

공학박사 학위논문

휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템의
인터페이스 모듈 설계 및 구현

Design and Implementation of Interface Module for ETC
using Mobile Phone

지도교수 임 재 홍

2004년 8월

한국해양대학교 대학원

전자통신공학과

신 송 아

공학박사 학위논문

휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템의
인터페이스 모듈 설계 및 구현

Design and Implementation of Interface Module for ETC
using Mobile Phone

지도교수 임 재 홍

2004년 8월

한국해양대학교 대학원

전자통신공학과

신 송 아

本 論文을 申松兒의 工學博士
學位論文으로 認准함.

委員長 : 金 基 文 (印)

委 員 : 梁 圭 植 (印)

委 員 : 李 尙 培 (印)

委 員 : 河 昌 昇 (印)

委 員 : 林 宰 弘 (印)

2004年 8月

韓國海洋大學校 大學院

電子通信工學科 申 松 兒

목 차

Abstract

제 1 장 서 론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구의 목적 및 내용	3
제 2 장 지능형 교통 시스템에 관한 국내외 기술 동향	6
2.1 지능형 교통 시스템(ITS)	6
2.2 텔레매틱스	17
제 3 장 ETC 시스템의 관련 기술	27
3.1 자동요금징수(ETC) 시스템	27
3.2 단거리 전용 무선통신(DSRC) 기술	37
3.3 RSA 암호 방식	43
3.4 현행 ETC 시스템 및 문제점	47
제 4 장 ETC를 위한 인터페이스 모듈의 설계	50
4.1 IME의 필요성	50
4.2 IME의 기능	50
4.3 IME 통신절차 및 프로토콜	51
제 5 장 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 설계 및 구현	71
5.1 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 개요	71
5.2 톨게이트와의 데이터 통신	73
5.3 IME의 하드웨어 설계	78
5.4 IME 시스템의 구현	86
제 6 장 결 론	93
참 고 문 헌	95

표 목 차

<표 2-1> ITS 분야별 주요 기능	9
<표 2-2> 국가 ITS 추진단계 및 단계별 추진 목표	13
<표 3-1> 각국의 DSRC 방식	42
<표 3-2> 우리나라 DSRC 시스템	42
<표 3-3> RSE의 키 생성 공식	46
<표 4-1> OBE_Status.request 메시지 포맷	52
<표 4-2> OBE_Status.confirm 메시지 포맷	52
<표 4-3> HP_Status.indicate 메시지 포맷	55
<표 4-4> HP_Status.response 메시지 포맷	56
<표 4-5> HP_Status.request 메시지 포맷	57
<표 4-6> HP_Status.confirm 메시지 포맷	57
<표 4-7> IME_Status.request 메시지 포맷	59
<표 4-8> IME_Status.confirm 메시지 포맷	60
<표 4-9> IME 상태 데이터	60
<표 4-10> Init_ETC.request 메시지 포맷	63
<표 4-11> Init_ETC.confirm 메시지 포맷	63
<표 4-12> Pay_ETC.request 메시지 포맷	64
<표 4-13> Pay_ETC.confirm 메시지 포맷	65
<표 4-14> Init_ETC.request 메시지 포맷	67
<표 4-15> Init_ETC.confirm 메시지 포맷	68
<표 4-16> Pay_ETC.request 메시지 포맷	69
<표 4-17> Pay_ETC.confirm 메시지 포맷	70
<표 5-1> PIC16F876의 특성 차트	80

그림 목 차

<그림 2-1>	ITS 망 구성도	8
<그림 3-1>	ETC 시스템 구성도	28
<그림 3-2>	ETC 시스템의 동작	29
<그림 3-3>	자동요금징수서브시스템(ETCS)	31
<그림 3-4>	교통정보교환을 위한 메시지 위계 트리-1	32
<그림 3-5>	교통정보교환을 위한 메시지 위계 트리-2	32
<그림 3-6>	DSRC 시스템 구성도	38
<그림 3-7>	통신 방식별 전송 속도 및 셀 크기 비교	40
<그림 3-8>	DSRC 망 구성도	41
<그림 3-9>	공개키 암호방식의 블록 다이어그램	44
<그림 3-10>	RSA의 동작 원리	45
<그림 4-1>	IME와 OBE간의 초기화를 위한 데이터 흐름도	53
<그림 4-2>	IME와 휴대폰과의 데이터 초기화 흐름도	54
<그림 4-3>	IME와 OBE간 휴대폰 정보 전송을 위한 데이터 흐름도 ..	56
<그림 4-4>	휴대폰 정보 재전송을 위한 IME와 OBE간 데이터 흐름도 ..	58
<그림 4-5>	IME 정보를 위한 OBE와 IME 간 데이터 흐름도	60
<그림 4-6>	폐쇄형 입구 톨게이트의 데이터 흐름도	62
<그림 4-7>	폐쇄형 출구 및 개방형 톨게이트의 데이터 흐름도	66
<그림 5-1>	휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템 구성도	71
<그림 5-2>	ETC를 위한 OBE와 RSE 간의 내부 통신 구조	72
<그림 5-3>	휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템의 내부통신 구조 ..	73
<그림 5-4>	RSE의 설계 구성도	74
<그림 5-5>	RSE의 블록 구성도	75
<그림 5-6>	휴대폰 인증	76

<그림 5-7> OBE와 핸드폰 사이의 연결 구성	77
<그림 5-8> IME의 블록 다이어그램	79
<그림 5-9> PIC16F876의 핀 구성도	80
<그림 5-10> PIC16F876의 블록 다이어그램	81
<그림 5-11> PIC16F876의 레지스터 파일맵	82
<그림 5-12> EEPROM의 구조	83
<그림 5-13> IME의 설계도	85
<그림 5-14> 초기화 순서도	86
<그림 5-15> ETC 처리 순서도	88
<그림 5-16> IME 외부 구성	89
<그림 5-17> IME의 내부 구성	89
<그림 5-18> 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 구성	90
<그림 5-19> 사용자 IME 데이터 이용 프로그램	92

Abstract

As cars are getting popular, the heavy traffic causes serious problems like air pollution and car accident. Especially, present tollgate system forces to stop the cars in front of toll booth to pay toll fees, and makes the heavy traffic go from bad to worse. Therefore the advanced countries have been preparing for the Intelligent Transport System(ITS) since 1990s.

ITS represent the next step in the evolution of the nation's entire transportation system. As information technologies and advances in electronics continue to revolutionize all aspects of our modern-day world, from our homes and offices to our schools and even our recreation, they are also being applied to our transportation network. These technologies include the latest in computers, electronics, communications and safety systems.

The ITS system consists of 5 sections - Advanced Traffic Management System(ATMS), Advanced Public Transportation System(APTS), Commercial Vehicle Operations(CVO), Advanced Vehicle and Highway System(AVHS) and Advanced Travel Information System(ATIS), and the Electronic Toll Collection(ETC) service is a part of the ATMS. Using the ETC Service it can make possible to charge a vehicle for driving pass a specific toll booth electronically, without the vehicle even having to slow down.

Current ETC system consists of the Road Side Equipment(RSE), the On Board Equipment(OBE), the smart card and the card reader. The smart card and card reader used to collect toll fees electronically

have a serious problem which it dose not have a standard for the ETC system.

Therefore, in this thesis, instead of existing system the ETC system using mobile phone is designed and implemented to collect toll fees efficiently, which includes the Interface Module for the ETC(IME) to connect between a mobile phone and the OBE, a mobile phone to send the information of toll fees and the OBE to communicate with the RSE of roadway in the vehicle. The primary focus of this system is the IME functions and a protocol to assist of the existing mobile phone and the OBE.

This system is initialized between the OBE and a mobile phone via the IME when the OBE and a mobile phone connect to the IME has a function for initialization between the OBE and a mobile phone. The IME has lots of other functions which are authentication function to use approval process of toll fees for mobile phone, read and write function in the EEPROM for logs and other functions. For these functions this paper suggested the protocol and procedure for the ETC service.

Also, the IME is designed to be able to support the ETC service in the environment of Telematics being developed behind the steering wheel and, more recently, on the wireless handset as the next generation of communications technology for the vehicle.

The ETC system using a mobile phone supports efficient ETC system including convenient approval process for toll fees, user friendly interface and non-expensive development environment, and can join with other economical industry like car in the Telematics.

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경

자동차의 대중화로 인한 교통 혼잡과 사고, 이로부터 파생되는 인명피해와 대기 오염 등이 심각한 사회문제로 대두되고 있으며, 또한 이러한 문제들로 인해 막대한 경제적 손실과 인적 및 물적 피해가 매년 증가하고 있다. 이에 따라 각 나라들은 80년대 이후부터 인적 및 물적 피해를 최소화하고, 교통 혼잡을 효율적으로 조정하며 안정성을 획기적으로 증진시키기 위하여 범국가적으로 차세대 교통 체계 시스템을 도입하고 있다.

현재 전세계적으로 진행되고 있는 차세대 교통 체계 시스템은 지능형 교통 시스템(ITS; Intelligent Transport System)으로서 이는 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[1],[2].

지능형 교통 시스템은 도로와 차량을 통신, 제어 등의 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 최적화하고, 안전하며 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. ITS 시스템은 크게 5개 분야인 첨단교통관리시스템, 첨단교통정보시스템, 첨단 대중교통시스템, 첨단차량·도로시스템, 첨단화물운송시스템으로 구분되어 있다. 첨단교통관리시스템 중 현재 일부지역에서 실용화되고 있는 자

동요금징수(ETC; Electronic Toll Collection) 서비스는 차량에 위치한 자동 요금 징수 서비스용 단말기(OBE; On Board Equipment)와 노변 기지국의 단거리 전용 무선통신(DSRC; Dedicated Short Range Communication) 기술을 이용하여 고속도로나 도심의 통행료를 자동으로 징수하는 서비스로서 차량의 운전자가 정차하지 않고 톨게이트를 통과함으로써 교통 정체를 줄이고, 효율적으로 요금을 징수할 수 있는 서비스이다[3].

한편, 유비쿼터스(ubiquitous) 및 컨버전스(convergence)라는 시대적인 패러다임의 변화에 따라 고유의 특징뿐만 아니라 관련 기술 및 서비스 등과의 융합을 통한 새로운 개념이 자동차에도 빠르게 도입되고 있다. 자동차에 도입되고 있는 텔레매틱스(telematics)는 전기통신(telecommunication)과 정보과학(informatics)의 합성어로서 차량의 위치과악기술과 양방향 통신이 가능한 시스템을 이용하여 차량 내 정보 단말기를 통해 차량과 운전자에게 유용하고 다양한 정보 및 서비스를 제공하는 종합적인 정보 서비스이다. 유·무선통신, 하드웨어뿐만 아니라 전체 콘텐츠 및 서비스 등을 모두 포함한 엔드투엔드(end-to-end) 솔루션(solution)으로 정의될 수 있다.

특히, 디지털 오디오 방송 및 디지털 멀티미디어 방송의 도입과 같은 방송·통신 융합 환경 지원, 이동전화단말기·개인휴대정보단말기(PDA; Personal Digital Assistance) 등 개인 휴대통신 단말기의 진화에 따른 다양한 형태의 텔레매틱스 인터페이스 도입 등 관련 산업과의 컨버전스가 급속히 진행되는 모습을 보이고 있다. 또한 앞으로 국가의 전체 교통 시스템의 지향점이 될 지능형 교통 시스템의 차내 정보인터페이스로서 운전자정보시스템(DIS; Driver Information System) 등의 역할을 수행함으로써 텔레매틱스는 단순한 안전 및 교통정보제공 단말기의 역할에서 운전자와 차량, 차량과 차량 외부의 정보들과의 접점으로서 더욱 중요한 역할을 수행할 것으로 예상된다[4].

이러한 텔레매틱스가 최근 크게 주목을 받고 있는 이유는 오프라인 산

업의 정보 기술(IT; Information Technology)화를 추진하는 대표적인 산업인 자동차 산업을 기반으로 세계적으로 앞서있는 IT 산업과의 결합을 통해 새로운 시너지(synergy) 효과가 극대화될 것으로 예상됨에 따라 국가 차세대 성장 동력으로 선정되어 적극적인 산업 활성화가 추진되고 있기 때문이다. 특히 자동차 제조업체 및 차량전장기기 제조업체들에게 새로운 마케팅 기회와 수익을 제공할 수 있으며, 이동통신사업자, 방송국, 소프트웨어 제작업체, 전자상거래 업체와 같은 다양한 사업자들에게도 잠재적인 신규 수익을 창출할 수 있는 전방위적인 산업으로 인식되고 있는 것이 가장 큰 이유이다.

현재 텔레매틱스는 차량항법장치(CNS; Car Navigation System), 지리정보시스템(GIS; Geographic Information System) 등 주요 서비스를 시작으로 각 자동차 회사에서 개발, 상용화 단계에 있다. 그러나 아직은 시장이 안정화되지 못한 단계로 서비스 또한 종래의 경우에는 무선통신과 위성 위치확인 시스템(GPS; Global Positioning System) 기술을 이용하여 차량운전자의 운전보조기능과 사용자 중심의 전통적인 교통시스템의 효율성을 확보하는 데 중점을 두어 왔으나, 점차적으로 위치기반 텔레매틱스 서비스는 버스, 승용차 등의 차량 탑승자를 위한 데이터 서비스로 관심이 모아지고 있으며, 특히 도로변 소형 기지국장치와 차량 탑재장치 간의 단절 없는 고속 무선 데이터 통신 시스템, 차량 간의 무선통신 시스템의 집합체로 발전되고 있다[5].

1.2 연구의 목적 및 내용

현재 교통 체증의 가장 큰 원인 중의 하나는 전체 교통 흐름에 병목 현상을 발생시키는 톨게이트 통과시 요금 정산을 위한 정차라 할 수 있다. ETC는 이러한 문제를 해결하고자 설계된 시스템으로써 현재 실용화 중인 ETC 서비스는 차량 주행 중에 차량내의 자동요금징수 서비스 전

용 단말기에 내장된 카드리더(card reader) 장치로부터 카드리더에 삽입된 스마트 카드(smart card)의 정보를 읽어 과금을 자동으로 결제하는 방식을 채택하고 있다. 스마트 카드는 충전식으로 이루어져 있으며 스마트 카드에 알맞은 카드리더를 이용하여 차량 진입과 진출시 필요한 정보를 읽어서 인증 및 과금 결제를 처리한다. 이러한 방식은 스마트 카드의 충전으로 인한 불편과 제조사별로 다른 스마트 카드 규격을 사용함으로써 여러 종류의 카드와 이에 따른 카드리더를 구현해야하는 단점이 있다. 도로변 기지국들은 각 제조사별 카드리더가 필요하고, 사용자는 리더에 맞는 카드만을 사용해야 하는 것이다.

따라서 본 논문에서 현재의 텔레매틱스 서비스의 일환으로서 무선 통신에 사용되기도 하는 이동 전화 서비스(휴대폰 서비스)에서도 사용가능하며 나아가서는 텔레매틱스 서비스 단말기 시스템에도 알맞은 ETC 시스템을 위한 인터페이스 모듈(IME; Interface Module for ETC services)을 설계하고 이를 휴대폰을 이용한 ETC 시스템에 적용, 구현하였다. 본 논문의 휴대폰을 이용한 ETC 서비스 시스템은 차량이 주행 중에 휴대폰을 통하여 ETC 서비스를 처리하고 통행료를 자동으로 휴대폰 서비스 요금과 통합하여 징수하는 시스템이다.

제안된 ETC 시스템에서는 카드리더의 이용시 발생하는 카드와 카드리더간의 불일치로 발생될 수 있는 문제점을 해결하고, 휴대폰 고유의 인증 절차를 사용함으로써 인증 절차를 간소화시킬 수 있다. 또한 휴대폰과 IME를 이용하여 요금을 결제함으로써 IME 내에 저장된 데이터를 사용자 전용 프로그램을 이용하여 고속도로 통과 내역을 직접 확인할 수 있으며, 또한 영수증 및 증빙 서류로도 이용 가능하다.

뿐만 아니라 본 논문에서 설계된 IME는 텔레매틱스 시스템이 확장되어 ITS 시스템을 완벽히 구현하는 경우 기존 시스템과 같은 다른 물리적인 매체없이 텔레매틱스 단말기 내 컴포넌트(component) 형태의 소프트웨어 형태로 지원될 수 있어 휴대 인터넷 서비스를 이용하여 직접 과

금을 결제하고 다른 텔레매틱스 서비스와 통합하여 도로사용료를 처리할 수 있는 ETC 시스템으로 발전될 수 있다.

본 논문에서는 휴대폰을 이용하여 ETC 과금을 결제하기 위하여 OBE에 간단한 기능을 추가하고, 휴대폰과 OBE의 연결 및 통신, 데이터 저장 등의 역할을 위하여 IME를 설계, 구현하였다. IME에는 과금 결제를 위하여 사용할 휴대폰의 인증 기능과 휴대폰과 OBE의 상태를 확인하기 위해 초기화하는 기능, OBE와 휴대폰 간 송수신 기능, OBE로부터 받은 과금 데이터를 메모리에 저장하고 필요한 데이터를 불러오기 위한 메모리 읽기 쓰기 기능, 과금 데이터의 내용을 휴대폰의 무선 응용 프로토콜(WAP; Wireless Application Protocol) 서버에 저장하기 위하여 휴대폰으로 과금 데이터를 전송하는 기능, 무선 사업자들이 외부장치를 연결하여 메모리의 내용을 불러오기 위하여 사용할 AT 명령 처리 기능, OBE가 휴대폰을 제어 할 수 있도록 사용하는 명령 처리 기능과 무선 상태에서 데이터들의 안전한 전송을 위한 암호화 및 역암호화 기능 등을 설계, 구현하였다.

본 논문은 IME 개발에 중점을 두었으며, 전체 제 6 장으로 구성되었다. 제 2 장에서는 지능형 교통 및 차량 시스템에 관한 국내외 기술 동향을 조사하였고, 제 3 장에서는 자동 요금 징수 서비스용 단말기, 노변 기지국의 단거리전용무선통신 등 기본 기술에 대하여 개략적으로 기술하고 또 현재 상용화 중인 자동요금징수 시스템인 카드와 카드리더를 이용한 결제 방식을 조사하여 이의 문제점을 제시하였다. 제 4 장에서는 현행 시스템의 문제점을 해결하고 더 나아가서는 텔레매틱스의 주요한 서비스 중 하나인 ETC 서비스를 위한 인터페이스 모듈을 설계하였으며, 제 5 장은 휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템을 설계, 구현하여 현행 시스템을 해결한 IME 기능을 확인하였다. 그리고 제 6 장에서는 IME 및 휴대폰을 이용한 결제 방식이 가져올 수 있는 이점들과 앞으로의 발전 방향에 대하여 결론을 제시하였다.

제 2 장 지능형 교통 시스템에 관한 국내외 기술 동향

2.1 지능형 교통 시스템

1990년대 이후 자동차가 대중화됨으로써 국민생활에 편리함을 가져오는 긍정적인 면이 있는 반면, 교통 혼잡, 사고, 공해유발 등의 부정적인 면을 간과할 수 없는 시점에 도달하였으며, 이에 따라 자동차 및 교통 이용자의 급증에 따른 사회 기반시설의 균형적인 발전이 더 한층 요구되고 있다. 이러한 기반 시스템으로서의 정보통신 기술은 21세기 교통문제 해결의 핵심기술로 떠오르고 있다. 자동차 대수의 증가는 매년 20% 이상 증가하여 1,400만대에 이르렀고, 만성적이고 전국적인 도로교통 혼잡으로 인한 경제적 손실은 1988년 7,600억원에서 1998년에는 12조원으로 총 GNP의 3%를 차지할 정도로 급증되었다[6].

따라서 사회생활과 경제활동을 지원하는 공공사회 기반구조로서 정보 기술, 통신기술, 센서기술 및 제어기술 등을 이용한 보다 향상된 운송효과를 기대할 수 있는 지능형 교통 시스템의 도입이 필요하였다. 이는 도로, 자동차, 이용자 등 교통체계 구성 요소 간 정보흐름을 원활하게 하여 단절된 교통흐름을 개선시키고 교통 이용자의 물류비용을 최소화하며 여행시간의 단축 및 활용을 가능하게 할 것이다.

2.1.1 ITS 정의 및 필요성

ITS는 기존의 교통체계를 정보통신, 전자, 제어, 컴퓨터 등의 첨단기술과 접목시켜 교통의 이동성, 안전성, 효율성 및 교통 환경을 혁신적으로

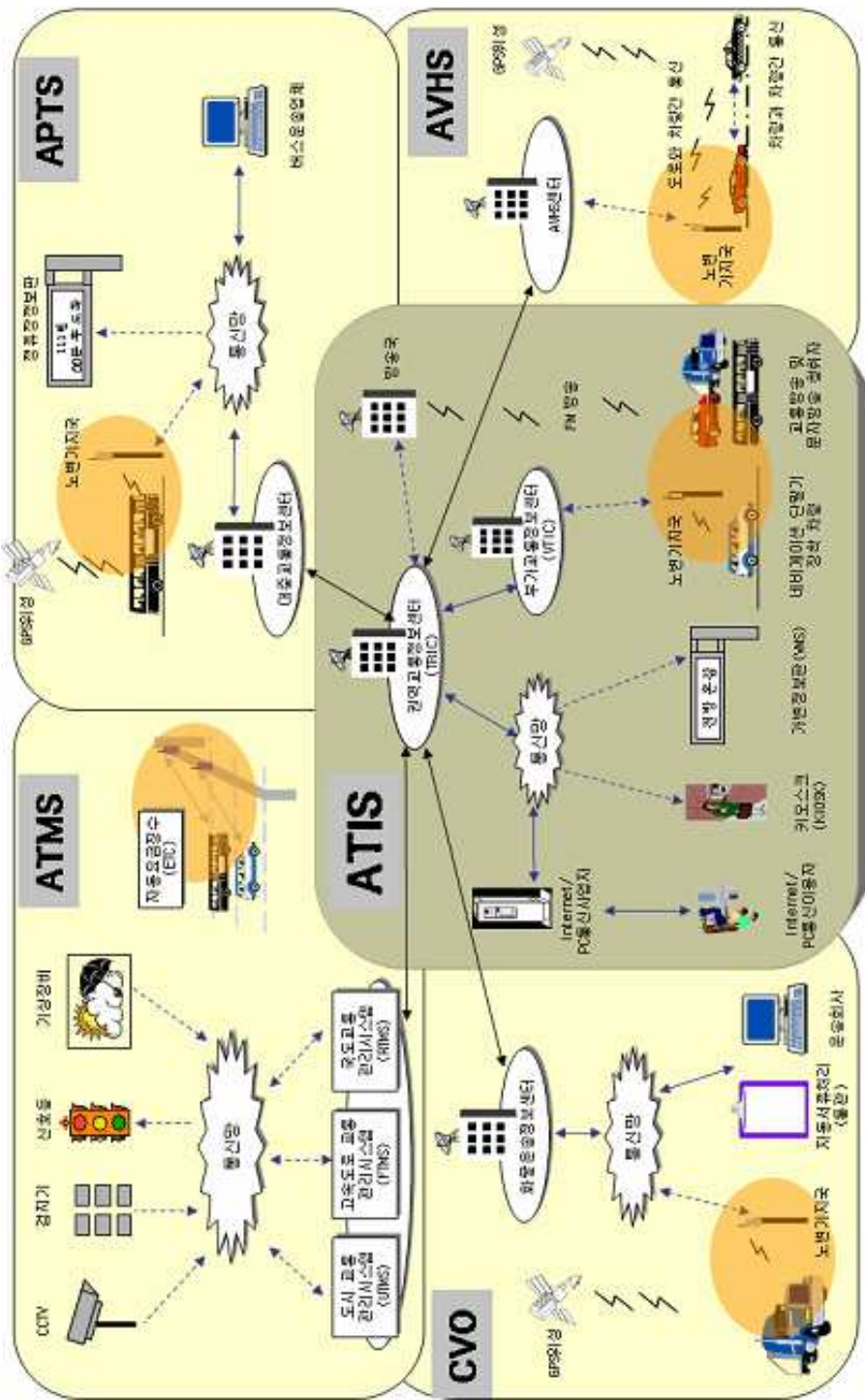
개선하는 신 교통체계로써 도로와 차량 등 기존 교통체계의 구성요소에 첨단 기술의 전자, 정보, 통신, 제어 기술을 적용하여 통행과 안전에 필요한 정적, 동적 교통정보 및 자료를 수집, 적기에 제공함으로써 교통시설을 효율적으로 운영하고, 안전하며 편리한 통행과 교통체계 전체의 효율성을 극대화하기 위한 교통부문의 정보화 사업이다.

ITS는 도로건설, 교통, 통신, 전기, 전자 등의 하드웨어와 운영기법, 정보처리기법 등의 소프트웨어가 결합되어 다양한 형태의 서비스로 나타나며 이는 운전자, 여행자, 교통시설 운영 및 관리자, 보행자 등에 제공되어 통행이나 시스템 운영 및 관리에 다양한 혜택을 주고 나아가 에너지 절약과 공기 오염 등 환경개선에도 일익을 담당하게 해 준다.

또한 ITS는 교통시설 이용효율을 극대화하여 교통 혼잡을 완화하고, 도로 및 차량의 안전체계를 확충하여 교통사고를 감소시키며, 대중교통의 정보화 및 첨단화를 통하여 대중교통의 이용을 확대시키고, 물류수송체계의 정보화 및 과학화를 통하여 물류비를 절감시킨다[7].

ITS는 교통 관리의 첨단화, 지능화를 위한 첨단교통관리분야(ATMS; Advanced Traffic Management System), 대중교통 정보제공 및 대중교통 이용 활성화를 위한 첨단대중교통분야(APTS; Advanced Public Transportation System), 효율적인 화물수송체계 및 위험물차량에 대한 특별관리 체제 구축을 위한 화물운송분야(CVO; Commercial Vehicle Operations), 군집운행 및 자동운전을 통한 획기적인 도로교통 용량 증진 및 운전편의성 제공하기 위한 첨단도로·차량분야(AVHS; Advanced Vehicle & Highway System)와 교통정보의 공간·시간적 측면에서의 최적정보 제공으로 기존 도로시설 이용 극대화를 위한 첨단교통정보분야(ATIS; Advanced Travel Information System) 등의 5개 분야와 각 서비스로 구성되어 있다.

<그림 2-1>은 ITS 분야별 서비스들의 네트워크 구성도를 보여준다. <표 2-1>은 각 ITS의 각 서비스 분야별 주요 기능을 표로 보여주고 있다.



<그림 2-1> ITS 망 구성도
 <Fig. 2-1> ITS network

<표 2-1> ITS 분야별 주요 기능

<Table 2-1> Specific function of each field for ITS

ITS 분야	주요 기능
첨단교통관리분야 (ATMS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교통관리의 지능화, 첨단화를 통하여 기존 교통시설 이용효율을 극대화하고 돌발 상황에 대한 신속한 대응체제 구축 ○ 자동단속, 자동요금징수, 중차량 관리 등의 서비스에 주행차량자동인식(AVI; Automatic Vehicle Identification), 자동계중장치(WIM; Weigh-In-Motion) 등 첨단기술을 활용하여 교통운용, 관리를 자동화함으로써 효율성 제고 및 인건비 절감
첨단대중교통분야 (APTS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대중교통 정보제공을 통한 서비스개선을 도모하여 대중교통 이용을 활성화 ○ 과학적 차량배차, 운용관리를 통한 운수회사의 경영합리화
화물운송분야 (CVO)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 효율적인 화물수송체계 및 위험물차량에 대한 특별관리 체계 구축 ○ 국가 종합 물류정보망 사업에 포함, 추진하여 기존 종합 물류정보망 계획에 포함된 화물 및 화물차량 관리 분야를 보완하여 구축
첨단차량 및 도로분야 (AVHS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수동주행의 조력기술, 부분적 자동주행 또는 자율주행기술을 통한 사고예방 및 회피를 통해 교통사고 획기적 감소 ○ 군집운행 및 자동운전을 통한 획기적인 도로교통 용량 증진 및 운전편의성 제공 ○ 첨단차량 및 도로시스템 관련 산업의 발전 및 국가경쟁력 강화 ○ 교통안전, 환경보호에 대한 높아진 요구에 부합하고 차량의 안전 및 환경기술에 대한 선진국의 무역 장벽화 극복 ○ 에너지 절감 및 환경 개선효과
첨단교통정보분야 (ATIS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교통정보의 공간적-시간적 측면에서의 최적정보 제공으로 기존 도로시설의 이용을 극대화 ○ 교통사고, 기상악화, 도로공사 등 각종 교통관련 정보를 종합 분석하여 체계적으로 제공함으로써 안전성을 제고 ○ 운전자에 대한 개별 및 통합 교통정보를 제공함으로써 21세기 정보화 사회 시민의 정보관련 욕구에 부응하는 교통서비스 제고 ○ GUI(Graphic User Interface)에 의한 이용자의 정보선택의 편리성과 제공정보의 인식도를 극대화

2.1.2 국내외 기술 동향

(1) 국내 ITS 추진 기본방향

우리나라의 심각한 교통문제 해결과 각 부문에서의 국제 경쟁력 강화가 시급히 요구되는 요즘의 경제상황에서 ITS의 개발과 도입은 더욱 필요하다. 선진국은 도로시설 등 인프라 구조가 거의 대부분 개발되어 이제는 막대한 투자가 소요되는 시설확장보다는 사람, 차량 및 도로를 통합한 첨단지능화로 운영효율을 극대화하는 ITS를 구축하고자 하는 반면, 우리나라는 도로 및 교통 인프라 구조의 개발과 병행하여 ITS 사업을 추진하는 특수성을 감안하여 한국형 ITS 사업의 모델을 개발하여야 할 것이다. 이와 같은 우리나라의 ITS 개발 모델은 여러 개발도상국에도 적용될 것이며 앞으로 기술지원이 필요할 것으로 전망된다[8].

공공과 민간을 중심으로 한 국내에서 추진되고 있는 ITS 사업 전반에 대한 추진 사항은 다음과 같다[9].

1) 분야별 ITS 사업 추진 사항

가. 첨단교통관리분야(ATMS)

첨단교통관리분야는 기존 교통시설에 대한 교통관리의 지능화·첨단화로 이용효율을 극대화하고 돌발 상황에 대한 신속한 대응체제를 구축하고자 하는 방안이다. 이는 도시부도로, 고속도로, 국도 등의 교통관리와 자동요금징수서비스(ETCS), 위반단속, 중차량관리 등을 포함한다.

현재 국내에서는 고속도로(FTMS; Freeway Traffic Management Systems), 국도(RTMS; Remote Traffic Monitoring System), 도시 부도로 신호제어와 도시고속도로관리시스템(UTMS; Universal Traffic Management System)이 초기 교통관리 수준에서 운영 중에 있으며 무인감시카메라에 의한 속도위반단속시스템과 과적차량단속시스템이 운영 중이다.

나. 첨단교통정보분야(ATIS)

ITS 기본계획에서 교통정보분야는 교통정보제공분야와 부가정보제공분야로 나뉜다. 이는 수도권지역을 중심으로 크게 공공기관 및 민간기관에서 교통정보서비스를 제공하고 있다. 현재 서울시(서울교통방송), 건교부(건설종합교통정보센터), 경찰청(교통정보센터), 도로교통 안전관리공단(KOTIC), LG교통정보(ROTIS), 한국은행(KATIS), ITS 인텍크(부르미콜택시 서비스) 등이 서비스를 제공하고 있으며 수도권 교통정보분야는 민자유치사업으로 추진할 계획이다.

다. 첨단대중교통분야(ATPS)

ITS 기본계획에서 제공서비스에 따라 대중교통정보제공과 대중교통관리로 구분되고 이는 시내버스, 고속버스, 시외버스에 따라 서비스 제공방안을 달리 한다. 현재 우리나라에서는 수도권지역에서 운행되는 시내버스, 수도권을 기점으로 하는 시외버스, 고속버스 및 전철, 지하철 등 대중교통수단 이용정보를 한눈에 파악 할 수 있는 수도권 대중교통이용정보시스템(<http://www.algoga.go.kr>)이 본격적으로 운영되고 있으며 부산시에서는 대중교통통합요금징수시스템인 하나로 카드를 도입하여 운영중이고 고속버스주행정보시스템이 설계 완료되어 시험운행을 완료하였으며, 버스안내시스템이 시범운영 중이다[10].

라. 화물운송분야(CVO)

지능형 교통시스템의 부시스템 중 첨단화물운송시스템분야는 화물차량의 위치, 적재화물의 종류, 운행상태, 노선상황, 화물알선정보 등을 파악하여 화물차량의 운행최적화, 관리 효율화 및 안전성 제고를 도모함으로써 기존 물류체계의 효율성 극대화를 목표로 한다. 정부는 1997년 “첨단화물운송시스템 기본설계(안)”을 제시하여 향후 국가 첨단화물운송시스템 구축계획을 구체적으로 제시하였다.

“첨단화물운송시스템 기본설계(안)”에 따르면, 첨단화물운송시스템 구축은 시간적으로 국가 ITS 기본계획 일정과 동일하며 공간적으로는 화물운송의 특성을 고려하여 전국을 대상으로 한다. 이 계획안은 서비스 기능별 아키텍처와 기술시스템 아키텍처 기본설계와 단계별·지역별 구축 계획, 시범사업 추진방안 등의 내용을 구체화하였다. 서비스 기능별로 화물 및 화물차량관리시스템(FFMS; Freight and Fleet Management System), 위험물차량관리시스템(HMMS; Hazardous Materials Management System)으로 구분하여 아키텍처 기본설계를 하였고, 기술 시스템 아키텍처는 서비스 기능별 아키텍처 기본설계에 대한 기술적 타당성을 검토하고 통신·전산·사용자 시스템에 대한 기본설계와 첨단화물운송시스템 관련 요소기술을 검토하였다[11].

2) 대상별 ITS 사업 추진 사항

가. 과천 시범 사업

ITS 기본계획 수립 이후 지능형 교통시스템 관련 시제품에 대한 종합적 시범사업을 추진함으로써 국내에서 개발 운영되고 있는 지능형 교통시스템 관련기술을 종합평가하고 아울러 향후 관련제품의 국제경쟁력 강화를 위한 계기를 마련할 필요성이 대두되었다. 이러한 필요에 의해 건설교통부는 과천시를 시범사업지로 결정하여 종합적 ITS 시범운영사업을 착수하였다.

과천지역 ITS 시범운영사업의 목적은 정부와 연구소, 민간기업, 그리고 시민을 대상으로 한 다양한 편의 제공에 있다. 정부와 연구소는 ITS의 기대효과를 계량적으로 확인하고 ITS 범용 모형 개발로 ITS관련 종합연구체계 기반을 확립하며 민간 기업에는 지능형 교통시스템 관련 첨단기기를 적용할 수 있는 장을 제공하여 개발제품의 신뢰성과 효율성을 검증함에 있다. 또한 시민에게는 ITS를 통해 실질적으로 교통체증의 감소 및 실시간 교통상황정보 등의 편의를 제공한다[12].

나. 민간부문

민간 사업자들은 교통정보제공 등을 상용화하여 수익사업화 할 수 있는 시스템에 대해 개별 민간업자가 주체가 되어 구축사업을 추진하여 정보를 제공하는 경우가 있다. 이 경우 현재 정보 수집을 위한 국가차원의 교통을 위한 정보·통신 부문의 인프라가 구축되지 않아 정보수집, 가공 및 처리, 정보제공 등의 일련의 과정을 모두 해결하며 여러 방향에서 수익사업화가 가능한 정보 제공 사업을 구상하여 추진하여야 하는 어려움에 직면해 있다. <표 2-2>는 국가 ITS의 단계별로 나누어진 추진 목표를 나타내고 있다[13].

<표 2-2> 국가 ITS 추진단계 및 단계별 추진 목표
 <Table 2-2> Progressive goal of ITS in Korea

추진 단계	추진 목표
1단계 (2001~2005) 기반조성 및 초기구축 단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ ITS의 핵심기술개발, 시범사업, 표준화 등 본격적인 구축에 앞선 기반조성 ○ 국가수치 기본도에 기초한 교통DB 구축 ○ 선별적으로 효과가 입증되고, 단기에 실용화가 가능한 기초 서비스 제공 ○ 권역별로 권역의 특성에 맞게 초기 구축시스템 구축·운영 ○ 권역별 기초시스템 구축·운영 확대 ○ 부가서비스 선별적 제공 ○ 기존 기술에 대한 ITS접목 실용성 검증 및 차세대 시스템에 대한 연구·개발의 기반 조성
2단계 (2006~2010) 성장·확산단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ ITS에 대한 각종 시행착오를 보완·발전시켜 우리 현실에 부합되는 시스템의 구축 및 산업화 ○ 개발된 기술을 바탕으로 다양한 부가서비스 추가제공 ○ 권역별 특성에 맞게 차세대 시스템 구축, 시범운영 등 기반 조성
3단계 (2011~2020) 성숙·고급화단계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 시스템들의 기능을 효율적으로 연계·통합해 나가며, 운영의 효율성 극대화 ○ 차세대 서비스 도입 확대 ○ 국제적으로 ITS산업의 주도적 경쟁력 확보

(2) 외국 기술현황

1) 미국

기존의 민간기업 주도였던 ITS 연구는 1991년에 미연방정부가 종합 육상수송 효율화법(ISTEA; Intermodal Surface Transportation Efficiency Act)을 성립시켜 ITS를 도로교통정책의 중심적인 프로젝트로 확립하였다. 주로 ETC 서비스와 차량장치식별서비스, 자동화도로시스템, 버스위치정보시스템을 우선적으로 제공하고 있으며, 현재 900MHz 대역을 이용한 수동방식의 시스템을 사용하고 있으며 1999년 7월에 약 500만대를 사용 중이다. 새로운 ITS 서비스를 제공하기 위하여 능동방식의 DSRC 기술방식이 요구되므로 5.8GHz 대역으로의 ETC 시스템 전환 추세이며, ITS America가 2000년 5월에 STF(Special Task Force)팀을 구성하여 5.9GHz 정책 수립에 있어 종합적인 대책을 제시한 상태이다.

ITS America가 예측한 미국의 ITS 시장 규모는 2015년에 약 4,200억 달러 수준이며, 이 가운데 80% 이상이 민간부문에서 발생할 전망이다.

ITS America는 미국에서 활동 중인 ITS 기구로서 1991년에 설립되었으며, 범국가적 차원의 ITS 추진 및 민·관의 협력 기구적 성격을 가진 협의체 구성의 필요성 대두로 인하여 설립하게 되었다. 21C를 위한 교통형평법(TEA-21)에 의한 미국 의회 공식 인정기관 국가 ITS 사업계획에 대한 공식적 자문기관으로써, 첨단기술을 이용하여 도로교통의 효율성과 안전을 향상시키기 위하여 민간과 공공간의 협력관계를 발전시키는 것을 목적으로 하고 있다[14],[15].

2) 유럽

유럽에서는 유럽위원회의 주도로 유럽 각국의 개별적 추진, 민간 주도 등 다양한 형태로 많은 ITS 프로젝트가 실시되고 있다. 고속도로상의 자동요금징수 시스템을 위주로 연구가 진행되고 있으며, 점차 주차관리시

시스템이나 액세스제어관리시스템으로 발전되어 왔다. 방식의 표준화는 CEN TC278 작업그룹 내에서 이루어졌으며 5.8GHz 대역을 사용한다.

유럽에서는 현재 ERTICO(European Road Telematics Implementation Coordination Organization)가 ITS 조직으로 활동하고 있다. ERTICO는 1991년 11월에 설립되었으며, 유럽공동체(EC; European Community)의 후원으로 유럽의 ITS R&D(Research and Development)와 각국의 ITS 추진계획 간의 상호 조정을 위해 설립되었다. 설립의 목적은 유럽지역 교통시설을 첨단화하고, 철도, 수송, 항공 교통을 포함한 대중교통수송 서비스를 확산시켜 유럽 실정에 맞는 ITS를 실현하며, ITS에 대한 민간의 투자 증진, 범유럽적 ITS 통합구축을 위한 지원과 지침을 제공하는 것이다.

그러나 국가 간의 서로 다른 시스템 구축 우선순위와 전 유럽지역에 통용될 수 있는 공통된 아키텍처의 결여로 실질적인 ITS 구축에 있어서의 표준화 관련 역할은 더딘 진행을 보이고 있다. ERTICO는 이러한 문제를 해결하기 위하여 유럽의 ITS 관련 산업체, 연구기관, 일반이용자, 교통관련 정부기관 등을 회원으로 두고 그 동안 개별적으로 추진되어 오던 유럽의 ITS 구축사업을 통합적으로 추진 중이다.

특히, 현재의 ITS 표준화와 관련하여 ERTICO는 유럽의 ITS 통합 시스템 아키텍처를 구상하고 있으며 이를 통해 표준화를 추진하기 위한 기본 틀을 개발하는 등의 노력을 기울이고 있다[16].

3) 일본

일본은 1994년 건설성, 우정성, 통산성, 운수성, 경찰청 등을 중심으로 본격적인 협의체인 자동차/도로/교통지능시스템(VERTIS; Vehicle, Road and Traffic Intelligent System)을 설립하여 관련 프로젝트를 종합적으로 추진해 오고 있다. 1999년 기준으로 350만대가 설치된 CNS, 1999년 기준 150만대가 설치된 자동차정보통신시스템(VICS; Vehicle Informa-

tion & Communication System), 2002년 730개소의 톨게이트와 400만대의 차량 단말이 예상되는 ETC와 현재 연구단계에 있는 첨단고속도로시스템(AHS; Advanced Highway System) 등이 진행 중에 있다.

일본은 지난 70년대부터 통산성, 건설성, 교통성, 우정성, 경찰청 등의 5개 정부부처가 개별적인 ITS 추진 주체가 되어 관련되는 ITS를 구축해온 결과, 최근 이들 부처 간의 자료공유 및 수립체계에 비효율성 등의 문제점이 대두되었다. 따라서 ITS의 기술적인 표준화는 표준개발기구가 담당하되 정부부처간의 협조나 업체 간의 협조 등 조직 간의 이슈가 발생했을 경우 VERTIS가 중재 역할을 담당하고 있다[17].

일본은 그동안 ITS 표준화 추진을 주도적으로 이끌어온 유럽국가들에 대응하여 미국, 한국, 말레이시아 등 아시아·태평양 지역 주변 국가들과의 대응활동을 통해 향후 ITS 국제표준화 주체로써 상호 협력하기 위한 발판을 마련 중에 있다.

2.1.3 ITS 도입에 따른 기대 효과

교통량의 변화에 따른 실시간 교통류 제어, 교통위반 단속 및 요금수수 등의 자동화와 실시간 교통정보 및 우회경로정보를 제공함으로써 교통체증의 감소로 인한 교통 혼잡이 완화된다. 최적 이동시간, 이동수단 및 이동경로에 대한 선택권 부여로 합리적인 시간·공간 활용이 가능하고 대중교통의 정시 운행 향상, 정류장 대기시간 감축, 차내 혼잡 감소 등 대중교통의 서비스 향상으로 인한 교통 서비스가 획기적으로 개선된다. 교통사고 상황, 도로공사, 기상변화 등 차량과 도로의 위험상황에 대하여 자동경고 및 제어 등을 통해 교통안전 증대와 과속·과적 등 교통위반 단속의 자동화를 통한 교통위반 감소로 인하여 교통 안전성이 향상된다. 혼잡완화와 화물차 운행 최적화로 물류비 절감과 혼잡대기 및 교통사고 감소로 개인과 기업의 사회적 생산성 증대로 인한 물류비 절감을

통한 국가 경쟁력이 향상된다. 전자, 통신, 제어, 시스템 통합 등 첨단핵심기술 확보가 가능하고 정보수집용 검지기, 차량안전시설, CNS, GPS 단말기 등 ITS 관련 첨단기술의 국제경쟁력 향상으로 인한 첨단 산업의 국가 경쟁력이 강화된다. 상대적으로 작은 도로시설로 동일한 교통수요 처리가 가능하므로 사회간접자본 확충에 따른 자연파괴를 감소하고 교통혼잡 완화로 인한 차량의 매연발생 감소(CO₂ 배출량 13%), 혼잡완화, 대중교통으로의 전환을 통해 에너지 절감 효과가 기대된다.

우리나라에서는 목표연도 2010년까지 ITS 개발로 국가 ITS 기본계획에서 제시하는 기대효과는 교통지체를 30% 감소시켜 교통용량을 증대시킴으로써 연간 5조원의 손실을 절감, 교통조건 및 환경의 개선으로 국민들의 일일 생활환경을 개선, 첨단기술 산업의 육성, 에너지의 절감, 수송비용의 절감, 국가경쟁력 강화로 건전한 국가 경제발전에 기여하고 교통사고를 60%까지 줄여 교통사망자 10,000여명의 인명을 감소(경제손실 11조원 절감)시키는 것이다.

ERTICO는 2017년까지 도로안전의 획기적인 향상으로 교통사고 사망자 50% 감소, ITS 시행으로 여행시간의 25% 감소, 공공대중교통 우선시행으로 교통 혼잡 50% 감소, 도시 내의 대기오염 50% 감소할 것으로 예상하고 있다[18].

2.2 텔레매틱스

지난 몇 년간 자동차 통신 분야는 빠른 발전을 해왔다. 텔레커뮤니케이션 기술의 발전으로 자동차도 이제는 더 이상 통신으로부터 단절된 매체라 할 수 없게 되었다. 오늘날 많은 운전자들은 지리정보시스템, 최적 경로안내(route guidance), 인터넷, 이메일과 엔터테인먼트 서비스 등을 그들의 사무실에서보다 차에서 사용하기를 원하고 있다. 차로부터 네트워크 인프라에 좀 더 간편하고 효과적으로 접근하기 위해서 자동차 제조

업자들과 통신 서비스 회사들은 텔레매틱스라는 이름하에 함께 모여 함께 작업을 하고 있다[19],[20].

최근 이슈가 되고 있는 텔레매틱스 산업은 자동차 제조업체들의 시장 다각화 전략 및 제품 차별화 전략에 따라 빠르게 추진되고 있으며, 이에 이동통신 사업자들이 가세하여 서비스 영역을 확대하고 있는 등 복잡한 산업구조를 갖고 발전하고 있다. 텔레매틱스 산업은 향후 교통관련 산업의 발전과 함께 빠른 성장이 예상되며, 현재 단일 지역에서의 서비스에서 향후 자동차 제조업체들의 글로벌 시장 진출 전략에 따라 글로벌 환경에 적합한 서비스로 발전될 가능성이 매우 크다. 지금까지 세계적인 추세는 텔레매틱스 시장의 전망을 매우 긍정적으로 분석해왔으며, 2010년에는 전세계적으로 출시되는 대부분의 차량이 텔레매틱스 시스템을 설치할 것으로 예상하고 있다[21].

2.2.1 텔레매틱스의 개념

텔레매틱스는 전기통신과 정보과학의 합성어로, 이동통신 기술과 인공위성을 이용한 GPS를 기반으로 차량과 정보 센터를 연결하고 위치추정 시스템과 무선 통신망을 이용하여 교통정보, 응급구난, 원격차량진단, 뉴스, 이메일 등 다양한 정보를 실시간 제공해주는 서비스이다. 전통적인 오프라인 산업인 자동차 산업과 온라인의 첨단 무선통신이 결합된 차세대 유망산업이다[22].

텔레매틱스의 서비스 원리는 기본적으로 이동전화 네트워크는 단말기의 위치를 호스트에서 실시간 파악할 수 있기 때문에 사용자가 원하는 교통 정보나 생활 정보를 언제 어디서든 제공할 수 있다는 데서 출발한다. 소위 GPS가 가장 발달한 미국에서 우선적으로 시작된 것도 이런 이유 때문이다.

GPS는 텔레매틱스 기술 가운데 가장 널리 알려진 서비스로서 이미 국

내 자동차 중에서 상당수가 이를 선택 품목으로 장착하고 있다.

텔레매틱스 서비스가 상용화되면 운전자는 자동차에 장착된 무선 모뎀 액정 단말기를 통해 뉴스수신, 주식투자, 전자상거래, 금융거래 등을 할 수 있고 인터넷에 접속해 호텔이나 항공 예약은 물론 팩스 송수신까지 할 수 있다.

음성 인식 기술을 이용해 차내 창문이나 에어컨, 오디오 등 기본적으로 장착해 있는 기기들을 음성으로 조정할 수 있다. 원하는 목적지를 사전에 입력하면 가장 빨리 도착할 수 있는 길을 도로 지도와 함께 음성으로 알려주고 교통 상황을 파악해 차량이 많을 때 미리 우회 도로로 진입할 것을 가르쳐 준다. 사고가 발생했을 때는 GPS 위성과 이동 통신망을 통해 자동으로 사고 차량의 위치를 추적해 가장 근접한 119 구조대에 사고 위치와 현재 상황을 전달해준다.

운행 중인 차량의 고장 유무도 원격으로 진단할 수 있다. 자동차의 전자 제어 장치와 연결된 무선 인터넷 단말기가 차량의 정보를 모아 서비스 센터에 전송하면 서비스 센터의 진단기가 엔진 온도, 배기가스, 타이어, 오일 등의 상태를 점검해서 이상 유무를 운전자에게 알려준다.

또한 자유롭게 이메일을 송수신하고 개인 정보도 관리할 수 있다. MP3 파일로 음악을 듣고 게임도 할 수 있다. 자동차가 달리고 있는 주변 지역이 궁금하면 언제든지 지역 정보도 확인할 수 있다. 그러므로 텔레매틱스 단말기는 단순한 전자 제품이 아니라 인터넷에 접속할 수 있는 일종의 컴퓨터이다[23],[24].

2.2.2 텔레매틱스의 필요성

텔레매틱스는 최근 정보통신산업의 새로운 핵심 산업으로 부상하고 있으며, 관련 산업에 미치는 파급효과가 매우 크다. 이러한 텔레매틱스의 필요성은 다음과 같다[25].

(1) 전통산업과 첨단 산업의 결합

텔레매틱스 산업은 전통적인 오프라인(off-line) 산업과 첨단의 온라인(on-line) 산업과의 결합이라는 점에서 그 의미가 크다. 특히, 대표적인 온·오프라인(on/off-line) 산업인 자동차 산업과 무선통신산업과의 협력을 통해 서비스가 제공되어야 하며, 이는 단순한 전통산업과 첨단산업의 결합 이상으로 전통산업의 IT화에도 큰 영향을 미칠 것으로 기대된다.

(2) 고성장의 고부가가치 산업

시장조사기관인 ABI(Allied Business Intelligence)에 따르면, 텔레매틱스 시장은 지속적으로 성장하여 2006년까지 텔레매틱스 시스템의 시장가치는 약 128억 달러에 이를 것으로 전망되며, 미국에서 생산되는 새로운 차량의 70% 이상이 텔레매틱스를 장착할 것으로 전망하고 있다[26]. 정통부는 오는 2007년까지 민간자본을 포함한 2,200여억원을 투입해 텔레매틱스 원천기술 개발과 표준화, 교통정보 센터 설립, 텔레매틱스 시범도시 구축 사업 등을 시행할 방침이다.

(3) 국가 첨단교통체계의 기반

텔레매틱스는 무선통신을 이용한 단순한 이동통신서비스의 부가가치 사업이 아니라 국가 교통체계의 첨단화를 위한 기반 인프라이다. 현재 진행되고 있는 ITS와의 연관관계를 고려할 때, 교통상황을 파악해 차량이 많을 경우 미리 우회도로로 진입할 것을 가르쳐 주고, 사고나 고장이 발생했을 경우 GPS 위성과 이동 통신망을 통해 자동으로 사고 차량의 위치를 추적해 가장 근접한 119 구조대에 사고 위치와 현재 상황을 전달하여 빠른 대처를 할 수 있으므로 교통체계의 기반 인프라로서의 역할을 충실히 한다.

(4) 시장개발 초기단계

텔레매틱스 관련 시장은 전세계 기술개발 시작단계이기 때문에 관련 기술 선점을 위해서 적극적인 투자와 기술개발이 요구된다. 그러므로 이동통신, 자동차 및 보험 등 다른 업종 간 전략적 제휴와 협력 모델을 발굴하고 공공부문 교통정보를 종합 처리하는 교통정보센터 수립, 텔레매틱스 서비스 홍보, 장비·솔루션·콘텐츠를 검증하는 텔레매틱스 테스트베드 구축 방안 검토, 국제 텔레매틱스 공동연구 센터 설립 등이 고려되어야 하고 중국 및 일본과 협력을 통한 텔레매틱스 동북아 시범프로젝트 등을 추진해야 할 것이다.

(5) 관련 시장의 과급효과

텔레매틱스에는 다양한 관련 산업들이 있으며, 텔레매틱스의 기술개발은 관련 산업에 많은 영향을 줄 수 있다. 인터넷과 무선통신의 발전을 기반으로 최근에 진행되고 있는 개인의 모바일화가 확산되면서 자동차, 무선통신, 이동통신단말기, 인터넷, M-커머스 등의 광범위한 산업에 직·간접적인 영향을 주는 등 관련 산업 과급효과가 매우 크다.

(6) 텔레매틱스 관련 서비스에 대한 수요 증가

최근 이동통신가입자들에 대한 설문조사결과 무선인터넷의 킬러 애플리케이션으로 위치관련정보와 차량항법 분야가 크게 주목받고 있으며 다양한 위치기반 정보에 대한 요구는 지속적으로 증가하고 있는 것으로 조사되고 있다. 그리고 텔레매틱스 서비스 사업자인 ATX Technologies가 자사에서 제공하고 있는 서비스 가입자들을 대상으로 조사한 결과 전체의 74%가 텔레매틱스 서비스에 대한 지불의사를 나타내고 있는 것으로 조사되었다.

2.2.3 ITS 기반 텔레매틱스 서비스를 위한 기술

텔레매틱스 사업은 해외에서도 아직 초기 단계이어서 텔레매틱스 서비스 제공을 위한 정보 수집망과 정보 분배망은 무선통신기술을 활용하여야 하며 현재는 2세대 이동통신망을 사용하고 있다. 그러나 2세대 이동통신기술은 음성과 저속의 데이터 서비스를 제공하므로, 향후 멀티미디어 서비스를 위해서는 진보된 셀룰러 이동통신기술의 개발이 연구되어야 하며 고속의 무선전송 기술개발은 핵심적으로 추진되어야 할 과제이다.

언제 어디서나 제공받을 수 있는 현재의 무선 인터넷 서비스는 자동차 운행 중에 운전자와 탑승자에게도 제공되어야 하며 수년 내에 차량의 기본 서비스가 될 것으로 전망된다. 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 차내에 고속의 무선망이 필요하므로 차내 무선망 접속 연구도 진행되어야 한다.

텔레매틱스 서비스를 위한 무선접속기술은 현재 2.5세대 셀룰러 시스템이 사용되고 있다. 향후에는 3세대 셀룰러, HPI(휴대인터넷시스템) 등의 차세대 이동통신 시스템이 등장할 것이고 이와 함께 무선랜 기술이 서비스 제공을 위한 통합기술로 개발될 것으로 예상된다. 따라서 2세대/무선랜 통합 기술 및 1X EVDO(Evolution Data Only)/HPI 통합 기술이 향후 2~3년 안에 개발 및 사용화 될 것이고 GPS와 DSRC 등을 이용한 정밀 무선측위 시스템을 기반으로 하는 이동 통신시스템이 개발될 것이다[27].

또한, 텔레매틱스는 차세대 교통시스템인 ITS에서 노변과 차량 간의 통신을 위한 접점에 있기 때문에 텔레매틱스 산업은 단일 사업으로서가 아니라 전체적인 차세대 교통시스템과의 연계를 통해서 발전해야 한다. 이를 통해 국토의 효율적인 활용과 같은 정책적인 목표뿐만 아니라 국민들의 텔레매틱스 서비스 이해도 향상 및 균형 있는 산업 발전도 기대할 수 있을 것이다.

(1) 로드 셀(road cell) 다중접속 무선 액세스 기술

노변 무선통신 시스템간의 무선접속방식에 따라 패킷통신을 수행하고 고속 데이터 통신을 처리할 수 있는 광대역 멀티 모드 다중 액세스 방식을 뒷받침하기 위한 노변 무선통신 고속 패킷 모뎀기술, 적응 데이터 속도(Adaptive Data Rate) 전송기술 및 다중모드 접속 기술로서 현재 단거리 통신을 기반으로 하는 직교 주파수 분할 다중(OFDM; Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 무선접속 기술과 기지국간 광역통신을 근간으로 하는 광대역무선가입자망(BWLL; Broadband Wireless Local Loop) 방식이 포함된다.

(2) 고속 통화 채널 전환(Hand-off) 기술

노변 무선통신 시스템을 기반으로 하는 노변 이동통신 플랫폼 기술로서 광가입자망(FTTH; Fiber To The Home)을 지향하는 광무선망기술을 이용하여 기간망에 고속으로 접속하여 서비스를 연동하고 동적무선영역 액세스 기술로 단절 없는 서비스를 하기 위하여 다수의 통신영역(최소 셀 체류시간; 400ms)을 통과할 때 연속통신이 가능하게 하는 패킷 레벨 통화 채널 전환 기술 및 통신시스템의 효율을 최대화시키는 최적화기술이 사용된다.

(3) 셀 설계(cell planning) 기술

모바일 오피스(mobile office) 애플리케이션을 가능하게 하기 위하여 가입자 정보를 효과적으로 유지·관리하는 데이터베이스 기술, 로밍 기술, 정보처리 및 사용자에게 적절한 형태로 데이터를 제작, 가공하기 위하여 로드 셀의 구성을 최적으로 유지할 수 있는 셀 설계 및 관리기술이 포함된다.

(4) 노변 이동통신 플랫폼 기술

새로운 무선통신방식을 이용한 네트워크의 구축과 기존 통신망의 연계를 포함하여 유무선 통합 네트워크로서 5.8GHz~30GHz 대역을 이용한 단거리 전용 무선통신기술과 이동무선 데이터를 통합 전송하는 플랫폼 기술이다.

(5) 다중모드 복합 단말 기술

고정밀 GPS를 기반으로 CNS를 활용하여 서비스를 확장하는 방식, 거리 전용 무선통신 방식과 개인휴대통신시스템(PCS; Personal Communication System), PDA 등 이동통신 단말 기술을 종합한 SDR(Software Defined Radio) 기술을 중심으로 한 통합 단말 기술 등 핵심 요소기술들이 필요하다[28].

2.2.4 텔레매틱스의 구성요소

(1) 무선 모델

텔레매틱스에서는 보다 많은 양의 동영상, 지도, 데이터 등을 송수신하기 위해서 고속의 통신 환경이 요구되고 있다. 현재 부호분할 다중접속(CDMA; Code Division Multiple Access) 모듈은 IS-95B와 CDMA2000 1X EVDO가 주류를 형성하고 있지만 데이터 전송속도가 기존 모델보다 개선되며 서비스 품질(QoS; Quality of Service)도 현실적으로 보장된다는 점에서 현재 서비스되는 EVDO와 차별되는 EVDV(Evolution Data and Voice)가 등장하여 서비스를 시작할 것으로 보인다.

EVDO는 CDMA2000 1X의 전송 속도를 2.4Mbps로 끌어 올렸지만 현실적으로 600~700kbps에 그치고 있으며 원거리에서 전송속도가 급격히 떨어진다. 또한 음성도 단일 대역 내에서 지원되지 않고 단일 기지국 내 다수의 이용자가 발생할 경우 서비스의 안정성도 떨어지며 상향 속도와

하향속도가 달라 완전한 영상 서비스가 불가능하다. 이에 비해 EVDV는 음성과 데이터를 모두 지원하고 EVDO의 단점인 전력 제어를 극복했으며 안정성과 양방향성이 보장되어 안정적인 영상 서비스를 구현할 수 있으므로 IMT2000 서비스의 본격적인 상용화에 이르러서야 비로소 텔레매틱스의 서비스 사용을 불편 없이 할 수 있을 것으로 예상되고 있다.

(2) 차내 LAN

차량의 위치 파악을 위한 GPS 유닛 등의 필수 유닛간의 제어가 필수적인데, 이 경우 유선랜의 적용이 논의되고 있다. 차내 랜은 정보계, 제어계, 차체계로 구분 지을 수 있고, 각 계통의 표준화가 활발히 추진되고 있다.

텔레매틱스 터미널은 대부분 위치 파악을 위해 GPS 수신기를 사용하는데 미국에서 개발된 GPS 시스템 이외에 유럽 연합 국가들이 추진 중인 혁신적인 위성 자동위치 추적 시스템인 갈릴레오 프로젝트가 있다. 이는 고도 24,000km의 지구 궤도에 30개의 인공위성을 띄워 지상에 있는 물체의 정확한 위치를 지상의 수신기에 실시간으로 알려주는 시스템이다. 표적 물체를 1m 이내 오차로 추적이 가능해 군사용으로 개발된 미국의 GPS 및 러시아의 GLONASS보다 훨씬 정확하고 안정적인 시스템으로 평가받고 있다. 2007년까지 기상기지를 구축하고 위성 발사를 완료, 이듬해 시험 운영에 들어갈 계획이다.

그러므로 텔레매틱스의 미래는 이보다 발전된 형태로 진화될 것으로 보이며 우선 교통 밀집지역이나 사고 지역을 우회할 수 있도록 돕는 시스템이 적용될 것이다. 이에 필요한 데이터는 셀룰러 통신, 능동형 DSRC, 디지털 방송 서비스 등이 이용될 것으로 예측되고 있다[29].

2.2.5 텔레매틱스의 표준 및 전망

최근 텔레매틱스 관련 표준화에 있어서 정부 및 업계의 관심은 텔레매

틱스 단말을 위한 운영체제가 어떤 것이 될 것인지 하는 문제와 차내 텔레매틱스 데이터 버스의 표준화 및 무선 통신을 위한 자동차용 블루투스(Automotive Bluetooth)의 채용여부에 초점이 맞추어지고 있다. 특히, 유력한 텔레매틱스 단말 표준으로 대두되고 있는 것은 마이크로소프트의 “Windows CE for Automotive”이다. 마이크로소프트는 닷넷(.NET) 전략의 일환으로 자동차 전용 플랫폼인 Car.NET을 개발해 왔다. “Windows CE for Automotive”는 Car.NET의 핵심 프레임워크로 버전 3.0을 발표하며 차내 운영체제로 자리잡기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 마이크로소프트의 행보에 발맞춰서 경쟁사들도 텔레매틱스 운용체계 개발에 뛰어들고 있으나 아직까지는 크게 주목을 끌지 못하고 있다[30].

국내 텔레매틱스 시장의 성장 가능성은 텔레매틱스 서비스의 근간이 되는 이동 통신 산업, 콘텐츠 산업, 애플리케이션 산업 등이 안정된 성장을 이루고 있으며, 기술 및 시장 성숙도 역시 높은 상태임을 볼 때 긍정적이다. 업계 전문가들은 국내 텔레매틱스 서비스 시장이 올 하반기부터 본격적으로 형성되어 오는 2005년경에는 8,500억원 규모에 달하고, 세계 시장은 오는 2006년까지 전세계 2,500만대 이상의 차량에 장착되어 230억 달러에 달할 것으로 전망되고 있다. 텔레매틱스 산업은 앞으로 2~3년 정도 시장을 키우고 기술을 확보하는 준비기간을 거친 다음, 폭발적으로 성장할 것으로 예상된다.

텔레매틱스 서비스는 1990년대 중·후반부터 북미 지역을 비롯해 유럽 지역을 중심으로 빠르게 확산되고 있으며, 2001년 후반에 국내에서도 상용화되면서 주목을 받고 있다. 그러나 현재까지 국·내외 텔레매틱스 산업은 시장 형성이 미흡하며, 일부 고가의 자동차를 위한 어플리케이션으로 인식되고 있는 실정이다. 하지만, 복잡한 도로 환경을 고려할 때 교통 정보에 대한 요구가 크게 증가할 것으로 예상된다. 국내의 경우 세계 5위권인 국내 자동차 산업과 발달된 이동통신망 기술 및 단말기 제조기술이 결합된다면 상당한 시너지 효과를 발휘할 수 있을 것으로 전망된다[31].

제 3 장 ETC 시스템의 관련 기술

본 논문에서는 IME를 이용하여 휴대폰을 이용한 ETC 시스템을 설계, 구현하였다. 본 논문의 ETC 시스템은 노변 기지국(RSE; Road Side Equipment)과 차량 내에서 RSE와 통신하는 OBE, 그리고 IME와 휴대폰으로 구성되어 있다. RSE와 OBE는 DSRC를 이용하여 데이터를 송수신한다. 본 장에서는 자동요금징수를 위한 정보형식 표준안에 따른 ETC 시스템, 통신 모듈인 DSRC, IME와 RSE 내의 암호화 모듈방식인 RSA(Rivest-Shamir-Adelman) 암호 방식에 대해서 살펴보고, 마지막으로 기존 선불형 스마트 카드를 이용한 ETC 시스템의 운용 방법과 문제점 등을 검토하였다.

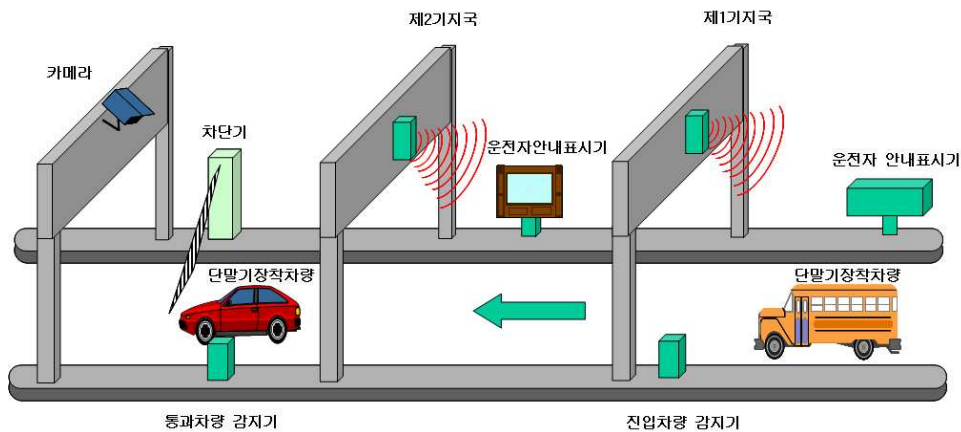
3.1 자동요금징수 시스템

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

3.1.1 ETC 시스템 구성도

ETC 시스템은 ETC 안내 표시기와 상호 인증을 통한 요금정산 및 요금 차감을 결정하고 차선제어기로 데이터를 전송하는 제 1 기지국, 차종을 분류하는 장치, 위반차량을 감시하기 위한 제 2 기지국, 카메라로 구성되어 있으며 각 시스템은 네트워크를 통하여 차선 제어 장치 및 톨게이트 서버로 연결되어 있다[32].

<그림 3-1>은 ETC 시스템의 구성을 나타내고 있다.



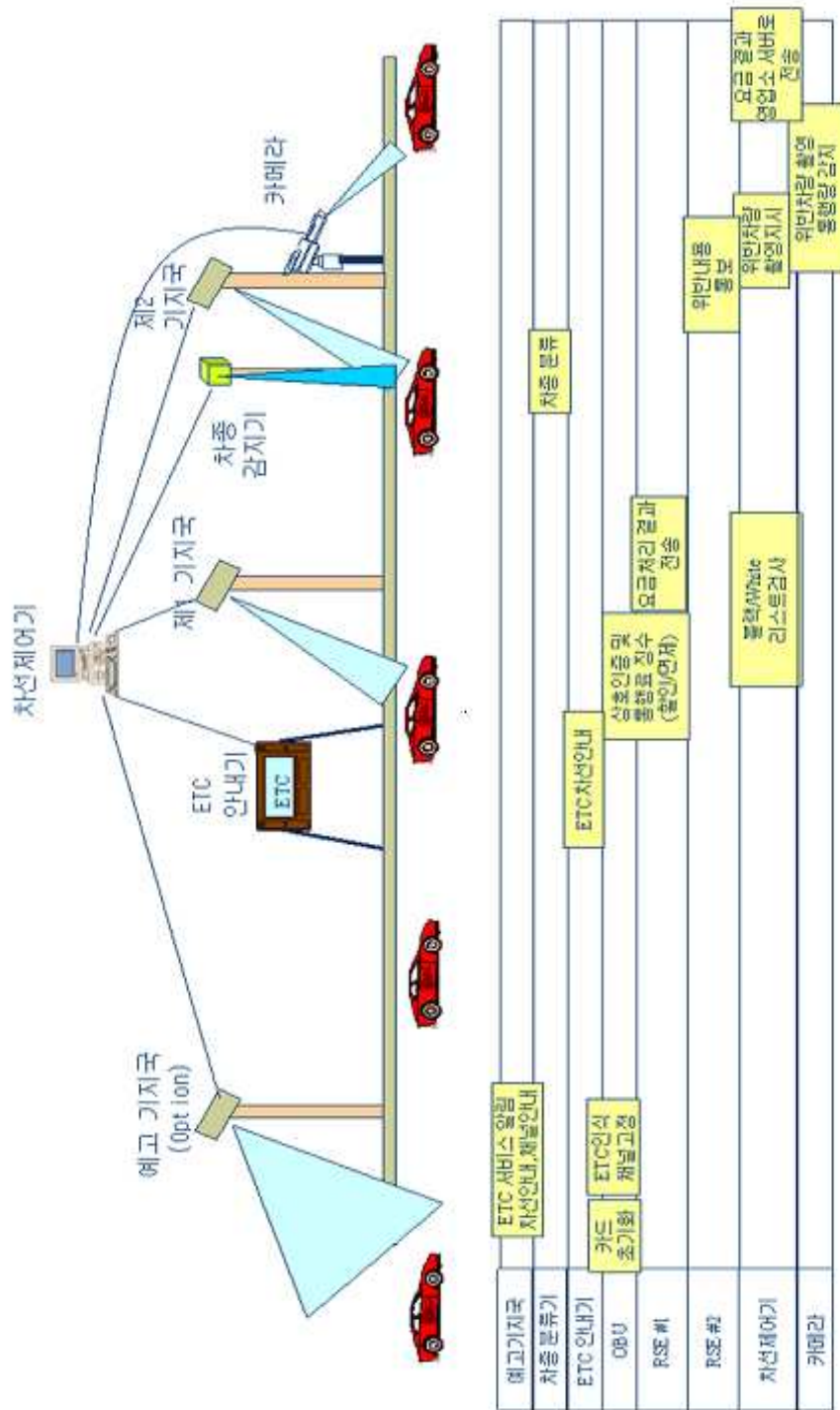
<그림 3-1> ETC 시스템 구성도
 <Fig. 3-1> Configuration Diagram of ETC System

<그림 3-2>는 ETC 시스템의 동작을 보여주고 있다.

OBE는 스마트 카드가 카드리더에 삽입되면 바로 스마트 카드를 초기화하여 스마트 카드의 상태를 파악한다.

차량이 톨게이트를 진입하기 시작하면 ETC 시스템의 안내표시기가 차선과 채널을 안내하고 OBE는 스마트 카드에 이상이 없을 경우 RSE와 통신하여 ETC 인증 채널을 고정시킨다. ETC 시스템은 차량이 ETC 차선 안내를 받으며 제 1 기지국을 통과할 때 차량과 상호 인증을 거쳐 자동으로 통행료를 징수한다. 이때 할인/면제를 결정하여 통행료를 징수한다. 통행료가 징수된 후 요금 처리 결과 데이터는 톨게이트 서버에 저장된다.

만일 OBE가 존재하지 않거나 여러 가지 이유로 오류가 발생하면 블랙/화이트 리스트를 검사하여 차량 사용자에게 위반 내용을 통보한 후 제 2 기지국에서 위반 차량을 촬영하고 결과를 톨게이트 서버로 전송하여 차후에 요금을 징수한다. 카메라는 위반차량을 감지하고, 통행량을 감지하는데 이용된다.



<그림 3-2> ETC 시스템의 동작
 <Fig. 3-2> Data flow of ETC system

3.1.2 국가 ITS 아키텍처의 ETC 시스템 정보 흐름

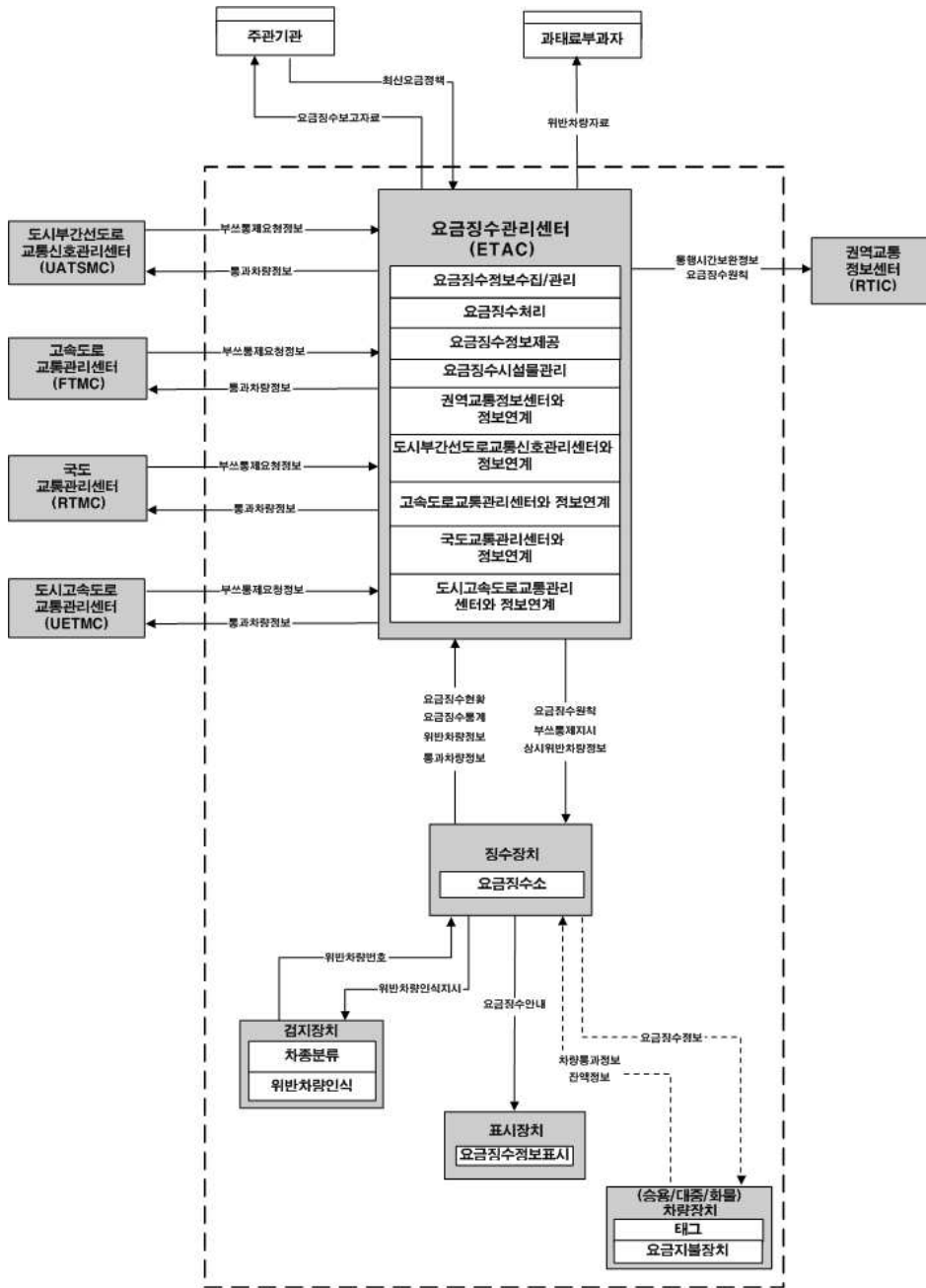
ETC 시스템은 ETC 시스템용 태그를 장착한 차량으로부터 통행료를 자동으로 징수하며, 안내판을 통하여 징수차량에게 요금징수과정을 안내한다. 중앙센터에서는 요금징수정책의 변경시 최신 원칙으로 갱신하고 현장의 징수소에 최신원칙을 제공하며 중앙센터의 컴퓨터시스템은 징수한 요금의 자료를 관리한다. 요금징수에 불응하고 통과하는 차량은 현장에 설치된 카메라로 적발하여 위반차량자료를 중앙센터에 전송하고, 중앙센터에서는 위반차량의 차적을 조회하여 과태료를 부과자에게 통보한다. 요금징수에 따르는 부수적인 기능으로 요금 징수소 간의 차량통과시간을 측정하여 해당 정보를 권역정보센터에 전송한다.

요금징수장치, 차량장치, 표시장치, 검지장치 등 현장에 설치된 시설물의 작동상태를 수시로 모니터링하며 권역정보센터에는 통행시간정보와 요금징수원칙에 관련한 정보, 도시부 간선도로 교통신호관리센터, 고속도로 교통관리센터, 국도교통관리센터, 그리고 도시고속도로 교통관리센터에는 통과차량정보를 제공하고 역으로 요금정산소 통제요청정보를 수신한다. <그림 3-3>은 자동요금징수 서브시스템(ETCS)을 보여준다..

요금징수관리센터는 요금징수데이터관리, 요금징수시설물관리, 그리고 관련 교통관리센터와의 연계기능을 수행하고 현장에는 요금징수소가 설치되어 표시장치와 검지장치가 가동된다. 개별 차량은 태그를 장착하여 요금징수를 위한 통신을 수행하게 되고, 요금지불장치는 선불카드 또는 크레딧 카드와 같은 후불형태로 나누어질 수 있다. 폐쇄형 운영구간의 경우는 차량이 진입 요금징수소에는 차량통과정보를 기록하고 진출 요금징수소에서 요금을 정산한다.

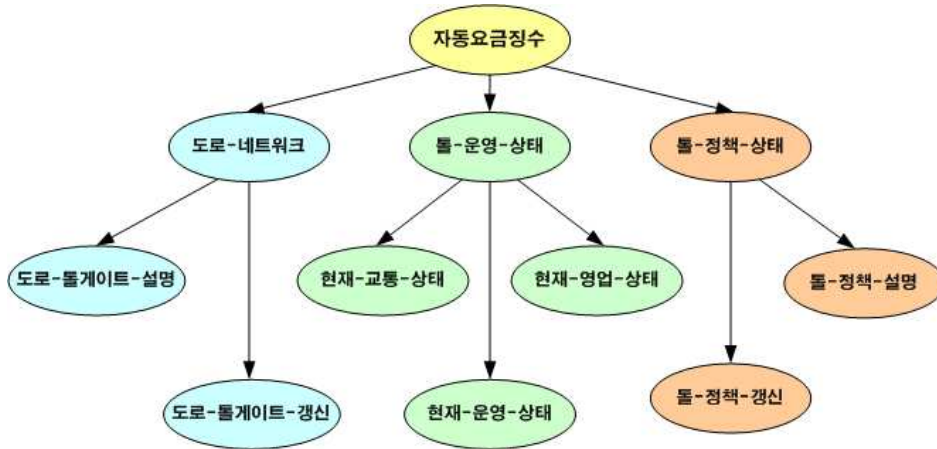
ETC 시스템은 현재 세계 각국에서 다양한 기술을 활용하여 개발되고 있으며, 요금징수방식에서도 선불제와 후불제, 톨게이트 운영방식에서 통과와 동시에 과금 결제되는 개방형과 입구와 출구가 구분되어 있는 폐쇄

형 등이 있는데, 실제로 적용되는 방식 또는 표준화 방향에 따라 수정될 수 있다[33],[34].



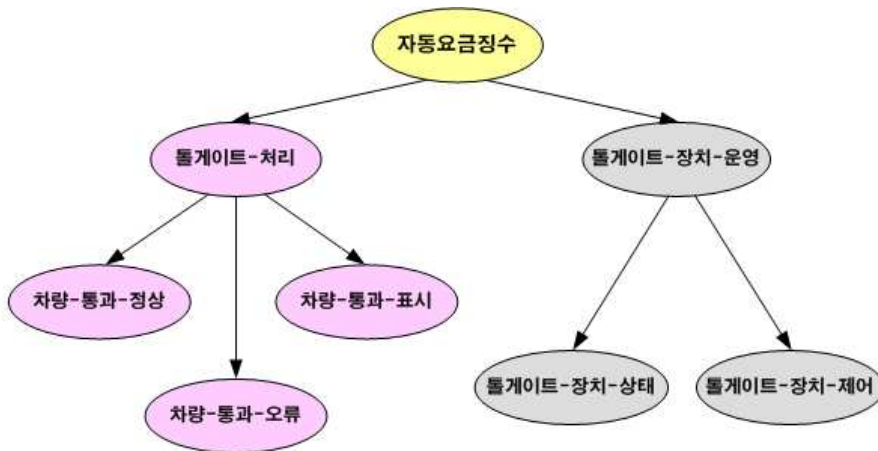
<그림 3-3> 자동요금징수 서브시스템(ETCS)
 <Fig. 3-3> Electronic Toll Collection Sub System

3.1.3 자동요금징수를 위한 메시지 그룹



<그림 3-4> 교통정보교환을 위한 메시지 위계 트리-1

<그림 3-4> Message tree for traffic information exchanging-1



<그림 3-5> 교통정보교환을 위한 메시지 위계 트리-2

<Fig. 3-5> Message tree for traffic information exchanging-2

자동요금징수를 위한 정보 형식 표준안에서 메시지 그룹은 <그림 3-4>, <그림 3-5>의 교통정보교환을 위한 메시지 위계 트리와 같이 5개의 메시지 그룹으로 나누어지며 각 항목은 다시 세부항목으로 이루어져 있다. 특히 톨게이트-처리 메시지 그룹은 차량과 ETC 시스템 사이의 통신을 위한 메시지들로 구성되어 있다.

톨게이트-처리(Tollgate Transaction) 메시지 그룹은 차량이 요금정산소를 통과하면서 차량 또는 차량장치와 노변장치 간에 양방향으로 교환되거나 한 방향으로 전달되는 메시지들을 의미하며 차량 및 진·출입에 따른 확인과 요금 부과서부터 통과 허용, 위반차량의 단속과 잔액 표시까지를 포함한다. 이 메시지 그룹은 차량-통과-정상, 차량-통과-오류, 차량-통과-표시 메시지 집합으로 구성된다[35].

(1) 차량-통과-정상 메시지 집합

차량-통과-정상 메시지(Vehicle Passage Normal) 집합은 자동요금징수처리를 위해 차량이 요금정산소를 통과할 때 차량과 요금정산소 간에 주고받는 메시지로 차량이 요금정산소 통과를 요구할 때 요금정산소가 차량을 식별하고 요금을 징수한 후에 이를 승인하는 메시지를 전송하는데 사용된다. 이 메시지 집합은 차량-통과-요구, 차량-통과-승인 메시지로 구성된다.

1) 차량-통과-요구 메시지

차량-통과-요구(Vehicle Passage Request) 메시지는 자동요금징수처리를 위해 차량에서 요금정산소로 전송되는 메시지로 요금정산소를 통과하고자 하는 차량을 식별하고 설명하기 위해 사용되는 메시지이다. 이 메시지는 차량 식별번호, 차량 종류, 요금지불장치 식별, 진입 요금정산소 식별번호, 진입시간, 현재 잔액 등의 데이터항목을 포함한다.

- ▶ etcs-Vehicle-Id : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 식별번호

- ▶ etcs-Vehicle-Type : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 종류
- ▶ etcs-Fare-Media-Id :
요금정산소 통과를 요구하는 차량의 요금지불장치 식별번호
- ▶ etcs-Tollbooth-Previous-Id :
차량이 진입하는 특정 요금정산소의 식별번호
- ▶ etcs-Tollbooth-Previous-Time :
특정 요금정산소에 차량이 진입한 시간
- ▶ etcs-Fare-Remaining-Amount :
요금 지불장치에 현재 남아있는 금액

2) 차량-통과-승인 메시지

차량-통과-승인(Vehicle Passage Approval) 메시지는 자동요금징수처리를 위해 차량이 요금정산소를 통과할 때 차량의 통과요구를 처리한 후에 요금정산소로부터 차량으로 전송하는 메시지로 요금정산소 식별번호, 차량 식별번호, 요금정산소 진출 시간, 요금 징수 금액, 징수 후 잔액 등의 데이터 항목을 포함한다.

- ▶ etcs-Tollbooth-Id : 특정 요금정산소를 식별하는 식별번호
- ▶ etcs-Vehicle-Id : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 식별번호
- ▶ etcs-Tollbooth-Time : 특정 요금정산소를 차량이 진출하는 시간
- ▶ etcs-Fare-Collect-Amount : 해당 차량이 지불해야 하는 금액
- ▶ etcs-Fare-Remaining-Amount :
요금 지불장치에 요금 지불 후 남아있는 금액

(2) 차량-통과-오류 메시지 집합

차량-통과-오류(Vehicle Passage Trouble) 메시지 집합은 자동요금징수시스템에서 차량의 요금지불장치의 이상 또는 잔액부족, 위반차량 등으로 인해 문제가 발생되었을 때 요금정산소로부터 요금징수관리센터 또

는 검지장치로 전송되는 메시지이다. 이 메시지 집합은 차량-통과-오류, 차량-통과-위반의 두 가지 메시지로 구성된다.

1) 차량-통과-오류 메시지

차량-통과-오류(Vehicle Passage error) 메시지는 차량이 요금정산소를 통과할 때 요금지불장치에 잔액이 부족하거나 장치인식이 불가능할 경우에 요금정산소로부터 요금징수관리센터로 요금징수에 오류가 발생했음을 알려주는 메시지이다. 이 메시지는 요금정산소 식별번호, 차량 식별번호, 요금징수장치 식별번호, 요금징수 오류유형, 요금징수 오류시간, 차량영상자료 등의 데이터 항목을 포함한다.

- ▶ etcs-Tollbooth-Id : 특정 요금정산소를 식별하는 식별번호
- ▶ etcs-Vehicle-Id : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 식별번호
- ▶ etcs-Fare-Media-Id :
요금정산소 통과를 요구하는 차량의 요금지불장치 식별번호
- ▶ etcs-Fare-Collect-Error-Type :
특정 요금정산소에서의 요금징수 오류의 유형
- ▶ etcs-Fare-Collect-Error-Timeline :
요금징수에서 오류가 발생한 시간
- ▶ etcs-Vehicle-Image : 요금이 미징수된 차량의 영상자료

2) 차량-통과-위반 메시지

차량-통과-위반(Vehicle Passage Violation) 메시지는 차량이 요금정산소를 요금지불장치를 장착하지 않고 무단으로 통과하는 등의 경우에 요금정산소에서 요금징수관리센터로 위반차량에 대한 정보를 전송하는 메시지이다. 이 메시지는 요금정산소 및 차량 식별번호, 위반 유형, 위반 시간, 차량영상자료 등의 데이터 항목을 포함한다.

- ▶ etcs-Tollbooth-Id : 특정 요금정산소를 식별하는 식별번호

- ▶ etcs-Vehicle-Id : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 식별번호
- ▶ etcs-Violation-Type : 특정 요금정산소에서 해당 차량이 위반한 유형
- ▶ etcs-Violation-Time :

특정 요금정산소에서 해당 차량이 요금징수를 위반한 시간

- ▶ etcs-Vehicle-Image : 요금이 미징수된 차량의 영상자료

(3) 차량-통과-표시 메시지 집합

차량-통과-표시(Vehicle Passage Display) 메시지 집합은 요금정산소에서 통과차량으로부터 요금을 징수하거나 오류 및 위반이 발생하였을 때 차량에 해당 정보를 제공하기 위해 표시장치로 전송되는 메시지이다. 이 메시지 집합은 진출-차량-상태-표시, 차량-통과-오류-표시, 차량-통과-위반-표시의 세 가지 메시지로 구성된다.

1) 진출-차량-상태-표시 메시지

진출-차량-상태-표시(Exit Vehicle State Display) 메시지는 차량이 요금지불을 마치고 요금정산소를 통과할 때, 요금정산소로부터 표시장치에 전송하는 메시지로써 요금정산소 및 차량 식별번호, 징수요금, 징수 후 잔액 정보 등의 데이터항목을 포함한다.

- ▶ etcs-Exit Tollbooth-Id : 차량이 진출하는 특정 요금정산소의 식별번호
- ▶ etcs-Vehicle-Id : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 식별번호
- ▶ etcs-Fare-Collect-Amount : 해당 차량이 지불해야 하는 금액
- ▶ etcs-Fare-Remaining-Amount :

요금 지불장치에 요금 지불 후 남아있는 금액

2) 차량-통과-오류-표시 메시지

차량-통과-오류-표시(Vehicle Passage Error Display) 메시지는 차량이 요금정산소를 통과할 때 요금지불장치에 잔액이 부족하거나 장치인식

이 불가능한 경우에 요금정산소로부터 요금징수에 오류가 있음을 차량에게 알려주기 위해 표시장치로 전송되는 메시지이다. 이 메시지는 요금정산소 식별번호, 차량 식별번호, 요금징수 오류유형 등의 데이터 항목을 포함한다.

- ▶ etcs-Tollbooth-Id : 특정 요금정산소를 식별하는 식별번호
- ▶ etcs-Vehicle-Id : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 식별번호
- ▶ etcs-Fare-Collect-Error-Type :
특정 요금정산소에서 요금징수 오류의 유형

3) 차량-통과-위반-표시 메시지

차량-통과-위반-표시(Vehicle Passage Violation Display) 메시지는 차량이 요금정산소를 요금지불장치를 장착하지 않고 무단으로 통과하는 등의 경우에 요금정산소에서 위반차량에게 알려주기 위해 표시장치에 전송하는 메시지이다. 이 메시지는 요금정산소 및 차량 식별번호, 위반 유형 등의 데이터 항목을 포함한다.

- ▶ etcs-Tollbooth-Id : 특정 요금정산소를 식별하는 식별번호
- ▶ etcs-Vehicle-Id : 요금정산소 통과를 요구하는 차량의 식별번호

3.2 단거리 전용 무선통신 기술

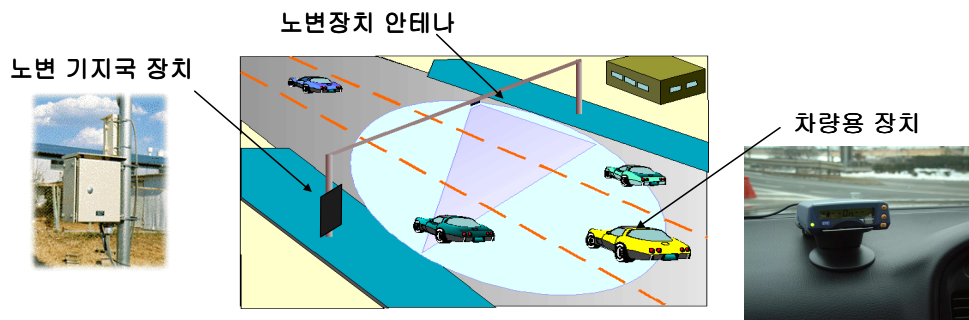
지능형 교통시스템을 구축하기 위해서는 양질의 교통정보를 수집하고 효율적으로 분배하는 시스템의 도입이 필수적이다. 단거리 전용 무선통신(DSRC) 기술은 통신반경이 수 미터에서 수백 미터인 도로변 기지국장치와 이 통신영역을 통과하는 차량 탑재장치들 사이의 점대점(point-to-point) 또는 점대다점(point-to-multipoint) 양방향 고속통신 기술이다. 공중 무선 통신망과 달리 도로상에서 주행 중인 차량을 대상으로 하여 도로변에 비교적 간단한 기지국 시스템이 설치가능하고 저가의 통신단말기

로서 사용자에게 값싼 서비스를 제공할 수 있는 장점을 가지고 있을 뿐만 아니라 적은 비용으로 교통정보수집이 가능하여 인적 및 물적 자원의 원활한 유통을 가능하게 한다.

현재 ITS 서비스에 적용되는 대표적인 DSRC는 그 용도에 따라 비이콘(beacon) 방식과 DSRC 방식으로 구분할 수 있다. 비이콘 통신방식은 RSE와 OBE 간 단방향 서비스(기지국->단말기, 단말기->기지국)를 위주로 하는 저속(10kbps 이하) 통신시스템으로서 제한적인 양방향 통신이 가능하다. 이러한 문제점을 보완하기 위하여 현재의 발전된 정보통신기술을 이용한 ITS 전용 DSRC 기술을 그 대안으로 사용하고 있다[36].

ITS 전용 DSRC는 ITS 서비스를 제공하기 위해 도입된 새로운 근거리 통신 수단으로써 도로변에 위치하는 소형기지국(RSE)과 차량 단말기(OBE)로 구성되는 통신 시스템을 말한다. 통신거리가 100m 이하, 전송속도가 1Mbps인 5.8GHz 대역의 소출력 장치로 대부분의 ITS 서비스를 수용하게 된다. 또한 DSRC는 ITS를 구축하기 위한 무선통신 장치로 5개 분야(ATIS, ATMS, APTS, CVO, VMS)의 모든 서비스에 공통적으로 필요한 무선 통신 수단으로 확장성이 용이하다[37].

<그림 3-6>은 DSRC 시스템 구성을 보여주고 있다.



<그림 3-6> DSRC 시스템 구성도

<그림 3-6> Configuration diagram of DSRC system

3.2.1 DSRC 기술

(1) 수동방식의 DSRC 기술

수동방식의 DSRC 기술은 차량 단말기와 노변 기지국간 무선 데이터 통신을 함에 있어 통신 셀 크기는 10m 이내이고 주파수 대역은 5.8GHz 대역을 사용하며 최대 데이터 전송속도는 하향링크가 500kbps이고 상향 링크는 250kbps인 무선통신방식을 말한다.

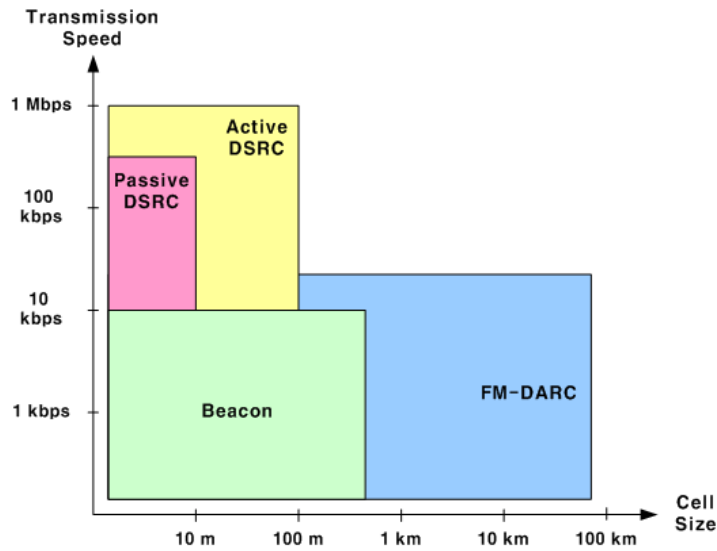
이 통신방식은 차량 단말기와 노변 기지국간 여러 개의 차량 단말기와 다중접속이 지원되지만 상향 링크 구성시 기지국의 연속파(CW; Continuous Wave)를 제공받아야 하므로 반이중(half-duplex) 통신이 이루어지며 연속파 전력으로 인하여 주파수 재사용을 위한 노변 기지국간 거리가 260m 이상이 되어야 한다. 그리고 이 방식은 셀 크기가 10m 이내로 제약이 되는 단점이 있다[38].

(2) 능동방식의 DSRC 기술

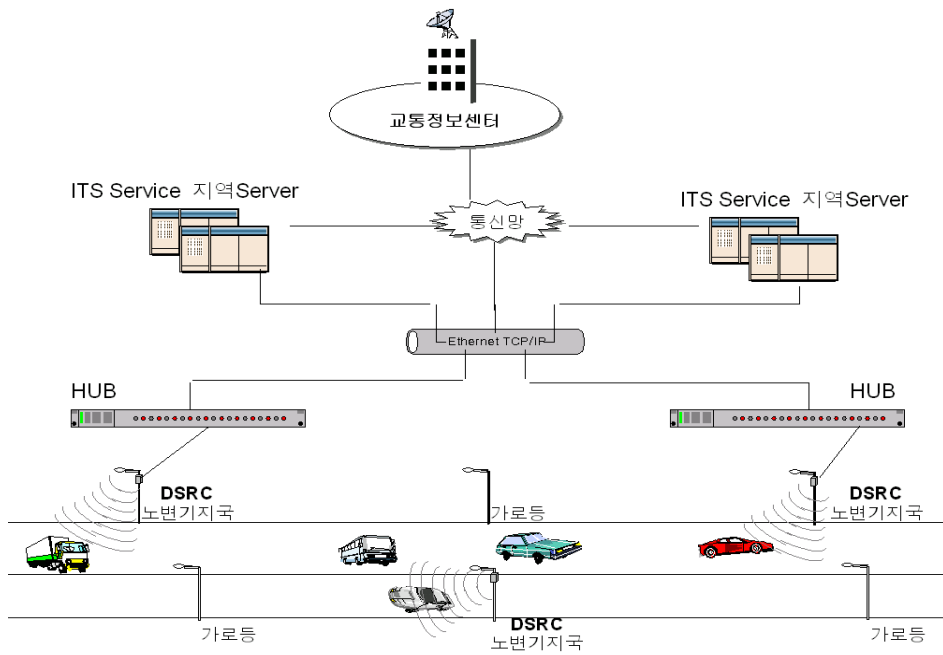
능동방식의 DSRC 기술은 차량 단말기와 노변 기지국간 무선 데이터 통신을 함에 있어 통신 셀 크기는 100m 이내이고 주파수 대역은 5.8GHz 대역을 사용하며 최대 데이터 전송속도는 양방향 링크가 1Mbps 인 무선통신방식을 말한다.

이 통신방식은 차량 단말기와 노변 기지국간 여러 개의 차량 단말기와 다중접속이 지원되며 주파수 재사용을 위한 노변 기지국간 거리가 60m 이상으로 수동방식에 비해 셀 크기가 크고 주파수 재사용 특성이 우수한 장점이 있다[39],[40].

다음 <그림 3-7>은 비이콘 및 DSRC 등 통신 방식별 전송 속도 및 셀 크기를 비교한 것이며, <그림 3-8>은 교통정보센터를 중심으로 연결된 DSRC 통신망의 구성도를 보여주고 있다.



<그림 3-7> 통신 방식별 전송 속도 및 셀 크기 비교
 <Fig. 3-7> Comparison of transmission speed and cell size of each communication type



<그림 3-8> DSRC 망 구성도
 <Fig. 3-8> DSRC network

3.2.2 DSRC 표준화 동향

각국의 ITS 시스템에 대한 강력한 도입 요구에 힘입어 1992년부터 DSRC에 대한 국제 표준화 기구인 ISO/TC-204 WG-15에서 활발히 다루어져 왔으며, 국가별, 지역별 표준화가 별도로 진행되어 왔다. 한 예로, 유럽 표준 위원회(CEN; Comit'e Europeen de Normalisation)는 유럽 지역 내에서의 표준화를 완료하여 CEN과 국제 표준화 기구(ISO; International Organization for Standardization)와의 협정-CEN에서 승인된 것을 바로 ISO에 상정할 수 있다-을 이용하여 CEN(수동형) 방식의 규격으로 ISO의 표준화를 주도하여 추진하였으나, 미국, 캐나다, 일본 등 능동방식을 채택하는 회원국들의 강력한 반대에 부딪혀 ISO 표준으로의 채택이 무산된 상태이다.

미국은 5.8GHz 대역의 사용을 위해 주파수의 할당은 하였으나, 우선적으로 900MHz 대역의 기존시스템을 수용하는 능동 및 수동방식이 동시에 제공될 수 있는 규격으로의 표준화를 추진하고 있다. 일본은 능동방식을 강력히 주장하는 그룹으로서 ETC 서비스뿐만 아니라 일반적인 DSRC 서비스도 수용할 수 있도록 데이터 전송 속도 및 매체접속제어 기능을 강화한 규격을 제안하였으며, 일본 자체 내에서는 국가표준으로 채택한 상태이다.

그러나, 유럽이나 일본에서는 다양한 DSRC 서비스 중에서 현행 서비스 도입을 고려하고 있는 ETC 서비스 개발을 시작으로 상향식(bottom-up) 접근방식을 취하여 통합 아키텍처 없이 개별적으로 개발하여 기술적 연동성 및 호환성 문제에 부딪치게 되었으며, 정부 부처 간의 갈등이나 마찰이 발생하여 조기 표준화를 필요로 했다. 반면 미국은 DSRC 개발의 후발 주자로서 전 미국에 적용될 통합 아키텍처를 개발 연구를 중심으로 하향식(top-down) 방식을 채택하고 있다[41],[42].

<표 3-1>은 각 나라별 DSRC 방식을 나타내고 있다.

<표 3-1> 각국의 DSRC 방식

<Table 3-1> DSRC of each country

항 목 비교대상	사 용 주파수	전송 방식 및 채널 할당	전송 속도	셀 크기	주파수 재사용 거리
유럽 ETC 시스템	5.8GHz대	수동 Polling	500/250kbps	10m	260m
일본/미국 ETC 시스템		능동 FDD,TDD	순방향: 1 Mbps 역방향: 1 Mbps	3m~ 200m	60m
한국의 ETC 시스템		능동 TDD	순방향: 1 Mbps 역방향: 1 Mbps	3m~ 200m	60m

<표 3-2> 우리나라 DSRC 시스템

<Table 3-2> DSRC System in Korea

Layer	규격 내용	능동 방식(안)	수동 방식(안)
물리계층 규격	<ul style="list-style-type: none"> o 반송주파수: o 채널주파수 대역폭: o 통신방식: o 변조방식: o 데이터 전송속도: 	<ul style="list-style-type: none"> o 5.8GHz 대역 o 8MHz o TDD (Time Division Duplex) o ASK (Amplitude Shift Keying) o 1.024Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> o 5.8GHz 대역 o 20MHz (5MHz X 4Ch) o Polling o 하향:ASK, 상향:DPSK o 하향:500Kbps, 상향:250Kbps
데이터 링크계층 규격	<ul style="list-style-type: none"> o 통신프로토콜 - 접속: - 채널할당: o 프레임구조: o 채널제어 	<ul style="list-style-type: none"> o Adaptive Slotted ALOHA o TDM에 기반한 채널 예약 할당 o Flexible 프레임 길이 (1~8슬롯) o 중앙집중제어 	<ul style="list-style-type: none"> o Adaptive Slotted ALOHA o Polling o HDLC o 중앙집중제어
응용계층규격		<ul style="list-style-type: none"> o ISO/TC-204 규격 수용 o 초기화 Kernel, 방송 Kernel, 전송 Kernel o 다양한 응용 서비스 지원 	

우리나라의 경우 정보통신 표준화 단체인 한국정보통신기술협회(TTA; Telecommunications Technology Association)에서 일부 수동방식 ETC의 표준화를 검토하였으나, 향후 ITS 서비스와 관련되어 공공적 측면과 능동형 DSRC 서비스의 상호 연동성 등으로 단일화를 위하여 검토 중에 있다.

전체 통신 기술 중에서도 차량의 실시간 교통관련 정보의 효율적이고 값싼 제공을 가능하게 하기 위한 무선 통신 기술 개발이 절실한 시점에서 표준화된 규격의 확보는 범국가적 지원 없이 그 효율적 실현이 어렵다고 할 수 있다[43].

<표 3-2>는 우리나라 DSRC 시스템 각 계층의 능동/수동 방식 규격을 보여주고 있다.

3.3 RSA 암호 방식

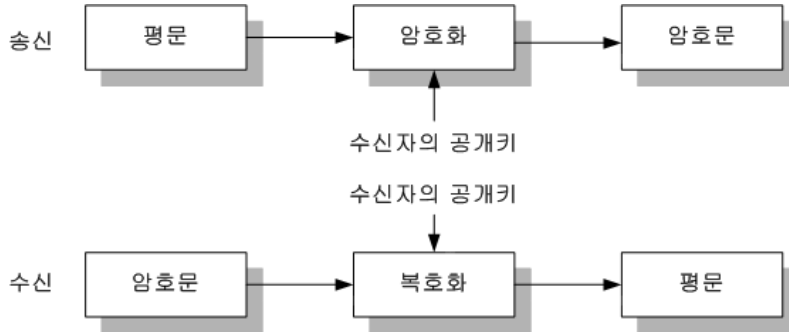
3.3.1 RSA(Rivest-Shamir-Adelman) 암호 방식의 배경

암호 방식은 크게 개인키 암호방식과 공개키 암호방식으로 나누어진다. 개인키 암호방식(또는 대칭 알고리즘)은 데이터를 암호화, 복호화하는 키가 모두 비밀키(공통키, 대칭키)로 동일한 암호 방식이다. 이 방식은 1970년대 초부터 상업적인 통신망에서 이용되고 있다. 그러나 이 방식은 송신자와 수신자가 동일한 키를 사용하기 때문에 키를 안전하게 전송하거나 키가 너무 많기 때문에 보관하는데 있어 문제점을 드러내기 시작하였다.

이와는 달리 공개키 암호방식(또는 비대칭 알고리즘)은 개인이 소지한 비밀키와 일반에 공개된 공개키가 이용되는 방식이다. 이 방식은 데이터 송수신자간에 다른 암호키를 사용하므로 수신자가 송신자에게 비밀키를

분배하지 않아도 되며, 자신의 공개키만 공개하면 되므로 편리하다.

<그림 3-9>는 공개키 암호방식의 블록 다이어그램이다.



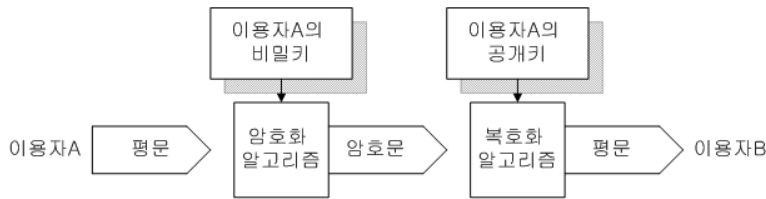
<그림 3-9> 개인키 암호방식의 블록 다이어그램

<Fig. 3-9> Block diagram of private encryption method

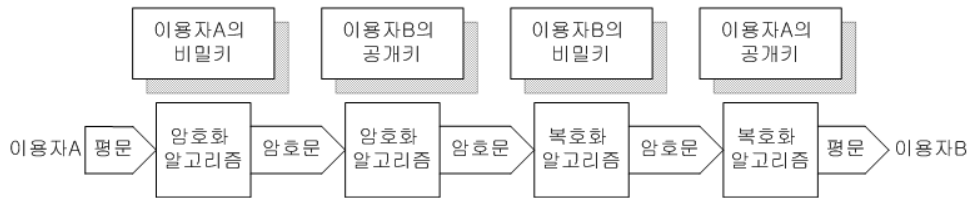
이 공개키 암호방식은 최근의 데이터 통신, 인증, 보안 및 전자서명 분야 등에서 널리 이용되며 이 방식의 가장 보편적인 시스템으로서 RSA가 있다.

RSA는 1978년 미국 MIT 공과대학의 Rivest, Shamir, Adleman 등 3인이 공동으로 개발한 RSA(RSA scheme)이라는 암호화 알고리즘을 사용하는 인터넷 암호화 및 인증 시스템이다. 이 암호화 알고리즘은 공개키 암호의 개념을 최초로 실현시킨 구체적인 알고리즘으로, 아주 큰 소수(large prime number)로 합성수를 인수 분해하는 어려움에 의해 안전성을 도모한다[44][45].

<그림 3-10>은 RSA의 동작 원리이다.



* 사용자 A의 공개키로 복호화가 가능한 것은 틀림없이 A로 부터 온 메시지이다.
 사용자 A의 공개키는 모두에게 알려져 있기 때문에 B이외의 사람도 메시지를 볼수있다.



* 사용자 A의 공개키로 복호화가 가능한 것은 틀림없이 A로부터 온 메시지이다.
 * 사용자 B의 공개키로 암호화하였으므로 B만 복호화가 가능하여 비밀성이 보장된다.

<그림 3-10> RSA의 동작 원리

<Fig. 3-10> Operating theory of RSA

3.3.2 RSA의 기본원리

RSA 암호방식은 매우 큰 정수의 소인수분해가 어렵다는 가정 하에서 설계된 것으로 암호방식의 구성은 다음과 같다.

(1) 키생성 과정

RSA 공개키 암호에 사용될 공개키 {n, e}와 개인키{n, d}를 생성하기 위해서는 먼저 모든 사용자들은 각각 다음의 작업을 수행하여야 한다.

<표 3-3>은 RSA의 키 생성 공식을 나타내고 있다.

- 1) 서로 다른 임의의 큰 소수 p와 q를 선정한 다음에 $n = p \times q$ 을 계산한다.
- 2) n을 공개하고, 공개키 e는 $\Phi(n) = (p-1)(q-1)$ 과 서로소 관계가 되

계 임의로 선정한다.

- 3) $d = e^{-1} \bmod \Phi(n)$ 의 관계에 있는 개인키 D를 “확장된 유클리드 알고리즘”으로 구한다. (d는 $\Phi(n)$ 과의 최대공약수가 1이 되는 수)
- 4) {e, n}을 공개키로 공개하고, {d, n}을 개인키로 자신이 안전하게 보관한다.

<표 3-3> RSA의 키 생성 공식

<Table 3-3> Key generation formula of RSA

Key Generation	
Select p, q	p and q both prime
Calculate $n = p \times q$	
Calculate $\Phi(n) = (p-1)(q-1)$	
Select integer e	$\gcd(\Phi(n), e) = 1; 1 < e < \Phi(n)$
Calculate d	$d = e^{-1} \bmod \Phi(n)$
Public key	KU = { e, n }
Private key	KR = { d, n }

(2) 암호화 및 복호화 과정

RSE의 키를 생성한 다음 RSA 암호화를 위해서는 먼저 암호화된 메시지를 받을 수신자의 공개키 {e, n}을 취득한 후에 암호화 할 평문 M을 0과 n-1 사이의 정수 M으로 전환하여 다음과 같은 암호화 작업을 수행한 결과인 암호문 C를 수신자에게 보내고, 수신자는 자신의 개인키를 이용한 복호화 작업을 통해서 원래의 평문 M을 복원하게 된다.

키 생성과정에서 얻어진 암호화키는 {e, n}이고, 대응하는 복호화키는 {d, n}이다. 이 때, e와 n은 공개키이며, d는 비밀키이다. 여기서 d를 비밀리에 보관하였을 때 그 안전성이 문제시 되지 않는 것은 e와 n으로부터 d를 구하는 절차가 불가능하기 때문이다. 한편 n과 e자체만으로 RSA 암호문을 해독하는 것은 일반적으로 n을 소인수분해하는 것과 같은 정

도의 시간이 필요한 것으로 알려져 있다. 정수 $M(0 \leq M \leq n-1)$ 으로 부터 암호문 C 로의 암호화 E 및 복호화 D 의 알고리즘은 다음과 같다.

- ▶ 암호화 : $C = E(M) \equiv M^e \pmod{n}$
- ▶ 복호화 : $M = D(C) = D(E(M)) \equiv C^d \pmod{n}$
 $\equiv M^{ed} \pmod{n}$

만약 원래의 메시지가 n 보다 크면 사용자 n 의 블록으로 분할해서 순서대로 암호화, 복호화를 적용한다[46],[47].

3.4 현행 ETC 시스템 및 문제점

3.4.1 스마트 카드와 카드리더를 이용한 ETC 시스템

현행 자동 요금 징수 시스템은 카드리더를 이용한 결제 시스템을 도입하고 있다. 카드리더를 이용한 시스템은 차량 내에 OBE와 카드리더를 탑재하고 알맞은 스마트카드를 이용하여 고속도로 톨게이트에 설치된 노변 기지국장치(RSE) 사이에 DSRC 무선 패킷망을 이용하여 무정차 상태에서 통행료를 징수하는 시스템이다.

3.4.2 시스템 운용 개념

ETC 시스템은 운용방식에 따라 개방형과 폐쇄형으로 구분된다. 개방형은 차종 및 거리 구분없이 균일 통행료 징수용으로 요금정산소 한 곳에서 자동요금징수 절차를 일괄적으로 처리하는 시스템이며, 폐쇄형은 통행거리 및 차종에 따른 차등요금 징수용으로 차량이 진입한 입구 요금소 정보와 출구 정보를 이용하여 출구 요금소에서 차등요금을 징수하는

시스템이다.

차량 내에 OBE와 카드리더를 탑재한 후 충전된 스마트카드를 카드리더에 삽입하여 OBE와 스마트 카드 사이를 초기화시켜야 한다. 유효한 스마트카드가 삽입이 되면 시스템이 초기화가 된다. 만일 유효한 스마트카드가 삽입이 되지 않았거나, 충전이 되지 않은 스마트카드가 삽입이 된 경우 오류로 처리한다. 스마트카드는 요금 징수를 위한 전자지갑으로서 핵심 데이터는 3-DES(Data Encryption Standard) 암호화 처리된다. OBE는 차량내부에 탑재되어 노변 기지국의 RSE와 무선 모듈 통신을 통해 스마트 카드에 저장된 현금 지불 정보를 전송하는 단말기로서 요금 징수뿐 아니라 교통정보수집과 제공을 위한 매체로도 사용된다.

유효한 카드가 삽입이 되어 성공적으로 초기화가 수행되었다면 고속도로 톨게이트를 통과할 때 OBE와 RSE는 정보를 실시간 송수신하게 된다. RSE에서 사용주파수를 할당하고 주파수가 할당되고 나면 OBE가 차량 번호, 차량 종류, OBE 번호 등 차량에 관련된 정보를 조회한다. OBE는 RSE의 요청에 따라 차량 정보를 전달한다. 개방형 톨게이트인 경우에는 통과하는 순간 RSE 측 톨게이트 서버 측에서 과금을 계산하여 OBE에 통보한다. OBE가 과금을 통보 받으면 과금을 스마트카드에서 공제한다. 과금 결제 확인이 끝나면 과금 결제 확인 메시지를 RSE에 보내고 RSE에서 차량정보와 함께 과금 결제 정보를 톨게이트 서버에 저장한다.

톨게이트가 폐쇄형이라면 톨게이트 진입시 차량의 정보를 저장하고, 진출시 기존에 저장된 정보를 이용하여 거리 등을 계산하여 과금을 계산하고 계산된 과금은 개방형과 같은 절차를 통하여 과금 정산한다. 이러한 과정이 정상속도로 톨게이트를 통과하면서 실시간으로 이루어진다.

만일 차량의 통과도중 카드가 제거되거나, 카드에 잔액이 충분하지 않은 경우에는 OBE가 오류 메시지를 보내게 되고 RSE에서 오류 메시지를 받으면 불법 차량으로 인지하고 카메라로 차량의 번호판을 촬영하여

영상인식 정보를 톨게이트 서버에 저장 후 과금 정산 후에 자동차 운전자에게 통보한다.

3.4.3 선불형 스마트 카드를 이용한 ETC 시스템의 문제점

이러한 선불형 스마트카드는 구현이 쉽다는 장점이 있다. 그러나 아직 까지 국가의 규격 미비로 인하여 카드리더와 스마트카드 간에 호환성이 결여되어 있다. 즉 제조사는 (지방자치) 단체별로 다른 스마트 규격으로 여러 종류의 카드와 카드리더를 구현해야 하는 단점이 있는 것이다. 또한 제조사별 카드 사이에도 규격이 달라 사용자는 사용하는 시스템에 맞는 카드리더와 카드를 보유해야만 한다. 카드의 분실이 발생하는 경우에 카드리더에 맞는 스마트카드를 구입해야만 사용할 수 있는 단점이 있다. OBE는 분실을 막기 위해서 장착시 차량 고유의 번호를 부여하여 RSE와의 통신에서도 OBE의 고유한 정보가 차량정보와 함께 사용된다.

노변 기지국 또한 카드 결제방식을 채택하기 위해서는 제조사별 모든 종류의 카드리더가 필요하다. 만일 알맞은 카드리더가 존재하지 않다면 그 차량은 불법 차량으로 인식하게 된다. 또한 선불카드는 기본적으로 충전 방식이므로 별도의 충전기를 필요로 하고 사용량에 따라서 알맞게 충전해야 하는 불편이 있다. 만일 충전을 하지 못한다면 불법차량으로 인식받게 되는 등 여러 가지 문제점을 내포하고 있다.

제 4 장 ETC를 위한 인터페이스 모듈 설계

4.1 IME의 필요성

종래의 텔레매틱스 서비스의 경우에는 무선통신과 GPS 기술을 이용하여 차량운전자의 운전보조기능과 사용자 중심의 전통적인 교통시스템의 효율성을 확보하는데 중점을 두어 왔으나, 점차적으로 버스, 승용차 등의 차량 탑승자를 위한 데이터 서비스로 관심이 모아지고 있으며 특히, 도로변 소형 기지국장치와 차량 탑재장치간의 단절 없는 고속 무선 데이터 통신 시스템, 차량 간의 무선통신 시스템의 집합체로 발전되고 있다[48].

본 장에서는 단절 없이 고속으로 톨게이트를 통과함과 동시에 과금을 결제할 수 있는 ETC 시스템을 휴대폰을 이용하여 과금을 결제하는 할 수 있도록 인터페이스 모듈(IME; Interface Module for ETC)을 설계하였다. IME는 휴대폰을 이용하여 ETC 서비스를 수행할 수 있도록 도움으로써 기존 ETC 시스템의 문제점을 해결하고, 컴포넌트의 형태로 객체화된 IME는 텔레매틱스 단말기 내에서도 ETC 서비스가 가능하게 한다.

4.2 IME의 기능

IME는 다음의 기능을 포함한다.

- 인터페이스 모듈의 과금 결제를 위하여 사용할 휴대폰의 인증 기능
- 휴대폰과 OBE의 상태를 확인하기 위한 초기화 기능
- OBE와 휴대폰 간 송수신 기능
- OBE로부터 받은 과금 데이터를 메모리에 저장하고 필요한 데이터를 불러오기 위한 메모리 읽기 쓰기 기능

- 과금 데이터의 내용을 휴대폰의 WAP 서버에 저장하기 위하여 휴대폰으로 과금 데이터를 전송하는 기능
- 무선 사업자들이 외부장치를 연결하여 메모리의 내용을 불러오기 위하여 사용할 AT 명령 처리 기능
- OBE가 휴대폰을 제어할 수 있도록 사용하는 명령 처리 기능
- 무선 상태에서 데이터들의 안전한 전송을 위한 암호화 및 복호화 기능

4.3 IME의 통신절차 및 프로토콜

휴대폰을 이용한 요금 결제 시스템은 기존의 스마트 카드와 카드리더의 역할을 휴대폰과 IME를 통하여 대체하게 된다. 우선 톨게이트를 통과하기 전에 휴대폰과 IME, OBE가 유선으로 연결되어 연결 설정을 하게 된다. 이때 휴대폰 인증 절차를 거쳐 휴대폰과 OBE간 초기화가 수행된다.

휴대폰의 초기화는 IME가 휴대폰 번호를 계속적으로 스캔함으로써 유지된다. 휴대폰 번호가 스캔된 경우(휴대폰이 연결되어 있는 경우) 특정 연결 설정 값을 설정하여 OBE와 초기화를 이룬다. 만일, 휴대폰이 IME와 분리되는 경우 휴대폰 번호는 디폴트값으로 변경된다. OBE는 IME의 연결 설정 값이 디폴트이거나, IME가 분리되어 값이 없어지는 경우에 오류로 처리한다.

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

4.3.1 초기화

IME는 전원이 인가된 후 다음 동작을 수행한다.

- ▶ OBE 상태 확인

- ▶ 휴대폰 상태 확인
- ▶ OBE로 휴대폰 정보 전달

(1) OBE 상태확인

IME에 전원이 인가되어 OBE의 상태를 확인하는 동작이다.

1) IME에서 OBE에게 OBE_Status.request(0xA1) 메시지를 응답이 있을 때까지 주기적으로 계속 보낸다.

<표 4-1>은 초기화를 위하여 IME에서 OBE로 보내는 데이터 포맷을 보여주고 있다.

<표 4-1> OBE_Status.request 메시지 포맷

<Table 4-1> OBE_Status.request message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xA1	없음	variable	0x03

2) OBE는 OBE_Status.request(0xA1) 메시지를 수신하면 현재 자신의 상태를 검사하여 그 결과를 OBE_Status.confirm(0xA2) 메시지를 사용하여 IME에게 송신한다.

<표 4-2>는 IME로부터 받은 메시지에 대한 OBE의 응답 메시지 포맷을 보여주고 있다.

<표 4-2> OBE_Status.confirm 메시지 포맷

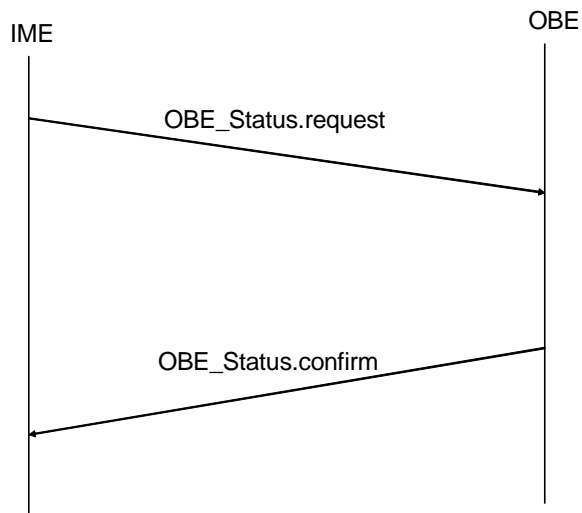
<Table 4-2> OBE_Status.confirm message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xA2	OBE_Status	variable	0x03

<OBE_Status> 0x01 : 정상, 0x10 : 임의의 오류가 있음

3) OBE로부터 OBE_Status.confirm를 받으면, OBE가 존재하는 것으로 인정하고 각 응답에 따른 동작을 수행한다.

<그림 4-1>은 IME와 OBE간의 초기화를 위한 데이터 흐름도이다.



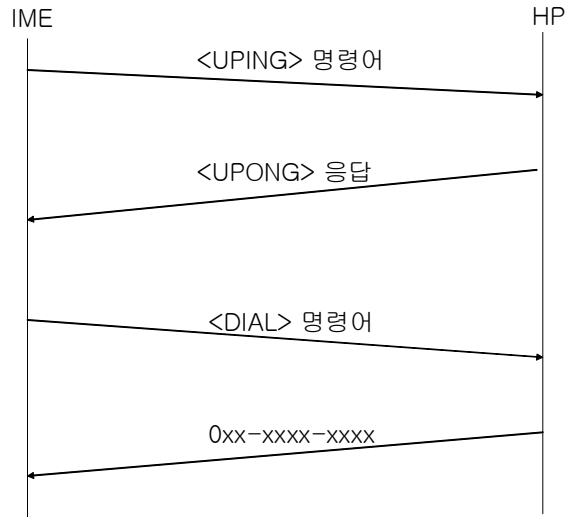
<그림 4-1> IME와 OBE간의 초기화를 위한 데이터 흐름도

<Fig. 4-1> Initial data flow between IME and OBE

(2) 휴대폰 상태확인

- ▶ IME는 전원이 인가된 후 휴대폰의 상태 값(HP_Status)을 디폴트 값(0x00)으로 설정한다.
- ▶ 휴대폰에게 사용가능여부를 묻고(URL Ping동작) 그 결과를 받는다.
- ▶ 휴대폰에게 번호 및 기타 정보를 요구하여 받는다.

<그림 4-2>는 IME와 휴대폰과의 데이터 초기화를 위한 흐름도이다.



<그림 4-2> IME와 휴대폰과의 데이터 초기화 흐름도
 <Fig. 4-2> Initial data flow between IME and Mobile Phone

- 1) IME는 휴대폰으로 <UPING> 명령을 수행한다.
- 2) 휴대폰이 메시지를 수신하면 결과 값을 되돌려준다.
- 3) IME는 휴대폰 상태가 정상이든 불량이든, <DIAL> 명령어를 이용하여 휴대폰 번호를 요구한다.
- 4) 휴대폰은 IME로 휴대폰 번호를 되돌려준다.
- 5) IME는 휴대폰 번호와 상태 값을 저장한다.

<HP_Status>

- 0x01 - 정상 (휴대폰이 연결되어 있고 Ping 결과가 OK)
- 0x10 - 불량 (휴대폰이 연결되어 있고 Ping 결과 실패)
- 0x20 - 불량 (휴대폰이 연결되어 있고 휴대폰에서 알 수 없는 오류 발생)

- 6) IME는 주기적으로 <UPING> 명령을 휴대폰으로 송신할 수 있다.
- 7) IME와 휴대폰 간의 통신을 간단하게 1회로 할 수 있으나 휴대폰의

소프트웨어를 변경하지 않고 사용하기 위해서는 상기와 같이 여러 차례의 통신이 필요하다.

8) IME에서 <UPING> 명령어를 송신하였으나 일정 시간 이내에 응답이 없으면 휴대폰이 연결이 되어 있지 않거나 전원이 꺼진 상태로 인식한다.

(3) 휴대폰 상태를 OBE로 전달

1) IME는 휴대폰을 초기화 한 후, 변경된 HP_Status값을 OBE에게 HP_Status.indicate(0xA3)를 사용하여 보낸다.

<표 4-3>은 IME에서 OBE로 보내는 휴대폰 상태 데이터 포맷을 보여주고 있다.

<표 4-3> HP_Status.indicate 메시지 포맷
<Table 4-3> HP_Status.indicate message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xA3	HP_Status	variable	0x03

2) OBE는 IME로부터 HP_Status.indicate 메시지를 수신하면 HP_Status.response(0xA4) 메시지로 응답한다.

<표 4-4>는 IME에서 받은 휴대폰 상태 메시지에 대한 OBE의 응답 메시지 포맷을 보여준다.

3) IME는 ACK를 수신하면, 휴대폰 정보가 OBE로 전달되었다고 판단한다.

4) IME는 NACK를 수신하면, 휴대폰의 정보가 OBE로 전달되지 않았다고 판단하고 OBE가 정확히 수신할 때까지 주기적으로 계속 시도한다.

<표 4-4> HP_Status.response 메시지 포맷
 <Table 4-4> HP_Status.response message format

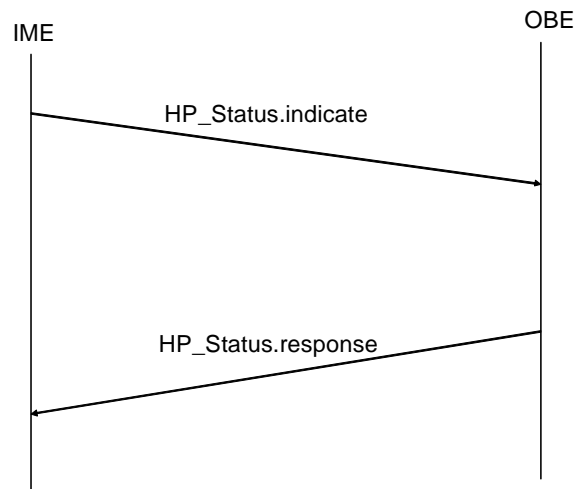
STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xA4	응답	variable	0x03

<응답 내용>

0x01 : ACK(HP_Status 상태 수신 정상)

0x10 : NACK(HP_Status 상태 수신 실패)

<그림 4-3>은 IME와 OBE간의 휴대폰 데이터 정보 전송을 위한 데이터 흐름도이다.



<그림 4-3> IME와 OBE간 휴대폰 정보 전송을 위한 데이터 흐름도

<Fig. 4-3> Data flow between IME and OBE for information transmission of mobile phone

IME는 상기 OBE 상태확인, 휴대폰 상태확인, 휴대폰 정보를 OBE로 전달 등을 마치면 초기화가 끝났다고 판단한다.

(4) OBE의 휴대폰 상태 확인

휴대폰 상태확인 동작은 OBE가 필요에 따라 임의로 수행할 수 있다.

1) OBE는 IME에게 HP_Status.request(0xA5) 메시지를 보낸다.

<표 4-5>는 휴대폰 상태 질의를 위하여 OBE에서 IME로 보내는 메시지 포맷이다.

<표 4-5> HP_Status.request 메시지 포맷
<Table 4-5> HP_Status.request message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xA5	없음	variable	0x03

2) IME는 HP_Status.request(0xA5) 메시지를 수신하면 (2)와 같은 휴대폰 상태 확인 절차를 수행하고, 휴대폰의 상태 결과를 HP_Status.confirm(0xA6) 메시지를 사용하여 OBE에게 송신한다.

<표 4-6>은 휴대폰 정보 응답 전송을 위하여 IME에서 OBE로 보내는 메시지 포맷이다.

<표 4-6> HP_Status.confirm 메시지 포맷
<Table 4-6> HP_Status.confirm message format

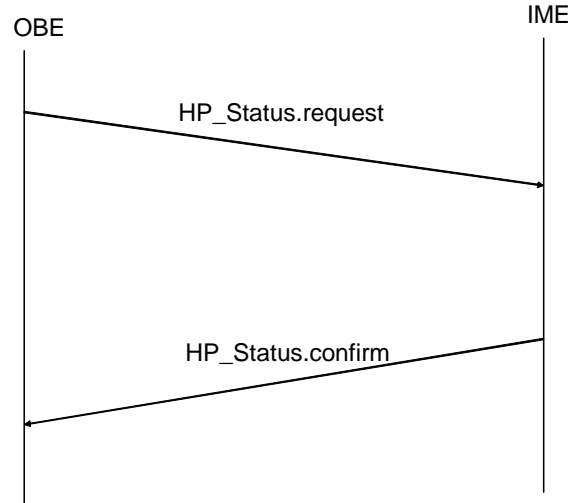
STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xA6	응답	variable	0x03

<응답 내용>

0x01 : ACK (HP_Status 상태 수신 정상)

0x10 : NACK(HP_Status 상태 수신 실패)

<그림 4-4>는 휴대폰 정보 재전송을 위한 IME와 OBE 간 데이터 흐름도이다.



<그림 4-4> 휴대폰 정보 재전송을 위한 IME와 OBE간 데이터 흐름도

<Fig. 4-4> Data flow between IME and OBE for re-transmission of mobile phone's information

4.3.2 기존 과금 데이터 검색 및 처리

- 초기화 이후 가장 먼저 수행하는 동작이다.
- 기존에 처리되지 않은 과금 및 다른 동작이 있는지 검색하여 우선적으로 처리한다.
- 만약 처리되지 않는 과금 데이터가 존재한다면, 현재 남아있는 과금 데이터를 먼저 처리하기 전까지 다른 ETC 서비스를 수행하지 않는다.

- (1) IME는 마지막 로그 데이터를 검색한다.
- (2) IME내의 마지막 로그 데이터가 정상적으로 처리되었다면, 이 후 ETC 서비스를 수행할 수 있다고 판단한다.
- (3) 만일, 마지막 로그 데이터의 과금이 처리되지 않았다면, 즉시 과금 로그

를 과금 서버로 보내고, IME에는 과금 처리부분을 오류로 처리한다.

- (4) 과금 처리에 문제가 발생하면, 정상적으로 처리되지 않은 것으로 간주한다.

4.3.3. OBE가 IME 상태 확인

- ETC 서비스가 이루어지기 전에 OBE는 IME의 상태를 알 필요가 있는 경우 IME에게 현재 상태를 질의한다.
- OBE는 필요시마다 IME에게 상태를 질의할 수 있다.

- (1) OBE는 IME_Status.request(0xAA) 메시지를 IME에게 송신한다.

<표 4-7>은 OBE에서 IME로 IME 상태를 질의하는 메시지 포맷이다.

<표 4-7> IME_Status.request 메시지 포맷

<Table 4-7> IME_Status.request message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xAA	없음	variable	0x03

- (2) IME는 IME_Status.request 메시지를 수신하면, 자신의 상태를 검사한 후 OBE에게 IME_Status.confirm(0xAB) 메시지를 사용하여 송신한다.

<표 4-8>은 IME의 상태를 전달하기 위한 응답 메시지 포맷이다.

<표 4-8> IME_Status.confirm 메시지 포맷

<Table 4-8> IME_Status.confirm message format

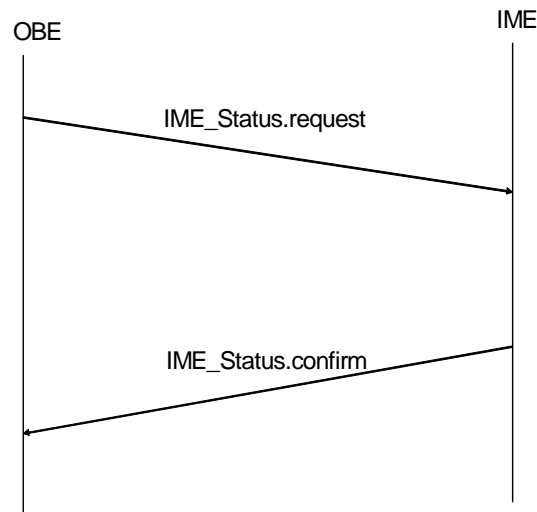
STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xAB	IME 상태 데이터	variable	0x03

<표 4-9>는 IME 상태 데이터를 나타내고 있다.

<표 4-9> IME 상태 데이터
<Table 4-9> IME status data

이름	크기(Byte)	형 태	기 능
IME 상태	1	HEX	정상 및 오류 상태 여부
ETC가능 여부	1	HEX	ETC 수행 가능 여부
남은 과금 수	1	HEX	처리하지 못한 과금 데이터 수
휴대폰 상태	1	HEX	휴대폰의 상태 확인
휴대폰 번호	11	ASCII	XXX-XXXX-XXXX
Reserved	10	HEX	예 약

<그림 4-5>는 IME 정보를 위한 OBE와 IME 간 데이터 흐름도이다.



<그림 4-5> IME 정보를 위한 OBE와 IME 간
데이터 흐름도

<Fig. 4-5> Data flow for IME information
between OBE and IME

4.3.4 ETC 서비스

- RSE는 FCMC(Frame Control Message Channel) 데이터에 현재 톨게이트의 유형(개방형, 폐쇄형 입구, 폐쇄형 출구)을 실어 계속 방송하고 있다.
- OBE 단말기는 이 데이터를 수신하여 어떤 서비스를 수행해야 하는지 판단한다.

(1) 폐쇄형 입구

전체적인 휴대폰을 이용한 톨게이트 ETC 시스템은 휴대폰과 IME(암호화 모듈 포함), OBE 단말기, RSE, RSE 내의 암호화 모듈, 톨게이트 내 데이터 저장 서버와 휴대폰을 통해 부과될 과금 서버로 구성된다. 초기화 과정 이후, 모든 데이터 전송 및 처리는 IME, OBE, RSE와 암호화 모듈을 통해서 이루어지고, 마지막 과금 결과만 휴대폰을 통해 부과된다. OBE와 RSE 사이의 과금 데이터들은 암호화를 이용하여 보안에 대한 신뢰를 주고 있다.

<그림 4-6>은 폐쇄형 입구의 데이터 송수신 흐름도이다.

1) OBE가 폐쇄형 ETC 입구 진입을 인식

가. RSE는 ETC 서비스 정보를 담은 FCMC 데이터를 주기적으로 계속 방송을 한다.

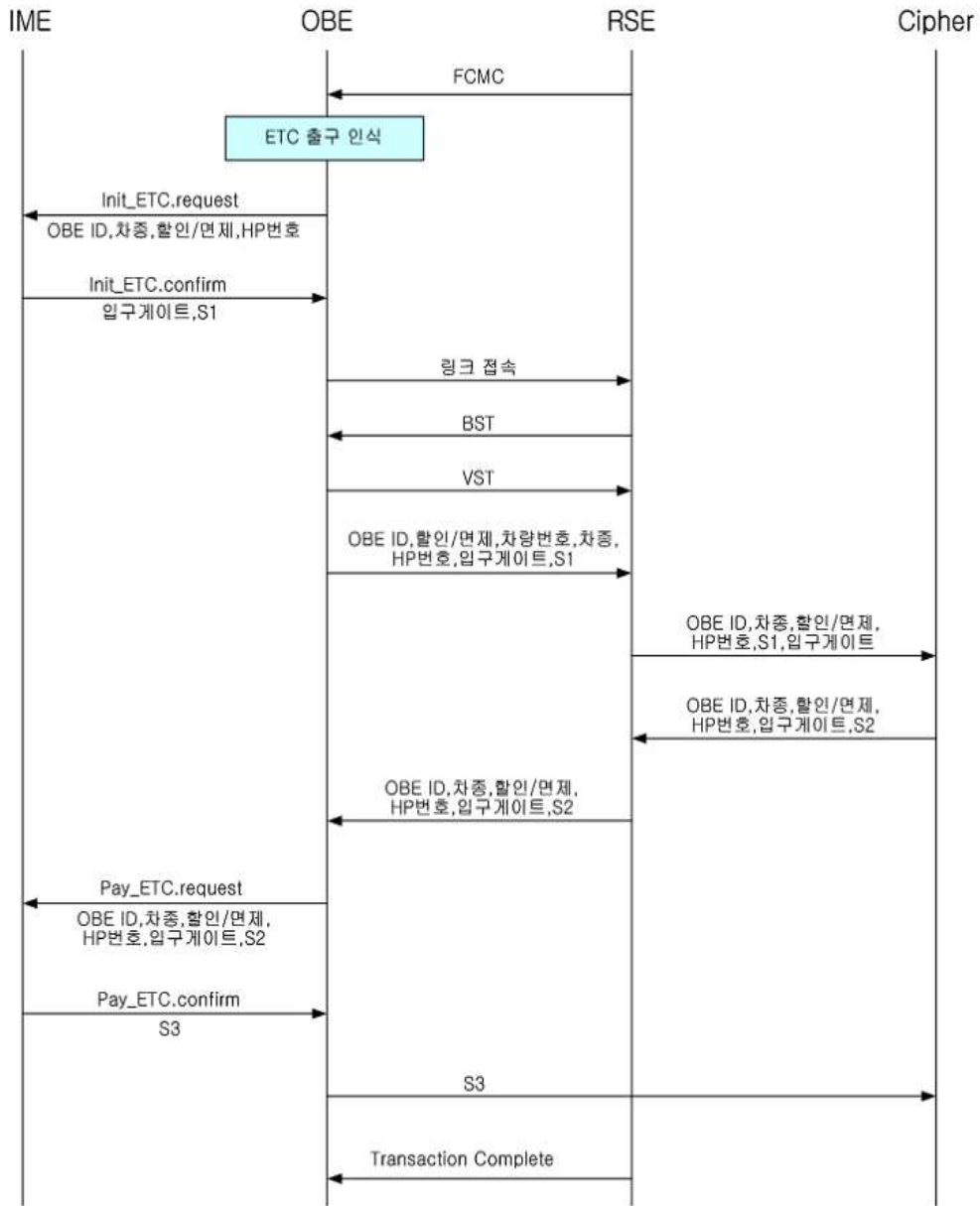
나. OBE는 RSE의 FCMC를 수신하여 현재 RSE가 ETC 서비스를 진행 중이며 톨게이트 유형은 폐쇄형 입구임을 파악한다.

2) ETC 서비스 초기화

가. OBE에서 IME로 ETC 초기 정보 데이터 송신

- ▶ OBE가 IME에게 Init_ETC.request를 송신한다.

▶ OBE는 OBE ID, 차종, 할인/면제, HP번호 등을 포함시켜 송신한다.



입구(출구)게이트 : Gate code(2byte), 차선번호(1byte), 날짜(YYYYMMDDhhmmss:7byte)

<그림 4-6> 폐쇄형 입구 톨게이트의 데이터 흐름도
<Fig. 4-6> Data flowchart of the closed input tollgate

<표 4-10>은 OBE에서 IME로 보내는 ETC 정보 데이터 포맷으로 Init_ETC.request 메시지 포맷이다.

<표 4-10> Init_ETC.request 메시지 포맷
 <Table 4-10> Init_ETC.request message format

STX	Function	Data			Checksum	ETX
0x02	0xB1	게이트 유형	요금소 유형	정보	variable	0x03

<게이트 유형> 0x00 : 입구게이트 , 0x01 : 출구게이트

<요금소 유형> 0x00 : 개방형 , 0x01 : 폐쇄형

< 정보 > OBE ID, 차종, 면제/할인, 휴대폰 번호 등

나. IME에서 ETC로 암호화 응답 메시지 전송

- ▶ IME는 OBE로부터 수신한 데이터를 암호화 모듈에 삽입하여 S1 코드를 만든다.
- ▶ IME에서 OBE로 Init_ETC.confirm을 보낸다.
- ▶ IME과 OBE 간의 통신부하를 줄이기 위하여 S1 데이터만을 이용하여 응답한다.

<표 4-11>은 ETC 정보를 받은 IME의 응답 메시지 포맷인 Init_ETC.confirm 메시지 포맷이다.

<표 4-11> Init_ETC.confirm 메시지 포맷
 <Table 4-11> Init_ETC.confirm message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xB2	S1	variable	0x03

3) OBE와 RSE간 데이터 전송

가. OBE는 RSE에 링크접속 메시지를 보낸다.

- 나. RSE는 BST(Base Station Table)를 OBE로 보낸다.
- 다. OBE는 BST를 수신한 후 VST(Vehicle Service Table)를 RSE로 송신한다.
- 라. RSE는 OBE에게 Get.request를 보내고, OBE는 이에 대한 응답으로 OBE ID, 차종, 할인/면제, 휴대폰 번호, S1을 보낸다.
- 마. RSE는 수신한 메시지를 암호화 모듈에 보낸다.
- 바. 암호화 모듈은 수신한 데이터 내용에서 S2 코드를 만들어 RSE로 보낸다.
- 사. RSE는 OBE ID, 차종, 할인/면제, 휴대폰 번호와 이에 대한 암호화 데이터인 S2를 OBE로 보낸다.

4) 폐쇄형 입구에서의 ETC 데이터 처리

가. OBE에서 IME로 ETC 폐쇄형 입구 과금 저장 데이터 전송

- ▶ Pay_ETC.request를 송신한다.
- ▶ Pay_ETC.request는 OBE ID, 차종, 할인/면제, 휴대폰 번호와 이에 대한 암호화 데이터인 S2와 입구 게이트 정보를 포함한다.
- ▶ 입구 게이트 정보는 톨게이트 유형(게이트 유형 + 요금소 유형; 2Byte), 차선 번호(1Byte), 날짜(YMMMDDhhmmss: 7Byte)로 이루어져 있다.

<표 4-12>는 OBE에서 IME로 보내는 입구 게이트 정보 데이터인 Pay_ETC.request 데이터 포맷이다.

<표 4-12> Pay_ETC.request 메시지 포맷

<Table 4-12> Pay_ETC.request message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xB3	Pay_ETC 데이터	variable	0x03

<Pay_ETC 데이터> OBE ID, 차종, 면제/할인, HP번호, 입구게이트

나. IME에서 OBE로 보내는 ETC 과금 저장 응답 메시지

▶ OBE로부터 받은 OBE ID, 차종, 면제/할인, HP번호, 입구게이트 등의 데이터를 IME의 로그에 저장한다.

▶ IME는 수신한 메시지에서 암호화 모듈인 S3을 만들어 OBE로 보낸다.

<표 4-13>은 입구 게이트 정보에 따른 IME의 응답 메시지 포맷을 보여준다.

<표 4-13> Pay_ETC.confirm 메시지 포맷

<Table 4-13> Pay_ETC.confirm message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xB4	S3	variable	0x03

5) ETC 데이터 처리 후 서비스 종료

가. OBE는 S3 코드를 RSE로 보낸다.

나. RSE는 S3 코드를 암호화 모듈에 전달하고 암호화 모듈은 이를 확인하여 RSE에 통보한다.

다. RSE는 전송 완료(Transaction Complete)를 OBE로 전송하고 서비스를 종료한다.

라. 동시에 로그를 서버로 전송한다.

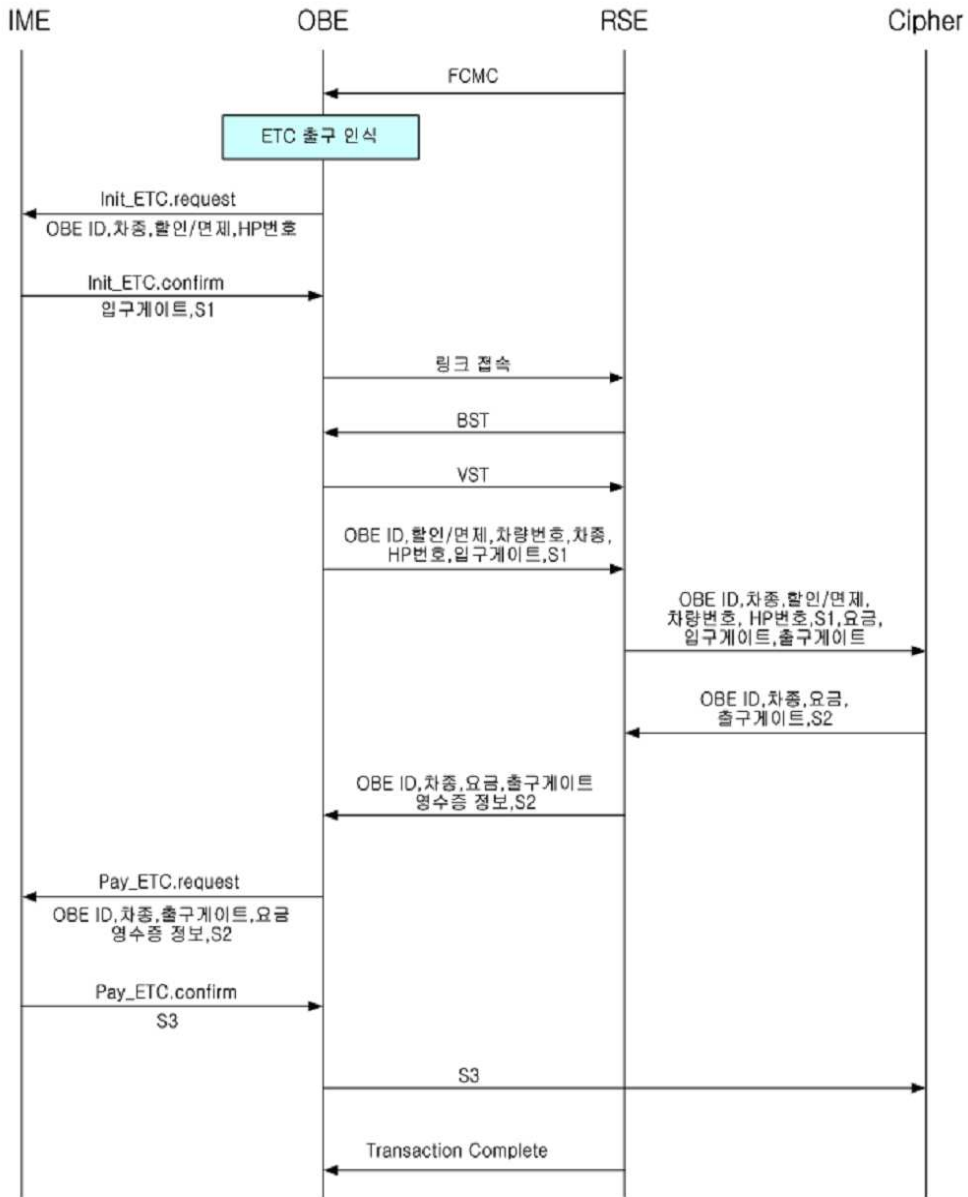
6) IME의 로그 저장

▶ HP 번호(11Byte), 입구 게이트(10Byte)

(2) 폐쇄형 출구, 개방형

<그림 4-7>은 폐쇄형 출구 및 개방형 톨게이트의 데이터 흐름도이다. 폐쇄형 입구인 경우 개방형과 같이 IME에서 휴대폰 번호, 입구데이터, 출구코드 등이 암호화되어 OBE로 넘어 가고 RSE와의 주파수가 할당되

면 OBE는 IME로부터 받은 정보를 RSE로 넘긴다. RSE는 OBE에서 받은 정보를 이용하여 새로운 입구데이터를 생성시킨다.



입구(출구)게이트 : Gate code(2byte), 차선번호(1byte), 날짜(YYYYMMDDhhmmss:7byte)
 영수증 : 영수증일련번호(3byte),징수처리일련번호(3byte),요금소유종(1byte),차량번호(12byte)

<그림 4-7> 폐쇄형 출구 및 개방형 톨게이트의 데이터 흐름도
 <Fig. 4-7> Data flowchart of the closed output or opened tollgate

생성된 입구 데이터는 암호화되어 IME로 보내지고 IME에서 출구로 진출하기 전까지 이 정보를 저장한다. 데이터 저장이 완료되면 종료 통보 데이터를 보내어 데이터 송수신을 종료하게 된다.

1) OBE가 폐쇄형 ETC 입구 진입을 인식

가. RSE는 ETC 서비스 정보를 담은 FCMC 데이터를 주기적으로 계속 방송을 한다.

나. OBE는 RSE의 FCMC를 수신하여 현재 RSE가 ETC 서비스 중이며 게이트 형태는 출구(개방형 또는 폐쇄형)임을 파악한다.

2) ETC 서비스 초기화

가. OBE에서 IME로 ETC 초기 정보 데이터 송신

- ▶ OBE가 IME에게 Init_ETC.request를 송신한다.
- ▶ OBE는 OBE ID, 차종, 할인/면제, 휴대폰 번호 등을 포함시켜 송신한다.

<표 4-14>는 폐쇄형 출구와 개방형에서의 ETC 데이터 전송 포맷인 Init_ETC.request 메시지 포맷이다.

<표 4-14> Init_ETC.request 메시지 포맷

<Table 4-14> Init_ETC.request message format

STX	Function	Data			Checksum	ETX
0x02	0xB1	게이트 유형	요금소 유형	정보	variable	0x03

<게이트 유형> 0x00 : 입구게이트, 0x01 : 출구게이트

<요금소 유형> 0x00 : 개방형, 0x01 : 폐쇄형

< 정 보 > OBE ID, 차종, 면제/할인, 휴대폰 번호

나. IME에서 ETC로 암호화 응답 메시지 전송

- ▶ IME는 OBE로부터 수신한 데이터를 암호화 모듈에 삽입하여 S1 코드를 만든다.
- ▶ IME에서 OBE로 Init_ETC.confirm를 보낸다.
- ▶ 통과 후 저장된 입구 게이트 정보와 S1 데이터를 이용하여 응답한다.
- ▶ 입구 데이터는 폐쇄형인 경우에만 유효하다.
- ▶ 개방형인 경우에는 미리 입력된 입구 데이터가 존재하지 않는다. 입구 게이트가 곧 출구 게이트이다.

<표 4-15>는 ETC 정보 전송에 따른 IME의 응답 메시지 포맷으로 Init_ETC.confirm 데이터 포맷이다.

<표 4-15> Init_ETC.confirm 메시지 포맷

<Table 4-15> Init_ETC.confirm message format

STX	Function	Data		Checksum	ETX
0x02	0xB2	입구데이터	S1	variable	0x03

3) OBE와 RSE간 데이터 전송

가. OBE는 RSE에 링크접속 메시지를 보낸다.

나. RSE는 BST(Base Station Table)을 OBE로 보낸다.

다. OBE는 BST를 수신한 후 VST(Vehicle Service Table)를 RSE로 송신한다.

라. RSE는 OBE에게 Get.request를 보내고, OBE는 이에 대한 응답으로 OBE ID, 차종, 할인/면제, 차량번호, 휴대폰 번호, 입구게이트, S1을 보낸다.

마. RSE는 수신한 메시지와 출구게이트 정보를 암호화 모듈에 보낸다.

바. 암호화 모듈은 수신한 데이터 내용에서 S2 코드를 만들어 RSE로 보낸다.

사. RSE는 이 메시지와 영수증 정보를 OBE로 보낸다.

- ▶ 출구 게이트 정보는 톨게이트 유형(게이트 유형 + 요금소 유형; 2Byte), 차선 번호(1Byte), 날짜(YMMDDhhmmss: 7Byte)로 이루어져 있다.
- ▶ 영수증 정보는 영수증일련번호(3Byte), 징수처리일련번호(3Byte), 요금소 유형(1Byte), 차량번호(12Byte)로 이루어져 있다.

4) 폐쇄형 출구에서의 ETC 데이터 처리

가. OBE에서 IME로 ETC 폐쇄형 출구 과금 데이터 전송

- ▶ Pay_ETC.request를 송신한다.
- ▶ Pay_ETC.request는 OBE ID, 차종, 할인/면제, 휴대폰 번호와 이에 대한 암호화 데이터인 S2와 영수증 정보를 포함한다.

<표 4-16>의 Pay_ETC.request는 과금 결제를 위하여 OBE에서 IME로 보내는 메시지 포맷이다.

<표 4-16> Pay_ETC.request 메시지 포맷

<Table 4-16> Pay_ETC.request message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xB3	Pay_ETC 데이터	variable	0x03

<Pay_ETC 데이터> OBE ID, 차종, 면제/할인, 휴대폰 번호, 출구게이트, 영수증

나. IME에서 OBE로 보내는 ETC 과금 저장 응답 메시지

- ▶ 지나온 입구 게이트와 관련된 출구 게이트, 영수증 관련 데이터 및 과금 정보 등의 데이터를 OBE로부터 송신 받아 IME의 로그에 저장한다.
- ▶ IME는 수신한 메시지에서 암호화 모듈인 S3를 만들어 OBE로 보낸다.

<표 4-17>은 입구 게이트 정보에 따른 IME의 응답 메시지 포맷을 보여준다.

<표 4-17> Pay_ETC.confirm 메시지 포맷

<Table 4-17> Pay_ETC.confirm message format

STX	Function	Data	Checksum	ETX
0x02	0xB4	S3	variable	0x03

5) ETC 데이터 처리 후 서비스 종료

가. OBE는 S3 코드를 RSE로 보낸다.

나. RSE는 S3 코드를 암호화 모듈에 전달하고 암호화 모듈은 이를 확인하여 RSE에 통보한다.

다. RSE는 전송 완료를 OBE로 전송하고 서비스를 종료한다.

라. 동시에 로그를 톨게이트 서버로 전송한다.

마. IME는 OBE ID, 차종, 요금, 출구게이트, 영수증 정보를 휴대폰으로 보낸다.

바. 휴대폰은 IME로부터 수신한 정보를 과금 서버로 보내고 결과를 IME에게 통보한다.

사. IME는 과금처리 종료(Transaction Complete) ETC 서비스를 종료한다.

아. 만약 과금이 처리되지 않았다면 주기적으로 휴대폰에게 과금을 시도하도록 한다.

6) IME의 로그 저장

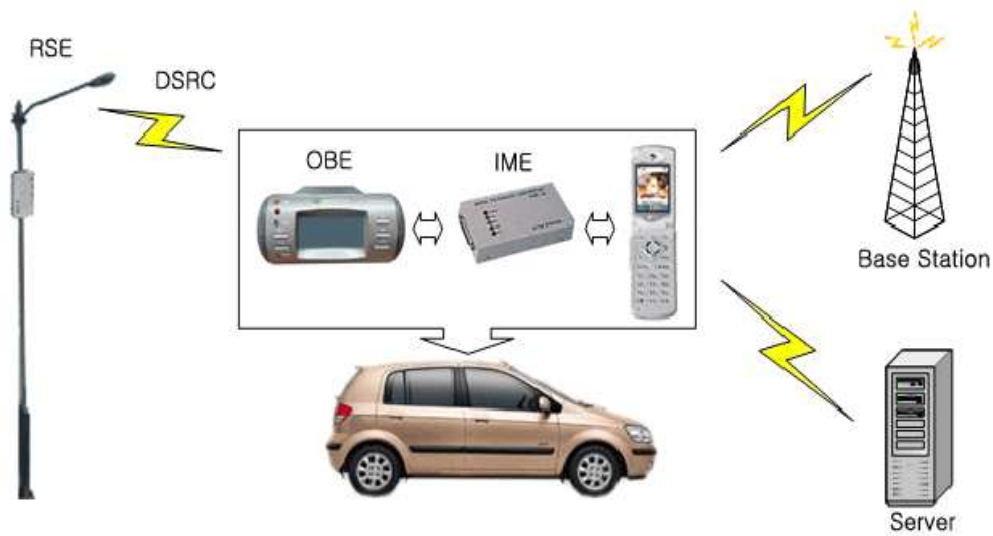
▶ 출구 게이트(10Byte), 요금(4Byte), 영수증정보(19Byte), 요금처리 종료시간(7Byte)을 IME의 로그에 저장한다.

▶ 폐쇄형 출구인 경우, 폐쇄형 입구가 저장된 데이터를 검색하여 입구 게이트가 저장된 공간에 덮어쓰기 한다.

제 5 장 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 설계 및 구현

현행 자동요금징수 시스템인 카드리더를 이용한 결제 시스템은 국가 표준 미비로 인한 제조사별·지역별 카드리더의 불일치, 이에 따른 노변 기지국의 다중시스템 구현, 충전으로 인한 사용자의 불편 사항 등 많은 문제점을 내포하고 있다. 따라서 본 시스템에서는 스마트 카드와 카드리더의 역할을 IME와 휴대폰이 대신함으로써 보다 능률적인 자동요금징수 시스템이 될 수 있도록 하였다.

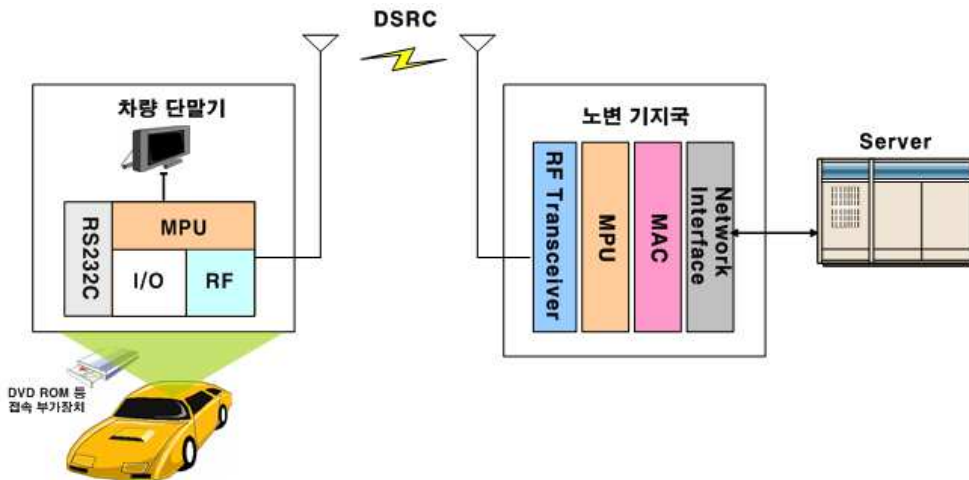
5.1 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 개요



<그림 5-1> 휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템 구성도
<Fig. 5-1> ETC system using a mobile phone

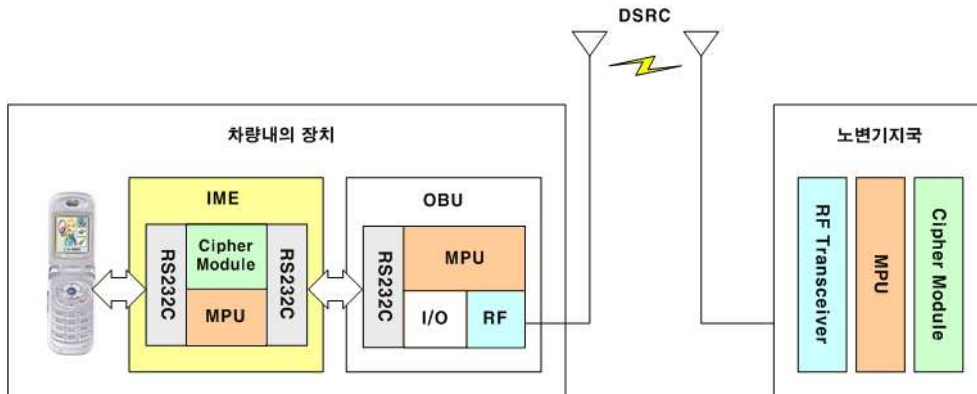
본 시스템은 톨게이트 측에 RSE와 과금을 기록하는 서버가 있고, 차량 내부에는 RSE와의 통신을 위한 OBE, ETC 서비스에 필요한 데이터 처리 및 로그를 저장하고 휴대폰과 OBE를 연결시켜 주는 IME와 과금 정보를 과금 서버로 보내주는 역할을 하는 휴대폰으로 구성되어 있으며, 휴대폰은 베이스 기지국과 과금을 처리하기 위한 과금 서버로 연결되어 있다. <그림 5-1>은 휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템의 구성도를 보여주고 있다.

내부적으로 RSE와 OBE는 마이크로프로세서를 이용한 CPU 기능과 일정한 용량의 기억장치(RAM, ROM), 입출력 제어 회로 등을 단일의 칩에 모두 내장한 초소형 연산처리장치(MPU; Micro Processing Unit)와 일반 네트워크 통신을 위한 매체접근제어(MAC; Media Access Control)와 네트워크 인터페이스로 이루어져 있고, RSE와 OBE간의 통신은 DSRC를 이용한다. <그림 5-2>는 OBE와 RSE 간의 내부 통신 구조를 보여준다.



<그림 5-2> ETC를 위한 OBE와 RSE 간의 내부 통신 구조
 <Fig. 5-2> Inner configuration between OBE and RSE for ETC

휴대폰과 IME, OBE는 시리얼 포트인 RS232C로 연결되어 있으며 톨게이트를 통과하기 전에 연결 설정을 한다. IME의 내부는 과금 통신을 위하여 암호화를 위한 RSA 모듈과 MPU로 구성되어 있고, RSE 내부에도 RSA 암호화 모듈이 포함되어 있다. <그림 5-3>은 휴대폰을 이용한 자동요금 징수 시스템의 내부통신 구조이다.



<그림 5-3> 휴대폰을 이용한 자동요금징수 시스템의 내부통신 구조
 <Fig. 5-3> Inner communication configuration of ETC system
 using mobile phone

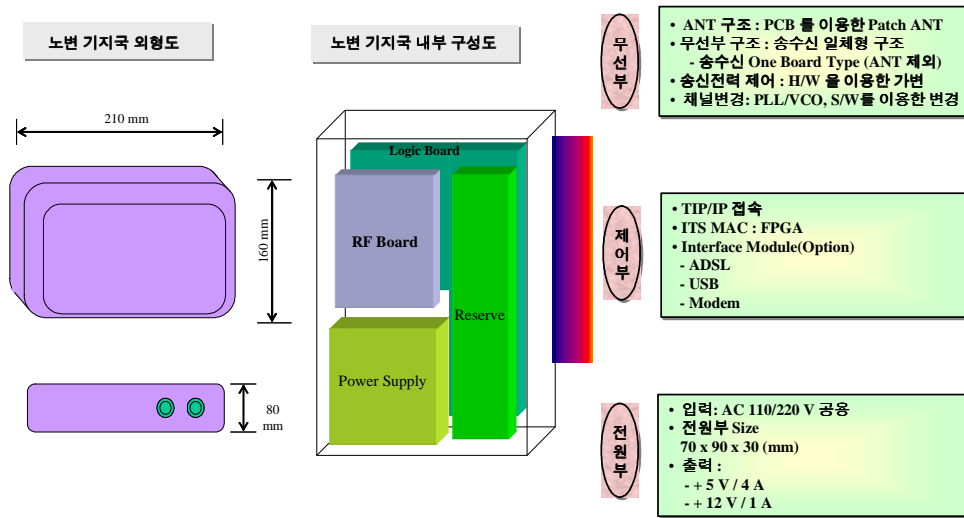
5.2 톨게이트와의 데이터 통신

5.2.1 톨게이트 측 ETC 정보 서버와 ETC 컨트롤러

톨게이트 ETC 정보 서버는 ETC 시스템을 통과하는 차량의 정보를 저장 관리하며 필요한 경우 과금의 증명을 위해 과금 서버의 데이터와 비교하고 증명할 정보로써의 가치를 지닌다. 그 이외에 차량이 ETC 시스템 통과시 오류가 발생한 경우 영상촬영정보를 바탕으로 과금을 부여하게 된다.

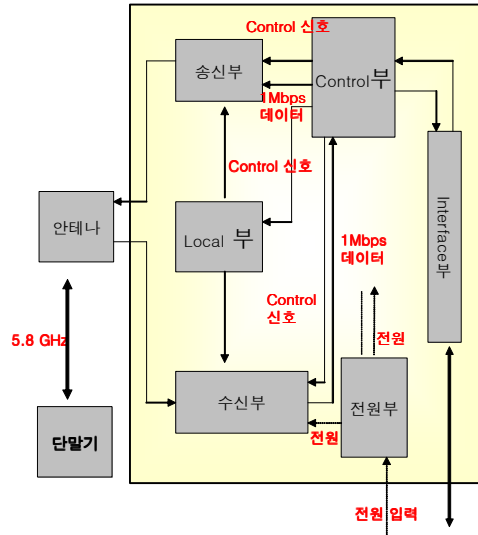
ETC 컨트롤러는 차로 제어시스템 형상 정보 관리 기능을 가지고 있어 차로 제어시스템 형상 정보 등록, 변경, 서버에 보고 하는 기능을 가진다. ETC 컨트롤러는 ETC 정보 서버와 RSE, 차종 감지기, 카메라, 전광판, 진입 감지기와 차단기를 연동한다. 연동하는 장치의 장애를 감지하기 위하여 각 장치에 장애감지기를 구동 감시하고 장애 내역을 서버에 저장한다. ETC를 위하여 차량 진입 감지, 진입 차량 통신 채널 확인, 차종을 감지하여 ETC 정보를 서버에 저장한다. 위반 차량이 발생한 경우, 위반 차량을 분류하고 카메라 촬영을 통해 위반 차량 번호를 인식하여 위반 정보를 보고하고 저장하는 기능을 한다. 뿐만 아니라 서버로부터 명령을 받아 각종 장비들을 제어하고 컨트롤러 자체 진단 기능과 진단 결과를 통보하는 기능을 가진다.

5.2.2 RSE와 OBE의 기능



<그림 5-4> RSE의 설계 구성도
<Fig. 5-4> Design of RSE

RSE와 OBE는 거의 동일한 구조로 되어 있으며, RSE는 과금 정보 서버, ETC 컨트롤러와 연결되어 있다. OBE는 차량 내에 장착되며 사용자를 위하여 단말기에 액정 화면이 추가된다. <그림 5-4>는 RSE의 설계 구성도이며, <그림 5-5>는 RSE의 블록 구성도이다.



<그림 5-5> RSE의 블록 구성도
<Fig. 5-5> Block diagram of RSE

5.2.3 휴대폰의 기능 및 초기화

(1) 휴대폰의 기능

휴대폰을 이용한 ETC 시스템의 경우 스마트카드와 카드리더의 역할을 휴대폰과 IME가 대신한다. OBE와 RSE 간 실시간 데이터 송수신 전에 미리 휴대폰은 OBE와 IME를 통해 연결 가능하다. 이때 휴대폰은 통신의 유무를 판단할 수 있는 명령어를 이용하여 기지국으로부터의 통신이 가능한 상태인지를 분별할 수 있다. 정상적으로 동작하는 단말기의 경우는 기지국 등록을 완료한 경우 결제에 하자가 없는 휴대폰으로 간주

할 수 있으므로 스마트카드의 인증기능을 대체할 수 있다. 휴대폰은 자신의 지역 베이스 기지국에 사전 등록하므로, 등록과정을 통해 인증을 하는 것을 의미한다. 그리고 차량이 통과한 후 결제정보를 기지국에 전송하여 과금을 처리한다.

(2) 휴대폰 인증

현행 휴대폰의 기지국 등록 절차는 IS-95B/C에 정의되어 있는 암호화된 등록 방식으로 시행된다. 휴대폰과 기지국에서 저장하고 있는 A-Key, 장치일련번호(ESN; Electronic Serial Number), 이동국 식별번호(MIN; Mobile Identification Number) 값 및 난수를 이용한 방식을 사용한다. 상기 방식으로 동작하는 단말기의 경우는 기지국 등록을 완료한 경우 결제에 하자가 없는 휴대폰으로 간주할 수 있으므로 스마트카드의 인증 기능을 대체할 수 있다. <그림 5-6>은 휴대폰 인증을 위한 데이터 흐름을 보여준다[49],[50].

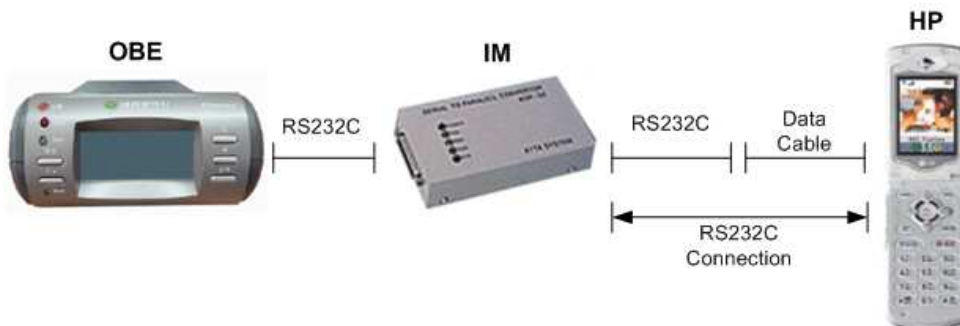


<그림 5-6> 휴대폰 인증
 <Fig. 5-6> Certification of Mobile Phone

5.2.4 IME의 기능

본 시스템은 카드리더 방식을 대체하기 위하여 OBE와 휴대폰을 IME를 이용하여 연결하여 사용한다. 이 방식은 현재 사용되고 있는 OBE와 휴대폰을 기존의 상태로 유지시키면서 IME을 이용하여 ETC 시스템을 구현할 수 있도록 한다. OBE와 IME는 RS232C 케이블로 연결하며, IME과 휴대폰은 폰의 기존 데이터 케이블로 RS232C와 연결하여 사용한다.

<그림 5-7>은 OBE와 휴대폰 사이의 연결 구성을 보여주고 있다. OBE와 휴대폰의 기능 추가를 최소화하고 ETC 요금 인증과 관련된 전반적인 내용의 추가를 IME을 통하여 구현한다. 따라서 OBE의 규격은 기존의 DSRC, ETC 표준 규격을 따름으로 현행과 변동이 없으며 단지 할인 정책 등 OBE를 통하여 조정 가능한 기능을 첨가한다.



<그림 5-7> OBE와 휴대폰 사이의 연결 구성

<Fig. 5-7> Connection of OBE and mobile phone via IME

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

IME에는 OBE와 RS232C를 통한 데이터 송수신 기능이 구현되며, 휴대폰과 RS232C 연결을 통한 데이터 송수신 기능이 구현된다. 휴대폰과 RS232C 연결을 통한 데이터 송수신은 휴대폰으로부터 휴대폰 정보를 받아 OBE로 넘겨주거나, 과금 데이터를 받아 휴대폰을 통하여 휴대폰 기지국으로 전송 처리하기 위하여 사용된다. IME는 휴대폰이 OBE의 ETC 기능을 제어할 수 있도록 설계되었으며, 무선 사업자들이 외부장치를 연결하여 사용하기 위한 명령처리 기능이 설계되었다. AT 명령처리 기능을 이용하여 사용자가 사용한 과금 정보 로그에 관한 데이터를 외부에서 확인할 수 있다. 사용자 인터페이스(UI; User Interface) 기능은 사용자의 편의성을 도모하기 위해 설계 되었다.

모든 기능들은 기본적인 보안 관련 기능을 중심으로 이루어진다. 전체적인 데이터 송수신에서 필요한 정보의 제어까지 필요하다면 보안 알고리즘이 들어가게 되는데 기존의 카드리더 방식에서 사용한 보안 애플리케이션 모듈(SAM; Secure Application Module)을 대체할 수 있는 RSA 알고리즘이 사용되었다.

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

5.3 IME의 하드웨어 설계

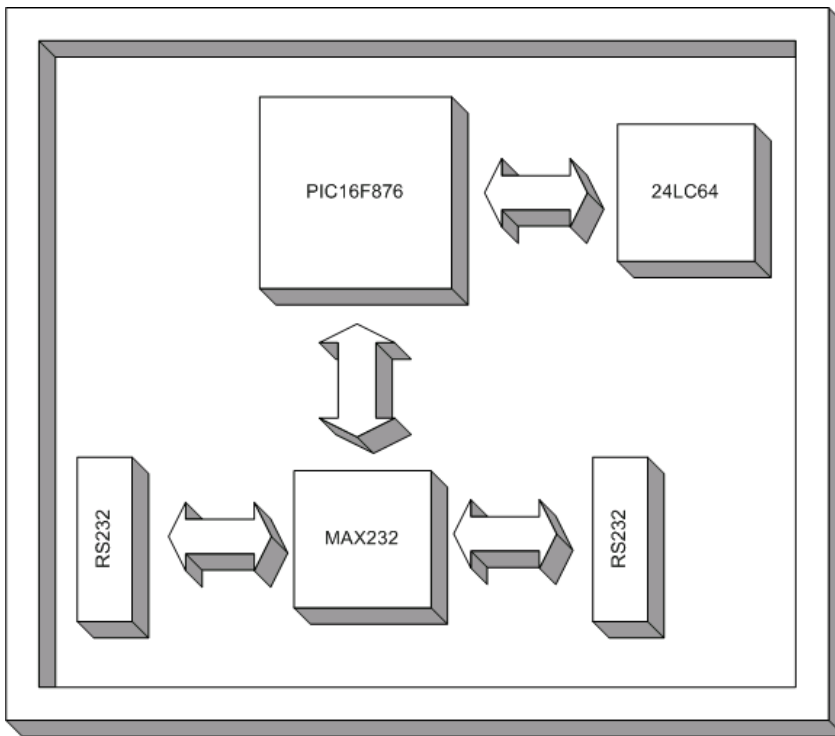
5.3.1 IME 설계 개요

본 논문에서 IME를 구현하기 위하여 경제성과 실용성을 고려하여 다

음과 같은 소자들로 구성하였다.

- MCU(Micro Controller Unit): PIC16F876
- 메모리: EEPROM인 24LC64
- 통신: MAX232

MCU는 고속 시리얼(19200 bps이상) 통신을 위하여 범용 동기식·비동기식 송수신기(USART; Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)가 필요하며, 로그를 저장하기 위하여 EEPROM(Electronically Erasable Programmable Read Only Memory)이 추가되었다. 또한 RS232C 통신을 위한 레벨변환 소자를 사용하였다. <그림 5-8>은 위의 소자를 이용하여 설계된 IME 블록 다이어그램이다.



<그림 5-8> IME의 블록 다이어그램

<Fig. 5-8> Block diagram of IME

(1) PIC16F876

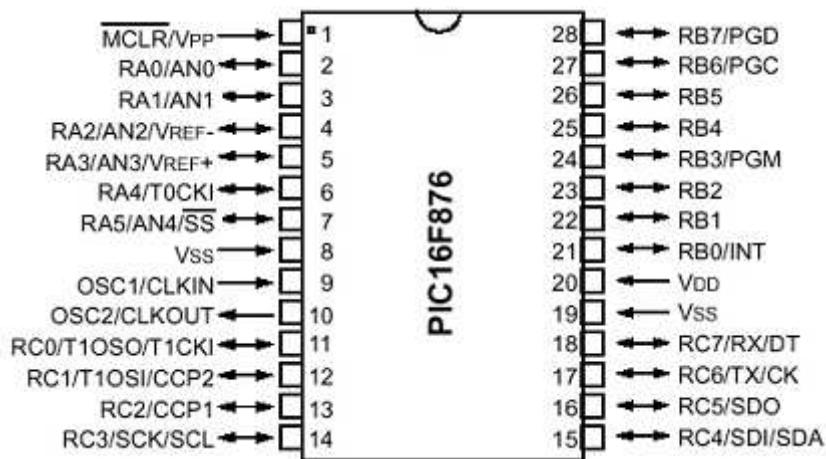
본 논문에서 사용한 PIC16F876은 8비트 CMOS 원칩 마이크로 컨트롤러 RISC와 하버드 아키텍처 구조를 가지고 있으며, 8K(8192) 워드의 플래쉬 프로그램 메모리와 368Byte의 데이터 메모리, 256Byte의 EEPROM을 가지고 있다. 프로그램 메모리는 14bit, 데이터 메모리는 8bit bus, 28핀 패키지로 되어 있고, 입출력 포트는 방향 지정이 자유로운 22개의 입출력 포트를 가지고 있으며, 최대 동작속도는 20MHz까지이다[51],[52].

<표 5-1>은 PIC16F876의 사양을 나타내고 있다.<그림 5-9>는 PIC16F876의 핀 구성을 보여주고 있다.

<표 5-1> PIC16F876의 사양

<Table 5-1> Specification of PIC16F876

Data Ram	Speed	I/O Port	ADC	Serial I/O	CCP (PWM)	Timer	Brown Out	ICSP
368	20	22	8	USART, I ² C,SPI	2	3	True	True

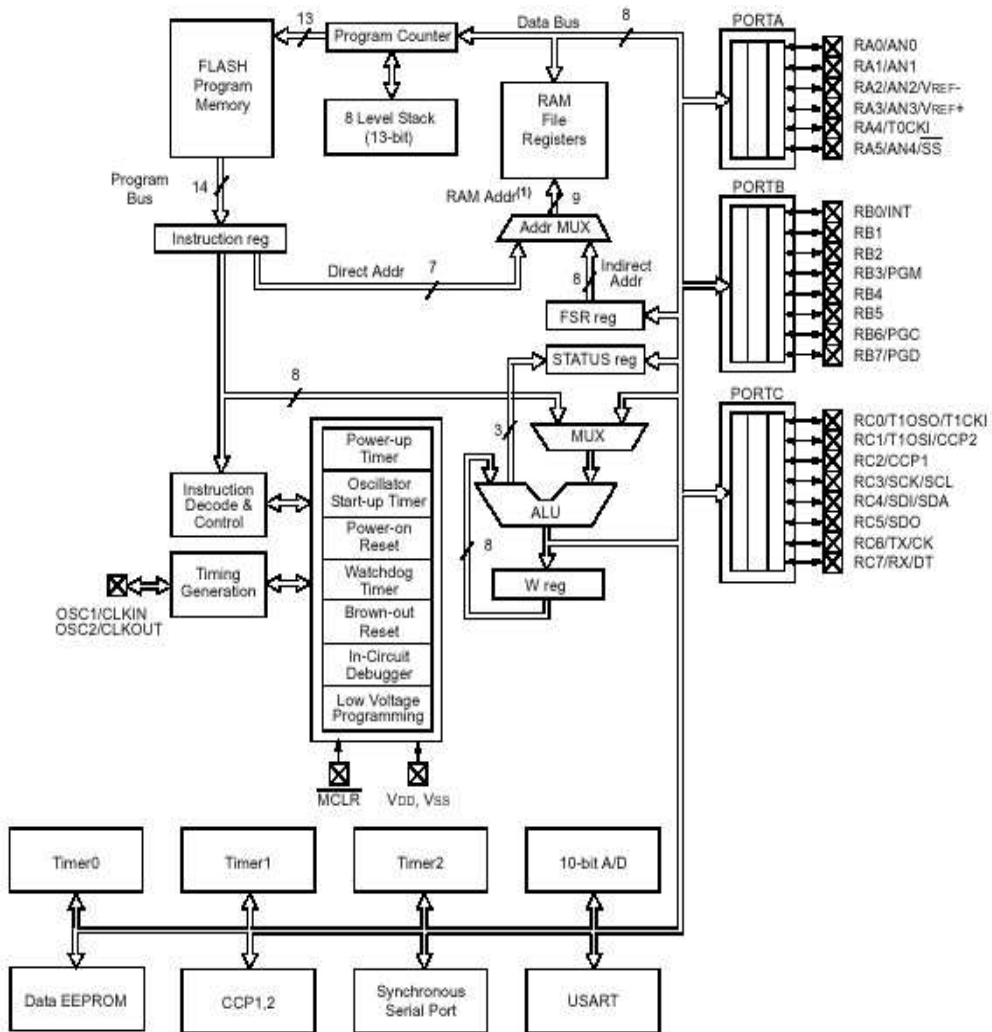


<그림 5-9> PIC16F876의 핀 구성도

<Fig. 5-9> Pins of PIC16F876

이 칩의 특징은 하드웨어적인 USART를 사용할 수 있는 것이다. 즉, RS232 케이블을 이용한 고속(19200bps 이상) 송·수신 데이터를 처리하는 것이 가능하다는 것이다. 하지만 이 기능을 사용하고자 할 때는 반드시 TX(transmit)와 RX(receive) 핀은 17, 18번 핀을 사용해야 한다.

<그림 5-10>은 PIC16F876의 내부 블록도이다.



<그림 5-10> PIC16F876의 블록 다이어그램

<Fig. 5-10> Block diagram of PIC16F876

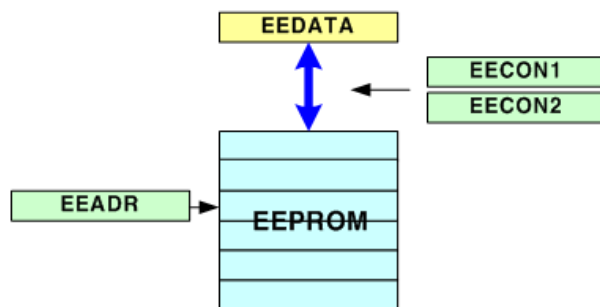
File Address	File Address	File Address	File Address
Indirect addr. ^(*) 00h	Indirect addr. ^(*) 80h	Indirect addr. ^(*) 100h	Indirect addr. ^(*) 180h
TMR0 01h	OPTION_REG 81h	TMR0 101h	OPTION_REG 181h
PCL 02h	PCL 82h	PCL 102h	PCL 182h
STATUS 03h	STATUS 83h	STATUS 103h	STATUS 183h
FSR 04h	FSR 84h	FSR 104h	FSR 184h
PORTA 05h	TRISA 85h		
PORTB 06h	TRISB 86h	PORTB 106h	TRISB 186h
PORTC 07h	TRISC 87h		
PORTD ⁽¹⁾ 08h	TRISD ⁽¹⁾ 88h		
PORTE ⁽¹⁾ 09h	TRISE ⁽¹⁾ 89h		
PCLATH 0Ah	PCLATH 8Ah	PCLATH 10Ah	PCLATH 18Ah
INTCON 0Bh	INTCON 8Bh	INTCON 10Bh	INTCON 18Bh
PIR1 0Ch	PIE1 8Ch	EEDATA 10Ch	EECON1 18Ch
PIR2 0Dh	PIE2 8Dh	EEADR 10Dh	EECON2 18Dh
TMR1L 0Eh	PCON 8Eh	EEDATH 10Eh	Reserved ⁽²⁾ 18Eh
TMR1H 0Fh		EEADRH 10Fh	Reserved ⁽²⁾ 18Fh
T1CON 10h			
TMR2 11h	SSPCON2 91h		
T2CON 12h	PR2 92h		
SSPBUF 13h	SSPADD 93h		
SSPCON 14h	SSPSTAT 94h		
CCPR1L 15h			
CCPR1H 16h			
CCP1CON 17h		General Purpose Register 16 Bytes	General Purpose Register 16 Bytes
RCSTA 18h	TXSTA 98h		
TXREG 19h	SPBRG 99h		
RCREG 1Ah			
CCPR2L 1Bh			
CCPR2H 1Ch			
CCP2CON 1Dh			
ADRESH 1Eh	ADRESL 9Eh		
ADCON0 1Fh	ADCON1 9Fh		
General Purpose Register 96 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes	General Purpose Register 80 Bytes
	accesses 70h-7Fh	accesses 70h-7Fh	accesses 70h - 7Fh
Bank 0 7Fh	Bank 1 EFh	Bank 2 16Fh	Bank 3 1EFh
	FFh	17Fh	1FFh

<그림 5-11> PIC16F876의 레지스터 파일맵
<Fig. 5-11> Register file map of PIC16F876

<그림 5-11>에서 보여지는 PIC16F876의 레지스터 파일맵은 총 4개의 뱅크로 구성되어 있으며, 일부 번지에는 시스템에서 사용하는 특수 레지스터가 위치하고 있고, 일부 번지에는 사용자가 자유롭게 사용할 수 있는 범용 레지스터 영역이 존재한다[53].

(2) 24LC64

IME 설계시 과금 데이터와 로그를 저장하기 위해서는 메모리가 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 24LC64 EEPROM을 사용하였다. PIC와 24LC64와의 통신 방식은 시리얼 통신방식 중 I²C(Inter-Integrated Circuit) 방식을 사용한다. I²C는 필립스사에서 제안한 규격으로 현재 많은 회사들이 지원하고 있는 프로토콜로 2개의 라인(SDA, SCL) 시리얼 통신 방식이다. RS232C가 장비 간 혹은 시스템간의 통신 프로토콜로 각광받고 있다면 I²C는 보드내의 칩과 칩 사이 또는 칩과 외부 EEPROM 메모리를 액세스하는 프로토콜로 널리 사용되고 있다.



<그림 5-12> EEPROM의 구조

<그림 5-12> Configuration of EEPROM

EEPROM은 8비트 폭의 메모리로 구성되어 있으며, 최대 256Byte까지의 용량을 지정할 수 있지만, 실제로 내장되어 있는 것은 현재로는 64Byte이다. 구조는 <그림 5-12>와 같이 되어 있으며, 4개의 특수기능

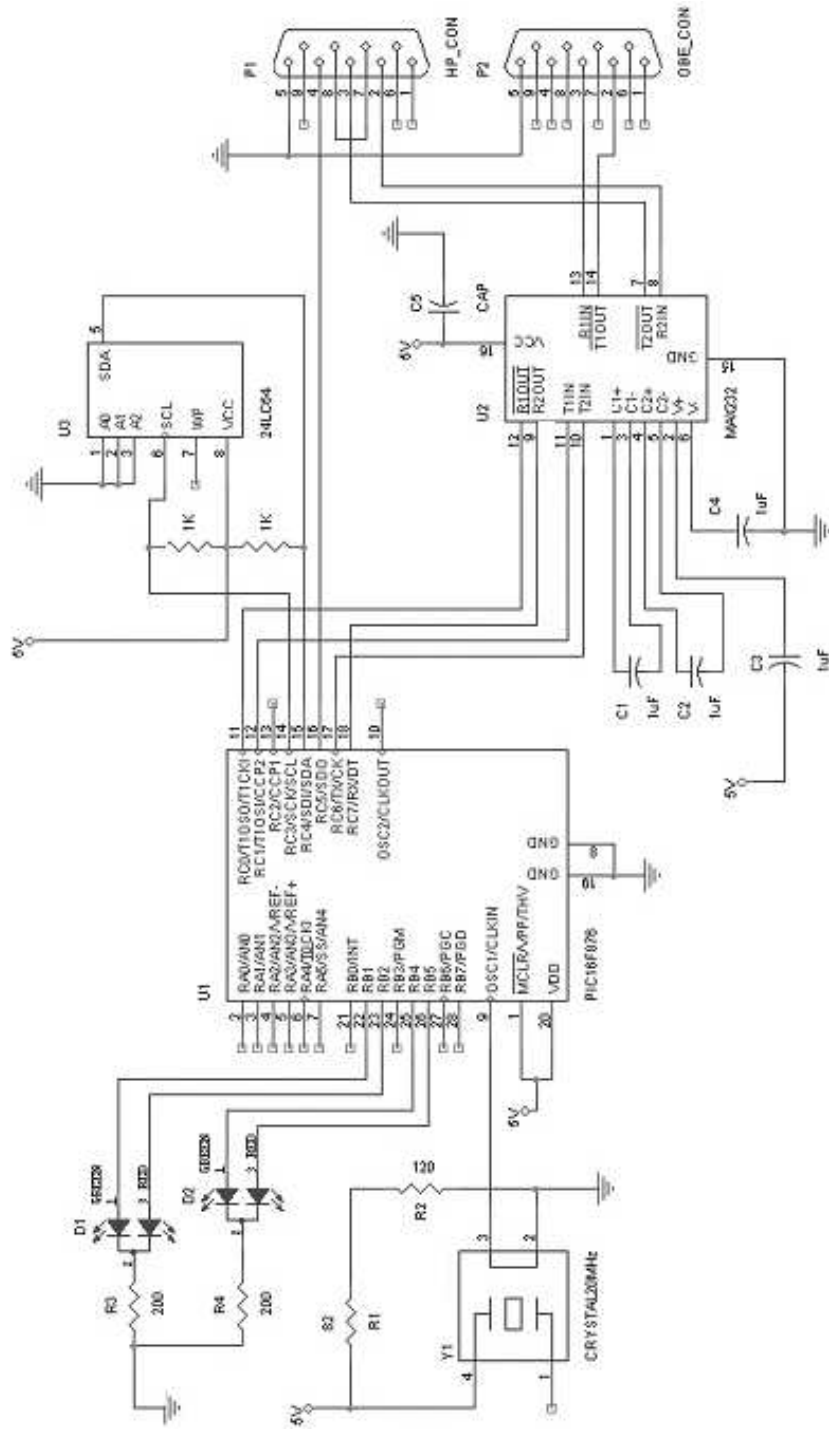
저항(SFR; Special Function Register - EEADR, EEDATA, EECON1, EECON2)의 도움을 받아 간접적으로 액세스한다. 즉, EEADR 레지스터로 EEPROM의 주소를 지정하고, 데이터는 EEDATA 레지스터에 꺼내어진다. 이때 쓰기/읽기의 타이밍을 컨트롤하는 것이 EECON1과 EECON2의 두 레지스터이다.

(3) MAX232

RX, TX 핀의 입출력을 RS232C 규격에 맞추어 주기 위해 일반적으로 사용되는 MAX232칩을 사용하였다. MAX232의 특징은 단일 전원 5V를 사용해서 입력 신호(5V, 0V)에 따라 RS232C 규격에 맞는 10V와 -10V를 만들어 주는 것이다. 내부의 스위칭 회로와 외부에 부착한 커패시터 4개를 사용하여 배전압 회로에서 10V를 만들어 내고 전압 반전 회로에서 -10V를 만들어 낸다[54].

5.3.2 IME 설계도

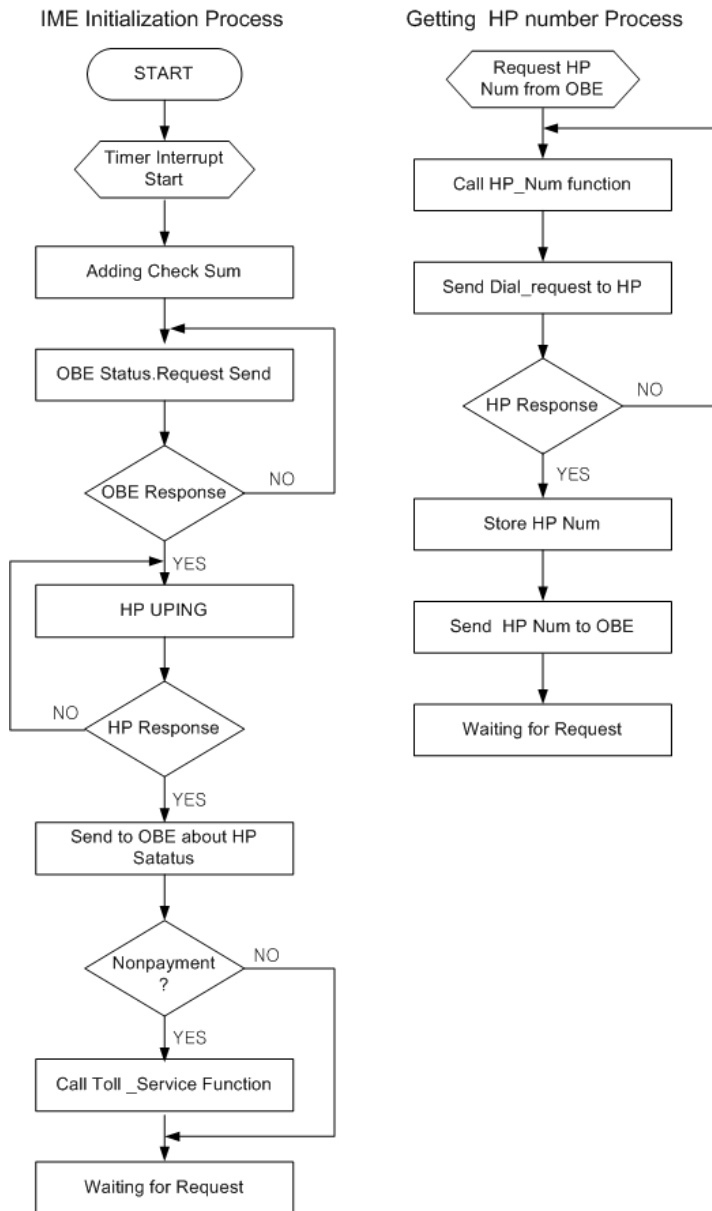
<그림 5-13>은 IME의 설계도이다.



<그림 5-13> IME의 설계도
 <Fig. 5-13> Circuit of IME

5.4 IME 시스템의 구현

5.4.1 프로그래밍 순서도



<그림 5-14> 초기화 순서도

<Fig. 5-14> Flowchart of initialization

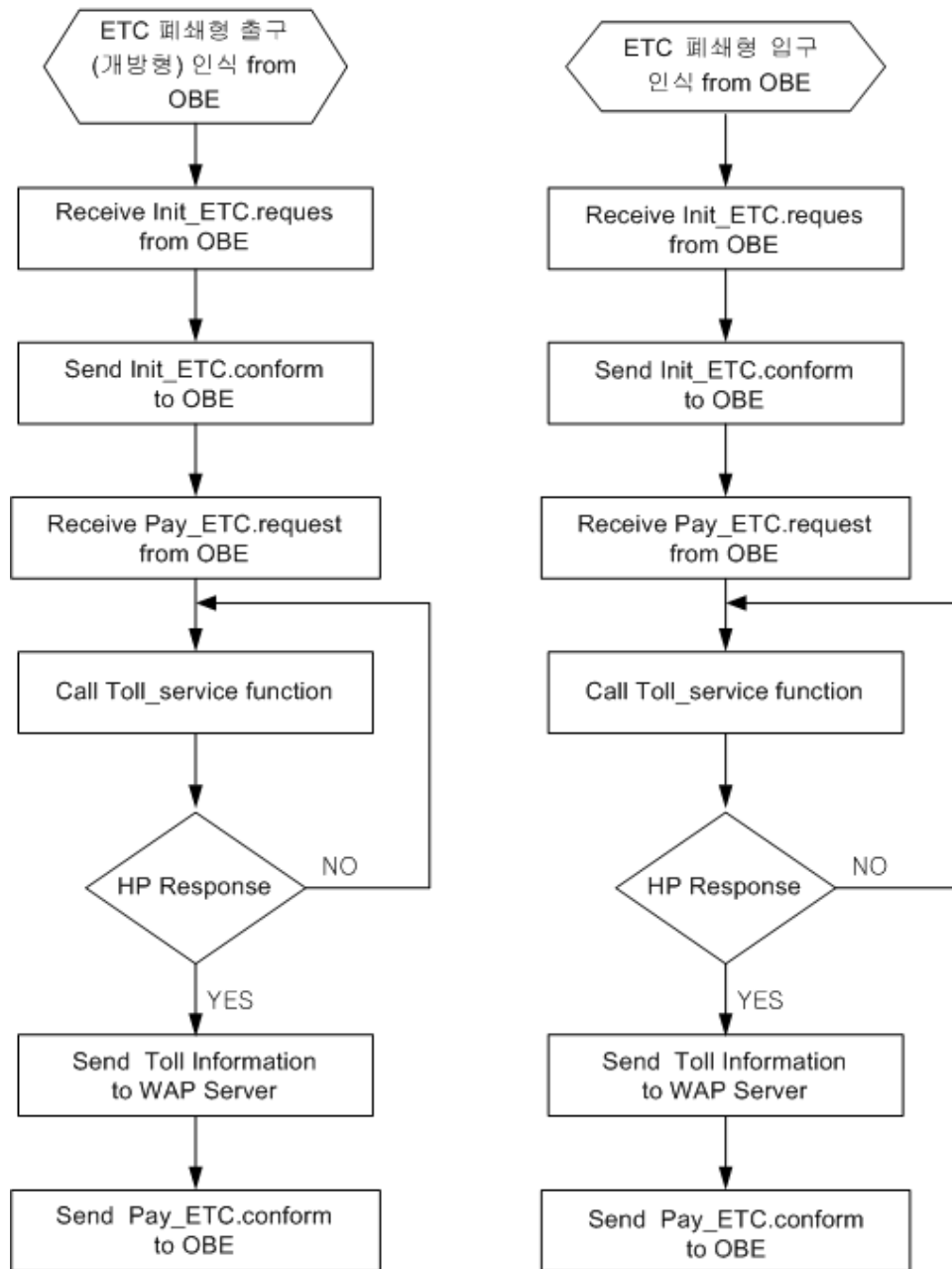
<그림 5-14>는 OBE, IME와 휴대폰 간의 초기화 순서도이다. IME 전원이 인가되면 OBE 신호가 들어올 때까지 기다린다. OBE 상태 메시지가 들어오면 휴대폰 상태를 체크하여 휴대폰으로부터 신호가 들어오는 경우 이를 정상 동작 상태로 인지한다. 정상 상태 확인 후 결제상태로 넘어가지 않는 과금이 있는지 확인하여 처리한다. 상태가 정상이라면 휴대폰 번호를 받는 프로세스가 동작된다.

IME는 휴대폰 번호를 받아오는 함수를 구동하여 휴대폰 번호를 받아오고 휴대폰 번호를 IME에 저장함과 동시에 OBE로 번호를 넘겨서 OBE로부터 확인 메시지를 기다린다. 확인 메시지가 오면 처리가 완료된다.

초기화는 OBE, 휴대폰과 IME가 연결됨과 동시에 이들의 연결 상태 및 필요한 정보를 처리하는 과정으로 ETC 시스템의 동작 전에 체크 완료된다.

<그림 5-15>는 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 처리 순서도이다. ETC 시스템의 처리는 우선 OBE가 톨게이트 정보를 인지하면 이를 IME로 넘겨준다. IME는 정보를 받아서 저장하고 확인 메시지를 보낸다. OBE는 확인 메시지를 받은 후 폐쇄형 출구나 개방형인 경우 과금 정보를 암호화 처리하여 IME로 정보를 넘겨준다. IME는 데이터를 복호화하여 필요 데이터를 저장하고 확인 메시지를 OBE로 넘겨준다. OBE는 확인과 동시에 RSE에서 로그 정보를 톨게이트 서버로 전달하고 IME로 응답 메시지를 보낸다. IME는 응답 메시지를 받으면 과금 데이터를 휴대폰을 통해 과금 서버에 넘기고 과금 서버는 이를 저장한다. 휴대폰은 서버로 정보를 송신함과 동시에 IME로 확인 메시지를 전송한다. 만약 과금 정보가 처리되지 않았다면 주기적으로 휴대폰에게 과금을 시도하도록 한다. 과금 정보 등의 데이터는 IME와 과금 서버에 동시에 저장되므로 이후 데이터를 확인 할 수 있다. 폐쇄형 입구인 경우 과금을 제외한 모든 데이터를 처리하고 데이터가 처리된 이후 RSE에서 로그 정보를 톨게이트 서버로 전달한다.

Toll Charging Service Porecss



<그림 5-15> ETC 처리 순서도

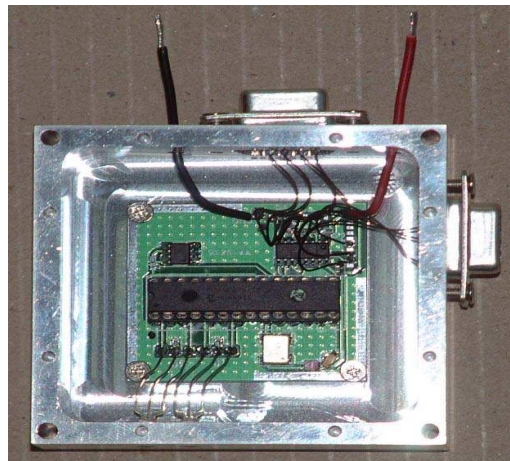
<Fig. 5-15> Flowchart of ETC

5.4.2 IME 회로 구성과 휴대폰과의 연결

CCS-C 컴파일러를 사용하여 MPU를 컴파일하였다[23]. <그림 5-16>은 제작된 IME 단말의 외부 모습이며, <그림 5-17>은 구현된 IME의 내부 구성 모습이다.



<그림 5-16> IME 외부
<Fig. 5-16> Exterior of IME



<그림 5-17> IME의 내부 구성
<Fig. 5-17> Configuration of IME

<그림 5-18>은 IME와 OBE, 휴대폰의 연결 구성도를 나타낸다. OBE는 IME와 시리얼 케이블(RS232C)로 연결되어 있고, 휴대폰과 IME는 휴대폰에서 사용하는 케이블을 사용하고 있다. IME와 휴대폰은 시리얼 통신을 한다.



<그림 5-18> 휴대폰을 이용한 ETC 시스템 구성
<Fig. 5-18> Configuration of ETC system using mobile phone

5.4.3 IME 시스템 분석

<그림 5-19>는 IME 데이터 관리 프로그램이다. 휴대폰을 이용하여 ETC 시스템을 실행할 때 필요한 과금 데이터는 IME에도 저장이 되어야만 확실한 증명을 할 수 있다. 따라서 정보를 저장한 후 사용자가 데이터를 과금과 비교 분석을 해야 한다. IME에 저장된 데이터를 읽어 오기 위하여, IME 데이터 관리 프로그램을 구현하였다.

IME 데이터 관리 프로그램은 일반 사용자가 이용하는 것이라기보다는 IME 취급점에서 이용하도록 만들어져 있다. IME를 초기에 구입하게 되는 경우, IME와 OBE는 1:1의 관계를 유지해야 한다. 따라서 이러한 유지 관계를 위하여 OBE ID를 IME에 심어 주도록 OBE ID를 IME에 설정하는 부분도 추가되어 있다.

사용자 이용 정보 데이터는 게이트 타입, 요금소 유형(통과 게이트), 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. 입구 게이트가 있으나 “오류”인 경우에는 출구 게이트에서, 출구 게이트만 있는 경우에는 입구 게이트에서 영상으로 차량 번호를 촬영함으로써 과금은 정상적인 형태가 아니라 별도로 고지서의 형태로 과금이 부과된다.

게이트 타입은 폐쇄형과 개방형이 있는데, 폐쇄형은 입구 게이트와 출구 게이트를 따로 통과하는 경우에 해당되며, 개방형은 입구가 곧 출구인 경우를 나타낸다. 데이터 저장 시간은 마지막으로 게이트를 통과한 시간을 나타낸다.

휴대폰 번호는 현재 IME와 연결된 휴대폰 번호가 나타나게 된다. 과금은 휴대폰이 등록된 사용자에게로 휴대폰 요금과 함께 부과된다. 하나

의 IME에 여러 대의 휴대폰이 장착된다고 했을 경우, 각 경우마다 IME에는 IME에 연결된 휴대폰 번호를 검색하여 저장하게 되며 과금은 휴대폰 사용자에게로 부과되는 것이다.

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

	게이트 타입	통과 게이트	데이터 저장 시간	휴대폰 번호	할인/면제	입구 게이트	출구 게이트	요금
18	폐쇄형	입구	2002.9.30 11:12:50	01190988460		서부산 IC		
17	폐쇄형	통과	2002.9.30 10:50:14	01190988460	0	냉정 IC	원동 IC	4000
16	개방형	통과	2002.9.29 11:12:40	01190988460	0	부산 IC	부산 IC	1000
15	폐쇄형	통과	2002.9.29 10:42:10	01190988460	0	냉정 IC	원동 IC	4000
14	폐쇄형	통과	2002.9.29 09:30:12	01190988460	0	서부산 IC	원동 IC	1000
13	폐쇄형	Error	2002.9.28 16:52:06	01190988460		서부산 IC		
12	폐쇄형	통과	2002.9.28 15:12:50	01190988460	1000	대전 IC	서부산 IC	5000
11	개방형	통과	2002.9.28 13:20:50	01190988460	0	원동 IC	원동 IC	1000
10	폐쇄형	Error	2002.9.27 20:06:07	01190988460		대전 IC		
9	폐쇄형	통과	2002.9.27 19:42:52	01190988460	1000	대전 IC	서부산 IC	5000
8	개방형	통과	2002.9.27 19:29:50	01190988460	0	대전 IC	대전 IC	1000
7	개방형	통과	2002.9.27 19:12:33	01190988460	0	원동 IC	원동 IC	1000
6	폐쇄형	Error	2002.9.27 18:56:43	01190988460		대전 IC		
5	폐쇄형	통과	2002.9.26 19:14:14	01190988460	0	냉정 IC	원동 IC	4000
4	개방형	통과	2002.9.26 19:08:24	01190988460	0	서부산 IC	서부산 IC	1000
3	폐쇄형	통과	2002.9.26 18:57:31	01190988460	0	대전 IC	원동 IC	4000

<그림 5-19> IME 데이터 관리 프로그램

<Fig. 5-19> Program for managing the data of IME

제 6 장 결 론

본 논문은 휴대폰을 통하여 ETC 시스템의 표준화를 꾀함으로써, 교통 정보 이용효율의 증대, 광역 교통체계 구성과 통합 관리, 교통정보의 고급화 및 가치 향상, 교통제어의 지능화 가속 등에 기여하고자 하였다.

IME(Interface Module for ETC)를 매개로 한 휴대폰을 이용한 ETC 시스템은 임의의 OBE와 임의의 휴대폰에 연결해서 사용 가능함으로 기존의 각기 다른 시스템 사용시 올 수 있는 이중의 시스템 설치를 방지할 수 있다. 또한 사용자도 지역과 OBE에 상관없이 어디에서나 하나의 시스템을 사용할 수 있다.

사용자는 현대인의 필수품인 휴대폰을 통해 결제함으로써 스마트 카드 시스템에서 초래되는 각 카드리더와 스마트 카드별 이중 소유의 부담이나, 카드 사용시 올 수 있는 반복적 충전의 불편함 등을 극복할 수 있으며 또한 카드 자체의 분실, 오류 등도 방지할 수 있다.

또한 휴대폰은 ETC 서비스와 관련된 추가 제어 명령만 구현하고 대부분의 기능은 IME에서 수행하므로 단순한 데이터 송수신의 기능만을 추가하여 소프트웨어 변경을 최소화할 수 있다. 또한 ETC 전용폰이 아니어도 소프트웨어의 단순 업그레이드를 통하여 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 극복할 수 있으며, 휴대폰의 고유 인증 절차를 사용함으로써 인증 절차를 간소화시킬 수 있다.

이러한 장점들로 인하여 결제를 편리하게 하고 사용을 손쉽게 함으로

써 사용자 편의성을 극대화할 수 있고, 비용 측면에서 개발비용이 저렴하고 구입 및 사용이 용이하다. 그리고 여러 RSE 간의 호환성을 제공한다. 유지 및 보수 측면에서도 기술 및 기능 업그레이드가 용이하고 타 시스템과의 연동이 용이하다. 그 외에도 휴대폰과 관련된 부가산업을 창출할 수 있으며 핸즈프리 기능을 통합하여 교통사고 또한 방지할 수 있다. 단말기와 휴대폰의 전원공급시스템 통합은 더욱 편리한 사용을 유지하게 한다.

휴대폰을 이용한 자동요금징수를 통하여 기존의 스마트카드의 지역적 제약성을 극복할 수 있으며, 차량 및 단말의 간편한 인증과 편리한 과금 체계를 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 자체 확보와 차후 정보수집용 검지기, 차량항법장치, 차량안전시설, GPS 단말기와의 연동으로 ITS 관련 첨단기술의 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 IME는 텔레매틱스를 위한 ETC 시스템의 표준화를 이루는 데 큰 역할을 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이승환, “ITS의 기본개념과 국내·외 추진동향”, 전자공학회지, 제 28권, 제5호, pp.22~26, 2001. 5.
- [2] LG전자(주) 중앙연구소 이동통신연구소 이동통신기기실, “Intelligent Transport System”, 2001. 5.
- [3] ETRI, “차세대 ITS 기술개발 완료보고서”, 2002. 12.
- [4] 이상무, “지능형 교통체계(ITS) 활성화방안”, 전파진흥지, 제9권, 5호, 1999. 10., <http://www.rapa.or.kr/korean/data/kdt01-01fr.htm>
- [5] 이승환, 이시복, “ITS 의 연구동향과 기술추세”, 한국산업공학회 IE 매거진, 4권, 2호, pp.56-67, 1997.
- [6] 이원규, “밀레니엄 시대의 교통문제 해결을 위한 지능형교통체계 (ITS) 도입방안”, 부산 광역시 정책개발실, <http://laib.mogaha.go.kr/laib/owa/w2513>
- [7] 건설교통부 홈페이지, <http://moct.go.kr/>
- [8] “지능형 교통시스템(ITS)을 통한 교통체계화 추진방안”, http://www.kora.or.kr/junggi/contents92/92_5.htm
- [9] ITS Korea 홈페이지, <http://www.itskorea.or.kr/korean/default.html>
- [10] 부산 광역시 버스정보시스템, <http://traffic.metro.busan.kr>
- [11] 한국건설기술연구원, <http://www.kict.re.kr>
- [12] 과천 ITS 홈페이지, <http://its.gccity.net>
- [13] 전경수, “국가 ITS 기본계획의 개요”, 전자공학회지, 제28권, 제5호, pp.27~33, 2001. 5.
- [14] ITS America, “Access ITS - The international information clearing-house on international Transport System”, <http://www.itsa.org>

- [15] PrENV ISO 17573, “Road Transport and Traffic Telematics - Electronic Fee Collection (EFC) - System Architecture for Vehicle related Transport Services”
- [16] ETRICO 홈페이지, <http://www.etrico.com/>
- [17] 오종택, “일본 ITS 기술 개발 현황”, 전파진흥지, 2000. 2.,
<http://www.rapa.or.kr/korean/data/kdt01-01fr.htm>
- [18] “기초분야 표준화 과제”, <http://gis.kict.re.kr/upload/일반자료/ITS/비정기간행/요약.hwp>
- [19] 문영창, “특집/Wireless-텔레매틱스 : 사무용 자동차가 다닌다”, 신기술신경영지 2002년 겨울호, pp.21~23
- [20] Ju-Hyung Son, Ji-Hoon Yun and Seung-Woo Seo, “Performance Evaluation of a Telematics System using the Network Simulator”, IEEE Asia-Pacific Conference on Communication, Penang, Malaysia, p.21~24, Sep. 2003.
- [21] 문형돈, “세계 텔레매틱스 시장 동향 및 전망”, 주간기술동향 통권 1124호, pp.28~43, 2003. 12.
- [22] TRG, “Telematics Summary from 2003 NAIAS and CES”, 2003.
- [23] ETRI & Gartner Consulting, “50대 품목 기술/시장 통합 요약 보고서: Telematics”, ETRI, pp.62~65, 2001.
- [24] 김치동, “텔레매틱스 표준화 정책방향”, TTA Journal 제89호, pp.21~26, 2003. 10.
- [25] 정통부, “텔레매틱스 서비스 활성화 기본 계획(요약)”, 2004. 4.
- [26] 문형돈, 이재환, “텔레매틱스 서비스 도입 및 텔레매틱스 서비스 제 공업체의 제휴전략”, Telecommunications Review, Vol.13, No.1, pp.117~128, 2003. 2.
- [27] 임춘식, “ITS 기반 Telematics 기술”,
http://www.telematicsm.com/support_02_view.asp?number=13&page=1

- [28] 김창환, “텔레매틱스 기술 동향”, 전자정보센터, 전자부품연구원, 2002. 9.
- [29] 오현서, “텔레매틱스 무선 액세스 기술”, TTA Journal, 제89호, pp.92~98, 2003. 10.
- [30] 소프트뱅크 리서치, “국내 텔레매틱스 시장 현황과 전망; 2002~2005”, www.sbresearch.co.kr
- [31] 이성국, “국제 기술 협력을 통한 텔레매틱스 활성화 방안”, ETRI 정보화기술연구소, pp.37~40, 2003.
- [32] 유정 시스템, “지능형 교통 시스템(ITS)”, 2001. 9.
- [33] 건설교통부, “교통제어를 위한 정보형식 표준(안)”, 2000. 3.
- [34] 건설교통부, “자동교통단속을 위한 정보형식 표준(안)”, 2000. 3.
- [35] 건설 교통부, “자동요금징수를 위한 정보형식 표준안”, 2000. 3.
- [36] ETRI ITS시스템 연구팀 부장, “ITS 서비스를 위한 DSRC 기술 동향”, http://www.rapa.or.kr/book/publi/prom/2000/2000_02_11.htm
- [37] Takashi Omata, Seiji Ukai, Makoto Katagishi, Shinichi Yoshida, “Interactive Wireless communications for Wider-range ITS Services”, Hitachi Review, Vol.49, No.3, pp.21~25, 2000.
- [38] Cseh, C, “Architecture of the dedicated short-range communications (DSRC) protocol”, Vehicular Technology Conference 48th IEEE v.3, pp.2095-2099, 1998.
- [39] LG 전자(주) ITS 응용 그룹, “능동 DSRC를 이용한 ETC 시스템”, 2002. 2
- [40] TTAS.KO-06.0025, “5.8 GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준”, 2000. 10.
- [41] Yuan, R., “North American dedicated short range communications (DSRC) standards”, Intelligent Transportation System, ITSC '97. IEEE Conference, pp.537-542, 1997.

- [42] McQueen, B., Kossack, J., “European progress towards standardization in ATT Communications”, Vehicle Navigation and Information Systems Conference, Proceedings of the IEEE-IEE, pp.307-311, 1993.
- [43] Choi. Hyun Mee, Yim. Choon Sik and Oh. Deock Gil, “Advanced DSRC system for supporting mobile IP”, Applications and the Internet Workshops, Proceedings of 2001 Symposium, pp.165-170, 2001.
- [44] J. jonsson, B. Kaliski, “Public-Key Cryptography Standards (PKCS) #1: RSA Cryptography Specifications Version 2.1”, RFC 3447, 2003. 2.
- [45] 김철환, “RSA를 이용한 공개키 암호화 시스템의 특허동향”, 전자공업 2003년 8월호, <http://www.keic.org/homepage/magazine/magazine.jsp>
- [46] 한상근, “루카스 수열을 이용한 RSA방식의 공개열쇠암호”, 정보보호학회지, 3권, 2호, pp.25-29, 1993.
- [47] SecurityTeckNet.com 홈페이지, <http://cnscenter.future.co.kr>
- [48] W. Kellerer, “(Auto) Mobile Communication in a heterogeneous and Converted World”, IEEE Personal Communication Magazine, pp.41-47, Dec. 2001.
- [49] TIA/EIA-95-B, “Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Systems”, 1998. 7.
- [50] 조재만, 신송아, 유선영, 임재홍, “WAP 서비스를 이용한 ETC 인증 및 과금 결제 시스템 설계”, 정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집, 제10권, 제1호, pp.767~770, 2003. 5.
- [51] 오정원, PIC 마이컴용 C언어 CCS-C실전가이드/Compile Technology, 컴파일테크놀러지, 2002. 6.

[52] 신철호, PIC 마이컴 길라잡이, 컴파일테크놀러지, 1996. 3.

[53] “PIC 기본구조와 특성”,

<http://www.ktechno.co.kr/pictech/picframe.html>

[54] Dallas semiconductor Maxim 홈페이지, <http://www.maxim-ic.com>