

# 자동차용 교통사고 기록장치 도입 활용방안

## An Introduction of for Event Data Recorder for the Traffic Accident Reconstruction

김동효\*, 한원섭\*\*, 주두환, 현철승\*\*\*

도로교통안전관리공단 첨단교통연구실, 수석 연구원, 연구원

### 목차

#### I. 서론

1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 내용 및 방법

#### II. 본론

1. 현행 교통사고 분석체계 및 문제점 분석
2. 국내외 사고기록장치 개발 현황

3. 사고기록장치 기능 요소 및 시스템 구성  
최소 요구조건
4. 시스템 도입 활성화를 위한 제안

#### III. 결론

\* 참고문헌

#### I. 서론

##### 1. 연구 배경 및 목적

국민 소득의 증가로 인하여 과거에 비해 월등히 삶의 질이 높아짐에 따라 보다 편리하고 안전한 교통수단으로서 자동차의 보유가 보편화 된 지 이미 오래이다. 2002년도 기준으로 자동차 등록대수는 13,950,000대로 전년 대비 8.0% 증가하였다. 2002년 한해 230,953건의 교통사고가 발생사고가 발생하여 7,090명이 사망하고 348,184명이 부상을 당하였으며 이로 인해 약 8조원대 인적·물적 피해가 발생한 것으로 조사되었다. 2000년 이후 지속적으로 실시된 정부의 교통안전 정책과 운전자들의 향상된 준법의식의 결과로 전체 교통사고(인적 피해사고)가 11.4% 감소한 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 OECD 회원국 중에서는 2005년도 기준 자동차 1만대당 사망자수(사망자수/자동차대수)는 3.36명이며 OECD가입국가 29개국중 안전수준이 25위인 것으로 추정되고 있다.(건설교통부, 2006년도 교통안전시행계획)

이와 같이 빈발하고 있는 자동차 충돌 사고에

서 사고 상황에 대한 과학적인 해석은 차량 사고의 급격한 증가와 함께 그 중요성이 최근 강력히 인식되고 있다. 또한, 교통사고 방지책의 효과적인 실시를 위해서는 사람, 차 및 환경 등 종합적 입장에서 교통사고의 조사와 분석을 실시하여, 발생상황을 정확하게 파악하는 것이 더욱 필요하다. 전통적인 사고 재현은 사고 현장에 남겨진 타이어의 스키드 마크와 사고 차량의 파손 정도, 차량의 최종 정지 위치, 목격자 진술 등을 바탕으로 이루어져 왔으며, HVE, PC-CRASH 등의 사고 재현을 위한 프로그램들을 활용하여 사고에 대한 정확한 분석과 재현을 하려는 노력이 이루어져왔다. 그러나 이러한 방법은 도로 상황과 차량 상태 등에 대한 불확실한 요소를 포함하고 있어 정확한 사고의 재구성에 많은 한계가 있다.

교통사고의 원인을 과학적으로 규명하기 위해서는 정확한 자료를 바탕으로 사고의 발생과정을 재구성하는 것이 가장 중요하다고 볼 수 있다. 이를 위해서는 교통사고 전·후 차량의 속도와 가속도 등의 동적 거동 관련 데이터, 운전자의 차

량 운용 상황, 도로 및 주변 환경 등에 대한 자료가 필수적이다. 통상적으로 교통 혼잡 원인 중에 교통사고를 포함한 유고로 인한 교통 혼잡이 50% 이상을 차지하기 때문에 교통사고의 신속한 감지와 후속처리는 교통관리 측면에서 매우 중요하다고 할 수 있다.

따라서 위에 언급한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 최근 북미, 유럽, 일본 등 해외 선진국에서는 신뢰할 수 있는 과학적 자동차 충돌 사고 해석, 효과적인 교통사고 구조 및 방지 대책의 수립, 안전도를 제고하는 차량 설계 그리고 텔레매틱스(Telematics)와의 연동을 통한 ITS 구현 등의 목적을 위하여, 사고 당시 차량의 각종 운행 데이터를 기록하고 이를 바탕으로 사고의 원인 및 사고 당시 차량 거동과 운전자의 반응을 분석할 수 있는 사고 기록 장치, 일명 블랙박스에 대한 개발 및 시험이 활발히 이루어지고 있다. 자동차용 사고기록장치에 저장되는 정보는 차량의 동적 거동에 관련하여 종/횡 가속도와 차속 데이터가 있으며 운전자의 조작과 관련하여 조향각, 방향등, 제동여부 및 가속여부 등이 있다. 사고현장을 이러한 저장된 정보(카메라를 통한 동영상 정보 포함)를 바탕으로 사고 전후 차량의 거동과 운전자의 조작 상태를 재현함으로써 사고 원인의 분석 및 사고의 책임 규명에 획기적 도움을 줄 수 있는 사고기록장치 도입이 필요하다고 하겠다.

## 2. 연구 내용 및 방법

본 연구는 교통사고 발생시 사고 현장의 상황을 상세히 파악하고 각종 노면 흔적, 파편물, 액체흔, 차량의 정지상태, 도로 구조 및 주변 교통여건 등에 대한 정밀 조사하고 복원시킬 수 있도록 현황 축적 도면을 작도하는 방식의 현행 방법의 한계를 분석하고 이를 대체할 수 있는 과학화된 방법을 검토하여 적극적으로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

연구 내용으로는 교통사고 조사 체계와 문제점을 분석하여 현행 교통사고 분석체계의 한계를 제시한다. 그리고 사고기록장치, 즉 자동차 블랙박스에 대한 국내외 개발 및 운영 현황을 조사하여 분석하여, 사고기록장치로서 교통사고 분석 및 재현하기 위한 최소한의 시스템 구성 요소와 기능을 설정한다. 이 시스템의 현장에서 적극적으로 활용될 수 있도록 사고기록장치 도입 활성화를

위한 관련 법률 검토와 비즈니스 모델을 제시한다.

## II. 본론

### 1. 현행 교통사고 분석 체계 및 문제점 분석

#### 가. 교통사고 유형 분석

1980년 이후 발생한 전체 교통사고 통계를 사고 유형별로 보면 총 5,009,787건 중 차대차 사고가 57.2%로 가장 많았고 차대사람 사고가 38.7%, 차량 단독사고가 4.1% 등의 순으로 나타났다. 사고 유형별 치사율을 보면 차량단독사고의 치사율이 차대차 사고와 차대사람 사고에 비해 월등히 높은 것으로 나타났으며 80년 이후 2002년까지 차대사람 사고와 차대차 사고는 대체적으로 비슷한 수준을 보이고 있는 것으로 나타난 반면 차량단독사고의 경우 상대적으로 큰 폭의 치사율의 변화를 보이며 대체적으로 증가하는 추세를 보이고 있는 것으로 나타났다(도로교통안전관리공단, "2006년판 교통사고 통계분석", 2006).

사고 유형별·주야별 교통사고를 분석해보면 모든 유형의 사고가 주간과 야간이 비슷하게 각각 51.1%, 48.9% 발생하였다. 차대사람 사고 비율의 21.8%, 차대차 비율의 74.3%, 차량 단독 사고 비율은 4%는 되는 것으로 나타났다. 주간 사고에 사망률은 44%인데 반해 야간 사고시에는 56%로 나타났다. 이는 야간 운행시 차량의 평균 주행속도는 대체로 높아지는 반면 운전 시야는 협소해짐에 따라 도로상의 이동물체에 대한 감지가 어려워지기 때문인 것으로 분석할 수 있다.

치사율에 있어서는 차량 단독사고가 16.0%, 차대사람 5.3%, 차대차 사고가 1.7%의 순으로 차량단독 사고에 의한 치사율이 다른 유형의 사고에 비해 월등히 높게 나타났다. 주야별 치사율은 전체적으로 야간이 3.9%로 주간보다 훨씬 높으며 특히 차대차 사고가 야간에 발생한 경우 치사율은 19.0%로 다른 사고에 비해 아주 높다. 이것은 다른 요인도 있지만 야간에 단독으로 사고발생시 신고시간 지연이 치사율을 증가시키고 있다고 추정할 수 있다.

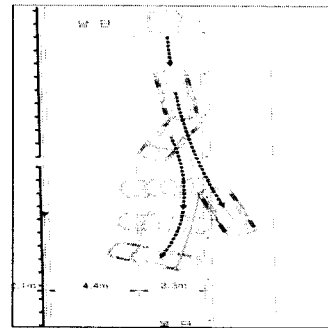
#### 나. 교통사고 자료 및 분석 체계

현장 조사시에는 우선 사고 현장의 상황을 상

세히 파악하고 각종 노면 흔적, 파편물, 액체흔, 차량의 정지상태, 도로 구조 및 주변 교통여건 등에 대한 정밀 조사를 함과 동시에 모습을 원형 그대로 복원시킬 수 있도록 현황 축적 도면을 작도함으로써 사고현장이 영구히 보존할 수 있게 하고, 이렇게 하여 얻어진 도면 위에서 컴퓨터 사고재현을 한다. 그리고 사고 차량에서 정비 상태나 차량 결함 조사 또는 주 접촉으로 인한 손상과 간접손상부위, 차체 하부의 노면과 접촉 손상부위 등을 파악하여 충격방향 등을 분석하고, 각종 노면 흔적과 비교하며 차량의 총 주행 거리, 기어 레버의 위치, 각종 액체물 용기의 파손 상태 및 배치 형태, 좌석배치 및 사고 후 형상, 타이어 종류 및 마모도 측정, 운행 기록계 장착 차량은 기록지를 입수하여 정밀 판독, 사고로 인해 차량에 화재가 발생되었을 경우에는 연료 탱크의 위치 및 연료관의 공급 경로, 화재의 원인 등을 상세히 조사하여 차량적 요인에 의한 사고 유발 원인의 검토를 수행한다. 우리나라의 경우에는 대부분의 교통사고가 인적요인에 의해 발생하는 것으로 제시되고 있는 바, 사고 당사자와의 인터뷰가 필수적이다. 사고 당사자가 사망한 경우에는 유가족 및 친구 등을 통해 사고 발생전의 행적 및 운전자의 성격 등 인적 사항에 관한 자료를 수집하고, 사상자의 상해정도, 각종 노면 흔적, 최초·최대 충돌자세 및 충돌 후 이동과정, 충돌전 주행 궤적, 도로 구조 및 선형, 교통시설 설치 및 운영 상태, 사고 당시 운전자의 운전행위와 동일 지점 사고 유형 등을 정밀분석 한다.

#### 다. 교통사고기록 장치 도입 필요성

교통사고 분석은 서술한 것처럼 사고 차량에 자료조사과 사고위치에서의 도로 조사하고 사고 관련자의 진술과 상해부위를 검토하고 상용 프로그램(PC-CRASH 등)을 이용한 조사된 자료를 입력하여 사고분석을 한다. 이를 토대로 최종적으로 사고분석에 대한 결론을 도출한다. 그러나 많은 시간과 비용을 들여 조사된 부분 중에 교통사고 재조사를 의뢰한 건수 중에 초기 내용과 반복되는 결과가 나타나는 경우도 많이 발생하고 있다. 이는 수집되는 자료와 입력하는 자료가 정확하여야 하지만 대략적으로 추정해서 계산하므로 정확성에서는 한계가 있다고 할 수 있다. 특히 저속으



<그림 1> 현행 교통사고 분석 방법

로 주행하는 차량의 경우, 스키드 마크나 차량 사고 흔적이 남아 있지 않거나 또한 상대적으로 차량 단독사고의 경우 목격자 진술 등이 확보가 안 되는 경우에는 사고 분석에 어려움이 많다. 특히 교통 선진문화가 아직 정착되지 않고 사고현장에서 목소리가 크면 된다고 생각을 하는 사람들이 많은 우리나라 상황에서는 좀 더 과학적으로 분석할 수 있는 시스템 도입이 절실히 필요하다고 판단된다.

## 2. 국내외 사고기록장치 개발 현황

### 가. 국내 현황

#### 1) 사고기록장치(자동차용 블랙박스) 개발 현황

도로교통안전관리공단과 쌍용자동차는 사고 전 30초와 사고 후 15초간 자동차 운행기록을 저장할 수 있는 시제품을 1996년에 개발하여 차량 탑재 실험을 실시하였으며, 해석 프로그램도 구성하여 현장적용의 가능성을 일부 확보한 바 있다. 현대자동차에서는 1997년부터 사고기록장치(EDR, 국내에서는 일명 블랙박스) 유럽 지역에서는 ADR(Accident Data Recorder)에 대한 개발을 시작하여 2002년 말과 2003년초에 걸쳐 시제품 MOABOX(Mobile Accident Box)를 발표하였다. MOABOX는 몇차례의 실차 충돌 시험과 에어백 모의 시험 등을 통해 충돌 감지의 신뢰도를 일정

부분 확보하였으며, 전자파 시험이나 내구시험 등 자동차 양산 시험 규정에 해당하는 시험을 통과하여 그 신뢰성을 일부 인정받고 있다.

또한 도로교통안전관리공단, 홍익대, HK e-car 공동으로 지능형 교통사고 분석 및 통보 시스템 개발에 대한 연구를 수행하였다. 그 결과 사고기록장치(EDR)에 저장된 정보를 바탕으로 사고 전후 차량의 거동과 운전자의 조작 상태를 재현할 수 있으며 차량의 궤적을 사고 지역의 지도 위에서 재현함으로써 사고 원인의 분석 및 사고의 책임 규명에 많은 도움을 얻을 수 있다. 또한 사고 데이터의 수집과 이를 체계적으로 데이터베이스화하여 도로 설계의 기반 데이터나 각종 법규의 기반 데이터로 활용할 수 있는 기반을 마련하였다.

## 2) 지주 설치형 사고기록장치 개발 현황

일본과 미국 등지에서는 교통사고가 빈번하게 발생하는 교차로에 교통사고를 검지할 수 있는 사고검지장치 및 카메라 등을 이용하여 교통사고 발생시 동영상을 저장할 수 있는 시스템을 설치 운영 중에 있다. 기록 대상으로는 충돌음, 갑작스러운 브레이크 음, 긴 경적음 등이며, 일본의 경우 사고전후의 8초의 동영상을 저장한다.

<표 1>은 사고기록장치의 기능을 갖는 시스템을 비교한 것이다. 차량용 사고기록장치는 차량내에 센서를 설치하여 사고가 발생하는 순간 사고 전·후의 자료를 저장하여 이를 해석하여 사고원인을 분석한다. 그러나 이 시스템을 설치하기 위해서는 개인이 비용을 지출해야 하는 단점이 있는 반면, 사고발생시 자동위치 추적위치 추적과 고급 교통정보 수신 등이 부가적인 혜택을 받을 수 있다는 장점이 있다. 지주 설치형 사고기록장치는 사고다발 교차로에 센서를 설치하여 교통사고 장면을 녹화하는 형태로서 교차로를 제외한 위치에서는 사실상 교통사고 장면을 취득할 수 없다는 한계가 있다.

### 나. 국외 현황

#### 1) 미국

관련 연구에 의하면 GM 차량에 장착된 사고기록장치 성능 실험 차량중 자동차 사고시 에어백이 터진 차량 중 속도-시간을 기록하는 자료가 37%만이 기록되었으며 45%는 데이터가 완전히

<표 1> 사고기록장치 기능을 갖는 시스템

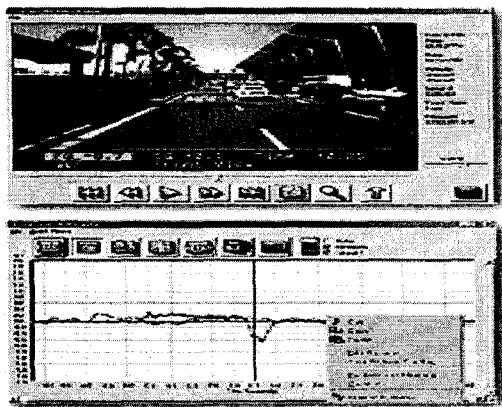
	차량용 교통사고 기록장치	지주 설치형 교통사고 자동기록장치
사고 영상 기록 시간	8초	8초
사고 기록 위치	사고가 발생하는 모든 위치	교차로
시스템 장착 위치	차량 내	교차로 내
시스템 특징	· 사고분석을 위해서는 가능한한 모든 차량에 장착 · 텔레매틱스 등 다른 시스템과 연계 가능 · 시스템 설치비용 개인 부담	· 시스템이 설치된 교차로 사고에 한하여 사고분석 가능 · 시스템 설치에 따른 개인 부담 없음

소실된 것으로 조사되었다. 그러나 이것은 초기 제품에 대한 것이고 개선된 제품은 대부분의 사고가 기록되는 것으로 보고되었다. 미국에서는 1970년대 연방고속도로안전국(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)에서 차량의 충돌 신호를 저장할 수 있는 장치를 개발했으며, 1974년에 1,000여대의 차량에 장착하여 시범운행을 하였다. 1992년에 유럽연방에서도 유사한 장치의 개발을 위하여 프로젝트를 진행하였으며 850대의 시범운행을 실시한 바 있다. 이 시범 운영 결과 사고율은 평균 28% 감소, 사고 비용은 48%나 감소하였다고 보고되었다. '99년에는 미국 연방교통안전국(National Transport Safety Board, NTSB)에서 모든 학교버스 등에 대해서 의무 장착을 권고하였으며, NHTSA에서는 사고기록장치위원회(EDR Committee)가 설치되어 표준화 작업을 시작하였다<sup>1)</sup>. 현재는 IEEE에서 2002년부터 동 장치의 표준화를 위한 작업, P-1616이 진행되고 있다. 이러한 미국 정부차원의 노력 외에도 다양한 민간업체의 개발이 이루어져왔다. GM에서는 1990년 초 유사 장치를 자사 차량에 장착하여 왔으며, Ford에서도 이러한 장치의 장착에 적극적인 관심을 보이고 있다. 유럽에서는 VDO라는 회사에서 유사한 장치를 개발하여 유럽의 각 자동차 회사에 납품하고 있다. 이외에도 카

1) NHTSA EDR Working Group, Event Data Recorders-Final Report, NHTSA, US DOE, 2001.

메라를 이용한 영상기록장치 등도 개발되고 있다.

현재 미국내 사고기록장치의 한계점은 다중 충돌사고가 발생할 경우 차량의 연속적으로 충돌할 때의 자료를 기록하지 못한다. 에어백이 터진 전후 몇 초간 자료만 기록되거나 사고후 저장할 수 있는 기록 시간을 조정하면 가능할 것이다. 현재 GM에 장착된 EDR은 2개의 사고만 기록되며 다른 제품은 1개밖에 기록되지 않는다. 또 다른 문제점으로는 일대일 사고가 아니라 여러 차량이 충돌한 경우 사고기록장치에서의 자료가 신뢰할만 한가하는 것에 의구심이 있으며 사고 해석 프로그램인 WinSmash에 의해 추정된  $\Delta V$ 와 사고기록장치에서 추출된  $\Delta V$ 가 큰 차이가 발생하고 있는데 이에 대한 명확한 답이 없는 것으로 검토된다. 또한 에어백에 의한 자료를 기록하기 때문에 축방향에 대한 자료만 기록되고 측면 에어백이 있는 경우에 한하여 측면 자료를 기록할 수 있기 때문에 한계가 있다고 하였다. 그리고 전복사고에 대한 기록은 못하는 부분도 단점이라고 할 수 있다. 또한 Drivacam회사에서는 <그림 2>와 같이 충격센서와 카메라를 이용하여 교통사고가 발생하는 경우 자동적으로 교통사고 발생 상황을 동영상으로 저장하여 사고분석에 이용될 수 있도록 시스템을 개발하여 현재 운영중에 있다<sup>2)</sup>.



<그림 2> Drivecam사의 카메라를 이용한 차량형 사고기록장치

## 2) 유럽

VDO는 90년대 시스템 개발 끝내고 SAAB, BENZ 등에 양산 적용 중에 있으며 EU 차원에서

2 ) <http://www.drivacam.com/drivacam-management-team.html>

표준화/법제화를 검토 중에 있다. 독일 베를린 경찰청에서는 1996년 베를린 경찰청 차량에 63개의 사고기록 장치를 설치하여 운영한 결과 전체 충돌 사고의 20%가 감소되었다는 분석결과를 발표하였다. 또한 WBO 시험 운영을 통해 EDR를 버스에 123대 장착하여 운영한 결과 교통사고가 15-20% 감소하는 것으로 나타났으며 Hatcher 택시 회사에서 1년에 150,000km를 주행하는 택시 15대에 사고기록장치를 장착하여 운영한 결과 교통사고율이 66% 감소되었다고 하였다<sup>3)</sup>. 이는 교통사고기록장치를 장착하였을때 교통사고 발생시 명백한 사고책임을 규명할 수 있기 때문에 운전자 스스로가 조심하여 운전하도록 조심하게 된다. 영국 경찰청에서는 SAMOVAR(Safety Assessment Monitoring In Vehicle Automatic Recording)라는 프로젝트 명으로 영국에서는 850대의 사고기록장치를 운영한 결과교통사고 감소가 28%, 사고 비용의 40% 감소하는 효과가 나타났다고 하였다.

## 3) 일본

일본의 전자감응장치 전문회사인 데이터테크사는 항공기 충돌해석장치의 기술을 활용해 차량 충돌 사고 전 후의 동적 거동을 기록하는 안전기록장치를 개발하였으며, 20시간 동안 차량의 동적 거동을 저장할 수 있고, 차량의 위치를 지도상으로 알려주는 차량항법 기능도 결합할 수 있도록 하여 시범운영을 하고 있다. TMP(주)에서는 가속도 감지기인 G센서가 부착되어 있고 메모리 카드에 데이터 저장이 가능한 시스템을 개발하였으며 운행 상황을 파악할 수 있으며 브레이크의 강도, 회수 측정이 가능하고 속도 추정이 가능하다고 하였다. 이외에 일본 정부에서는 택시 대상으로 시범 실시, 표준화/법제화 위한 공청회를 개최하였으며 MMC는 독일 VDO 사의 UDS(영문 표기 ADR)를 분석하였고 도요타 자동차는 자체적으로 시스템 개발을 추진 중에 있다.

## 3. 사고기록장치 기능 요소 및 시스템 구성 최소 요구조건

3) A. German, J.-L. Comeau, B. Monk, K. J. McClafferty, P. F. Tiessen, J. Chan, "The Use of Event Data Recorders in the Analysis of Real-World Crashes," Proc. of Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XII, London, Ontario, 2001.

가. 사고기록장치의 최소 요구 조건

1) 구성 요소

사고기록장치는 차량 거동 및 운전자의 조작 상태를 감지하며, 차량 충돌 사고시 운전자의 각종 조작 상태와 충돌 펄스 및 여러 가지 신호들을 저장하는 장치이다. 차량 사고 발생시 사고기록장치의 유무에 따라 획득할 수 있는 정보의 차이가 Haddon 행렬을(Chidester, J. Hinch, T. Mercer, K. Schultz, 1999) 활용하여 검토할 경우, 사고기록장치의 미래 모습은 <표 2>와 같이 사고전, 사고, 사고후 시간 구분에 따라 운전자, 사고차량 및 사고현장에 대한 정보를 제공할 수 있는 기능과 구조를 갖추게 될 것이다.

<표 2> Haddon matrix: 사고기록장치 없음

Factor Type	인간	차량	환경
충돌 전	-	타이어 흔적	-
충돌	-	속도 측정	-
충돌 후	상해	충돌 정도	충돌 후 환경

해외 사고기록장치와 관련 자료를 분석한 결과 차량의 충돌을 감지하고 동적 거동을 분석하기 위한 종/횡 방향의 가속, 운전자의 반응 및 차량 조작 상태의 분석을 위한 조타 각 및 각종 스위치 조작 정보를 추출하기 위해 <표 4>와 같이 사고기록장치는 구성되어야 한다.

<표 3> Haddon matrix: 사고기록장치 기록

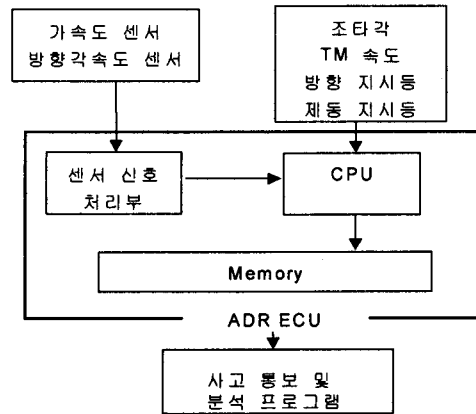
Factor Type	인간	속도	환경
충돌 전	안전벨트 사용 핸들 조작 브레이크 조작	Speed, ABS, 기타상태	충돌 동안 조건
충돌	에어백 자료	충격자료 $\Delta V$ (가속도) 팽창시간	위치
충돌후	사고 자동 통보	사고 자동 통보	사고 자동 통보

2) 시스템 구성

본 연구에서의 사고기록장치에는 <그림 3>에 보여지는 것처럼 차량의 충돌을 감지하고 동적 거동을 분석하기 위한 종/횡 방향의 가속도 센서, 운전자의 반응 및 차량 조작 상태의 분석을 위한

조향각 센서 및 각종 스위치 조작 정보의 입력을 위한 장치들이 있고, 이들 데이터를 저장할 메모리, 사고기록장치를 제어할 마이크로 프로세서 등으로 구성된 사고기록장치의 전자제어장치와 사고 재구성 해석 프로그램 등으로 구성된다.

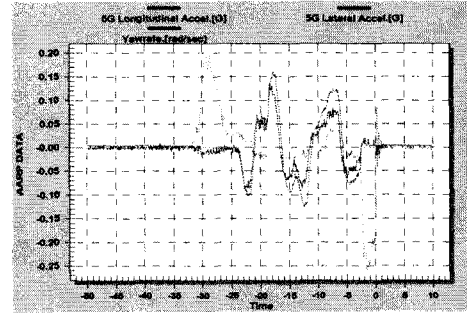
사고기록장치 저장 정보는 차량 동적 거동에 관련하여 종/횡 가속도, 차속 데이터가 있으며 운전자 조작과 관련해서는 조향각, 방향등, 제동여부와 가속여부 등이 있다.



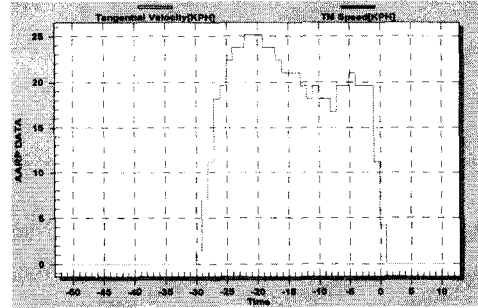
<그림 3> 사고기록장치 개념도

<표 4> 사고기록장치 기능 요소

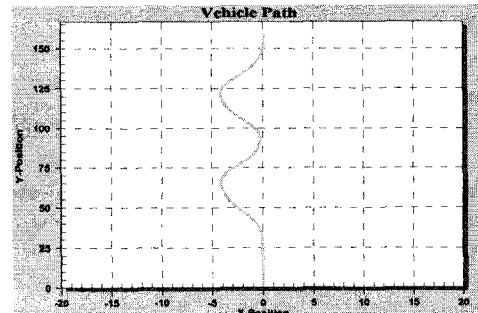
입력	차량 거동	종방향 가속도
		횡방향 가속도
	운전자 조작	브레이크
		스티어링
		방향 지시등
		타코미터
		속도계
		기어 선택 위치
해석 출력	차량 거동	차량 위치정보 수집
		종횡 가속도
		차체 속도
		방향 각속도
		방향각
		회전 반경
		차량 궤적
		롤 각
	충돌 정보	피치각
		충돌 각도
		충격량
		Delta V
	운전자 조작	상대차량 속도 추정
		브레이크,
		스티어링
		방향 지시등
추가 정보	운전자 조작	타코미터
		속도계
	추가 정보	기어 선택위치
		차량 운행정보 수집
		차량 각부 센서 정보 수집
		차량동력계통 정보 수집
		차량의 각부 작동상황 정보 수집
		차량 고장진단 정보 수집
		실시간 차량 주행상태 분석
		실시간 차량 상태 이상여부 판단
실시간 원격 데이터 전송		
집결지(차고지) 진입시 자동 데이터 전송 및 저장		
차량정보 관리 및 DB화		



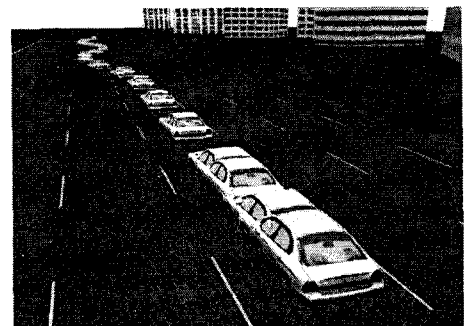
(a) 가속도와 요속도



(b) TM과 측정된 속도



(c) 차량 궤적



(d) 그래픽 처리

<그림 4> 사고기록장치 개념도

나. 사고기록장치를 이용한 사고 해석 및 재현 과정 예

교통사고 발생시 사고기록장치를 장착한 차량의 동적 거동을 분석하기 위한 종/횡 방향의 가속도 센서, 운전자의 반응 및 차량 조작 상태의 분석을 위한 조향각 센서 및 각종 스위치 조작 정보의 입력 자료 등을 자동적으로 수집된다. <그림 4>는 사고기록장치를 이용하여 사고차량의 속도, 가속도를 수집하여 차량궤적을 재현하고 그래픽 처리한 것을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 별다른 사고 관련을 수집하지 않고 장치에서 제공되는 정보를 이용하여 사고를 해석할 수 있다.

다. 사고기록장치의 규격

사고기록장치 구성에 있어서 가장 중요한 부분인 검지 센서는 사고기록장치의 목적에 부합하고 사용자의 편의 등을 고려하여 다음과 같이 충돌 감지 목표를 설정하여 규격을 작성하였다.

- 험로 주행이나 차문 닫음, 후드 닫음 등의 경

우 차체에 충돌과 비슷한 크기의 가속도가 작용할 수 있다. 따라서 이들 경우와 충돌을 구분해 낼 수 있어야 한다.

- 에어백 폭발 조건보다 약간 작은 충격까지를 포함하며, 정면/측면/후방 충돌을 모두 감지한다.

- 충돌 감지에 소요되는 시간이 중요한 요인이 아니므로 주요 제한조건에서 제외하며, 충분한 시간을 갖고 신뢰성 있는 충돌감지를 하도록 한다.

이러한 조건을 만족시키면서 충돌을 신뢰성 있게 감지하기 위하여 충돌 현상을 잘 표현할 수 있는 변수 즉, 물리량을 선정하여야 한다. 충돌을 표현할 수 있는 여러 종류의 물리량에 대하여 전문적인 목표를 효과적으로 달성할 수 있는지를 검토하여, 가속도와 속도 변화( $\Delta V$ )의 두 변수를 충돌 감지를 위한 물리량으로 선택하여 규격을 만들었다.

사고기록장치의 주요 기능은 충돌의 자동 감지,  $\Delta V$ 와 PDOF 등의 계산 및 차량 거동의 측정 등이다. 충돌 판정 그리고  $\Delta V$ 와 PDOF 계산을 위해  $\pm 50G$  측정범위인 dual-axis capacitance형 가속도계를 사용한다. 한편, 통상적인 차량 주행에서 가속도의 측정을 위해서는  $\pm 5G$  범위인 두개의 single-axis capacitance형 가속도계와 측정 범위  $\pm 100^\circ/\text{sec}$ 인 하나의 yaw-rate 센서를 사용한다. 충돌 동안 가속도의 특성이 정상 주행 동안의 것과는 매우 많이 다르기 때문에 서로 다른 측정 범위의 가속도계와 서로 다른 표본 빈도를 사용한다. 또한, 기록된 자료를 저장하는 동안 입력 전원이 꺼지더라도 기록된 자료를 보호할 수 있는 FeRAM을 사용한다. 사고기록장치와 더불어 반드시 갖추어야 할 것은 재구성 해석 프로그램이다. 사고기록장치에 기록된 자료를 읽어 들인 후 차량 궤적을 재현할 수 있다. 이와는 별도로 재구성 해석 프로그램이 없이도 사고를 재현을 하기 위해서는 차량 내부에 카메라를 설치하여 사고 장면을 녹화할 수 있도록 한다. <표 5>는 시스템 개발시 사고기록장치의 최소 규격을 요약한 것이다.

#### 4. 시스템 도입 활성화를 위한 제안

##### 가. 의무 장착을 위한 관련 법률 검토

사고기록장치는 운행기록계를 의무 장착화하는 목적과 마찬가지로, 운전자의 운전 행태에 대한 기록이 저장되므로 인해, 운전자가 운전시 과속

<표 5> 사고기록장치 규격

Data Item		Specification
가속계	범위	충돌 감지 등을 위해 $\pm 50G$
		사고 재현을 위해 $\pm 5G$
	검지 방향	축, 횡방향
샘플 주기	충돌 감지 등을 위해 200 Hz	
	사고 재현을 위해 20 Hz	
요 센서	범위	$\pm 100 \text{ deg./sec}$
	샘플 주기	20 Hz
운전자 조작 상태		핸들 조작, 타코미터 속도, 브레이크, 기어상태, 엔진속도
메모리	크기	32KB FeRAM
		1MB flash memory
기록 시간		-10sec~+10sec

또는 부주의한 운전을 스스로 자제하게 하는 목적과 사고시 사고에 대한 정확한 원인규명을 가능케 함으로써 효율적인 교통사고처리와 불필요한 법정경비 및 소요시간을 단축시키려는 목적이 라고 할 수 있다. 또한 정확한 원인 규명이 가능함에 따라 무책임한 운전을 막는 효과를 거둘 수 있다.

그러나, 현행 운행기록계에는 과속에 대한 기록과 사고시 제동한 기록 이외의 사고분석을 위한 자료를 기록치 않는다. 현행 운행기록계의 기록 자료로는 진행방향의 순간속도만을 파악할 수 있으므로, 충돌사고 전·후의 사고조사목적을 위한 차량의 동적 거동을 파악할 수 있는 자료 즉, 사고 전·후 7단계 과정에서의 차량의 위치 및 속도, 진행방향 및 위상변화, 충돌시 충돌한 시간 및 충격위치, 충격방향과 관련 장비의 조작상태 등을 파악하기에는 한계가 있다.

따라서 현행 운행기록계의 기능에 교통사고조사 목적에 적절한 충돌해석기능이 포함된 운행기록장치는 교통사고조사 및 사고를 예방하는 차원에서 바람직하다고 생각된다.

“자동차안전기준에 관한 규칙 제56조”에 운행기록계에 대한 관련규정이 정의되어 있다. 대상차량으로는 고압가스안전관리법시행령 제2조의 규정에 의한 고압가스를 운송하기 위하여 필요한 탱크를 설치한 화물자동차, 소방법시행령 제16조의



규정에 의한 지정수량 이상의 위험물을 운반하기 위하여 필요한 탱크를 설치한 화물자동차, 쓰레기 운반전용의 화물자동차 및 최대적재량 8톤 이상 화물자동차 등이 대상이다. 한편, 자동차관리법에서는 운행기록계를 설치하는 않는 등 안전기준에 적합하지 아니한 자동차를 운행하거나 운행하게 한 때에는 법 제29조제1항에 의거하여 3만원의 과태료에 처분할 수 있도록 규정하고 있다. 아울러 도로교통법 제50조의 4(특정 운전자의 준수사항)에 운행기록계의 미설치 운행, 고장방치 된 상태로 운행 또는 본래의 사용목적대로 사용하지 않을 경우에 대한 행정처분으로, 벌점을 부과 및 범칙금을 부과할 수 있도록 운행기록계에 대한 규제를 강화하였다.

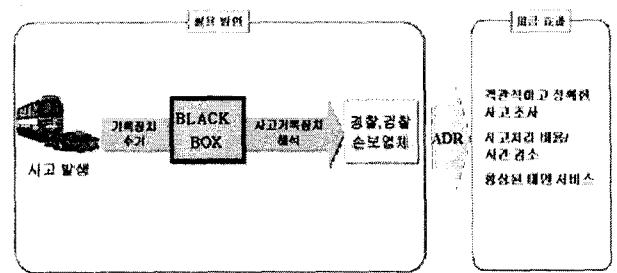
따라서 자동차 안전기준에 관한 규칙을 개정하여 현재 운행기록계를 장착하고 있는 차량에 대하여는 차량용 교통사고기록장치가 부착된 운행기록계를 의무적으로 대체하여 장착토록 하되, 즉각적인 대체로 인한 혼란을 막고, 경제적인 손실을 최소화하기 위하여 신규 차량에 한하여 사고기록장치를 포함한 운행기록계를 장착하도록 하는 방안이 적절할 것으로 판단된다. 또한 사고기록장치 효과를 평가한 후에, 요금계산기에 운행기록 기능이 함께 설치되어 있는 택시의 경우와 장시간 혼잡한 도로상에서 운행하므로 교통사고의 위험에 노출되어 있는 시내, 시외버스 및 일반택시에 대해 의무 장착 실효성에 대한 연구를 수행한 후 이를 바탕으로 시행해 나가도록 하는 것이 효과적일 것이다. 또한 사고기록장치의 신뢰성 있는 설치운행을 위하여 형식표준, 성능표준 및 시험표준에 대하여 KS 표준의 신설이 필요하다고 하겠다.

#### 나. 시스템 도입 활성화를 위한 비즈니스 모델 개발

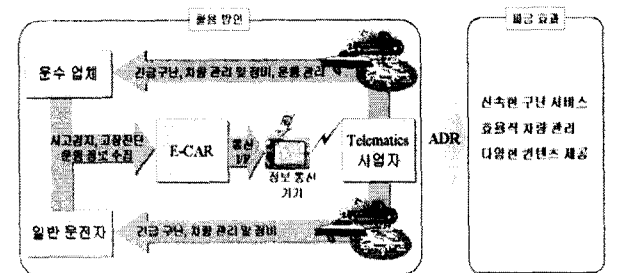
현행 운행기록계는 차량 속도 기록 외에는 다른 기능을 갖고 있지 못하므로 교통사고 발생시 사고 분석에는 한계가 있다. 따라서 차량 운전조작, 브레이크 상태 등을 기록할 수 있는 사고기록장치 도입 활성화를 위해서는 화물차, 대형버스 등의 의무적으로 장착하도록 되어 있는 운행기록계를 대체하는 모델 도입이 필요하다고 하겠다. 여기에 승용차를 대상으로는 의무 장착보다는 손

해보험 업체와 연계하여 장착 차량에 한하여 보험요율을 낮출 수 있는 제도 도입을 제안한다.

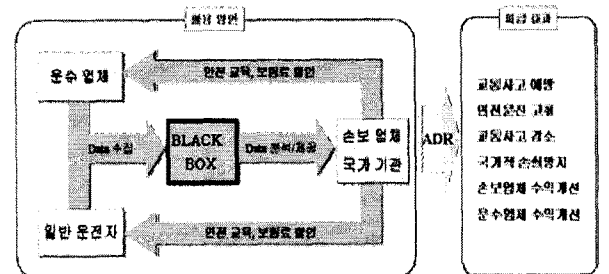
자동차 제조사에게는 신속한 구난 서비스, 차량주행 안내 등의 교통정보를 제공할 수 있는 텔레매틱스와 연계를 통해 운전자에게 고급 교통정보 제공과 안전운전을 확보할 수 있도록 한다. 운송업체에서는 사고기록장치의 부수적인 기능을 통해 운전자들이 운전습관을 지속적으로 파악하여 과속 등이 운전습관이 불량한 경우에 교육을 시켜 사고예방과 안전운전을 하도록 유도함으로써 운수업체의 수익을 개선시킬 수 있을 것이다.



(a) 국가기관 및 손해보험사 대응형



b) 텔레메틱스형



c) 운수업체 (물류, 렌트카) 대응형

<그림 6> 시스템 도입 활성화를 위한 비즈니스 모델

### III. 결론

빈발하고 있는 자동차 충돌 사고에서 사고 상황에 대한 과학적인 해석은 차량 사고의 급격한 증가와 함께 그 중요성이 최근 강력히 인식되고 있다. 또한, 교통사고 방지책의 효과적인 실시를 위해서는 사람, 차, 환경 등 종합적 입장에서 교통사고의 조사와 분석을 실시하여, 발생상황을 정확하게 파악하는 것이 더욱 필요하다. 전통적인 사고 재현은 사고 현장에 남겨진 타이어의 skid mark와 사고 차량의 파손 정도, 차량의 최종 정지 위치와 목격자 진술 등을 바탕으로 이루어져 왔다. HVE, PC-CRASH 등의 사고 재현을 위한 프로그램들을 활용하여 사고에 대한 정확한 분석과 재현을 하려는 노력이 이루어져왔으나 이러한 방법은 도로 상황, 차량 상태 등에 대한 불확실한 요소를 포함하고 있어 정확한 사고의 재구성에 많은 한계가 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위한 방안으로 본 연구에서는 신뢰할 수 있는 과학적 자동차 충돌 사고 해석, 효과적인 교통사고 구조 및 방지 대책의 수립, 안전도를 재고하는 차량 설계 그리고 텔레매틱스(Telematics)와의 연동을 통한 ITS 구현 등의 목적을 위하여, 사고 당시 차량의 각종 운행 데이터를 기록하고 이를 바탕으로 사고의 원인 및 사고 당시 차량 거동과 운전자의 반응을 분석할 수 있는 사고 기록 장치, 일명 블랙박스에 대한 개발 및 시험 동향을 최근 북미, 유럽, 일본 등 해외 선진국 자료를 토대로 분석을 하였다.

또한 해외 사고기록장치와 관련 자료의 분석 결과를 토대로 시스템 구성과 기능요소를 차량의 충돌을 감지하고 동적 거동을 분석하기 위한 종/횡 방향의 가속, 운전자의 반응 및 차량 조작 상태의 분석을 위한 조타 각 및 각 종 스위치 조작 정보를 추출할 수 있도록 시스템 구성과 기능 요소를 선정하였다. 또한 사고기록장치를 이용하여 다양한 사업이 이루어 질 수 있도록 사업 모델 제시와 함께 관련 법률을 검토 하여 시스템 도입 활성화 방안을 제시하였다.

선진국에 비해 초보적인 수준에 머무르고 있는 사고 해석 업무를 과학적으로 지원해 주어 자동차 충돌 사고를 신뢰성 있게 구성하는 데 직접 적용할 수 있을 것이다. 사고기록장치 장착의 활성화로 과학적인 교통사고 조사가 이루어지면 교통사고 원인 분석의 불신으로 인한 교통사고 당

사자들의 불만을 최소화 할 수 있으며 이로 인한 시간적, 경제적 손실을 최소화하여 국가 경쟁력 향상에 기여할 수 있다. 또한, 사고 자동 통보 및 유고관리 시스템 개발로 응급구호체계 시장 활성화가 가능하게 되고, ITS 사업의 핵심 부분인 교통 관련 정보제공 측면에서 교통정보 수집원의 부족한 상황에서 본 시스템은 정확한 정보를 수집할 수 있으므로 향후 텔레매틱스 사업에 획기적으로 기여 할 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

- 1) 윤헌중 외 4인, "차량용 사고기록 장치에 대한 소개", 한국법과학지 제2권 3호, pp.210~215, 2001.
- 2) 도로교통안전관리공단, "2005년판 교통사고 통계 분석", 2006
- 3) 건설교통부. 건설교통부, 2006년도 교통안전시행계획, 2006
- 4) 도로교통안전협회, "자동차 충돌해석장치(Black Box) 개발에 관한 연구", 1997
- 5) IEEE Project 1616 Draft Standard Site; <http://grouper.ieee.org/groups/1616/home.htm>
- 6) M. Guzek, Z. Lozia, "Possible Errors During Accident Reconstruction Based on Car Black Box Records," SAE 2002-01-0549, 2002.
- 7) A. German, J.-L. Comeau, B. Monk, K. J. McClafferty, P. F. Tiessen, J. Chan, "The Use of Event Data Recorders in the Analysis of Real-World Crashes," Proc. of Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XII, London, Ontario, 2001.
- 8) NHTSA EDR Working Group, Event Data Recorders-Final Report, NHTSA, US DOE, 2001.
- 9) T. Nishimoto, Y. Arai, H. Nishida, K. Yoshimoto, "Development of High Performance Driver-Recorders for Measuring Accidents and Near Misses in the Real Automobile World," JSAE Review, Vol.22, pp.311-317, 2001.
- 10) NHTSA EDR Working Group, Event Data Recorders-Final Report, NHTSA, US DOE, 2001.