

## Analysis of International Research Trends in Metaverse: Focusing on the Publications in Web of Science Indexed Journals

Phil-Sik Jang\*

\*Professor, Dept. of Air Transportation and Logistics, Sehan University, Dangjin, Korea

### [Abstract]

In this paper, we examined the research trends and characteristics related to the metaverse in global journals published between 2000 and 2022 from the Web of Science database. The analysis included descriptive statistics, multidimensional scaling, keyword network analysis, and visualization. In addition, semantic network models were constructed, and centrality (betweenness and degree) analysis was performed using R and KH coder in two separate categories based on the trends and aspects of the publication: analysis period 1 (Jan 2000 to Dec 2020) and period 2 (Jan 2021 to Jun 2022). The results showed that the recent global research trends related to the metaverse could be quantitatively characterized using the semantic network analysis. Also, the results could be applied to suggest future research topics in the field of metaverse based on quantitative and empirical data.

▶ **Key words:** Metaverse, Virtual Reality, Augmented Reality, Semantic Network Analysis, Web of Science, Centrality

### [요 약]

본 연구에서는 Web of Science 데이터베이스에 최근 22년여(2000~2022)간 게재된 메타버스 관련 연구 결과들을 기반으로, 메타버스와 관련된 국제적 연구 동향과 특성을 분석하였다. 분석 절차는 기술 통계분석, 다차원 척도법, 키워드 네트워크분석 및 시각화로 구성되었다. 게재 연구 결과들의 특성과 동향에 따라 2000~2020년, 2021~2022년 상반기 두 기간으로 나누고 R과 KH Coder를 활용하여 연결중심성 및 매개중심성을 포함하는 언어 네트워크분석을 시행하였다. 연구 결과는 언어 네트워크분석을 통해 메타버스 관련 주요 연구들과 관련 융합 연구의 동향과 특성이 정량적으로 분석, 설명될 수 있음을 보여준다. 또한 이러한 연구 결과는 기술 발전이 가져올 관련 여건 변화를 감지하고 적시성 있는 메타버스 관련 연구를 추진하기 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

▶ **주제어:** 메타버스, 가상현실, 증강현실, 언어 네트워크분석, 웹 오브 사이언스, 중심성

## I. Introduction

4차 산업혁명의 최신 화두로 떠오르고 있는 메타버스(metaverse)는 ‘초월’을 뜻하는 ‘meta’와 ‘세상, 우주’를 뜻하는 ‘verse’의 합성어로, 최근 몇 년 사이에 관심이 급격히 높아지고 있다. 메타버스 플랫폼에서 제공되는 가상의 상황, 환경은 사용자(user)의 다양한 감각(주로 시각)을 자극하여 실제와 비슷한 시간적, 공간적 체험을 제공함으로써 현실과 상상의 경계를 자유롭게 드나들게 한다[1]. 또한 사용자는 가상현실, 증강현실에 단순히 몰입할 뿐만 아니라 실제, 또는 가상의 기기를 이용해 가상현실 속에 구현된 것들과 상호작용이 가능하다[2]. 이러한 가상(증강)현실 기술을 아우르는 메타버스는 4차 산업혁명을 이끄는 중요한 기술적 원동력으로 인정받고 있다[3]. McKinsey & Company에 따르면, 2022년 현재 30억 명 이상의 사람들이 다양한 버전의 메타버스에 접속하고 있으며, 메타버스 시장은 2030년에 5조 달러 규모로 성장할 것으로 예측된다[3].

이렇게 국내외 메타버스 및 가상(증강)현실에 대한 기대와 관심이 커지고 있는 상황에서, 기술 발전이 가져올 여건 변화를 감지하고 적시성 있는 연구를 추진하기 위해서는 체계적으로 과거에서 현재까지의 연구 동향을 파악할 필요가 있다. 본 연구에서는 빅데이터(bigdata) 분석 방법 중 각 연구 간의 지식공유 관계 파악에 효과적인 언어 네트워크 분석 방법론을 활용하여, Web of Science 색인 학술지에 게재된 메타버스 관련 연구 전체를 분석함으로써 글로벌 연구 동향을 정량적으로 파악하고자 한다.

## II. Theoretical Background

### 1. Metaverse

메타버스라는 용어는 Neal Stephenson의 1992년 SF 소설 'Snow Crash'에서 처음 언급되었다[4]. 이 소설에서 메타버스는 아바타(avatar)를 통해 활동하는 가상의 세계를 지칭하는 용어로 사용되었으며, 이러한 개념들은 2003년 Lindel lab의 3D 온라인 게임인 'Second Life'를 통해 대중에게 알려지기 시작했다[5]. 메타버스 시장은 Bloomberg Intelligence에 따르면 2024년 8,000억 달러, McKinsey & Company에 따르면 2030년 5조 달러 시장에 달할 것으로 예상된다[3][6]. 대표적인 SNS 기업인 facebook이 기업 명칭을 Meta로 변경하였으며, 우리 정부에서도 2022년 메타버스에 5,560억을 투입하는 등 재정 투자와 제도개선을 약속하였다[7].

메타버스에 대한 최초의 체계적인 접근은 2007년 ASF(Acceleration Studies Foundation)의 보고서로 알려져 있다[8][9]. 이 보고서는 3D 기술, 가상화 기술을 바탕으로 메타버스의 개념과 미래 전망을 다루었으며, 현재까지 메타버스에 대한 다양한 문헌과 연구들에 영향을 미치고 있다[9]. ASF는 '내적-외적(Intimate- External)' 측면과 '증강-시뮬레이션(Augmentation- Simulation)' 두 개의 축을 기준으로 네 개의 범주 즉, 증강현실(Augmented Reality), 라이프 로깅(Life logging), 가상세계(Virtual Worlds), 거울 세계(Mirror Worlds) 등으로 분류하여 메타버스를 설명하였다. 메타버스에 관련된 본격적인 학술적 연구는 2,000년 경에 시작된 것으로 볼 수 있는데, 메타버스 키워드를 포함한 최초 연구 결과가 2000년 Web of Science 색인 학술지에 등재되었다. 이후, 2022년 상반기까지 총 172편이 발표되었으며, 이중 절반이 넘는(50.6%) 연구들이 최근 1년 반 동안에 집중되어 있다. 최근 2~3년간 코로나 19 팬데믹 상황이 메타버스에 관한 관심을 높이는 데 큰 역할을 한 것으로 판단된다. 이렇게 최근 국내외에 걸쳐 메타버스에 관한 관심이 증가하고, 관련 연구들이 태동 되는 상황에서, 추후 연구발전을 위해서는 체계적으로 선행 연구의 동향을 파악하여, 메타버스 분야의 연구 흐름을 이해할 필요가 있다. 하지만 지금까지 메타버스와 관련된 글로벌 연구 동향을 체계적으로 살펴본 연구는 찾아보기 힘들다.

### 2. Semantic network analysis

전통적으로 계량 서지학에서는 어떤 분야의 연구동향 분석을 위해서 보고서, 논문 등 문서의 키워드를 분석하는 방법, 특히 키워드의 동시 출현, 공저자 분석, 참고문헌 분석 등이 활용되어왔다[10]. 최근에는 데이터과학의 발달, 데이터분석 SW 및 HW의 발전에 따라 지식구조 및 학문의 연구 동향을 파악하는 데 네트워크(network) 분석방법론이 활용되기 시작했다[11, 12]. 언어 네트워크분석은 수학적 그래프 이론에 따라 키워드들의 연결 구조와 연결 강도 등을 바탕으로 각 키워드의 영향력을 측정하는 기법으로, 컴퓨터이셔널 저널리즘(computational journalism) 방법론 중 하나로 분류된다[13]. 이러한 네트워크분석은 중심성 분석(centrality analysis)과 하위 네트워크분석(sub-network analysis), 구조적 등위성 분석(structural equivalence) 등으로 분류되는데[15], 이들 중 본 연구에서는 중심성 분석 방법을 주로 활용하여 연구 동향을 분석하였다. 중심성은 네트워크상에서 어떤 키워드 노드가 중요한지를 정량적으로 나타낼 수 있는 척도이며, '영향 강

도'의 개념으로 해석할 수 있다[15]. 본 연구에서는 기존 연구들에서 공통으로 자주 이용되고 있는 중심성 지표인 매개중심성(betweenness centrality)과 연결중심성(degree centrality) 지표를 연구동향 분석에 이용하였다.

연결중심성은 연결이 가능한 최대 연결선 수에 대한 비율로 계산되는데, 내향적인 연결중심성의 경우 인기나 권력으로, 외향적인 연결중심성의 경우 활동성으로 해석된다 [15]. 즉 연결선(link)을 많이 보유한 노드는 연결중심성이 높으며 다른 노드들로부터 인기, 관심, 주목, 필요, 요구 등을 주거나 받는 것으로 볼 수 있다. 네트워크에서 노드  $i$ 의 연결 중심성은 다음 수식 (1)과 같이 연결관계 개수  $x_{ij}$ 의 합으로 계산되며, 여기에서  $g$ 는 노드의 개수이다[15].

$$C_D(N_i) = \sum_{j=1}^g x_{ij}, i \neq j \quad (1)$$

매개 중심성이란 네트워크상에 있는 두 개 노드 사이의 최단 경로(shortest path)를 이용하는 개념으로, 최단경로에 위치할수록 노드 사이의 매개중심성 값이 커지며, 다른 노드 사이를 매개하는 역할을 한다는 것을 의미한다[15]. 노드  $i$ 의 매개 중심성은 다음 수식 (2)와 같이 계산되며,  $g_{jk}$ 는 두 노드  $j$ 와  $k$  간의 최단경로를,  $g_{jk}(N_i)$ 는 두 노드  $j$ 와  $k$  간의 최단경로 중 노드  $i$ 를 포함하는 경로의 개수를 나타낸다.

$$C_B(N_i) = \sum_{j < k} \frac{g_{jk}(N_i)}{g_{jk}} \quad (2)$$

### III. Methods

본 연구에서 메타버스 연구동향 분석을 위해 Clarivate Analytics가 제공하는 인용색인 데이터베이스인 WoS(Web of Science)를 활용하였다. WoS는 가장 권위 있는 과학 기술 분야 5,452종 인용색인 DB인 SCIE(Science Citation Index Expanded)와 사회 과학분야 1,700 여종 연속 간행물의 인용색인 DB인 SSCI(Social Sciences Citation Index), 그리고 예술·인문과학 분야 1,130 여종 연속 간행물 인용색인 DB인 A&HCI(Art & Humanities Citation Index)를 포함한다. WoS 데이터베이스에서 메타버스 키워드를 포함하는 모든 연구 결과들을 검색하였으며 검색, 다운로드된 연구 서지자료는 R version 4.1.2를 활용하여 데이터 처리하였다. 키워드 네트워크분석 및 연결중심성, 매개중심성 분석에는 KH Coder3와 R version 4.1.2를 이용하였다.

## IV. Result

### 1. Descriptive analysis

Web of Science 색인 학술지 게재 연구 결과들 중 Metaverse와 Metaverses 단어가 포함된 연구 결과물은 2000년~2022년 상반기까지 총 172편이 검색되었으며, 이들 연구문서의 유형은 Table 1과 같다. Proceedings Paper가 77편으로 전체 연구문서 중 가장 큰 비중인 44.77%를 차지하고 있으며, 그다음으로는 Article이 64편으로 37.21%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Document Types

Document Types	Record Count	Ratio (%)
Proceedings Papers	77	44.77
Articles	64	37.21
Editorial Materials	16	9.30
Early Access	11	6.40
Letters	7	4.07
Review Articles	6	3.49
Book Reviews	2	1.16
News Items	1	0.58
Total	172	100

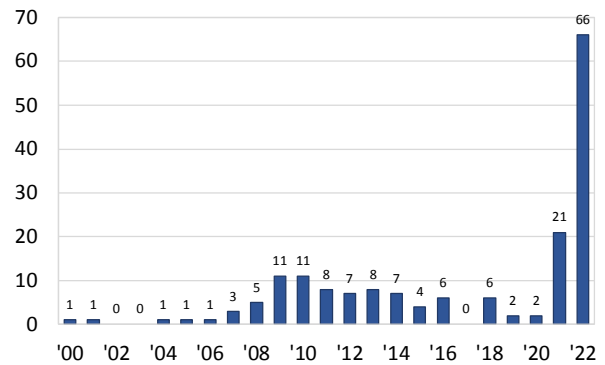


Fig. 1. Record Count of Publications by Year

Fig 1.은 연도별 발표 연구 편수를 그래프로 나타낸 것이다. 2000년에 메타버스 관련 첫 번째 연구 결과가 Web of Science 색인 학술지에 게재된 후, 2010년(11편)까지 증가하다가 이후 10년 정도, 즉 2020년까지 발표 편수가 감소하는 양상을 보였다. 하지만 2021년에 21편, 2022년 상반기에만 66편이 등재되는 등 최근 1년 반 동안 지금까지 연구의 50.6%가 등재되어, 최근 몇 년 동안 메타버스가 연구 주제로 새롭게 주목받고 있음을 보여준다. 또한 이것은 2000년~2020년과 2021년~2022년 상반기 두 기간 사이에 연구 동향 및 관련 주제가 크게 차이 날 수 있음을 암시한다.

Table 2는 메타버스 관련 연구들을 Web of Science 내 범주들로 구분한 것이며, Table 3은 일반적인 연구 분야 중 해당 연구들이 어디에 속하는지를 정리한 것이다(다 학제적 연구의 경우 여러 범주 및 여러 분야에 해당할 수 있어, 표 내의 연구 편수 총합은 172편보다 많음). Web of Science 범주로는 전기전자공학(Engineering Electrical Electronic) 분야 편수가 가장 많으며(52편 30.23%), 그다음으로는 컴퓨터과학(Computer Science) 분야 들 중 정보시스템(27.91%), 이론 방법론(22.67%), 인공지능(13.95%) 등에 관련된 연구들이 많은 부분을 차지하고 있다. 일반적인 연구 분야 분류에서도 컴퓨터과학 분야가 가장 높은 비율(58.72%)을 보이고 있으며, 공학(Engineering, 38.37%)과 텔레커뮤니케이션(12.79%) 분야가 그 뒤를 잇고 있다.

Table 2. Web of Science Categories

WoS Categories	Record Count	Ratio (%)
Engineering Electrical Electronic	52	30.23
Computer Science Information Systems	48	27.91
Computer Science Theory Methods	39	22.67
Computer Science Artificial Intelligence	24	13.95
Telecommunications	22	12.79
Computer Science Software Engineering	19	11.05
Computer Science Interdisciplinary Applications	16	9.30
Environmental Sciences	11	6.40
Computer Science Cybernetics	10	5.81
Green Sustainable Science Technology	9	5.23
etc.	148	86.04

Table 4는 Web of Science 색인 학술지에 등재한 연구자들의 소속 국가를 나타낸 것이다. 연구진이 2개국 이상의 연구자들로 구성된 경우, 대표 저자의 국가로 산정하였다. Table 4에서 볼 수 있는 것처럼, 우리나라 저자들의 연구 편수가 가장 많은 것으로(32편, 18.6%) 조사되었다. 두 번째로 많은 연구를 게재한 국가는 미국(24편, 13.95%)이며, 중국(22편, 12.79%)이 그 뒤를 잇고 있다. 우리나라 연구자들에 의해 발표된 32편의 연구 결과 중 26편(81.25%)이 최근 1년 반 동안(2021년~2022년 상반기)에 발표되었으며, 이것은 최근 1, 2년 동안 국내의 메타버스에 대한 관심도가 다른 국가/지역에 비해 상대적으로 더 급격하게 높아졌다는 것을 보여준다.

Table 3. Research Areas

Research Areas	Record Count	Ratio (%)
Computer Science	101	58.72
Engineering	66	38.37
Telecommunications	22	12.79
Science Technology Other Topics	13	7.56
Chemistry	11	6.40
Environmental Sciences Ecology	11	6.40
Business Economics	9	5.23
Education Educational Research	9	5.23
Physics	8	4.65
Materials Science	7	4.07
etc.	44	25.58

Table 4. Countries/Regions

Countries	Record Count	Ratio (%)
South Korea	32	18.60
USA	24	13.95
Peoples R China	22	12.79
Japan	8	4.65
France	6	3.49
Turkey	6	3.49
Italy	5	2.91
Spain	5	2.91
England	4	2.33
Australia	3	1.74
etc.	60	33.14

## 2. Keyword network analysis

앞 절 기본자료 분석 결과에서 살펴본 것처럼, 메타버스에 관련된 WoS 색인 학술지 연구 등재 양상은 2000년~2020년과 2021년~2022년 상반기 두 기간 사이에 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. Fig 2는 두 기간별로 키워드 동시 출현 네트워크(co-occurrence network)를 도시한 것이다. 해당 키워드들이 연구 결과물 내에 동시에 출현하는 빈도가 높을수록, 해당 키워드들은 높은 동시 출현성(co-occurrence) 값을 가지게 되는데, 본 연구에서는 자카드 유사도(Jaccard Similarity)를 이용하여 이를 측정하였다[15]. Fig 2에서 볼 수 있는 것처럼, 'Virtual Reality', 'Virtual Worlds', 'VR', 'MR' 등은 기간에 상관없이 동시 출현 빈도가 높게 나타났으나, 대부분 키워드의 동시 출현 양상이 기간별로 상당히 다르다는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과를 바탕으로 본 연구에서는 2000년~2020년과 2021년~2022년 상반기 두 기간으로 나누어 키워드 네트워크분석을 진행하였다.

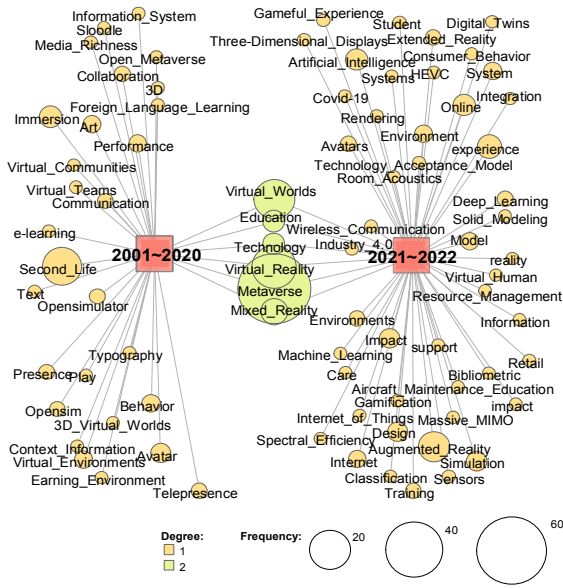


Fig. 2. Keyword Co-occurrence Network (2000~2020 vs 2021~2022.6.)

기간별로 연구 결과물 들 내 출현 빈도 상위 15개 키워드들을 정리하면 Table 5와 같다. 2000~2020년에는 ‘가상 세계(Virtual Worlds)’가 가장 자주 등장한 키워드인 것으로 나타났으며, 초기 메타버스의 예로 주로 언급되는 게임 명칭인 ‘Second Life’와 ‘OpenSimulator’ 가 그 뒤를 잇고 있다. 2021년~2022년 상반기에는 ‘가상현실(Virtual Reality)’, ‘증강현실(Augmented Reality)’ 및 ‘혼합현실(Mixed Reality)’ 등이 출현 빈도 상위를 차지하고 있어서, 이전 기간과는 달리 메타버스를 구현하는 실제 기술들에 관한 관심이 높아지고 있음을 보여주고 있다. 이와 함께 인공지능(Artificial Intelligence), 딥러닝(Deep Learning) 등의 키워드가 새롭게 등장하여, 최근 급격히 발전하고 있는 인공지능 관련 기술들이 메타버스 연구에도 연관되고 있음을 보여준다.

Table 5. Top 15 high occurrences keywords

Rank	2000~2020		2021~2022.6.	
	Keyword	Freq	Keyword	Freq
1	Virtual Worlds	25	Virtual Reality	21
2	Second Life	18	Augmented Reality	11
3	OpenSimulator	6	Experience	7
4	Art	4	Mixed Reality	6
5	Avatar	4	Environment	6
6	Immersion	4	Artificial Intelligence	5
7	Collaboration	3	Impact	5
8	Communication	3	Online	5
9	Education	3	Design	4
10	Mixed Reality	3	Simulation	4
11	Technology	3	System	4
12	Virtual Environments	3	Avatars	3
13	Virtual Reality	3	Deep Learning	3
14	3D	2	Education	3
15	3D Virtual Worlds	2	Extended Reality	3

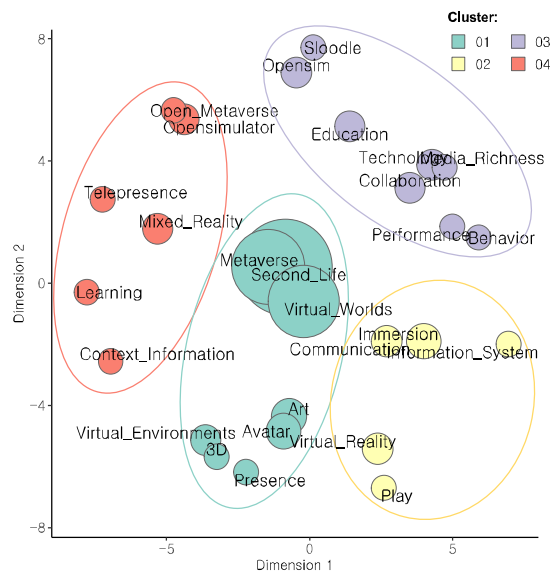


Fig. 3. Keyword MDS Map (2000~2020)

Fig 3은 2000~2020년 게재 연구들의 출현 빈도 상위 키워드들을 다차원 척도법(Multidimensional Scaling)을 이용하여 그룹화하고 도시한 것이다. 가장 많은 출현 빈도를 보이는 그룹에는 ‘Virtual Worlds’, ‘Second Life’, ‘Virtual Environment’ 등이 포함되어 있어서, 이 기간에는 가상 세계 및 환경과 메타버스의 활용 예로써 인터넷 기반의 게임 환경인 Second Life에 관련된 연구들이 주를 이루었던 것으로 보인다. 다른 그룹에는 ‘Education’과 ‘OpenSim’, ‘Slodde’ 등이 포함되어 있는데, Slodde는 웹 기반의 공개 소스(open-source) 학습 관리 시스템(LMS: learning management system)인 MOODLE을 3D 가상환경인 Second Life에 접목하고자 하는 프로젝트이다. 즉, 이 기간(2000~2020년)에 메타버스 내에 이러닝이 가능한 공간을 구축하고 이를 관리하는 3D LMS 및 교육 활용에 대한 연구주제들이 주요 이슈로 다루어져 왔음을 알 수 있다.

Fig 4는 2021~2022년 상반기까지 등재된 연구들의 출현 빈도 상위 키워드들을 다차원 척도법으로 그룹화하여 도시한 것이다. 가장 많은 출현 빈도를 보이는 그룹에는 ‘Virtual Reality’, ‘Augmented Reality’, ‘Mixed Reality’ 및 ‘Environment’, ‘Environment Design’ 등의 키워드가 포함되어 있다. 이것은 상기 기간에 가상현실, 증강현실, 혼합현실 기술 등을 이용하여 메타버스 가상환경을 제작, 디자인하는 것과 관련된 연구주제가 많은 관심을 받았음을 보여준다.

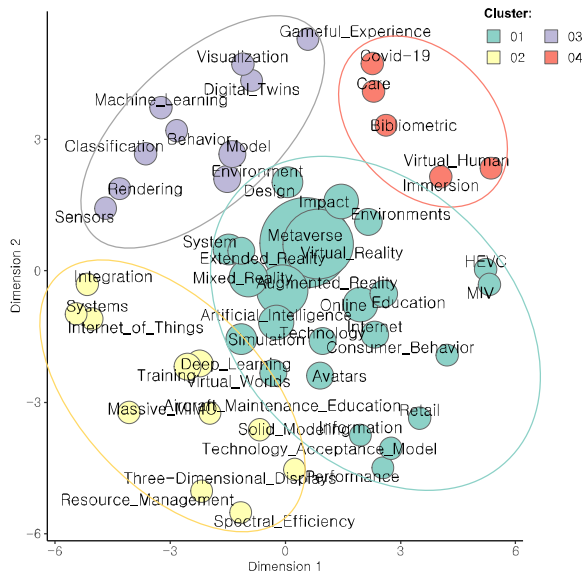


Fig. 4. Keyword MDS Map (2021~2022.6.)

Table 6은 2000~2020년 등재 연구 키워드 중 중심성 지표별로 상위 10개 키워드를 정리한 것이며, 이 동안의 키워드 네트워크를 나타내면 Fig 5와 같다. 상기 기간에는 ‘Communication’, ‘Performance’, ‘Virtual Worlds’, ‘Immersions’ 등의 키워드들이 매개 중심성 상위를 차지하고 있어, 가상환경과 관련된 의사소통, 성능, 몰입감 등이 다양한 연구들의 매개 역할을 한 것으로 판단된다.

Table 6. Keywords with Centrality (2000~2020)

	Rank	Keyword	Value
Betweenness Centrality	1	Communication	0.214
	2	Performance	0.210
	3	Virtual Worlds	0.131
	4	Immersions	0.128
	5	Collaboration	0.126
	6	Education	0.113
	7	Virtual Reality	0.105
	8	Art	0.095
	9	Presence	0.084
	10	Behavior	0.055
Degree Centrality	1	Art	0.310
	2	Avatar	0.276
	3	Virtual Reality	0.241
	4	Behavior	0.241
	5	Performance	0.241
	6	Collaboration	0.207
	7	Education	0.207
	8	Technology	0.207
	9	Media Richness	0.207
	10	Virtual_Teams	0.207

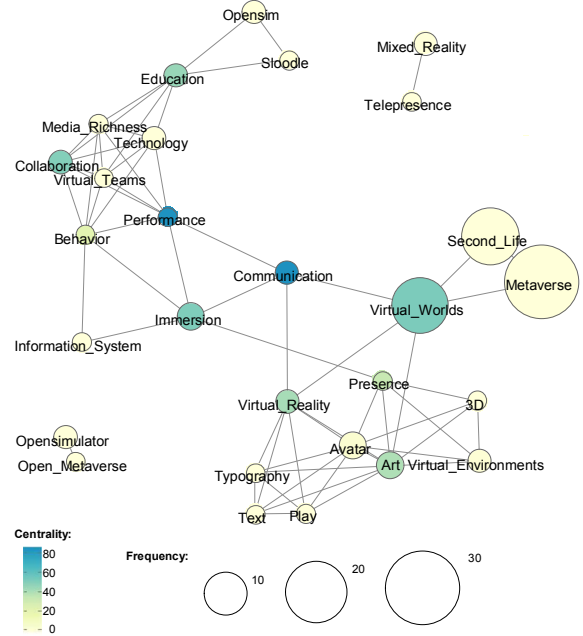


Fig. 5. Keyword Network (2000~2020)

연결중심성 상위에는 ‘Art’, ‘Avatar’, ‘Virtual Reality’, ‘Behavior’ 등의 키워드들이 포함되어 있어서, 이들 키워드와 관련된 연구들이 2000~2020년 기간에 인기 있는 연구 주제로 중심적 역할을 하였음을 보여준다.

2021~2022년 상반기 등재 연구 키워드 중 중심성 지표별로 상위 10개 키워드를 정리하면 Table 7과 같으며, Fig 6은 이 기간의 연구 키워드 네트워크를 도시한 것이다.

Table 7. Keywords with Centrality (2021~2022.6.)

	Rank	Keyword	Value
Betweenness Centrality	1	Extended Reality	0.219
	2	Solid Modeling	0.187
	3	Information	0.111
	4	Internet	0.091
	5	Technology	0.091
	6	Consumer Behavior	0.089
	7	Three-Dimensional Displays	0.083
	8	Technology Acceptance Model	0.070
	9	Virtual Worlds	0.067
	10	Environments	0.061
Degree Centrality	1	Solid Modeling	0.196
	2	Three-Dimensional Displays	0.176
	3	Deep Learning	0.157
	4	Extended Reality	0.157
	5	Information	0.157
	6	Training	0.137
	7	Classification	0.137
	8	Technology Acceptance Model	0.137
	9	Aircraft Maintenance Education	0.118
	10	Industry 4.0	0.118



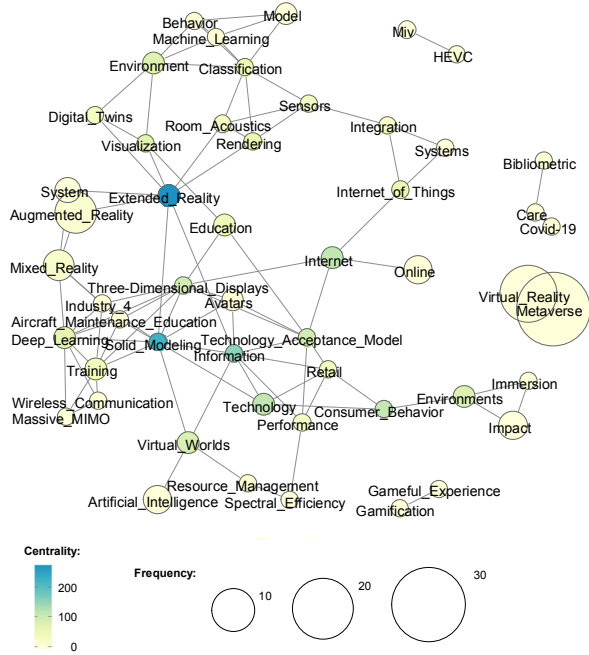


Fig. 6. Keyword Network (2021~2022.6.)

이 기간에는 ‘Extended Reality’, ‘Solid Modelling’ 등의 키워드들이 매개 중심성과 연결 중심성 상위를 차지하고 있으며, ‘Three-Dimensional Displays’와 ‘Deep Learning’이 연결중심성 상위에 포함되어 있다. 즉, 이전 기간에 중심성 상위에 포함되었던 가상현실(VR)을 포함하여 증강현실(AR) 등, 혼합현실(MR) 등을 망라하는 확장현실(XR)과 이들의 3D 표현에 직접적 역할을 하는 Solid Modelling이 다양한 연구의 중심 역할과 매개 역할을 하는 것으로 나타났다. 이와 함께 최근 다양한 분야에 활용되고 있는 머신러닝 기법인 딥러닝이 메타버스 연구 분야에서도 연구의 중심적 역할을 하고 있는 것으로 보인다.

## V. Conclusions

4차 산업혁명과 COVID-19 팬데믹을 거치면서 메타버스가 큰 주목을 받고 있으며, 최근 몇 년간 이와 관련된 많은 연구 결과들이 발표되고 있다. 본 연구에서는 메타버스 관련된 국제 연구 동향을 파악하기 위하여 Web of Science 색인 학술지에 등재된 연구 결과들을 대상으로 키워드 네트워크분석과 다차원 척도 분석을 시행하였다. 메타버스 관련 키워드들을 통해 검색 및 분석된 연구 결과물은 2000~2022년 상반기 동안 총 172편이며, Proceedings Paper(44.77%)와 Article(37.21%)이 대부분을 차지하고 있다. 이들 연구 결과들에 대한 분석 결과

를 정리하면 다음과 같다. 첫째, WoS 범주 상 전기 전자공학(Engineering Electrical Electronic) 분야의 등재 편수가 가장 많으며(30.23%), 그다음으로는 컴퓨터과학(Computer Science) 분야 내의 정보시스템(27.91%), 이론 방법론(22.67%), 인공지능(13.95%) 등에 관련된 연구들이 주로 발표된 것으로 파악되었다.

둘째, 연구자 소속별로는 우리나라 연구자들이 가장 많은 연구 결과를 발표하였으며(18.6%), 미국(13.95%), 중국(12.79%)이 그 뒤를 잇고 있다.

셋째, 2020~2022년 상반기까지 메타버스 관련 연구의 50.6%가 등재되어 최근 1년 반 동안 메타버스가 연구주제로 새롭게 주목받고 있음을 보여주며, 키워드 동시 출현 양상이 2000년~2020년과 2021년~2022년 상반기 두 기간 간에 큰 차이를 보인다.

넷째, 2000~2020년에는 ‘가상세계(Virtual Worlds)’, 및 게임 ‘Second Life’와 ‘OpenSimulator’ 등 키워드들의 출현 빈도가 높았으며, 2021년~2022년 상반기에는 ‘가상현실(Virtual Reality)’, ‘증강현실(Augmented Reality)’ 및 ‘혼합현실(Mixed Reality)’ 등이 출현 빈도 상위를 차지하고 있어서, 이전 기간과는 달리 메타버스를 구현하는 실제 기술들에 관한 관심이 높아지고 있음을 보여준다.

다섯째, 2000~2020년 기간에는 ‘Communication’, ‘Performance’, ‘Virtual Worlds’, ‘Immersion’ 등의 키워드들이 매개 중심성 상위를 차지하고 있어, 가상환경과 관련된 의사소통, 성능, 몰입감 관련 주제들이 다양한 연구들의 매개 역할을 한 것으로 판단된다. 연결중심성 상위에는 ‘Art’, ‘Avatar’, ‘Virtual Reality’, ‘Behavior’ 등의 키워드들이 포함되어 있어서, 이들 키워드와 관련된 연구들이 이 기간에 인기 있는 연구 주제로 중심적 역할을 하였음을 보여준다. 2021~2022년 기간에는 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 혼합현실(MR) 및 확장현실(XR)과 이들의 3D 표현에 직접적 역할을 하는 Solid Modelling 관련 주제들이 다양한 연구들의 중심 역할과 매개 역할을 하는 것으로 파악되었다.

본 연구는 최근 주목받고 있는 메타버스 관련 글로벌 연구 동향 및 추이를 정량적, 거시적으로 분석하고자 하였다. 실무적 측면에서 본 연구는, 최근 갑작스럽게 등장하여 많은 관심을 촉발하고 있지만, 아직 정의와 관련 산업의 범주가 명확히 규정되지 않은 메타버스 분야에서 현재까지 전 세계적으로 관심의 중심이 되어온 주제, 세부 분야 및 이들 간의 관계를 정량적, 시각적으로 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 이를 통해 향후 메타버스 관련 세부 산업 분야들의 동향 예측을 가능하게 하며, 관련 정책을

수립하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

학문적인 의의는 연구자들에게 메타버스에 관련하여 주목받고 있는 주제, 키워드 및 주제 간 상호연관성에 대한 정보를 주관적인 분석이 아닌 정량적 분석에 의한 객관적 자료 형태로 제공함으로써, 향후 새로운 연구주제와 키워드를 파악, 창출하는 데 도움을 줄 수 있다는 점이다. 메타버스 분야의 경우 인접 학문 분야뿐만 아니라 타 학문 분야 간의 학문 간 융합이 중요한 역할을 하는 것으로 판단되는데, 본 연구에서 제시한 키워드 간의 조합은 새로운 연구주제와 연구 분야에 대한 아이디어를 만들어 내는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점 및 이를 바탕으로 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 WoS에 등재된 학술지 내의 연구 결과들을 대상으로 하였으나, 추후 Scopus 등재 연구 결과물 및 국내 연구 결과들에 대한 키워드 네트워크분석을 통한 연구 동향 비교분석이 이루어진다면, 좀 더 전반적인 관점에서의 연구 결과가 도출될 것으로 기대된다. 둘째, 본 연구에서는 연구 결과물들의 키워드를 대상으로 빈도분석, 다차원 척도법 및 매개, 연결중심성을 이용한 네트워크분석을 시행하였다. 키워드뿐만 아니라 초록과 내용 등 다양한 텍스트 유형을 대상으로 근접중심성과 고유벡터, 토픽 모델링(topic modelling) 등의 방법론을 추가한다면 좀 더 다각적인 측면에서 메타버스 연구를 이해하는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

## ACKNOWLEDGEMENT

This paper was supported by the Sehan University Research Fund in 2022.

## REFERENCES

- [1] H. Y. Yun, J. Lee, and Y. H. Young, "A Preliminary Study on Concept and Types of Metaverse : Focusing on the Possible World Theory," Association of Humanities Contents, No. 62, pp. 57-80, Sep 2021. DOI: 10.18658/humancon.2021.09.57
- [2] K. G. Kim, "Metaverse," PlanB Design, 2020.
- [3] McKinsey & Company, "Value creation in the metaverse - The real business of the virtual world," McKinsey & Company, 2022.
- [4] N. Stephenson, "Snow Crash," New York: Bantam Books, 1992.
- [5] Second Life, <https://secondlife.com/>

- [6] Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/professional/blog/metaverse-may-be-800-billion-market-next-tech-platform/>
- [7] JTBC, [https://news.jtbc.co.kr/article/article.aspx?news\\_id=N B12043536](https://news.jtbc.co.kr/article/article.aspx?news_id=N B12043536)
- [8] J. M. Smart, J. Cascio, and J. Paffendorf, "Metaverse roadmap overview," CA: Acceleration Studies Foundation, 2007.
- [9] J. I. Sun, and C. B. Ham, "Metaverse Cinema as a Cinematic Relocation," CoFiS, Vol. 18, No. 2, pp 263-285, Jun 2022. DOI: 10.15751/cofis.2022.18.2.263
- [10] M. Callon, J. P. Courtial, and F. Laville, "Co-word Analysis as a Tool for Describing the Network of Interactions Between Basic and Technological Research: The Case Of Polymer Chemistry," Scientometrics, Vol. 22, pp. 155-205, Sep 1991. DOI: 10.1007/BF02019280
- [11] J. Y. Lee, and P. S. Jang, "Study on Research Trends in Airline Industry using Keyword Network Analysis: Focused on the Journal Articles in Scopus," Journal of Korea Convergence Society, Vol. 8, No. 5. pp. 169-178. May 2017. DOI: 10.15207/JKCS.2017.8.5.169
- [12] J. W. Lee, "Forecasting Open Government Data Demand Using Keyword Network Analysis," Informatization Policy, Vol. 27, No. 4, pp. 24-46, Dec 2020. DOI: 10.22693/NIAIP.2020.27.4.024
- [13] S. H. Shin, "Computation Journalism," Communication Books, 2016.
- [14] B. S. Kim, M. W. Jeong, and D. B. Shin, "Global Research Trends on Geospatial Information by Keyword Network Analysis," Spatial Information Research, Vol. 23, No. 1, pp. 69-77. Feb 2015. UCI : G704-000574.2015.23.1.007
- [15] Y. H. Kim, "Social Network Analysis," Parkyoungsa, 2016.

## Authors



Phil-Sik Jang received the B.E. degree in Naval Architecture from Seoul National University in 1990 and received M.S. and Ph.D. degrees in Industrial Engineering from KAIST in 1992 and 1998, respectively.

Dr. Jang joined the faculty of the School of Computer Science at Sehan University, Korea, in 1997. He is currently a Professor in the Dept. of Air Transportation and Logistics, Sehan University. He is interested in HCI, metaverse and bigdata analysis.