

## 지능 교통 시스템과 이동 데이터 통신 기술

柳 英 培, 成 泰 慶  
三星電子 情報通信本部

### I. 서 론

최근 전세계적으로 주목을 받고 있는 지능 교통 시스템(Intelligent Transportation Systems, 이하 ITS)은 전체적인 교통 상황의 감지 및 제어를 통하여 교통의 흐름을 원활화, 자동화하고 운전자의 편의 및 안전을 증대하는 것을 목표로 하고 있다. ITS가 효과적으로 구축될 경우, 교통 정체로 인한 운송 효율의 저하, 에너지 낭비, 대기오염, 주행 시간 증대에 의한 생산성 인력의 낭비 등을 감소시킴으로써 매년 수 천억원의 직접적인 절감 효과를 기대할 수 있으며, 간접적으로는 국가 경쟁력 강화를 기대할 수 있다. 이러한 ITS 기간망(infrastructure)의 구축 및 확산은 자동차, 전자, 통신 등 국가 기간 산업에 거대한 시장을 새로이 제공하기 때문에 현재 세계 각국에서는 ITS 관련 시스템의 개발에 노력을 경주하고 있다.

ITS에서는 운전자가 보다 안전하고 쾌적하게 운전을 즐길 수 있도록 하기 위한 각종 서비스를 제공할 계획이다. 예를 들어 교통의 흐름에 따라 신호등을 자동적으로 제어하고 운전자에게 각종 운전 에 도움이 되는 정보(도로의 혼잡 상태, 공사 및 규제 상황, 날씨, 유효 주차장 정보 등)를 알려주거나 목적지까지 지체 구간을 피해 갈 수 있는 있도록 경로를 실시간으로 안내해 준다. 또한 요금 정산을 자동으로 함으로써 요금 정산소에서 정지/서행할 필요가 없게 하고 상용 차량이나 대중교통 차량 등의 운행을 효율적으로 관리할 수 있도록 한다. 이밖에 안전운행을 위하여 충돌 위험이나 전후방 장애물을 알려주기도 하고 궁극적으로는 자동차 스스로 주행하는 무인 자동차를 실현할 예정이다.<sup>[1-4]</sup>

ITS 관련 시스템을 구축할 때 통신망은 정보를 전달하는 중요한 역할을 담당한다. ITS에 있어서 통신망은 도로변 센서 및 송수신기와 각종 제어/정보 센터간을 연결하는 유선망(고정망)과 이동성이 강조되는 차량 내의 단말과 도로변 기간망간을 연결하는 무선망(공중망)으로 구분할 수 있다. 지원되는 통신 서비스는 음성은 물론 데이터, 화상,

영상, 각종 신호 등이 될 수 있으며, 차량용 단말 뿐만 아니라 휴대용, 고정용도 지원할 수 있어야 한다. 통신망의 설계는 각종 ITS 관련 시스템에서 무선 자원을 공유할 수 있도록 전체적인 설계를 해야 하며, 정해진 구조하에서 서비스 사업자 및 시공자의 요구에 따라 일정 방식을 선택할 수 있도록 해야 한다. 즉, 통일성을 가지면서 논리적으로 정의한 시스템의 구조화된 골격은 ITS에서 제공하고자 하는 서비스를 위한 시스템 간의 연결성에 대하여 명확한 사양을 설계할 수 있으며, 이에 대한 통신 서비스, 방식 등을 결정할 수 있다. 통신망 구축은 효율성 및 비용을 고려하여 기존 통신망과의 연계도 고려할 수 있으며, 기존의 유무선 통신 기술을 최대한 활용하여 ITS에서 구현하고자 하는 기능을 제공하기 위한 기반을 제공해야 한다.<sup>[5-6]</sup>

본 논문에서는 ITS에서 제공하는 각종 기능의 구현을 위하여 필요한 이동 데이터 통신에 대하여 시스템 입장에서 알아 보고자 한다. 이를 위하여 먼저 기존의 이동 통신 서비스에 대하여 알아보고 ITS에서 통신 시스템을 설계하는 절차 및 방법을 기술하였다. 그리고 ITS에서 제공하는 각종 기능의 구현을 위하여 무선 통신이 사용되는 현황에 대하여 소개하고 결론을 맺는다.

## II. 지능 교통 시스템과 이동 데이터 통신 기술

### 1. 이동 데이터 통신 기술

ITS에 있어서 통신 기술은 교통 시스템 요소들 간의 각종 정보를 전달할 수 있도록 하는 중추적인 역할을 담당한다. 즉, 각종 교통 서브 시스템의 센터, 노변 장치, 차량 장치 상호간에 필요한 정보를 유선, 광역 무선, 단거리 무선 등을 이용하여 연결하여 준다. 특히 무선 통신은 정보의 전달이라는 기본적인 기능 외에 자기 위치를 파악할 수 있는 측위 기능이나 거리 측정, 물체 탐지 등의 센서 기능도 제공할 수 있다.<sup>[5,6]</sup>

이동 통신의 방식을 크게 분류하면 광역 양방향 무선통신, 광역 방송형 무선통신, 단거리 무선 통

신으로 구분할 수 있다. 광역 양방향 무선 통신은 각종 셀룰러 시스템(cellular system), 특수 이동 통신(specialized mobile radio), 무선 데이터 통신(radio data network), 페이징 시스템(paging system), 위성 시스템(satellite system) 등을 포함한다. 광역 방송형 무선 통신은 주로 FM 부반송파(subcarrier)를 이용하며, ITS에서의 단거리 무선 통신은 노변-차량간 통신과 차량-차량간 통신으로 구분된다. 여러 가지 통신 기술 중에서 특정 통신서비스를 제공하기 위한 최상의 통신 기술을 선택하는데 있어서 고려해야 할 것은 용량, 성능, 서비스 구역 등의 기술 사양은 물론 확장성, 향후 발전성, 경제성 등을 고려해야 한다. 본 절에서는 ITS에서 사용 가능한 각종 무선 데이터 통신 기술의 특성을 시스템 차원에서 간략하게 알아 보기로 한다.

#### 1) 광역 양방향 무선 통신<sup>[5,6]</sup>

##### (1) CDPD(Cellular Digital Packet Data)

아날로그 셀룰러 AMPS(Advanced Mobile Phone Service) 망을 이용하여 디지털 패킷(packet) 데이터를 전송할 수 있는 CDPD(Cellular Digital Packet Data)는 사용하지 않는 음성 채널을 이용하여 패킷 데이터를 전송할 수 있다. 30KHz의 채널에 19.2Kbps의 전송 속도를 가지며, TCP/IP를 기본으로 하는 시스템이다. 서비스의 다양화 및 광역화를 위한 CSCDPD(Circuit Switched CDPD)나 전송율을 ISDN 급으로 증가시킬 수 있는 CDPDng(CDPD new generation) 등도 제안되고 있다.

##### (2) TDMA(Time Division Multiple Access)

디지털 셀룰러 방식인 TDMA는 유럽 표준인 GSM(Global System for Mobile communications)이나 GSM Phase II(DCS 1800) 등에서 사용하는 방식으로서 하나의 라디오 채널에 여러 개의 음성 채널을 다중 프레임(multiframe)으로 전송하는 방식이다. GSM의 경우 반송파 간격은 200KHz이고 반송파마다 음성 채널이 8개이며, 각 사용자에게 33.85Kbps가 배당된다. GSM에서는 SMS(Short Message Services), CSD(Circuit Switched Data), HSCSD(High Speed Circuit

Switched Data), GPRS(General Packet Radio Service) 등의 데이터 서비스가 제공 가능하거나 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에서 이에 대한 표준화 작업을 진행 중이다.

### (3) CDMA(Code Division Multiple Access)

디지털 셀룰러의 또 다른 방식인 CDMA는 서로 직교하는 코드 시퀀스를 이용하여 여러 개의 채널을 하나의 반송파에 확산하여 전송하는 방식이다. 현재 여러 가지 표준이 제안되고 있으며, 이 중의 하나인 IS-95-A(또는 Q-CDMA)의 경우 CSD(IS-99), SMS(IS-637), PSD(Packet Switched Data, IS-657) 등의 데이터 서비스에 대한 표준이 포함되어 있다.

### (4) 특수 이동 통신(Specialized Mobile Radio)

SMR은 일정한 특수 집단 이동 이용자(상용 수송 차량군, 공공 안전/긴급 단체 등)를 위하여 개발된 서비스로서 다중 채널 트렁킹(multichannel trunking)을 이용하여 스펙트럼의 이용 효율을 증대시키는 방식을 채택하고 있다. 최근 각광을 받고 있는 디지털 SMR로 TDMA 방식인 Motorola의 MIRS(Motorola Integrated Radio System), FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum) 방식을 이용하는 Geotek의 SMR 시스템 등이 있다. SMR은 단일 송신 시스템을 이용하는 대신 셀룰러 형태의 시스템을 이용하는 ESMR(Enhanced SMR)로 서비스 영역을 확대하고 있으며, 음성뿐만 아니라 페이징, 메시징(messaging), 기타 데이터 서비스가 가능하다.

### (5) 무선 데이터 통신(Radio Data Network)

RDN은 데이터 전용 무선망으로서 스펙트럼 이용 효율이 높고 이용료가 저렴하다는 장점을 갖는다. 대표적인 시스템으로 ARDIS와 RAM Mobile Data(혹은 Mobitex)가 있으며, 두 시스템 공히 CDPD와 유사하게 동적으로 채널을 선택하여 DPD(Digital Packet Data)를 전송하는 방식을 이용한다. ARDIS는 25KHz의 주파수 대역내에 1~3개의 라디오 채널을 가지며 전송율은 4.8Kbps(혹은 19.2Kbps)인데 비해 Mobitex는 12.5KHz의 대역내에 10~30개의 라디오 채널을 가지며 전

송율은 8Kbps이다. 이 밖의 RDN으로는 FHSS 방식과 메쉬(mesh) 망을 이용하여 77Kbps의 전송율을 제공하는 Ricochet 망이 있으며, 38.4Kbps의 데이터 통신뿐만 아니라 15m 가량의 오차를 갖는 측위 정보도 제공할 수 있는 IMDN(Intelligent Mobile Data Network)인 ARRAY 망도 제안되고 있다.

### (6) 페이징 시스템(Paging System)

현재 대중화되어 있는 무선 통신 서비스 중의 하나인 페이징 시스템은 단방향으로 숫자뿐만 아니라 문자 서비스도 가능하도록 되어 있다. 그러나 최근 양방향 페이징 시스템의 등장으로 새로운 서비스가 가능하게 되었으며, 전문에 대한 회신, 정보 요청, 자동 등록 및 승인 등이 이에 속한다. 양방향 페이징 시스템은 대화형이 아니고 실시간을 요구하는 서비스에는 사용할 수 없지만 사용료가 저렴하고 CDPD 기법의 도입 등으로 성능의 향상을 진행하고 있다.

### (7) 위성 시스템(Satellite System)

향후 수년 내에 위성 시스템은 이동 사용자에게 무선통신을 제공하는 중요한 수단이 될 것으로 예상되고 있다. 위성 시스템은 음성이나 데이터의 전송뿐만 아니라 위치 정보를 알려주는 기능도 제공할 수 있다. 위성 시스템은 넓은 지역에 서비스가 가능하고 망의 유연성을 보장하는 장점을 갖는다. 위성 시스템에는 LEO(Low Earth Orbit), MEO(Medium Earth Orbit), HEO(Highly Elliptical Orbit), GEO(Geostationary or Geosynchronous Earth Orbit) 등이 있다. LEO는 일반적으로 200~3000Km의 고도를 가지며, ORBCOMM, STARSYS, VITASAT, CONSTELLATION, GLOBALSTAR, IRIDIUM, TELEDESIC 등이 이에 속한다. GEO는 고도 약 36,000Km의 적도상에서 지구와 같은 각속도로 회전하면서 대부분 기본적인 무선 통신 기능 외에 위치 정보 기능을 가지고 있으며, INMARSAT, MSAT, SKYCELL 등이 이에 속한다. 이밖에 GPS(Global Positioning System)나 GLONASS(GLOBAL Navigation Satellite System)와 같은 측위용 위성 시스템도 있다.<sup>[7]</sup>

## 2) 광역 방송형 무선 통신<sup>[5,6]</sup>

광역 방송형 무선 통신은 다수의 이용자가 필요로 하는 정보를 동시에 전달하는 효율적인 수단으로서 FM 부반송파를 이용하는 것이 대표적이며, 여러 가지 시스템이 제안되고 있다. 이외에도 HAR(Highway Advisory Radio), DAB(Digital Audio Broadcast), TV 수직 공백 시간을 이용하는 방법, SAP(Secondary Audio Program)의 부채널을 이용하는 방법 등이 있다.

### (1) FM 부반송파(FM Subcarrier)

FM 방송국의 주파수는 미국의 경우 200KHz, 유럽의 경우 150KHz 간격 이상으로 배치되도록 할당되어 있으며, 스테레오 신호를 전송하는 부분을 제외한 부반송파 부분(베이스밴드(baseband))에서 53~75 혹은 53~100KHz를 이용하여 보조적인 프로그램이나 데이터를 전송할 수 있다. 현재 53.5~59.4KHz 부분은 유럽에서 RDS(Radio Data System)라는 표준으로 사용하고 있으며, 미국에서는 이를 RBDS(Radio Broadcast Data System)라는 이름으로 승인하였다. RDS의 데이터 전송율은 1187.2bps이며, 유효 정보 전송율은 약 300bps이다. 이밖에 FM 부반송파를 이용하여 고속으로 데이터를 전송하는 여러 가지 시스템이 제안되고 있으며, 표 1은 Seiko의 HSDS(High Speed FM Subcarrier Data System), MITRE의 STIC(Subcarrier Traffic Information Channel), 그리고 NHK의 DARC(Data Radio Channel)의 특성을 비교한 것이다. 이들 시스템들은 RDS와 공존이 가능하도록 설계되어 있다.

### 3) 단거리 무선통신<sup>[5]</sup>

#### (1) 차량-도로변간 통신(Vehicle to Roadside Communications)

VRC의 가능한 기술로는 능동 RF, 수동 RF, 그리고 IR(Infra-Red) 등이 있다. 이러한 기술들은

〈표 1〉 FM 부반송파를 이용한 고속 데이터 전송 시스템 특성 비교

|          | HSDS    | STIC     | DARC   |
|----------|---------|----------|--------|
| 데이터 전송율  | 19Kbps  | 18.8Kbps | 16Kbps |
| 유효정보 전송율 | 7.5Kbps | 8Kbps    | 8Kbps  |

각각 서로 다른 특성 및 장단점을 보유하고 있으며, 통신 영역, 차량 속도(통신 영역 내 통과 시간), 데이터 전송량, 전송속도, 복수 동시 통신 여부, 가격 등을 고려하여 적절한 기술을 선택하여야 한다. 능동 RF VRC는 도로변 비이콘(beacon)과 차량 내 능동 태그(tag)간에 통신을 하기 때문에 통신 거리가 길다는 장점이 있지만 차량용 태그가 비싸지는 문제가 있다. 반면 도로변 비이콘의 RF 신호로부터 에너지를 공급하여 동작하는 수동 RF 태그는 자체 배터리나 차량 전장과의 연결이 불필요하고 저가이지만 통신 거리가 짧다는 단점이 있다. IR은 유럽의 ALI-SCOUT에서 동적 경로 안내 정보를 전달하는 VRC로 이용되었으며, 일본의 VICS(Vehicle Information and Communication System)에서는 다른 통신 기술과 병행하여 교통 정보를 제공하는 시스템에 이용되었다. VICS의 경우, 시내 교차로에 설치된 IR 비이콘은 약 3.5m의 통신 영역 내에서 10Kbyte의 데이터를 전송하며, RF 비이콘은 70m내에서 8Kbyte의 데이터를 전송한다.

#### (2) 차량-차량간 통신(Vehicle to Vehicle Communications)

V2VC는 고속으로 한꺼번에 많은 데이터를 주로 시선(line-of-sight)상에서 전송하며, 매우 높은 신뢰도를 요구한다. V2VC는 무인 주행에 관련되는 분야에서 중요한 역할을 담당하기 때문에 차량 안전에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 무인 주行的 실용화는 그만큼 느리게 진행될 것으로 예상되며, 현재는 세계 각국에서 무인 주행에 대한 연구를 진행하는 동시에 충돌 경고 시스템과 같은 반자동 시스템을 제품화 하고 있다. V2VC는 차량간의 직접 통신이 가장 확실한 방법이지만 실시간이 치명적이지 않을 경우 두개의 노변-차량간 링크를 이용하여 구현할 수도 있다. 차량간의 직접 통신의 경우에는 무선 통신을 이용하여 거리를 측정하거나 물체를 탐지할 수도 있으며, 이러한 경우에는 오탐지(false alarm)나 탐지 실패(missdetection) 확률이 기준 한계치 이하로 보장되어야 한다.

## 2. ITS에서의 통신 구조 설계

ITS에서 제공하는 각종 서비스를 구현하기 위해서는 통신망의 구축이 필수적이며, 이는 ITS 시스템의 성능, 비용, 사용자 접근의 용이성 등에 지대한 영향을 미친다. 즉 여러 가지 종류의 통신 서비스, 방식, 기술 중에서 어떤 것을 선택하고 어떤 구조로 설치해야만 최소의 비용으로 원하는 서비스를 원활하게 제공할 수 있는지를 파악해야 한다. 또한 ITS 전체 시스템 차원에서 볼 때 여러 서비스에서 사용하는 교통 및 통신 요소들이 어떻게 상호 연결되어야만 제한된 통신 자원을 효율적이고 사용할 수 있는지 파악해야 한다. 통신 구조를 설계할 때 특히 강조되어야 할 것은 유연성(flexibility)이다. 이를 통하여 지역 사업자 및 시공자는 일정 규격 내에서 그들의 요구에 맞는 특정 방식을 선택할 수 있을 것이다. 다양한 통신 링크를 이용한 각종 교통 시스템간의 복잡한 연결을 완화하기 위해서도 일관성 있고 구조화된 규격을 갖는 구조 설계가 필요하다.<sup>[5, 8]</sup>

ITS의 물리적 계층(physical layer)은 교통 계층과 통신 계층을 가지며, 기본 설계 개념은 이들 계층을 두개의 독립적인 영역으로 분리함으로써 절차를 간소화하는 동시에 사용자 서비스 요구 사항을 만족하도록 두 계층을 긴밀히 연계시키는 것이다. 이러한 관점에서 볼 때 ITS의 통신 계층은 다음의 사항을 고려하여 설계해야 한다.

- 일정 서비스를 가능하게 하기 위하여 어떤 형태의 통신망을 이용하여 서브 시스템 간을 연결할 것인가?
- 서브 시스템 간에 정보를 전달하기 위하여 어떤 형태의 통신서비스(정보 전달 능력)를 이용할 것인가?
- 데이터의 전달을 위하여 어떤 모드의 통신 연결(패킷, 회로 스위치 등)을 취할 것인가?
- 이러한 통신 사양을 만족하는 통신 시스템이나 기술은 어떤 것이 있는가?
- 제안된 통신 시스템 안은 국가 ITS 전략에 부응하는가?
- 제안된 통신 시스템 안이 다른 시스템과 상호 동작하기 위해서는 어떤 부분에 대하여 표준

## 화 작업이 필요한가?

최근의 급속한 통신 기술 발전을 미루어 생각할 때 향후에도 정보화 사회를 위한 새로운 통신 시스템이 계속 개발되어 소개될 것으로 예상된다. 표 2는 각종 통신 기술의 발전 추세에 대하여 요약하였으며, 이러한 추세를 고려하여 ITS에서의 통신 구조를 설계해야만 향후에 ITS 서비스망을 효율적이고 경제적으로 구축할 수 있을 것이다.

통신 구조를 설계할 때 첫번째 절차는 ITS 제공 서비스를 명확히 정의하는 것이다. 다음으로 통신 서비스를 위한 망의 논리적인 기능, 즉 유/무선 접근(access), 스위칭(switching), 루팅(routing), 등록 확인(registration authentication), 인터워킹(interworking), 승인(validation), 요금 청구(billing), 운용(operation) 등을 결정해야 한다. 마지막으로 실제적인 구조 설계를 위하여 기능적인 실체(사용자 기기, 사용자 프로파일 모듈, 스위치, 무선 제어기, 무선 기지국, 망간 접속 장치, 프로파일 DB, 유선망 등)를 확립하고 기능적인 실체와 기존 네트워크 기준 모델과의 매칭을 통하여 실제 장비간의 접속 기준을 확립해야 한다. 이러한 체계는 새로운 통신 서비스나 시스템을 개방형 사양으로 개발할 때 흔히 사용하는 방법이다. 그림 1은 통신 구조를 개발하는 절차를 단계적으로 보인 것으로 그래프의 아래쪽 가지 부분은 일반적인 통신 구조의 설계 절차이고 위쪽 가지 부분 및 나머지 부분은 교통/통신의 접속 절차를 보인 것이다. 이러한 접속 절차를 단계별로 정리하면 다음과 같다.

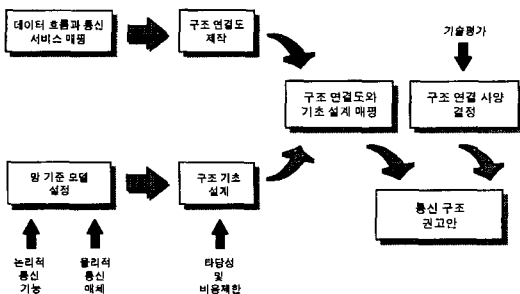
### 1) 데이터의 흐름에 따른 통신 서비스 매핑

교통 계층에서 확정된 데이터의 흐름에 따라 일반적인 통신 서비스를 매핑한다. 이를 위하여 먼저 데이터 부하 분석을 수행해야 하는데 분석 대상 지역의 기초 자료(인구, 차량 수 등)를 이용하여 서비스 이용자 그룹에 따라 이용자 수, 메시지 세트, 최빈기, 메시지 사용 빈도 등을 연도별/지역별로 예상한다. 또한 양방향 광역 무선, 방송형 광역 무선, 단거리 무선, 유선 등의 각 인터페이스별 메시지 할당을 예상하고 시간대에 따른 서비스 이용자 그룹별 이용자 수를 예상한다. 이러한 분석을 통하여 얻은 메시지 크기 및 데이터 사양을 이용

〈표 2〉 각종 통신 기술의 발전 추세

| 기술 분류                                 | 1992년  | 1997년  | 2002년   | 2012년  |
|---------------------------------------|--|--|---|--|
| 무선 접속                                 | ● FDMA<br>● 아날로그   | ● FDMA & TDMA/CDMA<br>● 디지털  | ● TDMA./CDMA<br>● 디지털   | ● mainy CDMA<br>● 디지털  |
| 무선 용량                                 | ● 보통   | ● 높음(3~5× AMPS)  | ● 높음(5~10× AMPS)  | ● 높음(10~15× AMPS)  |
| 무선 신호 영역                              | ● 시내 전역, 도시간 대부분, 일본 시외  | ● 시내/도시간 전역, 시외 대부분  | ● 시내/도시간 전역, 시외 거주 전역   | ● 시내/외 전역  |
| 무선 매체<br>● Terrestrial<br>● Satellite | ● Most Macro<br>● Limited GEO  | ● Full Macro, Intial Micro<br>● Several GEO, Initial LEO                     | ● Full Macro, Most Micro<br>● Full GEO, Partial LEO                       | ● Integrated Macro/Micro<br>● Full GEO, Full LEO   |
| 전송 모드                                 | ● Full Circuit-Switching<br>● Packet Switching<br>● Initial Frame Relaying | ● Partial Frame Relaying<br>● Very Limited ATM                               | ● Most Frame Relaying<br>● Initial Fast-Packet Switching<br>● Partial ATM | ● Most Fast-Packet Switching<br>● Most ATM   |
| 데이터 프로토콜                              | ● X.25, X.21   | ● Frame-Relay<br>● ATM   | ● Frame-Relay<br>● ATM  | ● Mostly ATM   |
| 전송망 특성                                | ● Service Dependent<br>● Disconnected LAN's<br>● SlowSpeed Interconnection | ● Initial Service Independent<br>● Initial LAN Connectivity through MAN's    | ● Partial Service Independent<br>● Partial MAN's                          | ● Widespread Service<br>● Integrated Broadband Network - B-ISDN<br>● Most Service Independent  |
| 지능망 특성                                | ● Partial Wireline Support<br>- Number Translation                         | ● Most Wireline Support<br>● Partial Wireless Support<br>- Mobility Services | ● Full Wireline Support<br>● Most Wireless Support                        | ● Fully Integrated Wireline/Wireless Support<br>- Seamless Operation<br>- Multi-Mode Terminal<br>- Profile Portability<br>- Dynamic Resource Allocation<br>- Information Format Adaption |

(주)FDMA:Frequency Division Multiple Access, TDMA:Time Division Multiple Multiple Access, CDMA:Code Division Multiple Access, AMPS:Advanced Mobile Phone Service, GEO:Geostationary, LEO:Low-Earth-Orbit, ATM:Asynchronous Transfer Mode, LAN:Local Area Network, MAN:Metropolitan Area Network, B-ISDN:Broadband Integrated Services Digital Network



〈그림 1〉 통신 구조 개발 방법

하여 기능별로 분할된 각 서브 시스템 간의 통신 데이터 흐름을 열거하며, 데이터 흐름과 통신 서브

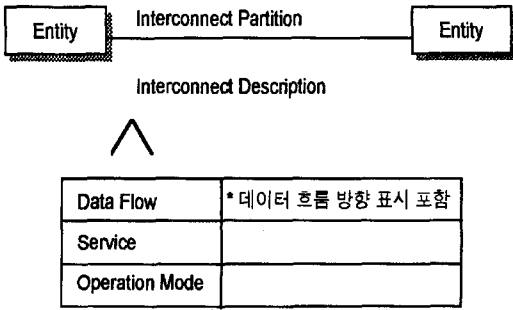
스 매핑 표를 작성하는 형태의 예는 표 3와 같다.

2) 구조 연결도 작성

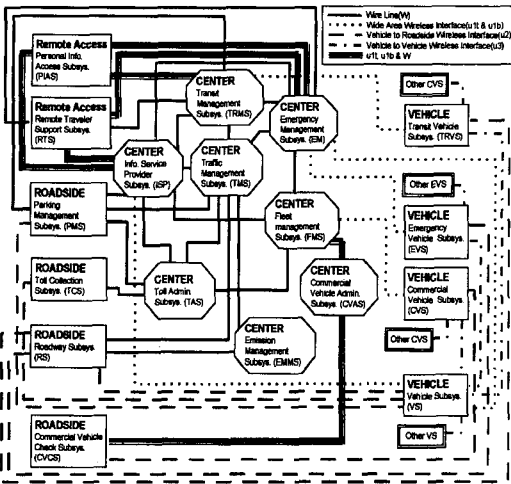
교통 계층에서 정의된 교통 서브 시스템(subsystem)/모듈간의 상호 연결을 정의하는 구조 연결도를 작성한다. 구조 연결도는 각 교통 서브 시스템 개체간의 통신 인터페이스를 나타내며, 특정한 통신 기술을 정하는 것이 아니라 통신 모드 및 분할만을 확정한다. 구조 연결도는 데이터 흐름과 통신 서비스 매핑 표를 이용하여 작성하며, 그림 2와 같은 틀을 이용하여 각 교통 서브 시스템 매체간의 자세한 내용을 레벨 1의 연결도에 작성한다. 작성된 레벨 1의 연결도로부터 전체 ITS

〈표 3〉 데이터 흐름과 통신 서비스 매핑 표를 작성하는 형태의 예

| Flow # | Source Name | Data Flow | Destination Name | Interconnects | Communication Service | Remarks |
|--------|-------------|-----------|------------------|---------------|-----------------------|---------|
| ⋮      | ⋮           | ⋮         | ⋮                | ⋮             | ⋮                     | ⋮       |



〈그림 2〉 레벨 1의 구조 연결도 작성 틀

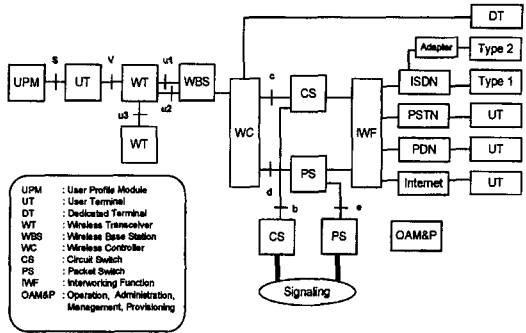


〈그림 3〉 전체 ITS에 대한 레벨 0의 구조 연결도

시스템의 물리적 서브 시스템 개체간의 인터페이스를 정리한 상위 레벨(레벨 0)의 연결도는 그림 3과 같다.

3) 구조 기초 설계

교통 계층에서 정의된 사용자 간의 통신 연결을 어떻게 제공하는지 그림 4의 ITS를 위한 망 기준 모델에 의거하여 가능한 방법들을 제시하는 구조 기초 설계를 확정한다. 즉, 유/무선 링크를 이용하



〈그림 4〉 ITS를 위한 망 기준 모델

여 어떻게 사용자간 통신 경로를 만드는지를 정의하고 이를 위하여 먼저 유선, 무선 등의 각 연결마다 통신 서비스를 제공하기 위하여 가능한 레벨 1의 기초 설계를 수행한다. 사용자간의 복수 링크를 통한 완전한 연결을 파악하기 위하여 레벨 1의 기초 설계를 이용하여 상위 레벨인 레벨 0의 기초 설계를 수행한다.

4) 구조 연결 사양

적용 가능한 통신 기술을 구조 기초 설계에 적용하여 각 서브 시스템간의 데이터 흐름에 사용될 수 있는 유/무선 링크에 대한 구체적인 설계 구현을 제시하는 구조 연결 사양을 확정한다. 구조 연결 사양은 각 연결마다 다양한 매체 및 형태를 적용 가능한 후보로 제시한다. 실제 ITS 구축 시에는 다양한 통신 기술에 대한 구조 연결 사양 중에서 서비스 제공자나 시공자가 최종적으로 적절한 구조 연결 방안을 결정한다.

3. ITS의 각종 응용 시스템과 무선 데이터 통신 기술

ITS에서 제공하고자 하는 서비스는 교통 관리, 교통 정보 제공, 차량 자동 주행, 대중교통 관리, 차량군 관리, 응급 사태 관리 등이다. ITS에서 제공하는 서비스의 기능 및 시스템 구조의 세부 사

〈표 4〉 ISO/TC204 분과의 구성

| Working Group |   |
|---------------|---|
| WG1           | Architecture  |
| WG2           | Quality & Reliability Requirement                                 |
| WG3           | TICS Database Technology  |
| WG4           | Automatic Vehicle & Equipment Identification(Integrated into WG1) |
| WG5           | Fee & Toll Collection/Management & Access Control                 |
| WG6           | General Fleet Management  |
| WG7           | Commercial/Freight  |
| WG8           | Public Transport/Emergency  |
| WG9           | Integrated Transport Information Management & Control             |
| WG10          | Traveler Information Systems                                      |
| WG11          | Route Guidance and Navigation Systems                             |
| WG12          | Parking Management/Off-road Commercial                            |
| WG13          | Human Factors and Man-Machine Interfaces                          |
| WG14          | Vehicle Control Systems with External Interfaces                  |
| WG15          | Dedicated Short-Range Communications for TICS Applications        |
| WG16          | Wide-Area Communications/Protocols and Interfaces                 |

〈표 5〉 AVCS의 기능 및 소요 무선 서비스

| 기능     | 설 명  | 무선서비스   |
|--------|--|---|
| 종방향 제어 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 전후방으로 진행할 때 차량, 장애물, 보행자 등과의 충돌을 방지</li> <li>● 차량, 장애물 및 보행자의 탐지, 거리 및 속도 제어 등</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Short Range Radar</li> <li>● LCX †</li> </ul>            |
| 횡방향 제어 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 차선을 유지하거나 변경할 때 충돌 방지</li> <li>● 차선 탐지, 열차간 거리 및 속도제어 등</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Short Range Radar</li> <li>● LCX</li> </ul>              |
| 교차로 제어 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 교차로에서 차량의 충돌 방지</li> <li>● 교차로 인식, 차량 탐지 등</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Short Range Vehicle to Vehicle or to Roadside</li> </ul> |
| 승객 보호  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 사고를 피할 수 없는 경우 승객 안전 시스템을 미리 동작시켜 피해를 최소화</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Short Range Radar</li> </ul>                             |
| 주행 안전  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 진행하는 도로의 전방 노면 상황이나 장애물 등을 파악</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Short Range Radar</li> </ul>                             |

( † Leaky Coaxial Cable : 보조용으로 사용하며, 단방향 혹은 양방향임 )

양을 결정하기 위하여 현재 ISO/TC204에서 표준안을 제정하고 있다. 표 4은 ISO/TC204 각종 분과의 구성을 보인 것이다.

ITS의 분과 중에서 WG14와 WG15는 무선 통신에 관련된 표준을 정하는 분과로서 타 분과 및 ITU(International Telecommunication Union) 등과 연계하여 활동하고 있다. 무선 통신은 ITS에서 차량간, 혹은 차량과 노변 사이의 정보 전달을 위하여 절대적으로 필요하며, 통신 기술의 특성을 이용하여 거리/속도 측정이나 전파 항법 등에도 이용할 수 있다. ITS의 각종 서비스에서 무선 통신

기술의 이용 계획을 살펴보면 다음과 같다.<sup>[9]</sup>

#### (1) Advanced Vehicle Control Systems

AVCS는 운전자의 운전 부담을 덜어주고 안전을 증대시키기 위한 서비스로서 표 5와 같은 기능을 갖는다. 충돌 방지 및 지능 주행을 위한 MMW(Milli-Meter Wave) 레이더나 차량간 통신용으로 미국은 40GHz 이상, 유럽은 63~64, 76~77GHz, 일본은 60GHz대의 스펙트럼을 배정하였다.

#### (2) Advanced Traffic Management Systems

ATMS는 교통의 흐름을 향상시켜 도로 이용 효



〈표 6〉 ATMS의 기능 및 소요 무선 서비스

| 기능        | 설 명  | 무선서비스   |
|-----------|--|---|
| 교통망 관제    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 각종 도로의 교통 흐름을 관리</li> <li>● 차량 탐지/속도 측정, 신호등/Ramp 제어 등</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Microwave Distribution</li> <li>● Radar</li> </ul>                     |
| 운행 관리     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 교통 정체에 의한 사회적/환경적 영향을 완화하기 위한 정책이나 규제의 지원</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Microwave</li> <li>● DSRC †</li> </ul>                                 |
| 사고 탐지 /관리 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 사고 발생시 이를 신속히 처리하게 함으로써 사고에 의한 교통의 영향을 최소화</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Two-way Mobile to Base</li> <li>● LCX</li> </ul>                       |
| 전자 통행료    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 요금 정산소의 송수신기에 무선으로 요금을 지불하여 Nonstop으로 주행</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Two-way Mobile to Base</li> <li>● DSRC</li> </ul>                      |
| 대기오염 감시   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 대기 오염 상황을 모니터링하고 개선 정책을 개발하기 위한 정보 제공</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Microwave Distribution</li> </ul>                                      |
| 주차 관리     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 운전자에게 유효 주차장 상황을 On-line으로 제공</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Broadcast</li> <li>● Two-way Mobile to Base</li> <li>● DSRC</li> </ul> |

( † DSRC : Dedicated Short Range Communication )

〈표 7〉 ATIS의 기능 및 소요 무선 서비스

| 기능        | 설 명   | 무선서비스   |
|-----------|---|---|
| 주행전 운행 정보 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 출발전에 최적 교통수단, 출발시각, 경로등을 선택할 수 있도록 정보를 제공</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Broadcast</li> <li>● Two-way Mobile to Base</li> </ul>                 |
| 주행중 운행 정보 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 운행중에 편의와 안전을 위하여 도움말이나 주행 안내 정보 등을 제공</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Broadcast</li> <li>● Two-way Mobile to Base</li> <li>● DSRC</li> </ul> |
| 동적 경로 안내  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 목적지까지의 최적 경로를 On-line으로 알려주고 경로를 안내</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Broadcast</li> <li>● Two-way Mobile to Base</li> <li>● DSRC</li> </ul> |
| 동승 예약 /배당 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 차량 동승을 보다 쉽고 편리하게 할 수 있도록 동승을 위한 정보 제공</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Two-way Mobile to Base</li> </ul>                                      |
| 긴급 구조 신호  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 사고 발생시 구조 신호를 병원, 경찰서 등으로 발신</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Two-way Mobile to Base</li> </ul>                                      |

을 개선하고자 하는 서비스로서 표 6과 같은 기능을 갖는다. 미국의 경우 전자통행료 시스템을 위하여 미국은 902~928MHz(현재 상용화), 5.850~5.925GHz(국제 호환용), 유럽은 5.795~5.805GHz, 일본은 2.45GHz와 5.8GHz대를 배정하였으며, AVCS를 위한 MMW 대역을 이용하려는 움직임도 있다.

(3) Advanced Traveler Information Systems

ATIS는 운전자가 주행전 운행 계획이나 주행중 차량 위치 및 교통 상황을 파악하여 보다 쾌적한 운전을 할 수 있도록 교통 정보를 제공하는 서비스로서 표 7과 같은 기능을 갖는다. 유럽의 경우 전자 통행료 징수 시스템과 같은 주파수 대역이나 IR 비이콘을 이용할 계획이고 일본의 경우 VICS에서 76~90MHz의 FM 다중방송, 2.5GHz의 Microwave 및 IR 비이콘을 통하여 주행중 정보를

〈표 8〉 APTS의 기능 및 소요 무선 서비스

| 기능        | 설명  | 무선 서비스  |
|-----------|---|---|
| 대중교통 관리   | ● 대중교통의 관리, 운행, 계획 등을 자동으로 처리             | ● Two-way Mobile to Base                          |
| 여행중 환승 정보 | ● 대중교통을 이용하는 사람에게 여행중 환승 정보를 On-line으로 제공 | ● Broadcast<br>● Two-way Mobile to Base<br>● DSRC |
| 대중교통 개인화  | ● 대중교통 노선을 승객 상황에 따라 탄력적으로 운용             | ● Two-way Mobile to Base                          |

〈표 9〉 CVO의 기능 및 소요 무선 서비스

| 기능           | 설명   | 무선 서비스                             |
|--------------|--|------------------------------------|
| 차량 운행관리      | ● 전자 신용장을 제공하고 수송 거리 및 연료 상황, 운임 결산 등을 자동으로 보고     | ● Two-way Mobile to Base           |
| 안전 확인 및 추적   | ● 상용차, 화물, 운전자의 안전 상황을 탐지하여 보고                     | ● Two-way Mobile to Base<br>● DSRC |
| 차량군 관리       | ● 다수의 차량을 통제하여 전체 차량군의 운용 효율을 증대                   | ● Two-way Mobile to Base           |
| 경계 통과 자동화    | ● 국경 등의 각종 경계 통과시 수속 시간을 최소화                       | ● DSRC                             |
| 노변 안전 검사 자동화 | ● 노변 장치, 도로상태 등의 검사                                | ● DSRC                             |
| 위험물 취급 차량 관리 | ● 위험물 취급 차량의 주행 상황을 관리하고 사고 발생 시 긴급 요원에게 위험 상황을 공지 | ● Two-way Mobile to Base           |

제공한다.

#### (4) Advanced Public Transportation Systems

APTS는 대중교통의 운행 효율을 증대하고 실시간 운행 상황이나 동승 정보를 제공함으로써 이용의 편리성을 개선하고자 하는 서비스로서 표 8과 같은 기능을 갖는다.

#### (5) Commercial Vehicle Operations

CVO는 상용 차량의 생산성 및 효율 증대를 위한 서비스로서 표 9와 같은 기능을 제공한다.

#### (6) Emergency Management Systems

EMS는 각종 긴급 차량의 사고 대응 시간을 단축하기 위한 서비스로서 표 10과 같은 기능을 갖는다.

### III. 결론

ITS는 다가오는 21세기의 주요 산업으로 부각되고 있으며, 이동성이 강조되는 ITS에서 무선 통신은 정보를 전달하기 위한 수단으로서 중요한 역할을 담당하고 있다. ITS에서 제공하려는 각종 교통 서비스의 효율적인 구축을 위해서는 여러 가지 무선 기술 중에서 성능, 가격 등에서 최적의 기술을 선택하여 이를 적절한 구조로 구축해야 할 것이다. 특히 현재 ISO에서는 ITS 관련 기술이나 시스템의 국제 표준화 작업이 진행 중에 있으며, 선

(표 10) EMS의 기능 및 소요 무선 서비스

| 기능          | 설 명                    | 무선 서비스   |
|-------------|------------------------|--|
| 긴급 상황<br>공지 | ● 사고 발생시 즉시 통보 및 지원 요청 | ● Two-way Mobile to Base<br>● LCX                                |
| 대중 교통<br>안전 | ● 대중교통 차량의 안전 운전 환경제공  | ● Two-way Mobile to Base   |
| 긴급 차량<br>관리 | ● 사고 발생시 긴급차량의 대응시간 단축 | ● Two-way Mobile to Mobile<br>● DSRC<br>● Two-way Mobile to Base |

진 각국에서는 각종 교통 서비스에 대한 시험 운용을 통하여 문제점을 도출하고 시스템 구축 계획을 작성하고 있다. 그러므로 국내 ITS 사업을 준비하고 진행할 때에 선진 각국의 시행착오를 분석하여 전철을 밟지 않도록 유의하고 국제 표준화의 진행 상황을 참고로 하여 다른 나라와의 호환성 및 기술의 발전 방향을 고려하여야 할 것이다.

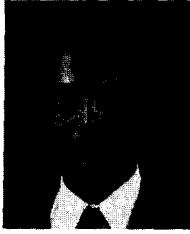
#### 참 고 문 헌

- [1] Ian Catling, *Advanced Technology for Road Transport : IVHS and ATT*, Artech House, 1994.
- [2] Richard Whelan, *Smart Highways, Smart Cars*, Artech House, 1995.
- [3] John Walker, *Mobile Information*

*Systems*, Artech House, 1990.

- [4] *Strategic Plan for IVHS in the United States*, IVHS America, 1992.
- [5] *ITS Architecture : Communication Document*, U.S. DOT Federal Highway Administration, 1996.
- [6] Scott D. Elliott, Daniel J. Dailey, *Wireless Communications for Intelligent Transportation Systems*, Artech House, 1995.
- [7] Bradford W. Parkinson, James J. Spilker, *Global Positioning System : Theory and Applications Vol. I, II*, AIAA, 1996.
- [8] *ISO/TC 204 N190 : TICS Reference Logical Architecture Version 1.2*, ISO/TC 204 Secretariat, 1996.
- [9] *ISO/TC204 N181 : ITU Liaison Report*, ISO/TC 204 Secretariat, 1996.

## 저 자 소 개



柳 英 培

1946年 12月 1日生

1973年 3月 UCLA, MS, Control Science

1968年 2月 서울대학교 전자공학과 졸업

1995年 5月~현재 삼성전자 정보통신본부, 상무이사  
 1990年 7月~1995年 4月 Aerospace Corp., USA, Member of Tech. Staff  
 1985年 8月~1990年 6月 Ford Aerospace & Comm. Corp., USA, Engr. Specialist

주관심 분야 : Rocket Guidance and Control, Image Detection, System Engineering



成 泰 慶

1961年 4月 12日生

1992年 8月 서울대학교 대학원 제어계측공학과 박사학위

1986年 2月 서울대학교 대학원 제어계측공학과 석사학위

1984年 2月 서울대학교 제어계측공학과 졸업

1996年 4月~현재 삼성전자 정보통신본부, 수석연구원  
 1993年 4月~1996年 2月 고등기술연구원, 선임연구원  
 1987年 3月~1988年 2月 포항공과대학 전기 및 전자 공학과, 연구원

주관심 분야 : Adaptive Kalman Filter, Radar Tracking Filter, GPS, Car Navigation System, Dynamic Route Guidance, AVL