

## 비전 센서를 이용한 차선 인식 시스템 개발

안준식\*, 오태석\*\*, 김일환\*\*\*  
 강원대학교 전자통신공학과\*

### Development of Lane Detection System Using Vision Sensor

An-Jun Sik\*, Oh-Tae Seok\*\*, Kim-Il Hwan\*\*\*  
 Kangwon National University\*

**Abstract** - 본 논문에서는 효율성 높은 차선 인식을 위한 알고리즘을 제안한다. 입력된 영상을 배경영상과 도로 영상으로 나눈 후 도로영역에서 Hough 변환을 이용하여 차선을 검출 하도록 한다. 규정된 도로 구역 정보를 활용하여 한쪽차선만이 인식되더라도 자동차의 차선이탈여부를 검출할 수 있도록 하는 알고리즘을 제안한다. 또한 영상의 잡음을 최소화하기 위한 알고리즘을 적용하여 차선 인식률을 높일 수 있는 방법을 연구한다.

#### 1. 서 론

최근 IT기술이 발전함에 따라 다양한 기술들이 자동차에 접목되고 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 영상처리를 통해 차선을 검출하고, 차선이탈정보를 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 다음과 같다. 첫 번째는 모델기반의 차선인식 방법으로 적당한 기하학적 도로 모델을 유지하고 사용하는 어려움과 복잡한 도로의 특성을 매칭 시켜 감지하는 어려움 그리고 계산의 복잡성을 가진다. 두 번째는 Neural Network를 이용한 방법으로 이미지상 차선에 에러가 있더라도 차선의 횡을 인식할 수 있는 장점이 있지만, 새로운 형태의 도로를 인식하기 위한 학습과정에 많은 시간이 걸리는 단점이 있다. 세 번째는 입력영상의 대상영역을 제한하여 차량의 동역학 모델을 사용하여 차선을 인식하는 방법으로 차선 검출속도가 빠르지만, 차선에지에 잡음이 많을 경우 잡음을 차선으로 인식하는 오류를 범할 수 있다. 이외에도 Inverse Perspective Mapping을 통한 차선인식방법, 통계적인 표준사용과 chi-square fitting를 사용한 방법들도 사용되고 있다. 본 논문에서는 차선인식을 위한 연산량을 줄이고, 빠른 차선인식을 위하여 영역 분할 및 Hough 변환을 이용한 방법을 제시한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 차선검출 알고리즘

차선 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 적은 픽셀을 가지고 있음을 활용하여 아래의 식을 이용 임계값(Threshold)을 결정 한 후

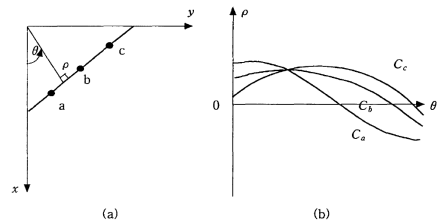
이를 이용하여 이진화 한다. 아스팔트 표면 잡음 에지들의 제거를 위해 문턱치를 100으로 설정하였다.

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

##### 2.1.2 Hough 변환

Hough 변환은 gray영상에서 직선을 검출하기 위한 방법으로 다음과 같다. xy평면상의 임의점  $(x_i, y_i)$ 을 통과하는 직선  $y = ax + b$ 는 기울기 a와 절편 b가  $y_i = ax_i + b$ 를 만족해야 한다. xy평면상의 또 다른 점  $(x_j, y_j)$ 를 통과하는 직선  $y = \bar{a}x + \bar{b}$ 는 기울기  $\bar{a}$ 와 절편  $\bar{b}$ 이  $y_j = \bar{a}x_j + \bar{b}$ 를 만족하게 된다. 이때 두 점을 통과하는 직선식을  $y = \bar{a}x + \bar{b}$ 라 하면 이 직선식은  $y_i = \bar{a}x_i + \bar{b}$ ,  $y_j = \bar{a}x_j + \bar{b}$ 를 만족한다. 여기에서  $(\bar{a}, \bar{b})$ 는 직선의 식  $b = -ax_i + y_i$ 와  $b = -ax_j + y_j$ 의 교차점이 된다. 어떤 직선을 나타내기 위해 방정식  $y = ax + b$ 를 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.

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

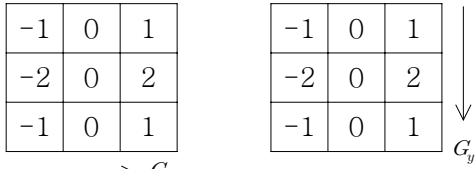


〈그림 2〉 직선의 각-거리 표현 및 Hough 변환 평면

그림 2(a)에서  $\theta$ 는 주어진 직선에 직교하고 원점을 지나는 직선과 x축이 이루는 각도이고  $\rho$ 는 원점에서 직선까지의 가장 짧은 거리를 나타낸다. 그림2(b)에서처럼 xy평면에 직선상의 점들을 식 (1)에 대입하여  $\theta - \rho$ 평면에 그 궤적을 나타내면 정현파는 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.

##### 2.1.3 Sobel Mask

앞서 소개한 방법으로 컬러영상을 이진화하면 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 그대표적인 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 에지결괏인  $|G_x|$ 와 수직방향의 에지결괏인  $|G_y|$ 를 합친 기울기 영상을 얻게 된다.



>  $G_x$   
**<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.

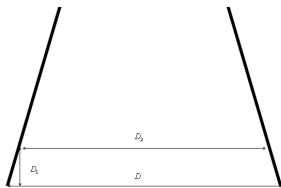
**2.1.4 도로정보에 의한 차선 분류**

일반적으로 도로의 폭은 도로의 종류나 용도에 따라 다르다. 차량운행 중 양쪽차선이 모두 검출 되었을 때 이를 분석하여 도로의 폭을 알아낼 수 있다.

본 논문에서는 시뮬레이션을 위해 일반적인 국도의 도로폭으로 3.2m로 정했다. 한 픽셀의 길이는 약 0.5cm로 한쪽 차선이 검출되면 도로 정보를 바탕으로 차선을 미리 예측할 수 있다. 차선의 기울기가 구해진 상태에서 그림4의 길이  $D_1$ 에 따른  $D_2$ 의 길이의 변화는 비례한다. 영상을 획득하는 카메라의 위치와 각도에 따라 변화량이 다르지만 본 논문에서 사용한 영상에서 측정결과 화면상 진행거리와 도로폭과의 관계는 다음과 같았다.

$$D_2 = D - \frac{3D_1}{4} \quad \text{식 (2)}$$

$D$ 와  $D_2$ 를 통해 반대쪽 차선의 두 좌표를 구한 후 이 두 좌표를 연결하는 직선을 그려 반대편 차선을 추정해 낼 수 있다. 간단한 방법으로 차선을 예측할 수 있지만 곡선검출에 취약한 약점이 있다.



**<그림 4> 도로정보를 이용한 차선검출**

**2.2 시뮬레이션을 통한 실험**

영상을 실시간으로 받아 처리하기 전에 촬영된 이미지를 활용하여 시뮬레이션 실험을 하였다. 영상의 크기는 640 × 427으로 하였으며, 영상처리를 위한 프로그램들은 마이크로소프트사의 Visual C++을 사용 하였다. 사용된 PC의 사양은 AMD 에슬론 3000+ 1.81GHz와 1.5GB RAM이다.



**<그림 5> 원영상**

그림 5는 원 영상을 이진화 한 후 도로영역을 분리한 영상이다.



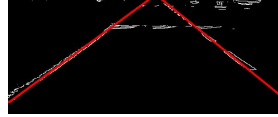
**<그림 6> 이진화 및 도로영역 분리**

그림 6은 도로 영역 내 잡음을 제거하고 소벨 마스크를 적용하여 차선의 에지를 검출한 영상이다.



**<그림 7> 도로정보를 이용한 차선검출**

최종적으로 Hough변환을 이용하여 차선 영역을 검출하였다.



**<그림 8> 도로정보를 이용한 차선검출**

**3. 결 론**

본 논문에서는 비전 센서를 통해 받은 이미지를 분석하여 도로상의 차선을 검출하는 알고리즘에 관해 연구하였다. 기존에 제안되었던 방법들을 구현하고 이를 보완하기 위하여, 영상필터를 이용하여 에지 검출을 더 용이하게 하였고, 도로정보를 활용하여 한쪽차선의 검출만으로도 도로 영역을 검출해낼 수 있도록 하였다.

향후 실시간 차선검출을 위한 알고리즘의 최적화와 도로환경에 강인한 검출 알고리즘의 연구, 도로영역이외 표지판이나 장애물을 인식할 수 있는 알고리즘에 대한 연구가 필요할 것이다.

**[참 고 문 헌]**

[1] 박재현, 이학만, 조재현, “최적화된 hough변환에 근거한 효율적인 차선인식”, 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. 7, No. 4, P.571-582, DECEMBER 2006