

자동차 운전자 졸림 감지 기술

정완영 · 김종진 · 권태하

부경대학교 전자공학과

Car Driver Drowsiness Detection Technology

Wan-Young Chung · Jong-Jin Kim · Tae-Ha Kwon

Department of Electronic Engineering, Pukyong National University

E-mail : wychung@pknu.ac.kr

요 약

최근의 자동차 기술이 기계적 장치 위주에서 전자부품 특히, 차량의 안전 및 편의 기술로서 발전되고 있어서, 추후 자동차의 경쟁력은 에너지 효율성문제와 안전편의 기술의 적용에 의해 그 경쟁력이 결정될 것으로 판단된다. 본 연구에서는 자동차 운전자 졸림의 감지하기 위한 각종 기술을 소개하고 상용화된 기술의 장단점을 비교하여서, 이의 문제점을 해결하기 위한 복합 센싱기술을 소개한다. 기존의 카메라에 의한 눈동자인식을 기반으로한 직접적인 졸림검지와 운전자의 생체신호를 검출하여 간접적으로 스트레스, 피로도, 졸림을 검출하는 방법을 결합하여, 보다 정확도가 높은 졸림검지가 가능한 알고리즘을 개발하였다.

ABSTRACT

Recent Automotive technology is driven from mechanical device to the electronic components which improve the vehicle's safety and convenience. The future competitiveness of the car will come from safety issues and energy efficiency, convenience and the application of the technologies. In this study, various techniques for driver drowsiness detection are introduced and compared with each others. The advantages and disadvantages of commercially available technologies and developed technologies are compared. To enhance the detection resolution, multiple sensing technologies are introduced in this paper. The feasibility of two drowsiness detection methods, that is, existing camera image recognition method and bio signal analysis method, are tested. The direct drowsiness detection by the camera image of eyes and driver's vital signs detected indirectly are combined and analyzed by the developed noble algorithm for stress, fatigue, drowsiness detection with a more accurate high-drowsiness detection.

키워드

운전자 졸림 감지, 카메라기반 졸림 감지, 생체센서, 복합 알고리즘

1. 서 론

운전자의 졸림에 의한 차량사고는 차량사고 중에서 가장 많이 발생하는 사고의 원인이다. 도로교통공단 자료에 따르면 2006년부터 2008년까지 3년간 졸음운전에 의한 교통사고는 8,267건이며 사망자는 513명으로 나타난다. 또한 2010년 우리나라 고속도로에서 발생한 전체 사고의 16%가 졸음운전에 의한 사고이며, 120명의 사망자가 발생하였다. 이는 전체 고속도로사고 사망자 353명중 34%를 차지하는 최대 사망사고 원인이다. 즉 고속도로 사망사고의 1/3이 운전자의 졸음이 원인인 것으로 밝혀졌다. 미국의 국가 고속도로 안전청(NHTSA)에 따르면 미국에서 매년 운전자

졸음에 의해서 56,000건의 교통사고가 발생하며, 이러한 사고에 의해 40,000건의 부상과 1,550건의 사망자가 발생한다고 한다[1]. 졸림에 의해 발생하는 많은 수의 운전자의 부주의한 운전으로 인한 사고는 위의 숫자에 포함되지 않기 때문에 실질적인 희생자 수는 이 통계보다 훨씬 많을 것으로 생각된다. 미국 국가 수면재단(NSF)은 또한 작년 한 해 동안 60%의 성인 운전자가 졸음 상태에서 운전을 한 경험이 있으며, 37%가 운전 중에 실제로 잠에 빠진다는 조사결과를 보고하고 있다[2].

이러한 이유 때문에 실시간 운전자 졸림감지 기술은 졸림에 의한 교통사고를 방지하기 위해 매우 중요한 기술로서 대두되고 있다. 만약 졸림

상태가 정확하게 검지된다면 운전자를 깨우고, 운전을 더 이상 하지 못하게 하여서, 역으로 사고 방지가 가능하게 될 것이다.

본 연구에서는 현재 상용 자동차에 사용되고 있는 각종 운전자 졸림 검지 시스템의 원리를 살펴보면서 또한 그 장단점을 비교해보고자 한다. 또한 현재 연구되고 있는 각종 운전자 졸림 검지장치를 비교하고자 한다. 한편 기존의 운전자 졸림검지기술인 운전자 눈의 카메라 영상인식에 의한 졸음감지기술과 새롭게 소개되고 있는 운전자 생체신호에 의한 졸음검출기술을 통합하여, 운전자 졸음, 스트레스, 건강 등을 복합적으로 감지하면서 보다 정확하게 졸음을 감지할 수 있는 새로운 형태의 복합 운전자 졸림감지기술에 대해서도 소개할 예정이다.

II. 상용차량의 운전자 졸음 경보장치

자동차와 관련된 기술이 1990년대의 기계장치에 더한 기본적인 안전시스템을 추구하였다면, 90년대 후반에는 Navigation, 멀티미디어, 차량 내 통신장치에 대한 활용이 크게 늘어났고, 2000년대에 들어서 안전과 편의를 강화하는 시스템이 크게 강화되고 있다. 이러한 방향으로의 자동차의 개선은 향후 수많은 응용시스템에 의해 고수익과 고성장을 보장할 수 있는 기회를 제공할 것으로 전망된다.



그림 1. 자동차의 안전편의 센서 수의 증가

현재 상용화되어서 차량에 적용되고 있는 운전자 졸림경보장치는 카메라를 이용하여 운전자의 눈을 인식하는 직접적인 방법이 아닌 전방주시 카메라에 의한 차선이탈경보시스템이 주를 이루고 있다. 차선이탈 경보시스템(LDWS; Lane Departure Warning System) 또는 차선이탈 방지시스템(LDP; Lane Departure Prevention)은 전방주시 카메라가 차량의 차선이탈을 감지하면, 대시보드에 경고메시지가 주어지고, 경고음, 운전대 떨림, 안전벨트의 조임 등의 추가적인 경고

가 이루어진다. 여기에 더하여 어떤 장치에서는 자체 자세제어장치가 동작을 하여, 각 바퀴의 브레이크압력 조절에 의해 주행차선으로 복귀를 유도하기도 한다. 10년 후까지 신차의 약 60% 정도가 졸음경보장치를 장착할 것으로 예상되고 있다.



그림 2. 메르데스 벤츠 차량의 대시보드에서의 '휴식'을 권고하는 경고메시지



그림 3. 지멘스에서 개발한 트럭용 카메라기반 운전자 졸음 장치 개념도

다만 가장 많은 차량에 이 장치를 장착하고 있는 일본의 도요타의 경우에는 카메라를 이용하여 운전자의 얼굴각도 및 눈꺼풀상태를 분석하여 눈을 감는 시간이 일정시간 이상이 되면 경고음을 발생하고 추가적으로 LDWS장치를 활용하여 안전벨트가 진동하도록 하는 방식을 채택하고 있다. 또한 자동차 부품을 제작하고 있는 지멘스의 경우에는 운전자의 눈감김을 검출하여 대시보드에 메시지를 나타내고 경고음을 주는 운전자 주의시스템을 제작하여 출시하고 있다.

메르데스 벤츠의 경우에는 운전대에 장착된 각도센서와 기타 차량의 센서들로부터 비정상적인 감지값을 감지하여 대시보드에 경고메시지를 주고 경고음을 발생하게 되는 차선이탈 방지 어시스트 장치를 활용하고 있다.



그림 4. 현대모비스의 차선이탈 경고시스템

III. 비디오 카메라방식 졸음 경고장치

운전자 졸음을 감지하기 위한 카메라는 보통 야간에도 사용이 가능하도록 IR 조명을 포함하는 IR 카메라를 사용한다.

표 1에 현재까지 연구 또는 활용되고 있는 비디오 카메라방식의 졸음 감지장치를 비교한 것이다. 3분 동안에 눈이 80%(또는 70%) 이상 감기는 시간비율로서 운전자의 졸림정도를 표시하는 방법인 PERCLOS(Percentage of Eyes Closure)는 정확성에서 좋은 평가를 받고 있다.

표 1. 비디오 카메라를 활용한 각종 졸음 감지방식

명칭	측정방법
BLINKFREQ	Blink Frequency 특정시간 동안의 눈깜박임 수
AES	Average Eyes Closure Speed 평균 눈감김 속도
PERCLOS	Percentage of Eyes Closure 3분 동안에 눈이 80%(또는 70%) 이상 감기는 시간 비율
MEANCLOS	Mean Eye Opening 눈깜박임 사이의 평균시간
BLINKDUR	Blink Duration 시작점에서 중간지점 또는 중간지점에서 끝점까지의 시간
MICROSLEEP	0.5초 보다 긴 눈감김의 횟수
HEADNOD	Head Nodding Frequency 머리의 끄덕임 횟수

특정 시간동안의 눈깜박임의 횟수를 측정하는 BLINKFREQ(Blink Frequency), 평균 눈감김속도를 나타내는 AES(Average Eyes Closure

Speed), 눈깜박임 사이의 평균시간을 나타내는 MEANCLOS(Mean Eye Opening), 눈깜박임 간격을 나타내는 BLINKDUE(Blink Duration), 0.5 초 보다 긴 눈감김의 횟수를 나타내는 MICROSLEEP 등이 운전자의 졸음 정도를 나타내는 지표로 사용되고 있으며, 운전자 머리의 끄덕임의 횟수를 나타내는 HEADNOD(Head Nodding Frequency)도 최근 활용되고 있다[3].

IV. 생체신호 검출에 의한 졸음 경고장치

운전자의 졸림을 검출하는 방법으로 운전자를 향한 카메라를 이용한 눈 깜박임 또는 머리의 흔들림을 감지하는 방법과 차량 전방 주시 카메라를 이용한 차선이탈을 감지하는 방법 이외의 방법으로 최근에 주목을 받고 있는 방법은 운전자의 신체신호를 이용하는 방법이다. 측정되는 운전자 생체신호는 EEG(electroencephalogram), EOG(electrooculograph), ECG (electrocardiogram) 등의 신호가 사용되며, 이러한 신호로부터 운전자 신체의 생리학적인 변화를 측정하게 되는 것이다. 수면리듬은 뇌와 심장의 활동성과 깊은 상호관계를 가지기 때문에, 이러한 생리적인 생체신호가 졸음을 정확하게 감지하게 되는 것이다. 다만 현재까지의 대부분의 관련연구에서는 운전자의 머리, 얼굴, 가슴 등에 부착하는 전극을 사용하여왔다. 이러한 유선화는 운전자의 활동을 방해하기 때문에 어떻게 이러한 불편함을 해소하느냐 하는 것이 또 다른 연구방향이었다.

운전자의 신체신호를 측정하는 방법은 졸음이 외에도 동일한 생체신호 분석에 의해 운전자의 기초건강, 스트레스정도, 졸림 등을 복합적으로 감지할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 운전대 또는 운전석에 운전자가 자연스럽게 앉아서 운전을 하면, 자연스럽게 운전자의 생체신호가 측정되어서 그 신호분석에 의해 졸림 등의 운전자 상태측정이 이루어진다는 장점을 가지게 된다. 더불어서 대부분의 운전자가 주기적으로 또는 매일 운전석에 앉아서 운전대를 잡게 되기 때문에 정기적인 건강 체크가 가능하고, 또 중장기적인 데이터를 저장하여 건강 체크가 가능해진다는 장점을 가지게 된다. 즉, 특별한 장치를 사용한다는 불편함이 없이 건강점검은 물론 졸음까지 감지하게 되는 것이다.

운전대에 부착된 전도성섬유쌍 전극을 이용하면 그림 5와 같이 쉽게 운전자의 직접적인 방법으로 생체신호인 ECG신호를 획득할 수 있다.

운전석 등받이에 설치된 전도성섬유 전극쌍을 이용한 커패시턴스를 측정하여, ECG신호를 얻는 방법도 있다. 이 경우는 운전대에 부착된 전극에 직접 양손을 잡는 직접적인 방법 보다 더 편리하게 운전자의 이동성이나 활동성을 보장하기는 하지만, 등받이 전극 사이의 커패시턴스를 측정하기 때문에, 운전자의 신체와 전극의 간접적 접

측을 이용하게 된다. 따라서 운전자가 입고 있는 상의 의복의 형태에 따라 깨끗한 ECG를 측정할 수 있는 환경이 제한된다.

단순 졸음운전 검지가 아닌 졸음운전 가능성 측정이 서비스가 될 전망이다.



그림 5. 운전대에 부착된 전도성 섬유 전극쌍을 이용한 ECG 측정장치

PPG 신호를 사용하여 산소포화도를 측정하기 위해, 반사형 PPG 광센서를 운전대에 부착하는 연구도 있다. 산소포화도를 측정하는 PPG는 일반적인 형태인 손가락에 끼는 형태의 소자의 경우에는 투과형 구조를 가지면서 광원 LED와 광감지소자가 양쪽에 자리를 잡고 있지만, 본 연구에서는 동일한 쪽에 광원과 광감지소자를 평행하게 배치하여, 운전자가 손가락하나를 소자면에 접촉함으로써 쉽게 운전자의 PPG신호가 측정되도록 하였다[4].

운전자의 ECG나 PPG신호는 HRV(Heart Rate Variation; 심박변이율)로 계산이 되어서 이전에 연구되어 있는 정신생리학적 분석에 따라 스트레스상태, 졸림상태, 깨어있는 상태, 기타 건강정보를 확인할 수가 있게 된다. 보통 HRV신호는 시간영역과 주파수영역에서 분석된다.

V. 결 론

자동차 사고원인 중 가장 비율이 높은 졸음운전을 방지하기 위한 여러 기술들이 고급차종을 중심으로 적용이 되다가 최근에는 중급차종으로 확산되고 있다. 10년 이내에 출시되는 신차의 60% 가량이 이 장치를 장착할 것으로 예측되어 있다. 외장형 카메라를 이용한 차선이탈검지에서부터 운전자의 운전습관을 고려한 졸림검출, 차량 내부에 장착된 카메라를 이용하는 얼굴 및 눈모양 검출, 얼굴각도검출을 이용하는 방법, 또 최근에는 운전자의 생체신호를 이용하여 건강검검과 졸음운전을 동시에 해결하려는 노력들이 이루어지고 있다. 따라서 가까운 장래에 보다 정밀한 졸음운전의 검지가 가능해질 뿐만 아니라

참고문헌

- [1] NCSDR/NHTSA Expert Panel on Driver Fatigue and Sleepiness, "Drowsy driving and automobile crashes", National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) Report.
- [2] M. R. Rosekind, "Underestimating the societal costs of impaired alertness: safety, health and productivity risks", Sleep Medicine, vol. 6, pp. S21-S25, 2005.
- [3] F. Friedrichs and B. Yang, "Camera-based drowsiness reference for driver state classification under real driving conditions", IEEE Intelligent Vehicles Symposium, University of California, CA, USA, June 21-24, 2010.
- [4] Boon-Giin Lee, Sang-Joong Jung, and Wan-Young Chung, "Real-time Physiological and Vision Monitoring of Vehicle Driver for Nonintrusive Drowsiness Detection", IET Communications, Accepted.