제공하는 CP의 양산과 함께 다양한 부가서비스를 창출하는 저작 환경이 될 것이다.

## 2. 관련 연구

본 절에서는 기존의 휴대폰 모바일 플랫폼과 차세대 모바일 엔터테인먼트 기기로 부상하고 있는 PMP에 대하여 살펴본다. 모바일 플랫폼의 특·장점을 바탕으로 PMP의 성공 요소를 도출

하여 모바일 엔터테인먼트 기기로서의 기능을 만족할 수 있는 플랫폼 개발 시에 고려하여야 할 부분을 중심으로 고찰한다.

### 2.1 모바일 플랫폼

모바일 게임방식은 크게 VM(Virtual Machine)방식과 Native Binary방식으로 나뉜다. VM 방식은 Sun의 Java, 신지소프트의 GVM/GENEX [1], XCE의 SK-VM[2]을 이야기하며, 각각은 CLDC, MIDP와 결합하는 자바 기반과 Mobile C에 의해서 만들어진 애플리케이션이 실행 환경을 제공한다. 개발된 프로그램은 프로그램이 실행될 CPU에서 동작되는 기계어로 컴파일하여 실행시키는 방식인 Native Binary 방식은 BREW, Symbian의 Ericsson, Nokia, 삼성전자 등 모바일 산업을 주도하는 기업들이 공동으로 설립한 컨소시엄에서 발표된 Symbian 운영체제에서 동작된다[3].

VM 방식의 느린 속도와 Native Binary 방식의 이식성 문제를 해결하면서 표준화된 플랫폼이 요구되고 있으며 이를 WIPI를 이용하여 모바일 플랫폼으로 표준화하고 있다. WIPI는 다양한 플랫폼으로 구성되어 있던 모바일 플랫폼의 장점을 수용하여 한 차원 높은 서비스를 위한 기능을 추가하여 기존 플랫폼의 단점을 보완하기 위한 것으로 개발자는 호환성 및 개발의 용이성과 이기종간에 발생하는 이식성의 문제점을 보완하게 될 것이다. 모바일 하드웨어의 발전과 플랫폼의 성능이 발전됨에 따라서 이동통신 사업자 기준으로 뉴스, 은행, 게임, 멜로디, 캐릭터, 동영상 서비스와 같은 다양한 서비스가 개발되고 있으며, 기존에 PC를 이용한 많은 서비스들이 모바일 서비스에 적용되고 있다[4].

### 2.2 PMP 플랫폼

PMP가 주류시장에 진입하기 위해서는 PDA 사례를 감안할 때 공급자 중심의 마인드에서 벗어나 소비자 성과 중심으로 제품 및 관련 서비스가 갖추어져야 한다. PMP는 현재 DMB, 내비게이션 기능과의 결합에서 향후 휴대인터넷, HSDPA, 블루투스, 게임기기와의 결합을 통해 진화를 거듭할 것으로 예상된다.

PMP의 운영체제는 2005년 하반기까지 Linux 기반의 운영체제가 주로 쓰였으나 Windows

CE.Net의 장점 때문에 최근 PMC(Portable Media Center; MS Windows CE.Net을 운영체제로 사용하는 PMP)로 전환하는 추세이다.

현재 PDA의 플랫폼으로는 마이크로소프트사의 Windows CE, Palm Computing사의 Palm 운영체제 및 국내에서 개발된 JTEL Cellvic 운영체제 등이 있다. Palm 운영체제는 뛰어난 PIMS(Personal Information Management System) 기능을 지원하지만 작은 액정화면과 불편한 인터페이스가 단점이다. 국내에서 개발한 Cellvic 운영체제 또한 Palm 운영체제를 겨냥하여 만든 것으로 Palm 운영체제와 기능은 유사한 반면 다양한 콘텐츠의 지원이 부족한 것이 문제이다. 이에 비해 초기에는 시행착오를 겪었지만 현재는 Pocket PC라는 버전으로 새롭게 선보인 Windows CE는 사용자에게 기존의 PC 인터페이스와 유사한 인터페이스를 제공하며 기존의 다른 플랫폼에 비해 더 우수한 애플리케이션 지원능력을 갖고 있다.

특히, PDA와 같은 휴대 단말기에서의 애플리케이션 지원을 위한 가상 머신으로 SUN사의 KVM(Kilobyte Virtual Machine)[5] 및 신지소프트의 GVM(General Virtual Machine)[6] 등이 무선 콘텐츠의 제작을 지원하고 있다. GVM SDK는 콘텐츠의 구성을 동적이 아닌 정적인 요소로 구성을 하고 있어 동적인 화면의 배치가 불가능하며, KVM은 자바라는 언어를 기반으로 하지만 멀티미디어 게임 혹은 콘텐츠의 제작에서 그래픽의 처리와 화면처리 및 네트워크 부분에 대한 지원이 미흡한 실정이다. 그러나 현재의 휴대 기기용 가상 머신만으로 Windows CE에서 개발자들이 콘텐츠를 제작하기 위해서는 각 기기에 맞는 사양과 지원되는 자원에 대한 사전 지식이 필요하고 좀더 다양한 콘텐츠의 제작에 많은 시간이 소모될 것이다. 따라서 개발자 혹은 사용자들에게 조금 더 간편하고 편리하며 기능이 강화된 게임 엔진의 개발이 시급하다.

과거 PDA가 정보처리 및 관리 위주의 모바일 컴퓨팅 기능에 초점을 맞춘 반면, 현재 PMP는 멀티미디어 콘텐츠를 처리하는 모바일 멀티미디어 기능을 강조하고 있다는 점에서는 차이가 있으나, 타겟 시장 설정, 콘텐츠 활용도, 폼팩터 등의 측면에서 유사성이 있다. 즉, PMP와 PDA는 모두 휴대용 기기로서 휴대폰과 노트북 PC 사이

<표 1> PMP 운영체제

	장점	단점
Non-Embedded Operating System	(1) License 비용 없음	(1) 제조사의 운영체제 (2) 개발기능을 학습해야 함 (3) 시스템 불안 (4) Multitasking 지원 여부
Linux 기반	(1) License 비용 없음 (2) Multitasking 지원 (3) 개방형, 타 기기와 컨버전스 용이 (4) 회사에 따라 다양한 Codec 지원 (5) 재생가능파일 : MP3, MPG, JPG, AVI, ASF (6) 주요업체 및 제품 - 라인콤: PMP-120 - Sony: HMP-A1 - Arch운영체제: AV-420	(1) PC와의 호환성 문제 (2) 개발 용이성, 개발기간 문제 (3) 인터넷 웹과의 호환성 문제
MS Windows CE.Net	(1) MS의 지속적인 운영체제 지원 (2) 익숙한 운영체제/호환성 (3) 콘텐츠 확보 유리 (4) Multitasking 지원 (5) 재생가능파일 : MP3, MPG, JPG, AVI, ASF 등 (6) 주요업체 및 제품 - 삼성전자: YH999 - 라인콤: PMC-120 - Creative Labs: Zen	(1) MS에 기술 종속 가능성 (2) License 비용 부담

의 영역에서 위치하고 있다. 또한 제품이 가진 자체적인 편의보다는 보완재로서의 콘텐츠를 활용해야 제품의 효용가치가 높아진다는 점에서 동일하다. 더구나 프로세서, 디스플레이 등 시스

템 구성이나 디자인 측면에서 유사한 폼팩터를 지니고 있다.

PMP가 과거에 비해 보다 주목받는 이유는 PMP 시장을 둘러싼 최근의 다음과 같은 환경 변화 덕분이다. 첫째, 수요 측면에서 디지털 콘텐츠에 익숙한 20~30대 소비자가 소비의 주력 계층으로 등장하고 있고 둘째, 인프라 측면에서 멀티미디어 시장이 활성화되면서 원하는 콘텐츠를 쉽게 획득할 수 있다는 점과 셋째, 제품 자체 측면에서 콘텐츠 전송 및 저장 매체의 발전으로 사용상의 편이성이 크게 증대된 점 등이다. PMP는 이러한 통합 및 융합 콘텐츠/서비스를 가장 잘 구현할 수 있는 폼팩터를 지니고 있다. 기존의 휴대폰보다는 사이즈가 큰 디스플레이와 대용량 저장매체를 지니고 있어 DMB나 휴대인터넷을 통해 전송되는 멀티미디어 콘텐츠를 보다 쉽게 재생, 저장, 편집하는 것이 가능하다.

이에 본 논문에서는 PMP 기반에서 작동하는 플랫폼 독립적인 게임 개발 환경에 대하여 제안하였다.

### 3. PMP 게임 개발 환경 설계

본 논문에서 설계한 플랫폼 독립적인 게임 PMP 애플리케이션 개발 환경은 PMP 운영체제, 게임애플리케이션(콘텐츠), 게임 엔진환경, 게임 실행 브라우저와 게임엔진 및 개발도구로 구성된다.

#### 3.1 운영체제

초기의 PMP 운영체제는 대부분 오픈소스 기반의 임베디드 리눅스가 채택되었으며, 점차 WinCE를 탑재한 PMP가 선보였다. 최근 마이크로소프트에서는 PMP 기기에 대응하는 PMC(Portable Media Center)를 개발하여 운영체제로써 윈도우즈 모바일에디션을 채택하였다.

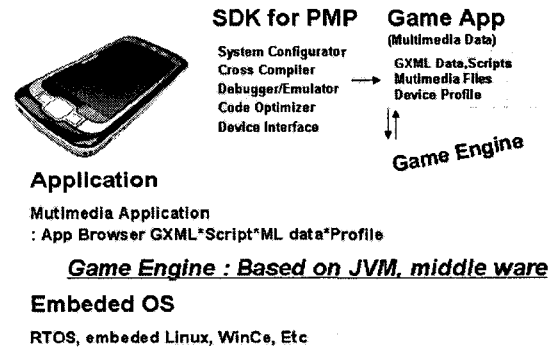
리눅스는 임베디드 플랫폼에 적합한 운영체제이다. PMP에서의 장점은 개발사에 따라 다양한 Codec(DivX 등)이 지원 가능하며, 상대적으로 가벼운 운영체제로서 적은 리소스를 사용한다는 것이다. 그리고 오픈 소스가 가능하므로 다양한 기능들이 컨버전스될 수 있다는 큰 잠재력을 갖는다. 반면에 단점으로는 복잡한 개발환경과 PC

와의 호환성 문제가 발생할 수 있으며 어려운 프로그래밍 언어를 사용함으로써 애플리케이션 개발이 쉽지 않다. 그러므로 개발기간을 예측하기 어렵다.

윈도우즈 모바일은 이름 그대로 윈도우 운영체제로서의 면모를 갖추고 있으므로 기존 PC에서 실행되는 애플리케이션들이 PMP 기반에서도 잘 호환될 것이며 마이크로소프트사의 지속적인 지원이 예상됨으로 개발비용이 저렴할 것이다. 그러나 단점으로는 재생가능 파일이 WMA를 중심으로 제한되며 마이크로소프트사에 기술적 종속의 가능성이 크다는 것이다.

하지만 PMP 운영체제는 상업성과 관련해 오픈소스 기반의 임베디드 리눅스와 마이크로소프트의 윈도우즈 모바일 운영체제가 공존하게 될 것이다. 이러한 실정을 고려하여 PMP 게임 개발 환경은 운영체제 기반에 독립적이 되어야 한다.

즉 PMP 운영체제는 플랫폼 독립적인 콘텐츠가 운영되기 위한 게임엔진이 탑재될 수 있는 환경을 지원하는 운영체제이어야 한다.



(그림 1) PMP 개발환경 모델

#### 3.2 게임 엔진

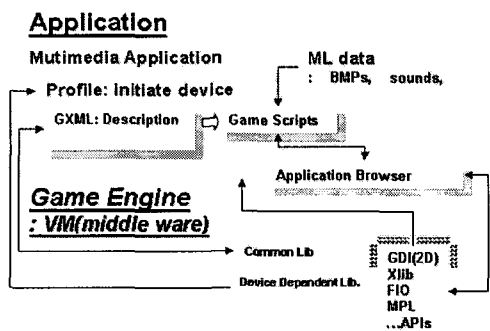
최근 PC 기반의 위젯 엔진[16]은 윈도우즈 혹은 리눅스 xWindow에 설치되어서 사용자가 특정한 브라우저 없이도 자신만이 원하는 정보나 서비스를 선택해서 받아볼 수 있도록 해준다. JVM[11]과 유사한 가상머신과 같은 역할을 하고 있다. 이러한 스타일의 콘텐츠 개발 방법은 프로그래밍 기술을 갖고 있는 사용자가 쉽게 적당한 API를 이용하여 자신만의 콘텐츠를 만들 수 있는 장점이 있다. PMP 게임 엔진은 이러한

형태로 설계된다.

PMP 게임 엔진은 미들웨어로써 다양한 API와 운영체제에 독립적이라는 특징을 채택한 플랫폼이다.

게임엔진은 일정 수준의 3D그래픽 처리를 위한 GDI(Graphic User Interface)를 가지고 있어야 하며, 이를 이용하여 게임 콘텐츠 내의 다양한 화면을 제어하는데 사용한다. 운영체제의 의존도에 따라 하나의 게임 애플리케이션에 포함되어있는 GXML 정보를 참조하여 GDI의 선정을 가능하게 하도록 하며 또한 IRRLLICHT[17]같이 써드 파티의 엔진을 차용할 수 있는 방식으로도 차후 개발이 되도록 한다. 콘텐츠의 실행은 PMP 운영체제가 가지고 있는 소형 브라우저 위에서 실행되며, 콘텐츠의 파일들이 브라우저에서 열거되면 옵션 파라미터와 함께 PMP에서 지원되는 시스템 자원을 처리할 수 있게 한다. 콘텐츠의 멀티미디어 데이터를 정의하기위하여 XML이 사용되며 이를 위하여 XLib가 필요하다. FIO에서는 기본적인 입출력을 처리하게 된다. 넘겨 받은 정보를 이용하여 사용자 인터페이스, 사운드, 디스플레이 모드를 결정한다.

(그림 2)에서 보는 것처럼 멀티미디어 애플리케이션은 단독으로 실행되기도 하고, 엔진 위의 브라우저가 실행파일을 해석하는 역할을 한다. 즉 PMP 게임 콘텐츠는 PMP 게임 엔진에서 XML과 멀티미디어데이터, 스크립트를 이용하여 실행하게 된다.



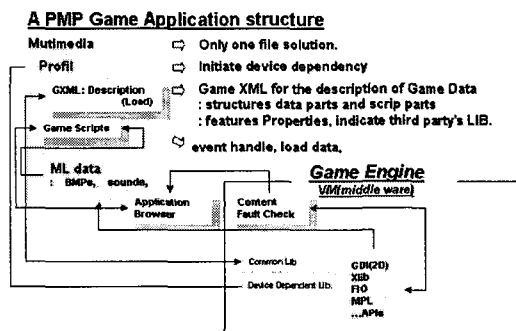
(그림 2) 개발도구의 기본 형태

### 3.3 게임 콘텐츠

멀티미디어 데이터의 총합이라고 할 수 있는 게임 콘텐츠는 각 PMP 장비에 특화된 프로파

일, 멀티미디어 데이터, 콘텐츠의 프로퍼티 (GXML), 이미지와 사운드로 구성되어 있다. 시스템의 오류와 같은 문제를 해결하기 위하여 게임 엔진에서는 게임 콘텐츠의 무결성을 최대한 빠른 시간에 확보하여야 한다. 이를 위하여 각 콘텐츠는 게임 애플리케이션 내의 프로파일과 같이 자신의 환경 정보를 포함하도록 하여 문제를 해결한다.

게임 애플리케이션은 내부에 스크립트를 포함하며 이는 콘텐츠 내의 정보를 액세스하고(멀티미디어 데이터를 로드함) 해석된 콘텐츠의 프로퍼티를 이용하여 브라우저에서 콘텐츠를 실행하게 된다.



(그림 3) 콘텐츠 구조

콘텐츠가 실행되는 PMP는 디지털 컨버전스를 실현한 기기이므로 기존 소형 디지털 기기들보다 용량 면에서 월등하나 사용자 인터페이스가 매우 제한적이다.

PMP의 특성상 하나의 게임애플리케이션은 사용자정의의 객체나 라이브러리를 사용하지 않는 범위로 한정하여야하므로, 게임의 엔진은 보편적인 대부분의 라이브러리를 가지고 있어야한다. 현재 개발 가능한 PMP 애플리케이션은 하이퍼텍스트와 같은 이벤트처리 메커니즘을 토대로한 게임 애플리케이션을 위주로 개발한다. 하지만 차후 주변기기 제조사의 라이브러리들이 추가된다면 보다 다양한 방식의 애플리케이션 개발이 가능할 것이다.

생성되는 애플리케이션은 SDK를 통하여 다양한 PMP의 성능과 기능의 차로 다른 여건으로 시스템에 대한 자세한 프로파일링, 최적화를 통하여 콘텐츠의 무결성을 확보하여야 한다.

또한 이 기종에서 실행되던 소스 파일들이 PMP 시스템 라이브러리에 적합한 것인지를 파악하는 디버깅 방법, 게임 엔진, 실행 브라우저에서 최적화된 PMP에서 실행 가능한 파일의 연구가 요구된다.

#### 4. 실험 및 향후 과제

본 논문에서는 PMP 기반의 플랫폼 독립적인 게임 개발 환경을 설계하였다. 이는 PMP 애플리케이션 개발 환경을 개선하기 위한 하나의 솔루션을 제공하고자 함이다.

본 논문에서 제안한 플랫폼 독립적인 게임 개발 환경 설계는 PMP용 게임 콘텐츠를 개발하는 개발자들에게 보다 친숙하고 쉬운 제작 환경을 제공하려는 것이다. 콘텐츠 개발자들에게 콘텐츠를 제작할 수 있는 쾌적한 환경을 제공함으로써 개발 속도를 가속시키고 최종 사용자들을 위한 다양한 서비스를 제공함으로써 디지털 콘텐츠 산업을 더욱 활성화시킬 것이다.

다양한 라이브러리 패키지의 개발이 진행됨에 따라 비약적인 성능이 증가될 것으로 기대되며 향후 연구 과제로는 PMP 콘텐츠 사용자들의 요구에 부응할 수 있는 지속적이고 많은 라이브러리의 성능향상과 개발이 요구된다.

현재 PMP는 LCD, HDD, 디코더칩셋 등 제조 원가가 높은 대부분의 주요 부품을 수입하기 때문에 부품 국산화율이 5% 수준에 불과하여 높은 가격대가 형성되어 있는 실정이다. 본 연구에서 설계한 게임 개발 환경은 이러한 값비싼 하드웨어의 불리한 조건을 국내 기술의 좋은 품질, 저 가격대 소프트웨어로써 보상효과를 가져 올 것이다.

#### 참고문헌

[1] SinjiSoft GNEX CLUB.COM, <http://www.gnexclub.com>  
 [2] XCE developer zone, <http://developer.xce.co.kr>  
 [3] JungHyun Han, *Mobile game : the state of the art*, KISS, January 2004  
 [4] Mobile Java, <http://mobilejava.co.kr/>  
 [5] Kilobyte Virtual Machine Architecture  
 [6] General Virtual Machine, SK Telecom, <http://www.g>

vmclub.com, 2001

[7] Jean J. Labr 운영체제세, "MicroC/운영체제-II The Real-T8 Kernel", 1999  
 [8] Michael Barr, "Programming Embedded Systems in C and C++", 1999  
 [9] <http://redhat.com/services/ec> 운영체제, [www.mobilejava.co.kr](http://www.mobilejava.co.kr)  
 [10] 카림 야크무르 지, 김태석 역, 임베디드 리눅스 시스템 구축하기, 한빛미디어, 2004.4  
 [11] 이규영, "Embedded Java, 내장형 자바", 마이크로소프트웨어 99년 2월호 특집  
 [12] <http://www.samsung.com/Products/Semiconductor/MobileSoC/index.htm>  
 [13] 김재명, 박태준, 양만석, 권기구, 임동선, "차세대 임베디드 시스템을 위한 소프트웨어 플랫폼 현황 및 동향", 전자통신동향분석 제21권 제1호, 2006.2.  
 [14] 김성찬, 장인걸, 신동규, 신동일, "Pocket PC 기반의 무선 게임 엔진 설계", 한국정보과학회 2001 가을 학술발표논문집(II) 제28권 2호, 2001.10.  
 [15] General Virtual Machine, SK Telecom <http://www.gvmclub.com>, 2001  
 [16] YAHOO! WIDGETS: 위젯엔진, <http://widgets.yahoo.com/workshop/>

#### 이 야 리



1990년 : 고려대학교 전자전산공학과 (공학사)  
 1999년 : 동국대학교 교육대학원 전자계산학과(석사)  
 2002년 : 동국대학교 컴퓨터공학과 (박사)

1990년~1992년 : (주)롯데캐논 기술연구소 연구원  
 2000년~2001년 : 경인여자대학 인터넷비즈니스 학과 전임강사  
 2004년~현재 : (주)이비전코리아 이사  
 관심분야 : 프로그래밍언어, 컴파일러, 웹프로그래밍, 모바일 컴퓨팅, 디지털 콘텐츠 등



### 김 정 속

1984년 : 광운대학교 전자계산학과  
(이학사)

1988년 : 동국대학교 교육대학원  
전자계산학과(석사)

1999년 : 동국대학교 컴퓨터공학과  
(박사)

2000년~2001년 : 김포대학 컴퓨터계열 교수

2001년~현 재 : 삼육대학교 컴퓨터학부 교수

관심분야 : 프로그래밍언어, 컴파일러, 모바일 컴퓨팅,  
웹프로그래밍, 임베디드시스템 등