

Call & Response 서비스를 위한 도로정보통신 플랫폼 구상

A Platform Conception of Road Information Telecommunication System for Call & Response Service

임 춘 식* 이 기 영** 송 필 용***
(Choon-Sik Yim) (Ki-Young Lee) (Pil-Yong Song)

요 약

본 논문에서는 고속으로 이동하는 차량에 실시간 교통정보서비스를 연속적으로 제공하기 위하여 C&R 서비스에 대한 개념 및 서비스 시나리오를 제시하고, seamless 서비스 구현에 필요한 정보통신 요소기술들과 C&R 통신시스템의 구조와 제공방법에 대해서 기술하였다. 향후, 스마트 하이웨이 서비스는 160km/h 이상 고속으로 이동하는 차량에 실시간 C&R 서비스가 이루어지는 정보통신 환경을 구축하는 개념이라 할 수 있다. 지금까지 DSRC 시스템을 기반하의 환경에서는 저속 차량과 통신이 가능하였으나, 고속 이동 환경에는 한계가 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 DSRC 기지국과 다수의 중계기의 핸드오버 기술을 이용함으로써, 고속이동 환경에도 적용 가능하며 스마트 하이웨이 환경에 대응할 수 있는 구조를 제안하였다.

Abstract

In this paper, we described about core technologies required for the seamless service implementation and the communication system structure conceiving required for call & response services in order that the real-time traffic information service is consecutively provided to the vehicle moving at high speed. The SMART highway service is the information communication environment build-up concept which the real-time C&R service is comprised of the vehicle moving with 160km/h above. It was possible in case of being the low speed car in the DSRC system structure. However, there is a limit in the high speed environment as the DSRC system like a convention. In this paper, we proposed the structure of fitting for the SMART highway environment using the hand-over technique compositing the base station and several repeaters of DSRC system.

Key words: Call & response service, V2I, V2V, RSE, SMART highway, seamless telecommunication, information platform, WAVE, fast hand-over

† 본 연구는 한국건설교통기술평가원에서 건설교통R&D로 추진중인 “스마트하이웨이사업: SITMS 아키텍처 설계 및 시스템 구상”에서 수행되었습니다.

* 주저자 : 전자통신연구원 융합기술부문 책임연구원

** 공저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원

*** 공저자 : 한국도로공사 처장

† 논문접수일 : 2008년 7월 10일

† 논문심사일 : 2008년 9월 11일

† 게재확정일 : 2008년 9월 12일

I. 서론

정보통신의 발달로 인해 여러 사회적 활동영역이 하나의 공간으로 통합되어 유기적으로 연계되는 유비쿼터스(Ubiquitous) 사회로 진화되어 가고 있다. 특히 지능화된 정보통신 네트워크는 인간에게 제3의 새로운 사회적 공간을 제공하게 될 것이다.

이러한 유비쿼터스형 미래 사회에서는 지능화, 통합화라는 개념이 포괄화될 것이며, 이를 지원하기 위한 유·무선통신체계의 연계가 급진적으로 발전해 나갈 것이다.

이미 도로부문에서는 1990년대에 이르러 ITS의 개념이 도입되었다. 즉 전통적인 도로관리체계에 통신, 전자, 전산 등의 첨단 IT기술을 도입함으로써, 저비용 고효율의 효율적인 교통관리체계를 달성하고자 하는 취지에서 출발한 것이다.

그러나 2000년대 이르러 사회 전반에 걸쳐 유비쿼터스 개념이 도입되면서, 도로부문에 유·무선 정보통신 네트워크와 도로관리자와 운전자, 또는 운전자 간에 자유롭게 정보를 교환할 수 있는 Ubiquitous 하이웨이에 대한 새로운 논의가 이루어지고 있다.

유비쿼터스 도로정보환경은 “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 정의될 수 있다 [1].

이러한 이용자에 대한 서비스 지향적 개념의 정보환경은 그동안 도로관리자 중심으로 추진되어 온 도로시스템이, 향후에는 운전자(차량내 단말기)를 중심으로 한 운영시스템으로 변화되어야 함을 시사해 주고 있다.

이용자는 향후 언제 어디서나 다양한 방법으로 관리자의 서비스 기간 통신망에 접속이 가능하고, 이와 연계된 여러 가지 정보 디바이스들과 연결됨으로써 새로운 형태의 유비쿼터스형 정보서비스를 제공 받게 될 것이다.

현재 도로부문 정보체계는 정보센타를 중심으로 현장의 VDS(루프 또는 영상검지기)와 CCTV, VMS(Variable Message Sign)를 유선망으로 연결하는

시스템으로 운영되고 있다. 그러나 이 체계는 통신기술이 단순히 정보전달매체의 역할만 수행할 뿐, 그 스스로 정보를 생성하고 제공하는 주역으로 활용되지는 못하고 있다.

정보통신기술이 최초로 도로시스템에 능동적인 역할을 수행하게 된 것은 ETCS(Electronic Toll Collection System)의 도입이 그 시발점이라 할 것이다. 그 이후 비콘을 이용한 Probe Car 기반 도로정보시스템, CDMA를 이용한 버스안내시스템이 실용화되면서 통신기술의 역할이 확대되고 있는 추세이다.

향후, 도로정보 서비스는 160Km/h 이상 움직이는 차량에 실시간으로 연속적 서비스가 이루어지는 정보통신 환경 구축 개념으로서 발전 될 전망이며, 현재까지 도로부문에 있어 적용성을 타진하고 있는 어떠한 무선통신방식도 seamless한 도로정보통신환경을 보장하지는 못하고 있다. 물론 무선랜에 기반한 서비스에는 연속적인 인터넷 서비스등의 연구분야는 수행되고 있으나, 휴대폰에서나 구현되는 이동 중인 각 객체간 정보교류환경을 제공하는 것은 개념적으로 정립이 되어 있지 않다. 이러한 사업들은 미래 서비스에 도로관리자와 이용자간 직결형 정보교환체계를 이루지 못하였다는 점에선 그 한계가 분명히 존재하고 있다.

미래 도로정보환경에 대한 구상방향은 단말기를 중심으로 한 네비게이션 정보환경을 달성하는데 있으며, 미국 VII 사업 [2, 3], 일본 Smartway 사업 [4], 한국의 스마트하이웨이 사업 [5] 등이 대표적인 사례로 볼 수 있다. 기존의 통신 시스템 기반으로 교통정보 수집에 의하여 수동적인 교통정보 제공 서비스 이용에 주로 활용하고 있으나, 160Km/h 이상 움직이는 차량에 실시간으로 연속적 서비스가 이루어지는 정보통신 환경기반으로 운전자와 도로관리자간 능동적이고 실시간적인 정보교환체계를 위해 C&R 정보통신 시스템 플랫폼을 구축하는데 있다.

본 논문에서는 먼저 유비쿼터스 환경을 지향하는 스마트 하이웨이 사업의 시작에 맞추어 미래 도로정보환경에 대한 변화와 전망, 그리고 무선통신기술의 발전 방향에 대해 설명하고자 한다. 또한 유비쿼터스 환경에 맞는 정보서비스 체계인 C&R(Call &

Response) 서비스에 대한 개념 및 서비스 시나리오를 제시하고, 마지막으로 이를 구현하기 위한 통신시스템 플랫폼을 제시하고자 한다.

이러한 개별차량단위로 맞춤형 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 도로운영시스템은 세계적으로도 현존하지 않은 서비스 형태이다. 다만 유비쿼터스화된 정보를 요구하는 이용자의 요구와 급속도로 발전 중인 정보통신기술의 발전 속도를 감안하면 충분히 실현가능할 것이다.

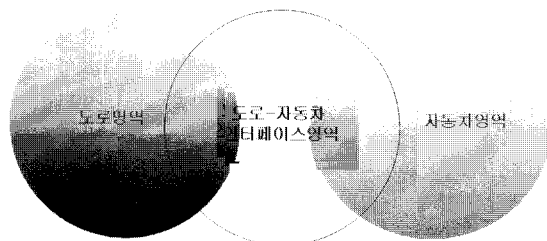
II. 미래 도로정보환경

1. 도로부문 변화 전망

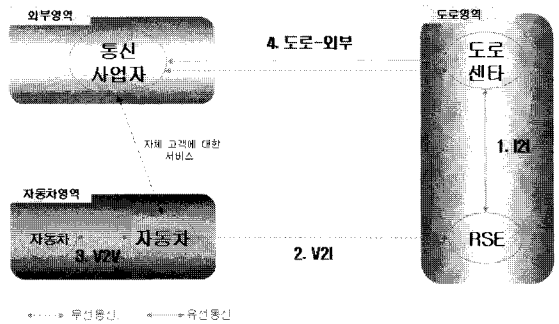
미래의 도로에는 도로와 자동차(운전자 포함)가 자유로운 정보공유를 통해서, 첨단 교통제어기술의 실현되는 공간으로 변화될 것이다. 즉 첨단 교통제어기술이란 무정차, 무사고를 지향하는 지능형 도로 제어기술을 말한다. 미래도로의 3대 요소는 <그림 1>에서 보듯이, 도로, 자동차 그리고 이 둘을 연결하는 인터페이스환경으로 구성될 것이다. 즉 도로와 자동차를 실시간으로 연결하는 통신환경이 중요한 요소로 작용하게 된다.

미래 도로정보환경은 관리자가 도로관리상 필요한 정보를 운전자에게 일방적으로 제공하는 것이 아니라, 관리자와 개별운전자간 쌍방 정보를 요구하고 응대할 수 있는 정보서비스가 구현될 것이다.

또한 이러한 환경이 구현되면, 운전자는 차량 공간내에서 외부와의 정보 송수신 차단 없이, 다양한 정보를 액세스함으로써 차내 공간을 비즈니스나 여



<그림 1> 미래 도로의 3대 기본요소
<Fig. 1> Three basic components of future road



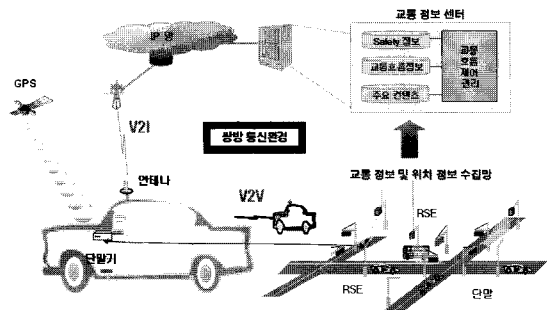
<그림 2> 미래도로 각 요소별 통신연계도
<Fig. 2> Communication elements in future road

가선용의 공간으로 활용하게 될 것이다 [6, 7].

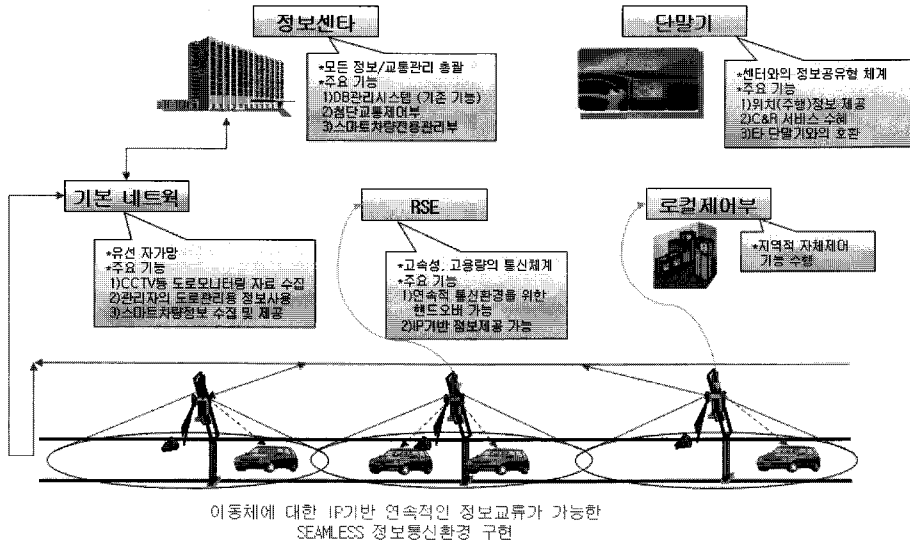
이러한 도로정보환경의 구현을 위해서는 무엇보다도 도로를 구성하는 요소간, 즉 도로-도로, 도로-자동차, 자동차-자동차, 도로-외부영역을 유기적으로 연결하는 체계를 구축해야 한다.

이러한 환경의 가장 큰 특징은 도로운영시스템의 주축으로 일반 이용자의 차량내 부착된 단말기가 그 역할을 수행하게 된다는 점이다. 특히 기존에는 버스, 택시, 관리차량 등 Probe Car 개념으로 접근하였으나, 이제는 그 범위가 일반 이용자에게로 확대되게 된다.

<그림 3>은 OBU(차량 단말기)에 기반한 도로교통관리시스템에 대한 개념도를 나타낸 그림이다. 이러한 환경하에서 V2I (차대 노변 통신), V2V (차량간 통신) 통신교환을 통해 도로-자동차, 자동차-자동차가 자유롭게 정보를 교류할 수 있는 시스템이 구성될 것이다.



<그림 3> OBU 기반 도로관리체계도
<Fig. 3> Road management flowchart based on OBU



<그림 4> 도로부문 미래 정보통신체계도
 <Fig. 4> Future communication flowchart in road

2. 도로부문 정보통신체계

기존 도로부문 정보통신시스템은 정보센터와 각종 RSE(노면 기지국), 그리고 백본망인 유선망으로 구성되어 있다. 정보센터는 모든 정보를 총괄, 집계하고 제공하는 역할을 수행하며, RSE는 CCTV, 루프 검지기, VMS등으로 구성된다. 또한 이들을 연결하는 광통신 유선 네트워크가 구축되어 있다.

그러나 내비게이션 기반 체계는 기존 두 시스템에 단말기(노면 기지국 포함), 로컬제어시스템이 추가된다. 단말기는 도로-자동차 통신 및 차대차 통신을 지원하고, 로컬제어시스템은 중앙센터와는 별도로 독자적인 제어전략을 구사하게 된다.

3. 무선 통신

1992년에 국제표준기구인 ISO TC204의 WG15에서는 DSRC(단거리 무선 패킷 통신기술)에 대한 연구를 통해서, ITS에 무선통신체계가 본격적으로 도입되었다[8].

이 체계는 보다 저렴한 비용으로 효과적으로 정보를 수집하고 제공할 수 있는 무료기반 서비스를 추구하는 ITS의 목적에 부합된 시스템으로, ETCS 등에

적용되고 있다.

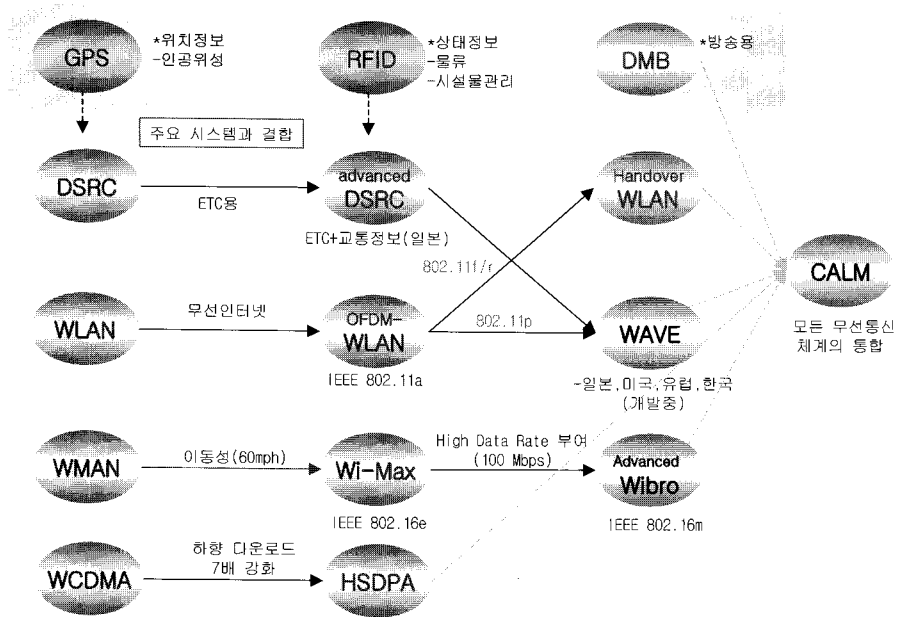
그러나 최근 국제 표준화 기구인 ISO, IEEE를 중심으로 한 단거리무선통신기술에 대한 표준화 작업이 활발히 시행되면서 무선랜에 대한 관심이 많이 높아지고 있다.

무선랜의 표준화 작업은 미국 IEEE 802.11 위원회를 중심으로 수행되고 있다. 이 그룹은 무선랜의 성능과 활용목적에 따라 802.11x로 표기된 여러 개의 Working Group으로 나누어지며, 일부 기술분야에 한해서는 ISO TC204에서도 그 연구결과를 수용하고 있다.

현재 도로부문에 활용가능한 통신기술의 연구동향을 정리하면, 크게 5가지로 요약할 수 있다.

첫째, 이미 ETC용으로 널리 사용중인 DSRC 방식의 적용과 확대에 대한 움직임을 들 수 있다. 일본의 경우 초기 ETC전용 DSRC시스템에서 교통정보공유가 가능한 광역 DSRC가 이미 실용화 단계까지 와 있으며, For-To-Be 모델로써 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)로 진화될 가능성이 높다.

둘째, 무선랜에 대한 확대 및 적용가능성에 대한 움직임을 들 수 있다. 다만 무선랜은 서로 다른 목적을 가진 IEEE802.11의 각 그룹들이 각자 독립적으로



<그림 5> C&R 서비스 기반 무선통신 시스템 환경
 <Fig. 5> Future communication environments based on C&R

움직이고 있기 때문에, 표준화 작업이 완료되는 시점까지는 많은 변화가 있을 것으로 예상된다. 우리나라의 경우 이미 경찰청의 UTIS(Urban Traffic Information System)사업에서 IEEE 802.11a에 기반을 둔 무선랜을 통신체제로 확정한 바 있다.

셋째, 우리 사회 전반에 걸쳐 유비쿼터스 개념이 확대되면서, 보다 포괄적이고 광범위한 통신네트워크 구성이 가능한 CDMA, WiBro의 도입가능성에 대한 부분이다. 특히 우리나라의 경우 와이브로에 대한 세계 표준화 작업을 주도하고 있으며, IEEE 802.16e 그룹에서 활발한 표준화 작업이 이루어지고 있다.

넷째, 도로분야에 적용되는 통신체계간의 소규모 통합과 관련된 움직임이다. 대표적인 사례가 IEEE802.11p에서 추진 중인 WAVE방식이다. WAVE는 차세대 ITS 서비스를 위한 핵심 기술인 차량간 통신과 차량·인프라간 통신을 위한 통신방식으로, 10ms의 낮은 통신지연시간, 최대 54Mbps의 전송속도, 1km의 통신 범위, 160km/h의 차량 속도 지원을 목표로 개발중이며, 2009년에 표준화를 앞두고 있다. WAVE의 특징은 무선랜 표준화의 일환으로 추진되

나, DSRC의 지원이 가능한 장점이 있으며, 세계적으로 주목을 받고 있는 시스템이다 [9].

다섯째, 도로 외에 다른 분야에서 사용 중인 무선통신방식의 대통합과 관련된 움직임을 들 수 있다. 최근 ISO TC204 WG16에 제안된 CALM (Communications Access for Land Mobiles)은 네트워크의 이동성을 지원하는 IPv6를 기반으로 하여 기존의 통신시스템(CDMA, IMT-2000, 무선랜, DSRC, Wibro(또는 WiMax), DMB 등)을 지원할 수 있는 통합형 통신체제로 설계되어 있다. 이러한 시스템의 적용은 도로부문에 있어 Door-to-Door 정보서비스 등 유비쿼터스 개념의 통합 서비스를 제공할 수 있는 환경이 구현될 것이다.

4. Seamless 노변망 기술

Seamless 노변망 기술은 기반 네트워크가 존재하지 않거나 이의 설치가 용이하지 않은 지역에서, 혹은 필요에 따라 고정된 기반 네트워크와는 독립적으로 이동 단말들이 자율적이고 임의적으로 구성하는 네트워킹 기술로서 모든 통신 기술의 집약적인 특징을 갖는다. Seamless 노변망 기술의 가장 큰 특징 중

하나로 노드의 이동에 의한 네트워크 구조의 동적인 변화를 들 수 있는데, 이와 같은 동적 네트워크 구조 상에서 경로 관리를 위한 라우팅 방식에 관한 연구가 주요 연구 분야로 인식되고 있다. 또한 라우팅 방식 연구 이외에도 매체 제어 계층, 멀티캐스팅, 보안 및 인증, 서비스 품질, TCP 성능 향상, 대용량 로드 수용 등에 관한 연구가 병행되어 수행되고 있다.

대부분은 IEEE 802.11 계열의 무선랜 또는 광대역 무선 랜인 Wi-Fi 기술의 특수기능인 Ad-hoc 모드를 이용하여 무선 접속망으로 활용하고 있다. 이 중 대표적인 형태가 그물망 이다. 하지만 Ad-hoc 기능이 1~3 hop 정도로 매우 제한적이며 주 기능이 아니기 때문에 Seamless 무선망 링크의 성능특성이 매우 떨어진다. 현재까지의 Seamless 노변망 기술에 대한 국·내외 연구는 대부분 시뮬레이션이나 간단한 테스트베드 상에서의 기능 및 성능 확인 정도가 주를 이루고 있다.

Seamless 노변망 기술은 최적의 시스템 환경 조성과 연속적인 서비스를 제공하기 위한 정보환경의 창출, 운전자를 중심으로 한 도로부문 통합 네트워크 구성 등 유비쿼터스 환경을 구현하기 위해 다각도의 연구가 진행되고 있다. C&R 정보서비스에 있어 이 기술은 가장 핵심이 되는 요소이므로 상용화의 추진은 이제 시작 단계라 할 수 있다.

Ⅲ. C&R 정보시스템

1. 정보제공 방법론

기존 도로교통정보를 운전자에게 정보를 제공하는 대표적인 방식은 도로에 고정적으로 설치된 VMS를 활용하는 방식이었다. 그러나 이제 차량내 부착된 단말기를 통해서, 도로관리자와 이용자인 자유로운 정보교환이 가능한 네비게이션기반 정보제공방식이 도입된다.

따라서 정보를 제공하는 방식은 아래의 <표 1>과 같이, 기존 도로기반 정보방식과 단말기기반 방식으로 나눌 수 있으며, 특히 단말기기반 방식은 정보공유 구현수준에 따라 크게 3가지 방식으로 세분화할

수 있다.

여기서 단말기기반 양방 정보제공방식(방식3)과 단말기기반 맞춤형 정보제공방식(방식4)에 대한 차이를 살펴보자.

방식3은 웹이라는 공용된 공간안에서 도로관리자, 정보통신자, 이용자가 자유로운 정보교류가 제공됨을 의미한다. 즉 집에서 인터넷을 활용하여 특정 사이트에 접속하여 정보를 취득할 수 있듯이, 이동 중인 자동차에게도 인터넷 환경을 제공한다는 개념이다. 다만 개별차량단위 맞춤형 정보보다는 이미 규칙화된 정보의 개별 맞춤형 정보환경의 도입에 국한될 가능성이 높다. 여기서 단말기기반 양방 정보제공방식(방식3)과 단말기기반 맞춤형 정보제공방식(방식4)에 대한 차이를 살펴보고자 한다.

방식3은 웹이라는 공용된 공간안에서 도로관리자, 정보통신자, 이용자가 자유로운 정보교류가 제공됨을 의미한다. 즉 집에서 인터넷을 활용하여 특정 사이트에 접속하여 정보를 취득할 수 있듯이, 이동 중인 자동차에게도 인터넷 환경을 제공한다는 개념이다. 다만 개별차량단위 맞춤형 정보보다는 이미 규

<표 1> 도로부문 교통정보 제공 방식
<Table 1> The providing method of traffic information service in road

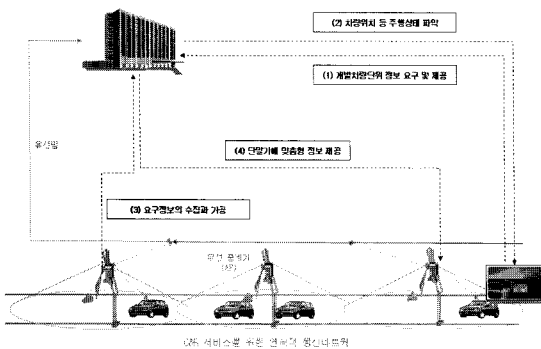
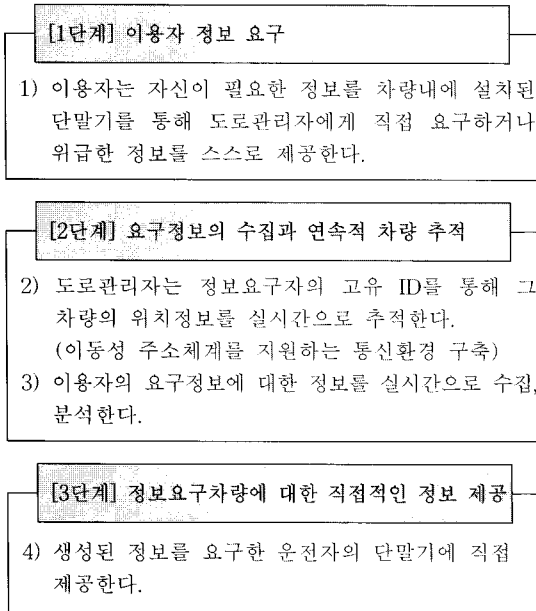
방식	주요 특징
도로기반 정보제공방식 (방식1)	특정 도로지점에 설치된 고정체를 통해서, 그 지점을 통과하는 불특정다수 차량에게 정보를 제공하는 방식 (예:VMS)
단말기기반 Broadcast 방식(방식2)	차량에 설치된 단말기를 통해서, 도로관리자 및 통신사업자가 운전자에게 일방적인 정보를 제공하는 방식 (예: 라디오, 전자맵 네비게이션)
단말기기반 양방 정보제공방식 (방식3)	차량에 설치된 단말기를 통해서, 도로관리자 및 통신사업자, 그리고 운전자들간에 웹기반 환경에서 자유로운 정보를 공유할 수 있는 정보제공방식(예: 휴대폰기반 인터넷서비스)
단말기기반 맞춤형 정보제공방식 (방식4)	차량에 설치된 단말기를 통해서, 도로관리자 및 통신사업자가 개별운전자가 요구하는 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 맞춤형 정보제공방식(상용화된 사례 없음)

칙화된 정보의 개별 맞춤형 정보환경의 도입에 국한될 가능성이 높다.

2. C&R 정보제공 시나리오

C&R 정보서비스는 위에서 제시한 단말기 기반 맞춤형 정보제공방식(방식4)에 의해, 구현할 수 있는 정보서비스 제공방식의 하나이다.

이를 구체적으로 정의하면, C&R 정보제공방식이란 “이동체인 개별차량내 단말기를 통해 운전자가 요구하는 정보를 실시간으로 가공하여 요구자에게 직접 제공할 수 있는 방식”으로 정의할 수 있다.



<그림 6> C&R 서비스 시나리오
<Fig. 6> C&R service scenario

<그림6>은 C&R 정보서비스 순서를 도식화한 것이다.

3. C&R기반 정보/교통서비스

여기서 C&R 정보통신환경의 도입이 도로부문에 있어 어떠한 의미를 가지는지 정리해 보자. 첫째, 무엇보다도 객체 지향적 정보서비스가 도로부문에 실현된다는 점을 들 수 있다.

둘째, 단말기를 단 차량이 정보를 제공하고 제공하는 양방성을 가진 역할을 수행하게 되는데, 즉 User 참여형 정보환경체계가 도입됨을 의미한다. 셋째, 언제 어디서든 도로관리자와 운전자는 연결되어 있어 반드시 필요한 정보를 실시간으로 제공할 수 있는 긴급대응능력이 향상된다는 점이다.

주요 서비스항목을 정리해 보면 다음과 같다.

1) 긴급상황 실시간 대응 서비스

연속적인 통신체계는 운전자와 도로관리자를 언제, 어디서든 연결해 줌으로써, 운전자의 긴급 Call에 대응할 수 있는 서비스가 가능하다. 또한 운전자의 지속적인 주행기록을 도로관리자가 파악할 수 있기 때문에 안전주행에 대한 가이드 역할을 수행한다. 특히 위급 상황시 도로관리자는 운전자의 요구에 상관없이 맞춤형 Broadcast 방식으로 정보를 즉각 제공할 수 있다.

2) 인터넷 서비스

기본적으로 인터넷 사용이 가능한 환경이 제공되며, 특히 고속으로 주행하는 차량에게도 가능하다는 기술적 특징이 있다.

3) 여행편의 서비스

여행에 필요한 길안내, 날씨, 공사구간 등의 편의 정보를 운전자의 요구에 따라 제공할 수 있다. 이는 기존 네비게이션의 내장된 맵을 사용한 방식보다는 더 정확하게 동적 정보를 제공할 수 있다.

4) 첨단운행 실현을 위한 기반환경 구축

초창기 AVHS(Advanced Vehicle Highway System) 분야에서의 자율, 군집주행과 같은 첨단운행의 실현은 크게 두 가지 방식으로 진행되었다. 즉 자동차 스스로의 지능화를 통해 도로교통상황을 인지하는 방법과 도로에 설치되는 시설물과 차량과의 교감을 통해 자동주행을 실현하는 방법이다. 이중 후자는 와이어나 마그네틱과 같은 라인을 차량이 인지하여 운행하는 방식이 주류를 이루었다. 그러나 미래에는 통신으로 구성된 가이드라인이 첨단운행을 지원하기 위한 도구로 활용될 것이다. 즉 본 연구에서 제시된 연속적 통신망은 이러한 첨단주행을 지원하기 위한 기반환경을 구현해 내는데 큰 의미가 있다.

4. C&R기반 통신요소기술

스마트 하이웨이 도로정보통신환경은 크게 도로 영역, 자동차(운전자), 그리고 도로의 영역을 하나로 연결하며, 여러 종류의 유, 무선망을 통해 하나의 공통 네트워크를 형성하게 된다. 현재까지 도로정보통신 환경에 있어 적용성을 타진하고 있는 그 어떠한 무선통신방식도 seamless한 정보통신환경을 보장하지는 못하고 있다. 물론 WiBro에 기반한 서비스에는 연속적인 인터넷 서비스 등의 연구분야는 수행되고 있으나, 이동중인 각 객체간 정보교류환경을 제공하는 것은 개념적으로 정립이 되어 있지 않다 [10].

스마트 하이웨이 도로정보통신환경을 구현하기 위해서는 DSRC, 무선랜과 같은 기본적인 접근방법과 더불어 CDMA, 와이브로, DMB등 광대역 통신망을 활용하는 방법도 적극적으로 검토해 볼 필요가 있을 것이다.

그러나 160Km/h 이상 움직이는 차량에 “C&R 정보통신환경”은 이동중인 운전자가 차량내 단말기를 통해서 자신에게 필요한 정보를 도로관리자에게 직접 요구하고, 이에 맞는 맞춤형 정보를 제공받을 수 있는 정보환경을 의미하는 것으로 이러한 서비스를 구현하기 위해서는, 첫째, 차량과 통신을 위한 노변 장치, 둘째, 노변 무선 데이터 중계 장치, 셋째, 차량내 단말기, 넷째, 모바일기반 IP 주소체계 등 4개 통

신요소기술의 결합이 필요하다.

따라서, 스마트 하이웨이 도로정보통신환경의 구현은 통신체계의 기술적 선결문제와, 이의 구축에 소요되는 비용과 생성되는 교통정보의 가치를 종합적으로 고려하여야 한다. 스마트 하이웨이 실현을 위한 대표적인 핵심 요소기술을 살펴보면 다음과 같다.

1) 무선 액세스 기술

무선 액세스 기술은 스마트 하이웨이 서비스 지역 안을 임의로 고속이동하면서 노변 기지국을 통해 개별 사용자 또는 다른 차량간 통신 할 수 있는 상태를 말하며, 무선 액세스 방식에 따라 단거리 무선패킷 통신을 기반으로 고속 데이터 통신을 처리할 수 있는 DSRC, 광역 이동성을 보장하면서 고속 데이터 전송속도 제공이 가능한 WiBro, OFDM(직교분할다중방식) 기반으로 하는 WAVE 기술 등 무선통신 환경이 실현될 것으로 전망된다(그림 5). C&R 서비스를 지원하기 위하여 대표적인 핵심요소기술로서는 Seamless 무선접속기술, 연속적인 셀 제어 기술, 고속

<표 2> 스마트 하이웨이 도로 정보통신 요구사항
<Table 2> Requirements for communication in smart highway

	요구사항
서비스 환경	정보수집 및 실시간적 SMART 하이웨이용 개별 차량 단말 제공
망 구성	휴대폰망 수준의 핸드오버 기능 (seamless 환경)
망 서비스	Public 서비스
서비스 형태	방송, 개별 또는 그룹
동시 접속수 (기지국당)	approximately 120 vehicles / cell coverage:500m
이동속도	Max. 200km/h (스마트 Highway를 고려)
Packet Latency	100 msec 이하
서비스 접속 시간	100 msec 이하
단말 주소체계	동종/이종
기타	기존 DSRC와의 연계 및 호환성 확보

핸드 오버 기술 및 동적 채널 할당 제어 기술, 차량 감지기술 등이 요구된다.

2) 고속 핸드 오버 기술

노변 무선통신 시스템을 기반으로 제공하는 노변 이동통신 플랫폼 기술로서 기간망 고속 접속 및 서비스 연동기술, 동적 무선영역 액세스 기술, Seamless 서비스를 위하여 다수의 통신영역(최소 셀 체류시간: 50 msec.)을 통과할 때 연속통신이 가능하게 하는 패킷 레벨 핸드오버 기술 및 통신시스템의 효율을 최대화시키는 최적화기술이 포함된다.

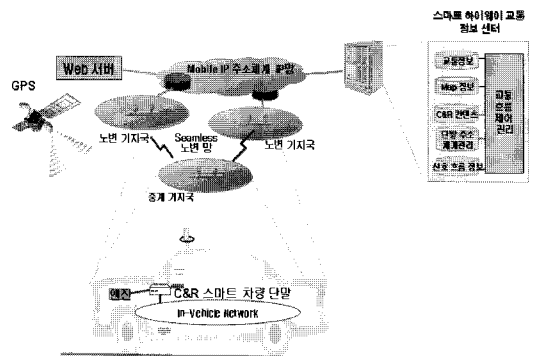
3) 모바일 IP 기술

스마트 하이웨이에서는 고속으로 이동하는 차량의 단말기 종류가 다양할 뿐만 아니라 차량내 단말기에 접속하고자 하는 서비스 사업자(예: 날씨 예보, 목적지의 상태 등)도 다양할 것이며, 명절과 같은 연휴기간에서 차량이 특정구간에 대량으로 집중되는 상황에서도 노변 무선통신이 정상적으로 동작하여야 한다. 이와 같이 제한된 전파자원을 식별 체계가 다른 다양한 단말이 다양한 서비스 공급자와 접속하여 고속으로 이동 중에서도 끊김 없는 서비스를 제공받기 위해서는 모바일 IP 기술이 필수적으로 요구된다 [11]. 모바일 IP 기술 요소로서는 동종 주소 체계의 Seamless 접속 기술, 이 기종 주소 체계의 Seamless 접속 기술(non-IP 식별자 포함), 서로 다른 IP 주소 지역 사이의 고속 접속 기술이 필요하다.

지털 TRS, 무선 데이터 망과 같은 공중무선망과 둘째, 통신 영역이 비교적 적은 소출력 무선을 이용하는 무선 랜, DSRC 등의 단거리 무선통신망으로 대별된다. 그러나 통신 거리가 비교적 넓은 고출력 공중 무선망은 통신사업자의 유료서비스를 위한 망이므로 전통적으로 도로부문 통신체계가 무료서비스 원칙과 공공의 이익을 위한 네트워크 관리 차원에서 도입이 검토된 만큼, 높은 통신비용과 한정된 통신 용량으로 C&R 서비스에 확대 응용하는 데 부적합하다. 또한, 현재의 DSRC 기지국 또는 무선 랜을 포함하는 Access point는 단일 통신 커버리지를 가져 연속적인 서비스를 제공하기가 매우 힘들다. 따라서 무선통신 비용이 없는 통신반경 수 백미터 정도의 소출력 무선시스템을 이용하여 시간적/공간적으로 단절없이 Seamless 하게 스마트 하이웨이 이용자에게 고속의 데이터 접속서비스를 제공하기 위한 저가형 무선 접속(기지국)장치와 기지국의 장치가 없는 지역에서의 네트워크 접속 능력을 높이기 위하여 새로운 무선 데이터 중계 기지국 장치가 필요 할 것이다. 구체적으로는 C&R 도로통신 시스템은 (1)고속 이동중 상위 센타로부터 C&R 서비스 지원하기 위해 스마트 노변 기지국 장치와, (2)스마트 단말기와 1:N 통신을 수행하면서 노변기지국 간 무선 데이터 중계 장치, (3)HMI(Human-Machine Interface) 기반 스마트 단말장치, (4)모바일 IP 주소체계 등이 구체적인 시스템이 요구된다.

IV. C&R 도로통신 플랫폼 설계

스마트 하이웨이 통신 시스템 개념을 조기에 실현하기 위해서는 앞선 C&R 기반 요소기술들을 도입하고 검증함으로써 가능할 것이다. 현재까지 C&R 서비스 지원을 위하여 사용되고 있거나 검토되고 있는 무선접속 네트워크의 대안들은 WiBro 통신망을 비롯하여 WAVE, Advanced DSRC 등이다. 이러한 액세스 망은 서비스 형태에 따라 크게 두 가지로 구분된다. 첫째, 통신 사업자에 의하여 제공되는 셀룰러, 디



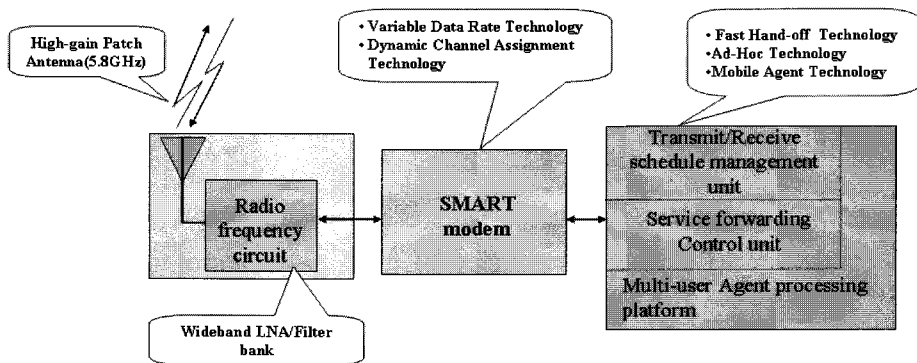
<그림 7> C&R 통신 플랫폼
<Fig. 7> C&R communication platform

<표 3> C&R 통신 플랫폼 요구사항
<Table 3> Requirements for C&R platform

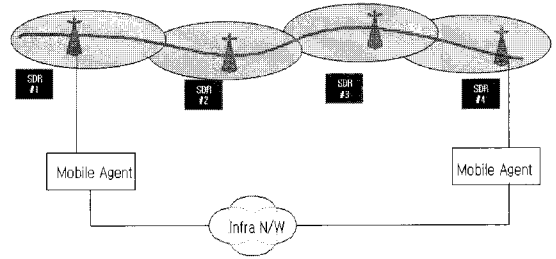
항목	요구사항
운영 모드	Infrastructure Ad-Hoc
변조방식	BPSK, QPSK, QAM-AFDMA
링크 접속방식	TDD/Enhanced ALOHA
Link Set-up 시간	1Frame 이내
사용 주파수	ITS(5.79~5.815Ghz)
멀티홉 수	4홉 이상
이동성	200km이상
통신 Coverage	4km
Hand-off	Fast Hand-off(50msec 이하)
모바일 IP 주소체계	동종/이종 주소체계
실시간 컨텐츠 제공	Real Time
데이터 Round trip delay 시간	50msec 이하 (왕복 2-hop 평균 지연 시간)

1. 스마트 노변 장치

새로운 무선통신방식을 이용한 네트워크의 구축과 기존 통신망의 연계를 포함하여 유무선 통합 네트워크로서 5.8GHz 대역을 이용한 단거리 통신기술과 이동무선 데이터를 통합 전송하는 장치로서 스마트 모뎀 기술, 동적 셀 제어 기술, 광대역 안테나 기술, 고속 핸드 오버 제어 기술 및 개별 차량 감지기



<그림 8> 스마트 노변 기지국 구조
<Fig. 8> Smart roadside station structure



<그림 9> Seamless 무선데이터 중계 구조
<Fig. 9> Seamless radio data relay structure

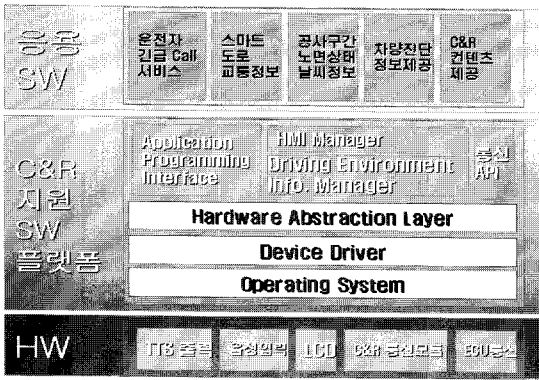
술 등이 요구된다.

2. 노변 무선 데이터 중계 장치

C&R 서비스를 위해서는 생활공간 어디서나 쉽게 그리고 매우 낮은 비용으로 안정적으로 기간망에 액세스 할 수 있는 무선 액세스 네트워크가 필요하다. 이러한 액세스 망은 최대 차량 속도 200Km/h 상태에서 이동 중인 스마트 단말기의 각종 정보나 데이터를 인프라 망에 연결된 서버에 올려주거나 필요한 명령이나 데이터를 내려 받을 수 있어야 할 것이다.

3. 스마트 단말 장치

고정밀 GPS를 기반으로 차량항법장치를 활용하여 서비스를 확장하는 방식과 DSRC, WAVE, WiBro 등

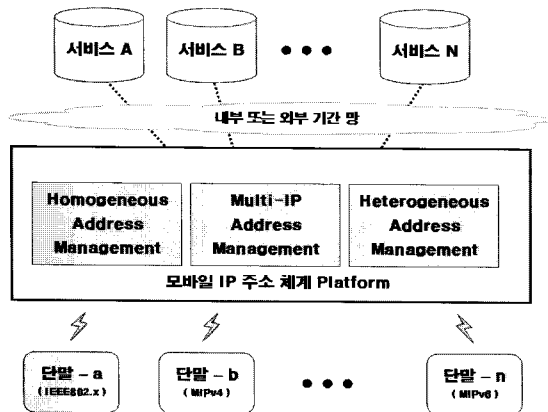


<그림 10> 스마트 단말 플랫폼 구조
<Fig. 10> Smart flat-form structure

무선접속 기술, 광역통신을 근간으로 하는 CALM과 HCI(Human-Computer Interaction) 중심으로 통합단말 기술로서, 휴먼 모델링, 음성인식/합성, 기술센서 융합 상황정보 인지 기술 및 실사영상 기반 내비게이션 기술이 요구된다.

4. 모바일 IP 주소체계

고속으로 이동하는 다양한 종류의 차량 단말들이 서로 다른 서비스 공급자들과 접속되어 고속으로 이동하는 상태에서 끊임없는 서비스를 제공받기 위해서 필요한 모바일 IP 기술은 기본적으로 모바일 IP 주소 체계로의 구성이 요구된다. 모바일 IP 주소 체계는 동종 주소 체계 관리 기술, 이 기종 주소 체계 관리 기술, 서로 다른 IP 주소 지역 관리 기술 등이 필요하다.



<그림 11> 모바일 IP 주소체계 구조
<Fig. 11> Mobile IP-address structure

본 논문에서는 도로관리자와 개별차량간을 연속적, 실시간으로 연결하는 C&R 정보서비스를 정의하였고, 서비스 구현에 필요한 정보통신 요소기술들과 C&R 도로통신 플랫폼 구성에 대해서 기술하였다.

V. 결 론

이러한 개념은 세계적으로도 아직 고려되지 않은 개념이며, 우리나라의 세계적 수준의 IT기술을 적극 도입하고 상호 컨소시엄 형태의 연구개발을 통해 시너지 효과를 창출한다면 그 실현가능성은 매우 높아질 것이다.

다만 이러한 시스템을 구현함에 있어 중요하게 검토해야 할 사항은 다음과 같다.

첫째, 고속으로 움직이는 차량에 대한 통신서비스의 실현이다. 미국에서 주도하는 무선통신 표준화 사업에는 당초 이동성에 대한 지원부분이 많이 간과되어 있다. 특히 와이브로의 경우도 Wimax 범주 안에서 우리나라가 60km/h의 이동성을 부여하여 독창적으로 개발한 통신기술이다. 따라서 고속으로 주행하는 차량에게 대한 서비스를 창출하기 위한 독창적인 통신기술의 개발이 요구된다.

둘째, 연속적인 정보체계를 유지하기 위해서는 하나의 중계기와 하나의 핸드오버 기지국의 고장에도 불통이 될 수 있는 상황이 있을 수 있음을 의미한다. 따라서 전체적인 통신체계는 듀얼개념으로 설계되어야 하며, 노변 로컬시스템의 고장에도 즉각 대응할 수 있는 이동형 중계기지역 시스템을 도입해야 한다.

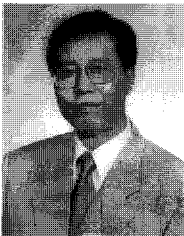
셋째, 정보제공방식에는 교통상황에 따라 강제적인 Broadcasting 제공방식이 C&R 제공방식에 비해 우선적으로 적용되어야 할 환경도 존재한다. 따라서 도로 및 교통상황별 적정한 배분이 이루어지도록 정보제공방식간의 위계를 정립해야 할 것이다.

도로 및 교통상황별 적정한 배분이 이루어지도록 정보제공방식간의 위계를 정립해야 할 것이다.

참고문헌

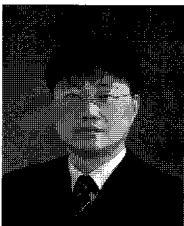
- [1] R. Kohno, "ITS and mobile multi-media communication in Japan," *Proc. Telecommunication Technique Workshop for ITS*, pp. 9-33, May 2000.
- [2] FHWA, "Vehicle Infrastructure Integration Activities (VII)," July 2005.
- [3] Michigan Department of Transportation, *Vehicle - infrastructure integration strategic and business plan*, 2007.
- [4] H. Yamada, H. Hatamenata, and K. Fujimoto, "Development of next-generation road services on smartway project," *Proc. 14th ITS World Congress*, Paper ID 3270, Oct. 2007.
- [5] 한국도로공사 스마트하이웨이사업단, *스마트하이웨이사업 상세기획연구*, 한국건설교통기술평가원, 2008.
- [6] 이승환, 이기영, "도로부문 Ubiquitous 정보화사업 추진전망," *대한전자공학회지*, 제35권, 제5호, pp. 463-475, 2008. 5.
- [7] 이기영, "미래 고속도로 정보통신체계 구상," *도로교통*, 제110호, pp. 46-64, 2007.
- [8] ISO TC-204/WG16, *Draft Requirement for Specification CALM Microwave 5 GHz band*, 2003.
- [9] IEEE, *Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) -Resource Manage*, IEEE Std. 1609.1TM-2006.
- [10] NATO, *The Role of High-Frequency Communications in the Future NATO Network Enabled Capability*, NATO HF Policy Workshop, Oct. 2004.
- [11] NIST, *Seamless Mobility in WiMAX*, WiMAX Forum Conference, Jan. 2007.

저자소개



임 춘 식 (Yim, Choon-Sik)

1975 : 한국항공대학교 학사
 1986 : 한국항공대학교 대학원 석사 (전자공학)
 1992 : 일본 요코하마국립대학 박사 (통신공학)
 1978~1980 : 국방과학연구소 연구원
 1980~현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원



이 기 영 (Lee, Ki-Young)

1993 : 한양대학교 교통공학과 학사
 1995 : 한양대학교 교통공학과 대학원 석사 (교통계획)
 2006 : 한양대학교 교통공학과 대학원 박사 (교통공학)
 1995~현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원



송 필 용 (Song, Pil-Yong)

1978 : 경상대학교 농공학과 학사
 1996 : 연세대학교 공학대학원 석사
 현재 : 아주대학교 대학원 건설교통공학과 박사수료
 현재 : 한국도로공사 하이패스처 처장