

위험 운전 유형 분류 및 데이터 로거 개발*

Development of a Data-logger Classifying Dangerous Drive Behaviors

오 주 택* 조 준 희** 이 상 용*** 김 영 삼****
(Ju-Taek Oh) (Jun-Hee Cho) (Sang-Yong Lee) (Young-Sam Kim)

요 약

교통사고의 여러 요인 중 대부분의 사고가 운전자의 특성과 운전행태가 교통사고에 가장 큰 영향을 미치고 있음을 2006년 경찰청 사고건수 자료를 통하여 파악 할 수 있다. 현재 교통사고 감소 및 안전운전에 대한 사회적 요구에 부응하기 위하여 디지털 주행기록계, 차량용 블랙박스 등이 출시되고 있으나 위험운전 유형에 대한 명확한 분류가 이루어지지 않아 그 효율성이 매우 떨어지고 있다.

이에 본 연구에서는 운전자로부터 발생할 수 있는 위험운전 유형을 발생 원인을 중심으로 7가지의 대분류와 이를 좀 더 구체화한 16가지의 소분류로 재정의 하였다. 또한 재정의 된 위험운전 유형에 대한 분석을 위하여 차량거동상태에 따른 모든 차량데이터를 취득·분석할 수 있는 Data-logger를 개발하였다. 개발된 Data-logger는 시험차량으로부터 실시간으로 전송되는 가속, 감속, Yaw rate, 영상데이터 등을 이용하여 운전자로부터 발생 할 수 있는 위험운전 유형을 검출하여 실시간으로 위험운전에 대한 경보를 제공할 수 있는 시스템 및 향후 안전운전 관리 시스템을 구축할 수 있다.

Abstract

According to the accident statistics published by the National Police Agency in 2006, it can be recognized that drivers' characteristics and driving behaviors are the most causal factors on the traffic accidents. At present, although many recording tools such as digital speedometer or black box are distributed in the market to meet social requests of decreasing traffic accidents and increasing safe driving behaviors, it is also true that it still lacks in obvious categories for dangerous driving types and then, the efficiency of the categories to be studied has been low.

In this study, dangerous driving types are redefined. They are grouped into 7 classifications in the first level, and the seven classifications are regrouped into 16 in more detail. To verify the redefined dangerous driving types, a Data-logger is developed to receive and analyze the data that occur from the driving behaviors of the test vehicle. The developed Data-logger can be used to construct a real time warning system and safe driving management system with dangerous driving patterns based on acceleration, deceleration, Yaw rate, image data, etc.

Key words: Data-logger, dangerous driving types, accidents, driving management system

본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비지원에 의해 수행하였습니다.

* 주저자 : 한국교통연구원 책임연구원

** 공저자 : (주) 이노시물레이션 대표이사

*** 공저자 : 한국교통연구원 연구원

**** 공저자 : (주) 이노시물레이션 팀장

† 논문접수일 : 2008년 3월 23일

† 논문심사일 : 2008년 4월 22일

† 게재확정일 : 2008년 6월 4일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

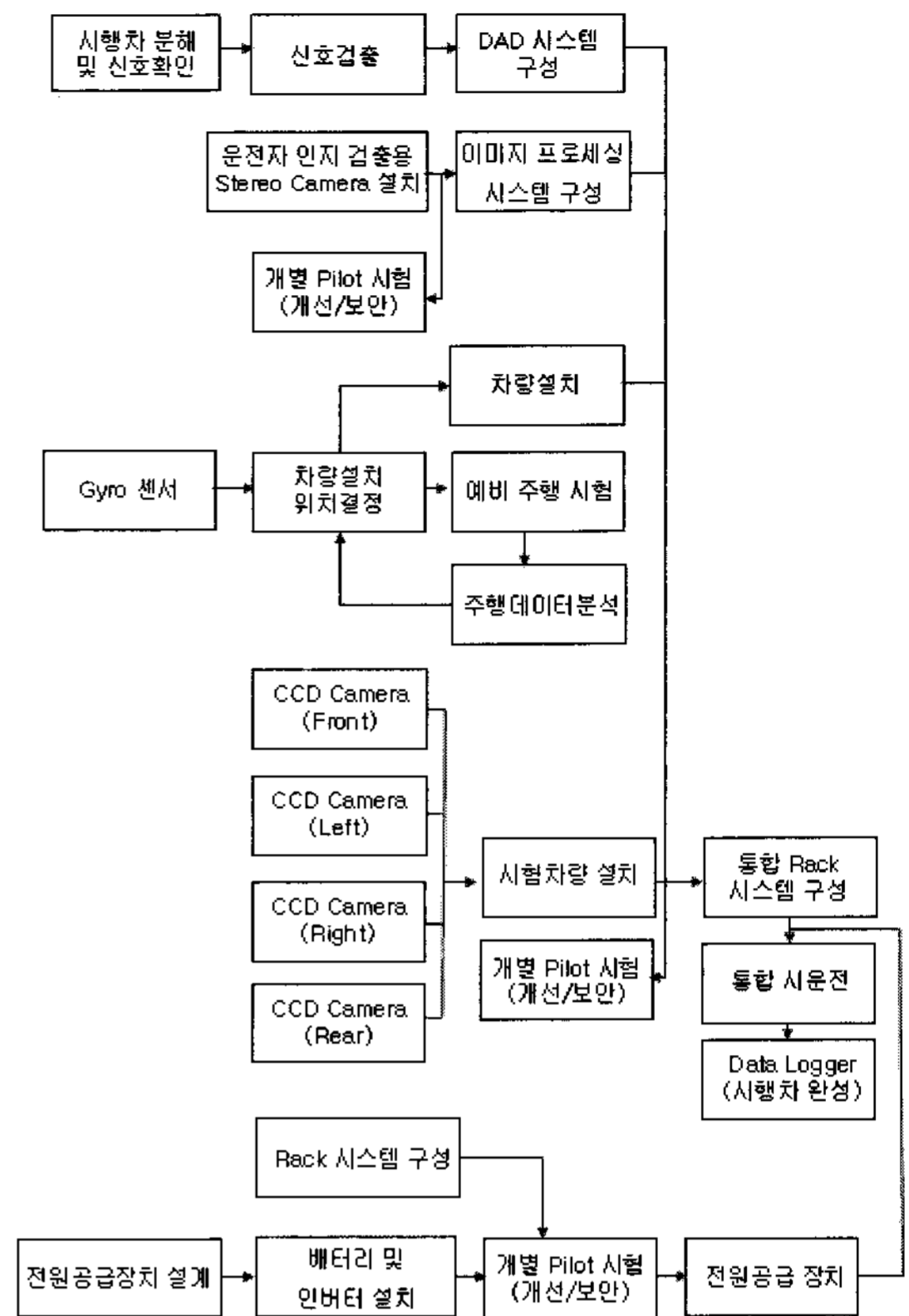
교통사고는 운전자, 차량, 주변 교통상태, 도로 및 교통시설 등의 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생하지만 2006년의 경찰청 사고통계자료 중 연간 교통사고 건수를 살펴보면 약 213,745건의 교통사고 중 안전운전불이행, 중앙선침범, 신호위반, 안전거리 미확보 등 대부분이 운전자의 부주의에 의해 이루어진 사고가 약 196,980건으로 약 92%이상을 차지하고 있음을 알 수 있다. 경찰청 사고통계자료에서 보는 바와 같이 교통사고의 여러 요인 중 대부분의 사고가 운전자의 특성과 운전행태가 교통사고에 가장 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있으나, 그 원인을 정확히 파악할 수 없는 안전운전 불이행 사고가 118,329건으로 약 60.1%에 해당하고 있다. 이러한 안전운전 불이행등의 정확한 사고 유형파악에 따른, 사고 감소 및 안전운전에 대한 사회적 요구에 부응하기 위하여, 현재 다양한 형태의 디지털 주행기록계, 차량용 블랙박스 등이 국내외에서 출시되고 있으나, 현재 위험운전 유형에 대한 명확한 분류가 이루어지지 않아 그 효율성이 매우 떨어지고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 선행연구를 통하여 운전자로부터 발생할 수 있는 위험운전 유형을 분류하였으며, 시험차량, Gyro, GPS 및 DAQ 시스템, Rack 시스템, 영상 데이터 취득 시스템, 전원 공급 장치와 운전자 인지 검출 시스템 등으로 구성된 하드웨어와 Real-Time 모듈, Replay 모듈 및 Export 모듈 소프트웨어 등으로 구성된 Data-logger 개발하였다.

선행연구에서 안전운전불이행 등 명확하게 정의되지 않은 위험운전유형에 대하여 본 연구에서는 Data-logger가 장착된 시험차량을 통하여 앞서 정의한 위험운전 유형이 이론적인 위험운전 유형이 아닌, 보다 현실성 있는 위험운전 유형임을 나타내고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

운전자의 특성과 운전행태가 교통사고에 가장 큰



<그림 1> Data-logger 개발 절차

<Fig. 1> Development procedure of data-logger

위험을 미치고 있으나, 현재 명확한 분류기준이 마련되어 있지 않기 때문에 대부분 운전자가 원인이 되는 사고유형은 안전운전불이행이라는 유형으로 분류되어지고 있다. 이에 본 연구에서는 공인기관 및 선행 연구를 통하여 위험운전 유형을 새롭게 정의하였으며, 차량으로부터 전송되는 모든 차량데이터를 저장하기 위한 Data-logger를 개발하였다. <그림 1>은 Data-logger의 개발 절차를 보이고 있다. 또한 차량의 모든 정보를 취득하기 위하여 각종 첨단 장비가 도입된 시험차량을 개발하여 Data-logger에 대한 실험 및 검증을 실시하였다.

II. 관련 문헌조사

교통사고를 유발하는 돌발 상황에 따른 운전자의 회피행동을 분석한다. 교통사고가 발생하는 요인을 보면 인적 요인, 차량적 요인, 도로 환경적 요인 등

여러 가지 요인이 복합적으로 얽혀서 발생하게 된다. 이 행동을 연구하기 위해 도로교통안전관리공단에서 분석 및 감정되어진 교통사고 분석서 기록 및 기존 실험 자료 등의 실증적인 현장 자료를 분석 및 참고하였으며, 개별 교통사고 사례 내용을 검토하여 연구 항목별 통계를 산출하여 각 돌발 상황별 회피 행동에 대한 연구 분석을 실시하였다. 교통사고를 예방하기 위해 본능 반사 행위로 좌측 조향을 하여 불가피하게 중앙선을 침범하게 되어 이로 인해 또 다른 교통사고의 가해자가 된 운전자들의 행위가 불가항력적 회피 행위와 개연성이 있다고 판단하였다. 사고 관련자 및 관련 기관에게 유용한 기초 자료를 제공하는 것과 SURPRISE상황이 발생하더라도 인명 손상을 최소화하기 위한 교통안전시설의 학술적 자료를 제공하는 것이 본 연구의 목적이다 [1].

교통사고 저감 및 안전 운전에 대한 사회적 관심에 기인하여 최근 선진업체를 중심으로 기능이 강화된 전자식 주행 기록계 및 유사 시스템의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 독일의 VDO사는 차량의 운행 정보 및 기초적인 차량 주행 상태를 저장할 수 있는 Fleet Manger 200시스템을 개발하였다 [2]. 일본의 Datatec사는 차량의 사고 해석과 운행 관리에 사용 가능한 Safety Recorder를 개발하여 보험 상품과 연계하여 판매하고 있다 [3]. 그러나 이러한 시스템은 기본적인 차량 주행 정보 및 운전자의 차량 조작 신호만을 검출해서 Raw 데이터만을 별도의 메모리에 저장하는 방식이므로, 위험운전 행위의 판별 등과 같은 각종 운행 관리 및 사고 분석 등을 위해서는 별도의 해석 도구를 이용하여 장시간 분석해야하는 단점이 있다. 이는 다수의 운전자와 차량으로 운행되는 운수회사에서 운전 관리를 위한 시스템으로 사용되기에는 현실적으로 많은 어려움을 가지고 있다. 본 연구에서 개발한 안전운전 관리시스템(SDMS : Safe Driving Management System)은 차량운행 상태의 실시간 모니터링을 통해 차량의 주행 정보를 기록하고, 운전자의 위험 운전 여부를 실시간으로 판단하여 운전행태를 분석하고 이를 통해 관리하는 시스템이다 [4].

차량용 블랙박스는 충돌 사고 시 운전자의 각종 조작상태와 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 [5].

현재 일본에서 개발되어 사용하고 있는 운행상태 모니터링 시스템(AHS차량에 주행데이터기록 PC, Safety Recorder, 디지털비디오레코더, 정보제공 PC, GPS센서, CCD카메라 등이 장착)은 지능형 자동차 개발을 목적으로 개발 이용되고 있으며, 세계 유수의 완성차 기업이나 자동차 부품사에서 특수 목적에 적합한 Data-logger를 개발하여 사용한다. 그러나 본 연구에서 개발한 Data-logger는 차량의 거동 예측을 위한 가속도 및 회전 각속도 센서를 장착하며, 연구 목적에 적합하도록 운전자 머리 및 눈동자 머리 추적 시스템인 SeeingMachine社(호주)의 faceLAB 4.5를 장착하여 모든 장비의 데이터를 동기화하여 저장하고 분석하는 특징을 가지고 있다.

III. 위험운전 유형 분류

위험운전 유형분류를 위하여 첫째, 도시부, 지방부 도로의 보행자 사고 인자분석에 관한 연구(1995), 교통사고의 특성분석-운전자 행태를 중심으로 (1997.11.30)등 여러 편의 논문 [6-10] 및 2003년도 보험사 교통사고 자료를 정리하였으며, 둘째, 경찰청 2006년 자료를 이용하여 교통사고의 직접적 원인이 되는 법규위반별 교통사고 발생현황을 분석하였으며, <표 1>과 같이 정리되었다.

<표 1> 사고 발생 유형 및 운전자 법규 위반
<Table 1> Accident occurrence type and driver legislation violation

보험사	경찰청
추돌 사고	중앙선 침범
보험사	경찰청
접촉 사고	신호 위반
대인 사고	안전거리 미확보
충돌 사고	교차로 운행방법 위반
도로이탈 사고	과로
중앙선 침범 사고	과속
앞지르기 위반 사고	앞지르기 금지위반
차선 위반 사고	앞지르기 방법위반
보험사	경찰청
횡단보도 사고	일시 정지 위반
과속 사고	부당한 회전
후진시 사고	우선권 양보 불이행
음주 및 약물 사고	진로 양보 불이행
졸음 운전 사고	난폭운전
야간/우천시 시인장애	차로위반(진로변경)
-	직진 우회전 진행방해
-	보행자 보호의무 위반

<표 2> 위험 운전 유형
<Table 2> Danger driving types

위험 운전 유형		차량거동 및 운전행태
속도 위반	직진구간 과속	직진구간에서 규정속도보다 빠른 속도로 주행하는 운전행태
	선회구간 과속	선회구간에서 안전선회속도보다 빠른 속도로 주행하는 운전행태
가속	급출발	정지한 차량이 갑자기 출발하는 운전행태
	급가속	주행중인 차량의 갑작스럽게 속도가 변하는 운전행태
감속	급정지	주행중인 차량이 갑자기 정지하는 운전행태
	급감속	주행중인 차량의 속도가 갑작스럽게 줄어드는 운전행태
회전	급격한 좌(우)회전	좌(우)회전시 안전선회속도보다 빠른 속도로 주행하는 운전행태

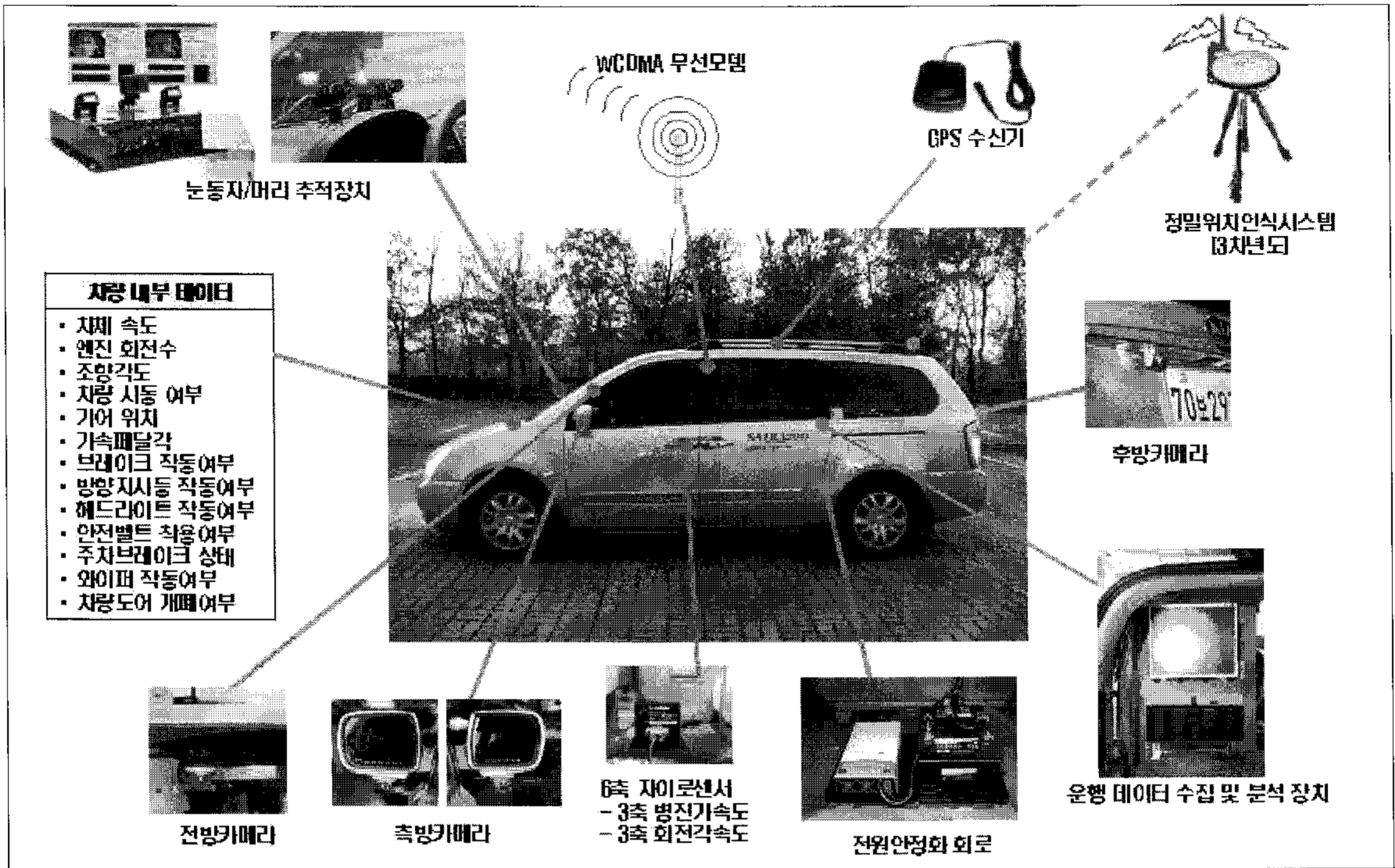
<표 2> 계속
<Table 2> Continuous

위험 운전 유형		차량거동 및 운전행태
차선 변경	급차선변경	주행속도에 비해 조향 핸들의 급격하게 조작하는 운전행태
	연속적인 급차선변경	주행속도에 비해 조향 핸들의 급격한 조작을 반복적으로 하는 운전행태
	중앙선 침범 및 주행 차선 위반	주행 차로를 걸쳐서 주행하거나 중앙선을 침범하여 주행하는 운전행태
가속 + 회전	급가속 + 급차선변경	추월이나 장애물 회피등을 이유로 급하게 속도를 증가 후 차선을 변경하는 운전행태
	급가속 + 연속적인 급차선변경	과속상태에서 연속적인 추월하는 운전행태
가속 + 회전	급가속 + 급좌(우)회전	갑자기 속도를 증가 후 좌(우)회전하는 운전 행태
	급감속 + 급차선변경	주행 중 끼어들기 위해서 갑자기 속도를 줄인 후 차선을 변경하는 운전 행태 급차선 변경 후 급제동하는 운전행태
감속 + 회전	급감속 + 연속적인 급차선변경	주행 중 갑자기 속도를 줄인 후 연속적으로 차선을 변경하는 운전행태
	급감속 + 급좌(우)회전	좌(우)회전한 후 갑자기 속도를 줄이거나 정지하는 운전행태

본 연구에서는 선행 연구 및 국가기관에서 분류하고 있는 위험운전 유형 전체를 포함 할 수 있는 위험운전 유형을 8가지의 대분류와 이를 좀 더 구체화한 16가지의 소분류로 재정의 하였으며, 분류된 유형에 따른 차량 거동 및 운전행태에 따른 정의는 <표 2>와 같다.

IV. 운행상태 모니터링 시스템 개발

1. Data-logger 개발



<그림 2> Data-logger 하드웨어 구성도
 <Fig. 2> Hardware composition of data-logger

운행상태 모니터링을 위한 Data-logger는 시험차량을 포함하는 하드웨어<그림 2>와 주요 주행 데이터를 저장, 재생 및 분석이 가능한 소프트웨어<그림 3>로 나뉘어진다. 하드웨어는 <그림 2>와 같이 시험차량, Gyro, GPS 및 DAQ 시스템, Rack 시스템, 영상 데이터 취득 시스템, 전원 공급 장치와 운전자 인지 검출 시스템으로 구성된다. 시험차량은 기아자동차의 그랜드 카니발 2007년형으로 차량 내부 통신 네트워크와 CAN (Controller Area Network) 인터페이스 장치를 이용하여 차량 주행 데이터를 취득할 수 있도록 구성 하였다. 병진 가속도와 회전 각속도, 차량 내부 통신 네트워크를 이용하여 취득할 수 없는 운전자 조작관련 데이터는 AD, DA, DIO 및 PWM 기능을 갖는 다기능 USB 제어 장치를 이용하여 DAQ 시스템을 구성하였으며, Gyro 센서로는 Crossbow社(미국)의 6축 Gyro 센서로 온도 변화에 따른 보정 기능을 갖춘 IMU440CA-200을 사용하였다. USB 인터페이스를 지원하는 GPS 19" Rack 시스템은 두 대의

<표 3> Data-logger 구성
 <Table 3> Composition of data-logger

구분	각종 장비 및 센서
시험 차량	기아차 그랜드카니발 2007년형
Gyro	Crossbow IMU440CA-200
GPS	SiRF Star III 칩셋 사용 USB용 GPS 수신기 BU-353
카메라	차량용 광각 CCD 카메라
CAN	KVASER USB CAN Interface
DAQ	다기능 USB 제어장치
머리 및 눈동자 추적 장치	Seeingmachine faceLABTM 4.5
전원공급 장치	1kW급 정현파 인버터 및 100A 보조배터리
RACK	19" 산업용 랙
데이터 로거	쿼드코어급 산업용 컴퓨터

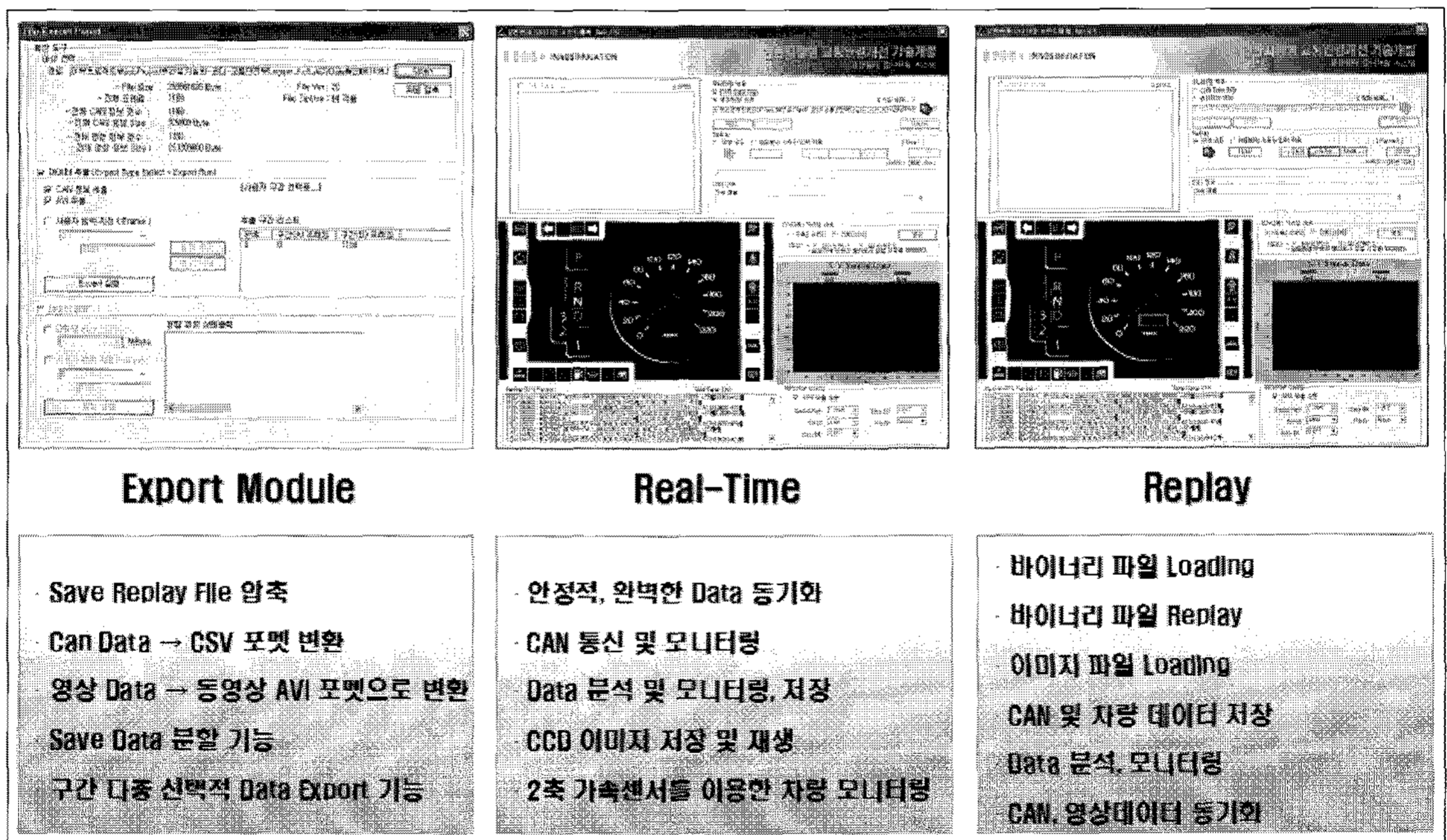
산업용 컴퓨터가 설치되어 있으며 다기능 USB 제어기 등 데이터 취득용 차량 내부 모든 배선이 완성되며, 탈부착이 용이하도록 하였으며, 주행 중 노면으로부터의 진동을 흡수 할 수 있도록 제작하였다. 차량용 CCD 카메라를 시험 차량의 전후좌우에 각각 설치하여 이미지 캡처 인터페이스 장치로 연결하여 영상 데이터 취득 시스템을 구성하였다. 엔진룸의 배터리와 보조 배터리를 병렬로 처리하여 1kw급 정현파 인버터에 연결하여 컴퓨터 및 각종 센서에 전원을 안정적으로 공급할 수 있는 전원 공급 장치와 seeingmachines社(호주)의 faceLAB 4.5를 운전자 머리 및 눈동자 측정을 위한 운전자 인지 검출 시스템을 설치하였다. <표 3>은 위험운전 유형을 판단하기 위하여 시험차량에 부착한 각종 장비 및 센서와 차량 취득데이터를 정리한 것이다.

소프트웨어는 <그림 3>과 같이 Real-Time 모듈, Replay 모듈 및 Export 모듈로 구성되어진다. Real-Time 모듈은 주행 중 차량의 상태에 따른 CAN

데이터(속도, rpm, 변속기 등), 병진가속도와 회전가속도, 운전자 조작에 의한 각종 입력 데이터, GPS 및

<표 4> Data-logger의 저장 데이터 종류
<Table 4> Data type of Data-logger

구분	기존 Data-logger	개발 Data-logger
차량 조작신호	조향핸들각	조향핸들각, 기어비, 다기능시위치 등 모든 주행 관련 조작
차량 운행신호	속도, RPM	속도, RPM, 차륜속도 등
차량 거동정보	해당 없음	가속도, 회전 각속도
GPS 정보	위도, 경도, 고도, 방향각, 속도 등	위도, 경도, 고도, 방향각, 속도 등
운전자정보	해당 없음	머리 및 눈동자 관련 모든 정보
영상 정보	해당 없음	전후좌우 영상 정보

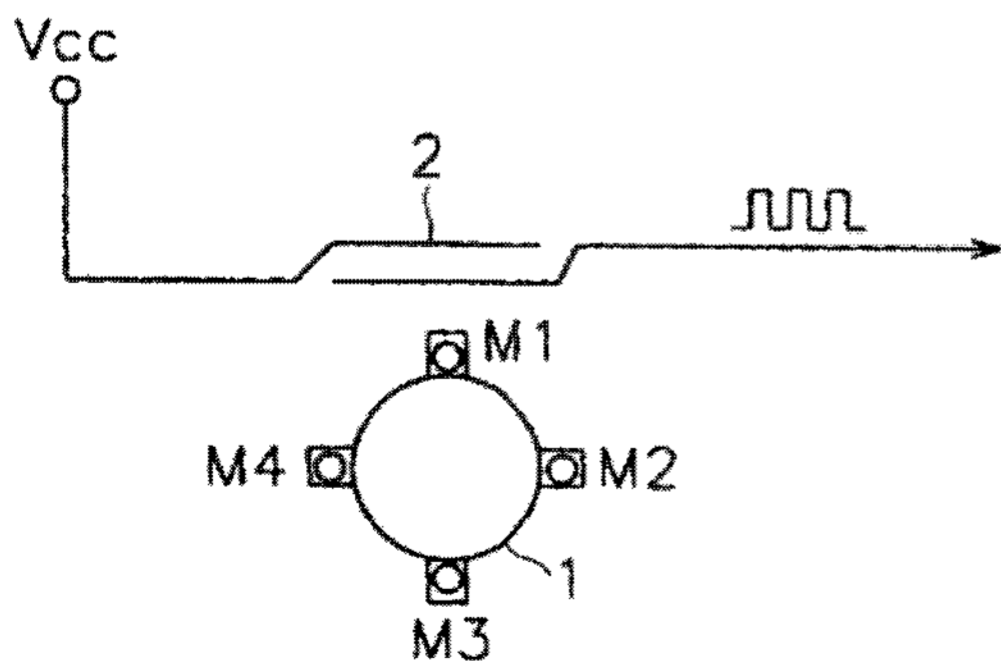


<그림 3> Data-logger 소프트웨어 구성도
<Fig. 3> Software composition of data-logger

CCD 영상 데이터 등 운행중 취득 가능한 모든 데이터를 실시간 모니터링하거나 동기화된 데이터를 저장하는 기능을 갖추고 있으며, Replay 모듈은 Real-Time 모듈에서 저장된 모든 데이터를 동일한 시간 레벨에서 동영상, wave-chart 및 텍스트로 재생하고 분석할 수 있다. Export 모듈에서는 주행 데이터를 범용적인 응용프로그램에서 볼 수 있도록 표준 포맷으로 변화하여 저장해주는 기능을 갖추고 있다. 본 연구에서 개발한 Data-logger는 교통안전 및 인간공학적 연구 활동을 위한 첨단 종합 도구로서 실용성이 매우 높다고 할 수 있다. 뿐만 아니라 차량 운행기록용에 한정하여 기존의 Data-logger라 할 수 있는 것은 종합적인 연구 활용도구가 아닌 단순 운행기록 저장 장치로 이용되고 있으며, 최근에 저장된 운행 데이터에 대한 분석 방법에 대한 연구가 진행되어지고 있는 과정에 있다. 향후 개발 적용되어 질 실시간 위험운전판단 알고리즘의 개발과 성능 평가를 모두 수행 할 수 있는 종합적인 연구용 장비이다. <표 4>는 기존 Data-logger와 개발 Data-logger의 저장 데이터의 종류를 보이고 있다.

2. 시험차량 개발

차량의 종합적인 정보를 취득하기 위하여 본 연구에서 개발된 Data-logger를 장착하여 실험·검증하기



<그림 4> 차속센서 신호 검출원리

<Fig. 4> Signal detection principle of car speed sensor

위한 시험차량을 개발하였다.

1) 차속센서 데이터를 이용한 차속 연산

차속을 감지하는 센서(sensor)는 리드 스위치(reed switch)를 사용하며, 변속기 출력축의 회전에 따라 전기적인 펄스(pulse)가 발생한다.

예를 들면 <그림 4>와 같이 변속기 출력축의 회전에 따라 회전체(1)의 원주 방향으로 부착되어 있는 자석(M1, M2, M3, M4)이 리드 스위치(2) 부위를 지날 때마다 리드 스위치가 ON되어 전원에 따른 펄스가 출력된다. (여기서는 자석이 네 개가 있으므로, 회전체가 한 바퀴 회전하는 동안 펄스가 네 개가 출력되며, 상기 펄스를 이용하여 차속을 계산)

2) GPS를 이용한 주행거리 연산

GPS위성은 모두 24개로 구성되어 있으며, 지구상 어디에서나 4개 내지 8개의 위성이 15도 이상의 양각(elevation angle)을 갖도록 설계되었다. 위성은 11시간 58분의 주기를 갖는 고도 20,200km의 원 궤도를 가지며, 위성의 배열에 대해서는 여러 가지 안이 검토되었으나 최종적으로 채용된 것은 24개의 위성을 궤도면의 기울기(inclination)가 55도인 6개의 궤도 평면상에 4개씩 1배치하고 이중 21개를 실제로 사용하고 나머지 3개는 고장 난 위성을 대처하는 예비용으로 사용된다.

위도, 경도, 고도 좌표계($\phi - \lambda - H$)에서 3차원 직각 좌표계($X - Y - Z$)로 변환하는 식은 다음과 같다.

$$X = (N + H) \cos \phi \cos \lambda$$

$$Y = (N + H) \cos \phi \sin \lambda$$

$$Z = (N(1 - e^2) + H) \sin \phi$$

여기서,

$$N = \text{모유선곡률반경} < N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \phi}} >,$$

$$e = \text{제일이심률} < e^2 = 1 - (1 - f)^2 >,$$

<표 5> LLA좌표 및 XYZ좌표
 <Table 5> LLA coordinate and XYZ coordinate

LLA 좌표계 $LLA_0(\phi_0, \lambda_0, H_0)$	XYZ 좌표계 $XYZ_0(X_0, Y_0, Z_0)$
37.156230086826	-3049834.80981177
126.815143350526	4074552.72362288
6.990887	3831230.10209853

a = 장반경 < $a = 6378137$ m >,
 f = 편평도 < $f = 1/298.257223563$ >

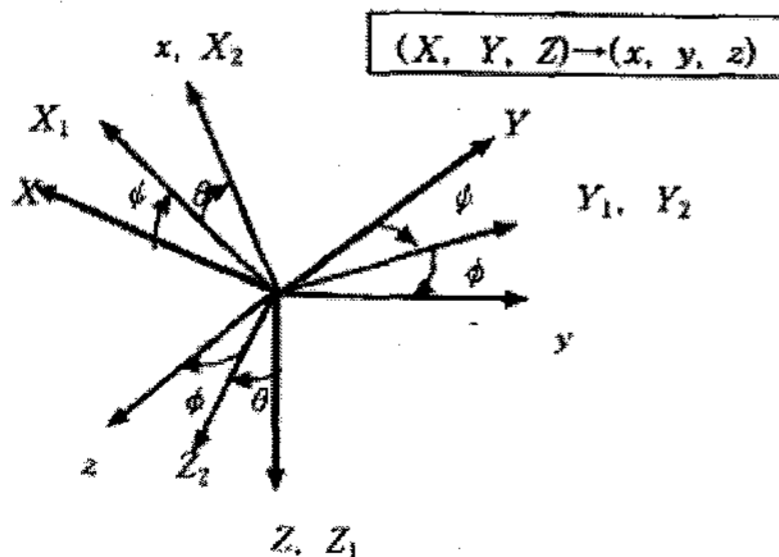
앞에서 구한 식은 WGS84 타원체계이므로, 이를 기준국을 원점으로 하는 좌표계(E-N-U)로 변환을 시켜줘야 하며, 기준국의 LLA 좌표 및 XYZ 좌표는 <표 5>와 같다.

최종적으로 ENU 좌표계에서의 차량의 위치 XYZ는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$ENU = R_0(XYZ - XYZ_0)$$

여기서, 좌표변환 행렬 R_0 는 다음과 같음

$$R_0 = \begin{bmatrix} -\sin \lambda_0 & \cos \lambda_0 & 0 \\ -\sin \phi_0 \cos \lambda_0 & -\sin \phi_0 \sin \lambda_0 & \cos \phi_0 \\ \cos \phi_0 \cos \lambda_0 & \cos \phi_0 \sin \lambda_0 & \sin \phi_0 \end{bmatrix}$$



<그림 5> 관성좌표계
 <Fig 5> Inertial coordinate system

3) 시험 차량에서 획득한 위치의 표시

차량의 운동을 기술하기 위하여 관성좌표계 (Inertial Reference Frame) N과 차체 고정좌표계 A를 설정하였으며, 차체 고정좌표계는 원점이 차량의 중심에 위치해 있으며, 진행 방향의 오른쪽 횡방향을 x축과 피치(ϕ), 전방을 y축과 롤(θ), 그리고 위로 수직방향을 z축과 요(φ)로 정의하였다. 관성좌표계는 수평면상에서 X-Y 평면이 형성되었으며 위로 향한 수직 방향이 Z로 정의하였다.

차체 고정좌표 A는 <그림 5>와 같이 관성좌표계 N이 요(φ), 롤(θ), 피치(ϕ)의 순으로 z->x->y 회전 순서를 거쳐 결정된다.

회전행렬을 오일러 각(Euler Angle)을 사용하여 표현하면 다음과 같다.

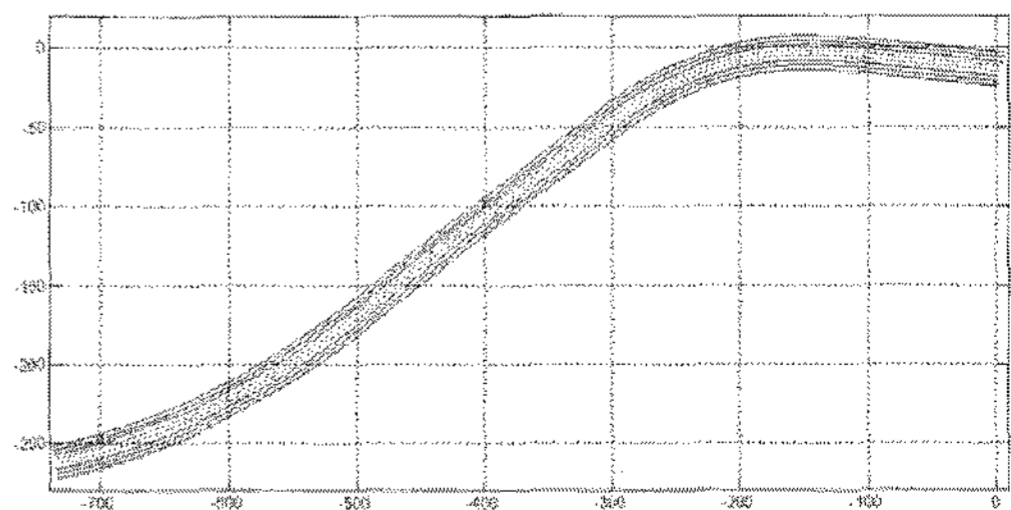
$$X_N = T_{N/A} X_A$$

여기서,

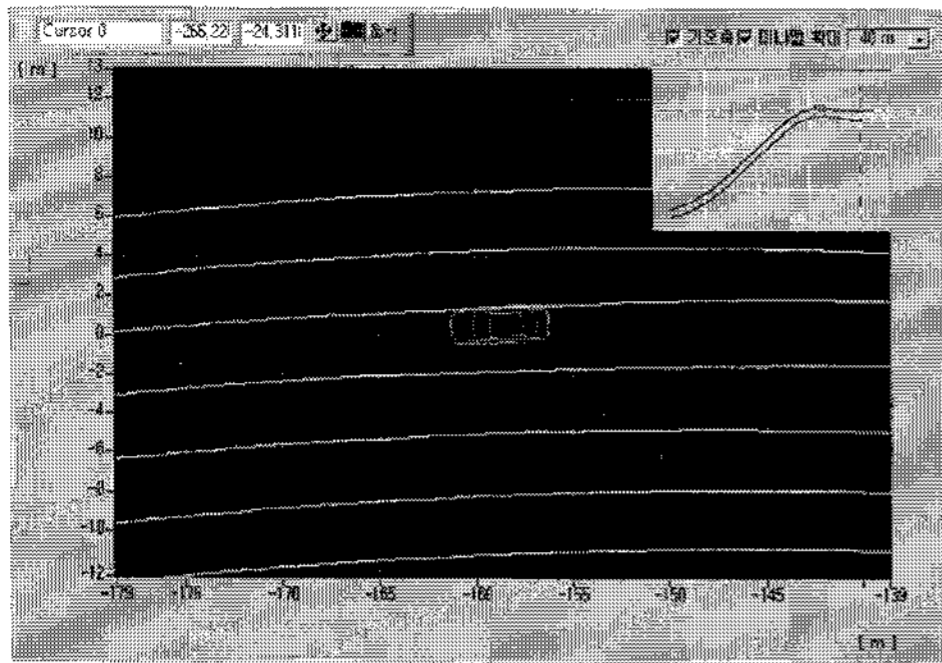
$$T_{N/A} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & -\sin \varphi & 0 \\ \sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \cos \varphi \cos \theta & \cos \varphi \sin \theta \sin \phi - \sin \varphi \cos \phi & \cos \varphi \sin \theta \cos \phi + \sin \varphi \sin \phi \\ \sin \varphi \cos \theta & \sin \varphi \sin \theta \sin \phi + \cos \varphi \cos \phi & \sin \varphi \sin \theta \cos \phi - \cos \varphi \sin \phi \\ \sin \theta & \cos \theta \sin \phi & \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix}$$

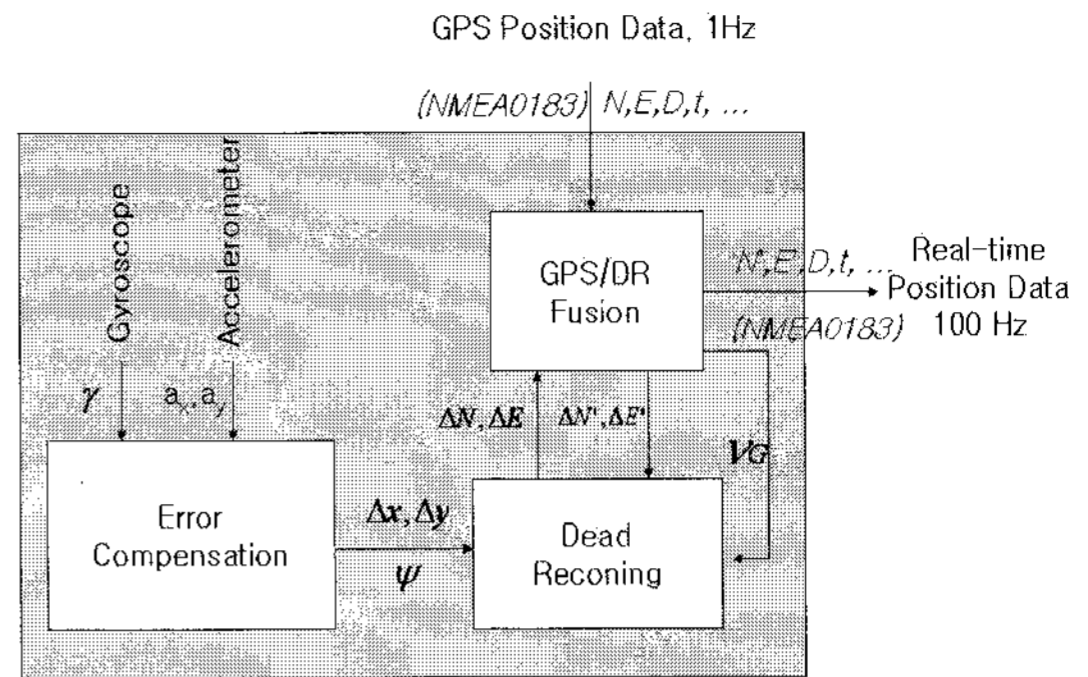
시험차량을 차체 고정좌표계 데이터로 표시하고, 앞서 기술한 좌표변환 행렬식을 이용하여 관성좌표계로 좌표변환하면 화면에 차량의 위치를 표출 할



<그림 6> 예비주행 시험지도
 <Fig. 6> Preliminary driving test map



<그림 7> Gps 데이터를 이용한 차량 위치 표출
<Fig. 7> Vehicles position expression using GPS data



<그림 8> GPS/DR 개념도
<Fig. 8> GPS/DR Key map

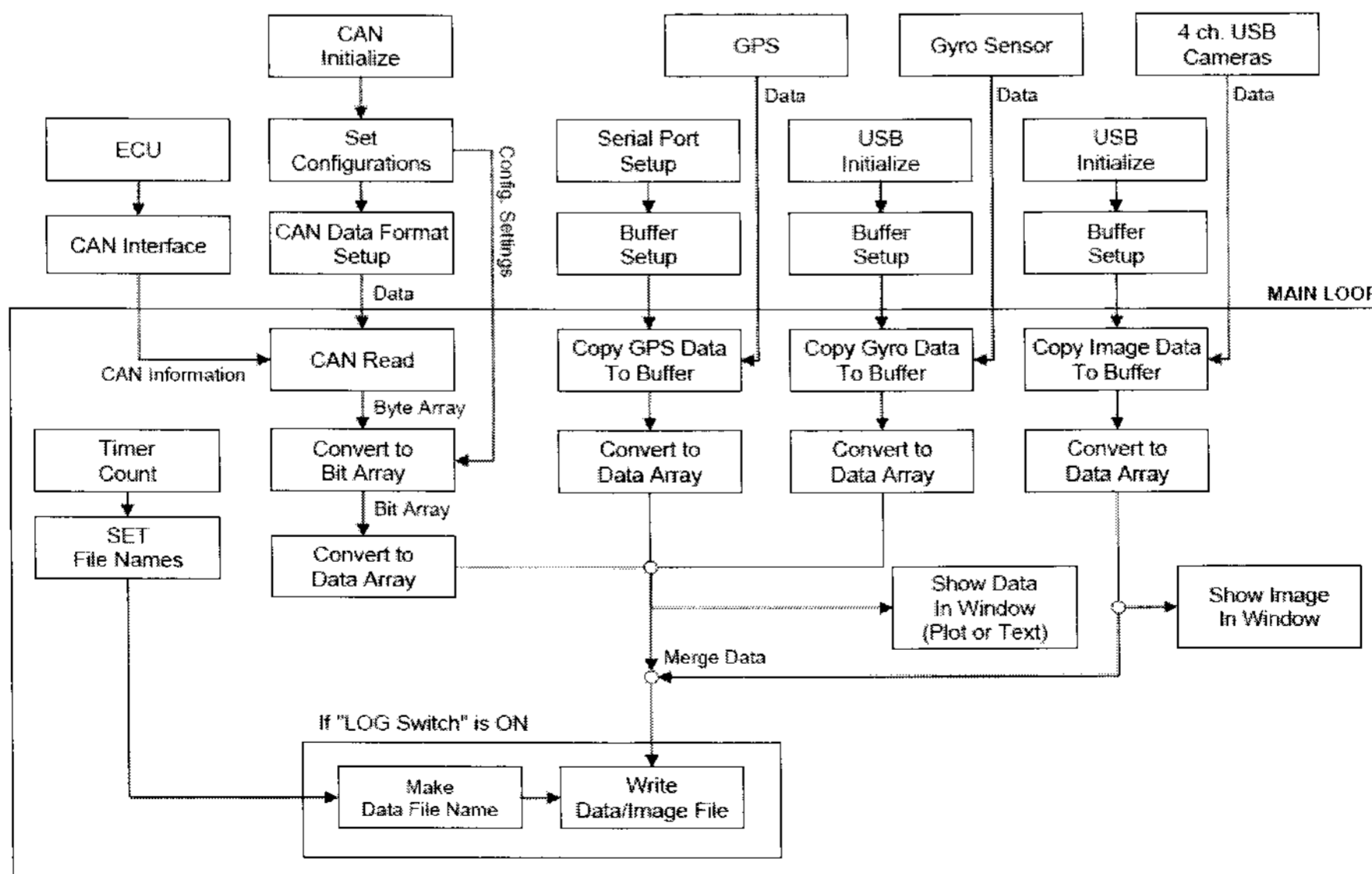
수 있다. <그림 6>, <그림 7>은 시험차량을 이용하여 차선 위치를 측량하여 예비 주행 시험을 위한 지도와 GPS 데이터를 좌표변환한 지도 위에 위치와 방향각을 실시간으로 모니터링을 할 수 있도록 재현한 화면을 각각 보이고 있다.

어야 한다는 조건이다. 이를 만족시켜주는 것이 바로 GPS 수신기와 추측항법(DR)이며, GPS와 DR은 각각 장단점을 갖고 있는데 서로의 장점들이 서로의 단점들을 보상시켜 준다는 특징으로 인해 오래 전부터 두 시스템의 혼합 항법(Hybrid Positioning)에 관한 연구가 진행되고 있다.

4) GPS 음영지역에서 차량 센서를 이용한 주행거리 연산

GPS/DR은 기존의 GPS 항법 정보와 관성센서(자이로, 가속도계)의 Dead Reckoning (DR)정보를 융합하여 위치 및 방위각 정보를 제약조건 없이 실시간 제공하는 자동차용 통합 항법센서 모듈이다.

자동차 항법시스템에서의 항법을 위해 가장 기본이 되는 것은 위치 정보를 연속적으로 획득할 수 있



<그림 9> Data-logger 기능 흐름도
<Fig. 9> Function flow chart of the data-logger

3. Data-logger의 실험 및 검증

운행상태 모니터링을 위한 Data-logger는 주행 중 시험차량에 장착된 GPS 수신기, Gyro 센서 및 CCD 카메라와 차량 내부 통신 데이터를 실시간으로 모니터링하고 최적화된 사용자 형식으로 동기화하여 저장된다. <그림 9>는 Data-logger의 기능 흐름도를 보이고 있다.

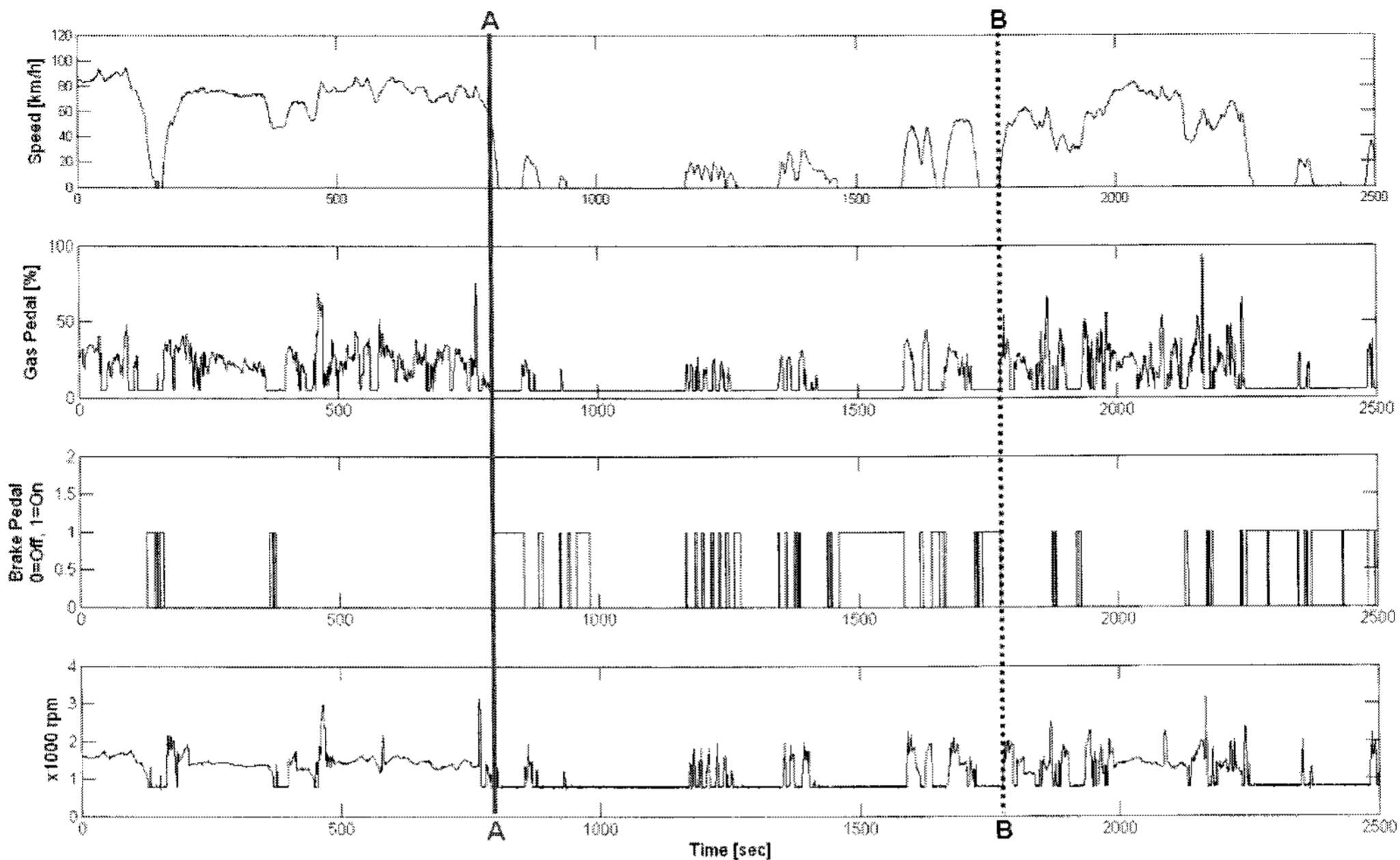
<표 6> 주행 데이터 정의
<Table 6> Driving data definition

구분	명칭	정의	단위
CAN	Speed	차속	kph
	RPM	엔진속도	rpm
	Brake	브레이크 페달	
	GAS	가속 페달	%
	Gear	Gear position	
	FLomega	휠속도(FL)	kph
	FRomega	휠속도(FR)	kph
	RLomega	휠속도(RL)	kph
	RRomega	휠속도(RR)	kph
Gyro	ax	x축 병진가속도	m/s ²
	ay	y축 병진가속도	m/s ²
	az	z축 병진가속도	m/s ²
Gyro	p	x축 회전각속도	rad/s
	q	y축 회전각속도	rad/s
	r	z축 회전각속도	rad/s
GPS	long	위도	deg
	lat	경도	deg
	height	고도	m
	Time	GPS 시간	sec
	GPSvx	GPS 속도	m/s
	Heading	GPS 방향각	deg
faceLAB	PERCLOS	The percentage of eye-closed time during a period	
	Head	위치, 자세	
	Eye	좌우측눈 위치	
	Gaze	응시방향벡터	
	Attention	attention 벡터	

<표 6> 계속
<Table 6> Continuously

구분	명칭	정의	단위
기타	Seatbelt	안전벨트	on/off
	Parking	주차브레이크	on/off
	Small	전조등	on/off
	HL	헤드라이트	on/off
	Passing	상향등	on/off
	L_turn	턴시그널(좌)	on/off
	R_turn	턴시그널(우)	on/off
	Wiper_i	와이퍼(interval)	on/off
	Wiper_s	와이퍼(slow)	Volt
Wiper_f	와이퍼(fast)	Volt	

차량 내부 데이터는 CAN 인터페이스 장치를 이용하여 취득한 데이터와 DAQ 인터페이스 장치를 이용하여 추가 취득한 데이터로 나눌 수 있다. 차속, 엔진 회전 속도, 가속페달 변화각, 브레이크 페달 작동 스위치 및 네바퀴 회전속도는 데이터로거의 CAN 인터페이스를 이용하여 데이터를 취득하고, 안전벨트 착용, 주차브레이크 작동, 멀티펄스 스위치의 작동여부는 다기능 USB 제어장치로 데이터 취득된다. 여러 위성칩 중 가장 수신이 빠르고 안정된 수신율을 보이고 있는 SiRF Star III 칩셋을 사용하는 USB 용 GPS 수신기로부터는 초당 1회의 위·경도, 높이 및 시간을 취득하고, X-Y-Z축에 대한 각각의 병진가속도와 각속도를 Gyro 센서로부터 데이터를 취득한다. 본 시험차량에 장착된 Gyro 센서는 Crossbow社(미국)의 IMU440CA-200 모델은 데이터 패킷 전송 속도 100Hz로 장착되어진 LP 필터 대역은 25 Hz로 데이터 로거와 직렬통신으로 데이터 송수신이 가능하여 모든 축에 대한 온도 보정 기능을 포함하고 있다. 또한 시험차량의 전후좌우 모든 방향에 설치된 화각 최대 170도의 광각 CCD 카메라들로부터 4채널의 영상 데이터를 이미지 캡처 인터페이스 장치를 이용하였다. Seeingmachine社의 faceLAB 4.5를 이용하여 취득한 PERCLOS (The percentage of eye-closed

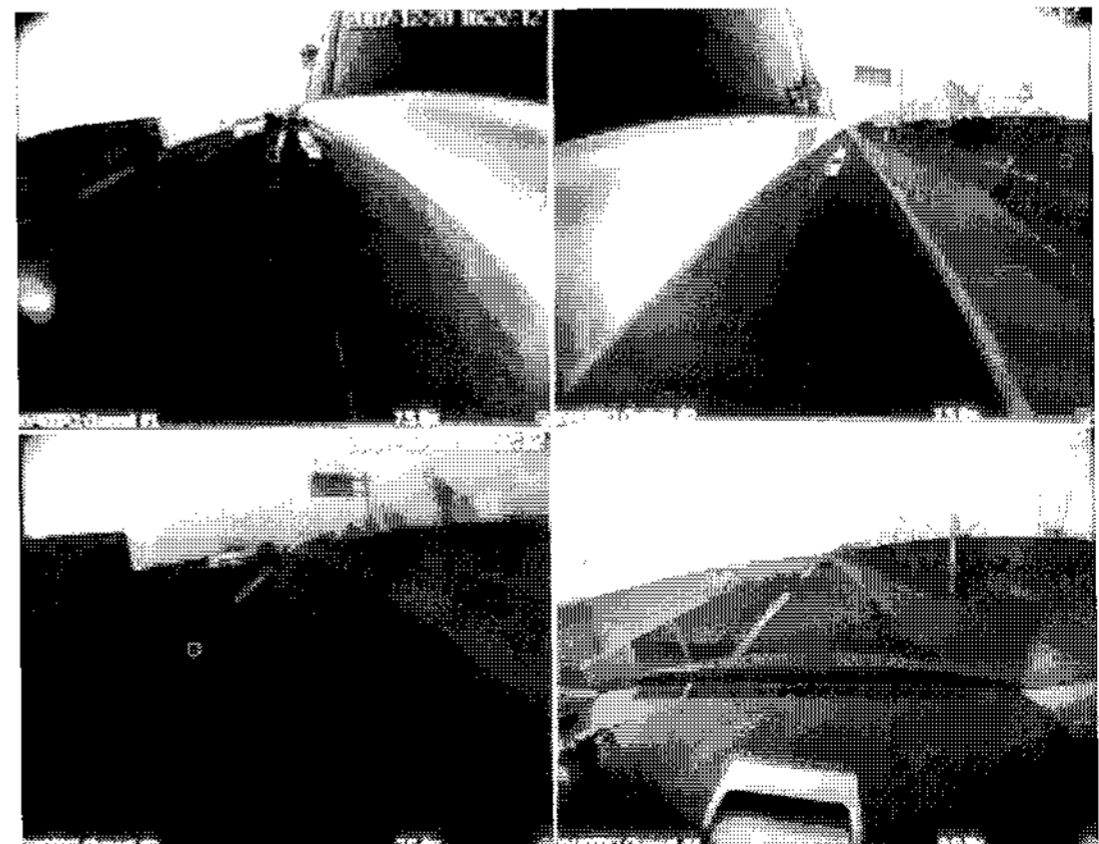


<그림 10> 시험차량 주행 데이터
 <Fig. 10> Driving data of the test-car

time during a period) 등을 포함하는 운전자 머리 및 눈동자 관련 모든 데이터는 Ethernet을 통하여 데이터 로거에 전송되어진다. 이렇게 취득되어진 모든 데이터는 시간 동기화를 위해서 사용자 정의에 의해서 저장되어져야 하며, 주행 데이터를 분석하고 재생하기 위해서는 시간 레벨에서 동기화는 필수적이다. 시험차량에 장착되어진 장치별 취득되어지는 데이터는 <표 6>과 같이 정의하였다.

<그림 10>은 시험차량을 이용하여 경기도 고양시 일대 자유로와 일산 시내 주행 중 속도, 엔진 RPM, 브레이크 페달과 가속 페달 값을 Data-logger에 취득된 데이터를 Wave Chart로 보이고 있다. 취득된 차량의 주행 데이터는 급제동이나 급가속이 아닌 일반도로 환경에서 수행된 주행시험이다. Wave Chart의 A-A와 B-B부분은 각각 주행 중 정지하는 상황과 정지 상태에서 가속하는 형태를 보이고 있다. A-A지점은 속도 57km/h로 주행 중 브레이크 페달을 동작시켜 14초 후 정지되는 것을 보이고 있으며, 이때 주행거리는 132.2미터이다. B-B지점은 정지 상태에서 가

속 페달을 25 ~ 30%로 작동시켜 속도 50km/h를 도달하는데 필요한 시간은 18.13초임을 보이고 있으며, 이때 주행거리는 145.33 미터와 엔진 회전 속도는 약 1700 ~ 2000rpm 임을 알 수 있다. 주행 중 취득된 데이터 분석 결과는 시험 차량의 주행 데이터가 정상적으로 취득되는 것을 알 수 있으며, 본 연구에서 향



<그림 11> 시험차량 주행 영상 데이터
 <Fig. 11> Driving image data of the test-car

후 추진하고자 하는 운전 행태 분석 및 위험운전 판단 알고리즘 개발에 효과적인 개발 도구로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

시험차량에 CCD 카메라를 전후좌우에 각각 설치하여 차량의 주행 영상데이터를 취득하였다.

<그림 11>은 주행 중 4개의 CCD 카메라로 취득한 영상 데이터를 사분할하여 위쪽부터 시계방향으로 우측, 좌측, 전방 및 후방 영상을 취득한 자료이다. 이 영상을 이용하여 운전자의 주행상황 및 주변 교통상황에 따른 운전자의 주행상황에 대한 분석도 가능할 것으로 판단된다.

V. 결 론

1. 연구결과

본 연구에서는 정확한 사고 유형과악에 따른 사고 감소 및 안전운전에 대한 사회적 요구에 부응하기 위하여 선행연구 및 보험사 사고 유형, 사고 DB를 구축하고 있는 경찰청 법규위반 유형(2006년)을 분석하여 운전자로부터 발생할 수 있는 위험운전 유형을 7가지의 대분류와 이를 좀 더 구체화한 16가지의 소분류로 재정의 하였다.

또한 현재 국내에서는 사고 해석 및 후속 처리에 대한 관심이 높아지면서, 디지털 운행기록계 및 차량용 사고기록 장치에 대한 연구개발이 진행되어 관련 제품들이 출시되고 있다. 그러나 제한적인 기능 및 성능으로 인하여 본 연구에서 활용될 수 없기 때문에 본 연구에서는 시험차량, Gyro 센서, GPS 및 DAQ 시스템, Rack 시스템, 영상 데이터 취득 시스템, 전원 공급 장치와 운전자 인지 검출 시스템 등으로 구성된 하드웨어와 Real-Time 모듈, Replay 모듈 및 Export 모듈 소프트웨어 등으로 구성된 Data-logger를 연구진 독자적으로 개발하였다.

개발된 Data-logger가 탑재된 시험차량으로부터 전송되는 실주행 데이터 및 주행영상 데이터를 이용하여 운전자의 운전정보를 실시간으로 취득할 수 있으

며, 이 정보를 이용하여 운전자의 운전유형을 실시간으로 정확하게 분석할 수 있다. 또한 DGPS/RTK 기술을 활용한 고정밀 위치인식 시스템 기술 도입으로 정확한 차량의 거동을 분석하고 판단할 수 있다. 실시간 운행 정보 수집 및 정확한 차량 거동분석을 통해 사고 조사에 대한 자동화 기반을 구축할 수 있으며, 향후 실시간 위험운전 판단 기술을 통하여 안전운전 관리 업무의 자동화 및 사고처리에 있어 가·피해자의 명확한 구분을 통하여 사고처리의 신뢰성을 향상시킬 수 있으며, 이러한 연구는 현재 국내의 ITS기술 및 교통안전 측면에 크게 이바지 할 수 있을 것이다.

2. 향후 연구과제

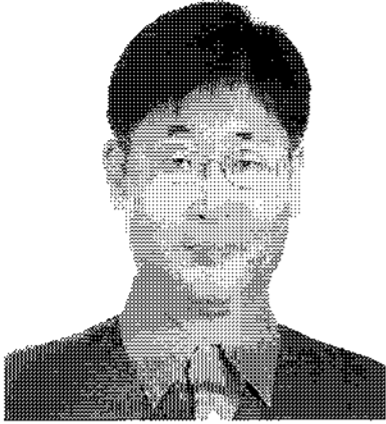
본 연구에서는 차량의 주행 데이터를 저장 및 기록할 수 있는 Data-logger를 이용하여 위험운전 유형을 판단할 수 있으며, 향후 연구에서는 첫째, 각 위험운전 유형에 대한 기준값을 도출하기 위한 위험운전 판단 알고리즘을 개발하여야 한다. 둘째, 위험운전 판단 알고리즘을 통하여 검출된 Data를 이용하여 위험운전 유형에 대한 우선순위를 선정 하여야 한다. 마지막으로 위험운전 판단 알고리즘을 통하여 도출된 기준값과 각 유형에 대한 위험운전 유형에 대한 우선순위를 이용하여 운전자에게 실시간 경보를 줄 수 있는 종합적인 위험운전 감시 시스템을 개발할 수 있는 연구가 수행되어야 한다.

참고문헌

- [1] 박원규, 주행 중 돌발 상황시 운전자 회피 행동 분석, 목원대학교 산업정보대학원, 2002. 6.
- [2] <http://www.vdo.com>
- [3] <http://www.datatec.co.jp>
- [4] 조준희, 이지영, 이운성, 홍승준, 임양근, "안전운전 관리시스템 개발," 한국자동차공학회 추계 학술대회논문집, pp. 576~581, 2003. 11.

- [5] 한인환, 양경수, "차량용 블랙박스를 활용한 위험 운전 인지," *대한교통학회지*, 제25권, 제5호, pp. 149~160, 2007. 10.
- [6] 장태연, 유창남, 김진석, "교통사고자 및 법규위반자를 대상으로 한 운전행태 영향요인 분석," *한국지역개발학회지*, 제17권, 제3호, pp. 83~94, 2005. 9.
- [7] 서울시정개발연구원, *서울시 교통사고 유형분석 및 개선방안*, 2001. 9.
- [8] 손해 보험협회, *교통사고 처리유형* (<http://www.knia.or.kr>)
- [9] 도로교통 안전관리공단 (<http://www.rtsa.or.kr/index.jsp>)
- [10] T. D. Wada, S. Imai, K. Tsuru, N. Isaji, and H. Kaneko, "Analysis of drivers' behaviors in car following based on a performance index for approach and alienation," *Proc. SAE World Congress & Exhibition*, pp. 59-74, April 2007.

저자소개



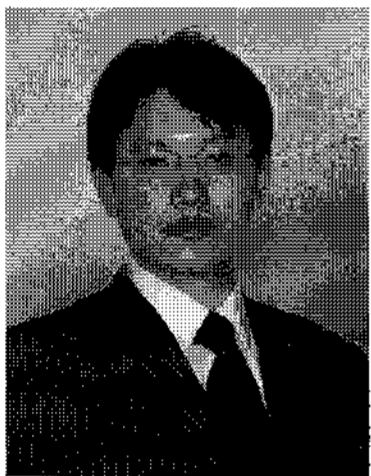
오 주 택 (Oh, Ju-Taek)

1995년 2월 : 한양대학교 도시공학과 학사
1998년 8월 : Rutgers, The State of New Jersey 도시 및 지역계획 석사
2002년 12월 : Georgia Institute of Technology 교통공학 박사
2003년 5월 : University of Arizona Post. doc
2003년 5월 ~ 현재 : 한국교통연구원 책임연구원



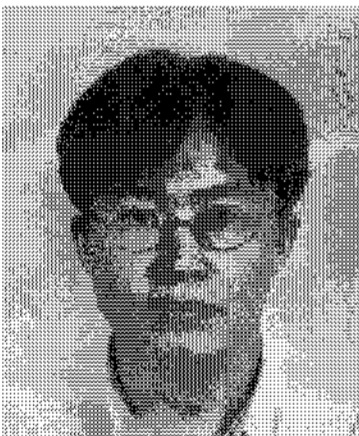
조 준 희 (Cho, Jun-Hee)

1998년 2월 : 국민대학교 대학원 자동차공학과 공학석사
2007년 2월 : 국민대학교 자동차공학전문대학원 공학박사
2000년 5월 ~ 현재 : (주)이노시물레이션 대표이사



이 상 용 (Lee, Sang-Yong)

2002년 2월 : 국민대학교 공과대학 토목환경공학과 학사
2005년 3월 : 국민대학교 건설시스템공학부 교통공학과 공학석사
2004년 9월 ~ 현재 : 한국교통연구원 연구원



김 영 삼 (Kim, Young-Sam)

1997년 2월 : 국민대학교 공과대학 자동차공학과 학사
1999년 2월 : 국민대학교 대학원 자동차공학과 공학석사
1999년 3월 ~ 2001년 8월 : (주)HME
2001년 10월 ~ 현재 : (주)이노시물레이션 팀장