
U-헬스케어 시스템을 위한 UPnP 기반 센서 네트워크의 설계 및 구현

강성인*, 전재환**, 김관형***, 최성욱****, 김해영**, 오암석**

Design and Implementation of sensor Network Based on UPnP Middlewere
for Ubiquitous Healthcare System

Sung-in Kang*, Je-hwan Jean**, Gwan-hyung Kim***, Sung-uk Choi****, Hae-young Kim**, Am-suk Oh**

요 약

최근 헬스케어는 사용자에게 보다 다양한 서비스를 위해서 다양한 생체센서 및 무선 네트워크 기술이 도입되고 있는 실정이다. 따라서 다양한 생체센서들의 효율적인 관리 및 제어를 위한 미들웨어의 필요성이 제기되고 있다. 또한 네트워크 구성의 확장 및 다양한 응용시스템과의 상호 운용은 앞으로 헬스케어 서비스의 중요한 요인이라 할 수 있다. 본 논문에서는 ZigBee 기반 무선 센서모듈의 표준화된 연결성, 관리 및 제어의 효율성 등을 제공하기 위해서, UPnP-ZigBee 브릿지를 설계 구현하여 UPnP 기반 네트워크와 연동할 수 있는 방법을 제안한다. 그리고 헬스케어 서비스에 적용가능하도록, Zigbee 무선 네트워크 기반의 ECG, PPG 센서 및 환경센서 모듈을 구현하여 테스트하였다.

ABSTRACT

Recently, To provide various service for user, there are some trends to construct health care system using bio-sensors and wireless network technologies. Accordingly, An effective middleware is needed to manage and control the various bio-sensors. Also, it is important to extend network and interoperate the various application system in healthcare service. In this paper, we propose to be connected with network based on UPnP by design and implementation of UPnP-ZigBee bridge. The proposed UPnP-ZigBee bridge manage and control ZigBee sensor module effectively. we implemented and tested ECG, PPG, and environment sensor module based on ZigBee wireless network to apply in health care service.

키워드

헬스케어, Zigbee, 센서 네트워크, UPnP, 미들웨어

* 동명대학교 의용공학과

** 동명대학교 멀티미디어공학과

*** 동명대학교 컴퓨터공학과

**** 부산인적개발원

I. 서론

최근 첨단 기술 분야인 IT분야에서는 “유비쿼터스 컴퓨팅” 관련 연구 및 제품개발에 많은 비용과 시간을 투자하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 광의의 의미로는 “다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속에 내재되어 있고, 이들이 서로 연결되어 필요한 곳에서 컴퓨팅을 구현할 수 있는 환경을 만드는 것”을 의미한다. 유비쿼터스 컴퓨팅이 지향하는 모습은 기존의 방식인 인간이 컴퓨터를 위해 센싱 및 인터페이스 기능을 제공하는 방식에서 벗어나 컴퓨터가 필요한 정보를 센싱하고 사용자에게 맞게 인터페이스를 제공하는 것을 의미한다. 이와 같은 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술은 바로 무선 센서 네트워크 WSN (Wireless Sensor Network) 기술이다[1].

무선 센서 네트워크는 현실 세계에서 다양하게 발생하는 상황을 센서를 통해 감지하여 이를 네트워크를 통해 수집, 이동시키며 내장된 프로세서에 의해 처리하는 방식에 기반하고 있다. 각종 자연재해의 확인 및 지반, 지질 상태 등을 모니터링 하는 시스템, 교통 감시와 제어를 위한 지능형 교통 통제 시스템, 장기간의 환경 관찰을 통해 생태를 감시하는 시스템 등 여러 분야에서 폭넓게 연구 및 적용되고 있는 추세이다. 특히 헬스케어 분야에서는 원격진료, 원격진단, 응급의료 환자에게 다양한 양질의 서비스를 제공하기 위해 기존의 의료기기 및 의료 정보시스템과 함께 USN 기술이 도입되어 연구되고 있다. 그러나 기존의 의료기기 및 USN 기반의 장치들은 서로 다른 하드웨어와 소프트웨어 플랫폼 하에서 동작하기 때문에 실제로 모든 기기 및 서비스를 연동하여 통합 시스템을 구축한다는 것은 간단하고 쉬운 일이 아니다. 따라서 하부 센서 장치 및 의료기기들을 하드웨어나 운영체제에 무관하게 네트워크에 연결구성, 관리, 제어하는 미들웨어 기술의 적절한 활용이 필요하다[2].

이에 본 논문에서는 의료분야에서 사용되는 대표적인 장비인 ECG와 PPG 센서를 ZigBee 기반의 USN 상에서 구현하고 UPnP 미들웨어 활용을 통한 효율적인 네트워크 구성, 연결 및 관리의 효율성을 보이고자 한다. 또한 다양한 장비와의 통합을 위한 네트워크 구성으로 장치 구성 및 시스템 변경, 다른 시스템과 연동의 효율성을 제안하고자 한다.

II. UPnP 미들웨어

본 논문에서 활용하고자 하는 UPnP 미들웨어는 일반적인 플러그 앤 플레이(plug-and-play)개념을 네트워크에 확장한 것으로 네트워크상에서 동작하는 장비를 서로 연결하기 위한 표준 인터넷 프로토콜 기반의 네트워크 구조이다. UPnP 기능을 가진 장치(device)는 일반적인 TCP/IP상에서 동작하므로 물리적인 연결방법이나 운영체제, 하드웨어 플랫폼 등에 영향을 받지 않으며, 홈네트워크나 작은 사무실 공간, 공공 장소 등 네트워크 연결 가능한 모든 장소에 적용될 수 있다. 또한 동적으로 장치를 네트워크에 추가하거나 제거할 수 있으며 네트워크에 연결된 UPnP 장치는 로컬 네트워크상의 컨트롤 포인트(Control Point)를 통해 제어하거나 모니터링할 수 있다[3][4]. 그림 1에서 UPnP 구조 및 동작과정을 보이고 있다.

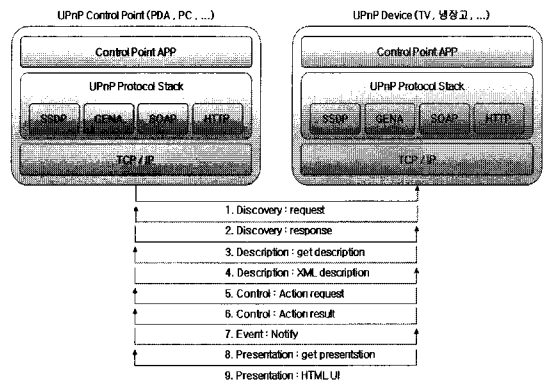


그림 1. UPnP 구조 및 동작과정
Fig. 1 Architecture and Operational process of UPnP

UPnP 동작은 다음과 같은 여섯 단계로 구성된다.

첫째, 주소지정(Addressing)에 있어서 UPnP는 IP기반의 네트워크이므로 장비마다 IP의 할당이 제일 먼저 수행된다. 그러므로 장치가 처음 네트워크에 접속할 때 DHCP 서버를 검색하여 IP를 할당 받은 각각의 장치들은 모두 DHCP Client가 된다.

둘째, 검색(Discovery)은 주소지정을 통해 각 장치들의 IP를 부여하고 난 뒤 연결하고자 하는 장치들을 검색하는 과정이 필요하다. 검색은 SSDP(Simple Service Discovery Protocol)에 의해서 조절된다. SSDP는 장치로 하여금 자신의 서비스를 네트워크에 있는 컨트롤 포인트

트에 제공한다. 반면에 컨트롤 포인트가 네트워크에 추가되면 SSDP는 컨트롤 포인트가 네트워크에 있는 장치를 검색할 수 있게 한다. 검색과정을 통해 장치와 서비스에 대한 XML 기술 문서의 포인터를 획득한다.

셋째, 명세(Description)는 검색 메시지를 통해 제공된 URL로부터 장치 명세를 가져와야 한다. 장치에 대한 명세는 XML로 표기되어 있고 제조사정보, 제품정보(모델, 시리얼번호, 등등), 서비스 목록 등이 담겨있다.

넷째, 제어(Control)는 장치 명세를 획득한 후 컨트롤 포인트가 장치 명세에 기술되어 있는 장치의 서비스를 분석하여 해당 장치에게 적절한 명령어를 보내어 제어한다. 이때 사용되는 프로토콜은 XML/SOAP이다.

다섯째, 이벤트처리(Eventing)는 장치 상태가 변하는 경우 UPnP에서는 이벤트를 정의하여 처리한다. 컨트롤 포인트는 장치의 상태가 변화하는 것에 주목을 하고 있고, 장치는 자신의 상태가 변할 때 컨트롤 포인트에게 이벤트 메시지를 전달한다. 이 이벤트는 (이름, 값)의 쌍으로 되어 있으며, 이벤트에서 사용되는 프로토콜은 XML 형식의 GENA이다.

여섯째, 표현(Presentation)에서 컨트롤 포인트는 장치의 HTML Page를 읽어 들일 수 있다. 이 HTML Page는 장치 사용에 관련된 사용자 인터페이스를 보여주며, 이를 통하여 장치를 제어하거나 상태를 보여주기도 한다. 이러한 UPnP 미들웨어는 연결되는 장치가 TCP/IP 기반의 UPnP 스택을 가지는 UPnP 장치로 구성되어야 한다 [5][6].

III. UPnP-ZigBee 브릿지 설계 및 구현

일반적으로 UPnP 브릿지는 UPnP가 탑재되지 않은 장치로 하여금 기존의 UPnP 장치와의 연동을 지원하기 위한 일련의 소프트웨어 모듈을 일컫는다. 따라서 브릿지는 기존의 UPnP 장치를 제어하기 위한 프로토콜과 UPnP가 탑재 되지 않은 장치들을 제어하기 위한 프로토콜간에 상호 번역을 담당한다. 즉 Non-UPnP 장치를 UPnP 장치처럼 보이게 위한 에뮬레이터라고 볼 수 있다 [7][8].

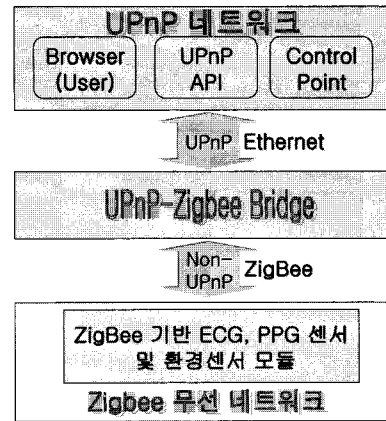


그림 2. UPnP-ZigBee 브릿지 시스템 구성도
Fig. 2 The Structure of UPnP-ZigBee Bridge

그림 2는 ZigBee 기반의 생체센서들을 UPnP 장치로 인식할 수 있게 해주는 UPnP-ZigBee 브릿지의 시스템 구성도이다.

UPnP-Zigbee 브릿지는 UPnP 스택을 가질 수 없는 Zigbee 네트워크 기반의 생체센서 및 환경센서 모듈을 UPnP 네트워크로 연결 위한 장치이다. 생체, 환경센서 모듈의 UPnP 미들웨어 활용을 위해서 UPnP-Zigbee 브릿지에 의해 각종 센서모듈을 가상의 UPnP장치로 인식시킨다. 이러한 UPnP-Zigbee브릿지는 DHCP 서버를 기반으로 UPnP 네트워크 내에서 가상의 UPnP 장치로 인식된 ZigBee 모듈들과 컨트롤 포인트와의 UPnP 미들웨어 동작을 가능하게 한다. 그림 3은 본 논문에서 제안하는 UPnP-Zigbee 브릿지의 소프트웨어 모듈 구성도이다.

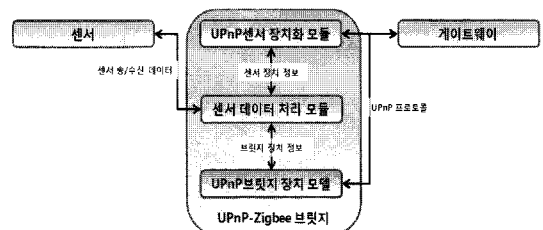


그림 3. UPnP-ZigBee 브릿지 소프트웨어 모듈
Fig. 3 The software module of UPnP-ZigBee bridge

센서 데이터 처리 모듈은 먼저 브릿지로 전달되는 센서 장치의 데이터를 취득하여 센서 장치의 UPnP 연결을

위한 UPnP 센서 장치화 모듈로 센서 장치의 동작 상태를 전달한다.

UPnP 네트워크 연결을 통한 UPnP 미들웨어의 사용을 위해서는 TCP/IP 기반의 UPnP 스택을 가지는 UPnP 장치로 구성되어야 한다. UPnP 브릿지 장치 모델은 본 논문에서 제안하고자 하는 UPnP-ZigBee 브릿지를 UPnP 장치로 연결하기 위한 UPnP 표준 장치 모델이다.

센서 모듈은 Non-IP 장치로서 센서 모듈 자체를 UPnP 장치로 연결시킬 수 없다. 이에 본 논문에서는 UPnP-Zigbee 브릿지 내에 센서 장치를 UPnP 장치로 연결시키기 위한 UPnP 센서 장치 모듈을 구성하여 각각의 센서 모듈을 가상의 UPnP 장치로 인식할 수 있게 한다.

IV. 구현 및 결과

본 논문에서는 ZigBee 기반의 센서모듈을 UPnP-Zigbee 브릿지를 통해 UPnP 네트워크로 연결하고자 한다. 또한 브릿지되는 센서 모듈의 UPnP 장치 연결 및 제어 여부의 확인과 센서 데이터의 모니터링을 구현한다.

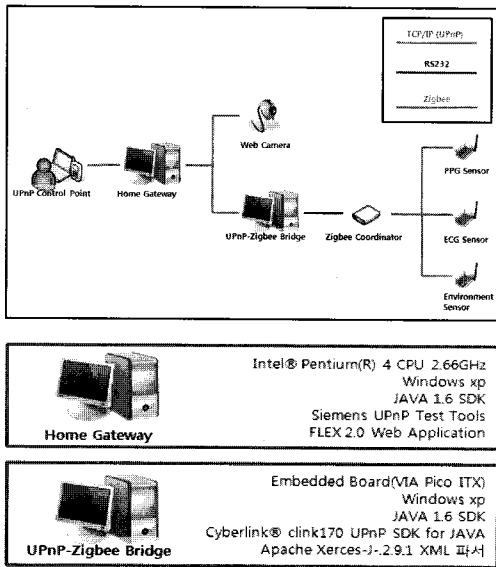


그림 4. UPnP-ZigBee 브릿지 실험환경
Fig. 4 The experimental environment of UPnP-ZigBee Bridge

그림 4에서는 본 논문에서 제안된 기능검증을 위한 실험 환경이다. 브릿지 소프트웨어 모듈은 JAVA 개발 언어를 기반으로 UPnP 미들웨어 기능 활용을 위한 cyberlink사(<http://www.gocyberlink.co.kr/>)의 clink170 UPnP SDK for JAVA와 XML문서 해독을 위해서 Apache 그룹의 Xerces-J-2.9.1 XML 파서를 사용하여 구현하였다. 연결 확인과 제어 동작 확인을 위한 UPnP 컨트롤 포인트는 Siemens사에서 제공하는 Generic Control Point를 사용하였다. 실험 환경에서의 UPnP web camera는 기존의 UPnP 장치와 Non-UPnP 장치인 센서 장치의 네트워크 연결 확인을 위해 구성하였다. 그리고 실제 센서의 생체 데이터 확인을 위한 사용자 인터페이스는 FLEX2.0 기반의 웹 어플리케이션으로 구현 하였다.

4.1 Zigbee 무선 센서 모듈

각종 센서에서 들어오는 생체신호(ECG, PPG) 및 환경신호(조도, 습도, 온도, 가스)는 신호처리를 위한 아날로그 회로를 원칩화할 수 있는 PSoc (Programmable System on Chip)를 활용하여 설계하였다. 또한 ZigBee 네트워크 기능 및 모듈 제어를 담당하는 ZigBee 모듈은 MCU와 RF부가 원칩화되어 있는 MG2400(RadioPulse)을 사용하였다. ZigBee 네트워크 토폴로지는 그림 4에서 보였듯이 star형으로 구성하였다. 그림 5 ~그림 10은 실험에서 사용된 각종 센서모듈들의 구성도와 모듈 외형을 나타낸다.

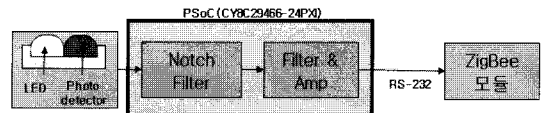


그림 5. PPG 센서 모듈의 구성도
Fig. 5 The structure of PPG Sensor Module

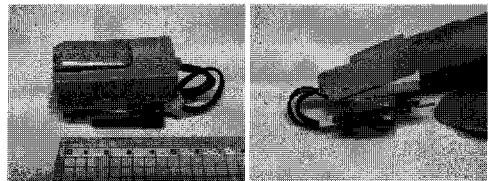


그림 6. PPG 센서 모듈
Fig. 6 PPG Sensor Module

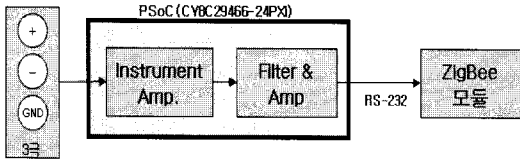


그림 7. ECG 센서 모듈의 구성도
Fig. 7 The structure of ECG Sensor Module

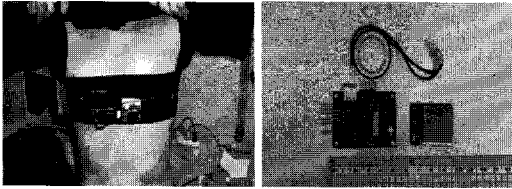


그림 8. ECG 센서 모듈
Fig. 8 ECG Sensor Module

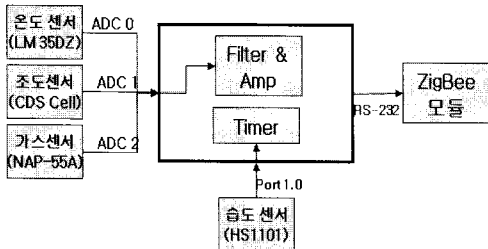


그림 9. 환경센서 모듈의 구성도
Fig. 9 The structure of environment Sensor Module

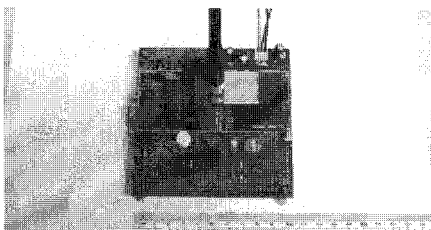


그림 10. 환경센서 모듈
Fig. 10 Environment Sensor Module

4.2 UPnP-Zigbee 브릿지

Zigbee 기반의 센서모듈을 UPnP 장치화 하기위한 UPnP-Zigbee 브릿지 구현은 그림 11과 같다.

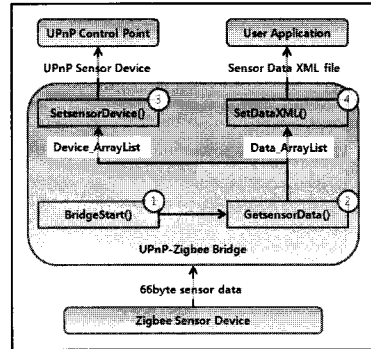


그림 11. 센서 모듈에 대한 UPnP 장치의 구현
Fig. 11 The implementation of UPnP device for Sensor Module

① 브릿지는 `BridgeStart()` 명령에 의해 Zigbee 기반의 센서모듈의 데이터 취득을 위한 포트를 연결하고 전체 소프트웨어 모듈의 동작을 시작한다.

② 브릿지 되는 센서모듈은 사용자ID, 센서TYPE, 생체 데이터를 포함한 66byte의 데이터를 지속적으로 전달하며, 브릿지는 `GetsensorData()` 함수를 통해 데이터를 취득하여 센서모듈 목록과 생체 데이터를 `Device_ArrayList`와 `Data_ArrayList`를 생성한다. 생성된 `Device_ArrayList`와 `Data_ArrayList`는 `SetSensorDevice()` 함수와 `SetDataXML()` 함수에 전달된다.

③ `SetSensorDevice()` 함수는 전달 받은 `Device_ArrayList`를 바탕으로 현재 연결된 센서모듈을 확인하고 연결이 확인된 센서모듈을 UPnP 장치화 한다.

④ `SetDataXML()` 함수는 `Data_ArrayList`로 전달 받은 센서의 생체 데이터를 FLEX 웹 어플리케이션의 차트 표현을 위해 XML 데이터 타입으로 변환한다. 이와 같은 과정을 통해 센서모듈은 UPnP Control Point에 UPnP 장치로 연결되어 센서모듈의 관리, 제어를 가능하게 하고 사용자 어플리케이션에서 센서장치로부터 전달받은 생체 데이터를 모니터링 할 수 있다.

그림 12의 `SetSensorDevice()`는 센서 모듈을 UPnP 장치화하는 메소드의 일부분이다. 센서모듈 구분을 위해 1, 2, 3번 센서모듈로 PPG 센서모듈, ECG 센서모듈, 환경센서 모듈로 설정하였다.

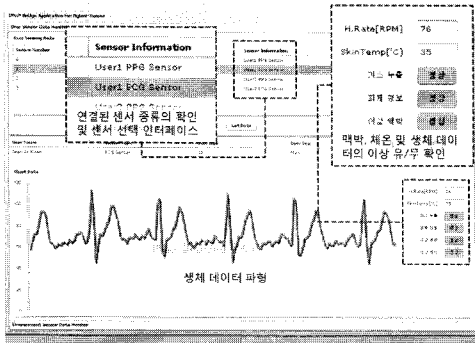


그림 17. 웹 기반의 사용자 인터페이스
Fig. 17 User interface based on Web

그림 17은 FLEX Data Service 2.0으로 구현한 센서 모듈들의 데이터 모니터링을 위한 인터페이스 화면이다. 구현된 사용자 인터페이스는 사용자의 연결된 센서 모듈의 종류와 모니터링 할 센서 모듈의 선택, 사용자의 상태 및 환경상태 등을 확인할 수 있다.

V. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 ZigBee 기반의 다양한 센서 모듈을 활용한 헬스케어 시스템에서 각종 센서의 데이터 취득 및 제어를 위한 UPnP 기반 미들웨어 구현을 위해 ZigBee 무선 네트워크를 논리적인 UPnP 단일 네트워크로 구성하는 방법을 제안하였다.

ZigBee 무선 네트워크의 논리적 UPnP 단일 네트워크 구성을 위해서 UPnP-Zigbee 브릿지를 구현하였고, ZigBee 네트워크 내의 각종 센서 모듈의 UPnP 네트워크 연동 및 제어가 가능함을 실험을 통해서 확인하였다. 이러한 표준화된 미들웨어인 UPnP를 기반으로 하는 시스템 구성은 다양한 응용시스템과의 상호 운용과 네트워크 구성의 확장 및 변경을 용이하게 할 것이다. 즉, 헬스케어 시스템 사용자의 상태 및 장치의 관리와 제어가 용이해지고, UPnP 컨트롤 포인트 프로그램을 활용하기 기존의 홈네트워크 장비와 통합될 수 있어 다양한 헬스케어 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상된다. 따라서, 향후 실제 응용 어플리케이션으로 다양한 홈 네트워크 장비들과의 상호 운용을 통한 보다 정확하고 신속한 응급상황 대처 및 다양한 헬스케어 서비스를 제공할 수 있는 시

스템을 설계, 구현하고자 한다.

참고문헌

- [1] Kwon, Soon-Wook, Assistant Professor, SungKyun Kwan University, "Ubiquitous Sensor Networks and RFID Technology in Construction Industry", 建築 Vol.50 No.10 pp37-41, 2006
- [2] Sung-In Kang, Gwan-Hyung Kim, Oh-Hyun Kwon, Sung-Uk Choi, Am-Suk Oh, "An Implementation of Portable Healthcare System Based on Wireless Sensor Network", Journal of Electronics & Computer Science, Vol 9, Num 1, pp.47-51
- [3] Hyungjoo Song, Daeyoung Kim, Kangwoo Lee, Jongwoo Sung, "UPnP-Based Sensor Network Management Architecture" Real-time and Embedded Systems Lab Information and Communications University
- [4] Arne Ketil Eidsvik, Randi Karlsen, Gordon Blair, Paul Grace, "Interfacing remote transaction services using UPnP", Journal of Computer and System Sciences 74 158-169, 2008
- [5] Jeronimo, Michael, "UPnP design by example: a software developer's guide to universal plug and play", Intel press, pp.65-159
- [6] UPnP Forum, "UPnP Device Architecture", www.upnp.org, 2008
- [7] Kuk-Se Kim, Chanmo Park, Kyung-Sik Seo, Il-Yong Chung, Joon Lee, "ZigBee and The UPnP Expansion for Home Network Electrical Appliance Control on the Internet", Advanced Communication Technology, The 9th International Conference on Volume 3, pp 1857 - 1860, 2007
- [8] 양수경, "홈네트워크상에서 IEEE1394 정보가전 제어를 위한 UPnP 브릿지의 구현", 조선대학교, pp34-52, 2002

저자소개



강성인(Sung-In Kang)

2004년 한국해양대학교
전자통신공학과 공학박사
2000년~2008년 동명대학교
컴퓨터공학과 전임강사

2009년~현재 동명대학교 의용공학과 전임강사
※관심분야: 센서네트워크, 의용계측 시스템, 헬스케어



오암석(Am-suk Oh)

1997년 부산대학교 공학박사
1998년~현재 동명대학교
멀티미디어공학과 교수

※관심분야: 멀티미디어DB, 홈 네트워크 시스템,
헬스케어 시스템



전재환(Je-Hwan Jean)

2007년 동명대학교 멀티미디어
공학과 공학사
2007년~현재 동명대학교
멀티미디어공학과 석사과정

※관심분야: 미들웨어, 네트워크 프로그래밍



김관형(Gwan-Hyung Kim)

2001년 한국해양대학교 전자통신공
학과 공학박사
2000년~현재 동명대학교 컴퓨터공
학과 전임강사

※관심분야: 최적제어, 인공지능, 반도체 설계



최성욱(Sung-Uk Choi)

2007년 한국해양대학교 전자통신공
학과 공학박사
2007년~현재 부산인적자원개발원
연구위원

※관심분야: 홈 네트워크, 상황인식 서비스, 서비스
지향 아키텍처



김해영(Hae-Young Kim)

1999년 東北大學大學院 情報科學研
究科 공학박사
2004년~현재 동명대학교 멀티미디
어공학과 교수

※관심분야: 멀티미디어 처리, 입체음향,