DBpia

Look-up table 기반의 IPMSM 토크제어의 보간오차 보상 방법

Interpolation Error Compensation Method for Look-up Table based EV IPMSM Drive

저자 (Authors)

이정효, 김준형, 오재기, 주영훈

Jung-Hyo Lee, June-Hyung Kim, Jae Gi Oh, Young Hun Joo

출처 (Source)

대한전기학회 학술대회 논문집 , 2017.10, 176-177(2 pages)

발행처 (Publisher)

대한전기학회

The Korean Institute of Electrical Engineers

URL

http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07300121

APA Style

이정효, 김준형, 오재기, 주영훈 (2017). Look-up table 기반의 IPMSM 토크제어의 보간오차 보상 방법. 대한전기학회 학술대회 논문집, 176-177

이용정보 (Accessed)

군산대학교

203.234.58.***

2021/01/06 17:14 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s)and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s)for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

Look-up table 기반의 IPMSM 토크제어의 보간오차 보상 방법

이정효*·김준형·오재기·주영훈*
군산대학교

(Interpolation Error Compensation Method for Look-up Table based EV IPMSM Drive)

Jung-Hyo Lee, June Hyung Kim, Jae Gi Oh, and Young Hun Joo
Kunsan National University*

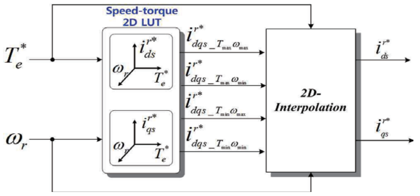
Abstract – In this paper, interpolation error compensation method for look-up table(LUT) based interior permanent magnet synchronous motor(IPMSM) drive will be explained. Generally, the LUT based IPMSM drive is widely used on automotive application because of its reliable current control. However, because the LUT data is memorized discreetly, linear interpolation method is adopted for the absent data condition. Because this interpolation method does not follow the IPMSM operation trace, the error is unavoidable between the capable operation point and the interpolated output.

1. 서 론

전기 자동차 및 견인용 모터로 쓰이는 매입형영구자석 동기전동기는 속도에 따라 최대토크를 출력할 수 있는 정토크 영역과 최대 출력을 내면서 계자자속을 줄여가며 속도를 증가시키는 정출력 영역이 존재한다.

모델링을 기반으로 하는 IPMSM의 토크제어는 변동하는 파라미터에 의하여 불안정한 토크를 출력하게 된다. 기존에 실시간 파라미터를 추정하기 위한 연구들이 진행 되었지만 실제 전기자동차 어플리케이션에서는 비교적 높은 신뢰성을 갖는 오프라인으로 작성된 토크와 속도를 고려한 LUT을 사용한다.

그림 1은 토크, 속도를 고려한 LUT 블록도를 나타낸다. 토크와 속도를 LUT의 입력으로 받으며 미리 작성된 테이블을 통하여 d-축과 q-축의 전류지령을 출력한다.



<그림 1> 토크, 속도를 고려한 LUT 블록도

<Fig 1> LUT block diagram considering torque and speed

임의의 토크를 출력하기위한 모든 d-축과 q-축의 전류 테이블은 작성할 수 없으므로 인터폴레이션 기법을 적용하여 토크 지령에 해당하는 전류지령을 출력한다. 인터폴레이션을 하기 위한 구간이 길어지는 약계자 영역의 경우 토크에 직접적인 영향을 미치는 q-축 전류에 대한 오차는 크게 나타나게 된다. 본 논문에서는 q-축 전류의 오차가 크게 나타나는 약계자 영역에서 인터폴레이션 보상기를 적용하여 q-축 전류 오차를 보상하였으며, 이를 실험을 통하여 증명하였다.

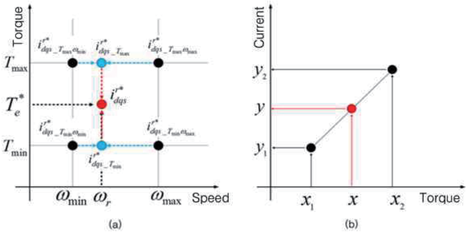
2. IPMSM의 토크제어

2.1 기존의 인터폴레이션 연산 기법

그림 2는 인터폴레이션 기법에 대하여 나타낸 그림이다. 그림 2(a)는 지령전류를 기준으로 했을때 토크와 속도 차이를 갖는 4개의 추정값을 이용해서 출력하고자 하는 전류 지령을 나타낸 그림이다. d, q축 전류 마다 각 3번의 연산을 필요로 하며 계산 방법은 그림 2(b)와 같이 1차원 형태의 함수형태로 연산이 되고 이를 식으로 나타내면 식 (1)과 같다.

$$f(x) = f(x_1) + \left(\frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} \right)(x - x_1) \qquad (1)$$

2.2. 전류오차 보상



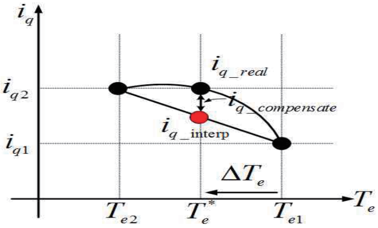
<그림 2> 인터폴레이션 기법

<Fig 2> Interpolation method

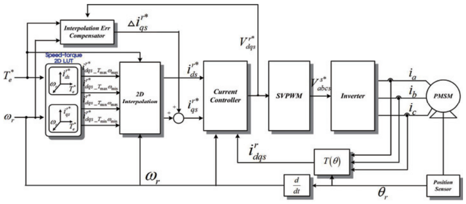
전동기 속도는 DC-link 전압에 영향을 받기 때문에 현재 속도를 피드백 받아서 속도 지령으로 입력되며 그에 해당하는 DC-link 전압과 전류 제어기에서 출력되는 지령전압의 크기를 비교하여 그 오차만큼을 PI 제어기를 통해서 보상전류로 계산하게 된다. 전류제어기에서 출력되는 지령 전압인 V_{dqs}^{r*}의 경우 약계자 영역에서 q-축 전류의 경우 인터폴레이션 연산에 의해 오차를 가지고 전류제어기 지령으로 입력이 되기 때문에 전류제어기에서 출력되는 지령 전압 또한 오차를 가지게 된다. 따라서 이 지령전압과 전류 보상기를 통해 출력하는 전압의 크기를 비교하고 그 차이만큼을 그림 3과 같이 보상전류로 계산하여 보상하였다. 그림 4는 제안하는 보상기가 적용된 전체 토크제어 블록도이다.

3. 실험 결과

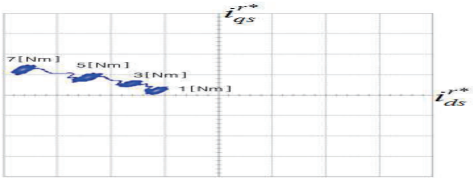
군산대학교 | IP:203.234.58.*** | Accessed 2021/01/06 17:14(KST)



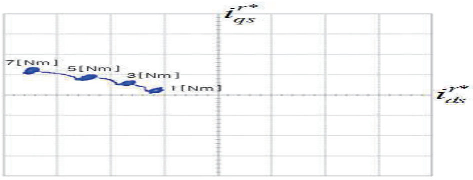
<그림 3> 인터폴레이션 에러 전류보상
<Fig 3> Compensation current for interpolation error



<그림 4> 제안하는 보상기가 적용된 토크제어 블록도
<Fig 4> Overall control block with proposed compensator



<그림 5> 보상기가 적용되지 않은 토크제어
<Fig 5> Torque control without compensator



<그림 6> 보상기가 적용된 토크제어
<Fig 6. Torque control with compensator

그림 5는 약계자 영역인 1500[rpm]에서 최대 토크점인 7[Nm]를 인가하였으며 2[Nm] 단위로 토크를 인가한 결과로서 보상기가 적용되지 않았다.
그림 6은 보상기가 적용된 결과로서 토크지령이 발생하였을 때 d, q-축 전류의 오차가 줄어들었기 때문에 점의 크기가 상대적으로 작은 것을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 약계자 영역에서 IPMSM 제어를 위한 인터폴레이션 개선을 위한 전류 보상기를 제안하였다. 먼저 기존의 인터폴레이션 기법 개선의 필요성에 대하여 설명하였고, 인터폴레이션 개선을 위한 전류 보상기를 제안하였다. 이를 실험을 통하여 q-축 전류오차가 발생함을 확인하였고 보상기 적용을 통하여 전류오차가 감소함을 확인하였다. 이러한 결과를 통해 기존의 인터폴레이션 기법을 적용하였을 때와 달리 전류 보상기를 적용하였을 때 수정된 q-축 전류 제어에 대한 결과를 얻을 수 있다.

본 연구는 2016년도 한국연구재단의 이공분야 대학중점연구소지업사업(과제번호:NRF-2016R1A6A1A03013567)과 한국전력공사의 2016년 선정 기초연구개발과제 연구비에 의해 지원되었음 (과제번호: R17XA05-17)

[참 고 문 헌]

[1] Kellner, S. L, Piepenbreier, B. "General PMSM d,q-Model Using Optimized Interpolated Absolute and Differential Inductance Surfaces" IEEE-Electric Machines & Drives Conference, pp. 212-217, 2011.

군산대학교 | IP:203.234.58.*** | Accessed 2021/01/06 17:14(KST)