

# 에지 기반 세그먼트 영상 생성에 의한 차량 번호판 인식 시스템

## Vehicle License Plate Recognition System By Edge-based Segment Image Generation

김진호, 노덕수  
경일대학교 전자공학과

Jin-Ho Kim(ho@kiu.ac.kr), Duck-Soo Noh(dsnoh@kiu.ac.kr)

### 요약

스마트시티 프로젝트의 일환으로 실시간 차량 번호판 인식에 관한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 도로상에 설치된 CCTV에서 트리거 신호 없이 주행하는 차량 영상을 획득할 경우에는 번호판의 기하학적 왜곡이나 화질의 저하가 발생하여 번호판 인식이 어려워 질 수 있다. 본 논문에서는 트리거 신호를 이용하지 않은 상태에서 입력되어 기하학적 왜곡이나 화질의 저하가 발생한 차량 영상에도 강한 에지 기반 문자 세그먼트 영상 생성 기법의 차량 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 제안한 실시간 차량 번호판 인식 알고리즘을 도로상에 설치된 CCTV에 구현하고 일주일 동안 번호판 인식 실험을 수행해 본 결과 1일 평균 1,535대의 통과 차량에 대해서 97.5%의 번호판 검출률을 얻을 수 있었으며 검출된 번호판에 기록된 문자들의 99.3%를 인식할 수 있었다.

■ 중심어 : CCTV 감시 | 번호판 검출 | 번호판 인식 | 차량번호판 인식 | 영상 개선 |

### Abstract

The research of vehicle license plate recognition has been widely studied for the smart city project. The license plate recognition can be hard due to the geometric distortion and the image quality degradation in case of capturing the driving car image at CCTV without trigger signal on the road. In this paper, the high performance vehicle license plate recognition system using edge-based segment image is introduced which is robust in the geometric distortion and the image quality degradation according to non-trigger signal. The experimental results of the proposed real time license plate recognition algorithm which is implemented at the CCTV on the road show that the plate detection rate was 97.5% and the overall character recognition rate of the detected plates was 99.3% in a day average 1,535 vehicles for a week operation.

■ keyword : CCTV Surveillance | Plate Detection | Plate Recognition | LPR | Image Enhancement |

## 1. 서론

최근 전국적으로 스마트시티 조성에 대한 관심이 높아지면서 지능형 교통 시스템 구축에 대한 연구들이 활

발히 진행되고 있다. 특히 도로상에서 정속으로 주행하는 차량들의 번호판을 실시간으로 인식해서 자동으로 관리할 수 있는 기술이 지능형 교통시스템 구축의 핵심적인 요소로 알려져 있다.

도로상에 설치된 CCTV에서 차량 영상을 획득했을 때 번호판의 기울어짐이나 햇빛 또는 조명의 영향 등으로 영상이 왜곡되어 정확한 번호판 인식이 어려운 경우가 존재한다. 특히 CCTV 설치의 간편성을 위해 트리거 신호를 사용하지 않은 상태에서 정속으로 주행하는 차량의 영상을 획득할 경우에는 번호판 영상의 기하학적 왜곡이나 영상 화질의 저하 현상이 심화되어 차량 번호판의 자동 인식이 더욱 어려운 경우가 발생할 수 있다. 번호판 후보 영역을 검출하기 위해서 외곽 에지 정보를 이용하는 방법[2], 번호판의 색상 정보를 이용하는 방법[4] 그리고 번호판 문자 배치 정보를 이용하는 방법[3][6][7] 등이 주로 사용되고 있다. 그 중에서 번호판 문자들의 고유한 배치 정보를 해석해서 번호판 후보 영역을 검출하는 방법이 기하학적 왜곡이나 화질의 저하 등에 비교적 강한 것으로 알려져 있다.

번호판 후보 영역 검출을 위해 번호판에 기록된 문자 정보를 해석하기 위해서는 문자 획이 잘 보존된 에지 정보를 찾아내는 기술이 필수적으로 요구된다. 따라서 번호판이 왜곡된 차량 영상에서 문자 획이 잘 보존된 에지 정보를 추출하기 위한 연구들이 여전히 계속 진행되고 있다.

본 논문에서는 트리거 신호를 이용하지 않은 상태에서 왜곡되어 입력될 수 있는 차량 영상들에 대해서도 고성능으로 인식할 수 있는 CCTV 감시용 차량 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 기하학적 왜곡이나 화질의 저하가 일어난 영상에서도 문자 획의 정밀한 분석이 가능하도록 하기 위해 에지기반 문자 세그먼트 레이블링 영상을 생성해서 번호판 인식 성능을 높일 수 있도록 하였다.

2차 미분 필터를 사용한 에지기반 세그먼트 영상 레이블링 방안을 마련함으로써 왜곡되거나 화질이 저하된 영상에서도 번호판 후보 영역 검출을 위한 문자 추출이 비교적 정확하게 이루어지도록 하였다. 번호판의 각 문자 영역을 세그멘테이션하고 신경망을 이용해서 번호판 인식을 하였다. 제안한 차량 번호판 인식 시스템을 도로상에 설치된 CCTV에 구현하고 그 성능을 분석하였다.

## II. CCTV기반 번호판 인식 시스템 구성

CCTV 카메라가 고정된 상태에서 차량의 주행 위치가 달라질 경우에 획득한 번호판 영상은 그 기하학적 형태가 다양하게 변형될 수 있고 수직 방향 촬영 각도에 따라 문자와 번호판의 테두리가 접촉되어 나타나는 경우가 발생할 수 있다. 그리고 햇빛의 영향으로 스미어 현상이 생기거나 야간 조명의 영향으로 블러링이 발생한 왜곡된 영상이 입력될 수도 있다. 도로상에 설치된 CCTV에서 트리거 신호를 사용하지 않은 상태에서 입력 받은 차량 영상의 예를 [그림 1]에 도시하였다.



그림 1. 도로상에 설치된 CCTV에서 트리거 신호 없이 획득한 차량 영상의 예

번호판 영상이 왜곡되어 입력될 경우 번호판 내 문자들의 위치가 변형되거나 번호판 테두리와 문자들이 접촉되는 현상이 발생해서 번호판 영역을 판단하기 위한 문자 구성 정보의 해석이 매우 힘들게 된다. 이러한 왜곡 현상이 발생한 번호판 영상에서도 문자 획 정보를 정확하게 추출할 수 있는 방안을 마련해야만 고성능의 번호판 인식 시스템을 구성할 수 있다.

번호판 후보 영역을 검출한 다음에는 번호판 내의 문자 배열 정보에 따라 기하학적 형태를 정규화하고 잡음 제거를 위한 필터링 처리를 수행한다. 이어서 영상 개선 작업을 수행하고 이진 영상으로의 변환 작업을 수행한다. 이진 영상에서 인식 대상 개별 문자 블롭(blob)들을 추출한 다음 한글 및 숫자 인식기를 이용해서 번호

판의 문자들을 정확하게 인식하는 과정을 수행한다.

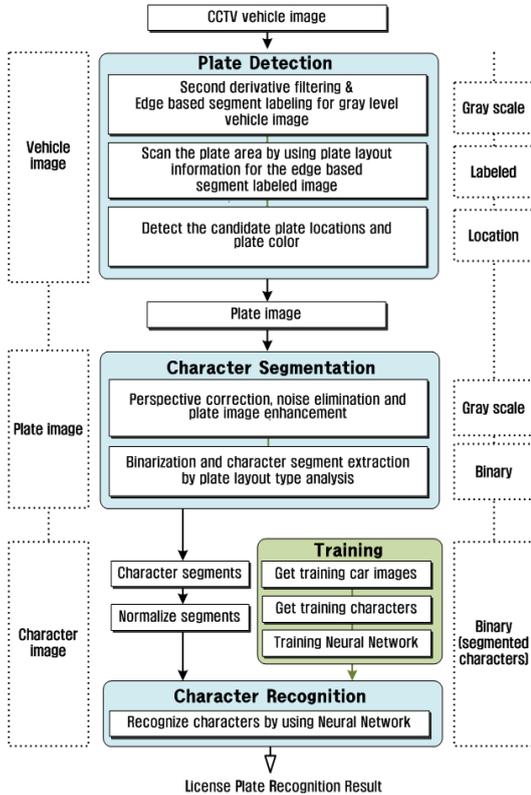


그림 2. CCTV에서 획득한 차량 영상에서 번호판 위치 검출 및 인식 알고리즘의 흐름도

에지 기반 세그먼트 레이블링 영상을 생성해서 번호판 영역을 추정하고 번호판의 문자 블록들을 추출한 다음 번호판 문자들을 인식하는 전체 과정을 [그림 2]에 도시하였다.

### III. 에지 기반 세그먼트 영상에서의 번호판 영역 검출

기하학적 왜곡이나 화질의 저하가 발생한 차량 영상에서 번호판 영역을 검출하기 위해 일반적인 이진화 알고리즘이나 에지추출 알고리즘을 사용할 경우 문자 획 자체가 절단되거나 문자 세그먼트가 주변 세그먼트에 접촉되는 경우가 발생해서 개별 문자 해석이 상당히 어

려울 수 있다.

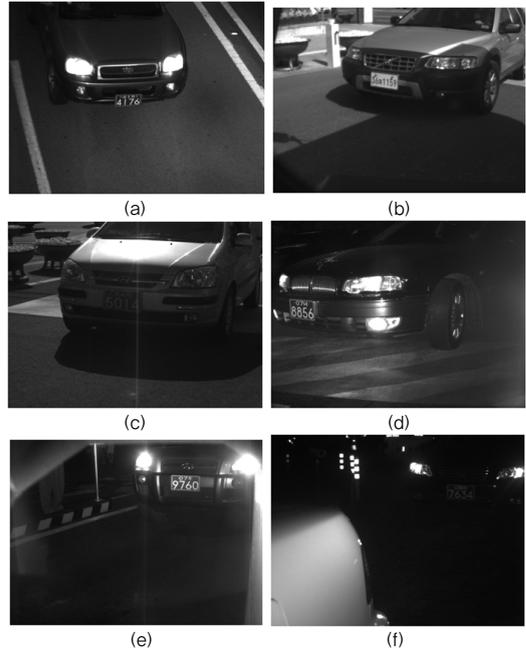


그림 3. CCTV에서 입력된 차량 영상에서 다양하게 왜곡된 번호판들의 예 (a) 테두리와 문자 접촉 (b) 볼트 그림자와 문자 접촉 (c) 햇빛에 의한 스미어 영향 (d) 기울어진 번호판 (e) 야간 조명으로 왜곡 발생 (f) 문자와 배경의 명도 대비가 매우 낮은 영상

[그림 3]에 CCTV로 획득한 차량 영상에서 번호판 검출이 어려운 경우의 예를 나타내었다. 번호판 영상의 촬영 각도, 햇빛 영향 및 조명 영향 등에 따라 다양하게 왜곡된 번호판 영상이 입력될 수 있기 때문에 번호판 위치를 추정하기 위해서는 번호판 문자열을 구성하고 있는 문자 획 정보들을 정확하게 추출해 낼 수 있어야 한다.

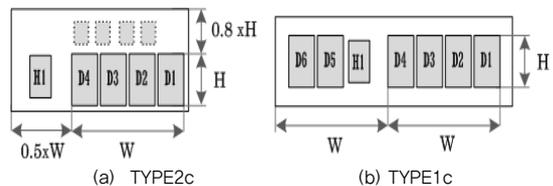


그림 4. 두 가지 형태의 번호판 추정 규칙 (a) 두 줄로 구성된 번호판 (b) 한 줄로 구성된 번호판

번호판의 문자 정보가 왜곡된 경우에도 이를 정확하게 해석할 수 있는 기본 문자 획 요소(primitive stroke element)들의 정보를 추출할 수 있다면 보다 정밀하게 번호판 문자열을 탐색할 수 있다. 번호판 영상의 종류는 [그림 4]에서와 같이 배열 개수  $b(=1,2)$ 와 문자 개수  $c(=7,8,9)$ 에 따라 TYPE $bc$ 로 표현할 수 있다. 2차 미분 결과 에지들의 라인별 세그먼트들을 누적시키는 방식으로 문자 획들을 완성하면서 두 줄로 배치된 TYPE2c와 한 줄로 배치된 TYPE1c 두 형태의 번호판에 대해 숫자열의 존재 여부를 탐색한다. 두 형태의 번호판에서 공히 우측에 4개의 큰 숫자(D4,D3,D2,D1)들이 존재하기 때문에 4개 숫자들로 추정되는 영역을 찾았을 경우 좌측으로 탐색 영역을 확장해서 나머지 숫자 및 한글 영역의 존재 여부를 판단하고 번호판 위치를 추정한다.

[그림 5]에 밝은 색 바탕과 어두운 색 바탕 두 종류의 번호판 문자 색상 형태에 대해 DoG(Difference of Gaussain) 필터를 이용해서 영상을 미분한 결과를 도시하였다. 영상의 2차 미분결과에서는 문자와 배경 색상에 따라 에지 부분의 영(zero) 교차 방식이 달라지기 때문에 문자 획의 시작점과 끝점을 정확하게 추정할 수 있다. DoG 필터는 잡음에 민감하지만 적절한 크기의 필터를 설계할 경우 블러링이나 왜곡에 강한 문자 획 정보를 추출할 수 있어서 정확한 에지 기반 세그먼트 영상을 생성할 수 있다.

차량 영상에 미분 필터링 처리를 하기 전에 가우시안 스무딩과 메디안 필터링을 차례로 수행하여 가능한 많은 잡음을 제거하였다. CCTV에서 획득한 차량 영상에서 번호판은 차량의 아래 부분에 위치하고 있기 때문에 영상의 아래쪽에서 위쪽 방향으로 번호판 영역을 탐색하였다.

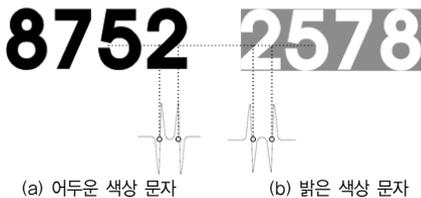


그림 5. 두 종류의 번호판 문자 색상에 대해 영상의 2차 미분 필터링을 수행 한 예



그림 6. 에지 기반 세그먼트 영상을 생성하면서 번호판영역을 검출하는 과정

[그림 6]에 번호판 영역 검출 과정을 간략하게 도시하였다. 차량 영상 전체에 대해서 2차 미분 필터링을 수행한 다음 수평 방향으로 에지성분을 추출하고 이들을 연결한 에지 세그먼트를 수직방향으로 누적시켜서 생성된 세그먼트들에 대해서 동일한 레이블 값을 할당하는 방식으로 문자 세그먼트 영상을 생성하였다. 에지 기반 세그먼트 영상에서 4개의 연속된 큰 숫자 블롭들을 찾고 이를 바탕으로 [그림 4]에 설명한 번호판 영역을 추정하였다.

#### IV. 번호판 문자 세그멘테이션 및 인식

에지 기반 세그먼트 영상을 생성하면서 번호판 위치를 추정한 다음 명도 레벨 차량 영상으로부터 번호판 영역을 검출하고 기하학적 왜곡에 대한 보정(de-skew) 작업과 번호판 배경 대비 문자들의 획을 강조하기 위한 영상 개선(image enhancement) 작업을 수행 하였다. 번호판 형태에 따른 문자열 배치 정보를 바탕으로 개별 문자들을 세그멘테이션하고 신경망을 이용해서 개별 숫자 및 한글을 인식하였다.

##### 1. 번호판 영상의 기하학적 왜곡 보정

기존연구에서 기하학적으로 왜곡된 형태의 번호판 영상을 정규화한 크기의 영상으로 변환할 때 번호판의 테두리 정보를 주로 이용하였으나 도로상에 설치된 CCTV에서 야간에 입력된 영상이나 물리적으로 뒤틀

리거나 훼손된 번호판 영상에서는 정확한 테두리 정보를 추출하기 어려울 수가 있다. 본 논문에서는 이를 개선하기 위해 개별 문자의 위치 정보를 이용해서 왜곡 정도를 추정하고 기하학적 왜곡 보정 처리를 하였다.

번호판 영역을 검출할 때 문자 배열 형태에 따라 두 가지 형태의 번호판에 대한 해석을 하였다. 두 줄로 배치된 TYPE2c의 경우 4개의 숫자배열(D4-D1), 한 줄로 배치된 TYPE1c의 경우 6개의 숫자배열(D6-D1)에서 기하학적 왜곡정보를 추출하고 기하학적 변형을 통해 왜곡을 보정하면서 크기를 정규화 하였다. [그림 7]에 다양한 형태와 크기로 추출된 번호판 영상에서 4개의 꼭지점 좌표(S1,S2,S3,S4)를 추출하고 240x120 크기로 정규화한 영상(T1,T2,T3,T4)으로 변환하는 개념을 도시하였다.

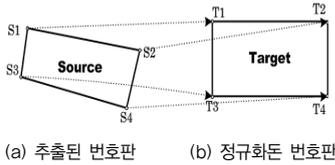


그림 7. 다양한 크기와 형태를 갖는 번호판 영상을 정규화하기 위한 기하학적 변환

추출된 임의 형태의 번호판 소스 영상을 정규화한 목적 영상으로 변환[1]하기 위해 다음 식을 이용하였다.

$$\begin{cases} X(x,y) = k_1x + k_2y + k_3xy + k_4 = \hat{x} \\ Y(x,y) = k_5x + k_6y + k_7xy + k_8 = \hat{y} \end{cases} \quad (1)$$

식 (1)에 기하학적 왜곡을 보정을 거쳐 정규화된 번호판 영상에서의 4개의 꼭지점 좌표 T1(0,0), T2(239,0), T3(0,119) 및 T4(239,119)를 각각  $(\hat{x}, \hat{y})$ 에 대입하고 각 좌표에 대응되는 원본 영상의 S1(x,y), S2(x,y), S3(x,y), 및 S4(x,y) 좌표를 x,y에 대입하여 방정식을 풀면 매개변수 k1,k2,...,k8의 값을 구할 수 있다. 기하학적 변환 결과에 홀 현상(hole effect)이 발생하지 않도록 하기 위해 역 매칭(reverse-matching)을 수행하였다.

정규화된 번호판 영상의 T(x,y) 좌표에 대입될 화소 값이 추출된 원본 번호판 영상의 어느 좌표에 위치하는

화소 값인지를 계산하였다. 정규화된 번호판의 모든 화소 위치에서 이와 같이 역 매칭 방법에 의한 화소 값을 찾아서 채움으로써 기하학적으로 왜곡이 보정된 영상을 만들 수 있다.



그림 8. 번호판 영상에서 문자 배치 정보를 바탕으로 기하학적 왜곡 보정 및 크기 정규화를 수행한 예

[그림 8]에 차량영상으로부터 추출한 녹색 번호판 및 흰색 번호판에 대해 기하학적 왜곡 보정과정을 거쳐 240x120 크기로 정규화한 예를 도시하였다. 기하학적 변환 과정에 보간법을 사용함으로써 변환 결과 영상의 화질을 높일 수 있도록 하였다.

## 2. 번호판 영상 개선 및 문자 세그멘테이션

기하학적으로 정규화된 명도 레벨 번호판 영상을 이진 영상으로 변환하여 개별 문자 영역을 세그멘테이션하기 전에 잡음 제거를 위한 가우시안 스무딩 작업과 영상 개선 작업을 선행하였다.

시그모이드 변환 함수를 사용한 히스토그램 스트레칭 방법으로 영상 개선 작업을 수행하였으며 영상 개선을 위한 시그모이드 곡선의 중심과 경사도는 문자 영역의 히스토그램 분포를 이용해서 유추하였다. 시그모이드 변환 함수[8]는 다음과 같이 두 개의 지수함수를 이용해서 구현하였다.

$$y = \frac{(2x)^{\frac{1}{a}}}{2}, 0 \leq x \leq 0.5 \quad (2)$$

$$y = 1 - \frac{(2(1-x))^{\frac{1}{a}}}{2}, 0.5 < x \leq 1.0 \quad (3)$$

위 시그모이드 함수에서 파라미터 a는 시그모이드 곡선의 경사도를 결정하는 것으로 a가 1에 가까울수록 계단 함수와 같은 형태를 가지게 된다. [그림 9]와 같이

큰 숫자 영역의 히스토그램 분포를 계산한 다음 시그모이드 함수를 적용할 중심 값과 경사도를 추정하고 히스토그램 스트레칭 방식으로 번호판 전체 영역에 대한 영상 변환을 수행하였다.

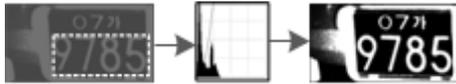


그림 9. 번호판 영상의 개선 예

시그모이드 변환 함수에 따라 명도 영상 변환용 룩업 테이블(look-up table)을 생성함으로써 고속 영상 변환 작업이 가능하도록 하였다. 시그모이드 변환 후에 다시 가우시안 평활화 작업을 수행하여 문자 획의 가장자리가 부드럽게 표현될 수 있도록 하였다.

영상 개선작업을 수행한 명도 레벨 번호판 영상에 다음과 같이 Sauvola[5] 적응적 이진화 규칙을 적용하여 이진 영상을 생성하였다.

$$t(x,y) = m(x,y) \left( 1 + k \left( \frac{s(x,y)}{R} - 1 \right) \right) \quad (4)$$

위 식에서 임계값  $t(x,y)$ 는 5x5 영역의 평균  $m(x,y)$ 와 표준 편차  $s(x,y)$ 를 이용해서 계산하였다.  $R$ 는 편차의 최대인 128로 하고  $k$ 는 0.2에서 0.5 사이 값으로 설정하였다. 적분 영상 개념[5]을 도입하여 평균과 표준 편차를 고속으로 계산하였다.

번호판 검출과정에서 찾은 숫자들의 위치는 번호판 영상의 기하학적 왜곡 보정과 영상 개선 결과에 따라 달라질 수 있기 때문에 [그림 7]에 보인 문자열 배치 규칙에 따라 개별 문자 블롭들을 다시 추출하였다.

### 3. 번호판 문자 인식 알고리즘

번호판의 문자들을 인식하기 위해 문자들의 표준 템플릿을 생성하고 매칭하는 방법에서는 문자 획이 정확하게 추출되어야 한다. CCTV를 이용해서 입력받은 번호판 영상에서는 문자 획들이 선명하게 추출되지 않을 수 있기 때문에 문자 인식을 위한 일반화 능력이 우수한 것으로 알려진 신경망 문자 인식을 구현하였다.

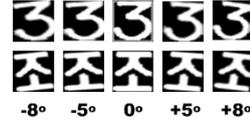


그림 10. 신경망 학습에 사용된 숫자 및 한글들의 예

번호판의 기하학적 왜곡 보정에도 불구하고 개별 문자들이 여전히 기울어진 형태로 나타날 수 있기 때문에 [그림 10]과 같이 표준 훈련 문자를 좌우 방향으로 회전시킨 문자들도 신경망 학습에 포함시켰다.

번호판 인식 대상 문자의 종류에 따라 지역 명 인식기, 한글 인식기 및 숫자 인식기를 각각 별도로 구현하였다. 지역을 표시하는 한글을 인식하기 위해 16개 지역 명 각각에 하나의 출력 뉴런을 배정하여 인식기를 구현하였고 지역 명을 제외한 한글 인식을 위해 37개 문자별로 출력 뉴런을 갖는 인식기를 구현하였다. 숫자 인식을 위해서 10개의 출력 뉴런을 갖는 신경망 인식기를 구현하였다.

CCTV에서 획득한 영상으로부터 차량의 종류, 번호판 색상, 폰트, 주야간 입력 시간 차이, 그리고 왜곡형태 등을 다양하게 반영할 수 있는 영상을 선정해서 학습용 문자들을 추출하고 신경망을 학습시켰다.

## V. 실험 결과 및 고찰

제안한 차량 번호판 인식 시스템을 구현해서 도로상에 설치된 CCTV에 탑재하고 [그림 11]과 같이 차량 번호판 인식 실험을 수행한 다음 그 결과를 분석하였다.



그림 11. CCTV 차량 번호판 인식 시스템 인터페이스

도로상에 설치된 CCTV에서 ROI(Region of interest) 영역에 물체의 이동이 탐지될 때 1296x964 크기의 영상을 획득하였다. CCTV가 설치된 도로상의 차량 통행 규정 속도는 80km이었으며 1주일동안 실험한 결과 하루 평균 1,535대의 차량이 통과한 것으로 나타났다.

주행하는 차량의 번호판을 실시간으로 인식하기 위해 번호판 검출 단계에서는 차량 영상을 648x482 크기로 축소해서 번호판 위치를 검출하고 다시 원본 영상에서 번호판 영역을 추출하여 번호판 인식을 시도하였다. 인텔 i7 CPU, 2.8GHz의 컴퓨터상에서 1296x964 크기의 차량 영상에 대한 인식 실험을 수행한 결과 1초당 12프레임의 차량 영상을 인식할 수 있었다.

CCTV가 설치된 도로상에서 획득한 차량 영상들은 획득한 시간대 별로 화질이 변하는 것을 볼 수 있었다. 오전에는 햇빛의 영향이 비교적 적었으나 오후 1시에서 3시 사이에 햇빛의 영향이 강하게 나타났으며 야간에는 차량의 라이트 조명에 의한 영상 왜곡현상이 나타났다.

일주일동안 CCTV가 설치된 도로상을 통과한 차량 영상의 1일 평균 번호판 검출 결과를 시간대 별로 계산한 것을 [표 1]에 도시하였다.

표 1. 시간대별 1일 평균 번호판 검출 결과

	오전	오후	야간	계
차량 수	512	758	265	1,535
검출 수	507	745	245	1,497
비율	99.0%	98.3%	92.5%	97.5%

오전에 통과한 차량의 경우 번호판 자체가 일부 훼손된 차량에서 번호판 검출을 할 수 없는 경우가 있었다. 오후에는 햇빛의 영향을 강하게 받아서 흰색 번호판 차량의 화질이 떨어져 검출률이 낮아지는 것을 확인하였다. 야간에는 차량의 헤드라이트 불빛의 간섭으로 번호판 영상이 왜곡되어 입력되는 경우가 많이 나타나서 번호판 검출률이 상당히 낮아지는 현상을 보였다.

[표 2]에 번호판 검출 및 인식 실험결과들을 비교해서 도시하였다. 번호판 테두리를 이용하여 번호판을 검출하고 왜곡을 보정하는 방식[2][4]에 비해 제한한 알고리즘이 좀 더 우수한 성능을 보여주고 있음을 확인하였다.

표 2. 번호판 검출 및 인식 실험 결과 비교

활용 정보	영상	검출	인식
번호판 블롭테두리[2]	100	92(92.0%)	-
번호판 컬러테두리[4]	621	-	513(82.6%)
문자들의 에지투영[6]	60	58(97.0%)	57(95.0%)
문자들의 에지해석[7]	6,200	6,046(97.5%)	5,951(96.0%)
제한한 알고리즘	1,535	1,497(97.5%)	1,467(95.6%)

문자들의 에지 정보를 이용하는 방식들[6][7]과 비교했을 때도 본 논문의 실험 결과가 도로상에서 설치된 CCTV로 획득한 실 환경 데이터베이스라는 점을 고려하면 매우 안정된 번호판 검출 및 인식 성능을 보여주고 있음을 알 수 있다. [그림 12]에 그림자의 영향을 받은 번호판의 검출 예를 도시하였다. 본 연구에서는 2차 미분 필터를 이용하여 세로 방향 성분의 문자 에지 정보들을 추출해서 번호판을 검출했기 때문에 수평 방향의 그림자 영향이 상당히 줄어들었음을 확인할 수도 있었다.

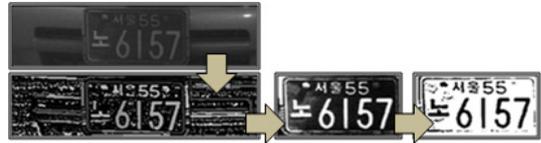


그림 12. 그림자 영향을 받은 번호판의 검출 예

문자 인식기의 인식 성능을 확인하기 위해 번호판 전체 문자들에 대한 인식을  $R$ 을 다음과 같이 계산하였다.

$$R = \left( \sum_p \sum_k S_{pk} / \sum_p \sum_k C_{pk} \right) \times 100 \quad (5)$$

식에서  $C_{pk}$ 는 번호판  $p$ 에 기록된 문자  $k$ 를 의미하고  $C=1$ 로 하면  $C_{pk}$ 의 합은 인식 대상 전체 번호판에 기록된 모든 문자 개수를 의미한다. 번호판  $p$ 에 기록된 문자  $k$ 를 인식했을 경우  $S=1$ 이고 오인식했을 경우  $S=0$ 일 때  $S_{pk}$ 의 합계는 인식 대상 전체 번호판에 기록된 모든 문자들 중 인식에 성공한 문자들의 합을 의미한다. 실험결과 문자 인식률  $R=99.3\%$ 로 나타났다. 개별 문자 세그멘테이션에 실패한 경우를 제외하고는 문자 인식 에러가 거의 없음을 확인할 수 있었다.

## VI. 결론

본 논문에서는 카메라 촬영 각도에 따른 기하학적 왜곡이나 조명 및 햇빛의 영향에 따른 화질의 저하에도 강한 CCTV 감시용 차량 번호판 인식시스템을 제안하였다. 2차 미분 필터를 사용한 에지기반 문자 세그먼트 영상을 구해서 왜곡이나 화질 저하에도 번호판 검출을 위한 문자 획의 세밀한 해석이 가능하도록 하였다.

제안한 차량 번호판 인식 시스템을 도로에 설치된 CCTV에 구현한 다음 일주일동안 통과한 차량들에 대해서 번호판 검출 및 인식을 시도하고 그 결과를 분석하였다. 하루 평균 1,535대의 차량 영상에 대해서 97.5%의 번호판 검출률을 얻을 수 있었으며 99.5%의 문자 인식률을 얻을 수 있었다. 번호판 검출과정에서 야간 헤드라이트 조명의 간섭으로 인한 에러가 다수 발생했으나 정상적으로 입력된 영상에 대해서는 비교적 높은 번호판 인식률을 얻을 수 있었다.

향후 CCTV에서 화질의 저하를 줄일 수 있는 영상 획득 방안이 마련된다면 더욱 높은 번호판 인식률을 얻을 수 있을 것으로 보인다.

## 참고 문헌

- [1] S. E. Umbaugh, "Computer vision and image processing," Prentice Hall PTR, pp.188-195, 1999.
- [2] 문성원, 장인동, 송영준, "기울어진 차량 번호판 영역의 검출", 한국콘텐츠학회논문지, 제4권, 제3호, pp.125-130, 2004.
- [3] M. Ko, "Effective license plate character recognition based on geometric invariant features," *Ph. D. dissertation*, Kyungpook National University, 2004.
- [4] 강민경, "자동차 번호판 영상의 왜곡 보정기법", 충남대학교 석사학위논문, 2008.
- [5] F. Shafait, D. Keysers, and T. M. Breuel, "Efficient implementation of local adaptive thresholding techniques using integral images," *SPIE DRR'08*, San Jose, CA, USA. 2008(1).

[6] 염희정, 은성중, 황보태근, "휴대단말기 영상에서의 기하학적 정보를 이용한 차량 번호판 인식", 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제10호, pp.1-8, 2010.

[7] 김진호, "왜곡불변 차량 번호판 검출 및 인식 알고리즘", 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제3호, pp.1-8, 2011.

[8] [http://www.flong.com/texts/code/shapers\\_exp](http://www.flong.com/texts/code/shapers_exp)

## 저자 소개

김진호(Jin-Ho Kim)

정회원



- 1986년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1988년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학박사)

• 1992년 3월 ~ 현재 : 경일대학교 전자공학과 교수  
<관심분야> : 패턴인식, 영상처리, 컴퓨터비전

노덕수(Duck-Soo Noh)

정회원



- 1977년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1983년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1996년 8월 : 경북대학교 전자공학과(공학박사)

• 1983년 3월 ~ 현재 : 경일대학교 전자공학과 교수  
<관심분야> : 광패턴인식, 광신호처리, 광컴퓨팅