착용가능한 2축 제어시스템

송희배[1,2], 박민용[1], 김도익[2]
[1]연세대학교 전기전자공학부 대학원, [2]한국과학기술연구원 인지로봇연구단

2 D.O.F Control System using Wearable Electronic Device

Song Hee Bae[1,2], Park Min Young[1], Kim Do Ik[2]
[1]Graduate School of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei Univ.
[2]Korea Institute Science and Technology, Center for Cognitive Robotics Research.

Abstract - 본 논문에서는 착용 가능한 모션 캡처 시스템을 설계하고 구현한다. 이 장치는 사람의 두 관절의 움직임을 각도로 표현하도록 디자인 되었다. 이를 위해 flex sensor를 사용했으며 센서의 히스테리시스를 확인하고 3차 다항식을 사용하여 근사적인 모델을 만들었다. 이 모델을 통해서 센서에서 가져온 전압을 각도로 표현하였으며 이 각도로 손목과 팔꿈치의 움직임을 시뮬레이션 했다. 시뮬레이션의 결과를 바탕으로 인간형 로봇과 통신을 통해서 움직임을 확인하였다.

1. 서 론

인간과 기계 인터페이스(Man-Machine Interface)에 관한 연구는 수년에 걸쳐 다양한 형태로 연구되고 발전되어 왔다. 최근에는 로봇에 감성을 넣어서 인간과 교감할 수 있는 연구가 진행되면서 단순히 기계를 제어하는 것을 넘어서 사람과 감정을 교환할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

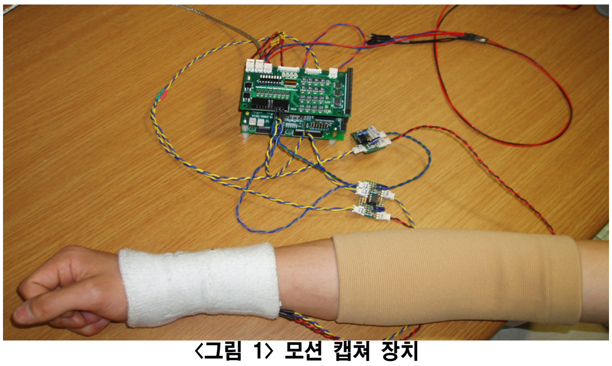
이러한 연구의 일환으로 사람의 동작을 캡처하는 장치에 관한 연구도 다양하게 진행되어 왔다. 게임이나 인터넷, 애니메이션에서 사람의 동작을 모방할 수 있는 장치에서부터 산업 현장이나 사고현장에서 사람이 접근하기 어려운 공간에서 로봇을 조정하기 위한 장치로 응용되고 있다. 대표적인 형태의 모션 캡쳐장치는 마커를 인식하는 비전시스템에서부터 자이로, 가속도 센서 등을 이용한 모션 캡쳐장치, Exoskeletion 형태의 장치 등이 있다. 이처럼 모션을 캡쳐하기 위한 장치들은 환경적 요인이나 하드웨어적으로 동작의 제한을 받을 가능성이 크고 시스템을 구성하고 실제 운용하는데 많이 비용이 들어가며 활동적인 동작을 캡쳐할 경우 그 비용은 크게 증가하게 된다[1],[2].

본 논문은 착용 가능한 모션 캡쳐 장치를 기반으로 위에서 말한 제약을 최소화하기 위한 인간-기계 인터페이스(man-machine interface)에 관한 연구로서 장치의 인간 동작모방의 가능성을 검증해 보았다. 또한 인간형 로봇을 통해 시스템을 연계하여 실험을 수행해봄으로써 현재 개발된 장치의 문제점을 파악하여 사람의 전체 동작 모방에 대한 가능성도 알아보고자 한다.

2. 시스템 구조

2.1 Flex Sensor를 사용한 모션 캡쳐 장치

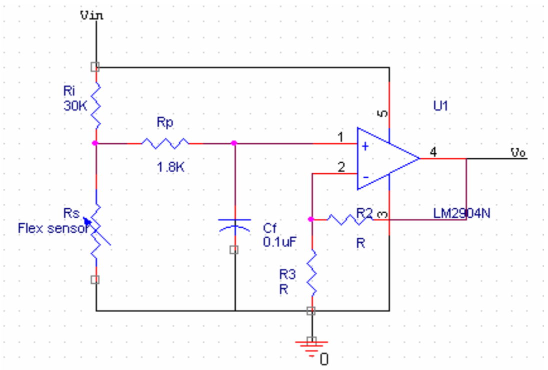
그림 1은 본 연구에서 사용한 모션 캠쳐 장치이다. 이 장치는 흔히 사용하고 있는 아대에 Flex Sensor를 삽입하고 손목과 팔꿈치에서 밀착된 센서의 출력을 AD 컨버터를 통해서 얻는다. 이를 통해 얻은 값은 DSP와 연결된 1394 통신을 통해서 Xenomai[3]가 설치된 컴퓨터로 전송되며 얻은 데이터를 실시간으로 각도로 변환하여 네트워크를 통해서 인간형 로봇에 전송한다. 전송된 각 Joint의 각도를 통해서 사람의 동작을 로봇이 모방하여 움직이게 된다.



<그림 1> 모션 캡쳐 장치

2.1.1 Flex Sensor System Configuration

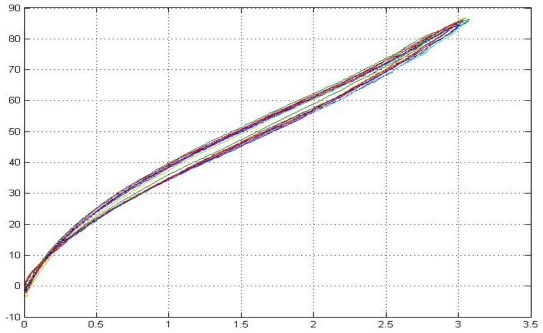
그림 2는 Flex Sensor의 변화하는 저항을 전압으로 바꾸는 회로도를 나타낸다. 먼저 본 실험에서 사용한 센서는 압력을 받아 휘게 되면 저항이 바뀌게 되는데 여기에서 나오는 값을 cutoff frequency 1khz의 저역통과 필터를 사용하여 잡음을 제거하도록 설계하였다. 다음으로 여기서 나온 전압신호를 통해서 최종적으로 각도로 변환하게 되므로 출력되는 전압의 범위가 클수록 각도를 정확히 측정해낼 수 있으므로 전압을 증폭시키기 위해서 비반전 증폭기를 통해서 전압을 증폭시키도록 설계하였다.



<그림 2> Flex Sensor 회로도

2.1.2 Flex Sensor의 탄성이력 실험

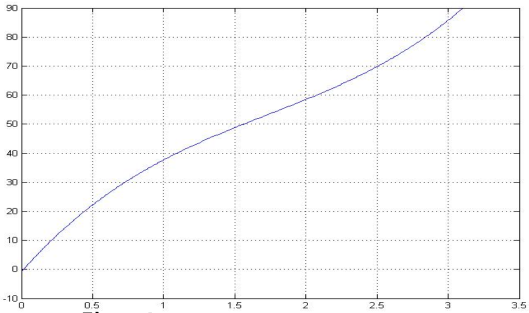
센서를 통해 얻은 전압을 Joint의 각도로 변환하기 위한 알고리즘을 적용하기 위해서 센서의 탄성이력에 대한 실험하였다. 그림 3은 탄성이력을 확인하기 위한 실험에서 얻은 그래프이다. 센서를 사람의 관절과 같은 각으로 힘을 가하는데 이때 관성측정 장치(Inertia Measurement Unit : IMU)를 사용하여 센서가 휘어진 각도를 측정하고 나오는 전압을 맵핑시켜서 탄성이력을 확인하였다.



<그림 3> Flex Sensor 의 탄성이력

이렇게 실험적으로 얻은 탄성이력의 실험값을 토대로 3차 다항식의 curve fitting을 통해서 근사적 모델을 만들어서 실시간으로 사람의 모션을 로봇이 모방할 수 있는 각 Joint 의 각도를 알아낼 수 있다

근사적 모델은 오차의 제곱 평균의 근(RMS error)인 표준편차 최소가 되도록 다항식의 계수를 정해서 모델을 만든 것으로 그 결과는 그림 4에 나타내었다.



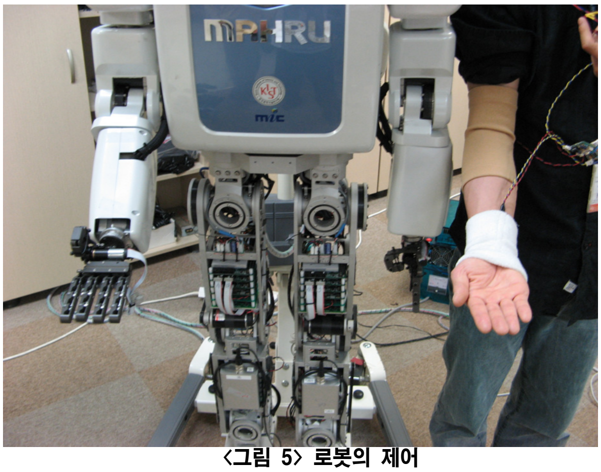
<그림 4> Approximation Modeling Result

2.2 인간형 로봇 Robot Arm

본 논문에서 구현한 시스템을 실험하기 위해 사용된 인간형 로봇은 한국과학기술연구원에서 개발한 NBH-I 인간형 로봇이다. 네트워크 기반 인간형 로봇을 각 팔과 다리에 6자유도를 갖고 목에 2자유도, 허리에 1자유도를 합쳐서 총 27자유도를 갖는 인간형 로봇으로 본 논문에서는 사람의 손목과 팔꿈치의 움직임을 로봇이 모방하여 움직이는 것을 확인한다[4].

2.1.1 로봇제어

모션 캡처 장비에서 얻은 사람의 Joint 각도를 네트워크를 통해서 인간형 로봇의 제어 컴퓨터로 전송하고 실시간으로 사람의 동작을 모방하는 모습을 실험으로 확인하였다. 그림 5는 실험을 통해 사람의 동작을 모방하는 인간형 로봇의 모습이다.



<그림 5> 로봇의 제어

3. 결 론

본 논문에서는 착용 가능한 모션 캡쳐 장치를 기반으로 한 인간-기계 인터페이스(man-machine interface)에 관한 연구로서 센서를 통해서 쉽게 착용 가능하고 인간 동작을 모방하여 실시간으로 움직일 수 있는 장치 시스템을 개발하였다. 또한 인간형 로봇을 통해 시스템을 연계하여 실험을 수행해봄으로써 현재 개발된 장치의 문제점을 파악하고 보완점을 알아내었다.

추후 과제로는 먼저 실제 착용하는데 있어 유선 형태의 불편함을 개선하기 위해서 각 Joint의 센서 정보를 블루투스와 같이 무선으로 보낼 수 있도록 보완할 예정이다. 또한 서론에서 언급한 것처럼 사람의 전체 동작 모방을 위한 일환으로 양팔의 모든 Joint로 확장하는 연구를 진행중에 있다. 이를 위해 보다 정밀하고 다양한 센서의 응용 기술로 보완한다면 인간 동작을 보다 정밀하고 효율적인 연구가 될 것이다.

[참 고 문 헌]

[1] T. Mori, K. Tsujioka and T. Sato, "Human-like action recognition system on whole body motion-captured file" IEEE Conf. on International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2066-2073, Hawaii, USA, 2001

[2] S. Arimoto, "Linear controllable systems", Nature, vol. 135, pp.18-27,July,1990

[3] Xenomai : Real-Time framework for Linux, http://www.xenomai.org,2007

[4] C. Kim, D. Kim, and Y. Oh, "Solving an inverse kinematics problem for a humanoid robot's imitation of human motions using optimization," in Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, vol. 2, pp.32-40. ,2005