

(심사용 논문 작성양식) // 온라인 접수 시, 본 라인은 삭제한 후 제출해 주세요.

효과적인 동작데이터 전달을 위한 방법 조사

영문제목

요 약

인간의 동작 인식과 관련된 연구는 기술의 발전과 함께 널리 진행되고 있으며, 그 수요가 증가하고 있는 추세이다. 하지만, 현재까지 나와 있는 방식에 대한 정확도는 센서나 계산된 수치상으로는 유사할 수 있으나 기존의 전문가적 입장에서 관찰해 보았을 때 급격히 떨어진다.

본 연구는 대표적인 운동 자세인 덤벨로우 동작을 기존에 나와 있는 전통적인 운동 동영상, 프레임 애니메이션 제작 등으로 구현해 보고 진보된 방식으로 알려진 로테이션 매트릭스(Rotation Matrix)방식을 이용하여 최종적으로 동작 재현을 구현한다. 각가의 방식에 대한 단점을 알아보고 향후 어떤 방향으로 연구를 진행할지 예측해 본다.

1. 서 론

인간의 동작 인식과 관련된 연구는 기술의 발전과 함께 널리 진행되고 있다. 특히 컴퓨터의 발전으로 인해 동작인식을 기반으로 하는 입력장치에 대한 사용자 요구가 증가되고 있다.

인간 동작의 정확성을 평가하는 시스템은 현재 3D 모션 캡처, Depth카메라를 사용한 방법, 자격을 갖춘 운동 전문가의 시각을 통한 분석 그리고 마지막으로 사람의 주관적 평가가 대표적이다.

본 논문에서는 덤벨로우 운동을 기존에 많이 사용되고 있는 동작 영상 및 전문가의 지도 영상 등을 전달 방법으로 사용하고 그 문제점을 지적해 본다. 그리고 재현 방법 중 하나인 프레임 애니메이션 동작을 구현해 보고 정확도 등을 면밀히 살펴보았다. 또한 진보된 방식인 로테이션 매트릭스를 사용하여 같은 동작을 재현해 보았다.

2. 관련연구

동작을 재현하기 위해서는 특정 동작에 대한 정보가 필요하다. 보통 동작에 대한 정보는 사람의 시각을 이용하여 기억하는 방법과 센서등을 사용하여 데이터로 저장 후 재생하는 방법 등이 있다.

사람이 시각을 통해 주관적으로 동작을 측정하는 경우는 두 가지로 나뉠 수 있는데, 전문가가 하는 경우와 본인이 직접 하는 경우이다. 두 경우 다 주관적 판단이라

는 것이 개입되기 때문에 부정확할 수 있다. 그리고 전문가의 경우도 여러 사람의 관찰 및 측정을 요하는 경우 그 정확도에서 의심이 될 수 밖에 없다. 본인 자신이 측정하는 경우는 보통 어떠한 동작에 대한 기준이 정해진 상태에서 본인이 직접적인 비교를 해보고 판단하는 경우를 말한다. Portia E. Taylor의 연구에서는 텍스트와 그림으로 이루어진 지시사항을 통해 운동을 진행하였다.[1] 최종결과는 사람의 눈으로 판별을 하였는데, 이 경우 본인이 비전문가이면 측정에 대한 기준은 정확도가 떨어진다는 가정이 있다. 그리고 지시되지 않은 디테일한 부분은 불분명하게 인식할 수 밖에 없다. 즉, 격렬한 동작이나 복잡한 동작은 주어진 기준만을 가지고 정확하게 하기란 매우 힘들다. 우리는 본 연구에서 운동 동작과 지도 과정이 같이 포함된 운동 과정 영상을 이용하여 정확한 자세를 만들어 낼 수 있는지 테스트 해 보았다.

3d모션 캡처는 정확한 측정을 요구하는 캡처 시스템의 경우 고가이다. 그리고 피부 장착 마커를 사용하는 등의 방식은 측정 데이터 외에 다른 데이터가 같이 들어가는 등 정상적인 움직임 측정이 방해된다. 그리고 전문 인력의 데이터 생성 및 해석 그리고 많은 시간의 소요가 필요하다. 따라서 이러한 시스템의 경우 측정을 연구실 내에서 해야 하는 등의 한계점이 나타나고 있다.

3D모션 캡처의 대안으로 depth카메라를 사용한 (대표: 키넥트, 립모션 등등) 캡처 방식이 있다. 저비용 및 용이한 사용법으로 연구 및 상업목적을 위해 자주 사용되는 시스템이다. 그러나 센서를 사용한 방식과 비교하였을

대 정확성이 부족하다. 그 예로 부적절한 조명이나 옷과 같은 것들이 카메라의 측정에 방해를 준다. 그리고 카메라의 촬영 범위가 2m제곱 정도로 정해져 있어 그 이상의 범위는 측정이 불가하며, 사람 외에도 사람과 유사한 운동기구 혹은 물체를 인식하는 등의 오류가 작동되는 것으로 보고 되고 있다.

이러한 다양한 측정 방식의 문제점을 극복하고자 최근에는 IMU(Inertial Measurement Units)와 같은 센서를 사용한 모션 측정방식을 다양한 방식으로 발전시키고 연구를 진행하고 있다. IMU는 가속도계, 자이로스코프 등 비교적 저렴한 가격의 센서를 사용하여 관성 운동 및 3방향(3d)의 데이터를 수집하고 측정하는 것이다. 그러므로 현재 많은 연구자들이 IMU를 사용한 모션 측정 연구를 진행하고 있다. B. Bruegge의 연구[2]와 T. M Nakra[3]의 연구에서는 휴대형 IMU센서 기기를 이용하여 복잡한 지휘 동작을 검출해 내는 연구를 진행하기도 하였다. 이들 연구가 간단한 팔동작을 검출하는 연구로 전신 동작 인식을 목표로 하고 있는 우리의 연구와는 조금 다른 양상을 보이고 있으며, 정확한 동작인식을 하지 않음에도 음악 동작인식 분야에서만 비교적 괜찮은 평가를 받고 있는 이유는 따로 있다. 전문 지휘자의 평가를 들어보면 지휘 동작이 교과서에 나오는 모양과 같은 형태로 이루어지는 것은 아니다. 오히려 지휘 동작은 정확도 보다는 음악의 완성도와 같은 다른 부분에 초점이 맞추어져 있다고 할 수 있다. 최근 발전하고 있는 IMU센서를 사용하여 동작을 측정 할 경우 그 데이터를 가공하고 얼마나 정확하고 빠르게 동작을 측정해 내는지에 대한 문제를 해결하는 것에 중점을 두고 있는 추세이다.

특히 센서를 통해 축적된 데이터를 통해 동작을 그대로 재현하는 것은 매우 어렵다. 그 이유는 아직까지 센서나 해당 소프트웨어간의 정밀도나 규격에 따라 혹은 통일되지 않은 데이터의 측정값 때문이다.

3. 동영상을 사용한 전달 방법

동작을 전달하고 재현하는 전통적이고 많이 쓰이는 방식은 전문가의 동작이 담긴 동영상이나 교습 동영상을 보고 동작을 따라 재현해 보는 것이다. 본 연구에서 기본 동작으로 선정된 덤벨로우 동작과 관련된 각종 교습 영상 및 개인 브이로그(V-log) 영상 총 13종을 수집하여 그 중 코멘트와 운동 영상이 같이 결합된 11개를 비교하였다. 11개의 영상은 전문 지도사의 지도 혹은 본인이 전문가인 경우에 해당하는 영상이다. 각각의 영상에서 언급된 신체부위, 자세에 대한 키워드를 정리하여 <표

-01>에 표시하였다.

	시작 자세	손의 위치	팔꿈치	광배근/ 등	호흡	무릎중심	허리	몸통회전	가슴	머리	배	어깨/ 견갑골
1 [4]	o	o	o					o				
2 [5]	o		o									
3 [6]	o		o		o							
4 [7]	o				o		o	o	o	o		
5 [8]	o	o	o				o				o	
6 [9]	o		o	o	o	o	o					
7 [10]	o	o		o			o	o				o
8 [11]	o	o	o	o	o		o	o		o		
9 [12]	o		o	o				o				o
10 [13]	o		o	o								o
11 [14]	o	o					o	o				



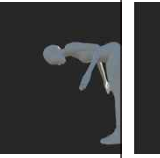


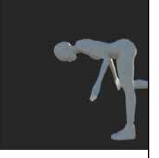



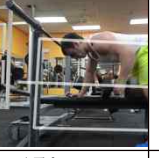
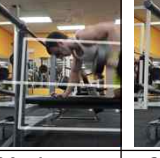
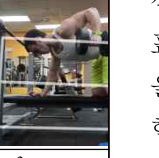

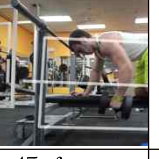
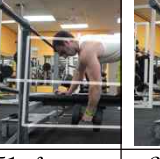
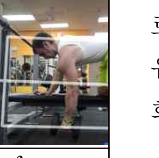
<표-01> 11개의 영상에서 언급된 신체부위, 자세에 대한 키워드 정리표

4. 프레임 애니메이션

동작은 손이나 발을 움직이는 행동을 뜻한다. 또한, 시작과 목표 사이 연속되는 모습을 의미한다. 특정 동작을 다른 사람에게 전달하는 방법은 구두를 통해 직접 전달하는 방법과 동영상을 통해 전달하는 방법이 있다. 구두를 통해 전달하는 방법으로는 헬스장의 PT와 같이 전문가가 미숙련자에게 동작을 시범하고 하는 것까지 알려주는 것이다. 동영상은 전문가의 행동을 카메라로 녹화하여 보여주는 방식과 3D 제작 툴을 활용하여 제작한 동영상을 보여주는 것으로 나눌 수 있다. 전달의 방법에 따라 장단점이 뚜렷하게 나타나는데, 구두를 통한 전달 방법은 정확하게 동작을 전달할 수 있으나 소수의 인원만 배울 수 있다는 한계가 있다. 동영상을 통한 전달 방법은 구두를 통한 전달방법과는 다르게 불특정 다수에게 전달할 수는 있지만 그 피드백을 받지 못하여 완벽하게 전달하는 것이 불가능 하다고 말할 수 있다. 그리고 전

문가의 행동을 카메라로 녹화하는 과정에서 동작의 설명과 함께 같은 동작을 반복하는 과정에서도 그 정밀도는 매번 달라진다. 이러한 단점을 보완하기 위해 3D 툴을 활용하여 프레임 애니메이션으로 제작하는 것이 있다. 프레임 애니메이션은 시작하는 동작과 목표 동작 각각의 프레임을 설정해주고 사이의 프레임은 보간법을 통해 자동으로 동작을 생성하는 방법으로 제작된다. 프레임 애니메이션은 반복된 동작을 똑같이 한다는 장점이 있으나, 세밀한 부분까지 제작자의 의도대로 제작하기가 어려우므로 결국 실제 동작과는 차이가 생길 수 있다. 이를 보완하기 위해 애니메이션 그래프를 조작하여 모션의 속도를 조절하는 방법을 추가 하였다.

실제 동작 동영상과 프레임 애니메이션을 통한 동작의 차이점을 <표-01>를 통해 분석하였다. 동일한 프레임으로 영상을 변환하였으며 덤벨의 위치와 신체의 회전값을 분석하였다. 초당 30프레임을 기본속도로 지정하여, 0프레임은 동작의 시작, 30프레임은 목표자세, 60프레임은 되돌아온 자세가 되도록 수정하였다. 덤벨을 아래에서 위로 올리는 것을 각각 시작자세와 목표자세로 분할하여 이동한 프레임 값을 퍼센트로 비교분석하였다.

프레임애니메이션				
프레임	0 frame	15 frame	20 frame	30 frame
프레임애니메이션				
프레임	35 frame	45 frame	51 frame	60 frame
실제동작				
프레임	0 frame	15frame	20 frame	30 frame
실제동작				
프레임	35frame	45 frame	51 frame	60 frame

<표-02> 프레임 애니메이션 기법을 이용한 동작인식 단계 분류표

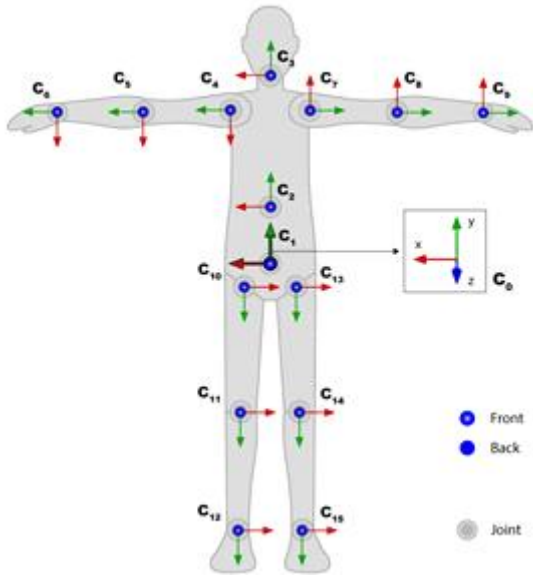
<표-02>의 0, 15, 30, 45, 60 프레임 애니메이션은 순서대로 균일한 속도로 움직이는 것을 볼 수 있다. 이는 프레임애니메이션은 시작동작과 목표동작을 원하는 프레임에 설정하면 그 사이 프레임과 동작을 보간하여 자동으로 생성해주기 때문이다. 그러나 실제 동작 동영상의 0, 15, 30, 45, 60 프레임을 순서대로 보면 프레임 애니메이션과 다른 덤벨의 위치 값을 볼 수 있다. 덤벨을 올리는 동작에서는 키프레임 애니메이션과 동일하게 0, 15, 30 프레임의 순서대로 동작의 이동 범위, 속도는 균일했다. 그러나 덤벨을 내리는 동작에서 속도의 변화를 확인할 수 있었다. 표의 프레임 애니메이션 30~60프레임과 실제 동작 동영상의 30~60프레임을 보면 각 시작과 종료의 시간은 같으나 내려오는 동작의 속도가 다르다. 30~35 프레임까지는 빠른 속도로 덤벨을 50%까지 내리는 것으로 볼 수 있다. 프레임 애니메이션에서는 덤벨의 위치가 동작의 50%에 해당하는 것은 45프레임에 위치한다. 이를 통해 프레임 애니메이션과 달리 빠른 진행 이후 천천히 속도를 조정한다.. 그리고 45프레임부터 60프레임까지 천천히 덤벨을 정지속도로 낮추는 과정이 된다. 이와 같은 이유는 운동의 효과를 극대화하기 위함과 중력, 근육의 활용 등을 통해 나타나는 미세한 차이 때문이다. 또한 구분동작에서 나타나는 속도의 변화는 빈번하게 나타나는데, 덤벨의 무게가 무거울수록 변화의 주기가 짧아진다. 또한 세부적으로 실제 동작 동영상을 확인한 결과 덤벨을 올리기 직전과 올리고 유지를 하다가 덤벨을 내리는 순간 나타나는 속도의 변화가 있다.

5. 로테이션 매트릭스(Rotation Matrix)를 사용한 방법

3차원 공간상에서 오일러 각(Euler Angles)과 로테이션 매트릭스(Rotation Martix)를 사용하여 물체의 회전을 표현할 수 있다. 오일러 각이란 각 x, y, z 축의 회전량을 지정된 순서대로 곱하였을 때 물체의 모든 방향을 표현하는 방법이다.[15] 오일러 각과 로테이션 매트릭스는 서로 밀접한 관계가 있으며 본 논문에서는 각 자세의 단계에 따라 로테이션 매트릭스를 도출한 후 오일러 각으로 변환하여 회전 값을 적용한다. 그 후에 게임 엔진인 유니티(Unity)에서 해당 부위의 오일러 각을 적용하였고 회전 순서는 Z, X, Y 이다.[16]

5.1 회전 측 정의

몸 전체에서 각 부위별로 회전축을 찾아 총 16개로 분류하였다.



<그림-01> 회전축과 신체 부위 분류

<그림-01>은 각 부위마다 회전축을 표현한 것이다. 각 부위의 회전축은 왼손좌표계가 기반인 로컬좌표계를 사용 하였다. 처음에 설정한 기본 축은 y 축이 머리, 팔, 다리로 향하게 설정하였다. 이 규칙은 동작의 단계가 진행될 때도 동일하게 적용 된다.

회전 축	부위	회전 축	부위
c_0	World	c_8	Left Lower Arm
c_1	Hips	c_9	Left Hand
c_2	Spine	c_{10}	Right Upper Leg
c_3	Head	c_{11}	Right Lower Leg
c_4	Right Upper Arm	c_{12}	Right Foot
c_5	Right Lower Arm	c_{13}	Left Upper Leg
c_6	Right Hand	c_{14}	Left Upper Leg
c_7	Left Upper Arm	c_{16}	Left Foot

<표-03> 회전축과 신체부위 분류

<표-03>은 16개의 회전축이 어떤 부위에 해당하는지를 보여준다. 회전축 C_0 은 전체의 기준이 되는 월드 좌표계를 나타낸다. 각 부위들은 Left Upper Arm은 LUA, Right Lower Leg는 RLL로 줄여서 표현된다.

5.2 동작 실행

앞서 연구한 동작과 같은 덤벨로우(dumbbell row)를 준비 자세와 실행 자세로 구분하였다. 이때 로테이션 매트릭스는 R로 오일러, 각은 E로 표현하였다.

5.2.1 덤벨로우 시작 자세

순 서	회전 축	부위	회전 행렬
0	c_0	World	-
1	c_1	Hips	$R_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\frac{4\pi}{9}) & \sin(\frac{4\pi}{9}) \\ 0 & -\sin(\frac{4\pi}{9}) & \cos(\frac{4\pi}{9}) \end{bmatrix}, r_1$
	$R_{HI} = r_1 R_1, E_{HI} = \langle 83.7, -180, -180 \rangle$		
2	c_7	Left Upper Arm	$R_{7a} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\frac{\pi}{2}) & \sin(\frac{\pi}{2}) \\ 0 & -\sin(\frac{\pi}{2}) & \cos(\frac{\pi}{2}) \end{bmatrix}, r_{7a}$ $R_{7b} = \begin{bmatrix} \cos(\frac{\pi}{2}) & 0 & -\sin(\frac{\pi}{2}) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\frac{\pi}{2}) & 0 & \cos(\frac{\pi}{2}) \end{bmatrix}, r_{7b}$
	$R_{LUA} = r_{7b} R_{7b} r_{7a} R_{7a} R_2 R_1 R_1$ $E_{LUA} = \langle -20.28, -116.60, 0 \rangle$		
3	c_4	Right Upper Arm	$R_{4a} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\frac{\pi}{2}) & \sin(\frac{\pi}{2}) \\ 0 & -\sin(\frac{\pi}{2}) & \cos(\frac{\pi}{2}) \end{bmatrix}, r_{4a}$ $R_{4b} = \begin{bmatrix} \cos(-\frac{\pi}{2}) & 0 & -\sin(-\frac{\pi}{2}) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(-\frac{\pi}{2}) & 0 & \cos(-\frac{\pi}{2}) \end{bmatrix}, r_{4b}$
	$R_{RUA} = r_{4b} R_{4b} r_{4a} R_{4a} R_2 R_1 R_1$ $E_{RUA} = \langle -20.28, 116.60, 0 \rangle$		
4	c_{13}	Left Upper Leg	$R_{13} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\frac{\pi}{2}) & \sin(\frac{\pi}{2}) \\ 0 & -\sin(\frac{\pi}{2}) & \cos(\frac{\pi}{2}) \end{bmatrix}, r_{13}$
	$R_{LUL} = r_{13} R_{13} r_1 R_1$ $E_{LUL} = \langle -20.28, 0, 0 \rangle$		
5	c_{10}	Right Upper Leg	$R_{10} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\frac{\pi}{2}) & \sin(\frac{\pi}{2}) \\ 0 & -\sin(\frac{\pi}{2}) & \cos(\frac{\pi}{2}) \end{bmatrix}, r_{10}$
	$R_{RUL} = r_{10} R_{10} r_1 R_1$ $E_{RUL} = \langle -20.28, 0, 0 \rangle$		
6	c_{11}	Right Lower Leg	$R_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-\frac{\pi}{2}) & \sin(-\frac{\pi}{2}) \\ 0 & -\sin(-\frac{\pi}{2}) & \cos(-\frac{\pi}{2}) \end{bmatrix}, r_{11}$
	$R_{RLL} = r_{11} R_{11} r_{10} R_{10} r_1 R_1$ $E_{RLL} = \langle -20.28, 0, 0 \rangle$		

<표-04> 로테이션 매트릭스를 이용한 덤벨로우 준비자세

<표-04>는 모든 부위의 회전 값이 $\langle 0,0,0 \rangle$ 인 World에 서 준비 자세까지의 로테이션 매트릭스로 총 6 단계로 구성되었다. 1단계에서 Hips(C_1)을 회전축으로 $\langle 83.7, -180, -180 \rangle$ 회전시킨 후 2단계에서 Left Upper Arm(C_7)을 회전축으로 $\langle 20.28, -116.60, 0 \rangle$ 회전하였

다. 이 단계에서 roll회전과 pitch회전이 순서대로 진행되어 두 로테이션 매트릭스를 곱해주었다. 3단계에서 반대쪽인 Right Upper Arm(C_4)을 회전축으로 $\langle -20.28, 116.60, 0 \rangle$ 회전시켰으며 전 단계와 마찬가지로 두 로테이션 매트릭스를 곱해주었지만 pitch회전은 -값으로 적용하였다. 4,5단계에서 양쪽 다리가 바닥에 닿아 있도록 Left Upper Leg (C_13)와 Right Upper Leg (C_10)을 회전축으로 $\langle -20.28, 0, 0 \rangle$ 회전 하였다. 6단계에서 옆드린 자세에서 하는 동작인 덤벨로우의 특성상 한쪽 다리를 굽히기 위해 Right Lower Leg (C_11)을 회전축으로 $\langle -20.28, 0, 0 \rangle$ 회전하였다.

5.2.2 덤벨로우 실행 자세

순서	회전 축	부위	회전 행렬
0	c_0	World	-
1	c_7	Left Upper Arm	$R_{7a} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) & \sin\left(\frac{2\pi}{3}\right) \\ 0 & -\sin\left(\frac{2\pi}{3}\right) & \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) \end{bmatrix}, r_{7a}$
			$R_{LUA} = r_7 R_7 r_{7b} R_{7b} r_{7a} R_{7a} r_2 R_2 r_1 R_1,$ $E_{LUA} = \langle -2.18, -122.94, -31.29 \rangle$
2	c_8	Left Lower Arm	$R_8 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ 0 & -\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}, r_8$
			$R_{LLA} = r_8 R_8 r_7 R_7 r_{7b} R_{7b} r_{7a} R_{7a} r_2 R_2 r_1 R_1,$ $E_{LLA} = \langle 30.18, -75.96, -151.08 \rangle$
3	c_7	Left Upper Arm	$R_{7a} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\left(-\frac{2\pi}{3}\right) & \sin\left(-\frac{2\pi}{3}\right) \\ 0 & -\sin\left(-\frac{2\pi}{3}\right) & \cos\left(-\frac{2\pi}{3}\right) \end{bmatrix}, r_{7a}$
			$R_{LUA} = r_7 R_7 r_{7b} R_{7b} r_{7a} R_{7a} r_2 R_2 r_1 R_1,$ $E_{LUA} = \langle -20.28, -116.60, 0 \rangle$
4	c_8	Left Lower Arm	$R_8 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ 0 & -\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}, r_8$
			$R_{LLA} = r_8 R_8 r_7 R_7 r_{7b} R_{7b} r_{7a} R_{7a} r_2 R_2 r_1 R_1,$ $E_{LUA} = \langle -7.41, -57.73, 133.76 \rangle$




<표-05> 로테이션 매트릭스를 이용한 덤벨로우 준비자세

<표-05>는 준비자세에서 시작하여 실행자세까지의 로테이션 매트릭스이다. 총 4단계의 왼쪽 팔만 움직이는 동작으로 1,2단계는 덤벨을 들어올렸을 때 자세이고 3,4단계는 덤벨을 바닥을 향해 내렸을 때 자세이다. 1단계에서 Left Upper Arm()을 회전축으로 $\langle -2.18, -122.94, -31.29 \rangle$ 로 회전시킨 후 2단계에서 Left Lower Arm()을 회전축으로 $\langle 30.18, -75.96, -151.08 \rangle$ 로 회전하였다. 3

단계에서 Left Upper Arm()을 회전축으로 $\langle -20.28, -116.60, 0 \rangle$ 로 회전하여 준비 자세의 Left Upper Arm()와 같은 각도가 되었고 2단계에서 Left Lower Arm()을 회전축으로 회전하여 $\langle -7.41, -57.73, 133.76 \rangle$ 값을 가공하여 $\langle -7.41, -20, 133.76 \rangle$ 로 적용하였다.

5.3 실행 결과

<표-05>는 회전행렬 3D모델링에 적용한 것을 각각 비교한 이미지 이다.

자세	단계	이미지
준비자세	1~6	
실행자세	1~2	
	3~4	

<표-05> 로테이션 매트릭스를 이용한 덤벨로우 동작 영상

6. 결 론

본 연구에서는 전통적으로 동작 재현에 많이 쓰이고 있는 동작 동영상과 교습 장면이 담긴 동영상 사용한 동작의 전달 방법에 대하여 조사해 보았다. 동영상 동작을 통한 정보의 전달은 운동하는 출연자 혹은 학습받는 출연자의 성별, 자세, 덤벨의 무게 등과 같은 정보가 없기 때문에 동작은 재현이 어렵다. 특히 2차원 화면에서 나오는 동영상만을 시청하여 어떤 동작을 재현해 내는 것은 매우 힘들다고 할 수 있다. 그러나 영상에 자막 혹은 나레이션으로 나오는 동작에 대한 묘사 혹은 주의 사항의 양에 따라 시청자의 재현도가 좋아질 수 밖에 없다.

두 번째 실험인 동작인식의 대표적인 방식인 프레임 애니메이션을 사용하여 덤벨로우 자세 구현을 진행하였다. 프레임 애니메이션은 반복된 동작을 똑같이 한다는 장점이 있으나, 세밀한 부분까지 제작자의 의도대로 제

작하기가 어려우므로 결국 실제 동작과는 차이가 생겼고, 이를 보완하기 위해 애니메이션 그래프를 조작하여 모션의 속도를 조절하는 방법을 추가 하였다. 그러므로 실제 동작에서 나타나는 아주 미세한 속도의 변화를 3D 제작 툴에서 프레임 애니메이션으로 표현한다는 것은 불가능에 가깝다고 볼 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다.

그리고 마지막으로 진보된 방법으로 로테이션 매트릭스를 이용한 동작구현법에 대해 실험해 본 결과 또한 문제점이 발생하였다. 로테이션 매트릭스와 오일러 각은 실제로 사람이 하는 덤벨로우 동작과 비슷한 패턴의 애니메이션이 보이는 것을 확인 할 수 있었다. 하지만 원활한 동작을 위해 데이터를 가공해야 하는 경우가 있어 정확한 동작을 표현하기에는 어려움이 있었다. 본 연구에서 제작된 로테이션 매트릭스를 반영한 애니메이션은 연구자가 임의로 지정한 값을 적용하여 단순히 회전값만을 사용하여 동작을 만들었다. 또한 동작을 하는 사람의 신체적 조건, 전문적인 훈련도, 덤벨의 무게 및 크기 등에 따라 값이 변형될 수 있는 변수를 반영할 수 없었다. 이러한 이유로 로테이션 매트릭스와 오일러 각은 동작의 절차를 정의하는 수단으로 한계가 있었다.

기존의 동작인식 방법에서 쓰는 대부분의 방식은 프레임 애니메이션과 같이 각 신체 부위의 위치와 시간을 비교 계산하여 움직임의 측정해 내는 것이다. 즉, 특정 정지동작과 정지동작을 연결하는 방식으로 진행이 된다고 볼 수 있다. 이 경우 동작과 동작 사이의 미세한 부분의 움직임은 컴퓨터가 대략적으로 계산하여 처리하게 때문에 그 정확성은 매우 떨어진다. 또한 운동중 필요로 하는 호흡 조절, 힘의 조절과 같은 부분에 대한 정보를 제공해 줄 수 없다. 이러한 문제는 진보된 방식인 로테이션 매트릭스에서도 마찬가지로 발생한다. 단순 회전값과 동작의 절차만으로 사람 개개인이 가진 다른 힘의 세기와 정확도, 집중력등을 표현해 내는 것은 불가능한 일이다. 향후 센서 등을 사용하여 구한 로테이션 값을 전달한다고 하더라도 관절의 위치, 속도 등만 확인이 가능할 뿐 신체 크기의 변화에 따른 측정값의 오차는 여전히 발생할 위험을 갖고 있다. 그리고 덤벨의 크기와 무게에 따라 다른 근육의 움직임으로 인해 동작의 변화가 생기는 것을 반영하기는 힘들다.

인간의 동작 인식과 관련된 연구들은 동시 다발적으로 많이 진행되고 있지만, 그 정확성의 향상은 한계에 부딪히고 있다. 특히 그 측정방식과 통일되지 않은 각 연구자 간의 검증 시스템 등 많은 문제점이 생기고 있다. 수많은 동작 데이터를 어떻게 가공하여 사용하느냐 부터 시작하여 어떤 데이터를 담아 정확하게 전달하느냐에 대

한 논의는 끝없이 계속되어 오고 있다.

이번 연구에서 우리가 제안하는 로테이션 매트릭스 방식 동작 측정은 그 결과가 다른 연구들에 비해 인간의 동작과 비교적 유사하게 도출 되었다. 하지만, 전체적인 정확도는 아직까지 그리 높지가 않은데, 그 이유는 사람이 특정 동작을 함에 있어서 생기는 변수에 대한 고려를 전혀 하지 않은 상태로 진행이 되었다는 것이다. 프레임 애니메이션과 마찬가지로 수시로 변화되는 힘의 세기 정보를 저장하여 표현하거나 제공할 수 가 없다.

향후 로테이션 매트릭스와 같은 유사도를 가지면서도 조금 더 정확하고 세밀한 동작인식 데이터를 저장하고 전달할 수 있는 프로토콜 수준의 공동 표준 규격의 개발이 필요하다. 이를 통해 센서에 따라 데이터양의 증감에 관계없이 환경에 관계없이 동작 측정이 가능한 동작인식 이 이루어 질 수 있을 것이라 예상해 본다.

참 고 문 헌

1. Taylor PE, Almeida GJM, Kanade T, Hodgins JK. Classifying human motion quality for knee osteoarthritis using accelerometers. In: 2010 Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc. 2010. p. 339 - 43.
- 2 B. Brügge, C. Teschner, P. Lachenmaier, E. Fenzl, D. Schmidt, and S. Bierbaum. Pinocchio: Conducting a virtual symphony orchestra. In Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '07) (Salzburg, Austria, June 15-17, 2007), 294-295.
- 3 T.M. Nakra, Y. Ivanov, P. Smaragdis, and C. Ault. The USB Virtual Maestro: An Interactive Conducting System. In Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME '09) (Pittsburgh, PA, June 4-6, 2009).
- 4 정훈사, [스포츠지도사 보디빌딩] 원암 덤벨 로우, <https://youtu.be/ZS1AueDQIHc>
- 5 재미아트, 코리안홍 - 히트짐 등운동 원암 덤벨 로우교육영상, <https://youtu.be/6NxG3OPRH3M>
- 6 정보문화사, 몸이 변하면 인생이 변한다 : 등 운동 [덤벨 로우], <https://youtu.be/CiCSy2LKLjc>
- 7 joyfit조이피트, 덤벨 : 원 암 덤벨 로우, https://youtu.be/_xWsSEHBUE
- 8 HidocTV, 등 중,상부 웨이트 운동 -덤벨 로우, 슈퍼

맨, <https://youtu.be/fHRS75ZVANM>

9. RUNWHEY PROTEIN 런웨이프로틴, 등운동 # 003
원암덤벨로우, <https://youtu.be/-n-qVCfycA>

10. FITNESS FM, 등운동 선물세트(승모근+광배근+능
형근) 원 암 덤벨 로우!, https://youtu.be/PD3KocuR_es

11. 비오비헬스, 바디프라임이 알려주는 헬스 초급 등
운동 원암덤벨로우, <https://youtu.be/PEJcgpRwePE>

12. 전문퍼스널트레이닝팀 더베네핏, 원암덤벨로우(one
arm dumbbell row), <https://youtu.be/U4NhaeddJ2s>

13. 골든핏짐, 윤태식 트레이너 운동영상 - 원 암 덤벨
로우, <https://youtu.be/YYbcL5uvPew>

14. 다이어트합속소클립스키니, 클립스키니 원암덤벨로
우, <https://youtu.be/dyfX-E2qIuk>

15. https://ko.wikipedia.org/wiki/오일러_각

16. <https://unity3d.com/kr>

4. 기타

- 논문작성폰트 임의사용 가능, 글자크기는 9pt이상 사
용, 논문파일은 PDF로 제출 권장합니다.

- 샘플논문(KCC2012발표):

<http://www.kiise.or.kr/conference02/data/sample1.pdf>

- 논문심사는 저자와 심사위원 상호 비공개로 진행됩니
다. 따라서, 심사용(저자정보 삭제)과 출판용(저자정보 포
함)으로 나눠 제출합니다. 최초 투고 시에는 심사용을,
최종본 제출 기간에는 출판용을 업로드 하시면 됩니다.

[학술대회 논문작성시 유의사항]

1. 논문 페이지 수

- 2쪽이상 3쪽이내

2. 용지 및 여백처리

- 용지: A4, 용지방향 - 세로

- 여백: 위 쪽 30mm, 아래 쪽 20mm,
원 쪽 10mm, 오른 쪽 10mm

3. 논문구성

- 아래 순서대로 작성하며,

① ~ ③ 항목은 1 단(column)

④ ~ ⑥ 항목은 2 단으로 구성

① 제목(국문)

② 제목(영문)

③ 요약

④ 본문

- 장 및 절에 해당되는 번호는 아라비아 숫자
로 각각 1., 1.1 등과 같이 표기

- 그림의 명칭은 하단에, 표는 상단에 각각 그
림 1 및 표 1로 표기

⑤ 참고문헌

- 본문중에 참고문헌 번호를 쓰고, 그 문헌을
참고문헌란에 인용한 순서대로 기술.

- 기술 순서는 저자, 제목, 학술지명, 권, 호,
쪽수, 발행년도 순으로 작성.

⑥ 부록(해당사항이 있는 경우만 작성)