

사고예방이 가능한 차량용 블랙박스 시스템에 관한 연구

(A Study on the Vehicle Black Box with Accident Prevention)

김강호*, 문해민**, 신주현***, 반성범***

(Kang Hyo Kim, Hae Min Moon, Ju Hyun Shin, Sung Bum Pan)

요약

차량용 블랙박스는 사고 순간의 영상, 시간, 충격량 등의 정보를 기록하여 사고발생 시 원인을 규명하기 위한 용도로 사용되고 있다. 기존의 시스템은 사고 후에 원인을 분석하기 때문에 사고를 미연에 방지할 수 없는 단점이 있다. 최근에는 기존의 기능과 더불어 미연에 사고를 예방할 수 있는 사고예방이 가능한 지능형 블랙박스가 연구되고 있다. 본 논문에서는 주차 시 발생할 수 있는 도난, 절도, 몰도주 등의 사고를 미연에 방지할 수 있는 사고예방 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 이동객체가 차량에 접근함에 따라 객체인식, 얼굴검출 및 경고기능을 제공한다. 실험 결과, 제안한 방법은 다양한 실험 조건에서 이동객체가 접근함에 따른 위험 레벨별 객체인식, 얼굴검출 및 경고기능을 제공함으로써 사고예방이 가능함을 확인했다.

■ 중심어 : 지능형 블랙박스 ; 사고예방 ; 상황인지 ;

Abstract

A vehicle black box helps to investigate the cause of accident by recording time, and videos as wells as shock information of the time of accident. Lately, intelligent black box with accident prevention as well as existing functions is being studied. This paper proposes an applicable algorithm for vehicle black boxes that prevent any accident likely to occur while a car is parked, like robbery, theft or hit-and-run. Proposed algorithm provides object recognition, face detection and alarm as the object approaches car. Tests on the algorithm prove that it can recognize an approaching object, identify and set alarm if needed, depending on each risk level.

■ keywords : intelligent vehicle black boxes ; accident prevention ; context aware ;

I. 서론

기술의 발전과 안전에 대한 관심이 커지면서 블랙박스의 이용도 증가하고 있다. 차량용 블랙박스는 교통사고가 발생할 경우, 사고 발생의 책임 여부에 대한 판단을 용이하게 한다. 현재 시중에 유통되고 있는 블랙박스는 단순히 영상만을 저장하는 기능을 가지고 있다[1]. 기존 블랙박스 시스템은 사고의 상황판단에 도움을 주지만 미연에 사고를 예방할 수 없는 단점이 있다. 최근 블랙박스는 소비자의 요구에 따라 스스로 판단하고 실시간으로 위험상황에 대처가 가능한 지능형 블랙박스로 진화하고 있다[2-5].

최근 연구되고 있는 지능형 블랙박스 기술로는 차선이탈할 경우 이용자에게 경보를 울려 사고를 예방하는 차선이탈감지 시스템[6-9]이 있다. 교통법규 위반 사례가 포착되었을 때 간단한 인터페이스 조작을 통해 촬영된 블랙박스 동영상을 휴대폰으로 전송하는 교통법규위반 신고 자동화 시스템[10]과 주행 중 전방 차량에 대한 차간 거리를 알려줄 수 있는 스마트 크루즈컨트롤 시스템[11-13] 등이 있다. 위와 같은 연구들은 주행 중 발생할 수 있는 사고로부터 이용자의 안전운전을 돕고, 사고 발생 시 사고의 원인을 쉽게 판단할 수 있도록 한다. 그러나 기존 시스템들은 주·정차 시에 도난, 절도 등의 사고를 미연에 방지할 수 없다는 점이 문제점이 있다.

본 논문에서는 기존 블랙박스의 기능을 보완하고 지능형 블

* 학생회원, 조선대학교 소프트웨어융합공학과 ** 조선대학교 정보통신공학과 *** 조선대학교 제어계측로봇공학과
본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 지역특화산업육성사업과 2014학년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 수행된 연구결과입니다.

랙박스에 적용이 가능한 사고예방 알고리즘을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 차량의 주 정차 상황을 전제로 하여 차량에 발생할 수 있는 위험 레벨을 3단계로 나눈다. 레벨 1에서는 관심영역 내에 있는 이동객체의 움직임 여부를 판단하고 저장한다. 레벨 2에서는 블랙박스로 촬영된 영상의 무분별한 유포로 인한 개인 프라이버시 침해 가능성이 있기 때문에 프라이버시 보호를 위한 얼굴검출을 한다. 레벨 3은 이동객체가 차량에 접근하여 차량에 충격을 줄 경우 경고를 통해 주변의 시선을 집중시킨다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 개발되고 있는 지능형 블랙박스와 관련된 연구에 대하여 분석하고, 3장은 본 논문에서 제안하는 사고예방 알고리즘에 대하여 설명한다. 4장에서는 실험환경 및 결과를 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론으로 마무리한다.

II. 블랙박스를 이용한 기존 사고예방 기술

최근 블랙박스를 이용하여 차량의 사고를 예방하려는 연구가 다양하게 진행되고 있다. 정효균 등은 차선이탈 경고 시스템을 연구했다[8]. 이 시스템은 4채널 블랙박스를 기반으로 AV(M(Around View Monitoring))을 구현하여 차량 주변 영상을 생성 후 차선후보를 선정한다. 선정된 차선을 이용하여 차선을 검출하고 차선이탈 시 경보를 울린다. 제안된 시스템은 전방 영상만을 사용한 시스템보다 약 3.5 ~ 9% 높은 차선검출률을 통해 좁은 지역을 이동할 때도 유용하게 사용할 수 있고 차량 주변 도로에 대하여 차선을 검출하기 때문에 환경의 영향을 받지 않는 장점이 있다. 그림 1은 4개의 카메라에서 얻은 각각의 영상을 AV(M)으로 구현한 영상이다.

김기석 등은 스마트 크루즈컨트롤에 사용 가능한 차량검출 및 차간거리를 추정하는 알고리즘을 연구했다[11]. 이 시스템은



그림 1. AV(M) 영상

haar-like 특징과 에지 특징을 이용하여 차량 하단의 그림자 부분과 차량의 뒷바퀴 부분을 추출하여 차량을 검출한다. 검출된 차량은 칼만 필터를 이용하여 차량의 크기 및 다음 위치를 예측하여 추적한다. 차간거리는 차량의 폭으로 거리를 추정하는 방식과 차량의 위치로 거리를 추정하는 방식을 결합하여 차간거리를 추정한다. 제안된 시스템은 94.9%의 차량 검출률을 보였고 차량과의 충돌을 예측하고 경보를 울릴 수 있는 장점이 있다. 그림 2는 차간거리 추정알고리즘의 전체적인 흐름도이다.

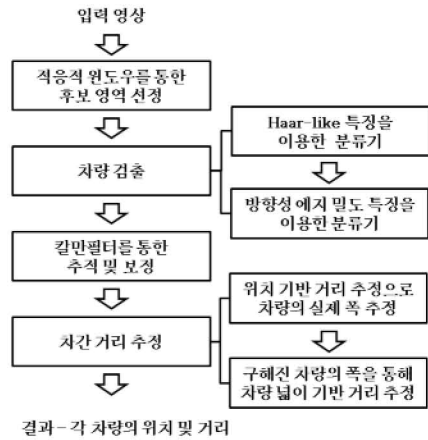


그림 2. 차간거리 추정알고리즘의 흐름도

정민석 등은 블랙박스 촬영 동영상을 이용하여 교통법규위반 신호를 자동화하는 방법을 연구했다[13]. 이 시스템은 교통법규 위반사태가 포착되었을 때, 간단한 사용자 인터페이스 조작을 통해 촬영된 블랙박스 동영상을 휴대폰으로 전송시킨다. 해당 동영상은 촬영시간 및 위치 등의 관련 정보와 함께 HTTP 요청의 형태로 생성되어, 신고센터에 자동으로 전송된다. 제안된 시스템은 제보자의 번거로움을 해소해 신고율을 높일 수 있다. 그 결과 운전자의 안전운전을 도모하여 사고율을 줄일 수 있는 장점이 있다. 그림 3은 자동화 교통위반 신고 시스템의 신고 처리 과정을 보여주는 구성도이다.

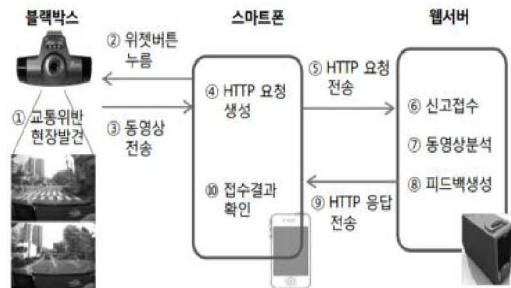


그림 3. 자동화 교통위반신고 시스템의 구성도

III. 제안하는 차량용 블랙박스를 이용한 사고예방 시스템

기존의 블랙박스 시스템은 사고 순간의 영상, 위치, 시간, 그리고 충격량 등의 정보를 기록함으로써 사고의 원인을 규명하기 위해 사용된다. 최근 기술의 발전에 따라 주행 중 사고예방 기능을 탑재한 지능형 블랙박스가 개발되고 있다. 그러나 차선 이탈감지 시스템과 차간거리감지 시스템은 주행 중에 한정되어 안전운전을 유도해 사고예방을 하므로 주차 중에는 사고예방이 불가능하다. 본 논문에서 제안하는 사고예방 알고리즘은 거리에 따른 접근 정도를 레벨별로 분류한다. 분류된 레벨을 기반으로 위험 가능성이 있는 객체가 차량에 손상을 주기 전에 사전경고를 발생한다. 또한, 제안하는 시스템은 상시저장을 하는 기존의 블랙박스의 시스템과는 달리 사고 가능성이 있는 상황만을 저장하고 프라이버시 보호를 위해 얼굴을 검출한다.

그림 4는 블랙박스를 이용한 상황인지 알고리즘의 흐름도이다. 제안한 시스템은 블랙박스에서 획득한 컬러영상을 그레이 영상으로 변환하고, 변환한 그레이영상은 객체검출에 이용한다. 객체검출은 기존 영상과 현재 영상과의 차이를 이용해 구해진다[14]. 이동객체의 접근 여부에 따른 위험상황을 인식하기 위해 3단계의 관심영역을 설정한다. 3단계의 관심영역별 접근 여부는 관심영역 내 객체의 무게중심 검출 방법에 의해 결정된다. 사고예방을 위한 관심영역별 구간은 총 3단계로 객체에 대해

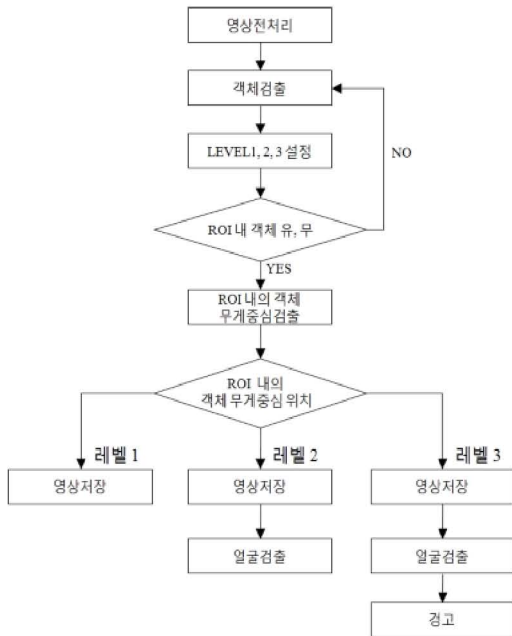


그림 4. 사고예방 알고리즘 구성도

위험요인의 가능성을 판단하는 레벨 1구간과 위험요인의 가능성이 높다고 판단되는 레벨 2구간이 있다. 마지막으로 레벨 3구간은 객체를 위험요인으로 판단하고 경고를 발생한다.

가. 관심영역설정

본 논문에서 제안하는 알고리즘의 관심영역은 그림 5와 같이 이동객체의 접근 정도를 파악하기 위해 거리에 따라 3단계의 영역으로 설정된다. 영상에서의 관심영역은 실제 차량에 설치된 블랙박스를 기준으로 지면상의 거리를 기반으로 하여 설정했다. 레벨 3은 보닛부터 1m에 이르는 거리로 그림 5에서 보이는 영역은 보닛의 영역만 레벨 3으로 설정된 것으로 보인다. 이유는 차량의 설치된 블랙박스의 위치와 지면부터 차량의 높이로 인한 사각지대 때문이다. 레벨 2의 1m부터 2m영역과 레벨 1의 2m부터 3m영역은 레벨 3과 같은 사각지대 없이 설정이 가능했다. 또한, 관심영역 밖은 위험 가능성이 없다고 가정하여 비 감시영역으로 설정했다.



그림 5. 거리에 따른 관심영역 설정 범위

나. 레벨에 따른 이벤트 설정

거리에 따른 레벨별 이벤트 설정은 이용자의 편의와 차량훼손으로 인한 물질적인 피해를 줄이기 위함이다. 이동객체에 대하여 레벨을 판단하는 방법은 관심영역 내에 위치한 객체의 무게중심을 이용한다.

관심영역 밖은 비 감시구간으로서 영상에 존재하는 이동객체에 대하여 차량에 위험요인이 없는 것으로 간주한다. 위험요인이 없는 객체는 원영상의 저장, 객체검출, 얼굴검출, 경고등의 이벤트를 발생하지 않는다. 레벨 1구간은 위험요인의 가능성이 있다고 판단하여 이동객체 검출 시 비활성화되어있던 저장기능을 활성화한다. 저장된 영상은 사고 시에 상황을 판단하는 데 사용한다. 레벨 2구간은 이동객체가 차량에 관심을 보이고 접근한다는 가정 하에 얼굴을 검출하고 영상을 저장한다. 이때, 검출된 얼굴 영상은 원본 그대로 블랙박스에 저장되지 않고 프라

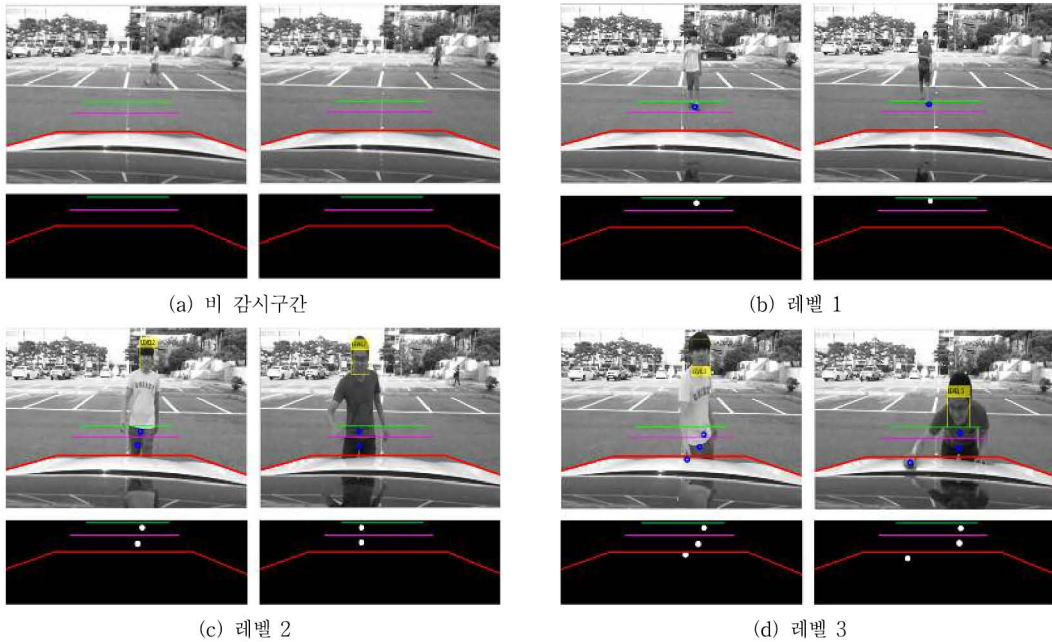


그림 6. 사고예방을 위한 레벨별 실험 결과 영상

이버시 보호 기능을 적용해 프라이버시 보호된 얼굴 영상이 저장된다. 레벨 3구간은 차량에 접근한 이동객체가 차량에 충격을 발생시킬 때 경고를 발생하고 레벨 2구간과 동일하게 얼굴검출 후 영상을 저장한다. 경고는 이동객체가 관심영역 밖으로 나가는 시점까지 발생한다. 경고를 발생함으로써 주위의 시선을 집중시키고 이동객체에 의한 차량 손상을 최소화시킬 수 있다.

IV. 실험환경 및 결과

본 실험은 차량용 블랙박스를 통해 획득된 동영상을 사용했고, 원본 영상의 해상도는 640×480이다. 동영상의 구성은 주간 환경에서 이동객체가 차량에 접근하는 상황을 촬영했다. 실험에 사용된 영상은 차량에서 3m까지 거리를 설정하여 24개의 영상으로 구성했다.

그림 6(a)는 비 감시단계로서 이동객체는 존재하지만, 객체와 차량의 거리가 멀기 때문에 위험요인의 가능성이 없다고 판단하는 구간이다. 즉, 시스템은 객체검출 이외의 추가적인 기능을 수행하지 않는다. 그림 6(b)는 이동객체가 차량의 3m에서 2m에 이르는 거리에 접근하는 상황으로 레벨 1단계이다. 관심영역 내에 들어온 이동객체에 대하여 무게중심을 검출하고 원영상을 저장한다. 그림 6(c)는 이동객체가 차량에 레벨 1보다 더 접근한 상황이다. 이때 이동객체의 위치는 2m에서 1m에 위치한다. 또한, 레벨 2단계의 이벤트를 발생시켜 이동객체를 검출하고 얼굴검출 후 원영상을 저장한다. 그림 6(d)의 영상은 이동객체가

차량의 보닛 부분에 충격을 가하는 상황이다. 이때 이동객체의 위치는 1m에서 보닛 부분 사이에 위치한다. 차량에 손상을 줄 수 있는 상황으로 인지하여 레벨 3에 해당하는 이벤트를 통해 얼굴검출 후 원영상을 저장한다. 또한, 이동객체가 관심영역 밖으로 나가는 시점까지 경고를 발생한다. 실험결과, 제한한 사고 예방 알고리즘은 주차 중에 발생할 수 있는 사고, 도난, 물피도주 등에 대하여 효과적으로 대응할 수 있음을 확인했다.

V. 결론

최근 주차 시에 도난, 절도, 물피도주 등 차량의 소유주에게 물질적, 정신적인 피해를 주는 사례가 많아짐에 따라 영상기록을 통해 사고의 원인을 규명하기 위한 목적으로 차량용 블랙박스의 사용이 많아지고 있다. 본 논문에서 제안하는 차량용 블랙박스를 이용한 기술은 주차 및 정차 시 발생할 수 있는 사고를 예방하는 데 목적이 있다. 제안한 방법은 차량과 객체의 거리에 따라 관심영역을 설정하고 관심영역별 이벤트 설정을 통해 사고예방 시스템을 구현했다. 실험을 통해 제안한 방법은 이동객체가 접근함에 따른 위험 레벨별 객체인식, 프라이버시 보호를 위한 얼굴 검출 및 경고 기능을 통해 사고예방이 가능함을 확인했다. 향후에는 검출된 얼굴을 효과적으로 보호할 수 있는 프라이버시 보호 기술의 개발 및 제안한 시스템의 임베디드 플랫폼을 구현할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] 김승운, 이성준, 안광성, “임베디드 시스템 기반의 무인 감시시스템,” 한국정보과학회 학술발표 논문집, 제34권, 제2호, pp. 390-393, 2007년 10월

[2] 이준희, 한성덕, 김용득, “영상기반 차량용 블랙박스의 효율성 향상을 위한 제어 시스템 연구,” 대한전자공학회 학술대회 논문집, 제30권, 제1호, pp. 521-522, 2007년 7월

[3] 오명관, 한군희, 최동진, 전병민, “차영상을 이용한 이동 객체 추적,” 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집, 제2권, 제1호, pp. 396-400, 2004년

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

[5] 강민구, 정승민, 우영제, 여협구, 이우섭, 이민수, “차량용 무선영상 전송시스템 설계,” 스마트미디어학회 춘계학술대회 논문집, 제1권, 제1호, pp. 39-42, 2012년

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

[7] 이수영, 류지형, 이창구, “차량용 블랙박스를 위한 임베디드 차선감지 영상처리 알고리즘 개발,” 한국산학기술학회 논문지, 제11권, 제8호, pp. 2942-2950, 2010년 8월

[8] 정효균, 정용진, “차량 주변 영상을 이용한 차선이탈 경보 알고리즘,” 한국정보기술학회논문지, 제11권, 제5호, pp. 121-130, 2013년 5월

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

[10] 정민석, 김성혁, 염인호, 김현규, “기획특집: 사물인터넷; 차량용 블랙박스를 활용한 교통위반신고 자동화 방법,” 정보처리학회지, 제3권, 제10호, pp. 351-356, 2014년 10월

[11] 김기석, 조재수, “영상 기반의 차량 검출 및 차간거리 추정방법,” 전자정보공학회논문지-SP, 제49권, 제3호, pp. 1-9, 2012년 5월

[12] M.C. Lu, Tsai, C.P., M.C. Chen, Y.Y. Lu, W.Y. Wang, and C.C. Hsu, “A practical nighttime vehicle distance alarm system,” in Proc. of IEEE International Conference on, Systems, Man and Cybernetics, pp. 3000-3005, Oct. 2008.

[13] E. Dagan, O. Mano, G.P. Stein, and A. Shashua, “Forward collision warning with a single

camera,” Intelligent Vehicles Symposium, IEEE, pp. 37-42, June 2004.

[14] 하정요, 이민호, 최형일, “HMM(Hidden Markov Model)을 이용한 핸드 제스처 인식,” 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 제10권, 제2호, pp. 291-298, 2009년 6월

저 자 소 개



김강호()
 2014년 조선대학교 공학사
 2014년 조선대학교 SW융합공학과 석사과정
 <주관심분야 : 영상감시, 상황인지>



문해민()
 2009년 조선대학교 공학사
 2010년 조선대학교 공학석사
 2010년~현재 조선대학교 정보통신공학과 박사과정
 <주관심분야 : 영상압축, 영상처리 워터마킹 >



신주현()
 1992년 광주대학교 공학사
 2002년 호남대학교 공학석사
 2007년 조선대학교 이학박사
 2011년~현재 조선대학교 산업협력중점교수
 <주관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, 빅데이터처리, 텍스트마이닝, 감성정보처리>



반성범()
 1991년 서강대학교 공학사
 1995년 서강대학교 공학석사
 1999년 서강대학교 공학박사
 2005년 한국전자통신연구원 정보보호연구단 생체인식기술연구팀 팀장
 2005년~현재 조선대학교 전자공학과 교수
 <주관심분야 : 영상처리, 바이오인식, VLSI 신호처리>