

휴대폰 기반 ETC 시스템을 위한 인터페이스 모듈 설계 및 구현

신승아* · 임재홍**

*한국해양대학교 전자통신공학과 대학원, **한국해양대학교 전파정보통신공학부 부교수

Design and Implementation of an Interface Module for the ETC System using Mobile Phone

Song-Ah Shin* · Jae-Hong Yim**

*Graduate school of Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

**Division of Radio & Information Communication Eng., Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

요 약 : 현재 시범 시행중인 자동요금징수(ETC: Electronic Toll Collection) 서비스는 차량 주행 중에 차량내의 자동요금징수 서비스 전용 단말기에 내장된 카드 리더 장치로부터 삽입된 스마트 카드의 정보를 읽어 과금을 결제하는 방식을 채택하고 있다. 본 논문에서는 현 ETC 시스템인 카드 리더 방식에서 발생하는 단점을 극복하고 처리하여 성능이 향상된 자동요금징수 서비스를 위하여 차량이 주행 중에 휴대폰을 이용하여 통행료를 자동으로 징수하는 시스템을 제안한다. 휴대폰을 이용한 자동요금징수 결제 시스템을 통하여 운전자는 카드리더의 이용시 발생하는 카드와 카드 리더간의 불일치로 발생될 수 있는 문제점을 극복할 수 있으며 나아가 휴대폰을 이용하여 요금을 결제함으로써 보다 능률적인 데이터 처리 및 편리한 사용자 환경을 구축하였다.

핵심용어 : 지능형 교통 시스템, 자동요금징수 시스템, 왓, 인터페이스 모듈, 휴대폰

Abstract : Using the ETC Service, it is now possible to charge a vehicle for driving pass a specific toll booth electronically, without the vehicle even having to slow down. The smart card and card reader used to collect tolls electronically have a serious problem which it dose not have a standard for the ETC system. In this paper, we suggest the ETC system using mobile phone to collect tolls efficiently instead of existing system which is consist of a Interface Module to connect between a mobile phone and OBE, a mobile phone to send the information of tollgate fees and OBE to communication with RSE of roadway in the vehicle. This primary focus of this system is the IM functions and protocol to assist of the existing mobile phone and OBE.

Key words : ITS(Intelligent Transport System), ETC(Electric Toll Collection), WAP(Wireless Application Protocol), IM(Interface Module), Mobile Phone

1. 서 론

전세계적으로 자동차의 대중화로 인하여 교통이 혼잡하고 수많은 사고가 잇따르고 있으며, 이로 인한 인명피해와 대기 오염 등이 심각한 사회문제로 대두된지 오래이다. 따라서 이를 효율적으로 조정하며 안정성을 획기적으로 증진시키기 위하여 각 나라는 범국가적으로 차세대 교통 체계 시스템을 도입하고 있다(건설교통부, 2000).

80년대 이후 계속적으로 진행되고 있는 차세대 교통 체계 및 시스템인 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transport System)은 교통 혼잡을 효율적으로 조정하고 안정성을 획기적으로 증진시키기 위하여 도로, 차량, 신호 시스템 등 기존 교통 체계의 구성요소에 전자, 제어, 통신 등 첨단 기술을 결합시켜 구성 요소들이 상호 유기적으로 작용토록 하는 차세대 교통 체계 및 시스템이다. ITS는 도로와 차량을 통신, 제어 등

의 최첨단 정보 통신 기술을 이용 결합함으로써 운전자에게 도로의 상황, 그에 따른 우회도로 정보 및 교통정보를 실시간으로 제공하며 교통 흐름을 원활하게 하여 혼잡을 완화시키고, 안전 운전을 확보하며 환경을 보호한다. 이러한 효과를 통하여 도로 이용을 최적화하며, 안전하고 쾌적하고 효율적인 교통을 실현 가능하게 하는 정보통신 네트워크와 교통 네트워크의 통합 시스템이다. 국내에서는 1997년 말부터 “국가 ITS 사업의 핵심 공유 기반 기술 연구”를 통하여 ITS 기반 구축의 국가적인 계획안이 수립되었다(한국전파진흥협회, 2002).

ITS 시스템은 크게 5개 분야인 첨단교통관리시스템, 첨단교통정보시스템, 첨단대중교통시스템, 첨단차량/도로시스템, 첨단화물운송시스템으로 구분되어 있으며, 첨단교통관리시스템 중 자동요금징수(ETC: Electric Toll Collection) 서비스는 현재 상용화 및 실용화를 앞두고 있다(건설교통부, 2002).

ETC 서비스는 차량에 위치한 ETC 서비스용 단말기(OBE:

* 대표저자 : 신승아(정회원) pinchild@hanmail.net 051)410-4910

** 정회원, jhyim@mail.hhu.ac.kr 051)410-4318

on Board Equipment)와 노변 기지국(RSE: Road Side Equipment)이 단거리전용무선통신(DSRC: Directed Short Range Communication)을 이용하여 고속도로나 도심의 통행료를 자동으로 징수하는 서비스이다. ETC 서비스를 통하여 차량의 운전자는 정차하지 않고 톨게이트를 통과함으로써 교통 정체를 줄이고, 관련 당국은 안전하고 효율적으로 요금을 징수할 수 있게 된다(유정시스템, 2001).

현재 상용화 준비 중인 ETC 서비스는 차량 주행 중에 차량 내의 ETC 서비스 전용 단말기에 내장된 카드 리더 장치로부터 삽입된 스마트 카드의 정보를 읽어 차량 진입시 필요한 인증 및 과금 결제 등을 처리한다. 이러한 방식은 스마트 카드의 충전으로 인한 불편과 제조사별로 다른 스마트 카드 규격을 사용함으로써 여러 종류의 카드와 이에 따른 카드 리더를 구현해야 하는 단점이 있다. 또한 각 노변 기지국들은 각 제조사별 카드 리더에 알맞은 통신 모듈이 필요하고, 사용자는 리더에 맞는 카드만을 사용해야 하는 단점이 있다(하, 2001).

따라서 본 논문에서는 스마트 카드 이용시 발생하는 단점을 해결하고 처리 성능이 향상된 ETC 서비스를 위하여 차량이 주행 중에 휴대폰을 이용하여 통행료를 자동 결제하는 시스템을 설계 구현하였다. 휴대폰을 이용한 ETC 결제 시스템을 통하여 차량의 운전자는 카드리더의 이용시 발생하는 카드와 카드 리더간의 불일치로 발생할 수 있는 문제점을 해결할 수 있으며 나아가 휴대폰을 이용하여 요금을 결제함으로써 고속도로 통과대역을 영수증 및 증빙 서류로 이용 가능하다. 또한 휴대폰 고유의 인증 절차를 사용함으로써 인증 절차 간소화로 인한 전체적인 시스템의 처리 속도를 향상시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 ETC 시스템의 전체적인 개요 및 현재 시범 사용 중인 스마트 카드와 카드리더를

이용한 ETC 시스템의 소개와 문제점을 다루고 있으며, 3장에서는 기존 카드 리더 방식을 이용한 ETC 시스템의 문제점을 해결하고 시스템 성능을 향상시킬 방안으로서 휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템 설계에 대하여 기술하였으며, 4장에서는 휴대폰을 이용한 요금 결제 시스템을 구현하였으며, 5장에서는 결론과 앞으로의 연구 방향에 대하여 서술하고 있다.

2. 자동요금징수시스템

2.1 ETC 시스템의 구성

ETC 시스템은 요금징수 대상 도로의 톨게이트에서 차량이 정지하지 않고, 통행료를 자동으로 징수함으로써 도로이용의 편의를 증진하고 교통류를 원활하게 유지하는 시스템이다.

(Fig. 1)은 ETC 시스템의 동작을 나타내고 있다. ETC 시스템은 ETC 안내 표시기와 상호 인증을 통한 요금정산 및 요금 차감을 결정하고 차선제어기로 데이터를 전송하는 제 1 기지국, 위반 차량을 처리하는 제 2 기지국, 차종을 분류하는 장치, 카메라로 구성되어 있으며 각 시스템은 네트워크를 통하여 차선 제어 장치 및 톨게이트 서버로 연결되어 있다.

차량이 톨게이트를 진입하기 시작하면 ETC 시스템이 차선과 채널을 안내한다. OBE는 카드를 초기화하고 ETC 인증 채널을 고정하게 된다. 차량이 ETC 차선 안내를 받으며 제 1 기지국을 통과할 때 상호 인증을 거쳐 통행료를 징수한다. 이때 할인/면제를 결정하여 통행료를 징수한다. 그 후 요금 처리 결과를 톨게이트 서버에 저장한다. 만일 OBE가 존재하지 않거나 여러 가지 이유로 오류가 발생하면 블랙/화이트 리스트를 검사하여 차량 사용자에게 위반 내용을 통보한 후 제 2 기지국에서 위반 차량을 촬영하여 결과를 톨게이트 서버로 전송

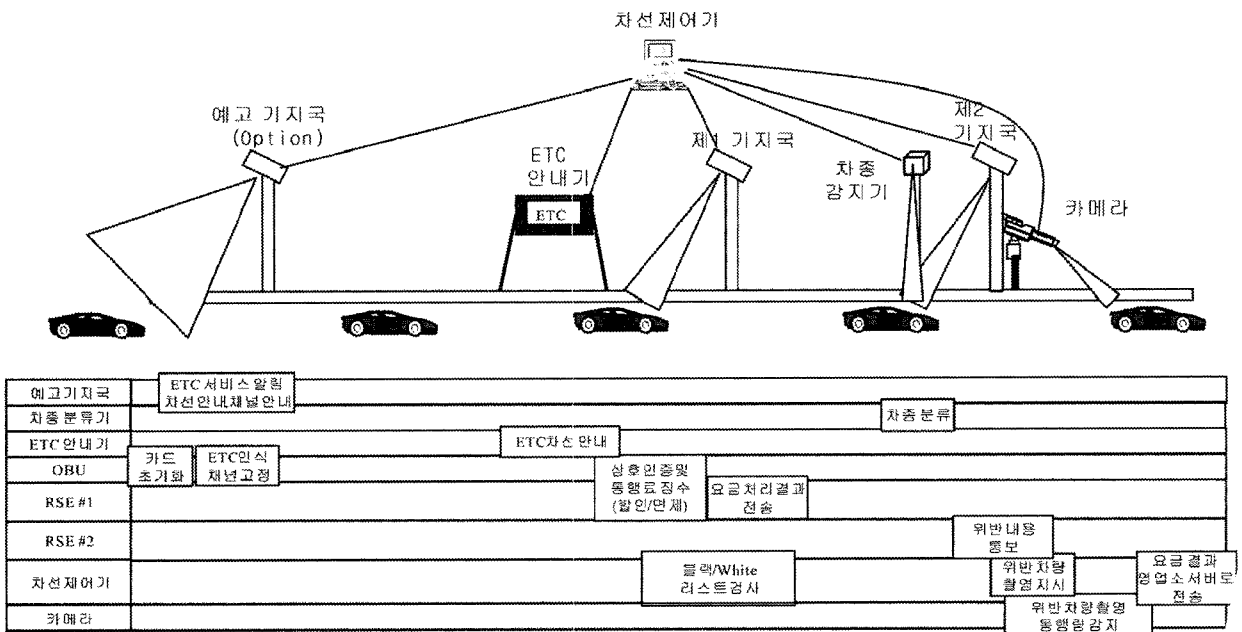


Fig. 1 Data flow of ETC system

하여 차후에 요금을 징수한다. 카메라는 위반차량을 감지하고, 통행량을 감지하는데 이용된다(ISO 17573).

2.2 현행 ETC 시스템 및 문제점

현행 ETC 시스템은 스마트 카드와 카드리더를 이용한 결제 시스템을 도입하고 있다. 카드리더를 이용한 시스템은 차량 내에 OBE와 카드리더를 탑재한 후 알맞은 스마트 카드를 이용하여 고속도로 톨게이트에 설치된 노변 기지국(RSE) 장치 사이에 DSRC 무선 패킷망을 이용하여 무정차 상태에서 통행료를 징수하는 시스템이다(LG 전자, 2002).

현행 시스템은 우선 차량 내에 OBE와 카드리더를 탑재한 후 충전된 스마트 카드를 카드리더에 삽입하여 OBE와 스마트 카드 사이의 초기화를 시켜야 한다. 유효한 스마트 카드가 삽입이 되면 시스템이 초기화가 된다. 만일 유효한 스마트 카드가 삽입이 되지 않았거나, 충전이 되지 않은 스마트 카드가 삽입이 된 경우 예외로 처리하게 된다.

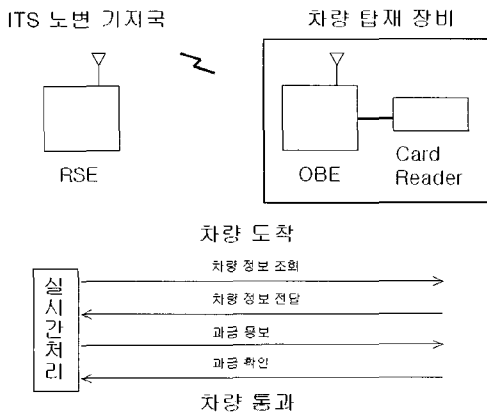


Fig. 2 Data flow of card reader system for charging toll fee

(Fig. 2)는 카드리더를 이용한 요금 결제 절차를 보여주고 있다. 개방형 톨게이트인 경우에는 통과하는 순간 RSE 측 톨게이트 서버측에서 과금을 계산하여 OBE에 통보하게 된다. OBE가 과금을 통보 받으면 과금을 스마트 카드에서 공제를 한다. 과금 확인이 끝나면 과금 확인 메시지를 RSE에 보내고 RSE에서 차량정보와 함께 과금 정보를 톨게이트 서버에 저장하게 된다. 톨게이트가 폐쇄형이라면 톨게이트 진입시 차량의 정보를 저장하고, 진출시 기준에 저장된 정보를 이용하여 거리 등을 계산한 후 과금을 계산하고 계산된 과금은 개방형과 같은 절차를 통하여 과금 정산을 하게 된다. 이러한 과정이 정상속도로 톨게이트를 통과하면서 실시간으로 이루어진다.

만일 차량이 통과 도중 카드가 제거되거나, 카드에 잔액이 충분하지 않은 경우에는 OBE가 오류 메시지를 보내게 되고 RSE에서 오류 메시지를 받으면 불법 차량으로 인식하고 카메라로 차량 번호판을 촬영하여 영상인식 정보를 톨게이트 서버에 저장 후 과금 정산하여 자동차 운전자에게 통보하게 된다.

이러한 선불형 스마트 카드는 구현이 쉽다는 장점이 있다. 그러나 아직까지 국가 규격 미비로 인하여 카드리더와 스마트

카드 간에 호환성이 결여되어 있다. 즉 제조사는 (지방자치) 단체별로 다른 스마트 규격으로 여러 종류의 카드와 카드 리더를 구현해야하는 단점이 있는 것이다. 또한 제조사별 카드 사이에도 규격이 달라 사용자는 사용하는 시스템에 맞는 카드 리더와 카드를 보유해야만 한다. 카드의 분실이 발생하는 경우에 카드리더에 맞는 스마트카드를 구입해야만 사용할 수 있는 단점이 있다.

노변 기지국 또한 카드 결제 방식을 채택하기 위해서는 제조사별 모든 종류의 카드 리더에 알맞은 통신 모듈이 필요하게 된다. 만일 알맞은 통신 모듈이 존재하지 않다면 그 차량은 불법 차량으로 인식하게 된다.

선불 카드는 기본적으로 충전 방식이므로 별도의 충전기를 필요로 하고 사용량에 따라서 알맞게 충전해야 하는 불편이 있다. 만일 충전을 하지 못한다면 불법차량으로 인식받게 된다.

따라서 이러한 카드리더 방식의 단점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 OBE와 임의의 휴대폰을 연결해서 과금을 결제하는 방식을 채택하고 있다. 이러한 시스템은 카드 규격에 무관하므로 편리한 결제 시스템이라 할 수 있으며, 또한 충전장치가 필요하지 않고, 휴대폰의 인증 절차를 이용하므로 차량이 톨게이트 통과시 암호화 처리 시간을 단축시킬 수 있다.

3. 휴대폰을 이용한 ETC 시스템

3.1 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 설계

(Fig. 3)은 휴대폰을 이용한 ETC 시스템의 개략적인 구성도를 보여주고 있다. 휴대폰을 이용한 톨게이트 자동요금 징수 시스템을 위한 전체적인 ETC 시스템은 휴대폰과 IM 모듈(암호화 모듈 포함), OBE 단말기, RSE, 톨게이트 내 데이터 저장 서버와 휴대폰을 통해 부과될 과금 서버로 구성된다. 톨게이트 측면의 노변 기지국인 RSE가 있고, RSE는 차량내의 OBE와 DSRC로 통신을 하게 된다. 차량 내의 OBE와 IM(Interface Module)은 UART(Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter)로 IM과 휴대폰(Mobile Phone)은 RS232C 직렬 통신으로 연결되어 있다.

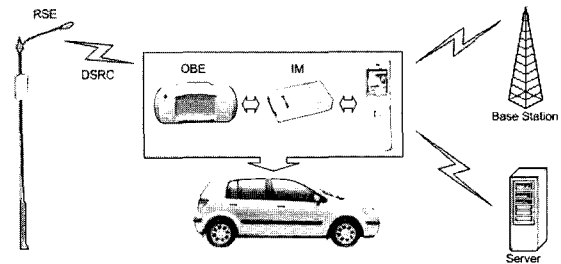


Fig. 3 ETC system using a mobile phone

(Fig. 4)는 휴대폰을 이용한 ETC 시스템의 내부통신 구조를 보여주고 있다. 차량 내에는 과금을 위한 휴대폰이 장착이

되며 OBE와 휴대폰간의 통신 및 기타 정보의 로그를 위하여 IM이 존재하며, RSE와의 통신을 위한 OBE로 구성되어 있다. IM은 휴대폰과 연결하기 위하여 RS232C 직렬 케이블로 연결되어 있으며 OBE와는 UART 케이블로 연결되어 있다. IM의 내부는 메모리와 데이터 처리를 위한 PIC로 구성되어 있다. OBE는 RSE와 DSRC 통신을 위한 RF 모듈로 되어 있으며, 내부에 데이터 처리를 위하여 마이크로프로세서가 존재한다. OBE로 톨게이트 정보 데이터를 송신해주고, 과금을 결제하는 RSE는 내부에 OBE와 통신하기 위한 RF 모듈이 존재하며, 데이터 처리를 위한 마이크로프로세서, 암호화된 데이터를 해독하거나, 과금 데이터를 암호화하기 위한 역암호화 모듈이 있다.

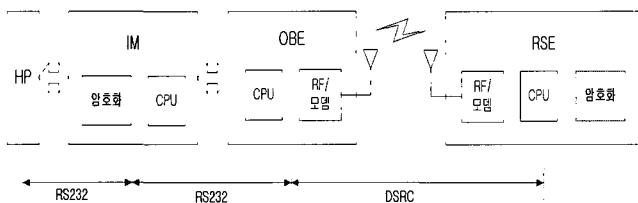


Fig. 4 Inner communication configuration of ETC system using mobile phone

1) 휴대폰 인증

휴대폰을 이용한 ETC 시스템의 경우 스마트 카드와 카드 리더의 역할을 휴대폰과 인터페이스 모듈이 대신한다. OBE와 RSE간 실시간 데이터 송수신 전에 미리 휴대폰은 OBE와 IM을 통해 연결 가능하다. 이때 휴대폰은 Ping과 같은 통신의 유무를 판단할 수 있는 명령어를 이용하여 기지국으로부터의 통신이 가능한 상태인지를 분별할 수 있게 된다. 상기 방식으로 동작하는 단말기의 경우는 기지국 등록을 완료한 경우 결제에 하자가 없는 휴대폰으로 간주할 수 있으므로 스마트 카드의 인증기능을 대체할 수 있다. 휴대폰은 자신의 지역 베이스 기지국에 사전 등록하므로, 등록과정을 통해 인증을 하는 것을 의미한다[13]. 이는 카드리더 방식과는 달리 사전에 ITS 시스템과 상관없이 미리 지역적인 인증을 할 수 있게 되는 것이다. 그리고 차량이 통과한 후 결제정보를 기지국에 전송하여 과금을 처리한다. 따라서, 휴대폰을 이용함으로써 톨게이트 통과시 통신 시간을 단축할 수 있다.

2) IM의 기능

본 시스템은 카드리더 방식을 대체하기 위하여 OBE와 휴대폰을 IM을 이용하여 연결하여 사용한다. 이 방식은 현재의 사용되고 있는 OBE와 휴대폰을 기존의 상태로 유지시키면서 IM을 이용하여 ETC 시스템을 구현할 수 있도록 한다. OBE는 기존의 OBE와 카드리더간에 사용되던 표준 UART 케이블로 IM과 연결하고, IM과 휴대폰은 폰의 기존 데이터 케이블과 RS232C와 연결하여 사용한다.

(Fig. 5)는 OBE와 휴대폰 사이의 연결 구성을 보여주고 있다. OBE와 휴대폰의 기능 추가를 최소화하고 ETC 요금 인증

과 관련된 내용 대부분의 추가를 IM을 통하여 구현한다. 따라서 OBE의 규격은 기존의 DSRC, ETC 표준 규격을 따르므로 현행과 변동없으며 단지 할인 정책 등 OBE를 통하여 조정 가능한 기능을 부과하게 된다.

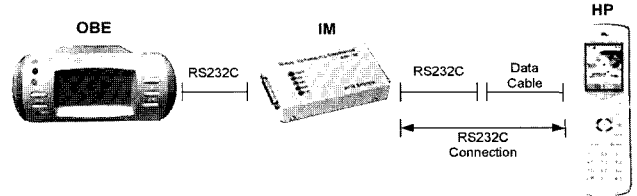


Fig. 5 Connection of OBE and mobile phone via IM

휴대폰은 ETC 서비스와 관련하여 추가되는 제어 명령과 차량이 톨게이트를 통과한 후 IM으로부터 받은 과금 정보를 휴대폰 기지국으로 전달하는 기능이 추가된다. 대부분의 제어 기능은 IM에서 수행하므로 단순한 데이터 송수신의 최소한의 기능만 추가된다.

IM의 기능은 OBE와의 UART를 통한 데이터 송수신 기능이 구현되어야 하며, 휴대폰과의 RS232C 연결을 통한 데이터 송수신 기능이 구현되어야 한다. 휴대폰과 RS232C 연결을 통한 데이터 송수신은 휴대폰으로부터 휴대폰 정보를 받아 OBE로 넘겨주거나, 과금 데이터를 받아 휴대폰을 통하여 휴대폰 기지국으로 전송 처리하기 위하여 사용된다. IM은 휴대폰이 OBE의 ETC 기능을 제어 할 수 있도록 설계 되어야 한다. 그리고 무선 사업자들이 외부장치를 연결하여 사용하기 위한 명령처리 기능이 구현되어야 한다. AT 명령처리 기능을 이용하여 사용자가 사용한 과금 정보 로그에 관한 데이터를 외부에서 확인할 수 있어야 한다. UI(User Interface) 기능은 사용자의 편의성을 도모하게 된다.

모든 기능들은 기본적인 보안 관련 기능을 중심으로 이루어진다. 전체적인 데이터 송수신에서 필요한 정보의 제어까지 필요하다면 보안 알고리즘이 들어가게 되는데 기존의 카드리더 방식에서 사용한 SAM(Secure Application Module)을 대체할 수 있도록 IM에서는 RSA(Rivest-Shamir-Adelman) 암호화 알고리즘을 채택하였다. RSA는 송수신자가 동일한 키를 이용하므로 키가 너무 많이 보관되고 비밀 유지에 문제가 발생할 가능성이 높은 비밀키 암호화 방식을 보완하기 위해 개인이 소지하는 비밀키와 일반에 공개되는 공개키가 이용되는 비대칭 암호화 방식을 사용하고 있다. 이 암호화 알고리즘은 공개키 암호의 개념을 최초로 실현시킨 구체적인 알고리즘으로, 아주 큰 소수로 합성수를 인수 분해하는 어려움에 의해 안전성을 도모한다.

IM은 OBE에 전달할 정보를 가지게 되는데 휴대폰과의 연결을 통하여 인증된 연결자 번호 즉 휴대폰 번호를 저장하게 되고, IM이 가지는 고유한 식별자 번호를 소유해야 한다. 또한 차량과 관련된 정보로서 차량번호, 차종 등을 저장하게 된다. 톨게이트 통과시 실시간으로 이루어지는 통과 데이터나 과금 등의 로그 데이터들도 저장하게 된다.

3.2 휴대폰을 이용한 요금 결제 시스템의 절차

휴대폰과 IM, OBE는 유선으로 연결되어 톨게이트를 통과하기 전에 연결 설정을 하게 된다. 이와 함께 휴대폰 인증 절차를 거쳐 휴대폰과 OBE간 초기화가 수행된다.

휴대폰의 초기화는 IM이 휴대폰 번호를 계속적으로 스캔함으로써 유지된다. 휴대폰 번호가 스캔된 경우(휴대폰이 연결되어 있는 경우) 특정 연결 설정값을 설정하여 OBE와 초기화를 이룬다. 만일, 휴대폰이 IM과 분리되는 경우 휴대폰 번호는 디폴트 값으로 변경된다. OBE는 IM의 연결 설정 값이 디폴트이거나, IM이 빠져 값이 없어지는 경우에 에러로 처리한다.

결제 전 ITS 시스템과 관계없이 현행 방식대로 휴대폰의 기지국 등록을 통하여 초기화가 수행된다.

1) 폐쇄형 출구, 개방형 톨게이트 데이터 처리 절차

톨게이트는 폐쇄형과 개방형으로 나눌 수 있는데, 출입구가 따로 구분되어 있어 구간별 과금을 산정하는 경우를 폐쇄형이라고 하고, 차량이 톨게이트를 지나는 순간 과금을 결제하는 방식을 개방형이라고 한다.

(Fig. 6)은 폐쇄형 출구, 개방형인 경우의 데이터 처리 절차를 보여주고 있다. 차량이 톨게이트를 통과할 때 개방형인 경우, 우선 초기화를 통하여 IM에 저장된 휴대폰 번호와 입구 데이터(디폴트 값), 출구 코드(디폴트 값)를 OBE에 전송한다. 톨게이트 통과시 주파수를 할당받은 OBE가 암호화 된 형태의 휴대폰 번호, 입구 데이터 정보, 출구 코드와 할인 정책에 해당하는 경우의 할인 정보, 차량 고유의 OBE ID와 차종, 차량 번호 등을 RSE로 넘겨준다. 차량 정보를 받은 RSE는 OBE로부터 받은 정보와 함께 정산된 요금, 출구 관련 데이터를 암호화 모듈에 보내고, 암호화 모듈에서는 차량의 OBE ID, 차종, 요금, 출구데이터 등과 함께 영수증 정보를 암호화시켜 다시 RSE로 보내준다. 영수증정보는 19bytes로 영수증 일련번호, 정수처리 일련번호, 요금소 유형, 차량번호 등으로 이루어져 있다.

RSE는 암호화 모듈로부터 받은 정보를 OBE를 통하여 IM으로 전송한다. IM에서는 OBE로부터 받은 암호화된 정보를 분석하여 저장을 하고 정보가 정확히 저장되었음을 RSE로 통보한다. RSE에서는 암호화를 분석하기 위하여 역암호화 모듈로 데이터를 보내고, 분석된 데이터는 거래내용을 생성한다.

저장이 완료되면 송수신 종료 메시지를 보내고 실시간 데이터 처리는 종료된다. OBE와 RSE간 데이터 전송이 끝나면 IM에서는 저장된 영수증 정보를 휴대폰을 통하여 휴대폰 기지국으로 보낸다. 휴대폰으로 과금 정보가 정확히 보내지면 IM은 저장된 영수증 정보를 바르게 처리된 것으로 인식하게 된다. 휴대폰 기지국은 수집된 정보를 저장하여 월별로 과금을 청구한다. RSE에서는 생성된 거래내역을 톨게이트 서버에 보내 톨게이트 서버에서는 과금정보를 저장한다. 과금 부과 이상이 발생되었을 때는 톨게이트 서버의 과금 정보와 IM에 저장된 과금 정보를 비교하여 처리한다. IM이 저장하는 과금 데이터 정보는 100개이다.

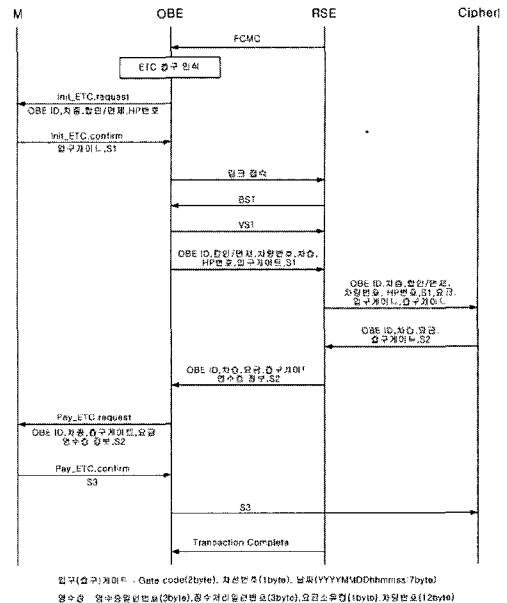


Fig. 6 Data flowchart of the closed output or opened tollgate

OBE와 RSE간 통신이 종료한 후 휴대폰이 IM과 분리되는 경우에는 과금정보가 휴대폰 기지국으로 전송될 수 없다. 이러한 경우에는 과금 정보에 오류가 생긴 것으로 처리하여 IM에 과금 처리 정보 개수에 상관없이 계속적으로 저장되어 IM과 휴대폰이 다시 연결되었을 때 과금 정보를 휴대폰 기지국으로 전송하게 된다. 기존에 처리되지 않은 과금 및 다른 동작이 있는지 검색하여 우선적으로 과금을 처리함으로써 만일 처리되지 않는 과금 데이터가 존재한다면, 현재 남아있는 과금 데이터를 먼저 처리하기 전까지 다른 ETC 서비스를 수행하지 않는다. 따라서 미결인 과금 정보가 처리되도록 계속적으로 서버와 접속을 시도하고 과금 정보의 완결 처리 후 IM의 기능을 시작한다.

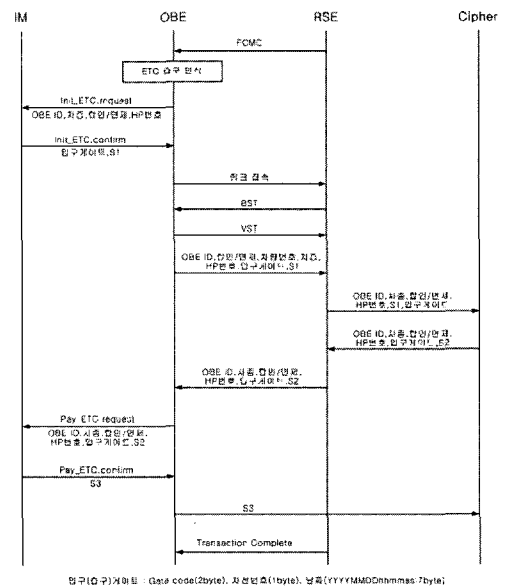


Fig. 7 Data flowchart of the closed input tollgate

폐쇄형 출구인 경우에는 IM에서 OBE로 데이터를 넘겨줄 때 저장된 입구데이터 값을 넘겨주게 된다. 출구인 경우에는 입구로부터 출구까지의 과금이 정산되어야 하므로 폐쇄형 입구를 통과할 때 저장된 입구 데이터 정보를 RSE로 넘겨서 과금을 해야 하므로 입구 데이터에 값이 전송되어야 한다. 그 이외의 절차는 개방형과 같다.

2) 폐쇄형 입구 데이터 처리 절차

(Fig. 7)은 폐쇄형 입구 톨게이트의 데이터 처리 절차를 보여주고 있다. 폐쇄형 입구인 경우 개방형과 같이 IM에서 휴대폰 번호, 입구데이터, 출구코드 등이 암호화되어 OBE로 넘어가고 RSE와의 주파수가 할당되면 OBE는 IM으로부터 받은 정보를 RSE로 넘긴다. RSE는 OBE에서 받은 정보를 이용하여 새로운 입구데이터를 생성시킨다. 생성된 입구데이터는 암호화되어 IM으로 보내지고 IM에서 출구로 진출하기 전까지 이 정보를 저장한다. 데이터 저장이 완료되면 종료 통보 데이터를 보내서 데이터 송수신을 종료하게 된다.

4. 휴대폰을 이용한 요금 결제 시스템의 구현

4.1 IM 블록도 설계

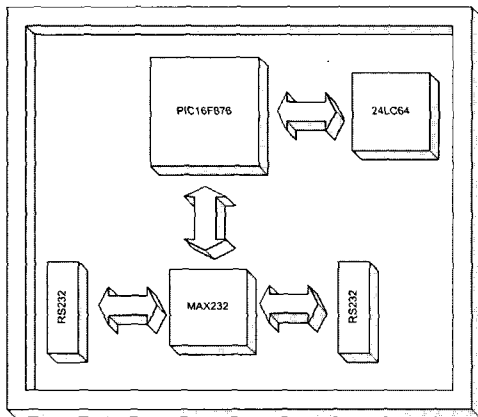


Fig. 8 Block diagram of IME

(Fig. 8)은 IM 블록도를 나타내고 있다. MPU로 사용된 PIC16F876는 8비트 CMOS 원칩마이크로 컨트롤러 RISC와 하버드 아키텍처 구조를 가지고 있으며 PIC프로그램 메모리는 14bit, 데이터 메모리는 8bit bus, 28핀 패키지로 되어 있다. 입출력 포트는 방향 지정이 자유로운 22개의 I/O 포트를 가지고 있으며, 최대 동작속도는 20MHz까지이다. OBE로부터 들어오는 전원 5V를 사용해서 입력 신호(5V, 0V)에 따라 RS232C 규격에 맞는 10V와 -10V를 만들어 주기 위하여 MX24LC64를 사용하였다. 내부의 스위칭 회로와 외부에 부착한 커패시터 4개를 사용하여 배전압 회로에서 10V를 만들어 내고 전압 반전 회로에서 -10V를 만들어 낸다.

IM 설계시 과금 데이터와 로그가 저장되어야 하며, 사용자의 필요에 의해서 액세스가 가능해야 한다. 이 역할을 24LC64

가 담당하였다.

4.2 프로그래밍 순서도

(Fig. 9)는 OBE, IM과 휴대폰간의 초기화 순서도이다. IM 전원이 인가되면 OBE 신호가 들어올 때까지 기다린다. OBE 상태 메시지가 들어오면 휴대폰 상태를 체크하여 휴대폰으로부터 신호가 들어오는 경우 이를 정상 동작 상태로 인지한다. 정상 상태 확인 후 결제상태로 넘어가지 않는 과금이 있는지 확인하여 처리한다. 상태가 정상이라면 휴대폰 번호를 받는 프로세스가 동작된다.

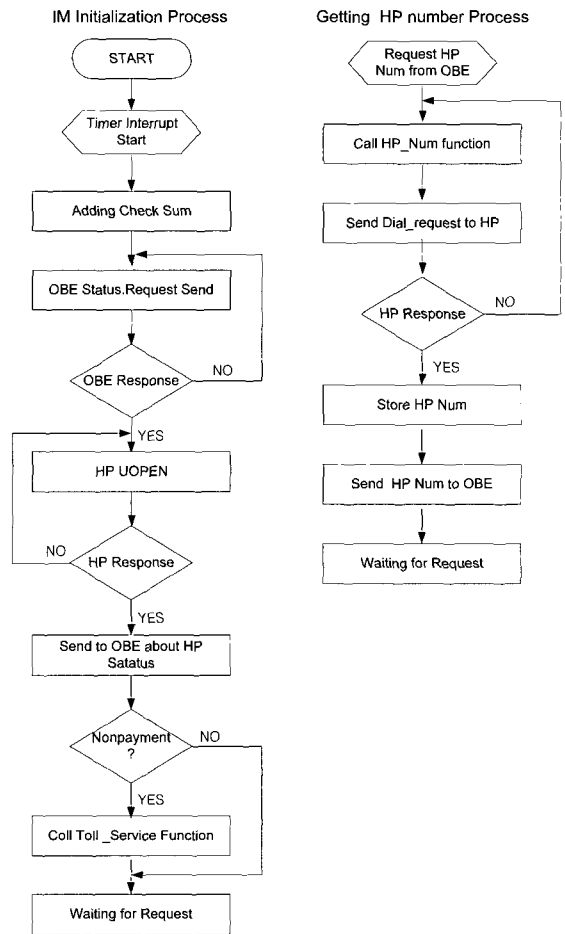


Fig. 9 Flowchart of initialization

IM은 휴대폰 번호를 받아오는 함수를 구동하여 휴대폰 번호를 받아오고 휴대폰 번호를 IM에 저장함과 동시에 OBE로 번호를 넘겨서 OBE로부터 확인 메시지를 기다린다. 확인 메시지가 오면 처리 완료된다. 초기화는 OBE, 휴대폰과 IM이 연결과 동시에 이들의 연결 상태 및 필요한 정보를 처리하는 과정으로 ETC 시스템의 동작 전에 체크 완료된다.

(Fig. 10)은 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 처리 순서도이다. ETC 시스템의 처리는 우선 OBE가 톨게이트 정보를 인지하면 이를 IM으로 넘겨준다. IM은 정보를 받아서 저장하고 확인 메시지를 보낸다. OBE는 확인 메시지를 받은 후 폐쇄형

출구나 개방형인 경우 과금 정보를 암호화 처리하여 IM으로 정보를 넘겨준다. IM은 데이터를 역암호화하여 필요 데이터를 저장하고 확인 메시지를 OBE로 넘겨준다. OBE는 확인과 동시에 RSE에서 로그 정보를 톨게이트 서버로 전달하고 IM으로 응답 메시지를 보낸다. IM은 응답 메시지를 받으면 과금 데이터를 휴대폰을 통해 과금 서버에 넘기고 과금 서버는 이를 저장한다. 휴대폰은 서버로 정보를 송신함과 동시에 IM으로 확인 메시지를 전송한다. 만약 과금 정보가 처리되지 않았다면 주기적으로 휴대폰에게 과금을 시도하도록 한다. 과금 정보 등의 데이터는 IM과 과금 서버에 동시에 저장되므로 이후 데이터를 확인 할 수 있다. 폐쇄형 입구인 경우 과금 이외의 데이터를 처리하고 모든 데이터가 처리된 이후 RSE에서 로그 정보를 톨게이트 서버로 전달한다.

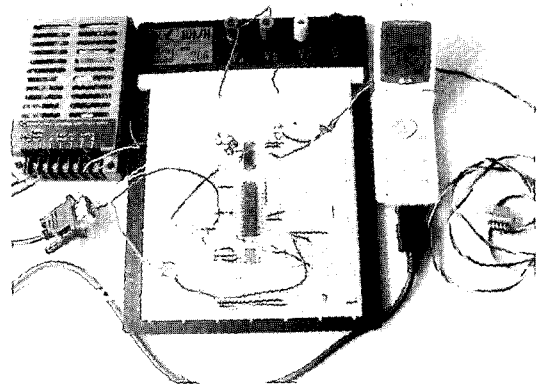


Fig. 11 Configuration of ETC system using mobile phone

Toll Charging Service Porecss

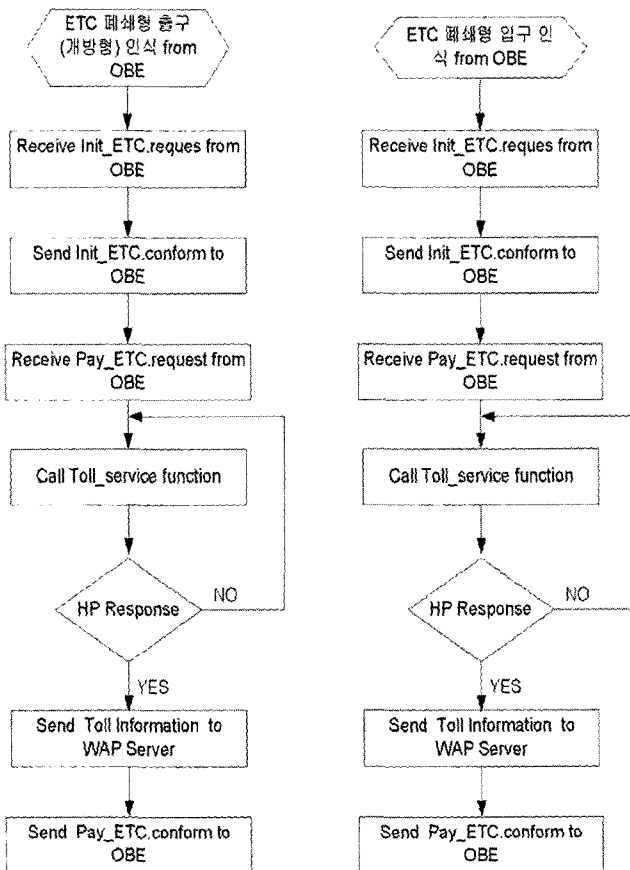


Fig. 10 Flowchart of ETC

4.3 IM 구현

IM은 블록도 설계를 중심으로 회로도설 설계, 구현하고 데이터의 처리 여부를 위한 LED를 추가하였으며, C언어를 기반으로 순서도에 따른 데이터 및 프로토콜을 처리하도록 프로그램이 되었으며 톨 라이트를 이용하여 PIC에 삽입되었다. (Fig. 11)은 IM 회로를 브레드보드에 구성하고 이와 휴대폰을 연결하여 테스트를 시도하고 있는 것을 보여주고 있다.

4.4 IM 데이터 관리 프로그램

(Fig. 12)는 IM 데이터 관리 프로그램이다. 휴대폰을 이용하여 ETC 시스템을 실행할 때 필요한 과금 데이터는 IM에도 저장되어야만 확실한 증명을 할 수 있다. 따라서 정보를 저장한 후 사용자가 데이터를 과금과 비교 분석을 해야 한다. IM에 저장된 데이터를 읽어 오기 위하여, 사용자 IM 데이터 이용 프로그램을 구현하였다. 사용자 IM 데이터 이용 프로그램은 일반 사용자가 이용하는 것이라기보다는 IM 취급점에서 이용하도록 만들어져 있다. IM을 초기에 구입하게 되는 경우, IM과 OBE는 1:1의 관계를 유지해야 한다. 따라서 이러한 유지 관계를 위하여 OBE ID를 IM에 심어주도록 OBE ID를 IM에 설정하는 부분도 추가되어 있다.

ID	상태	시간	금액
16	과납	2002.9.30 11:32:50	0
17	과납	2002.9.30 10:50:14	0
18	과납	2002.9.29 11:12:40	0
19	과납	2002.9.29 10:42:10	0
24	과납	2002.9.29 09:30:12	0
13	과납	2002.9.28 16:52:05	0
12	과납	2002.9.28 15:12:50	1000
11	과납	2002.9.28 13:20:50	0
10	과납	2002.9.27 20:06:07	0
9	과납	2002.9.27 19:42:52	1000
8	과납	2002.9.27 18:28:00	0
7	과납	2002.9.27 18:12:33	0
6	과납	2002.9.27 16:56:43	0
5	과납	2002.9.26 19:14:14	0
4	과납	2002.9.26 19:08:24	0
3	과납	2002.9.26 16:57:31	0

Fig. 12 Program for managing the data of IM

사용자 이용 정보 데이터는 통과 게이트, 게이트 타입, 데이터 저장시간, 휴대폰 번호, 할인/면제, 입구 게이트, 출구 게이트, 요금 등으로 이루어져 있다. 통과 게이트는 현재 입구 게이트를 통과했다면 "입구", 입구를 지나 출구 게이트를 통과했다면 "통과", 입구 게이트를 지났으나 출구 게이트가 없는 경우와 입구 게이트 통과없이 출구 게이트만 통과한 경우에는 "오류"로 나타나 있다. 입구게이트가 있는 경우에 "오류"인 경우에는 출구 게이트에서, 출구 게이트만 있는 경우에는 입구게이트에서 영상으로 차량 번호를 촬영하게 됨으로 과금은 정상

적인 형태가 아니라 별도로 고지서의 형태로 과금이 부과된다.

저장 시간은 마지막으로 게이트를 통과한 시간을 나타낸다. 휴대폰 번호는 현재 IM과 연결된 휴대폰 번호가 나타나게 된다. 과금은 휴대폰이 등록된 사용자에게로 휴대폰 요금과 함께 부과된다. 하나의 IM에 여러대의 휴대폰이 장착된다고 했을 경우, 각 경우마다 IM에는 IM에 연결된 휴대폰 번호를 검색하여 저장하게 되며 과금은 휴대폰 사용자에게로 부과되는 것이다.

할인/면제 정책은 RSE에서 OBE로 넘겨주면 OBE가 IM으로 전송을 하여 알맞은 정보를 입력한다. 요금은 입구 게이트에서 출구 게이트까지의 과금을 의미하며 차중에 따라서, 할인/면제 정책에 따라서 부과된다. 개방형의 경우에는 입구 게이트가 곧 출구이므로 통과와 동시에 과금이 부과된다.

5. 결 론

본 논문에서는 휴대폰 시스템의 표준화를 이룸으로써, 교통 정보 이용효율의 증대, 광역 교통체계 구성과 통합 관리, 교통 정보의 고급화 및 가치 향상, 교통제어의 지능화 가속 등에 기여한다.

인터페이스 모듈을 매개로 한 휴대폰을 이용한 ETC 시스템은 임의의 OBE와 임의의 휴대폰에 연결해서 사용 가능하므로 기존의 각기 다른 시스템 사용시 필요한 이중의 시스템 설치를 방지 할 수 있다. 또한 사용자도 지역과 OBE에 상관없이 어디에서나 하나의 시스템을 사용할 수 있게 된다.

사용자는 현대인의 필수품인 휴대폰을 통해 결제함으로써 스마트 카드시스템에서 초래되는 이중 소유의 부담이나, 카드 사용시 올 수 있는 반복적 충전의 불편함 등을 해결할 수 있다. 또한 카드 자체의 분실, 오류 등도 방지할 수 있다.

그리고 휴대폰은 ETC 관련 추가되는 제어 명령만 구현하고 대부분의 기능은 인터페이스 모듈에서 수행하므로 단순한 데이터 송수신의 기능만을 추가하여 소프트웨어 변경을 최소화할 수 있다. 또한 ETC 전용폰이 아니어도 소프트웨어의 단순 업그레이드만으로도 어느 휴대폰이나 사용 가능하다.

휴대폰을 통한 통합 결제로 인하여 후불식의 결제 문제를 원활히 해결할 수 있으며 충전 시스템이 불필요하게 된다. 노변 기지국에서도 다중 시스템의 구현으로 인한 비용 증가를 휴대폰을 사용함으로써 해결할 수 있으며, 휴대폰의 고유 인증 절차를 사용함으로써 인증 절차를 간소화시킬 수 있다.

이러한 장점들로 인하여 결제를 편리하게 하고 사용을 손쉽게 함으로써 사용자 편의성을 극대화할 수 있고, 비용 측면에서 개발비용이 저렴하고 구입 및 사용이 용이하다. 그리고 여러 RSE간의 호환성을 제공한다. 유지 및 보수 측면에서도 기술 및 기능 업그레이드가 용이하고 타 시스템과의 연동이 용이하다. 그 외에도 휴대폰과 관련된 부가산업을 창출할 수 있으며 헬스프리 기능을 통합하여 교통사고 또한 방지할 수 있다. 단말기와 휴대폰의 전원공급시스템 통합은 더욱 편리한 사용을 유지하게 한다.

휴대폰을 이용한 ETC를 통하여 기존의 스마트 카드의 지역적 제약성을 해결할 수 있으며, 차량 및 단말의 간편한 인증과 편리한 과금체계를 통한 사용자 편의가 예상된다. 교통 혼잡 완화로써 교통량 제어와 교통위반 단속 및 요금수수료 자동화를 통한 교통체증의 감소와 교통서비스의 획기적 개선으로 최적의 이동시간, 이동수단, 이동경로의 부여와 대중교통의 정시 운행향상, 톨게이트 대기시간 감축, 혼잡 등이 감소하게 된다. 또한 물류비 절감을 통한 국가 경쟁력 제고로 혼잡완화와 화물차 운행 최적화로 물류비 절감과 혼잡대기 및 교통사고 감소로 개인과 기업의 사회적 생산성을 증대시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 첨단 산업의 국제경쟁력 강화로서 전자, 통신, 제어, 시스템 통합 등 첨단핵심기술의 자체확보와 차후 정보수집용 검지기, 차량항법장치(navigation), 차량안전시설, GPS 단말기와의 연동으로 ITS 관련 첨단 기술의 국제경쟁력을 강화시킬 수 있다.

기술의 발전과 한정된 자원 및 정보 이용 영역의 확대, 정보의 공유에 대한 요구의 증가 등 주변 환경은 각종 정보에 대한 표준화를 지속적으로 요구하고 있는 상황에서 본 논문의 OBE와 휴대폰간의 Interface Module은 ETC 시스템의 표준화를 이루는 데 한몫을 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 건설교통부(2000a), "교통제어를 위한 정보형식 표준(안)"
- [2] 건설교통부(2000b), "자동교통단속을 위한 정보형식 표준(안)"
- [3] 건설 교통부(2000c), "자동요금징수를 위한 정보형식 표준(안)"
- [4] LG전자(주) 중앙연구소 이동통신연구소(2001), "Intelligent Transport System"
- [5] ETRI(2001), "ITS, Technology & Market Analysis"
- [6] LG 경제연구원 하태정(2001), "해의 무선인터넷 서비스 동향 및 시사점"
- [7] LG 전자(주) ITS 응용 그룹(2002), "능동 DSRC를 이용한 ETC 시스템"
- [8] 유정 시스템(2001), "지능형 교통 시스템(ITS)"
- [9] 한국전파진흥협회, ITS 활성화 방안,
<http://www.rapa.or.kr>
- [10] "ITS 서비스를 위한 DSRC 기술 동향",
http://www.rapa.or.kr/book/publi/prom/2000/2000_02_11.htm,(2000)
- [11] A. Visser, H.H. Yakali, A.J. van der Wees, M. Oud, G.A. van der Spek, L.O. Hertzberger(1999), "An hierarchical view on modelling the reliability of a DSRC-link for ETC applications", Technical Report, CS-99-02
- [12] ITS America, "Access ITS - The international information clearing~ house on international Transport

- System", www.itsa.org
- [13] "Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Systems", TIA/EIA-95-B(1998)
- [14] "Road Transport and Traffic Telematics - Electronic Fee Collection (EFC) - System Architecture for Vehicle related Transport Services", PrENV ISO 17573
- [15] Takashi Omata, Seiji Ukai, Makoto Katagishi, Shin'ichi Yoshida(2000), "Interactive Wireless communications for Wider-range ITS Services", Hitachi Review Vol. 49, No.3
- [16] <http://152.99.129.29/its/menu02.htm>, 건설교통부 홈페이지

원고접수일 : 2004년 7월 22일

원고채택일 : 2004년 12월 17일