

버스 승객의 안전한 하차를 위한 컴퓨터비전 기반의 차량 탐지 시스템 개발

Computer Vision-based Method of detecting a Approaching Vehicle for the Safety of a Bus Passenger Getting off

이 광 순*, 이 경 복*, 노 광 현**, 한 민 흥*

Kwang-Soon Lee*, Kyung-Bok Lee*, Kwang-Hyun Rho**, Min-Hong Han*

요 약

본 논문은 컴퓨터 비전 기반의 인식 기법으로 주간 시내도로에 정차된 버스와 보도 사이로 접근하는 측후방 차량을 탐지하는 시스템을 설명한다. 이 시스템은 승객의 안전한 하차를 위해 버스 운전자와 승객에게 차량의 접근 유무를 알려준다. 버스의 측후방 영상은 버스가 정차할 때마다 버스 중앙 출입문 상단에 장착된 카메라에서 입력된다. 이 영상에서 버스와 보도 사이에 탐색영역을 설정하고 이 영역에서 영상의 변화와 소벨 필터링으로 차량을 탐지한다. 탐지된 차량의 중심점을 잡은 후, 위치 및 가로 세로의 크기를 이용하여 거리, 속도, 방향을 알아낸다. 이 정보를 이용하여 하차하는 승객에게 위험한 상황이라 판단될 경우, 운전자와 승객에게 위험을 알려준다. 실험결과로 시내 주행시 87% 이상의 탐지율을 나타내었다.

Abstract

This paper describes the system for detecting vehicles in the rear and rear-side that access between sidewalk and bus stopped to city road at day by computer vision-based method. This system informs appearance of vehicles to bus driver and passenger for the safety of a bus passenger getting off. The camera mounted on the top portion of the bus exit door gets the rear and rear-side image of the bus whenever a bus stops at the stop. The system sets search area between bus and sidewalk from this image and detects a vehicle by using change of image and sobel filtering in this area. From a central point of the vehicle detected, we can find out the distance, speed and direction by its location, width and length. It alarms the driver and passengers when it's judged that dangerous situation for the passenger getting off happens. This experiment results in a detection rate more than 87% in driving by bus on the road.

Key words : Moving Object, Computer Vision, Sobel Filtering, Bus Passenger, Sidewalk, Rear and Rear Side

I. 서 론

현재 지능형 차량의 개발을 통해 얻어지는 많은 자동 차 관련기술들은 일차적으로 운전보조시스템(Driving Support System) 구성을 위한 기반 기술로 차량에 적용할 수 있어 운전자의 부주의로 인한 사고를 줄일 수 있다. 지능형 차량 시스템으로는 전방 차량 감지[1], 측후방 차

량 감지[2], 차선 이탈 감지[3] 등을 들 수 있는데, 본 논문에서는 그 중 측후방 차량 감지 분야에 대해 연구하고자 한다.

본 논문은 측후방 차량 감지 분야 중 버스라는 특수한 차량에서 발생할지도 모르는 사고의 위험을 예방하고자 하는 것이다. 버스가 정류장에서 승객을 하차시킬 경우, 버스와 보도 사이에 0.5m에서 3m정도의 폭을 가진 도로 공간이 생기게 된다. 이런 공간은 꼭 차량이 지체되는 곳이나 도로변에 차량이 많이 주차된 곳에서만 볼 수 있는 상황이 아니다. 측후방 차량이 이 공간으로 지나갈

*고려대학교 산업시스템정보공학과 **한국전자통신연구원
접수 일자 : 2004. 12. 31 수정 완료 : 2005. 1. 19
논문 번호 : 2004-3-9

때, 하차하는 승객이 주의를 기울이지 않으면 사고가 발생하게 된다. 이는 승객뿐만이 아니라, 후방차량에게도 위험하다.

특히 오토바이를 이용한 소화물 수송 방식인 이른바 '퀵서비스'를 통한 물동량이 날로 늘어나면서 이 공간에서의 사고 위험은 더욱 증가하게 되었다. 이는 퀵서비스 문화가 발달한 일본이나 중국에서도 큰 문제로 떠오르고 있다.

이런 문제로 인하여 버스회사에서는 버스의 중앙 출입문이 열릴 경우 접혀있던 판넬이 퍼지면서 오토바이 운전자가 버스의 문이 열렸다는 것을 멀리서도 인식하도록 하였다. 그러나 제품을 장착한 후에도 여전히 사고가 발생하자 제품을 모두 제거하게 되었다. 이런 안정장치를 장착한 후에도 사고가 발생하게 된 이유는 오토바이 운전자에게만 주의를 주게 되어 발생하게 된 문제라고 판단된다.

따라서 본 논문에서는 접근 방법을 달리하여 오토바이 운전자에게 경고를 주는 것이 아니라, 하차하는 승객이나 버스 운전자에게 경고하는 시스템을 구축한다. 차량의 진행방향 및 속도를 통해 이 차량이 사고의 위험이 있는지를 판별한 후, 이를 운전자와 승객에게 경고하도록 하여 운전자뿐만 아니라 승객 스스로가 사고의 위험을 예방하도록 한다. 이는 버스 운전자의 업무 부담감을 줄여주어 승객에게 보다 나은 서비스를 제공하게 된다.

본 논문의 구성은 II장에서는 입력영상 배경의 특성으로 인한 탐색영역에 대해 기술하였으며, III장에서는 탐색 영역에서 차량 탐지에 관해 기술하였고, IV장에서는 본 논문의 실험 환경 및 실험 결과를 기술하였다. 마지막으로 V장에서는 결론과 향후 연구 과제에 대해 기술하며 결론을 맺는다.

II. 탐색 영역 설정

본 논문은 버스와 보도 사이의 빈 공간으로 진입하는 차량을 탐지하는 시스템으로 일반도로에서 장애물을 감지하는 방식과는 다르다. 종래의 방식은 도로와 차선사이의 명도 차이를 이용하여 주행 차선을 잡은 후, 검색된 차선을 기준으로 일정한 크기의 사다리꼴을 만들어서 탐색영역을 설정하였다[2].

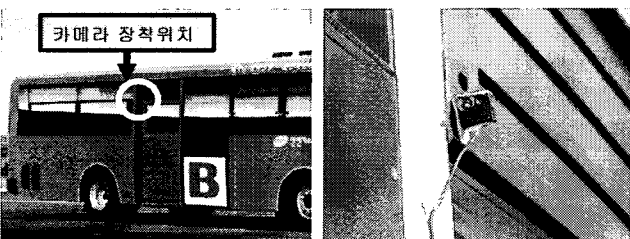


그림 1. 버스에 장착된 카메라

Fig. 1. Location of camera fastened on the bus

본 실험에서 사용된 카메라는 버스 중앙 출입문 상단

에 부착되어 있으며, 입력영상의 배경이 버스가 정차시마다 매번 바뀌며, 입력영상의 일부분이 버스에 의해 가려져 차선이 보이지 않게 된다. 이는 종래의 방식을 사용할 수 없는 환경이다. 반대편 경계인 길도랑과 보도사이 또한 도로변에 적재된 화물이나 주차된 차량, 가로수 등 길가 쪽의 지저분한 입력영상으로 인해 경계를 추출하기 어려운 환경이다. 이런 환경 때문에 입력영상에서 보이는 버스후미를 기준으로 반대편 경계를 추정한다.

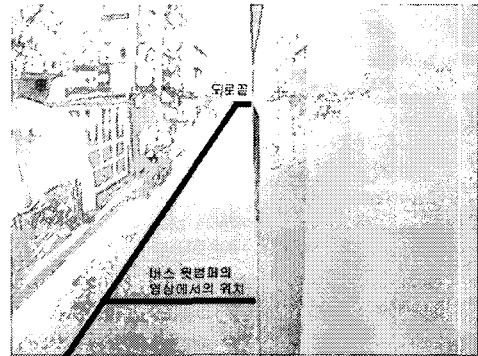


그림 2. 버스와 보도 사이의 탐색영역

Fig 2. The search area between bus and sidewalk

보도 경계를 추정하는 방법은 입력영상에서 항상 고정된 위치인 버스 뒷범퍼에서 보도 방향으로 오토바이가 지나갈 수 있을 정도의 폭을 기준으로 삼아 버스에서 보도 방향으로 선을 그어 끝점을 잡는다. 그리고 영상에서 보이는 후방도로의 끝부분에서 버스 후미부터 보도까지 선을 그은 후, 또 하나의 끝점을 잡는다. 이 두 점을 잇는 직선을 그어 사다리꼴 형태의 탐색영역을 만든다.

이는 일반적으로 이미지를 픽셀단위의 국부적인 지역으로 나누어서 생각해 볼 때 도로경계의 방향이 갑작스럽게 변하지 않는다는 성질을 고려한 것으로써 모든 경계픽셀을 찾는 것보다 속도 면에서 빠른 이점을 가지고 있다. 이런 탐색영역 설정의 가정으로 버스는 보도에 수평으로 정차해야 한다는 조건이 필요하다.

III. 측후방 차량 탐지 및 위치, 속도 판단

비전 시스템을 이용한 주변물체 탐지는 컴퓨터 비전 분야에서 중요한 문제다. 그 중에서 주변차량을 탐지하는 분야는 카메라나 차량의 고정 유무에 따라 나눌 수 있는데, 본 논문은 그중 고정된 카메라에서 움직이는 물체를 탐지하는 방법이다.

정차된 버스의 카메라에서 입력된 영상으로부터 설정한 탐색 영역안의 차량을 탐색하여, 이 차량의 거리, 속도, 방향을 구하여 차량의 진행방향을 추정한다. 이를 토대로 탐색영역에서 감지된 차량의 위험 가능성을 판단하여 사운드나 비프음으로 운전자와 승객에게 알려준다.

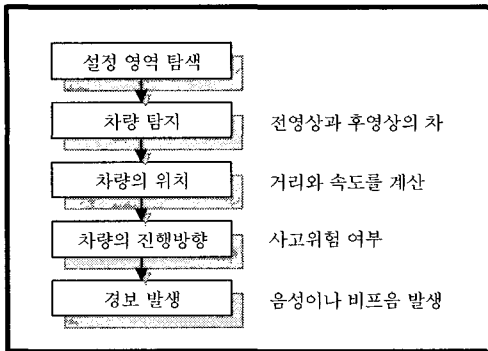


그림 3. 차량 탐지과정

Fig 3. Vehicle detection process

1. 차량 탐지

탐색영역 안으로 차량이 들어오게 되면 영상의 변화가 발생한다. 본 논문에서는 영상의 변화를 차량의 움직임으로 판단하여 그림 4와 같이 배경과 차량을 구별한다[4]. 영상의 변화에 대해 기준, 즉 두개의 임계값을 적용한다. 영상의 변화가 두 임계값보다 작을 경우, 오작으로 판단한다. 반대로 크다면 버스가 주행 중인 것으로 판단한다. 영상의 변화가 두 임계값 사이에 있다면, 차량의 움직임으로 판단하여 영상의 변화가 생긴 픽셀의 최소 x, y와 최대 x, y 값을 구해 사각형의 영역을 만든다. 이 영역의 크기를 이용하여 차량인지를 판단한다[5].

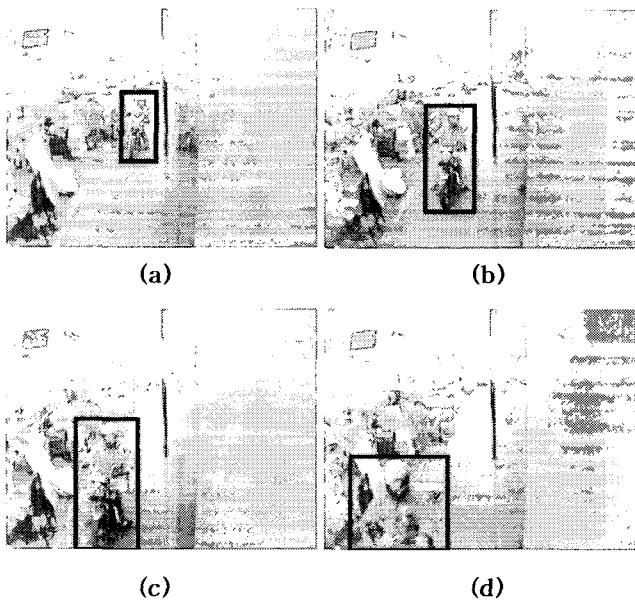


그림 4. 영상처리 과정 ((a) - (b) - (c) - (d) 순)

Fig. 4. Image processing process

한 픽셀의 그레이 레벨값 : $f(x, y, t)$
 한 픽셀의 변화값 : $Output(x, y, t)$
 저임계값 : $T1$, 고임계값 : $T2$, 임의의 시간 : t

Output(x, y, t)=

$$\begin{cases} 1 & \text{if } |f(x, y, t) - f(x, y, t-1)| > T1 \\ & |f(x, y, t) - f(x, y, t-1)| < T2 \\ 0 & \text{if } |f(x, y, t) - f(x, y, t-1)| < T1 \\ & |f(x, y, t) - f(x, y, t-1)| > T2 \end{cases} \quad (1)$$

문제는 탐색영역내로 진입한 차량이 카메라로부터 멀리 떨어진 경우, 움직임의 변화가 작으므로 전영상과 후영상의 차이 값을 가지고는 이를 탐지하기가 어렵다. 또한 출입문 근처에서 차량이 탐지되면 출입문 접근유무를 판별하기 보다는 빠른 경보가 필요하다. 그런 이유로 탐색영역을 3등분으로 나누어 차량을 인식하게 된다.

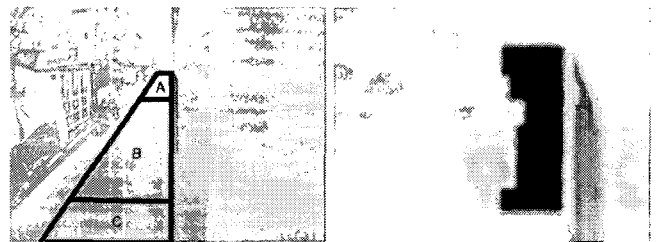


그림 5. 탐색영역 분할과 A영역 영상처리

Fig. 5. The search area segmentation and image processing

카메라로부터 먼 곳에 위치하여 차량의 움직임을 감지하기 어려운 영역(A)과 출입문 근접 영역(C), 그리고 그 나머지 영역(B)으로 나누었다. (A)영역은 다른 영역과 달리 소벨 마스크의 행 검출기를 이용하여 차량을 탐색한다. 행단위로 영역을 탐색하여 0~255의 밝기를 추출한 후, 어두웠다 밝아지는 지점과 밝아졌다 어두워지는 점을 구한다. 이 두 점을 잇는 선의 길이가 임계길이 범위에 들어간다면 영역 내에 선을 그리게 된다[6]. 그림5의 우측은 A영역 내에서 처리된 결과이다.

B와 C의 영역은 영상의 변화로 차량을 탐지하는 방법은 같으나, C영역에서 탐지된 차량은 출입문까지 도달하는 시간이 짧으므로, 인식되자마자 바로 위험을 알려준다. 영상처리 우선순위는 $C > B > A$ 순으로 된다.

2. 차량의 거리, 속도, 크기

본 논문은 탐지된 차량의 실제 위치를 알기 위해 화면상에 위치한 차량을 실제 공간상의 지점으로 변환할 필요가 있다. 탐색영역에서 탐지된 차량에 그려진 사각형에서 가로 중심점을 물체가 실제 위치하는 지점으로 간주하고 이 점을 구한다. 그 후, 좌표변환식을 이용하여 이 점을 도로상의 실제 위치로 변환시켜주게 된다.

그림 6에서 사용된 좌표계는 모두 직교좌표계로써 화면좌표계(screen coordinate system), 월드좌표계(world coordinate system)로 이루어져 있다. 화면좌표계(XS, YS)는 CCD 카메라를 통해서 입력된 주행로의 영상으로부터 비전시스템을 이용하여 차량을 인지하기 위해 사용되는 좌표계를 말한다. 화면의 중심을 원점으로 하고, 그

화면과 수평인 축을 X_s , 수직인 축을 Y_s 로 설정된다. 월드좌표계는 차량의 위치를 기준으로 설정되는 좌표계로서 차량의 진행방향을 Y_w 축이라 하고, 높이 방향을 Z_w 축, 좌우 방향을 X_w 축으로 정의된다.

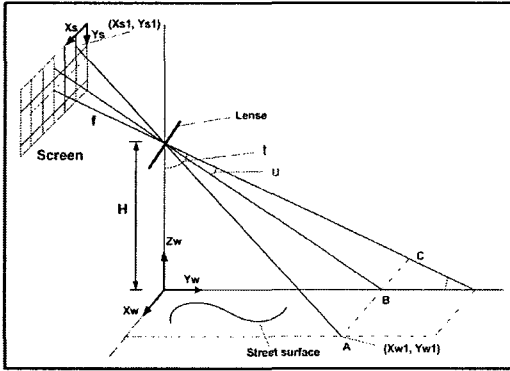


그림 6. 사용된 좌표계

Fig. 6. The used coordinate system

점 A는 (X_{w1}, Y_{w1}) 이며 실제 도로상에 위치하는 차량의 월드좌표값이다. 점 B는 화면좌표계의 Y_s 축의 변화만을 월드좌표계에서 나타냈으며, 점 C는 변위각 u 를 구하기 위해 설정한 점을 나타낸다. H 는 카메라 높이를 나타내며, f 는 초점거리를 나타낸다.

실제 차량은 바닥에 위치하므로 Z_w 축은 0이 된다. 그리고 식(2)에서처럼 화면좌표계의 Y_s 를 이용하여 Y_w 좌표를 구할 수 있다.

$$u = \tan^{-1} \left(\frac{Y_{s1}}{f} \right) \quad (2)$$

$$Y_{w1} = H \tan(t - u)$$

다음 X_w 좌표를 구하기 위해서는 그림 6에서 \overline{AB} 의 길이를 구하는 것과 같다. 이는 식 (3)의 좌표변환식을 이용하여 구할 수 있다[7].

$$\sqrt{f^2 + Y_{s1}^2} : \sqrt{H^2 + Y_{w1}^2} = X_{s1} : X_{w1}$$

$$X_{w1} = \frac{\sqrt{H^2 + Y_{w1}^2} * X_{s1}}{\sqrt{f^2 + Y_{s1}^2}} \quad (3)$$

카메라의 높이와 초점거리를 이 식에 적용하여 카메라를 단 지점의 도로바닥에서 이동체가 실제 도로상에 위치하는 지점까지의 거리를 구하게 되었다. 탐지된 차량의 속도는 전영상과 후영상에서 차량의 위치변화를 거리로 측정하여 소요시간으로 나누었다.

모노영상을 통한 차량의 속도를 알아보는 방법은 측정된 위치의 작은 오차도 실제 거리상에서는 큰 오차의 범위를 가져올 수 있기 때문에 정확한 속도를 측정하는

것은 어렵다. 본 논문에서는 정확한 속도를 측정하기 보다는 버스를 향해 얼마나 빠른 속도로 접근하는지를 판단하는 기준으로 삼는다.

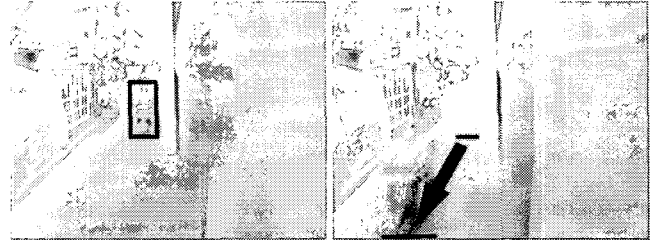
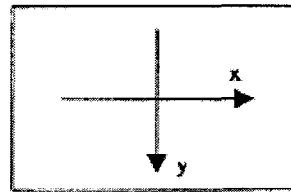


그림 7. 차량의 속도와 크기

Fig. 7. The speed and dimension of vehicle

3. 차량의 진행방향



차량에 그려진 사각형에서 가로의 중심점 변화를 이용하여 이동경로를 추정한다. 이를 통해 X축과 Y축이 양(+), 음(-)인지를 판단하게 된다. Y축은 위에서 아래쪽으로 양(+), 음(-)의 방향이 되고, X축은 좌에서 우로 양(+), 음(-)의 방향이 된다[8].

- $f_x(t)$: t 시간에서 차량의 X축 중심점
- $f_x(t-1)$: t-1 시간에서 차량의 X축 중심점
- $f_y(t)$: t 시간에서 차량의 Y축 중심점
- $f_y(t-1)$: t-1 시간에서 차량의 Y축 중심점

$$f_x(t) - f_x(t-1) > 0 \quad , \quad \text{X축 양의 진행방향}$$

$$f_x(t) - f_x(t-1) < 0 \quad , \quad \text{X축 음의 진행방향}$$

$$f_y(t) - f_y(t-1) > 0 \quad , \quad \text{Y축 양의 진행방향}$$

$$f_y(t) - f_y(t-1) < 0 \quad , \quad \text{Y축 음의 진행방향} \quad (4)$$



그림 8. 차량의 진행방향에 대한 표시

Fig. 8. Mark about direction of vehicle

Y축의 값이 버스의 후미가 위치한 Y값보다 작다는 가정 아래 세 가지 경우로 나눈다.

Case I. 탐색된 차량의 X축이 (-), Y축이 (+)인 경우,

진행벡터는 우상에서 좌하로 버스와 보도사이의 공간으로 접근하는 것으로 판단한다.

Case II. 탐색된 차량의 X축이 (+), Y축이 (+)인 경우, 진행벡터는 좌상에서 우하로 되어 탐색방향 우측으로 진행하여 탐색영역을 벗어나는 것으로 판단한다.

Case III. 탐색된 차량의 Y축이 (-)인 경우, 버스의 진행방향과 반대이므로 본 실험목적과 상관없는 것으로 판단한다.

표 1. 탐색 결과에 따른 위험 유무

Table 1. Danger existence and nonexistence by search result

	X 축	(+)	(-)
Y 축	(+)	No Danger	Danger
	(-)	No Danger	No Danger

차량의 진행방향으로 차량이 후방에서 전방으로 진행하는지 전방에서 후방으로 진행하는지 혹은 정지했는지를 판단한다. 이는 탐색된 차량의 속도뿐만 아니라 방향까지 측정하여 하차하는 승객과의 충돌 가능성까지 판단한다.

IV. 실험 결과

1. 실험환경

실험에 사용된 영상은 서울시내노선 중 정릉에서 청량리를 주행하는 1213번 지선버스에 소형 CCD 카메라를 5일 동안 주간에 장착하여 얻은 데이터이다. 버스의 노선 경유시간은 약 1시간 30분이다. 본 논문에서는 주행 차량의 후방 영상을 담기 위한 소형 카메라 1대와 카메라로부터 받은 입력영상을 처리하기 위해 펜티엄IV 1.7GHz 컴퓨터에 마이크로로봇(Microrobot)사의 영상처리보드를 장착하여 실험하였다.

카메라는 VQ29B-B36 모델의 흑백 CCD 카메라이며, 초점거리는 3.6mm를 사용하였다. 크기는 가로 29mm, 세로 29mm, 높이 28mm의 소형 카메라이다. 영상처리보드는 마이크로로봇(Microrobot)사의 마이비전보드를 사용하여 카메라로부터 NTSC 신호를 입력받는다. 영상은 320 × 240의 크기로 초당 30frame 정도로 처리하게 된다.

버스가 정차할 때, 하차하는 승객과 충돌할 가능성이 가장 큰 차량은 버스 후미를 기준으로 앞뒤로 약 5m의 범위에 위치한다. 그러므로 실제 필요한 영상정보를 효율적으로 얻기 위해 카메라를 버스 중앙출입문 상단에 장착하였다.

입력영상의 확인은 카메라에 소형 캠코더를 연결하여 버스 안에서 외부 영상을 확인하며 카메라의 기울기를 조정하였다. 그리고 실제 거리를 계산하기 위해 카메라의 높이(2.3m)와 거리(11.19m)를 측정하였다.

탐지한 차량의 정확한 속도를 구하기 위해 주차된 버스에 카메라를 장착하여 좌표변환식의 오차 범위를 알아

보았다. 단, 모노 영상의 특성상 도로의 굴곡이나 경사에서 큰 오차를 보이므로, 입력영상의 도로는 수평이라고 가정하여 계산하였다.

2. 실험결과 및 성능 분석

컴퓨터 비전을 통한 차량 탐지에 관한 실험은 주간동안 버스에 카메라를 장착하여 성능을 실험해보았다. 본 실험에서 이용한 버스의 경우, 재래시장을 경유하는 구간에서 주로 실험 데이터를 얻을 수 있었다. 5일 동안 하루 한차례씩 노선을 경유하며 관찰한 결과 탐색영역을 지나가는 오토바이를 108회 관찰할 수 있었고, 이 데이터를 근거로 실험하였다.

실험 결과는 버스의 구간이 짧고 하루 중 주간에만 실험함으로써 표 2와 3과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 그러나 본 논문에서는 한정된 데이터를 기준으로 하였기 때문에 높은 신뢰도를 보였으나 실제로 차량 주행 시 예측치 못한 상황이 발생하기도 하므로 지속적인 보완작업이 필요할 것으로 생각된다.

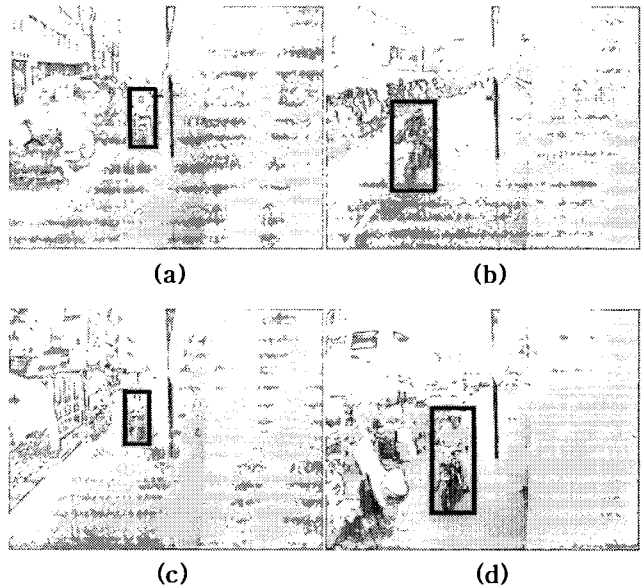


그림 9. 실험 영상
Fig. 9. Experiment image

표 2. 그림 9의 영상에 대한 측정값

Table 2. Measurement value for image of Fig. 9

	Image	a	b	c	d
Measurement	distance	9.19m	6.16m	10.97m	4.96m
	speed	21.6km/h	28.8km/h	39.6km/h	18km/h
	direction	<-	<-	->	->

표 3. 차량탐지 결과

Table 3. A result of vehicle detection

오류종류	이동체 탐지률	비고
1종 오류 발생시 (이동체일 경우 탐지하지 못할 때)	83%	오후 1시~ 5시 사이에 촬영한 도로영상. 1종 오류의 경우 위험한 상황발생.
2종 오류 발생시 (이동체가 아닌 경우 탐지할 때)	91%	2종 오류의 경우 시스템의 신뢰도 저하.
전체	87%	

실험 결과를 통해 차량이 아닌 다른 물체를 인식하는 경우가 있었는데, 이는 도로 지면에 닿지 않은 물체들이었다. 이는 지면에 차량이 닿아 있다는 가정에서 적용되는 좌표변환식을 적용할 수 없으므로 정확한 거리와 크기를 측정할 수 없었다. 또한, 탐색영역 A는 실제 출입문에서 27m 이상 떨어진 지점으로 이 영역에서 1종 오류와 2종 오류가 많이 발생하였는데, 향후 알고리즘 개선 방향에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

그리고, 탐색영역에서 탐지된 오토바이나 차량이 입력영상을 통한 좌표변환식에 의해 나타난 거리와 실제 공간상의 위치를 통한 거리와 비교하여 그 오차를 비교 실험하였다.

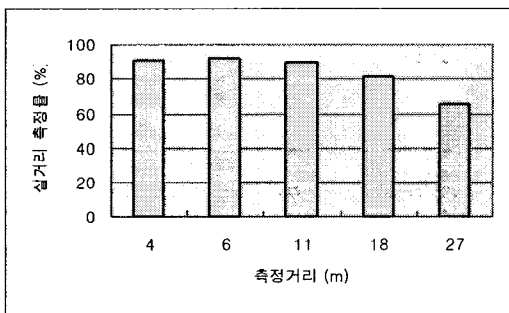


그림 10. 거리측정 실험

Fig. 10. Distance measurement experiment

약 4m는 카메라에서 버스 후미까지의 수평거리이며, 거리당 10회씩 반복 측정하였다. 12m까지는 실거리 측정률이 높았으나, 20m이상에서는 실거리 측정률이 크게 떨어졌다. 이를 통해 먼 거리를 측정할 경우, 모노비전으로는 한계가 있다는 결론을 얻었다.

입력영상에서 버스의 바디 끝부분의 위치가 항상 일정하므로 이 위치를 기준점으로 잡아 화면을 통해서도 차량의 거리를 어느 정도 가늠할 수 있었다.

V. 결론

본 논문은 버스에서 하차하는 승객에게 빈번히 발생

하는 사고의 위험을 예방하고자 버스와 보도사이의 공간으로 진입하려는 차량을 탐지하는 시스템을 구현하였다.

본 실험을 통해 탐색영역이 깨끗한 곳에서는 정확하게 오토바이를 탐지하였으나, 도로변이 사람으로 혼잡한 곳에서는 정확하게 탐지해내지 못하였다. 그리고 굴곡지거나 경사진 도로에 정차한 버스에서는 오토바이의 정확한 위치를 알아내지 못하므로, 속도에 있어서 큰 오차의 범위가 발생하였다. 영상처리만으로는 차량의 정확한 거리를 측정하는 데에는 한계가 있으므로, 다른 센서와 연동하여 사용되어야 한다. 또한 카메라의 위치상 발생하는 사각지대로 인해 오토바이가 갑작스럽게 나타나기도 하였다. 이는 다른 위치에 추가로 카메라를 설치하는 방법 등이 필요하다.

참고 문헌

[1] Shih-Shin Huang; Chung-Jen Chen; Pei-Yung Hsiao; Li-Chen Fu; "On-board vision system for lane recognition and front-vehicle detection to enhance driver's awareness", Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA '04. 2004 IEEE International Conference on, Vol. 3, pp.2456-2461, April.26-May.1, 2004

[2] 김종철, "DSP를 이용한 차선 변경 위험 경보장치 개발", 고려대학교 석사학위 논문, 2003.12

[3] Jung, C.R.; Kelber, C.R.; "A lane departure warning system based on a linear-parabolic lane model", Intelligent Vehicles Symposium, 2004 IEEE, pp.891-895, June. 14-17, 2004

[4] Yanling Zhao; Zhichao Zhang; Zhenming Gao; "A simple and workable moving objects segmentation method", Electronics in Marine, 2004. Proceedings Elmar 2004. 46th International Symposium, pp.585-590, June.16-18, 2004

[5] Bertozzi, M.; Broggi, A.; Fascioli, A.; Lombardi, P.; "Vision-based Pedestrian Detection: will ants help?", Intelligent Vehicle Symposium, 2002. IEEE, Vol. 1, pp.1- 7, June.17-21, 2002

[6] 문순환, "이동 운반체 자율주행 제어" 고려대학교 박사학위 논문, 1996.12

[7] 노광현, "안전 주행을 위한 비전 기반 차량 탐지 방법", 고려대학교 박사학위 논문, 2001.8

[8] Franke, U.; Kutzbach, I. "fast stereo based object detection for stop&go traffic", Intelligent Vehicles Symposium, 1996., Proceedings of the 1996 IEEE, pp. 339-344, Sept.19-20, 1996



이 광 순(Kwang-Soon Lee)

2003년 고려대학교 제어계측공학과(공학사)
2003년 ~ 현재 고려대학교 산업시스템정보
공학과 석사과정
주관심분야 : 컴퓨터 비전, 지능형 자동차



이 경 복(Kyung-Bok Lee)

2001년 남서울대학교 산업공학과(공학사)
2003년 고려대학교 산업공학과(공학석사)
2003년 ~ 현재 고려대학교 산업시스템정보
공학과 박사과정
주관심분야 : 지능로봇, 임베디드 시스템,
무인자동차



노 광 현(Kwang-Hyun Rho)

1995년 고려대학교 산업공학과(공학사)
1997년 고려대학교 산업공학과(공학석사)
2001년 고려대학교 산업공학과(공학박사)
2001년 10월 ~ 2002년 10월 Ecole des
Mines de Paris Robotic Center Post-Doc

2003년 ~ 현재 한국전자통신연구원 연구원
주관심분야 : 지능형 자동차, 컴퓨터비전, 지능로봇, 임베
디드시스템, 이동통신



한 민 홍(Min-Hong Han)

1964년 서울대학교 기계공학과(공학사)
1973년 University of Minnesota 산업공학
(공학석사)
1985년 Georgia Institute of technology 산
업공학과(공학박사)

1982년 숭실대학교 산업공학과 조교수
1985년 ~ 1988년 포항공과대학 산업공학과 부교수
1991년 ~ 현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 정교수
주관심분야 : 지능형 자동차, 컴퓨터비전, 인공지능, 지능
로봇, ITS