

## Analysis of Metaverse Research and Development Trends - Focusing on NTIS and RISS Data -

Kyoung-Hoon Kim\*, Won-Jin Choi\*\*, Se-Un Lee\*\*, Nagin Seong\*\*, Younsoo Park\*\*\*

\*Ph.D. Candidate, Department of Graduate Program in Technology Policy, Yonsei Univ., Seoul, Korea

\*\*Patent Attorney, More than Korean Standard (MKS) Patent Management, Seoul, Korea

\*\*\*Research Fellow, More than Korean Standard (MKS) Patent Management, Seoul, Korea

### [Abstract]

In this study, we collected 2,736 government-supported project datasets from the National Science & Technology Information Service (NTIS) and 2,451 research metadata records from the Research Information Sharing Service (RISS) to analyze the status of research and government support for metaverse technology. From 2021 to 2024, the number of domestic metaverse-related projects increased by 101% annually, and the total research budget grew by 90% annually, with KRW 28.676 billion being allocated to 918 projects in 2024. The number of research papers published rose sharply from 246 in 2021 to 910 in 2022, and as of December 2024, 402 papers had been published. According to our keyword frequency analysis, we found that domestic metaverse-related research primarily focuses on immersive content and XR technology, and AI is being utilized as a supplementary tool to apply the metaverse to other industries. In addition, keywords related to digital currency trading, massive data analysis or simulation, and computer vision technology appeared with high frequency.

▶ **Key words:** Keyword Analysis, NTIS, Metaverse, Research Trends, RISS

### [요 약]

본 연구에서는 국가과학기술지식정보서비스 (NTIS)의 정부 지원 과제 데이터 2,736건과 학술연구정보서비스(RISS)의 연구 문헌정보 2,451건을 수집하여 메타버스 기술에 대한 연구와 정부 지원 현황을 분석하였다. 2021년부터 2024년까지의 기간 동안 국내 메타버스 관련 과제의 수는 연평균 101% 증가하였고, 연구비합계액은 연평균 90% 증가하여, 2024년 918건의 과제에 대하여 286.76억 원이 지원되었다. 메타버스 관련 연구 문헌 출판수는 2021년 246건에서 2022년 910건으로 급격히 증가하였고, 2024년은 12월 검색분까지 402건이 출판되었다. 키워드 빈도수를 분석한 결과 국내 메타버스 관련 연구는 실감형 콘텐츠와 XR 기술에 집중되어 있고, 인공지능 기술은 메타버스를 타 산업분야에 적용하기 위한 보조적인 수단으로서 활용되고 있는 것으로 분석되었다. 그 외에도 디지털 화폐의 유통과 관련된 키워드, 대용량의 데이터를 분석하거나 시뮬레이션하기 위한 키워드, 컴퓨터 비전 관련 키워드에 대한 빈도수가 높은 것으로 분석되었다.

▶ **주제어:** 키워드 분석, 국가과학기술지식정보서비스, 메타버스, 연구 동향, 학술연구정보서비스

- First Author: Kyoung-Hoon Kim, Corresponding Author: Younsoo Park  
\*Kyoung-Hoon Kim (kyoung6120@gmail.com), Department of Graduate Program in Technology Policy, Yonsei Univ.  
\*\*Won-Jin Choi (chlswh01@gmail.com), More than Korean Standard (MKS) Patent Management  
\*\*Se-Un Lee (su-lee@naver.com), More than Korean Standard (MKS) Patent Management  
\*\*Nagin Seong (skrdls147@naver.com), More than Korean Standard (MKS) Patent Management  
\*\*\*Younsoo Park (26874624@hanmail.net), More than Korean Standard (MKS) Patent Management
- Received: 2025. 01. 08, Revised: 2025. 02. 26, Accepted: 2025. 02. 26.

### I. Introduction

메타버스(metaverse)는 beyond를 의미하는 meta와 universe를 의미하는 verse가 결합된 용어로, 3D 아바타를 통해 사용자들이 대화할 수 있는 실감형(immersive) 디지털 환경을 의미한다[1]. 그러나 메타버스의 정의와 실체에 대해서는 다양한 해석이 존재하여 하나의 개념으로 정의하기는 어려운 편이다[1].

다수의 기업과 기관이 메타버스를 구현하기 위한 기술과 서비스를 개발하였으며, 그 결과 ZEPETO, Roblox와 같은 메타버스 플랫폼이 등장하였다[2]. ZEPETO와 Roblox는 사용자가 가상공간에서 미션 설계나 롤플레잉(role-playing)을 통해 자신만의 스토리를 만들고 자기표현(self-representation)을 할 수 있으며, 플랫폼이 제공하는 다양한 경쟁 활동에도 참여할 수 있다는 측면에서 관심을 받고 있다[2].

대용량 데이터 처리 기술과 인공지능 기술의 발전, 웨어러블 및 모바일 기기의 보급은 인터넷 기반 플랫폼 서비스의 빠른 성장에 기여하였다. 특히 Table 1에 기술된 것과 같이 4G 및 5G 초고속 통신기술과 클라우드 기반 서비스의 발전으로 대용량 콘텐츠를 실시간으로 제공할 수 있게 되었고, 스마트 기기와 디스플레이, 웨어러블 기술의 발전은 연결성, 편의성, 상호작용성을 크게 개선하였다[3]. 또한 COVID-19 팬데믹으로 인한 재택근무 및 온라인 교육 수요 증가로 메타버스 기술에 대한 수요가 급격히 증가하였다. 그 결과, 세계적으로 메타버스 기술 연구와 응용 연구가 빠르게 증가하였으며, 국내에서도 정부 차원의 메타버스 산업 육성에 대한 관심이 높아졌다. 결과적으로 메타버스 기술과 응용 분야가 확장되었고, 특히 대규모 네트워크 트래픽을 처리하기 위한 기술, 인공지능 및 클라우드 기술이 크게 발전하는 계기가 되었다[4-7].

2020년을 전후로 세계적으로 메타버스 관련 연구 문헌이 급증하였고[8][9], 국내에서는 정부의 연구개발 지원 규모가

빠르게 증가하였으며[10], 메타버스 산업을 별도의 산업으로 분류하기 위한 체계에 대한 연구도 진행되고 있다[11].

소프트웨어정책연구소가 발간한 『메타버스산업 분류체계 연구』 보고서에 기술된 메타버스와 메타버스산업의 정의(안)에 따르면, 다양한 사회적·경제적·문화적 활동이 가능한 가상의 공간 또는 가상과 현실이 결합된 공간을 메타버스로 정의하고, 메타버스 기술, 관련 서비스, 기기·상품의 공급과 관련된 산업을 메타버스 산업으로 정의하며, 메타버스 산업의 범위는 VR·AR 산업과 Non VR·AR 산업으로 분류하고 있다[11]. 이는 메타버스 구현에 VR(virtual reality), AR(augmented reality) 기술과 서비스가 주로 활용될 가능성이 크다는 점을 의미한다.

또한, 메타버스산업 구조(안)에서는 메타버스 접속 수단을 VR·AR 기기, 모바일 기기, PC 기기, 체감 장치, BCI(brain-computer interface), OS 등으로 정의하고 있다[11]. 이는 메타버스 접속 기기 및 기술을 AR·VR로 한정하지 않고 인터넷 접속이 가능한 컴퓨팅 장치까지 포함하여 광범위한 영역의 기기장치까지 포괄적으로 인정하기 위한 정의로 해석된다. 이에 따라 메타버스는 교육, 의료, 제조, 건설, 유통/금융, 국방/행정, 업무지원, 게임/소셜, 공연/전시, 방송/영화/애니메이션, 스포츠/관광, 광고 등 다양한 분야에서 활용될 것으로 전망하였다[11].

메타버스를 구현하기 위한 주요 기술로 XR(확장현실), 디지털 트윈, 블록체인, 인공지능, 데이터, 네트워크, 클라우드 기술을 제시하였으며[11], 이를 바탕으로 국내 메타버스 산업을 메타버스 콘텐츠 제작 및 공급업(플랫폼 포함), 메타버스 전용기기, 주변기기 및 부품 제조업, 메타버스 전용 소프트웨어 개발 및 공급업, 메타버스 지원 서비스업으로 분류하는 안을 제안하였다[11].

한편, 소프트웨어정책연구소가 발간한 『2023년 메타버스 시장 및 동향 분석』 보고서에 따르면, 국내 산업별 메타버스 시장은 교육, 보건·의료, 소셜, 엔터테인먼트, 업무지원, 제조, 유통, 금융 분야에 형성되어 있으며, 다수의

Table 1. Differences Between the Metaverse and the Internet Era by Attributes (SPRi)

Attributes	Mainframe	PC	Mobile Phone	Smart Phone	XR
(Level)	(Low)				(High)
Connectivity		Internet	2G	3G, 4G	5G
Convenience	Fixed	Mobile			Wearable
Interactivity	Mouse, Keyboard			Touch	Five Senses (Motion, Gaze etc.)
Screen, Space expandability	Screen, 2D				Screen Limitless, 3D

시장조사기관에서 발표한 자료를 비교 분석하여 산출한 메타버스 세계 시장은 2022년 기준 447~655억 달러 규모로 추정되고, 2030년까지 연평균 30%~50% 성장할 것으로 예측하였다[12]. 한국은행 「기업경영분석」에 따르면 국내 전산업의 최근 3개년(2021~2023) 매출액증가율 평균이 8.94%이고[13], 메타버스산업은 이보다 3배 이상 빠르게 성장할 것으로 예상됨에 따라서 향후 메타버스산업은 타 산업 대비 빠르게 성장할 것으로 예상된다.

그러나 COVID-19 팬데믹의 종료되면서 메타버스 기술에 대한 관심과 수요는 감소하기 시작하였다. 아직 메타버스 산업의 미래를 부정적으로 전망하는 보고서는 찾아보기 어렵지만, 메타버스 관련 웹 검색량과 관심도가 급격히 감소하였고, 메타버스를 핵심 사업으로 투자하던 미국 메타(Meta) 사가 대규모 구조조정을 단행하였다[14]. 이는 메타버스 산업의 부정적인 전망 요소로 인식될 수 있으나, 실제 수요를 반영하여 산업 구조가 변화하고 있는 것으로 해석할 수 있다. B2C(business to customer) 메타버스 플랫폼 기업의 서비스 종료가 이어지고 있으나, B2B(business to business) 중심의 산업용 메타버스 수요는 증가할 것으로 예상되고[15], 주요 기업들은 메타버스 자체 개발보다는 산업용 메타버스나 하드웨어 개발로 사업 방향을 전환하고 있는 점은 이를 뒷받침한다[16].

이러한 급변하는 산업 환경에서 메타버스 관련 정부의 연구개발 지원 현황을 분석하고, 이를 바탕으로 국내 메타버스 연구개발과 산업 활성화를 위한 정책 방향성에 대한 논의가 필요하다. 보다 구체적으로 정부의 연구개발 지원 방향과 국내 연구 방향성을 분석하고, 지속 가능한 메타버스 산업의 육성 방안을 논의해야 할 필요가 있다.

이에 본 연구는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS: National Science & Technology Information Service) 데이터를 활용하여 정부 지원금 규모와 연구개발 경향을 분석하고, 학술연구정보서비스(RISS: Research Information Sharing Service) 데이터를 활용하여 국내 메타버스 연구 동향을 분석하고자 한다[9][10]. 또한, 두 데이터를 비교 분석하여 향후 국내 메타버스 연구와 정부 지원의 방향성에 대해 논의함으로써 국내 메타버스 기술 개발 및 연구의 방향성에 대해서 고찰하고자 한다.

NTIS는 사업, 과제, 연구자, 성과 등 국내 연구개발 사업에 대한 정보를 제공하는 사이트로, 국가가 지원한 과제에 대한 메타데이터(metadata)를 제공한다. RISS는 대학이 생산·보유·구독하는 학술자원을 공유할 수 있는 사이트로, 국내 연구 정보에 대한 메타데이터를 제공한다. 본 연구에서는 해당 데이터를 비교 분석함으로써 정부 지원 경

향과 학술 연구 동향을 분석하고, 이를 바탕으로 국내 메타버스 관련 연구와 지원의 방향성에 대해서 고찰하는 것을 목적으로 한다.

상기 연구를 수행하기 위하여 II절에서는 NTIS로부터 과제 데이터를 확보하여 통계적으로 분석한다[10]. III절에서는 해당 데이터로부터 키워드를 추출하여 빈도수를 분석하고, IV절에서는 RISS 데이터로부터 키워드를 추출하여 분석한다[9]. V절에서는 NTIS와 RISS로부터 확보한 데이터에 대해서 비교 분석한다. VI절에서는 III절과 IV절, V절의 분석결과를 바탕으로 국내 메타버스 연구와 지원 방향에 대하여 고찰하여 결론을 도출한다.

## II. Statistical Analysis of NTIS Data

NTIS는 국가 R&D 통합 공고, 사업, 과제, 연구자, 국가 연구개발 기관, 논문, 특허, 연구보고서, 연구시설·장비, 기술 요약 정보 등의 데이터를 제공하는 서비스이다[10]. 2024년 12월 기준 "메타버스"를 검색어로 조회한 결과, 총 2,736건의 과제가 검색되었다. 해당 데이터를 연도별, 과제별, 부처별, 기술 수명 주기별로 집계하여 Fig. 1에 나열하였다. 2,736건의 과제에 대한 연구비합계액은 904.07억 원이며, 연구비합계액을 과제 수로 나눈 값은 0.33억 원/과제로, 과제당 평균 0.33억 원의 연구비가 투입된 것으로 집계되었다.

검색 결과를 연도별로 분석한 결과, 2019년까지는 55건의 과제가 수행되었으며, 2020년 15건을 시작으로 2021년 113건, 2024년 기준 918건의 과제가 수행되어 2021년에서부터 2024년까지 연평균 101% 성장한 것으로 집계되었다(Fig. 1(a)). 연도별 연구비합계액을 집계한 결과, 2020년 5.87억 원, 2021년 41.56억 원, 2022년 209.99억 원, 2023년 312.78억 원, 2024년 286.76억 원으로 집계되었다. 연구비합계액은 2020년부터 2023년까지 지속적으로 증가했으나, 2024년에는 소폭 감소하여 연평균 90% 성장한 것으로 집계되었다(Fig. 1(b)). 연도별 연구비합계액을 과제 수로 나눈 값(Fig. 1(c))은 2020년 0.39억 원, 2021년 0.37억 원, 2022년 0.26억 원, 2023년 0.39억 원, 2024년 0.31억 원으로 집계되었다. 연구비합계액이 50억 원 미만이었던 2020년과 2021년에는 과제당 연구비합계액이 상대적으로 높았으나, 연구비합계액이 200억 원과 300억 원을 초과한 2022년과 2023년에는 각각 0.26억 원과 0.39억 원으로 집계되었다. 반면, 2024년에는 연구비합계액이 감소하면서 과제당 연구비합계액도 0.31억 원/과

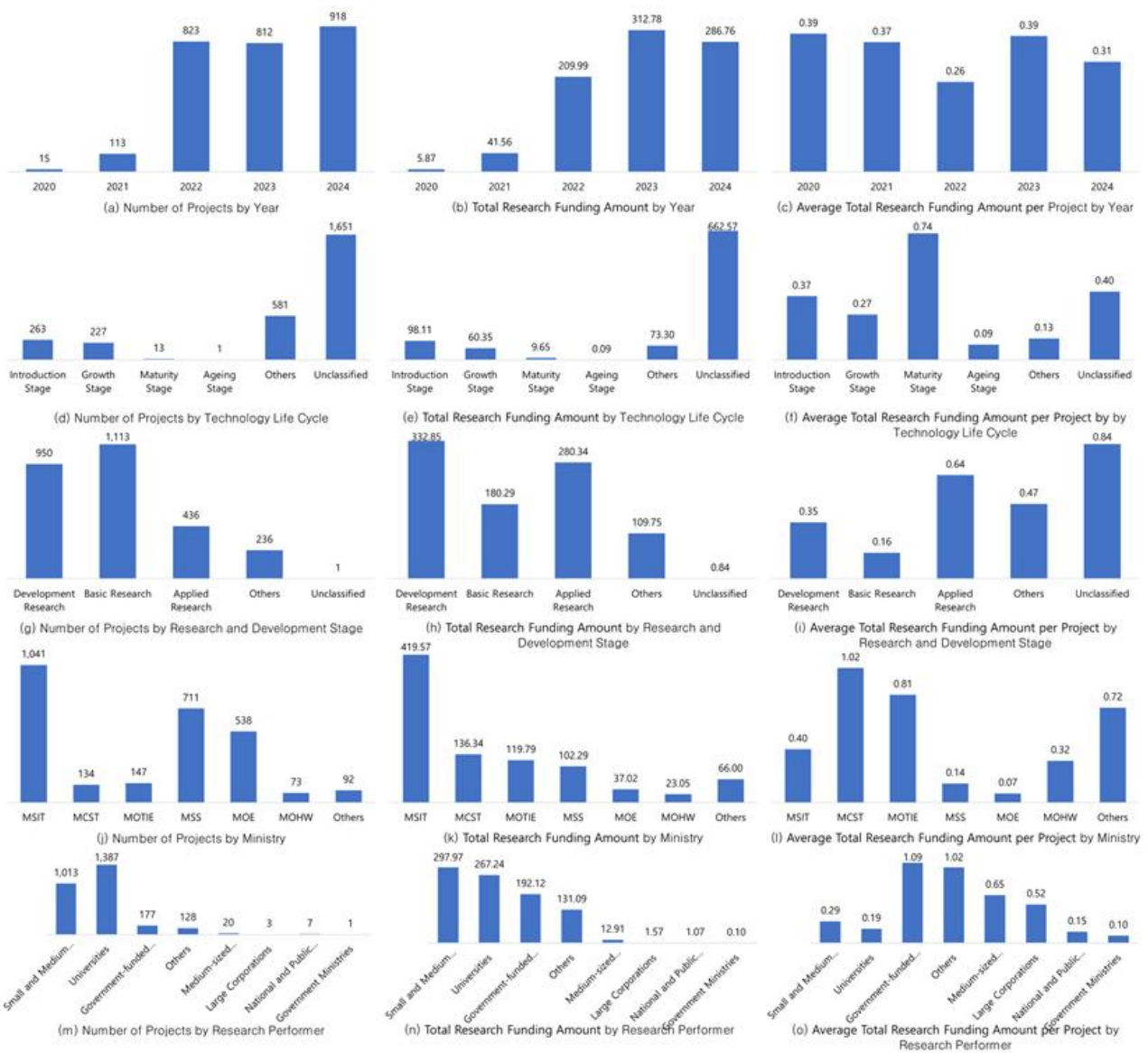


Fig. 1. Analysis Results of NTIS Data

제로 줄어들었다. 이는 2024년 12월 기준 검색된 결과로, 해당 연도의 집행된 사업비가 완전히 반영되지 않은 결과로 추정된다.

기술 수명 주기(technology life cycle)별로 분석한 결과, 2,736건 중 1,085건의 데이터에 기술 수명 주기가 표기되어 있었으며, 이를 Fig. 1(d)에 제시하였다[17]. 도입기(introduction stage) 연구는 263건, 성장기(growth stage) 연구는 227건, 성숙기(maturity stage) 연구는 13건, 쇠퇴기(ageing stage) 연구는 1건, 기타 연구는 581건, 미분류(unclassified) 연구는 1,651건으로 집계되었다. 연구비합계액은 도입기 98.11억 원, 성장기 60.35억 원, 성숙기 9.65억 원, 쇠퇴기 0.09억 원, 기타 73.30억 원, 미분류 662.57억 원이었다(Fig. 1(e)). 기술 수명 주기별 연

구비합계액을 과제 수로 나눈 값은 도입기 0.37억 원, 성장기 0.27억 원, 성숙기 0.74억 원, 쇠퇴기 0.09억 원, 기타 0.13억 원, 미분류 0.40억 원으로 집계되었다(Fig. 1(f)). 미분류 및 기타로 분류된 연구가 상당수 존재하지만, 도입기와 성장기, 성숙기 연구의 집계 결과만을 고려할 경우 아직까지 성장기 연구 일부만 수행된 것으로 판단된다.

해당 데이터를 연구개발 단계(research and development stage)별로 분석한 결과, 개발연구(development research) 950건, 기본연구(basic research) 1,113건, 응용연구(applied research) 436건, 기타 연구(others) 236건, 미분류(unclassified) 1건으로 집계되었다(Fig. 1(g)). 연구비합계액은 개발연구 332.85억 원, 기본연구 180.29억 원, 응용연구 280.34억 원, 기타

109.75억 원, 미분류 0.84억 원이다(Fig. 1(h)). 연구개발 단계별 연구비합계액을 과제 수로 나눈 결과, 개발연구 0.35억 원, 기본연구 0.16억 원, 응용연구 0.64억 원, 기타 0.47억 원, 미분류 0.84억 원으로 집계되었다(Fig. 1(i)). 전체 연구비합계액을 과제 수로 나눈 값이 0.33억 원/과제인 점을 고려할 때, 개발연구와 기본연구의 과제당 연구비합계액은 평균보다 낮고, 응용연구는 평균의 2배 수준, 기타 연구는 1.5배 수준으로 분석되었다. 메타버스 기술의 이론적이고 탐구적인 연구 성격을 가진 기본연구는 연구비합계액이 상대적으로 낮으며, 기본연구 결과를 실제 메타버스 문제 해결에 적용하는 응용연구의 목적이 비교적 명확하게 드러나고 있다.

해당 데이터를 담당 부처별로 집계한 결과, 과학기술정보통신부(MSIT; Ministry of Science and ICT) 1,041건, 문화체육관광부(MCST; Ministry of Culture, Sports and Tourism) 134건, 산업통상자원부(MOTIE; Ministry of Trade, Industry and Energy) 147건, 중소벤처기업부(MSS; Ministry of SMEs and Startups) 711건, 교육부(MOE; Ministry of Education) 538건, 보건복지부(MOHW; Ministry of Health and Welfare) 73건, 기타(others) 92건으로 집계되었다. 기타(others)는 미래창조과학부, 농림축산식품부, 지식경제부 등 연구비합계액이 상위 6개 부처 대비 낮은 부처들의 과제 수를 합산한 것이다(Fig. 1(j)). 연구비합계액은 과학기술정보통신부 419.57억 원, 문화체육관광부 136.34억 원, 산업통상자원부 119.69억 원, 중소벤처기업부 102.29억 원, 교육부 37.02억 원, 보건복지부 23.05억 원, 기타 66.00억 원으로 집계되었다(Fig. 1(k)). 연구비합계액을 과제 수로 나눈 결과, 과학기술정보통신부 0.40억 원, 문화체육관광부 1.02억 원, 산업통상자원부 0.81억 원, 중소벤처기업부 0.14억 원, 교육부 0.07억 원, 보건복지부 0.32억 원, 기타 0.72억 원으로 집계되었다(Fig. 1(l)). 이를 고려할 시 과학기술정보통신부는 다수의 과제에 평균 이상의 연구비를 지원하는 반면, 중소벤처기업부와 교육부는 다수의 과제에 평균 이하의 연구비를 지원하는 것으로 분석되었다.

연구 수행 주체별 과제 수는 중소기업(small and medium enterprises, SMEs) 1,013건, 대학(universities) 1,387건, 출연연구소(government-funded research institutes) 177건, 기타(others) 128건, 대기업(large corporations) 3건, 중견기업(medium-sized enterprises) 20건, 국공립연구소(national and public research institutes) 7건, 정부부처(government ministries) 1건으로 집계되었다(Fig. 1(m)). 연구비합계액

은 중소기업 297.97억 원, 대학 267.24억 원, 출연연구소 192.12억 원, 기타 131.09억 원 순으로 집계되었다(Fig. 1(n)). 연구비합계액을 과제 수로 나눈 결과는 중소기업 0.29억 원, 대학 0.19억 원, 출연연구소 1.09억 원, 기타 1.02억 원으로 집계되었다(Fig. 1(o)). 이를 바탕으로 볼 때, 메타버스 연구는 주로 대학과 중소기업을 중심으로 수행되고 있으며, 대학과 중소기업의 과제당 연구비합계액은 전체 평균인 0.33억 원/과제 대비 다소 낮은 것으로 분석되었다.

상기 분석 결과를 종합하면, 메타버스 관련 연도별 정부 지원 과제 수는 2021년 113건에서 2024년 918건으로 전 산업 매출액 증가율 대비 3배 수준으로 빠르게 증가하였으며, 연구는 개발연구와 기본연구에 집중되어 있다. 또한 연구 지원은 주로 과학기술정보통신부, 중소벤처기업부, 교육부를 중심으로 이루어지고 있다. 연구비합계액은 2021년 41.56억 원에서 2024년 286.76억 원으로 급격히 증가하였다. 다만, 과제 수 분석 결과와 비교했을 때 연구비는 개발연구와 응용연구에 집중되고 있다는 점이 차이점으로 나타난다. 전체 연구비합계액을 과제 수로 나눈 값은 연도별로 0.31~0.39억 원 수준이며, 미분류 연구와 응용연구의 과제당 연구비합계액이 다른 연구개발 단계 대비 높았다. 또한, 문화체육관광부와 산업통상자원부의 과제당 연구비합계액이 다른 정부 부처보다 높은 것으로 분석되었다.

### III. Keyword Analysis of NTIS Data

NTIS 데이터는 과제별 한글 키워드와 영문 키워드를 별도의 컬럼으로 포함하고 있다. 이를 활용하여 연구 과제의 동향을 분석할 수 있다.

분석 과정은 키워드 추출, 유사도 산출 및 대표 키워드 선정, 유사 또는 동일 키워드를 대표 키워드로 대체하는 작업, 빈도수 분석, 워드 클라우드 표현 순으로 진행하였으며, 분석 환경은 Ubuntu 24.04 64bit, Python 3.12 환경에서 수행하였다.

NTIS 데이터는 한글 키워드와 영문 키워드가 분리되어 있으나, 한글 키워드에는 영문 약어(abbreviation) 및 단독 영문 키워드가 일부 포함되어 있다. 이에 따라 한글 키워드에서 영문으로만 구성된 키워드를 별도로 분리하여 영문 키워드에 병합한 후, 중복 키워드를 제거하였다. 이를 통해 2,736건의 데이터에서 14,423건의 한글 키워드와 13,079건의 영문 키워드를 추출하였다.

이후 all-MiniLM-L6-v2 모델을 이용하여 코사인 유사

도가 0.9 이상인 키워드를 그룹화하였다[18]. 해당 모델은 영문 키워드 유사도 분석에 우수한 성능을 보이지만, 한글 키워드 분석 성능은 상대적으로 낮은 것으로 알려져 있다. 이에 따라 그룹화된 키워드를 정성적으로 재분류한 후, 대표 키워드를 설정하였다. 예를 들어, {explainable artificial intelligence, Explainable AI, XAI} 키워드는 모두 설명 가능한 인공지능(XAI: eXplainable AI)을 의미하므로, <대표 키워드, {키워드 리스트}> 형식으로 표현하면 <eXplainable AI (XAI), {explainable artificial intelligence, Explainable AI, XAI}> 형태로 정리된다.

이 작업을 기반으로 14,423건의 키워드 중 explainable artificial intelligence, Explainable AI, XAI와 동일한 키워드는 eXplainable AI (XAI)로 대체하였다. 모든 키워드에 대해서 해당 작업을 수행한 후 중복을 제거한 결과, 한글 키워드는 14,936건, 영문 키워드는 13,025건으로 집계되었다. 이 중 영문 키워드의 빈도수 분석 결과는 Table 2에 기술하였다.

메타버스 키워드 외에도 인공지능 관련 키워드인 Artificial Intelligence (AI), Deep Learning (DL), Machine Learning (ML), Generative AI의 빈도수가 높은 것으로 나타났다. 관련 과제로는 “3D 딥러닝 기반의 3차원 깊이 추정 및 데이터 재구성 모델에 관한 연구”, “AI 및 메타버스 기반 자율 제조 기술 개발”, “AI 컴퓨터 비전 방식 모션 및 감정 인식 기술 기반 실증적 메타버스 심리 상담 서비스 개발” 등이 확인된다. 인공지능 기술 자체의 연구보다는 제조, 컴퓨터 비전, 모션 인식 등 다양한 산업과의 융합을 통해 메타버스 기술을 생산성 향상 및 편의성 제공을 위한 보조적 수단으로 활용하는 산업의 경향을 고려할 시[19-21], 인공지능 관련 키워드의 빈도수가 높은 점은 이를 반영하고 있는 것으로 해석된다.

또한, 생성형 인공지능을 활용하여 가상공간에서 콘텐츠를 생성하거나 사용자 상호작용하는 챗봇 서비스를

개발하는 과제가 수행된 것으로 분석되었다. 관련 과제로는 “3D 에셋 제작을 위한 텍스트 프롬프트 기반의 생성형 AI 솔루션”, “생성 AI를 활용한 교과연계 저작 도구 및 협업(교사-학생) 솔루션”, “생성형 AI 기반 실감형 메타버스 팩토리 기술 개발” 등이 있다. 최근 산업에서 디지털 휴먼에 생성형 인공지능 기반 서비스를 접목하려는 연구가 활발히 진행되고 있고, 생성형 인공지능을 이용하여 메타버스 콘텐츠를 생성하기 위한 연구가 수행된 사례 등을 참고할 시[22-24], 향후 생성형 인공지능을 활용한 메타버스 서비스 연구와 관련 과제가 급증할 것으로 예상된다.

가상현실(VR: virtual reality)은 컴퓨터에 의해 생성된 3차원 환경(three-dimensional environment)과 상호작용할 수 있는 실감 기술(immersion technology)을 의미한다[25]. 증강현실(AR: augmented reality)은 현실 세계의 환경(environment)을 보완하는 가상 환경(virtual environment)으로 정의되며, 사용자는 현실 세계에서 가상 오브젝트가 겹쳐지거나 결합된 형태의 콘텐츠를 실감할 수 있다[25]. 혼합현실은 현실 요소(element of reality)와 가상 요소(element of virtuality)를 결합하여 사용자가 현실과 가상의 도메인(reality-virtuality domain)에 있는 것처럼 실감할 수 있는 기술을 의미한다[25]. 확장 현실(XR: eXtended Reality)은 VR과 AR, MR과 같은 모든 몰입형 기술을 포괄하는 기술이다[25].

가상현실 관련 키워드로는 Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), eXtended Reality (XR), Mixed Reality (MR), Internet of Things (IoT), Untact 등의 빈도수가 높은 것으로 분석되었다. XR 기술을 구현하는 하드웨어는 무선 통신이 가능해야 하며, 이를 구현하기 위해 IoT(internet of things) 기술이 활용된다. 해당 키워드의 빈도수가 높은 점을 고려할 시, 정부가 메타버스 기술을 기업 및 고객 서비스에 적용하기 위해 AR, VR, MR과 같은 XR 기술을 활용하는 연구를 적극 지원하고 있는 것으

Table 2. Top 30 Keywords from Frequency Analysis (NTIS Data)

Keywords	Freq.	Keywords	Freq.	Keywords	Freq.
Metaverse	1,042	Blockchain	56	Education	35
Artificial Intelligence (AI)	412	Interaction	52	Simulation	34
Virtual Reality (VR)	280	Avatar	50	User eXperience (UX)	32
Augmented Reality (AR)	165	Non-Fungible Token (NFT)	49	Immersive Content	28
Digital Twin	143	Contents	49	Digital Transformation	27
eXtended Reality (XR)	125	Digital Human	47	Virtual Space	23
Platform	119	Mixed Reality (MR)	41	Computer Vision	23
Deep Learning (DL)	106	Internet of Things (IoTs)	40	Neural Rendering	23
Machine Learning (ML)	77	Untact	38	Healthcare	23
Big Data	59	Generative AI	36	Depression	22

로 분석된다. 관련 과제로는 “AR 기반 어학 학습용 실감 튜터링 기술 개발”, “건설 프로젝트 사용자 중심 개방형 협업을 위한 복합 증강현실 기술 개발”, “광각 영상 기반 기능성 움직임 평가 및 혼합현실 운동 학습 콘텐츠 기술 연구” 등이 확인되며, 산업에서 XR 기술을 적용하기 위한 연구가 다수 수행되고 있는 것으로 파악된다.

메타버스의 핵심 요소 중 하나는 실감형 콘텐츠(immersive content)이다[26]. 실감형 콘텐츠는 사용자에게 몰입감과 현실감을 제공하는 콘텐츠를 의미하며, 이에 대한 정부 차원의 지원이 문화·체육·관광 분야에서 실감형 콘텐츠 확장을 위한 연구개발이 이루어지고 있음을 시사한다[27]. Avatar, Immersive Content, Contents, Interaction, Virtual Space, User eXperience (UX) 등의 키워드는 가상공간에서 실감형 콘텐츠를 생성하고, 아바타를 이용한 상호작용 기술 개발과 관련된 키워드로, 실감형 콘텐츠를 통해 사용자 경험을 개선하고자 하는 기대를 바탕으로 연구개발이 지원되고 있는 것으로 파악된다. 해당 키워드를 포함하는 주요 과제로는 “AI/VR 기반의 동시에 다수(최대 4인) 학습자가 사용 가능한 Flexible 인공암벽 시스템과 근육 발달을 위한 실감형 게임 콘텐츠를 통한 신체 발달 이력과 체육 교육 관리(PEGMS) 시스템 개발”, “누구나 재미있게 즐길 수 있는 메타버스 실내 자전거 플랫폼”, “대형 공연장 규모의 실시간 양방향 메타버스 체험 플랫폼 기술 개발” 등이 확인된다. 이외에도 다수의 관련 연구가 수행되고 있으며, 향후 메타버스 개발이 지속됨에 따라 실감형 콘텐츠 관련 연구와 지원도 꾸준히 이어질 것으로 예상된다.

디지털 휴먼(digital human) 관련 연구도 활발히 진행되고 있다. 관련 과제로는 “실사 수준의 디지털 휴먼 생성과 30fps급 실감 렌더링 기술 개발”, “고충실도 디지털 휴먼을 위한 유체 동역학적 외관 재구성 기술 개발”, “메타버스 실시간 상호작용 디지털 휴먼을 위한 AI 기반 한국어 문장 감정 표현 기술 개발”, “문장 묘사로부터 3차원 가상공간 환경과 상호작용하는 극사실적인 디지털 휴먼 생성 AI 기술 개발” 등이 확인된다. 해당 연구는 현실 세계의 감정, 행동, 외관 등을 센싱하여 가상 환경 속 인간 객체에 표현하는 기술 개발을 목표로 하고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 디지털 휴먼과 생성형 인공지능 기반의 챗봇 서비스를 융합하는 기술이 개발되고 있으며, 향후 디지털 휴먼 관련 기술이 보다 정교해져 인간의 외형과 유사하면서도 자연스러운 수준의 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상된다[28].

블록체인 관련 키워드인 Blockchain, Non-Fungible

Token (NFT)의 빈도수가 높은 점은 가상공간에서의 디지털 자산과 관련된 연구가 지속적으로 지원되고 있음을 시사한다. 해당 키워드를 포함하는 주요 과제로는 “메타버스를 위한 미디어 사물 인터넷 인공지능 및 NFT 인터페이스 표준 개발”, “아바타 기반 메타버스 공연 협업 콘텐츠 보호를 위한 저작권 핵심 기술 개발”, “d'Mappe : 1인 소장 공인, 디자이너, 작가 등을 위한 NFT 연계 메타버스 쇼룸/전시 플랫폼” 등이 확인된다. 특히 NFT는 메타버스 내에서 디지털 자산의 소유권을 보장하기 위한 수단으로 인식되고 있으며[29], 향후에도 디지털 자산의 소유권 보장을 위한 연구와 과제가 지속적으로 수행될 것으로 예상된다.

메타버스의 구현은 가상공간과 캐릭터 또는 아바타를 실현하는 것뿐만 아니라, 이를 서비스할 수 있는 플랫폼을 구축하는 것이 핵심이다. 따라서 메타버스 플랫폼의 구현 방식과 특화된 서비스 제공을 위한 기술적 구현이 중요한 요소로 작용한다. 이에 따라 상당수의 연구 과제가 Platform 키워드를 포함하고 있으며, 관련 과제로는 “3D 포토리얼리스틱 및 자동 표정 생성 기술 기반 Cross-메타버스를 위한 아바타 플랫폼 개발”, “3D 인체 모델 자동화 솔루션 통합 플랫폼 개발”, “AI 딥러닝 기반 패션 플랫폼 개인화 서비스 디지털 트윈 기술 개발” 등이 확인되었다. 그 외에도 다수의 연구가 메타버스 플랫폼 개발과 관련된 기술을 다루고 있는 것으로 분석된다.

자동차, 국방, 철도, 중장비, 우주항공, 선박 등의 산업은 개별 제품의 단가가 높고, 프로토타입 개발에 상당한 비용이 요구되며, 제품 또는 서비스를 재현하기 위한 실험 환경을 구성하는 데 비용 외에도 다양한 제약이 존재한다. 따라서 가상 환경에서 실험 환경을 구축하고 사용자 경험을 제공하기 위한 메타버스 솔루션이 필요하다. 일부 과제에서는 대용량 데이터를 분석하거나 시뮬레이션하여 그 결과를 가상공간에서 시각화하는 연구가 수행되고 있다. 이는 Big Data, Simulation 키워드의 빈도수가 높은 이유를 일부 설명한다. 해당 키워드가 포함된 과제로는 “IoT 복합감지센서 기반 소방 메타버스 통합 화재방호 안전 플랫폼 개발”, “MR 기반 K-9 자주포 사격 훈련 시뮬레이터 개발”, “가상현실과 머신러닝을 이용한 운전자 인지 오류 예측 모델 개발” 등이 확인된다.

메타버스는 의료 분야에서도 효과적인 기술로 기대되며, 특히 의료 및 간호 교육에서 상당 부분 활용되고 있는 것으로 분석된다. Healthcare, Depression, Education 키워드의 빈도수가 높은 점은 이를 반영하는 결과라 할 수 있다. 관련 과제로는 “간호학생을 위한 메타버스(MetaVerse) 기반 방문 간호 콘텐츠 개발 및 효과 검증”, “구독형 메타버스

마음 피트니스 서비스 개발” 등이 확인된다.

neural rendering은 기계가 생성 네트워크 (generation network)를 기반으로 주변 환경을 학습하여 가림 현상(occlusion)을 포함한 다양한 시점에서 객체와 배경을 표현하는 기술을 의미한다[30]. 기존의 전통적인 렌더링 기법은 물리적 알고리즘에 기반하여 3D 공간에서 객체를 표현하는 데 상당한 시간이 소요되었으나, neural rendering은 데이터와 인공지능 알고리즘을 활용하여 3D 공간에서 객체를 보다 빠르게 생성할 수 있는 장점이 있다. 가상공간에서는 객체 간, 그리고 객체와 배경을 사용자에게 2D 또는 3D 형태로 제공해야 하며, 이를 처리하기 위해서는 컴퓨터 그래픽스 기술이 필수적이다. Neural Rendering, Computer Vision, Digital Twin 키워드의 빈도수가 높은 점은 일부 과제가 이러한 문제 해결을 주제로 연구되고 있기 때문으로 해석된다.

Education, Metaverse Education 키워드는 교육 관련 연구를 의미하며, 메타버스 기반 교육 솔루션의 개발 또는 메타버스를 활용한 교육 방법 연구를 포함한다. 관련 과제로는 “2022 개정 교육과정에 따른 (ESD형) 생태체육교육 교수-학습 콘텐츠 개발 및 적용”, “ICT 기술을 활용한 스마트 에듀테크 기반의 간호 실습 교육을 위한 메타버스 가상 병동 실습 지원 기술 개발”, “K-미래 인재 양성을 위한 청소년 심리 문제 진단 및 맞춤형 솔루션 처방” 등이 확인된다. 이외에도 많은 연구 과제에서 해당 키워드를 포함하고 있으며, 교육 모델 및 교육 기술 개발이 지속되고 있다.

앞서 살펴본 바와 같이, 국내 메타버스 관련 연구 과제의 키워드 분석 결과 인공지능(AI), 산업용 메타버스 개발, 생성형 인공지능, XR 및 실감형 콘텐츠, 디지털 휴먼, 블록체인과 NFT, 플랫폼, 빅데이터 및 시뮬레이션, 컴퓨터 비전, 교육, 의료 및 간호 교육 등의 키워드의 빈도수가 높은 것으로 분석되었다. 메타버스 연구에서는 인공지능 기술을 활용하여 자동화하거나 서비스 품질을 개선하는 연구가 다수 지원되고 있으며, 생성형 인공지능을 활용한 디지털 휴먼 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 또한, 디지털 자산의 소유권을 보장하기 위한 수단으로 NFT와 블록체인 기술을 연구하는 과제 사례도 확인되었으며, 대용량 데이터를 분석하거나 시뮬레이션하는 과제에 대한 지원도 이루어지고 있다. 그 외에도 neural rendering과 같은 컴퓨터 비전 기술과 관련된 과제가 수행되고 있으며, 의료 및 간호 분야를 포함한 교육 분야의 연구도 지속적으로 지원되고 있는 것으로 분석되었다.

#### IV. Keyword Analysis of RISS Data

RISS는 학술자료 및 연구 동향 분석 등의 정보를 제공하는 서비스이다[9]. 해당 서비스에서는 국내에서 정식 출판된 학술저널 문헌, 콘퍼런스 문헌, 학위논문 등의 서지 정보를 수집할 수 있다. 이에 데이터 분석을 위하여 RISS로부터 총 2,451건의 문헌 정보를 확보하였다.

문헌 정보를 연도별로 집계한 결과, 2021년 246건, 2022년 910건, 2023년 864건이 출판되었으며, 2024년은 12월 검색 기준으로 402건이 출판되었다. 2024년은 전체 출판 수가 완전히 집계되지 않았으나, 검색일 기준 2023년 대비 절반 수준으로 감소한 것으로 확인되어 최종적으로는 전년 대비 출판 수가 더욱 감소할 것으로 예상된다.

주제어 필드에는 한글 키워드와 영문 키워드가 혼재되어 있어 이를 분리하였다. 이때 한글과 영문이 혼합된 키워드는 한글 키워드로, 영문으로만 구성된 키워드는 영문 키워드로 분류하여 각각 10,292건의 한글 키워드와 10,394건의 영문 키워드를 추출하였다. 앞서 3절에서 분석한 절차에 따라서 코사인 유사도가 0.9 이상인 키워드를 그룹화하고, 대표 키워드로 대체하여 최종적으로 한글 키워드 10,281건, 영문 키워드 10,320건을 확보하였다.

해당 키워드의 빈도수 분석 결과 중 영문 키워드에 대한 결과만을 Table 3에 정리하였다. 앞서 NTIS 데이터의 분석 결과와 전반적으로 주요 키워드가 유사한 것으로 분석되었다.

이 중 NTIS 분석 결과와 차이를 보이는 키워드는 ZEPETO, Gathertown, Presence, Metaverse Education, MZ Generation, Interaction, Immersion, Roblox, Topic Modeling, Gamification, Text Mining, Technology Acceptance Model이다.

ZEPETO와 Roblox는 여러 메타버스 서비스 중 대표적인 성공 사례로 인식되는 플랫폼이다[2]. 이와 관련된 연구로는 전준현(2021), 박상현 외(2022), 최지영 외(2022), 이한진 외(2022)의 연구가 확인된다[31-34].

전준현(2021)은 Roblox의 기능과 운영 원리를 분석하면서, Roblox가 수익 창출을 위한 아이템, 게임 패스, 게임 액세스 개발이 용이하며 유용한 콘텐츠 개발 가능성이 높은 메타버스 플랫폼이라고 평가하였다[31]. 또한 메타버스 서비스의 성공을 위해서는 현재 기술과 인프라의 활용 뿐 아니라 Roblox와 같이 유연한 플랫폼 개발이 선행되어야 한다고 강조하였다. 결과적으로 Jeon의 연구는 Roblox의 가능성에 대해 산업계의 일부 의견과 동일한 관점을 제시한 것으로 해석된다[35].

Table 3. Top 30 Keywords from Frequency Analysis (RISS Data)

Keywords	Freq.	Keywords	Freq.	Keywords	Freq.
Metaverse	1,592	Gathertown	46	Digital Twins	30
Virtual Reality (VR)	207	eXtended Reality (XR)	42	Immersion	29
Augmented Reality (AR)	110	Virtual Space	41	Roblox	29
Metaverse Platform	93	Platform	39	Big Data	29
Virtual World	90	Presence	37	Contents	28
Artificial Intelligence (AI)	88	Blockchain	35	Topic Modeling	27
Avatars	84	Metaverse Education	32	Digital Transformation	27
Non Fungible Tokens (NFTs)	70	MZ Generation	32	Gamification	26
User eXperience (UX)	60	Interaction	30	Text Mining	25
ZEPETO	59	Education	30	Technology Acceptance Model	25

박상현 외(2022)는 SWOT 분석을 통해 ZEPETO의 장단점을 분석하고, 취약한 수익구조를 개선하기 위한 다각화 전략, 타 메타버스 기업과의 협력을 통한 정부 규제 및 외부 위협 대응 방안 마련, 자사 IP 강화를 위한 게임·드라마·영화 등 전용 콘텐츠 확보가 필요하다고 기술하였다[32].

최지영 외(2022)는 Roblox, ZEPETO, Fortnite, Minecraft, Animal Crossing과 같은 메타버스 플랫폼 서비스를 음악적 관점에서 접근하여 분석하였으며, 5개 플랫폼의 차별점, 강점, 약점을 도출하였다. 또한 메타버스 플랫폼 서비스가 아티스트의 메타버스 진입에 기여할 가능성이 있다고 분석하였다[33].

이한진 외(2022)는 사용성 평가모델, 문헌연구, 델파이 기법을 활용하여 사용자주도권(user control), 정보구조(information architecture), 디자인(graphical user interface), 콘텐츠(contents), 이용환경(system support & settings)의 5개 분야와 20개 항목으로 세분화된 메타버스 플랫폼 사용성 평가 체계를 구축하고, 이를 Gathertown, Roblox, ZEPETO의 환경 및 에너지교육 콘텐츠를 대상으로 검증하였다[34]. 해당 연구를 통해 이한진 외(2022)는 사용자주도권과 콘텐츠 범주의 사용성이 메타버스 플랫폼 이용 시 사용자경험 향상에 중요한 요인이라는 결론을 도출하였다[34].

Presence, Immersion, Interaction, Metaverse Education 등의 키워드는 메타버스를 활용한 교육 모델 및 효능감을 연구할 때 주로 사용되는 용어이다. 관련 연구로는 임태형 외(2022), 위약요 외(2022), 정혜영(2023)의 연구가 확인된다[36-38].

임태형 외(2022)의 연구에서는 광역시 소재 국립대학교에서 온라인 수업에 참여한 학생 26명을 대상으로 설문을 진행하였다[36]. 설문은 아바타의 사회적 상호작용 여부(제스처 제공 유무)와 수업 유형(협동학습과 모의수업)에

따른 실재감과 흥미 발달 조사 목적이었으며, 분석 결과 상호작용 유무에 따라 학습 실재감에 유의미한 차이가 나타났으나 수업 유형에 따른 차이는 나타나지 않았다[36]. 이는 메타버스 기반 교육에서 상호작용이 학습자의 실재감 형성에 중요한 요인임을 시사한다.

위약요 외(2022)는 한국어 중급 교재인 ‘사이버 한국어’를 활용한 ZEPETO 기반 역할극 활동 방법을 개발 및 제안하였다[37]. 위약요 외(2022)의 교재는 한국어 교육 시 메타버스 플랫폼을 활용해 몰입감과 실재감을 제공할 수 있도록 설계된 것으로, 보조 학습 도구로 활용할 때는 블렌디드 러닝이 적합하다고 기술하였다[37].

정혜영(2023)은 문화관광산업에서 실감형 콘텐츠의 활용 사례를 분석하고, 전시 산업에서 몰입형 디지털 전시 서비스를 제공하기 위한 디지털 플랫폼의 구현 전략을 제시하였다[38]. 전시 컨벤션 및 행사 대행업에서는 고객에게 몰입감과 실재감을 제공하는 콘텐츠에 높은 관심을 보이고 있으며, 일부 기업은 기업공개(IPO)를 추진 중이다[39]. 정혜영(2023)의 연구는 전시 컨벤션 및 행사 분야에서 메타버스 플랫폼을 구현하는 방법론을 제시한 데 의의가 있다[38].

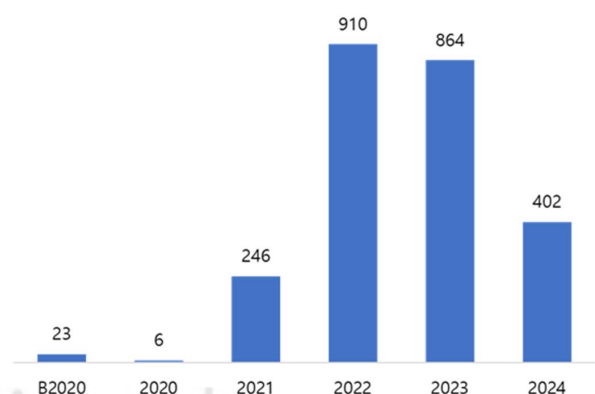


Fig. 2. Number of Publications by Year (RISS Data)

한편, 일부 메타버스 관련 연구는 Topic Modeling을 활용하여 산업, 시장, 연구, 특허 동향을 분석한 사례로 확인된다[40-42]. 토픽 모델링은 데이터 마이닝(data mining)의 하위 분야로, 텍스트 데이터로부터 유의미한 결과를 추출하는 기술을 의미하는 Text Mining 키워드와 밀접한 관련성을 가진다.

박정렬 외(2023)는 유튜브 데이터를 분석하여 메타버스에 대한 주요 토픽을 식별하고, 대중의 관심도 및 반응을 살펴보는 감성 분석 연구를 수행하였다[40]. 이윤진 외(2023)는 2020년 7월부터 2021년 12월까지 18개월간 트위터 데이터를 수집하여 토픽 모델링을 수행하였으며[41], 백춘삼 외(2023)는 미국 특허청에 등록된 특허 데이터를 기반으로 토픽 모델링을 수행하고, 메타버스 중심의 기술 구조 및 프레임워크를 개발하여 주요 기업의 기술 경쟁력을 분석하였다[42].

Gamification 키워드는 주로 교육 분야에서 학습자의 몰입도를 높이기 위한 방법으로 활용되고 있다[43][44]. 그 외에도 기술수용모델에 대한 연구 사례가 확인된다 [45-47].

메타버스 관련 연구 결과를 III절의 정부 과제 분석 결과와 비교한 결과, 메타버스 관련 연구는 플랫폼의 개발보다는 플랫폼 활용 방법, 개선점, 전략, 인식 등을 다루는 메타버스 플랫폼 연구, 교육 모델 및 방법 연구, 교육 사례 연구, 토픽 모델링을 통한 경향 분석 연구의 빈도수가 높

은 것으로 나타났다. 즉, 메타버스 관련 과제는 전체적으로 포괄적인 메타버스의 개발과 그 응용에 대한 연구가 수행되고 있고, 메타버스 연구는 과제보다 세부적인 연구 주제가 연구되고 있는 것으로 판단된다. 다만 전체 기간을 대상으로 한 키워드 빈도수 분석만으로는 메타버스 연구 동향을 파악하는 데 한계가 있으므로, V절에서는 메타버스가 주목받기 시작한 2021년부터 2024년까지의 분석기간 동안 연도별 키워드 빈도수 분석을 통해 더욱 상세히 분석하고자 한다.

### V. Comparison of Keyword Analysis Results by Years

V절에서는 III절과 IV절에서 분석한 키워드 분석 결과를 연도별로 비교하여 메타버스 연구의 연도별 경향을 상세하게 분석하였다. 이를 위해 III절과 IV절에서 분석한 키워드를 워드 클라우드로 표현하였다(Fig. 3). Fig. 3(a)는 NTIS 데이터의 한글 키워드 분석 결과, Fig. 3(b)는 영문 키워드 분석 결과이며, Fig. 3(c)는 RISS 데이터의 한글 키워드 분석 결과, Fig. 3(d)는 영문 키워드 분석 결과이다. NTIS와 RISS 데이터 모두 한글 키워드와 영문 키워드가 반드시 1:1로 대응되지 않으므로, 한글 키워드에는 나타나지만 영문 키워드에서는 나타나지 않는 데이터도 일

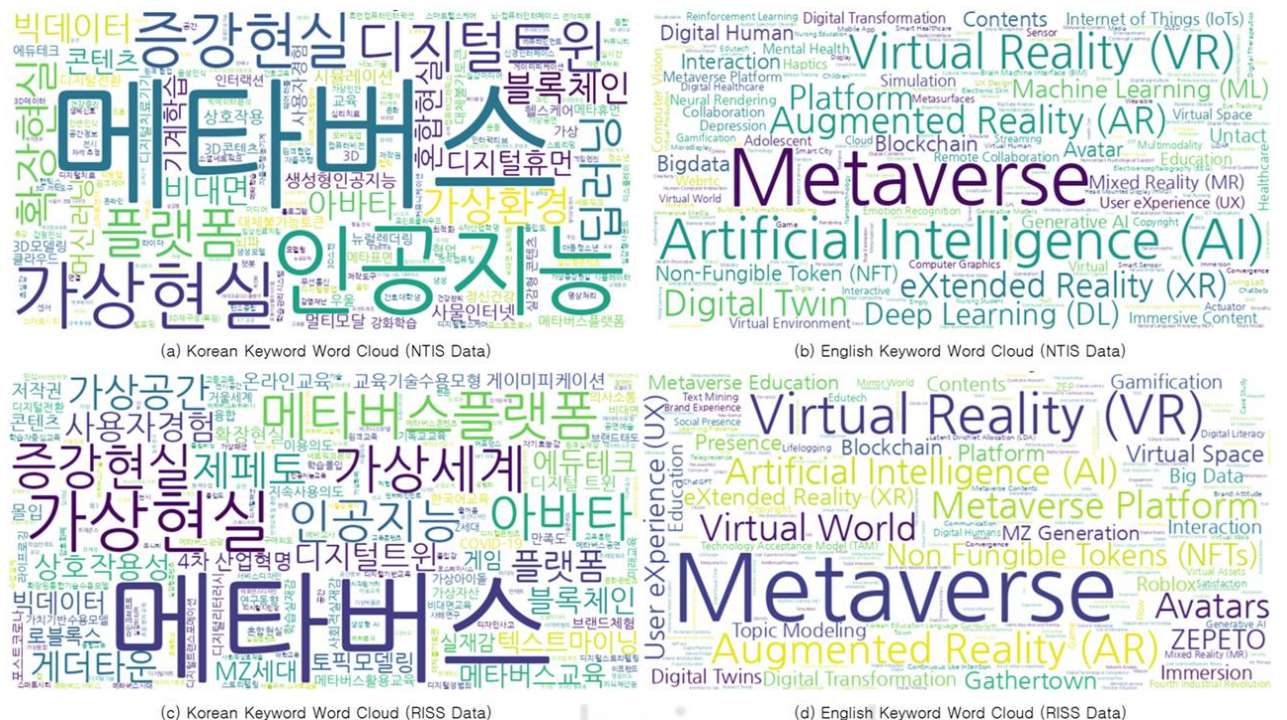


Fig. 3. Comparison of Word Clouds Between NTIS and RISS Data

Table 4. Top 30 Keywords from Frequency Analysis by Years (NTIS Data)

Keywords (2024)	Freq.	Keywords (2023)	Freq.	Keywords (2022)	Freq.	Keywords (2021)	Freq.
Metaverse	333	Metaverse	298	Metaverse	369	Metaverse	39
Artificial Intelligence (AI)	148	Artificial Intelligence (AI)	132	Artificial Intelligence (AI)	119	eXtended Reality (XR)	13
Virtual Reality (VR)	85	Virtual Reality (VR)	83	Virtual Reality (VR)	100	Artificial Intelligence (AI)	13
Augmented Reality (AR)	50	Augmented Reality (AR)	49	Augmented Reality (AR)	58	Virtual Reality (VR)	12
Digital Twin	49	Digital Twin	47	Platform	44	Augmented Reality (AR)	8
eXtended Reality (XR)	38	eXtended Reality (XR)	39	Digital Twin	39	Deep Learning (DL)	7
Platform	34	Platform	32	Deep Learning (DL)	37	Platform	7
Deep Learning (DL)	30	Deep Learning (DL)	29	eXtended Reality (XR)	36	Digital Twin	7
Generative AI	28	Machine Learning (ML)	23	Machine Learning (ML)	28	Big Data	4
Machine Learning (ML)	23	Blockchain	17	Non-Fungible Token (NFT)	22	Untact	4
Contents	22	Big Data	16	Big Data	21	Cloud	4
Blockchain	18	Interaction	15	Avatar	20	Smart City	3
Big Data	18	Digital Human	14	Blockchain	19	Digital Transformation	3
Digital Human	16	Non-Fungible Token (NFT)	13	Interaction	17	Interaction	3
Interaction	16	Education	12	Internet of Things (IoTs)	16	UX Design	3
Non-Fungible Token (NFT)	15	Mixed Reality (MR)	12	Untact	16	Microdisplay	2
Avatar	15	Contents	12	Digital Human	15	Virtual Production	2
Mixed Reality (MR)	14	Avatar	11	Contents	14	Immersive	2
Simulation	12	Untact	9	User eXperience (UX)	14	Network	2
Immersive Content	11	Simulation	9	Education	14	Fandom	2
Internet of Things (IoTs)	11	Internet of Things (IoTs)	8	Mixed Reality (MR)	13	Point Cloud	2
User eXperience (UX)	11	Generative AI	8	Simulation	12	Scanning	2
Metaverse Platform	10	Computer Vision	8	Digital Transformation	10	Brain Machine Interface (BIM)	2
Empty	10	Virtual Environment	8	Depression	9	Immersive Content	2
Virtual Space	10	Healthcare	8	Collaboration	8	Concert	2
Null	10	Immersive Content	8	Healthcare	8	Healthcare	2
Untact	9	Neural Rendering	7	Digital Healthcare	8	Interactive	2
Education	9	Mental Health	7	Immersion	7	Machine Learning (ML)	2
Multimodality	8	User eXperience (UX)	7	Immersive Content	7	Digital Human	2
Digital Transformation	8	Emotion Recognition	7	Metaverse Platform	7	Hologram	2

부 포함되어 있다. 그러나 전반적으로 한글과 영문 워드 클라우드에는 유사한 경향을 보인다. 따라서 NTIS와 RISS 데이터 간의 비교 분석은 영문 키워드 분석 결과를 중심으로 기술하였다.

Fig. 3에 나타난 NTIS와 RISS 데이터 모두에서 핵심 키워드는 Metaverse, VR, AR, MR과 같은 XR 기술에 집중되어 있으며, Immersive Content(실감형 콘텐츠) 관련 키워드 역시 비중 있게 나타나고 있다.

NTIS 워드 클라우드에서는 RISS 워드 클라우드에 비해 Artificial Intelligence(AI), Deep Learning(DL)과 같은 인공지능 관련 키워드와 Digital Twin, Generative AI의 비중이 상대적으로 높게 나타났다.

반면 RISS 워드 클라우드에서는 Education, Metaverse Education, Digital Literacy 등 교육 관련 키워드의 비중이 높았으며, Gamification, Text Mining, Technology Acceptance Model(TAM), MZ Generation 과 같은 키워드 또한 상대적으로 비중 있게 나타났다. 또한 Roblox, ZEPETO, Gathertown 등 메타버스 플랫폼

서비스가 구체적으로 나타난 반면, NTIS 워드 클라우드에서는 Metaverse Platform이라는 포괄적 표현으로 나타났다. 그 외 NTIS 데이터는 Digital Human이, RISS 데이터는 Avatar 키워드가 각각 비중 있게 나타났다.

RISS 워드 클라우드에만 나타난 키워드 중 Topic Modeling은 메타버스 연구에서 자주 활용되는 연구 방법을 나타내는 키워드이다.

결과적으로 NTIS 데이터는 생성형 인공지능을 포함한 인공지능 기술과 Digital Twins, Digital Human 등 산업 응용을 위한 포괄적 키워드의 비중이 높은 반면, RISS 데이터는 ZEPETO, Roblox, Gathertown 등 구체적인 메타버스 플랫폼 서비스, 교육 방법, 동향 분석과 같이 연구가 과제보다 구체적인 키워드에 초점이 맞춰져 있음을 의미한다.

상세한 분석을 위해 NTIS와 RISS 데이터를 연도별로 나누어 키워드 빈도수를 분석한 결과를 Table 4와 Table 5에 나열하였다. 분석 기간은 메타버스 관련 연구가 급격히 증가한 2021년부터 2024년 12월 검색분까지로 제한하였다.

분석 기간 동안 NTIS 데이터에서는 Artificial

Table 5. Top 30 Keywords from Frequency Analysis by Years (NTIS Data)

Keywords (2024)	Freq.	Keywords (2023)	Freq.	Keywords (2022)	Freq.	Keywords (2021)	Freq.
Metaverse	247	Metaverse	578	Metaverse	593	Metaverse	164
Virtual Reality (VR)	19	Virtual Reality (VR)	58	Virtual Reality (VR)	87	Virtual Reality (VR)	39
Metaverse Platform	18	Metaverse Platform	40	Augmented Reality (AR)	43	Augmented Reality (AR)	17
Artificial Intelligence (AI)	17	Augmented Reality (AR)	39	Non Fungible Tokens (NFTs)	41	Virtual World	15
Generative AI	12	Artificial Intelligence (AI)	38	Avatars	35	Artificial Intelligence (AI)	12
Avatars	11	Avatars	32	ZEPETO	33	Non Fungible Tokens (NFTs)	8
ZEP	10	Virtual World	31	Virtual World	33	ZEPETO	7
Presence	10	User eXperience (UX)	24	Metaverse Platform	30	Digital Twins	6
Virtual Space	10	Virtual Space	18	Gathertown	25	Avatars	6
Augmented Reality (AR)	9	Non Fungible Tokens (NFTs)	16	User eXperience (UX)	22	Digital Transformation	6
User eXperience (UX)	9	eXtended Reality (XR)	16	Artificial Intelligence (AI)	21	eXtended Reality (XR)	6
Edutech	8	Metaverse Education	16	Platform	19	Lifelogging	5
Interaction	8	Presence	13	Blockchain	19	Edutech	5
Technology Acceptance Model (TAM)	8	Interaction	13	MZ Generation	17	User eXperience (UX)	5
Virtual World	7	Big Data	13	eXtended Reality (XR)	16	Platform	5
ZEPETO	7	Education	13	Presence	14	Metaverse Platform	5
Gathertown	7	Gathertown	13	Topic Modeling	13	Untact	5
Immersion	7	Blockchain	12	Education	13	Mirror World	5
Roblox	6	ZEPETO	12	Text Mining	12	Gamification	4
Virtual Idols	6	Technology Acceptance Model (TAM)	12	Gamification	12	Digital Humans	4
The Extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)	6	Platform	11	Big Data	12	Contents	4
Satisfaction	6	MZ Generation	11	Digital Twins	12	Case Study	3
Perceived Usefulness	5	Text Mining	10	Metaverse Education	11	Fourth Industrial Revolution	3
Topic Modeling	5	Immersion	10	Virtual Space	11	Telepresence	3
Non Fungible Tokens (NFTs)	5	Contents	10	Copyright	11	Storytelling	3
Metaverse Education	5	ZEP	10	Roblox	11	New Normal	3
Flow	5	ChatGPT	10	Contents	11	Experience	3
Minecraft	5	Brand Experience	9	Virtual Assets	10	Exhibition Space	3
Social Value	4	Roblox	9	Digital Transformation	10	Unity	3
Platform	4	Game	9	Interaction	9	Learning Presence	3

Intelligence(AI), Virtual Reality(VR), Augmented Reality(AR), eXtended Reality(XR), Immersion, Immersive Content, Interaction, Digital Twin, Deep Learning(DL), Digital Transformation, Blockchain, Non-Fungible Token(NFT) 등 실감형 콘텐츠와 인공지능, 블록체인 관련 키워드가 공통적으로 빈도수가 높은 것으로 분석되었다. 해당 키워드는 Fig. 3에 표현된 바와 같이 연구 과제와 연구 문헌에서 공통적으로 빈도수가 높은 키워드이다.

Untact, Education 키워드는 온라인 교육과 밀접한 관련이 있는 키워드로 2021년과 2022년 빈도수가 높았으나, 2023년과 2024년에는 상대적으로 빈도가 낮아졌다. 이는 2022년 COVID-19 종식으로 인한 영향으로 해석된다 [48][49].

2021년은 과제 수가 상대적으로 적어 빈도 분석의 의미가 제한적이었으며, 2022년부터 Non-Fungible Token(NFT), Blockchain과 같은 블록체인 응용 기술과 Avatar, Digital Human 등 가상 캐릭터 표현 기술 [29][50], Computer Vision, Neural Rendering, Emotion Recognition 등 컴퓨터 비전·그래픽스 기술[30], Healthcare, Mental Health, Depression, Smart Healthcare와 같은 개인 건강 관련 키워드의 빈도수가 증가하였다.

2023년부터는 Large Language Models(LLMs), Generative AI 키워드의 빈도가 증가하였는데, 이는 2022년 11월 ChatGPT가 발표된 이후로 생성형 인공지능 기반의 메타버스 기술 및 서비스 개발 연구가 활발히 진행되고 있음을 나타낸다.

Table 5에 표현된 RISS 데이터의 분석 결과는 NTIS 데이터와 유사하게 AI, VR, AR, XR, Immersion, Digital Twin, DL, Digital Transformation, Blockchain, NFT 키워드의 빈도수가 높게 나타났다.

RISS 데이터에서는 Metaverse Platform과 Platform 키워드 빈도수가 소폭 증가하는 경향을 보였으며, ZEP, ZEPETO 키워드는 분석 기간 전체에 걸쳐 높은 빈도수를 유지했다. Roblox, Minecraft, Gathertown은 2022년부터 빈도수가 증가하는 추세로, 각 플랫폼 서비스를 개별적으로 리뷰하거나 분석하는 연구가 꾸준히 수행되고 있음을 의미한다. 즉, RISS 데이터는 메타버스 플랫폼의 개발보다는 Roblox, Minecraft, Gathertown과 같은 서비스를 주제로 연구되고 있음을 의미한다.

교육 관련 키워드인 Education, Metaverse Education은 시간이 경과함에 따라서 상대적으로 빈도수가 감소하였다. 다만, 2024년에는 Edutech 키워드 빈도가 증가하였고, 이는 교육과 관련되어 Edutech 키워드가 새롭게 주목받고 있음을 의미한다. 결과적으로 NTIS 분석 결과와 유사하게 COVID-19 이후 온라인 교육에 대한 관심이 다소 저하되어 관련 키워드의 빈도수가 감소하였으나, 일부 주요 키워드가 메타버스를 이용한 교육 방법의 개발과 관련 기술의 개발로 관심이 전환된 것으로 판단된다. Blockchain과 Non-Fungible Tokens(NFTs) 키워드는 2023년 이후 RISS 데이터에서 상대적으로 빈도수가 소폭 감소하고 있는 것으로 분석된다.

NTIS와 RISS의 연도별 분석 결과를 종합하면, 공통적으로 XR과 실감형 콘텐츠, 인공지능, 디지털 자산과 가상화폐 관련 키워드의 빈도수는 연도별 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다. 또한, 두 데이터 모두 인공지능 관련 키워드의 빈도수가 높고, 인공지능 기술을 이용하여 메타버스 콘텐츠를 생성하거나 챗봇 서비스를 제공하고자 하는 기술의 개발이 이루어지고 있는 것으로 파악된다. 이는 2022년 11월 ChatGPT 출시 이후로 데이터에 반영되어 나타나고 있고, RISS 데이터에서 상대적으로 두드러지게 나타나고 있다.

COVID-19 이후 NTIS 데이터에서는 메타버스 교육 관련 키워드의 빈도수가 감소하고 있고, RISS 데이터에서도 비슷한 경향이 나타나고 있지만, RISS 데이터에서는 교육 기술 관련 키워드인 Edutech 키워드의 빈도수가 증가하였다. NTIS 데이터에서 의료 관련 키워드의 빈도수는 높지 않은 반면, RISS 데이터에서는 상대적으로 빈도수가 증가하고 있는 것으로 분석되었다. 또한, NTIS 데이터에서는 포괄적인 개념의 플랫폼 관련 키워드 빈도수가 높은

반면, RISS 데이터에서는 ZEPETO, Roblox, Gathertown과 같은 메타버스 플랫폼 서비스 관련 키워드 빈도수가 높은 것으로 분석되었다. 이는 메타버스 연구가 개발 연구보다는 주로 서비스 분석과 사례 연구에 초점을 맞추고 있음을 시사한다. 그 외에도 NTIS 데이터에서 시뮬레이션과 빅데이터 관련 키워드의 빈도수가 상대적으로 높은 점은 국내 과제가 연구보다 산업용 메타버스에 초점을 맞추고 있음을 시사한다.

## VI. Discussion and Conclusion

본 연구에서는 NTIS와 RISS 데이터를 활용하여 메타버스 관련 정부의 과제 지원 현황과 연구 동향을 분석하였다. 분석은 NTIS 데이터에 대한 통계 분석과 RISS 데이터에 대한 키워드 분석을 수행하였다.

NTIS의 통계 분석 결과, 국내 메타버스 관련 연구 지원금은 2023년까지 지속적으로 증가했으며, 과제당 연구비 합계액도 증가한 것으로 나타났다. 이는 메타버스 기술 및 서비스 개발에 대한 지원이 증가하면서 연구 및 개발의 질적 향상이 이루어졌을 가능성 있음을 시사한다. 분석 대상 과제 중 상당수의 기술 수명 주기가 명확히 분류되지 않았지만, 성장기보다는 도입기의 연구가 다수 수행된 것으로 나타났다. 또한 기본 연구가 응용 및 개발 연구보다 다수인 점으로 미루어, 향후 메타버스 분야에서는 성장기 연구가 보다 활발하게 수행되어야 하며, 이후 응용 및 개발 연구로 확대될 필요가 있다고 판단된다. 다만, 세계적으로 메타버스의 개발보다는 산업용 메타버스 또는 메타버스 하드웨어 개발로 산업이 전환되고 있는 것으로 파악됨에 따라서 향후 메타버스 과제의 지원은 산업용 메타버스의 개발에 대해 검토해야 할 필요가 있다.

또한, 메타버스 연구 지원은 대학과 중소기업을 중심으로 이루어지고 있으며, 대학 및 중소기업의 과제당 연구비 합계액은 전체 평균인 0.33억 원/과제 대비 다소 낮은 것으로 나타났다. 향후 응용 연구와 개발 연구의 양적·질적 개선을 위해서는 과제의 구성성과 실용성, 유용성, 문제해결의 난이도를 고려하여 과제당 지원 규모를 확대하고 기술의 사업화를 지원하는 추가적인 정책을 마련함으로써 가시적인 성과를 창출해야 한다.

NTIS 키워드 분석 결과, 인공지능, 산업용 메타버스의 개발, 생성형 인공지능, XR과 실감형 콘텐츠, 디지털 휴먼, 블록체인과 NFT, 플랫폼, 빅데이터 및 시뮬레이션, 컴퓨터 비전, 교육, 의료 및 간호 키워드의 빈도수가 높은 것

으로 분석되었다.

RISS 키워드 분석 결과 전반적으로 빈도수가 높은 주요 키워드는 NTIS 데이터 분석 결과와 유사한 것으로 파악되었으며, 메타버스 플랫폼 관련하여 NTIS 데이터보다는 구체적이고 세부적인 연구 주제를 다루고 있는 것으로 파악된다. 즉, 국내 연구 문헌에서는 플랫폼의 개발보다는 플랫폼의 구체적인 활용 방법, 개선점, 전략, 인식 등을 연구 주제로 하는 메타버스 플랫폼 연구, 교육 모델 및 방법 연구, 교육 사례 연구, 토픽 모델링을 통한 경향 분석 연구 관련 키워드의 빈도수가 높은 것으로 분석되었다. 따라서 국내 연구는 메타버스를 직접 개발하기 위한 연구보다는 메타버스가 요구되는 분야에 적용하거나 사용자의 인식에 대한 조사, 사례 연구에 집중되어 있는 것으로 판단된다.

워드 클라우드 상에서 인공지능 관련 키워드는 두 데이터 모두에서 증가하는 경향을 보이고, 생성형 인공지능이 메타버스 콘텐츠 생성과 챗봇 서비스의 제공 등에 활용될 가능성이 높으며, 그 성능이 기존의 인공지능 기술 대비 상당 수준 향상된 점을 고려할 시 향후 생성형 인공지능을 이용한 메타버스 또는 그 응용에 대한 연구와 과제 지원이 이어질 것으로 예상된다.

보다 구체적인 분석을 위하여 NTIS 데이터와 RISS 데이터를 연도별로 구분하고, 빈도수를 분석한 결과 2021년 이후 교육 관련 키워드는 NTIS와 RISS 데이터 모두에서 빈도수가 감소하고 있지만, RISS 데이터에서는 Edutech의 빈도수가 증가하고 있다. 또한, RISS 데이터에서는 의료 및 간호학 관련 키워드가 증가하는 경향이 있고, 상대적으로 메타버스 플랫폼에 키워드가 집중되는 경향을 보이고 있다. 다만, RISS 데이터는 대용량의 데이터 처리, 시뮬레이션 관련 키워드의 빈도수가 상대적으로 낮은 편이다.

상기의 분석 결과를 고려할 시 국내 과제는 메타버스 분야에 충실하게 XR, 실감형 콘텐츠, 인공지능과 생성형 인공지능 등의 주제를 다루고 있는 것으로 판단되고, 연구는 보다 세부적인 주제를 연구하고 있는 것으로 파악된다. 그러나 메타버스 보다는 산업용 메타버스와 하드웨어의 개발로 방향을 전환하고 있는 해외 사례를 고려할 시 과제와 연구가 이를 충분히 반영하고 있지는 않은 것으로 판단된다. 따라서 향후 급변하는 산업 환경에 대응하기 위해서는 메타버스에서 활용되는 주요 기능과 기술을 산업에 적용하기 위한 연구가 수행되어야 하며, 이를 지원할 수 있는 정책이 마련될 필요가 있다.

다만, 본 연구에서 활용한 키워드 분석은 제한된 정보를 포함하고 있는 키워드의 빈도수를 분석한 결과로, 메타버스 관련 과제와 연구의 전반적인 경향만을 분석할 수 있

다. 따라서 제한적인 결론만 도출할 수 있는 점이 연구의 한계점이라 할 수 있으며, 추후 연구에서는 이를 보완하여 메타버스 관련 연구와 정부의 지원 정책에 대한 보다 명확한 인사이트를 제시할 수 있기를 기대한다.

## REFERENCES

- [1] S.-C. Chen, "Multimedia Research Toward the Metaverse," *IEEE multimedia*, Vol. 29, No. 1, pp. 125-127, May 2022. DOI: 10.1109/MMUL.2022.3156185
- [2] H. J. Hur, E. Baek, "Understanding Metaverse Consumers Through Escapism Motives: Focusing on Roblox and Zepeto," *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 40, No. 21, pp. 6709-6721, Aug. 2024. DOI: 10.1080/10447318.2024.2384830
- [3] S. Lee, "Log in Metaverse : Revolution of Human×Space×Time (Issue Report IS-115)," *SPRi*, pp. 5-6, 2021.
- [4] H. Xiang, X. Zhang, A. Bilal, "A Cloud-edge Service Offloading Method for the Metaverse in Smart Manufacturing," *Software: Practice and Experience*, Vol. 54, No. 9, pp. 1714-1732, Dec. 2023. DOI: 10.1002/spe.3301
- [5] M. Xu, W. C. Ng, W. Y. B. Lim, J. Kang, Z. Xiong, D. Niyato, Q. Yang, X. Shen, C. Miao, "A Full Dive Into Realizing the Edge-Enabled Metaverse: Visions, Enabling Technologies, and Challenges," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 25, No. 1, pp. 656-700, Nov. 2022. DOI: 10.1109/COMST.2022.3221119
- [6] Y. Han, D. Niyato, C. Leung, C. Miao, D. I. Kim, "A Dynamic Resource Allocation Framework for Synchronizing Metaverse with IoT Service and Data," *Proceedings of the ICC 2022-IEEE International conference on Communications*, pp. 1196-1201, Seoul, May 2022. DOI: 10.1109/ICC45855.2022.9838422
- [7] H. Peng, P. C. Chen, P. H. Chen, Y. S. Yang, C. C. Hsia, L. C. Wang, "6G Toward Metaverse: Technologies, Applications, and Challenges," *Proceedings of the 2022 IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium (APWCS)*, pp. 6-10, Seoul, Aug. 2022. DOI: 10.1109/APWCS55727.2022.9906483
- [8] Web of Science, <https://clarivate.com/>
- [9] Research Information Sharing Service, <https://www.riss.kr/>
- [10] National Technical Information Service, <https://www.ntis.go.kr/>
- [11] S. Han, E. Jeon, N. Kwak, S. Lee, "A Study on the Industrial Classification System of Metaverse (Research Report RE-172)," *SPRi*, pp. 1-101, 2023.
- [12] H. Nam, S. Han, N. Kwak, "Analysis of the Metaverse Market and Trends in 2023 (Research Report RE-176)," *SPRi*, pp. 6-21, 2023.
- [13] The Bank of Korea Financial Statement Analysis For 2023,

- <https://www.bok.or.kr/portal/bbs/P0000599/view.do?menuNo=200455&ntId=10087575>
- [14] The Fall of the Next-Generation Growth Engine, the 'Metaverse': Why Has Its Search Volume Dropped by 71%?, <https://www.sisao.n.co.kr/news/articleView.html?idxno=154055>
- [15] The Grim Tale of Metaverse Closures: "B2B Holds the Promise of Opportunity", <https://news.mtn.co.kr/news-detail/2024080512411433304>
- [16] [Meta Hot Trend] The Decline of the Metaverse... Can It Rise Again, <https://www.newsdream.kr/news/articleView.html?idxno=65757>
- [17] M. Taylor, A. Taylor, "The Technology Life Cycle: Conceptualization and Managerial Implications," *International Journal of Production Economics*, Vol. 140, No. 1, pp. 541-553, Nov. 2012. DOI: 10.1016/j.ijpe.2012.07.006
- [18] N. Reimers, I. Gurevych, "Making Monolingual Sentence Embeddings Multilingual using Knowledge Distillation" *Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, pp. 4512-4525, November 2020. DOI: 10.18653/v1/2020.emnlp-main.365
- [19] NVIDIA Supports the Industrial Metaverse Development of 'HD Hyundai's Next-Generation Shipyard', <https://theguru.co.kr/news/article.html?no=83406>
- [20] [Startup-ing] Digiforet and BayNex Join Forces to Grow the Domestic Industrial Metaverse Market, <https://www.donga.com/news/It/article/all/20240711/125885532/1>
- [21] [Focus] Industrial Metaverse Meets XR, Accelerating Its Expansion, <https://www.newsiain.co.kr/news/articleView.html?idxno=70025>
- [22] [Entertain&] Kim Ji-hyun, Team Leader at EVR STUDIO: "We Hope Project TH Becomes the Foundation of the Metaverse Ecosystem", <https://www.etnews.com/20210407000053>
- [23] Beyond the Metaverse, the Era of Spatial Computing is Coming... The Key to Acceleration is 'Generative AI'. <https://www.ddaily.co.kr/page/view/2024120317283234723>
- [24] Z. Lv, "Generative Artificial Intelligence in the Metaverse Era," *Cognitive Robotics*, Vol 3, pp. 208-217, June 2023. DOI: 10.1016/j.cogr.2023.06.001
- [25] D. Cortes, B. Bermejo, C. Juiz, "The use of CNNs in VR/AR/MR/XR: A Systematic Literature Review," *Virtual Reality*, Vol. 28, No. 3, pp. 154, Aug. 2024. DOI: 10.1007/s10055-024-01044-6
- [26] The Development Trends and Future of Immersive Content, <http://webzine.prosports.or.kr/page/vol05/view?idx=64>
- [27] Joint Ministries "Three Major Innovation Strategies for the Content Industry", <https://www.korea.kr/special/policyCuratView.do?newsId=148866166>
- [28] EVR STUDIO, Business Report (2023). Dart, April 2024.
- [29] B. Kim, M. J. Kim, "A Study on the Concept and Characteristics of Metaverse based NFT Art - Focused on <Hybrid Nature>," *trans- (trans)*, Vol. 14, pp. 1-33, Jan. 2023. DOI: 10.23086/trans.2023.14.01
- [30] A. Tewari, J. Thies, B. Mildenhall, P. Srinivasan, E. Tretschk, Y. Wang, C. Lassner, V. Sitzmann, R. Martin-Brualla, S. Lombardi, T. Simon, C. Theobalt, M. Niessner, J. T. Barron, G. Wetzstein, M. Zollhoefer, and V. Golyanik, "Advances in Neural Rendering," *arXiv preprint*, 2021. DOI: 10.48550/arXiv.2111.05849
- [31] J. H. Jeon, "A study on the Principle of Metaverse Composition with a focus on Roblox," *korean association for visual culture (kavic)*, No. 28, pp. 257-279, June 2021. DOI: 10.21299/jovc.2021.38.10
- [32] S.-H. Park, C.-T. Kim, G. W. Hong, "Metaverse Company Zepeto's Growth Competitiveness Analysis and Development Strategy: SWOT Focuses on TOWS Development Model," *Journal of Industrial Convergence (JIC)*, Vol. 20, No. 6, pp. 7-15, June 2022. DOI: 10.22678/JIC.2022.20.6.007
- [33] J. Y. Choi, M. Chang, "A Study on the Development Direction of Popular Music Culture Through Metaverse Platform Analysis," Vol. 22, No. 2, pp. 1-12, June 2022. DOI: 10.35174/JKCI.2022.06.22.2.1
- [34] H. J. Lee, H. H. Gu, "Delphi Research on Usability Test Framework of Metaverse Platform - Case of Roblox, Zepeto, and Gathertown," *The Journal of the Korea Contents Association (Jour. of KoCon.a)*, Vol. 22, No. 9, pp. 179-193, Sep. 2022. DOI: 10.5392/JKCA.2022.22.09.179
- [35] Roblox Reveals Key Trends of 2022 Through Data, <http://www.goodmorningvietnam.co.kr/news/article.html?no=61295>
- [36] T. Lim, J. Ryu, Y. Jeong, "The Effects of Emotional Interaction by Avatar on Presence and Interest Development in the Metaverse Learning Environment," *The Korea Educational Review*, Vol. 28, No. 1, pp. 167-189, March 2022. DOI: 10.29318/KER.28.1.7
- [37] R. Y. Wei, E.-K. Choi, "A Study on Korean Role Play Activity using Metaverse: Focusing on Platform ZEPETO," *Teaching Korean as a Foreign Language*, Vol. 66, pp. 193-230, Aug. 2022. DOI: 10.21716/TKFL.66.8
- [38] H. Y. Jung, "Globalization of Korean Digital Cultural Tourism Contents : A Study on Korea's Immersive Exhibition & Immersive Contents," *Culture and the World Review (CWR)*, Vol. 4, No. 2, pp. 129-195, Nov. 2023. DOI: 10.18327/cwr.2023.5.4.2.129
- [39] "Metaverse is Still Alive" ... A Series of IPOs on the Horizon, <https://www.mk.co.kr/news/economy/11053967>
- [40] J. Park, S. Choi, "Analysis of YouTube Video Topics and Viewer's Responses Related to Metaverse Using Text Mining," *The Journal of the Korea Contents Association (Jour. of KoCon.a)*, Vol. 23, No. 2, pp. 76-88, Feb. 2023. DOI: 10.5392/JKCA.2023.23.02.076

- [41] Y. Lee, H. Jung, "Keyword Analysis of Twitter Data on New Digital Technology through Topic Modeling and ERGM," Journal of The Korean Data Analysis Society (JKDAS), Vol. 25, No. 6, pp. 2093-2107, Dec. 2023. DOI: 10.37727/jkdas.2023.25.6.2093
- [42] C. Beack, J. Choi, H. Lee, "A Metaverse Technology Framework based on Patent Topics: Focusing on Virtual Worlds," Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol. 49, No. 6, pp. 455-466, Dec. 2023. DOI: 10.7232/JKIE.2023.49.6.455
- [43] S.-E. Lee, J.-W. Kim, "The Influence of Metaverse Gamification Teaching Methods on Learning Immersion, Educational Satisfaction and Intention to Continue Learning among International Students Majoring in Cosmetology," The Korean Society Of Beauty And Art (J.kor.Soc.B&A), Vol. 25, No. 3, pp. 21-32, Sep. 2024. DOI: 10.18693/jksba.2024.25.3.21
- [44] J.-Y. Jung, M.-H. Lee, "Analysis of Learning Immersion and Class Participation in Gamification-based Classes," Journal of Educational Innovation Research, Vol. 31, No. 3, pp. 163-187, Sep. 2021. DOI: 10.21024/pnuedi.31.3.202109.163
- [45] C.-H. Park, J. Sim, C. Mahn, J.-I. Choi, "A Study on the Factors Affecting the Intention to Use the Metaverse Virtual Worlds: From the Desire Fulfillment and Innovation Diffusion Perspective," Journal of Korea Service Management Society, Vol. 24, No. 3, pp. 138-166, Sep. 2023. DOI: 10.15706/jksms.2023.24.3.007
- [46] S. Lee, S.-H. Lim, S. Lee, "A Study of Metaverse Perception in the Food Service Industry : Based on Technology Acceptance Model and Theory of Reasoned Action," Journal of the Korea Society of Digital Industry and Information Management, Vol. 19, No. 3, pp. 193-211, Sep. 2023. DOI: 10.17662/ksdim.2023.19.3.193
- [47] D. Jung, M.-Z. Zhang, "A Study on the User Intentions of Metaverse Cultural Tourism Using the Experience Economy Theory (EET) and Technology Acceptance Model (TAM)," Journal of Cultural Industry Studies, Vol. 23, No. 4, pp. 53-64, Dec. 2023. DOI: 10.35174/JKCI.2023.12.23.4.53
- [48] During the COVID-19 pandemic, more than 2 trillion surged in a flash... Now, everyone is rushing to cut their losses, <https://www.hankyung.com/article/202412184668g>
- [49] Incheon's Metaverse Projects Fall Through One After Another..., <https://www.kyeonggi.com/article/20250217580360>
- [50] Cases of Digital Human Utilization in the Domestic and International Media Content Industry, [https://www.kca.kr/Media\\_Issue\\_Trend/vol52/sub01\\_02.html](https://www.kca.kr/Media_Issue_Trend/vol52/sub01_02.html)

## Authors



Kyoung-Hoon Kim received a Bachelor of Computer Science in 2015. And a Master of Information System in 2017 at Yonsei University, Seoul, and a Ph.D. Candidate, Department of Graduate Program in Technology

Policy, Yonsei Univ., Seoul, Korea. His research interests include technology valuation, and the field of technology management and the application of metaverse/AI technologies.



Won-Jin Choi received a Bachelor of Engineering in 2009 from the department of Mechanical Engineering at Yonsei University in 2009, Seoul, Republic of Korea, and a Master of Engineering in 2024 from the

department of Management of Technology, and a Master of Business Administration in 2024 from the department of Management Business Administration at Korea University, Seoul, Republic of Korea. His research interests include technology valuation, ICO risk assessment, ICO valuation, database asset valuation, and intellectual property laws.



Se-Un Lee received a Bachelor of Engineering in 2017 from the school of Electric Engineering and a Bachelor of Science in 2017 from the department of Mathematics, at Korea University, Seoul,

Republic of Korea, and a Bachelor of Laws in 2022 from the department of Law, at Hanyang Cyber University, Seoul, Republic of Korea. His research interests include technology valuation, data valuation, technology financing, numerical analysis, and intellectual property laws.



Nagin Seong received a Bachelor of Engineering in 2019 from the School of Integrative Engineering, majoring in Digital Imaging at Chung-Ang University, Seoul, Republic of Korea.

His research interests include valuation, technology transfer, ICO risk and valuation, database asset assessment, and intellectual property laws.



Younsoo Park received a Bachelor of Engineering in 2014 and a Master of Engineering in 2016, and a Ph.D of Engineering in 2021 from the department of Electrical and Electronic Engineering at

Chung-Ang University, Seoul, Republic of Korea. His research interests include O-RAN, ISAC, 6G, B5G, elliptic curve cryptography (ECC), secure wireless communication protocols, database asset valuation, AI literacy, computational thinking.