

부하토크 피드포워드 제어를 이용한 유도전동기의 속도제어

서영수* 임영배** 김영춘*** 상대용**** 김종균*(¹)
 명지대학교* 충남전문대학** 천안공업전문대학*** 에이스 안테나(주)****

Speed Control of Induction Motor Using Load Torque Feedforward Control

Young-Soo Seo* Young-Bae Lim** Young-Chun Kim*** Dae-Yong Sung**** Jong Gyun Kim*(¹)
 *Myong-Ji Univ, **Chung-Nam Junior College, ***Cheonan Technilcal College,
 ****ACE antenna

Abstract

This thesis proposed a speed control system for induction motors robust to variations in torque and parameters by feedforward compensating the current portion of load torque, adding a load torque observer to the conventional PI controller in the indirect vector controlled induction motor system.

In conclusion, this thesis demonstrate the improved transient characteristic to variations in reference speed and load torque, compared to the conventional PI control method, by means of the feedforward control of the estimated load torque.

제어특성을 갖도록 한다.

또한 토크 피드포워드 제어루프를 부가한 속도 제어기의 설계, 관측기의 극배치와 파라미터 오차에 의한 영향에 대해 기존의 PI 제어와 제시된 제어방법을 시뮬레이션을 통해 비교 검토하며, 실험을 통하여 타당성과 성능을 파악하고 본 제어시스템의 유용성을 보인다.

1 서론

유도전동기의 제어시스템을 구성할 경우 속도제어기로 PI 제어를 사용하는 방식이 널리 채택되고 있다[1],[2]. 그러나 PI 제어기는 부하외란이나 파라미터 변동에 대해 매우 민감하기 때문에 속도 및 토크응답의 극점을 PI 제어의 파라미터 범위 내에서 설계하는 것은 한계가 있으며, 따라서 운전범위에 제한을 받게 된다.

본 논문에서는 유도전동기의 간접 벡터제어 시스템에 대해 부하토크 관측기를 이용한 토크 피드포워드 제어에 의해 파라미터 변동과 토크외란에 대해서 강인한 유도전동기 속도제어 시스템을 제안한다. 제안한 부하토크 피드포워드 제어 시스템은 속도설정과 부하토크 양자에 대한 응답을 고려하여 관측기에서 추정되는 부하토크 전류분을 피드포워드 보상을 하여 토크 변동에 보다 강인한

2 부하토크 관측기

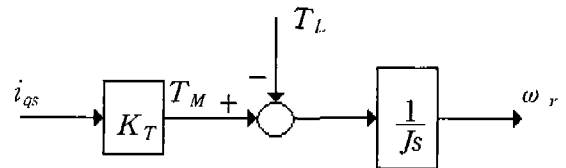


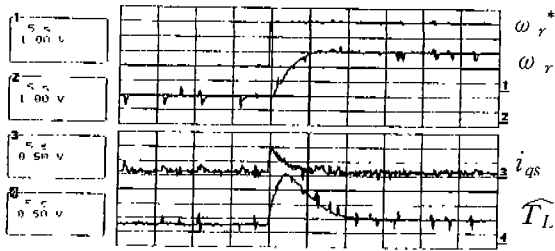
그림 2.1 제어대상의 블럭도

전동기 구동시스템 모델은 그림 2.1로 나타낼 수 있으며 기계적 동특성은 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$J \frac{d}{dt} \omega_r = K_T i_{qs} - T_L \tag{1}$$

식 (1)에서 전동기속도 ω_r 를 상태변수 x_1 , 토크전류 i_{qs} 및 부하토크 T_L 을 입력 u 라고 하면, 샘플링 주기 T_s 의 이산계 상태방정식은 샘플링 번호 i 를 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$x_1(i+1) = A_{11} x_1(i) + [B_1 \ B_2] u(i) \tag{2}$$

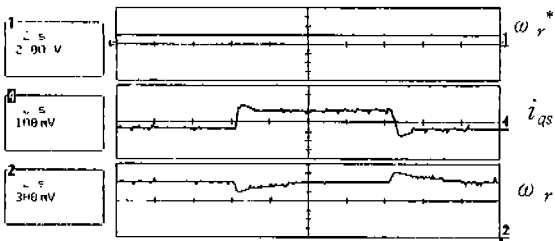


(b) $G = 4$

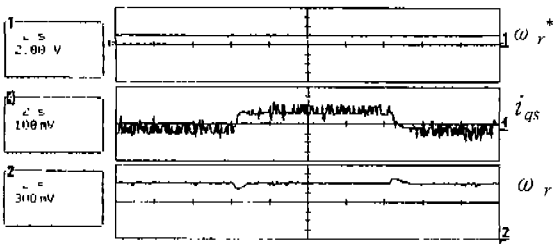
Speed : 66[rpm/div], Time : 0.5[s/div]

i_{qs} : 2.5[A/div], \hat{T}_L : 0.5[Kg · m/div]

그림 5.2 G 값에 대한 속도응답



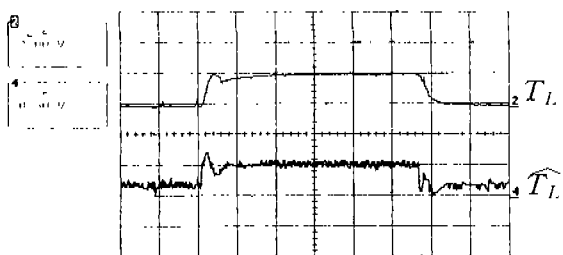
(a) PI control



(b) Feedforward control

Speed : 100[rpm/div], Time : 2[s/div], i_{qs} : 2.5[A/div]

그림 5.3 외란역압 특성



Time : 2[s/div], T_L : 15[Kg · m/div]

그림 5.4 관측기의 부하토크 추정특성

그림 5.4은 부하토크 T_L 과 추정된 부하토크

\hat{T}_L 을 보이고 있다. 관측기 내부의 미분동작과 시스템 잡음성분이 \hat{T}_L 에 중첩되어 존재하나 부하변동에 대한 양호한 부하토크 추정이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

6 결론

제안된 방법의 타당성을 입증하기 위해 시뮬레이션 및 실험결과를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 관측기 이득 G 값이 크면 목표치에 대한 속도응답은 향상되나 시스템 잡음성분에 의한 리플성분이 증가하기 때문에 관측기를 설계할 때는 잡음특성도 고려해야 함을 확인하였다.

(2) 기존의 PI 제어기보다 제안된 방식이 부하변동에 대해 강인한 속도응답 특성을 갖고 있다는 것을 확인하였다.

(3) 최소차원 부하토크 관측기를 구성하여 실시간 부하토크 추정을 하였고, 제어 알고리즘이 간단하여 손쉽게 구현이 가능하기 때문에 산업현장에서 실용화가 가능하리라고 본다.

(4) 제안된 방식이 기존의 방식에 비해 일반적인 유도전동기 구동에 있어서 만족할만한 속도제어기의 역할을 수행할 수 있음을 입증하였다.

추후 과제토 정역 운전시의 정지마찰 보상방법과 관측기의 이득값을 증가시킨 경우에도 관측기의 극이 변화하지 않으면서 부하토크의 추정능력을 향상시킬 수 있는 방법 등에 대한 연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] T. Niwa et al., "Compensation for Parameters Variation of Induction Motor Improved Torque Control Characteristics at Low and High Speed Region", JIEE Trans., Vol. 122-D, No. 2, pp. 107 - 114, 1992.
- [2] K. Matsuse and H. Kubota, "Adaptive Flux Observer of Induction Motor and Its Stability", JIEE Trans., Vol. 111-D, No. 3, pp. 188 - 194, 1991.
- [3] 서영수, 임영배, 성대용, 김영춘, "최소차원 부하토크 관측기를 이용한 유도전동기의 저속운전" 전기학회지, 제 45권 8호, pp. 1098 - 1102, 1996.
- [4] David G. Luenberger, *Introduction to Dynamic Systems*, John Wiley & Sons, 1979.
- [5] M. Iwasaki, and N. Matsui, "DSP-Based Vector Controlled IM Drive System with Identification of Secondary Time Constant", JIEE Trans., Vol. 108-D, No. 9, pp. 845 - 852, 1988.