

형태학적 특징과 명암 변화를 이용한 신 차량 번호판 추출

한건영* · 한수환** · 장경식**

*동의대학교 디지털미디어공학과

**동의대학교 멀티미디어공학과

New Vehicle License Plates Extraction Using Morphological Characteristics and Intensity Variation

Kunyoung Han* · Soowhan Han** · Kyung-Shik Jang**

*Dept. of DigitalMedia Eng., Dong-Eui University

**Dept. of Multimedia Eng., Dong-Eui University

E-mail : moldleky@deu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 2006년 11월 신 차량 번호판 등장 이후 꾸준히 증가하고 있는 흰색 번호판 차량에서 흰색 번호판 추출에 관한 연구를 수행한다. 먼저 입력된 차량 영상을 그레이 레벨로 변환 후, 국부적으로 밝기 보정을 수행하고, Otsu 판별식을 이용해 이진화 한다. 이진화 된 차량 영상에서 번호판 특성을 이용하여 라인 구조요소에 의한 침식연산과 채움 연산을 적용한다. 이후, 수평 투영으로 명암 변화가 심한 후보 영역을 찾고, 다시 수직 투영을 하여 일정구간에서 흰색의 값이 가장 많이 나타나는 구간을 찾는다. 마지막으로 번호판의 형태학적 특징을 이용해 번호판을 추출한다. 제안한 알고리즘을 적용한 결과 번호판 크기가 일정하지 않거나 불규칙한 조명 상태에서도 번호판 추출이 가능하였다.

키워드

Vehicle License Plate(차량 번호판), Local Normalization(국부 정규화), Otsu 이진화(Otsu's Binarization), Intensity Variation(명암 변화)

I. 서 론

오늘날 산업사회의 고도화와 함께 차량의 증가는 여러 방면에 영향을 주고 있다. 도로의 교통상황, 차량의 이동상황은 이미 실생활에서 중요한 정보로 활용되고 있으며, 자동차 수의 증가에 따라 교통법규위반, 주차관리, 통행세 징수에 이르기까지 자동차의 제반관리를 위한 교통정보 자동 인식의 필요성은 점차 증가하고 있다. 뿐만 아니라, 차량의 도난사고 및 차량에 의한 범죄가 급격한 속도로 증가하고 있어 이에 대처하기 위한 자동 차량 정보 처리기술의 필요성이 크게 대두되었고, 그 과제중의 하나인 자동화된 차량 번호판 인식에 관한 많은 연구들이 국내외에서 이루어져 왔다[1][2]. 그리고 2006년 11월 이후 유럽형 신 차량 번호판 등장 이후, 이 번호판 특징에 맞는 차량 번호판 인식시스템이 요구되고 있다. 따라서 본 논문에서는 신 차량 번호판 추출 방법을 제안

한다. 신 차량 번호판 영상에서 번호판 영역은 흰색 바탕에 검은색 코드로 구성되어 있기 때문에 주위 환경의 영향에 따라 번호판의 명암도가 달라지는 경우가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 차량의 입력 영상을 그대로 이진화 하지 않고, local normalization을 수행한 후, Otsu 판별식을 이용한 이진화 기법을 적용하여, 영상을 이진화 한다. 이후, 번호판의 형태학적 특징과 명암 변화를 이용하여 번호판 영역을 추출한다.

II. 본 론

본 논문에서 제안하는 방법은 번호판이 가지고 있는 형태학적 특징과 명암 정보를 기반으로 자동차 번호판을 추출한다. 제안한 자동차 번호판 추출 과정을 개략적으로 요약해보면 그림 1과 같다.

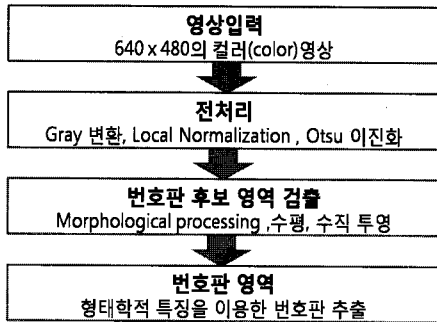


그림 1. 제안된 차량 번호판 추출시스템 개요

2. 차량 영상 및 번호판의 특징

일반적으로 차량 영상의 번호판 추출 및 인식에 있어서 번호판의 특징은 알고리즘 구성에 있어서 매우 중요한 요소이다. 그림 2의 차량 영상에서 번호판의 일반적인 특징은 다음과 같다.



그림 2. 입력차량영상과 번호판 영상

첫째, 실제 번호판의 색상은 차량 용도에 따라 다양하지만, 본 논문에서는 흰색 번호판만 다루기 때문에, 번호판의 특징은 흰색 바탕에 검은색 글자로 대조적인 명암 값을 갖는다.

둘째, 레이블링된 한 영역의 넓이가 3,000보다 크거나 30,000보다 작다.

셋째, 가로 및 세로의 비율이 1.5:1 이상이거나 5.7:1 이하이다.

넷째, 번호판은 차량 영상의 하단부에 위치하고 있다. 이는 차량 전면부에서 번호판이 위치할 수 있는 곳이 어느 정도 한정되어 있다는 것이다. 따라서 번호판 추출 시 입력 및 처리 위치를 입력 영상의 하단부로부터 처리함으로써 계산시간을 단축시키는데 이용할 수 있다.

2.1 번호판 영역 추출

2.1.1 Local Normalization

본 논문에서는 입력된 자동차 영상이 빛에 의한 영향을 줄이기 위해 전처리 과정으로 영상을 그레이 레벨로 변환 후, 식 (1)을 적용하여 local normalization을 수행한다. local normalization은 이미지 영상에서 국부적인 상관관계를 구해서 국

부적으로 영상의 평균과 공분산을 균일화하는 알고리즘이다.[3]

$$g(x,y) = \frac{f(x,y) - m_f(x,y)}{\sigma_f(x,y)} \quad (1)$$

여기서 $f(x,y)$ 는 입력 영상, $m_f(x,y)$ 는 $f(x,y)$ 의 국부 평균 추정 영상, $\sigma_f(x,y)$ 는 $f(x,y) - m_f(x,y)$ 의 국부 표준 편차의 추정 영상이고, $g(x,y)$ 는 출력 영상이다. 국부적인 평균과 표준 편차의 추정은 공간적 평활화 즉, $N \times N$ 가우시안 필터링에 의해 구해진다. 본 논문에서는 15×15 크기의 필터마스크를 사용한다. 식 (1)에 의한 local normalization의 블록다이어그램은 그림 3과 같다.

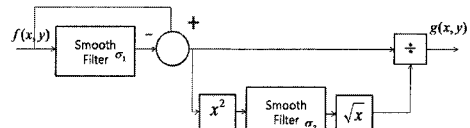


그림 3. 블록다이어그램

먼저, 입력 영상 $f(x,y)$ 에 가우시안 필터를 적용하여 국부 평균 추정 영상 $m_f(x,y)$ 을 생성하고, 입력 영상과 국부 평균 추정 영상에 대한 차연산을 수행하여 차 영상을 생성한 후, 다음 연산에 입력으로 받아들인다. 국부 표준 편차 추정 영상 $\sigma_f(x,y)$ 을 구하기 위해서 차 영상을 제곱한 후, 가우시안 필터를 마스크로 국부 표준 편차 영상을 생성한다. 마지막으로 차 영상에서 국부 표준 편차 영상을 나눔으로써 local normalization된 영상을 구한다. 그림 4는 입력 영상을, 그림 5는 그레이 영상, 마지막으로 그림 6은 그레이 영상에서 local normalization된 영상을 보여준다.

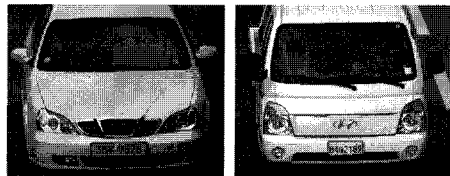


그림 4. 입력 영상



그림 5. 그레이 영상

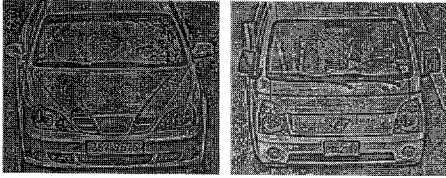


그림 6. Local Normalization 영상

2.1.2 이진화

이진화 과정은 인식 단계의 인식 정밀도를 결정하는 중요한 요소로 작용되고 있고, 인식 대상의 종류와 인식 목적에 따라 이진화 기법은 다르게 적용되고 있으며, 신뢰도를 높이기 위해서 다양한 방법들이 고안되고 있다[4]. 본 논문에서는 현재까지 알려진 여러 가지 이진화 방법 중에서 Otsu 이진화가 좋은 결과를 나타내므로, Otsu 이진화 알고리즘을 사용한다. Otsu 이진화 알고리즘은 전체 분산이 임계값 T를 경계로 하여 생기는 클래스 내 분산과 클래스 간 분산을 고려하여 이진화 하는 방법이다. 그림 7(a)의 방법은 대략적인 임계값에서 출발하여 점차 반복적으로 이 추정 값을 향상 시키는 방법이고, 그림 7(b)의 방법은 전체 영상의 히스토그램을 이용하는 것이 아니라 영상의 일부분에 대한 히스토그램을 가지고 그 일부분만을 위한 임계값을 구하는 방법이다.



(a) Iterative Method (b) Local Thresholding
그림 7. 이진화 영상 예

그림 8은 Otsu 판별식을 이용한 이진화 영상이다.



그림 8. Otsu's Binarization

2.1.3 Morphological Processing

그림 8과 같이 이진화 결과 번호판은 입력 영상에서 일정한 크기를 가지고 있다. 따라서 번호판 특징[5]외에는 노이즈로 간주하고 제거시킨다. 본 논문에서는 라인 구조요소로 수평축, 수직축을

기준으로 각각 한 번씩 침식시킨다. 그리고 번호판과 배경을 구분하기 위해 닫힘(close) 연산을 수행한다. 그림 9는 Otsu 판별식을 이용한 이진화 영상에서 morphological processing을 수행한 결과 영상이다. 마지막으로 번호판 특징에 의해 번호판 연결성분의 면적을 계산해서 임계값 이상만 레이블링 한다. 결과는 그림 10과 같다.



그림 9. Morphological Processing 영상

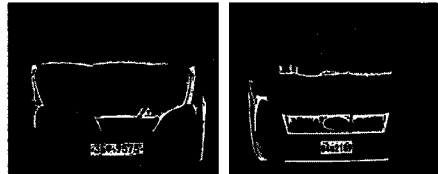


그림 10. 레이블링 영상

2.1.4 번호판 세로 후보 영역 추출

본 논문에서는 수평, 수직 투영을 이용하여 번호판의 세로 후보영역 및 가로 후보영역을 찾는다. 번호판 세로 영역은 아래에서 위로 60픽셀 단위로 번호판 특징을 가지는 영역의 위치를 번호판 세로 영역의 시작점으로 선택하고, 번호판이 일정한 크기를 가지고 있고, 번호판에서 명암 값들이 빈번하게 변하기 때문에 명암 값 변화가 급격히 변화하는 부분까지 번호판 영역이라 가정하고, 세로 영역의 마지막 점으로 선택하였다. 이 단계에서 발생하는 오차 즉, 실제 번호판 영역 이외의 헤드라이트 부분과 라디에타그릴 부분에서 많은 명암 값 변화가 검출되고, 햇빛 반사에 의해 차량 보닛(bonnet) 부분에서도 많은 명암 값 변화가 검출되는 경우도 있다. 이러한 영역은 번호판 가로 영역 추출 시 수직 명암 값의 변화 구간과 비교함으로써 어느 정도 제거 된다. 그림 11은 번호판의 세로 후보 영역을 추출한 결과 영상이다.

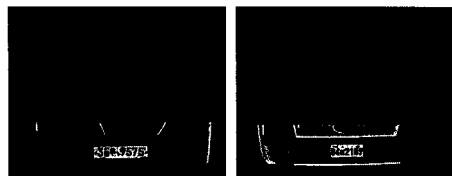


그림 11. 번호판 세로 후보 영역

2.1.5 번호판 가로 후보 영역 추출

번호판 가로 영역은 앞 절에서 추출된 세로 영역에서 수직 투영을 기준으로 명암 값의 변화를 계산함으로써 추출한다. 추출된 번호판 세로 영역 내에서 흰색 픽셀을 가장 많이 가지고 있는 영역을 번호판 영역이라 하고, 이 영역을 번호판 가로후보 영역으로 추출한다. 그림 12는 세로후보 영역이 추출된 영상에서 가로 후보 영역을 추출한 결과 영상이다.

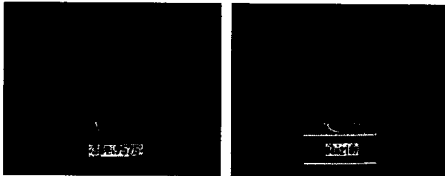


그림 12. 번호판 가로 후보 영역

2.2 번호판 적합도 판단

앞 절에서 추출된 번호판 후보 영역에서 번호판 영역을 추출하기 위하여 채움(fill) 연산을 수행한다. 그 결과 영상은 그림 13과 같다.

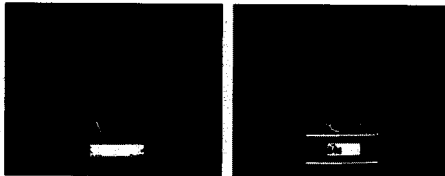


그림 13. 채움 연산 결과 영상

이렇게 함으로써 번호판 영역이 가장 많은 흰색 픽셀들을 가지게 됨으로 레이블링된 면적 중 가장 큰 면적이 번호판이 된다. 따라서 그 영역이 이루고 있는 최소 사각형에서 왼쪽 상단과 오른쪽 하단 좌표를 구해 번호판 영역을 추출하며, 그 결과는 그림 14와 같다.

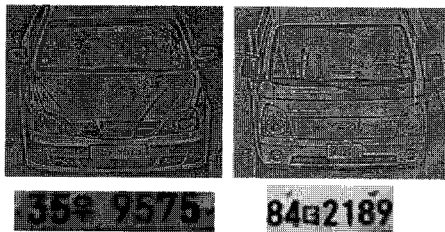


그림 14. 추출된 번호판

III. 실험결과 및 고찰

본 실험에서는 14:00부터 18:00경까지 디지털 카메라로 촬영한 주행 중인 승용 및 승합용 차량 120대의 영상을 대상으로 Matlab 7.0을 이용하여

펜티엄4 상에서 번호판 추출 과정을 수행하였다. 입력 차량 영상은 640×480 RGB 컬러 영상으로 120대중 117대의 차량 영상에서 번호판을 성공적으로 추출할 수 있었다. 표 1은 흰색 번호판 중 긴 번호판과 짧은 번호판의 추출률을 보여준다.

표 1. 차량 영상의 번호판 추출결과

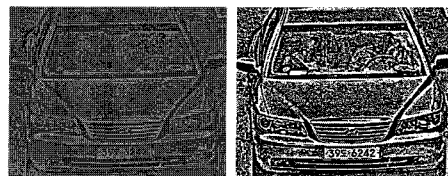
번호판종류	구분	입력영상 갯수	입력영상의 번호판추출 갯수(추출률)
긴 번호판		72개	69개(95.8%)
짧은 번호판		48개	48개(100%)
평균		120개	117개(97.5%)

제안된 방법으로 추출 실험을 수행한 결과 그림 15와 같이 번호판 추출이 실패하는 경우가 있었다.



그림 15. 번호판 추출 실패 영상

번호판 추출이 실패한 그림 15(a)에서, 본 논문에서 제안한 방법의 과정을 보면 그림 16과 같다.



Local Normalization Otsu's Binarization



Morphological Processing 레이블링 영상
그림 16. 추출 실패 영상 과정 1

그림 16에서 본 바와 같이, 번호판 주위가 매우 어둡게 촬영되어 밝기 보정을 하였으나 번호판

후보영역을 찾지 못하여 번호판 후보 영역 추출을 실패한 경우이다. 이는 입력 영상의 밝기가 과도하게 불량한 경우에는 밝기 조절을 수행하더라도 이미 입력 영상 내에 번호판 내부와 외부간의 색상 차이가 상실된 상태가 되므로 복구가 매우 어렵기 때문이라 생각된다. 번호판 추출이 실패한 경우인 그림 15(b)에서 본 논문에서 제안한 방법의 과정을 보면 그림 17과 같다.

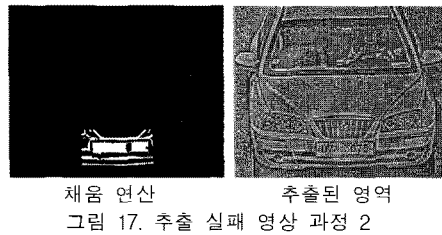
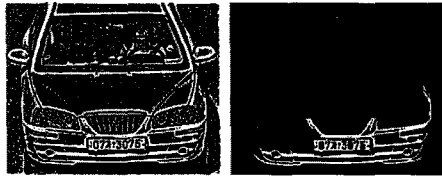
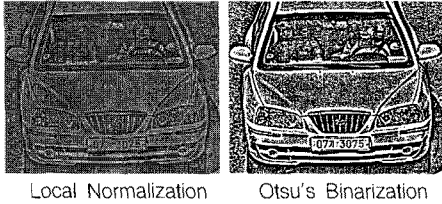


그림 17의 경우에는 입력된 차량 영상의 번호판 위쪽 테두리에 흰색 페인트가 묻어 차량 영상의 범퍼와 접촉하여 제대로 번호판을 추출하지 못한 경우이다.

IV. 결론

본 논문에서는 입력 영상의 형태학적 특징과 명암 정보를 가지고 번호판을 추출하였다. 먼저 입력 영상으로부터 입력 영상을 그레이 레벨로

변환 후, local normalization을 수행하고, 이진화한다. 이진화된 영상에서 형태학적 특징을 이용하여 번호판의 특징과 관계없는 선들은 잡음으로 간주하고 모폴로지 연산을 수행한다. 이후, 명암 변화를 이용하여 번호판 후보 영역을 제시하고, 흰색 픽셀을 가장 많이 포함하는 영역의 최소 사각형에서 왼쪽 상단 좌표와 오른쪽 하단 좌표를 구해서 번호판을 추출한다. 본 논문에서 제안하는 방법은 입력 영상에서 local normalization을 통해 밝기 보정을 함으로써 어둡거나 밝게 입력된 영상에서도 좋은 추출 성능을 보였고 크기가 일정치 않은 번호판에 대해서도 좋은 추출물을 보였다. 앞으로 제안된 방법의 추출 실험에서 실패한 경우에 대해 분석하고 전처리 과정에서의 보완점 등을 분석하여 개선할 예정이다.

참고문헌

- [1] Lu Xiaobo, Ling Xiaojing, Huang Wei, "Vehicle License Plate Character Recognition," IEEE Int. Conf. Neural Network & Signal Processing, Nanning, China, December, pp. 1066-1069, 2003.
- [2] 한수환, 박성대, 김관근, "칼라정보와 주성분 분석법을 이용한 차량 번호판 인식에 관한 연구," 한국콘텐츠학회 2005 춘계 종합학술대회 논문집 제3권 제1호, pp. 437~442 2005.
- [3] Xudong Xie, Kin-Man Lam, "An Efficient Method for Face Recognition under Varying Illumination," Circuits and Systems ISCAS International Symposium on May, Vol.4, pp. 3841-3844, 2005.
- [4] M. Sezgin and B. Sankur, "Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation," Journal of Electronic Imaging, Vol. 13, pp. 146-165, Jan, 2004.
- [5] 김광백, 우영운, "형태학적 특징과 퍼지 ART 알고리즘을 이용한 신 차량 번호판 인식," 한국컴퓨터정보학회 투고 예정.
- [6] 이경희, 변혜란, "얼굴 요소의 영역 추출 및 Snakes를 이용한 윤곽선 추출," 한국정보과학회, 정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 제27권 제7호, pp. 731-741, 2000.
- [7] 이임건, 박성대, 한수환, Matlab을 이용한 영상처리, 미래컴, pp. 138-149, 2006.