

다중 네트워크 인터페이스를 지원하는 액세스 포인트 개발에 관한 연구

이 상 학[†] · 정 태 충^{**}

요 약

최근 무선 랜의 확산과 블루투스 등의 개인 무선 통신의 발전으로 네트워크 환경은 점차 유무선 구분 없이 쉽게 네트워크에 접속할 수 있도록 변화되고 있다. 또한, 가정 내의 노트북, PDA 등의 네트워크 기기의 증가는 초고속 인터넷 라인을 공유하여 이용하고 기기 간에 네트워크를 구성해 작업하는 환경을 필요로 한다. 본 논문에서는 유무선 네트워크에 구분 없이 손쉽게 연결할 수 있고 인터넷에 접속할 수 있는 다중 네트워크 인터페이스를 지원하는 유무선 통합 액세스 포인트를 개발하여 기능을 시험하고 성능을 검증하였다. 각기 다른 네트워크간의 통합을 이루고 성능을 보장하기 위한 시스템 하드웨어 설계, 개발 단계부터 프로토콜 소프트웨어 개발까지 실질적 개발내용을 기술하고, 다양한 형태의 기기를 통한 네트워크 접속 시험을 통해 연동 및 성능에 대한 결과를 보였다.

Development of Access Point Supporting Multiple Network Interfaces

SangHak Lee[†] · TaeChoong Chung^{**}

ABSTRACT

Increasing popularity of WLAN and advancement of WPAN allow user to connect to the Internet easily today. The increasing of number of networking mobile device such as laptop and PDA requires computing devices to share high speed Internet line or work on networks in most cases. This has stimulated the demand of access point that supports multiple network interfaces. This paper describes the process of design, implementation and test of the wired/wireless integrated access point that supports multiple network interfaces such as wired LAN, wireless LAN, Bluetooth, and Broadband network. We designed and developed the hardware system and protocol software to integrate heterogeneous network. The system has shown compatibility with standard specification and good performance through testing with various network devices.

키워드 : 홈 게이트웨이 (Residential Gateway), 임베디드 시스템(Embedded System), 액세스 포인트(Access Point), 무선 랜(Wireless LAN), 블루투스(Bluetooth)

1. 서 론

가정이나 오피스에서 PC, PDA, 그리고 네트워크 접속이 가능한 컴퓨팅 디바이스들의 수가 증가되고 무선 네트워크의 활용이 점차 증대되고 있다. 이러한 단말기와 네트워크의 변화는 기기들 간에 네트워크를 구성하여 작업하고 인터넷이라는 자원을 공유하여 사용할 수 있도록 하는 환경을 필요로 한다. 이를 위해 유무선 네트워크 인터페이스를 동시에 지원하며 인터넷 접속을 가능케 하는 네트워크 시스템에 대한 연구가 업체 중심으로 활발히 진행 중이다.

기존에 초고속 인터넷 라인을 공유하기 위한 유선 IP 공유기와 무선 랜의 네트워크 접속을 위한 액세스 포인트가

통합된 제품이 있다. 이들은 유무선 랜 기능을 갖춘 PC와 노트북의 인터넷 접속과 네트워크 구성을 가능하게 한다. 또한, 이와는 별개로 다양한 홈네트워크 기기간의 접속을 위한 홈 게이트웨이에 대한 연구와 제품 개발이 활발히 이루어지고 있다[6]. 본 논문에서는 유무선 랜을 통해 접속 가능하며 무선 개인 네트워크(WPAN: Wireless Personal Area Network) 표준인 블루투스를 지원하는 홈네트워크에서 사용될 수 있는 다중 네트워크 인터페이스를 지원하는 유무선 액세스 포인트를 개발하였다.

액세스 포인트는 외부 망으로는 xDSL, 케이블, 그리고 전용선 등의 초고속 인터넷 라인을 지원하고 내부 망으로는 유선 랜, 무선 랜, 블루투스 등 여러 유형의 네트워크와 연결되어 이들 간의 연결 기능을 수행한다. 이와 같은 네트워크 구성 환경은 다음 (그림 1)로 나타낼 수 있다.

다양한 유무선 네트워크를 동시에 지원하며 성능을 보장하기 위해 하드웨어 플랫폼 설계, 구현, 그리고 프로토콜

※ 본 연구는 과학기술부 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 유비쿼터스컴퓨팅네트워크원천기술개발사업의 지원에 의한 것임.
† 정 회 원 : 전자부품연구원 유비쿼터스컴퓨팅연구센터 선임연구원, 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
** 정 회 원 : 경희대학교 컴퓨터공학과 교수
논문접수: 2003년 9월 18일, 심사완료: 2004년 5월 7일

포팅 및 개발 작업을 수행하여 하드웨어, 소프트웨어 플랫폼을 개발 완료하였고, 다양한 기기 접속을 통한 기능 및 성능 평가를 수행하였다.

(그림 1) 네트워크 동작 환경도

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서 액세스 포인트를 구성하는 다양한 네트워크 기술과 시스템 개발 기술에 대해 알아보고 3장에서 시스템을 개발하기 위한 환경에 대해 기술한다. 4장에서는 실제 시스템을 설계하고 구현한 과정을 알아본다. 5장에서는 개발 완료된 시스템의 기능 및 성능 시험에 대한 결과를 보이고 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구 방향으로 끝을 맺고자 한다.

2. 관련 연구

개발된 시스템은 다양한 유무선 네트워크 기술을 통합하고 있다. 이 장에서는 각각의 네트워크 기술들과 이를 통합하기 위한 임베디드 시스템 및 프로토콜 개발동향에 대해 기술한다. 최근 국내 유선통신 사업자들이 무선 랜 사업을 전개하면서 우리는 점차 다양한 모바일 단말기에서 손쉽게 무선 랜을 이용할 수 있다. 무선 랜 환경을 구축하기 위해서는 단말기에 들어가는 무선 랜 카드와 무선 랜과 유선 랜을 연결해 주는 액세스 포인트를 필요로 한다. 현재 시장의 제품들은 IEEE802.11b가 주를 이루고 있으며, 점차 IEEE802.11g나 IEEE802.11a의 고속 무선 랜의 제품들이 선보이고 있다. 이들은 대부분 유선 랜 접속 포트도 함께 지니고 있다.

PDA, 휴대폰, 랩톱 컴퓨터 등 저전력 모바일 기기들은 마우스, 키보드 등의 주변장치의 유선을 무선으로 대체하고 기기 간의 간단한 무선 데이터 전송을 쉽게 수행하기 위해 개인 무선 네트워크인 블루투스를 탑재하고 있다. 단순 유선의 대체뿐만 아니라, 네트워크 규격에 최대 7대의 종속기기(Slave)의 동시 접속이 가능한 블루투스는 랜 액세스 프로파일(LAP: Lan Access Profile)을 통해 인터넷 접속 기능을 제공할 수 있다. 현재 개발된 시스템들은 블루투스를

통해 유선 랜에 접속하거나 전화망의 모뎀을 통해 인터넷에 접속할 수 있도록 하는 블루투스 액세스 포인트 등이 있다.

현재까지 개발동향은 공유기, 무선 랜 액세스 포인트, 블루투스 액세스 포인트 등 개별 네트워크 인터페이스를 지원하는 시스템들이었다. 그러나 향후 홈네트워크는 유무선 랜과 더불어 무선 개인 네트워크의 활용이 점차 증대되어 고성능 컴퓨팅 기기뿐만 아니라 디지털 정보가전과 전동, 장난감, 스위치 등 소형 유틸리티 등에도 네트워크가 연결되는 유비쿼터스 환경으로 발전하리라 예상된다. 본 논문에서는 개별 네트워크 인터페이스를 통합하여 단일 시스템 내에서 유선 랜, 무선 랜, 무선 개인 네트워크를 통해 고속 인터넷에 접속하며 접속한 기기 간의 네트워크를 구성하는 홈네트워크 환경을 구축하기 용이하도록 하였다.

3. 개발 환경

본 논문에서 개발한 유무선 통합 시스템은 자립형 시스템으로서 개발을 위해서는 일반 PC나 클라이언트/서버와는 다른 개발환경을 필요로 한다. 우선적으로 개발하려고 하는 목표 시스템에 맞는 운영체제 버전이 있어야 한다. 상용 임베디드 운영체제일 경우는 관련 개발 툴이 제공되고 임베디드 리눅스는 오픈소스를 가지고 개발환경을 구축해야 한다. 본 논문의 시스템에서는 임베디드 리눅스를 기반으로 개발되었으며 목표 시스템 운영체제 커널, 디바이스 드라이버, GNU 툴 체인 등 오픈소스로 개발환경을 구축했다. 본 시스템에서는 ARM940T계열 S3C2510 프로세서와 ARM용 리눅스를 사용하여 개발하였다. S3C2510 프로세서는 기억 관리 장치가 없는 특징을 가지고 있다. 기억 관리 장치가 없는 프로세서를 지원하는 임베디드 리눅스로서 uCLinux가 있으며, 본 개발에서는 이를 수정한 eLinux를 사용하였다. 아래 그림에서 시스템 개발 환경을 나타내었다.

(그림 2) 시스템 개발환경

우선 목표 시스템의 기능에 따른 성능 요구사항 분석을 거쳐 적합한 프로세서를 선정을 하였다. 다중 네트워크 인터페이스 지원하는 액세스 포인트에서 유선네트워크는 외부의 인터넷과 내부의 랜 접속을 위한 2개 이상의 유선 랜을, 무선 네트워크는 무선 랜과 블루투스를 지원하도록 하였다. 무선 랜은 PCMCIA 카드 형태로, 블루투스는 USB 동글 형태로 추가할 수 있도록 설계하였다. 따라서 2개 이상의 유선 랜을 지원하고 PCMCIA와 USB를 연결할 수 있는 삼성 S3C2510 프로세서를 선정하였다. 프로세서 선정 이후, ARM9 프로세서코어를 지원하며, 손쉽게 포팅이 가능하고, 디바이스 드라이버 및 프로토콜 개발이 용이한 리눅스를 운영체제로 선정하였다.

4. 시스템 설계 및 개발

이번 장에서는 시스템의 하드웨어와 소프트웨어의 개발 내용을 기술한다. 네트워크 접속 장치의 특성상 여러 단말이 동시에 접속하여 사용하는 환경이 빈번히 발생하므로 시스템의 안정성과 성능을 보장할 수 있도록 각 블록을 개발, 통합하였다. 특히, 개별 네트워크 인터페이스를 통합하기 위한 네트워크 브리지 기능을 개발하여 일관된 성능이 유지되도록 하였다.

4.1 하드웨어 시스템 설계와 구현

프로세서가 선정된 후 응용 애플리케이션이 최적으로 동작할 수 있도록 메모리, 플래시, 시리얼 칩, 이더넷 칩 등의 부품을 선정하여 시스템을 설계하였다. 아래 그림은 본 시스템의 하드웨어 블록도이다.

(그림 3) 하드웨어 블록도

메모리는 16Mbyte 플래시 메모리와 64Mbyte SDRAM을 사용하여 시스템 소프트웨어를 저장 및 동작하도록 하였다. 유선 네트워크는 기본적으로 프로세서에 내장되어 있는 두 개의 MAC칩을 사용하고 RT8201 PHY 칩을 연결하여 내부 망과 외부망에 각각 접속하도록 하였다. 개발단계에서 호스트 시스템과의 통신을 위한 시리얼 포트를 위해 MAX3232 칩을 사용하였다. 아래 그림은 개발 완료된 플랫폼의 사진

자료이다.

(그림 4) 하드웨어 플랫폼 사진자료

무선 랜과 블루투스 모듈은 각각 PCMCIA와 USB 인터페이스를 통해 연결하였다. 무선 네트워크 모듈을 외장형으로 설계한 이유는 무선 네트워크 모듈이 시스템 내에 내장되면 무선 통신 성능과 밀접하게 관련 있는 안테나의 설계 문제가 발생할 수 있기 때문에 이를 피하고 향후 네트워크의 모듈 업그레이드 시 용이하도록 하기 위해서이다.

4.2 시스템 소프트웨어 설계 및 구현

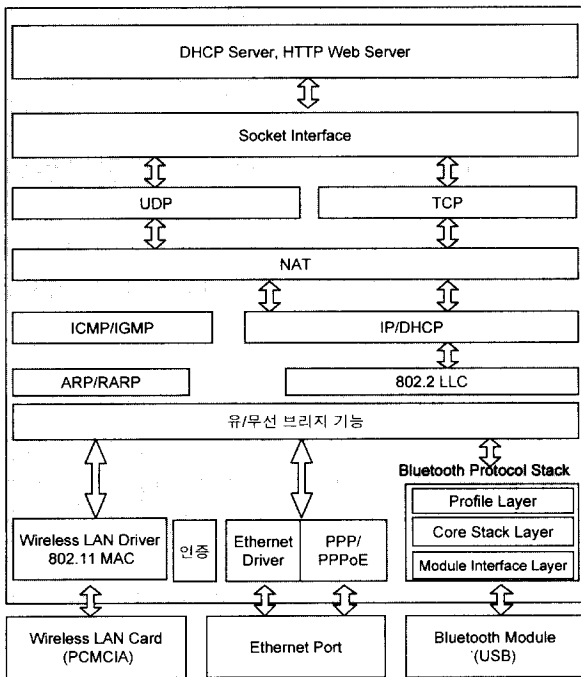
본 절에서는 이기종 네트워크의 상호연동을 이루고 외부 망과의 통신을 위한 시스템 소프트웨어의 설계 및 구현에 대해 기술한다. 시스템의 네트워크 프로토콜은 주로 시스템 커널 모드에서 동작하며, 기능별 네트워크 모듈로 구성되는데 무선 랜, 블루투스, 소형 라우터이다. 네트워크 하드웨어 모듈은 각기 다른 디바이스 드라이버를 통해 연결되고 이는 유무선 브리지 기능을 통해 상호 연동된다. 이는 802.2 LLC 계층을 통해 IP 계층으로 연결되고 NAT를 통해 외부 망과의 연동이 이루어진다. 다음 그림은 시스템 소프트웨어 블록도이다.

무선 랜 소프트웨어의 개발내용은 액세스 포인트의 역할을 수행하기 위한 유무선 브리지 기능의 구현이다[10]. 본 시스템에서는 무선 랜 카드 드라이버를 구성하는 PCMCIA Core 드라이버, PCMCIA Socket 드라이버, PCMCIA Card Service 드라이버와 유무선 브리지 기능을 수행하기 위한 브리지 테이블관리, NAT을 개발하였다[12]. 그 밖에 보안을 위해 WEP¹⁾(Wired Equivalent Privacy)을 지원하도록 하였다[8, 9].

블루투스 스택은 모듈 인터페이스 계층, 코어 스택 계층, 애플리케이션 레벨 프로파일 계층, 그리고 애플리케이션 계

1) WEP은 유선 랜에서 제공하는 것과 유사한 수준의 보안 및 기밀 보호를 무선 랜에 제공하기 위하여 Wi-Fi 표준에 정의되어 있는 보안 프로토콜이다.

어 계층으로 구성하였다[3]. 블루투스 모듈 인터페이스 계층에서는 CSR Class1 타입의 블루투스 칩을 사용한 USB 모듈과의 통신을 위해 USB 1.1 드라이버 및 HCI(Host Controller Interface)를 개발하였으며 코어 스택 계층에서는 L2CAP, RFCOMM을 구현하고 네트워크 링크와 보안을 위한 제어계층과의 통신을 위해 소켓 인터페이스를 개발하였다[2, 7]. 상위 계층인 애플리케이션 레벨 프로파일 계층에서는 블루투스 기기의 네트워크 접속을 위한 LAP(Lan Access Profile)과 PAN(Personal Area Network) 프로파일을 구현하였다[2, 4]. 본 시스템에서 개발된 프로토콜은 표준안 1.1을 준수하였으며 동시 접속 클라이언트의 수는 최대 7대 까지 가능하다[5].



(그림 5) 시스템 소프트웨어 블록도

컴팩트(Compact) 라우터(혹은 미니 라우터)는 내부의 유무선 네트워크를 통해 외부의 초고속 인터넷을 공유하기 위한 NAT를 구현하였다. DSL 라인에서 인증 및 접속을 위한 PPP/PPPoE를 구현하였고, 내부 네트워크에 사설 IP를 분배하기 위한 DHCP 서버와 어드레스 변환을 위한 NAT를 개발하였다.

이와 같은 프로토콜의 개발이외에 시스템의 소프트웨어를 탑재하기 위한 플래시메모리 파일 시스템을 개발하였다. MTD/JFFS2(Memory Technology Device/Journaling Flash File System2)는 플래시메모리를 파일 시스템으로 사용하기 위해 반드시 구현되어야 하며 플래시메모리는 부트로더(Bootloader), 커널이미지, 램디스크 이미지를 포함하고 남은 메모리 영역이 플래시 파일 시스템 영역에 해당한다. 커

널 내부에서 플래시메모리를 블록화 하여 각각의 영역으로 나누어 사용하였다.

5. 시험 평가

개발된 다중 네트워크 인터페이스 지원 액세스 포인트의 기능 및 성능 측정을 위한 시험 평가를 수행하였다. 네트워크 측면에서 다중 네트워크 인터페이스 지원이 기능적으로 이루어졌는지를 검증하기 위해 세 가지 유형의 네트워크 디바이스, 즉 데스크톱 PC, 노트북, PDA로 각기 다른 네트워크 인터페이스를 통해 접속하여 인터넷 접속과 내부 네트워크를 통한 통신을 확인해 보았다. 다음 그림은 시험평가 구성도이다.

(그림 6) 시스템 시험 평가 환경도

시험에 사용된 네트워크 접속 단말들은 각기 다른 네트워크 인터페이스를 통해 손쉽게 액세스 포인트에 접속하며 접속된 이후에는 유무선 네트워크의 구분 없이 동일한 네트워크 환경으로 IP 기반의 다양한 응용 애플리케이션들을 실행할 수 있다.

네트워크의 성능 측정을 위해 인터페이스별로 두 가지 이상의 제품을 사용하여 전송 속도를 측정하였다. 다음 <표 1>은 네트워크 종류별로 사용된 인터페이스 카드 제품과 전송 속도를 나타낸다.

<표 1> 네트워크 인터페이스 성능 측정표

구분	사용된 네트워크 모듈	성능
무선 랜 카드	SAMSUNG MagicLAN PCMCIA Card	4~5Mbps
	Linksys Network PC Card Ver.3	4~5Mbps
블루투스 모듈	HP iPAQ 5450	450Kbps
	Widcomm Bluetooth USB Dongle	600Kbps
IP 공유기	Blueberry Bluetooth USB Dongle	600Kbps
	3COM OfficeConnect DualSpeed Switch	17~20Mbps

기능 시험은 시스템의 호환성을 검증하기 위해 여러 업체의 제품을 통해 다중 네트워크 인터페이스 지원 액세스 시스템에 접속하여 네트워크의 연결성과 성능을 측정하였다. 여러 업체의 제품들과의 동작 시험을 통해 표준 규격과 호환됨을 알 수 있었다. 무선 랜의 경우 위 표에 언급된 업체 제품을 노트북에 장착하여 개발된 액세스 포인트에 접속한 후 속도측정 툴을 통해 전송속도를 측정하였다. 표의 측정값은 여러 차례의 시험을 통한 평균값을 보였다.

블루투스는 기기마다 접속방식에 차이가 있어 여러 제품과의 호환성을 확보하기 어려웠으나 시험에 사용된 제품들과 모두 접속에 성공하였다. 특히 규격 상에 마스터(Master)인 액세스 포인트에 동시 접속 가능한 종속기기가 7대로 명시되어 있어 이에 대한 만족여부를 시험하였다. 클라이언트 제품으로는 블루투스가 내장된 PDA인 iPAQ5450과 노트북에 장착할 수 있는 블루투스 USB 모듈을 사용하였다. 네트워크 상에서의 차이보다는 클라이언트 시스템 내에서의 처리능력 때문에 노트북에서의 측정치가 좀 더 빨랐다. IP 공유기는 표에 나와 있는 랜 스위치를 통해 PC 두 대 간의 전송속도 측정 툴을 통해 측정하였다. 네트워크의 성능 측정은 여러 대의 클라이언트로 동시에 접속하여 측정하였다.

네트워크의 성능측정은 각기 개별적으로 이루어졌으며, 아직 개발이 완료된 상태가 아니므로 향후 시스템의 안정화가 이루어진 후 동시 동작 시험을 통한 시스템 전체의 성능을 측정해야 할 것이다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 가정과 오피스에서 많은 수요가 예상되는 다중 네트워크 인터페이스를 지원하는 액세스 포인트를 설계하고 개발하였다. 현재의 네트워크 발전현황은 초고속 인터넷의 경우 수십 Mbps급으로 전환되고 있으며 근거리 네트워크에서는 무선 네트워크의 사용이 증가하고 있는 추세이다. 이와 같은 네트워크 환경에 적합하도록 외부 네트워크는 xDSL, Cable, 전용선을 지원하고 내부 네트워크는 무선 랜, 블루투스, 유선 랜 인터페이스를 통합하여 시스템을 구현하였다. 무선 랜과 블루투스는 외장형 카드를 사용하여 개발하였다. 액세스 포인트로서의 성능을 최적화하기 위해 시스템 하드웨어의 설계 단계부터 적합한 프로세서 및 기타 부품을 선정하였다. 또한, 표준 규격을 만족하는 하위 프로토콜 및 상위 프로파일 개발 완료하였다. 여러 형태의 단말기로 네트워크 접속 시험을 통해 개발된 시스템의 기능과 성능이 우수함을 검증하였다.

현재 개발된 플랫폼이 상용화까지 고려한 부품 선택과 설계가 이루어졌지만 개선의 여지가 남아있다. 무엇보다 무선 네트워크의 변화에 빠르게 대처할 수 있도록 시스템이 유연

하게 업그레이드될 수 있어야 할 것이다. 무선 랜이 급격히 확산되고 있는 상황에서 현재 IEEE802.11b에서 IEEE802.11g나 IEEE802.11a로의 전환이 이루어질 것으로 예상된다. 또한 블루투스도 현재 표준화 작업이 완료된 1.1 버전에서 차기 버전인 2.0으로 빠르게 이동할 것이다. 본 시스템에서는 이와 같은 네트워크의 변화를 수용할 수 있도록 지속적인 기능 및 성능이 개선되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Bluetooth SIG, Specification of the Bluetooth System-Core, 2001.
- [2] Bluetooth SIG, Specification of the Bluetooth System-Profiles, 2001.
- [3] R. Kraemer, "Bluetooth based wireless Internet applications for indoor hotspots : experience of a successful experiment during CeBIT 2001," Local Computer Networks Proceedings. LCN 2001. 26th Annual IEEE Conference, pp.518-524, Nov., 2001.
- [4] N. Rouhana, E. Horlait, "BWIG : Bluetooth Web Internet Gateway," Proceedings of the Seventh International Symposium on Computers and Communications, pp.679-684, July, 2002.
- [5] S. Chiu, H. Chang and R. Chang, "Providing Mobile LAN Access Capability for Bluetooth Devices," Proceedings of Ninth International Conference on Parallel and Distributed Systems(ICPADS'02), pp.631-636, Dec., 2002.
- [6] R. Shepherd, "Bluetooth wireless technology in the home," Electronics & Communication Engineering Journal, Vol. 13, Issue 5, pp.195-203, Oct., 2001.
- [7] R. Kapoor et al., "Multimedia Support Over Bluetooth Piconets," Proceedings of the first workshop on Wireless mobile internet, pp.50-55, July, 2001.
- [8] IEEE Std 802.11, 1999 Edition, Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer Specifications, 1999.
- [9] IEEE Std 802.11b-1999, (Supplement to ANSI/IEEE Std 802.11, 1999 Edition), Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4Ghz Band, 1999.
- [10] M. Kuorilehto et al., "Implementation of Wireless Lan Access Point with Quality of Service Support," IEEE 28th Annual Conference of the Industrial Electronics Society (IECON 02), Vol.3, pp.2333-2338, Nov., 2002.
- [11] I. Al Khatib, R. Ayani, "Wireless LAN access points : buffer size estimation," 4th International Workshop on Mobile and Wireless Communications Network, pp.656-660, Sept., 2002.
- [12] IETF RFC 2663, IP Network Address Translation(NAT) Terminology and Considerations, 1999.

이 상 학

e-mail : shlee@keti.re.kr

1993년 전주대학교 수학과(이학사)

1997년 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과
(공학석사)

2000년 경희대학교 대학원 컴퓨터공학과
(박사수료)

2000년~현재 전자부품연구원 유비쿼터스컴퓨팅연구센터 선임
연구원

관심분야 : Sensor Network, Combinatorial Optimization, Meta-
Heuristic Algorithm

정 태 총

e-mail : tcchung@khu.ac.kr

1980년 서울대학교 전자공학과(공학사)

1982년 한국과학기술원 대학원 전자계산
공학과(공학석사)

1987년 한국과학기술원 대학원 전자계산
공학과(공학박사)

1987년~1988년 KIST 시스템 공학센터 선임연구원

2001년 미국 Iowa 대학 교환교수

1988년~현재 경희대학교 컴퓨터공학과 정교수

관심분야 : 인공지능, 지능에이전트, 메타알고리즘