論文99-36C-1-9

# DCT를 이용한 차량 번호판 추출 및 문자영역 분리에 관한 연구

# (A Study on the Extraction of Car License Plate and Separation of Character Region Using DCT)

朴 成 煜 *, 黃 雲 柱 *, 朴 鍾 旭 **

(Sung-Wook Park, Woon-Joo Hwang, and Jong-Wook Park)

요 약

본 논문에서는 1-D DCT를 이용한 차량 영상의 번호판 영역 및 번호판의 문자 영역을 효과적으로 분할하는 방법을 제안한다. 차량 영상에서 번호판 영역과 번호판의 문자영역은 일정 크기의 고주파 성분에 의하여 구별될 수 있다. 본 방법은 이러한 고주파 성분을 DCT로써 추출하고, 추출된 고주파 성분에 의하여 번호판 영역과 문자 영역을 분리하는 방법을 보인다. 또한 제안된 방법에 대한 타당성을 보이기 위하여, 다양한 영상에 대해 실험하였다. 그 결과, 간단한 전처리 만으로 비교적 정확한 번호판 영역 추출이 가능하였으며, 보다 효과적으로 문자영역을 분리할 수 있음을 확인할 수 있었다.

**Abstract**

This paper describes the methods which segment more efficiently the car license plate and the character region by using 1-D DCT. In the car images, a license plate region and a character region of the license plate can be distinguished by the regular high frequency components from the car images. In this method, it is shown that the regular high frequency components are extracted by using DCT and license plate region is segmented in the car image and the character region is then seperated at the extracted license plate by using the previously extracted regular high frequency components. Some experiment results of the various images are shown. It has been shown from the results that the car license plates and the character regions can be segmented more exactly and efficiently than conventional methods.

## I. 서 론

경제성장에 따른 차량의 증가로 효율적, 체계적 차량관리를 위하여 차량 번호판 자동인식은 절실하다. 이러한 목적을 위하여 번호판 자동인식은 도난 차량의 추적, 통행료 징수의 자동화, 주차 관리의 자동화, 교통 단속의 자동화 등의 시스템에서 광범위하게 응용될 수 있다. 그러나 이러한 시스템에 입력되는 차량 영상은 차종과 환경에 따라 매우 가변적이고 번호판의 규격은 차량의 용도에 따라 색상과 구조에 차이를 보이므로, 차량 번호판 인식 시스템에 대한 구현이 용이치 않다. 따라서 이와 같은 다양한 환경에 제한을 받지 않는 방법을 모색하는 것이 바람직하며, 이를 위하여 차량 번호인식 시스템에 관한 다수의 연구가 발표된 바 있다.[1~5]

휴 변환(Hough Transform)을 이용한 번호판 테두리 검출 방법[1]은 번호판의 기하학적인 특성에 기반을 두었으며, 잡음에 강한 특성을 유지하는 반면, 에

* 學生會員, ** 正會員, 仁川大學校 電子工學科
(Dept. of Electronic Engineering, University of Inchon)

※ 본 연구는 인천대학교 교내 연구비 지원으로 수행되었습니다.

接受日字:1998年10月28日, 수정완료일:1998年12月23日

지영상 검출과 휴 변환에 대한 처리시간이 길어진다. 밝기 변화(gray-level)에 의한 방법[2]은 번호판 영역에서 문자와 배경이 일정하게 반복되는 명암차의 특성에 바탕을 두고 있으나, 다양한 기준치(threshold) 설정이 요구되고, 문자 정보와 유사한 수직 성분이 발생할 경우 오류의 가능성이 매우 높다.

또한 기존의 이치화를 이용한 문자영역 분리 방법은 이치화하는 과정에 있어 정보 손실과 노이즈의 가능성이 항상 존재하고, 인식을 위한 특징 추출 과정에서 잘못된 특징들을 사용할 수 있으므로 인식률 저하의 결과를 가져올 수 있다.[6]

본 논문에서는 차량 영상에서의 번호판 영역이 다른 영역과 구별되는 일정 크기의 고주파 성분을 포함하고 있으며, 번호판의 문자영역 역시 번호판 바탕과 구별되는 고주파 성분을 포함하고 있다는 특성을 이용하여, 차량 영상에 대하여 1-D DCT(Discrete Cosine Transform) 처리를 통해 번호판의 색상과 구조, 주변 환경의 영향을 받지 않는 새로운 자동차 번호판 영역 추출 및 문자영역 분할 방법을 제안한다.

본 방법은 먼저 차량 영상에서 번호판 영역에서의 고주파 성분을 검색하기 위해 수평방향 1-D DCT를 처리하여, 검색된 고주파 성분에 의하여 수평 영역을 분리한 다음, 분리된 수평 영역에 대하여 수직 1-D DCT를 처리하여 번호판 영역이 존재하는 곳의 영역을 검색함으로써 번호판 영역을 추출하였다.

또한 번호판의 문자영역에 대한 분할 역시, 추출된 번호판 영역에 대하여 수평 1-D DCT처리를 통하여 번호판의 상단 영역과 하단 영역을 분리하고, 분리된 상, 하단 영역에 대하여 수직 1-D DCT 처리를 통하여 문자영역을 분리하는 방법이다. 따라서 본 방법은 신호처리 체계 하에서의 일관된 처리가 가능함으로, 하드웨어 구성이 보다 간단해질 수 있는 특징을 갖는다.

그리고 제안한 방법의 타당성을 보이기 위하여 다양한 영상에 대하여 실험을 실시하였다.

그 결과 DCT 계수만을 이용하여 번호판 및 문자영역을 정확히 검출할 수 있었고, 특히 문자영역에 대해서 이치화 과정 없이도 문자영역을 정확하게 분리할 수 있었다.

또한 복잡한 차량 영상과 대비(contrast)가 낮은 영상에서도 비교적 간단한 전처리 만으로 정확하게 추출됨을 확인할 수 있었다.

## Ⅱ. 차량 번호판 추출

차량 영상에서 번호판 영역과 번호판 영역내의 문자영역은 다른 영역과 비교할 때, 높은 공간 주파수, 분산, 그레이 레벨 차를 나타낸다[7]. 이것은 차량 영상에서 수평 방향에 대한 주파수의 평균 크기를 살펴볼 때 번호판 영역에서 높은 주파수가 연속적 발생한다[8]. 따라서 번호판 영역의 주파수 특성에 착안하여, 다음과 같은 1-D DCT에 의한 방법을 보인다.

영상 부호화 방법의 하나로 사용되는 DCT 방식은 통계적으로 최적 변환으로 알려진 KLT(Karhunen-Loeve Transform)에 가장 근접한 성능을 가지고 있는 직교변환[9]의 하나이다. 1-D DCT 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C(u)=a(u)\sum_{x=0}^{N-1}f(x)\cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right],\quad \text{for } x=x,y \qquad (1)$$

단, $u$는 0, 1, ..., N-1 이며, $a$는

$$a(u)=\begin{cases}\sqrt{\frac{1}{N}} & \text{for } u=0\\ \sqrt{\frac{2}{N}} & \text{for } u=1,2,\ldots N-1\end{cases}$$

이다.

여기서 번호판이 가지는 고주파 성분을 추출하기 위해 식 (1)의 연산 결과에서 $C(0)$(DC 성분)를 제거하고 AC성분의 절대값을 취한 평균을 사용하였다. 이는 DFT를 이용해 주파수를 추출하는 방법[8]에 비해 수식적으로 계산이 간단할 뿐만 아니라, 하드웨어 구성이 용이하다는 장점이 있다.

### 1. Y축 영역 결정

차량 영상에서 각 행에 대한 수평 방향 1-D DCT 연산의 AC 성분의 평균은 그림 1에서 보는바와 같이 점선의 1차원 신호를 나타낸다. 그림에서 점선 신호는 매우 이산적인 신호로 신호 해석이 용이치 않으므로, LPF(Lowpass Filter)에 의하여 그림 1의 실선 형태의 저주파 신호로 변환함으로써 신호 해석이 가능함을 볼 수 있다.

그림 1의 저주파 신호는 차량의 구조적 특징에 의하여 헤드라이트-라디에이터-헤드라이트 영역에서 최대값을 나타내고[10], 번호판은 최대값의 아래 영역에 위치하는 것을 볼 수 있다. 이때 번호판에 해당하는 신호는 하나의 봉우리(modal)를 형성함으로, 최대값의 아래 영역에 대한 신호를 쌍봉형(Bimodal)에 근사시

키고 두 봉우리를 구분하는 경계값(boundary)을 검출함으로써, 번호판 영역을 분리할 수 있음을 알 수 있다.

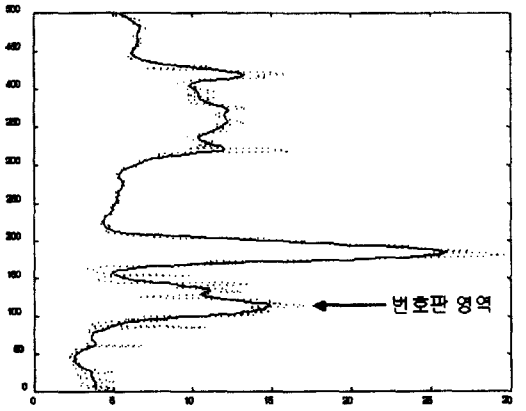



그림 1. 수평 1-D DCT AC 성분 평균 신호
Fig. 1. Horizontal 1-D DCT AC average signal.

그러나 번호판 영역의 봉우리는 전체 신호에 비하여 미약할 수 있으며, 쌍봉형 근사를 위해서는 번호판 위치에서 보다 큰 주파수가 발생되어야 함으로, 영역에 대한 전처리로써 히스토그램 평활화(histogram equalization)를 적용한다. 전처리를 수행한 영역에 대하여 전체 영역에서와 동일한 방법으로 행에 대한 DCT 연산에 의한 AC성분의 평균으로 구성된 1차원 신호를 LPF에 통과시키면 그림 2와 같은 저주파의 뚜렷한 쌍봉형 신호가 형성된다. 쌍봉형 신호에 대하여 분산 최대 이분할 법[11]에 의한 경계값을 검출함으로써 제한된 영역으로부터 번호판 영역에 해당하는 Y축 영역을 검출할 수 있다.

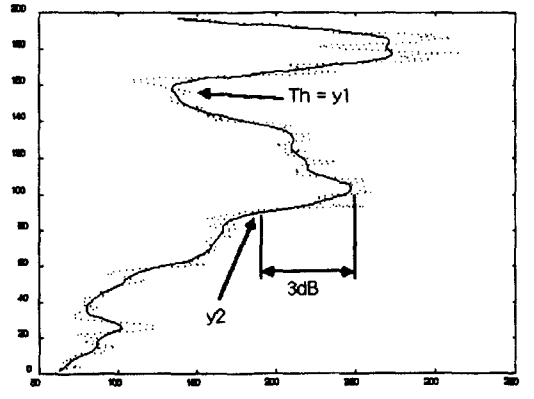



그림 2. 전처리 후 1-D DCT AC 신호
ig. 2. After preprocessing 1-D DCT AC signal.

따라서 그림 2에서 보는 바와 같이 쌍봉형 신호 분리 과정에서 검출된 임계값 $T_h$는 y1으로 결정하고, 분리된 영역에서 번호판 영역이 최대 크기를 보이므로 최대 크기의 아래 방향으로 3dB 작은 크기가 최초 발생하는 위치를 y2로 결정하여, 번호판 영역의 Y축 영역을 검출할 수 있다.

2. X축 영역 결정

Y축 영역이 결정된 영상 평면에 대하여, 수직 방향 1-D DCT 연산에 의한 AC 성분의 평균으로 구성된 1차원 신호는 번호판 영역에서 높은 크기가 연속적으로 발생한다. 그러나 차량 영상은 조명 및 차량 구조가 다양한 형태를 가지기 때문에 번호판 이외의 위치에서 높은 크기의 주파수가 발생할 수 있으므로, 미디안 필터(median filter)에 의한 전처리를 수행한다.

전처리 후 영상 평면에 대하여 DCT 연산에 의한 AC 성분의 평균으로 1차원 신호를 구성한다. 이때 신호는 문자와 문자의 간격 공백에 의하여 번호판을 구성하는 문자 성분은 분리된 형태를 지니고, 다수의 맥시마(maxima)와 미니마(minima)를 포함하는 비정규적 형태를 나타내므로 신호 해석이 용이치 않다. 따라서 이와 같은 신호에 대하여 LPF를 적용하여 그림 3과 같은 고주파 성분을 제거함과 동시에 번호판 문자 성분들을 하나의 그룹으로 근사화시킬 수 있다. 또한 번호판에 해당하는 신호 영역은 전체 구간에 대한 신호의 평균보다 큰 값을 가지므로, 다음과 같이 기준값을 변경하였을 때의 신호는 그림 3의 실선과 같은 일정 수의 영역으로 분할될 수 있다.

$$T_h = \overline{m} = \frac{1}{L}\sum_{x=1}^{L} S(x) \qquad (2)$$

$L$: 신호의길이

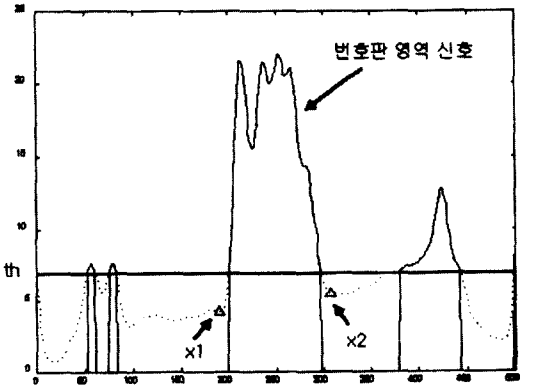



그림 3. X축 영역 결정
Fig. 3. Determine the X-axis region.

이때 번호판 영역은 이들 영역중 하나가 되고, 번호판은 문자 성분의 연속이므로 번호판에 해당하는 영역은 비교적 균일한 크기로 구성된다. 이것은 다음과 같은 방법으로 각각의 영역에 대한 에너지를 계산하였을 때, 최대 에너지 영역에 해당함으로 번호판 영역에 해당하는 신호 분리가 가능하다.

$$E=\sum_{x=x1}^{x2}|S(x)|^2 \tag{3}$$

$x1$ : 영역의시작좌표 $x2$ : 영역의끝좌표

그러나 앞의 기준값 변경으로 인하여 번호판 영역이 축소되어 문자를 포함하지 못하는 현상이 발생함으로, $T_h$로부터 점선 신호에 대한 영역의 좌우 측 미니마 x1과 x2를 검색함으로써 영역을 검출할 수 있다. 이와 같은 방법에 의하여 선정된 영역은 번호판에 해당하는 신호 영역으로 시작 위치와 끝 위치를 각각 X축 좌표로 결정함으로써, 번호판의 X축 영역은 x1에서부터 x2까지의 영역으로 결정할 수 있다.

한편 번호판의 규격은 가로:세로=2:1[12] 이므로 선정된 최대 에너지를 갖는 그룹은 앞에서 결정된 Y축 크기의 2배가 되어야 한다. 하지만 영상 획득 과정과 Y축 영역 결정 과정을 고려할 때 정확한 2:1을 구성할 수 없으므로 1.5 : 1 ~2.5 : 1의 유동적인 크기 비를 적용하는 것이 바람직 할 것이다. 따라서 최대 에너지 그룹이 1.5:1 보다 작은 경우는 영역 확장을, 2.5:1 보다 큰 경우는 영역 축소 과정이 이루어져야 한다. 먼저 1.5:1 보다 작은 크기 비를 보일 경우, 선정된 그룹으로부터 최단 거리에 있는 그룹 포함으로 영역 확장에 의한 크기비 조건을 만족하도록 하여 X축 영역을 결정한다. 또한 크기 비가 2.5:1 보다 큰 영역이 선정되었을 경우, 선정된 영역에 대하여 다음과 같은 방법으로 기준 크기로 설정하고, 최대 에너지 영역이 크기 비를 만족하도록 반복 과정에 의하여 번호판 영역을 검출할 수 있다.

$$th=\overline{m}-\sigma \tag{4}$$

$$\overline{m}=\frac{1}{\triangle x}\sum_{x=x1}^{x2}S(x),$$

$$\sigma=\sqrt{E[X^2]-\overline{m}^2},$$

$$\triangle x=|x2-x1|,$$

$$E[X^2]=\sum_{x=x1}^{x2}x^2S(x)$$

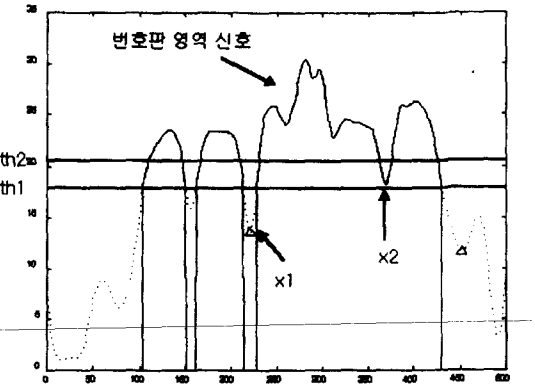



그림 4. X축 영역 축소 방법
Fig. 4. Reducing method for X-axis region.

지금까지 설명한 번호판 영역 추출에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

알고리즘 1:
Step 1. 전체 영상에 대하여 Histogram Equalization 처리.
Step 2. 수평 1-D DCT 처리 후 구성된 AC 히스토그램에 LPF를 적용.
Step 3. 쌍봉형 신호에 대하여 분산 최대 이분할 법을 적용하여 임계값 y1을 결정.
Step 4. y1 이하 영역에서 최대 크기의 신호를 검색, 그 크기보다 최초 3dB 작은 위치를 y2로 정하여 Y축 결정.
Step 5. y1과 y2 사이의 영역에 대해 Median Filter 적용.
Step 6. Step 5의 결과 영상에 수직 1-D DCT 처리 후 구성된 AC 히스토그램에 LPF를 적용.
Step 7. 기준 값을 계산하여 기준값 이상의 최대 에너지를 갖는 영역을 검색하여 X축 결정.
Step 8. X축과 Y축 영역 비율을 조사, 그 결과에 따라 영역을 확대 또는 축소하여 번호판 영역 결정.

## Ⅲ. 문자영역 분리

그림 5와 같이 추출된 번호판 영역에서 최종적으로 인식하기 위해서는 각각의 문자분리가 필요하다. 기존의 방법에서는 일반적으로 번호판 영역에서 문자를 추출하기 위해 먼저 번호판 영역을 이치화하고, 이치화된 결과에 대하여 히스토그램을 이용하여 개별 문자를 추출한다[13]. 이러한 방법의 경우 이치화 과정에서 정보 손실과 노이즈의 가능성이 항상 존재하게 된다[6].

따라서 본 연구에서는 이러한 단점을 해결하고, DCT 하드웨어를 이용한 일관성있는 알고리즘을 적용시킬 수 있도록 추출된 번호판 영역에서의 문자영역 분리 역시 1-D DCT를 적용하는 방법을 보인다.

그림 5. 추출된 번호판
Fig. 5. Extracted car number plate.

차량 번호판은 관청, 용도, 차종을 나타내는 상단 문자영역 부분과 일련번호를 나타내는 하단 문자영역으로 구성되어 있는데, 먼저 상, 하단의 문자 영역을 분리하기 위해 추출된 번호판 영역 영상에 대해 수평(row) 방향으로 1-D DCT를 전체 영역에 대하여 처리한다.

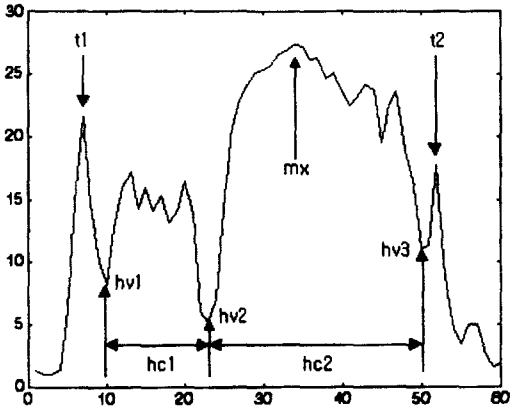
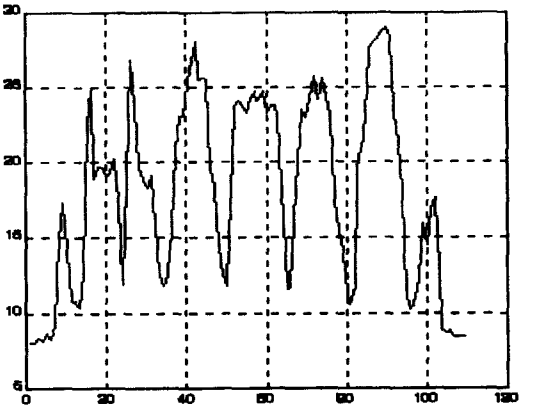
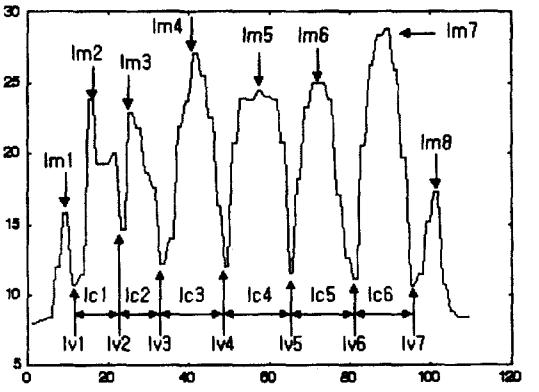



그림 6. 번호판 문자영역의 수평 1-D DCT 주파수 특성
Fig. 6. Horizontal 1-D DCT frequency characteristic of car plate character region.

그림 6에서 볼 수 있듯이 문자영역(hc1, hc2)과 번호판의 상, 하단 테두리 부분에서의 주파수(t1, t2)사이에는 문자가 존재하지 않는 영역이기 때문에 다른 영역보다 상대적으로 낮은 주파수 값을 가지는 계곡(valley)을 형성(hv1, hv2, hv3)한다. 또한 번호판의 일련번호를 나타내는 영역(hc2)에는 전체 번호판 주파수중 최대값을 가지는 봉우리(mx)를 포함한다. 이것은 차량 번호판의 구조적인 특성으로 인한 것이며, 모든 번호판에 대해서 동일하게 나타난다. 그러므로 번호판의 수평축 분할은 hc2 영역의 mx를 기준으로 좌, 우 영역을 검색하여 계곡점(hv1, hv2, hv3)을 찾음으로써 분할할 수 있다. 간혹 번호판의 상단과 하단 테두리 부분이 조명이나 기타 주변환경을 영향을 받아 번호판 문자 영역(mx)보다 큰 값을 가지는 경우도 있는데, 이것은 번호판의 사전 지식(domain knowledge)이나 신호의 폭을 조사함으로써 제거할 수 있다.[12]



(a)

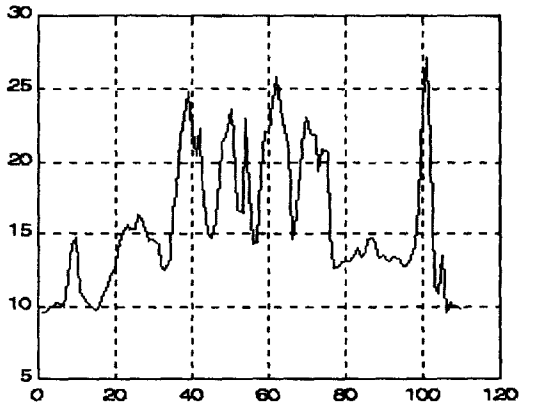



(b)

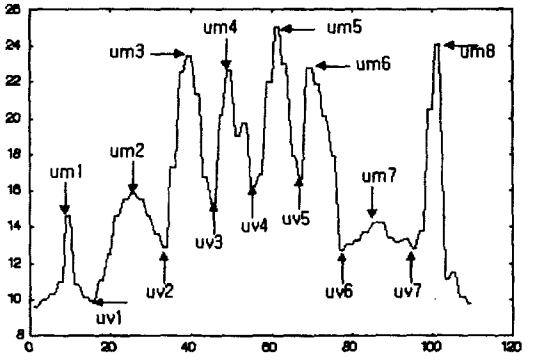
그림 7. 번호판 하단 문자영역의 1-D DCT 수직 주파수 특성
(a) 양자화 처리 전의 하단 영역 수직 주파수 특성 (b) 양자화 처리 후의 하단 영역 수직 주파수 특성
Fig. 7. Vertical 1-D DCT frequency characteristic of lower character region.
(a) Frequency characteristic of lower region before quantization (b) Frequency characteristic of lower region after quantization

수평 분할을 완료하면 번호판의 일련번호를 나타내는 하단 부분의 문자를 분할한다. 하단 부분을 먼저 분할하면 그 결과를 이용하여 상단 문자영역 분할시 번호판 문자의 위치 특성을 이용하여 상단 문자 영역을 제한할 수 있는 이점이 있다. 번호판 하단 영역의 문자 분할은 수직(vertical) 1-D DCT를 수행함으로

써 분리할 수 있다. 1-D DCT 수행후 미세한 주파수 성분을 제거하고 봉우리(modal)와 계곡을 명확히 하기 위해 그림 7-(b)와 같이 양자화(quantization)를 행하였다. 다음 일정 간격으로 양자화된 값들을 조사하여 봉우리들(lm1~lm7)을 검색한 후 이들 봉우리를 이용하여 계곡(lv1~lv7)을 검출한다. 검출된 계곡들 사이의 간격(lc1~lc6)의 첫 번째 영역(lc1)에는 자동차의 용도를 나타내는 문자가 위치하게 되는데, 만일 이 문자의 자음과 모음이 분리된 경우, lc1과 lc2의 크기가 다른 문자 영역에 비해 작게 되므로 이 두 영역을 합쳐주는 과정을 거치게 된다.




(a)




(b)

그림 8. 번호판 상단 문자영역의 1-D DCT 수직 주파수 특성
(a) 양자화 처리 전의 상단 영역 수직 주파수 특성 (b) 양자화 처리 후의 상단 영역 수직 주파수 특성

Fig. 8. Vertical 1-D DCT frequency characteristic of upper character region.
(a) Frequency characteristic of upper region before quantization (b) Frequency characteristic of upper region after quantization

상단 문자영역 분할은 하단 문자영역 분할과 동일한 방법을 사용한다. 먼저 그림 8-(a)와 같은 수직 1-D DCT 신호에서 양자화 과정을 거친 후 봉우리(um1~um8)들을 검색하고, 봉우리들 사이의 계곡(uv1~uv7)들을 조사한다. 그림 8-(b)에서와 같이 번호판 테두리(um1, um8)와 번호판의 봉인(um2, um7) 영역이 입력 영상에 따라서 이 부분의 주파수가 강하게 나타나 문자 영역과 혼돈을 일으킬 수가 있다. 이것은 상단의 문자영역이 하단 문자영역 중 두 번째 문자와 네 번째 문자 사이에 존재한다는 구조적 특징을 이용하여 상단 문자 영역을 제한하거나, 신호의 크기나 넓이를 비교함으로써 해결할 수 있다.

지금까지 설명한 문자 영역 분할 과정에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

알고리즘 2:
Step 1. 번호판 영역에 대해 수평 1-D DCT 처리하여 AC 히스토그램 H1을 구성.
Step 2. H1을 조사하여 최대값 mx를 검색.
Step 3. mx의 위치를 검증하여, 번호판 테두리일 경우 다음 mx 검색.
Step 4. mx를 기준으로 좌, 우의 계곡점 hv1, hv2, hv3 검색.
Step 5. hv2, hv3를 이용, 하단 영역 수직 1-D DCT 처리하여 AC 히스토그램 V1 구성.
Step 6. V1을 조사하여 봉우리점 lm1~lm8을 구한 다음, 봉우리점들 사이의 계곡점 lv1~lv7 검색.
Step 7. lv1, lv2 사이의 간격을 조사하여, 간격이 다른 영역의 일정 크기보다 작을 경우 병합.
Step 8. hv1, hv2를 이용, 상단 영역 수직 1-D DCT 처리하여 AC 히스토그램 V2 구성.
Step 9. V2을 조사하여 봉우리점 um1~um8을 구한 다음, 봉우리 점들 사이의 계곡점 uv1~uv7 검색.
Step 10. 상단 문자 영역 이내의 계곡점들만 추출.

## Ⅳ. 실험 및 고찰

본 논문의 타당성을 보이기 위하여 Pentium II 233 MHz PC에서 Matlab 소프트웨어를 이용하여 실험을 실시하였다. 입력 영상은 톨게이트를 통과하는 차량을 대상으로 1024×1024 gray level로 획득하여 512×512로 축소한 100개의 다양한 차량 영상 데이터를 사용하였다.

그림 9의 (a)는 전체 영역에 대하여 수평 1-D DCT 처리 후의 AC 신호 보여준다. 헤드라이트-라디에이터-헤드라이트 부분에서 최대값을 나타낸다는 것을 알 수 있다. (b)는 히스토그램 평활화에 의한 전처

리 과정으로 번호판 영역에서 명확한 주파수를 발생시키고, 수평 1-D DCT에 의하여 Y축 영역을 결정하는 과정을 나타내고 있으며, 그 결과에 의하여 추출된 Y축 번호판 영역은 (c)와 같다. 또한 (d)는 추출된 Y축 영역 영상에 대하여 미디언 필터에 의한 전처리 과정을 수행하고, 수직 1-D DCT에 의하여 X축 영역을 결정하는 과정을 보여주며, 그 결과를 (e)와 같다. 마지막 (f)는 앞의 방법으로 검출된 X-Y축 번호판 영역을 원 영상에 나타내고 있다.

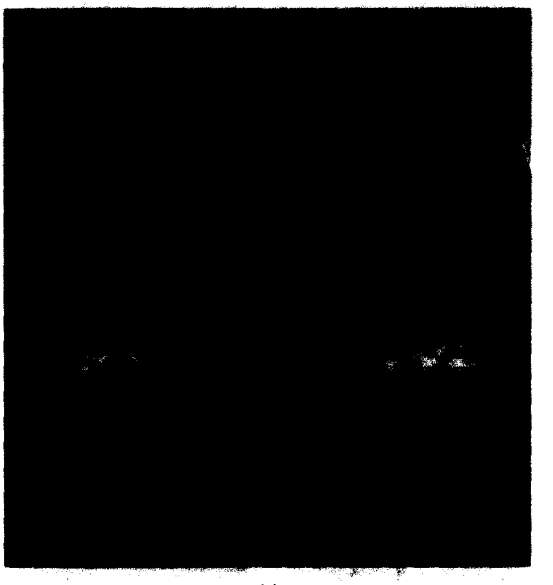
(a)

(b)

(c)

(d)

(e)



(f)

그림 9. 번호판 영역 추출 과정
(a) 수평 1-D DCT 결과 (b) Y축 영역 결정 (c) 추출된 Y축 번호판 영역 (d) X축 영역 결정 (e) 추출된 X축 번호판 영역 (f) 번호판 추출

Fig. 9. A Process of extract plate region.
(a) Result of horizontal 1-D DCT (b) Determination of Y-axis region (c) Extracted Y-axis number plate region (d) Determination of X-axis region (e) Extracted X-axis number plate region (f) Extraction of number plate

그림 10은 추출된 번호판 영역에서 문자영역을 분리하는 과정을 보여주고 있다. 먼저 입력영상 (a)에 대하여 (b)는 수평 1-D DCT에 의한 AC 신호를 나타내며, (c)는 이 신호에 의해 분리된 상단 영역과 하단 영역을 보여준다. (d)는 수직 1-D DCT에 의해 생성된 하단 문자영역 AC 신호를, (e)는 계곡점 검출로 분리된 하단 문자영역 나타낸다. 그리고 (f)와 (g)는 각각 수직 1-D DCT에 의해 생성된 상단 문자영역 AC 신호와 그 신호에 의한 상단 문자영역 분리 결과를 나타내었다

그림 9와 그림 10에 보여준 바와 같이, 본 방법은 번호판 영역과 번호판내의 문자 영역 영역이 정확하게 분리될 수 있음을 보여준다. 다양한 영상에 대한 실험 결과, 번호판 영역의 경우 100개의 데이터에서 92개가 성공적으로 추출되었으며, 문자영역 분리 과정에서는 번호판이 정확히 추출된 92개의 모든 영상 데이터의

문자 영역을 정확하게 분할 할 수 있었다.

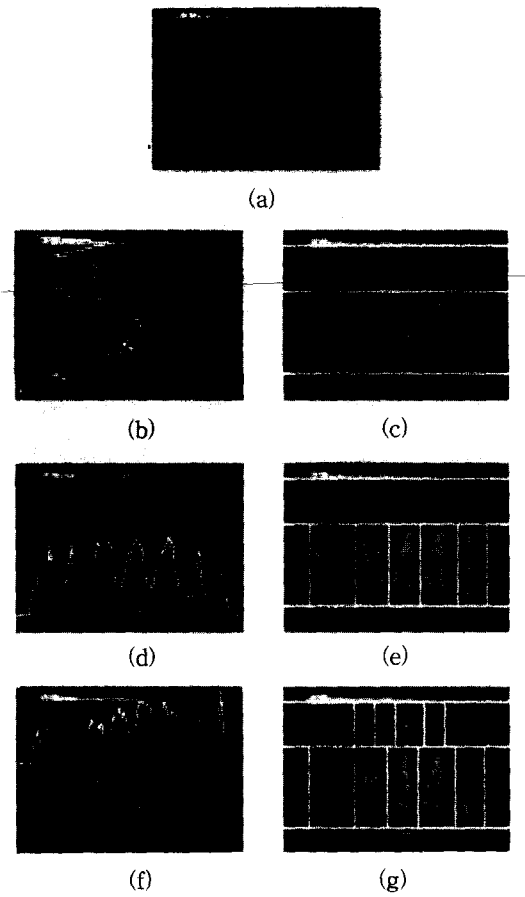


그림 10. 문자영역 분리
(a) 입력 영상 (b) 수평 1-D DCT 결과 (c) 상, 하단 영역 분리 결과 (d) 하단 영역 수직 1-D DCT 결과 (e) 하단 문자영역 분리 결과 (f) 상단 영역 수직 1-D DCT 결과 (g) 상단 문자영역 분리 결과

Fig. 10. Separation of character region.
(a) Input image (b) Result of horizontal 1-D DCT (c) Separation result of upper and lower region (d) Vertical 1-D DCT result of lower character region (e) Separation result of lower character region (f) Vertical 1-D DCT result of upper character region (g) Separation result of upper character region

또한 기존 방법과 성능 비교를 위하여, 번호판 영역 추출과 문자 영역 분리에서 가장 널리 사용되고 있는 신호처리 기법[2]과 히스토그램 방법[5]을 이용하여 실험하였다. 이 실험에 대한 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 기존의 방법과 비교분석
Table 1. Analysis and comparison with a conventional method.

| 구분 | 기존방법 | | 제안한 방법 | |
|---|---|---|---|---|
| | 정확성 | 속도 | 정확성 | 속도 |
| 영역추출 | 89% | 9.5초 | 92% | 10.3초 |
| 문자분리 | 87% | 5.3초 | 92% | 3.8초 |

표 1에서 나타낸 바와 같이 영역 추출에서 제안한 방법은 기존 방법이 갖는 기준치 설정 문제를 해결하여 높은 정확성을 보였고, 처리 속도에서는 기존의 방법과 큰 차이가 없음을 확인하였다. 또한 문자분리 과정에서 기존 방법이 갖는 에지 영상 생성으로 인한 정보손실과 처리시간 지연을 해결하여 높은 정확성과 속도를 나타내었다. 따라서 본방법은 번호판 영역 추출 및 문자 영역 분리에 있어서 기존의 방법보다 우수함을 알 수 있었다.

제안한 방법은 DCT 처리에 의한 봉우리 특성을 이용함으로써, 신호처리 체계하에서 일관성을 갖는 알고리즘으로 처리할 수 있고, 이로 인하여 보다 정확한 결과를 얻을 수 있었다고 생각된다. 또한 신호처리 체계의 하드웨어를 그대로 이용할 수 있으므로 저가의 DSP Processor를 효과적으로 이용할 수 있고, 현재 사용되고 있는 DCT 처리 알고리즘을 탑재한 하드웨어를 그대로 사용할 수 있음으로 하드웨어 구성이 용이할 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 번호판 영역 추출에서는 차량 구조에 의하여 번호판과 인접한 위치에서 높은 주파수가 발생할 경우 오류가 발생하였다. 이 문제에 대한 추가적인 연구가 앞으로 계속 진행되어야 할 것이다.

## V. 결 론

본 논문에서는 1-D DCT를 이용하여 차량 번호판 추출과 문자영역 분리에 대한 새로운 방법을 제안하였다.

제안된 방법은 DCT 처리에 의한 봉우리 특성을 이용함으로, 일관적인 알고리즘으로 처리할 수 있어서 보다 정확한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 영상의 이치화 과정이 필요치 않으므로 정보의 손실과 잡음 문제를 해결할 수 있었다.

그리고 제안된 방법을 하드웨어로 구현할 경우 저가의 DSP Processor를 효과적으로 이용할 수 있고, 현재 사용되고 있는 DCT 처리 알고리즘을 탑재한 하드

웨어를 그대로 사용할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 방법을 실제의 응용 시스템에 적용할 경우 보다 효율적인 시스템 구성이 가능하리라고 생각된다.

향후 과제로는 차량 구조에 제한되지 않는 보다 효율적인 번호판 영역 추출 방법에 대한 방법이 보완되어야 하고, 또한 보다 많은 데이터에 대한 실험이 이루어져야 할 것이다

## 참 고 문 헌


[1] 이상기, "컴퓨터 비젼을 이용한 차량번호판 영역 추출에 관한 연구", *석사학위논문*, 인하대학교, 1992

[2] 전병태, 윤호섭, "신호처리 기법을 이용한 차량 번호판 추출 방법", *대한전자공학회논문지*, vol. 30-B, no. 7, pp. 728-737, 1993. 7

[3] Yuntao Cui and Qian Huang, "Automatic License Extraction from Moving Vehicles", *Processings ICIP-97, IEEE Computer Society, vol. III*, pp. 126-129, 1997. 8.

[4] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량번호판 포착", *한국정보과학회논문지*, vol. 21, no. 6, pp. 1149-1159, 1994. 6

[5] 조동욱, 조용환, "환경에 불변인 전처리 과정과 히스토그램 및 원형 정합을 이용한 차량 번호판 인식", *한국통신학회논문지*, vol. 23, no. 1, pp. 94-100, 1998. 1

[6] 이진배, "조명과 기울기에 강한 차량 번호판 인식에 관한 연구", *숭실대학교 석사학위 논문*, 1995. 6

[7] Yong Mei Liu, Tsuyoshi Yamamura, Noburu Ohnishi and Noboru Sugie, "Detecting Characters in Gray Scale Scene Image", *Computer Vision ACCV '98, Springer*, pp. 153-160, 1998. 1.

[8] R. Parisi, E. D. Di Claudio, "Car Plate by Neural Networks and Image Processing", *ISCAS98*, 1998.

[9] K. R. Rao, P. Y. Yip, "*Discrete Cosine Transform*", Academic Press, 1990

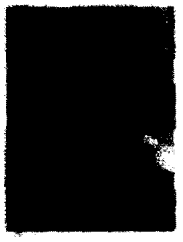
[10] 황운주, 박성욱, 박종욱, "통계적 방법에 의한 차량 번호판 영역 추출에 관한 연구", *한국통신학회 하계종합학술발표 논문집*, vol. 17, no. 1, pp. 394-397, 1998

[11] Nobuyuki Otsu, "A Threshold selection Method from Gray-Level Histogram", *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics, vol. SMC-9*, no. 1, pp. 62-66, 1979.

[12] 건설교통부고시 제96-390호, *자동차등록번호판등의 제식에 관한 고시*, 1996

[13] 조보호, 정성환, "ART2 신경회로망을 이용한 차량번호판 문자인식", *한국정보과학회 가을 학술발표논문집*, vol. 24, no. 2, pp. 455-458, 1997


## 저 자 소 개

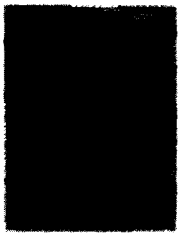



**朴 成 煜(學生會員)**

1971년 12월 20일생. 1997년 2월 목원대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사). 1997년 8월 ~ 현재 인천대학교 대학원 전자공학과 석사과정 재학중. 주관심분야는 영상처리, 컴퓨터 비젼

**朴 鐘 旭(正會員)**

1950년 2월 17일. 1985년 2월 인하대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1992년 3월 ~ 현재 인천대학교 전자공학과 교수. 주관심분야는 컴퓨터 비젼, 3-D 영상해석, 인공지능



**黃 雲 柱(學生會員)**

1972년 1월 23일생. 1999년 2월 인천대학교 전자공학과 졸업(공학사). 주관심분야는 컴퓨터 비젼, 3-D 영상해석 등임