

자동차 주행 성능 평가를 위한 주행 자료 획득 및 분석 시스템 개발에 관한 연구

선우명호*, 주원철**, 이재인**

(* 한양대학교 자동차공학과, ** 한양대학교 전기공학과)

A Study of The Development of an In-vehicle Data Acquisition and Analysis System

Myungho Sunwoo*, Wonchul Ju**, Jaein Lee**

(* Dept. of Automotive Engineering, Hanyang Univ., ** Dept. of Electrical Engineering, Hanyang

Abstract - To evaluate vehicle performances and driving behavior of a vehicle, it is necessary to acquire and analyze vehicle data during the vehicle driving, which affect fuel economy and emissions.

An in-vehicle data acquisition system, which is called Mode Survey System(MOSS), is designed and developed to analyze the traffic and driving patterns of the vehicle.

MOSS is a stand-alone system based on the 68HC11 MCU. MOSS logs various data relating to powertrain and vehicle driving such as vehicle speed, engine RPM, gear position, brake, clutch, fuel consumption, and others.

The driving patterns are dependent on the driver's habit and the road and traffic conditions. these driving patterns would be able to make a official driving mode to be used in emission, fuel efficiency, shift survey, catalyst durability, and other tests using the analyzed driving patterns.

1. 서 론

자동차 산업은 전기·전자 기술과 기계 기술 산업의 집약체로써 국가 경제에 크게 기여한다. 이러한 자동차 산업에 자동차 시장의 개방화 추세와 소비자의 소비 성향 변화는 국내외 자동차 업체들간의 치열한 경쟁을 유발시키고 있다. 그 결과 자동차 업체들은 자동차의 성능 향상에 노력을 기울이고 있다. 특히 선진 각국의 연비·배기ガ스 규제를 만족시키고 소비자의 기대 욕구에 부응하기 위한 자동차 성능 시험의 중요성은 날로 증대되고 있다. 이러한 성능 시험 중 자동차의 주행 성능을 정확하고 신속히 평가하는 일은 소비자의 기대 욕구 충족과 각종 규제에 대응하기 위하여 매우 중요하다.

자동차의 주행시험은 정확한 분석을 위하여 자동차가 주행하게 될 도로 및 교통 상황을 고려하여 실시하게 된다. 특히, 배기ガ스 규제가 점점 엄격해짐에 따라 이러한 주행 시험의 중요성은 더욱 강조되고 있다. 주행 시험은 차량의 동특성, 차량 성능 평가 이외에도 시가지, 고외, 고속도로 등 다양한 도로 특성에 따른 실제 소비자의 주행 패턴 및 습관을 정확하게 분석할 수 있어야 한다. 이에 따라 자동차의 주행 성능 및 운전 습관 분석을 위한 자료 획득 장치(Mode Survey System: MOSS)를 개발하게 되었다.

2. 본 론

2.1 시험장치의 개요

Fig. 1은 MOSS 개략도이다.

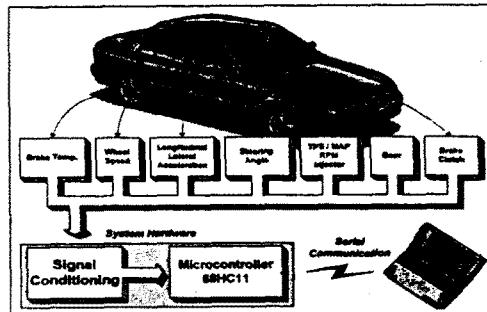


Fig. 1 MOSS 개략도

MOSS는 차량의 여러 부분에 부착된 센서와 엔진제어 시스템(ECU)으로부터 관련 주행 신호를 마이크로콘트롤러를 이용하여, 사용자가 설정 가능한 다양한 샘플 주기(1, 0.5, 0.25, 0.125초)에 따라 정보를 읽어 들이고, 이를 저장하게 된다.

저장된 주행 데이터는 자동차의 주행성능 및 운전자의 운전 습관 분석을 위하여 다음의 두 가지 작동 모드에 따라 PC로 전송되게 된다. 하드웨어와 PC 사이의 데이터 전송 방법은 RS-232의 직렬통신 방식을 채택하였다.

■ 실시간 처리 모드(Real-time Processing Mode)

차량에 부착한 센서와 ECU로부터 입력받은 주행 데이터를 매 샘플 주기마다 PC로 전송하여, 주행 데이터를 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 이는 시스템 개발 시에 이용할 수 있는 기능이다.

■ 후처리 모드(Post Processing Mode)

입력받은 주행 데이터를 먼저 하드웨어에 내장된 메모리에 저장하고, 주행 시험을 마친 후 PC로 전송한다. 일반적으로 MOSS는 시험 주행 시 Fig. 2와 같이 시험차량에 설치되어 후처리 모드로 작동된다.

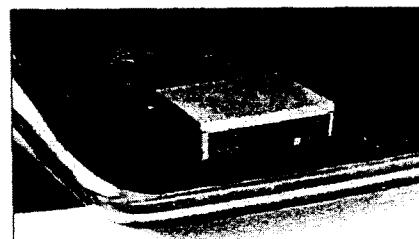


Fig. 2 실험 차량에 설치된 MOSS

2.2 시스템 하드웨어

시스템의 하드웨어는 시험차량에 부착된 센서 부분과

차량에 탑재되는 하드웨어 시스템 박스(Box) 안의 신호 처리 보드(Signal Conditioning Board)와 마이크로콘트롤러 보드(Microcontroller Board) 세 부분으로 이루어져 있다. 하드웨어는 다양한 차종에 적용할 수 있도록, 유연성을 고려하여 설계 및 제작하였다.

1) 신호 입력 부분(Sensor Subsystem)

차량에서 입력되어야 할 신호는 가급적 엔진제어시스템과 새시(chassis)시스템의 신호를 이용하고, 새로 센서를 부착하여 입력받아야 할 신호들은 비접촉식 광센서(Optical Sensor)를 이용하여 정확한 동작을 기대할 수 있도록 하였다.

Input		Sensor
Gear Position	Up / Down Right / Left	Switch Optical Sensor
Brake pedal		Brake Ramp
Clutch pedal		Optical Sensor
Accel pedal		TPS
Wheel speed		ABS Magnetic Pick-up
Engine RPM		ECU(Crank Angle Sensor)
Lateral/Longitudinal Acceleration		Acceleration Meter
TPS/MAP		ECU
Brake Pad Temp.		Thermocouple(K)
Steering Angle		Incremental Encoder
Injection Duration		Injector Signal

Table. 1 입력신호의 종류 및 입력 위치

2) 신호처리 보드 (Signal Conditioning - Subsystem)

신호처리 보드는 센서로부터 입력된 신호들에 포함될 수 있는 전기적 노이즈 성분을 제거하여 마이크로콘트롤러가 받아들일 수 있는 신호로 변환한다.

또한, 신호처리 부분은 고효율의 DC-DC 변환기를 이용하여 MOSS의 내장 배터리로부터 하드웨어 각 부분에 ±12V, +5V 전원을 공급한다.

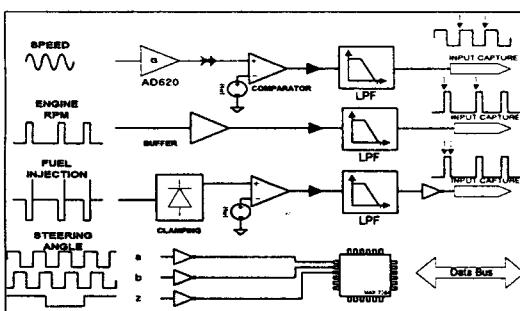


Fig. 3 주요 주행 신호(ECU)의 신호 처리 과정

- 스로틀 위치센서(TPS), 전·후륜 브레이크 패드 온도, 횡방향 가속도 등의 아날로그 신호는 2차의 능동 필터(Active filter)를 거쳐 노이즈를 제거한다.
- Thermocouple 출력신호는 증폭 및 영점보상(Ice point compensation)회로를 통해 마이크로콘트롤러로 입력된다.
- ECU로부터 읽어들이는 RPM, 인체터 구동신호는 신호 처리 회로의 영향으로 ECU의 오동작을 방지하기

위하여 Isolation 회로를 거친 후 필터와 비교기(Comparator)를 통하여 안정적 레벨의 디지털 신호로 변환된다. Fig. 3은 주요 ECU신호의 신호처리 과정이다.

3) 자료획득/저장 부분(Data Acquisition - Subsystem)

자료 획득/저장 부분은 MCU와 프로그램 및 데이터 메모리, LCD 인터페이스를 내장한 제어 보드이다.

MOSS 하드웨어를 제어하고, 입력된 신호를 획득/저장하는 기능은 Motorola사의 고기능 CMOS 마이크로콘트롤러인 MC68HC11이 담당한다.

MC68HC11의 병렬 입출력 포트를 이용하여 페달과 기어 상태를 읽어들이고, 타이머를 통해 RPM, 차량 속도, 인체터 구동 신호를 측정하게 된다. 전·후륜 브레이크 패드 온도, 스로틀 위치센서, 횡방향 가속도 등의 아날로그 데이터는 8-bit Analog Digital Converter 채널을 통하여 디지털 값으로 입력 받는다.

획득된 주행 데이터는 제어 보드에 탑재된 512 kbytes의 Battery Backup RAM(DS1250)을 이용하여 저장한다. Battery Backup RAM은 EEPROM, Flash Memory와 달리 SRAM 구조로 고속이며 읽기·쓰기가 간단하여 하드웨어와 소프트웨어를 단순화시킬 수 있다. 뿐만 아니라, 외부 전원 없이 메모리에 내장된 배터리를 통해 데이터를 안전하게 보존할 수 있다.

MOSS는 사용자의 실험 목적에 맞추어 설정 가능한 4 단계의 샘플주기(1, 0.5, 0.25, 0.125 sec)를 지원한다. 차량에서 샘플된 모든 입력 신호를 저장할 경우 1회에 8 byte의 메모리가 필요하다. 따라서, 샘플주기를 0.125초로 설정할 경우 최대 2시간 15분 가량 주행 시험 데이터를 저장할 수 있다.

2.3 MOSS 소프트웨어

MOSS의 소프트웨어는 시스템에 내장된 MC68HC11의 어셈블리 프로그램과 PC에서 하드웨어를 통해 획득된 자료의 다양한 디스플레이와 파일관리를 수행하는 Windows95 기반의 주행 자료 획득 및 검색 프로그램, 두 부분으로 구성된다. Fig. 3은 MOSS 소프트웨어 구성을 보여주는 개략도이다.

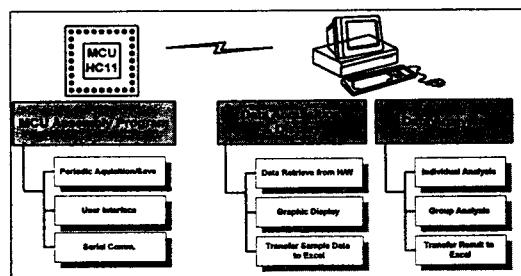


Fig. 4 소프트웨어 개략도

1) MCU Assembly program

MCU(Microcontroller Unit) Assembly program은 정해진 샘플 주기에 따른 데이터의 수집, 저장, PC로 자료 전송 등 자료 관리 기능과 시스템의 전면 조작 패널을 통한 사용자와의 인터페이스 기능을 수행한다.

샘플주기에 따른 데이터 수집 기능은 마이크로 콘트롤러의 Interrupt를 이용하여 지연 없이 정확한 시기에 수행된다.

수집된 자료는 68HC11의 SCI(Serial Communication Interface)를 통하여 PC로 전송된다.

2) 주행 자료 획득 및 검색 프로그램
주행 자료 획득 및 검색 프로그램은 원도우 환경에서

개발되어 사용자 편의를 최대한 고려하였다. 기본적으로 MOSS 하드웨어와 RS-232C 직렬 통신을 통하여 데이터를 획득하는 기능과 획득한 주행 데이터를 파일 (*.moss)로 관리하고, 그래프와 Dashboard 스타일로 디스플레이 하는 기능을 수행한다.

파일 (*.moss)로 변환된 데이터는 다시 주행 데이터 분석 소프트웨어에 의해 주행 코스별, 연령별, 성별로 분석될 수 있다. 뿐만 아니라, 자료 획득 및 검색 프로그램은 Windows의 OLE Automation 기능을 이용하여 Excel97로 주행 데이터를 전송시킬 수 있어 사용자에 의한 분석도 가능하다.

■ 직렬 통신을 통한 주행 데이터의 획득 기능

MOSS 하드웨어로부터 수집된 주행 데이터를 직렬통신을 통하여 다운로드하기 위하여 소프트웨어는 먼저 주행 시간, 주행 데이터의 크기, 샘플 주기, 작동 모드(Real/Post) 등의 Header 정보를 하드웨어로부터 넘겨받는다. 이를 바탕으로 PC 소프트웨어의 작동 모드를 결정한 다음, 작동 모드에 따라 주행 데이터를 하드웨어로부터 다운로드 한다.

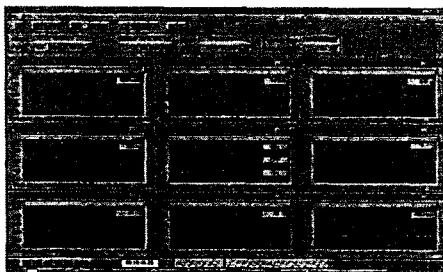


Fig. 5 MOSS 실행화면(Graph)

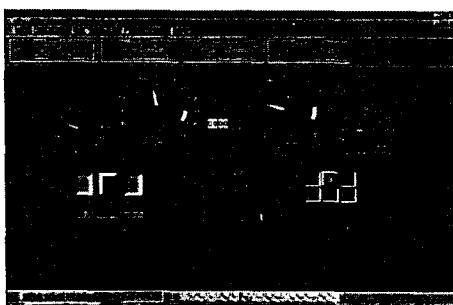


Fig. 6 MOSS 실행화면(Dashboard)

■ 주행 데이터의 디스플레이

Fig. 5는 수집된 주행 데이터를 그래프로 Table 형태로 화면이다. 사용자는 각각의 주행 데이터 윈도우들을 확장으로 스크롤 하면서 그 값을 추적할 수 있으며, 스크롤 동작은 화면 하단의 미디어(media) 버튼의 조작을 통하여 편리하게 이루어진다.

Fig. 6는 주행 데이터를 Dashboard 형태로 디스플레이 하는 화면이다. 엔진RPM, 차량속도, 전·후륜 브레이크 패드 온도, 횡방향 가속도 등의 값은 게이지 형태로 보여주며, 패달과 기어는 버튼의 ON/OFF 형태로 보여준다. 이를 통해, 전체 주행 데이터를 일목요연하게 확인할 수 있다.

3) 주행 자료 분석 및 통계 프로그램

자료 획득 프로그램에 의해 생성된 주행 데이터를 사

용자의 설정에 따라 개인별 및 집단별 분석을 실시한다.

개인별 주행 분석으로는 평균 속도, 평균 RPM, 주행 거리 등과 같은 최대, 최소, 합계, 평균의 1차원 분석과 속도-RPM, TPS-Injection, TPS-Injection-RPM 등과 같은 2 가지 이상의 주행 데이터 사이 상관관계를 살피는 2D, 3D 분석이 있다.

개인별 분석된 주행 패턴 결과는 다시 성별, 연령별 등의 집단분석에 이용된다. 이 과정을 통하여 도로환경과 소비자의 운전 습관에 따른 주행 패턴을 찾을 수 있다.

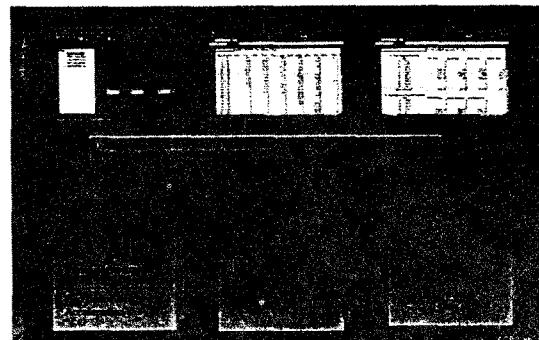


Fig. 7 분석 및 통계 소프트웨어의 개략도

3. 결 론

이 연구를 통해 자동차의 주행 데이터를 정확하고, 편리하게 수집하고, 분석 할 수 있는 주행 데이터 분석 시스템(MOSS)을 개발하였다. 개발된 시스템은 주행 시험을 통하여, 그 신뢰성을 확인하였다.

하드웨어 시스템을 통하여 얻어진 주행 및 운전자 정보는 원도우즈 기반의 주행 데이터 획득·검색 프로그램과 분석·통계 프로그램에 의해 편리하게 관리, 분석될 수 있다.

MOSS는 도로 조건 뿐만 아니라, 운전자의 운전 습관에 의해 결정되는 주행 패턴을 통계적으로 분석 할 수 있다. 이 외에도 수동 변속 차량의 Shift Pattern Survey와 자동 변속기 차량의 Shift Scheduling, 차량 Powertrain Modeling 등 실제 운전 자료를 바탕으로 주행 테스트 모드, 내구 모드 등을 위한 자료 획득 장치로서도 이용될 수 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] Myoung-ho Sunwoo, Wootaik Lee, "Design and Development of a Computer Aided Shift Survey System for Manual Transmission Vehicle", International Mobility Technology Proceeding of VI Conference. SAE '97 Sao Paulo, Brasil
- [2] Y. J. Lee, "The State of the Art of Vehicle Fuel Economy in Korea", KSAE Vol.19 No.3 1997
- [3] MC68HC11 Reference Manual, Motorola, 1991
- [4] Michael S. Stewart and David T. Maples, "Cost Effective Input Circuitry for Texas Instruments TMS370 Microcontroller Family", SAE paper 960625