

비전 센서를 이용한 차선 및 장애물 인식 시스템 개발

안준식*, 오태석**, 김일환***
 강원대학교 전자통신공학과*

Development of Lane and Obstacle Detection System Using Vision Sensor

Jun-Sik Ahn*, Tae-Seok Oh**, Il-Hwan Kim***

Department of Electronic Communication Engineering, College of Information and Technology, Kangwon National University*

Abstract - 본 논문에서는 효율성 높은 차선 인식 및 장애물 검출을 위한 알고리즘을 제안한다. 입력된 영상을 배경영상과 도로 영상으로 나눈 후 도로영역에서 Hough 변환을 이용하여 차선을 검출 하도록 한다. 또한 자동차의 그림자와 같은 특징 정보를 활용하여 주행 중인 차량을 검출한다. 영상의 잡음을 최소화하기 위한 알고리즘을 적용하여 차선 인식율을 높일 수 있는 방법을 연구한다.

여 이진화 한다. 아스팔트 표면 잡음 예지들의 제거를 위해 문턱치를 100으로 설정하였다.

$$P_H[i] = \sum_{j=0}^{column} B[i, j], P_H[i] < threshold(=100)$$

1. 서 론

최근 IT기술이 발전함에 따라 다양한 기술들이 자동차에 적용되고 있다. 자동차를 위한 편의장치들의 개발에 있어 가장 중요시 되어야 할 부분은 안전이다. 이를 위해 인간의 지각능력을 보완 할 수 있는 많은 방법들이 제안되고 있다. 본 논문에서는 비전 센서를 이용하여 영상을 획득한 후 영상 처리를 통해 차선 및 장애물을 검출하고, 차선이탈정보 및 장애물 접근 정보를 사용자에게 알리기 위한 알고리즘을 연구한다. 이를 통해 운전시 안전성과 편리함을 제공하고 육체적, 정신적 피로를 줄여 편안한 운전환경을 제공할 수 있도록 한다.

차선을 인식하기 위한 기존의 기법들을 살펴보면 기하학적인 변환과 모폴로지를 이용한 방법과 히스토그램을 이용하는 방법, Neural Network을 이용하는 방법, 예지 연결정보를 이용한 방법 등이 있다.

차량을 탐지하기 위한 방법으로는 스테레오 비전을 이용하여 Disparity map을 구하여 차량을 탐지하는 방법과 모노비전을 이용하여 그레이 영상의 광류흐름(Optical flow)과 엔트로피(entropy) 등을 이용한 모션분석 방법이 있고 차량의 하단부의 밝기가 낮다는 특징을 이용하여 다가오는 차량을 검출하는 방법이 있다.

또한 차량의 뒷부분의 특징이 대칭이라는 점을 이용한 방법, 예지분석을 통한 차량의 모델을 이용한 방법이 있다.

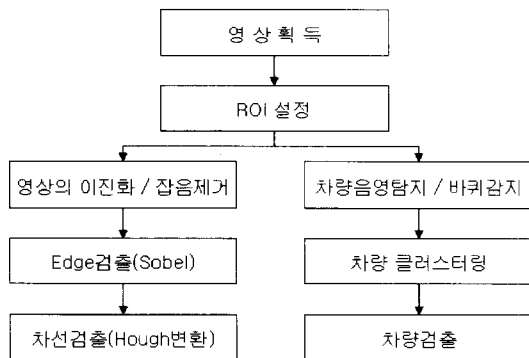
본 연구에서는 차선인식을 위해 소벨 마스크를 이용한 경계선 검출 및 Hough 변환을 이용한 직선검출 알고리즘을 사용하고, 주행차량의 바퀴 및 그림자 특징정보를 활용하여 진행방향에 존재하는 차량을 검출해낸다.

빠른 차선 및 장애물 인식을 위하여 관심영역(ROI : Region of interest)을 설정하여, 연산량을 줄이고 비등방성 필터를 활용하여 영상의 잡음제거하고 경계선 추출이 효과적으로 이루어지게 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 개요

차선 및 장애물 검출을 위한 전체 흐름은 다음과 같다.



〈그림 1〉 차선검출을 위한 흐름도

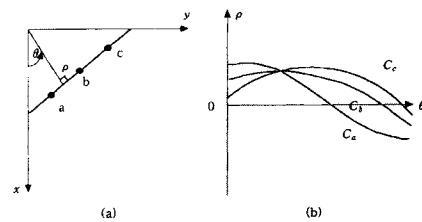
차선을 검출하기 위해서 CCD/CMOS 이미지 센서모듈을 이용하여 영상을 획득한다. 영상을 도로영역과 배경영역으로 분리하기 위해 그레이 이미지의 광강도 값을 분석한다. 도로영역이 배경보다 작은 픽셀을 가지고 있음을 활용하여 아래의 식을 이용 임계값(Threshold)을 결정한 후 이를 이용하

2.1.1 Hough 변환

Hough 변환은 gray영상에서 직선을 검출하기 위한 방법으로 다음과 같다. xy평면상의 임의점(x_i, y_i)을 통과하는 직선 y=ax+b는 기울기 a와 절편 b가 y_i = ax_i + b를 만족해야 한다. xy평면상의 또 다른 점 (x_j, y_j)를 통과하는 직선 y=ax+b는 기울기 a와 절편 b가 y_j = ax_j + b를 만족하게 된다. 이때 두 점을 통과하는 직선식을 y=ax+b라 하면 이 직선식은 y_i = ax_i + b, y_j = ax_j + b를 만족한다.

여기에서 (a, b)는 직선의 식 b=-ax_i+y_i와 b=-ax_j+y_j의 교차점이 된다. 어떤 직선을 나타내기 위해 방정식 y=ax+b를 사용하게 되면 직선이 수직으로 될 때 기울기나 절편값이 모두 무한대가 되는 문제가 발생한다. 이런 문제를 해결하는 방법 중 하나는 직선을 정규적 표현 방법인 식(1)과 같이 나타내는 것이다.

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta \quad \text{식(1)}$$

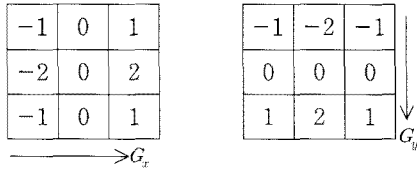


〈그림 2〉 직선의 각-거리 표현 및 Hough 변환 평면

그림 2(a)에서 θ 는 주어진 직선에 직교하고 원점을 지나는 직선과 x축이 이루는 각도이고 ρ 는 원점에서 직선까지의 가장 짧은 거리를 나타낸다. 그림2(b)에서처럼 xy평면에 직선상의 점들을 식 (1)에 대입하여 $\theta - \rho$ 평면에 그 궤적을 나타내면 경면파는 한 점에서 만나게 된다. 즉 xy평면에서의 모든 점들을 원하는 각도를 이용하여 극좌표($\theta - \rho$ 평면)로 변환시키면 한 직선상에 있는 점들은 한 점에서 모이게 된다는 것이 Hough 변환이며 이를 이용하여 직선을 검출할 수 있다.

2.1.2 Sobel Mask

앞서 소개한 방법으로 컬러영상을 이진화하고 비등방성 필터를 이용하면 도로영상에서의 잡음을 제거할 수 있고 윤곽선 추출이 더 용이하게 된다. 이진화를 통해서 얻은 영상에서 차선을 검출하기 위해 대각선 방향으로 강인성을 보이는 소벨 연산자를 이용하여 에지를 검출한다. 에지(Edge)는 영상 안에서 영역의 경계를 뜻하는 것으로, 영상의 밝기 값이 낮은 값에서 높은 값으로 또는 그 반대로 변하는 지점을 말한다. 이를 수학적으로 표현하면 대부분 에지검출 방법들은 편미분 연산자 계산에 근거하는데 소벨 연산자는 그 대표적인 예이다. 소벨 마스크는 2개의 x와 y방향의 연산자를 이용하며 그림3의 9개의 숫자들 중 0을 중심으로 양쪽중간 부분에 2와 -2의 수는 다른 곳에 비해 좀 더 큰 무게(weight)를 주는 것으로 밝기 정도에 매우 민감하게 에지를 검출하게 하는 특징이 되며 수평 방향의 에지결과인 $|G_x|$ 와 수직방향의 에지결과인 $|G_y|$ 를 합친 기울기 영상을 얻게 된다.



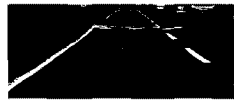
<그림 3> Sobel Mask

소벨 연산자를 통해 계산된 차선의 기울기를 통해 검출된 차선이 좌우 어느 차선인지 구별 할 수 있다. 영상을 x와 y방향으로 미분한 값인 G_x 와 G_y 를 구하고 G_x 로 G_y 를 나눈 $\frac{G_x}{G_y}$ 를 이용하여 영상의 수평성분과 직선이 이루는 각을 구한다. $-90 < \frac{G_x}{G_y} < 0$ 이면 오른쪽 차선, $0 < \frac{G_x}{G_y} < 90$ 일 때는 왼쪽차선으로 한다.

2.1.3 차선검출



<그림 4> 원영상



<그림 5> 이진화 및 도로영역 분리

그림 5는 원 영상을 이진 화 한 후 도로영역을 분리한 영상이다.



<그림 6> Sobel

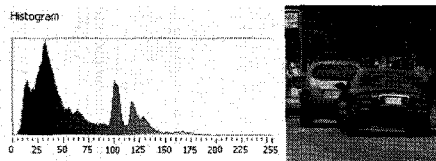


<그림 7> 차선검출

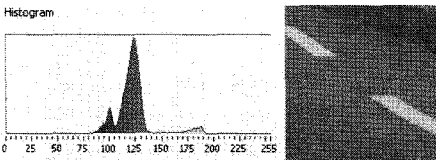
그림 6은 도로 영역 내 잡음을 제거하고 소벨 마스크를 적용하여 차선의 에지를 검출한 영상이다. 최종적으로 Hough변환을 이용하여 차선 영역을 검출하였다.

2.2 차량검출

본 연구에서 차량검출을 위해서 자동차 차량 주위의 그림자를 이용하여 차량영역을 탐지하는 방법을 사용하였다. 아래의 히스토그램 분석에서 알 수 있듯 일반도로영상의 명암 분포와 자동차에 의한 그림자가 포함된 영상의 명암 분포는 큰 차이가 있다.

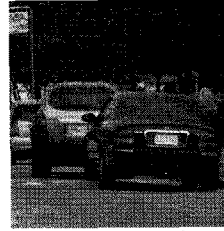


<그림 8> 차량이 포함된 영상의 히스토그램



<그림 9> 일반도로의 히스토그램

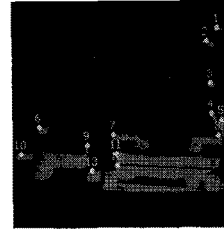
두 히스토그램을 비교하여 명암 Threshold값을 50으로 하여 영상을 이진화 하고, 한 픽셀 (x, y)에 대하여 (x, y-3), (x, y), (x-3, y), (x, y+3)의 픽셀 명암값이 모두 40이하이고 위 픽셀의 명암차이가 3이하인 지점을 클러스터링 하였다. 최종적으로 차량 영역을 결정하기 위하여 면적이 100픽셀 이하인 부분을 제외하고 나머지 부분을 차량영역으로 결정하게 된다. 다음 그림들은 위의 과정을 순차적으로 실행한 결과이다. 복잡한 연산 없이 히스토그램 분석 및 명암값 비교만 수행함에 따라 빠르게 차량을 검출할 수 있었다.



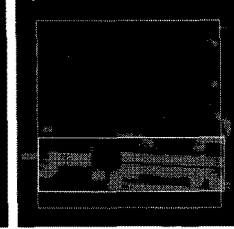
<그림 10> 원영상



<그림 11> 이진화



<그림 12> 클러스터링



<그림 13> 영역설정

3. 결 론

본 논문에서는 비전 센서를 통해 받은 이미지를 분석하여 도로상의 차선 및 장애물을 검출하는 알고리즘에 대해 연구하였다. 기존에 제안되었던 방법들을 구현하고 이를 보완하기 위하여, 비등방성 필터를 이용하여 에지 검출을 더 용이하게 한 후 Sobel 마스크와 직선검출 알고리즘인 Hough알고리즘을 이용하여 차선을 검출 하였다. 또한 히스토그램을 이용하여 명암 값 분포를 분석하고 자동차의 그림자 영역을 검출하여 차량의 유무를 판별하였다. 향후 실시간 차선검출을 위한 알고리즘의 최적화와 도로환경에 강인한 검출 알고리즘의 연구, 표지판이나 도로 위 표적인식을 위한 알고리즘에 대한 연구가 필요할 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] 박재현, 이학만, 조재현, "최적화된 hough변환에 근거한 효율적인 차선 인식", 한국해양정보통신학회논문지, 제10권, 2호, P.406-412, 2005. 9. 20
 [2] Joel C.McCall, Mohan M.Trivedi, "Video-Based Lane Estimation and Tracking for Driver Assistance : Survey, System, and Evaluation", IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, Vol. 7, No. 1, P.20-37, March 2006
 [3] Hsu-Yung Cheng, Bor-Shenn Jeng, Pei-Ting Tseng, Kuo-Chin Fan, "Lane Detection With Moving Vehicles in the Traffic Scenes", IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, Vol. 1, 7, No. 4, P.571-582, DECEMBER 2006