

게임 엔진을 활용한 스포츠 클라이밍 자세 및 동작의 사실적인 3D 애니메이션 구현 방안 연구

이은영*, 차경식*, 허명현*, 김동호**

*승실대학교 스포츠 IT 융합학과

**승실대학교 글로벌미디어학과

e-mail : ella@gsclab.kr, chaks88@gsclab.kr, heomaeng@gsclab.kr, cg@su.ac.kr

A Study on Creating Animation for Sport Climbing using Game Engine

Eun-Young Lee *, Kyungsik Cha*, Myeong-Hyeon Heo*, Dongho Kim**

*Dept. of Sports Information Technology, Soongsil University

**Global School of Media, Soongsil University

요 약

스포츠 클라이밍에서 효율적인 등반을 위해서는 인공 암벽의 홀드 위치 및 형태에 따라 역학적으로 이득이 높은 자세를 취할 수 있도록 반복적인 훈련이 필요하다. 교육자는 초급 수준의 등반자를 교육하기 위해서 매번 직접 시범을 보여야 하는 불편함이 있다. 만약 등반자 혼자서도 자세를 배울 수 있는 사실적인 등반 애니메이션이 제공된다면, 효율적인 훈련이 가능할 것이다.

이에 본 논문에서는 게임 엔진의 역운동학 기능으로 제작 과정을 간소화하고 게임 콘솔용 깊이 카메라 기반의 모션 캡처 데이터를 분석 및 적용하여 올바른 등반 자세 교육을 위한 3D 캐릭터 애니메이션을 제작하는 방법을 제시한다.

향후 애니메이션이 제작되면 스포츠 클라이밍 교육 콘텐츠를 제작의 기초가 되어 기존 등반 교육 과정에서 제공하지 못했던 새로운 경험을 등반가들에게 제공할 것이다.

1. 서론

스포츠 클라이밍은 암벽 등반의 스포츠적 요소를 독립적으로 인정한 익스트림 스포츠이다. 현재 전 세계 약 2500 만명이 정기적으로 클라이밍을 즐기며 매일 약 3000 명이 클라이밍을 시작한다[1]. 인공암벽을 효율적으로 등반하기 위해서는 홀드의 위치 및 형태와 등반 경로에 따라 역학적으로 이득이 높은 자세를 취하는 것이 유리하다 [2]. 초급 수준의 등반가들은 기본적인 등반 기술들을 배우고 연습하기 위해 비교적 안전한 실내 암벽장을 이용한다(그림 1). 등반가들은 주로 교육자나 숙련된 등반가의 시범을 보고 따라서 반복 연습하는 과정을 통해 등반경로와 기술을 익힌다. 따라서 교육자는 등반가를 교육하기 위해서 매번 직접 시범을 보여야 하는 불편함이 있다.



(그림 1) 실내 암벽장의 모습(좌)와 인공암벽을 등반하고 있는 모습(우)

따라서 본 연구는 스포츠 클라이밍 교육 환경에 도움

을 제공하고자 게임엔진의 역운동학 기능과 게임 콘솔용 깊이 카메라를 이용한 모션 캡처 데이터가 애니메이션 제작에서 어떻게 활용되고 있는 지와 이를 이용한 스포츠 클라이밍 애니메이션 제작 방법을 제시한다.

2. 관련 연구 및 사례

2.1 스포츠 클라이밍 관련 연구

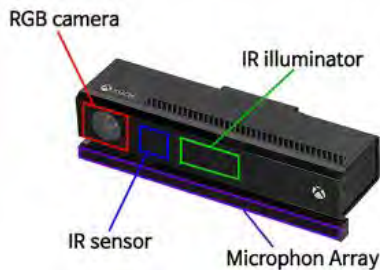
스포츠 클라이밍과 관련된 다양한 연구들이 존재하고 있으나 대부분의 연구는 클라이밍의 생리학적 측면을 다루고 있다[3, 4, 5]. 클라이밍의 정신적인 측면과 부상에 대한 연구들도 포함된다[6, 7, 8]. 상대적으로 클라이밍에 ICT 기술을 접목한 연구들은 부족한 실정이다[9, 10]. 등반 전략과 등반가들의 움직임 분석한 연구가 있지만, 스포츠 클라이밍만의 독특한 움직임과 역학에 대한 이해는 상당히 미비하다 [11]. 특히 홀드의 특성에 따른 신체 중심(COG)의 변화와 수직 벽에 매달려서 자세를 유지한다는 점은 사실적인 애니메이션 구현이 어려운 이유이다. 따라서 스포츠 클라이밍의 독특한 동작과 움직임들을 표현하기 위해 동작인식 기술을 접목하여 실제 움직임이 반영된 애니메이션을 제작해야 할 것이다.

2.2 게임엔진과 모션캡처를 이용한 애니메이션 기술

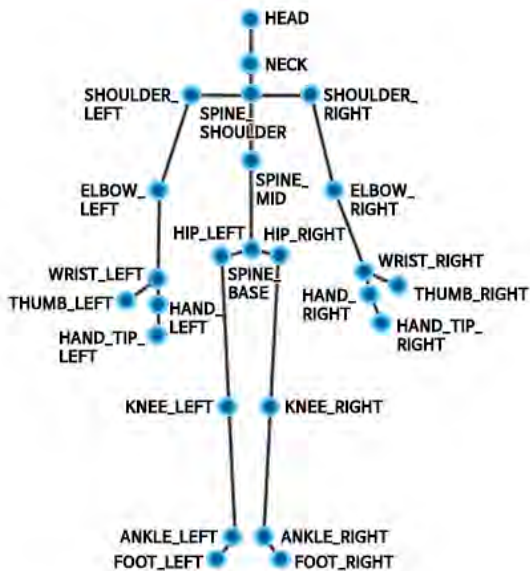
컴퓨터 그래픽 기술의 산업구조는 저비용, 개인 생산 그리고 개인 소비의 형태로 변화하고 있다[12]. 특히 게임엔진의 비약적인 발전은 높은 수준의 게임 콘텐츠들을 쉽게 구현할 수 있도록 해주었다.

게임 콘솔용으로 개발된 깊이 카메라들은 개인이 모션캡처 장비로 사용할 수 있는 환경을 제공하였다. Kinect 는 Microsoft 사에서 컨트롤러 없이 카메라와 마이크로 동작과 음성을 인식하도록 개발한 주변기기로 그림 2 와 같이 구성되어 있다. IR illuminator 가 적외선을 픽셀 단위로 투사하면, IR sensor 가 송출한 적외선 픽셀들을 수신하고 이미지의 3 차원 좌표를 만들어 인식한다. Microsoft 사는 Kinect 와 함께 Kinect SDK 를 배포했으며, SDK 2.0 의 NUI(Natural User Interface) API 를 통해 25 개의 관절의 위치(그림 3)를 찾아내어 뼈대 프레임 정보를 제공한다.

현재 게임 콘솔용 깊이 카메라를 이용한 게임 엔진 기반의 애니메이션 제작이 활발히 이루어지고 있다.



(그림 2) Kinect 2.0 의 센서



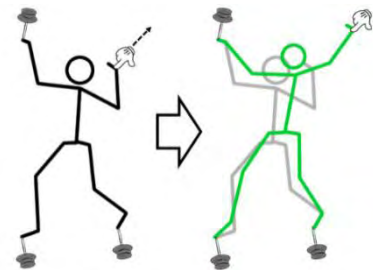
(그림 2) Kinect 2.0 에서 인식 가능한 25 개의 관절

게임엔진에서 구현한 캐릭터의 자세와 동작 애니메이션에 실제 클라이밍 동작의 모션 캡처 정보를 적용하여 수정하는 과정을 거친다면 사실적인 동작 구현의 측면에서 효율적인 애니메이션 구현이 가능하다.

3. 게임 엔진을 활용한 모션 캡처 데이터 적용

역운동학 애니메이션 제작 프로세스

게임엔진에서는 모션 캡처를 통해 얻은 애니메이션을 휴머노이드 골격의 캐릭터에 적용하는 것이 가능하다. 또한 역운동학 기능이 구현되어 물체의 위치에 따라 캐릭터의 관절이 움직이는 것을 스크립트를 통해 자동 구성되도록 할 수 있다.



(그림 3) 역운동학 알고리즘을 이용한 자세제어의 예시

역운동학은 엔드 이펙터 위치에서 조인트 로테이션을 처리할 수 있는 방법으로 자연스러운 자세 제어를 위해 사용되는 기법(그림. 3)이다. 하지만 기존의 역운동학 알고리즘을 이용하여 인체와 같은 물리적 제약 조건이 많은 삼차원 캐릭터를 제어하는 경우, 실제와 유사한 전체적인 형태를 만들기 위해서는 상당한 어려움이 따른다[13].

3.1 게임 엔진의 역운동학 기능을 이용한 애니메이션

스포츠 클라이밍은 인공 암벽에 설치된 홀드를 잡고 디디면서 이동하기 때문에 암벽면에서 떨어진 손이나 발 외에는 나머지 손과 발이 홀드에 위치해 있다는 특징이 있다. 따라서 아래 쪽의 계층구조를 따라 자세를 생성하는 역운동학 기법을 이용하는 것이 자세 생성에 유리하다.

하지만 역학적 이득을 위해 취하는 스포츠 클라이밍 특유의 자세와 리드미컬한 움직임은 역운동학 기능만으로는 자연스러운 구현이 어렵다.

또한 등반가는 ‘Left-Right Rule’ 에 따라 이동 동작을 수행하며 이에 부합한 이동 애니메이션 로직을 생성해야 한다.

3.2 모션 캡처 데이터를 적용한 애니메이션

역운동학 기능으로 생성한 자세의 부자연스러움을 극복하기 위해서는 모션 캡처를 통해 얻은 관절 데이터에서 획득한 정보를 토대로 등반 자세 및 동작의 생체역학적 특성을 분석 한 후 이를 애니메이션에 적용하는 과정이 필요하다.

각 이동 단계에서 실제 등반 시에 사용하는 관절들의 사용 범위에 따라 캐릭터의 관절 범위를 제한한다면 부자연스러운 자세의 생성을 최소화할 수 있다.

또한 홀드 간 이동 주기 내에서 각 관절의 각도와 속도가 변화하는 양상을 역운동학으로 구현한 애니메이션에 반영하면 보다 자연스러운 등반 동작을 표현할 수 있다.

이에 본 연구에서는 게임 엔진 내의 역운동학 기법을 적용하여 애니메이션 제작 공정을 간소화하고 계

임 콘솔용 깊이 카메라를 이용한 모션캡처 데이터를 분석 후 적용한 애니메이션 제작 프로세스(그림 4)를 다음과 같이 제시한다.



(그림 4) 모션캡처 데이터를 적용한 역운동학 애니메이션 제작 프로세스.

4. 제안 기법의 차별성 및 기대 효과

기존의 캐릭터 애니메이션 제작 과정은 애니메이션 저작 도구를 숙달한 전문가가 수작업으로 진행하여 많은 비용, 시간과 노력이 필요하다. 하지만 본 연구에서 제시한 애니메이션 제작 프로세스는 게임 엔진 내의 역운동학 알고리즘을 이용하여 3D 캐릭터의 애니메이션 제작 과정을 간소화하였다.

마커기반 모션캡처 데이터를 이용한 3D 애니메이션 제작은 실제 동작과 흡사한 애니메이션 제작이 가능하다는 장점이 있지만 촬영을 위한 준비과정이 복잡하고 많은 비용이 발생하며 촬영하는 사람의 숙련도에 따라 데이터가 상이하다는 단점이 있다. 게임 콘솔용 깊이 카메라는 적은 비용으로 보다 간편하게 관찰 데이터를 추출할 수 있고 추출한 애니메이션을 바로 게임 엔진에 적용할 수 있다.

스포츠 클라이밍 외에 다양한 스포츠의 시뮬레이션

을 위한 애니메이션 제작에 적용한다면 기존 애니메이션 제작 방법보다 시간과 비용의 면에서 보다 효율적이며 보다 자연스러운 애니메이션 제작할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

스포츠 클라이밍에 대한 높은 관심과 함께 세계 각국에서 ICT 기술과 융합된 기술이 다양하게 개발되고 있으나 실제로 적용할 수 있는 기술은 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 게임엔진의 역운동학 기능과 게임 콘솔용 깊이 카메라를 이용한 모션 캡처 애니메이션을 이용한 스포츠 클라이밍 애니메이션의 제작 방법에 대해 제안하였다.

하지만 본 연구에서 제안한 기법은 지면에 수직인 암벽과 지지 각도가 지면과 수직인 홀드에서만 적용될 수 있다는 한계가 있다. 따라서 암벽의 기울기와 홀드의 크기, 지지 각도 등의 특성을 반영하여 다양한 자세와 이동 기술을 제공하는 애니메이션 구현 방안에 대한 연구를 수행 중이다.

향후 실제 인공암벽의 굴곡면과 각 홀드의 입체 정보를 추출하는 기술이 개발된다면, 본 연구에서 제안한 스포츠 클라이밍 애니메이션을 바탕으로 등반가들에게 실제 인공 암벽과 호환되는 시뮬레이션 시스템을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.

참고문헌

- [1] International Federation of Sport Climbing. (2014). Retrieved Feb. 12, from <http://www.ifsc-climbing.org/index.php/about-ifsc/what-is-the-ifsc/key-figures>.
- [2] Horst, E. (2012). Learning to Climb Indoors. Rowman & Littlefield.
- [3] Fanchini, M., Violette, F., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2013). Differences in climbing-specific strength between boulder and lead rock climbers. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(2), 310-314.
- [4] Mermier, C. M., Robergs, R. A., McMinn, S. M., & Heyward, V. H. (1997). Energy expenditure and physiological responses during indoor rock climbing. British journal of sports medicine, 31(3), 224-228.
- [5] Watts, P. B. (2004). Physiology of difficult rock climbing. European journal of applied physiology, 91(4), 361-372.
- [6] Green, A. L., & Helton, W. S. (2011). Dual-task performance during a climbing traverse.

- Experimental brain research, 215(3-4), 307-313.
- [7] Wright, D. M., Royle, T. J., & Marshall, T. (2001). Indoor rock climbing: who gets injured?. *British journal of sports medicine*, 35(3), 181-185.
- [8] Paige, T. E., Fiore, D. C., & Houston, J. D. (1998). Injury in traditional and sport rock climbing. *Wilderness & environmental medicine*, 9(1), 2-7.
- [9] Ladha, C., Hammerla, N. Y., Olivier, P., & Plötz, T. (2013, September). ClimbAX: Skill assessment for climbing enthusiasts. In *Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing* (pp. 235-244). ACM.
- [10] Kajastila, R., & Hämäläinen, P. (2014, April). Augmented climbing: Interacting with projected graphics on a climbing wall. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1279-1284). ACM.
- [11] Russell, S. D., Zirker, C. A., & Blemker, S. S. (2012). Computer models offer new insights into the mechanics of rock climbing. *Sports Technology*, 5(3-4), 120-131.
- [12] 최철영, 조승우, & 이준석. (2013). 휴먼 IK 와 키넥트를 이용한 CG 캐릭터 애니메이팅 공정 연구. *애니메이션연구*, 9(4), 180-199.
- [13] 이범로, & 정진현. (2002). 자연스러운 자세 제어를 위한 귀납적 역운동학 알고리즘. *정보과학회 논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터*, 8(4), 367-375.