

DCT가 장착된 농업용 트랙터의 고장 진단 알고리즘 개발

권 대 옥^{*1)} · 신 대 건¹⁾ · 이 형 철^{**2)}

한양대학교 전기공학과¹⁾ · 한양대학교 전기 생체공학과²⁾

Development of Fault Diagnosis Algorithm for DCT-equipped Agricultural Tractor

Dae Wook Kwon^{*1)} · DaeKeon Shin¹⁾ · Hyeongcheol Lee^{**2)}

^{*1)}Department of Electrical Engineering, Hanyang University, 222, Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 133-791, Korea

^{**2)}Division of Electrical and Biomedical Engineering, Hanyang University, 222, Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 133-791, Korea

Abstract : In recent years, for the convenience of the user, an automatic transmission is mounted on a vehicle as the transportation means. Nevertheless, there is a proclivity for a great number of vehicles to use DCT(Dual Clutch Transmission) systems which have the characteristics and advantages of a manual transmission rather than an automatic transmission with low power transmission efficiency. By applying the advantages of manual transmission, DCT achieves higher fuel efficiency and faster shifting than the conventional automatic transmission which usually utilizes hydraulic control. Especially, in order to enable quick shift, DCT moves the gear of the non-drive shaft directly to the gear that user wants to reach. Additionally, we performed the fault diagnosis with measuring the hydraulic line pressure of tractor, hydraulic oil temperature, synchronizer position; with judging gear, an analysis on the state of clutch output is also performed by MATLAB / Simulink.

Key words : DCT(듀얼 클러치 트랜스미션), Tractor(트랙터), DTC(고장진단코드), Parity Space Approach(패리티 공간 기법), Fault Diagnosis(고장 진단)

1. 서 론

근래에 들어 이용자의 편의를 위하여, 자동변속기가 운송 수단인 차량에 설치되어 있다. 그럼에도 불구하고 일반적으로 낮은 동력 전달 효율을 가진 자동변속기 보다 수동변속기의 특성과 이점을 갖춘

DCT(Dual Clutch Transmission) 시스템이 사용된 차량이 대량으로 생산되는 추세이다. 수동변속기의 장점을 적용한 DCT는 기존의 유압제어를 이용한 자동 변속기보다 연비의 효율을 높이고, 변속을 빠르게 할 수 있다. 특히 빠른 변속을 가능하게하기 위해 비구동축의 기어를 도달하고자 하는 기어단으로 움직이게 해준다.¹⁾

이러한 장점과 동향에 따라 농업용 트랙터에도 DCT 시스템을 장착시키고 트랙터 변속기의 싱크로나이저의 위치를 측정한다. 그리고 클러치 출력의

*발표자: 권대옥, kdw0314@hanyang.ac.kr

**교신 저자: 이형철, hclee@hanyang.ac.kr

상태등을 분석 및 판정해 MATLAB/Simulink를 이용하여 고장 진단을 수행하고자 한다.

2. 고장진단 알고리즘 개념

본 논문에서의 시스템 모델 기반 고장진단 알고리즘은 변속기 싱크로나이저의 위치에 따라 기어의 고장을 상호보완적으로 진단하는 알고리즘이다. 이를 위해 대상 시스템 모델링과 parity space approach가 적용되었으며 이를 통해 residual이 생성되고, 센서 신호에 갑자기 fault가 발생 시 residual의 변화를 통해 DCT system 센서 고장 진단을 제안한다.²⁾

특정프로세스 신호가 검출하고자 하는 고장에 대한 정보를 제안하고 이 정보를 가지고 적절한 신호처리를 함으로써 fault diagnosis를 할 수 있게 된다. Figure 1은 모델 기반 고장 진단 기법의 핵심 아이디어인 parity space approach의 block diagram이다.⁶⁾

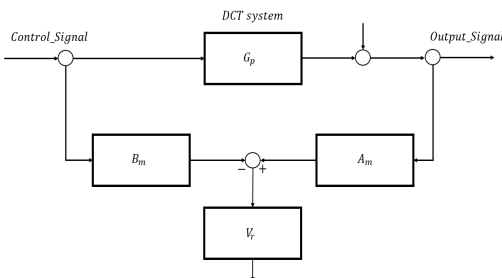


Fig. 1 Block diagram of Parity Space Approach

3. 대상 시스템 모델링

Figure 2는 대상 트랙터의 변속 시스템의 블록도이다. 대상 시스템은 차량 속도와 엔진 RPM을 정의해 주고 전반적인 엔진의 동작을 구현한다. 정의된 입력 값들은 구현된 시스템으로 들어가 쓰로틀, 클러치 그리고 싱크로나이저에 전달하는 전반적인 신호체계를 모델링 한다.

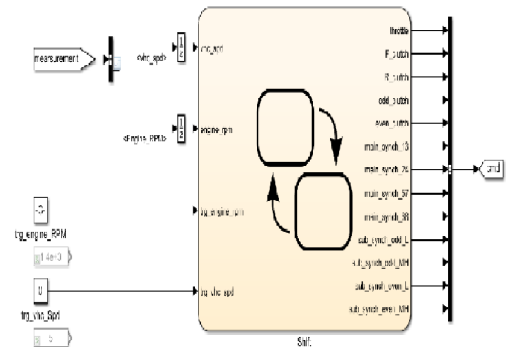


Fig. 2 Block diagram of the shift system

4. DCT 시스템의 구조분석 모델 개발

농업용 트랙터의 듀얼 클러치 변속기를 인풋 샤프트, 전/후진 클러치, 그리고 기어들로 모델링 한 후 고장 검출을 위한 알고리즘을 적용한다.

4.1 기어의 구조적 분석 모델

앞서 구현한 시스템의 신호들의 동작 확인 위해 MATLAB & Simulink를 이용하여 구조 분석 모델을 개발한다. 기어들은 홀수단과 짝수단으로 나뉘어져 모델링 하고 홀수단과 짝수단 각각에 맞추어 3단계로 분리한 모델링은 Fig.3과 같다.

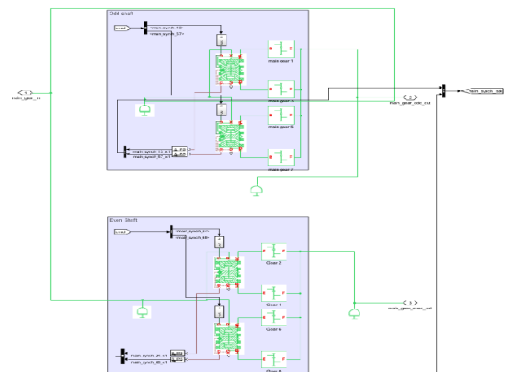


Fig. 3 Schematic diagram of the gear system

4.2 센서 고장 진단 시뮬레이션 및 결과

Parity space approach를 사용하여 기준 범위를 벗어났을 때 sensor가 고장을 검출한 경우 이를 residual를 이용하여 판단하고 simulation 결과를 가지고 고장 종류를 결정지을 수 있다.⁶⁾

Figure 4는 위치 센서가 범위를 벗어난 고장 그래프이다. 기어 레일의 방향에 따라 중립위치를 기준으로 일정 범위를 움직이는데 이를 전기적 신호로 변환시켜 정상 동작 전압 기준으로 지정된 범위 내에서 싱크로나이저의 체결 상태를 확인함과 동시에 범위에서 벗어날 경우 고장을 검출할 수 있다.

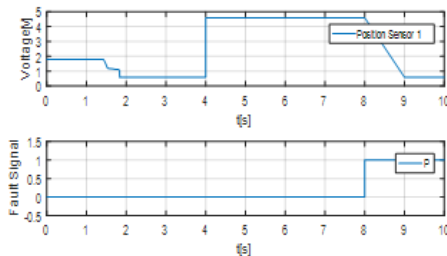


Fig.4 Potentiometer sensor fault detection

Figure 5는 차속 센서 출력 이상 고장 검출을 나타낸 그래프이다. 차속 센서의 전원이 정상적으로 공급되고 지정 범위 내에서 RPM이 동작되는 상태에서 fault signal은 0으로 신호를 보내다가 지정 범위 밖의 RPM이 출력이 된다면 고장을 감지하고 일정 시간 이후에 고장 신호를 1로 송출한다.

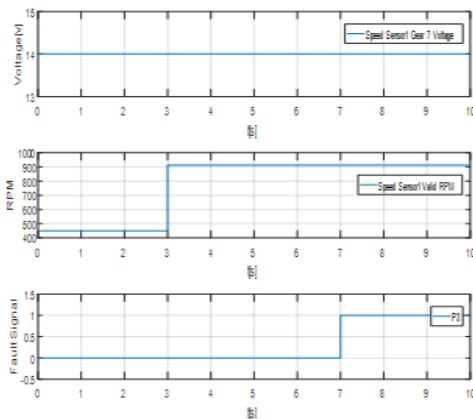


Fig.5 Speed sensor fault detection

5. 결 론

MATLAB simulink를 이용하여 본 연구에서는 농업용 트랙터의 DCT를 모델링을 수행하고 트랙터 변속기의 싱크로나이저의 위치를 측정해 기어를 판단, 그리고 클러치 출력의 상태를 분석해 트랙터의 DCT의 고장진단을 수행해 트랙터 변속기의 상태를 판단 및 품질개선을 기대할 수 있다.

References

- 1) Hwangchul Shin, "Improve Motor UVW Diagnosis Function for DCT system", KSAE, p43~p44, 2018
- 2) Mogens Blanke, Michel Kinnaert, Jan Lunze, Marcel Staroswiecki, "Diagnosis and Fault-Tolerant Control", p189~p220, Springer, 2006
- 3) Steven X. Ding, "Model-based Fault Diagnosis Techniques: Design Schemes, Algorithms, and Tools", p69~p114, Springer, 2008
- 4) Sunghyun Ahn, Seokhwan Choi, Seulgi Lee, Sungwha Hong, Soochul Kim, Hyunsoo Kim, "Control Strategy of Continuously Variable Transmission for an Agricultural Tractor in Working Condition", KSAE, p8~p10, 2014
- 5) Woo-Seok Choi, Kyo-Bum Lee, Seho Jang, Wonsik Lim "Development of the Driving Simulator for Multi-speed Transmission of Tractor", KSAE, p255~p257, 2013
- 6) Woohyun Hwang, Kyungsik Sin, Kunsoo Huh, Myungjune Kim, "Model-based sensor fault diagnosis for EMB using parity space approach", KSAE, p863~p864, 2011