

# 햅틱 기반의 사람을 따라가는 휴머노이드 로봇 개발

## Development of a Haptic-based Humanoid Robot Following Human

\*최정환<sup>1</sup>, #정유철<sup>2</sup>, 이성수<sup>3</sup>, 한현수<sup>3</sup>

\*J. H. Choi<sup>1</sup>, #Y. C. Jung(jyrobot@ssu.ac.kr)<sup>2</sup>, S. S. Lee<sup>3</sup>, H. S. Han<sup>3</sup>

<sup>1</sup>숭실대학교 전자공학과 대학원, <sup>2</sup>숭실대학교 지능형로봇연구소, <sup>3</sup>숭실대학교 정보통신전자공학부

Key words : Humanoid Robot, Haptic-based, Following Human

### 1. 서론

최근 지능형 로봇 연구는 사람-로봇간의 상호작용 및 지능 향상에 비중을 두고 있으며, 이러한 지능형 로봇 연구의 일환으로 가사보조, 의료, 예술, 완구, 도우미 등 다방면의 응용을 시도하고 있다.[1] 이러한 기능을 수행하기 위해서는 예측하기 환경에 대처할 수 있는 능력을 갖추어야 하고, 현재와 같이 단순 작업이나 일정한 프로그램에 따라 동작하는 기능만으로는 한계를 지닌다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 로봇 지능의 개발, 특히 사람의 행동과 감정을 이해하고 그에 대응하는 역할을 담당하기 위한 상호작용과 관련된 기술개발이 매우 중요하다.

사람과 로봇간의 자연스러운 상호작용에 있어서 사람의 직접적인 정보뿐만 아니라 경험이나 지식에 기반을 둔 정보를 활용하면 로봇과 보다 자연스러운 상호작용을 할 수 있다.[2]-[4] 따라서 음성(Speech), 촉감(Haptic), 시점(Eye-Gaze), 제스처(Gesture) 등과 같이 사람의 맥락정보를 인터페이스로 활용하려는 연구들이 국내외적으로 활발히 진행되고 있다. 특히 촉감은 Master Arm, Master Hand 등과 같은 사람의 동작을 로봇 시스템에 명령으로 제공하는 동시에, 로봇에서 피드백 되어 온 힘 정보를 재현함으로써 사용자가 시스템의 상황을 즉각적이고도 현실감 있게 느낄 수 있게 하는 장점이 있다.[5][6]

사람의 촉감은 손가락과 팔 등의 근감각을 통해서 만지고 느끼는 'kinesthetic'과 피부의 직접적인 접촉을 통해 접촉 환경을 느끼는 'tactile'의 두가지 주요 경로를 통하여 느끼며 촉감 인터페이스도 마찬가지로 두 가지 주요 분야로 나누어 개발되어 왔다.

첫 번째 근감각에 관련된 촉감 인터페이스는 우리가 물체의 질량이나 굳고 말랑말랑한 정도, 물체의 외형 등을 느낄 때 근육과 관절의 움직임을 통해 촉감을 느끼는 현상이다. 이 과정은 물리적으로는 '힘'과 연관되어 있으므로 근감각 촉감 디바이스는 힘을 생성하기에 유리한 로봇 모양과 같은 기구적 구조를 띠고 있다. 두 번째 질감에 관련된 촉감 인터페이스는 접촉하고 있는 표면의 무늬 혹은 작은 모양들, 표면의 부드럽고 거친 정도, 냉온감 등을 느낄 때 피부를 표면에 직접 접촉하여 느끼는 현상이다. 이 과정은 복잡한 물리적 요소들로 이루어져 있어서 질감을 재현하고자 하는 질감 촉감 디바이스들의 모양도 매우 다양하다.[7]

본 연구에서 활용한 'RoMAN'의 팔은 6개의 관절을 가지며, 위치 및 속도 제어와 힘 제어가 가능하므로 근감각 촉감 인터페이스로 이용할 수 있다. 본 연구는 이를 이용하여 접촉식 인터페이스 연구로 로봇 움직임(모바일)을 조절할 수 있는 인터페이스를 설계하여 인간을 따라가는 휴머노이드 로봇을 개발하였다.

본 논문에서는 '휴머노이드 RoMAN'의 하드웨어적인 구조와 이를 활용한 촉감 기반의 로봇 움직임 제어 방법을 설명한다.

### 2. 하드웨어의 구조

본 연구에서 사용된 휴머노이드 로봇은 실물대 휴머노이드 RoMAN으로 사람의 신체 기능을 모방한 Neck 모듈, Arm 모듈, Hand 모듈, Torso 모듈, 모바일 차대 모듈로 구성되어 있다. ( Fig. 1 참조) RoMAN의 팔은 사람의 양팔과 유사한 기구로 설계되어 위치 및 속도 제어는 물론 힘 제어도 가능하다.

RoMAN Arm은 6개의 회전관절로 구성되어 있으며, 모든 축이 DC 서보 모터가 있으며, 각 축 간의 통신은 CAN 통신을 사용한다. 각 회전관절의 좌표계는 Fig. 2와 같고, 세부사항은 표 1과 같다. 바퀴기반의 모바일 차대 모듈은 전동식 휠체어와 같은 두 개의 구동바퀴와 두 개의 보조 바퀴, 전원장치, 디코더로 구성되며 RS-232 방식으로 입력을 받아 정속이동 및 특정거리이동을 제어할 수 있다. Hand와 Neck 모듈은 RS-485 방식의 통신을 사용한다.

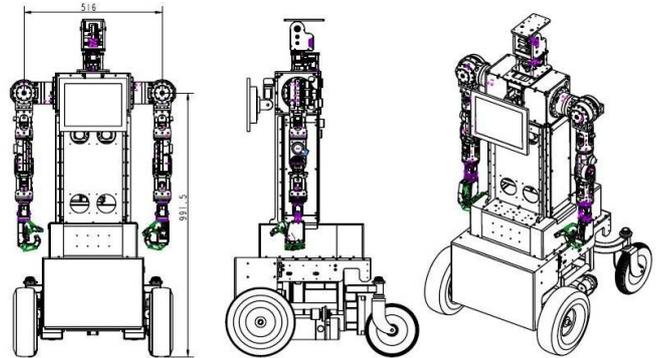


Fig. 1 RoMAN -Humanoid Robot

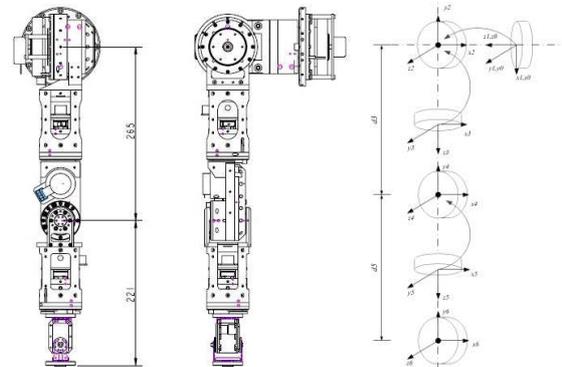


Fig. 2 RoMAN Arm Configuration

### 3. 사람을 따라가는 로봇

RoMAN은 본래 외부의 조이스틱을 이용하여 차대 제어를 하는 방식으로 설계되었다. 이를 촉감 기반의 직관적인 인터페이스를 가능하게 하기위해 RoMAN의 팔을 이용하여 사람이 팔을 잡고 사람을 이끄는 것처럼 사용자가 로봇의 팔을 잡아 사용자가 원하는 방향으로 로봇이 이동할 수 있게 하였다.

사람이 팔을 잡아 당겨 이동하자는 의사를 전달할 때는 Fig. 3과 같이 당겨지는 사람의 팔에는 이동하고자 하는 방향으로 힘이 작용한다. 당겨지는 사람의 팔은 이 힘에 의해 위치가 변하게 되고 다른 방향 혹은 더 강한 힘이 가해지기 전에는 그 위치를 유지하며 이동하자는 의사를 받아들인다. 이런 알고리즘을 로봇에 적용하기 위해서는 로봇 팔의 현재 위치와 가해지는 힘의 크기를 파악할 수 있어야 한다.

사람-사람의 동작에서 움직이고자 하는 방향으로 팔의 이동이 끝나면 지속적인 힘을 가하지 않는다. 또한 움직이고자 하는 방향을 정할 때의 힘 크기는 팔의 위치변화량과 동일함으로

로봇의 움직임 제어는 팔의 위치만으로 가능하다. RoMAN 팔의 6개 관절은 각각의 드라이버로부터 현재 각도를 알 수 있다. 각도는 초기화 상태이후 모터 회전수를 디코더를 통해 산출해 낸다.

Table 1 RoMAN Arm Specification

제어기	PC기반 제어 - CAN
각축의 구동	- 1 axis (어깨 올림) : DC servomotor 90W, 100:1 감속 - 2 axis (어깨 벌림) : DC servomotor 90W, 100:1 감속 - 3 axis (어깨 돌림) : DC servomotor 50W, 100:1 감속 - 4 axis (팔꿈치) : DC servomotor 50W, 100:1 감속 - 5 axis (손목 회전) : DC servomotor 50W, 100:1 감속 - 6 axis (손목 올림) : DC servomotor 30W, 100:1 감속
가동 범위	- 1 axis : - 60 ~ +180 deg - 2 axis : 0 ~ +100 deg - 3 axis : - 90 ~ +45 deg - 4 axis : 0 ~ +90 deg - 5 axis : - 90 ~ +90 deg - 6 axis : - 30 ~ +30 deg
크기	Length of the whole arm : 700 mm ( upper:265mm, lower 225mm, hand:165mm)
무게	9.86 kg
Payload	1 kg (Hand 별도)
전원	24 DCV, 10A(Max.)



Fig. 3 Arm-Arm Iteration

로봇 움직임의 정지 또는 속도는 팔의 1번 축을 이용하고, 움직임의 방향은 2번 및 4번 축을 이용한다. Fig.4와 같이 1번 축이 어느 정도 각도 이상 커지면 이동 상태로 변화하며, 이후부터는 각도 크기에 따라 속도를 정한다. 이동 상태에서 2번 및 4번 축은 각도에 따라 좌우 회전과 직진, 정지를 결정한다.

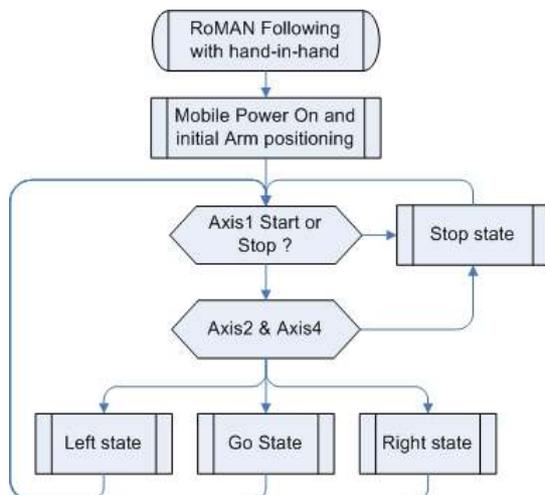


Fig. 4 Flow chart

로봇의 동작 모드는 크게 두 가지이다. 첫째는 한손 모드이며, 사용자가 로봇 옆에서 한쪽의 팔을 잡고 이동하는 경우이다. 둘째는 양손모드이며, 사용자가 로봇의 앞에 서서 양손을 모두 잡고 이동하는 경우이다. 이때 정지 상태는 양손이 내려가거나, 떨어진 경우, 모아진 경우에 해당한다. 직진은 한손모드와 동일하고, 좌회전은 왼쪽팔, 우회전은 오른쪽팔의 각도에 가중치를 두어 제어한다.



a) ambidextrous mode      b) one-hand mode  
Fig. 5 Following human by hands

#### 4. 결론

본 논문에서는 인간-로봇 상호작용 개발을 목적으로 인간형 로봇인 RoMAN을 활용한 인간을 따라가는 로봇을 개발하였고, 촉감기반의 움직임 제어 방법을 적용하였다.

#### 후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음. (IITA -2008-C1090-0803-0006)

#### 참고문헌

1. 권오상, "지능형 홈로봇 기술전망," (주)한울로보틱스, 2003.
2. M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," *Scientific American*, Vol. 265, No. 3, 94-104, 1991.
3. B. Schilit, N. Adams, and R. Want, "Context-Aware Computing Applications," in *Proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, 85-90, 1994.
4. H. Lieberman and T. Selker, "Out of context: Computer systems that adapt to, and learn from, context," *IBM Systems Journal*, Vol. 39, No. 3-4, 617-631, 2000.
5. T. Wösch, W. Feiten, "Reactive Motion Control for Human-Robot Tactile Interaction," in *Proceedings of ICRA*, 3807-3812, 2002.
6. P. Morasso, M. Casadio, V. Sanguineti, and V. Squeri, "Robot therapy: the importance of haptic interaction," *Virtual Rehabilitation*, 70-77, 2007.
7. 경기육, 박준석, "햅틱스 기술개발 동향 및 연구 전망," *전자통신동향분석*, 21, 93-108, 2006.