

혼합현실환경에서 반응형 미디어 타입에 따른 사용자 감정의 영향 분석

박현준¹ 강보희² 김주환² 조동식^{1,*}
울산대학교 ICT융합학부¹ 울산대학교 전기전자컴퓨터공학과²
dongsikjo@ulsan.ac.kr

Investigation on Effects of User's Emotions by Responsive Media Types in Mixed Reality Environments

Hyunjun Park¹ Bohee Kang² Juhwan Kim² Dongsik Jo^{1,*}
Department of IT Convergence, University of Ulsan¹
Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering, University of Ulsan²

요약

최근 혼합현실(Mixed Reality, MR) 기술이 발전함에 따라 방송, 교육, 훈련 시스템 등 다양한 분야에서 널리 활용되고 있지만 혼합현실 환경의 가상 객체에 대한 사용자 감정 측면에서 사용성 평가 연구는 부족한 상황이다. 본 논문에서는 혼합현실 환경에서 반응형 미디어 타입(예. 가상 휴먼)이 사용자 감정 변화에 미치는 영향을 분석했다. 반응형 미디어 타입이란 사용자가 혼합현실 환경에서 상호작용할 때 가상 객체가 출현하여 다양한 감정으로 반응하는 미디어라고 정의한다. 실험에서는 감정, 동작, 객체 종류에 따른 21가지 타입을 통해서 어떤 반응형 미디어 타입이 가장 효과적인지를 실험하였다. 실험 결과 반응형 미디어 타입을 가상 객체로 표현하여 사용자에게 제공한 경우 감정 변화가 유발되고, 특히 인간과 유사한 형태인 동적인 가상 휴먼의 경우 감정 변화가 크게 나타남을 확인하였다. 또한, 미디어 타입에 의해 분노의 감정을 유발한 경우 작업 결과에 대한 반응 속도에 영향이 있음을 확인하였다. 이를 통해 본 논문의 연구 결과를 통해 혼합현실 환경에서의 감정 제어와 관련된 콘텐츠 제작의 가이드라인을 제공하고, 혼합현실 콘텐츠의 활용도를 높일 수 있는 방법으로 사용자 맞춤형 콘텐츠 설계에 필요한 방법을 제시하고자 한다.

Abstract

Recently, with the continued advancement of mixed reality(MR) technology, MR contents are evolving into enhanced user's experience based on interacting synthesized virtual objects. In this paper, to analyze the effects of different emotionally responsive media types, we examined the impact of responsive media types on user emotional changes and task performance in MR environments. A responsive media type is defined as media in which a virtual object appears and responds with various emotional expressions during user interaction within a mixed reality environment. In the experiment, 21 types of reactive media were constructed by combining emotional expressions, behavioral patterns, and object categories to investigate which type was most effective. In the experiment of our study, we found that dynamic virtual human was the most effective responsive media type in terms of generating emotions, and responsive media types had statistically significant effects on user's emotions and physiological responses, highlighting their potential influence on task performance. Through main findings of this paper, we expect to provide guidelines to create MR environments related to emotional control to improve the usability of MR contents.

* **Corresponding author:** Dongsik Jo/ Department of ICT Convergence, University of Ulsan(dongsikjo@ulsan.ac.kr)

키워드: 혼합현실, 가상 휴먼, 반응형 미디어 타입, 상호작용, 사용자 감정

Keywords: Mixed reality, Virtual Human, Responsive Media Type, Interaction, User Emotion

*corresponding author: Dongsik Jo/ University of Ulsan (dongsikjo@ulsan.ac.kr)

Received : 2025.06.13./ Review completed : 1st 2025.06.30. 2nd 2025.07.10./ Accepted : 2025.07.14.

DOI : 10.15701/kcgs.2025.31.3.79

ISSN : 1975-7883(Print)/2383-529X(Online)

1. 서론

혼합현실(Mixed Reality, MR) 기술은 실제 현실에 가상의 정보를 합성하는 것으로 현실을 기반으로 가상 정보를 부가하는 증강현실(Augmented Reality, AR)과 가상 환경에 실제 현실 정보를 부가하는 증강 가상(Augmented Virtuality, AV)으로 크게 나누어진다[1]. 최근, 이러한 혼합현실 기술은 가상 휴먼(Virtual Human)을 제작하는 사례가 많아지고 있으며 방송, 교육, 훈련 시스템 등 다양한 분야에서 적극적으로 활용되고 있다[2,3]. 그리고, 가상 휴먼을 활용한 콘텐츠의 효과와 사용자가 경험에 대한 영향을 분석하려는 연구가 활발히 진행되고 있다[2,4,5,6]. 예를 들면, 병원에서 의사의 수술 집도를 훈련하기 위한 콘텐츠를 제작할 때 가상휴먼의 행동이나 제스처, 얼굴표정 등을 활용하여 더욱 몰입감 있는 경험을 제공하는 연구사례가 있다[7].

또한, 감정분석과 관련된 연구를 혼합현실 연구와 결합하려는 시도가 시작되고 있다[8]. 감정분석과 관련된 주요 연구 결과에서 "Yerkeys-Dodson's law"에 따르면 작업 수행 능력은 정신적 각성에 따라 성과가 증가하지만 개인의 각성 수준이 너무 낮거나 너무 높으면 성과가 저하된다고 한다[2, 9]. 본 논문에서는 이러한 "Yerkeys-Dodson's law"에 따라 가상휴먼 등과 같은 반응형 미디어 타입에 따른 감정의 변화가 혼합현실 환경에서 작업 능력의 변화에 어떠한 영향을 주는지에 대해 알아보하고자 한다[2]. 본 논문에서 언급된 반응형 미디어 타입이란 기존 유사 연구사례를 바탕으로 사용자가 혼합현실 환경에서 상호작용할 때 2D 혹은 3D 형태의 객체가 출현하여 다양한 감정으로 반응하는 그래픽 인터페이스라고 정의하였다[2,10,11]. 즉, 본 연구에서는 사람의 기본적인 감정에서 도출한 감정을 반응형 미디어 타입에 적용하여 혼합현실 콘텐츠를 경험하는 사용자의 감정 변화에 미치는 영향을 분석하였다. 이러한 결과를 통해 혼합현실 환경에서 다양한 상황(예. 반응형 미디어 타입)에 따른 감정 변화를 실험을 통해 검증하여 콘텐츠 제작의 가이드라인 제공이 가능할 것으로 기대한다[2].

2. 관련 연구

2.1 VR/AR/MR 환경의 사용성 평가

VR/AR/MR 환경에서 사용되는 가상의 객체는 사용자의 시각적인 정보를 제공하고, 상호작용 함으로써 몰입도(Immersion)와 실재감(Presence)을 제공한다[12]. 가상의 객체 중에 미디어 타입의 한 형태인 가상 휴먼은 사용자와 상호작용하여 신뢰도에 영향이 있다는 연구 결과가 있었다[2,12]. 또 다른 연구에서는 사용자와 가상 객체가 협업하는 몰입 환경에서 가상휴먼의 제스처와 이모티콘 등 비언어적 시각 정보가 사용자의 정보 식별에 영향을 제공하고, 가상휴먼의 비언어적 커뮤니케이션을 포함한 정보의 제공이 사

용자의 정보 인지 능력을 향상한다고 하였다[13]. 또한, 몰입 콘텐츠 환경에서 가상휴먼으로 구성된 사용자들이 상호작용 할 때, 사용자간의 근접성, 제스처 유무가 실제로 사람과 함께 있는 것 같다는 공존감(Co-presence)에 영향을 있다는 연구 결과도 있었다[14]. 기존 관련 연구를 통해 반응형 미디어 타입에 관한 감정 변화 분석 연구의 필요성을 확인하였고, 우리의 연구에서는 추상적 시각화 정보보다는 가상휴먼과 같은 human-like 형태의 미디어 타입으로 사용자에게 제공해 더 강한 감정 유발을 효과적으로 불러올 것이라 가정하였다[2]. 또한, 움직임의 변화가 있는 동적인 시각 정보 제공이 사용자의 감정 유발에 더욱 효과적일 것이라 가정하였다.

2.2 혼합현실 환경의 사용자 감정 분석

혼합현실 환경에서 가상객체를 활용해 사용자의 감정을 유발함으로써 사용자의 인지능력 향상에 도움을 제공하는 연구 사례가 있었다[2,15]. 예를 들면, Norouzi et al. 연구에서는 혼합 환경에서 가상 휴먼 및 강아지 객체를 활용한 시각정보의 제공을 통해 스트레스 완화 효과가 있음을 연속 뻘셈 테스트를 통한 실험으로 제안하였다[16]. 이를 통해 원격지에서의 가상 객체 기반의 정보 제공으로 사용자 스트레스 완화 효과를 제공한다고 하였다. 또 다른 결과로 Baldoni et al. 연구에서는 사용자 주의력이 2D 디스플레이 환경보다 혼합현실 환경이 높은 수준의 주의력을 가짐을 Stroop test를 통해 연구 결과로써 제안하였다[17]. 즉, 혼합현실 환경이 사용자가 작업을 수행할 때 집중력을 더욱 더 향상할 수 있다는 연구 결과를 제시하였다[2]. 본 논문에서는 기존 연구 결과를 바탕으로 task의 후보군을 선정하였고 혼합현실 환경에서 사용자의 감정 유발이 가능할 것이라고 실험을 통해 알아보하고자 하였다.

2.3 감정 인식 및 분석 연구

사람의 감정은 행동과 의사결정, 사회적 상호작용에 중요한 역할을 하며, 인간의 감정은 여러 연구 결과를 통해 정의되고 분류되었다[18,19]. 감정과 관련된 연구에서는 주로 러셀(Russel), 플루치(Plutchik), 폴 에크만(Paul Ekman)의 감정모델을 활용해 인간의 감정을 정량적으로 분석을 수행한다[2,20]. 대표적 사례인 러셀(Russel) 연구에서는 주관적인 감정에 기초한 원형 모형을 제안하였고[18], 플루치(Plutchik) 연구에서는 기본 감정과 복합 감정이 결합된 3 차원 모델을 제안하였다[2,19]. 플루치 모델은 감정적인 단어의 유사성을 기반으로 기쁨, 신뢰, 두려움, 놀람, 슬픔, 혐오, 분노, 기대의 8 가지 기본 감정을 기준으로 중간 감정과 고급 감정을 포함한 인간 감정 제시하였으며, 감정간의 상관관계가 있음을 제안하였다[19]. 폴 에크만(Paul Ekman) 연구에서는 인간의 공통된 감정을 가지고 있으며, 분노, 두려움, 놀라움, 슬

픘, 혐오, 경멸, 행복의 6 가지 감정이 보편성이 있다고 제안하였다[20]. 본 논문에서는 대표적인 연구사례를 바탕으로 한 감정 모델을 기반으로 실험에서 주요 감정으로 구성하였다[2].

3. 시스템 설계 및 혼합현실 구현

3.1 시스템 설계

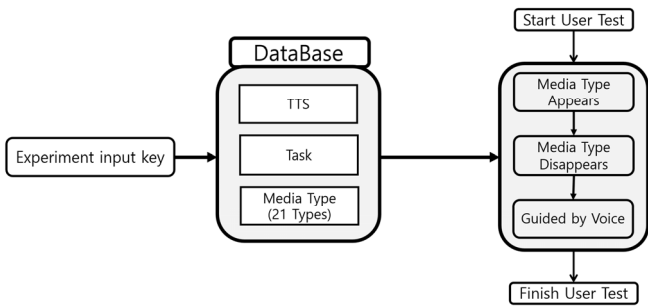


Figure 1. The proposed overall process in our system. In our experiments, we randomly selected one of 21 responsive media types and measured whether this triggered user's emotions.

그림 1은 본 연구에서 구성된 전체 시스템 흐름도이다. 혼합현실 환경에서 사용자는 행복, 놀람, 분노, 슬픔, 평온 등 5가지 나타낸 다양한 형태의 반응형 미디어 타입을 체험한 뒤 감정 변화의 발생 여부를 분석하였다[2]. 이 때 사용된 반응형 미디어 타입 형태와 실험 구성은 그림 2와 같다.

		Happy	Angry	Surprised	Sad	Calm
None	No Assistant Media	.				
Statics	Emoticon					
	Virtual Human					
Dynamic	Realistic Emoticon					
	Realistic Virtual Human					

Figure 2. Our system configuration with responsive media types[2]. We investigated the impact of responsive media types on user emotional changes. We defined the responsive media type as virtual objects to additionally visualize for user's interaction in MR environments.

본 연구의 목적은 혼합 현실 환경에서 반응형 미디어 타입

에 따라 사용자의 감정과 작업 능력에 어떠한 영향을 제공하는 지에 대해 분석하기 위한 것이다. 따라서 본 논문에서는 반응형 미디어 타입의 형태는 이모티콘과 가상휴먼으로 분류하였고, 동작은 정적(static), 동적(dynamic) 요소로 분류하였다[2]. 그림 3은 본 연구에서 사용된 사용자 실험의 시스템 구성 결과이다. 혼합현실(Mixed Reality, MR) 환경을 사용자에게 표현하기 위해 Microsoft사의 HoloLens2를 활용하였다. 사용자는 반응형 미디어 타입을 가상 객체로 표현한 시각 정보를 경험하게 하였다. 이때 오퍼레이터는 Wizard-of-Oz 방법으로 실시간으로 참가자의 반응을 관찰하고 시스템을 조작할 수 있고, 실험 환경을 제어한다[20].



Figure 3. A overall system configuration with responsive media types for user's experiments[2].

3.2 실험 콘텐츠 구성

본 논문에서는 사용성 평가를 위해 효과적인 감정 분석 task를 선정하기 위해 몰입 콘텐츠, 혼합현실 환경에서 주로 사용되는 실험 방법인 Anagram[15], 연속 뿔샘 테스트[16], Stroop Test[17]를 후보군으로 파일럿 테스트를 먼저 진행하였다. 파일럿 테스트는 각각의 Task 를 피실험자에게 경험하게 하고, 경험 후에는 몰입감, 난이도, 흥미도, 스트레스 유발 등의 항목을 포함한 설문을 진행하였다[2]. 3가지의 task를 기반으로 감정 분석 변화를 측정된 결과 Stroop Test가 높은 변화가 있다는 것을 확인하였고, Anagram, 연속 뿔샘은 감정 변화가 크지 않은 낮은 점수를 기록하였다. 이를 바탕으로, 본 연구에서의 실험을 위한 혼합현실 감정 분석 시스템에 적용될 task는 Stroop test로 선정하였다. 우리의 실험에서 Stroop test는 일반적으로 영어로 된 단어를 활용해 작업을 평가하지만, 실험 대상자가 한국인이므로 한글 색상명으로 변경하여 시스템을 구성하였다[2]. 여기에서 Stroop task는 색상을 표현하는 단어와 색상이 일치하지 않는 단어를 찾는 실험 방법이다(그림 4 참조). 우리의 실험에서는 주어진 시간에서 Stroop test를 수행하고, 혼합현실 환경에서 가상 객체 형태로 가시화되는 반응형 미디어 타입을 경험하면서 감정의 변화에 대한 측정을 수행하였다.

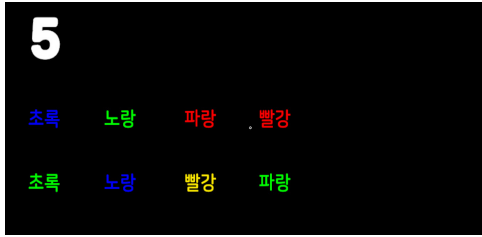


Figure 4. A example of Stroop test scene[2].

4. 실험 및 분석

4.1 실험 프로세스

본 연구의 목적은 혼합 현실 환경에서 반응형 미디어 타입에 따라 사용자의 감정에 어떠한 영향을 제공하는지에 대해 분석하기 위한 것이다. 따라서 본 논문에서는 반응형 미디어 타입을 분류하고, 각각의 반응형 미디어 타입을 통하여 어떤 형태의 반응형 미디어 타입이 가장 크게 감정을 변화시키는지에 대해서 분석하였다[2]. 실험의 가설은 관련 연구들에 근거하여 아래와 같다.

- H1.** 반응형 미디어 타입이 존재하는 경우가 존재하지 않는 경우보다 감정의 변화에 영향을 미칠 것이다.
- H2.** 반응형 미디어 타입의 형태가 동적 가상휴먼일 경우 가장 큰 폭의 감정의 변화가 있을 것이다.

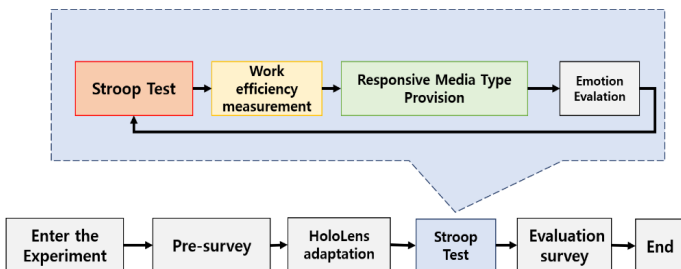


Figure 5. The detail process to examine the impact of responsive media types on user emotional changes and task performance.

그림 5는 그림 1의 전체 시스템의 흐름도 중 실험에 참여하는 피실험자가 수행하는 실험 프로세스를 세부적으로 보여주는 순서도이다. 피실험자는 본격적인 실험에 들어가기 앞서 혼합현실 경험 등을 물어보는 사전 설문지를 작성한 뒤 Stroop task를 수행하고, 변화를 측정하였다[2]. 실험은 within-subjects design[22]을 통해 무작위의 순서로 진행되고, 사용자는 5초의 시간동안 Stroop task를 수행한다. 이 때 task 문항은 초록, 빨강, 노랑, 파랑의 색들 중 한개의 색과 단어를 가진 랜덤한 8개의 단어로 구성되고, 한 문항 당 답은 0~4개의 랜덤한 수로 생성하였다. 또

한, 피실험자에게 반응형 미디어 타입의 각각의 조건이 전 단계의 task 결과와는 무관하게 무작위로 가지화하였다. 실험에서 반응형 미디어 타입이 노출될 때마다 감정의 변화를 1 부터 7까지의 점수를 정성적으로 측정하였고, 정량적 분석을 위해 심장박동 수를 함께 측정하였다[2]. 실험을 수행한 이후 반응형 미디어 타입에 의해 피실험자가 행복, 분노, 놀람, 슬픔, 평온 등 5가지 감정이 유발되는지를 평가하였다.

7 point Likert scale item
During this experiment, I felt immersed in the responsive media type.
Did this experiment make you nervous?
Did this experiment make you stress?
Did you find this experiment interesting?
How much of a sentiment shift did you see when you ran that experiment?
How effective was this experiment in triggering emotion?
What was the intensity of these emotions?
Qualitative item
Write the responsive media types with the highest and lowest coexistence.
Please select which form of responsive media type you like best and write why.
Please list the responsive media types that had the most impact on the sentiment change, starting with the one that had the most impact.

Table 1. Survey questionnaire to find emotional effects in MR environments.

또한, 추가적으로 혼합현실 환경의 몰입도를 평가하기 위하여 실험이 종료된 뒤 설문지를 통해 사용자의 실재감 등 정성적 항목을 측정하였다(표 1 설문지 참조). 설문지는 본 연구의 실험목적에 맞게 수정하여 설문 문항을 구성하였다[23,24,25]. 설문 문항은 총 10개로 구성되었으며, 7개 문항은 몰입감, 긴장감, 흥미도 등을 7점 리커트 척도를 사용해 평가하였다. 나머지 3개 문항은 반응형 미디어 타입에 대한 선호도와 감정 변화에 미친 영향을 주관식으로 측정하였다.

4.2 실험 결과 분석

실험을 위해 24 세에서 45 세 사이로 평균 32.2세의 연령으로 분포되어 있는 16 명이 연구에 참여하였다. 실험 참가자 중 1명은 색각이상(색맹)으로 Stroop task를 진행하기 어려움이 있어 본 실험에서 제외하였다. 사전 설문조사 결과,

VR/AR/MR 장비를 사용해보고 콘텐츠를 경험해본 참가자는 10 명, 경험이 없는 참가자는 5 명이었고, 가상휴면이 출현하는 콘텐츠를 경험한 참가자는 6 명이었다. 모든 분석 결과는 ANOVA(분산분석)를 통해서 검증하였다.

몰입감, 긴장감, 흥미도 등 혼합현실 참여에 대한 경험을 평가 결과, 몰입감은 대체로 높은 평가를 받았으나, 표준편차를 통해 참가자 간 경험에 차이가 영향이 있음을 확인할 수 있었다. 흥미도, 감정 유발 효과, 감정 강도의 항목에서는 응답이 대체로 긍정적이고 일관되게 나타난 반면, 긴장감과 스트레스 항목은 상대적으로 점수가 높지 않았다. 하지만, 스트레스 항목의 경우는 피실험자의 상황에 따라 큰 차이가 있는 것으로 나타났으며, 콘텐츠를 경험하는 사용자별로 상이한 수준의 스트레스를 유발했음을 알 수 있었다. 참가자들의 감정 변화 영향 순위는 동적 가상휴면, 동적 이모티콘, 정적 가상휴면의 순서로 나타났다. 이 결과는 대부분의 참가자가 동적 가상휴면을 가장 높은 공존감과 감정 변화효과를 제공하는 미디어 타입으로 평가했음을 보여준다(H2 검증). 반면, 반응형 미디어 타입이 없거나 정적 형태의 타입은 공존감과 감정 유발 효과가 상대적으로 낮게 평가되었다(H1 검증). 이를 통해 실제감이 높은 동적 형태와 인간의 형태를 가진 미디어 타입이 감정 유발에 더 효과적임을 알 수 있었다.

을 검증하였다. 추가적으로 혼합현실 환경에서 반응형 미디어 타입의 유형별로 감정의 크기 변화에 대한 분석을 수행하였고, 감정의 크기 점수는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

각 반응형 미디어 타입에 적용된 감정별로 분석한 결과, '분노' 감정의 경우 심장박동 수가 통계적으로 유의미하게(ANOVA, $p < 0.05$) 높아졌음을 확인하였다. 이는, 심장박동 수 증가와 밀접한 관련이 있다고 제안한 Peter et al. 연구와 일치한 결과를 확인하였다[26]. 그리고, 반응 속도의 기준으로 분석한 경우 평균(4.2s), 분노(3.9s), 놀람(4.47s), 슬픔(4.3s), 행복(4.19s) 결과를 얻었고, 분노 감정일 때 가장 반응속도가 빠른 것을 볼 수 있다. 이는 반응형 미디어 타입에 따라 분노 감정을 유발할 수 있고, "Yerkeys-Dodson's law"에 따르면 작업 능력은 정신적 각성 상태에 따라 작업 능률이 오른다는 것을 일부 확인하였다. 실험을 통해 반응형 미디어의 제공이 감정에 영향을 제공한다는 것을 알 수 있었고, 반응 속도에 따라 task performance에도 일부 상관관계가 있음을 검증하였다. 즉, 특정 감정을 유발하면 혼합현실 환경에서 작업(예. 교육/훈련) 능률에 영향이 있다고 확인하였고, 더 자세한 분석은 작업 task를 더 다양하게 구성하여 추후 연구를 통해 진행할 계획이다.

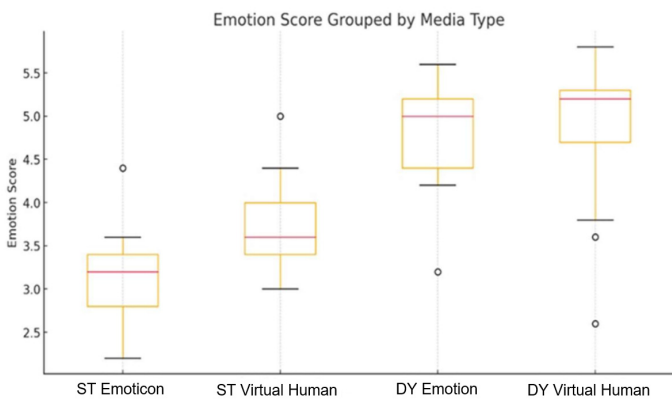


Figure 6. Experiment results of the proposed responsive media types with respect to emotional score[2].

또한, 본 연구에서는 반응형 미디어 타입에 따른 실험 조건과 감정 폭 점수 분포를 측정하였다. 그림 6의 가로축은 반응형 미디어 타입의 실험 조건을, 세로축은 감정 폭 점수를 나타낸다. 분석 결과, 반응형 미디어 타입이 존재하는 경우, 미디어 타입의 형태나 감정에 상관없이 감정 폭 점수의 평균이 더 높게 나타났다(H1 검증 추가). 또한, 점수 분포는 높은 점수대에 집중되는 경향을 보였다. 특히, 정적 타입에 비해 동적 타입의 컨디션에서 평균점수가 통계적으로 유의미하게 높음(ANOVA, $p < 0.05$)



Figure 7. Experiment results of heart rate with emotional conditions in the experimental tasks[2].

5. 결론

본 논문에서는 혼합 현실 환경에서 반응형 미디어 타입에 따른 사용자의 감정에 영향을 분석하였다. 이를 위해 반응형 미디어 타입을 표현 측면에서 이모티콘/가상휴면으로 구분하고, 동작 측면에서 정적/동적으로 구분하였다. 연구 결과, 혼합현실 환경에서 반응형 미디어 타입의 존재가 사용자의 감정 변화에 영향을 주는 것으로 알 수 있었고, 가상 휴면인 경우 더 큰 변화가 있는 것을 알 수 있었다. 또한, 감정의 크기 변화를 분석한 경우는 통계적으로는 유의미한 결과를 얻지 못했다. 특히, 분노 감정일 때 정량적으로 심장박동 수가 증가하는 것을 알 수 있었다. 본 연구 결과

를 기반으로 감정에 영향이 있는 혼합 현실 콘텐츠 개발에 도움을 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

추후 연구로 반응형 미디어 타입 유형에 따라 피실험자에게 감정 변화 크기 점수에서 유의미한 차이를 확인하지 못하여 콘텐츠를 좀 더 감정 유발이 가능한 형태로 추가하여 진행할 계획이다. 또한, 정량적 평가 방법으로 심장박동으로만 수행하였으며 뇌파 및 피부전도율과 같은 추가적인 신체 반응 지표를 측정하여, 반응형 미디어 타입과 다차원적 상관성을 보다 심층적으로 분석하고자 한다[2]. 이러한 보완을 통해, 본 연구는 반응형 미디어 타입이 감정 폭 변화에 미치는 영향을 더욱 정밀하게 규명하고, 사용자 감정의 폭을 조절하여 콘텐츠 개발에 유용한 방법론을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2025년도 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업 지원을 받아 수행되었음 (2024-0-00025). 또한, 2025년도 산업통상자원부 및 산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (RS-2024-00508239).

References

- [1] Milgram, Paul & Kishino, Fumio., "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays." *IEICE Trans. Information Systems*. vol. E77-D, no. 12. 1321-1329, 1994.
- [2] Bohee Kang. "Investigation on Effects of User's Emotions by Responsive Media Types in Mixed Reality Environments". *Master's thesis*, Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering, University of Ulsan, 2025.
- [3] Mal, D., Wolf, E., Döllinger, N., Botsch, M., Wienrich, C., & Latoschik, M. E., "From 2D-Screens to VR: Exploring the Effect of Immersion on the Plausibility of Virtual Humans.", *In: Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp1-8, 2024.
- [4] Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G., "The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature.", *Frontiers in psychology*, vol.9, pp 1-20, 2018.
- [5] Yoneyama, J., Fujimoto, Y., Okazaki, K., Sawabe, T., Kanbara, M., & Kato, H., "Augmented Reality Visual Effects for Mitigating Anxiety of In-person Communication for Individuals with Social Anxiety Disorder.", *APMAR*, 2023.
- [6] Liaw, S. Y., Ooi, S. W., Rusli, K. D. B., Lau, T. C., Tam, W. W. S., & Chua, W.L., "Nurse-physician communication team training in virtual reality versus live simulations: randomized controlled trial on team communication and teamwork attitudes.", *Journal of medical Internet research*, vol 22, No.4, pp 1-7, 2023.
- [7] Wang, H., Gaddy, V., Beveridge, J. R., & Ortega, F. R., "Building an emotionally responsive avatar with dynamic facial expressions in human-computer interactions.", *Multimodal Technologies and Interaction*, vol 5, pp 1-26, 2021.
- [8] Lampropoulos, Georgios, Pablo Fernández-Arias, Álvaro Antón-Sancho, and Diego Vergara, "Affective Computing in Augmented Reality, Virtual Reality, and Immersive Learning Environments" *Electronics* 13, no. 15: 2917, 2024.
- [9] Hanoch, Y., & Vitouch, O., "When less is more: Information, emotional arousal and the ecological reframing of the Yerkes-Dodson law.", *Theory & Psychology*, vol 14, pp 427-452, 2004.
- [10] Skinner, B. F., "The Behavior of Organisms: An Experimental Analysis." *New York: Appleton-Century-Crofts*. 1938.
- [11] Lang Yueru, Xie Ke, Gong Shaoying, Wang Yanqing, Cao Yang., "The Impact of Emotional Feedback and Elaborated Feedback of a Pedagogical Agent on Multimedia Learning", *Frontiers in Psychology Volume 13*, 2022.
- [12] Kim, K., Boelling, L., Haesler, S., Bailenson, J., Bruder, G., & Welch, G. F., "Does a digital assistant need a body? The influence of visual embodiment and social behavior on the perception of intelligent virtual agents in AR.", *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pp105-114, 2018.
- [13] Giovannelli, A., Thomas, J., Lane, L., Rodrigues, F., & Bowman, D. A., "Gestures vs. Emojis: Comparing Non-Verbal Reaction Visualizations for Immersive Collaboration.", *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol.29, pp 4772-4781, 2023.
- [14] Nelson, M. G., Yang, F. C., Koiliyas, A., Anagnostopoulos, C. N., & Mousas, C., "Avoiding Virtual Characters: The Effects of Proximity and Gesture." *In 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pp.41-50, 2024.
- [15] Miller, M. R., Jun, H., Herrera, F., Yu Villa, J., Welch, G., & Bailenson, J. N., "Social interaction in augmented reality.", *PLoS one*, vol. 14, No. 5, e0216290, 2019.
- [16] Norouzi, N., Kim, K., Bruder, G., Bailenson, J. N., Wisniewski, P., & Welch, G.F., "The advantages of virtual dogs over virtual people: Using augmented reality to provide social support in stressful situations.", *International Journal of Human-Computer Studies*, vol 165, pp 1-14, 2020.

22.

[17] Baldoni, S., Wahba, M. Z., Carli, M., & Battisti, F., "A Study on the Impact of Virtual Reality on User Attention.", In *2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing Workshops (ICASSP W)*, pp. 1-5, 2023.

[18] Russell, J. A., "A circumplex model of affect." *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161-1178., 1980.

[19] Plutchik, R., & Kellerman, H. (Eds.), "Theories of emotion", *Academic press*, Vol. 1, 2013.

[20] Wang, H., Gaddy, V., Beveridge, J. R., & Ortega, F. R., "Building an emotionally responsive avatar with dynamic facial expressions in human-computer interactions.", *Multimodal Technologies and Interaction*, vol 5, pp 1-26, 2021.

[21] Kelley, J. F., "An iterative design methodology for user-friendly natural-language office information applications." *ACM Transactions on Office Information Systems*, 2, 26-41. 1984.

[22] Gary Charness, Uri Gneezy, Michael A. Kuhn, "Experimental methods: Between-subject and within-subject design" *Journal of Economic Behavior & Organization*, Volume 81, Issue 1, Pages 1-8. 2012

[23] Hein, Dimitri, Christian Mai, and Heinrich Hußmann. "The usage of presence measurements in research: a review." *Proceedings of the International Society for Presence Research Annual Conference (Presence). Prague: The International Society for Presence Research*, 2018.

[24] Witmer, B. G. & Singer, M. J., "Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240. 1998.

[25] Laugwitz, Bettina & Held, Theo & Schrepp, Martin. , "Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire." *USAB 2008*. 5298. 63-76., 2008.

[26] Taggart, P., Boyett, M. R., Logantha, S. J. R., & Lambiase, P. D., "Anger, emotion, and arrhythmias: from brain to heart." *Frontiers in physiology*, vol 2, No.67, 2011.

< 저자 소개 >

박 현 준

- 2019년~현재 울산대학교 ICT융합학부 학부연구생
- <https://orcid.org/0009-0005-3474-4686>



강 보 희

- 2025년 울산대학교 AI·컴퓨터공학전공 공학석사
- 2025년~현재 울산정보산업진흥원 콘텐츠진흥단 선임
- 관심분야 : VR/AR, HCI, Virtual Human
- <https://orcid.org/0009-0007-4342-5163>



김 주 환

- 2021년 원광대학교 양자컴퓨터공학과 공학석사
- 2021년~2023년 한국해양과학기술원 재난재해연구센터 연수연구원
- 2023년~현재 울산대학교 전기전자컴퓨터공학과 박사과정
- 관심분야 : VR/AR, 시뮬레이션, 최적화
- <https://orcid.org/0009-0002-5176-4193>



조 동 식

- 2017년 고려대학교 컴퓨터학과 공학박사
- 2004년~2018년 한국전자통신연구원 VR/AR연구그룹 선임연구원
- 2018년~2020년 원광대학교 디지털콘텐츠공학과 조교수
- 2021년~현재 울산대학교 ICT융합학부 부교수
- 관심분야: VR/AR, 몰입 상호작용, HCI, 가상휴먼, 생성형 AI 기반 콘텐츠 저작
- <https://orcid.org/0000-0003-3700-0955>

