

## 도로부문 Ubiquitous 정보화사업 추진 전망

이승환(아주대학교), 이기영(한국도로공사)

### I. 서론

미래의 도로는 도로관리자와 운전자, 또는 운전자간에 자유롭게 정보를 교환할 수 있는 Ubiquitous 개념의 새로운 정보환경이 창출될 것이다. 또한 이러한 정보환경은 도로관리부문에 있어 효율적인 교통관리가 실행되는 밑거름으로 작용할 것이다.

정보화는 그 구현수준에 따라 정보의 내용과 질, 그리고 전달 능력이 상이하게 나타나며, 그 효과 또한 다양한 형태로 나타나게 된다. 특히 도로에 있어서는 도로상황을 얼마나 빠른 시간 내에 파악하고, 적정한 정보를 운전자에게 적기에 제공하는가에 대한 실시간 개념의 정보교환능력이 향후 중요한 요소로 평가될 것이다.

그동안 도로정보화 사업은 관리자 입장에서 도로를 효율적으로 관리하기 위한 방법으로 추진되어 왔다. 그러나 미래에는 어디까지나 이용자를 중심으로 한, 즉 이용자를 위한 서비스 지향적 정보체계로 변화될 것이다.

한 예를 들면, 운전자의 차량내부로 도로정보가 찾아 들어가는 텔레메틱스 환경이 보편화될 것이며, 단순히 정보제공뿐만이 아닌, 이

를 활용하여 정보를 생성할 수 있는 양방향 정보환경이 실현되게 된다. 즉 이러한 도로-자동차간 연계통신체계는 향후 도로부문 정보체계 및 교통관리체계의 기능수준을 결정하는데 있어 중요한 가이드라인을 제시해 줄 것이다.

본 논문에서는 먼저 도로부문 정보화사업에 대한 추진 현황 및 도입 방향을 검토하고자 하며, Ubiquitous 정보체계를 구성하는 각 요소별로 그 추진 경과를 살펴보고자 한다. 특히 가장 현재 중요한 의제로 떠오르고 있는 정보통신기술의 개발 방향과 특징을 전망해 보고, 향후 통신네트워크 구축 방향을 전망해 보고자 한다.

또한 유비쿼터스 정보환경의 구현을 목표로 추진되고 있는 지능형 도로개발사업인 스마트하이웨이 사업의 정보화 및 첨단관리시스템의 구현 목표와 그 특징을 설명하고자 한다.

### II. 도로부문 정보화

#### 1. ITS와 U-Transportation

도로부문 정보화사업은 운전자의 안전 및

편리성 증진과 더불어 관리자의 효율적인 도로 운영을 지원하기 위해 추진되었다.

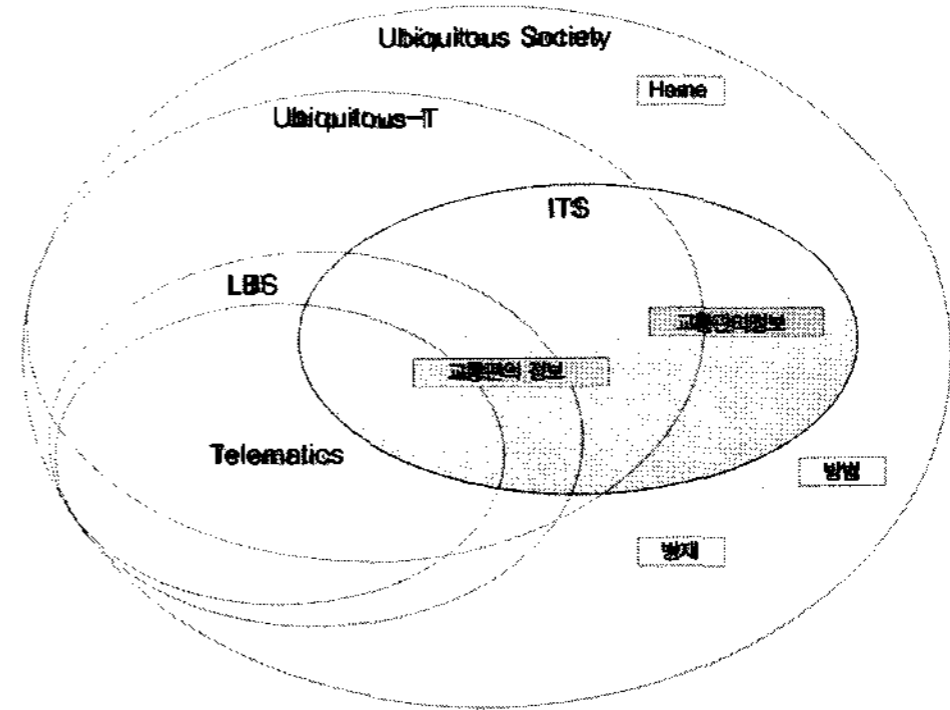
유비쿼터스라는 개념은 Mark Weiser에 의해 정의되었는데, “수많은 컴퓨터가 결코 사용자를 귀찮게 하거나 불편하지 않게, 조용히 자신을 이용해 주기를 기다리는 이상적인 컴퓨팅 환경을 유비쿼터스 컴퓨팅”으로 상정하였다. 즉 모든 컴퓨터가 연결되어야 하고 이용자 눈에 보이지 않아야 하며, 언제 어디서나 사용 가능해야 하며, 또한 현실세계의 사물과 환경속으로 스며들어 일상생활에 통합되어야 함을 의미한다.

이러한 컴퓨팅상에서의 유비쿼터스 개념은 일본 노무라 연구소에 의해 Ubiquitous Network으로 확장 발전하게 된다. 이는 모든 정보가전 및 단말기간의 네트워크를 제공하기 위한 광대역 통신망을 통해 연속적인 정보환경을 구현함을 의미한다.

이용자에 기반한 5any개념으로 “Ubiquitous Transportation(이하 U-T라 한다.)” 환경을 유추해 본다면, “도로를 이용하거나 이용하고자 하는 운전자가 어떠한 시,공간(any time, any where)하에서도 운전자 자신이 결정한 단말기(any device)를 통해 원하는 교통정보(any service)를 제공받을 수 있는 환경”으로 해석할 수 있다.

Ubiquitous의 개념이 최근에 도로분야에 도입된 이후, 기존 ITS개념과의 개념적인 충돌현상이 발생하고 있다. 따라서 U-T와 ITS와의 개념적, 영역적 차이를 현 시점에서 정리할 필요가 있다. ITS(Intelligent Transport Systems)는 전자, 정보, 통신, 제어 등의 기술을 전통적인 교통체계에 접목시켜 신속, 안전, 쾌적한 교통환경을 창조하기 위한 지능형 교통시스템을 말한다.

U-T에 ITS 개념의 대부분이 소속되어 있다



〈그림 1〉 정보화 사업별 영역 비교

는 현재까지의 보편화된 의견에는 동감하나, ITS 전 영역이 이에 포함된다고 보지는 않는다. 왜냐하면 도로 정보화를 사용자기반에서 바라보느냐, 또는 이용자기반에서 바라보느냐에 따라 U-T와 ITS에는 다소 시각적 차이가 있기 때문이다. (<표 1>참조)

전통적으로 ITS는 도로관리자 중심에서 어떻게 경제적으로 정보를 수집하고 효과적으로 제공하느냐에 대한 경제학적 접근방식을 채택하고 있다. 따라서 이용자에게 부담을 주지 않는 선에서 보다 저렴하고 효과적인 정보체계의 구축을 추구하고, 개인이용자뿐만이 아닌 시스템 전체를 최적화하는 System평형에 기반한 교통관리전략을 구사한다.

이에 반해 U-T는 다분히 이용자중심에서 설계되고 운영된다. 따라서 이용자의 수요와 요구에 따라서는 보다 많은 구축비용이 드는 시스템을 도입할 수도 있으며, 따라서 유료로 운영할 수도 있다. 또한 이용자의 편의를 최우선시하는 User 평형을 달성하기 위한 시스템으로 구성된다.

결국 교통관리부문에 대한 목표 및 운영전략에 있어 두 영역은 중복 또는 중복되지 않는

〈표 1〉 도로교통측면에서의 U-T와 ITS의 개념 비교

구분	U-T	ITS
환경	운전자중심의 Travel Information 환경	관리자를 위한 Traffic Management 환경이 중심
목표	운전자의 교통정보에 대한 Needs를 완벽히 수용하는 교통정보환경 구현	도로 네트워크의 최적화된 상태를 유지하기 위한 교통관리환경 구현에서 교통안전 및 운전자 편의 쪽으로 중심 이동중
통신체계	자가망 개념의 단거리통신망 또는 광대역통신망	자가망 개념의 단거리통신망 또는 광대역 통신망
추구가치	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 신뢰도 높은 정보체계 구축</li> <li>- 정보의 광역화, 연계화, 첨단화 지향</li> <li>- 운전자 편의 극대화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 첨단화된 교통관리체계</li> <li>- 관리의 경제성, 효율성 추구</li> <li>- 도로네트워크 최적화</li> <li>- 이용자 편의 증대</li> <li>- 교통안전성 제고</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이용자와 도로관리자를 연결하는 인터페이스환경이 반드시 필요함</li> <li>- 이용자가 정보사용료에 대한 지불 가능성이 높음</li> <li>- 편리성에 중점을 둔 도로정보체계 구현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이용자와 도로관리자를 연결하는 인터페이스환경은 선택 요건임</li> <li>- 이용자가 정보사용료에 대한 지불은 원칙적으로 무료개념임</li> <li>- 경제적측면에 중점을 둔 도로정보체계 구현</li> </ul>

영역이 존재하는 것으로 판단되며, 오히려 도로 전체시스템의 효율성에 기반한 교통제어 기술분야는 ITS에 무게를 두는 것이 바람직하다고 판단된다.

다만 향후 U-T에 대한 정확한 개념과 그 역할이 정립되면서 ITS의 개념이 흡수, 통합될 가능성은 있으나, 현재로서는 U-T는 정보화측면, ITS는 교통관리측면이 부각되어 당분간 상호 공존해 나갈 것이다.

## 2. U-T와 U-city

도로부문 정보화사업은 U-T, ITS뿐만 아니

라 최근에는 U-City영역에서도 많이 논의되고 있다. 특히 도로분야는 U-City사업에 있어 도시 전체의 생활 네트워크의 가장 핵심적인 요소이기 때문에 그 비중은 매우 높은 편이다.

최근 대도시권을 중심으로 U-City사업이 활발히 진행되고 있으며, 크게는 도시 전체를, 작게는 특정 구역을 중심으로 추진되고 있다. U-City의 정보 인프라는 크게 U-기반시설, U-통신망, U-서비스, 통합운영센터로 구성되며, 유기적 네트워크를 통해 도시의 기능과 활동을 지능화한다.

U-City와 U-T는 통신 네트워크를 구축하는 목표에 있어 가장 근본적인 차이가 있다. 즉 U-

〈표 2〉 Ubiquitous 주요 요소

Usage Value	Delivery Value
· Any-where, Anytime, Anynetwork, Anydevice, Anyservice (5 any환경)	· Always On, Always Aware, Always Proactive (3 Always 환경)

City는 기본적으로 면(Area) 개념의 Seamless한 정보체계 구현을 목표로 전체 도시생활을 하나로 연결하는 통합형에 주안점을 둔 반면, 도로부문은 선(Line) 개념의 통신 네트워크를 구성하여 효율적인 도로교통관리가 이루어지도록 네트워크를 구상하고 있다.

이를 통신체계분야로 비교해 보면, 도로부문은 무선랜, DSRC 등과 같은 무료기반의 비사업자망이 일차적으로 선호되고 있는 반면, U-City는 도로외적 부문을 고려한 보다 광대역 개념의 와이브로, CDMA와 같은 유료사업자망이 적극적으로 고려된다는 특징이 있다.

여기서 중요한 것은 두 사업이 도로라고 하는

공통분모가 있음에도 불구하고, 구현 목표와 그 추진 주체가 상이하다는 점 때문에 각기 별도로 진행되고 있는 상황에 있다는 점이다. 그러나 언젠가는 상호 통합점을 찾는 것이 합당하므로 향후 두 사업군간의 통합과 연계에 대한 문제가 사회적으로 큰 논의가 이루어질 것이다.

### Ⅲ. 구성요소별 발전 전망

손혁(2007)은 기존의 컴퓨팅 및 네트워크관점의 Ubiquitous 개념을 바탕으로 국내외 기관과 연구기관에서 제시한 120가지의 유비쿼터스

〈표 3〉 유비쿼터스 Usage Value의 구성요소 (공통/도로부문)

구분	공통	도로부문으로의 재해석
Sensing	사람과 사물 등 다양한 객체에 대하여 위치를 파악하고 감시하는 기능	도로 및 교통상황 또는 운전자의 주행상태를 정확히 파악할 수 있는 기능(정보 수집 및 모니터링)
Intelligence	파악된 사람 또는 사물의 상황과 위치정보를 바탕으로 필요한 정보로 가공하고 판단하는 기능	수집된 도로정보를 바탕으로 이용자와 관리자에게 필요한 교통정보 및 제어정보를 생성하는 기능 (정보관리체계)
Acting	Intelligence기능을 통하여 분석되고 판단된 정보를 서비스가 필요한 대상자에게 전달하거나 제공하는 기능	가공된 정보를 운전자에게 실시간 개념하에 제공하거나 전달하는 기능 (정보제공체계)
Communication	Sensing, Intelligence, Acting의 기능을 하나로 연결하여 하나의 서비스로 제공할 수 있도록 하는 기능	정보수집, 정보관리, 정보제공 등의 정보의 일련의 흐름과 활용을 원활히 연결해 주는 기능 (통신네트워크)

서비스를 분석한 결과를 토대로, 미래의 유비쿼터스 환경을, 제공될 서비스의 가치에 따라, 이용상 나타나는 Usage Value와 제공하는 과정에서 나타나는 Delivery Value로 구분하였다.

이중 Usage Value에 대한 요소를 도로부문에 맞추어 재해석한 결과는 아래 <표 3>과 같다.

### 1. 정보수집체계(Sensing)

도로부문 센싱기술은 크게 전통적으로 Loop등과 같은 도로기반 검지체계가 주류를 이루고 있다. 이는 차량과의 직접적인 정보교환없이, 도로변에 설치된 센서를 통해 불특정 차량의 교통정보를 수집하고 이를 통해 교통상황을 판단하는 체계이다.

이 방식은 근본적으로 지점기반 정보이기 때문에 도로구간 상황판단이 제한적인 문제점이 존재한다. 따라서 정확한 교통상황을 파악하기 위해서는 특정 차량(Probe Car)의 공간기반 이동정보가 필요하며, 이에 따라 차량내 단말기의 존재가 필요하다.

미래 도로의 Sensing부문은 다음과 같은 몇 가지 특징을 갖추게 되는데, 첫번째는 차량과의 직접적인 교류를 통해 차량의 이동개념의 위치정보를 수집함으로써 보다 정밀한 정보를 수집할 수 있게 되며, 두번째는 USN/RFID기반하에 분리개념으로 운영되던 하드웨어(터널, 교량등)와 소프트웨어(교통, 정보등)관점의 정보수집기능의 통합화가 이루어지게 된다.

### 2. 정보관리체계(Intelligence)

현재의 정보관리는 중앙정보센터를 중심으로 모든 정보관리체계가 설계되어 왔다. 또한

정보처리를 위한 통신네트워크는 크게 관리자의 자가망 또는 통신사업자망을 사용하는 방식을 택하고 있다. 구체적인 예를 들면, 고속도로는 유선망기반 자가망을, BIS(Bus Information System)등을 추진하고 있는 지자체에서는 CDMA와 같은 사업자망을 활용하고 있다.

추후 도로분야에 있어서의 정보처리는 많은 데이터를 실시간으로 처리하고 가공하기 위해 중앙 집중정보보다는 로컬 분산형으로 설계될 것이다. 또한 고속도로, 국도, 시가지도로는 관리주체가 상이함에 따라 별도로 운영되는 관리시스템의 통합화가 추진될 것이다.

정보체계의 통합화는 결국 운전자에게 Door to Door개념의 교통서비스를 제공함을 의미한다. 따라서 언제 어디서든 일관된 서비스제공을 위해서는 모든 도로운영체계가 연계되어 공동 처리를 해야 하는 시대가 필요한 것이다.

### 3. 정보제공체계(Acting)

전통적으로 정보제공체계 역시 도로기반 매체로 구축되어 있으며, 대표적인 수단이 VMS(Variable Message Sign)이다. 이 역시 운전자와의 직접적인 교류가 아닌, 도로관리자가 선택한 지점에서 관리자가 지정한 정보를 불특정다수에게 제공할 뿐이다

그러나 미래에는 도로관리자와 이용자간 정보교류가 가능한 통신 환경이 도래함으로써, 관리자의 정보가 차량내 단말기로 직접 제공될 것이다. 또 하나의 특이한 변화는 정보의 제공주체가 반드시 관리자라는 고정 개념보다는 이용자도 정보제공자 역할을 수행하는 양방향 정보생성체계로 운영될 것이다.

#### 4. 정보통신망(Communication)

현재 도로부문에 있어 가장 이슈가 되는 부분이 바로 이 분야이며, 구체적으로는 무선통신을 일컫는다. 현재 도로분야에서 적용되는 RF(Radio Frequency)방식을 정리하면 <표 4>와 같다.

이 부분에 있어서의 전통적인 접근방법은 도로관리자의 자가 유선망기반에 단거리 무선통신기술을 접목하여 운전자에게 정보를 제공하

는 체계이며, 이는 저렴한 구축 및 운영비용과 무료기반 정보서비스를 전제로 설계되었다.

이미 1992년부터 국제표준기구인 ISO TC204의 WG15에서 DSRC (Dedicated Short Range Communication)에 대한 연구를 통해 수십미터내에서 차량과의 통신이 가능한 단거리 무선통신체계의 표준화가 시행되었으며 대표적인 시스템으로는 ETC를 예로 들 수 있다. 다만 본 시스템은 짧은 통신거리로 인한 핸드오

<표 4> 도로분야에 적용가능한 RF 방식의 종류와 장·단점

구분	방식	장점	단점
Beacon	- 단말기가 Beacon을 지나간 시간을 수집하여 통행량 및 구간별 소요시간 산출	-비교적 저가 -환경 적응성 높음	- 전송속도 낮음 (최대 9.6 kbps) - 방향 정보 제한적
DSRC	- 기지국과 단말기가 상호 요구에 의해 쌍방향통신을 하는 방식	- 높은 전송속도 (1Mbps) - 기후에 상관없이 지속적인 서비스 가능	- 비교적 고가 - 셀크기에 따른 본질적 오차 존재 - 음영지역 존재
무선 랜	- 무선접속장치(AP)가 설치된 곳을 중심으로 일정 거리 이내에서 웹서비스 제공	- 호환성, 안정성 높음 - 유선망을 최대한 활용	- 고속환경에 취약 (비교적 긴 접속시간) - 웹기반이므로 도로 전체 구간을 커버해야 함
GPS	- GPS로부터 위치정보를 수집 후, 일정거리 이동후 변경된 위치정보와 시간을 다른 통신망을 이용하여 전송하는 방식	- 정확도 높음 - 기존 이동 통신망으로 구현 가능	- 낮은 전송속도(9.6kbps) - 음영 지역 존재
RFID	- 차량내 태그를 도로변에 설치된 리더기가 인지하여 정보를 취득하는 방식	- 비교적 낮은 단가 고속 주행에서도 인식 가능	- 능동형은 태그의 수명이 관건 - 수동형은 고속 및 악천후 환경에 부적합
Cellular Phone	- phone reporting과 phone geo-location을 이용하여 해당차량의 위치 파악	- 기존 이동통신망 이용	- 높은 오차(약 100m)
Wibro	- 이동중에도 고용량의 정보의 처리가 가능한 차세대 개념의 무선인터넷 방식	- 가입자당 1Mbps의 전송속도로 이용자 단말기에 정보제공 가능 (고용량)	- 낮은 이동속도 (60km/h, 최근 20km/h 테스트중)



버의 문제로 인해 인터넷과 같은 서비스를 창출하지 못하는 단점이 존재한다.

최근 사회적 관심이 유비쿼터스 개념의 환경에 초점이 맞추어지면서, 무선랜(WLAN: Wireless Local Area Network)이 각광받고 있다. 이 방식은 결국 이동체에 대한 연속적인 정보제공이 가능하며, 각 객체간의 자유로운 정보공유, 또한 표준화작업에 따른 타 시스템과의 호환성 등이 용이하므로 최근 도로분야로의 접목이 시도되고 있다.

무선랜의 표준화 작업은 미국 IEEE 802.11에서 표준화 작업을 진행중에 있다. 이 그룹은 무선랜의 성능과 활용목적에 따라 802.11X로 표기된 여러개의 Working Group을 운영하고 있으며, 일부 기술분야에 한해서는 ISO TC204에서도 그 표준화 결과를 수용하고 있다.

현재 도로분야에 있어서의 통신체계 적용에 대한 구체적인 움직임은 크게 5가지 방향으로 정리할 수 있다.

첫째, DSRC의 기능 확장 움직임을 들 수 있다. 일본의 경우 초기 ETC전용DSRC시스템에서 교통정보공유가 가능한 advanced DSRC가 실용화 단계까지 와 있다. 세계적으로 이미 ETC분야에 있어서 DSRC 방식이 널리 사용되고 있으므로, 기존 시스템과의 활용과 개량이라는 목표에 따라 확장여부를 검토하고 있다.

둘째, 사회적 정보화 물결이 거세짐에 따라 무선랜의 확대여부가 급속도로 고려되고 있다는 점이다. 우리나라는 이미 경찰청의 UTIS(Urban Traffic Information System)사업에 무선랜 IEEE802.11a/e에 기반한 정보네트워크를 도시부에 설치하는 것으로 확정하였고, U-Transportation 기반기술개발 연구(한국교통연구원)나 한국도로공사의 U-highway 연구개발사업에서는 무선랜

메쉬방식에 대한 개발 연구 또는 사업화를 추진하고 있다. 그러나 이 같은 경우 같은 무선랜의 범주에 들더라도 각 요소별 표준화 작업이 IEEE802.11의 개별 그룹별로 독립적으로 활동하고 있기 때문에, 추후 상호 호환성에 대한 문제는 여전히 숙제로 남아 있다.

셋째, 기존 도로/교통용으로 전혀 고려되지 않았던 통신방식이 유비쿼터스화 개념이 확대되면서, 보다 포괄적이고 광범위한 네트워크 구성이 가능한 CDMA, Wibro(Wireless Broadband)의 도입에 대한 가능성이 타진되고 있다. 특히 우리나라의 경우 와이브로에 대한 세계 표준화 작업을 주도하고 있고, IEEE 802.16e 그룹에서 활발한 표준화 작업이 이루어지고 있다.

넷째, 도로분야에 적용되는 통신체계간의 통합과 관련된 움직임이다. 대표적인 사례가 IEEE802.11p에서 추진중인 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)방식이다. WAVE는 차세대 ITS 서비스를 위한 핵심 기술인 차량간 통신과 차량·인프라간 통신을 위한 통신방식으로, 10ms의 낮은 통신지연시간, 최대 54Mbps의 전송속도, 1km의 통신 범위, 100mph의 차량 속도 지원을 목표로 개발중이며, 2009년에 표준화를 앞두고 있다. WAVE의 특징은 무선랜 표준화의 일환으로 추진되나, DSRC의 지원이 가능한 장점이 있으며, 세계적으로 주목을 받고 있는 시스템이다.

다섯째, 도로의 여러분야에서 사용중인 무선 통신방식의 통합과 관련된 움직임을 들 수 있다. 최근 ISO TC204 WG16제안된 CALM(Continues Air interface-Long and Medium range)은 네트워크의 이동성을 지원하는 IPv6를 기반으로 하여 기존의 통신시스템(CDMA, IMT-2000, 무선랜, DSRC, Wibro(또는 WiMax),

DMB 등)을 지원할 수 있는 통합형 통신체계로 설계되어 있다. 이러한 시스템의 적용은 도로부문에 있어 Door-to-Door 정보서비스 등 유비쿼터스 개념의 통합서비스를 제공할 수 있는 환경이 구현될 것이다.

도로부문 통신네트워크는 최적의 시스템 환경 조성 및 연속적인 서비스를 제공하기 위한 Seamless 정보환경의 창출, 운전자를 중심으로 한 통합 네트워크 구성 등 유비쿼터스 환경을 구현하기 위해 다각도의 연구가 진행되고 있다.

#### IV. 스마트하이웨이 사업

##### 1. 사업 목적

스마트하이웨이 사업은 고속도로의 지능화를 통해 도로의 이동성과 안전성을 획기적으로 개선하기 위해 국토해양부 주관하에 한국도로공사가 시행 중인 대형국책사업이다. 본 사업은 전통적인 도로부문 토목기반기술에 통신, 자동차분야 등 첨단 IT기술이 어우러져 도로의 지능화를 획기적으로 향상시키고자 추진되고 있다.

2007년부터 2017년까지 향후 10년 동안 1,400여억 원의 순수 연구개발비가 투자되며, 주요 연구분야로는 종합전략 수립부문, 도로기반기술부문, 정보통신기반 도로운영기술부문, 자동차연계기술부문, 테스트베드부문에 구성되어 있다.

본 사업의 지능화 부문은 전적으로 유비쿼터스 개념의 정보통신환경의 구축과 이를 활용한 지능적 제어기술의 구현에 목표를 두고 있다. 특히 도로와 자동차간에 언제 어디서든

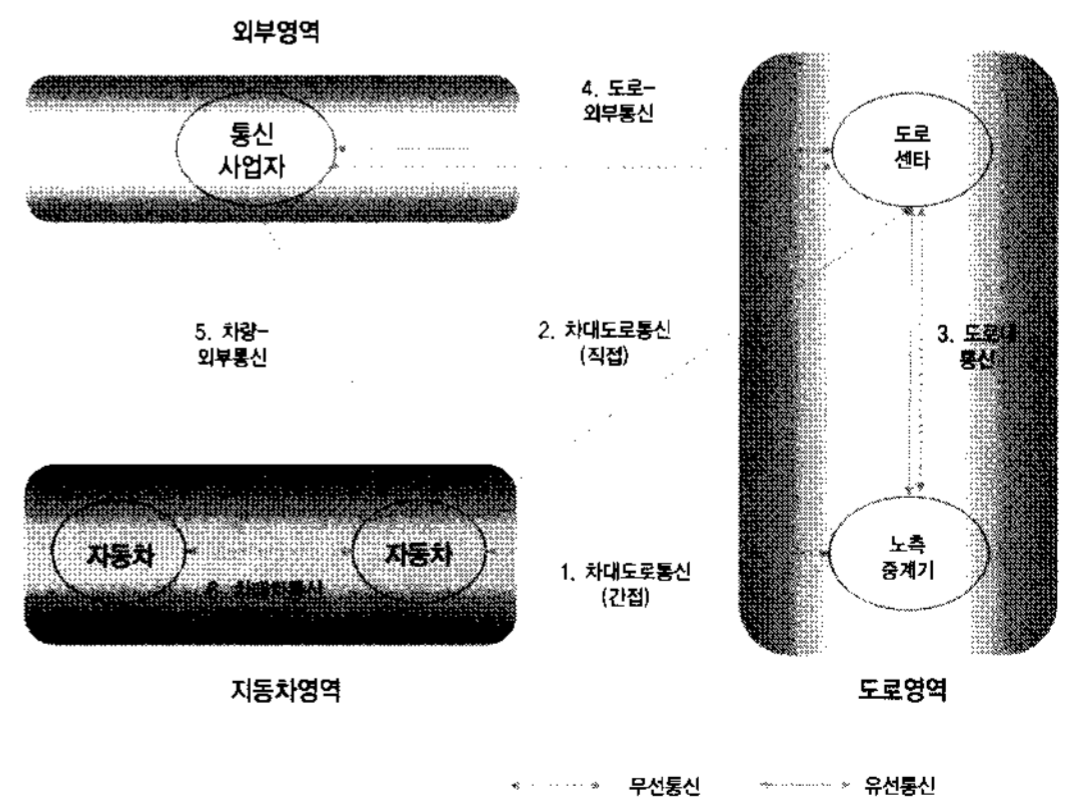
정보교류가 가능한 내비게이션 정보체계의 구축을 전제로 구상되었다.

##### 2. 스마트 정보통신환경

이러한 정보통신환경이 구축되기 위해서는 <그림 2>에서와 같이, 크게 6가지의 정보통신 요소가 유기적으로 연결되어야 하며, 스마트 하이웨이는 이러한 통신환경을 추구한다.

도로부문 유비쿼터스 정보통신환경은 크게 도로영역, 자동차(운전자), 그리고 도로외 영역을 하나로 연결하며, 여러 종류의 유, 무선망을 통해 하나의 공통 네트워크를 형성하게 된다. 다만 유비쿼터스 정보통신환경의 구현은 통신체계의 기술적 선결문제와, 이의 구축에 소요되는 비용과 생성되는 교통정보의 가치를 종합적으로 고려하여 구성된다.

여기에서 스마트 정보환경에 대한 정의를 내려 볼 필요가 있다. 관리자측면인 3always 관점에서 U정보환경을 정의하면 “네트워크 관리 차원의 정보를 어떠한 시,공간하에서도 자신이 지정한 이용자에게 정보를 제공할 수 있는 환경”으로 정의할 수 있다.



<그림 2> 스마트하이웨이 정보통신환경 체계도



다만 스마트 정보환경은 5any와 3always관 점을 혼합한다. 즉 스마트 정보환경이란, “이용자가 요구하는 정보와 네트워크 관리차원의 정보를 어떠한 시, 공간(any time, any where) 하에서도 관리자와 이용자간 상호 약속된 단말기(any device)를 통해 주고 받을 수 있는 환경”으로 정의하였다.

이러한 스마트 환경에서는 모든 도로구간에 서 도로-자동차간 대화형 정보교류가 가능하고, 이러한 정보교류를 통해 첨단 교통제어가 가능한 교통운영시스템을 구현할 수 있게 된다.

특히 스마트 정보환경의 구현의 가장 큰 특징은 관리자와 운전자간 쌍방 정보를 요구하고 응대할 수 있는 정보서비스가 구현된다는 점이다. 이러한 통신환경은 운전자와 도로관리자를 언제, 어디서든 연결함으로써 운전자의 위급상황에 대한 긴급 콜 대응 서비스, 차량내 도로이용 편의정보 서비스, 특수상황 실시간 정보서비스의 구현이 가능하게 된다.

**[1단계] 도로 및 교통정보수집체계의 다양화**

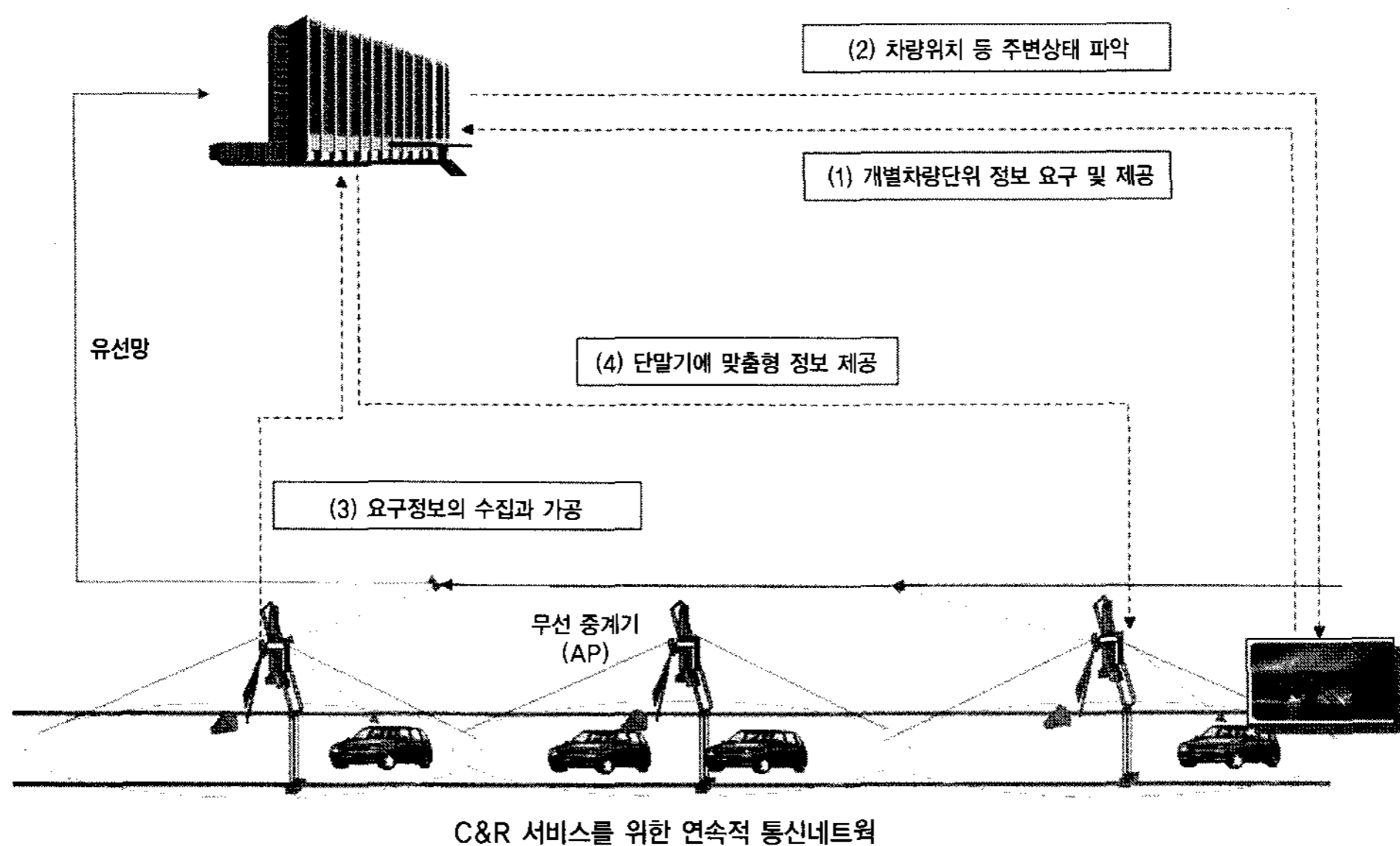
- 1) 도로관리자는 센서에 기반한 기존 VDS외 도로-자동차간 통신교환정보를 교통정보로 변환하여 다각도의 교통정보매체를 운영한다.
- 2) 이러한 다각도의 정보수집방식은 도로소통상황을 보다 정확히 실시간으로 파악하는데 유리한 환경을 제공한다. (유비쿼터스형 정보수집체계)

**[2단계] 이용자 정보 요구**

- 1) 이용자는 자신이 필요한 정보를 차량내에 설치된 단말기를 통해 도로 관리자에게 직접 요구하거나 위급한 정보를 스스로 제공한다.
- 2) 차량내 단말기는 교통정보 공유형 기능을 포함하고 있으며, 전용단말기외 일반 내비게이션, 휴대폰 등과 호환성을 갖는다.

**[3단계] 도로관리자(또는 통신사업자)의 가공정보 제공**

- 1) 도로관리자는 정보요구자의 고유 ID를 통해 그 차량의 위치정보를 실시간으로 파악한다.
- 2) 이용자의 요구정보에 대하여 실시간으로 수집 및 가공한다.
- 3) 생성된 정보를 운전자의 단말기에 직접 제공하고, 정보제공 후 운전자의 운전행동을 모니터링하여 정보시스템을 지속적으로 보완한다.



〈그림 3〉 Smart 정보통신환경 개념도

스마트 정보환경에서 관리자와 이용자간 맞춤형 정보공유가 가능한 C&R(Call & Response) 서비스의 구현 시나리오는 다음과 같다.

운전자에게 직접적인 정보를 제공할 수 있는 이러한 정보환경은 도로의 안전과 소통능력을 확보하고 증진할 수 있는 첨단 교통제어 기술을 구현하는데 매우 유리하며, 램프미터링 제어기술, Traffic Event시 첨단제어기술 등의 교통관리기술을 구현하는데 활용된다.

스마트 정보통신환경의 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 160km/h의 고속주행 환경에서도 모든 도로권역이 통신이 가능한 Seamless 통신체계를 구축한다. 둘째, 도로-자동차간 실시간 정보교환이 가능토록 이용자의 선택권이 강화된 차량내 단말기에 기반한 정보시스템을 가동한다. 셋째, 스마트 통신시스템은 정보제공뿐만이 아닌 정보수집능력을 갖추게 된다. 넷째, 시스템 구축 및 운영비를 최대한 낮추고 저렴한 가격으로 정보가 생성, 제공되도록 시스템을 구축한다. 다섯째, 타 기관 또는 타 시스템간의 연계를 위한 확장성을 갖추기 위해 호환형 체계로 구축된다. 여섯째, 막대한 통신정보를 분산, 처리하기 위한 분산형 시스템으로 설계된다.

현재까지 도로부문에 있어 적용성을 타진하고 있는 그 어떠한 무선통신방식도 seamless한 정보통신환경을 보장하지는 못하고 있다. 물론 무선랜에 기반한 서비스에는 연속적인 인터넷 서비스등의 연구분야는 수행되고 있으나, 휴대폰에서나 구현되는 이동중인 각 객체간 정보교류환경을 제공하는 것은 개념적으로 정립이 되어 있지 않다. 따라서 스마트 정보환경을 구현하기 위해서는 DSRC, 무선랜과 같은 기본적인 접근방법과 더불어 CDMA, 와이

프로, DMB등 광대역 통신망을 활용하는 방법도 적극적으로 검토해 볼 필요가 있을 것이다.

다만 도로부문 통신체계는 전통적으로 무료 서비스 원칙과 공공의 이익을 위한 네트워크 관리 차원에서의 도입이 검토한 만큼, 근본적인 개념을 바꾸는데는 상당한 시간이 소요될 것이다. 특히 이러한 통신망은 통신사업자의 유료서비스를 위한 망이므로 최종 수혜자인 이용자에게 어떠한 식이로든 사용료가 부과될 가능성이 매우 높다.

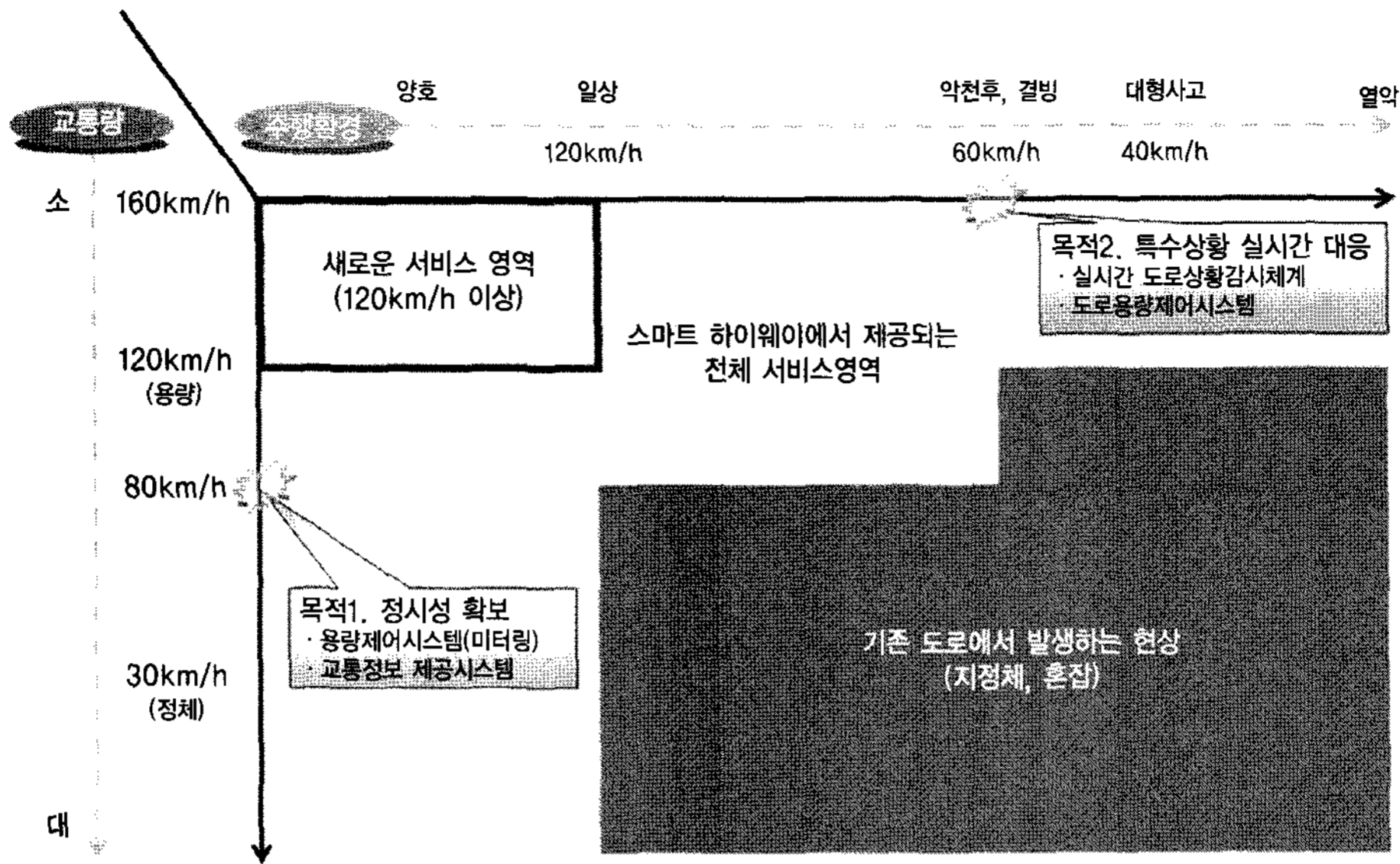
향후 Smart 정보통신 환경이 구현된다면, 세계적으로 가장 진보된 도로부문 정보통신환경이 구축되는 것이다. 다만 초고속이동하에서의 통신장애 문제, 통신 및 도로사업자간의 역할분담 문제, 정밀한 정보가공 기술의 부재, 막대한 시설투자 및 운영비 소요 등 극복해야 할 난제들이 아직은 많다. 그러나 우리나라의 세계적 수준의 IT기술을 적극 도입하고 상호 컨소시엄 형태의 연구개발을 통해 시너지 효과를 창출한다면 그 실현가능성은 매우 높아질 것이다.

### 3. SITMS의 구성 및 성능

스마트 정보통신환경이 도입됨에 따라 도로교통운영시스템은 보다 진보적으로 발전하게 되며, 본 사업에서는 이를 SITMS(Smart Information & Traffic Management System)으로 명명하였다.

SITMS는 정보수집체계, 정보관리체계, 정보제공체계, 교통제어체계 또는 정보활용체계(4단계)에 이르기까지 기존 시스템보다 월등한 기능 향상을 보이게 된다.

먼저 스마트하이웨이가 추구하는 교통제어

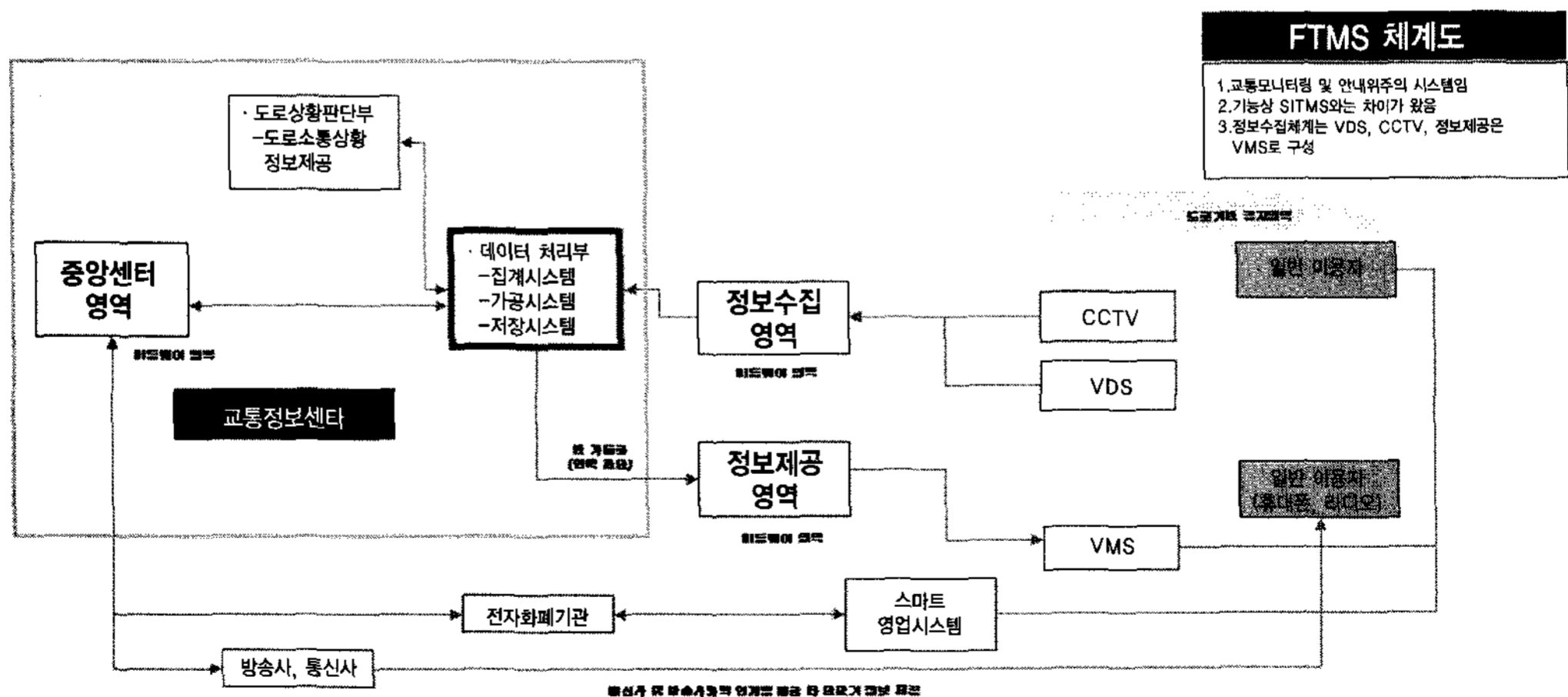


<그림 4> Smart 교통관리전략 개념도

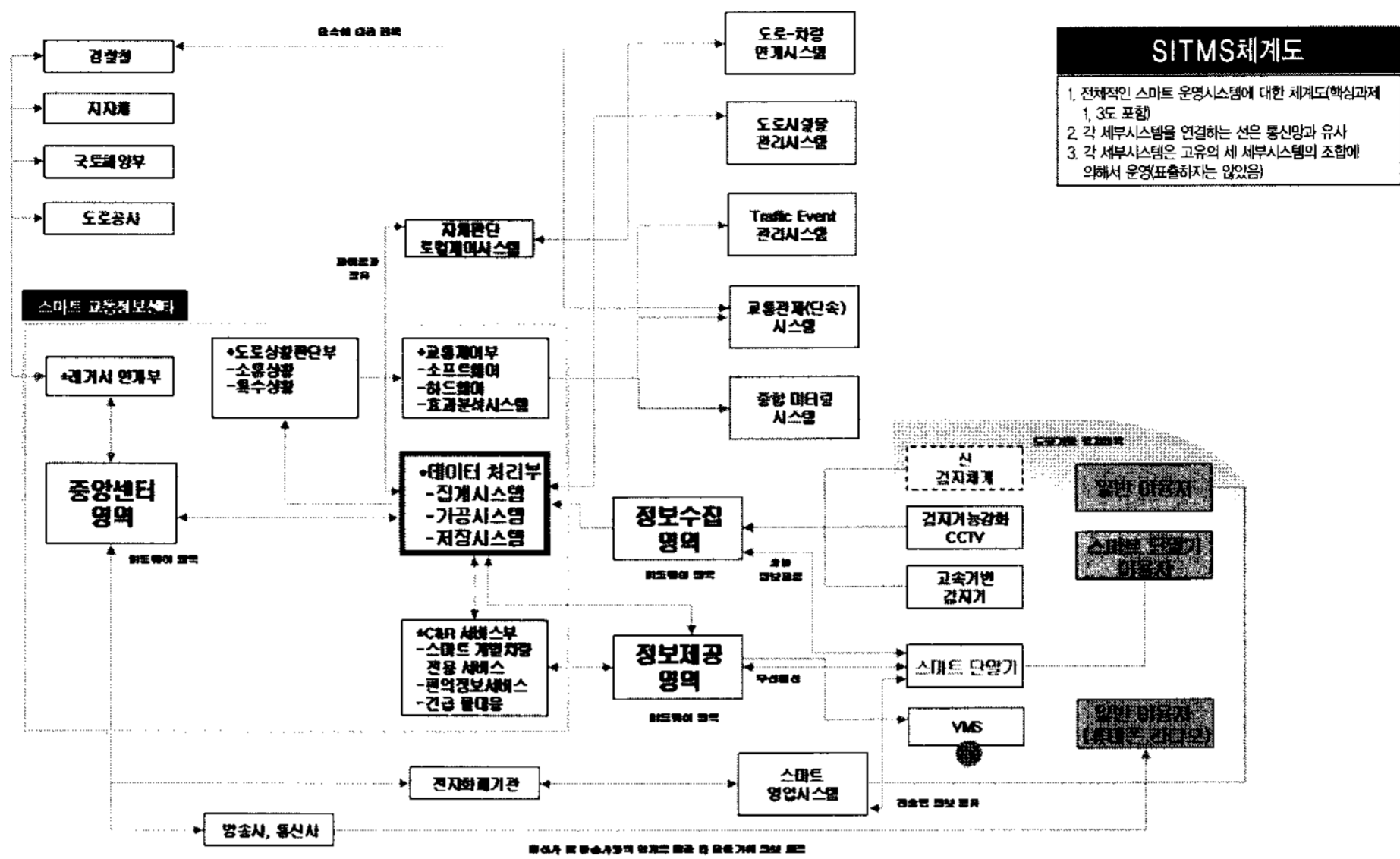
전략을 살펴 보자. <그림 4>와 같이 스마트하이웨이는 보다 강화된 지능형 운영시스템을 바탕으로 어떠한 상황에서도 주행속도가 60km/h이하로 떨어지지 않도록 그 기능을 유지시켜 주는 보장형 개념의 교통서비스 제공을 목표로 하고 있다. 따라서 SITMS는 이러한 제어기능이 충분히 발휘되도록 실시간, 자동

화, 직결형 개념의 시스템으로 설계된다.

SITMS와 기존 고속도로교통관리시스템 (Freeway Traffic Management System, 이하 FTMS라 함)간의 기능적 차이를 세부적으로 살펴보면 <그림 5>와 같다. 첫째, 정보의 생성이나 제공체계에 있어 운전자와의 직접적인 정보교류를 위한 내비게이션 체계가 도입된



i) 현재 고속도로교통관리시스템(FTMS)



ii) 스마트 정보/교통관리시스템(SITMS)

〈그림 5〉 FTMS와 SITMS의 비교

다. 둘째, 기존 고속도로나 국도 등 유관 시설과의 직접적인 레거시시스템이 구현되어 상호 보완적 교통관리전략을 구사할 수 있다. 셋째, 도로상황을 실시간으로 파악할 수 있는 모니터링 체계의 기능이 월등히 강화된다. 넷째, 도로 전체시스템의 원활한 흐름을 지속적으로 유지할 수 있는 통합형 관리제어전략이 구사된다. 마지막으로 교통정체 및 사고유발의 주요원이 되고있는 유지보수공사, 교통사고, 악천후등 Traffic Event에 대한 맞춤형 대응체계를 갖추게 된다.

이러한 도로운영시스템은 유비쿼터스 개념의 정보화 환경이 도로에 접목되어야 구현 가능한 것으로써, 이러한 제어전략이 실현될 경우 기존 도로대비 50%이상의 교통사고 감소율과 교통의 정시성을 보장해 주는 새로운 도로서비스 영역을 창출하게 될 것이다.

## V. 결론 및 제언

지금까지 도로부문에 있어서 유비쿼터스 정보화 사업에 대한 기본 개념과 추진방향에 대하여 살펴보았다.

또한 유비쿼터스 환경을 지향하는 스마트하이웨이사업의 정보통신환경 및 교통관리시스템에 대한 구현 방향을 설명하였다. 유비쿼터스 개념의 스마트 정보환경은 이동성과 안전성 강화라는 고차원의 도로기능을 달성할 수 있는 관리환경을 제공하게 된다.

미래 도로부문 정보환경구축의 핵심 키워드는 도로-자동차를 직접적으로 연결할 수 있으나, 또한 그 수준을 어느 정도까지 실현할 것인가에 달려있다. 스마트 정보환경은 도로요소 객체간 상호 정보를 요구하고, 생성하며, 이를 제공할 수 있는 쌍방 정보환경의 구현을

목표로 하고 있다. 현재 어떠한 통신매체로써 이를 실현할지는 미정인 상태다. 그러나 경제성과 호환성, 그리고 확장성 등을 종합적으로 고려하여 통신방식이 결정될 것이다.

특히 스마트하이웨이는 설계속도가 160km/h에 이르는 초고속도로로 설계될 예정이므로, 통신기술에 있어 이동성에 대한 극복이 최우선 평가요소가 될 것이다. 물론 그 외에도 용량, Hand over, 호환성 등이 종합적으로 고려돼야 할 것이다.

미래의 도로부문의 정보화사업의 화두는 연계성과 호환성이다. 즉 관리주체 및 이용자의 선택에 따라 다양한 정보통신체계가 도입될 것이다. 따라서 상호 어떠한 방식으로 이를 연결하고 조정해 주어야 하는가에 대한 부문은 해결해야 될 숙제로 남아 있다.

다만 미래 정보화 사업들의 주된 방향이 관리자와 이용자의 needs를 종합적으로 고려한다는 대전제는 상호 같으므로, 바람직한 합의점이 충분히 도출될 수 있으리라 판단된다.

#### 참고문헌

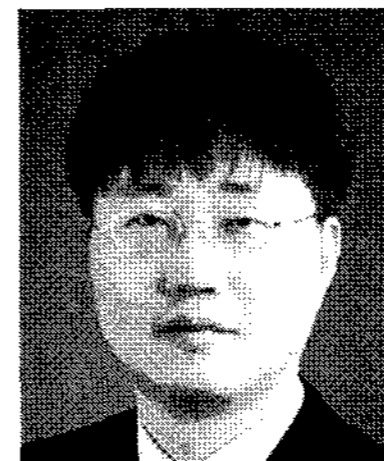
1. 손혁(2007), "Ubiquitous 환경도래에 따른 정보통신정책의 역할과 시사점," 과학기술정책, 과학기술정책연구원
2. 이기영(2007), "미래 고속도로부문 정보통신체계 구상," 도로교통 통권 제110호, 한국도로교통협회
3. 한국도로공사(2008), "스마트하이웨이사업 상세기획보고서-제3권(핵심2과제)," 한국도로공사 스마트하이웨이사업단

#### 저자소개



이 승 환

1967년 2월 서울대학교 공과대학 토목공학 학사  
 1975년 8월 태국 아시아공과대학원(AIT) 교통공학 석사  
 1985년 1월 미국 뉴욕 폴리테크닉대 교통공학 박사  
 1975년 8월-현재 아주대학교 교수(환경건설교통공학부)  
 1995년 4월-현재 기술표준원 교통정보전문위원회 (ISO TC204 한국위원회)위원장  
 2002년 12월-현재 아주대학교 ITS대학원 원장  
 주관심 분야 : 교통제어, ITS, 국제표준화



이 기 영

1993년 2월 한양대학교 교통공학과 학사  
 1995년 2월 한양대학교 교통공학과 석사  
 2006년 2월 한양대학교 교통공학과 박사  
 1995년 10월-2000년 7월 한국도로공사 도로연구소 연구원  
 2000년 8월-현재 한국도로공사 도로교통기술원 책임 연구원  
 주관심 분야 : 분산 컴퓨팅, 결합 허용 시스템, 실시간 운영체제