

DMAIC기법을 이용한 자동차 클러치 특성검사장치의 개발 및 기초연구 A Study on property test equipment of car clutch Using DMAIC

*박수성¹, #정원지¹, 김재민¹

*S. S. Park¹, #W.J.Chung(wjchung@changwon.ac.kr)¹, J. M. Kim¹

¹ 창원대학교 기계설계공학과

Key words : DMAIC, 클러치, 특성검사

1. 서론

자동차의 경우 기계, 전자등의 모든 기술분야가 집약되는 기술의 집약체라고 할 수 있다. 한 대의 자동차를 생산하기 위해서는 약 2만개의 부품이 소요되고, 이중 클러치는 엔진의 동력을 구동축에 전달하는 부품으로 높은 신뢰성을 요구하고 있다.

따라서 국내의 자동차에 적용되는 클러치 생산 회사 및 완성차 제조업체에서 클러치의 특성을 파악하여 보다 효율적으로 엔진의 동력을 구동축에 전달하기 위한 클러치 시스템의 개발에 주력하고 있다. 종래 클러치 시스템의 특성을 파악하고 클러치 특성 평가를 위한 전용 시험 장치는 클러치 시스템 각 부분에 약 10~15개의 센서를 장착하여 13~15개의 측정 결과를 분석 및 출력할 수 있는 시스템으로 클러치 구성 부품 또는 조립체 등 신제품을 개발하는데 있어 효과적으로 사용되고 있다.

하지만, 실제 자동차에 장착이 되었을 때 엔진 회전수, 변속기 오일온도, 페달 답력, 이동거리 등의 다양한 조건하에서의 클러치 특성 검사를 위한 전용 시험장치 및 운영알고리즘의 개발이 이루어지지 않아 유럽, 영국, 일본등에 계측기를 수입하거나 전용 측정 장치가 아닌 타 목적용의 측정장치를 간이형을 제작하여 수동으로 측정함으로 인해 많은 제약이 따른다.

또한 기존의 측정 장비 또는 시스템의 경우 시험장비 형태로 개발되어 있고 실제 운행중인 자동차에 클러치 특성 시험을 위한 소형화된 측정장치의 개발이 이루어지지 않았다. 이에 따라서 실제 자동차에 장착된 클러치 특성을 시험하기 위한 휴대용 측정장치와 측정결과를 분석하고 저장하기 위한 운영 알고리즘을 개발하고자 한다.

2. 클러치 특성장치의 개발

DMAIC 방법론은 6시그마 프로젝트를 수행하기 위해 사용하는 가장 일반적인 방법론이다. DMAIC 방법론은 5단계인 정의(Define) - 측정(Measure) - 분석(Analyze) - 개선(Improve) - 관리(Control)로 구성되며 각 단계마다 3개의 하위 스텝으로 구성되어 있다. 각각의 스텝은 정의된 활동을 수행하기 위해 다양한 툴과 통계적 방법을 사용한다. DMAIC 방법론은 문제를 해결하는 가장 기본적인 순서로 구성되어 있다.

문제가 무엇인지 정의하고, 현재 상태가 어느 정도인지 파악하고, 이를 개선하기 위한 목표를 정의하고, 현재 상태에서의 문제 원인에 따른 개선안을 도출해 문제를 해결하고, 관리 단계를 통해 문제가 해결된 후에도 지속적으로 유지, 관리하는 과정을 거친다.

순서	주요 내용
Define	고객 요구사항 파악 및 프로젝트 목표, 정의
Measure	Y의 현수준 파악 및 잠재원인 변수 발굴
Analyze	수집된 데이터를 근거로 문제의 근본 원인인 핵심인자 X's 확인
Improve	최적의 프로세스 개선안과 문제의 해결책 도출
Control	개선결과의 문서화 및 유지계획 수립

Table 1 DMAIC method

2.1 Define +Measure

기존의 클러치 특성 검사 장치는 휴대용으로 구성되어 있지 않고, 시험장비 형태로 개발되어 운반이 불편하며 간이형 제작시에도 타 목적용 측정 장치를 이용하여 시스템을 구성해 왔다. 이 때문에 검사장치의 운반성이 떨어지고, 엔진 회전수, 변속기 오일온도, 페달 답력, 이동거리 등의 측정 결과의 신뢰성이 떨어진다는 단점이 발생한다.



Fig.1 existing measurement device

현재 사용되고 있는 클러치 특성 시험을 위해서는 클러치 시스템 각 부분에 Load cell, LVDT, 압력게이지, 온도 sensor 등 10~15개의 센서를 장착하여 13~15개의 측정 결과를 분석하기 때문에 장비가 갖추어진 실험실, 검사실 등의 장소 외에서는 특성 검사를 하기에 많은 제약이 따르기 때문에 휴대 및 시험이 용이하면서 정확한 측정 결과를 얻을 수 있는 검사 장치의 개발이 필요로 한다.

2.2 Analyze

기존의 클러치 성능 시험 장치의 휴대가 어려웠던 점은 시험시 13~15개의 많은 센서를 필요로 하고, Fig 1에서 나타나듯이 타 목적용 측정 장치를 이용해 시스템을 구성하였기 때문이다. 또한 타 목적용 측정 장치를 이용하기 때문에 클러치 특성 검사에서의 결과에 대한 신뢰성이 낮게 평가 될 수 밖에 없었다.

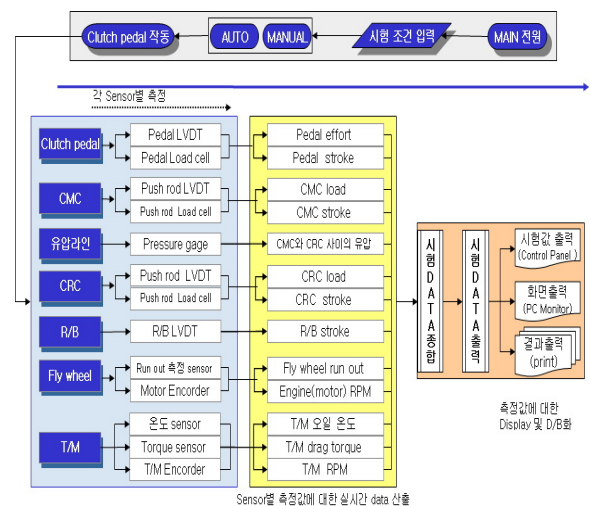


Fig.2 System Configuration of existing measurement

2.3 Improve

개발된 클러치 특성 검사장치는 시험에 있어서 Load cell, Stroke gauge 등 4개의 sensor만을 이용하는 클러치 특성 검사 전용 알고리즘을 개발하여 휴대 및 설치가 용이하고 특성 검사 결과에 대한 신뢰성을 높일 수 있었다. 특히, 그림과 같이 데이터 처리 후 클러치 특성 곡선을 나타내 줌으로써 검사자의 평가가 용이해졌다.

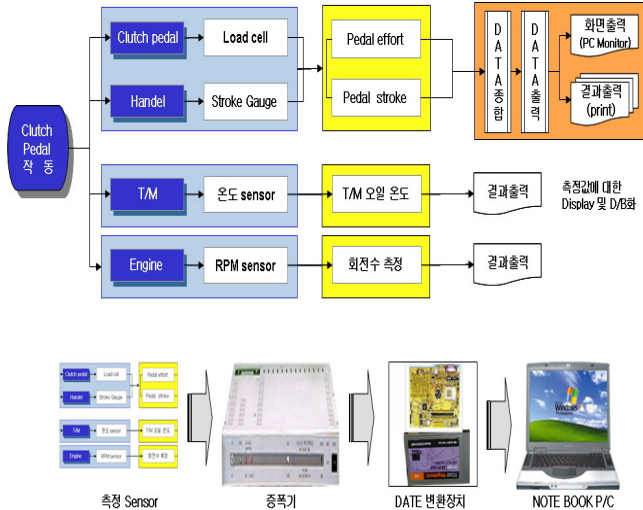


Fig. 3 System Configuration of Developed device

2.4 Control

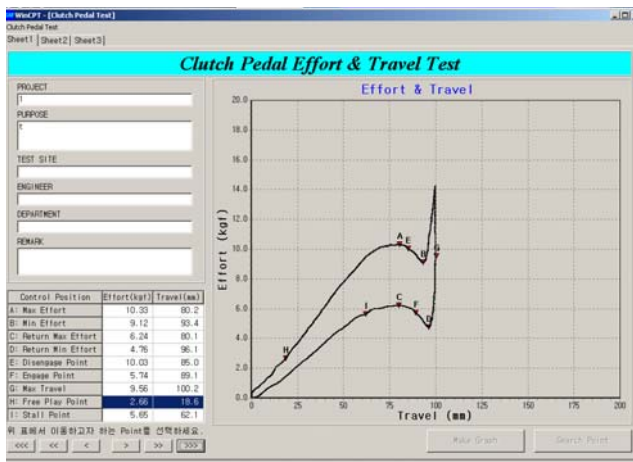


Fig. 4 Measurement Graph of Developed device

개발된 측정 장치를 이용하여 클러치가 가지는 특성을 나타내 주는 그래프를 측정한 결과이다. 클러치-Pedar 특성 그래프를 통해 Engage, Disengage, Free Play, Stall, Effort, Travel을 측정할 수가 있다. 또한, Hill Start & Stall Test 기능을 이용하여 RPM과 온도를 측정 할 수 있다.

이 그래프를 통해 클러치가 가지는 특성의 경향을 파악할 수 있으며 클러치의 이상유무 또한 찾아 낼 수 있다. 사용자가 원하는 측정값을 자유로이 찾을 수 있고 여러 그래프를 한 번에 비교 가능한 기능, 초기 조건을 유지한 채로 동일한 실험을 반복할 수 있는 기능의 운영 알고리즘을 개발 하여 사용자의 편의성도 이끌어 내었다.

개발된 클러치 특성 장치를 통해 차량정비소, 클러치 시험기관 등에서 쉽게 클러치의 상태를 확인해 볼 수 있다.

CONTROL POSITION	EFFORT CONTROL POSITION	TRAVEL
A: Pedal max effort	9.44	78
B: Pedal min effort	7.61	98.7
C: Pedal return max effort	5.64 C: Pedal return max effort	80.5
D: Pedal return min effort	4.3 D: Pedal return min effort	99.5
E: Disengage point	9.32	84.8
F: Engage point	5.36	87.3
G: Pedal max travel	11.15	106.3
H: Free play	2	12.6
I: Stall point	5.21	61.6
A-B: Hump at disengage point	1.83 A-B: Hump at disengage point	20.7
C-D: Hump at engage point	1.34 C-D: Hump at engage point	19
A-C: Hysteresis load	3.8	2.5
G-E: Reserved	1.8	21.5

Table 2 Measurement results of Developed device

3. 결론

실제 자동차에 페달 답력, 이동거리, 엔진회전수, 변속기 오일 온도 등 을 측정하기 위한 센서를 장착한 후 사용자가 전용 운영 프로그램에 시험조건을 입력하고 클러치 페달을 작동하게 되면 각각의 센서의 측정값을 전용 S/W 및 데이터 처리장치에서 수집 및 분석을 실시간으로 처리하여 현장에서 바로 측정 결과를 보여 줄 수 있는 측정 장비를 개발하였다.

또한 사용자 중심의 운영알고리즘의 개발로 측정기를 사용하는 대상에 따라 사용자가 원하는 형태의 실험조건 입력 또는 시험 결과를 출력할 수 있도록 하였다.

허나 그래프의 곡선의 형태는 실험자에 따라 다르게 나타나고 동일한 실험자일 때도 약간씩 다르게 나타난다. 또한 거리를 측정하는데 있어 Pedal stroke가 선형의 거동으로 측정되지만 실제로는 비선형 거동을 하기 때문에 오차가 발생하는 문제가 있다. 물론 클러치가 가지는 특성의 성향을 파악 하는 데는 문제가 없으나 보완해야할 점으로 남아있다.

후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

1. DSRI, "전략적 6시그마 실천 매뉴얼, 2009
2. D.Y. JO, "A Study on Solving about a Vibration Problem in the Spindle Using DMADOV Technique of the Six-Sigma Methodology, 2007