

디지털운행기록계와 첨단안전장치를 이용한 운전자상태 모니터링 방안

Driver Status Monitoring Scheme Using DTG and State-of-the-art Safety Devices



김차주



민상원



신치현



최병호

서론

최근 각종 센서 기술의 발달과 함께 Information Communication Technology(ICT) 기술을 융합한 첨단안전자동차에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 이와 함께, 통신기술의 발달로 차량-차량 간(Vehicle to Vehicle, 이하 V2V), 차량-인프라 간(Vehicle to Infrastructure, 이하 V2I) 무선통신을 포함하는 V2X(Vehicle to Everything) 통신을 기반으로 첨단안전차량을 개발하려는 다양한 노력들이 진행되고 있다. 이러한 첨단안전장치에 대한 연구를 통해 운전자의 위험운전행태를 인지함으로써 안전성 제고와 함께 돌발 사고를 예방할 수 있다.

본 연구에서는 교통안전성 향상을 위하여 사업

용차량에 설치된 디지털운행기록계(Digital Tachograph, 이하 DTG)와 첨단안전장치기반 운전자상태 모니터링 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 첨단안전장치 기술 중 차선이탈경고시스템(Lane Departure Warning System, LDSW), 줄음운전경고시스템, 그리고 DTG를 통해 11대 위험운전행태 분석하고, 이를 기반으로 위험운전자를 판단할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이와 함께 사업용 차량에 대한 노상 단속 시 운행기록을 통해 위험운전자를 판별하는 방안과, 수집된 운전행태정보를 기반으로 보험사와 연계하여 운전습관연계보험(Used Based Insurance, 이하 UBI) 개발을 활용방안으로 제시하며, 첨단안전장치 기반의 운전자상태 모니터링을 위한 공공기관의 역할을 제안하고자 한다.

김차주 : 광운대학교 전자통신공학과, chaju@kw.ac.kr, Phone: 02-940-5552, Fax: 02-940-5783

민상원 : 광운대학교 전자통신공학과, min@kw.ac.kr, Phone: 02-940-5552, Fax: 02-940-5783

신치현 : 경기대학교 도시교통공학과, chshin@kyonggi.ac.kr, Phone: 031-249-9779, Fax: 031-244-6300

최병호 : 교통안전공단 미래교통개발처, byongho.choe@ts2020.kr, Phone: 054-459-7250, Fax: 0502-384-5430

디지털운행기록계 및 첨단안전장치

첨단안전자동차란 수동적인 차량제어기술에 전자, 기계, 제어기술을 접목하여 능동적인 차량제어 기술 구현과 함께 ICT 인프라 구축에 의한 고도화된 정보수집, 처리 및 제공 등이 가능하도록 하는 지능화된 자동차를 의미한다(이재관 외1인, 2006). 첨단안전자동차 기술은 여러 센서 기술을 통해 운전자와 도로 상태를 감지하고 사고를 예방하는 서비스를 제공하는 운전지원시스템(Advanced Driver Assistance System, 이하 ADAS)기능을 수행한다.

운전지원시스템은 경고시스템과 제어시스템으로 구분되며 경고시스템은 사고의 위험이 존재하는 경우 운전자에게 돌발 상황인지 서비스 제공하고 제어시스템은 사고의 위험이 감지되었으나 운전자의 반응이 없는 경우 자동으로 자동차를 제어하여 사고 예방 및 사고 시 충돌속도를 감소시켜 사고 심각도를 낮추는 시스템을 말한다.

위험운전 행태에 대해 음주운전, 과속, 주의산만, 휴대폰사용, 졸음운전, 환각상태 등 여러 위험운전행태에 대한 모형화가 진행되었으며, 운전자 상태 및 차량상태의 주행정보를 수집하고 사료자료와 분석을 통해 사고 감소 효과를 증대시킬 수 있을 것으로 예상한다(오주택 외 3인, 2009; Wouters 외 1인, 2000).

1. 디지털운행기록계

디지털운행기록계(DTG)는 자동차 운행에 관한 정보를 기록하는 기기로, 차량 운행에 관련한 정보를 실시간으로 저장하고 운전자의 운전습관에 해당하는 운전행태자료를 데이터베이스로 남기는 장치이다.

이러한 DTG기반 운전행태 정보는 공공기관(교통안전공단)에서 개발한 운행기록분석시스템(eTAS)에서 관리되고 있다. 운행기록분석시스템은 DTG를 통해 수집된 자동차의 순간속도, 분당

엔진회전수, 브레이크 신호, GPS, 방위각, 가속도 등 운행기록 자료를 분석하여 운전자의 과속, 급감속 등의 운전 습관 파악을 위한 실증적인 운전자 안전관리를 위한 분석시스템이다. 운전자의 과속, 급정지, 급진로변경 등 난폭운전 습관에 대한 과학적 분석을 통해 교통사고를 예방하기 위한 목적으로 구축되었다.

eTAS에 수집된 데이터는 분석결과, 개인/화물 차량에 대해서는 2013년 12월 이후, 버스/택시에 대해서는 2012년 5월 이후부터 본격적으로 DTG를 의무 장착하여 데이터를 수집하였다. 제출일자를 기준으로 데이터를 관리하고 6개월 이상 데이터는 압축 보관하여 관리한다. 차량정보는 있으나 운전자와 연계가 되지 않는 점과 DTG 데이터를 정기적/의무적으로 제출하는 것이 아니기 때문에 데이터를 활용하는데 한계점을 갖지만 운전자와 DTG 데이터에 대한 운전자의 정확한 매칭 및 DTG 데이터 제출일자 기준 마련 시 운전자의 운전행태 및 위험운전행동 패턴 분석에 충분한 활용 가능성을 갖는다. 위험운전행동 기준으로는 과속, 장기과속, 급가속, 급출발, 급감속, 급정지, 급좌회전, 급우회전, 급U턴, 급앞지르기, 급진로변경, 무 휴식 연속운전 등으로 구분하여 분석한다. 표 1은 교통안전공단에서 운영하는 운행기록시스템(eTAS)에 표기된 위험운전행태 기준에 대한 정의이며 총 11종에 대한 운전행동으로 분석한다(교통안전공단, 2014).

DTG 데이터에 대한 분석 결과, DTG는 보통의 사업용 차량에 의무적으로 장착되며 10초 단위의 데이터로 테이블에 명세된다. 위험운전 11개 항목이 단순 좌표의 형태로 디스플레이 가능하며, 사업용 운전자의 위험운전습관을 계도하여 교통사고 예방에 기여하는 목적으로 사용된다. 제출일자를 기준으로 데이터를 수집하며, 규정에 따라 운전자 코드 유형은 3가지(주민번호뒷자리, 사번, 자격번호)를 중점적으로 사용하여, 일반적인 운전자 식별정보가 될 수 없는 특징을 갖는다.

표 1. 위험운전행태(11종) 기준

위험운전행동		정의
과속유형	과속	도로 제한속도 보다 20km/h 초과 운행한 경우 - 연속적인 과속행동을 1건으로 분석 ※ 과속행동별 간격이 3초 이내는 1건으로, 4초 이후는 별도 건으로 처리
	장기과속	도로 제한속도 보다 20km/h 초과해서 3분 이상 운행한 경우 - 연속적인 과속행동을 1건으로 분석 ※ 과속행동별 간격이 3초 이내는 1건으로, 4초 이후는 별도 건으로 처리
급가속유형	급가속	초당 11km/h 이상~25km/h 이하 가속 운행한 경우 - 연속적인 급가속행동을 1건으로 분석 ※ 급가속행동별 간격이 3초 이내는 1건으로, 4초 이후는 별도 건으로 처리
	급출발	정지 상태에서 출발하여 초당 11km/h 이상~25km/h 이하 가속 운행한 경우
급감속유형	급감속	초당 7.5km/h 이상~40km/h 이하 감속 운행한 경우 - 연속적인 급감속 행동을 1건으로 분석 ※ 급감속 행동별 간격이 1초 이내는 1건으로, 2초 이후는 별도 건으로 처리
	급정지	초당 7.5km/h 이상~40km/h 이하 감속하여 속도가 "0" 이 된 경우
급회전유형	급좌회전	속도가 15km/h 이상이고, 2초 안에 좌측(60-120° 범위)으로 급회전한 경우
	급우회전	속도가 15km/h 이상이고, 2초 안에 우측(60-120° 범위)으로 급회전한 경우
	급U턴	속도가 15km/h 이상이고, 3초 안에 좌측(160-180° 범위)으로 급하게 U턴한 경우
급진로변경 유형	급앞지르기	초당 11km/h 이상 가속하면서 진행방향이 좌측 또는 우측(30-60°)으로 차로를 변경하여 앞지르기한 경우
	급진로변경	초당 30km/h 이상에서 진행방향이 좌측 또는 우측(15-30°)으로 차로를 변경하여 가감속(초당 -5km/h~+5km/h)하는 경우
연속운전		운행시간이 4시간 이상 운행 10분 이하 휴식일 경우 ※ 11대 위험운전행동에 포함되지 않음

출처: 교통안전공단(2014), 운행기록시스템(eTAS)

2. 차선이탈경고시스템

차선이탈경고시스템(LDWS)은 졸음운전 등 차선 이탈을 경고하는 장치로 고속도로와 같은 간선도로상에서 운전자가 차선을 이탈하지 않고 운전할 수 있도록 지원하는 시스템을 말한다. 원도우셀드 상단에 장착된 카메라를 통하여 전방의 차선을 인식한 후 차선인식상태 및 차선이탈여부를 경보하여 운전자의 사고를 방지한다. 보통 60km이상 속도에서 작동하여 운전자가 방향 지시등을 작동하지 않고 차선을 이탈하면 자동으로 경고 하는 방식으로 서비스를 제공한다.

3. 졸음운전경고시스템

졸음운전경고시스템은 운전자의 졸음상태를 인

식하는 시스템이다. 디지털 카메라의 사람 얼굴 인식기능인 오토 포커싱이나 차량내부에 장착된 카메라를 통해 운전자의 안면근육 또는 눈동자의 미세한 움직임을 포착하여 주행 중인 운전자의 상태를 파악한다. 카메라를 통해 운전자의 안면을 인식하는 기술 이외에도 운전자의 뇌파를 인식하여 졸음 상태를 인지하는 EIV(errors-in-variables) 방법을 이용한 특정 벡터를 추출하고, 다층신경망에 적용하여 운전자의 뇌파 상태를 각성, 천이, 졸음의 세 가지 상태를 분류하여 졸음 감지시스템도 연구 중이며, 대부분 차량에 기본 장착되어 있는 조향각 센서를 이용하여 졸음운전자의 조향패턴 중 하나인 저킹 판단을 이용한 졸음운전 판단 등 여러 방식의 졸음운전경고시스템에 대한 연구가 진행 중에 있다(Yeo 외 3인, 2009; 문병준 외 5인, 2012).

운전자상태 모니터링 활용 방안

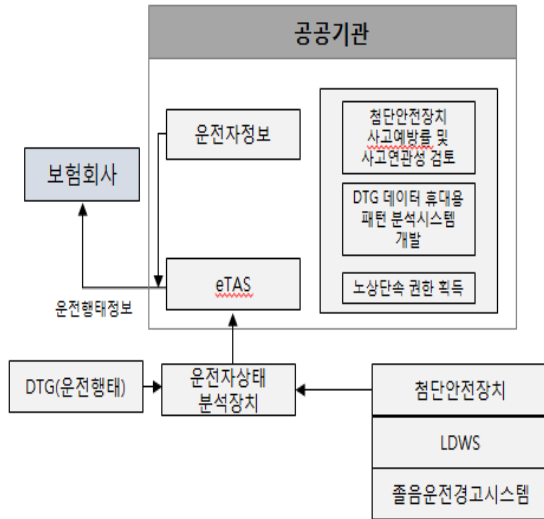


그림 1 운전자상태 모니터링 시스템에 대한 개념도

운전자상태 모니터링 방안

그림 1은 DTG, 차선이탈경고시스템(LDWS), 졸음운전경고시스템을 활용한 운전자상태 모니터링 시스템에 대한 개념도이다. DTG 데이터를 기반으로 운전행태에 대한 분석을 진행하고, 차선이탈경고시스템과 졸음운전경고시스템 데이터를 융합하여 운전자의 위험운전행태에 대해 진단하게 된다. 첨단안전장치와 DTG 정보는 차량 내부에 탑재된 운전자상태 분석 장치에 저장할 수 있으며, 저장된 정보는 eTAS의 운전자 정보와의 매칭을 통해 추가 활용이 가능하다.

기존의 DTG는 위험운전행동에 대한 파악만 가능하며 데이터는 일정 기간 축적되어 운전자가 운행기록분석시스템에 등록을 해야만 분석이 가능하다. 따라서 DTG 데이터만을 기반으로 하는 운전자상태 모니터링은 실시간적인 측면에서 한계점을 갖는다.

DTG와 첨단안전장치를 동시에 활용하므로써 이와 같은 한계점을 극복할 수 있으며, 저장된 정보 기반으로 실시간적인 노상단속을 통한 위험운전자 감지가 가능하다.

이전의 공공기관의 DTG 분석을 통한 교통사고 예방 방안으로는 단지 지사나 지역본부에서 운수회사의 진단이나 점검을 나갈 때 위험운전자 리스트 또는 위험행동을 보이는 위험운전자를 선별해 운수회사의 담당자에게 교육하는 형태로 제공하였다. 하지만, 공공기관에서는 운수업체가 교육 결과를 어떻게 적용하였는지 알 수 없는 한계점이 있었다. 또한 DTG 데이터를 의무적/정기적으로 제출하는 것이 아니기 때문에 DTG 데이터 활용에 대한 한계가 존재하며, 가장 큰 어려움은 DTG 데이터에 차량 정보는 있으나 운전자와 연계가 어렵다는 한계점을 가졌다.

이러한 측면에서 DTG 데이터를 활용한 첨단안전장치기반의 운전자상태 모니터링은 위험운전자 파악 및 돌발사고 예방에 효과적이며 여러 측면에서 활용이 가능하다. DTG기반의 데이터에 첨단안전장치의 졸음운전 행태 정보를 통합하여, 실시간적으로 노상단속을 통한 운전자상태 모니터링이 가능하며, 수집된 운전자 정보를 기반으로 보험사와의 협력을 통한 UBI 개발이 가능하다.

1. 노상 단속 시 위험운전자 감지

현재 첨단안전장치에 대한 기술력은 이미 대다수 업체들이 충분히 가지고 있으며, 공공기관이 참여할 수 있는 여지가 많이 있다. DTG 내부 데이터는 급정지, 급감속, 무 휴식 연속운전 등 운전자의 운전 상태에 대한 정보를 수집한다. 이를 바탕으로 사업용 자동차에 대한 운행기록을 분석하고 노상 단속 시 위험운전자를 판별해 내는데 활용이 가능하다. 또한 운행기록 자료를 분석하고 운행시간, 휴식시간 등을 추정하여 졸음운전 가능성을 파악 할 수 있는 등의 수단으로 활용이 가능하다.

DTG 데이터는 정기적/의무적으로 제출하는 것이 아니기 때문에 DTG 데이터 활용에 한계가 존재했다. 단지 노상단속 시 졸음운전에 대한 육안으

로 확인이 아닌 이러한 과학적인 확인이 가능하다면 교통안전에 사고 예방률이 증가 할 것 이다. 또한 운전자의 운행시간, 휴식시간 등을 추정하여 도로의 쉼터 위치 조절 등에 더 활용이 가능 할 것으로 보인다.

2. 보험사와의 연계를 통한 UBI 개발

미국, 영국 등은 이미 차량의 주행거리를 이용한 UBI(Usage Based Insurance) 상품이 개발되어져 왔고, 상용화 되어있다. 사례에 따르면 2000마일의 운전행태를 분석을 통해 운전자의 보험가격을 측정하고, 운전행태는 바뀌지 않는다는 기본 개념으로 등급을 결정한다.

DTG는 위험운전행태 데이터 수집 뿐만아니라 주행거리에 대한 데이터도 수집하며, 이를 바탕으로 주행거리 상품 기반 UBI상품 개발이 가능하다. 추가적으로 주행거리 및 차량속도 등을 측정하는 것은 도로시스템 성능평가, 교통사고 통계, 교통영향 평가 등을 위한 기초자료로 활용 될 수 있으며 더 많은 측면에서의 활용 가능성을 가진다(안원철 외 4인, 2014).

공공기관의 역할

DTG와 첨단안전장치를 기반으로 한 운전자상태 모니터링을 위해서는 공공기관의 역할 수행이 필요하다.

1. DTG 및 첨단안전장치를 통한 졸음운전 상태 모니터링

기본적으로 DTG 및 첨단안전장치를 통해 위험운전행태(졸음운전)을 파악하기 위해서는 DTG 데이터 기반의 졸음운전상태 기준 마련을 필요로 한다. DTG 위험운전행태 중에서 '연속운전(4시간 이상 운행 10분 휴식) 상황에서 과속/급진로변경의 행동패턴을 보일 때 졸음운전으로 판단' 등과

같은 기준을 마련함으로써 노상단속 시 위험운전자 감지가 가능하다.

또한 노상단속 시 첨단안전장치와 DTG 데이터를 활용한 운전자상태 모니터링을 위해서는 휴대용 운전자상태 분석 장치 개발을 필요로 한다. 실시간인 DTG 데이터 및 첨단안전장치 기반 위험운전행태 파악을 위해서는, 데이터를 처리하고 운전행태를 분석할 수 있는 휴대용 운전자상태 분석 장치 개발을 필요로 한다.

2. 첨단안전장치 보급 확대 및 안전성 평가

첨단안전장치를 기반으로 하는 사업용 차량의 위험운전자 감지를 위해서는 각 첨단안전장치에 대한 효과 검증을 필요로 한다. 장기간 누적 데이터를 이용하여 첨단안전장치에 대한 사고 예방 효과 검증을 실시하고, 지표로 환산하므로써 졸음운전 사고 연관성에 대한 통계적 수치 도출을 필요로 한다.

3. 사업용 자동차를 대상으로 한 공공기관의 노상단속 권한 획득

첨단안전장치 보급 확대 및 안전성 평가, 졸음운전상태 기준 마련이 이루어 졌을 시 노상단속을 통해 졸음운전 사고 및 돌발사고 예방이 가능하다. 사업용 자동차를 대상으로 한 노상단속을 실시함으로써 다른 활용 방안과 비교하여 가장 빠른 시간 내에 위험운전행태에 대한 사고율을 줄일수 있고, 교통안전에 대한 서비스를 확대 할 수 있다.

현재 노상단속은 경찰청이 주로 담당하거나, 불법구조변경 차량에 대하여 교통안전공단, 도로관리청 지자체, 지방경찰청 합동으로 진행된다. 사업용 자동차에 대한 운전자상태 모니터링을 위해서는 법적 근거가 마련되어 있지 않은 운행휴식시간의 단속기준 및 처벌조항을 운수사업법에 명기하고 노상단속을 실시함으로써 가능하다. 이를 위하여 현재 노상단속권한을 가진 공공기관 이외에도

추가적인 공공기관의 노상단속 권한 획득이 필요하고 법적 기준이 마련되어야 한다.

결론

본 논문에서는 DTG를 활용한 첨단안전장치기반 운전자상태 모니터링 방안에 대해 제시하고자 한다. 사업용 차량에 탑재된 DTG를 분석을 통해 DTG를 활용한 첨단안전자동차 기술 중 차선이탈 경고시스템(LDSW)와 졸음운전감지시스템을 탑재하고 DTG를 통해 11대 위험운전행태를 모니터링 하는 방안을 제시하였다.

이전의 공공기관의 DTG 분석을 통한 교통사고 예방에 대한 개선은 한계점이 있으며, 첨단안전시스템과 연계를 통해 DTG에 한계점을 극복하고 DTG 데이터를 통한 운전자상태 모니터링이 가능하다. 또한 첨단안전장치기반 운전행태 모니터링을 통해 노상 단속 시 운행기록을 통해 위험운전자를 판별하는 방안과 수집된 운전행태정보를 기반으로 보험사와 연계하여 UBI 개발이 가능하며, 이를 위하여 졸음운전상태 기준 마련 및 첨단안전장치 보급 확대 및 안정성 평가 등 공공기관의 역할을 제시하였다.

참고문헌

교통안전공단 (2014), 운행기록분석시스템 (eTAS), 5, <http://etas.ts2020.kr/index.jsp>

문병준, 연구봉, 이순결, 홍승표, 남상엽, 김동한 (2012), 조향각센서와 차량상태를 이용한 졸음운전 판단 알고리즘, 전자공학학회 논문지, 49-IE(2), 30-39.

안원철, 박동주, 허태영, 연지윤, 김찬성 (2014) 자동차주행거리 추정방안 연구, 한국ITS학회논문지, 13(6), 64-76.

오주택, 조준희, 이상용, 김영삼 (2009), 위험 운전 유형에 따른 임계값 개발, 한국도로학회,

회, 한국도로학회 논문집, 11(1), 69-83.

이재관, 이인식 (2006), 지능형 안전 자동차의 기술개발 동향, 한국자동차공학회, 오토저널, 28(4), 22-27.

Wouters P. I. J., J. M. J. Bos (2000), Traffic Accident Reduction by Monitoring Driver Behaviour With In-car Data Recorders, Accident Analysis and Prevent 32, 643-650.

Yeo M. V. M., Li X., Shen K., Wilder-Smith E. P. V. (2009), Can SVM be Used for Automatic EEG Detection of Drowsiness During Car Driving?, Safety Science, 47, 115-116.