

---

# 차량용 스마트키 시스템을 위한 지그비 기반의 사용자 인증 모듈 설계 및 구현

김경섭\* · 이윤섭\*\* · 윤현민\*\*\* · 최상방\*\*\*\*

The Design and Implementation of User Authorization Module based on Zigbee for  
Automotive Smart-key System

Kyeong-seob Kim\* · Yun-seob Lee\*\* · Hyun-Min Yun\*\*\* · Sang-bang Choi\*\*\*\*

## 요 약

소형 센서 기기들을 다양한 사물에 부착하여 간편하게 사용하기 위해서는 설치가 용이한 무선 네트워크가 필요하고, 컴퓨팅 파워가 약한 프로세서로 이루어진 소형기기는 무선 LAN(Local Area Network) 네트워크를 사용하기에는 무리가 있다. 이를 위해 필요한 네트워크 기기는 간단한 통신 프로토콜로 구성되어야하고 기기를 연결하면 바로 작동하는 플러그 앤드 블레이 형태의 간편한 설치 기능이 요구된다. 또한 이동성과 휴대가 가능한 기기도 고려해야 하므로 산업적인 측면에서 저전력 및 저가격 특성이 요구된다. 기존의 IEEE 802.11 표준으로부터 WLAN보다 작은 범위를 갖는 WPAN(Wireless Personal Area Network) 기반의 기술은 저전력 소모와 복잡도가 낮은 영역에서 무선 기술을 바탕으로 WPAN WG(Working Group)에서 연구 중이다. 사람의 생활공간인 10m내외에서 통신을 가능하게 할 물리계층과 데이터 링크계층의 표준화가 활발히 진행 중이고 WPAN의 저전력과 저비용의 특징으로 인하여 가까운 미래에 WPAN 장비가 보편화 될 것으로 보인다. 따라서 본 논문에서는 차량용 스마트키 시스템을 위한 지그비 기반 사용자 인증 모듈을 설계 및 구현하였다. 차량에 실제 장착하여 테스트한 결과 무선 인식거리는 1~10m에서 가장 원활하게 동작되었고 스마트키 시스템을 통한 차량 제어도 원활하게 동작하는 것을 확인하였다.

## ABSTRACT

Using sensor devices applied to various objects will be needed wireless network that it is easy to install in them. Tiny devices configured to processor that has comparatively low computing ability are inappropriate to use devices that are wireless LAN, etc. In result, network devices needed to not only have simple communication protocol, but have Plug and Play function that it works as soon as it connects without installing any device driver. It also will industrially have both low power and low cost because of mobility of it. From IEEE 802.11 standard, WPAN(Wireless Personal Area Network) included in LAN is being developed by WPAN WG(Working Group) on area with low power consumption and low complexity. In addition to, it is standardizing MAC and PHY of the standard that is expected to wirelessly communicate within 10m. WPAN will be used generally in the more near future because of both low power and low cost of Zigbee. In this paper we designed zigbee based user authentication module for a automotive smart-key system.

## 키워드

IEEE802.15.4, Zigbee, WPAN, 스마트키 시스템, 유비쿼터스

## Key word

IEEE802.15.4, Zigbee, WPAN, Smartkey system, Ubiquitous

---

\* 인하대학교 전자공학과 (교신저자, kyeongseob@hanmail.net)

접수일자 : 2010. 07. 05

\*\* 인하대학교 전자공학과

접수완료일자 : 2010. 09. 15

\*\*\* 재능대학 정보통신계열

\*\*\*\* 인하대학교 전자공학과

## I. 서 론

최근 유비쿼터스에 대한 관심이 크게 증가하면서 배선 작업이 필요 없는 편리함으로 인해, 10m 내외의 근거리에서 사용하는 개인 무선 네트워킹 기술이 주목을 받고 있다. 이러한 근거리 무선 통신 기술로는 무선 LAN(Local Area Networks)과 무선 PAN(Personal Area Network)이 있다. 무선 LAN은 주로 PC, 노트북, PDA 등의 단말에서 광대역 인터넷 접속 연결 확장 용도로 사용된다. 무선 PAN기술인 지그비(Zigbee), UWB(Ultra Wide band), 블루투스는 PC, 가전제품, 셋톱박스 등 이동통신 단말기, 홈오토메이션, 홈 엔터테인먼트 제품을 위해 주로 사용된다. 이중에서 지그비는 블루투스 보다 매우 저렴한 가격, 매우 긴 배터리 수명, 간단한 구조 및 연결성을 제공하여 10m~50m이내의 작은 범위 내에서 무선 연결을 요구하는 분야에 적합한 표준으로 개발 되고 있다[1].

근거리 통신을 지원하는 IEEE802.15.4 표준 중 하나인 지그비는 다른 무선 통신기술과 비교해 전력 소모가 적고, 생산 비용이 저렴해 근거리 통신에서 간단한 신호를 주고 받는데 매우 유용한 기술이며 특히, 반경 10m 안에서 255Kbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있고 메시 네트워크 구조를 이용하면 하나의 무선 네트워크에 약 255 대의 기기를 연결할 수 있어 가정 및 사무실 등에서 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현하는 기반으로 활용 할 수 있다. 지그비는 간소화된 프로토콜과 제한적인 기능으로 데이터 크기를 줄여 저렴한 네트워크 구축을 지원하는 차세대 무선 네트워크에 적합한 저전력 무선 통신 기술이며 국제 표준 프로토콜이다[2].

산업화 분야의 경우 지그비 기술을 활용하여 물류 및 재고 추적, 보안 및 액세스 제어 기능을 개선할 수 있다. 지그비 기술의 이상적인 적용 분야로는 건물 통제 및 자동화, 무선 조명, 보안 및 액세스 제어, 자산 및 재고 관리 등이 있다. 특히 지그비와 같은 무선 기술은 양방향 메시지 전달 기능을 지원하므로 주택 또는 소규모 사무실의 보안 및 액세스 제어에 적합하다[3].

지그비 기술이 제공하는 단순하고 비용 효율적인 저전력 무선 연결 방식은 산업용 및 가정용 모니터링, 제어 및 자동화, 의료 진단 등 다양한 분야에 적용할 수 있다. 현재 시장에서 가장 주도적인 분야로는 산업용, 상업용,

가정용 시스템으로 인식되고 있으며 이러한 분야는 무선 제어 기술이 기업의 경영수지 또는 고객의 안전 의식에 지대한 영향을 줄 수 있다[4].

본 논문에서는 차량용 스마트키 시스템을 위한 지그비 기반 사용자 인증 모듈을 구현한다. 구현된 사용자 인증 모듈은 사용자와 차량 간의 거리가 비교적 가까운 상태에서 인증 과정이 이루어지기 때문에 도난이 발생되는 것을 방지하고, 리모콘키를 주머니에 소지한 채로 인증이 이루어지기 때문에 사용자 편의성을 획기적으로 개선한다. 또한 저전력 프로토콜을 적용하였기 때문에 리모콘키의 전력소모 감소로 배터리 교환주기가 비교적 길어진다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 일반적인 차량용 스마트키 시스템과 지그비에 대해 살펴보고 III장에서는 지그비 기반의 사용자 인증 모듈을 설계한다. IV장에서는 설계된 인증 모듈을 구현하고 실제 차량에 장착하여 거리별 테스트 결과를 보여준다. 마지막으로 V장에서는 결론 및 향후 발전 방안을 제시한다.

## II. 관련 연구

### 1. 차량용 스마트키 시스템

차량용 보안 장치의 개념은 도난을 방지하기 위해 차량 문에 도어락(Door lock)을 설치함으로써 자동차 산업 초창기에 시작되었다. 당시에는 조향장치인 스티어링락(Steering lock)이 없었기 때문에 도어락을 강제로 해제하고 기계적인 조작으로 차량을 운행 할 수 있었다. 이처럼 차량도난이 증가하면서 새로운 도난 방지장치의 필요성이 대두되었고 스티어링을 구속하여 차량도난을 방지하는 스티어링락이 도어락과 더불어 대표적인 차량도난 방지 장치로써 기능을 수행하게 되었다.

1948년 미국의 크라이슬러社는 스티어링락과 시동 스위치를 접목시킨 턴키(Turn key) 방식의 차량 도난 방지장치를 개발하였고 이 방식은 지금까지도 사용되고 있다. 현재 국내에서는 차량의 도어락과 스티어링락이 의무적으로 장착되도록 법적인 규제를 하고 있다. 그러나 이와 같은 차량도난 방지장치는 운전자의 편의성을 저하시킨다. 이를 보완하기 위해 리모컨키가 1980년대

후반부터 현재까지 대부분의 차량에 보급되어 왔다. 1999년 독일의 자동차 제조회사인 메르세데스 벤츠는 편의성과 보안성을 모두 고려하여 기계적인 키 없이 전자 인증을 통해 차량 운행이 가능한 "Keyless-Go"라는 차량용 스마트키 시스템을 S-Klasse에 장착하였다. 이후 차량용 스마트키 시스템은 BMW, Audi, Lexus와 같은 고급 차종에 적용되었다. 국내에서는 2004년 기아자동차가 오피러스에 최초로 장착을 하였고 이후 현대자동차에서 에쿠스, 그랜저에 적용하였다. 르노삼성자동차는 SM5, SM7에 스마트키 시스템을 장착하였다. 그림 1은 차량 키 시스템의 세대를 구분한 것이다.

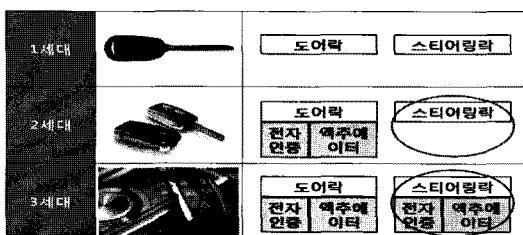


그림 1. 차량 키 시스템 세대 구분

Figure 1. Classification of automotive key system by a generation

3세대 차량 키로 알려져 있는 스마트키 시스템은 기계식 키를 사용하는 대신에 차량에 일반적으로 적용되는 세 가지 도난방지장치(도어락, 스티어링락, 이모빌라이저)를 해제하여 전자인증방식을 통해 차량을 운행 할 수 있는 장치를 말한다. 그림 2는 스마트키 시스템의 장착 예를 보인 것이다.



그림 2. 스마트키 시스템 장착의 예  
Figure 2. Installation example of the smartkey system

스마트키 작동순서는 그림 3과 같다. 먼저 사용자가 스마트키를 자기신체 또는 가방 등에 소지하고 차량에 접근하여 도어핸들을 접촉하면 차량 키와 무선 인증 과정을 거쳐 도어록이 해제된다. 차량에 탑승한 후 차량 내부에 장착된 시동버튼을 누르면 암호화된 디지털 코드를 차량과 차량 키가 서로 교환하여 이모빌라이저와 스티어링락을 동시에 해제한다. 마지막으로 엔진에 시동을 걸어줌으로써 차량 운행을 위한 상태가 된다.

이와 같이 차량용 스마트키 시스템은 차량이 스스로 주인을 인식하는 차세대 미래형 시스템으로써 운전자의 편의성 뿐만 아니라 기계식 차량 키 방식보다 도난방지 기능이 강화된 시스템이라고 할 수 있다[5].

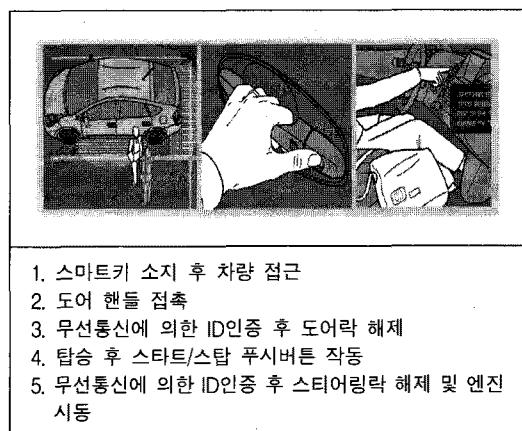


그림 3. 스마트키 작동순서  
Figure 3. Operation sequence of the smartkey system

## 2. 지그비(Zigbee)

지그비는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 가진 무선 센서네트워크의 대표적인 기술 중 하나로 2003년 IEEE802.15.4[6]에서 표준화된 PHY/MAC 계층을 기반으로 상위 프로토콜 및 응용계층을 규격화한 기술이다.

지그비 스택 구조는 그림 4와 같이 네트워크 계층(Network Layer), 응용 계층(Application Layer), 보안 서비스 제공자(Security Service Provider) 등으로 구성되어 있다. 지그비는 IEEE 802.15.4 MAC 계층과 PHY 계층을 제공하고, 네트워크 계층은 자체적으로 네트워크 연결 및 라우팅을 알아내는 애드혹(Ad-hoc) 방식을 이용한다. 그리고 응용계층은 메시지 교환과 특별한 산업적 프로파일을 제공하고, 보안 서비스 제공자는 MAC, 네트워크, 응용 계층에서 필요한 보안 알고리즘과 키 관리를 한다.

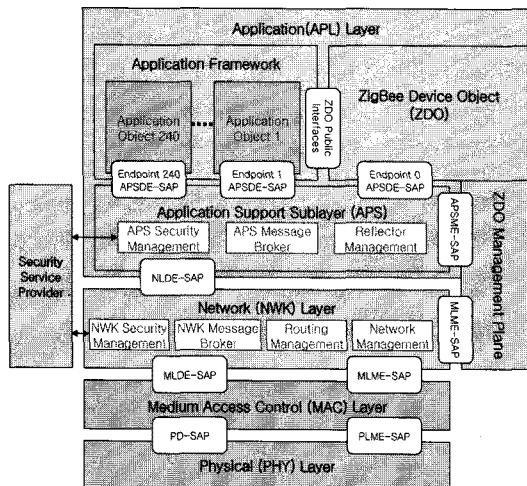


그림 4. 지그비 스택 구조  
Figure 4. Zigbee stack architecture

지그비는 기능에 따라 각 노드를 코디네이터(Coordinator), 라우터(Router), 종단기기(End device) 등으로 구분한다. 코디네이터는 망 관리 기능이 있는 장치이고, 라우터는 망의 토폴로지에 따라 메시지의 전달 기능을 가진 장치이며, 종단기기는 이러한 기능을 가지지 않은 일반 노드를 지칭한다. 또한 성능에 따라 축소기능기기(RFD: Reduced Function Device)와 전기능기기(FFD: Full Function Device)로 나눈다. FFD는 FFD 및 RFD와 모두 통신을 할 수 있으며 코디네이터, 라우터, 종단기기 중의 하나가 될 수 있다. 반면 RFD는 오직 FFD와 통신을 할 수 있고 RFD 간에는 할 수 없으며 최소의 자원과 메모리를 가지므로 센서노드 등의 종단기기로 활용된다. 이와 같이 구분 하는 이유는 통신에 필요한 대부분의 부하를 코디네이터에 집중시키고 상대적으로 종단기기의 기능을 줄임으로써 구현에 필요한 자원과 비용을 줄이기 위한 것이다.

IEEE802.15.4 표준을 이용하는 지그비는 비콘과 슈퍼프레임구조의 사용으로 네트워크에 참여한 노드들의 에너지 소모를 줄일 수 있다. 그림 5와 같이 슈퍼프레임은 비콘의 수신을 시작으로, 다음 비콘이 수신되기까지의 시간인 BI(Beacon Interval)와 액티브 구간 길이인 SD(Slot Duration)로 구성되어 있다.

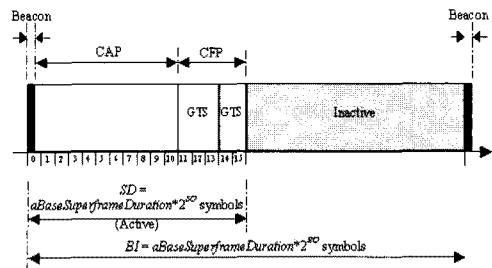


그림 5. 슈퍼프레임 구조  
Figure 5. Super frame structure

슈퍼프레임은 크게 활성(Active) 구간과 비활성(Inactive) 구간으로 나뉜다. 활성 구간에서는 데이터전송이 이루어지고, 비활성 구간에서는 저전력 모드로 동작하여 에너지를 절약한다. 활성 구간은 CAP(Contention Access Period)와 CFP(Contention Free Period)로 구성된다. CAP 구간은 노드 간의 경쟁구간으로써 데이터 전송을 시작하기 전에 CSMA-CA(Carrier Sensing Multiple Access-Collision Avoidance)를 수행하고, CFP 구간에서는 폴링구간으로써 노드 자신에게 할당된 GTS(Guaranteed Time Slot)에서 데이터를 전송한다.

지그비는 가정, 사무실 등의 국소 지역에서 근거리통신과 유비쿼터스 컴퓨팅을 구현할 수 있다. 지그비 통신기기는 반경 100m안에서 250kbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있으며, 메시(Mesh) 네트워크 구조를 이용하면 하나의 무선 네트워크에 약 65000대의 기기를 연결할 수 있다.

지그비의 가장 큰 특징은 낮은 전력소모이다. 초기 지그비 칩의 동작 시 전력소모는 최대 66mW 내외로 UWB의 전력 소모가 200mW, 무선LAN의 전력 소모가 1W정도임을 감안할 때 낮은 전력을 소모함을 알 수 있다. 이처럼 지그비는 다른 무선통신 기술과 달리 AA 알카라인 건전지 하나로 1년 이상을 쓸 수 있을 정도로 전력 소모도 적고 비교적 저렴한 비용으로 제품을 구현 할 수 있기 때문에 지능형 홈네트워크, 물류, 환경모니터링, 휴먼인터페이스, 텔레매티cs, 군사 등 다양한 유비쿼터스 환경에 적용 할 수 있다. 그 중에는 라우팅 및 키분배 프로토콜, 보안 플랫폼 등 시스템에 관련된 연구와 빌딩 자동화, 교통제어와 관리, 산업 제어와 감시, 환경 분야, 의료 분야 등의 응용에 대한 연구들이 포함된다.

따라서 지그비 관련 시장은 높은 기능의 고가형 제품이 적용되는 블루투스와 비교하여 볼 때 앞으로 무선 네트워크 관련 제품들의 가격이 더욱 저렴해지면서 출입문에 장착되는 센서, 휴대용 리모콘, 재고관리 시스템 등 새로운 응용 분야를 중심으로 다양하게 형성 될 것으로 예상된다.

### III. 지그비 기반 사용자 인증 모듈 설계

#### 1. 제안된 지그비 기반 차량용 스마트키 시스템

본 논문에서는 지그비 모듈을 포함하여 주 제어모듈, 전자제어식 스티어링락, 시동스위치로 구성되어 있는 지그비 기반 사용자 인증 시스템을 설계 및 구현하였다. 그림 6은 전체 시스템 구성도를 나타낸 것이다.

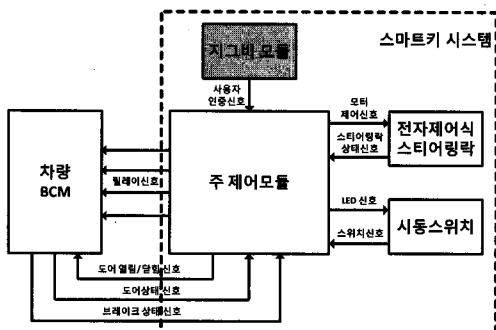


그림 6. 전체 시스템 구성도  
Figure 6. Diagram of smartkey system

주 제어 모듈은 지그비 모듈, 전자제어식 스티어링락, 시동 스위치 모듈, 차량 BCM 등과 연결되어 통신하며 각각의 장치를 제어한다. 지그비 모듈은 지그비 송수신기 간의 사용자 인증 과정을 마친 후 인증 정보를 주 제어 모듈로 전달한다. 전자제어식 스티어링락은 기계식 수동방식과는 달리 액추에이터를 이용하여 전자제어식으로 스티어링락을 잠그거나 해제한다. 시동 스위치 모듈은 터치 방식으로 차량의 시동을 제어한다. 차량

BCM(Body Control Module)은 ECU(Electronic Control Unit)들을 통합해서 하나의 중앙제어장치로 통합 제어하는 모듈이다.

#### 2. 주 제어 모듈 설계

본 논문에서 설계한 지그비 기반 차량용 스마트키 시스템의 동작과정은 그림 7과 같다.

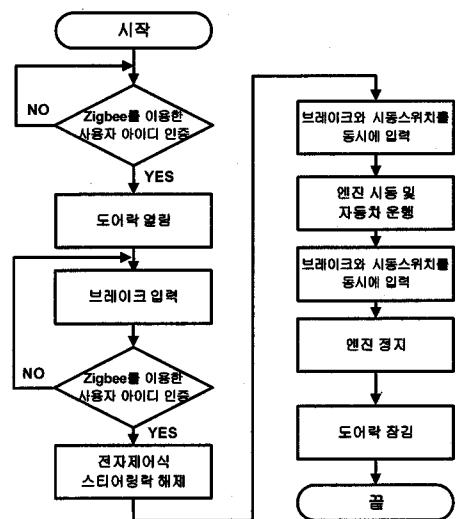


그림 7. 차량용 스마트키 시스템의 동작과정  
Figure 7. Flow-chart for operation of automotive smartkey system

사용자가 지그비 단말을 소지하고 차량에 접근하면 지그비 모듈에서는 이미 등록되어 있는 사용자 정보를 바탕으로 네트워크 가입절차를 거쳐 인증된 사용자 아이디를 주 제어 모듈로 전달한다. 주 제어 모듈에서는 사용자 인증이 완료되었기 때문에 도어락 열림 신호를 차량의 BCM 쪽으로 보내고 차량의 도어락이 열리게 되면 차량에 탑승 후 브레이크 페달을 밟아 다시 한번 사용자 아이디를 인증한 후 스티어링락을 해제한다. 스티어링락이 해제되면 차량 시동을 위한 준비과정이 끝난 것이기 때문에 브레이크 페달을 밟은 상태에서 터치 방식의 스타트 시동스위치를 누르면 엔진 시동이 걸린다. 차량의 운행을 마친 후 브레이크 페달을 밟은 상태에서 스타트 시동스위치를 누르면 엔진이 정지한다. 마지막으로 차량에서 하차하고 도어락이 잠기면 동시에 스티어링락도 잠긴다.

#### 3. 지그비 사용자 인증 모듈 설계

지그비 사용자 인증 모듈에서 사용한 MCU와 RF Transceiver 칩은 각각 ATMEL社의 ATMEGA128과 TI

社의 CC2420이다. ATMEGA128은 128Kbyte Flash ROM와 4KByte SRAM을 가지고 있고 ISP를 통하여 프로그램의 다운로드가 가능하다. 또한 두 개의 USART 포트와 한 개의 SPI통신을 지원하고, 8MHz의 주파수로 동작한다. USART0은 프로그램을 다운로드 할 때 ISP통신포트로 이용하고, USART1은 9600bps 직렬 통신 포트로써 주 제어 모듈로 신호를 전달하기 위해 사용한다. 그림 8은 지그비 모듈의 주요 신호선을 나타낸 것이다.

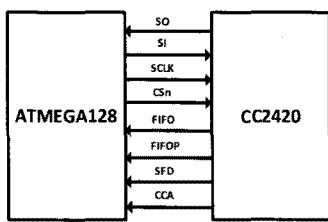


그림 8. 지그비 모듈의 주요 신호선  
Figure 8. Main signal of zigbee module

ATMEGA128은 외부 인터럽트 포트를 가지고 있다. 인터럽트 0번은 CC2420의 FIFO 신호선에 연결되어 CC2420의 버퍼에 일정수준 이상의 데이터가 들어오면 MCU에 신호를 전달하여 인터럽트를 발생시킨다. 인터럽트 1번은 CC2420의 FIFO에 연결되어 CC2420의 버퍼에 데이터가 들어오면 FIFO에 신호를 전달한다. CC2420의 SFD 신호선은 RF 패킷 시작 신호를 받으면 포트상태가 로신호에서 하이신호로 전환된다. CC2420의 CCA 신호선은 다른 노드가 무선 채널을 사용하지 않을 때 포트 상태가 하이신호로 바뀐다.

CC2420은 16MHz의 동작 주파수와 3.3v의 전원을 사용한다. 안테나는 2.4GHz 대역의 내부 칩안테나를 사용하고 임피던스 매칭은 50옴이다. 그림 8과 같이 SO, SI, SCLK, CSn을 통해서 MCU와 SPI통신을 한다. FIFO, FIFOP, SFD를 통해서 새로운 RF 패킷을 수신했음을 MCU에 알린다. 또한 CCA를 통해서 MCU에 현재 채널의 사용가능여부를 알려준다.

그림 9는 차량에 접근하는 앤드 디바이스가 비콘신호를 수신한 후 네트워크워크에 가입하기 위해서 네트워크 코디네이터인 차량에 부착된 지그비 모듈에 가입을 요청하는 과정을 나타낸 것이다.

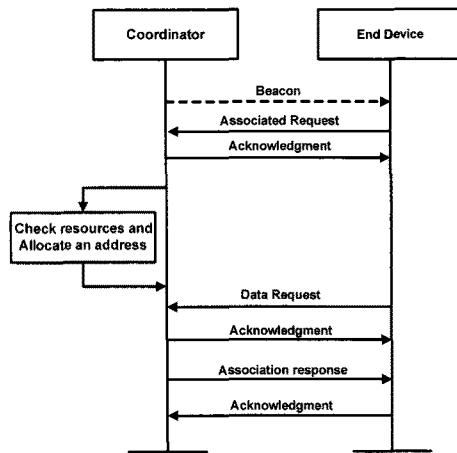


그림 9. 지그비 모듈간 네트워크 가입절차  
Figure 9. Association process

차량에 부착된 지그비 모듈은 자신이 코디네이터가 되어 채널 스캔을 통해 16개 채널 중에서 잡음 레벨이 가장 낮은 채널을 선택하여 비콘을 사용하는 네트워크를 만들고 주기적으로 비콘을 송신하여 주변에 접근하는 디바이스와 통신을 시도한다. 송신 범위는 10m로 제한하였다. 상대적으로 짧은 송신범위를 감안하여 비콘신호의 송신주기는 261.12ms로 설정하였다. 에너지 효율을 위해 듀티 싸이클을 5.8%로 설정하여 활성구간은 15.36ms, 비활성 구간은 245.76ms로 설정하였다. 활성 구간 상태에서 지그비 모듈은 RF패킷을 송수신하고, 비활성 구간 상태에서는 슬립 모드로 전환하여 에너지를 절약한다.

가입을 요청하는 앤드 디바이스는 자신에게 부여된 고유한 주소인 IEEE주소를 가입요청 패킷에 포함한다. 코디네이터는 가입요청 패킷을 받으면 해당 앤드 디바이스에 2바이트의 네트워크 주소를 할당 한다. 네트워크 가입 절차가 끝나면 코디네이터는 주기적으로 페이로드가 0인 데이터 패킷을 앤드 디바이스로 보내서 Ack 패킷을 받고, 수신 신호의 세기(RSSI)를 측정한다. 이때 앤드 디바이스가 2미터 이내에 존재하면 해당 장비의 어드레스를 주제어 모듈의 USART1 포트로 전달한다. 만약 코디네이터가 Ack 패킷을 4회 연속 수신하지 못하는 경우 앤드 디바이스가 주변에 없는 것으로 간주하고 가입해제 신호를 MCU로 보낸다.

위와 같은 방법으로 하드웨어와 동작 알고리즘을 설계하고 사용자 아이디 인증 프로토콜을 수행함으로써

임의의 지그비 무선 인증 모듈을 교체 하였을 경우 스마트키 시스템의 주 제어 모듈에서 별도의 인증 과정 없이는 사용할 수 없도록 하여 보안성을 강화하였고 차량 도난으로부터 안전성을 확보하였다.

#### IV. 구현 및 장착 테스트

##### 1. 차량용 스마트키 시스템 컨트롤 유닛 구현

그림 10은 구현한 차량용 스마트키 시스템 제어 모듈 보드를 나타낸 것이다.

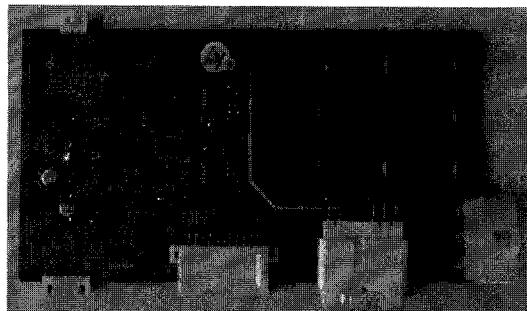


그림 10. 차량용 스마트키 시스템 컨트롤 유닛 보드  
Figure 10. Control module for automotive smartkey system

차량용 스마트키 시스템 제어 모듈의 주요 기능은 다음과 같다.

- ① 지그비 신호 수신: 인증 정보 수신 시 사용
- ② 스타트 스위치: 스타트 스위치와 연결하여 LED 제어 및 온/오프 스위치 동작 입력
- ③ 전자제어식 스티어링락: 스티어링락 잠김 및 해제
- ④ 차량 제어: 도어락 잠김 및 해제, 브레이크 입력 등
- ⑤ 전원: 차량의 전원과 연결되며 ACC, IG1, IG2, Start 등의 전원을 제어

또한 차량용 스마트키 시스템 제어 모듈의 제원은 표 1과 같다.

표 1. 차량용 스마트키 시스템 제어 모듈

Table 1. Specification of smartkey system control module

항목	파트넘버	설명
MCU	PIC16F877A	- DC- 20Mhz - 35 Instruction Set - 8K Flash RAM - 14 Interrupts - 5 I/O Ports - 3 Timers - USART
Clock		20Mhz
Input Source		12V
Power Management	LM7805	Voltage Regulator
Switching	ULN2003	Array Transistor
Mode Selection	DIP switch-5pin	Communication select

##### 2. 지그비 모듈 구현

그림 11은 지그비 모듈 내부 구조도를 바탕으로 본 논문에서 구현한 지그비 모듈 보드이다.

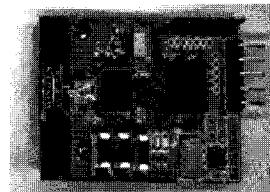


그림 11. 지그비 보드  
Figure 11. Zigbee Board

주요기능은 다음과 같다.

- ① Supports Protocols
  - Single-chip 2.4 GHz IEEE 802.15.4
  - DSSS baseband modem
  - Digital RSSI / LQI support
- ② 지그비 인식거리 : 1~10M
- ③ 통신방식 : RS-232 방식
- ④ 사용전원 : DC 5V

표 2는 지그비 모듈의 제원을 나타낸 것이다.

표 2. Zigbee 모듈 제원  
Table 2. Specification of Zigbee Module

항목	파트넘버	설명
MCU	ATMEGA128	- 8bit Microcontroller - 128Kbyte Flash Memory - 4Kbyte RAM - Serial UART channel - 2개의 16bit counter
Zigbee Chip	CC2420	- IEEE802.15.4 PHY - 128byte buffers
Clock	ATMEGA128	16Mhz
	CC2420	8Mhz
Communication		RS-232
Power Management	AME8801AEEV	Voltage Regulator
Antenna	Chip	50옴 매칭

### 3. 장착 테스트

본 논문에서 구현한 지그비 모듈, 주 제어 모듈, 전자 제어식 스티어링락, 시동스위치를 조합하여 차량용 스마트키 시스템을 구성한 후 실제로 차량에 장착하여 테스트를 하였다.

검증 방법으로는 코디네이터를 차량에 고정 시킨 후 매 10초마다 비콘 신호를 엔드 디바이스로 송신하고 그에 대한 응답을 그림 12와 같이 오실로스코프 신호측정기로 확인하고 차량의 주 제어 모듈이 사용자 인증 후 반응하는 방식으로 진행하였다. 표 3은 거리별 인식률 테스트 결과를 나타낸 것이다.

표 3. 지그비 모듈의 인식률 테스트  
Table 3. Cognition rate of zigbee module

거리(m)	인식율(%)
1	100%
5	100%
10	92%
13	35%
15	1%

표 3에서 나타낸 것과 같이 10m 넘어서면서부터 지그비 무선 통신 인식률이 낮아지기 시작했다. 그리고 15m 넘어서부터는 무선 인증이 되지 않았다. 테스트 결과 인

증 거리는 1~10m에서 가장 원활한 통신을 한다는 것을 알 수 있었다.

그리고 지그비로 아이디 수신 후 차량의 스마트키 시스템 제어 모듈을 통하여 차량의 도어락이 열리고 잠기는 동작, 스팅어링락이 해제되고 잠기는 동작, 엔진 시동 및 정지 동작을 테스트 한 결과 원활하게 동작하는 것을 확인하였다.

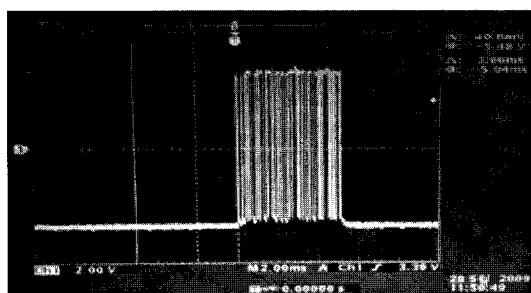


그림 12. 지그비 모듈에서 수신한 아이디 파형  
Figure 12. ID wave form received from zigbee module

### V. 결 론

본 논문에서는 차량용 스마트키 시스템을 위한 지그비 기반의 사용자 인증 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 논문에서 설계하고 구현한 시스템은 성공적으로 디바이스와 ID를 인식하였다. 차량에 장착된 모듈은 대기 상태에서 끊임없이 채널을 스캔하여 20mA 정도의 전류 소모가 있지만, 차량용 배터리로부터 에너지를 공급받기 때문에 전류 소모에는 큰 문제가 없을 것이다.

향후 연구과제로는 홈 네트워크나 다른 다양한 서비스와 연계하여 지능형 아파트와 같이 원스톱 형식의 시스템과 통합하는 연구가 필요하며 지능형 유비쿼터스 시스템에 대한 좀 더 많은 응용분야를 개발하는 것이 필요하다.

### 참고문헌

- [1] 정우진 외 3명, “지그비 네트워크에서 효율적인 이동성 지원을 위한 빠른 핸드오버 방안,” 전자공학회논

- 문지, 제43권, TC편, 제11호, 2006년 11월.
- [2] 김대영 외 6명, “특집: 센서 네트워크 기술,” 한국정보 처리학회지, 제10권, 제4호, 2003.
- [3] 장선호 외 2명, “유비쿼터스 센서 시장 및 기술동향,” IT Soc Magazine, IITA 기술정보단, 정보통신연구진 흥원, 2006년.
- [4] 주현식, “지그비 기술을 이용한 무선기반의 출입 통제 시스템 설계 및 구현,” 한국 컴퓨터정보학회 논문지, 제13권, 제2호, 2008년 3월.



최상방(Sang-bang Choi)

1981년 한양대학교 전자공학과 학사 졸업.  
1988년 University of washinton 석사 졸업.

1990년 University of washinton 박사 졸업.  
1991년~현재 인하대학교 전자공학과 교수.  
※ 관심분야: 컴퓨터 구조, 컴퓨터 네트워크, 무선통신, 병렬 및 분산 처리 시스템, Fault-tolerant computing

### 저자소개

김경섭(Kyeong-seob Kim)



2002년 한남대학교 정보통신공학과 학사 졸업.  
2009년 인하대학교 전자공학과 석사 졸업.  
2009년~현재 인하대학교 전자공학과 박사과정.

※ 관심분야: 컴퓨터 구조, SoC & 임베디드 시스템디자인

윤현민(Hyun-Min Yun)



1986년 원광대학교 전자공학과 학사 졸업.  
1988년 인하대학교 전자공학과 석사 졸업.

1998년 인하대학교 전자공학과 박사 수료.  
1991년~현재 재능대학 정보통신계열 교수.  
※ 관심분야: VLSI 회로설계, 디지털 신호처리

이윤섭(Yun-seob Lee)



2006년 경희사이버대학교 정보통신학과 학사 졸업.  
2008년 인하대학교 전자공학과 석사 졸업.

2008년~현재 인하대학교 전자공학과 박사 과정.  
※ 관심분야: 컴퓨터 아키텍처, SoC & 임베디드시스템 디자인