

VR Skywalking: 스카이워커 기구를 활용한 가상현실 운동 시스템

VR Skywalking: A VR Fitness System Using a Skywalker Equipment

최혜진

Hyejin Choi

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering, POSTECH
hyejin1208@postech.ac.kr

차호준

Hojun Cha

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering, POSTECH
hersammc@postech.ac.kr

최승문

Seungmoon Choi

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering, POSTECH
choism@postech.ac.kr

요약문

본 연구에서는 스카이워커(Skywalker, ROVERA) 운동기구와 HMD 를 결합하여 사용자가 게임을 하는 것처럼 즐기면서 운동 할 수 있는 VR 운동 시스템을 구현하였다. VR Skywalking 은 스카이워커 운동기구 위에서의 사용자 움직임을 감지하여 해당 정보를 VR 환경에 반영한다. VR 환경에서 사용자는 본 연구의 VR 운동 시스템 속 스토리 진행을 통해 다양한 게임 요소를 경험하게 된다. 이를 통해 사용자는 실재감 넘치고 몰입도가 강한 가상현실을 경험할 수 있다.

주제어

가상현실(Virtual Reality), 운동(Fitness System), 몰입감(Immersion), 실재감(Presence)

1. 서론

세계 보건 기구 WHO 에 따르면 약 19 억명 이상의 성인이 과체중으로 문제를 겪고 있다[1]. 이러한 과체중은 당뇨병, 고혈압, 고콜레스테롤혈증과 같은 질병을 유발할 수 있는 비만으로 발전이 가능하기 때문에 심각한 사회 문제 중 하나로 여겨지고 있다[2]. 그리하여 오늘날 많은 사람들이 비만의 위험성에 대해 인지하고 건강을 위해 규칙적인 운동을 하려고 한다.

하지만 악천후와 같은 외부요인으로 인하여 실외에서 운동할 수 없는 상황이 종종 발생한다. 그리하여 많은 사람들이 체력단련실을 방문하지만, 체력단련실에서 운동은 같은 장소에서 같은 행위를 반복하는 것이기 때문에 상당수의 사람들이 지루함을 느낀다. 사람들은 이러한 지루함을 달래기 위해 운동을 하면서 음악을 감상하거나 TV 프로그램을 시청하지만, 이러한 매체들은 운동하는 사람과의 상호작용이 존재하지 않기 때문에 몰입도가 떨어지는 단점을 지니고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 사람들이 다양한 상호작용을 통해 몰입하면서 운동을 할 수 있는 VR 운동 시스템 'VR Skywalking'을 제안한다.

본 연구에서 제시하는 것처럼 사람의 걷는 행위를 가상 현실에서 활용한 연구들이 존재한다. Darken 등은 트레드밀(Treadmill)을 사용하여 실제 걸음과 가상 현실 속 움직임을 일치시켰으며[3], Iwata 는 이를 응용하여 같은 자리에서 계속 움직일 수 있는 디바이스를 고안하여 가상현실에 접목시켰다[4]. 이를 통해 몸의 움직임과 시각의 간극으로 인해 발생하는 멀미를 줄이는 것[5]과 동시에 가상 현실 속 실재감을 높였다. 또한 Papegaaaj 등은 가상 및 증강 현실에서 균형 잡힌 걸음걸이를 연습하는 연구를 진행하였다[6].

한편, 가상환경에서 운동 또는 재활치료의 효과에 관한 많은 연구가 진행되어왔다. Zhang 등은 가상 현실에서의 운동이 신체 활동이 어려운 사람들의 활동적 생활을 유도하는데 도움을 준다는 사실을 밝혔으며[7], Bruun-Pederson 등은 가상 환경에서의 자전거 타기를 통하여 노인들의 운동을 유도하는 연구를 진행하였다[8].

이외에도 가상현실과 운동의 접목을 기반으로 한 개발들이 시도되고 있다. 최근 출시된 VR 운동 시스템으로, 실내 자전거(VZ Bike, VIRZOOM)¹ 혹은 조정 기계(Holofit, HOLODIA)²를 활용하여 제작되거나 플랭크 자세 유지 기구를 제작하여 만들어진 시스템이 존재한다(ICAROS, ICAROS GmbH)³.

본 연구에서는 기존에 연구된 가상현실 속 운동과 달리 걷기 운동이 가능한 스카이워커 운동기구와 HMD 를 결합하여 VR 운동 시스템 'VR Skywalking'을 개발하였다. 또한 사용자 평가를 통해 VR 운동 시스템의 효능과 한계점을 알아보았다.

¹ <https://www.virzoom.com/>

² <http://www.holodia.com/>

³ <http://www.icaros.com/>

2. VR SKYWALKING

2.1 스카이워커 운동기구 분석

스카이워커 운동 기구는 그림 1에서 표시된 바와 같이 두 개의 발판과, 이와 연결된 손잡이로 구성되어 있다. 사용자는 발판 위에 올라간 후, 손잡이를 잡고 발을 앞뒤로 움직이면서 걷는 것과 같이 움직일 수 있다.

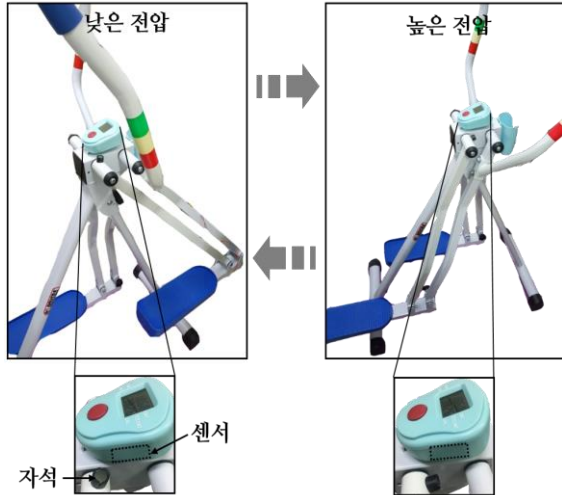


그림 1 스카이워커 기구와 발판의 위치에 따른 센서의 출력 전압 변화

스카이워커 운동기구에는 사용자의 사용시간, 걸음 수, 소모 칼로리 등을 나타내는 LCD 모니터 시스템이 존재한다. 본 연구에서는 스카이워커 운동기구 위의 사용자 움직임을 가상현실에 반영하기 위하여 해당 모니터의 센서 모듈을 분석하였다. 그림 1과 같이 LCD 모니터 속에는 자력을 감지하는 센서가 부착되어 있으며, 해당 센서는 발판과 연결된 중심축에 달린 자석의 움직임에 따라 전압의 변화가 생긴다. LCD 모니터 속 센서와 아두이노 메가(Arduino Mega2560, Arduino)를 연결한 후, 센서 전압 값의 증가를 '0'으로 감소를 '1'로 매핑하여 시리얼통신을 통해 게임엔진(Unity5.5, Unity)으로 전달함으로써 사용자의 움직임 정보를 VR 어플리케이션에 적용하였다.

2.2 VR 게임 시나리오 구성

사용자는 스카이워커 운동기구에 오른 후, HMD를 착용하여 VR Skywalking을 즐길 수 있다. VR Skywalking 시스템은 도입부, 메인 스토리, 엔딩 세 파트로 구성된다.

• 도입부

본 연구의 VR Skywalking 어플리케이션은 사람의 걸음 운동을 돕기 위하여 제작되었기 때문에 러닝 액션 게임(Running action game)의 형식을 띠고있다. VR

Skywalking 은 좀비가 둘러싼 비행선에서 주인공이 탈출하여 구명정에 타면, 이를 본 좀비들이 주인공을 쫓기 시작하면서 이야기가 시작된다.

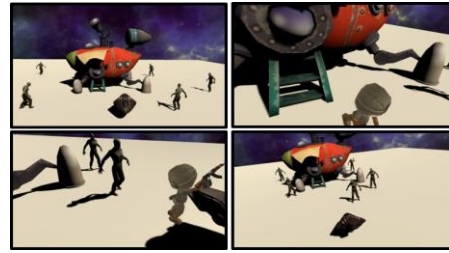


그림 2 인트로 영상

• 메인

본 어플리케이션은 게임적인 요소를 제공함과 동시에 HMD를 착용한 사용자의 시선 가운데에 등장하는 커서를 움직이거나 몸을 움직이는 행위를 통해 사용자가 VR Skywalking과 상호작용을 하도록 유도하였다.

VR Skywalking에는 사용자 고유의 HP가 존재하며 길의 좌측 하단에 위치하여 항상 확인 할 수 있다. 트랙의 우측에는 사용자의 상대속도를 표시하였다. 속도 단위인 [km/s]는 임의로 설정한 단위로서 실제 사용자가 읽기 편하지만 설정한 우주 환경에 적합한 단위로 선정하였다.

사용자가 보다 활발히 움직이며, 지루하지 않도록 하기 위해 혜성과 좀비라는 게임 요소를 도입했다. 혜성은 멀리서 사용자의 방향으로 날라오며, 사용자는 혜성의 접근을 시각적, 청각적으로 알 수 있다. 혜성이 접근하는 것을 머리를 좌우로 움직여 회피하거나, HMD 화면 중앙의 커서로 혜성의 중앙을 일정시간 이상 쳐다보는 행위를 통해 혜성을 파괴시킬 수 있다. 사용자의 움직임을 돕는 다른 요소로 좀비가 존재한다. 좀비는 마라톤의 페이스 메이커와 유사한 역할을 하여 사용자가 일정 속도 이상 유지하도록 유도한다. 사용자의 속도가 느려지면 각각의 좀비는 사용자에게 접근하여 피해를 준다. 사용자와 좀비의 속도 차이가 일정 값을 초과하면 사용자와 너무 멀어지지 않도록 일정 거리를 유지하며 추격하도록 배치하였다. 혜성을 피하지 못하거나, 속도가 느려져 좀비와 접촉하게 되면 사용자의 HP는 줄어들게 된다.

도입부가 끝난 후 사용자가 페달을 밟기 시작하면 VR 게임이 시작되며 후방의 좀비들이 디스플레이 전방의 거울 상에 표현된다. 거울은 스카이워커 운동 기구 위에서 HMD를 착용한 사용자가 뒤돌아보는 위험한 행위를 하지 않도록 하기 위해 만들어졌다. 이 거울은 앞에서 날라오거나, 보이는 다른 물체들을 가리지 않기 위해 반투명하게 제작되었다.

또한 일정 시간마다 세 종류의 HP박스가 임의의 위치에 생성된다. 화면 중앙의 커서로 박스를 응시하는 것을 통해 선택이 이루어진다. 노란 박스는 HP를 줄여 들게 하며, 빨간 박스는 HP를 회복 시킨다. 검은 박스는 확률적으로 피해를 주거나 회복을 시키게 된다.

마지막으로 같은 배경에서 운동을 계속 하면 사용자는 다시 지루함을 느낄 수 있기 때문에 우주 배경을 바꾸는 게임 요소를 추가하였다. 그림 3과 같이 일정 시간마다 사용자 앞에 'Jump to another galaxy'라는 문구가 뜨며 2개의 우주 배경이 띄워진 구체가 좌우로 나타나게 된다. 사용자는 하나의 구체를 바라보는 것을 통해 해당 우주로의 전환을 선택하게 되며, 새로운 우주로 배경이 바뀌게 된다. 본 어플리케이션에 사용된 우주의 종류는 그림 4와 같다.



그림 3 우주 배경 선택

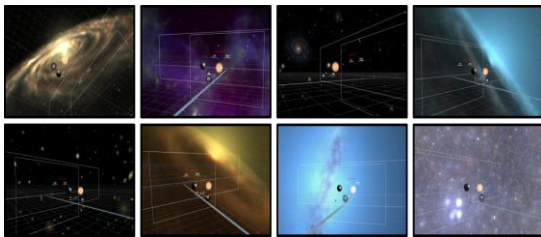


그림 4 Skywalking의 우주 배경

• 마무리

체력이 모두 닳거나 일정 걸음 이상 걸어 목표 칼로리를 소비할 경우, 게임은 끝나게 되며 더 이상 걸음을 세지 않는다. 엔딩 화면에 도달하면 화면이 어두워지며 엔딩까지 운동한 칼로리의 양을 엔딩 화면에 나타나게 하였다. 해당 칼로리는 스카이워커 모니터에 표시되는 소모 칼로리와 일치하도록 하였다.

3. 사용자 평가

3.1 진행방법

신체 건강한 12명의 성인 남녀(대학생 및 대학원생)를 대상으로 실험을 진행하였다. 사용자는 2가지 실험 조건에서 스카이워커 운동기구를 5분간 사용하였다. 첫번째 실험 조건에선 사용자가 원하는 TV 프로그램을 시청하면서 운동을 진행하며, 두번째 조건에선 HTC Vive를 착용하여 VR Skywalking을 하면서 운동을 진행하였다. 진행 순서에 의한 차이를 제거하고자 피실험자마다 실험 조건의 순서를 달리하여 진

행하였다. 실험이 끝난 후, 피실험자는 운동의 지속성에 관한 도움 여부, 몰입도, 어지러운 정도, 재미, 편안함, 위험하게 느껴지는 정도에 대하여 평가를 하였다.

3.2 결과

표 1. 피실험자의 조건 별 운동량 (평균±표준편차)

운동량\운동조건	VR	TV
칼로리	53±5.66	49.67±2.12
걸음 수	755.75±127.88	710.25±73.85
속도	4.90±0.89	4.49±0.49

표 1에서 보여주는 실제 운동을 추적하고 기록한 정량적 데이터 결과는 VR Skywalking 시스템의 가능성을 충분히 보여주고 있다. 정량적 데이터인 칼로리, 걸음 수, 속도 측면에서 TV 시청과 비교하였을 때 VR Skywalking 시스템이 우세를 보여주고 있다. 그러나 각 데이터 별 표준편차가 매우 큰 값을 보이는데, 이는 개인별 평소 운동량과 걸음 속도, 운동 기구에 대한 적응도 등에 의한 개인차가 많이 존재하기 때문으로 판단된다.

표 2. 조건 별 사용자 평가 응답 점수 (평균±표준편차)

응답항목\운동조건	VR	TV
지속성	65.71±33.8	65.36±10.59
몰입도	75.71±23.61	69.29±21.12
재미	65.48±25.73	74.23±14.35
편안함	38.15±16.69	82.80±14.73
어지러움	38.39±23.55	4.46±7.2
위험도	57.32±29.01	7.08±9.36

그러나 두 실험 조건에 관한 정성적 결과는 표 2과 같이 좋지 않은 결과를 보인다. VR Skywalking이 몰입도와 지속성 부분에서 미세하게 앞서지만 전반적으로 개인간의 편차가 크며, 재미 부분은 오히려 TV 시청시 보다 낮은 점수를 보여준다. 또한 편안함, 어지러움, 위험도 영역에서도 VR Skywalking의 점수가 좋지 않음을 알 수 있다.

개인별 표준 편차가 큰 이유는 VR 환경에서 운동에 대한 개인별 호불호 차이 때문이라 판단된다. 주관적 설문 응답에 의하면 재미 항목의 경우, TV 시청은 TV 프로그램 자체에 대한 평가가 많았으며 따라서 사용자가 평소 좋아하는 '무한도전'과 같은 TV 프로그램을 선택할 수 있었던 것에 비해, 선택적 요소가 없

었던 VR 환경이 불리했던 것으로 보여진다. VR 어플리케이션의 재미 부분에 관한 평가로 사용자의 움직임에 따른 주변 환경의 변화가 새롭다는 의견이 많았다. 편안함 항목에 대해서는 주로 HMD 무게에 대한 의견이 많았으며, 어지러움과 위험도 항목은 개인별 의견차이가 존재하였다. 또한 일부는 시선 기반 상호작용(gaze interaction)으로 인한 어지러움을 느꼈으며, 일부는 머리를 움직이는 등의 게임 요소로 인한 불편함을 호소하였다.

3.3 토론

피실험자의 대부분 운동 도중 손잡이의 위치를 알 수 없는 것과 같은 주변 상황을 볼 수 없는 측면에서 위험함을 느끼는 것으로 나타났다. 이를 극복하기 위해 AR에서의 콘텐츠 개발 또는 AR에 준하는 VR에서의 현실 공간 매핑을 제공할 필요가 있다. 따라서 스카이워커 운동기구 형태와 매핑되는 가상의 운동기구를 VR 환경에 표시하여 실제 모습을 보여줌으로써 사용자의 불안감을 해소할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 HMD의 구조상 디스플레이가 존재하는 앞쪽에 무게가 치우치는 경향이 있으며, 이로 인하여 HMD를 착용하고 운동할 경우 사용자가 불편함과 피로함을 느끼는 단점이 존재한다. 따라서 상대적으로 무게가 골고루 분포된 구조인 홀로렌즈(HoloLens, Microsoft)를 사용하여 본 시스템을 구현하면 해당 문제를 해결할 수 있을 것이다.

4. 결론

본 연구에서는 일상 생활에서 많은 사람들이 운동을 할 때 콘텐츠에 몰입하여 재미를 느낄 수 있는 VR 운동 시스템을 개발한 후 사용자 실험을 진행하였다. VR 운동 시스템에서 지속성과 몰입도 부분에서 높은 점수를 얻었으나 유의미한 차이를 보이지 못했으며, 편안함, 어지러움, 위험도 부분에서는 좋지 못한 결과를 얻었다. 그러나 TV를 시청하며 운동할 때보다 실제 소모 칼로리와 걸음 수, 속도 측면에서 더 좋은 결과를 얻었다. 이를 통해 HMD의 무게로 인한 사용자의 불편함, 주변환경을 보지 못하는 위험성 등으로 인하여 사용자 평가에서 좋지 못한 점수를 얻었지만, 실제 VR 환경 속에서 운동을 하면서 많은 피실험자가 게임에 몰두하였으며 향상된 운동효과를 보였다는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후 AR 혹은 전면 카메라를 사용하여 사용자의 안정성과 편안함을 향상시키는 것과 동시에 더욱 다양한 흥미 요소를 추가하여 게임성을 보완하면 우리의 목표에 맞는 시스템으로 발전시켜 나갈 수 있을 것이라 사료된다.

사사의 글

본 연구는 중견연구자지원사업 (NRF-2017R1A2B4008144) 지원으로 수행되었다.

참고 문헌

1. World Health Organization | Obesity, <http://www.who.int/topics/obesity/en/>.
2. Grundy, S. M. Obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* Vol. 89, No. 6, (2004), 2595-2600.
3. Darken, R. P., Cockayne, W. R., and Carmein, D. The omni-directional treadmill: a locomotion device for virtual worlds. In *Proc. the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM Process, (1997), 213-221.
4. Iwata, H. Walking about virtual environments on an infinite floor. In *Proc. IEEE Virtual Reality*, (1999), 286-293.
5. Akiduki, H., Nishiike, S., Watanabe, H., Matsuoka, K., Kubo, T., & Takeda, N. Visual-vestibular conflict induced by virtual reality in humans. *Neuroscience letters*, Vol. 340, (2003), 197-200.
6. Papegaaij, S., Morang, F., and Steenbrink, F. Virtual and augmented reality based balance and gait training. <https://www.hocoma.com/wp-content/uploads/2017/02/Motek-whitepaper-2017-02-02.pdf>
7. Zhang, S., Banerjee, P. P., & Luciano, C. Virtual exercise environment for promoting active lifestyle for people with lower body disabilities. In *Proc. IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC 2010)*, 80-84.
8. Bruun-Pedersen, J. R., Serafin, S., & Kofoed, L. B. Motivating elderly to exercise-recreational virtual environment for indoor biking. In *Proc. IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH 2016)*, 1-9.