

# 휴대전화를 이용한 하이패스 후불결제 시스템 개발

김삼택\*

요약

한국도로공사가 보급하고 있는 ETC의 하이패스단말기가 2010년 현재 360만대를 상회하고 있는데 대부분의 사용자는 선불 지불시스템을 사용하고 있어 불편함을 초래하고 있다.

본 논문은 차량의 ETC 탑재단말기와 차량 사용자의 휴대전화를 서로 결합하여 ETC 탑재단말기로부터 휴대전화 식별자 정보와 차량의 차종 정보를 얻고, 휴대전화 소유자의 계좌나 카드를 이용하여 후불제로 요금을 부과함으로써 도로 이용자 위주의 선·후불제 겸용 도로통행료 징수시스템을 개발한다.

## Development of Hi-Pass deferred payment System using mobile phone

Sam-Taek Kim\*

ABSTRACT

OBE(On Board Equipment) of DSRC (Dedicated Short Range Communication) are set up 3.60 million cars as Korea Highway Cooperation supplied in Hi-Pass(ETCS : Electronic Toll Collection System). Because of most of them pay in advance, that is inconvenient to use ETCS. This paper developed a Hi-Pass deferred payment system for users in highway as imposing the charge of deferred payment on mobile phone owner's credit card or bank account . This payment system gets the information of a mobile phone identifier and car model with combining OBE and mobile phone.

Key Words : OBE, ETCS, Hi-Pass, ITS, DSRC

---

\* 우송대학교 컴퓨터정보학과

· 제1저자(First Author) : 김삼택 · 교신저자(Correspondent Author) : 김삼택

· 접수일(2010년 4월 29일), 수정일(1차 : 2010년 5월 28일), 게재확정일(2010년 6월 7일)

## I. 서론

도로통행료 자동 징수시스템이 본 궤도에 진입하여 한국도로공사가 보급하고 있는 ETCS( Electronic Toll Collection System)의 하이패스단말기가 2010년 현재 360만대를 상회하고 있는데 대부분의 사용자는 선불 시스템을 사용하고 있어 불편함을 초래하고 있다.

향후 5년 이내 연간 과금거래 회수는 3억회 이상(240회/년 x 천만대)이 될 것으로 예측되고 지금까지 출시된 선불 단말기는 사용자가 도로공사 영업소에서 요금을 충전해야 하는 불편함을 초래할 뿐만 아니라, 장래에 지불될 비용을 미리 전자 카드에 묶어 둠으로써 도로 이용자에게 경제적 불평등을 강요하고 있다. 또한, 휴대전화는 가입자 4천만 대로 후불제 서비스 확대가 매우 용이하여 사용자에게 편의를 제공하기 위해서는 신용카드와 휴대전화를 이용한 도로통행료 징수 방법이 필요하다. 신용카드나 휴대전화를 사용한 도로통행료 지불 시스템을 이용함으로써 운전자뿐만 아니라 휴대전화를 소지한 탑승객으로부터도 통행요금징수가 가능해져 요금징수 대상을 이용자의 선택에 의하여 다변화할 수 있다는 장점이 있다.

## II. 자동 통행료 징수 시스템

### 2.1 휴대전화를 이용한 자동통행료징수시스템 설계

통행료자동징수시스템(ETCS)은 지능형교통체계(ITS : Intelligent Transport System)의 실현을 가능하게 하는 기본 구성요소중 하나로서, 틀게이트에서의 정체완화를 통한 물류비 절감 및 환경오염 개선, 요금징수 전산화를 통한 운영 유지비 절감 및 이용자에게 서비스를 개선하는 효과가 있다[1][2][3].



그림 1. 자동통행료 징수시스템  
Fig. 1. The auto toll collection system

통행료자동징수시스템은 유료도로 또는 고속도로 상에서 진출입시 DSRC 기지국과 차량탑재단말기(OBE : On Board Equipment)간의 무선통신을 통하여 통행료를 자동으로 징수하는 방식으로, 현재 많이 사용하고 있는 통행료 자동징수 방식은 전자지갑(스마트카드)에 미리 요금을 충전하여 차량탑재단말기에 장착된 스마트카드 삽입구에 넣어 유료도로 진출입 시 스마트카드의 기록내용과 차종에 따라 요금을 자동 차감해 나가는 선불제 요금 징수 방식으로 사용자 측에서 불편함을 초래한다[4][5]. 또한 현재 사용중인 신용카드 방식의 후불제 시스템은 카드회사로부터 하이패스용 신용카드를 발급 받아 사용해야 하는 불편함이 있다.

본 논문에서 개발한 기술은 차량의 ETC 탑재단말기와 차량 사용자의 휴대전화를 서로 결합하여 ETC 탑재단말기로부터 휴대전화 식별자 정보와 차량의 차종 정보를 얻고, 휴대전화 소유자의 계좌나 카드로 후불제로 요금을 부과함으로써, 도로 이용자 위주의 후불제 도로 통행료 징수시스템을 개발했다.

본 시스템은 틀게이트에서 도로 요금을 정산하는 선불하이패스 시스템과 휴대폰 후불결제시스템이 상호공존하면서 충전 등의 불편함을 덜고 소비자에게 편리한 서비스를 제공하기 위한 휴대전화를 이용한 하이패스 후불결제 시스템이다.

다음(그림 2)는 하이패스 후불 결제 시스템을 위한 내부 통신구조이다[6].

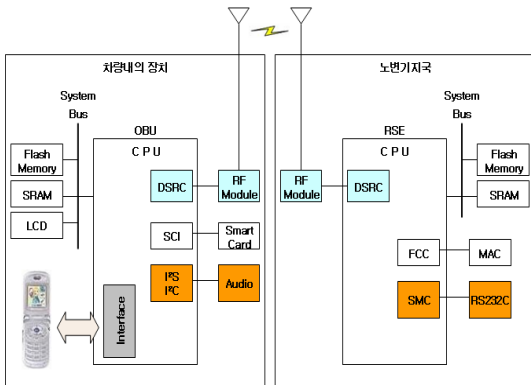


그림 2. 후불 하이패스를 위한 내부 통신구조  
Fig. 2. The internal structure for a Hi-Pass deferred payment system

다음 그림 3은 통행료 과금 방식을 선불식 카드 결제에서 휴대전화 기반의 후불식 소액결제 방식으로 변경하는 기능블럭의 연관 구성도이다[8].

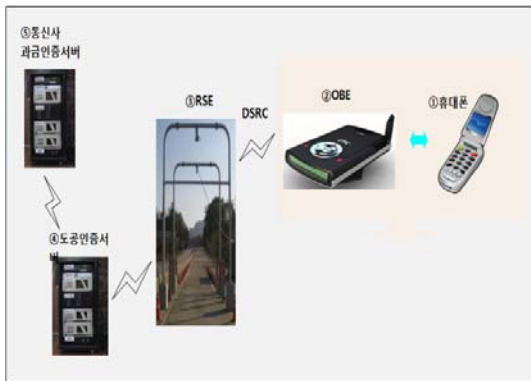


그림 3. 하이패스 후불결제 시스템 처리 구성도  
Fig. 3. The flow of a Hi-Pass deferred payment system

시스템 구동 시나리오는 다음과 같다.

- (1) 차량 탑승 후 시동을 켜면 하이패스 단말기의 전원이 켜지면서 결제대상을 찾는다. 이때 카드가 삽입되어 있으면 카드로 결제를 하고

삽입되어 있지 않으면 블루투스 통신으로 탑승자의 휴대폰 번호를 찾는다.

- (2) 휴대전화번호가 1개 이상 읽히면 단말기에서 결제할 휴대폰을 선택한다.
- (3) 선택된 번호는 결제용으로 사용하기 위하여 단말기의 임시 메모리에 저장한다.
- (4) 차량이 하이패스 틀게이트를 통과할 때, 단말기의 메모리에 저장된 휴대폰 번호를 기지국으로 전송하고, 기지국에서는 전화번호와 함께 과금정보를 통신사의 과금서버에 전송하여 승인을 받는다.
- (5) 통신사에서 승인을 받은 결과를 기지국을 통하여 단말기로 내려주고, 단말기는 처리결과를 휴대폰으로 송신한다.
- (6) 휴대폰은 과금결과 로그파일을 저장한다.

## 2.2 무선 과금거래 서브시스템 개발

본 모듈은 휴대폰에서 OBE간, OBE와 RSE, RSE와 CCU(communication control unit), 그리고 CCU와 인증서버 간의 과금처리 결과 로그기록 과정의 프로토콜을 규정하고 구현 하는 모듈이다. 본 논문에서는 RSE와 CCU간의 프로토콜 포맷과 전체 메시지 흐름에 대한 내용을 기술한다[9].

- (1) RSE와 CCU간의 메시지 포맷

- ① Message Header STX(0x02)(1 Byte)
- ② Local ID(1 Byte)
- ③ OP code(1 Byte) : 0x01 ==> Initialize, 0x10 ==> VST\_Indication, 0x11 ==> GET\_Response, 0x13 ==> DEBIT\_Response, 0x15 0x17 ==> STATUS\_Indication
- ④ TAG ID(4 Byte)

- ⑤ Reserved(4 Byte)
- ⑥ data Size(4 Byte)
- ⑦ Control Data(n Byte) : Attribute 정보(#1 ~ #14)
- ⑧ Message Tail ETX(0x03)(1 Byte)

(2) 과금 절차

휴대폰 결제방식의 HIPASS-Message 흐름절차는 다음 (그림 4) 와 같다.

휴대폰 결제방식의 HIPASS- Message FLOW

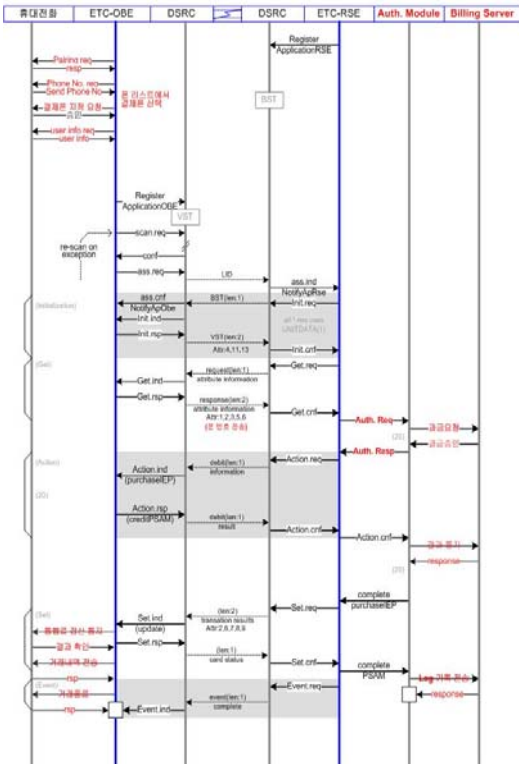


그림 4. 휴대폰 결제방식의 하이패스 메시지 흐름도  
Fig. 4. The Hi-Pass Message flow by Mobile payment system

(3) 유저 인터페이스 화면

다음 그림은 CCU의 사용자 인터페이스 화면이다.

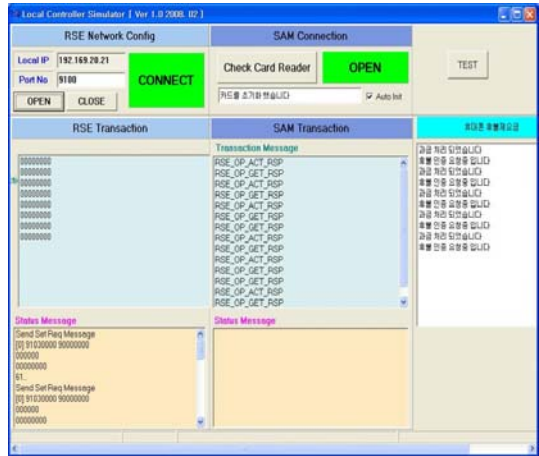
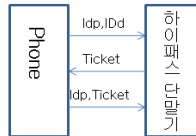


그림 5. CCU의 사용자 인터페이스 화면

Fig. 5. The user interface of CCU

다음 (그림 6) 은 차량탑승 시 초기화 절차와 톨게이트 통과 시 과금 처리하는 알고리즘이다.

차량 탑승시 초기화



톨게이트 통과 시 과금처리

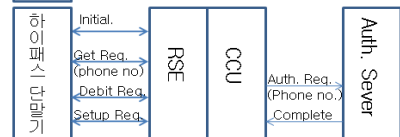


그림 6. 초기화 및 과금처리 알고리즘

Fig. 6. The algorithm of initialization and accounting

(4) 휴대폰 인증 서브시스템 개발

본 모듈은 CCU와 인증서버와의 메시지 포맷을 정의하고 구현하는 부분이다.

가) 인증에서의 요구 조건

- ① 노출(Disclosure) : 정확한 암호키를 소유하지 않은 사람이나 프로세서에게 메시지의 내용이 노출되는 것

- ② 위장 : 부정한 소스로부터 나온 메시지를 네트워크 상에 삽입 하는것
- ③ 내용수정 : 삽입, 삭제, 전치 및 수정을 포함한 메시지 내용의 변경
- ④ 순서수정 : 삽입, 삭제 및 전치를 통한 쌍방간의 메시지 순서의 변경
- ⑤ 시간수정 : 메시지의 지연과 재전송

(5) CCU를 이용한 인증 교환 방법

- ① OBE는 폰 번호와 디바이스 ID를 CCU를 경유하여 인증 서버에 전송
- ② 인증 서버는 티켓 승인 티켓(Ticketccu)생성 후 사용자 패스워드에 기반한 키로 티켓을 암호화하여 폰에 전송(티켓에 재사용방지를 위해 발행시간(TS1)과 유효기간(lifetime)을 포함)
- ③ OBE는 폰 번호와 디바이스 ID, Ticketccu을 CCU에 전송함으로써 서비스 승인티켓(TicketV)요구④ CCU는 들어온 티켓을 복호하고 복호의 성공여부, ID의 일치여부, phone 정보 확인, 유효기간 확인, 등의 수행 후 TicketV발급
- ⑤ OBE는 폰ID와 TicketV를 제시하여 결제요구 이후, 서버는 사용자 ID와 TicketV를 복호하고 검증한 다음 결제 완료

비밀키 분배 는 다음과 같다.

- ① OBE <=> AS ; Ko
- ② AS <=> CCU ; Kccu
- ③ CCU <=> PHONE ; KV

(6)인증서버 UI 화면

인증서버 UI 화면은 다음과 같다.

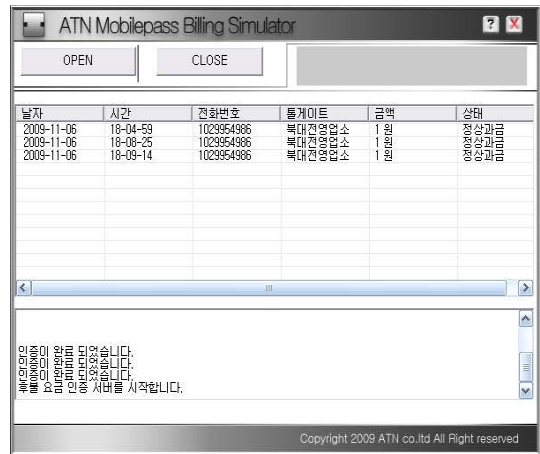


그림 7. 인증서버 UI화면

Fig. 7. The UI of authentication server

(7) 휴대폰-탑재단말 인터페이스 규격

본 모듈은 휴대폰과 하이패스 단말기 사이의 Pairing과 이후의 전화번호 전달방식에 대한 규정, 그리고 휴대폰의 응용 사양등에 대한 내용이고 세부 개발내용은 거래내역 조회 화면 제공, 설정 화면 제공과

백그라운드로 동작 및 블루투스를 이용하여 OBE와 통신기능, OBE로부터 폰 번호 전송 요청시 폰 번호 전송, OBE와 폰과의 인증 교환, OBE로부터 전송 받은 거래 결과를 데이터베이스에 저장하는 기능으로 구성된다. 세부 개발내용은 유저인터페이스에서 Listview 콘트롤은 일자, 시간, 영업소, 요금, 상태를 나타내고 옵션 버튼 은 추후 설정 기능 추가 시 사용하며 대기 시 트레이 아이콘 생성, 클릭 시 리스트를 출력한다. 인터페이스는 OBE와 폰 간의 통신은 블루투스를 이용한다. 블루투스 장치에 상응하는 가상 com 포트를 생성하여 시리얼 통신을 구현한다. 다음 (그림 8) 은 직렬통신 프레임워크를 구현한 내용이다.

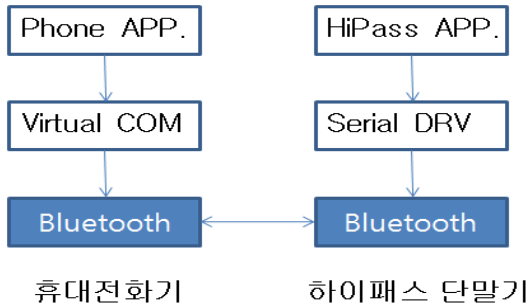


그림 8. 휴대폰과 하이패스 단말기의 계층별 흐름도

Fig. 8. The layer flow of between mobile phone and Hi-Pass terminal

데이터베이스는 EDB 사용하여 OBE로부터 받은 거래 결과를 저장한다.

데이터베이스 이름은 HighpassDB 이고 데이터베이스의 스키마는 Bill\_Info로 다음 (표 1) 과 같다.

표 1. 데이터베이스 스키마  
Table 1. Database schema

Field name	Type	Description
pk	Int	Primary key
date	varchar	거래일자
time	varchar	시간
tolgate	varchar	영업소
charge	varchar	요금
state	int	처리결과

OBE에서 PHONE(5 byte)으로 전달하는 폰번호 요청 메시지 형태는 다음과 같다.

STX(1)	HEADER(1)	COMMAND(2)	ETX(1)
--------	-----------	------------	--------

거래 결과를 전송하는 메시지 형태는 다음과 같다.

STX(1)	HEADER(1)	DATA(32)	ETX(1)
--------	-----------	----------	--------

PHONE에서 OBE(9 BYTE)로 메시지를 전송하는 형태는 다음과 같다. 여기서 DATA(6)은 전화번호를 나타낸다.

STX(1)	HEADER(1)	DATA(6)	ETX(1)
--------	-----------	---------	--------

### III. 시스템 통합시험 규격 개발

통합테스트를 하기 위하여 고속도로 톨게이트와 유사한 도로환경을 구축하여 차량의 속도별 차종별로 수백회의 시험을 수행 하여야 하며 이 경우 도로공사의 시험규격을 기준으로 실시하되 휴대전화 결제 부분은 추가되어야 한다. 휴대전화 결제 부분의 규격은 휴대폰과의 블루투스 페어링 성공률, 실시간 결제시의 처리시간 등의 부분을 안정적으로 수행하는지 여부에 초점을 맞춰 규격개발을 하였다. 시스템 통합시험규격개발 내용은 성능조건 부합 여부, 시험규격과 기지국과의 통신시험 규격 및 휴대전화 결제용 시험규격이다.

#### 3.1 통합 Test Bed 구축 및 통합 시험 장비

하이패스 과금을 위한 통합 시험에는 톨게이트와 동일환경을 구축하여야 하는데, 육천에 시험도로를 이용하여 그곳에서 통합 테스트 베드를 구축하여 시험을 하였다.

테스트베드의 장비에는 다음 그림 9와 같이 ETC 단말기의 통행료를 처리하기 위한 젠트리블 보여주고 있다.

ETC 단말기를 장착한 차량이 하이패스 지역을 통과할 때 카드가 장착되어 있으면 카드로 정산하고 없으면 미리 등록된 휴대전화의 번호로 과금이 처리된다.



그림 9. 시험용 겐트리

Fig. 9. The gentry for testing

서버 컴퓨터는 하이패스 처리 및 교통정보를 수집하여 이를 가공/처리하고 분배하는 기능, 정산업무 기능과 차로별 통신 제어를 위해 사용된다.

다음 (그림 10)은 AVC/VES 통합 제어기로 차종분류 및 통과 차량 촬영을 제어하기 위해 사용된다.



그림 10. AVC/VES 통합 제어기

Fig. 10. The unified controller of AVC/VES

다음 (그림 11) 은 레이저 스캐너로 차종분류와 원시자료 생성을 위해 사용된다. 레이저스캐너는 도로 위에 설치된 Gantry 구조물에 U-type Bolt를 이용하여 레이저 스캐너 고정용 플레이트를 우선 고정하고 전면을 향하여 5도 기울여준다.



그림 11. 레이저 스캐너

Fig. 11. The laser scanner

다음 (그림 12) 는 카메라 헤드로 통과차량의 번호판 촬영을 위해 사용되는 장치로 카메라 헤드로부터 피사체까지의 거리는 약 6~7m가 적당하며, 레이저 스캐너가 차량의 외형을 측정하면서 프로그램으로 연산하여 촬영시점을 결정할 때까지 소요되는 시간을 차량의 통과속도와 함께 고려하면 레이저 스캐너로부터 약 0.5m정도 지난 지점이 적당하다.



그림 12. 카메라 헤드

Fig. 12. The camera head

### 3.2 세부 시험결과

다음 (표 3)에서와 같이 기지국과의 고속주행 시험, 군집주행, 야간주행, 차선밀착주행의 통신시험 결과는 한국도로공사의 통신 규격에 적합하다.

표. 3 통신시험 결과

Table 3. Test status of communication

구분	시험항목	주행조건(속도)	시험 횟수	성공 횟수
계			105	104
성능 조건부 합여부	① 고속 주행 시험	100km/h	10	29
		110km/h	5	
		120km/h	5	
		130km/h	5	
		140~160km/h	4	
	② 군집주행(차간거리 1m 이내) 시험	1m 근접(30km/h 이내)	10	30
		4-5m 근접(50km/h 이내)	10	
	③ 야간주행시험	30km/h	5	15
		60km/h	5	
		90km/h	5	
④ 차선밀착주행(차선에서부터 50cm이내) 시험	30km/h	15	30	
	60km/h	15		

(그림 13)과 같이 OBE를 탑재한 차량의 속도를 변화 시켜 차량 안에 설치된 OBE에 수신된 수신결과를 보여준다. 그림에서 보는 바와 같이 차량의 속도가 빠르더라도 수신율이 변화는 거의 발생하지 않았다.

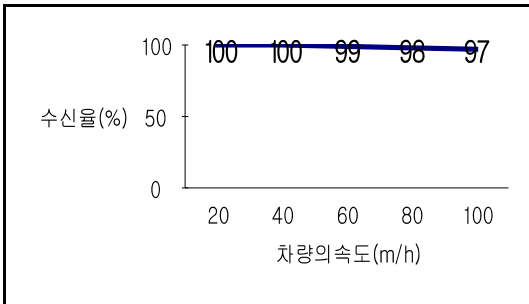


그림 13. 차량 속도에 따른 수신율

Fig. 13. The reception rate by car speed

다음 (표 4) 에서와 같이 휴대전화 결제용 시험은 2가지항목으로 수행했으며 시험결과는 한국도로공사의 시험 규격에 적합하다.

표. 4 휴대전화 결제용 시험

Table 4. Test status of mobile phone approval

시험항목	시험횟수	시험결과
① 하이패스 단말기와 휴대전화의 Bluetooth pairing 시험	-하이패스 단말기 1대와 휴대전화 2대를 차량 내에서 100회 pairing 시도	100회 Pairing 성공
② 과금서버와의 인증처리시간	-실험실에서 100회 통신 시험 시도	Debit 처리시간 8ms 이내 처리 100%

다음 (그림14) 에서 보는바와 같이 과금서버 와의 인증처리시간은 Debit 처리시간 8ms 이내에서는 100% 성공하는 것을 볼 수 있다.

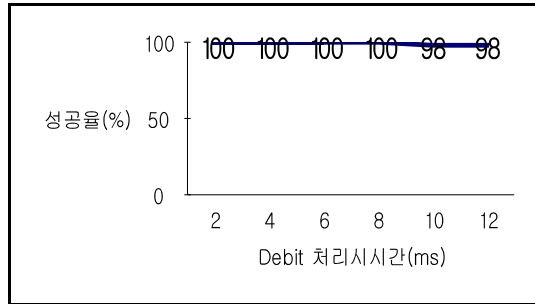


그림 14. 과금서버와의 인증처리시간

Fig. 14. The authentication processing time of accounting server

#### IV. 결론

본 논문은 하이패스 단말기와 기지국, 인증서버 시스템, 하이패스 시스템 제어기 그리고 휴대전화 Application S/W등 복잡한 시스템 전반에 대한 내용을 개발하며, 선불제 유료도로 통행료징수방식에서 후불제 과금 기술로 텔레매틱스 부가서비스로 확장이 가능하고, ETC 탑재단말기를 저가 소형화함으로써 생산원가 절감 및 부가서비스를 제공할 수 있어 첨단교통체계의 기반 구축을 할 수 있다.

기지국과의 통신시험 결과와 휴대전화 결제용 시험결과는 통신 규격을 만족했다.

참고문헌

- [1] ISO Std ISO/DIS 15628, Transport information and control system(TICS)- Dedicated Short Range Communication(DSRC)-DSRC application layer, International Standards Organization, Oct. 2003
- [2] 이현, 안동현, 신창섭, 임춘식, 박세호, 조경록, "모바일 오피스 서비스 지원을 위한 ADSRC 패킷 통신 시스템" *한국통신학회지*, 제19권, 제9호, pp.77-85, 2002
- [3] 최광주, 최경원, 조경국, 윤동원, 박상규, "DSRC 시스템에서 릴레이 프로토콜", *대한전자공학회논문지TC*, 제43권, 제9호, pp.32-39, 2006
- [4] M.Ikawa, Y.Goto, Y.Igarashi, H.Kumazawa, K.Koizumi, and K.Oka, "DSRC local communication platform and its application to information push service", *Intelligent Vehicles Symposium, IEEE*, pp.105-110, 2004
- [5] Fujii, Haruki, Katsuki, Shinichi, "Activities Toward the Diffusion of DSRC-based Services(Topic : *Intelligent Transport Systems*)", *Journal of the society of automotive engineers of Japan*, Vol.60, No.2, pp.42-47, 2006
- [6] IEEE Working Group P1455 : Draft Standard for Message sets for vehicle /roadside communications(1999.2.2)
- [7] Broaday Cash, Justin McNew, Doug Kavner, Wayne Fisher, "*IEEE 802.11-04/0793r1: 5.9GHz WIRELESS ACCESS IN VEHICULAR ENVIRONMENTS / DEDICATED SHORT RANGE COMMUNICATION*," July 2004.
- [8] ASTM E2213-02: Standard Specification for Telecommunication and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems, October 2002.
- [9] J ochen Schiller, '*Mobile Communications*', Addison Wesley, 2000.
- [10] 최상욱 외, "IEEE 802.11a를 이용한 인프라-차량 단말간 제어명령기술 설계 및 연구", *한국지식정보기술학회 논문지*, 제5권, 제1호, pp.9-16, 2010.

김삼택(Sam-Taek Kim)



1987년 중앙대학교 전자계산학과 석사 졸업.

2005년 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사학위

1995년 3월 ~ 2007년 8월 우송정보대학교 컴퓨터 정보통신계열 부교수

2007년 9월 ~ 현재 우송대학교 컴퓨터정보학과 부교수  
※ 관심분야: 유/무선 네트워킹, VoIP, 모바일 컴퓨팅, ITS





