

## 서브 블록 차선 검출에 기반을 둔 고속 차선이탈 경보 시스템

\*김혜진 \*이동희 \*박경원 \*강동욱

국민대학교

\*jinny948@naver.com

## Fast Lane Departure Warning System Based on Sub-Block Lane Detection

\*Kim, Hye-Jin \*Lee, Dong-Hee \*Park, Kyeong-Won \*Kang, Dong-Wook

Kookmin University

## 요약

본 논문에서는 허프변환 및 HSV 색변환을 이용한 효율적인 차선검출의 최적화 알고리즘을 제안한다. 차선 검출의 고속화를 위해 차선과 카메라의 위치를 감안하여 고정된 관심영역(ROLLB)을 정하고 검출 영역을 감소시킨다. 정해진 관심영역 내에서 허프변환을 적용해 차선을 검출하고 이를 위해 Sobel Mask와 Threshold를 사용한다. 또한, HSV 색 공간을 이용하여 황색 선과 백색 선을 구별해내며 차선 이동 시에 "MOVEMENT"이라는 문자열을, 중앙선을 넘어가면 "DANGEROUS"이라는 문자열을 출력한다. 제안하는 방법의 실험 결과는 복잡한 도로 동영상에서 효과적으로 차선을 인식하고 색 구별을 하였으며 제안 방법의 유효성을 검증하기 위해 다양한 실제 차선 패턴을 대상으로 한 실험결과를 제시한다.

## I. 서론

자동차가 운전자에게 제공하는 여러 가지 기술적인 편리함은 오래 전부터 꾸준히 발전되어온 IT기술과 미래지향적 아이디어와의 결합이 이루어낸 성과물이다. 그 중에서도 무인자동차 주행시스템과 같이 운전자의 직접적 조정 없이도 설정된 차선에서 차간거리와 장애물을 인식해가며 무사히 목적지까지 도달할 수 있는 기술은 매우 각광받고 있다. 하지만 운전자의 직접적 조정이 없이 주행하는 자동차는 여러 가지 급작스런 사고의 위험성이 있는 만큼 확고한 기술력을 바탕으로 빠른 주행정보처리와 차선을 정확하게 인식하게 하는 것은 필수요소이다. 따라서 차량의 안전한 운행을 위한 중요한 여러 기술들 중 지능형 차선검출 시스템의 중요성에 대한 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

특히 현재 진행되어지고 있는 AVS(Advanced Vehicle System) 연구에는 차선 이탈이나 추돌 사고를 미연에 방지하는 운전자 보조 시스템에서 향후 완전 자율 주행 차량까지 연구 범위가 매우 다양해지고 있다.

이러한 지능형 차선검출 시스템을 구현하기 위해서 필요한 근본적인 정보는 차량이 주행 중인 도로에서 시스템의 백색 차선 및 노란색 중앙차선에 대한 인식이다. 특정한 색을 가지는 선 모양의 차선을 인식하기 위해서는 대표적으로 색상의 특성을 활용하는 방법(HSV)과 선형적인 특성(Hough Transform)을 이용하는 방법 등이 있다.[1],[2]

본 논문에서는 기존의 유연성 있는 관심영역과는 달리 차선이 존재할 만한 위치에 블록을 고정시켜 HSV로 중앙선과 백색 차선을 인식하며 Hough 변환을 통해 직선 검출을 한다.[3] 이는 서브블록의 위치 계산 과정을 제거하고 시간을 단축시키기 위함이다. 또한, 차선 인식 과정을 거쳐 도로정보를 추출해내고 차선 정보를 이용하여 LDWS(Lane Departure Warning System)을 제시한다.

## II. 본론

## 1. HSV 색 공간을 이용한 중앙선 검출

PC용 CCD 카메라를 통해 촬영한 도로주행영상에서 노란색 중앙 차선을 검출한다. RGB 컬러영상을 HSV 컬러모델로 변환하고, 변환된 컬러모델에서 채도(Saturation) 성분을 이용하여 노란색 중앙차선을 검출한다.[2] Fig 1(a)의 노란색 중앙차선 영역을 Fig 1(b)와 비교해 보면 채도(Saturation) 성분의 값이 다른 영역에 비해 높은 값을 가지는 것을 알 수 있다.

CCD 카메라를 통해서 입력받은 RGB 컬러영상을 하드웨어의 성능을 고려하여 ROI영역을 지정하여 처리할 데이터를 최소화 한다. 4개의 ROI영역에서 노란색 중앙차선의 검출은 왼쪽에 위치한 두 개의 서브블록에서만 노란색을 검출한다.



Fig 1. 효율성을 높이기 위한 전처리 과정

## 2. 차선 패턴 검출과 차선이탈경보시스템(LDWS)

차선이탈경보시스템(LDWS)은 차량이 운전자의 의도와 상관없이 주행 중인 차선을 벗어나려고 할 때 운전자에게 경보를 울리게 함으로써 사고의 가능성을 미리 차단할 수 있다. 따라서, 이는 주행 중인 차량의 바퀴가 차선을 벗어나기 직전에 작동되는 것을 목표로 해야 한다. 알려진 바로는 도색된 차선마크를 인식할 수 있는 가장 적절한 컴퓨터 비전기술을 이용하는 것이지만,[4] 본 논문에서는 Hough 변환에 따라 계산된 (x, y)좌표의 변화율과 기울기로 차선을 벗어날 수 있는 가능성을 연구하고, 옆 차량에 유무에 따른 문자열을 출력시킨다.

또한, 이를 적용하기 위해 영상을 gray로, gray에 Sobel Mask 사용

하며 이것을 이진화 영상으로 변환시킨다. 또한 옆 차선에서 다른 차량이 보이거나 앞에 장애물이 있는 경우, "Left(Right/Front) Obstacle"의 문자열을 띄운다. 차선 이동 중일 경우 역시 "MOVEMENT"라는 문자열을 출력한다.[4]

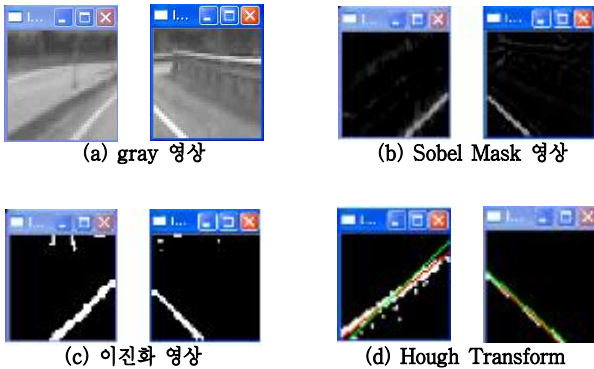


Fig 2. 허프 변환(Hough 변환)을 통한 차선 검출 과정



Fig 3. 경고 문자열

4. 제안 알고리즘 및 실험결과

본 논문에서는 서브블록 내에서 직선 검출로 차선을 인식하고 이를 통해 다음 알고리즘으로 직선 구간, 곡선 구간, 차선이탈경고의 구간, 차선변경 구간을 구별한다.

(1) 실험 영상

본 논문에서 실험으로 사용된 동영상의 시간은 00:03:56 이고, 초당 프레임 수는 24frame으로 총 5664프레임이다.



Fig 4. 실험 영상

(2) 관심 영역의 고정

기준에 있던 유연성 있는 블록을 차선이 있을 만한 자리에 고정시켰으며 이로 인해 블록의 위치 계산과정을 줄여 차선을 인식하는 속도가 높아졌음을 알 수 있다.

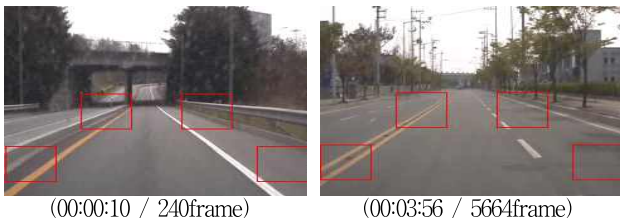


Fig 5. 관심 영역

(3) 직선 도로일 경우

4개의 블록 중 적어도 1개 이상의 블록에서 직선이 검출이 되고, 상하 블록의 직선의 기울기가 같으면 올바른 직선구간을 주행 중이며 "STRAIGHT LANE"이라는 문자열을 출력하고 3초 후에 사라진다.



Fig 6. 직선 도로에서의 차선 검출 예

(4) 중앙선이 검출되는 경우

차선이 한 개일 때와 여러 개일 때, 왼쪽 블록들 중 하나 이상의 블록에서 중앙선이 검출되는 경우, 침범하지 못하도록 "FIRST LANE"이라는 문자열을 출력하며 3초 후에 사라진다. 이 때 중앙선은 HSV 색 변환을 이용해 검출한다.

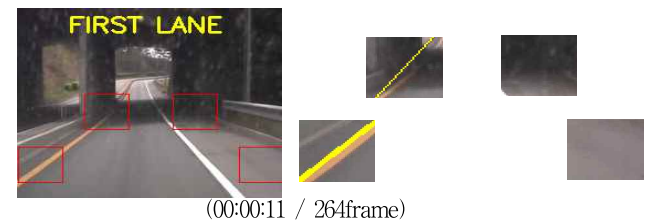


Fig 7. 중앙선 검출의 예

(5) 차선 변경 중일 경우

54sec일 때 차선 변경이 일어났으며 약 50frame이 지난 후에야 변경이 완료가 되었다. 블록에서 검출된 직선이 각각의 프레임의 일정한 범위에서 벗어나면 차선 변경 중이며 "MOVEMENT"라는 문자열을 출력하고 이동한 후에 사라진다.

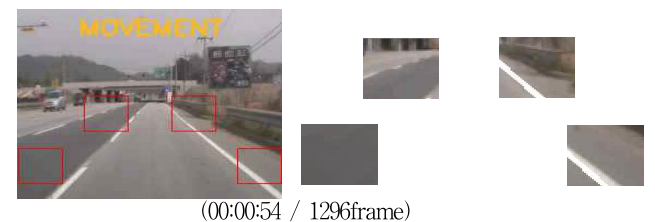


Fig 8. 차선 변경의 예

(6) 장애물이 있을 경우

본 실험에서는 약 70frame이 지났을 때까지 기울기가 불규칙하게 나타나거나 전 프레임과 비교했을 때 기울기가 갑자기 변하면 장애물이 있다는 문자열을 출력한 후 3초 후에 사라진다.



Fig 9. 전방 장애물의 예

(7) 곡선 도로일 경우

00:00:20부터 00:00:35까지가 곡선주행구간이며 이 구간에서는 직선 구간에서 직선의 기울기에 비해 더 완만하고 왼쪽 아래 블록

과 오른쪽 위 블록에서만 직선이 검출된다. 기울기를 비교하고 직선이 나오는 구간을 구별해 "CURVE"라는 문자열을 출력한 후 3초 후에 사라진다.



Fig 10. 곡선 주행의 예

### III. 결론

본 논문에서는 관심영역에 대한 신속한 차선 검출과 HSV색 변환을 통한 백색 차선과 중앙 차선의 구분 방법에 대해 제안했다. 이는 고정된 카메라와 차선의 특성을 기반으로 관심영역을 추출하고 또, 이를 통해 차선을 검출함으로써 계산량을 줄이고 처리 속도를 증가시킬 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- [1] 박용기, 디지털 멀티미디어개론, pp33-35, 2002.
- [2] <http://blog.naver.com/pkban?Redirect=Log&logNo=130078997874>
- [3] 정차근, "관심영역(ROI-LB)의 최적 추출에 의한 차선검출의 고속화," 방송공학회논문지 14권 2호, pp. 253-264, 2009.
- [4] <http://blog.naver.com/shylove2456?Redirect=Log&logNo=150115090912>
- [5] 신봉률, "차선유지보조시스템 최적 Route 설계 방안 검토 및 기술동향 파악," 자동차공학회, 2006.
- [6] J. Illingworth and J.Kittler, "A survey of the Hough transform", Computer Vision, Graphics, and Image Proc., vol 44. pp.87-116, 1988.