

히스테리시스 비교기를 이용한 복싱로봇 훅모션의 검출과 판별

Hook Motion Detection and Classification of a Boxing Robot Using a Comparator with Hysteresis

○전 부 름¹, 정 슬^{2*}

¹⁾ 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL: 042-821-7232, E-mail: johnbl@cnu.ac.kr)

²⁾ 충남대학교 메카트로닉스공학과 (TEL: 042-821-6876, E-mail: jungsl@cnu.ac.kr)

Abstract A simple motion detection and classification algorithm is presented with a sensor stick developed for a boxing robot system. It is not easy to distinguish the motion between hook and up-down of the robot system since the signals of two motions are similar. As a practical solution for this problem, the digital hysteresis comparator is used to distinguish the difference of motions. Performances of distinguishing robot motions are evaluated by experimental studies.

Keywords Boxing robot, hook and up-down motion detection, digital hysteresis comparator

1. 서론

복싱로봇은 청소년들의 로봇에 대한 관심을 유도하기 위해 충남대에서 개발하였다 [1]. 무선 조정으로 로봇의 이동과 팔의 움직임을 제어한다. 그림 1에 나타난 복싱로봇의 팔은 2자유도로 되어 있어 스트레이트 모션과 훅 모션을 가점항목으로 하는 엔터테인먼트 경기 로봇이다. 스트레이트 모션에 대한 탐색과 구분이 용이한 반면, 훅 모션은 원격조종기를 운용하는 사용자에게 따라 신호의 세기가 다르다는 문제점과 더불어 사용자 팔의 엷다운 모션과의 구분이 어렵다는 문제점을 안고 있다.

본 논문에서는 이러한 두 가지 문제점을 해결하기 위한 방법으로 디지털 히스테리시스 비교기 기반의 모션 탐색 및 분류 방법을 제안한다.

먼저, 로봇 시스템의 구성과 모션에 따른 센싱 데이터의 특징을 소개한다. 다음으로, 디지털 히스테리시스 비교기를 설계하고 비교기를 통해서 감지된 모션들의 특징으로부터 모션이 구분되는 방법을 설명한다. 끝으로, 실험을 통해서 해당 방법의 유효함을 검증한다.

2. 복싱로봇시스템 및 신호 처리

2.1. 복싱로봇

복싱로봇시스템의 구성은 그림 1과 같다. 로봇은 2개의 서보모터로 구성된 2관절 양팔을 갖고 있고, 사용자는 2개의 센서 스틱을 각각 양손에 쥐고 펀치 모션을 취하여 명령을 내린다. 로봇은 사용자의 스

트레이트 모션과 훅 모션을 인식하여 사용자와 같은 모션을 취하게 된다. 센서 스틱에 있는 3축 가속도 센서 신호를 이용하여 사용자의 모션 데이터를 로봇에 전송하게 된다.



(a) 복싱로봇

(b) 센서 스틱

그림 1. 복싱로봇 시스템

2.2. 모션검출

스트레이트 동작은 모션인식이 용이한 반면, 훅 모션은 사용자가 단순히 센서스틱을 위아래로 흔드는 모션과 매우 유사한 신호 형태를 갖게 되므로 그 구분이 매우 까다로운 문제점이 있다. 훅 모션에 대한 센싱 신호는 그림 2와 같다. 이 때, Y축 가속도 데이터의 경우 사람마다 형태가 다르게 나타나므로 X축과 Z축의 방향의 가속도데이터만을 고려하였다.

X, Z 각 각의 신호에 대해서는 두 개의 모션이 서로 구분하기 어려운 신호 형태임을 실험을 통해 확인하였다.

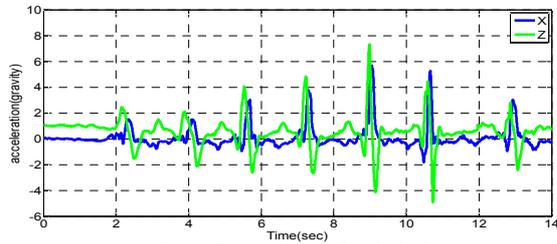


그림 2. 흑 모션 센서 데이터

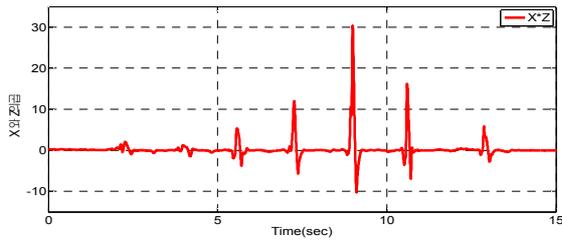


그림 3. 흑 모션의 X와 Z 값의 곱

두 모션의 센싱 데이터를 분석해 본 결과 X와 Z 축 값에서 피크치가 발생하는 시간의 차와 X축 데이터가 나타나는 영역과 신호가 나타나는 주기에서 차이가 있었다.

두 모션 데이터특징의 분석을 토대로 흑 모션과 엷다운 모션을 구분하기 위해 X축과 Z축의 데이터를 곱해본 결과 흑 모션의 경우 신호가 +, - 두영역에서 나타나는 반면 엷다운 모션은 한 쪽 영역에서만 나타났다. 흑 모션의 두 센싱 신호들에 대해서 시간축 상의 곱을 구한 값은 그림 3과 같고, 엷다운 모션에 대한 두 센싱 데이터의 곱은 그림 4와 같다.

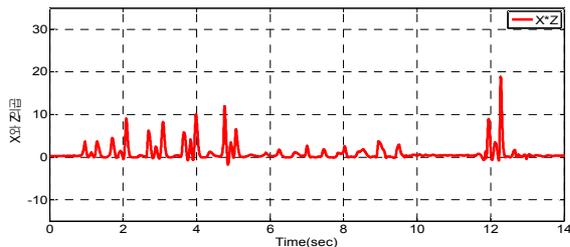


그림 4. 엷다운 모션의 X와 Z 값의 곱

흑 모션과 엷다운 모션을 구분하기 위한 특징점으로 이러한 신호 특성을 사용하고자 한다. 또한, 그림 3과 그림 4에서 신호를 검출하는 방법으로 문턱값을 사용하게 되는데, 이 때, 신호에 있는 글리치 성분의 영향을 반드시 고려해야만 한다.

3. 비교기 설계 및 검증

글리치 성분을 제거하기 위한 방법으로 아날로그 회로의 히스테리시스 비교기 회로를 디지털적으로 구현하여 사용하였다.

본 실험에서는 문턱값으로 $\pm 0.8g$ 를 사용하고 데이터 샘플링시간은 2ms이다. 데이터의 글리치를 제거하기 위해 같은 데이터를 20개 샘플을 지연하여

비교기에 입력하였다. 그림 5는 흑 모션에 대한 비교기 성능 검증 결과이고, 그림 6은 엷다운 모션에서의 글리치 제거성능을 나타낸다.

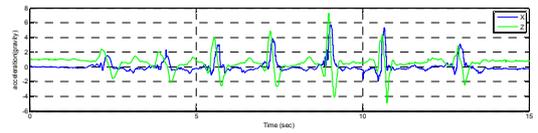


그림 5. 검출된 흑 모션

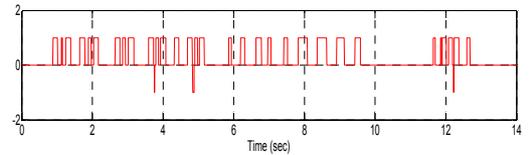


그림 6. 글리치가 제거된 엷다운 모션

실제 제작한 센서스틱에 비교기를 적용하여 모션을 검출해본결과 흑 모션에서는 90%의 인식율을 보였으며 위아래로 흔드는 일반적인 엷다운 모션은 검출되지 않았다.

4. 결론

본 논문에서는 복싱로봇팔의 움직임을 제어하는 센서스틱을 개발하고 복싱로봇의 흑 모션과 엷다운 모션 구별을 위한 모션 탐색 및 구분 알고리즘을 제안하였다. 또한, 히스테리시스 특성을 갖는 비교기를 디지털화함으로써 별도의 하드웨어 추가 및 개선 없이도 잡음에 강인한 알고리즘 성능을 검증하였다.

향 후 저가보급형 MCU를 활용한 엔터테인먼트 로봇의 정밀한 모션 구분을 위한 방안으로 활용될 수 있으리라 기대된다.

감사의 글

본 논문은 2014년 한국연구재단 기초연구(NRF-2014R1A21A11049503)의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] H. J. Lee, H. J. Choi, J. H. Park, J. H. Lee, and S. Jung, "Center of gravity based control of a humanoid balancing robot for boxing games: BalBot V." *ICCAS-SICE*, pp. 124-12