

HSI 색정보와 관심영역(ROI-LB)을 이용한 차선검출 알고리즘

A Road Lane Detection Algorithm using HSI Color Information and ROI-LB

최인석*, 정차근**
Choi In-suk*, Cha-Keon Cheong**

Abstract - This paper presents an algorithm that extracts road lane's specific information by using HSI color information and performance enhancement of lane detection base on vision processing of drive assist. As a preprocessing for high speed lane detection, the optimal extraction of region of interest for lane boundary (ROI-LB) can be processed to reduction of detection region in which high speed processing is enabled and it also increases reliabilities by deleting edges those are misrecognized. Road lane is extracted with simultaneous processing of noise reduction and edge enhancement using the Laplacian filter, the reliability of feature extraction can be increased for various road lane patterns. Since noise can be removed by using saturation and brightness of HSI color model. Also it searches for the road lane's color information and extracts characteristics. The real road experimental results are presented to evaluate the effectiveness of the proposed method.

Key Words : HSI color model, lane detection, vision system, Laplacian filter

1. 서론

예전 단순한 운송수단의 개념이었던 차량이 최근 안전에 대한 인식이 높아지고 IT기술의 발전에 따라 안전 운전 보조 시스템, 지능형 교통시스템 등과 관련된 부분의 관심이 높아지고 연구가 활발히 진행되고 있다^[1].

이중에서 비전기반 시스템은 주행차선 검출이 이들 주요 과제를 해결하는 핵심기술 중 하나이고, 국제적인 관심 속에 관련된 많은 연구가 현재까지 진행되어 왔다.

본 논문에서는 다양한 차선형태 특히 그림자 영역에서 차선검출의 성능을 개선하고 계산량을 감소시켜 실시간 처리를 가능하게 하는 차선검출 방법을 제안한다. 전처리 과정으로 직전 프레임을 이용하여 ROI-LB(Region Of Interest for Lane Boundary)를 최적 선정하여 영상의 특징정보를 추출한다. 추출된 영역 내에서 HSI 색 모델을 이용한 필터링을 처리하여 그림자 영역내에서 차선검출 에러의 오차를 줄여 추출할 수가 있다. 또한 Laplacian 필터를 사용함으로써 잡음제거 및 에지보강을 처리하여 차선 추출에 더욱 적합하게 한다. 이렇게 처리된 에지를 기반으로 Hough transform을 이용하여 차선을 검출하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 최적 ROI-LB 영역 선정방법과 HSI 색모델을 이용한 필터링을 제시한다.

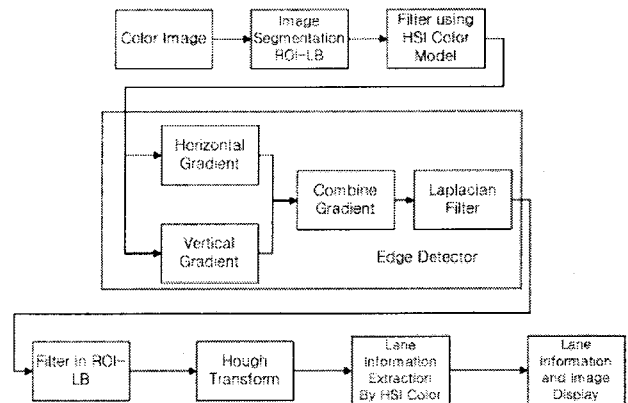


그림 1. 차선검출의 과정

3절에서는 에지검출과 Hough transform을 이용한 차선검출 방법을 기술한다. 마지막으로 제안된 방법의 유효성을 검증하기 위해 다양한 실제 차선 패턴을 대상으로한 실험결과를 제시한다.

2. 최적 ROI-LB 선정과 HSI 색모델을 이용한 필터링

2.1 최적 ROI-LB 선정

차선 검출시에 전체영상에서 모든 특징점을 대상으로 Hough Transform을 처리하게 되면 많은 계산량과 메모리사용으로 처리속도가 늦어질 뿐만 아니라 차선이외의 영역을 차선으로 오인할 가능성이 높다. 이러한 오류를 줄이기 위한 방법으로 FHT, AHT, RHT 등의 여러 방법이 제안되었지만 차선 검출성능의 한계를 보이고 있다. 위에서 보여준 문제점

저자 소개

* 최인석 : 호서대학 메카트로닉스공학과 석사과정

** 정차근 : 호서대학 시스템제어공학과 교수

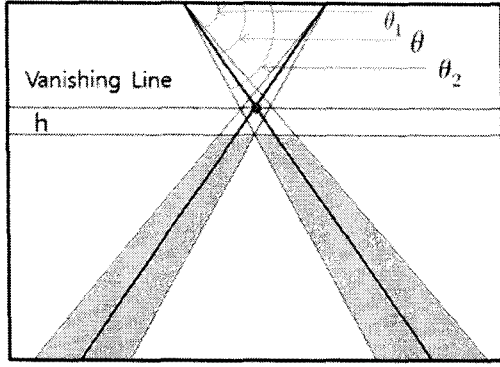


그림2. ROI-LB 선정

을 해결할 수 있는 방법으로 최적 ROI-LB 영역 추출방법을 들 수가 있다.

본 논문에서는 그림2 와 같이 최적 ROI-LB 선정하였다. 직전프레임에서 오른쪽 차선과 영상이 이루는 각을 θ 라 하고, θ_1 과 θ_2 는 각각 최적의 ROI-LB를 결정하기 위한 각도이다. 오른쪽 차선과 왼쪽 차선의 교차점을 Vanishing Point로 설정하고 이 점을 지나면서 지평면과 평행한 직선을 수평 소실선으로 계산한다. 이 수평 소실선을 기준으로 왼쪽차선과 오른쪽 차선 각각 θ_2 의 기울기를 가지는 직선이 만나는 점까지의 거리를 h 로 두었다. 그림2에서 색이 채워져 있는 부분을 ROI-LB영역으로 정하였다. 본 실험에서는 $\alpha = 5^\circ$ 로 설정하고 다음과 같이 적용하였다.

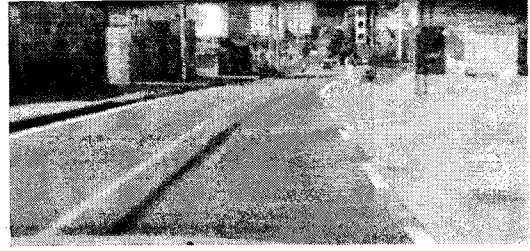
$$\theta_1 = \theta - \alpha, \quad \theta_2 = \theta + \alpha$$

2.2 HSI 색모델을 이용한 필터링

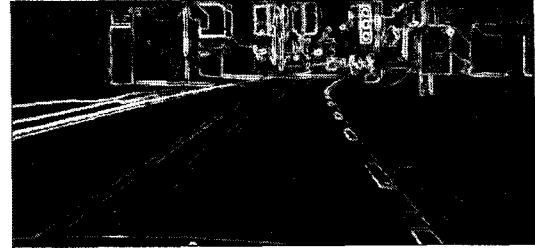
한 장의 도로 영상에서 차선의 정보뿐만 아니라 도로위의 이물질이나 주변 사물의 그림자와 같은 잡음이 무수히 많아 도로를 찾기란 쉽지가 않다. 특히 주변 전선주나 전선주에 걸려있는 전선의 그림자를 차선으로 인식하기가 쉽다.

본 논문에서는 이와 같은 오류를 줄이기 위해 HSI 색모델 정보를 이용하였다. HSI는 인간이 인지하기 쉬운 형태의 칼라 모델로 색상(Hue), 채도(Saturation), 밝기(Intensity) 값으로 구성된 색모델이다. RGB 색모델과는 달리 채도와 밝기의 영향 없이 색상만 표현할 수 있어 그림자와 같은 어두운부분에서의 색상을 추출할 수가 있다.

ROI-LB영역을 정확히 나누더라도 그림. 3 - (a)와 같이 차선가까이 직선모양의 그림자가 있는 경우에는 차선이 아닌 그림자가 차선으로 검출 될 수도 있다. 3장에 나올 소벨 연산을 통해 엣지를 추출한 그림이 (b)이다. 이러한 경우에 그림자 영역이 직선으로 되어 있어서 차선으로 검출될 수도 있다. 이와 같은 경우에 차선인식의 신뢰성을 높이기 위해 HSI 색모델의 분류를 하였다. 그림자 영역에서의 채도부분과 밝기부분의 통계를 통해 임계값을 지정하여 임계값이하의 값이 나오면, 즉 그림자영역 중 차선이 아닌 곳은 그 부분의 엣지를 지워냈다. 결과 (c)를 보면 그림자 영역 엣지 부분이 사라진 것을 확인할 수가 있다.



(a) color 도로 영상



(b) 소벨 마스크 이용 엣지 검출



(c) HSI 색모델을 이용 엣지 검출

그림3. 그림자가 포함된 도로 영상에서의 엣지 검출

3. 차선검출과 황색차선 분류

3.1 엣지 검출

영상에서 경계선을 검출하는 방법은 영상의 1차 미분 값을 이용하는 방법이 대표적이다. 영상은 2차원공간에서 정의된 함수이기 때문에, 영상에서 미분 값을 이용하여 경계선을 찾기 위해 수평 방향과 수직 방향의 미분값을 동시에 사용해주어야 한다. Sobel 연산자에 의한 ROI-LB 영역 내의 수평 및 수직 방향의 엣지 $\nabla_x I(x,y)$, $\nabla_y I(x,y)$ 는 다음과 같은 식으로 계산된다.

$$\nabla_x I(x,y) = [I(x-1,y+1) + 2I(x,y+1) + I(x+1,y+1)] - [I(x-1,y-1) + 2I(x,y-1) + I(x+1,y-1)]$$

$$\nabla_y I(x,y) = [I(x-1,y-1) + 2I(x-1,y) + I(x-1,y+1)] - [I(x+1,y-1) + 2I(x+1,y) + I(x+1,y+1)]$$

영상의 잡음제거를 위해 저역통과필터에 의한 전처리 과정이 필요하다. 이와 같은 잡음제거를 하기 위해 Laplacian필터 함수^[2]를 사용해서 차선의 엣지 보강을 수행했다. 입력영상에 Laplacian을 적용하면 고주파 성분은 강조되고 저주파 성분은 줄어드는 효과를 갖는다.

분류	H	S	I	R	G	B
평균	28.14	0.275	0.693	227.6	174.7	127.7
분산	2.46	0.303	0.021			

표1. 황색차선에서 HSI, RGB 색 공간의 평균 및 분산

Laplacian 필터함수를 적용하여 검출한 에지를 Hough transform^[3] 을 이용하여 왼쪽과 오른쪽차선의 ROI-LB 영역에서 직선을 각각 검출하게 된다.

3.2 HSI 색모델을 이용한 황색차선의 검출

본 논문에서는 차선검출 중 중요도가 높은 중앙선(황색차선)을 HSI 색모델을 이용하여 검출 하였다. 여러 영상에서 엣지 검출과 허프변환을 통해 검출한 두 개의 차선을 HSI 색모델의 샘플링을 하였다. 이를 통해 나온 평균값에 따라 황색 차선의 임계값을 설정해 주었다.

여러 영상 중 황색 차선에서 HSI, RGB 색공간에서의 평균값 및 분산을 나타낸 표는 표1과 같다. 표와 같이 통계를 통해 H의 임계구간을 설정하게 된다.

검출된 차선의 주변부분을 클러스터링하여 H값을 구한 후 30% 이상의 영역이 설정한 임계구간에 포함될 경우 황색 차선으로 인식한다. 본 연구에서 통계한 자료에 의해 구한

4. 실험 결과

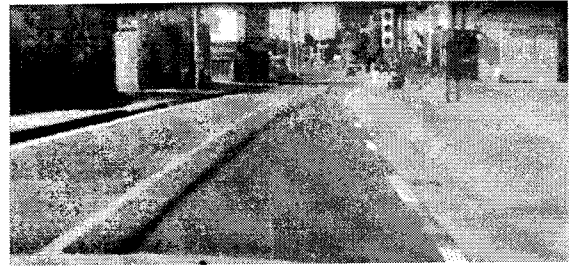
본 논문에서 제안한 성능을 평가하기 위해서 실제 차량을 이용하여 CCD 카메라 및 고해상도 캠코더(SONY DCR-DVD201)를 승용차량에 고정시켜 촬영된 영상을 사용했다.

입력된 영상의 계산량을 줄이고 차선 검출의 오차를 줄이기 위해 ROI-LB 영역을 2절에서 기술한 바와 같이 선정하였다. 다음의 과정들은 ROI-LB영역에서 계산되어 처리속도의 개선과 차선검출의 신뢰도를 높였다. 영역 내에서 그림자 영역이 검출되었을 경우 HSI 색모델 중 채도와 밝기의 통계에 의한 임계값을 설정하여 임계값 이하의 값이 나올 경우(도로 음영부분)에 그 영역의 에지부분을 표현하지 않았다. 이것으로 차선으로 오인될 수 있는 그림자 영역을 미연에 처리하지 않았다. HSI 색모델에 의한 필터링을 처리한 후에 소벨마스크에 의한 에지 검출을 하였다. 에지 검출시 영상 잡음 제거를 위해 Laplacian필터 함수를 이용하여 차선의 에지 보강을 하였다. 에지 보강을 한 영상에서 허프변환을 통한 차선검출을 하여 직선 두 개를 검출하였다.

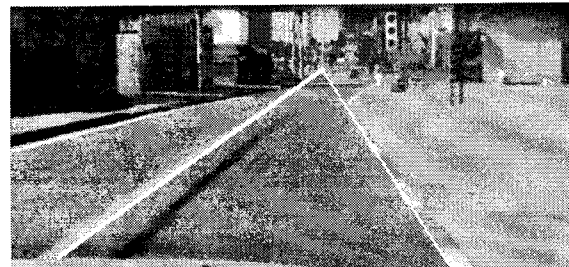
그림 4-(b)와 같이 검출된 두 개의 차선클러스터링 구간 중에 HSI 색모델 샘플링을 통한 임계값의 영역이 30%이상 검출되었을 경우 황색차선으로 인지하여 차선영역을 디스플레이할 때 표현을 일반 차선과 다른 굵은 굵기의 선으로 표현을 했다.

5. 결론

본 논문에서는 그림자가 포함된 도로 영상에서의 차선검출이 용이하도록 HSI 색모델에서 채도와 밝기값을 이용하여



(a) 그림자 영역, 황색차선과 흰색차선이 포함된 영상



(b) 구별한 차선의 검출결과

그림 5. 차선 검출 결과

그림자를 필터링하고, ROI-LB 영역을 설정하여 계산량의 감소와 차선검출의 신뢰도를 높이는 알고리즘에 대해 제안하였다. 차선과 비슷한 그림자가 포함된 실제 영상에서의 실험에서 정확히 차선을 인식하였고, 검출된 차선에서 주변색상 영역의 반복실험을 통해 HSI 색모델 중 황색차선의 Hue(색상) 공간 범위를 정하여 차선을 구분하였다.

제안한 ROI-LB영역 설정과, 색분할 방법을 이용하여 차선 검출의 신뢰도를 높이는데 사용될 수 있다고 생각되며, 향후 과제로는 더 많은 샘플 조사를 통해, 버스전용차선인 파란색 차선과 흰색차선을 다양한 환경에서 추출할 수 있는 알고리즘으로 연구를 진행해 나가는데 있다.

참 고 문 헌

- [1] Joel C. McCall and Mohan M. Trivedi, "Video-based lane detection estimation and tracking for driver assistance : Survey, system, and evaluation", IEEE Trans. Intell. Transportation Sys., vol. 7, no. 1, pp. 20-37, March 2006.
- [2] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing second edition, 2001.
- [3] 정차근 : "관심 영역(ROI-LB)의 최적 추출에 의한 차선검출의 고속화", 한국방송공학회논문지, vol.9, no.3, pp. ,2009. 03
- [4] 황선규, IT Expert 영상처리 프로그래밍 , 한빛 미디어, 2007.
- [5] 강성학, "Machine Vision을 이용한 車線 檢出 알고리즘에 관한 研究, 호서대학교 대학원, 2004