

## 홈 네트워크 관리를 위한 확장성 있는 관리 에이전트의 설계 및 구현

왕 종수\*, 김 대영\*\*

# Design and Implementation of Extensible Agent System for Home Network Management

Jong-Soo Wang\*, Dae-Young Kim\*\*

### 요 약

현재의 홈 네트워크 시장이 커져가고 관련 제품이 늘어날수록 제품마다 각각 다른 인터페이스를 사용하고 있어 서로 간의 호환성이 결여되어 이를 쉽게 통합하여 관리할 수 있는 확장성이 있는 관리시스템 구축의 필요성이 대두 되고 있다. 본 논문에서는 홈센서 네트워크에서의 통합 관리를 위한 프레임 워크를 설계하고, 센서 네트워크 환경에서 JMX를 사용하여 Home Gateway를 구현함으로써 관리 할 대상에 대해 각 모듈별 관리와 통합된 외부 연결 인터페이스를 제공함으로써 기존 환경과의 호환성과 확장성을 고려하였고, 이를 통해 PDA 나 원격 PC를 통해 모니터링하고 관리하는 홈센서 네트워크 통합 관리 시스템을 구축하였다.

### Abstract

As today's home-network market grows related researches had been increased and with different interfaces of these products of course there is lack of compatibility between these systems. So we need some extensionable managing system which integrates and manages these systems. In this paper, we designed framework that integrates and manages network system and also implemented Home Gateway using JMX on Sensor-network environment. It may manage each target with modulization and through the connection interface we make allowance compatibility and extensionability between existing systems. Through this researches, we implemented the Home-network integrated managing system which can manage and monitor with PDA or RDP(remote desktop PC).

▶ Keyword : Home Sensor Network, JMX, Home Gateway, PDA Manager

---

• 제1저자 : 왕종수

• 접수일 : 2007.5.17, 심사일 : 2007.5.20, 심사완료일 : 2007. 5.25.

\* 서일대학 인터넷정보과 교수, \*\* 광운대학교 컴퓨터소프트웨어전공 박사과정

※ 본 논문은 2006년 서일대학 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

## I. 서론

정보통신부는 홈 네트워크 기술을 9대 신 성장 동력 가운데 하나로 선정하여 2007년까지 전체 가구의 61% 수준인 1,000만 가구에 홈 네트워크 구축을 목표로 삼았다. 이를 위해 2조원의 예산을 들여 디지털 환경을 구축할 계획이다. 국내 홈 네트워크 시장은 2002년 25억 1,000만 달러에서 2007년 117억 9,000만 달러, 2010년에는 234억 5,000만 달러 규모로 연 평균 32%의 고성장이 예상되고 있다[10].

홈 네트워크 시스템은 가정 내 정보 가전기기가 네트워크로 연결되어 기기, 시간, 장소에 구애받지 않고 서비스가 이루어지는 미래 가정 환경의 핵심 요소로서 초고속 인프라를 기반으로 다양한 IT 기기를 활용하여 원격교육, 엔터테인먼트, 헬스케어, 정보가전 제어 등을 할 수 있는 디지털 컨버전스(융합)의 대표적인 기술로 여겨진다. 외부에서도 집안 일을 무선이나 인터넷으로 자동화 할 수 있는 이 기술은 지난 90년대 후반부터 미국, 일본 등이 앞 다퉈서 미래기술의 하나로 꼽아 개발에 전력하고 있는 분야로서 현재 세계 유명 기업들이 자사의 기술을 세계 표준 홈 네트워크 기술로 인정받기 위해 노력하고 있으며 미국과 일본, 유럽을 비롯한 기술 선진국들은 미래 IT 산업을 주도할 아이템으로 홈 네트워크에 주목하고 관련기술 개발에 적극 나서고 있는 추세이다.

우리나라의 홈 네트워크의 발전 방향을 보면, 홈 네트워크 서비스는 홈 오토메이션과 같은 제어 서비스 중심에서 PC 및 ADSL 기반의 초고속 인터넷 중심의 양방향 멀티미디어 서비스 중심으로 발전할 전망이다. 이러한 홈 네트워크의 발전을 위하여 단순한 홈 네트워크 모니터링이 아니라 IP 기반 유·무선 환경 통합 관리 시스템이 구축되어야 한다. 홈 네트워크는 가정 내 가전기기의 관리와 제어를 위해 각 기기들을 연결 및 소규모 망을 형성하여 외부 망과 연결한다.

본 논문에서는 가정 내 가전기기를 통합 관리하기 위하여 기존의 망관리 기술보다 확장된 기술인 JMX(Java Management eXtensions)를 이용하여 가정 내에 설치 및 운용이 용이하다[14].

따라서 본 논문에서는 홈센서 네트워크에서의 통합 관리를 위한 프레임 워크를 설계하고, 센서 네트워크 환경에서 JMX를 사용하여 Home Gateway를 구현함으로써 관리 할 대상에 대해 각 모듈별 관리와 통합된 외부 연결 인터페이스를 제공함으로써 기존 환경과의 호환성과 확장성을 고려

하였고, 이를 통해 PDA 나 원격 PC를 통해 모니터링하고 관리할 수 있는 진정한 홈센서 네트워크 통합 관리 시스템을 구축하였다.

## II. 관련연구

### 2.1 홈 네트워크 기술

홈 네트워크 기술은 이미 1970년대 말부터 태동하였다. 최초의 구상은 가정에 가설되어 있는 전력선을 통신매체로 활용하고자 하는 발상에서 출발하였다. 이러한 발상은 1979년 X-10 이라는 전력선을 이용한 통신방법이 등장하면서 구체화되기 시작하였다. 비록 60bps라는 저속의 통신 방법이었지만 전력선을 이용함으로써 추가적인 배선 없이도 통신이 가능한 혁신적인 방법이었으며, 가전 장비를 제어하기에는 고속의 통신이 필요 없었기 때문에 가전기기의 자동 및 원격제어, 가정에 쓰이는 에너지(전기·가스등)의 효율적 이용, 각종 방법 등의 목적에 이용되었다. 사람들은 이러한 기술을 가정 자동화 (Home Automation) 라고 불렀다. 그러나 X-10 기술은 워낙 느린 통신이었기 때문에 가전기기의 세부적인 제어보다는 열고 닫거나 끄고 켜는 정도의 제어 정도로 쓸 수밖에 없었고, 전문가의 개입 없이는 설치나 변경이 불가능 하였으며 너무 많은 비용을 요구하였기 때문에 일부 부유층의 전유물로만 사용되고 일반인들 속으로는 파고들지 못하였다.

최근에는 ADSL과 같은 초고속 통신망의 일반화, 케이블 TV망의 급속한 보급, 통신위성에 의한 디지털 방송의 개시와 같은 통신 인프라의 발달에 따른 정보환경의 발달로 디지털 환경에서의 홈 네트워크의 필요성이 증대되었다. 즉, ADSL이나 케이블 모뎀과 같은 초고속 인터넷 서비스가 일반화됨에 따라 콘텐츠를 PC간의 통신뿐만 아니라 맥내 가전기기와도 주고받을 수 있도록 하고, 맥내는 물론 인터넷을 통한 맥내 가전기기에 대한 자동 및 원격제어 등을 가능하게 하는 홈 네트워크의 필요성이 대두되고 있다[8].

### 2.2 JMX (Java Management Extensions)

JMX는 각종 자원을 MBean(Managed Bean)으로 추상화 하여 MBean 서버에 등록시킴으로써 원격에서 그 자원을 관리하는 것을 가능하게 해주는 기술을 말한다. MBean 서버는 JMX 에이전트에 포함되며 에이전트에는 각종 프로

토콜에 대한 인터페이스가 제공되므로 그 프로토콜에 따른 Adapter나 Connector만 구현해 준다면 어떤 프로토콜을 이용하던 접근과 관리가 가능하다는 커다란 장점을 가진다. JMX 구조는 [그림 1]과 같이 Instrumentation Layer, Agent Layer, Distributed Layer로 나뉜다.

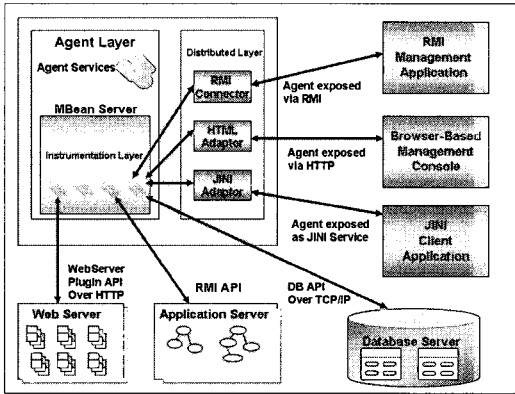


그림 1. JMX 구조  
Fig. 1 JMX Architecture

• Instrumentation Layer

이 레벨에서는 MBean을 통해 리소스( 애플리케이션, 서비스의 구현과 디바이스 등)를 관리할 수 있게 하며 이것들은 자바로 구현되어 있거나 자바 래퍼(Java Wrapper) 클래스가 있어야 한다. MBean은 다른 레벨에 대해서 전혀 알 필요가 없이 특정 패턴이나 인터페이스를 따라 만들어주기만 하면 된다.

• Agent Layer

이 레벨에서 에이전트는 직접 리소스를 관리하고 원격의 관리 시스템이 그 리소스들을 다룰 수 있도록 한다. 에이전트는 MBean 서버와 MBean을 다루기 위한 에이전트 서비스로 이루어져 있으며 원격의 관리 시스템이 접근할 수 있도록 하나 이상의 프로토콜 어댑터나 커넥터가 필요하다. MBean 서버는 MBean의 레지스트리이다. 모든 관리 프로그램은 MBean 서버를 거쳐야 MBean을 다룰 수 있다.

• Distributed Services Layer

이 레벨에서는 JMX 매니저를 구현하기 위한 인터페이스를 제공한다. 높은 수준의 프로토콜을 제공하거나 여러 에이전트의 관리 정보를 통합해 사용자의 비즈니스 로직과 관련된 논리적인 뷰를 제공한다. 이와 같이 디스트리뷰티드 서비스 레벨은 에이전트와 Mbean을 좀 더 쉽게 접근하고 추상화된 뷰를 제공하는 인터페이스를 포함한다.

2.3 센서 네트워크

유비쿼터스 센서네트워크(USN: Ubiquitous Sensor Network)는 필요한 모든 곳에 전자태그를 부착하고 이를 통하여 기본적인 사물의 인식정보는 물론 주변의 환경정도(온도, 습도, 가스 등)까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하고, 그 정보를 관리하는 것을 의미하며 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 통신 기능을 부여하여 언제든지, 어디든지, 무엇이든 통신이 가능한 환경을 구현하기 위한 것이다.

유비쿼터스 센서네트워크는 우선 인식정보를 제공하는 전자태그(RFID, Radio Frequency Identification)를 중심으로 발전하고 센싱 기능이 추가되면서 이들 간의 네트워크가 구축되는 형태로 발전할 것이다.

III. 프레임워크 설계

현재의 홈 네트워크 시장은 다양한 유·무선 네트워크 기술을 기반으로 다양한 홈 게이트웨이 및 홈 네트워크 미들웨어가 난립하고 있다. 또한 서로 다른 하드웨어 플랫폼, OS 및 네트워크 프로토콜에 따른 수많은 서비스 개발환경이 존재한다. 이와 같은 문제점들로 인하여 홈 네트워크 사업자는 기존의 플랫폼으로 향후 새로운 서비스에 대한 동적인 대처가 불가능하다(9).

따라서 시장이 커져가고 관련 제품이 늘어날수록 쉽게 통합하여 관리할 수 있는 관리시스템의 필요성은 대두되고 제품마다 각각 다른 인터페이스를 사용하고 있어 서로간의 호환성이 결여 되어 다양한 인터페이스들을 통합 관리 할 수 있는 통합 관리 인터페이스가 필요하다.

기존의 홈 네트워크 환경은 전송 매체 등을 이용한 단순한 조작이었지만 본 연구에서는 그림 2와 같은 홈 네트워크 환경을 구성하기 위해서 각 가전 장치에 액츄에이터노드와 센서노드 그리고 가전 장비를 그룹화 시켜서 배치하여 시스템을 구성하였다.

각 그룹은 Nano-24에서 지원하는 RF통신을 이용하여 센서노드에서 측정된 값을 싱크노드로 주기적으로 보내고 싱크노드는 받은 데이터를 홈 게이트웨이로 보내게 된다. 역으로 홈 게이트웨이에서 센서노드의 명령을 내릴 때는 싱크노드가 각 액츄에이터노드로 RF 통신을 이용하여 명령을 보내게 된다. 그리고 Home Gateway를 통하여 PDA나 원격 PC를 통해 모니터링하고 관리하는 확장성 있는 홈 네트

워크 환경을 구축하였으며 본 연구에서는 몇 가지 장비를 예를 들어 구현하였다.

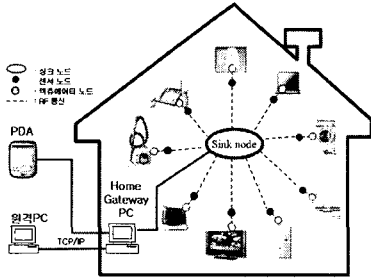


그림 2. 홈 네트워크 환경  
Fig. 2 The Environment of Home Network

그림 3은 본 논문에서 제시한 전체 시스템 프레임워크이다. Home Gateway는 JMX로 구성되어 있으며 JMX는 관리할 대상에 대해 각 모듈별 관리와 통합된 외부 연결 인터페이스를 제공한다. Serial Port를 이용하여 Home Gateway와 Sink Node간의 통신을 제공하며 Home Gateway의 JMX MBean서버를 이용하여 센서장치의 관리 모듈을 제공한다.

센서 네트워크는 각각의 장치와 연결된 Actuator Node를 통해 제어가 가능하며 각각의 센서들은 Sink Node를 통해 Home Gateway와 연결이 된다. 또한 PDA와의 통신을 위해 TCP 서버를 만들어 센서 정보를 넘겨주고, 사용자가 직접 제어할 수 있게 하였으며 HTML Adapter를 사용하여 웹상에서도 관리가 가능한 인터페이스를 제공하도록 설계하였다.

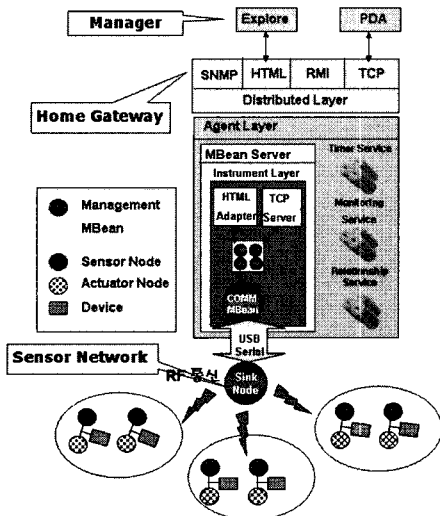


그림 3. 시스템 구조  
Fig. 3 System Architecture

## IV. 구현

### 4.1 구현 환경

- Home Gateway
  - Microsoft Window XP, Pentium M4 1.6GHz
  - JAVA(J2SE 1.5)
- Sensor Network
  - Nano-Qplus, Nano-24 kit
  - C(Nano-os API)
- PDA
  - Microsoft Window XP, Micorsoft Visual Studio.Net 2003
  - Microsoft Pocket PC 2003 SDK, ActiveSync 3.7.1
  - Visual C#

### 4.2 Home Gateway

JMX로 구성된 Home Gateway는 Agent 계층과 Distributed 계층으로 나누어져 있으며, Agent 계층의 관리 MBean에서는 Comm MBean 과의 연결을 통해 센서 장비와의 1:1 관리 인터페이스를 제공 하며, Comm MBean 은 센서와의 연결을 통한 Serial 통신기능을 제공한다. 그리고 센서와 Sinke Node와의 통신을 통한 센싱 데이터를 관리 MBean에게 보내고 관리 MBean으로부터 명령을 전달 받을 수 있도록 구현하였다.

Distributed 계층의 TCP MBean 에서서 외부에서 TCP 프로토콜을 이용한 연결을 제공하는데 관리 MBean의 센서 정보를 접속된 PDA로 전달하고, PDA로부터 받은 제어 명령에 대한 데이터를 처리하도록 구현하였다.

표 1은 관리 MBean들에 대한 설명이다.

표 1. 관리 MBean  
Table 1. MBean of Management

종류 / 기능	센서 정보	역할	제공 모드	센서 조작 기능
전동 MBean	조도	관리	자동/수동/시간	On/Off
습도 MBean	습도	관리	자동/수동/시간	On/Off
가스 MBean	가스농도	감시	자동	없음

그리고 확장성을 고려하기 위하여 표2와 같이 장치 관리에 필요한 최소한의 정보를 가지고 있는 DeviceMBean을 인터페이스 형식으로 구성하였다.

표 2. DeviceMBean 코드 구현  
Table 2. Implement of DeviceMBean Code

```
import device.DeviceMBean;
public interface LightMBean extends
    DeviceMBean{
    //operation
    public void ManualMode();
    public void AutoMode();
    public void TimeMode();
    //1. scheduling mode (0 수동, 1 자동, 2 시간);
    public String getMode();
    //2. auto 모드용 Threshold
    public void setMaxThreshold(int Max);
    public void setMinThreshold(int Min);
    //3. time 모드용 시간
    //켜짐
    public void setOnTime(String ontime);
    //꺼짐
    public void setOffTime(String offtime);
    //3. scheduling 작동 상황
    public boolean getSchedOperation();
```

새로운 장치가 추가되더라도 표3과 같이 DeviceMBean을 상속받아 구현함으로써 확장성을 가질 수 있도록 구현하였다.

표 3. LightMBean 코드 구현  
Table 3. Implement of LightMBean Code

```
public interface DeviceMBean {
    //operation
    public void Actuator_on();
    public void Actuator_off();
    //attribute
    //1. 장치 관리 ID(게이트웨이 측 정보)
    public void setID(int id);
    //2. 센서 ID(실제 센서의 ID)
    public void setSensorID(int sensorid);
    //3. actuator ID(실제 actuator의 ID)
    public void setActuatorID(int actuatorid);
    //4. 센싱 값
    public int getValue();
    //5. 현재 actuator의 작동 상황
    public boolean getActuatorState();
    //6. 위치
    public String getLocation();
}
```

### 4.3 Sensor Network

Sensor Network를 구성하기 위하여 Nano-24 라는 센서 네트워크 환경 개발용 실습키트를 사용하였다.

이것은 그림 4와 같이 온도, 습도, 조도, 가스센서 등의 센서 모듈과 프로그램이 적재되는 메인 모듈, 컴퓨터와의 통신을 제공하는 인터페이스 모듈, 직접 장치들을 제어하는 액츄에이터 모듈 등으로 구성되어 있다.

메인 모듈은 인터페이스, 센서, 액츄에이터 모듈들과 결합하여 각각 싱크 노드, 센서 노드, 액츄에이터 노드를 구성하게 된다. 센서 노드가 주변 환경을 센싱하여 그 정보를 싱크 노드에게 전송하고, 사용자로부터의 명령은 싱크 노드를 통해 액츄에이터로 전송되어 장치를 제어한다.

OS로서 Nano-Q+와 Tiny OS를 지원하며 Zigbee 프로토콜을 이용한 RF통신을 지원한다(6).

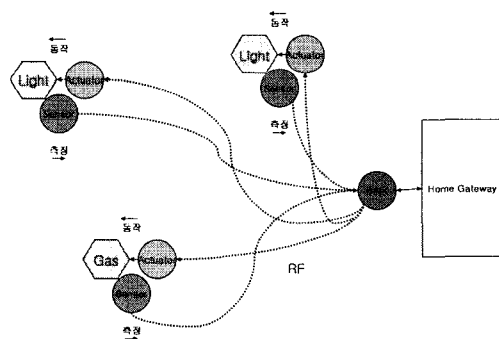


그림 4. 센서 네트워크 구성도  
Fig. 4 The Composition of Sensor Network

### 4.4 PDA Manager

그림 5는 PDA Manager의 흐름도를 나타낸 것으로서, C#을 이용하여 PDA Manager 프로그램을 작성하였으며 PDA Manager는 Home Gateway 와의 연결을 통해 센서의 센싱 정보를 모니터링 하고 제어할 수 있게 구현하였다.

IP, PORT를 설정 한 후 ID와 Password를 통하여 인증 과정을 거치면 현재 각 장치들의 상태를 확인 할 수 있으며 세부 설정 화면을 통해 장치를 ON/OFF 하거나 MODE (자동/수동/시간)설정을 할 수 있게 구현하였다.

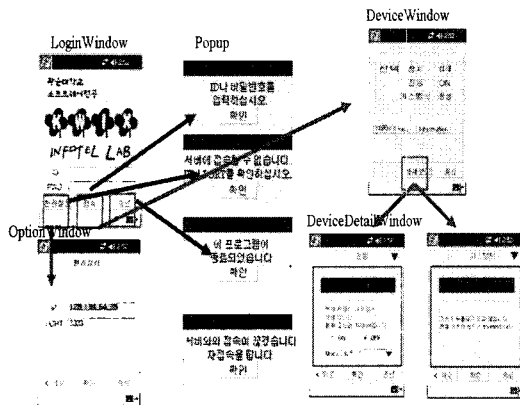


그림 5. PDA Manager 흐름도  
Fig. 5 The Flow of PDA Manager

### V. 결론

본 논문에서는 홈센서 네트워크에서의 통합 관리를 위한 프레임 워크를 설계하고, 센서 네트워크 환경에서 JMX를 사용하여 Home Gateway를 구현함으로써 관리 할 대상에 대해 각 모듈별 관리와 통합된 외부 연결 인터페이스를 제공함으로써 기존 환경과의 호환성과 확장성을 고려하였고, 이를 통해 PDA나 원격 PC를 통해 모니터링 하고 관리하는 진정한 홈센서 네트워크 통합 관리 시스템을 구축하였다.

기대효과로는 각각의 인터페이스를 개발하는데 들어가는 시간과 비용이 절감으로 통합된 관리를 위한 다양한 애플리케이션 개발에 투자 할 수 있을 것이다. 통합된 인터페이스는 기존의 단말기 및 새로운 단말기들을 쉽게 플러그인하여 기능과 용도가 다양한 단말기의 개발에 기여함은 물론 각각의 단말기들 간의 통신을 지원하여 단말기의 이용률을 향상시킬 것이다.

향후 과제로는 철저한 보안 시스템을 구축함으로써 일반적인 통신네트워크에서 발생하는 각종 바이러스, 웜, 해킹 등 악의적인 사이버 공격에 대비할 수 있는 연구를 할 것이다.

### 4.5 구현 결과 테스트

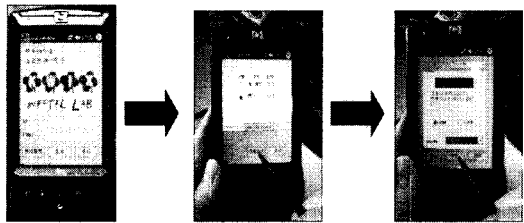


그림 5.a    그림 5.b    그림 5.c  
그림 5. PDA 화면  
Fig 5. PDA Screen

그림 5.a 에서 사용자 로그인을 거쳐 그림 5.b로 전환되고 현재 장치들의 상태를 확인할 수 있다. 선택버튼을 통해 그림 5.c로 이동하여 전등을 ON/OFF 하거나 Mode(자동/수동/시간)설정을 할 수 있다.

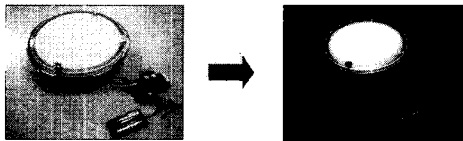


그림 6.a    그림 6.b  
그림 6. 전등 화면  
Fig. 6 A Light Screen

그림 6.a의 상태에서 PDA로부터 전달된 명령이 Home Gateway를 통하여 패킷 변환 후 센서로 명령을 전달하면 센서 간에 패킷이 전달되고 전등이 켜지게 된다.

### 참고문헌

- [1] Sun Microsystems Inc. "Java Dynamic Management Kit 5.1 Getting Started Guide" June 2004.
- [2] Julio Guizarro, HP Labs. "Framework for managing large scale component based distributed application using JMX" May 2002.
- [3] Juha Lindfors, "Managing J2EE with JMX" 2002.
- [4] Benjamin G. Sullins, Mark B. Whipple "JMX In Action" 2001.
- [5] Douglas R. Mauro, "Essential SNMP" 2001.
- [6] ETRI, "임베디드 시스템의 이해(Nano-24) -센서 네트워크 응용 개발", <http://octacomm.net/>
- [7] 안원국, "C#.Net Mobile Programming" 2005.
- [8] 안원국, "홈 네트워크의 미래 및 당면과제" 2005

- [9] 박호진, 박광로, "개방형 홈서비스 플랫폼 기술 동향" 2004.
- [10] 이현규, "디지털 홈네트워크를 위한 홈게이트웨이 기술" 2005.
- [11] Saito, T.; Tomoda, I.; Takabatake, Y.; Arni, J.; Teramoto, K. "Home gateway architecture and its implementation" IEEE Transactions on Volume 46, Issue 4, Nov. 2000
- [12] 박용우, "국내 홈네트워킹 시장구조 분석 및 기술발전 전망" 2003
- [13] 구영덕, 장태종, 박용우, "홈게이트웨이 시장의 진화 및 업체의 주도권 전망" 2004
- [14] 조정원, 이종언, 김대영, 차시호, 조국현, "JMX 기반 홈 센서 망 관리 시스템의 설계 및 구현", 한국정보과학회 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol.33 No.1(D), 2006년 6월.

### 저자 소개



#### 왕종수

1998년 3월 ~ 현재 서울대학 인터  
넷정보과 교수  
2003년 9월 광운대학교 컴퓨터과  
학과(박사수료)  
1993년 9월 광운대학교 전자계산  
학과(이학석사)  
1984년 3월 중앙대학교 전자계산  
학과(이학학사)  
1995년 3월 ~ 1998년3월 (주)세우시  
스텝기술연구소 연구실장  
<관심분야> IPv6, MPLS, u-Health



#### 김대영

2006년 2월 광운대학교 컴퓨터소프  
트웨어전공(박사수료)  
2004년 2월 광운대학교 컴퓨터과학  
과(이학석사)  
2002년 2월 남서울대학교 컴퓨터과  
학과(이학학사)  
2002년 3월 ~ 현재 광운대학교, 여  
주대학, 서울대학 외부강사  
<관심분야> Sensor Network, NMS