

IEEE 802.11a를 이용한 인프라-차량 단말간 제어명령기술 설계 및 연구

최상욱*, 임일권*, 김영혁*, 조한진**, 이재광*

요약

기존 무인자동차시스템은 차량의 내부 센서를 이용해 사물의 위치를 추적하고 파악하기 때문에 짧은 시야를 가지는 문제점과 차량의 자체 가격 상승이라는 산업적 측면에서의 문제점을 가진다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 국내 외적으로 무인자동차 시스템에 무선통신 기술을 접목한 새로운 차량 기술 개발을 추진 중이며, 이에 따라 본 논문에서는 IEEE 802.11a 기술을 이용한 무인 주차시스템의 환경 구성 및 실험을 통해 적용 가능성 여부를 확인하였다. 실제 테스트는 무인주차시스템이 구현될 수 있는 주차장 환경을 고려하여 설계했으며, 차량의 제어명령을 실시간 전송할 수 있는 제어 명령 프로그램을 사용하여 IEEE 802.11a를 이용해 무인주차시스템 환경에 적합한 최적의 방법을 제시한다.

Design and Implementation of V2I control command Technologies using IEEE 802.11a

Sang-Wook Choi*, Il-kwon Lim*, Young-Hyuk Kim*, Han-jin Cho**, Jae-Kwang Lee*

ABSTRACT

Recently automotive industry is working on a new research using IT technologies. Because of tracing locations of things and grasping with sensors inside the vehicle, Unmanned Vehicle System has a narrow view of things. Also cars will cost more. To solve these problems, engineers should be propelling new car technologies development using IT technologies. Therefore, we in this paper tested an Auto-parking system using IEEE 802.11a. The test was designed to consider parking environment. Also we developed a transmission program for control command of car. In this paper we were to research on the vehicle based IT convergence technology.

Key Words : IEEE 802.11a, Auto-parking, Handover, V2I, Unmanned Vehicle

* 한남대학교 컴퓨터공학과

** 극동대학교 유비쿼터스IT학부

· 제1저자(First Author) : 최상욱 · 교신저자(Correspondent Author) : 이재광

· 접수일(2010년 1월 12일), 수정일(1차 : 2010년 1월 22일), 게재확정일(2010년 1월 25일)

1. 서 론

자동차업계와 IT 업계는 차량의 안전 및 편리성, 쾌적한 주행환경을 제공하기 위한 차세대 핵심 기술로 무인화를 계획하고 있으며, BMW를 비롯한 국내·외 자동차업체들은 이를 실현하기 위한 노력을 지속적으로 하고 있다. 그러나 현재까지의 무인자동차시스템은 차량 내부의 각종 센서를 이용한 위치 추적 및 주변 탐지 방식으로, 이는 짧은 인식 거리로 인해 각종 도로 교통 정보를 활용하기에는 부족한 실정이다. 따라서 이런 문제점을 개선하기 위해 V2I(Vehicle to Infrastructure)/V2V(Vehicle to Vehicle)통신을 이용한 기술 적용 연구가 다각적으로 이루어지고 있다.

이미 미국은 DOT(Department of Transportation)를 중심으로 IEEE 802.11을 기반으로 하는 고속 이동 통신에 적합한 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments) 기술을 시험 중이고, 이를 기반으로 차량-인프라 단말간 응용 프로젝트 수행이 정부의 주도로 빠르게 발전 중이며, 유럽과 일본 역시 SAVECOM, Car2Car, Coopers(CO-OPERative SystEms for Intelligent Road Safety), GST(Global System for Telematics), ASV-3(Advanced Safety Vehicle-3) 등의 프로젝트를 통해 차량-인프라간 통신기술을 활용한 각종 차량 기술 개발이 활발히 진행 중이다. 국내에서도 VMC(Vehicle Multi-hop Communication), Smart highway 등의 각종 프로젝트를 이용해 차량-인프라 통신을 이용한 프로젝트 개발이 다각적으로 진행되고 있다. 다음 <표 1>에서 각국의 V2I/V2V 통신 컨소시엄 및 프로젝트를 확인할 수 있다.

표 1. 각국의 V2I/V2V 통신 컨소시엄 및 프로젝트
Table 1. V2I/V2V communications consortium and the project in each country

| 국가명 | 컨소시엄 및 프로젝트 명칭 |
|-----|----------------------------------|
| 국내 | 국토해양부의 스마트하이웨이 한국전자통신연구원의 VMC |

| | |
|----|---|
| 미국 | IntelliDrive |
| | PATH (Partners for advanced transit and highways) |
| 유럽 | CVIS (Cooperative Vehicle Infrastructure System) |
| | Coopers |
| | GST |
| | Safespot |
| 일본 | ASV-3 |
| | Internet ITS |

이런 기술 개발의 일환으로 무인주차시스템에 대한 연구의 필요성이 제시 되었으며, 무인주차시스템 개발에 앞서 기존 무선 통신기술에 대한 실제 테스트와 적용 가능성 여부를 판별할 필요가 있다.[1][2][3]

차량 네트워크 통신을 이용한 무인화는 이동하는 차량과 인프라 간 제어명령 정보 전달에 대한 실시간 통신을 보장해야 한다. 또한 인프라 시스템의 로딩 과정 중 발생하는 데이터 손실 및 안전한 제어 명령 데이터 전송을 보장해야 하고, 제어명령 데이터의 딜레이 타임 및 차량의 실 사용자를 판별하기 위한 인증 기술에 대한 적용을 고려해야 한다. 이에 따라 본 논문에서는 IEEE 802.11a 기술을 이용한 무인주차시스템 환경 설계 및 구현에 대한 연구를 수행했으며, 다음과 같이 구성된다. 먼저 2장에서는 인프라-차량 단말간 적용 가능한 통신 기술에 대한 분석을 하고, 3장에서는 IEEE 802.11a 기술을 이용한 실·내외 테스트 설계를 수행하고 4장에서는 설계된 환경을 바탕으로 실제 테스트를 수행 후 구현 가능성 여부를 판별한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 문제점과 향후 연구 방향을 기술한다.

II. 관련 연구

2.1 WiBro

WiBro(Wireless Broadband)는 2003부터 2005년까지 한국전자통신 연구원을 중심으로 개발된 무선 무

선통신기술로써 국제적으로는 WiMAX(Worldwide Interoperability for Microwave Access)라 불리며, WiBro 단말기를 이용한 무선통신 기술이다. 2006년 상용 서비스를 시행 했으며, 60Km/h 속도로 이동하는 차량에서 최대 3Mbps의 전송 속도를 보장한다.

단말기와 기지국간의 무선접속규격은 IEEE802.16(IEEE802.16-2004, IEEE P802.16-2004/Cor1/D2, IEEE 802.16e/D7)에 기반을 둔 TTA의 "2.3GHz 휴대인터넷 표준"을 따른다.

WiBro 시스템 구조 모델은 단말기(Portable Subscriber Station) 및 기지국(Radio Access Station), 액세스 컨트롤 라우터(Access Control Router)등으로 구성되며, TDD(Time Division Duplex) 방식을 사용하고, 이는 FDD(Frequency Division Duplex)방식과는 달리 보호대역이 필요 없는 특징을 가진다. 또한 AMC(Adaptive Modulation Coding) 방식을 사용하기 때문에 채널의 상태에 따라 다양한 변복조 방식을 가변적으로 사용할 수 있다.

이러한 WiBro 기술은 저렴한 사용료 및 간단한 사용법 등의 장점을 가지고 있으나, 전국적인 통신망을 가지고 있지 못하고 제한적인 대도시 주변에서만 사용 가능하다는 치명적인 문제점과, 인프라구축 비용 문제, 지하 환경에서의 통신 제약 등의 문제점을 가지고 있다. 이는 자체적으로 수행한 WiBro 성능 평가에서 주변 환경에 따라 전송률이 불규칙하다는 문제점과 지하주차장 이동시 전송률이 $\frac{1}{3}$ 이하로 떨어지는 문제점이 발견되었다.[4][5][6]

2.2. DSRC

이미 국내 하이패스를 비롯한 ITS(Intelligent Transport System)에 적용되어 사용 중인 DSRC(Dedicated Short Range Communication) 기술은 100m 이내의 단거리 노변통신망 기술로 분류되며, 노변에 설치하는 소형기지국(RSE: Road Side Equipment)과 차량 단말기(OBE: On-Board

Equipment)가 사용된다. DSRC 장치는 통신 기능만을 수행하며 응용 서비스는 단말기간 별도 접속을 통해 제공된다. 5.8GHz 대역을 사용하고 있으며, 1Mbps 이하의 전송속도를 제공한다. 또한 주파수 효율성이 우수하며 패킷 프레임의 길이가 단말기 수에 따라 가변되는 구조를 가지므로 패킷전송 측면에서 우수한 특징을 가진다. 그러나 DSRC 기술은 설계 당시 핸드오버에 대해 고려하지 않았기 때문에, 인프라-차량 단말간 로밍을 제공하지 않으며, 따라서 차량과의 지속적인 통신이 보장되지 않는다는 문제점을 가진다.[7][8]

2.3. WAVE

설계 당시부터 이동성을 고려해 개발된 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment) 기술은 차량뿐만 아니라, 철도, 해상 교통수단 등의 개발에 사용되고 있으며 시속 최대 200Km/h에서의 이동성을 보장한다. 통신 형태는 RSE와 OBE의 BSS(Basic Service Set) 통신, OBE만의 BSS 통신, 기간망을 이용한 OBE사이의 광역 통신, OBE와 IVN(In-Vehicle Network)의 연동이 능력이 가능하다.

WAVE는 IEEE 802.11a 규격을 기본적으로 따른다. WAVE의 PHY/MAC 계층은 802.11p가 담당하며, 상위의 보안, 다중 채널 지원, 시스템 관리, 네트워킹 서비스는 1609.1~4 프로토콜이 담당하게 되는 구조를 가진다.

WAVE 기술을 물체의 고속 이동을 고려하여 설계 되었기 때문에 안전한 데이터 전송이 보장되며, 넓은 커버리지에 의해 높은 활용도를 가진다. 그러나 현재까지 WAVE 기술은 국내에서 도입되기 위한 테스트가 미비한 실정이다.[9]

2.4 IEEE 802.11a

1999년 표준화된 IEEE 802.11a 기술은 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용하며, 전송반경은 실내 10m, 옥외 100m 제공을 목표

로 한다. 802.11a는 최선의 노력은 하지만 QoS(Quality of Service)를 보장하지는 않으며, 5GHz 대역을 사용해 무선랜 서비스 설계 시 동일 주파수를 사용하는 다른 기기와의 중첩 및 간섭 현상이 일어나는 부분에서 2.4GHz를 사용하는 802.11b보다 효율적으로 설계할 수 있다.

기본적으로 무선통신을 위한 모뎀 및 단말 장치를 필요로 하며, 낮은 이동성을 보장한다. 짧은 커버리지를 고려해 동일 장비간 핸드오버를 제공하며, 핸드오버는 소프트웨어 방식과 하드웨어 방식, WDS(Wireless Distribution System) 방식이 존재한다.

먼저 WDS 방식은 무선 메시 네트워크를 구성하기 위해 주로 사용되며, 넓은 커버리지를 보장하기 위해 각 AP(Access Point)간 동일 SSID(Service Set Identified)를 사용한다. 그러나 AP 간 상태를 확인하기 위해서는 지속적인 데이터 전송을 수행해야 하기 때문에 대역폭을 항상 선점하고 있어야 하며, AP가 추가됨에 따라 전송 속도는 현저히 떨어지는 문제점이 존재한다. 하드웨어는 처리율이 높고 간섭 현상에 강하지만 낮은 이동성을 제공한다. 반대로 소프트웨어 방식은 높은 하드웨어 방식에 비해 상대적으로 높은 이동성을 보장하지만 간섭현상이 자주 발생하며, 낮은 처리율을 가진다.[10]

실제 무인주차 환경에서의 테스트를 수행하기 위해서는 각 로밍 방법에 대한 테스트가 필요하며 산업적인 측면과 인프라 구축비용, 실용화 가능성을 고려해 통신 프로토콜을 선택해야 한다.

본 논문에서는 위의 요구사항을 고려해 IEEE 802.11a 기술에 대한 성능 평가를 실시했으며, 실제 주차장 환경에서의 테스트를 수행함으로써 적용 가능성을 테스트 했다.

III. IEEE 802.11a 무인주차시스템 환경 설계

무인주차시스템 환경을 구성하기 위해서는 가상 노변 장치로 사용될 AP와 각각의 로컬서버를 연결하고 가상의 OBU 장치로 노트북을 이용한다.

로컬 서버는 스위치를 이용해 연결하고 최종적으로 중앙 서버로 연결되는 구조를 가진다.

정확한 테스트를 위해 OBU 장치에 Bridge 모드로 사용하는 AP를 추가하며, 실제 무인 차량 제어 시스템의 테스트를 위한 구성도는 다음[그림 1]과 같다.

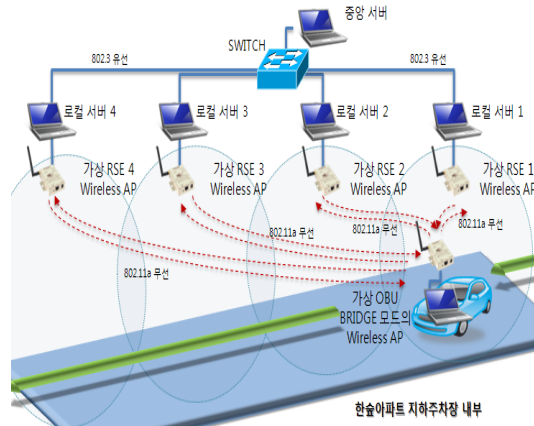


그림 1. 무인차량제어 시스템 구조도
Fig. 1. Unmanned vehicle control system Architecture

가상 OBU 장치의 서버에서 자체 개발한 제어 메시지 전송 프로그램을 이용하여 4대의 로컬서버와 중앙 서버와의 통신이 가능하도록 설계해야 하며, OBU가 증가하는 상황을 위해 가상 OBU 노트북에서 클라이언트 프로그램을 증가시킬 수 있어야 한다.

각 메시지는 제어명령 데이터의 최소 주기로 20ms 단위 데이터 송수신이 가능하도록 설계한다. 또한 각 로컬서버와 중앙서버의 로그기록을 이용하여 지연율과 손실률을 확인할 필요가 있고, 이는 Wireshark와 Jperf를 이용하여 전송률과 측정된 그래프를 분석할 필요가 있다.

실제 무인주차시스템의 가능성 여부를 확인하기 위해서는 핸드오버, 시간별, 전송속도별 전체적인 네트워크 성능 차이를 분석해야만 한다.

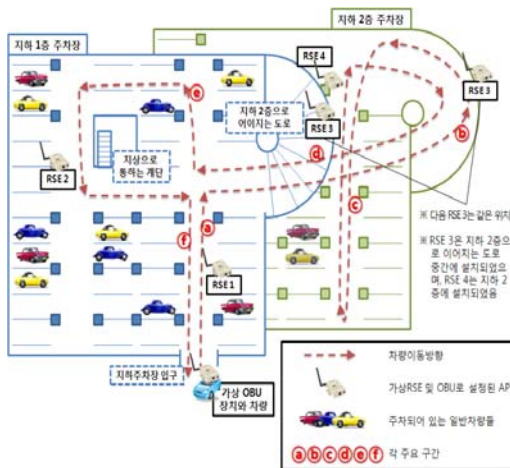


그림 2. 주차장 구조와 차량 이동 방향
Fig. 2. Parking lot structure and vehicle movement

IEEE 802.11a 핸드오버 기술은 실제 테스트를 수행하기 이전에 미리 테스트를 진행 했으며, 무인주차시스템 환경의 잦은 핸드오버를 고려해 소프트웨어밍 방식을 사용했다. 차량의 제어 명령 메시지 전송 테스트를 수행하기 위해서는 독립적인 응용 어플리케이션이 필요하며, 차량의 메시지 주기, 메시지 크기, 각 서버에 대한 전송 메시지를 고려하여 설계해야 한다. 다음 그림은 제어명령 데이터의 전송 프로그램의 일부를 보여준다.

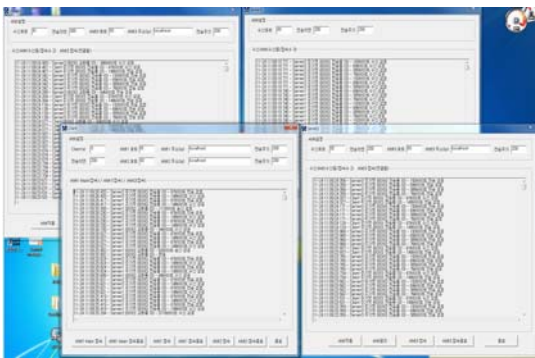


그림 3. 제어명령 데이터 전송
Fig. 3. Control Command data transmission

IV. IEEE 802.11a를 이용한 테스트 결과 및 분석

설계된 제어명령 메시지 전송 프로그램과 Wireshark, Jperf, Ping 테스트를 이용해 무인주차시스템 환경을 구성하고 이에 대한 가능성 여부를 실제 주차장 환경에서 테스트함으로써 무인주차시스템의 가능성 여부를 확인했다. 무인주차시스템의 환경에서 안전한 데이터 전송을 위해서는 다음과 같은 요구사항에 대한 테스트가 필요하다.

4.1 핸드오버

가상 노변장치는 주차장 내부를 모두 커버할 수 있어야 하며, 짧은 커버리지의 특성상 잦은 핸드오버를 수행한다. 따라서 핸드오버 타임에 대한 정확한 측정이 필요하며, 차량은 매 실험마다 같은 시간대에 지정된 지점을 지나야 한다는 것이 전제되어야 한다. 실제 측정된 결과는 AP의 위치, 신호간섭현상, 주변 환경에 따라 각기 다르게 측정되었으며, 다음과 같은 결과 값이 도출되었다.

표 2. 핸드오버시 전송 속도 비교

Table 2. Hand-over transmission rate comparative

OBU: On-Board Equipment, 단위 : Mbits/sec

| OBU | 구간 | | | |
|-----|-------|------|------|------|
| | 1차 | 2,3차 | 4차 | 5차 |
| 1 | 13.4 | 8.11 | 9.64 | 2.31 |
| 3 | 6.66 | 7.33 | 2.86 | 1.49 |
| 5 | 10.01 | 6.94 | 9.18 | 1.85 |

4.2 손실률

일정한 코스에 맞춰 진행되는 시험용 차량은 실제 주차장에서 동시다발적으로 움직일 수 있는 가상시나리오에 대한 분석이 필요하다. 따라서 본 테스트에서는 OBU의 증가에 따른 제어명령 메시지 손실률에 대한 측정을 수행 했으며, 다음과 같은 결과가 측정되었다.

각 상황에서의 손실률은 평균 0.00305%로써 낮은 손실률을 기록했다.

표 3. 가상 OBU 로그기록 분석
Table 3. OBU Log analysis

| OBU | 로그기록 | 송수신 성공/실패 | 횟 수 | 손실률 |
|-----|-----------|-----------|-------|----------|
| 1대 | Client 로그 | 성공 | 22388 | 0.00447% |
| | | 실패 | 1 | |
| 3대 | Client 1 | 성공 | 22197 | 0.00451% |
| | | 실패 | 1 | |
| | Client 2 | 성공 | 22518 | 0.00444% |
| | | 실패 | 1 | |
| | Client 3 | 성공 | 18677 | 0% |
| | | 실패 | 0 | |
| 5대 | Client 1 | 성공 | 35495 | 0.00281% |
| | | 실패 | 1 | |
| | Client 2 | 성공 | 31389 | 0.00319% |
| | | 실패 | 1 | |
| | Client 3 | 성공 | 27191 | 0.00368% |
| | | 실패 | 1 | |
| | Client 4 | 성공 | 23186 | 0.00431% |
| | | 실패 | 1 | |
| | Client 5 | 성공 | 19216 | 0% |
| | | 실패 | 0 | |
| 평균 | | | | 0.00305% |

4.3 전송률

제어명령 메시지는 최소 20ms 단위로 전송되며 실시간으로 차량을 제어하기 위해서는 빠른 전송 속도가 요구되어 진다. IEEE 802.11a의 특성상 최대 54Mbps의 데이터 전송이 가능하지만 실제 차량의 이동성을 고려해 전송률 테스트를 수행할 필요가 있다. 메인서버와 가상 OBU장치 간 전송률 테스트는 Jperf를 이용하여 진행하였다. 동시에 개발된 제어메시지 전송 프로그램의 클라이언트 프로그램을 1개, 3개, 5개로 증가하여 OBU의 증가 상황을 측정했으며, Wireshark로 초당 패킷량을 분석했다. 측정결과 OBU의 증가에 따라 평균 전송률은 13.7 Mbps, 12Mbps, 11.4Mbps의 전송률을 기록했으며, 이는 차량의 증가

에 따라 성능에 영향을 주지만 일정량 이상의 차량을 소화하기에는 무리가 없을 것이라 판단된다. [그림 4]는 차량의 이동시 측정된 패킷의 초당 패킷 전송량을 나타낸다.

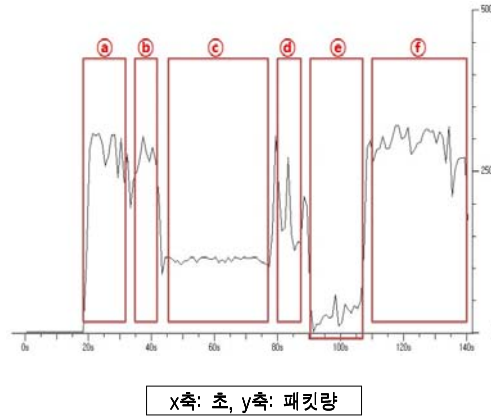


그림 4. Wireshark 그래프 분석
Fig. 4. Wireshark graph analysis

4.4 지연율

지연율은 개발된 제어메시지 전송 프로그램의 클라이언트에서 송신한 메시지 데이터와 메인서버에서 수신한 로그기록을 분석하여 다음 <표 4>과 같은 결과 값이 도출되었다. 이는 [그림 2]의 차량 이동 구간을 고려해 측정 한 결과를 나타낸다.

표 4. 각 구간별 지연율
Table 4. Section delay ratio

| ([그림 2]의) 각 구간 | 평균 지연율 |
|----------------|---------|
| ⓐ 구간 | 19.2 ms |
| ⓒ 구간 | 20.3 ms |
| ⓒ 구간 | 44.5 ms |
| 평균 지연율 | 28.0 ms |

데이터의 분석을 위해 저장된 텍스트파일로 저장된 로그기록을 분석했으며, X-msec 단위의 타임스탬프 값과 바이트의 크기, 데이터의 종류가 다음과 같이 기록되었다. 제어명령 메시지의 전송주기는 0.02초의 짧

은 주기를 기록하기 때문에, 저장된 로그기록을 랜덤하게 선택해 지연율을 측정했다. 측정 결과 제어명령 메시지의 지연율은 네트워크를 고려해 오차범위 내의 결과 값이 도출되었으며, 이는 차량무선통신에 적용 가능한 정도의 수치라고 판단된다.

V. 결론

IEEE 802.11a 기술은 최대 54Mbps 의 전송속도와 짧은 핸드오버 타임, 인프라 구축비용의 감소 등의 장점을 가진다. 본 실험의 최대 관점인 차량의 이동성 여부는 실제 주차장 환경에서 고속 주행이 필요하지 않기 때문에 20Km/h 이하의 속도에서 측정되었으며, 측정결과 주차장환경에서의 구현은 충분히 가능할 것으로 판단되어진다. 또한 AP 간 핸드오버 발생 시 전송률이 하락되었으나 통신이 단절되지 않았고, 하락된 전송률 또한 차량의 제어명령 메시지를 전송하기에 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 다음 <표 5>는 각 V2I 통신 기술의 비교이다.

표. 5 V2I 통신 기술 비교

Table. 5 The compare of V2I communications technology

| WiBro | WAVE | DSRC | 802.11a 무선 랜 |
|--------------------------|--------------|------------------|--------------|
| 전송프로토콜 | | | |
| IEEE 802.16e | IEEE 802.11p | IR-DSRC, RF-DSRC | IEEE 802.11a |
| 주파수대역폭 (GHz) | | | |
| 8.75 | 75 | 5 | 2.4 ,5 |
| 통신 속도 (Mbps) | | | |
| Down: 37.44 Up: 10.08 | 6 ~ 54 | 1 | 100 |
| 통신 거리 | | | |
| 1 Km 이상 | 1 Km 이내 | 100m 이내 | 100m 이내 |
| 이동성 | | | |
| 120 Km/h | 160 Km/h | - | 10km/h |

| 이상 | | | 이하 |
|----------------|-------------|------------|----------|
| 핸드오버 여부 | | | |
| 가능 | 가능 | 불가능 | 가능 |
| 단점 | | | |
| 인프라 구성이 비쌈 | 상용화가 아직 안됐음 | 핸드오버 가 불가능 | 통신거리가 짧음 |

그러나 IEEE 802.11a는 무선기술의 특성상 간섭현상이 심하며, 장애물 등의 환경적인 요인에 민감하게 반응하기 때문에 실제 구현될 환경에 적합한 노변장치에 대한 설계가 필요하다. 또한 차량의 유효성 여부를 판단하기 위해서 차량의 인증시스템에 대한 도입이 필요하며, 더불어 차량을 제어하는 메시지의 안전성을 확보하기 위해 데이터의 암호화 관련 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 오현서, "차량 통신 네트워크 기술 동향", 전자통신동향분석, 제23권 제5호, 2008.
- [2] 김준호, "분야별 정보 통신 기술의 활용과 전망", TTA Journal, No.117.
- [3] 오현서 "차량 통신기술 동향", ETRI 주간기술동향 통권 1315호, 2007.
- [4] "Portable internet WiBro™ Wireless broadband", <http://www.wibro.or.kr/>
- [5] "2.3GHz 휴대인터넷 표준 - 물리 계층 및 매체접근계층 계층", TTA, TTAS.KO-06.0082/R1, 2005.12.21.
- [6] "2.3GHz 휴대인터넷(WiBro™) 서비스 및 네트워크 요구 사항", TTA, TTAR-0017/R3, 2008.2.22.
- [7] 이상선, "5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리 전용 무선통신(TTAS.KO-06.0025/R1)", TTA Journal No.110.
- [8] 한국전자통신연구원, '5.8GHz 대역 차세대 DSRC용 고속 모바일 OFDM 및 RF MMIC 핵심부품 개발에 관한 연구', 2003.
- [9] 오종택, "미국의 5.9GHz 차세대 DSRC(IEEE 802.11TGp) 기술연구", OSIA Standards & Technology Review.
- [10] 문일영, "IEEE 802.11a 무선 LAN에서 CSMA/CA

MAC DCF 프로토콜의 성능 향상”, *한국항공학회 논문지*, 제8권 제1호, pp.65-72, 2004.

[11] 안윤애, “OSGi 플랫폼에서 실시간 위치정보 시스템의 설계”, *한국지식정보기술학회 논문지*, 제4권 제1호, pp.35-41, 2009.

감사의 글

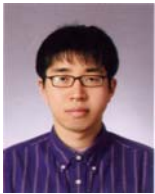
본 논문은 2009년도 한남대학교 교비학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음.



최상욱(Sang-Wook Choi)

2008년 한남대학교 컴퓨터공학 학사

2008년~현재 한남대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
※ 관심분야: 정보보호, 데이터통신



임일권(Il-Kwon Lim)

2009년 한남대학교 컴퓨터공학 학사

2009년~현재 한남대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
※ 관심분야: 정보보호, 데이터통신



김영혁(Young-Hyuk Kim)

2009년 한남대학교 컴퓨터공학 학사

2009년~현재 한남대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
※ 관심분야: 정보보호, 데이터통신



조한진(Han-Jin Cho)

1999년 한남대학교 컴퓨터공학
(공학석사)

2002년 한남대학교 컴퓨터공학
(공학박사)

2002년~현재 유비쿼터스 IT학부 교수
※ 관심분야: 정보보호, 데이터통신



이재광(Jae-Kwang Lee)

1986년 광운대학교 전자계산학
(이학석사)

1993년 광운대학교 전자계산학
(이학박사)

1993년~현재 한남대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야: 정보보호, 데이터통신