

ITS 통신망 연동방안 연구 †

A Study on Integration of Communication Networks for ITS

오종택*, 이봉규**

Jong-Taek Oh, Bong-Gyou Lee

요약 본 연구의 목적은 지능형교통시스템(ITS) 서비스를 다양한 통신망에서 효율적으로 구현하기 위한 연동방안을 도출하는 것이다. 본 논문에서는 ITS에 사용되는 통신망간의 연계를 위해서 먼저, ITS를 통해 제공되는 서비스와 이에 부합하는 유·무선 통신망의 기능 및 성능 요구사항을 정립하고, 국가 ITS 아키텍처에서 최우선 순위로 제시된 6가지의 ITS 서비스에 대한 요구 사항을 분석하였다. 또한, 주요 무선 통신방식에 대한 특성을 분석하여 각 ITS 서비스별로 사용 가능한 통신방식을 도출하고, 이를 토대로 시나리오 별로 각 통신방식의 연동방안을 도출하였다.

ABSTRACT The purpose of this study is to develop a method of integrating diverse communication networks for effectively providing ITS(Intelligent Transport System) services. In this paper, in order to integrate communication networks, we have defined ITS services, its requirements and functions of communications. Also, we have analyzed the six important ITS services in the National ITS Architecture along with the characteristics of wireless communications. Based on the ITS service scenarios, we have derived the communication methods for ITS services.

키워드 : 지능형교통시스템(ITS), ITS 통신망연동, ITS 서비스, ITS 아키텍처

1. 서론

지능형교통시스템(Intelligent Transport System, 이하 ITS)은 기존의 도로 체계에 첨단 정보통신기술과 자동차제어기술 등을 접목시킴으로서 교통체계의 효율성과 안정성을 제고시키고 있다. ITS에서 유·무선 통신망은 고속으로 이동하는 차량과 교통 기반시설들을 연계시켜 다양한 교통정보를 제공하고 제반 교통관리시스템의 안정도를 높이는 핵심 요소로 자리잡고 있다[1,2].

최근 ITS 도입에 대한 인식과 필요성이 증대되고, 수요자들이 요구하는 서비스의 종류도 다양해짐에 따

라 이를 충족하기 위한 FM DARC(Data Radio Channel)와 단거리전용통신(Dedicated Short Range Communication, 이하 DSRC) 그리고 인터넷을 포함한 다양한 유·무선 통신방식들이 대두되고 있다. ITS에서 사용되는 유·무선 통신방식들은 ITS 시스템마다 별개로 구축되어 사용되기도 하지만, 하나의 사용자 단말기나 특정한 통신망으로 여러 가지 서비스를 제공하는 경우도 많기 때문에 통신망간의 효율적인 연동이 매우 중요하다[3,4,5,6,7,8].

그러나 국내·외의 국가 ITS 아키텍처와 ITS 서비스 제공 현황을 고찰해 보면, 단거리 무선통신부문과 유선통신부문의 연동방안이 미흡하여(〈그림 1〉참조),

† 본 연구는 2001년도 정통부 "국가사회 정보화 정책연구"로 부터 지원받았으며 이에 감사드립니다.

* 한성대학교 정보전산학부 조교수

** 한성대학교 정보전산학부 부교수

무선통신망을 이용한 다양한 ITS 서비스를 제공하는 데 한계가 있다. 따라서, 이를 보완하여 효과적인 단거리무선통신망을 구축할 수 있는 토대를 마련할 필요가 있다.

본 논문에서는 ITS에 사용되는 통신망간의 연계를 위해서 먼저, ITS를 통해 제공되는 서비스와 이에 부합하는 유·무선 통신망의 기능 및 성능 요구사항을 정립하고, 국가 ITS 아키텍처에서 구현의 1순위로 제시한 6가지의 ITS 서비스에 대한 요구 사항을 분석하였다. 또한, 주요 무선 통신방식에 대한 특성을 분석하여 각 서비스별로 사용 가능한 유·무선 통신방식을 도출하고, 이를 토대로 시나리오 별로 각 통신방식의 연동방안을 도출하였다.

2. ITS 서비스의 통신 요구사항 분석

2.1 ITS 서비스시스템의 구성

국가 ITS 아키텍처에서 ITS 시스템은 4가지 서브시스템으로 구성되어 있는데, 그것은 <그림 1>에서 보는 바와 같이 첫째, 키오스크나 개인용 단말기를 통해 정보를 제공하는 여행자장치형 구성요소 둘째, 공공

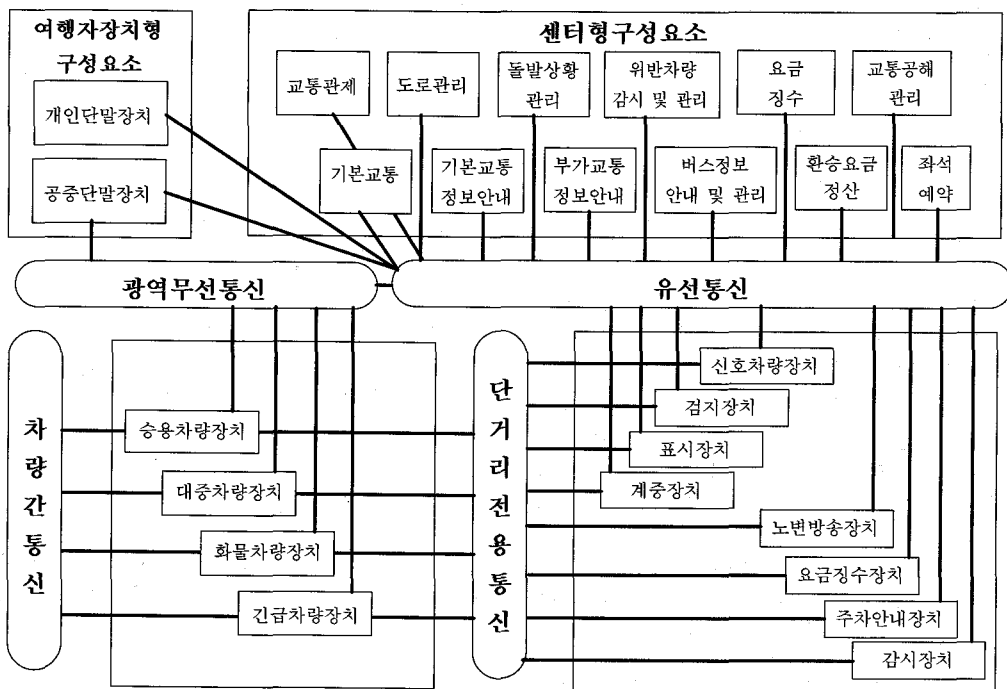
및 민간 관리기관에서 역할을 수행하는 센터형 구성요소 셋째, 노변에 설치되는 센서나 신호기, 가변전광판 등의 도로장치형 구성요소 그리고 마지막으로 차량 내에 설치되는 차량장치형 구성요소 등이다[4,5,6,9].

본 연구에서는 무선통신망을 이용하여 다양한 ITS 서비스를 제공할 수 있도록 ITS 아키텍처 상의 단거리 무선통신부문과 유선통신부문의 연결부분을 보완하여 효과적인 단거리무선통신망을 구축할 수 있는 토대를 마련하였다.

2.2 ITS에 사용되는 통신시스템 요구사항

ITS는 차량의 효율적인 운행뿐만 아니라 안전에도 직접적으로 영향을 미칠 수 있으므로[9,10], 본 연구에서는 ITS에서 사용되는 통신시스템에 필요한 요구사항을 다음과 같이 여섯 가지로 분류하였다.

첫째, 시스템은 99%의 서비스 가용도를 제공해야 한다. 둘째, 시스템은 서비스 중요성에 따라 적절한 신뢰도를 제공하면서 서비스 중요성과 운영/비용과의 균형을 맞추어야 한다. 셋째, 최소한 시스템 레벨과 컴포넌트 레벨의 관리 기능을 지원해야 하며, 표준화는 시스템의 모듈별로 정립되어 인터페이스별로 취급



자료출처 : 국가 ITS 아키텍처의 구성요소간 연계도(AID)[6]

<그림 1> ITS 서브 시스템

될 수 있어야 한다. 넷째, 시스템 안전성이 보장되어야 한다. 즉, 시스템 기능이 저하되더라도 안전 서비스는 동작해야 한다. 다섯째, 다수의 제조업체에서 호환성 있는 제품을 제공하여야 하고, 시스템이 구축된 후 최소 5년간 유지 보수 지원이 되어야 한다. 여섯째, 시스템의 중요한 서비스 정보나 안전에 필요한 콤포넌트에 대해서는 별도의 보안 및 보호기능이 있어야 한다.

2.3 ITS 서비스별 통신기능 요구사항

본 연구에서는 국내 ITS 아키텍처에서 규정하고 있는 60가지의 ITS 서비스 가운데 최우선 순위의 6가지 서비스에 대한(6.9) ITS 통신기능 요구사항을 추출하였다(〈표 1〉 참조).

3. ITS를 위한 무선통신망 특성 분석

ITS에서 사용되는 유선, 광역무선, 단거리무선, 차

량간 통신의 4가지 통신방식 가운데 위에서 분석된 서비스에 적용할 수 있는 대표적인 통신방식은 DSRC와 FM DARC, 셀룰라/PCS/IMT-2000 등이며, 이들에 대한 특성을 ITS 서비스 제공의 관점에서 살펴보면 다음과 같다. 여기서는 먼저 각 통신방식별 주요특성을 고찰하고 둘째로 신뢰도와 유지보수를 포함한 서비스 가용도를 알아 본 후 기타 사항으로 호환성, 지원성, 생산성, 보안성, 비용 항목 등을 살펴보았다.

3.1 단거리전용통신(DSRC)

3.1.1 주요 특성

데이터 전송속도의 경우, 현재는 1Mbps의 채널 비트 전송율을 제공하며, 부가적인 부분을 제외한 실제 데이터 전송율은 TDD방식의 경우 단일방향만 고려할 때 최대 582kbps이다. 이것은 빠른 트랜잭션과 수신 확인을 위해 프레임 구조가 매우 비효율적으로 설계되었기 때문이다. 통신영역은 수동방식의 경우, 노변기 지국에서 송신된 신호를 차량단말기(On Board

〈표 1〉 ITS 서비스별 통신기능 분석

ITS 서비스	통신기능 분석
도시부 간선도로 교통신호 제어	<ul style="list-style-type: none"> - 센터에서 신호등 실시간 제어 - 교차로 부근의 교통정보 실시간 수집 - 프로브 차량을 이용한 구간 교통정보 수집 - 24시간 교통신호 시설물 운영관리 - 자동요금징수센터, 권역교통정보센터 등 센터간 연계
도시고속도로 교통관리	<ul style="list-style-type: none"> - 검지장치를 이용한 교통정보 수집 및 교통/돌발사태 정보 제공 - 권역교통정보센터로 정보 전달 - VMS 또는 운전자에게 도로 전방 교통정보 전달 - 시설물 관리
속도위반단속	<ul style="list-style-type: none"> - 제한속도위반 검지 및 번호판 인식 - 버스전용차로 위반 검지 - 시설물 관리
권역교통정보센터	<ul style="list-style-type: none"> - 각종 센터간 연계 - 자체 교통정보수집 (프로브카, 노변검지기, 정보수집원) - 권역별/소권역별 정보센터 운용 - 정보수집 시설물 운영관리
고속도로교통관리	<ul style="list-style-type: none"> - 검지기로 교통정보 수집 - VMS/운전자/여행자에게 정보제공 - 센터간 정보교환 - 인터넷을 통한 정보제공 - 시설물 관리
화물차량운행관리	<ul style="list-style-type: none"> - 화물차량 추적 - 화물차량관리센터로부터 운행기록 검색 - 전국망 구축

Equipments, 이하 OBE)에서 반사하여 통신하는 방식이므로 송수신기의 공중선 이득이 커야 하고 통신거리가 일반적으로 수m 이내이다. 한편, 능동방식의 경우 노변기지국과 단말기의 송신 출력에 따라 신호 도달 범위가 결정되지만, 노변기지국의 공중선 높이에 따라 통신 영역의 크기도 결정된다. 노변기지국의 공중선 높이가 약 10m이고 주변에 장애물이 거의 없는 경우라면 수km까지도 통신이 가능하며, 도심지 안의 환경이라면 수십m에서 수백m까지 통신이 가능하다. 통신 서비스 특성은 반이중방식으로 송수신을 번갈아 수행하는 패킷 데이터 통신방식이며, 처음에는 slotted ALOHA 방식으로 그 후에는 예약 방식으로 채널 확보를 하여 통신의 신뢰성을 높인다. 매 슬롯마다 데이터 수신 후 수신 확인을 하므로 빠른 트랜잭션이 가능하지만, 가드타임 때문에 시간 손실이 크다. 따라서, DSRC는 ETC(Electronic Toll Collection)와 같이 수십 msec의 짧은 시간에 모든 업무를 처리해야 하는 ITS 분야에 많이 사용되고 있다[4,5,7,8].

3.1.2 서비스 가용도

ITS 전용 통신방식인 DSRC는 신뢰성 정도에 따라 적용되는 시스템이 구별되며 하나의 단말기로 모든 서비스를 제공하는 통신방식이다. 먼저, 높은 신뢰성이 요구되는 경우는 ETC나 ERP(Electronic Road Pricing) 시스템에 적용하여 차종 분류기, 요금징수장치, 불법차량검지장치 등을 매우 정교하게 연동시킬 때이다. 즉, 수십 msec의 매우 짧은 시간 내에 요금징수를 포함한 모든 처리가 완료되어야 하므로 높은 신뢰성을 필요로 한다. 고속도로나 도심지의 톨게이트에 주로 설치되므로 구축되는 장치는 많지 않고, 유지보수가 집중적으로 수행된다. 한편, 신뢰성이 낮은 경우는 DSRC를 버스정보시스템 등과 같이 통신의 정확도와 시스템 안전성 그리고 통신망의 QoS(Quality of Service)가 높지 않아도 되는 경우이다.

3.1.3 기타

DSRC는 PCS나 FM DARC 등 타 통신방식에 비해 상대적으로 소규모의 개발비와 구축비용이 소요되므로 다수의 기업에서 생산과 납품을 할 수 있다. 따라서 노변 기지국이나 단말기간의 호환성을 위해서 정확한 표준이 정립되어야 하고, DSRC 사용에 반드시 필요한 서비스 코드, 사업자 코드, 제조업체 코드 등을 권한이 있는 특정기관에서 정해야 한다. 또한, 통신망의 규모가 커질수록 유지보수 비용도 기하급수적으로 증가하므로 대규모 DSRC 망을 구축하고 이를 유지 및 관리하기 위해서는 제품간의 호환성을 위한

시험 방안도 정립되어야 한다. 즉, 노변 기지국이나 OBE를 수리하거나 부품을 교체할 경우, 다른 업체의 모듈로 대체할 수 있어야 한다. 일반적으로 수동방식이나 적외선 방식보다는 능동방식의 단말기 제조비용이 고가이며, 타 통신방식에 비해 상대적으로 통신망 구축비용이 저렴하므로 통신 및 서비스 요금은 상대적으로 저렴하다.

한편, DSRC는 도로변에 설치되어, 그 도로를 통과하는 DSRC OBE를 설치한 모든 차량을 검색할 수 있으므로, 개인 정보가 불법으로 검색되거나 타인에게 제공될 수도 있다. 따라서 OBE를 장착한 차량을 검색할 수 있는 권한의 정도에 따라 제공하는 정보의 내용과 인증 등이 달라야 한다.

3.2. 셀룰라/PCS/IMT-2000

3.2.1 주요 특징

데이터 전송속도는 9.6kbps에서 155kbps까지 시스템에 따라 매우 다양하며, 통신영역은 전국 대부분에서 연속적인 통신이 가능하고, 수백m에서 수km까지의 통신도달거리를 지원한다. 통신 서비스 특성으로는 음성통신뿐만 아니라 패킷 데이터통신이 가능하여 다양한 ITS 분야에 적용될 수 있다[4,5,7,8].

3.2.2 서비스 가용도

현재와 같은 경쟁체제에서는 통신망의 QoS가 매우 양호한데, 그것은 각 사별로 가입자에게 안정된 서비스를 신뢰성 있게 제공하기 위해 수천 개의 기지국에 대한 운영 관리 및 유지 보수를 잘 하고, 문제 발생 시에 즉각적인 처리를 하고 있기 때문이다.

3.2.3 기타

통신방식에 대한 표준화가 마련되어 있어 여러 업체의 단말기와 기지국이 호환성이 있으며, 안정된 유지보수가 가능하고 생산성도 양호하다. CDMA 방식은 기본적으로 PN (Pseudo random Number)코드를 사용하여 본래의 데이터를 확산시키므로 임의의 수신자가 그 내용을 도청하기가 용이하지 않다. 그러나 특별한 도청장치가 사용되거나 유선망 부분에서는 도청이 가능하므로 이를 방지하기 위한 비화가 필요하고, 단말기 복제를 대비한 인증도 필요하다. 기본적으로 공중망의 경우는 보안성이 떨어지므로 특정한 ITS 분야에 사용될 경우 보완기능을 응용 프로그램에서 추가하여야 한다.

단말기 가격은 통신사업자의 마케팅 전략에 따라 많은 편차가 있다. 이것은 통신사업의 특성상 통신망 기

반시설을 구축하는 비용은 가입자가 일정한 수준에 이르기까지 동일하므로, 일정 수의 가입자를 확보하기 위한 것이다. 셀룰라/PCS/IMT-2000의 경우 단말기가 ITS 용도로만 사용되는 것이 아니라, 음성통신을 포함한 다양한 정보통신 서비스에 사용되므로, 단말장치를 잘 구성하면 ITS 서비스를 위한 비용은 최소화할 수 있다. 또한, 전국적인 통신망 구축비용은 약 1~2조원에 달하나, 이것 역시 부가적인 서비스인 ITS를 위한 것이 아니기 때문에 구축비용이나 유지관리비용을 산정하기가 용이하지 않다.

3.3. FM DARC

3.3.1 주요 특징

FM 부가방송을 이용한 데이터 방송방식에는 RDS(Radio Data System)와 FM DARC, HSDS(High-speed Subcarrier Data System) 등 여러 가지가 있는데, 특히 FM DARC 방식의 경우는 FM 부가방송전용으로 개발된 디지털 변조방식인 LMSK(Level controlled Minimum Shift Keying)를 이용함으로써 대용량의 데이터를 수용하면서도 기존의 FM 스테레오 음성방송에 방해를 주지 않으면서 16kbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있다. FM 방송이 도달하는 거리는 송신 출력에 관계되는데 통상적으로 100km 이상으로서, 산간 벽지를 제외한 전국을 커버한다. 방송의 특성상 지속적인 정보 제공이 부수적인 경비 없이 단방향으로 정보를 전송한다. 따라서 ITS 분야에 적용할 경우에는 교통정보의 수집이나 처리분야 보다는 교통정보 제공분야에 효과적으로 활용될 수 있다[3,4,7].

3.3.2 서비스 가용도

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

높다.

3.3.3 기타

방송 수신기는 규격에 따라 제작되어 모두 호환성이 있고 여러 업체가 개발에 참여하여 생산성 및 지원성이 양호하다. 방송이란 불특정 다수를 상대로 정보를 제공하는 것이므로 보안성은 낮은 편이다. 단말기 비용의 경우, 국내에서는 아직 시장이 형성되어 있고, 통신요금은 정보수신 요금을 징수하는 것이 용이하지 않은 상태이다.

4. ITS 통신망 연동 방안

4.1. ITS 서비스별 통신 기능 요구사항 분석

ITS 서비스의 통신기능 요구사항과 통신망의 특성을 종합적으로 분석하여 각 ITS 서비스에 대한 무선 통신망의 적용 방안 시나리오는 다음의 <표 2>와 같다.

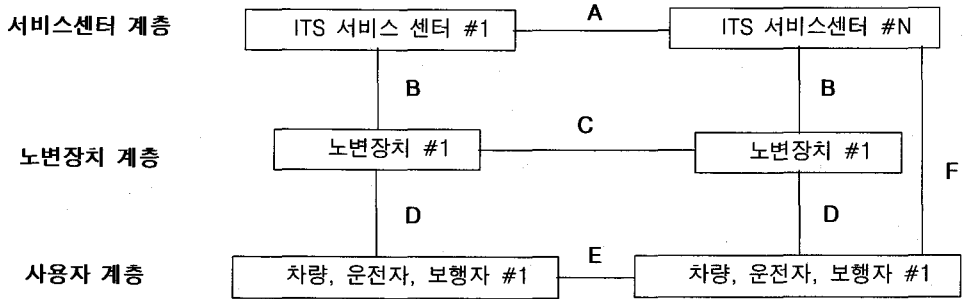
4.2. ITS 통신망 참조 모델

ITS에서 사용되는 무선통신망들을 연동시키기 위해서는 먼저 참조모델(Reference Model)을 정의하고, 이를 바탕으로 연동에 필요한 요구사항, 메시지, 프로토콜 등을 정의해야 한다. 본 연구에서 제안한 ITS 통신망 참조모델은 <그림 2>에서 보는 바와 같으며, 서비스센터 계층, 노면장치 계층, 사용자 계층의 세 가지 통신수요계층으로 구성되어 있다. 각 계층에는 복수개의 요소들이 존재하며 수량과 종류는 제한이 없다. 각 계층의 요소들은 다른 계층의 요소들과 직접 또는 간접으로 정보 교환을 수행하는데, 이 때 각 요소들을 연결해주는 인터페이스 역할을 통신망이 수행하며, 각 계층별로 인터페이스 A부터 F까지 총 6개의 인터페이스가 존재한다. 각 인터페이스는 단일 통신망으로 구성될 수도 있고, 여러 개의 통신망이 연동되어

<표 2> ITS 서비스별 무선통신망 적용 방안

서비스 방식	도시부 간선도로 교통신호제어	도시고속도로 교통관리	권역교통 정보센터	고속도로 교통관리	속도위반 단속	화물차량 운행관리
DSRC	△	◎	◎	◎	◎	X
셀룰라/PCS /IMT2000	△	△	◎	◎	X	◎
FM DARC	X	△	△	△	X	X

◎ : 적합, △ : 보완 필요, X : 부적합



〈그림 2〉 ITS 통신망 참조 모델

기능을 제공할 수도 있다. 또한, 각 ITS 서비스에 대해 적절한 것으로 판단되는 통신망은 단독으로도 서비스 제공이 가능하며 보완이 필요한 경우는 타 통신망과의 연동을 통해 서비스 제공이 가능하다.

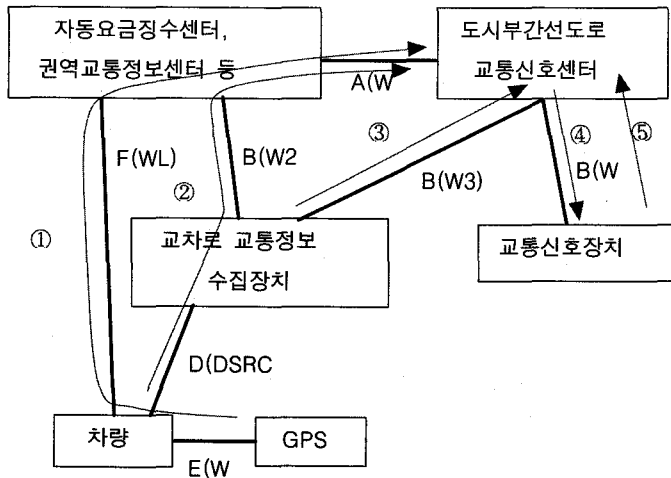
각 인터페이스는 특정한 통신망과 메시지, 프로토콜 등을 포함하며, 특히 각 통신망 내부의 망 요소에서의 타 통신망과의 연동 방안이 검토되어야 한다.

4.3 ITS 서비스별 통신망 연동 방안

기능 요구사항과 무선통신망 적용방안을 고려하여 ITS 서비스 가운데 최우선 순위인 도시부 간선도로 교통신호제어, 도시고속도로교통관리, 속도위반단속, 고속도로교통관리, 권역교통정보센터, 화물차량운행관리 등의 6가지 ITS 서비스분야에 대한 통신망 연동방안을 정립하면 다음과 같다.

4.3.1 도시부 간선도로 교통신호제어

〈그림 3〉에서 경로 ①은 GPS(Global Positioning System) 수신기가 장착된 차량에서 PCS/무선데이터/TRS 등의 광역무선통신방식으로 차량의 위치를 권역 교통정보센터로 전송하여 구간 교통정보를 수집하고, 이를 교통신호센터에 제공하여 도시부 간선도로에 대한 교통을 제어하는 방식이다. E(W)는 GPS와 차량 장치와의 연결로 차량 내부 인터페이스를 사용하며, F(WL)은 PCS나 IMT-2000과 같은 통신방식을 사용한다. 이 때, 통신단말기의 위치와 시간을 계산하여 차량의 이동속도를 파악하며, 통신단말기의 위치는 GIS(Geographic Information System) 데이터와 GPS나 무선접속기술을 연계하여 파악한다. 이렇게 추출된 교통정보는 권역별교통정보센터에서 1차적으로 사용되며 A(W)를 통해 교통신호센터로 전달되는데,



〈그림 3〉 도시부 간선도로 교통신호제어 서비스 연동방안

센터간의 인터페이스인 A(W)는 전용회선이나 인터넷을 이용한다.

경로 ②의 경우는 DSRC 노변통신장치가 도로변에 구축되어 있을 때, DSRC OBE를 장착한 차량이 도로를 주행하면서 인지된 구간통행속도를 권역교통정보센터에서 수집하여 이를 교통신호센터 등으로 전송하는 방식이다. 즉, DSRC 노변통신을 통해 지점 통과 정보를 수집하여 GPS의 도움 없이 구간통행속도를 수집할 수 있으며, 수집된 교통정보는 권역교통정보센터를 경유하여 교통신호센터 등으로 전달된다. 노변통신장치와 센터사이의 인터페이스인 B(W2)는 전용선이나 인터넷을 사용할 수 있다.

경로 ③은 도로에 구축된 루프검지기나 영상검지기 등을 이용하여 교통신호센터에서 직접 차량의 속도와 점유율 등을 수집하고 관리하는 방식이다. 이 경우 도로변의 집중기를 통해 수집된 정보를 교통신호센터로 전송하고, 센터에서 이를 분석하여 실시간으로 교통제어신호를 교통신호장치로 전송한다. 이 때 B(W3)는 항상 중요한 데이터가 전송되므로 QoS가 높은 전용선을 사용하는 것이 바람직하다.

수집된 교통정보들을 이용하여 교통신호센터에서는 교통신호장치를 제어하는데(경로 ④), 센터와 교통신호장치 사이의 인터페이스인 B(W4)도 높은 QoS를 보장하는 전용선을 사용하고, 통신망 단절에 대비하여 교통신호장치는 독립적으로 동작할 수 있도록 설계되어야 한다. 데이터 전송속도가 높은 FM DARC 방식과 같은 데이터 방송으로 B(W4)를 보완할 수 있다. 도로변의 검지장치와 신호장치의 운용 관리를 위해서는 장치 내에 자체 진단기능이 있어 문제가 발생하거나 센터의 지시가 있을 경우 이상 유무를 검사하여 보

고하여야 한다. 이때 통신망의 QoS는 높지 않으나 이미 구축된 B(W3)과 B(W4) 통신망의 경로 ③과 ⑤를 사용하는 것이 효과적이다.

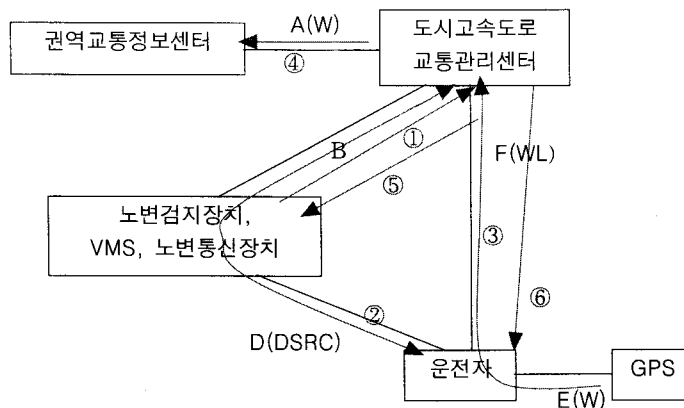
4.3.2 도시고속도로 교통관리

〈그림 4〉의 경로 ①은 도시고속도로변에 설치된 각종 센서나 영상검지기 등의 검지기로 정보를 수집하여 전용선을 통해 교통관리센터로 전송하는 방식이다. 경로 ②의 경우는 노변통신장치와 차량단말기간에 DSRC 통신을 통해 구간교통정보를 수집하는 방식이고, ③의 경우는 PCS 등의 광역무선통신방식을 통해 차량에 설치된 GPS나 망 위치측정기술로 교통정보를 수집하는 경우이다. 수집된 정보는 가공되어 권역교통정보센터에 전용선을 통해 제공되며, 가공된 정보는 소권역별로 구분되어 유·무선망을 통해 VMS 등으로 전달된다(경로 ⑤). 경로 ⑥은 GPS나 망 위치측정기술로 차량의 위치를 센터에서 파악하고 해당위치에서 교통정보를 제공하는 방식으로서, 이동통신망 사업자가 센터기능을 대행할 수도 있다.

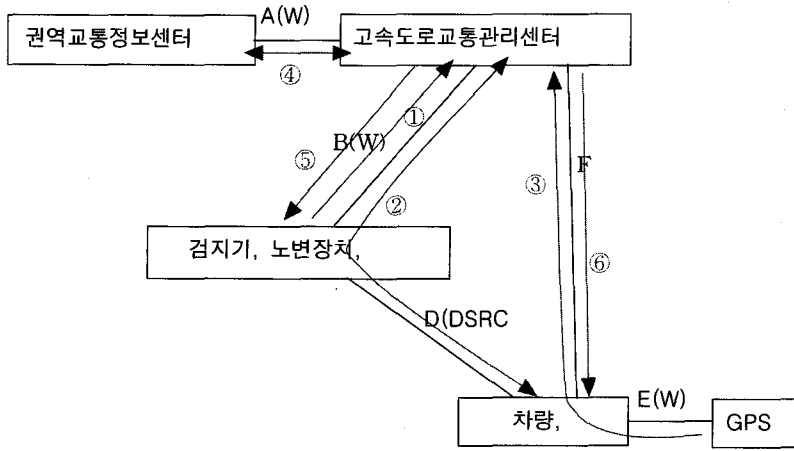
B 인터페이스의 경우, 경로 ①이나 ②는 유선전용선을 사용하는 것이 적합하고 ⑤는 유선전용선뿐만 아니라 광역무선통신이나 FM DARC를 사용하여도 무방하다. 즉, 이동식을 포함한 VMS에 데이터를 전송할 경우 데이터의 양이나 변경 빈도가 적기 때문에 무선통신방식을 사용하여도 된다.

4.3.3 고속도로교통관리

〈그림 5〉의 경로 ①은 고속도로상의 검지기를 통해 교통정보를 수집하는 방식이고, 경로 ②와 ③은 노변에 설치된 DSRC 장치나 GPS 또는 망 위치측정기술로 고속도로 교통정보를 수집하는 방식들로서, 수집된



〈그림 4〉 도시고속도로교통관리 서비스 연동방안

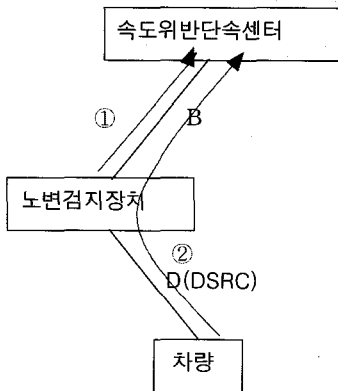


〈그림 5〉 고속도로교통관리 서비스 연동방안

정보들은 경로 ④의 유선망방식으로 권역교통정보센터와 공유된다. 교통정보 제공은 경로 ⑤의 VMS나 경로 ②의 DSRC 방식 또는 경로 ⑥의 PCS와 같은 광역무선통신방식을 통해 운전자에 전달될 수 있다.

4.3.4 속도위반단속

속도위반단속시스템은 일반적으로 속도검지기와 차량번호인식 영상검지기가 하나의 시스템으로 구성되는데, 수집된 데이터들은 〈그림 6〉의 통신선로(B)를 통해 센터로 전송된다. 이 경우 실시간 전송이 필요하지 않으므로 통신망은 전용선이 아닌 패킷 무선데이터 통신이나 인터넷을 이용할 수 있는데, 속도위반검지기의 위치를 변경할 경우에는 무선망의 활용이 매우 효과적이다. 버스차선위반도 동일한 방식으로 처리된다.



〈그림 6〉 속도위반단속 서비스 연동방안

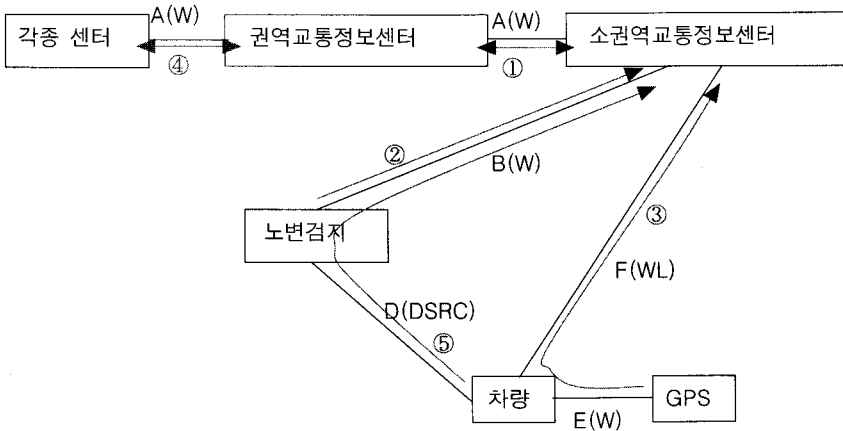
한편, 경로 ②에서 DSRC와 같은 노변통신장치를 사용하면 전자번호판 개념을 도입하여 속도위반검지기 기능을 수행할 수 있다. 즉 연속적으로 설치된 노변통신장치를 통과하는 시간을 측정하여 구간별 통행속도를 측정하고, DSRC 통신 시에 차량번호를 전송하여 위반차량을 확인할 수 있다.

4.3.5 권역교통정보센터

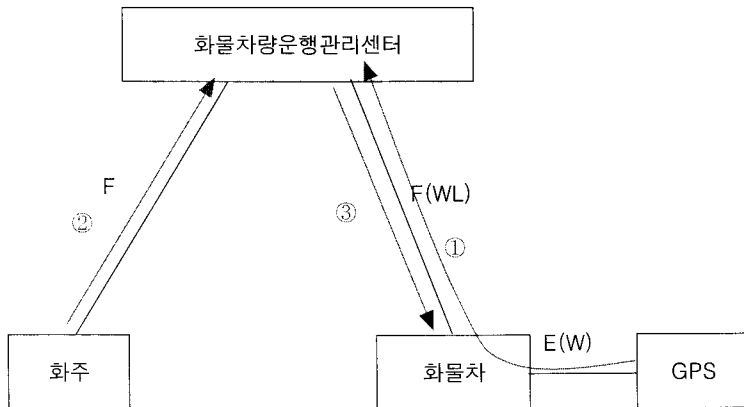
권역교통정보센터는 타 교통관련센터와 정보교환을 통해서도 교통정보를 수집하거나 배포하는데, 권역이 큰 경우에는 다수의 소권역교통정보센터를 운영할 수 있다. 〈그림 7〉의 경로 ①과 ④는 센터간 통신방식으로 일반적으로는 유선전용망을 사용하지만 정보의 시급성이 크지 않으면 인터넷을 사용하여도 무방하다. 또한 권역교통정보센터의 주요 기능인 교통정보 수집은 경로 ①, ③, ⑤로 수행한다.

4.3.6 화물차량운행관리

화물차량운행관리는 화물차의 운행특성을 고려하여 전국적인 무선통신망을 구축하여야 한다. 〈그림 8〉의 경로 ①은 화물차의 현재 위치를 GPS나 망 위치추정기술로 측정하여 전국적인 통신망이 구축되어 있는 PCS와 같은 광역 무선통신망을 통해 센터로 전송하는 방식이다. 이 때 화물의 내용이나 상태, 차량 상태 등의 정보를 함께 전송할 수 있고, 화주의 경우는 유·무선 통신망을 통해 센터에 접속하여 화물운송요청이나 화물 상태조회 등을 조회할 수 있다(경로 ②). 경로 ③은 센터에서 화물차에 필요한 지시나 조회를 전국적인 무선망으로 하는 방식을 보여주고 있다.



〈그림 7〉 권역교통정보센터 서비스 연동방안



〈그림 8〉 화물차량운행관리 서비스 연동방안

4.4 ITS 통신망 요소별 연동 방안

지금까지 분석된 6가지의 ITS 서비스별 통신망 연

동방안에 따라 각 계층별 인터페이스를 종합적으로 정리하면 〈표 3〉과 같다.

〈표 3〉 각 계층별 인터페이스 분석

통신망 인터페이스	설명	통신망 구분	특성
A	센터간	전용회선 인터넷	중고속 전송속도
B	센터-노변장치	전용회선 인터넷 (무선데이터) 방송	중고속 전송속도 실시간통신
C	노변장치간		
D	노변장치-차량,여행자	DSRC	통신영역의 크기가 다름
E	차량간, 장치간	차량내부 회선	다양한 장치 연결
F	센터-차량,여행자	PCS/IMT-2000 (무선데이터) 방송	위치추정기술 실시간통신

4.4.1 차량 및 여행자 단말기

사용자에게 가장 중요한 역할을 하는 단말기는 통신망의 종단으로 통신망 접속과 데이터 송수신 그리고 응용서비스 등을 제공한다. 차량 및 여행자 단말기는 크게 고정 단말기와 이동 및 휴대 단말기로 구분되어 유선통신망과 무선(특히 전파)통신망으로 각각 대응될 수 있는데, 통신망 적용방안을 도출하면 다음과 같다.

첫째, 유선통신망의 경우, 단말기는 가정·사무실·공공장소의 전화, PC 또는 키오스크 등으로 PSTN 공중통신망이나 전용선로 및 전화선 모뎀을 통한 인터넷망이 주를 이룬다. ITS 전용망이 아니므로 통신요금은 저렴하나 제공받는 서비스가 상당원 연결이나 인터넷 웹사이트 검색 등으로 제한적이다.

둘째, 무선통신망은 <표 3>의 PCS나 IMT-2000, 데이터 방송, DSRC용 OBE 등으로서 이동하는 차량이나 여행자가 ITS 서비스를 받기 위해 활용되며, 통신거리와 가용성 때문에 전파통신방식이 많이 사용된다. 여행자의 경우는 PDA와 같은 휴대용 단말기에 무선 LAN, PCS/IMT-2000 등의 통신모듈을 연동하여 사용하는 것이 바람직하다. 한편, 차량에서는 PCS/IMT-2000, DSRC 등의 통신기능 연동과 통신기능 이외에 GPS 등의 차량항법장치, 차량용 컴퓨터를 포함한 주변장치들의 연동과 이들 기능의 전체적인 연동이 필요하다. 이를 위해서는 차량 내부의 데이터통신 버스 접속규격이 필수적이며, 무선통신망 연동방안은 각각의 단말기를 일정 규격에 맞춰 연동하는 방법과 각 통신기능의 단말이 모듈화되어 멀티모드 단말로 구성하는 방법 그리고 SDR(Software Defined Radio)기술을 적용하여 하나의 단말로 여러 가지 무선통신기능을 수행하는 방법 등이 있다.

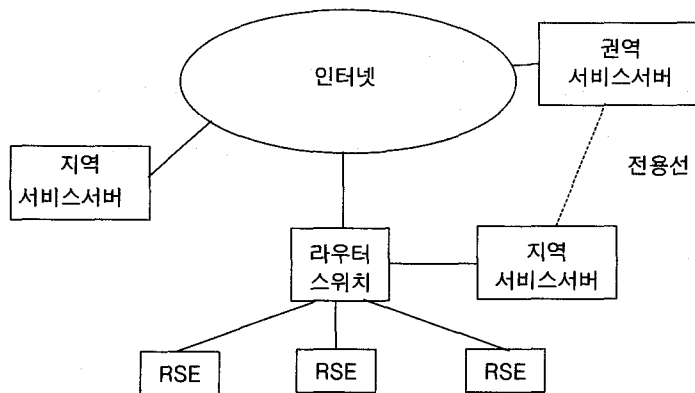
4.4.2 노변통신망

노변통신망은 DSRC 기술을 주로 사용하는데, 그것은 PCS나 IMT-2000과 같은 광역무선통신은 macro cell 방식으로 구축을 하고, 만약 DSRC와 같이 micro cell을 구축할 경우 통신방식이 복잡하여 짧은 시간에 데이터 송수신이 용이하지 않기 때문이다. 또한, ITS 서비스의 특성상 짧은 시간에 고속으로 주행하는 단말과의 통신기능이 필수적이기 때문에 DSRC의 RSE(노변통신장치)와 PCS/IMT-2000 기지국의 연동, 또는 무선 LAN Access Point와의 연동은 시스템의 비용과 복잡도만 증가시키므로 바람직한 연동방안이라고 할 수 없다. 그러나 DSRC망도 데이터 통신망이고 무선 LAN이나 IMT-2000망도 데이터통신망이므로 기지국 또는 Access Point, RSE를 설치시에 망 접속을 공개하여 고정중계망(즉, 기지국과 교환기 사이) 구축비용을 절감할 수는 있다.

4.4.3 교환기 또는 라우터에서의 연동

PCS/IMT-2000과 같은 광역무선통신망은 이동통신교환기를 가지고 있는데, 만약 기지국이나 기지국제어기부터 패킷데이터통신용 라우터를 채용하여 ALL-IP 망이 되면 모든 회선 교환망이 인터넷망으로 전환될 수 있다. 따라서 교통제어와 같이 높은 QoS를 요구하는 ITS 서비스들만 별도의 전용회선으로 ITS 통신망을 구축하면, 인터넷 프로토콜을 사용하는 ITS 서비스들의 경우 core 네트워크에서의 연동에 아무런 문제가 없을 것이다.

한편, DSRC망의 경우 제공하는 ITS 서비스에 따라 인터넷망이나 전용회선을 선별적으로 사용할 수 있다. <그림 9>는 DSRC를 이용한 권역별서비스시스템 구축시 바람직한 망구조의 일례를 보여 주고 있다. 즉



<그림 9> QoS에 따른 DSRC망 구조도

지역서비스 서버까지는 전용회선의 QoS를 제공하고 타 지역의 서버나 상위 단계의 서버와는 인터넷을 통해 연동하고, 특별한 경우에만 센터간에 전용회선으로 연계하는 것이다. 여기서 인터넷망을 이용한 ITS 통신망의 연동은 인터넷망에서 제공하는 QoS에 달려있다.

4.4.4 서비스 서버에서의 연동

서비스 서버단계에서의 ITS 서비스 연동은 가장 용이한 부분이다. 즉, ITS 서비스에 따른 센터나 서비스 서버간의 연동은 전용선이나 인터넷망을 이용하는데, 상호간의 데이터 형식만 알고 있으면 데이터의 교환/가공/배포가 가능하므로 데이터의 표준화 이전에도 상호간의 연동이 가능하다. 그러나 단말기로 데이터를 배포할 경우, 표준화된 데이터 형식을 사용해야만 여러 종류의 센터나 서버와의 연동이 가능하다.

5. 결론

ITS 서비스는 종류도 매우 다양하고, 요구사항도 각기 상이하므로 하나의 통신망으로 모든 ITS 서비스를 수용하는 것은 불가능하다. 또한, ITS 서비스들이 별개의 독립적인 것이 아니므로 효율적인 ITS 서비스 시스템을 구축하기 위해서는 사용되는 여러 통신망의 연동이 매우 중요하다.

본 연구에서는 ITS 통신망에 대한 요구사항과 6가지 ITS 서비스에 대한 통신요구사항 및 사용되는 주요 무선통신방식을 분석하여 각 ITS 서비스 제공에 적합한 무선통신방식을 정립하고 이를 토대로 ITS 서비스 제공방안을 도출하였다. 또한 각 ITS 서비스 제공방안을 종합하여 ITS 통신망 연동방안을 제안함으로써 종합적인 ITS 서비스의 제공을 위해서는 통신망 요소들이 각 단계별로 연동되어야 하고 또한 연동될 수 있음을 설명하였다. 특히, 무선통신망을 이용하여 다양한 ITS 서비스를 제공할 수 있도록 ITS 아키텍처 상의 단거리 무선통신부문과 유선통신부문의 연결 부분을 보완하여 효과적인 단거리무선통신망을 구축할 수 있는 토대를 마련하였다.

향후 연구분야로는 본 연구를 통해 도출된 ITS 통신망 플랫폼에 대한 각 구성부분별 기초설계를 바탕으로 ITS 통신망을 효과적으로 연동하기 위한 플랫폼의 구조와 사용 프로토콜 등을 정립할 필요가 있다. 그리고 새로운 ITS 서비스의 출현과 통신망 기술의 비약적인 발전에 따라 ITS 통신망 연동방안도 계속 수정되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 한국전자통신연구원(ETRI), ITS 기술/시장 보고서, 2000.
- [2] 최재원, 박운식, 황태현, 우명진, "ITS에서의 첨단 안전자동차 연구동향," ITS 기술 워크샵, 2001, pp. 72-80.
- [3] 이봉규, "FM DARC용 교통정보 변환 알고리즘 개발," 개방형지리정보시스템학회 논문지, 제2권 제2호, 2000, pp. 39-48.
- [4] 정보통신부, 기존 통신시설 및 서비스를 활용한 실시간 교통정보 전달체계를 위한 정책방안과 경제적 효과상승 분석, 1999.
- [5] (주)선텔레콤, ITS 아키텍처 구현을 위한 유무선 통신망 구축 방안 연구, 건설교통부, 2001.
- [6] 국토연구원, 국가 ITS 아키텍처 확립을 위한 연구, 1998.
- [7] 한국전산원, 데이터 스토리지를 활용한 교통정보 실시간 전송체계 표준화 연구, 2000.
- [8] 한국전산원, ITS 통신프로토콜 및 통신망 구성 연구, 1998.
- [9] US Department of Transportation, ITS National Architecture, 1996.
- [10] ITS America, Ten Year National Program Plan and Research Agenda for ITS in the United States, 2001.



오 종택

1986년 한양대학교 졸업(학사)
 1989년 한국과학기술원 전기및전자 공학과 졸업(석사)
 1993년 한국과학기술원 전기및전자 공학과 졸업(박사)

1993년~2000년 한국통신 무선통신연구소 팀장
 2000년~현재 한성대학교 정보전산학부 조교수
 관심분야: 무선통신, ITS



이 봉규

1988년 연세대학교 졸업(학사)
 1992년 Cornell University 졸업(석사)
 1994년 Cornell University 졸업(박사)

1993년~1997년 Cornell University 조교수
 1997년~현재 한성대학교 정보전산학부 부교수
 관심분야 : GIS, ITS, GPS, XML, GML 등