

컴퓨터교육학회 논문지 2025년 제28권 제11호
https://doi.org/10.32431/kace.2025.28.11.003



국내 메타버스 활용 초중등교육 연구동향 LDA 토픽모델링 분석

Domestic primary and secondary metaverse education research trends LDA topic modeling analysis

김대유[†] · 김승현^{††}
Daeyu Kim[†] · eung-Hyun Kim^{††}

요약

본 연구는 국내 초중등교육 현장에서의 메타버스 활용 연구 동향을 분석하기 위해 2021년부터 2024년까지 발표된 250편의 논문을 수집하여 LDA 토픽모델링 기법을 적용하였다. 분석 결과, 메타버스 기반 수업 설계 및 교육모형 개발, 메타버스 기반 예술체험 및 감상중심 교육 등 7개의 주요 토픽이 도출되었으며 결론적으로 국내 메타버스 활용 초중등교육 연구는 수업 설계 및 특정 교과 적용에 실천적으로 집중되고 있고, 학습자 경험과 포용성에 대한 관심이 확대되는 반면, 메타버스 개념과 수용성에 대한 이론적 탐구는 상대적으로 부족한 경향을 보인다. 향후 연구에서는 메타버스의 교육적 효과와 한계를 균형 있게 조망하고, 보다 다양한 교과, 학습자 특성, 교육 단계에 걸친 심층적 연구가 이루어질 필요가 있다.

주제어 메타버스, 초중등교육, 연구동향, LDA 토픽모델링, 국내연구

ABSTRACT

This study applied the LDA topic modeling technique to analyze research trends on the use of the metaverse in the Korean primary and secondary education context by collecting 250 papers published between 2021 and 2024. The analysis identified seven major topics, including metaverse-based lesson design and instructional model development, as well as art appreciation and experiential learning using the metaverse. The findings indicate that domestic research on metaverse use in primary and secondary education has been largely practice-oriented, focusing on lesson planning and subject-specific applications. There is growing interest in learner experience and inclusivity, while theoretical exploration of metaverse concepts and acceptance remains relatively limited. Future research should take a more balanced view of the educational benefits and limitations of the metaverse and conduct more in-depth studies across various subjects, learner characteristics, and educational stages.

Keywords Metaverse, Primary and Secondary Education, Research Trends, LDA Topic Modeling, Korean Studies

†정회원 한국교원대학교 일반대학원 컴퓨터교육
전공 박사과정 대구다사초등학교
††정회원 한국교원대학교 컴퓨터교육과 부교수
(교신저자)
논문투고 2025년 05월 13일
심사완료 2025년 09월 01일
게재확정 2025년 09월 30일
발행일자 2025년 11월 30일

1. 서론

최근 정보통신기술의 급속한 발전은 교육 분야에 상당한 변화를 가져왔다. 특히 메타버스(Metaverse)는 가상과 현실의 경계를 허물고, 새로운 형태의 소통과 상호작용이 가능한 디지털 환경을 제공함으로써 미래 교육을 위한 혁신적 기술로 주목받고 있다[1]. 메타버스는 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR) 등 다양한 기술을 통합하여 사용자들이 실제 환경과 유사한 디지털 공간에서 아바타를 통해 자유롭게 소통하고 협력할 수 있는 환경을 제공한다는 점에서 전통적인 온라인 학습을 뛰어넘는 교육적 잠재력을 지니고 있다.[2]

특히 코로나19 팬데믹 이후 비대면 교육의 필요성이 급격히 증가하면서 메타버스는 학생들의 참여와 몰입을 촉진하는 플랫폼으로 크게 주목받았다.[3] 이에 따라 전 세계적으로 다양한 국가와 교육 기관에서는 메타버스를 활용한 다양한 교육적 실험과 실천적 연구를 수행하고 있으며, 국내에서도 최근 몇 년간 메타버스를 활용한 교육 연구가 빠르게 증가하였다.[4]

박만구 외[5]는 초등학교 수학 수업에서 메타버스 플랫폼인 줌(ZEP)을 활용한 가상 학습 공간을 설계하고 이를 실제 교실 수업에 적용하였다. 연구 결과에 따르면, 메타버스 환경에서의 수학 수업은 학생들의 교과 효능감과 흥미, 내재적 동기, 수업 만족도 및 참여도를 긍정적으로 변화시키는 데 효과가 있었다.

김수인 외[6]는 마인크래프트를 활용한 디자인 수업을 중학교 1학년 학생들을 대상으로 적용하여 마인크래프트를 활용한 친환경 학교 디자인 수업을 진행하였다. 그 결과, 학습 몰입도 및 흥미와 학습 동기가 증가하는 것을 확인하였다.

그러나 초기의 큰 기대와 달리, 메타버스는 실제 교육 현장에서 일시적 유행에 그치는 경향을 보였으며, 학생 지도의 어려움, 적합한 교육 콘텐츠 및 플랫폼 부족, 높은 장비 비용 등의 현실적 장벽으로 인해 그 활용이 제한되고 있다[7]. Table 1에서 보는 것과 같이 초·중등 대상 메타버스 활용 교육 연구 논문 숫자도 2022년에 극적으로 증가한 후 증가세를 이어가지 못하고 있는 것을 알 수 있다.

Table 1. Status of research on metaverse utilization education for elementary and secondary schools in Korea by year

Year	Academic papers	Thesis	Total
2021	5	1	6
2022	47	27	74
2023	43	42	85
2024	34	46	80

이러한 상황 속에서 국내 연구들은 메타버스 기술의 교육 현장 적용을 위한 다양한 방안들을 제시하였으나, 기술 발전 속도가 빠르고 응용 사례가 다양하므로 최신 연구 동향을 체계적으로 분석하여 향후 연구 방향과 시사점을 명확히 할

필요성이 있다.

또한 기존의 메타버스 활용 교육 동향을 분석한 논문들이 일부 존재하였으나 분석의 대상이 메타버스 활용하여 유아, 성인 학습자, 의료 분야 등 다양한 대상과 목적의 연구가 혼재되어 있어 공교육 현장에 적용하기에는 한계점이 존재하였다.

임종현 외[8]는 2010년부터 2021년까지 발표된 국내 메타버스 및 가상세계 관련 교육 논문 418편을 대상으로 LDA 기반 토픽모델링과 시계열 회귀분석을 실시하였다. 그 결과, '사회적 변화 및 문화·언어교육 활용', '재활훈련치료', '장애학생 증재/직업교육', '고등교육 실습 시뮬레이션', '안전교육훈련', '학교 수업 적용'의 6개 주요 토픽이 도출되었으며, 특히 '사회적 변화 및 문화·언어교육 활용' 토픽이 가장 큰 증가 추세를 보였다. 다만 연구 대상이 대학생, 직업 훈련 등 광범위하여 공교육에서 시사점을 도출하는데 한계가 있었다.

허경미 외[9]는 체계적 문헌고찰을 통해 국내 교육학 분야에서의 메타버스 관련 실증적 연구 37편을 분석하여 국내 메타버스 관련 연구가 2021년 급증하였으며 메타버스가 기술 중심 논의에서 주요 교육 연구 개념으로 발전하였음을 결론지었다. 또한 기존 연구들이 메타버스 활용을 위한 교수 전략 등에 아직은 일반적인 제안 수준에 머물러 있다고 주장하였다. 다만 해당 연구에서도 언급되었듯이 문헌의 수가 제한적임에 따라 포괄적인 경향성 파악에 집중하였다.

신윤희 외[10]은 메타버스 및 AI를 기반으로 한 교육적 증재 관련 연구에 대한 동향을 파악하기 위해 2002년부터 2022년까지 국내 학술지에 수록된 연구 214편을 선정하여 문헌분석을 실시하여 일반교육 분야와 특수교육 분야를 비교·분석하였다. 결론적으로 메타버스와 AI의 교육적 활용이 두 분야에서 지속적으로 이루어지고 있으며 두 분야 모두 공통으로 거울세계를 활용한 체험 중심 교육이 우선시되고 있음을 밝혀냈다. 다만 연구 대상이 메타버스와 AI의 교육적 활용으로 혼재되어 있어 메타버스의 교육적인 활용만 떼어내어 결론짓기에는 제한사항이 있었다.

본 연구는 이러한 선행 연구를 바탕으로 국내 초·중등 교육 분야에서의 메타버스 활용 연구 동향을 분석하여 최근 연구의 주요 특징과 경향성을 파악하고 공교육에서 시사점을 도출하고자 한다. 이를 위해 기존의 체계적 문헌분석(Systematic Literature Review, SLR) 방법의 한계를 보완할 수 있는 잠재 디리클레 할당(Latent Dirichlet Allocation, LDA) 기반 토픽모델링 기법을 활용하였다. 기존의 SLR 방법은 체계적이지만 주관적 판단의 개입 가능성과 대규모 데이터 처리의 한계가 있어 객관성과 효율성 측면에서 제한이 있다.[11] 이에 본 연구에서는 R 프로그래밍 언어를 활용한 LDA 토픽모델링을 통해 대규모 텍스트 데이터로부터 주요 연구 주제를 보다 객관적이고 체계적으로 도출하고자 한다.

특히 기존의 LDA 기반 메타버스 교육 연구는 대부분 고등교육이나 일반적인 교육 분야에 초점을 맞추고 있어, 초·

중등교육 특유의 학습자 발달 단계와 교육적 요구를 고려한 연구가 부족했다는 한계를 가진다. 따라서 본 연구는 초·중등 교육 현장에 더 실질적이고 효과적으로 메타버스를 활용하기 위한 최신 연구 동향을 분석하여, 향후 연구 방향 설정과 실천적 활용을 위한 시사점을 제공하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 메타버스

메타버스(Metaverse)는 현실과 가상이 융합된 새로운 공간 개념으로, 다양한 분야에서 교육, 산업, 사회활동의 새로운 장으로 주목받고 있다. '메타버스'라는 용어는 '초월하다'를 의미하는 접두사 meta와 '우주'를 뜻하는 universe의 합성어로 1992년 발표된 닐 스티븐슨의 소설 '스노우 크래쉬'에서 처음 등장한 용어이다.

비영리 기술 연구 단체 ASF(Acceleration Studies Foundation)[12]에서는 메타버스를 "가상으로 확장된 물리적 현실"과 "물리적으로 지속 가능한 가상공간"의 융합으로 정의하고, 메타버스를 증강현실(Augmented Reality), 라이프로그(Lifelogging), 거울세계(Mirror Worlds), 가상세계(Virtual Worlds)로 분류하였다. 이는 사용자가 물리적 현실과 가상공간 모두에서 활동할 수 있도록 하는 상호보완적 특성을 내포한다. 즉, 메타버스는 현실의 연장선에 있는 증강현실적 공간과, 현실과는 독립적으로 존재하는 완전한 가상 공간이라는 두 영역이 결합된 개념이다.

한편, Ritterbusch 외[13]는 메타버스를 정의하기 위해 체계적 문헌고찰 방법론을 통해 메타버스에 대한 정의와 그에 따라 수반되는 주요 특성들을 수집 및 분석하였다. 이를 통해 메타버스를 아바타로 대표되는 사용자들이 현실 세계와 분리된 가상공간에서 창의적이고 협력적인 방식으로 서로 사회적, 경제적으로 교류할 수 있는 지속적이고 몰입적인 입체 온라인 환경으로 정의하였다.

이러한 정의들을 종합하면, 메타버스는 3차원 온라인 공간에서 아바타를 통해 몰입감 있고 지속적인 사회적·경제적 참여가 가능한 환경으로, 사용자는 그 속에서 창의적이고 협력적인 활동을 수행하며, 물리적 세계와의 경계를 넘나드는 경험을 하게 되는 곳이라 할 수 있다.

2.2 LDA 토픽모델링

LDA(Latent Dirichlet Allocation, 잠재 디리클레 할당) 토픽모델링은 방대한 비정형 텍스트 데이터에서 잠재적인 주제(Topic)를 효과적으로 추출하기 위한 확률 기반의 비지도 학습 기법으로, 2003년 Blei 등[14]에 의해 처음 제안되었다. 이 기법은 문서 집합 내에 잠재된 주제 구조를 자동으로 파악할 수 있어, 인문학, 사회과학, 교육학 등 다양한 분야에서 텍스트 마이닝 도구로 널리 활용되고 있다.

LDA는 여러 개의 문서로 구성된 말뭉치(Corpus)를 분석할 때, 각 문서가 하나의 주제만 담고 있다고 보지 않고,

여러 주제가 혼합되어 있다고 가정한다. 예를 들어, 한 문서 안에 '교육', '디지털 기술', 'AI'라는 주제가 모두 일정 비율로 섞여 있을 수 있다는 것이다. 또한, 각 주제는 특정 단어들에 자주 등장하는 고유한 단어 분포를 가지고 있다. 따라서 LDA는 문서 속에 숨어 있는 주제와, 각 주제에 어울리는 단어들을 동시에 찾아내는 방식으로 작동한다.

이 모델의 강점은, 문서가 다양한 주제에 걸쳐 있을 수 있다는 현실적인 가정을 바탕으로 하며, 단순히 단어 빈도에만 의존하지 않고 문서의 의미적 구조를 반영할 수 있다는 점이다.[15] 예를 들어 "메타버스 교육"에 관한 문서는 "기술", "교육", "가상현실" 등 여러 주제를 포함할 수 있고, LDA는 이 주제들이 얼마나 포함되어 있는지를 추론해 낸다.

LDA는 이러한 주제와 단어 간 관계를 통계적으로 계산해 내기 위해 일련의 확률적 절차를 활용해 문서마다 어떤 주제가 얼마나 포함되어 있는지를 계산한다. 이를 통해 우리는 각 문서의 주제 특성을 정량적으로 파악할 수 있게 되며, 이를 활용해 문서들을 분류하거나 클러스터링할 수 있다.

이러한 특징 덕분에 LDA는 뉴스 기사 분석, 고객 리뷰 요약, 논문 분석 등 다양한 분야에서 널리 활용되고 있으며, 이후 등장한 많은 토픽모델링 연구들의 기반이 되고 있다.[16]

LDA 토픽모델링을 적용할 때 사용자는 사전에 토픽의 수()를 지정해야 하며, 적절한 토픽 수의 선택은 결과의 해석 가능성과 직결된다. 최적의 토픽 수를 구하는 방법은 혼잡도(Perplexity)를 측정하는 방법, HM 평가 방법 등 여러 가지가 있다.

혼잡도는 언어 모델의 예측 성능을 평가하는 지표로, 모델이 테스트 문서 집합을 얼마나 잘 설명하는지를 수치화한 것이며 학습 과정에서 자연스럽게 얻어지는 로그 가능도 기반 계산 방식이라 구현이 쉬운 반면 너무 많은 토픽 수를 제시하는 단점이 있다.

HM 평가 방법은 LDA 모델에서 로그 가능도의 조화평균(Harmonic Mean)을 통해 모델의 성능을 평가하는 방식으로 혼잡도 측정 방식에 비해 안정적이라는 장점이 있지만 계산량이 많다는 단점이 있다.

이대영 등[17]은 LDA 토픽모델링의 적정 토픽 수 결정 방법 탐색 논문을 통해 혼잡도 측정 방식과 HM 평가 방법을 비교하여 HM 평가 방법이 혼잡도 측정 방식에 비해 값을 압축시켜 구할 수 있고, 비교적 안정적이며, 보다 명확한 통계수리 방식이라고 평가하였다. 따라서 본 연구에서는 LDA 토픽모델링의 적정 토픽 수 결정 방법으로 HM 평가 방법을 사용하였다.

3. 연구 방법

3.1 자료 수집 및 분석대상 선정

우선 문헌분석을 위해 검색어를 설정하였다. 선행연구의 경우 Table 2와 같이 검색어를 설정하였으므로 이에 따라 본 연구에서는 RISS에서 '메타버스'로 검색 후 주제분류를 '교육'으로 설정하여 검색을 실시하였다. 이후 국내학술논문과 학위논문의 상세정보(제목, 저자, 발행기관, 초록 등등)를 포함하여 Excel 내보내기 하여 데이터를 활용하였다.

Table 2. Setting search terms for previous studies

Number	Search terms	Division
1	"Metaverse"	Domestic literature
2	"Metaverse education", "Metaverse education utilization", "Metaverse education cases", "Metaverse"	
3	Search term: "Metaverse" Subject classification: Social science sub-classification: education	
4	"Metaverse" and "education"	
5	"Metaverse" or "Augmented Reality" or "Virtual Reality" or "Virtual Worlds" or "Second Life" or "Immersion virtual reality" & or "Mixed Reality" or "Avatars" or "Digital Twins" & ["Education" or "Learning" or "E-learning"] & ["Students" or "pupil" or "learner"] & ["technology adoption" or "technology acceptance"]	Foreign literature
6	"metaverse" AND "educat*" OR "teach*" OR "learn*" OR "train*" AND "perceived usefulness" OR "perceived ease of use."	

논문의 검색 일자는 2025년 2월 22일, 검색된 논문 수는 국내 학술논문 351편, 학위논문 226편으로 총 577편이었으며 이를 바탕으로 우선 PRISMA 절차를 적용해 분석 대상을 선정하였다.

첫 번째 제외 사유로 중복되는 논문을 제외하였다. 제목 오름차순으로 정렬하여 제목이 같은 논문 중 한 개만 남겨두고 나머지는 중복으로 처리했다. 또한 제목 데이터가 완전히 일치하지 않더라도 저자, 논문 초록을 확인하여 같은 논문일 경우 중복처리하였다. 국내학술논문 351편 중 9편, 학위논문 226편 중 0편이 제외되었다.

두 번째 제외 사유로 초록과 원문 모두가 없거나 연구 형식이 아닌 토론, 발표자료, 기고문 등의 경우, 온라인 열람이 불가능한 경우를 제외하였다. 국내학술논문 342편 중 22편, 학위논문 226편 중 6편이 제외되었다.

세 번째 제외 사유로 제목과 초록, 원문을 확인하여 연구대상이 초중등교육이 아닌 경우를 제외하였다. 초중등교육과의 연관성은 다음과 같다. 메타버스 활용 교육이론 등 메타버스 교육 전반에 관한 연구, 초,중,고등학교 교육과정상의 교육내용에 관한 연구, 연구 대상이 초,중,고 학생인 경우, 초,중,고 교사를 대상으로 진행한 연구, 초,중,고 특수학급이나 다문화 학생을 대상으로 진행한 연구. 국내 학술논문 320편 중 172편, 학위논문 220편 중 53편이 제외되었다.

네 번째 제외 사유로 제목과 초록, 원문을 확인하여 메타버스 교육 관련 연구가 아닌 경우를 제외하였다. 국내학술

논문 148편 중 17편, 학위논문 167편 중 48편이 제외되어 최종적으로 국내학술논문 131편, 학위논문 119편, 총 250편이 분석 대상으로 선정되었다.

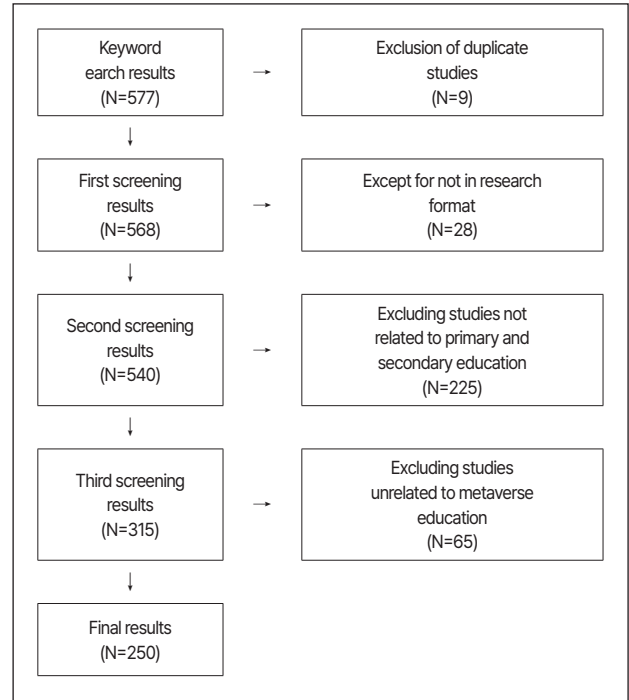


Figure 1. PRISMA Procedure

3.2 R을 활용한 LDA 토픽모델링

LDA 토픽모델링을 실행하기 위해 프로그래밍 언어인 R을 사용하였다. R은 4.4.3 버전을, R을 사용할 때 편집의 용이함을 위해 편집기인 Rstudio는 2024.12.1.버전을 사용하였다. 본 연구에서는 약 250편의 논문을 대상으로 LDA 토픽모델링을 수행함에 있어, 각 논문의 초록(Abstract)만을 분석에 활용하였다. 초록은 논문의 목적, 방법, 결과 등 핵심 정보를 함축하고 있기 때문이다. Cao 등[18]에 따르면, 논문 초록(Abstract)과 전문(full-text)을 기반으로 LDA 토픽모델링을 수행했을 때, 충분한 수의 문서가 확보되면 두 방식 간 토픽 유사성이 높아지므로, 초록만으로도 전문과 유사한 분석 결과를 얻을 수 있다.

3.2.1 데이터 전처리

LDA 토픽모델링을 효과적으로 수행하기 위해서는 적절한 전처리 과정이 필수적이다.[19][20] 본 연구에서는 먼저 CSV 형식으로 저장된 논문 초록 데이터를 불러온 후, R을 활용하여 분석을 진행하였다. 텍스트 전처리 단계에서는 KoNLP 패키지의 extractNoun 함수를 사용하여 초록 내에서 명사만을 추출하였으며, 이때 한국지능정보사회진흥원에서 제공하는 사용자 사전인 NIADic을 활용하였다.[21]

명사 추출 이후에는 불용어 제거 과정을 거쳤다. 불용어 제거는 LDA 토픽모델링 분석에 사용하지 않을 단어를 지정하는 것으로 일반적으로 접속사와 같이 자주 등장하지만 연

구 주제와 상관없는 단어를 설정하거나 연구 주제와 상관있더라도 너무 자주 등장하는 단어를 불용어 처리하여 토픽 설정시 해석력을 높인다.[22]

Schofield 등[23]은 LDA 기반 토픽모델링에서 불용어 제거가 토픽모델의 해석 가능성에는 도움을 줄 수 있지만, 실제 모델 성능이나 토픽 추론 능력에 미치는 영향은 미미하다고 보았다. 특히 불용어를 사전에 제거하는 것보다 사후에 제거하는 방식이 성능과 효율성 측면에서 더 실용적이며, 불필요한 편향을 줄이는 데도 효과적이라고 제안하였다.

이에 따라 본 연구에서는 토픽모델링을 수행하고 결과에 따라 불용어를 추가하는 과정을 반복하였다. 결과적으로 불용어 목록에 '그리고', '그러나', '그러므로' 등의 접속사, '중요', '특징', '학년' 등 분석적 의미가 미미한 일반 단어, 그리고 '메타버스'처럼 지나치게 자주 등장하여 오히려 분석의 변별력을 떨어뜨릴 수 있는 단어 64개를 지정하였다. 아울러 유의어 처리를 통해 의미가 동일하거나 유사한 단어들을 통합하였다. 예를 들어, '증강현실'과 'AR'처럼 동일한 개념을 지칭하는 단어들은 하나의 표준 단어로 통일하여 분석의 일관성을 유지하였다.

3.2.2 데이터 분석

이렇게 전처리된 데이터를 바탕으로 3가지의 데이터 분석을 실시하였다. 우선 전처리된 초록 텍스트를 바탕으로 주제어 빈도 분석을 시행하였다. 이를 위해 R의 tm 패키지를 활용하여 텍스트 데이터를 말뭉치(Corpus)로 변환하고, 단어 길이가 2자 이상인 항목만을 대상으로 톰문서행렬(Term-Document Matrix, TDM)을 구축하였다. 이후 TDM을 행렬로 변환한 뒤, 각 단어의 출현 빈도를 합산하여 단어별 빈도 데이터를 생성하였다. 분석 결과, 주요 핵심어 중 상위 20개의 단어를 추출하여 막대그래프 형태로 시각화하였으며, 이를 통해 주제어의 분포와 상대적 중요도를 파악하고자 하였다. 추가로 나머지 주제어의 빈도를 시각적으로 표현하기 위해 워드클라우드를 생성하였다. 상위 100개의 단어를 대상으로 워드클라우드를 구성하였으며, 각 단어의 크기는 빈도에 비례하여 설정하였다.

단순한 빈도 분석 외에도, 문서 간 중요도를 반영한 단어 가중치 산출을 위해 TF-IDF(Term Frequency -Inverse Document Frequency) 분석을 수행하였다. 앞서 구축한 말뭉치로부터 문서-단어 행렬(Document -Term Matrix, DTM)을 생성하고, 각 단어에 대한 TF-IDF 가중치를 계산하였다. 그 결과를 기반으로 단어별 TF-IDF 점수를 합산하여 중요 단어를 도출하여 상위 20개의 단어를 시각화하였다.

마지막으로 본 연구의 주요 주제인 잠재 디리클레 할당(Latent Dirichlet Allocation, LDA) 기반의 토픽모델링을 수행하였다. LDA 토픽모델링의 핵심 변수 중 하나는 토픽의 수인 값을 적절히 설정하는 것이다. 본 연구에서는 최적의 값을 산출하기 위해 조화평균(Harmonic Mean)방식을 적용하였다. 우선 전처리된 논문 초록 데이터를 바탕

으로 DTM을 생성한 후, $n = 2$ 부터 $n = 20$ 까지의 값에 대해 Gibbs Sampling을 활용한 LDA 모델을 각각 학습시켰다. 각 값에 대해 모델이 수렴한 후 획득한 로그우도(log-likelihood)를 기반으로 HM값을 계산하였다. HM은 로그우도 값들의 분포에서 중앙값 중심의 상대적 안정성을 고려한 방법으로, 일반적인 평균 대비 이상치에 덜 민감하여 최적의 값을 판단하는 데 적절한 척도로 평가된다.[24]

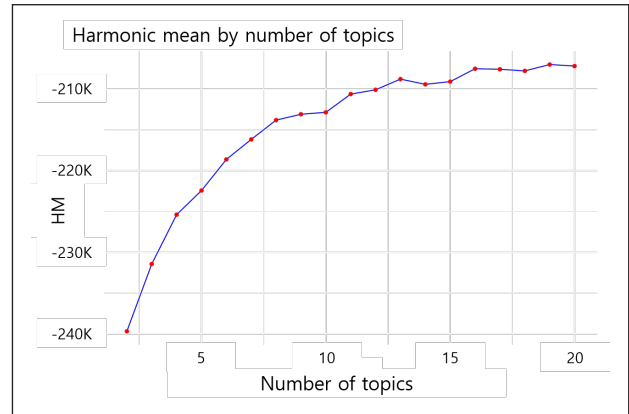


Figure 2. PRISMA Procedure

분석 결과, 값이 증가함에 따라 HM값은 증가하고 증가량이 서서히 줄어드는 추세를 보였다. 증가량의 기울기 변화가 완화된 구간과 토픽 수에 따른 해석력을 고려하여 본 연구에서는 LDA 모델의 최적 토픽 수를 7개로 설정하였다. 각 토픽에서 높은 확률로 등장하는 상위 10개 단어를 추출하였으며, beta 값 기준으로 정렬하여 시각화하였다.

4. 연구 결과

4.1 주제어 빈도 분석

주제어 빈도 분석 결과, 상위 20개 단어는 Table 3과 같이 나타났다. 순서대로 플랫폼, 학습자, 개발, 활동, 가상, 적용, 디지털, 공간, 과정, 문제, 환경, 기술, 초등, 경험, 다양, 교사, 세계, 설계, 사회, 능력 순이다.

Table 3. Results of keyword frequency analysis

Rank	Keyword	Freq.	Rank	Keyword	Freq.
1	Elementary	3.547	11	Math	2.698
2	Teacher	3.295	12	Problem	2.670
3	Digital	3.242	13	Space	2.646
4	Science	3.204	14	Environment	2.634
5	Virtual	3.103	15	Design	2.559
6	Career	3.102	16	Ability	2.495
7	Learner	3.099	17	Special	2.442
8	Platform	2.969	18	Teaching	2.366
9	Activity	2.929	19	Development	2.359
10	English	2.778	20	World	2.338

가장 빈번하게 등장한 단어는 '플랫폼'이었으며, 그 뒤를 이어 '학습자', '개발', '활동', '가상' 등의 단어가 높은 빈도를 보였다. 이는 최근 메타버스 기반 교육 연구에서 다양한 학습 플랫폼의 활용과 학습자 중심 설계, 가상 공간 내 활동 개발에 대한 관심이 활발하게 이루어지고 있음을 보여준다.

다음으로 '적용', '디지털', '공간', '과정' 등과 같은 단어가 높은 빈도를 나타낸 것은, 메타버스 환경이 실제 교육 현장에 적용되기 위해 디지털 기술 기반의 학습 공간과 교육 과정 설계가 중요한 연구 주제임을 시사한다. 이어 '문제', '환경', '기술', '초등'과 같은 단어가 포함된 것은 메타버스 활용 교육에서 발생할 수 있는 문제 해결, 기술적 지원 환경 구축, 그리고 특히 초등 교육 단계에서의 적용 가능성에 대한 관심이 반영된 결과로 해석할 수 있다.

또한 '경험', '다양', '교사', '세계', '설계', '사회', '능력'과 같은 단어들도 높은 빈도를 보였는데, 이는 메타버스 환경 내에서 다양한 학습 경험을 설계하고, 교사의 역할을 재정의하며, 글로벌 사회 맥락에서 학습자의 사회적·디지털 역량을 함양하는 방향으로 연구가 확장되고 있음을 보여준다.

추가로 주제어 빈도 상위 100개의 단어를 워드 클라우드로 나타낸 결과 Fig. 3와 같이 나타났다.



Figure 3. Word cloud
Top 100 words from keyword frequency analysis

워드클라우드 분석 결과, 상위 20개 단어 외에도 '참여', '상호작용', '구성', '제시', '탐색', '확장', '콘텐츠', '자기', '성과', '융합' 등의 단어가 다수 출현하였다. 이는 메타버스 기반 교육 연구가 플랫폼, 학습자, 기술 중심의 논의에 더해, 학습자 참여와 상호작용, 다양한 콘텐츠 구성, 학습성과, 교과 간 융합 등과 관련된 주제들도 함께 다루고 있음을 보여준다.

4.2 TF-IDF 분석

Table 4. Results of TF-IDF analysis

Rank	Keyword	Freq.	Rank	Keyword	Freq.
1	Elementary	3,547	11	Math	2,698
2	Teacher	3,295	12	Problem	2,670
3	Digital	3,242	13	Space	2,646
4	Science	3,204	14	Environment	2,634
5	Virtual	3,103	15	Design	2,559
6	Career	3,102	16	Ability	2,495
7	Learner	3,099	17	Special	2,442
8	Platform	2,969	18	Teaching	2,366
9	Activity	2,929	19	Development	2,359
10	English	2,778	20	World	2,338

문서 간 중요도를 반영한 단어 가중치 산출을 위해 TF-IDF를 분석한 결과 Table 4와 같이 나타났다. 순서대로 초등, 교사, 디지털, 과학, 가상, 진로, 학습자, 플랫폼, 활동, 영어, 수학, 문제, 공간, 환경, 설계, 능력, 특수, 교수, 개발, 세계순이다.

TF-IDF 분석 결과, '초등', '교사', '디지털', '과학', '가상', '진로' 등의 단어가 높은 중요도를 보였다.

본 연구에서는 텍스트 데이터에 대해 단어 빈도 분석과 TF-IDF 분석을 병행하여 주요 키워드를 도출하였다. 두 분석 결과는 전체적인 경향성에서는 유사성을 보였으나, 세부적으로 주목할 만한 차이점도 발견되었다.

우선 단어 빈도 분석에서는 '플랫폼', '학습자', '개발', '활동', '가상' 등의 단어가 높은 순위를 차지하였다(Table 3 참조). 이는 메타버스 기반 교육 연구에서 플랫폼 활용과 학습자 중심 접근, 가상 환경 내 다양한 활동 개발이 핵심 주제로 다루어지고 있음을 보여준다. 특히 '학습자'는 출현 빈도 측면에서 매우 높은 비중을 차지하였다.

반면 TF-IDF 분석 결과에서는 '초등', '교사', '디지털', '과학', '가상' 등의 단어가 상대적으로 높은 중요도를 보였다. 단어 빈도 분석에서 높은 순위를 차지했던 '학습자'는 TF-IDF 분석에서는 '교사'보다 낮은 중요도를 기록하였는데 이는 '학습자'라는 단어가 많은 문서에서 고르게 등장해 전체 집합 내에서 특정 문서를 구별하는 데에는 제한적이라는 점을 보여준다. 반면 '교사'는 비교적 특정 문서에서 주로 사용되어 문서 간 차별화에 기여하는 핵심 키워드로 작용하고 있음을 알 수 있다.

또한 TF-IDF 결과에서 '과학', '영어', '수학'과 같은 교과명이 상위권에 포진한 것은 주목할 만하다. 이는 메타버스 활용 교육 연구가 특정 교과 영역과의 연계를 주요하게 다루고 있으며, 다양한 교과별 접근이 이루어지고 있음을 의미한다. 이러한 결과는 메타버스 기반 교육이 단일한 기술 적용을 넘어, 교과 특성에 맞춘 맞춤형 활용 방안 개발로 연구 방향이 확장되고 있음을 보여준다.

4.3 LDA 토픽모델링 분석

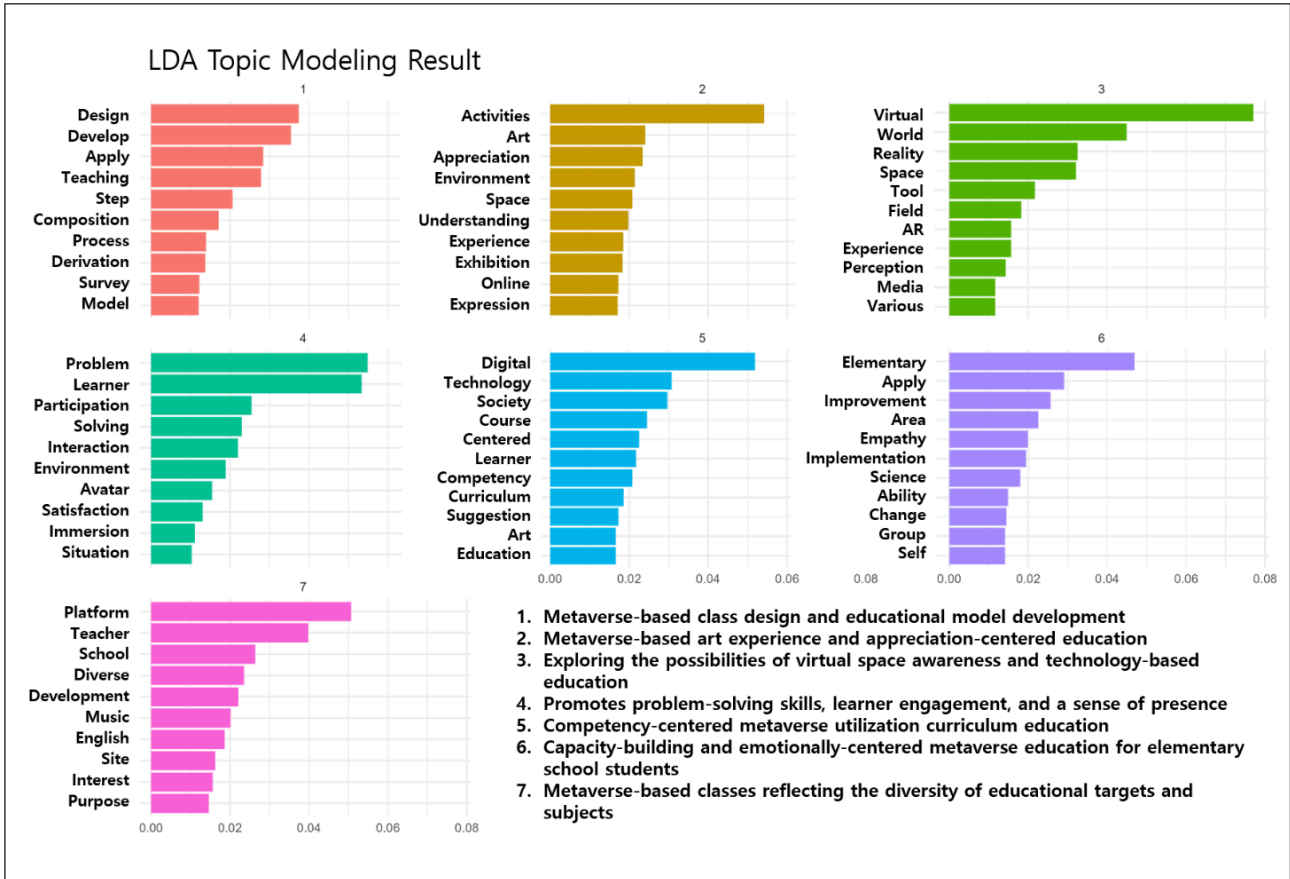


Figure 4. LDA Topic Modeling Result
Result of the LDA Topic Modeling with each topic's title

토픽수를 7로 설정하고 LDA 토픽모델링을 실시한 결과는 Fig. 4와 같이 나타났다. 토픽별로 beta값 상위 10개 단어를 그래프로 나타냈으며 그래프에서 x축은 beta 값, 즉 해당 단어가 해당 토픽에 속할 확률을 나타낸다. 각 토픽별로 해당 단어와 토픽에 속하는 논문을 분석하여 연구자, 교수 1인, 박사과정 4인의 논의를 거쳐 토픽의 제목을 설정하였다. 각각의 논문을 7개의 토픽에 속할 확률을 계산하여 가장 확률이 높은 토픽에 배정하였다. 단, 드물게 한 논문이 각 토픽에 속할 확률이 같은 경우 양쪽 토픽에 모두 해당하는 것으로 간주하였다.

4.4.1 1번 토픽: 메타버스 기반 수업 설계 및 교육 모형 개발

1번 토픽에 해당되는 논문은 총 45개로 이 토픽에 해당되는 단어는 설계, 개발, 적용, 교수, 단계, 과정, 구성, 도출, 조사, 모형으로 나타났다. 이 토픽에 해당되는 논문은 다음과 같은 것들이 있었다: '메타버스 기반 게이미피케이션을 적용한 직업계고 현장실습생 안전보건교육 프로그램 개발', '가상세계형 메타버스 학습환경에서 학습분석 적용을 위한 개념적 프레임워크 개발', '메타버스 환경에서의 교수학습방법별 교수활동 도출 및 타당화'

이 토픽에서는 수업 설계 및 교육 모형 구축과 관련된 단어가 핵심적으로 나타났다. 또한, 관련 논문들도 메타버스 환경을 효과적으로 교육에 적용하기 위한 체계적 설계와

모형화 작업을 중심으로 이루어졌다. 따라서 본 토픽의 주제는 메타버스 기반 수업 설계 및 교육 모형 개발로 설정하였다.

4.4.2 2번 토픽: 메타버스 기반 예술체험 및 감상 중심 교육

2번 토픽에 해당되는 논문은 총 31개로 이 토픽에 해당되는 단어는 활동, 공간, 미술, 감상, 환경, 이해, 전시, 온라인, 표현, 경험으로 나타났다. 이 토픽에 해당되는 논문은 다음과 같은 것들이 있었다: '환경을 주제로 하는 온라인 뮤지엄 활용 교육이 초등학생의 환경 감수성에 미치는 영향', '메타버스를 활용한 미술관 감상 활동이 동기 유발에 미치는 영향', '메타버스 미술교육을 위한 메타버스 전시기획 프로그램 개발'

이 토픽에서는 예술 감상과 체험을 중심으로 한 교육 활동과 관련된 단어가 주요하게 나타났다. 또한, 관련 논문들은 주로 가상 공간에서 예술을 체험하고 감상하는 교육적 접근을 다루고 있다. 이에 따라 본 토픽은 메타버스 기반 예술체험 및 감상 중심 교육으로 명명하였다.

4.4.3 3번 토픽: 가상공간 인식 및 기술 기반 교육 가능성 탐색

3번 토픽에 해당되는 논문은 총 24개로 이 토픽에 해당되

는 단어는 가상, 세계, 현실, 공간, 도구, 분야, 다양, 경험, 증강현실, 인식, 매체로 나타났다. 이 토픽에 해당되는 논문은 다음과 같은 것들이 있었다: '메타버스의 윤리적 쟁점에 관한 연구 : 아바타에 대한 의무 및 현실세계와의 관계 정립을 중심으로', '생태 감수성 함양을 위한 가상현실 생태공원 모델링 프로젝트 프로그램 개발 연구 : 중학교 미술교육을 중심으로', '프로젝트 기반 가상세계 교육 프로그램에 관한 연구'

이 토픽은 가상공간에 대한 인식과 다양한 기술 매체의 교육적 활용 가능성과 관련된 단어들이 주요하게 나타났다. 또한, 관련 논문들은 기술 기반 교육의 새로운 방향성을 모색하는 연구들을 포함하고 있다. 이에 따라 본 토픽은 가상 공간 인식 및 기술 기반 교육 가능성 탐색으로 명명하였다.

4.4.4 4번 토픽: 문제해결력과 학습자 몰입 및 실재감 촉진

4번 토픽에 해당되는 논문은 총 36개로 이 토픽에 해당되는 단어는 문제, 학습자, 참여, 해결, 상호작용, 환경, 아바타, 만족, 몰입도, 상황으로 나타났다. 이 토픽에 해당되는 논문은 다음과 같은 것들이 있었다: '메타버스 활용 수업에서 상호작용이 학습지속의향에 미치는 영향 : 학습 몰입의 매개 효과와 학습 실재감의 조절 효과 중심으로', '마인크래프트를 활용한 메타버스 기반 프로그래밍 수업이 창의적 문제해결력과 학습 몰입도, 학업 성취도에 미치는 영향', '메타버스 플랫폼을 활용한 사용자 맞춤형 지진안전교육 프로그램 개발 및 적용'

이 토픽에서는 학습자의 문제해결력, 몰입, 실재감과 관련된 단어들이 주요하게 나타났다. 또한, 관련 논문들은 메타버스 환경에서 학습자의 상호작용, 학습 몰입, 실재감, 문제해결능력 향상 등을 다루고 있었다. 이에 따라 본 토픽은 문제해결력과 학습자 몰입 및 실재감 촉진으로 명명하였다.

4.4.5 5번 토픽: 역량 중심 메타버스 활용 교과 교육

5번 토픽에 해당되는 논문은 총 38개로 이 토픽에 해당되는 단어는 디지털, 학습자, 기술, 사회, 중심, 역량, 과정, 교과, 방안, 제시, 미술교육으로 나타났다. 이 토픽에 해당되는 논문은 다음과 같은 것들이 있었다: '디지털실천역량 함양을 위한 메타버스 플랫폼 기반 고등학교 가정교과 의생활 교육안 개발', '메타버스 기반 게더타운을 활용한 고등학교 사회참여미술교육 프로그램 개발', '"나(ego)'와 '삶(life)'에 있어서의 메타버스 미술교육'

이 토픽에서는 역량 함양과 교과 수업 연계에 관한 단어들이 주요하게 나타났다. 또한, 관련 논문들은 메타버스를 활용한 사회과, 영어과, 미술과 등 다양한 교과 수업에서 학습자의 디지털 역량, 시민성, 창의성 등을 함양하기 위한 프로그램 개발과 교육적 적용을 다루고 있다. 이에 따라 본 토픽은 역량 중심 메타버스 활용 교과 교육으로 명명하였다.

4.4.6 6번 토픽: 초등학생 대상 역량 향상 및 정서 중심 메타버스 교육

6번 토픽에 해당되는 논문은 총 35개로 이 토픽에 해당되는 단어는 초등, 적용, 향상, 영역, 공감, 실시, 과학, 능력, 변화, 집단, 자기로 나타났다. 이 토픽에 해당되는 논문은 다음과 같은 것들이 있었다: '메타버스를 활용한 비폭력 대화 프로그램이 초기청소년의 공감능력, 정서조절능력, 대인관계에 미치는 효과', '메타버스를 활용한 생물다양성교육 프로그램이 초등학생의 생물다양성에 대한 지식·인식·태도 및 자기효능감에 미치는 영향', '메타버스 플랫폼을 활용한 학급단위 집단상담 프로그램이 초등학생의 학급응집력 및 공감능력에 미치는 영향'

이 토픽에서는 초등학생을 대상으로 한 역량 강화와 정서적 발달에 관련된 단어들이 주요하게 나타났다. 또한, 관련 논문들은 메타버스를 활용하여 초등학생의 공감 능력, 정서조절, 과학 흥미, 사회적 의사소통 능력, 자기효능감 등을 향상시키는 교육 프로그램을 적용하고 그 효과를 분석하는 연구들로 구성되어 있다. 이에 따라 본 토픽은 초등학생 대상 역량 향상 및 정서 중심 메타버스 교육으로 명명하였다.

4.4.7 7번 토픽: 교육 대상 및 교과의 다양성을 반영한 메타버스 기반 수업

7번 토픽에 해당되는 논문은 총 47개로 가장 많은 논문이 포함되었다. 이 토픽에 해당되는 단어는 플랫폼, 교사, 개발, 학교, 음악, 영어, 다양, 현장, 흥미, 목적으로 나타났다. 이 토픽에 해당되는 논문은 다음과 같은 것들이 있었다: '메타버스 동아리를 활용한 특수학교 통합교육 프로그램 개발 및 적용 연구', 'AI 코스웨어 및 메타버스가 다문화 학생 학업성취도 및 학습 흥미도에 미치는 영향 연구', '가정과교사 대상 메타버스 활용 수업 진단과 도입 탐색 : CBAM 모형을 적용하여'

이 토픽에서는 다양한 교육 대상과 교과를 아우르는 수업 실천과 관련된 단어들이 주요하게 나타났다. 또한, 관련 논문들은 메타버스를 활용한 통합교육, 다문화 학생 교육 적용 등 다양한 교육 대상과 교과를 반영하여 수업을 실천하고 개발한 사례를 다루고 있다. 이에 따라 본 토픽은 교육 대상 및 교과의 다양성을 반영한 메타버스 기반 수업으로 명명하였다.

2번 토픽(메타버스 기반 예술체험 및 감상 중심 교육), 5번 토픽(역량 중심 메타버스 활용 교과 교육), 7번 토픽(교육 대상 및 교과의 다양성을 반영한 메타버스 기반 수업)은 모두 중등 교육 맥락의 연구를 다수 포함하고 있어 서로 관련성이 높아 보일 수 있다. 하지만 각 토픽의 핵심 키워드와 해당 논문들을 분석하면, 이들이 서로 다른 측면에 초점을 맞추고 있음을 확인할 수 있다.

2번 토픽은 '미술', '감상', '전시', '표현' 등 명확한 키워드를 통해 예술 교과, 특히 미술 교육에 집중된 연구들을 묶어

낸다. 이 토픽의 핵심은 메타버스를 새로운 형태의 갤러리나 창작 공간으로 활용하여 학습자의 심미적 감수성과 표현 능력을 자극하는 것이다. 다른 교과나 역량으로 확장되기도 하는 '예술 경험' 그 자체에 집중하는 특수성을 보인다.

5번 토픽은 예술을 포함한 사회, 가정 등 다양한 '교과'를 다루지만, 그 목적은 '역량 함양'에 있다. 즉, 교과 내용은 학습 목표인 '디지털 역량', '시민성', '창의성' 등을 기르기 위한 매개체로 기능한다. 메타버스는 기술을 활용해 특정 '역량'을 효과적으로 가르치기 위한 방안을 제시하는 연구들이 주를 이룬다.

7번 토픽은 '다양성', '현장' 등의 키워드가 보여주듯 실천적이고 확장적인 성격을 띤다. 이 토픽은 특정 교과나 역량에 집중되기보다 다양한 교육 현장과 대상에게 메타버스를 어떻게 적용할 것인가에 대한 고민을 담고 있다. 영어, 음악, 가정 등 교과의 폭이 넓고 특수학교, 다문화 학급 등 다양한 교과와 대상으로 메타버스의 도입과 확산을 위한 실질적인 연구들이 집중되어 있다.

4.5 기존 메타버스 교육 연구 분석과의 비교

본 연구는 초·중등교육에서 메타버스의 교육적 연구 동향을 분석하기 위해 초·중등을 대상으로 하는 메타버스 활용 교육 논문을 LDA 토픽모델링 하였으며 분석결과 총 7가지 토픽으로 분류할 수 있었다. 이를 바탕으로 이전에 이루어진 기존 메타버스 교육 연구 토픽과 비교하였다. 기존 메타버스 교육 연구들의 토픽은 Table 5와 같으며, 본 연구의 토픽과 차이가 있는 부분을 음영으로 표시하여 강조하였다.

Table 5. Comparison with other LDA topic modeling studies

Study	Topic Number	Topic Name	Keywords
1 [8]	1	Social Change and Cultural Language Education	Content, Metaverse, Learner, Culture, Language learning
	2	Rehabilitation Therapy	Rehabilitation, Training, Rehabilitation therapy, Rehabilitation training, Balance training
	3	Mediated/Occupational Education for Students with Disabilities	Mediation, Students with disabilities, AR, Vocational education, Treatment
	4	Simulation for High-difficulty Skills	Simulation, Factors, Class, Nursing education, Practice
	5	Safety Education Training	Training, System, Content, Simulation, Safety
	6	Classroom Implementation	Class, VR sports room, Learner, Elementary, Content

Study	Topic Number	Topic Name	Keywords
2 [25]	1	Another Digital Earth We Live in, Establishment of Metaverse Space-Environment	Space, Technology, Environment, Design, University
	2	Encounter between Higher Education and Metaverse, Metaverse Convergence Class	Metaverse, Platform, Class, Learning, University
	3	Expansion of Equal Metaverse Access, Utilization in Welfare and Religion	Digital, Disability, Christianity, Elderly, Participation
	4	Expansion of Metaverse, Developing Realistic Content using Virtual/Augmented Reality Technology	Virtual reality, Content, Development, Production, Aaugmented reality
	5	Encounter between Metaverse and Elementary School, Virtual Reality-based Class	Class, Learning, Virtual reality, Elementary, Curriculum
	6	Expansion of Metaverse Diversity, Differentiation of Nursing·Art·Language Areas	Virtual reality, Nursing, Art, English, Practice

Shading in the table indicates less relevance to the topic of this paper.

1번 연구에서는 '재활훈련치료', '장애학생 중재/직업교육', '고등교육실습 시뮬레이션' 등 6개 토픽 중에서 3개의 토픽이 초·중등교육과는 거리가 있었으나 '사회적 변화 및 문화·언어교육 활용', '학교 수업 적용' 토픽은 주로 학교 현장에서 메타버스를 활용한 연구라는 점에서 공통점이 있었다.

2번 연구에서는 '메타버스와 고등교육의 만남, 메타버스 활용 수업', '평등한 메타버스 세상을 위한 접근성 확장, 복지·종교 분야의 활용' 등 6개 토픽 중 2개의 토픽이 초·중등교육과 거리가 있었으나 '메타버스와 초등학교의 만남, 가상 현실 활용 수업' 토픽은 메타버스 활용 수업이라는 점과 주로 초등을 대상으로 한 연구들이 분류되었다는 점에서 본 연구의 결과와 일맥상통하였다. 또한 '메타버스의 다양성, 상호·예술·언어 분야로 확장' 토픽의 '가상현실', '예술', '영어' 키워드를 통해 해당 토픽의 연구 중 일부가 초·중등교육과 관련있음을 알 수 있다.

다른 메타버스 활용 교육 연구가 6개의 토픽 중 2~3개정도만 초·중등교육과 관련된 것에 비해 본 연구는 7개의 토픽 모두 초·중등교육을 대상으로 한 연구들로 구성되어있으며 이를 세부 토픽으로 분류하여 초·중등교육에서 메타버스 활용의 동향을 파악하고자 하였다. 이와같이 기존의 연구와 본 연구는 연구방법론적으로는 비슷하지만 이를 통해 얻을 수 있는 시사점은 확연히 다르다는 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 국내 메타버스 활용 교육 연구 동향을 LDA 토픽모델링을 통해 분석함으로써 주요 연구 주제와 흐름을 도출하고 이를 종합적으로 해석하였다. 분석 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 메타버스를 기반으로 한 수업 설계 및 적용에 관한 연구가 높은 비중을 차지하였다. 이는 본 연구의 LDA 토픽모델링 분석 결과, ‘메타버스 기반 수업 설계 및 교육 모형 개발(토픽 1)’, ‘역량 중심 메타버스 활용 교과 교육(토픽 5)’, ‘교육 대상 및 교과의 다양성을 반영한 메타버스 기반 수업 실천(토픽 7)’ 등이 주요 토픽으로 도출된 것에서 드러난다. 특히 ‘설계’, ‘개발’, ‘모형’, ‘적용’ 등의 키워드가 포함된 토픽 1과 ‘플랫폼’, ‘학교’, ‘현장’ 등의 키워드를 중심으로 가장 많은 47개의 논문이 포함된 토픽 7은, 연구 동향이 이론적 탐색을 넘어 실제 교육 현장에서의 실천적 방안을 모색하는 데 집중되고 있음을 보여준다. 이러한 경향은 주제어 빈도 분석 결과(Table 3)에서 ‘플랫폼’, ‘개발’, ‘활동’, ‘적용’ 등 실천과 관련된 단어들 이 최상위권을 차지한 것과, 워드클라우드(Figure 3)에서 시각적으로 두드러지게 나타난 결과와도 일맥상통한다.

둘째, 특정 교과와 주제를 중심으로 메타버스 활용 연구가 집중적으로 이루어졌다. 이러한 경향은 ‘메타버스 기반 예술체험 및 감상 중심 교육(토픽 2)’이 독립된 토픽으로 도출될 만큼 미술 교과에 대한 연구가 활발했음을 보여준다. 또한, TF-IDF 분석 결과(Table 4)에서 ‘과학’(4위), ‘영어’(10위), ‘수학’(11위) 등 특정 교과목 키워드가 상위권에 위치한 점은 연구가 특정 교과 영역과의 연계를 중요하게 다루고 있음을 입증한다. 이는 연구자들이 메타버스의 시각적, 체험적 특성을 특정 교과의 교육 목표와 적극적으로 연결하려는 시도를 하고 있음을 시사한다.

셋째, 메타버스 환경이 제공하는 몰입성과 상호작용성을 학습자 경험 차원에서 분석하려는 연구들이 활발히 이루어졌다. 이는 ‘문제해결력과 학습자 몰입 및 실재감 촉진(토픽 4)’과 ‘초등학생 대상 역량 향상 및 정서 중심 메타버스 교육(토픽 6)’에서 명확하게 나타난다. ‘몰입’, ‘상호작용’, ‘만족’, ‘참여’와 같은 키워드가 중심이 된 토픽 4와 ‘공감’, ‘정서’, ‘자기’ 등 학습자의 내적 변화를 다루는 토픽 6은, 연구의 초점이 기술의 적용을 넘어 학습 과정에서 발생하는 학생의 심리적, 정서적 변화를 중시하는 방향으로 이동하고 있음을 보여준다. 이는 본 연구의 LDA 토픽모델링 결과(Figure 4)에서 각 토픽을 대표하는 상위 키워드로 해당 단어들 이 도출된 것을 통해 명확히 확인할 수 있다. 구체적으로 해당 토픽들에서는 학습자의 참여도, 만족도, 문제해결력 등 정의적·태도적 변화에 주목하는 연구가 다수 발견되었으며, 이러한 경향은 특히 초등교육 영역에서 두드러졌다. 이는 학습 결과뿐만 아니라 학습 과정에서 나타나는 심리적 변화를 중시하는 최근 교육 연구의 흐름과도 일맥상통한다.

넷째, 일반 학생을 넘어 다양한 교육적 요구를 가진 학습자를 포용하려는 탐색적 연구가 이루어졌다. ‘교육 대상 및 교과의 다양성을 반영한 메타버스 기반 수업 실천(토픽 7)’

은 LDA 토픽모델링 결과(Figure 4)에서 보듯 핵심 키워드로 ‘다양’, ‘학교’, ‘교사’ 등을 포함하며, 가장 많은 47편의 논문이 배정된 핵심 토픽이었다. 특히 해당 토픽에는 특수학교 통합교육, 다문화 학생 대상 연구들이 포함되어 있어, 메타버스가 다양한 학습자를 대상으로 확산하려는 경향을 보여준다. 또한, ‘초등학생 대상 역량 향상 및 정서 중심 메타버스 교육(토픽 6)’의 도출은 연구자들이 메타버스를 초등학생이라는 특정 발달 단계에 맞춰 ‘공감’, ‘정서’ 등 정의적 측면을 강화하려는 세심한 접근을 시도하고 있음을 보여준다. 이처럼 학습자의 특수한 교육적 요구(토픽 7)와 고유한 발달 단계(토픽 6)를 고려한 연구의 흐름은 메타버스가 획일적인 기술 적용을 넘어, 맞춤형 및 포용적 교육 도구로서의 가능성을 탐색하는 단계로 나아가고 있음을 시사한다.

다섯째, 메타버스의 기본 개념, 수용 가능성, 매체 특성에 대한 이론적 탐색은 상대적으로 적은 비중을 차지하였다. 양적으로 볼 때, 이론적 탐색과 가장 관련 깊은 ‘가상공간 인식 및 기술 기반 교육 가능성 탐색(토픽 3)’에 배정된 논문은 총 24편으로, 전체 250편의 10% 미만에 불과했다. 반면, 수업 설계 및 실천과 직접적으로 관련된 토픽 1(45편), 토픽 5(38편), 토픽 7(47편)을 합하면 총 130편으로 전체 연구의 절반 이상을 차지한다. 이러한 수치 차이는 국내 연구가 실용적 문제에 집중하는 경향 속에서 ‘왜, 그리고 교육적으로 무엇을 의미하는가’에 대한 근본적인 질문에는 상대적으로 소홀했음을 보여준다. 질적으로도 주요 토픽들의 핵심 키워드는 이러한 경향을 뒷받침한다. 주제어 빈도 분석(Table 3)과 TF-IDF 분석(Table 4)의 상위권 목록에서도 ‘설계’, ‘개발’, ‘적용’, ‘플랫폼’, ‘활동’ 등 실행 중심의 단어들 이 주를 이루었다. 그러나 메타버스의 가상성과 현실성의 경계 문제, 아바타를 통한 자아 정체성, 데이터 주권과 같은 교육 철학적·윤리적 쟁점을 깊이 있게 다루는 키워드는 주요 토픽에서 발견하기 어려웠다. 이는 현재 연구들이 현장 적용 사례를 축적하는 데 더 큰 비중을 두고 있음을 시사하며, 향후 심도 있는 이론적 성찰과 비판적 논의가 반드시 병행되어야 할 필요성을 제기한다.

종합적으로, 국내 메타버스 활용 교육 연구는 실천적 접근과 현장 적용성을 중심으로 빠르게 확장되고 있으나, 이론적 기반 강화 및 다양한 교육적 함의를 체계적으로 논의하는 방향으로의 발전이 필요하다. 이러한 결론을 바탕으로 다음과 같은 향후 연구 방향을 제안하고자 한다.

첫째, 메타버스 교육방법론의 개발과 이론적 기틀 마련이 필요하다. 기존 연구들은 메타버스를 수업 도구로 활용하는데 초점을 두고 있어 이론적 정립이 부족하다. 따라서 메타버스의 특성을 반영한 교육방법론을 체계적으로 개발하고, 학습자 상호작용과 몰입을 극대화할 수 있는 교수-학습 전략을 구체화할 필요가 있다. 또한, 메타버스 활용 교육의 이론적 근거와 윤리적 문제를 탐구하여 교육 현장에서 안정적으로 적용할 수 있는 기틀을 마련해야 한다.

둘째, 메타버스 기반 수업 프로그램의 개발 및 효과 검증이 필요하다. 메타버스를 활용한 다양한 교육 모형이 제안

되었으나, 실제 교육 현장에서 효과성을 입증한 연구는 부족하다. 따라서 메타버스 교육방법론을 바탕으로 한 수업 프로그램을 구체적으로 설계하고, 이를 적용하여 학습자 참여도, 몰입감, 학업 성취도 등 교육적 효과를 실증적으로 검증할 필요가 있다.

셋째, 학교급에 따른 세부적인 분석이 필요하다. 본 연구에서는 공교육에서의 메타버스 연구 동향을 분석하기 위해 기존의 메타버스 활용 교육 연구 범위에서 초·중등에 해당하는 논문들을 추출하여 분석하였지만 각 학교급에서의 시사점 도출을 위해 초등과 중등으로 나누어 분석할 필요가 있다.

넷째, 다양한 교과 간 융합 방안에 관한 연구가 요구된다. 현재 메타버스를 활용해 다양한 교과와 교육대상에게 적용하는 연구가 진행되고 있으나 상대적으로 교과를 융합한 사례 연구는 부족한 실정이다. 따라서 특정 교과목에 한정되지 않고 메타버스 속에서 다양한 교과를 융합하여 교육할 수 있는 방안 연구가 필요하다. 이를 통해 포용적 교육 도구로서 메타버스의 잠재력을 구체화할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Zhang, X., et al. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, theoretical model, and future research directions. *Frontiers in Psychology*, 13, 1016300. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1016300>
- [2] Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Encyclopedia*, 2(1), 486-497. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>
- [3] Park, S., & Kim, Y. (2022). A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. *IEEE Access*, vol. 10, PP. 4209-4251. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3140175>
- [4] Kim, H. (2023). An Analysis of Domestic and International Research Trends on Metaverse. *Journal of the Korean Society for Library and Information Science*, 57(3), 351-379. <https://doi.org/10.4275/KSLIS.2023.57.3.351>
- [5] Park, M., Lee, Y., Jeong, B., Jung, Y., & Kim, J. (2023). A case study on the design and application of metaverse class space in elementary mathematics: Focusing on the affective domain. *The Mathematical Education*, 62(1), 117-149. <http://dx.doi.org/10.7468/mathedu.2023.62.1.117>
- [6] Kim, S., & Kim, H. (2021). The Effect of Game-Based Learning Design Class on the Learning Flow of 1st Grade Middle school Students - Based on Minecraft -. *Journal of Art Education*, 64, 37-71. <https://doi.org/10.35657/jae.2021.64.002>
- [7] Lee, M., Lee, H., & Kwon, W. (2022). Possibility and Limitations of Metaverse Educational Use in the Educational Field: Focusing on the Perceptions of Special Education Teachers and General Teachers. *Journal of special education : theory and practice*, 23(2), 59-90. <https://doi.org/10.19049/JSPEd.2022.23.2.03>
- [8] Lim, J., Hong, J., Park, J., & Ahn, M. (2022). Educational Use of Metaverse and Virtual Worlds From 2010 to 2021: An Analysis of Research Trends Using LDA-based Topic Modeling and Time Series Regression Analysis. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 28(2), 187-214.
- [9] Heo, G., Shin, S., & Sol, Y., (2023). Analysis of Korean Research Trends on Metaverse in Education: Focusing on Empirical Studies. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 29(1), 55-83. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.29.1.055>
- [10] Shin, Y., Cho, T., Han, K., & Jeong, K. (2023). Trends and Analysis of Educational Intervention Studies Based on the Metaverse and AI. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(18), 629-649. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2023.23.18.629>
- [11] Kitchenham, B., Brereton, P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering-A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51, 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- [12] Smart, J., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). *Metaverse Roadmap; Pathways to the 3D Web*. Acceleration Studies Foundation. <https://www.metaverseroadmap.accelerating.org/>
- [13] Ritterbusch, G. D., & Teichmann, M. R. (2023). Defining the metaverse: A systematic literature review. *IEEE Access*, 11, 12368-12377. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3241809>
- [14] Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3(Jan), 993-1022.
- [15] Blei, D. (2011). Probabilistic Topic Models. *Communications of the ACM*, 55. <https://doi.org/10.1145/2107736.2107741>
- [16] Shim, J., (2020). Analysis of Research Trends Using Text Mining. *Journal of Creative Information Culture*, 6(1), 23-30. <https://doi.org/10.32823/jcic.6.1.202004.23>
- [17] Lee, D., & Yi, H. (2021). Exploring methods for determining the appropriate number of topics in LDA: Focusing on perplexity and harmonic mean method. *Journal of Educational Evaluation*, 34(1), 1-30.
- [18] Cao, Q., Cheng, X., & Liao, S. (2022). A comparison study of topic modeling based literature analysis by using full texts and abstracts of scientific articles: A case of COVID-19 research. *Library Hi Tech*, 41(2), 543-569. <https://doi.org/10.1108/LHT-03-2022-0144>
- [19] Boyd-Graber, J., Hu, Y., & Mimno, D. (2017). Applications of Topic Models. *Foundations and Trends® in Information Retrieval*: Vol. 11: No. 2-3, 143-296. <https://doi.org/10.1561/15000000030>
- [20] Park, J., & Oh, H. (2017). Comparison of Topic Modeling Methods for Analyzing Research Trends of Archives Management in Korea: focused on LDA and HDP. *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 48(4), 235-258. <https://doi.org/10.16981/kliss.48.4.201712.235>
- [21] Cho, H. (2022). LDA-based Topic Modeling and Analysis

- on Batch Process Monitoring. *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 23(4), 26-33. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.4.26>
- [22] Park, S., & Lee, H. (2024). Analysis of Research Trends on Archival Information Services Using Text Mining. *Journal of Korean Society of Archives and Records Management*, 24(1), 89-109. <https://doi.org/10.14404/JKSARM.2024.24.1.089>
- [23] Schofield, A., Magnusson, M., & Mimno, D. (2017). Pulling out the stops: Rethinking stopword removal for topic models. In *Proceedings of the 15th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics: Volume 2, Short Papers* (pp. 432-436). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/E17-2069>
- [24] Griffiths, T., & Steyvers, M. (2004). Finding Scientific Topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 101(Suppl 1). 5228-5235. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307752101>
- [25] Han, S., & Kim, T. (2023). Analysis of Domestic Metaverse Education Research Trends From 2020 to 2022 - Focusing on Topic Modeling -. *Culture and Convergence*, 45(4), 123-141.



김대유

- 2014년 대구교육대학교 (교육학학사)
- 2020년 대구교육대학교 컴퓨터교육전공 (교육학 석사)
- 2022년~현재 대구다사초등학교 교사

✚ 관심분야: 컴퓨터교육, 메타버스, 게임활용교육
 ✉ daekim804@gmail.com



김승현

- 2004년 포항공과대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2017년 한국과학기술원 전산학부(공학박사)
- 2004년~2021년 한국전자통신연구원 정보보호 연구본부 책임연구원
- 2021년~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 부교수

✚ 관심분야: 컴퓨터교육, 에듀테크, 정보보호 등
 ✉ kimsh@knue.ac.kr