

차량용 블랙박스를 위한 임베디드 차선감지 영상처리 알고리즘 개발

이수영^{1*}, 류지형², 이창구²
¹서울산업대학교 전기공학과, ²전북대학교 전자공학부

Development of Embedded Lane Detection Image Processing Algorithm for Car Black Box

Soo-Yeong Yi^{1*}, Ji-Hyoung Ryu² and Chang-Goo Lee²

¹Department of Electrical Engineering, Seoul National University of Technology

²Division of Electronics Engineering, Chonbuk National University

요약 차량용 블랙박스는 사고 순간의 영상, 위치, 시간, 그리고 충격량등의 정보를 기록함으로써 사고원인을 규명하기 위한 용도로 사용되고 있다. 하지만 이러한 기능과 더불어 운전자의 안전운전을 유도하여 사고를 미연에 방지하기 위한 기능이 보다 필요하다. 사고방지 기능의 대표적인 것이 차선이탈경보 기능이다. 차선이탈 경보기능을 구현하기 위해서는 차선인식을 위한 영상처리 과정이 선행되어야 하며 일반적으로 영상처리 알고리즘은 매우 많은 데이터량과 복잡한 알고리즘 구조 때문에 많은 계산량을 요구한다. 따라서 본 논문에서는 비교적 적은 계산으로 차량용 블랙박스의 실시간 도로영상으로부터 차선을 인식하는 효율적인 임베디드 영상처리 알고리즘에 대해 기술한다.

Abstract Car black box helps to investigate the cause of accident by recording time, position and videos as well as shock information. In addition, the car black box need a function to support safe driving for preventing accident. The representative driving support function is a lane departure warning. In order to implement the function, it is necessary to carry out the image processing to detect the lane first. The image processing algorithm requires computational burden to handle so much data and complicated structure of algorithm. This paper describes the efficient image processing algorithm with relatively low amount of computation for car black box embedded platform to detect lanes from the real-time lane image.

Key Words : Car black box; Lane detection, Embedded algorithm; Hough transform

1. 서론

원래 블랙박스는 항공기의 비행 상태를 나타내는 각종 센서 데이터와 조종사의 음성과 같은 비행기록을 실시간으로 저장하여 항공기 사고의 원인을 규명하고 재발을 방지하기 위해 사용하는 것이다. 근래 기술의 발전으로 저가격화가 가능해지면서 버스나, 택시와 같은 차량에도 블랙박스를 장착하는 것이 가능해졌다. 그러나 근래 통상적으로 일컫는 차량용 블랙박스는 차량의 운행상태를 나타내는 다른 센서 데이터 보다는 주로 차량 전면에서의 영상만을 기록하므로 차량용 영상기록장치라는 표현이

보다 적당하다고 하겠다[1]. 향후에는 영상정보 뿐만 아니라 자동차내의 모든 운행 정보, 즉 엔진 회전수, GPS 정보, 브레이크, 가속페달, 조향각도, ABS 작동여부 등의 신호를 실시간으로 기록하는 진정한 의미의 차량용 블랙박스가 개발될 것으로 예상된다.

차량용 블랙박스는 사고순간의 영상을 기록하여 사고원인을 규명함으로써 운전자간의 시비를 가리는 중요한 증거로 사용되므로 운전자 스스로 안전운전을 유도하는 예방차원의 효과도 있다. 이에 따라 지식경제부 산하의 기술표준원에서는 최근에 차량용 블랙박스의 국가규격을 제정, 고시하였으며, 근래에는 상용차뿐만 아니라 개인승

*교신저자 : 이수영(suylee@snut.ac.kr)

접수일 10년 06월 24일

수정일 10년 07월 21일

게재확정일 10년 08월 10일

용차에도 장착이 보편화되는 추세에 있다. 아직까지 우리나라는 버스 등 1000여대의 상용차량에만 차량용 블랙박스가 장착되었지만 미국은 2억대의 경승용차중 15%가, 그리고 2004년 이후 출시된 승용차의 80%가 블랙박스를 장착하고 있다. 일본은 영업용 차량 4만대, 일반 승용차 2만대 등 6만대의 차량에 블랙박스를 장착하고 있으며, 특히 유럽은 2010년부터 모든 차량에, 미국은 2011년부터 4.5톤 이하의 모든 차량에 블랙박스 장착 의무화를 추진중이다[1]. 이에 따라 국내외에서 매우 다양한 차량용 블랙박스 제품군이 시장에 출시되고 있다.

향후에는 차량용 블랙박스 단말기의 정보를 차량외부 네트워크를 이용해 교통사고 정보를 경찰, 119구조센터에 자동 통보함으로써 신속한 환자후송, 교통처리 등이 가능한 통합 정보시스템 구축이 가능할 것이다. 차량용 블랙박스의 일반적인 기능은 다음과 같다.

- 사고 영상 저장 기능 : 충돌센서를 이용하여 주행중 발생하는 충돌사고를 감지하고, 사고 전후의 영상을 자동녹화, 영구폴더 생성
- 차량 운행 데이터 기록 : 자동차의 ECU(Engine Control Unit) 및 GPS(Global Positioning System) 데이터와 연계하여 차량 운행시간, 평균속도, 위치등 운행상황을 기록
- 기록된 운행 데이터 분석 : 사고 영상, 주행상황, 주변 교통상황, 기상 등 주요 데이터를 분석하여 사고 시 원인규명



(a) 블랙박스 장착 모습



(b) 기록 영상

[그림 1] 차량용 블랙박스 장착 및 기록 영상 예

이와 같이 차량용 블랙박스의 주된 기능이 사고의 원인을 규명하는 것이지만, 운전자의 안전운전을 유도하여 사고를 미연에 방지하기 위한 기능이 보다 필요하다. 이러한 기능의 대표적인 것이 차선이탈경보 기능인데, 이는 차량용 블랙박스에 장착되어 있는 카메라를 이용하여 운전자의 부주의나 졸음등으로 인한 차선이탈을 경보함으로써 사고이전에 안전운전을 도모하기 위한 것이다. 차선이탈 경보 기능을 구현하기 위해서는 블랙박스 카메라의 실시간 도로영상을 분석하여 차선을 인식하는 영상처리 과정이 선행되어야 한다.

일반적으로 영상처리 알고리즘은 매우 많은 데이터량과 복잡한 알고리즘 구조 때문에 많은 계산량을 요구한다[2]. 기존에 개발된 차선인식 영상처리 알고리즘은 PC와 같은 강력한 계산능력을 갖는 컴퓨터를 대상 플랫폼으로 하여 개발되었으며, 높은 차선인식 성공률을 갖는다. 차량용 블랙박스와 같은 임베디드 플랫폼은 PC에 비해 메모리 용량과 계산능력이 매우 낮은 수준이므로 계산량의 측면에서 효율적인 차선인식 영상처리 알고리즘 개발이 필요하다. 본 논문에서는 차량용 블랙박스 카메라의 실시간 도로영상으로부터 차선을 인식하는 효율적인 임베디드 영상처리 알고리즘에 관해 기술한다.

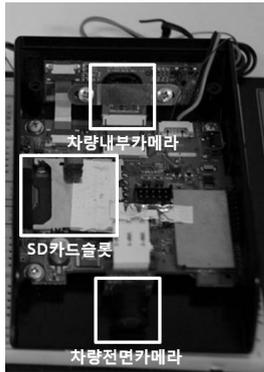
차선인식 영상처리 알고리즘은 차량 블랙박스와는 별도로 오래전부터 지능형 자동차의 자동주행 기능을 구현하기 위한 목적으로 연구되어 왔다. 자동주행 시스템 관련 대표적인 연구로는 1986년도에 설립된 UC Berkeley 대학의 ITS(Institute of Transportation Studies)를 중심으로 수행되고 있는 캘리포니아 PATH(Partners for Advanced Transit and Highways) 프로젝트를 들 수 있다 [3]. PATH 프로젝트는 교통류 및 교통정보에 관한 전략 연구, 운전자의 운전습관, 운전자와 자동차의 상호작용등 교통문제에 관한 광범위한 연구를 수행하고 있으며, 또한 지능형 교통 시스템(ITS: Intelligent Transportation System) 구현을 위하여 차선인식 영상처리 알고리즘 개발에 관한 연구를 진행하고 있다[4].

한편 국내에서도 몇몇 대학의 단위 연구실에서 무인자동차 자율주행시스템을 구현하기 위한 차선인식 영상처리 알고리즘 개발에 관한 연구가 진행되었다[5][6][7]. 최근에는 자동차-IT 기술을 융합하기 위한 대규모 지능형 자동차 프로젝트가 정부산하의 연구기관을 중심으로 준비되고 있는데, 지능형자동차 구현을 위한 단위기술로서 영상기반의 차선인식 연구는 필수적이라고 할 수 있다 [8].

2. 차량용 블랙박스를 위한 차선인식 영상처리 알고리즘

본 논문에서 사용된 차량용 블랙박스를 그림 2에 보인다. 두 개의 CMOS 카메라 센서가 차량의 안쪽과 바깥쪽을 볼 수 있게 설치되어 있고, 자체의 실시간 OS를 통해 시스템의 태스크 스케줄링, 통신, 동기화, 메모리 관리 등을 담당하고 있으며 파일시스템 등을 올리기 위한 SD 카드 인터페이스를 지원하고 있다. 두 개의 카메라중에서 차선인식에 사용되는 카메라는 바깥쪽을 볼 수 있도록 설치된 전면부 카메라이다. 기본적인 사양을 정리하면 다음과 같다[9]:

- 마이크로프로세서 : MV8652CAB(ARM9 기반)
- 운영체제 : Nucleus
- 메모리 : 내부(1Gb), 외부(SD card 16Gb)
- 카메라렌서 사양 : 내외부 듀얼 카메라, 1.3M 픽셀, 640x480 해상도, 30 FPS(Frame Per Second)



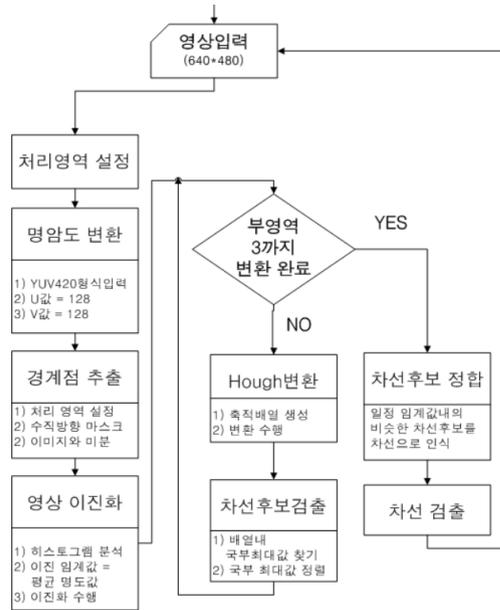
[그림 2] 개발에 쓰인 차량용 블랙박스

본 논문을 통해서 개발한 차선인식 영상처리 알고리즘의 흐름도는 그림 3과 같다. 알고리즘의 각 단계를 다음에 서술한다.

■ 영상처리 영역 설정

도로에 설치된 감시용 카메라 영상에서와는 다르게 차량에 설치된 블랙박스로 얻은 영상에서 그림 1 (b)와 같이 도로차선은 영상의 전영역이 아니라 지평선 하단, 차체 상단의 중간 일부영역에서만 나타난다. 따라서 차선인식을 위한 영상처리 과정에서 계산의 효율성을 위해 관심영역(ROI, Region-Of-Interest)을 그림 4와 같이 제한 설정할 필요가 있다[8]. ROI 제한은 임베디드 영상처리에 있어서 계산량을 줄이는 장점이 있지만, 영상의 전영역에 차선이 나타나는 일반적인 영상처리 경우에 비해서

정보량이 훨씬 적으므로 차선인식률이 낮아지는 요인이 될 수 있다.



[그림 3] 차선인식 영상처리 알고리즘 흐름도



[그림 4] 영상처리 영역(ROI) 설정

■ 영상 포맷

컬러영상 포맷들 중에서 YUV420 형식은 RGB 형식에 비하여 영상 메모리를 적게 사용하므로 활용할 수 있는 메모리 자원이 적은 임베디드 시스템에서 주로 사용하는 형식이다. 본 논문에서 사용된 차량용 블랙박스도 컬러영상 포맷으로 YUV420 형식을 사용한다. YUV420 형식의 영상은 다음 식에 따라 RGB 형식 영상으로 변환될 수 있다:

$$R = Y + 1.4075 \times (V - 128) \quad (1)$$

$$G = Y - 0.3455 \times (U - 128) - 0.7169 \times (V - 128)$$

$$B = Y + 1.7790 \times (U - 128)$$

차선인식을 위한 영상처리 과정에서 차선의 색깔을 고려하지 않는다면, YUV420 형식의 영상에서 밝고 어두운 정도, 즉 명도값을 나타내는 Y값만을 선택함으로써 손쉽게 컬러영상을 명암도(Gray scale) 영상으로 변환할 수 있다. 이러한 명암도 영상은 위 식 (1)에서 U와 V값을 128로 설정한 것과 같다. 다음 그림 5는 차량용 블랙박스에서 오는 컬러 영상으로부터 이와 같은 과정을 통해 얻은 명암도 영상이다.



[그림 5] 명암도 영상

■ 영상 경계점(edge) 추출

영상에서 차선에 해당하는 화소는 주변의 다른 화소들에 비해 다른 명도를 가지게 되므로 주위의 화소들과 경계를 이루게 된다. 영상의 경계를 추출하기 위한 방법으로 영상의 각 화소들에 대해서 1차 미분을 구하는 방법이 사용되는데, 일반적으로 많이 적용되는 1차 미분 소벨(Sobel) 마스크는 구현이 쉽고 모든 방향의 경계를 추출하기 때문에 많이 사용된다[10].

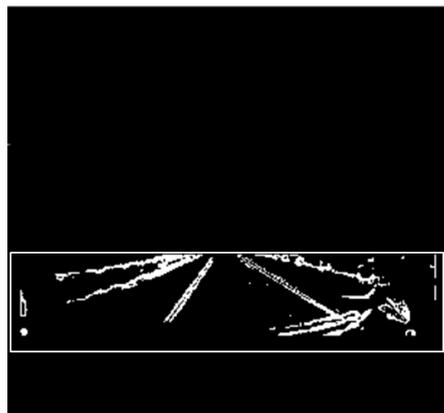
차량의 주행과정에서 나타나는 차선은 영상에서 주로 수직방향으로 나타나기 때문에 본 논문에서는 수직방향 소벨 마스크만 적용하였다. 다음 그림은 전술한 영상처리 영역에 소벨 마스크를 적용하여 얻은 경계추출 결과를 보여준다.



[그림 6] 수직방향의 경계추출 결과

■ 영상 이진화

영상 이진화는 영상내에서 원하는 객체를 찾기 위한 것으로 그레이 영상의 각 화소값을 0, 255의 흑백값으로 변환하는 것이다. 흑백 변환을 위해서는 변환의 기준값, 즉 임계값(Threshold) 설정이 필요하다. 임계값을 설정하는 방법에는 하나의 임계값을 영상 전체에 적용하는 전역적 이진화와 영상의 각 영역마다 서로 다른 임계값을 적용하는 지역적 이진화 방법이 있으며, 임계값을 구하는 방법도 적응 임계값 알고리즘등 여러 가지 방법이 있다. 그러나 이러한 방법들은 많은 계산량을 필요로 하므로 임베디드 플랫폼에 적용하기에는 무리가 있다. 따라서 본 논문에서는 단순히 앞에서 설정된 영상처리 영역내의 각 화소들의 평균 명도값을 구하여 이를 임계값으로 설정하고 영상을 이진화하는 방법을 적용하였다. 다음 그림 7은 이를 통해 얻은 이진 영상이다.



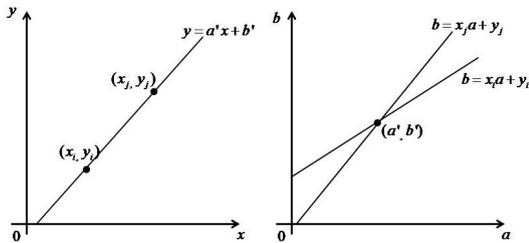
[그림 7] 명도 평균값을 임계값으로 사용한 이진화

■ Hough 변환

이진화를 통해 얻은 백색(화소값 255)의 영상 특이점들로 부터 차선을 나타내는 직선 성분이 있는지를 판단하기 위해서 Hough 변환을 이용하였다. Hough 변환은 그림 8과 식 (2)와 (3)에서 설명하는 바와 같이 직선 $y = ax + b$ 상의 점들을 기울기 a 와 절편 b 로 이루어지는 매개변수 공간상의 한 점으로 변환하는 것이다[10]. 즉, 영상공간에서 동일 선분상에 있는 특이점들은 매개변수 공간상에서 하나의 교차점을 형성하므로, 이 교차점들을 탐색하여 영상공간에서의 선분 요소들을 탐색한다.

$$y_i = ax_i + b \tag{2}$$

$$b = -x_i a + y_i \tag{3}$$

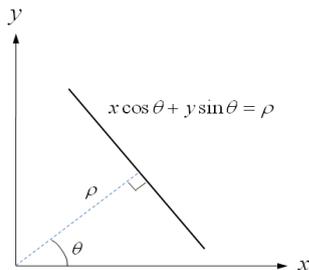


[그림 8] 2차원 영상공간에서 매개변수 공간으로 Hough 변환

식 (2)와 같은 직선의 표현은 기울기가 무한대에 접근할수록 수치오차가 커지게 되므로, 일반적으로 식 (2)와 같은 직선식을 다음과 같은 극좌표 형식으로 표현하여 사용한다.

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho \tag{4}$$

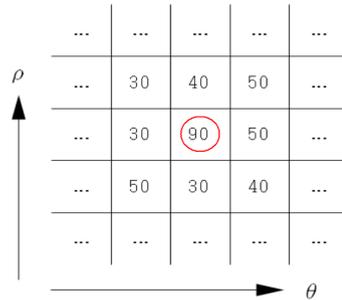
여기에서 θ 는 $[0, \pi]$ 의 범위를 가지며, ρ 는 영상공간에서 원점으로부터의 거리를 의미하므로 영상처리 영역(ROI) 설정에 따라 범위가 달라질 수 있다.



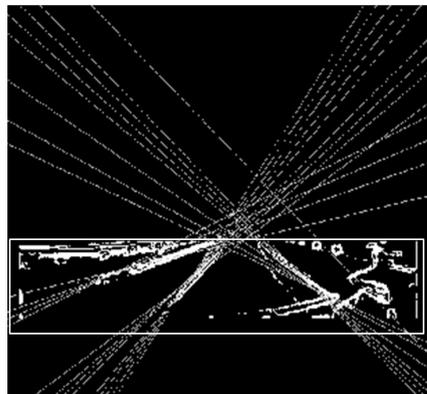
[그림 9] Hough 변환을 위한 극좌표계 표현
Hough 변환을 통해 차선감지를 구현하기 위해서는 우

선 매개변수 $\theta - \rho$ 공간을 이산화한 2차원 축적 배열(accumulator array)을 만들어야 한다. 그리고 하나의 영상 특이점을 Hough 변환하고, 이에 대응되는 $\theta - \rho$ 공간의 배열원소들을 1씩 증가시킨다. 이 과정을 모든 영상 특이점들에 대해서 반복한 후, 이 과정이 끝나면 $\theta - \rho$ 공간에서 국부 최대점(local maximum position)을 탐색해야 한다. 축적 배열의 크기는 θ 와 ρ 의 범위에 따라 달라질 수 있으므로, 앞서와 같이 영상처리 영역을 제한하는 것은 차량용 블랙박스과 같은 임베디드 플랫폼에서 제한된 메모리 자원 관리와 국부 최대값 탐색에 필요한 계산시간 단축에 유리하다.

이산화된 $\theta - \rho$ 공간 축적배열 내에서 탐색을 통해 얻은 국부 최대점(그림 10)은 차선의 후보군이 된다. 영상 특이점들에 포함된 차선 뿐만 아니라 표지판이나 기둥과 같은 직선 성분들, 그리고 영상잡음 성분들은 모두 $\theta - \rho$ 공간에서 국부 최대점으로 나타날 수 있다. 그림 11은 $\theta - \rho$ 공간에서 국부 최대점 탐색을 통해 얻은 차선 후보군들을 나타낸다. 그림에서 실제 차선 뿐만 아니라 영상 잡음들에 의해 나타나는 직선 성분들이 모두 차선 후보군에 포함되어 있음을 볼 수 있다.



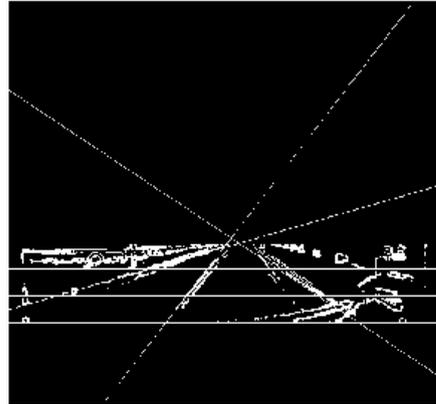
[그림 10] $\theta - \rho$ 축적배열 공간의 국부 최대점 (예)



[그림 11] 국부 최대점 탐색을 통한 차선후보군 검출

■ 영역 구분 Hough 변환 및 정합

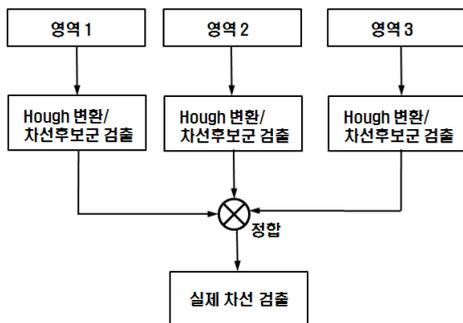
그림 11에서 보인 바와 같이 축적배열의 국부 최대점 탐색으로 얻은 차선 후보군에는 실제 차선이외에도 영상 잡음으로 인한 많은 오류성분들이 포함되어 있다. 따라서 잡음으로 인한 오류 직선들을 배제하고 실제 차선만을 검출하기 위한 필터 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 이를 위해 영상처리 대상영역(ROI)을 그림 12와 같이 세 개의 부영역으로 나누고, 각각의 부영역에 대해서 Hough 변환하여 차선 후보군들을 얻은 후, 이들 중에서 모든 부영역에 공통적으로 나타나는 차선 후보를 정합(matching)을 통해 탐색하여 실제 차선으로 선택하는 알고리즘을 구현하였다. 영상잡음으로 인한 차선후보는 한두개의 부영역에만 나타나지만, 실제 차선은 모든 부영역에 공통적으로 나타날 가능성이 높으므로 이를 통해 잡음에 의한 오류성분들을 배제할 수 있다.



[그림 13] 영역구분 Hough 변환을 통한 차선 검출



(a) Hough 변환 영역구분



(b) 정합에 의한 차선검출

[그림 12] 영역구분 Hough 변환 및 정합

다음 그림 13은 본 알고리즘의 결과를 보여준다. 그림 11에 비해 많은 오류성분들이 배제되었음을 볼 수 있다.

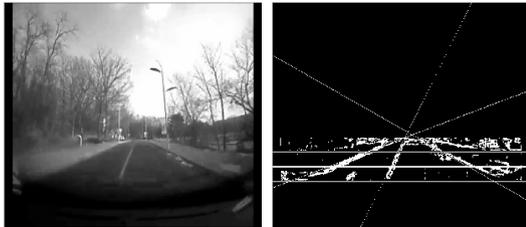
3. 실험결과

본 논문에서 구현한 차선인식 알고리즘을 다양한 환경에서 실험을 통해 검증하였다. 그림 14 ~ 그림 17에서 좌측은 실제 도로영상이고, 우측은 영상처리 후에 얻은 차선인식 결과를 나타낸다. 그림 14는 몇군데 도로에서 실험한 결과이다. 가운데 중앙 차선과 함께 양쪽 도로 모서리가 함께 감지되었음을 볼 수 있다. 그림 15는 도로상에 횡단보도 표시가 그려져 있을 때의 차선 인식결과이다. 횡단보도 표시가 영상내에서는 선분으로 나타나지만 앞서 설명한 영역구분 처리과정에서 배제되었다. 즉, 횡단보도 선분은 영역 1과 영역 2에만 걸쳐 나타나므로 정합의 과정에서 걸러진 것이다. 만일 차선이 점선으로 표시된 도로라면 영역구분 처리과정에서 모든 부영역에 걸쳐 차선이 나타나지 않을 수 있으므로 차선으로 인식되지 않는 오류 가능성이 있다. 이러한 경우는 순간영상만 처리하는 것이 아니라 시계열 영상처리를 통해 극복할 수 있을 것이다.

그림 16은 로타리 부근에 접근하면서 실험한 결과이다. 도로 양쪽 모서리가 영상에 나타날 때는 잘 감지되지만(그림 16 (a)), 로타리에 접근하여 모서리가 보이지 않을 때는 차선이 감지되지 않음을 볼 수 있다(그림 16 (b)). 그림 17은 영상 잡음 때문에 차선이나 도로 모서리 외에도 몇 개의 다른 직선이 감지되는 상황을 보여준다. 이와 같은 잡음 상황에서 실제 차선만을 추출하기 위해서는 표준 차선규격, 도로정보, 블랙박스 카메라 설치위치/설치각등을 고려한 판단 알고리즘 개발이 필요하다.

차선인식 영상처리 속도는 2장에서 기술한 바와 같이 본 논문에서 대상으로 삼았던 차량용 블랙박스 임베디드 플랫폼에서 2FPS (Frame Per Second) 정도로 낮았다. 이는 Hough 변환을 포함한 각 영상처리 단계에서 부동소수점 연

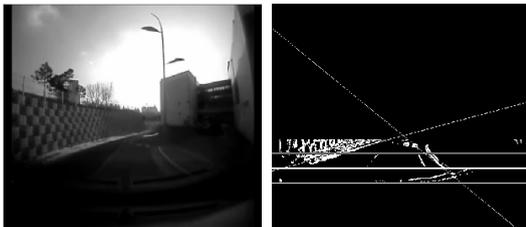
산과 같은 복잡한 연산을 필요로 하기 때문이다. 처리 속도를 높이기 위해서는 별도의 영상처리 하드웨어, 또는 고속의 프로세서를 채택한 블랙박스를 개발해야 할 것으로 판단된다.



(a)

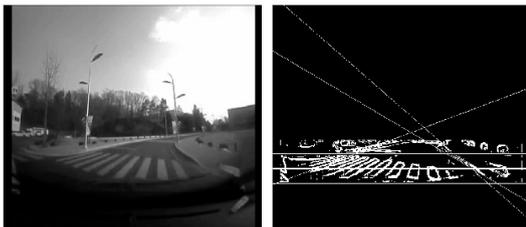


(b)



(c)

[그림 14] 일반 도로 실험

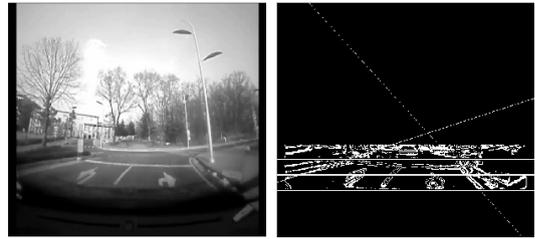


(a)

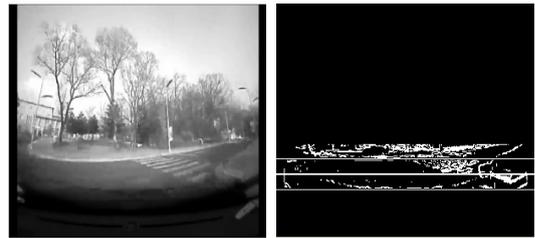


(b)

[그림 15] 횡단보도 실험

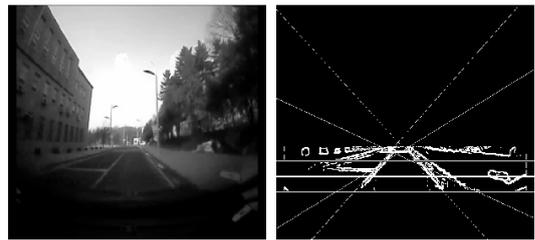


(a)



(b)

[그림 16] 로타리 도로 실험



(a)



(b)

[그림 17] 영상잡음에 의한 차선인식 오류

4. 결론

최근 들어 차량사고 순간의 영상기록을 통해 사고의 원인을 규명하기 위한 목적으로 차량용 블랙박스 사용이 증가하고 있다. 각 국의 국가적 법정 의무화에 따라 조만간 차량 내비게이션 만큼 광범위하게 사용될 것으로 예상된다. 차량용 블랙박스를 위한 차선인식 영상처리는 별도의 장비 없이 블랙박스에 장착된 카메라와 소프트웨어

를 통해 차선을 인식하고 운전자에게 차선이탈을 경보함으로써 안전운전을 통한 사고예방 효과를 높이기 위한 것이다. 차선인식 영상처리에 관해서는 오래전부터 많은 연구가 있어왔으나, 차량용 블랙박스 임베디드 플랫폼에 적용된 사례는 아직 많지 않은 상황이다.

본 논문에서는 제한된 메모리 자원과 계산능력을 갖는 차량용 블랙박스 임베디드 플랫폼에 적용하기 위한 차선인식 영상처리 알고리즘을 개발하였다. 본 알고리즘은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 계산량을 줄이기 위하여 영상의 전영역을 처리하지 않고, 도로가 나타나는 일부의 영상 영역만 처리영역으로 설정하였다.
- 컬러 영상데이터 포맷에서 명도에 해당하는 데이터만 추출하여 그레이스케일로 처리하였다.
- Hough 변환에 의한 선분인식 과정에서 영상잡음 성분에 의한 차선인식 오류를 극복하기 위해 처리영역을 몇 개의 부영역으로 나누고, 각 부영역 처리결과를 정합하는 영역구분 Hough 변환 알고리즘을 구현하였다.

여러 도로환경에서 대체로 잘 동작함을 확인하였으나 향후 다음의 문제들에 대한 추가개발이 필요할 것으로 판단된다.

- 시계열 영상처리 : 차선이 점선으로 표시되어 있는 경우는 영역구분 Hough 변환에서 모든 부영역에 걸쳐 차선이 나타나지 않으므로 차선으로 인식되지 않는 오류의 가능성이 있다. 본 논문에서의 영상처리는 각 순간의 정지영상만을 대상으로 하고 있으나, 이를 시계열 영상으로 확장해야 할 필요가 있다.
- 차선이탈 감지 : 도로상의 가드레일, 건물외벽, 기타 영상잡음등에 의해 나타나는 직선과 실제 차선을 구분하기 위해서는 표준 차선규격, 도로 정보, 차량의 운전상황 등을 고려한 판단 알고리즘이 필요하며, 이 부분이 해결되어야 운전자에게 오류없이 차선이탈 상황을 경보할 수 있다. 차선이탈 경보를 위한 한가지 방법은 현재 차선을 잘 따라가고 있는지를 판단하기 보다는 차선을 가로지르고 있는지를 판단하는 것이다. 차선을 잘 따라가고 있는지를 판단하기 위해서는 차량의 양쪽으로, 즉 영상면의 좌우 양쪽에 계속 차선이 나타나는지를 판단해야 하는데 이는 차선이 없는 도로, 혹은 잡음에 의한 차선인식 오류등 여러 가지 요인에 의해 판단오류를 일으킬 가능성이 높다. 따라서 차선을 잘 따르는지를 판단하기 보다는 현재 차선을 가로지르고 있는지, 즉 영상의 중앙부근에 차선이 나타나는 순간을 감지하는 것이 훨씬 판단 오류 가능성을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

- 영상처리 속도 : 본 논문에서 개발한 차선인식 영상처리 알고리즘을 차량용 임베디드 플랫폼상에서 실행한 결과, 처리속도가 느려서 아직 실제로 적용하기는 어려운 것으로 판단되었다. 이를 극복하기 위해서는 영상 전후처리를 위한 별도의 하드웨어, 혹은 보다 고사양의 프로세서를 채택한 블랙박스 개발이 필요하다.

감사의 글

본 논문 작성에 도움을 주신 (주)비에네스소프트 (<http://www.bns.co.kr>)의 김성도 부사장을 비롯한 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] <http://www.etnews.co.kr>
- [2] G. Hamarneh, K. Althoff and R. Abu-Gharbieh, "Automatic Line Detection", Project Report for the Computer Vision Course, 1999.
- [3] <http://www.path.berkeley.edu/PATH/Research>
- [4] Z. Kim, "Robust Lane Detection and Tracking in Challenging Scenarios", IEEE Tr. on Intelligent Transportation Systems, vol. 9, no. 1, pp. 16-26, 2008.
- [5] 이준웅, "영상처리 기반의 차선인식 알고리즘", 제어자동화시스템공학회논문지, 제4권, 제6호, pp. 759-763, 1998.
- [6] 최승욱, 이장명, "이동차를 이용한 차선인식 및 장애물 감지", 전자공학회논문지, 제36권, 제1호, pp. 93-103, 1999.
- [7] 류지형, 이수영, 이창구, 김성도, "차량용 블랙박스를 위한 차선인식 소프트웨어 개발", 제어로봇시스템학회, 한국로봇학회 합동학술발표대회 논문집, pp. 231-233, 2009.
- [8] 이은수 외, "차선이탈경보시스템", 우수신기술 지정, 지원사업 최종보고서, 정보통신부, 2004.
- [9] <http://www.bns.co.kr>
- [10] R. Jain, R. Kasturi and B. G. Schunck, Machine Vision, McGraw-Hill, 1995.

이 수 영(Soo-Yeong Yi)

[정회원]



- 1988년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1990년 2월 : KAIST 전기및전자공학과 (공학석사)
- 1994년 8월 : KAIST 전기및전자공학과 (공학박사)
- 1995년 3 ~ 1999년 8월 : 한국과학기술연구원 선임연구원
- 1999년 9월 ~ 2007년 2월 : 전북대학교 전자정보공학부 부교수
- 2007년 3월 ~ 현재 : 서울산업대학교 전기공학과 부교수

<관심분야>

보행로봇, 로봇비전

류 지 형(Ji-Hyoung Ryu)

[정회원]



- 2002년 2월 : 전북대학교 전자정보공학부 (학사)
- 2002년 2월 : 전북대학교 제어계측공학과 (공학석사)
- 2008년 2월 ~ 현재 : 전북대학교 전자공학부 박사과정

<관심분야>

로봇비전, 지능제어, 자동화시스템

이 창 구(Chang-Goo Lee)

[정회원]



- 1983년 2월 : 전북대학교 전기공학과 (공학석사)
- 1983년 ~ 1991년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1991년 2월 : 전북대학교 전기공학과 (공학박사)
- 1992년 9월 ~ 현재 : 전북대학교 전자공학부 교수

<관심분야>

현대제어, 퍼지제어, 지능형시스템, 홈 제어시스템