광학식 토크 센서를 이용한 조인트 임피던스 제어 구현

Implementation of Joint Impedance Control using Optical Torque Sensor

저자
(Authors)

이혜인, 김정, 구광민, 장한뜻, 나영진, 경슬기
H. I. Lee, J. Kim, G. M. Gu, H. T. Jang, Y. J. Na, S. K. Kyung

출처
(Source)

한국정밀공학회 학술발표대회 논문집 , 2016.10, 601-602 (2 pages)

발행처
(Publisher)

한국정밀공학회
Korean Society Of Precision Engineering

URL

http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07065461

APA Style

이혜인, 김정, 구광민, 장한뜻, 나영진, 경슬기 (2016). 광학식 토크 센서를 이용한 조인트 임피던스 제어 구현. 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 601-602.

이용정보
(Accessed)

한국과학기술원
143.248.65.***
2017/02/23 16:56 (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.

광학식 토크 센서를 이용한 조인트 임피던스 제어 구현

Implementation of Joint Impedance Control using Optical Torque Sensor

*이혜인 [1], #김정 [1], 구광민 [2], 장한뜻 [1], 나영진 [1], 경슬기 [1]

*H. I. Lee[1], #J. Kim(jungkim@kaist.ac.kr)[1], G. M. Gu[2], H. T. Jang[1], Y. J. Na[1], S. K. Kyung[1]

[1] 한국과학기술원 기계공학과, [2]㈜아이투에이시스템즈

Key words : Service robot, Optical torque sensor, Impedance control, FPGA

1. 서론

최근 서비스 로봇들은 사람과 로봇이 같은 작업 공간에 있기 때문에 로봇과 사람 사이의 안전성을 보장해 주는 것이 필수적이다. 임피던스 제어가 안전성을 보장하기 위해 자주 쓰이고 있다. [1]-[2]

임피던스 제어에 자주 쓰이고 있는 힘/토크 센서로는 스트레인 게이지 방식이 있다. 스트레인 게이지방식은 선형성이 좋고 분해능이 높아 많이 쓰이고 있는 방식이나 스트레인 게이지를 붙이기 어렵고 추가적인 앰프가 필요하여 센서의 비용이 비싸다. 그에 비해 광학식 토크 센서는 제조과정이 간단하고 앰프가 불필요하여 더 저렴한 센서를 만들 수 있다. 일반적으로 광학식 토크 센서의 성능이 스트레인 게이지보다 떨어진다.

하지만 최근 서비스 로봇 분야에서 저렴한 매니퓰레이터에 대한 수요가 늘고 있다. 따라서 제조하기 쉽고 센서의 비용이 저렴한 광학식 토크 센서를 사용하여 임피던스 제어에 적용하는 연구들이 진행되고 있다. [3]

따라서 본 논문에서는 광학식 토크 센서를 개발하고 이것을 이용하여 임피던스 제어를 구현하려고 한다.

2. 센서 실험

개발된 센서의 특성을 분석하기 위해 Fig 1 과 같은 실험 장비를 구성하였다. 데이터를 수집하기 위해 NI 사의 cRIO 를 사용하였다. 데이터 수집 속도는 4kHz 이다.

개발된 센서의 사양은 Table 1 과 같다.

Table 1 Specification of the developed torque sensor[1]

Property	Value
Diameter	51mm
Height	15.5mm
Capacity	25Nm

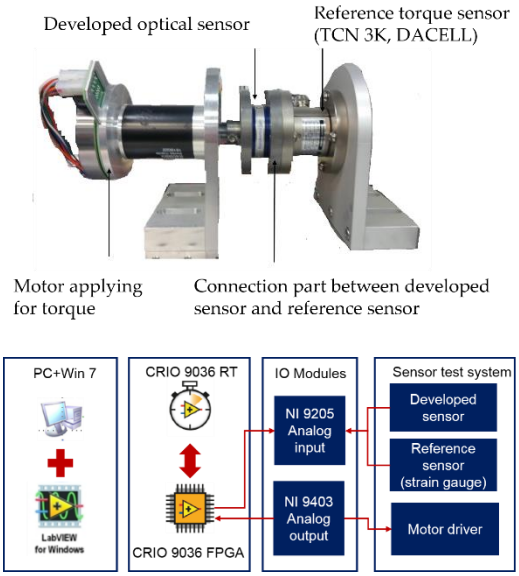

Fig. 1 Experiment setup for validation of the developed sensor

Fig 2 는 개발한 토크 센서를 3 차식으로 캘리브레이션 한 후에 2Hz 의 사인파로 4 번 반복한 데이터이다.

한국과학기술원 | IP: 143.248.65.*** | Accessed 2017/02/23 16:56(KST)

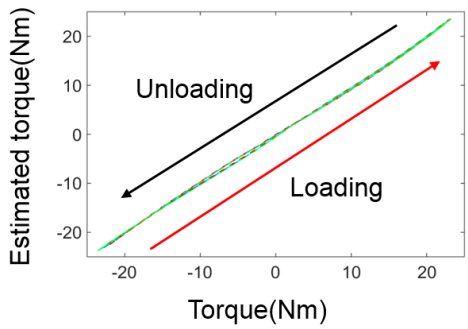

Fig. 2 Repeatability test of the optical torque sensor during 4 cycles at 2Hz

RMSE 는 0.3458Nm 이고, NRMSE 는 3.26%이다. Accuracy 는 1.88±0.08%이고, Hysteresis 는 1.62±0.12%이다.

3. 조인트 임피던스 제어의 구현

개발한 광학식 토크 센서로 1 자유도 조인트 임피던스 제어를 구현하였다. 조인트 임피던스 제어는 Fig 3 에서와같이 FPGA 내에서 4kHz 로 구현이 되었다. 임피던스 계수로 $M_d = 0.1\ kg \cdot m^2$, $D_d = 1.988\ Nm \cdot s/rad$, $K_d = 10\ Nm/rad$을 사용하였다.

Fig 4 를 보면, 외부에서 토크가 가해질 때 설정한 임피던스 계수에 맞는 Compliant trajectory 가 형성되고, 이를 로봇이 잘 따라가는 것을 확인할 수 있다.

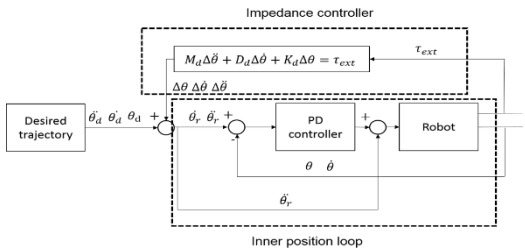

Fig. 3 Block diagram of joint impedance control

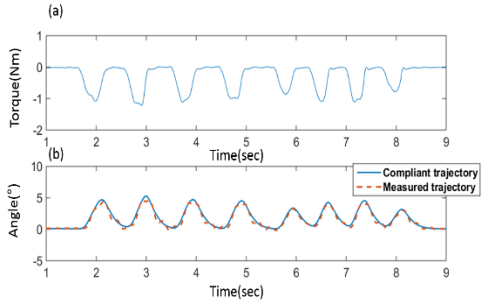

Fig. 4 Implementation of impedance control: (a) external torque, (b) Compliant trajectory and measured trajectory

4. 결론

본 논문에서는 광학식 토크 센서를 설계하였고 이를 이용하여 조인트 임피던스 제어를 구현하였다.

향후 임피던스 제어의 성능 지표를 사용하여 스트레인 게이지 타입의 토크 센서와 광학식 토크 센서의 제어 성능에 미치는 영향을 정량적으로 분석할 것이다.

참고문헌

[1] T. Mukai, S. Hirano, H. Nakashima, Y. Kato, Y. Sakaida, S. Guo, and S. Hosoe, "Development of a nursing-care assistant robot RIBA that can lift a human in its arms," *IEEE/RSJ 2010 Int. Conf. Intell. Robot. Syst. IROS 2010 - Conf. Proc.*, pp. 5996–6001, 2010.

[2] A. B. Zoss, H. Kazerooni, and A. Chu, "Biomechanical Design of the Berkeley Lower Extremity Exoskeletong (BLEEX)," *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, vol. 11, no. 2, pp. 128–138, 2006.

[3] D. Tsetserukou and R. Tadakuma, "Optical Torque Sensors for Local Impedance Control Realization of an Anthropomorphic Robot Arm," *J. Robot. Mechatronics*, vol. 18, no. 2, pp. 121–130, 2006.

한국과학기술원 | IP: 143.248.65.*** | Accessed 2017/02/23 16:56(KST)