

환경에 불변인 전처리 과정과 히스토그램 및 원형 정합을 이용한 차량 번호판 인식

正會員 조 동 욱*, 조 용 환**

Implementation of Pre-processing Independent of Environment and Recognition of Car Number Plate Using Histogram and Template Matching

Dong Uk Cho*, Yong Hwan Cho** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 환경에 불변인 전처리 과정과 히스토그램 및 원형 정합을 이용한 차량 번호판 인식 방법을 제안한다. 입력 차량 영상에서 관심의 대상이 되는 영역은 차량 번호판 영역과 운전자 얼굴 영역이다. 보다 유용성 있는 차량 자동 인식(AVI) 시스템이 되기 위해서는 차량 번호판 영역의 문자와 운전자 얼굴 인식이 이루어져야 한다. 본 논문에서는 이같은 전체 차량 자동 인식 시스템 중 번호판 영역을 추출하고 이에 문자를 분리하여 번호판 내에 있는 숫자와 문자를 인식하는 방법을 다루고자 한다. 이를 위해 실험 환경에 불변인 잡음 제거와 경계 추출, 그리고 추출된 경계선으로부터 히스토그램을 이용한 차량 번호판 영역 추출 및 원형 정합을 통한 문자 인식 방법을 제안하고자 한다.

ABSTRACT

This paper proposes on the implementation of pre-processing independent of environment and recognition of car number plate using histogram and template matching. Interest regions from the input car image are car number plate region and driver face region. Character recognition and driver face recognition are necessary for more effective AVI(Autonomous Vehicle Identification) system. This paper deals with the extraction of car number plate and character recognition of the car number plate. For this, pre-processing such as noise removal and edge detection independent of environment are studied. Also the car number plate is extracted using histogram and character recognition is accomplished by template matching.

*서원대학교 정보통신공학과

**충북대학교 컴퓨터공학과

論文番號:97388-1025

接受日字:1997年 10月 25日

I. 서 론

근래 차량의 증가에 따른 범죄 차량이나 도난 차량, 세금 미납 차량의 수가 급격히 증가하여 경찰 치안 등과 같은 사회적인 문제를 야기시키고 있다. 또한 교통 문제와 관련해서 승용차의 도심 통과나 고속도로 이용에 따른 통과료의 자동 부과 시스템에 관한 연구가 시대적 요구 사항이 되고 있다. 이를 위한 연구 분야를 차량 자동 인식(AVI: Autonomous Vehicle Identification) 분야라고 한다. 이같은 AVI 시스템은 크게 능동 AVI 시스템과 수동 AVI 시스템으로 나뉘어진다. 능동 AVI 시스템은 저주파나 마이크로파 등과 같은 장차기를 모든 차량에 장착하고 주요 지점에 이의 신호를 검출하는 검출기(interrogator)를 통해 차량 번호를 인식하는 방법이다. 이에 비해 수동 AVI 시스템은 영상 처리 기술에 의해 차량 번호를 인식하는 방법이다. 현재 인식율과 처리 속도면에서 능동 AVI 시스템이 수동 AVI 시스템보다 우수한 것으로 평가되고 있다. 그러나 능동 AVI 시스템은 모든 차량에 고가의 장차기(transponder)를 부착해야 하기 때문에 경제적인 면과 차량 소유주의 비협조로 실현이 어려운 방법으로 여겨진다. 가장 쉬운 대안으로는 모든 차량에 고유의 바코드를 부착하여 이를 인식하는 것이 가능하지만 바코드는 변조가 쉽기 때문에 적용상 문제가 따른다. 따라서 현실적으로 적용 가능한 방법은 차량에 장착물 없이 화상 처리에 의해 번호판을 인식하는 수동 AVI 이다. 이같은 이유로 수동 AVI 기술에 대한 연구가 행해져 왔다[1]~[3]. 대표적인 방법이 최의 방법[4]인데 이는 입력차량 영상에 Sobel 연산[5]을 적용하고 Hough 변환[6]에 의해 직선 성분을 검출함으로써 차량 번호판 영역을 추출하는 방법이다. 그러나 이 방법은 Hough 변환 적용에 따른 처리 시간의 과다와 수평과 수직 성분의 직선만을 검출함으로써 비뚤어진 번호판일 경우 영역 추출에 실패한다는 문제가 존재한다. 아울러 경계 추출시 사용한 Sobel 연산도 환경에 따라 임계치를 달리 해 줘야 한다는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이같은 문제를 해결하기 위해 환경에 불변인 경계선 추출 방법의 제안과 Y, X 히스토그램 분포에 따른 차량 번호판 영역의 추출 그리고 원형(template) 정합에 따른 문자 인식 방법을 제안하고자 한다. 또한 운전자 일

굴 인식은 수배자의 검거 등에 대단히 유용한 분야이다. 이를 위해 본 저자는 입력 차량 영상으로부터 차량 번호판 인식과 운전자 얼굴 인식을 동시에 수행할 수 있는 시스템을 구축하고자 하며 이 중 본 논문에서는 차량 번호판 인식 방법에 대해 다루고자 한다.

II. 구축하고자 하는 전체시스템 구성도

구축하고자 하는 시스템의 전체 구성도는 아래 그림과 같다.

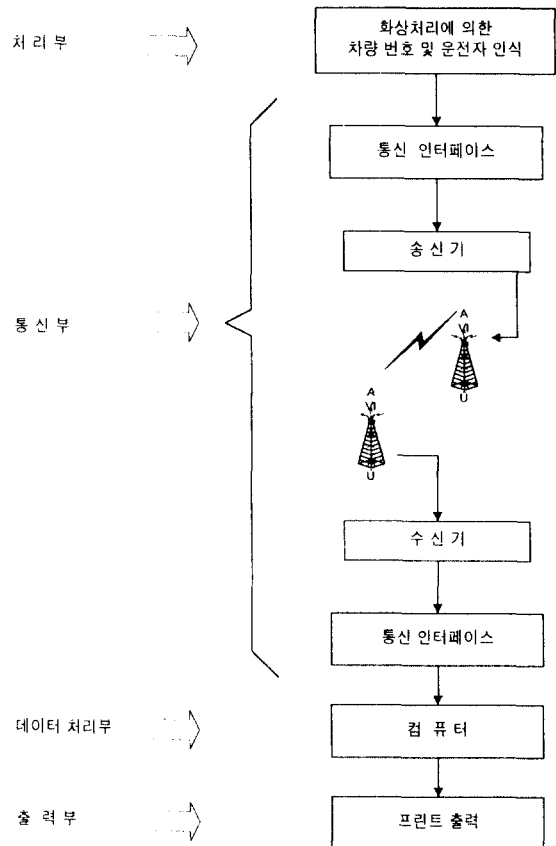


그림 1. 구축하고자 하는 시스템에 대한 전체 구성도
Fig. 1 Overview of the system

전체 시스템 중 본 논문에서는 처리부의 내용을 다루고자 한다. 또한 전체 처리부 중 화상 처리에 의한 차량 번호 인식 시스템을 본 논문의 내용으로 한다.

III. 환경에 독립적인 전처리과정의 구현

차량 인식 시스템은 주간이나 야간 또는 흐린 날이나 맑은 날에 상관없이 인식이 가능해야 한다. 이를 위해 가장 중요한 과정 중의 하나가 입력 차량 영상으로부터 환경에 불변인 경계선 추출과정의 수행이다. 본 논문에서는 환경에 불변인 경계선을 추출하기 위해 톨 이론(toll theory) [7]을 적용하고자 한다. 이 집합론은 어떤 원소가 그 집합에 속하기 위해 지불해야만 하는 비용의 개념으로 정의되는 집합이며 소속도 함수의 값은 0~+∞ 사이의 값을 취한다. 본 논문에서는 이러한 톨 이론의 개념을 영상의 구조 파악에 적용하였다. 즉, 3×3 창 내에서 주어진 영상이 어떤 영상 구조에 속하는가를 톨 소속도 함수 값을 계산하여 가장 비용이 적게 되는 영상 구조로 귀속시킴으로써 영상 구조를 파악하였다. 일반적으로 영상 구조는 크게 잡음 영역, 경계 영역 그리고 잡음도 경계도 아닌 세 가지 구조로 정의할 수 있다. 대표적인 영상 구조의 예를 그림 2에 나타내었으며 여기서 T₁은 잡음 구조를, T₂~T₁₇은 경계 구조, 그리고 T₁₈은 잡음도 경계도 아닌 구조를 뜻하게 되며 이때 S는 중심 화소 C를 중심으로 명암도의 차가 작다(Small)는 뜻을, L은 크다(Large)는 의미를 갖는다. 이때 'S'와 'L'에 대한 멤버십 함수는 다음과 같다.

$$\Psi_s(x) = -\log[-(x-255)/255] \quad (1)$$

여기서 x=1C-S1

$$\Psi_L(x) = -\log[x/255] \quad (2)$$

여기서 x=1C-L1

또한 잡음은 예로서 아래와 같은 방법으로 제거한다. 만약 그림 3과 같은 3×3창에서 그림 2의 T₃와 같은 경우 f_{2,3}가 'S'로 판정이 됐을 경우 이 화소는 잡음이므로 f_{2,3}를 새로운 명암도 값 C'으로 대체해야만 한다.

이때 C'은 아래와 같다.

$$C' = \frac{\sum_{j=2}^3 f_{1,j}}{2} \quad (3)$$

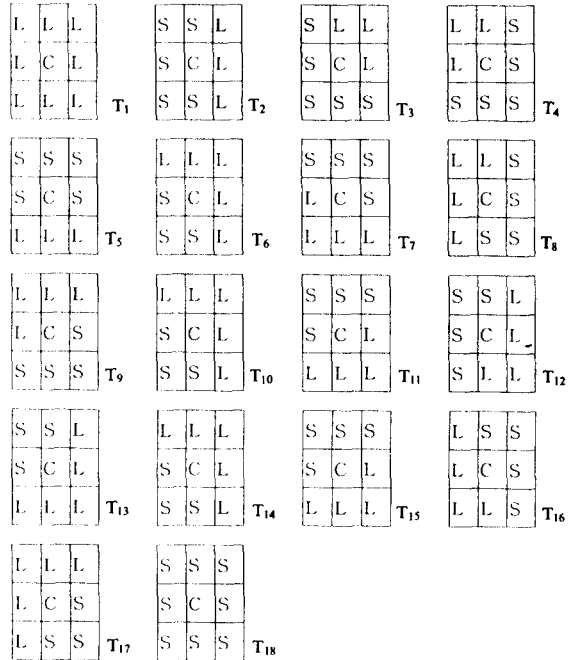


그림 2. 영상의 구조
Fig. 2 Structures of image

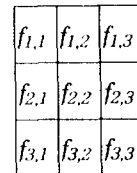


그림 3. 3×3 창
Fig. 3 3×3 window

IV. 차량 번호판 추출 및 문자 영역 분리

차량 번호판의 특징은 우선 가로:세로가 2:1이며 번호판 내에 있는 문자의 서체가 규격화 되어 있다. 또한 정면 영상에서 보면 번호판이 아래에 위치해 있다는 특징도 있다. 아울러 색상의 특징으로 봐도 자가용, 영업용, 관광용이 번호판의 색상이 각기 다르다. 따라서 칼라 영역 분할 기법[8]을 이용하여 차량 번호판을 추출할 수 있다. 그러나 이 방법은 차량 색상과 번호 판이 동일한 색상일 경우 추출이 불가능하

며 또한 칼라 영상 처리는 흑백 영상 처리 보다 처리 시간이 과다하게 든다는 단점이 존재한다. 따라서 차량 번호판의 특성을 최대한 활용한 흑백 영상 처리가 적절한 접근 방식이라 여겨진다.

이를 위해 본 논문에서는 히스토그램 분포를 사용하였다. 화상 처리에서 히스토그램이란 일반적으로 명암도의 분포나 2차 화상에서 검은 화소의 분포 등을 일컫는다. 이같은 X, Y 히스토그램의 분포특성을 이용하여 추출된 경계선으로부터 차량 번호판 영역을 추출한다. 번호판의 특징은 가로:세로의 비가 2:1 이 된다는 사실이 있으며 이 사실을 이용하여 X, Y 히스토그램 분포에 의해 번호판의 영역을 추출하며 추출된 번호판에서 문자 영역 분리를 행한다.

1. 차량 번호판 후보 영역 추출

차량 번호판의 경계 부분에서는 명암도 값의 변화가 급격히 일어나므로 경계 추출을 행하여 히스토그램을 살펴보면 일정 누적 분포 이상의 값이 존재하게 된다. 따라서 Y 히스토그램과 X 히스토그램으로부터 2:1이 되는 누적 분포를 갖는 쌍을 찾으면 이것이 차량 번호판 후보 영역이 된다.

2. 차량 번호판 영역 추출 및 문자의 분리

차량 번호판은 가운데 선을 중심으로 위로 3개 또는 4개의 문자가 있으며 아래로는 5개의 문자가 존재한다. 따라서 앞 절에서 구한 차량 번호판 후보 영역으로부터 이같은 조건을 만족하는가에 대한 검사를 행함으로써 차량 번호판 후보 영역들로부터 올바른 차량 번호판 영역을 검출할 수 있다. 우선 Y 히스토그램을 살펴보면 아래 그림과 같다.

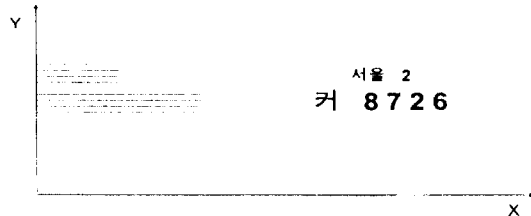


그림 4. Y 히스토그램
Fig. 4 Y histogram

이제 X 히스토그램을 구해 보면 아래와 같다.

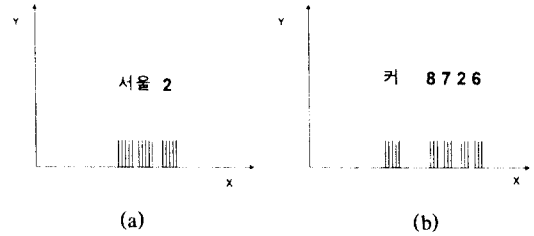


그림 5. X 히스토그램
Fig. 5 X histogram

따라서 Y 히스토그램을 통해 차량 번호판 영역의 위 부분과 아래 부분을 분리해 내고 이후 X 히스토그램을 통해 위 부분의 문자 개수와 아래 부분의 문자 개수를 계산함으로써 번호판 영역 후보들에 대한 검증 절차를 거치게 된다. 이같은 방법에 의해 번호판 영역을 추출하며 번호판 영역 추출과 문자 영역 분리를 동시에 수행할 수 있다.

V. 문자 및 숫자 인식

이제 최종적으로 번호판에서 문자를 인식해야 한다. 통상 차량의 문자는 지역 문자와 숫자, 그리고 용도부 문자로 나뉘어 진다. 그런데 각 문자들은 그 서체가 규격화 되어 있기 때문에 특징 추출의 방법으로 인식하기 보다는 원형(template)을 만들어 정합시키는 방법이 더 효율적이다. 그러나 숫자의 경우는 3, 8 등과 같은 숫자는 그 원형이 비슷하기 때문에 그림 5와 같이 가중화된 원형을 만들어 정합을 행한다.

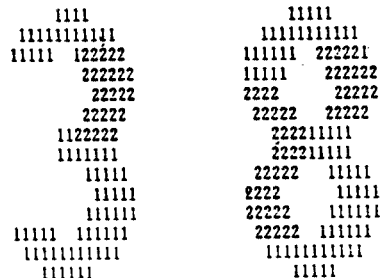


그림 6. 가중화된 원형
Fig. 6 Weighted template

가장 처리가 어려운 문자가 용도부 문자이다. 용도부 문자는 그림 7과 같은 특징을 가지고 있는데 이것을 밑에서부터 스캔하여 모음을 떨어 뜨린후 모음에 대한 원형정합을 행하고 나머지 부분은 자음이므로 자음에 대한 원형 정합을 행한다. 그러나 용도부 문자는 그림 8과 같이 자음과 모음이 함께 붙어 있는 경우도 많다. 이 경우 자음과 모음을 분리해 내야 하는데 이에 대한 알고리즘은 아직 개발이 되어 있지 않다. 다만 수평 성분과 수직 성분의 직선들의 분기점등을 통해 자음과 모음을 분리해 내고자 한다. 또한 숫자 및 지역 문자등도 해당 문자 영역을 예들들어 5x5 또는 10x10으로 분할하여 몇 %의 화소가 1의 값인가를 계산하는 percent area occupancy등과 같은 방법으로 인식을 행하는 방법도 차후 실험 방법으로 삼고 있다.

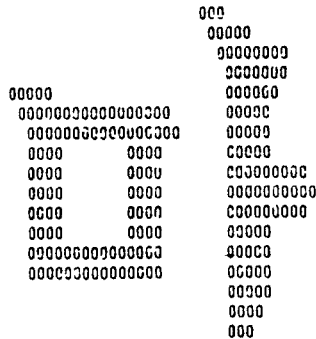


그림 7. 용도부 문자
Fig. 7 Usage Character

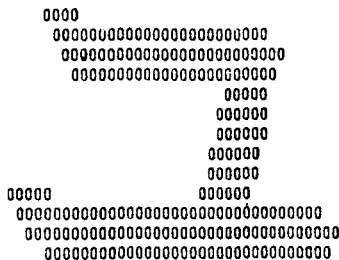


그림 8. 자음과 모음이 붙어 있는 경우
Fig. 8 Case of when vowels and consonants are joined together

VI. 실험 및 고찰

본 논문에서의 실험은 IBM-PC상에서 C언어를 사용하여 구현하였다. 그림 9가 입력 차량 영상, 그림 10이 번호판 영역 추출 결과이다. 아울러 그림 11이 문자 영역 분리, 그림 12가 최종적으로 문자를 인식한 결과를 나타낸다. 50대의 차량을 대상으로 실험하였으며 이를 차종별로 나누어보면 승용차 42대, 버스 4대, 승합차 4대이다. 이때 용도부 문자는 모두 자음과 모음이 분리된 경우로 하였으며 전체 50대중 오인식이 발생한 경우가 8대였다. 차량 번호 인식은 단 1글자가 틀리더라도 인식에 실패한 것으로 하였는데 이는 번호판의 문자는 한 글자도 틀림이 없이 인식이 되어야만 하기 때문이다. 인식에 실패한 문자 부분은 대부분 번호판 윗 영역의 작은 숫자 부분인데 이는

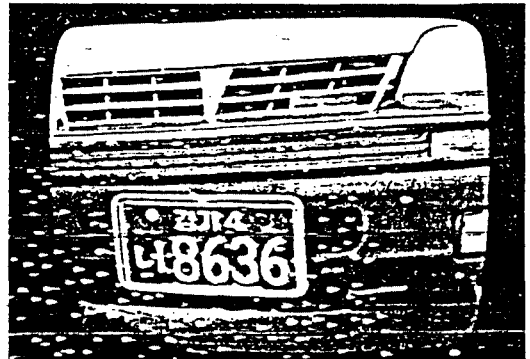


그림 9. 입력 차량 영상
Fig. 9 Input car image

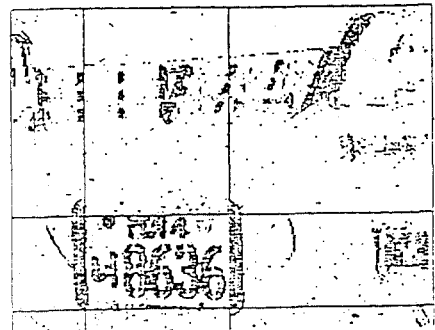


그림 10. 번호판 영역 추출 결과
Fig. 10 Result of car number plate

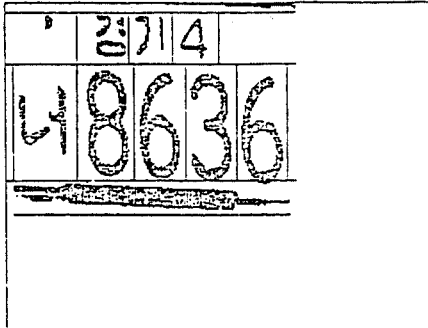


그림 11. 문자 영역 분리 결과
Fig. 11 Result of separation of character regions

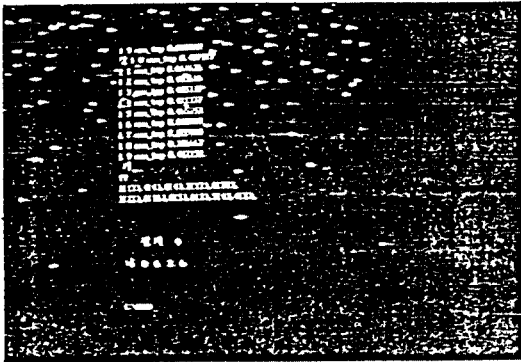


그림 12. 인식 결과
Fig. 12 Recognition result

해상도가 상대적으로 번호판 아래 영역의 숫자 보다 크기가 작기 때문에 발생한 문제라고 여겨지며 차후 이에 대한 추가 연구가 수행되어야 하리라 여겨진다. 아울러 용도부 문자에서 자음과 모음이 붙어 있는 경우 이에 대한 분리 알고리즘의 개발과 보다 다양한 실험 환경하에서 많은 실험을 통해 제안한 알고리즘의 유용성을 실용적으로 입증하기 위한 연구가 계속 수행되어야 하리라 여겨진다.

Ⅶ. 결 론

본 논문에서는 수동 AVI 시스템인 영상 처리를 이용한 차량번호판 인식 방법을 제안하였다. 화상 구조 파악에 의해 환경에 불변인 전처리과정을 구현하였고 히스토그램을 이용하여 차량번호판 영역 추출과

문자영역 분리를 행하였다. 또한 원형 정합에 의해 분리된 문자들에 대한 인식을 수행하였다. 앞으로 자음과 모음이 붙어 있는 용도부 문자에 대한 인식 방법의 개발과 전용 프로세서의 설계등에 대한 연구가 지속되어야 하리라 여겨진다. 또한 차후 운전자 얼굴 인식 시스템도 개발하여 완전한 AVI 시스템 구축에 대한 지속적인 연구가 수행될 예정이다.

참 고 문 헌

1. T. K. Lim et al. "Image Segmentation and Character Recognition of Vehicle Licence Plates for Electronic Road Pricing," the 3rd International Conference on Automation, Robotics and Computer Vision, 1994.
2. H. S. Choi et al. "A Study on Segmentation of Vowels and Consonants of Noisy and Distorted Korean Characters and Their Recognition," Journal of KICS, 1997.
3. B. T. Chun et al, "A Method to Extract Vehicle Number Plates by Applying Signal Processing Techniques," Journal of KITE, 1993.
4. 安居阮, 催, "リアビューからの車兩番號抽出法," 昭和 60年度情報, システム部問信學全大, 155.
5. A. K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NT, 1989.
6. D. H. Ballard, Computer Vision, Prentice-Hall, Inc., 1991.
7. D. Dubois and H. Prade, "Toll Sets," Proc. IFSA '91, Brussels, Artificial Intelligence, pp. 21~24, 1991.
8. Y. Ohta et al, "Colour Information for Region Segmentation," Computer Graphic and Image Processing, Vol. 13, pp. 222~241, 1980.



조 동 옥(Dong Uk Cho) 정회원

1983년 2월: 한양대학교 공대 전자공학과 졸업(공학사)

1982년~1983년: (주)신도리코 장학생 겸 기술연구소 연구원

1983년 5월~1985년 8월: 한양대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1985년 9월~1989년 2월: 한양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학박사)

1986년~1993년: 한양대학교 공대강사, 충북대 대학원강사

1991년 3월~현재: 서원대학교 정보통신공학과 부교수, 전산소장역임

1996년 10월: 동양일보 선정, "충청을 이끌 50인에 선정"

1996년 11월: 한국통신학회, 한국통신학회 충북지부 학술상 수상

1997년 1월: 중부매일 선정, "21세기를 이끌 주역 5인에 선정"

1997년 3월: 서원대학교 개교 기념 공로상 수상

1997년 7월: 한국통신학회 공로상 수상

1995년~현재: 한국통신학회 충북지부 임원(부지부장)

※주관심분야: 영상처리 및 인식, 신경회로, 퍼지이론 및 영상통신



조 용 환(Yong Hwan Cho)정회원

1989년 2월: 고려대학교 대학원 통계학과(이학박사)

1978년 3월~1981년 10월: 한국전자통신연구원 통신망 계획실 선임연구원

1982년 6월~현재: 충북대학교 컴퓨터공학과 교수

1991년 6월~1992년 8월: 미국 Nevada주립대학교 전기 및 컴퓨터공학과 교환교수

1993년 11월~1997년 12월: 한국통신학회이사, 저부장

1996년 3월~1996년 6월: APIITest-bed Forum 운영위원회 홍보/출판분과 위원장

※주관심분야: 트래픽 엔지니어링, ATM망 트래픽 제어, 번호 계획, 영상이해, 개인휴대통신