

---

# 최적화된 Hough 변환에 근거한 효율적인 차선 인식

박재현\* · 이학만\* · 조재현\*\* · 차의영\*

## An Efficient Lane Detection Based on the Optimized Hough Transform

Jae-Hyeon Park\* · Hack-Man Lee\* · Jae-Hyun Cho\*\* · Eui-Young Cha\*

### 요 약

본 논문에서는 차선 추출을 위해서 OHT(Optimized Hough Transform) 알고리즘을 제안한다. 입력 영상을 그레이 영상으로 변환하고 변환된 그레이 영상은 수평 투영을 통해 주변 배경 영역과 도로 영역으로 분리된다. 분리된 도로 영역에서 OHT(Optimized Hough Transform) 알고리즘을 적용한다. OHT(Optimized Hough Transform) 알고리즘은 다음과 같이 특징지어진다. 첫째, 윤곽선 방향각을 이용해서 차선후보 픽셀을 최소화하였으며, 둘째, 좌우 차선의 범위는 제한된  $\Theta$  값으로서 정의하였다. 실험 결과, 제안한 알고리즘이 기존의 Hough Transform보다 훨씬 효율적임을 알 수 있었다.

### ABSTRACT

In this paper, we propose OHT(Optimized Hough Transform) algorithm for the lane extraction. Input image is changed into 256 gray level image. Gray level image is separated into background region and road region by using limited horizontal projection value. In separated road area, we apply OHT algorithm. OHT algorithm is characterized as follows. First, the number of candidate pixels is reduced using the outline orientation of the lane. Second, each range of the left and right lane is defined by limited  $\Theta$ . Experimental results show that the proposed method is better than Hough Transform.

### 키워드

horizontal projection, Hough transform, OHT algorithm, lane extraction, the outline orientation

## I. 서 론

교통시스템에서 자동차는 운전자에게 다양한 시각 정보와 상황정보를 제공함으로써 운전자의 부담을 덜며 운전권을 더욱 더 편리하고 안전하게 할 수 있도록 돕는 운전 보조 시스템과, 사람의 도움 없이 완전히 독립적으로 주행할 수 있도록 하는 무인 주행 시스템으로 나눌 수 있다. 아직은 대부분은 많은 제약 조건 아래서 실험 단계에 머무르고 있는 무인 주행 시스템과는 달리 운전 보조 시스

템은 상당 부분 실용화되고 있다. 최근에 발전된 통신기술의 향상은 육상 전송의 효율성과 안전성을 향상시키는 방법으로 연구되어지고 있다. 이런 사회적 요구가 급증된 가운데 AVCS(Advanced Vehicle Control System) 개념 중에 하나인 ASV(Advanced Safety Vehicle)를 위한 가장 기본적인 연구로써 차선인식을 위한 차선 검출이 먼저 선행되어야 한다.[1-2]

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 차선검출을 위한 전체 흐름 및 관련 연구에 대해서 알아보고 3장에서

---

\* 부산대학교

\*\* 부산가톨릭대학교

는 전처리와 제안하는 알고리즘에 대해서 설명한다 그리고 4장에서는 실험 및 결과 분석 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 차선검출을 위한 전체 흐름도

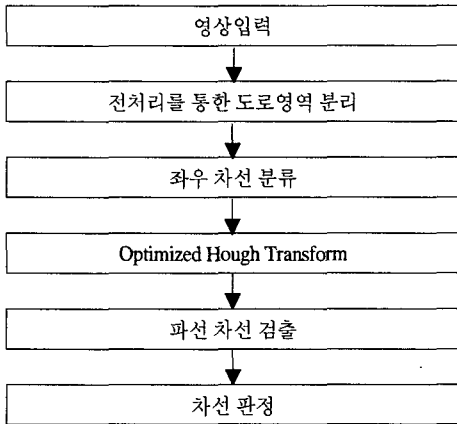


그림 1. 차선검출을 위한 전체 흐름도  
Fig. 1 Flow chart for the lane detection

CCD 카메라로 얻은 영상을 분석하여 도로에 대한 여러 가지 정보를 얻기 위해 현재까지 여러 가지 방법이 시도되어져 왔다. 차선 검출 기법에 있어서 초기에는 단순히 임계값을 설정하여 히스토그램을 이용하기도 했지만 조명을 비롯한 다른 여러 조건 변화에 대해 강인성을 띄지 못한 결과를 보였다. 그래서 기존의 여러 가지 컴퓨터 비전 알고리즘을 이용한 여러 방법들[3-4]이 있다. 본 논문에서는 도로상에서의 차선들이 평행선과 직선으로 이루어져 있다는 특징을 기초로 해서 직선 검출에 가장 효과적이라고 알려져 있는 Hough 변환 기법을 이용하여 차선을 검출하고자 한다. 그림 1에서와 같이 디지털 카메라에서 얻은 입력 영상을 그레이 영상으로 변환하고, 직선 검출에 효과적인 Hough 변환을 이용하고자 한다. 그러나 Hough 변환의 단점이라 할 수 있는 많은 계산량을 줄이기 위해서 우리가 표현하고자 하는 도로만 나올 수 있도록 영상을 분할한다. 분할된 영역 속에서 OHT(Optimized Hough Transform)기법을 제안하고자 한다. OHT하고 난 후 나오는 여러 직선을 통합한 후 나온 검출된 여러 직선 속에서 영상하부 중심에서의 직선과의 거리를 계산하여 우리가 원하는 차선을 검출할 수 있다.

## III. 제안하는 차선 인식 기법

### 3.1 도로영역분리

획득한 도로 영상은 크게 도로 영역과 배경 영역으로 나눌 수 있다. 도로 영역에서 차선은 도로 부분과 확실히 구분되는 광감도 값을 가지고 있다. 도로 영상에서의 잡음을 제거하여 좀 더 나은 윤곽선 추출을 하기 위해서 이진화를 하였다. 즉 이진화란 그레이 영상에서 각 픽셀이 가지는 광감도 값을 이용하여 영상을 배경영상(ground)과 대상영상(object)으로 이진영상으로 분리하는 것을 말한다. 임계값(threshold)을 이용하여 이진화하고자 하면 임계값(T) 이상의 명도 값을 가지는 픽셀에는 255(흰색) 명도 값을 설정하고 임계값 미만의 값에는 0(검정색) 명도 값을 설정하게 된다.

반복 이진화를 통해서 얻은 영상에서 차선을 검출하기 위해 여러 에지 추출 연산자 중에서 대각선 방향으로 강인성을 보이는 소벨 연산자를 통해서 에지를 검출한다.

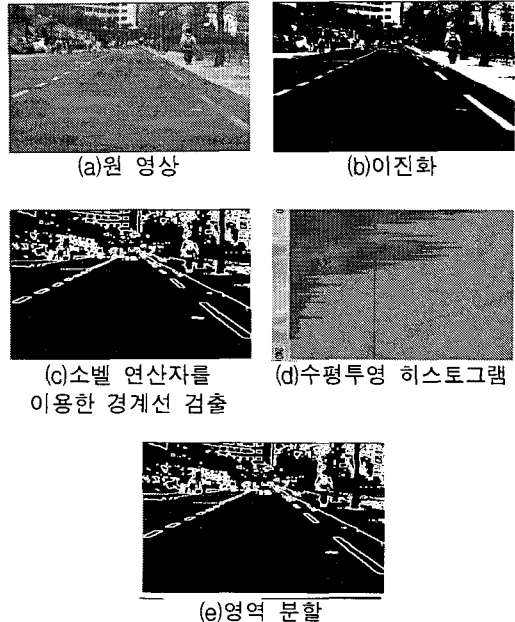


그림 2. 도로영역 분리  
Fig. 2 Load region separation

영상에서 차선 또한 아스팔트 도로 영역에 비해 확연한 값을 가지므로 소벨 마스크를 적용한다. 그러나 그림 2에서 보듯이 획득한 영상은 도로영역 외의 부분 특히 영

상의 상부에 건물, 자동차, 사람 등과 같은 배경 영상에 더 많은 픽셀을 가지고 있고 도로 영역에는 차선 외 주행 중인 자동차등의 요소로 인한 적은 픽셀을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다. 따라서 식 (1)을 이용해서 수평투영을 할 때 영상의 하부에서 상부로 픽셀 투영값을 조사하여 임계값 이하가 되는 영역만 도로 영역으로 가정한다. 이렇게 도로 영역에 대한 영상 분할로 인하여 차선 외의 영역에서 직선이 검출될 확률을 줄일 수 있었다.

$$P_H[i] = \sum_{j=0}^{col} H[i, j], P_H[i] < Threshold (= 100) \quad (1)$$

3.2 좌 · 우 차선 분류

도로 영역만 분할된 영상에는 여전히 여러 잡음들을 가지고 있다. 영상의 좌측이나 우측에 나타나는 잡음은 대부분 사람, 자동차, 나무 등 여러 요소가 있었다. 이런 잡음을 제거하기 위해서 앞에서 언급한 소벨 마스크를 적용한 에지 방향각과 에지 크기를 이용한다. 에지 크기와 윤곽선 방향각(φ)은 각각 식 (2),(3)과 같이 구할 수 있다.

이때 E<sub>direction</sub> 은 에지에 수직 방향을 이루고 있으므로 윤곽선 방향각(φ)은 이 E<sub>direction</sub> 에 90°회전시키면 얻어진다.

$$E_{magnitude} = \sqrt{c_1^2 + c_2^2} \text{ or } E_{magnitude} = |c_1| + |c_2| \quad (2)$$

$$E_{direction} = \tan^{-1} \frac{C_1(x, y)}{C_2(x, y)} \quad (3)$$

$$\phi = E_{direction} + \frac{\pi}{2} \quad (4)$$

영상에서의 윤곽선 방향각은 0° ~ 2π를 이루고 있지만 π ~ 2π값은 0° ~ 179°의 상대적인 값이기에 윤곽선 방향각을 0° ~ π값만 고려하기로 한다. 차선의 윤곽선은 수평과 수직방향은 나타나지 않고, 대각선을 형성하는 것을 알 수 있다. 따라서 도로 영역에서 윤곽선 방향각과 크기에 따른 히스토그램을 이용하면 도로 영역에서 차선의 특성을 확연히 알 수 있다. 아래 히스토그램에서 보듯이 왼쪽 차선인 경우는 약 45°에서 가장 큰 에지 크기의 함을 나타내고 오른쪽 차선이 경우에는 약 135°에서 가장 큰 에지 크기의 함을 나타낸다는 것을 알 수 있다[5-7]. 그러므로 에지 방향각만으로 왼쪽, 오른쪽 차선을 구분할 수 있다. 본 논문에서 도로 영상을 실험적으로 분석한 결과 원

쪽 차선은 약 30° ~ 60°의 에지 방향각을 나타내고 오른쪽 차선인 경우는 110° ~ 150°의 에지 방향각을 나타낸다는 것을 알 수 있었다. 이런 특성값을 이용하여 이 이외의 방향값을 가지는 픽셀을 잡음으로 처리하여 제거함으로써 도로 영역 영상에서 나타나는 좌측과 우측의 잡음을 상당히 제거할 수 있었다. 또한 위의 특징적인 윤곽선 방향값으로 각 픽셀에 좌 · 우 차선으로 구분할 수 있는 인덱스로도 사용하였다.

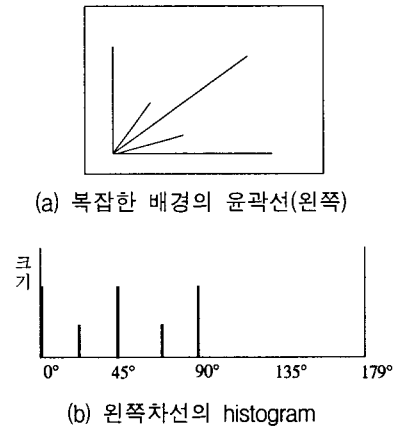


그림 3. 차선과 histogram의 관계  
Fig. 3 The relation between the lane and the histogram

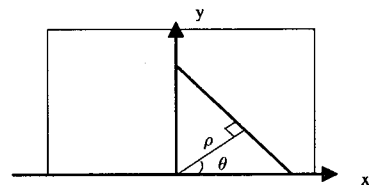


그림 4. 도로 영역에서 x,y 좌표계  
Fig. 4 X Y coordinates system in lane region

3.3 OHT(Optimized Hough Transform)

본 논문에서는 잡음이 제거된 영상에서 픽셀들을 직선으로 얻기 위해서 허프 변환을 적용하여 차선을 검출하고자 한다. 허프 변환은 xy-공간에서의 픽셀을 ρ-θ 공간으로 투영하여 최대 누적점을 찾아 역 허프 변환을 통해 xy-공간에서 직선을 찾는 것을 의미한다[8-9]. 그러나 허프 변환을 적용하는 경우 모든 픽셀에 대해 변환을 적용함으로써 인해서, 잡음에도 아주 민감하고 또한 계산량이 상당히 많아서 실시간적인 접근에의 어려움을 가지고 있다. 그래

서 본 논문에서는 이런 문제점을 해결하기 위해서 다음과 같은 제한점을 두었다.

첫 번째는, xy-공간 영상에서의 차선은 거의 사선의 형태를 이루고 있으므로 차선을 이루는 픽셀의 윤곽선 방향 각이 거의 일정한 범위의 값을 지니고 있으므로 일정한 범위 내의 윤곽선 방향각에 의한 한정된 픽셀을 선택함으로써 계산량을 감소시킨다.

두 번째는, 특징적인 윤곽선 방향값에 의해 좌·우 차선의 소속 픽셀로 분류를 할 수 있었다. 즉 그림 4에서처럼  $\Theta_p$ -공간에서 원점을 영상의 기저부분의 중간에 두어서 왼쪽 프레임에는 왼쪽 차선이 오른쪽 프레임에서 오른쪽 차선이 존재한다고 할 수 있다.  $\theta$  영역에서 왼쪽 차선에 해당하는 픽셀은  $[\frac{\pi}{2}, \pi]$ 에서, 오른쪽 차선에 해당하는 픽셀은  $[0, \frac{\pi}{2}]$ 에서만 계산을 함으로써 계산량을 대폭적으로 줄일 수 있었다. 여기서, 최대 누적점이란  $\rho\theta$ 공간에서 표현되는 직선 위에 최대 표현되는 픽셀의 수를 나타낸다. 허프 변환에서는 최대 누적점을 찾아 역변환하여 직선을 찾아내나, 도로영상에서는 파선 차선, 혹은 주차된 차량 등으로 차선이 일직선으로 연결되어 있지 않아서 정확한 차선으로 인식되지 않고 오히려 인도, 도로 영역 선 등이 차선으로 검출되어진다. 그러므로 누적값에 적절한 임계값을 정의하여 직선으로 검출하는 작업이 요구된다. 임계값을 너무 크게 잡으면 추출할 수 있는 직선이 한정된 범위에 나타나고, 너무 작게 잡으면 잡음으로 인한 오검출된 직선을 표현되어진다. 여기서는 임계값을 120으로 잡아서 검출했다. 제한한 OHT 알고리즘을 간단히 정리하면 표 1과 같다.

표 1. OHT 알고리즘  
Table. 1 OHT algorithm

<p>[단계 1] 각 픽셀에 왼쪽 윤곽선 방향각을 가지는 픽셀에 인덱스(a), 오른쪽 윤곽선 방향각을 가지는 픽셀에 인덱스(b)를 부여한다.</p> <p>[단계 2] 각 픽셀의 인덱스를 보고 왼쪽 차선의 픽셀인 경우 <math>\theta \in [\frac{\pi}{2}, \pi]</math>와 <math>\rho</math>의 파라미터에서 허프 변환을 적용한다.</p> <p>[단계 3] 오른쪽 차선의 픽셀인 경우 <math>\theta \in [0, \frac{\pi}{2}]</math>와 <math>\rho</math>의 파라미터에서 허프 변환을 적용한다.</p> <p>[단계 4] 각 파라미터의 누적 배열 값을 구한다.</p> <p>[단계 5] 누적 배열 값 중 임계값(실�허치 120)이상 가지는 <math>\rho, \theta</math>를 구한다.</p> <p>[단계 6] 위의 단계에서 구한 값을 역 변환하여 차선 후보인 직선을 검출한다.</p>
---

### 3.4 파선 차선 검출 및 통합

본 논문에서는 도로 영역에 OHT 적용하면 연결이 끊어지지 않은 차선은 임계값 이상의 누적 값에 의해 검출이 가능하나 연결이 끊어진 차선은 적은 픽셀 수로 인하여 임계값 이하의 누적값을 갖게 된다. 이로 인해 정확한 차선이 검출되지 않고 끊어지지 않은 주변 도로 영역을 구분하는 선, 혹은 인도선 등이 OHT에서 더욱 큰 누적값을 지니게 됨으로써 이 선들이 차선으로 대신 검출되어지는 결과를 보이고 있다. 따라서 본 논문에서는 연결이 끊어진 차선에 대하여 순차 연결 성분 기법을 응용한 파선 추출 알고리즘을 통해 차선을 검출한다.

위의 단계를 거친 차선 후보 직선들은 비슷한 각과 거리를 가지면서  $\theta, \rho$ 배열의 값이 커져 추출되는 경우가 많다. 따라서 비슷한 기울기와 절편을 가진 직선을 통합하여 표현하는 과정이 필요하다. 통합의 대상은 아래와 같이 분류할 수 있었다

표 2. 순차 연결 성분 기법을 응용한 파선 추출 알고리즘

Table. 2 The broken lane detection algorithm applied sequential connection component method

1. 도로영역의 영상을 상하, 좌우로 스캔한다.
2. 좌·우 차선에 라벨을 부여한다.
  - 1) 상 혹은 좌측의 이웃픽셀에 라벨을 가지고 있는 경우 같은 라벨을 붙인다.
  - 2) 상과 좌측에 같은 라벨을 가진 경우에는 같은 레벨을 붙이고, 다른 라벨을 가진 경우에는 상의 라벨을 붙인다.
  - 3) 라벨이 없는 경우에는 새로운 라벨을 붙인다.
3. 도로 영상에서 2의 과정을 반복 수행한다.
4. 각 라벨의 중심점을 특징점으로 설정한다.

$$G_{label} = \frac{P_{first} + P_{end}}{2} \tag{5}$$

5. 라벨링 그룹의 좌우 윤곽선 방향각의 평균값을 특징점에 할당한다.

$$P_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{P_{nu}} \phi_i(n: \text{라벨링 그룹의 총픽셀수}) \tag{6}$$

6. OHT 알고리즘을 적용한다. 이 때 배열 누적값의 임계값은 좌우 차선에 해당되는 레이블링 개수의 50% 이상이 되어야 한다.
7. 끊어진 차선이 검출된다.

①  $\theta$ 가 같으면서 비슷한  $\rho$ 를 가지는 경우

②  $\rho$ 가 같으면서 비슷한  $\theta$ 를 가지는 경우

본 논문에서는 차선 후보를 나타내는 특징인  $\theta, \rho$ 을 이용하여 통합을 시도했다. 이때 통합 대상 차선은 좌우 최대 누적값을 기준으로  $\rho$ 값은 10 이하와  $\theta$ 는 12 이하가 되

는 선분들로 정하였다. 이 범위에 속하는  $\theta$ 와  $\rho$ 값들은 영상 획득 시 카메라 왜곡상과 영상처리에 의한 픽셀들의 위치 차이 등으로 인해서 기인된 것이라 볼 수 있다. 이 위치에 있는 값들을 최대 누적값에 통합함으로써 여러 차선 후보로 검출된 차선을 단일한 차선으로 검출할 수 있었다.

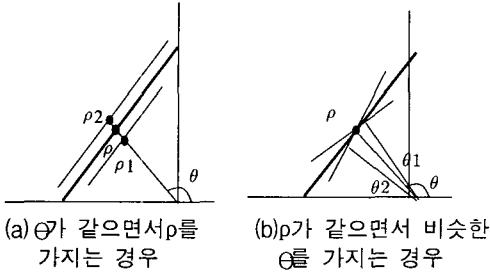


그림 5. 차선 통합  
 Fig. 5 The lane unification

### 3.5 차선 판정

통합 단계를 거치면서 왼쪽 차선과 오른쪽 차선 그리고 인도선 등의 유력한 차선 후보들이 검출됨을 알 수 있다. 여기서 차선만을 검출하기 위해서 먼저 좌우영역을 구분한다. 구분한 가운데 각각 좌우영역별로 영상의 최하위 중심점에서 후보 차선들과의 거리를 조사, 비교한다. 거리를 비교하여 최소의 거리를 지닌 직선을 차선으로 판정한다.

## IV. 실험 및 결과 분석

실험 데이터는 부산대학교 교내 도로와 구서동 도로 영상을 디지털 카메라로 획득했으며 시그마 캡처 보드를 이용하여 320×240 이미지 크기로 변환하여 256 그레이 Level인 영상에서 실험했다. 256 그레이 영상에서 도로영역과 배경영역을 수평투영을 이용하여 분리할 수 있었다.

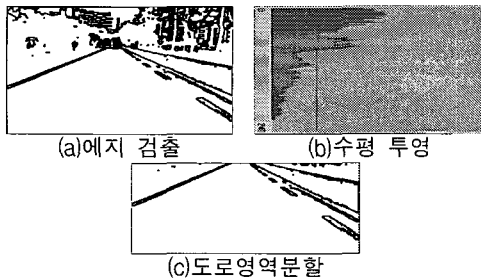


그림 6. 도로영역 분리  
 Fig. 6 Load region separation

도로 영역으로 분리된 영상에서 차선은 일정한 방향각 범위를 가지는 성질을 이용하여 유효한 방향각 히스토그램으로 차선이 아닌 주변의 잡음을 제거하고, OHT를 적용하기 위해 각 픽셀을 좌·우 차선에 대한 인덱스를 부여했다. OHT를 적용한 결과 그림 7(b)처럼 차선으로 검출될 수 있는 여러 후보 차선이 검출되었다

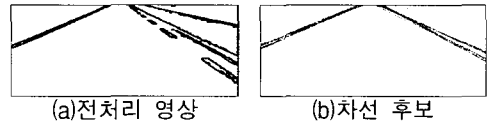


그림 7. OHT를 이용한 차선 후보 검출  
 Fig. 7 The lane candidate detection using OHT

이렇게 OHT를 적용하여 차선을 의미하는 직선을 검출할 수 있었으나, 그림 8(a)에서와 같이 파선된 차선인 경우 임계값 범위에 포함되지 않아 그림 8(a')처럼 왼쪽 파선된 차선이 나타나지 않는 경우가 있다.

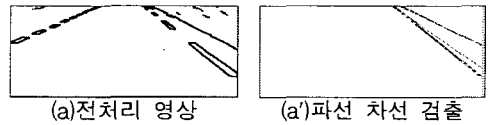


그림 8. OHT로 검출된 파선 차선  
 Fig. 8 The broken lane detected OHT

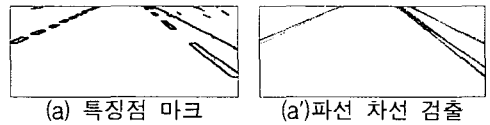


그림 9. 특징점 이용한 OHT로 검출된 파선 차선  
 Fig. 9 The broken lane detected OHT using characteristic point

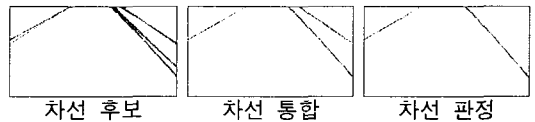


그림 10. 차선 통합  
 Fig. 10 The lane unification

파선 차선을 검출하기 위해서 순차 연결 성분 기법을 응용한 파선 추출 알고리즘으로 레이블링 과정을 수행한 결과 그림 9와 같은 차선 후보를 검출할 수 있었다.

위의 과정에서 검출된 차선 후보에서 서로 비슷한 위치에 있는 직선을 통합하는 과정이 필요하고, 또한 여기서 점과 직선 사이의 거리를 구해서 최소거리에 있는 것을 차선으로 판정하여 차선이 검출된 결과는 그림 10과 같다.

그림 11은 원영상에서 차선 검출된 결과를 보여주고 있다.



그림 11. 여러 도로 상에서 검출된 차선  
Fig. 11 Detected lane sample

Hough 변환은 기본적으로 모든 방향에 대하여 행해지나, OHT는 픽셀의 윤곽선 방향각에 의한 전처리와 좌·우 차선의 인덱스로 한정된 방향에서만 수행되어졌다. 표 3은 HT와 OHT를 성능을 비교한 결과이다.

표 3. 차선 검출 결과  
Table. 3 The result of lane detection

구분	획득영상	차선 검출 성공	차선 검출 실패	성공률	검출 시간
교내 도로	100	92	8	92%	1.2sec
구서동 도로	150	137	13	91.3%	

표 4. FT와 OHT의 성능비교  
Table. 4 The performance comparison of FT and OHT

구분	차선검출 성공률	차선 정확도	오검출률	속도비
HT	80 %	95 %	20%	1
OHT	91.6 %	98 %	9%	0.24

## V. 결 론

본 논문은 첨단차량도로시스템 개념 중에 하나인 ASV를 위한 가장 기본적인 연구로써 차선인식을 위한 차선 검출에 관한 연구를 수행하였다. 그리고 차선인식을 위해 기존의 Hough 변환을 최적화하기 위한 알고리즘을 제안

하였다. 차선인식을 위한 전 단계로 OHT를 이용한 차선 검출을 수행하는 과정은 이렇게 표현된다.

디지털 카메라로 획득한 영상을 그레이 영상으로 변환하고 320×240 영상으로 도로 영상을 획득했다. 이 영상을 수평 투영을 통해 배경영역과 도로영역으로 분리함으로써 전체 시스템에서 처리 속도를 향상시킬 수 있었다. 도로 영역에서 차선은 사선형태를 띄고 있어서 일정한 윤곽선 방향으로만 픽셀이 존재하는 것을 알 수 있었고, 이 점을 이용해서 최소의 차선 후보 픽셀만 추출할 수 있었다. 각각의 픽셀에 OHT 알고리즘을 적용하여 우리가 구하고자 하는 차선의 검출할 수 있었다. 그러나 파선된 차선은 한정된 픽셀 수로 인해 이 파선된 차선을 추출하기 위해 레이블링을 하고 레이블링한 그룹의 평균점을 특징점으로 하여 OHT를 재적용하여 파선된 차선을 검출할 수 있었다. 무의미한 차선 후보를 통합하기 위해 특징점에 기반한 최소거리를 이용하고 이렇게 검출된 차선을 점과 직선과의 거리를 구해서 최소거리에 있는 직선만을 차선으로 판정하여 안정적이고 정확한 차선으로 검출됨을 알 수 있었다.

## 참고문헌

- [1] 지능형 교통시스템(ITS)을 통한 교통체계화 추진방안, 전파, 1~2월 통권, 92호, 2000
- [2] 이구도, “지능형 교통시스템(ITS)을 위한 첨단 차량 제어 시스템(AVCS)”, 월간 자동제어 계측, pp.154-160
- [3] Albert Broggi, “A Massive Parallel Approach to Real-Time Vision-Based Road Markings Detection,” Proc. IEEE Intelligent Vehicle Symposium, pp. 219-224, 1993
- [4] Massimo Bertozzi, Albert Broggi, and Alessandra Fascioli, “Vision-based intelligence vehicle: State of the art and perspective,” Robotics and Autonomous System 32, pp1-16, 2000
- [5] 이응주, “그룹화 블록 스네이크 알고리즘을 이용한 차선 추출”, 멀티미디어학회 논문지, 제3권, 5호, pp. 445-453, 2000
- [6] 나재호, “블록 스네이크를 이용한 다차선 검지에 관한 연구”, 한국과학기술원 석사학위논문, 1997
- [7] Joon-Woong Lee, and In-So Kweon, “Extraction of Line

Features in a Noisy Image," Pattern recognition, Vol 30. No.10, pp. 811-824, 1997

- [8] Linfeng Guo, and Opas Chutatape, "Influence of discretization in image space on Hough transform," Pattern recognition, Vol.32 No.4, pp. 635-644, 1999
- [9] Stavros J.Perantonis, Basilios Gatos, and Nikos Papamarkos, "Block decomposition and segmentation for fast Hough transform evaluation," Pattern recognition, Vol.32, No.5, pp. 811-824, 1999

저자소개



**박 재 현(Jae-Hyeon Park)**

2001년 부산대학교 영상정보공학 석사 졸업  
2003년 부산대학교 전자계산학과 박사과정 수료

※ 관심분야: 개체추적, 영상처리 및 컴퓨터비전



**이 학 만(Hack-Man Lee)**

1999년 부산대학교 전자계산학과(이학석사)  
2003년 부산대학교 전자계산학과 박사과정 수료

※ 관심분야: 컴퓨터 비전, 영상처리

**조 재 현(Jae-Hyun Cho)**

현재 부산가톨릭대학교 컴퓨터공학과 부교수



**차 의 영(Eui-Young Cha)**

1979년 경북대학교 전자공학과 졸업  
1982년 서울대학교 전자계산학과 석사 졸업

1998년 서울대학교 컴퓨터공학과 박사 졸업.  
1981년~1985년 한국전자기술연구소 연구원  
1995년~1996년 University of London 방문교수  
1985년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수  
※ 관심분야: 컴퓨터비전, 신경망 이론, 웨이블릿