

에지투영 기반의 자동차 번호판 영역 추출

김 동 욱*, 강 정 혁**

Extraction of Car Number Plate Based on Edge Projection

Dong-wook Kim *, Jeong-hyuck Kang **

요 약

본 논문에서는 문자가 가지고 있는 특성을 이용하여 에지 투영을 기반으로 자동차 번호판 영역을 추출하는 기법을 제안하였다. 차량의 번호판 영역을 추출하기 위하여, 바탕과 문자부분의 명암비가 매우 크다는 점을 이용한다. 또한, 에지영상을 바탕으로 투영기법을 적용하여 문자 영역을 추출한다. 특히, 새로운 번호판 규격은 가로방향으로 많은 수의 숫자를 가지기 때문에 가로 방향으로 투영된 데이터는 일정한 폭의 누적 값을 가지며, 이러한 점을 이용하여 번호판 영역을 추출한다. 또한 세로방향의 경우 형태 정합에 의해 번호판을 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 기법은 특히, 새로운 번호판 규격에 더욱 효과적이다. 본 알고리즘에 대한 모의실험 결과에서, 여러 가지 번호판에 대해 90% 성공률을 나타냄을 보여준다.

Abstract

In this paper, We propose a new technique extract efficiently a car number plate based on edge projection. In order to obtain the region of car number plate, we use a motive that the luminance differences between the number plate background and characters. And, we introduce a projection technique to obtain character parts based on edge image. In vertical direction, we propose a shape matching method. Specially, the new number plate standard has more characters than the old one in horizontal direction and, it is efficiently used to extract the number plate. Therefore, the proposed technique is useful to the new number plate standard. In simulation results, We have illustrated that our algorithm can recognize different number plates with a success ration of 90%.

▶ Keyword : Car number plate, Edge projection, Edge image, Sobel operator

• 제1저자 : 김동욱

• 접수일 : 2007.12.13, 심사일 : 2007.12.15, 심사완료일 : 2007.12.18.

* 전주대학교 정보통신공학전공 ** 전주대학교 전기전자정보통신공학부

I. 서론

자동차의 번호판 추출과 문자 인식을 통해 번호를 인식하는 연구는 교통 단속은 물론 차량의 도난, 검거, 출입차량 통제, 주차 시설 관리 등의 다양한 분야에서 이용되며, 이에 따라 많은 연구가 이루어져 왔다.

자동차 번호판을 인식하기 위한 과정은 다른 문자 인식과는 달리 외부환경의 영향을 많이 받으므로 잡음이나 변형에 강하도록 고려해야 한다. 자동차 번호판 위치 검출을 위한 알고리즘은 DCT를 이용한 자동차 번호판 추출 방법[1], HSI 컬러 정보와 레블링을 통한 추출 방법[2], 칼라 명암도 변화를 이용하는 방법[3][4][7]과 같은 여러 가지 방법들이 있다. 이 경우, 번호판 색깔과 차량색깔이 같을 경우 문제가 된다. 또한, 히스토그램을 이용한 번호판 추출 알고리즘이 제시되었다 [5]. 그러나, 히스토그램 누적치 비교 방법만으로는 라디에이터 등 다른 영역의 구간을 찾는 오류를 범할 수 있다. 또한, 번호판의 직선성분을 검출하기 위한 방법도 제시되었다 [6]. 이 방법은 자동차 plate의 흰색 에지를 이용하여 가로 세로 가장 긴 부분을 찾는 방법이다. 하지만 신형 번호판의 경우 세로 길이가 작기 때문에 번호판 영역을 찾기 쉽지 않다. 또한 흰색 차량의 흰색 번호판일 경우 대부분이 흰색이다. 따라서 에지를 검출해보면 차량의 전체적인 윤곽도 번호판과 함께 추출하기 때문에 번호판 영역을 찾기 쉽지 않다. 컬러 정보를 이용한 방법도 기존의 녹색영역 검출에서 흰색으로 바뀌었기 때문에 번호판 영역을 찾기 쉽지 않다. 또한 기존 번호판은 글자의 크기가 매우크기 때문에 에지를 이용한 번호판 영역 추출이 가능했다. 하지만 신형 번호판으로 바뀌면서 글자의 크기가 함께 줄어들었기 때문에 에지특성만을 이용한 번호판 영역 추출이 어려워졌다. 또한, 기존 번호판은 특징적인 색상정보(녹색)와 가로 세로 비율인 335mm×170mm의 크기를 가지고 있었다. 그러나 신형 번호판은 하얀색에 가깝고 가로길이는 길어졌지만 세로와 크기는 짧아져서 (520mm×110mm) 문자의 크기도 함께 줄어들었다. 따라서, 적용되는 기법도 달리 해야 함이 불가피하다.

따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 번호판의 에지가 가지고 있는 특성을 이용하기 위해 에지를 투영시켜 번호판 영역을 추출하는 알고리즘을 제안하고자 한다. 추출 순서로는 번호판의 상하를 구한다음, 이를 바탕으로 좌우 끝선을 구하게 된다. 이 때, 가로 방향의 경우 투영영상에서 누적치가 일정하게 유지되는지의 검사에 의해 구간이 추출되며, 세로방향의 경우 누적치의 형태 매칭 기법을 도입하고, 이를 바탕으로 구간을 검출한다.

제 2장에서는 새로운 번호판 추출 알고리즘을 제안하며, 제 3장에서는 제안된 알고리즘의 성능 평가를 위한 모의실험 결과를 제시하며, 제4장에서는 결론을 맺는다.

II. 제안하는 번호판 영역 추출 알고리즘

그림1은 본 논문에서 제시된 알고리즘의 흐름도를 나타낸 것이다. 입력된 영상에 대해 전처리 과정에서 저주파 필터링을 통하여 잡음을 제거한다. 전처리 과정을 거친 영상으로 에지를 검출하고, 에지 투영을 시켜 에지의 누적값을 바탕으로 번호판 영역 추출을 시도한다.

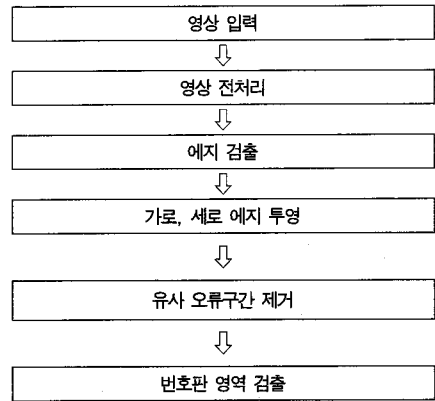


그림1. 제안된 알고리즘의 블럭도
Fig. 1 Block diagram for the proposed algorithm

특히, 번호판을 구성하는 문자들은 그 특성상 좁은 범위 내에서 명암의 변화가 잦다고 볼 수 있으며, 특히 신형 번호판의 경우 구형에 비해 가로 길이가 길어지고 문자의 수도 2단에서 1단으로 바뀌어 졌으며, 문자의 개수가 증가하였기 때문에 수평방향으로 투영시킨 후 누적치를 구하면 큰 값의 누적 값 이 일정 구간 유지되는 결과를 얻을 수 있다. 이러한 구간을 구하면 번호판의 상하 영역 끝을 구할 수 있으며, 이를 바탕으로 세로방향의 영역 끝을 구할 수 있다.

이 때, 가로 방향의 투영영상에서 정확한 번호판 구간을 구하기 위하여 투영 영상의 세로방향 폭 대비 누적 값의 비를 측정하여 유사 오류구간 제거 알고리즘을 적용한다. 이러한, 에지투영 기법은 에지의 누적치가 일정크기만큼을 유지하는 곳을 검출하기 위해서는 번호판 영역을 제외한 나머지 부분에서 추출되는 누적 구간을 제거해야 정확도를 높일 수 있기 때문에, 이에 대한 새로운 알고리즘을 제시하고자 한다.

2.1 전처리 및 에지추출

가. 명암대비 개선

특정 밝기 영역에 영상픽셀의 밝기값이 집중되어 있으면 영상의 가시도가 좋지 않다. 예를 들면 전체적으로 어두워 보이거나 밝아 보이는 영상 또는 특정 부분의 밝기 영역에 히스토그램이 집중되는 영상 등이다. 이러한 형상은 영상의 명암 대비를 통해 알 수 있으며 높은 명암 대비를 가진 영상은 어둡거나 밝은 영역을 골고루 포함하고 있으나 그렇지 않은 영상은 특정 영역에만 밝기가 몰려 있게 되는 것이다. 명암대비 히스토그램 스트래칭은 낮은 명암대비 영상의 명암값 분포의 히스토그램을 펼쳐서 보다 넓은 영역으로 명암 값 분포를 갖게 하기 위한 방법이며 본 논문에서는 다음과 같은 관계식을 이용한다 [9].

$$OutImg[x][y] = \frac{InImg[x][y] - Low}{High - Low} \times 255 \dots\dots\dots (1)$$

식 (1)에서 InImg(x)[y]는 입력 영상이며, OutImg(x)[y]는 출력 영상이고, High는 명암값 중 가장 높은 값을 Low는 가장 낮은 값을 의미한다. 이러한 처리를 통하여 넓은 영역의 명암분포 값을 갖도록 한다.

나. 에지 영상 생성

먼저, 입력 영상에 대해 저주파 필터링을 행한다. 이는 미세 변화부분을 제거하기 위함이다. 본 논문에서는 저주파 필터링의 방법으로 3X3 마스크를 이용하여 중심화소와 인접한 8화소의 평균을 취하였다. 다음으로, 에지를 구한다. 에지는 일반적으로 널리 사용되는 sobel 연산자를 이용하였다. sobel 연산자는 다음과 같다. 연산자에서 왼쪽과 오른쪽은 각각 수평에지와 수직에지 검출용 연산자이다.

수평에지 검출자	수직에지 검출자
$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$

$$G = \sqrt{H^2 + V^2} \dots\dots\dots (2)$$

식 (2)에서 H는 수평에지 검출자를 적용한 결과이며, V는 수직에지 검출자를 적용한 결과이며, G는 이를 바탕으로 얻어진 경도(gradient) 값의 크기이다. 이를 바탕으로 G가 사전에 설정된 값보다 클 경우 에지 화소로 분류된다.

얻어진 에지 영상에 대해 국부적인 잡음을 제거하기 위하

여 본 논문에서는 형태학적 필터링 기법의 한가지인 개방(opening) 연산을 이용한다 [8]. 개방연산 처리는 먼저 침식(erosion)을 행한 후, 팽창(closing) 연산을 행하는 것으로 작은 크기의 잡음 제거용으로 유용하게 적용될 수 있다. 본 논문에서 사용된 구성소는 3×3 마스크를 사용한다.

다. 외곽선 추출

에지 검출 및 잡음 제거 단계가 끝나면, 외곽선(boundary) 추출 처리를 한다. 외곽선 추출은 번호판의 문자부분이 명암의 변화가 빈번하다는 점을 이용하여 해당되는 부분이 다른 부분에 비해 차별화하기 위함이다. 외곽선은 영상 내에서는 밝은 값에서 어두운 값으로 또는 어두운 값에서 밝은 값으로 가장 급격하게 변화하는 부분이다. 형태학적 기울기 영상은 먼저 원영상의 복사본을 생성하고 원 영상에 대하여 침식 처리를 수행하고 복사 영상에 대하여는 팽창 처리를 수행한다. 팽창 처리된 영상에서 침식 처리된 영상을 빼주어 그 차영상을 구한다. 팽창 처리된 영상에서 물체의 크기는 약간 확대되고, 침식 처리된 영상에서 물체의 크기는 다소 축소되기 때문에 결과 영상은 물체의 경계선 부분이 추출된다. 그림 2는 입력 영상에 대해서 처리된 결과 영상의 예이다.

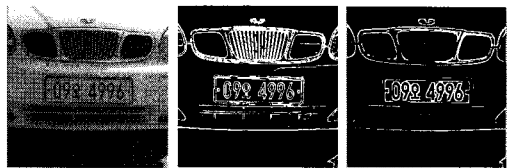


그림 2. 형태학적 처리 결과
Fig. 2. Result of morphological operation

2.2 에지 투영

얻어진 외곽선 영상을 바탕으로 번호판 추출을 위한 마지막 단계인 에지 투영과정을 거친다. 본 논문에서 에지 투영은 가로 또는 세로방향으로 외곽선으로 분류된 화소의 수를 누적시켜 얻어진 히스토그램을 의미한다. 특히, 새로운 번호판 규격은 가로방향으로 길이가 길고, 많은 수의 문자를 가지기 때문에 가로 방향으로 투영된 데이터는 일정한 폭의 누적 값을 가지며, 이러한 점을 바탕으로 에지 투영 기법을 이용하면, 번호판 영역을 효과적으로 추출할 수 있다.

번호판 영역은 연속된 수와 문자로 이루어져 있으며, 번호판 영역을 살펴보면 숫자와 문자에 따라 조금씩 차이는 있지만 문자의 높이가 거의 일정하게 유지됨을 알 수 있다. 그림 3은 에지 투영된 결과 영상이다.

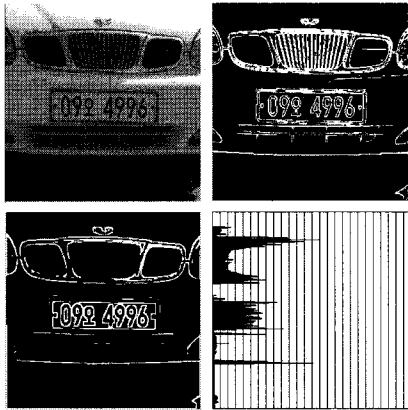


그림 3. 에지 투영 영상
Fig. 3. Edge projection image

그림 3의 에지 투영 영상을 살펴보면 라디에이터 부분은 에지의 누적치가 번호판의 수와 문자가 분포하는 구간보다 작다. 이것은 자동차 번호판 영역을 제외한 부분이 번호판 영역보다 에지가 적기 때문이다. 번호판 영상의 크기에 따라 에지누적치의 차이는 존재하지만 누적치가 일정한 값 이상이 유지되는 범위 중 가장 넓은 범위를 갖는 구간을 찾으면 그 구간이 번호판 영역에 해당되는 영역으로 판정된다.

2.3. 에지투영기반의 번호판 추출을 위한 새로운 기법 적용

가. 번호판의 상하 구간선택

가로방향으로 투영된 영상을 기반으로 번호판이 차지하는 구간을 구하고자 할 때, 차량의 라디에이터 등 유사한 구간이 번호판 구간으로 잘못 판정될 수 있는 오류를 범할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 번호판에 사용되는 표준 숫자 및 한글문자를 대상으로 외곽선을 구하고, 가로 방향으로 투영된 실측치를 구하고, 얻어진 값을 바탕으로 번호판 구간에 해당하는 여부에 적용하기로 한다. 그림 4는 표 1에서 제시된 번호판 패턴에 대해 가로 방향으로 투영시키고 그 때 얻어지는 누적 값을 그래프로 표현한 것이다. 그림에서 사용된 패턴의 숫자의 경우 가로 28화소, 세로 42화소 (문자부분 39 화소)이며, 한글 문자의 경우 가로 48 화소, 세로 42화소이다.

표 1. 번호판 패턴별 투영 누적값
Table 1. Projected accumulation value for plate patterns

순서	번호판 패턴	문자높이 (pixel수)
1	11가1111	42
2	22가2222	42
3 - 9	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9에 대해 패턴반복	42
10	00가0000	42
11 - 50	임의패턴 40개 생성	42

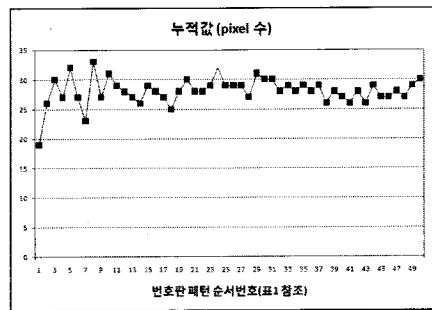


그림 4. 투영영상의 누적값
Fig. 4. Accumulated values for projection image

그림 4에서 알 수 있듯이 누적 값의 평균 28.2 이며, 최소 19 에서 최대 33의 범위를 갖는다. 다만, 패턴의 순서번호 1에서 10의 경우 동일한 숫자패턴이 반복되기 때문에 편차가 다소 큰 것이 사실이다. 그러나, 서로 다른 숫자가 조합된 임의의 패턴인 경우 누적 값의 편차가 거의 없음을 알 수 있다. 이 때, 임의의 입력 영상에서 자동차 및 번호판의 크기는 누적치의 평균 P_i 는 번호판의 가로길이에 비례해서 변할 것이다. 즉,

$$P_i = \frac{\beta}{\alpha} \cdot W \dots\dots\dots (3)$$

식 (3)에서, α 는 번호판의 기준 샘플의 가로 길이를 의미하며, β 는 그 때 얻어지는 평균 누적 값을 나타내며, W 는 임의의 입력영상에서 차지하는 번호판의 가로 길이를 나타낸다. 이 관계식을 이용하여 오류구간 제거 및 번호판 영역을 추출하는 세부 단계는 다음과 같다.

단계1) 에지투영 영상 (그림 3의 우측아래 그림 참조)의 기준축(세로축)에서 시작점(맨위점)으로부터 최소 구간 범위내의 모든 누적값이 기준값 이상인지 검사한다. 여기

서, 최소 구간이란, 입력 영상에서 번호판의 최소 세로방향 높이를 의미한다. 즉, 입력영상의 번호판은 세로방향 높이가 이 최소 구간이상의 크기를 갖는다고 가정한다.

단계2) 단계1의 검사 결과, 조건을 만족하면, 최소단위로 범위를 확장하며, 그에 비례해서 기준값도 식 (3)에 의거하여 증가시키고, 누적값이 기준값 이상인지 검사를 반복한다.

단계3) 만일 더 이상 조건을 만족하는 경우가 없으면, 직전에 조건을 만족한 구간을 선택한다.

나. 번호판의 좌우 구간선택

상하구간 선택단계에서 얻어진 결과를 바탕으로 좌우구간의 선택이 시도된다. 새로 개정되어 시행되고 있는 번호판 규격은 이전의 번호판에 비해 수평방향 구간 폭에 비해 수직방향 구간폭이 적기 때문에 단순히 수직방향의 에지만을 기반으로 번호판 좌우 끝을 찾아내는 것은 힘들다. 따라서, 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 투영에지 영상의 형태매칭에 의해 좌우 구간을 결정하는 방법을 도입한다.

그림 5 에서 주어진 번호판의 에지 성분에 대해 세로방향으로 투영시킨 영상을 분석한 것이다. 그림5에서 B는 문자가 존재하지 않는 구간을, 그리고 C는 문자 또는 테두리가 존재하는 구간을 나타낸다. 이러한 공간 분포의 특성을 이용하면 번호판의 좌우 구간을 정확하게 검출할 수 있다.

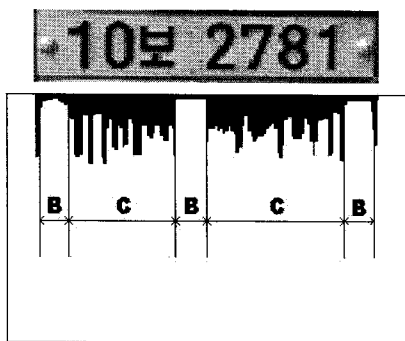


그림 5. 세로방향 에지 투영
Fig. 5. Edge projection and result of vertical direction

이를 구현하기 위해서 먼저, 가로방향 투영 결과로부터 얻어진 상하구간 영역을 바탕으로 세로방향으로 투영시키고, 투영결과를 모델 표준 번호판 크기 (건교부 고시 기준은 가로길

이 520mm이나 본 실험에서는 260mm 으로 줄여서 사용하고 있음)로 축소 또는 확대시킨다.

다음으로, 맨 좌측부터 표준패턴과 비교하여 번호판 배경 구간인지 문자영역인지 여부를 결정하는 형태매칭 과정을 거친다. 만일 패턴과 입력영상의 형태가 같다면 값을 증가시켜, 결과적으로 공간적인 분포가 가장 일치할 때 가장 큰 값을 가지며, 이 영역을 번호판 영역으로 선택한다. 이 때, 바탕인지 문자인지 구분하는데 적용되는 기준 값은 번호판의 세로폭(상하구간폭)에 비례하여 설정된다.

III. 모 의 실험

본 연구에서 제안한 알고리즘을 토대로 Pentium IV 3.0GHz 하드웨어 상에서 Windows XP기반의 Visual C++ 6.0을 이용하여 구현되었다. 실험에는 여러 크기로 찍힌 실험 번호판 자동차 영상 256×256 크기 30장이 사용되었다.

실험에서 적용된 문턱치 등 구체적인 수치는 다음과 같다. 식 (3)의 α 는 260, β 는 28.2 로 설정되었다. 또한, 좌우 구간 결정시 적용되는 기준값은 세로폭의 $\frac{1}{3}$ 로 하였다. 또한, 전체 이미지 256×256(Pixel) 크기의 영상 중 번호판의 크기가 50×10(Pixel) 크기보다 큰 경우에 한정해서 처리하였다.

그림 6은 상하 구간을 얻기 위하여 가로 방향으로 에지 투영을 시킨 결과인데, 기존의 히스토그램 기반의 알고리즘과 같이 단순히 사전에 설정된 문턱치 이상의 누적치를 기준으로 할 경우 번호판 구간으로서 A를 선택하게 되는 오류를 범할 수 있다. 반면, 제안된 알고리즘으로 적용할 경우 정확하게 B를 선택할 수 있다.

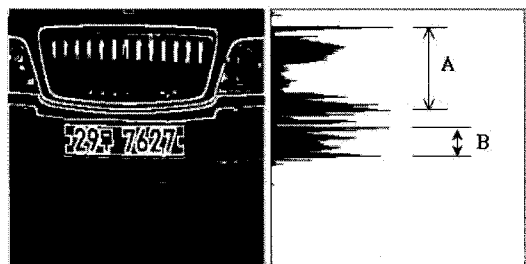


그림 6. 투영영상(가로방향)
Fig. 6 Edge image (horizontal)

그림 7은 좌우 구간을 선택하기 위한 세로 방향 투영을 나타낸 것이다. 그림에서 제안된 알고리즘의 형태 정합기법을 적용할 경우 A 및 B와 같이 잘못된 결과를 얻는 대신, C와 같이 정확한 위치의 구간을 검출할 수 있다.

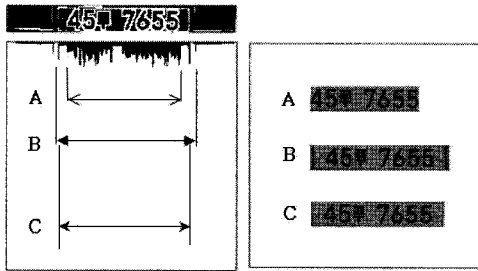


그림 7. 투영영상(세로방향)
Fig. 7 Edge image (vertical)

실험에서, 영상의 밝기평균이 10 미만일 경우 번호판배경 색(흰색)과 문자부분(검정색)의 차이가 매우 적기 때문에 정확한 영역을 찾을 수 없었다. 표 2는 번호판 추출 알고리즘 적용 결과, 성공한 경우와 실패한 경우의 수를 나타낸 것이다. 실험에서 약 90% 성공률을 얻을 수 있었다.

표 2. 실험결과
Table 2. Simulation results

사용된 영상 수	성공	실패	정확도(%)
30	27	3	90

그림 8은 위 알고리즘을 토대로 번호판 영역을 추출하는 전체 과정을 보여준다. 그림 9는 흰색 차량을 대상으로 동일한 실험을 행한 결과이다. 실험결과에서 알 수 있듯이, 본 알고리즘을 적용할 경우 흰색 차량에 흰색 번호판일 경우에도 번호판을 성공적으로 추출함을 알 수 있다.

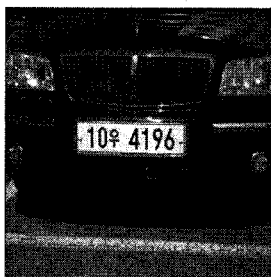


그림8. (a) 입력영상
Fig. 8(a) Input image



그림 8. (b) 에지영상
Fig. 8(b) Edge image

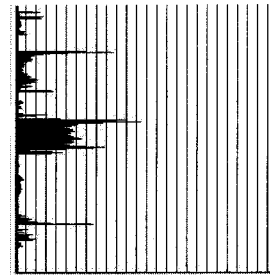


그림 8. (c) 투영영상(가로)
Fig. 8(c) Edge image (horizontal direction)

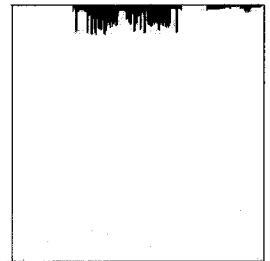


그림 8. (d) 투영영상(세로)
Fig. 8(d) Edge image (vertical direction)

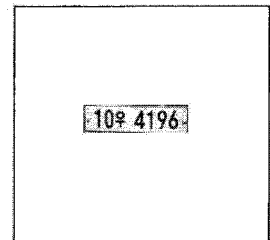


그림 8. (e) 추출된 번호판
Fig. 8(e) Extracted plate



그림 9. (a) 입력영상
Fig. 9(a) Input image



그림 9. (b) 에지영상
Fig. 9(b) Edge image

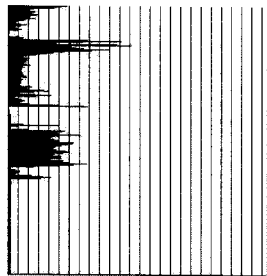


그림 9. (c) 투영영상(가로)
Fig. 9(c) Edge image
(horizontal direction)

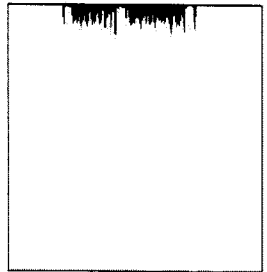


그림 9. (d) 투영영상(세로)
Fig. 9(d) Edge image
(vertical direction)

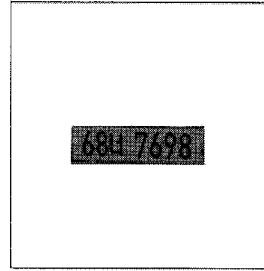


그림 9. (e) 추출된 번호판
Fig. 9(e) Extracted plate

IV. 결 론

본 논문에서는 차량의 영상을 입력 받아서 문자의 에지 특징을 이용해 번호판 영역을 찾는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 자동차 번호판 문자가 갖는 에지 특징을 이용하여 에지 투영을 시켜 누적분포로부터 영역을 검출하고, 특히, 정확도를 높이기 위해 오류구간 제거 알고리즘을 제시하였다. 또한, 좌우구간을 결정하기 위해 형태 매칭법을 도입하였는데, 이 방법을 적용할 경우 기존의 방법에 비해 오류율을 크게 줄일 수 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] 이병모, 차의영, "HSI 컬러정보와 레블링을 통한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 2001년도 가을 학술발표논문집 vol. 28, no. 2, pp. 442-444, 2001. 10
- [2] 경보현, 손태주, 전호상, 이학찬, 남성기, 남궁재찬, "DCT를 이용한 자동차 번호판 추출에 관한 연구", 한국정보과학회 1999년도 가을 학술발표논문집 vol. 26, no. 2, pp. 318-320, 1999. 10
- [3] 조보호, 정성환, "저칼라 명암도 변화를 이용한 차량 번호판 추출", 한국정보과학회 1998년도 봄 학술발표논문집 vol. 25, no. 1, pp. 625-627, 1998. 4
- [4] 이현창, "자동차 번호판 영상에서 효율적인 번호판 영역 검출 시스템의 설계 및 개발", 한국컴퓨터정보학회 논문지, vol. 10, no. 5, 2005. 11, pp. 87 ~ 93
- [5] 조동욱, 조용환, "환경에 불변인 전처리 과정과 히스토그램 및 원형 정합을 이용한 차량 번호판 인식", 한국통신학

- 회 논문지, vol. 23, no. 1, 1998.
- [6] 이영모, 차의영, "Hough Transform을 이용한 직선차선 검출", 한국정보과학회 2001년도 봄 학술발표논문집 vol. 28, no. 1, pp. 565- 567, 2001. 4
- [7] 이인, 이승우, 오해석, "Extraction of the Car License Plate using Color Texture Segmentation," 한국정보과학회 1997년도 가을 학술발표논문집 vol. 24, no. 2, pp. 459-462, 1997. 10
- [8] William K. Pratt, Digital image processing, Wiley-interscience, 1991.
- [9] 김동중, 하중은, "Visual C++을 이용한 디지털 영상 처리", 사이텍 미디어

저자 소개



강정혁(Jeong-hyuck Kang)
2007년 2월 전주대학교 정보통신
공학 전공 졸업예정
2007년 3월 전주대학교 대학원정
보통신공학과 입학예정
<관심분야> 영상처리, 네트워크



김동욱(Dong-wook Kim)
1987년 성균관대학교 전자공학과
졸업
1992년 중앙대학교 대학원 전자공
학과 졸업(공학석사)
1996년 중앙대학교 대학원 전자공
학과 졸업(공학박사)
현재 전주대학교 전기전자 정보통
신공학부 부교수 재직
<관심분야> 신호처리, 영상처리, 네
트워킹