

AI 기반 표정 변환을 활용한 스마트폰 과사용 감정 피드백 시스템

안채연⁰, 박상근

경희대학교 소프트웨어융합학과

paand0728@khu.ac.kr, sk.park@khu.ac.kr

Emotional Feedback System for Smartphone Overuse Using AI-Based Facial Expression Modification

Chaeyeon Ahn⁰, Sangkeun Park

Department of Software Convergence, Kyung Hee University

요 약

스마트폰이 필수품이 되면서 과의존 및 중독 문제가 사회적 이슈로 떠오르고 있다. 기존의 중독 방지 애플리케이션은 스마트폰 사용을 강제로 차단하는 방식이 주를 이루지만, 이러한 방식은 사용자에게 거부감을 유발하고 사용 지속성이 낮다는 한계를 지닌다. 이에 본 연구는 인공지능을 활용하여 사용자가 설정한 인물 사진을 다양한 표정으로 변환하고, 스마트폰 사용 시간에 따라 해당 표정을 시각적으로 제공함으로써, 사용자가 자율적으로 스마트폰 사용을 조절할 수 있도록 유도하는 애플리케이션을 제안한다.

1. 서 론*

한국방송통신위원회의 「2023 방송매체 이용행태조사」에 따르면 한국의 스마트폰 보유율은 94.8%이며, 10 대-50 대 보유율은 99%로 이상으로 사실상 포화 상태에 도달한 것으로 분석되었다[1]. 한국 갤럽의 2024 조사 결과에서도 한국 성인의 98%가 스마트폰을 사용하고 있는 것으로 나타나[2], 스마트폰은 우리의 삶에서 떼려야 뗄 수 없는 필수품으로 자리 잡았음을 확인할 수 있다.

이처럼 스마트폰이 일상 속 필수 기술로 정착했지만, 그에 따른 부정적인 영향 또한 함께 대두하고 있다. 과학기술정보통신부와 한국지능정보사회진흥원이 2025 년 3 월에 발표한 「2024 스마트폰 과의존 실태조사」 보고서에 따르면 우리나라 스마트폰 사용자 중 스마트폰 과의존 위험군은 전체의 22.9%를 차지하고 있는 것으로 나타났다[3]. 또한 스마트폰 과의존 위험군의 10 명 중 8 명은 스스로 스마트폰을 과다하게 사용하고 있다고 인식하고 있었다. 이러한 결과는 스마트폰 과의존 및 중독 문제가 개인뿐만 아니라 사회의 전체적인 문제로 우리 삶에 자리하고 있음을 드러내며, 이에 대한 효과적인 문제 해결 방안이 필요함을 시사하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 다양한 스마트폰 중독 방지 애플리케이션이 등장하였다. 현재 서비스 중인 대부분의 애플리케이션은 사용자의 스마트폰 사용 시간을 측정하여 푸시 알림으로 알려주거나 일정 시간 이상 사용하거나 특정 앱에 접속할 경우 스마트폰 사용을 강제로 제한하는 등, 사용자의 행동을 통제하는 강제적 방식을 주로 채택하고 있다. 그러나 이와 같은 강제적 개입 방식은 장기적인 사용 지속 가능성이 낮을 뿐 아니라, 사용자에게 부정적인 심리적 저항을 유발할 수 있다는 점에서 한계가 존재한다[4,5,6]. 여러 선행 연구들은 중독 예방을

위한 효과적인 개입 방식으로 사용자의 자율성을 존중하고, 이를 기반으로 한 동기 유발 전략이 필요함을 강조하고 있다[7,8,9].

본 연구에서는 기존 스마트폰 중독 예방 애플리케이션의 한계를 보완하고, 사용자가 스스로 스마트폰 사용을 인식하고 조절할 수 있도록 지원하는 애플리케이션 서비스를 제안한다. 본 애플리케이션은 사용자가 직접 선택한 인물 사진을 OpenAI 의 DALL-E 2¹ inpainting 기능을 활용하여 ‘기쁨-슬픔-화남’의 세 가지 표정으로 변환한 후, 스마트폰 사용 시간에 따라 표정이 점진적으로 변화하도록 설계되었다. 이렇게 변환된 이미지가 스마트폰 잠금화면에 노출되어 사용자의 시각적, 정서적 인식을 유도하며, 스마트폰 사용 시간을 직접 제한하지 않으면서도 사용자 스스로의 행동을 조절할 수 있도록 유도한다. 이를 통해 본 애플리케이션은 자율성과 개인화를 기반으로 한 동기 유발 환경을 제공하여 스마트폰 중독 예방에 기여하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1. 중독 예방에서 자율성의 중요성

Deci 와 Ryan 의 자기결정성 이론에 의하면, 외재적 동기 중 외적 조절은 자기결정성이 낮아 외부 통제에 의해 행동이 이루어지며, 보상이나 처벌이 사라지면 행동이 지속하지 않는 한계가 있다[7]. 반면, 내적 동기를 기반으로 한 행위는 자기결정성을 높이며, 자율성은 이를 구성하는 핵심 요소이다. 김효정 et al.[8]은 자율성, 관계성, 유능성이 낮을수록 인터넷 중독 경향이 높다는 점을 발견하였고, 전소현[9]은 자율성이 높은 사람일수록 스마트폰 중독 위험이 낮다고 보고하였다. 특히 외부의 강제적 사용 제한은 오히려 청소년의 자율성과 관계성을 저해해 역효과를 낼 수 있다고 지적했다.

* 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2023-00253723)

¹ DALL-E 2: <https://openai.com/index/dall-e-2/>

그러나 현재 많은 스마트폰 중독 방지 애플리케이션은 사용을 강제적으로 차단하는 방식에 기반을 두고 있다. Pielot et al.[5]는 스마트폰 알림 차단이 집중력 향상에는 효과가 있지만, 중요한 정보를 놓칠까 하는 불안감이 뒤따른다고 보고했다. Lee et al.[6]는 사용자가 목표 시간을 설정하도록 유도하는 방식이 사용 시간을 줄이는 데 효과적임을 입증했으나, 김해연 et al.[4]는 콘텐츠 차단 기능이 사용자에게 반발심을 유발하고 우회 행동을 초래할 수 있다고 지적했으며, 자율성 인식이 낮아 지속 사용 의도가 낮았다고 설명하였다.

이에 따라 본 연구는 강제적 차단이 아닌 감정 기반의 피드백 방식을 도입해 사용자 자율성과 몰입을 유도하고자 한다. 사용자가 설정한 얼굴 사진의 표정이 스마트폰 사용 시간에 따라 점진적으로 변화하며 스마트폰 사용 시 잠금화면처럼 오버레이로 표시된다. 이 방식은 텍스트나 숫자 기반 알림보다 직관적이고 감정적인 자극을 제공함으로써, 사용자 몰입과 동기 유발 효과를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

2.2. 표정을 통한 감정 기반 피드백의 효과

사용자 맞춤형 피드백과 감정 인식 인터페이스는 사용자와 앱 간의 정서적 연결과 몰입을 유도해 더 높은 사용 지속성과 행동 변화를 이끈다. Duan et al.[10]는 멀티모달 감정 인식 UI 연구에서 사용자의 감정 상태를 실시간으로 인식하고 이에 맞춰 동적으로 반응하는 인터페이스는 만족도와 몰입도를 높였으며, 사용자의 행동 변화를 유도하는 데 효과적이라는 사실을 밝혔다. 이처럼 사용자의 감정에 초점을 맞춘 UI는 기존의 일방적인 UI보다 높은 몰입도와 자율적 참여를 유도하며 사용자 중심 상호작용을 가능하게 한다는 것을 알 수 있다. 이는 본 연구에서 제안하는 개인화된 감정 기반 인터페이스를 활용해 사용자의 스마트폰 사용 습관을 자율적으로 조절하도록 유도하는 서비스의 방향성과 일치한다.

또한 Fogg의 행동 모델에 따르면 트리거, 동기, 능력의 세 가지를 충족할 때 행동이 유도된다고 설명한다[11]. 본 연구에서는 사진의 표정 변화와 스마트폰 사용 시간이 늘어날수록 표정이 변화하는 트리거를 통해 느껴지는 부끄러움이나 공감과 같은 동기, 그리고 이를 통해 발생하는 앱 사용의 용이성이라는 세 가지 행동 유도 모델을 자연스럽게 설계한다.

3. 서비스 개발

본 연구에서는 스마트폰 과다 사용 방지를 위한 안드로이드 모바일 애플리케이션, ‘나만의 스마트폰 매니저’를 개발했다. 사용자가 특정 인물 사진을 선택하면 인공지능을 활용하여 해당 인물 사진을 다양한 표정의 이미지로 변환하고, 사용자의 스마트폰 사용 시간에 따라 해당 표정의 이미지를 잠금화면에 표시한다. 이를 통해 사용자가 자율적으로 본인의 스마트폰 과다 사용을 인식하고 조절할 수 있도록 유도한다. 상세 구현 내용 및 사용 방법은 다음과 같다.

3.1. 인물 이미지 설정 및 표정 변환 이미지 생성

‘나만의 스마트폰 매니저’ 앱을 실행하고 원하는 인물 사진을 선택하면 해당 이미지가 서버로 전송된다. 서버에서는 MediaPipe²의 Face Mesh를 활용하여 해당 이미지에서 눈, 코, 입 얼굴 랜드마크를 정밀하게 추출한 뒤, 해당 부위를 마스킹한다. OpenAI의 DALL-E 2의 Inpainting 기능을 이용해 해당 이미지와 마스킹 정보를 기준으로 기쁨, 슬픔, 화남의 세 가지 표정을 갖는 새로운 인물 이미지를 생성한다 [그림 1].



그림 1. ‘나만의 스마트폰 매니저’ 구조도

생성된 이미지들은 사용자의 스마트폰에 잠금화면처럼 오버레이로 표시되어 시각적 피드백을 제공한다. 사용자의 스마트폰 사용 시간에 따라 적절한 표정 이미지가 잠금 화면에 표시된다. 이와 같은 정서적 반응 기반의 스마트폰 과다 사용 중재 기법을 활용해 사용자의 스마트폰 사용 절제와 자기조절을 유도할 수 있다.

3.2. 스마트폰 사용 시간에 따른 표정 변화

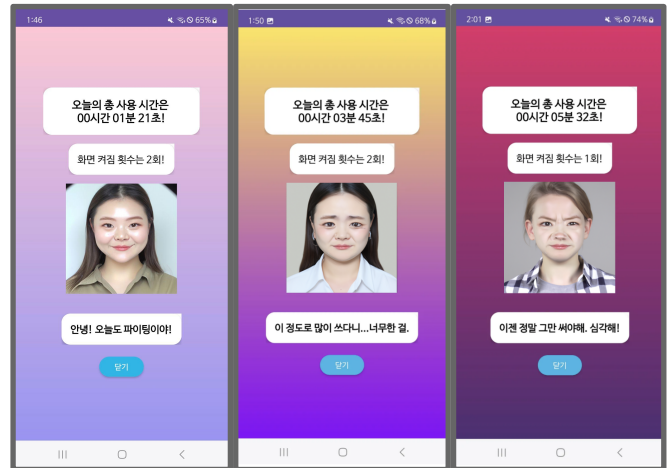


그림 2. ‘나만의 스마트폰 매니저’ 잠금화면 (기쁨-슬픔-화남)

사용자가 스마트폰을 활성화하면, 잠금화면 위에 스마트폰 과사용 방지를 위한 오버레이 화면이 표시된다[그림 2]. 이 화면은 초기에는 ‘기쁨’ 표정의 이미지로 시작되며, 사용 시간이 증가함에 따라 ‘슬픔’, ‘화남’ 표정으로 단계적으로 변화한다. 본 연구는 선행 연구 결과를 바탕으로 적절한 사용 시간 구간을 설정하여, 오버레이 이미지의 표정 변환 기준으로 활용하였다. Cha et al.[12]에 따르면, 하루 4 시간 이상 스마트폰을 사용하는

² MediaPipe: <https://github.com/google/mediapipe>

청소년은 스트레스, 자살 충동, 약물 사용 등 정신 건강 문제의 위험이 높아지는 반면, 1-2 시간 사용하는 경우에는 오히려 해당 문제의 발생 비율이 낮았다. 이를 기반으로, 사용 시간이 2 시간 미만일 경우 '기쁨', 2 시간 이상 4 시간 미만은 '슬픔', 4 시간 이상은 '화남' 이미지가 표시되도록 구성하였다.

오버레이 화면은 상단부터 '오늘의 총 사용 시간', '화면 켜짐 횟수', '표정 이미지', '간단한 안부 메시지', '달기' 버튼 순으로 구성된다. 사용자는 스마트폰을 켤 때마다 해당 화면을 통해 자신의 현재 사용 상태를 직관적으로 확인할 수 있다. 상단에 표시되는 총 사용 시간과 화면 켜짐 횟수를 통해 실시간 피드백을 받을 수 있으며, 사용자가 직접 선택한 인물 사진이 점차 부정적인 표정으로 변화함에 따라 스마트폰 과다 사용에 대한 경각심을 자연스럽게 느낄 수 있다. 이때 '화면 켜짐 횟수'란, 스마트폰의 화면이 꺼져있는 상태에서 사용자가 스마트폰 사용을 위해 전원 버튼을 누르거나 화면을 터치하여 해당 스마트폰의 화면이 나타난 횟수를 의미한다.

사용자는 화면 하단의 '달기' 버튼을 누르면 오버레이 화면을 닫을 수 있다. 이때 사용자가 전원 버튼을 눌러 스마트폰 화면을 종료했을 때, 기존의 '달기' 버튼을 통해 사라진 오버레이 화면의 상태는 스마트폰 화면 종료와 함께 리셋된다. 이후 사용자가 스마트폰을 다시 사용하기 위해 스마트폰 화면을 켤 경우, 이전에 '달기' 버튼을 통해 오버레이 화면을 없앤 상태는 적용되지 않으며 동일한 오버레이 화면이 다시 나타나도록 설계되어 지속적인 피드백이 이루어지도록 하였다. 또한, "안녕! 오늘도 파이팅이야!", "이 정도로 많이 쓰다니... 너무한걸.", "이젠 정말 그만 써야 해. 심각해!" 등과 같은 메시지를 함께 제시하여, 마치 사진 속 인물이 말하는 듯한 감정적 피드백을 제공한다.

4. 결론

본 연구는 중독 예방에서 자율성이 중요하다는 선행 연구의 시사점을 바탕으로, 스마트폰 사용을 강제적으로 차단하는 기존 애플리케이션의 한계를 극복하고자 하였다. 이에 따라 사용자의 스마트폰 사용을 직접 제한하기보다는, 감정적 피드백을 통해 스스로 과다 사용을 인식하고 조절할 수 있도록 유도하는 방식을 제안하였다. 사용자가 선택한 인물 사진의 표정이 스마트폰 사용 시간에 따라 '기쁨-슬픔-화남'으로 점차 변화하도록 구성함으로써, 시각적이고 감정적인 자극을 통해 자율적인 사용 절제를 유도하였다. 본 시스템은 개인화된 이미지 피드백을 기반으로 하여 사용자 맞춤형 개입이 가능하며, 강제 통제 중심의 기존 방식과는 차별화된 접근이라는 점에서 의의가 있다.

앞으로의 연구에서는 스마트폰 사용 데이터를 기반으로 사용자의 이용 패턴(예: 사용 횟수, 연속 사용 시간 등)을 정밀하게 분석하여, 표정 변화 기준을 개인 맞춤형으로 조정하는 방향으로 확장할 수 있을 것이다. 또한 인물 사진의 종류나 표정 변화 유형에 따른 사용자 반응 차이를 비교 분석함으로써, 더욱 효과적인 피드백 전략도 모색할 수 있다. 더 나아가, 오버레이 화면에 LLM 기반 상담 챗봇 기능을 연계함으로써 정서적 지지를 제공하는 심리 상담형 서비스로 발전시킬 가능성도 있다. 특히 Inpainting 기술이 고도화됨에 따라 더욱 자연스럽게 다양한 표정 구현이 가능해진다면, 단순한 세 가지 감정 단계를 넘어 보다 풍부한 감정 피드백을 제공하여 사용자 몰입과 자기 조절 효과를 한층 강화할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 한국방송통신위원회. 『2023 년 방송매체 이용행태조사』. 2023.
- [2] 박지혜. "한국 성인 스마트폰 사용률 98%". 월간 미래. 2024.07.30.
<http://www.monthlyfuture.com/news/articleView.html?idxno=438>
- [3] 한국지능정보사회진흥원. 「2024 스마트폰 과의존 실태조사」. 2025.
- [4] 김해연, 안재익, 임규건. 스마트폰 관리 애플리케이션이 스마트폰 과의존 방지에 미치는 영향 관련 연구. 한국경영정보학회 정기 학술대회, pp. 14-19, 2021.
- [5] Pielot, Martin, Rello, Luz. Productive, anxious, lonely: 24 hours without push notifications. Proceedings of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, pp. 1-11, 2017.
- [6] Lee, S.J., Choi, M.J., Yu, S.H., Kim, H., Park, S.J., Choi, I.Y. Development and evaluation of smartphone usage management system for preventing problematic smartphone use. Digital Health, 8, March 2022.
- [7] Deci, E.L., Ryan, R.M. The general causality orientations scale: Self-determination in personality. Journal of Research in Personality, 19(2), pp. 109-134, 1985.
- [8] 김효정, 안현숙, 이동만. 자기결정성 요인이 인터넷 중독 및 정보윤리에 미치는 영향에 관한 연구: 게임형과 정보검색형 중심으로. 인터넷전자상거래연구, 13(3), pp. 207-228, 2013.
- [9] 전소현. "청소년 스마트폰 중독 예측요인과 예방요인: 이용동기, 애플리케이션 유형, 자기결정성 이론에 근거한 부모중재를 중심으로". 중앙대학교 대학원 석사학위논문. 2018.
- [10] Duan, Shiyu, Wang, Ziyi, Wang, Shixiao, Chen, Mengmeng, Zhang, Runsheng. Emotion-Aware Interaction Design in Intelligent User Interface Using Multi-Modal Deep Learning. 2024 5th International Symposium on Computer Engineering and Intelligent Communications (ISCEIC 2024), pp. 110-114, 2024.
- [11] Fogg, B.J. A behavior model for persuasive design. Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology, pp. 1-7, 2009.
- [12] Cha, Jong Ho, Choi, Young-Jin, Ryu, Soorack, Moon, Jin-Hwa. Association between smartphone usage and health outcomes of adolescents: A propensity analysis using the Korea youth risk behavior survey. PLoS ONE, 18(12), pp. 1-13, 2023.