

버스 전용차선에서의 차량 번호판 추출 알고리즘

Vehicle Plate Extraction Algorithm for an Exclusive Bus Lane

설성욱, 이상찬, 주재흠, 강현인, 남기곤

Sung-Wook Seol, Sang-Chan Lee, Jae-Heum Joo, Hyun-Inn Kang, Gi-Gon Nam

요 약

버스 전용차선 번호판 인식 시스템은 차량 검출 및 영상 획득, 번호판 영역 추출, 개별 문자 추출, 문자인식 및 데이터 전송의 5가지 핵심부분으로 구성된다. 이 중에서도 번호판 추출의 정확성은 전체 시스템 인식률에 지대한 영향을 줄 수 있는 부분이며, 다양한 날씨 및 주위 환경 변화에서도 정확한 추출을 요구한다. 본 논문에서는 검출 시간의 단축을 위해 획득된 영상을 피라미드 구조로 만든 후, 번호판 템플릿의 영역을 이진화하고 번호판의 분포를 가지는 후보 영역을 추출한다. 추출된 후보 영역 중 번호판 문자 분포의 특성을 이용한 검증과정을 통해 최종 영역을 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법을 버스 전용차선 도로에서 획득한 영상에 적용한 결과 다양한 날씨 및 주위 환경 변화에서도 번호판 영역이 정확히 추출됨을 확인하였다.

Abstract

License plate recognition system for an exclusive bus-lane is made of 5 core parts which are vehicle detection, image acquisition, individual character extraction, character recognition and data transmission. Among them, the accuracy of license plate extraction can bring effect significantly to the accuracy of a whole system recognition rate, also the more exact extraction of license plate is required in various weather and environment conditions. Therefore, in this paper, we propose a plate extraction algorithm that makes pyramid structure to reduce the extraction processing time, binarizes plate's template region using adaptive thresholding, extracts candidate region containing plate, and verifies a final region using plate character distribution characteristics among the candidates. Experimental results were exactly extracted the license plate region by using proposed method to the image obtained in an exclusive bus-lane with various weather and environment conditions.

Key words: License plate recognition, Exclusive bus-lane, Extraction of license plate.

I. 서론

자동차 번호판 인식 시스템은 ITS(intelligent traffic system)의 한 핵심 분야이며, 일반적인 사람의 시각과 기억력을 보조하는 수단으로 많은 방법들로 연구되고 있으며, 일부 시스템들이 실생활에 설치되어져 있고, 구현되고 있다^{[1][2][3][4]}.

컴퓨터 비전을 이용한 버스 전용차선 차량 번호판 인식 시스템은 버스 전용차선에서 버스 이외의 위반 차량의 번호를 추출하고 인식하는데 사용되어진다. 또한 이 시스템은 도난 차량의 추적, 통행료 징수의 자동화, 주차관리의 자동화, 방문차량의 자동확인, 고속도로 톨게이트에서 수배차량의 인식과 일정 구간에서 차량의 통행 시간과 통행량 조사 등의 시스템에서 광범위하게 응용될

수 있다.

이러한 버스 전용차선 차량 번호판 인식 시스템은 차량 검출 및 영상 획득, 번호판 영역 추출, 개별 문자 추출, 문자인식 및 데이터 전송의 5가지 핵심부분으로 구성된다. 이 중에서도 번호판 영역 추출의 정확성은 전체 시스템 인식률에 지대한 영향을 주는 핵심부분이다.

기존의 연구 방법은 크게 밝기값 기반의 방법과 특징 기반의 방법이 있다. 밝기값 기반의 방법은 영상의 밝기값 정보를 이용하여 번호판 영역의 일정 변화를 이용하여 번호판 영역을 추출하는 방법으로 번호판 테두리의 훼손에 영향은 적게 받으나, 주변 날씨와 환경 변화에 따른 노이즈에 의해 오인식 되는 경우가 많은 것이 단점이

다^[16], 특징 기반의 방법은 에지를 구하고 번호판 테두리의 수평 및 수직성분을 허프 변환을 이용하여 차량 번호판 영역을 추출하는 방법으로 처리시간이 길며, 번호판 테두리 훼손에 따른 오인식이 많다^{[17][18][9]}.

버스 전용차선에서 획득된 영상은 실외 영상으로써 차종과 다양한 날씨와 주위 환경 변화에 따라 매우 가변적이고 번호판의 규격은 차량의 용도에 따라 색상과 구조에 차이를 보인다^{[10][11]}.

본 논문에서는 버스 전용차선에서 버스 이외의 차량에 대하여 매우 가변적이고 다양한 날씨와 주위 환경 변화에도 정확하게 번호판 영역을 추출하는 방법을 제안한다.

제안된 전체 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 시스템은 크게 차량 검출 및 영상 획득, 전처리와 번호판 영역 분할로 구성된다.

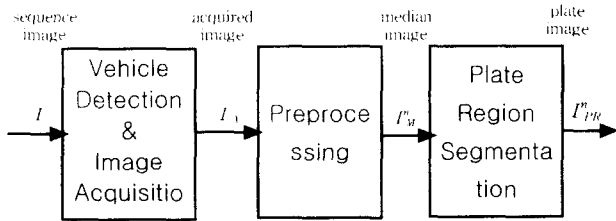


그림 1. 제안된 전체 시스템
Fig. 1. Proposed system.

II장에서는 차량 검출 및 영상 획득에 대해 알아보고, III장에서는 시간 단축을 위한 전처리 과정에 대해 기술하고, IV장에서는 차량 번호판 영역 분할을 기술한다. V장에서는 제안된 추출 방법을 적용한 실험 결과를 보이고, VI장에서 결론을 맺는다.

II. 차량 검출 및 영상 획득

차량 검출 및 영상 획득은 흑백 디지털 CCD 카메라, 조명장치(strobe), 제어 박스와 루프 코일로 구성된다. 카메라는 고속으로 움직이는 물체인 차량을 획득해야 하므로 프로그레시브(progressive) 스캔 방식의 디지털 CCD 카메라를 사용하게 된다. 설치된 구조물로부터 일정 거리 떨어진 부분에서 영상을 획득해야 하므로 전자 제어식 렌즈를 카메라에 연결한다. 도로변에서 획득된 영상은 주간과 야간의 밝기 변화가 심하며, 야간의 경우 조명을 터트리기 위해 센서를 사용하여 주위 밝기값에 따라 조명을 제어해야 한다. 제어 박스는 영상 획득을 위한 프레임 그라버(frame grabber)와 센서에 의한 조명제어 부분, 카메라와 조명장치를 움직일 수 있는 pan/tilt 드라이버 제어부분, 루프 코일에 의한 차량 검출 부분, 번호판 인식 부분과 인식 결과를 서버에 전송하는 통신 부분으로 구성된다.

그림 2는 실외에 설치된 버스 전용차선 차량 검출 및 영상 획득 시스템의 구성을 나타낸다

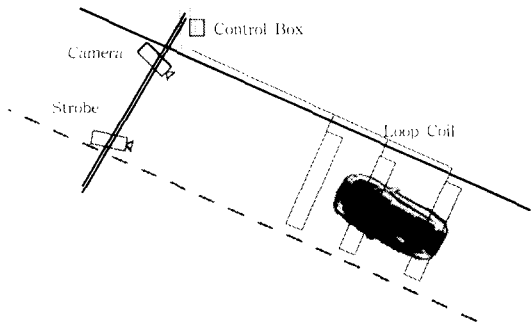


그림 2. 차량 검출 및 영상 획득 시스템
Fig. 2. Vehicle detection and image acquisition system.

차량 검출 및 영상 획득과정은 그림 3과 같다.

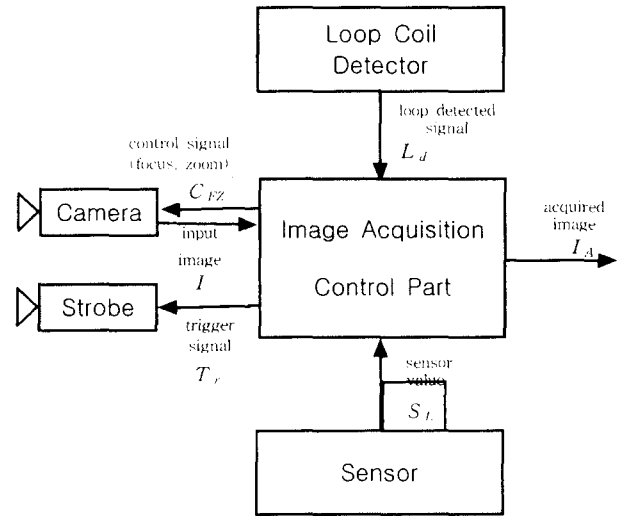


그림 3. 차량 검출 및 영상 획득 과정
Fig. 3. Vehicle detection and image acquisition process.

영상 획득 제어부는 도로변에 설치된 루프 코일로부터 검출된 신호에 의해 인터럽트가 걸리게 되고, 설정된 노출시간에 따라 영상을 획득하게 된다. 루프코일로부터 검출된 신호를 입력을 받으면, 빛 센서에 의해 획득된 값에 의해 조명을 제어하게 된다. 렌즈는 주위 밝기 변화에 따른 자동 아이리스 기능에 의해서 밝기값을 조절하게 된다. 야간이나 우천시 조리개를 더 이상 열수 없는 조건에 빛 센서 값을 임계값으로 설정하여 조명을 터트린다.

실제 획득된 많은 영상들의 번호판 오염도가 높고 주위

다른 내용사인 및 번호판 수위 인테리어로 인해 실제 색상정보에 많은 변화가 있어 보정해주어야 할 너무 많은 변수가 존재한다. 또한 칼라를 지원하는 디지털 CCD 카메라는 시스템화하기엔 너무 고가이므로 프로그래시브 방식의 디지털 CCD 카메라를 사용하였다.

III. 전처리

차량 검출 및 영상 획득 과정으로부터 획득된 영상은 1024×1024 크기로 영상 처리를 하는데 많은 시간이 소요되며, 실외 도로변상의 차량 배기가스 및 먼지에 의한 많은 잡음을 포함한다. 전처리 과정에서는 차량 번호판 영역을 추출하기 위한 영상 처리 전단계로 영상을 피라미드 구조로 만들어 상위 레벨에서 처리를 수행함으로써 시간을 단축하고, 영상의 잡음을 메디안 필터를 수행하여 제거하였다. 전처리 과정은 그림 4와 같다.

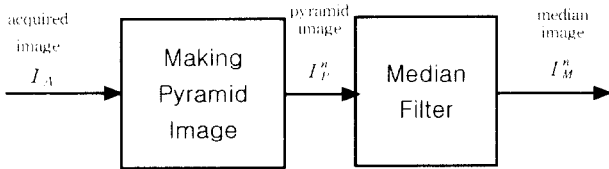


그림 4. 전처리 과정

Fig. 4. Preprocessing process.

입력 영상의 x 방향과 y 방향의 크기를 단계적으로 반으로 줄여나가면서 피라미드 구조로 영상을 만들 수 있다. 입력 영상을 I_A^1 라고 하고, $1/n$ 배만큼 크기가 줄어든 영상을 I_A^n 이라고 표현한다. 그리고 $1/(n+1)$ 배만큼 크기가 줄어든 영상을 I_A^{n+1} 이라고 하면, 원 영상의 $1/n$ 배로 크기가 조정된 영상과 이 영상을 $1/(n+1)$ 배로 만드는 과정을 식 (1)과 같이 수식적으로 표현할 수 있다.

$$I_A^{n+1}(x, y) = \frac{1}{4} \sum_{k=2x}^{2x+1} \sum_{l=2y}^{2y+1} I_A^n(k, l) \quad (1)$$

여기서, x, y 는 $n+1$ 레벨의 이미지 좌표들, k, l 은 n 레벨의 이미지 좌표들 나타낸다. 피라미드 구조로부터 상위 레벨의 영상을 선택하여 메디안 필터 과정을 수행한다. 필터된 영상을 I_M^n 이라 하고 입력 영상을 I_A^n 라고 한다면, 메디안 필터는 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$I_M^n(x, y) = Med(I_A^n(x - \frac{N-1}{2}, y - \frac{N-1}{2}), \dots, I_A^n(x + \frac{N+1}{2}, y + \frac{N+1}{2})) \quad (2)$$

여기서, N 은 필터 윈도우의 x 방향과 y 방향의 크기를 나타낸다. Med 는 여러 개의 값 중에서 중간 값을 취하는 함수를 나타낸다.

IV. 차량 번호판 영역 분할

본 논문에서 제안한 영역 분할 방법은 크게 2단계로 나뉘어져 처리된다. 첫 번째 단계에서는 영상의 각 행을 탐색하면서 번호판에 해당될 수 있는 조건을 만족하는 후보영역을 찾으며, 두 번째 단계에서는 후보 영역이 실제 번호판인지를 검증한다. 번호판 영역 분할 방법은 그림 5와 같다.

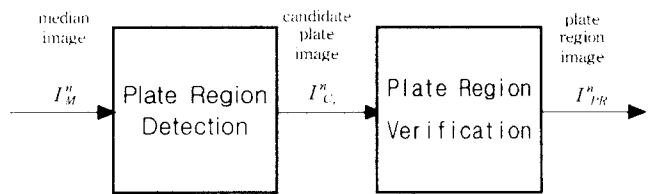


그림 5. 차량 번호판 영역 분할

Fig. 5. Plate region segmentation.

4-1. 차량 번호판 영역 특성

한국 차량 번호판의 색상은 녹색 바탕에 백색 문자와 노란색 바탕에 군정색 문자로 크게 구분된다. 차량 번호판은 상단부인 관할관청기호와 차종별 기호 그리고 하단부인 용도별 기호와 등록번호로 나눌 수 있다. 차량 번호판 영역 특성은 다음과 같다. 첫째, 차량 번호판 영역의 일반적인 특성은 번호판 영역의 가로 세로 비는 약 2:1 이다. 둘째, 번호판 영역의 배경영역과 문자 영역의 비는 약 7:3이다. 셋째, 번호판 영역은 일정한 문자 폭과 명암도 변화를 가지고 있다. 넷째, 번호판 영역의 각 문자는 상대적인 위치 정보를 가지고 있다.



(a) (b)

그림 6. 한국 번호판 종류

(a) 자가용 번호판 (b) 영업용 번호판

Fig. 6. Korean license plate types.

(a) Private plate (b) Commercial plate

4-2. 차량 번호판 후보영역 검출

버스 전용차선의 차량 번호판 인식 시스템 중 번호판 영역 추출의 정확성은 전체 시스템 인식률에 지대한 영향을 줄 수 있는 부분이다. 버스 전용차선의 차량 번호판 인식 시스템은 기존의 차량 번호판 인식시스템과의 차이점을 가지고 있다. 기존의 번호판 인식 시스템은 모든 종류의 번호판에 대해서 인식 되어야 하나, 버스 전용차선의 경우에 버스 번호판은 인식되어선 안 된다는 것이다. 따라서 번호판 영역 추출 과정에서 버스 영상은 배제되어야 한다. 이에 본 논문에서는 번호판 템플리트 마스크 윈도우를 사용하여 이를 해결하였다. 차량 번호판 후보영역을 검출하는 과정은 그림 7과 같다.

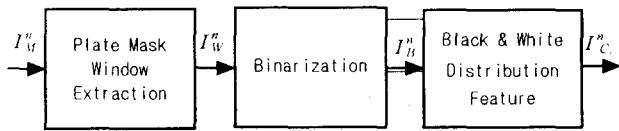


그림 7. 차량 번호판 후보영역 검출
Fig. 7. Detection of candidate plate.

차량 번호판 후보 영역 검출을 위한 번호판 템플리트 마스크 윈도우는 그림 8과 같이 설정한다.



그림 8. 번호판 템플리트 마스크 윈도우
Fig. 8. Plate template mask window.

설정된 번호판 템플리트 마스크 윈도우 영역 내부의 이미지 값을 I_w^n 라 하고, 평균값과 표준 편차를 이용하여 임계값을 결정하고, 이진화를 수행한다. 다음 식 (3)은 이진화 과정을 나타낸다.

$$m = \frac{1}{NM} \sum I_w^n(x, y)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{NM} \sum (m - I_w^n(x, y))^2}$$

$$I_B^n = \begin{cases} 1 & \text{if } I_w^n(x, y) > T_h \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

여기서, m 은 평균값을, σ 는 표준편차를 나타내고, N 과 M 은 이미지의 폭과 높이이다. 임계값 T_h 는 $m + \sigma$ 로 한다. 이진화된 이미지를 I_B^n 이라고 하고, 번호판 템플리트 마스크 윈도우 내부의 개별 문자의 상대적인 위

지 정보를 이용하여 흑백 분포를 구한다. 구해진 흑백 분포 특성에 따라 후보 영역을 결정한다. 개별 코드의 흑백 분포 특징은 식 (4)와 같다.

$$F_B^i = \begin{cases} 1 & \theta_1 \leq B \leq \theta_2, \quad i=AC, CC, SC \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

여기서, B 는 흑색인 1의 값의 픽셀 수를 나타내며, θ_1 과 θ_2 는 개별 코드 분포에 대한 실험적 값인 각각 B 의 20%와 80%로 적용하였다. AC 는 관할관청코드를 CC 는 용도별 기호, SC 는 등록번호를 의미한다. 후보 영역 검출 과정에서 영업용 번호판 구분은 자가용 번호판의 흑백 분포 비의 역으로 판별을 한다.

4-3. 차량 번호판 후보영역 검증

차량 번호판 후보 영역이 검출되면, 검출된 번호판 영역으로부터 각 번호판 코드를 분할한다. 분할된 관할관청 기호와 차종별 기호 그리고 하단부의 등록번호를 수직과 수평 프로젝션을 수행한다. 프로젝션된 결과를 통해 차량에 사용되는 번호의 특성인지를 판별한다. 판별 조건을 만족하게 되면 최종 차량 번호판인 것으로 결정한다. 차량 번호판 후보 영역 검증 과정은 그림 9와 같다.

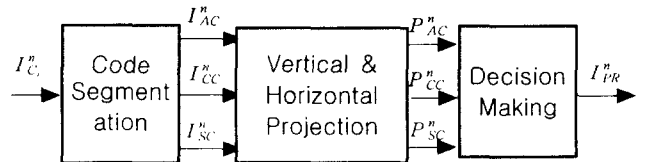


그림 9. 차량 후보영역 검증 과정
Fig. 9. Verification of candidate plate.

수평과 수직 프로젝션은 식 (5)와 같다.

$$p_h(x) = \sum_y I_c^n(x, y)$$

$$p_v(y) = \sum_x I_c^n(x, y) \quad (5)$$

여기서, $I_c^n(x, y)$ 는 차량 번호판 코드 영역의 이미지를 의미한다. 수평과 수직 프로젝션을 수행한 후, 차량에 사용되는 코드의 가로, 세로의 길이(l_x, l_y)가 일정 범위의 값($l/5 \leq l_x, l_y \leq l$)이면 코드로 판별하게 된다. 판별되는 수평 및 수직 프로젝션 결과는 그림 10과 같다.

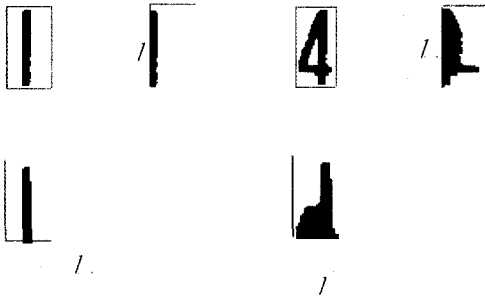


그림 10. 수평 · 수직 프로젝트
Fig. 10. Horizontal & vertical projection.

V. 실험 결과

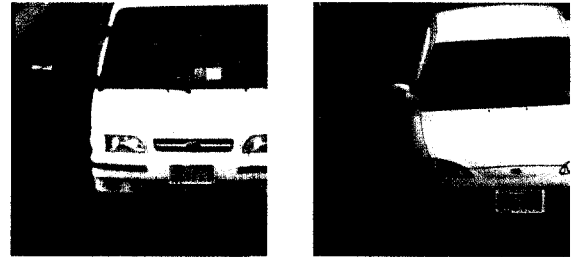
시스템은 off line 상태로 수행하였으며, 그림 11은 야간에 촬영된 영상, 그림 12는 자가용(녹색 바탕의 흰색 번호) 번호판 차량 영상이고, 그림 13은 영업용(노란색 바탕의 흰색 번호) 번호판 차량 영상이다. 각각의 그림에서 (a)는 검출된 영상이고, (b)는 번호판 영역의 템플릿 마스크 윈도우 영역이며, (c)는 검출된 번호판이다.

실험에 사용한 영상은 부산 시내의 버스전용차선에 설치된 카메라에서 획득한 영상이고, 총 3만개의 영상을 대상으로 실험을 수행하였으며 그 결과를 표 1에 나타내었다.

1 GHz의 클럭 주파수를 가지는 펜티엄 컴퓨터에서 수행시간을 고려해 보면 1대의 차량을 인식하는데 3~4초 정도의 시간이 걸렸다. 검출된 결과는 야간조명에 의한 잡음과 비와 먼지부는 잘 획득된 영상으로부터 제한된 방법이 주위 환경 변화에 잘 적응함을 알 수 있다.



(c)
그림 11. 야간 영상
Fig. 11. Night image.



(a)

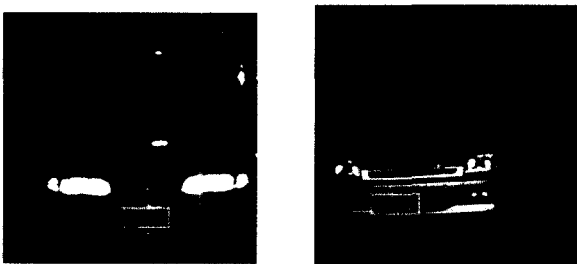


(b)



(c)

그림 12. 자가용 영상
Fig. 12. Private image.



(a)



(a)





(c)

그림 13. 영업용 영상

Fig. 13. Commercial image.

표 1. 번호판 추출률

Table. 1. Extraction ratio of license plate

	License Plate Acquisition	Correct Extraction	Extraction Rate[%]
Bus	16530	16530	100
Private	8990	8730	97.1
Commercial	4480	4221	94.2

VI. 결론

본 논문은 버스 전용차선 번호판 추출 알고리즘 방법을 제안하였다. 다양한 날씨 및 주위 환경 변화에서도 정확한 추출을 요구하며, 검출 시간의 단축을 위해 피라미드 구조를 만든 후, 적용 가능한 이진화 방법을 사용하여 번호판 템플릿의 영역을 이진화하고 번호판의 분포를 가지는 후보영역 추출한다. 추출된 후보 영역중 번호판 문자 배열의 특성을 이용한 검증과정을 통해 최종 번호판 영역을 추출한다. 제안된 방법은 주간 및 야간과 다양한 밝기 변화에서도 정확한 추출과정을 수행하였다. 버스 전용차선 번호판 추출 알고리즘 방법을 사용하여 추출된 영상으로부터 정확한 개별 문자를 검출하기 위해선 주위 환경 변화에 적응 가능한 이진화 방법과 이에 따른 잡음을 최소화한 다음 개별 문자를 추출하고, 인공 지능적인 방법을 이용한 문자 인식을 하는 연구가 필요하다.

접수일자 : 2001. 9. 20 수정완료 : 2001. 10. 21

참고 문헌

[1] Ming G. He, Alan L. Harvey and Thurai Vinay, "Vehicle Number Plate Location For Character Recognition," *ACCV'95 Second Asian Conference on Computer Vision, Singapore*, pp. 1425-1428, December 1995.

[2] S.H. Park, K.I. Kim, K. Jung, and H.J.Kim, "Locating car license plates using neural

networks," *Electronics Letters*, Vol. 35, Issue:17, pp. 1475-1477, Aug. 1999.

[3] Sang Kyoon Kim, Dae Wook Kim, and Hang Joon Kim, "A recognition of vehicle license plate using a genetic algorithm based segmentation," *IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 661-664, 1996.

[4] 자동차 등록번호표 등의 제식에 관한 고시 <건설부 교통부고시 제 1995 370호>.

[5] Eun Ryung Lee, Pyeoung Kee Kim, and Hang Joon Kim, "Automatic recognition of a car license plate using color image processing," *IEEE International Conference on Image Processing 1994*, Vol. 2, pp. 301-305, 1994.

[6] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, "Digital Image Processing," *Addison Wesley* pp. 447-455.

[7] Mei Yu and Yong Deak Kim, "An approach to Korean license plate recognition based on vertical edge matching," *Systems, Man and Cybernetics, 2000 IEEE Int'l Conf.* Vol. 4, pp. 2975-2980, 2000.

[8] G.M. Kim, "The automatic recognition of the plate of vehicle using the correlation coefficient and Hough transform," *Journal of Control, Automation and System Engineering*, Vol. 3, No. 5, pp. 511-519, 1997.

[9] S. Mallat and S. Zhong, "Characterization of signals from multiscale edges," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intel.*, pp. 710-732, 1992.

[10] T. Naito, T. Tsukada, K. Yamada, K. Kozuka and S. Yamamoto, "Robust recognition methods for inclined license plates under various illumination conditions outdoors," *Intelligent Transportation Systems, 1999. Proceedings. 1999 IEEE/IEEJ/JSAI International Conference*, pp. 697-702, 1999.

[11] J.M. White and G.D. Rohrer, "Image thresholding for optical character recognition and other applications requiring character image extraction," *IBM J. Develop.*, 1983.



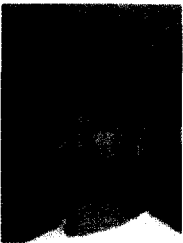
설성욱(Sung Wook Seol)
正會員
1995년 경상대학교 컴퓨터공학과
(공학사)
1998년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
1998-현재 부산대학교 전자공학과
박사과정

관심분야 : 영상처리 및 컴퓨터 비전, 얼굴인식,
멀티미디어



이상찬(Sang Chan Lee)
正會員
1985년 부산대학교 전자공학과(공학사)
1994년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
1985년 1991년 6월 효성 T&C 컴퓨터
사업부 근무
2000년 부산대학교 전자공학과
(공학박사)

1997년 현재 동의공업전문대 영상 정보지리과 전임강사
관심분야 : 컴퓨터 비전, 영상처리



주재흠(Jae Heum Joo)
正會員
1988년 부산대학교 전자공학과(공학사)
1990년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
1990년 1월-1992년 2월 삼성전자
가전종합 연구소
2000년 부산대학교 전자공학과
(공학박사)

1992년 3월 현재 카톨릭대학교 전자계산과 조교수
관심분야 : 패턴인식, 컴퓨터 비전, 가상현실



강현인(Hyun Inn Kang)
正會員
1984년 동아대학교 전자공학과(공학사)
1995년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
2000년 부산대학교 전자공학과
(공학박사)

1983년 8월-1989년 3월 삼성전자(주) 기술연구소
주임연구원

1989년 4월-1991년 9월 삼성중공업(주) 기계전자연구소
전임연구원

1991년 10월-1994년 3월 IGM Robot Co., Ltd., 기술부장
1994년 4월-2000년 4월 하나정보기술(주) 상무
2000년 5월-2001년 현재 (주)인팩 대표이사

관심분야 : 영상검색, 영상처리 기기



남기곤(Ki Gon Nam)
正會員
1977년 부산대학교 전자공학과(공학사)
1981년 부산대학교 전자공학과
(공학석사)
1989년 부산대학교 전자공학과
(공학박사)

현재 부산대학교 전자공학과 교수
부산대학교 컴퓨터 및 정보통신 연구소 연구원,
한국 신호처리·시스템 학회 상임이사

관심분야 : 컴퓨터 비전, 패턴인식