

# Sobel Intensity Profile을 이용한 차선 추출에 관한 연구

## A Study of Lane Extraction using Sobel Intensity Profile

박 태 준\*, 조 재 수\*\*, 조 태 훈\*\*\*  
Taejun Park\*, Jae-Soo Cho\*\*, Tai-Hoon Cho\*\*\*

**Abstract** - Lane extraction is basically required for a driving car to understand its external road environments via a camera. In this paper, a lane extraction method using "Sobel Intensity Profile" is described. The Sobel intensity profile is obtained using only vertical edge components of Sobel edge outputs, and used to yield fitted lines for lanes. The RANAC algorithm is applied to fit lines using only inliers. Experimental results have shown the reliability of the proposed lane extraction method.

**Key Words** : Sobel Operator, Lane, Lane Extraction, Computer Vision

### 1. 서 론

오늘날의 자동차용 전자부품은 1980년대 까지 전체 차량가격의 1%도 미치지 못하였으나, 2000년대에 들어서는 20% 가까이 증가하였으며 2015년에는 40%까지 비율이 증가할 것으로 예상된다. 이처럼 최근 자동차에 대한 요구사항이 단순 이동수단에서 전자통신기술을 활용한 환경문제 대응, 안전성과 편의성 제고, 통신 기능 등으로 진화 하고 있다. 이중 자동차 전자장치의 중요한 분야중 하나인 안전시스템은 자동차의 상태를 정확히 파악하는 것이 무엇보다 중요하다. 본 논문에서는 자동차의 위치 상태를 파악하기 위해서 선행되어야 할 차선의 정보를 획득하는 방법에 대하여 기술한다. 차선의 정보를 획득하는 방법에는 크게 두 가지 방법이 알려져 있다. 차선에 인식할 수 있는 장치 혹은 표시를 하는 방법과 카메라를 사용하여 획득한 영상 데이터를 컴퓨터 비전을 이용해 차선을 인식하는 방법이 있다. 전자의 경우 차선에 인식할 수 있는 장치나 표시를 모든 도로에 해야 하기 때문에 엄청난 비용이 들지만 이러한 환경구축이 된다면 비교적 정확하게 차선을 인식할 수 있다. 반면에 후자의 경우 도로 환경에 변화를 주지 않고 차선의 정보를 얻을 수 있기 때문에 신뢰성이 제공되어 진다면 최적의 솔루션으로 각광받을 수 있을 것이다. 본 논문은 후자의 방법을 사용한다. 다음 장에서는 처리 영역에 대하여 기술한 후 Sobel Operator에 대하여 알아보고 Sobel Intensity Profile에 대해 기술한다. 마지막으로 Sobel Intensity Profile을 이용하여 차선 검출을 시도하고 검출 된 차선들이 어느 정도 실제 차선과 일치하는지를

비교한다.

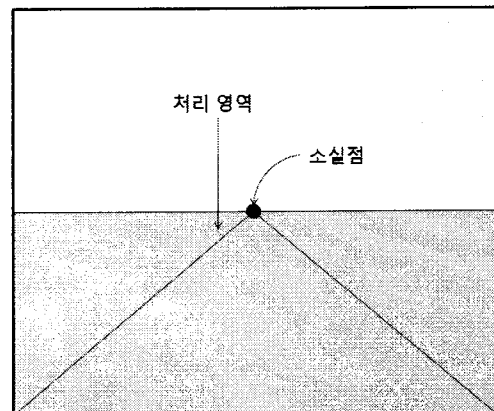


그림 1. 카메라에서 취득한 영상에서의 처리영역

### 2. 처리 영역

차선을 보다 효율적이고 빠른 속도로 추출하기 위해서는 처리 영역을 설정하는 것이 중요하다. 처리 영역 설정은 카메라가 자동차의 어느 위치에 장착되는지에 따라 달라진다. 본 논문에서는 자동차의 룸미러 뒤에 장착되는 것을 가정하고 처리 영역을 설정하게 된다. 룸미러 뒤에 장착을 하게 되면 영상의 중심을 기준으로 윗부분은 차선은 작게 보이고 주위 풍경이나 다른 자동차 또는 하늘이 보이게 된다. 또한 윗부분의 차선은 곡선 주로에서 인식하기 어렵기 때문에 차선 추출에 적합하지 못하다. 따라서 본 논문에서는 영상처리 영역을 그림 1과 같이 영상의 중심을 기준으로 아래쪽만 처리 영역으로 설정한다.

#### 저자 소개

- \* 박 태 준 : 한국기술교육대학교 전기전자공학과 석사과정
- \*\* 조 재 수 : 한국기술교육대학교 인터넷미디어공학부 조교수
- \*\*\* 조 태 훈 : 한국기술교육대학교 정보기술공학부 교수

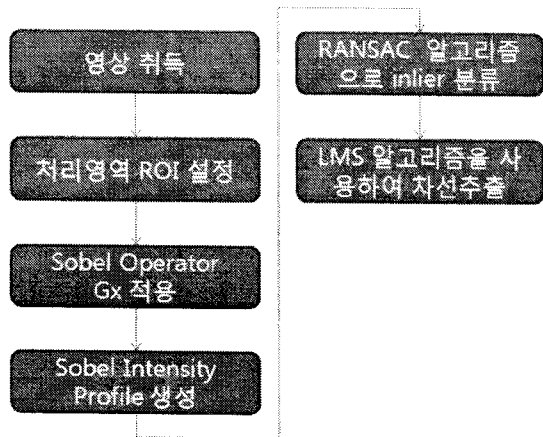


그림 2. 전체 흐름도

### 3. Sobel Operator

Sobel Intensity Profile은 Sobel Operator[1]를 이용하여 만들게 된다. Sobel Operator란 Edge를 추출하는 방법 중의 하나로써 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$G_x = \begin{pmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +2 & 0 & -2 \\ +1 & 0 & -1 \end{pmatrix}, G_y = \begin{pmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Sobel Operator는 식 1과 같이 총 2가지의 연산자를 조합하여 사용하게 되는데 이중  $G_x$ 만을 사용하여 수직의 경계만을 추출한다.



그림 3. (a) 카메라로부터 취득한 흑백 영상  
(b)  $G_x$ 만 사용한 Sobel Operator 적용 영상

$G_x$ 만 사용하고  $G_y$ 를 사용하지 않는 이유는  $G_y$ 는 y축 미분 연산자로 이 연산자를 사용하게 되면 가로 경계가 나타나게 된다. 도로를 주행 할 시에 차선은 수직방향으로 보이기 때문에 차선보다는 다른 경계(잡음)가 더 많이 검출되어 때문에 적절하지 못하다. 따라서 Sobel Operator인  $G_x$ 와  $G_y$ 중  $G_x$ 만 사용한다.

### 4. Sobel Intensity Profile

3장에서 말한 것과 같이 Sobel Operator에서  $G_x$ 만을 연산한 이미지에서 각 라인별로 연산을 한다. 라인별로 연산을 할 때 잡음에 강인하도록 일정 높이의 윈도우를 띄워 수직

투영(Vertical Projection) 한다. 수직 투영한 데이터에서 군집되어 있는 Edge의 평균 위치 값과 평균 기울기 값을 구하여 군집되어 있는 많은 Edge들을 1개로 표현한다. 각 라인별로 위와 같은 연산을 하여 Sobel Intensity Profile이라고 한다. 그림 4을 보면 군집된 Edge의 기울기 값을 하나의 값으로 표현하는 것을 볼 수 있다. 이렇게 군집된 기울기 값을 하나의 값으로 표현을 하게 되면 잡음의 군집이 한 개의 잡음으로 변환이 된다. 또한 차선은 Sobel Operator로 경계선을 구하게 되면 두 줄(총 4줄)로 표현이 된다. 이것을 세선화를 통해서 한 개의 선으로 만들어야 나중에 차선을 추출하기 용이하다. 일반적인 세선화 알고리즘은 이진화를 필요로 하게 되는데 Sobel Intensity Profile을 사용하면 이진화를 하지 않으면서도 세선화 하는 효과를 얻을 수 있다.

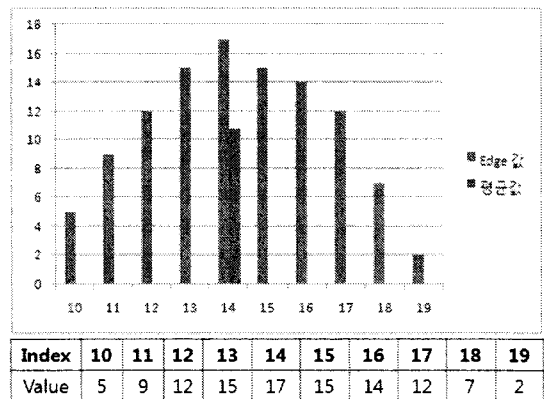


그림 4. 군집된 Edge의 평균 위치와 평균 기울기 값

### 5. 차선 추출

Sobel Intensity Profile을 이용하여 전처리를 한 영상에서 RANSAC(Random Sample Consensus)[2] 알고리즘과 LMS(Least Mean Square)[3] 알고리즘을 사용하여 차선을 추출한다. 차선은 그림 3. (a)에서 보이는 것처럼 영상에서 여러 개가 나타날 수 있다. 하지만 추출하려고 하는 차선은 주행 중인 차량의 왼쪽과 오른쪽 차선이다. 카메라가 차량의 룸미러 뒤에 장착이 되기 때문에 차량이 도로주행을 할 때에 차선 이동을 할 때를 제외하고는 소실점을 중심으로 양쪽에 존재한다. 따라서 차선을 추출할 때에는 소실점을 기준으로 좌우로 나누어서 RANSAC 알고리즘과 LMS 알고리즘을 수행하게 된다.

#### 5.1 RANSAC

차선을 추출하기 위해서는 잡음을 최대한 억제하면서 차선 일 확률이 높은 Edge들을 모아야 한다. 하지만 이러한 관측 데이터에는 여러 가지 형태의 잡음이 들어 있기 때문이다. 이러한 잡음이 들어가 있는 형태의 관측데이터(Sobel Intensity Profile을 적용한 영상)에서 잡음의 영향을 받지 않으면서 차선을 추출 할 수 있도록 해야 한다.

RANSAC 알고리즘은 outlier를 포함하고 있는 데이터를 판별하는데 강인한 추정 기법이다. 본 논문에서는 차선을 추출할 때에 outlier의 영향을 적게 받을 수 있도록 하는데

RANSAC 알고리즘을 사용한다. RANSAC 알고리즘은 다음과 같은 방법으로 구현했다.

1. 임의의 Edge 2개를 정하여 직선을 근사한다.
2. 근사된 직선으로부터 모든 Edge들에 대해서 inlier인지 outlier인지 판별한다. 판별을 할 때에는 least square 기법을 사용하여 결정되어진 임계치(threshold)를 기준으로 판별한다.
3. 1~2과정은 최대 반복횟수만큼 반복된다. 이 중 inlier가 가장 많은 모델을 선택하게 되며 이때 쓰여진 inlier를 차선으로 결정한다.

### 5.2 LMS(Least Mean Square)

5.1절에서 선택되어진 inlier는 군집되어진 차선을 의미하고 outlier는 차선이 아닌 Edge를 의미한다. 5.1절에서 Inlier로 선택된 Edge들로 차선을 근사할 때 LMS 알고리즘을 쓴다. LMS 알고리즘은 inlier를 가지고 직선을 근사하여 근사한 직선에서의 각 inlier 거리를 제곱오차를 평균 내어 가장 적은 평균 오차를 가지는 직선을 차선으로 결정하는 알고리즘이다.

## 6. 실험 결과

### 6.1 개발 환경

- AMD Phenom 9550
- 4GB RAM
- Windows XP
- Microsoft Visual C++ 2005
- OpenCV 1.1

### 6.2 테스트 영상

테스트를 위하여 차량에 캠코더를 설치하여 실제 도로를 돌아다니며 촬영을 하였다. 해당 영상은 720x480(WxH) 크기의 영상이다.



그림 5. 테스트 영상중 한 장면

### 6.3 실험

그림 5에서 보이는 것과 같은 영상을 대상으로 차선 추출을 시도해 본 결과 그림 6과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

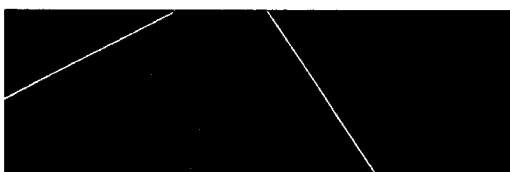


그림 6. 차선을 추출 한 영상

## 7. 결론

지금까지 Sobel Operator를 이용한 Sobel Intensity Profile을 만들어 RANSAC 알고리즘과 LMS 알고리즘을 사용하여 차선을 추출 해 보았다. RANSAC 알고리즘을 이용하여 잡음에 대해 강인한 차선 추출이 가능하다는 것을 확인했다. 또한 Sobel Intensity Profile을 만들어서 잡음을 최대한 줄이려고 노력하였지만 잡음이 줄어들고 동시에 차선도 점점 사라지는 것을 단점을 확인했다. 앞으로 연구해야 할 과제로는 Edge정보뿐만이 아니라 다른 특징점과의 조합을 통해서 차선을 검출하는 것과 영상에서 차선을 검출하는 것이기 때문에 이전 영상을 이용하여 현재 영상의 차선을 추출할 수 있도록 Tracking하는 알고리즘을 구현하는 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] I. Sobel and G. Feldman, "A 3x3 isotropic gradient operator for image processing", Presentation for Stanford Artificial Project, 1968.
- [2] Martin A. Fischler and Robert C. Bolles, "Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography", Comm. of the ACM 24: 381 - 395, 1981.
- [3] Simon S. Haykin and Bernard Widrow (Editor), Least-Mean-Square Adaptive Filters, Wiley, 2003
- [4] Z. Kim, "Robust Lane Detection and Tracking in Challenging Scenarios," IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, vol. 9, no. 1, pp. 16-26, 2008.
- [5] Z. Kim, "Realtime Lane Tracking of Curved Local Roads", IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, pp. 1149-1155, 2006.
- [6] Joel C. McCall and 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, pp 20-37, MARCH 2006
- [7] D. Pomerleau and T. Jochem, "Rapidly adapting machine vision for automated vehicle steering," IEEE Expert-Special Issue on Intelligent System and Their Applications, vol. 11, no. 2, pp. 19 - 27, Apr. 1996.