다수 차량의 후면 번호판 추출

Rear Car License plate Detection of One More Cars

이 상 용*, 김 영 백
(Sang-Yong Rhee and Young-Baek Kim)

Abstract : We suggest a method to detect rear car license plate of one more cars by using blobs. First, we try to search all of the blobs from an input image based on the difference between objects and background. Second, we obtain rectangles enclosed the blobs, and rectangle clusters by considering the properties, for example, the number, size, distance, position. Third, the cluster is verified by the Support Vector Machine. Even if we only use the adaptive binarization as the preprocessing, the detection ratio is very high.

Keywords : car license plate detection, blob, SVM

I. 서론

인간이 시각을 통하여 사물을 어떻게 인식하는지를 알기 위하여 많은 연구를 하고 있지만 아직은 인식하는 과정을 설명하는 몇 가지 패러다임만이 존재한다. 그 중에서 가장 설득력 있게 받아들여지고 있는 패러다임은 다음과 같다. 즉, "인식과정은 거기에 어떤 것이 있을 것이다 라는, 결코 확실하지 않은, 다시 말하면, 예측적인 가설을 확인하는 것이다"[1] 라는 패러다임이다.

자동차 번호판 인식은 교통자료 수집, 주차장 관리, 통행료 징수 등의 문제를 해결하기 위한 중요한 분야 중에 하나이기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다[2-9]. 그런데 대부분의 연구에서는 자동차 번호판의 인식을 위하여 자동차의 완전한 정면에서 획득된 영상만을 이용하고[2-9], 자동차의 번호판을 후면에서 인식하는 연구는 거의 없다. 자동차의 정면에는 번호판 이외에 다른 특별한 문자나 숫자가 거의 존재하기 않아서, 번호판인식의 난이도가 높지 않기 때문으로 판단된다. 그러나 난이도가 있다고 하더라도 경찰의 순찰차처럼 다른 자동차와 동일한 방향으로 진행하면서 자동차번호를 인식할 필요가 있기 때문에 자동차 후면의 번호판 인식 역시 필요하다. 또한 순찰차의 앞을 달리는 차량뿐만 아니라 옆을 지나가는 자동차번호를 인식할 필요가 있기 때문에 하나 이상의 번호판 인식도 가능해야 한다.

기존 연구들에서 자동차 번호판을 추출하기 위해 사용하는 핵심적인 특징은 번호판의 색상은 우리나라의 경우에 비사업용 중에서 자가용 등은 녹색 바탕에 백색 글씨, 외교관 등은 황색바탕에 흑색 글씨, 사업용 중에서 일반용인 경우에는 황색 바탕에 남색 글씨, 대여용인 경우에는 자가용과 동일하게 녹색바탕에 백색 문자로 되어 식별하기 좋게 되어있다는 것과 번호판의 대부분은 자동차 영상의 중앙 하단부에 위치하고 있다는 것 그리고 번호판 영역의 각 숫자는 상대적인 위치 정보를 가지고 있다는 특징이다. 즉, 자동차 번호판이 자동차 영상의 하단부에 있다는 특징을 이용하여 영상의 하단부를 탐색하는데 이 때 첫 번째 특징을 이용하여 명암 값이 크게 차이가 나는 부분이 일정하게 교차하는 부분을 자동차 번호판 후보로 선택한다. 그러나, 자동차 후면의 경우 이러한 특징을 사용할 수가 없다. 즉, 자동차의 뒤쪽에는 자동차 번호판 이외에도 여러 가지 문자나 숫자가 존재할 가능성이 매우 높으며, 자동차 번호판이 자동차의 중앙 하단부에 위치하는 자동차가 많지만, 상용 자동차의 경우 자동차 하단부라고 하더라도 왼쪽이나 오른쪽이 있는 경우가 있으며, 일부 RV는 자동차의 중단부 오른쪽에 있는 경우도 있고, 자동차 뒤쪽에는 상용자동차의 경우에 상업적인 목적에 의해서 번호판 주위에 다른 구조물을 장착하는 경우가 많이 있다. 따라서 기존 연구와 같이 획득된 영상의 하단부에서 상단부로 가면 영상의 명암값이 차이가 나는 부분을 찾는 알고리듬은 매우 제한적으로 적용될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 영상에서 블럽을 추출하고 블럽의 특징을 분석하여 자동차 번호판을 찾아내는 방법을 제시한다. 그리고 하나 이상의 번호판을 찾을 때는 첫 번째 번호판을 찾을 때의 정보를 이용하여 보다 빠르게 찾을 수 있음을 보인다. 2장에서는 관련연구를, 3장에서는 SVM에 대하여 간단히 소개하고, 4장에서는 본 연구에서 제시하는 알고리즘을, 5장에서는 실험결과에 대한 분석을 하고, 6장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

번호판 추출에 관한 연구는 번호판 후보 영역을 선택하는데 사용한 특징의 종류와 검증 단계에서 사용한 특징의 종류에 따라 구별된다. 또한, 대상 영상의 종류에 따라 사용되는 특징의 종류가 다르기도 하다. 컬러 영상, 명도 영상, 이진 영상으로 대상 영상을 분류해 볼 때, 컬러 영상을 사용한 연구로는 번호판의 색깔과 질감을 분석하는 신경망을 필터로 사용하여 번호판을 추출하는 방법[6]과 번호판 영역의 컬러 특징을 분석하여 결정하는 방법[13]등이 있다. 명도 영상의 경우에는 번호판 영역의 문자와 배경이 뚜렷

* 책임저자(Corresponding Author)
논문접수 : 2005. 11. 15., 채택확정 : 2006. 2. 25.
이상용, 김영백 : 경남대학교 컴퓨터공학부
(syrhee@kyungnam.ac.kr/baroaleum@nate.com)
※ 본 연구는 2005년도 경남대학교 학술논문 게재 연구비의 지원으로 수행되었음.

하게 구분되어 나타난다는 특징을 명암 벡터로 표현하여 번호판을 추출하는 방법과[3] 최적의 임계값을 결정하여 번호판을 추출하는 방법 등이 있다. 이진 영상을 사용하는 경우는 명암 변화도를 이용하거나[2], 번호판이 선으로 이루어져 있다는 특징을 이용하여 번호판을 추출하는 방법이 있다[14].

본 논문에서는 실시간으로 입력되는 자동차 후면 영상에서 번호판 영역만을 추출하는데 초점을 맞추고 있다. 따라서 시간이 많이 걸리는 컬러 영상보다는 명도 영상을 이용하는 것이 바람직하다. 하지만 자동차 후면에서 번호판을 인식할 경우 기존의 명도 영상에서의 연구방법인 번호판의 위치를 탐지하기 위하여 영상의 아래쪽에서 위쪽방향으로 탐색하면서 자동차 번호판과 자동차의 다른 부분들과 구별되는 특징 중에 하나인 여러 번의 밝기변화가 발생하는 곳을 인지하는 방법으로는 자동차 후면의 번호판을 탐지하는 경우에 많은 오류가 발생할 가능성이 높다. 일반 승용차를 제외한 SUV나 RV 혹은 상업용 자동차인 트럭 등은 자동차 번호판이 범퍼에 부착되어 있지 않는 경우도 있고, 자동차 뒷면의 경우에는 차를 생산한 회사라든가 혹은 상업용 자동차의 경우 소속회사 그리고 다른 광고물도 부착되어 있는 경우가 있기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 획득한 영상에서 블럽을 추출하고, 블럽 상호간의 관계가 자동차 번호판의 등록번호 관계와 동일한 것을 찾아내어, 자동차 번호판의 위치를 탐지하는 방법을 제안한다.

III. SVM(Support Vector Machines)

1. SVM의 기본개념

SVM은 Glucksman이 1966년에 기본 개념을 고안한 이래 최근 많은 연구자들에 의해 활발하게 연구되고 있는 분류, 예측 모델링 기법이다. SVM 분류기 구축을 위해서는 입력데이터 x와 지지벡터(support vector) x_i는 비선형 함수 Φ를 이용해서 $\Phi(x)$, $\Phi(x_i)$로 대체된 후, 특징공간(feature space)으로 변형된다. 이 때, 커널함수 $K(x, x_i)$를 이용하면 입력공간(input space)과 특징공간에서의 역할이 한번에 처리되어 계산상의 어려움을 덜 수 있다.

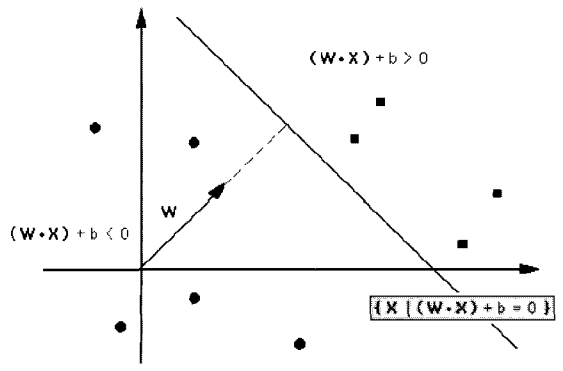


그림 1. 최적 경계면의 개념도.
Fig. 1. Diagram of optimal hyperplane.

SVM은 선형적으로 분리할 수 있는 학습집단에 대해서는 최대 마진 분류기를 구축하는 선형 SVM을 이용하고, 선형적으로 분리할 수 없는 경우에는 커널함수를 이용한 비선형 SVM으로 분류한다.

2. 선형 SVM(Linear Support Vector Machines)

SVM은 그림 1처럼 선형 분리가 가능한 두 클래스를 구분지으며 마진(margin)을 최대로 하는 초평면 $w \cdot x + b = 0$을 찾는 문제다. 여기서 w는 가중치 벡터이고, x는 입력벡터, b는 기준값이다.

학습영상 집합을 $D=\{(x_i, y_i)\}$라고 할 때, 입력데이터 x_i가 범주(class)에 속하면 y_i는 +1의 값을, 그렇지 않으면 -1의 값을 갖는다. 결국 SVM은 다음을 만족하는 아래의 식에서 최적의 w와 b를 찾는 문제이다.

$$w \cdot x_i + b \geq +1 \quad (y_i = +1\text{인 경우}) \tag{1}$$

$$w \cdot x_i + b \leq -1 \quad (y_i = -1\text{인 경우}) \tag{2}$$

3. 비선형 SVM

입력데이터의 선형 분리가 불가능할 경우 입력공간을 분리하는 비선형 결정면(nonlinear decision surface)을 이용하게 된다. 함수 $K(x, y)$는 두 벡터의 내적을 나타내기 위한 커널 함수로 입력공간의 내적을 특징공간의 내적으로 변형시키는 역할을 한다. 이것은 특징공간으로 입력 벡터를 투영시킴으로써 내적에 대한 계산만을 필요로 하게 되어 고차원일 경우 계산상의 어려움을 덜 수 있다.

$$K(x, y) = (\Phi(x), \Phi(y)) \tag{3}$$

즉, 벡터 x는 $\Phi(x)$를 통하여 특징공간으로 변형시켜 두 벡터의 내적으로만 계산이 이루어지게 된다.

일반적으로 사용되는 커널함수는 다항식(polynomial) 커널함수, RBF(Radial Basis Function) 커널함수, 다층 퍼셉트론(multi-layer perceptron) 커널함수 등이며, 본 연구에서는 아래 RBF 커널함수를 이용하여 실험을 수행하였다.

$$f(x) = sign\left(\sum_{i=1}^{N} a_i K\gamma(|x - x_i|) - b \right) \tag{4}$$

여기서 $K\gamma(|x-x_i|)-b)$은 두 벡터 사이의 거리인 $|x-x_i|$에 영향을 받게되고, 일반적인 함수모형은 아래와 같다.

$$K(x, x_i) = \exp\left(\frac{\| x - x_i \|^2}{2\sigma^2} \right) \tag{5}$$

일반적으로 RBF 커널함수는 지지벡터와 검증 데이터간의 유클리드 거리와 연관되며, 여기서 지지벡터는 RBF의 중심점이 된다. σ 값이 커질수록 완만한(smoother) 결정면을 갖게 된다.

IV. 차량번호판 영역의 추출 알고리즘

1. 개요

유사한 성질을 가지고 모여 있는 화소들을 블럽이라고

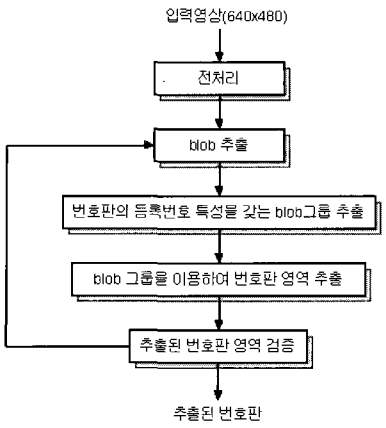
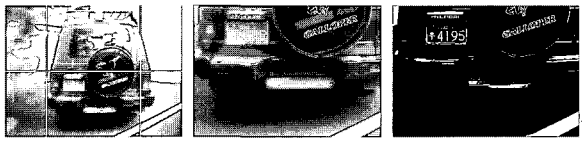


그림 2. 번호판 영역 추출 단계.

Fig. 2. Steps to detect license plate area.



(a) (b) (c)

그림 3. 전처리 영상.

Fig. 3. Preprocessing images.

(a) (b)

그림 4. 차량 영상에서의 블럽들.

Fig. 4. Bobs in a car image.

그림 5. 등록번호 영역을 추출한 예제영상.

Fig. 5. Example of license plate area detection.

부르는데[6], 본 연구에서는 이 블럽을 이용하여 차량번호판을 찾는다. 이러한 과정은 그림 2와 같이 5단계로 나누어진다. 첫 단계에서는 블럽을 정확하게 추출하기 위하여 전처리를 한다. 둘째 단계에서는 영상 전체에서 블럽을 찾는다. 그리고, 셋째 단계는 둘째 단계에서 찾아낸 블럽중에서 차량번호판의 문자들 중 번호판의 등록번호 4자리에 대한 위치를 찾는다. 넷째 단계에서는 블럽들의 특징정보를 이용하여 번호판의 영역을 추출한다.

2. 전처리

획득된 영상에서 자동차 번호판은 영상의의 가운데 아래에 있으므로 그림 3(a)와 같이 영상을 나누고, 분할된 소영상에 대해 반복 이진화(iterative thresholding)를 수행한다. 그림 3은 획득된 영상을 소영상으로 분할(a)하고 번호판 후보영역(b)에 반복 이진화를 수행한 영상(c)이다.

3. 블럽의 추출

하나의 영상에는 많은 블럽이 존재한다. 그림 4는 차량번호판의 후면 영상에서 블럽을 찾아낸 영상으로, 4(a)는 차량번호판의 주위가 비교적 복잡하지 않은 영상이고, 4(b)는 비교적 복잡한 영상이다.

그림 4의 많은 블럽들 중에서 차량번호판을 찾아내야 한다. 본 연구에서 이러한 블럽들의 특징 즉, 블럽을 둘러싸는 최소 인접 사각형의 폭과 길이, 중심 위치, 그리고 그 사각형들의 중심사이 거리를 구하고 저장하였다가 이 정보를 등록번호 특징을 갖는 블럽그룹 추출에 이용한다.

4. 등록번호 특징을 갖는 블럽그룹 추출

자동차 번호판의 등록번호는 4개의 숫자가 일정한 높이를 가지고 수평하게 놓여져 있으며 일정한 간격을 가지는 특징이 있다. 따라서 추출한 블럽들 중 이러한 특성을 갖는 블럽그룹을 다시 추출해야 한다. 아래 그림 5는 그림 4의 (b)로부터 번호판의 등록번호 특징을 갖는 블럽그룹을 추출한 영상이다.

등록번호 특징을 갖는 블럽그룹 추출 알고리즘은 다음과 같다.

단계 1: 등록번호의 높이를 h로 가정

단계 2: 블럽들 중에서 높이가 h인 블럽들을 찾음.

단계 3: 단계 1에서 찾은 블럽들을 기준으로 4절에서 추출된 블럽들과 비교하여 자동차 번호판의 등록번호 특징을 갖는 블럽그룹을 찾는다.

단계 4: 만약 번호판의 등록번호 특징을 갖는 블럽그룹을 찾지 못했다면 h값을 변경하여 단계 1,2과정을 반복한다.

5. 차량번호판 영역 추출

5절에서 찾은 블럽그룹을 자동차 번호판의 등록번호로 간주하고 이 정보를 중심으로 자동차 번호판 후보 영역을 결정한다. 이에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

단계 1: 블럽그룹 사각형들의 중심사이 거리계산

단계 2: 개략적인 번호판의 후보영역을 지정

단계 3: 지정된 후보영역에 대해서 수직에지를 찾고 이진화 영상으로 만듬.

단계 4: 블럽을 추출

단계 5: 블럽중에서 블럽그룹의 주위에 있으면서 h의 1.5배에서 2.5배사이의 높이를 갖는 블럽들을 찾고 번호판 경계로 간주.

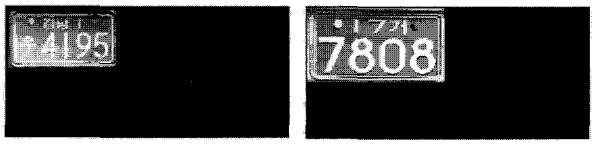
단계 6: 블럽그룹과 번호판 경계 블럽의 상대적인 위치를 이용하여 번호판이 구형인지 신형인지 판별하여 영역 추출

그림 6(a)는 위 알고리즘의 단계 2를 수행한 결과 영상

(a) (b) (c)

그림 6. 번호판 후보영역에 대한 처리 영상.

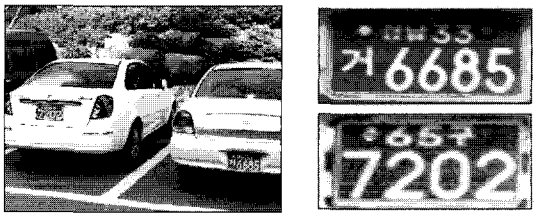
Fig. 6. Processed images for candidate of car license plate.



(a) (b)

그림 7. 추출된 번호판 영역.

Fig. 7. Detected license plate area.



(a) (b)

그림 8. 두 차량의 번호판 추출.

Fig. 8. Detection of two cars' plate.

이고, 그림 6(b)는 단계 3을, 그림 6(c)는 단계 4를 각각 수행한 결과 영상이다.

그림 7(a)는 구형 번호판에 대한 번호판 영역을 추출한 것이고 그림 7(b)는 신형 번호판에 대한 번호판 영역을 추출한 것이다.

6. 추출된 번호판 영역 검증

추출된 번호판 영역에 대하여 번호판인지 아닌지를 검증하기 위하여 SVM(Support Vector Machine)[12]을 사용하였다. SVM은 번호판인 것 100개와 자연영상에서 번호판이 아닌 100개의 영상에 대해서 각각 학습을 시켜 만들었다. 학습은 기존의 번호판과 새로운 번호판을 따로 하였으며 검증할 때 역시 번호판의 종류에 따라 다른 모델을 사용하였다. 번호판이 아닌 영역에 대한 학습은 번호판 영역을 제외한 임의의 영역을 선정하여 시행하였다. 학습 영상은 번호판 영역을 40×20크기로 축소해서 시행하였으며 검증할 때도 학습 시와 같은 크기로 축소한 영상을 이용하였다. 이렇게 얻어진 번호판 모델을 이용하여 추출한 번호판 영역에 대한 검증을 하고 만일 추출된 영상이 자동차 번호판이 아니라고 판정이 되면, 위에서 설명한 알고리즘을 이용하여 추가적인 탐지를 시도한다.

7. 하나 이상의 번호판 탐지

하나의 번호판을 탐지한 후, 다른 번호판을 찾기 위하여 추가적인 추출을 시도한다. 추가적인 탐지를 시도할 경우 앞에서 했던 과정을 다시 반복한다는 것은 비효율적이기 때문에, 앞에서 했던 정보를 저장한 후 추가적인 추출 과정에서는 저장된 과정은 배제하고 차량 번호판 추출 알고리즘을 수행함으로서 보다 빠르게 다른 번호판을 추출한다. 아래 그림 8(a)는 획득된 오리지널 영상이고 그림 8(b)는 (a)영상으로부터 추출된 두 개의 번호판이다.

V. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 디지털 카메라를 이용하여 촬영된 640×480크기의 흑백영상 100개를 대상으로 차량번호판 추출 실험을 실시하였다. 맑은 날씨, 흐린 날씨, 다양한 시간대에 촬영을 하였으며, 차량번호판에 이물질이 묻어있는 영상이나 차량번호판의 배경과 글자 명암 구분이 별로 뚜렷하지 않은 번호판도 촬영하여 실험에 사용하였다. 제안한 알고리즘은 메모리 크기가 512MB인 펜티엄 IV PC에서 Visual C++을 이용하여 구현되었다. 구현된 알고리즘을 이용하여 차량 영상을 실험한 결과 92% 이상의 추출 성공률을 보였다. 아래 그림 9는 제안된 알고리즘에 의해서 구현된 프로그램이다.

표 1은 실험에 사용된 차량번호판에 대한 것이다. 번호판이 양호한 것은 70개이고, 번호판에 이물질이 있거나 하여 상태가 좋지 못한 번호판은 30개를 사용하여 실험을 수행하였다. 양호하다는 것과 상태가 좋지 못하다는 것은 주관적으로 판단하여 분류하였다. 표 2는 차량번호판의 추출 시간을 측정한 것으로 최소, 최대, 평균값을 나타내었다. 번호판 영역을 추출하는 걸리는 시간은 평균 0.1초가 소요되었으며 최대 0.2초가 걸리지 않았다.

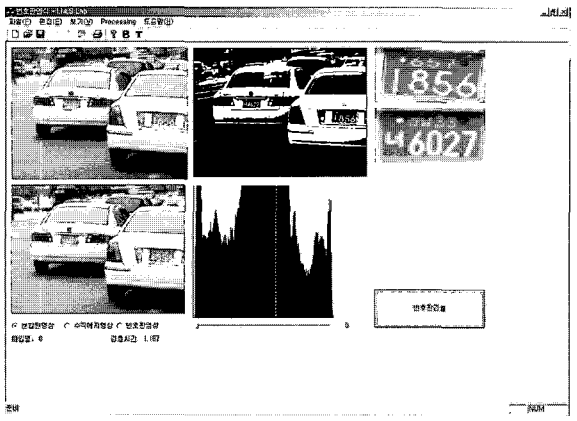


그림 9. 구현된 프로그램 화면.

Fig. 9. Display of the implemented program.

표 1. 실험 자료.

Table 1. Experimental data.

구 분	양호한 자료	불량 자료
카메라 촬영 영상	70	30

표 2. 차량번호판 추출 시간.

Table 2. Time to detect car license plate.

구 분	최 소	최 대	평 균
추출시간	0.03	0.188	0.1

실험한 100장의 사진 중 실패한 8장의 사진은 번호판을 촬영할 때 번호판의 정면을 찍는 것이 아니라 아래 위 약 30~45°의 각도에서 촬영하였기 때문에 발생하는 번호판의 기하학적 변형에 의한 것이었다.

VI. 결론

본 연구에서는 이제까지 영상의 아랫부분부터 스캔하면서 한 줄의 명암 변화를 하는 기존의 논문들과는 달리 블럽을 이용하여 차량번호판을 추출하는 방법을 제시하였다. 다양한 시간 때와 다양한 크기, 차량 번호판 자체에 오염물질이 묻어 있는 경우, 그리고 차량번호판 주변에 캥거루 범퍼와 같은 조금은 복잡한 상황의 영상을 사용하여 블럽을 추출하고, 자동차 번호판의 등록번호 부분이 가지고 있는 특징을 이용하여 차량번호판 영역을 추출하는 실험을 한 결과, 추출률은 92%, 평균 추출시간 0.1초였다.

기존의 연구들은 차량번호판 인식 시간을 줄이기 위하여 매우 한정된 환경 하에서 연구를 진행한 반면, 본 연구의 결과는 기존 연구 결과에 비하여 획기적으로 개선된 것은 없으나, 타 연구에서 제안한 방법으로는 오류가 많이 발생할 수 있는 차량 후면부의 번호판 추출을 하였다는 것에 의의가 있다.

향후 연구방향은 현재 시스템에 번호판 촬영각도에 따른 번호판의 기하학적 변형을 정확히 보정하는 기술을 추가하고 추출된 번호판 영역에서 효율적으로 문자 인식할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다.

참고문헌

[1] R. L. Gregory, "Eye and brain," 5 edition, *Princeton University Press*, 1997.

[2] 이응주, "수직 및 수평 명암도 변화값과 원형 패턴벡터를 이용한 차량 번호판 추출 및 인식 알고리즘." 정보처리학회논문지, 제8-B권 제2호, 2001, pp. 195-200.

[3] 김숙, 조형기, 민준영, 최종욱, "명암벡터를 이용한 차량번호판 추출 알고리즘," 정보과학회논문지(B), 제25권, 제4호, 1998, pp. 676-684.

[4] 허남숙, 이순희, 김광백, "ART를 이용한 자동차 번호판 자동 인식 시스템," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 1999, pp. 362-366.

[5] 조보호, 정성환, "특징 기반의 자동차 번호판 인식 시스템," 한국정보처리학회 논문지, 제6권, 제6호, 1999, pp. 1686-1691.

[6] 김갑기, 김광인, 김항준, "신경망을 이용한 자동차 번호판 추출," 한국 정보과학회 논문집 제26권 제2호, 1999.10, pp. 476-478

[7] 김희식, 이평원, 김영재, "차종, 번호판 위치 및 자동차 번호판 인식을 위한 영상처리 알고리즘 개발," 제어자동화학술회의 논문집, 1997, pp. 1718-1721.

[8] 김경민, 이병진, 류경, 박귀태, "상관계수와 하프변환을 이용한 차량번호판 자동인식," 제어 · 자동화 · 시스템공학 논문지, 제3권, 제5호, 1997, pp. 511-519.

[9] 전병태, 윤호섭, "신호처리기법을 이용한 차량번호판 추출방법," 전자공학회논문지, 제30권, B편, 제7호, 1993, pp. 92-101.

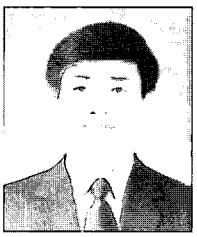
[10] 이병모, 차의영, "수직 강화 모폴로지와 Hough Transform을 이용한 차량 번호판 추출과 문자의 자모분리," 한국정보처리학회 추계학술대회 논문집, 28권, 2호, 2001, pp. 789-792.

[11] C. R. Wren, A. Azarbayejani, T. Darell, and A. P. Petland, "Pfinder: Real-time tracking of the human body," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 19, no. 7, pp. 780-785, 1997.

[12] T. Joachims "Making large-scale SVM learning practical"

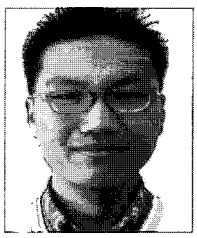
[13] 이화진, 군숙연, 전병환, "차량 번호판의 영역 추출 및 문자 분할에 관한 연구," 한국 지능 정보 시스템 학회 2000 춘계정기학술대회 논문집, 2000.6, pp. 457-462.

[14] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량번호판 포착," 한국 정보과학회 논문지 제21권 제6호, 1994.6, pp. 1149-1159.



이 상 용

1982년 고려대 산업공학과 졸업. 1984년 고려대 대학원 산업공학과(공학석사). 1992년 포항공대 대학원 산업공학과(공학박사). 1992년~현재 경남대학교 컴퓨터공학교수. 관심분야는 컴퓨터비젼, 뉴로-퍼지, 지능로봇, 생체인식.



김 영 백

2005년 경남대학교 컴퓨터공학과 학사. 2005년~현재 경남대학교 대학원 컴퓨터공학과 석사과정. 관심분야는 생체인식, 상황인식, 패턴분석.