

센서네트워크 상에서 OSGi 기반의 홈게이트웨이 플랫폼 개발

Home Gateway Platform Development based on OSGi in Sensor Network

김영환, 손재기

전자 부품 연구원 지능형 정보시스템 연구센터

E-mail:yhkim93@keti.re.kr, Tel: 031-789-7535, Fax:031-789-7549

Young Hwan Kim, Jae Gi Son

Intelligent IT System Research Center, Korea Electronics Technology Institute

E-mail:yhkim93@keti.re.kr, Tel:031-789-7535, Fax:031-789-7549

Abstract : 일반적으로 홈 게이트웨이는 가정 내 PC와 인터넷 가전 모두에 대해 공유 인터넷 액세스가 가능하도록 통신 서비스와 홈게이트웨이 자체의 보안 및 홈 오토메이션과 같은 서비스를 제공한다. 또한 추가로 미래에 제공되어야 할 여러 서비스를 위해서는 현재 개발되는 홈 게이트웨이는 모듈식 아키텍처를 기반으로 해야 할 것이다. 이와 같은 홈 게이트웨이를 구현하기 위해서는 독창적이고 확장 가능한 하드웨어 플랫폼은 물론, 운영체제 및 애플리케이션의 업그레이드와 새로운 서비스의 배치를 가능케 해주는 강건한 파일 시스템을 포함해야 한다. 따라서 본 논문에서는 위와 같은 홈 게이트웨이 기능 및 새로운 서비스 추가 및 관리에 용이한 개방형 표준인 OSGi(Open Service Gateway Initiative)를 기반으로 한 홈게이트웨이를 설계하고, 본 플랫폼을 통한 맥내 가전제어를 위해 센서네트워크와 연동하여 실제 맥내에 부착된 액추에이터 센서노드를 제어할 수 있도록 개발했다. 가전제어를 위한 S/W는 OSGi 상에서 서비스 번들로 개발하였으며 언제 어디에서든 해당 번들을 다운로드 받아 홈 제어가 가능하다.

1. 서론

새로운 가정 내 상호연결 기술의 등장은 비 PC 기반 장치의 폭발적 사용 증대와 어우러져 하나의 장치로 가정 내의 가전 제품들을 공용 인터넷에 연결시켜 달라는 요구를 높이고 있다. 홈게이트웨이는 그 이름이 말하듯이 모든 오디오, 비디오 및 데이터 서비스들을 위한 가정의 중앙 엔트리 및 제어 포인트이며, 향후의 서비스들을 위한 초석이기도 하다. 홈게이트웨이 장비는 현재 점차 진화하여 단지 가정 내 가전제품을 외부 인터넷으로 연결을 물리적으로 제공할 뿐만 아니라 가정 내 홈네트워크를 구성하는 유비쿼터스 컴퓨팅환경에서 통신과 제어 및 모니터링의 중심 역할을 하는 장비이다. 따라서 홈게이트웨이를 통하여 홈네트워크 제어를 포함하는 다양한 서비스가 제공되며, 이러한 다양한 서비스의 지속적인 제공과 업그레이드 등을 지원하기 위해서는 확장성을 갖춘 서비스 프레임워크가 필요하다.

홈게이트웨이의 디자인은 네트워크 운영자가 제공하는 서비스들에 달려 있다. 전통적으로 서비스 제공자가 수익을 거둘 수 있는 것은 가정의 문설주 앞까지 뿐이었다. 홈게이트웨이는 네트워크 운영자에게 전통적인 서비스는 물론 부가가치 서비스로 바로 가정 안에까지 제공할 수 있는 플랫폼을 제공한다. 기본적으로 홈게이트웨이는 가정내 PC와 인터넷 가전 모두에 대해 공유 인터넷 액세스가 가능하도록 통신 서비스와 홈게이트웨이 자체의 보안 및 홈 오토메이션과 같은 서비스를 제공한다. 또한 추가로 미래에 제공되어야 할 여러 서비스를 위해서는 현재 개발되는 홈게이트웨이의 구조가 모듈식 아키텍처 기반으로 해야 할 것이다. 이와 같은 홈게이트웨이를 구현하기 위해서는 독창적이고 확장 가능한 하드웨어 플랫폼은 물론, 운영체제 및 애플리케이션의 업그레이드와 새로운 서비스의 배치를 가능케 해주는 강건한 파일 시스템을 포함해야 한다.

따라서 본 논문에서는 위와 같은 홈게이트웨이 기능 및 새로운 서비스 추가 및 관리에 용이한 개방형 표준인

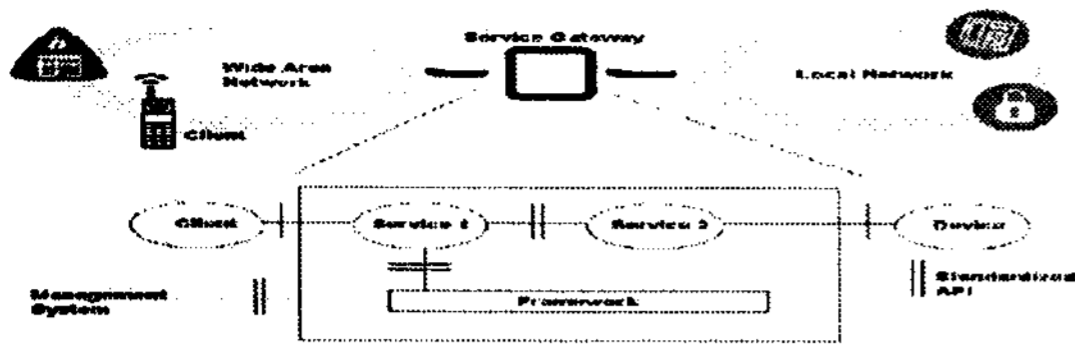
OSGi(Open Service Gateway Initiative)를 기반으로 한 홈게이트웨이를 설계하고 이를 링크시스의 NAS(Network Attached Storage) 서비스를 제공하는 NSLU2 디바이스에 적용하여 독창적인 홈게이트웨이 플랫폼을 개발한다. 그러나 기존 NSLU2의 8MB의 플래시 공간에는 커널 및 응용어플리케이션을 포함해 7MB 정도를 이미 사용하고 있어, 1MB의 여유 공간으로는 J2ME의 CDC에서 사용하는 VM(Virtual Machine)과 OSGi 프레임워크, 시스템·서비스번들을 저장하기에는 부족하다. 따라서 플래시에 저장된 모든 내용을 삭제하고 새로이 OSGi 기반의 홈게이트웨이에 최적화된 운영체제를 설계하여 적용한다. 개발된 OSGi 기반의 임베디드 홈게이트웨이는 커널, CVM, OSGi 프레임워크, 시스템 번들, 콘솔 서비스 번들 및 기존 NSLU2에서 제공된 NAS 서비스등을 포함해서 5.1MB 정도의 플래시 공간을 사용한다.

본 논문의 구조는 다음과 같다. 2장에서는 OSGi 기반의 임베디드 홈게이트웨이 플랫폼의 관련된 연구에 관해 설명하며 3장에서는 실제 개발 플랫폼에 적용된 H/W, S/W 개발에 관한 내용을 설명하며 4장에서는 개발된 플랫폼의 동작에 대한 설명으로 본 논문을 전 개할 것이다.

2. 관련 연구

2.1 OSGi

OSGi(Open Service Gateway Initiative)는 1999년 3월에 Sun, IBM을 포함한 15개 회사가 모여 설립한 단체로 전 세계 약 80여개의 기업들의 컨소시엄으로 구성되었으며, 미들웨어와 응용서비스와의 API를 제공함으로써 서비스공급자가 소비자의 가정 내 환경에 적합한 서비스를 손쉽게 설치하고, 유지보수 할 수 있도록 하기 위한 Java 기반의 개방형 서비스 플랫폼 규격을 표준화하고 있으며, 현재 release 4core를 배포했다.



<그림 1> OSGi Architecture

OSGi의 목적은 WAN(Wide Area Network)상에 존재하는 서비스를 맥내 망 및 장비에 분배하고 적용하는 것이다. 이를 위하여 <그림 1>에서 보듯이 같이 서비스 제공자가 제공하는 서비스를 서비스 사용자의 맥내 망과 맥내 장치로 분배하고 관리하기 위한 개방형 구조의 서비스 플랫폼을 규정하고 있다. 본 플랫폼은 홈게이트웨이 또는 홈서버에 탑재되어 외부 망 및 기능으로의 포털 기능, 서비스의 수행환경 역할을 담당한다.

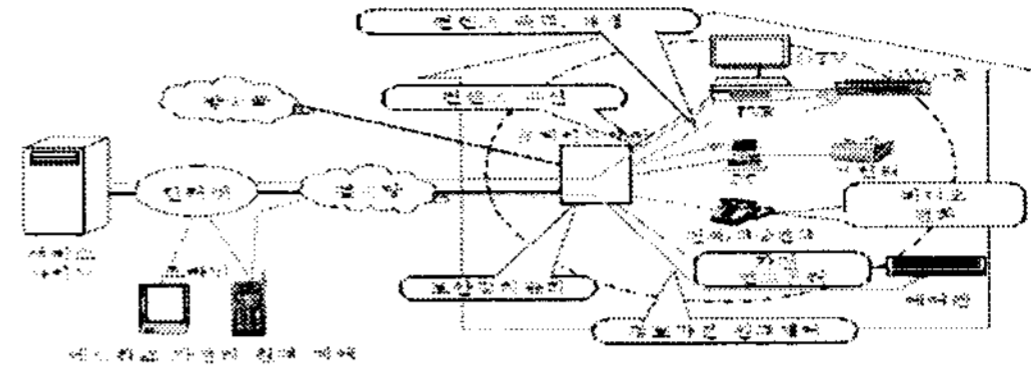
OSGi는 이질적인 Embedded OS와 Embedded CPU에서 오는 차이점들에 대한 완충 역할을 수행할 수 있도록 자바 VM(Virtual Machine) 기반 하에서 동작하게 만들어진 표준이며, 번들(Bundle)과 Framework(Framework)으로 구성된다. 번들은 배포와 관리의 기본 단위를 형성하는 것이고, Framework은 이러한 번들을 관리해 주는 역할을 한다. Framework은 서비스 등록/관리기(Service Registry)를 가지고 있어서 서비스에 대한 등록/조회/실행/삭제 등을 수행하며, 또한 이벤트와 그에 따른 이벤트 탐지 및 대응 처리도 하게 된다.

이처럼 통신기술의 진보와 함께 지능형 홈네트워크 서비스를 위한 개별 기술 및 인프라의 구축을 위한 환경이 성숙되고 있기 때문에 서비스 제공자 입장에서 홈네트워크 사업의 성공을 위해서는 차별화된 기술력을 보유해야 하며, 이를 위해서는 현존하는 서비스들을 하나의 서비스플랫폼으로 제공할 수 있어야 한다. 그리고 향후 새로운 서비스의 창출 및 동적인 수용이 쉽게 이루어질 수 있는 서비스 Framework을 갖추어야 한다. 또한, 서로 다른 하드웨어 플랫폼, OS 및 네트워크 프로토콜에 따른 수많은 서비스 개발환경이 존재하는 문제점으로 인하여 홈네트워크사업자는 기존의 플랫폼으로 향후 새로운 서비스에 대한 동적인 대처가 불가능하기 때문에 홈네트워크 사업자가 하나의 공통된 서비스플랫폼을 통해 현존하는 모든 서비스를 포함하여 새로운 서비스를 함께 수용하는 것을 가능하게 하며, 이러한 서비스들을 효율적으로 통합 관리할 수 있는 인프라의 구축이 필요하다[1-4].

2.2 무선홈네트워크

최근 초고속 통신망과 인터넷 사용 인구의 급격한 증가에 따라, 가정 내의 전자식 장치나 기계 설비의 제어와 감시에 인터넷을 이용하려는 움직임이 크게 일고 있다. 특히, 전력선 통신이나 각종 유무선 통신기술이 활발히 개발, 보급되면서 무선 홈네트워크 기반의 가전제어 기술에 대한 관심과 수요가 증가하고 있다. 기존 유선 홈네트워크는 전송대역폭의 보장 등의 장점에도 불구하고 새로운 배선 공사가 요구되거나, 배선의 길이에 따른 데이터 전송 용량의 저하 및 가정내 개인화에 의한 여러 방에서의 PC와 TV 등에 따른 많은 선으로 인해 미관상 문제, 이동성 보장의 어려움 등이 문제로 지적되고 있다. 반면 무선 네트워크는 정보기기 및 가전기기들을 무선으로 연결하여 편리한 생활 환경을 제공하고 이동 중 또는 다른 방에서 서로 정보를

공유할 수 있는 정보공유의 편리성을 제공하고 이동 중 또는 다른 방에서 서로 정보를 공유할 수 있는 정보공유의 편리성을 제공할 수 있다는 기술적 장점으로 홈네트워크 분야에서 기술적용 및 어플리케이션 개발이 활발히 진행되고 있다. 다음 <그림 2>는 홈네트워크 구조를 나타낸 것이다.



<그림 2> 홈네트워크 구조

홈네트워킹 기술은 크게 유선과 무선으로 나눌 수 있으며, 유선기술로는 전화선, 전력선, 이더넷, IEEE1394, USB등이 있고, 무선에는 IEEE802.11x 계열의 무선LAN, HomeRF, Bluetooth, UltraWideBand(UWB), Zigbee, HiperLAN 등이 대표적인 기술이다. 아직까지는 IEEE1394 프로토콜을 이용한 방식이 개발 방향을 주도하고 있으며 가전기기의 연동 표준화 방식으로 자리잡고 있으나, 장기적으로 볼 때 이동단말 기기의 확산에 따른 무선 네트워크 솔루션이 부각됨에 따라 홈네트워크에서의 적용도 확대될 것으로 보인다.

● UWB

주로 군용 레이더나 원격 탐지 등의 목적으로 이용되었고 2002년 2월 FCC에서 상용 기술로 허용되었다. 통신분야의 응용은 초기 단계로서 VTR 및 DVD 플레이어 등 무선 동화상 전송을 위한 UWB 칩셋 평가 샘플이 발표되었으며, 2003년 이후에는 가정에서의 무선 동화상 전송용으로 100Mbps 급 칩의 개발이 예상되고 있다. 가까운 장래에 홈네트워킹 분야에서 주도적인 역할을 기대하기는 어려우나 장기적으로는 주요 벤더들의 표준화와 적용노력에 따라 AV 기기들에 대한 네트워킹에 어느정도 역할이 기대되고 있다.

● Zigbee

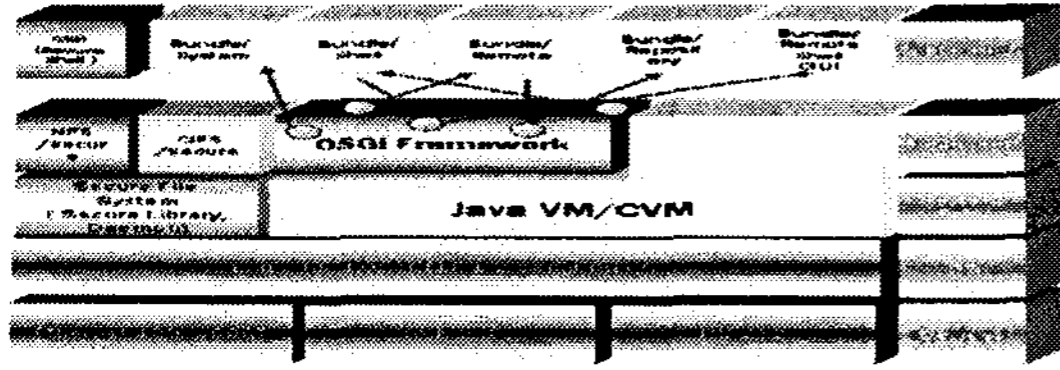
Zigbee 기술은 저가, 저전력의 빠른 데이터 전송 기술을 특징으로 잠재 고객들의 주목을 받고 있다. 비록 IEEE가 빠른 속도로 여러 무선 표준들을 발표하고 있긴 하지만, Zigbee는 저전력소모, 시스템 구성의 저비용, 많은 네트워크 노드 수용, 단순한 프로토콜 구조 등을 특징으로 무선센서 및 제어 분야에서 굳건한 자리를 차지할 것으로 전망되고 있다.

3. OSGi 기반 내장형 홈게이트웨이 플랫폼

3.1 운영체제(OS)

OSGi 기반의 내장형 홈게이트웨이에 적용할 운영체제는 임베디드 기반의 리눅스 OS로 범용 운영체제와 그 구조 및 개발 환경은 다르지만, 이동 단말기 및 정보 가전기기에 대한 고급 서비스 수요로 인해, 다중 태스킹(다중 프로세스 및 쓰레드)과 선점형 스케줄링(Preemptive Scheduling) 및 TCP/IP 기반의 인터넷 통신 프로토콜 등 대부분의 범용 서비스를 제공하고 있다. OSGi 기반 내장

형 홈게이트웨이 플랫폼 개발을 위한 내장형 운영체제는 다음 <그림 3>과 같은 여러 가지 특별한 기능을 제공한다.

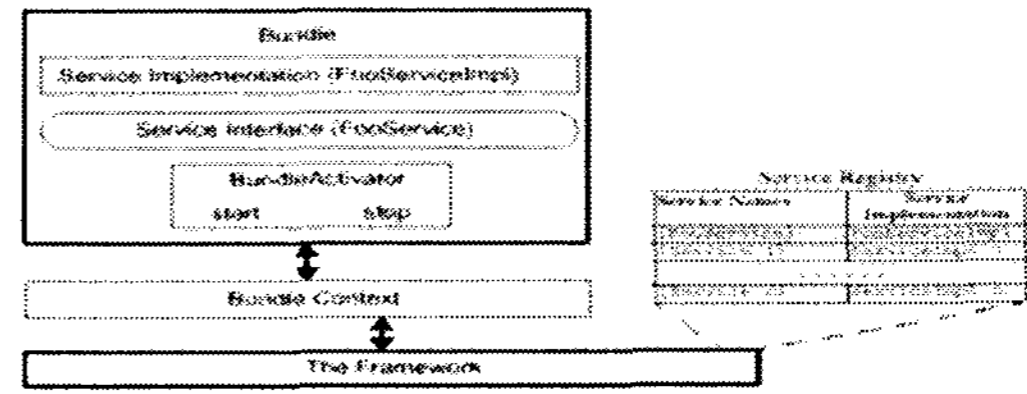


<그림 3> 내장형 홈게이트웨이 플랫폼 운영체제

대부분의 임베디드 시스템은 하드디스크를 사용하지 않은 시스템이 많으므로 RAM 이나 플래시 메모리가 파일 시스템의 역할을 하는 경우가 많다. 이는 파일의 저장, 관리, 삭제 및 이를 기반으로 한 부팅기능을 포함하고 있다. 따라서 본 논문에서의 내장형 홈게이트웨이 플랫폼 개발에서도 <그림 3>에서와 같이 OS 및 여러 응용 프로그램을 보드 상에 있는 8MB 의 인텔 Strata Flash 메모리에 JFFS2 파일 시스템을 적용하였다. 임베디드 OS 는 CELF(Consumer Electronics Linux Forum) 1.2 와 상호 호환되며, CELF 에서의 특징인 가전기기에서의 필요한 OS 의 모든 기능을 포함하고 있다. 예를 들어 고정된 장소에서의 지속적인 전원 공급에 따른 저전력 지원(Power Management), 일반적으로 데스크 탑 PC 나 범용 시스템의 경우, 각종 하드웨어 진단 프로그램이 수행된 후 시스템에 부착된 주변장치에 대한 인식 등의 과정이 수행된 후에 부팅이 되기 때문에 부팅 시간이 매우 오래 걸리는 것이 보통이지만, 본 논문에서의 임베디드 홈게이트웨이 시스템에서는 부착된 주변장치가 일정하므로 부팅과정에서의 불필요한 요소를 모두 제거하여 매우 빠른 부팅(Fast Booting)이나 슬립모드(Sleep mode)를 제공한다. 그리고 메모리 용량이 작은 내장형 시스템의 경우 RAM 의 여유 공간 확보 및 전력소모를 줄이기 위해 XIP(eXcute In Place)기술을 적용하였는데, 이는 플래시 메모리에 저장된 응용 프로그램을 주기억장치로 적재하지 않고, 플래시 메모리에서 명령어단위 또는 블록 단위로 CPU 로 가져와 수행한다. 우리는 앞서 설명한 임베디드 OS 의 기능을 최적화하고 사이즈를 줄이기 위해 uClibc 기반으로 컴파일을 수행했다. 또한 플랫폼에서 사용된 266MHz 인텔 XScale RISC 쿼어 기반의 IXP420 Network Processor 에 맞게 커널 2.6.16 를 크로스 컴 파일을 수행했다.

자바 기반의 OSGi 프레임워크를 운용하기 위해 2 장에서 설명하였듯이 JavaVM 으로 CVM 를 사용하였는데, CVM 은 C 기반으로 구현되어 있어 ARM 으로 포팅하기 위해 크로스 컴 파일을 수행했다. 또한 CVM 상에서 동작할 OSGi 는 홈게이트웨이를 구현하기 위한 핵심 기술로서, <그림 3>에서 보듯이 OSGi 의 핵심은 어플리케이션의 생명주기(Life Cycle)모델과 서비스 레지스트리를 정의하는 프레임워크이다. OSGi 프레임워크는 소용량 메모리 디바이스에서 프로그래밍하는 개발자들이 연속적으로 동작할 수 있는 어플리케이션을 작성할 수 있는 컨텍스트를 제공하는 것이 목적인데 <그림 4>와 같이 어플리케이션 실행중에도 동적으로 다운로드 및 업그레이드가 가능하고, 제한된 메모리 디바이스에서도 사용가능 하다. 또한 확장성이 뛰어나며 어플리케이션 간의 의존성에 대한 관리 기능을 제공한다. 현재 홈게이트웨이 플랫폼 상에는 OSGi 프레임워크와 시스템 번들, Shell 서비스 번들, Shell Text UI(User

Interface)가 올라가 있다.



<그림 4> 프레임워크와 서비스 번들 상호작용

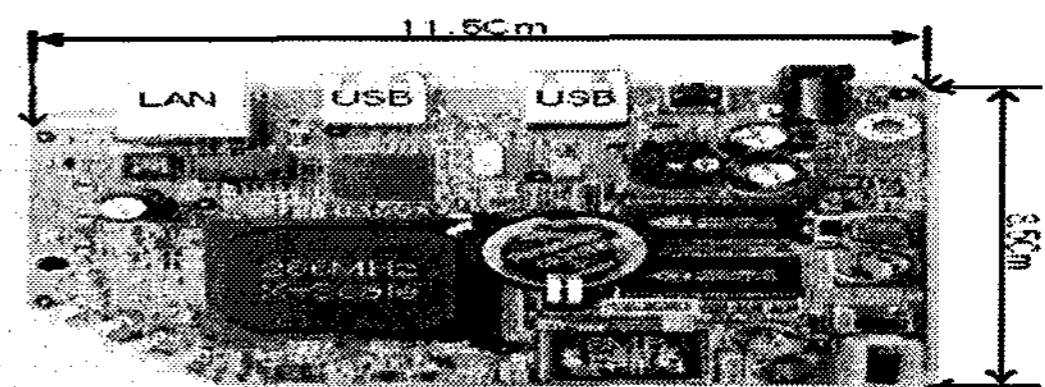
3.2 임베디드 홈게이트웨이 플랫폼

본 논문에서 사용된 홈게이트웨이 플랫폼인 NSLU2 는 Linksys 의 NAS 장치로 외장 HDD 등 USB 장치를 네트워크에서 사용하도록 해주는 디바이스이다. 보통 네트워크 허브나 라우터에 NSLU2 를 RJ45 로 연결하고, NSLU2 에서 2 개의 USB 포트에 외장하드를 연결하여 사용한다. NSLU2 에 내장된 Intel IXP420 Processor 는 266 의 속도를 지원하지만 현재 NSLU2 는 133MHz 로 Under-Clock 된 상태로 공장 출하되었다. 따라서 보드상의 저항 하나를 떼어내어 266MHz 의 속도로 OverClock 시켰다. 다음 <표 1>은 NSLU2 의 사양을 요약한 것이다[7].

<표 1> 임베디드 홈게이트웨이 플랫폼 H/W 사양

Processor	266MHz Intel IXP420
Memory	32MB SDRAM
Storage	8MB Flash 메모리
Ports	10/100 RJ-45, USB 2.0
Dimension	103mm x 21mm x 91mm
Unit Weight	0.156Kg
Debug	RS-232

운영체제 및 S/W 개발을 위하여 홈게이트웨이 플랫폼 보드상에 제거되어 있던 RS-232 포트핀을 복원하였다. 다음 <그림 5>는 임베디드 홈게이트웨이 플랫폼 시스템 보드이다.



<그림 5> 임베디드 홈게이트웨이 플랫폼 보드

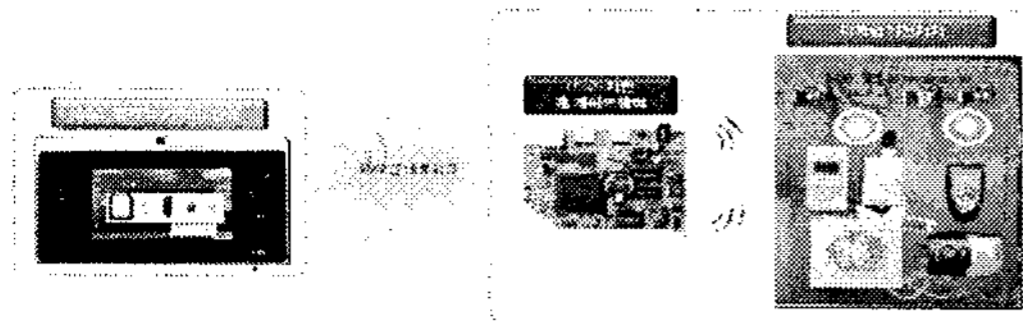
3.3 Operation

<그림 6>은 실제 개발한 OSGi 기반의 홈게이트웨이로부터 원격지의 내 가전기기를 제어하기 위해 홈게이트웨이로부터 가전제어를 위한 서비스 번들을 Remote Manager 을 통해 다운로드 받아서 인스톨된 상태를 나타낸 것이다. 왼편에 있는 그림은 UMPC 로서 OSGi 프레임워크가 설치되어 있어 홈게이트웨이에 접속하여 OSGi 서비스 번들 보관소에 인스톨되어 있는 가전제어용 서비스 번들을 자신의 PC 에 설치할 수 있게 된다. 현재 제어 가능한 가전기기는 조명, Gas, 선풍기가 있으며, 자동 제어도 가능하다. 중간에 있는 것은 저전력 OSGi 기반의 홈게이트웨이이고, 오른쪽 그림은 가상의 홈을 꾸며 놓은 것이다.

발할 계획이다.

[참 고 문 헌]

- [1] The OSGi Alliance. OSGi Service Platform Core Specification, Release 3. March 2003, Available at <http://www.osgi.org/>.
- [2] The OSGi Alliance. OSGi Service Platform Core Specification, Release 4. August 2005, Available at <http://www.osgi.org/>.
- [3] Eclipse Platform, Available at <http://www.eclipse.org/platform/>.
- [4] Equinox project. Eclipse Platform, Available at <http://www.eclipse.org/equinox/>.
- [5] Sun Microsystems. Enterprise JavaBeans™ Specification, Version 2.1, listopad 2003 Available at <http://java.sun.com/products/ejb/>.
- [6] Sun Microsystems. Java Platform, Micro Edition Available at <http://java.sun.com/j2me/>.
- [7] Linksys A Division of Cisco System, Inc, Available at [/Products/network Storage/NSLU2](http://Products/network Storage/NSLU2)



<그림 6> 데모 구성도

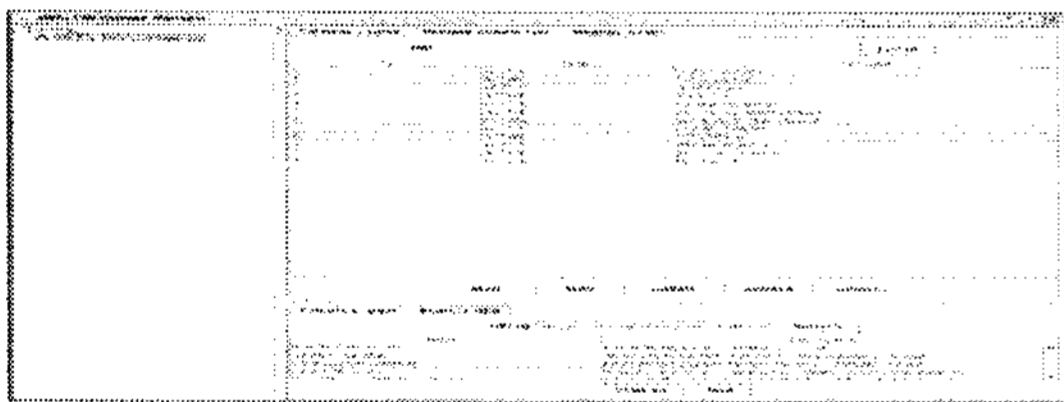
다음 <그림 7>은 실제 임베디드 홈게이트웨이 상에서 동작하고 있는 OSGi 프레임워크와 서비스 번들의 프로세스 정보를 RS-232 을 통해 확인한 것이다. 현재 실행중인 번들은 시스템 번들과 응용 서비스 번들이 있고 각각 번들의 ID 와 현재 상태 및 레벨을 나타내고 있다.

```
# ./run.osgi
KETI OSGi Framework version 1.0.0 (based on OSGi framework 1.3)
Copyright (c) 2005., Korea Electronics Technology Institute.

-> ps
START LEVEL 1
ID      State      Level Name
[ 0] [Active] [ 0] System Bundle (1.0.0)
[ 1] [Active] [ 1] Shell Service (1.0.2)
[ 2] [Active] [ 1] Shell TUI (1.0.0)
-> 0
```

<그림 7> 홈게이트웨이의 OSGi 프레임워크와 번들

<그림 7>에서 보듯이 OSGi 프레임워크를 관리하기 위해 텍스트 UI 로 존재하지만, 실제로 홈게이트웨이는 고정된 형태로 가정내에 존재하므로 통신 가능한 가전 기기들을 제어하고 모니터링 하기 위해서는 GUI(Graphic User Interface) 형태의 관리툴이 필요하다. 따라서 홈게이트웨이의 OSGi 프레임워크를 관리하기 위한 GUI 형태의 서비스 번들을 구현하여 설치하였다. 다음 <그림 8>은 원격지에서 홈게이트웨이의 OSGi 프레임워크를 관리할 수 있는 원격지 관리자 (Remote Manager)의 화면이다.



<그림 8> Remote Manager GUI

4. 결론

현재 홈게이트웨이에서 사용되고 있는 미들웨어로는 JINI, UPnP, HAVi, OSGi등이 있다. 그러나 향후에는 OSGi가 홈게이트웨이의 미들웨어로서 각광을 받을 것으로 보인다. 그 이유는 OSGi을 기반으로 JINI, UPnP, HAVi 등을 서비스 번들로서 호환이 가능하기 때문이다. 또한 자바기반으로 구현되어 있어 어떠한 플랫폼에서도 호환이 가능하다는 특징이 있다. 우리는 이러한 특징 때문에 OSGi 기반의 임베디드 홈게이트웨이 플랫폼을 개발하게 되었다. 또한 NSLU2디바이스를 플랫폼으로 선정한 이유는 홈게이트웨이로서의 적당한 CPU 파워와 소형의 플랫폼 크기, 전력 소비량이 적다는 이점이 있기 때문이었다. 향후 작업으로는 현재의 OSGi 기반 임베디드 홈게이트웨이를 이용하여 기존에 사용되고 있는 가전제어를 위한 프로토콜과 호환성을 유지하기 위해 멀티 프로토콜 지원 서비스 번들을 개