스키 자세 유사도 측정의 효율성 향상을 위한 Weight Point를 적용한 Pairwise testing 방법

Pairwise testing method applying the Weight Point for improving the efficiency skiing posture similarity measurement

김종한, 박준형*, 정승문**
디지털콘텐츠협동연구센터*, 동신대학교**

Kim chong-han, Park jun-hyung*,
Jung seung-moon**
Digital Contents Cooperative Research Center.*,
Dongshin Univ.**

요약

스키 입문자의 경우 부상 등에 따른 두려움을 느끼거나 부정확한 자세가 익숙해져 바로잡기가 힘든 경우가 발생한다. 스키 트레이닝 시뮬레이터는 이러한 단점을 보완하여 스키 선수의 정확한 자세를 바탕으로 정확한 자세를 취할 수 있도록 유도하는 시스템이다. 본 논문에서는 스키 선수의 자세와 시뮬레이터 사용자의 자세를 비교하여 유사도를 측정하기 위해 사용한 알고리즘의 효율성을 향상하기 위해 특정 센서에 가중치를 부여하고 이들의 좌표값을 받아 계산하는 Pairwise testing 기법을 적용한다. 이는 센서간의 거리를 실시간으로 계산하여 두 자세의 유사도를 검출하는데 있어 비교 테스트 케이스를 감소시켜 유사도 측정의 효율성을 높일 수 있다.

I. 서론

최근 가상공간 구축기술 발달로 가상체험 방법이 다기능화 되면서 인간 친화적인 지능형 상호작용 기술이 향후 가상공간 시뮬레이션의 부가가치를 결정하는 핵심기술로 이용되고 있고 일반적인 체험형 시뮬레이션 구현하는 사용될 뿐만 아니라 스포츠, 게임, 교육 등의 다양한 분야에서 활용이 급속도로 증가하고 있다. 특히 시간적, 공간적 제약이 따르거나 안전사고의 위험이 있는 스포츠의 경우 시뮬레이터를 통해 이러한 시뮬레이션 체험을 통해 정확한 자세를 트레이닝하여 위험요소에 대한 대비를 할 필요가 있다. 본 논문에서는 스키 시뮬레이터를 개발하는데 있어 스키 선수의 표준 자세 데이터와 시뮬레이터 사용자의 자세를 실시간으로 비교하여 유사도에 대한 결과값을 보여주는 기능을 효율적으로 수행하기 위해 가중치를 부여한 Pairwise testing 기법을 적용하였다.

이는 센서의 전사적인 계산을 회피하고 특정 센서의 거리값을 계산함으로써 테스트케이스를 감소시켜 실시간으로 유사도를 계산하는데 시간 단축 등의 효율을 기대할 수 있다.

Ⅱ. 관련연구

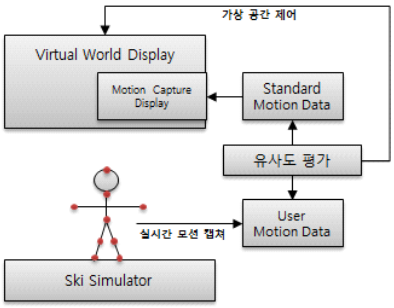
1. 모션캡쳐

인체의 몸에 트래커를 부착하여 움직임 정보를 획득하는 모션캡쳐 기술은 각 센서별로 매 순각 공간상의 위치와 각도를 기록한다.[1] 모션 캡쳐 방식에는 초음파를 이용한 음향식 시스템과 전위차계와 슬라이더의 복합체를 이용한 기계식, 관절부위의 트래커에서 발생되는 자기장을 통해 움직임을 감지하는 자기식과 반사마커를 판독하여 기록하는 광학방식의 모션캡쳐 시스템이 있다. [2] 최근 가속도 센서와 마그네틱 센서를 이용하여 데이터를 획득하여 이를 블루투스를 통해 호스트로 전송하는 무선형태의 모션캡쳐 시스템이 보급되면서 자유로운 동작 및 자세를 취할 수 있을 뿐만 아니라 실외에서 행동 범위에 제약을 받지 않게 되었다.

2. 자세 유사도 측정 시스템

자세 유사도 측정 시스템은 실제 슬로프에서 활강하는 스키 선수의 자세를 모션 캡쳐를 통해 획득한 표준 자세 데이터와 스키 시뮬레이터의 사용자의 자세를 실시간으로 서로 비교하여 유사도 측정이 이루어진다.[3]

본 연구는 미래창조과학부와 한국산업기술진흥원의 "실감미디어산업 R&D기반구축 및 성과확산사업"의 지원을 받아 수행된 연구결과임



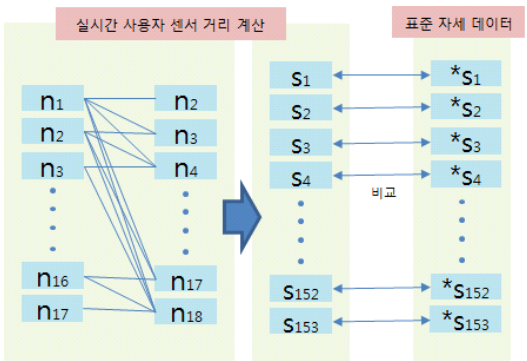
▶▶ 그림 1. 자세 유사도 평가 시스템

스키 선수의 자세와 사용자의 자세는 18개의 자이로 센서로 이루어진 무선 모션캡쳐 장비를 통해 획득된다. 획득된 3차원 좌표 데이터를 통해 각 센서 사이의 거리를 측정하고 표준 데이터를 기준으로 사용자의 키나 몸무게의 신체 정보를 반영하여 offset 값을 적용하였다. 그림 1은 유사도 평가 시스템을 나타낸 것이다.

Ⅲ. Weight Point를 적용한 Pairwise testing

1. 전사적 거리값 비교

30fps로 렌더링 되는 영상과 동기화되도록 사용자에 부착되어 있는 18개의 센서 사이의 거리 계산은 프레임당 $\sum_{k=1}^{17} k = 153$회의 테스트케이스가 필요하다. 모든 센서 사이의 거리값을 비교함으로써 더 정밀한 유사도를 측정할 수 있지만 가중치를 둔 Pairwise testing 방법을 이용하여 일정 수준의 보장성을 갖으면서 테스트할 조합의 개수를 줄일 수 있다. 그림2는 거리 비교를 위한 전사적 계산인 경우이다.

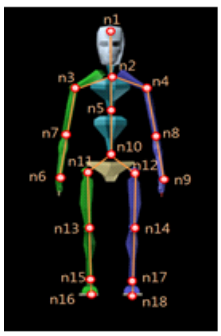


▶▶ 그림 2. 센서사이 거리값의 전사적 계산

2. Weight Point의 적용

전사적 거리 계산으로 인해 실시간으로 자세의 유사도를 측정하는데 있어 30FPS의 자세 영상 추출을 통해 1초에 4590회의 연산이 필요하다. 이는 실제 인체에 부착된 18개의 센서들 중 특정 센서에 가중치를 두고 이 센서들 사이의 거리를 계산하여 유사도를 평가할 수 있다. 사람마다 팔과 다리, 몸통의 길이가 고정적이므로 그림 3에서 같은 팔과 다리, 몸통 부분에 위치한 센서들은 서로 거리를 비교할 필요가 적다. 즉 양팔사이의 거리나 팔과 다리 사이의 거리 측정을 통해 충분한 유사도를 유도할 수가 있다. 이를 위해 두 센서의 쌍을 비가변적 pair, 준가변적 pair, 기본 pair 3단계로 구분하고 이에 0에서 2까지 가중 포인트를 준다. 그림 3에서 n_1과 n_2와 같이 변동이 거의 없는 쌍은 0의 n_{10}과 n_{12}와 같이 변화의 폭이 적은 쌍은 가중치 1, n_6과 n_9와 같이 변화가 매우 큰 쌍은 가중치 2를 준다.

이를 정규화하기 위해 인접하는 센서쌍은 가중치를 1로 한다. 이때 비가변적 pair는 총 17회가 제거된다. 또한 준가변적 pair는 변화가 크지 않는 중심축 센서 집합을 기준으로 와 대표성을 갖는 센서 n_5로 통합한다. 즉 n_1, n_2, n_{10}, n_{11},n_{12}와 다른 센서 사이의 거리값은 n_5와 다른 센서와의 거리값으로 수렴된다.



0	1	2
n1~n2	n1~n3...n18	others
n2~n3	n2~n6...n18	
n2~n5	n10~n1...n18	
n2~n4	n11~n1...n18	
n3~n7	n12~n1...n18	
.	.	
.	.	
.	.	
.	.	

▶▶ 그림3 가중치를 적용한 센서들의 집합

가중치가 1인 센서쌍을 제거하면 총 74회가 된다. 이로써 전체 테스트케이스 153회에서 가중치가 0인 케이스 17회와 1인 케이스 74회를 제외하면 실제 필요한 케이스, 즉 가중치가 2인 센서들의 집합은 62회로 약60%의 계산소요비용을 줄어들게 된다.

Ⅳ. 결론

스키 트레이닝용 시뮬레이터를 개발하는데 있어 사용자와 실제 선수의 자세의 유사도를 효율적으로 평가하는 요소는 매우 중요하다. 그러나 실시간으로 적용되는 유사도 평가 시스템에서 각 노드 사이의 거리를 프레임마다 계산하여 많은 리소스가 소모된다. 본 논문에서 각 노드 사이에 가중치를 두고 불필요한 연산을 제거하여 유사도 평가 시스템의 효율성을 증가시켰다. 향후 스포츠 시뮬레이터 분야의 다양한 종목에서 자세교정 및 트레이닝을 위한 유사도 평가 적용으로 발전시켜야 할 것이다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] 유석호, 김태영, 경병표 “디지털기반 3D 게임캐릭터애니메이션 제작에 있어서 모션캡쳐 활용에 관한 연구”, 한국콘텐츠학회논문지, 제5권 제5호, pp.115-123, 2005.
[2] 이용희, “모션캡쳐 시스템을 활용한 게임캐릭터 애니메이션”. 한국정보과학지, 제24권, 제2호, pp56-57, 2006.
[3] 김종한, 윤재홍, 강임철 “ 스키 트레이닝을 위한 프로파일링 기반의 자세 데이터 정확도 검증 방법”, 한국인터넷정보학회 춘계학술대회 논문집, 제15권, 제 1호 pp221-222, 2014.