

교통표지판 검출을 위한 다중 색상 임계값 모델

우병대*, 최영우**, 변혜란*

*연세대학교 컴퓨터과학과

**숙명여자대학교 컴퓨터과학부

e-mail : bdwoo@yonsei.ac.kr, ywchoi@sookmyung.ac.kr, hrbyun@yonsei.ac.kr

Multi-Color Threshold Model For Traffic Sign Detection

Byeong-Dae Woo*, Yeong-Woo Choi**, Hye-Ran Byun*

*Dept. of Computer Science, Yonsei University

**Dept. of Computer Science, Sookmyung Women's University

요 약

본 논문은 실제 주행 도로영상에서 교통표지판을 검출하기 위하여 다중 색상 임계값 모델을 이용한 색상 분할 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 하나의 모델을 이용하는 기존의 색 분할 방법과 달리 다양한 조명 환경에서도 동작할 수 있는 다중 색상 모델을 사용한 방법이다. 모델 생성을 위해 각 조명 모델에 해당하는 학습용 데이터를 이용하여 모델의 임계값 범위를 추정한다. 이 과정에서 임계값의 범위는 상위 0.5%와 하위 0.5%를 제외한 픽셀 값 분포에서의 최대 및 최소값으로 결정한다. 제안한 방법을 이용하여 다양한 조명 상태에서의 교통표지판도 검출이 가능하다.

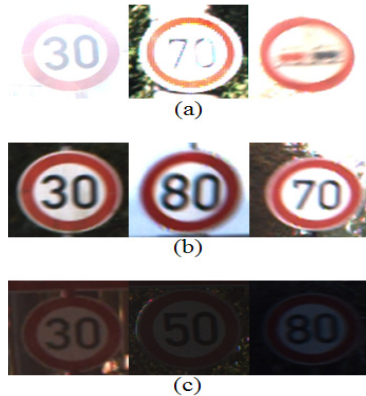
1. 서론

최근 운전자 지원시스템을 위한 지능형 자동차 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 특히 컴퓨터 비전시스템을 이용한 지능형 자동차 연구는 차량 인식, 보행자 검출, 차선 인식, 교통표지판 인식 등 운전자 및 보행자의 안전과 직접적으로 연결된 중요한 연구 분야로 대두되고 있다. 이 가운데 교통표지판 인식은 다른 비전시스템들과 마찬가지로 실시간 처리와 높은 정확성이 요구되는 중요한 기술이다.

교통표지판 인식을 위해서 다양한 방법들이 연구되고 있으며[1,2,3], 최근 독일에서는 German Traffic Sign Recognition Benchmark (GTSRB) 표지판 인식 대회[4]가 개최되었다. 이 대회에서는 CNN/MLP 를 이용한 Ciresan[5]이 제안한 방법이 우승을 차지하였다. 그러나 이미 추출된 교통표지판 영역의 부분 이미지만을 대상으로 한 결과이기 때문에 실제 도로에서 적용하기에는 한계가 있다. 이를 위해서는 표지판 영역의 정확한 검출에 관한 연구가 우선되어야 하며, 그동안 수행되어온 표지판 영역의 검출 방법으로는 크게 색상을 이용한 방법과[6,7,8,9,10] 형태를 이용한 방법으로[11,12]나눌 수 있다. 그러나 대부분의 방법들은 다양한 조명환경에 노출되는 교통표지판의 문제점들을 충분히 고려하지 못한 한계점을 갖고 있다.

본 논문에서는 다양한 조명환경에서도 교통표지판의 색상 특징을 정확하고 안정적으로 찾을 수 있는 색 분할 방법을 제안한다. (그림 1)과 같이 실제 주행환경에서의 조명 변화는 크게 과다 조명, 보통 조명, 어두운 조명으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 교통표지판의 빨간색 테두리 영역을 세 가지 조명 상태로 나누어 설정하여 미리 학습으로 얻어진 임계값

을 이용하여 이미지로부터 관심 색상을 분리시키고자 한다.



(그림 1) 조명환경에 따른 관심 색 변화: (a) 밝은 경우, (b) 보통인 경우, (c) 어두운 경우

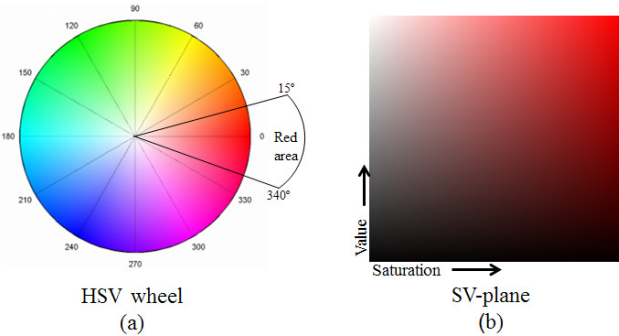
본 논문의 2 절에서는 다중 색상 임계값 모델을 설명하고, 3 절에서는 제안한 모델을 이용한 색 분할 과정을 설명한다. 4 절에서는 테스트 결과를 보여준다.

2. 다중 색상 임계값 모델

실제 도로영상에서는 동일한 영역의 색이 날씨, 시간, 시각 등에 따라 매우 다양하게 색 값이 분포된다. 따라서 기존의 표지판 검출에서[6,8,13] 사용한 단일 임계값을 이용해서 표지판 영역의 색을 분리한다면 다양한 조명에 노출되는 실 도로영상에서 정확하게

관심 색을 찾는 것을 기대할 수 없다. 본 연구에서는 이러한 조명 환경에서도 안정적으로 원하는 색을 분리할 수 있도록 다중 색상 임계값 모델을 제안한다.

조명 변화에도 비교적 안정적인 HSV(Hue, Saturation, Intensity Value) 색 공간은 인간이 색을 인지하고 이해하는 과정을 비교적 쉽게 표현한다. 색조, 채도 및 명도를 이용한 HSV 색 표현 방법은 RGB 색 공간에서의 표현과 서로 비선형 관계에 있으며, (그림 2)에서 보듯이 특정한 색이 하나의 점으로 표현되기 보다는 영역으로 표현하는 것이 적절함을 알 수 있다.



(그림 2) HSV 색 공간

실제 도로영상에서 볼 수 있는 조명 상황은 크게 밝은 경우, 보통인 경우 및 어두운 경우로 나눌 수 있으며, 본 연구에서는 (그림 1)과 같이 관심 색인 빨간색을 밝은 경우, 보통인 경우, 어두운 경우로 각각 나누어 각 그룹에 대한 HSV 색 공간에서의 채널별 범위를 찾아서 색 분할에 이용한다.

3. 색 분할

관심 영역을 추출하기 위한 기존의 색 분할 연구는 하나의 임계값만을 이용하기 때문에 실제 도로영상에 적용하면 어둡거나 밝은 경우의 이미지에 대해서는 색 분할이 거의 실패한다. 이를 개선하기 위해서 2 절에서 설명한 것과 같이 동일한 색에 대한 다중 색상 모델을 설정하고 각 모델의 임계값 범위를 추정하였다.

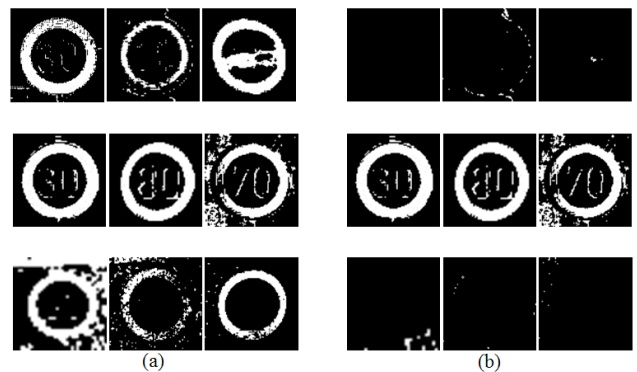
<표 1> 각 빨간색 모델의 임계값 범위

색상 모델	HSV 채널					
	H	S	S	V	V	
밝음	340°	8°	0.12	0.79	0.76	1.0
보통	356°	13°	0.23	1.0	0.34	0.91
어두움	349°	22°	0.35	0.82	0.12	0.37

<표 1>과 같이 각 색상 모델에 대한 H, S, V의 범위를 보여주며 각 채널에서 부분적으로 겹치는 영역이 발생한다. 모두 동일한 색의 다른 모델들로서 영역이 겹치는 것은 목표인 관심색을 찾는 데 문제가 되지 않는다. 각 색상 모델의 임계값 범위는 각 모델의 다양한 학습용 데이터를 이용하며, 이는 교통표지판 내의 빨간색 영역의 픽셀 값을 HSV로 변환한 후 채널 값의 분포에서 상위 0.5%와 하위 0.5%를 제외하

값의 최대 및 최소값으로 임계값을 설정하였다. 여기서 사용한 학습용 데이터는 GTSRB이며, 이는 43종의 50,000장 이상의 실제 도로표지판 이미지로 구성되어 있다. 이 중에서 빨간색 테두리를 갖는 20종의 표지판에서 어두운 경우 100개, 밝은 경우 75개, 보통인 경우의 이미지 80개를 사용하였다.

제안한 다중 모델을 (그림 1)의 이미지에 적용한 결과는 (그림 3)과 같다. 하나의 임계값으로 색상을 분할했을 때 찾을 수 없었던 영역들이 다중 색상 모델을 이용하여 찾아진 것을 확인할 수 있다. 만일 단일 임계값을 이용한 방법으로 어둡거나 밝은 영상에서 관심 영역을 모두 찾으려면 임계값을 낮추어야 하며 이는 영상에 과도한 False Positive Error 영상들이 포함되는 것을 의미한다.



(그림 3) (그림 1)에 대한 결과: (a) 다중 색상 모델, (b) 단일 임계값 모델을 이용한 색상 분할 결과

4. 테스트 결과

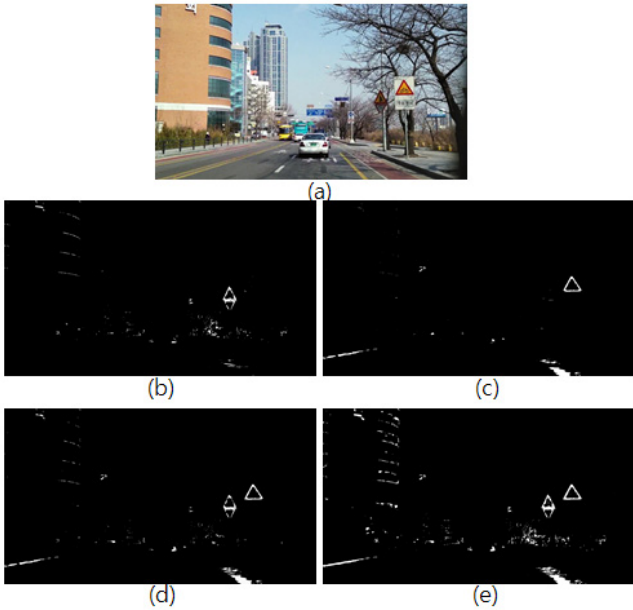
(그림 4)와 (그림 5)는 제안한 다중 색상 모델을 이용해서 실제 도로영상의 관심 영역을 분리한 결과를 보여준다. (그림 4)에서 빨간색과 유사한 색상을 갖는 배경 영역들이 찾아진 오류가 발생하지만 이러한 오류들은 다양한 방법의 후처리를 이용해서 제거할 수 있으며 관심 영역을 찾지 못한 결과보다는 적은 비용으로 처리할 수 있을 것으로 판단한다.



(그림 4) 실제 도로영상에서의 분할 결과

(그림 5)의 (그림 5(b))와 (그림 5(c))는 입력 영상에 대해서 어두운 경우와 보통인 경우의 관심 색 분할을

수행한 결과를 보여주며, 두 분리 영상에서 그림자가 있는 표지판과 밝은 조명을 받고 있는 표지판이 명확하게 구분되어 분할됨을 확인할 수 있다. (그림 5(d))는 다중 색상 모델을 적용하여 색 분할 결과이며, (그림 5(e))는 단일 임계값을 이용한 색 분할 결과를 보여준다. 두 결과를 비교할 때 단일 임계값을 이용한 색 분할 방법에서 더 많은 잡영이 발생한 것을 확인할 수 있다.



(그림 5) (a)입력 영상, (b)어두운 경우 분할, (c)보통인 경우 분할, (d)다중 모델을 이용한 분할, (e) 단일 임계값에 의한 분할

5. 결론

본 논문은 실제 도로영상의 교통표지판을 안정적으로 검출하기 위해서 다중 색상 모델을 이용한 분할 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 교통표지판의 다양한 조명상황을 세 경우의 모델로 구분한 후 각 모델에서의 색상 학습데이터로부터 추정하였다. 제안한 방법이 단일 임계값을 이용한 방법보다 향상된 색 분할 결과가 얻어진 것을 테스트를 통해서 확인할 수 있었다.

향후 연구로는 밝고 어두운 경우뿐만 아니라 날씨 변화까지도 고려한 확장된 색상 모델을 구성하는데 이를 위해서 기계학습 방법을 이용하는 연구를 수행하고자 한다.

참고문헌

[1] C. Bahlmann, Y. Zhu, and V. Remesh, "A system for traffic sign detection, tracking, and recognition using color, shape and motion formation", in Proceedings of the IEEE Symposium on Intelligent Vehicles, 2005.
 [2] A. Broggi, P. Cerri, P. Medici, P. P. Porta, and G. Ghisio, "Real Time Road Signs Recognition", in Proceedings of the IEEE Symposium on Intelligent Vehicles, 2007.

[3] C. keller, C. Sprunk, C. Bahlmann, J. Giebel, and G. baratoff, "Real-time recognition of u.s. speed sign", in Proceedings of the IEEE Symposium on Intelligent Vehicles, 2008.
 [4] J. Stallkamp, M. Schlipsing, J. Salmen, and C. Igel, "The German Traffic Sign Recognition Benchmark: A multi-class classification competition," in International Joint Conference on Neural Networks, 2011.
 [5] D. Ciresan, U. Meier, J. Masci and J. Schmidhuber, "A Committee of Neural Networks for Traffic Sign Classification", in Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks, 2008.
 [6] J. N. Chourasia and G. H. Raison, "Centroid Based Detection Algorithm for Hybrid Traffic Sign Recognition System", in proceedings of International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology, 2010.
 [7] C.G. Kiran, L.V. Prabhu, R. V. Abdu and K. Rajeev, "Traffic Sign Detection and Pattern Recognition Using Support Vector Machine", in Proceedings of International Conference on Advances in Pattern Recognition, 2009.
 [8] H. Fleyeh, "Color detection and segmentation for road and traffic signs", in Proceedings of IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems, 2004,
 [9] 신민철, 나상일, 이정호, 정준호, 정동석, "색상정보와 신경회로망을 이용한 교통 표지판 검출", 한국정보과학회 학술발표 논문집, 2005.
 [10] 이상호, 이규원, "컬러 세그멘테이션 및 정규화 템플릿 매칭의 계층적 적용에 의한 속도 표지판 인식", 한국정보처리학회, 2009.
 [11] N. Barnes, A. Zelinsky, and L. Fletcher, "Real-time speed sign detection using the radial symmetry detector", IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2008.
 [12] R. Belaroussi and J.-p. Tarel, "A real-time road sign detection using bilateral Chinese transform", in proceedings of IEEE Symposium on Visual Computing, 2009.
 [13] Hasan Fleyeh, "Traffic Signs color Detectino and Segmentation in poor Light conditions", IAPR Conference on Machine Vision Applications, 2005.