
기울어진 번호판을 포함한 효율적인 번호판인식

남기환* · 배철수*

Efficient License Plate Recognition Method for Inclined Plates

Kee-hwan Nam* · Cheol-soo Bae*

요 약

차량의 수가 급격히 증가함에 따라 보다 지능적인 번호판 자동인식체계가 요구된다. 따라서 본 논문은 주행하는 차량에서 기울어진 번호판을 포함한 효율적인 자동차 번호판 인식방법을 제안하였다. 실험결과로서 일반적인 환경에서 획득된 인식 비율은 약 99%의 높은 성공률을 나타내었으며, 번호판이 차량에 비례하여 많이 기울어지게 위치해 있을 경우에도 97%의 성공률을 나타내었다. 논문에서는 CCD 카메라를 통해 전송되는 영상 시퀀스를 대상으로 움직이는 물체의 형태가 보행중인 사람, 혹은 자동차인지를 식별하고 이의 이동 방향을 판단하여, 이를 추적하는 무인 감시 시스템을 위한 효율적인 알고리즘을 제안한다.

ABSTRACT

This paper presents novel methods of recognizing license plates of passing vehicles outdoors. In particular, the proposed method is much robust for inclined plates caused by the changes of camera placement. To acquire fine images of quickly passing vehicles under a wide range of illumination conditions, we developed a sensing system having superb characteristics. We expanded the dynamic range and eliminated the blurring of images of fast moving vehicles by synthesizing a pair of synchronized images with different intensities. Furthermore, to extend the flexibility of the positioning of the TV camera, we propose a recognition algorithm that can be applied to inclined plates. The performance of the integrated system was investigated on real images of vehicles captured under various illumination conditions. The recognition rates of over 99% (conventional plates) and over 97% (highly inclined plates) shows that the developed system is effective for license plate recognition.

키워드

번호판인식, 번호판추출, CCD카메라

1. 서 론

차량의 수가 급격히 증가함에 따라 차량을 이용한 범죄예방, 고속도로나 주차요금의 자동징수, 과속 차

량의 단속, 각종 교통량의 조사 등과 같이 실시간으로 차량을 구분하고 인식 할 수 있는 보다 지능적인 차량인식 자동화체계가 요구되고 있다. 이에 따른 차량의 번호판 자동인식에 관한 연구는 차량영상에서의

*관동대학교

접수일자 : 2003. 5. 12

번호판 추출, 번호판의 특징구분 그리고 각 특징에 대한 문자의 인식으로 연구되었다[1][2][3][4][5][6]. 번호판 자동인식 시스템의 환경로서는 다양한 조명 조건 하에서 최상의 영상을 수용할 수 있어야 하며, 빠른 속도로 지나가는 차량에 있어서도 선명한 영상을 포착할 수 있어야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 기존의 방법으로는 카메라의 셔터속도(예:1/1000초)를 조절하는 방법과 자외선 램프와 같이 부가적인 조명을 사용하여 빛의 밝기를 보전하는 방법 등이 있다. 그러나 이러한 방법들은 번호판 인식을 위한 전체적인 시스템을 구성하는데 있어서 시스템이 커지고 비용도 많이 드는 단점이 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 논문은 다양한 환경 하에서 다음과 같이 효과적으로 차량의 번호판을 인식하는 방법을 제안한다.

첫째, 넓은 역학적 범위를 수용하면서 이동하는 차량에 대해서도 선명하게 번호판영역을 추출 할 수 있는 방법.

둘째, 심하게 기울어진 번호판을 효과적으로 인식 할 수 있는 방법.

II. 번호판인식 시스템

2.1 번호판인식에 있어서의 문제점

정보의 손실 없이 인식시스템이 번호판의 영상을 포착하는데 요구되는 역학적 범위는 대략 1.5×10^4 cd/m²이다. 따라서 대략적으로 300~500의 역학적 범위를 가진 기존의 CCD 카메라는 요구되는 조건을 수용하기에는 부적합하다. 또한 100km/h의 속도로 통과하는 차량의 경우, 흐린 영상을 방지하기 위해 필수적으로 요구되는 셔터의 속도는 1/600초 보다 빨라야 한다. 그리고 영상을 통해 보이는 번호판의 형상은 CCD 카메라와 차량과의 상대적 위치에 따라 다르기 때문에 번호판의 수직적 뒤틀림과 수평적 뒤틀림은 통과하는 차량 방향에 대한 카메라의 기울기 각도에 의해 발생하게 된다. 그림1은 자동차 번호판 인식 시스템의 위치 변화에 따른 번호판 영상의 예를 보여준다.

2.2 제안한 번호판인식 시스템

본 논문에서 사용한 감지시스템은 번호판인식을 위해 서로 다른 노출 조건 하에서, 두 대의 CCD카메라

로 동시에 포착한 한 쌍의 영상을 조합하여, 보다 선명하고 넓은 역학적 범위의 영상을 얻을 수 있었다. 제안된 번호판인식 시스템의 원리를 그림 2에 나타내었다.

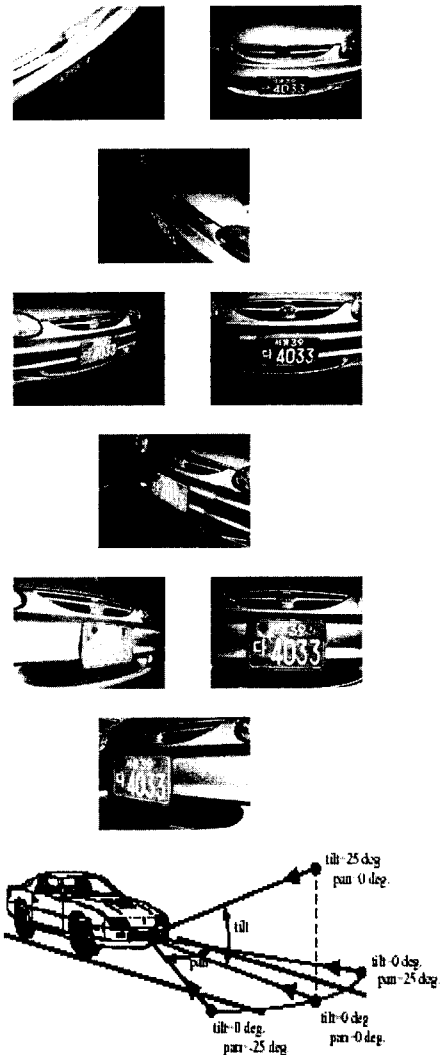


그림 1. 카메라의 위치에 따른 번호판 영상의 차이
Fig. 1 Difference of image of license plates when the camera placement

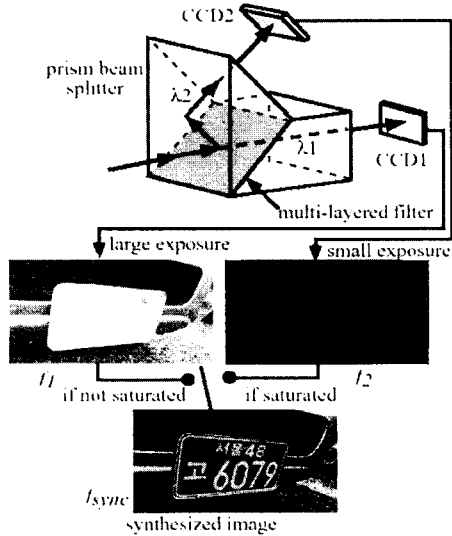


그림 2. 제안된 인식 시스템의 원리
Fig 2. The principles of the proposed sensing system

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, 1.5×10^4 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, γ 는 감마(λ) 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.

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

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 인식 시스템은 줌렌즈, 프리즘 빔 스플리터, 두 개의 CCD, 셔터 제어판 그리고 프레임 그래버 보드가 내장된 컴퓨터로 구성되어 있다.

두 개의 CCD는 분리된 투사 빛이 각각의 CCD상에 정확히 같은 위치에 이를 수 있도록 정밀하게 조립되었으며, 셔터가 제어 할 수 있는 속도는 1/60초에서 1/10000초이고, 컴퓨터에서 영상 합성과정이 실행된다. 그림 3에 제안된 번호판인식 시스템의 구조를 나타내었다.

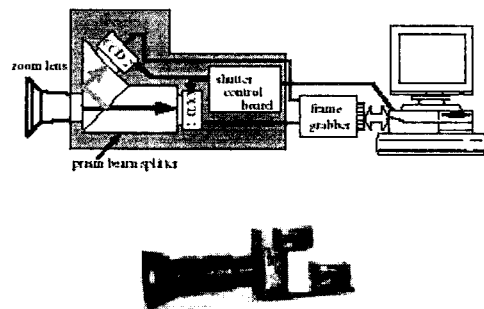


그림 3. 제안된 인식 시스템의 구조
Fig 3. The structure of the developed sensing system

III. 번호판 인식 알고리즘

3.1 문자의 분리

번호판 인식은 다음과 같은 순서에 의해 처리되었다.

- ① 전체 영상의 이진화
- ② 문자 영역의 추출
- ③ 등록 번호의 템플릿 매칭

전체 영상에 대한 초기화 영상이 부분적으로 빛의 밝기 변화를 내포할 때 이진화가 되지 않는 원인이 되기 때문에 각 화소값은 이웃 한 4-구역 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.

3.2 템플릿매칭을 이용한 문자의 인식

추출된 문자의 인식방법으로는 템플릿매칭을 사용하였다. 만일 네 개의 후보 영역 모두가 매칭이 되면 성공적으로 인식된 것으로 여겨져 인식 단계가 종결되고, 반대로 하나의 후보 영역도 매칭이 되지 않을 경우에는, 다음의 신뢰 수치를 가지고 있는 템플릿에 적용하여 인식하였다. 기울어진 번호판의 경우 번호판이 기울어진 탓에, 추출된 문자도 뒤틀려지므로, 템플릿을 형성하고 있는 후보 구역들의 배열 순서에 따라, 정합을 적용하였다. 그림 4에 실험에 사용된 -50° 에서 $+50^\circ$ 까지의 수평으로 기울어진 각을 가진 열 한 세트의 템플릿을 나타내었다.












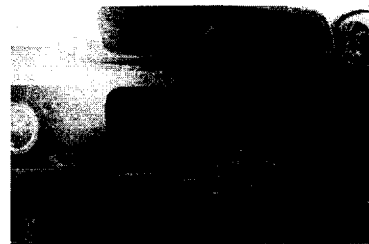
| No. | angle(deg.) |
|-----|--|
| 1. |  -50 |
| 2. |  -40 |
| 3. |  -30 |
| 4. |  -20 |
| 5. |  -10 |
| 6. |  0 |
| 7. |  +10 |
| 8. |  +20 |
| 9. |  +30 |
| 10. |  +40 |
| 11. |  +50 |

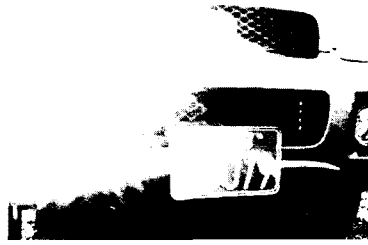
그림 4. 템플릿의 구성
Fig 4. Inclined templates

IV. 실험

제안된 인식 시스템과 기존의 CCD카메라와의 성능을 비교하기 위해 정오에 직사광선이 비치는 조건 하에서 이동하는 차량 영상을 포착하여 실험하였다. 빛의 밝기는 대략 $1.0 \times 10^4 \text{ cd/m}^2$ 이고, 또한 차량은 5km 미만의 이동속도에서 두 카메라의 셔터 속도는 1/1000s에 맞추었다. 그림 5에서 볼 수 있듯이 기존의 CCD 카메라에서는, 번호판 상의 일부 문자들이 불분명한 반면, 개발된 인식 시스템에서 포착한 영상은 흐릿함이 없이 선명하며, 모든 문자들을 쉽게 읽을 수가 있었다. 이 같은 예들은 제안된 시스템이 직사광선을 포함한, 넓은 역학적 범위에 있는 장면들을 포착하는데 적합하다는 것을 증명한다.



(a) Image of the developed camera



(a) Image of the conventional camera

그림 5. 본 시스템에서 제안한 카메라 영상과 기존의 카메라에 의해 포착된 영상의 예
Fig. 5 Examples of images captured by the developed sensing system and conventional camera

그림 6은 개발된 감지 시스템을 이용한 실험상에서의 번호판 인식 방식을 나타낸다. 차량을 감지하기 위한 자기장 루프가 땅속에 매설하여 자기장 감지기에 나온 신호는 차량의 전면을 향한 한 쌍의 영상을 포착하게 하고, 역학적 범위를 확대하기 위해 컴퓨터에서 포착된 영상에서 합성과 인식이 이루어진다.

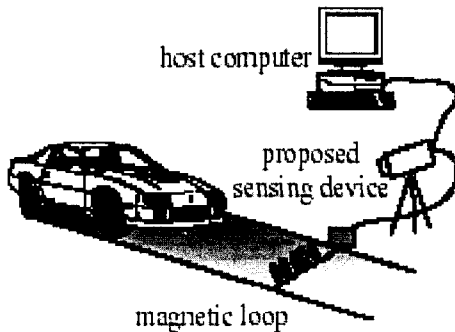


그림 6. 번호판 인식을 위한 원형 시스템
Fig. 6 Prototype system for recognizing license plates

본 시스템은 주차장 입구에 설치되었으며, 총 500대의 차량을 이용하여 해가 뜬 날과 비가 오는 날을 포함한, 3일 동안 오전 8시부터 오후 7시까지 실행하였다. 또한 실험을 통한 번호판 영역에서 빛의 밝기에 대한 수치는 대략 $10^1 \sim 1 \times 10^4$ cd/m²였다. 실험결과로써 총 250장의 차량영상을 이용하였고, 정상적 위치에서는 99%, [pan:20,tilt:20], [pan:-20, tilt:20] 일 경우에 각 98%, 그리고 [pan:40, tilt:40] 일 때, 97%의 높은 성공률을 얻을 수 있었다. 실험에 대한 조건과 결과를

각각 표1과 표2에 나타내었다.

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 | 500 |
| 차량의 이동속도 | 5km미만 |
| 환경 | 실험시간 : 8시(A.M)~7시(P.M) (맑은 날과 비오는 날) |
| 빛의 밝기 | 약 $10^1 \sim 10^4$ cd/m ² |
| 카메라의 위치 | 팬 = 15, 기울기 = 10° |

표 2. 실험 결과
Table. 2 Experimental result

| 카메라의 위치 | 부분 성공률 (성공영상수/사용영상수) | 평균 성공률 |
|------------------|-------------------------|------------------|
| 정상적 위치 | 99% (248/250) | - |
| pan:20, tilt:20 | 98% (245/250) | 98% (493/500) |
| pan:-20, tilt:20 | 98% (247/250) | |
| pan:40, tilt:40 | 97% (243/250) | 97% (287/500) |
| pan:-40, tilt:40 | 97% (244/250) | |

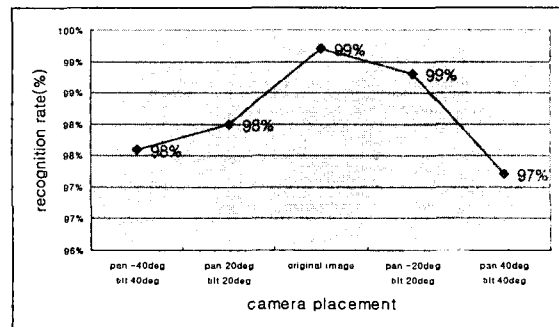


그림 7. 실험 결과
Fig. 7 Experimental result

V. 결론

본 논문은 두 대의 CCD 카메라와 투사광선을 서로 다른 세기를 가진 두 개의 빛으로 분리시키는 프리즘을 이용하여 다양한 기울기와 조명을 수용하고, 넓은 역학적 범위를 포착할 수 있는 번호판 인식 시스템을 제안하였다. 실험결과로써 총 250장의 차량영상을 이용한 결과, 정상적 위치에서는 99%, 차량의 기울기가 pan:20, tilt:20, pan:-20, tilt:20 일 경우에 각 98%, 그리고 pan:40, tilt:40 일 때, 97%의 높은 성공률을 얻을 수 있었다. 또한 기존의 CCD 카메라에서는 번호판상의 일부 문자들이 불분명한 반면, 개발된 인식 시스템에서 포착한 영상은 흐릿함이 없이 선명하며, 모든 문자들을 쉽게 인식 할 수 있었다. 따라서 제안된 시스템이 직사광선을 포함한, 넓은 역학적 범위에 있는 장면들을 포착하는데 적합하다는 것을 증명하며, 이동하는 차량들에게 효과적으로 이용 될 수 있을 것으로 본다.

VI. 참고 문헌

- [1] 남기환, 배철수, "차량규격과 특징패턴을 이용한 자동차 번호판 추출", 한국해양정보통신학회 논문지 2002 제6권 제2호
- [2] 남기환, 배철수, "고속처리 자동차 번호판 인식시스템", 한국해양정보통신학회 논문지 2002 제6권 제8호
- [3] J.A.G. Nijhuis, M. H. ter Brugge, K. A. Helmholt, J.P.W. Fluim, L. Spaanenburg, R.S.Venema, and M.A. Westenberg. "Car license plate recognition with neural networks and fuzzy logic", In Int. Conf. Neural Network, volume 5, pages 2232-2236, 1995.
- [4] Mei Yu, Yong-Deck Kim, "Vision Based Vehicle Detection and Traffic Parameter Extraction", IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E84-A, No.6 June, 2001
- [5] Sorin Draghici. "A Neural Network Based Artificial Vision System for License Plate Recognition", Int. J. of Neural Systems, 8(1):113-126, February 1997.
- [6] H. Komobuchi et, al. 1/4 inch NTSC format HYPER-Drange IL-CCD. In IEEE Workshop CCD Advanced Image Sensors, volume SS-1, Apr. 1995.
- [7] Kenji Kanayama, Yoshimasa Fujikawa, Koichi Fujimoto, " Development of Vehicle License Number Recognition System using Real-time Image Processing and Its Application to Travel-time Measurement", In IEEE Vehicle Technology, pages 798804, 1991.

저자소개



남기환(Kee-Hwan Nam)

1995. 2 관동대학교 전자통신 공학과 졸업 (공학사)

2000. 2 관동대학교 대학원 전자통신공학과 졸업 (공학석사)

2001.3~현재 관동대학교 대학원 전자통신공학과 박사과정 재학중

※관심분야 : 영상처리, 신호처리시스템, 영상압축



배철수(Cheol-Soo Bae)

1979. 2 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1981. 2 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)

1988. 8 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)

1981. 3~현재 관동대학교 전자정보통신공학부 정교수

1998. 8~2001. 2 관동대학교 창업보육센터 소장

1999. 3~2001. 5. 관동대학교 공과대학 학장

2001. 6~현재 관동대학교 평생교육원장

1989. 11~현재 한국통신학회 강원 지부장

2002. 3~현재 (사)한국공학 교육인증원 평가위원

2003. 1~현재 한국통신학회 국내저널 편집 부위원장

2003. 1~현재 대한전자공학회 이사

※관심분야 : 디지털신호처리, 영상처리, 신경회로망