

# 무선센서를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템 구현

## Implementation of Intelligent Home Network System using Wireless Sensor

주재 한<sup>1</sup> · 나승권<sup>2</sup>

<sup>1</sup>송호대학교 보건의료전자과

<sup>2</sup>한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 전자통신학과

Jae-han Ju<sup>1</sup> · Seung-kwon Na<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Electronics, Songho College, Gangwon-do, 25242, Korea

<sup>2</sup>Department of Electronics and Communication, Korea Polytechnic College Gangneung Campus, Gangwon-do, 25605, Korea

### [요 약]

홈네트워크 서비스는 가정내의 모든 가전기기가 유무선 네트워크로 연결되어 언제 어디서나 원격교육, 홈오토메이션, 원격 점검, 다양한 엔터테인먼트 등의 콘텐츠를 제공 받을 수 있는 서비스로 진화하고 있다. 본 논문에서는 기존의 홈네트워크의 문제점을 해결하고 사용자에게 보다 효율적으로 쾌적한 홈네트워크 환경을 구성 및 유지하기 위한 방안으로, 외부에서 이동통신 단말기로 댁내 설치된 지능형 홈게이트웨이를 접속하게 되고, 이동통신 단말기 디스플레이 창에는 사용자 접근권한을 확인하기 위해 로그인 페이지가 활성화 되며, 사용자는 자신의 로그인 정보를 통해 인증 절차를 진행하게 된다. 정상적인 인증 절차를 수행하면, 지능형 홈게이트웨이는 사용자와의 네트워크 연결만을 유지하는 기능을 하고, 사용자는 지능형 홈네트워크 시스템으로 접근하게 되는 RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템을 제시하였다.

### [Abstract]

Home network service is evolving into a service that can receive contents such as remote education, home automation, remote meter reading and various entertainment anytime and anywhere by connecting all household appliances in home with wired and wireless network. In this paper, an intelligent home gateway installed at home is connected to the mobile communication terminal from the outside to solve the problems of the existing home network and configure and maintain a more efficient and comfortable home network environment for the user. In the window, the login page is activated to confirm the user access authority, and the user proceeds the authentication procedure through own login information. When the normal authentication procedure is performed, the intelligent home gateway maintains only the network connection with the user, and the user presents the intelligent home network system using the RFID which is accessed by the intelligent home network system.

**Key word** : Intelligent home network, RFID system, home network technology, RFID middleware, Wireless communication.

<https://doi.org/10.12673/jant.2017.21.3.294>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 24 May 2017; Revised 8 June 2017

Accepted (Publication) 27 June 2017 (30 June 2017)

\*Corresponding Author ; Seung-kwon Na

Tel: +82-10-4963-7160

E-mail: skna2@hanmail.net

## I. 서론

홈네트워크는 ICT (information communication technology) 산업의 핵심 시장 중 하나으로써, 미래 신성장동력 산업 중의 하나로 각광받고 있다. 세계 주요국들은 미래의 IT (information technology) 환경이 가정을 중심으로 전개될 것을 전망하고 있으며, 글로벌 기업들도 적극적인 R&D (research and development) 투자를 통해 시장 선점에 나서고 있다.

과거 10여년 전부터 성장한 홈네트워크 기술은 국가지원 아래 선도적으로 추진하고 있는 유비쿼터스 기술 활성화로, 다양한 홈네트워크 서비스 분야로 관심이 모아지고 있다[1]. 홈네트워크의 서비스는 가정내의 모든 가전기기가 유무선 네트워크로 연결되어 언제 어디서나 원격교육, 홈오토메이션, 원격 검침, 다양한 엔터테인먼트 등의 콘텐츠를 제공 받을 수 있는 서비스로 진화하고 있다[2].

한편, 지능형 홈네트워크 서비스도 이러한 홈네트워크에 인공지능 및 퍼지이론이 적용되어 가정 내 시스템 및 기능을 지능화해 인간의 삶을 편리, 안전하고 즐거우며 윤택하게 만들 수 있도록 주거 시스템의 변화를 추구하는 개념이라 할 수 있다. 또한 거주자 맞춤형의 다양한 서비스 제공과 장소에 제약받지 않고 자유롭게 정보전달을 제공하는 방향에 대한 관심이 집중되고 있다[3].

가정 구성원 각자의 성향에 적합한 최적의 홈네트워크 서비스를 제공하기 위해서는 개인의 성향, 습관, 생활방식 및 홈네트워크 서비스에 대한 차별화를 각각 적용해야 하지만 현재의 홈네트워크 서비스로써는 다소 많은 문제점이 있는 것이 사실이다.

본 논문에서는 이에 대한 대안의 하나로서 무선센서를 활용한 지능형 홈네트워크 시스템을 설계하여, 기존의 방식에 비해 사용자마다 차별화된 홈네트워크 서비스 제공이 용이하고, 서비스 체감 또한 사용자마다 차별적으로 적용될 수 있는 지능형 홈네트워크 시스템 모델을 제시하고자 한다.

## II. 지능형 홈네트워크

홈네트워크 기술은 Ethernet, PLC (power line communication), HomePNA (home phoneline network alliance), RF (radio frequency) 등 물리적인 네트워크를 구성하는 기술과, 홈네트워크를 구성하는 단말 가전, 센서, 작동장치간의 통신 프로토콜 기술, 구성된 홈네트워크 상에서 단말간의 상호 발견, 구성, 관리를 위한 미들웨어 기술, 이러한 미들웨어를 기반으로 하는 서비스 기술들로 구분할 수 있다.

궁극적으로 홈네트워크 기술들이 추구하는 바는 가정 내외에 머물고 있는 사용자들의 편안하게 맥내의 디바이스들을 제어 및 관리하고 다양한 서비스를 공급받고자 하는 데 있다[4].

홈네트워크는 그림 1과 같이 집안의 가전기기 및 시스템을 상호 또는 외부 인터넷상의 정보 기기와 연결하여 각각의 기기 및 시스

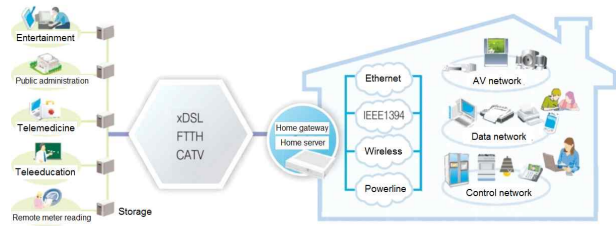


그림 1. 홈네트워크 개념도

Fig. 1. Home network concept diagram.

템에 대한 원격접근과 제어가 가능하고, 음악, 비디오, 데이터 등과 같은 콘텐츠를 사용할 수 있도록 양방향 통신 서비스 환경을 구현하는 기술로 정의된다.

홈네트워크 환경이 구현되면 집안은 물론 집 밖에서도 휴대전화, 컴퓨터 등으로 가전제품을 조종하고 정보를 파악할 수 있게 된다. 또한 가전제품을 통해 가정 내·외부에서 인터넷 접속, 동영상 전송, e-메일 송·수신이 가능해져 진정한 사이버 홈 구축이 가능하게 된다. 초기의 홈네트워크는 가정 내에서 보안, 조명, 온도 등을 자동 통제하는 수준인 홈오토메이션 (home automation), 홈컨트롤 시스템 (home control system) 정도를 의미했지만, 최근 전송매체 기술의 발전으로 기술상의 한계가 극복되고, 가입자망의 광대역화로 초고속 인터넷의 보급이 확대되면서 PC (personal computer) 뿐만 아니라 각종 디지털 정보단말기들이 가정 내에 등장하게 되어 급속히 확산되었다[5].

홈네트워크는 용도에 따라 컴퓨터를 중심으로 집안의 정보통신기기를 엮어주는 데이터 네트워크, TV (television) 및 오디오 등을 한데 엮는 A/V (Audio&Video) 네트워크, 백색가전을 포함해서 가전기기들의 정보가전 네트워크, 방법/방재 및 냉난방 가스제어 등 제어를 위한 제어 네트워크로 크게 구분할 수 있다.

홈네트워크 기술은 유선과 무선으로 구분되며, 유선은 기존의 전화선이나 전력선을 이용하는 방법이 보편적인 반면, 무선은 별도 배선이 필요 없고 이동성과 유연성이 보장되며 네트워크 구조 변경이 용이하여 선호된다. 유선 홈네트워크 기술에는 HomePNA, Ethernet, IEEE1394, 전력선 기술 등이 있고, 무선 홈네트워크 기술에는 Bluetooth, HomeRF, IrDA (infrared data association) 및 무선 LAN (local area network) 등이 있다[6].

홈네트워크 기술은 홈 서버, 홈 서버를 구동시킬 미들웨어의 개발 및 표준화, 각 디지털기기 간 전송 기술 개발 및 표준화의 세 가지로 나눌 수 있다. 이 중 가장 중요하게 여겨지는 것이 미들웨어인데, 이는 홈 서버를 중심으로 각 디지털기기를 운용하기 위한 통신 프로토콜 규격이다.

홈네트워크 기술은 표 1과 같이 홈플랫폼 분야, 유·무선 홈네트워킹 분야, 지능형 가전 분야, 유비쿼터스 홈컴퓨팅 분야로 나눌 수 있다. 지능형 정보가전 분야는 기존 백색가전기기들과 센서들을 네트워크로 연결하여 새로운 서비스를 창출할 수 있는 환경을 제공하는 지능형 정보가전 기술과 홈센서 기술로 구

표 1. 홈네트워크 기술 분류

Table 1. Home network technology classification.

Category	Division	Section
Intelligent home network technology	Home platform	Home server/home gateway technology, IPTV platform technology
		Home network security, device authentication technology
		Open server technology, virtualization platform technology
	Wired and wireless home networking	Wired home networking technology(Ethernet, IEEE1394, PLC, USB, HomePNA, MOCA)
		Wireless home networking technology(WLAN: 802.11e/b/g/n)(WPAN: UWB, 802.15.4a ZigBee)
	Intelligent information appliances	Intelligent information appliances
		Home sensor technology (sensor RFID)
	Ubiquitous home computing	Home networking middleware technology
		Situation adaptive middleware technology
		Multimodal Interface Technology

성되며, 유비쿼터스 홈컴퓨팅 분야는 매체 및 OS (Operating System)에 상관없이 정보 가전기기의 제어 및 감시를 수행하고, 홈에서의 다양한 상황에 대한 적응력을 가지는 미들웨어, 상황적응 미들웨어 및 멀티모달 인터페이스 기술로 구성된다.

이와 같은 분류는 홈네트워크 서비스를 제공하기 위해 적용되는 주요 기술을 기준으로 한 분류이며, 실제로 홈네트워크 구축하기 위해서는 위의 분류외에 서비스 제공자로부터 제공되는 다양한 홈네트워크 콘텐츠 및 솔루션과 같은 홈서비스 분야, 배관 및 배선 등의 건축 기술 분야 등이 포함되어, 홈네트워크는 다양한 분야의 기술이 복합화된 융합 기술의 대표적인 경우라고 할 수 있다[7].

RFID (radio frequency identification)는 무선 주파수 (Radio frequency)를 이용하여 물건이나 사람 등과 같은 대상을 식별할 수 있도록 해 주는 기술을 말한다. RFID는 안테나와 칩으로 구성된 RFID 태그에 정보를 저장하여 적용 대상에 부착한 후, RFID 리더를 통하여 정보를 인식하는 방법으로 활용된다.

RFID는 기존의 바코드 (barcode)를 읽는 것과 비슷한 방식으로 이용된다. 그러나 바코드와는 달리 물체에 직접 접촉을 하거나 어떤 조준선을 사용하지 않고도 데이터를 인식할 수 있다. 또한, 여러 개의 정보를 동시에 인식하거나 수정할 수도 있으며, 태그와 리더 사이에 장애물이 있어도 정보를 인식하는 것이 가능하다[8]. RFID는 바코드에 비해 많은 양의 데이터를 허용한다. 그런데도 데이터를 읽는 속도 또한 매우 빠르며 데이터의 신뢰도 또한 높다. RFID 태그의 종류에 따라 반복적으로 데이터를 기록하는 것도 가능하며, 물리적인 손상이 없는 한 반영구적으로 이용할 수 있다.

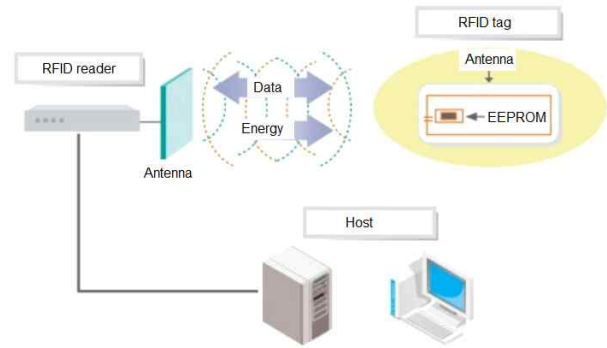


그림 2. RFID 시스템 기본 구성  
Fig. 2. RFID system basic configuration.

RFID 시스템은 태그, 리더기, 그리고 태그로부터 읽어 들인 데이터를 처리할 수 있는 데이터 처리 시스템으로 구성된다. 태그와 리더기 사이의 데이터 통신은 무선 통신 방식에 의해서 이루어진다. 태그는 데이터를 저장하고 있는 메모리, 마이크로프로세서, IC (Integrated Circuit)회로, 안테나 등을 내장하고 있으며 태그 내부의 에너지원의 존재 여부에 따라 능동형 태그와 수동형 태그로 구분된다.

수동형 타입은 능동형 타입에 비해 매우 가볍고, 가격도 저렴하면서 반영구적으로 사용 가능하지만 인식거리가 짧고 리더기에서 더 많은 전력을 소모한다는 단점이 있다[9]. 능동형 태그의 경우 자기 자신의 전원 공급 장치를 가지고 있기 때문에, 리더기의 전류에 의해서 전원을 공급받는 수동형 태그에 비해 훨씬 먼 거리에서도 인식이 가능하다. 또한 사용 주파수에 따라 태그의 특성이 매우 상이하게 나타나기 때문에 주파수를 이용하여 태그를 구분하기도 한다. 그림 2는 RFID 시스템 기본 구성을 나타내고 있다.

일반적으로 미들웨어는 내부 시스템과 외부 시스템의 중간에 위치하여 대량의 데이터를 효율적으로 처리하고, 서로 다른 애플리케이션에서 데이터 교환이 가능 하도록 해주는 소프트웨어이다. 네트워크 위에 연결된 다양한 하드웨어, 응용시스템, 통신망 환경, 운영체제의 이기종 환경에서 응용 프로그램과 운영환경 간에 원활한 통신을 가능하게 해주는 역할을 담당한다.

네트워크의 빠른 확산에 따라 중앙의 메인프레임에 집중된 처리능력을 업무의 특성에 따라 다중의 호스트로 분리하고자 하는 다운사이징 기법과 독립적으로 운영되었던 기존의 이하는

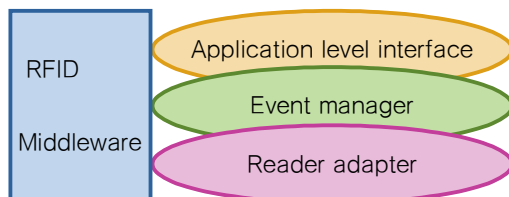


그림 3. RFID 시스템 기본 구성  
Fig. 3. RFID middleware components.

다운사이징 기법과 독립적으로 운영되었던 기존의 이기종 시스템을 하나의 네트워크로 연결하고자 하는 시스템통합 기법이 활성화되면서 중앙 집중적 컴퓨팅은 빠르게 분산 컴퓨팅으로 변화하였다. 그림 3은 미들웨어 구성요소들을 표현한 것이다.

한편 미들웨어는 다수의 이기종 멀티 프로토콜 기반 RFID 리더기 사이에 존재하는 이질성을 상위계층에 숨기기 위해 공통의 인터페이스를 정의하고, 이를 통해 개별 리더기의 모니터링 및 원격 제어 등의 관리가 이루어 질 수 있도록 기능이 제공되어야 한다[10]. 또한 다수의 리더기로부터 유입된 대량의 RFID 태그 데이터를 정제 및 필터링을 통해 데이터량을 감소시키고, 이를 요약하여 의미 있는 정보로 재생산하는 기능을 제공해야 한다.

공급망에서의 유관 기업간의 정보 공유를 통한 협업 체계를 이루기 위해 필수적인 기능이며, 따라서 기업내의 서로 다른 애플리케이션들에게 정보를 제공하기 위해 공통의 인터페이스를 제공해야 한다. 미들웨어는 확장성 및 신뢰성 있는 시스템이어야 하는데, 대용량 데이터를 처리하기 위하여 서버의 부하에 기반을 둔 로드밸런싱 및 확장성 있는 플랫폼 기반위에 구축되어야 한다.

### III. RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템 설계

홈네트워크의 기술과 RFID 적용사례를 배경으로 지능화된 RFID를 이용한 홈네트워크 시스템을 제안하고자 한다. 홈네트워크 시스템은 네트워크에 접속되어 있는 장비들을 원격에서 모니터링 할 수 있어야 하며, 근거리 내에서도 제어 및 관리가 쉽게 이루어져야 한다.

이를 위하여 본 연구에서는 가정 및 건물 내의 개별 장비에 RFID 태그를 부착하고, 가정 구성원마다 RFID 태그를 소유하여, 태내에 존재하는 각종 장비 제어 및 접근 권한, 구성원의 취향 및 사용 레벨에 맞는 장비 사용권한 등을 RFID 리더기가 장착된 지능형 홈네트워크 관리 시스템을 통하여 효과적으로 제어하는 시스템이다. 또한 이 시스템은 향후 확장성을 고려하여 공동주택인 경우나 아파트 단지내 적용시에 엘리베이터 제어, 공동 출입문 제어, 주차관리, 놀이터의 CCTV (closed circuit television)등을 제어 할 수 있는 기능을 가지고 있다.

그림 4는 이 논문에서 제안하고자 하는 RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템의 구성도이다.

이 시스템은 크게 외부 접속 디바이스와 태내에 구성되어 있는 지능형 홈게이트웨이 시스템, 지능형 홈네트워크 시스템, 지능형 홈미디어 데이터베이스 서버, 홈디바이스 컨트롤 시스템, RFID 리더, RFID 태그, 지능형 홈네트워크 미들웨어, 태내에 존재하는 각종 디바이스와 외부에 존재하는 디바이스 등으로 구성 및 연결 되어 있다.

RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템은 그림 4와 같이

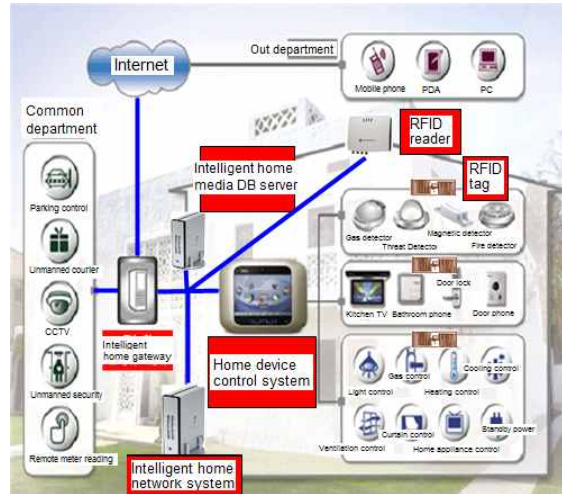


그림 4. RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템 구성도  
Fig. 4. Intelligent home network system configuration using RFID.

외부 접속디바이스와 태내에 구성되어 있는 지능형 홈게이트웨이 시스템, 지능형 홈네트워크 시스템, 지능형 홈미디어 데이터베이스 서버, 홈디바이스 컨트롤 시스템, RFID 리더, RFID 태그, 지능형 홈네트워크 미들웨어, 태내에 존재하는 각종 디바이스와 외부에 존재하는 디바이스 등으로 구성 되어 있다.

가. 외부 접속 디바이스는 스마트폰, 휴대폰, PDA (personal digital assistants), 모바일 PC, 또는 사무실 PC 등으로, 외부에서 언제든지 태내 홈게이트웨이로 접근하여 각종 가전기기 또는 디바이스들을 제어 및 원격 관리 할 수 있다.

나. 지능형 홈게이트웨이는 외부 접속 디바이스 및 인터넷이 가능한 네트워크와 연결되어 있으며, 외부 통신 및 내부 통신 등을 제어 및 관리하는 시스템이다. 또한 외부에서 접속시엔 사용자의 인증 및 접근권한 기능을 수행하며, 사용자의 작업 요청 콜 메시지를 전달 받아 지능형 홈네트워크 시스템에 전달 하는 기능을 가지고 있다.

다. 지능형 홈미디어 DB 서버는 사용자의 로그인에 필요한 아이디, 패스워드 정보, 로그인 로그 정보, 가족 구성원에게 할당한 RFID 태그 정보, 사용자 마다 태내 디바이스들에 대한 접근권한 정보, 태내 디바이스에 부착된 RFID 태그와 디바이스의 관계 정보, CCTV 녹화 데이터, TV 프로그램 녹화 데이터, 메일 데이터, 사진 데이터, 각종 멀티미디어 데이터, 가전기기 사용 로그 정보, 가전기기와 디바이스들의 작동 상태 여부 정보 등을 가지고 있다.

라. RFID 태그는 가족 구성원 마다 소유하고 있어야 하며, 태내 가전기기 및 디바이스 장치들에게 부착하여 가족 구성원의 확인 여부 및 가전기기, 디바이스 장치들의 정보, 디바이스 작동 상태 여부 등의 정보를 리더기에 전달하는 기능을 수행한다.

마. 지능형 홈네트워크 미들웨어는 지능형 홈네트워크 시스템에 탑재되어 작동되며, 지능형 홈게이트웨이, 홈디바이스 컨트롤 시스템, 지능형 홈미디어 DB서버와 RFID 리더와의 원활

한 인터페이스 및 작동 명령 등을 수행하는 기능을 가지고 있다.

#### IV. 모의시험 및 분석

RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템은 그림 5와 같은 형태의 구조로 설계하였다.

지능형 홈네트워크 시스템 전체 연결 구조를 보면, 외부에선 휴대용 이동 통신 단말기로 댁내 설치된 지능형 홈게이트웨이를 접속하게 된다. 이때 휴대용 이동 통신 단말기 디스플레이 창에는 사용자 접근권한을 확인하기 위해 로그인 페이지가 활성화 되며, 사용자는 자신의 로그인 정보를 통해 인증 절차를 진행하게 된다.

정상적인 인증 절차를 수행하면, 지능형 홈게이트웨이는 사용자와의 네트워크 연결만을 유지하는 기능을 하고, 사용자는 비로써 지능형 홈네트워크 시스템으로 접근하게 된다. 지능형 홈네트워크 시스템의 사용자 인터페이스 화면이 사용자의 휴대용 이동 통신 단말기에 로딩되며, 사용자는 로딩된 페이지에서 댁내의 가전기기 및 각종 디바이스들을 원격 제어 및 관리할 수 있다. 이때 해당 가전기기 및 디바이스의 제어 명령 처리는 ① 지능형 홈네트워크 시스템이 지능형 홈미디어 DB서버에게 해당 사용자의 가전기기 접근권한을 확인한 뒤에 로그 정보를 서버에 저장한다. ② 지능형 홈네트워크 시스템이 RFID 리더기로부터 해당 가전기기의 상태를 전달받아 명령 처리 가능 여부를 확인한 후 사용자에게 내용을 전달한다. ③ 지능형 홈네트워크 시스템은 해당 제어 명령 처리를 홈디바이스 컨트롤 시스템에게 전달하여 해당 가전기기 및 디바이스를 제어하게 된다. ④ 해당 가전기기는 동작 및 정지를 수행하고, 홈디바이스 컨트롤 시스템은 명령 처리 결과를 지능형 홈네트워크 시스템에 전달한다. ⑤ 지능형 홈네트워크 시스템은 이 결과값을 지능형 홈미디어 DB서버에 저장을 하고 사용자의 휴대용 이동

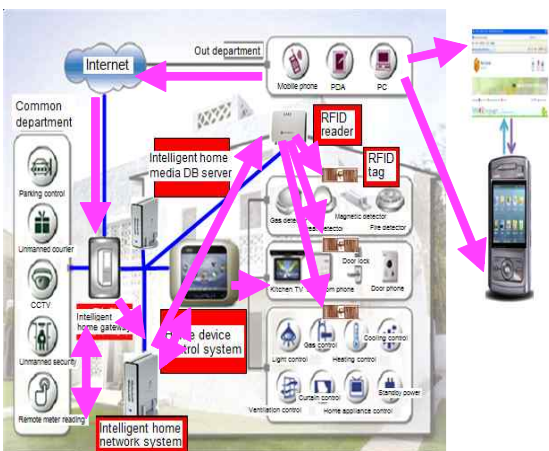


그림 5. 지능형 홈네트워크 시스템 전체 구성도  
 Fig. 5. Overall configuration of intelligent home network system.

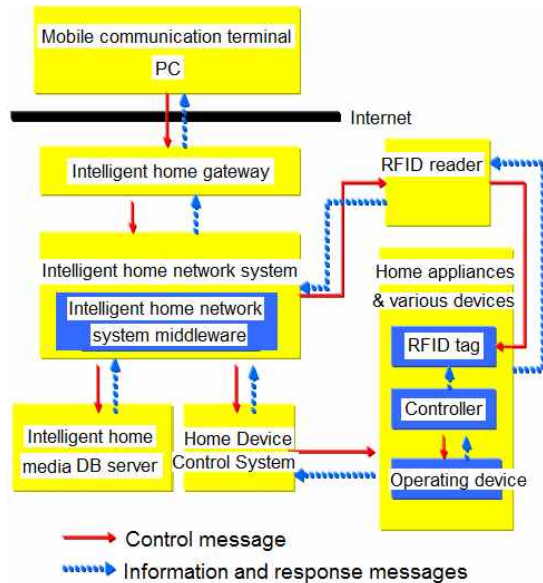


그림 6. 제어 명령 및 응답 메시지 구조  
 Fig. 6. Control command and response message structure.

통신 단말기에게 SMS 알림 시스템을 이용하여 결과값을 전달한다. 그리고 RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템의 각종 제어 명령 및 응답 메시지 구조는 그림 6과 같이 설계하였으며, 미들웨어 계층의 역할은 지능형 홈네트워크 시스템 애플리케이션 서비스와의 인터페이스를 위한 미들웨어와 RFID 태그의 데이터를 수신하기 위한 리더기와의 인터페이스를 위한 구조이다.

#### V. 결론

본 연구에서는 기존의 홈네트워크의 문제점을 해결하고 사용자에게 보다 효율적으로 쾌적한 홈네트워크 환경을 구성 및 유지하기 위한 방안으로, RFID를 이용한 지능형 홈네트워크 시스템을 제시하였다.

사용자의 개별적인 생활 성향에 적합한 서비스를 제공하는 홈네트워크 시스템 환경을 제공하기 위해서 최근 세계적으로 여러 국가들이 앞 다투어 개발하고 있는 RF기반에 월등한 식별 기술을 제공하는 RFID 기술을 적용하여, 지능형 홈네트워크 시스템을 설계하였다.

이를 바탕으로 사용자의 생활 성향을 선택적으로 RFID 태그 및 지능형 홈네트워크 시스템에 입력하여 댁내 복수개의 PC 및 각종 가전기기의 동작, 제어, 사용권한등을 관리할 수 있으며, 다양한 홈네트워크 서비스 응용 모델을 도출할 수 있을 것으로 기대한다.

한편 이 시스템은 향후 확장성을 고려하여, 공동주택인 경우나 아파트 단지내 적용시에 엘리베이터 제어, 공동 출입문 제

어, 주차관리, 놀이터의 CCTV 등을 제어 할 수 있는 기능을 추가로 확장 할 수 있어, 향후 새로운 서비스 융합 및 기기 연동이 매우 편리하고 효율성이 높은 지능형 홈네트워크 서비스가 가능할 것으로 기대한다.

## References

- [1] D. Joumblatt, R. Teixeira, J. Chandrashekar, and N. Taft, "HostView: Annotating end-host performance measurements with user feedback," in *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, Vol. 38, No. 3, pp. 43-48, 2011.
- [2] M. Raisul, M. Raez, and M. Ali, "A review of smart homes – past present and future," *IEEE Transactions on systems man and cybernetics-part C: Applications and Reviews*, Vol. 42, No. 6, pp. 1190-1203, 2012.
- [3] H. Kim, and N. Feamster, "Improving network management with software defined networking," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 51, No. 2, pp. 114-119, 2013.
- [4] R. Birke, M. Mellia, M. Petracca, and D. Rossi, "Experience of VoIP Traffic Monitoring in a Commercial ISP," *International Journal of Network Management*, Vol. 20, No. 5, pp. 339-359, 2010.
- [5] Q. Hu, and F. Li, "Hardware design of smart home energy management system with dynamic price response," *IEEE Transactions on Smart Grid*, Vol. 44, No. 4, pp. 1878-1887, 2013.
- [6] V. C. Gungor, B. Lu, and G. P. Hancke, "Opportunities and challenges of wireless sensor networks in smart grid," *IEEE transactions on industrial electronics*, Vol. 57, No. 10, pp. 3557-3564, 2010.
- [7] E. K. Melike, and H. T. Mouftah, "Wireless sensor networks for cost-efficient residential energy management in the smart grid," *IEEE Transactions on Smart Grid*, Vol. 2, No. 2, pp. 314-325, 2011.
- [8] K. Bu, B. Xiao, Q. Xiao, and S. Chen, "Efficient misplaced-tag pinpointing in large RFID systems," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, Vol. 23, No. 11, pp. 2094-2106, 2012.
- [9] L. M. Ni, D. Zhang, and M. R. Souryal, "RFID-based localization and tracking technologies," *IEEE Wireless Communications*, Vol. 18, No. 2, pp. 45-51, 2011.
- [10] P. Yang, W. Wu, M. Moniri, and C. C. Chibelushi, "Efficient object localization using sparsely distributed passive RFID tags," *IEEE transactions on industrial electronics*, Vol. 60, No. 12, pp. 5914-5924, 2013.



### 주 재 한(Jae Han Ju)

1989년 2월 : 조선대학교 전자공학과 (공학사)

1991년 2월 : 조선대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)

1999년 2월 : 조선대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)

2000년 3월 ~ 현재 : 송호대학교 보건의료전자과

※ 관심분야 : 컴퓨터소프트웨어, IoT응용, 스마트시스템, 디지털이동통신, 임베디드시스템, 의공학



### 나 승 권 (Seung Kwon Na)

1999년 2월 : 세명대학교 전기공학과 (공학사),

2008년 2월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과 (공학박사)

1988년 5월 ~1994년 8월 : 한국수자원공사,

2014년 8월 ~ 현재 : 한국폴리텍대학 강릉캠퍼스 전자통신학과 교수

※ 관심분야 : 의공학 및 대체에너지분야, 에너지변환, 전력전자응용분야

2001년 2월 : 세명대학교 대학원 전기전자공학과 (공학석사)

1981년 7월 ~1988년 4월 : 삼육의료원 부산(한방)병원

1994년 9월 ~2014년 7월 : 한국폴리텍대학 원주캠퍼스 의공학과 교수