

블랙박스 기법을 이용한 교통사고 분석

Traffic Accident Analysis using Blackbox Technique

상지대학교 안양대학 (주) 비츠로시스 수원대학교

홍유식 김천식 윤병주 조영임

개요

교통사고를 재현 하기위해서는, 블랙박스를 이용해서 교통사고 전의 30초 데이터를 자동으로 저장해야된다. 블랙박스 장치는 충돌 교통사고를 자동으로 검출할 수 있고, 사고전후에 미리 정의한 기한동안에 차량 동역의 그리고 운전사 기동을 기록할 수 있다. 그러나 뺑소니운전자를 붙잡는 것은 쉽지 않다. 왜냐하면, 2시간 또는 3시간 후에는, 범인이 증거를 제거하기 수 있다. 그러므로, 교통사고 현장에서 뺑소니 운전자를 검거하기위해서, 본 논문에서는 조적 질문 언어 서버와 한 부속 데이터베이스를 이용한 알고리즘을 개발하였다.

Abstract

In order to reproduce the traffic accident, It must save the data automatically which traffic accident 30 seconds before using black box. The Black Box can detect traffic crash accidents automatically, and record the vehicle's motion and driver's maneuvers during a pre-defined time period before and after the accident. But, it is not easy for the police to catch running away criminal. Because, criminal can remove proof if it is 2 hours or 3 hours at least. Therefore, in this paper, in order to catch a hit and run driver in the traffic accident road, it developed an structured Query Language Server and made parts database algorithm.

I. 서론

OECD에 가입한 30개국을 상대로 차량 만대당 사망자 수가 몇 명인가를 조사해본 결과 스위스, 스웨덴, 노르웨이 1.1명 / 영국, 일본, 네덜란드가 1.2명 / 독일이 1.3명 / 호주, 아이슬랜드가 1.4명 등으로 나타났고 헝가리가 4.8명으로 가장 많은 것으로 나타났다. 우리나라는 4.6명으로 30개국 중 29번째로 나타났다[1].

보통 교통사고는 야간에 전체교통사고의 49%, 주간에 51%이고 사망사고는 그 반대로 야간에 51%, 주간에 49%의 비율로 발생합니다. 참고로 교통사고와 관련하여 작년 2003년 한 해동안 24만여건의 교통사고가 났고 그 중 사망사고가 6,761건, 총 사망자수는 7,212명이라는 통계가 있었다. 이처럼 우리나라에서 교통사고가 빈번한 이유는 교통여건이나 여러 환경이 선진국에 비해 상당부분 열악함으로 인한 것으로 시급한 대책이 필요함을 알 수 있다. 우리나라 국토의 특성상 전국의 70%가 산악지대로 도로형성시 오르막과 내리막이 많고 산의 경사로 인해 커브구간이 많은데 커브구간은 사고가 많이 발생하는 지역으로 교통사고를 줄이는데

가장 큰 걸림돌이 되고 있다. 일본 등 해외 선진국에서는 신뢰할 수 있는 과학적 충돌 사고 해석, 효과적인 교통 사고 구조·방지 대책의 수립, 안전도를 제고하는 차량 설계 그리고 텔레매틱스(Telematics)와의 연동을 통한 ITS(Intelligent Transport Systems) 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(Event Data Recorder, EDR) 일명 블랙박스에 대한 개발 및 시험이 활발히 이루어지고 있다 [2-3].

차내에 장착하는 EDR은 전혀 새로운 개념이 아니다 이와 유사한 초보적인 장치들은 이미 수십년전부터 북미와 유럽 등지에서 개발이 이루어져 왔다. 미국에서는 1970년대 연방고속도로안전국(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)에서 차량의 충돌 신호를 저장할 수 있는 장치를 개발했으며, 1974년에 1000여대의 차량에 장착하여 시범운행을 하였다 [4-5]. 1992년에는 유럽연방에서도 동일한 장치의 개발

을 위하여 프로젝트를 진행하였으며 850대의 차량에 시범운행을 실시한 바 있다. 이 시범운영 결과 사고율은 평균 28% 감소하였으며 사고 비용은 48% 감소하였다고 보고되었다.

WHO는 2020년 상해나 사망의 3번째 주요 원인으로 차량사고를 예상하고 있으며, 미국의 경우 모든 수송사고의 90%는 차량에 의해 이루어진다. 2001년 한해 대략 600만건의 사고가 있었고 그중 4만명 가량이 사망하고 300만명 가량이 상해를 입었다. 평균적으로 매 4-5초 간격으로 차량사고가 있는 것이다.

2. 블랙박스를 이용한 교통사고분석

뺑소니 교통 사고시, 가해자와 피해자를 정확하게 구별하기 위해서는, 블랙박스를 이용해서 교통사고 30초 전의 데이터와 교통사고후 30초후의 데이터를 기록할 필요가 있다. 블랙박스(EDR)는 충돌을 감지하는 방법으로 EDR 내부 가속도계를 사용하거나, 수동조작에 의해 충돌을 감지할 수 있다. 일단, 충돌 사고를 감지하면 EDR은 사고 전후 일정 시간동안 차량의 움직임, 운전자의 행동들과 관련된 자료들을 기록하며, 이러한 기록 자료들은 충돌 사고 해석을 위한 재구성 해석프로그램에서 활용된다. 이와 같이 하여 사고현장에서 차량의 궤적을 재현할 수 있고 또한, 충돌 사고 해석에서 주요한 ΔV와 PDOF(Principle Direction of Force: 주력방향) 등을 계산할 수 있다.

ΔV는 식 (1)과 같이 충돌 차량의 속도 변화를 나타내는 벡터량으로 정의¹²⁾되며, 통상 그 크기를 ΔV라고 부르기도 한다.

$$\Delta V = \Delta V_x i + \Delta V_y j \quad (1)$$

$$\approx \int_0^{t_{sep}} a_x dt i + \int_0^{t_{sep}} a_y dt j$$

ΔV는 2차 충돌 즉, 승객과 차량 내부와의 충돌 속도를 추정할 수 있게 하기 때문에, 충돌 정도나 승객의 안전도를 평가하는 기준으로 널리 사용되고 있다. 식 (1)에서 t_{sep}는 차량의 가속도가 0G로 복귀하는 충돌 분리 시간을 의미하며, 충돌 지속 시간으로 이해할 수 있다. 한편, PDOF는 충돌 단계에서 충격력이 작용하는 방향을 의미하며, 결국 벡터량 ΔV의 각도(속도변화각)가 된다. 순간 주력방향(Instantaneous PDOF)과 평균 주력 방향(Average of PDOF)으로 구분할 수 있으며,¹²⁾ 식 (2)로 표현할 수 있다.

$$Instantaneous\ PDOF = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta a_y}{\Delta a_x}\right) \quad (2)$$

$$Average\ of\ PDOF = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta V_y}{\Delta V_x}\right)$$

3. 충돌 사고 특성 및 감지

자동차 충돌 사고 재구성 해석에서 차량의 동적 거동은 사고의 진행 과정에 따라 그림 1과 같이 충돌 전 거동, 충돌 거동, 충돌 후 거동의 3단계로 나눌 수 있다.

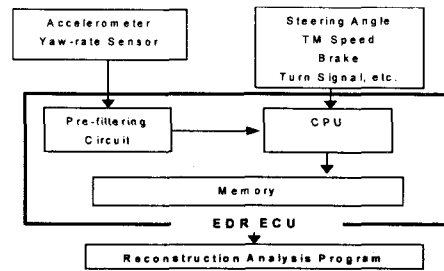


그림 1. EDR 블록 다이어그램
Fig. 1 Block diagram of the EDR

- 1) 충돌 전 거동: 충돌 사고 원인을 규명하고 운전자의 운전 습성에 관한 정보 제공.
- 2) 충돌 거동: 차량 파손과 승객 부상이 발생하며, 충돌 안전성 향상에 필요한 정보 획득.
- 3) 충돌 후 거동: 충돌 후 차량의 거동을 분석하고 2차 충돌의 원인 등을 분석.

충돌 감지를 위한 변수를 결정한 후에는, 충돌사고 인식 임계점을 결정해야 한다. 그러나, 해석적으로 경계를 결정하는 것은 가능하지 않으므로 충돌로 오인하는 사건들도 구분하여 잘 판정해야 한다.

그림2는 블랙박스를 이용하여 교통사고 30초전과 교통사고 30초 후의 데이터를 저장 하는 과정을 설명하고 있다.

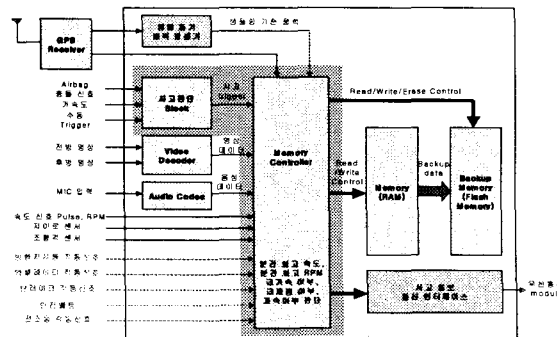


그림 2 자동차용 블랙박스 H/W의 블록도
Fig. 2 Block diagram of vehicle black box H/W

우선, 가속도 값이 임계점을 넘어서면 충돌 인식 알고리즘을 시작하는 Pre-Trigger 부분과 가속도를 적분하여 구한 속도 변화가 또 다른 임계점을 넘어서면 충돌로 판정하는 충돌 판정부분이 있다. 현재 개발한 EDR에는 5G 측정 범위의 가속도 센서가 종/횡 방향으로 각각 1개씩 있고 50G 범위 종/횡 방향 2축 가속도 센서가 1개 있다. 50G 가속도 센서는 출력 전압 당 가속도 크기가 크므로 잡음 등에 의해 영향을 받을 가능성이 크므로 5G 가속도 센서를 이용하여 충돌 인식 알고리즘 시작을 결정하도록 하며, 가속도 크기는 종/횡 방향 가속도의 벡터합으로 계산한다. 가속도 센서의 0-Offset Drift 문제를 해결하기 위하여 가속도 센서의 초기 출력값을 저장하고 있어야 한다. 또한 0-Offset Drift가 큰 경우 실제 가속도는 임계값을 넘어섰는데도 센서 출력이 포화되어 측정 가속도가 임계

값을 넘지 못하는 경우도 발생할 수 있으므로 종/횡 방향 어느 축이라도 포화영역을 넘어서면 Pre-Trigger 한다. 충돌 판정부분에서는 종/횡 방향 50G 가속도 센서의 출력값을 일정 시간동안 적분하여 그 백터합으로 속도 변화의 크기를 구하고 그 값이 어떤 임계값을 넘어서면 충돌로 인식하도록 한다. NHTSA 충돌 실험 자료를 활용하여 앞서 언급한 충돌 감지 목표와 Table 6에서 제시한 충돌 감지 사양을 달성할 수 있는 적분 시간, Pre-Trigger 임계값 그리고 속도 변화 임계값을 설정하였다.

4. 데이터베이스 설계

한국에서도 부품에 대한 데이터베이스 구축을 통해서 범인을 효율적으로 검거할 것으로 기대가 된다. 그러나 범죄자의 특성상 하루나 이틀이면 부품이 교체되고 부품이 교체된 후에는 범인에게 진술을 받기가 매우 어렵다. 따라서 각 정비업소의 모든 부품관련 구매 및 정비관련 이력데이터베이스를 구축하여 중앙에서 전산 관리를 한다면 향후 시간에 다소 지체되더라도 뺑소니 범인을 검거하는 것이 더욱 원활할 것으로 기대한다. 이와 같은 이유로 본 절에서는 데이터베이스 설계를 위한 모델링 및 데이터베이스 설계를 제안하고자 한다.

그림 3 은 부품 데이터베이스를 위한 관계형 데이터베이스 구축을 위한 E-R 모델링이다.

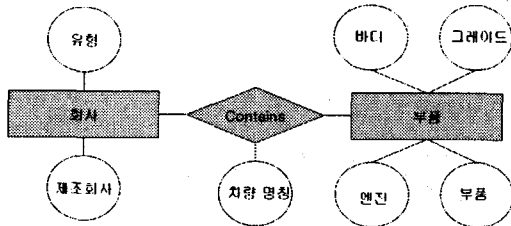


그림 3 교통사고 E-R 다이어그램

Fig. 3 ER-Diagram for traffic accident

관계형 데이터베이스 구축을 하기 위해서는 관계형 데이터베이스 내에 구축해야할 테이블의 구조를 정의해야한다. 이 구조에 대한 간략한 정의를 스키마라고 한다. 표1은 이를 정의한 것이다.

표 1 부품데이터베이스 구조

필드이름	타입	의미
company	varchar(50)	제조회사
type	varchar(50)	차량구분
name	varchar(200)	차량명칭
body	varchar(200)	바디
grade	varchar(200)	그래이드
engine	varchar(200)	엔진
part	varchar(200)	부품명칭
picture	varchar(200)	부품그림

본 논문에서 사용된 표1의 내용은 다음과 같다.

- 제조회사 : 현대, 기아, 삼성, 쌍용
- 차량구분 : 승용, 상용, R/V
- 차량명칭 : 현대 (소나타I, 소나타II 등)
- 바디 : 예) 클릭 (5도어웨곤)
- 그래이드 : 예) 클릭 (top, gls, gl)
- 엔진 : 예) 클릭(1.3L, 1.6L, 1.5L, 1.4L)
- 미션 : 예) 클릭(MPI-DOHC,

MPI-SOHC)
미션 :5단 수동, 4단 오토

테이블의 생성은 마이크로 소프트 SQL 서버에서 하므로 그림 4 의 CREATE TABLE 구문은 테이블을 생성한다.

```
CREATE TABLE (database.[owner.]
table_name
(
column_name datatype [identity | constraint | NULL | NOT NULL]
[. ....] )
```

그림4. 교통사고 SYNTAX 표 생성

Fig. 4 Creation for traffic accident syntax table

그림 5는 자동차 부품을 관리하기 위한 데이터베이스 스키마를 생성하는 언어이다.

```
CREATE TABLE car (
MID int IDENTITY(1,1)
COMPANY varchar(50) NOT NULL,
TYPE varchar(50) NOT NULL,
NAME varchar(200) NOT NULL,
BODY varchar(200) NOT NULL,
GRADE varchar(200) NOT NULL,
ENGINE varchar(200) NOT NULL,
PART varchar(200) NOT )
```

그림 5 교통사고 부품 테이블 생성 SQL

Fig. 5 Creation for traffic accident part table

그림 6의 INSERT INTO 질의어를 사용하면 테이블에 한 개의 레코드를 추가할 수 있고, 이를 잘 사용하기 위해서는 생성된 테이블의 구조를 정확히 알고 있어야 한다. 이 질의어의 구문은 다음과 같다.그림 7은 그림 6의 구문을 이용하여 부품 데이터베이스에 데이터를 삽입하는 예제이다.

```
INSERT INTO car VALUES('현대', '승용', 'EF-쏘나타(EF SONATA) 02MY', '4도어', 'GLS', '1.8L', '라벨-타이어')
INSERT INTO car VALUES('현대', '승용', 'EF-쏘나타(EF SONATA) 02MY', '4도어', 'GLS', '1.8L', '클립-스페어 타이어')
INSERT INTO car VALUES('현대', '승용', 'EF-쏘나타(EF SONATA) 02MY', '4도어', 'GLS', '1.8L', '브라켓트 어셈블리-스페어 타이어 마운팅')
```

```
SELECT [ALL | DISTINCT][TOP n
[PERCENT][WITH TIES]]
[INTO new_table]
[FROM <table_source>]
[WHERE <search_condition>]
[GROUP BY [ALL] group_by_ expression [...n]]
[HAVING <search_condition>]
[ORDER BY {column_name [ASC, DESC]} [...n]]
```

그림 7 교통사고 데이터 조회

Fig 7. Searching for traffic accident data.

뺑소니 교통사고가 일어났을 경우 경찰관의 모바일 단말기를 이용하여 실시간으로 사건과 사건자료를 경찰청 서버에 등록한다면 빠르게 범인을 검거할 수 있을 것이다. 따라서 경찰관의 단말기로 경찰청 서버에 사건과 사건자료를 등록하기 위한 프로세스는 다음과 같다.

1. 모바일 단말기로 사건을 입력하기 위한 경찰관 인증
2. 해당 소속 경찰서의 승인 및 경찰관에게 사건번호 부여 및 경찰청에 사건번호 등록
3. 경찰관의 실황조사서 작성 및 저장요청
4. 경찰청의 실황조사서 검증 및 경찰청 DB에 실시간 저장

이러한 프로세스에 대한 세부 사항은 다음과 같다. 뺑소니 사고가 발생하였을 경우, 경찰관은 사건 번호를 부여 받은 후 모바일 용 104문서인 실황조사서를 작성하게 된다. 실황조사서에는 먼저 사고지점인 기본 정보를 입력 한 후 사고 중별에서 "뺑소니 사고"를 입력하게 된다.



그림 8 PDA를 이용한 교통사고 조회
Fig. 8 Searching traffic accident using PDA

뺑소니 운전자를 검거하기 위한 전담반이 파견되어 선진과학장비를 이용하여 현장에 떨어진 미세한 잔해를 수집해서 가해자를 검색하는 과정을 그림 9는 보여준다..

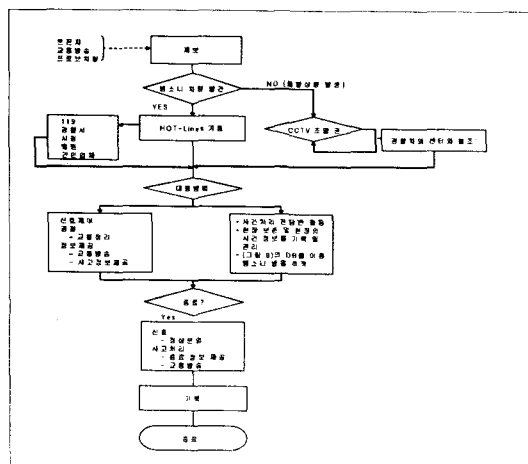


그림 9 교통사고판단 플로우차트
Fig. 9 Flowchart of decision for traffic accident

5. 결론

본 논문에서는 뺑소니 교통사고시 정확한 증거확보를 위해서, 차량에 장착한 EDR 시스템에서 적절한 충돌 감지를 위한 알고리즘, EDR 저장데이터를 활용하는 재구성 해석 방법 그리고 실험에 의한 신뢰도 및 실용성 확보 과정을 제시하였다. 뿐만아니라, 전체 교통사고가 감소하고 있지만 뺑소니 교통사고에 대한 건수는 줄고 있지 않고 있다. 특히 이와 같은 사건은 누가 언제 어떤 형태의 사고를 발생했는지 알 수없고, 그 결과 범인을 검거하기 위한 과학적인 수사체계가 절실히 필요한 분야이다.

그러나 아직까지 과학적인 체계와 투자가 뒤따라지 못하고 있는 상황인데, 이에 본 논문에서는 데이터베이스 설계를 통해서 교통사고 현장에서의 충돌 및 추돌 사고후에 생기는 잔여부품을 현미경과 같은 도구로 알아낸 후 본 논문에서 정의한 데이터베이스에서 부품정보를 검색하여 범인을 검거하는데 도움을 주고자 한 것이 본 논문의 기여이다. 또한, 사고 자동 통보 및 유고관리 시스템 개발로 응급구조체계 시장 활성화가 가능하게 되고, ITS 사업의 핵심 부분인 교통 관련 정보제공의 정확도에 획기적으로 기여 할 수 있을 것이다.

References

- [1]황성채, "뺑소니 사건의 예방 및 대책에 관한 고찰", 한국경찰학회보, 2004
- [2]임승현, 조기성, "교통사고현황관리 및 DB 구축을 위한 GIS에 관한 연구", 대한토목학회논문집 D, 2004
- [3]김병철, 박기현, 한민홍, "사고음 인식에 의한 교차로 교통사고 감지", 한국경영학회/대한 산업공학회 춘계공동학술대회, 2001.
- [4] 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.
- [5]NHTSA EDR Working Group, Event Data Recorders-Final Report, NHTSA, US DOE, 2001.
- [6]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.
- [7]T. Nishimoto, "Vehicle Crash Analysis Based on Own Data Recording," Int. J. Vehicle Design, Vol.32, No.1/2, pp.130-141, 2003.
- [8]J. M. Lawrence, C. C. Wilkinson, B. E. Heinrichs, G. P. Siegmund, "The Accuracy of Pre-Crash Speed Captured by Event Data Recorders," SAE 2003-01-0889, 2003.
- [9]R. Fay, R. Robinette, D. Deering, J. Scott, "Using Event Data Recorders in Collision Reconstruction," SAE 2002-01-0535, 2002.
- [10]A. "Chip" Chidester, J. Hinch, T. Mercer, K. Schultz, "Recording Automotive Crash Event Data." International Symposium on Transportation Recorders, May 3 - 5, 1999, Arlington, VA.