Clutch-by-Wire 시스템 개발동향

Development Trend of the clutch-by-Wire System

나 완 용 / Wan Yong Ra
신성대학 교수 / Shinsung College

1. 개요

최근의 자동차기술은 정보통신의 기술과 전기전자 기술의 발전에 맞추어 자동차에도 기존의 개념을 탈피하면서 저공해 즉 환경친화적인 자동차의 개발이 필요함에 따라서 각 시스템마다의 고유의 제어 시스템을 사용하게 되었으며 그 기술이 바로 X-by-Wire라고도 말할 수 있을 정도로 자동차에 적용하는 추세가 날로 증가하게 되었다. 또한, 에너지 절약과 기후 환경 변화와 연비향상을 위한 일환으로 하이브리드 자동차, 연료전지자동차, 인공지능형 자동차의 등장에 따라서 By-Wire를 적용하는 시스템이 더욱 절실하게 되었다. 원래 X-By-Wire의 기술은 항공기의 조정기술로서 유래되었으며 조정시 케이블이나 로드 등 유압장치를 와이어로 바꾸어 컴퓨터로 비행할 수 있도록 한 것이 By-Wire의 시초라고 볼 수 있다. 이와 같은 기술을 자동차에 접목하게 시작한 것이 최근의 일이라고 볼 수 있고 자동차에 적용한 것은 Drive-by-Wire라고 하는 Throttle-by-Wire, Brake-by-Wire, Steer-by-Wire, Shift-by-Wire, Brake-by-Wire 등이 있으며 이것을 총칭하여 Drive-by-Wire라고 하며 이중에서 Shift-by-Wire는 자동변속기에 주로 적용하게 되었다.

최근 자동변속기도 기계식에서 전자식, 인공지능형 자동변속기로 기술 변화가 이루어지면서 무단변속기도 등장하게 되었지만 향후, 연료전지자동차, 하이브리드 자동차가 등장하게 되면서 이에 대한 연구도 박차를 가하게 되었다.

이러한 기술의 접목은 실용화되기까지의 시간과 막대한 비용이 소요될 것으로 보고 있으며 비용측면에서도 소비자의 부담이 가중되고 있기 때문에 수동변속기를 반자동화 또는 클러치가 작동을 하지 않고 동력을 전달할 수 있는 시스템을 게인 발명가 등에 의해서도 개발이 이루어지고 있으나 시장 출시에는 상용화를 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 된다고 본다.

따라서 본고에서는 소형차에 적용하는 By-Wire 시스템의 일종인 자동화된 수동변속기(AMT, Automated Manual Transmission)와 클러치의 조작이 필요 없는 일종의 Clutch-by-Wire 시스템의 연구개

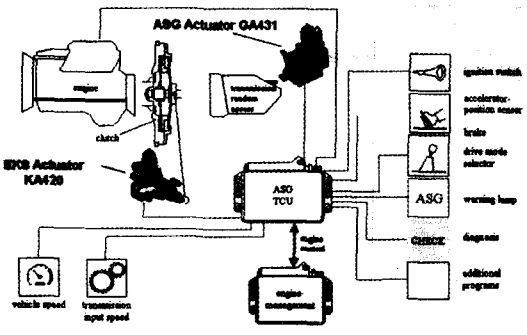
발 동향에 대해서 살펴봄으로서 동력전달계통에 대한 전자제어 시스템 개발 및 동향을 살펴보고자 한다.

2. AMT(Automated Manual Transmission)의 연구 동향

AMT는 수동변속기에 클러치 및 변속 시스템을 자동화시킨 변속기로서 즉, 수동변속기, 클러치 자동화와 변속자동화는 기존의 소형차에서 사용되어 왔던 SAT(반자동변속기, Semi-Automatic Transmission)에 변속을 자동화시킨 것이 바로 자동화 수동변속기라고 할 수 있다. 변속을 자동화 시키는 방법은 Actuator로 실시하게 되며 이 Actuator를 작동시키는 방식은 Electro-Mechanical, Hydro-Mechanical, Actronic Type의 3가지의 방식이 있으며 이에 대한 내용은 다음과 같다.

가. Electro-Mechanical Type

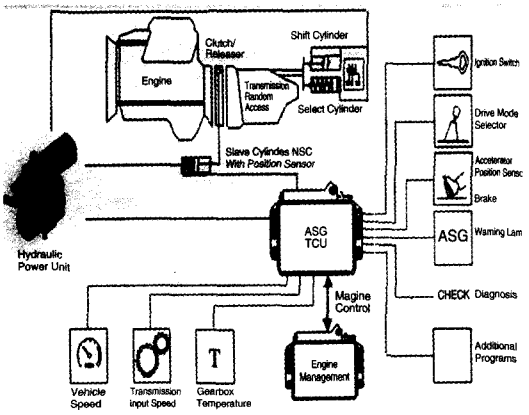
전기모터를 이용하여 클러치, 변속 기구를 구동시키는 방식으로 구조가 간단하고 비용이 저렴하며 최대 전달 토크도 22kg-m로서 주로 MMC Smart 가솔린 0.6 *l*, 직접분사식 디젤 0.8 *l* 의 경차에 주로 적용하고 있으며 〈그림 1〉에 그 개념도를 나타내었다.



〈그림 1〉 Electro-Mechanical Type의 시스템도(MMC)

나. Hydro-Mechanical Type

유압장치 및 기구를 이용하여 클러치와 변속 기구를 구동시키는 방식으로서 구조가 약간 복잡하며 제작비용도 고가이지만 토크는 제한이 없는 것이 큰 특징이며 주로 BMW M3 MK Ⅰ, MK Ⅱ, Ford Transit V184, V185, Alpha Romeo 156 2.0 *l* 에 적용하고 있다. 〈그림 2〉에 그 시스템의 구성도를 나타내었다.

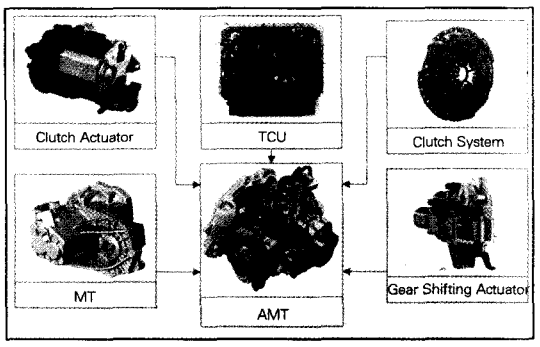


〈그림 2〉 Hydro-Mechanical Type

다. Actronic Type

본 방식은 전기모터로 클러치의 구동 유압을 발생시켜서 동력을 전달하는 방식으로 구조가 간단하고 중, 고속시 토크를 중요시 여기는 엔진에 적용이 가능하며 Opel Corse 1.5 *l* 에 적용한 방식이다.

위에서 살펴본 바와 같이 AMT는 주로 소형차에 적용하고 있어 국내에서도 일부 연구기관에서는 선진 외국의 AMT를 Bench Marking하여 국내 소형차에도 적용하려는 연구가 이루어지고 있어 향후, AMT에 대한 기술(〈그림 3〉 참조)이 성공적으로 이루질 경우 소형차를 중심으로 급격히 국내에서도 적용되리라 생각된다.



〈그림 3〉 개발 예정인 AMT 시스템 구성도

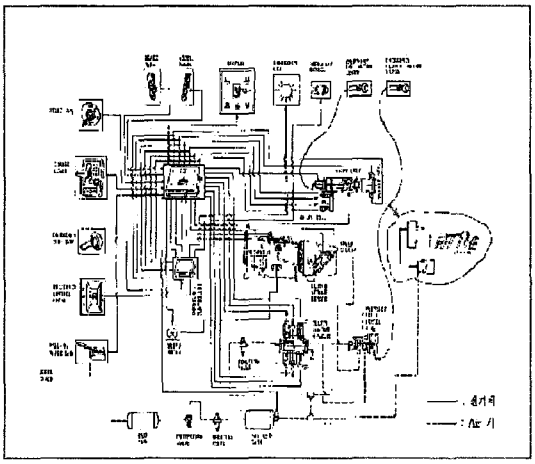
3. 대형차량용 수동변속기 변속자동화 시스템 개발 동향

대형 차량에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이지만 수동변속기에 변속자동화 시스템을 적용하여 상용화하려는 움직임은 선진 외국에서만 일부 이루어지고 있고 국내에서는 아직 이에 대한 연구가 이루어지지 않고 있다. 그 이유는 아직 수요와 공급의 불일치라고 생각되지만 언젠가는 대형차량에 대한 변속 자동화 시스템과 Clutch-by-Wire의 연구가 필요하다고 본다.

대형 차량의 경우 변속시 클러치 페달 답력이 크고 변속기 조절시 과다한 조작력이 필요하여 운전자에게 피로감 및 스트레스를 가중시키고 있고 국내 자동차 대수가 매년 급증하고 있어 도로조건에 따라 정체되는 현상이 빈번함에 따라 잦은 변속레버의 조작이 요구되어 최근에는 자동변속기를 사용하게 되었으나 운수업자의 연료비 가중에 따라 다시 수동변속기를 선호하게 되었다.

대형차량에서의 자동변속기는 가격이 상당히 고가이고 Start Ability, 연비, 가속성능 등이 수동변속기 대비 국내 운전자 특성에 부응하지 못하여 자동변속기 장착이 저조하게 되었다. 이와 같은 배경에 따라 1996년에 정부지원과제로 자동차회사에서 대형차량에 변속자동화 시스템을 연구개발 하였지만 아직 실용화되지 못하고 있는 실정이다.

〈그림 4〉는 SCAC(Shift & Clutch Auto Control) 시스템의 개략도를 나타낸 것이며 클러치 제어용 액추에이터와 스트로크 감지용 센서를 사용해서 클러치 접속을 전자제어하고 엔진 스로틀용 Servomotor와 Controller를 사용하여 가속페달의 밟힘량, 스로틀 개도에 따라 PWM방식으로 엔진 회전수를 제어하여 변속기와 엔진의 부드러운 접속을 이루도록 한 구조로 되어 있다.



〈그림 4〉 SCAC 시스템 구성도

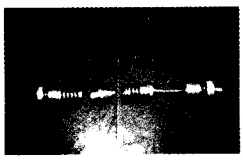
국외에서는 전기신호에 의해 압축공기나 모터를 제어하여 변속을 실시하는 방법으로 1985년부터 HINO 자동차의 노선버스에 표준으로 탑재하여 운행하고 있으며 미국의 Eaton사, Dana Spices사에서 1980년초에 개발이 완료되었다.

또 다른 방법은 엔진과 변속기를 하나의 시스템으로

컴퓨터 제어하여 Torque Converter가 있는 자동변속기와 동일한 감각으로 가속페달 조작만으로 변속을 실시하는 방식이며 일본 ISUZU자동차의 NAVI-5, HINO사의 EE-Drive 시스템, 독일 ZF사의 Auyo-Shift, 미국 Eaton사의 AMT 등이 상품화되어 양산 적용한 바 있다.

4. 공압을 이용한 변속자동화 시스템

앞서 설명한 바와 같이 대형 차량에서는 공기 압축기가 있어 공기 압축기를 이용하여 대형차량의 수동변속기 차량에서 클러치 페달의 조작없이 공기만을 이용하여 변속을 이루는 시스템이다.



〈그림 5〉 공압밸브 구조

〈그림 6〉 부스터

〈그림 7〉 공압밸브 구조

이 방식은 주로 기계식이며 브레이크 부스터와 같이 사용하면서 필요에 따라 변속레버의 ON/OFF 버튼과 레버를 조작하면서 클러치의 조작없이 기어변속을 가능하게 한 시스템으로서 그 핵심기술은 공압밸브로서 그 구조를 간단하게 나나탠 것이 〈그림 5 6, 7〉이다.

5. 맺음말

저연비, 저공해 차량의 개발에 따라 환경친화적인 동력전달계통의 전자화 시스템을 적용하기 위해서는 다른 By-Wire 시스템의 개발과 함께 지속적으로 연구개발이 이루어져야 하고 선진 외국의 기술을 답습하기보다는 벤치마킹을 통해서 장기적인 시스템의 개발이 절실히 필요하다고 생각된다. 외국의 경우는 시장 수요를 창출하고 시장요구에 부응하면서 클러치와 변속기를 전자 제어하는 기술을 지속적으로 연구하고 상용화하는 모습을 볼 때 우리자동차 업계도 빨리 이에 능동적으로 대응하여 자동차의 강국으로 부상하기 위해서는 연구개발을 소홀히 해서는 안 된다고 본다.

(나완용 교수 : rwy@shinsung.ac.kr)