

# WPAN기반 자동차 블랙박스 시스템 설계

김민영\* · 장종욱\*

\*동의대학교 컴퓨터공학과

A design of Automobile Black Box System based on WPAN

Minyoung Kim\* · Jong-wook Jang\*\*

\*Dong-Eui University

E-mail : kmyco@deu.ac.kr

## 요 약

본 논문은 기존 자동차 블랙박스 시스템에서 교통사고 현장정보를 분석할 때 좀 더 명확한 현장정보를 수집하기 위해 정보수집에 사용되는 각 센서(정보수집센서)의 설치 위치의 제약을 해결하고자 각 정보수집센서를 무선으로 연결하기 위해 WPAN(Wireless Personal Area Network)을 적용한 시스템을 설계한다.

## 키워드

WPAN(Wireless Personal Area Network), Black Box, OBD, KS R 5076

## I. 서 론

지금의 자동차 블랙박스는 IT 기술의 발전으로 많은 기능이 추가된 제품이 저렴한 가격으로 출시되고 있다. 이에 힘입어 많은 자동차 운전자들이 필수적으로 구매하여 사용하는 에어백 ABS와 같은 필수 자동차 부품 중 하나가 되고 있다.

현재 출시된 자동차 블랙박스는 사고현장 정보를 수집하는 데 필요한 센서들이 본체에 내장된 일체형이 주류를 이루고 있다. 고급형 제품들은 사고 발생 여부를 판단하기 위한 센서와 카메라를 외부 모듈로 제공하며 본체와 유선으로 연결해야 한다. 외부 모듈의 유선으로 연결은 사용자가 직접 설치하기 어려워 전문설치업체에서 의뢰해야 하며 그 설치비용은 사용자가 부담해야 한다.

지금의 블랙박스는 카메라가 자동차의 전방화면을 촬영하기 위해 대부분 자동차의 룸미러 뒤에 부착한다. 일체형으로 나오는 제품은 전방에서 난 사고발생 여부를 정확하게 감지할 수 있지만, 후방이나 측면에서의 사고발생 여부는 조금 부정확하게 감지한다. 이를 보완하기 위해 고급형 제품들은 본체와 유선을 통해 자동차의 후방 또는 좌측면에 사고감지 센서모듈을 부착한다. 이 센서

들은 자동차에 내장 설치해야 하므로 자동차의 일부분 들어내는 작업이 포함되어 있어 전문설치업체에 이 센서들의 부착의뢰를 해야 한다.

이러한 부분 탓에 추가로 센서들을 하기엔 역부족이다. 만약 여러 센서를 추가하면 교통사고 당시 현장정보를 많이 수집할 수 있고 그렇게 수집한 자료는 기존의 교통사고 수집 정보보다 더 명확한 사고현장 분석할 수 있도록 돕는다.

본 논문은 자동차 블랙박스에서 정확한 사고감지 및 사고정보 수집을 위해 본체에 내장된 각 센서들을 외장 모듈화 후 수집한 데이터를 근거리에서 무선으로 데이터 통신이 가능한 WPAN(Wireless Personal Area Network)을 이용하여 본체로 전달하는 자동차 블랙박스 시스템을 설계하고자 한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 KS R 5076

본 논문의 시스템은 지식경제부 기술표준원의 '자동차용 사고 기록 장치(KS R 5076)'를 바탕으로 설계한다. KS R 5076(이하 표준)에서 제시하는 블랙박스의 전체적인 구조는(그림 1)과 같다. 크

계 사고 기록 정보, 사고 기록 장치, 사고 분석, 그리고 통신 인터페이스 총 4가지 범주를 구성하며 (표 1)은 표준에서 제시하는 각 구성요소(범주) 별 역할을 약식으로 명시했다

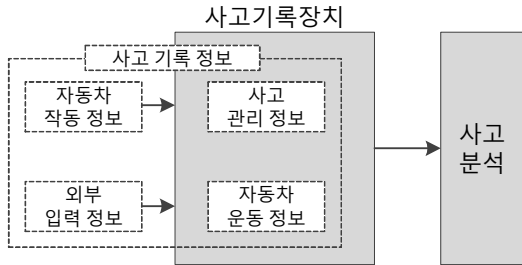


그림 1. 표준에서 제시하는 자동차 블랙박스의 전체 구성도[1]

표 1. 표준에서 제시하는 자동차 블랙박스 구성요소에 따른 기능 [1]

구성요소	기능
사고 기록 정보	- 사고 기록 장치가 자동차 충돌 사고 시점을 기준으로 충돌 전·후의 일정 시간 동안 기록하는 정보 - 사고 관리 정보, 자동차 운동 정보, 자동차 작동 정보, 외부 입력 정보로 구성
사고 기록 장치	- 사고 기록 정보를 전자기 기록 매체에 저장할 수 있는 장치 - 데이터 신호 처리부, 데이터 연산 처리부, 읽기쓰기 기억장치로 구성
사고 분석	- 사고 기록 장치에 저장된 사고 기록 정보를 데이터 입력 처리부로 전송 받아 전자 문서 파일로 변환하고, 변환된 전자 문서 파일을 분석하여 디스플레이 화면이나 종이 등에 시각화시켜 제공하는 장치
통신 인터페이스	- 사고 기록 장치가 사고 기록을 수집하거나 출력할 때 사용되는 통신 인터페이스 - 자동차 작동 정보 : 차량 내부 네트워크와 사고 기록장치간 통신 인터페이스 - 외부 입력 정보 : GPS정보, 카메라영상 등 외부 입력장치와 사고 기록 장치간의 통신 인터페이스 - 사고 기록 장치에서 수집된 데이터를 사고 분석 장치로 전송하기 위한 유·무선 인터페이스

본 논문에서는 (표 1)의 구성요소 중 통신 인터페이스 범주를 단거리에서 무선으로 데이터 통신이 가능한 WPAN로 설계하고자 한다. 이는 WPAN 표준제정인 IEEE의 802.15에서 '통신 범위가 10m인 네트워크'라고 명시되어 있는데 개인용 자동차 전장의 크기가 보통 4~6m를 고려하면 WPAN를 적용할 수 있다고 사료된다[2][3]

## 2.2 ZigBee

ZigBee는 낮은 통신속도, 낮은 전력소비 및 저비용의 '3가지 LOW' 특징을 가진 WPAN이다. 또한, 여러 토폴로지(스타, 메시, 그리고 클러스터 트리)지원, Ad-hoc기능 추가, 그리고 보안기능(우선)이 탑재된 네트워크이다[4]

ZigBee는 IEEE의 802.15.4 규격에 속한다. IEEE 802.15.4는 무선센서 네트워크에 적용하는 저속 통신속도의 WPAN을 설계한다. ZigBee는 IEEE802.15.4에서 미디어 액세스(MAC)층 규격만 따르고 상위 프로토콜은 ZigBee 연합에 의해 별도 개발되고 있다.

(표 2)는 Zigbee의 주파수대인 2.4GHz를 동일하게 사용하는 IEEE802.15.1(Bluetooth), IEEE802.11b(WLAN), 그리고 IEEE802.15.4(Zigbee) 규격을 비교하였다.[4]

본 논문에서는 WPAN중 ZigBee를 이용한 통신인터페이스를 설계하고자 한다 이는 위에서 명시한 ZigBee의 '3가지 LOW'의 장점이 장시간 운영이 요구하는 본 논문의 시스템에서는 적격이라 사료된다.[4]

하지만 본 논문의 시스템에서는 (표 1)의 '통신 인터페이스' 범주 중 '자동차 작동 정보' 및 '외부 입력 정보'에 사용되는 각 센서에만 사용하도록 제한한다. 대표적인 사례는 '사고 분석 장치와 '사고 기록 장치'의 통신 인터페이스는 많은 데이터를 고속으로 통신이 이루어져야 하므로 이러한 사례에서는 IEEE802.15.1(Bluetooth)이나 IEEE802.11b(WLAN)로 본 논문에서는 제시한다

표 2. 2.4GHz 대역 무선 통신 규격 비교[4]

IEEE규격	IEEE802.11b	IEEE802.15.1	IEEE802.15.4
마켓 명칭	Wi-Fi	Bluetooth	Zigbee
주파수	2.4GHz		
통신거리	100m	10m	30m
통신속도	11Mbps	1Mbps	250Kbps
네트워크 용량	32노드	7노드	65,536 노드
스택 용량	1MB이상	250KB이상	16~128KB
전지수명	수시간	수일	수년
활용분야	무선 LAN	무선 음성	제어계측

## III. 시스템 개요

본 논문에서 설계하는 자동차 블랙박스 시스템은 (그림 2)와 같이 구성된다. 카메라를 제외한 다른 정보수집센서들은 ZigBee 기반 PAN(Personal Area Network)로 구성 된다.

### 3.1 정보수집센서

(그림 2)는 본 논문에서 제시하고자 하는 자동차 블랙박스의 개념 구성도이다 자동차 내에서 본 시스템에서 필요한 정보수집센서들을 배치한 모습을 표현하였다. (그림 2)의 상단 가운데 있는 EDR은 Event Data Recorder 약자로서 자동차 블랙박스의 또 다른 용어이다 EDR은 표준에서 제시하는 '사고 기록 장치'의 역할을 함과 동시에 ZigBee의 코디네이터 및 라우터 역할과 Wi-Fi의 라우터 역할을 겸한다. 이는 각 정보수집센서로부터 정보를 수집하기 위함과 동시에 데이터 흐름을 조절하기 때문이다

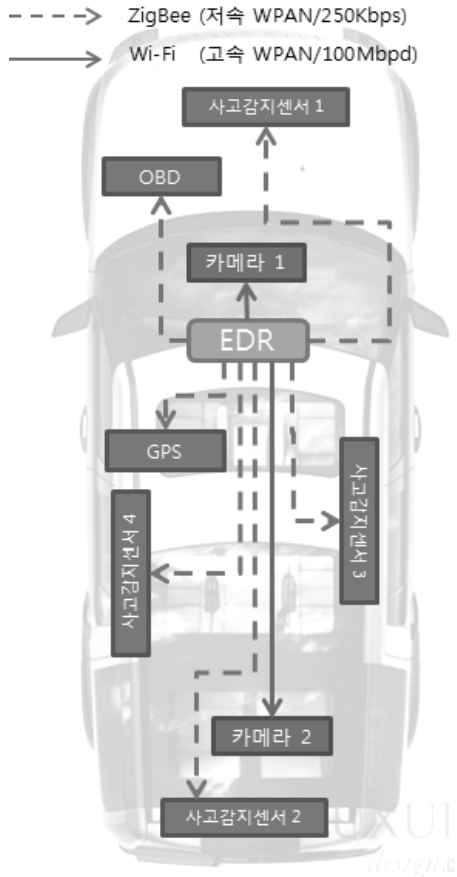


그림 2. 설계 시스템 구성도

‘사고 감지 센서’ 부분은 사고가 어디에서 발생하는지 감지하기 위해 사용되며(외부 입력 정보 중 하나), 자동차의 동서남북 방향으로 배치하였다.(그림 2)에서는 4개를 배치하였지만 추가로 배치할 수 있다. ‘사고 감지 센서’는 사고발생 시 곧바로 ‘EDR’로 바로 사고 여부 및 사고 정보(가속도, 요속도, 충격량 등)를 전송한다.

‘GPS’ 부분은 자동차의 현재 주행위치를 수집 위해 사용되며(외부 입력 정보 중 하나), 자동차의 시동이 켜지는 순간부터 실시간으로 ‘EDR’에 전달된다. 배치 위치는 차의 어느 부분에 상관없이, 본 논문에서는 이해를 돕기 위해 (그림 2)에는 차량 중앙에 배치해 두었다. 본 논문에서는 상세한 주행정보를 수집하기 위해 초당 10Hz/sec 되는 GPS 모듈을 탑재하는 것을 권장한다.

‘OBD’ 부분은 자동 (표 1)의 ‘사고 기록 정보’ 범주 중 ‘자동차 작동 정보’를 수집하기 위해 사용되며, 자동차의 OBD단자(J1962 F-보통 자동차 운전대 밑에 위치, 차종마다 다름)에 설치한다. 이는 자동차 내부 네트워크에 연결 후 OBD 프로토콜을 이용해 자동차의 정보를 수집할 수 있기 때문이다. ‘GPS’ 부분과 같은 이유로 실시간으로 전송된다.

‘카메라’ 부분은 ‘사고 기록 정보’ 범주의 ‘외부 입력 정보’ 중 하나이지만 사고 정보를 영상으로 담은 역할을 한다. 다른 센서들과 다르게 용량이 큰 데이터에 속하는 영상정보를 다루고 있어 전송대역 폭이 크면서 고속으로 통신할 수 있는 Wi-Fi를 이용해 영상정보를 저장한다. 이때 ‘카메라’ 부분은 IP카메라 기술을 적용된다(그림 2)에서는 이해를 돕기 위해 2개를 배치하였지만 추가로 배치할 수 있다.

본 논문에서 제시하는 시스템에서 사용되는 각 정보수집센서는 무선으로 모든 통신이 이루어지기 때문에 사용자가 원하는 곳에 배치 및 손쉬운 설치를 할 수 있다는 장점을 있을 수 있다.

### 3.2 ZigBee 네트워크 구성

본 논문의 시스템은 ZigBee가 지원하는 토폴로지 중 스타 형으로 설계한다. 이는 먼저 노드 구성이 간단한 점, 1홉 통신으로만 가능하기 때문에 데이터전송 최대 지연시간을 일정범위로 제어할 수 있는 점, 그리고 저비용의 단말기로 구성이 가능하다.[4]

ZigBee의 물리디바이스 타입은 FFD(Full-Function Device)와 RFD(Reduced-Function Device) 2가지가 있다. FFD와 RFD의 차이는 전송 착신지 주소에 따라 적절한 통신경로를 선택하는 기능인 라우터(Router)와 PAN을 전체적으로 관리하는 노드의 역할을 하는 코디네이터(Coordinator) 기능 유무이다. FFD는 라우터와 코디네이터기능을 지원하지만 RFD는 두 기능이 없고 단지 엔드 디바이스(End Device) 기능만 수행한다. 그래서 FFD는 두 기능을 수행하기 위해 MAC계층의 Stack 크기가 RFD보다 커지기 때문에 RFD보다 다소 구매비용이 비싸다.[4]

본 논문의 시스템은 사고 기록 장치에는 FFD를 포함하며 자동차 작동 정보 및 외부 입력 정보들을 수집하기 위한 각 정보수집센서들은 RFD를 포함하여 ZigBee 통신 디바이스 구입비용이 줄어든다.

### 3.3 정보수집센서 하드웨어

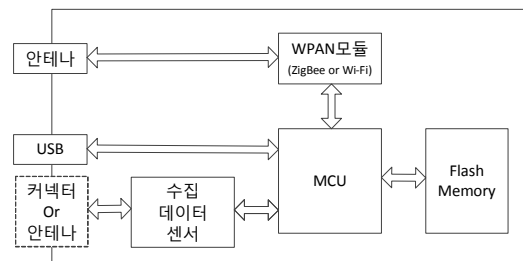


그림 3. 정보수집센서 공통 하드웨어 내부 개념도

(그림 3)은 본 논문에서 제시하는 시스템에서 사용되는 각 정보수집센서의 공통적인 하드웨어의 논리적인 설계 구성도이다

(그림 3)의 'MCU' 부분은 '수집 데이터 센서'에서 필요 자료를 수집하여 정규화 과정을 거친 후 'WPAN 모듈'을 거쳐 'EDR'으로 정규화 된 데이터를 보냄과 동시에 'Flash Memory' 부분에도 저장한다. 이는 'EDR'에 데이터가 전송되지 못한 경우를 대비해 자신이 수집한 정보를 저장한다.

'수집 데이터 센서' 부분은 각 담당 센서를 가지고 있다. 만약 '수집 데이터 센서'가 연결 커넥터 또는 안테나가 필요하면 부가적으로 배치할 수 있다. 대표적으로 'GPS'는 외부 안테나를 배치할 수 있고, 'OBD' 부분 같은 경우 자동차 내부 네트워크로 연결하기 위해 'J1962 M형' 커넥터가 필요하다.

'WPAN 모듈'은 카메라는 Wi-Fi를 배치하고, 제외한 나머지 정보수집센서들은 ZigBee RFD 모듈을 배치한다. 해당 모듈은 외장 안테나를 선택적으로 배치할 수 있지만, 보통은 'WPAN 모듈'에 내장된 안테나를 사용한다.

Wi-Fi와 ZigBee는 같은 2.4GHz 주파수 대역을 사용하는데, 이 경우 주파수 상호 간섭문제가 발생한다. 그래서 본 시스템에서는 Wi-Fi와 ZigBee의 각 채널을 다르게 할당하여 서로 공존하여 두 가지 방식이 동시에 통신이 될 수 있도록 설계한다. 이 부분은 각 정보수집센서를 개발할 때 'WPAN 모듈' 부분에서 설정해야 한다.[4]

위의 내용 설계되는 내용 이외에 각 정보수집센서의 환경설정 및 'Flash Memory'에 저장된 내용을 PC에서도 설정 및 저장된 기록을 열람하기 위해 USB 통신을 위한 커넥터도 추가와 무선으로 동작하는 각 정보수집센서의 특성 때문에 각 정보수집센서는 일반 9V 전지를 포함하는 것도 추가로 설계한다.

### 3.4 '사고 분석'을 위한 소프트웨어

앞서 2.2절에서 이 부분에 대해서는 Bluetooth 이나 WLAN로 제시한 적이 있다.

'사고 기록 장치'에서 저장한 파일들을 '사고 분석'을 위한 장치(전용 단말기 또는 PC)로 고속으로 전송하기 이유도 있지만 스마트폰 또는 노트북PC와 '사고 기록 장치'와의 통신을 무선으로 하려는 부가적인 이유도 있다.

이는 사용자와 '사고 기록 장치'의 접근성을 높이기 위해서다. 사용자가 자신의 자동차에서 바로 노트북PC 또는 스마트폰으로 '사고 기록 장치'를 접속해 기록된 파일을 무선통신으로 쉽게 열람할 수 있도록 한다.

또한 고속의 통신은 사용자가 자동차를 운전 중 수집되고 있는 정보 중 원하는 정보를 확인도 가능하다고 사료된다. 그래서 본 논문의 시스템은 스마트폰에서 '사고 기록 장치'와의 통신 기능 및 실시간 모니터링이 가능한 어플리케이션 개발을 제시한다.

## IV. 결 론

본 논문은 KS R 5076 표준을 바탕으로 WPAN 중 ZigBee와 Wi-Fi를 혼합한 통신 인터페이스를 채택하는 자동차 블랙박스 시스템을 설계하였다.

하지만 WPAN의 모듈구매가격이 저렴하지 않다는 점과 '카메라'부분에서 사용되는 IP카메라는 지금보다 더 나은 영상화질 개선 및 가격 저렴하지 않다는 문제는 지금 본 논문의 시스템을 구현하기 어려운 문제점에 속한다. 이 두 문제점이 어느 정도 개선되는 시점이 온다면 본 논문의 시스템 개발을 할 수 있는 시점이 온다고 사료된다.

### 감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업(No.C0028420)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

### 참고문헌

- [1] 지식경제부 기술표준원 "자동차 사고 기록 장치 KS R 5076", 2007. 11.
- [2] 윤명현, "KEIT PD ISSUE VOL 11-9 : 이슈 2 WPAN기술 표준동향", 한국산업기술평가관리원, 2011. 11.
- [3] 자동차의 크기 및 장치, <http://sangjun.info/150045411724>
- [4] 정립, "실천입문 네트워크 ZIGBEE 개발 핸드북", 홍릉과학출판사, 2009. 11.