

위험운전판단장치를 이용한 사업용자동차(버스)의 운전행태분석

Driving Behavior Analysis of Commercial Vehicles(Buses) Using a Risky Driving Judgment Device

오 주 택 Jutaek Oh | 정회원 · 충주대학교 건설교통대학 도시공학과 조교수 (E-mail : jutaek@cjnu.ac.kr)

ABSTRACT

Digital speedometer which is supposed to provide the basic data for analyzing human factors of drivers has a limitation for human behavior studies of drivers, because it records limited driving information including GPS velocities. Besides, Black Box, which is currently being actively commercialized in the market, records mostly vehicles' risky patterns rather than drivers' behaviors. As a result, it also shows a limit to analyze dangerous driving patterns. This study performed a risky driving study for human factor analysis. This study conducted before and after comparisons for real time warning study using a risky driving judgment device. The analysis was conducted based on Longitudinal acceleration, Lateral acceleration, and Yaw rate of vehicles.

KEYWORDS

risk driving pattern, Warning effect, Risky driving judgment device

요지

운전자의 인적요인분석을 위한 기초자료를 제공하는 디지털 운행기록계에서는 GPS 속도, 방위각, RPM정보 등 극히 제한된 운행정보만을 기록하여 실제 운전자의 운전행태를 분석하는 데는 많은 한계가 있다. 또한, 현재 상업화가 활발히 이루어지고 있는 차량용 블랙박스는 운전자의 운전행태보다는 차량에 대한 위험사항을 기록하고 있는 방식으로서 운전자의 실제 운전행태를 분석하기에는 많은 문제점을 보이고 있다. 따라서 기존의 교통안전관련 연구들을 살펴보면 인적요인분석에 필요한 운전자의 위험운전분석이 극히 제한적으로 이루어져 있는 현실이다. 이에 본 연구에서는 사업용자동차의 위험운전유형과 각 운전유형을 결정하는 임계치를 이용하여 버스운전자의 운전행태를 분석하였다. 또한, 버스운전자에게 위험운전에 대해 단말기를 통해 실시간으로 경고정보를 자동 제공하여 실시간경고정보에 따른 효과분석을 실시하였다. 운전자들의 행태분석에 대한 해석은 차량의 가속도 센서와 회전 각속도 센서의 종방향 가속도(Ax), 횡방향 가속도(Ay), 회전 각속도(Yaw rate) 등에 대한 분석을 통해 이루어졌다.

핵심용어

위험운전유형, 경고효과, 위험운전판단장치

1. 서론

1.1. 연구배경 및 목적

현대 사회에서 자동차는 생활에 필수적인 요소로 자리를 잡고 있는 반면, 생활의 편의성을 제공하는 자동차의 증가로 인하여 그에 따른 교통사고 또한 매년 증가하고

있다. 우리나라는 2010년 한 해 동안의 약 23만건의 교통사고가 발생하여 OECD국가 중 사고율이 매우 높은 편에 속하고 있으며, 2009년에 발생한 도로교통사고로 인해 지불한 사회적비용이 약 12조 원에 달해 국내총생산(GDP)의 약 1.1%에 달하고 있다(도로교통공단, 2011).

자동차 사고는 인적요인, 차량요인, 환경요인으로 구분할 수 있으며, 이중 인적요인인 운전자의 행동과 조작 실수가 가장 큰 원인이라 할 수 있다(Evans, 2004). 따라서 운전자의 행동이 차량사고에 미치는 영향을 이해하는 것이 안전 향상을 위한 필수 요소라 할 수 있다(Toledo et al., 2008). 반면 인적요인에 의한 자동차 사고의 분석은 데이터수집의 어려움 등으로 도로환경요인 및 차량요인에 비해 상대적으로 연구가 미약하게 이루어져 왔다.

현재 인적요인분석의 기초자료를 기록하고 제공하는 방식을 살펴보면 차량 및 운전자의 운전행태를 기록하는 디지털 운행기록계 및 차량용 블랙박스가 주를 이루고 있으며 실제로 사업용자동차의 경우 디지털 운행기록계 및 차량용 블랙박스가 널리 보급되고 있다. 그러나 디지털 운행기록계에서는 데이터의 취득을 위하여 GPS 속도, 방위각, OBD단자의 RPM정보 등 극히 제한된 운행정보만을 기록하여 실제 운전자의 운전행태를 자동분석하는데는 많은 한계가 있고, 차량용 블랙박스 또한 운전자의 운전행태 보다는 차량에 가해지는 충격을 통하여 메모리에 위험사항을 기록하고 있는 방식으로서 운전자의 실제 운전행태를 분석하기에는 많은 한계성이 있는 것이 사실이다. 또한 인적요인분석에 필요한 운전자의 위험운전 유형에 대한 명확한 분류가 이루어지고 있지 않아 사고감소 및 안전운전의 사회적 요구에 부응하기 위한 정확한 사고분석이 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 위험운전판단장치를 이용하여 버스운전자의 운전행태를 분석하고자 하였고, 이를 위해 오주택 등의 연구(2008, 2009)에서 개발된 자동차의 위험운전유형과 각 운전유형을 설정하는 사업용자동차의 임계치를 이용한 위험운전판단장치를 개발하였다. 본 연구에서는 개발된 위험운전판단장치를 이용하여 버스운전자들에게 위험운전에 대한 경고정보를 실시간으로 제공하여 실시간경고정보에 따른 효과분석을 실시하였다. 또한, 버스운전자집단을 안전군과 위험군으로 나누어, 이 두 집단의 위험운전행태에 대한 분석을 실시하였다. 운전자들의 행태분석에 대한 해석은 차량의 가속도 센서와 회전 각속도 센서의 종방향 가속도(Ax), 횡방향 가속도(Ay), 회전 각속도(Yaw rate) 등에 대한 분석을 통해 이루어졌다.

2. 선행연구 분석

차량용 블랙박스는 평상시와 사고시의 정보를 저장하는

장치로서 그 정보는 다방면에서 활용되고 있으며, 성능개선을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 널리 사용되고 있는 블랙박스는 Event Data Recorders(EDRs)로, EDRs는 차량의 충돌 시 운전자의 차량 조작 상태와 충돌 펄스 및 여러 신호들을 수집·저장하는 장치로서 차량사고 분석의 획기적인 발전을 가져올 수 있어 이미 북미 및 유럽지역에서는 이에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Gabler et al., 2003, Kowalick, 2005, Nieffoff et al., 2005). 유럽 또한 사고 자동 통보 기능에 대한 eCALL체제의 일환으로 EDRs의 장착을 의무화하는 방안이 검토 중에 있다(eCall Driving Group, 2006).

국내에서는 사업용 차량의 사고 감소방안으로 2010년 6월부터 신규 사업용 차량(버스, 화물, 택시)은 의무적으로 디지털운행기록계를 장착해야 하며, 기존의 아날로그 운행기록계를 장착한 차량 또한 2013년까지 모두 디지털운행기록계로 교체해야 한다. 또한 현재 국내·외에서 사용하고 있는 사고기록장치(EDRs)는 센서에 전해지는 충격을 통하여 저장되는 데이터를 이용하여 위험운전을 판별하기 때문에 실제 위험운전이 아닌 도로의 선형 및 파손에 따른 차량의 거동 데이터를 위험운전으로 판단하는 오류를 범하고 있으며, 디지털 운행기록계 또한 별도의 분석과정을 거쳐 운전자의 위험운전을 판별해야 하기 때문에 실제 효과는 매우 미비한 실정이다.

현재 운전자의 위험운전을 관리하기 위한 국내의 연구동향을 살펴보면 차량속도에 따른 핸들 회전각 경보장치, 차량의 위험운전 경고장치 등 운전자의 위험운전을 줄이고자 하는 노력은 꾸준히 연구되어지고 있으나 실제 차량에 적용되는 사례는 거의 찾아 볼 수가 없는 실정이고, 운전유형의 구분역시 구체적이지 못한 한계를 보이고 있다. 차량용 블랙박스를 이용한 한인환 등의 연구(2007)에서는 위험운전 유형을 급제동, 급가속, 급선회, 급차로 변경의 네 가지로 분류하고 실차 실험을 통해 주행 데이터를 수집·분석하여 위험운전을 인지하는 알고리즘을 제시하였다. 도출된 기록 데이터는 위험운전 상황 발생순간 센서 측정값을 처리하는 구조가 간단하고 데이터 항목이 적은 온라인과, 일정 구간 또는 장시간 주행 데이터를 차량운행종료 후 저장부에서 추출하여 분석하는 오프라인으로 구분하여 운전유형분석을 하였다.

반면 본 연구에서는 첫째, 위험운전을 분석하기 위해 운전자로부터 발생할 수 있는 다양한 위험운전 유형에 대한 임계치를 이용하였으며, 둘째, 운전자의 운전행태를 분석하기 위한 차량 동역학 데이터를 취득하기 위하

여 위험운전 판단 알고리즘이 프로그램 되어있는 위험운전 판단 장치를 실제 버스에 장착하여 실차실험을 하였다. 셋째, 위험경고음 제공 전·후의 위험운전 발생 패턴을 분석하여 경고음 제공에 따른 효과를 분석하였고, 마지막으로 버스운전자집단을 안전군과 위험군으로 나누어, 이 두 집단의 위험운전행태에 대한 분석을 실시하였다.

3. 위험운전 유형분류 및 임계치 결정

오주택 등의 연구(2008)에서는 보험사 교통사고 자료와 경찰청 자료를 이용하여 교통사고의 직접적인 원인이 되는 법규위반별 교통사고 발생현황을 토대로 위험운전 유형 전체를 포함할 수 있는 위험운전 유형을 6가지의 대분류와 이를 좀 더 구체화한 16가지의 소분류로 재정의 하였다.

표 1. 위험운전 유형 분류

위험운전 유형	
속도위반	(1) 직진구간 과속
	(2) 선회구간 과속
가속	(3) 급출발
	(4) 급가속
감속	(5) 급정지
	(6) 급감속
차선변경 (회전)	(7) 급차선변경
	(8) 연속적인 급차선변경
	(9) 중앙선침범 및 주행차선위반
	(10) 급격한 좌(우)회전
가속+차선변경 (회전)	(11) 급가속+급차선변경
	(12) 급가속+연속적인 급차선변경
	(13) 급가속+급좌(우)회전
감속+차선변경 (회전)	(14) 급감속+급차선변경
	(15) 급감속+연속적인급차선변경
	(16) 급감속+급좌(우)회전

또한 오주택 등의 연구(2009)에서는 선행 연구에서 분류된 위험운전 유형에 대하여 임계치를 설정하기 위하여 교통안전공단 자동차 주행성능 시험장에서 20~40대 이상의 남녀를 대상으로 6회에 걸쳐 다양한 주행속도로 실험을 진행하여 위험운전의 임계치를 설정하였다. 이 실험에서는 Gyro센서의 성능평가를 거친 종방향 가속도(Ax)센서, 횡방향 가속도(Ay)센서, 횡방향 각속도(Yaw rate)센서가 사용되어 기존의 디지털 운행기록계에서 사용되고 있는 GPS데이터의 오차를

보정하였으며, 실험결과 위험운전 유형별 임계치는 표 2와 같이 도출되었다.

표 2. 위험운전유형 임계치

위험운전 유형	판단변수	임계값 (Ki)
직진구간과속	차속	법규에 준함
선회구간과속	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	8.6 deg/s
급출발	종가속도	0.2 G
급가속	종가속도	0.1 G
급정지	종가속도	-0.4 G
급감속	종가속도	-0.4 G
급차선변경	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	5 deg/sec
연속적인 급차선변경	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	5 deg/sec
급가속+ 급차선변경	종가속도	0.1 G
	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	5 deg/sec
급가속+ 연속적인 급차선변경	종가속도	0.1 G
	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	5 deg/sec
급가속+ 급좌(우)회전	종가속도	0.1 G
	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	8.6 deg/s
급감속+ 급차선변경	종가속도	-0.4 G
	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	5 deg/sec
급감속+ 연속적인 급차선변경	종가속도	-0.4 G
	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	5 deg/sec
급감속+ 급좌(우)회전	종가속도	-0.4 G
	횡가속도	0.2 G
	Yaw Rate	8.6 deg/s

4. 경고정보효과측정을 위한 실차 실험

본 연구에서는 사업용자동차(버스)에 대한 위험운전 판단장치의 효과분석을 위하여 위험운전 판단장치 특성을 고려한 효과분석 방안을 도출하였고 표 3은 위험운전 판단장치 효과분석을 요약하고 있다. 효과 분석은 위험운전 판단장치 장착에 따른 위험운전 감소효과를 분석하는 것으로 위험운전 판단장치 장착직후부터 위험운전 발생현황을 분석하고, 효과분석을 위한 대상은 노선이 정해져 있는 시외버스로 선정하였다. 또한 위험운전 판단장치에 내장되어 있는 경고음을 이용하여 위험운전

판단장치가 장착된 차량의 경고제공 전·후의 위험운전 건수, 심도 등을 분석하였다.

표 3. 위험운전 판단장치 장착효과 분석방안

구분	내용
장착 효과	- 위험운전 판단장치가 장착된 차량을 운전하는 운전자의 비교시점 전·후 위험운전 발생 건수 감소 효과
위험운전 건수 비교 시점	- 전(before) : 위험운전 발생 시 위험운전 판단장치로부터 경고음이 발송되는 상황 - 후(after) : 위험운전 발생되어도 위험운전 판단장치에서 경고음이 발생하지 않는 상황
위험운전 건수 산정 방법	- 1일 운전량을 기준으로 단위 시간당 발생한 위험운전발생 건수
실험대상	- 운행지역 및 운전시간이 일정한 버스운전자 집단

위험운전 판단 알고리즘이 프로그램 되어있는 위험운전 판단장치는 운전자의 차량 조작행태 및 각종 주행정보를 수집하고, 각종 위험운전 여부를 실시간으로 분석·판단하여, 위험운전으로 판단될 경우 실시간으로 운전자에게 경고를 제공함과 동시에 2G SD 메모리에 저장하게 된다. 실시간 위험운전 판단장치는 베이스 보드와 CPU 보드로 구성되어지며, CPU 보드는 임베디드 컴퓨터시스템이고, 베이스 보드는 전체시스템의 관리 및 위험운전 판단 알고리즘을 연산하는 CPU 메인모듈, 데이터 저장을 위한 메모리모듈, 차량의 위치정보 수집을 위한 GPS모듈, 차량의 거동 예측을 위한 센서모듈로 구성되어 있다. 차량의 거동 예측을 위한 센서모듈은 오차 보정을 위한 온도센서와 노이즈 제거를 위한 필터를 포함하여 개발하였다. 종방향(Ax), 횡방향(Ay) 가속도 센서와 회전 각속도(Yaw rate)센서를 포함하는 센서모듈은 메인모듈과의 데이터교환을 위하여 RS-232 직렬 통신 방식을 적용하였으며, 별도의 CPU에서는 수집된 센서 데이터의 후처리를 담당한다. 본 연구에서 개발된 위험운전 판단장치는 위험운전 여부를 판단하는 기본기능 외에도 차량의 순간속도, 운행거리 및 운행시간 등의 운행정보를 검출하여 기억장치에 기록하는 전자식 운행기록계의 기능도 포함하고 있으며, 향후 통신형 실시간 위험운전 판단장치로 기능 확장을 위하여 CDMA 모듈을 통한 CDMA 모듈, 영상 및 음향 데이터 취득을 위한 모듈을 포함하여 설계되었다. 위험운전 판단장치는 표 4와 같이 통신형 위험운전 판단장치 40대를 사업용 차

량에 장착하였고, 그림 1은 위험운전 판단장치단말기 및 장착모습을 보여주고 있다.

표 4. 위험운전 판단장치 장착현황

구분	위험운전 판단장치구분	대수	장착일
A-노선	CDMA 통신형 위험운전 판단장치	20	2개월
B-노선	CDMA 통신형 위험운전 판단장치	20	2개월



그림 1. 위험운전 판단장치 장착사진

5. 데이터수집 및 실험결과

본 연구에서는 운전자의 위험운전에 따른 경고정보를 제공하기 위하여 2개의 노선에 40대의 시외버스를 나누어 위험운전 판단장치를 차량 내에 설치하였으며, 운전자가 위험운전을 시행할 경우 경고음을 제공하여 운전자에게 경고정보를 제공하였다. 실차 실험은 약 2개월(전 1개월 경고음 ON, 후 1개월 경고음 OFF)에 걸쳐 시행되었으며, 실험 구간은 시내버스의 특성상 국도, 지방도, 시내부 도로를 통과하는 노선을 포함하고 있다. 데이터 취득은 위험운전 판단장치 장착 후 운전자가 심리적으로 위험운전 판단장치를 의식하여 원래의 운전 패턴에 변화가 있을 것을 고려하여 위험운전 판단장치 장착 1주일 후부터 데이터 취득을 실시하였다. 또한 실험 차량이 사업용 차량임을 고려하여 경고음 제공 전의 차량 주행거리와 경고음 제공 후의 차량 주행거리를 같게 정산하여 데이터를 분석하였다. A노선의 경우는 3월 1일부터~3월 19일까지 경고음을 제공하고 그 이후에는 경고음을 제공하지 않았다. B노선의 경우는 A노선과 마찬가지로 3월 1일부터~3월 19일까지 경고음을 제공하고 그 이후에는 경고음을 제공하지 않았지만, 4월 20일에 운전자 개인별로 자신의 위험운전결과를 인지시켜, 그 이후의 위험운전유형에 대한 변화를 분석하고자 하였다.

5.1. 경고효과에 대한 실험분석

2010년 3~4월 중 취득된 일자별 위험운전 시간 대비

위험운전 건수를 분석한 시간당 위험운전 건수 현황으로 3월은 A노선의 경우 총 13,281건, B노선의 경우 20,147건, 4월은 A노선은 14,519건, B노선은 11,561건의 위험운전이 발생하였다. 또한 발생한 위험운전을 시간당 건수로 환산시 3월은 시간당 3.0건, 4월은 시간당 3.7건의 위험운전이 발생한 것으로 분석되었다. 그림 2는 위험운전 발생 건수 추이로서 A와 B노선 모두 위험운전 경고정보를 제공을 중지한 이후 위험운전 건수가 증가하는 추세를 보였다. 이후 B노선의 경우엔 A노선과 달리 위험운전 결과를 운전자 개인별로 자신의 위험운전현황을 인지시켜 그 차이를 비교하고자 하였다. 그 분석결과를 살펴보면, A노선의 운전자들에게 자신의 위험운전현황을 인지시킨 4월 20일 이후의 운행패턴의 경우, B노선의 운전자들에 비해 현저히 위험운전 빈도가 감소됨을 알 수 있었고, 이러한 결과는 사업용자동차의 안전성을 향상시키기 위해 각 버스운전자의 위험운전패턴분석과 이를 토대로 한 안전교육이 필요함을 나타낸다.

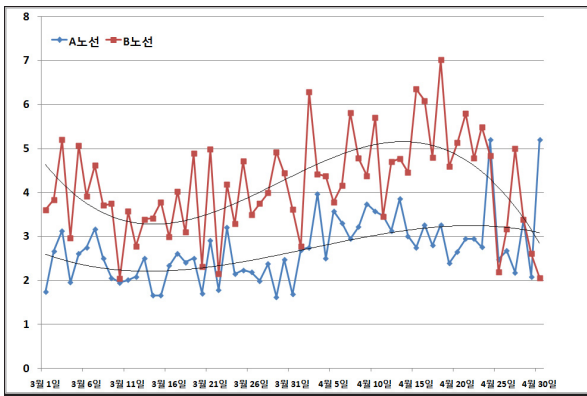


그림 2. 위험운전 발생건수 변동추이

위험운전 유형별 분석 결과를 살펴보면, 위험운전 경고정보를 제공하다가 중지했던 A노선의 경우 위험운전 발생시 운전자에게 경고정보를 제공했을 경우에는 위험

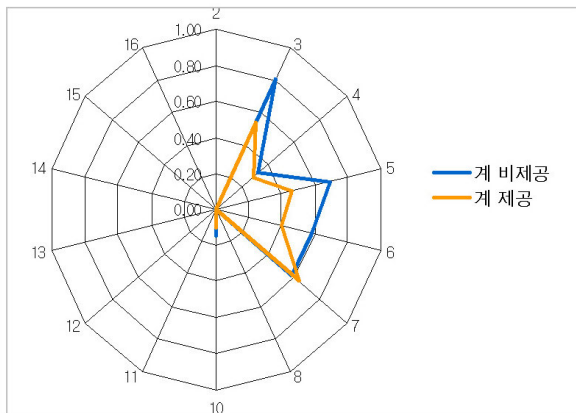


그림 3. 위험운전유형 분석결과

운전 발생건수는 1시간당 평균 2.4건, 경고정보 제공을 하지 않았을 경우 1시간당 3.12건이 발생한 것으로 분석되었고, 위험운전 유형별로는 위험운전 유형 중 3번(급출발), 5번(급정지), 6번(급감속)의 위험운전 발생건수 감소가 두드러진 것으로 분석되었다. 또한 위험운전 정보제공에 따라 위험운전이 변동하고 있는 것으로 분석되며 t-분석 결과 3번(급출발), 5번(급정지), 6번(급감속), 10번(급격한 좌우회전)에서 통계적 유의성을 확인할 수 있었다. 그림 3은 위험운전 유형분석결과를 나타낸다.

5.2. 위험군과 안전군의 특성 분석

위험운전 판단장치를 장착한 차량 중 버스의 시간당 위험운전 건수에 따른 순위 선정 후 위험운전 건수가 하위 10%인 그룹을 안전군으로 분류하였으며, 상위 90% 이상인 그룹을 위험군으로 분류하여 위험운전 유형별 건수 비율을 비교하였다.

우선 위험운전유형과 관련하여 살펴보면 전체 위험운전 빈도에 대한 안전군과 위험군의 위험운전 유형별 점유율 비교결과 위험군은 위험운전의 85%를 점유한 반면, 안전군은 15%로 분석되어 위험군에 대한 위험운전 관리가 시급함을 나타냈다. 위험유형별로 살펴보면 안전군과 위험군 모두 급차로변경(위험군 55.5%, 안전군 48.8%)이 가장 많이 발생했고, 7번(연속적인 급차로 변경)과, 16번(급감속+급차선변경)유형이 위험군 각 29.2%와 10.1%, 안전군 각 11.6%와 20.0%로 분석되어 차선변경이 다른 운전유형에 비해 빈번히 발생함을 알 수 있다. 표 5는 위험군과 안전군간 위험운전 유형 비교 현황을 나타낸다.

표 5. 위험군과 안전군간 위험운전유형 비교현황

위험운전유형	그 룽		
	안전군 비율(%)	위험군 비율(%)	총합계 비율(%)
2	0.0	0.3	0.2
3	0.1	0.0	0.0
4	0.0	0.1	0.0
5	2.8	1.4	1.6
6	6.3	4.5	4.7
7	48.8	55.5	54.5
8	29.2	11.6	14.2
14	0.9	2.3	2.1
15	1.9	4.3	4.0
16	10.1	20.0	18.5
총합계	100.0	100.0	100.0

요일별 비교현황을 살펴보면 표 6과 같이 위험운전 발생빈도수를 조사한 결과 일요일을 제외한 모든 요일에서 약 10~20%의 위험운전이 발생하는 것으로 분석되었고, 특히 수요일에 위험군, 안전군 모두 위험운전이 가장 많이 발생하였으며, 반면 일요일에는 가장 적은 위험운전이 발생함을 보였다.

표 6. 위험군과 안전군간 요일별 위험운전 발생건수 현황

요일	그룹		
	안전군 비율(%)	위험군 비율(%)	총합계 비율(%)
월	16.3	16.2	16.2
화	15.9	13.2	13.6
수	22.4	17.7	18.4
목	13.2	17.1	14.7
금	15.9	14.5	14.7
토	11.2	11.0	11.0
일	5.1	10.3	9.5
총합계	100.0	100.0	100.0

위험운전 발생속도별 현황은 위험운전이 발생한 순간 차량의 속도를 검출하여 위험군과 안전군의 위험운전 발생 순간의 속도분포를 분석하였고, 분석결과 20km/h 이하에서는 안전군의 위험운전 비율이 높지만 20km/h 이상에서는 위험군의 위험운전 점유율이 높은 것으로 분석되었다. 또한 저속에서 위험운전 발생이 빈번히 발생하였고, 특히 20km/h 이하에서 급출발, 급가속 및 급정지 등이 빈번하게 발생하고 있음을 알 수 있다. 따라서 위험군은 상대적으로 높은 속도에서 위험운전이 빈발하여 그만큼 사고위험도가 높은 것으로 판단된다. 표 7은 위험군과 안전군간 속도대별 위험운전 발생현황을 나타낸다.

표 7. 위험군과 안전군간 속도대별 위험운전 발생현황

속도 (km/h)	안전군	위험군	총합계
	비율(%)	비율(%)	비율(%)
0~9	18.3	6.2	8.0
10~19	11.1	10.7	10.7
20~29	25.8	26.4	26.3
30~39	18.6	22.8	22.2
40~49	13.4	16.5	16.0
50~59	8.2	10.2	9.9
60~69	3.6	4.2	4.2
70~80	1.0	1.7	1.6
>80	0.0	1.2	1.0
총합계	100.0	100.0	100.0

선회 거동을 예측하는 척도가 되는 Yaw Rate별 현황을 살펴보면, 차량의 회전시 회전강도를 비교하기 위하여 위험운전 발생 당시 yaw rate의 심도를 분석하였다. 분석결과 안전군은 yaw rate±10 이하에서 위험운전 발생률이 높은 반면 위험군은 상대적으로 그 이상에서 위험운전 점유율이 높은 것으로 분석되었다. 위와 같은 결과를 종합할 때 위험군은 회전강도가 상대적으로 강한 것으로 분석되었고, 사고로 연결 시 정면보다 측면에 강한 충돌이 예상된다. 표 8은 위험군과 안전군간 yaw rate별 위험운전 발생현황을 나타낸다.

표 8. 위험군과 안전군간 yaw rate별 위험운전 발생현황

Yawrate	안전군	위험군	총합계
	비율(%)	비율(%)	비율(%)
-40 ~ -30	0.0	0.1	0.0
-30 ~ -20	0.6	2.3	2.0
-20 ~ -10	3.2	7.0	6.4
-10 ~ 0	44.8	44.1	44.2
0 ~ 10	49.5	40.6	41.9
10 ~ 20	1.6	5.2	4.6
20 ~ 30	0.3	0.8	0.7
총합계	100.0	100.0	100.0

안전군과 위험군간 전후방향의 위험운전 심도 차이를 분석하기 위해서는 위험운전 발생 당시 증가속도분포를 분석할 필요가 있다. 증가속도분포에 대한 분석결과 안전군은 0~0.1G 비율이 높은 반면 위험군은 0.1G를 초과하는 부분의 비율이 높은 것으로 분석되었다. 위와 같은 결과를 볼 때 위험군은 안전군 대비 상대적으로 높은 브레이크 조작 및 급가속이 발생하는 것으로 분석되었고, 전체적으로는 위험운전이 -0.4G~0.2G 범위에서 집중적으로 발생되어지며, 급감속이 보다 빈번히 이루어지는 것을 알 수 있다. 또한 차선변경과 관련된 급가·감속을 포함한 복합적인 운전행태도 15% 이상을 보였다. 표 9는 위험군과 안전군간 증가속도별 위험운전 발생현황을 나타낸다.

마지막으로 차량의 운행시간대별 위험운전 점유율을 살펴보면, 위험군, 안전군 모두 오전 첨두시간, 특히 6시에서 8시 사이에 위험운전이 가장 많이 발생하는 것으로 분석되었다. 이는 출근시간에 대한 압박감으로 인하여 위험운전 건수가 오전 첨두시간에 상대적으로 많이 발생하는 것으로 판단된다. 저녁시간대의 경우를 살펴보면, 안전군에 비해 위험군의 운전자들은 20시 이후부터 심야까지 위험운전 비율이 높은 것으로 분석되어 이에 대한 안전교육이 필요할 것이다.

표 9. 위험군과 안전군간 증가속도별 위험운전 발생현황

증가속도 (G)	안전군	위험군	총합계
	비율(%)	비율(%)	비율(%)
-1~-0.9	0.0	0.1	0.0
-0.8~-0.7	0.3	0.0	0.0
-0.7~-0.6	0.0	0.1	0.1
-0.6~-0.5	0.6	0.4	0.4
-0.5~-0.4	2.2	1.8	1.9
-0.4~-0.3	8.3	11.7	11.2
-0.3~-0.2	11.2	19.4	18.2
-0.2~-0.1	4.5	4.6	4.6
0	32.0	22.4	23.9
0~0.1	37.3	32.8	33.5
0.1~0.2	3.3	6.7	6.2
0.2~0.3	0.0	0.0	0.0
0.3~0.4	0.1	0.1	0.1
총합계	100.0	100.0	100.0

6. 결론

본 연구에서는 위험운전을 판단하기 위해서 종방향(Ax) 및 횡방향(Ay) 가속도 센서와 회전 각속도(Yaw Rate) 센서를 사용하였다. 각 센서에서 제공하는 데이터의 형태를 기반으로 가·감속 및 차선변경 등에 대한 운전유형을 구분하게 되며, 위험운전 임계치와의 비교를 통하여 위험운전의 유·무를 구분하게 된다. 위와 같은 위험운전 판단장치는 운전자의 위험운전을 실시간으로 판단하여 운전자에게 경고정보를 제공함으로써 위험운전의 감소 효과를 가져올 수 있으며, 이를 통해 사고를 미연에 방지할 수 있는 장치라 할 수 있다.

본 연구에서는 위험운전 판단장치에서 제공하는 경고정보(경고음)의 효과를 분석하기 위하여 버스 40대에 약 2개월간 장착하여 전 1개월은 경고정보를 제공하고, 후 1개월은 경고정보를 제공하지 않은 상태에서 위험운전 건수를 취득하였다. 분석결과 피험차량은 위험운전 유형 중 경고 전·후 모두 급차선변경을 가장 많이 시행하는 것으로 분석되었다. 또한, 오전, 오후 첨두시간의 위험운전 유형 발생 건수를 분석한 결과, 출근시간에 대한 압박감으로 인하여 위험운전 건수가 오전 첨두시간에 매우 많이 발생됨을 알 수 있었다. 또한 실시간 위험운전 판단장치를 통해 특히 위험군 운전자집단의 운전 행태를 보다 정확히 분석하고 이들 자료를 토대로 위험군에 소속된 운전자들에 대한 보다 효과적인 안전교육이 가능해 질 것으로 판단된다.

많은 교통전문가들은 교통안전을 향상시키기 위해서는 운전자에 대한 안전교육이 무엇보다 중요하다는 사실에

는 동의를 하면서도, 실제로 운전자에 대한 보다 효과적인 교육을 실시할 수 있는 자료의 부족현상에 처해있는 것이 현실이다. 이런 측면에서 본 연구에서 시도한 실시간 위험운전유형과 경고효과분석은 향후에 시도될 수 있는 개별운전자의 운전유형분석에 많은 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다. 연구자가 생각하는 본 연구의 추후 발전방향에 대해 간단히 언급을 하면 피시험 차량에 따른 운전자의 특성(성별, 나이, 경력 등)이 보다 면밀히 분석되어야 할 것이며, 이를 토대로 한 보다 구체적인 교육프로그램, 실용화 방안, 운전자 인센티브제도 등의 개발이 필요할 것이다. 또한 본 연구에서는 사업용 차량중 시외버스에 국한하여 분석을 하였는데 차종에 대한 확대와 함께 개별 승용차 운전자에 대한 연구, 이를 위한 새로운 임계값의 개발도 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 도로교통공단(2011) “2010년 지역별 교통사고통계”.
- 성낙문 등(2011) “안전지향형 교통환경개선 기술개발” 연구 보고서, 한국교통연구원.
- 오주택, 이상용, 김영삼(2009) “위험운전 유형에 따른 임계값 개발”, *한국도로학회지*, 제11권, 제1호, pp.69-83.
- 오주택, 이상용, 김영삼(2009) “사업용 차량(버스)의 위험운전 임계값 개발”, *한국도로학회지* 9월호, pp. 85-95.
- 오주택, 조준희, 이상용, 김영삼(2008) “위험운전 유형 분류 및 데이터 로거개발”, *ITS학회논문지*, 제7권 제3호, pp.15-28.
- 한인환, 양경수(2007) “차량용 블랙박스를 활용한 위험 운전 인지”, *대한교통학회지*, 제25권 제5호, pp.149~160
- eCall Driving Group.(2006). *Recommendations of the Driving Group eCall(DG eCall) for the introduction of the pan-European eCall*, Safety Forum.
- Evans L.(2004). *Traffic safety, Science Serving Society*, Bloomfield Hills, MI.
- Gabler, H.C., Hampton, C., and Roston, T.(2003). Estimating Crash Severity: Can Event Data Recorders Replace Crash Reconstruction?, *Proceedings of the Eighteenth International Conference on Enhanced Safety of Vehicles*.
- Kowalick, T.M..(2005). *Fatal Exit: The Automotive Black Box Debate*, John Wiley and Sons.
- Niehoff, P., Gabler, H.C., Brophy, J. Chidester, A., Hinch, J., and Ragland, C.(2005). Evaluation of Event Data Recorders in Full Systems Crash Tests, *Proceedings of the Nineteenth International Conference on Enhanced*.
- Toledo, T., Musicant, O., and Lotan, T.(2008). In-vehicle data recorders for monitoring and feedback on drivers' behavior, *Transportation Research Part C* 16, pp.320-3.
- (접수일 : 2011. 11. 29 / 심사일 : 2011. 12. 4 / 심사완료일 : 2012. 1. 5)