

힘-토크 센서의 되먹임을 이용한 인간형 로봇손 3 지의 파지력 제어

조준희^{1,2}, 김성균¹, 오용환¹

¹ 한국과학기술연구원 실감교류로보틱스연구센터,

² 과학기술연합대학원대학교 HCI 및 로봇응용공학

Grasping Force Control of Three Fingers of a Human-like Robotic Hand Using F/T Sensory Feedback

Jo, Joonhee; Kim, Sung-Kyun; Oh, YongHwan

Interaction & Robotics Research Center, Korea Institute of Science and Technology,

Department of HCI & Robotics, University of Science and Technology

e-mail : {jhjo, kimsk, oyh}@kist.re.kr

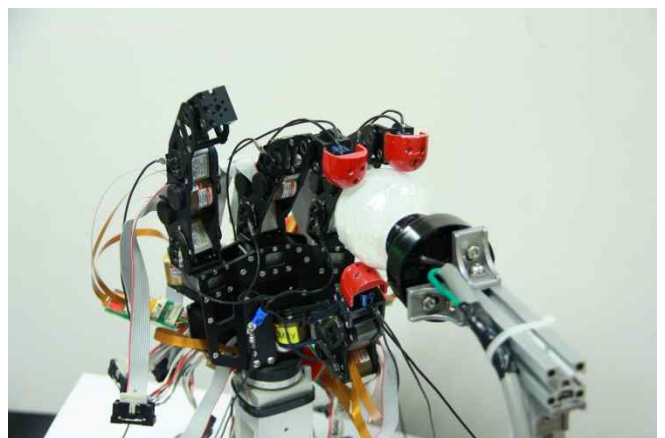
요 약

본 논문에서는 인간형 로봇손의 3지로 힘-토크 센서의 되먹임을 이용해 물체를 추종힘으로 파지한다. 로봇과 임의의 물체 혹은 환경이 구조학적으로나 동역학적으로 해석이 잘 되어 시스템을 정확히 제어할 수 있을 경우에는 되먹임 없이 순수 추종힘을 입력으로 넣어주는 것만으로 제어가 잘 되지만, 많은 시스템이 여러 불완전한 해석으로 혹은 해석의 어려움으로 인해 추종힘을 입력으로 넣어주는 것만으로는 정확한 제어가 이루어 지지 않는다. 따라서, 손끝에 힘-토크 센서를 장착하여, 임의의 물체와의 상호작용 중에 일어나는 힘의 크기를 측정하여 이를 되먹여 추종힘으로 물체를 파지하도록 제어한다.

1. 서론

로봇손에 대한 연구가 시작된 이래로, 사람의 손이 할 수 있는 작업들에 대한 연구가 계속 되어 왔다. 사람은 기본적으로 손을 사용할 경우, 가장 중요하게 되는 작업은 물체를 잡은 이후의 어떤 동작을 취하려는 지의 문제인데, 이는 원하는 힘으로 물체를 먼저 파지를 할 수 있어야 가능한 일이다. 따라서, 원하는 힘으로 임의의 물체를 파지 하도록 시스템을 제어하기 위해, Khatib 등의 virtual linkage [1] 방법을 이용하였고, 힘제어를 통해 물체와 로봇이 상호작용을 한다.

이 논문에서는 힘-토크 센서의 되먹임을 이용한 인간형 로봇손 3 지의 파지력을 제어하기 위한 방법



[그림 1] KIST-Hand 를 이용해 추종힘으로 물체를 파지 함.

을 제시한다. 본론에서 제어에 사용한 이론의 설명과 그를 이용한 실험 및 결과에 대해 논하고, 마지막에 결론으로 이 논문을 끝낸다.

2. 본론

2.1 제어

기본적으로 힘을 되먹임하여 (1)과 같이 제어기를 구성하고, 계산된 힘을 virtual linkage 방법을 이용하여 (3)과 같이 손가락 사이의 물체 방향으로의 힘을 계산하여 (2)와 같이 입력으로 넣는다.

$$\dot{\lambda}_e = k_p \lambda_e + k_i \int \lambda_e dt - k_d \dot{p} \quad (1)$$

$$\dot{\tau} = J^T \dot{\lambda} \left(\frac{L}{\|L\|} \right) \quad (i = 0, 1, 2) \quad (2)$$

$$\text{Where} \quad \begin{cases} L = \frac{(p_1 + p_2)}{2} - p_0 & (i = 0) \\ L = \frac{(p_2 + p_0)}{2} - p_1 & (i = 1) \\ L = \frac{(p_0 + p_1)}{2} - p_2 & (i = 2) \end{cases} \quad (3)$$

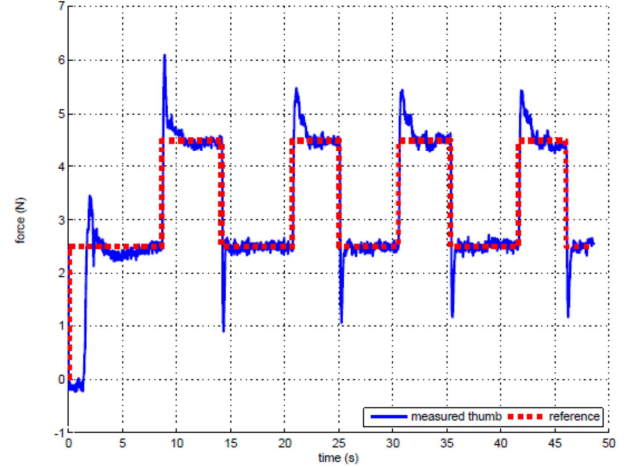
$\lambda_e = \lambda_d - \lambda$ 이고, λ_d, λ 는 파지 방향으로의 추종 힘과 현재 힘이다. k_p, k_i, k_d 는 비례, 적분 그리고 미분 이득 상수이고, p_0, p_1, p_2 는 엄지, 검지, 중지의 위치이다. 각 손가락은 다른 두 손가락의 중간 위치를 향해 움직이되, 추종힘으로 파지하도록 제어된다.

2.2 실험

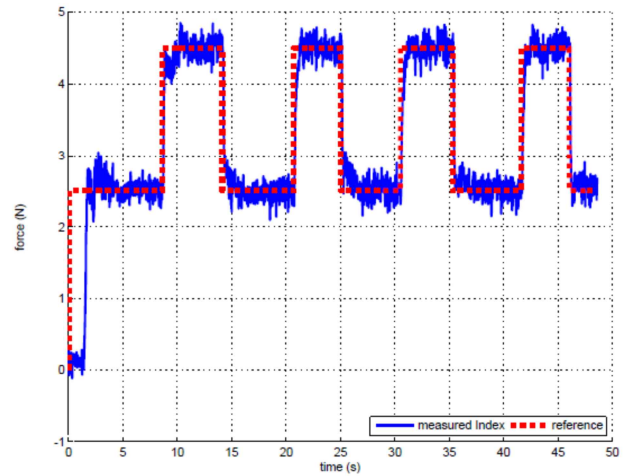
실험은 12 자유도를 가진 KIST-Hand 의 3 지를 이용하며 추종힘으로 물체를 파지하도록 한다. 추종 힘은 2.5 N 과 4.5 N 으로 번갈아 설정하며 로봇손이 추종힘에 수렴하며 물체를 파지하는지 검증한다. 결과는 [그림 2]와 같다

2. 결론

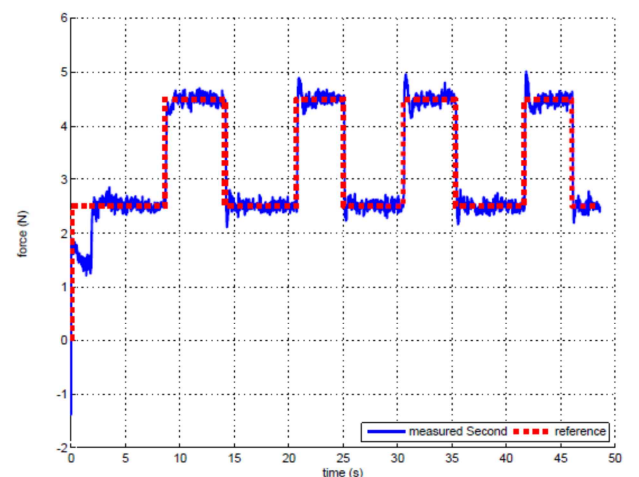
위의 실험에서와 같이, 제안한 제어기와 제어 방법을 이용해 강체를 추종힘으로 파지하는 것이 가능함을 확인하였다. 이를 이용해 파지 후의 다른 작업을 하는 등이 앞으로의 과제이다.



(ㄱ) 엄지의 측정 힘(파란색 실선) 과 추종힘(빨간색 점선).



(ㄴ) 검지의 측정 힘(파란색 실선) 과 추종힘(빨간색 점선).



(ㄷ) 중지의 측정 힘(파란색 실선) 과 추종힘(빨간색 점선).

[그림 2] KIST-Hand 의 3 지의 추종힘 응답

참고문헌

- [1] D. Williams and O. Khatib. “The virtual linkage: A model for internal forces in multi-grasp manipulation,” *In Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp 1025–1030, 1993.