

크라우드 워커의 심리적 보호와 작업 지속성을 위한 개입 기술 탐색

Exploring Intervention Techniques for Psychological Protection and Task Sustainability of Microtask Crowd Workers

이도균

Dokyun Lee

대구경북과학기술원

DGIST

dokyun@dgist.ac.kr

서상은

Sangeun Seo

대구경북과학기술원

DGIST

seseo98@dgist.ac.kr

송진영

Jean Y. Song

연세대학교

Yonsei University

jeansong@yonsei.ac.kr

요약문

본 연구는 크라우드소싱 환경에서 크라우드 워커의 작업 품질에 영향을 미치는 요소를 조사하고, 선행 연구를 통해 제안된 네 가지 개입기술(흐림 처리, 흑백 변환, 동기 부여 텍스트, 동기 부여 영상)을 실험하여 크라우드 워커의 작업 정확성, 속도, 지속성에 미치는 영향을 분석하였다. 150 명의 크라우드 워커를 대상으로 설문조사와 200 명의 집단 간 연구(between-subjects study)를 진행한 결과, 동기 부여 텍스트와 영상은 작업 이탈률을 줄이고, 성실도를 높이는 데 효과적이었다. 화면 처리 기술(흐림 처리, 흑백 변환)은 정확도를 감소시키는 경향을 보였으며, 이는 작업자의 데이터 품질을 개선하기 위해서는 시각적 차단보다 심리적 지원의 필요성을 시사한다. 본 연구는 간단한 개입기술로도 크라우드 워커의 심리적 보호와 작업 지속성을 증진시킬 수 있음을 보여준다.

주제어

Crowdsourcing, Crowd worker, Mental health

1 서론

다양한 서비스와 산업에서 기계 학습(machine learning)의 사용이 증가함에 따라, 마이크로태스크(microtask) 크라우드소싱 플랫폼을 통한 데이터 라벨링 작업의 중요성이 커지고 있다[1]. 이러한 플랫폼을 활용하면 저렴하고 빠르게 대량의 데이터를 처리할 수 있지만, 낮은 품질의 데이터로 인한 문제는 여전히 해결해야 할 과제로 남아 있다[2]. 특히, 크라우드 워커들의 작업 품질을 향상시키는 방법에 대한 연구는 지속적으로 필요하다[3-5].

크라우드 워커에게서 높은 품질의 데이터를 얻기 위해서는 단순히 작업의 기술적 요구 사항을 충족하는 것 이상이 필요하다. 작업자의 심리적 상태와 작업 환경이 데이터 품질에 중요한 영향을 미친다[6]. 스트레스나 피로는 작업자의 집중력을 저하시켜 작업의 정확성 및 속도에 부정적인 영향을 미친다[7]. 이러한 배경을 바탕으로, 본 연구에서는 150 명의 크라우드 워커를 대상으로 크라우드소싱 환경에서의 실태

를 조사하고, 심리적 및 상황적 요인을 고려한 개입 기술을 통해 작업자의 작업 정확성, 속도, 지속성을 향상시킬 수 있는지 탐구한다. 연구 결과, 작업자의 심리적 지원이 중요하며, 이는 작업의 지속성에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 보여준다. 예를 들어, 동기 부여 텍스트와 영상은 작업자의 내재적 동기를 증진시켜 작업 성실도를 높이고 작업 이탈을 줄이는 데 효과적임이 확인되었다. 반면, 시각적 차단을 통한 개입은 오히려 정확도를 감소시키고, 작업자가 부주의한 작업자로 분류될 위험이 커질 수 있음을 시사한다. 본 연구는 선행 연구[8]에서 제안된 흐림 처리, 흑백 변환, 동기 부여 텍스트, 동기 부여 영상 등 네 가지 개입기술을 실험하여 이들이 작업에 미치는 영향을 실증적으로 검증하고, 작업자의 심리적 지원을 통해 크라우드소싱 플랫폼의 데이터 품질을 개선하는 것을 목표로 한다. 연구 목표를 달성하기 위해 다음과 같은 연구 질문을 다룬다.

- 연구질문 1. 크라우드 워커는 어떤 유형의 작업을 하고, 어떤 콘텐츠가 그들의 작업 품질에 영향을 미치는가?
- 연구질문 2. 어떤 개입 기술이 크라우드 워커의 작업 이탈을 줄일 수 있는가?
- 연구질문 3. 원본 그룹과 비교하여 어떤 개입 기술이 크라우드 워커의 작업 정확도와 속도를 유지하는가?

2 이론적 배경

2.1 머신러닝의 사용증가와 크라우드 워커 보호 부족

머신러닝의 사용이 증가하면서, 마이크로태스크 크라우드소싱 플랫폼은 저렴하고 편리하게 대규모 데이터를 수집할 수 있는 방법으로 자리 잡고 있다[1]. 이에 따라 기존 연구는 주로 요청자의 관점에서 크라우드소싱 데이터 품질 향상에 초점을 맞추어 왔다 [9][10]. 그러나 크라우드 워커는 익명의 요청자가 제공하는 콘텐츠 속에서 불쾌한 콘텐츠에 반복적으

로 노출되고 있으며[11][12], 이를 방지하거나 보호 할 수 있는 구체적인 연구는 여전히 부족하다. 특히, 유해 콘텐츠에 지속적으로 노출되는 환경은 스트레스 증가와 정신 건강 악화로 이어질 수 있다. 이에 따라, 작업 환경 내에서 심리적 부담을 줄이고 근로자의 정신 건강을 보호하기 위한 노력이 점점 더 중요해지고 있다.

따라서 스트레스 관리와 정신 건강 문제에 관한 여러 연구가 진행되었다. 예를 들어, 직장에서 정신 건강 문제를 줄이기 위한 직업적 위험 요인 감소, 근로자의 강점과 긍정적 역량 육성[13], 그리고 정신 건강 상담사 지원 제공[14] 등이 있다. 하지만, 이러한 지원 방법은 전 세계적으로 분산된 크라우드 워커들에게 적용되기 어렵다는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 간단한 개입 기술이 크라우드 워커를 심리적으로 보호하고, 작업 지속성을 높이는 데 기여할 수 있는지를 탐구하고자 한다.

2.2 데이터 품질 개선 방법

크라우드소싱을 통해 데이터를 수집하는 과정에서 품질 저하 문제가 지속적으로 제기되어 왔다[2]. 이에 따라 크라우드 워커의 작업 효율성과 품질을 향상시키기 위한 다양한 연구가 진행되었다. 대표적인 방법으로는 금전적 보상 제공[15], 게임화를 통한 동기 부여[16], 다수결 기반 검증[17], 협업 강화[18], 그리고 평판 시스템 도입[19] 등이 있다. 이러한 방법들은 크라우드 워커가 생성하는 데이터 품질을 개선하는 데 유의미한 효과를 보였다고 보고되었다.

그러나, 크라우드 워커의 작업 유형과 그들이 겪는 경험에 관한 심층적 연구는 부족한 상황이다. 특히, 작업 중단의 이유나 작업 지속성에 영향을 미치는 요인에 대한 연구가 부족하다. 따라서 본 연구는 크라우드 워커의 경험을 심층적으로 이해하기 위해 설문조사를 진행하였다. 또한, 현실적으로 접근 가능한 간단한 개입 기술을 통해 크라우드 워커의 작업 정확도와 속도, 지속성을 유지할 수 있는지 검증하고자 한다.

2.3 네 가지 개입 기술 구현

선행 연구에서 유해한 콘텐츠에 노출될 수 있는 콘텐트 중재자(content moderator)의 심리적 부담을 완화하기 위해 간단한 개입 기술을 제안하였다[8]. 선행 연구를 기반으로 본 연구에서는 크라우드 워커의 작업 정확성, 속도, 지속성을 고려하여 네 가지 개입 기술을 선정하였다. 첫째, 시각적 자극을 줄이기 위한 화면 처리 기술(흐림 처리, 흑백 변환)이고, 둘째는 추가 개입을 통한 심리적 지원(동기 부여 텍스트, 동기 부여 영상)이다. 그림 1은 자동차 충돌 영상에 네 가지 개입 기술을 적용하였을 때의 이미지를 시각적으로 표현한다. 또한, 선행 연구를 기반으로 각 개입기술을 구현한 방법에 대해서 설명한다.



그림 1. 개입기술 이미지

흐림 처리. 선행 연구에서는 이미지를 흐리게 처리하면 유해한 콘텐츠 노출을 줄이면서도 작업을 유지할 수 있다고 보고되었다[20][21]. Karunakaran[22]의 연구에 따르면, 원본 이미지와 흐림 처리된 이미지 간 사용자 정확도 차이에 유의미한 차이가 없었다. 따라서, 흐림 처리가 비디오 작업에서도 비슷한 효과를 나타낼 것이라고 가정했다. 자동차 사고 장면에서 발생하는 시각적 자극을 완화하기 위해, 8px 가우시안 필터를 적용하여 비디오를 흐리게 처리하였다. 이를 통해 핵심 정보는 유지하면서도 시각적 자극을 효과적으로 줄이는 것을 목표로 했다.

흑백 변환. 감정과 색상 간의 상호작용은 널리 연구되어 왔다[23][24]. Kuhbandner[25]은 분노와 실패와 같은 감정이 빨간색과 관련이 있다고 보고했다. 또한, 이미지의 흑백 변환은 작업자의 작업 정확도에 유의미한 영향을 미치지 않으면서 감정적으로 긍정적인 영향을 미친다고 보고되었다[22]. 이를 바탕으로 색상과 감정 간의 상호 작용 및 작업 정확도를 고려하여 채색된 영상을 단색으로 변환함으로써, 콘텐츠의 본질을 보존하면서 작업자에게 시각적 자극의 영향을 완화하는 것을 목표로 했다. 흑백변환은 CSS 속성 grayscale: 100%를 사용하여 구현되었다.

동기 부여 텍스트 또는 영상 삽입. 내재적 동기는 작업 지속성, 심리적 안녕, 성과 향상과 밀접한 연관이 있다[26]. Deci[27]는 긍정적 피드백이 내재적 동기를 높인다고 보고했으며, Kamar[28]은 참여자에게

개인적 기여의 중요성을 강조하면 사용자가 자원봉사 기반 크라우드소싱 플랫폼 이탈률이 감소하고 사용자 참여를 증가시킨다고 제안했다. 또한 내재적 동기는 스트레스를 효과적으로 줄이고 후속 감정에 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다[29]. 따라서 작업자의 내재적 동기를 유도하도록 설계된 텍스트 및 영상 메시지의 효과를 탐구한다. 특히, 영상은 시각적, 청각적 요소를 모두 전달할 수 있는 특징을 가지고 있기 때문에 텍스트와 비교하고자 한다.

동기 부여 텍스트 개입은 참가자가 간단히 읽을 수 있도록 약 5~6 문장으로 구성되며 주요 내용은 ‘당신의 참여가 교통사고를 줄이고, 사회에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다’는 것을 포함한다. 이 메시지를 통해 참가자의 내재적 동기를 유발하는 것을 목표로 했다. 동기 부여 텍스트는 참가자가 자동차 충돌 영상을 시청하기 전과 후에 총 두 번 제공되었다.

동기 부여 영상 개입은 동기 부여 텍스트 개입과 동일한 내용을 활용하지만 긍정적인 음악과 함께 비디오 형식으로 격려 메시지를 제공하였다. 비디오는 1분 미만의 짧은 비디오로 설계되며, 참가자는 자동차 충돌 영상을 시청하기 전과 후에 총 두 번 동기 부여 영상을 시청하였다. 음악을 통해 불러일으킬 수 있는 감정[30]을 고려하여 참가자에게 청각적 자극을 제공하기 위해 비디오에 경쾌한 음악을 통합하였다.

3 연구 방법

3.1 크라우드 워커에 대한 설문조사

본 설문조사는 미국 크라우드소싱 플랫폼 ‘Amazon Mechanical Turk(AMT)’를 통해 미국인 150 명의 참가자들을 모집하여 수행되었다. 모든 참가자는 동의서에 서명하고 크라우드소싱 환경에 대한 설문에 응답했다. 설문결과, 참가자의 80%(120 명)는 주로 학문적인 설문조사를 진행한다고 응답하였고, 70%(105 명)는 부정적인 감정을 유발하는 콘텐츠에 노출된 적이 있다고 답했다. 참가자의 58%(87 명)는 일주일에 한 번 이상 유해 콘텐츠에 노출되었으며, 24%(36 명)는 유해 콘텐츠로 인해 작업을 중단한다고 보고했다. “부정적인 감정을 느낄 때 어떻게 하시나요?”라는 질문에 참가자의 67.3%(101 명)는 계속 작업을 진행한다고 응답했으며, 일부 참가자는 잠시 휴식 후 다시 작업을 진행한다고 응답했다. 이러한 결과는 크라우드 워커가 유해한 콘텐츠에도 불구하고 임금을 벌기 위해 작업을 중단하기 어렵다는 경향을 확인할 수 있다. 결과적으로, 설문조사를 통해 크라우드소싱 환경의 실태를 보고하고, 부정적인 감정을 일으키는 유해한 콘텐츠라도 작업을 끝까지 진행하는 크라우드 워커를 보호해야 할 방법이 필요하다는 점을 시사한다.

3.2 집단 간 연구 절차

참가자들은 실험에 참여하고 인구 통계적 데이터를 제공하기 전에 정보 제공 동의서를 읽고 서명했다. 그 후, 전반적인 실험에 대한 설명서를 읽고, 이미지 작업과 비디오 작업을 진행하였다.

이미지 작업: 참가자들은 간단한 이미지(예: 버스, 우산 등)를 보고, 네 가지 선택지 중 올바른 답을 매치하는 작업을 수행했다. 이 작업은 총 20 문제로 구성되었다.

비디오 작업: 참가자를 해당 조건(원본 그룹 또는 4 가지 개입그룹 중 하나)에 무작위로 배정하였고, 참가자는 10 개의 자동차 충돌 영상을 시청하였다. 1 개의 영상당 3 문제(날씨, 사고 위치, 영상 내에서 충돌한 자동차의 수)가 제공되었고, 총 30 문제로 구성되었다.

3.3 참가자

AMT에서 참가자는 두 가지 기준에 의해 제한되었다. 첫째, 실험자의 거주지가 미국으로 제한되었다. 둘째, 선택된 참가자는 500 개 이상의 승인된 인간 지능 작업(Human Intelligence Task)을 가지고 있어야 했다. 1 개 그룹당 약 40 명의 크라우드 워커를 모집하였고, 총 5 개 그룹(원본, 4 가지 개입기술)에 대한 연구를 위해 총 200 명을 모집하였다.

3.4 연구 윤리

본 연구에서는 실험에 사용할 영상으로 자동차 충돌 영상을 선택했다. 자동차 충돌 영상은 본질적으로 고통스럽지만 실제 크라우드소싱 플랫폼의 환경과 유사한 환경을 구성하기 위해 선택되었다. 작업의 민감성과 윤리적 측면에서, 크라우드 워커의 정신적 부담을 줄이기 위해 다음과 같은 조치를 시행했다.

첫째, 실험을 시작하기 전에, 참가자들에게 이 작업이 자동차 충돌 영상을 시청하는 것을 포함하며, 참가자들은 언제든지 스스로의 결정에 따라 연구에서 철회할 수 있다는 것을 명확히 전달했다. 둘째, 자동차 간의 충돌만 보여주었고, 인간이나 동물의 부상 장면은 제외하였다. 셋째, 비디오를 약 10~15 초 동안 편집하여 보여주었고, 혈흔과 같은 사고 후의 직접적인 이미지는 보여주지 않았다. 마지막으로, 기관으로부터 IRB(Institutional Review Board) 승인을 받았다는 확인서를 제공했다.

4 연구 결과

4.1 작업 이탈자 수

작업 지속성 측면에서 개입기술이 작업자에게 도움이 되는지 확인하기 위해 실험 중 이탈한 참가자를 모니터링하였다. 실험 시작 인원은 1 개 그룹당 약 40

명을 기준으로 하였고, 실험 종료 시까지 완료한 참가자를 기록하였다.

표 1. 작업 이탈자 수

Case	원본	흐림 처리	흑백 변환	동기 부여 텍스트	동기 부여 영상
이탈자 (명)	6	12	8	0	6
백분율 (%)	15	30	20	0	15

결과적으로, 원본 그룹 15%(6 명), 흐림 처리 30%(12 명), 흑백 변환 20%(8 명), 동기 부여 텍스트 0%(0 명), 동기 부여 영상 15%(6 명)의 참가자들이 작업을 중단하였다(표 1). 흐림 처리 그룹의 경우 영상 품질 저하로 인해 작업자들이 시각적으로 답답함을 느끼며 중간에 이탈했을 가능성이 제시된다. 반면, 동기 부여 텍스트 그룹은 다른 그룹에 비해 이탈자 수가 현저히 낮았으며, 이는 간단하고 읽기 쉬운 동기 부여 메시지가 작업자들의 마음가짐에 긍정적인 영향을 미쳤음을 시사한다.

4.2 부주의한 작업자 필터링

5 개 그룹 중 한 그룹 당 약 40 명의 크라우드 위커를 모집하였다. 이미지 작업(20 문항)과 비디오 작업(30 문항)을 통해 부주의한 작업자를 식별했다. 전체 참가자의 정답 개수 평균에 표준 편차를 뺀 값보다 정답 개수가 적을 경우 부주의한 작업자로 분류하였다. 또한, 작업 유형에 따라 기준을 세분화하여, 이미지 작업에서 20 개의 질문 중 3 개 이상 오답을, 비디오 작업에서 30 개의 질문 중 15 개 이상 오답을 기록한 경우 부주의한 작업자로 간주하였다.

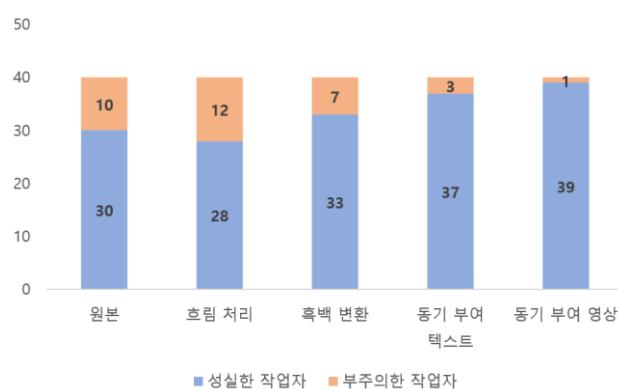


그림 2. 개입그룹별 부주의한 작업자 수

그 결과, 원본 그룹 25%(10 명), 흐림 처리 30%(12 명), 흑백 변환 17.5%(7 명), 동기 부여 텍스트 7.5%(3 명), 동기 부여 영상 2.5%(1 명)가 부주의한 작업자로 식별되었다(그림 2). 동기 부여 텍스트 및 영상 개입 그룹에서 부주의한 작업자의 수가 다른 개입 그룹에 비해 현저히 낮은 것을 발견했다. 이러한

결과는 동기 부여 텍스트와 영상 개입이 크라우드 위커들의 내재적 동기를 촉진하여 작업 성실도를 높였음을 시사한다.

4.3 개입기술의 작업 정확도

각 개입기술별 작업 정확도를 조사하였다. 실험에서 참가자들은 자동차 충돌 영상 10 개를 시청하고 영상과 관련된 질문(날씨, 사고 위치, 영상 내에서 충돌한 자동차의 수) 30 개에 응답했다. 각 개입기술에 대한 참가자들의 비디오 작업 평균 정답 개수(M)와 표준 편차(SD)는 표 2를 통해 보고한다.

표 2. 작업 정확도 (단위: 개수)

Case	원본	흐림 처리	흑백 변환	동기 부여 텍스트	동기 부여 영상
M	22.38	18.0	21.08	22.50	22.90
SD	6.13	4.67	4.88	4.71	4.40

Shapiro-Wilk 검정을 통해 정규성 검정을 하였고, 정규 분포를 따르지 않기 때문에 비모수 검정인 Mann-Whitney U Test를 실시했다.

원본 그룹과 비교하여 동기 부여 텍스트($p=0.592$), 동기 부여 영상($p=0.877$) 개입은 작업 정확도 측면에서 통계적으로 유의미한 차이를 관찰하지 못했다. 반면, 원본 영상에 대한 화면처리가 있는 흐림 처리($p<0.001$), 흑백 변환($p=0.047$) 개입은 원본 그룹과 비교하여 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 화면 품질 저하로 인해 작업 정확도가 감소했음을 시사한다.

4.4 개입기술의 작업 소요 시간

각 개입기술별 비디오 작업 소요 시간을 분석하였다. 작업 소요 시간이 150 초 미만으로 지나치게 짧거나 900 초를 초과하여 과도하게 긴 경우, 데이터의 편향을 방지하기 위해 제외하였다. 10 개의 비디오에 대한 작업 시작부터 종료까지의 평균 작업 소요 시간(M)과 표준 편차(SD)를 보고한다(표 3).

표 3. 작업 소요 시간 (단위: 초)

Case	원본	흐림 처리	흑백 변환	동기 부여 텍스트	동기 부여 영상
M	353	343	380	397	395
SD	129	119	160	177	163

Shapiro-Wilk 검정을 통해 데이터의 정규성을 확인하였으며, 정규 분포를 따르지 않는 것으로 나타나 비모수 검정인 Mann-Whitney U 검정을 실시하였다.

작업 소요 시간 분석 결과, 원본 그룹과 비교했을 때 흐림 처리($p=0.696$), 흑백 변환($p=0.425$), 동기 부여

텍스트($p=0.465$), 동기 부여 영상($p=0.303$) 개입에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다.

5 결론

5.1 논의

본 연구는 크라우드소싱 환경에서 쉽게 적용될 수 있는 개입 기술의 효과를 분석하였다. 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 논의점을 제시한다.

첫째, 동기 부여 텍스트와 영상 개입은 원본 그룹과 비교했을 때 정확도와 속도 면에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 또한, 작업자의 이탈 감소와 성실도 향상에 기여함을 확인하였다. 이는 선행 연구에서도 언급하였듯이[26][28], 내재적 동기 부여가 작업 지속성뿐 아니라 심리적 보호에도 긍정적인 기여를 할 가능성을 시사하며, 크라우드소싱 플랫폼 설계에 있어 심리적 지원의 중요성을 강조한다.

둘째, 화면 처리 기술(흐림 처리, 흑백 변환)의 경우 원본 그룹과 비교하여 정확도가 감소하였으며, 이는 부주의한 작업자로 분류될 가능성이 높아질 수 있다. 이러한 결과는 작업자들에게 시각적 차단보다는 심리적, 정서적 지원이 더 필요함을 시사한다. 따라서, 향후 연구에서는 기술적 접근과 심리적 접근을 조화롭게 결합한 개입 전략이 필요하다.

셋째, 동기 부여 텍스트와 영상 개입이 부주의한 작업자 수를 감소시키고 작업 성실도를 높이는 데 효과적이었다는 점은 크라우드 워커의 내재적 동기를 증진시키는 개입 기술이 데이터 품질 향상뿐 아니라 플랫폼 신뢰도와 활성화에도 기여할 수 있음을 시사한다. 특히, 동기 부여 영상과 같은 멀티모달 콘텐츠의 경우, 크라우드 워커의 심리적 안정감 증진 및 장기적인 참여율 향상에 있어 더 큰 발전 가능성을 가지고 있다.

5.2 연구의 한계점 및 후속 연구

본 연구는 크라우드 워커의 심리적 보호와 작업 지속성 향상을 위한 개입 기술을 제안하고 실험적으로 검증하였으나, 다음과 같은 한계점이 존재한다.

첫째, 본 연구는 실험 참가자를 미국 기반의 AMT 작업자로 한정하였다. 이는 연구 결과를 다른 플랫폼이나 다양한 문화적 배경을 가진 작업자들에게 일반화하는 데 제약이 있다. 후속 연구에서는 다양한 국가 및 플랫폼의 작업자를 포함하여, 문화적 차이가 개입 기술의 효과에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 단기간의 실험을 통해 개입 기술의 효과를 측정하였다. 그러나 이러한 기술이 장기적으로 크라우드 워커의 작업 지속성과 성과에 미치는 영향을 검증하지 못했다. 따라서, 장기적 관찰 연구 또는 반복 실험을 통해 개입 기술의 지속 가능성과 장기 효과를 평가할 필요가 있다.

셋째, 동기 부여 텍스트와 영상의 효과를 확인하였으나, 두 개입 간의 구체적인 차이점 및 구성 요소별 영향에 대한 분석은 미흡하였다. 후속 연구에서는 텍스트와 영상의 구성 요소(예: 텍스트의 길이, 영상의 시각적 자극, 청각적 자극)가 작업자 성과에 미치는 영향을 비교 분석하고, 가장 효과적인 동기 부여 콘텐츠 설계 지침을 마련해야 한다.

사사의 글

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2024-00353125).

참고 문헌

1. Abhigna, B. S., Soni, N., & Dixit, S. (2018). Crowdsourcing—A step towards advanced machine learning. *Procedia computer science*, 132, 632–642.
2. Horton, J. J., & Chilton, L. B. (2010, June). The labor economics of paid crowdsourcing. In *Proceedings of the 11th ACM conference on Electronic commerce* (pp. 209–218).
3. Hsueh, P. Y., Melville, P., & Sindhwani, V. (2009, June). Data quality from crowdsourcing: a study of annotation selection criteria. In *Proceedings of the NAACL HLT 2009 workshop on active learning for natural language processing* (pp. 27–35).
4. Li, C., Sheng, V. S., Jiang, L., & Li, H. (2016). Noise filtering to improve data and model quality for crowdsourcing. *Knowledge-Based Systems*, 107, 96–103.
5. Peng, D., Wu, F., & Chen, G. (2017). Data quality guided incentive mechanism design for crowdsensing. *IEEE transactions on mobile computing*, 17(2), 307–319.
6. Zhenjing, G., Chupradit, S., Ku, K. Y., Nassani, A. A., & Haffar, M. (2022). Impact of employees' workplace environment on employees' performance: a multi-mediation model. *Frontiers in public health*, 10, 890400.
7. Caldwell, J. A., Caldwell, J. L., Thompson, L. A., & Lieberman, H. R. (2019). Fatigue and its management in the workplace. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 96, 272–289.

8. Lee, D., Seo, S., Park, C., Kim, S., Chang, B., & Song, J. Y. (2024, July). Exploring Intervention Techniques to Alleviate Negative Emotions during Video Content Moderation Tasks as a Worker-centered Task Design. In *Proceedings of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference* (pp. 1701–1721).
9. Daniel, F., Kucherbaev, P., Cappiello, C., Benatallah, B., & Allahbakhsh, M. (2018). Quality control in crowdsourcing: A survey of quality attributes, assessment techniques, and assurance actions. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(1), 1–40.
10. Liu, Z., Shabani, S., Balet, N. G., Sokhn, M., & Cretton, F. (2018, January). How to motivate participation and improve quality of crowdsourcing when building accessibility maps. In *2018 15th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC)* (pp. 1–6). IEEE.
11. Ghoshal, A. (2017). Microsoft sued by employees who developed PTSD after reviewing disturbing content. *The next web*.
12. Newton, C. (2020). Facebook will pay \$52 million in settlement with moderators who developed PTSD on the job. *The Verge*, 12.
13. LaMontagne, A. D., Martin, A., Page, K. M., Reavley, N. J., Noblet, A. J., Milner, A. J., ... & Smith, P. M. (2014). Workplace mental health: developing an integrated intervention approach. *BMC psychiatry*, 14, 1–11.
14. Collins, J., Gibson, A., Parkin, S., Parkinson, R., Shave, D., & Dyer, C. (2012). Counselling in the workplace: How time-limited counselling can effect change in well-being. *Counselling and Psychotherapy Research*, 12(2), 84–92.
15. Hoßfeld, T., Hirth, M., & Tran-Gia, P. (2011, September). Modeling of crowdsourcing platforms and granularity of work organization in future internet. In *2011 23rd international teletraffic congress (ITC)* (pp. 142–149). IEEE.
16. Zhang, Y., & Van der Schaar, M. (2012, March). Reputation-based incentive protocols in crowdsourcing applications. In *2012 Proceedings IEEE INFOCOM* (pp. 2140–2148). IEEE.
17. Vuurens, J., de Vries, A. P., & Eickhoff, C. (2011, July). How much spam can you take? an analysis of crowdsourcing results to increase accuracy. In *Proc. ACM SIGIR Workshop on Crowdsourcing for Information Retrieval (CIR'11)* (pp. 21–26).
18. Skopik, F., Schall, D., & Dustdar, S. (2011). *Modeling and mining of dynamic trust in complex service-oriented systems* (pp. 29–75). Springer Vienna.
19. Allahbakhsh, M., Ignjatovic, A., Benatallah, B., Bertino, E., & Foo, N. (2012, October). Reputation management in crowdsourcing systems. In *8th International conference on collaborative computing: networking, applications and worksharing (CollaborateCom)* (pp. 664–671). IEEE.
20. Cambridge Consultants. 2019. Use of AI in Online Content Moderation. (2019).
21. Das, A., Dang, B., & Lease, M. (2020, October). Fast, accurate, and healthier: Interactive blurring helps moderators reduce exposure to harmful content. In *Proceedings of the AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing* (Vol. 8, pp. 33–42).
22. Karunakaran, S., & Ramakrishnan, R. (2019, October). Testing stylistic interventions to reduce emotional impact of content moderation workers. In *Proceedings of the AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing* (Vol. 7, pp. 50–58).
23. Hemphill, M. (1996). A note on adults' color-emotion associations. *The Journal of genetic psychology*, 157(3), 275–280.
24. Singh, S. (2006). Impact of color on marketing. *Management decision*, 44(6), 783–789.
25. Kuhbandner, C., & Pekrun, R. (2013). Joint effects of emotion and color on memory. *Emotion*, 13(3), 375.
26. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian psychology/Psychologie canadienne*, 49(1), 14.
27. Deci, E. L. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic

- motivation. *Journal of personality and Social Psychology*, 18(1), 105.
28. Kamar, E., Horvitz, E., Bowyer, A., & Miller, G. (2016). Intervention strategies for increasing engagement in crowdsourcing: Platform, predictions, and experiments.
29. Wang, J., Fu, X., & Wang, Y. (2021). Can “bad” stressors spark “good” behaviors in frontline employees? Incorporating motivation and emotion. *International journal of contemporary hospitality management*, 33(1), 101-124.
30. Hunter, P. G., Schellenberg, E. G., & Schimmack, U. (2010). Feelings and perceptions of happiness and sadness induced by music: similarities, differences, and mixed emotions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(1), 47.