

차량용 변속기 제어 장치의 모델기반 설계 및 검증

정병국*, 황선환*, 이재석*, 고희영**
경남대학교*, (주)C&G**

Model Based Design and Validation of Vehicle Transmission Control Unit

Byeong Guk Jeong*, Seon Hwan Hwang*, Jae Seok Lee*, Hee Young Ko**
Kyungnam University*, C&G**

ABSTRACT

본 논문에서는 Matlab/Simulink와 Renesas사의 프로세서를 이용하여 차량용 변속기 제어를 위한 모델기반 시스템을 구현하였다. 차량용 변속기 제어를 위한 전체 시스템 모델은 Simulink와 Renesas사의 Real Time Interface(RTI)를 이용하여 구현한 후에 실험을 수행하였다. Matlab과 Renesas 제어보드의 컴파일러가 설계된 변속기 제어 모델의 C 소스 파일과 Object 파일을 자동으로 생성시켜주기 때문에 사용자에게 의한 추가적인 프로그램의 Coding 없이 실제 시스템의 시뮬레이션과 실험을 동시에 수행할 수 있다.

1. 서 론

차량용 전자제어장치(ECU: Electronic Control Unit)와 관련 부품 개발로 인하여 자동차 산업은 급속도로 발전하고 있으며, 점점 대규모화되고 복잡해지고 있다. 그로 인하여 소프트웨어의 복잡성이 지속적으로 증가하고 있고 이는 불량으로 이어지고 있는 실정이다. 실제로 소프트웨어의 결함은 하드웨어 결함과 달리, 제품 개발 단계에서는 검증하기 어려울 뿐만 아니라, 결과로 나타나는 사고가 예측 불가능한 형태로 발생하는 경우가 많다. 지금까지는 차량용 전자 제어 장치나 네트워크의 각 기능을 사람이 손으로 직접 점검하는 대상 시험이나 실차를 이용한 테스트 방법은 이미 시험량 증가와 다양화되는 테스트 환경, 특히 복잡한 소프트웨어로 인해 한계에 이르고 있다. 이러한 문제점을 보완할 수 있도록 고안된 새로운 기법이 모델기반 설계(MBD: Model Based Design)이다.

모델기반설계는 컴포넌트, 제어 알고리즘, 네트워크 등을 포함하는 차량 전체적인 시스템을 모델링 할 수 있도록 제공해 줌으로써 모델검증은 물론 각 디자인의 요소들과 요구사항 및 테스트와의 연계가 가능하도록 지원해 준다.^{[1] [3]} 또한 모델기반설계 기법은 실험 비용이 많이 들거나 실험 환경이 위험한 경우 가상의 모델 테스트를 지원해주기 때문에 각 단계에서의 개발 시간과 비용을 크게 단축시킬 수 있다.

따라서 본 논문에서는 자동차의 운행상황에 따른 각종 정보를 기본으로 최적 변속이 가능하도록 하는 차량용 변속기 제어 장치(TCU: Transmission Control Unit) 모델기반의 설계 및 검증에 Matlab/Simulink와 Renesas 사의 프로세서를 적용하여 시스템을 구현하였다.

2. 본 론

2.1 모델기반 설계의 V-cycle

모델기반설계는 그림 1과 같이 SILS(Software In the Loop Simulation), PILS(Processor In the Loop Simulation), HILS(Hardware In the Loop Simulation)순서에 따라 제어에 필요한 기능 모델을 만들고 가상 환경의 시뮬레이션을 이용하여 기능과 동작을 미리 검증 후 완료된 모델 기반으로 제어 장치 내에서 적용될 수 있는 코드를 자동 생성하는 기능을 사용하여 검증함으로써 각 단계에서의 개발 시간과 비용을 단축시키고 소프트웨어의 오류를 최소화 시키는 기법을 말한다.

본 논문에서는 모델기반설계기법의 V선도 과정을 적용하여 HILS 이전 단계인 PILS 까지 적용하여 변속기 제어 장치의 시스템을 구현하고 검증하는 과정을 수행하였다.

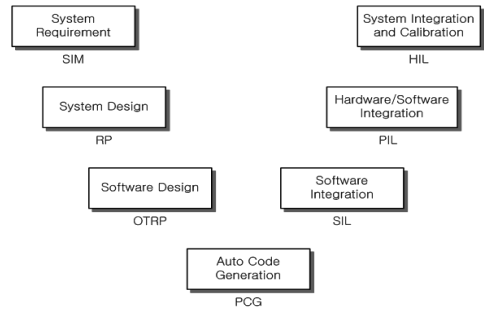


그림 1 Model Based Design of V-cycle

2.2 SILS(Software In the Loop Simulation)

본 논문에서는 차량에 필요한 변속기 제어 장치에 제공되는 변속레버의 위치, 엔진 속도, 클러치 Stroke, 가속페달의 밟힘 정도의 정보에 따라 최적 변속이 가능하도록 변속기를 제어해야 한다. 그렇기 때문에, 그림 1과 같이 모델 기반 설계의 V선도 과정에서 변속기 제어 장치에 필요한 변속 제어 모델을 Matlab/Simulink 프로그램을 이용하여 알고리즘을 설계하고 Matlab/Simulink 환경에서 제공하는 오프라인 시뮬레이션을 통해 변속 제어 알고리즘의 수정 및 성능 검증이 완료되면 자동 코드생성(Automatic Production Code Generation)기능을 사용하여 코드를 생성하고 생성된 코드를 사용하여 SILS 환경을 구축하였다. SILS 환경에서는 설계된 변속 제어기와 실제 변속에 필요한 클러치를 담당하는 액추에이터와 동일한 동작특성을 가지는 가상의 액추에이터를 모델화 하여 실시간 시뮬레이션을

수행하였다. 실시간 시뮬레이션을 통하여 설계된 변속 제어기와 가상의 액추에이터간의 상호 영향을 분석하고 동작 상태를 검증하였다.

2.3 PILS(Processor In the Loop Simulation)

PILS 환경에서는 SILS 환경에서 검증이 완료된 소프트웨어를 통하여 실제 사용될 Renesas사의 프로세서에 생성된 코드는 임베이드 되고, SILS 환경에서 사용하였던 가상의 액추에이터와 실제 프로세서를 이용하여 실시간 시뮬레이션을 수행하게 된다. 따라서 PILS 환경에서는 Renesas사의 프로세서와 가상의 액추에이터의 동작 상태를 검증할 수 있고 신뢰성을 확보할 수 있다.

본 논문에서는 PILS 단계까지 시행하여 실제 변속 제어보드와 가상의 클러치를 담당하는 액추에이터의 동작상태 검증을 통하여 HILS 단계 구현을 위한 기본 환경을 구축하였다.

3. 실험 결과

3.1 변속 제어보드

PILS 환경에서 필요한 변속제어보드는 그림 2와 같이 차량의 전자제어장치로부터 받은 차량 정보를 이용하여 변속 요구 조건에 맞게 각 모듈별로 제어가 가능하며, 모듈의 비정상적인 동작으로 변속기 결합이 있을 시 차량과 운전자의 안전을 보장할 수 있는 범위 안에서 제어가 가능하게 설계하였다.

변속제어보드의 핵심인 MPU는 차량의 전자제어장치와 차량 시스템 데이터 송수신으로 변속에 필요한 제어 및 정보를 제공하며, 변속기의 외부에 부착된 센서 신호를 입력받아 변속의 이상 여부를 판단한다.

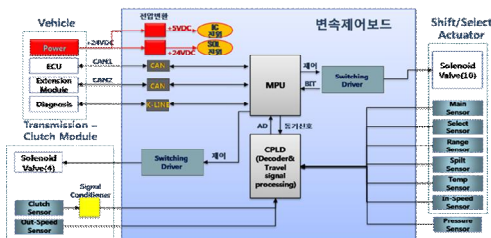


그림 2 변속 제어장치 블록도

3.2 변속 제어보드 구성

변속제어보드는 그림 3과 같이 크게 전원, CAN통신, MPU, Travel Sensor 신호처리부, Solenoid valve 제어부, 클러치 제어부, Speed Sensor 신호처리부부터 총 7모듈로 구성 되었다.

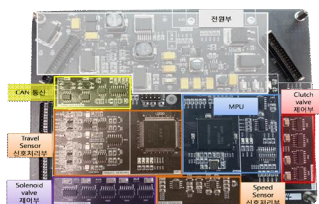


그림 3 실제 변속 제어모듈

3.3 액추에이터의 모델링

변속기의 클러치 조작을 위한 액추에이터는 변속제어장치

의 지령에 따라 적절한 동작을 하게 된다. 본 논문에서 모델링된 클러치 액추에이터의 알고리즘 구성은 아래 그림 4와 같다.

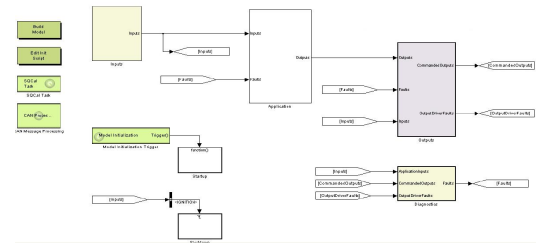


그림 4 클러치 액추에이터의 알고리즘

3.4 클러치 제어 신호

그림 5는 실험을 통해 클러치의 제어 동작 중 솔레노이드 밸브 제어 구간에 따른 특성변화의 결과를 보여 주고 있다. LEARN IN 동작 시 약 8s의 구간이며, LEARN IN 동작 시 4.1V ~ 2.9V의 변화를 나타내고 있다.

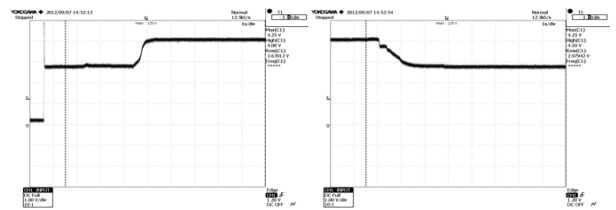


그림 5 클러치 제어의 결과

4. 결론

본 논문에서는 Matlab/Simulink를 이용한 모델기반설계를 통하여 차량용 변속제어장치의 제어 블록을 구성하였고, 모델기반 설계의 V선도에 따라 SILS/PILS 환경을 적용함으로써 설계된 제어 알고리즘과 가상의 클러치를 담당하는 액추에이터의 동작 상태를 검증하여 HILS 구축을 위한 기본 환경을 구현하였다. 따라서 개발 환경에서의 시간과 비용을 감소시켰으며 변속 제어 장치의 신뢰성을 확보하였다.

이 논문은 2015년 진행된 SW융합기술고도화 사업의 연구과제로 정보통신산업진흥원(S0170 15 1078) 및 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No.NRF 2013R1A1A1013670)의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참고 문헌

- [1] D. H. Lee, B. W. Kim, J. K. Choi, "Model Based Design and Validation of Vehicle Safety Power Window Control Systems", Trans. KIEE. Vol. 59, No. 12, DEC, 2010
- [2] 이동민, 지준근, "MATLAB/SIMULINK와 dSPACE DS1104를 이용한 유도전동기의 간접벡터제어", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2006. 7. 12 14
- [3] 이진용, "실차환경 시험의 제약 극복", Technology insight, 2010. Aug.