The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers Vol. 63P, No. 1, pp. 50~53, 2014
http://dx.doi.org/10.5370/KIEEP.2014.63.1.050

Kinect를 이용한 교육용 휴머노이드 제어시스템

An Implementaition of Humanoid Control for Education using Kinect

이 승 연† · 차 유 성*
(Seoungyeon Lee · Yousung Cha)

Abstract - Although there are some calculations of kinetics, dynamics, torque of each joint, size and weight which are used in implementing of humanoid robot, it is too expensive and need much education to make frame of robot body, actuator, and etc. Moreover, since there is lots of differences of operational principle, we need many kinds of experimental and education. However, the real humanoid robot is difficult to propagate because of its prices and other technical problems. Therefore we need small robot platform and control method which can give a enough education effect as similar as real humanoid robot. In this paper, the Kinect Sensor which made by Microsoft will be used for control method of humanoid platform.

Key Words : X-Box, Kinect, Humanoid, Motion control, Robot control, Robot education, Kinematics

1. 서 론

최근 로봇 산업의 비약적인 확장과 발전은 엔터테인먼트를 비롯한 다양한 목적의 서비스 로봇 개발에 촉매가 되고 있다. 서비스로봇은 인간을 돕기 위한 로봇으로 대부분 개발의 궁극적인 목표는 인간을 닮고, 인간처럼 행동하며, 인간을 도울 수 있는 인간형(humanoid) 로봇이다.

휴머노이드 로봇은 휠(Wheel)기반의 이동 로봇에 비하여 관절 구조로 되어있기 때문에 훨씬 많은 구동부와 제어기가 필요하고, 인간과 비슷한 크기로 만든다고 가정할 때 프레임 가공을 비롯한 제반 비용도 개인이 감당하기는 불가능할 정도로 비싸다. 더구나, 모든 환경이 갖춰져 로봇을 제작할 수 있다 하더라도, 로봇공학, 제어공학, 소프트웨어 알고리즘 등 갖춰야 할 기반지식이 상당하여 해당 분야의 산업 현장에서 근무하지 않는 이상 적절한 교육을 받기도 어렵다.[1]

따라서, 이러한 휴머노이드의 전문가 양성을 위해서는 저렴하고 쉽게 구동할 수 있는 소형 플랫폼과 제어를 위한 방법이 필수적이고, 그것을 통하여 로봇의 구동원리를 직관적으로 이해시키는 것이 매우 중요하다.

저렴한 소형 플랫폼으로는 Robotis社의 휴머노이드 시리즈가 있는데, 프로토콜 제어 기반의 서보모터인 Dynamixel을 이용하여 모터의 구동 원리를 학습하기 위한 접근성이 뛰어나고, 링크된 모터들에 ID 별로 직접적인 명령을 줄 수 있어서 직관적인 원리 이해에도 편리하다.

또한, 다관절 로봇의 제어 방법은 kinematics의 해석이 필수적이지만 그 형태가 휴머노이드라면 교육을 위하여 인간의 동작을 그대로 따라 하는 것이 가장 직관적이고 다양한 연구의 여지를 남길 수 있다. 인간의 동작을 추종(tracking)하기 위해서 예전에는 고가의 동작 측정 장비(Motion Capturing Device)가 필요했지만 최근 Microsoft社에서 출시된 게임기용 센서인 Kinect를 이용하면 인간의 주요 관절의 위치를 알 수 있고, 여기서 각 관절 별 벡터의 내적으로 구한 각도를 로봇의 모터값으로 변환하여 보내주면 인간의 동작으로 그대로 흉내 내는 로봇을 만들 수 있다.[2]

피학습자는 위의 과정을 통하여 휴머노이드 로봇의 구조 이해, 관절별 모터의 구동 및 제어 방식 이해, 동작 측정 센서의 이해, 제어를 위한 기하학적 지식, 상/하위 소프트웨어, 플랫폼 간의 통신 등을 동시에 학습하게 되며, 나아가 실제 로봇 산업에서 활용되는 휴머노이드 로봇을 제어하기 위한 기반 지식을 갖출 수 있게 된다.

이러한 학습의 효율을 극대화하기 위해서는 체계적인 순서와 직관적인 학습 논리가 필수적이며, 피학습자가 쉽게 구현이 가능해야 한다. 본 논문에서는 최소의 비용과 간단한

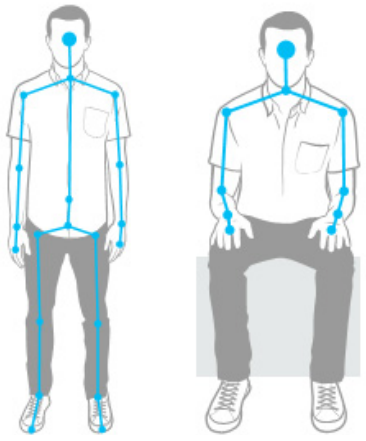


그림 1 Kinect Sensor의 Skeleton Tracking
Fig. 1 Skeleton Tracking of Kinect

† 교신저자, 정회원 : 동서울대학교 전기정보제어과 조교수
E-mail : alyssa@dsc.ac.kr
* 비 회 원 : 동서울대학교 전기정보제어과 겸임조교수
접수일자 : 2013년 12월 12일
수정일자 : 2014년 2월 17일
최종완료 : 2014년 2월 27일

제어 소프트웨어의 구현을 통하여 휴머노이드를 처음 접하는 피학습자들이 쉽고 빠르게 원리를 이해할 수 있도록 하드웨어와 소프트웨어를 구성하는 방법에 대하여 초점을 맞췄다.

2. 혼합 테스트

2.1 전체 제어 구조

플랫폼의 하드웨어와 소프트웨어를 망라한 구조는 그림과 같이 표현할 수 있는데, 크게 두 부분으로 분류할 수 있다. 첫 번째, 제어 플랫폼 쪽에서는 Kinect에서 인식된 관절(Joint) 정보를 토대로 각도를 산출하고, 이를 모터값으로 환원하여 RS-232 프로토콜에 전송하는 역할을 한다.

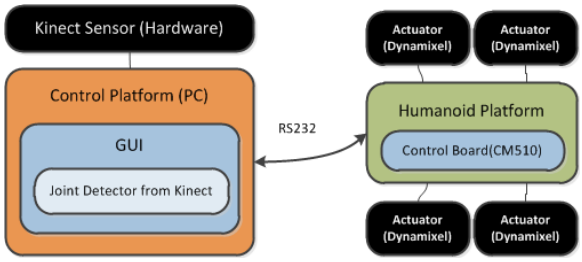


그림 2 Kinect 기반 로봇 플랫폼의 제어 블록도
Fig. 2 Control Block Diagram of Robot Platform based on Kinect

처음 HEADER와 LEN은 각각 패킷의 헤더 정보와 길이를 담고 있다. 그 뒤에는 제어하고자 하는 관절의 ID, 움직일 모터의 속도, 각도에 대한 데이터를 담고 있다. 마지막으로 CRC는 CRC 검사 코드를 의미하며 전체 패킷의 올바른 전송여부를 검사한다.

제어기로 송신되는 패킷의 구조는 다음과 같다.

표 1 Humanoid Platform 제어용 패킷구조

HEADER(2)	LEN(1)	ID(1)	VALUE1(1)	VALUE2(2)	CRC(2)

두번째, 휴머노이드 플랫폼 쪽에서는 전송받은 패킷을 분석하여 각 관절에 송신하여 로봇을 구동시키는 역할을 하는데, CM510제어기에서는 RS-232로 받은 패킷데이터를 RS-485 신호로 변환하여 모터에 전송한다. 패킷의 구조는 다음과 같다. 각 플랫폼의 세부 구조 및 기능들은 아래에서 설명한다.

2.2 소형 Robot Platform 구조

본 논문에서는 Robotis 社의 휴머노이드 로봇을 이용하였으며, 해당 로봇에서는 CM-510이라는 제어기를 통하여 각 관절에 배치되어있는 Dynamixel에 제어 패킷을 송신한다.

CM510에서는 Robotis 社에서 기본적으로 제공하는 펌웨어가 들어있는데, 본 논문에서 이용하는 GUI와 연동된 작업을 위해서는 펌웨어의 수정이 불가피하다. 펌웨어는 위의 전체 구조에서 언급된 패킷을 전송받고 CRC를 검사하여 오류가 없을시 모터를 바로 움직일 수 있도록 전달하는 역할을 한다.

그림 3 Robotis 社의 제어기 CM510
Fig. 3 Robotis Controller CM510

또한, Dynamixel이 RS-485 통신을 이용하는 반면에, CM510은 RS-232를 이용하기 때문에 사용자가 좀더 쉽게 인터페이스할 수 있는 장점이 있다.

2.3 Kinect Sensor 기반 GUI 구조

그림 4 Microsoft 社의 XBox 360 Kinect Sensor
Fig. 4 Microsoft XBox 360 Kinect Sensor

Kinect Sensor 기반 GUI는 전체 구조상 제어 플랫폼 측에 구성되어 있다. 먼저 Kinect 앞에 사람이 서면 각 관절의 x, y 좌표를 얻을 수 있는데 이것들을 메모리에 저장하고 화면에 표시한다. 이때, 표시된 관절들을 직선으로 연결하면 사람의 뼈와 비슷한 모양이 되기 때문에 Skeleton mode라고 부른다. Skeleton mode는 Seat mode를 선택시 앉은 자세로도 인식이 가능하다.[3][5]

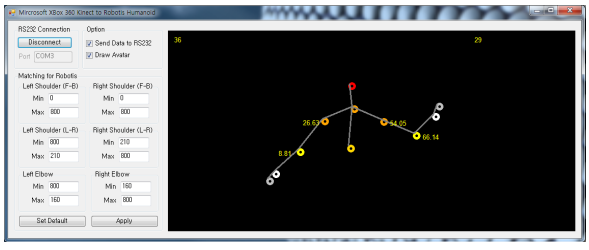


그림 5 인식된 관절이 연결된 Skeleton mode
Fig. 5 Linked Skeleton Mode of Recognised Joints

또한, 인식된 관절의 x, y 값을 기반으로 각도를 만들어 메모리에 저장하는데, 벡터의 내적 구하는 공식을 적용할 수 있으며, 다음과 같이 설명될 수 있다.

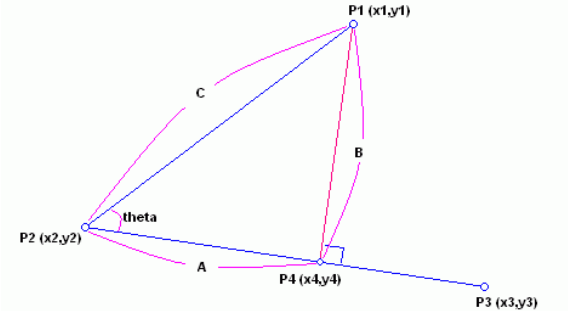


그림 6 벡터의 내적
Fig. 6 Inner-product of vector

그림에서 P2에서 P1 방향의 벡터를 V1 이라하고, P2에서 P3방향의 벡터를 V2라고 하면, 두 벡터의 내적 공식을 통하여 사잇각을 구할 수 있다.

$$D = v1\,v2\cos\theta \ , \tag{1}$$

$$\cos\theta = \frac{D}{v1v2} \ , \tag{2}$$

$$\theta = a\cos\frac{D}{v1v2} \ , \tag{3}$$

여기서 D는 벡터의 내적이며, V1과 V2는 각각의 크기를 말한다. 또한, 각 벡터의 크기는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$|v1| = \sqrt{(x1-x2)^2+(y1-y2)^2} \ , \tag{4}$$

$$|v2| = \sqrt{(x3-x2)^2+(y3-y2)^2} \ , \tag{5}$$

사용자 인터페이스(UI)에서는 RS-232 포트의 연결과 전송될 모터의 최소·최대값을 입력하여 적용할 수 있으며, Degree 기반의 각도값을 모터값으로 변경하여 전송하는 역할을 한다. 또한, RS-232를 통해 로봇과 연결되어 있는 상태에서 사람이 Kinect 센서앞에만 서면, 바로 Joint Tracking을 시작하며 Skeleton mode로 화면에 나타낸다.[4]

3. 결 론

본 논문의 목적은 로봇의 플랫폼부터 소프트웨어 제어 시스템까지의 설계를 최대한 간단하고 직관적으로 이해할 수 있게하여 휴머노이드 로봇 제어교육의 효과를 극대화하는 것이다.

로봇의 기본적 제어부터 상위 제어까지 최대한 간단한 구성을 하도록 하였으며, 실제 사람의 움직임을 그대로 로봇에 반영하기 위하여 Kinect를 이용하였고 해당 과정을 진행하는 부분에서 간단한 로봇 공학과 제어 알고리즘, 시스템간 통신에 대하여 자연스럽게 학습하도록 설계하였다.

또한, 로봇과 제어기, 상위 사용자 인터페이스는 독립적으로 동작하여 추후 다른 로봇이나 제어기, 플랫폼 등을 다른 것으로 바꾸는 것도 용이하게 하였다.

본 시스템의 구성 중 가장 큰 장점이라고 할 수 있는 것

그림 7 로보빌더의 휴머노이드
Fig. 7 Robobuilder Humanoid

은 가격대비 교육효과를 높일 수 있는 것인데, 실제로 로봇과 동작 측정 센서(Kinect), 그 외의 각종 제어 파트를 모두 합치더라도 100만원 선이며, 특히 Robotis 社의 휴머노이드를 좀더 저렴한 것으로 대체할 수 있다면 전체 시스템 구성 비용을 더 낮출 수 있을 것으로 예상된다. Kinect 센서에서 인식되는 Joint들은 다양한 플랫폼에 여러가지 방식으로 변형하여 적용이 가능하기 때문에, 휴머노이드가 아닌 플랫폼에서도 충분한 확장 학습을 기대할 수 있다.

추후 연구 방향으로는 휴머노이드를 제외한 다양한 로봇에서 Kinect 센서를 활용하는 것으로 관절의 위치와 모양, 제한각 등의 환경 변수가 다를 때, 유연하게 제어할 수 있는 구조 설계의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] John J. Craig, "Introduction to Robotics : Mechanics & Control", Addison-Wesley, 2004

[2] Webb, Jarrett, "Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK", Apress, 2012

[3] Andrew Davison, "Kinect Open Source Programming Secrets : Hacking the Kinect with OPEN NI, NITE, and Java", McGraw-Hill/Tab Electronics, 2012

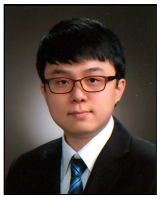
[4] Spong, "Robot Dynamics and Control", John Wiley & Sons, 1989

[5] c4fkinect.codeplex.com

저 자 소 개

이 승 연

1999년 성균관대학교 전기공학과 (공학사), 2001년 성균관대학교 대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과 (공학석사), 2006년 성균관대학교 대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과 (공학박사), 2007년 Georgia Institute of Technology, Post Doc., 2008년~현재 동서울대학교 전기정보제어과 조교수



차 유 성 (車 裕 星)

2005년 한국교육개발원 정보통신과(공학사), 2007년 성균관대학교 대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과(공학석사), 2007년~2010년 한국생산기술연구원 로봇기술연구본부 연구원, 2010~2011년 (주)알디스금융시스템 사원, 2011~현재 (주)라스테크 선임연구원, 동서울대학교 전기정보제어과 겸임조교수