

수직 및 수평 명암도 변화값과 원형 패턴벡터를 이용한 차량번호판 추출 및 인식 알고리즘

이 응 주[†]

요 약

본 논문에서는 실제 입력 차량 영상으로부터 명암도 변화 정보와 원형 패턴 벡터를 이용하여 차량 번호판을 인식하는 알고리즘을 제안하였다. 일반적으로 차량 영상에서는 번호판 영역에서 문자와 배경이 뚜렷하게 구별되고, 일정한 명암도 변화를 가지면서 번호판 이외의 다른 영역보다 밀집도가 높은 특성이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 성질을 이용하여 먼저 명암도 변화값을 사용하여 번호판을 추출하도록 하였으며 영상 입력 과정에서 외부 환경에 따라 차량 영상이 어둡거나 밝게 입력될 경우에도 동일한 추출 성능을 얻기 위하여 밝기 보정 과정을 수행하였다. 또한 추출된 번호판 영역으로부터 입력 문자의 크기, 이동 및 회전에 무관한 특성 추출을 위해 원형 패턴 벡터를 이용하여 차량 번호를 인식하도록 하였다. 제안한 알고리즘을 적용한 결과 번호판 영역이 불투명하거나 불규칙한 조명 상태에서도 번호판 검출이 가능하였다. 또한 차량 번호판의 크기와 잡음에 영향을 받지 않으면서 번호판 추출이 가능하였으며 기존의 방법에 비해 계산 속도가 향상되어 실시간 처리의 가능성을 제시하였다.

Car License Plate Extraction and Recognition Using Vertical/Horizontal Intensity Variation and Circular Pattern Vector

Eung-Joo Lee[†]

ABSTRACT

In this paper, we propose the car license plate extraction and recognition algorithm using intensity variation information and circular pattern vector from the input car image. Generally, difference between character and background is more noticeable in the car license plate region than other regions. And also, car license plate region usually shows the high density values as well as the constant intensity variations. Based on these characteristics, we first extract car license plate region in the input image using intensity variations. Secondly, lightness compensation process is performed on the considerably dark and brightness input images to acquire constant extraction efficiency. In the car license recognition process, we suggest circular pattern vector to extract features which independent on the size, translation, and rotation of input values. In the experimental results, the proposed methods shows better extraction results regardless of environment lighting conditions as well as noise, size, and location of plate. And also, the proposed method reduces computation times which can be provided real-time possibilities.

키워드: 원형패턴벡터(circular pattern vector), 차량번호판(car license plate), 명암도변화값(intensity variation)

1. 서 론

최근에 교통 혼잡을 해소하기 위한 노력의 일환으로 무인 단속 시스템의 필요성이 대두되고 있으며 교통량의 증가, 주차장 관리, 고속도로 관리 시스템, 도난차량 관리 등의 분야에서 번호판 인식 기술에 대한 필요성이 점차 증가하고 있다.

현재까지 알려진 차량 번호판 추출에 관한 연구로는 전체 영상에서 경계선을 추출하고 이치화된 영상에서 허프 변

환을 수행하여 번호판 영역을 추출하는 방법[1], 차량 전면부 영상에서의 균일성 정보를 이용하여 번호판 영역을 추출하는 방법[2], 숫자영역의 대칭적인 명암벡터를 이용하여 번호판 영역을 추출해 내는 방법[3], 칼라 정보와 밝기 정보를 이용하여 직접적으로 문자영역을 추출하여 인식하는 방법[4] 등이 있다.

이중에서 허프 변환으로 번호판의 수직, 수평성분을 추출하는 방법은 메모리의 크기와 소요 시간이 너무 길어 실시간 처리가 불가능하다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 한정된 영역에서의 허프 변환 적용 등 여러 가지 변형된 허프 변환 방법이 제안되었으나 이 방법 역시 전체 영상을

[†] 정 회 원: 동명정보대학교 정보통신공학과 교수
논문접수: 2000년 9월 6일, 심사완료: 2000년 12월 7일

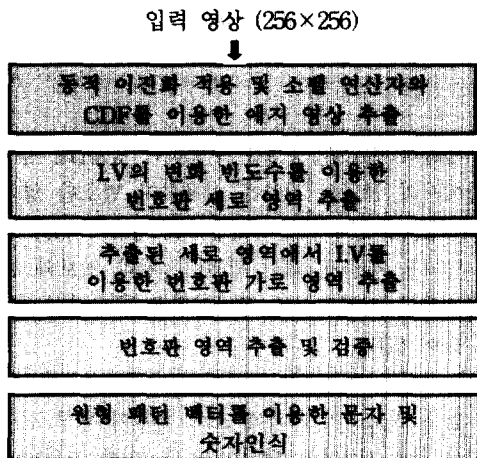
처리하는 처리 소요 시간과 처리과정 동안 발생할 수 있는 원 영상의 정보 손실 등 처리 속도면에서 크게 향상된 결과를 얻기가 어려운 문제점들이 지적된다.

또한 칼라 영상을 사용한 경우는 번호판 바탕색이 일정한 분포를 갖고 있는 것을 찾으면 쉽게 번호판 영역을 추출할 수는 있으나 찾아야 할 번호판 바탕색이 세 종류이고 차량색상과 번호판 바탕색이 동일할 경우 번호판 영역 추출이 실패할 가능성이 높다.

일반적으로 차량 번호판 인식 과정은 크게 차량 번호판 영역 추출 과정과 인식 과정으로 나누어져 실행되며 올바른 차량 번호 인식을 위해서는 먼저 정확한 번호판 영역이 추출되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 허프 변환 방법에서의 전체 영상을 처리 소요 시간과 속도, 처리과정 동안 원 영상의 정보 손실 등에서 번호판의 특징인 번호판 테두리가 나타나지 않으므로서 영역 추출의 실패를 가져올 수 있는 문제점을 해결하고자 동적 이진화 적용 및 수평, 수직 명암도 변화값의 대칭성을 이용하여 차량 번호판을 추출하며 추출을 하는데 있어 크게 영향을 미치는 번호판의 위치 및 크기 변화, 훼손된 번호판 등의 영향을 최소화하면서 실시간 처리가 가능하게 함으로써 실제 현장에 적용할 수 있도록 하였다. 또한 칼라 영상을 사용한 경우는 차량 색상과 번호판 바탕색이 동일한 경우 번호판 영역 추출이 실패할 가능성이 높지만, 흑백 영상을 이용하므로 명암도가 대조적으로 나타나므로 이러한 문제도 쉽게 해결할 수 있다.

2. 제안한 수평 및 수직 명암값 변화를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘

제안한 알고리즘은 차량 영상에서 명암도 변화를 구한 후 번호판 영역의 특성을 이용하여 번호판 영역을 추출하



(그림 1) 제안한 명암값 변화를 이용한 번호판 추출 및 인식 구성도

고 인식하는 과정으로 이루어지며 (그림 1)과 같이 다섯 단계로 나누어져 실행된다.

여러 개의 차량 데이터 영상에 대하여 동적 이진화와 소벨 연산자를 수행하여 영상을 획득한 후 그 다음 CDF를 이용하여 에지의 10%만 추출하고, 위에서부터 아래로, 아래에서 위로 60 픽셀 단위로 프로파일을 검사하여 번호판 세로 영역을 추출하고, 추출된 번호판 세로 영역 내에서 5 픽셀씩 좌에서 우로, 위에서 좌로 수직 프로파일의 직선 에지의 변화량을 추적하여 가로 영역을 추출한다. 추출된 번호판 영역에 대한 검증은 번호판 크기 특성을 이용하며, 최종적으로 원형 패턴 벡터를 적용해 차량 번호 및 문자를 인식한다.

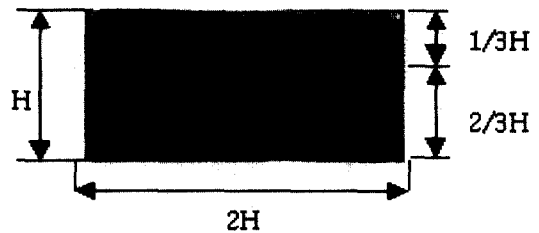
2.1 차량 영상 및 번호판의 특징

일반적으로 차량 영상의 번호판 추출 및 인식에 있어서 번호판의 특징은 알고리즘의 구성에 있어서 매우 중요한 요소이다. 차량 영상 및 번호판의 일반적인 특징은 다음과 같다.

첫째, 실제 번호판의 색상은 차량 용도에 따라 다양하지만 흑백 영상에서는 밝은 바탕에 어두운 글자 혹은 어두운 바탕에 밝은 글자 등으로 대조적인 명암값을 갖는다.

둘째, 번호판은 그 종류와 무관하게 번호판 내부에서 지역부를 나타내는 상부와 숫자를 나타내는 하부로 구성되며, 상부와 하부의 문자 길이의 비가 약 2:1이다. 이는 번호판의 추출뿐만 아니라 인식 알고리즘에 있어서 위치와 크기 추정에 중요한 정보가 된다.

셋째, 번호판은 차량 영상의 하단부에 위치하고 있다. 이는 차량 전면부에서 번호판이 위치할 수 있는 곳이 어느 정도 한정되어 있기 때문에 나타나는 특성으로 후면부의 영상을 촬영하는 경우보다 전면부 영상으로 처리할 때 훨씬 효과적인 특성이다. 이는 실시간 처리를 위하여 번호판 인식시 입력 및 처리 위치를 입력 영상의 하단부로부터 처리함으로써 계산 시간을 단축시키는데 이용할 수 있다. (그림 2)에 일반적인 차량 번호판의 특성에 대하여 나타내었다.



(그림 2) 번호판 영역의 상대적 크기값

2.2 동적 이진화 적용 및 소벨 연산자와 CDF를 이용한 에지 영상 추출

제안된 알고리즘에서 번호판 후보 영역 추출을 위해서는 입력 차량 영상의 종류와 주위 환경 상태에 구애를 받지 않는 차량 번호판 영역의 최적 임계값 변화 빈도수

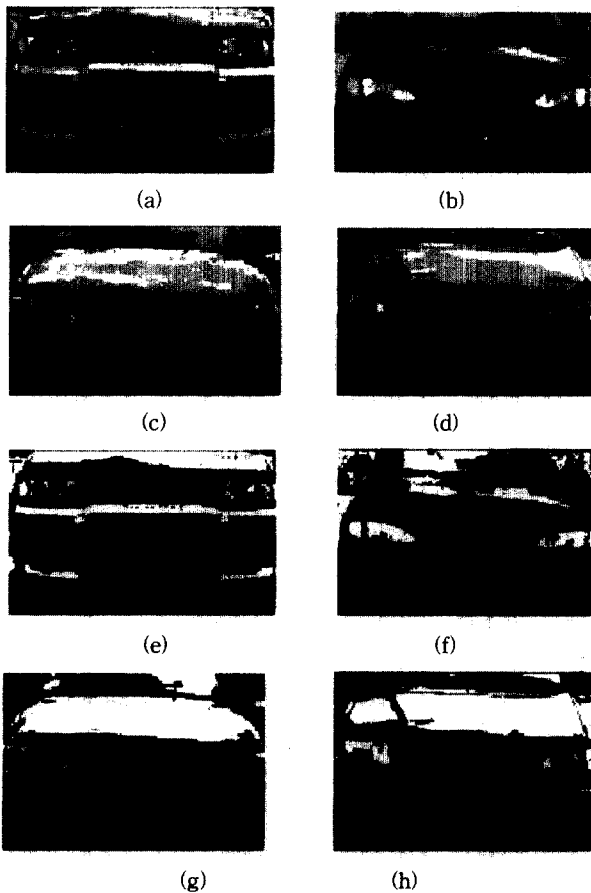
계산이 선행되어야 한다. 또한 이를 위해서는 입력 차량 영상을 이진화 영상으로 변환시킬 때 번호판 영역 추출이 가능하도록 이진화 영상에서의 임계값이 결정되어야 하므로 본 논문에서는 동적 이진화 알고리즘을 적용하였다. 즉, 입력 영상의 각 화소가 갖는 명암값들을 모두 합한 값에 전체 영상 픽셀 개수로 나누어 평균값을 구하고 이렇게 계산한 임계값에 여러 입력 영상을 적용시켜 최적의 동적 이진화 임계값을 구한다.

입력 영상에 대하여 동적 이진화를 적용하여 이진화 영상을 획득한 다음 소벨 연산자를 이용하여 에지 영상의 10%만을 CDF를 사용하여 추출하는데, 라플라스안같은 이차 미분 연산자는 잡음에 매우 약해서 가우시안 평활화와 함께 사용되어야 하므로 큰 처리 시간을 요구하는 단점이 있으나 1 화소 두께의 에지를 구할 수 있는 장점이 있다. 소벨은 일차 미분값을 이용하므로 잡음에 강하고 처리 시간도 짧은 장점이 있는 반면에 두꺼운 에지를 구하는 단점이 있다. 그러나 소벨은 두꺼운 에지를 검출하므로 수직, 수평 에지를 구했을 때 15° 이하로 기울은 에지도 구할 수 있다. 3×3 소벨 마스크와 1×3 마스크 결과에는 별 차이가 없으므로 1×3 소벨 마스크를 사용함으로써 계산량을 단축시켰다. CDF를 이용하여 에지의 10%를 찾으므로 잡음 제거에도 효과가

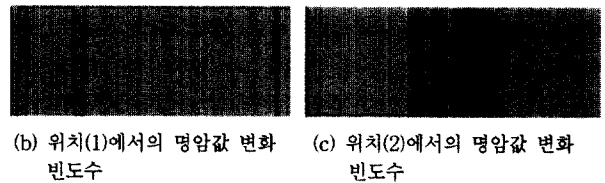
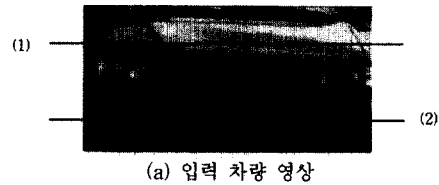
있었다. (그림 3)에 4가지 형태의 다양한 차량 입력 영상과 동적이진화가 적용된 결과 영상을 나타내었다.

2.3 번호판 세로 영역 추출

입력 차량 전면부 영상에서는 수직 성분 정보가 번호판 영역을 제외한 다른 영역에서는 거의 존재하지 않는다. 또한 차량 번호판의 위치는 일반적으로 전체 차량 영상의 하단부에 위치한다는 특징을 이용하여 동적 이진화 및 소벨 연산자와 CDF를 적용하여 영상을 획득한다. 그리고, 위에서부터 아래로, 아래에서 위로 60픽셀 단위로 프로파일을 검사하여 번호판 세로 영역을 검출한다. 즉 위에서 아래로 검색하면서 번호판 영역의 특징을 가지는 위치를 번호판 세로 영역의 시작점으로 선택하고, 또한 아래에서 위로 검색하면서 번호판 세로 영역의 마지막점으로 선택하였다. 이 단계에서 발생하는 세로 영역의 일정 범위 내에 존재하는 에리는 수평 방향으로 일정한 크기로 병합하여 제거한다. (그림 4)에 이진 영상에서의 명암값 변화 빈도 히스토그램을 나타내었다. 입력 차량영상에서 명암값 변화 빈도수를 살펴보면 번호판 영역에서의 빈도수가 일정하며 이외의 영역에 비해 빈도수가 많음을 알 수 있다.



(그림 3) 다양한 차량 영상에서의 동적 이진화 적용 결과



(그림 4) 이진 영상에서의 명암값 변화 빈도 히스토그램

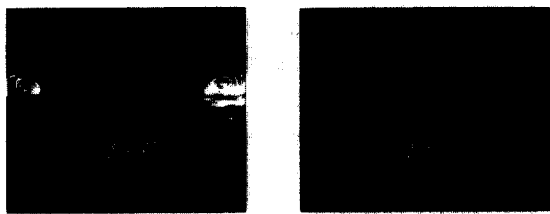
차량 전면부 영상에서는 실제 번호판 영역 이외의 헤드라이트 부분과 라지에타그릴 부분에서 많은 명암값 변화가 검출되어 번호판 세로 후보 영역으로 추출되는 경우가 종종 있으며 차량 bonnet 부분에서의 햇빛 반사에 의해 많은 명암값 변화가 검출되는 경우도 있다. 이러한 영역은 번호판 가로 영역 추출시 실제 번호판 영역에서의 수직 명암값 변화 빈도수와 비교함으로써 제거될 것으로 기대되어진다.

2.4 번호판 가로 영역 추출

번호판 가로 영역은 앞 절에서 추출된 번호판 세로 영역 내에서 역시 수직 프로파일을 기준으로 명암값 변화 빈도수를 계산함으로써 추출한다. 우선 추출된 번호판 세로 영역 내에서 위에서 좌로, 좌에서 우로 5픽셀 단위로 수직

프로파일의 축적된 직선 에지의 범위가 60% 이상이면 번호판 가로 영역으로 인식한다. 즉, 실제 번호판에서 수직 명암값 변화 빈도수와 비교하여 번호판 가로 후보 영역의 좌,우 지점을 검출하고 병합을 통해서 가로 후보 영역내의 에러를 제거한 다음 전체 차량 영상에서의 완전한 번호판 후보 영역을 검출한다.

또한, 이 과정에서 실제 번호판 세로 영역이 아닌 블록화 된 세로 후보 영역들은 실제 번호판 수직 명암값 변화 빈도수 범위를 만족하지 않기 때문에 제거된다. 최종적으로 검출된 번호판 영역의 검증은 번호판 크기 정보를 이용하였다. 즉, 가로대 세로비가 약 2:1이라는 정보를 이용하여 최종적으로 전체 입력 차량 영상에서 번호판 영역을 추출한다. (그림 5)에 입력 차량 영상에서 검출된 번호판 영역을 나타내었다.



(a) 입력 차량 영상 (b) 번호판 영역 검출 영상
(그림 5) 입력 차량 영상에서 검출된 영역

2.5 원형 패턴 벡터를 이용한 차량 번호 인식

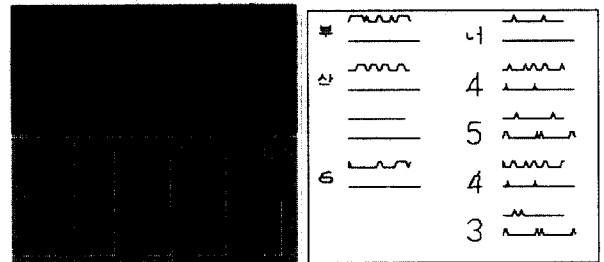
추출된 각각의 번호판 문자 및 숫자의 인식은 알고리즘이 간단하고 인식 시간을 단축할 수 있는 원형 패턴 벡터의 방법을 이용하여 인식한다. 이진 입력 영상 내에는 인식에 필요하지 않는 잡음이 존재할 수 있다. 이러한 잡음을 제거하기 위해 전처리 과정으로 열림과 닫힘을 사용한다.

번호판 영상에서 추출되어진 문자영역을 인식하기 위해 각 문자별로 원형 문자를 마련하여 원형 패턴을 형성한다. 즉, 입력 문자의 크기, 이동 및 회전에 무관한 특성을 추출하기 위해 원형 패턴 벡터 생성 알고리즘을 사용한다. 이러한 원형 패턴 벡터를 이용하게 되면 회전으로 인해 발생하는 변형에 대처할 수 있는 특성을 가지게 되며, 크기의 정규화 과정도 필요하지 않게 된다.

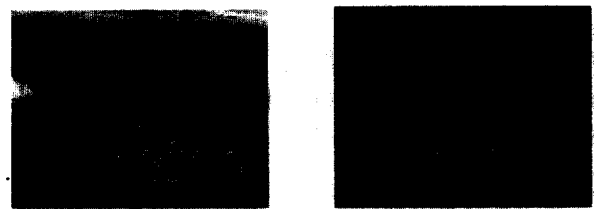
그리고, 최소인접사각형(MBR)을 설정하여 분할된 영상의 위치와 크기를 정규화하고 세션화 알고리즘을 수행하여 인식의 효율을 증가시킨다. 또한, 원형 패턴의 개수를 여러 개로 증가시키게 되면 문자 인식률을 더욱더 높일 수 있다. 하지만 원형 패턴의 개수를 무한정 증가시키면 많은 계산량을 소모하므로 적당한 패턴 개수를 결정해야 한다.

마지막으로 기준이 되는 문자에 대한 원형 패턴 벡터와 실험 문자에 대한 원형 패턴 벡터간의 최소거리를 갖는 벡터를 찾아 분류한다. 즉, 각각의 기준 원형 패턴 벡터에 대하여 실험 원형 패턴 벡터를 한 칸씩 순환이동 시키면서

최소거리가 되는 벡터를 찾는다. 그리고 실험 원형 패턴 벡터와 최소거리를 갖는 기준 원형 패턴 벡터가 문자로 인식된다. (그림 6)에 문자 분할과 각 문자 및 숫자의 원형 프로파일 결과를 나타내었다. (그림 7)은 인식을 위한 차량 번호판 분할 및 원형 패턴 벡터에 의해 인식된 번호판 결과를 나타낸다.



(a) 세션화 및 문자 분할 영상 (b) 원형 패턴벡터의 프로파일
(그림 6) 문자 분할과 각 문자 및 숫자의 원형 프로파일



(a) 입력 차량 영상 (b) 원형 패턴 벡터 방법에 의해 인식된 번호판

(그림 7) 번호판 인식을 위한 번호판 영역의 분할

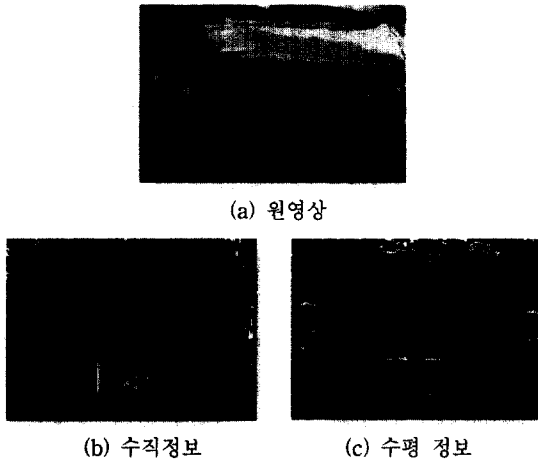
3. 실험 및 결과 분석

본 논문에서는 DT3155 디지털 카메라와 일반 디지털 카메라를 이용하여 맑은 날씨와 흐린 날씨, 다양한 시간대에서 차량과의 거리는 15m, 카메라 높이는 1.5m, 15각도로 촬영된 영상 자료를 기준으로 다양한 거리와 각도에서 촬영한 영상을 사용하였다. 알고리즘 구현을 위해서 IBM 호환기종인 펜티엄II 급을 이용하였으며 Visual C++ 6.0 언어를 사용하였다. 획득한 차량 영상의 크기는 전면부 영상으로 256×256 크기의 흑백 영상으로 받아 처리하였다.

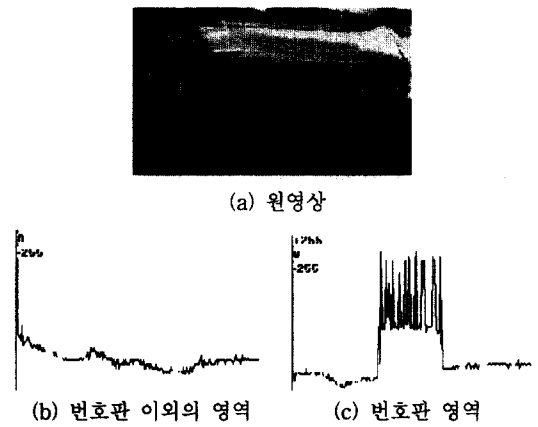
디지털 카메라를 통하여 획득된 차량 영상에서 번호판 영역의 수직 및 수평 명암값 빈도수 정보를 이용하여 번호판의 영역을 추출하고, 원형 패턴 벡터 방법을 이용하여 문자 및 번호를 인식하였다.

(그림 8)은 입력 차량 영상에서 수직 및 수평 방향 정보를 추출한 영상을 나타내었다. 수직 및 수평 방향 정보는 명암값 변화 빈도수를 사용하여 번호판 영역을 추출할 경우 사용되어진다. (그림 9)와 (그림 10)에 전체 차량 영상에서 번호판 이외의 영역과 번호판 영역의 영역별 명암값 변화와 명암값 변화 히스토그램에 대한 실험 결과로서 번호판 영역에서 빈도수가 밀집되어 있으며 실험 결과 빈도

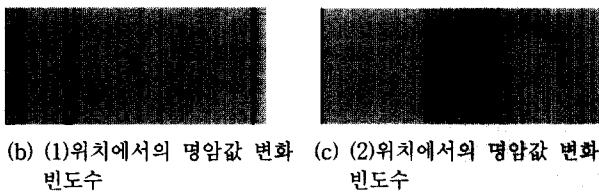
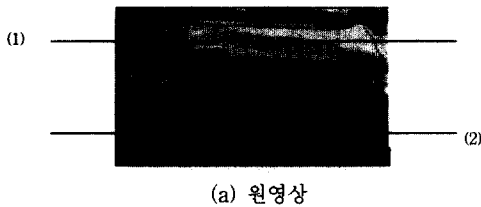
수가 대개 20-30정도의 빈도수를 나타내었다.



(그림 8) 입력 영상에서의 수직 및 수평 방향 정보



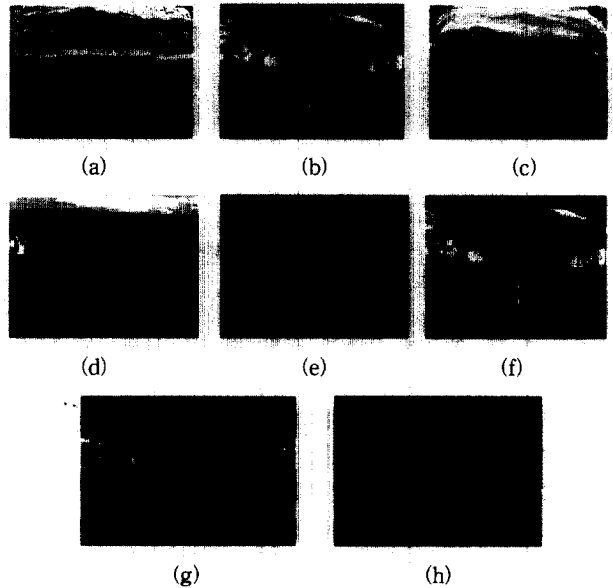
(그림 9) 전체 차량 영상에서 영역별 명암값 변화



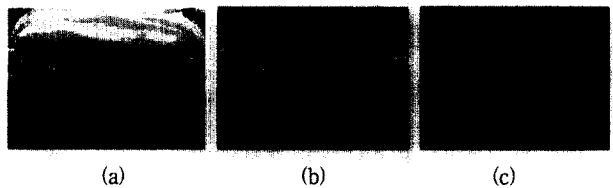
(그림 10) 이진 영상에서 명암값 변화 히스토그램

(그림 11)에 차량 번호판 주위가 복잡한 경우, 차량 번호판이 불량한 경우, 차량 번호판이 비교적 양호한 경우, 차량 번호판 영상이 큰 경우 각각에 대해 명암값 변화 빈도수를 사용하여 검출된 번호판 세로 후보 영역 결과를 나타내었다. 또한 (그림 12)는 입력 차량 영상에서 수직 및 수

평 명암값 변화 빈도를 적용하여 번호판 후보 영역을 검출하고 검출된 후보 영역으로부터 번호판의 가로 대 세로 구성 특징을 적용하여 검출된 번호판 후보 영역 결과를 나타내었다.

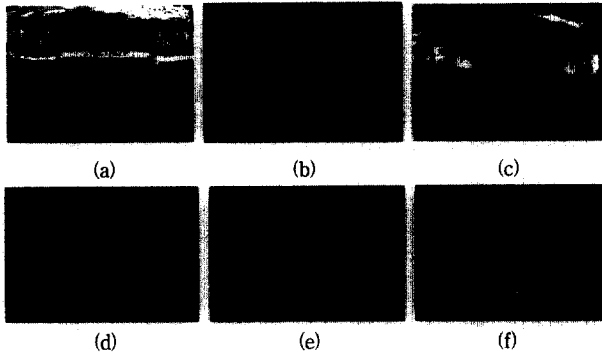


(그림 11) 입력 차량 영상에서 검출된 번호판 세로 후보 영역 : (a) 차량 번호판 주위가 복잡한 차량 영상 (b) 차량 번호판이 불량한 차량 영상 (c) 차량 번호판이 비교적 양호한 차량 영상 (d) 차량 번호판 영상이 큰 차량 영상 (e), (f), (g), (h) 각각의 입력 영상에서 검출된 번호판 세로 후보 영역



(그림 12) 입력 차량 영상에서 검출된 번호판 후보 영역 : (a) 입력 차량 영상 (b) 블록화된 번호판 세로검출 후보 영역그림 (c) 번호판 후보 영역으로 검출된 영역

(그림 13)은 입력 차량 영상과 검출된 번호판 영역 추출 영상이다. 번호판 주위나 번호판 자체가 양호한 차량 영상뿐만 아니라 안전 지지대를 설치하여 번호판 주위가 복잡한 차량 영상, 번호판 자체가 불량한 차량 영상, 입력 영상 자체가 번호판 영역이 크게 촬영된 차량 영상 등 번호판 상태나 크기, 입력 차량의 조건에 영향을 적게 받으며 번호판 영역 검출이 가능함을 알 수 있다. 햇빛에 반사된 차량 전면부와 헤드라이트, 라지에타그릴의 영향으로 번호판 세로 영역 후보 영역이 각각 3개와 2개가 추출되었으나 번호판 가로 영역 추출 과정에서 수직 명암값 빈도수 계산으로 제거되었다. 실험 결과 전체 차량 영상에서 번호판 영역 추출율은 97%였고, 처리 시간은 평균 1.0초였다.



(그림 13) 제안한 알고리즘을 적용한 번호판 추출 과정 : (a) 차량 번호판 주위가 복잡한 영상 (b) 라지에타 그림이 있는 차량 영상 (c) 차량 번호판이 불량한 영상 (d), (e), (f) 각각의 검출된 번호판 영역그림

<표 1>에 실험에 사용된 차량 영상을 나타내었다. 실험에서는 차량 번호판이 양호한 경우와 번호판 자체 및 주위한 불량한 영상을 각각 75개와 25개를 실험에 사용하였다. 또한 <표 2>는 각 영상에 대한 번호판 추출과 문자 영역 추출 시간을 각각 나타내었다. 전체 시간은 평균 0.911 초로서 실 적용시 다음 차량 영상이 입력되기 전까지 실시간 가능성을 제시하고 있다. 또한 <표 3>은 번호판 및 문자 인식 실험 결과를 나타내고 있다. 번호판 추출율은 97% 이고 문자 영역까지 인식률은 95% 및 인식율은 94%를 나타내고 있다. 주위 조명의 영향이나 잡음의 영향에 대한 추가 연구가 이루어진다면 인식률을 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

<표 1> 실험 영상

구분	불량 자료	양호 자료
카메라촬영영상	25	75

<표 2> 번호판 추출 시간

구분	번호판 영역 추출	문자영역 추출	전체 시간
최소	0.2468	0.5127	0.7595
최대	0.4056	0.6569	1.0625
평균	0.3262	0.5848	0.911

<표 3> 번호판 및 문자영역 추출 과 인식 결과

단계	구분	성공차량수/실험차량수	성공률(%)
번호판 영역 추출		97/100	97
문자 영역 추출		95/100	95
문자 인식		792/840	94

4. 결 론

본 논문에서는 번호판 영역에서의 수평 및 수직 명암값 변화 빈도수의 조사와 CDF를 이용하여 전체 차량 영상에서의 번호판 영역 추출 및 인식을 제안하였다. 입력 영상의

번호판 상태와 크기에 관계없이 일정하게 번호판 영역을 추출하기 위해서 수평 명암값 빈도수를 계산하여 사용하였다. 번호판 영역의 수평 명암값 빈도수와 비교하여 전체 차량 영상에서 번호판 세로 영역을 추출하고 추출된 세로 영역 내에서 수직 명암값 빈도수와 직선 에지를 조사하여 직접 번호판 영역을 추출하였다. 검증 단계로는 번호판 크기 정보를 이용하였으며 원형 패턴 벡터를 이용하여 번호판을 인식하였다.

DT3155 디지털 카메라와 일반 디지털 카메라를 통하여 100개의 차량 전면부 영상을 획득하여 실험한 결과 97%의 추출율과 평균 1.0초의 처리 시간을 나타내었다. 입력 영상에서 번호판 영역이 큰 영상, 물리적으로 번호판 영역이 훼손된 영상, 번호판 주변이 복잡한 영상 그리고 명암의 변화에 잡음이 있는 경우에도 효과적으로 추출되었다.

참 고 문 헌

- [1] 전병태, 윤호섭, "신호 처리 기법을 응용한 차량번호판 추출 방법", 전자공학회 논문지(B), 제30권, 제7호, pp.92-100, Jul. 1993.
- [2] 정효식, 조형제, "분할된 영역의 특성을 이용한 차량 번호판 포착", 한국정보과학회 논문지, 제21권 제6호, pp.1149-1159, 1994.
- [3] 김 숙, 조형기, 민준영, 최종욱, "명암 벡터를 이용한 차량 번호판 추출 알고리즘", 정보과학회 논문지(B), 제25권 제4호, pp. 676-684, 1998.
- [4] 김병기, 이창숙, "칼라정보를 이용한 차량번호판 자동인식", 한국정보처리학회 춘계 학술발표논문집, 제6권 제1호, pp.1351-1354, 1999.
- [5] 황영환, 박진후, 최환수, "자동차 번호판 자동 인식에 관한 연구", 신호처리합동학술대회, Vol.7, No.1, pp.433-437, 1994.
- [6] William K. Pratt, *Digital Image Processing*, 2nd Ed., John Wiley & Sons. 1991.



이 응 주

e-mail : ejlee@tmc.tit.ac.kr

1992년 경북대학교대학원 전자공학과 (공학석사)

1996년 경북대학교대학원 전자공학과 (공학박사)

1992년~1993년 국방과학연구소 품관소 연구원

1993년~1996년 동진전자연구소, 대현테크연구소 연구위원

1997년~현재 동명정보대학교 정보통신공학과 조교수

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 신호처리 등