

---

# 빛의 변화에 강건한 차량번호판 인식방법

남기환\* · 배철수\*

## Vehicle License Plate Recognition Method Robust to Changes in Lighting Conditions

Kee-hwan Nam\* · Cheol-soo Bae\*

### 요 약

자동차 번호판 자동인식에서 어두운 조명에서나 날씨가 좋지 않을 경우 차량의 형상이 왜곡 될 수 있고, 번호판을 식별하는데 어려움이 있다. 이에 본 논문에서는 움직이는 차량의 영상에서 흔들림이 없고, 밝은 햇빛에서 어두운 조명상태까지의 다양한 환경을 수용할 수 있는 자동차 번호판 인식방법을 제안하였다. 제안한 방법은 투시광선을 서로 다른 세기를 갖는 두 개의 빔(beam)으로 분리한 다음 CCD 카메라를 사용하여 두 개의 포착된 이미지를 조합하여 물체가 움직일 때도 동요 없는 이미지를 산출하였다. 실험결과로써 466 개의 움직이는 차량영상을 이용한 결과 98.7%의 인식률을 얻을 수 있었다.

### Abstract

The process of recognizing a vehicle involves detection of the vehicle, recognition of the vehicle model, and identification of the vehicle. The process of vehicle identification involves identification of the vehicle itself, such as by recognition of the license plate on the vehicle. In this paper the method involves the use of a beam splitter to divide incident rays into two directions, a transmitted beam and a reflected beam of different light intensities, and synthesizing two captured images using CCD devices from each beam, thus producing fluctuation-free images of a wide dynamic range even when the subject is moving. A prototype license plate recognition system was also developed using the experimental sensing device. The system achieved a 98.7% recognition rate on 466 images of moving vehicles, which demonstrates its effectiveness as a license plate recognition system.

### 키워드

License plate recognition, image processing, dynamic range camera

### 1. 서 론

차량의 수가 급격히 증가하면서 차량과 도로 이용자들의 요구도 날로 증가하고 있으며, 차량을 이용한 범죄예방이나 교통량 조사, 유료도로에서의

과세목적에 위한 차량 확인 등의 이유로 실시간으로 차량을 구분하고 인식할 수 있는 보다 지능적인 차량 자동화체계가 요구되고 있다. 자동차 번호판 자동인식은 차량 자체의 탐지, 차량의 모델 인식, 차량의 검증을 포함하며, 도로상의 큰 규모의 시스

---

\* 관동대학교

접수일자 : 2004. 8. 30

템과, 주차장에서 출입하는 차량의 검출과 감시를 수반하는 소규모의 시스템과 같이 광범위한 응용이 가능하다. 차량 번호판 자동인식에 관한 연구는 차량에서의 번호판 추출, 번호판 특징 구분, 그리고 각 특징에 대한 문자인식의 과정으로 연구되고 있으며, 번호판 추출에 대한 방법으로 허프 변환을 이용한 방법[1][2], 수직,수평 에지를 이용한 방법[3], 신경망을 이용한 방법[4], 등이 있고, 문자 인식의 방법으로는 패턴매칭과 형태 추출에 기반한 구별 방법등이 있다[5]. 또한 번호판 인식 시스템에서 극복해야하는 주요 기술적 문제에는 첫째, 낮에서 밤까지의 광범위한 광도에 적용할수 있는 감지 방법 둘째, 고속으로 주행하는 차량 촬영시 흔들림 없이 이미지를 감지할 수 있는 방법, 셋째 구부러지거나 오염된 번호판에 강한 번호판 인식 방법 등을 들 수 있다.

움직이는 차량의 번호판 인식을 위한 차량영상의 촬영은 다양한 빛의 조건 하에서 이미지 변동 없이 고속으로 움직이는 차의 번호판을 포착할수 있는 고속의 촬영방법을 필요로 한다. 고속촬영을 위해 동적 범위를 증가시키는 방법으로 TV Camera에서 감지 요소의 특징을 증가시키는 방법 [6][7][8]과, 종래의 감지 장치를 사용하여 서로 다른 노출 상태 하에 획득한 영상을 조합하는 방법이 있다.

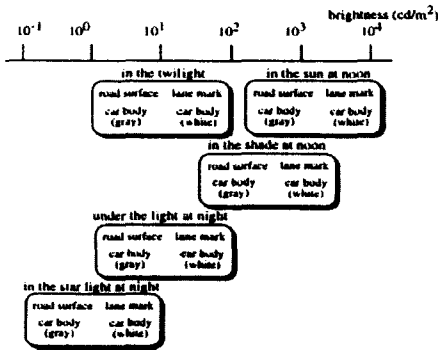


그림 1. 도로환경에서 차량의 광도변화  
Fig. 1 Brightness of objects on the road

본 논문은 다양한 조명상태를 수용하고, 흔들림 없이 고속촬영을 가능하게 할 수 있는 방법으로 투사광선을, 각기 다른 강도의 빛으로 분할하고, 다른 CCD 카메라를 사용하여 각각의 영상을 조합하였다. 제안된 방법은  $1.5 \times 10^4$ 의 동적 범위를 지원하면서, 영상의 흔들림 없이 1/1000s의 셔터 속도 도로 고속 주행의 차량을 촬영할 수 있다. 그림1

은 도로 환경에서 적용되는 차량의 광도 변화이다. 번호판 인식 시스템에서 Camera는  $1.5 \times 10^4$ 의 동적범위를 수용할 수 있어야하며, 결과 영상이 흔들림이 없으려면, 100km/h의 속도로 이동하는 차량은 최소 1/600s의 셔터 속도를 필요로 한다.

## II. 번호판인식 시스템

본 논문에서 사용한 감지시스템은 번호판인식을 위해 서로 다른 노출 조건 하에서, 두 대의 CCD카메라로 동시에 포착한 한 쌍의 영상을 조합하여, 보다 선명하고 넓은 역학적 범위의 영상을 얻을 수 있었다. 프리즘 빔 셔터는 투사 광선을 다른 빛의 세기를 가지고 있는 반사된 빛과 전송된 빛으로 분리시키고 분리된 광선의 세기 비율은 ( $\lambda_1 : \lambda_2$ ) 빔 셔터내의 여러 겹으로 된 필터로 제어할 수 있다. 다음으로 다른 세기를 가진 광선이 동시에 한 쌍의 CCD카메라에 맞춰지고,  $1.5 \times 10^4$ 의 역학적 범위를 맞추기 위해 전송된 빛과 반사된 빛의 비율은 기술된 45:1의 비율로 맞춰지게 된다. 또한 다른 빛의 세기를 가진 한 쌍의 영상을 합성함으로써 실제의 영상보다 넓은 역학적 범위를 가진 영상을 얻을 수 있다. 이에 대한 수식으로 분리된 광선의 세기 비율은  $\lambda_1 > \lambda_2$  이 되고, 다음과 같은 관련식을 갖는다.

$$0 \leq f_2(x, y) \leq f_1(x, y) \leq L_{sat} \quad (1)$$

식(1)에서  $f_1(x,y)$ 과  $f_2(x,y)$ 는 각각 CCD1과 CCD2에 의해 조성된 각 영상 내의 화소 좌표  $(x,y)$ 에서의 그레이 값을 나타내며,  $L_{sat}$ 는 채도 값을 나타낸다. 본 시스템에서 사용된 디지털 카메라의 신호출력 수치는 8비트이며, 이는  $L_{sat} = 255$ 이다.  $f_1(x,y)$ ,  $f_2(x,y)$ , 즉 확대된 역학적 범위의 합성된 영상  $f_{sync}$ 은 각 화소에 대하여 다음의 수식에 의해 계산되었다.

$$f_{sync} = f_1(x, y) \quad \text{if } f_1(x, y) < L_{sat}$$

$$(E_1/yE_2)^{\gamma} \quad \text{if } f_1(x, y) = L_{sat} \quad (2)$$

식(2)에서  $E_1$  과  $E_2$  는 노출 조건( $E_1 > E_2$ )에 의해 결정된 계수이며,  $\gamma$ 는 감마( $\lambda$ ) 보정을 위한 계수이다. 결국  $f_{sync}$ 를 계산함으로써, 카메라 자체의 영상보다 폭 넓은  $E_1 / E_2$  배인 역학적 범위를 가진 영상이 만들어 질 수 있다. 인식 시스템  $D$ 의

역학적 범위는 다음의 공식으로 계산된다.

$$D = (L_{sat}/L_{noi})^{1/7} (E_1/E_2) \quad (3)$$

식(3)에서  $L_{sat}/L_{noi}$ 는 카메라 S/N을 나타내고, 시스템에 사용된 CCD카메라(SONY XC-7500)의 S/N은 대략 1000이며,  $L_{sat} / L_{noi}$ 는 255이다. 결과적으로 매개변수와 방정식을 사용함에 있어서  $D=1.5 \times 10^4$ 의 역학적 범위 수용하기 위해서 선택되어야 하는 전송 빛과 반사 빛의 비율 ( $\lambda_1 : \lambda_2$ )은 45:1이다.

제안된 시스템은 카메라 헤드와 이미지 조합기로 구성된다. 카메라 헤드에서 빔 스플리터에 의해 나뉜 빛은 두 대의 CCD Camera에서 이미지를 형성한다. 이때, 빔 스플리터에서, 전도된 빔(beam)과 반사된 빔은 동일한 길이를 가지며, 반사된 빔은 두 번 반사되어 이미지가 뒤집히지 않는다. 또한 분리된 빔들이 동일한 위치를 차지 하는 픽셀에 투시될 수 있도록, 두 대의 CCD Camera에서 각각의 셔터속도로 운용될 수 있도록 프레임 셔터를 내장하고 있다. 이미지 조합기는 프레임 그래버(frame grabber)와 PC로 구성된다. 두 대의 CCD Camera는 PC에서 받은 명령에 대응하여 이미지를 촬영하고, 이미지 데이터는 프레임 그래버에 저장된 후 PC의 메모리에서 읽혀진다. 그림 2에 제안된 시스템의 구성을 나타내었다.

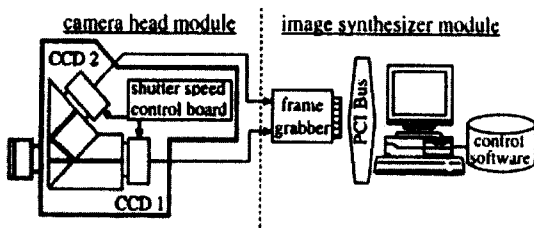


그림 2. 제안된 시스템의 구성

Fig. 2 The structure of the developed sensing system

### III. 번호판 인식

번호판 인식은 다음과 같이 ①문턱치 값을 이용한 이진화 ②문자 영역의 추출 ③문자의 분할 ④템플릿 매칭의 순으로 수행되었으며 그림 3에 번호판인식의 순서도를 나타내었다.

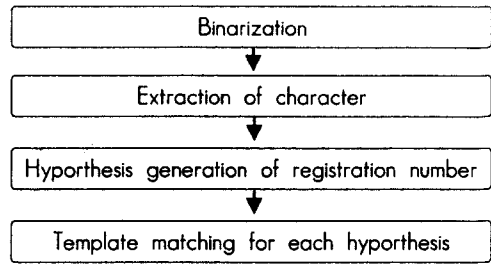


그림 3. 번호판 인식의 순서도

Fig. 3 Flow of license plate recognition processing.

전체 영상에 대한 초기화 영상이 부분적으로 빛의 밝기 변화를 내포할 때 이진화가 되지 않는 원인이 되기 때문에 각 화소값은 이웃 한 4구역 내에서 보간법을 사용하여 구하였다. 각각의 문자를 추출하기 위한 방법으로 이진화 된 영상에서 각각 문자를 분리하였다. 이 때 번호판 인식기의 배치나 인식기와 차량간의 거리에 의한 문자의 크기를 판독하고, 기울어진 번호판의 높이는 실제 번호판에 있는 문자보다 보다 두 배정도 크기 때문에, 각 문자의 형상특징을 이용하여 등록번호의 후보 부분들과 각 문자들을 추출하였다.

또한 차량에 번호판을 고정시키기 위한 나사못의 두 점도 추출하였다.

다음으로 추출된 문자의 인식방법으로는 템플릿 매칭을 사용하였다. 이때 만일 네 개의 후보 영역 모두가 매칭이 되면 성공적으로 인식된 것으로 여겨져 인식 단계가 종결되고, 반대로 하나의 후보 영역도 매칭이 되지 않을 경우에는, 다음의 신뢰수치를 가지고 있는 템플릿에 적용하여 인식하였다. 그림4는 개선된 전국번호판의 예이고, 그림5는 번호판인식에 사용된 템플릿의 구성을 나타낸다.



그림 4. 개선된 전국 번호판의 예

Fig. 4 Example of new license plate

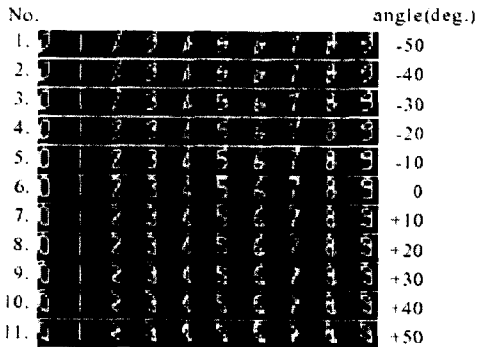


그림 5. 템플릿의 구성  
Fig. 5 Inclined templates

#### IV. 실험

실험 시스템은 루프 코일, 감지장치, 컴퓨터로 구성되었고, 차량을 감지하기 위한 자기장 루프를 매설하고 자기장 감지기에서 나온 신호는 차량의 전면을 향한 한 쌍의 영상을 포착하게 하고, 동적 범위를 확대하기 위해 컴퓨터에서 포착된 영상에서 조함과 인식이 이루어진다. 그림6에 실험에 사용한 시스템을 나타내었다. 실험은 화창한날 이침부터 밤까지 30km/h이하의 속도로 운행되는 차량을 이용하여 수행되었고, 셔터속도는 1/125s에 고정되었다. 이 기간동안 466대의 차량영상이 획득되었으며, 차량 주변은 대략101-104 cd/m<sup>2</sup>의 광도를 가졌다. 또한 번호판에서의 빛 반사에 대비하기 위해, 차량의 움직임 방향과 비례하여 카메라는 수평 20°, 수직10°에 위치시켰다. 표1과 표2에 각각 실험조건과 실험 결과를 나타내었다.

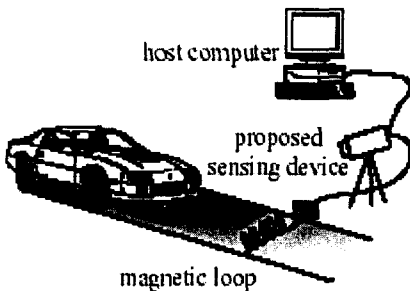


그림 6. 번호판 인식을 위한 원형 시스템  
Fig. 6 Prototype system for recognizing license plates

표 1. 실험 조건

Table 1. Experimental conditions

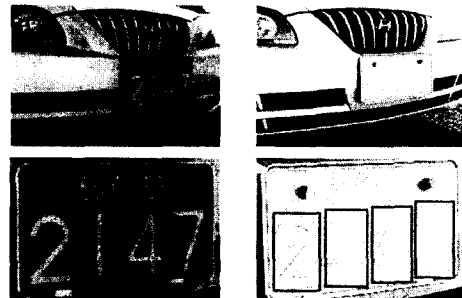
셔터 속도	1/125 sec
초점	50 mm
영상 크기	640(H) X 480(V) (pix)
영상내의 번호판 크기	160(H) X 80(V) (pix)
차량의 총수	466
환경	실험시간 : 8시(A.M) ~ 9시(P.M)
빛의 밝기	약 10 <sup>1</sup> ~ 10 <sup>4</sup> cd/m <sup>2</sup>
카메라의 위치	수평 = 20°, 수직 = 10°

표 1. 실험결과

Table 1. Experimental results

총 차량수	성공	실패
466	459	7
	98.7%	1.3%

466개의 실험영상에서, 98.7%의 인식률과 1.3%의 실패율을 나타내었으며, 인식실패의 주요원인은 낮은 번호판으로 인한 영역 분할의 실패 때문이다. 그림7은 기존의 카메라에서 획득된 영상과 제안된 카메라에서 획득된 영상을 보여준다. 그림7에서 볼 수 있듯이 기존의 CCD 카메라에서는, 번호판상의 일부 문자들이 불분명한 반면, 제안된 인식 시스템에서 포착한 영상은 흐릿함이 없이 선명하며, 번호판 영역에서 경계와 문자 영역 모두 이미지 정보로써 정확하게 관측됨을 볼 수 있다. 또한 센서의 동적 범위가 확대되어 영상의 흔들림 없이 광범위한 장면을 포착하는데 있어 제안된 방법의 효율성을 증명할 수 있었다.



(a) Image of the developed camera  
(b) Image of the conventional camera

그림 7. 본 시스템에서 제안한 카메라 영상과 기존의 카메라에 의해 포착된 영상의 예  
Fig. 7 Examples of images captured by the developed sensing system and conventional camera

### V. 결론

차량의 자동 번호판 인식은 일반도로나 고속도로상에서 교통량의 측정에서, 주차장에 출입하는 차량의 관리 등 광범위한 응용이 가능하다. 따라서 이 같은 시스템의 도입을 위해서는, 다양한 주변 상황의 조건에서 이동하는 차량을 흔들림없이 번호판 인식이 가능한 고속의 이미지 처리 방법이 요구된다. 따라서 본 논문은 두 대의 CCD 카메라에서 투사광선을 서로 다른 세기를 가진 두 개의 빛으로 분리시키는 프리즘을 이용하여 다양한 기울기와 조명을 수용하고, 넓은 동적 범위를 수용할 수 있는 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 실험결과로서 아침부터 밤까지의 환경에서 촬영된 466개의 이동하는 차량에 적용한 결과 약 98.7%의 인식률을 나타내었다.

### VI. 참고문헌

- [1] Kanayama K. Real-time image processing for vehicle recognition by reading license plates. *Sensor Technol* 1991;11:52-58.
- [2] Akoi T, Nakajima M. Research into the extraction of license plate regions using image processing. *Trans IEICE* 1987;J70-D:560-566.
- [3] Kanayama K. Increasing the speed of license plate regions by using a vehicle number recognition system architecture and the Taguchi method. *Trans IEICE* 1989;J72-D-II:873-879.
- [4] Fujiyoshi H, Umesaki T, Imamura T, Kaneide T. Detection of license plate positions through the use of neural networks. *Trans IEICE* 1997;J70-DII: 1627-1634.
- [5] Yamaguchi M, Kato K, Mitani M, Hinayatani T. Development of a license plate reading apparatus for the measurement of travel time. *Sumitomo Electr* 1991;139:8-13.
- [6] Nagano K, Miyamoto K, Tamagawa M, Iida Y, Fujita I. Application of image pro-

cessing and pattern recognition: Recognition of vehicle numbers. *Mitsubishi Heavy Ind Tech Rep* 1991;28.

- [7] Intelligent Traffic Measurement and Survey Committee. *Intelligent traffic measurement. Tech Rep Soc Electr* 1994;512.
- [8] Inagaki O, Fukuda H, Miyahara H, Ueshima O, Kakinuma M. A wide dynamic range camera. *Proc Second Image Sensing Symp*, p 151-154, 1996.

### 저자 소개

#### 남기환(Kee-Hwan Nam)



1995. 2 관동대학교 전자통신 공학과 졸업 (공학사)  
2000. 2 관동대학교 대학원 전자통신 공학과 졸업 (공학석사)  
2001.3~ 현재 관동대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정 수료  
※관심분야 : 영상처리, 신호처리시스템, 영상압축

#### 배철수(Cheol-Soo Bae)



1979. 2 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
1981. 2 명지대학교 대학원 전자공학과졸업(공학석사)  
1988. 8 명지대학교 대학원 전자공학과졸업(공학박사)  
1981. 3~현재 관동대학교 정보통신공학부 정교수  
1998. 8~2001. 2 관동대학교 창업보육센터 소장  
1999. 3~2001. 5. 관동대학교 공과대학 학장  
2001. 6~2003. 5. 관동대학교 평생교육원장  
2003. 1~2004. 6 대한전자공학회 이사  
1989. 11~현재 한국통신학회 강원 지부장  
2002. 3~현재 (새한국공학교육인증원 평가위원  
2003. 1~현재 한국통신학회 국내저널 편집 부위원장  
※관심분야 : 디지털신호처리, 영상처리, 신경회로망