

# Hough Transform을 이용한 직선차선검출

이병모 차의영

부 산 대 학 교 일반대학원 전자계산학과  
{lbmo, eycha}@harmony.cs.pusan.ac.kr

## Straight Lane Detection using Hough Transform

Byong-Mo Lee

Eui-Young Cha

Dept. of Computer Science, Pusan National University

### 요 약

이 논문은 다양한 환경에서도 차선 검출이 가능하도록 하기 위해 각종 Edge detection algorithm을 이용하고 있다. Roberts 연산 후 이진화를 행함으로써 미세한 부분까지 에지를 얻고 있으며, 이것은 다시 영역을 분할 후 Hough transform을 행한다. 또한 기울기 및 주변 값을 이용하여 차선 인식률을 높이고 있다. 그리고, Hough transform의 단점인 시간이 오래 걸리는 단점을 해결하기 위해 이미지 크기를 축소하는 방법과 영역 분할과 같은 방법을 통해서 이를 해결하고자 하였다.

## 1. 서론

무인 차량에 관한 관심이 집중되면서 이를 구현하기 위해 반드시 필요한 절차가 차선을 인식하는 것이다. 차선을 인식함으로써 탑승자의 안전을 보장할 수 있을 뿐 만 아니라, 핸들 조작을 통한 운전이 가능하기 때문이다. 그리고, 나아가서는 차간 거리를 측정하고, 전방의 물체를 인식하는 등 항공기의 블랙박스과 같은 기능의 시스템을 구축할 수도 있을 것이다.

본 논문에서는 이를 구현하기 위한 첫단계인 직선의 차선 검출에 대해 실험해 보았다.

## 2. 관련연구

차선 검출을 위해 사용되는 방법에는 크게 Hough transform을 이용하는 방법과 주파수 변환 방법을 이용하는 방법, 히스토그램을 이용하는 방법, 그리고 템플릿을 이용하는 방법 등이 사용되고 있다.

Hough transform을 이용하는 방법에는 다시 직선검출을 이용하는 방법[4,5,6]과 보다 부드러운 차선검출을 위해 곡선까지 추출을 위해 spline을 이용하든지 아니면 snake를 이용하는 방법이 있다[3]. 그러나, 이 방법을 이용할 경우 특히 실시간으로 처리해야 하는 경우에는 많은 계산량으로 인해 실시간 처리가 불가능할 경우가 발생하기도 한다. 따라서, Hough transform을 이용할 경우에는 반드시 시간을 고려해야

한다. 그러나, 비포장도로와 같은 에지 영역이 잘 구분되지 않는 경우에도 잘 적용되는 장점이 있다.

주파수 변환 방법을 이용하는 방법에는 DCT(discrete cosine transform)를 이용한 전반적인 차선검출에서 포물선을 그리는 도로형태를 이용한 가변 템플릿을 적용할 수 있다. 주어진 영상을 8X8로 나누고 DCT를 행한 다음 다시 재구성을 하여 차선과 직교하는 방향의 element들을 얻을 수 있다[1].

히스토그램을 이용한 방법에는 히스토그램의 특징에 따른 region-growing segmentation을 이용하여 차선을 구할 수 있다[2]. 그러나, 이 방법은 단순한 도로영역의 추출에는 잘 적용이 되지만, 복잡한 도로영역이나 악천후 때의 차선 검출에서는 취약한 약점을 보인다.

그리고, 템플릿을 이용하는 방법에는 라벨링에 의한 템플릿 확장 후 필터링과 클러스터링에 의한 도로 영역을 찾을 수 있다[7].

## 3. 제안하는 차선 검출 방법

기존의 Canny edge detection에 의한 외곽선 검출 후 Hough transform에 의한 차선 검출 방법은 실시간으로 영상을 처리하는 데에는 문제가 있었다. 1초에 수십 미터를 달리는 자동차에 응용하기에는 문제가 있었기 때문에 여기에서는 시간 단축의 측면에서 다른 방법을 이용하여 보았다

### 3.1 외곽선 추출 기법

여기서 사용한 외곽선 검출 방법은 대각선 방향의 에지를 부각시키는 Roberts 마스크를 적용한 후 다시 이진화하는 것이다. 이것은 모든 방향의 에지를 부각시키는 Laplacian 마스크나 뚜렷한 외곽선 추출을 보이지만 상대적으로 시간이 오래 걸리는 canny 방식보다도 나은 결과를 보임을 알 수 있었다.

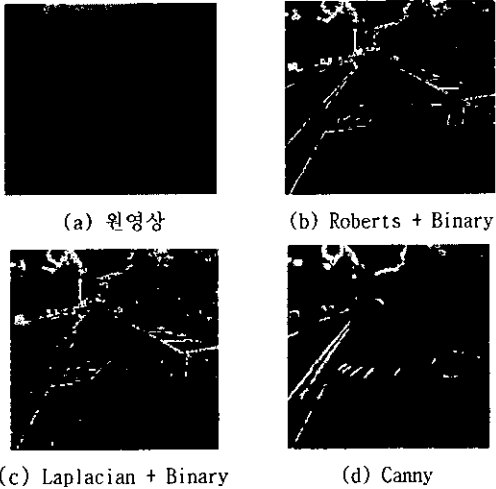


그림 1. 외곽선 추출 비교

### 3.2 정확한 인식을 위한 방법

#### 1) 기울기와 주변값에 따른 가중치

이미지에서 수직하는 부분은 대부분이 나무나 사람과 같은 거리에 관계없이 수직하는 물체의 경우에 해당하고, 도로와 같은 원근법에 영향을 받는 부분은 대부분 어느 정도의 기울기를 가지고 수직방향에서 기울어져 있는 경우가 대부분이다. 그리고, 3x3 마스크를 이용하여 해당하는 부분이 있을 경우 가중치를 준다. 여기에서 사용했던 마스크는 다음과 같다.

표 1. 주변값에 따른 가중치

0	x	1	0	0	1	1	x	0	1	0	0
x	1	0	0	1	x	0	1	x	x	1	0
1	0	0	1	x	0	0	0	1	0	x	1

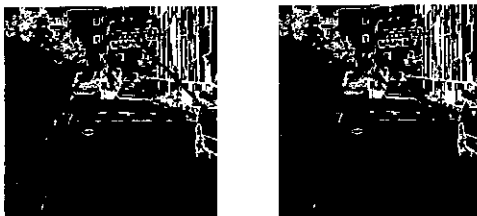


그림 2. 기울기와 주변값에 따른 가중치

#### 2) 영역분할을 통한 인식

여기서 사용하는 영역분할이란 Hough transform을 사용할 때 이미지 전체를 대상으로 하는 것이 아니라, 영역을 좌우로 나누어서 각각 Hough transform을 적용하겠다는 것이다.

이렇게 할 경우 좌측 부분을 적용할 때는 이미지의 예각(사선 방향)만을 취급하고, 우측 부분을 적용할 때는 이미지의 둔각(역사선 방향)만을 취급함으로써 잡음에 의한 차선 오류를 막을 수 있다.

아래에서처럼 영역 분할 전에는 잡음에 의해 차선을 잘못 찾고 있지만, 영역분할 후에는 차선을 제대로 찾고 있음을 볼 수 있다.

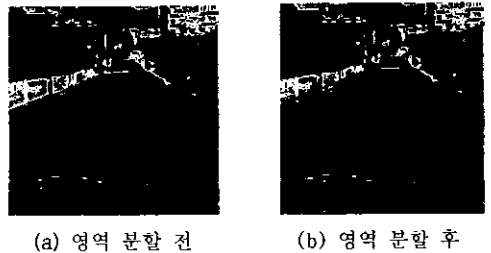


그림 3. 좌우 영역 분할

### 3.3 시간을 줄이기 위한 방법

#### 1) 기울기에 의한 방법

직선 도로의 경우 차선의 기울기는 보통 20도를 넘는 경우가 대부분이다. 따라서, 계산량을 줄이기 위해 Hough transform 실행시 0도에서 각을 1도씩 증가시키는 것이 아니라, 20도부터 1도씩 증가시켰다.

#### 2) 이미지의 축소의 의한 방법

256 by 256의 이미지를 128 by 128로 이미지 축소를 할 경우 걸리는 시간은 1/4로 줄어드는 효과를 기대할 수 있다.

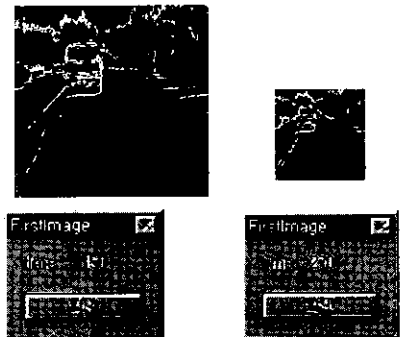


그림 4. 이미지 축소와 걸린 시간

#### 3) 이미지의 특정 영역의 추출에 의한 방법

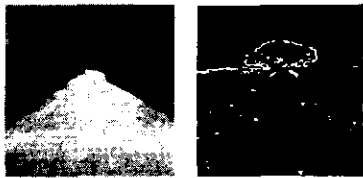
도로 영역을 카메라로 찍을 경우에 나타나는 차선의 경우 상 위부분에는 차선이 존재하지 않는 특징이 있다. 따라서, 이미지를 읽어 들일 때 이 부분을 제외함으로써 연산의 양을 줄일 수 있었다.

4) 영역분할에 따른 theta 값의 범위에 의한 방법

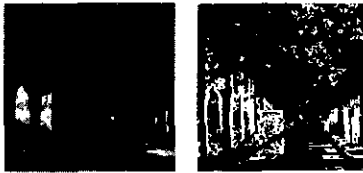
영역을 좌우로 분할하여 각각 Hough transform을 적용하고, 좌측 부분을 적용할 때는 이미지의 예각(차선 방향)만을 취급하고, 우측 부분을 적용할 때는 이미지의 둔각(역사선 방향)만을 취급함으로써 시간 단축의 효과를 기대할 수 있다.

4. 실험 및 결과 분석

이 실험에서 256 by 256 크기의 gray 이미지 영상을 사용하여 실험을 하였으며 비포장 도로, 산길과 같은 열악한 환경의 이미지도 포함하였다.



(가) 비포장 도로



(나) 숲 속 길



(다) 장애물

그림 5. 비포장 도로, 숲 속 길 그리고 장애물이 많은 이미지

그리고, 차선의 검출률과 검출 시간을 canny edge detection 를 했을 경우와 영역 분할을 하지 않았을 경우와 비교 했을 때의 결과는 다음과 같으며 실험 데이터는 84개로 하였다.

표 2. 검출률 및 검출 시간

	차선 검출 성공율	차선 검출 시간(sec)
canny & 영역분할	89.3(75/84)	0.22 + 0.27
roberts 후 binary &영역분할 않았을때	75(63/84)	0.06 + 0.38
roberts 후 binary & 영역분할	92.8(78/84)	0.06 + 0.27

구현 환경은 Microsoft Windows 98 운영체제 하에서 Microsoft Visual C++ 6.0 with MFC 컴파일러를 이용하였고 pentium II400MHz에서 실험하였다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문은 무인 차량 시스템을 구축하기 위한 절음마 단계에 불과하다. 따라서, 추가해야 할 사항들이 많이 있다. 특히, 이 실험은 직선의 차선검출만을 대상으로 하고 있기 때문에 앞으로는 곡선에서도 차선이 검출될 수 있도록 spline이나 snake를 이용한 계획이다. 그리고, 나아가서 양쪽 차선을 찾는 것에서 그치지 않고 앞 차량과의 거리를 측정한다든지, 건물목의 인식 그리고, 운전자의 눈 추출을 통한 졸음방지 시스템의 구축을 통해 블랙박스의 구현까지 가능하도록 할 계획이다.

[ 참고문헌 ]

[1] Chris Kreucher & Sridhar Lakshmanan "A Frequency Domain Approach to Lane Detection in Roadway Images" Department of Electrical and Computer Engineering University of Michigan, 1999 IEEE, pp.31 - 35 vol.2  
 [2] Juan Pablo Gonzalez & Umit Ozguner "Lane Detection Using Histogram-Based Segmentation and Decision Trees", General Dynamics Robotics Systems, The Ohio State University, 2000 IEEE, pp.346 - 351  
 [3] Yue Wang, Eam Khwang Teh and Dinggang Shen "Lane Detection Using B-Snake", School of Electrical and Electronic Engineering Nanyang Technological University, 1999 IEEE, pp.438 - 443  
 [4] John Immerker "Some remarks on the straight line Hough transform", Odense University, 1998 Pattern Recognition Letters, pp. 1133 - 1135  
 [5] A.L. Kesidis, N. Papamarkos "On the gray-scale inverse Hough transform", Democritus University of Thrace, 2000 Image and Vision Computing, pp.607 - 618  
 [6] Klaus Hansen, Jens Dangaard Andersen "Understanding the Hough transform: Hough cell support and its utilization", University of Copenhagen, 1997 Image and Vision Computing, pp.205 - 218  
 [7] Sayd P., Chauis R., Aufrere R., Chausse F. "A Dynamic Vision algorithm to Recover the 3D Shape of a Non-Structured Road", University Blaise Pascal, 1998 IEEE, pp.80 - 86