

# scientific reports



OPEN

## 교육 분야에서의 ChatGPT: 글로벌 AI 혁신에 대한 반응

팀 퓨터러<sup>1✉</sup>, 크리스찬 피셔<sup>1</sup>, 아나스타시아 알렉세바<sup>1</sup>, 샤오빈 첸<sup>1</sup>, 타마라 테이트<sup>2</sup>, 마크 워사우어<sup>2</sup> & 피터 게르제츠<sup>3</sup>

ChatGPT의 출시와 빠른 확산은 전 세계 교육자들의 관심을 끌었습니다. 일부 교육자들은 학습을 지원할 수 있는 잠재력에 열광하고 있습니다. 다른 교육자들은 학습 기회를 방해하거나 잘못된 정보를 제공할 수 있다고 우려하고 있습니다. 교육과 관련된 ChatGPT에 대한 반응을 더 잘 이해하기 위해 트위터 데이터(5,541,457명의 사용자로부터 16,830,997건의 트윗)를 분석했습니다. 토픽 모델링과 감성 분석을 기반으로 교육과 관련된 ChatGPT에 대한 전 세계의 인식과 반응에 대한 개요를 제공합니다.

ChatGPT는 트위터에서 엄청난 반응을 불러일으켰으며, 가장 많이 트윗된 콘텐츠 주제는 교육이었습니다. 구체적인 주제(예: 부정행위)부터 광범위한 주제(예: 기회)에 이르기까지 다양한 의견이 오갔으며, 다양한 감정으로 논의되었습니다. 당국의 결정이 여론에 영향을 미칠 수 있음을 추적했습니다. 트위터에서의 평균적인 반응(예: 시험에서 부정행위를 하기 위해 ChatGPT를 사용하는 것)은 교육 및 교육과 관련된 토론과 다르다는 점에 대해 논의했습니다.

학습 연구자들이 더 관심을 가질 가능성이 높습니다(예: 지능형 학습 파트너로서의 ChatGPT). 이 연구는 새로운 획기적인 기술이 출시되었을 때 사람들의 반응에 대한 인사이트와 급변하는 상황에서 과학 및 정책 커뮤니케이션에 대한 시사점을 제공합니다.

인공지능(AI)은 교육 분야를 변화시킬 수 있는 잠재력을 가지고 있으며, 그 적용 범위가 점점 더 넓어지고 있습니다<sup>1</sup>. 2022년 11월 30일 출시 이후 ChatGPT의 엄청난 확산과 채택은 AI가 우리의 학습과 소통 방식을 빠르게 변화시킬 수 있음을 시사합니다. ChatGPT의 출시는 교육에 미칠 수 있는 영향에 대해 많은 기대와 두려움을 불러일으켰습니다<sup>2</sup>. Microsoft가 자사의 오피스 프로그램을 통해 모든 사용자가 ChatGPT와 같은 프로그램을 사용할 수 있도록 하겠다는 발표<sup>3</sup>는 곧 사람들이 서면 커뮤니케이션에 AI를 활용하는 방식에 광범위한 영향을 미칠 수 있음을 암시합니다. ChatGPT와 같은 생성형 AI 도구가 교육에 더 많이 통합됨에 따라<sup>4</sup> 교육자들은 교육과 학습의 미래에 대한 중요한 질문을 해결해야 합니다. 학생들은 AI의 작동 방식, 어포던스 및 과제, 그리고 학습 데이터에 내재된 편견을 재현하지 않고 AI의 힘을 활용할 수 있는 방법을 이해해야 합니다. 교사는 학생들과 함께 학습하면서 자료의 확증과 심문, 비판적 사고, 자료의 윤리적 사용과 같은 기존의 습관을 강화해야 할 것입니다.

특히, 혁신의 확산과 속도는 얼리어답터들의 사용과 신기술에 대한 인식에 따라 좌우되는 경우가 많습니다<sup>5</sup>. 따라서 이 백서에서는 출시 후 첫 두 달 동안 ChatGPT에 대한 전 세계의 반응을 살펴봅니다. 전 세계 교육 커뮤니티가 교육과 인간 학습에 대한 ChatGPT의 잠재적 영향을 어떻게 바라보는지 파악하는 것이 목표입니다. 여기에는 학습의 개인화 가능성부터 정보 및 커뮤니케이션을 위해 AI에 의존하는 윤리적 의미까지 다양한 주제가

히, 트위터의 소셜 미디어 데이터를 활용하여 ChatGPT에 대한 전 세계의 반응을 분석함으로써 (a) 교육 분야에서 ChatGPT와 관련하여 가장 많이 논의된 주제와 (b) 초기 구현 기간 동안 사용자가 이러한 주제에 대해 어떻게 논의

## 이론적 배경

**ChatGPT란 무엇인가요?** ChatGPT(<https://openai.com/blog/chatgpt>)는 OpenAI(<https://openai.com>)에서 2022년 11월 30일에 출시한 Generative Pre-trained Transformer(GPT) 언어 모델 제품군의 최신 릴리스입니다. 언어 모델은 일련의 단어가 나올 확률을 예측할 수 있는 통계 모델입니다. 이 기능을 통해 언어 모델은 인간과 같은 스타일의 자연어를 생성할 수 있습니다. 모든 통계 모델과 마찬가지로 언어 모델도 각 시퀀스의 확률을 계산하기 위해 많은 단어 시퀀스로 학습시켜야 합니다. 모델을 훈련하는 데 사용되는 단어 시퀀스의 수 또는 훈련 코퍼스 크기에 따라 모델이 언어에 대해 얼마나 많은 경험을 얻을 수 있는지, 그리고 더 중요한 것은 언어에 통합된 지식이 결정됩니다. ChatGPT는 인터넷의 데이터와 스캔한 많은 책으로 훈련된 대규모 언어 모델입니다. Brown 등<sup>6</sup>은 499억 개의 단어로 구성된 말뭉치를 사용하여 ChatGPT의 기본 모델인 GPT-3 모델을 훈련했다고 보고했습니다.

<sup>1</sup>헥터 교육 과학 및 심리학 연구소, 튀빙겐 대학교, 유로파스트라세 6, 72072 튀빙겐, 독일. <sup>2</sup>캘리포니아 대학교 어바인, 미국. <sup>3</sup>독일 튀빙겐 라이프니츠 연구소, 독일✉ 이메일: [tim.fuetterer@uni-tuebingen.de](mailto:tim.fuetterer@uni-tuebingen.de)

를 처음 출시했습니다. 이제 ChatGPT는 훨씬 더 크고 강력한 모델인 GPT-4를 사용합니다. GPT 모델은 트랜스포머 모델로, 대화나 문서 분류와 같은 보다 구체적인 작업의 성능을 개선하기 위해 다운스트림 미세 조정이 가능합니다. ChatGPT가 GPT-3을 기반으로 얻은 대화 미세 조정은 제어되지 않은 대규모 언어 모델이 생성할 수 있는 비진실, 독성 또는 도움이 되지 않는 출력을 줄이는 것을 목표로 합니다<sup>7</sup>. ChatGPT에 사용된 미세 조정 접근 방식은 인간 피드백을 통한 강화 학습(RLHF)이라고 불립니다. 이 방법은 인간 평가자가 어느 정도 적절한 응답으로 주석을 단 데이터로 원본 모델을 미세 조정했습니다. 미세 조정 프로세스에 대한 자세한 내용은 Ouyang 외<sup>7</sup>에 보고되어 있습니다(<https://openai.com/blog/chatgpt> 참조).

**교육용 ChatGPT의 기회와 위험.** ChatGPT와 기타 대규모 언어 모델은 실제 교육과 학습에 큰 영향을 미칠 수 있습니다. 예를 들어, 보다 개인화된 적응형 학습<sup>8,9</sup>을 촉진하고<sup>4,8,10</sup> 평가 및 평가 프로세스를 보다 효율적으로 구성할 수 있는 잠재력을 포함할 수 있습니다. 또한 카스네치 등<sup>2</sup>은 교육적 불이익을 보완할 수 있는 잠재력을 강조합니다. 음성-텍스트 변환 기술이나 자동화된 서면 텍스트 생성 기술을 사용하면 시각 장애나 난독증과 같은 부분적인 장애가 있어도 학습에 제한을 덜 받아 포용적 교육에 기여할 수 있습니다. 자이<sup>21</sup>은 *차세대 과학 표준*을 살펴보고 교사가 학생들에게 피드백 및 학습 지도를 제공하거나 학습 자료를 추천하는 등 주요 교육적 한계를 극복하기 위해 ChatGPT를 어떻게 사용할 수 있는지 테스트했습니다. 교육적 목적에 있어 ChatGPT의 특별한 잠재력은 효과적인 학습 메커니즘을 실행할 수 있는 대화형 구성 요소에 있습니다. 예를 들어, 피드백은 학습자 지원의 핵심 기능으로 학습에 효과적입니다<sup>11,12</sup>. ChatGPT는 학습자가 좋은 프롬프트를 제공하면 피드백을 제공하는 학습 파트너 또는 조교로 이해될 수 있습니다<sup>13-15</sup>. 칸 아카데미와 같은 조직은 이미 플랫폼에 내장된 프롬프트와 도구를 통합하여 학습 파트너로서 ChatGPT의 힘을 빠르게 활용하려고 노력하고 있습니다([www.khanacademy.org/khan-labs](http://www.khanacademy.org/khan-labs) 참조).

이러한 교육 기회는 AI의 한계 및 관련 위험과 대조를 이룹니다. ChatGPT의 한 가지 시급한 한계는 ChatGPT(<https://openai.com/blog/chatgpt>)의 강화 학습 훈련 중에 진실의 출처가 포함되지 않았다는 것입니다. 따라서 그럴듯하게 들리지만 잘못된 정보가 포함된 텍스트를 생성할 위험이 높습니다<sup>8-10,13-18</sup>. 교육자와 학습자는 생성된 응답을 적절하게 평가하기 위해 전문 지식과 비판적 사고 능력이 필요합니다<sup>19</sup>(21세기 기술<sup>20</sup> 참조). 학습 파트너로서 ChatGPT는 그 자체로는 비판적 사고를 촉진하지 않을 수 있습니다<sup>21</sup>. 그러나 교육자의 안내에 따라 사용하면 비판적 사고의 기회를 제공할 수 있습니다(예: 학생이 맥락이나 장르에 대한 이해를 바탕으로 프롬프트를 다듬는 방법을 배울 때). ChatGPT(및 그 후속 제품)의 교육 기회를 가장 잘 활용할 수 있는 방법과 그 위험을 가장 잘 피할 수 있는 방법에 대한 질문은 향후 몇 년 동안 전개될 중요하고 학제 간 연구 과제입니다.

### 획기적인 기술 혁신에 대한 인간의 반응:

ChatGPT와 같은 새로운 기술은

교육적으로 건전한 방식으로 사용될 때만 그 잠재력을 발휘할 수 있습니다. 사용자가 기술에 대해 긍정적인 태도를 가질 때 적극적으로 사용할 가능성이 높습니다. 수많은 이론에서 기술 혁신을 수용하고 적응하는 데 있어 합리적 프로세스가 중요하다고 가정합니다. 예를 들어, 합리적 행동 이론<sup>23,24</sup>과 계획된 행동 이론<sup>25,26</sup>에 기반한 기술 수용 모델(TAM;<sup>22</sup>)은 실제 기술 사용을 설명하는 데 자주 사용되는 모델입니다<sup>27</sup>. 따라서 이러한 이론과 모델은 기술 혁신의 맥락에서 인간의 행동을 개념화하기 위한 프레임워크를 제공합니다. 그러나 이성적 과정과 편견이나 오해와 같은 비이성적 행동을 설명하는 인지 이론 외에도 인간의 감정과 느낌도 사람들이 새로운 기술에 적응하는 이유를 결정하는 중요한 요소입니다<sup>5,28</sup>. 예를 들어, 사회과학 연구에 따르면 감정은 의사 결정 과정(예: 유용한 안내자 또는 편견 요인으로 작용)이나 소비자 행동<sup>30</sup>(자세한 연구는 Valor 외.<sup>28</sup>, 참조)에 중요한 요소로 작용하는 것으로 나타났습니다. ChatGPT와 관련하여, 2023년 12월 5일부터 7일까지의 트위터 데이터를 기반으로 이 도구에 대한 사용자 정서에 대한 첫 번째 임시 연구가 진행되었습니다. 저자들은 *ChatGPT가 교육에 미치는 영향에 대해* 사용자들이 혼합된 감정(긍정 52%, 부정 32%, 중립 16%)으로 이야기한 주요 주제 중 하나로 파악했습니다. ChatGPT가 출시된 직후 각 교육 관계자들의 성명은 이러한 혼합된 감정을 반영합니다. 하지만 긍정적인 트윗이 전체적으로 부정적인 트윗보다 다소 많다는 점은 흥미로운데, 그 반대(즉, 부정적인 트윗이 우세)도 많은 교육 기관의 고정된 일상(예: 수행 평가)을 고려할 때 충분히 그럴듯할 수 있었을 것이기 때문입니다. 그러나 이러한 결과는 ChatGPT 출시 후 첫 이들 동안의 데이터만을 기반으로 한 것입니다. 일부 교육 관계자들은

ChatGPT에 대해 우려를 표명하는 반면, 다른 교육 관계자들은 ChatGPT<sup>32</sup>의 도입에 대해 낙관적인 반응을 보이고 있습니다. 예를 들어, 학생과 과학자들의 개별 진술에 따르면, 한편으로는 학생들이 ChatGPT를 사용할 때 글쓰기와 사고를 외주화하거나 일반적으로 사용되는 숙제나 평가 방법(예: 에세이)과 같은 검증된 루틴을 더 이상 교육자들이 사용할 수 없게 될 것이라는 두려움이 있습니다. 반면에, 예를 들어 문법이나 철자와 같은 피상적인 텍스트 기능과 같이 덜 중요한 기술은 뒤로 밀려나고 비판적이고 논리적인 사고가 가능하도록 서면 평가를 재설계함으로써 교육 과정을 변화시킬 수 있는 기회도 있습니다.

기술을 전면에 내세울 수 있습니다.

**트위터 데이터는 사람들의 반응에 대한 인사이트를 얻기 위한 척도입니다.** 트위터는 등록된 사용자가 트윗이라는 짧은 메시지(비과금 사용자의 경우 최대 280자, 트윗)를 게시할 수 있는 마이크로블로그 플랫폼 형식입니다. 트윗은 링크[@]를 통해 특정 사람이나 특정 주제(해시태그[#]를 통해)에 연결할 수 있습니다. 사용자는 다른 사용자의 트윗을 팔로우할 수 있습니다. 트위터는 ChatGPT(또 다른 예로 CRISPR<sup>33</sup>), 중요한 사건(예: 아랍의 봄, 미국 선거, COVID-19<sup>34,35</sup>) 또는 개혁<sup>36</sup>과 같은 혁신에 대한 대중의 인식을 파악할 수 있는 실시간 데이터에 대한 액세스를 제공합니다. 트위터 데이터는 연구 도구로서 어포던스를 가지고 있습니다.

시간적 관점에서도 세분화된 편향되지 않은 데이터입니다<sup>37</sup>. 따라서 트위터 데이터는 설문조사나 인터뷰와 같이 시간이 많이 소요되는 기존 연구 방법보다 대규모의 혁신을 이해하는 데 더 적합할 수 있습니다.

**목표와 연구 질문** ChatGPT는 잠재적으로 전 세계의 교육 과정을 변화시킬 수 있지만, 그 변화의 여부와 방법은 교육자들이 이를 어떻게 받아들이느냐에 따라 달라질 수 있습니다. 이 연구에서는 교육계 개별 이해관계자의 발언을 넘어 ChatGPT 출시에 대한 전 세계 사람들의 즉각적인 반응에 대한 인사이트를 얻고자 합니다. 이 연구는 향후 교육 분야에도 적용될 수 있는 기술 혁신에 대한 인간의 반응을 예측하는 데 도움이 될 수 있습니다(예: 새로운 교육 기술의 도입 시 혜택에 대한 정보나 직접 사용 방법에 대한 지침과 같은 수용 대책 통합). 또한, 사용자들이 어떤 교육 관련 주제에 대해 논의했는지, 교육적 맥락에서 ChatGPT에 대한 비판적 논의에서 무시되는 경향이 있지만 무시해서는 안 되는 주제는 무엇인지 조사했습니다. 저희는 ChatGPT 출시(2022년 11월 30일) 후 첫 두 달 동안 다음 세 가지 연구 질문(RQ)에 집중했습니다:

(RQ1) ChatGPT에 대한 트위터의 글로벌 반응은 어땠나요?

(RQ2) 이 초기 기간 동안 트위터에서 교육 토픽 클러스터에 ChatGPT와 관련된 어떤 토픽이 등장했나요?

(RQ3) 트위터에서 ChatGPT와 관련하여 가장 많이 논의된 교육 주제는 무엇인가요?

## 방법

**데이터 수집 및 준비.** 학술 연구용 트위터 API를 사용하여 2022년 11월 30일부터 2023년 1월 31일까지 게시된 16,830,997건의 트윗을 수집했습니다. 많은 사람들이 ChatGPT에 대해 많은 시간을 고민하거나 사용하기 전에 대중의 초기 반응을 알아보기 위해 이 출시 기간을 선택했습니다. 데이터 수집 절차는 다음과 같습니다. 먼저, ChatGPT가 언급된 트윗을 쿼리했습니다. 둘째, 토론을 시작하는 트윗인 스피크 트윗이나 ChatGPT가 언급된 답글이 있는 모든 대화를 식별하고 분류했습니다. 대화는 촉발 트윗과 촉발 트윗에 직접 답글을 다는 다른 모든 트윗으로 정의됩니다. 특히, 대화에는 최소 두 명의 다른 사용자가 포함되어야 합니다. 이로 인해 127,749건의 고유한 대화가 발생했습니다. 주목할 만한 점은 2022년 11월 30일 이전에는 트위터에서 ChatGPT에 대한 언급이 전혀 발견되지 않았다는 것입니다.

트위터는 사용자의 개인정보를 보호하기 위해 트위터에서 지정한 트윗, 작성자 및 대화 식별자를 임의의 숫자 식별자로 대체하여 데이터를 익명화했습니다. 이메일 주소와 전화번호는 플레이스홀더로 대체되었습니다. 마찬가지로 사용자 아이디도 익명 사용자 식별자로 대체했습니다. 또한 비지도 텍스트 기반 및 휴리스틱 접근 방식을 사용하여 컴퓨터 프로그램(즉, 봇)에 의해 생성되었을 가능성이 높은 트윗을 삭제했습니다. 먼저, 관찰 기간 동안 10건 이상의 트윗을 게시했거나 화면 이름에 *봇*이라는 단어가 포함되어 있거나 화면 이름이 *오픈로* 끝나거나 *오픈* 뒤에 문자가 아닌 기호가 포함된 계정 257,858개를 삭제하여 봇을 제거했습니다(*자진 신고한 봇*). 봇이 평균적으로 사람보다 훨씬 더 많이 트윗하는 경향이 있다는 가정에 따라 트윗 수 임계값을 설정했습니다<sup>38</sup>. 또한 데이터 세트에서 1000개 이상의 트윗을 게시한 계정을 삭제했습니다. 전체적으로 283개의 봇과 이들의 트윗 80,389개가 첫 번째 규칙에 따라 삭제되었습니다. 둘째, 관련 없는 주제(예: 스팸성 제품 광고 또는 암호화폐)에 대한 반복적인 트윗을 삭제했습니다. 이러한 트윗 그룹은 문서(트윗) 임베딩을 클러스터링하여 찾아냈습니다. 이러한 텍스트 기반 접근 방식은 데이터 세트의 크기가 크고 데이터의 이질적인 특성으로 인해 Botometer<sup>39</sup>와 같은 봇 탐지 도구보다 선호됩니다. 또한 최신 봇은 개별적으로 행동하기보다는 그룹으로 행동하는 경향이 있습니다. 텍스트 기반 접근 방식은 조율된 행동을 포착할 수 있습니다<sup>40</sup>. 그 결과 최종 샘플 규모는 16,743,036개의 트윗, 5,537,942명의 사용자, 125,151건의 대화였습니다.

**분석 방법.** 토픽 모델링. 저희 앱에서는 토픽 모델링 절차를 통해 ChatGPT가 출시된 후 사용자들이 논의한 토픽에 대한 인사이트를 얻었습니다(RQ1 및 RQ2). 영어로 된 트윗만 선택하고, 빈 트윗과 중복 트윗을 삭제하고, 모든 트윗에서 "@"로 시작하는 사용자 멘션, 해시태그 및 링크를 삭제했습니다. 데이터 수집의 포함 기준에 따라 모든 트윗에 ChatGPT라는 용어와 그 파생어를 삭제하여 모델 성능을 개선했습니다<sup>(41)</sup>. 다음으로, 데이터 세트에서 유사한 트윗의 클러스터를 검색하기 위해 BERTopic 알고리즘<sup>41</sup>을 사용했습니다. 이 알고리즘은 최첨단 언어 모델에 의해 생성된 문서 임베딩을 사용할 수 있게 해줍니다. 이 알고리즘은 단어 간의 의미 관계를 고려하고 더 나은 토픽 표현을 제공하기 때문에 잠재 디리클레 할당(LDA) 및 비음수 행렬 인수분해(NMF) 같은 기존

의 토픽 모델링 기법보다 성능이 뛰어납니다<sup>41,42</sup>.

또한, 최근 트위터에 대한 연구<sup>43,44</sup>에서도 BERTopic이 성공적으로 사용되었습니다. 우리는 클러스터의 최소 크기를 500으로 설정하고 3개의 서로 다른 언어 모델을 사용하는 BERTopic 알고리즘의 Python 구현(<https://github.com/MaartenGr/BERTopic>)을 사용했습니다. BERTweet([https://huggingface.co/docs/transformers/model\\_doc/bertweet](https://huggingface.co/docs/transformers/model_doc/bertweet)), twitter-roberta-base-sep2022(<https://huggingface.co/cardiffnlp/twitter-roberta-base-mar2022>), all-MiniLM-L6-v2(<https://huggingface.co/sentence-transformers/all-MiniLM-L6-v2>)를 사용했습니다. 각 주제에서 20개의 트윗을 검토하여 데이터 세트에 대한 각 임베딩 모델의 성능을 조사했습니다. 마지막 임베딩 모델은 토픽의 다양성과 일관성 측면에서 더 나은 성능을 보였습니다. 리트윗을 제외한 영어로 작성된 모든 *비대화 트윗*(즉, 520,566건의 스파크 및 기타 비대화 트윗)에 대해 이 모델을 실행했습니다. 리트윗은 클러스터링 속도를 크게 떨어뜨리는 반면 토픽 모델링의 결과에는 거의 가치를 부여하지 않기 때문에 포함하지 않았습니다. 그런 다음 슈퍼뷰 분류를 사용하여 리트윗(526,780건의 전체 텍스트 리트윗)에 대한 결과를 추정하고 이러한 토픽 중 일부를 수동으로 더 큰 토픽 클러스터로 그룹화했습니다.

**감성 분석.** 저희는 ChatGPT가 출시된 후 사용자들이 어떻게 논의했는지에 대한 인사이트를 얻기 위해 감성 분석을 실시했습니다(RQ1 및 RQ3). 이를 위해 대화를 포함하여 영어로 된 모든 트윗을 사용했습니다. 전처리

절차는 토픽 모델링 단계에서 적용한 것과 동일합니다. 다음으로, 트위터 데이터<sup>46</sup>에서 높은 정확도를 보였고 교육에 대한 트위터 데이터를 사용할 때 LIWC와 같은 다른 감성 분석 소프트웨어<sup>47</sup>보다 우수한 결과를 보였기 때문에 규칙 기반 모델인 VADER를 사용하여 감성 분석<sup>45</sup>을 수행했습니다. 또한 교육 관련 트윗에 대한 감성을 보다 정확하게 추정하기 위해 이상치(즉, 토픽 모델링 절차에서 다른 토픽과 거리가 먼 트윗)를 제외했습니다.

데이터 준비 및 분석 구문은 다음 링크에서 무료로 이용할 수 있습니다: [https://github.com/ twitter-tuebingen/ChatGPT\\_project](https://github.com/twitter-tuebingen/ChatGPT_project).

**윤리 승인.** 윤리위원회는 연구와 데이터 수집을 승인했습니다. 윤리위원회는 절차가 인간 대상의 윤리적 연구 표준에 부합함을 확인했습니다(승인 날짜: 09-02-2023, 파일 번호: AZ.: A2.5.4-275\_bi).

## 결과

**ChatGPT(RQ1)에 대한 글로벌 반응.** 트위터에서 ChatGPT에 대한 전 세계의 반응을 알아보기 위해 먼저 ChatGPT 출시 후 첫 두 달 동안의 16,743,036건의 트윗(식별된 봇 및 스팸 제외) 중 ChatGPT라는 용어와 관련 대화에 포함된 트윗을 모두 조사했습니다(마음에 들어요, 리트윗, 답글 및 인용 횟수에 관한 자세한 통계는 표 1A,B 참조). 하루 평균 트윗 수는 2022년 11월 30일 이전에는 0건에서 1월 말에는 55만 건 이상으로 증가한 것으로 나타났습니다(그림 1A,B). 이 수치는 과거 다른 유명 해시태그와 관련된 트윗 수와 비교했을 때 매우 인상적인 수치입니다. 예를 들어, 흑인의 생명도 중요하다(Black Lives Matter) 논쟁에 대한 소셜 미디어 반응(예: 트위터)을 분석한 Ince 외.<sup>48</sup>는 2014년 초부터 2014년 11월까지 #BlackLivesMatter 해시태그(다른 철자 포함)가 66만 번 언급된 것을 발견했습니다. 보다 최근의 비교는 코로나19 팬데믹 기간 동안 백신 제조업체인 AstraZeneca/Oxford, Pfizer/BioNTech, Moderna에 관한 트윗 수입입니다. 2020년 12월 1일부터 2021년 3월 31일까지 Marcec과 Likić<sup>49</sup>는 701,891건의 영문 트윗을 검색했습니다.

ChatGPT와 관련된 트윗의 대부분(72.7%)은 영어로 작성되었으며(부록의 그림 A 참조), 52.2%는 미국에서 발생했습니다(그림 2). 다음으로 일일 트윗의 감성어 비율을 살펴봤습니다(그림 B, 부록의 그림 C 참조). ChatGPT 출시 후 첫날에는 거의 모든 트윗이 긍정적이었습니다. 그러나 그 수준(즉, 긍정, 중립 또는 부정으로 분류된 트윗의 비율)은 이후 평평해졌으며, 첫 두 달 동안 전체적으로 작은 변동과 함께 비교적 안정적으로 유지되었습니다. ChatGPT 출시 후 첫 두 달 동안은 긍정적으로 분류된 트윗이 분석된 모든 날을 지배했지만, 시간이 지나면서 긍정, 중립, 부정 트윗의 일일 수는 40-30-30의 분포로 수렴했습니다. 이러한 분포는 사용자들이 점점 더 신중하고 성찰적으로 ChatGPT에 대해 논의하고 있다는 것을 의미하며, 이는 놀라운 기능뿐만 아니라 이로 인해 제기되는 문제도 고려해야 한다는 것을 시사합니다. 초기 기술 도입자들이 이후 기술을 검토하는 사람들보다 더 긍정적인 반응을 보이는 것은 놀라운 일이 아닙니다. 이러한 감정 변화는 부분적으로 트윗 작성자의 다양성을 반영하는 것일 수도 있습니다.

**교육 분야에서의 ChatGPT 관련 토픽(RQ2).** ChatGPT와 관련하여 논의된 주제에 대한 인사이트를 얻기 위해 먼저 샘플에서 사용자가 논의한 128개의 모든 주제(즉, 토픽 모델링을 통해 얻은)를 관련 트윗 수에 따라 순위를 매겼습니다. 128개의 토픽을 확인했다는 것은 트위터에서 ChatGPT에 대한 논의가 많은 토픽을 다루고 있다는 것을 의미합니다. 둘째, 의미론적 및 코사인 유사성을 기반으로 이러한 토픽을 39개의 큰 주제 클러스터로 수동으로 그룹화했습니다. 교육은 AI에 대한 일반적인 트윗(가장 많이 발생한 토픽 클러스터)과 질문 및 프롬프트의 예가 포함된 트윗(두 번째로 많이 발생한 토픽 클러스터)에 이어 세 번째로 많이 발생한 토픽 클러스터(트윗 수로 측정; 표 2)였습니다.

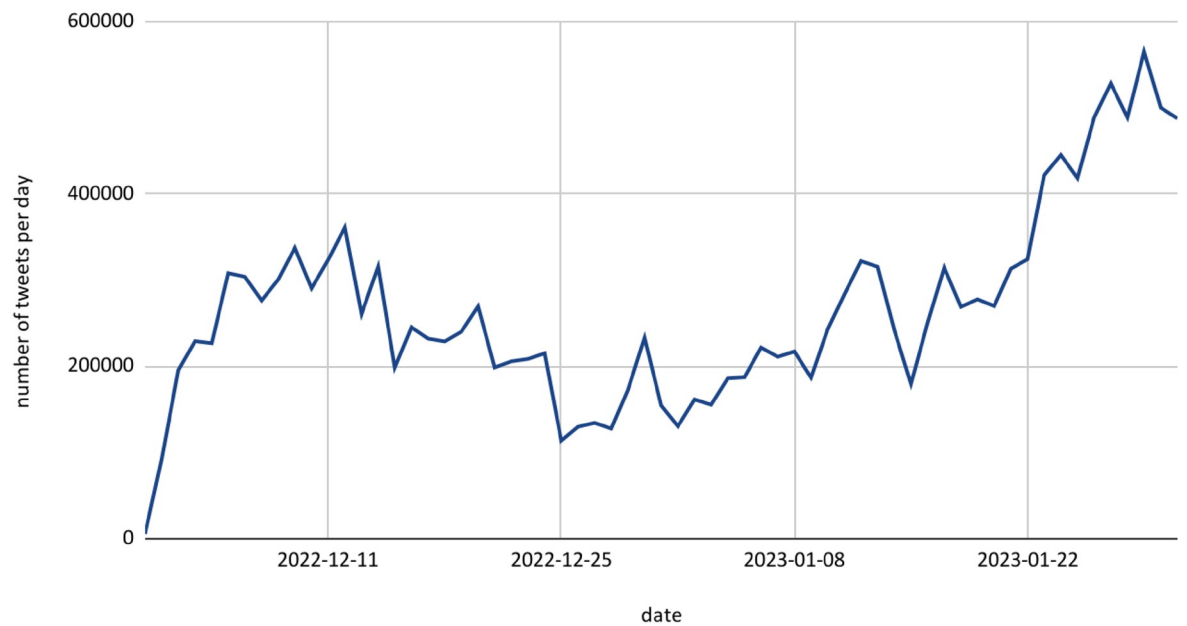
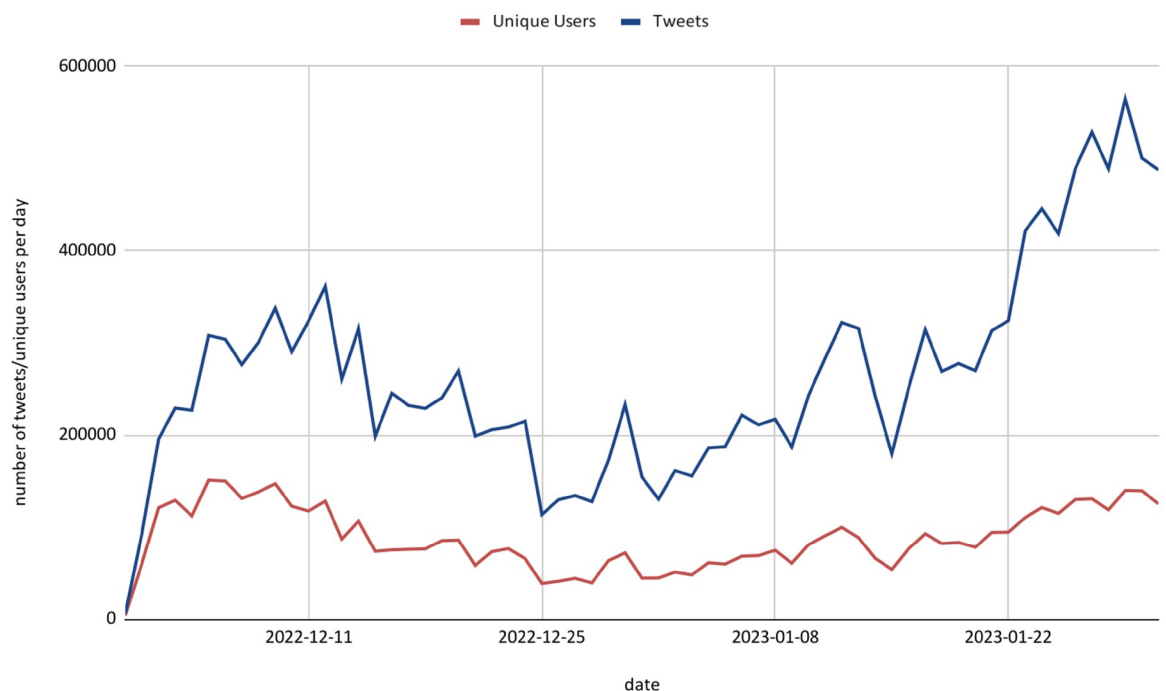
트위터에서 교육 분야에서 가장 많이 논의된 10가지 주제에 대한 개요는 표 3에 나와 있습니다. 교육 토픽 클러스터에서 가장 많이 언급된 주제는 일반적으로 교육 과정에서 ChatGPT를 사용할 때의 기회, 한계 및 결과에 관한 내용이었습니다(표 3). 이러한 진술은 전체 대화의 22%를 차지했습니다(표 3의 T1 참조). 예를 들어, 교육 과정에서의 ChatGPT의 기능은 다음과 같습니다.

	M	중앙값	SD	분	25%	50%	75%	최대
--	---	-----	----	---	-----	-----	-----	----

(A) 모든 트윗 <sup>a</sup>								
좋아요	4.568	0	236.468	0	0	0	1	176,848
리트윗	229.981	0	1688.009	0	0	0	0	35,579
답글	0.391	0	13.761	0	0	0	0	17,185
인용문	0.036	0	3.449	0	0	0	0	4612
(B) 스파크 트윗 <sup>b</sup>								
좋아요	76.837	4	972.979	0	1	4	16	159,790
리트윗	13.026	0	186.667	0	0	0	2	35,568
답글	6.556	1	100.024	1	1	1	3	17,185
인용문	1.708	0	27.571	0	0	0	0	4612

**표 1.** 마음에 들어요, 리트윗, 답글 및 인용에 대한 설명 통계. <sup>a</sup> 이 통계는 2022년 11월 30일부터 2023년 1월 31일  
까지의 전체 트윗  $N = 16,743,036$ 건을 대상으로 합니다. <sup>b</sup> 이 통계는 2022년 11월 30일부터 2023년 1월 31일까지  
의 전체 트윗  $N = 125,151$ 건을 대상으로 합니다.



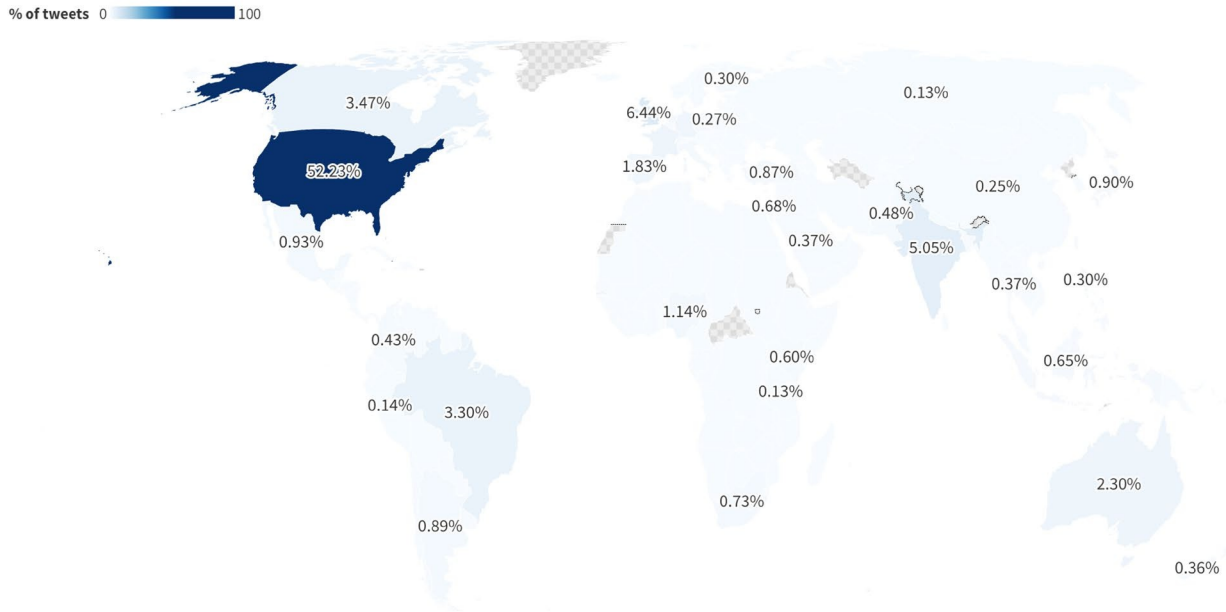
**A.****B.**

**그림 1.** (A) ChatGPT를 다룬 하루 트윗 수. (B) ChatGPT를 다룬 하루 순 사용자 수 및 트윗 수. 총 16,743,036건의 트윗을 사용했습니다.

(예: 피드백 받기), 교육 과정에서 ChatGPT를 성공적으로 구현하기 위한 방안(예: 교육자와 학습자의 전제 조건, 예: ChatGPT의 기회와 경계에 대한 인식, 윤리적 측면에 대한 인식)에 대한 논의가 있었습니다. 교육 분야에서 두 번째로 많이 언급된 주제는 학생들이 에세이와 같은 숙제를 할 때 ChatGPT를 사용할 때의 효율성 및 부정행위와 관련된 내용이었습니다. 이러한 진술은 전체 대화의 18%를 차지했습니다(표 3의 T2 참조).

마찬가지로 학계에서 ChatGPT의 역할에 대한 논의도 있었습니다(교육 분야에서 세 번째로 많이 언급된 주

제로, 전체 대화의 16%를 차지했습니다. 표 3의 T3 참조). 예를 들어, 한편으로 ChatGPT를 사용할 수 있는 기회는 다음과 같습니다.



**그림 2.** 트윗의 전 세계 분포. 이 시각화는 16,743,036개의 트윗 중 위치가 알려진 1%(즉, 160,260개)의 트윗을 기반으로 합니다. 이 그림의 대화형 버전은 <https://public.flourish.studio/시각화/13026492>를 참조하세요.

(예: 표준화된 연구 논문 작성 과정에서의 지원)와 한계점(예: 참고 문헌 또는 지어낸 참고 문헌 없음, ChatGPT를 반성적으로 사용하지 않을 경우 학계에 잠재적 위험)에 대해 다루었습니다. 네 번째로 많이 언급된 주제는 교육 기관에서의 ChatGPT 금지였습니다(전체 대화의 10%를 차지, 표 3의 T4 참조). 전 세계적으로 학교 및 대학에서의 금지와 같은 규제에 대한 논의가 있었지만, 특히 뉴욕시 공립학교의 디바이스 및 네트워크에서 ChatGPT가 금지되었다는 소식이 트위터에서의 논의를 지배했습니다. 전체 교육 관련 대화의 66%를 차지한 이 네 가지 주요 주제 외에도 T5(*시험 합격을 위한 ChatGPT의 기능*), T6(*글쓰기에 ChatGPT를 활용하는 전략*), T7(*교육을 위한 다른 AI 도구 및 향후 발전 방향*), T8(*학생의 논문을 복제하는 ChatGPT의 기능*), T9(*교육 비용*)가 각각 전체 교육 관련 대화의 7.5%에서 3.6%를 차지했습니다. 교육자가 ChatGPT를 교수-학습 과정(예: 수업 중 교사)에 통합하는 방법에 대한 주제는 전체 대화의 2%에 불과하여 중요도가 낮았습니다(표 3의 T10 참조).

주제 임베딩 간의 쌍방향 코사인 유사성(그림 3)은 10개의 교육 주제가 다음과 같이 유사하다는 것을 보여준다.

는 밀접한 관련이 있습니다. T1(즉, ChatGPT 사용의 기회, 한계 및 결과), T2(즉, 학생들이 에세이와 같은 숙제를 작성하는 데 ChatGPT를 사용할 때의 효율성과 부정행위), T3(즉, 학계에서 ChatGPT의 기회와 한계(예: 연구 논문 작성)) 및 T4(즉, 교육 기관에서 ChatGPT 금지)가 밀접하게 연관되어 있습니다. 이는 주제 내에서 선택된 단어들이 상당한 공통점을 가지고 있음을 의미합니다. 긴밀한 연관성은 이 네 가지 주제가 동시에 논의되었을 수 있음을 의미하기도 합니다. 예를 들어, ChatGPT 사용의 기회, 한계 및 결과는 여러 관점을 염두에 두고 논의되었을 가능성이 높습니다. 학생들이 에세이를 작성할 때 ChatGPT를 어떻게 사용할 것인지, 학생과 연구자가 논문 작성 시 직면하는 어려움은 무엇인지, 학교나 대학과 같은 기관에서 ChatGPT 사용에 관한 규정을 만들 때 어떤 결과를 도출해야 하는지 등을 동시에 고려해야 합니다. 반면, *ChatGPT*로 다양한 분야의 *현재 시점을 통과하는 방법과 교육 비용*에 대한 주제는 다른 주제와 공통점이 적었습니다.

가장 많이 언급된 교육 주제에 대한 감성어(RQ3):

ChatGPT와 관련하여 가장 많이 언급된

교육 주제에 대한 인사이트를 얻기 위해 교육과 관련된 전체 86,934건의 트윗(표 2)과 관련 34,732건의 대화 트윗(즉, 총 121,666건의 트윗, 그림 4)의 감성어를 조사했습니다. 평균적으로 ChatGPT 출시 후 첫 두 달 동안 긍정적인 감성을 담은 트윗의 수가 중립적이고 부정적인 감성을 담은 트윗보다 더 많았습니다. 세부적으로 살펴보면, 두 달 동안 긍정적인 트윗은 감소하고 부정적인 트윗과 중립적인 트윗은 증가했습니다. 1월 5일 이전(그

림 4의 세로줄 참조)에는 ChatGPT 출시 후 매일 긍정적인 트윗이 가장 많은 비중을 차지했습니다. 1월 5일부터는 세 가지 감성의 비중이 번갈아 가며 나타나기 시작하여 어떤 날에는 부정적이거나 중립적인 트윗의 비중이 가장 높았습니다. 식별된 10개의 각 주제에 대한 감성은 그림 5에 나와 있습니다. 사용으로 인한 교육 비용 ChatGPT와 같은 AI 도구에 대한 긍정적인 감성어(73.3%)가 가장 많이 언급되었습니다. 이러한 긍정적인 감성은 주로 ChatGPT와 같은 AI 기술을 통해 교육 비용이 절감될 것으로 기대하는 사람들이 많았기 때문입니다. 두 번째로 긍정 감성어가 많이 언급된 주제는 교육자가 ChatGPT를 사용할 수 있는 방법(긍정 감성어 57.1%)이었습니다. 긍정적인 의견은 특히 교육자의 시간 절약 가능성에 대한 언급이 많았습니다. 예를 들어, 워크시트나 시험 과제를 만드는 데 ChatGPT를 사용할 수 있는 잠재력이 강조되었습니다. 그 외에도 다양한 감정으로 다양한 주제가 논의되었습니다(예: 교육 기관에서의 ChatGPT 금지

주제	볼륨	합계	평균 대화 시간
AI 일반	114,830	10.96	6.31
질문 예시, 프롬프트 엔지니어링	104,529	9.98	5.71
교육	86,934	8.30	5.19
OpenAI와 투자자 및 제품(마이크로소프트, 머스크)	80,077	7.65	5.58
액세스 및 가격	77,795	7.43	9.55
LLM 기술	70,433	6.72	6.22
검색 엔진에 미치는 영향	53,557	5.1	5.85
예술(시와 가사, 영화, 책)에 미치는 영향	47,672	4.55	4.69
디지털 콘텐츠 생성(팟캐스트, 유튜브 스크립트, 퀴즈)	41,671	3.98	5.50
프로그래밍	35,648	3.40	4.84
비즈니스 루틴	34,425	3.29	5.70
엔터테인먼트	26,144	2.50	4.82
사이버 보안(멀웨어 작성)	24,869	2.37	11.17
소셜 미디어에서의 ChatGPT	22,707	2.17	8.17
금융	22,076	2.11	6.35
헬스케어	19,199	1.83	7.17
감정적 반응(무섭다, 미쳤다)	16,375	1.56	4.20
정치	13,931	1.33	5.48
법적 문제	11,377	1.09	5.89
ChatGPT로 수익 창출하기	10,981	1.05	7.49
ChatGPT의 소셜 이벤트, 미디어에서의 토론	9178	0.88	3.80
레시피	8015	0.77	5.38
계산기, 수학	7843	0.75	5.09
기후 변화	7807	0.75	58.84
일자리 손실	7802	0.74	7.36
윤리적 측면에서의 비판	7769	0.74	5.13
텍스트를 오디오/음성으로 변환	7143	0.68	5.08
스팸	6219	0.59	4.33
스포츠	4828	0.46	4.33
로봇	4028	0.38	3.63
종교, 설교	3821	0.36	4.71
Q&A 플랫폼	3776	0.36	6.06
크리스마스	3406	0.33	3.18
번역	2787	0.27	4.11
성별	2337	0.22	5.53
부동산	2242	0.21	5.36
ChatGPT의 경쟁사	2170	0.21	4.64
양자 컴퓨팅	1853	0.18	4.47
이상값(소량 주제)	39,092	3.73	8.65

**표 2.** 전체 토픽 사용된 트윗 1,047,346건(즉, 영어 비대화 트윗). 볼륨은 절대적인 트윗 수를 나타냅니다. LLM 대 규모 언어 모델.

[부정감성 44.1%, 중립 25.3%, 긍정감성 30.6%] 또는 글쓰기에 ChatGPT를 사용하는 방법[부정감성 32.6%, 중립 30.2%, 긍정감성 37.2%])에 대해 가장 많이 언급되었습니다. ChatGPT가 학생의 논문을 복제할 수 있을지에 대해서는 가장 부정적인 의견이 많았습니다(부정 감성어 72.4%). 이러한 부정적인 의견은 ChatGPT가 개략적

인 에세이만 작성할 수 있고 인간 작가만큼 독창적이거나 창의적이지 않아 새로운 아이디어를 창출할 수 없다는 견해를 반영하는 것으로 보입니다.

## 토론

저희는 사용자들이 논의한 교육 관련 주제와 이러한 논의의 정서에 초점을 맞춰 ChatGPT 출시에 대한 전 세계의 즉각적인 반응에 대한 인사이트를 얻고자 했습니다. 이를 위해 ChatGPT 출시 후 첫 두 달 동안 게시된 16,830,997건의 트윗 중 ChatGPT라는 단어가 포함된 트윗을 분석했습니다. 먼저, 트위터에서 ChatGPT에 대한 전 세계의 반응을 살펴보면, 출시 직후 ChatGPT에 대한 인지도가 급격히 상승한 것을 확인할 수 있습니다. 2022년 11월 30일 이전에는 전 세계적으로 ChatGPT라는 단어가 포함된 트윗이 단 한 건도 없었지만, 출시 이후에는 2022년 12월 초에 하루 10만 건 이상, 2023년 1월 말에는 50만 건이 넘는 트윗이 발생하는 등 거침없는 상승세를 보였습니다. 이러한 전 세계적인 인지도는 Google에서의 조회수(2023년 3월 24일 *Chat-GPT* 검색 시 707,000,000건)와 높은 사용자 수(출시 4개월 후, 현재 추정치

주제(T)	볼륨	%	앵커 트윗(합성)
T1. ChatGPT 사용의 기회, 제한 사항 및 결과	27,368	22.49	a. #chatgpt는 놀라운 학습 도구입니다. 인쇄심이 무한하고 모든 질문을 할 수 있는 선배 개발자와 함께 일하는 것과 같습니다. 정말 멋진 시간입니다! b. 창의적이고 능동적인 교육자로서, 저희는 학생들이 윤리적이고 책임감 있는 도구 사용자가 되어 기술에 능숙한 시민으로 졸업할 수 있도록 지원하는 것을 최우선 과제로 삼고 있습니다.
T2. 학생들이 ChatGPT를 사용하여 글을 쓸 때의 효율성 및 부정 행위(예: 에세이와 같은 가정 과제)	21,526	17.69	a. 제 동생이 대학 에세이를 작성할 때 ChatGPT를 사용했는데 10초 만에 끝냈어요... b. 부정 행위에서 AI의 부상. ChatGPT는 설득력 있고 정교한 에세이를 작성할 수 있습니다.
T3. 학계에서 ChatGPT의 기회와 한계(예: 연구 논문 작성)	19,654	16.15	a. ChatGPT로 작성된 초록은 과학자들을 속일 수 있습니다! b. 저는 박사 학위 주제에 대해 ChatGPT에 질문했습니다. 제가 참고 문헌을 사실 확인할 때까지 합리적으로 보이는 설명과 참고 문헌을 생성했습니다...
T4. 교육 기관에서 ChatGPT 금지	12,084	9.93	a. 뉴욕시 공립학교는 학교 네트워크 및 기기에서 ChatGPT를 금지하고 있습니다. b. 뉴욕시 교육부는 근시안적인 결정을 내렸습니다. 계산기가 처음 나왔을 때 금지했던 것과 마찬가지입니다.
T5. 시험 통과를 위한 ChatGPT의 기능	9107	7.49	a. ChatGPT에서 미시경제학 시험을 봤는데 낙제점을 받았습니다. 시험 점수 12/100 b. ChatGPT의 와튼 MBA 합격은 MBA가 가장 포인트가 적은 활동이라는 것을 증명합니다.
T6. 글쓰기에 ChatGPT를 사용하는 전략	7090	5.82	a. 팀: 에세이를 작성하기 전에 ChatGPT에 동일한 주제에 대한 에세이를 생성해 달라고 요청하여 일반적인 내용을 찾아서 피할 수 있도록 하세요. b. 제 아이가 ChatGPT에 에세이를 써달라고 부탁한 후 이렇게 말했습니다: "제가 말할 내용을 만들어주지만, 제 글이 더 깊이가 있어서 더 좋아요"라고 말하더군요. 교육자는 아이들이 AI를 사용하는 것에 대해 편안하게 생각해야 합니다. 아이디어를 제공한다는 생각으로 접근하세요.
T7. 향후 교육 및 개발을 위한 기타 AI 도구	6422	5.28	a. ChatGPT는 빙산의 일각에 불과합니다. 교육을 영원히 바꿀 10가지 AI 도구! b. ChatGPT의 기술은 매일 새로운 스타트업과 서비스를 만들어내고 있습니다. 이 7개의 AI 기반 웹사이트가 교육에 혁신을 일으키고 있습니다!
T8. 학생의 논문을 복제하는 ChatGPT의 기능	5220	4.29	a. 수업에 참석하거나 강의 자료를 읽지 않은 학부생이 쓴 대학 논문의 매력은 ChatGPT가 모방하는 것은 불가능합니다. 학생의 순수한 의지와 절실함 덕분에 인공지능이 결코 모방할 수 없는 독특한 글이 탄생할 수 있었습니다! b. AI는 만들 수 없습니다. 이미 생성된 것만 복제할 수 있습니다.
T9. 교육 비용	4413	3.63	a. 인공지능 덕분입니다. 원하는 것은 무엇이든 무료로 배울 수 있습니다! 수천 달러에 달하는 수강료를 지불할 필요가 없습니다. b. 교사와 학생 모두 ChatGPT를 사용하여 문제를 풀고 평가한다면 대학에 갈 필요가 없습니다. 학교는 단순히 질의응답을 위한 장소가 아니라 결과와 토론을 위한 장소입니다.
T10. 교육자가 ChatGPT를 교육에 통합하는 방법	2457	2.02	a. 새로운 기능!!! 교육자는 ChatGPT를 어떻게 활용하여 시간을 절약할 수 있나요? b. 교실에서 ChatGPT를 사용해 보셨나요? #교사 #챗GPT
이상값	6325	5.20	

**표 3.** 교육 분야에서 가장 중요한 토픽 사용된 트윗 121,666건(영어 비대화 트윗과 영어 관련 대화 트윗 포함). 볼륨은 절대적인 대화 수를 나타냅니다. 볼륨은 주제의 중요도를 나타내는 지표로 사용되었습니다. 앵커 트윗은 해당 토픽의 전형적인 내용을 예시적으로 보여주는 합성 트윗입니다.

1억 명의 월간 활성 사용자<sup>18,50</sup>)는 ChatGPT가 개인 및 업무 생활에 지속적인 영향을 미칠 가능성이 있음을 나타냅니다.

둘째, 교육은 일반적인 주제(예: ChatGPT에 액세스하는 방법)를 넘어 ChatGPT 토론에서 가장 많이 논의된 콘텐츠 주제였습니다. 이는 놀랍게도 창의적인 텍스트 생산이 중심이 되는 많은 직업(예: 저널리즘, 책 저술, 마케팅, 비즈니스 리포팅)에서 ChatGPT가 직업 관행을 크게 바꿀 수 있기 때문입니다. 교육 이해관계자(예: 학교

/고등 교육 관리자, 교사/강사, 교육 정책 입안자)가 각자의 상황에 맞는 사용 지침을 개발해야 한다는 시사점도 있습니다.

셋째, 교육 관련 주제(RQ2)를 확대한 결과, 구체적인 주제(예: 학생들의 에세이 작성, 부정행위, 시험 합격을 위한 ChatGPT의 능력)와 광범위한 문제(예: ChatGPT 사용의 기회, 한계, 결과)가 모두 논의된 것으로 나타났습니다. 이러한 주제는 교육 이해관계자들이 ChatGPT 사용 가이드라인을 개발하는 데 초기 방향을 제시할 수 있습니다.

넷째, 조사 결과에 따르면 ChatGPT 출시 후 첫 2개월 동안은 대체로 긍정적인 평가를 받았지만, 교육에 대한 의견은 다소 엇갈렸습니다. 이는 기술 혁신에 대한 인식에 대한 이전 연구와 일치하는 결과로, 사용자들은 대부분의 혁신에 대해 다양한 기대와 감정을 가지고 직면한다는 것을 보여주었습니다. 기대와 감정은 신기술의 유용성에 대한 절대적인 확신과 긍정적인 태도("급진적 테크노 낙관주의자")에서부터 신기술에 대한 완전한 거부("테크노 비관주의자")<sup>51</sup>에 이르는 태도와 연관되어 있습니다. 특히 1월 5일, 뉴욕시 공립학교의 디바이스와 네트워크에서 ChatGPT가 금지될 것이라는 발표가 있는 후 토론의 정서는 더욱 엇갈리기 시작했습니다. 이러한 엇갈린 정서가 반드시 나쁜 것은 아니며, 교육에서 ChatGPT를 사용할 때 발생할 수 있는 많은 잠재적인 긍정적, 부정적 효과를 신중하게 검토해야 합니다. 동시에, 증거를 검토할 기회 없이 예방책으로 취한 성급한 정책 결정이 주제에 대한 공개 토론에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 고려하는 것도 중요합니다. 이러한 측면은 기술이 사용될 때만 그 잠재력을 발휘할 수 있기 때문에 중요합니다.



	이상값	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
이상값	1.00	0.66	0.67	0.67	0.66	0.55	0.64	0.69	0.62	0.53	0.65
T1. ChatGPT를 교육 과정에 통합해야 하는 이유	0.66	1.00	0.98	0.94	0.93	0.75	0.88	0.82	0.83	0.77	0.84
T2. 학생들이 에세이 작성에 사용하는 ChatGPT - 효율성과 부정 행위(숙제)	0.67	0.98	1.00	0.93	0.92	0.74	0.88	0.80	0.82	0.76	0.83
T3. 학계에서의 ChatGPT(연구 논문)	0.67	0.94	0.93	1.00	0.89	0.74	0.87	0.81	0.84	0.79	0.84
T4. 교육기관에서 ChatGPT 금지	0.66	0.93	0.92	0.89	1.00	0.79	0.84	0.82	0.82	0.76	0.82
T5. ChatGPT 시험 합격/불합격 확인	0.55	0.75	0.74	0.74	0.79	1.00	0.67	0.70	0.70	0.60	0.65
T6. 글쓰기에 ChatGPT를 어떻게 사용하나요 ? - 전략	0.64	0.88	0.88	0.87	0.84	0.67	1.00	0.79	0.83	0.78	0.85
T7. 교육 및 미래 개발을 위한 기타 AI 도구	0.69	0.82	0.80	0.81	0.82	0.70	0.79	1.00	0.79	0.72	0.78
T8. ChatGPT가 학생들의 논문을 복제할 수 있는 가능성	0.62	0.83	0.82	0.84	0.82	0.70	0.83	0.79	1.00	0.73	0.82
T9. 교육 비용	0.53	0.77	0.76	0.79	0.76	0.60	0.78	0.72	0.73	1.00	0.82
T10. 교사가 ChatGPT를 사용하는 방법	0.65	0.84	0.83	0.84	0.82	0.65	0.85	0.78	0.82	0.82	1.00

그림 3. 토픽 임베딩 간의 쌍방향 코사인 유사성.

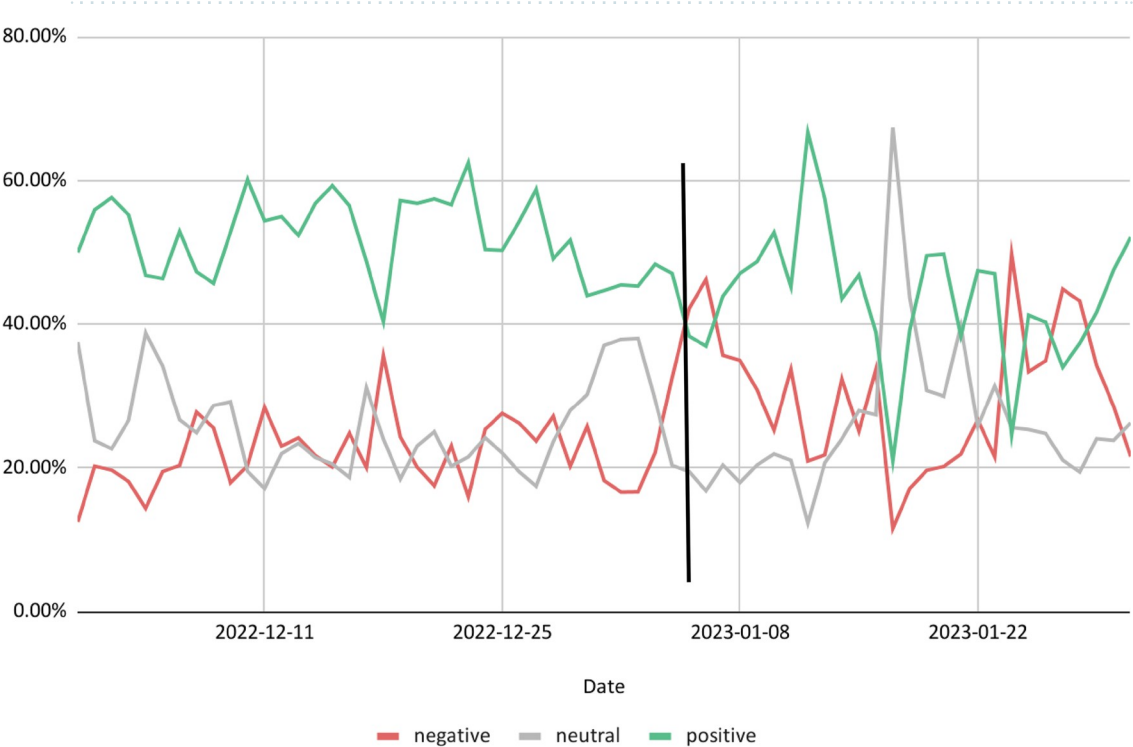


그림 4. 하루별 교육 관련 감성어. 세로선은 2023년 1월 5일에 표시된 것으로, 이 날은 처음으로 부정적 트윗의 비율이 긍정적 트윗의 비율보다 많았던 날입니다.

교육 과정의 경우) 사용자가 그 이점을 인식한다면<sup>22</sup>. 교육자들이 어떻게 ChatGPT를 교수-학습 과정(예: 수업 중 교사)에 통합할 수 있는지에 대한 중요한 주제는 몇 개의 트윗에서만 다루어졌습니다. 이는 흥미로운데, 학교와 대학의 교수-학습 과정에 ChatGPT와 같은 AI 도구를 통합하는 것이 교육적으로 의미 있는 일이라는 점에서 교육 연구, 교사 교육, 그리고 일상적인 실무에서 중요한 질문이 될 것이 분명하기 때문입니다. 또한, 전면 금지와 같은 강력한 정책 결정이 여론에 영향을 미치면 ChatGPT와 같은 신기술의 기회에 대한 과학적 의견이 반영되기 어려울 수 있습니다. 예를 들어, 불평등, 이질성, 적응성 등 AI 도구를 통해 완화될 수 있는 가장 중요한 교육적, 과학적 과제들은 공론화의 핵심이 되지 못했습니다.

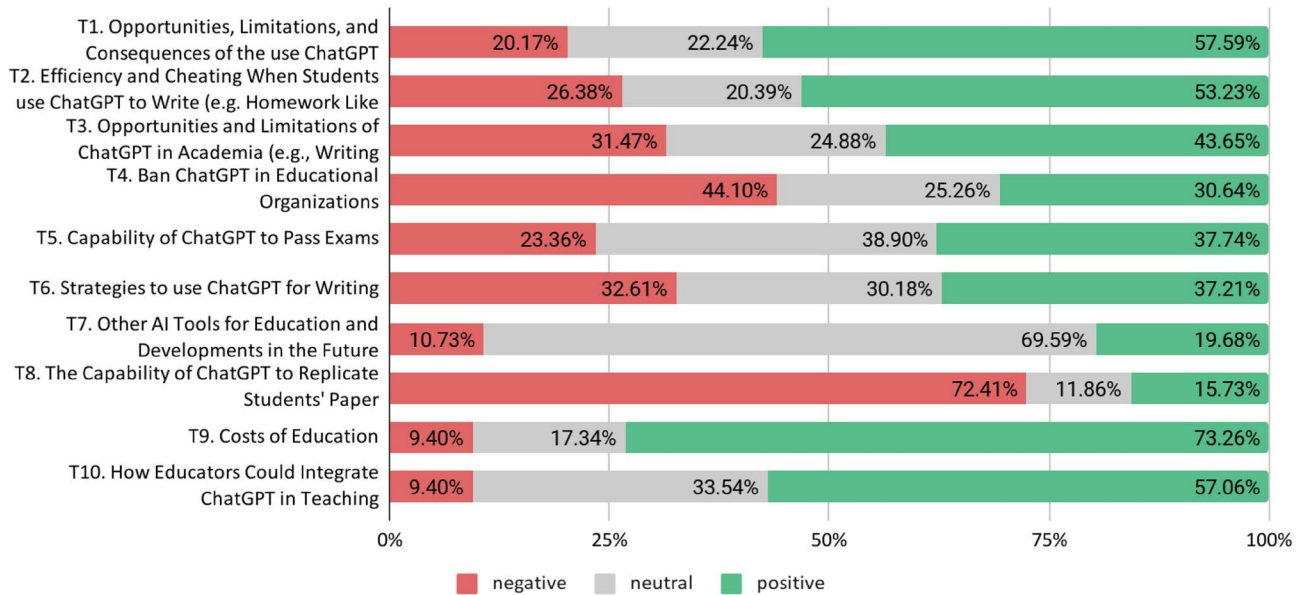


그림 5. 주제별 교육 분야 감정

마지막으로 교육 관련 주제(RQ3)에 대한 의견을 자세히 살펴보면, 교육 비용과 교육자가 ChatGPT를 교육에 활용할 수 있는 방법(예: 시간 절약 가능성)에 대해 긍정적으로 논의되고 있는 것으로 나타났습니다. 반면, ChatGPT가 학생의 논문을 복제할 수 있는지에 대해서는 부정적으로 논의되었습니다. ChatGPT로 학생의 논문을 복제하는 것에 대한 트윗의 부정적 의견은 ChatGPT와 같은 기술이 인간을 대체할 수 없다는 표현(예: 인간 글쓰기의 매력)으로 인해 형성되었습니다. 그러나 연구에 따르면 사람들은 인간 텍스트와 AI 텍스트를 구별할 수 없는데도 과신으로 인해 금방 구별할 수 있다고 생각하는 것으로 나타났습니다(예: <sup>52,53</sup>). 인지도(트윗량으로 측정)가 높아짐에 따라 감정의 범위도 증가했습니다. 이는 얼리어답터를 넘어 더 많은 사람들이 이 기술을 알게 되고, 잠재적인 긍정적인 결과와 부정적인 결과를 고려할 시간이 늘어났음을 반영하는 것으로 보입니다. 또한 도구를 사용할 기회가 늘어나면서 그 잠재력에 대한 인식과 약점에 대해 직접 배울 수 있는 기회가 늘어났음을 반영할 수도 있습니다.

**한계와 향후 연구** 이 연구의 결과는 최소한 다음과 같은 한계점을 고려하여 해석해야 합니다. 첫째, 분석을 위한 데이터를 철저하게 준비했지만 봇으로 인해 문제가 발생했습니다. 봇은 특정 해시태그가 포함된 트윗을 자동으로 리트윗하는 등 자동화된 작업을 수행하는 컴퓨터 프로그램입니다. 봇은 기술이 발전함에 따라 그 행동이 끊임없이 변화하기 때문에 탐지하기가 어렵습니다<sup>40</sup>. 트위터에서는 휴리스틱과 텍스트 기반 접근 방식을 사용하여 봇이 게시한 트윗을 식별하고 데이터에서 삭제했지만, 사용된 데이터에 봇의 트윗이 여전히 존재한다고 보장할 수는 없습니다. 둘째, 트윗을 영어로 작성된 트윗으로 제한했기 때문에 지역적으로 약 57%가 북미 지역에 집중되어 있습니다. 따라서 조사 결과를 다른 지역으로 일반화할 수 없습니다. 셋째, 이 연구에 사용된 샘플에 대한 인사이트는 트위터 API를 통해 제공되는 정보에 의해 제한됩니다. 예를 들어, 정치인, 학자, 기업가 또는 기회주의자가 트윗을 했는지 여부를 정확하게 파악할 수 없었습니다. 그러나 예를 들어 표본의 트위터 사용 경험(트위터 가입 날짜로 운영) 또는 사용자의 도달 범위(팔로워 수로 운영, 부록의 그림 D와 E 및 표 A 참조)를 분석하여 표본에 대한 몇 가지 일반적인 인사이트를 제공할 수 있었습니다. 넷째, 저희는 ChatGPT 출시 후 첫 두 달간의 트위터 대화만을 분석했습니다. 즉, ChatGPT에 대한 더 많은 경험(교육 관계자들이 장단점을 파악하고 교수-학습 시나리오 등에 ChatGPT를 사용할 시간이 더 많았음)을 바탕으로 한 이후의 논의나 GPT4가 포함된 논의는 고려되지 않았습니다. 그러나 이 연구의 접근 방식은 획기적인 기술 혁신에 대한 인간의 꾸미지 않은, 오히려 반성적이지 않은 반응을 포착하기 위한 것이었습니다. 또한, 이 연구는 ChatGPT에 대한 사람들의 반응에 대한 이전 연구 결과를 뛰어넘는 것으로, 그 중 일부는 ChatGPT 출시 후 처음 며칠에만 초점을 맞췄습니다(예: <sup>31</sup>).

저희의 연구 접근 방식은 ChatGPT의 출시에 대한 사람들의 전반적인 국제적 반응을 다루기 위해 고안되었으며, 이는 향후 많은 잠재적 연구 방향을 제시합니다. 첫째, 과학과 여론의 상호작용을 더 잘 이해하는 것이 흥미로운 것입니다. 예를 들어, 트위터 사용자들이 ChatGPT에 올린 글에서 과학을 언급하는 징후를 발견할 수 있는지 조사하는 것은 흥미로운 일이 될 것입니다. 예를 들어, 사용자가 트윗에서 연구 논문을 인용할 수 있습니다(예: 코로나19 백신의 경우, 과학자들이 매일 새로운 논문 발표 연구 결과를 설명하면서 혜택과 위험에 대한 여론을 주도한 것과 비교). 또한, 과학자들이 처음에 GPT, 특히 ChatGPT의 잠재력과 위험성에 대해 어떤 의견을 제시했는지, 그리고 이러한 의견이 여론에 반영되었는지에 대한 통찰력을 얻는 것도 흥미로운 것입니다. 둘째, 트위터 데이터에서 전 세계적인 반응에 영향을 미치지 않은 인간과 인공지능의 상호작용의 교육적 특성을 다루는 연구가 필요합니다. 예를 들어, 기관 웹사이트를 조사하여 ChatGPT에 대한 언급이 무엇을 의미하는지를 살펴보는 최근 연구<sup>54</sup>는 이 연구 결과와 일치하지만, AI 기반이 어떻게

ChatGPT와 같은 프로그램은 교훈적으로 의미 있고 학습에 효과적(즉, 양질의 교수-학습을 위해)으로 사용될 수 있습니다. 여기에는 교육 효과(예: 인지 활성화, 피드백), 인지 부하, 오프온딩, 적응성 등 교수-학습 상황에서 ChatGPT를 사용하는 모범 사례에 대한 연구도 포함될 수 있습니다. 셋째, 향후 연구에서는 교실에서 GPT를 사용하는 구체적인 시나리오를 다룰 수 있습니다. 예를 들어, "이전에는 할 수 없었던 혁신적인 형태의 수업(예: 한 가지 주제에 대해 다섯 가지 에세이를 작성하게 하고 어떤 것이 가장 좋은지, 그 이유는 무엇인지 학습자들과 토론하게 하는 것)을 ChatGPT가 어떻게 이끌어낼 수 있는지에 대한 연구가 여기에 포함될 수 있습니다."라고 질문할 수 있습니다. 또한 트위터에서 사람들이 숙임수를 쓰기 위해 ChatGPT를 사용하는 것에 대해 논의했다면, 연구에서는 학습과 성과(예: 글쓰기를 배우는 것과 숙제 쓰기 과제 수행)를 구분하여 살펴볼 필요가 있습니다. 성과에 대한 마인드를 가지고 있다면 언제든지 부정행위를 할 수 있습니다(예: 숙제에 계산기 사용). 그러나 가장 중요한 문제는 시험에 합격하거나 에세이를 발표하는 것이 아닙니다. 시험에 합격하거나 에세이를 작성하는 방법에 대한 지식을 전달하는 것이 중요합니다. 이러한 예는 기술 혁신에 대한 전 세계적인 인간의 반응이 과학적 정보에 기반한 반응과 어떻게 다른지 보여줍니다. 그러나 인간의 반응은 과학자들이 향후 토론에서 이러한 사각지대를 더 잘 파악하여 이를 탐구하고 소통하는 데 도움이 될 수 있습니다. 마지막으로, 이 연구는 ChatGPT에 대한 초기 사람들의 반응에 대한 인사이트만 제공합니다(ChatGPT 출시 후 첫 2개월). 따라서 향후 연구를 통해 ChatGPT의 장기적인 효과에 대한 인사이트를 얻을 것을 권장합니다. 여기에는 예술, 음악, 문학, STEM, 역사와 같은 과목에 대한 하위 그룹 효과를 탐구하는 것이 포함될 수 있습니다. 문학(예: 글쓰기 스타일 또는 외국어)에 대한 학습은 STEM에 대한 학습과는 완전히 다른 GPT 시나리오를 제공할 수 있기 때문입니다. 또한, 연구자들은 다양한 이해관계자 그룹을 대상으로 설문조사와 인터뷰 연구를 실시하여 ChatGPT의 사용과 그들이 인식하는 어려움 및 어포던스 등에 대한 추가적인 인사이트를 얻을 것을 권장합니다. 실제로 2023년 첫 달에 다양한 품질의 설문지 기반 연구들이 꾸준히 등장하여 특정 사용자 그룹이 ChatGPT를 어떻게 인식하고 상호작용하는지에 대한 귀중한 인사이트를 제공하고 있습니다. 그러나 이러한 연구는 의미 있고 흥미로운 결과를 제공하지만, 특정 지역적 맥락과 사용자 경험의 특정 측면을 가진 특정 사용자 그룹에 국한되어 있으며, 해당 설문지를 통해 파악하고 연구한 측면에 국한되어 있습니다. 예를 들어, 이 범주의 일반적인 연구에서는 아부다비의 컴퓨터공학과 학생 <sup>50명</sup><sup>55</sup>, 가나 대학의 학생 <sup>2100명</sup><sup>56</sup>, 인도 대학의 편의 표본 연구 참가자 <sup>288명</sup><sup>57</sup>의 인식과 기대치를 분석했습니다. 좁고 집중된 사용자 그룹을 대상으로 한 이러한 설문조사에 비해, 저희의 연구 접근 방식은 훨씬 더 광범위하고 전 세계를 대상으로 하여 이러한 소규모의 표적 설문조사로는 적절히 해결할 수 없는 연구 문제를 해결하고자 했습니다. 특히, 저희는 출시 초기 몇 주 동안 ChatGPT에 대한 전 세계의 적극적인 사용자 응답(미리 정의된 질문에 대한 수동적인 답변이 아닌)을 종합적으로 수집하고자 했습니다. 이 시기는 사용자 반응이 아직 자발적이고 그 이후 언론 보도를 통해 반복된 GPT에 대한 찬반 논쟁의 영향을 받지 않은 특정 시기였을 수 있습니다. 그럼에도 불구하고, 트위터 사용자들이 ChatGPT의 초기 단계에서 표현한 긍정적인 평가와 부정적인 평가는 이후 여러 사용자 그룹이 설문조사를 통해 보고한 것과 상당히 유사한 점이 많습니다. 조만간 ChatGPT와 같은 생성형 AI 시스템에 대한 다양한 사용자 인식과 기대의 궤적을 수년에 걸쳐 분석하는 것이 흥미로운 것입니다. 그러나 이러한 궤적을 연구하려면 ChatGPT의 탄생 시기에 대한 연구에서 제공한 것처럼 다양한 시점의 일련의 스냅샷이 필요합니다.

## 결론

결론적으로, ChatGPT는 인터넷이나 컴퓨터와 같은 디지털 도구와 비교할 수 없을 정도로 대화에 폭발적으로 도입된 독특한 기술이며, 그 혁신의 규모가 비슷하다고 입증되었습니다. 소셜 미디어, 특히 트위터의 가용성 덕분에 많은 사람들이 제너레이티브 AI에 대해 빠르게 배우고 토론할 수 있었습니다. 또한 ChatGPT는 공개적으로 사용 가능한 다른 대규모 언어 모델보다 훨씬 더 기능적이고 접근성이 뛰어나며 대화형이라는 점에서 특히 인상적이었습니다. 잠재적으로 혁신적인 디지털 도구의 탐색에 대해 전 세계에서 실시간으로 대화할 수 있는 이러한 능력은 ChatGPT가 출시된 지 불과 두 달 만에 매일 50만 건 이상의 트윗을 통해 확인할 수 있습니다. 학계 사용자층이 활발한 공간에서 이렇게 빠르게 인지도가 높아지면서 교육자들은 이 새로운 도구에 대해 배우고 사용법을 탐색하는 데 참여할 수 있었습니다(많은 경우, 평소보다 더 많은 시간과 노력이 있는 방학 기간 동안에도). 이러한 이유로 이 기간 동안 교육이 도구 액세스 방법, 일반 AI, 샘플 프롬프트(사용 사례)에 이어 세 번

째로 많은 트윗 주제가 된 것을 이해할 수 있습니다. 트위터를 통해 기술에 정통한 교육자들은 새로운 도구에 대해 토론하고, 모범 사례를 공유하고, 동료들 사이에서 정책적 입장을 시험해 볼 수 있습니다. 트위터가 일반적인 교사들을 대표하지 않을 수도 있습니다. 그러나 소셜 미디어를 사용하는 교사들은 학교에서 교육용 기술을 사용하는 데 있어 얼리어답터이자 사고의 리더일 가능성이 높으므로 이들의 트윗이 앞으로의 변화를 예고하는 신호탄이 될 수 있습니다. ChatGPT와 같은 새로운 도구를 조사할 때 동료들과 소통하면 그들의 도전과 기회에 눈을 뜨게 될 수 있습니다. 이러한 대화가 제너레이티브 AI 도구에 대한 더 많은 경험을 쌓으면서 더욱 차별화 되고 교육적으로 의미 있는 토론으로 이어지기를 바랍니다.

## 데이터 가용성

본 연구에서 생성 및 분석한 데이터 세트는 상당한 노력 없이도 완전히 익명화할 수 없는(즉, 트위터를 통해 개인을 식별할 수 있는) 트위터 데이터( )를 사용하므로 공개되지 않지만, 합리적인 요청 시 교신저자로부터 제공받을 수 있습니다.

Published online: 15 September 2023

접수됨: 2023년 4월 20일; 수락됨: 2023년 9월 7일

## 참조

1. 유네스코. *인공 지능과 교육에 대한 베이징 합의*. 유엔 교육, 과학 및 문화기구 (2019).

2. Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Kasneci, G. ChatGPT for good? 교육용 대규모 언어 모델의 기회와 과제에 대해. *Learn. Indiv. Diff.* **103**, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274> (2023).
3. 워렌, T. Microsoft는 곧 Word, PowerPoint, Outlook에서 새로운 ChatGPT와 유사한 AI를 시연할 예정입니다. <https://www.theverge.com/2023/2/10/23593980/microsoft-bing-chatgpt-ai-teams-outlook-integration> (2023).
4. Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. ChatGPT: 고등 교육에서 헛소리를 퍼뜨리는 사람인가, 아니면 전통적인 평가의 종말인가? *J. Appl. Learn. Teach.* **6**(1). <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9> (2023).
5. 로저스, E. M. *혁신의 확산* (4 판). 자유 언론 (2010).
6. 브라운, T. B., 만, B., 라이더, N., 수비아, M., 카플란, J., 다리알, P., nil라칸탄, A., 샤암, P., 사스트리, G., 아셀, A., 아가르왈, S., 허버트 보스, A., 크루거, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., Amodei, D. *언어 모델은 소수 학습자입니다*. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2005.14165> (2020).
7. Ouyang, L., Wu, J., Jiang, X., Almeida, D., Wainwright, C. L., Mishkin, P., Zhang, C., Agarwal, S., Slama, K., Ray, A., Schulman, J., Hilton, J., Kelton, F., Miller, L., Simens, M., Askell, A., Welinder, P., Christiano, P., Leike, J., & Lowe, R. *인간의 피드백으로 지침을 따르도록 언어 모델 훈련* <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2203.02155> (2022).
8. 바이두-아누, D. & 오우수 안사, L. 생성적 인공지능(AI) 시대의 교육: 교육과 학습을 촉진하는 ChatGPT의 잠재적 이점 이해. *SSRN Electron. J.* <https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484> (2023).
9. 장, B. *고등 교육에서 ChatGPT 및 AI 기술을 위한 교육자와 학생 준비시키기: ChatGPT 및 AI 기술의 이점, 한계, 전략 및 시사점*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32105.98404> (2023).
10. Deng, J., & Lin, Y. ChatGPT의 장점과 과제: 개요. *Front. Comput. Intell. Syst.* **2**(2), 81-83. <https://doi.org/10.54097/fcis.v2i2.4465> (2023).
11. 해티, J. & 팀퍼리, H. 피드백의 힘. *Rev. Educ. Res.* **77**(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487> (2007).
12. 피드백의 힘에 대한 재조명(Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J.): 교육 피드백 연구에 대한 메타 분석. *Front. Psychol.* **10**, 3087. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087> (2020).
13. Anders, B. A. ChatGPT가 교육에 중요한 이유. *C2C Digital Mag.* **1**(18). [https://scholarspace.jccc.edu/c2c\\_online/vol1/iss18/4](https://scholarspace.jccc.edu/c2c_online/vol1/iss18/4) (2023).
14. Lo, C. K. ChatGPT가 교육에 미치는 영향은 무엇인가? 문헌에 대한 빠른 검토. **13**(4), 410. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI13040410> (2023).
15. Sok, S. & Heng, K. 교육 및 연구를 위한 ChatGPT: 장점과 위험에 대한 검토. *SSRN Electron. J.* <https://doi.org/10.2139/ssrn.4378735> (2023).
16. 파블릭, J. V. ChatGPT와 협업하기: 저널리즘과 미디어 교육에 대한 생성적 인공지능의 함의 고려. *J. Mass Commun.* **78**(1), 84-93. <https://doi.org/10.1177/10776958221149577> (2023).
17. 의료 교육, 연구 및 실무에서 대규모 언어 모델의 예로서 ChatGPT의 유용성: 미래의 관점과 잠재적 한계에 대한 체계적인 검토 [사전 인쇄]. <https://doi.org/10.1101/2023.02.19.23286155> (2023).
18. Trust, T., Whalen, J. & Mouza, C. 사실: ChatGPT: 교사 교육에 대한 도전, 기회 및 시사점. *Contemp. Issues Technol. Teach.* **23**(1), 1-13 (2023).
19. Kohnke, L., Moorhouse, B. L., & Zou, D. 언어 교육 및 학습을 위한 ChatGPT. 003368822311628. <https://doi.org/10.1177/00336882231162868> (2023).
20. Fishman, B. J. 온라인 교사 전문성 개발의 가능한 미래. C. Dede, A. Eisenkraft, K. Frumin, & A. Hartley (Eds.)에서 *디지털 시대의 교사 학습 STEM 교육에서의 온라인 전문성 개발* (3-31쪽). 하버드 교육 출판부 (2016).
21. Zhai, X. 차세대 과학 학습을 위한 ChatGPT. *SSRN Electron. J.* <https://doi.org/10.2139/ssrn.4331313> (2023).
22. 마랑구니치, N. & 그라니치, A. 기술 수용 모델: 1986년부터 2013년까지의 문헌 검토. *Univ. Access Inf.* **14**(1), 81-95. <https://doi.org/10.1007/s10209-014-0348-1> (2015).
23. *신념, 태도, 의도 및 행동* (Fishbein, M., & Ajzen, I.): 이론과 연구 소개 (Addison-Wesley, 1975).
24. 피쉬베인, M. 이성적 행동 이론: 몇 가지 응용 및 시사점. *Nebr. Symp. Motiv.* **27**, 65-116 (1979).
25. Ajzen, I. 계획된 행동 이론. *기관. 행동. 형. Decis. Process.* **50**(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-t](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-t) (1991).
26. Ajzen, I. 계획된 행동 이론: 자주 묻는 질문. *Hum. Behav. Emerg. Technol.* **2**(4), 314-324. <https://doi.org/10.1002/hbe2.195> (2020).
27. Scherer, R., Siddiq, F. & Tondeur, J. 기술 수용 모델(TAM): 교육에서 교사의 디지털 기술 채택을 설명하기 위한 메타 분석적 구조 방정식 모델링 접근 방식입니다. *Comput. Educ.* **128**, 13-35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009> (2019).
28. Valor, C., Antonetti, P., & Crisafulli, B. 감정과 소비자의 혁신 채택: 통합적 검토 및 연구 의제. *Technol. Forecast. Soc. Change* **179**, 121609. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121609> (2022).
29. Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P. & Kassam, K. S. 감정과 의사 결정. *Annu. Rev. Psychol.* **66**(1), 799-823. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043> (2015).
30. Bagozzi, R. P., Gopinath, M. & Nyer, P. U. 마케팅에서 감정의 역할. *J. Acad. Mark.* **27**(2), 184-206. <https://doi.org/10.1177/0092070399272005> (1999).
31. Haque, M. U., Dharmadasa, I., Sworna, Z. T., Rajapakse, R. N., & Ahmad, H. 저는 이것이 가장 파괴적인 기술이라고 생각합니다 : 트위터 데이터를 활용한 ChatGPT 열러답터들의 감정 탐색 <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2212.05856> (2022).
32. 스토크-워커, C. 스마트 에세이를 작성하는 인공지능 봇 ChatGPT-교수들이 걱정해야 할까요? *Nature*, d41586-022-04397-7. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-04397-7> (2022).
33. 칼라 브레세, C., 딩, J., 밀람, B. & 바넷, G. A. 유전자 편집 아기에 대한 소란: CRISPR의 시맨틱 네트워크 분석 트위터에서. *Environ. Commun.* **14**(7), 954-970. <https://doi.org/10.1080/17524032.2019.1699135> (2020).
34. Fütterer, T. *왜 무엇이 학교 수업 중 교사를 혼들게 하는가? - 트위터에서의 커뮤니케이션 분석- 디지털 교육의 기회와 위험에 대*

- 한 교사의 인식. *Z. Erzieh.* **24**, 443-477. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01013-8> (2021).
35. 마디카니, M. 코로나19 팬데믹의 여러 단계에서 여론과 감정을 분석하여 트윗의 인기도 예측. *Int. J. Inf. Manag. 테/이/터 인사이/트* **2**(1), 100053. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2021.100053> (2022).
  36. Rosenberg, J. M., Borchers, C., Dyer, E. B., Anderson, D. & Fischer, C. 교육 개혁에 대한 대중의 정서 이해: 트위터의 차세대 과학 표준. *AERA Open* **7**, 233285842110242. <https://doi.org/10.1177/23328584211024261> (2021).
  37. 피셔, C. 외. 교육에서의 빅 데이터 마이닝: 기회와 도전. **44**(1), 130-160. <https://doi.org/10.3102/0091732X20903304> (2020).
  38. 하워드, P. N. & 콜라니, B. 봇, #스트롱거린, #브렉시트: 영국-EU 국민투표 기간 동안의 컴퓨터 선전. *SSRN Electron. J.* <https://doi.org/10.2139/ssrn.2798311> (2016).
  39. 데이비스, C. A., 바를, O., 페라라, E., 플라미니, A., & 멘처, F. BotOrNot: 소셜 봇을 평가하는 시스템. *제25회 월드와이드웹 국제 컨퍼런스 컴패니언 - WWW '16 컴패니언*, 273-274. <https://doi.org/10.1145/2872518.2889302> (2016).



40. Cresci, S. 소셜 봇 탐지의 10년. *Commun. ACM* **63**(10), 72-83. <https://doi.org/10.1145/3409116> (2020).
41. 그루텐더스트, M. BERT토픽: BERT와 c-TF-IDF를 활용하여 쉽게 해석 가능한 주제 만들기. Zenodo <https://doi.org/10.5281/zenodo.4430182> (2020).
42. 그루텐더스트 M. 베르토픽: 클래스 기반 TF-IDF 절차를 사용한 신경 주제 모델링. *arXiv:2203.05794v0571*. 온라인 에서 이용 가능: <https://arxiv.org/pdf/2203.05794.pdf> (2022).
43. 2020년 미국 대선과 관련하여 트위터에서 QAnon 분석: VADER와 BERT 토픽 모델링을 이용한 사용자 메스 및 프로필 분석. *DG.O2021: 제22회 연례 디지털 국제 컨퍼런스 정부 연구*, 82-88. <https://doi.org/10.1145/3463677.3463718> (2021).
44. Egger, R. & Yu, J. 트위터 게시물의 이해를 돕기 위한 LDA, NMF, Top2Vec, BERTopic 간의 토픽 모델링 비교. *Front. Sociol.* **7**, 886498. <https://doi.org/10.3389/fsoc.2022.886498> (2022).
45. 후토, C. & 길버트, E. 베이더: 소셜 미디어 텍스트의 감정 분석을 위한 간결한 규칙 기반 모델. *Proc. Int. AAAI Conf. Web Soc. Med.* **8**(1), 216-225. <https://doi.org/10.1609/icwsm.v8i1.14550> (2014).
46. 엘바기르, S., & 양, J. 파이썬의 자연어 토크와 VADER 감정 분석기를 사용한 트위터의 감정 분석. *IAENG Trans. Eng.* 63-80. [https://doi.org/10.1142/9789811215094\\_0005](https://doi.org/10.1142/9789811215094_0005) (2020).
47. Borchers, C., Rosenberg, J. M., Gibbons, B., Burchfield, M. A., & Fischer, C. 확장 또는 확장하지 않가: 교육용 트위터 데이터에서 인기 있는 감정 분석 사전 비교. 제14회 교육 데이터 마이닝 국제 컨퍼런스(EDM 2021), 파리(2021).
48. Ince, J., Rojas, F. & Davis, C. A. Black Lives Matter에 대한 소셜 미디어의 반응: 트위터 사용자가 해시태그 사용을 통해 흑인 생명도 소중하다( )와 소통하는 방법. *Ethn. 인종 스타드.* **40**(11), 1814-1830. <https://doi.org/10.1080/01419870.2017.1334931> (2017).
49. Marcec, R. & Likic, R. AstraZeneca/Oxford, 화이자/바이오엔텍, 모더나 COVID에 대한 감정 분석을 위해 트위터 사용- 19 백신. *Postgrad. Med. J.* **98**(1161), 544-550. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2021-140685> (2022).
50. Hu, K. ChatGPT, 가장 빠르게 성장하는 사용자 기반 기록을 세우다 - 애널리스트 노트. <https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/#:~:text=The%20report%2C%20citing%20data%20from,analysts%20wrote%20in%20the%20note> (2023).
51. 테이트, T. P., 도루디, S., 리치, D., 쉬, Y., & 워사우어, M. 교육 연구와 인공지능으로 생성된 글쓰기: 다가오는 쓰나미에 맞서기 [사전 인쇄]. *EdArXiv*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/4mec3> (2023).
52. 군서, V. E., 고출링, S., 브루커, B., 리히터, S., 차키르, D. C., & 게르제츠, P. 순수한 시인: 인공 지능 도구로 작성된 문학 단편 텍스트의 주관적 신뢰도와 문체 품질은 인간 작가가 작성한 텍스트에 비해 얼마나 우수할까요? *지능형 및 대화형 글쓰기 도우미에 관한 첫 번째 워크숍(In2Writing 2022)*, 60-61. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.in2writing-1.8> (2022).
53. 콰비스, N. & 모싱크, L. D. 인공 지능과 마야 안젤루: 사람들이 AI가 생성한 시와 사람이 쓴 시를 구분할 수 없다는 실험적 증거. *Comput. Hum. Behav.* **114**, 106553. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106553> (2021).
54. 벨레시아노스, G., 키몬스, R., 본다, F. ChatGPT와 고등 교육: 초기 유행률과 관심 분야. *에듀카우스 검토*. <https://er.educause.edu/articles/2023/3/chatgpt-and-higher-education-initial-prevalence-and-areas-of-interest> (2023).
55. Shoufan, A. ChatGPT에 대한 학생들의 인식 조사: 주제별 분석 및 후속 설문조사. *IEEE Access* **11**, 38805-38818. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3268224> (2023).
56. 본수, E. M. & 바푸르-코두아, D. 소비자 입장에서: 가나 고등 교육에서 ChatGPT에 대한 학생들의 인식과 사용 의도 결정. *J. Educ. Soc. Multicult.* **4**(1), 1-29. <https://doi.org/10.2478/jesm-2023-0001> (2023).
57. Raman, R., Mandal, S., Das, P., Kaur, T., Jp, S., & Nedungadi, P. ChatGPT의 열리 어답터로서의 대학생. *혁신 차이 연구* [사전 인쇄본]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2734142/v1> (2023).

## 감사

이 연구는 튀빙겐 헥터 교육 과학 및 심리학 연구소의 교육 과학 및 심리학 박사후 아카데미의 지원을 받아 바덴 뷔르템베르크 과학, 연구 및 예술부의 지원을 받아 수행되었습니다. 또한 이 연구의 초기 문헌 검토에 도움을 준 샤이엔 엥게저에게 감사의 말씀을 전합니다.

## 작성자 기여

T.F.가 주 원고를 작성했습니다. A.A.가 공식적인 분석을 수행했습니다. 모든 저자가 원고의 개념화, 검토 및 편집을 담당했습니다. 이 출판물의 내용에 대한 책임은 저자들에게 있습니다.

## 편당

오픈 액세스 편당은 프로젝트 밑에서 지원하고 주관합니다.

## 경쟁적 이해관계

저자들은 어떠한 이해관계도 없다고 선언합니다.

## 추가 정보

**보충 정보** 온라인 버전에는 <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42227-6>에서 제공되는 보충 자료가 포함되어 있습니다.

**서신 및 자료 요청**은 T.F.에게 보내야 합니다.

**재인쇄 및 사용 권한 정보는** [www.nature.com/reprints](http://www.nature.com/reprints)에서 확인할 수 있습니다.





**오픈 액세스** 이 문서는 크리에이티브 커먼즈 저작자표시 4.0 국제 라이선스에 따라 모든 매체에서 사용, 공유, 각색, 배포 및 재생산을 허용하는 라이선스입니다.

형식에 따라 원저작자와 출처에 적절한 크레딧을 제공하고, 크리에이티브 커먼즈 라이선스 링크를 제공하며, 변경 사항이 있는지 표시하는 경우에 한하여 사용할 수 있습니다. 이 문서에 포함된 이미지 또는 기타 타사 자료는 자료의 크레딧 라인에 달리 명시되지 않는 한 해당 문서의 크리에이티브 커먼즈 라이선스에 포함됩니다. 자료가 기사의 크리에이티브 커먼즈 라이선스에 포함되지 않았고 사용하려는 자료가 법적 규정에 의해 허용되지 않거나 허용된 사용 범위를 초과하는 경우 저작권 소유자로부터 직접 허가를 받아야 합니다. 이 라이선스의 사본을 보려면 <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> 을 방문하세요.

© 저자(들) 2023