

DCT와 Correlation을 이용한 자동차번호판 추출에 관한 연구

정희원 경보현*, 손태주**, 남궁연*, 남궁재찬*

A Study For Automobile License Plate Extraction Using DCT and Correlation

Boo Hyun Kyong*, Tae Ju Shon**, Yeun Nam Kung*, Jae-Chan Nam Kung* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 디지털 카메라를 통해 얻어진 자동차 영상으로부터 이산코사인변환(Discrete Cosin Transform : DCT) 과 코렐레이션(Correlation)를 이용한 자동차번호판 영역추출방법을 제안한다. 번호판은 문자와 문자의 배경으로 이루어져 있고 번호판 영역이 직사각형으로 되어있다는 특징을 이용하여 자동차영상을 DCT처리하여 수직, 수평성분만을 추출한후 이 수직,수평 성분을 가지는 영상에서 코렐레이션(Correlation)을 이용하여 번호판영역을 추출한다. 추출된 번호판영역은 투영 히스토그램(Histogram)에 의해서 번호판영역내에 있는 문자들을 분리한다. 기존의 방법과 비교하여 날씨가 흐리거나 너무 밝거나 밤에 찍은 영상들에 대해서도 우수한 번호판영상을 추출할수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, We propose the automobile license plate extraction method using Discrete Cosin Transform and Correlation from automobile image obtained through digital camera. The automobile license plate is consisted of the character and rectangle background of it. We extracted the automobile edge image by the DCT processing of automobile image and Obtained the automobile license plate from the automobile edge image by Correlation processing. We separated characters from automobile license plate using the projection histogram. Compare to the previous methods, we obtained the good result from extracting the automobile license plate at night, very strong light and bad weather.

I. 서론

경제의 급격한 성장에 따른 차량의 증가는 사회의 여러방면에 영향을 주고 있다. 도로의 교통상황, 차량의 이동상황등은 이미 실생활에서 중요한 정보로 작용하고 있으며, 주차 시설 사용, 고속도로 및 유료도로사용의 정보는 요금징수 자동화의 핵심적인 정보가 될 것이다. 뿐만 아니라, 차량 도난 사건 및

차량에 의한 범죄가 급격한 속도로 증가하고 있어 이에 대처하기 위한 기동력 향상과 정보관리 기술의 도입이 요구된다. 이러한 필요성을 충족시키기 위해서는 자동차 번호판 인식 시스템은 일정한 장소에 고정되어 사용,관리하므로 설치관리가 어려울 뿐 아니라 범죄수사에 직접적으로 사용하기 어렵다. 이러한 단점을 보완하여 시스템을 소형, 경량화할 경우 순찰 차량에 설치하거나, 순찰 요원이 휴대하여 사용할수 있으므로 차량에 의한 범죄에 신속하

* 광운대학교 컴퓨터공학과

** 광운대학교 전산대학원

논문번호 : 99480-1130, 접수일자 : 1999년 11월 30일

게 대처할 수 있다. 또한 불법주차 단속, 주차차량 관리등의 부수적인 사회 파급효과를 기대할 수 있다.

우리나라에서는 1987 정양환의 “자동차 번호판 추출과 인식에 관한 연구”가 발표된 이후 자동차 번호판 자동 인식을 위한 연구는 크게 2가지로 구분되어 연구를 진행해 왔다. 첫째는 화상에서 자동차 번호판 영역을 분리(추출)해 내는 일이다. 둘째는 번호판 영역에서 문자를 정규화 하고 문자를 인식하는 과정이다.

화상에서 자동차 번호판 영역을 분리한 방법으로는 다음과 같은 방법들이 제안되어 있다.

- 1). Edge 검출에 기초한 휴 변환(Hough Transform)
- 2). 원형정합(Template Matching)
- 3). X-Y 투영(Projection)
- 4). 그레이 값이나 칼라의 차이를 이용하는 법
- 5). 명암도 차이를 이용하는 법
- 6). 번호판의 색 비교법

휴 변환법(Hough Transform)은 먼저 전체 영상에 대하여 경계선 추출을 위한 연산을 수행하고, 결과 영상에 대해 이치화 과정을 거친다. 이치화한 영상에 대하여 번호판의 수평 및 수직 성분을 추출하기 위한 휴 변환을 수행하고, 번호판 테두리의 특징 정보, 즉 수평과 수직의 비율이 2:1인 특징을 이용하여 이를 만족하는 영역을 번호판 영역으로 추출한다. 휴 변환을 이용한 방법은 전체 영상에 대한 처리가 필요하므로 처리 시간이 길어지고 메모리의 사용량이 많아진다는 단점을 갖는다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 여러 가지 변형된 휴 변환 방법이 제안되고있는 데 영역제한 휴 변환 방법이나 피라미드 계층화 휴 변환 방법이 대표적인 방법이다. 그러나 이러한 방법 역시 전체 영상을 처리하는데 소요되는 처리 시간과 여러 단계의 처리 과정을 거치는 동안 발생할수 있는 원영상의 정보 손실로 인한 영역 추출의 실패가 그 문제점으로 지적되고 있다.^[11]

원형정합법(Template Matching)은 자동차 번호판의 원형을 이용하여 번호판의 위치를 찾는 방법이다. 이 방법은 기준 원형 정합(Generic Template Families)을 다수 적용하여야 하므로 기준 원형 집합의 생성이 필요하다. 번호판의 위치를 비교적 정확히 찾을 수 있는 장점이 있는 반면 처리 시간이 많이 걸리는 단점이 있다.

X-Y 투영법은 자동차 영상에 대해 에지를 검출해서 X-Y 투영을 구한 후 가로 대 세로의 비율 고

려하여 투영에서 번호판의 가로, 세로 테두리를 찾는 방법으로 y축 히스토그램에서 테두리 부분에 피크(Peak)가 형성된다는 사실을 이용하여 횡방향 테두리를 구하고, x축 히스토그램과 번호판 테두리의 수평 대 수직의 비율이 2:1인 사실을 이용하여 종방향의 테두리 위치를 구한다. 이 방법은 빠른 시간 내에 자동차에 번호판 영역을 찾을 수 있다는 장점이 있는 반면 적절한 이치화 값의 결정 문제와 테두리 부분으로 판정하기 위한 임계값의 결정이 어렵다는 문제를 안고 있다.^[12]

그레이값이나 칼라의 차이를 이용하는 방법은 RGB색공간을 HSI색공간으로 변환한 칼라 정보를 이용한다. 분할된 영상으로부터 자동차 번호판 영역의 가로 대 세로 비의 크기 정보를 이용하여 자동차 번호판의 후보를 산출하고 번호판 영역의 고유한 색 정보를 이용하여 최종적인 번호판 영역을 검출한다. 이 방법은 에지 검출에 의한 방법에서 에러가 많이발생하는 자동차의 구조에 관계없이 번호판을 추출할 수 있는 장점이 있는 반면 빛의 영향이나 얼룩으로 인해 입력 영상이 많이 변형되었을 경우 번호판을 추출할 수 없다는 단점이 있다.^[8]

명암도 차를 이용하는 방법은 자동차 번호판 영역은 다른 부분에 비하여 비교적 좁은 영역이고 일정한 명암값을 갖은 배경 위로, 이와는 대비 관계에 있는 명암값을 갖은 문자가 배치되어 있다는 점을 이용한다. 자동차 영상에서 수평으로 명암도를 조사하여 명암값의 변화가 빈번하게 일어나고 있는 지점을 번호판으로 인식하는 방법이다. 이 방법은 특별한 전처리 과정을 필요로 하지 않고, 입력 영상에서 전체 영역이 아닌 일정 간격의 수평 라인의 명암값 변화만을 검사하므로 처리 시간을 대폭 줄일 수 있다는 장점이 있다. 그러나 영상 잡음에 민감하고 번호판 내에서의 명암값의 불균일성, 번호판 배경 부분과 문자 부분의 명암값 차이의 변화 등에 탄력적인 대응이 불가능하여 인식률이 매우 낮아질 수 있다는 단점이 있다. 또한 번호판 영역의 검중에 사용되는 여러 조건들을 입력 영상으로부터 직접 구하지 못하고 입력 영상에 대한 사전 지식에 의존하기 때문에, 일정한 조건을 만족시키는 번호판에 대해서만 적용 가능하다는 단점을 갖는다.^[5]

색 비교법은 자동차 영상에서 번호판 색상의 RGB값을 분석하여 임계값을 조정한 후 번호판 영역에 해당하는 색상만 추출하는 방법으로 특별한 전처리 과정이 필요 없고, 자연 현상에 의한 풍화, 번호판의 외부적 요인들로 인하여 훼손된 번호판

인식도 가능하나 동일한 색상의 차량과 배경색에 영향을 받아 인식률이 떨어지는 단점이 있다.^[8]

II. 번호판의 특징

번호판은 가로세로의 비가 2 : 1 이며 문자의 서체, 크기, 종류, 위치등이 규격화되어 있다. 그리고 차량 번호판의 가장 커다란 특징은 차량의 종류에 따라 색깔의 차이가 있다는 점이다. 가장 많이 사용되는 자가용의 경우 녹색 바탕에 백색의 문자로 구성되어 있고 영업용의 경우 노란색 바탕에 파란색 문자로 구성된다. 칼라 영상을 이용하는 경우 번호판의 바탕색을 검출하는 방법을 생각할 수 있지만, 번호판의 종류에 따라 다른 색깔을 검출해야 하고 번호판의 바탕색과 같은 색깔의 영역이 존재하는 경우 또는 어두운 환경에서 색깔의 정보가 손상되는 경우와 조명에 의해 색깔이 변조되는 경우는 번호판 영역을 찾는 데 실패할 가능성이 높다. 그리고 칼라 영상은 무엇보다도 처리해야 할 자료의 크기가 크고 각각의 기본 색상에 대한 처리 과정이 다를 수 있기 때문에 동일한 결과가 나타날 때, 명암값으로 이루어진 흑백 영상 자료를 처리하기 위해 소요되는 시간보다 더 많은 처리 시간이 필요하다. 그리고 표1)는 현재 국내의 번호판 규격표^[9]이다.

표 1. 번호판 규격표

차종	번호판크기	바탕색	글씨색
승용차	자가용 용	335×170(mm) 녹색 (색표번호:0659)	백색 (색표번호:1488)
	영업용	335×170(mm) 황색 (색표번호:0342)	남색 (색표번호:1102)
승합차	자가용	335×170(mm) 404×220(mm) 녹색 (색표번호:0659)	백색 (색표번호:1488)
	영업용	404×220(mm) 황색 (색표번호:0342)	남색 (색표번호:1102)

III. DCT를 이용한 번호판 추출

3.1 DCT 개요

DCT는 직교변환^[3]을 이용하여 데이터(Data)를 특정한 성분으로 집중하여 데이터(Data)를 압축하며, DCT는 직교변환은 하나로써 이산푸리에변환(Discrete Fourier Transform : DFT)^[3]와 같은 종류의 주파수 변환방법이다. 그리고 DCT의 수행과정은 영상데이터를 8*8의 블록으로 나누고 이 블록내의

최소에 대해서 DCT연산을 행하여 원영상을 2차원 주파수 평면에 나타낸다.

● 1차원 DCT변환식

$$f(x) = \frac{2}{N} \sum_{u=0}^{N-1} C(u)F(u) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \quad (1)$$

$$F(u) = \frac{2}{N} C(u) \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \quad (2)$$

$$u = 0 \text{인 경우 } C(u) = 1/\sqrt{2}$$

$$u \neq 0 \text{인 경우 } C(u) = 1$$

● 2차원 DCT변환식

$$f(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v)F(u, v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \quad (3)$$

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \quad (4)$$

$f(x, y)$ 는 입력화상

$F(u, v)$ 는 변환결과(변환화상)

계수 C 는 $u, v = 0$ 인 경우 $C(u) = 1/\sqrt{2}$

$C(v) = 1/\sqrt{2}$ 그외는 1이다.

3.2 DCT를 이용한 에지 추출

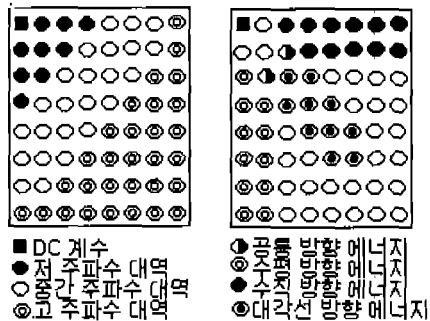


그림 1. DCT계수의 주파수별 분포도

정지화상을 8*8의 화소 블록으로 나누어 DCT변환을 하면 그림1)과 같이 원 공간 영역의 화소 블록에 대하여 64개의 변환 계수가 발생한다. 그림1)을 보고 정지화상을 DCT로 변환 했을 때 DC계수와 수직, 수평방향의 에너지 만을 이용하여 Edge를 추출한다. 그리고 그과정을 그림2)와 같이 보인다.

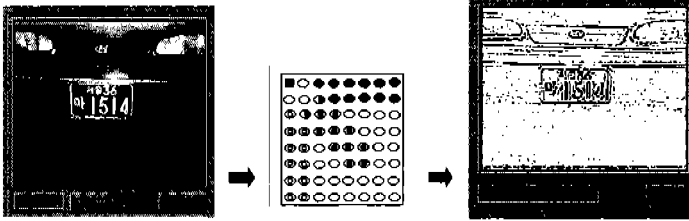


그림 2. 수직,수평 성분만추출

IV. 코릴레이션(Correlation)

Correlation은 2개의 영상들 사이의 상관성 측정하는 것이다. 상관성의 측정은 F_m 과 F_n 의 절대적인 차이의 값을 이용하는 것으로 상관성은 일반적으로 식(5)을 이용한다. 어려움이 낫다는 것은 상관성이 높다는 것을 나타낸다.

위의 식에서 F_m 은 자동차 번호판 영상을 2차원 DCT로 처리하고, 이치화하여 미디안 필터링 한 영상을 말한다.

$$e(m, n) = \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N |Fm(j, k) - Fn(j, k)| \quad (5)$$

자동차 번호판 영상에서 자동차 번호판 영역을 추출하기 위하여 코릴레이션(Correlation)을 실시하기에 앞서 F_n 의 표준패턴(번호판의 모서리 r_1, l_1)을 만들어야 한다. 또한 이 표준패턴은 자동차 번호판 영역추출하는 데 가장 중요한 요소이므로 여러 개의 자동차 번호판 영상에서 가장 일반적인 패턴을 찾아서 설계하여야 한다.

V. 번호판 추출 알고리즘

- Step1. 자동차영상을 8*8화소블록으로 나누어 2차원 DCT로 변환한다.
- Step2. 변환한 DCT계수에 수평, 수직에너지 중에서 가장 높은 에너지를 갖는 1라인만 남기고 나머지는 0으로 한다 다음 DCT처리한다.
- Step3. 수직, 수평 성분을 강조하기 위해 이치화한다.
- Step4. 잡음 제거를 위해 Median Filtering.
- Step5. 표준패턴(4개)과 비교패턴의 상관성을 조사하여 상관성이 높은 순으로 정렬.
- Step6. 1,4번 좌표에서 상관성이 가장 높은 좌표들이 가로:세로의 비가 2:1이면 번호판 영역.

Step7. Step6이 실패할 경우 2,3번 좌표들중 상관성이 가장 높은 좌표들이 가로:세로의 비가 2:1이면 번호판 영역.

VI. 실험과정



그림 3. 원영상 필터링후

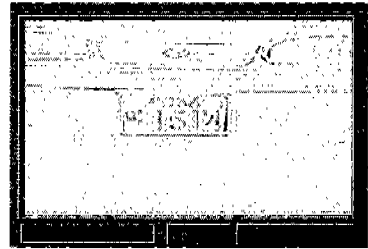


그림 4. 에지추출

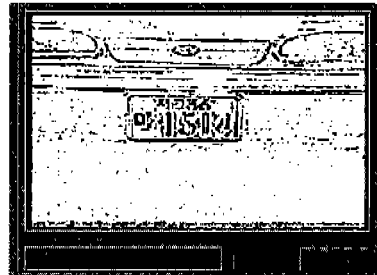
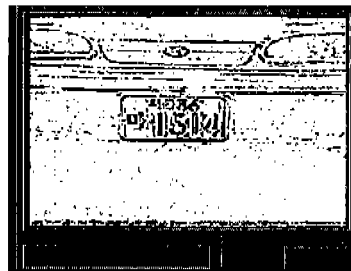


그림 5. 에지추출의 이치화



F_m 비교패턴 F_n 표준패턴(4개중 1개)

그림 6. 코릴레이션(Correlation) 추출과정



그림 7. 추출된 번호판영역

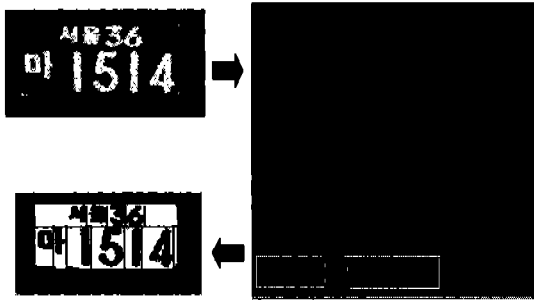


그림 8. 번호판영역의 영역 분리과정

야간에 비디오 카메라로 획득한 영상에서 번호판 추출

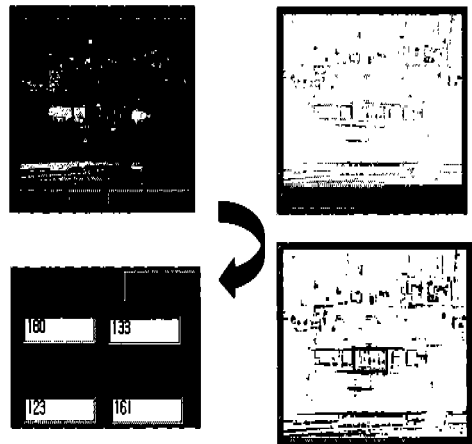


그림 11. 야간에 비디오 카메라로 획득한 영상에서 번호판 추출

VII. 여러 조건에서의 실험결과

영상획득(Digital 카메라)

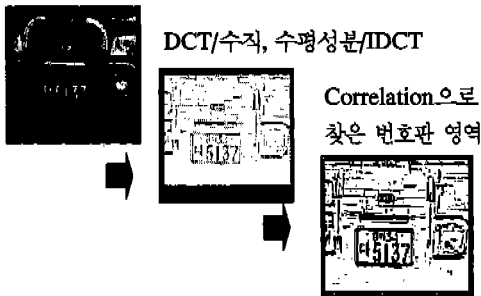


그림 9. 번호판 추출 전과정

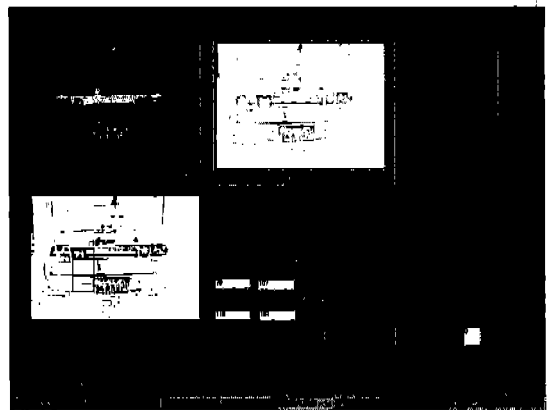


그림 12. 번호판영역 추출 실패한 예

자동차 전시장의 밝은 조명 상태에서 촬영한 영상

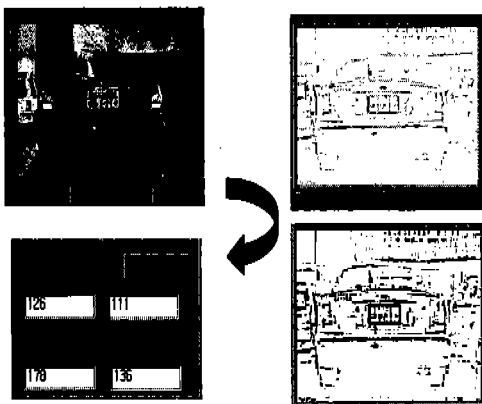


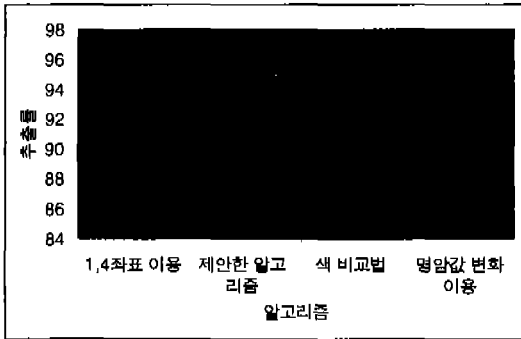
그림 10. 전시장의 밝은 조명 상태에서 촬영한 영상

VII. 실험환경 및 결과

본 논문은 실험환경 Pentium II 333Mhz프로세스와 비주얼 C++6.0으로 시뮬레이션 프로그램을 작성하고 320*240 칼라영상을 사용하여 실험하였다.

먼저 320*240 크기의 칼라영상을 그레이 영상으로 변환을 하고 이변환된 영상을 가지고 2차원 DCT를 수행한다.그리하여 2차원 DCT에 의해서 변환된 주파수 평면에서 수직, 수평성분만을 추출하여 다시 2차원 역 DCT를 수행한다.그러면 자동차그레이 영상이 에지성분만 가진 영상으로 변환된다. 이변환된 에지영상에서 코릴레이션(Correlation)^[2]연산을 이용하여 번호판의 각모서리부분을 찾는다. 이러한방법으로 오전,오후, 밤, 훼손된 번호판의 자동차

영상 200장을 가지고 실험을 하여 191장의 정확한 번호판영역이 추출되었다.



1,4번 좌표만 사용한 경우 추출율 : 88%
 제한한 알고리즘을 사용한 경우 : 95.5%
 색 비교법을 이용한 경우 : 93.3%
 명암값 변화 특성을 이용한 경우 : 90.7%
 추출율이 평균 : 2-5% 향상이 됨

IX. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 DCT와 코릴레이션을 이용한 자동차 번호판추출에 대해 연구를 하였다. DCT를 이용하여 수평, 수직성분을 쉽게 추출하였고 이 추출된 영상에서 번호판이 먼지나 오물에 의해 심하게 훼손되었을 경우에도 코릴레이션에 의해 번호판 모서리 4개의 정보를 가지고 전체 번호판영역추출이 가능함을 보였다. 그리고 기존의 제안된 대표적인 알고리즘인 색 비교법과 명암값의 변화를 이용한 알고리즘보다 번호판 추출률이 약 2 - 5 % 향상된 결과를 얻었다. 그리고 향후 연구과제로는 번호판영역 모서리 4곳이 모두 손상된 경우의 추출 방법에 대해서도 연구와실험을 더해야 하며, 또 웨이블릿과 DCT자체만을 이용하여 번호판을 추출하는 방법도 연구대상이다. 이 추출된 번호판 영역을 신경망등을 이용하여 인식하는것까지 해야 할것이다. 이러한 알고리즘을 하드웨어로 구현하여 자동차번호판추출을 실시간적으로 추출하는 것도 연구과제이다.

참 고 문 헌

[1] Oppenheim, Schafer "Discrete time signal processing", 1994
 [2] Keinosuke Fukunaga "Introduction to Statistical Pattern Recognition" Second Edition

[3] 이상길저 "C언어에 의한 디지털 영상처리" 성안당
 [4] J. R. Parker "Algorithms For Image Processing And Computer Vision" Wiley, 1997
 [5] 정해용 "공간 명암값 분포를 이용한 번호판 영역 추출에 관한 연구" 한양대학교 석사학위논문, 1995
 [6] Gilbert Strang, Truong Ngyen "Wavelets and Filter Banks", 1995
 [7] Craig Marven, Gillian Ewers "A Simple Approach To Digital Signal Processing" A Witey-Interscience Publication, 1996
 [8] 박종필, "색 비교법을 이용한 자동차 번호판 인식에 관한 연구" 광운대학교 석사학위논문, 1998
 [9] T.K.Lim et al. "Image Segmentation and Character Recognition of Vehicle License Plates for Electronic Road Pricing", the 3rd International Conference on Automation, Robotics and Computer Visin, 1994
 [10] 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
 [11] 최형진, 오영환, "피라미드구조화 하프 변환을 이용한 자동차 번호판 추출방법", 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집, Vol. 14, No. 1, pp312-315, 1987
 [12] 신준용, "자동차 번호판 자동 인식에 관한 연구", 한양대학교 석사학위 논문, 1996

경 보 현(Boo Hyun Kyong)

준회원



1999년 : 서경대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)

2000년 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 대학원 석사과정

<주관심 분야> 신경망, 영상처리, MPEG, Mobile Computing

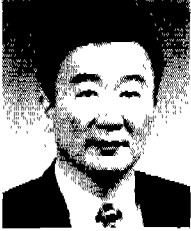
손 태 주(Tae Ju Shon)

준회원



1989년: 단국대학교 전기공학과
졸업(공학사)
2000년: 광운대학교 전산대학원
졸업(공학석사)
<주관심 분야> 영상처리, 신경망,
MPEG, 카오스

남궁 연(Yeun Nam Kung)



1971년: 광운대학교 응용전자공
학과 졸업(공학사)
1988년: 광운대학교 전산대학원
졸업(공학석사)
2000년: 광운대학교 컴퓨터공학과
대학원 박사과정

<주관심 분야> 영상처리, 신경망, MPEG, 카오스

남궁 재찬(Jae-Chan Nam Kung)



1966년 3월~1970년 2월:
인하대학교 전기공학
공학사
1974년 3월~1976년 8월:
인하대학교 전자공학
공학박사

1979년 3월~2000년 현재: 광운대학교 교수

1982년 12월~1984년 1월: 일본 동북대학교 객원연
구원

1988년 3월~1998년 현재: 한국표준연구소 객원연
구원

1989년 1월~1998년 현재: 정보과학회(전자계산연
구회) 전문위원

1991년 1월~1998년 현재: JTC1/SC18 국내위원장

1991년 8월~1998년 현재: 전자공학회(전자계산연
구회) 전문위원

1992년 7월~1998년 현재: 한국산업표준원(사무시
스템 연구분과위원회) 위원장

<주관심 분야> 영상처리, 신경망, MPEG, 카오스