

차량용 네트워크 활용을 위한 5GHz WiFi 설계 및 분석

유환신
호원대학교 기계자동차공학과

5GHz Wi-Fi Design and Analysis for Vehicle Network Utilization

Hwan-Shin Yu
Department of Mechanical Automotive Engineering, Howon University

요약 사물인터넷 기술의 발전에 따라 사물 간 데이터 통신이 확장되고 있는 추세이다. 관련 기술을 차량에 접목하고자 하는 차량간 데이터 통신기술과 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다. 이동식 단말의 데이터 통신을 위해서는 데이터 안정성과 신뢰성, 실시간성이 보장되어야 한다. 무선 네트워크의 대역폭과 통신 속도, 무선 포화도에서 유리한 5GHz Wi-Fi 대역을 차량간 데이터 통신 네트워크로 선정하였다. 5GHz Wi-Fi 네트워크를 차량용 네트워크에 설계 및 구현하기 위한 분석을 진행한다. 이동통신 단말장치의 특성을 고려하고 고속데이터 스위칭이 가능하도록 연속적 가변 통신 구조를 제안한다. AP접속 절차를 단순화해 무선 단말 간 접속시간 지연을 줄인다. TCP/IP기반 DHCP 서버 기능을 제한하고 동보전송 프로토콜 방식으로 구현함으로써, 단말장치간의 통신지연을 개선한다. 일반적인 상용 Wi-Fi 통신 방식과 대비하여, 접속 동작 및 반응속도가 5초 이상 향상되었다. 이 방식을 활용하여 차량 간 다양한 이벤트 데이터 통신에 확장 적용이 가능하다. 또한 무선 데이터 기반 지능형 도로망과 자율주행을 위한 체계로 확장이 가능하다.

Abstract With the development of water internet technology, data communication between objects is expanding. Research related to data communication technology between vehicles that incorporates related technologies into vehicles has been actively conducted. For data communication between mobile terminals, data stability, reliability, and real-time performance must be guaranteed. The 5 GHz Wi-Fi band, which is advantageous in bandwidth, communications speed, and wireless saturation of the wireless network, was selected as the data communications network between vehicles. This study analyzes how to design and implement a 5 GHz Wi-Fi network in a vehicle network. Considering the characteristics of the mobile communication terminal device, a continuous variable communications structure is proposed to enable high-speed data switching. We simplify the access point access procedure to reduce the latency between wireless terminals. By limiting the Transmission Control Protocol Internet Protocol (TCP/IP)-based Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) server function and implementing it in a broadcast transmission protocol method, communication delay between terminal devices is improved. Compared to the general commercial Wi-Fi communication method, the connection operation and response speed have been improved by five seconds or more. Utilizing this method can be applied to various types of event data communication between vehicles. It can also be extended to wireless data-based intelligent road networks and systems for autonomous driving.

Keywords : WiFi, Automotive, Algorithm, Network, System, Design

본 논문은 2020년도 호원대학교 교내학술연구비의 지원에 의해 수행되었음

*Corresponding Author : Hwan-Shin Yu(Howon Univ.)

email: hsyu@howon.ac.kr

Received May 11, 2020

Accepted August 7, 2020

Revised June 23, 2020

Published August 31, 2020

1. 서론

차량의 데이터 통신을 위한 기술은 국내의 대기업 통신사와 글로벌 IT 기업들의 관심분야이다. 자율주행, 인공지능, 영상 인식능력, 주행 시 위험회피 능력 등 다양한 분야의 기술이 개발 중이다. 안전운행을 위한 차량간 네트워크 구축 및 통제 장치의 구현[1]은 핵심적인 요소라 할 수 있다.

차량 간 데이터 통신을 위해, 모발일 네트워크 또는 사물인터넷 기술이 활용되고 있다. LTE-m(LTE Machine Type Communication), NB-IoT(Narrow Band Internet of Things), LoRa(Long Range)등의 위치 추적용 데이터 통신 체계가 있으며, 5세대 이동통신 기반 V2X(Vehicle to Everything)기술은 산업 표준화 및 요구사항을 정립 중에 있다. 모바일 네트워크인 4G/5G 등은 이동통신사에 네트워크 환경에 제약을 받는다. 따라서 ISM 상용 무선 네트워크 대역을 사용하는 5GHz Wi-Fi 기술을 이용하며 차량 간의 데이터 통신을 연동하는 구성설계 방법을 제안한다.

2. 선행 연구 분석

2.1 단말장치 기술

차량의 데이터 통신을 위한 단말장치[2]는 조작의 실시간 반응성을 위해 RTOS(Real-Time Operating System) 기반의 시스템[3]으로 설계하거나 고사양의 CPU자원을 활용하는 Linux OS 또는 Window CE 기반으로 설계되고 있다.

단말장치는 차량의 운행조건과 환경조건을 고려하여 내구성이 강한 파일시스템[4] 기반으로 설계되어 데이터의 기록과 보존을 담당한다. 또한 차량의 자율주행 기능과 인공지능이 보완되면서 영상 데이터의 처리가 필요하며, 내부에 저장하고 검색하고 판독하는 용도로 활용하고 있다. 이 과정에서 파일시스템의 복원성[5]과 고급 검색 기능은 필수적[6]이다.

또한 안전운전의 지원을 위해 ADAS(Advanced Driver Assistant System)의 기능[7]을 활용하여 전방, 후방 충돌방지 알고리즘[8]등이 지원되고 있다.

2.2 통신 기술

단말장치의 기술에 통신기술을 접목하여 교통감독 관제 시스템의 연구[9], 지향성 보안인증 관련 기술[10], 이

동 단말장치의 경로를 관리하는 기술[11], 대중교통의 승하차 관리 시스템[12] 등에 활용되고 있다.

3. 시스템분석 설계 및 구현

3.1 차량용 5GHz 네트워크 구성

차량의 정보를 고속으로 송수신하기 위해서는 2.4GHz Wi-Fi 네트워크 보다 5GHz Wi-Fi 네트워크가 유용하다. 802.11n을 지원하는 2.4GHz 대비, 802.11ac의 5GHz Wi-Fi를 지원하는 네트워크는 최대 1Gbps의 데이터의 전송이 가능하다. 이러한 부분은 5G의 성과와 유사하기 때문에 다양한 멀티미디어 부가 정보의 고속 전송에도 유리하다. 또한, 대역폭이 충분히 확보된 네트워크는 고속의 데이터 송수신이 가능하고, 빠른 프로세싱을 통해서 연결지향성, 비지향성에 따른 데이터 후처리 가능하고 다른 단말장치에 채널의 대역폭을 더 할당할 수 있게 해준다. 이러한 부분은 밀집지역 내에서의 데이터 효율성을 높여주게 된다.

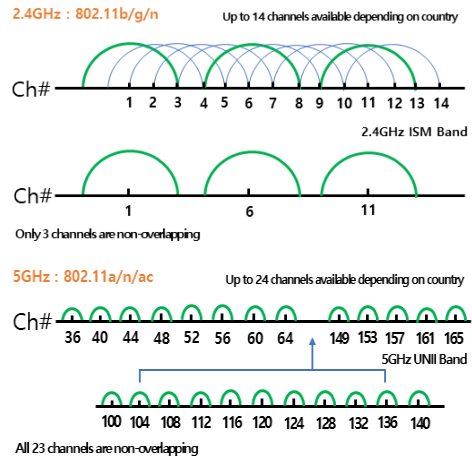


Fig. 1. 2.4GHz and 5GHz Wi-Fi Network Roaming Plan

Fig 1과 같이 2.4GHz Wi-Fi 네트워크는 채널 간섭을 회피하기 위하여 최대 3개의 로밍 회피 채널을 설정[13]할 수 있지만, 5GHz Wi-Fi 네트워크는 최대 24개 채널을 독립적으로 사용이 가능하며, 도심 밀집지역에서의 차량용 단말장치 네트워크를 구성하더라도 간섭 가능성이 낮아지게 됨으로써, 단말장치간의 신뢰성을 확보할 수 있다.

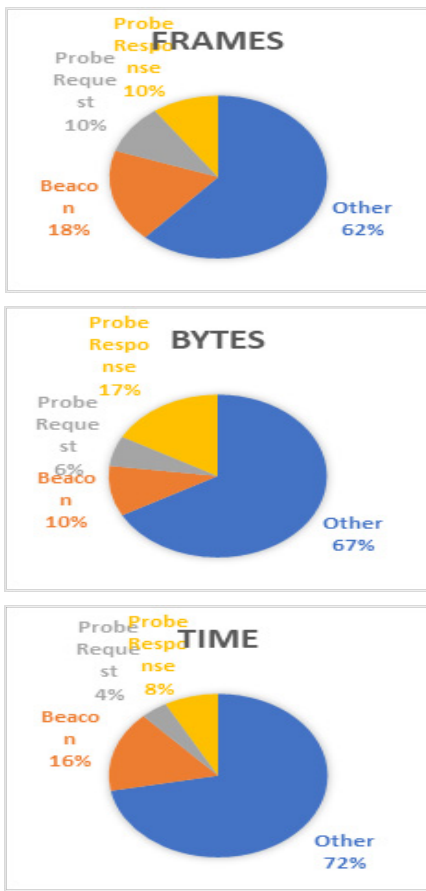


Fig. 2. Example of Overhead from Unconnected Wi-Fi Clients

Fig 2와 같이 AP 또는 직접 통신을 수행하기 위해서는 기본적으로 발생하는 시스템의 부하가 있음을 알 수 있다. 2.4GHz 기반의 단말기가 가지는 시스템 소비시간은 28%이기 때문에, 150Mbps로 접속되는 AP 집중 방식의 네트워크에서 차량과 같은 단말장치는 단위 시간당 105Mbps 급 대역폭을 확보한 이후, 통신을 종료해야 한다. 그러나, 5GHz 1Gbps 대역폭에서는 단위 시간당 최대 716Mbps 대역폭을 확보할 수 있기 때문에 7배 이상의 빠른 데이터 처리가 가능하다.

3.2 단말 간 통신을 위한 부하 해소 방안

응용 프로세서가 Wi-Fi 네트워크로부터 데이터를 수신하는 방식은 Fig 3과 같다. MAC(Media Access Control) 프로토콜에 의해서 물리적인 레이어와 데이터 처리 계층에서 하드웨어 가속을 통해 2차래 데이터를 추출하고, 그 상위 네트워크 계층에서 실제 TCP/IP상의

Socket API를 연동하여 데이터의 활용이 가능하다.

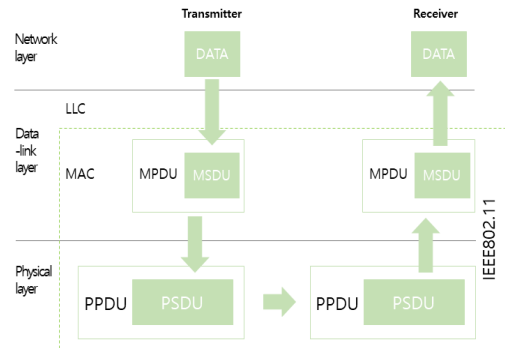


Fig. 3. Simplified view of OSI model and packet encapsulation

이동식 단말장치간의 통신에서 상호 통신을 위한 접속이 지연되는 이유는 Beacon 데이터를 수신받지 못하거나 AP 대상을 확인하지 못하기 때문에 발생 할 수 있다. Fig 4와 같이 TCP/IP 기반의 데이터 네트워크 체계에서 IP획득을 완료한 이후, TCP 수준의 연결지향 프로토콜을 올린다면 매우 많은 시간이 소비되고 이로 인해 최대 15초까지 시간이 소요될 수 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 단말간 통신방식을 정의하여 최종 데이터를 송수신하는데 걸리는 시간까지의 절대적 소요시간을 감소시켜야 한다.

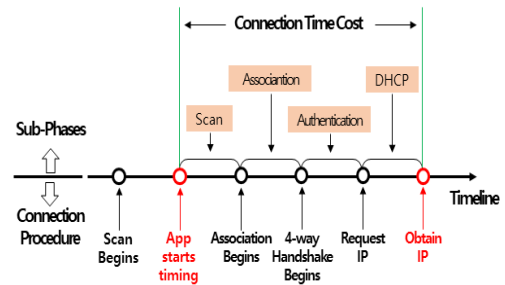


Fig. 4. Timeline of network activities when a mobile device connects to a Wi-Fi AP

단말장치간의 물리적 링크 기반의 최초 인증이 완료되면, 대역폭 설정을 하게 되어있는데, 신뢰성을 가지는 네트워크에만 접속을 시도하기 때문에 이러한 Handshake 동작을 생략하고, QAM-16~QAM256으로 단변에 변환시킨다. 이 때, 이동 단말 간 데이터의 신뢰성을 위해 20MHz 대역폭만을 사용한다.

또한, 소프트웨어 적인 접근으로 내부 연결 계층이 형성된 이후, TCP/IP에서 DHCP 등의 동작을 통한 2차 통신을 수행하지 않고, IPv4기반의 MAC Address와 차량의 고유번호 정보를 기준으로 UDP Broadcast를 통한 차량 간 데이터 정보의 교환을 시도함으로써, 연동체계 구축을 위한 지연시간을 2~3초 이상 줄일 수 있다. 이러한 방식을 모두 사용할 경우, API 접속을 위한 물리적인 최소시간은 Beacon 신호를 기준으로 10msec 이내에 처리가 가능하여 실시간 접속처리가 가능하다.

3.3 단말 간 고속 통신을 위한 방법

Fig. 5의 좌측은 옴니 지향성 안테나를 사용할 경우 형성되는 RF 영역이다. 우측은 지향성 안테나를 사용할 경우 형성되는 RF 영역이다.

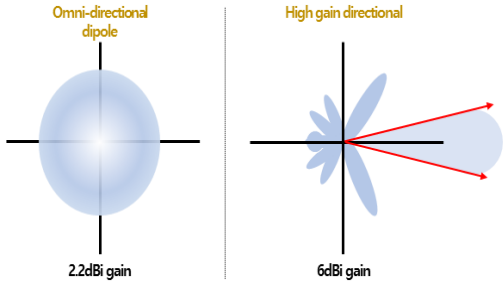


Fig. 5. Wi-Fi Antenna Beam mode

여기서 보면 차량과 같은 단말장치는 주행동작에 대한 선형 운동을 수행하는 단말장치이기 때문에 전면과 후면의 범퍼 위치와 같은 평면에 지향성 안테나를 장착함으로써, 송수신 신호에 대한 이득을 높일 수 있다. 또한 이러한 방식으로 RF 영역을 운용할 경우 차량 간 네트워크 체계에서는 전방차량과 후방차량 간의 사물 간 네트워크의 형성이 용이하게 된다.

앞서 3.2 절에서 서술한 바와 같이 단말장치와 AP간의 통신단계를 단순화하기 위해서는 신뢰성 있는 무선 네트워크 체계가 빠르게 형성되어야 한다. 따라서 Fig 6 과 같이 지향성 안테나를 통해서 확보한 RF 이득과 더불어서 전방 또는 후방의 차량을 정확히 인지하기 위해서 60dB 이하의 AP는 Scan 시 접속 후보군에서 제외함으로써, 근접한 차량에 대한 통신을 빠르게 수행할 수 있다.

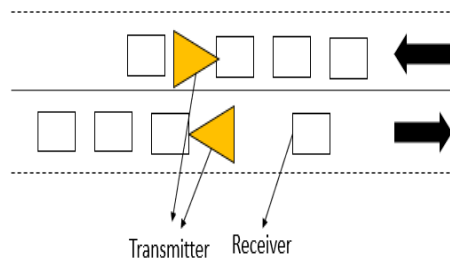


Fig. 6. Wi-Fi Transmitter and Receiver Flow

3.4 정보 인터페이스 구성

차량간에 데이터 통신을 위해서는 관제용 AP로부터 데이터를 수신하여 다음 차량에 전파하거나, 특정 차량의 단말장치에서 이벤트를 전달하여 관제용 AP로 전달하는 사례가 있다. Fig. 7은 관제용 AP가 차량 단말장치로 데이터를 전송하는 방식을 도식화하였다.

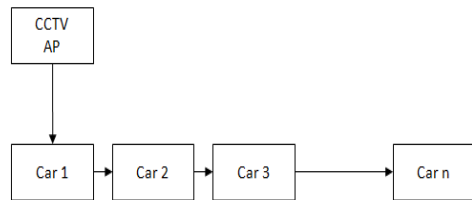


Fig. 7. Down-link transmission of AP information

Fig 8은 차량 n에서 발생한 이벤트를 관제용 AP로 전송하는 과정을 도식화 하였다.

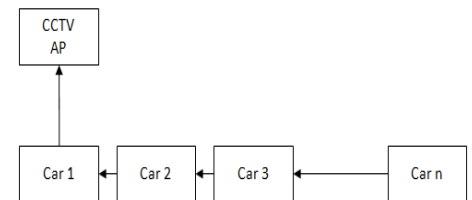


Fig. 8. Up-link transmission of AP information

이러한 방식의 설계는 AP가 가지는 기본적인 전송거리를 단말 간 데이터 연결의 확장을 통해서 무선 네트워크 구간에 진입하지 못한 차량에 정보를 전달할 수 있다. 이 정보는 현재 TPEG(Transport Protocol Experts Group) 등에서 활용되는 데이터보다 더 많은 정보를 보강할 수 있게 된다.

Fig. 9는 특정 이벤트가 발생한 상황에서 차량 간 네트워크를 통해서 데이터를 전송하는 방법을 보여준다. 차량 AP를 탐색하여 발견되면 접속과 동시에 데이터를 전송하고, 연결을 종료한다. 이후 새로운 차량을 검색하고 없을 경우 이벤트 전송 동작을 마무리하게 된다.

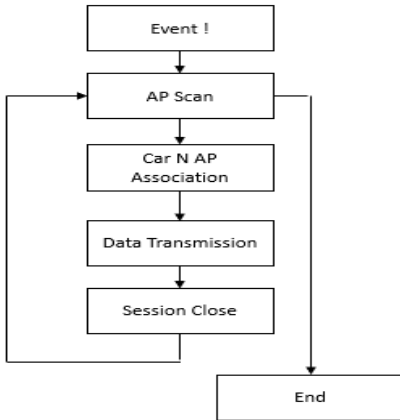


Fig. 9. Event Transmission Mechanism

차량 간 데이터 통지에 필요한 정보는 단말들의 GPS 정보와 고유 ID로 구성된다. 그리고 이벤트의 종류에 따라, 사고, 위험통지 등으로 나타낼 수 있다.

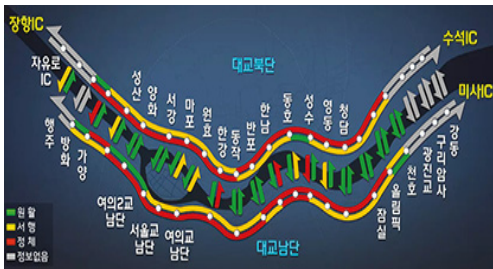


Fig. 10. Example of Transmission Information

Fig 10과 같이 특정 관제 AP이 차량 단말에 교통정보와 관련된 정지영상을 송출한다면, 차량용 네비게이션의 업그레이드 없이도, 변화되는 도로상황에 능동적으로 대응할 수 있는 교통정보를 생성하여 전달할 수 있게 된다.

Table 1은 데이터 통신에 필요한 자료구조를 보여준다. 데이터 통신에 필요한 헤더와 전체 데이터의 안정성을 담보하는 CRC를 기본 구조로 설계된다.

정보제공 단말은 데이터 이벤트를 발생시킨 최초 단말의 고유 정보를 의미한다. 이는 교통정보 Database 등

과 연계한다면, 도로상의 중요 지점에 설치된 고정식 관제용 AP로 볼 수 있고, 특정한 사고 데이터가 발생할 경우, 사고차량의 단말으로써, 고유 ID를 통해 차량을 식별하는데 사용할 수 있다.

Table 1. Data Protocol for inter-connection car communication

Field	Size (Byte)	Remark
Header	4	Start Synchronization
CRC	4	CRC32
Source System	8	Unique ID
Source GPS	8	Unique Equipment Location
Destination System	8	Unique ID
Destination GPS	8	Unique Equipment Location
Data Type	4	Event Image General etc
Data Size	4	Size of Data
Data	[Raw Data]	Data

전송 단말은 데이터를 증개하는 단말장치 이다. 최초의 관제용 AP이거나 전달을 수행하는 차량 N 일 수 있다. 이 데이터로 부터 주변 차량 또는 관제소 AP의 위치를 파악하여, 현재 운행 중인 차량의 상대적 좌표정보와 비교함으로써, 차량 간 거리를 실시간으로 파악할 수 있게 된다. 즉 이벤트 발생 제공자가 사고 차량이라면, 사고 차량의 위치와 거리를 파악함으로써, 도로상의 지체와 관련된 정보를 네비게이션과 연계하여 검토할 수 있다. 관제소가 해당 정보를 최종 수신할 경우, 사고 위치 식별에 따른 대응 조치가 가능하도록 소프트웨어의 확장 설계가 가능하다.

데이터의 크기를 고려할 때, UDP Broadcast 동작 시 최대 데이터 크기는 64KBytes 인데, 이 해상도로 영상을 전송할 경우, JPEG의 경우 VGA(640x480) 급의 고해상도 데이터를 전송할 수 있으며, H.264 I-Frame의 Full HD(1920x1080)급의 고해상도 데이터를 전송할 수 있다. 차량 간 단말의 네트워크 데이터 통신은 단문 데이터의 전송 후 세션을 닫기 때문에, 이러한 TCP/IP 체계의 패킷 구조에 영향을 받는다. 또한 UDP 방식의 패킷 손실 우려가 있다. 그러나 제한한 방식은 AP 탐색에서부터 단문 통지까지의 시간이 매우 빠른 속도로 진행되고, RF 또한 충분한 대역폭을 확보하는 강도에서 전송하는 것을 전제하기 때문에, UDP 최대 패킷의 크기를 전송하는 데에 문제가 없다.

일반 데이터의 이벤트를 통지하는 텍스트 데이터는 충분히 짧은 자료구조를 가지고 전송이 가능하다. 영상 데

이터의 경우 64KBytes 이하의 구조에서 JPEG, Wavelet, H.264 또는 H.265 등 고효율 압축 데이터를 구별하여 전송하는 것이 가능하다.

4. 실험 결과

4.1 실험환경 구성

단말장치는 Grain-Media사의 GM8238S SoC 기반으로 설계하였다. 리눅스 커널은 3.3 버전을 사용하는 단말장치이다. 해당 SoC는 영상의 저장동작 및 압축동작이 가능한 Multimedia 칩셋이다. 5GHz Wi-Fi 무선랜카드의 경우, Realtek 사의 RTL8822BUIC를 Fig.11의 형태로 구성하여 사용하였다.

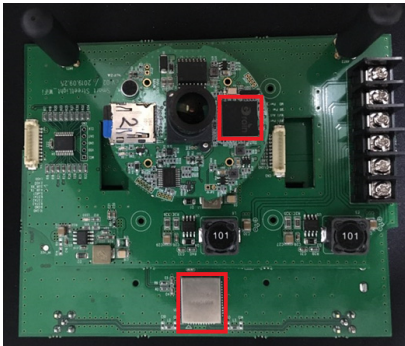


Fig. 11. Test board environment

Fig.12와 같이 리눅스에서 무선 네트워크를 적용하기 위해서는 커널의 TCP/IP 서비스를 활용하고, 무선 서비스 데몬인 Wpa_Spplicant 프로그램을 사용한다. 이 데몬은 커널 API 호출을 통해 Wi-Fi 디바이스 드라이버를 호출하게 되고 커널에 의해 서비스 된다.

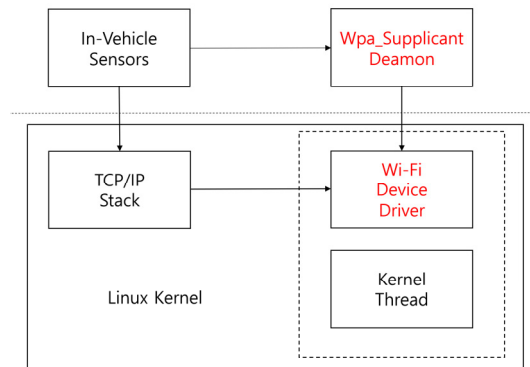


Fig. 12. Software block diagram for modification

제안된 방식을 구현하기 위해서는 데몬 서비스 동작에서 기존의 TCP/IP 드라이버로 연동하기 위한 동작을 수정하여야 한다. 또한 디바이스 드라이버에서는 커널 서비스와 연결되는 동작에서 기존의 채널 스캔 동작과 무선 접속 정보를 처리하는 부분을 수정한다.

4.2 실험 및 분석

본 논문에서 제안하는 차량 단말 간 네트워크 방식을 통한 데이터 전송을 검증하기 위해서 TCP/IP Wi-Fi 네트워크 기반의 단말장치와 BSP를 제안과제로 수정한 단말장치와 통신 속도, 데이터 신뢰성, 전파 속도 등의 관점에서 비교분석 하였다.

Table 2. Data communication field speed comparison between the suggested device and the general device

Communication Speed	Suggested Device	General Device
AP Connection Speed	10msec	2000~5000msec
IP Allocation Speed	0msec	3000~5000msec
Typical Data TransferSpeed	10msec	10msec
Image(Movie) Data TransferSpeed	30msec	32msec

일반 단말장치에서는 WPA_SUPPLICANT 미들웨어 프로그램과 DHCP 서버가 작동하여 AP모드 및 단말장치 모드로 사용이 가능하다. 제안 단말장치는 미들웨어를 사용하지 않고 디바이스 드라이버 레벨에서, AP Association 이후, UDP 프로토콜을 송신할 수 있도록 Transmitter 전용의 환경을 구성하였다. Fig. 7, Fig. 8과 같이 단말 장치를 일반용과 제안용 각각 4대씩 차량 간 통신모델로써 구성하고 AP에 연결된 서버로부터 데이터를 송신하는 방식으로 10회 동안 동작 속도를 Table 2와 같이 측정하였다.

AP 접속 속도의 경우, 채널 SCAN 동작과 AP 접속 동작이 WPA_SUPPLICANT 미들웨어 동작여부에 따라 큰 차이를 나타낸다. 제안된 방식은 10msec이고 일반 단말장치는 최소 2000msec 이다. 이는 차량과 같은 특정 사물에 최적화된 무선 네트워크 체계에서는 동작방식을 반드시 적합하게 수정해야 실시간 반응속도를 얻을 수 있다는 것을 증명한다.

또한 DHCP 서버에 의한 IP 할당 속도는 통신 단말장치와 Hand-Shake 방식으로 처리되기 때문에 시간 지연

의 요소가 무조건 생긴다. 반면에 제안된 단말장치는 무선 Wi-Fi 네트워크가 연결 되면, 즉시 UDP Broadcasting 프로토콜의 처리나, TCP/IP 기반의 UDP Uni-cast 프로토콜에서는 처리에 따른 편차가 거의 발생하지 않는다.

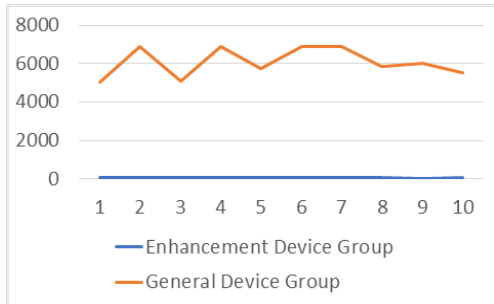


Fig. 13. Data communication total speed comparison between the enhancement device group and the general device group

Fig. 13은 10회에 걸쳐 제안된 단말 그룹과 일반 단말 그룹의 전체 동작 속도를 측정한 그래프이다. 좌측의 항목은 msec 단위이고, 우측 하단은 각 실험 순서를 의미한다. 제안된 단말의 평균 동작 시간은 50msec 이며, 일반 단말장치의 경우, 5000~7000msec의 동작 시간을 소비하게 된다.

Table. 2의 통신 요소별 평균 동작시간과 Fig. 13의 전체 동작시간을 비교할 때, 사물 간 Wi-Fi 통신 방식에서는 통신 방식의 정적 설정과 매핑 구조의 단순화가 실시간 처리를 위해서 중요함을 알 수 있다.

Table 3. Data communication speed comparison between 2.4GHz and 5GHz

Communication Speed	5GHz	2.4GHz
AP Connection Speed	10msec	15msec
IP Allocation Speed	0msec	0msec
Typical Data TransferSpeed	10msec	20msec
Image(Movie) Data TransferSpeed	30msec	50msec

네트워크의 통신 대역은 5GHz Wi-Fi 대역으로써, 2.4GHz Wi-Fi 보다 활용 측면에서 기술적인 우수성을 제안하였다. Table. 3과 같은 2.4GHz와 5GHz의 네트워크 통신을 비교하면 데이터 전송 속도에서 10~20msec의 속도 차이를 보인다.

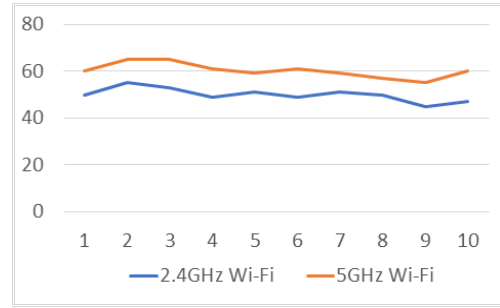


Fig. 14. Data communication total speed comparison between 2.4GHz Wi-Fi and 5GHz Wi-Fi

Fig. 14는 10회에 걸쳐 제안한 단말 그룹과 일반 단말 그룹의 전체 동작 속도를 측정한 그래프이다. 좌측의 항목은 msec 단위이고, 우측 하단은 각 실험 순서를 의미한다. 5GHz 대역을 이용하는 단말의 평균 동작 시간은 50msec 이며, 2.4GHz 대역을 이용하는 단말의 경우, 60msec의 동작 시간을 소비하게 된다.

Table. 3의 통신 요소별 평균 동작시간과 Fig. 12의 전체 동작시간을 비교할 때, 무선 통신의 대역에 따른 속도는 체험할 만한 큰 차이가 없다. 이러한 요소를 확인하고, 2.4GHz의 무선망 운용이 포화된 상태를 고려하여 5GHz의 환경에서 사물 간 통신을 운용하는 것이 유리하다.

5. 결론

5GHz 네트워크를 활용하여, 차량 간 네트워크의 설계로 진행하였다. 제안된 방식은 상용 ISM 대역의 무선 Wi-Fi 네트워크를 활용하였지만, 다양한 주행환경에서 차량 간의 통신을 위한 절차를 정립하였다.

또한 일반적인 Wi-Fi 기반 모바일 장치 간의 연결과 다르게 네트워크 동작 구조를 단순화 하여 접속절차와 통신 속도 Hand-Shake 동작을 줄임으로써 대기시간을 감소시켰다. 통신 과정에서도 TCP/IP 네트워크의 일반적인 IP할당과 TCP 소켓 생성 및 접속 절차를 생략함으로써, 사물 간 빠른 네트워크 데이터 동보 전송이 가능하게 되었다.

본 논문의 실험결과를 활용하여 비 연결 지향적 차량 간 정보통신 체계를 구축하여, 안전운행 정보 교류, 사고 정보 전파 및 차량 간 안전거리 유지 등과 같은 분야에서 저렴한 비용으로 다양하게 활용이 가능할 수 있다. 이러한 실증적 분야로의 구현 및 다중 차량 정보 발생 시 처리 방법에 대한 설계 및 구현 검증은 논문의 향후 과제로 한다.

References

- [1] Kyuhwang An, Teayeon Won, Sangmin Park, Kyoungbae Jane and Hwajeong Seo, "Vehicle black box system win LINK blockchain", *Journal of the Korea Institute of Information & Communication Engineering*, Volume 23 Issue 8, pp. 1018-1023, Aug. 2019..
- [2] Hwan-Shin Yu, "The lane departure warning algorithm optimized for automotive black-boxes and compact system", *Journal of KIIT*, Volume 13 Issue 10, pp. 9-15, Oct. 2015.
- [3] Eui-Seok Nahm, "Development of Progressive Download Video Transmission EDR based RTOS on Wireless LAN", *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, Volume 66 Issue 12, pp. 792-798, 1, Dec. 2017.
- [4] Hwan-Shin Yu and Eui-Bung Joeung, "The optimized file system designed for vehicle black box system", *Journal of KIIT*, Volume 14 Issue 2, pp. 1-6, Feb. 2016.
- [5] Young-Joo Oh, Sangjin Lee, "A Study on Efficient Image Recovery For Format-free Technology in black box", *Journal of Digital Forensics*, Volume 13 No.4 Issue 26, pp. 317-330, 2019
- [6] Hwan-Shin Yu, "File system recovery and search enhancement algorithm of automotive Black-boxes", *Journal of KIIT*, Volume 14 Issue 10, pp. 133-140, Oct. 2016.
- [7] Hwan-Shin Yu and Eui-Bung Joeung, "The lane recognition enhancement algorithms of around view monitoring system based on automotive black boxes", *Journal of KIIT*, Volume 15 Issue 1, pp. 45-53, Jan. 2017.
- [8] Hwan-Shin Yu, "Design and Implementation of Anti-collision Algorithm Using Bluetooth 4.0 Technology", *Journal of KIIT*, Volume 15 Issue 5, pp. 31-36, Oct. 2017.
- [9] Leiming Mao, SamTaek Kim and Dongwoo Lee, "The auxiliary system of traffic regulation based on blackbox(vehicle DVR)", *Journal of KIIT*, Summer Conference, pp. 1-3, 2015.
- [10] Hwan-Shin Yu, "Design of Vehicle security authentication system Using Bluetooth 4.0 Technology", *Journal of KIIT*, Volume 18 Issue 7, pp. 325-330, Oct. 2017.
- [11] Jong-Wuk Son, Kookrae Cho and Bokyu Jang, "Bacon-Management Scheme using the moving route", *Journal of KSC*, Winter Conference, pp. 379-380, 2015.
- [12] Junho Kim and Sungwon Lee, "The development of automatic boarding and alighting bus system", *Journal of KICS*, Summer Conference, pp. 1390-1391, 2015.
- [13] Young-Hwang Joo, Seung-Cheol Lim, "Study on Improvement of LTE-WiFi Vertical Handover Efficiency", *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, Volume 17, Issue 2, pp. 127-134, Apr 2017.

유 환 신(Hwan-Shin Yu)

[정회원]



- 1993년 2월 : 동국대학교 전자공학과 (공학사)
- 2006년 2월 : 국민대학교 자동차 전자제어 전공 (공학박사)
- 1993년 10월 ~ 1997년 11월 : (주)기아자동차
- 2006년 3월 ~ 현재 : 호원대학교 기계자동차공학과 교수

<관심분야>

무인자율차량, 센서시스템, 영상처리