

로봇 팔의 느린 움직임에서 정확한 가속도 검출을 위한 가속도 센서의 보정 방법

Compensation Method of a Accelerometer to measure the Acceleration data accurately on Slow Manipulation

○배 영 결*, 정 슬**

* 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL : 042-821-7232; E-mail: dinoyg@cnu.ac.kr)

** 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL : 042-821-6876; E-mail: jungs@cnu.ac.kr)

Abstract This paper presents the calibration method of the accelerometer for a disturbance observer of a low speed robot arm. Since the accelerometer measures better when the system moves fast, slow motion cannot be detected correctly with low cost sensors. Therefore, correction coefficients are obtained based on experimental studies with a sensor.

Keywords Manipulator, Position Control, DOB, Accelerometer

1. 서론

매니퓰레이터를 이용하는 연구 분야는 자동차 산업과 같은 산업용으로 발전되어 왔으나 최근에는 서비스로봇과 같이 일상생활의 범위까지 확대되고 있다. 그 예로 모바일 매니퓰레이터 형태의 서비스 로봇에 대해 많은 연구가 진행되고 있다[1].

매니퓰레이터를 제어하는 알고리즘의 종류는 일반적인 PD제어기에서 퍼지와 같은 지능 제어기까지 매우 다양하다. 특히 DOB 구조는 이미 많이 알려진 강건 제어기로 많은 형태의 연구들이 수행되어져 왔다[2].

DOB 구조에서 일반적으로 가속도 값을 도출하는 방법으로 위치 데이터를 미분하는 방법을 많이 사용하고 있으나 미분에 의한 노이즈한 데이터 문제와 이를 해결하기 위해 필터 설계가 추가로 요구되는 등의 문제점을 있어 이를 해결하기 위해 최근에는 가속도 센서를 직접 사용하는 방법에 대한 연구도 진행되고 있다[3].

그러나 가속도 센서를 시스템에 추가한다는 것은 시스템 개발비용이 추가로 발생된다. 일반적으로 서비스 로봇에 적용되는 매니퓰레이터는 빠른 속도의 움직임을 필요로 하지 않는다. 사람의 안전을 위해서 뿐만 아니라 용도적인 측면에서도 가속과 감속이 큰 움직임이 필요한 경우는 극히 드물다. 따라서 낮은 레벨의 가속도 데이터를 추출할 수 있는 센서가 필요하다. 그러나 로봇의 움직임의 범위를 모두 포함할 수 있는 정도의 가속도 센서들은 특수한 용도로 분류되어 그 가격이 일반적으로

높게 형성되어 3축의 가속도 성분을 모두 추출하기 위해서는 고가의 비용이 드는 것으로 파악된다.

이에 본 논문에서는 비교적 저가형으로 개발되어 보편적으로 사용되고 있는 센서를 이용하는 방법에 대하여 연구하였다. 저가형 센서를 사용함으로써 발생하는 오차를 실험적인 분석을 통해 보정하여 정확한 가속도 데이터를 추출하는 연구를 수행하였다.

2. 가속도 센서를 이용한 제어 알고리즘

그림1은 기 연구에서 제안했던 가속도 센서를 이용하여 현재의 토크를 평가하고 이를 이용하여 로봇팔을 제어하는 외란관측기를 적용한 제어기의 구조이다. 위치 데이터를 두 번 미분하여 가속도 값을 유도하는 방식이 아닌 가속도 센서를 이용하여 가속도 값을 직접 피드백 받는 방법을 적용하고 있다. 따라서 제어 성능 향상을 위해 정확한 가속도 센서 데이터의 정확성이 요구된다.

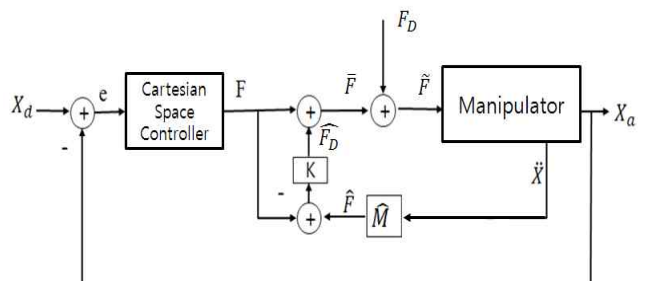


그림 1. Acceleration based DOB structure

3. 실험

본 논문에서 사용한 센서는 보편적으로 많이 사용되고 있는 마이크로인피니티 사의 XA3300 모델을 실험 대상으로 하였다. 그림 2는 센서 데이터의 신뢰도 검증을 위한 실험을 하는 모습을 나타낸 것이다. 개발 중인 서비스 로봇의 매니플레이터 구조에서 2자유도 구조로 재구성하여 전형적인 움직임을 구현하도록 하여 실험하였다.

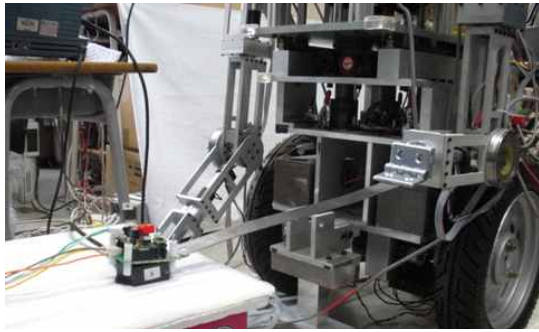


그림 2. 센서 데이터 신뢰도 검증 실험

4. 보정 방법

그림 3은 여러 가지 속도에서의 실험 중 대표적인 가속도 데이터이다. 그래프에서 나타나는 것과 같이 실제 위치 데이터를 기준으로 가속도 성분을 분석한 실선의 결과와 점선의 가속도 센서의 데이터가 확연히 다르게 나오고 있다.

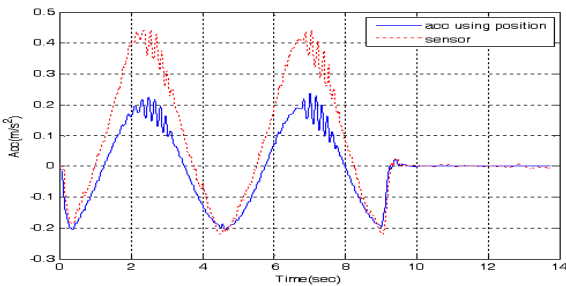


그림 3. 가속도 데이터의 보정 전 데이터

여러 가지 속도에 대해 반복적인 실험을 통해 표 1과 같이 각 속도에 따른 보정 계수와 바이어스를 구할 수 있었으며 식 (1)과 같은 방법으로 제어기에 적용하였다.

표 1. 속도에 따른 보정 계수와 바이어스

최대속도	보정계수 K	bias
0.037	0.1	0.01
0.074	0.3	0.03
0.143	0.6	0.07
0.279	0.85	0.1

$$\begin{cases} \text{if } Acc_s > \epsilon, & Acc_c = KAcc_s + b \\ \text{if } Acc_s < \epsilon, & Acc_c = KAcc_s \end{cases} \quad (1)$$

Acc_s : 센서데이터, Acc_c : 보정된 센서데이터
 K : 보정계수, b : bias
 ϵ : 바이어스보정기준치

그림 4는 구해진 보정 계수와 바이어스를 적용한 실험에서 나타난 가속도 데이터이다. 실제 위치 데이터를 이용한 가속도의 값과 정확하게 일치하고 있음을 확인할 수 있다.

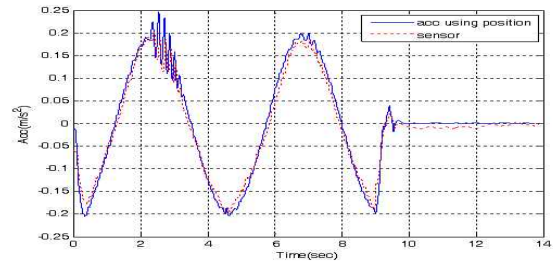


그림 4. 가속도 데이터의 보정 후 데이터

5. 결론

본 논문은 가속도 센서의 가속도 값을 직접적으로 이용하는 외관관측기를 이용한 제어 구조의 제어 성능 향상을 위해 가속도 센서 값을 정확하게 보정하는 방법에 대한 연구를 수행하였다. 저가형 가속도 센서를 이용한 반복 실험을 통하여 가속도 데이터를 분석하고 실험 속도에 따른 비례 계수와 바이어스 값을 구하였다. 구해진 계수와 바이어스 값을 실험에 적용하여 실제 가속도 값에 매우 유사하게 보정되었음을 확인하였다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부의 융복합형 로봇전문인력 양성사업(NIPA-2012-H1502-12-1002) 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] H. Iwata, and S. Sugano, "Design of Human Symbiotic Robot TWENDY-ONE", IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 580-586, 2009.
- [2] H. Kobayashi, S. Katsura, and K. Ohnishi, "An analysis of parameter variation of disturbance observer for motion control", IEEE Trans. On Industrial Electronics, Vol. 54, No. 6, pp. 3414- 3421, 2007.
- [3] 배영걸, 정슬, "Modified DOB를 이용한 로봇 매니플레이터 제어", 제어 · 자동화 · 시스템공학회 대정충정지부학술대회, pp.196-197, 2012.