

실감형 바이애슬론 시뮬레이터를 위한 동작 인식 시스템 설계

김철민 · 이민태

동신대학교 디지털콘텐츠협동연구센터

Design of a Motion Recognition System for the Realistic Biathlon Simulator System

Cheol-min Kim · Min-tae Lee

Digital Contents Cooperative Research Center, Dong-shin University

E-mail : cmkim@dsu.ac.kr / mtlee@dsu.ac.kr

요 약

본 연구에서는 실감형 바이애슬론 시뮬레이터에서 사용자의 동작에 대한 식별과 시뮬레이터와의 상호작용을 위한 동작인식 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 바이애슬론 경기 활동에서 발생하는 다양한 동작 패턴을 인식하고 자세를 판단하는 과정에서 장애물 또는 중첩된 관절에 의해 가려지는 폐색현상과 빠른 동작으로 인한 부정확한 모션 데이터를 개선하고자 하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 IoT 기반의 다중 모션 인식 장치를 구성하였으며, 정상적인 동작 식별을 위한 골격 영역 보간 방법을 적용하여 바이애슬론 활동 동작에 대한 인식율을 높이고 동작 유사도 측정이 가능한 시스템을 설계하였다. 본 제안 시스템은 동계 설상스포츠 동작 분석에 적용이 가능하고, 실감형 바이애슬론 시뮬레이터 시스템 개발에 활용될 것이다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a motion recognition system for identification and interaction with simulator used in the realistic biathlon simulator. The proposed system tried to improve the motions data which is obstructed by the obstacles or overlapping joints and the motion due to the fast motion in the process of recognizing the various motion patterns in the biathlon. In this paper, we constructed a multi-camera motion recognition system based on IoT devices, and then we applied a skeletal area interpolation method for normal motion identification. We designed a system that can increase the recognition rate of motion from the biathlon. The proposed system can be applied to the analysis of snow sports motion and it will be used to develop realistic biathlon simulator system.

키워드

Virtual Reality, Realistic Media, Sports Simulator, Motion Recognition System

1. 서 론

최근 가상현실 기술의 발달로 인해 시간과 장소에 구애받지 않고 실제 스포츠 활동과 유사한 체험을 할 수 있는 가상현실 스포츠에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히, 스포츠 과학의 대중화와 경기력 향상을 위하여 스포츠 과학과 관련된 시뮬레이터들이 개발되고 있고, 그 중요성이 증가함에 따라 가상현실 스포츠 시뮬레이터 기술의 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 가상현실 스포츠 시뮬

레이터 기술은 스포츠 현장에서 발생하는 상황들을 가상공간에 몰입감 있게 표현하고, 사용자로 하여금 현장과 유사한 상호작용을 할 수 있도록 하여 현실감을 전달할 뿐만 아니라 선수의 경기력 향상에 도움을 주고 있다. 또한 다양한 스포츠 영역에 활용되면서 스포츠 활동에 필요한 공간·장비·비용 상의 제약이 대폭 완화할 수 있어 새로운 실내 스포츠 산업을 창출하고 있다. 최근에는 스크린 야구, 스크린 사격, 동계스포츠용 스크린 시뮬레이터 등 다양한 스포츠 체험 시뮬레이터 시스템이

개발되고 있다.

동계스포츠는 장소, 시간과 환경에 구애를 많이 받기 때문에 일반인들이 즐기는데 한계점을 가지고 있다. 특히 기술 습득을 위해 많은 연습이 필요하지만 장소, 시간과 환경의 제약과 함께 안전사고의 위험이 있기 때문에 이를 극복할 수 있는 가상 현실 기반 동계스포츠 시뮬레이터 시스템에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다[1]. 최근 인기가 높은 바이애슬론(biathlon)은 스키와 사격을 번갈아 진행하는 동계스포츠 중 한 종목으로, 스키 장거리 경기에서의 빠른 스키(skiing) 질주와 정확성이 요구되는 사격경기로 총을 맨 채 표시된 주로를 따라 일정 거리를 주행한 후 정해진 사격장에서 사격을 실시하는 동적 스포츠와 정적 스포츠의 복합경기이다[2].

바이애슬론 시뮬레이터에서 스키 활동과 사격 활동을 시스템 상에서 구현하기 위해서는 사용자로 하여금 동작에 따라 가상현실 콘텐츠와 상호작용을 할 수 있도록 하고, 경기력 측정을 위한 동작을 인식하고 판단할 수 있는 기술이 필요하다. 일반 스키 동작을 인식하고 판단하여 시뮬레이터 상에서 상호작용하도록 하는 연구는 많이 진행되었지만[3], 바이애슬론의 경우 스키 자세와 사격 자세를 인식하고 판단하는 과정에서 스키폴과 소총과 같은 장애물 또는 중첩된 관절에 의해 동작이 가려지는 폐색현상이 빈번하게 나타나 기존 방법을 통해 스키어의 자세를 정확하게 판단하기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해서 IoT 기반의 다중 모션 인식 장치를 구성하여 크로스 형태의 4방향으로 스키어의 자세를 실시간 획득하고, 폐색현상과 빠른 동작으로 소실되는 유효한 관절 정보를 정합하여 정확한 자세를 인식하고 판단하는 동작인식 시스템을 설계하였다.

II. 관련연구

스키 동작과 같이 운동 동작이나 인체 자세를 인식하는 연구는 다양하게 진행되고 있다. 특히 동계스포츠 스키를 대상으로 동작을 인식하는 연구 중 상호 작용형 스키시뮬레이터 동작인식 시스템에 대한 연구[4]에서는 키넥트(Kinect for window, Microsoft) 3차원 깊이 카메라(3D depth camera)를 사용하여 사용자의 관절별 질량을 분석하여 정확한 체중심을 추정하여 스키동작을 인식하였다. 이렇게 단일 3차원 깊이 카메라 센서를 사용할 경우 신체의 일부분이 가려진다거나 혹은 움직임이 너무 빨라 추적이 어려운 경우에 동작 인식이 저하되는 문제점이 나타난다. 이를 개선하기 위하여 다수의 3차원 깊이 카메라 센서를 활용하여 사용자의 운동 동작 자세에 대한 인식하고 판별하는 연구도 활발히 진행되고 있다. 대표적으로 다중 키넥트 센서 기반의 운동 자세 추정 시스템에 대한 연구[5]에서는 정면과 측면에 키넥트를 설치하여 보다 다양한 사용자의 운동 자세를 정확하게 측정

하고 인식하고자 하였다. 이러한 다중 키넥트 센서를 이용한 동작 인식 시스템은 특정 운영체제에 종속적이고, 넓은 인식 범위로 확장하기 위한 IoT(Internet of Things) 환경을 구축하기에 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 스키 동작 최대 이동변위 2.4m/s 이상 인식하고, 최대 거리를 벗어남에 따라 발생하는 인식 오류를 개선하는 시스템을 설계한다. 특히 장애물에 의한 가려짐 문제 등에 의해 발생하는 인식을 저하 문제를 개선하도록 다중 3D 카메라 기반의 바이애슬론 동작 인식 시스템을 설계하였다.

III. 다중 3D 카메라 기반의 바이애슬론 동작 인식 시스템

바이애슬론 활동 중 발생하는 다양한 동작과 넓은 이동 변위를 인식하기 위하여 4개의 3차원 깊이 카메라 센서와 IoT 기기를 적용해 4방향 동작 인식 환경을 구축하였다. 3차원 깊이 카메라는 멀티 플랫폼을 지원하는 Orbbec Astra[6] 3D 카메라를 사용하였다. 4방향에서 획득한 깊이 값과 이미지 데이터, 골격 정보를 수집하고 전달하는 IoT 기기는 LattePanda[7]를 사용하였다. 그림 1은 IoT 기반의 3D 카메라 모듈의 구성을 나타낸다. 그림 1 (1) Orbbec Astra 3D 카메라와 그림 1 (2) LattePanda IoT 플랫폼 장치로 총 4세트로 구성된다.



그림 1. IoT 기반 3D 카메라 모듈 구성



그림 2. 다중 3D 카메라의 구성과 배치

각각 구성된 IoT 기반 3D 카메라 모듈은 'X'자 형태로 시뮬레이터 구조물 상부에 장착되어 사용

자의 몸체 정보가 훼손되지 않도록 배치한다. 그림 2는 시뮬레이터 구조물의 4방향에 장착한 IoT 기반 3D 카메라 모듈(S1~S4)을 나타낸다.

그림 3은 본 논문에서 제안한 다중 3D 카메라 기반 바이애슬론 동작 인식 시스템의 구조와 흐름을 나타낸다.

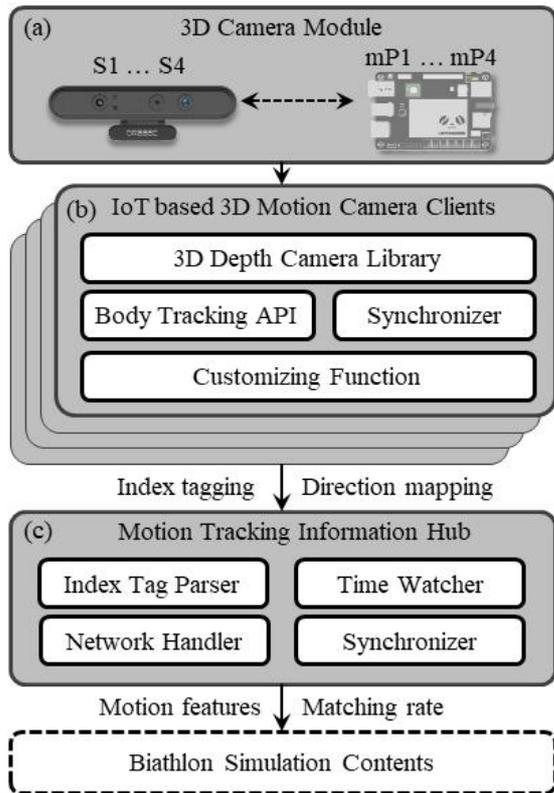


그림 3. 다중 3D 카메라 기반 바이애슬론 동작 인식 시스템 구조

그림 3의 (a) 부분은 IoT 기반의 3D 카메라 모듈로서 3D 카메라(S1~S4)와 IoT 장치(mP1~mP4)이며, (b) 부분은 IoT 기기에 설치된 클라이언트 프로그램이다. 클라이언트 프로그램에서는 깊이 정보와 몸체 추적 정보를 동기화 시키고, (c) 부분인 모션 트래킹 정보 허브에 골격 정보의 인덱스(index)와 각자 다른 방향 정보를 하나의 기준 방향으로 매핑하는 정보를 전달한다. 이렇게 4방향의 클라이언트에서 모아진 골격 정보는 대표 골격으로 정합하기 위하여 인덱스 태그를 파싱하고, 시간 정보와 인덱스 정보에 따라 유효한 골격 정보로 동기화시켜 골격 영역을 보간 하게 된다. 이렇게 획득된 동작에 대한 골격 정보는 4방향에서 획득된 가장 인식률이 높은 골격의 관절 정보가 정합이 되어 사용자 동작에 대한 인식률을 높일 수 있다.

그림 4는 다중 3D 카메라 모듈에서 획득하여 4방향에서 인식된 동작 인식 결과를 나타낸다. 시뮬레이터 공간상에서 사용자를 중심으로 (a)는 S1,

(b)는 S2, (c)는 S3, (d)는 S4에서 각각 획득한 골격 정보를 나타내며, 인식률에 따라 몸체의 색을 달리 표현되고, 인식률이 높은 클라이언트의 골격 정보를 기준으로 유효한 정보를 정합한다.

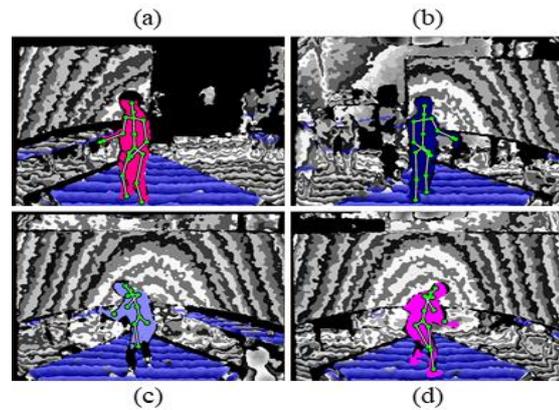


그림 4. 다중 3D 카메라의 구성과 배치

각각의 방향에서 인식된 골격 정보는 스키폴과 소총과 같은 장애물 또는 중첩된 관절에 의해 동작이 가려지는 폐색현상이 발생하게 되는데, 각각의 카메라에 부여된 ID를 통해 각 카메라의 위치를 식별하고 인식 수준(recognition level)에 따라 정보를 통합하여 골격의 관절(joint)의 최종 위치를 결정하여 신뢰도를 높이도록 한다. 각 관절의 식별 정보 및 위치 값을 포함하여 구성된 골격 정보는 데이터 관리를 위하여 JSON 포맷으로 데이터 패킷을 구성하여 시스템에서 관리하게 된다.

다음 그림 5는 골격 정보의 각 관절의 식별을 위한 인덱스와 태그가 포함된 데이터 패킷의 구성이며, 표 1은 인덱스와 태그의 데이터 패킷 값에 대하여 각각 정리하였다.

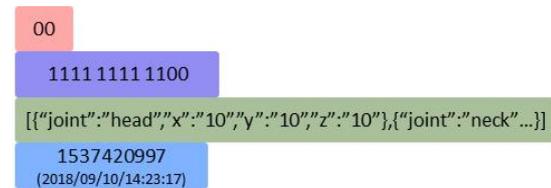


그림 5. 골격 정보의 데이터 패킷 구조

표 1. 골격 정보의 데이터 패킷 값

index & tag	value
Camera ID	0 to 3
Recognition level	Binary number of identified joint
Each Joint value	X/Y/Z axis, JSON array set
Timestamp value	GMT time value

최종 위치가 결정된 유효한 관절 정보가 정합된

최종 골격 데이터는 표준 데이터와의 각 관절 위치와 영역에 대한 비교를 통하여 유사도를 측정하게 되며, 바이애슬론 시뮬레이션 콘텐츠를 통해 시뮬레이터와의 상호작용을 하도록 한다. 그림 6은 표준 동작과 실제 사용자의 동작을 비교하기 위해 제작한 유니티 기반의 실험 콘텐츠로 왼쪽의 표준 데이터와 오른쪽 사용자의 동작에 따른 가운데 골격 정보의 생성 모습을 확인 할 수 있다.

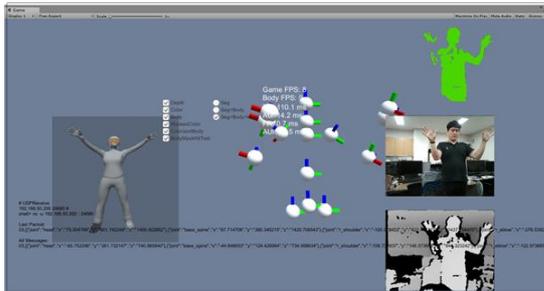


그림 6. 사용자 동작 매칭 실험

이와 같이 본 연구에서 설계된 동작 인식 시스템에서 생성된 골격 정보와 유사도 측정 결과는 실감형 바이애슬론 시뮬레이션 콘텐츠와 같이 동작 정보를 이용해 상호작용을 처리하는 응용 부분에서 데이터 패킷 형태로 쉽게 사용하도록 설계함으로써 시스템 통합을 위한 연동과 확장이 용이하다.

IV. 결 론

본 연구에서는 실감형 바이애슬론 시뮬레이터에서 사용자의 동작에 대한 식별과 유사도 측정을 위한 동작인식 시스템을 설계하였다. 이를 위하여 바이애슬론 활동 중 발생하는 다양한 동작과 넓은 이동 변위를 인식하기 위하여 4개의 3차원 깊이 카메라 센서와 IoT 기기를 이용해 4방향 동작 인식 환경을 구축하였다. 또한 4방향에서 획득된 골격 정보를 각 카메라 모듈의 인식 수준에 따른 각 관절의 식별 정보 및 위치 값을 이용해 유효한 관절 정보로 정합하는 방법을 사용하였다. 본 연구에서 제안한 다중 3D 카메라 기반 바이애슬론 동작 인식 시스템은 4방향에서 획득한 골격 정보를 각 카메라 인식율 및 시간과 인덱스 정보에 따라 유효한 골격 정보로 동기화 시켜 골격 영역을 보간하여 인식율을 높일 수 있으므로 바이애슬론과 같이 복잡하고 관절의 중첩된 상황이 많은 활동에 보다 정확한 동작 인식이 가능함을 보여주었다. 향후 제안 시스템은 실감형 설상 시뮬레이터 개발에 적용하고, 실제 바이애슬론 선수와 일반인들의 동작에 대한 인식과 상호작용, 자세 측정에 적용하여 운동 자세 분석에 대한 성능을 높이는 연구가 진행되어야 할 것이다.

Acknowledgements

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었음

References

- [1] S. R. Kang, U. R. Kim, K. Kim, H. Bong, and T. K. Kwon, "Muscular Activity Analysis in Lower Limbs from Motion and Visual Information of Luge Simulator based Virtual Reality," *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, Vol. 32, No. 9, pp. 825-831, Sep. 2015.
- [2] S. M. Hong, "Development of Brain Wave Analysis System for Enhancing Biathlon Athletes' Performance," *Korean Journal of Sports Science*, Vol. 25, No. 4, pp. 1303-1309, Aug. 2016.
- [3] M. S. Jin, C. H. Choi, and K. R. Chung, "The Development of Interactive Ski-Simulation Motion Recognition System by Physics-Based Analysis," *Transactions of the KSME C Industrial Technology and Innovation*, Vol. 1, No. 2, pp. 205-210, Dec. 2013.
- [4] M. S. Jin, C. H. Choi, and K. R. Chung, "The Development of Interactive Ski-Simulation Motion Recognition System by Physics-Based Analysis," *Transactions of the KSME C Industrial Technology and Innovation*, Vol. 1, No. 2, pp. 205-210, Dec. 2013.
- [5] Y. J. Cho, K. S. Park, "Design and Development of the Multiple Kinect Sensor-based Exercise Pose Estimation System," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 21, No. 3, pp. 558-567, Mar. 2017.
- [6] Orbbec 3D. Orbbec Astra [Internet]. Available : <https://orbbec3d.com/product-astra/>.
- [7] LATTEPANDA [Internet]. Available : <https://www.lattepanda.com/>