

히스테리시스를 고려한 HMT장착 트랙터의 속도비 제어

안성현¹⁾ · 최진규¹⁾ · 이원빈¹⁾ · 피재명¹⁾ · 김수철²⁾ · 이진웅²⁾ · 김현수¹⁾

성균관대학교 기계공학과¹⁾ · LS Mtron²⁾

Speed Ratio Control for an Agricultural Tractor using Hydro Mechanical Transmission considering Hysteresis

Sunghyun Ahn¹⁾ · Jingyu Choi¹⁾ · Wonbin Lee¹⁾ · Jaemyoung Pi¹⁾ · Suchul Kim²⁾ · Jinwoong Lee²⁾ ·

Hyunsoo Kim¹⁾

¹⁾ School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University, 2066, Seobu-ro, Jangnan-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, Korea

²⁾ LS Mtron, 11F, LS Tower, 1022-6, Hoge 1-dong, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do, Korea

Abstract : In this paper, hysteresis compensator was proposed for improving HMT(hydro mechanical transmission) speed ratio control performance. To analyze the hysteresis of the HMT, a test bench was developed including an electric motor which simulates the engine and hydraulic valves which control the HSU(hydro static unit), and sub-shift clutches. Based on the test results, hysteresis of the HMT was modelled and verified. Using the hysteresis model, a hysteresis compensator was designed from the inverse hysteresis model. Performance of the speed ratio control using the hysteresis compensator was evaluated by the test bench.

Key words : hydro mechanical transmission(정유압 기계식 변속기), hysteresis(히스테리시스), tractor(트랙터)

1. 서 론

농업용 트랙터에 상용화되어 사용되는 무단변속기는 HST(hydro static transmission)과 HMT(hydro mechanical transmission)이 있다. 두 시스템 모두 유압 펌프와 유압 모터로 구성된 HSU(hydro static unit)을 이용해 무단 변속을 수행하지만, 유성기어와 부변속단을 이용해 동력분기 구조를 이루는 HMT 시스템이 구현 가능한 변속비가 넓고 효율적이라는 장점 때문에 중대형 이상의 트랙터 구조로 각광받고 있다^{1, 2)}.

HMT의 부변속단은 트랙터의 변속비를 넓히는 장점이 있지만, 부변속단 변속 시 클러치에서 충격이 발생하지 않기 위해 속도 동기화 과정이 필요하다³⁾. 이를 위해서는 HSU의 속도비가 정확히 제어되어야 한다. 이 때 히스테리시스로 대표되는

비선형적인 요소는 HSU의 제어 성능을 저하시키는 요소 중 하나이다⁴⁾.

이 논문에서는 HMT의 정확한 속도비 제어를 위해 HSU의 히스테리시스를 모델링하고, 역히스테리시스 모델을 이용해 HMT의 속도비를 제어하고, 이를 테스트 벤치에서 검증하였다.

2. 본 론

- 1) HMT 변속기의 테스트 벤치를 설계 제작하였다. HMT는 axial piston type HSU와 부변속부로 구성되어 있다. HSU와 부변속 클러치 제어는 유압밸브를 사용하고, 속도/토크센서, MicroAutoBoxII를 이용하여 계측 및 제어 장치를 구성하였다.
- 2) 테스트 벤치에서 HSU의 입력값과 출력값을 측

정하였다. 입력값의 상승/하강 여부에 따라 히스테리시스가 발생하는 것을 분석하였다.

- 3) 실험 데이터를 이용하여 히스테리시스를 모델링하였다. 히스테리시스 모델을 실험결과와 비교하여 검증하였다.
- 4) 역히스테리시스 모델을 도출하여 히스테리시스를 보상하도록 하였다. 역히스테리시스 모델을 이용한 테스트 벤치 실험 결과 HMT 속도비의 추종성능이 향상됨을 검증하였다.

control system” , Sadhana, Vol. 31, Issue 5, pp. 543-556, 2006

3. 결 론

- 1) HSU의 히스테리시스의 HMT의 속도비에 대한 영향을 실험적으로 분석하였다.
- 2) 히스테리시스를 모델링하고, 이를 이용하여 역히스테리시스 모델을 구해 HMT의 속도비 히스테리시스 보상을 설계하였다.
- 3) 개발된 보상을 테스트 벤치에서 실험하여 HMT의 속도비 추종성능이 향상된 것을 검증하였다.

Acknowledgement

본 연구는 농림축산식품부 첨단생산기술개발사업에 의해 이루어진 것임.

References

- 1) K. Renius, and R. Resch, “Continuously Variable Tractor Transmissions” , the 2005 Agricultural Equipment Technology Conference, ASAE Distinguished Lecture No. 29, pp. 1-37, 2005
- 2) D. Sung, T. Kim, and H. Kim, “Integrated Control of Engine and Hydro-Mechanical Transmission” , KSAE, 2000-03-2057, 2000
- 3) S. Ahn, J. Choi, S. Kim, J. Lee, C. Choi, and H. Kim, “Development of an Integrated Engine-hydro-mechanical Transmission Control Algorithm for a Tractor” , Advances in Mechanical Engineering, Vol. 7, No. 7, 2015
- 4) A. Akkaya, “Effect of bulk modulus on performance of a hydrostatic transmission