

■ 論 文 ■

차량용 블랙박스를 활용한 위험 운전 인지

Recognition of Dangerous Driving Using Automobile Black Boxes

한 인 환

(홍익대학교 기계정보공학과 교수)

양 경 수

(HKe-CAR(주) 연구원)

목 차

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> I. 서론 <ul style="list-style-type: none"> 1. 연구 배경 및 목적 2. 연구 내용 II. 위험 운전 유형 분류 III. 위험 운전 데이터 수집 및 패턴 분석 <ul style="list-style-type: none"> 1. 표준 데이터 항목 선정 2. 실차 실험과 위험 운전 유형별 특성 | <ul style="list-style-type: none"> 분석 IV. 위험 운전 인지 및 평가 <ul style="list-style-type: none"> 1. 위험 운전 유형별 인지 알고리즘 2. 위험 운전 인지 평가 및 활용 V. 결론 참고문헌 |
|---|---|

Key Words : 교통사고, 차량용 블랙박스, 주행 데이터, 위험 운전, 운전자 평가

Traffic Accident, Automobile Black Box, Driving Data, Dangerous Driving, Driver Rating

요 약

차량용 블랙박스는 사고 및 평시 주행 정보를 저장·제공한다. 이러한 주행·사고 정보들을 가지고 과학적인 교통사고 데이터베이스를 구축할 수 있으며, 여러 산업 분야에서 활용될 수 있다. 본 연구에서는 주행 데이터 특성 분석과 위험 운전 인지 체계 구축을 목적으로 한다. 위험 운전 유형을 차량의 거동(가속, 감속, 선회)과 교통사고 통계 자료들을 고려하여 4가지 유형으로 분류하였다. 위험 운전 데이터는 차량용 블랙박스를 활용한 실차 실험을 통해 수집하였으며, 위험 운전 분류를 위하여 주행 데이터의 특성을 분석하였다. 위험 운전 인지를 위하여, 기준 임계치를 선정하고 위험 운전 인지 알고리즘을 구성하였다. 개발한 알고리즘을 구현한 차량용 블랙박스 탑재 실차 실험을 통하여 검증하였다. 본 논문에서 제시하는 위험 운전 인지 방안은 온라인/오프라인 운전자 및 차량 관리 등 시스템에 활용할 수 있다.

Automobile black boxes store and provide accident and driving information. The accident and driving information can be utilized to build scientific traffic-event database and can be applied in various industries. The objective of this study is to develop a recognition system of dangerous driving through analyzing the driving characteristic patterns. In this paper, possible dangerous driving models are classified into four models on the basis of vehicle behaviors (acceleration, deceleration, rotation) and accident types from existing statistical data. Dangerous driving data have been acquired through vehicle tests using automobile black boxes. Characteristics of driving patterns have been analyzed in order to classify dangerous driving models. For the recognition of dangerous driving, this study selected critical value of each dangerous driving model and developed the recognition algorithm of dangerous driving. The study has been verified by the application of recognition algorithm of dangerous driving and vehicle tests using automobile black boxes. The presented recognition methods of dangerous driving can be used for on-line/off-line management of drivers and vehicles.

1. 서론

1. 연구 목적 및 배경

차량용 블랙박스는 충돌 사고 시 운전자의 각종 조작 상태와 충돌 펄스 및 여러 신호들을 수집하고 저장하는 장치로써, 이의 도입과 활용은 자동차 사고에 대한 과학적 해석의 획기적 발전을 가져올 수 있다. 블랙박스의 저장 정보는 손해보험사, 병원, 운송업체, 차량 제조업체, 경찰, 사고해석 기관, 법원 등의 기관에서 다양한 형태로 활용할 수 있다. 북미 지역에서는 이러한 정보 활용을 위한 데이터베이스 구축과 블랙박스 성능 개선을 위한 연구개발이 활발히 진행되고 있다(Gabler et al., 2003; Niehoff et al., 2005). 또한, 차량용 블랙박스는 평시 주행 데이터를 수집할 수 있다. 운전자의 평시 주행 습관으로부터 교통사고를 유발할 수 있는 위험 운전에 대한 분석이 가능하다.

본 연구에서는 위험 운전 유형을 분류하고 차량용 블랙박스를 장착한 실차 실험을 통해 주행 데이터를 수집·분석하여 위험 운전을 인지하는 알고리즘을 제시한다. 그리고 인지 알고리즘을 통하여 교통사고를 예방하고 운전자 및 차량을 관리하는 시스템의 구성을 제안하고자 한다.

2. 연구 내용

차량용 블랙박스는 저장 정보를 이용하여 안전 운전을 위한 관리 체계 구현할 수 있다. 즉, 위험 운전의 유형별 패턴 분석/인지를 통하여 실시간으로 위험을 경고하거나, 운전자의 성향 평가 및 차량 고장 진단 등의 정보를 제공하는 것이 가능하다. 블랙박스 저장 정보와 위험 운전 빈도, 교통사고 경험 유무 등의 정보들은 운전자의 위험 운전을 억제시키는 등 운전자와 운수회사 등에서 효율적인 활용이 가능하다(조준희, 이운성, 2007). 또한, 주행 정보의 수집/분석을 통하여 연료 절감, 배기가스 배출 절감을 위한 성능 분석을 할 수 있다. Sunwoo 등(Sunwoo et al., 2003)은 서울 도심의 주행 노선을 선정하고 블랙박스를 장착한 실차 실험을 통하여 다양한 연령층의 남녀 운전자의 주행 데이터를 수집하였다. 그리고 수집된 주행 데이터의 분석과정을 통해 연료 소비율에 영향을 미치는 주행 변수와 운전자의 성별, 연령별, 주행 노선별 연비 절

감을 위한 기준을 제시하였다. Mundke 등(Mundke et al., 2006)도 상용 버스에 블랙박스를 장착한 실차 실험과 시뮬레이션 프로그램(Racer)을 이용하여 다양한 주행 데이터를 수집하였다. 그리고 주행 특성과 연료 소비율의 관계에 대하여 데이터마이닝 등의 통계적 기법을 활용하여 연료절감 운전 및 운전자 평가에 대한 기준을 제시하였다. Alessandrini 등(Alessandrini et al., 2006)은 GPS를 이용한 차량의 위치 및 거동 정보와 OBD-II 커넥터를 통한 연료 소비, 엔진 출력, 공연비 등의 주행 정보를 실차 실험을 통하여 수집하고 운전 유형과 도로형상에 따른 차량 거동에 대한 분석을 통하여 차량 성능, 에너지 소비와 배기가스 배출 절감 방안 등에 대하여 연구한 바 있다. 신용균 등(신용균 등, 2006)은 과속 운전과 주행 습관 등에 대한 심리적 요인을 분석하여 운전자 재교육 방안에 대하여 제시한바 있다. 차량용 블랙박스의 저장 정보는 이러한 교통사고를 유발하고 연료를 낭비할 수 있는 인적 요인의 분석 자료로 활용되고 있다. 블랙박스는 차량의 사고 데이터뿐만 아니라 주행 기록계의 진화된 형태로서 차량의 주행 거동에 대한 각종 데이터의 수집·저장이 가능하므로 저장 정보의 분석 과정을 통하여 위험 운전을 판별할 수 있다.

본 논문에서는 우선적으로 최근의 교통사고 통계에 대한 분석 결과와 사고 상황에 따른 차량의 거동을 기준으로 위험 운전 유형을 분류하였다. 다음으로 차량용 블랙박스를 장착한 실차의 주행 실험을 통해 유형별 특성을 파악하였으며, 특성 분류의 기준 데이터 항목을 선별하였다. 끝으로 위험 운전의 인지를 위한 기준 데이터의 변화량과 센서 측정값의 변화하는 시간(도달 시간)을 측정하고, 이를 통한 기준 임계치 설정과 위험 운전 인지 알고리즘을 제시하였다.

II. 위험 운전 유형 분류

위험 운전이란 사고로 이어질 수 있는 운전 행태를 일컬으며, 초보 운전자들에게서 나타나는 운전 미숙, 졸음과 핸드폰 통화 등으로 발생하는 운전 부주의 그리고 난폭 운전으로 분류될 수 있다.

그러나 이러한 운전 행태가 항상 확연히 구분되는 것도 아니며 때로는 복합적 형태로 발생하기도 한다. 본 연구에서는 위험 운전 중 난폭 운전을 주 고려 대상으로 하였다. 난폭운전은 고의적이든 비고의적이든 과속, 밀착 주행, 끼어들기, 적색 신호 주행, 무리하고 빈번한 차로

〈표 1〉 최근 4년간 유형별 교통사고

	정면충돌	진행 중 추돌	전측면	앞지르기	후진	진로 변경	회전	기타	계
치사율(%)	5.43	1.60	1.51	3.11	0.18	1.70	0.89	1.62	
사망자(명)	1,680	2,398	720	176	49	329	618	4,943	10,913
부상자(명)	56,158	268,422	78,791	8,661	7,803	56,684	85,961	555,655	1,118,135
발생건수(건)	30,961	149,498	47,832	5,659	27,931	19,393	69,173	304,264	654,711

* 자료출처 : 도로교통안전관리공단 "교통사고 통계분석" (2002~2005)

변경 및 다른 차량의 진로방해 등과 같은 위험 운전으로 나타나고 결국 이런 운전행동은 교통 법규 위반 및 사고로 이어진다. 그 결과 운전자 자신은 물론 주변의 다른 운전자와 동승자 및 보행자 모두의 생명을 위협하고 막대한 사회, 경제적 손실을 입히게 된다(송혜수 등, 2005). 또한 필연적으로 연료의 불필요한 손실을 가져오는 비경제 운전 행태와 일치하기도 한다. 난폭 운전은 운전자의 의사가 포함된 위험 운전으로 반복적, 습관적으로 나타날 수 있다. 운전자 재교육 등의 운전자 관리는 운전자의 위험 운전 습관을 교정하고 결국 교통사고를 예방할 수 있다.

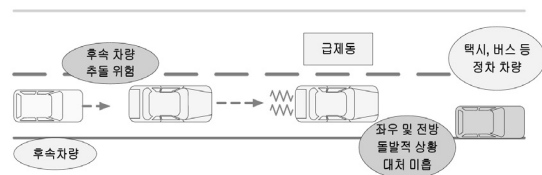
최근 4년간의 국내 교통사고 통계(도로교통안전관리공단, 2002; 2003; 2004; 2005)를 활용하여 난폭 운전에서 발생할 수 있는 사고 유형들을 구하였다. 〈표 1〉은 최근 교통사고 현황을 유형별로 간략하게 요약하고 있으며, 치사율은 (사망자수/총 발생 건수 × 100)으로 계산된다. 최근의 교통사고는 발생건수에 있어서는 진행 중 추돌, 전측면 등이 가장 많은 발생 비율을 보이고 있으며 치사율은 정면충돌, 앞지르기 등의 사고 유형에서 높은 비율을 나타내고 있다. 이러한 교통사고 통계는 차량용 블랙박스의 저장 정보, 위험 운전 유형과 연관하여 분석함으로써, 위험 운전 유형의 경중의 판단 근거로 활용할 수 있다.

본 연구에서는 차량 운행 중 발생하는 난폭 운전을 급제동, 급가속, 급선회, 급차로 변경의 4가지 유형으로 구분하였다. 이는 〈표 1〉에서 보이는 차량 거동에 따른 각 사고 유형의 발생가능성을 근거로 도출하였다.

○ 위험 운전 유형 분류 1 : 급제동

〈그림 1〉에 보이는 급제동 상황에서는 후속 차량에 의한 추돌 사고, 이륜차·자전거·보행자 등의 돌발 출현에 따른 급제동, 전방 상황에 대한 대처 미흡으로 택시·버스 등의 정차된 차량과의 추돌 사고 등이 발생할 수 있다. 급제동 상황은 운전자의 전방주시 태만, 전방 진행 차량

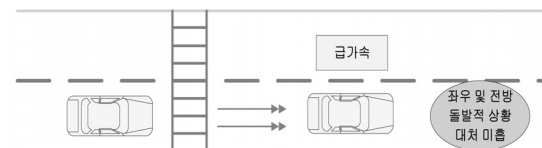
과의 차간 거리 미확보 등의 주변 차량과의 교통 흐름에 적응하지 못한 경우 급격한 차량 조작을 하게 되고, 이는 사고로 이어질 수 있다.



〈그림 1〉 급제동 예상 위험도

○ 위험 운전 유형 분류 2 : 급가속

〈그림 2〉에 예시된 급가속 유형에서도 예상 되는 위험성으로 전방 진행 차량과의 추돌, 이륜차·자전거·보행자 등에 대한 충돌 등이 발생할 수 있다. 그러나 급가속의 경우에는 교통정체 상황과 같은 운전자의 원활한 주행을 방해하는 요소들로 인해 스트레스를 유발한다. 운전자는 이를 해소하기 위한 과속 의지를 표출하게 되므로 다른 유형에 비하여 운전자의 심리적 영향이 높은 유형이다. 급가속 유형은 전방 상황에 대처하는 기민성이 떨어지고 급가속에 따른 신체적 경직 등으로 좌우 상황에 대처 능력이 부족하게 된다. 따라서 이러한 심리적 요인이 크게 작용함으로 다른 유형에 비하여 운전자의 난폭한 습관적 주행 행태로 이어 질 수 있다.

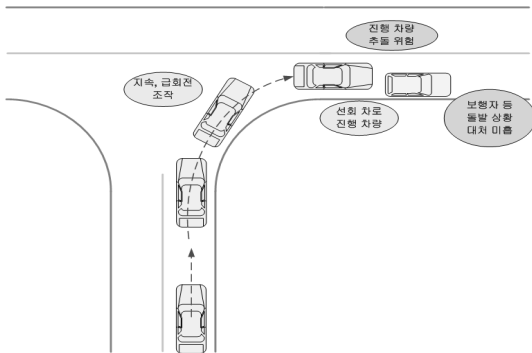


〈그림 2〉 급가속 예상 위험도

○ 위험 운전 유형 분류 3 : 급선회

〈그림 3〉의 급선회 상황은 선회 구간의 안정적 속도를 초과하여 운전자가 급격히 조향 휠을 조작하는 경우

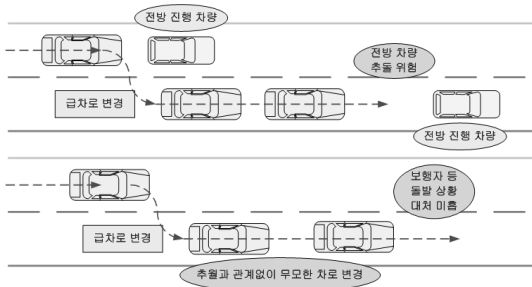
이다. 이때, 시야 변화로 인해 선회 중 진행 차량의 차량 또는 옆 차량의 차량과의 충돌 및 충돌을 야기할 수 있다. 그리고 교차로 등에서의 급격한 선회로 진행 차량과의 충돌, 이륜차·자전거·보행자 등과의 충돌 가능성이 있다. 이러한 급선회 시에는 조향 휠 조작 미숙으로 주변 차량과 차간 거리 확보 미흡, 지형물·보행자의 발견 지연 등으로 충분한 안전을 확인하지 못하고 교통흐름에 적응하지 못함으로 사고가 발생할 수 있다.



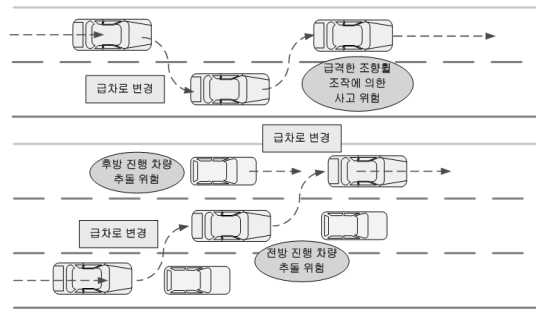
〈그림 3〉 급선회 예상 위험도

○ 위험 운전 유형 분류 4 : 급차로 변경

〈그림 4〉와 〈그림 5〉에서 보이는 급차로 변경은 추월 또는 끼어들기 등의 상황에서 발생할 수 있는 유형이며 위험한 차로 변경과 다발적인 차로 변경인 이중 차로 변경으로 구분하였다. 위험한 차로 변경 시에는 추월·진로 변경 상황에서 진행 차량의 전·후방 차량의 주행 상황에 대한 판단 미흡 등으로 충돌 사고가 발생할 수 있다. 그리고 급격한 조향에 의한 스핀으로 차로 이탈 및 이륜차·보행자 등과의 충돌 가능성이 있으며, 마주 오는 차량과의 정면충돌 가능성이 높다. 특히 정면충돌 등의 경우에는 차량 및 인명 피해가 심각한 사고로 이어질 수 있



〈그림 4〉 위험한 차로 변경 예상 위험도



〈그림 5〉 이중 차로 변경 예상 위험도

다. 이중 차로 변경은 위험한 차로 변경을 반복적 수행하는 유형이며 주행 상황에서 급격한 조향 휠의 조작이 반복적으로 일어난다. 이러한 경우 위험한 차선 변경에서 발생하는 전·후방의 차량과 충돌 및 충돌 가능성이 더욱 높아지게 되며, 도로 형태 및 초과된 주행 속도에 의해 조향 휠의 무리한 조작이 반복적으로 이루어지므로 차량의 고장 원인이 될 수 있다. 또한, 차량 파손 및 치사율이 높은 전복 등의 사고를 유발한다.

III. 위험 운전 데이터 수집 및 패턴 분석

전술한 위험 운전 유형들을 대상으로 실차 실험을 통해 데이터 수집과 패턴 분석을 수행하기 위해서는 일차적으로 차량용 블랙박스의 저장 정보에 대한 기준이 필요하다. 본 연구에서는 북미 지역의 표준안/법안을 참고하여 표준 데이터 저장 항목을 선정하였다. 선정된 저장 항목은 실차 실험을 통해 수집하고 위험 운전 유형별 패턴을 분석하였다. 여기서 유형별 패턴은 위험 운전 인지의 확인 항목이 되며 반복적인 실험으로 패턴 인지를 위한 임계치를 선정하였다.

1. 표준 데이터 항목 선정

다양한 수집 데이터를 분석하기 위해서는 데이터의 측정 기준과 저장 범위에 대한 표준안이 필요하다. 이미 북미 지역에서는 정부 기관(NHTSA)과 IEEE, SAE 등을 중심으로 차량용 블랙박스에 대한 표준 규격 제정과 전차종의 의무 장착을 추진하고 있는 상황이다(Kowalick, 2005). 유럽에서도 사고 자동 통보 기능에 대한 eCall 체제 구축의 일환으로 블랙박스 장착을 의무화 하는 방안을 검토하고 있다(eCall DG, 2006). 국내의 경우에는

〈표 2〉 미국 표준안 및 권고안 데이터 항목

데이터 항목	종 가속도 (G)	횡 가속도 (G)	선회 속도 (°/s)	엔진 RPM (rpm)	브레이크	방향지시등	안전벨트	
IEEE	범위	-100 ~ 100	-100 ~ 100	-180 ~ 180	0~12000	on(1)/off(0)	L(1)/R(2)/off(0)	X
	정확도	±0.01	±0.01	±0.1	±100	N/A	N/A	X
	레졸루션	0.048	0.048	±0.1	0.25	on/off	N/A	X
NHTSA	범위	-50 ~ 50	-50 ~ 50	X	0~10000	on(1)/off(0)	on(1)/off(0)	on(1)/off(0)
	정확도	±5%	±5%	X	±100	N/A	N/A	N/A
	레졸루션	X	X	X	X	X	on/off	on/off
SAE	범위	-328 ~ 328	-328 ~ 328	-127 ~ 126	0~16192	on(1)/off(0)	on(1)/off(0)	on(1)/off(0)
	정확도	X	X	X	X	X	X	X
	레졸루션	0.01	0.01	1	64	N/A	N/A	N/A

* X는 관련 기준이 제시되지 않은 항목

* 자료 출처 : IEEE (MVEDR, 2004), NHTSA (NHTSA EDR WG, 2006), SAE(VEDI TC, 2003)

차량용 블랙박스의 표준화 및 법률화가 점진적으로 진행되고 있으나 아직 제정되지 않은 상태이다. 그러므로 우리나라의 주요 자동차 수출국인 미국 시장을 고려하여 표준 데이터 항목을 선정하였다. 미국 NHTSA의 차량용 블랙박스 권고 법안(NHTSA EDR WG, 2006)과 IEEE P1616 (MVEDR, 2004), SAE(VEDI TC, 2003)에서 규정하는 표준 항목을 비교하여 데이터 저장 범위를 선정하였다. 차량용 블랙박스의 표준 저장 데이터 항목은 주행 데이터와 차량 데이터로 구분하였다. 주행 데이터는 종/횡방향 가속도, 선회 속도 등 차량의 거동에 관한 정보로 차량용 블랙박스의 센서부를 통하여 수집되는 데이터이다. 그리고 차량 데이터는 차량 내부의 구성품 중 엔진 RPM, 브레이크 작동 여부 등 위험 운전 시 차량의 상태를 판별하는 항목이다.

각 표준안·권고안(표 2)에서 주행 데이터에 대한 기준은 가속도와 선회 속도이다. 차량의 급가속/급제동은 종/횡방향 가속도를 측정하여 판별하며 G(중력가속도)의 단위를 가진다. 그리고 선회 속도는 차량의 급선회를 측정하는 기준이며 °/s의 단위를 가진다. 이와 같은 항목은 차량의 거동을 측정하기 위한 주요 고려 요소로 데이터 범위와 측정 범위가 넓고 세분화된 데이터이다. 그 밖에 위험 운전에 대한 판별을 위한 확인 정보로서, 차량 내부 통신에 의해 측정되는 차량 데이터를 선정하였다. 엔진 RPM은 차량 엔진 구동 상태 및 속도 범위에 대한 급조작(급가속, 급제동 등) 여부를 판단할 수 있으며, 브레이크 조작 시 나타나는 on/off 신호는 제동의 사 판별 및 제동 시간을 고려할 수 있다. 또한 방향 지시등의 조작 없는 급조향, 급차로 변경과 안전벨트 장착 유무는 사고 발생 시 운전자의 상태 위험을 가중시키는 요인으로 고려할 수 있다.

〈표 3〉 차량용 블랙박스 저장 데이터 항목

데이터항목	사이즈 (Byte)	저장시간 (Sec)	샘플링 (Hz)	전체사이즈 (Byte)
Gx	2	10	100	2,000
Gy	2	10	100	2,000
선회속도	2	10	100	2,000
속도	2	10	100	2,000

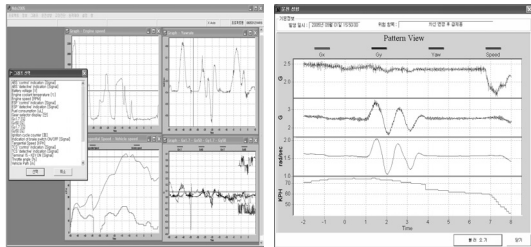
본 연구에서 활용한 차량용 블랙박스는 종/횡방향의 가속도를 측정하는 센서 각 2개와 선회 속도 측정 센서를 통해 차량 거동에 대한 데이터를 측정한다. 가속도 센서는 일반 주행 상황의 기록을 위한 낮은 범위 가속도 센서와, 충돌 사고 감지 및 판단을 위한 높은 영역의 가속도 센서를 이용하게 된다(Lee and Han, 2004a). 또한, 위급 상황 및 사고에 준하는 상황에서 운전자의 수동 조작에 의한 데이터 저장 개시 신호 생성이 가능하다(Lee and Han, 2004b). 또한 차량용 블랙박스는 본연의 기능인 사고 정보의 저장과 평소 주행 데이터를 측정하여 위험 운전 정보를 저장할 수 있다. 사고 정보와 위험 운전 정보는 저장되는 정보의 양을 달리하며 이를 위해 두개의 제어부로 구성되어 진다. 본 연구의 대상이 되는 위험 운전 제어부는 실시간 위험 운전 판별이 가능하며 종/횡 방향 가속도, 선회 속도, 차량 속도 데이터를 수집/저장한다. 데이터의 저장 항목의 내용은 〈표 3〉과 같다.

2. 실차 실험과 위험 운전 유형별 특성 분석

실차 실험에서 활용한 차량용 블랙박스는 차량의 충돌을 감지하고 동적 거동을 분석하기 위한 ±50G, ±2G 영역의 종/횡방향 가속도 센서, 차량 조향 상태의 분석을 위한 ±80deg/sec 선회 속도 센서를 사용한다. 그리

고 차량의 작동 정보를 CAN 통신을 통하여 확인하기 위한 OBD-II 커넥터, 블랙박스 제어를 위한 마이크로프로세서, 주행 및 사고 데이터를 저장하기 위한 메모리로 구성된다. 교통사고 데이터의 경우 60초(-50초~10초)의 데이터를 저장하고 위험 운전 유형의 경우에는 10초(-8초~2초)의 데이터를 저장한다. 저장된 데이터는 <그림 6>과 같은 데이터 해석 프로그램에서 교통사고와 위험 운전을 구분하여 분석할 수 있다. 실차 실험에서는 국내산 중형 승용차에 블랙박스를 장착하여 위험 운전 인지를 위한 임계치를 도출하였다. 실험 과정은 블랙박스를 장착한 차량의 차속을 10KPH 단위로 증감시켜 속도 구간별 위험 운전을 수행 하였다. 속도 구간별로 차속에 따른 위험 운전 인지 가변 임계치를 선정하면, 고속에서 차량 주행 시 저속에 비하여 작은 센서 변화량으로도 위험 운전으로 판단 할 수 있다. 차속별 위험 운전 수행 후 위험 운전 항목별로 차량 진행 방향 가속도인 종방향 가속도와 차량의 좌우측 가속도인 횡방향 가속도 그리고 선회 속도를 측정하여 기록하였다.

실차 실험 결과를 통하여 속도에 따른 가변 임계치와 센서 측정치의 변화량, 임계치 이상의 변화량이 나타나는 도달 시간을 기준으로 패턴 분석과 위험 운전 인지를 위한 기준을 선정하였다.

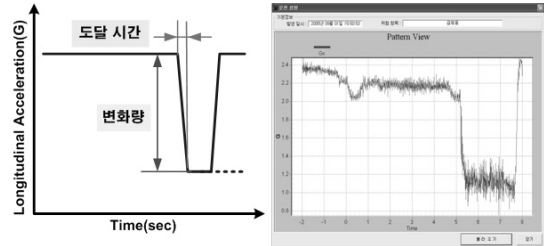


(a) 사고 분석 (b) 위험 운전 분석
 <그림 6> 차량용 블랙박스 해석 프로그램

○ 급제동 특성 분석

급제동 유형의 차량 거동은 주행 중에 급격히 속도를 감속하는 경우와 차량 정지를 위하여 브레이크를 과도하게 조작한 경우이다. 이러한 유형은 실차 실험 결과 종방향 가속도가 급격히 변화함을 나타냈다. <그림 7>은 급제동 과정의 특성을 대표하는 종방향 가속도의 변화와 실험 시 나타난 결과이다. 급제동 유형은 짧은 도달 시간 동안 종방향 가속도가 급격히 감소하는 변화 구간을 가진다. 저속/고속 상황에서 가속도 감소가 임계치까지 변화하는

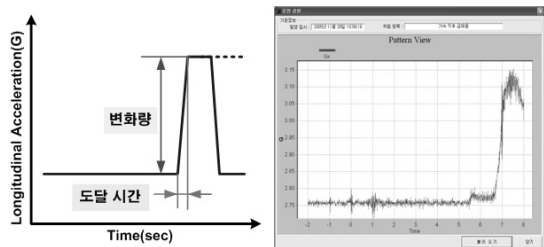
도달 시간을 파악하였으며, 도달 시간에 따른 변화량을 급제동 유형을 판별하는 기준 특성으로 선정하였다.



<그림 7> 급제동 특성

○ 급가속 특성 분석

급가속 유형은 급제동과 반대로 주행 중에 급격히 속도를 증가 하는 경우와 정지 상태에서 가속 페달을 급격히 조작한 경우이다. 급가속 상황은 <그림 8>에 보이는 바와 같이 급제동과는 반대로 종방향 가속도가 짧은 주기의 도달 시간 동안 급격히 증가하는 변화를 보인다. 저속/고속 상황에서 가속도 변화량의 도달 시간에 따른 가속도 증가 변화량을 급가속 위험 운전 인지 기준으로 선정하였다.

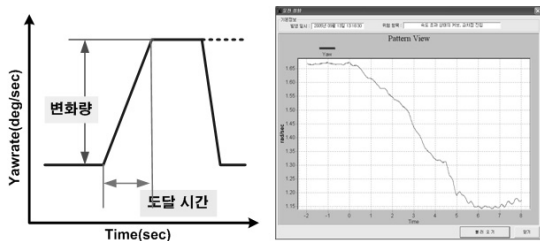


<그림 8> 급가속 특성

○ 급선회 특성 분석

급선회 유형은 선회 구간에서의 주행 시 과도한 속도로 주행하거나 조향 휠을 과도하게 조작함으로써 사고를 유발하는 유형이며, 교차로 등에서의 과도한 선회도 포함하였다. <그림 9>에서 보이는 급선회 과정의 패턴은 급가속, 급제동의 경우처럼 짧은 주기의 변화가 아닌 지속적인 선회 속도의 변화량이 크게 발생하는 것으로 나타났다. 그리고 급선회 중에는 교차로의 좌/우회전, 분기점의 진출입시에도 지속적인 선회 과정이 있게 되는

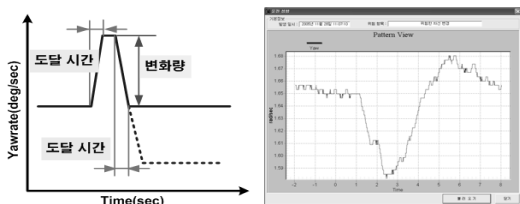
때 이때의 규정 속도는 40KPH이다. 따라서 40KPH 이상의 경우에 한하여 선회 속도의 변화량과 도달 시간을 기준으로 판별하였으며, U턴 등의 경우를 제외하기 위해 일정 도달 시간이 경과하는 동안 지속적 선회 속도의 변화를 급선회의 인지 기준으로 하였다.



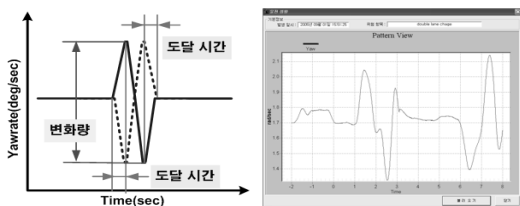
〈그림 9〉 급선회 특성

○ 급차로 변경 특성 분석

급차로 변경 유형은 급격한 조향 휠 조작에 의하여 위험한 차로 변경을 하거나 반복적 차로 변경으로 전방 진행 차량을 추월하는 등의 이중 차로 변경을 하는 경우이다. 급차로 변경에서도 선회 속도의 급격한 변화를 나타낸다. 그러나 급차로 변경의 경우에는 순간적인 차로 변경, 추월 등을 위한 급격한 조향이 발생하므로, 도달 시간을 우선 주목하였다. 급차로 변경에서는 〈그림 10〉에서 보이는 것처럼 선회 속도의 변화가 짧은 도달 시간에 급



(a) 위험한 차로 변경



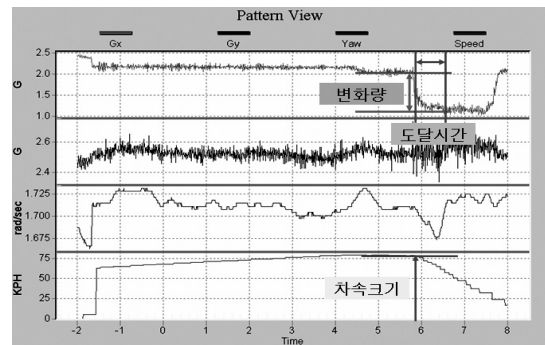
(b) 이중 차로 변경

〈그림 10〉 급차로 변경 특성

격한 변화를 나타내며 급선회와 차이를 보인다. 위험한 차로 변경에서는 저속/고속 상황에서 선회 속도의 변화량과 도달 시간을 측정하였으며, 도달 시간에 따른 변화량을 급차로 변경을 판별하는 기준 특성으로 선정하였다. 그리고 추월 및 연속적 차로 변경의 현상인 이중 차로 변경의 경우에는 일정 시간 동안의 동일한 기준의 위험한 차로 변경이 연속적으로 일어나는 경우로 확인하였다.

위험 운전 유형별 센서 측정치에 대한 임계치를 선정함에 있어서, 각각의 운전자가 느끼는 주관적인 위험 운전 정도의 크기를 평균화할 객관적인 절대기준이 필요하다. 이를 위해 임계치 선정의 기준을 급제동/급가속의 경우에는 해당 주행 속도에서 감속/가속 페달을 최대로 밟았을 때의 종방향 가속도 수치를 측정하고 이 수치의 일정 비율을 임계치로 선정하였다. 또한 급선회는 도로 설계 시 적용되는 진입 속도를 기준으로 하여 초과되는 속도를 기준으로 하였다. 급차로 변경의 경우에도 속도에 따른 안전거리를 기준으로 안전거리가 확보되지 못한 상태에서 주행하고 그에 따른 속도별 선회 속도 측정치를 통하여 임계치를 선정하였다.

이와 같은 임계치 선정방법 또한 절대적인 판단방법이 될 수는 없으나 운전자 개인별로 위험 운전 판단 기준의 편차가 발생하는 개별성으로 인해 기준이 되는 절대치가 전무하다. 따라서 〈그림 11〉과 같이 차속 크기를 단계별로 구분하고 다수의 실차 실험을 통하여 임계치(센서 측정치의 변화량)에 도달하는 도달 시간을 측정하였으며, 속도 구간별 측정한 임계치는 〈표 4〉와 같다. 속도 단계에 따른 임계치는 전술한 차량 데이터에 비하여 실시간 위험 운전을 인지하는 세부적 기준이 된다. 이러한 센서 측정값과 도달 시간을 기준으로 후술할 위험 운전 유형별 인지 알고리즘을 작성하였다. 한편, 임계치는 차량의 중량에 따른 마찰력의 변화 등으로 속도에 따른



〈그림 11〉 임계치 결정 실차 테스트 분석

〈표 4〉 속도에 따른 위험 운전 임계치

속도 (Kph)	급가속(G)	급제동(G)	급선회 (Deg)	급차로 변경 (Deg)
0 ~ 9	0.22	0.61	위험 X	13.0
10 ~ 19	0.22	0.61	위험 X	12.0
20 ~ 29	0.21	0.61	위험 X	11.0
30 ~ 39	0.20	0.61	위험 X	9.0
40 ~ 49	0.19	0.58	12.7	9.0
50 ~ 59	0.15	0.58	10.7	8.0
60 ~ 69	0.15	0.58	10.7	7.5
70 ~ 79	0.14	0.55	10.7	7.0
80 ~ 89	0.13	0.55	10.5	6.5
90 ~	0.13	0.55	10.5	6.5

위험 운전 수행 시 인지 기준이 되는 센서의 측정치가 변화할 수 있다. 선정된 임계치를 보완하기 위해서 차량 및 운전자별 다수의 테스트를 통해 보다 보편적인 임계치를 산출하려는 노력을 하고 있으며 임계치의 정량적 기준 마련을 위한 연구를 계속 진행하고 있다.

IV. 위험 운전 인지 및 평가

1. 위험 운전 유형별 인지 알고리즘

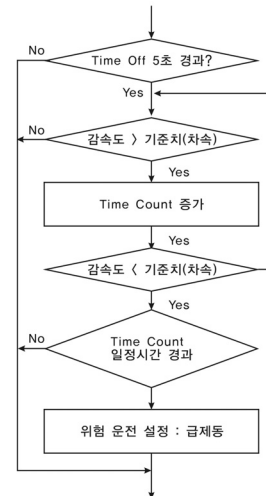
실차 실험을 통하여 수집된 데이터는 유형별 패턴 분석, 차속에 따른 임계치 선정 등을 통해 위험 운전을 여부를 판별할 수 있다. 유형에 따른 위험 운전 인지 알고리즘은 이러한 차속에 따른 센서 측정치의 변화량과 도달 시간(Time Count)을 기준으로 구성하였다.

○ 급제동 인지

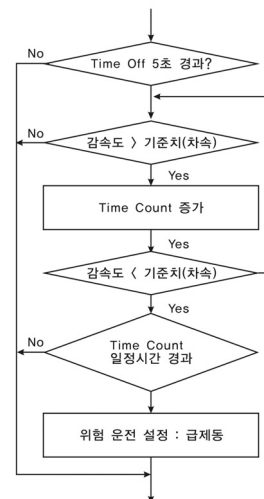
급제동 유형은 선회 속도의 변화가 거의 없고 중 감속도의 급격한 변화를 나타내었다. 급제동의 경우에는 속도에 따른 임계치 보다 속도에 따른 중 감속도 값이 클 경우 급제동 유형으로 판별한다. 〈그림 12〉와 같이 종방향 감속도의 변화량과 주행 속도별 임계치를 비교하고, 실차 주행 실험을 통해서 얻은 일정 도달 시간(Time Count 일정시간 경과) 500msec를 기준하여 그 사이 기준 임계치 이상일 경우 급제동 운전으로 판별한다.

○ 급가속 인지

〈그림 13〉에서 볼 수 있는 것처럼, 급가속 유형도 선회 속도의 변화가 거의 없고 중 감속도의 급격한 변화



〈그림 12〉 급제동 인지

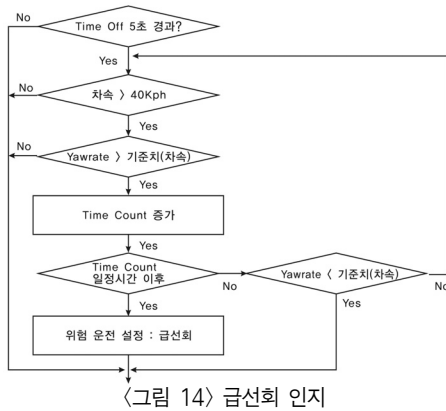


〈그림 13〉 급가속 인지

를 나타내는 유형이다. 급가속의 경우에는 급제동과는 반대로 급가속 임계치 보다 속도에 대한 중 가속도 값이 클 경우 급가속 유형으로 판별한다. 이러한 중 가속도의 변화량을 주행 속도에 따른 임계치를 적용하고, 실차 주행 실험을 통해서 얻은 일정 도달 시간 (Time Count 일정시간 경과) 500msec를 기준하여 그에 따른 변화량을 기준치와 비교함으로써 급가속 유형에 대한 위험 운전으로 인지한다.

○ 급선회 인지

급선회 주행 패턴은 선회 속도의 변화가 크게 변화하

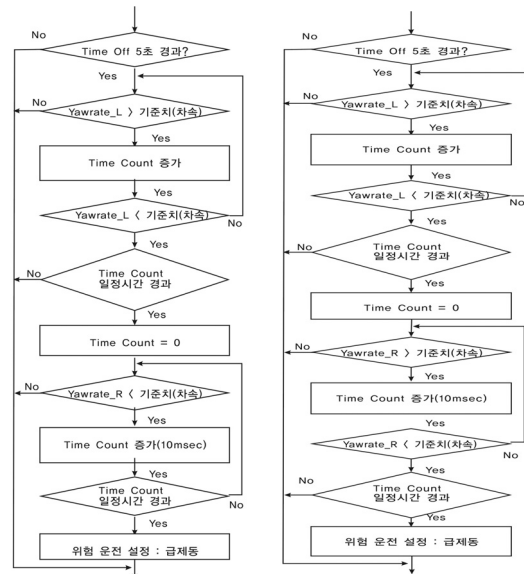


〈그림 14〉 급선회 인지

는 특성을 나타내었다. 이러한 선회 속도의 변화량을 기준 속도에 따른 임계치와 비교하여 위험 운전을 판별하도록 하였다. 〈그림 14〉에서 볼 수 있는 것처럼, 급선회 유형에서는 교차로 상에서의 좌/우회전, 분기점의 진출입 과정에서의 제한 속도인 40KPH 이상을 기준으로 급선회 유형을 인지하도록 하였다. 40KPH 이하의 경우에는 선회 속도의 크기가 일반 주행 범위 이내이며 사고 유발할 가능성이 적은 것으로 판단할 수 있으므로, 급선회 위험 운전이 발생하지 않는 상황으로 선정하였다. 또한 U턴 등을 상황에서는 급격한 선회가 순간적으로 나타나므로 본 연구에서 배제하였다. U턴의 경우는 일정 시간 이하로 차량 조작을 마치고 다시 정상 주행을 하게 되므로, 주행 실험을 통해 측정한 일정 도달 시간(Time Count 일정시간 이후) 5sec를 기준하여 변화량이 임계치 이상일 때, 급선회 유형에 대한 위험 운전을 인지하도록 구성하였다.

○ 급차로 변경 인지

급차로 변경 주행 패턴은 위험한 차로 변경과 이중 차로 변경으로 구분하여 인지하도록 구성하였다. 종 가속도의 변화는 거의 없고, 선회 속도의 변화가 크게 나타나므로 선회 속도의 변화량을 기준으로 위험 운전을 판별하도록 하였다. 위험한 차로 변경 유형에 대한 위험 운전 인지 방법은 〈그림 15〉(a)와 같이 일정 도달 시간 (Time Count 일정시간 경과) 600msec 동안 임계치 이상의 선회 속도를 나타내는 경우 위험 운정으로 인지하고 3sec이내에 반복적인 현상이나 나타나지 않는 경우 위험한 차로 변경으로 인지하도록 구성하였다. 이중 차로 변경은 위험한 차로 변경에서의 선회 속도 변화가 연



(a) 위험한 차로 변경

(b) 이중 차로 변경

〈그림 15〉 급차로 변경 인지

속적으로 나타난다. 따라서 위험한 차로 변경을 인지한 이후 좌우측 선회 속도의 변화량이 일정 도달 시간 (Time Count 일정시간 경과) 3sec 동안 속도에 따른 임계치 보다 높은 값을 반복적으로 나타나는 경우에 대하여 〈그림 15〉(b)와 같이 이중 차로 변경으로 인지하도록 하였다.

〈표 5〉 위험 운전 인지 실험 설비 및 절차

설비	- 차량용 블랙박스 - PC용 확인 소프트웨어	- 기록매체 (SD메모리) - 주행 차량
절차	- 주행로 50KPH 주행 중 급제동 실시 - 주행로 20KPH 주행 중 급가속 실시 - 주행로 50KPH 주행 중 급선회 실시 - 주행로 60KPH 주행 중 급차로 변경 실시	

2. 위험 운전 인지 평가 및 활용

본 연구에서는 위험 운전 인지 알고리즘의 평가를 위하여, 실차 실험을 통하여 차량용 블랙박스의 데이터 저장·수집과 위험 운전 인지 알고리즘의 유효성을 확인하였다. 위험 운전 인지를 위해 〈표 5〉와 같이 위험 운전 감지항목을 저장매체에 기록하고 그래프로 확인하는 기능 시험을 실시하였다. 그리고 일정 속도에서 위험 운전을

수행하고 실시간 위험 운전 인지 여부를 확인하는 실험을 반복 수행하였다. 위험 운전 순간의 센서 측정치는 임계치 이상의 변화가 발생할 때 감지하고 차량 조작성 불충분한 경우에는 위험 운전을 인지하지 않을 수 있으므로, 시험절차에 따라 주행을 한 이후 정차하여 기록데이터를 확인하였다. 위험 운전 유형별 그래프들의 확인과 알고리즘의 적용으로 위험 운전 유형의 인지를 확인하였다. 대표적 실험 결과들을 보여주는 <그림 16>의 그래프들에서 1행은 종방향 가속도, 2행은 횡방향 가속도, 3행은 선회 속도, 4행은 차량의 타코미터 속도를 나타낸다.

급제동과 급가속 유형에서는 1행에 보여지는 종가속도가 짧은 도달 시간 동안 각각 급격히 감소하거나 증가하는 경향을 나타내었다. 급선회와 급차로 변경은 3행에 보여지는 선회 속도의 변화가 크게 나타났다. 급선회의 경우에는 긴 주기 동안 선회 속도가 변화하며, 급차로 변경은 짧은 도달 시간동안 선회 속도의 변화가 나타난다. 이러한 특성은 전술한 위험 운전 인지 프로그램 상에서 위험 운전 인지 알고리즘이 주행 데이터를 판별하여 그 유형을 화면으로 출력하므로, 알고리즘의 문제점을 검증할 수 있다. 연구에서는 수차례의 실차 주행 테스트를 통해 신뢰성을 검증하였고, 여러 차종별 테스트를 계속 수행하고 있다. 이와 같은 테스트와 결과 분석을 통하여 <표 6>과 같은 위험 운전 인지 시스템에 적용 가능한 위험 운전 구성 요소를 선정하였다.

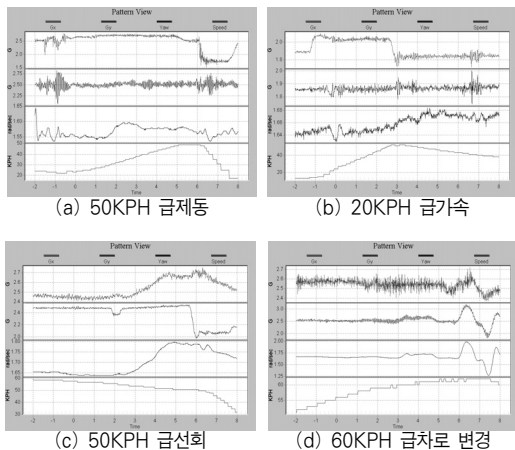
위험 운전의 인지 결과는 운전자에게 위험 운전을 경고하거나 운수회사 및 보험사 등에서 관리의 목적으로 활용할 수 있다. 기록데이터의 분석은 온라인/오프라인으로 구분할 수 있다. 이러한 데이터 분석은 기록 항목과

<표 6> 위험 운전 구성

구성	구성 내용
차량 정보	- 설치 차량 및 운전자 정보(관리 ID) - 엔진 RPM - 브레이크 - 방향 지시등 - 안전벨트 - 연료 소비율
주행 정보	- 운행 거리 - 운행 시간 - 운행 횟수 - 평균 속도
유형 분석	- 유형별 위험 운전 발생 빈도 - 사고 위험도 - 차량 파손 - 인명 상해도
주행 통계	- 일단위, 주단위, 월단위별 통계 - 운전자별 통계 - 속도별 통계 - 운행 구간별 통계 - 장시간 과로운전 통계 - 차량 상태 점검 통계 - 연료 소비 통계 - 위험 운전 유형별 통계

위험 운전 인지 방법이 상이하게 되므로 분석 절차를 달리 구성하여야 한다. 온라인의 경우에는 위험 운전 상황이 발생하는 순간에 센서 측정값을 처리하여야 하므로 구조가 간단하고 데이터 항목이 적게 된다. 오프라인의 경우에는 일정 구간 또는 장시간의 주행 데이터를 차량 운행 종료 후 저장부에서 추출하여 이를 분석하는 방식이다. 데이터 분석 과정은 온라인의 데이터 확인 항목보다 다양한 항목에 대한 위험 운전 판별이 가능하다. 온라인 경우에는 순간적 위험 운전의 인지/경고하므로 이후의 추가적인 위험도에 대한 분석이 어렵다. 그러나 오프라인 분석에서는 주행 데이터에서 위험 운전을 판별한 이후의 운전자 거동에 대한 분석이 가능하므로 지속성과 추가적 위험에 대한 분석이 가능하다. 또한, 차량 내부 통신에 의한 저장 정보 중 엔진 RPM, 브레이크 조작 여부, 방향 지시등 조작 여부 등을 함께 고려하여 위험 운전의 다각적 분석을 할 수 있다.

이러한 기록데이터의 분석은 운전자 및 차량 관리 시스템을 구축하는 데 활용할 수 있다. 분석 결과는 유형별 위험 운전 빈도수, 사고 위험성 평가 등을 통해 운전자의 부상 또는 차량 파손 정도 등을 예상할 수 있다. 또한, 전술한 통계자료에 의한 사고 위험도 및 인명 상해 정도를 운전자 및 차량 관리 시스템에 도입할 수 있다. 운전자 및 차량 관리의 관점을 사고 위험도 및 인명 피해를 기준으로 할 경우에는 통계자료의 치사율을 기준으로 적용할 수 있다. 그리고 차량 파손 등을 주 관심 대상으로 할 경우에는 발생 건수 등의 통계를 기준으로 적용하여 다발적인 사고 상황에서 나타날 수 있는 차량 파손을 예측할 수 있다. 이와 같이 교통사고 통계자료에 따른 가중치를 분석 목적에 따라 차등 적용할 수 있다.



<그림 16> 실차 실험 결과

V. 결론

위험 운전은 본인뿐만 아니라 동료들에게도 악습을 전파하는 특성이 있을 뿐만 아니라 사후 관리 부재 시 위험 운전 재발의 악순환으로 결국 사고를 유발한다. 본 연구에서는 실차 적용이 가능한 차량용 블랙박스를 활용한 실험으로 속도 단계별 위험 운전 임계치를 선정하였다. 임계치는 위험 운전을 실시간 인지/판별하기 위한 세부적 기준이 된다. 그러므로 임계치의 도달 시간을 기준으로 위험 운전 인지 알고리즘을 구성하였다. 위험 운전 인지 결과는 실시간 경고를 할 수 있고, 운수회사 및 보험 회사 등에서는 사후 운전기록을 토대로 운전자의 성향을 평가하여 보험료 산정 혹은 운전자 교육 및 상담을 수행할 수 있다. 한편, 차량 속도와 차종에 따른 가변 임계치의 설정 기준을 명확히 하고, 오프라인 데이터 분석 알고리즘을 별도로 한층 정밀하게 구성하는 연구가 진행 중이다.

이 논문은 HKe-CAR(주)와 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2006-521-D00093)을 받아 연구되었으며, 홍익대학교 대학원 박상일 학생이 도움을 주었습니다.

참고문헌

1. 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.
2. 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.
3. 이운성, 조준희(2007) "안전운전 관리시스템 개발", 한국자동차공학회논문집, 제15권 제1호, 한국자동차공학회, pp.71~77.
4. Sa, J., Shung, N. and Sunwoo, M.(2003) "Experimental Analysis of Driving Pattern and Fuel Economy for Passenger Cars in Seoul", International Journal of Automotive Technology, Vol. 4, No. 2, pp.101~108.
5. Mundke, R.P., Arya, K. and Malewar, S.(2006),

"Use of Data Recorder for Driver Rating", SAE Paper 2006-01-0304, SAE.

6. Alessandrini, A., Filippi, F., Orecchini, F and Ortenzi, F(2006), "A new method for collecting vehicle behaviour in daily use for energy and environmental analysis", Journal of Automobile Engineering (Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part D), Vol. 220, No. 11, pp.1527~1537.
7. 신용균 · 류준범 · 강수철(2006) "과속운전 행동에 영향을 미치는 중요한 심리적인 요인들", 대한교통학회지, 제24권 제3호, 대한교통학회, pp.85~94.
8. 송혜수 · 신용균 · 강수철(2005) "차량 시뮬레이터를 이용한 운전행동 연구 (운전분노 및 교통정체를 중심으로)", 대한교통학회지, 제23권 제2호, 대한교통학회, pp.61~73.
9. 도로교통안전관리공단(2002), "2001년판 교통사고 통계분석", 서울, Korea.
10. 도로교통안전관리공단(2003), "2002년판 교통사고 통계분석", 서울, Korea.
11. 도로교통안전관리공단(2004), "2003년판 교통사고 통계분석", 서울, Korea.
12. 도로교통안전관리공단(2005), "2004년판 교통사고 통계분석", 서울, Korea.
13. Kowalick, T.M.(2005), "Fatal Exit: The Automotive Black Box Debate", John Wiley and Sons.
14. eCall Driving Group(2006), "Recommendations of the Driving Group eCall(DG eCall) for the introduction of the pan-European eCall", Safety Forum.
15. NHTSA EDR Working Group(2006), "Event Data Recorders-Final Rule", NHTSA, US DOT.
16. MVEDR Committee(2004), "IEEE Standard for Motor Vehicle Event Data Recorders (MVEDRs)", IEEE.
17. VEDI Technical Committee(2003), "Vehicle Event Data Interface(VEDI)-Vehicular Output Data Definition-SAE J1698", SAE.
18. Lee, W. and Han, I.(2004a), "Development and Test of a Motor Vehicle Event Data Recorder", Journal of Automobile Engineering (Proceedings

of the Institution of Mechanical Engineers Part D), Vol. 218, No. 9, pp.977~985.
19. Lee, W. and Han, I.(2004b), "Development of an Automobile Black Box for Reconstruction

Analysis of Collision Accidents", Trans. of Korea Society of Automotive Engineers, Vol. 12, No. 2, pp.205~214.

✉ 주 작 성 자 : 한인환

✉ 교 신 저 자 : 한인환

✉ 논문투고일 : 2007. 4. 11

✉ 논문심사일 : 2007. 5. 22 (1차)

2007. 6. 17 (2차)

2007. 7. 17 (3차)

2007. 7. 20 (4차)

✉ 심사판정일 : 2007. 7. 20

✉ 반론접수기한 : 2008. 2. 29