creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000265481

2016년 2월
석사학위논문

주야간 사고예방을 위한 차량용 블랙박스 시스템에 관한 연구

조선대학교 대학원
소프트웨어융합공학과
김 강 효

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

주야간 사고예방을 위한 차량용 블랙박스 시스템에 관한 연구

A Study on the Vehicle Black Box System for the Day and Night Accident Prevention

2016年 2月

조선대학교 대학원

소프트웨어융합공학과

김 강 효

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

주야간 사고예방을 위한 차량용 블랙박스 시스템에 관한 연구

지도교수 반 성 범

이 논문을 공학 석사학위신청 논문으로 제출함

2015年 12月

조선대학교 대학원

소프트웨어융합공학과

김 강 효

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

金康孝의 碩士學位論文을 認准함

위원장 조선대학교 부교수 곽 근 창 印

위 원 조선대학교 교 수 반 성 범 印

위 원 조선대학교 조교수 신 주 현 印

2015年 12月

조선대학교 대학원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

표목차 iii

도목차 iv

ABSTRACT vi

제 1 장 서 론 1

제 1 절 연구 배경 1

제 2 절 연구 목적 및 방법 4

제 2 장 지능형 블랙박스 시스템에 대한 관련 연구 6

제 1 절 사람 검출 6

제 2 절 조도 판단 12

제 3 장 주야간 사고예방을 위한 블랙박스 15

제 1 절 키넥트를 이용한 사람 검출 18

1. 키넥트 센서의 특징 18

2. 키넥트 SDK 19

3. 사람 검출 및 거리 측정 20

제 2 절 CIE L*a*b* 색상 정보을 이용한 주야간 판단 22

1. CIE L*a*b* 색상 공간 22

2. 주야간 판단 23

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 3 절 거리에 따른 관심 영역의 설정 24

제 4 절 사고예방 이벤트 25

제 4 장 실험 및 결과 28

제 1 절 실험 환경 28

제 2 절 실험 및 결과 28

제 3 절 제안하는 시스템의 성능 분석 및 비교 35

1. 사람 검출률 35

2. 주야간 판단률 40

3. 기존의 블랙박스 시스템과의 성능 비교 42

제 5 장 결 론 45

참고문헌 47

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목 차

표 1. 사고예방 시스템의 연평균 성장률.....3
표 2. 장소 및 사람과 거리에 따른 동영상 개수.....36
표 3. 사람 검출률 결과.....37
표 4. 제안한 방법과 기존의 방법간의 사람 검출률 비교.....38
표 5. 주야간 판단률 결과.....41

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

도 목 차

그림 1. 국내 블랙박스 시장의 시장규모 1
그림 2. 주차 시 차량피해 발생의 비율 2
그림 3. 차량용 블랙박스에 대한 인식 3
그림 4. 사람 검출의 예 6
그림 5. 사람 검출에 사용된 HOG의 예 7
그림 6. HOG의 개념도 8
그림 7. 파트영역 기반의 사람 검출 영상 8
그림 8. 그리드 기반 템플릿 매칭을 이용한 사람 검출의 예 9
그림 9. 스테레오 카메라의 개념도 10
그림 10. 키넥트 Xbox360로부터 획득한 컬러와 거리 영상 11
그림 11. 3차원 머리 모델 11
그림 12. 조도 판단을 이용한 블랙박스 시스템의 영상 12
그림 13. 헤드라이트 자동조절시스템의 구성도 13
그림 14. 주야간 사고예방을 위한 블랙박스 시스템의 흐름도 16
그림 15. 키넥트의 구조와 작동 원리 18
그림 16. 관절 좌표와 적용 영상 19
그림 17. 키넥트 센서로 획득한 컬러 영상과 깊이 영상 20
그림 18. 사람 검출 영상 결과 21
그림 19. CIE L*a*b* 색상 공간 22
그림 20. 주야간 평균 밝기 값 추출의 예 23
그림 21. 임계값을 설정하기 위한 실험 영상 24
그림 22. 거리를 기준으로 한 관심 영역 설정 영상 25
그림 23. 주야간 사고예방 이벤트의 예 27
그림 24. 실내 시뮬레이션 결과 영상 29
그림 25. 주간 실외주차장 결과 영상 30

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 26. 주간 실내주차장 결과 영상 31
그림 27. 초저녁 실외주차장 결과 영상 32
그림 28. 초저녁 실내주차장 결과 영상 33
그림 29. 야간 실외주차장 결과 영상 34
그림 30. 사람 검출을 위한 실험 영상 35
그림 31. 사람 검출 실패 영상 36
그림 32. 제안한 방법과 기존의 방법간의 주간 사람 검출률 비교 실험 영상 38
그림 33. 제안한 방법과 기존의 방법간의 야간 사람 검출률 비교 실험 영상 39
그림 34. 주야간 판단을 위한 실험 영상 40
그림 35. 주야간 판단 실패 영상 41
그림 36. 두 시스템간의 주간 상황 비교 결과 영상 43
그림 37. 두 시스템간의 야간 상황 비교 결과 영상 44

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

A Study on the Vehicle Black Box System for the Day and Night Accident Prevention

Kim, Kang-Hyo
Advisor : Prof. Pan, Sung Bum Ph.D.
Convergence Engineering,
Graduate School of Chosun University

A car black box is an image recorder used to identify the cause of a car accident by recording information, for example, images, time and a volume of impact at the time of the accident. In most car accidents, it is hard to get enough evidences at the site of an accident to result in difficulty in accurate analysis of the accident. Although statement by witnesses is very important when analyzing a car accident, it is hard to find witnesses in most cases. Because a car black box device saves information about situations that occur while a car in question with the on-board black box travels to allow analysis of car accidents and responsibility thereof, using car black boxes is increasingly common now.

Recently, an intelligent black box is studied, which implements self-decision and copes with dangerous situations in real time as people are more interested in technology and safety. Exemplary intelligent black box technologies being studied at present include accident prevent systems for protecting drivers from accidents that can occur while travelling, for example, the lane departure sensing system and the forward collision warning system.

However, the aforementioned systems being studied cannot prevent

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

incidents in advance, for example, theft, stealing or run after causing physical damages by malicious human behaviors when a car in question stops or is parked. In addition, it is essential that a user must examine all saved images when an accident occurs. Another inconvenience is that it is hard to get sharp images captured at night of low illumination.

Therefore, this thesis aims to suggest a system for correcting disadvantages of conventional black box systems and preventing incidents by malicious human behaviors when a car in question stops or is parked at night or during the day. The suggested car black box system uses the depth camera of a Kinect sensor for predicting dangers to detect persons and measure distances, and sets up three-step areas of interest to examine the level of person's approach. In addition, it uses the CIE L*a*b* color space to examine whether it is the daytime or nighttime. After the process, it generalizes the result of detected persons in the areas of interest and the daytime or nighttime to prevent incidents while the car in question stops or is parked to create an accident prevention event compatible with a daytime situation and a nighttime situation.

The result of an experiment reveals that the suggested car black box system normally provides signals of detected persons and warnings when they approach the car in question in outdoor parking lots during the day, indoor parking lots during the day, outdoor parking lots in the early evening, indoor parking lots in the early evening, and outdoor parking lots at night. Therefore, it is proved that the suggested system can prevent incidents by malicious human behaviors while a car in question stops or is parked at any time at night or during the day.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

블랙박스란 주로 비행기에서 사용되는 장치로 비행기가 추락하거나 사고가 발생하였을 경우 당시 상황을 알기 위하여 비행기의 고도 및 속도, 동작 상태, 조종석의 음성정보, 관제탑과의 교신 등을 기록하여 사고의 원인 규명을 위한 단서로 사용되고 있다. 최근에는 이러한 기술을 차량에 적용하여 자동차 사고의 원인을 규명하는 데에도 적극적으로 활용하고 있는 추세이다[1]. 대부분 자동차 사고의 경우, 사고 현장의 증거물들을 충분히 획득하는 데 어려움이 있기 때문에 정확한 사고의 원인을 규명하기 어렵다. 사고 분석 시에 목격자의 진술이 큰 부분을 차지하지만, 목격자의 확보가 어려운 경우가 대부분이기 때문에 세계 각국에서는 정보기관과 차량제조회사들의 주도로 운행 중 발생하는 각종 상황을 저장해 사고 발생 시 그 정보를 토대로 사고 분석과 책임 소재를 원만히 해결해 줄 수 있는 블랙박스 장치에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 또한, 블랙박스의 중요성과 활용성이 검증됨에 따라 사용 또한 증가하는 추세이다.

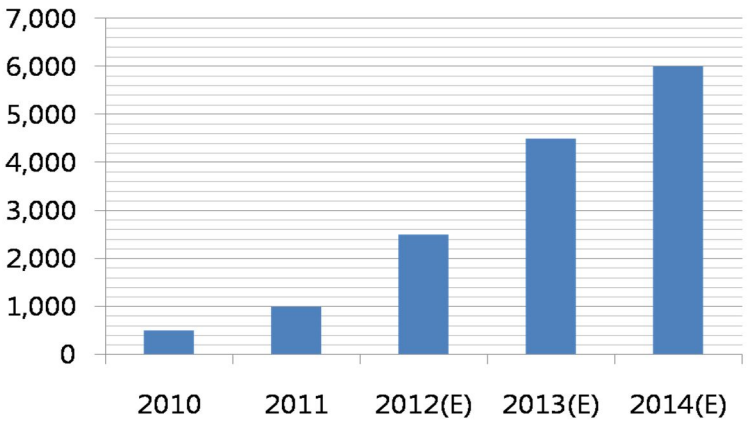


그림 1. 국내 블랙박스 시장의 시장규모

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2007년을 기준 전체 자동차의 65%가 블랙박스를 장착한 미국은 2008년부터 생산차량에 대해 블랙박스 장착을 권장하고 있고, EU는 2009년부터 블랙박스의 의무적 장착을 법규화하였다. 중국은 2008년 베이징 올림픽을 앞두고 디지털 주행 기록 장치의 장착을 의무화하였다[2-4]. 그림 1은 국내 블랙박스 시장의 시장규모를 나타낸 그림이다. 산업 전문 기관인 IRS 글로벌은 2013년에 '2014 자동차용 블랙박스 시장전망과 사업전략 모색을 위한 종합 분석' 보고서를 발표하였다. 분석 결과에 의하면 2013년 10월을 기준으로 블랙박스는 현재 약 25% ~ 30%의 보급률을 기록하고 있으며, 누적 보급 대수는 350만대에 이른다. 또한 2010년부터 지속적으로 성장하고 있는 블랙박스 시장은 2014년 약 6,000억 원에 이르렀고 2016년까지 약 7,000억 원에 달할 것으로 전망하고 있다.

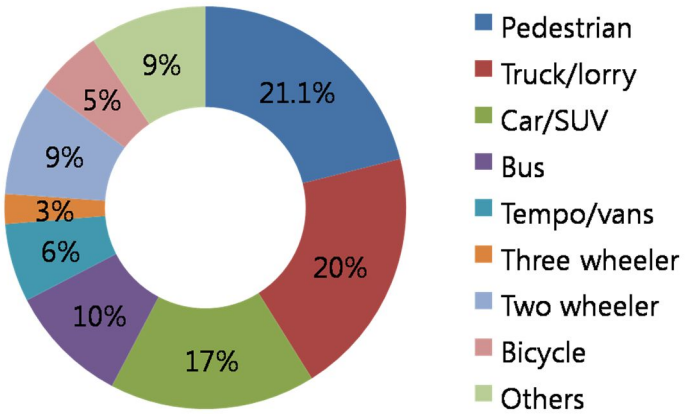


그림 2. 주차 시 차량피해 발생의 비율

그림 2는 주차 시 차량피해 발생의 비율을 나타낸 그림으로 2012년 WHO가 주차 시 차량 피해 발생의 비율에 대해 조사한 결과에 따르면 사람에 의한 차량피해가 21.1%로 가장 높음을 알 수가 있다. 그림 3은 차량용 블랙박스에 대한 인식을 나타낸 그림이다. 엠브레인 트랜드 모니터가 2013년에 조사한 바에 따르면 블랙박스는 교통사고 분쟁과 다양한 범죄들의 증거자료 및 예방책으로 활용되는 블랙박

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

스의 역할이 커졌음을 알 수 있다.

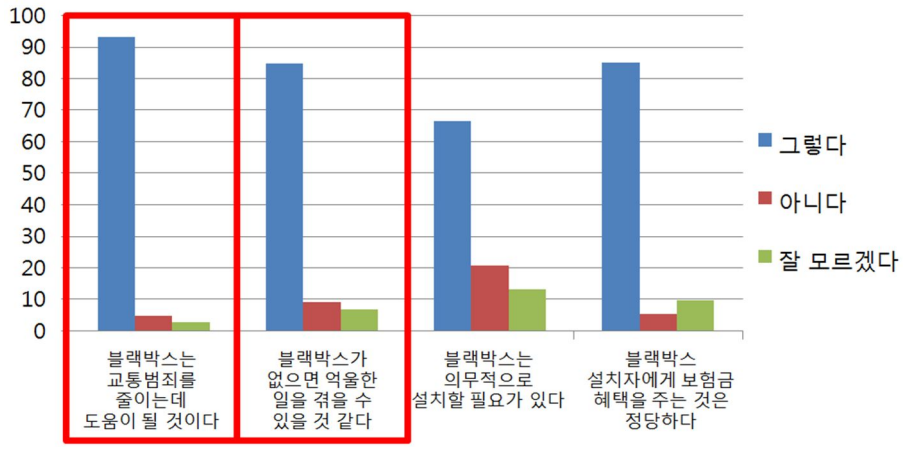


그림 3. 차량용 블랙박스에 대한 인식

표 1은 사고예방 시스템의 연평균 성장률을 나타낸 표이다. 야노경제연구소가 2014년에 발표한 “자동차용 센서 디바이스 세계시장에 대한 전망”에 대한 보고서에 따르면 사고예방 시스템의 연평균 성장률이 20.5%로 큰폭으로 증가함을 확인할 수 있다. 이와 같은 자료들을 통해 점차 블랙박스가 사고 후 검증의 용도가 아닌, 사고 전에 예방책으로 바뀔 것이라 예상한다.

표 1. 사고예방 시스템의 연평균 성장률

제어분야	2014년	2015년(예측)	2020년(예측)	연평균성장률 (2014~2020년)
파워트레인	9,129	9,163	10,082	1.7%
섀시/세이프티	6,714	6,835	7,648	2.2%
바디	3,625	3,671	4,078	2.0%
ADAS	2,973	4,062	9,094	20.5%
HV/EV	140	140	585	33.8%

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 2 절 연구 목적 및 방법

기술의 발전과 안전에 대한 관심이 커지면서 차량용 블랙박스의 이용 또한 증가하고 있다. 최근 차량용 블랙박스의 사용에 있어 가장 큰 이슈는 블랙박스를 통해 교통범죄를 줄이는 것이다. 기존의 블랙박스는 영상을 저장하는 기능만을 가지고 있다[5]. 사고 후에 저장된 영상을 기반으로 상황판단을 하는 데 있어 사용자에게 도움을 주지만, 사용자가 저장된 영상을 모두 확인해야 한다는 단점이 있다. 또한, 조도가 낮은 야간 상황에는 영상을 획득하는데 제약이 있다는 단점이 있다. 최근에는 기존의 블랙박스의 단점에 대한 사용자의 요구에 따라 스스로 판단하고 실시간으로 위험 상황에 대처가 가능한 지능형 블랙박스의 연구가 활발히 진행되고 있다[6-9]. 현재 연구되고 있는 지능형 블랙박스의 기술로는 주행 중 차선이탈을 할 경우 이용자에게 경보를 울려 사고를 예방하는 차선이탈 감지 시스템과 주행 중 전방 차량에 대해 차간거리가 줄어들 경우 경보를 울리는 전방 추돌 경보시스템 등이 있다[10-16]. 이러한 연구들은 주행 중에 발생할 수 있는 사고로부터 사용자의 안전한 운행에 도움을 준다. 하지만 지능형 블랙박스들은 주정차 시에 사람으로부터 발생할 가능성이 있는 도난, 절도 등의 사고를 미연에 방지할 수 없다는 단점이 있다.

본 논문에서는 기존의 블랙박스의 단점을 보완하고 주간과 야간 상황에 제약 없이 주정차 시에 발생할 수 있는 사고를 예방 가능한 차량용 블랙박스를 연구하는 것을 목적으로 한다. 본 논문에서는 위험대상을 검출하기 위해 깊이 카메라로 사람 검출 후 사람까지의 거리를 기준으로 관심 영역을 3단계로 설정한다[17-20]. 사람을 검출하는 이유는 주정차 시 차량에 도난, 훼손, 절도 등의 위협을 가하는 빈도수가 사람에 의한 경우가 가장 많기 때문이다[21]. 관심 영역은 차량에 설치된 카메라부터 3m까지 거리를 기준으로 하여 설정한다. 사람의 검출 및 거리의 측정은 키넥트 센서에 내장된 깊이 카메라를 이용한다.

또한, 주야간 판단과 경고등의 점등을 통해 야간 상황에서 촬영의 제약이 있는 기존의 블랙박스 시스템의 기능을 보완하고자 한다[22][23]. 야간 상황에 경고등

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

을 점등하는 이유는 상황적 범죄를 예방하고 선명한 컬러 영상을 얻기 위함이다. 주간과 야간의 판단은 획득한 컬러 영상을 이용한다. RGB 색상 공간으로 획득된 컬러 영상은 CIE L*a*b* 색상 공간으로 변환 후, 조도를 표현하는 L*값을 추출하여 전체 영상의 평균밝기 값을 이용한다[24].

마지막으로, 차량에 해를 가하려는 사람에게는 경고를 발생하여 사고 전에 예방을 하고자 한다. 사고를 예방하는 방법은 접근하는 사람에 대해 위험 가능성에 따라 3단계의 Level로 분류한다. 3단계로 분류된 Level1, 2, 3의 동작은 관심 영역 내의 사람의 위치와 주야간의 판단 결과를 이용한다. Level1 상태는 접근하는 사람에 대하여 위험 가능성이 있다고 판단하여 원 영상을 저장한다. 야간 상황에는 사람을 검출하지만 위험가능성이 크지 않다고 판단하여 경고등을 점등하지 않는다. Level2 상태는 사람이 Level1 상태보다 근접한 상태로 위험 가능성이 더 높다고 판단한다. 주간에는 원 영상과 사람 영상을 따로 추출하여 저장하고, 야간에는 경고등을 점등하고 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한다. Level3 상태는 차량에 접근한 사람이 차량에 해를 가할 가능성이 높다고 판단한다. 주간에는 원 영상과 사람 검출 영상, 경고를 발생시키고 야간에는 경고등의 점등을 포함한 Level2의 이벤트 실행 후 경고를 발생한다.

본 실험은 실제 차량에 키넥트 센서를 장착하여 컬러 카메라와 깊이 카메라를 사용했고, 경고등의 점등을 위해 LED 모듈을 사용하였다. 실험 상황은 주야간에 차량이 주정차 하였을 경우 차량으로부터 3m 사이의 거리에서 사람이 점차적으로 접근하고, 의도적으로 차량에 해를 가하는 상황을 연출하여 실험을 진행하였다. 주간 실외주차장, 주간 실내주차장, 초저녁 실외주차장, 초저녁 실내주차장, 야간 실외주차장에서 실험한 결과 제안한 사고예방이 가능한 블랙박스 시스템은 사람이 차량에 접근함에 따라 사람을 검출하고, 사람과 차량 사이에 거리에 따른 이벤트를 발생하여 사고예방이 가능함을 확인하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 2 장 지능형 블랙박스 시스템에 대한 관련 연구

제 1 절 사람 검출

사람 검출 방법은 무단침입 및 절도, 테러 등을 예방하거나 신속한 대처가 가능한 지능형 블랙박스 시스템에 응용될 수가 있으며, 회사, 학교, 연구기관에서는 여러 가지 블랙박스 시스템에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다[25-29]. 기존 블랙박스 시스템은 수동적인 감시 시스템으로써, 카메라로부터 얻은 영상의 해석을 전적으로 사람에게 의존하였다. 최근에는 임베디드 시스템의 처리능력 향상 및 컴퓨터 비전 기술이 발전함에 따라 영상을 실시간으로 분석하여 움직이는 객체들을 감지 및 추적하고, 이를 바탕으로 의미 있는 정보를 감지하는 지능형 블랙박스 시스템들이 선보이고 있다. 그림 4는 사람 검출의 결과물을 보여주는 영상이다.

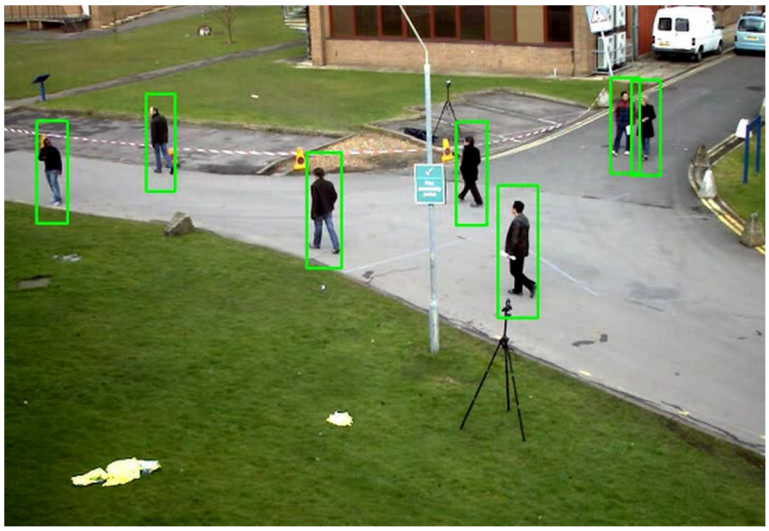


그림 4. 사람 검출의 예

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

컬러 영상을 이용하는 방법은 사람의 윤곽선에 대한 특징값을 추출하고 이를 이용하여 사람을 검출한다. Dalal과 Triggs는 영상에서 HOG(Histogram of Oriented Gradient)를 이용하여 특징 값을 추출하고, 이를 통해 사람인지 아닌지를 SVM(Support Vector Machine) 분류기를 통해 판단하였다[30][31]. SVM은 관측 값들을 두 그룹으로 잘 분리하는 최적의 초평면을 찾는 것이 목적이다.

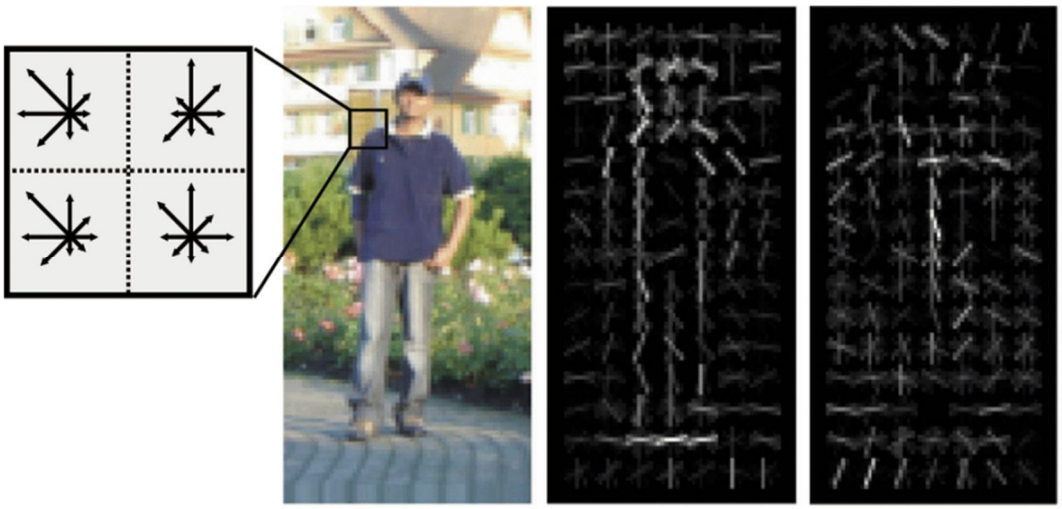


그림 5. 사람 검출에 사용된 HOG의 예

HOG는 사람 검출 분야에서 가장 잘 알려진 특징 기술이다. 다른 기술과 비교하였을 때 HOG의 주요한 장점은 지역화된 셀 내부에서 계산되는 특징 값이 사람의 기하학적 형태 변화나 주변 조명에 강인하다는 점이다. HOG 특징 추출 단계에서는 블록 별로 히스토그램 특징 값의 정규화가 포함된다. 이는 HOG가 사람 영역의 지역적인 조명이나 그림자에 불변성을 갖게 한다. 이러한 특징으로 인해 HOG는 사람 검출에 있어 우수한 성능을 내는 특징 기술 중 하나이다. 그림 5는 사람 검출에 사용된 HOG의 예를 보여주며, 사람 신체의 머리, 어깨 다리 부분에서 HOG의 특징이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 하지만 HOG는 특징값 계산시 연산량이 많으므로 실시간 환경에서는 적용하기 어려운 단점이 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

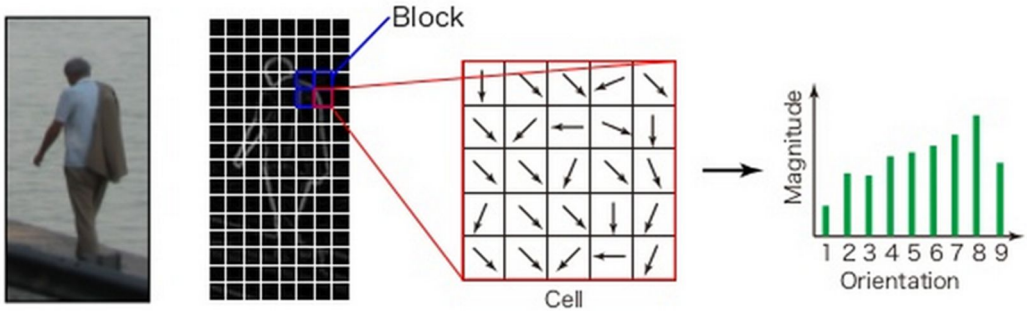


그림 6. HOG의 개념도

그림 6은 HOG의 개념도로 HOG의 특징 벡터 생성과정을 보여준다. 관심 영상을 블록과 셀로 구분하고 각 픽셀 위치에서의 기울기를 계산하여 기울기에 대한 히스토그램을 생성한다. 하나의 블록에서 모든 셀에 대한 히스토그램을 나열하면 해당 블록에 대한 HOG 특징 벡터가 만들어진다.

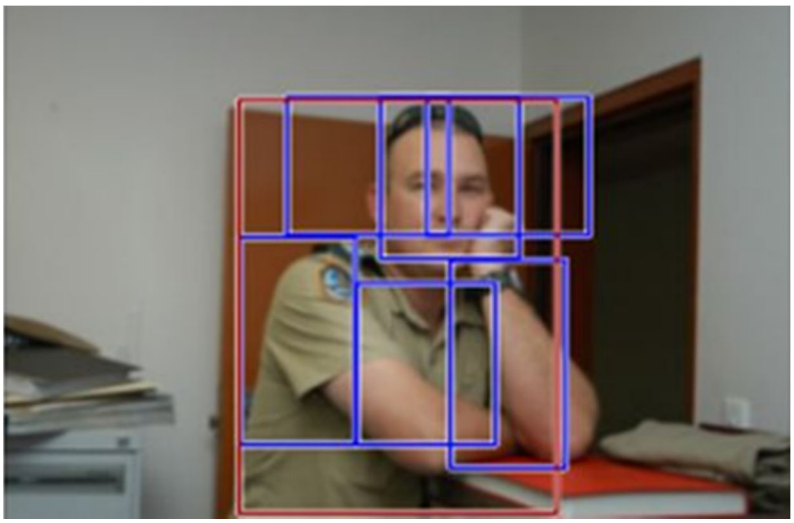


그림 7. 파트영역 기반의 사람 검출 영상

Felzenszwalb는 사람을 전신, 상체, 하체, 머리, 팔, 다리로 나누어 각각 검출 후, 결과를 종합하여 사람 여부를 판단하는 검출 방법을 제안하였다[32]. 그림 7은 파트영역을 기반으로 사람을 검출한 영상이다. 기존의 HOG는 사람의 전신이

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

나와야만 검출이 가능하고, 앉아있거나 누운 사람은 검출하지 못하였다. 하지만 이 방법은 파트영역을 기반으로 사람의 전체적인 외형뿐 아니라 각 파트영역을 함께 검출하여 신체 일부분만으로도 사람을 검출할 수 있다는 장점이 있다.

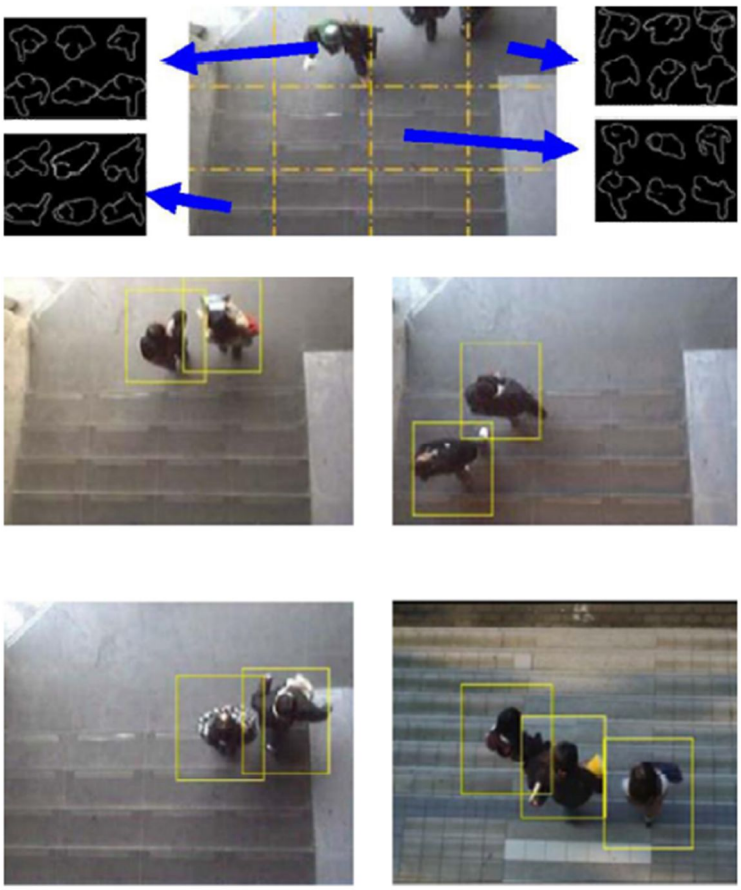


그림 8. 그리드 기반 템플릿 매칭을 이용한 사람 검출의 예

Hsieh는 영상에서 배경을 추출 후 사람의 그림자를 제거하고 12개의 구역으로 구분하여 나타나는 사람의 윤곽 추출을 통해 사람을 판단하는 방법을 제안하였다[33]. 추출된 윤곽은 그리드 기반 템플릿 매칭을 수행하여 사람을 검출하였다. 그림 8은 그리드 기반 템플릿 매칭을 이용한 사람 검출의 예를 나타내는 영상이다. 12개의 구역은 사람의 외형변화에 따라 6개의 템플릿으로 구성되고, 사람이 검출

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

된 구역 내에서 탬플릿 매칭이 이루어진다. 또한, 템플릿 매칭 시 고속 계산을 위하여 누적 영상를 사용하였다.

최근 깊이 정보를 이용하는 영상 기술이 발전함에 이를 응용하여 다양한 연구가 진행 되고 있다. 깊이 정보를 획득하는 방법은 크게 스테레오 카메라와 깊이 카메라를 이용하는 방법 두 가지가 있다[34] [35]. 스테레오 카메라를 이용하는 방법은 두 개의 카메라로부터 획득한 영상에서 시차를 계산하여 깊이 영상을 획득한다. 깊이 영상을 획득하기 위해 시차의 계산을 먼저 해야 하기 때문에 질 좋은 깊이 영상을 얻기 위해서는 많은 연산이 필요하다. 깊이 카메라를 이용하는 방법은 구조형 광을 이용하거나 빛이 물체에 반사되어 돌아올 때 발생하는 위상의 차를 이용하여 깊이 영상을 획득한다.

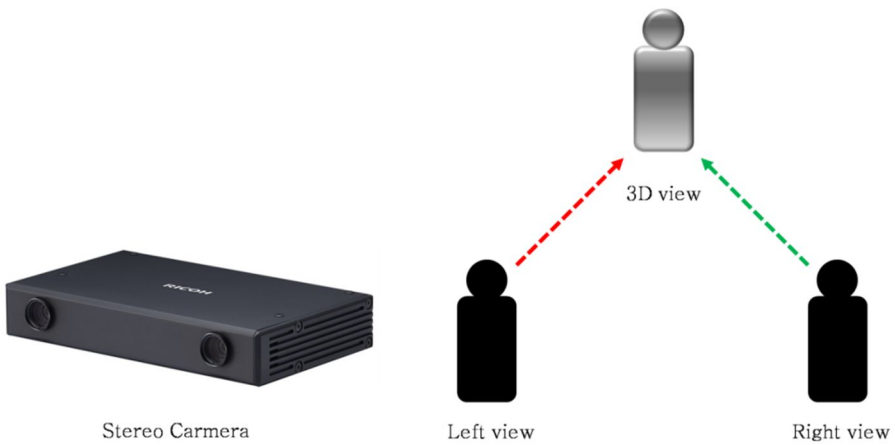


그림 9. 스테레오 카메라의 개념도

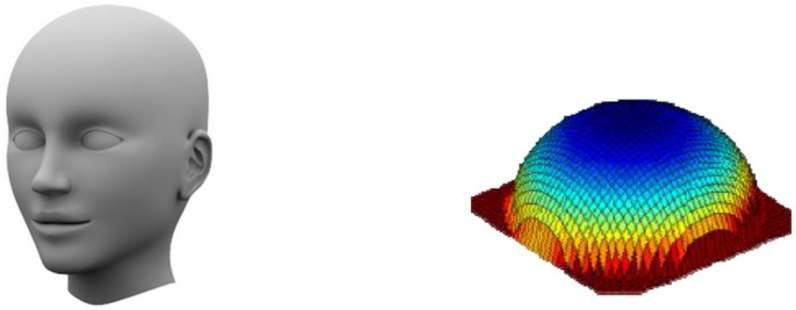
스테레오 카메라에서 획득한 영상은 사람의 눈과 비슷한 구조라고 할 수 있다. 두 대의 카메라에서 촬영된 영상에서 대응점을 찾고, 이 대응점의 정보와 두 카메라 사이의 기준선 분리정보를 이용하여 실제 객체의 3차원 위치 정보를 계산할 수 있다. 그림 9는 스테레오 카메라로 획득한 스테레오 영상을 나타낸 예이다. 그림 9의 Left View와 Right View는 좌, 우 두 시점의 영상을 보여주며, 객체 크기 정보에 근거하여 거리정보를 계산할 수 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 10. 키넥트 Xbox360로부터 획득한 컬러와 거리 영상

마이크로소프트의 키넥트 Xbox360는 컬러 카메라, 깊이 카메라, 4개의 마이크로폰 어레이, 센서를 상하로 움직일 수 있는 틸트 모터 등으로 구성된다[35]. 적외선 레이저가 레이저를 방출하면 깊이 카메라가 물체에서 반사된 레이저를 패턴으로 받아들여 카메라와 물체간의 거리 정보를 mm 단위로 획득한다. 그림 10은 키넥트 Xbox360으로부터 획득한 컬러 영상과 깊이 영상을 나타낸다



(a) 머리 모델의 예시 (b) 반구 모델

그림 11. 3차원 머리 모델

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

깊이 영상을 이용하여 사람을 검출하는 방법은 정면에서 사람을 검출하는 방법과 윗면에서 사람을 검출하는 방법으로 구분할 수 있다. Xia 는 키넥트로부터 획득한 깊이 영상을 이용하여 Chamfer distance 매칭으로 사람 후보를 검출하고 사람의 차원 머리 모델과 일치하는 후보들을 사람으로 검출하였다[36]. 그림 11 은 3 차원의 머리 모델을 나타내고 반구 모델을 사람의 3 차원 머리 모델로 사용한 영상이다. Hyun 은 오메가 모양의 실루엣을 템플릿 형태로 구성하고 이를 깊이 영상에서 템플릿 매칭을 수행하여 사람을 검출하였다[37]. 이 방법은 템플릿 매칭으로부터 발생하는 알고리즘의 속도 저하를 방지하기 위해 사람이 영상의 중앙 부근에 위치한다고 가정하여 ROI 를 설정하고 연산속도를 향상시켰다. 깊이 영상을 이용한 방법들은 배경에 영향을 받지 않는다는 장점이 있지만, 다양한 크기와 다양한 거리에 있는 사람을 검출하기 위해서는 각각 깊이 영상 전체에 템플릿 매칭을 수행해야 한다.

제 2 절 조도 판단

조도 판단은 주위의 밝기와 관계없이 신속한 대처가 가능하게 하는 지능형 블랙박스의 중요한 요소 중 하나이다. 시중에 유통되고 있는 블랙박스 대다수는 밝기가 어두운 상황에서 이동객체의 정보를 포함하는 선명한 영상을 얻는데 제한적인 부분이 많다.

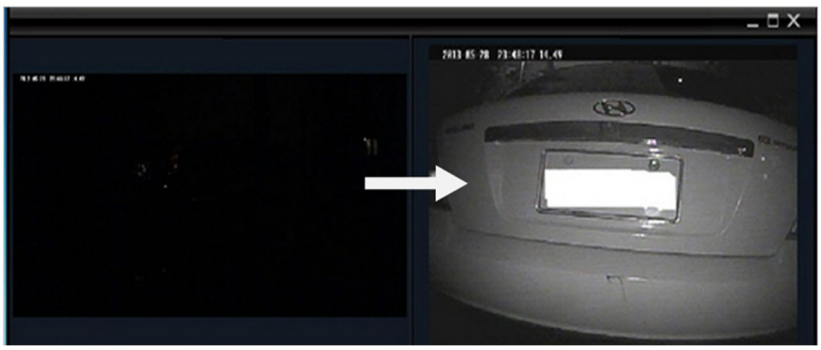


그림 12. 조도 판단을 이용한 블랙박스 시스템의 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이에 지능형 블랙박스에서 조도를 판단할 적절한 방법이 요구되고 있다. 그림 12는 주변 상황의 조도를 판단하여 적용한 예로 야간 상황에 컬러 카메라를 적외선 카메라로 전환하여 차량을 촬영한 블랙박스 시스템의 영상이다.광센서는 빛의 세기에 따라 전기적인 값이 변하는 센서로 가로, 자동차의 헤드라이트, 휴대폰 액정 등 광범위한 영역에서 사용되고 있다. 광센서는 어두운 환경에서는 절연체와 같은 특성을 보여 저항이 높아지고 밝은 상황에서는 저항 값이 낮아짐으로써 회로 내에 걸리는 전압이 달라져 전압 값을 이용하여 밝기를 판단할 수 있다. Kim은 광센서와 기울기 센서부터 얻은 정보를 이용하여 자동차 헤드라이트 자동조절 시스템을 연구하였다[38]. 그림 13은 헤드라이트 자동조절 시스템의 구성도이다. 광센서를 이용하여 전방에 차량의 접근 여부를 판단하고 기울기 센서로 차량의 기울어진 정도를 계속 판단하도록 하였다. 이와 같은 판단 결과를 이용하여 오르막에서는 헤드라이트의 밝기를 줄이고 내리막에서는 밝기를 높였다.

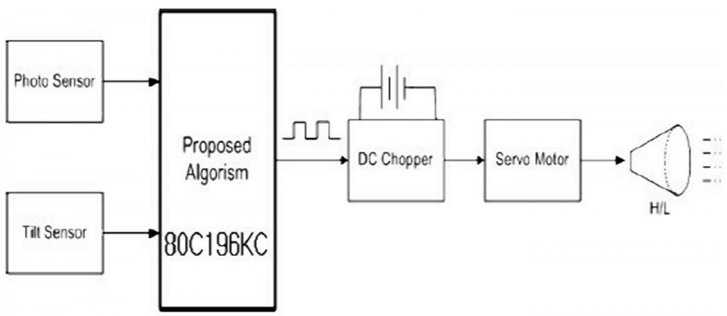


그림 13. 헤드라이트 자동조절시스템의 구성도

컬러 영상을 바탕으로 조도를 판단하는 방법은 별도의 센서를 필요로 하지 않는다. 또한, 영상 내에서 관심 영역을 지정하여 원하는 정보를 얻을 수 있기 때문에 최근 많은 연구가 진행되고 있다. Lim은 카메라로부터 얻은 컬러 영상을 기반으로 주변의 조도를 판단하고, 전방의 차량인식을 통해 상향등을 제어하는 시스템을 연구하였다[24]. 이 연구에서 조도를 판단하는 방법은 CIE L*a*b*의 색상공간의 조도를 표현하는 L*값을 사용하여 전체 영상의 평균밝기를 획득한다. 평균밝기를 획

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

득하여 실험을 통해 임계값을 설정한다. 임계값 이상이면 주간으로 판단하여 상향등을 점멸하고 상향등 제어를 중단한다. 임계값 이하이면 야간으로 판단하고 전방의 차량인식 결과에 따른 상향등 제어를 활성화한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 3 장 주야간 사고예방을 위한 블랙박스

기존의 블랙박스 시스템은 사고 순간의 영상, 위치, 시간, 그리고 충격량 등의 정보를 기록함으로써 사고의 원인을 규명하기 위해 사용된다. 최근 기술의 발전에 따라 차선 이탈 감지 시스템, 전방 추돌 경보 시스템 등 주행 중 이용자의 안전운전을 돕는 지능형 블랙박스 시스템이 개발되고 있다. 이러한 기술들은 주행 중에 발생할 수 있는 사고에 대하여 경보를 통해 운전자의 안전운전을 돕는다. 그러나 기존의 사고예방이 가능한 지능형 블랙박스 시스템들은 주정차 시 도난, 절도, 물적 피해, 도주 등 사람으로부터 발생할 수 있는 사고는 방지할 수 없다는 단점이 있다. 본 논문에서는 다음과 같은 문제의 해결을 목표로 한다.

- 차량을 위협하는 대상을 어떻게 찾을 것인가?
- 주간과 야간의 판단은 어떻게 할 것인가?
- 사고예방은 어떻게 할 것인가?

그림 14는 제안하는 주야간 사고예방을 위한 블랙박스 시스템의 흐름도이다. 제안하는 시스템은 크게 사람을 검출하고 거리를 측정하는 깊이 카메라 부분과 주야간을 판단하는 컬러 카메라 부분으로 구성된다. 또한, 측정된 거리를 기반으로 관심 영역을 설정하는 부분과 위험 가능성에 따라 경고등 점등 및 경고 발생을 통해 사고예방을 가능하게 하는 이벤트 부분으로 나뉜다. 시스템의 간략한 흐름은 다음과 같다. 사람이 카메라 및 경고등이 설치된 차량의 전방 부분을 통과하게 되면, 깊이 카메라를 통하여 사람을 검출 후 거리를 측정하고 컬러 카메라로 주간과 야간을 판단한다. 주간에는 차량과 사람 사이의 거리에 따라 원 영상 및 사람 검출 영상을 저장하고 경고를 발생시킨다. 야간에는 원 영상 및 사람 검출 영상을 저장하고 경고등의 점등 및 경고를 발생시킨다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

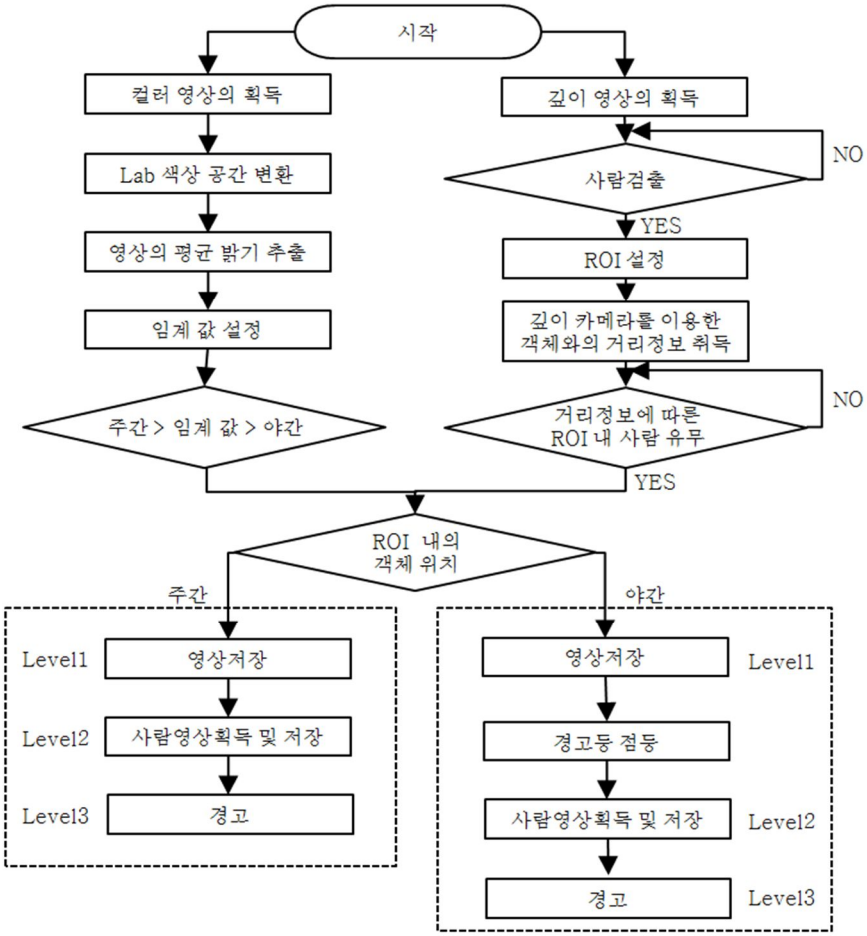


그림 14. 주야간 사고예방을 위한 블랙박스 시스템의 흐름도

깊이 카메라는 사람이 차량의 전방 부분에 설치된 깊이 카메라가 촬영하는 영역을 지나가게 되면 깊이 카메라를 통해 사람의 정보를 획득한다. 깊이 카메라는 차량 전방에 위치한 사람의 유무를 판단하고, 차량과 사람 간의 거리를 측정한다. 차량과 사람 사이의 거리를 측정하는 기준은 머리로 한다. 항상 영상에서 촬영되는 머리 부분은 차량에 설치된 깊이 카메라의 위치와 지면부터 차량의 본네트 부분에 높이로 인해 가려지는 신체의 다른 부분보다 거리를 측정하기 쉽다.

컬러 카메라는 주간과 야간을 판단하는 데 이용된다. 컬러 카메라가 영상을 촬영

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

하게 되면 RGB 색상 공간으로 구성된 영상을 CIE L*a*b* 색상 공간으로 변환한다. L*a*b* 색상공간에서 L*값은 영상의 조도를 나타내는 부분으로 L*값을 추출하여 영상의 평균 밝기를 구한다. 영상의 평균 밝기가 임계값 이상이면 주간으로 판단하고 임계값 이하이면 야간으로 판단한다.

관심 영역의 설정은 차량에 설치된 카메라부터 3m까지 3단계로 설정한다. 관심 영역의 밖은 위험 가능성이 없다고 가정하여 비 감시 영역으로 설정하였다. 사고예방을 하는 이벤트의 부분은 위험 가능성에 따라 3개의 Level로 분류하였다. Level1 구간은 2~3m 영역으로 위험요인의 가능성이 있다고 판단하여 사람의 검출 시 비활성화 되어 있던 저장기능을 활성화한다. 저장된 영상은 사고 시에 상황을 판단하는데 사용한다. Level2 구간은 1~2m 영역으로 사람이 차량에 관심을 보이고 접근한다는 가정하에 주간에는 전체 영상을 저장하고 추가적으로 사람만을 추출한 영상만을 따로 저장한다. 사람을 추출한 영상을 따로 저장하는 이유는 차량이 손상되었을 경우 블랙박스 사용자의 상황판단을 돕기 위함이다. 주간과 달리 야간에는 접근하는 사람에게 주의를 주고 사람의 영상을 선명하게 얻기 위해 경고등을 점등 후 주간과 같은 이벤트를 발생한다. Level3 구간은 차량~1m의 영역으로 접근한 사람이 차량에 해를 가할 가능성이 높다고 판단하여 전체 영상과 사람 영상을 저장하고 경고를 발생시켜 사고예방을 한다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 1 절 키넥트를 이용한 사람 검출

1. 키넥트 센서의 특징

그림 15는 키넥트 센서의 구조와 원리를 나타낸 영상이다. 키넥트 센서는 구조광 방식의 깊이 카메라로 적외선 레이저를 이용해 패턴을 조사하는 IR 방사체와 적외선 영역의 영상을 촬영하는 IR 카메라로 구성되어 있다. 또한, 일반적인 웹캠과 같은 기능을 하는 컬러 카메라가 적외선 방사체와 IR 카메라 사이에 배치되어 있다[35]. 기본적인 원리는 IR 방사체에서 조사된 레이저 패턴이 사람에 투영되어 반사된 지점에서 패턴의 위치와 크기를 이용해 패턴이 반사된 사람 표면의 거리를 구하게 된다.

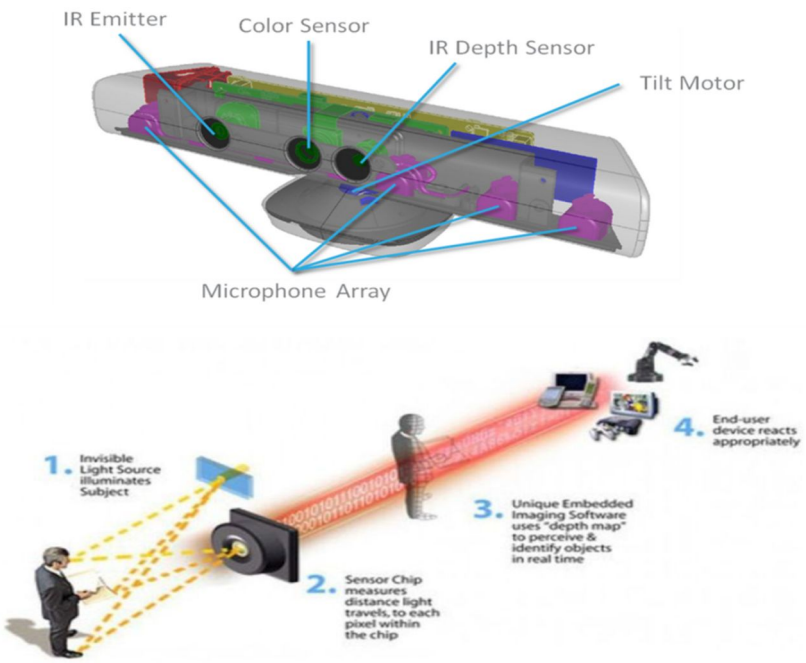


그림 15. 키넥트의 구조와 작동 원리

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 키넥트 SDK

키넥트 SDK는 키넥트 센서를 제어하고 사용할 수 있도록 하는 소프트웨어 개발 도구이다. 키넥트 센서가 획득한 컬러 영상과 깊이 영상을 처리할 수 있도록 도와주며, 개발에 유용한 함수들을 제공한다[39]. 그림 16은 사람의 관절 좌표와 적용 영상의 예이다. 키넥트 센서로 획득한 깊이 영상으로부터 사람을 검출하고, 추적하여 20개에 이르는 사람의 관절 데이터를 추출해주는 기능을 제공하기 때문에 복잡한 인체 추적 알고리즘을 구현하는 데 도움을 준다. 또한, 각 관절의 위치를 mm 단위로 제공해 주기 때문에 사람과 카메라 간의 거리를 측정하는 데에 있어 유용하게 사용이 가능하다. 사람 관절 데이터는 각 관절의 위치와 추적상태를 가지고 있으며, 이를 이용해 각 관절의 회전상태나, 사용자의 위치 및 방향 등을 파악할 수 있다.

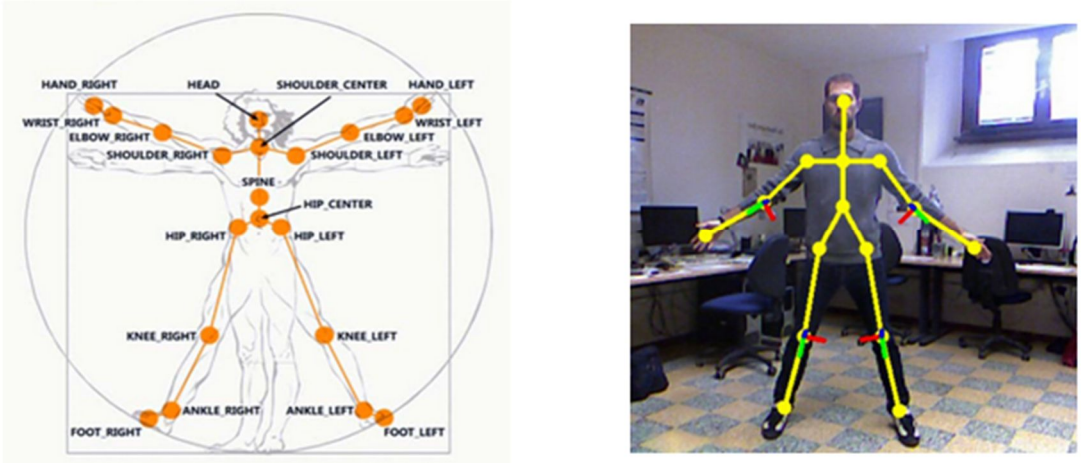


그림 16. 관절 좌표와 적용 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 사람 검출 및 거리 측정

본 논문에서는 키넥트 센서와 키넥트 SDK 프로그램을 이용하여 사람 검출과 거리를 측정한다. 사람의 검출은 키넥트 센서의 깊이 카메라를 이용하여 깊이 영상을 획득한다. 깊이 영상은 IR 방사체에서 조사된 점들이 사람에 의해 반사되어 IR 카메라가 인식하고 정보를 이용한다. 한 픽셀을 표현하는 데 필요한 픽셀은 최소 16비트이고 이중 상위 13비트는 해당 픽셀의 깊이 값, 하위 3비트는 사용자의 정보이다. 따라서 하위 3비트를 이동하여 깊이 값을 구할 수가 있다. 그림 17은 키넥트 센서로 획득한 컬러 영상과 깊이 영상이다. 깊이 값을 영상으로 표현하기 위해 식(1)을 적용하였다.

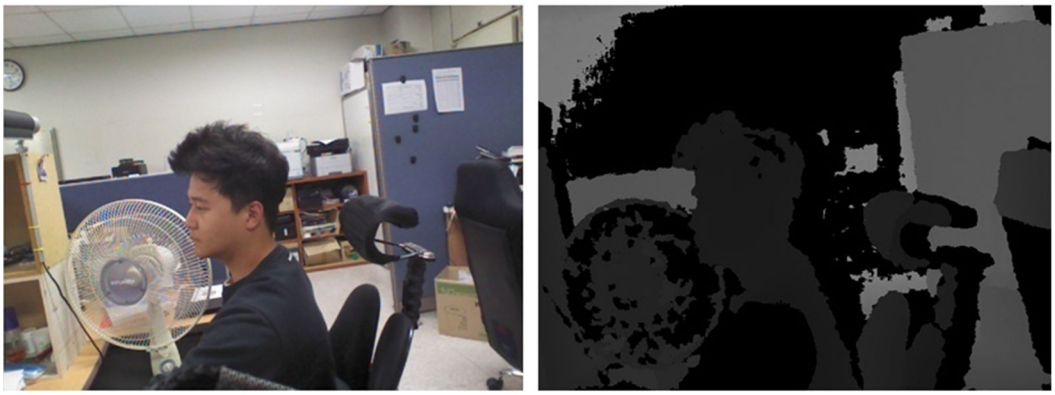


그림 17. 키넥트 센서로 획득한 컬러 영상과 깊이 영상

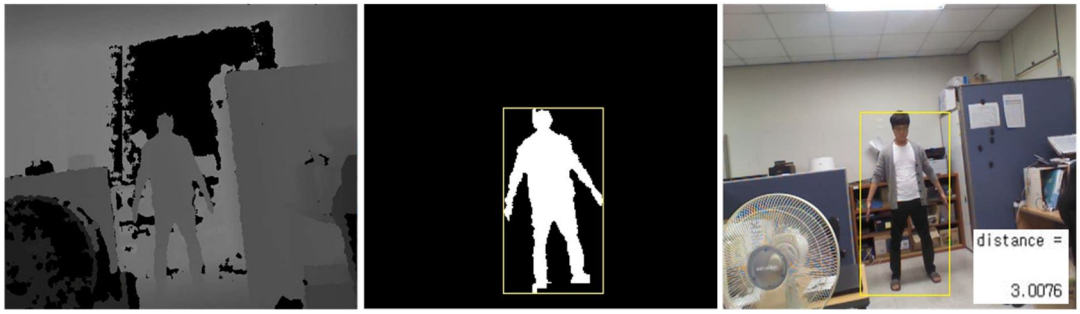
$$\sum_{i=0}^{320*240} X(i) = 255 - (256 \times M(i) \div 4095) \qquad (1)$$

$$R_i = G_i = B_i = X_i$$

M(i)는 깊이 값이고 4.095m는 키넥트 센서의 최대 인식 거리이며 X(i)는 0~255의 그레이스케일 값이다. X(i)값을 컬러 영상의 각 픽셀에 적용시켜 그레이스케일 영상의 깊이 영상을 얻을 수 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



(a) 깊이 영상 (b) 사람 검출 영상 (c) 거리측정 결과 영상

그림 18. 사람 검출 영상 결과

그림 18(a)는 깊이 카메라로부터 얻은 결과 영상이다. 키넥트 SDK를 이용하여 깊이 영상으로부터 사람의 정보가 저장된 이진화된 영상을 획득한다. 그러나 사람이 아닌 잡음도 함께 영상에 보이기 때문에 라벨링 연산과 잡음으로 판단되는 일정 크기 이하의 픽셀 제거를 통해 사람의 영역만을 검출한다. 또한, 사람이 검출된 영역을 따로 추출하기 위해 x좌표의 최소점과 최대점, 그리고 y좌표의 최소점과 최대점을 이용하여 바운딩 박스를 그린다. 바운딩 박스의 각 모서리 좌표는 컬러 영상에서 사람 영역을 추출할 때 이용한다. 그림 18(b)는 영상의 전처리 후의 이진화 영상에 바운딩 박스를 그린 결과 영상이다. 카메라와 사람간의 거리측정은 키넥트 센서가 지원하는 거리 정보가 포함된 20개의 사람관절 데이터 중 머리를 기준으로 한다. 머리는 차량에 설치된 깊이 카메라의 위치와 차량의 높이로 인한 사각지대로 신체의 다른 부분보다 거리를 측정하기 쉽고 정확하다. 그림 18(c)는 컬러 영상에서 사람에게 바운딩 박스를 그린 결과와 카메라부터 머리 부분의 거리를 측정한 결과 영상이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 2 절 CIE L*a*b* 색상 정보을 이용한 주야간 판단

1. CIE L*a*b* 색상 공간

그림 19는 CIE L*a*b* 색상 공간을 나타낸 영상으로 밝기를 나타내는 L*, 빨강과 초록을 나타내는 a*축, 노랑과 파랑을 나타내는 b*축으로 이루어져 있다. 밝기는 L*의 값이 0에 가까우면 검은색에 가깝고 100에 가까우면 흰색에 가깝다. a*는 빨강색과 초록색 중 어느 쪽으로 치우쳐 있는지를 나타낸다. a*의 값이 음수이면 초록색, a*의 값이 양수이면 빨간색과 보라색을 나타낸다. b*는 노랑색과 파란색 중 어느 쪽으로 치우쳐있는지 나타낸다. b*가 음수이면 파란색이고 b*가 양수이면 노란색을 나타낸다. CIE L*a*b* 색상 공간의 장점은 인간의 시각계에 대한 연구를 바탕으로 정의하였고 특히 밝기를 나타내는 L*값은 인간이 느끼는 밝기와 가장 유사하게 설계되었다. 또한, 인간의 색 지각이 비선형적이라는 연구 결과에 따라, CIE L*a*b* 색상 공간에서 서로 다른 두 색의 거리는 인간이 느끼는 색깔의 차이와 비례하도록 설계되었다.

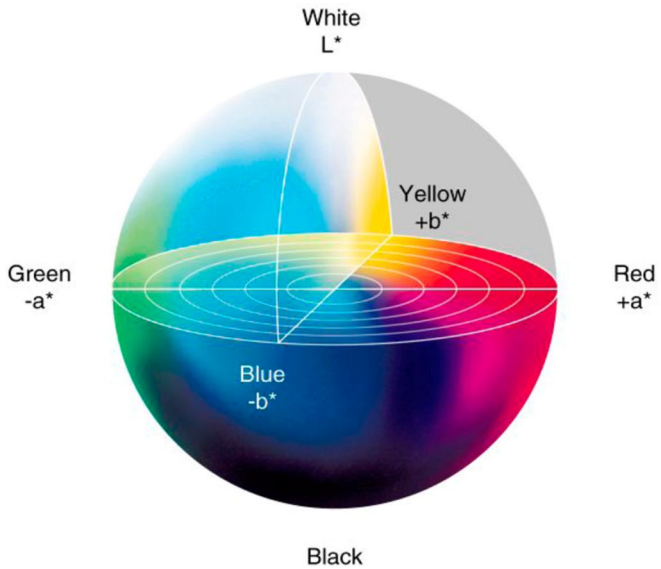


그림 19. CIE L*a*b* 색상 공간

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 주야간 판단

본 논문에서는 주간과 야간 상황을 구분하기 위해 CIE L*a*b* 색상 공간을 기반으로 하여 주간과 야간을 판단한다[24]. 주야간을 판단하는 범위는 그림 20과 같이 영상의 전체 부분이다. 컬러 카메라를 이용하여 영상을 획득하면 RGB로 구성된 색상 공간을 색상 공간 변환을 통해 CIE L*a*b* 색상 공간으로 변환한다. CIE L*a*b* 색상 공간 중 주야간을 판단하기 위해 L*의 값을 추출하여 영상에 분포하고 있는 전체 픽셀의 L*값을 합한 후 전체 픽셀의 개수로 나눈다. 영상에서 얻은 평균 밝기 데이터는 실험을 통해 주야간 판단에 이용된다.

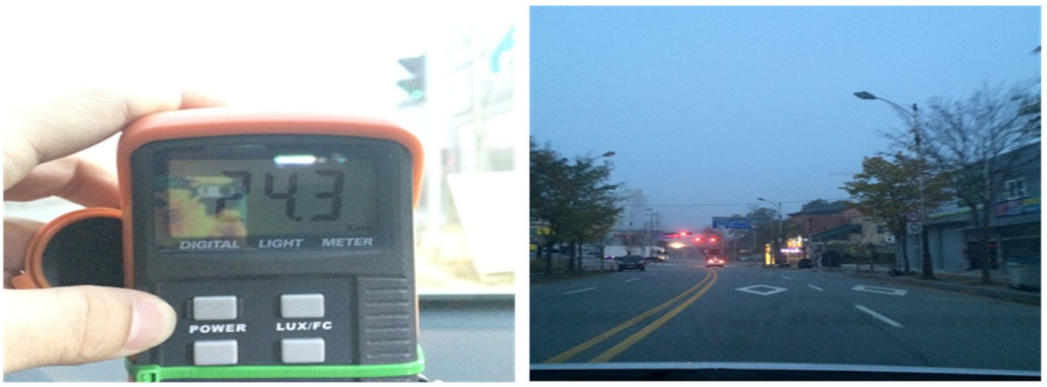
그림 20. 주야간 평균 밝기 값 추출의 예

주간 상황과 야간 상황을 판단하기 위해서는 초저녁 상황의 평균 밝기 값을 임계값으로 지정하여야 한다. 그림 21은 주야간 판단을 위해 실험한 영상이다. 주간 상황과 야간 상황을 분류하기 위해 초저녁 상황을 임계값으로 설정하였다. 초저녁 상황을 판단하기 위해 현대GSW(현대자동차 정비사이트)의 정보를 기초로 하여 자동차의 미등이 자동으로 점등되는 조도인 23.8Lux ± 1.4Lux를 기준으로 하였다. 디지털 조도계(LX1330B)를 이용하여 조도를 측정 후 23.8Lux ± 1.4Lux의 밝기를 가진 환경의 블랙박스 영상을 700장 촬영하여 영상의 평균 밝기 값

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

104.8134를 획득하였다. 따라서 초저녁의 104.8134를 임계값으로 설정하여 임계값 이상이면 주간 상황으로 판단하고 임계값 이하이면 야간 상황으로 판단하였다.



(a) 조도계를 이용한 조도의 판단 (b) 초저녁 상황의 영상

그림 21. 임계값을 설정하기 위한 실험 영상

제 3 절 거리에 따른 관심 영역의 설정

관심 영역은 영상처리에서 필요한 정보를 제공하는 영역 외의 부분을 제거하여 연산시간을 줄이기 위해 사용한다. 관심 영역을 정하는 데 있어서 색상, 픽셀의 개수, 객체가 가진 특징 등 여러 가지 요소가 있다.

본 논문에서는 그림 22와 같이 사람의 접근 정도를 파악하기 위해 거리를 기반으로 하여 3단계의 관심 영역을 설정한다. 영상에서의 관심 영역은 실제 차량에 설치된 깊이 카메라와 지면상의 거리를 기준으로 하여 설정하였다. Level3은 카메라부터 1m에 이르는 거리로 그림에서는 차량의 보닛 부분만 설정된 것으로 보인다. 이유는 차량의 설치된 카메라의 위치와 지면부터 차량의 높이로 인한 사각지대 때문이다. Level2의 1m부터 2m의 영역과 Level1의 2m부터 3m까지 영역은 Level3과 같은 사각지대 없이 설정이 가능하였다. 또한, 관심 영역 밖은 위험 가능성이 없다고 가정하여 비 감시영역으로 설정하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

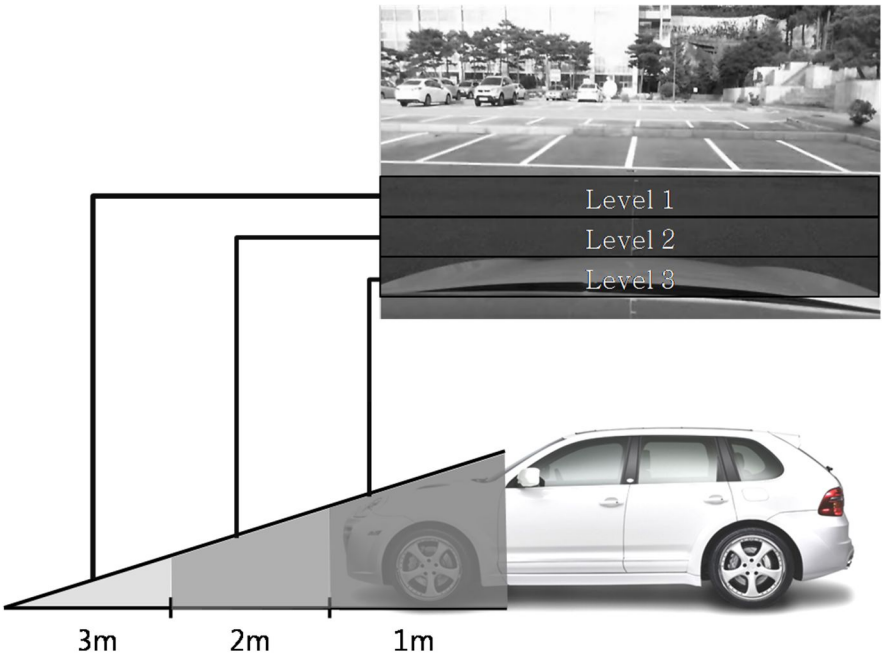


그림 22. 거리를 기준으로 한 관심 영역 설정 영상

제 4 절 사고예방 이벤트

본 논문에서는 주야간에 주정차 시에 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위해 위험 가능성에 따라 3단계의 Level을 설정하였다. 사고예방 이벤트를 설정하는 이유는 이용자의 편의와 차량의 훼손으로 인한 물질적인 피해를 줄이기 위함이다. 3단계로 분류된 Level1, 2, 3의 동작은 관심 영역 내의 사람의 위치와 주야간 판단 결과를 이용한다. 그림 23은 주야간 사고예방 이벤트의 예를 나타낸 영상이다. 관심영역의 밖은 비 감시구간은 위험요인이 없는 상태이기 때문에 원 영상의 저장, 사람 영상의 저장, 경고등의 이벤트를 발생하지 않는다. Level1 상태는 위험요인의 가능성이 있다고 판단하여 사람의 검출 시 비활성화 되어있던 저장기능을 활성화하여 원 영상을 저장한다. Level1의 저장된 영상은 사고 시에 상황을 판단하는데 사용한다. 야간 상황의 경우 사람은 검출하지만 위험 가능성이 크지 않다고 판단하여 경고등은 점등하지 않는다. Level2 상태는 사람이 차량에 관심을 보이고 접근

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

한다는 가정 하에 Level1 상태보다 위험 가능성이 더 높다고 판단하여 사람 영상을 추출하여 따로 저장한다. 이때 검출된 사람의 영상은 블랙박스 사용자의 상황판단을 돕는 데 이용된다. Level2 상태의 주간 상황 이벤트는 원영상을 저장하고 사람 검출 영상을 저장한다. 야간 상황에는 접근하는 사람에게 주의를 주고 영상을 선명하게 얻기 위해 경고등을 점등하고 주간과 동일한 이벤트를 실행한다. Level3 상태는 차량에 접근한 사람이 차량에 해를 가할 가능성이 크다고 판단하여 원 영상, 사람 검출 영상을 저장한다. 또한, 상황적 범죄예방을 위해 경고를 발생시켜 주위의 시선을 집중시키고 사람에 대한 차량의 손상을 최소화시킬 수 있다. 경고의 발생은 관심 영역 밖으로 나가는 시점까지 발생한다. 주간에는 Level2의 이벤트를 실행 후 경고를 발생하고, 야간 상황에는 경고등 점등을 포함한 Level2의 이벤트를 실행 후 경고를 발생시킨다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

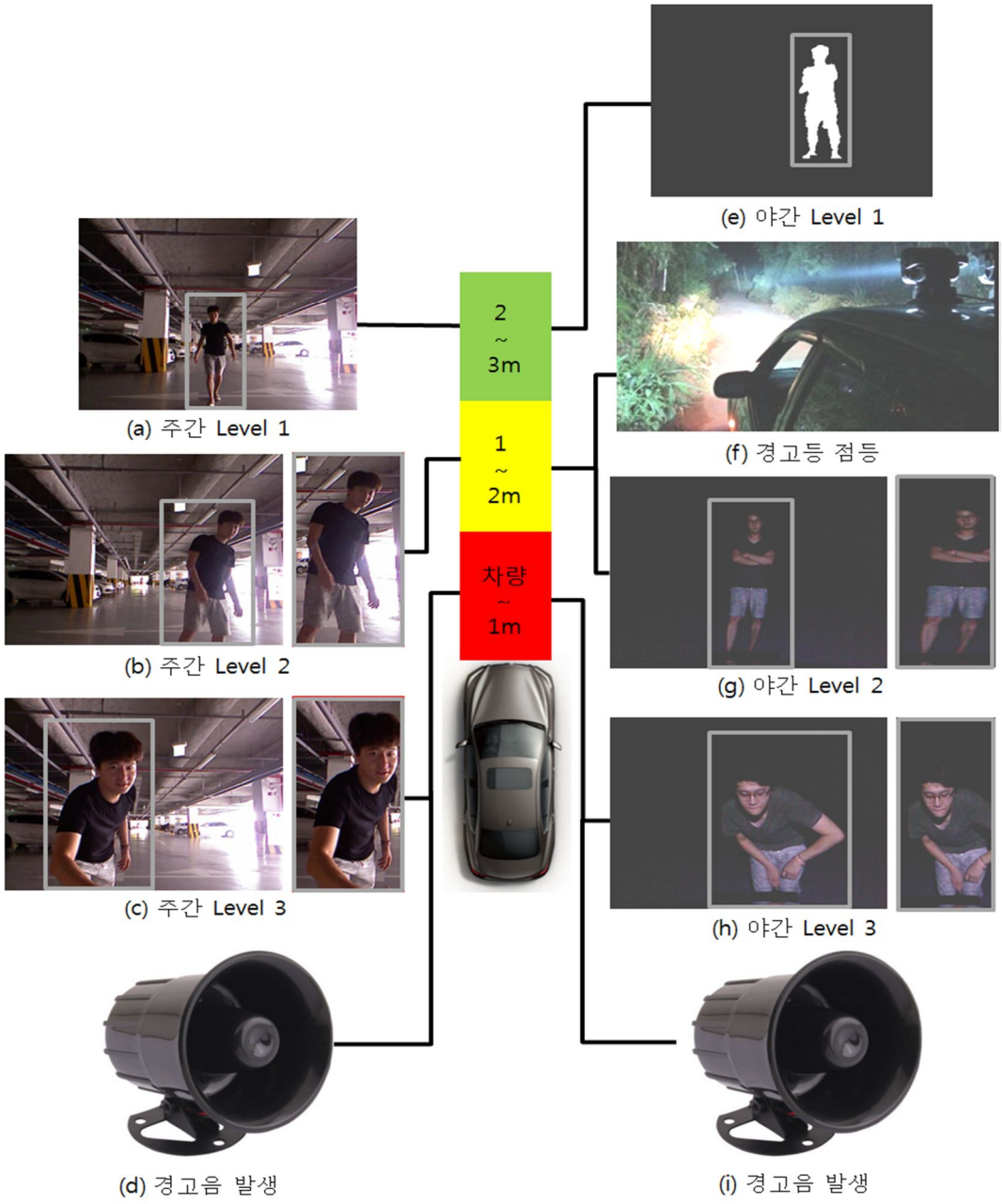


그림 23. 주야간 사고예방 이벤트의 예

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 4 장 실험 및 결과

제 1 절 실험 환경

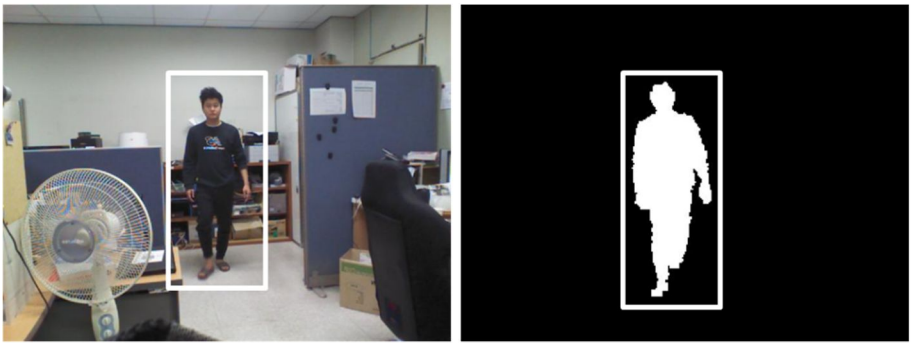
본 논문에서 제안하는 시스템은 프로그램을 구현하기 위해 Window 7, Matlab 2014, Intel(R) core i7 CPU 2.80GHz 사양의 PC를 사용했고, 사람을 검출하기 위해 마이크로소프트사의 Xbox360 키넥트 v1를 사용하였다. 키넥트 센서에서 획득하는 영상의 해상도는 컬러 영상의 경우 640 x 480이고, 깊이 영상의 경우 320 x 240이다. 또한, 야간 상황에 경고등을 점등하기 위해 LED모듈을 사용하였다. 실험은 주간 실외주차장, 실내 주차장, 초저녁 실외주차장, 실내주차장, 야간 실외주차장에서 실제 현대 i30에 키넥트 센서와 LED모듈을 장착하여 진행하였다. 실험 상황은 차량이 주정차 시에 차량으로부터 3m 사이의 거리에서 사람이 점차적으로 접근하고 사람이 의도적으로 차량에 해를 가하는 상황을 연출하여 실험을 진행하였다.

제 2 절 실험 및 결과

그림 24는 실외 환경에서 실험을 진행하기 이전에 실내 환경에서 실험한 결과 영상이다. 영상의 평균 밝기는 149.0324로 임계값 이상의 값을 갖기 때문에 주간으로 판단하였다. 그림 24(a)는 Level1의 상태로 사람이 2m부터 3m 사이에 위치하여 원 영상을 저장한 영상이다. 그림 24(b)는 Level2의 상태로 사람이 1m부터 2m 사이에 위치하여 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다. 그림 24(c)는 Level3의 상태로 사람이 카메라부터 1m 사이에 위치하여 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다.

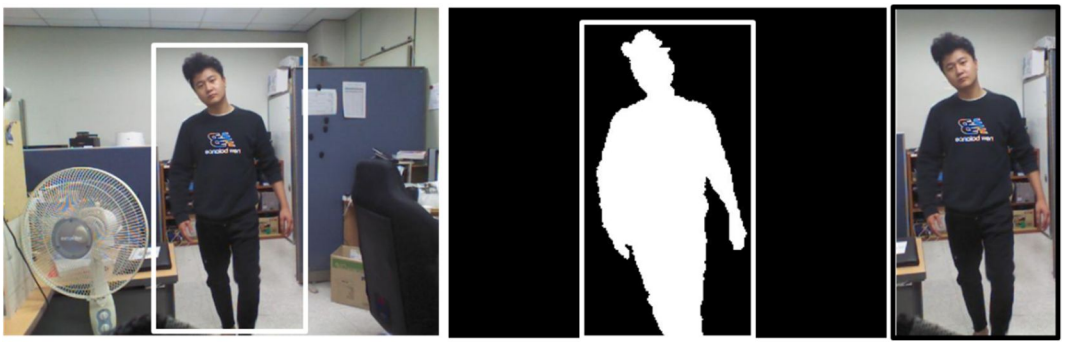
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



(a) 시뮬레이션 Level1

(b) 시뮬레이션 Level2



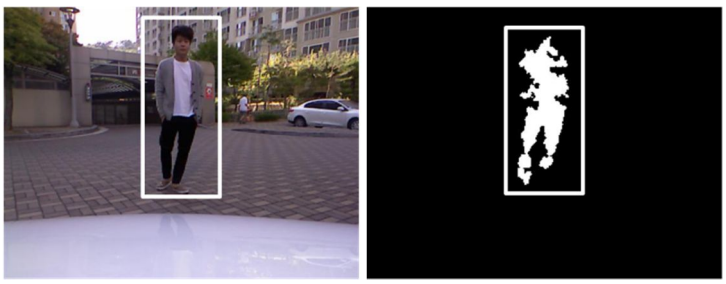
(c) 시뮬레이션 Level3

그림 24. 실내 시뮬레이션 결과 영상

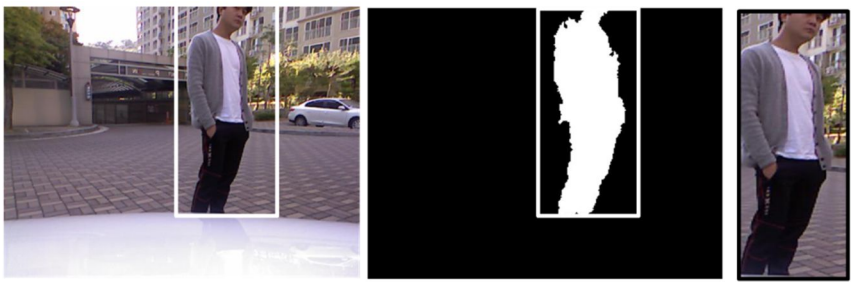
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

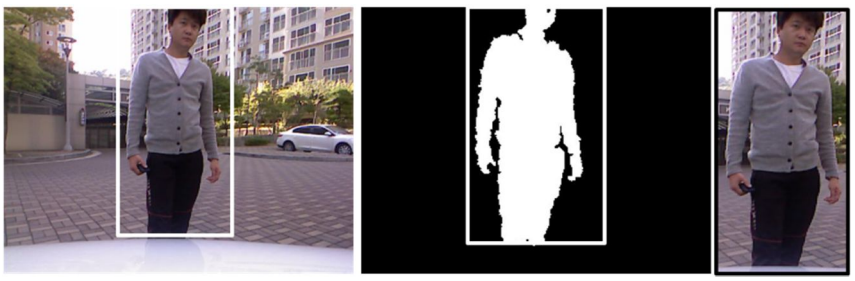
그림 25는 주간에 실외주차장에서 오전 11시에 실험을 진행한 영상이다. 영상의 평균 밝기 값은 137.6888로 임계값 이상이기 때문에 주간으로 판단하였다. 그림 25(a)는 Level1 상태로 이진화 영상에서 알 수 있듯이 빛의 외란으로 인해 사람 검출이 정확하게 되지 않는다는 문제점이 있다. Level2와 3에 해당하는 그림 25(b)와 그림 25(c)에서는 이러한 현상 없이 정상적으로 동작함을 확인하였다.



(a) 실외주차장 Level1



(b) 실외주차장 Level2



(c) 실외주차장 Level3

그림 25. 주간 실외주차장 결과 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 26은 주간 실내주차장에서 오후 3시에 실험을 진행한 영상이다. 영상의 평균 밝기 값은 119.8776이다. 임계값 이상이므로 주간으로 판단하였다. 그림 26(a)는 Level1 상태로 2m부터 3m 사이에 위치하여 원 영상을 저장한 영상이다. 그림 26(b)는 Level2 상태로 사람이 1m부터 2m사이에 위치하여 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다. 그림 26(c)는 Level3 상태로 사람이 카메라부터 1m 사이에 위치하여 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다.

(a) 실내주차장 Level1

(b) 실내주차장 Level2

(c) 실내주차장 Level3

그림 26. 주간 실내주차장 결과 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 27은 초저녁 실외주차장에서 오후 6시에 실험을 진행한 영상이다. 영상의 평균 밝기 값은 19.2281이다. 임계값 이하이므로 야간으로 판단하였다. 그림 27(a)는 Level1 상태로 2m부터 3m 사이에 위치하여 원 영상을 저장한 영상이다. 그림 27(b)는 Level2 상태로 사람이 1m부터 2m사이에 위치하여 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다. 그림 27(c)는 Level3 상태로 사람이 카메라부터 1m 사이에 위치하여 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다.

(a) 실외주차장 Level1

(b) 실외주차장 Level2

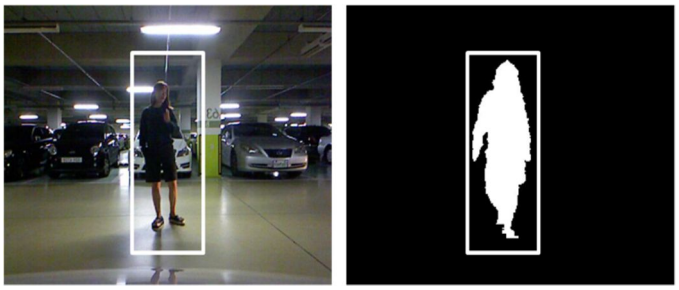
(c) 실외주차장 Level3

그림 27. 초저녁 실외주차장 결과 영상

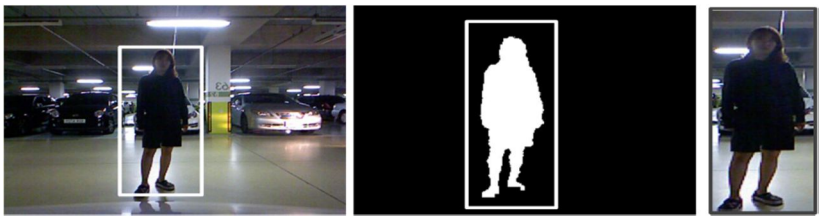
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

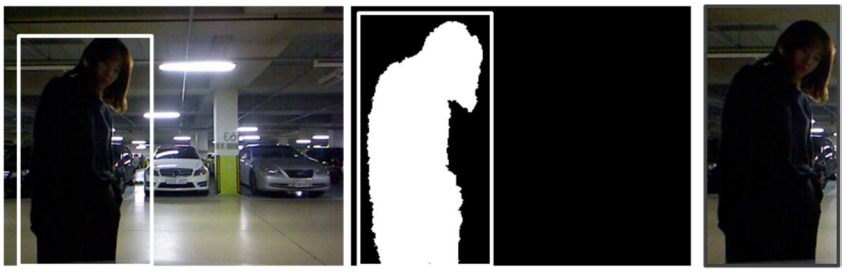
그림 28은 초저녁 실내주차장에서 촬영된 영상이다. 영상의 평균 밝기 값은 106.0902이다. 임계값 이상이므로 주간으로 판단하였다. 그림 28(a)는 Level1의 상태로 2m부터 3m 사이에 위치하여 원 영상을 저장한 영상이다. 그림 28(b)는 Level2의 상태로 사람이 1m부터 2m 사이에 위치하여 원영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다. 그림 28(c)는 Level3의 상태로 사람이 카메라부터 1m 사이에 위치하여 원 영상과 사람 검출 영상을 저장한 영상이다.



(a) 실내주차장 Level1



(b) 실내주차장 Level2



(c) 실내주차장 Level3

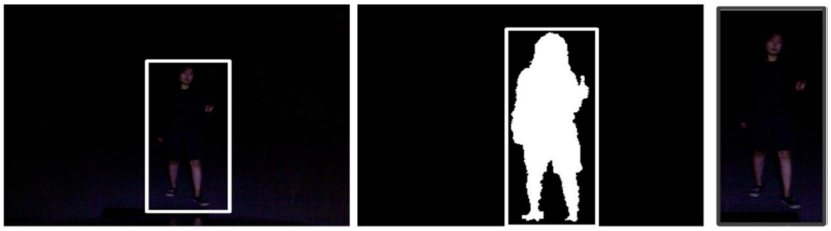
그림 28. 초저녁 실내주차장 결과 영상

Collection @ chosun

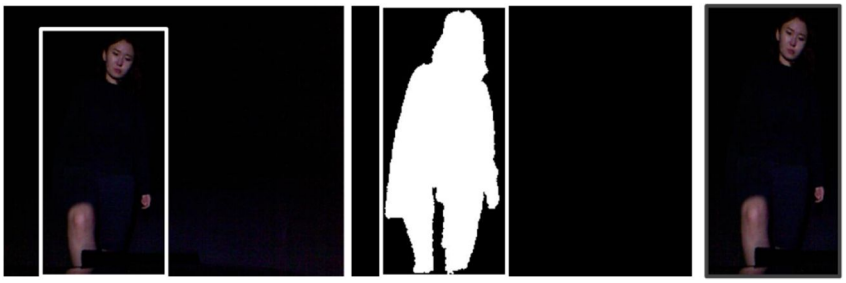
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 29는 야간 실외주차장에서 오후 11시에 실험을 진행한 영상이다. 평균 밝기 값은 0.9993이다. 임계값 이하이므로 야간으로 판단하여 경고등을 점등하였다. 그림 29(a)는 Level1의 상태로 사람을 검출하였으나 경고등을 점등하지 않은 영상이다. 그림 29(b)는 Level2의 상태로 사람을 검출 후 경고등을 점등하여 선명한 원 영상과 사람 검출 영상을 획득한 영상이다. 그림 29(c)는 Level3의 상태로 사람이 카메라부터 1m 사이에 위치하여 사람 검출 영상을 저장한 영상이다.

(a) 실외주차장 Level1



(b) 실외주차장 Level2



(c) 실외주차장 Level3

그림 29. 야간 실외주차장 결과 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 3 절 제안하는 시스템의 성능 분석 및 비교

1. 사람 검출률

사람 검출률의 획득은 주간 상황의 실외주차장과 실내주차장, 초저녁 상황의 실외주차장과 실내주차장, 야간상황의 실외주차장에서 실험을 진행하였다. 그림 30은 광주 양산동 일대에서 오전 6시부터 오후 8시까지 실험을 한 영상이다.

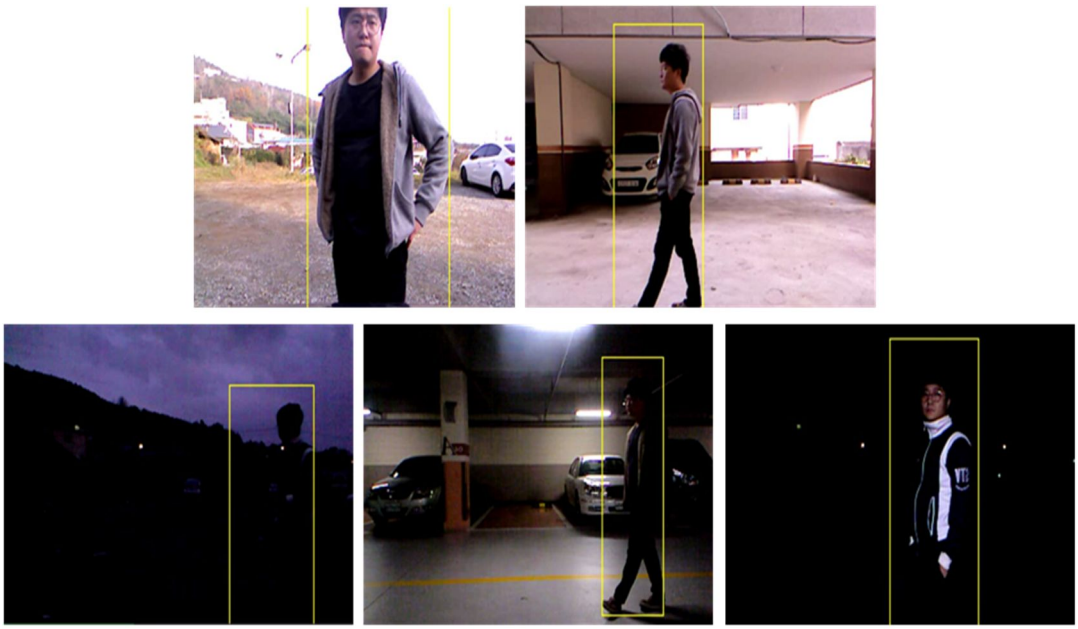


그림 30. 사람 검출을 위한 실험 영상

표 2 는 사람을 검출하기 위해 촬영한 동영상의 개수를 나타낸 표이다. 각각의 상황에서 사람이 영상 내로 등장 및 퇴장하는 동영상을 1m 부터 3m 까지의 거리에서 10 분간 촬영 후 10 초씩 편집하여 60 개씩 총 900 개의 동영상을 획득한다. 그 후 동영상을 기반으로 검출률을 측정하는 방법인 FPPW(false

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

positives per window)방법을 이용하여 사람을 검출하면 성공한 것으로 판단하고 사람 이외의 것을 사람으로 검출하면 실패한 것으로 판단하였다.

표 2. 상황 및 장소와 거리에 따른 동영상의 개수

상황	장소	거리	촬영 시간	동영상개수
주간	실외	1m	10분	60개
		2m	10분	60개
		3m	10분	60개
	실내	1m	10분	60개
		2m	10분	60개
		3m	10분	60개
초저녁	실외	1m	10분	60개
		2m	10분	60개
		3m	10분	60개
	실내	1m	10분	60개
		2m	10분	60개
		3m	10분	60개
야간	실외	1m	10분	60개
		2m	10분	60개
		3m	10분	60개
TOTAL				900개

사람 검출에 실패한 경우 주로 빛에 의해 실패한 경우이다. 그림 31 은 사람 검출에 실패한 영상으로 빛의 외란으로 인해 사람 이외의 다른 물체를 사람으로 인식하여 검출하였다.

그림 31. 사람 검출 실패 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 3. 사람 검출률 결과

상황	장소	거리	사람검출률	평균 사람검출률
주간	실외	1m	90%	88.3%
		2m	90%	
		3m	85%	
	실내	1m	88.3%	91.6%
		2m	93.3%	
		3m	98.3%	
초저녁	실외	1m	88.3%	93.3%
		2m	93.3%	
		3m	98.3%	
	실내	1m	96.6%	97.1%
		2m	93.8%	
		3m	98.3%	
야간	실외	1m	93.3%	93.8%
		2m	90%	
		3m	98.3%	
TOTAL				91.82%

그 결과 표 3 과 같이 평균 사람 검출률은 주간 실외주차장 83.3%, 실내주차장 91.6%, 초저녁 실외주차장 93.3%, 실내주차장 97.1%, 야간 실외주차장 93.8%로 총 91.82%의 확률로 사람 검출을 성공하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

본 논문에서는 표 4 와 같이 기존의 사람 검출 알고리즘과의 성능 비교를 하기 위해 Dalal 이 제안한 HOG 방법을 공개 소스 코드를 바탕으로 본 논문에서 제안한 사람 검출 알고리즘과 비교하였다[30].

표 4. 제안한 방법과 기존의 방법간의 사람 검출률 비교

방법	상황	장소	거리	사람검출률	평균 사람검출률
제안한 방법	주간	실외	1m	85%	87.7%
			2m	88.3%	
			3m	90%	
	야간	실외	1m	88.3%	93.3%
			2m	93.3%	
			3m	98.3%	
Dalal의 방법[30]	주간	실외	1m	85%	90.5%
			2m	90%	
			3m	96.6%	
	야간	실외	1m	0%	0%
			2m	0%	
			3m	0%	

(a) 제안한 사람 검출 방법 (b) 기존의 사람 검출 방법

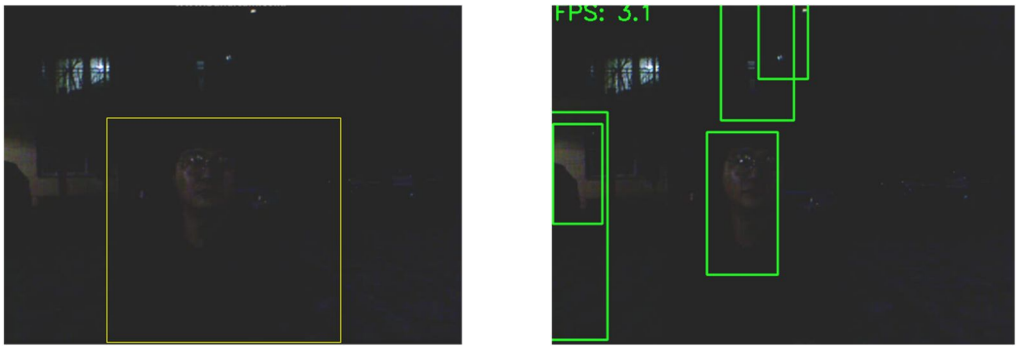
그림 32. 제안한 방법과 기존의 방법간의 주간 사람 검출률 비교 실험 영상

그림 32 는 주간 상황에 동일한 환경에서 실시간으로 기존의 사람 검출 알고리즘과 본 논문에서 제안한 사람 검출 알고리즘을 비교한 결과 영상이다. 주간

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

상황의 경우 빛의 외란에 취약한 제안하는 알고리즘과 달리 사람의 윤곽선을 이용하여 검출하는 기존의 알고리즘이 2.8% 더 우수한 사람 검출률을 보였다.



(a) 제안한 사람 검출 방법 (b) 기존의 사람 검출 방법

그림 33. 제안한 방법과 기존의 방법간의 야간 사람 검출률 비교 실험 영상

그림 33은 야간 상황에서 주간과 동일하게 실시간으로 두 사람 검출 알고리즘을 비교한 실험 결과이다. 야간 상황의 경우 깊이 카메라를 이용하여 사람을 검출하는 제안하는 방법은 밝기가 어두워도 사람의 검출이 가능하였다. 하지만 기존의 방법은 컬러 영상에서 윤곽선을 검출하여 사람을 검출하는 방법을 이용하기 때문에 사람의 형태가 확연하게 드러나지 않는 야간 상황에는 사람을 검출하지 못하였다. 따라서 본 논문에서 제안한 방법은 여러 상황에서 실험을 한 결과 주야간 구분 없이 사용하는 블랙박스 환경에서 기존의 방법보다 더 적합하다고 판단하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 주야간 판단률

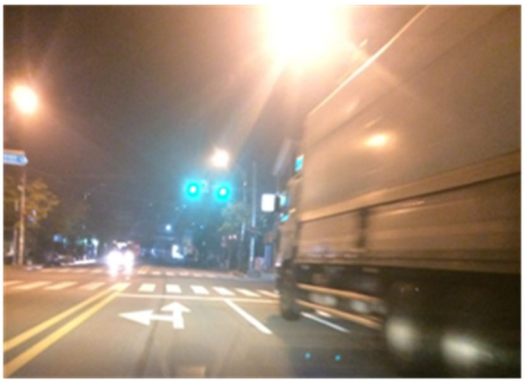
주야간의 판단률은 초저녁 상황 104.8134를 임계값으로 설정하여 임계값보다 이상이면 주간으로 판단하고 임계값보다 이하이면 야간으로 판단하였다. 실험은 그림 34와 같이 실제 차량에서 2015년 11월 20일 기준 일출 시간인 오전 7시부터 일몰 시간인 오후 17시 22분까지를 주간 상황으로 촬영하였고 오후 12시까지 야간 상황으로 시간당 40장씩 총 800장의 데이터를 획득하여 실험을 하였다.

그림 34. 주야간 판단을 위한 실험 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(a) 주간 실패 영상



(b)야간 실패영상

그림 35. 주야간 판단 실패 영상

주야간 판단의 성공과 실패의 여부는 주간 400장 야간 400장의 데이터를 임계값을 기준으로 올바르게 판단하는 것으로 하였다. 그림 35는 주야간 판단을 실패한 경우이다. 그림 35(a)는 주간 상황에 주야간 판단을 실패한 영상으로 영상의 평균 밝기 값이 103.0030로 임계값보다 이하이기 때문에 야간으로 판단하여 실패로 판단하였다. 그림 35(b)는 야간상황에 주야간 판단을 실패한 영상으로 영상의 평균 밝기 값이 143.5062로 임계값보다 이상이기 때문에 주간으로 판단하여 실패로 판단하였다. 이와 같이 주간 상황이지만 영상의 구성요소의 밝기가 어두운 경우와 야간 상황이지만 차량의 헤드라이트와 가로등으로 인해 밝기가 밝은 경우에서 주야간 판단을 실패하였다.

표 5. 주야간 판단률 결과

구 분	평균 밝기 값
주간 상황	98.2%
야간 상황	96.5%
TOTAL	97.35%

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 5는 주야간에 따른 판단률을 나타낸 표로 주간 상황에는 98.2% 야간상황에는 96.5%의 확률로 주야간을 판단하여 총 97.35%의 확률로 주야간을 판단하였다.

3. 기존의 블랙박스 시스템과의 성능 비교

본 논문에서는 기존의 블랙박스 기술과의 성능을 비교를 하기 위해 기존의 블랙박스를 이용하여 제안하는 시스템의 비교 실험을 진행하였다. 제안하는 시스템과의 성능 비교를 하기 위해 실험에 사용된 블랙박스는 2013년 10월에 출시된 다본다 DBR – 2000HN을 이용하였다. 실험은 주야간 상황에 주정차 된 상황을 기준으로 실험을 진행하였다.

그림 36은 주간 상황에 카메라부터 3m 거리에서 사람이 차량으로 접근하는 상황을 제안하는 시스템과 기존의 블랙박스 시스템을 비교한 결과 영상이다. 제안하는 시스템은 Level 1, 2 사고예방 이벤트의 경우 관심 영역인 1m부터 3m까지 영역에서 사람을 검출하여 위험가능성이 있는 상황이라고 판단한 후 저장 기능을 활성화하고 원영상과 사람 검출 영상을 저장하고 경고를 발생시켰다. 이에 반해 기존의 블랙박스 시스템은 주차 중에 영상을 상시 저장하기 때문에 사람이 없는 상황에도 영상을 저장하였다. 제안하는 시스템은 위험가능성이 있는 상황만을 저장함으로써 기존의 블랙박스 시스템의 단점인 사고 발생 시 사용자가 저장된 전체 영상을 모두 확인해야 하는 불편함을 해소하였다. 또한 기존의 블랙박스 시스템은 차량에 해를 가하려고 접근하는 사람에 대해 경고를 발생하지 않아 사람으로부터 발생할 수 있는 사고로부터 예방이 불가능하였다. 이에 반해 제안하는 블랙박스 시스템은 Level3의 사고예방 이벤트를 통해 접근하는 사람이 차량에 해를 가하기 전에 경고를 발생시킴으로써 차량 피해를 최소화 시킬 수 있음을 확인하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(a) 기존의 블랙박스 시스템 (b) 제안하는 블랙박스 시스템

그림 36. 두 시스템간의 주간 상황 비교 결과 영상

그림 37은 야간 상황에 카메라부터 3m의 거리에서 사람이 차량으로 접근하는 상황을 제안하는 시스템과 기존의 블랙박스 시스템을 비교한 결과 영상이다. 제안하는 시스템의 경우 깊이 카메라를 사용하여 빛이 없는 야간 상황에도 동작이 가능하였다. 또한 CIE L*a*b* 색상 공간을 이용하여 야간 상황에는 경고등 점등을 통해 선명한 사람 영상의 획득이 가능하였다. 하지만 기존의 블랙박스 시스템은 컬러 카메라만을 이용하기 때문에 야간 상황에는 선명한 영상의 획득이 불가능하였

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다. 제안하는 시스템은 야간 상황에 맞는 사고예방 이벤트를 통해 빛이 적은 야간 상황에는 사람의 선명한 영상을 획득하지 못하는 기존 블랙박스 시스템의 단점이 개선됨을 확인하였다.

(a) 기존의 블랙박스 시스템 (b) 제안하는 블랙박스 시스템

그림 37. 두 시스템간의 야간 상황 비교 결과 영상

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

제 5 장 결 론

본 논문에서는 차량용 블랙박스 보급률의 증가와 함께 이슈가 되는 사고예방에 대하여 조사하고 주정차 시에 발생할 수 있는 사고에 대하여 예방하도록 해결책에 대하여 연구하였다.

최근에 사고를 예방하기 위해 연구되고 있는 전방 추돌 경보 시스템, 차선이탈 감지 시스템 등의 지능형 블랙박스 시스템은 주행 중의 사고를 예방하기에는 적합하지만 주정차 중에 도난, 절도, 물적 피해 도주와 같은 사고에 대하여는 예방하지 못한다는 단점이 있다. 또한, 기존의 블랙박스 시스템은 야간 상황에서 사고 영상에 대한 촬영에 제약이 있기 때문에 이러한 단점을 보완할 수 있는 연구가 이루어져야 한다.

본 논문에서는 주야간에 제약 없이 주정차 중에 발생할 수 있는 사고에 대하여 사고예방을 할 수 있는 지능형 블랙박스 시스템을 제안하였다. 제안하는 블랙박스 시스템은 사람을 검출하기 위한 깊이 카메라 및 컬러 카메라와 경고등을 점등하기 위한 하나의 LED 모듈로 구성되어있고, 주야간을 판단하기 위해 CIE L*a*b* 색상 공간을 이용하였다. 제안하는 방법은 깊이 카메라로 주야간 제약 없이 사람을 검출 및 거리를 측정하고, 거리 별로 설정된 관심 영역별 사고예방 이벤트를 통해 주간 상황과 야간 상황 제약 없이 동작이 가능하였다.

본 논문에서는 사람을 검출하기 위해 키넥트 센서에 포함되어있는 깊이 카메라를 사용하였다. 실험이 진행된 초저녁 상황의 실외주차장과 실내주차장, 야간 상황의 실외주차장, 그리고 주간의 실내주차장에서는 원활한 사람 검출을 진행하였으나, 빛의 영향을 심하게 받는 정오 시간대의 실외주차장의 경우 3m 거리에서 사람의 검출이 원활하지 못하였다. 따라서 이 문제점에 대하여, 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한, 주야간을 판단하기 위해 전체 영상의 평균 밝기 값을 이용하였다. 다만, 조명의 변화에 따라 밝기가 어두워도 높게 나오는 경우가 있다는 점에서 봤을 때, 다양한 조건에서 관심 영역을 설정하여 실험이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

향후에는 사고예방 기능 향상을 위해, 주간 상황에서의 사람 검출 성능을 강화하고, 주야간 판단 기능을 강화하기 위해 다양한 환경에서 실험을 진행할 계획이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참고문헌

[1] 한성덕, “임베디드 리눅스 시스템을 이용한 차량용 영상 블랙박스 구현,” 아주대학교 석사학위 논문, 2008.

[2] 박창규, 최요한, 한성덕, 이준희, 문호선, 김용득, 이정원, “자동차 사고재현을 위한 영상 블랙박스 모델링,” 한국정보과학회 학술발표논문집, 제 34권, 제 2B호, pp. 308-312, 2007.

[3] 윤장혁, 김진일, “스마트폰을 이용한 자동차 영상블랙박스 시스템 구현,” 한국정보기술학회논문지,” 제 8권, 제 10호, pp. 135-142, 2010.

[4] 김윤규, “Real-time integrity for vehicle black box system,” 고려대학교 석사 학위 논문, 2010.

[5] 김승운, 이성준, 안광선, “임베디드 시스템 기반의 무인 감시 시스템,” 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, 제 34권, 제2(C)호, pp. 390-393, 2007.

[6] 이준희, 한성덕, 김용득, “영상기반 차량용 블랙박스의 효율성 향상을 위한 제어 시스템 연구,” 대한전자공학회 학술대회 논문집, 제 30권, 제 1호, pp. 521-522, 2007.

[7] 오명관, 한군희, 최동진, 전병민, “차영상을 이용한 이동 객체 추적,” 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집, 제 2권, 제 1호, pp. 396-400, 2004.

[8] G. L. Foresti, “ Object recognition and tracking for remote video surveillance,” IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol. 9, no. 7, pp. 1045-1062, 1999.

[9] 강민구, 정승민, 우영제, 여협구, 이우섭, 이민수, “차량용 무선영상 전송시스템 설계,” 스마트미디어학회 춘계학술대회 논문집, 제 1권, 제 1호, pp. 39-42, 2012.

[10] Z. Kim, “Robust lane detection and tracking in challenging scenarios,” IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems, vol. 9, no. 1, pp. 16-26, 2008.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[11] 이수영, 류지형, 이창구, “차량용 블랙박스를 위한 임베디드 차선감지 영상처리 알고리즘 개발,” 한국산학기술학회 논문지, 제 11권, 제 8호, pp. 2942-2950, 2010.

[12] 정효균, 정용진, “차량 주변 영상을 이용한 차선이탈 경보 알고리즘,” 한국정보기술학회논문지, 제 11권, 제 5호, pp. 121-130, 2013.

[13] 박정훈, 김종배, 홍성훈, “적응적 관심 영역 설정을 이용한 차선인식 방법,” 스마트미디어학회 춘계학술대회 논문집, 제 1권, 제 1호, pp. 114-116, 2012.

[14] 김기석, 조재수, “영상 기반의 차량 검출 및 차간 거리 추정방법,” 전자정보공학회논문지-SP, 제 49권, 제 3호, pp. 1-9, 2012.

[15] M. C. Lu, C. P. Tsai, M. C. Chen, Y. Y. Lu, W. Y. Wang and C. C. Hsu, “A practical nighttime vehicle distance alarm system,” In Proc. IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics, pp. 3000-3005, 2008.

[16] E. Dagan, O. Mano, G. P. Stein and A. Shashua, “Forward collision warning with a single camera,” Intelligent Vehicles Symposium, 2004 IEEE, pp. 37-42, 2004.

[17] 배현주, “거리 영상을 이용한 사람 검출 방법,” 한양대학교 석사학위 논문, 2014.

[18] D. Geronimo, A. M. Lopez and A. D. Sappa, “Survey of pedestrian detection for advanced driver assistance systems,” IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 32, no. 7, pp. 1239-1258, 2010.

[19] D. Xia, H. Sun and Z. Shen, “Real-time infrared pedestrian detection based on multi-block LBP,” In Proc. Int. Conf. on Computer Application and System Modeling, vol. 12, pp. 140-142, 2010.

[20] M. Bertozzi, A. Broggi, C. Caraffi, M. Del Rose, M. Felisa and G. Vezzoni, “Pedestrian detection by means of far-infred stereo vision,” Computer Vision and Image Understanding, vol. 106, issue. 2-3, pp. 194-204,

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2007.

[21] 김서영, “아파트단지 내 지하주차장 환경에 따른 범죄피해 불안감 분석 – 부천시의 아파트단지 지하주차장을 대상으로–,” 상명대학교 석사학위 논문, 2015.

[22] J. T. Wang, D. B. Chen, H. Y. Chen and J. Y. Yang, “On pedestrian detection and tracking in infared videos,” Pattern Recognition Letters, vol. 33, issue. 6, pp. 775–785, 2012.

[23] F. Xu, X. Liu and K. Fujimura, “Pedestrian detection and tracking with night vision,” IEEE Trans. Intelligent Transportation Systems, vol. 6, no. 1, pp. 63–71, 2005.

[24] 임상묵, 김철문, 신창목, 권오정, 박현석, 김진혁, 박광일, “주변조도 판별 및 야간 전방차량 인식을 통한 상향등 보조 시스템,” 한국자동차공학회 학술대회, pp. 1572–1578, 2011.

[25] 오윤환, “이동 카메라 영상에서 움직이는 단일물체 검출 및 추적,” 한밭대학교 석사학위 논문, 2007.

[26] 정병우, 박기영, 황선영, “객체검출을 위한 빠르고 효율적인 Haar-Like 피쳐 선택 알고리즘,” 한국통신학회논문지, 제 38권, 제 6C호, pp. 486–491, 2013.

[27] 장태우, 신용태, 김종배, “지능형 감시를 위한 객체추출 및 추적시스템 설계 및 구현,” 한국통신학회논문지, 제 38권, 제 7B호, pp. 589–595, 2013.

[28] 권순, 정제교, 김현우, 하재욱, 김성호, “Depth 및 Spectral정보를 이용한 객체검출 방법,” 대한전자공학회 학술대회 논문집, 제 2013권, 제 7호, pp. 728–730, 2013.

[29] 한재혁, 김용진, 유세운, 이상화, 박종일, “동적 환경에서의 효과적인 움직이는 객체 추출,” 한국HCI학회 학술대회, 제 2009권, 제 2호, pp. 631–636, 2009.

[30] N. Dalal, B. Triggs and C. Schmind, “Histogram of oriented of gradients

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

for human detection," In Proc. IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, vol. 1, pp. 886-893, 2005.

[31] C. Corinna and V. Vladimir, "Support-vector networks," Machine Learning, vol. 20, issue. 3, 1995.

[32] P. F. Felzenszwalb, R. B. Girshick, D. McAllester, and D. Ramanan, "Object detection with discriminatively trained part based models," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 32, issue. 9, pp. 1627-1645, 2010.

[33]]. H. Hsieh, C. S. Peng and K.C. Fan, "Grid- based template matching for people counting, " In Proc. IEEE 9th Workshop on Multimedia Signal Processing, pp. 316-319, 2007.

[34] D. Scharstein, R. Szeliski and R. Zabih, "A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms," International Journal of Computer Vision, vol. 47, issue. 1, pp. 7-42, 2002.

[35] Microsoft Corp. Redmond WA. 키넥트 for Xbox 360.

[36] L. Xia, C. C. Chen, and J. K. Aggarwal, "Human detection using depth information by 키넥트," In Proc. 2011 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop, pp.15-22, 2011.

[37] 현종민, "거리 영상을 이용한 템플릿 정합 기반의 사람 신체 검출," 한양대학교 석사학위 논문, 2012.

[38] 김태웅, "기울기 및 광센서를 이용한 자동차 헤드라이트 자동조절시스템," 조명전기설비학회논문지, 제18권, 제 6호, pp. 14-21, 2004.

[39] 이진호, "다중 키넥트를 활용한 향상된 인체추적 방법," 세종대학교 석사학위 논문, 2014.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

감사의 글

대학원 석사과정 동안 저를 이끌어 주시고 본 논문의 연구계획에서부터 완성에 이르기까지 지도하여 주신 반성범 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 논문심사과정을 통해 본 논문을 지도하여 주시고 심사하여 주신 곽근창 교수님과 신주현 교수님께 감사를 드립니다.

그리고, 대학원 생활 및 연구에 큰 도움이 되어준 해민이형, 민구형, 경리누나에게 감사하고, 실험실 생활을 즐겁게 해준 재상이형, 원웅이, 세현이, 규호, 진수에게 감사의 뜻을 전합니다. 마지막으로, 항상 저에게 큰 힘이 되어주신 부모님과 곁에서 격려해주고 도움이 되어준 국정이에게 이 논문을 드립니다.

2015 년 12 월

김강효 올림

Collection @ chosun