

겹침과 훼손, 회전에 강건한 교통표지판 인식을 위한 SIFT 적용 방법

김상철^o 이제민, 김대윤, 낭종호
서강대학교 컴퓨터 공학과

smaslayer1@nate.com, mangunix@gmail.com, uniyou4@naver.com, jhnang@sogang.ac.kr

Applying SIFT Feature to Occlusion, Damage and Rotation Invariant Traffic Sign Recognition

Sangchul Kim^o Jemin Lee, Daeyoun Kim, Jongho Nang
Dept. of Computer Science and Engineering, Sogang University

요 약

교통 표지판은 도로 주행에 있어 분별력 있는 정보를 제공한다. 하지만 주행 중에 가로수나 다른 자동차에 의해 교통 표지판은 가려져 있거나 훼손된 경우가 많다. 또한 자동차가 커브할 때 카메라 영상에는 회전된 객체로 보이게 된다. 이런 경우에 교통 표지판의 인식이 어렵기 때문에 본 논문에서는 각 문제점에 모두 강건한 피처를 이용해 매칭하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 방법에 기반하여 주행 중 영상에서 보다 분별력 있는 정보를 획득하여 더 많은 응용 분야에 적용할 것으로 기대한다.

1. 서 론

현재 네비게이션의 보급으로 운전자는 GPS정보를 활용하여 편하고 쉽게 길을 찾을 수 있다. 하지만 GPS 시스템은 주변 교통상황을 인지하지 못한다는 단점이 있다. 따라서 도로 주행의 영상정보를 종합하여 교통 상황을 인지할 수 있다면 교통 혼잡 상황을 줄일 수 있을 것으로 기대 된다[1].

도로 주행 영상에서 획득할 수 있는 여러 가지 정보 중에 교통 표지판을 인식할 수 있다면 이것은 교통 상황에 대해 분별력 있는 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어 ‘공사중’ 표지판이 설치 된 곳에는 공사를 하고 있을 확률이 매우 높고 ‘단속중’ 표지판이 설치 된 곳에서는 음주 단속을 하고 있을 가능성이 높다. 또한 자동 도로 주행 로봇의 경우 영상정보에서 ‘시속 제한’이나 ‘급커브’ 등의 표지판을 인식할 경우 속도를 조절하는데 도움이 될 것이다. 따라서 도로 주행의 영상정보를 획득하는데 있어 도로 교통 표지판의 인식은 중요한 과제 중에 하나이다.

교통 표지판을 인식하기 위해서는 데이터의 학습이 필요하다. 하지만 특정 이벤트에만 나타나는 교통 표지판(공사중, 단속중 등)등의 데이터 셸을 구하는 것이 어려워 실제로 학습을 할 경우에 부족한 학습 데이터로 인해 성능이 낮아질 수 있다. 또한 교통 표지판은 정형화된 이미지를 갖고 있기 때문에 강건한 매칭 알고리즘을 통해서도 인식이 가능하다. 때문에 학습이 아닌 매칭을 통한 교통 표지판 인식을 적용하였다.

일반적으로 교통 표지판은 주행자의 정면에 잘

보이도록 위치하지만 그림1처럼 다른 차나 가로수 등에 의한 가려짐, 노후화나 훼손된 경우, 자동차의 회전에 대해 정면으로 보이지 않는 표지판이 있을 수 있다. 따라서 가려짐, 훼손 그리고 회전에 강건한 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)[2]를 이용한 매칭 방법을 통해서 표지판을 인식했다. SIFT의 문제점인 속도를 개선하기 위해 색상과 모양 후보군을 선 검출하였으며 매칭된 SIFT 피처를 Outlier를 제거하는 방법을 통해 기존 SIFT 매칭보다 높은 성능을 나타냄을 보였다. 본 논문에서는 2장에서는 관련 연구에 대해 소개하고 3장에서는 제안한 방법과 시스템 구조에 대해 설명하며 4장에서는 실험 분석 및 데모 시스템을 소개하고 5장에서 결론 및 향후 연구로 맺는다.



그림 1 표지판의 가려짐, 훼손, 회전의 예시

2. 관련 연구

2.1 교통 표지판 인식

교통 표지판 인식은 오래 전부터 연구해온 분야로 크게 색상정보를 이용한 방법과 모양 정보를 이용한 방법으로 구분 된다. [3]은 표지판 고유의 색상 정보를 학습하여 표지판을 검출하는 방법으로 빛 변화나 날씨에 따라 색상 정보가 민감하기 때문에 이런 경우 대한 데이터 셸이 많이 필요하다는 단점이 있다. [4]는

모양 정보를 이용해 표지판을 검출하는 방법으로 교통 컬러 필터링으로 표지판 영역 후보군을 검출하고 표지판 외각선의 다중 스케일 템플릿을 이용해 템플릿 매칭을 통해 표지판 영역을 검출한다. 하지만 컬러 필터링에서 색상변화가 클 경우 후보군 검출이 안되며 템플릿 매칭시에 가려지거나 회전에 민감하다는 단점이 있다.

2.2 SIFT

SIFT 는 객체의 매칭에 사용하는 알고리즘으로 조도 변화나 회전 크기변화에 강건하게 객체를 매칭하는 특징을 갖고 있다. 스케일 스페이스에서 DOG 영상을 형성하여 특징점을 추출하고 이 특징점에서의 국소영역의 Gradient 의 방향과 크기를 128 차원으로 나타낸 기술자이다. 빛이 나아가는 방향을 통해서 회전에 강건하고 스케일 스페이스에서의 특징점 추출을 통해 크기변화에 강건하다. 또한 전역 기술자가 아닌 국소 기술자로서 훼손이나 잡음에 강건한 특징을 갖는다[4].

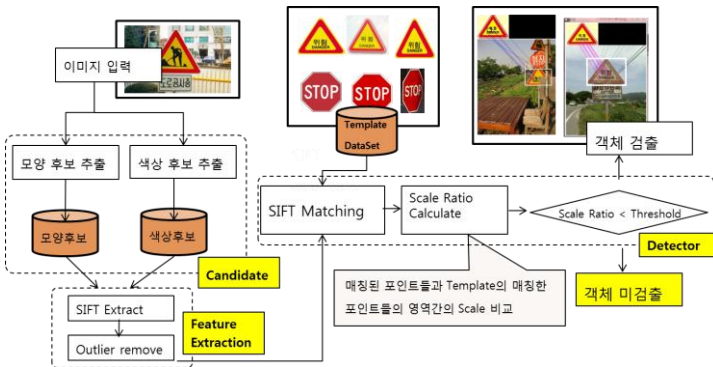


그림 2 교통표지판 인식을 위한 시스템 구조도

3. 모양, 색상 후보를 이용한 SIFT 매칭

그림 2 는 제안한 전체 시스템의 구조도이다. 먼저 입력받은 이미지를 통해 모양 후보와 색상 후보를 검출하고 두 후보군에서 SIFT 를 추출한뒤 Outlier 를 제거하여 매칭시 정확도를 높인다. 추출된 SIFT 피처를 이용하여 DB 에 있는 표지판 템플릿 이미지들과 SIFT 매칭한 뒤 매칭된 피처들간 Scale Ratio 를 이용해 인식의 정확도를 높여 객체를 검출하는 구조이다.



그림 3 특정 색상과 모양의 교통표지판

3.1 모양 후보와 색상 후보군 검출

그림 3 과 같이 교통 표지판은 정형화된 형태의 모양(원, 삼각형, 사각형 등)과 색상(빨간색, 노란색, 파란색 등)으로 구성되어 있다.

모양 후보군 추출은 외각선의 형태를 분석하여 후보군으로 채택한다. 영상 이진화를 한 뒤 원의 검출률이 높은 Hough Transform 을 통해 원 모양 후보군을 검출하고 Contour Detection 을 통해 점점에서 이루는 각의 합이 180°에 가까우면 삼각형 360°에 가까우면 사각형 720°에 가까우면 육각형 후보군으로 채택했다. 색상 후보군은 색변화에 강건한 HSV 값의 H 채널의 Threshold 를 통해 검출했다. Threshold 값은 통계적으로 수치가 좋은 [5]에서 적용한 수치를 그대로 적용했다.

3.2 Outlier 제거

SIFT 피처는 방향정보를 포함하고 있다. 따라서 전체적으로 객체가 어느 방향의 크기로 회전했는지에 대한 정보를 알 수 있는데 이때 그림 과 같이 매칭된 피쳐포인트들간의 방향 차이가 다른 피쳐들의 방향차이와 다를 경우 Outlier 라고 생각할 수 있다[6]. 따라서 n 번째 매칭된 피쳐들간의 차이를 식(1)을 통해 구하여 모든 값의 차이 중 최빈수에 가깝지 않은 값들을 갖는 피쳐들을 제거한다.

$$Diff_Ori(n) = Ori_A(n) - Ori_B(n) \tag{1}$$

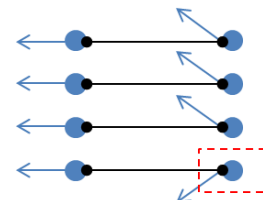


그림 4 - SIFT 피쳐 Outlier 의 예시

4. 실험 결과 및 데모 시스템

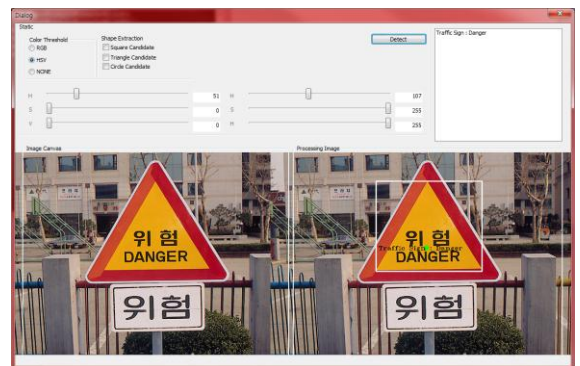


그림 5 제안한 데모 시스템 예시

그림 5 는 3 장에서 제안한 구조를 통해 구현한 데모 시스템이다. 각 컬러 채널별 Threshold 값과 모양 후보군을 선택할 수 있고 검출된 객체를 이미지와 텍스트 리스트로 보여주는 시스템이다. 위의

데모시스템을 통하여 제안한 방법 적용하여 교통 표지판을 인식한 실험 결과는 다음과 같다.

데이터 셋 : 무작위로 사진중 겹침, 훼손, 회전 현상이 나타난 교통 표지판이 포함된 사진 200 장 (정지 표지판 : 68, 위험 표지판 48, 공사중 표지판 35, 주차금지 표지판 49)

표 1 과 그림 6, 7 은 일반 SIFT 매칭을 통해 검출된 표지판과 본 논문에서 제안한 방법을 통해 검출된 표지판의 성능 분석한 도표이다.

표 1 Original SIFT 와의 성능 비교

	Recall		Precision	
	SIFT	Ours	SIFT	Ours
정지	73.5%	80.8%	80.6%	94.8%
위험	70.8%	75%	77.3%	87.8%
공사중	82.8%	88.6%	87.9%	93.9%
주차금지	75.5%	83.7%	82.2%	87.2%
전체	75%	81.5%	81.5%	91.1%

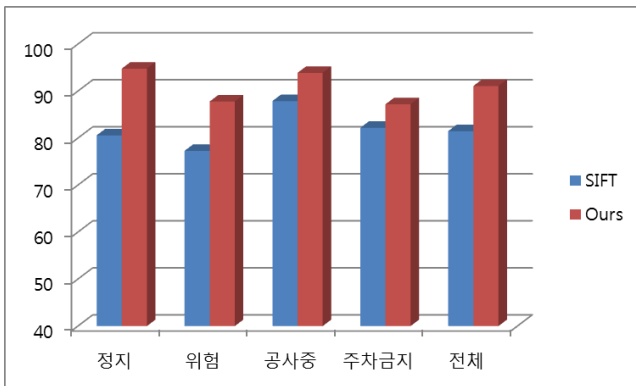


그림 6 Precision 비교 도표

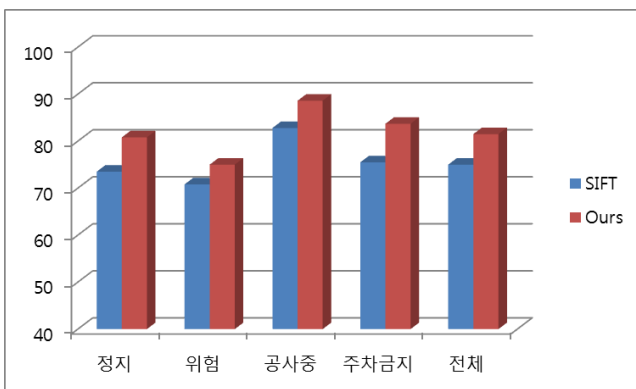


그림 7 Recall 비교 도표

후보군 검출과 SIFT Outlier 제거를 통해 기존의 SIFT 매칭을 할 때 보다 객체의 인식률이 높아지는 것을 알 수 있다. ‘위험 표지판’의 경우 기존의 SIFT 매칭과 본 논문의 방법 모두 다른 표지판들과 비교해 성능이 조금 떨어지는 경향이 나타나는데 이는 표지판 이미지

자체가 단순해 SIFT 피쳐의 특징점 추출이 적게 일어나기 때문으로 분석된다.

5. 결론 및 향후 연구

일반적인 교통 표지판 인식 방법에서는 겹침이나 훼손에 대해 고려하지 않았기 때문에 실제로 적용하는데 어려움이 존재한다. 이러한 점을 개선하고자 본 논문에서는 SIFT 매칭 방법을 적용해보았다. 일반적인 SIFT 매칭 방법의 단점을 보완하고자 후보군 검출을 한 뒤에 후보군 영역에 대해서 SIFT Extraction 을 수행하였다. 또한 Outlier 제거를 통해 매칭의 정확도를 높였다. 본 논문의 방법으로 기존의 SIFT 매칭 방법에 비해 Precision 과 Recall 을 높였으며 특히 Precision 의 경우 약 10%의 상승을 보였다.

앞으로는 색상 후보자나 모양 후보자에서 후보자에 들지 못한 교통 표지판의 인식을 위해 보다 정교한 방법의 후보자 검출 방법이 필요할 것과 SIFT 의 높은 연산량을 줄일 수 있는 방법의 연구를 해야 할 것이다.

6. 참고 문헌

[1] Sang-chul Kim, Jeongsoo Yu, Jongho Nang, “An Implementation of Multimedia Data-Based Real Time Traffic Report Offering System,” , *Proc. of the 35th KIISE Fall Conference*, Vol.38, No.2 pp. 307-310, 2011. (in Korean)

[2] SangChul Kim, JongHo Nang, “An Event-based Clustering and Browsing of Personal Photo Collections on Mobile Device,” *Journal of KIISE : Computer Systems and Theory*, Vol. 39 , No. 1, pp.59-65, 2012. (in Korean)

[3] Saturnino Maldonado-Bascon, Sergio Lafuente-Arroyo, Pedro Gil-Jimenez, Hilario Gomez-Moreno., “Road-Sign Detection and Recognition Based on Support Vector Machines,” *IEEE transaction on Intelligent Transportation System*, Vol. 8, No. 2, pp. 264 - 278, 2007.

[4] Lukas Sekanina, Jim Torresen, “Detection Of Norwegian Speed Limit Signs,” *Proc. of the 16th European Simulation Multiconference*, Vol. 90, pp.337-340, 2002.

[5] Xu, S, “Robust traffic sign shape recognition using geometric matching,” *Intelligent Transport System : IET*, Vol3, No. 1, pp. 10-18, 2009.

[6] Hyun-Oh Kim., In-Gwon Oh., Jae-Chan Namkung., “A Object Recognition Using ICA-SIFT,” *Journal of KIIT*, Vol.30, No.2, pp115-125, 2010. (in Korean)