

손 제스처를 사용한 보행로봇 제어

서인교^o 장상수 김항준
 경북대학교 컴퓨터공학과 인공지능연구소
 {igseo^o, ssjang, hjkim}@ailab.knu.ac.kr

Biped Walking Robot Control using Hand Gesture

In Gyo Seo^o Sang Su Jang and Hang Joon Kim
 Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National Univ., Daegu, South Korea

요 약

본 논문에서는 손 제스처를 사용한 2족 보행로봇 제어방법을 제안한다. 제안된 방법은 연속된 입력 영상으로부터 사용자의 손을 검출하기 위해, 피부색 정보와 Hue의 불변 모멘트 정보를 사용한다. 검출된 손 영역은 Active Contour Model을 사용하여 추적한다. 손 제스처를 인식하기 위해 Hue의 불변 모멘트 정보로부터, 검출된 손의 모양을 판단하고 그 결과를 미리 정해둔 심벌 중에 하나로 할당한다. 이렇게 연속적으로 할당된 심벌들은 HMM(Hidden Markov Model) 인식기를 통해 인식 되고 로봇 명령어를 출력하며, 출력된 명령어에 따라 로봇이 제어된다. 제안된 방법의 효율성을 증명하기 위해, 자체 제작한 2족 보행로봇(KAI)으로 6개의 손 제스처를 이용하여 사용자가 원격지에 있는 로봇의 보행을 제어하는 원격 로봇 보행 제어 시스템에 응용해 보았다. 실험 결과, 94%의 인식률을 보였다.

1. 서 론

최근 들어 다양한 제스처 기반의 인터페이스인 HCI(Human computer interaction) 시스템이 발전 되고 있다. 그 예로 제스처 기반으로 TV를 켜고 끄는 제어 시스템, 게임을 제스처로 제어하는 시스템 등이 있다[1, 2]. 또한 로봇 산업도 급속도로 증가하고 있는 것이 현실이다. 로봇이 처음 언급 된지 80여년이 지난 지금 로봇은 더 이상 우리와 관련 없는 물건이 아니다. 로봇은 이제 우리 생활과 밀접한 관계를 가지고 있다. 로봇은 크게 인간형 로봇, 서비스 로봇, 애완용 로봇, 산업용의 4가지로 나눌 수 있다. 산업용 로봇을 제외한 나머지 로봇들은 우리 생활에 이미 들어와 있다. 그러나 앞에서 말한 로봇들의 상용화를 위해서는 인간형 로봇의 생산뿐 아니라, 보다 인간 중심적인 인터페이스 기술 개발이 선행 되어야 한다. 최근 사람과 컴퓨터 간의 상호작용을 위한 인터페이스 시스템들이 많이 개발 되고 있다. 이들 대부분은 사람이 일방적으로 로봇에게 명령을 내려주는 단방향 방식의 인터페이스이므로 로봇이 어떤 환경에 있는지 알 수가 없다. 따라서 본 논문에서는 단방향에서 좀 더 나아가 로봇이 보는 환경을 사용자에게 피드백 함으로써 사용자가 로봇과 같은 상황에서 움직이는 것처럼 로봇을 제어하는 손 제스처를 사용한 보행 로봇 제어 시스템을 제안한다.

제안된 시스템은 크게 4개의 모듈로 구성되고, 이 모듈은 각각 손 검출기, 손 추적기, 손 모양 검출기, 로봇 제어기이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안된 시스템의 전반적인 개요에 대해 설명하고, 3장에서는 손 모양 인식을 통한 로봇제어에 대해서 설명한다. 4장에서는 실험 및 결과를 보여주고 이를 분석하며, 마지막 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 시스템 개요

제안된 인터페이스 시스템은 2족 로봇과 로봇 머리에 장착된 카메라, 프로세싱 장치, 프로세싱 장치에 장착된 카메라로 구성된다. 그림 1은 제안된 인터페이스 시스템의 구조를 보여 준다. 2족 로봇은 우리가 제작한 KAI이며 로봇에 장착된 카메라는 로봇에게 보이는 환경을 보고 있고 이 환경을 사용자에게 보여준다. 프로세싱 장치는 제스처 인식기와 로봇 제어기로 이루어져 있다. 제스처 인식기는 프로세싱 장치에 장착된 카메라에서 영상을 입력 받아 영상으로부터 손을 검출하고 손 모양을 인식하여 해당하는 명령어를 출력한다. 로봇 제어기는 제스처 인식기에서 판단한 명령어를 기반으로 로봇에게 명령어를 전달함으로써 로봇을 움직이게 한다. 이때 로봇 제어기는 입력 받은 명령어를 로봇의 모터 제어 신호로 바꾸는 일도 수행한다. 프로세싱 장치에 장착된 카메라는 사용자를 보고 있다.

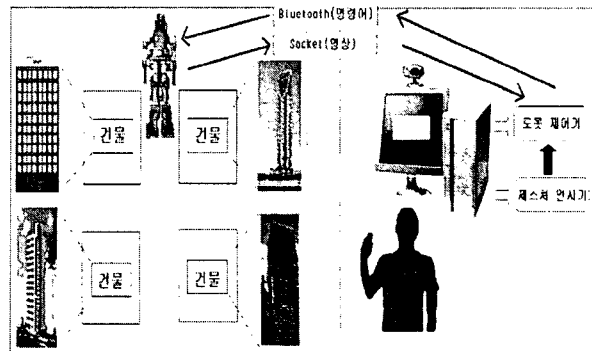


그림 1. 시스템 구조도

3. 손 모양 인식을 통한 로봇 제어

제스처 인식기는 영상으로부터 손을 검출하여 손 모양을 인식하고 계속되는 영상을 손 추적기를 통해 추적하여 정해진 심벌 중의 하나로 바꾸어 준다. 제스처 인식기는 손 검출기, 손 추적기, 손 모양 검출기로 구성되어 있다. 명령어 인식기를 통해 사용자가 수행하고 있는 제스처 명령어가 6개의 제스처 명령어 중에 어느 것인지를 판단한다. 로봇 제어기는 판단된 명령어를 기반으로 로봇을 제어한다. 아래 그림 2는 로봇 인터페이스의 진행 개요를 나타낸다.

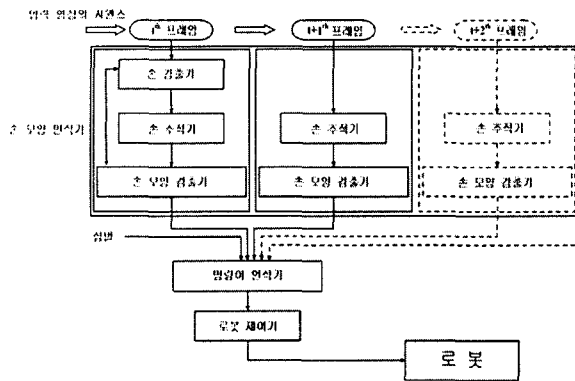


그림 2. 로봇 인터페이스의 진행 개요

3.1 손 모양 인식기

본 절에서는 손 모양 인식기에 대해 설명을 한다. 손 모양 인식기는 손 검출기, 손 추적기, 손 모양 검출기로 구성되어 있다.

손 검출기는 손의 칼라를 알기 위해서 색채 공간에서 2D 가우시안 분포로 표현된 피부색 정보를 사용한다. 손의 칼라 정보를 표현하기 위해 Jie yang 이 제안한 skin color model을 사용하였다[3]. RGB 공간에서의 색 표현은 색상뿐만 아니라 밝기도 포함하고 있다. 따라서 밝기는 칼라 픽셀의 세 구성요소인 (R, G, B)을 명도(intensity)로 나눔으로써 제거 할 수 있다. 영상에서 피부색 정보를 통해 추출된 일정 크기 이상의 연결 성분들을 손의 후보 영역으로 검출한다. 여기서 손 모양은 Hue의 불변 모멘트를 사용하여 검출한다.

손 추적기는 제안된 시스템의 연산량을 줄이고, 연속된 프레임 사이의 대응관계를 보장하기 위해 사용하였다. 손 추적을 위해서 본 논문에서는 active contour model을 사용 하였다. 이 모델은 contour를 효과적으로 표현하고, 탄력 있는 속성 때문에 물체를 추적하는데 효과적이다[4].

손 모양 검출기에서는 손의 모양을 표현하기 위해서 Hue의 불변 모멘트를 사용하였다[5]. 불변 모멘트는 천이, 회전, 크기 변화에 불변한 성질을 가지기 때문에 제안된 시스템에서 손의 모양을 표현하기에 적합하다. 손의 모양을 인식하기 위해 현재 프레임에서 손과 템플릿

각각의 7개 불변 모멘트들 간의 유클리디안 거리(Square d Euclidean distance)를 사용하였다.

그림 3은 active contour model에서 초기 커브를 진화(evolution)하여 손을 추적하는 과정을 보여 준다.



그림 3. 손 모양 추적하는 과정

3.2 명령어 인식기

명령어 인식기는 HMM을 이용한다. HMM은 각 state 간 전이확률을 가지는 유한 상태기계(finite state machine)이며, 각 상태들은 직접적으로 관찰 가능하지는 않으나, 대신 각 상태들이 일정 확률을 가지고 만들어 내는 심벌을 보고 원래 상태를 추정하는 방법이다[6]. 본 논문에서는 각 제스처를 2개의 심벌로 정의 하였고 3개의 state를 가진 left-right 모델을 사용 하였다.

3.3 로봇 제어기

본 절에서는 로봇과 제스처 인식기를 연결 시켜주는 로봇 제어기에 대해서 설명한다. 로봇 제어기는 제스처 인식기의 결과를 RS-232C 통신을 통해 전달 받는다. 무선으로 로봇을 제어하기 위해 블루투스(Bluetooth)를 이용하였다. 로봇은 미리 정의한 동작을 저장하고 있고, 명령어 인식기로부터 받은 명령어와 대응되는 동작을 찾아 수행한다. 로봇의 구체적인 규모와 구성은 그림 4의 로봇 제원에서 구체적으로 보여준다.

	키	40 Cm
	무게	2.8 Kg
	자유도	6DOF/foot*2 3 DOF/arm*2 (Total 18DOF)
	발 압력센서	4CH/foot*2
	로봇 패턴 명령	PC
	OS	Windows XP
	CPU	1.7 GHz
	배터리	7.4V 2400mh
	제어 보드	MR-C3000
	모터	HSR-5995TG

그림 4. 로봇 제원

4 실험 및 결과

본 논문에서 제안된 방법은 사용자가 원격지에서 2족 로봇이 보는 환경을 보고 상황에 맞게 손 제스처로 로봇을 제어한다.

제안된 시스템의 로봇은 CF 카메라가 장착된 PDA를 부착하고 있다. 카메라의 영상은 PDA를 이용하여 소켓 통신으로 사용자의 컴퓨터에 보내 준다. 사용자는 이 영상을 통해서 로봇이 어떻게 움직이고 있는지를 파악하고 제스처로 로봇에게 명령을 내린다. 그림 5와 그림 6은 제안된 시스템의 실험과 인터페이스 환경을 나타낸다.

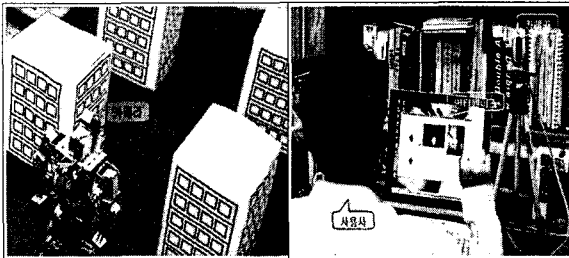


그림 5. 시스템 실험 환경

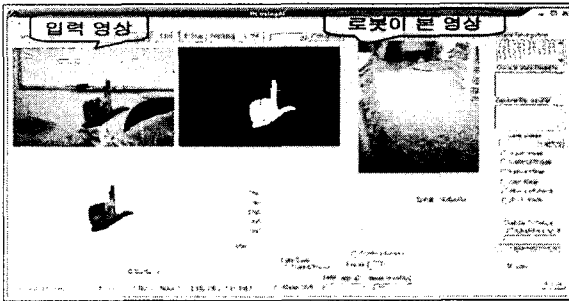


그림 6. 인터페이스 환경

로봇 제어에 사용되는 손 모양은 총 7개로 그림 7과 같이 정의 하였다.

손 모양 1	손 모양 2	손 모양 3
손 모양 4	손 모양 5	손 모양 6
손 모양 7	사용된 손 모양 7개	

그림 7. 로봇 제어에 사용되는 손 모양

마지막으로 표 1 에서는 제스처 인식결과를 나타내었다. 실험 결과 제안된 시스템에서 사용된 명령어 6개의 제스처 명령어에 대해서 약 94 %의 인식률을 보여 주었다.

표1. 각 제스처의 인식 결과

제스처 명령어	(%)	제스처 명령어	(%)
앞으로 가기	95	뒤로 가기	93
왼쪽으로 돌기	95	오른쪽으로 돌기	93
왼쪽 옆으로 가기	92	오른쪽 옆으로 가기	95

5 결론

본 논문에서는 손 제스처를 사용한 2족 로봇 제어 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 연속된 입력 영상으로부터 손 모양을 인식하고 각 모양을 미리 정해 놓은 심벌로 변환한다. 그 결과를 명령어 인식기에 입력하여 명령어로 전환하고 로봇을 제어한다. 실험결과, 손 제스처에 대한 인식률이 약 94%를 보였다. 응답 속도 면에서는 조작기를 사용한 제어보다는 늦었지만, 좀 더 생동감 있고, 현실감 있는 원격 로봇 제어 시스템으로의 발전 가능성이 있다.

참고 문헌

[1] William T. Freeman and Michal Roth, "Orientation Histograms for Hand Gesture Recognition", IEEE Int'l Workshop on Automatic Face and Gesture Recognition, pp 296-301, 1995.
 [2] 장상수, 박혜선, 김상호, 김항준, "HMM을 이용한 제스처 기반의 게임 인터페이스", 한국정보과학회 춘계 학술대회, pp. 496-498, 2004
 [3] Jie Yang, Waibel, A., "A real-time face tracker", Applications of Computer Vision, 1996. WACV '96, Vol 15, no. 1, pp. 142-147, 1996
 [4] Daniel Freedman, and Tao Zhang, "Active Contour for Tracking Distributions", Vol. 13, No4(2004) 518-526
 [5] Hu, M.K., "Visual pattern recognition by moment invariants", IEEE Transactions on Information Theory, IT-8, pp 179-187, 1962.
 [6] 문병구, 장병탁, "HMM을 이용한 채팅 텍스트로부터의 화자 감정상태 분석", 한국정보과학회 추계학술대회, pp. 127-129, 2001
 [7] 장재식, 김은이, 장상수, 김항준, "비전 기반의 모바일 로봇 제어 시스템", 한국정보과학회 한국컴퓨터종합 학술대회, pp. 781-783, 2005