

# ITS 무선 통신 기술

## Radio Communications for ITS

오종택

(한성대학교 정보통신전공 조교수)

### I. ITS 통신 개요

지능형 교통 시스템 (ITS : Intelligent Transport System)은 기존의 도로 체계에 정보통신 기술과 자동차 제어 기술을 도입하여 교통 체계의 효율성과 안정성 등을 높이기 위한 것이다. 특히 고속으로 이동하는 자동차와의 통신을 위해서는 무선통신이 필수적이며, 또한 ITS 서비스가 매우 다양하고 이에 따른 통신망 요구사항 역시 다양하므로 여러 가지 무선통신 서비스가 사용될 수 있고 되어야 한다. 또한 하나의 무선 통신망으로 모든 ITS 서비스를 효과적으로 제공하는 것은 불가능하므로 다양한 무선통신망이 ITS 서비스를 위해 연동되어야 하고 이것을 위해서

는 먼저 ITS 서비스와 그에 따른 무선통신망의 기능 및 성능 요구사항이 정립되어야 한다.

그림 1은 미국의 ITS 구조설계(1)에서 발췌한 것으로 ITS 시스템을 4개의 서브 시스템으로 구분하였으며 각각의 서브 시스템을 연결하는 4가지의 통신 방식을 보여주고 있다.

- 유선 통신 (고정 대 고정)
- 광역 무선 통신 (고정 대 이동)
- 단거리 무선 통신 (고정 대 이동)
- 차량간 통신 (이동 대 이동)

여기서 단거리 무선 통신망과 유선 통신망을 연결한 선은

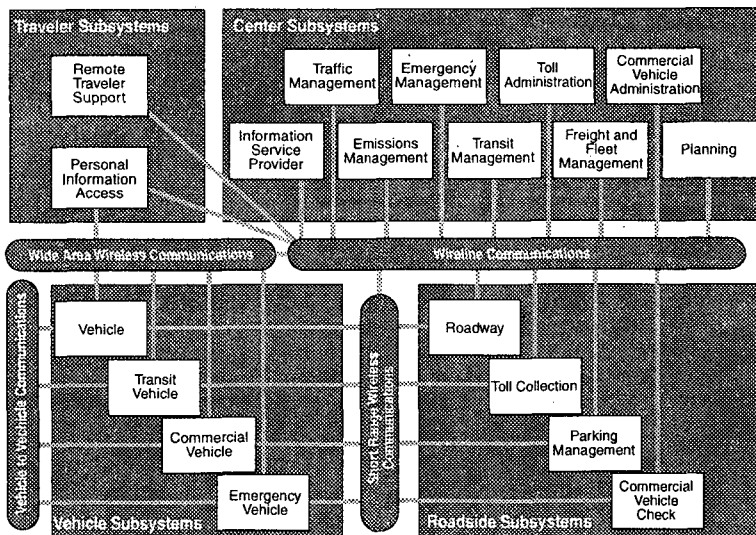


그림 1. 미국의 ITS 구조 설계

최근의 기술 동향을 고려하여 본 논문에서 추가한 것이다.

본 논문에서는 주로 ITS에 적용되는 광역 무선 통신 방식(방송 포함)과 단거리 무선 통신 방식에 대해 분석해 보고 향후 적절한 적용 방안을 도출한다.

## II. ITS 무선통신 서비스 요구사항

임의의 서비스 시스템을 구축할 때는 사전에 원하는 서비스를 원활하게 제공하기 위한 서비스 제공자의 시스템 공급자에 대한 서비스 또는 시스템 요구사항이 정립되어야 한다. 이것은 최상위 성능 및 기능 요구사항으로 이를 만족하도록 기존의 시스템을 연동하던지 새로운 시스템을 개발해야 한다. ITS 서비스의 경우 교통정보 제공 서비스와 같이 요구사항이 일반적인 서비스부터 자동요금징수 시스템(ETC: Electronic Toll Collection)과 같이 요구사항이 엄격하고 까다로운 서비스까지 매우 다양한 요구사항 형태를 보이고 있다. 그러나 국내에서는 이에 대한 연구나 정립이 없어 지방 자치 단체에서 사업을 추진할 때마다 비슷한 어려움을 겪고 있는 실정이다.

본 연구에서는 미국에서 정립한 ITS 시스템 요구사항을 참조하여 ITS 무선통신 서비스 요구사항의 일반적인 사항들을 도출하였다. 그러나 개별 ITS 서비스에 대해 별도의 요구사항이 정립되어야 ITS 무선통신 기술에 대한 고려를 체계적으로 수행할 수 있다. 미국의 ITS 시스템 운영 요구사항은 ITS에서 반드시 수용해야 하고 만족해야 할 시스템 프로세스와 정보 흐름, 성능 파라미터, 기술적/비기술적 제한 사항에 대해 정의한 것이다. 운영 요구사항은 시스템 요구사항, 사용자 요구사항, 각 서비스별 성능 요구사항, 시스템 제한 사항으로 구성된다.

### 1. 시스템 요구사항

ITS 아키텍처를 시스템이라고 하고 시스템 단계의 요구사항은 다음과 같다[1].

#### 1) 서비스 가능성과 품질

모든 지역에서 신뢰성 있고 정확한 사용자/서비스 정보를 실시간과 저비용으로 제공할 수 있도록 사용자 서비스를 구성하고 구현하고 연동시켜야 한다. 또한 서비스 제공자나 지리적 위치나 호환성있는 시스템 구성에 상관없이 고품질의 서비스를 일관성있게 제공해야 한다.

#### 2) 서비스 호환성

지역 서비스 제공자간에, 또는 다른 서비스 제공자간에 사용자 서비스들의 서비스 호환성을 위해 필요한 구조와 연계를 제공해야 한다.

#### 3) 서비스 지속성

동일하거나 비슷한 서비스들을 제공하는 서비스 제공자간에 필요한 구조와 연계를 제공해야 한다.

#### 4) 서비스 정보 관리 및 배포

서비스 정보 수집, 처리, 관리, 조정(즉, 공유), 다수의 교통(사용자) 서비스 사이의 배포를 지원해야 한다. 또한 정보 처리 시스템들을 사용하는 서비스들에 대한 정보 검색 제어, 갱신, 보호, 배포를 제공해야 한다.

#### 5) 서비스 성장, 유연성, 확장성

ITS 서비스와 관계없는 요소들과의 연동과 사용자 서비스들의 성장, 유연성, 확장성을 지원해야 한다. 그리고 현재 정의된 사용자 서비스와 미래의 ITS 사용자 서비스, 비 ITS 서비스와의 연동을 기존의 기술과 기반 시설이 수용할 수 있도록 해야 한다.

#### 6) 서비스와 지원의 형평성

서비스 제공자사이에, 인구통계적 사회 계층(즉, 노년층, 장애인 계층, 저소득 계층 등)사이에, 지리적 지역(즉, 도시, 근교, 시골, 더운지역, 추운지역 등)사이에 비용과 이익을 공정하게 제공해야 한다. 또한 서비스 제공자의 자원과 소비자의 수요를 일치시키기 위해 저비용 운영 관리

를 지원해야 한다.

7) 서비스 진화

기술과 교통 및 통신 기반 시설, 자원 개발, 민간/공공 부문의 협력, 업무 영역 협력, 서비스 시장의 진전을 수용하도록 사용자 서비스의 진화를 지원해야 한다. 또한 서비스의 개발 및 운영 시험, 초기 설치, 다른 서비스의 도입, 서비스 및 기술의 향상에서 연속적인 서비스 전환을 지원해야 한다.

8) 서비스 구성의 변화

서비스 우선 순위에 따른 서비스 구성, 운영, 기술의 변동이 가능해야 하고, 산업 표준과 가능한 많은 공식적인 인터페이스를 통해 복수의 OEM 업자와 허가 받은 판매자에 의해 제공되는 서비스 요소들의 교환 가능성을 장려할 수 있어야 한다. 또한 서비스 영역 우선권, 시장 상황, 지역 시나리오(즉, 도시, 근교, 시골)의 변동에 따른 다양한 서비스 구성을 지원하도록 유연해야 한다.

2. 사용자 요구사항

한 편 ITS 시스템의 사용자 요구사항은 사용자에 다음과 같이 따라 다양하다.

1) 사용자 서비스

사용자에게 시스템에 접속할 수 있는 다양한 방법을 제공하여, 여행자가 출발 후 운행 중에도 교통 및 여행 정보를 받을 수 있어야 한다. 또한 사용자 인터페이스는 이해하기 쉽고 사용자가 요구하는 수준의 자세한 정보를 제공할 수 있어야 한다. 시스템은 단일 결제 수단을 제공하여 사용자가 도로 통행료나 주차비, 대중교통요금을 단일 카드로 지불할 수 있어야 한다.

개인의 사생활을 보호하는 장치가 있어야 하고, 시스템은 제한적인 사용도 가능해야 하고, 대규모로 확대되었을 때 그 효과가 증대되어야 한다. 예로, DSRC가 초기에는 ETC에만 사용되었지만, 향후 그 사용자가 증가되면 교

통 정보 수집이나 배포 용도로 그 효용이 확대된다.

2) 운전자

차량 단말기의 가격은 운전자에게 적당한 수준이어야 하고, 가격대 성능이 다른 다양한 단말기가 제공되어야 한다. 단말기는 초기에는 비싸지만, 기술이 성숙됨에 따라 성능은 향상되고 가격은 하락된다.

3) 여행자

여행자는 경로 계획과 운송 수단, 출발 시각, 주차 등의 여행에 필요한 서비스들을 필요에 따라 선택할 수 있어야 한다.

4) 운운자

교통 관리자가 교통 시스템을 효과적으로 관리할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 교통 관리자와 통행 운영자에게 적절한 통신 방식을 제공하여, 긴급 관리 센터나 기상 센터와 같은 외부 기관과 통신을 할 수 있도록 해야 한다.

III. 광역 무선통신 및 망 연동

3장에서는 앞에서 기술한 ITS 시스템 요구사항의 관점에서 각 무선 통신 방식들의 특성들을 살펴본다. [2]

1. 셀룰라/PCS/IMT-2000 (3)

1) 주요 특징

(1) 데이터 전송 속도

데이터 비트 전송율과 실제 데이터 전달 전송율과는 큰 차이가 있다. 데이터 패킷에는 오류 정정 코드와 제어 플래그 등의 오버헤드가 항상 추가되며, 무선 채널 특성이 좋지 않은 경우에는 전송된 프레임중에 오류 비트가 존재하고, 그 경우 재전송을 수행해야 하므로 실제의 데이터 패킷의 성공적인 전달율과 물리계층에서의 비트 전송율과는 큰 차이를 보인다. 그러나 여기서는 편의상 데이터 비

트 전송을만을 고려한다.

셀룰라와 PCS의 경우, IS-95A를 사용하는 경우 각각 9.6kbps와 14.4kbps의 회선 또는 패킷 데이터 통신 기능을 지원한다. IS-95B와 IS-95C의 경우 각각 64kbps와 115kbps를 지원하며, 최근에 구축되고 있는 EV-DO망이나 IMT-2000망의 경우 최고 2Mbps의 데이터를 전송할 수 있다.

#### (2) 통신 영역 (거리)

수 백m에서 수 km까지의 통신 도달 거리를 지원하며, 주로 통신 부하를 분산시키기 위해 셀을 나눈다.

#### (3) 통신 서비스 특성

음성 통신뿐만 아니라 패킷 데이터 통신이 가능해져 ITS 서비스에 다양하게 적용될 수 있다.

#### (4) 커버리지 구축

IS-95A의 경우는 거의 전국에서 연속적인 통신이 가능하다. EV-DO, IMT-2000의 경우 주요 지역에서만 지원된다.

### 2) 서비스 가용도 / 신뢰도 / 유지 보수

QoS(Quality of Service)는 통신 서비스 사업자에게 매우 중요한 척도로 가입자에게 안정된 서비스를 신뢰성있게 제공해야 하므로, 현재와 같은 경쟁체제에서는 매우 양호하다. 또한 각 사별로 수 천개의 기지국에 대한 운영 관리 및 유지 보수 기능이 잘 되어 있어 문제 발생 시에 즉각적인 처리가 가능하다.

### 3) 호환성 / 지원성 / 생산성

통신 방식에 대한 표준화가 되어 있어 여러 업체의 단말기와 기지국이 호환성이 있으며, 다수의 대기업과 중소기업 등이 제조업에 참여하여 안정된 유지 보수가 가능하고 생산성이 좋다.

### 4) 보안성

CDMA 방식은 기본적으로 PN(Pseudo random Number)를 사용하여 원래 데이터를 확산시키므로 임의의 수신자가 그 내용을 도청하기가 매우 어렵다. 그러나

특별한 도청 장치가 사용되거나 유선망 부분에서는 도청이 가능하므로 이를 방지하기 위해 비화가 필요하고, 또한 단말기를 복제했을 경우를 대비하여 인증도 필요하다. 기본적으로 공중망의 경우는 보안성이 떨어지므로 그에 대비하여 응용 프로그램에서 보완기능이 있어야 한다.

## 5) 비용

### (1) 단말기 비용

실제 단말기 제조원가는 수십만원에 이르나, 통신 사업자의 마케팅 전략에 따라 심지어 무료로 제공하는 경우도 있다. 이것은 통신 사업의 특성상 통신망 기반시설을 구축하는 비용은 가입자가 일정 수준에 이르기까지 동일하므로, 일정 수의 가입자를 확보하기 위한 것이다. 셀룰라/PCS/IMT-2000의 경우 단말기가 ITS 용도로만 사용되는 것이 아니라, 음성 통신 및 기타 정보통신 서비스에 사용되므로, 단말장치를 잘 구성하면 ITS 서비스를 위한 추가적인 비용은 없을 수 있다.

### (2) 통신 요금

일반적으로 PCS 회선통신 요금은 월 기본 요금이 약 16,000원이고 10초에 약 17원 정도이며, 패킷 통신 요금은 512byte의 한 패킷 당 약 7원이다. 따라서 필요할 때마다 통신 접속을 하는 것은 별 부담이 없을 것이나 상시적인 접속은 부담스럽다. 또한 페이지 채널을 통한 교통정보 제공 등도 통신망 사업자 입장에서는 비용이 들어가는 것이므로 무료 제공은 어려울 것이다.

### (3) 망 구축 비용

전국적인 통신망 구축 비용은 약 1~2조원에 달하나, 이것 역시 ITS 서비스만을 위한 것이 아니라 부가적인 서비스 제공에 불과하므로 구축비용에 산정할 수 없다. 다만 향후에 ITS 관련 서비스의 수요가 증가하여 결과적으로 통신망 트래픽이 증가되면, 기지국 및 교환기 증설 등의 추가적인 비용이 불가피하나, PCS망을 이용한 전자상거래나 게임, 무선 인터넷의 수요가 훨씬 큰 폭으로 증대될 것이므로 이에 비해 ITS 서비스 트래픽은 한정적이 될 것이다. 결과적으로 ITS 서비스가 미치는 효과는 무시할

만하다.

## 2. 무선 데이터 (4,5,6)

### 1) 주요 특징

#### (1) 데이터 전송 속도

9.6kbps의 전송 속도를 지원한다.

#### (2) 통신 영역 (거리)

통상적으로 통신 셀 반경은 수 km에 달한다.

#### (3) 통신 서비스 특성

패킷 데이터 통신 프로토콜을 사용하므로 매우 높은 신뢰도로 데이터가 전달된다. 또한 사용 요금은 패킷 단위로 산정되므로 저렴하고 단말기 비용도 약 10만원 정도로 저렴하여 주식 조회와 같은 간단한 데이터 검색이나 원격 검침 등의 다양한 서비스가 가능하다.

#### (4) 커버리지 구축

현재 수도권 등 일부 지역에만 통신망이 구축되어 있으며, 통신망 사업자의 경제적 여력이 부족하여 전국망 확대가 요원한 실정이다. 따라서 물류 서비스 등의 1차적인 ITS 서비스의 적용이 어려운 상태이다.

### 2) 서비스 가용도 / 신뢰도 / 유지 보수

일반적인 공중통신망 정도의 가용도와 신뢰도를 갖고 있다.

### 3) 호환성 / 지원성 / 생산성

최근에 단말기의 국내 생산이 가능해졌으므로 단말기의 안정적인 보급이 가능하다.

### 4) 보안성

TDMA 방식을 사용하므로 CDMA 방식보다 상대적으로 도청이 용이하다. 따라서 응용 프로그램 레벨에서 이를 보완해야 한다.

## 5) 비용

### (1) 단말기 비용

단말기 비용은 송수신 장치와 간단한 표시장치 및 입력 장치를 포함하여 약 10만원 정도이므로 상대적으로 가격이 저렴하다. 또한 하나의 단말기로 ITS 서비스 뿐만 아니라 다양한 서비스를 제공할 경우 시너지 효과가 클 것이다.

### (2) 통신 요금

기본 요금은 13,000원 정도이고, 정보 제공 요금은 건당 10원에서 100원이다.

### (3) 망 구축 비용

PCS 망 보다는 망 구축 비용이 저렴하다.

## 3. TRS

### 1) 주요 특징

#### (1) 데이터 전송 속도

최대 9.6kbps의 데이터 전송이 가능하다.

#### (2) 통신 영역 (거리)

통상적으로 수 km이다.

#### (3) 통신 서비스 특성

TRS는 공중통신망이면서 CUG(Closed User Group) 통화가 가능하다. 즉 특정 업체 직원들끼리 또는 특정 사용자 그룹끼리 즉각적인 통신이 가능하다. 또한 최근에는 공중통신망과의 접속이 가능해졌고 데이터 통신을 통한 인터넷 접속도 가능해졌다.

#### (4) 커버리지 구축

현재 한국통신 파워텔에서 전국망 사업을 하고 있다. 그 밖에 자가용 TRS 사업자가 몇몇 있다.

### 2) 서비스 가용도 / 신뢰도 / 유지 보수

공중통신망 정도의 신뢰도와 유지 보수 수준을 유지하고 있다.

3) 호환성 / 지원성 / 생산성

모토롤라의 iDEN 방식과 주파수 도약 방식의 두 가지가 국내에서 사용되었으나, 현재는 iDEN 방식만이 서비스를 제공하고 있으므로 호환성에 문제가 없다. iDEN 단말기가 Motorola에서 독점적으로 생산되므로 단말기 수급에 문제가 있다.

4) 보안성

공중 통신망이므로 보안성이 취약하다.

5) 비용

(1) 단말기 비용

약 30만원대이다.

(2) 통신 요금

월 기본 요금은 10,000원이고, 통화 요금은 10초당 약 20원이다.

(3) 망 구축 비용

PCS 망 보다는 망 구축 비용이 저렴하다.

(3) 통신 서비스 특성

방송의 특성상 양방향 통신이 불가능하고 단방향으로 정보 전송이 가능하다. 그러나 방송의 특성상 지속적인 정보 제공이 부수적인 경비 없이 가능하다.

(4) 커버리지 구축

산간 벽지를 제외한 거의 전국을 커버한다.

2) 서비스 가용도 / 신뢰도 / 유지 보수

방송국과 송출 장치, 중계 장치 등으로 구성되며, 방송의 특성상 잠시도 송출이 중단되면 안되므로 전문요원이 상주하며 유지 보수를 하므로 매우 신뢰성이 있다.

3) 호환성 / 지원성 / 생산성

방송 수신기는 규격에 따라 제작되어 모두 호환성이 있고 여러 업체가 개발에 참여하여 생산성 및 지원성이 양호하다.

4) 보안성

방송이란 불특정 다수를 상대로 정보를 제공하는 것이므로 보안성은 전혀 없다.

5) 비용

(1) 단말기 비용

시장 초기 단계이며 약 20만원 내외이다.

(2) 통신 요금

정보 수신 요금을 징수하는 어려움이 있어 향후에도 무료일 것이다. 단말기 구입 비용에 서비스 요금을 부과하거나 데이터의 암호화를 통해 사용료를 징수 할 수 있다.

(3) 망 구축 비용

이미 구축된 방송망을 사용하며 DARC를 통해서도 ITS 관련 정보 뿐만 아니라 다양한 정보가 제공되므로 ITS 서비스를 위한 별도의 망 구축 비용은 없다.

**IV. 광역 무선 방송**

1) 주요 특징

(1) 데이터 전송 속도

FM 부가 방송을 이용한 데이터 방송 방식에는 여러 가지가 있는데, 특히 DARC 방식의 경우는 16kbps의 데이터를 방송할 수 있다. 최근에 위성이나 지상파를 이용한 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 사업이 매우 경쟁적으로 추진 중에 있어 향후에는 고속 데이터 수신이 가능하다.

(2) 통신 영역 (거리)

FM 방송이 도달하는 거리는 송신 출력에 관계되는데 통상적으로 100km 이상이다.

## V. 근거리 무선통신

### 1. DSRC (7)

#### 1) 주요 특징

##### (1) 데이터 전송 속도

현재는 1Mbps의 채널 비트 전송율을 대부분 사용하며, 부가적인 부분을 제외한 실제의 데이터 전송율은 TDD 방식의 경우 단일 방향만 고려할 때 최대 582kbps이다. 이는 빠른 트랜잭션과 수신 확인을 위해 프레임 구조가 매우 비효율적으로 설계되었기 때문이다.

$$\frac{8\text{slots} \times 512\text{bits}}{9\text{slots} \times 100\text{bytes} \times 8\text{bits}} \times 1.024\text{Mbps} = 582\text{kbps} \quad (1)$$

현재 일본에서는 T55 규격의 다음 버전인 T75 규격이 개발되었고 이를 ETC뿐만 아니라 다양한 ITS 서비스에 적용하기 위해 시험 서비스 연구를 매우 활발하게 진행 중에 있다. 미국에서는 ASTM과 IEEE 802.11에서 차세대 DSRC의 규격을 개발 중에 있으며 이는 IEEE 802.11 a를 기반으로 한다. 출력 또한 최대 1W이상으로 송출하여 긴급 사고 발생 시에 수km 거리에서도 통신이 되도록 한다.

##### (2) 통신 영역 (거리)

수동 방식의 경우, 노변기지국에서 송신된 신호를 차량 단말기에서 반사하여 통신하는 방식이므로 송수신기의 공중선 이득이 커야 하고 통신 거리가 통상적으로 수m 이내이다. 여기서 공중선의 이득을 더욱 크게 하여 마이크로웨이브 링크를 구성하는 것은 범용 ITS 서비스의 목적에 부합되지 못하므로 이 경우는 제외한다. 적외선 방식의 경우도 수동형과 비슷할 것으로 예상되며, 현재 사용되는 경우가 리모콘이나 IrDA와 같이 수 m내에서의 컴퓨터 인터페이스, 도로변에서 차선별로 사용되는 비이콘 정도이고, 수십 m 이상의 영역에서 통신 서비스가 제공되는 경우는 없다.

능동방식의 경우 노변기지국과 단말기의 송신 출력에 따라 신호 도달 범위가 결정되지만, 노변기지국의 공중선의 높이에 따라 통신 영역의 크기도 결정된다. 노변기지국

의 공중선 높이가 통상 10m 정도라고 하고 주변에 장애물이 거의 없는 경우라면 수km까지도 통신이 가능하며, 도심지 안의 환경이라면 수십m 내지는 수백m까지 통신이 가능할 것이다. 참고로 일본의 경우는 최대 30m의 통신 영역을 고려하고 있고, 미국의 경우 최대 1km까지의 영역을 고려하고 있다. 국내에서는 100m 정도를 고려중이다. 최대 통신 영역의 크기는 기술이나 비용, 사업 등에 매우 중요한 요소이다.

##### (3) 통신 서비스 특성

패킷 데이터 통신 방식이며, 처음에는 slotted ALOHA 방식으로 그 후에는 예약 방식으로 채널 확보를 하여 통신의 신뢰성을 높인다. 또한 반이중방식으로 송수신을 번갈아 수행한다.

국내와 일본 규격은 거의 유사하며, 매 slot마다 데이터 수신 후 수신 확인을 하므로, 빠른 트랜잭션이 가능하나, 가드 타임 때문에 시간 손실이 크다. 이는 ETC와 같이 수십 msec의 짧은 시간에 모든 처리를 해야 하는 ITS 고유의 목적에 적합하다. 아무리 좋은 통신 방식이라도 빠른 트랜잭션을 지원하지 못하면 ITS에 적용하기 어렵다.

##### (4) 커버리지 구축

현재는 국내에 몇 군데의 틀게이트에 구축되어 있으며, 틀게이트 아래에서만 통신이 가능하다. 또한 대전시내에서 BIS(Bus Information System)와 교통정보 수집용으로 구축이 완료되었다.

초기에는 틀게이트나 항만, 물류센터, 주차장 등에서 독립적으로 구축되어 사용될 것이며, 향후에 추가적인 서비스가 개발되고 단말기가 널리 보급되면 고속도로나 도심지에서 DSRC 망이 구축될 것이다. 그러나 이 경우도 seamless한 커버리지를 구축하는 것은 힘들고 도로를 따라 차량이 주행하면서 불연속적인 접속이 가능할 것이다. 이 경우 핸드오버도 고려될 수 있다.

##### 2) 서비스 가용도 / 신뢰도 / 유지 보수

DSRC 시스템은 ITS 전용 통신 방식이지만 그 구축 방식에 따라 통신의 신뢰성이 다를 수 있다.

### (1) 신뢰성이 낮은 경우

DSRC 장치를 이용하여 버스 정보 시스템이나 교통 정보 수집/제공 등의 통신의 정확도와 신뢰성이 높지 않아도 되는 경우에는, 시스템의 안전성이나 통신망의 QoS(Quality of Service)이 낮을 것이다. 따라서 시스템의 단가나 구축 비용이 작을 것이고 필요에 따라 넓은 지역에 밀도가 높게 구축될 수 있다. 이 경우 통신망의 기반 시설이 구축되고 사용자가 늘어남에 따라 ITS 서비스의 시너지 효과를 얻을 수 있다. 유지보수의 관점에서 볼 때, 구축된 장치는 많고 유지보수 기능이 부실할 것이므로 애로 사항이 많을 것이다.

### (2) 신뢰성이 높은 경우

ETC나 ERP(Electronic Road Pricing) 시스템의 경우 DSRC 장치와 함께 차종 분류기, 요금징수장치, 불법차량 검지장치 등의 장치들을 매우 정교하게 연동시켜야 한다. 또한 수십 msec의 매우 짧은 시간 내에 모든 처리가 되어야 하고, 요금징수에 관계된 것이므로 매우 신뢰도가 높아야 한다. 이 경우에는 고속도로나 도심지의 톨게이트에 주로 설치되므로 구축되는 장치가 많지는 않을 것이며 대신에 높은 신뢰성을 필요로 한다. 또한 유지보수도 집중적으로 수행된다.

이상의 경우로 볼 때, DSRC 시스템은 저비용의 신뢰성이 낮은 장치와 고비용의 신뢰성이 높은 장치로 구분될 것이다. 이 두 가지 종류의 시스템이 사용하는 통신방식은 동일하여 하나의 단말기로 모두 사용할 수 있으나, 제공 받는 서비스에 따라 서비스의 신뢰도가 다른 것이다.

### 3) 호환성 / 지원성 / 생산성

DSRC 방식은 상대적으로 통신방식이 간단하므로 중소기업에서 생산 및 납품을 할 수 있다. 따라서 업체의 수가 매우 많을 수 있으며 회사의 재정적 상태도 열악할 수 있다. 따라서 DSRC의 노변 기지국이나 단말기간의 호환성을 위해서는 매우 정확한 표준이 정립되어야 하고, 호환성을 위한 시험 방안도 정립되어야 한다. 또한 DSRC 사용에 반드시 필요한 서비스 코드 및 사업자 코드, 제조업체 코드 등을 어떤 권한이 있는 기관에서 정해줘야 한다. 또

한 노변 기지국이나 차량 단말기의 경우 고장이 발생했을 때 수리 및 교체가 불가피하므로, 장치를 모듈로 설계하여 고장 난 부분만 교체할 수 있도록 해야, 유지보수 비용도 적게 들고 납품사가 없어지는 경우에도 다른 업체의 모듈로 대체할 수 있다. 이런 사항은 대규모 DSRC 망을 구축한 경우 유지 보수 및 관리를 위해 필수적인 사항이다. 통신망의 규모가 커질수록 그 유지보수 비용이 기하급수적으로 증가하기 때문이다.

### 4) 보안성

DSRC는 도로변에 설치되어, 그 도로를 통과하는 DSRC 차량 단말기를 설치한 모든 차량을 검색할 수 있으므로, 개인 정보가 불법으로 검색되거나 사용되거나 타인에게 제공될 수 있다. 따라서 단말기를 장착한 차량을 검색할 때 검색할 수 있는 권한의 정도에 따라 제공하는 정보의 내용이 달라야 하며, 이에 따른 인증과 비화가 모두 달라야 한다.

### 5) 비용

#### (1) 단말기 비용

단말기 비용은 그 판매 수량에 따라 단가가 결정되며, 그 밖에도 실제 소비자가 마켓팅 전략에 따라 매우 달라질 수 있다. 참고적으로 유럽의 수동 방식 ETC 단말기의 경우 약 4만원 정도이고, 일본의 능동 방식 ETC 단말기 경우 약 20만원 정도이다. 일반적으로 수동방식이나 적외선 방식보다 능동방식의 제조 단가가 고가이다.

#### (2) 통신 요금

DSRC 장치를 이용하여 자가용으로 사용하는 경우 즉, ETC와 같은 경우 통신비용을 설치 업자가 징수할 수 없다.

DSRC 장치를 이용하여 사업용으로 사용하는 경우에는 기간통신사업자만이 노변기지국을 설치하여 서비스 사업을 제공할 수 있다. 이 경우 DSRC 통신망을 이용하여 교통정보 제공이나 다양한 ITS 서비스를 제공하며 심지어 제한적인 무선 인터넷 서비스까지 사용자에게 제공하여



통신 및 서비스 요금을 정수할 수 있다. 타 통신 방식에 비해 상대적으로 통신망 구축비용이 저렴하므로 (DSRC 통신망 구축 방법에 따라 구축비용이 매우 달라질 수 있다.) 통신 및 서비스 요금은 상대적으로 저렴할 것이다. 또한 ITS 고유의 서비스 경우 DSRC의 대안이 없으므로 경쟁에 의한 요금 하락은 없을 것이다.

(3) 망 구축 비용

DSRC 노변기지국의 단가가 상대적으로 저렴하다라도 많은 수의 기지국을 도로변에 설치하려면 비용이 많이 든다. 따라서 단계적인 망 구축이 불가피하며 그에 따른 철저한 구축 계획이 필요하다. ITS 서비스는 매우 다양하고 또한 기능 요구사항이 다르므로 통신망의 구축 방안이 다를 수 있다. 즉, 교통정보 수집 및 제공의 경우 DSRC 망을 router와 같은 인터넷 장비를 사용하여 구축할 수 있지만, 교차로 충돌 방지 등의 DSRC 고유의 ITS 서비스의 경우에는 circuit 방식의 통신망과 실시간 처리가 가능한 서비스 서버를 사용해야 한다. 따라서 DSRC 망 구축 계획은 설치 지역 뿐만 아니라 서비스 제공 내역도 고려해야 한다. 특히 도로변에 노변기지국을 설치하려면 백본과의 연결이 불가피한데 도로변의 경우 안테나 높이가 낮아 무선 링크를 구성하는 것은 어렵고, 유선으로 연결할 경우 새로이 선로를 포설해야 하므로 선로 구축비용이 많이 들 것이다. 따라서 향후에 ITS 서비스의 원활한 제공과 통신망 구축을 위해서는 도로망을 따라 유선통신망이 구축되는 것이 바람직하다.

2. RFID

1) 주요 특징

(1) 데이터 전송 속도

수 kbps 이하이다.

(2) 통신 영역 (거리)

통상적으로 수 십cm에서 수 m 이내이다. 국내의 경우 이동체 식별 장치라는 명칭으로 주파수가 분배되어 있으

며 2.4GHz 대역을 사용한다. RF 출력은 200mW로 근거리 통신 방식임에도 출력이 높으며 이는 수동방식(back scatterer 방식)이기 때문이다. 최근에 Ubiquitous 서비스에 대한 관심이 고조되면서 기타 용도의 RFID를 위한 주파수의 추가 분배가 진행 중에 있다.

(3) 통신 서비스 특성

현재 국내에서 주차장 요금징수 장치로 널리 사용되고 있으며, 교통 카드 등의 ITS 분야에서 광범위하게 사용되고 있다. 검지장치 또는 요금징수장치와 같이 높은 신뢰도가 필요하고 처리시간에 여유가 있는 경우에 적합하다. 통신 속도가 낮아 다양한 서비스에는 적합하지 않다.

(4) 커버리지 구축

통신거리가 매우 짧아 검색지역 위주로 필요한 곳마다 설치된다.

2) 서비스 가용도 / 신뢰도 / 유지 보수

검지장치는 출입구 등에 주로 설치되어 검색 또는 요금징수의 임무를 수행하므로 서비스 가용도는 99% 이상 되어야 한다. 또한 보안과 요금 수입에 관계되므로 신뢰도가 매우 높고, 관리자는 항상 그 상태를 감시하여야 한다. 그러나 장치의 특성상 통신망을 구성하는 경우는 매우 드물 것이고, 구성해도 규모가 작을 것이므로 유지 보수의 문제는 크지 않을 것이다. 그러나 만약 Ubiquitous나 Telematics의 목적으로 대규모 망이 구축된다면 사전에 충분한 고려가 필요하다.

3) 호환성 / 지원성 / 생산성

국내외적으로 표준화가 되어 있지 않으므로, 제품간에 호환성이 없다. 이 점은 보안을 위해서는 장점이 될 수도 있으나, 필요에 따라 복수의 단말기(Tag)가 필요할 수 있으며 광범위한 사용에 걸림돌이 될 수 있다. 또한 업체의 규모가 영세하여 특정 업체의 제품으로 설치가 되었을 때 지속적인 유지 보수가 어려울 수 있고, 제품 가격의 하락에도 한계가 있다. 그러나 향후의 시장 규모에 따라 달라질 수 있다.

4) 보안성

통신의 보안성보다 상위 응용프로그램에서 보안 기능이 강하다. 따라서 출입 통제나 요금 징수가 가능하다.

5) 비용

(1) 단말기 비용

Tag의 경우 수 천원 정도로 매우 저렴하며, 통신과 간단한 처리만을 수행한다.

(2) 통신 요금

다양한 서비스가 어려우므로 별도의 통신 요금은 없다.

(3) 망 구축 비용

대규모 통신망을 구축할 필요가 없고, 단지 빌딩 구내 출입통제장치 등의 소규모 망이 구축될 수 있다. 따라서 구축 비용은 그 규모에 따라 달라진다.

3. 무선 LAN/블루투스 (8,9)

1) 주요 특징

(1) 데이터 전송 속도

무선 LAN의 경우 방식에 따라 1Mbps에서 수십Mbps 까지의 속도로 데이터를 전송할 수 있고, 블루투스의 경우 1Mbps 통신이 가능하다.

(2) 통신 영역 (거리)

무선 LAN의 경우 통상적으로 수 십m 이내의 거리에서 사용되나, 특별한 중계장치를 사용할 경우 수 km까지도 통신이 가능하다. 또한 블루투스의 경우 근접 통신을 위한 것이므로 수 십 m 이내의 통신이 가능하다.

(3) 통신 서비스 특성

무선 LAN의 경우 기존의 UTP 선로를 이용한 Ethernet 기반의 LAN 망을 무선으로 대체하는 것으로 사용자 패킷 사이의 충돌 방지에 중점을 두었고 장치 사이의 간섭을 줄이기 위해 대역확산 방식을 사용한다. LAN의 목적으로 사용되므로 데이터 통신의 효율이 높고 고속 이

동 상태에서도 사용이 가능하다.

블루투스는 고속의 데이터 통신이 어렵지만 장치 사이의 자유로운 접속과 해제가 가능하므로, 임의의 장치 사이에 자유로운 정보 교환 서비스가 가능하다. 인터컴 기능으로 음성 통신도 가능하다.

(4) 커버리지 구축

현재 국내 통신 사업자들이 주요 지점에 무선 LAN 망을 구축하여 통신 서비스를 제공하는 사업이 진행중이고 국부적으로 커버리지가 구축되어 있다. 그러나 블루투스의 경우 통신 속도가 낮아 통신 서비스망이 구축되기 보다 장치를 구매하고 설치하는 사용자에 의해 좀 더 산재되고 지역적인 커버리지가 구축될 가능성이 크다.

2) 서비스 가용도 / 신뢰도 / 유지 보수

통신 사업자에 의해 통신망이 구축된 경우는 사업자가 일정 수준의 QoS를 사용자에게 제공하기 위해 구축된 장비들을 유지 보수해야 하며 데이터 통신의 특성상 그 긴급성이 낮으므로 서비스의 가용도가 상대적으로 낮을 것으로 예상된다.

이에 비해 블루투스의 경우는 일반 사용자에 의해 관리되므로 유지 보수가 어렵고 신뢰도도 떨어진다.

3) 호환성 / 지원성 / 생산성

무선 LAN 장비나 블루투스 장비의 경우 많은 제조업체가 생산에 참여하고 있으며, 호환성이나 생산성은 원활하다. 블루투스 장치의 경우는 별도의 장치보다는 특정 장치에 부속되어 제작되고 각 사용자가 관리하므로 지원성이 큰 문제는 아니지만, 무선 LAN의 access point의 경우 원활한 유지 보수를 위해 모듈화 및 규격화가 필요하다.

4) 보안성

무선 LAN이나 블루투스의 경우 보안 기능이 약하므로 응용 프로그램에서 보완이 필요하다.

5) 비용

(1) 단말기 비용

블루투스의 경우 저렴한 무선 인터페이스가 목적이므로 송수신 모듈 가격은 몇 만원이내가 될 것이며, 무선 LAN의 단말 경우 제조 원가가 이 보다는 비싸고 10만원 이내이다.

(2) 통신 요금

블루투스의 경우는 통신 요금이 없을 것이고, 무선 LAN의 경우 월간 정액제이다.

(3) 망 구축 비용

블루투스의 경우 통신 자체가 목적이 아니라 인터페이스가 목적이므로 별도의 망 구축 비용이 들지 않으며, 무선 LAN의 경우 연동시키는 유선망의 구축 비용을 함께 고려해야 하므로 구축 방법에 따라 망 구축 비용이 클 수 있다.

VI. 결론

이상에서 ITS 시스템의 요구사항과 이를 관점으로 여러 가지 무선통신 방식들을 분석하여 보았다. ITS 서비스는 매우 다양하여 그 요구사항 또한 다르므로 한 가지 방식의 무선통신 기술로 모든 ITS 서비스를 제공할 수는 없다. 그러므로 각각의 서비스에 적절한 무선통신 방식이 사용되어야 하며, 한 편으로는 이들 사이의 연동을 통해 서비스 및 시장의 상승 효과를 얻어야 한다. 즉, 무선 통신망 사이의 연동이나 단말기 사이의 연동이 체계적으로 고려되어야 ITS 시스템의 구축이나 활용이 조기에 가능해진다. 국내외적으로 ITS 서비스의 필요성이 역설되에도 불구하고 각 서비스별 시스템 또는 사용자 요구사항이 미비하여 사업을 추진하려는 지방자치단체나 도로관련 회사에서 어려움을 겪고 있다. 또한 ITS 시스템에서 가장 중요한 역할을 차지하는 무선통신망에 대한 고려가 부족하여 많은 시행착오가 있으며 연동에 의한 상승 효과도 보지 못하고 있다.

ITS는 여러 가지 분야의 기술과 인력이 연동되어 구성

되므로 향후에는 시스템 엔지니어링의 관점에서 체계적이고 효과적인 구축 방법으로 사업이 시행되어야 한다.

※ 본 연구는 2003년도 한성대학교 교내연구비 지원과제로 수행되었습니다.

참고문헌

1. ITS National Architecture, Dept. of Transport, 1996.
2. 다양한 교통관련 응용서비스 수용을 위한 무선통신망 연동방안 연구, 한국전파진흥협회(오종택), 2002. 1.
3. IMT-2000 이동통신 원리, 김현욱, 진한도서, 2001.
4. 전파방송산업연보, 한국전파진흥협회, 2000.
5. 전파방송산업연보, 한국전파진흥협회, 2001.
6. Wireless Communications, T.Rappaport, Prentice-Hall, 1996.
7. ITS Information Shower, DSRC system 연구회, 크리에이트 크루즈 (일본), 2000.
8. Bluetooth, J.Brady, Prentice-Hall, 2000.
9. Bluetooth Connect without cables, J. Bray, Prentice-Hall, 2001.