

멀티미디어 서비스를 위한 이동 인터넷 기술

김성주, 이주영, 이정준, 김정훈, 이양선, 박석천*

1. 서 론

최근 인터넷과 무선 기술이 발전하면서 정보통신 산업이 무선 멀티미디어 서비스 위주로 급격히 변화하고 있으며 사람들의 생활 방식도 음성, 화상, 영상 등의 미디어를 이용하여 원하는 정보를 무선을 통하여 제공받는 형태로 바뀌어가고 있다. 이러한 무선 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 이동통신 기술을 세대별로 구분할 경우 기존 음성 위주의 서비스에서 본격적인 데이터 위주의 서비스로 전환되는 3세대 이동통신인 IMT-2000 기술과 아직은 초기단계에 있지만 3세대보다 광대역의 서비스를 제공하고자 개발중인 4세대 이동통신 기술로 구분할 수 있다. 최근 20세기 후반부터 기술 발전이 급속하게 진행되면서 서비스가 확산되고 있는 인터넷과 무선 기술은 향후 세계 디지털 경제를 좌우하는 견인차 역할을 할 것으로 많은 전문가들이 예측하고 있다. 이에 따라 선진국은 물론 우리나라에서도 무선 멀티미디어 기술에 속하는 IMT-2000 기술 개발을 위해 국내 유수 통신사업자 및 제조업체들을 중심으로 협력과 경쟁을 통해 기술개발을 본격화하고 있다.

또한 미국, 유럽, 일본 등과 같은 선진국의 첨단 기술그룹들은 IMT-2000 이후의 시대를 대비하

여 제 4세대 이동통신 시스템에 해당하는 무선 멀티미디어 시스템의 핵심 기반 기술들을 개발 중이며 이 기술들을 기반으로 한 표준화를 위하여 준비중에 있다. 이에 따라 무선 멀티미디어 시스템에 대한 개념 및 서비스범위, 무선 멀티미디어 시스템의 시장 동향 등에 대해 살펴보고자 한다.

2. 무선 멀티미디어 기술

무선 멀티미디어 기술은 다양한 멀티미디어 서비스를 지원하는 광대역 무선 멀티미디어 통신 기술로 사용자들의 요구에 맞는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 광대역 전송방식을 통한 고속 서비스의 지원은 물론이고 사용자가 언제 어디서나 서비스를 받을 수 있도록 하는 서비스의 이동성까지 고려되어야 한다. 표 1은 이에 따른 시스템 및 서비스 범위, 핵심기술들을 개략적으로 나타낸 것이다.

무선 멀티미디어 시스템을 위한 핵심기술로는 시스템의 물리적 실체를 구성하는 무선접속규격과 물리적 실체들이 구성되어 형성되는 망의 구조, 인터페이스 및 프로토콜을 담당하는 핵심망 기술이 있고, 또한 서비스를 고도화하기 위해 필요한 지능망 서비스, Mobile IP, WAP 등을 담당하는 이동서비스 기술로 분류할 수 있다.

표 2는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 무

* 경원대학교 컴퓨터공학과

표 1. 무선멀티미디어 시스템의 범위 및 핵심기술

구분	내용
시스템 범위	<ul style="list-style-type: none"> · 3세대 이동통신 시스템 : IMT-2000 시스템 · 4세대 이동통신 시스템 : 무선 멀티미디어 시스템
서비스	<ul style="list-style-type: none"> · Interactive 서비스 · Mobility/Locating Service를 대상으로 한 멀티미디어 서비스 · PSTN, B-ISDN, Internet, 위성망 등과의 서비스 정합 · 단말 및 개인 이동성을 고려한 서비스
핵심 기술	무선 접속 기술 <ul style="list-style-type: none"> · 무선접속 물리계층 기술 · 무선접속 프로토콜 기술 · 무선접속 전송기술
	핵심망 기술 <ul style="list-style-type: none"> · 관리망 기술 · 위성망 기술 · 무선패킷 서비스 기술 · IP 기반 core 망 기술 · 통신과 방송의 융합 기술
	이동 서비스 기술 <ul style="list-style-type: none"> · 이동성 지원 IP · 실시간 및 비실시간 IP · QoS 보장을 위한 멀티미디어 프로토콜 · WAP 기술

선 멀티미디어 시스템의 요구사항을 나타낸 것이다.

표 2. 무선멀티미디어 시스템의 요구사항

구분	내용
기존 이동통신 시스템의 요구사항	<ul style="list-style-type: none"> · 휴대단말기에 의해 제공되는 협대역 서비스 · 2Mbps 이하의 전송속도 요구 · 셀 손실률에 덜 민감한 실시간 서비스 · 전자메일, 그룹웨어 등 비실시간 데이터 전송서비스
무선 멀티미디어 시스템의 요구사항	<ul style="list-style-type: none"> · 유선망과 동등한 품질 보장 · 전세계 어디에서도 사용 가능 · 단말 및 개인의 이동성 보장과 서비스 이동성을 고려 · 다양한 무선환경(고속, 저속이동, 옥내, 위성 등) 에서도 적용

무선 멀티미디어 기술은 음성서비스를 위주로 하는 1세대 이동통신 시스템에 해당하는 아날로그 이동전화로부터 2세대의 셀룰러 디지털 이동통신 시스템 및 2.5세대의 개인휴대통신 시스템, 데이터 서비스를 위주로 하는 3세대의 IMT-2000 시스템, 3세대이후의 4세대 이동통신 시스템 기술로 구분되어지며, 이들 각각에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

2.1 1세대(아날로그), 2세대(디지털)

1세대와 2세대까지의 이동통신기술은 일반적으로 데이터통신보다는 음성통신에 초점을 맞추고 있다. 1세대 아날로그 기술은 AMPS(Advanced Mobile Phone System)와 TACS(Total Access Communications System) 등으로 나누어지며 이 중에서 AMPS방식이 주류를 이루고 있다. AMPS망에 의한 무선데이터통신서비스인 CDPD(Cellular Digital Packet Data)의 전송속도는 9.6Kbps 미만이며, 전송 용량도 상당히 제한되어 있다. 2세대 디지털기술은 유럽식 GSM(TDMA)과 북미식 CDMA방식으로 구분되는데, 이 역시 데이터통신보다는 음성통신의 고품질화 및 용량증대가 주요 목적이다. 즉, 데이터 전송속도가 최대 14.4Kbps에 불과하므로 단문메시지(Short Messaging Service) 이외 인터넷을 비롯한 본격적인 무선멀티미디어서비스의 제공에는 한계가 있다.

2.2 2.5세대(IS-95B/IS-2000, GPRS/EDGE)

2.5세대 기술은 기존의 2세대 기술에 데이터통신기능을 강화시키는 것을 주목적으로 하고 있다. 현행 GSM계열의 2.5세대 기술로서는 HSCSD(High-Speed Circuit-Switched Data), GPRS

(General Packet Radio Service), EDGE(Enhanced Data for GSM Evolution)를 들 수 있다. HSCSD는 회선교환방식에서 적용될 수 있는 기술로서 기존의 GSM-TDMA 모듈에 multiple time slot을 추가하여 데이터전송속도를 57.6Kbps로 향상시킬 수 있다. GPRS는 데이터전송이 보다 용이한 패킷교환방식에서 적용될 수 있는 기술로, 특히 무선인터넷 접속이 용이하도록 Internet Protocol(IP)과 X.25 protocol을 지원하며 전송속도는 115Kbps 수준이다. EDGE는 GPRS를 향상시킨 기술로 GSM망과 TDMA/IS-136망에 동시에 이용할 수 있을 뿐 아니라 효율적인 무선접속 모듈을 통해 데이터전송속도를 최대 384Kbps까지 높일 수 있다.

한편, CDMA계열의 2.5세대 기술은 현재의 IS-95B와 IS-2000(MC1x)이 있다. IS-95B 기술은 기존 시스템(IS-95, IS-95A)의 용량을 확대하고 64Kbps까지의 데이터전송속도를 지원할 수 있으며, IS-2000 기술은 IS-95B에 패킷데이터망을 추가하여 144Kbps의 데이터전송속도를 나타낼 수 있다. 데이터전송속도와 이에 따른 서비스의 차이를 돕기 위해 그림 1에서 CDMA 기술발전에 따른 서비스의 종류를 열거하였다.

2.3. 3세대(IMT-2000)

제 3세대 이동 통신인 IMT-2000은 지구촌 어디서나 원하는 상대와 음성과 영상 등의 멀티미디어 정보를 주고받을 수 있는 차세대 통신을 의미하는 것으로 셀룰러 이동전화, 코드리스 전화, 이동데이터, 위성 등 다양한 시스템을 통합하여 1,885~2,025MHz / 2,100~2,200MHz 대역을 활용하여 최대 2Mbps 속도의 광대역 서비스를 제공한다. IMT-2000은 음성뿐만 아니라 동영상 그래픽 데이터 등을 주고받을 수 있다는 점에서 현

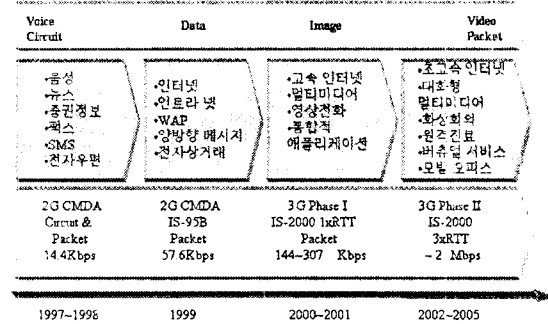


그림 1. 무선통신의 발전단계별 전망

재 상용화된 아날로그나 디지털 이동전화보다 몇 단계 위의 기술이라 할 수 있다. 이러한 광대역 멀티미디어 서비스는 무선 인터넷 서비스를 위한 필수 요소로, 3세대 이동통신은 무선 멀티미디어 인터넷 서비스를 위한 인프라의 역할을 수행한다. 3세대 이동통신의 경우 ITU에서 세계 단일 규격을 작성하려고 노력하였음에도 불구하고 유럽을 대표하는 3GPP와 미국을 대표하는 3GPP2의 대립으로 이를 이루지 못하였으나 4세대 이동통신에서 구현될 것으로 보이는 ALL-IP 망은 그 구조 및 서비스를 볼 때 세계 단일 표준을 작성할 수 있는 가능성이 매우 크다. 3세대 이동통신의 경우 유럽·일본의 비동기 방식이 좀 더 많이 각 나라에서 채택될 것으로 예상된다.

현재 IMT2000의 무선접속기술은 유럽과 일본이 주도하고 있는 비동기식인 W-CDMA(DS+ GSM MAP)방식과 미국이 주도하는 동기식인 CDMA2000 (MC+ANSI-41)이 주류를 이루고 있으며, 이외에도 UWCC의 TDMA방식, OHG의 W-CDMA와 CDMA2000을 연결하는 혼합방식 등이 있다. CDMA2000을 기준으로 볼 때, 3세대 기술의 특징은 ①고주파수 이용으로 인한 무선접속구간에서의 기지국제어기(BSC) 개선과 ②코어망에서의 ATM교환기 설정으로 음성, 데이터 및 동영상이 혼합된 멀티미디어서비스를 보다 효

울적으로 제공 가능케 할 수 있다.

2.4. 4세대(ALL-IP)

ALL-IP 구조는 현재 구상되고 있는 네트워크 진화의 최종점으로 실제로 규격이 완료되어 개발된 사례는 없고 개념상태만 규격화되고 있는 상태이다. ALL-IP를 한마디로 하면 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 종단간 IP 기반의 차세대 네트워크라 할 수 있다. ALL-IP는 모든 코어 네트워크가 IP 기반의 라우터로 이루어져 있는 기반망에 모든 서비스제공 서버들이 IP기반 망에 매끄럽게 연결되어 확장이 쉽고 멀티미디어 서비스가 가능한 구조를 갖는 망이라 할 수 있다. 대체로 대부분의 ALL-IP 규격은 IP 코어망에 다양한 멀티미디어 서비스를 위한 서비스 게이트웨이들이 연결되어 있고 다른 기존 망들과의 연결점을 가지고 있는 모습을 가지고 있다.

3. IP 이동성 지원 기술 - Mobile IP

Mobile IP란 3계층 프로토콜에서 호스트의 서브넷간 이동성을 지원하기 위해 개발된 기술로 에이전트와 터널링의 개념을 도입하여 호스트의 이동성을 지원한다. Mobile IP는 자체적으로 이동성을 제공하는 무선환경의 3계층 프로토콜로는 큰 의미가 없다. 기지국과 라우터가 유선 코어망으로 이루어진 무선 인터넷에서는 유선 코어망에서의 3계층 프로토콜로서의 Mobile IP의 이동성은 절대적인 의미를 갖는다. 3GPP2(3rd Generation group Partnership Project 2)에서의 무선 IP 네트워크에서는 3계층 프로토콜로 Mobile IP를 수용하고 있고, UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)의 경우 GPRS(General Packet Radio System) 내에서 글로벌한 IP 이동성을 지원하기 위해서 Mobile IP를 수용하는 표

준을 정하고 있다. Mobile IP는 IPv4를 기반으로 한 표준이 만들어져 있고, 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6를 기반으로 하는 표준도 제정 중이다.

Mobile IPv4와 Mobile IPv6의 기술에 대해서 살펴보면, MIPv4와 MIPv6는 모두 무선 환경에서의 사용을 염두에 두고 만들어졌다. 낮은 대역폭과 높은 에러율에 적합하며, 적은 배터리 사용을 목적으로 하여 설계된 Mobile IP는 무선 환경에서의 인터넷 지원을 위한 핵심적인 요소이다. 특히 무선 인터넷을 위한 유선 코어망에서의 Mobile IP의 사용은 필수적이라 할 수 있다.

3.1 Mobile IPv4

Mobile IP는 기존 IP상에서 호스트에게 이동성을 제공하기 위한 프로토콜이다. Mobile IP를 사용하여 호스트는 자신의 IP 주소를 바꾸지 않고 이동할 수 있으며, 이동 중에도 상위계층의 연결을 유지할 수 있다. Mobile IP에서는 호스트의 이동성을 위해 홈 네트워크와 외부 네트워크에 각각 Agent를 둔다. Agent는 주기적으로 Mobility Agent Advertisement Message를 네트워크에 전송함으로써 자신의 존재를 알리게 되며, 외부 네트워크로 들어간 MN(Mobile Node)은 이 메시지를 통해 FA를 발견하고 그로부터 새로운 care-of-address를 받는다. Care-of-address는 FA의 주소를 이용하거나(foreign agent care-of-address) 자신이 능동적으로 생성할 수 있다(co-located care-of-address).

Care-of-address를 얻은 MN은 HA(home agent)에게 Registration Request를 보내고 HA는 care-of-address까지 터널을 만든다. 그 다음부터 그림 2와 같이 HA는 MN으로 전송되는 패킷을 가로채어 care-of-address로 터널링하는 방법으로 MN에게 전달한다. 반대로 MN이 패킷을

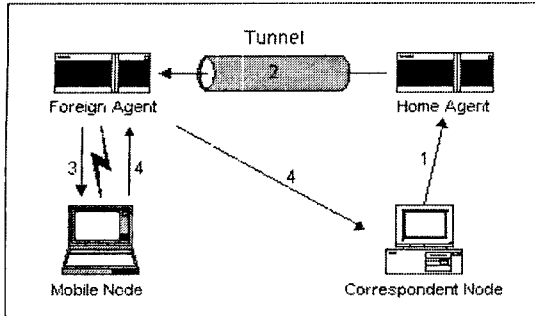


그림 2. MIP의 동작 과정

전송할 때는 터널링 없이, 표준 IP를 이용한다.

3.2 Mobile IPv6

Mobile IPv6는 MIPv4의 개념과 방식을 상당부분 그대로 사용한다. 그러나 MIPv4의 루트 최적화를 프로토콜 차원에서 지원함으로써 트라이앵글 라우팅을 해결하고, Neighbor Discovery, Address auto-configuration 등의 기능으로 FA의 필요성을 제거했다. 또한 보다 강화된 보안 기능 제공 및 Neighbor Discovery의 지원으로 프로토콜의 견고성을 증가시키고 Mobile IP의 구현을 단순화하였다. 캡슐화 방법에 있어서 IPv6 캡슐화를 사용함으로써 “tunnel soft state” 관리의 필요성을 제거하였고, IPv6의 anycast 주소 지정 방식을 사용한 동적 HA 주소 탐지 기능이 가능하다. 그리고 새로운 destination 옵션들의 지원으로 Mobile IPv6의 제어 트래픽이 기존의 IPv6 패킷에 피기백(piggyback)될 수 있다.

4. 시장동향 및 시장전망

무선 멀티미디어 서비스는 서비스의 특성상 이동통신망을 이용한 고속 데이터 서비스로 정의되고 이를 위해서는 무한한 정보를 가지고 있는 인터넷과 진화된 이동통신망이 중요한 역할을 하게 될 것이다. 따라서, 인터넷의 시장동향을 먼저 살

펴본 다음 무선 멀티미디어 서비스의 시장을 전망해보고자 한다.

4.1 인터넷 시장 동향

인터넷의 인구가 매해 큰 폭으로 성장하게 되면서 인터넷을 기반으로 하는 디지털 경제가 새롭게 부상함에 따라 이를 실현하기 위한 제품 및 시장이 급속도로 발전되고 있다. 현재까지는 시장이 인트라넷 기반의 기업 내 업무 자동화 등에 주력하고 있지만 앞으로는 인터넷 기반의 무역, 경매, 입찰 그리고 대규모의 협동 방식을 통한 기업 활동에 참여하는 참여자들의 제품 공동 설계, 소프트웨어, 콘텐츠 유통 및 유지 보수, 멀티미디어 신문 공동 제작 분야 등에서 새롭게 형성될 것으로 보이며 장기적으로는 인터넷 지식 상품 거래, Virtual Engineering, Virtual Education 등 인터넷에서 생산성이 높고 부가가치가 많은 시장이 지속적으로 창출될 것으로 예상된다. 이에 따라 세계 인터넷 비즈니스 시장은 연 20% 이상씩 증가될 것으로 전망된다.

4.2 무선멀티미디어 시스템 시장 동향

IMT-2000 시스템의 표준화나 시스템 개발의 국가적 협력활동 노력의 정도에 따라 달라지겠지만 일반적으로 IMT-2000은 2002년경부터 본격적인 서비스가 시작될 것으로 예측하고 있으나 미국에서는 이미 WARC92 이후 IMT-2000 대역의 주파수가 경매를 통해 PCS 사업자에게 배분하였으며 이에 따라 미국은 IMT-2000을 기존의 셀룰러 및 PCS의 진화로서 IS-95의 확장된 시스템으로 개념을 잡고 있다. 반면 유럽은 GSM의 성공을 기반으로 차세대 이동통신 연구를 위하여 UMTS의 개념 하에서 RACE 및 ACTS 프로젝트를 실시하고 있고 특히 유럽의 표준화 기구인

ETSI를 통한 표준화를 추진하고 있으며 일본은 디지털 셀룰러 시장에서의 고립을 탈피하기 위하여 IMT-2000에 집중하고 있으며 지역 표준으로서의 고립을 탈피하기 위하여 세계적인 open-lab 으로서 유럽의 에릭슨과 긴밀한 협력 하에 연구개발을 진행 중이다. 표 3에 IMT-2000 시스템의 시장전망을 나타내었다.

4세대 이동통신 시스템이라 할 수 있는 무선 멀티미디어 서비스의 시장은 2005년경에야 가입자가 3천9백만에 도달하여 본격적인 성장을 할 것으로 예측되며 표 4는 4세대 이동통신 시스템의 시장전망을 나타낸다.

표 3. IMT-2000의 시장전망

(단위:천명, 백만달러)

구분	2002	2003	2004	2005
가입자수	60,800	77,400	92,100	106,000
시장규모	2,940	13,320	47,940	52,780

표 4. 4세대 이동통신 시스템의 시장전망

(단위:만명, 백만달러)

구분	2002	2003	2004	2005
가입자수	1,490	2,020	2,740	3,910
시장규모	4,700	7,190	10,600	16,000

5. 결론

현재 초고속 인터넷서비스의 수요는 해마다 기하급수적으로 증가하고 있으며 이에 따라 무선멀티미디어 시장도 급속히 성장할 것으로 전망된다. 무선멀티미디어 시장은 통신사업자와 장비업체 모두에게 새로운 사업기회를 창출할 뿐 아니라 이윤 증가의 동기를 부여하며 거시적 차원에서는 국내 통신산업의 국제경쟁력을 제고하는 계기가 될 수 있을 것이다. 즉, IMT-2000의 도입을 통해

통신시장의 글로벌화가 추진되는 상황에서 무선 멀티미디어 기술을 향상시키고 이에 대한 콘텐츠를 개발하는 것은 국내 통신산업의 경쟁력을 강화시킬 수 있는 수단이 될 뿐 아니라 세계 통신시장에서 주도권을 가질 수 있는 기회가 될 수도 있을 것이다.

최근 IMT-2000과 관련하여 많은 사람들이 무선 멀티미디어 시스템에 거는 기대가 크지만 이와 같은 서비스를 제공하기 위해 기반기술을 개발하고 시제품을 기반으로 한 상용시스템을 개발한 후 시스템을 구축하여 상용서비스를 하기까지는 많은 기술적인 또는 사업적인 과제가 해결되어야 한다.

먼저, 무선멀티미디어 관련 기술의 발전과 법적·제도적 제반요건이 갖추어져야 한다. 동영상 비롯한 다양한 멀티미디어서비스를 제대로 구현하기 위해서는 반도체 기술, 배터리 충전기술, 액정기술, 고기능 입력기술 등 관련기술의 발전이 필수적이다. 또한 무선을 통한 전자상거래가 활성화되기 위해서는 사용자 정보의 인식 및 보안기술이 향상되어야 하며, 사이버 거래시 발생하는 분쟁을 해결할 수 있는 법적·제도적 장치도 마련되어야 할 것이다. 그리고 무엇보다도 중요한 것은 무선멀티미디어서비스의 핵심이라고 할 수 있는 다양한 콘텐츠의 개발이 절실히 요구된다. 일본 NTT DoCoMo의 i-mode가 성공할 수 있었던 요인 중 하나는 소비자의 다양한 욕구에 부응하는 콘텐츠를 적시에 개발하였다는 점에서 국내 콘텐츠산업의 활성화를 적극 도모해야 할 것이다.

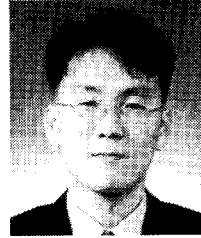
국내 무선멀티미디어시장이 제대로 성숙되고 세계 통신시장에서 주도적인 역할을 수행하기 위해서는 무선멀티미디어서비스를 단순히 무선통신기술의 발전에 따라 파생된 서비스에 불과하다는 인식을 버리고, 관련 기술의 발전과 더불어 사회적·법적 제반 여건이 갖추어지고 시장의 다양

한 욕구를 수용하는 콘텐츠가 뒷받침이 되어야 한다는 사실을 인식해야 할 것이다.

인터넷과 무선기술이 결합된 무선 멀티미디어 기술이 21세기를 이끌어 가는 큰 흐름으로 확실하게 자리 매김이 되고있는 만큼 국가 연구인력과 예산을 집결하여 위에서 나열된 핵심 기술들을 중심으로 연구개발을 착실하게 수행 하게되면 반드시 우리나라가 선진국으로 발돋움 할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 엄의석, "무선 멀티미디어 기술 개요", Telecommunications Review, 2000.
- [2] 김현준, 권명규, "무선멀티미디어 서비스 제공현황 및 전망", 전파진흥 10권 3호, 2000.
- [3] 박진현, 이호림, "무선멀티미디어 관련 국내·외 기술 및 시장동향", 전파진흥 10권 3호, 2000.
- [4] 한국정보통신기술협회, 정보통신표준화 백서, 2000.
- [5] 한국전산원, 한국인터넷 백서, 2001
- [6] 이동통신망기술과 IMT-2000. 표준화동향, <http://www.tta.or.kr>
- [7] Wolfgang Fritsche, "Mobile IPv6 White Paper," 2001.
- [8] 3GPP Document 23.078 "CAMEL Stage 2"
- [9] Charles E. Perkins, "Mobile Networking Through Mobile IP," 1998



김 성 주

- 2000년 경원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2001년 경원대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
- 관심분야 : 무선 인터넷, 이동 인터넷, 멀티캐스트, IMT-2000 등



이 주 영

- 1998년 성신여자 대학교(이학사)
- 2001년 경원대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
- 관심분야 : 네트워크 보안



이 정 준

- 2001년 경원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 2001년 경원대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
- 관심분야 : QoS, Multicast, Mobile IP



이 양 선

- 1985년 동국대학교 전자계산학과(공학사)
- 1987년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
- 1993년 동국대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
- 1994년 3월~현재 서경대학교 전자통신컴퓨터공학부 조교수
- 2000년 2월~현재 멀티미디어학회 이사, 학회지 편집위원
- 2001년 서경대학교 교수
- 관심분야 : 프로그래밍언어 및 컴파일러, 분산개체시스템, 모바일 컴퓨팅



김 정 훈

- 1992년 경원대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1995년 경원대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2001년 경원대학교 컴퓨터공학과(박사과정)
- 관심분야 : IMT-2000, Mobile IP



박 석 천

- 1977년 고려대학교 전자공학과 (공학사)
- 1982년 고려대학교 컴퓨터공학 (공학석사)
- 1989년 고려대학교 컴퓨터공학 (공학박사)
- 1979년~1985년 금성통신연구소
- 1991년~1992년 Univ. of California, Irvine Post Doc.
- 1992년~1994년 경원대학교 산업기술연구소장
- 1988년~현재 경원대학교 컴퓨터공학과 정교수
- 관심분야 : 차세대 인터넷, 멀티미디어 통신, Mobile IP, 통신망 관리, IMT-2000 등