

안전주행을 위한 비전 기반의 차선변경보조시스템 개발

성준용*, 한민홍**, 노광현***

Development of a Vision-based Lane Change Assistance System for Safe Driving

Jun-yong Sung*, Min-hong Han**, Kwang-hyun Ro***

요약

본 논문은 안전한 차선 변경을 위하여 측후방에서 접근하는 차량을 컴퓨터비전 알고리즘으로 탐지하여 운전자에게 알려주는 차선변경보조시스템에 대해 설명한다. 제안 시스템은 운전자가 차선변경을 시도하려 하면 영상 처리를 통하여 측후방 차량의 유무 및 움직임을 추적하여 차선 변경 가능 여부를 판단하여 운전자에게 알린다. 차선을 탐지 후 이를 기반으로 ROI(Region of Interest)을 설정하고, 이 영역내에서 광류 흐름 기법을 이용하여 접근하는 차량을 탐지한다. 제안된 알고리즘 및 시스템 검증을 위하여 실제 도로의 주행 영상을 사용하여 시험한 결과 91%의 차량 인식률을 보였고, 향후 상용화될 차선변경보조시스템에 적용 가능할 것이다.

Abstract

This paper describes a lane change assistance system for the help of safe lane change, which detects vehicles approaching from the rear side by using a computer vision algorithm and notifies the possibility of safe lane change to a driver. In case a driver tries to lane change, the proposed system can detect vehicles and keep track of them. After detecting side lane lines, region of interest for vehicle detection is decided. For detection a vehicle, optical flow technique is applied. The experimental result of the proposed algorithm and system showed that the vehicle detection rate was 91% and the embedded system would have application to a lane change assistance system being commercialized in the near future.

▶ Keyword : 차선변경(Lane Change), 차량인식(Vehicle Detection), 광류(Optical Flow)

• 제1저자 : 성준용

• 접수일 : 2006.11.01, 심사일 : 2006.11.10, 심사완료일 : 2006.11.15

* 고려대학교 산업시스템정보공학과 석사 ** 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수

*** 한국항공우주연구원 위성기술사업단 선임연구원

1. 서론

최근 국내의 자동차업체들은 차량 주행시 운전자와 승객의 안전 및 편의를 증진시키기 위한 다양한 차량 지능화 연구를 수행하고 있다. 특히, 주행 중 운전자의 과실로 인해 발생할 수 있는 교통사고를 미연에 방지하기 위한 각종 센서 및 장비 개발과 이를 활용하기 위한 알고리즘 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 일부 기술들은 최근 상용화되어 운전자와 승객에게는 안전한 주행을 보장하고, 자동차업체에게는 자동차 부가가치를 높이는 계기를 마련하고 있다.

일반적으로 도로를 주행하는 운전자는 안전 주행을 위해서 전방 차량, 후방 차량 및 옆차선에서 다가오는 차량을 주시해야 한다. 따라서, 이러한 운전자의 수고를 경감시키기 위한 연구가 수행되고 있으며 연구 분야는 (그림1)과 같이 분류될 수 있다. 본 논문은 주변 차량들 중 차선 변경시 주의해야 할 측후방 차량 탐지에 대한 연구를 목적으로 한다.

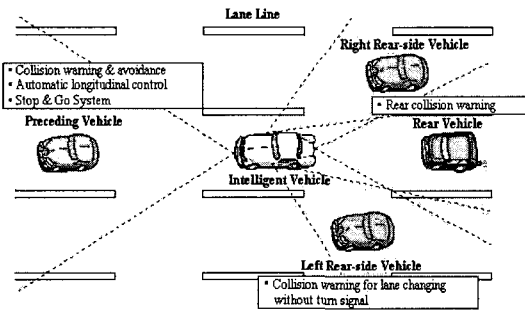


그림 1. 지능형 차량을 위한 주변 차량 탐지 경우
Fig 1. Various cases of vehicle detection for an intelligent vehicle

일반적으로 운전자는 차량의 사이드미러를 보고 차선변경을 판단한다. 이러한 이유로 사이드미러만으로 측면 도로 상황을 파악하는 것이 서툰 초보 운전자들은 주행 중 차선 변경을 상당히 어려워하며, 차선 변경시 사고를 경험하기도 한다. 부주의한 차선 변경으로 인한 교통사고는 초보 운전자뿐만 아니라 숙련된 운전자에게도 발생하는데, 그 이유는 운전자가 주행 중 필요한 시야와 사이드 미러가 보여줄 수 있는 영역의 차이인 사각지대가 존재하기 때문이다. 사각지대뿐만 아니라 원거리에서 주행차량 쪽으로 빠르게 접근하는 차량, 후면에서 갑자기 추월하는 차량 또한 차선변경시 사고를 일으키는 원인이기도 하다. 따라서 대부분

의 운전자는 차선 변경시 주변상황에 따라 사고의 위험을 가지고 있다. 차선변경 중 교통사고가 발생하게 되면 인명이나 대물피해가 크게 발생하게 되며, 이는 개인적으로도 큰 피해이지만 심각한 도로 정체를 초래할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 차선 변경시 발생할 수 있는 사고를 방지하기 위한 방법으로 차량의 사이드미러에 이미지센서를 장착하고, 이 센서에서 입력되는 측후방 도로영상에 컴퓨터비전 알고리즘을 적용하여 차선 변경시 추돌이 예상될 수 있는 차량 근접 유무를 판단하고, 이 정보를 기반으로 운전자에게 차선 변경 가능 여부를 알릴 수 있는 차선변경보조시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 차량탐지 관련 기존연구에 대해 소개하고, 3장에서는 차선변경보조시스템을 위한 컴퓨터비전 기반의 차선인식 및 차량탐지 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 차선변경보조시스템 구성, 실험 환경 및 실험 결과를 설명하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II 관련 연구

주행 중 주변 차량 및 장애물을 탐지하기 위한 방법은 크게 이미지 센서를 이용하는 방법(1)과 레이저 센서를 이용하는 방법으로 분류할 수 있다. 이미지 센서는 레이더 센서보다 속도 인식 및 차량까지의 거리 측정 정확도면에서 성능이 떨어지지만, 차량과 차선을 동시에 인식하여 차량이 어느 차선에 있는지 탐지할 수 있고, 도로 환경 정보를 얻을 수 있으며, 가격 또한 레이더 센서 비하여 훨씬 저렴하다. 이러한 장점으로 인하여 이미지 센서를 이용하여 측후방 차량인식에 많은 연구가 진행되고 있다. 측면에서 접근하는 차량에 대해 컴퓨터비전 기법으로 탐지하는 방법으로는 도로와 차량의 명암 차이를 추출하여 차량의 움직임 유추하는 방법, 차량 특징 정보를 이용하여 차량을 검출하는 방법 등이 있다. 도로와 차량의 명암 차이를 이용하여 차량을 탐지하는 방법은 일반적인 도로에서 가장 쉽게 차량을 검출하는 방법이지만 차량의 그림자와 도로의 명암차가 크게 발생하지 않는 경우나, 외부에서 드리워진 차량 그림자가 영상처리 영역을 침범했을 경우를 구분하기가 어려운 문제가 있다(2). 차량의 특징을 이용하여 차량을 탐지하고 접근유무를 판단하는 방법은 차량 형태의 다양성 등의 이유로 정확하게 차량을 검출하지 못하는 문제가 있다(3)(4)(5).

이외의 방법으로 광류 흐름(Optical Flow) 기법을 이용한 차량 인식 방법도 연구 되고 있는데 본 연구에서는 이 기법을 활용하였다. 차량 탐지 방법에 있어서 광류 정보를

이용하는 방법과 차량 특징정보를 이용하는 방법을 <표 1>에 비교하였다.

표 1. 특징 기반 차량 탐지 방법과 광류 흐름 기반 차량 탐지 방법 비교
Table 1. Comparison between feature based detection method and optical flow based detection method

	특징기반 탐지 방법	광류 흐름 기반 탐지 방법
측후방 차량 인식률	특징 종류에 따라 인식률 차이가 큼	인식률 높음
거리 측정	가능	가능
계산량	적음	많음

차량 특징정보를 이용하는 경우에 대해서는 J. M. Collado et al.[4]와 노광현 외[3]의 논문을 참고하였다. 차량 특징정보를 이용하는 경우 주행차량과 동일한 차선에서 주행하는 차량만을 인식하는 반면 제한하는 알고리즘에서는 측후방 차선과 차량을 인식한다. 또한 차량 특징정보를 이용하는 경우 차종마다 특징점이 다양하여, 특수한 외형을 가진 차량의 경우 검출하지 못하는 단점을 가지고 있는 반면 광류는 픽셀정보의 이동방향성만을 고려하기 때문에 차종에 관계없이 주행차량으로 접근하는 차량을 인식할 수 있다. 단 광류를 이용하는 방법은 픽셀당 검색 영역내 모든 픽셀과 비교하기 때문에 특징점을 이용하는 경우보다 계산량이 많은 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 광류흐름을 이용하여 차량을 인식하는 방법을 제안한다. 이것은 입력영상을 일직선크기로 원도우로 분할하여, 화면의 움직임만을 추적하는 방법이다. 이 방법을 사용하면 차량의 특징이나 모양에 상관없이 차량을 인지할 수 있다.

III 차선인식 및 차량탐지 알고리즘

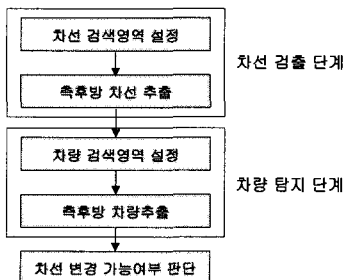


그림 2. 측후방 차량 탐지 절차
Fig 2. The procedure of vehicle detection

본 알고리즘은 (그림 2)와 같이 측후방 차선을 인식하고 인식된 차선을 통하여 검색영역을 설정한 후, 그 영역 안에 차량인식 및 방향성을 측정하여 운전자에게 위험 유무를 알려준다.

차선 검출 알고리즘은 다음과 같다. 차선 검색영역 설정은 (그림 3)과 같이 입력영상에 측후방 차선 검색영역과 차선 검색방향을 초기에 한번만 지정한다. 차선 검색영역 내의 명도차가 임계값보다 높으면 차선후보 영역으로 검출하고, 차선후보 영역에 단순회귀직선을 적용하여 차선을 추출한다.



그림 3. 차선 검색영역 및 검색방향
Fig 3. The search area and direction for lane detection

차량 검출 알고리즘은 다음과 같다. 추출된 차선으로부터 월드좌표계상에 직사각형을 만들어 측후방 차량검색영역을 설정한다. 설정된 영역 내에 소벨 연산자를 이용하여 수평 에지 성분을 추출한다. 이 에지 성분에 광류를 이용하여 측후방 차량을 검출한다.

3.1 차선 검색영역 설정 및 측후방 차선추출

측후방 차선은 도로와의 명도차를 통해 차선 후보점을 구한 후, 이 후보점에 단순회귀직선을 이용하여 차선을 추출한다. 차선검색을 위하여 (그림 3)과 같이 차선 검색영역과 검색방향을 설정하여 차선 후보점을 검출한다. 차선 후보점은 검은색 도로에서 흰색 차선으로 변화할 때의 명도차만을 고려하기 때문에 CCD 카메라로 입력되는 컬러영상은 (식 1)을 통해 그레이 영상으로 변환하여 사용한다. 도로와 차선을 구분하는 임계값은 변화하는 도로영상마다 다르게 적용되기 위해 (식 2)와 같이 구한다. (식 2)와 (식 3)은 임계값과 검색영역의 명도차를 정의하고 있으며, $D > T$ 일 경우를 차선후보영역으로 정한다.

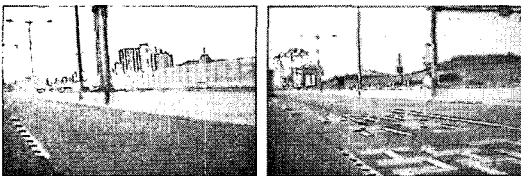
$$Gray = 0.2989R + 0.5866G + 0.1145B \dots\dots\dots (식 1)$$

$$T = \frac{\sum_{i=0}^n v_i}{n} \dots\dots\dots (식 2)$$

$$D = (b - a) \dots\dots\dots (식 3)$$

- v : 임계값을 만족하는 명도값
- n : 임계값을 만족하는 명도의 수
- a : 좌표값 (x, y) 의 명도값
- b : 좌표값 $(x+2, y)$ 의 명도값
- T : 임계값
- D : 검색영역의 명도 차이

(식 2)와 (식 3)을 통하여 측후방 차선이라 판단할 수 있는 차선 후보점은 (그림 4(a))와 같이 검출된다. 하지만 명도차만 고려할 경우, (그림 4(b))와 같이 도로상에 적혀 있는 글씨를 차선 후보점으로 잡는 경우도 발생한다. 이러한 차선 후보점에 대한 오류를 보정하기 위하여 단순회귀직선을 사용하였다[8]. 단순회귀직선으로 실제 차선이 직선 형태의 특징을 이용하여, 차선 후보영역에서 차선을 검출한다. 명도차를 통해 얻어진 (그림 4(a))와 같은 산점도는 (그림 5)과 같이 나타낼 수 있다.



(a) 좋은 예 (b) 잘못된 예

그림 4. 차선 후보점 검출

Fig 4. The detection of lane candidate points

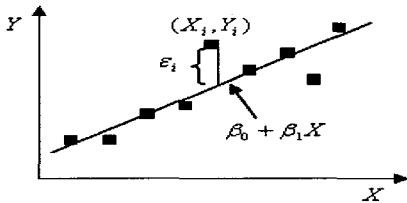


그림 5. 회귀직선과 오차항

Fig 5. The Regression and error

(식 2)와 (식 3)을 통하여 측후방 차선이라 판단할 수 있는 차 (X_i, Y_i) 는 명도차를 통하여 얻은 각 산점도의 위치 좌표이고 β_1 은 직선식의 기울기로서 X 가 한 단위 증가할 때 Y 변화량의 평균이며, β_0 는 절편으로서 $X=0$ 일 때 Y 값의 평균이다. 오차항 ϵ_i 는 회귀직선과 산점도간의 거리이고 단순회귀모형은 (식 4)와 같이 표현할 수 있다.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots (식 4)$$

차선과 노이즈를 구별하는 방법은 회귀직선과 산점도간의 오차항 거리가 (식 5)를 만족 시키면 차선이라 인식한다. (식 5)에서 a 값은 실험을 통하여 0~4값을 가지는 것으로 판단되어 본 실험에서는 4라고 두었고 산점도의 개수 i 는 10개 이상 존재해야 차선이라 인식하였다.

$$0 \leq |\epsilon_i| \leq a \dots\dots\dots (식 5)$$

(그림 4(b))와 같은 산점도 형태를 가지게 되면 산점도가 회귀직선에 넓게 확산되어 있어 (식 5)를 만족시키지 못하기 때문에 노이즈라고 판단한다. 반면에 (그림 4(a))의 산점도는 회귀직선에 조밀하게 분포되어 있기 때문에 (식 5)를 만족하여 차선이라고 인식한다. 이렇게 명도차와 (식 4), (식 5)를 이용하여 좌후측과 우후측 차선을 구한다. 위와 같은 조건을 만족하지 않는다면 차선이라 판단될 수 있는 조건이 검색될 때까지 이전 차선 값을 유지하도록 하였다.

3.2 차량 검색 영역 설정

차량 검색영역 설정은 검출된 측후방 차선과 좌우 차선간 거리를 통하여 검색영역을 설정한다. 차량 검색영역설정 (그림 7)과 같이 월드좌표계를 화면좌표계로 변환하는 방법을 사용한다. 이때 측후방 차량과 카메라를 장착한 차량이 같은 경사의 도로상에 위치하고, 차량에 장착된 카메라의 높이는 차량의 진동에 관계없이 일정하다고 가정한다. 측후방 차량과의 거리측정을 위해 필요한 요소들은 수평면에서 떨어진 카메라의 높이 H , 카메라의 기울어진 각도 θ , 카메라 초점거리 f 를 알아야 한다. 본 시스템에서 H 는 100cm, θ 는 82°, f 는 12mm로 하여 차량 검색 영역을 측정하였다.

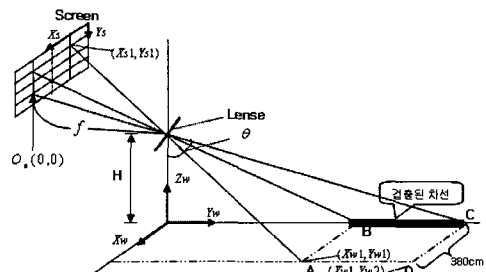


그림 6. 좌표계 변환

Fig 6. The transformation of coordinate system

화면 좌표계 (X_s, Y_s) 는 CCD 카메라를 통하여 입력된 영상에서 후방차량을 인지하기 위해 사용되는 좌표계를 말한다. 화면의 중심을 원점 (O_s) 으로 하고 그 화면과 수평인 축을 X_s , 수직인 축을 Y_s 로 설정한다. 월드 좌표계는 차량의 위치를 기준으로 하여 설정되는 좌표계로서 차량의 진행 방향을 Y_w 축이라 하고, 높이 방향을 Z_w 축, 좌우 방향을 X_w 축으로 정의한다. (그림 6)과 같이 검출된 차선 \overline{BC} 로부터 수직이 되는 직선을 긋는다. 이 직선은 도로상의 폭을 의미하는 것으로 본 실험에서는 380cm로 하였다. 이러한 방식으로 차량 검색영역을 월드좌표로 구한 것을 화면 좌표계로 변환하면 (그림 7)과 같이 사다리꼴을 나타낸다. 이렇게 설정된 차량검색영역에 측후방 차량 인식 알고리즘을 사용하여 차량을 추출한다.

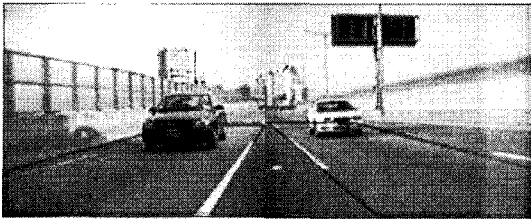


그림 7. 측후방 차량 검색 영역
Fig 7. Search area for vehicle detection

3.3 측후방 차량 추출

측후방 차량은 설정된 검색영역에 소벨 연산자를 통하여 차량 후보점을 인식한 후, 이 후보점에 광류를 이용하여 차량을 추출하였다.

설정된 차량 검색영역에 소벨 연산자를 이용하여 차량 후보점이 되는 에지 성분을 추출한다. 이렇게 시간 t 에서 추출된 에지좌표 (x, y) 에 해당되는 RGB값을 추출하여 $C = (x, y, t, R, G, B)$ 와 같이 표현한다. 아래와 같이 C_{B_i} 는 검색한 전 영상에서의 에지 좌표들에 해당되는 RGB 픽셀 값을 의미하고 C_{A_i} 는 검색한 후 영상에서의 에지 좌표들에 해당되는 RGB 픽셀 값을 의미한다.

$$C_{B_i} = (x_{B_i}, y_{B_i}, t_{B_i}, R, G, B), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$C_{A_j} = (x_{A_j}, y_{A_j}, t_{A_j}, R, G, B), \quad j = 1, 2, \dots, m$$

표 1. 픽셀 이동방향성을 통한 차량 탐지

Table 1. Vehicle detection by moving direction of vehicle candidate points

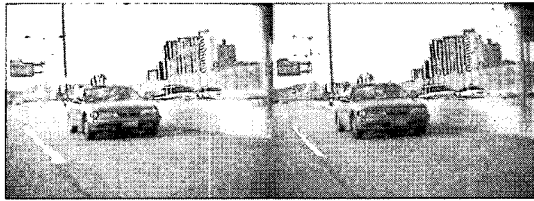
- 픽셀 이동방향성에 기반을 둔 측후방 차량인식	
단계 1. 검색영역내 소벨 연산자를 통한 차량 후보점 검출	
단계 2. 차량 후보점에 대한 방향성 인식	
Case 1. A Screen of the Left Rear	
	If $((C_{B_i}(R, G, B) = C_{A_j}(R, G, B)) \& \& (x_{B_i} < x_{A_j}))$
	Rear Side Vehicle
	else Scenery
Case 2. A Screen of the Right Rear	
	If $((C_{B_i}(R, G, B) = C_{A_j}(R, G, B)) \& \& (x_{B_i} > x_{A_j}))$
	Rear Side Vehicle
	else Scenery

이동방향성을 이용한 차량인식은 (표 1)과 같다. C_{B_i} 와 C_{A_j} 를 비교 했을 때, 좌후측 화면에서 x 좌표 값이 증가하거나 우후측 화면에서 x 좌표 값이 감소하면 주행차량에 위협을 줄 수 있는 차량으로 인식한다. 좌후측 화면에서 x 좌표 값이 증가하는 픽셀만 검색하는 이유는 동영상에서 x 좌표 값이 감소하는 것은 배경화면이고 x 좌표 값이 증가하는 것은 주행차량으로 접근하는 측후방 차량이기 때문이다. 우후측 화면도 동일하게 x 좌표 값이 감소하는 픽셀만 검색하는 이유는 동영상에서 x 좌표 값이 증가하는 것은 배경화면이고 x 좌표 값이 감소하는 것은 주행차량으로 접근하는 측후방 차량이기 때문이다. 이러한 이동방향성을 고려하면 주행도로상에 적혀있는 글씨나 방향 표시가 검색 영역 내에 존재 하더라도 주행차량과 반대방향으로 움직이기 때문에 측후방 차량으로 인식하지 않았다.

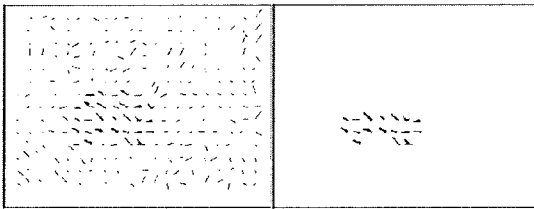
방향성을 통해 주행차량으로 접근하는 에지 픽셀들의 무게중심 $G(x_g, y_g)$ 는 (식 6)을 이용하여 구하고 탐지된 차량을 사각형으로 표시하였다. x_i 와 y_i 는 주행차량에 위협을 줄 수 있다고 판단되는 에지 픽셀들의 x, y 좌표 값을 나타내고 N 은 주행 차량에 위협을 줄 수 있는 에지 픽셀들의 총 개수를 의미한다.

$$x_g = \frac{1}{N} \sum_i x_i, \quad y_g = \frac{1}{N} \sum_i y_i \dots \dots \dots (식 6)$$

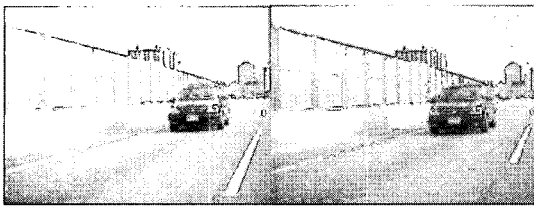
(그림 8)은 광류를 이용한 차량인식을 보여주는 것으로



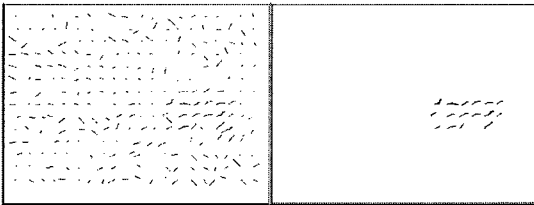
(a) 전 화면 (b) 후 화면



(c) 모든 영역 광류 추출 (d) 검색영역내 광류 추출



(a) 전 화면 (b) 후 화면



(c) 모든 영역 광류 추출 (d) 검색영역내 광류 추출

그림 8. 광류흐름 기반의 차량인식
Fig 8. Optical flow based vehicle detection

CCD카메라로 입력되는 영상을 8프레임마다 영상 처리한다. 그림 (b)는 그림(a)보다 8프레임 후의 영상을 보여준다. 그림(c)는 그림 (a)에서 그림 (b)로 영상이 변화 될 때, 전체 화면에 광류를 표시하는 것이고 그림 (d)는 검색 영역안에 서만 광류를 표시하고 있다. (그림 9)는 측후방 차량 검색 영역에 에지픽셀들의 이동방향성을 통하여 구해진 차량을 정사각형으로 표시하고 있다. 차량 검색영역에 정사각형의 이동방향성에 따라 주행차량에 접근하는 차량인지를 판별하였다.

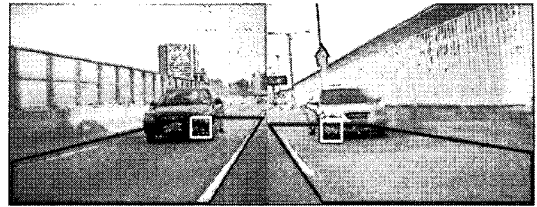
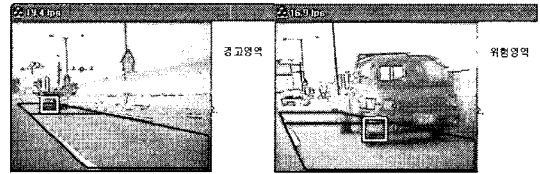


그림 9. 측후방 차량추출
Fig 9. The Detection of Rear Side Vehicle

3.4 경고영역 설정

측후방 검색영역은 경고영역과 위험영역으로 나뉜다. 경고영역은 주행차량으로부터 15~25m영역에 측후방 차량이 인식될 경우이고 위험영역은 주행차량으로부터 0~15m영역 안에 측후방 차량이 있을 경우이다. 각 영역마다 서로 다른 경고음이 발생한다. (그림 10)는 측후방 차량이 경고영역에 있을 경우와 위험영역에 있을 경우를 나타낸다.



(a) 경고영역 (b) 위험영역

그림 10. 경고 영역과 위험 영역
Fig 10. Warning area and danger area

IV 실험 결과

4.1 차선변경보조시스템 구성

본 연구에서는 차량에서 독립적으로 수행할 수 있는 영상처리 보드를 개발한다. 영상처리보드는 기존의 컴퓨터에 비해 크기가 작아지고 가격이 저렴하며 안전성이 뛰어난 이 점이 있지만 개발 일정이 길고 알고리즘 구현이 어려운 단점을 가지고 있다. 이러한 단점에도 불구하고 영상처리 보드는 크기와 가격 면에서 컴퓨터보다 매우 우수하므로 본 연구를 통하여 개발한다. 영상처리보드의 시스템 구성은 (그림 11)과 같이 전원부, 영상 입력부, 영상처리부, 음향부로 구성된다.

전원부는 TMS320VC33의 전원으로 1.8V가 필요하고 주변 버스 및 외부 회로용으로 3.3V가 필요하다. 차량에 사용되는 전원인 배터리는 12V와 24V 두 종류가 있다. 따라

서 입력전압 10V~27V를 입력받아 절체조절기(Switching regulator)를 이용하여 3.3V를 만들고 이를 다시 LDO (Low Drop Output) regulator를 이용하여 1.8V를 만들었다.

영상 입력부에서 영상 신호는 NTSC표준 신호로 입력된다. NTSC표준 신호는 동기 신호 부분과 밝기 신호 부분 그리고 컬러 신호부분의 합으로 구성된다. 이 신호는 영상 칩을 통하여 동기 신호와 표준으로 정해진 형식에 맞추어 픽셀값이 나온다. 이 영상칩의 기능 제어는 I2C방식의 통신을 이용한다. 이 통신은 동기적 시리얼 통신의 일종으로 클럭과 함께 장치 어드레스, 레지스터 주소, 데이터를 순차적으로 보내주게 된다.

영상처리부는 8bit로 입력된 영상을 32bit로 바꾸어 주는 기능을 하는 부분과 이렇게 정렬된 데이터를 읽어서 저장, 알고리즘을 적용시키는 CPU부분으로 구성된다. 8bit로 입력된 신호는 CPU에 의해 읽혀져서 메모리에 저장된다. CPU는 32bit의 데이터 폭을 가지고 있으므로 8bit씩 저장하게 되면 나머지 24bit는 사용하지 못하게 된다. 효율적인 메모리 사용을 위하여 8bit로 입력된 신호를 32bit로 만들어 주는 부분이 필요하다. 영상 신호가 영상 엔코더를 거치면 영상 데이터가 기준 클럭과 같이 나오게 된다. 이 기준 클럭을 1/4로 분주해서 이 신호를 기준으로 데이터를 버퍼 4개에 나누어 넣는다. 그 후 필요한 시점에서 CPU가 데이터를 읽어 오면 32bit를 채워서 데이터를 읽어 올 수 있게 된다. 이 시점은 1/4분주한 클럭의 마지막 신호를 이용하며 이 기능은 PLD(Programmable Logic Device)를 이용하였다.

음향부는 주행차량이 차선을 변경할 경우, 측후방에서 접근하는 차량의 유무를 운전자에게 경보로써 알려주는 부분이다. 시끄러운 차내에서도 운전자가 경보음을 들을 수 있도록 증폭기를 추가하여 설계하였다.

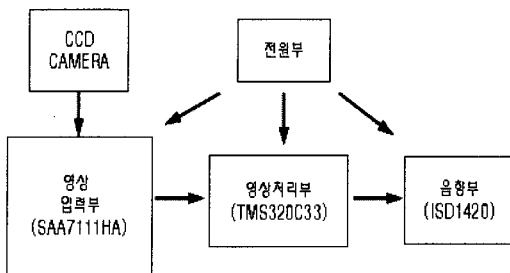


그림 11. 영상처리시스템 구성도
Fig 11. System configuration of an image processing system

4.2 실험 환경

본 실험에서 사용한 CCD 카메라는 초당 30프레임을 입력받을 수 있으며 영상크기는 320x240을 사용하였다. 카메라의 위치는 차량의 측면거울에 장착하였고 도로는 내부순환도로로 하였으며, 측정시간은 3일간에 걸쳐 촬영한 4시간의 실험 영상으로 측정하였다. 이 영상을 실시간으로 처리하기 위해 TI사의 TMS320C33 칩이 탑재된 영상처리보드를 이용하였다.

4.3 실험 결과

본 실험에서 측후방 차량 검출에 대한 결과는 (표 2)와 같다. 측후방 차량 인식률을 구해보면 약 91%의 인식률을 보였다. 측후방 차량 인식률은 (식 7)과 같이 계산한다.

$$\text{차량인식률} = \left(1 - \frac{\text{측후방 접근 차량 미인식 횟수}}{\text{검색한 프레임 수}}\right) \times 100 \dots \text{(식 7)}$$

표 2. 측후방 차량 인식결과
Table 2. The recognition result of vehicle detection

실험구간	내부순환도로
실험시간 (sec)	14000
차량 시속 (km/h)	60~70
과오율 (%)	9
초당 프레임 수 (fps)	15~20
차량인식률 (%)	91

V 결론

본 논문에서는 운전자가 차선 변경을 시도하는 경우 측후방에서 다가오는 차량을 컴퓨터비전 알고리즘으로 탐지하여 안전한 차선 변경 가능 여부를 운전자에게 알리는 차선 변경보조시스템을 소개하였다. 도로와 차선의 명도차를 이용하여 측후방 차선 후보점들을 추출한 후 회귀방정식을 이용하여 차선을 결정하였고, 추출된 차선 정보를 이용하여 차량 검색 영역을 설정하고 이 영역에서 차량 에지 후보를 추출한 후 광류 흐름 기법을 이용하여 최종적으로 차량을 탐지하였다. 서울시 내부순환도로에서 촬영한 영상으로 제안한 알고리즘을 실행한 결과 약 91%의 차량을 성공적으로 인식할 수 있었다.

차선변경보조시스템의 성능을 상용화 단계로 향상시키기 위해서는 차량 인식률이 100%에 근접해야 할 것이고, 야간에도 적용하도록 추가적인 연구가 필요할 것이다. 또한, 향후 차선변경보조시스템의 상용화를 위해서는 측후방 차량 인식을 향상 및 차량까지의 정확한 거리 측정이 반드시 필요하며, 이를 위해서는 컴퓨터비전 기법 이외에 레이저센서활용 기법 연구가 병행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 이형석, "레이저와 컴퓨터 비전을 이용한 Stop & Go 시스템", 고려대학교 석사학위논문, 12월, 2004.
- [2] 정호철, 정의운, "비전센서를 이용한 후측방 경보시스템 개발", 한국자동차공학회, ITS부문, pp.107-112, 2005.
- [3] 노광현, 문순환, 한민홍, "컴퓨터비전 기반의 야간 후방 차량 탐지 방법", 한국신호처리시스템학회 논문지, 제5권, 제3호, pp.181-189, 2004.
- [4] J. M. Collado, C. Hilario, A. de la Escalera, J. M Armingol, "Model Based Vehicle Detection for Intelligent Vehicles", IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 572-577, June, 2004.
- [5] Eung-Joo Lee, "Vehicle Information Recognition and Electronic Toll Collection System with Detection of Vehicle Feature Information in the Rear-Side of Vehicle", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. No. 1. 35-43, January, 2004.
- [6] 전치현, 정민근, "공학응용통계", postech press, 1998.

저자 소개



성 준 용

2005년 2월 고려대학교 전자 및 정보공학부 (공학사)
 2005년 3월~현재 고려대학교 산업 시스템정보공학과 석사 과정
 <관심분야> 영상처리, 패턴 인식, 신호처리



한 민 홍

1964년 2월 서울대학교 기계공학과 (공학사)
 1973년 2월 University of Minnesota (공학석사)
 1985년 Georgia Institute of Tech 산업공학 (공학박사)
 1988년~1990년 포항공과대학 산업공학과 교수
 1991년~현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수
 <관심분야> 지능형 자동차, 컴퓨터비전, 로보틱스, 인공지능, 뉴럴 네트워크



노 광 현

1995년 2월 고려대학교 산업공학과 (공학사)
 1997년 2월 고려대학교 산업공학과 (공학석사)
 2001년 8월 고려대학교 산업공학과 (공학박사)
 2002년 Ecole des Mines de Paris, Robotic Center (Post-Doc)
 2003년~2006년 7월 한국전자통신연구원 연구원
 2006년 8월~현재 한국항공우주연구원 위성기술사업단 선임연구원
 <관심분야> 지능형 자동차, 컴퓨터 비전, 차세대 이동통신, 다목적실용위성