

# ITS 서비스를 위한 다중 네트워크 인터페이스 스위칭 설계 및 구현

## The Design and ImpleMEntation of Multi-Network Interface Switching for ITS Services

고 재 진\*  
(Jac-Jin Ko)

최 기 호\*\*  
(Ki-Ho Choi)

### 요 약

정보통신과 네트워크 기술의 발달로 교통의 효율성과 교통이용자의 안전성을 높이는 지능형교통시스템(ITS) 서비스가 다양하게 제공되고 있다. 이동하는 자동차에 ITS 서비스를 제공하기 위하여 DSRC, Wibro, HSPA, WAVE 등 다양한 통신 방식이 이용되고 있지만, 각 통신방식의 규격과 성능의 차이로 모든 서비스를 하나의 통신방식으로 이용하기에는 어려움이 많다. 본 논문은 끊임없는 ITS 서비스 제공을 위하여 다양한 통신방식을 번갈아 이용하는 시스템을 제안하였으며, 임베디드플랫폼 기반의 단말기에서 성능을 구현하였다.

### Absrtact

Currently, ITS (Intelligent Transport System) system is supporting a variety of services to be enhanced traffic's efficiency and driver's safety as developing of information communications and network technology. High data transfer communications such as Wibro, HSPA and WAVE are used for providing ITS services, but there are some differences from specification and performance applied. So, users who are employing the communication systems to transfer data whatever they want to have been suffering from use. In this paper, it is proposed that user can use various high data transfer communication systems wherever environments they are in using adaptation of system change. Also, it is implemented performance of system which uses alternate communication scheme in mobile terminal based on embedded platform

**Key words** : ITS, telematics, network interface switching

## I. 서 론

정보통신과 네트워크 기술의 발달로 언제 어디서나 다양한 통신방식을 탑재한 모바일 단말기를 이용하여 쉽게 정보를 제공하고 획득하는 유비쿼터스

서비스가 활성화 되고 있다. 또한, IT산업과 주요산업과의 융합서비스가 발달함에 따라 기존 서비스에 IT기술을 접목한 신규서비스 개발이 활발히 이루어지고 있다. 교통, 자동차, IT 등 첨단기술을 도로, 차량 등 교통체계의 구성요소에 적용하여, 교통의

† 이 논문은 2008년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

\* 주저자 및 교신저자 : 광운대학교 컴퓨터공학과 박사과정, 전자부품연구원 선임연구원

\*\* 공저자 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수

† 논문접수일 : 2011년 2월 1일

† 논문심사일 : 2011년 2월 25일

† 게재확정일 : 2011년 2월 28일

효율성과 안전성을 높이는 지능형교통시스템(ITS, Intelligent Transport System)은 운전자와 교통이용자들에게 다양한 서비스를 제공하고 있다[1]. ITS 서비스는 교통관리서비스, 전자지불서비스, 교통정보서비스, 여행정보서비스, 대중교통서비스, 화물운송 효율화서비스, 차량·도로 첨단화서비스로 구분되어 있으며, 차량의 위치, 상태와 같은 기본정보와 도로 상태, 교통흐름과 같은 주행환경정보를 활용하여 서비스가 제공된다. 이러한 ITS 서비스를 원활히 제공하기 위해서 서비스의 목적과 내용에 따라서 다양한 무선 통신방식이 이용되고 있으며, 각 통신 방식에 따라 전달거리, 데이터 전송량이 다르고, 인프라 구축에 필요한 요구조건들이 <표 1>과 같이 차이가 있다[2].

<표 1>의 안전서비스 및 교통정보 서비스와 같이 정보전달의 신뢰성과 우선순위가 높은 ITS 서비스들은 끊임없이 연속적인 무선 통신환경이 구축되어야 한다[3]. 연속적인 ITS서비스 제공을 위한 무선 통신환경 구축은 무선 액세스 기술, 고속 핸드오버 기술, 모바일IP기술 개발을 통한 새로운 통신기술을 개발하는 시도와 함께, 이중 네트워크 환경을 이용하여 서비스 프레임워크를 구성하는 연구개발이 진행되고 있다[4]. 국내의 경우 일부 통신기술을 이용한 서비스는 연속적인 인터넷 서비스 등의 연구가 수행되고 있으나, 이동중인 각 객체간 정보교류환경을 제공하는 지원하지 못하고 있다. 또한, 무선통신 인프라의 구축의 주체가 지자체, 경찰청, 도로공사 등 여러 곳으로 나뉘어져 있고 가입자망과 비가입자망으로 나뉘어져 있어서, 사용자들이 쉽게 접속하여 이용하기 어려운 한계가 있다.

본 논문에서는 안전서비스와 같이 연속적인 ITS 서비스 이용을 위해서 서로 다른 통신 인프라환경 안에서 필요에 따라 여러 방식의 통신인터페이스를 사용할 수 있도록 고안된 다중네트워크 인터페이스 스위칭 기술을 제안하였다. 제안된 기술에 따르면, ITS 단말기에 여러 방식의 무선 통신 인터페이스를 내장하고, 필요에 따라 접속 가능한 무선통신 방식을 사용하여 위험정보, 교통 환경 정보와 같은 긴급 정보 서비스를 지속적으로 제공받을 수 있다.

<표 1> ITS 서비스를 위한 통신기술 요구사항  
(Table 1) Communication requirements for ITS applications

통신기술 요구치	안전 서비스	교통정보 서비스	멀티미디어 서비스
지연시간	낮음	낮음	보통
전송속도	보통	낮음-보통	높음
전송범위	짧음	짧음-보통	넓음
메시지 신뢰성	높음	보통-높음	평균
메시지 우선순위	높음	보통	평균

## II. ITS서비스를 위한 통신 기술

ITS 서비스를 위한 무선 통신기술은 크게 일반적인 무선통신 기술과 자동차 통신을 위한 기술로 나뉜다. 일반적인 무선통신 기술에는 Cellular 이동통신, WiMAX/Wibro, DMB(Digital Multimedia Broadcasting), WiFi, 적외선통신, 밀리미터파 통신 등이 있으며 자동차 통신을 위한 기술에는 DSRC(Dedicated Short Range Communication)[3], WAVE(Wireless Access for Vehicle Environment), CALM(Continous Air Interface for Long and Medium Range) 등이 있다[2].

### 1. HSPA (Cellular 이동통신)

HSPA(High Speed Packet Access)는 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)와 HSUPA(High Speed Uplink Packet Access)가 합쳐진 서비스로 WCDMA를 확장한 고속 패킷 통신방식이다. 우리나라에서는 현재 HSDPA만 SKT와 KT를 통하여 서비스되고 있다. WCDMA와 같이 수 km의 전송범위, 250km/h의 이동속도를 지원하며, HSDPA의 경우 최대 14.4Mbps의 다운속도를 제공한다. CDMA를 이용한 ITS/텔레매틱스 서비스는 유료 가입자를 대상으로 하는 한계로 일반 서비스보다는 특수 서비스에 제한적으로 사용되었으나, 스마트폰과 같은 모바일 단말기의 보급과 전용 모뎀을 이용한 서비스 제공으로 WCDMA를 이용한 서비스가 확산되고 있다.

## 2. WiMAX/Wibro

Wibro(Wireless Broadcasting)는 모바일 단말기를 이용하여 자동차로 이동하면서 통신을 하기 위하여 고안된 광대역 통신기술이다. 2.3GHz대의 주파수를 사용하며, 무선 접속 포인트(AP)를 중심으로 최대 1km의 전송범위, 최고 전송속도 10Mbps, 최고 이동속도 120km/h를 지원한다. KT가 전국적인 서비스망을 구축하고 서비스를 제공하고 있지만, ITS 서비스가 지자체, 경찰청, 도로공사 등 공공기관을 중심으로 제공되고 있고, 공공재에 대한 성격이 강하기 때문에 유료서비스의 도입이 제한되고 있다.

## 3. DSRC

DSRC 통신기술은 단거리(10~150m) 범위 내에서 빠르게 접속하여 통신할 수 있도록 고안되었으며 도로 주변에 위치하는 노변 기지국 장치(RSE)와 차량탑재장치(OBE)로 구성된 통신시스템이다[5]. 전송매체로 적외선과 무선(5GHz)을 사용하고 있으며, 200k~1M까지의 전송속도를 지원한다. 주로 전자 지불처리서비스(예, 고속도로요금징수, 터널요금징수, 주차요금징수), 교통정보서비스(예, 버스안내시스템)에 활용되고 있으며, 정해진 범위 내에서 일대 다수의 통신이 가능하다는 특징을 가지고 있다.

## 4. WAVE

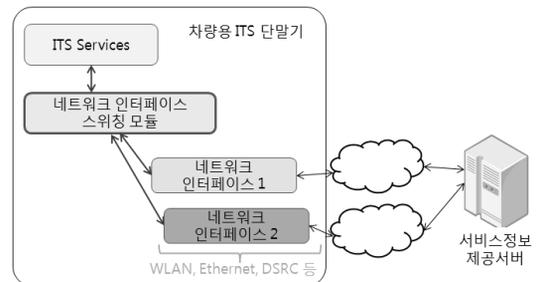
IEEE 802.11p 표준 WAVE(Wireless Access for Vehicle Environment)는 고속 주행하는 자동차에서 대용량 데이터 전송을 위하여 802.11a/RA(Road Application)를 수정하여 만든 표준이다[6-7]. WAVE는 차량간(V2V) 또는 차량과 노변장치(V2I) 통신을 모두 지원하고, 짧은 접속시간의 특징을 가지고 있으며, 5GHz대역의 주파수를 이용하고, 1km의 전송범위와 200km/h의 이동속도, 27Mbps의 전송속도를 제공한다. WAVE는 현재 기술개발을 위한 시험 서비스만이 이루어지고 있으며, 앞으로 ITS/텔레매틱스 서비스를 위한 통신방식으로 널리 사용될 것이다.

## 5. CALM

ISO TC204 WG16의 CALM(Continuous Air Interface for Long and Medium Range)은 다양한 통신방식을 사용하여 사용자에게 끊임없는 서비스를 제공하기 위한 기술을 포함하고 있다. 무선 통신방식으로 2G CDMA 및 3G CDMA, WAVE, 적외선통신, 밀리미터파 통신, 5GHz DSRC 통신을 포함하고 있다[8-9]. 서비스의 연속성을 위하여 라우팅과 네트워크 미디어 스위칭 기능을 가지는 네트워크 인터페이스를 포함하고 있다.

### Ⅲ. 다중 인터페이스 스위칭 모듈 설계

2장에서와 같이 ITS 서비스를 위한 통신방식은 다양한 광대역 무선기술이 이용되고 있으며, 통신방식이 통일되지 못하여 서비스별로 서로 다른 통신방식을 사용함에 따라 서비스를 제공하는 기관과 이용자에게 모두 어려움이 되고 있다. 반면, 긴급정보제공 서비스와 교통상황정보 제공서비스 등 교통안전과 관련된 ITS 서비스는 많은 사용자에게 빠르게 전달해야 하는 필요성을 가지고 있다. 이와 같은 한계를 극복하고 빠르게 많은 운전자에게 안전정보를 제공하는 서비스를 위해서 <그림 1>과 같이 서비스의 요구에 따라 여러 통신방식을 이용하여 적합한 통신방식으로 정보교환이 가능한 다중 네트워크 인터페이스 스위칭 기술이 필요하다. 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈은 시스템 커널위에서 네트워크 인터페이



<그림 1> 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈을 사용하는 서비스 연결

<Fig. 1> The service connection which uses a network interface switching module

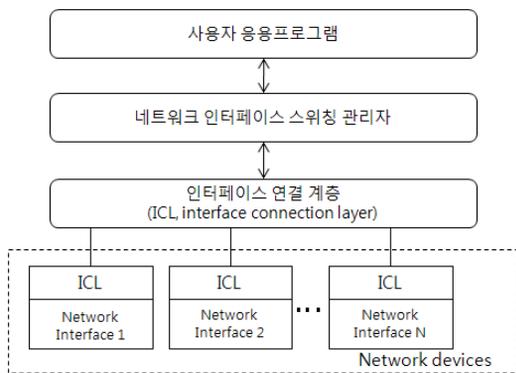
스와 서비스사이에서 네트워크 접속 상태를 확인하여 서비스 제공에 적합한 통신방식을 이용하도록 고안되었으며, 교통상황, 도로정보와 같은 단기 정보를 전달하도록 설계되어 연속성을 가지는 서비스 데이터 전송이 가능한 CALM 기술과 차이가 있다.

### 1. 다중 네트워크 인터페이스 스위칭 시스템 설계 및 구현

#### 1) 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈 구조

다중 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈은 <그림 2>와 같이 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈, 인터페이스 연결 계층으로 구성되어 있다. 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈은 상위 서비스의 종류, 목적과 하위 네트워크 인터페이스의 네트워크 구성 상태, 전송상태 등의 정보를 참조하여 적합한 통신방식을 선택하고 변경하는 역할을 수행하며, 인터페이스 연결 계층은 상위 서비스에 끊임없는 통신환경을 제공하기 위하여 각 인터페이스 간 전송 환경 유지 및 전송 흐름의 유지의 역할을 수행한다.

ITS 긴급서비스를 이용하는 응용 프로그램이 서비스 접속을 요청하면, 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈은 인터페이스 연결 계층으로 연결 상태 정보를 요청하고, 각 네트워크 인터페이스의 상태와 응용 프로그램의 종류, 내용에 맞게 장치를 활성화



<그림 2> 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈구조  
<Fig. 2> The architecture of network interface switching module

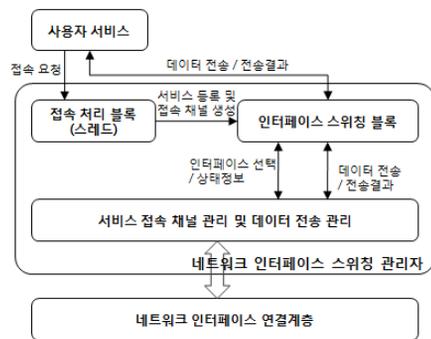
또는 비활성화 시키는 기능을 수행한다. 이때, 인터페이스 연결 계층은 하드웨어 디바이스 열거 (enumeration) 및 각 디바이스에 관한 정보를 인터페이스 스위칭 모듈에 전달하여 사용자 응용 프로그램에서 최종적으로 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈에 의해 전환된 네트워크 인터페이스를 통하여 응용 프로그램이 필요로 하는 통신을 수행할 수 있도록 한다.

#### 2) 네트워크 인터페이스 스위칭 관리자

네트워크 인터페이스 스위칭 관리자는 <그림 3>과 같이 사용자 응용 프로그램으로부터 접속 요청을 받아 접속 채널을 생성하고 이를 모듈 내부에 등록하여 데이터 통신과 인터페이스 스위칭 동작을 관리하는 기능을 수행한다.

스레드 형태로 동작하는 접속 처리 블록에서는 데이터 통신을 할 수 있는 채널을 생성하고, 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈의 관리 리스트에 등록한다. 인터페이스 스위칭 블록은, 등록된 사용자 응용 프로그램의 인터페이스 스위칭 요청을 받고 이에 대하여 적절한 인터페이스를 선택하여 주는 기능을 수행하며, 페이스 연동 소켓은 실질적으로 인터페이스 연결 계층과 연동되어 선택된 네트워크 인터페이스를 통하여 사용자 응용 프로그램이 원하는 데이터 통신이 수행 되도록 한다.

네트워크 인터페이스가 변경되는 시점은 처음 서비스 접속 채널이 생성될 때와 접속 유지가 실패



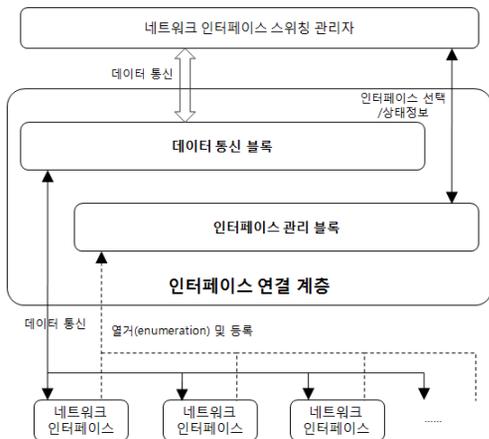
<그림 3> 네트워크 인터페이스 스위칭 관리자  
<Fig. 3> The manager of network interface switch

했을 때 발생되며, 빠른 접속전환을 위하여 네트워크 인터페이스 접속정보를 지속적으로 확인하는 기능을 포함하고 있다.

### 3) 네트워크 인터페이스 연결 계층

네트워크 인터페이스 연결 계층은 <그림 4>와 같이 시스템에 장착되어 있는 네트워크 인터페이스의 구성 상태, 전송 상태와 같은 네트워크 인터페이스에 관한 전반적인 정보를 관리하고 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈의 요청에 따라 인터페이스의 목록과 정보를 제공하며, 선택된 인터페이스를 통해 실질적인 데이터 통신이 수행될 수 있도록 한다. 인터페이스 관리 블록은 시스템에 장착되어 있는 네트워크 인터페이스의 목록을 관리하며 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈의 요청에 따라 네트워크 인터페이스 선택에 필요한 인터페이스 관련 정보 및 상태 정보를 제공하고, 데이터 통신 블록은 네트워크 인터페이스를 통한 실질적인 데이터 통신을 중재해 주는 역할을 한다.

네트워크 인터페이스가 전환된 후에도 연속적인 서비스 유지를 위하여 데이터 통신 블록은 전송 데이터의 정보와 전송결과 정보를 기록하고 있으며, 네트워크 인터페이스 전환으로 소멸되는 정보를 최소화할 수 있도록 설계되었다.



<그림 4> 네트워크 인터페이스 연결계층 구조  
<Fig. 4> The architecture of network interface connection layer

## IV. 실험 및 결과

### 1. 실험환경 구축

본 논문에서 제안된 다중 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈은 WindowXP기반의 모바일 단말기에서 구현되었으며, 기능을 검증하기 위하여 <표 2>와 같은 환경에서 실험을 실시하였다. 네트워크 드라이버 연동 및 프로토콜 관리를 위한 부분은 C언어를 이용하였으며, ITS 서비스와의 연동부분은 Java 언어를 이용하여 구현하였다.

실험을 위한 주행도로는 <그림 5>와 같이 무선 랜 통신과 이동통신(WCDMA)을 이용하여 2번의 네트워크 인터페이스 스위칭이 이루어지도록 1.69km의 도로를 설계하였으며, 실험을 위한 자동차 주행

<표 2> 다중 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈 실험환경  
<Table 2> Multiple network interface switching module test environment

이동 무선 단말	WindowXP OS, WLAN, WCDMA 인터페이스
WLAN AP	고정 AP 2대,
네트워크 우선순위	WLAN > WCDMA
이동 거리	1.69km
평균속도	35~41km/h
최고속도	60km/h



<그림 5> 실험 도로 및 통신 환경  
<Fig. 5> Experimental roads and communications environment

환경은 최고속도 60km/h, 평균속도 35~41km/h, 주행 시간 2분30초로 설정하였다.

정보의 수신과 누락을 확인하기 위하여 정해진 시간마다 데이터 고유번호를 전송하는 ITS 정보서비스를 우선 통신방식으로 무선랜 통신과 보조 통신방식으로 이동통신을 이용하여 접속할 수 있도록 설정하여 무선랜 통신이 연결된 지역에서는 무선랜 통신을 이용하여 서비스를 이용할 수 있도록 하였다.

긴급서비스 및 안전서비스를 가정하여 정보데이터의 신뢰성을 높이기 위하여 1회 누락확인 후 네트워크 인터페이스를 변경하여 새로운 데이터를 수신하도록 설계하여 지속적인 서비스를 가정한 환경에서 실험이 이루어질 수 있도록 하였다.

## 2. 실험결과

실험도료를 <표 2>와 같은 환경으로 주행하면서 모바일 단말기의 네트워크 인터페이스 스위칭 기능을 사용하지 않은 상태(Off)와 사용한 상태(On)에서 실험을 위해 개발된 ITS 정보서비스를 수신하여 네트워크 인터페이스 전환 횟수와 정보 데이터 누락을 <표 3>와 같이 기록하였다. 모바일 단말기의 네트워크 인터페이스 스위칭 기능을 사용하지 않은 상태(Off)에서는 무선랜의 통신범위를 벗어난 지점에서는 정보전달이 안되었으며, 스위칭 기능을 사용하였을 때 보조 통신수단(WCDMA)을 이용하여

정보전달이 가능하였다.

2개의 통신 인터페이스간의 전환은 무선 통신방식의 우선순위에 따라 무선랜 통신 범위의 경계에서 무선랜에서 이동통신 또는 이동통신에서 무선랜으로 전환되었으며, 무선랜 신호의 강도에 따라 네트워크 인터페이스 스위칭이 이루어지기도 하였다. 네트워크 인터페이스 스위칭에 소요되는 시간은 평균 0.79 초 걸렸으며, 2초간격의 데이터 전송보다 1초간격의 데이터 전송이 데이터 누락비율이 높았다.

## V. 결 론

본 논문에서는 여러 개의 네트워크 인터페이스 중에 사용가능한 인터페이스를 자동으로 설정하여 많은 사용자에게 빠르게 위험정보와 같은 긴급정보를 제공할 수 있는 다중 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈을 설계하고 구현하였다. 구현된 시스템은 연속적인 데이터 전송에는 적합하지 않지만, ITS 서비스를 위한 통신환경이 특정사업자에 의해 제공되거나 제한된 사용자만 사용가능한 환경에서 다양한 통신 접속방식을 사용하여 중요한 정보를 전달하기에 적합한 결과를 보여주고 있다. 네트워크 인터페이스의 빠른 접속 전환을 위하여 서비스 채널의 감시, 네트워크 상태 모니터링, 데이터 전송 성공 체크기능을 반영하였으며, 스트리밍 데이터를 지원하지 않고 데이터 전송의 연속성을 지원하지 않기 때문에 정보 데이터 전송의 연속성을 유지하고, 데이터 라우팅을 지원하는 CALM 기술과는 차이가 있다. 또한, 이중 네트워크 환경에서 별도의 프레임워크 구성없이 네트워크 관리자 모듈의 변환으로 사용가능한 인터페이스를 활용하도록 하여 기존의 서비스에 쉽게 적용이 가능하도록 하였다.

앞으로, CALM 표준을 모듈 설계에 반영하고 DSRC, WAVE와 같은 다양한 통신방식을 추가한다면 긴급 정보 서비스와 기존의 통신 인프라와 새로운 통신 인프라를 같이 활용하는 다양한 ITS 서비스 개발이 가능하리라 생각된다.

<표 3> 다중 네트워크 인터페이스 스위칭 모듈 실험결과  
(Table 3) Experimental results for the proposed switching module

2초간격		1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회
Off	전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	누락	26	28	26	29	24	26	26	27	26	25
On	전환	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3
	누락	4	4	6	9	4	5	4	4	4	5
1초간격		1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회
Off	전환	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	누락	54	54	56	54	56	54	55	54	56	55
On	전환	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3
	누락	12	14	16	18	16	14	14	12	16	18

## 참 고 문 헌

- [1] 문영준, 박순용, “지능형교통시스템(ITS)의 이해와 동향,” *전기의 세계*, 제55권, 제11호, pp.13~60, 2006. 11.
- [2] K. Dar, M. Bakhouya, j. Gaber and M. Wack, “Wireless communication technologies for ITS applications,” *IEEE communications Magazine*, vol. 48, pp.156~162, May 2010.
- [3] 임춘식, 이기영, 송필용, “Call & Response 서비스를 위한 도로정보통신 플랫폼 구상,” *한국ITS 학회논문지*, 제7권, 제5호, pp.1~12, 2008. 10.
- [4] D. W. Lee, H. K. Kang, D. O. Kim and K. J. Han, “Development of a telematics services framework for open services in the heterogeneous network environment,” *ICACT'09 Proceedings*, vol.1, pp.741~747, Feb. 2009.
- [5] 곽동용, 이소연, 윤현정, “V2X 네트워킹 기술 표준화 동향,” *TTA 저널*, 제 124호, pp.70~74, 2009. 7.
- [6] IEEE Std 802.11, 1999 Edition (ISO/IEC 8802.11:1999), IEEE Standard for Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications
- [7] T. Weil, “Service management for ITS using WAVE(1609.3) networking,” *IEEE GLOBECOM Workshops*, pp.1~6, 2009. 11.
- [8] ISO TC204 WG16 - CALM, <http://www.isotc204wg16.org>
- [9] 이혁준, “텔레매틱스 서비스를 위한 무선 네트워크 기술,” *정보과학회지*, 제23권, 제4호, pp.68~74, 2005. 6.

### 저자소개



고 재 진 (Ko, Jae-Jin)

2000년 5월 ~ 현재 : 전자부품연구원 선임연구원  
 2006년 9월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 2000년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과 공학석사  
 1997년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과 공학사



최 기 호 (Choi, Ki-Ho)

1979년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수  
 2006년 1월 ~ 2006년 12월 : 한국멀티미디어학회 회장  
 2005년 1월 ~ 2005년 12월 : 한국 ITS 학회 회장  
 1977년 3월 ~ 1979년 2월 : 한국과학기술연구원(KIST) 전자공학부 연구원  
 1987년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학박사  
 1977년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학석사  
 1973년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학사