

교통표지판 인식을 위한 비전시스템

김태우*, 강용석*, 차샘**, 배철수***

An Vision System for Traffic sign Recognition

Tae-Woo Kim*, Yong-Seok Kang*, Sam Cha**, Cheol-Soo Bae***

요 약

본 논문에서는 영상처리를 이용하여 온라인으로 교통표지판을 인식하는 비전 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 넓은 두 개의 카메라, 즉 광각렌즈(wide-angle lens)와 망원렌즈(telephoto lens)를 장착하였고, 이미지처리 보드가 있는 PC로 구성되었다. 이 시스템은 색상, 밝기, 형태 등과 같은 정보를 이용하여 광각 이미지의 교통표지판을 추출한 다음, 보다 큰 이미지에서 정확한 표지판 후보영역을 추출하기 위해 망원렌즈에서 포착된 이미지를 이용하여 처리하였다. 실험결과로써 수동으로 촬영한 비디오 연속장면에서 포착한 영상을 사용하여 실험한 결과 속도표지판은 추출율 96.5%, 인식률 34.4% 그리고 안내표지판은 추출율 100%, 인식률 40%의 결과를 나타내었다. 또한 간단한 실행과정으로 빠른 인식률을 얻을 수 있었으며, 도로상에서의 실험으로 시스템의 효용성을 입증하였다.

ABSTRACT

This paper presents an active vision system for on-line traffic sign recognition. The system is composed of two cameras, one is equipped with a wide-angle lens and the other with a telephoto lens, and a PC with an image processing board. The system first detects candidates for traffic signs in the wide-angle image using color, intensity, and shape information. For each candidate, the telephoto-camera is directed to its predicted position to capture the candidate in a large size in the image. The recognition algorithm is designed by intensively using built in functions of an off-the-shelf image processing board to realize both easy implementation and fast recognition. The results of on-road experiments show the feasibility of the system.

Key Word

traffic sign recognition, vision system, image processing, wide-angle lens, telephoto lens

I. 서 론

도로상에서 교통표지판은 안전하고 효율적인 주행을 위해 운전자에게 여러 가지 정보를 제공한다. 따라서 교통표지판의 자동인식은 자동운전이나 운전보조 시스템 등에 중요하게 사용될 수 있다 [1][2][3][4]. 교통표지판은 대개 확연히 구별되는 색으로 표시되어 있기 때문에 색상정보를 이용하

여 탐지 될 수 있으나[5], 색상은 날씨 변화나 빛의 상태에 민감하기 때문에 오직 색상만을 이용해서는 교통표지판을 인식하기 어렵다. 게다가 복잡한 도시에서 교통표지판과 유사한 색의 건물이나 기타 간판들은 교통표지판에서 해당 영역을 인식하는 것을 어렵게 만들 수 있다. 이에 본 논문에서는

* 한국폴리텍III대학 자동차학과

** 관동대학교 대학원 전자통신과 석사과정(ssam@kd.ac.kr)

*** 관동대학교 전자정보통신공학부 교수(baecs@kd.ac.kr)

#논문번호 : KIIECT2009-02-11

#접수일자 : 2009.05.18

#최종논문접수일자 : 2009.06.04

교통표지판 자동인식 방법으로 교통표지판의 색상 정보 이외에 표지판의 형태를 이용하였으며[6][7], 이 같은 정보를 이용하여 광각이미지의 교통표지판을 추출한 다음, 효과적으로 문자와 기호를 인식하기 위한 방법으로 망원렌즈 카메라에서 포착된 영상을 사용하였으며, 카메라 방향은 영상의 움직임에 따라 자동으로 결정된다. 본 논문은 위에 언급한 접근 방법에 기초하여 교통표지판(속도표지판, 안내표지판)을 인식하는 교통표지판 자동인식 시스템을 제안한다.

II. 제안한 시스템

시스템은 두 개의 카메라 즉, 광각 렌즈(wide-angle lenses)가 장착되어 있는 카메라와 망원 렌즈(telephoto lenses)가 장착된 카메라, 그리고 이미지 처리보드가 있는 PC로 구성되었으며, 광각 카메라는 자동차의 움직이는 방향에 위치하고, 망원카메라는 교통표지판에 초점을 맞추기 위해 방향을 바꿀 수 있다. 인식과정은 다음과 같은 단계로 수행되었으며, 그림1에 제안한 시스템의 구성을 나타내었다.

- ① 색상, 형태를 이용한 교통표지판 탐지
- ② 윤곽선을 이용한 표지판 후보영역 검출
- ③ 망원카메라를 이용한 표지판의 움직임 예측
- ④ 문자와 기호를 추출
- ⑤ 패턴 매칭에 의한 표지판 인식

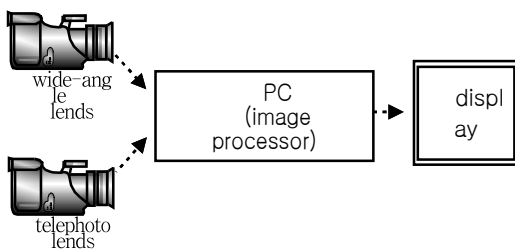


그림 1. 제안한 시스템의 구성
Fig. 1 System overview

III. 교통표지판 추출

본 논문에서 사용한 교통표지판은 속도제한 표지판과, 안내 표지판을 사용하였다. 표지판을 추출함에 있어서 먼저 색상과 형태정보를 이용하여 표지판을 추출하고, 각각 추출된 영역의 윤곽선을 추출하였다.



그림 2. 속도표지판의 예
Fig. 2 Example of speed sign

3-1. 색상과 형태에 의한 후보영역추출

속도표지판은 원형모양으로, 붉은 색의 경계선과 흰색으로 이루어져 있다(그림2). 색상정보로 속도표지판을 추출함에 있어 붉은색 테두리영역은 낮은 명암(intensity)값을 가지고 있으므로, 원형표지판의 흰색영역을 이용하였다. 이진화하여 추출된 흰색영역은 추출된 영역의 형태 특징을 이용하여 구분되며, 그림 3과 같이 높이(H), 폭(W), 영역(S)을 이용해 다음의 두 가지 특징을 정의하였다.

$$R = \frac{W}{H} \quad \text{식(1)}$$

$$E = \frac{S}{WH} \quad \text{식(2)}$$

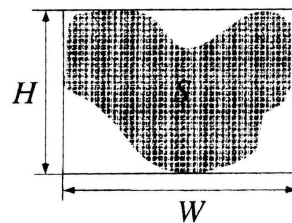


그림 3. 속도표지판에서 높이, 폭, 영역의 특성
Fig. 3 Shape parameter

여기서, R은 영상의 가로세로의 비를 나타내며, E는 형태가 얼마나 직사각형에 근접하는가를 나타낸다. 또한 속도표지판의 후보영역을 다음식의 조건에 맞게 설정하였다.

$$\begin{aligned} 0.7 < R < 1.1, \\ 0.5 < E \end{aligned} \quad \text{식(3)}$$

그림 4에서 보듯이, 표지판을 추출하여 이진화함에 있어 표지판영역이 빛의 변화에 민감하고, 문턱치값을 미리 예측하기 어렵기 때문에 표지판의 후보영역에서 문턱치값을 다르게 하여 여러번 이진화를 수행하여 확대한 영상에 적용하였다.

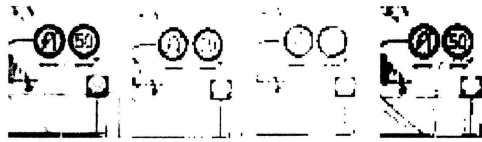


그림 4. 다양한 문턱치값을 사용한 이진화 결과
Fig. Binarization results using various thresholds



그림 5. 안내표지판의 예
Fig. 5 Example of guidance sign

안내표지판은 일반적으로 직사각형 모양으로, 초록색 바탕에 흰색 문자와 기호로 구성되어 있다(그림 5). 안내표지판도 속도표지판의 경우에서처럼 서로 다른 문턱치값을 사용하여 여러번 칼라영상공간에서 이진화를 수행하였으며, 문턱치값은 YUV 영상에서 다양한 날씨조건과 빛의 상태에서 실행된 데이터의 분포를 분석한 결과 얻어졌다. YUV 영상은 강도(Y), 밝기값(U,V)로 정의되며, U와 V값이 8bit에서 계수화하면, θ (hue)와 ρ (채도)는 각각 식(4)와 식(5)와 같이 계산될 수 있다(그림

6).

$$\theta = \arctan\left(\frac{V-128}{U-128}\right)$$

식(4)

$$\rho = \sqrt{(U-128)^2 + (V-128)^2}$$

식(5)

즉, 채도값이 조명의 변화에 영향을 받는 동안 hue값은 변화하지 않으며 안내표지판의 형태에 따라 다음과 같은 조건을 적용하였다.

$$\begin{aligned} 0.5 < R < 1.8, \\ 0.7 < E \end{aligned}$$

식(6)

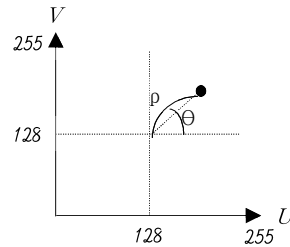


그림 6. U-V와 ρ - θ 의 관계
Fig. Relationship between U-V and ρ - θ

3.2 에지정보를 이용한 추출

에지정보를 이용해 후보영역을 결정하기 위해, 색상과 모양으로 추출된 표지판영역에서 에지를 추출하였다. 속도표지판의 경우 원형모양을 탐지하기 위해 허프 변환을 적용하여, 에지추출로 얻어진 영역에서 그림 7과 같이 두드러진 최고점이 존재하면 속도표지판으로 결정하였다.

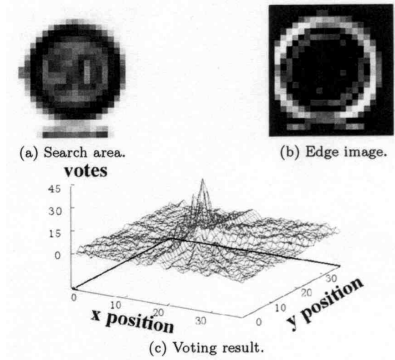


그림 7. 속도표지판영역의 추출
Fig. 7 Detecting a circle

사각형모양의 안내표지판 추출은 경계선 분할을 이용하여, 모서리의 가로와 세로의 투영에 의해 획득하였다. 그림8에 안내표지판의 추출결과를 나타내었다.

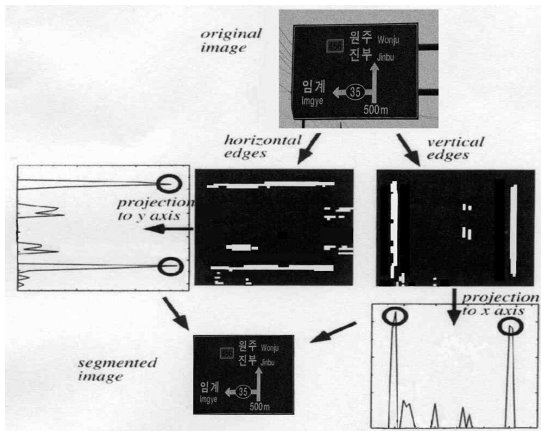


그림 8. 안내표지판영역의 추출
Fig. 8 Detecting four boundary line segments of guidance sign

표지판 위치 예측을 위해 여러번 광각카메라로 표지판을 탐지한 후, 망원카메라는 확대된 영상을 포착하기 위해 그쪽으로 향해진다. 이때 카메라를 바꾸고, 망원카메라가 동작하는 데는 시간이 소요되기 때문에, 망원카메라에 영상이 입력되는 순간에 표지판 영상의 위치를 예측하는 것이 필요하다. 만

약 자동차가 표지판탐지 시작부터 인식까지 일정한 속도로 움직인다고 가정하고, 그림 9와 같이 표지판의 수평위치를 이용하여 예측하였다. 그림9에서 f 는 초점거리, m_i 는 영상 입력 시 카메라의 위치, x_i 는 목표표지판의 x 축 위치, d 는 각각 세로와 측면 거리에서 m_i 에서 목표물까지의 거리이다.

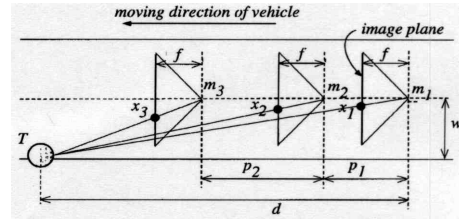


그림 9. 망원카메라를 이용한 표지판의 위치예측
Fig. 9 Predicting target motion

IV. 표지판 인식

교통표지판의 인식방법으로 템플릿매칭(template matching)을 이용하여, 이전단계에서 얻어진 표지판영상과 템플릿영상과의 상관 수치가 계산되었고, 그중 가장 높은 것을 인식에 사용되었다. 그림 10에 속도표지판의 템플릿 영상을 나타내었다.



그림 10. 속도표지판의 템플릿영상
Fig. 10 Template image for speed sign

안내표지판은 문자와 기호로 분류된다. 안내표지판을 인식하는 방법으로 문자와 기호의 에지정보를 이용하였고, 조명에 의한 오류를 감소시키기 위해 히스토그램을 이용하였다. 이때, 기호는 일반적으로 큰 영역을 차지하고 있으므로 크기 정보를 이용하여 기호와 문자를 구분하였다. 그리고 문자는 거의 수평으로 정렬되어있기 때문에, 히스토그램을 계산하기 위해 먼저 문자영역을 수직의 축에

투영한 다음, 문자가 존재하는 수직위치의 범위를 나타내는 두드러진 최고점의 히스토그램을 계산하고, 각 범위에 대한 수직축에 문자영역을 투영시켰다. 그림 11에 안내표지판에서 문자추출의 결과를 나타내었다. 또한 각 문자의 인식은 속도표지판 인식과 마찬가지로, 템플릿매칭을 이용하였다.

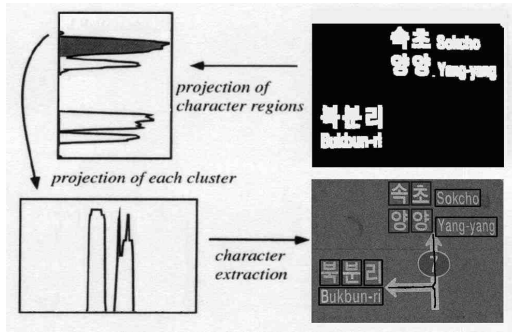


그림 11. 안내표지판에서 문자추출 결과
Fig. 11 Result of character extraction

V. 실험 결과

실험시스템은 PC(Pentium-IV1.8Ghz, Visual C++), 이미지 처리보드(hitachi IP-5005),광각렌즈와 망원 렌즈가 장착된 두 개의 카메라(sony EVI-G20)로 구성되어 있다. 실험방법으로 관동대~성산 구간에서 수동으로 촬영한 비디오 연속장면에서 포착한 영상을 사용하여 인식 알고리즘을 실험하였으며, 표1에 실험결과를 나타내었다.

표 1. 실험 결과

Table. 1 Result of experiment

표지판종류 (영상 수)	추출율(%)	인식률(%)
속도표지판(29)	96.5 (28/29)	34.4 (10/29)
안내표지판(20)	100 (20/20)	40.0 (8/20)

인식성공률이 낮은 이유는 망원카메라에 의한 추적방법이 충분히 신뢰할 수 없기 때문이다. 그러

나 일단 망원카메라에 좋은영상이 입력되면 거의 모든 문자를 인식하는데 성공했다. 또한 여러개의 비슷한영상이 존재하거나, 최적의 문턱치값이 각 표지판마다 다를 때, 시스템은 오직 하나의 표지판만 탐지하고, 그 외의 것들은 탐지하지 못했다. 실패의 또다른 원인은 광각카메라에서 망원카메라 사이의 변환시간이 길다는 것이다. 이 경우 두개의 입력 포트를 가진 이미지 보드의 사용으로 해결될 수 있을 것으로 생각된다. 표2에 각 과정에 대한 처리시간을 나타내었다.

표 2. 처리 시간

Table 2. Processing time

처리 목적		시간(ms)
속도표지판	이진화	5
	후보영역 추출	6
	인식	20
안내표지판	이진화	7
	후보영역 추출	4
	인식	30
프레임 당 후보영역처리시간		80~160

VI. 결 론

본 논문은 교통표지판을 탐지하여 인식 할 수 있는 교통표지판 자동 인식시스템을 제안하였다. 예지정보를 이용한 추출과 함께, 다수의 문턱치값을 이용한 이진화는 여러 조명 상태 하에서 교통 표지판의 탐지에 효과적이었다. 또한 안내표지판의 문자를 판독하기 위해 시스템은 자동으로 표지판에 향해지는 망원카메라를 사용해 확대된 영상을 포착하였다. 실험결과로써 수동으로 촬영한 비디오 연속장면에서 포착한 영상을 사용하여 실험한 결과 속도표지판은 추출율 96.5%, 인식률 34.4% 그리고 안내표지판은 추출율 100%, 인식률 40%의 결과를 나타내었다. 실험결과에서 나타나듯이 속도표지판과 안내표지판의 추출에서는 높은 성공률을 얻을 수 있었으나, 망원카메라에 의한 확대된 크기에서 표지판을 포착하는 방법은 아직 충분히 신뢰할 수 없었다.

향후연구과제로서 정확한 영상을 포착하기 위해 망원카메라를 통해 안정된 영상을 획득하는 방법, 다양한 조명과 이동속도를 수용할 수 있는 방법, 시스템간에 처리속도를 줄이는 방법 등을 들 수 있다. 또한 교통표지판의 경우처럼, 일반 표지판도 명확히 구별되는 색과 형태, 문자와 기호로 되어 있다면, 본 논문에서 제안한 방법이 효율적으로 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] S. Azami, S. Katahara, and M. Aoki, "Route guidance sign identification using 2-D structural description," Proc. 1996 IEEE Symp. on Intelligent Vehicles, pp. 153-158, 1996.

[2] I. Masaki, "Machine-vision systems for intelligent transportation systems," IEEE Intelligent Systems, vol.13, no.6, pp.24-31, 1998.

[3] U. Franke, D. Gavrila, S. Gorzig, F. Lindner, F. Paetzold, and C. Wohler, "Autonomous driving goes downtown," IEEE Intelligent System & Their Applications, vol.13, no.6, pp.40-48, 1998.

[4] Y. Zhao, Vehicle Location and Navigation Systems, Artech House, Boston, 1997

[5] L. Priese, V. Rehrmann, R. Schian, and R. Lakmann, Traffic sign recognition based on color image evolution," Proc. 1993 IEEE Symp. on Intelligent Vehicles, pp.95-100, 1993.

[6] H. Kawakami, Y. Ikeda, and J. Tajima, "Road sign detection using information about color and shape," IEICE Technical Report, PRU92-29, 1992.

[7] G. Piccoli, E. De Micheli, P. Parodi, and M. Campani, "A robust method for road sign detection and recognition," Image Vision Computing, vol.4, pp.209-223, 1996.

저자약력

김태우(Tae-Woo Kim)



1997년 한국해양대학교 선박운항 시스템공학 학사
 2006년 관동대학교 공업교육석사
 2008년 관동대학교 대학원 전자통신과 박사과정

강용석(Yong-Seok Kang)



2004년 학점은행제 공학사
 2008년 강원대학교 대학원 석사
 2009년 관동대학교 대학원 박사과정
 1997년~2001년 대우자동차 군산공장 품질보증부 및 품질관리부
 2001년~2007년 한국산업인력공단
 2007년~현재 한국폴리텍III대학 조교수

차 샘(Sam Cha)



2008년 관동대학교 정보통신공학과 공학사
 2008년~현재 관동대학교 전자통신공학과 석사과정

<관심분야> 정보통신 및 의공전자

배철수(Cheol-Soo Bae)



1979년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1981년 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)
 1988년 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)
 1999년~2001년 관동대학교 공과대학 학장
 2001년~2003년 관동대학교 평생교육원장
 1981년~현재 관동대학교 전자정보통신공학부 교수

<관심분야> 영상처리, 신호처리시스템, 영상압축