

주의 전환 기법 기반 소아청소년의 분노조절 디지털 치료를 위한 기능성 게임 설계

원혁주¹, Cong Ding², 김미혜³

¹충북대학교 컴퓨터공학과 석사과정

²충북대학교 컴퓨터공학과 통합 과정

³충북대학교 컴퓨터공학과 교수

hjwon@chungbuk.ac.kr, dingcong@chungbuk.ac.kr, mhkim@cbnu.ac.kr

Serious Game Design for Anger Management in Children and Adolescents Based on Attention Shifting Techniques

Hyeok-Ju Won¹, Cong Ding², Mi-Hye Kim³

¹Dept. of Computer Engineering, Chungbuk University

²Dept. of Computer Engineering, Chungbuk University

³Dept. of Computer Engineering, Chungbuk University

요 약

본 연구는 소아청소년 간헐적 폭발장애(IED)의 분노 조절을 지원하기 위해 인지행동치료의 ‘주의 전환 기법’을 적용한 온디바이스 환경에서의 기능성 게임을 제안한다. 게임방식과 구성은 캐릭터와의 상호작용 속에서 숫자 세기, 심호흡, 사칙연산과 같은 간단한 과제를 통해 충동 억제를 훈련하며, STAXI-C/A 척도를 기반으로 효과를 측정하는 것으로 이루어졌다. 또한 AI 허브 공감형 대화 데이터셋을 활용하여 Polyglot-ko 언어모델을 QLoRA 기법으로 경량화·파인튜닝하고, 모바일 환경에서 실시간 감정 피드백을 제공하도록 구현하여 사용자에게 공감형 피드백과 사용자의 증상 완화와 자기 조절 능력의 향상에 기여할 것을 기대한다.

1. 서론

2022 년 소아청소년 정신건강 실태조사에 따르면 우리나라 소아청소년의 정신장애 평생 유병률은 16.1%(소아 14.3%, 청소년 18.0%), 2024 년의 유병률은 7.1%로 나타난다. 우리나라 아동 청소년의 7.1%는 전문가의 도움이 시급한 것으로 나타났으며, 낮은 정신건강서비스 이용률 제고 방안과 주기적인 추후 조사가 필요하다고 제시한다. 현재 파괴적, 충동 조절 및品行장애의 경우 현재 유병률의 2.9%, 평생 유병률의 4.4%에 이른다.[1]

간헐적 폭발 장애(Intermittent Explosive Disorder; IED)는 충동조절장애의 한 종류로 분류된다. 좌절과 역경에 대한 낮은 내성으로 정의되며, 자신과 타인에게 해를 끼칠 수 있는 충동이나 추진력에 저항하지 못하는 것을 특징으로 한다. 전구 기간이 거의 없거나 전혀 없으며 최대 30 분까지도 지속된다. 언어 및 신체적 폭력이 신체적 상해와 재산 피해로 이어질 수 있으며 개인적, 대인관계적, 사회적 및 직

업적 기능의 고통과 손상에 관련이 있어 법적 문제를 초래하기도 한다. 기분장애, 불안장애, 기타 충동조절장애 등의 동반 이환과 관련이 있으며, 약리학적, 심리적 관리에 어려움을 초래한다.[2]

나이가 들며 뇌의 감정과 충동을 제어하는 능력이 능숙해지거나, 사회화 과정을 통해 장애 관련 행동이 개선될 수 있지만, 소아청소년 환자의 경우 사회적 어려움, 학업 성적 저하 및 범죄 행동의 위험이 높은 문제가 있다.[3]

소아청소년의 경우 IED 가 있는 개인이 IED 를 가지지 않은 개인에 비해 분노, 우울, 불안을 필두로 감정의 변화가 더 크게 작용하며, 성인과 유사하게 IED 가 있는 어린이에게서 높은 수준의 동반이환 기분 증상이 발견된다고 한다.[4]

2022 년 9 월부터 2023 년 2 월까지 실시된 정신건강실태조사(6-17 세의 소아 청소년 6,275 명 대상)에 따르면 국내 소아청소년의 정신건강서비스 이용률은 낮다. 정신장애를 평생 한 번이라도 경험한

자 중 지난 1 년 동안 정신건강서비스를 이용한 소아청소년은 전체의 4.3%이며, 평행 이용률로 확장한다고 해도 6.6%에 그친다. 이에 대한 방해요인으로 ‘아직까지는 정신건강서비스를 받을 정도는 아닌 것 같음’, ‘자녀의 전문기관 이용에 대한 부정적 인식’, ‘타인의 시선에 대한 걱정’ 등의 응답으로 소아청소년의 정신건강서비스 접근 방향과 인식 개선 필요성을 보여준다.[1]

Axline 의 8 가지 기본 원리 중 무조건적 수용, 감정의 민감한 인식과 반영, 자유로운 감정 표현, 스스로 선택하고 책임지는 원칙에 맞춰 소아청소년 사용자들이 할 수 있는 서비스를 게임의 형태로 설계함과 동시에 사용자의 게임 피드백과 자가 체크리스트를 챗봇의 형태로 동시에 제공하도록 제안한다.

본 논문에서는 의료용 기능성게임을 통하여 인지행동치료 중 인지적 통제 기술인 “주의 전환 기법”을 이용하여 다른 생각으로 바꾸는 능력을 함양하는 것을 제안하였다.

2. 관련 연구

간헐적 폭발장애(Intermittent Explosive Disorder; IED)의 치료는 기본적으로 SSRI 와 같은 항우울제와 기분안정제, 항경련제, 항불안제 등의 약물을 사용하며, 인지행동치료와 그룹테라피, 규칙적인 운동과 같은 생활 습관 개선이나 자기관리 전략을 함께 사용하기도 한다.[5]

인지행동치료의 경우 왜곡된 사고 패턴을 수정하는 인지 재구성과 관련이 있다. 마음챙김 훈련, 고통내성 기술의 구성 요소가 포함된 변증법적 행동치료가 적용된다. 분노관리 요법은 합리적이고 비공격적인 방식으로 갈등에 접근하고 해결한다.

이 외에도 다성분 인지 행동 치료, 아동 중심 놀이 치료, 구조적 가족 치료 및 정신역동 심리 치료 등 다양한 영역을 대상으로 하는 심리치료가 사용되며, 가족구성원의 참여가 독려된다.[6]

Genuth 와 Drake(2021)의 연구에 의하면, 그림 그리기가 주의 전환을 이용하여 슬픔과 분노를 조절할 수 있다고 제시했다. ‘주의 전환을 위한 그림 그리기’ 조건의 참가자들은 슬픔 또는 분노와 같은 감정 유형에 상관없이 기분 개선이 큰 효과를 경험했다고 한다.

그림을 관찰하고 주의를 집중하며, 보는 것을 이해하는 방법으로 주의를 분산시킨 결과 기분이 크게 개선되었고 한다.[7]

Regnatales 는 아동 및 청소년의 분노 조절을 돕기 위해 설계된 게임이며 6 개의 모바일 앱 시리즈이다. Corona 개발 플랫폼으로 사회적 문제 해결 기술 훈련을 기반으로 하는 인지 행동 프레임워크에 따라 개발되었다. 규칙 학습과 작업 반복을 통해 역할 놀이 상황에서 행동을 연습할 수 있고, 이완 및 인지 재구성과 같은 다양한 감정 조절 전략을 제공한다.[8]

RageControl 은 아동들이 정서적 통제능력을 강화하

는 것을 목표로 한다. 고전 우주 게임에서 영감을 받으며 바이오피드백과 휴식을 이용한다. 총알로 외계인을 쏘면 점수가 부여되지만, 손가락의 클립으로부터 측정된 심박수가 임계치 이상이라면 총알을 발사하지 못해 외계인에게 피해를 줄 수 없게 된다.[9]

STAXI-C/A 평가 척도를 활용하여 환자의 분노 증상을 측정한다. 해당 평가 척도는 아동 및 청소년의 분노 상태와 분노 특성을 평가하는 심리 척도이다. Barrio et al.이 제안한 STAXI-C/A 는 분노를 3 가지 차원으로 측정하였다. 그 중 분노 표현과 조절에 대해 측정하는 파트 3 을 이용하여 사용자의 변화를 측정한다.[10]

4 점 리커트 척도를 사용하며 1 점은 ‘전혀 아니다’, 2 점은 ‘가끔 그렇다’이며, 3 점은 ‘자주 그렇다’, 4 점은 ‘거의 언제나 그렇다’이다. 파트 3 은 분노 조절, 분노 표현-아웃, 분노 표현-인의 하위 유형으로 구분된다.

본 논문에서는 전체적인 변화만을 보기 위해 합산하여 [사용하였다]. 또한 평가는 24 개의 항목을 6 개씩 나누어 주 1 회 4 번 측정하고, 최종 결과는 다음달 첫 접속일에 업데이트한다.

3. 주의전환기법 기반 의료용 기능성 게임 설계

3.1 의료용 기능성 게임을 통한 데이터 수집

사용자는 게임의 캐릭터와 상호작용하며 게임이 시작한다. 캐릭터는 자신이 일정한 활동으로 사용자가 잠시 기다려야 함을 알리며, 그동안 사용자가 수행할 수 있는 숫자세기, 심호흡하기, 사칙연산의 간단한 과제를 제시한다. 사용자가 해당 과제 중 한 가지를 선택하면 캐릭터는 사용자로부터 수행 시간 또한 입력받는다. 캐릭터는 사용자의 분노 상황이 발생할 경우 추가적인 키를 입력하라는 안내를 한다.

게임의 시작부터 끝날 때까지 사용자에게 추가 키 입력을 안내하지만, 키 입력이 없는 것을 목표로 한다. 실패 시 사용자에게 피드백과 함께 한 번의 기회를 더 제공한다. 게임의 흐름도는 다음과 같다.

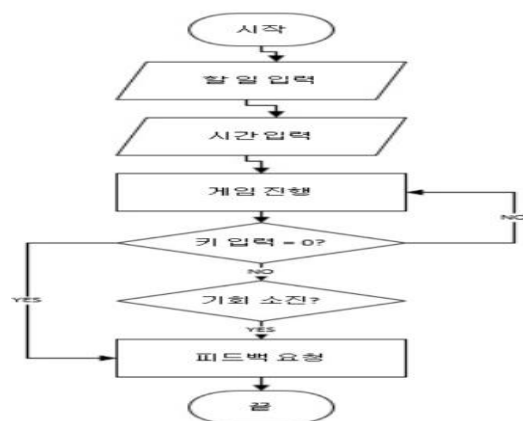


Figure 1 게임의 흐름도

AI 허브의 공감형 대화 데이터셋을 사용한다. 472,055 개의 발화, 31,821 개의 대화 세션이 있으며 각 세션 당 최소 14, 최대 20, 평균 14.83 의 발화 수가 있다. 화자는 공감 화자와 감정 화자가 있으며, 화자 관계로는 부모자녀/조손, 부부, 형제/자매, 연인, 친구 등이 있다. 시작 감정은 기쁨과 당황, 분노, 불안, 슬픔, 상처가 있고, 후속 감정은 중립 혹은 없음이다. 후속 감정의 경우 감정화자의 부정적 감정이 해소되는 지점을 의미하며, 이 지점을 중립 혹은 기쁨으로 레이블링 한다. 시작 감정이 기쁨이고, 기쁨이 유지된다면 후속감정을 레이블링 하지 않는다. 공감 라벨은 격려, 동조, 위로, 조언이 있으며 발화에 태깅된 모든 공감 라벨은 중복을 허용하여 카운트되었다. [11]

분노와 불안, 슬픔, 기쁨 라벨에 해당하는 발화와 세션만 필터링하고, 감정별 데이터를 증강을 통해 균등화 하여 사용한다. 특히 분노, 화, 짜증을 넘는 강도 높은 필터링을 우선 적용한다.

본 논문에서는 공감 화자를 부모, 감정 화자를 자식으로 하여 관계 맥락을 제한한다. 또한 최소 3 턴, 최대 5 턴의 비교적 짧은 세션 단위의 샘플링 규칙을 두어 루프를 학습하지 않도록 한다. 발화는 짧은 문장, 구어체, 반복적 발화를 한다. 훈육, 진단/치료, 위험 조장 등 공감화자의 톤은 금지 리스트로 관리하고, 유해 표현은 대체 리스트로 관리한다.

GPT 와 같은 대규모 언어 모델을 이용해 “짜증”을 “화”로 바꾸는 등 유사어를 대체하고, 문장의 구조를 바꾸거나 “너무” 혹은 “매우” 등의 강조어를 붙이는 등 6-18 세 정도의 소아청소년 사용자에게 친숙한 스타일의 표현에 맞춰 데이터를 증강시킨다. 추가로 초등학교 저학년과 고학년, 중학교, 고등학교의 학생 나이에 맞춰 말투를 미세조정하며, STAXI-CA 의 항목을 시나리오에 맞춰 리라이팅 한다.

데이터는 train:validation:test 로 8:1:1 로 나눈다.

모바일 온디바이스 환경에서 사용하기 위해 Polyglot-Ko 1.3B 모델을 사용한다. Polyglot-ko 는 1.2TB 규모의 한국어 데이터로 학습되어 한국어 문맥 이해 및 자연어 생성 능력에 높은 성능을 보인다. EleutherAI 의 GPT-NeoX 프레임워크를 기반으로 한 디코더 전용 구조이다. 입력 문장의 다음 단어를 순차적으로 예측하는데 특화되어 대화와 같은 텍스트 생성 작업에 매우 효과적이다. 한국어의 특성을 고려한 Mecab 형태소 분석기를 사용한 BPE(Byte-Pair Encoder) 토큰라이저를 사용한다.

최대 토큰 수는 1-2 문장 정도에 해당하는 30-50 보다 넉넉한 수치인 64 로 설정하고, 컨텍스트 길이도 1024 이내를 유지하도록 한다.

QLoRA 는 사전 학습된 모델의 가중치를 4 비트로 양자화하여 모델 크기와 메모리 사용량을 대폭

줄인다. NF4 의 형식으로 4 비트 양자 설정을 하여 모바일 기기에서 작동하게 한다.

하이퍼 파라미터를 설정하기 위해, 랭크 r 은 8, 스케일링 계수 α 는 16, dropout 은 0.05 로 적용한다. 학습률은 $1e-5$ 로 설정하며, 수행할 작업의 종류는 대화 생성을 위한 CASUAL_LM, 적용할 레이어는 베이스 모델인 Polyglot-ko 모델의 어텐션 레이어를 타겟으로 하여 학습을 진행한다. [12]

3.2 수집 데이터 분석 및 처리

하나의 게임 세션이 종료될 경우 게임의 캐릭터는 사용자에게 게임 중 어떤 감정과 불편함이 있었는지 묻고, 주기적으로 분노 표현과 조절에 대한 평가를 측정한다.

Polyglot-ko 모델을 QLoRA 기법을 통해 AI 허브의 공감형 대화 데이터셋으로 파인 튜닝한다. 데이터셋에 맞게 조정된 모델은 모바일 온디바이스 환경에서 모델을 이용해 게임 후 아동의 감정 상태 확인과 함께 주기적인 분노 표현과 조절의 정도를 측정한다. 게임 속 캐릭터와의 대화를 통해 챗봇 기능을 이용한다.

데이터 구성 및 처리 과정은 그림 2 와 같다

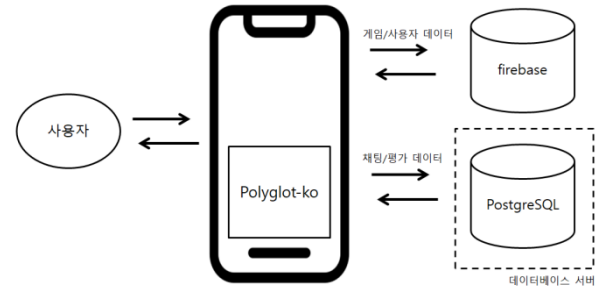


Figure 2 데이터 흐름도

본 게임은 사용자가 주의 전환을 이용한 분노 충동 조절을 얼마나 잘 조절하는지 정량적으로 평가하기 위한 다음 두 계산식을 사용한다.

N_{total} 은 사용자가 게임 세션 동안 누른 키 입력의 총 횟수, $T_{session}$ 는 전체 게임 시간이다.

총 입력 비율 E_{total} 은 게임 시간 전체 대비 사용자가 키를 누른 횟수의 비율이다.

$$E_{total} = \frac{N_{total}}{T_{session}} \quad (1)$$

N_{total} 의 값이 0 이 되어 E_{total} 또한 0 이 되는 것이 최종적인 목표이다. N_{total} 이 1 이상일 경우, E_{total} 의 값이 낮을수록 사용자가 충동을 억제하려 노력했음을 보여준다.

사용자의 첫 입력인 N_0 이후 남은 시간동안 추가적인 입력이 얼마나 더 발생했는지 측정하기 위해 E_{burst} 를 사용한다.

$$E_{burst} = \frac{N_{burst}}{T_{session} - t_0} \quad \text{if } N_{total} \geq 1 \quad (2)$$

N_0 발생 시점인 t_0 부터 게임이 끝날 때까지 입력 횟

수를 측정한다. 따라서 $N_{burst} = N_{total} - N_0$ 이며, 이 값이 낮을수록 실패 조건 이후 추가적인 충동 행동이 줄어들었음을 의미한다.

4. 결론

본 논문에서는 소아청소년의 간헐적 폭발 장애 (Intermittent Explosive Disorder; IED)를 대상으로, 인지행동치료 중 ‘주의 전환 기법’을 적용한 기능성 게임을 제안하였다.

게임은 사용자가 게임 내 과제를 수행하며 대화형 챗봇 시스템에 의해 분노 충동 조절을 수행하도록 설계되었으며, STAXI-C/A 척도를 활용하여 효과를 측정할 수 있다. 또한 AI 허브 공감형 대화 데이터셋을 기반으로 Polyglot-ko 언어모델을 QLoRA 기법으로 경량화·파인튜닝하여 모바일 온디바이스 환경에서도 실시간 대화형 피드백을 제공하도록 게임이 설계되었다.

본 논문에서 제시한 게임의 형태를 통해 낮은 정신건강 서비스 이용률과 치료 접근성의 한계를 보완할 수 있을 것이라 기대한다. 또한, 향후 연구에서 사용자의 언어와 행동 데이터를 수집할 수 있는 기능을 추가하여 개인 맞춤 시나리오 및 피드백을 제공할 필요성이 있다. 이를 통해 사용자가 자신의 외현적 표출을 완화시키고 자기 조절 능력을 향상시키는데 기여할 것을 기대한다.

참고문헌

- [1] 국립정신건강센터, 2022 소아청소년 정신건강실태조사 보고서, 서울, 국립정신건강센터, 2022.
- [2] 정병중, 충동조절장애의 개관과 임상적 특성에 대한 검토, 한독심리운동학회 Journal of motologie 2024 Vol. 10 Issue 2 Pages 99-118(20)
- [3] Liu, F. and X. Yin, Psychological and pharmacological treatments of intermittent explosive disorder: a meta-analysis protocol, BMJ Open, Vol.14, No.8, e083896, 2024.
- [4] Olvera, R. L., S. R. Pliszka, W. M. Konyecsni, Y. Hernandez, S. Farnum, and R. F. Tripp, Validation of the Interview Module for Intermittent Explosive Disorder (M-IED) in children and adolescents: a pilot study, Psychiatry Research, Vol.101, No.3, pp.259-267, 2001.
- [5] Zohuri, B., Understanding Intermittent Explosive Disorder (IED): Causes, Symptoms, and Treatment Strategies, Medical and Clinical Research, Vol.10, No.4, pp.1-6, 2025.
- [6] Özabacı, N., Cognitive behavioural therapy for violent behaviour in children and adolescents: A meta-analysis, Children and Youth Services Review, Vol.33, No.10, pp.1989-1993, 2011.
- [7] Genuth, A. and J. E. Drake, The benefits of drawing to regulate sadness and anger: Distraction versus expression, Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, Vol.15, No.1, pp.91-99, 2021.
- [8] Ong, J., N. Lim-Ashworth, Y. Ooi, J. Boon, R. Ang, D. Goh, S. Ong, and D. Fung, An interactive mobile app game to address aggression (RegnaTales): Pilot quantitative study, JMIR Serious Games, Vol.7, No.2, e13242, 2019.
- [9] Kahn, J., et al., “RAGE-Control”: A game to build emotional strength, Games for Health Journal, Vol.2, No.1, pp.53-57, 2013.
- [10] del Barrio, V., A. Aluja, and C. Spielberger, Anger assessment with the STAXI-CA: Psychometric properties of a new instrument for children and adolescents, Personality and Individual Differences, Vol.37, No.2, pp.227-244, 2004.
- [11] 국립지능정보사회진흥원, *공감형 대화 데이터셋*, 서울, AI Hub, 2022.
- [12] Dettmers, T., Pagnoni, A., Holtzman, A., & Zettlemoyer, L., QLoRA: Efficient Finetuning of Quantized LLMs, *arXiv preprint arXiv:2305.14314*, 2023.