

## 다매체 무선통신 차량 단말 개발 및 성능평가

### A Multi Medium Wireless Communication Vehicle Terminal Development and a Performance Test

김 상 현\*      조 용 성\*\*      김 경 환\*\*\*      배 명 환\*\*\*\*      이 경 임\*\*\*\*\*  
(Sang-Heon Kim)      (Yung-Sung Cho)      (Kyoung-Hwan Kim)      (Myoung-Hwan Bae)      (Kyeong-lm Lee)

#### 요 약

ITS 기반기술 분야인 통신기술이 DSRC, CDMA, 무선랜(Wireless LAN) 등으로 다양화됨에 따라 ITS 서비스의 종류 및 기능도 점차 확대될 것으로 예상되고 있다. 이에 다양한 ITS 서비스를 제공받기 위해 ITS 서비스 제공에 사용되고 있는 여러 통신기술이 하나의 통합단말기에서 운영될 수 있도록 지원할 수 있는 표준플랫폼에 대한 연구 및 개발이 진행되고 있고 최근 표준플랫폼 OBU(On Board Unit)이 최근 제작과 시험도 하였다.

하지만 개발된 표준플랫폼 OBU(On Board Unit)의 표준적합성에 대한 확인이 반드시 필요하며 이에 실제 ITS 시스템에서 효율적으로 동작되는 것을 보증하고 표준기술의 활용성을 높이기 위해서는 표준기술을 구현하여 충분한 기능 및 운영테스트를 거칠 필요가 있다.

이에 본 논문에서는 개발된 표준플랫폼 OBU(On Board Unit)의 표준적용을 위해 시험도로를 구성하고 테스트하였다.

#### Abstract

As communication technology, an enabling technology for ITS, becomes diversified with DSRC, CDMA, Wireless LAN, it is expected that type and function of ITS services will become gradually expanded. As a result, research and development of a standard platform that can provide support so that numerous communication technologies that are being used in various ITS services to receive various ITS services can be operated in one integrated terminal are being carried out. On Board Unit (OBU) for a recent standard platform was also built and tested recently.

However, verification for standard suitability of the standard platform OBU that was developed must be carried out. Standard technology must be realized and sufficient functional and operational testing must be carried out in order to guarantee efficient operation in an actual ITS system and increase utilization of standard technology.

Therefore, In this paper we had constructed test road and we had tested a standard platform OBU for a standard application.

**Key words** : DSRC, ETCS, CALM, standard platform, performance test

† 본 연구는 「2007 교통체계효율화사업」, 「ITS 통합서비스 기반조성을 위한 표준 플랫폼 개발」의 일환으로 수행하였습니다.

\* 주저자 및 교신저자 : 한국지능형교통체계협회 검·인증부 과장

\*\* 공저자 : 한국지능형교통체계협회 기술연구센터 부센터장

\*\*\* 공저자 : 한국지능형교통체계협회 검·인증부 팀장

\*\*\*\* 공저자 : 한국지능형교통체계협회 검·인증부 부장

\*\*\*\*\* 공저자 : 한국지능형교통체계협회 검·인증부 대리

† 논문접수일 : 2011년 1월 31일

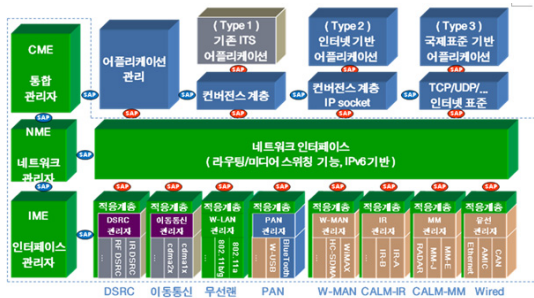
† 논문심사일 : 2011년 7월 25일

† 게재확정일 : 2011년 7월 26일

## I. 서론

최근 다양한 무선통신 매체를 이용한 ITS 서비스가 연구되고 있지만 연구 개발되는 ITS는 무선 통신 매체에 한정되는 한계가 있다. 이러한 무선 통신 매체의 특성을 보완하기 위해서 다양한 무선 매체를 하나의 단말기에 수용하는 방안 및 수용된 무선 매체를 이용하는 방안에 대해서 연구 되고 있다[1].

표준 플랫폼이란 이동하는 차량 환경에서 차량이 어떠한 위치에 있더라도 그 위치에서 사용 가능한 다수의 무선통신기술을 이용하여 차량-노변 간, 차량-차량 간 끊임없는 연속 통신이 가능토록 계층화된 솔루션을 제공하는 논리적인 구조이다.



〈그림 1〉 CALM 구조  
 〈Fig. 1〉 Structure of CALM

이러한 논리적 구조는 국제표준인 CALM(Continuous Air Interface for Long and Medium Range)을 이용하여 다양한 무선통신기술을 수용할 수 있는 다양한 제품이 개발되어야 다양한 ITS 서비스를 효과적으로 제공할 수 있다[2].

이에 「2007 교통체계효율화사업」 「ITS 통합서비스 기반조성을 위한 표준 플랫폼 개발」의 일환으로 몇 년간 표준플랫폼에 대한 연구개발 결과 표준플랫폼OBU를 제작하였다.

하지만 개발된 표준플랫폼 OBU(On Board Unit)의 표준적합성 및 실제 ITS 시스템에서 효율적으로 동작되는 것이 확인되어야 한다. 개발된 표준플랫폼 OBU의 활용성을 높이기 위해서는 표준기술을 구현하여 충분한 기능 및 운영테스트를 거칠 필요가 있다.

이에 본 논문에서는 표준적용을 위한 테스트장비 및 실제도로 환경과 가장 흡사한 시험 사이트를 구축하고 개발된 표준플랫폼OBU를 테스트하였다.

## II. ITS 무선 통신 핵심 기술 동향

ITS는 고속으로 주행하는 차량을 대상으로 통신 및 제어를 수행하므로 특별한 기능 요구사항이 있다. 또한 일반 교통 정보의 송수신과 같이 호 접속이나 데이터 전송 속도에 민감하지 않은 ITS 서비스도 있으므로, 제공하려는 ITS 서비스에 따라 매우 다양한 기능 요구 사항을 필요로 한다.

ITS 무선접속 기술은 무선 매체를 중심으로 DSRC, 무선랜, 셀룰러 등이 대표적인 방식이다.

### 1. DSRC 통신

DSRC(Dedicated Short Range Communication, 단거리 전용통신) 시스템의 특징은 고속 무선 패킷 데이터 통신방식을 사용하여 10~100m 정도의 통신영역에서 노변기지국(RSU)과 차량단말기(OBU)간 양방향 근거리 통신이 가능하다는 점이다[3,4].

DSRC 시스템은 통신 속도를 빠르게 하기 위하여 물리, 데이터링크 및 응용계층으로만 구성된 단순한 프로토콜 구조를 사용하고 있으며, ISO(International Standard Organization)의 OSI(Open System Interconnection) 7-Layer 모델 중 물리계층, 데이터링크계층, 어플리케이션 계층으로만 구성된 간단한 스택 구조로 되어있다.

DSRC는 다중접속 통신이 가능하여 점 대 점(point-to-point) 및 점 대 다중(point-to-multipoint) 통신을 제공하므로 다양한 ITS 서비스의 제공이 가능하다.

- 커버리지 영역 : 10~100m
- 데이터 전송 속도 : 1 Mbps
- 1:N의 방송형 및 양방향 통신
- 데이터 품질(BER) : 10E-6(적외선), 10E-5(RF전파)
- 모든 기상조건하에서 동작가능
- 시스템 호환성 확보(Interoperability)

DSRC표준화 작업은 유럽표준화 기구(CEN TC278.WG9)에서 '92년부터 표준논의를 시작하여 5.8GHz 수동방식(Back Scattering)의 DSRC 규격을 1997년에 표준화하였다. DSRC를 이용한 초기 서비스는 자동요금징수와 국경통관 서비스가 주축을 이루고 있었는데 이는 광역통신망의 개념보다는 한정된 지역 내에서 점대점 통신에 기반을 둔 것이다.

일본은 5.8GHz 능동방식 DSRC 시스템 규격을 개발하여 1997년에 ARIB(Association of Radio Industries and Businesses)에서 표준안을 제정하여 현재 전국적으로 약 1000만대 이상 단말기가 보급되어 자동요금징수 서비스가 제공되고 있다.

우리나라는 한국도로공사에서 '99년 RF수동방식 비표준 시스템으로 자동요금징수(하이패스) 시범사업을 진행하였다가 정통부의 주파수 정책과 배치되어 시스템을 해체한 후 2003년부터는 국가표준(KSX6915) 적외선(IR) 방식을 기반으로 도입을 진행하여 시범 사업 완료 후 확대를 추진하였다. 2005년부터는 단체표준(TTA표준) 능동RF 방식을 함께 도입하였으며 전국 고속도로에 ETC 시스템을 구축을 포함하여 천안-논산간 민자 고속도로, 서울시 유료도로 및 도시고속화 도로, 부산광양만 대교, 인천신공항 고속도로 등에 지방자치단체 및 신설 고속도로관리 업체에서 도입하며 확장하고 있는 추세이다.

## 2. 무선랜 통신

초기 무선랜 규격은 표준화기구인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)의 802위원회 산하 WG11에서 최초로 제정되었으며, ISM(Industrial, Scientific, and Medical)대역인 2.4GHz를 활용하며 비트 전송속도는 1Mbps 또는 2Mbps를 지원하였다[5]. 또한 타 전자파 발생 기기들의 간섭을 용인하는 ISM대역에서 사용되어야 하므로 주파수 호핑(frequency hopping)이나 직접시퀀스(direct sequence) 방식의 대역 확산방식을 사용하고 있다.

또한 여러 스테이션 (단말 또는 AP(access point, 소형 기지국)) 들이 데이터 패킷을 전송하기 위해서는 채널을 점유해야 하는데 무선랜 방식은 기본적

으로 CDMA/CA(Carrier Sensed Multiple Access/Collision Avoidance) 프로토콜을 사용한다.

이 방식은 스테이션이 패킷을 전송하는 지를 검지하고 채널이 아이들(idle), 즉 아무도 전송하지 않을 때에만 자신의 패킷을 전송하는 방식이다. 이 경우 마스터 스테이션이 필요 없어 프로토콜이 간단해지고 비용이 감소하는 효과가 있는 반면, 규칙적인 패킷의 전송이 불가능하고 스테이션들 사이에 경쟁에 의해 전송이 가능하므로 통신 서비스의 품질(QoS, Quality of Service)이 보장되지 않는 단점이 있다. 따라서 이를 보완하기 위한 프로토콜도 제정되어 1999년에 무선랜 규격을 대폭 보완한 IEEE 802.11a와 802.11b규격이 완성되었다.

802.11a 규격은 ISM 대역인 5GHz 대역을 활용하며 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식을 사용하며 지원하는 비트 전송속도는 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54Mbps이다. 즉 주위에 간섭 신호가 없고 신호의 세기가 충분히 크면 54Mbps의 데이터 전송이 가능하다. 5GHz 대역은 사용 가능 주파수 대역이 넓어 여러 채널을 간섭 없이 운영할 수 있으며 타 전자기기에 의한 간섭도 적어 당분간은 사용상의 문제가 없다. 그러나 국내 정보통신부에서는 기본적으로 무선랜 장치를 허가받지 않고 사용하는 기기로 구분하고 있어 국내 통신 사업자들이 핫스팟(hostpot) 구축에 많이 사용하고 가정 내에 무선 AV (audio - video) 기기 등에 많이 채용된다면 향후에 전파의 간섭이 예상된다.

802.11b 규격은 2.4GHz 대역에서 운용되며 직접시퀀스 확산 스펙트럼(Direct Sequence Spread Spectrum)방식을 사용하고 최고 비트 전송속도는 11Mbps이다. 간섭이 없고 신호의 세기가 양호한 상태에서 실제 데이터 전송속도(throughput)를 측정해 보면 최고 6Mbps정도의 성능을 보인다. 무선랜 방식의 장점 중에 몇 가지는 대량 생산과 보급으로 인한 저비용, 소형화, 안전성, 편리성 등이다.

2003년에는 통신 속도를 대폭 개선한 IEEE 802.11g 규격을 완성하였고 대부분 무선랜은 11b와 11g의 호환성을 지원하게 되었다. 11g 규격은 OFDM 방식이며 최대 54Mbps의 비트 전송속도를

지원한다. 실제로 측정해 보면 최대 22Mbps의 데이터 전송속도를 확인할 수 있다. 듀얼모드(dual mode) 장치인 경우 자동으로 무선 통신 환경을 감지하여 11b 나 11g로 동작을 한다.

ITS 서비스 중에 차량이나 보행 중에 무선랜에 접속하여 무선인터넷 서비스를 이용하거나 교통정보를 수신하는 것 등은 통신 서비스의 QoS가 낮아도 되는 경우는 큰 문제가 없지만 차량의 운행에 관계되는 등의 높은 QoS를 요구하는 경우에는 심각한 문제가 발생할 수 있다. 이 경우에 있어 미국은 FCC(Federal Communication Committee)에서 1998년에 5.9GHz 대역의 75MHz를 ITS용도로 분배를 하였으며 이 대역은 ISM 대역을 벗어나므로 타 통신 기기나 전자기기와의 간섭이 없다.

### 3. 셀룰러 이동통신

지난 20여 년간 전 세계적으로 이동통신 산업은 급속도로 성장 하였다. 1980년대, 많은 아날로그 셀룰러 망이 구축되고 실행되었는데 이것이 이른바 1세대 아날로그 방식이다. 1990년대 초반에는 팩시밀리와 데이터 전송을 지원하는 디지털 기술들이 도입되었는데, 이것이 2세대 디지털 방식이다. 이러한 2세대의 이동통신 기술은 미국을 위주로 한 CDMA 방식과 유럽을 중심으로 한 GSM 방식이 주류를 이루었다. 3세대 시스템은 멀티미디어 서비스 방식을 지원하는데, 3세대에서의 이동통신 기술은 전 세계 모두 CDMA 방식을 채택하고 있다.

3세대에서 적용되는 CDMA 기술은 미국을 위주로 한 동기식 CDMA 방식과 유럽을 위주로 한 동기식 CDMA 방식과 유럽을 위주로 한 비동기 방식인 WCDMA 나누어진다. 여기서 동기와 비동기의 의미는 모든 기지국이 GPS의 정밀한 시간정보를 이용하여 시간적으로 동기를 유지 하느냐 아니냐의 차이를 의미한다. 기지국간 동기를 유지한다는 의미는 모든 기지국간에 동일한 PN(Pseudo Noise) 코드를 서로 위상만 지연 시켜 (PN offset) 마치 다른 PN 코드를 각각 사용한다는 근본적인 차이점을 갖는다.

3GPP(3rd Generation Partnership Project)에 의해 격화된 WCDMA 는 5MHz 대역폭에서 동작하며, 현재 WCDMA 규격은 IMT 2000 요구를 만족하는데 내부 환경 또는 작은 셀의 외부 환경에서는 2Mb/s 그리고 넓은 외부환경에서는 384 Kb/s 의 전송률을 지원 하도록 한다. 그러나 멀티미디어 서비스에 대한 요구를 충족시키기 위해 하향 링크에서는 특히 전송률의 증가가 필요하다. 3GPP 의 Release 5 는 이 요구에 대하여 HSDPA 방식을 제안 하였다. 이 방식의 주요한 목표는 최대 14 Mb/s까지의 데이터 전송률을 지원하는 것이다.

셀룰러 네트워크는 비록 미디어로서는 비용이 높고 아직까지 국가별로 기본적인 시스템이 차이나지만 전 세계에 걸쳐 유니쿼터스한 통신미디어이다. 자동차가 통상 자국 내에서만 움직인다는 점, 아직까지 ITS 시스템이 많이 구축되지 않았다는 점 그리고 ITS 사고 회피 시스템 등이 완전하게 개발되지도 않은 점을 감안한다면 셀룰러 통신망을 이용한 ITS 초기사업의 성공 가능성은 대단히 높다. 2G 시스템은 고속 통신 속도와 고속 데이터 스피드를 요구하는 대부분의 ITS 시스템에 대해 성능적인 제한이 있으므로, 어플리케이션은 비연속적인 또는 응급 시스템에 관련되는 경향이 있다. 이와 같은 시스템의 예제는 차량내의 비상버튼이 응급서비스를 호출하는 것인데 이는 2G+GPS를 통합하는 것을 기반으로 한다.

3G 시스템은 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 협력을 통해 더욱 더 잘 통합 되었다. 비록 일본, 한국, 유럽, 미국 등 각 국가의 개발 사이에 차이점이 있다 하여도 공통적인 프로토콜은 시스템 상호호환을 가능하게 한다.

우리나라의 경우 지금까지 ITS 서비스 제공을 위한 무선통신망으로 CDMA 2000 1x EV-DO망이 이용되고 있다. 이동통신망의 데이터 통신 서비스인 CDMA 2000 1x EV-DO의 경우 최대 속도는 2.4Mbps로 알려져 있으나, 실효 전송속도가 200kbps 이하에 서비스되고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 무선으로 교통지도를 업데이트하거나, 그래픽 지도 등을 실시간으로 제공하는 경우, 멀티미디어

서비스, 무선 인터넷 서비스를 제공하는 데 있어서 고품질의 서비스를 제공하기가 어렵다. 또한, 무선 인터넷 서비스 사용 시 패킷 당 요금이 부과됨으로써 전송속도 대비 고가인 요금의 한계를 지니고 있다. 이러한 통신요금의 부담으로 인해 현실적으로 이용자들이 대용량 데이터를 받아야 하는 각종 멀티미디어 서비스 등을 이용하기를 꺼려함으로써 서비스의 활성화에 제약으로 작용한다.

### Ⅲ. ITS 무선 통신 요구사항

#### 1. ITS 무선 통신의 일반 요구사항

ITS는 고속으로 이동하는 차량을 대상으로 하므로 무선통신의 역할이 매우 중요하다. 무선통신 방식에 따라 ITS 서비스 제공의 효율성이 다를 수 있으므로 각 서비스 마다 적절한 통신 방식이 지원되어야 한다.

ITS 무선통신망 구축은 전파(RF) 통신에서 적외선(IR) 통신까지 다양한 무선 통신매체 활용을 기반으로 하여, 차량 간 통신에서 노변-차량 통신, 공중 이동통신, 위성통신까지 적용할 수 있어야 하며 궁극적으로 모든 도로망을 커버해야 한다.

또한 도로상의 모든 차량을 수용할 수 있도록 통신 용량의 증설이 용이해야 하며 그 구축비용과 운용비용은 적절하여 현재 계획되거나 향후에 출현할 다양한 ITS 서비스를 제공할 수 있어야 한다.

#### 2. ITS 무선 통신망의 기능요구사항

통신 시스템을 설계하고 통신망을 구축하기 위해서는 우선적으로 서비스 요구사항이나 시나리오가 정립되어야 하며, 그것에 따라 고려해야 할 기능요구사항이 정립된다. 기능 요구사항에서 고려되어야 할 항목은 다음과 같다.

- 지원하는 차량 속도
- 통신영역의 크기
- 통신 모드
- 데이터 전송 속도/ 데이터 크기

- 허용 가능 오류율
- 통신 접속 신뢰도
- 통신 완료율
- 통신 보안성 여부
- 시스템 가격 및 요금
- 주파수 가용도

### Ⅳ. ITS 무선 통신 기술개발 동향

#### 1. 이동환경에서 고속 무선접속 기술

주행 중인 차량에 고속으로 패킷 데이터 전송을 위해서는 전송 효율이 높은 QAM 변복조 방식과 채널등화 문제를 간단히 처리 할 수 있는 OFDM 통신방식이 많이 연구되고 있다. 통신셀이 작으면 차량이 셀 내에 점유 시간이 짧아져서 셀간 핸드오버의 오버 헤드가 증가하게 되므로, 고속 이동하는 차량에 적용하기 위해서는 통달거리를 확장할 필요가 있다. 이런 문제는 송신 출력을 높이고 지향성 안테나를 적용하여 해결할 수 있다.

#### 2. 멀티대역/멀티 모드 모뎀 기술

셀룰러 통신, WAVE, 무선랜, DMB 등 다양한 통신방식의 서비스를 차량에서 제공하기 위해 900MHz/ 1.5GHz/ 1.8GHz/ 5.8GHz 대역의 신호를 최소한의 안테나로 송수신하는 멀티대역 안테나와 RF모듈의 비용을 줄이기 위해 IF 단을 Digital IF방식으로 구현하는 방식이 검토되고 있으며, 이를 위한 다양한 기존 기술 분석 및 새로운 모뎀기술 개발이 진행되어지고 있다.

#### 3. 무선통합 통신프로토콜 기술

차량에 설치된 단말기를 사용하기 위해서는 여러 단말기의 신호를 분석하여 어떠한 무선 접속이 가능한 지를 결정하고, 통신링크를 설정하는 절차의 수행이 필요하다. 무선접속방식이 선택되면 서로 다른 통신셀 간 Mobile IP, 동일한 통신셀간 Hard 핸드오버를 제공한다. 이러한 이동성을 제공

함으로써 무선 채널의 효율성을 증대시키고 결과적으로 통신서비스 요금을 낮추는 경제적인 ITS 서비스를 실현할 수 있는데 이것이 바로 ISO TC204 WG16에서 추진하고 있는 CALM이다.

## V. 다매체 표준플랫폼 OBU 개발

### 1. 단말기요구사항 정의 및 설계

여러 개의 통신 모듈을 갖고 있는 통합 단말이 사용자가 원하는 여러 가지 교통정보 서비스를 제공하기 위하여 통합 플랫폼으로서 갖추어야할 요구사항을 도출하였다. 요구 사항은 일반 요구사항, 기구 요구사항과 시스템 요구사항으로 3가지로 구성된다.

#### 1) 일반 요구 사항 정의

번호일반 요구사항은 다매체 단말기에 필요한 기본 적인 요구 사항이다. 앞으로 기술할 기구, 하드웨어, 소프트웨어 요구 사항에 속하지 않는 모든 요구사항이 일반 요구사항 항목에 기술된다. 일반 요구사항은 본 연구가 가지는 목적을 다시 정리한 것으로 볼 수 있다.

- 여러 가지 통신 방식을 쉽게 적용할 수 있어야 함
- 사용자가 서비스에 맞는 통신 모듈을 선택할 수 있어야 함
- 다매체 단말기는 사용자를 위한 서비스 단말기와 인터페이스 할 수 있어야 함
- 다수의 서비스가 다수의 통신 장치를 이용하여 서비스를 제공 할 수 있어야 함
- 미래의 통신 기술을 접목하기 용이해야 함
- 통신 시 국가 기술 기준을 충족해야 함
- 스트리밍 서비스는 지원 대상에서 제외 함

#### 2) 시스템 요구 사항 정의

시스템 요구 사항은 단말기의 크기나 외형 등의 기계적인 요소의 요구 사항을 정리한 것이다.

- 각기 다른 통신 모듈을 탈착할 수 있어야 함

- 최소 4개의 통신 모듈을 장착할 수 있어야 함
- 차내 장착이 쉬워야 함
- 단말기의 크기가 가능한 작아야 함
- 여러 가지 통신 모듈과 통신을 위한 물리적으로 동일한 통식 규격을 맞추어야 함
- 여러 가지 통신 모듈과 통신을 위한 물리적으로 동일한 통식 규격을 맞추어야 함
- 단말기의 전력 소비가 적어야 함
- 고속의 연산을 처리하여야 함
- JTAG을 이용한 Hardware Debugging이 가능해야 함
- 다양한 형태의 물리적 통신 방식을 통합하는 적용방식을 제공하여야 함
- 매체 간 통신을 위한 충분한 bandwidth를 확보해야 함
- 전자파 관련 법규를 준수해야 함

#### 3) 소프트웨어 요구 사항 정의

소프트웨어 요구사항은 이 단말기가 가져야 하는 기본 기능을 정리한 것이다.

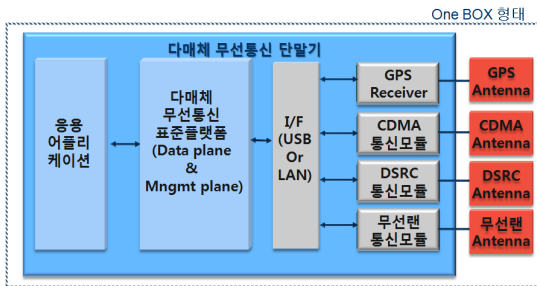
- 소프트웨어 개발 및 디버깅이 쉬워야 함
- 여러 통신 매체 중 통신 가능한 매체를 선택하여 데이터를 전송할 수 있어야 함
- 통신매체의 확장과 변경에 따른 소프트웨어 수정이 최소화 되어야 함
- ITS서비스 단말이 여러 가지 자원에 쉽게 접근 가능해야 함
- Infrastructure에 걸리는 통신 부하를 최소화해야 함
- 동시에 여러 가지 통신 매체를 활용할 수 있는 경우 통신비용이 가장 적은 방식을 선택하여 통신하여야 함
- 가용한 통신 매체가 하나도 없는 경우 통신 에러를 발생시켜야 함
- 단말기 프로그램의 업데이트가 쉬워야 함
- 안정적이고 검증된 OS를 사용하여야 함
- 사용자 단말기가 보기에 다매체 단말기는 네트워크 장치로 모사되어야 함

## 2. 표준플랫폼 OBU 개발

개발된 표준플랫폼 OBU는 CALM을 준용하여 설계하였으며, 현재 상용화되어 사용되고 있는 통신방식인 DSRC, CDMA(HSDPA), 무선랜(802.11 a), GPS, Bluetooth을 적용하였다.

CALM의 중요한 특징은 다수의 미디어를 지원하고 미디어 사이에 네트워킹이 가능하다는 것이다. 이것은 어느 한 미디어의 사용이 중단되었을 때, 하나의 미디어로부터 다른 미디어로의 네트워킹이 가능하다. 또한 네트워크 프로토콜은 같은 미디어를 사용하여 하나의 지점과 다른 지점을 가리키는 이동 기지국 사이에 진행되는 세션의 핸드오버를 지원하거나, 다른 미디어를 사용하여 하나의 지점과 다른 지점을 가리키는 이동 기지국 사이에 진행되는 세션의 핸드오버를 지원한다.

개발된 표준플랫폼 OBU의 구조는 다음과 같다.




〈그림 2〉 표준플랫폼 OBU 구조  
 〈Fig. 2〉 Structure of standard platform OBU

개발된 표준플랫폼 OBU는 DSRC, 무선랜(802.11 a), 통신 방식을 수용하기 위해서 각 통신방식을 위한 인터페이스를 개발하였다. 또한 통신 매체가 USB를 이용하여 PLUG IN PLAY 방식으로 작동할 수 있도록 제작하였다. 라우팅 및 관리 계층을 두어 각 응용어플리케이션에 요청된 데이터를 전송할 수 있도록 하였다.

다양한 무선통신 매체를 사용을 원치 않을 경우 해당 무선통신을 사용안함으로 설정할 수 있도록 개발되었으며, 만약 다양한 무선통신 매체가 사용되는 경우에는 수신되는 무선통신의 수신강도를 체크하여 수신강도가 가장 강한 것을 사용하도록 설계되었다.

개발된 표준플랫폼 OBU의 사진 및 특징은 다음과 같다.

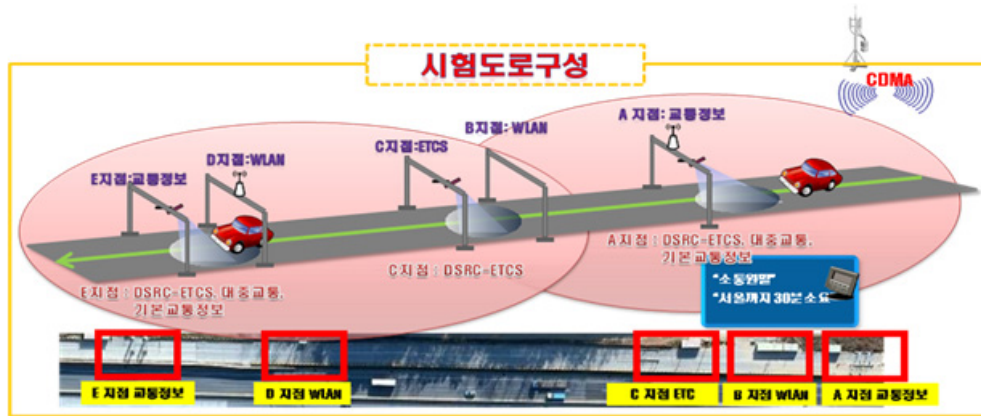
〈표 1〉 개발된 표준플랫폼 OBU  
 〈Table 1〉 A developed standard platform OBU

표준플랫폼 OBU	
특징	표준플랫폼 아키텍처
	고수준 하드웨어(ARM 11, 터치스크린)
	통신 모뎀 Plug-n-Play 지원
	통신매체 상태관리 및 스위칭 기능
	인터넷프로토콜 기반 네트워킹
	다양한 ITS 어플리케이션 지원

## VI. 다매체 표준플랫폼 OBU 시험을 위한 시험도로 구성

다매체 표준플랫폼 OBU의 정보 수집인프라부터 제공 단까지 정보의 흐름을 종합적으로 검증하기 위한 노변시스템은 여주 폐도로 구간에 설치하였다.

시험도로에는 DSRC와 무선랜(802.11 a) 를 중심으로 설치하였으며, CDMA(HSDPA)와 GPS는 상용망을 이용하였다. 무선랜(802.11 a)은 두 개의 802.11a 안테나를 설치해 안테나간 로밍기능을 추가하여 HandOver기능을 제공하고, 현장도로의 여건상 두 개의 원거리 안테나와 통신하기 위해 WiFi기반의 무선 Mesh 네트워크를 구축하였다. 무선 Mesh를 구성하기 위해서 두 개의 AP를 설치하였으며, AP간의 통신은 802.11g를 이용한 지향성 안테나로 설치하였다. 또한 네트워크센터에서도 현장의 시험 상황을 파악할 수 있도록 시험 진행에 사용된 데이터와 시험결과는 현장관리 시스템이 제어하며, 현장관리 시스템은 수집된 정보를 센터로 전송하는 형태로 구축하였다.



A 지점 교통정보



B지점 무선랜(802.11 a)



C지점 ETC

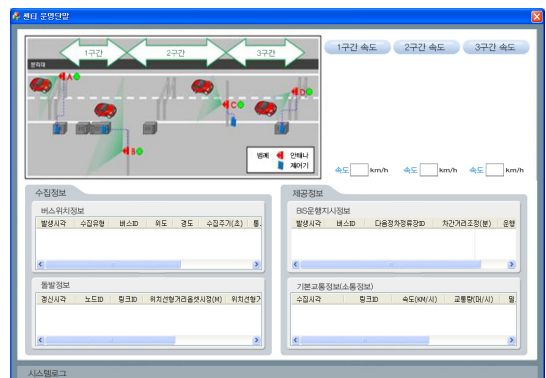


D지점 무선랜(802.11 a)

〈그림 3〉 시험 장비 및 시험 도로 사진  
(Fig. 3) Pictures of a test equipment and road

DSRC는 3개의 지점에 설치하여, 교통정보 수집·제공 및 ETC서비스를 제공할 수 있도록 하였다. A 지점과 E지점은 교통정보 수집·제공 시스템을 설치하였으며 C 지점은 ETC 시스템을 설치하였고, 다음은 시험도로 장비 설치 사진이다.

위와 같이 시험도로에 설치된 다양한 무선통신 시스템에서 수집된 다매체 표준플랫폼 OBU의 교통정보 수집 및 제공을 확인하기 위해서 센터운영시스템을 구축하였다. 센터 운영시스템은 다매체 표준플랫폼 OBU가 DSRC 통신 환경에 진입 한경우 다매체 표준플랫폼 OBU의 교통정보를 수집하고 교통정보를 제공할 수 있다.



〈그림 3〉 메시지 프로토콜 분석 프로그램  
(Fig. 3) Main screen of verification program



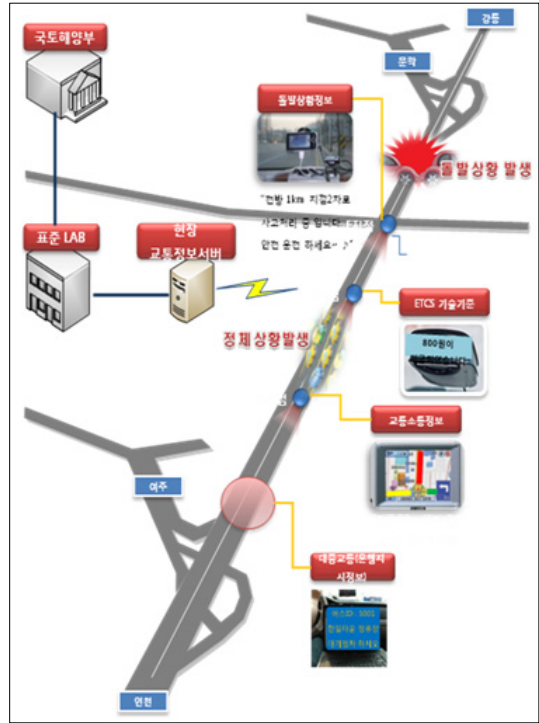
또한, 각 시스템에 적용되는 표준인 국토해양부 기술기준은 ASN.1 형태의 Syntax로 정의 되어 있다. 기술기준과 통신 표준 그리고 ASN.1의 구분이 적합한 지 판단하는 검증 시스템으로 크게 각 기술기준의 메시지 프로토콜 분석 프로그램을 설치하였다.

### VII. 시험방법

시험 시스템을 설치 완료 후, 다매체 표준플랫폼 OBU의 성능평가를 위해서 실제 차량을 주행하면서 시험하였다. 시험방법으로 실제 도로에서 발생할 수 있는 상황으로 저속, 고속, 1m 근접주행시험으로 진행하였다.

저속 주행시험은 30Km/h, 60Km/h, 90Km/h로 구분하여 진행하였으며 고속 주행시험은 100Km/h, 130Km/h, 160Km/h으로 구성하였다. 또한 정체 시 발생할 수 있는 1m 근접주행시험은 60 Km/h에서 진행하였다.

시험을 위해 시험차량 4대와 다매체 표준플랫폼 OBU는 4대를 준비하였으며 각 차량에 1대의 다매체 표준플랫폼 OBU를 설치하였고 시험회수는 다음과 같다.



〈그림 4〉 시험 시나리오  
〈Fig. 4〉 A test scenario

〈표 2〉 시험 시나리오  
〈Table 1〉 A test scenario

구분	저속주행 (30,60,90 km/h)	고속주행 (100,130,160 km/h)	1m 근접주행	합계
ETC	200	200	200	600
무선랜 (802.11 a)	200	200	200	600
교통정보 수집	200	200	200	600
교통정보 제공	200	200	200	600
계	800	800	800	2400

시험 시나리오는 A 지점과 E지점에 DSRC 교통정보 수집·제공 서비스, B지점과 D지점에 무선랜(802.11 a)을 이용한 멀티미디어 제공 그리고 C 지점에 ETC 서비스를 준비하였다.

### VIII. 시험결과

실제 도로에서 일어날 수 있는 상황을 재현하여 시험해본 결과 다매체 표준플랫폼 OBU의 통신 성공률은 총 85.5%로 상당히 높은 수준을 기록하였다. 특히 가장 일상적인 상황인 저속주행에서 100%로 측정되었으며, 고속주행은 80.8% 그리고 1m 근접주행은 75.6%로 나왔다.

무선랜(802.11 a)은 저속주행에서는 좋은 성능을 기록하였으나, 고속주행에서는 핸드오버 시간 부족으로 인하여 통신 성공률이 저조하게 측정되었으며, 1m 근접주행 시험에서는 무선랜(802.11 a) 안테나가 지향성이기 때문에 앞 차량에 뒤 차량이 가리면서 절반 정도의 통신 성공률을 기록한 것으로 판단하였다.

반면 DSRC를 이용한 ETC와 교통정보 수집은 통

신 성공률이 높게 측정되었으나, 교통정보 제공 부분은 ETC와 교통정보 수집 보다는 상대적으로 낮은 성공률을 보였다.

〈표 3〉 시험 결과  
(Table 3) A test result

구분	저속주행 (30,60,90 km/h)	고속주행 (100,130,160 km/h)	1m 근접주행	합계
ETC	100% (200/200)	96.0% (192/200)	93.5% (187/200)	96.5% (579/600)
무선랜 (802.11 a)	100% (200/200)	60.5% (121/200)	54% (108/200)	71.5% (429/600)
교통정보 수집	100% (200/200)	93.5% (187/200)	89.5% (179/200)	94.3% (566/600)
교통정보 제공	100% (200/200)	73.5% (147/200)	65.5% (131/200)	79.6% (478/600)
계	100% (800/800)	80.8% (647/800)	75.6% (605/800)	85.5% (2052/2400)

## IX. 결 론

본 연구를 통하여 시험도로에 차량 단말에 대한 적합성을 검증을 위해 다양한 장비들을 설치하였으며, 또한 주행 시 나타날 수 있는 다양한 상황을 구현하여 시험해 보았다. 주행 방법은 시험실 테스트에

서는 구현하기 어려운 실제 차량 주행상황과 가장 흡사한 시나리오로 진행하였다. 특히 시험실 테스트에서 구현하기 어려운 고속주행 및 1m근접주행은 일반도로에서 자주 나타날 수 있는 상황이다.

이러한 상황에서 개발된 표준플랫폼 OBU의 통신 성공률을 측정하였으며, 측정된 결과를 기반으로 앞으로 개발될 다매체 무선통신 차량 단말 개발 시 통신 성공률을 높이는 데 큰 도움을 줄 수 있을 거라고 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] “ITS 통합서비스 기반조성을 위한 표준 플랫폼 개발,” 2007 교통체계효율화사업, December 2007.
- [2] “Intelligent transport systems. Communications access for land mobiles (CALM) Architecture,” BS ISO 21217:2010, 31 July 2010.
- [3] “5.8 GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준,” TTAS.KO-06.0025, 22 June 2007.
- [4] “지능형 교통 체계(ITS) 응용 서비스를 위한적외선 근거리 전용 통신(DSRC) 기술,” KS X 6915, 26 January 2004.
- [5] “Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications,” IEEE Standard 802.11, 12 June 2007.

**저자소개**



**김 상 현 (Kim, Sang-Heon)**

2007년 8월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 과장  
 2007년 7월 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학 석사  
 2005년 2월 : 경원대학교 컴퓨터공학과 학사



**조 용 성 (Cho, ChoYung-Sung)**

2005년 12월 ~ 현 재 : ITS 전문위원회 위원(국토해양부)  
 2003년 9월 ~ 현 재 : ISO/TC204 국내교통전문위원회 전문위원(기술표준원)  
 2002년 2월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터장  
 2001년 1월 ~ 2001년 7월 : (주)심테크시스템 시스템사업부 책임연구원  
 1999년 6월 ~ 2001년 1월 : 국토연구원 SOC연구센터 연구원  
 1997년 3월 ~ 1999년 6월 : 아주대학교 교통연구센터 연구원  
 2005년 2월 : 아주대학교 건설교통공학과 박사  
 1999년 2월 : 아주대학교 교통공학과 석사



**김 경 환 (Kim, Kyoung-Hwan)**

2008년 2월 : 중앙대학교 통신공학 석사  
 2002년 2월 : 동국대학교 정보통신공학 학사  
 2005년 6월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 팀장  
 2004년 9월 ~ 2005년 4월 : (주)새롭리더스 과장  
 2003년 12월 ~ 2004년 8월 : (주)아바타라 팀장  
 2002년 6월 ~ 2003년 12월 : (주)아이에스비테크놀로지 대리



**배 명 환 (Bae, Myoung-Hwan)**

2002년 8월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 부장  
 2000년 7월 ~ 2002년 5월 : (주)심테크시스템 시뮬레이션 사업부 연구원  
 2000년 3월 ~ 2000년 7월 : 경기개발연구원 교통정책연구부 위촉연구원  
 2000년 2월 : 아주대학교 석사(건설교통공학전공)



**이 경 임 (Lee, Kyeong-Im)**

2006년 2월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 대리  
 2011년 2월 : 아주대학교 ITS대학원 석사  
 2002년 2월 : 강원대학교 산업공학과 학사