

# VR 애플리케이션을 위한 사물인터넷 기반 어지럼증 검출 시스템 개발

고은이 · 김영천 · 박혜리 · 정원석 · 서정욱\*

남서울대학교 정보통신공학과

## Development of an IoT-Based Dizziness Detection System for VR Applications

Euni Ko · Youngcheon Kim · Hyelee Park · Wonseok Jung · Jeongwook Seo\*

Dept. of Information and Communication Engineering, Namseoul University

E-mail : jwseo@nsu.ac.kr

### 요 약

사용자가 HMD(Head Mounted Display) 기기를 착용하고 VR(Virtual Reality) 애플리케이션을 체험하다보면 사이버 멀미(Cybersickness)를 경험하게 된다. 사이버 멀미의 원인은 아직 불명확 하지만 주로 눈으로 들어오는 시각 정보와 전정기관(이동과 평형감각을 주관하는 감각 기관)에 들어오는 감각 정보가 불일치할 때 발생하는 것으로 알려져 있다. 그러나 사이버 멀미를 측정하기 위한 데이터 수집 및 분석 시스템 개발에 대한 연구는 부족한 상태이다. 따라서 본 논문에서는 사물인터넷 플랫폼으로 VR HMD 기기를 착용한 사용자로부터 뇌파와 생체 데이터를 수집하고, 결정 문턱값으로 사이버 멀미가 유발하는 어지럼증을 판별하는 시스템을 설계한다. 14명 실험 참여자를 고려하여 어지럼증 검출 성능을 평가한 결과, 약 92% 정확도를 나타내었다.

### ABSTRACT

Users may experience a sub-type of motion sickness, called cybersickness, when interacting with virtual reality (VR) applications in the state of wearing head mounted display (HMD) devices. Although the root cause of cybersickness is still unclear, it is believed to result from a sensory mismatch between visual and vestibular systems. However, there is a lack of studies developing data collection and analysis systems to measure cybersickness. In this paper, therefore, a system is designed that collects electroencephalography (EEG) and physiological data from a user wearing a VR HMD device through an internet of things (IoT) platform and decides whether a user experiences a symptom of cybersickness, namely dizziness, or not by using a decision threshold. Experimental results showed that the proposed system achieved about 92% accuracy of a dizziness detection when considering 14 participants.

### 키워드

Cybersickness, Dizziness, HMD, Internet of Things, Virtual Reality

### I. 서 론

최근 VR(Virtual Reality)와 관련된 상호작용 기술, 몰입 환경, 하드웨어 기술 등이 빠르게 발전하고 있으며 다양한 애플리케이션이 출시되고 있다[1-3]. 그러나 많은 사람들이 HMD(Head Mounted Display) 기기를 통해 VR 애플리케이션을 체험할 때 사이버 멀미(Cybersickness)를 경험하게 되는데 이는 VR 시장의 대중화에 큰 문제로 여겨지고 있다. 사이버

멀미는 기존의 멀미와 증상(어지러움, 현기증, 두통, 구토감 등)이 비슷하고, 발생 원인이 다양하기 때문에 어려운 문제로 인식되고 있다[4-8]. 사이버 멀미가 발생하는 원인은 아직 명확하게 규명되지 않았지만 주로 시각 정보와 전정기관(이동과 평형감각을 주관하는 감각 기관)에 들어오는 감각 정보가 불일치할 때 발생하는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 사이버 멀미를 측정하기 위한 연구는 아직 부족한 상태이다[9].

따라서 본 논문에서는 VR HMD 기기를 착용한 사용자의 사이버 멀미를 측정하고 연구할 수 있는

\* corresponding author

도구로써 사물인터넷 기반 어지럼증 검출 시스템을 제안한다. 표준 사물인터넷 플랫폼을 통해 기존 상용화된 뇌파 기기와 스마트 밴드로부터 데이터를 수집할 수 있도록 시스템을 설계하고 사이버 멀미의 증상 중 하나인 어지럼증을 검출할 수 있는 간단한 알고리즘을 제안한다.

## II. 사물인터넷 기반 어지럼증 검출 시스템

그림 1은 제안한 사물인터넷 기반 어지럼증 검출 시스템의 개념도를 나타낸다. 제안한 시스템은 기존 상용화된 뇌파 기기와 스마트 밴드를 사용하였으며 스마트폰 애플리케이션을 통해 사물인터넷 플랫폼과 연동할 수 있도록 구현하였다[10]. 사물인터넷 플랫폼은 oneM2M 표준을 준용한 Mobius 2.0을 활용하였다[11].

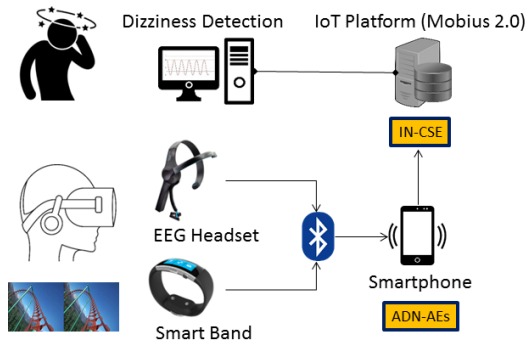


그림 1. 사물인터넷 기반 어지럼증 검출 시스템 개념도

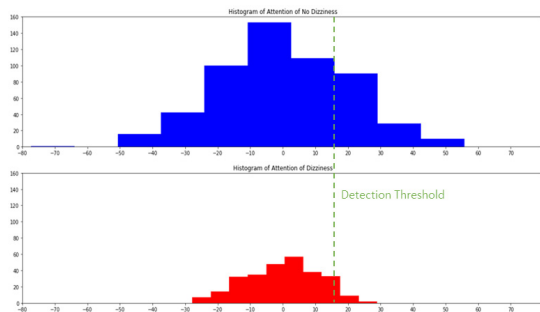


그림 2. 집중도 데이터의 히스트그램

또한 어지럼증 검출에 대한 유용성을 검증하기 위해서 수집된 데이터 중 뇌파 기기의 집중도 데이터만을 활용하여 간단한 어지럼증 검출 알고리즘을 제안하였다. 이를 위해 15명의 실험 참가자 중 어지럼증을 느꼈다고 응답한 5명과 어지럼증을 느끼지 못했다고 응답한 10명의 사용자의 집중도 데이터를 분석하여 다음의 결정 문턱값( $T$ )을 정의하였다.

$$T = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} \sigma_m + \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \sigma_n \right) \quad (1)$$

여기서,  $\sigma_m$ 은 어지럼증을 느낀  $m$ 번째 사람의 집중도 데이터 표준편차를 나타내고  $\sigma_n$ 은 어지럼증을 느끼지 못한  $n$ 번째 사람의 집중도 데이터 표준편차를 나타낸다. 사용자로부터 수집된 집중도 데이터의 표준편차를 데이터 전처리 과정에서 계산한 후, 식 (1)에 정의한 결정 문턱값과 비교하여 어지럼증을 판별한다. 이 어지럼증 판별 과정을 식 (2)에 나타내었고 결정 문턱값보다 작을 경우 어지럼증을 경험했다고 판단한다.

$$\sqrt{\frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} (x_l - \mu)^2} \leq T \quad (2)$$

여기서, 평균값은 식 (3)과 같이 정의된다.

$$\mu = \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} x_l \quad (3)$$

## III. 실험 결과

사물인터넷 기반 어지럼증 검출 시스템의 테스트를 위해 14명의 실험 참가자가 새롭게 참여하였으며 각 참가자는 VR HMD 기기를 착용하고 롤러코스터 애플리케이션을 시청하였다. 그림 3은 구현한 사물인터넷 기반 어지럼증 검출 시스템을 보여주고 있다.

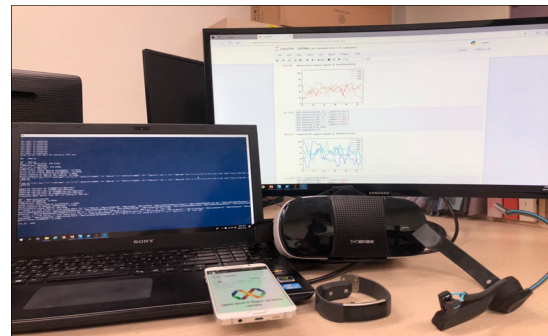


그림 3. 실험환경 및 구현결과

실험에서 사용한 결정 문턱값은 15.36이며 어지럼증 검출 성능을 확인할 결과, 약 92%의 정확도를 나타내었다.

## IV. 결 론

본 논문에서는 사물인터넷 기반의 어지럼증 검출 시스템을 설계하였다. 사용자가 VR HMD 기기를 통해

애플리케이션을 체험하는 동안 표준 사물인터넷 플랫폼을 통해 사용자의 뇌파와 생체 데이터를 수집할 수 있으며 간단한 어지럼증 검출 알고리즘을 통해 약 92% 정확도를 나타내었다. 제안한 시스템은 사이버 멀미를 측정하고 연구하는 수단으로 활용될 수 있으며, 향후 좀 더 많은 실험 참가자의 데이터를 수집하여 진보된 어지럼증 검출 알고리즘을 개발할 예정이다.

### References

- [1] K. H. Han and H. Y. Kim, "The Cause and Solution of Cybersickness in 3D Virtual Environments," *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, Vol. 23, No. 2, pp. 287-299, 2011.
- [2] B. Rhee and J. Kim, "The Suitability of VR Artwork as an Immersive Learning Tool," *The Korean Society Of Computer And Information*, Vol. 24, No.1, pp. 223-226, Jan. 2016.
- [3] K. H. Kim and B. Seo, "A Study on Immersion and Presence of VR Karaoke Room Implementations in Mobile HMD Environments," *Journal of Korea Game Society*, No. 17, Vol. 6, pp. 19-28, Dec. 2017.
- [4] E. J. Song and A. L. Jung, "A Study for Reducing of Cyber Sickness on Virtual Reality," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 3, pp.429-434, June. 2017.
- [5] E. Chang, D. Seo, H. T. Kim and B. Yoo, "An Integrated Model of Cybersickness: Understanding User's Discomfort in Virtual Reality," *Journal of KIISE*, Vol. 45, No. 3, pp. 251-279, Mar. 2018.
- [6] Arttu Tiirio, "Effect of Visual Realism on Cybersickness in Virtual Reality," Master's thesis, University of Oulu, Feb. 2018.
- [7] A. Somrak, I. Humar, M. S. Hossain, M. F. Alhamid, M. A. Hossain and J. Guna, "Estimating VR Sickness and user experience using different HMD technologies: An evaluation study," *Future Generation Computer Systems*, pp. 302- 316, 2019.
- [8] S. Weech, S. Kenny and M. B. Cowan, "Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related: A Review," *Frontiers in Psychology*, Vol. 10, Feb. 2019.
- [9] D. Jeong, S. Yoo and Y. Jang, "Motion Sickness Measurement and Analysis in Virtual Reality using Deep Neural Networks Algorithm," *Korea Computer Graphics Society*, Vol. 25, No. 1, pp. 23-32, Feb, 2019.
- [10] OCEAN, *nCube-Thyme(Node.js) developer guide*, v1.0, 2017.
- [11] OCEAN, *Mobius release 2 installation guide*, v2.0.0, 2017.