

우울증 완화를 위한 가상현실 기반 마음챙김: 콘텐츠 개발과 데이터 분석을 중심으로

Virtual Reality-Based Mindfulness for Depression Alleviation: Focusing on Content Development and Data Analysis

최윤선

Yoonseon Choi

한양대학교 데이터사이언스학과
Department of Data Science
Hanyang University
yoonseonchoi@hanyang.ac.kr

김보관

Bogoan Kim

한양대학교 데이터사이언스학과
Department of Data Science
Hanyang University
bogoankim@hanyang.ac.kr

정다영

Dayoung Jeong

한양대학교 인공지능학과
Department of Artificial Intelligence
Hanyang University
dayoungjeong@hanyang.ac.kr

김형숙

Hyungsook Kim

한양대학교 디지털헬스케어센터
HY Digital Healthcare Center
Hanyang University
khsook12@hanyang.ac.kr

한경식*

Kyungsik Han

한양대학교 데이터사이언스학과
Department of Data Science
Hanyang University
kyungsikhan@hanyang.ac.kr

* 교신저자

요약문

현대 사회에서 청년층의 우울증 사례가 증가함에 따라, 일상 속에서 실천 가능한 마음챙김이 대안으로 주목받고 있다. 특히, 가상현실(Virtual Reality, VR)은 대면 방식의 마음챙김이 가지는 시공간적 제약을 극복하고, 높은 몰입감을 제공하여 마음챙김 효과를 증진시킬 수 있다. 이러한 VR 기반 마음챙김의 전반적인 효과성을 평가하기 위해, VR 체험 중 수집 가능한 데이터로부터 우울군의 특성을 파악하고, 우울증 환자의 심리 상태를 객관적으로 반영할 수 있는 피부전도도(Electrodermal Activity, EDA)의 경향성을 시간의 흐름에 따라 분석할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 마음챙김의 핵심요소(i.e., 비판단, 신뢰, 비재촉, 수용)를 바탕으로 4 개의 장면으로 구성된 VR-마음챙김 콘텐츠를 개발하였으며, 총 93 명(우울군 47 명, 비우울군 46 명)을 대상으로 사용자 스터디를 진행하였다. 수집된 데이터 분석 결과, 우울군은 비우울군과 유의미한 특성 차이를 보였으며, VR-마음챙김의 심리적 안정 효과를 확인할 수 있었다. 또한, 체험 후 설문조사 및 인터뷰 분석 결과, VR 환경에서 다양한 인터랙션을 통해 마음챙김의 핵심요소를 충분히 구현할 수 있음을 확인하였다. 이로써 VR-마음챙김은 우울증 완화를 위한 효과적인 도구로서 활용 가능성을 시사한다.

주제어

우울증, 마음챙김, 가상환경, 데이터 분석

1 서론

현대 사회에서 청년층의 우울증 경험 빈도가 증가하고 있다[1]. 이러한 우울증은 특정 상황이나 스트레스 요인(e.g., 취업 준비, 대인 관계)으로 발생하는 경우가 많으며, 이를 일시적인 문제로 판단하여[2], 적절한

치료적 개입을 받지 않는 경우가 많다. 그러나 적절한 개입이 없으면, 만성적인 스트레스와 심리적 불안이 누적되어 극심한 우울증으로 발전할 수 있으며 기타 정신 건강 문제(e.g., 불안, 스트레스)가 동반될 수 있다[3]. 또한, 우울증 환자들은 병원 방문이나 대면 상담에 대한 부담으로 인해 정신 건강 서비스를 이용하는데 어려움을 겪기도 한다. 이를 위한 대안으로, 일상생활 속 명상과 같은 마음챙김 실천이 주목받고 있다. 많은 연구들은 마음챙김이 우울증 환자들이 직면하는 주요 어려움인 감정 조절과 스트레스 감소에 도움을 주며, 이는 우울증 완화에 효과적임을 입증하였다[4].

최근 정신 건강 문제를 다루기 위해 가상현실(Virtual Reality, VR) 기술의 활용이 증가하고 있다[5]. 기존의 대면 방식 마음챙김 프로그램은 정해진 시간과 장소에서 진행되기 때문에, 이를 지속적으로 실천하는 데 어려움이 있을 수 있다[6]. 반면, VR의 활용은 시공간의 제약을 보다 덜 받으며, 일상생활에서도 지속적인 마음챙김 실천이 가능하다. 더하여, VR 기반 마음챙김은 일상생활에서 경험하기 어려운 공간(e.g., 해변가, 북극 오로라)[7]을 가상으로 재현함으로써 더욱 몰입감 있는 마음챙김을 제공하여 그 효과를 높일 수 있다.

이러한 VR 기반 마음챙김의 효과성을 객관적으로 평가하기 위해, VR 체험 중 수집 가능한 데이터 중 생리 신호 데이터인 피부전도도(Electrodermal Activity, EDA)를 활용할 수 있다. EDA는 우울증 환자의 특성을 잘 반영하는 바이오마커 중 하나로 알려져 있으며, 감정 변화나 심리적 상태를 객관적으로 이해하는 데 유용하다[8]. 많은 연구에서 EDA의 기준선(e.g., 감정 자극 전 구간의 EDA 평균)을 정의하고, 기준선 대비 EDA의 피크를 기반으로 EDA의 증감을 평가한다[9]. 이러한 접근은 특정 구간에서의 EDA 증감 여부를 평가하는 데 적합하지만, 콘텐츠 진행에 따른 전체적인



그림 1. VR-마음챙김 장면별 화면 캡처

경향성을 반영하는 데는 한계가 있다. 따라서, 콘텐츠가 우울증 완화에 미치는 전반적인 효과성을 평가하기 위해 시간의 흐름에 따른 EDA의 경향성을 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 전통적 마음챙김의 핵심요소[10]를 기반으로, 4 개의 장면으로 구성된 VR-마음챙김 콘텐츠를 개발하고, 그 효과성을 탐구하였다. 이를 위해 93 명(우울군 47 명, 비우울군 46 명)의 참여자를 모집하여 VR 환경에서 우울증 완화를 위한 마음챙김의 핵심요소를 경험할 수 있는 스테디를 수행하였다. VR 환경 내 다양한 인터랙션(e.g., 오브젝트 관찰 및 선택)을 통해 로그 데이터를 수집하고, 웨어러블 디바이스(i.e., E4 손목밴드)를 통해 EDA 데이터를 수집하였다. VR 체험 종료 후 설문조사와 인터뷰를 진행하였다. 수집된 데이터 분석을 기반으로 우울군과 비우울군의 차이를 확인하고, VR 내에서 마음챙김의 핵심요소가 효과적으로 구현될 수 있는지 검증하였다.

본 연구에서는 다음과 같이 두 가지 연구 질문(Research Question, RQ)을 설정하였다:

- RQ1: VR-마음챙김 인터랙션으로부터 수집된 데이터로 알 수 있는 우울군의 특성은 무엇인가?
- RQ2: 마음챙김 핵심요소를 VR 환경에서도 충분히 실현 가능한가?

RQ1 을 탐구하기 위해 로그 데이터와 EDA 엔트로피 분석을 진행하였다. 분석 결과, 우울군은 부정적인 감정이나 불안한 심리 상태를 쉽게 경험할 수 있다는 선행연구[11]와 일치하는 결과를 확인할 수 있었다. 일부 장면에서 수집된 로그 데이터는 우울군과 비우울군 간 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며, EDA 엔트로피 분석에서는 우울군이 비우울군에 비해 더 큰 변동성을 보였다. 이로써 VR-마음챙김 인터랙션 데이터로부터 우울군의 특성을 파악할 수 있음을 확인하였다.

또한, EDA의 증감 경향성, 체험 종료 후 설문조사와 인터뷰 분석을 통해 RQ2 를 확인하였다. 시간의 흐름에 따른 EDA의 증감 경향성을 파악하기 위해 지수이동평균(Exponential Moving Average, EMA) 기법 및 차분(differential) 분석을 실시한 결과, 두 그룹 모두 참여자 대부분이 EDA가 감소하는 경향을 보였다. 이는 콘텐츠가 진행될수록 참여자들이 심리적 안정을 경험하였다고 해석할 수 있다. 또한, 체험 후 진행된 설문조사와 인터뷰 분석을 통해 VR 환경에서의 다양한 인터랙션이 마음챙김의 핵심요소를 충실히 구현할 수 있음을 확인하였다. 이는 VR-마음챙김 콘텐츠가 우울증 완화에 효과적일 수 있음을 시사한다.

2 방법

2.1 콘텐츠 설계

VR-마음챙김은 전통적 마음챙김의 핵심 요소인 비판단, 신뢰, 비쟁취, 수용에 기반하여, 4 개의 장면(그림 1)으로 구성된 평균 9.22 분(최소 6.68 분, 최대 12.72 분) 길이의 콘텐츠로 설계되었다. 콘텐츠 체험 시 잔잔한 배경음악과 차분한 목소리의 내레이션을 제공하여 참여자가 콘텐츠에 집중하도록 유도하였다.

장면 1) 비판단: 명상. ‘비판단’ 요소는 자신의 내·외적 경험을 판단과 편견 없이 바라보는 것을 의미하며, 이를 바탕으로 배경의 명상으로 구현하였다. 참여자는 시간의 흐름(일출, 대낮, 일몰)과 움직이는 다양한 오브젝트(e.g., 태양, 갈매기, 물고기)를 관찰하며 명상한다. 이때, 관찰하는 오브젝트에 대해 ‘못생겼다,’ ‘아름답다’와 같은 평가는 하지 않고, 의도적으로 그 오브젝트의 현재 순간(e.g., 색깔, 움직임)에 주의를 기울인다. 이를 통해 참여자는 현재에 집중하여 자신의 경험을 있는 그대로 관찰함으로써 비판단의 태도를 실천할 수 있다.

장면 2) 신뢰: 별자리 표현. ‘신뢰’ 요소는 자신의 느낌과 직관에 대해 자신을 믿고 능동적으로 표현하도록 하는 것을 목표로 한다. 이를 자신만의 별자리 표현을 통해 구현하였다. 일몰 후, 참여자는 밤하늘에 별자리를 그린다. 우선, 원하는 색상을 선택하여 4 개의 정해진 별자리(작은곰자리, 세페우스자리, 카시오페이아자리, 북두칠성)를 그린 후, 비규칙적으로 흩어져 있는 13 개의 별을 자유롭게 이어 자신만의 별자리를 완성하고 이를 원하는 만큼 감상한다. 참여자는 창의적으로 별자리를 표현함으로써, 자신을 신뢰하는 힘을 기르고, 정해진 별자리 형태에서 벗어나 자신의 표현 방식을 스스로 존중할 수 있다.

장면 3) 비쟁취: 어려움에 처한 아바타 돕기. ‘비쟁취’ 요소는 목표를 이루기 위해 애쓰지 않고, 현재의 순간을 그대로 받아들이는 무위의 태도를 의미하며, 이를 참여자가 어려움에 처한 아바타를 돕는 장면으로 구현하였다. 어려움에 처한 다섯 명의 아바타(e.g., 바다에 빠진 아바타, 모래 늪에 빠진 아바타) 중 돕고 싶은 아바타 한 명의 문제상황을 듣고, 참여자는 아바타가 문제상황에서 벗어 날 수 있도록 두 가지 선택지(‘한 번 가만히 있어봐,’ ‘좀 더 발버둥 쳐 봐’) 중 하나를 선택한다. 이때, ‘한 번 가만히 있어봐’로 정답을 설정하여 참여자가 무위의 태도를 배우고 경험할 수 있도록 유도하였다.

장면 4) 수용: 감정 소개 선택. ‘수용’ 요소는 자신이 갖고 있는 부정적인 감정까지 내치지 않고 모두 받아들이는

것을 의미하며, 이를 자신의 감정이 적힌 소개 카드(이하 ‘감정 소개’)를 빈 수조에 담은 활동으로 구현하였다. 부정 감정(e.g., 괴롭다, 두렵다) 24 개와 긍정 감정(e.g., 편안하다, 기쁘다) 24 개가 적힌 감정 소개 중 평소 자신의 감정이 적힌 감정 소개를 수조에 담고, 그것들을 관찰한다. 이로써 자신의 감정을 돌아보며 부정적인 감정까지도 수용할 수 있다.

2.2 사용자 스터디

표 1. 그룹별 참여자 인구통계정보

인구 통계 정보		우울군 (47 명)	비우울군 (46 명)
나이	평균	24.49	25.65
	(표준편차)	(3.67)	(4.49)
성별	여성(명)	26	25
	남성(명)	21	21
VR 체험 횟수	0 번(명)	9	10
	1~2 번(명)	24	22
	3~5 번(명)	7	9
	5 번 이상(명)	7	5

사용자 스터디를 위해 우울군 47 명, 비우울군 46 명을 모집하였다(표 1). 본 연구는 저자들이 소속된 기관의 기관생명윤리위원회 (Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받았으며, 모든 참여자로부터 사전 동의를 얻었다. 참여자의 개인정보 보호를 위해 수집된 데이터에서 모든 개인 식별 정보를 제거하고, 코드명을 부여하여 익명화 하였다.

환경 세팅. 참여자의 우울증 여부를 평가하기 위해, VR-마음챙김 체험 전 2 주 이내에 우울증 자가 진단에 널리 사용되는 PHQ-9 (Patient Health Questionnaire-9)[12] 설문을 요청하였다. 본 실험은 외부 환경과 격리된 VR 실험실에서 진행되었으며, 실험실은 스터디 설명, 인터뷰 및 설문 응답을 위한 공간과 VR 체험 공간으로 구분되어 있다. 또한, VR 체험의 편의를 위해 바퀴가 달린 회전 의자를 설치하였고, 안전을 위해 주변 장애물을 제거하였다.

표 2. 사용자 스터디를 위한 장비

VR 장비		웨어러블 디바이스
		
Quest Pro	컨트롤러	Empatica E4 손목밴드



그림 2. VR 인터페이스 튜토리얼 장면 일부

장비 세팅. VR 체험을 위해 Head Mounted Display (HMD)는 Meta Quest Pro 를 사용하였으며, VR 인터랙션은 오른손 컨트롤러만 사용하였다(표 2). 높은 몰입감 제공을 위해 해상도는 4K, 주사율은 60Hz 로 설정하였으며, 체험은 360 도 환경에서 진행되었다. 또한,

EDA 측정을 위해, 왼쪽 손목에 웨어러블 디바이스인 Empatica E4 손목밴드를 착용하도록 하였다(표 2). 또한, 연구자의 개입을 최소화하기 위해, 컨트롤러 사용법(e.g., 버튼 클릭, 오브젝트 선택)에 대한 약 2 분간의 VR 인터페이스 튜토리얼을 제공하여 VR 인터페이스에 익숙해질 수 있도록 하였다(그림 2).

사용자 스터디 과정. 연구진은 참여자에게 연구 목적과 절차 설명 후, VR 에 익숙해질 수 있도록 충분한 시간을 제공하였다. VR 체험 종료 후, 사용자 경험을 평가하기 위해 세 가지 설문조사를 실시하였다: System Usability Scale (SUS)[13], Igroup Presence Questionnaire (IPQ)[14], NASA-Task Load Index (NASA-TLX)[15]. 또한, 우울군 참여자들을 대상으로 콘텐츠에 대해 느낀 감정이나 생각을 세부적으로 파악하기 위해 약 20 분간 반구조화된 인터뷰를 진행하였다.

3 데이터 분석

3.1 우울군의 특성 파악을 위한 분석(RQ1)

VR-마음챙김 체험에 따른 두 그룹의 특성 차이를 탐구하기 위해 통계 분석 및 검정을 수행하였다. 잠재적 교란 변수 통제를 위해, 인구통계정보를 공변량으로 설정하여 공분산 분석(Analysis of Covariance, ANCOVA)을 실시하였으며, 효과 크기로 부분 η_p^2 (partial eta squared)를 사용하였다. 부분 η_p^2 값은 0.01 은 작은 효과, 0.06 은 중간 효과, 0.14 은 큰 효과로 해석하였다[16].

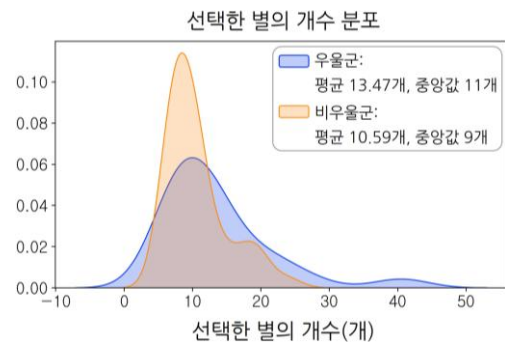


그림 3. 선택한 별의 개수 분포 그래프

3.1.1 장면 2 로그 데이터 분석. 장면 2 에서 우울군과 비우울군의 별자리 표현 양상을 확인하기 위해 총 13 개의 별 중 선택한 별의 개수를 확인하였다(그림 3). 우울군의 선택한 별의 개수는 평균 13.47 개로 비우울군의 10.59 개보다 높았으며, 통계 검정($F(1,87) = 4.321, p = 0.041, \eta_p^2 = 0.047$)에서 유의미한 차이를 보였다.

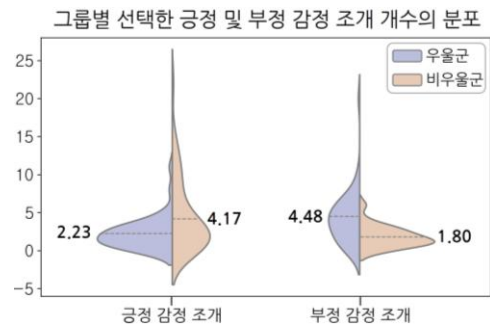


그림 4. 선택한 감정 소개 개수 분포 그래프

3.1.2 장면 4 로그 데이터 분석. 장면 4 에서 우울군과 비우울군이 선택한 긍정 및 부정 감정 조개의 개수를 분석하였다(그림 4). 우울군은 평균 6.4 개(최소 1 개, 최대 31 개), 비우울군은 평균 6.3 개(최소 1 개 최대 23 개)를 선택하였다. 그룹별 선택한 긍정 감정 조개의 개수 차이 분석 결과, 우울군 평균 2.23 개로 비우울군 4.48 개보다 적었으며, 유의미한 통계적 차이($F(1,87) = 8.319, p = 0.004, \eta_p^2 = 0.086$)를 보였다. 선택한 부정 감정 조개의 개수 차이 분석 결과 또한, 우울군 평균 4.17 개로 비우울군 1.80 개보다 많았으며, 유의미한 통계적 차이($F(1,87) = 18.931, p = 0.000, \eta_p^2 = 0.177$)를 보였다.

3.1.3 EDA 엔트로피 분석. 긴장 및 불안의 감정을 잘 느끼는 우울군의 특성을 확인하고자, EDA 변동성의 크기를 계산하여 엔트로피 분석을 진행하였다. 엔트로피는 정보과학 및 정신건강 분야에서 널리 검증된 지표로[17], 높은 엔트로피 수치를 보일수록 데이터 분포가 산발적이고 변동성이 큰 상태를 의미한다. 엔트로피 식에서 p_i 는 특정 값이 발생할 확률을 나타낸다.

$$\text{Entropy} = -\sum(p_i) \log(p_i) \quad (1)$$

엔트로피가 정규분포를 따르지 않아 중앙값 비교를 위해 Mann-Whitney U 검정을 진행하였다. 우울군의 엔트로피 중앙값은 5.68 으로 비우울군의 4.79 보다 높았으며, 통계적으로 유의미한 차이($U = 1341.0, p = 0.046$)를 보였다.

3.2 VR-마음챙김의 효과성 평가를 위한 분석(RQ2)

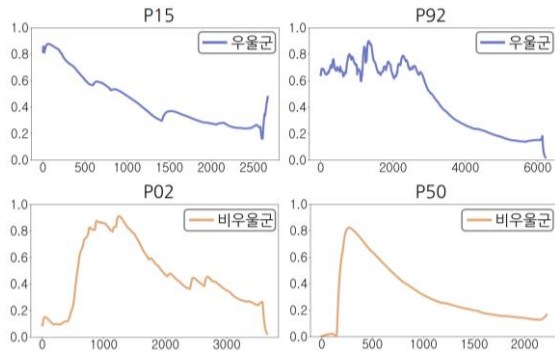


그림 5. EDA의 EMA 적용 후 감소 경향의 그래프 예시

3.2.1 EDA 증감 경향성 분석. VR-마음챙김을 진행하면서 참여자의 심리가 안정적으로 변화하는지 간접적으로 탐구하기 위해, EDA 에 EMA 기법을 적용한 후 차분 분석을 수행하였다. EMA 는 근접한 데이터에 더 많은 가중치를 부여함으로써 시계열 데이터의 노이즈를 최소화하여, 데이터의 경향성을 파악할 수 있는 평활화 방식 중 하나이다. 튜토리얼 진행 시 측정된 EDA 중 가장 수치가 적은 3 초간의 데이터를 기준선으로 정의하고 이를 기준으로 데이터의 변화를 확인하였다. 선행연구[18]에 따라 윈도우 사이즈를 3 초로 설정하였으며, 데이터의 전반적인 경향성을 파악하기 위해 가중치는 0.1 로 설정하여[19] EMA 를 적용하였다. EMA 가 적용된 EDA 의 기울기를 구하기 위해 시점별로 차분을 계산하였다. 이때 EDA

최대 진폭의 10%를 임계점으로 하여, 그 이내의 변화율은 무시하였다[20]. 이를 통해 EDA 가 증가 혹은 감소하는 시점의 개수를 계산하였다. 분석 결과, 우울군에서 EDA 감소 경향성을 보인 참여자는 32 명(68%), 비우울군은 27 명(59%)로 두 그룹 모두 참여자의 과반수가 EDA 감소 경향성을 보였으며(그림 5), 카이 제곱 통계 검정($\chi^2(1, 93) = 1.394, p = 0.238$)을 통해 우울증 여부는 EDA 감소 경향성에 영향을 미치지 않았음을 확인하였다.

표 3. 그룹별 체험 후 설문조사 평균(표준편차)

척도	우울군(47 명)	비우울군(46 명)
SUS (척도-5)	80.51 (10.94)	83.91 (9.17)
IPQ (척도-7)		
총괄문항	5.36 (1.09)	5.30 (1.26)
공간적 현존감	4.84 (1.01)	4.93 (1.11)
상황 몰두	4.56 (1.22)	4.49 (1.40)
실제성	3.55 (1.16)	3.74 (1.25)
NASA-TLX (척도-7)		
정신적 요구	2.15 (1.44)	1.83 (1.23)
신체적 요구	1.98 (1.29)	1.70 (1.24)
시간적 요구	2.81 (1.73)	2.37 (1.61)
노력	3.51 (2.30)	3.54 (2.40)
수행	3.43 (2.22)	3.70 (2.44)
좌절감	2.28 (1.57)	1.57 (0.93)

3.2.2 체험 후 설문조사 결과 분석. VR-마음챙김 종료 후 SUS, IPQ, NASA-TLX 설문조사 결과에 대해 ANCOVA 를 진행하였다. 시스템의 사용성을 평가하는 SUS 점수는 부적절(68 점 미만), 적절(68-84 점), 우수(85 점 이상)로 평가된다. 분석 결과, 두 그룹 모두 VR-마음챙김의 사용성이 적절하다고 평가하였다. 다음, VR 환경에서의 몰입감을 평가하는 IPQ 설문에서도 두 그룹 모두 모든 항목에서 3.5 점 이상의 점수를 보였다. 이는 두 그룹이 콘텐츠 전반에 걸쳐 유사한 수준의 몰입감과 현실감을 경험했음을 의미한다. 마지막으로, 사용자의 인지 부하를 평가하는 NASA-TLX 설문에서 두 그룹 모두 대부분의 항목에서 큰 부하 없이 콘텐츠를 수행한 것으로 나타났다. 좌절감 항목(“작업 수행 동안 불안, 낙담, 스트레스, 짜증을 느꼈나요?”)에서 우울군이 비우울군보다 통계적으로 유의미하게 높은 점수를 보였으나($F(1,87) = 7.984, p = 0.006, \eta_p^2 = 0.083$), 여전히 낮은 수준을 유지하였다.

3.2.3 인터뷰 정성분석. 우리는 VR 인터랙션을 통해 마음챙김 핵심요소가 우울군 참여자에게 효과적으로 전달되었는지 확인하기 위해 반구조화된 인터뷰를 진행하였다. 이를 위해, 모든 장면의 VR 인터랙션 수행 시 참여자가 느낀 생각과 감정에 대해 질문하였으며, 참여자의 답변에 따라 후속 질문을 유동적으로 조정하여 심층적인 이해를 도모하였다.

우선, 장면 1 에 대해 많은 참여자가 비판단의 실천에 대한 긍정적인 반응을 보였으며, 바닷가 배경, 시간 흐름(일출, 대낮, 일몰)의 관찰을 통해 마음을 안정시키고, 평안하게 유지할 수 있었다고 언급하였다.

“눈을 감고 명상하면 지루하다고 느끼는 편인데, 자연 풍경을 감상하고 오브젝트가 자연스럽게 흘러가는 것들을 보고 있으면서 편안함을 느낄 수 있어서 좋았어요(P30).”

장면 2에서는 특정 별자리 모양에서 벗어나 자신의 느낌과 직관에 대한 신뢰의 태도를 잘 수행했는지 확인할 수 있는 인터뷰를 진행하였다. 참여자들은 별자리의 특정 모양에 대해 생각하기 보다는 직관에 따라 자유롭게 별자리를 표현하려는 경향을 보였다.

“모양을 특별히 생각하고 그리기 보다 아무 생각 없이 별을 있는 것에 집중했어요. 별자리 표현에 자유도가 높아서 제 마음대로 그럴 수 있다는 점이 좋았어요(P84).”

비쟁취 태도에 대한 참여자의 경험에 대한 질문을 통해 장면 3의 의도가 잘 전달되었음을 확인할 수 있었다. 많은 참여자들이 ‘한 번 가만히 있어봐’라는 해결책과 내레이션 설명을 통해 힘들었던 경험을 돌아보고, 무위의 태도에 생각해보 수 있었다고 언급하였다.

“[...] 불안한 상황에 잘 얹매이는 평소 제 모습과 비슷하다고 생각하여 처음에 ‘좀 더 발버둥 쳐 봐’를 선택했어요. [...] ‘한 번 가만히 있어봐’에 대한 내레이션을 듣고 나니, 상황에서 벗어나 운동과 같은 생각을 비우는 활동을 했을 때 더 괜찮았던 경험이 떠오릅니다(P91).”

장면 4에서는 자신의 감정을 회피하지 않고, 이를 인정하고 수용하려 했는지 질문하였다. 참여자들은 감정 소개에 적힌 감정 단어들을 통해 평소 간과했던 감정을 상기할 수 있었으며, 이를 있는 그대로 받아들이기 위해 노력했다고 응답하였다.

“[...] 과거의 경험에서 내가 왜 이런 부정적인 감정을 느꼈는지 생각해 볼 수 있었던 것 같아요. 현실에서는 그런 감정들을 회피했는데, 수조에 담긴 감정들을 보며, ‘아... 내가 그랬었지.’ 회상하면서 그냥 감정 자체를 받아들였어요(P41).”

4 분석 결과 함의

4.1 우울군의 특성(RQ1)

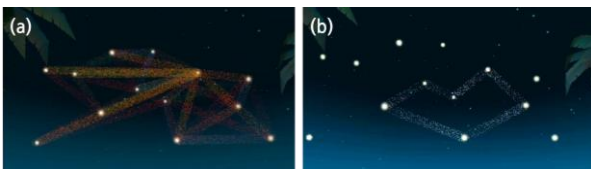


그림 6. 우울군(a)과 비우울군(b)의 자신만의 별자리 표현 예시
우리는 VR 체험 중 수집 가능한 데이터를 기반으로 우울군의 특성을 확인할 수 있었다. 3.1.1절 분석 결과는 우울군이 더 높은 복잡도를 가진 창작물을 생성했음을 의미한다. 이는 우울증 환자들이 과도한 걱정으로 발생하는 생각의 과부하로 인해 더 복잡한 정보 처리 양상을 보일 수 있다는 선행연구와 일치하는 결과를 확인할 수 있었다[21]. 또한, 3.1.2절 분석 결과를 통해 우울군이 평상시에 부정적인 감정을 더 많이 보유하고 있음을 확인하였다. 우울군은 일반적으로 일상생활에서

마주하는 자신의 부정적인 감정을 회피하는 경향성을 보인다[22]. 그러나 장면 4의 인터랙션을 통해 우울군이 자신의 부정적인 감정을 직접 마주하고 수용할 수 있도록 적절하게 개입하였음을 시사한다. 더하여, 3.1.3 절의 분석 결과를 통해 우울군의 EDA 변동성이 유의미하게 더 큰 것을 확인하였다. 이는 인지적 및 정서적 스트레스 유발 상황에 놓여있음을 의미하며[23], 그러한 상황에 쉽게 놓일 수 있는 우울군의 특성이 반영되었음을 시사한다.

4.2 VR-마음챙김의 효과성(RQ2)

우리는 EDA의 증감 경향성 분석, 체험 후 설문조사 결과 및 인터뷰 분석을 통해 마음챙김의 핵심요소가 VR 환경에서도 잘 구현되었는지 그 효과성을 탐구하였다. 우선, 두 그룹 모두 참여자 대다수의 EDA가 감소하는 경향을 보였다(3.2.1절). 이는 VR-마음챙김이 긴장 상태를 완화하고 생리적 안정성을 유도하였음을 시사한다. 특히, 우울군에서 더 많은 비율의 참여자가 EDA 감소 경향성을 보인 것은 VR-마음챙김의 심리적 안정 효과를 간접적으로 뒷받침하는 결과로 해석될 수 있다. 또한, SUS와 IPQ 결과(3.2.2절)를 통해 일상생활 속에서도 몰입감 있는 VR-마음챙김의 실천을 기대할 수 있다. NASA-TLX 결과는 VR-마음챙김이 이해하기 쉽고 콘텐츠 참여에 용이하였음을 시사한다. 더하여, 우울군 참여자들의 인터뷰를 분석 결과(3.2.3절), VR-마음챙김의 콘텐츠 설계에서 의도했던 마음챙김 핵심요소가 참여자들에게 잘 전달되었음을 확인하였다. 특히, 다양한 인터랙션에 대한 참여자들의 긍정적인 반응을 통해, 많은 연구에서 확인된 VR 명상의 효과성[24]을 넘어, 신뢰, 비쟁취, 수용의 태도까지 VR 환경에서 실천 가능함을 확인할 수 있었다. 이는 VR을 활용하여 우울증 완화를 위한 마음챙김의 다양한 핵심요소들을 충분히 구현 및 실현 가능함을 시사한다.

5 결론 및 향후 연구

본 연구는 마음챙김 핵심요소를 기반으로 한 VR-마음챙김 콘텐츠를 개발하여 그 실현 가능성과 효과를 탐구하였다. 사용자 스터디로부터 수집된 다양한 데이터 분석 결과, 우울군의 특성들을 직·간접적으로 확인할 수 있었으며, VR 환경 내에서 다양한 인터랙션을 통해 마음챙김의 핵심요소(i.e., 비판단, 비쟁취, 신뢰, 수용)를 충분히 경험할 수 있음을 입증하였다. 이를 통해 VR-마음챙김이 심리적 안정과 긍정적인 정서적 변화를 유도하는 데 기여할 수 있음을 확인하였다. 이로써 본 연구는 우울증 완화를 위한 마음챙김의 새로운 접근 방식을 제시하며, VR-마음챙김의 실현 가능성과 잠재력을 보여주었다. 이를 바탕으로, 향후 연구에서는 우울증 단계별 특성, 하루 중 시간대(e.g., 오전, 오후)에 따른 우울감 변화 등을 고려한 세분화된 그룹별 분석을 통해 개인에게 보다 적합한 마음챙김을 위한 콘텐츠의 발전을 모색할 수 있을 것으로 기대한다.

사사의 글

본 연구는 2024 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2018R1A5A7059549).

참고 문헌

1. World Health Organization. Depressive disorder (depression). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>. March 31, 2023.
2. Brown, J. D., & Siegel, J. M. Attributions for negative life events and depression: the role of perceived control. *Journal of personality and social psychology*, 54(2), 316. 1988
3. Westfall, S., Caracci, F., Estill, M., Frolinger, T., Shen, L., & Pasinetti, G. M. Chronic stress-induced depression and anxiety priming modulated by gut-brain-axis immunity. *Frontiers in immunology*, 12, 670500. 2021.
4. Hofmann, S. G., & Gómez, A. F. Mindfulness-based interventions for anxiety and depression. *Psychiatric clinics*, 40(4), pp. 739-749. 2017.
5. Emmelkamp, P. M., & Meyerbröker, K. Virtual reality therapy in mental health. *Annual review of clinical psychology*, 17(1), pp. 495-519. 2021.
6. Mrazek, A. J., Mrazek, M. D., Cherolini, C. M., Cloughesy, J. N., Cynman, D. J., Gougis, L. J., ... & Schooler, J. W. The future of mindfulness training is digital, and the future is now. *Current Opinion in Psychology*, 28, pp. 81-86. 2019.
7. Nisbet, E. K., Zelenski, J. M., & Grandpierre, Z. Mindfulness in nature enhances connectedness and mood. *Ecopsychology*, 11(2), pp. 81-91. 2019.
8. Sarchiapone, M., Gramaglia, C., Iosue, M., Carli, V., Mandelli, L., ... & Zeppegno, P. The association between electrodermal activity (EDA), depression and suicidal behaviour: A systematic review and narrative synthesis. *BMC psychiatry*, 18, pp. 1-27. 2018.
9. Kappeler-Setz, C., Gravenhorst, F., Schumm, J., Amrich, B., & Tröster, G. Towards long term monitoring of electrodermal activity in daily life. *Personal and ubiquitous computing*, 17, pp. 261-271. 2013.
10. Kabat-Zinn, J. *Wherever you go, there you are: Mindfulness meditation in everyday life*. Hachette UK. 2023.
11. Power, M. J., & Tarsia, M. Basic and complex emotions in depression and anxiety. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, 14(1), pp. 19-31. 2007.
12. Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *Journal of general internal medicine*, 16(9), pp. 606-613. 2001
13. Jordan, P. W., Thomas, B., McClelland, I. L., & Weerdmeester, B. (Eds.). *Usability evaluation in industry*. CRC Press. 1996.
14. Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 10(3), pp. 266-281. 2001.
15. Hart, S. G. NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later. In *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*. Vol. 50, No. 9, pp. 904-908. Sage CA: Los Angeles, CA: Sage publications. 2006.
16. Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. routledge. 2013.
17. Osamy, W., Salim, A., & Khedr, A. M. An information entropy based-clustering algorithm for heterogeneous wireless sensor networks. *Wireless networks*, 26, pp. 1869-1886. 2020.
18. Posada-Quintero, HF., & Chon, KH. Innovations in electrodermal activity data collection and signal processing: A systematic review. *Sensors*, 20(2), pp. 479. 2020.
19. Hunter, JS. The exponentially weighted moving average. *Journal of quality technology*, 18(4), pp. 203-210. 1986.
20. Kim, K. H., Bang, S. W., & Kim, S. R. Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals. *Medical and biological engineering and computing*, 42, pp. 419-427. 2004.
21. Disner, S. G., Beevers, C. G., Haigh, E. A., & Beck, A. T. Neural mechanisms of the cognitive model of depression. *Nature Reviews Neuroscience*, 12(8), pp. 467-477. 2011.
22. Gilbert, P., McEwan, K., Catarino, F., & Baião, R. Fears of negative emotions in relation to fears of happiness, compassion, alexithymia and psychopathology in a depressed population: A preliminary study. *Journal of Depression and Anxiety*. 2014.
23. Rahma, O. N., Putra, A. P., Rahmatillah, A., Putri, Y. S. A. K. A., Fajriaty, N. D., Ain, K., & Chai, R. Electrodermal activity for measuring cognitive and emotional stress level. *Journal of Medical Signals & Sensors*, 12(2), pp. 155-162. 2022.
24. Ma, J., Zhao, D., Xu, N., & Yang, J. The effectiveness of immersive virtual reality (VR) based mindfulness training on improvement mental-health in adults: A narrative systematic review. *Explore*, 19(3), pp. 310-318. 2023.