

손 제스처를 이용한 아바타 동작 제어

이 찬수 김 상원 박 찬종
시스템공학연구소 감성공학연구부 가상현실연구실
대전시 유성구 어은동 1번지
e-mail: {chanse, ghyme, cjpark} @seri.re.kr

The Control of Avatar Motion using Hand Gestures

Chan-Su Lee, Sang-Won Ghyme, Chan-Jong Park
Systems Engineering Research Institute.
Human Computer Interface Dep. Virtual Reality Lab.
1 Ueun-dong, Yusong-gu, Taejon, 305-333, KOREA
e-mail: {chanse, ghyme, cjpark} @seri.re.kr

요약

제스처는 사람들의 의사전달의 자연스러운 수단으로 컴퓨터와 사람의 자연스러운 인터페이스를 제공할 수 있다. 본 연구에서는 가상환경에 사람의 분신인 아바타에게 적절한 움직임을 생성하기 위한 명령을 내리기 위하여 손제스처 인식 시스템을 이용하였다. 가상환경에서 아바타의 10 가지 기본 동작을 생성하기 위하여 16 가지의 제스처를 정의하고, 이 제스처의 인식에 의한 아바타의 움직임을 생성한다.

1. 서론

1.1 가상 환경에서의 인터페이스

가상 환경은 3 차원의 컴퓨터 그래픽에 의해 만들어진 세계와 상호 작용을 할 수 있는 기술이다. 가상환경 시스템에서는 기존의 시스템보다 다양하고 복잡한 정보를 한꺼번에

많이 접하게 된다. 이러한 정보를 효율적으로 사용할 수 있게 하고 사용자에게 편리성과 현실감 있는 상호 작용을 제공할 수 있는 인터페이스에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있다[1]. 특히 3 차원 가상환경과의 상호 작용을 위하여 제스처를 이용한 방법[2-3]들이 시도되고 있으며 음성 인식이나 표정인식과 같은 다른 지능적인 인터페이스와 결합하여 멀티 모달 인터페이스[4]로 발전해 가고 있다. 또한 현실감을 증대 시키기 위하여 힘 반력이나 촉각 디스플레이에 대한 연구[5]도 진행되고 있다.

몰입형 가상환경 시스템에서는 기존의 키보드나 마우스등을 사용할 수 없기 때문에 새로운 인터페이스에 대한 요구가 크다. 3 차원 마우스나 조이스틱을 이용한 인터페이스들이 제공되고 있지만 이러한 인터페이스의 경우에는 가상환경과 상호 작용에 한계가 있으며 몰입감이 감소된다.

1.2 손제스처를 이용한 인터페이스

사람은 일상 생활에서 손을 사용하여 다양한 일을 하게 된다. 물건을 움직이거나 기계를 조작하기 위하여 사람은 손을 사용하며 또한 다른 사람에게 의사전달을 위하여 손제스처를 사용하기도 한다. 수화의 경우에는 다양한 의사전달을 위하여 체계화 되어 있고 잘 정의되어 있다[6]. 가상 환경에서 컴퓨터와 상호 작용하는데 있어서 일상의 작업과 유사한 방법으로 작업을 할 수 있다면 효율이 크게 향상된다[1]. 일상생활의 대부분의 작업이 손에 의하여 이루어짐으로 손을 이용한 가상 환경의 인터페이스는 현실감을 증대 시키고 작업의 효율을 높이게 될것이다.

손 제스처를 이용한 가상 환경 인터페이스는 크게 두가지로 나눌 수 있는데 하나는 손의 움직임을 추적하여 그 조작에 따라 가상의 객체를 직접 조작(Dynamic Manipulation)하는 것과 가상 환경에 의사를 전달하기 위한 명령을 내리는 것이다. 아직은 가상 환경에서 손을 객체의 직접 조작에 주로 사용하고 있으나 수화 인식등을 바탕으로 가상 환경에 명령을 내리기 위하여 손제스처를 사용하려는 시도들이 진행되고 있다.

1.3 Previous work

손제스처에 인식 시스템에 대한 연구는 사람과 컴퓨터의 상호 작용 기술(HCI)로서 가상 현실 분야뿐 아니라 청각 장애인을 위한 재활 의학 분야[7]등 다양한 분야에서 연구되고 있다. 수화 인식 시스템에 대한 연구도 다양하게 시도되었고, 가상 환경과의 상호작용 기술로서 손제스처를 적용한 경우도 많다.

하지만 손제스처의 인식은 연속적인 손제스처의 구분 문제, 다양한 속성들에 대한 인식과 해석등의 문제들이 있으며 이러한 문제들을 해결하기 위하여 신경회로망[7], 특징추

출방식[8], HMM(Hidden Markov Model)[9]등의 방법들이 시도되고 있다.

2. 손제스처 인식 시스템의 구현

2.1 손제스처의 정의

손 제스처 인식 시스템은 가상 공간의 아바타의 동작 제어를 목적으로 구현되었다. 구현된 가상 공간의 아바타의 동작 생성 DB[10]에는 10 가지 기본 동작이 들어 있다. 이 동작은 “걸기(walk)”, “돌기(turn)”, “인사하기(bow)”, “손 흔들기(wave hand)”, “동의하기(agree)”, “거절하기(deny)”, “뛰기(jump)”, “옆으로 걸기(side walk)”, “앉기(sit down)”, “고개 돌리기(change of viewpoint)”이다. 이 동작을 바탕으로 가상 공간의 아바타를 움직여 간다. 그 외에 아바타의 움직임을 중지 시키기 위하여 “멈춤”이라는 명령어가 아바타의 동작 생성 제어를 위해서는 필요하다.

아바타의 제어를 위한 손 제스처를 정의하는데 있어 고려한 점은 다음과 같다. 첫째 아바타의 동작 제어를 기존의 키보드나 마우스와 같은 입력 장치가 없이 할 수 있도록 한다. 그러기 위해서는 각 기본 제스처에 대하여 적어도 하나의 제스처가 존재해야 한다. 둘째 아바타 동작 생성을 위한 손제스처에서는 손모양과 손운동만을 고려한다. 셋째 개별 동작 제스처에는 의미 전달을 위한 움직임이 있다. 네째 정의된 제스처는 사용자가 기억하기 쉽고 수행하기 편리해야 한다. 다섯째 각각의 제스처는 서로 다른 특징들이 있어 구분이 쉬워야 한다.

이상과 같은 점을 고려하여 아바타의 10 가지 동작 제어에 사용될 손모양과 손운동을 정의하였다. 정의된 손 제스처의 모양은 그림 1 과 같다.

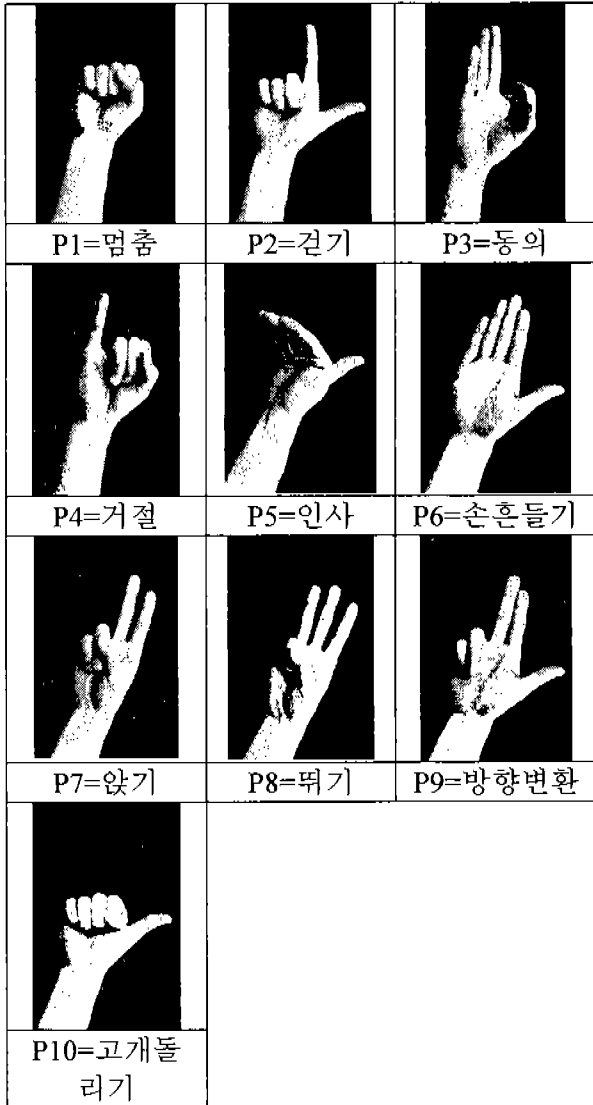


그림 1. 기본 손모양

손 제스처에 사용되는 손모양은 한글 수화를 참조하거나 사람의 실제 행동을 모방하여 정의하거나 기본 정의된 손모양의 변형등에 의하여 설정되었다. 수화를 손 제스처 정의의 기본으로 참조한 것은 수화가 사람들의 의사를 전달하기 위하여 사물의 모양이나 성질등을 모방하여 잘 정의된 제스처의 하나[6]이기 때문이다. P7은 한글 수화에서 “앞다”를 변경하여 정의 되었고, P5는 수화의 “인사하다”를 참조하여 정의되었다. 자주 사용되는 명령어인 멈춤이나 걷기는 쉽고 명확한 손모양에서 정의되었으며 손 흔들기는 실제의 모

양을 그대로 사용하도록 하였다. “들기”는 “걷기”와 연관성이 있으므로 “걷기”에 해당하는 손모양을 변형하여 정의하였다. 그리고 실제 아바타 제어에 있어서 동작의 방향을 지정하기위해서 손운동의 운동 방향에 대하여 정의하여 그 방향에 따라 같은 손모양 제스처에 대해서도 다른 명령어를 생성한다. 가령 “들기”의 경우 왼쪽과 오른쪽 방향을 지시하기 위하여 왼쪽 또는 오른쪽으로의 손운동을 정의하여 각 손운동에 따라 다른 방향으로 들게 된다. 걷는 동작의 경우 “걷기”와 “옆으로 걷기”에서 생성하는 동작의 유형이 다르지만 실제 개념상으로는 같기 때문에 방향에 의해서만 구분한다.

손운동은 좌(D1) /우(D2) /좌우반복(D3) /상(D5) /하(D4) /전(D6) /후(D7) 의 7가지 움직임을 기본 움직임으로 한다. 이렇게 정의된 손모양과 손운동에 의하여 표 1.과 같은 16가지의 명령을 생성하여 아바타를 움직여 준다. 가령 걷기의 경우 P2의 손모양을 가지고 앞으로 움직이면 앞으로 걷고 왼쪽으로 움직이면 왼쪽 방향으로 “옆으로 걷기” 동작을 수행하게 된다. 손운동에 X는 의도적인 제스처이면 손운동 방향과 상관없이 인식하게 된다.

표 1. 아바타 제어를 위한 손제스처

번호	손모양	손운동	의미
1	P1	X	수행중이던 동작을 멈춘다.
2	P2	D1	오른쪽으로 옆걸음으로 움직인다.
3	P2	D2	왼쪽으로 옆걸음으로 움직인다.
4	P2	D6	앞으로 걷는다.
5	P2	D7	뒤로 걷는다.
6	P3	X	동의의 표시로 고개를 끄떡인다.
7	P4	X	거부의 표시로 고개를

가령 “앞기” 명령이 내려졌을 때, 현재 앉아 있는 경우에는 다시 앉으라는 명령을 내리거나 다른 움직임을 생성하라는 제스처가 의미가 없으므로 이러한 제스처의 인식 결과에 대하여 아무런 반응을 보이지 않게 된다.

3. 실험 결과

3.1 전체 시스템 구성

시스템은 SGI 워크스테이션에서 그림 2와 같은 데이터 흐름을 가지고 구성되었다. 손위치 데이터는 자장센서를 사용하여 얻게 되고 손모양에 대한 데이터 획득은 사이버글러브를 이용하였다.

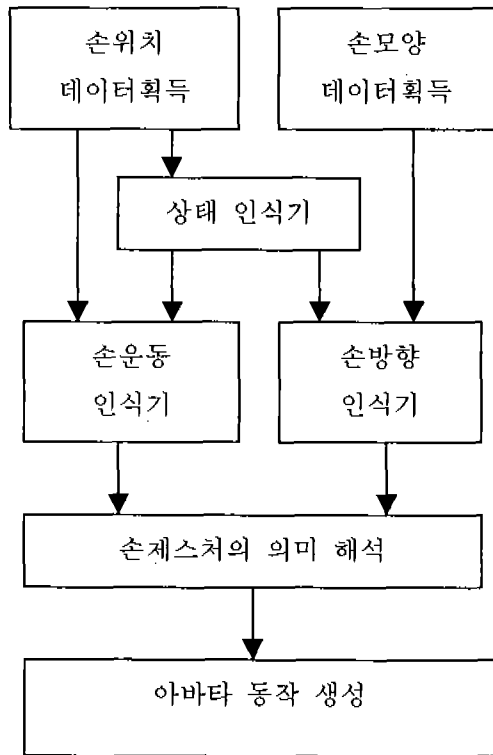


그림 2. 인식 시스템의 데이터 흐름

손 제스처 인식을 위한 데이터는 10Hz로 얻었으며 손위치에 대해서는 위치데이터(x,y,z) 3개를 사용하였고, 손모양 인식을 위해서는 손가락의 굽힘에 대한 12개의 데이터를 사용하였다. 손위치 데이터와 샘플 시간 간격으로부터 동작 상태를 구분하고 각 상태에

따라 필요한 인식기에 의하여 기본 요소를 인식하고 동작이 끝났을 때 의미해석을 하여 아바타 동작을 생성한다.

3.2 학습 및 테스트 결과

학습 데이터는 10 가지 손모양에 대하여 각각 5 가지의 학습 데이터로 학습 시켰다. 손모양에 대한 인식 결과는 3 사람에게 대하여 테스트 했으며 전체 인식율은 94.1%이며 각 손제스처에 대한 인식율은 다음과 같다.

표 2. 각 제스처에 대한 인식율

제스처	1	2	3	4
인식횟수	27/30	29/30	28/30	30/30
인식율	90%	96.7%	93.3%	100%
제스처	5	6	7	8
인식횟수	28/30	27/30	28/30	27/30
인식율	93.3%	90%	93.3%	90%
번호	9	10	11	12
인식횟수	29/30	28/30	27/30	28/30
인식율	96.6%	93.3%	90%	93.3%
번호	13	14	15	16
인식횟수	29/30	28/30	29/30	28/30
인식율	96.7%	93.3%	96.7%	93.3%

세 사람중에 한사람은 학습을 위한 데이터를 얻었던 사람이다. 오류를 발생시키는 원인은 제스처의 수행후 복귀하기 위한 동작을 또다른 제스처로 인식하는 경우나 손운동이나 손모양의 잘못된 인식에 있다. 손모양의 오류는 각 사람에게 대하여 미세조정(calibration)이 되지 않았기 때문에 사람에 따라 다른 골격으로 인하여 입력 데이터에 차이가 발생하기 때문이다.

4. 결론

본 논문에서는 가상 공간의 아바타의 동작 제어를 위하여 손제스처 인식 시스템을 구현

			옆으로 돌린다.
8	P5	X	허리를 굽혀 인사 한다.
9	P6	D3	손을 흔들어 인사를 한다.
10	P7	D5	일어선다.
11	P7	D4	자리에 앉는다.
12	P8	X	위로 제자리에서 뿜는다.
13	P9	D1	오른쪽으로 몸의 방향을 바꾼다.
14	P9	D2	왼쪽으로 몸의 방향을 바꾼다.
15	P10	D1	고개를 오른쪽을 돌린다.
16	P10	D2	고개를 왼쪽으로 돌린다.

2.2 인식 알고리즘

연속적으로 수행되는 손 제스처를 인식하여 아바타에 명령을 생성하기 위해서 제스처 인식 시스템은 연속 제스처에서 개별 제스처를 분리하고 분리된 개별 제스처에서 제스처의 기본 요소를 인식하며 인식된 기본 요소를 해석하여 아바타 제어를 위한 명령을 생성하는 부분으로 구성된다.

1) 연속 제스처에서 의도적인 개별 제스처의 분리

손제스처로 아바타를 제어하기 위해서는 아바타를 제어하기 위한 의도적인 제스처를 아바타 제어와 관련이 없는 단지 이동을 위한 제스처, 그리고 무의미한 움직임 등으로부터 분리하여야 한다. 이러한 분리가 제대로 되지 않을 때, 의도하지 않은 아바타의 움직임을 발생시킬 수 있으며 제스처의 인식을 어렵게 만든다.

본 연구에서는 아바타 제어를 위한 의도적인 제스처를 구분하기 위하여 동작 위상을 구분하고 상태 오토마타에 의하여 제스처의 흐름을 파악하여 제스처가 강한 움직임이 있는 스트로크 상태와 현저한 속도감소가 있는 동작끝 상태가 있는지를 인식하여 이러한 두

가지 조건을 만족하는 경우에 의도적인 제스처로 의미수행을 하게 된다. 실제 구현은 매 샘플 데이터에 대하여 속력과 속력 변화를 이용하여 동작 위상을 구분하며 그 동작 위상을 입력으로 한 상태 오토마타에 의하여 현재 수행되는 제스처의 상태를 변화시켜 동작이 끝났을 때 동작 위상이 의미있는 동작 끝 위상인지 여부에 의하여 의도적인 제스처와 의미 없는 제스처를 인식[12]한다. 구분된 동작 상태에 따라 특징 추출이나 손모양 인식과 같은 제스처의 의미 요소 인식을 위한 기능을 수행한다.

2) 기본 요소 인식기

아바타 제어를 위한 손제스처의 기본 요소는 손모양과 손운동이다. 손모양 인식에는 퍼지최소최대신경망[8,11-12]을 이용하였으며 이는 적은 데이터로도 학습이 용이하며 실시간 적용 기능을 가지며 실제 수행된 제스처가 학습된 제스처에 유사정도를 퍼지 소속함수의 형태로 얻을 수 있다는 장점이 있다.

손운동 인식은 연속 제스처에서 구분된 개별 제스처에서 운동이 일어나는 상태에서 특징을 추출하여 동작끝 상태에서 퍼지 규칙에 의하여 정의된 손운동 인식기[11-12]에서 인식하게 된다. 추출되는 특징은 이동거리(TL), 제스처 시작 위치를 기준으로 한 제스처의 끝위치(EP), 그리고 방향 변화(CD) 여부 등이다.

2.3 의미 해석과 아바타 제어

의미해석은 손운동과 손방향의 기본요소 인식결과를 이용하여 표 1 과 같이 해석하여 아바타 제어를 위한 명령어를 분신의 동작 생성 엔진에 전달한다. 동작 생성 엔진에서는 수행할 수 있는 명령어 인지 판단하여 현재 가능한 동작에 대하여 동작을 생성하게 된다.

하였다. 손제스처만을 이용하여 가상공간의 아바타를 제어하게 됨에 따라 HMD와 같은 몰입형 가상환경 시스템에서 키보드나 마우스 없이 아바타를 제어하여 가상환경을 탐색할 수 있다. 앞으로 손제스처를 이용한 아바타 제어뿐만 아니라 프로그램 종류를 비롯한 시스템 제어를 위한 명령어도 추가하여 제스처에 의한 컴퓨터와의 상호작용 기술에 대한 연구로 발전시켜 나갈 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Ben Shneiderman, "Designing the User Interface", Addison-wesley, 1998
- [2] Alan Wexelblat, "Natural Gesture in Virtual Environments", in the Proc. of the VRST'94 Conf., pp5-16, 1994
- [3] D. J. Sturman, "A Survey of Glove-based Input", IEEE Computer Graphics & Applications", pp.30-pp.39, Jan. 1994
- [4] Rakesh Gupta, "Experiments Using Multimodal Virtual Environments in Design for Assembly Analysis", Presence, Vol. 6, No. 3, pp. 318-pp.338, 1997
- [5] Paul Richard et al, "Effect of Frame Rate and Force Feedback on Virtual Object Manipulation", Presence, Vol. 5, No 1, pp. 95-pp.108, 1996
- [6] 석 동일, "한국 수화의 언어학적 분석", 대구대학교, 박사학위 논문, 1989
- [7] M. B. Waldron, S. W. Kim, "Isolated ASL Recognition System for Deaf Persons", IEEE Trans. On Rehabilitation Eng. , Vol. 3, No. 3, Sep. 1995
- [8] Jong-Sung Kim, Won Jang, And Zeungnam Bien, "A Dynamic Gesture Recognition System for the Korean Sign Language(KSL)", IEEE Trans. , Systems, Man and CyberNatics, Vol. 26, No. 2, pp. 354-pp.359, April, 1996
- [9] T. Starner et al. "Visual Recognition of American Sign Language Using Hidden Markov Models", Int. Workshop on Automatic Face- and Gesture-Recognition, pp.189-pp.194, 1995
- [10] SangWon GHYME et al, "The Real-Time Motion Generation of Human Avatars", 13th Symposium on Human Interface, pp. 435-pp.438, 1997
- [11] 김 종성, 이 찬수, 장 원, 변 증남, "한글 수화용 동적 손 제스처의 실시간 인식 시스템의 구현에 관한 연구", 전자공학회지 제 34 권 C 편 제 2 호, pp.61-70, 1997
- [12] Chan-Su Lee et al, "Real-time Recognition System of Korean Sign Language based on Elementary Components", FUZZ-IEEE'97, pp.1463-pp.1468, 1997