

엘리베이터 도어 시스템을 위한 PMSM의 위치제어 알고리즘

송기영, 조관열, 김학원, 오현철
한국교통대학교

Position Control Algorithm of a PMSM for the Elevator Door System

Ki Young Song, Kwan Yuhl Cho, Hag Wone Kim, Hyun Cheal Oh
Korea National University of Transportation

ABSTRACT

Generally, speed control system is used to control the elevator door. The whole speed profile must be installed in the speed controller of the door control system. However, it is not easy to modify the speed profile when door opening size and time are changed. In this paper, the making speed profile is discussed by the door opening size and time. The position control algorithms of PMSM for elevator door system are compared with general speed control, position control method with speed controller, and position control with speed command feedforward compensation by simulation using MATLAB/SIMULINK.

1. 서론

일반적으로, 엘리베이터 도어 구동 시 구동 패턴은 비슷하지만 그 응용분야에 따라 제어방식은 달라진다. 예를 들어 건설 현장이나 병원같은 경우엔 도어를 구동함에 있어서 사무용이나 일반엘리베이터 도어의 구동시간보다 더 길게 제어해야 할 필요성이 있다. 또한 사용자가 요구하는 구동시간, 가속속도 및 제어거리가 변함에 따라서 제어가 제대로 되어야 하고, 도어의 성능을 평가함에 있어서 소음이나 진동이 작아야 하며, 설계한 속도 패턴과 실제 속도, 그에 해당하는 위치가 일치하게 이루어져야 한다.^{[1],[2],[3]} 하지만 기존 방식인 속도 제어 방식은 위치 제어 보상이 들어가 있지 않기 때문에 속도에 따라 정확한 위치를 추종하기 어렵다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 위치지령과 현재 위치의 차이에 따른 PI제어기의 출력에 속도패턴에서의 속도를 보상하는 형태를 취하여 지령에 따른 정확한 위치를 추종할 수 있는 제어 알고리즘을 제안한다. 또한 제안한 알고리즘에 대하여 엘리베이터 도어의 닫힘 및 개방 제어특성을 시뮬레이션으로 검증한다.

2. 도어의 속도패턴 설정 및 위치제어

본 논문의 설계 조건은 사용자가 구동시간을 임의로 조절함에 따라서 정해진 거리를 구동 시간 내에 제어해야 한다. 또한 가속시 가속도는 기 설정된 동일한 기울기로 제어해야 한다. 고려해야 할 제어변수로서는 제어거리(L_o), 구동시간(t_g), 가속

속시 가속도(α)가 된다. 동일한 가속도 기울기를 결정하기 위하여 정해진 최대의 설계거리(S_o)와 요구되는 시간이 필요하다.

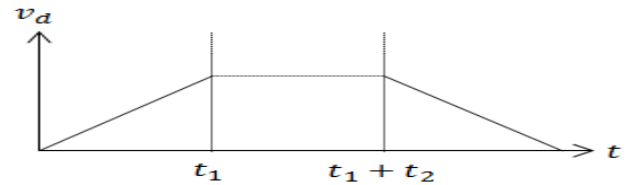


그림 1 시간에 따른 속도패턴
Fig. 1 Velocity pattern to time

그림 1에서 시간에 따른 속도의 관계식은 식1과 같이 나타낼 수 있다

$$v_d = \alpha t + v_o \quad (1)$$

식(1)에서 크립(Creep) 속도(v_o)를 작다고 무시하고 그림 1에서 면적이 되는 최대 설계거리(S_o), 설정시간(t_d)과 가속도 기울기(α)에 대해서 정리하면 식2와 같이 나타낼 수 있다.

$$\alpha = \frac{4S_o}{t_d^2} \quad (2)$$

가속도의 기울기가 정해졌다면 동일한 기울기를 갖고 구동시간(t_g)과 제어거리(L_o)에 따라서 속도패턴을 위한 가속시간(t_1), 정속시간(t_2)을 정해야 한다.

그림 1과 같이 가속시간과 감속시간을 동일하게 놓으면 식 (3)과 같이 나타낼 수 있으며, 구동시간(t_g)와 속도의 관계식으로부터 식 (4)로 정리할 수 있다.

$$2t_1 + t_2 = t_g \quad (3)$$

$$2 \int_0^{t_1} (\alpha t) dt + \int_{t_1}^{t_1+t_2} (\alpha t_1) dt = L_o \quad (4)$$

위의 식4로부터 각각 가속시간(t_1), 정속시간(t_2)을 구할 수 있다. 따라서 사용자가 임의로 구동시간을 조절하

더라도 동일 기울기를 가지는 t_1, t_2 를 구할 수 있다.

앞서 정해진 제어변수로 속도패턴을 설계한 후 정확한 위치를 제어하기 위하여 그림 2와 같이 위치제어기를 구성하였다.

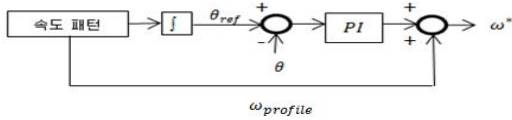


그림 2 위치제어의 알고리즘 블록도
Fig. 2 Position control block diagram of the algorithm

속도패턴상의 출력속도($\omega_{profile}$)만을 속도지령으로 할 경우 정확한 위치를 제어 할 수 없으므로 위치제어기가 요구된다. 그림 2에서와 같이 속도패턴에서 나온 속도지령을 적분을 하면 위치지령으로 볼 수 있고 그 위치지령과 현재 위치의 오차를 PI제어기로 제어한 출력과 속도패턴의 속도지령을 전향보상 함으로써 보다 정밀한 위치 제어가 가능하다.

3. 시뮬레이션 결과

그림 3과 그림 4에서는 MATLAB/SIMULINK를 이용하여 엘리베이터 도어의 위치 제어 시스템을 모의해석한 결과이다. 그림 3은 도어 위치 제어시 속도 오차를 그림 4는 위치 오차를 나타내었다. 각각의 그림에서 (a)는 속도패턴을 이용하여 도어를 속도 제어로 구동했을 때의 속도, 위치 오차를 나타내며, (b)는 위치제어기가 있을 때, (c)는 위치제어기와 속도 패턴을 이용한 속도 전향 보상을 했을 때의 속도, 위치 오차를 모의해석한 결과를 나타낸다.

제안한 방법의 위치제어기와 속도 보상을 했을 경우 앞의 두 가지 방법보다 가감속시 속도의 오차가 줄어드는 것을 확인하였으며, 위치오차역시 전체적으로 줄어드는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 논문에서는 요구 변수에 따른 속도패턴을 만들고 위치 오차를 PI제어를 통한 출력을 패턴상의 속도로 전향보상 하여 속도오차와 위치오차를 줄이는 방법을 제안하고 시뮬레이션으로 제어특성을 검증하였다.

본 연구는 (주)성암전기의 연구비 지원과 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(No.2011H100100110)

참 고 문 헌

- [1] A.L. Husson, "Speed pattern generator for an elevator car", US. Patent No 4,470,482, 1984.
- [2] JA Gingrich, "Method and apparatus for producing a speed pattern for an elevator car or similar vehicle", US. Patend No. 4,220,221, 1980.
- [3] 함년근, "엘리베이터 도어제어용 인버터의 설계기법 및 속도제어방법에 대한 연구", 전력전자학회 논문집, pp.19 22, 2000. 7.

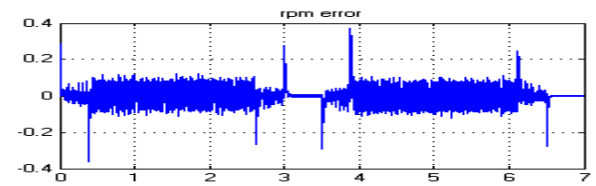
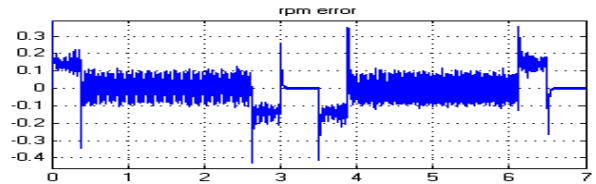
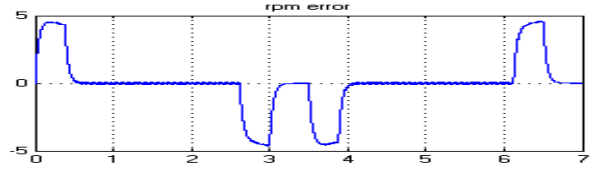


그림 3 속도패턴, 위치제어기, 위치제어기와 속도를 보상을 했을 때의 속도 오차

Fig. 3 Velocity error of the velocity pattern, position control, position control and feedforward of velocity

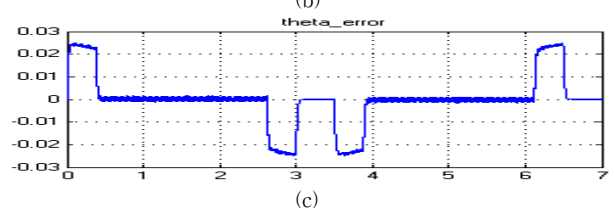
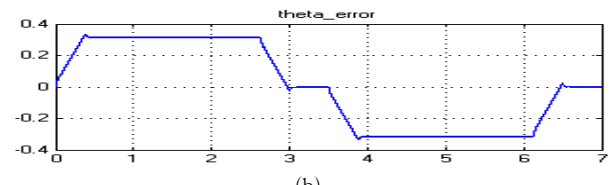
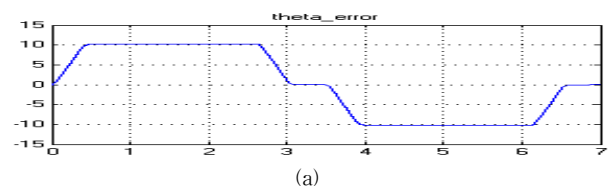


그림 4 속도패턴, 위치제어기, 위치제어기와 속도를 보상을 했을 때의 위치 오차

Fig. 4 Position error of the velocity pattern, position control, position control and feedforward of velocity