

안전운전 관리시스템 개발

조 준 희* · 이 운 성

국민대학교 자동차공학대학원

Development of a Safe Driving Management System

Jun-Hee Cho* · Woon-Sung Lee

Graduate School of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

(Received 5 April 2006 / Accepted 29 August 2006)

Abstract : Dangerous driving is a major cause of traffic accidents in Korea. It becomes more serious for commercial vehicles due to higher fatality rates. The Safe Driving Management System (SDMS), developed in this research, is a comprehensive solution that monitors and stores driving conditions of vehicles, detects dangerous driving situations, and analyzes the results in real time. The Safe Driving Management System consists of a vehicle movement information controller, a dangerous driving detection algorithm and a vehicle movement data report and analysis program. The dangerous driving detection algorithm detects and classifies dangerous driving conditions into representative cases such as sudden acceleration, sudden braking, sudden lane change, and sudden turning. Both computer simulation and vehicle test have been conducted to develop and verify the algorithm. The Safe Driving Management System has been implemented on commercial buses to verify its reliability and objectivity. It is expected that the system can contribute to prevention of traffic accidents, systemization of safe driving management and reduction of commercial vehicle operation costs.

Key words : Safe driving management system(안전운전 관리 시스템), Dangerous driving detection algorithm(위험 운전 판단알고리즘), Vehicle movement information controller(주행기록계)

1. 서론

경찰청 통계에 따르면 2004년 한 해 동안 22만여 건의 교통사고가 발생하여 6천5백여 명이 사망하고, 34만 여명이 부상을 당하였다. 교통사고의 원인 분석 결과 안전운전불이행, 신호위반, 중앙선침범 등의 위험운전이 주요 원인으로 꼽히고 있다.¹⁾ 사업용차량의 경우 교통사고의 치사비율이 비사업용차량에 비해 월등히 높아 운전자의 위험운전은 더욱 심각한 사회적, 경제적 문제를 초래하고 있다.

이러한 교통사고의 감소 및 안전운전에 대한 사

회적 요구에 부응하여 다양한 형태의 디지털 주행 기록계, 차량용 블랙박스 등이 국내외에서 출시되고 있다.²⁻⁶⁾ 그러나 이러한 시스템은 기본적인 차량 주행 정보 및 운전자의 차량 조작 신호에 관련된 데이터를 검출해서 별도의 메모리에 저장하는 방식이므로, 위험운전 행위의 판별 등과 같은 각종 운행관리 및 사고분석 등을 위해서는 별도의 해석도구를 이용하여 장시간 분석해야 하는 단점이 있다. 따라서 다수의 사업용차량을 운행하는 운수회사에서 운전자의 안전운전 관리를 위하여 이러한 시스템을 사용하기에는 현실적으로 많은 어려움이 있다.

본 연구의 목적은 차량 운행상태의 실시간 모니

*Corresponding author, E-mail: juni@innosim.com

터링을 통해 차량의 주행정보를 기록하고, 운전자의 위험운전 여부를 실시간으로 판단하여 운전행태를 분석하고 이를 통합 관리하는 안전운전 관리시스템(SDMS: Safe Driving Management System)을 개발하는 데 있다. 이 시스템은 운전자의 위험운전을 예방하여 교통사고를 방지하고, 생생한 현장정보 및 분석결과를 이용하여 운전자의 안전운전 습성을 도모하고, 안전운전 관리업무를 체계화하는 데 기여할 수 있다.

2. 시스템 구성

Fig. 1은 안전운전 관리시스템의 시스템 구성도를 보인다. 차량에 장착되는 주행기록계(VMIC: Vehicle Movement Information Controller)는 운전자의 차량 조작행태 및 각종 주행정보를 수집하고, 내장된 위험운전 판단알고리즘을 이용하여 운전 조작에 의한 급가속, 급제동, 과속운행, 급격한 차선변경 및 선회구간에서의 안전속도 미준수 등 각종 위험운전 여부를 실시간으로 분석하고 판단한다.

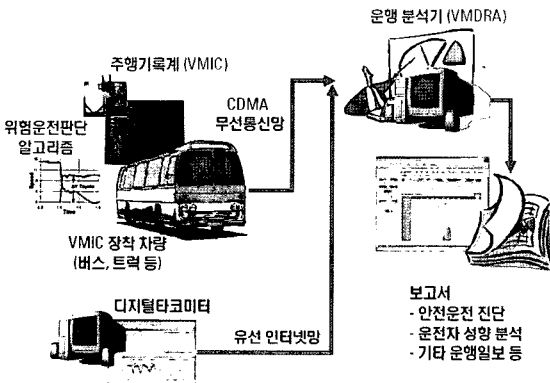


Fig. 1 SDMS configuration

주행기록계에서 수집된 정보와 위험운전 분석 결과는 CDMA 모듈을 통해 통신센터로 전송되고, 운행 분석프로그램(VMDRA: Vehicle Movement Data Report and Analysis)에서 데이터베이스로 구축되어 자동적으로 일일 운행분석, 운행관리 및 위험운전 집계, 운전자의 운전성향 분석 등으로 관리된다.

3. 위험운전 판단알고리즘

3.1 위험운전 구분

본 연구에서 정의한 위험 운전은 운전자의 직접적인 난폭운전, 운전미숙, 졸음운전뿐만 아니라 주변차량이나 도로상태와 같이 주위 환경의 위험요소로 인해 위험상황에 처하는 경우도 포함하였다.

위험운전을 하는 차량, 즉 위험상황에 처한 차량은 사고회피에 성공한다 하더라도 불안한 상태의 운행으로 승차감에 좋지 않은 영향을 미치며 주변차량에 위협감을 준다. 사고회피에 실패한 경우에는 필연적으로 사고가 발생하여 인명과 재산 피해를 초래한다. 또한 위험상황을 자주 만드는 운전자는 그렇지 않은 운전자에 비하여 잠재적인 위험성으로 인해 사고가 발생할 경우 그 피해가 클 가능성이 매우 높다. 따라서 위험운전을 정확하게 판단할 수 있는 알고리즘은 안전운전 관리시스템의 가장 중요한 요소가 된다.

위험운전에 대한 기준설정과 표준화를 위하여 위험운전에 의한 사고를 빈도와 심도로 구분하여 약 30가지의 사고유형으로 정리하였다. 그 유형에는 차선변경 후 선행차량과 추돌, 급추월 차선변경 중 추월차량의 측면과 추돌, 급제동에 의해 후방차량과 정면추돌, 커브길에서 과속으로 인한 도로이탈, 차선변경 후 급제동하여 선행차량과 추돌 등이 포함되어 있다. 이러한 사고 유형을 분석하여 대표성을 갖는 공통점을 요약하면 Table 1과 같다.

3.2 차량 거동 해석

위험운전 판단알고리즘은 Table 1에 정리된 위험

Table 1 Classification of dangerous driving

구분	대표적인 위험운전 유형분류
좌우방향 차량거동	차선변경
	급격한 핸들조작과 차선변경 급추월 차선변경
전후방향 차량거동	급가속
	급제동
	후진
전후좌우 방향의 차량거동	조향+가속
	조향+감속
	급차선 변경 후 급제동
	급감속에 연이은 차선변경 선회중 급제동

운전의 특징을 파악하여 위험운전 유형을 정확하게 판별할 수 있어야 한다. 이러한 위험운전의 특징을 파악하기 위하여 차량동역학 시뮬레이션과 실차시험을 통해 각 위험운전 상황에서의 차량거동을 분석하였다.

시뮬레이션을 이용한 차량거동 해석에는 차량주행조건을 쉽게 변화시키며 차량의 거동을 즉시 관찰할 수 있는 상용소프트웨어인 CarSim⁷⁾을 사용하였다. 실차시험에는 9인승 승합차인 Carnival II와 45인승 대형 버스를 이용하였다. Fig. 2는 실차시험시 위험운전 판단알고리즘 개발을 위한 데이터 처리 절차를 보이고 있다. CAN 통신을 통해 실시간으로 수집한 차속, 중/횡방향 가속도, 요각속도 등의 데이터 후처리와 알고리즘 연산을 위해 LabView⁸⁾ 프로그램을 사용하였다(Fig. 3).

Fig. 4는 차선변경에 대한 시뮬레이션 및 실차시험의 대표적인 결과를 보이고 있는데, 그 경향이서

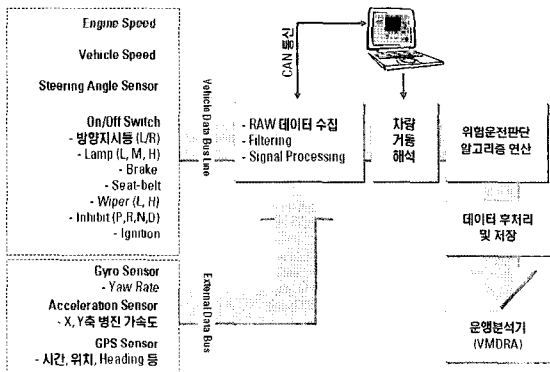


Fig. 2 Data processing procedure

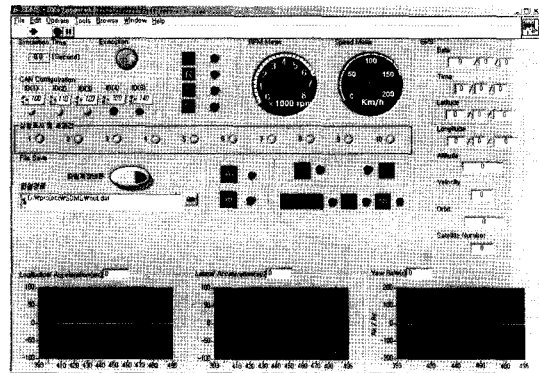
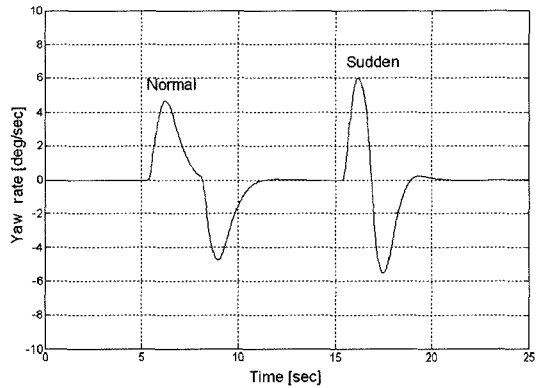
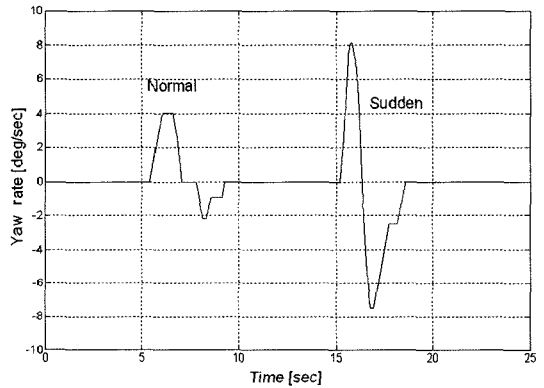


Fig. 3 LabVIEW GUI for vehicle test



(a) Simulation



(b) Vehicle test

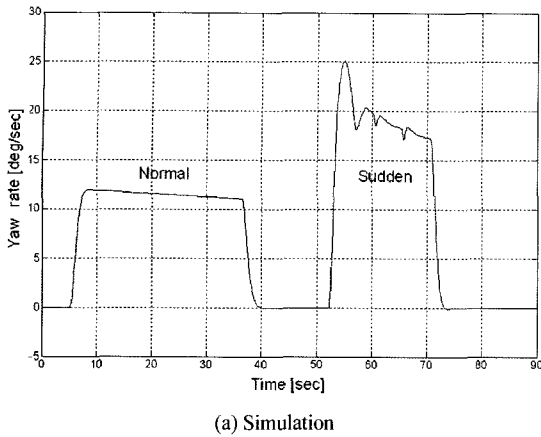
Fig. 4 Lane change results

로 유사함을 확인할 수 있다. 그림에서 Normal은 비교적 완만한 차선변경, Sudden은 급격한 차선변경을 나타낸다. 차선변경 시 차량의 요각속도는 사인파 형상을 나타내며, 급격한 차선변경일수록 요각속도의 최대값은 커지고 사인파의 주기가 작아지는 경향을 보임을 확인할 수 있다.

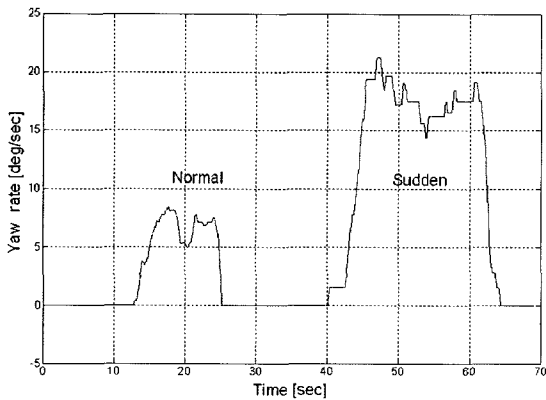
Fig. 5는 선회 시 차량의 요각속도 변화를 보이고 있는데, 시뮬레이션과 실차시험의 결과가 서로 유사함을 확인할 수 있다. 그림에서 Normal은 완만한 선회, Sudden은 급격한 선회를 나타낸다. 선회 시 차량의 요각속도는 선회 구간의 크기만큼 일정 구간 동안 지속적인 값을 가지며, 급격한 선회일수록 그 최대값이 커지는 경향을 보임을 확인할 수 있다.

3.3 위험운전의 실시간 판단

앞에서 기술한 시뮬레이션과 실차시험을 이용한 차량거동 분석을 통해 위험운전 판단을 위한 알고



(a) Simulation



(b) Vehicle test

Fig. 5 Turning results

리즘을 개발하였다. 본 연구에서 개발된 시스템에서는 위험 운전 판단을 위해 차량에 장착된 종방향 및 횡방향 가속도센서와 요각속도센서를 사용한다. 알고리즘 연산에 사용되는 모든 변수를 초기화한 후에 Fig. 6과 같이 각 센서값에서 취득한 데이터의 유형, 주기 및 최대값을 결정한다. 이러한 결과를 바탕으로 앞에서 정의한 사고 유형에 따른 위험 운전 여부를 실시간으로 판단한다.

본 연구에서 개발된 위험운전 판단알고리즘은 여러 차례의 실차시험을 통해 상세 파라미터 값을 조정하였고, 알고리즘의 타당성 및 유효성을 확인하였다.

4. 시스템 개발

4.1 주행기록계

주행기록계는 운전자의 차량 조작행태 및 각종

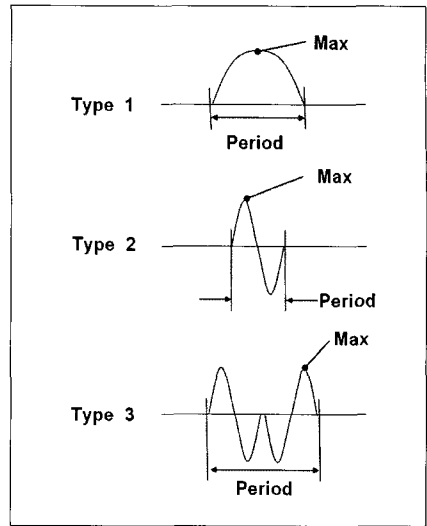


Fig. 6 Monitoring variables

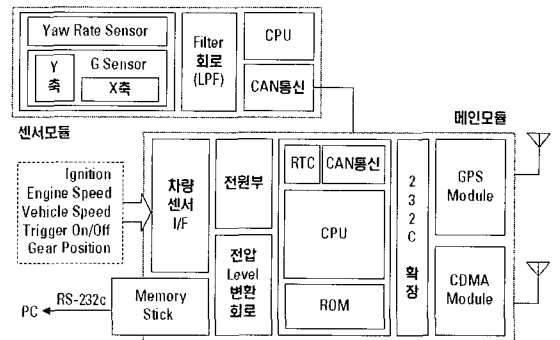


Fig. 7 VMIC configuration

주행정보를 수집하고, 각종 위험운전 여부를 실시간으로 분석하고 판단하며, 그 결과를 CDMA 모듈을 통해 통신센터로 전송한다. 이는 메인모듈과 센서모듈로 구성되어 있다. Fig. 7은 본 연구에서 개발된 주행기록계의 시스템 구성도를 보인다.

메인모듈은 엔진 시동여부, 차속, 엔진속도 및 기어위치 등 차량의 상태정보를 처리하는 차량센서 인터페이스, 전체시스템의 관리 및 위험운전 판단 알고리즘을 연산하는 CPU, 데이터 저장을 위한 메모리모듈, 차량의 위치정보 수집을 위한 GPS모듈, 데이터통신을 위한 CDMA모듈 및 CAN, RS-232C 통신모듈 등으로 구성되어 있다. 본 시스템에서는 차량장착의 용이성과 신뢰성확보를 위해 센서모듈을 별도로 분리하여 개발하였다. 종방향, 횡방향 가

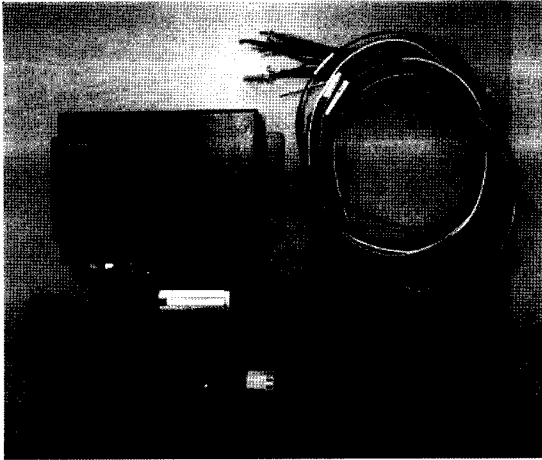


Photo. 1 VMIC

속도센서와 요각속도센서를 포함하는 센서모듈은 메인모듈과의 데이터교환을 위하여 CAN통신 방식을 적용하였으며, 별도의 CPU에서는 수집된 센서 데이터의 후처리를 담당한다. Photo 1은 본 연구에서 개발된 주행기록계의 모습을 보인다.

본 연구에서 개발된 주행기록계는 위험운전 여부를 판단하는 기본기능 외에도 차량의 순간속도, 운행거리 및 운행시간 등의 운행정보를 검출하여 기억장치에 기록하는 전자식 운행기록계의 기능도 포함하고 있다. 기억장치는 4MB 용량을 갖는 플래시 메모리를 사용하였으며, 데이터관독을 위해 주행기록계에서 분리하여 판독기에 직접 접속하여 운행정보를 판독하는 분리형으로 개발하였다. 이러한 디지털 운행기록계는 기존에 사용되었던 종이에 운행정보를 기록하여 수동으로 판독하는 아날로그 운행기록계를 대체할 수 있으며, 데이터관독에 따른 인력과 시간을 크게 줄일 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 단말기는 성능 및 기능의 표준화를 위하여 최근 개정된 관련규격인 KS R 5072⁹⁾를 만족하도록 개발되었다. Fig. 8은 주행기록계에 저장된 데이터를 별도로 개발된 주행기록 분석프로그램을 이용하여 분석하는 모습을 보인다.

4.2 운행 분석프로그램

주행 기록계에서 수집된 차량의 운행과 위험운전에 대한 정보는 CDMA모듈을 통해 무선으로 중계기를 거쳐 통신서버에 전달된다. 통신서버에 전달

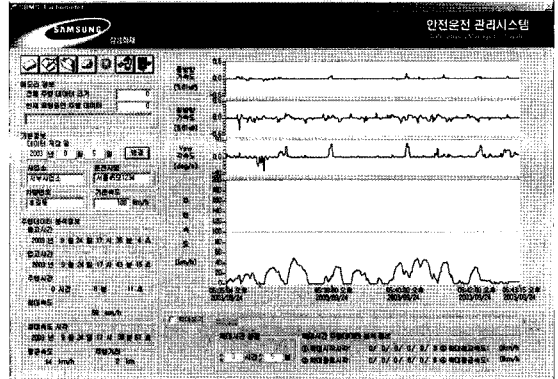


Fig. 8 Digital tachometer analysis program

된 각종 데이터는 운행 분석프로그램에서 후처리되어 데이터베이스로 저장된다. 많은 데이터 처리에 필요한 시스템 부하를 줄이기 위하여 데이터베이스 서버는 주기별로 통계처리를 하여 가공된 데이터를 별도로 다시 저장한다. 클라이언트 분석기는 웹기반으로 조회가 가능하도록 개발되었으며, 차량의 위치 검색기능과 같은 지리정보시스템은 별도의 모듈로 구성하였다. Fig. 9는 운행 분석프로그램의 시스템 구성도를 보인다.

차량에 장착된 다수의 주행기록계가 하나의 통신서버에 용이하게 접속할 수 있도록 별도로 정의된 전송 Protocol을 개발하였으며, 통신방식으로는 TCP/IP와 CDMA모뎀을 연동하여 사용하였다. Fig. 10은 본 연구에서 개발된 주행기록계와 통신서버간

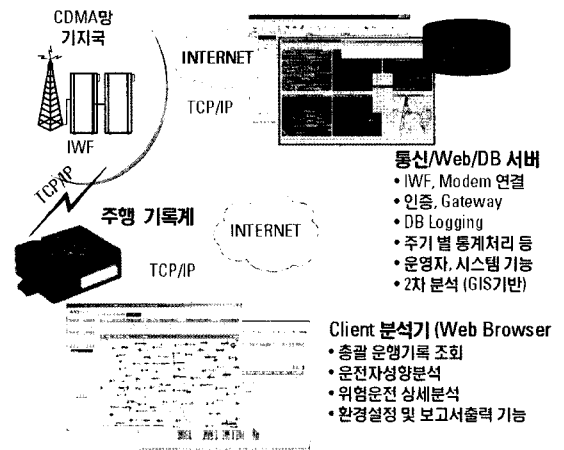


Fig. 9 VMDRA configuration

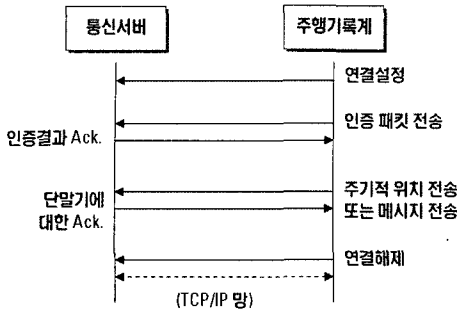


Fig. 10 Communication protocol concept

의 데이터전송에 필요한 전송 Protocol의 개념을 보인다.

운행 분석프로그램의 주요 기능은 1) 실시간으로 전송되는 차량의 운행속도 및 위험운전에 대한 종류, 발생 시간과 장소 및 운전성향 도수 분포 등을 나타내는 일일 운행 분석기능과, 2) 운수회사 혹은 각 운전자에 대한 운행 관리현황을 나타내는 운행 관리 집계기능, 3) 각종 통계처리에 의해 운전자의 종합적인 운전행태 및 습관을 진단하는 종합 진단기능 및 시스템환경 설정기능이 있다. 또한 차량의 위치정보 및 주행상황을 지리 정보 시스템과 연동하여 실시간으로 지도상에 구현하는 관계기능도 포함하고 있다. Fig. 11은 안전 운전 관리에 필요한 기본정보인 차량의 일일 운행현황을 보이고, Fig. 12는 지리정보 시스템과 연동하여 현재의 차량위치를 표시하는 위치추적 화면을 보인다.

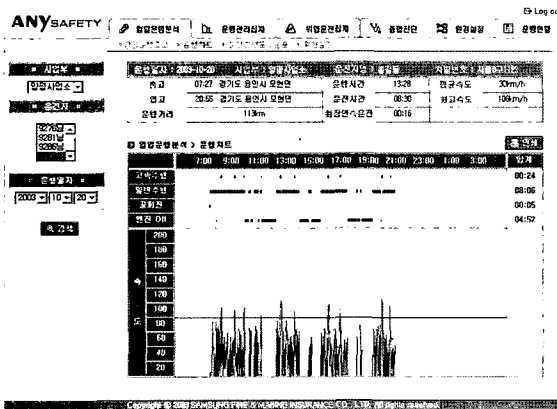


Fig. 11 Daily vehicle operation status

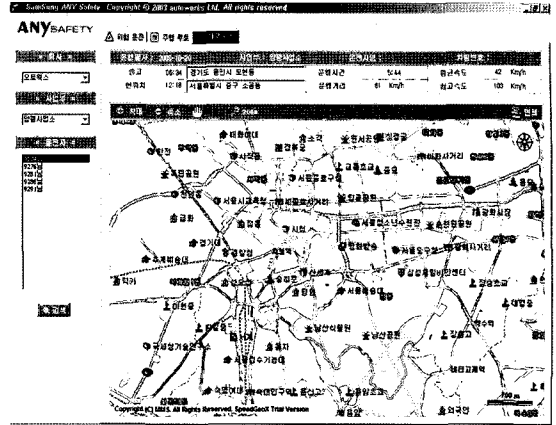


Fig. 12 Vehicle position tracking on GIS

5. 시스템 적용

본 연구에서 개발된 안전운전 관리시스템의 유효성을 확인하기 위하여 200여대의 단말기를 고속도로, 일반국도 및 시내를 주행하는 상업용버스에 장착하여 시범 운행하고, 그 결과를 분석하였다. 시범 운행은 대상 차종 및 버스노선의 선정, 단말기 장착 기간, 사용기간을 포함하여 약 1년간 진행되었다.

Table 2는 시범 운행기간 동안 안전운전 관리시스템이 판별한 위험운전 유형별 발생건수 및 비율을 나타내고 있다. 진단대상 차량의 위험운전 발생은 전체의 46.6%가 급격한 핸들조작 및 차선변경으로 나타났으며, 18.5%가 급감속에 연이은 차선변경으로 나타나 급차선변경과 관련된 위험운전의 빈도가 높은 것으로 조사되었다.

Table 3은 운수회사 근무년수가 3년 이상 된 운전자의 최근 3년간의 교통사고 기록을 기준으로 분석한 교통사고 이력과 위험운전의 상관관계를 보인다. 무사고 그룹의 위험운전은 일일 평균 9.9건에 반하여, 2건 이상 교통사고 이력을 가지고 있는 운

Table 2 Dangerous driving analysis

위험운전 유형	발생건수	비율(%)
급격한 핸들조작 및 차선변경	16,224	46.6
급추월 차선 변경	1,788	5.1
급출발 및 급가속	1,433	4.1
급감속에 연이은 차선변경	6,442	18.5
선회 중 급제동	8,211	23.6
기타	722	2.1
합계	34,820	100

Table 3 Traffic accident history vs dangerous driving

교통사고건수	운전자수	운행일수	위험운전건수	
			건수	일평균
무사고	15	196	1,934	9.9
1건	16	235	2,774	11.8
2건	7	83	1,842	22.2
3건이상	20	236	5,041	21.4
합계	58	750	11,591	15.5

전자 그룹은 21건 이상으로 약 2배 이상 더 위험운전을 하는 것으로 조사되었다. 특히 2건 이상의 교통사고 발생 그룹은 급격한 핸들조작 및 차선변경을 상대적으로 더 많이 시도하는 것으로 밝혀졌다.

앞의 결과를 통해 본 연구에서 개발된 안전운전 관리시스템이 위험운전을 정확하게 판별하고, 더 나아가 위험운전자도 선별할 수 있음을 확인할 수 있었다. 더불어 본 시스템은 위험운전을 상기시키고, 적극적으로 억제하는 역할을 수행함으로써 운전자와 운수회사로부터 좋은 반응을 얻었다.

6. 결론

본 연구에서 개발된 안전운전 관리시스템은 실시간으로 데이터전송이 가능한 주행기록계와 객관적이고 신뢰성 높은 위험운전 판단알고리즘을 바탕으로 개발되었다. 실차 적용을 통해 위험운전 유형별 발생빈도를 조사하였으며, 교통사고 경험유무 및 사고 건수별 위험운전의 빈도수를 분석하여 안전운전 관리시스템의 유효성을 검증하였다.

본 시스템은 실시간으로 운전자의 운전 행태에 따른 위험운전 정보를 운전자에게 제공하고 경고함으로써, 기존 유사시스템의 큰 문제점인 운전자와의 현실적인 교감부족을 해결할 수 있다. 따라서 본 시스템은 운전자의 위험운전을 보다 적극적으로 방지하고, 현장정보 및 분석결과를 통해 문제점을 근

원적으로 해결할 수 있으며, 안전 관리업무를 선진화하고 간소화하는 데 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 삼성교통안전문화연구소의 연구비 지원으로 이루어졌으며, 연구기회를 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

References

- 1) Road Traffic Safety Authority, Traffic Accident Statistical Analysis, Road Traffic Safety Authority, Seoul, Korea, 2005.
- 2) B. K. Min, Technology Trend for Vehicle Black Box, Korea Electronics Technology Institute, Seongnam, Korea, 2003.
- 3) W. Lee and I. Han, "Development of an Automobile Black Box for Reconstruction Analysis of Collision Accidents," Transactions of KSAE, Vol.12, No.2, pp.205-214, 2004.
- 4) T. M. Kowalick, Fatal Exit: The Automotive Black Box Debate, Wiley-IEEE Press, New York, 2004.
- 5) NHTSA EDR Working Group, Event Data Recorders - Summary of Findings, National Highway Traffic Safety Administration, 2001.
- 6) W. Rosenbluth, Investigation and Interpretation of Black Box Data in Automobiles, American Society for Testing and Analysis, West Conshocken, 2002.
- 7) CarSim Educational User Manual, MSC, 2000.
- 8) LabVIEW, User Manual, National Instruments, 2003.
- 9) KS R5072: Digital Tachographs for Automobiles, Korean Industrial Standards, 2002.