

# HMD를 활용한 가상현실 전정재활 콘텐츠 개발

이성진\*, 성낙준\*, 홍민\*\*

\*순천향대학교 컴퓨터학과

\*\*순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

e-mail : fijianwa@gmail.com, njsung@sch.ac.kr, mhong@sch.ac.kr

## Development of virtual reality vestibular rehabilitation contents using HMD

Sungjin Lee\*, Nak-Jun Sung\*, Min Hong\*\*

\*Department of Computer Science, Soonchunhyang University

\*\*Department of Computer Software Engineering, Soonchunhyang University

### 요 약

어지럼증은 모든 사람들이 일상생활에서 겪는 가장 흔한 질병 중 하나이다. 이러한 어지럼증은 주로 전정 기관의 약화 및 충격으로 인한 다양한 원인에 의해 유발되며 전정 재활을 통해 회복 될 수 있다. 전정 재활은 다양한 형태로 존재하지만 모든 사람을 위해 수행 할 수 있는 보편적인 방법으로 훈련의 목적은 눈, 머리 및 균형 운동을 통해 전정 기관을 반복적으로 운동하는 것이다. 그러나 이러한 재활은 지루하고 흥미가 없으므로 환자가 계속 훈련을 하고 제대로 수행하고 있는지 확인하는 것이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 Unity3D 및 FOVE HMD를 사용하여 재미있고 평가 가능한 가상 현실 전정 재활의 내용을 구현했다.

### 1. 서론

최근 의사나 학생을 위한 의료훈련 도구인 VRT(Virtual Reality Therapy)의 수요가 꾸준히 증가하고 있다. VR 환경에서는 교통사고를 당한 환자를 위한 수술과 같은 의료 활동을 수행해 볼 수 있다. 그러나 이것은 실제 환자를 대상으로 하는 것이 아니기 때문에 환자에 대한 위험은 없다. VRT의 장점으로 누구에게나 적용 할 수 있는 가상 시뮬레이션 환경을 만들 수 있다는 것을 꼽을 수 있다.

어지럼증은 사람들에게 흔한 질병이다. 이것은 전정 기관의 약점, 충격 및 신경계의 문제로 인해 발생한다. 특히 고령자는 어지럼증의 발병률이 높고 이로 인한 2차 사고가 발생할 수 있으므로 항상 주의를 기울일 필요가 있다. 어지럼증을 호전시키기 위해서는 약물 치료를 하거나 전정 재활 훈련을 수행해야 한다. 약물 치료의 경우, 어지러움을 전달하는 신경계가 완화되어 증상이 완화된다. 그러나 이러한 방법은 약물을 사용하지 않으면 다시 어지럼증을 일으키는 단점이 있다. 이러한 이유로, 신경학적 문제나 일시적으로 어지러움을 없애주는 약물 대신에 전정 기관을 강화시키는 재활 운동을 하는 것이 일반적이다. 전정 재활 훈련은 어지러움의 증상에 적응할 수 있도록 안구, 머리 및 균형 운동을 반복적으로 수행한다. 이러한 전정 재활 훈련은 훈련의 방법에 따라 두 가지 유형으로 눈과 목이 추가 되어있는 Cooksey Training과 눈과 목이 복합적

으로 들어가야하는 Herdman view 운동이 있다. 재활훈련 프로그램을 수행하는 동안 의료 전문가는 환자가 재활훈련을 제대로 수행하는지 관찰해야한다. 이 때 환자의 증세 회복 수준은 프로그램에 집중하는 시간에 따라 결정된다. 따라서 우리는 환자가 지루하지 않게 재활훈련을 수행 할 수 있는 방법을 필요로한다. 이를 위해 본 연구에서는 Unity 3D를 사용하여 가상현실 기반의 재활훈련 콘텐츠를 만들었고 재활에 집중하고 흥미를 느낄 수 있도록 게임 형태로 콘텐츠를 만들었다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 전정재활 훈련

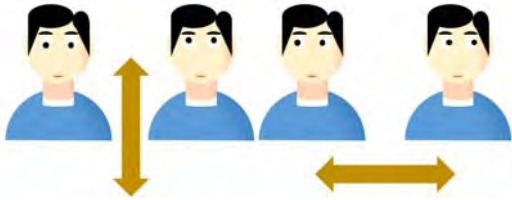
전정 재활 훈련은 1940 년대 뇌 손상과 어지럼증을 가진 환자를 재활시키기 위해 개발되었다. 전정 장애 후, 머리가 많이 움직였을 때 회복이 빠르다는 것을 발견했다 [1-2]. 약물치료와 전정 재활 운동을 비교 한 결과, 재활 운동 그룹이 가장 큰 증상 완화를 보였으며 다른 실험 그룹은 효과가 없거나 악화되었다[3]. 전정 재활 훈련의 목표는 환자를 위해 전정 기능의 적응, 강화, 교정 및 균형 조절을 수행하는 것이다. Cawthorne - Cooksey 운동이라는 일반적인 치료 방법이 있는데 이러한 종류의 재활 훈련은 배우기 쉽고 비용이 저렴한 장점이 있다.

본 논문에서는 가상현실 환경에서 쉽게 만들 수 있는 세 가지 재활 훈련을 제공한다. 먼저 어지럼증을 느끼기 위해 자극을 계속 노출시키고 어지러운 상황에 적응하도록 환자를 훈련시키는 전정 적응 훈련이 있다. 전정 적응

운동은 강제로 어지럼증을 유발하여 전정 기능을 강화하는 훈련으로, 위험성이 높아 어지럼증 전문가의 지도하에 수행 및 모니터링 되어야한다. 전정 적응 운동의 전형적인 예로 Herdman 운동을 들 수 있다[4].

### 2.1.1 Cawthorne - Cooksey Training

그림 1, 2, 3은 Cawthorne - Cooksey Training을 나타낸다.



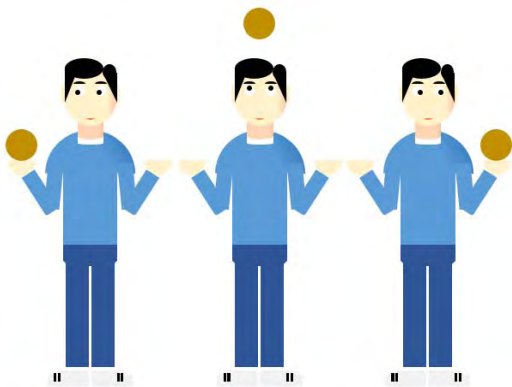
(그림 1) Cooksey Training no.1

- a) 위, 아래를 보시오.
- b) 좌, 우를 보시오.



(그림 2) Cooksey Training no.2

- a) 머리를 위, 아래로 움직이시오.
- b) 머리를 좌, 우로 움직이시오.



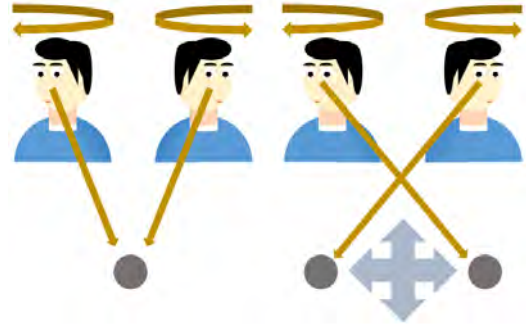
(그림 3) Cooksey Training no.3

- a) 한손으로 공을 잡으시오.
- b) 눈보다 더 높게 공을 던지시오.
- c) 다른 손으로 공을 잡으시오.

또한 눈 운동 이외에도 공 운동, 직선 걷기 운동 등 다양한 운동이 존재한다. Cawthorne - Cooksey 운동 방법은 누워있는 자세, 앉은 자세, 서있는 자세 및 운동하는

운동으로 분류된다. 본 연구에서는 전문의의 참관 없이 재활 훈련을 제공하기 위해 위 운동 중 앉은 자세의 운동만을 구현하였다.

### 2.1.2 Herdman view exercise



(그림 4) Herdman view exercise

- a) 멈춰있는 물체를 눈으로 바라보며 머리를 왼쪽, 오른쪽, 위, 아래로 움직이시오.
- b) 물체가 왼쪽에서 오른쪽으로 위에서 아래로 이동하고 눈으로 따라가면서 머리를 물체와 반대 방향으로 향하게 하시오.

Herdman view 운동은 눈과 고개의 복합 운동을 수행하도록 설계되었으며, 본 연구에서는 앉은 자세에서만 수행하도록 구현하였다.

## 2.2 전정 재활 훈련의 효과

Cohen 등의 연구에서 Vestibular 재활 훈련은 비 훈련과 개별 훈련을 비교하여 일반적인 훈련보다 나은 결과로 나타났다[5]. 또한 연령, 성별 및 기간에 관계없이 좋은 결과를 나타냈다. 단국대학교의 연구에 의하면 전정 재활 훈련을 실시한 결과, 양측성 병변과 중부 병변이 있는 환자가 유의한 개선을 보였다[6].

### 3. 가상현실을 이용한 전정 재활 훈련 구축

VR 기술은 실제로 존재하지 않는 가상공간과 객체를 컴퓨터에 생성하고 시각, 청각 및 촉각과 같은 인간의 감각을 사용하여 상호 작용을 제공한다 [7]. 이를 통해 기존 PC 기반 콘텐츠가 제공하는 것보다 적은 공간 및 물리적 제약으로 특정 상황을 직접 또는 간접적으로 제공할 수 있다. 그 결과 더 많은 몰입 효과를 얻을 수 있다[8-9]. 본 연구에서는 이러한 VR 기반 콘텐츠를 만들기 위해 Unity 3D를 사용했다. Unity 3D는 VR 장치를 포함하여 다중 플랫폼에서 개발할 수 있는 물리 엔진이며 GUI가 매우 직관적이기 때문에 사용하기 쉽다는 장점이 있다[10-11].

또한 VR 환경에서 컨트롤러를 대체하는 방법으로 눈동자 추적 방법이 연구되었다. 본 논문에서는 눈동자 추적 알고리즘을 개발하는 대신 눈동자 추적 알고리즘이 탑재

된 HMD 인 FOVE를 사용 하였다. FPS(Frame Per Second : 초당 프레임율)가 낮으면 사용자는 현기증을 느낄 수 있다. 따라서 본 논문에서는 비교적 FPS가 높게 제공되는 FOVE로 VR 콘텐츠를 개발하였다.

<표 1> HMD 비교 표

분류	HMD	FOVE	HTCVIVE	Gear VR
플랫폼		PC	PC	Mobile (Android)
FPS		⊙ (120FPS)	○ (90FPS)	△ (60FPS)
컨트롤러		X	○	X

또한 콘텐츠를 구현하기 전 몇 가지 고려 사항을 추가 했다. FOVE에 제공된 인터페이스에서 안구가 추적되지 않으면 UI가 제대로 작동하지 않는 경우가 있다. 이 경우, 사용자가 예외 처리를 통해 눈이 측정되지 않을 때, UI는 눈이 측정된 직전 좌표를 통해 보정된다. 그리고 매 프레임마다 좌안 및 우안의 좌표를 산출하고, 그 평균값을 직전 좌표로 산출하여 동작시킨다.

3.1 안구의 움직임에 대한 콘텐츠



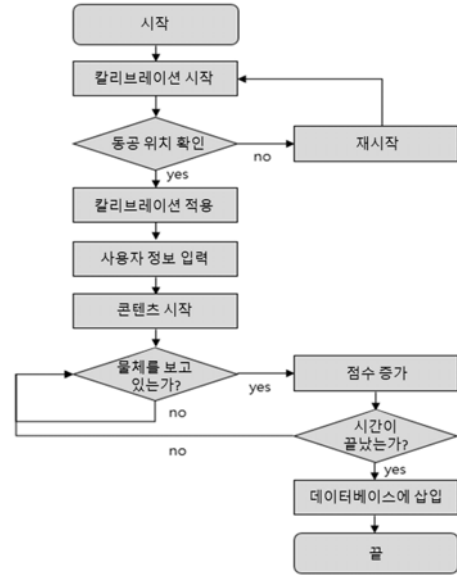
(그림 4) Cooksey Training 콘텐츠 no.1



(그림 5) Cooksey Training 콘텐츠 no.2

안구 운동은 머리가 고정 된 상태에서 상, 하, 좌, 우 방향으로 물체가 움직일 때 눈으로 따라가도록 하는 운동이다. 눈의 움직임을 사용자에게 보여줄 수 있는 원 형태로 물체를 만들고, 만들어진 물체가 목표물(그림 4와 5의 사과)과 겹쳐 있을 때 점수가 올라가도록 설계하였다. 물체가 목표물과 겹쳐 있지 않다면 점수는 증가하거나 감소하지 않는다. 이 때 중요한 점은 사용자가 머리를 움직여서는 안 된다. 그래서 경고 문구를 만들어 사용자가 머리를

다른 방향으로 움직이면 화면 중간에 경고 메시지가 나타난다. 그림6은 FOVE를 이용한 안구 운동 콘텐츠의 흐름도이다.



(그림 6) 콘텐츠 알고리즘 흐름도

3.2 안구 & 머리 움직임에 대한 콘텐츠



(그림 7) Herdman view 콘텐츠 no.1

해당 콘텐츠는 3.1절의 안구 움직임에 대한 콘텐츠의 기능에서 고개의 움직임을 포함하도록 구현하였다. 물체는 상, 하, 좌, 우로 움직이고 이 물체를 눈으로 따라가는 대신 머리는 물체와 반대방향으로 움직여야한다. 이 때 머리를 움직이지 않는 경우 3.1절의 콘텐츠와 마찬가지로 경고 문구를 사용자에게 제시하였다.

4. 결론

본 연구에서는 Unity3D를 이용하여 가상현실 기반의 전정 재활 콘텐츠를 구현 하였다. 일반적인 재활 훈련은 쉽지 않으며 환자가 제대로 수행했는지 여부를 판단하기가 어렵다. 또한 어지럼증 환자의 경우 재활 훈련 중 추락 및 충돌과 같은 다양한 사고를 일으킬 수 있다. 그러나 가상현실을 이용한 콘텐츠를 이용함으로써 흥미로운 형태로

환자에게보다 많은 재활 훈련을 제공 할 수 있고, 고도의 난이도의 재활 훈련을 안전하게 수행 할 수 있으며, HMD는 환자가 재활 훈련을 올바르게 수행했는지 여부를 확인하는 데 사용할 수 있다. 또한 본 연구에서 개발한 콘텐츠는 재활 훈련의 진행 상황을 판단하고 환자에게 이에 따른 피드백을 제공한다. 본 연구에서 개발된 재활 콘텐츠를 통해 임상실험을 수행하고, 지속적인 피드백을 통해 재활 훈련 플랫폼으로 구축할 계획이다.

Publishing Ltd, 2010.

## 참고문헌

- [1] T. Cawthorne, "The physiological basis for head exercises", J Char Soc Physiother, Vol. 3, pp. 106-107, 1944.
- [2] F. S. Cooksey, "Rehabilitation in vestibular injuries", pp. 273-278, 1946.
- [3] F. B. Horak, C. Jones-Rycewicz, F. O. Black and A. Shumway-Cook, "Effects of vestibular rehabilitation on dizziness and imbalance", Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery., Vol. 106, no. 2, pp. 175-180, 1992.
- [4] S.J. Herdman, "Exercise strategies in vestibular disorders", Ear Nose Throat, Vol. 68, No. 12, pp. 961-964, 1989.
- [5] H. S. Cohen and K. T. Kimball, "Increased independence and decreased vertigo after vestibular rehabilitation", Otolaryngology - Head and Neck Surgery., Vol. 128, No. 1, pp. 60-70. 2003.
- [6] Chung Ku Rhee, Jae Yun Jung, Yong Won Chung, "Practice of Vestibular Rehabilitation", J Korean Balance Soc Vol. 5, No. 1, pp. 149-157, 2006.
- [7] Burdea Grigore, C., and P. Coiffet. Virtual reality technology. London: Wiley-Interscience, 1994.
- [8] Changhoon Park "Development of a Tangible Snowboard Training Simulator based on Virtual Reality", Journal of Korea Game Society, 14(4), 87-94. Aug 2014
- [9] Steuer, Jonathan. "Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence." Journal of communication 42.4, 73-93, 1992
- [10] Jong-Gook Ko, Kyung-Nam Kim and R.S.Ramakrishna, "Facial Feature Tracking for Eye-Head Controlled Human Computer Interface", 1999
- [11] Creighton, Ryan Henson. Unity 3D game development by example: A Seat-of-your-pants manual for building fun, groovy little games quickly. Packt