

동작포착 및 매핑 시스템: Kinect 기반 인간-로봇상호작용 플랫폼

윤중선*
¹부산대학교 기계공학부

A Motion Capture and Mapping System: Kinect Based Human-Robot Interaction Platform

Joongsun Yoon*

¹School of Mechanical Engineering, Pusan National University

요약 본 동작포착 및 매핑 기반의 인간-로봇상호작용 플랫폼을 제안한다. 사람의 동작을 포착하고 포착된 동작에서 운동을 계획하고 기기를 작동하게 하는 포착, 처리, 실행을 수행하는 플랫폼의 설계, 운용 및 구현 과정을 소개한다. 제안된 플랫폼의 구현 사례로 신뢰성과 성능이 뛰어난 Kinect 기반 포착기, 처리기에 구현된 상호작용 사이버 아바타 로봇과 처리기를 통한 물리 로봇 제어가 기술되었다. 제안된 플랫폼과 구현 사례는 동작포착 및 매핑 기반의 새로운 기기 제어 작동 방식의 실현 방법으로 기대된다.

Abstract We propose a human-robot interaction(HRI) platform based on motion capture and mapping. Platform consists of capture, processing/mapping, and action parts. A motion capture sensor, computer, and avatar and/or physical robots are selected as capture, processing/mapping, and action part(s), respectively. Case studies-an interactive presentation and LEGO robot car are presented to show the design and implementation process of Kinect based HRI platform.

Keywords : Motion Capture and Mapping, Human-Robot Interaction(HRI), HRI Platform, Kinect

1. 서론

기술한다[3,5].

인체의 움직임은 오랜 경험(evolution)에서 살아남아 최적인 본능적 지능(motion intelligence)의 모습을 보여 준다. 이러한 사람의 움직임을 로봇과 같은 기계의 운동에 상호작용으로 조화롭게 참가시키면(intelligent interaction) 복잡한 움직임을 유연하고 쉽게 재현해 낼 수 있을 것이다[1].

마이크로소프트의 운동감지 입력장치인 Kinect[6] 기반의 동작포착 및 매핑 시스템을 제안한다. 동작포착 및 매핑(motion capture and mapping)에 기초한 인간-로봇 상호작용(Human-Robot Interaction, HRI) 플랫폼의 주요 개념을 모색하고 구성 방식을 제시하며 적용 사례를

2. 인간-로봇상호작용 플랫폼

2.1 동작 포착 및 매핑

사람의 손, 팔, 관절, 머리와 어깨 등 접촉/비접촉 움직임의 특징을 잡아서 기록하고 보여주고 재현하는 운동 포착 및 재현 시스템은 센서로 운동을 잡는 부분(motion capture), 포착된 운동 정보를 다듬어 운동을 계획하는 부분(motion map), 운동을 재현 또는 제어하는 부분(motion mimic/control)으로 이루어진다. 시스템의 구조는 Fig. 1과 같다[1].

*Corresponding Author : Joongsun Yoon (Pusan National Univ.)

Tel: +82-51-510-2456 email: jsyoon@pnu.edu

Received October 5, 2015

Revised November 16, 2015

Accepted December 4, 2015

Published December 31, 2015

Table 1. Motion capture classification

| Type | Measuring principles | Advantages & disadvantages | Devices |
|------------------|---|---|---|
| Mechanical | Rotation between rigid linkage: Potentiometer/Optical encoder (arm-type tracking devices) Force on a measuring device: Strain gauge (force-sensing joystick) | Latency (< 2 ms) Insensitive to environments Low cost Small working volume Weariness | Animatton Jacket Spaceball Magellan-3D GLOBAL ADL-1 BOOM |
| Electro-magnetic | 3 orthogonal coils Transmitter/Receiver AC or DC magnetic fields | Ease of use & small size Limited but expandable working volume EMI/metal interference Latency (100 ms) | Polhemus Trak(AC) Ascension Bird(DC) |
| Optical | Lasers IR LEDs Image-based video (cameras): Photodiodes | Large working volume Line-of-sight (limited range) Fatigue (heavy) | RtPM UNC headtracker |
| Acoustic | Emitter/Receiver Time-Of-Flight(TOF): Distance → Pose computation Phase coherency: Difference → Position changes | Low cost Speed of sound sensitive to environments Reflection → Ghost pulses | InterSense Logitech6D mouse SAC GP-8-3D |
| Inertial | Gyroscope: Changes in rotation Solid-state: Piezoelectric | No receiver/transmitter Difficulty to interface Drift Temperature compensation | GyroEngine GyroStar ENC-05S Futaba |

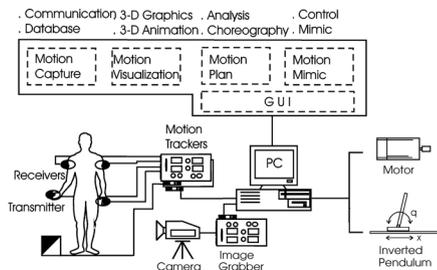


Fig. 1. A motion capture and mapping system

운동을 포착하는 부분은 센서를 써서 사람 몸의 접촉/비접촉 움직임의 특징을 잡아서 기록한다. 움직임은 접촉(haptic) 센서, 전자기 코일로 이루어진 자기장(magnetic field) 감지 센서, CCD 카메라와 같은 시각(visual) 센서, gyro와 같은 관성(inertial) 센서, 음향(acoustic/ultrasonic) 센서, 적외선(infrared) 센서, 전위차계(potentiometer)와 같은 기계적(mechanical) 센서 등으로 포착된다. 운동포착 기법의 분류는 Table.1과 같다 [3].

운동을 계획하는 부분은 포착된 운동 정보의 자료화, 패턴 분류, 분석 및 자동 생성 등을 수행한다. 포착된 사람의 움직임을 로봇과 같은 물체의 움직임으로 바꾸려면 사람과 물체 사이의 움직임 관계(mapping)를 잘 따져야 한다. 움직임의 데이터베이스(database)는 인체 동작 분

석 및 계획 프로그램의 도움을 받아 생성된 움직임을 자료화하여 저장하고, 이러한 움직임의 데이터베이스(database)는 운동을 자동 생성할 때 필요한 정보로 제공된다.

자료화(database)된 운동 정보는 직접적이거나 간접적인 매핑을 통해 움직임의 패턴분류(pattern classification), 움직임의 최적화(optimized motion), 운동의 분석 및 재현에 쓰인다[1,3].

2.2 인간-로봇상호작용 플랫폼

인간과 로봇 상호 작용(Human-Robot Interaction, HRI)은 로봇과 인간의 상호작용을 연구하는 분야이다. 기본적으로 인간과 컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction, HCI), 인공지능, 로봇공학, 자연어 처리학과 사회학을 기반으로 발전된 분야이다. 로봇과 인간의 상호작용을 연구하는 최신 첨단 로봇 기술이다. 인간이 로봇에 접근하면 로봇이 사람의 의도를 추정하여 서로 상호작용하면서 재미와 친밀감을 느낄 수 있는 융합기술로 인간과 컴퓨터 상호작용(HCI), 햅틱(Haptic), 인공지능, 장치 지능화로 발전되고 있으며, 사람과 로봇이 더불어 살아가는 "1인 1로봇시대"의 핵심기술이다[7].

컴퓨팅 플랫폼(computing platform)은 소프트웨어가 구동 가능한 하드웨어 아키텍처나 소프트웨어 프레임워

크(응용 프로그램 프레임워크를 포함하는)의 종류를 설명한다. 일반적으로 플랫폼은 컴퓨터의 아키텍처, 운영 체제(OS), 프로그램 언어, 그리고 관련 런타임 라이브러리 또는 GUI를 포함한다. 플랫폼은 소프트웨어 응용 프로그램들을 돌리는 데 쓰이는 하드웨어와 소프트웨어의 결합이다. 플랫폼은 하나의 운영 체제 또는 컴퓨터 아키텍처라고 단순히 말할 수 있으며 그 두 가지를 통칭해서 말할 수도 있다[8].

인간-로봇상호작용[7]을 구현하는 컴퓨팅 플랫폼[8]의 주요 개념은 Fig. 2와 같다[1,3,5].

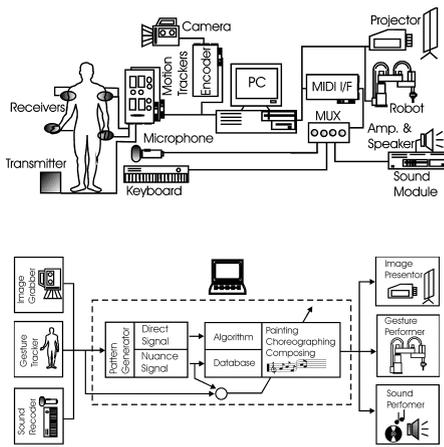


Fig. 2. Human-robot interaction(HRI) platform

2.3 Kinect 기반 인간-로봇상호작용 플랫폼

Kinect[6]는 마이크로소프트의 Xbox 비디오 게임기와 윈도우 기반의 PC를 위한 운동감지 입력 장치이다. 사용자들이 제스처와 구어 명령어(spoken commands)로 게임 제어기 없이 게임 콘솔이나 PC를 제어하고 상호작용하게 해준다[9,10].

Kinect 케이스는 적외선 프로젝터와, 2대의 카메라, 4대의 마이크와 부채를 포함한다. Kinect 장치는 전신(full-body) 3차원 운동 포착, 얼굴 인식, 음성 인식 기능을 제공하는, 독점 소프트웨어(proprietary software)로 작동하는 RGB 카메라, 깊이 센서, 다중 행렬의(multi-array) 마이크를 특징으로 한다(feature). 컬러 카메라는 1200*960 최대 해상도를 지원하고 깊이 카메라는 640*480 최대 해법을 지원한다. Kinect 아래에 있는 마이크 행렬은 4개의 다른 마이크로 구성되어 있다. 하

나는 적외선 왼쪽에 다른 셋은 깊이 카메라 오른쪽에 같은 간격으로 배치되어 있다.

Kinect 기반 인간-로봇상호작용 플랫폼의 구성은 Fig. 3과 같다. 인간의 의도를 동작과 음성으로 잡는 Kinect 포착(capture)부, PC에서 통합하는 처리(processing)부, 다양한 로봇으로 실현하는 매핑(mapping)부로 요약할 수 있다[4,5,11].

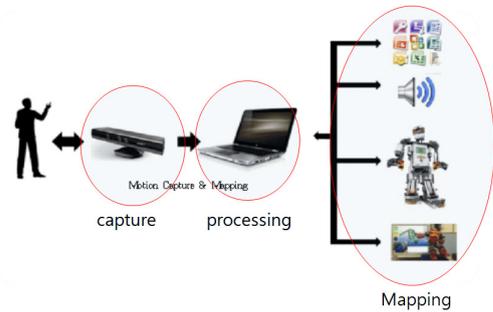


Fig. 3. Kinect based HRI platform

신뢰성과 성능이 뛰어난 Kinect 포착부지만 신뢰성과 성능을 제대로 발휘하기 위하여 Kinect 응용 구현의 프로그래밍의 폐쇄성과 난이도 때문에 일반 개발자에게 여전히 어려움이 있다. Kinect 프로그래밍의 어려움을 극복하기 위하여는 Kinect의 개방성에 기여한 바 큰 개발자환경을 참조할 수 있다. 구현부는 개발이 수월해지는 오픈 시스템이 계속 개발되고 있으므로 이 부분의 구현은 매우 수월해 지고 있다[5,12].

Kinect 프로그래밍 환경은 마이크로소프트에서 개발한 윈도우 기반 응용에 사용자 접촉장치를 렌더링(컴퓨터 프로그램을 이용하여 2 차원 또는 3 차원 모델로부터 이미지를 만드는 법)하기 위한 컴퓨터 소프트웨어 그래픽 시스템인 Windows Presentation Foundation(WPF)에 기초하고 있다. WPF 응용을 개발하기 위한 도구로 Visual Studio나 .NET Micro Framework를 사용한다[4,11,13].

3. 사례

Kinect 기반 인간-로봇상호작용 플랫폼을 다양한 로봇으로 실현하는 사례들이 소개되고 있다[14]. 제시하는 사례들은 매핑(mapping)부의 체계적 다양성을 위하여 PC 윈도우 환경에서 돌아가는 프로그램을 상호작용으로

시연하는 응용, 영상으로 만든 아바타 로봇과의 상호작용을 체험하는 응용, 물리적 로봇인 LEGO 차의 제어 응용을 구현하였다. Kinect SDK는 Console application, WPF application, Windows Forms application 세 종류의 application 개발환경을 제공하고 언어로는 C#, Visual Basic, C++를 사용할 수 있다[2,5].

3.1 상호작용 시연

첫 사례는 Fig.4와 같이 기본 제스처 인식으로 Powerpoint를 제어하는 것이다. Kinect는 한 사용자 당 최대 20개의 관절을 인식할 수 있다. 사례에서는 머리, 오른손, 왼손, 오른발, 왼발 다섯 가지의 관절을 사용한다. 머리, 양손, 양발의 관절을 인식하고 인식한 부위를 점으로 나타내어 그 점 사이의 거리 비교를 하여 동작한다.

오른손의 X좌표(왼쪽과 오른쪽)가 머리의 X좌표보다 0.45만큼 클 때 키보드의 오른쪽 방향키를 입력시키고 왼손의 경우 왼쪽 방향키를 입력시킨다. 여러 동작을 동시에 택했을 때 위도우에 보내는 명령이 혼선을 일으키는 것을 방지하기 위하여 동작을 한번 택하고 나면 상태 인식을 바꿔준다. Powerpoint 각 슬라이드를 오른손을 움직여 다음 슬라이드로 이동시키고 왼손을 움직이면 이전 슬라이드로 이동시킨다. 크기를 크게 작게 조절하는 응용도 구현하여 수업 시간에 Powerpoint 시연하는데 사용하였다. 이응용은 PC의 위도우 기반 다양한 응용에 적용될 수 있다[4,5,11,12].



Fig. 4. Interactive presentation

3.2 아바타의 상호작용 체험

두 번째 사례의 스케치는 Fig.5와 같이 박물관 같은 공공장소의 방문객들에게 흥미로운 체험을 제공해준다. 방문객의 동선이나 제스처를 감지하여 아바타 로봇 이미지를 벽에 비추고 마음에 드는 로봇을 둘 고르게 한다. 하나의 로봇은 방문객을 대신하고 또 다른 로봇은 별개

의 대응 로봇으로 상호작용하는 체험을 제공한다. 이 스케치는 로봇박물관을 위하여 제안되었고 필요에 의해 다양한 형태의 구현이 가능하다[2,5].

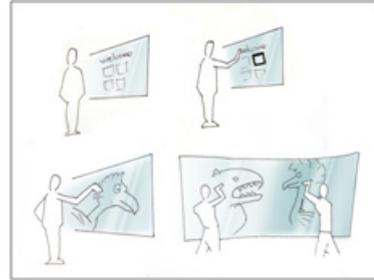


Fig. 5. Interactive experience

3.3 물리로봇 LEGO 로봇 차 제어

세 번째 사례는 Fig.6과 같이 작동자의 제스처 명령으로 물리적 로봇을 제어하는 것이다. 물리적 로봇의 예로 LEGO Mindstorm 로봇을 선택하였다.

LEGO Mindstorm 로봇으로 자동차를 구성하고 손을 왼쪽으로 향하면 차는 좌회전을, 손을 오른쪽으로 향하면 차는 우회전을 한다. 손을 주먹 쥐거나 펴면 차는 전진과 중지를 수행하도록 하는 네 가지의 운전 모드를 설정하였다.



Fig. 6. LEGO robot car control

LEGO Mindstorm 로봇 자동차는 구성하기 쉽고 프로그래밍하기도 쉽다. 처음 사용된 LEGO Mindstorm 로봇 Version 1의 프로그램은 그래픽 프로그램 NXT 환경 하에서 가능하다. LEGO Mindstorm 로봇의 NXT 개발 환경은 이 환경 하에서 전용기로서의 개발은 쉬우나 Kinect와 처리기에서 통합하기에는 NXT의 폐쇄성의 문제를 노출한다. 개발이 끝나고 개방형인 Version2가 출시되었지만 Version1의 개발을 유지하지 못하는 문제가 있다[5,15].

4. 결론

동작포착 및 매핑 기반의 인간-로봇상호작용 플랫폼을 제안한다. 제안된 플랫폼의 구현 사례로 신뢰성과 성능이 뛰어난 Kinect 기반 포착기와 PC처리기에 구현된 윈도우 환경에서 돌아가는 프로그램의 상호작용 시연과 사이버 아바타 로봇과의 상호작용 체험 그리고 물리 로봇의 제어가 기술되었다. 제안된 플랫폼과 구현 사례는 동작포착 및 매핑 기반의 새로운 기기 제어 작동 방식과 상호작용의 실현 방법으로 기대된다.

신뢰성과 성능의 뛰어난에도 불구하고 Kinect 프로그래밍의 폐쇄성과 프로그래밍 환경 개발의 문제 그리고 오픈 시스템 아닐 경우 PC와의 연결 문제와 동시에 다수의 매핑의 어려움으로 통합 개발의 어려움이 있다. 오픈 시스템의 보편화로 이 어려움은 극복되고 있어 다양한 인간-로봇상호작용 분야의 플랫폼으로의 폭넓고 다양한 방법론으로의 기대가 크다.

References

[1] J. Yoon, "A Motion Capture and Mimic System for Intelligent Interactions", Journal of Control, Automation and Systems Engineering, pp.585-592, July 1999.

[2] J. Yoon, "A Robot Museum "Rosieum"", Journal of the Korean Academia-Industrial Cooperation Society, pp. 1236-1240, March 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.3.1236>

[3] Yoon J. Mom(Körperlichkeit) and Interactive Technology, ASTA Project 1, Gallery Fusion, Mar., 9, 2000.

[4] Webb J., Ashley J. Beginning Kinect Programming With the Microsoft Kinect Sdk, Apress:Springer-Verlag, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4302-4105-8>

[5] Yoon J. Kinect based HRI Platform, Pusan National University, 2012.

[6] Wikipedia. Kinect, Available From: en.wikipedia.org/wiki/Kinect. (accessed Dec., 1, 2011)

[7] Wikipedia. HRI, Available From: en.wikipedia.org/wiki/Human_robot_interaction. (accessed Dec., 1, 2011)

[8] Wikipedia. Computing Platform en.wikipedia.org/wiki/Computing_platform. (accessed Dec., 1, 2011)

[9] Microsoft. Kinect for Xbox 360, Available From: www.xbox.com/en-US/Kinect. (accessed Oct., 1, 2010)

[10] Wikipedia. 윈도우용 키넥트, Available From: ko.wikipedia.org/wiki/%ED%82%A4%EB%84%A5%ED%8A%B8. (accessed Mar., 4, 2012)

[11] Microsoft. Kinect SDK, Available From: research.microsoft.com/en-us/news/features/kinectforwind

owssdk-022111.aspx. (accessed Feb., 21, 2011)

[12] MSDN. Kinect Developer Community, Available From: channel9.msdn.com/coding4fun/kinect. (accessed Dec., 1, 2011)

[13] Wikipedia. Rendering, Available From: [en.wikipedia.org/wiki/Rendering_\(computer_graphics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Rendering_(computer_graphics)). (accessed Jul., 30, 2013)

[14] IEEE Spectrum. Top 10 Robotic Kinect Hacks, Available From: spectrum.ieee.org/automaton/robotics/diy/top-10-robotic-kinect-hacks. (accessed Mar., 7, 2011)

[15] IEEE Spectrum. LEGO Announces Mindstorms EV3 A More 'Hackable' Robotics Kit, Available From: spectrum.ieee.org/automaton/robotics/diy/lego-announces-mindstorms-ev3-a-more-hackable-robotics-kit. (accessed Jan., 7, 2013)

윤 중 선(Joongsun Yoon)

[정회원]



- 1981년 2월 : 서울대학교 기계설계학과 (공학사)
- 1983년 2월 : 서울대학교 기계설계학과 (공학석사)
- 1988년 10월 : LEHIGH대학교 기계공학과 (공학박사)
- 1989년 8월 ~ 1991년 7월 : 삼성전자 선임연구원
- 1991년 7월 ~ 1993년 7월 : 금오공과대학교 정밀공학과 교수
- 1993년 7월 ~ 현재 : 부산대학교 기계공학부 교수

<관심분야>

로봇공학, 인터랙티브 테크놀로지, 소프트 공학, HCI