

ITS 표준화 동향

The Status of ITS Standardization

배창호(C.H. Bae)

기술기준연구팀 연구원

국가적인 지능형 교통시스템(Intelligent Transport System: ITS) 체계에 있어서 단거리전용통신(Dedicated Short Range Communication: DSRC)은 중요한 부분이다. DSRC의 응용분야는 여러분야에 걸쳐 있으며 본 고에서는 자동통행요금징수(Electronic Toll Collection: ETC)의 표준화 동향에 대하여 기술하고자 한다. 그러나 많은 상반되는 자동통행요금징수의 개발로 인하여 에어 인터페이스의 표준화가 어려움에 있다. 본 고에서는 미국 교통부의 지원하에 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)와 ASTM(American Society of Testing and Materials)에 의해 개발되어진 ETC 시스템의 에어 인터페이스 표준들의 현황에 대하여 기술하고 국내의 ETC 시스템의 에어 인터페이스 표준화 동향에 대하여도 기술하고자 한다.

I. 서론

ITS는 정보와 통신, 제어 등의 첨단기술을 기존의 도로교통체계에 도입함으로써, 교통혼잡의 완화, 안전운행, 환경보호 등의 효과를 제고하고자 하는 시스템이다. 이는 기본적으로 도로건설 등 기존의 도로교통 기반구조의 확충에는 한계가 있으므로, 첨단기술을 접목하여 도로교통환경을 개선하는 것이 비용 대 효과의 측면에서 더 효율적이라는 생각에서 출발한다. DSRC는 ITS의 서비스를 제공하기 위한 통신시스템 또는 통신망의 개념이며, ETC는 이를 통하여 제공될 수 있는 서비스 중의 한 가지이다[1]. 먼저 미국의 ETC 관련 표준화 동향을 기술하고자 한다[2]. 그 다음 우리나라의 표준화 동향에 대하여 기술하고자 한다[3].

1991년 미국 의회는 ITS의 개발을 위한 기금을 포함하는 법령을 제정하였다. 이 시스템은 교통흐름 제어, 운전자 안전보장, 그리고 첨단화물운송시스템(Commercial Vehicle Operation: CVO)과 같은 서비스를 제공하기 위해 진보된 센서, 항법장치, 정보

시스템 기술을 이용하여 운전자들이 국가의 도로를 보다 안전하고 효율적으로 이용할 수 있도록 하고자 한다. 아직 많은 기술들이 성능시험중이지만 몇 가지 기술들은 이미 많이 개발되었다. 이러한 기술 가운데 하나가 DSRC 시스템이다. 이 기술은 고정된 노변장치(Road Side Unit: RSU)와 차량탑재장치(On Board Unit: OBU) 사이에서 무선통신을 통한 양방향 통신을 하거나 또는 단방향(읽기 전용) 통신을 하며 고속으로 주행하는 자동차에 대하여 지정된 범위에서 높은 데이터 전송률을 제공한다. 일반적으로 지정범위는 100m 내외이다. 북미의 많은 DSRC 개발은 ETC와 차량추적의 응용에 한정되어 있었다. 그러나 이 기술에 대한 잠재적인 응용분야는 무한하다. 이러한 응용분야의 급속한 발전을 방해하고 있는 것은 표준화의 부재이다. 지금까지는 표준이 만들어질 때까지 시장은 지역적, 산업의 특정 표준에 의존하며 느리게 성장하였다. 이러한 현상을 개선하기 위해 미국 전체의 사용을 위한 개방되고 일치된 기본적인 표준의 개발이 필요하다. 본 고에서는 가까운 미래에 표준을 개발하고 합의를 도출하기 위해

수행중인 작업을 기술한다.

현재 우리나라에서도 추진하고 있는 서비스분야 역시 ETC 시스템이며, 이 서비스는 통신영역이 100 m 이하로서 도로변에 위치한 RSU와 OBU와의 통신으로 제공 가능하다. 현재 우리나라에서는 한국도로공사가 ETC 서비스를 도입하여 지난 1999년 4월에 수동방식의 ETC 사업자를 선정하였다. 본 고에서는 한국도로공사 ETC(도로공사에서는 NTCS(Non-stop Toll Collection)이라 함) 서비스 사업자의 수동 방식 ETC의 기술적인 사항을 기술할 것이다.

II. 미국의 표준화 동향

1. 배경

DSRC 응용 가운데 가장 많이 개발되어진 것은 ETC와 자동차량 등록(Automatic Equipment Identification: AEI)이다. ETC는 통행요금 징수를 단순화하기 위한 DSRC의 응용이며 단거리전용통신의 링크는 요금징수 장치에게 요금정보를 제공하기 위하여 사용된다. 현재 미국에는 몇 개의 제조업체에 의하여 만들어진 다수의 송수신기를 가지고 개발된 100만 개 이상의 ETC가 있다. 각각의 제조업체는 특정한 상품에 기초를 두고 사실상의 지역적인 ETC 표준을 정의하면서 국가의 일부 지역을 차지하고 있다. 지역간의 상호운용성을 보장하기 위하여 몇몇 제조업체들은 그들 자체의 데이터링크 프로토콜 외에도 지원하는 다중모드장치를 생산하고 있다. 그러나 여러 가지 이유로 인하여 이러한 접근이 국가적인 상호운용성을 보장할 수 있을지는 의문이다. 노변에 등록번호를 전송하기 위하여 DSRC 링크를 이용하는 AEI는 자산 추적과 관리의 자동화로 인하여 화물운송능력을 증가시킨다. 이러한 능력은 화물운송업계에는 매우 중요하므로 이미 자동차와 철도운수업체는 350만 개의 송수신기를 구입하여 트럭터, 트레일러, 그리고 컨테이너 등에 설치하였다. 이들 송수신기는 미국 트럭협회, 미국 철도협회, 국제표준화기구(International Standards Organization: ISO), 미국규격협회(American National Standards

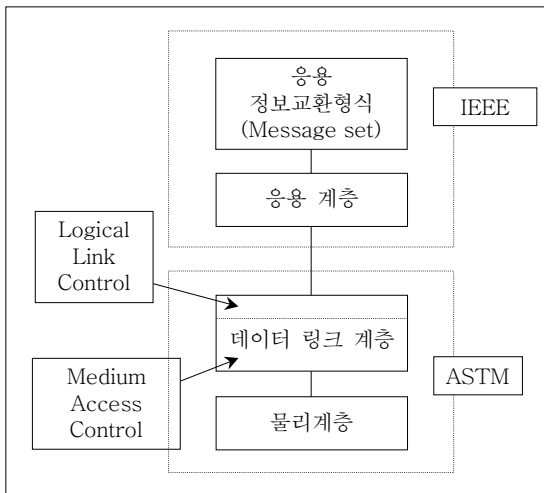
Institute: ANSD)에 의해 규정된 자동차량 등록의 표준을 따른다. 현재 정보기술표준 국가위원회(National Committee for Information Technology Standards: NCITS)의 비접촉 정보시스템 인터페이스 기술위원회(T6)는 각각의 품목에 붙일 수 있는 송수신기에 대한 표준을 개발하고 있다. 이러한 표준은 2.45GHz의 공업, 과학, 의료용(Industrial, Scientific and Medical: ISM) 대역에서 동작하는 링크를 정의하고 Frequency-Hopping과 Direct Sequence Spread Spectrum의 두 가지 방식을 가진다. 비록 ETC와 AEI가 광범위하게 개발되었지만 DSRC에 기초를 둔 다른 많은 응용이 있다. 미국 교통부(US Department of Transportation: US DOT)의 연방 도로국(Federal Highway Administration: FHWA)은 수많은 다른 잠재적인 DSRC 응용을 포함하는 국가적인 ITS 시스템의 구조를 개발하고 있다. 다른 잠재적인 DSRC의 응용분야는 다음과 같다.

- 주차관리
- 교통흐름 감시
- 교차로 충돌경고/방지
- 차량내부에 교통신호정보 제공
- 자동화된 도로망
- 응급차량신호우선권 부여
- 통과차량신호우선권
- 계중차선으로 중차량 자동유도
- 화물차 국경선 통과

이러한 예들 중 일부는 독립형 송수신기에 의하여 지원되지만, 다른 것들은 차량내부 전자데이터 버스, 내장 컴퓨터와 연결, 스마트카드에 대한 인터페이스의 집적화를 필요로 한다. 응용분야에 따라 특정한 송수신기 구성이 필요하다. ITS와 DSRC의 결합은 보다 광범위한 운전자 안전성, 운전효율, 그리고 운전자 편리함을 제공할 것이다.

2. DSRC 표준화 동향

북미표준개발을 촉진하기 위하여 FHWA는 국가표준개발기구(National Standards Developing Or-



(그림 1) 국가표준개발기구의 표준화 노력

ganizations: SDOs)에 행정적, 기술적 지원을 하기 위한 기금을 제공하고 있다. SDOs는 DSRC 에어 인터페이스 표준화 노력에 참여하고 있는 미국재료시험협회(American Society of Testing and Materials: ASTM)와 IEEE를 포함한다. (그림 1)에 SDO의 표준화에 대한 노력이 나타나 있다.

ASTM은 차량도로시스템(Vehicle-Pavement Systems)의 E17 위원회에서 지난 몇 년 동안 DSRC 에어 인터페이스 표준을 개발하려고 시도해왔다. FHWA의 기금은 기술프로그램 관리자와 다른 기술적 지원을 제공함으로써 E17.51 분과위원회를 지원하고 있으며 물리계층 및 데이터링크계층의 문서작성 그룹을 만들어 각 계층에 대한 기술초안이 나오도록 지원하고 있다. <표 1>에서는 현재 ASTM의 표준초안의 주요 특징에 대한 요약인 버전 7과 과거의 표준초안 버전 6을 비교하고 있다. <표 1>에는 후방산란(backscatter) 방식의 DSRC 장비를 제조하는 업체들의 욕구를 조정하기 위하여 표준 개발에 있어서 근본적인 변화가 반영되어 있다. 그리고 후방산란 방식의 변수는 유럽표준화위원회(European Committee for Standardization: CEN)의 TC278 WG9에 의해 준비된 표준초안의 영향을 받았으며 일본의 표준초안은 ASTM 버전 6의 표준초안의 영향을 받았다.

(그림 1)에는 데이터링크계층 표준이 2개의 부계

층으로 나누어져 있는데 MAC(Medium Access Control)와 LLC(Logical Link Control)이다. 이러한 방식은 유럽의 예비표준초안에 정의되어 있고 북미와 일본의 표준화 노력에 의해 채택되고 있다. 게다가 북미와 일본의 데이터 링크 계층 문서작성그룹은 CEN의 데이터 링크 계층 표준 개발에 근거를 두고 있다. ASTM 버전 6과는 달리 버전 7은 데이터 링크 계층 이상의 어떤 계층에 대한 표준을 포함하고 있지 않다. 따라서 FHWA는 IEEE가 정보교환형식과 계층 3에서 7까지의 표준을 개발하도록 하고 있으며 기술적, 행정적 지원을 제공하고 있다. 정보교환형식의 표준화 노력은 초기에는 전자 통행료와 교통관리(Electronic Toll and Traffic Management: ETTM)와 첨단화물운송에 집중되었다. 이러한 두 가지 응용에 필요한 사용자 장비는 미국의 지능형 교통망 연합회(Intelligent Transportation Society of America: ITSA)에 의하여 개발되고 있다. 또한 FHWA는 ETC의 미래의 동작개념을 위한 연구를 하고 있다. 특정한 정보교환 형식의 표준 목록은 아래와 같다.

- 전자통행료와 교통관리
 - 통행요금 시스템 진입로(Toll system entry)
 - 차량 분류(Vehicle classification)
 - 변동요금부과(Variable pricing)
 - 차량 탐침(Traffic probes)
- 첨단화물운송
 - 전자적 통관 확인(Electronic clearance identification)
 - 전자적 통관 결과(Electronic clearance event)
 - 운송 확인 번호(Trip identification number)
 - 경계 통과 결과(Border clearance event)
 - 전자적 정체 통지(Electronic lock notification)

다른 사용자 집단이 표준화 활동과 필요품의 개발에 참여하기 시작하면서 다른 DSRC 응용을 위한 정보교환형식의 개발이 가능하게 될 것이다. 다른 사용자 집단은 교통관리, 여행자 정보, 공공운송에 참여하리라 기대된다. 단일 응용계층 표준으로 요약

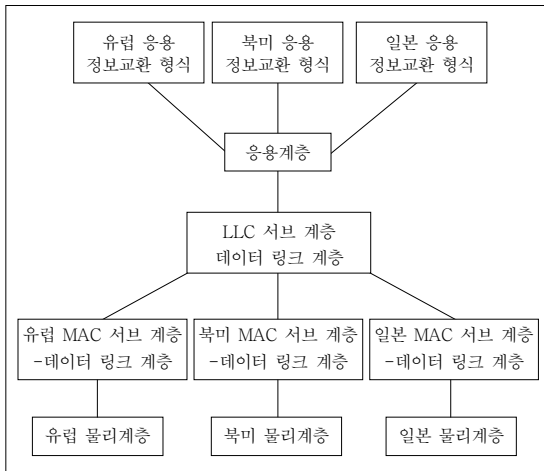
<표 1> 미국재료시험협회와 국제 표준초안의 비교

변수	버전 6	버전 7	유럽	일본
기술 형태	• 능동방식	• 능동방식전용, • 수동방식(후방산란) 전용, • 능동방식과 수동방식(후방산란)	• 수동방식 • 계층1은 능동방식을 지원하도록 함.	• 능동방식
주파수 대역	• 902~928MHz ISM 대역 내에서 허가 받은 후 동작	• 909.75~921.75MHz • 미래의 계층1 표준은 5.850~5.925GHz대역을 이용	• 5.795~5.805GHz 또는 850nm의 적외선	• 5.8GHz ISM 대역 내에 4개의 10MHz 채널, 각각 2개의 상향/하향링크 가짐.
하향 변조	• Unipolar AM	• Two level AM	• Two level AM	• ASK
하향 데이터 코딩	• 맨체스터	• 맨체스터, NRZI는 선택사항	• FM0, NRZI는 선택 사항	• 맨체스터
상향 변조	• Unipolar AM	• 능동방식: Two level AM • 수동방식: 반송파와 변조된 부 반송파를 곱함. • 부반송파변조: M=2인 MPSK 이용	• 반송파와 변조된 부 반송파를 곱함. • 부반송파변조는 M=2인 MPSK 이용	• ASK
상향 데이터 코딩	• 맨체스터	• 능동방식: 맨체스터 • 수동방식: NRZI	• NRZI	• 맨체스터
하향 데이터 전송률	• 500kbps	• 설정: 500kbps • 선택: 31.25, 62.5, 125, 250, 1,000kbps	• 설정: 500kbps • 선택: 31.25, 62.5, 125, 250, 1,000 kbps	• 1Mbps
상향 데이터 전송률	• 500kbps	• 설정: 500kbps • 선택: 31.25, 62.5, 125, 250, 750kbps	• 설정: 250kbps • 선택: 31.25, 62.5, 125, 500, 750kbps	• 1Mbps
다중 접속	• Half-duplex TDMA	• Half-duplex TDMA	• Half-duplex TDMA	• Half-duplex TDM A. Reader는 동시에 2개의 half duplex 링크를 동작시킬 수 있음.
접속방법	• Slotted Aloha	• Slotted Aloha	• Slotted Aloha	• Slotted Aloha
프로토콜 개략	• 특정 개방 로드와 구성에 기초한 레인을 가진 고정 프레임 포맷	• 두 가지 모드: 가변 프레임 포맷과 고정 프레임 포맷	• 가변 프레임 포맷	• 고정 프레임 포맷

되어진 계층 3에서 7까지의 표준은 하나의 송수신기에 의하여 다양한 DSRC 응용이 지원되도록 하기 위해 일련의 송수신기의 능력을 조정하려 할 것이다. 따라서 제조업체는 개인차량의 통행료 지불, 교통정보 입수, 그리고 교통 탐침을 할 수 있는 값싸고 단순한 송수신기를 개발하거나 계층차선으로 중차량 자동유도, 화물관리 등을 할 수 있는 보다 정교한 송수신기의 개발이 가능해졌다. IEEE의 응용 계층 표준 초안은 CEN TC278 WG9의 응용계층 사전 표준 초안에 기초를 두고 있지만 송수신기의 메모리(mail box) 응용을 보정하기 위하여 수정되었다. 이 응용

은 CEN의 사전 표준에서처럼 메시지를 처리하기 위하여 정교한 송수신기를 필요로 하지 않고 기억 내용이 노변의 자원 관리장치에 의하여 제어되는 보다 단순한 송수신기의 개발을 허용할 것이다. 이 관리장치는 송수신기 메모리의 전체 내용을 읽어서 관심 있는 특정 응용을 지원하기 위한 필요한 정보를 확인하기 위하여 메모리의 내용을 해석할 것이며 필요한 정보는 새롭게 수정하고 필요 없는 정보는 제거할 것이다. 그때 자원관리장치는 개정된 정보를 송수신기의 메모리에 기록할 것이다.

DSRC 표준의 국제적인 상호교류를 통하여 제조



(그림 2) 국제적인 DSRC 표준

업체는 세계 모든 지역에서 사용될 수 있는 하드웨어와 소프트웨어를 개발할 수 있을 것이다. (그림 2)는 표준화 노력간의 관계를 나타내고 있다. 그러나 국제적인 DSRC 에어 인터페이스 표준이 있다 하더라도 북미에서의 빠른 배치나 상호운용성이 보장되는 않으며 적어도 논의되어야 할 세 가지 문제가 있다. 첫 번째가 에어 인터페이스 표준이 사용자 필요요건을 만족하는지, 제조업체들이 표준에 기초한 상호운용성이 있는 DSRC 장비를 제조할 수 있는지, 그리고 실제 제조장비가 표준을 따르는지를 확인하는 것이다. 두 번째는 어떻게 현재의 ETC 장비를 새로운 표준에 기초한 DSRC 시스템으로 변화시킬 수 있느냐 하는 것이다. 비록 새로운 표준이 기존의 DSRC 개발을 쓸모없게 하지 않으리라는 고려는 변화에 대한 어느 정도 안도감을 제공하지만 만일 명확한 변화 방법이 개발되지 않는다면 많은 통행료 징수 당국은 새로운 표준으로의 성급한 변화를 꺼릴 것이다.

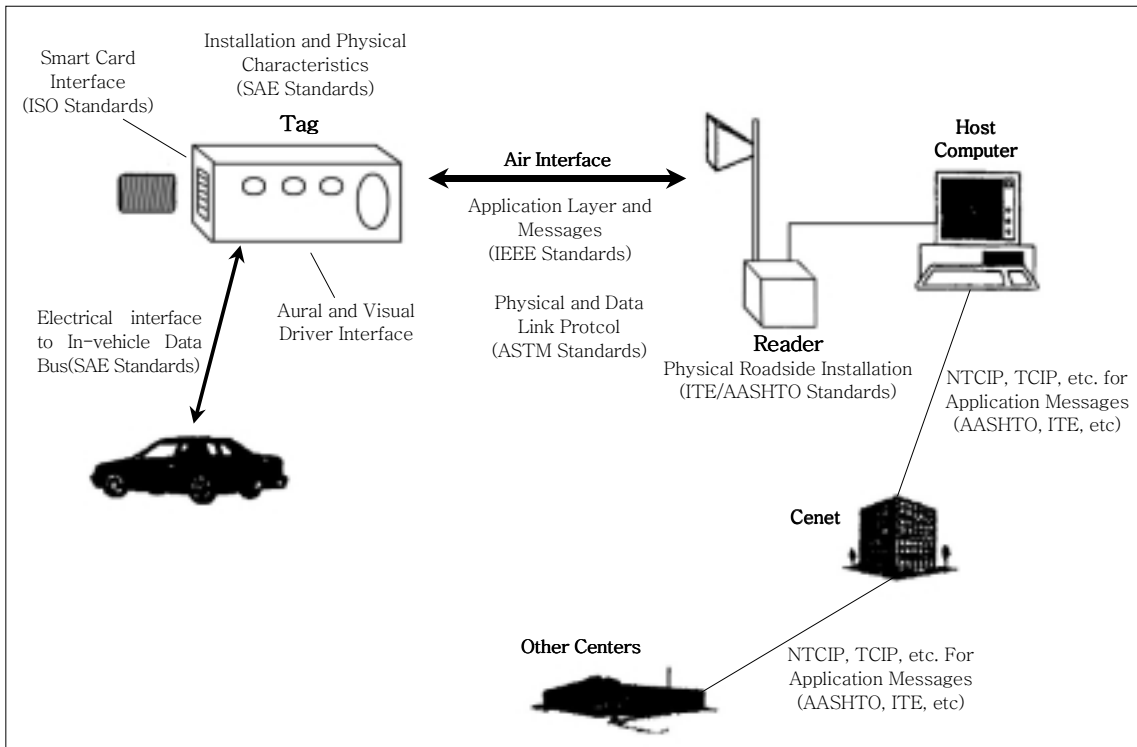
세 번째는 (그림 3)에 나타나 있는 것처럼 에어 인터페이스 표준 이상을 고려해야 할 필요가 있을 것이다. 차량 내에서 송수신기는 데이터 버스를 통하여 다른 시스템에 연결될 것이다. 또한 스마트카드 인터페이스는 요금지불이나 운전자 신원확인과 같은 다양한 응용에 사용되어 질 것이다. 노변상에서는 판독기와 주 컴퓨터간, 주 컴퓨터와 다른 정보

시스템간의 연결이 있을 것이다. 특히 이들 시스템은 표준 전기 인터페이스를 사용하여 연결될 것이며 메시지나 다른 관련정보는 정의되어야 한다. 이러한 개념들의 개발은 기술적, 제도적 해법 모두를 필요로 할 것 같다. 비록 극복해야 할 많은 장애가 있지만 ITS를 지원하기 위한 US DOT의 관심을 통하여 관련된 기술의 빠른 발전은 ITS 응용에 기초를 둔 DSRC가 기존의 ETC와 AEI로부터 지속적으로 진보할 것이라 예상된다. 게다가 일단 에어 인터페이스에 대한 표준이 완성된다면 새로운 응용과 특성들은 DSRC의 장점을 증가시키고 송수신기와 판독기에 대한 시장을 확장시키면서 발전될 것이다. 미래에 개발되어질 모든 응용을 예상할 수는 없지만 결국 DSRC의 성장은 송수신기가 자동차의 제조공정 상에서 설치되고 집적화가 되도록 할 것이다.

III. 국내의 표준화 동향

1. 배경

ETC 시스템은 차량과 노변장치(beacon)간에 무선통신을 이용하여 무정차 주행 중에 요금을 징수하는 시스템이다. 이러한 시스템의 효과는 교통혼잡을 완화시키고, 요금지불 시 사용자에겐 편리함을 제공하며, 그리고 Toll Collection에 소요되는 시간과 비용을 절감할 수 있다. 현재 개발되고 있는 ETC 시스템에는 2가지 방식이 있는데 OBU가 반송과 주파수대 발진기를 갖고 전파를 발사하는 방식의 능동방식과 OBU가 반송과 주파수대 발진기를 갖지 않고 변조용의 부반송파로서 변조한 데이터에 RSU로부터 수신된 반송파를 곱하여 증폭함으로써 변환이득(conversion gain)을 얻어 재발사하는 방식(후방산란)의 수동방식이 있다. ETC 시스템의 해외 동향은 미주와 유럽에서 사용되고 교량과 터널 등에 설치되는 후불제(Type I, II Tag) 시스템과 싱가포르, 이탈리아, 노르웨이에서 사용되는 선불제(Type III)가 있고 현재 ISO에서 표준화가 진행중이며(1996~), 능동방식은 미국과 일본에서 추진하고 있고, 수동방



(그림 3) DSRC 시스템 전망

<표 2> NTCS 국산개발 경과

장치명	개발내용	장치명	개발내용
OBU	• 5.8GHz 고속수동 방식, ASIC	위반촬영	• 기존 운영설비 적용
스마트 카드	• NTCS용 SCOS • 암호화 알고리즘 (DES)	차종분류장치	• 접촉식(기존 TC S 설비 적용) • 비접촉식 (Option)
안테나	• Micro Strip Patch Array • 1Mbps, Manchester Coding	영업소 컴퓨터	• TCS/NTCS 통합운영 체계구현 • 유관교통 관련 서버 연동체계
차선 제어기	• 차선설비 총괄 제어 • Hybrid 운영체계 (TCS/NTCS)	스마트카드 충전, 확인기	• 고정형, 휴대형

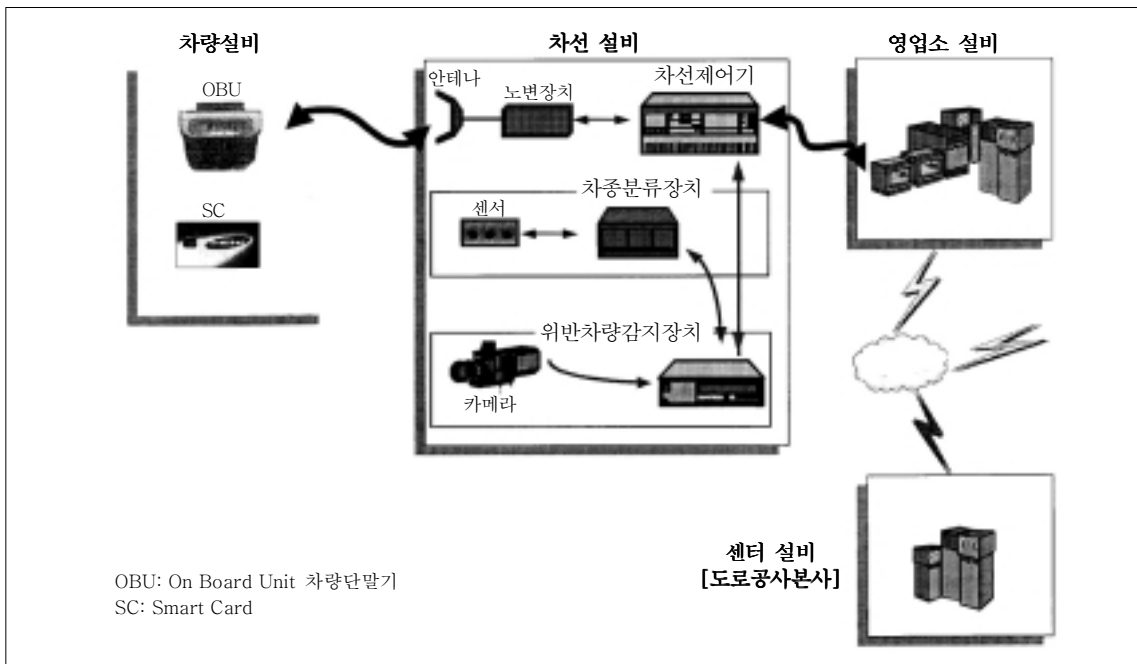
식은 EU에서 추진하고 있다. ETC 시스템을 개발하기 위한 국내추진 동향은 교통정보용 능동방식 개발은 ETRI에서 개발중이고 수동방식 ETC(이후 Non-stop Toll Collection System: NTCS라 함) 개발은 국내 기업체에서 개발하고 있으며 이 방식도 후방산란 방식을 이용하고 있다. 국가 ITS Architecture 구

축은 국토연구원과 한국전산원에서 수행하고 있다. 본 고에서는 도로공사에서 서비스를 실시할 예정인 NTCS 시스템을 위주로 기술할 것이며 아직 서비스가 실시되고 있지 않은 능동방식 ETC 시스템과 비교할 것이다. <표 2>에는 NTCS 방식에서 개발되고 있는 장치들에 대한 사양이 나타나 있다.

2. DSRC 표준화 동향

가. 시스템 개요

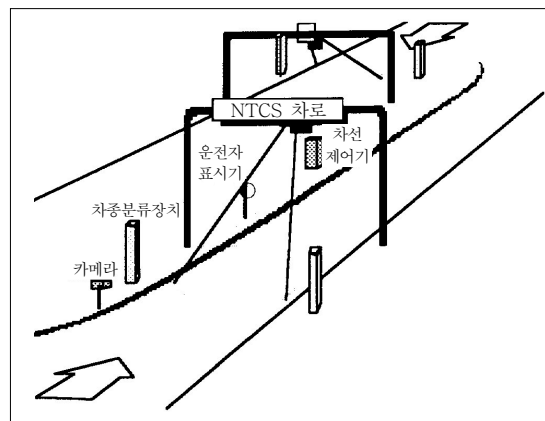
요금정보와 개인의 정보가 기록된 스마트카드는 OBU에 설치되고 이러한 OBU가 설치된 차량들이 Toll Gate에 진입할 때 차선설비인 RSU와 무선통신을 통하여 통행료를 지불하게 된다. 각기 다른 차종은 센서에 의하여 차종분류장치를 통하여 분류되고 위반차량은 카메라를 이용하여 번호판을 인식하도록 하였다. 요금부과와 위반차량탐지의 모든 정보는 영업소설비를 통하여 최종적으로는 도로공사 본



(그림 4) NTCS 시스템 개요도

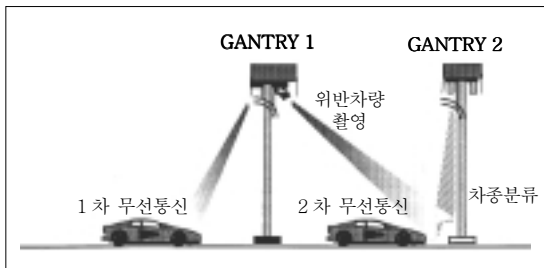
사에 있는 센터설비로 취합되어 처리되어진다. 이러한 NTCS 시스템 개요도에 대한 설명은 (그림 4)에 나타나 있다.

구성요소별 특징 중 차량설비는 스마트카드와 OBU로 이루어지며, 스마트카드는 ISO7816 호환의 Combi Card이고 종류는 선불, 후불, 사용자 지정카드로 구별되고 데이터 처리속도는 9.6 ~ 115kbps이다. OBU의 경우 사용주파수는 5.8GHz이고, 데이터 처리속도는 최대 1Mbps이고 종류는 Passive/Semi Active Model이 있으며, 디스플레이 장치는 문자용 LCD, Status용 LED, Buzzer로 되어 있고, 전원공급은 내부 또는 외부에서 할 수 있으며, 정보 보호를 위하여 암호화와 Data Logging을 수행한다. RSU는 Beacon과 RF 안테나로 이루어지며, 사용주파수는 5.797/5.802GHz[Bandwidth_{tot}: 30MHz]이고, 데이터 처리속도는 하향은 1Mbps(ASK 변조), 상향은 1Mbps + 10MHz(DPSK + ASK 복조)이다. 그리고 Micro Strip Patch Array Antenna를 사용하여 제작되었다. 차선제어기는 32bit 산업용 컴퓨터로 이루어져 있고 차선 Sub-System을 총괄제어하



(그림 5) RSU 설치 모형도

고 RF 통신, 차종분류, 위반촬영 등의 역할을 수행한다. 이러한 RSU의 설치 모형도는 (그림 5)에 나타나 있다. 운전자 표시기는 Driver Feedback Sign을 통해 요금, 교통정보를 운전자에게 표시하여 준다. 차종분류장치는 Multi Pulse IR Sensor와 Digital Treadle을 이용하여 축수, 운폭, 운거를 감지하는 접촉식[기준운영설비]와 Laser Scanner[3D Profile 감지]를 이용하는 비접촉식이 있다. 위반차량



(그림 6) 운영과정 개요도

촬영장치[기존 운영설비]는 >160kmph로 통과하는 차량 번호판을 촬영하여 인식한다. 기타 운영설비로는 차단기, 차종분류 표시 등이 있다. 영업소/센터 설비는 요금 징수 결과 DB, 통계, 보고, 인증업무와 유관기관 교통정보 Interface를 수행하는 영업소/본사 서버가 있고 카드충전/확인기[영업소]는 Desk Top/Portable와 스마트카드로 단독 운영되는 장비가 있다. 기타 수동 발행하거나 RF 통신과 연동하여 자동 발행하는 OBU 발행기와 스마트카드 발행기가 있다.

나. 운영과정

차량이 Gantry 1로 진입하면 차량의 OBU와 RSU가 통신을 하여 OBU의 등록정보를 확인하고

Gantry 2로 진입하면 차종분류 및 과금 등의 작업을 수행한다. 만일 위반차량이 있으면 번호판을 촬영하여 추후에 과금할 수 있도록 한다(그림 6).

운영과정의 처리 순서는 다음의 <표 3>에 나타나 있다.

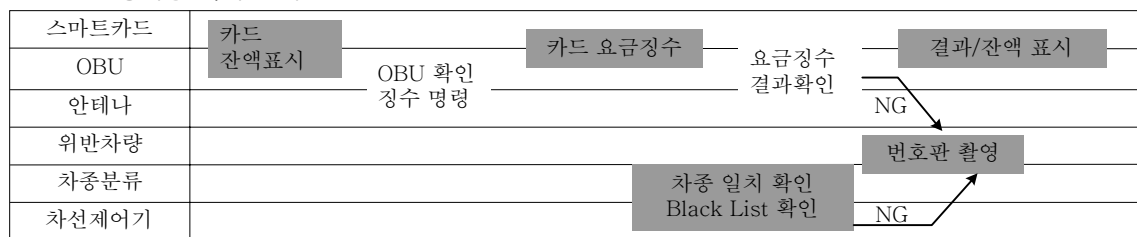
다. 수동방식 사양

요금징수 시 ISO 7816, COS, Secure Access의 구조를 가지는 스마트카드 Interface를 이용하며 차선영업소는 물리계층과 Normal/Retry 구조를 가지며 TCS, NTCS 연동체계[Hybrid 운영]로 운영되고 무선통신은 요금징수, 교통정보 수집/제공을 위하여 물리/데이터링크/응용계층[DSRC]를 사용한다. 분류체계와 접속구조를 위하여 차종분류장치를 사용하며 기타 위반차량촬영장치, 차단기, 표시기가 있다. 물리계층의 하향링크 [Beacon -> OBU]와 상향링크 [OBU -> Beacon]의 사양은 <표 4, 5>와 같다.

라. 방식별 구성 및 대역폭 특성

(그림 7)에서처럼 수동방식은 차량탑재장치가 반송파 주파수대 발진기를 갖지 않는 방식이다. (그림 7)에서 수동방식인 후방산란 방식은 변조용의 부분

<표 3> 운영과정 처리 순서도



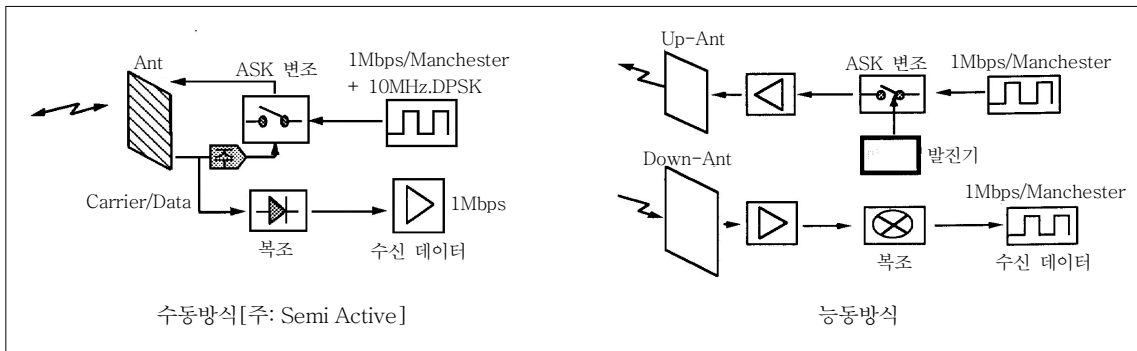
<표 4> 하향링크의 물리계층 사양

	고속수동방식(NTCS)	능동방식[4]	수동방식
반송파	5.797, 5.802GHz	5.795, 5.805GHz	5.797, 5.802GHz
EIRP	< +33dBm	< +16dBm	< +33dBm
안테나	Micro Strip Patch Array		
속도/코딩	1Mbps, Manchester	1Mbps, Manchester	500kbps, FMO
변조방식	1Mbps + f _c .ASK	1Mbps + f _c .ASK	500kbps + f _c .ASK
Alarm	전원, 반송파 발진		

<표 5> 상향링크의 물리계층 사양

	고속수동방식(NTCS)	능동방식[4]	수동방식
반송파	5.7975, 5.8025GHz Back Scattering	5.825, 5.845GHz Local Oscillator 내장	5.7975, 5.8025GHz Back Scattering
EIRP Beacon 감도	> -24dBm > -90dBm [L_p .6M=63dB]	> +12dBm > -61dBm	> -24dBm > -90dBm
안테나 편파특성	Micro Strip Patch Array Left hand Circular		
속도/코딩	1Mbps, Manchester	1Mbps, Manchester	250kbps, NRZI
변조방식	1Mbps + 10MHz.DPSK + f_c .ASK	1Mbps + f_c .ASK	250kbps + 2MHz.BPSK + f_c .ASK
비트에러	10^{-6} 이하	10^{-6} 이하	10^{-6} 이하

* L_p : Loss of Power(공간전력손실)
 DPSK: Differential Phase Shift Keying(차동위상편이변조)
 BPSK: Binary Phase Shift Keying(이진위상편이변조)



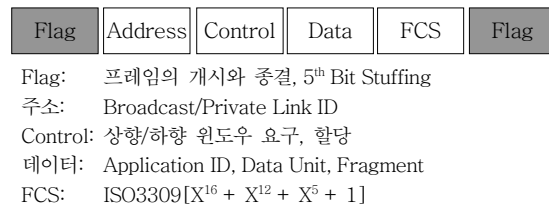
(그림 7) 방식별 구성도

송파로서 변조한 데이터에 노변장치로부터 수신된 반송파를 곱하여 증폭함으로써 변환이득(conversion gain)을 얻어 재발사하는 방식이다. 이 방식은 상향링크로 전송되는 신호가 하향링크로 전송되는 반송파보다 높은 주파수와 낮은 주파수로 부반송파만큼 변이되어 나타나므로 후방산란 방식이라 부른다. 능동방식은 차량탑재장치가 반송파 주파수대 발진기를 갖고 전파를 발사하는 방식이다. 즉 반송파 주파수가 5.8GHz라고 할 때, 차량탑재장치에 5.8GHz대의 발진기를 가지고 송출을 위한 반송파를 만들어내는 시스템을 말한다. 수동방식은 RSU의 수신 전력이 낮고 주파수 재사용거리가 길어 RSU의 간격이 넓어야 하고 수신레벨이 낮아 회로가 복잡해지는 단점이 있으나 OBU의 가격이 저렴하다는 장점이 있다[5]. (그림 8)에서는 각 방식에 대한 주파수 대역폭 특성이 나타나 있다.

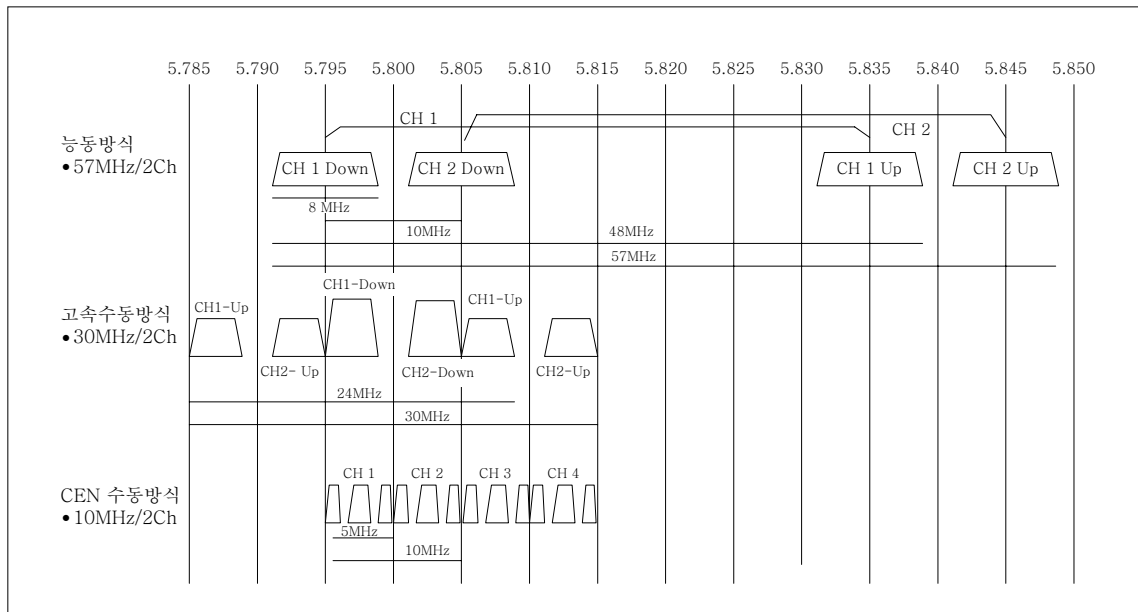
마. 데이터링크 계층(매체접근 부제어 계층)

설계 시 고려해야 할 사항은 최대 160km/h로 주행할 때도 신뢰성이 보장되어야 하며, Cyber money 이므로 보안성이 가장 요구된다.

프레임 구조는 다음과 같으며 각 부분에 대한 설명은 아래에 나와 있다.



링크설정방식은 반 이중 통신을 하며 불평형 정규모드[비컨이 Primary]로 되어 있다[6].



(그림 8) 주파수 대역폭 특성

IV. 결론

현재 ITS의 개발과 운용을 위하여 전세계적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 우리나라도 ITS의 개발을 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 본 고에서는 ETC 시스템의 국내의 표준화 동향에 대하여 기술하였다. 유럽을 제외한 대부분의 국가에서는 서비스 확장 가능한 시스템인 능동방식 ETC 시스템을 개발하려 하고 있다. 이는 향후 ETC 시스템을 다양한 ITS 서비스로 확장을 위한 고려일 것이다. 비록 우리나라도 수동방식 ETC 시스템의 서비스를 시작할 것이지만 다양한 ITS 서비스를 제공하기 위해서는 국제 표준화 추세에 맞는 발전가능성이 높은 능동방식 규격으로의 표준화가 필요할 것이다. 앞으로 ITS 서비스는 교통상황 감시기능에서 교통정보(traffic information)를 현재 차량을 운행하고 있는 운전자에게 전달해주고 그리고 운행경로, 소요시간, 경유지 등에 대한 여행정보(travel information)를 아직 출발하지 않은 운전후보자에게 전달함으로써 차량의 소통이 가장 잘 되는 도로로 진입을 유도하

고 궁극적으로는 도로망의 이용효율을 극대화시키는 방향으로 발전해 나갈 것이다. 이러한 많은 분야로 ITS를 이용하기 위하여는 국제 표준화와 연계하여 ITS의 방식에 대한 국내 표준화가 이루어져야 하며 본 고에서 기술한 표준화활동이 개발과정에서 수용되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 이성경, “교통의 전자화에 도전하는 ITS의 기술발전 전망,” 한국전자통신연구원, 1995.
- [2] Ray Yuan, “North American Dedicated Short Range Communications(DSRC) Standards,” *IEEE*, 1998, pp. 537-542.
- [3] 허완철, “고속수동방식 DSRC 개발 및 NTCS 구현,” 삼성 SDS, 1999.
- [4] DSRC Guide Ver. 0.65 ISO TC 204 WG 15 Japan.
- [5] 윤철식, “능동방식의 단거리전용통신(DSRC) 기술현황,” 한국전자통신연구원, 1998.
- [6] Ronold W.P. King, Sheila Prasad, *Fundamental Electromagnetic Theory and Applications*, Prentice-Hall, 1986.