韓國精密工學會 '95年度 秋季學術大會論文集 pp.377~382

자동차 엔진 성능계측및 분석 시스템 연구

박 준 호 , 양 종 화
대 성 중 앙 연 구 소

ABSTRACT

The performance measurement and evaluation system is required on automotive engines to analyze engine characteristics. In this study, data acquisition is established by installing various sensors of temperature, pressure, gas amount, RPM, torque,.etc to engines, and the modeling of evaluation system is suggested. Also a data base management system is developed for verifying the quality of automotive parts which effect engine characteristics and the output module is presented to be used as certification sheets in automotive and parts manufacturer.

1. 서론

근래에 자동차및 관련 부품산업의 발달로 엔진 제조자는 물론 구성부품을 제조하는 협력업체에서도 궁극적으로 조립된 상태의 엔진 성능을 평가하는 것이 절실히 요구된다. 본 연구에서는 범용으로 활용하기 위해 당사에서 개발한 자동차용 엔진 성능계측및 분석 시스템에 대해 소개하고자 한다.

2. 엔진 성능계측및 분석 시스템 구조

그림 1. 과 같이 시스템 구성은 엔진, 엔진주변에 장착 되는 각종 온도, 압력, 가스농도, RPM, Torque, Duty, 밸브 개도, 연료량 관련된 센서류, A/D 변환기, 성능 실험 관련 DBMS, 그리고 Main Program 들로 이루어진다. 여기서 실제로 엔진을 구동시키는 것은

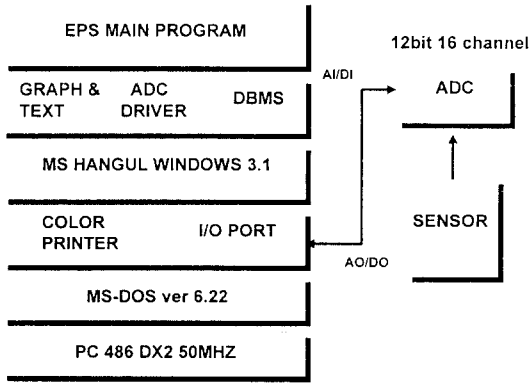

그림 1. 엔진 성능계측및 분석 시스템 구조

컴퓨터에서 직접 안하고 별도의 Acutator Module 에서 시행하는 반자동 모드를 채택하였다.

운영 Software 는 Windows 환경에서 작동되도록 하였으며 [3] 그림 2. 와같이 총체적 시스템 관리를 해주는 Main Program 과 센서류 입력부분을 인터페

이스 해주는 A/D 변환부문, 성능 실험관련 데이터 의 생성/저장용 DBMS 부문, 전체시스템 초기화및 이상 상태 정보용 Diagnostics 부문, 각종 Graph 및 보고서 출력용 Report 부문으로 구성되 있다.

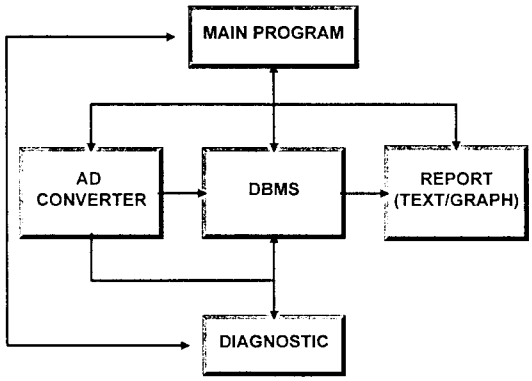

그림 2. 시스템 운영 Software 개유

3. Data Acquisition 및 A/D 변환 모듈

엔진 성능평가를 위해 필요한 Data는 표 1. ~ 표 3. 과 같이 온도, 압력, 가스 농도류 관련한 것과 표 4. 와 같이 엔진 특성을 직접적으로 나타내주는 RPM, 축하중, Duty, 연료량, 점화진각및 밸브개도들로 분류된다. 여기서 엔진 Torque 측정은 Torquemeter 대신 축하중 값과 Arm 길이를 이용하여 변환하는 방법으로 대체하였다.

한편 A/D Converter 는 정밀도 0.1 % (입력값 기준), 샘플링 속도 100 ks/s, 12 bit /16 chnnel 의 것을 사용하였으며 (Keithley Metrabyte) [1] [2] 그 구성도는 그림 3. 과 같다. 여기서 각종 센서류로 부터의 입력값은 Unipolar (0 ~ 1.25/2.5/5/10 V) 화 하였으며 연산

	종 류	모 델 명	출 력	참 조
1	대기 온도	HMP 231	0 ~ 10V	-20 ~ 60℃
2	습도	HMP 231	0 ~ 10V	0 ~ 100 %
3	냉각수 온도	TC(K type)	output:mV	증폭 회로 부분 첨가
4	배기 온도	TC(K type)	output:mV	증폭 회로 부분 첨가
5	오일 온도			수동 입력

표 1. 온도 센서 종류

	종 류	모 델 명	출 력	참 조
1	대 기 압	PTA 427	0 ~ 5V DC	0 ~ 760mmHg
2	오일 압력	수동	수 동	수동
3	흡입 압력 (흡입 부압)	PT 764 (Digital Pressure Meter)	0 ~ ±1V	0 ~ ±760mmHg
4	Air cleaner 흡입 압력	DPM - 02	0 ~ -1V 0 ~ 5V	0 ~ -1,000mmHg
5	VAPO'S 1차실 압력	TYPE 2654 (Digital Mano Meter)	0 ~ 5V	0 ~ 1kg/cm² 0 ~ 2kg/cm² 0 ~ 1000mmHg
6	VAPO'S 2차실 압력	DPM - 02	0 ~ -1V	0 ~ -1,000mmHg
7	배 기 압	PT 764	0 ~ ±1V	0 ~ ±760mmHg
8	수증기 분압	x	x	계산식으로 가능
9				

표 2. 압력 센서 종류

은 다음과 같이 하였다.

Trigger Level : Count = V_{trig} x 4096 / 20

Hysteresis : Count = V_{hys} x 4096 / 10

Analog output : Count = V_{out} x 4096 / span

	종 류	모 델 명	출력(Analog)	환 산(min - max)
1	CO	SAE - 6070	기록계용:0 ~ 100mV 계산기용:0 ~ 1V	multicoder connection 0 ~ 10 %(sw3*):common 0 ~ 3 %(sw2) check (sw1)
2	CO_2	SAE - 6070	기록계용:0 ~ 100mV 계산기용:0 ~ 1V	multicoder connection 0 ~ 16 %(sw2*): common check (sw1)
3	HC	SAE - 6070	기록계용:0 ~ 100mV 계산기용:0 ~ 1V	multicoder connection 0 ~ 10,000ppm(sw7*):common 0 ~ 20,000ppm(sw8) 0 ~ 50,000ppm(sw9)

표 3. 가스 센서 종류

	종 류	모 델 명	출 력	참 조
1	R P M	ESF-H-200	BCD OUTPUT TTL LEVEL: 0 ~ 10V	0 ~ 10,000 rpm
2	축하중	ESF-H-200	BCD OUTPUT TTL LEVEL: 0 ~ 3.617V	0 ~ 57.2 kg
3	R P M	DYNAMO METER	0 ~ 5V	0 ~ 10,000 rpm
4	축하중	DYNAMO METER	0 ~ 5V	0 ~ 40 kg
5	DUTY	P-1 Moniter	0 ~ 10V	0 ~ 100 %
6	연료량	FC-244		수동: GAUGE를 이용
7	시간			수동: GAUGE를 이용
8	P변개도			수동
9	S변개도			수동
10	점화진각			수동

표 4. 엔진 특성관련 센서 종류

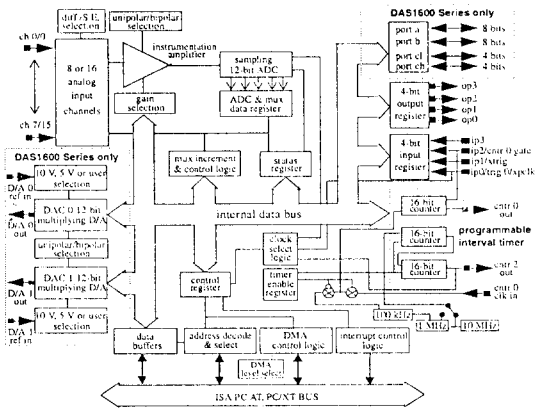

그림 3. A/D Converter 구성도

4. DBMS 모듈

본 시스템에서 개발한 전용 DBMS 는 그림 4. 와 같이 성능 실험에 관련된 18개 입력사항과 7가지 성능 평가항목에 관련된 각종 Data 가 구축되어 다양한 형태의 Graph 및 Text 출력을 시험날짜, 엔진 ID, 부품 ID, 배기량 등 주요 검색기준에 의해 Report 할 수 있게 하였다. 엔진 성능평가 항목은 다음과 같이 분류된다.

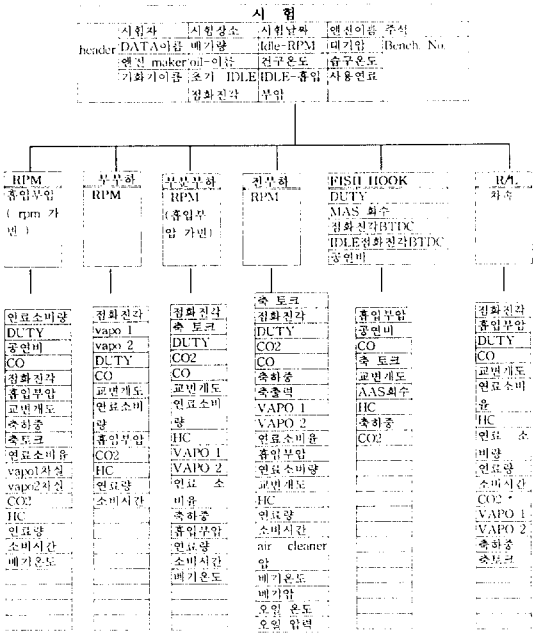

그림 4. DBMS 구조

(1) RPM 일정 성능 시험

일정한 RPM 에 대해 흡입압력을 변화시켜 시험.

(2) 무부하 성능 시험

무부하 상태에서 RPM 을 변화시켜 시험.

(3) 부분부하 성능 시험

부분부하 상태에서 일정한 흡입압력에 대해 RPM 을 을 변화시켜 시험.

(4) 전부하 성능 시험

전부하 상태에서 RPM 을 변화 시켜 시험.

(5) Load & Road 시험

차속을 변화시켜 시험.

(6) 기통간 분배 시험

선정된 기통에 대해 (1) - (5) 수행

(7) Fish Hook 시험

Duty, Mas 수, 점화진각, 공연비 를 변화시켜 시험.

전체 시스템에 대한 DB Parameter 들은 표 5. 와 같이 위의 평가항목별로 Variable/Fixed 로 구분되고 센서류 값 외에 수동입력 및 계산치 (연료소비량, 공연비, 연료소비율, 축 Torque, 초기 점화진각 등) 들도 별도로 구성되어 효율적으로 운영되게 하였다.

	실험 종류	VARIABLE VALUE	FIXED VALUE	입력값(자동)	수동	비고
1	무부하성능시험	RPM		RPM, 연료소비량, 공연비, 흡입부압, CO, HC	교변개도 점화진각	Gear 넣지 않음
2	RPM일정 성능 시험	흡입압력	RPM일정	축토크, 연료소비량, 공연비, 흡입부압, CO, HC	교변개도, 점화진각	부분 부하와 반대 개념
3	부분 부하 성능 시험	RPM	흡입압력 일정	RPM, 축토크, DUTY, 공연비, CO	교변개도, 점화진각	RPM일정과 반대 개념
4	전부하 성능 시험	RPM		RPM, 축토크, 축출력, 연료소비율, 연료소비량, 공연비, 흡입부압, CO	점화진각, 교변 개도	Accel Pedal을 Full로
5	FISH HOOK	DUTY, MAS, BTDC, IDLE BTDC, 공연비	RPM, 흡입압력, 차속	RPM, 축토크등	점화진각	성능변화를 곡선으로 나타냄
6	ROAD/LOAD	차속		RPM, 흡입부압등	점화진각, 교변 개도	차속으로 시험진행
7	기통간 분배 성능 시험	기통번호	RPM, 흡입압력, 차속	공연비, CO, HC, 축하중	점화진각, 교변 개도	Engine을 각 기통별로 성능 시험.

표 5. DB Parameter

5. 시스템 운영 Software

본 시스템 운영 Software (EPS)는 그림 5. 와 같이 구성되며 A/D 변환 부문에는 DLL (Dynamic Link Library) 과 Driver 용 LIB 를 이용하였고 그림 6. 과 같이 입력값에 대해 Sampling time 지정, IRQ/DMA 설정및 Gain 설정과 아울러 수동입력을 할 수 있도록

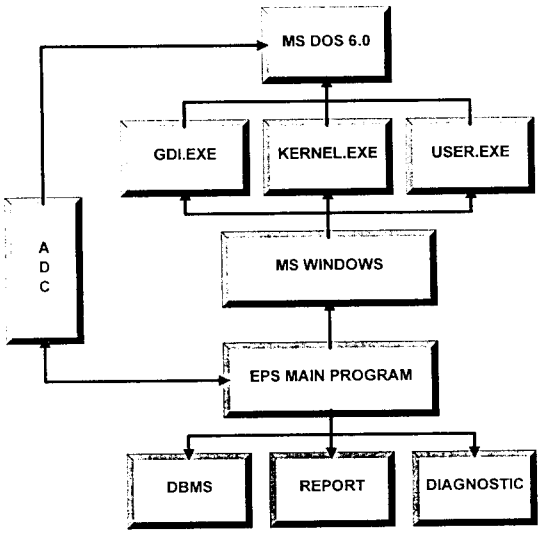

그림 5. 시스템 운영 Software 구성도

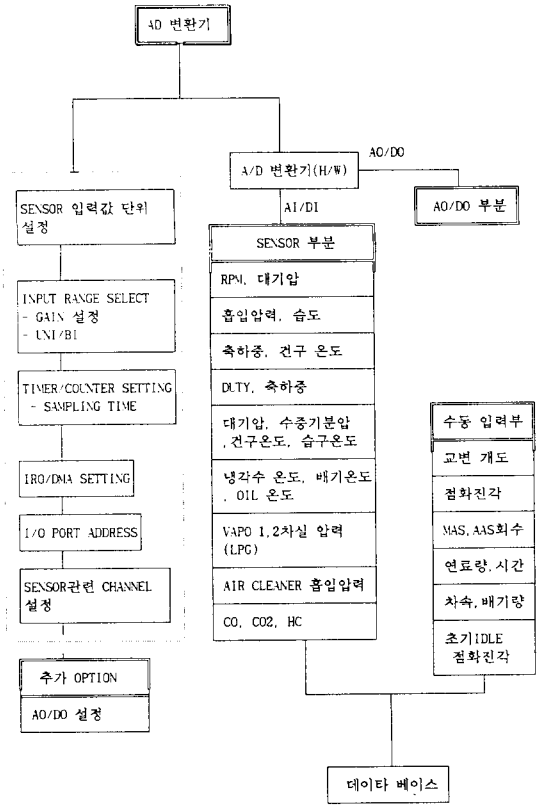

그림 6. A/D 변환부문 구조

하였다.

주 화면에서는 그림 7. 과 같이 각 성능평가 항목에 대해 설정된 Routine 에 따라 입력 Data 가 표시 및 저장되며 우측에 실시간으로 단일 시험 모드에 대한 Graph 가 표시된다. 이러한 Graph 류는 검사성적서의 개념으로 한 장의 Sheet 에 다양하게 표시되어야 하므로 그림 5. 와 같이 DBMS 를 통하여 원하는것을 조합해서 출력할 수 있게 하였다.

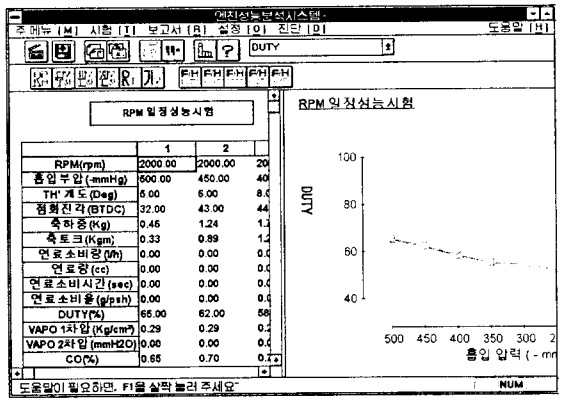

그림 7. 주 화면 표시 내용

한편 전체적으로는 표 6. 과 같이 시험항목 선택,

번호	메뉴	부속 메뉴	내용	비고
1	주메뉴	새시험	새시험 시작	Ctrl+N
2		과거 시험	과거 시험 데이타 보기	Ctrl+O
3		도스로	도스로 나들이	
4		종료	EPS 끝내기	
5	시험 관련	시험 항목	시험 항목 선택하기	Ctrl+L
6		시험 변수 설정	각 시험 변수 설정	Ctrl+P
7	보고서	도표 출력	시험 결과 text 출력	check
8		그림 출력	시험 결과 graph 출력	check
9		좌표값 조정	그래프 출력 초기값 및 간격값 조정	check
10		출력양식 조정	그래프 선두께 조정	
11	설정	시스템	시스템 설정 - 수동/자동 - LPG/GASOLINE - 데이타 입력 시간 설정	
12		AD 변환기	AD 변환기/센서 설정 - AD 변환기 address설정 - IRQ, DMA 설정 - Sampling Time, Timer 설정 - Uni/Bi, Input range, Gain 설정 - AI/DI 설정(센서와 결합) - AO/DO 설정 - 센서 입력값의 단위설정	
13		프린터	프린터 종류 설정	
14		도구 막대	도구 막대 보이기와 감추기	check
15		상태 막대	상태 막대 보이기와 감추기	check
16		창	화면 분할 창 크기 조정	
17	진단	시스템	- system 사양, 자원 상태 - OS, DB - 프린터, 플로터 종류 - 시스템 사양 - 수동/자동, LPG/GASOLINE	
18		AD 변환기	- AD 변환기 address - IRQ, DMA - Sampling Time, Timer - Uni/Bi, Input range, Gain - AO/DO	
19		센서	- 센서 입력값의 단위 - AI/DI (센서와 결합)	
20	도움말	도움말 항목	- 도움말 목차	
21		도움말 사용법	- 도움말 사용법	
22		EPS에 관해서	- EPS에 관해서 ..	

표 6. 시스템 메뉴 종류

설정, 진단및 보고서 출력에 걸쳐 포괄적으로 메뉴를 구성하였고 특히 계산 처리식 (축 Torque, 연료소비량, 공연비 등) 의 상이함 (LPG/Gasoline)에 따른 선택사항은 주의를 요한다. 보고서 메뉴에서는 사용자의 편리를 위해 출력양식 (Graph) 을 15개의 형태로 확장하였다.

6. 계측및 출력결과

실제 Data 수집은 자동차용 엔진 CD800 을 이용하여 수행하였다 (창원기화기). 본 엔진 성능계측및 분석 시스템에 의해 성능시험 항목별로 Data 의 수집, 연산, 저장, DBMS 처리및 보고서 출력등의 과정을 수행한 결과를 다음과 같이 고찰하고자 한다.

RPM 일정상태에서 흡입압력을 변화시킨 RPM 일정 성능시험 결과는 그림 8. 과 같다. 흡입압력이 증가 (-) 함에 따라 CO농도, 축 Torque 및 Duty 가 증가함을 알 수 있는데 이것은 엔진상태및 본 성능계측및 분석 시스템에 이상이 없음을 의미한다.

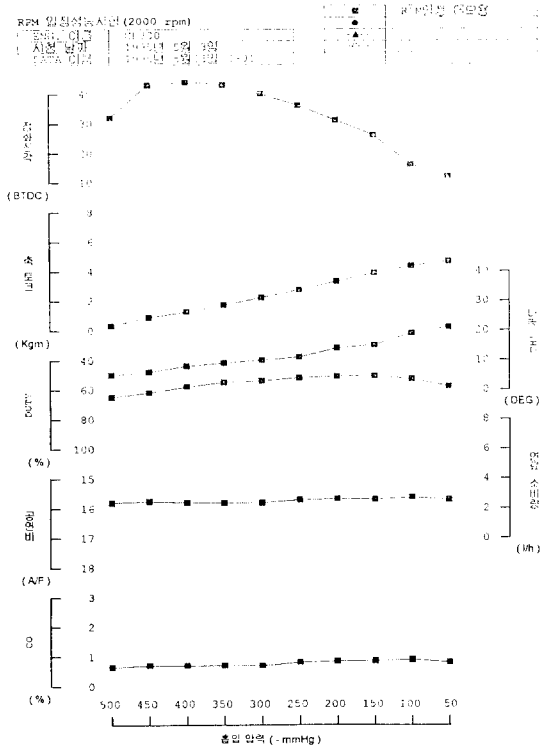

그림 8. RPM 일정 성능시험 결과

그림 9. 는 부분부하 상태에서 일정한 흡입압력 (-200 mmHg)에 대해 RPM 을 변화시킨 부분부하 성능시험을 나타낸다. RPM 이 증가함에 따라 공연비는 증가하고 Duty 는 약간 감소함을 알 수 있다. 한편 축 Torque 는 2500 RPM 근방에서 최대가 됨을 나타낸다. (실제로 CD800 엔진특성과 일치)

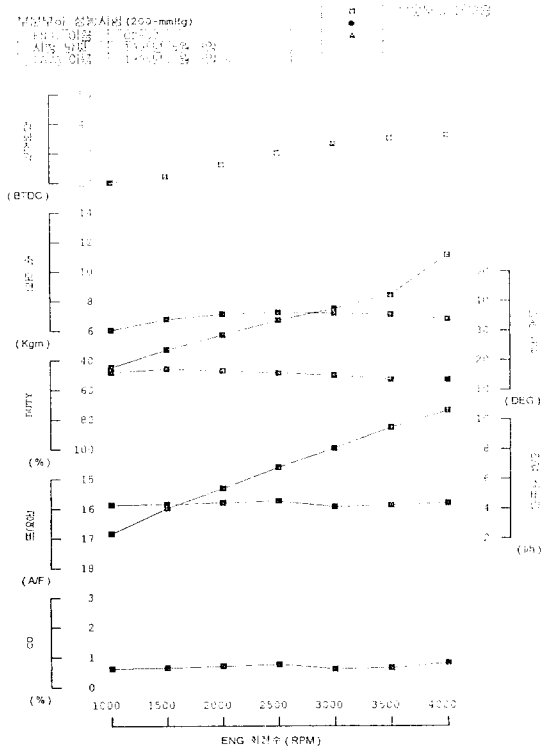

그림 9. 부분부하 성능시험 결과

Duty 를 변화시켜 시험한 Fish Hook-Duty 성능시험은 그림 10. 과 같다. CO 농도 Data 를 Least Square Method 를 사용하여 2차곡선화 한 형상이 Fish Hook (낚시 바늘) 모양임을 나타낸다.

Fish Hook-공연비 성능시험은 그림 11. 과 같이 RPM 일정상태에서 공연비에 따른 축 Torque 및 CO 농도를 나타내는 것으로 축 Torque 곡선형상이 마찬가지로 Fish Hook 모양이다.

이와 같은 Graph 들에 대한 정량적인 수치 (24개 변수) 는 표 7. 과 같이 검사성적서 형식으로 출력된다. 따라서 성능계측및 분석 시스템으로 잘 활용 될 수 있음을 알 수 있다.

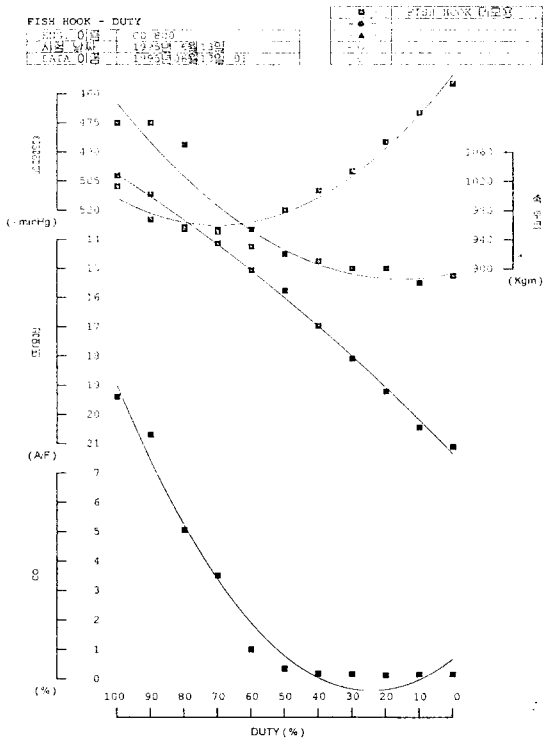

그림 10. Fish Hook-Duty 성능시험 결과

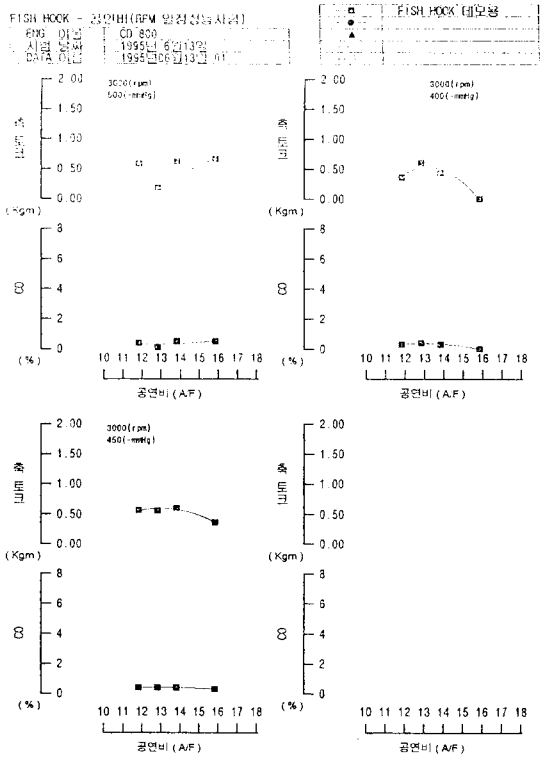

그림 11. Fish Hook-공연비 성능시험 결과

엔진성능시험 DATA

TEST CONDITION

ENG. 이름	CD800	사용 연료	LPG
ENG. MAKER	이 사 이	이상 종류	이상
배기량	800 (cc)	CARB. MODEL	TOYMER
TEST 일자	1995년 5월 30일	IDLE RPM	0 (rpm)
BENCH NO.	0	IDLE BOOST	0 (mmHg)
대기압	(mHg)	IDLE 점화진각	0 (BTDC)

주기 :

TEST RESULT

STEP No.	RPM (rpm)	BOOST (-mmHg)	점화진각 (BTDC)	축전지 (Kg)	수냉(%) (%)	TORQ (Kgm)	축출력 (Ps)	DUTY (%)	공연비 (A/F)	CO (%)	CO2 (%)	THC (ppm)
1	1200	3	6	7.20	0.96	4.77	8	100	15.51	1.10	12.65	1700
2	1600	8	8	7.60	0.96	5.04	11.26	100	14.44	3.59	11.50	1700
3	2000	9	11	7.50	0.96	4.97	13.89	68	14.60	3.20	11.65	1500
4	2400	11	16	7.70	0.96	5.11	17.11	30	14.58	3.30	11.60	1200
5	2800	17	20	8.10	0.96	5.37	21	40	14.44	3.60	11.45	1200
6	3200	23	22	8	0.96	5.30	23.70	55	14.54	3.40	11.55	1100
7	3600	28	24	7.90	0.96	5.24	26.33	71	14.63	3.20	11.68	1200
8	4000	31	25	8.30	0.96	5.50	30.74	88	14.59	3.30	11.60	1100
9	4400	32	28	8.40	0.96	5.57	34.22	88	14.54	3.30	11.65	1100
10	4800	37	29	8.20	0.96	5.44	38.44	100	14.64	3.20	11.65	1100
11	5200	42	31	7.60	0.96	5.04	36.59	94	14.54	3.40	11.55	1100
12	5600	45	33	7.10	0.96	4.71	36.81	85	14.59	3.30	11.60	1100
13												
14												
15												

표 7. Text 출력 결과

7. 결론

본 연구에서는 엔진 성능평가를 위해 개발한 엔진 성능계측및 분석 시스템에 대한 주요사항을 가술하였다. Data 계측, 연산, 저장, DBMS 처리및 보고서 출력에 이르는 제반과정을 자동으로 수행해 주므로, 비효율적인 수작업 시스템을 정확하고 신속하게 대체할 수 있어 자동차및 관련 부품 산업 현장에서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 전망된다. 그러나 향후에는 엔진 RPM, 부하 (Load), Duty 및 흡입부압등의 제어를 반자동 모드가 아닌 Transient Control 개념[4]으로 전자동화 하는 시스템을 개발하여 생산성을 더욱 향상시키는 것이 필요하겠다.

참 고 문 헌

[1]. "DAS-1600 Series Function Call Driver", User's Guide, Keithley Instruments, Inc.

[2]. "DAS-1600 Series", User's Guide, Keithley Instruments, Inc.

[3]. "Microsoft VISUAL C++ Development System for Windows", Reference Vol.1, Microsoft, 1993.

[4]. Hisanari Iizuka, "A Study of Automatic Measurement and Transient Control on Engines", Vol. 49, No.3, 自動車技術 (日), 1995.