

템플릿 매칭과 기울기 보정을 이용한 속도 표지판 인식

이강호, 최우성, 이규원
대전대학교 정보통신공학과
e-mail:{khlee1,woosung}@pine.dju.ac.kr, kwlee@dju.kr

Speed Sign Recognition by using Incline Compensation and Template matching.

Kang-Ho Lee, Woo-Sung Choi, Kyu-Won Lee
Dept. of Information & Communications Engineering, Daejeon University

요 약

본 논문에서는 실제 도로환경의 속도 표지판 영역 추출 및 인식 방법을 제안한다. 화소의 색상정보를 이용하여 속도 표지판 영역을 추출하고 추출된 속도 표지판 영역 안에서 숫자 영역만 다시 추출한다. 표지판의 경사여부를 판단하여 시계방향, 반시계방향으로 각각 표지판을 회전시켜 기울기를 보정한 후 인식을 행함으로써 인식률을 제고한다. 도로환경의 동영상상을 대상으로 인식을 행한 결과 일반적인 속도표지판 뿐 아니라 기울어진 환경에서도 매우 강건한 인식 결과를 보인다.

1. 서론

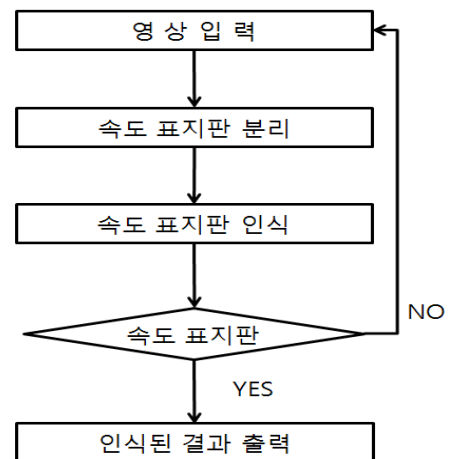
지능형 교통 시스템(ITS : Intelligent Transportation Systems)은 당면한 각종 교통문제를 해결하고 날로 증가하는 교통수요를 충족시키기 위하여 도로 신호등 차량 등 기존 교통체계의 구성요소에 제어, 전자, 통신 등 첨단기술을 접목시켜 구성요소들이 상호 유기적으로 작동하도록 하는 차세대 교통체계이다. 이러한 지능형 교통 시스템 서비스 중 AVHS(Advanced Vehicle and Highway System)란 서비스는 차량에 교통상황, 장애물 인식 등의 고성능 센서와 자동제어장치를 부착하여 운전을 자동화하며, 도로상에 지능형 통신시설을 설치하여 일정간격 주행으로 교통사고를 예방하고 도로소통의 능력을 증대시키는 서비스이다. 본 논문에서는 이러한 AVHS 시스템을 위한 표지판 인식 시스템을 제안한다.

본 논문에서는 교통 표지판에서 운전자의 안전을 가장 위협하는 것이 속도라고 판단하여 속도표지판 인식 시스템을 제안한다. 이 시스템은 도로 주행 중에 차량에 장착된 카메라로부터 도로에 있는 속도표지판 영상을 수집하여 운전자 대신 인지해줌으로써 이러한 요구를 충족시킬 수 있는 시스템이다. 이 시스템으로 운전자의 시각 및 지각의 한계를 보완하여 운전자의 과실로 인한 사고발생을 줄일 수 있을 것이다.

본 논문은 2장에서는 전체 시스템 개요를 설명하고, 3장에서는 속도 표지판 분리에 대한 방법을 설명하고, 4장에서는 속도 표지판 인식에 대한 방법을 설명하고 5장은 실험 및 결과 고찰 마지막으로 6장에서는 결론을 제시한다.

2. 전체 시스템 개요

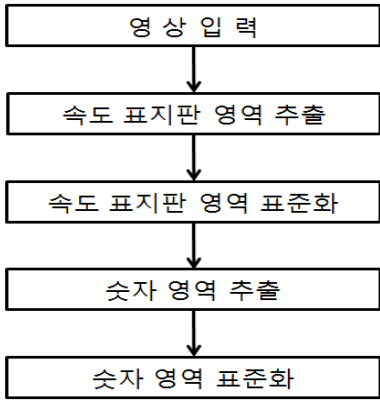
본 논문에서 제안하는 그림 1의 전체 알고리즘 흐름도에서 보는 바와 같이 CCD 카메라에 영상이 입력되면 속도 표지판 분리 알고리즘에 의해 표지판을 분리한 후, 표지판 인식 알고리즘에 의해 표지판을 인식하고 인식된 표지판과 내용을 문자로 출력한다.



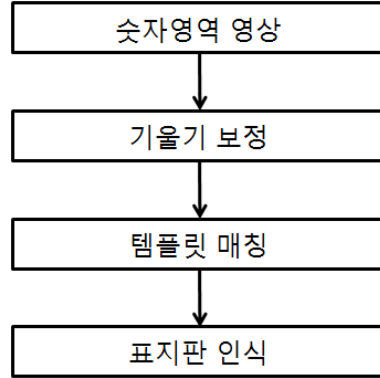
(그림 1) 전체 시스템 흐름도

3. 속도 표지판 분리 알고리즘

입력된 영상에서 속도 표지판을 분리시키는 알고리즘의 흐름도가 그림 2에 보여준다.

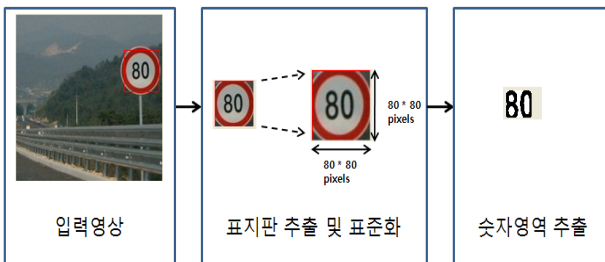


(그림 2) 속도 표지판 분리 알고리즘의 흐름도



(그림 4) 속도 표지판 인식 알고리즘의 흐름도

먼저 영상입력에서 표지판으로 예상되는 영역을 색상 정보를 이용하여 추출 한다. 속도 표지판 테두리는 적색이므로 RGB 컬러모델 중 R값을 이용하여 표지판을 사각영역으로 추출하였다. 임계치는 빨간색에 비해서 녹색과 파란색이 0.5 이하의 비율로 설정하였다. 카메라의 시야에서 가까워질수록 표지판의 사각영역 크기는 변하게 된다. 영역의 크기가 변하면 원근왜곡 때문에 제대로 인식할 수 없으므로 80*80 크기로 크기 정규화 하였다. 마지막으로 크기 정규화 된 사각영역에서 숫자영역만 다시 추출한다. 숫자 영역을 추출하는 방법도 RGB 컬러모델을 이용하였다. 숫자 영역은 검정색을 쓰는 것이 표준으로 되어 있으므로 검정색의 임계치를 정하여 사각영역으로 추출하였다. 속도 표지판의 인식은 템플릿 매칭을 이용할 것이므로 숫자영역을 템플릿의 크기와 같이 크기 정규화 한다. 그림 3은 속도 표지판 추출의 예를 보여준다.

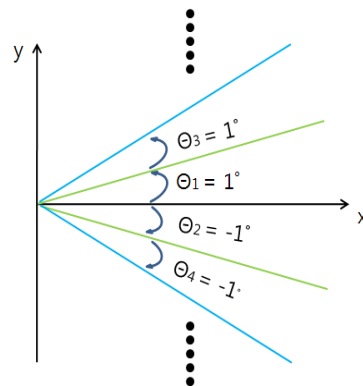


(그림 3) 속도 표지판 분리 예

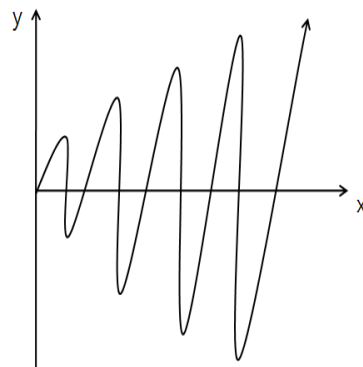
4. 속도 표지판 인식 알고리즘

숫자 영역 영상에서 표지판 인식 알고리즘의 흐름도가 그림 4에 보여준다. 도로상의 속도 표지판이 항상 반듯하게 있지 않고 기울어져 있는 경우도 있다. 숫자인식에서 이용하는 템플릿 매칭은 비교영상이 기울어져 있으면 매우 취약하다. 그러므로 기울기 보정이 필요하다. 기울기 보정은 템플릿과 매칭 시키는 동시에 입력영상을 시계방향 과 반시계방향으로 각각 1°씩 회전을 반복하여 매칭도를 알아보는 방법으로 수행하였다.

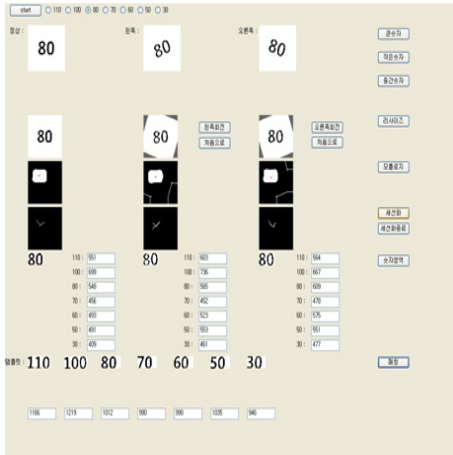
시계방향 과 반시계방향을 동시에 한번씩 회전하는 이유는 표지판이 처음에 어느 쪽으로 기울어져 있는지 확인할 수 없기 때문이다. 또한 검색 속도를 빠르게 하기 위하여 지그재그 방법을 사용하였다. 실제 도로상에 표지판이 심하게 기울어져 있는 일은 드물기 때문에 보정대상의 기울기는 $\pm 20^\circ$ 로 제한하였다. 그림 5는 기울기 보정 방법을 그림 6은 지그재그 스캔 방법을 보여준다. 그림 7은 속도 표지판 인식의 예를 보여준다.



(그림 5) 기울기 보정 방법



(그림 6) 지그재그 스캔



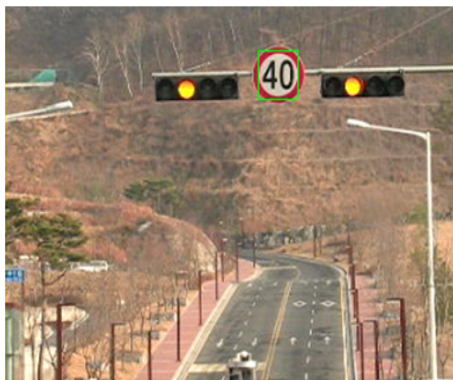
(그림 7) 속도 표지판 인식 예



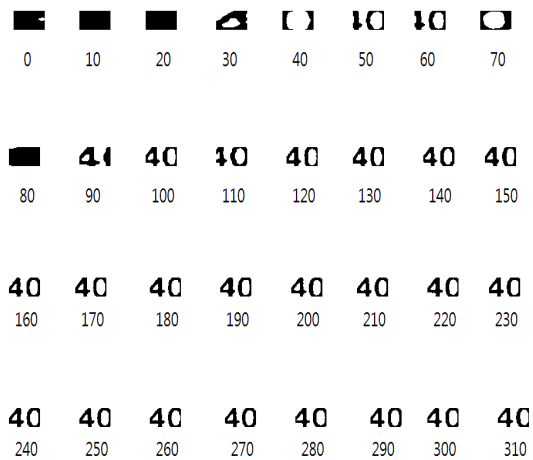
(그림 9) 표지판영역 검출 및 인식 (프레임)

5. 실험 및 결과 고찰

실험에 사용된 영상은 실제 도로에서 캠코더로 촬영한 실영상을 이용하였다. 실험에 사용된 전체 프레임은 1278 프레임이며 이 프레임 수는 취득된 영상에서 실험 시나리오에 해당하는 구간의 프레임이다. 사용된 이미지 해상도는 320*240 이다. 그림 8은 도로영상산체에서 표지판 영역을 추출하는 부분을 바운딩박스로 표현하고 있는 것을 보여주고, 그림 9는 표지판영역 추출을 10프레임 단위로 끊어서 보여준다. 그림 10은 추출한 표지판영역에서 숫자영역을 추출하는 것을 10프레임 단위로 끊어서 보여준다. 그림 9를 보면 100프레임 이후부터는 비교적 표지판영역을 제대로 검출하는 것을 볼 수 있다. 마찬가지로 그림 10을 보면 100프레임 이후에는 숫자를 제대로 검출하는 것을 볼 수 있다. 100프레임 이전에 검출을 제대로 하지 못하는 이유는 카메라와 표지판이 멀리 떨어져 있기 때문이다. 100프레임을 기준으로 표지판과 카메라의 거리는 약 50m 가 되는데 거리가 50m보다 멀게 되면 검출 및 인식이 잘 되지 않는 것을 알 수 있었다.



(그림 8) 표지판영역 검출 및 인식



(그림 10) 숫자영역 검출 및 인식 (프레임)

속도표지판을 제대로 검출할 수 있는 거리인 50m이하에서 인식률은 94.3%를 보였다. 인식의 기준은 다음과 같다.

- 단계 1. 템플릿 및 숫자영역을 53*23로 크기정규화 한다.
- 단계 2. 식(1)을 수행한다.
- 단계 3. 식(2)을 수행한다.

$$D_1 = \begin{cases} 1 = Th_1 > nt_1 \times 0.9 \\ 0 = Th_1 \leq nt_1 \times 0.9 \end{cases}$$

* Th_1 = 매칭 된 픽셀의 수.
 * nt_1 = 총 픽셀의 수. (1)

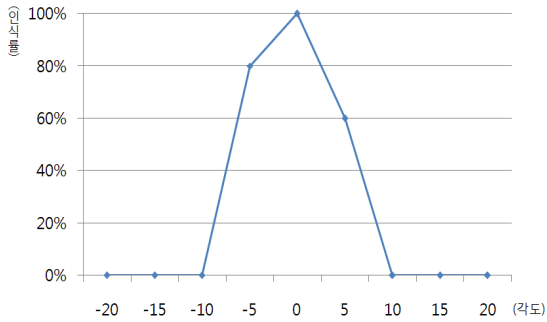
$$D_2 = \begin{cases} 1 = Th_2 \geq nt_2 \times 0.8 \\ 0 = Th_2 < nt_2 \times 0.8 \end{cases}$$

* Th_2 = 0.5초 동안의 D_1 이 1인 프레임 수
 * nt_2 = 0.5초 동안의 프레임 수 (2)

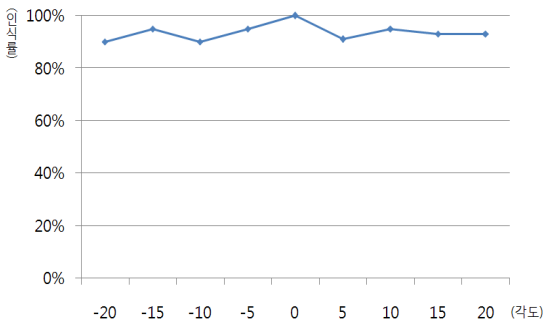
식(2)인 D_2 가 1이면 인식한 것으로 보았다. 또한 53*23 크기로 정규화 한 이유는 실제 숫자영역의 크기를 최대한 왜곡하지 않고 보존 할 수 있기 때문이다.

기울어진 표지판에서는 기울어진 정도가 어느 정도일

때 인식이 되지 않는지 알아보기 위해 시뮬레이션을 행하였다. 시뮬레이션은 오른쪽 왼쪽 각각 기울어진 표지판 20장으로 숫자영역만 추출하여 실시하였다. 시뮬레이션 결과 그림 11에서 보는 바와 같이 오른쪽 왼쪽 모두 3도 이상 기울어지면 거의 인식을 못하였다. 3도 이하라고 하여도 인식률이 떨어지는 것을 알 수 있었다. 기울어진 표지판을 기울기 보정을 한 후 템플릿 매칭 한 결과 각의 상관없이 92.8%의 인식률을 보였다. 그림 12는 기울기를 보정한 후 인식률을 보여준다.

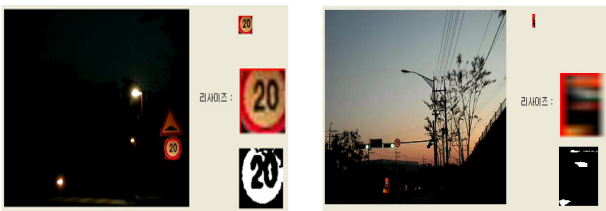


(그림 11) 기울어진 표지판 인식률



(그림 12) 기울기 보정 후 인식률

속도 표지판이 너무 멀리 있거나 밤에 가로등의 불빛으로 인해 오작동을 하는 경우도 있었다. 오작동을 하는 이유는 본 논문에서 적용한 임계치에 가로등 불빛이 포함되는 경우와 표지판 영역을 잡게 되어도 표지판 영역 안에서 숫자가 아닌 부분에서도 어둡기 때문에 숫자로 오인식하는 경우를 들 수 있다. 그림 13은 오작동의 예를 보여준다.



(그림 13) 속도 표지판 오작동 결과

6. 결론

본 논문에서 속도 표지판 영역 추출 및 인식 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 표지판 영역 추출과 인식의 두 단계로 구분할 수 있다. 우선 표지판 영역 추출 단계에서는 RGB컬러모델 중 R값을 이용하여 표지판을 사각영역으로 추출하였으며 인식 단계에서는 템플릿 매칭 및 지그재그 스캔을 이용한 기울기 보정을 이용하여 인식 하였다.

제안된 방법을 실제 도로 영상에서 실험해 본 결과 표지판이 약간 기울어져 있는 영상에서도 잘 적용될 수 있으며, 전체 영상을 다 처리할 필요 없이 표지판이 존재하는 윗부분과 오른쪽 부분에서만 적용시켜 처리 시간을 줄일 수 있다. 하지만 빛이 거의 없는 밤이나, 빛이 아주 밝은 낮에는 속도 표지판은 추출하지만 숫자영역은 제대로 추출 할 수 없었다.

향후 과제로는 이동 중 흔들림 상태에 대한 보정 및 야간에도 인식할 수 있는 적외선 카메라 시스템 또한 운전자가 인식할 수 없는 거리에서도 인식할 수 있는 시스템의 구현도 고려되어 진다.

참고문헌

- [1] 정의운, 정호철, 윤형진, “도로상황 인식을 위한 신호등 및 표지판 인식시스템,” 한국 자동차공학회 2005년도 춘계 학술대회논문집, Vol. 1, pp.527-531, 2005
- [2] 오준택, 광현욱, 김옥현, “실영상에서 형태 정보와 에지 영상을 이용한 교통 표지판 인식,” 한국정보처리학회논문지B, Vol. 11, No. 2, pp.198-203, 2004
- [3] 김용권, 이기성, 조성익, 박정호, 최경호, “차세대 실감 네비게이션을 위한 실시간 신호등 및 표지판 객체 인식,” 한국공간정보시스템학회논문지, Vol. 10, No. 2, pp.13-24, 2008
- [4] 손영선, 신일식, 박상열, “픽셀 수치 정보를 이용한 교통 안전 표지판 인식,” 한국지능시스템학회 학술발표논문집, Vol. 17, No. 1, pp.29-32, 2007
- [5] Kyu Won Lee, Seong Won Ryu, Soo Jong Lee, Kyu Tae Park, “Motion based object tracking with mobile camera,” Electronics Letters, Vol. 34, No. 3, pp.256-258, 1998