

다-방향 동작인식에 대한 알고리즘 연구

박수진*, 이은옥*, 이병권*, 조현역**
 *동국대학교 멀티미디어공학과
 **CKlink 부설연구소
 e-mail:suzineeworld@naver.com

The Study on Algorithm for Multidirectional motion recognition.

Soo-Jin Park*, Eun-Ock Lee*, Byong-Kwon Lee*, Hyoun-Eok Cho**
 *Dept of Multimedia Engineering, Dongguk University
 **CKlink R&D Research Center

요 약

현재, 동작 인식 센서를 이용한 동작 평가 시스템이 다양한 분야에서 연구 및 기술 개발이 진행되고 있다. 하지만 실제 정확한 평가시스템 알고리즘에 대한 연구는 이뤄지고 있지 않다. 본 논문에서는 다양한 제스처 인식 장비에서 정보를 받아, 여러 개의 센서가 겹쳤을 때 효율적이고 정확한 평가를 할 수 있는 평가시스템에 대한 알고리즘을 연구한다.

1. 서론

과거, 조이스틱과 키보드, 마우스를 이용하여 손으로만 게임을 할 수 있었던 것과 달리, 급격한 IT기술의 발전으로 인해, 현재에는 양안카메라(Kinect, Wii)를 이용한 몸 전체를 사용하는 게임이 대중화 되고 있다.



(그림 1) 동작 인식을 이용한 게임

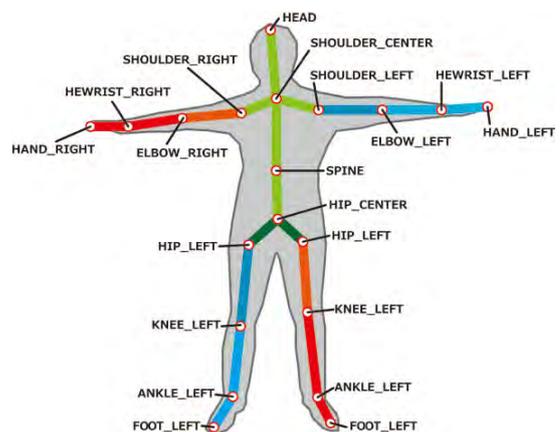
게임 분야에서 뿐만 아니라, 동작 인식을 이용한 동작 평가 시스템 같이 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다 [1]. 이에 따라, 동작 인식 프로그램에서 실시간으로 입력되는 사용자 동작과 기준이 되는 표준 동작에 대한 매칭율의 정확함이 요구되고 있다. 따라서 보다 효율적이고 정확한 평가를 하는 알고리즘이 필요하다.

2. 동작 인식 프로그램 관련 연구

표준 동작과 사용자 동작을 비교하려면 우선 사용자의 동작을 읽을 제스처인식장비(GRD:Gesture Recognizer Device)[2]가 필요하며, 사용자가 보고 따라할 동작을 보여주는 모션재생장치(MP:Motion Player)가 필요하다. 사용자 동작과 표준 동작을 비교하여 정확한 평가를 하기 위해서는 우선, 사용자 동작과 표준 동작의 데이터의 형태가 어떻게 구성되어 있는지 알아야 한다.

2.1 제스처 데이터

사용자의 동작 데이터는 GRD로 읽을 수 있으며 GRD는 보통 카메라를 통해 사람을 인식하여, 사람의 관절으로 스켈레톤을 구성한다. (그림 2)는 GRD로 인식한 사람의 관절들이며, 화면의 정 중앙(HIP_CENTER)을 중심(0,0,0)으로 화면의 왼쪽 위(-1,-1,-1)에서 오른쪽 아래(1,1,1)까지로 (-1)~(+1) 값으로 사용자 데이터 수집을 한다.

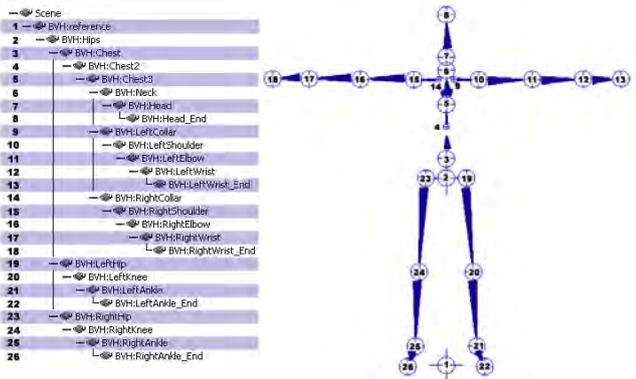


(그림 2) GRD로 인식한 사람의 관절

2.2 표준 모션 데이터

사용자가 보고 따라할 모션 데이터는 사람의 전신에 모션 센서를 입혀 추출하는 모션 캡처[3]를 통해 C3D포맷으로 저장되는데, 이를 PC상이나 장치상에서 볼 수 있는 형태로 만든 포맷이 bvh포맷이다. 본 연구에서는 bvh포맷을 표준 데이터 포맷으로 정하여 연구한다. bvh파일은 (그림 3)과 같이 엉덩이뼈(2번 뼈:Hips)를 중심으로 계층

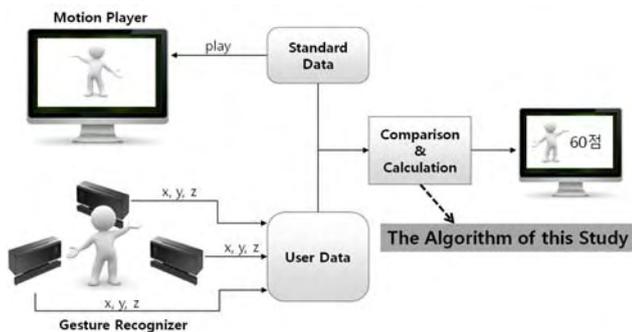
구조로 이어져 있으며, 각 뼈대에 대한 상대 각도 값으로 구성된다.



(그림 3) 표준 모션 데이터 형식

3. 다-방향 동작인식 알고리즘

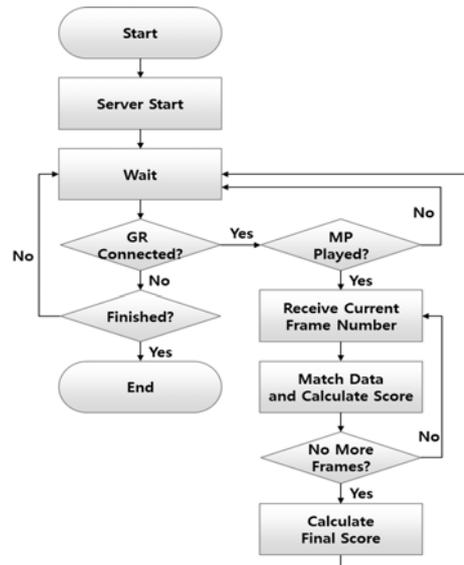
다-방향 동작 시스템은 (그림 4)와 같이 GRD를 이용하여 사용자의 동작을 읽고 기존의 데이터와 비교하는 평가 시스템과 표준 데이터를 재생 시켜줄 MP를 이용한 재생 시스템으로 구성된다. 기존에는 하나의 GRD만 인식하던 것을 본 연구에서는 여러 개의 GRD를 인식할 수 있도록 연구했다. 평가시스템과 재생시스템의 동기화를 위해 서버-클라이언트 시스템을 사용하고, 평가시스템을 서버로, 재생시스템을 클라이언트로 둔다.



(그림 4) 전체 구성도

3.1 서버 알고리즘

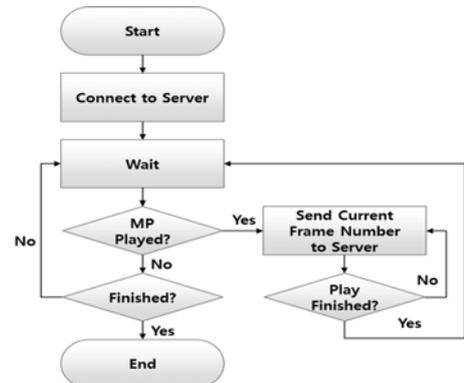
평가시스템에 서버를 열어 (그림 5)와 같은 알고리즘으로 작동한다. 서버 시작 시, GRD의 연결 여부를 확인 한다. GRD가 연결되고 MP가 재생 될 경우, 클라이언트에서 현재 표준 데이터의 프레임 값을 받아와, 표준 동작과 사용자 동작을 비교하고, 매칭 율을 계산하여 점수를 낸다. 매칭 율을 계산하는 방법은 4절에서 자세히 다루도록 한다. 더 이상 받아오는 프레임이 없을 경우, 최종 점수를 계산하고 대기 상태로 돌아간다.



(그림 5) 서버 알고리즘

3.2 클라이언트 알고리즘

(그림 6)은 재생시스템인 클라이언트의 알고리즘으로, 평가시스템과 동기화 하기위해 서버와 연결 후, MP로 표준 데이터가 재생되면, 재생이 끝날 때 까지 주기적으로 동기화 신호(현재 표준 데이터의 프레임 값)를 서버로 전송한다.



(그림 6) 클라이언트 알고리즘

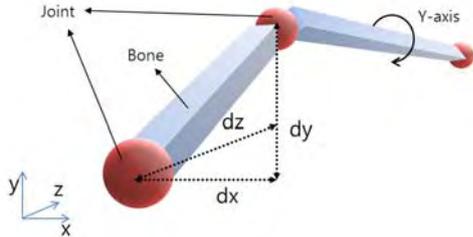
4. 매칭 율 계산 알고리즘

4.1 포맷 변환

2절에서 언급했던 것처럼 GRD로부터 들어오는 장비의 값은 관절에 대한 좌표(position) 값이고, 실제 bvh값에서 표현하고 있는 값은 뼈대에 대한 상대 각도(rotation) 값이다. 따라서 이 둘을 비교하려면 같은 값으로 변환해주어야 하므로, GRD에서 받은 좌표 값을 각도 값으로 변환해야 한다.

변환하는 방법으로는 (그림 7)과 같이 점과 점 사이의 거리를 이용해 각도를 계산하는 (식 1)과 같이 관절과 관절 사이의 거리를 계산하여 각각의 뼈대에 대한 각도 값으로 변환한다. 각 축을 빼주는 이유는 bvh형식은 계층구

조로, 상위 뼈대의 각도를 축으로 사용하기 때문이다. 예를 들면 (그림 3)에서 20번 뼈대의 각도를 찾으려면 19번 뼈대에 대한 참고가 필요하다. 또한 양안 카메라에서는 상하로 움직이는 것은 찾을 수 있지만 뼈의 회전부분은 찾을 수 없다. 표준 데이터에선 뼈의 회전이 Y축 회전 값이며 찾을 수 없기 때문에 0으로 표현한다.



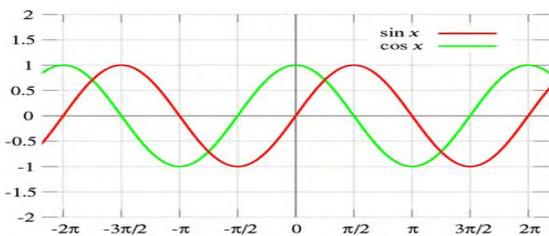
(그림 8) 관절과 관절 사이의 거리

$$\begin{aligned} \text{rotation.x} &= \left(\tan^{-1} \left(\frac{dz}{\sqrt{dx^2 + dy^2}} \right) \times \frac{180}{\pi} \right) - \text{axisX} \\ \text{rotation.y} &= 0 \\ \text{rotation.z} &= \left(\tan^{-1} \left(\frac{dx}{dy} \right) \times \frac{180}{\pi} \right) - \text{axisZ} \end{aligned} \quad (1)$$

여러 개의 GRD에서 들어오는 사용자의 데이터를 하나로 맞추는 것은 bvh파일로 변환 후, (그림 3)의 Hips의 좌표 값과 각도 값을 기준으로, 표준 데이터와 실시간 데이터를 맞추기 위해 좌표이동을 한다.

4.2 데이터 비교

두 값을 비교하여 매칭율을 계산할 때 단순히 두 값의 차를 이용하면 될 것 같지만, 값이 각도이기 때문에 발생하는 문제가 있다. 각도는 360°를 주기로 같은 각도이기 때문이다. 360°와 0°의 차이는 360°지만 두 값은 같은 각도이다. 따라서 비교할 때 삼각함수를 이용하여 계산한다. θ 를 사용자의 값, θ' 를 기준 값이라 할 때 두 값의 비교 값($d\theta$)을 (식 2)와 같이 계산한다.



(그림 8) sin함수와 cos함수의 그래프

$$\begin{aligned} d\theta &= \left| \sin \left(\theta \times \frac{\pi}{180} \right) - \sin \left(\theta' \times \frac{\pi}{180} \right) \right| \\ &+ \left| \cos \left(\theta \times \frac{\pi}{180} \right) - \cos \left(\theta' \times \frac{\pi}{180} \right) \right| \end{aligned} \quad (2)$$

sin함수와 cos함수를 같이 쓰는 이유는 0°와 360°사이엔 같은 삼각함수 값이 두 개씩 존재하기 때문이다. 예를 들어 <표 1>과 같이 0°와 180°는 다른 각도지만 sin함수의

값이 같아 sin함수만으로 구분할 수 없지만, cos함수의 값은 1과 -1로 값의 차이가 존재하기 때문에 다른 각도인 것을 구분할 수 있다. 따라서 sin함수의 차이와 cos함수의 차이를 더하여 비교 값을 계산한다.

<표 1> 삼각함수를 이용한 각도 비교 계산

	θ	θ'	$ \sin\theta - \sin\theta' $	$ \cos\theta - \cos\theta' $	$ \sin\theta - \sin\theta' + \cos\theta - \cos\theta' $
Different angle	0°	180°	0	2	2
Same angle	0°	360°	0	0	0
			↓ Can't separate		↓ Separate
Different angle	90°	-90°	2	0	2
Same angle	90°	-270°	0	0	0
			↓ Can't separate		↓ Separate

모든 GRD의 사용자 데이터와 계산된 비교 값은 값이 클수록 차이가 많이 난다는 것이기 때문에, 비교할 뼈대의 수와 GRD의 개수에 따라 알맞게 계산하여 매칭 율 100%에서 점수를 차감하는 방식으로 매칭 율을 계산할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 다-방향 동작인식 알고리즘에 대해서 제안했다. 평가시스템과 재생시스템을 서버-클라이언트 시스템을 이용하여 동기화 시켰고, 비교하는 과정에서 사용자 데이터의 포맷을 변환, 삼각함수를 이용하여 비교 및 계산하였다. 데이터 포맷을 상대 각도 값으로 바꾸기 때문에 실시간으로 데이터가 들어와도 효율적인 데이터 비교를 한다.

향후에는 각 GRD마다 다른 특성을 분석하여 예외처리를 적용하여 연구를 진행하고자 한다. 또한 이 알고리즘을 태권도나 골프 같은 자세가 중요한 스포츠 분야에 적극 활용할 것이다.

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2015년도 산학협력 기술개발사업(No.C0273665)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

[1] Jungong Han, Member, IEEE, Ling Shao, Senior Member, IEEE, Dong Xu, Member, IEEE, and Jamie Shotton, Member, IEEE "Enhanced Computer Vision with Microsoft Kinect Sensor: A Review" IEEE TRANSACTIONS ON CYBERNETICS, VOL. 43, NO. 5, OCTOBER 2013

[2] Bryce Kellogg, Vamsi Talla, and Shyamnath Gollakota University of Washington "Bringing Gesture Recognition To All Devices"

[3] Bobby Bodenheimer, Chuck Rose, Seth Rosenthal, John Pella "The Process of Motion Capture: Dealing with the Data" Eurographics CAS '97