

# 토픽 모델링 기법을 활용한 메타버스 증강현실 연구 동향 분석

## Metaverse Augmented Reality Research Trends Using Topic Modeling Methodology

안재영 (Jaeyoung An)

연세대학교 정보대학원<sup>1)</sup>

심소연 (Soyun Shim)

이화여자대학교<sup>2)</sup>

윤혜정 (Haejung Yun)

이화여자대학교<sup>3)</sup>

### 〈 국문초록 〉

코로나19로 가속화된 비대면 환경은 디지털 가상 생태계와 메타버스의 보급을 가속화했다. 메타버스가 지속가능성을 갖기 위해서는 현실 세계와 호환될 수 있는 디지털 트윈이 핵심이며, 이를 위한 핵심 기술은 증강현실이다. 이에 본 연구에서는 증강현실에 대한 연구 동향을 살펴봄으로써, 향후 증강현실 연구가 나아갈 방향을 제시하고자 한다. 2009년부터 2022년 3월까지 출판된 국내외 증강현실 논문의 11,049편의 초록을 바탕으로 LDA 기반 토픽 모델링을 수행하여 증강현실의 종합적 연구 동향, 국내외 해외 연구 동향 비교, 메타버스 개념 등장 이전과 이후의 연구 동향을 살펴보았다. 그 결과 증강현실 관련 연구의 토픽은 디바이스, 네트워크 통신, 외과/수술, 디지털 트윈, 교육, 시리우스 게임, 카메라/비전, 색채 적용, 테라피, 위치 정확도, 인터페이스 디자인의 11개로 도출되었다. 메타버스가 화두가 된 이후의 연구에서는 카메라/비전, 교육, 디지털 트윈, 외과/수술, 상호작용 성능, 네트워크 통신의 6개 토픽으로 도출되었다. 본 연구를 통해 다양한 학문 분야의 융합적인 성격을 가진 메타버스 증강현실에 관한 활발한 연구를 독려하고, 실무자들에게 유용한 시사점을 줄 수 있기를 기대한다.

주제어: 메타버스, 증강현실, 토픽 모델링, LDA 모델, 연구 동향

1) 제1저자, jaeyoungan@yonsei.ac.kr

2) 제2저자, chelsea8218@naver.com

3) 교신저자, yunhj@ewha.ac.kr

## 1. 서론

3차원의 확장된 가상 세계라 불리는 메타버스(metaverse) 환경은 포스트 코로나 시대의 일상으로 자리매김하고 있으며, 다양한 영역으로 확대되어 현실과 가상의 경계가 허물어지는 생태계를 조성하고 있다. 메타버스의 생태계에서 가장 중요한 것은 가상 경계를 구축하고 제공하는 것으로써 정보 통신 기업뿐만 아니라 다른 분야의 기업에서도 많은 관심을 두고 있으며 메타버스 플랫폼 시장 선점에 치열한 경쟁을 하고 있다. 메타버스를 성공적으로 구현하기 위한 핵심 기술에는 가상현실, 증강현실, 뇌-컴퓨터 인터페이스가 포함되며, 이 기술 중 미래의 메타버스를 형성하는 기술은 증강현실이다(블록체인뉴스, 2022). 이는 증강현실 기술이 잠재성을 많이 가지고 있으며, 사람들이 현실의 편리함을 벗어나지 않은 상태에서 디지털 환경과 상호작용하게 할 수 있기 때문이다. 또한, 글로벌 IT 자문기관 가트너(Gartner)는 2020년 비즈니스 생태계 조성을 위한 상위 10개의 핵심 기술 중 하나를 증강현실 기술로 선정하였다(이홍철, 2019).

증강현실 기술의 존재감이 높아짐에 따라, 다양한 기업들의 행보에 관심이 집중되면서 구글, 애플, 그리고 삼성전자가 증강현실 글래스 개발에 나섰다(최진홍, 2021). 이에 따라 증강현실 시장은 지속해서 커지고 있으며, 2020년 기준 증강현실 시장 규모는 147억 달러에서 연평균 31.5%의 성장률로 성장하여 2026년에는 884억 달러가 될 것으로 전망된다(김달훈, 2021). 증강현실은 가상현실의 한 부분으로 해석될 수도 있으나, 전문가들은 향후 증강현실이 가상현실에 비해 비즈니스적 측면에서 더 많은 성장 가능성이 있다고 전망하고 있다(Clint, 2016). 가상현실은 특정 헤드셋과 시나리오로 깊은 몰입감을 가져주는 반면 콘텐츠의 다양성과 디바이스의 접근성 부족으로 시장이 확

대되지 못하고 있지만, 증강현실은 모바일 기기로 디지털 정보를 실제 물체 이미지에 중첩을 할 수 있어 대중화가 쉬우며 무궁무진한 잠재력을 가지고 있다. 그러므로 성장 가능성과 지속가능성이 큰 증강현실 분야의 연구를 위해 최근까지 게재된 국내외 증강현실 연구를 바탕으로 연구 동향을 살펴보고 향후 연구 방향에 대해 논의하고자 한다.

빅데이터 분석 방법이 활용되기 이전에는 연구 동향 분석을 진행하기 위해 내용 분석(Contents analysis), 메타 분석(Meta analysis), 델파이(Delphi) 기법 등이 주로 사용됐다(강현정, 2016; 김범구, 2012; 이충정 등, 2020). 하지만 이러한 방법은 많은 시간이 소요되고 연구자의 주관적인 의견이 반영된다는 한계가 있다. 또 분석과정에서 주관성 및 실수로 인한 오류가 발생할 수 있고, 분석 결과에 대한 신뢰도가 낮아질 수 있다. 이를 보완하기 위해 최근 다양한 학문 분야의 연구 동향 분석에 있어, 텍스트 마이닝 방법의 하나인 토픽 모델링이 많이 활용되고 있다. 토픽 모델링은 통계적 추론을 활용한 텍스트 분석이 가능하므로, 기존에 연구 동향 분석에 사용된 기법들보다 객관성이 확보된다는 장점이 있다. 이에 본 연구에서는 토픽 모델링 기법을 적용하여 증강현실 연구 동향 분석을 수행하고자 한다. 연구 목적을 달성하기 위한 연구 질문은 다음과 같다.

〈연구 문제 1〉 증강현실 연구의 동향은 어떠한 주제어들로 정리되며, 국내외 해외의 연구 동향의 차이는 어떠한가?

〈연구 문제 2〉 메타버스에 대한 언급량이 증가한 시점(2020년)을 기준으로 증강현실 연구 동향은 어떻게 달라졌는가?

이와 같이 본 연구에서는 전 학술 분야 연구의 맥락에서 국내외 해외 증강현실 연구를 바라봄으로써 증강현실 연구에 관한 연구 동향을 파악하고 향후 연구

방향을 모색해 보고자 한다. 이를 통해 본 연구가 메타버스 증강현실 연구에 대한 방향 제시와 메타버스 증강현실 분야의 성장에 필요한 사회적, 기술적, 제도적 기반 구축에 기여할 수 있는 자료가 되길 기대한다.

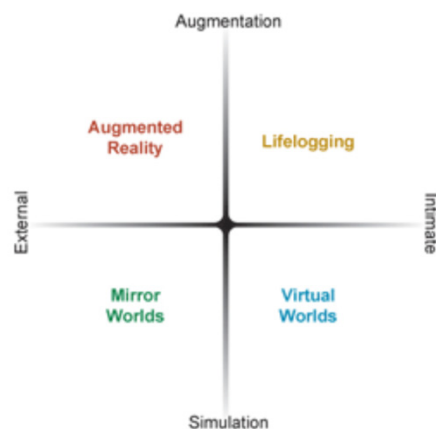
## 2. 기존문헌 연구

### 2.1. 메타버스

메타버스는 가상·초월을 의미하는 메타(meta)와 세계·우주를 의미하는 유니버스(universe)의 합성어로, 아직 정확한 정의가 없으며 연구자들도 다양하게 정의를 내리고 있다(권오상 등, 2021). Mystakidis (2022)은 메타버스를 물리적 현실과 디지털 가상세계를 병합한 영구적이고 지속적인 다중 사용자 환경인 포스트 현실 세계라고 하였다. Hughes (2022)는 사람과 사물이 가상 공간적 능력으로 상호 작용하는 통합된 방법이라고 하였으며, Mozumder et al. (2022)은 우리가 실제 세계에서 일하는 방식에 대한 디지털 사본이라고 하였다. 또 다른 학자들은 메타버스를 사용자가 위치에 관계없이 컴퓨터를 사용하는 사회적, 경제적 상호작용에 참여하는 몰입형 3D 가상 세계라고 하였다(Akour et al., 2022; Díaz et al., 2020; Vázquez-Cano & Sevillano-García, 2017). 이처럼 메타버스의 정의나 개념이 확립되지 못하고 전문가들의 관점에 따라 다른 것은 메타버스가 다양한 형태로 유기적으로 진화하고 있고 기술이 지속해서 발전되고 있기 때문이다(권오상 등, 2021).

메타버스란 용어는 1992년 닐 스티븐슨이 출간한 “스노 크래시(Snow Crash)”라는 SF 장편 소설에서 처음으로 언급되었으며, 시청각 장치를 활용하여 3D 가상 서버에 접속한다는 의미로 사용되었다. 이후 메타

버스 기술은 정보통신 기술의 진보적인 발달에 따라 유기적으로 진화했다. 3차원 가상공간으로 알려진 메타버스는 미국 기술연구단체(ASF: Acceleration Studies Foundation)에 의해 2007년 4가지 형태의 로드맵으로 소개되었다. Smart et al. (2007)에 따르면 메타버스는 구현되는 공간의 현실 중심과 가상 중심 여부 그리고 구현되는 정보의 외부 환경정보 중심/개인·개체 중심 여부에 따라 증강현실(Augmented Reality), 가상세계(Virtual World), 일상기록(Life Logging), 거울세계(Mirror Worlds)로 분류된다(<그림 1> 참조). 첫째, 증강현실은 현실 환경에 2차원 또는 3차원의 가상 이미지를 겹쳐서 보여주는 물체를 통해서 상호작용을 하는 것을 의미하며, 대표적인 애플리케이션은 포켓몬고이다. 둘째, 가상세계는 현실과 유사하거나 완전히 다른 대안적 세계를 디지털 데이터로 구축하는 것을 의미하며, 린든 랩이 개발한 세컨드 라이프나 네이버의 제페토가 대표적인 예이다(이승환, 2021). 셋째, 일상기록은 현실 생활에서 이루어지는 정보를 통합 제공하는 것을 의미하며, 나이키의 플러스 러닝이 그 예이다. 즉, 일상기록은 웨어러블 디바이스나 사물 인터넷(internet of things)을 통해 생성되는 데이터(텍스트, 영상, 사운드 등)를 공유하는 방식이다. 마지막으로,



〈그림 1〉 메타버스 4가지 유형(Smart et al., 2007)

거울세계는 현실 환경의 공간 및 정보를 복사하여 온라인 상에서 현실의 정보를 제공하는 디지털 트윈 기술을 활용한 디지털 세계를 의미하며, 대표적인 예시로는 구글 어스(google earth)이다. 메타버스 로드맵에서 소개된 이 4가지 유형은 각 유형으로 구분되는 것이 아닌 조합과 융합으로 확장되고 있다(권오상 등, 2021).

코로나 19 이후 메타버스는 진일보하며 학술적·산업적으로 많은 관심을 받고 있다. 먼저, 학술적 측면을 살펴보면 국내에서는 주로 메타버스 발전 방향, 사례 연구, 교육 관련 연구가 진행되었으며, 해외에서는 미래 동향 기술, 분류체계 등에 관한 연구가 있었다. 고선형 등 (2021)은 메타버스에 대한 개념을 살펴보고 메타버스를 지향하기 위한 발전 방향이 무엇인지 시사하기 위한 연구를 진행하였다. 이 연구에서는 메타버스의 특징으로 5C(Canon, Creator, Currency, Continuity, Connectivity)와 3가지 유형(게임 기반 메타버스, 소셜 기반 메타버스, 생활 산업 기반 메타버스)이 있음을 언급하였으며, 문화예술, 콘텐츠, 체육, 관광 분야에서 메타버스로 인한 다양한 신종 직업이 생성됨을 소개하였다. 김광집 (2021)은 메타버스의 유형과 사례 그리고 서비스 전략을 살펴보면서 확장되는 메타버스를 위해 대비해야 할 내용에 대한 결론을 제안하였다. 그는 메타버스가 새로운 가치를 창출하기 위해서는 기업과 정부 차원에서 적극적인 노력이 있어야 하며, 게임 수준에 머물러있던 것을 넘어, 블록체인과 NFT(Non-Fungible Token)의 확장에 많은 기여를 할 것을 기대한

다고 하였다. 또한, 산업의 확장에 따른 메타버스에 관한 법적 제도적 규제가 마련되어 있어야 한다고 하였다.

Mozumder et al. (2022)은 메타버스 기술의 기술적 로드맵과 메타버스 의료영역 활동에 대해 논의하였다. 이 연구에서는 메타버스 기술과 관련된 통신 컴퓨팅 인프라 로드맵, 기본 기술 로드맵, 가상현실 객체 연결 로드맵, 가상현실 공간 융합 로드맵에 대해 논의하였으며, 추가적으로 의료영역에서 메타버스와 메타버스 기술을 이용한 환자 일반 치료의 절차를 제안하였다. Park and Kim (2022)은 기존의 메타버스가 아닌 Z세대의 사회적 가치에 바탕을 두고있는 메타버스의 개념과 분류체계(Taxonomy)에 기반한 종합적인 논의를 다루었다. 분류체계는 하드웨어(물리적 장치 및 센서), 소프트웨어(인식 및 렌더링), 콘텐츠(시나리오 및 스토리) 요소로 설정하였으며, 3가지 요소를 대상으로 사용자 상호작용, 구현, 적용에 대해 분석하였다

산업적 측면을 살펴보면 많은 기업이 메타버스의 인프라, 하드웨어, 소프트웨어/컨텐츠, 플랫폼에 막대한 투자를 진행하고 있다(<표 1> 참조). 특히, 메타버스의 4가지 산업 유형 중 하드웨어의 증강현실 기술에 대한 관심이 높아지고 있으며, 삼성전자, 구글 그리고 애플과 같은 빅 테크 기업은 증강현실 글래스 개발을 고도화 중이다(최진홍, 2021).

## 2.2. 국내 및 해외의 증강현실 연구 현황

국내 증강현실 연구는 오래전부터 진행되어왔지만,

<표 1> 메타버스 관련 산업 (정인지, 2021)

유형	투자 분야
인프라	5G, 6G, 클라우드, 데이터 센터 등
하드웨어	VR HMD(안경 형태의 영상표시 장치), AR 글래스, 반도체, 디스플레이 등
소프트웨어/콘텐츠	개발 엔진, 인공지능, 디지털 트윈 등
플랫폼	로블록스, 마이크로소프트, 포트나이트 등

활발하게 시작된 시점은 2005년 한국전자통신연구원(ETRI)을 중심으로 한 증강현실 내비게이션 관련 기술과 이러닝(E-learning)의 연구 및 개발이다(방준성, 최은주, 2010). 박화정 등 (2009)은 증강현실의 유러닝(u-learning) 기술개발을 조망하기 위한 목적으로 증강현실 교육 분야의 기술 동향과 시스템 응용 사례에 대해 논의하였다. 유비쿼터스 환경에서 증강현실을 적용한 교육은 기존 이러닝 학습 콘텐츠의 단점을 보완하여 학습효과를 더 높일 수 있다고 하였다.

이러닝에 이어 모바일 기기의 확산으로 증강현실 게임이 출시되면서 증강현실 게임과 관련된 연구도 진행되었다. 신선경, 박주연 (2017)은 증강현실의 게임 이용 동기와 게임 특징 요인이 사용 수준 몰입, 심리적 몰입, 그리고 상황 인지 몰입에 미치는 영향에 대한 실증적 연구를 진행했다. 조승행, 오지은 (2017)은 증강현실 기반 게임인 포켓몬 고 사용자를 대상으로 실증적인 연구를 하였다. 증강현실 게임의 지각된 이용 동기 요인과 게임 속성의 요인, 그리고 만족이 추천 의도에 유의미한 영향을 주는지를 알아보았으며, 그 결과 증강현실 게임 속성은 만족에 유의미한 영향을 주었고 증강현실 게임 속성과 만족은 추천 의도에 영향을 주는 결과를 도출하였다.

최근 메타버스에 대한 관심이 증가함에 따라 증강현실에 대한 연구 역시 더욱 활발하게 진행되고 있다. 남선혜, 이정민 (2020)은 메타분석 방법을 적용하여 증강현실 활용 교육의 효과를 분석하였다. 증강현실 활용 교육의 유형(체험형, 실습형, 협동형, 소통형)에 따른 효과 크기, 종속변인(인지적, 정의적)에 따른 효과 크기, 그리고 조절변인(출판 유형, 연구 대상, 정규 수업 유무, 과목, 교육 횟수)에 따른 효과 크기를 살펴 보았다. 정현승 등 (2021)은 국내 증강현실과 가상현실의 산업활성화를 위한 목적으로 정부가 추진하고 있는 정책 과제의 우선순위를 도출하였다. 우선순위

를 도출하기 위해 5가지 측면(인식개선, 법/제도 정비, 정부 지원, 인력양성)에 상응하는 16개의 요소로 구성된 AHP 프레임워크를 제안하고, 이 프레임워크를 통해 가장 중요한 우선순위를 도출하였다. 박찬, 이완복 (2022)은 증강현실 기술로 마커 기반형 콘텐츠들이 다양하게 적용되고 있지만 마커 인식의 저하를 개선하기 위해 마커 인식률이 어느 정도 향상될 수 있는지를 실험 연구를 통해 분석하였다. 그 결과 마커 이미지의 대비와 채도 값을 높였을 때 특징이 더 잘 판별되었고 인식 등급도 향상됨을 확인할 수 있었다.

해외의 경우에는 증강현실 기술의 개념이 1950년대 후반부터 소개되어 연구가 지속되어 왔지만, 연구가 더 활발히 진행된 것은 LookSea의 내비게이션 출시 이후라고 볼 수 있다(방준성, 최은주, 2010). 증강현실에 기반한 내비게이션 시스템, 이미지 오버레이, 의료 내비게이션 등의 연구가 현재까지 활발하게 진행되고 있다(Narzt et al., 2006; Ukimura & Gill, 2009; Wang et al., 2014).

Carmigniani et al. (2011)은 향후 증강현실의 시스템, 애플리케이션을 구축할 때 직면하는 문제가 무엇인지 설명하기 위해, 증강현실 분야의 최신 기술, 시스템, 애플리케이션 연구를 조사하였다. Dunleavy and Dede (2014)은 증강현실의 모바일 교육 환경 설계와 관련한 한계점을 강조하고 이용자의 디지털 정보와 상호작용에 대해 설명하였다. 모바일 기기인 스마트폰 및 태블릿 PC를 활용한 학교, 대학교, 박물관, 공원, 동물원 등에서의 증강현실 교육에 대한 연구 결과를 요약하였다. de Souza Cardoso et al. (2020)은 체계적인 문헌 검토(Systemic literature review) 방법을 통해 증강현실의 적용 가능성과 유용성이 실제 산업 프로세스에 미치는 영향을 살펴보고 평가하였다. 그들은 이 연구에서 증강현실이 어떻게 적용됐는지, 어떤 업계가 이 기술에 가장 관심을 두고 있는지, 그리고 업계의 요구를

충족시키기 위해 증강현실 기술이 어떻게 개발됐는지에 대해 설명하였다. Miller et al. (2019)은 증강현실이 사회적 상호작용에 어떤 영향을 미치는지에 대해 알아보기 위해 증강현실이 갖는 사회적 심리 효과에 대한 3가지 연구 결과를 제시하였다. 실험 1은 가상 인간의 사회적 영향을 평가하였고, 실험 2는 참가자가 증강현실에서 에이전트와 상호작용할 때의 사회적 규범에 따른 행동 여부를 검토하였다. 마지막으로 실험 3에서는 증강현실 헤드셋을 사용하지 않는 사람과 헤드셋을 사용하는 사람 사이에서 발생하는 사회적 비용에 대해 검토하였다.

이처럼 지난 수십년 동안 기술의 발전에 따른 증강현실 연구가 국내외적으로 다양하게 진행되어 왔음을 알 수 있었으며, 메타버스의 일환인 증강현실은 다른 기술들과 유기적으로 융합되어 디지털 생태계에서 그 범위가 확장되어가고 있다. 그러므로 향후 증강현실 연구를 조망하기 위해서는 지금까지 다학제분야에서 진행되어온 증강현실 연구들에 대해 살펴 볼 필요가 있다.

### 2.3. 토픽 모델링

토픽 모델링은 구조화되지 않은 방대한 텍스트 데이터에서 잠재된 주제어를 추론하기 위한 텍스트 마이닝 기법의 하나이다. 토픽 모델링에서 주제어를 도출하기 위한 알고리즘은 LSI(latent semantic indexing)와 PLSA (probabilistic latent semantic analysis) 그리고 LDA(latent dirichlet allocation) 등이 있으며, 이 중 대표적인 알고리즘은 LDA이다. LSI와 PLSA는 TF-IDF를 기반으로 활용하지만, 확률 모형이 없다는 점을 보완하기 위해, 2003년 David 외 연구자들이 LDA를 제시하였다(임현아 등, 2019). LDA 알고리즘 토픽 모델링은 기존 알고리즘의 토픽 모델링 기법과 비교하여 결과 해석이 용이하고, 과적합(overfitting) 문제를 해결하기 때문에 방대한 비정형 데이터로부터 여러 가지 토픽을 도출하는 데 유리하다(Barde & Bainwad, 2017).

LDA 모델은 다양한 분야에서 연구 변수 탐색, 이슈 추적, 특성 분석, 연구 동향 분석 등에 활용하고 있다. 특히, 본 연구와 같은 연구 동향 분석 연구에서는 <표 2>와 같이 주로 LDA 모델을 사용하고 있다.

<표 2> 연구 동향 분석의 목적과 사용된 모델

저자	연구목적	연구 동향 분석에 사용된 모델
강선영 등 (2021)	토픽 모델링을 기반한 국내 플립러닝 연구 동향과 주제(topic) 간의 관계성을 파악하는 목적	LDA
권혜진, 김학선 (2021)	한국학술지인용색인의 등재 및 등재 후보 학술지에 게재된 빅데이터 관련 논문을 기반으로 연구 동향을 분석하는 목적	LDA
이창봉 등 (2021)	토픽 모델링에 기반하여, 한국 학술지에 게재된 리터러시 연구의 동향을 파악하는 목적	LDA
오정심 (2020)	토픽 모델링을 기반한 무형문화유산 연구 분야의 연구 동향을 파악하는 목적	LDA
최성철, 박한우 (2020)	국내 공학 계열과 사회과학 계열에서 진행되어온 토픽 모델링 연구 동향을 분석하고 계열 간 연구 동향을 비교하는 목적	LDA
정명석, 이주연 (2018)	인공지능 기술 연구를 조망하기 위해 Web of Science 플랫폼에 게재된 인공지능 논문을 기반으로 인공지능 기술 연구 동향을 파악하는 목적	LDA
김창식 등 (2017)	국내 정보시스템 학술지인 APJIS, ISR, JIS에 게재된 논문을 기반으로 정보시스템분야에서의 연구 동향을 분석하는 목적	LDA
정효정 (2016)	혁신 분야와 같은 다학제분야에서 새로운 연구 주제를 탐색하고, 기존 연구 현황 및 동향에 대한 포괄적인 이해를 위한	LDA

### 3. 연구방법

<그림 2>과 같이 국내외에 게재된 증강현실 논문의 초록을 수집하여, 토픽 모델링을 수행하고자 한다. 수집된 데이터로 국내 및 해외 증강현실, 국내 증강현실, 해외 증강현실 연구에 대한 LDA 토픽 모델을 수행하여 연구 동향에 대한 결과를 도출하고자 한다.

#### 3.1. 자료 수집

본 연구의 데이터 분석을 수행하기 위해 WOS(Web of Science) 플랫폼을 통해 증강현실 논문의 초록을 수집하였다. WOS는 클래리베이트 애널리틱스(Clarivate Analytics)가 제공하는 인용색인 데이터베이스로 국내(KCI), 해외(SCIE, SSCI, A&HCI)에 게재된 논문을 검색할 수 있는 플랫폼이다. 국내외의 초록으로 토픽 모델링을 수행하기 위해서는 언어의 통일이 필요하므로 국내 논문의 영문 초록을 제공해 주는 WOS 플랫폼이 본 연구의 데이터 수집에 적절한 것으로 판단되었다.

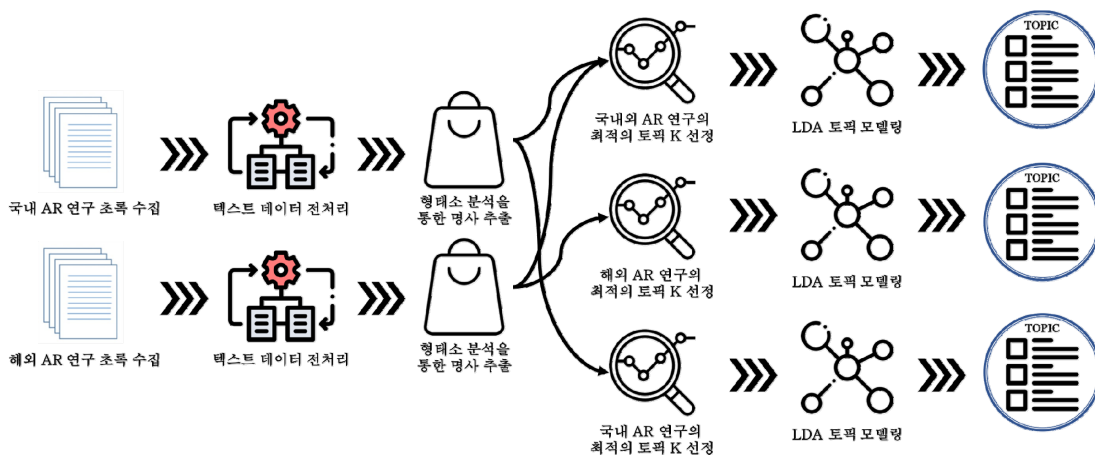
증강현실 논문의 초록 데이터를 수집하기 위해 WOS 플랫폼에서 주제어를 “Augmented Reality”로 검색하였고, 발행(publication) 유형은 학술지로 설정하였다. 그

리고 분석 대상 기간은 김형원 (2016)이 언급한 것과 같이 증강현실 기술이 대중들의 관심을 높이고 전 세계적으로 소통하게 한 2009년을 데이터 수집 시작 연도로 설정하여, 2009년부터 2022년 3월까지 국내 및 해외에 게재된 증강현실 논문의 초록을 수집하였다.

#### 3.2. 분석 방법

본 연구의 분석 절차는 다음과 같다. 먼저, 구글의 코랩(Colaboratory)을 활용한 파이썬(Python 3.7.17)으로 분석을 수행하였다. 분석 결과의 정확성을 높이기 위해서는 텍스트 데이터 전처리와 정형화를 실시하였다. 그다음 토픽의 군집을 결정할 최적의 토픽 수를 결정하였다. 토픽 모델링은 설정되는 토픽 수에 따라 산출되는 결과가 상이하기 때문에 토픽 수를 결정하는 것이 중요하다. 마지막으로 토픽 모델링 결과로 각 군집에 도출된 키워드를 기준으로 토픽을 해석하였다.

토픽 모델링을 수행하기 위한 텍스트 전처리 작업은 다음과 같다. 먼저, 텍스트 데이터 정제 작업이다. 본 연구에서 사용된 텍스트 데이터는 논문의 초록이기 때문에 다른 비정형 텍스트 데이터보다는 잘 구성되어 있지만 숫자, 전각 문자를 포함하고 있다. 그러



<그림 2> 연구의 절차

므로, 순수 영문 데이터만을 남기기 위해 파이썬에서 제공되는 정규 표현식 모듈과 NLTK(Natural Language Toolkit) 패키지를 사용하였다. 정규 표현식 모듈로는 영어 외의 문자는 삭제하였고, 동시에 영어의 대문자를 소문자로 변형하는 작업을 하였다. 그 다음 NLTK 패키지를 활용하여 단어 단위로 토큰화(tokenization) 작업을 하였으며, NLTK에서 제공되는 불용어(stop word) 처리와 표제어(lemmatization) 추출을 수행하였다. 표제어 추출이 완료된 후 NLTK의 pos\_tag 라이브러리를 활용하여 품사 분류를 통해 명사만을 도출하였고, 도출된 명사에서 3글자 이하의 단어는 제외하였다. 또한, <표 3>과 같이 토픽 모델링을 수행하면서 군집을 도출하는데 불필요한 용어를 추가하였다.

텍스트 데이터 전처리를 완료한 후 토픽 모델링을 분석을 위한 텍스트 데이터의 정형화 작업을 수행하였다. 텍스트 데이터를 정형화하는데 가장 보편적으로 사용되는 기법은 Harris (1954)가 제안한 단어 가방(Bag-of-Word) 방법으로, 문서에서 단어가 몇 번 출현하였는지 빈도수를 기반으로 측정하는 방법이다. 토픽 모델링에서 사용되는 LDA 모델은 확률 기반이기 때문에 각 문서 내에서 얼마만큼의 비율로 출현하는지 알 수 있다는 점에서 단어 가방이 대안으로 제시되었다(Wang & Manning, 2012). 본 연구에서는 토픽 모델링 알고리즘으로 유명한 젠심(Gensim) 라이브러리에서 코포라(Copora) 패키지의 사전(Dictionary) 모듈

을 활용하여 단어 가방을 만드는 작업을 수행하였다.

완성된 단어 가방으로 최적의 모델을 선정하기 위해 2~20개의 토픽 군집을 가정하고, 일관성 점수(Coherence score)를 최적의 수를 찾는 기준 점수로 활용하였으며, 추가적인 타당성을 위해 실루엣 계수(Silhouette coefficient)를 확인하였다. 토픽 군집의 최적화된 모델을 선정하기 위해서는 일관성 점수와 함께 혼잡도 점수(Perplexity score)를 검토하였지만, 혼잡도는 절대 최소치를 가지지 못하며 반복이 증가하면 잘 작동하지 않는다(Krasnov & Sen, 2019). 이에 최근 토픽 모델링에서는 최적의 k를 선정함에 있어 대안으로 실루엣 계수가 활용된다. 실루엣 계수는 -1부터 1까지이며, 평가 지수가 1에 가까울수록 좋은 군집을 의미한다(Subramani et al., 2018). 이러한 과정을 통해, 최종적으로 도출된 k로 LDA 토픽 모델링을 분석하여 그 결과를 해석하고자 한다.

## 4. 연구결과

### 4.1. 데이터 특성

2009년부터 2022년 3월까지 WOS 플랫폼으로부터 수집된 국내외 증강현실 논문의 초록 수는 <표 4>와 같으며, 수집된 증강현실 초록 수는 국내 1,763편, 해외 9,286편이다. 국내의 경우 증강현실 관련 논문 수

<표 3> 각 분석 유형의 불용어

유형	불용어
국내 및 해외	paper, study, result, research, method, propose, object, measure, application, data, base, augment, reality, metaverse, Pokémon, article, review, literature, approach, model, teach, device, user, train, feature, factor, analysis
국내	paper, study, result, research, method, propose, object, measure, application, data, base, augment, reality, metaverse
해외	paper, study, result, research, method, propose, object, measure, application, data, base, augment, reality, metaverse, Pokémon, article, review, literature, approach, model, teach, device



〈표 4〉 국내외 AR 논문 게재 수 (2009-2022년)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
국내	40	80	95	98	102	82	71	100	180	184	229	228	245	29	1,763
해외	105	130	145	186	267	265	308	358	699	962	1291	1693	2279	598	9,286

〈표 5〉 2009 - 2022년 상위 25위 연구 범주에 게재된 AR 논문 수

순위	국내		해외	
	연구 범주	개수	연구 범주	개수
1	Computer Science	244	Computer Science, Information Systems	852
2	Design	181	Education & Educational Research	762
3	Electronics / Communications Engineering	165	Computer Science, Interdisciplinary Applications	539
4	Interdisciplinary Research	156	Computer Science, Software Engineering	476
5	Education	118	Computer Science, Artificial Intelligence	406
6	Engineering in general	65	Engineering, Electrical & Electronic	352
7	Arts in general	60	Chemistry, Multidisciplinary	343
8	Business Management	55	Optics	296
9	Engineering	55	Surgery	272
10	Science and Technology Studies	53	Engineering, Biomedical	246
11	Mechanical Engineering	45	Business	222
12	Electrical engineering	29	Computer Science, Cybernetics	196
13	Law	26	Clinical Neurology	194
14	Other Humanities	25	Multidisciplinary Sciences	174
15	Art	24	Chemistry, Analytical	164
16	Library and Information Science	21	Automation & Control Systems	149
17	Tourism	21	Construction & Building Technology	138
18	Film	20	Computer Science, Hardware & Architecture	129
19	Life Sciences	19	Engineering, Multidisciplinary	125
20	Affective Science	17	Green & Sustainable Science & Technology	123
21	Architectural Engineering	17	Engineering, Industrial	117
22	Korean Language and Literature	17	Health Care Sciences & Services	110
23	Journalism and Broadcasting	14	Education, Scientific Disciplines	109
24	Kinesiology	13	Robotics	104
25	Industrial Engineering	12	Urology & Nephrology	101

가 지속해서 증가해 왔으며, 2017년을 기준으로 급격히 증가함을 확인할 수 있었다. 해외도 증가세를 나타내고 있으며, 국내와 동일하게 2017년부터 관련 논문 수가 급격히 증가했다. 2017년부터 논문 게재가 급격히 증가한 것은 최준영 (2021)에서 언급된 바와 같이 증강현실을 지원해주는 AR코어(AR Core), AR키트

(AR Kit) 플랫폼의 등장으로 일반 대중들의 진입 장벽이 낮아졌기 때문으로 볼 수 있다.

증강현실 논문이 게재된 상위 25위의 연구 범주는 <표 5>와 같다. 국내의 경우 “Computer Science”가 1순위로 244편의 논문이 게재되었으며, 2순위 “Design”, 3순위 “Electronics / Communications engineering” 범주 순

으로 논문들이 게재되었다. 해외의 경우 “Computer Science, Information Systems”가 1순위로 852편의 논문이 게재되었으며, 2순위 “Education & Educational Research”, 3순위 “Computer Science, Interdisciplinary Applications” 범주 순으로 게재됨을 확인하였다.

#### 4.2. 최적의 토픽 수 선정

최적의 모델을 선정하기 위해 2~20개의 토픽 k를 가정하고, 응집도 점수와 실루엣 계수를 확인하였다 (Krasnov & Sen, 2019; Subramani et al., 2018). 국내 및 해외, 국내, 해외 논문 초록의 텍스트 데이터에서 최적의 모델을 선정하기 위한 응집도 점수와 실루엣 점수는 <표 6>과 같다. 국내의 증강현실 초록을 나타내는 LDA 모델에서는 k가 11개일 때 응집도 점수가

0.485로 최적의 모델로 확인되었으며, 타당성을 나타내는 실루엣 계수는 0.490 나타났다. 국내 증강현실 초록을 나타내는 LDA 모델에서는 k가 7개일 때 응집도 점수가 0.340으로 최적의 모델임이 확인되었으며, 실루엣 점수는 0.924로 타당성이 매우 높음을 나타내고 있음을 알 수 있다. 해외의 경우에는 k가 5개일 때 응집도 점수가 0.460으로 가장 최적의 모델임을 알 수 있으며, 실루엣 점수는 0.669로 나타났다.

#### 4.3. 토픽 모델링 결과

LDA 토픽 모델링을 수행하여 얻은 각 군집의 키워드와 키워드에 할당된 중요도 그리고 각 초록에 분포되는 토픽의 확률을 확인하여 증강현실 연구 동향의 토픽을 도출하였다.

<표 6> 최적의 토픽 모델 선정

국내 및 해외									
Number of k	2	3	4	5	6	7	8	9	10
응집도 점수	0.409	0.442	0.462	0.417	0.450	0.435	0.417	0.457	0.475
실루엣 계수	0.780	0.711	0.672	0.621	0.606	0.578	0.548	0.518	0.511
Number of k	11	12	13	14	15	16	17	18	19
응집도 점수	<b>0.485</b>	0.469	0.446	0.433	0.458	0.429	0.424	0.415	0.448
실루엣 계수	<b>0.490</b>	0.048	0.464	0.448	0.432	0.407	0.382	0.399	0.363
국내									
Number of k	2	3	4	5	6	7	8	9	10
응집도 점수	0.334	0.334	0.325	0.308	0.318	<b>0.340</b>	0.319	0.303	0.309
실루엣 계수	0.786	0.886	0.930	0.930	0.937	<b>0.924</b>	0.936	0.929	0.934
Number of k	11	12	13	14	15	16	17	18	19
응집도 점수	0.313	0.304	0.311	0.298	0.301	0.308	0.320	0.315	0.305
실루엣 계수	0.917	0.933	0.933	0.929	0.938	0.938	0.926	0.932	0.939
해외									
Number of k	2	3	4	5	6	7	8	9	10
응집도 점수	0.393	0.383	0.407	<b>0.460</b>	0.425	0.440	0.458	0.459	0.412
실루엣 계수	0.779	0.736	0.702	<b>0.669</b>	0.626	0.606	0.581	0.551	0.522
Number of k	11	12	13	14	15	16	17	18	19
응집도 점수	0.417	0.449	0.458	0.459	0.452	0.427	0.450	0.438	0.456
실루엣 계수	0.522	0.508	0.508	0.495	0.475	0.483	0.438	0.448	0.400

### 4.3.1. 증강현실 연구 동향 토픽 도출

국내외 논문의 증강현실 초록을 바탕으로 LDA 기반 토픽 모델링을 수행하여 11개의 토픽에 따른 키워드를 도출하였으며, 키워드를 중심으로 연구 토픽을 정하였다(<표 7> 참조). 토픽1은 디바이스, 토픽2는 네트워크 통신, 토픽3은 외과/수술, 토픽4는 디지털 트윈, 토픽5는 교육, 토픽6은 시리얼스 게임, 토픽7은 카메라/비전, 토픽8은 색채 적용, 토픽9는 테라피, 토픽10은 위치 정확도, 토픽11은 인터페이스 디자인으로 요약되었다.

도출된 각 토픽의 의미는 다음과 같다. 토픽1의 디바이스는 영상 디스플레이, 프로세싱 유닛 등과 같이 성능을 향상시키는 기술과 장치를 의미하며, 토픽2의 네트워크 통신은 증강현실 기기를 연결할 수 있는 블루투스 통신, 저전력, 고성능 통신망을 나타내는 연구를 의미한다. 토픽3의 외과/수술은 증강현실의 내비게이션 기술로 의료분야에 개선된 현실 정보를 제공하는 것을 의미하고, 토픽4의 디지털 트윈은 다양한 산업에서 증강현실 기술을 도입한 디지털 트윈 시스템을 의미한다. 토픽5와 토픽6의 교육, 시리얼스 게임은 증강현실을 활용한 학습에 대한 의미이지만, 시리얼

스 게임의 경우에는 게임을 통한 사회 문제의 해결에도 사용됨을 의미한다. 토픽7과 토픽8의 카메라/비전 그리고 색채 적용은 객체 인식, 추적 기술, 객체를 나타내는 색상 등을 의미한다. 토픽9의 테라피는 증강현실을 통한 정서적 안정감, 치유를 의미하며, 토픽10의 위치 정확도는 증강현실로 표출되는 객체(데이터)가 나타내는 위치의 정확도를 의미한다. 마지막으로, 토픽11의 인터페이스 디자인은 사용자를 대상으로 한 사용성에 관한 내용을 의미한다.

### 4.3.2. 국내 증강현실 연구 동향 토픽 도출

국내 증강현실 초록을 바탕으로 LDA 기반 토픽 모델링을 수행하여 7개의 토픽에 따른 키워드를 도출하였으며, 도출된 키워드를 중심으로 7개의 토픽을 정하였다(<표 8> 참조). 토픽1은 게임 사용자 상호작용, 토픽2는 전시 콘텐츠, 토픽3은 교육, 토픽4는 여행/관광, 토픽5는 카메라/비전, 토픽6은 쇼핑, 토픽7은 디지털 트윈으로 나타났다.

### 4.3.3. 해외 증강현실 연구 동향 토픽 도출

해외 증강현실 초록을 바탕으로 LDA 기반 토픽 모

<표 7> 국내외 증강현실 토픽 도출

토픽		키워드
토픽1	디바이스	Task, environment, video, performance, interaction, time, glass, participant, condition, work
토픽2	네트워크 통신	Network, service, compute, edge, resource, latency, communication, problem, energy, time
토픽3	외과/수술	Surgery, image, patient, navigation, surgeon, procedure, plan, accuracy, time, guidance
토픽4	디지털 트윈	Technology, industry, information, design, development, process, construction, system, experience, product
토픽5	교육	Technology, student, learn, education, design, experience, content, environment, tool, science
토픽6	시리얼스 게임	Game, group, experience, effect, student, test, activity, level, control, player
토픽7	카메라/비전	Image, camera, point, track, scene, marker, surface, estimation, motion, localization
토픽8	색채 적용	Space, color, assembly, design, film, layer, sound, efficiency, structure, circuit
토픽9	테라피	Intervention, group, skill, simulation, treatment, simulator, time, patient, rehabilitation, therapy
토픽10	위치 정확도	System, information, image, time, accuracy, position, error, track, navigation, performance
토픽11	인터페이스 디자인	Display, interaction, system, image, hand, interface, field, view, design, environment

〈표 8〉 국내 토픽 모델링 결과

토픽		키워드
토픽1	게임 사용자 상호작용	Game, system, hand, interaction, world, design, effect, information, user, time
토픽2	전시 콘텐츠	Technology, content, game, experience, space, information, type, exhibition, world, environment
토픽3	교육	Education, medium, design, technology, content, learn, experience, program, student, book
토픽4	여행/관광	Experience, group, technology, information, system, image, tourism, train, product, design
토픽5	카메라/비전	Image, information, system, track, service, time, device, camera, marker, feature
토픽6	쇼핑	Technology, service, experience, industry, consumer, intention, analysis, factor, market, brand
토픽7	디지털 트윈	System, technology, space, information, content, environment, model, device, user, world

〈표 9〉 해외 토픽 모델링 결과

토픽		키워드
토픽1	디지털 트윈	Technology, system, information, design, process, industry, network, development, environment, work
토픽2	외과/수술	Surgery, image, system, patient, time, navigation, train, group, procedure, surgeon
토픽3	교육	Student, learn, technology, education, group, design, skill, tool, experience, environment
토픽4	여행/관광	Game, experience, technology, consumer, effect, people, museum, heritage, player, tourism
토픽5	카메라/비전	Image, system, display, track, camera, time, point, feature, view, scene

델링을 수행하여 5개의 토픽에 따른 키워드를 도출하였으며, 도출된 키워드를 중심으로 5개의 토픽을 정하였다(〈표 9〉 참조). 토픽1은 디지털 트윈, 토픽2는 외과/수술, 토픽3은 교육, 토픽4는 여행/관광, 토픽5는 카메라/비전으로 요약될 수 있다.

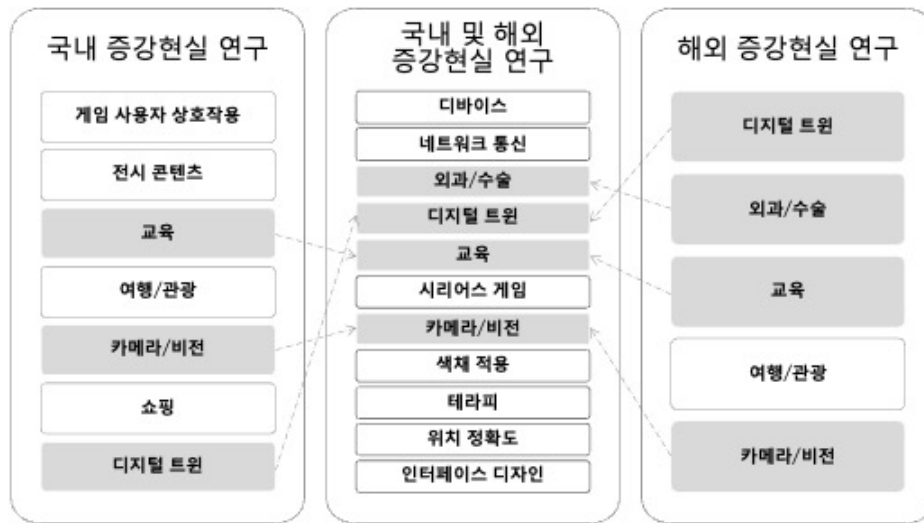
#### 4.3.4. 국내와 해외 증강현실 연구 비교

종합적으로 살펴보면 앞서 도출된 국내외 증강현실 토픽을 비교한 결과(〈그림 3〉 참조), 국내, 해외, 국내 및 해외의 증강현실 연구에서 공통으로 도출된 토픽은 외과/수술, 디지털 트윈, 교육, 카메라/비전이었고, 국내 연구에서만 도출된 토픽은 게임 사용자 상호작용, 전시 콘텐츠, 여행/관광, 쇼핑이었으며, 해외 연구에서만 도출된 토픽은 여행/관광임을 알 수 있었다. 국내 및 해외, 국내, 해외 연구 동향에서 공통 토픽이 도출되기도 하지만, 특정 유형에서만 나타나는 토픽이 있음을 알 수 있었다.

#### 4.3.5. 메타버스 언급 증가 후 증강현실 연구 동향 토픽 비교

증강현실 관련 연구가 메타버스를 기점으로 어떤 차이가 있는지 〈표 10〉, 〈표 11〉과 같이 확인하였다. 메타버스 관련 언급량이 급증하게 된 시점은 코로나 19 이후 2020년을 기점으로 볼 수 있다(권안나, 2022). 그러므로 본 연구에서는 2009년부터 2019년도의 증강현실 연구와 2020년부터 2022년도의 증강현실 연구의 차이를 비교하기 위해 앞서 분석한 토픽 모델링과 같은 작업을 수행하였다.

2009년부터 2019년도까지 증강현실 초록을 바탕으로 LDA기반 토픽 모델링을 수행하여 8개의 토픽에 따른 키워드를 도출하였으며, 도출된 키워드를 중심으로 8개의 토픽을 정하였다. 토픽1은 증강현실 일반, 토픽2는 인터페이스 디자인, 토픽3은 외과/수술, 토픽4는 경험재/소비재, 토픽5는 디바이스, 토픽6은 교육, 토픽7은 시리얼스 게임, 토픽8은 카메라/비전으로 나타났다.



〈그림 3〉 국내 연구와 해외 연구의 토픽 비교

〈표 10〉 2009–2019 증강현실 토픽 도출

토픽	증강현실 일반	키워드
토픽1	증강현실 일반	Technology, service, development, content, network, medium, world, information, communication, space
토픽2	인터페이스 디자인	System, task, interaction, time, interface, performance, hand, environment, design, information
토픽3	외과/수술	Image, surgery, system, patient, navigation, procedure, time, surgeon, accuracy, plan
토픽4	경험재/소비재	Experience, game, technology, design, product, consumer, effect, player, museum, market
토픽5	디바이스	Display, head, field, view, image, mount, system, design, time, glass
토픽6	교육	Technology, student, information, design, education, system, learn, construction, process, tool
토픽7	시리얼스 게임	Group, learn, student, child, test, control, activity, effect, participant, show
토픽8	카메라/비전	Image, system, camera, track, time, point, marker, scene, information, algorithm

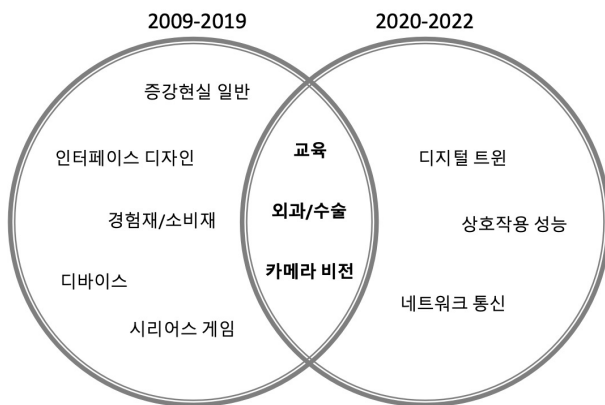
〈표 11〉 2020–2022 증강현실 토픽 도출

토픽	증강현실 일반	키워드
토픽1	카메라/비전	Display, image, system, field, view, color, design, range, size, technology
토픽2	교육	Student, learn, technology, education, group, skill, tool, intervention, design, experience
토픽3	디지털 트윈	Technology, industry, experience, design, development, information, game, construction, process, work
토픽4	외과/수술	Image, system, surgery, accuracy, navigation, time, point, camera, track, patient
토픽5	상호작용 성능	System, task, environment, interaction, performance, time, control, interface, test, hand
토픽6	네트워크 통신	Network, time, service, problem, edge, process, system, compute, resource, communication

2020년부터 2022년도까지 증강현실 초록을 바탕으로 LDA기반 토픽 모델링을 수행하여 도출된 키워드를 중심으로 6개의 토픽을 정하였다. 토픽1은 카메라/

비전, 토픽2는 교육, 토픽3은 디지털 트윈, 토픽4는 외과/수술, 토픽5는 상호작용 성능, 토픽6은 네트워크 통신으로 요약될 수 있다.

<그림 4>는 2009년부터 2019년도까지의 증강현실 연구와 2020년부터 2022년도까지의 증강현실 연구에서 도출된 토픽을 비교하였다. 2009년부터 2019년도까지는 증강현실 일반, 인터페이스 디자인, 경험재/소비재, 디바이스, 시리얼스 게임 연구가 진행되었고, 메타버스가 언급된 이후 2020년부터 2022년도까지 연구에서는 디지털 트윈, 상호작용 성능, 네트워크 통신 연구가 주로 진행되었음을 확인할 수 있었다. 또한, 교육, 외과/수술, 카메라 비전 연구는 2009년부터 2022년도까지는 지속해서 연구됐음을 확인하였다.



<그림 4> 토픽 비교 결과

## 5. 결론 및 시사점

본 연구는 코로나19 이후 가속화된 비대면 환경에서 중요성이 높아진 메타버스 증강현실 연구의 현황(As-Is) 분석을 통해 앞으로 나아갈 방향(To-Be)을 제안하고자 하는 목적으로 수행되었다. 연구자의 주관성이 결과 해석에 영향을 줄 수 있는 내용분석이나 많은 노력과 시간이 소요되는 메타분석의 대안으로, 최근 연구 동향 분석에서 활용되고 있는 토픽모델링 기법을 활용하여, 증강현실에 대한 연구들은 어떤 토픽

과 키워드로 구성되는지 살펴보았다. 2009년부터 2022년 3월까지의 증강현실 논문의 전반적인 연구 동향 분석, 국내와 해외의 연구 동향 비교 분석, 마지막으로 메타버스에 대한 관심이 급증한 2020년을 기준으로 전후의 연구 동향을 비교 분석하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 증강현실 관련 연구의 토픽은 디바이스, 네트워크 통신, 외과/수술, 디지털 트윈, 교육, 시리얼스 게임, 카메라/비전, 색채 적용, 테라피, 위치 정확도, 인터페이스 디자인의 11개로 도출되었다. <표 5>에서 나타난 연구 범주에도 컴퓨터 사이언스, 디자인, 교육, 의학, 생명 과학 등 다양한 분야들이 포함된 것을 볼 때, 증강현실은 매우 융합적인 현상 및 기술임을 확인할 수 있었다. 특히 포켓몬 고와 같은 게임 관련 논문이 많을 것으로 예상했으나, 오히려 교육 또는 교육과 결합된 시리얼스 게임 관련 주제의 연구가 다수 수행되었음을 확인할 수 있었다. 또한 외과/수술과 관련한 주제에 더해, 심리와 관련된 그룹 치료, 중독 치료과 같은 테라피 분야에도 증강현실이 활용됨을 알 수 있었다.

둘째, 같은 기간의 국내 연구만을 분석한 결과, 게임 사용자 상호작용, 전시 콘텐츠, 교육, 여행/관광, 카메라/비전, 쇼핑, 디지털 트윈의 7개의 토픽으로 도출되었고, 해외 연구에서는 디지털 트윈, 외과/수술, 교육, 여행/관광, 카메라/비전의 5개 토픽으로 나타났다. 국내와 해외에서 차이가 있는 연구 주제어를 중심으로 살펴보면, 국내에서는 게임 관련 연구, 전시 콘텐츠, 쇼핑과 관련한 연구가 주로 수행됐지만, 해외에서는 국내에서는 자주 수행되지 않았던 외과/수술과 관련한 연구가 많이 이루어진 것을 알 수 있었다.

셋째, 코로나19로 비대면 서비스와 메타버스가 미래 기술의 화두가 된 2020년을 기준으로 이전 연구와 이후 연구의 동향을 비교한 결과, 전기(2009-2019)에

는 증강현실 일반, 인터페이스 디자인, 외과/수술, 경험재/소비재, 디바이스, 교육, 시리얼스 게임, 카메라/비전의 8개 토픽으로 나타난 반면, 후기(2020-2022)에는 카메라/비전, 교육, 디지털 트윈, 외과/수술, 상호작용 성능, 네트워크 통신의 6개 토픽으로 도출되었다. 즉 전기에는 쇼핑이나 디바이스, 콘텐츠에 대한 증강현실 활용 중심의 연구가 수행됐지만, 후기에는 디지털 트윈과 같은 복잡한 고성능의 증강현실을 구현할 수 있는 시스템 성능과 통신 자원 등에 대한 연구가 많이 이루어지는 것으로 나타났다.

본 연구의 학술적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 연구 동향 분석에 있어 기존의 주관적인 내용 분석이 아닌 토픽 모델링 방법을 적용하였다는 점이다. 토픽 모델링은 비정형 텍스트 데이터의 문서 유사도와 차원 축소의 과정으로 최적의 군집 수를 정할 수 있기에 연구 동향 분석에서 사용하기에 적합하다.

둘째, 증강현실 관련 연구는 수행하기를 원하는 연구자들에게 지금까지의 증강현실 관련 연구 동향을 파악하고, 향후 연구의 방향을 제시해 주었다는 점에 공헌이 있다. 타 연구 분야에서는 증강현실 연구가 어떠한 주제로 이루어지고 있으며, 국내 연구와 해외 연구 주제의 차이점을 살펴봄으로써 상대적으로 연구가 부족한 분야가 어떤 부분인지 알 수 있었다. 그리고, 메타버스와 증강현실에 대한 관심이 폭발적으로 증대한 2020년을 기준으로 변화한 연구 동향과 새로운 연구 주제를 파악함으로써 향후 연구 기회를 포착하는데 도움을 줄 수 있었다.

마지막으로, 국내 및 해외의 증강현실 연구에 대한 토픽 모델링 결과로 얻은 11개 연구 주제를 파악함으로써 후속 연구 방향을 제시할 수 있다. 11개 연구 주제는 크게 증강현실에 관한 기술, 산업 확산, 사용성, 콘텐츠로 분류될 수 있다. 기술에 있어서는 증강현실 기술의 정확도 개선, 에너지 소모, 연결성 등에 대한

연구가 진행될 수 있으며, 산업 확산은 증강현실이 적용될 수 있는 산업 분야에 관한 고찰이 가능할 것이다. 사용성은 UX와 관련된 연구, 콘텐츠는 교육, 의료, 게임 등 분야별 콘텐츠의 특성과 효과에 대한 연구가 진행될 수 있을 것이다.

본 연구의 실무적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 결과를 통해 메타버스 플랫폼 안에서 증강현실을 구현하기 위해서는 여러 이해관계자의 생태계를 다각적으로 고려해야 함을 확인시켜 주었다. 둘째, 증강현실을 비즈니스모델에 적용하고자 하는 기업자들에게 시사점을 제공할 수 있다. 사회과학 분야의 연구는 사회적으로 발생하는 문제를 해결하거나 앞으로 발생할 문제에 대해 대비하기 위한 목적으로 수행된다. 다시 말해, 증강현실 연구 동향을 살펴보는 것은 지금까지 이와 관련한 현상 및 문제해결을 위해 어떠한 논의들이 진행되어 왔는지를 파악하고, 이에 기반하여 향후 어떤 부분들이 개선되고 새롭게 고려되어야 하는지를 알려줄 수 있다. 특히, 본 연구 결과에 따르면, 메타버스 환경 하에서 새롭게 부상하고 있는 증강현실 분야의 디지털 트윈, 상호작용 성능, 네트워크 통신 성능은 우선적으로 고려되어야 할 분야임을 알 수 있었다.

본 연구는 토픽모델링을 활용한 연구 동향 분석과 다양한 관점의 비교분석을 수행함으로써 메타버스와 증강현실 분야에 누적된 지식을 제공하고자 시도되었으나, 다음과 같은 한계점이 있다. 첫째, 출판된 논문 초록만을 활용함으로써 증강현실이라는 현상 일부분만을 살펴볼 수 있었다. 향후에는 논문 초록을 활용한 연구 동향 분석뿐 아니라 학술대회 논문, 신문 기사, 산업 보고서 등 다양한 텍스트 데이터를 활용하여 광범위하게 활용될 수 있는 연구를 수행할 필요가 있을 것이다. 또한 본 연구의 결과는 연구 동향을 살펴봄으로써 향후 연구 방향과 실무에서 고려할 부분을 제안

했지만, 증강현실 분야에 대한 우선순위나 어떻게 운영할 것인지에 대한 방법론적인 측면에 대한 제시는 부족하였다. 향후에는 토픽 모델링 외에 다른 텍스트 분석 방법 또는 설문조사나 AHP 기법과 같은 기존의 사회과학 방법론을 활용하여, 실질적인 의사결정에 도움이 될 수 있는 연구로의 확장이 필요할 것으로 보인다.



## 〈참고문헌〉

### [국내 문헌]

1. 강선영, 이나영, 이재경 (2021). 텍스트마이닝을 활용한 플립러닝 최근 연구 동향 분석. **학습자중심교과교육연구**, 21(10), 129-142.
2. 강현정 (2016). Bright ICT 지향을 위한 경영정보학 연구 동향: 연구자 그룹을 통한 델파이 분석. **한국경영정보학회지**, 18(4), 107-119.
3. 고선형, 정규한, 김종인, 신용태 (2021). 메타버스의 개념과 발전 방향. **정보처리학회지**, 28(1), 7-16.
4. 권혜진, 김학선 (2021). 토픽 모델링과 의미연결망 분석을 통한 빅데이터 연구 동향 분석. **Culinary Science & Hospitality Research**, 27(3), 1-14.
5. 김광집 (2021). 메타버스 사례를 통해 알아보는 현실과 가상 세계의 진화. **방송과 미디어**, 26(3), 10-19.
6. 김범구 (2012). 청소년 학업중단에 대한 연구 동향 분석. **청소년학연구**, 19(4), 315-337.
7. 김창식, 최수정, 광기영 (2017). 토픽모델링과 시계열회귀분석을 활용한 정보시스템분야 연구 동향 분석. **한국디지털콘텐츠학회 논문지**, 18(6), 1143-1150.
8. 남선혜, 이정민 (2020). 국내 증강현실활용교육의 효과에 대한 메타분석. **교육정보미디어연구**, 26(1), 129-156.
9. 박찬, 이완복 (2022). 증강현실 마커 이미지의 인식을 개선 방안. **융합정보논문지 (구 중소기업융합학회논문지)**, 12(1), 1-6.
10. 박화정, 한태화, 전준철, 김광훈 (2009). 증강현실 기반 E-Learning 기술동향. **한국인터넷정보학회지**, 10(2), 12-22.
11. 신선경, 박주연 (2017). 증강현실 게임 이용 동기 및 특징이 몰입에 미치는 영향: 포켓몬 고 (Pokémon Go) 를 중심으로. **정보사회와 미디어**, 18(3), 141-171.
12. 오정심 (2020). 빅데이터 텍스트 마이닝을 통한 무형문화유산 분야 연구 동향 및 지식체계 분석. **무형유산**, (8), 93-127.
13. 이승환 (2021). 로그인 (Log In) 메타버스: 인간×공간×시간의 혁명. **이슈리포트 IS-115**, 소프트웨어정책연구소, 17.
14. 이중정, 안재영, 김행미, 김우석 (2020). ICT 기반 공유경제 발전을 위한 학문적 노력에 대한 고찰: 국내외 MIS 와 유관 분야의 학술연구를 대상으로 메타분석. **지식경영연구**, 21(4), 129-156.
15. 이창봉, 윤영, 한승규 (2021). 토픽모델링과 네트워크 분석을 활용한 리터러시 연구의 동향. **리터러시연구**, 12(6), 121-163.
16. 임현아, 최재원, 이흥주 (2019). 텍스트 분석을 통한 제품 분류 체계 수립방안: 관광분야 App 을 중심으로. **지식경영연구**, 20(3), 139-154.
17. 정명석, 이주연 (2018). Latent Dirichlet Allocation (LDA) 모델 기반의 인공지능 (AI) 기술 관련 연구 활동 및 동향 분석. **한국산업정보학회논문지**, 23(3), 87-95.
18. 정현승, 김기윤, 현대원 (2021). 가상현실 (Virtual Reality) 및 증강현실 (Augmented Reality) 산업 활성화를 위한 정책 추진 과제에 우선순위 분석. **한국콘텐츠학회논문지**, 21(9), 12-23.
19. 정효정 (2016). 텍스트 마이닝을 이용한 혁신 분야의 국외 연구 동향 분석. **기술혁신연구**, 24(4), 249-275.
20. 조승행, 오지은 (2017). 증강현실기반 포켓몬 고 게임의 지각된 이용동기·만족·추천의도 영향 연구. **한국디지털문화학회지**, 23(2), 649-657.
21. 최성철, 박한우 (2020). 토픽모델링 연구 동향 분석: 공학과 사회과학 분야 KCI 등재지를 중심으로. **Journal of the Korean Data Analysis Society**, 22(2), 815-826.

### [국외 문헌]

22. Akour, I. A., Al-Marouf, R. S., Alfaisal, R., & Salloum, S. A. (2022). A conceptual framework for determining metaverse adoption in higher institutions of gulf area: An empirical study using hybrid SEM-ANN approach. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, 3, 100052.
23. Barde, B. V., & Bainwad, A. M. (2017). An overview of topic modeling methods and tools. **In 2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)**, 745-750.
24. Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. **Multimedia Tools and Applications**, 51(1), 341-377.
25. De Souza Cardoso, L. F., Mariano, F. C. M. Q., & Zorzal, E. R. (2020). A survey of industrial augmented reality. **Computers & Industrial Engineering**, 139, 106159.
26. Díaz, J., Saldaña, C., & Avila, C. (2020). Virtual world as a resource for hybrid education. **International Journal of Emerging Technologies in Learning(IJET)**, 15(15),

94-109.

27. Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735-745). Springer.

28. Harris, Z. S. (1954). Distributional structure. *Word*, *10*(2-3), 146-162.

29. Hughes, I. (2022). The metaverse: Is it the future? *ITNOW*, *64*(1), 22-23.

30. Krasnov, F., & Sen, A. (2019). The number of topics optimization: Clustering approach. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, *1*(1), 416-426.

31. Miller, M. R., Jun, H., Herrera, F., Yu Villa, J., Welch, G., & Bailenson, J. N. (2019). Social interaction in augmented reality. *PLoS one*, *14*(5), e0216290.

32. Mozumder, M. A. I., Sheeraz, M. M., Athar, A., Aich, S., & Kim, H. C. (2022). Overview: Technology roadmap of the future trend of metaverse based on IoT, Blockchain, AI Technique, and Medical Domain Metaverse Activity. In *2022 24th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, 256-261.

33. Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, *2*(1), 486-497.

34. Narzt, W., Pomberger, G., Ferscha, A., Kolb, D., Müller, R., Wieghardt, J., Hörtnner, H., & Lindinger, C. (2006). Augmented reality navigation systems. *Universal Access in the Information Society*, *4*(3), 177-187.

35. Park, S. M., & Kim, Y. G. (2022). A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access*.

36. Smart, J. M., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). *Metaverse roadmap overview*.

37. Subramani, S., Sridhar, V., & Shetty, K. (2018). A novel approach of neural topic modelling for document clustering. In *2018 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence(SSCI)*, 2169-2173.

38. Ukimura, O., & Gill, I. S. (2009). Image-fusion, augmented reality, and predictive surgical navigation. *Urologic Clinics*, *36*(2), 115-123.

39. Vázquez-Cano, E., & Sevillano-García, M. L. (2017). Lugares y espacios para el uso educativo y ubicuo de

los dispositivos digitales móviles en la Educación Superior. *Edutec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (62), 48-61 (a372).

40. Wang, J., Suenaga, H., Hoshi, K., Yang, L., Kobayashi, E., Sakuma, I., & Liao, H. (2014). Augmented reality navigation with automatic marker-free image registration using 3-D image overlay for dental surgery. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, *61*(4), 1295-1304.

41. Wang, S. I., & Manning, C. D. (2012). Baselines and bigrams: Simple, good sentiment and topic classification. In *Proceedings of the 50th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 2: Short Papers)*, 90-94.

[URL]

42. 권안나 (2022, 3월 29일). 코로나 이후 '메타버스' 언급 매년 증가...1년새 10배 경증. **뉴스시스**, [https://newsis.com/view/?id=NISX20220328\\_0001810736](https://newsis.com/view/?id=NISX20220328_0001810736)

43. 김형원 (2016, 8월 30일). 포켓몬 고가 난리낸 '증강현실, AR' 뿌리는 어디? **IT Chosun**, [http://it.chosun.com/site/data/html\\_dir/2016/08/30/2016083085009.html](http://it.chosun.com/site/data/html_dir/2016/08/30/2016083085009.html)

44. 블록체인뉴스 (2022, 4월 12일). **증강 현실이 메타버스의 미래를 결정짓는 이유**. <https://ko.0zx.com/20220412285167.html>

45. 이흥철 (2019, 10월 24일). 가트너, 2020년에 주목해야 할 10대 전략 기술 선정. **자동차 산업혁명 뉴스 포털**, <https://www.automotivereport.co.kr/news/articleView.html?idxno=2307>

46. 정인지 (2021, 8월 4일). 증권시장 흔들 메타버스... "차세대 혁신이냐, 투자용 유행어냐". **머니투데이**, <https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2021080300484784495&outlink=1&ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com>

47. 최준영 (2021, 6월 25일). 증강현실의 현재와 나아갈 방향-영 화 속 미래가 다가오고 있다. **Samsung SDS**, [https://www.samsungds.com/kr/insights/ar\\_glasses.html](https://www.samsungds.com/kr/insights/ar_glasses.html)

48. 최진홍 (2021, 2월 23일). 메타버스 시대, AR에 빠지다-구글 및 애플, 삼성도 참전. **이코노미리뷰**, <http://www.econovill.com/news/articleView.html?idxno=520627>

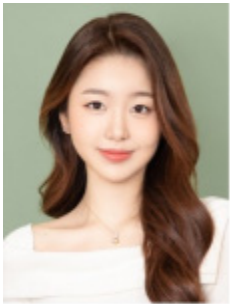
49. Boulton, C. (2016, September 23). 증강현실이 가상현실보다 유망한 이유... 애플 팀 쿡. **IT World**, <https://www.itworld.co.kr/news/101276>

## 저 자 소 개



### 안 재 영 (Jaeyoung An)

현재 연세대학교 정보대학원 비즈니스 빅데이터 분석 전공으로 박사 수료 상태이다. 학부의 컴퓨터 공학 전공으로 프로그래밍 능력을 보유하고 있으며, 연세대학교 정보대학원에서 정보 미디어 전략으로 석사학위를 취득하였다. 경영정보시스템 분야에 관련된 연구 주제로 다수의 논문을 학술지에 게재하였다. 주요 연구 관심은 텍스트 마이닝, 전통 제조 산업에서의 디지털 트랜스포메이션, 디지털 환경에서의 그림자노동, 공공 메타버스 등이다.



### 심 소 연 (Soyun Shim)

이화여자대학교 신산업융합대학에서 국제사무학을 주전공, 기업가정신을 복수전공하고 있는 학부 재학생이다. 페루, 미국, 한국 다양한 문화권을 접하며 글로벌 환경에서의 비즈니스 문화에 대한 관심이 많다. 관심 분야로는 스타트업, 기업 내 조직 문화, 메타버스 등 ICT융합 서비스 등이 있다.



### 윤 혜 정 (Haejung Yun)

이화여자대학교 신산업융합대학 국제사무학과와 스마트큐레이션 협동과정의 조교수로 재직하고 있다. 이화여대를 졸업한 후, 연세대학교 경영대학원에서 경영학 석사학위와 연세대학교 정보대학원에서 정보시스템 박사학위를 취득하였다. 미국 American University의 Kogod School of Business에서 Post-doctoral Researcher와 연세대학교 정보대학원에서 연구교수로 재직한 바 있다. Information & Management, Technological Forecasting & Social Change 등의 국제 학술지에 논문을 게재한 바 있으며, 관심 분야는 스마트 큐레이션, 디지털 환경에서의 그림자노동, 정보보호 등이다.

〈 Abstract 〉

# Metaverse Augmented Reality Research Trends Using Topic Modeling Methodology

Jaeyoung An<sup>\*</sup>, Soyun Shim<sup>\*\*</sup>, Haejung Yun<sup>\*\*\*</sup>

The non-face-to-face environment accelerated by COVID-19 has speeded up the dissemination of digital virtual ecosystems and metaverse. In order for the metaverse to be sustainable, digital twins that are compatible with the real world are key, and critical technology for that is AR (Augmented Reality). In this study, we examined research trends about AR, and will propose the directions for future AR research. We conducted LDA based topic modeling on 11,049 abstracts of published domestic and foreign AR related papers from 2009 to Mar 2022, and then looked into AR that was comprehensive research trends, comparison of domestic and foreign research trends, and research trends before and after the popularity of metaverse concepts. As a result, the topics of AR related research were deduced from 11 topics such as device, network communication, surgery, digital twin, education, serious game, camera/vision, color application, therapy, location accuracy, and interface design. After popularity of metaverse, 6 topics were deduced such as camera/vision, training, digital twin, surgical/surgical, interaction performance, and network communication. We will expect, through this study, to encourage active research on metaverse AR with convergent characteristics in multidisciplinary fields and contribute to giving useful implications to practitioners.

Key Words: Metaverse, Augmented reality, Topic modeling, LDA model, Research trend

---

\* Graduate School of Information, Yonsei University

\*\* Ewha Womans University

\*\*\* Ewha Womans University