

---

# PWW 기반 사물통신 플랫폼의 설계 및 구현

최복동\* · 은성배\*\* · 김병호\*\*\*

Design and Implementation of M2M Platform based on PWW

Bokdong Choi\* · Seong Bae Eun\*\* · Byungho Kim\*\*\*

## 요 약

사물통신은 사람 대 사람, 사람 대 사물간 지능통신 서비스를 언제 어디서나 안전하고 편리하게 실시간으로 이용할 수 있는 융합 ICT 기반이다. 사물통신 플랫폼은 다양한 장치와 센서를 통해 사물의 정보를 취득 또는 생성하는 M2M 현장 네트워크, 이를 전달하는 광대역 무선 통신망, 수집된 정보를 가공, 활용하는 응용서비스들의 3요소로 구성된다. 본 논문에서는 WCDMA 기반의 M2M 통신망과 지그비 또는 Wi-Fi 기반의 USN을 상호 연동하는데 현실적으로 걸림돌이 되는 두 가지 문제, 즉 WCDMA 망의 요금 문제와 게이트웨이 문제를 해결하기 위한 PWW(Person Wide Web) 기반의 M2M 플랫폼을 설계하고 개발하였다. 개발한 USN 게이트웨이를 통해 USN 기반 현장 네트워크와 응용서비스 단말로써의 스마트폰을 직접 연동시킴으로써 WCDMA 무선망 접속을 최소화하여 위에서 언급한 두 가지 현실적 문제를 회피할 수 있음을 보였다.

## ABSTRACT

Machine to machine (M2M) communication is a converged ICT(Information and Communications Technology) platform which can utilize communications services among people and things anytime, any place in realtime. The M2M platform consists of three components; M2M area networks sensing and generating data of things by various sensors and devices; public networks transporting those data; and M2M applications utilizing the aggregated data. There exist however two practical obstacles to realize the M2M communications in terms of interoperability between the WCDMA-based public network and the local networks based on W-Fi or ZigBee; one is the cost problem required to access the public network, and the other is the lack of a cost-effective modem or gateway to connect two different networks. In this paper, we proposed and implemented a novel M2M platform based on PWW (Person Area Network) which can resolve those two issues by using a proposed gateway connecting the local network and smartphones as application devices without access the WCDMA-based public network. We have shown that the proposed platform is very practical to adopt to the real environment by actual testing with the own developed smartphone applications.

## 키워드

사물통신, M2M, PWW(Person Wide Web), USN, 안드로이드

## Key word

M2M Communications, PWW (Person Wide Web), USN, Android

---

\* 정회원 : 한남대학교

접수일자 : 2013. 01. 02

\*\* 정회원 : 한남대학교 (교신저자, sbeun@hannam.ac.kr)

심사완료일자 : 2013. 01. 17

\*\*\* 정회원 : 경성대학교

## I. 서 론

OECD를 비롯하여 화웨이나 에릭슨 같은 통신장비 업체에 전망에 따르면 2020년에는 500억대 이상의 장치가 인터넷에 연결될 것으로 전망되고 있다[1, 2]. 이는 세계 인구 65억명의 10배에 달하는 수치로써 바야흐로 본격적인 IoT(Internet of Things) 세상이 도래하고 있음을 의미하는 것이며 그 핵심기술은 바로 사물통신(M2M: Machine to Machine Communications)이다[3].

사물통신은 사람 대 사람, 사람 대 사람간 지능통신 서비스를 언제 어디서나 안전하고 편리하게 실시간으로 이용할 수 있는 융합 ICT(Information and Communications Technology) 기반으로 정의할 수 있다[4, 5]. 사물통신의 기본 개념은 이동통신망 초기부터 이미 있었지만 최근 스마트폰 대중화에 따른 모바일 인터넷의 확산으로 이에 대한 관심이 급격히 높아지고 있는 추세이다[3]. 사물통신 개념 초기에는 수십에서 수백억개에 달하는 장치들과 이들이 생성해내는 방대한 양의 데이터를 실시간으로 처리하기 위한 통신망의 처리 용량과 안정성 및 접속성이 주요 이슈였지만 최근에는 통신망 자체에 대한 이슈보다는 다양한 서비스들을 효율적으로 제공하기 위한 사물통신 플랫폼에 대한 관심이 더 높아지고 있다.

사물통신 플랫폼은 다양한 장치와 센서를 통해 사물의 정보를 취득 또는 생성하는 M2M 현장 네트워크, 이를 전달하는 광대역 무선 통신망, 수집된 정보를 가공, 활용하는 응용서비스들의 3요소로 구성된다[6]. M2M 현장 네트워크의 장치와 센서들은 직접 또는 M2M 게이트웨이를 통해 광대역 통신망과 연결된다. 따라서 게이트웨이로 구분되어 있는 M2M 현장 네트워크는 광대역 통신망과 서로 다른 프로토콜을 사용할 수 있어 Wi-Fi는 물론, 지그비, 블루투스, RFID 등 현장 특성에 따라 선택될 수 있다. M2M 현장 네트워크로 고려되는 대표적인 망은 USN(Ubiquitous Sensor Network)이다[7, 8].

그러나 WCDMA 기반의 M2M 통신망과 지그비 또는 지역 Wi-Fi 기반의 USN을 상호 연동하는 데에는 현실적으로 크게 두 가지 문제가 있다[9]. 첫째는 요금 문제이다. 즉 이동통신사에 의해 운영되는 WCDMA 기반 광대역 무선망은 무료가 아닌데 USN의 수많은 센서들이 광

대역 무선망에 연결될 때 발생할 트래픽에 대한 과금 주체는 USN의 속성상 분명하지 않다는 점이다. 둘째는 두 망간의 서로 다른 프로토콜을 상호 연동하는데 필요한 모뎀, 즉 게이트웨이 문제이다. 현지점에서 적절한 비용으로 요구되는 성능을 만족시키는 상용 게이트웨이는 사실상 전무한 실정이다.

본 논문에서는 USN 기반의 현장 네트워크와 응용서비스 단말로써의 스마트폰을 자체 개발한 USN 게이트웨이를 통해 직접 연동함으로써 광대역 무선망 접속을 최소화하고 위에서 언급한 두 가지 현실적 문제를 회피할 수 있는 사물통신 플랫폼을 제안하고 구현한다. 제안하는 플랫폼의 핵심 기술인 USN과 스마트폰간의 연동은 본 연구진에서 개발한 PWW(Person Wide Web)[10] 기술을 활용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구로써 사물통신과 PWW에 대해 살펴보고, 3장과 4장에서 PWW 기반 M2M 플랫폼의 설계와 구현에 대해 기술하고 5장의 결론으로 마친다.

## II. 관련 연구

### 2.1. 사물통신 기술

사물통신(M2M)은 원격측정, 감시, 제어, 관제 등의 기능을 제공하며, 사물과 현장의 정보를 수집하는 센서부와 이를 전달하는 광역통신망 및 수집정보의 가공, 처리, 통제하는 서버시스템의 3요소로 구성된다[4, 5, 7, 9]. 이를 위해 기기, 센서, 통신모듈, 통신 및 IT 등 다양한 전문 영역의 협업을 필요로 하는 가치사슬을 가지고 있다. M2M 시장은 고정물, 이동물, 차량 및 대인 시장으로 구분할 수 있으며 전력, 수도 등 검침, 보안방법, 재난재해 관리, 환경감시, 차량관제, 대인 위치추적 등 다양한 분야에서 적용되고 있다[7].

사물통신을 구성하는 요소기술들을 살펴보면 아래와 같다(그림 1 참고).

- 장치: 감시 및 제어할 대상으로부터 정보를 수집
- 게이트웨이(모뎀): 현장 네트워크 입구에 설치되어 광대역 통신망으로 정보를 전달할 수 있도록 프로토콜 변환
- 모듈: 프로토콜 변환만을 전담하는 모뎀 또는 게이트

웨이 역할

- 현장 네트워크: 장치와 센서들로 구성된 USN
- 미들웨어: 현장 네트워크 내부에 위치한 서버로써 데이터 흐름을 조정하고, 원격과 응용시스템간의 통신, 메시지 저장, 보고, 경보를 통한 통지, 원격 제어 등을 지원
- 응용시스템: 미들웨어와 함께 공급될 수 있고 시각화 인터페이스를 장착

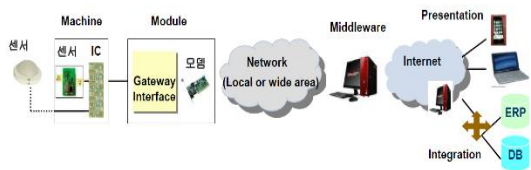


그림 1. 사물통신 구성요소

Fig. 1 Network Diagram for M2M Communications

2.2. Person Wide Web

PWW(Person Wide Web)[10] 기술의 핵심은 사물, 사람, 장소 등 공간에 존재하는 모든 객체에 링크가 내재될 수 있다는 점에 기반하고 있다. 사용자는 객체의 해당 '링크'를 획득하여 정보 제공 주체에 접근하고 수신된 정보는 사용자 단말 웹 브라우저에서 표현된다.

공간 내 객체에 내재된 링크를 U-링크라 하며 U-링크 전송을 위한 통신망은 지그비나 Wi-Fi 같은 WPAN(Wireless Personal Area Network)으로써 이를 InterPAN이라 부른다[10].

그림 2는 일반적인 PWW의 동작 과정을 보여준다. InterPAN 공간 내에서는 PWW 서버(그림의 Local Device)가 공간 내 사물들에 대한 U-링크를 정해진 시간에 따라 해당 공간에 방송한다. PWW 브라우저가 장착된 스마트폰이 InterPAN 공간에 들어오면 이러한 U-링크들이 스마트폰으로 수신되고, 사용자는 U-링크를 선택함으로써 관심있는 사물의 정보를 수신할 수 있다. 정보는 InterPAN 내에 위치한 PWW 서버로부터 PWW 페이지 형식으로 전송되고, 해당 InterPAN 내에 PWW 서버가 없다면 외부 WWW(World Wide Web) 서버로 접속할 수 있다.

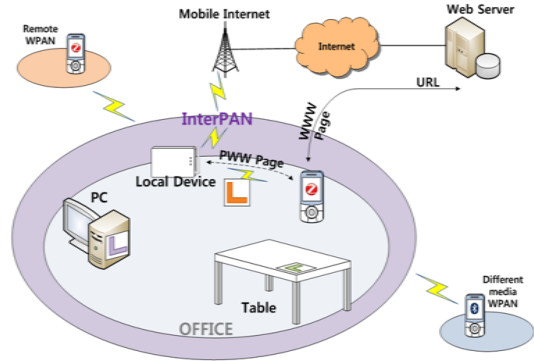


그림 2. PWW 개념도

Fig. 2 Conceptual Diagram for Person Wide Web

III. M2M 플랫폼의 설계

본 논문에서 제안하는 M2M 플랫폼은 그림 3과 같다. M2M 현장 네트워크로써 InterPAN을 사용하고, InterPAN 내부 통신 방식은 지그비나 블루투스도 가능하지만 실제 구현에는 Wi-Fi를 사용하였다.

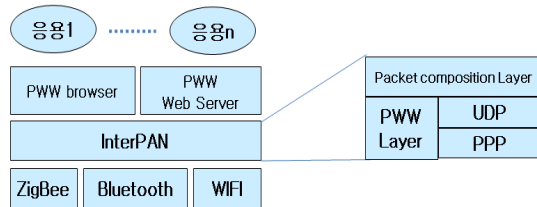


그림 3. M2M 플랫폼 아키텍처

Fig. 3 Proposed Architecture for M2M Platform

3.1. 서비스 시나리오

먼저 제안하는 M2M 플랫폼에서 이용 가능한 서비스 시나리오의 예를 보면 아래와 같다.

- 스마트폰으로 실내 온도와 조도 확인
- 스마트폰으로 전등, TV, 에어컨, 블라인드 등을 제어
- 상점에서 할인 쿠폰 U-링크를 수신하고 링크를 선택해 쿠폰을 받음

### 3.2. M2M 플랫폼 구성요소 설계

제안하는 M2M 플랫폼의 전체 시스템은 그림 4와 같고 주요 구성요소는 표 1과 같다.



그림 4. 전체 시스템 구성도  
Fig. 4 System Overview

표 1. M2M 플랫폼 구성요소  
Table. 1 M2M Platform Components

구성요소	주요 기능 및 사양
USN	센서 노드: 온도, 습도, 조도, 센서 노드 간 통신: 지그비
U-게이트웨이	USN과 PWW 서버 간 연동, U-게이트웨이와 PWW 서버 통신은 Wi-Fi
PWW 서버	InterPAN 미들웨어 탑재, USN으로부터 수집된 정보를 GUI로 표시하는 월 패드 포함, U-링크 방송
PWW 앱	지원 운영체제: 안드로이드, PWW 브라우저, QR 코드 리더 탑재

USN의 온도, 조도, 습도 센서들로부터 수집된 데이터는 U-Gateway를 통해 PWW 서버로 전달된다. PWW 서버는 데이터를 해석하여 디스플레이 장치인 월 패드에 정보를 표시한다.

PWW 서버의 월 패드는 광고 영상과 함께 영상에 포함된 U-링크를 Wi-Fi 망을 통해 방송하고, 스마트폰

에서는 탑재된 PWW 앱을 통해 U-링크를 수신한다. 또한 QR 코드 리더를 통해 사물에 부착된 QR 코드를 카메라로 읽어 QR 코드에 내장된 U-링크를 가져올 수도 있다.

## IV. M2M 플랫폼의 구현

### 4.1. USN 게이트웨이 개발

USN은 조도, 습도, 온도, 가스의 4가지 종류의 센서들로 구성하였다. 센서에서 발생된 데이터는 RS232를 통하여 무선으로 U-게이트웨이로 전달되며, U-게이트웨이에서는 센서 종류에 따라 다른 포트를 사용함으로써 데이터를 구분한다. U-게이트웨이는 수신된 데이터를 PWW 서버로 보내고 PWW 서버는 스마트폰의 정보 요청에 따라 스마트폰으로 데이터를 보낸다.

### 4.2. PWW 서버 개발

PWW 서버의 핵심 기능은 월 패드 카메라 기능과 U-링크 방송 기능이다.

첫째, 월 패드 카메라 기능은 카메라로부터 들어오는 YUV 영상을 0.5초 단위로 영상을 이미지로 변환하여 스마트폰으로 전달하는 것이다.

둘째, U-링크 방송 기능은 광고 영상에 포함된 U-링크를 미리 설정한 시점에 방송하는 기능이다. 즉 PWW 서버는 월 패드의 LCD 화면을 통해 광고 동영상을 재생하는데 이 동영상에는 자막 파일 형태로 U-링크 방송 시점이 설정된 별도 텍스트 파일이 포함되어 있어 광고 동영상을 재생하면서 U-링크를 정해진 시점에 방송할 수 있다.

### 4.3. 월 패드 개발

기존 월 패드에서는 사용자가 영상을 보려면 직접 월 패드로 다가와야만 한다. 본 논문에서 개발한 월 패드는 영상을 월 패드의 스크린뿐만 아니라 스마트폰에서도 확인할 수 있도록 확장한 것이다. 그림 5는 이러한 기능을 구현한 월 패드로써 월 패드의 영상과 스마트폰으로 전송된 영상이 동일함을 보여준다.

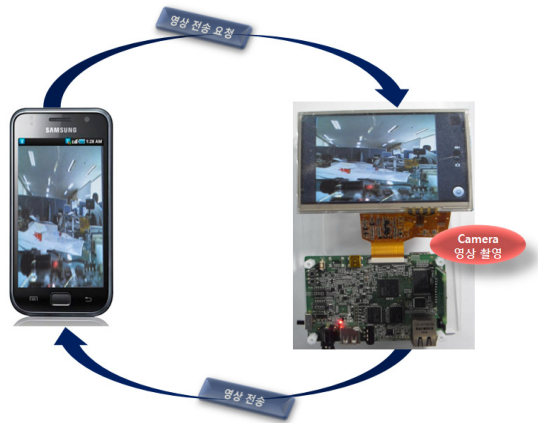


그림 5. 월 패드 영상 모니터링 기능  
Fig. 5 Remote Video Monitoring of Wall-Pad

4.4. PWW 앱 개발

PWW 앱은 안드로이드 스마트폰에서 동작하며 주요 기능은 크게 4가지이다.

첫째, 영상 모니터링 기능은 PWW 서버의 카메라로부터 전송된 영상을 스마트폰에서 보여주는 것이다. 기능 구현은 안드로이드의 SurfaceView를 사용하였으며 뷰의 업데이트가 늦어질 때 발생하는 ANR(Application Not Responding) 상태를 방지하기 위해 백그라운드 쓰레드로 구현하였다. 그림 6은 영상 모니터링 기능의 작동 예이다.



그림 6. PWW 앱의 영상 모니터링 기능  
Fig. 6 Video Monitoring Feature in PWW App

둘째는 방송되는 U-링크를 수신하는 기능으로 PWW 서버의 광고 동영상 재생과 함께 방송되는 U-링크를 스마트폰에서 수신하여 사용자가 그 U-링크를 선택할 경우 해당 광고에 대한 상세 정보를 PWW 서버로 요청하고 수신된 정보를 앱으로 보여준다.

셋째는 QR 코드 기능이다. QR 코드 리더를 앱에 탑재하였으며 QR 코드에 내장된 U-링크를 해석하고 사용자 선택에 따라 PWW 서버로부터 상세 정보를 수신하여 보여준다.

넷째는 USN으로부터 수집된 정보를 보여주는 기능으로 U-게이트웨이를 통해 PWW 서버에 저장되어 있는 센서 데이터들을 PWW 서버로부터 전달받아 앱으로 보여주는 기능이다.

4.5. U-링크 기능 개발

U-링크 기능은 스마트폰에서 PWW 서버로부터 방송되는 U-링크를 수신하고 해당 정보를 처리하는 기능이다. U-링크에는 현재 방송되는 광고의 제목과 상세 정보를 위한 링크가 포함되어 있어 사용자가 해당 U-링크를 선택하면 상세 정보를 웹 서버로부터 받아볼 수 있다. 광고 동영상과 스마트폰 간의 U-링크 처리 과정은 그림 7과 같다.

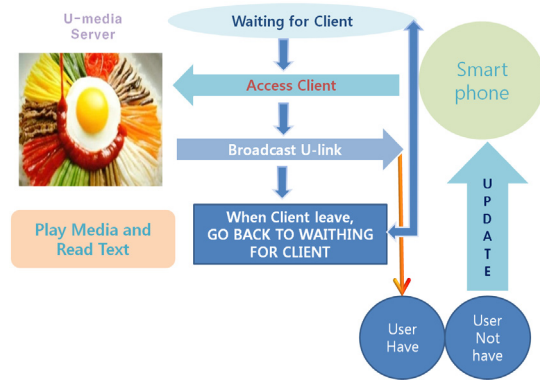


그림 7. U-링크 처리 과정  
Fig. 7 Process for U-Link Implementation

4.6. USN 시스템 개발

먼저 USN에서 수집된 정보들을 스마트폰 앱에 표시하는 절차를 보면 그림 8과 같다.

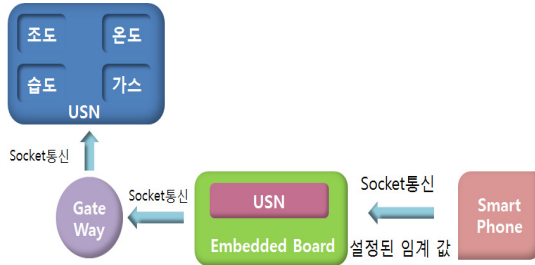


그림 8. USN 정보 처리 과정  
Fig. 8 Diagram for USN Information Processing

센싱 정보를 표시하기 위한 안드로이드 앱 구현은 WebView를 사용하였다. 스마트폰에서는 센서들의 값을 실시간으로 화면에 표시하고 특정 센서 버튼을 클릭하면 세부화면으로 넘어간다.

USN 시스템을 구성하는 각 모듈의 사양은 아래와 같다.

- 메인 모듈: Atmega128 마이크로 컨트롤러 사용, CC2420 RF 통신 모듈 장착. 메인 모듈 위쪽으로 센서 모듈 적층이 가능하며 전원은 건전지를 사용
- 센서 모듈: 단독으로는 기능수행을 못하며 메인 모듈 위에 적층하여 사용. 조도, 온도, 습도, 가스의 4가지 센서 중 하나를 장착할 수 있고, 센싱된 데이터는 무선 콘센트와 U-게이트웨이로 전달
- 무선 콘센트: 마이크로 컨트롤러와 CC2420 내장, 전원 On/Off 기능과 LED가 포함. 하나의 센서 모듈과 짝을 이뤄 통신을 하며 센서의 임계값이 넘어갈 때 동작
- U-게이트웨이: 메인 모듈과 전원 안테나로 구성. PWW 서버와 통신하기 위한 이더넷 포트와 동작상태 감시를 위한 USART 포트 및 ISP(In-System program) 포함

각 센서는 각각 하나의 메인 모듈, 센서 모듈, 무선 콘센트로 구성된다. 센서에서 U-게이트웨이로 보내지는 패킷은 센서 식별을 위한 1 바이트의 노드 ID와 데이터 저장을 위한 2 바이트의 센서값으로 구성된다.

## V. 결론 및 활용 방안

사물통신은 사물과 사물 간에 연결된 감지장치, 즉 센서를 통해 각종 정보를 교류하는 것으로 볼 수 있다. 사물이 센서를 통해 정보를 전달하면 홍수나 폭풍, 대설, 지진 같은 자연재해는 물론, 화재, 폭발, 조난, 교통사고 같은 인재도 미리 감지하고 안전장치를 작동시켜 사고를 사전에 예방할 수 있다. 우리나라 정부에서도 사물통신 시대에 대비하기 위해 가칭, 사물통신 기반구축 및 사물정보 이용 활성화에 관한 법률을 제정하고 있고 사물통신 요금제도 및 전용 주파수 확보 등 관련 제도 개선안을 준비 중에 있다.

본 논문에서는 WCDMA 기반의 M2M 통신망과 M2M 현장 네트워크인 지그비 또는 지역 Wi-Fi 기반의 USN을 상호 연동하는데 현실적으로 걸림돌이 되는 두 가지 문제, WCDMA 기반 M2M 통신망 접속요금 문제와 프로토콜 변환을 위한 모뎀, 즉 게이트웨이 문제를 해결하기 위한 PWW(Person Wide Web) 기반의 M2M 플랫폼을 설계하고 개발하였다. 제안 플랫폼에서는 USN 기반의 현장 네트워크와 응용서비스 단말로서의 스마트폰을 USN 게이트웨이를 통해 직접 연동시킴으로써 WCDMA 무선망 접속을 최소화하고 위에서 언급한 두 가지 현실적 문제를 회피할 수 있음을 보였다.

## 참고문헌

- [1] OECD Insights, "The Internet of things," <http://oecdinsights.org/2012/01/31/the-internet-of-things/>, 2012. 1. 31.
- [2] Bob Emmerson, "M2M: the Internet of 50 billion devices," Win-Win Magazine, Huawei, <http://www.huawei.com/en/about-huawei/publications/win-win-magazine/>, 2010. 1.
- [3] G. Wu, S. Talwar, K. Johnsson, N. Himayat, K. D. Johnson, "M2M: From Mobile to Embedded Internet," IEEE Communications Magazine, pp. 36-43, 2011. 4.
- [4] 사물지능통신 구축 기본 계획, 방송통신위원회, 2009.
- [5] 강희조, "사물지능통신에서 차세대 재난방재시스

- 템에 관한 연구,” 한국정보기술학회 하계학술대회, pp. 226-230, 2011.
- [6] Joachim Koss, “Machine to Machine Communications,” ETSI Workshop on Machine to Machine (M2M), ETSI, <http://www.etsi.org/M2MWORKSHOP>, 2012, 10.
- [7] 김우용, “이동통신망 기반의 사물통신 서비스 현황 및 이슈,” 한국통신학회, 한국통신학회지(정보와 통신) 27(7), pp. 16-20, 2010.
- [8] Z. Fadlullah, M. Fouda, N. Kato, A. Takeuchi, N. Iwasaki, Y. Nozaki, “Toward intelligent machine-to-machine communications in smart grid,” IEEE Communications Magazine 49(4), pp. 60-65, 2011.
- [9] 이성현, 남동규, “USN, M2M 서비스 융합과 발전 전망,” 한국통신학회지(정보와통신) 28(9), pp. 3-9, 2011.
- [10] 은성배, 최복동, 소선섭, 김병호, “차세대 모바일 웹을 위한 Person Wide Web 기술,” 한국정보과학회 학술발표논문집 36(2D), pp. 304-307, 2009.



**김병호(Byungho Kim)**

1990년: 연세대학교 전산학과 학사  
1997년: KAIST 전산학과 석박사  
2007년-현재: 경성대학교  
컴퓨터공학부 부교수

※ 관심분야: 센서네트워크, 모바일 OS

### 저자소개



**최복동(Bokdong Choi)**

2007년: 한남대학교  
정보통신공학과 학사  
2009년: 한남대학교  
정보통신공학과 석사

현재: 한남대학교 정보통신공학과 박사과정  
※ 관심분야: USN, 센서노드운영체제



**은성배(Seong Bae Eun)**

1985년: 서울대학교 전산학과 학사  
1995년: KAIST 전산학과 석박사  
1995년~현재: 한남대학교  
정보통신공학과 교수

※ 관심분야: 실시간시스템, 유비쿼터스 센서네트워크