인체동작 인식을 위한 마커리스 트래킹 시스템

안세종*, 신성욱*, 이현숙*, 임창주**, 박영진***, 정성택*
*한국산업기술대학교 컴퓨터공학과,
**한국산업기술대학교 게임공학과
***(주) 비솔
e-mail : toyou85@kpu.ac.kr

Makerless Tracking System for Motion Capture of Human Organism

Se-Jong Ahn*, Sung-Wook Shin*, Hyun-Suk Lee*, Chang Joo Lim**, Young-Jin Park***, Sung-Taek Chung*
*Department of Computer Engineering, Korea Polytechnic University
**Department of Game&Multimedia Engineering, Korea Polytechnic University
***Visol Inc.

요 약

인체동작 인식에 대한 연구는 재활치료, 운동선수의 동작 교정 및 모니터링, 3차원 애니메이션 제작 등 많은 분야에서 필요로 하고 있다. 동작 인식에 대한 일반적인 방법으로는 반사 마커를 부착하여 여러 대의 적외선 카메라로 관절 운동을 관찰하는 방식이였다. 이러한 방식은 여러 개의 마커를 사용자들이 옷을 벗고 몸에 붙이거나 특수 복장을 착용해야 하는 불편함이 있을 뿐만 아니라 초기 위치 보정에도 많은 시간이 소모된다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 어떠한 특수 장비를 착용하거나 몸에 부착하지 않고 즉각적으로 인체의 움직임을 트래킹 할 수 있는 마커리스 트래킹 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 사람의 동작 분석을 하는데 있어 빠르게 측정 및 분석이 가능하고 특수 장비를 착용하지 않아도 됨으로 인해 동작에 방해를 받지 않아서 3차원 영상을 즉각적으로 확인할 수 있는 편리성을 갖추고 있다.

1. 서론

인체동작 인식의 객관적인 평가와 분석자료 수집은 여러 분야에서 필요로 하고 있다. 기능적 결함이 있는 장애인의 재활치료를 할 때에도 필요하며, 운동선수나 코치, 트레이너가 선수의 동작을 개선하고 모니터링을 할 때에도 필요하다. 또한 3차원 아바타의 애니메이션 자료로도 쓰일 수 있으며 사람의 동작을 기반으로 하는 가상현실 게임을 즐길 때에도 필요하다[1-3].

동작 인식을 하기 위해 가장 많이 이용되고 있는 방법으로는 사람의 몸에 직접 마커 또는 센서를 부착하거나 특수복장을 착용하여 특징점의 움직임을 기록하는 방법이 있다. 하지만 이러한 방법은 사용자가 옷을 벗어 마커 또는 센서를 몸에 직접 붙이거나 특수 복장 또는 와이어를 착용하여야 하는 불편함이 있고 사용자의 움직임에도 제약을 줄 수 있다. 게다가 시스템 전문 기술자가 마커를 직접 붙여야 하며, 시스템과 마커간의 초기 위치를 보정해주어야 하기 때문에 준비 시간이 상당히 오래 걸리는 단점이 있다[4-6].

따라서 본 연구에서는 마커 없이 카메라의 영상만을 통해 인체동작 인식을 작업할 수 있는 마커리스 트래킹 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 마커를 사용자 몸에 직접 붙일 필요가 없으며 특수 복장 또한 필요가 없다. 게다가 마커와 시스템간의 초기 위치 보정 작업 또한 필요하지 않기 때문에 전문 기술자가 필요 없으며, 준비시간이 거의 필요 없다는 장점이 있다. 언제든지 옷을 입고 마커리스 시스템 영역 안에 있으면 몇 초 안에 자동적으로 보정이 되어 쉽고 편리하게 사용할 수 있다.

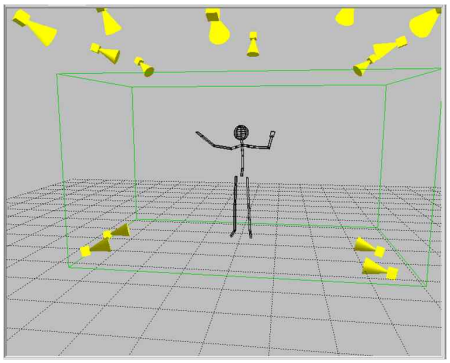
2. 연구 방법

본 연구에서 사용되는 시스템은 다음과 같은 절차로 진행되어 진다. 우선 여러 대의 카메라에서 사용자의 동작을 인식하여 각각의 데이터 영상을 획득한 후 각 영상의 데이터를 이진화 한다. 그 후 영상

의 데이터를 추출하여 3차원 골격 데이터를 생성한 후 골격 모델로 구현하여 모니터로 보여준다.

2.1 마커리스 트래킹 시스템 공간

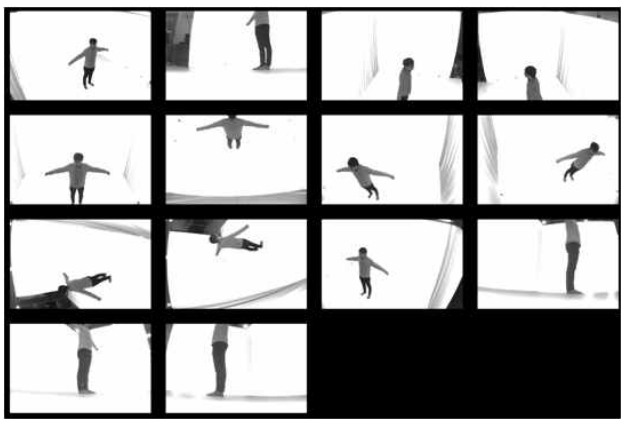
기본적으로 마커리스 트래킹 시스템을 사용하기 위해서는 여러 대의 카메라가 촬영할 수 있는 정해진 일정한 공간에서 동작을 수행하여야 한다. 그림 1과 같이 사용자의 동작을 14대의 카메라가 정해진 공간을 나누어 영상을 촬영하였고, 각각의 영상은 동작 인식을 하기 위한 공간을 각각 고정적으로 촬영하며, 얻어진 영상 데이터를 통해 연구를 진행하였다.



[그림 1] 여러 대의 카메라 위치와 사용자의 모습을 3차원으로 재구성

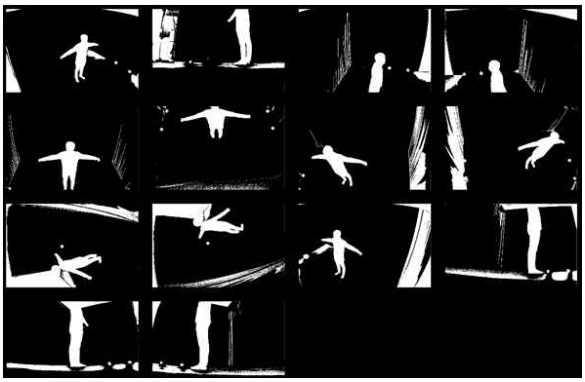
2.2 영상 데이터 추출

동작 인식을 하기 위해서는 카메라가 사용자를 인식할 수 있는 공간이 필요하다고 설명하였다. 이 공간은 흰 천으로 둘러싸여 있고, 여러 대의 카메라가 흑백영상으로 영상을 촬영하게 된다. 이렇게 촬영된 각각의 영상은 그림 2와 같이 14개의 영상으로 나타나게 된다.



[그림 2] 14대의 카메라로 사용자의 모습을 촬영

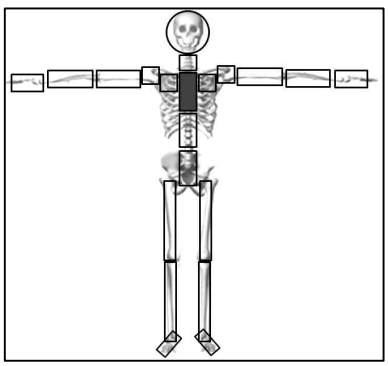
이렇게 추출된 영상을 배경 천의 색인 흰색은 0의 값으로, 그 외의 부분은 1로 계산하는 이진화 기법을 사용하여 0과 1만을 갖게 되는 영상으로 재구성되며, 1의 값을 가지게 되는 부분이 사용자의 모습이라고 인식하게 된다. 그림 3과 같이 영상을 재구성하며 이러한 영상 정보를 통해 동작을 분석하게 된다.



[그림 3] 이진화 기법을 통한 영상의 재구성

2.3 3차원 골격 모델 구현

이진화로 재구성된 영상을 통해 시스템에서는 골격 모델을 구성하게 된다. 기본적으로 신체의 비율비를 통해 임시적으로 보정된 3차원 골격 모델은 사용자의 움직임을 통해 골격의 크기를 재조정하여 사용자에게 맞는 골격 모델을 구성하게 된다. 그림 4은 3차원 골격 모델의 각각의 뼈대의 위치를 보여주고 있는데 이는 21개의 뼈대로 구성되어 있다. 이렇게 구성된 뼈대들이 사용자의 동작을 인식하게 되는데 그림에서 보듯이 검게 칠해져 있는 가운데 골격을 중심 골격 행렬로 정의하고 이 뼈대가 3차원 골격의 중심으로 사람의 위치를 나타내며 나머지 골격은 중심 골격에서 파생되는 위치와 각도의 값을 가진 행렬로 정의하게 된다.



[그림 4] 3차원 골격 모델의 구성 뼈대

3. 연구결과

가로 5m, 세로 4m 높이 2.5m의 동작 인식 공간에서 14대의 카메라를 통해 인체 동작을 인식하는지 연구하였다. 그림 5에서 보듯이 어떠한 마커 또는 센서나 특수장비를 착용하지 않고 일상복을 입은 사람의 동작을 정확하게 인식하며, 소프트웨어를 통해 3차원 골격 모델이 사람의 동작을 인식하여 재구성되어 있음을 알 수 있다.

[그림 5] 사람의 동작 인식해서 구성한 3차원 골격 모델

4. 결론 및 향후 연구

본 연구에서는 카메라의 영상을 통해 인체동작을 인식하기 위한 마커리스 트래킹 시스템을 개발하였다. 마커 또는 센서를 붙이거나 특수 복장을 입는 불편함도 없고, 시스템간의 초기 보정 작업도 필요 없어 시간도 절약되었고, 전문 기술자도 없이 동작 인식 시스템을 사용 할 수 있게 되었다. 이 시스템을 통해 뇌성마비나 신경, 근육 또는 신체 절단으로 인한 환자의 재활 치료 및 의료 분석을 할 수 있을 것이다. 운동선수나 코치, 트레이너는 언제든지 손쉽게 동작 교정 및 모니터링을 할 수 있을 것이며, 게임 개발자들이나 3차원 애니메이션 제작자들은 보다 쉽고 빠르게 데이터를 얻을 수 있을 것이다.

향후 이 시스템에 각각 동작의 데이터를 저장하여 비교 분석 작업을 추가할 것이다. 의족을 착용한 환자가 재활치료를 할 경우 정상인 사람의 정확한 보행의 데이터를 저장하여 환자의 보행과 데이터의 보행을 비교하여 어느 부분이 정상인과 차이가 나는지 쉽게 비교 할 수 있도록 할 것이다. 또한 운동선수와 같은 경우에도 정확한 동작과 선수들의 동작을 비교하여 모니터링 하여 더욱 좋은 기록을 얻을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-C6150-1102-0001)

참고문헌

[1] C. Schönauer, T. Pintaric and H. Kaufmann, “Chronic Pain Rehabilitation with a Serious Game using Multimodal Input”, International Conference on Virtual Rehabilitation, Vol. 27-29, pp. 1-8, 2011

[2] F. Ofli, *et al.*, “Unsupervised dance figure analysis from video for dancing Avatar animation”, 15th IEEE International Conference on Image Processing, Vol 12-15, pp. 1484-1487, 2008

[3] Virdi, *et al.*, “Kinematic Comparison of Dolgaechagi between Excellent and Non-excellent Male Taekwondo Athletes”, Journal of Sport and Leisure Studies, Vol. 38, pp. 889-898, 2009

[4] J. Courtney and A. M. de Paor, “A Monocular Marker-Free Gait Measurement System”, IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol 18, pp. 453-460, 2010

[5] 이석천, 배진형, 홍성경, 이권용, 이주영, 류재청, “관성센서를 이용한 보행패턴 진단 시스템 연구”, 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, pp. 300-304, 2000

[6] 이란희, 김성은, 박창준, 이민호, “실시간 마커프리 모션캡쳐를 이용한 인체 동작 생성”, 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, pp. 559-562, 2003