

논문 2010-5-41

## 차량 내부 환경 제어용 무선 자동화 시스템 구현

### Implementation of Wireless Automatic Control System for Vehicle Interior Environment

조해성\*, 조주필\*\*

Hae-Seong Cho\*, Ju-Phil Cho\*\*

**요약** 본 논문에서는 차량 자동화 구현을 위한 센서네트워크 기반의 차량용 자동화 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위하여 자동차내부의 각종 센서로부터 Zigbee 센서 망을 이용하여 무선으로 각종 센싱 데이터를 수집한 후 모니터 프로그램에서 이를 분석한다. 그리고 분석된 데이터를 무선 단말기와 인터페이스 시켜 차량의 상태 정보를 한눈에 운전자가 한눈에 파악할 수 있도록 하였다. 또한, 센서 네트워크 기반으로 온도센서, 습도센서 그리고 조도센서 등을 모니터링하고 이들 데이터를 기반으로 히터, 에어컨 및 차량의 실내등을 자동 구동시키는 차량 내 온/습도 자동제어 및 조도 자동조절기를 구현하였다.

**Abstract** In this paper, we designed and implemented mobile object automatic system based on sensor networks for telematics. For developing this system, we gather the various sensing data through wireless communication method using zigbee sensor networks and analyze them in monitoring equipment. And we enable the driver to recognize the car state information on the whole by interfacing analyzed data to telematics unit. And, we implemented automatic controller that can control temperature and humidity in car automatically by actuating air conditioner based on the data that was monitored throughout temperature sensor, humidity sensor and brightness sensor based on sensor networks.

**Key Words :** Vmobile object automatic system, Zigbee sensor network, telematics unit, temperature and humidity control

#### 1. 서론

국내에서도 유비쿼터스 IT의 세계적 동향을 알리고 관련 기술과 서비스와 시나리오를 연구하는 포럼이 결성되어 정식으로 활동을 진행해 오고 있다. 이러한 활동은 앞으로 등장할 혁신적인 IT 서비스가 5A (Anytime, Anywhere, Any-device, Anyone, Anyformat)를 지향하고, 이를 위해 현존하는 정보통신, 제어계측, 의료, 오락, 가전, 소프트웨어, 전자거래 등의 모든 IT 관련 산업의

요체들이 인류의 복지와 행복과 편의를 위하여 진화해 나아가야 한다. 마크 와이저(Mark Wiser)는 유비쿼터스 컴퓨팅을 주창하면서 ‘사라지는 컴퓨팅’을 이상적 컴퓨팅으로 예언 하였는데, 그렇게 사라지는 컴퓨팅이 완성 되려면 유비쿼터스와 관련된 각종 기기들이 개발되어야 한다.

이러한 유비쿼터스 환경 구축의 일환으로 차량의 통신을 위한 네트워크 구성에서도 많은 변화를 시도하고 있다. 오늘날 CAN은 자동화와 산업용 애플리케이션 모두에서 사용되고 있다<sup>[1]-[4]</sup>. 산업용 임베디드 시스템에서의 CAN 진화는 마이크로컨트롤러와 같은 하드웨어 구성요소들에 비해 상대적으로 가격이 저렴하며, 하나의

\*정회원, 건양대학교 전자정보공학과

\*\*정회원, 군산대학교 전파공학과

(교신저자:stefano@kunsan.ac.kr)

접수일자 2010.10.1, 수정일자 2010.10.20

PCB에 여러 개(멀티태스킹)의 MCU를 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다. 특히 On-chip 네트워킹 프로토콜의 출현으로 객체 지향의, 분산-제어 시스템이 가능해졌기 때문에, 비상 안전 기능의 탁월한 향상과, 높은 수준의 함수 재사용, 공급자 교환능력, 모듈간 최소의 배선을 통해서 표준화된 개발 시스템 구현이 용이해 졌다. 그리고 향후 전기 자동차의 개발에 이를수록 모든 자동차 시스템 들은 전자 장비들을 통해 자동화 시스템으로 구현되어 갈 것이며 통신의 비약적인 발전으로 인해 모든 시스템 들이 단일 네트워크상에 이루어질 시대가 머지않았다. 흔히 광대역 통합 망을 주축으로, 유비쿼터스 또는 텔레 매트릭스라는 명칭으로 일컬어지고 있는데, 현재의 텔레매 틱스의 수의구조는 매우 제한적이며, 새로운 수의 창출 모델에 많은 연구를 기울이고 있는 실정이며 배선으로 이루어진 초기 자동화 시스템은 많은 배선들로 이루어지는 구조로써 전기적 안정성이 미흡하며, 진화되는 자동화 시스템을 개발하기에 한계가 있다. 또한 현재의 자동화 시스템에서 적용되는 하드웨어 시스템은 부피가 방대하며, 기후 환경에 매우 열악한 실정이다<sup>[5][6]</sup>.

이의 일환으로 본 논문에서는 차량의 각종 장치들을 제어하기 위해 많은 배선들이 연결되어 있는 차량의 환경을 개선하고 향후 전기자동차 개발 시에 활용될 수 있는 차량용 무선 자동제어 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 센서 네트워크 기반으로 센서로부터 수집된 데이터를 지그비 RF 모듈을 이용한 송수신 인터페이스 및 수신된 데이터의 처리를 통한 차량상태 정보 확인 및 제어 시스템을 개발하였다. 개발된 지그비 RF 모듈을 이용하여 시스템을 구현함으로써 저 전력, 저 전압으로 동작시켜, 시스템을 보다 안정적으로 개발할 수 있을 뿐 아니라 내구성도 높일 수 있으리라 예측된다. 또한, 차량의 내부 무선통신망과 무선 인터넷과 연결될 수 있도록 IEEE 802.15.4 Zigbee 통신 방식인 6LoWLAN 통신을 채택해 운영하도록 하였다.

본 논문의 구성은 1장 서론으로서 논문의 기본 지식을 설명하고 2장은 본문으로 시스템 구성과 무선 통신 네트워크 구성 방식 및

본 시스템은 기존의 배선위주의 유선방식을 탈피하여 센서와 제어 단말기 사이에 지그비 무선 통신방식을 이용하여 차량 내의 환경을 각종 센서를 통해 모니터링하고 분석하여 에어컨 및 난방기 등을 제어하여 쾌적의 상태를 유지 할 수 있도록 지원하고 조도를 센싱하여 백미러의 밝기를 제어할 수 있는 할 수 있도록 설계하였다.

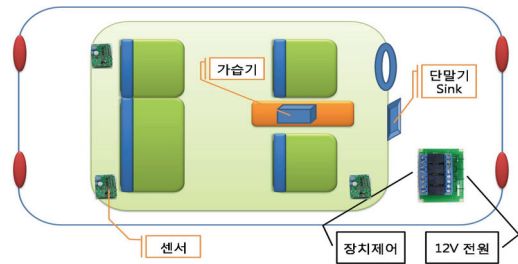


그림 1. 차량 내 시스템 구성도  
Fig.1 Inner System architecture of Car

위 <그림 1>은 본 시스템의 차량 내의 구성품의 위치를 보여주고 있다. 시스템은 차량내의 환경을 측정하기 위한 센서모듈, 무선 송수신모듈, sink 노드, 텔레매틱스 단말기로 구성된다. 센서모듈은 차량내의 온도, 습도, 조도의 데이터를 실시간으로 센싱하는 역할을 하며 무선 송수신 모듈에는 송신기, 수신기가 포함되어 있으며 센싱된 데이터를 송신기를 통하여 실시간으로 sink 노드로 무선을 통하여 데이터를 전달하는 역할을 하는데 통신방식으로는 지그비 전송방식을 사용하였고, 망의 구성형태는 star 토폴로지 구성방식을 이용하여 수집된 데이터를 서버로 신뢰성 있게 전송하는 역할을 한다.

그리고 sink 노드는 각각의 센서로부터 전송받은 raw 데이터를 디지털 신호로 변환해주고 이를 가공하여 유비쿼터스 단말기에 전달하는 역할을 한다. 유비쿼터스 단말기에는 센싱된 데이터를 이용하여 사용자 친화적 환경으로 사용자에게 디스플레이 해주어 사용자가 이를 제어할 수 있도록 해주는 모듈을 구현하였다. 구현한 제어모듈은 사용자가 차량 내 환경상태를 한눈에 파악할 수 있도록 사용자 친화적 환경을 위해 GUI 환경으로 구성하였다.

이를 위해 본 시스템에서는 마이크로프로세서와 온도 센서, 조도센서, 습도센서를 이용하여 차량내의 상태를 측정하고 실제 측정 정보를 서버에 전송하여 처리할 수 있는 시스템을 설계 및 개발하였으며, 온도센서의 측정

## II. 본 문

### 2.1 시스템 구성

치는 난방과 냉방을 제어하는 데 사용되며, 습도센서의 측정치는 가습기의 동작 상태를 제어할 수 있도록 하였다. 그리고 외부의 밝기를 조도센서로 측정하고 측정치를 이용하여 룸미어의 조도를 자동으로 조절하게 한다. 이러한 동작을 센서네트워크로 구성하여 무선으로 동작하게 하여 차량내의 많은 배선으로 인한 복잡한 구조를 단순화 시킬 수 있었으며, 또한 편리한 사용자 인터페이스 설계를 통해 텔레매틱스 단말기에서 직접 센서로부터 수신된 가공된 데이터의 상태를 조회할 수 있고, 차량내의 각 장치가 동작하는 임계치를 수정할 수 있게 GUI(Graphic User Interface)방식으로 구성하였다. 아래 <그림 2>는 차량 내에 설치된 시스템의 구성도 및 전체 시스템의 구성요소를 나타낸다. 각 센서와 액츄에이터(actuator), sink 노드는 지그비 방식으로 데이터 전송 및 장치의 동작 제어를 한다.

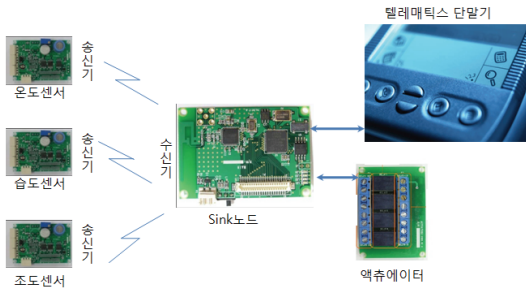


그림 2. 시스템 구성요소  
Fig. 2 System Architecture Components

### 2.2 무선 네트워크 구성

본 시스템에서는 지그비 통신의 무선 센서망을 사용하였는데 지그비는 IEEE802.15.4 MAC Layer와 PHY Layer를 제공하고 Networking Layer는 자체적으로 네트워크의 연결 및 라우팅을 알아내는 애드혹 방식을 이용한다. 그리고 응용계층은 메시지교환과 프로파일을 제공하고 보안은 MAC과 네트워크 어플리케이션 레이어에서 AES 128과 키관리를 사용하는 특성을 가진다<sup>[4]-[5]</sup>. 구현된 무선 네트워크는 지그비 네트워크의 가장 간단한 형태인 성형(Star) 네트워크 형태로 운영된다. 성형 네트워크는 하나의 PAN Coordinator(Sink) Device를 중심으로 네트워크를 구성하였다. 모든 Device들은 PAN coordinator에게 연결을 요청하고, PAN coordinator는 연결을 허락한 모든 device의 연결을 제어한다.

차량 내 성형 네트워크를 제어하는 PAN coordinator

는 차량 내부의 센서 네트워크 제어와 각 센서 기기의 정보를 수신하고 센싱 데이터의 처리 및 액츄에이터의 구동 기능을 수행한다. 네트워크 제어는 각 센서 기기의 연결 요청을 받고 각 센서 기기에 간단한 네트워크 주소를 할당한다. 센서 기기들은 주기적으로 센서의 정보를 전송하는데 PAN coordinator가 이 정보를 수신하고 이 정보를 분석하거나 해당 관리자에게 전송해 준다. 또한, PAN coordinator는 센싱 정보의 처리 결과에 따라 구동시켜야 할 기기를 정하고 제어 정보를 전송하여 기기들이 작동하도록 한다.

아래 <그림 3>은 스타형태의 무선 네트워크 구성 형태를 보여주고 있다.

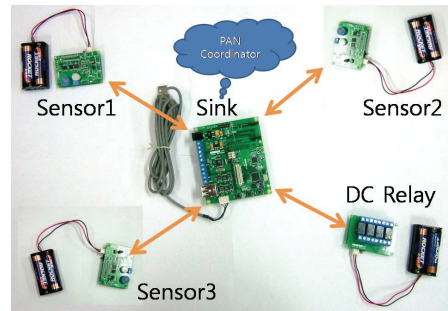


그림 3. 성형 네트워크  
Fig. 3 Star Network

### 2.3 통신 프로토콜

기존의 센서 네트워크는 Non-IP 기술을 활용하고, 게이트웨이를 통해 IP 네트워크와 연동되는 형태로서 자체 프로토콜을 이용하는 센서 노드는 인터넷과 직접 연동되지 않는 구조이다.

그러나 본 시스템에서는 차량 무선 통신 네트워크가 광대역 인터넷망에 직접 연결될 수 있도록 6LoWPAN 센서 네트워크 기술을 적용하였다. 6LoWPAN 기술은 최근 IETF에서 표준화가 진행되고 있고 센서 네트워크와 IPv6 네트워크를 직접 연동하는 기술로, 개별 센서 노드까지 IPv6 스택을보유하는 형태이다. IETF의 6LoWPAN Working Group은 지난 1여 년 동안 IPv6용 Adaptation Layer 기술표준에 주력하였다. 구체적으로 IPv6를 IEEE 802.15.4 기반 Low-Rate WPAN에 어떻게 적용할 것인지를 연구하였으며, 아래그림과 같이 IPv6 Packet 전달을 위해 IEEE 802.15.4 MAC 계층과 IPv6 계층 사이에 Adaptation Layer를 두어 아래와 같은 기능들

을 수행하도록 하였다. 아래 <그림 4>는 6LoWPAN 프로토콜 스택 구조를 보여주고 있다. 6LoWPAN 센서노드들은 6LoWPAN을 인터넷과 연동할 수 있는 게이트웨이를 통해 IP 네트워크에 연동될 수 있는 구조로 운영된다.

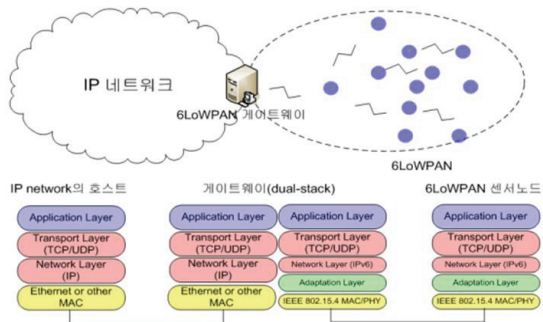


그림 4. 6LoWPAN 프로토콜 스택 구조  
Fig. 4 6LoWPAN Protocol Stack Architecture

6LoWPAN이 사용하고 있는 IEEE 802.15.4 기술은 이미 ZigBee에서 채택되어 사용되고 있는 기술이다. ZigBee는 현재 자체적인 Network Layer를 통해 네트워킹 기능을 제공하고 있으며 6LoWPAN 기술들은 ZigBee의 Network Layer를 대체하고자 개발되고 있으므로 향후 6LoWPAN 기술을 통해 USN 사용자는 어디서든 IPv6를 통한 통신이 가능하게 될 것이다.

본 시스템에서 데이터 전송을 위해 사용되는 패킷은 헤더와 페이로드 부분으로 나누어지는데 헤더에는 센서 모듈의 종류, 데이터의 유효여부, 프레임번호, 데이터의 길이, 프레임 번호 지그비 모듈의 주소, 수신시 에어체크를 위한 chrcksum 등의 필드가 들어가고, 페이로드영역에는 온도, 습도, 조도를 측정시작한 시간과 각각의 온도, 습도, 조도의 데이터를 기록하게 된다. 이들 데이터는 센서에서 sink 노드로 무선으로 송수신하게 되고 sink노드에서 텔레메틱스 단말기로는 유선, 그리고 단말기에서는 제어신호를 sink 노드로 전송하고 싱크노드에서는 액추에이터를 제어하여 시스템을 제어하게 된다.

제안된 시스템의 통신프로토콜의 흐름도는 <그림 5>와 같다. 그림에서와 같이 프로토콜은 온도, 습도, 조도 데이터를 센싱하는 센서모듈, 센서모듈로부터 데이터를 요청하고 텔레메틱스와의 신호 정합을 위한 싱크노드, 텔레메틱스 단말기, 액추에이터 모듈로 나누어져 있다.

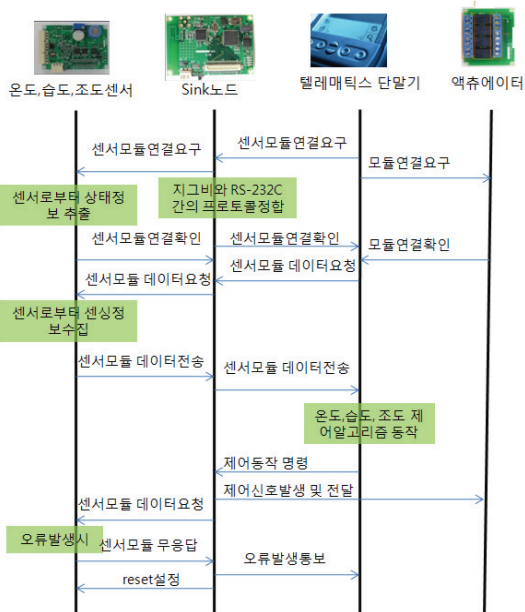


그림 5. 제안 시스템의 프로토콜 흐름도  
Fig. 5 Protocol Flowchart of Proposed System

싱크노드와 센싱단말장치는 지그비 기반의 RF를 이용하여 상태를 확인한다. 모니터링장치로부터 각종 기능 확인 명령은 싱크노드에서 해석되고, 지그비 RF 모듈을 통하여 해당 각 센싱단말장치로 전달한다. 이를 수신한 센싱단말장치는 상태 레지스터 값을 읽어서 상태 정보 메시지를 생성한다. 텔레메틱스 단말기와 싱크노드간은 RS-232C를 사용하고, 텔레메틱스 단말기와 센싱단말장치간은 별도의 지그비 프로토콜을 정의한다.

#### IV. 결론

향후 모든 자동차 시스템들은 전자 장비들을 통해 자동화 시스템으로 구현되어 갈 것이며 통신의 비약적인 발전으로 인해 모든 시스템들이 단일 네트워크 상에 이루어질 것이다. 본 논문에서는 자동차를 대상으로 현재 차량 내부의 망 구성을 효율적으로 할 수 있고 각종 기기의 제어의 편의성을 위하여 센서 네트워크 기반의 무선 통신 자동화 시스템을 구현하였다. 또한, 이러한 무선 통신 자동화 시스템이 인터넷과 연결될 수 있도록 6LoWPAN 무선 통신 방식을 적용하였다. 구현된 시스템은 센서로부터 수집된 데이터의 지그비 RF 모듈을 이용한 송수신

모듈을 개발하여 텔레매틱스 단말기에서 차량의 상태를 파악할 수 있도록 하였다. 본 시스템이 개발을 통하여 향후 유비쿼터스를 위한 센서 네트워크 기반의 이동체 자동화 시스템 기반 기술을 획득하고, 이를 임베디드 시스템 구현으로 유사 자동화 시스템을 효과적으로 개발할 수 있는 기술을 축적할 수 있을 것으로 기대되며 또한, 전기자동차 개발에 있어서도 배선을 효과적으로 줄이며 각종 차량 내부의 자동화기기를 효과적으로 제어할 수 있는 차량 통신 네트워크로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 차량 통신 네트워크의 개발은 유비쿼터스 통신 시대를 앞당겨 사용자들의 편리성을 증진시킬 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] 장선호, 이민경, 김재준 "유비쿼터스 센서 시장 및 기술 동향", IITA 기술정책 보고서, 2006  
 [2] <http://www.iuf.or.kr/>

[3] H. Kimura and Y.Himono et al., "The development of the advances protocol for automotive local area multiplexing network," SAE paper 940365, 1994.  
 [4] ZigBee Alliance, 2005. ZigBee Specifications, version 1.0, April 2005.  
 [5] Baronti, et. al., "Wireless sensor networks: wireless sensor networks: a survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards," Computer Communications 30 (7), May, pp. 1655 - 1695, 2007.  
 [6] Jedermann, R., Behrens, C., Westphal, D., Lang, W., "Applying autonomous sensor systems in logistics -. Combining sensor networks, RFIDs and software agents," Sensors and Actuators A : Physical 132(1), pp. 370 - 375, 2006.

### 저자 소개

#### 조 해 성(정회원)



- 1994년 2월 : 전북대학교 전자공학과 (공학사)
- 1996년 2월 : 전북대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2001년 2월 : 전북대학교 전자공학과 (공학박사)
- 2009년 현재 : 건양대학교 전자정보공학과 교수

<주관심분야> RFID/USN 기술, 통신 자원할당 기술, 센서 네트워크, Ad-Hoc Network, BCN

#### 조 주 필(정회원)



- 1992년 2월 : 전북대학교 정보통신학과 졸업
- 1994년 2월 : 전북대학교 전자공학과 석사
- 2001년 2월 : 전북대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년~2005년 ETRI 이동통신연구단

선임연구원.

- 2005년~현재 군산대학교 전파공학과 부교수.
- 2006년 ~ 2007년 ETRI 초빙연구원.

<관심분야> 통신신호처리, 적응신호처리, 4세대 이동통신기술, Cognitive Radio, UWB