

메타버스 산업 생태계: 키워드 및 스타트업 네트워크 분석

백춘삼¹ · 유명상² · 이학연^{3*}

¹서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 / (주)삼성SDS

²서울과학기술대학교 데이터사이언스학과

³서울과학기술대학교 산업공학과

The Metaverse Industry Ecosystem: A Keyword and Startup Network Analysis

Choonsam Beack¹ · Myeongsang Yoo² · Hakyon Lee³

¹The Graduate School of Public Policy and Information Technology, Seoul National University of Science and Technology / Cloud Service Business Division, SAMSUNG SDS Co., Ltd.

²Department of Data Science, Seoul National University of Science and Technology

³Department of Industrial Engineering, Seoul National University of Science and Technology

This study examines the ecosystem of global metaverse startups using Crunchbase data. Data on 1,873 metaverse-related startups were collected from Crunchbase, and keywords were extracted by applying the fine-tuned T5 Transformer to the startups' full descriptions. These keywords were then used to construct two distinct networks: a keyword network and a startup network. Both networks were clustered using the Paris algorithm to identify the products/services and industrial ecosystem of Metaverse startups. The 10 clusters of the keyword network were classified into three categories: metaverse application services, essential technology, and additional supporting services. This categorization provides insights into the current focus areas and potential future directions of product and service development within the metaverse industry. The 12 clusters of the startup network were evaluated based on the scale of funding amount from industries and major companies to identify the investment ecosystem of the metaverse industry. The findings obtained from both network analyses can serve as directions to formulate robust investment and technology strategies in the rapidly evolving metaverse industry.

Keywords: Metaverse, Industrial Ecosystem, Crunchbase, Startup, Network Analysis, Co-word Analysis

1. 서론

메타버스는 3D 기반의 현실 세계(Real World)와 분리된 가상 세계(Virtual World)로, 가상 자산/화폐와 같은 콘텐츠와 실감 경험을 구현하는 소프트웨어 및 HMD(Head-Mounted Display)와 같은 디바이스와 인프라를 기반으로 하며, 증강 현실

(augmented reality), 라이프로그(lifelogging), 가상 세계(virtual worlds) 및 거울 세계(mirror worlds)와 같은 다양한 서비스 시나리오를 제공한다(Stephenson, 1992; Smart *et al.*, 2007; Beack *et al.*, 2023). 특히, 코로나 팬데믹 이후 비대면 활동이 증가하면서 메타버스에 대한 관심이 더욱 높아졌다. 메타버스는 차세대 인터넷으로써 현실과 가상의 융합을 통해 새로운 형태의

이 연구는 한국연구재단의 이공분야기초연구사업(기본연구)의 지원을 받아 수행되었음 (NRF-2021R1F1A1045787).

* 연락저자 : 이학연 교수, 01811 서울시 노원구 공릉로 232 서울과학기술대학교 프론티어관 607호, Tel : 02-970-6469, Fax : 02-974-2849,

E-mail : hylee@seoultech.ac.kr

2024년 7월 22일 접수; 2024년 9월 3일 게재 확정.

상호작용을 가능케 하여 교육, 비즈니스, 엔터테인먼트 등 다양한 영역에서 혁신을 일으킬 것으로 전망되었다(Shi *et al.*, 2022).

하지만, 2021년 메타버스에 대한 관심과 기대가 최고조에 달했던 시기를 지나 현재는 관심이 급격하게 하락하는 현상을 보여주고 있다(Sun *et al.*, 2023; Osivand, 2021; Park *et al.*, 2022). 이러한 관심과 기대의 하락은 메타버스뿐 아니라 다양한 신기술 기반의 서비스가 주류시장에 진입하는 과정에서 겪게 되는 보편적 현상이며, 이 기간에는 초기 서비스 개발 및 제공 기업들이 도태되고 기존의 서비스와 차별화된 새로운 서비스와 비즈니스 모델을 제시하는 스타트업들이 활발하게 등장하게 된다(Geoffrey and Regis, 1991; Park *et al.*, 2022). 글로벌 메타버스 스타트업에 대한 투자 규모는 메타버스에 대한 관심과 기대가 최고조에 달한 2021년 전후로 급증하였고 이후로도 증가 추세를 나타내고 있으며, 메타버스 스타트업들에 대한 투자의 증가는 기존의 틀을 깨고 새로운 기술과 서비스를 개발하는 스타트업의 활동을 유발하여 메타버스 기술의 발전과 산업(industry)의 성장을 이끌 것으로 예상된다(Medium, 2022; Ehsan, 2021; Khavrova and Pluzhnikova, 2021). 따라서 메타버스 스타트업들의 기술과 서비스 개발에 대한 연구를 통해 향후 급격한 성장이 예상되는 메타버스 산업의 성장의 방향성을 파악하는 것이 필요하다.

메타버스 관련 기존 연구로는 메타버스의 개념, 특징 및 기술 구조에 대한 연구들이 활발하게 진행되었으며(Ball, 2021; Park *et al.*, 2021; Cheng *et al.*, 2022; Shi *et al.*, 2022; Beack *et al.*, 2023), 최근에는 메타버스 산업 생태계에 대한 연구도 증가하고 있다(Radoff, 2021; Mudrick, 2021; Lee *et al.*, 2021; Schmitt, 2022; Zhou, 2022; Bhatia and Joshi, 2023; Huang, 2023). 그러나 기존 메타버스 산업 생태계 연구는 데이터와 연구 방법론 측면에서 한계를 보인다. 대부분의 연구가 논문, 특허, 또는 일부 기업의 제한된 데이터에 의존하여 메타버스 산업 전반을 포괄하지 못하였으며, 객관적이고 실증적인 분석 대신 연구자의 주관적 해석에 치중하는 경향이 있었다. 이로 인해 메타버스 산업의 미래 성장 방향을 제시하는 데 어려움이 있었다.

이에 본 연구에서는 글로벌 스타트업들의 방대한 투자 및 기업 정보를 제공하는 크런치베이스(Crunchbase) 데이터를 활용하여 네트워크(사회연결망) 분석 기법을 적용함으로써 글로벌 메타버스 스타트업의 제품/서비스 및 산업 구조를 체계적으로 분석하고자 하며, 이를 통해 메타버스 산업 생태계를 실증적으로 제시하고자 한다. 이를 위해, 크런치베이스로부터 추출한 메타버스 스타트업들에 대한 데이터를 분석하여 주요 키워드를 도출한 뒤, 제품/서비스 분석을 위한 키워드 네트워크 분석을 수행하여 메타버스 스타트업이 개발 중인 제품과 서비스를 도출하고, 이를 바탕으로 메타버스 기술 개발의 방향성을 도출한다. 동시에, 산업 구조 및 투자 분석을 위해서는 스타트업 네트워크 분석을 수행하여 메타버스 주요 산업을 도

출하고 생태계 및 산업별 투자 동향을 파악한다.

이후 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 메타버스 생태계 분석에 대한 선행 연구를 살펴보고, 제3장 연구 방법에서는 연구 프레임워크, 데이터 수집 및 처리, 네트워크 구축 및 클러스터링 과정을 설명한다. 제4장과 제5장에서는 키워드 네트워크와 스타트업 네트워크를 구축하고 클러스터링 함으로써 메타버스 스타트업들이 집중하고 있는 제품/서비스 및 산업을 도출함으로써 향후 메타버스 산업의 혁신의 방향성을 제하하고자 한다. 마지막으로 제6장 결론에서는 연구의 성과 및 의미를 기술하고 한계점 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 선행 연구

메타버스는 새로운 기술들로 구현됨에 따라 많은 가능성과 도전 과제가 동시에 존재한다(Cheng *et al.*, 2022). 따라서 메타버스를 구성하는 요소들에 대한 이해는 향후 메타버스의 확장과 발전에 필수적이며, 메타버스의 기술 구조에 대한 연구가 활발하게 진행되었다. Ball(2021)은 메타버스를 hardware, compute, networking, virtual platforms, interchange tools & standards, payment services, content/service/assets, user behavior의 8가지 기술 요소로 계층화된 구조를 제시하였다. Park *et al.*(2021)과 Cheng *et al.*(2021)은 메타버스의 기술 프레임워크를 2개 영역(application 및 technologies) 또는 3개 영역(hardware, software 및 contents)으로 분류하고, 각 영역에 포함되는 요소 기술들을 제시하였다. 또한, Shi *et al.*(2022)와 Beack *et al.*(2023)은 기존 연구들보다 체계적인 메타버스 기술 구조를 제시하였는데, Shi *et al.*(2022)는 메타버스 실감 경험 구현을 위한 4개의 핵심 요소(pillars)를 제안하였고, Beack *et al.*(2023)은 특허 데이터를 바탕으로 토픽 모델링을 통해 4개의 구성 계층과 각 계층별 요소 기술을 도출하였다.

그러나 기존의 메타버스 기술 구조에 대한 연구들은 기술적 측면에 중점을 두어 메타버스 산업 생태계를 분석하는 데 한계가 있었다. 최근에는 초기 메타버스 연구를 넘어 메타버스 산업 생태계에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(<Table 1>). Radoff(2021)는 메타버스 생태계를 experience, discovery, creator economy, spatial computing, decentralization, human interface 및 infrastructure의 7계층으로 분류하여 계층별 역할과 관련 기업 생태계를 기술하였으며, Mudrick(2021)은 메타버스 생태계를 avatar, user interface & immersion, economy 및 social tech로 분류하고, 각 분야별 주요 제품/서비스 및 제공 기업들을 제시하였다. Schmitt(2022)와 Lee *et al.*(2021)는 메타버스 생태계와 함께 구성 기술을 제시하였는데, 이들은 공통적으로 avatar, content creation 및 virtual economy를 생태계 요소로, AI, blockchain, edge computing 및 extended reality를 구성 기술로 언급하였다. 추가적으로 특정 산업에서 메타버스 생태계를 연구한 사례들도 존재한다. Zhou(2022)는 교육 분야에서 메타버스 활

Table 1. Previous Research related to Metaverse Industry Ecosystem

Category	Researchers	Proposed Metaverse Industry Ecosystem
Overall Industry	Radoff (2021)	Proposed 7 layers of the Metaverse - experience, discovery, creator economy, spatial computing, decentralization, human interface, infrastructure
	Mudrick (2021)	Explained the Metaverse ecosystem from three major perspectives - Metaverse gateways: centralized, decentralized - Key components: Avatar, user interface & immersion, economy, social tech - Infrastructure: cloud, visualization & digital twin, AI, decentralized infra, network, adtech
	Lee <i>et al.</i> (2021)	Proposed Metaverse ecosystem and technology - Ecosystems: avatar, content creation, virtual economy, security & privacy, social acceptability, trust & accountability - Technologies: AI, blockchain, computer vision, network, edge computing, user interactivity, extended reality, IoT & robotics
	Schmitt (2022)	Proposed Metaverse ecosystem and technology - Ecosystem: enterprise and consumer use cases, content creation, virtual economy, avatars - Technologies: extended reality(VR/AR), user interfaces, AI, blockchain, edge computing
Specific Industry	Zhou (2022)	Defined the concept of Edu-Metaverse and its key elements - Key elements of the Smart Education Ecosystem: resource, interaction, space, collaboration - Technologies: AI, VR, AR, IoT, cloud computing, blockchain
	Bhatia and Joshi (2023)	Presented how the Metaverse will advance the healthcare industry - Key applications: telemedicine, medical education and training, gamification of healthcare - Technologies: AR/VR, AI, blockchain, IoT - Challenges in the ecosystem: data security, cost and accessibility, legal and regulatory barriers
	Huang (2023)	Analyzed the impact of the Metaverse on the manufacturing ecosystem - Integration of virtual and physical realities, decentralization and enhanced collaboration, digitalization and productivity enhancement, consumer experience and market adaption, economic benefits and policy implications

용과 기업 생태계를 분석하였으며, Bhatia and Joshi(2023)는 헬스케어 분야에서 메타버스 기술의 적용과 생태계 구성을 제시하였다. Huang(2023)은 제조업 분야에서 메타버스 기술을 활용한 기업 활동의 개선과 발전 방향을 제시하였다.

선행 연구들은 활용 데이터와 적용된 연구 방법론 측면에서 메타버스 산업 생태계에 대한 실증적 연구로서 한계가 있다. 첫째, 데이터 측면에서 기존 연구들은 논문, 특허 또는 일부 기업 데이터에 의존하여 최근 급성장하고 있는 메타버스 스타트업들을 포함한 메타버스 산업 전반의 포괄적 생태계를 제시하지 못했다. 논문이나 특허 데이터는 빠르게 변화하는 스타트업들의 최신 동향을 반영하기 어려우며(Wang and Hagedoorn, 2014), 일부 기업 데이터만으로는 메타버스 산업 전체의 생태계 변화 방향성을 도출하기에는 부족하다. 둘째, 연구 방법론 측면에서 선행 연구들은 연구자의 주관적 해석에 의존하여 기업의 개발 동향을 분석했기 때문에, 실증적 연구로서의 의미가 제한적이다. 연구자의 주관적 해석은 편향이나 왜곡의 위험을 초래할 수 있기 때문에, 객관적이고 체계적인 분석 방법론 적용이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 선행 연구와 차별화된 메타버스 산업 생태계 분석을 위해, 글로벌 메타버스 스타트업에 대한 방대한 정보를 제공하는 크런치베이스 데이터

를 활용하고, 연구 방법론으로는 네트워크 분석 기법을 적용하여 객관적이고 실증적인 메타버스 산업 생태계를 도출하고자 한다. 이를 통해 메타버스 산업 생태계 내 스타트업들이 개발하고 있는 최신 제품/서비스를 파악하고, 메타버스 산업을 분류하며 산업별 투자 현황과 각 분야별 주요 기업들을 도출함으로써 메타버스의 향후 혁신과 변화 방향성을 제시하고자 한다.

3. 연구 방법

3.1 연구 프레임워크

연구 프레임워크는 <Figure 1>과 같다. 데이터 수집 및 처리 단계에서는 수집된 데이터를 전처리하고 키워드를 추출하여 스타트업-키워드 매트릭스(Startup-Keyword Matrix)를 생성한다. 데이터는 글로벌 스타트업에 대한 설명, 임직원, 투자자, 펀딩 규모/라운드 등 포괄적인 정보를 제공하는 크런치베이스로부터 획득하였다. 네트워크 분석 단계는 키워드 네트워크와 스타트업 네트워크로 세분화하여 진행함으로써 메타버스 스타트업의 제품/서비스 및 산업/투자 분석을 통해 메타버스 스

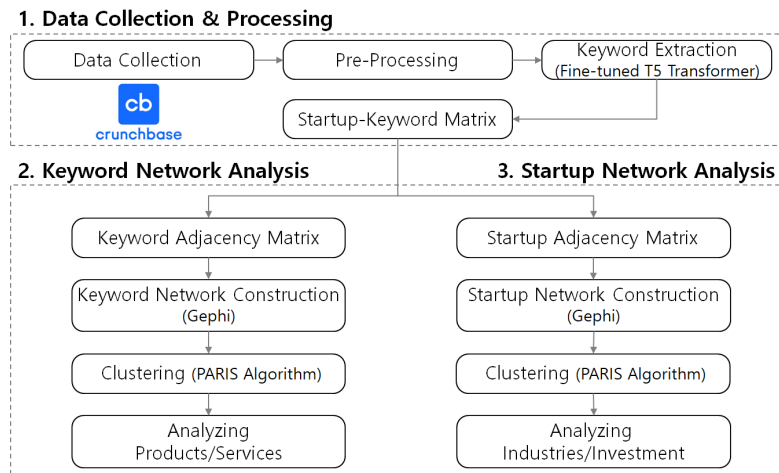


Figure 1. Research Framework

타트업들의 생태계를 분석하였다.

네트워크 분석을 위해 데이터 수집 및 처리 단계에서 생성한 스타트업-키워드 매트릭스를 이용하여 키워드와 스타트업의 연관행렬(adjacency matrix)을 도출하고, 네트워크 데이터에 대한 시각적 분석 도구인 게피(Gephi 0.10.1) 오픈 소스 프로그램을 이용하여 네트워크를 구축한 후 패리스(PARIS, Pairwise AgglomeRation Induced by Sampling) 알고리즘을 이용하여 계층적 군집화(hierarchical clustering)를 수행하였다. 키워드 네트워크 클러스터들을 이용하여 메타버스 스타트업들이 개발하고 있는 제품/서비스를 분석하였으며, 스타트업 네트워크 클러스터를 기반으로 산업별 스타트업 활동 및 투자 현황을 분석하였다.

3.2 데이터 수집 및 처리

크런치베이스에 등록된 2013년부터 2022년까지 설립된 메타버스 스타트업의 기업정보를 추출하였다. 크런치베이스는 기업에 대한 설명(full description), 재무 정보(financial), 기술(technology), 소식(signal & news) 및 동종 기업(similar company) 등의 정보를 제공한다. 메타버스 스타트업 데이터 추출에 사용된 검색 키워드는 메타버스 가상 세계를 나타내는 “metaverse”, “virtual world” 및 “virtual environment”를 사용하였다(Stephenson, 1992; Smart *et al.*, 2007).

검색결과 총 1,873개 스타트업의 데이터를 크런치베이스로부터 추출하였으며, <Figure 2>는 연도별 신규 설립된 메타버스 스타트업 수의 추이를 나타낸다. 2013년 이후 지속적으로 증가 추세를 나타내고 있으며, 2018년부터 신규 설립된 스타트업이 급격하게 증가하였고 메타버스에 대한 관심과 기대가 최고조에 달한 2021년에 가장 많은 578개 스타트업이 설립되었다. 이후, 메타버스에 대한 관심이 줄어드는 현상과 함께 신규 설립된 메타버스 스타트업의 수도 감소하는 추세로 변화하였다.

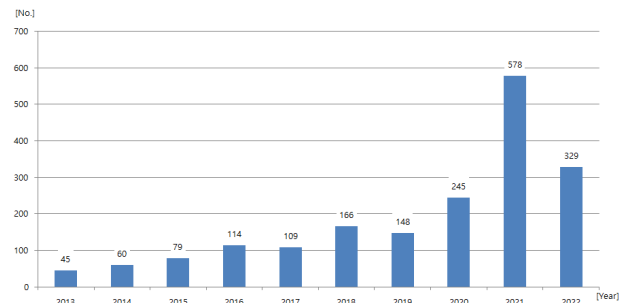


Figure 2. Number of Metaverse Startups Founded (Total 1,873 Startups)

<Figure 3>은 추출된 1,873개 스타트업 데이터로부터 키워드를 추출하는 과정을 나타낸다. 키워드 추출은 획득된 개별 스타트업에 대한 설명에 포함된 텍스트로부터 핵심 단어나 어구를 선별하여 데이터화하는 과정으로 기업 설명에는 기업이 지향하는 비즈니스 방향, 개발 중이거나 서비스 중인 제품/서비스 및 소속된 산업 등 다양한 정보를 포함하고 있다. 데이터 전처리를 위해 우선 수집된 데이터에 대해 결측치(missing values)와 반복값(duplicates)을 제거하는 전처리(pre-processing)를 수행하였다. 본 논문에서는 자유로운 형식으로 작성된 도메인 특화 용어의 출현이 빈번한 스타트업의 설명 정보에서의 키워드 추출(keyword extraction)을 위해 구글(Google)에서 개발한 자연어 처리 모델인 T5(Text-To-Text Transfer Transformer)를 파인튜닝한 keyphrase transformer를 사용하였다. T5 모델은 언어를 Text-To-Text 형식으로 변환하는 프레임워크를 도입하여 텍스트 요약, 질문 응답 및 텍스트 분류 등 다양한 자연어 처리 작업에서 최적의 성능을 나타낸다(Raffel *et al.*, 2020). Fine-tuned T5 keyphrase transformer는 T5 모델에 대해 500,000개의 데이터셋을 이용하여 텍스트 말뭉치(corpus)에서 중요한 구문을 추출하도록 미세 조정되었으며, 특정 n-그램 관련 입력이 필요 없고 유니그램, 빅그램, 트라이그램을 자동으로 추출하는 특징을 보유하고 있다. 다음으로 각 단어의 원형을 복원

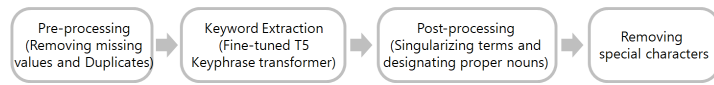


Figure 3. Data Preprocessing and Keyword Extraction

Table 2. Keyphrases of Metaverse Startups (Partial)

Startup	Keyphrases
MetaX	gpu, heterogeneous computing, artificial intelligence, energy efficiency, computing power requirements, software stack, shanghai, wholly-owned subsidiaries, r&d centers
Varjo	vr/xr, mixed reality, virtual reality, recreating the exact feeling and conditions of real life, aston martin, www.varjo.com
Lootmogul	sports metaverse, blockchain games, irl prizes, digital asset management, gaming
Zegocloud	audio and video, real-time, network transmission, voice and video interaction, bridge, forge links, audio and video solutions, zegocloud, real-time communication, ai, rti, mobile web, metaverse
Wirex	digital payments, crypto-enabled card, esoteric world, digital currency, cryptocurrencies, digital asset management, mobile app, mobile banking, currency exchange, crypto transfer, wirex, regional regulations, licensing, utility token, wxt, cryptoback, metaverse, defi, nereus, digital commerce, cashless society
Hadean	web 3.0, metaverse, cloud computing, distributed computing, virtual worlds, digital reality, scale, www.hadean.com
Xmov	3d virtual content production, mofa technology, virtual world infrastructure, virtual world, self-developed computer graphics, e-commerce, multi-dimensional layout
Parametrix.ai	game ai, virtual reality, artificial intelligence, machine learning, reinforcement learning, large system engineering, bot, parametrix ai
Lisuan Technology	graphics rendering, gpu, self-developed architecture, intellectual property rights, e-sports, display acceleration, metaverse, vr/ar, professional design
Marvrus	metaverse, emotion ai, xr/vr, affective computing, metaverse-based education platform, metaverse services, marvrus emotion engine, biometrics, user experience

하여 여러 가지 단수 및 복수 형태의 단어를 단수 형태로 통일 시키고 고유명사로 지정하는 후처리(post-processing)를 수행하였다. 마지막으로 a, an, the 등과 같은 관사나 in, on, by 등과 같은 특수문자를 제거하였다.

<Table 2>는 데이터 수집 및 처리 과정의 결과물인 스타트업별 keyphrase의 일부를 보여준다. 스타트업의 특성을 반영할 수 있는 다양한 keyphrase들이 추출된 것을 확인할 수 있으며, 여러 스타트업에서 중복 출현한 keyphrase들을 이용하여 스타트업-키워드 행렬을 구축한다.

3.3 네트워크 구축 및 클러스터링

<Figure 4>는 네트워크 구축 세부 과정을 도식화한 그림이다. 우선 3.2절에서 설명한 바와 같이 수집된 크린치베이스 데이터를 전처리하여 스타트업-키워드 행렬을 생성한다. 스타트업-키워드 행렬 (A)의 행(row)은 개별 스타트업을, 열(column)은 추출된 키워드를 나타내며, 각 키워드가 스타트업 설명에 포함되었는지 여부를 이진값(binary)으로 표현한 행렬이다. 이렇게 생성된 스타트업-키워드 행렬 (A)을 이용하여, 키워드 네

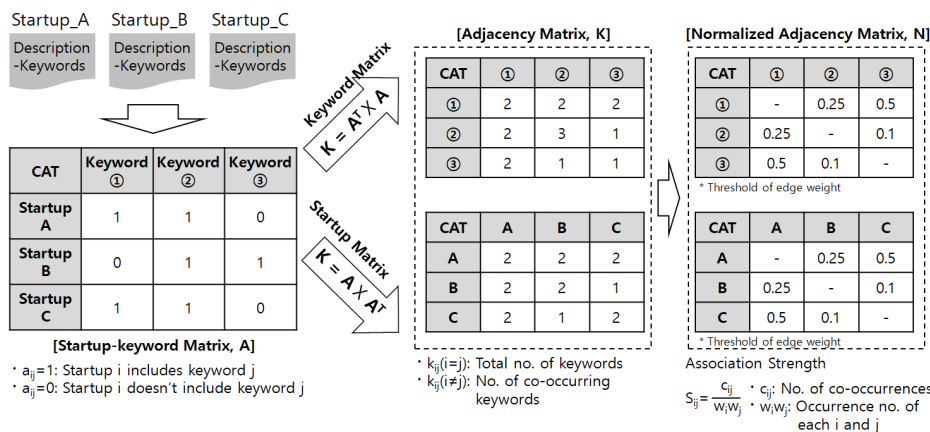


Figure 4. Process of Network Construction

트위크 분석을 위한 인접행렬(adjacency matrix, K)을 생성한다. 이때, 인접행렬 (K)은 스타트업-키워드 행렬(A)과 그 전치행렬(transpose matrix)의 곱셈 연산을 통해 도출되며, 행과 열이 같을 경우에는 전체 키워드 수가 값으로 부여되고, 행과 열이 다를 경우에는 동시 출현한 키워드 수가 값으로 부여된다. 인접행렬 (K)을 구한 이후에는, 키워드와 스타트업 두 가지 네트워크 구축을 위한 분리된 과정이 진행된다.

키워드간 단순 동시 출현 빈도수는 특정 키워드의 발생 빈도가 너무 클 경우 왜곡이 발생할 수 있으므로, 정규화(normalization)를 수행하여 개별 키워드의 출현 빈도수의 영향을 제거하고, 상대적인 연관관계를 이용하여 네트워크를 분석한다. 본 연구에서는 네트워크 분석에 있어 높은 정확성을 위해 연관 강도(association strength)를 이용하여 행렬값이 0과 1 사이가 되도록 정규화 하였다(Eck and Waltman, 2005). 마지막으로, 정규화된 인접행렬(normalized adjacency matrix, N)의 에지 가중값(edge weight)의 임계치(threshold)를 조정하여 분석에 용이한 노드 수와 에지를 가지는 네트워크를 구축하였다.

네트워크 분석은 노드와 에지를 기반으로 네트워크 구조를 파악할 수 있는 연구 방법이며, 중심성(degree centrality)을 이용한 개별 노드 분석과 함께 클러스터링을 통해 노드들의 서브그룹 도출을 통한 네트워크 전반의 구조 분석도 가능하다(Choi et al., 2006). 본 연구에서는 네트워크 클러스터링 기법으로 Paris 알고리즘을 활용하였다(Bonald et al., 2018). Paris 알고리즘은 네트워크 노드 쌍을 샘플링(node pair sampling)하여 클러스터를 형성하는 기법으로, 루뱅(Louvain) 기법처럼 네트워크의 계층 구조를 잘 나타내며 다양한 해상도(resolution)에서 클러스터를 식별하는 능력이 우수하여 루뱅 알고리즘보다 복잡한 네트워크의 다중 스케일(multi-scale) 구조를 더 잘 나타낸다. 특히, Paris 알고리즘은 매개변수 없이 자동으로 계층 구조를 생성하여 실제 그래프 데이터에 내재된 다중 스케일 구조를 포착할 수 있다. 이는 분석 대상 네트워크의 다양한 해상도에서 서브그룹 구조를 파악하고자 하는 본 연구의 목적에 적합한 클러스터링 기법으로 판단되었다.

4. 메타버스 키워드 네트워크

본 논문에서는 2013년부터 2022년에 설립된 글로벌 메타버스 스타트업 1,873개로부터 도출한 정규화된 키워드 행렬(417×417)을 사용하였으며, 네트워크 분석을 위한 시각화 솔루션으로는 오픈소스 네트워크 분석 툴인 게피를 활용하였다. 네트워크 이분화를 위한 연결 강도 임계치 값을 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5로 변화시켜 가며 엣지의 수와 네트워크 밀도를 측정된 결과, 네트워크 시각화 및 해석 용이도 측면에서 임계치 0.2가 가장 적절한 것으로 판단되었다. 따라서 임계치 0.2를 적용하여 네트워크 이분화를 수행하였으며, 네트워크를 시각화한 결과를 <Figure 5>에 나타내었다. 도출된 네트워크는 354개의 키워드(노드)와 965개의 엣지로 구성되어 있으며 밀도는 0.015이다.

메타버스 키워드 네트워크에서 어떤 키워드(노드)들이 핵심적인 역할을 수행하고 있는지를 파악하기 위해 연결 중심성(degree centrality)을 측정된 결과는 <Table 3>에 제시되어 있다. 연결 중심성은 한 노드에 연결된 노드들의 수로 정의될 수 있는데, 하나의 노드가 많은 연결을 가지면 연결 중심성이 높아지며 그 연결들로 인해 많은 기회를 갖고 선택의 폭도 넓어져 네트워크에서 영향력을 가질 수 있음을 의미한다(Lee et al., 2021). 연결 중심성이 높은 키워드들을 살펴보면, 메타버스 기술 기반의 개발을 의미하는 software development, technology, web development, blockchain development 등이 있으며, 3D 실감 경험 구현을 의미하는 user experience, collaboration 및 entertainment 등이 있다. 또한, 디지털 마케팅 및 콘텐츠와 관련된 digital marketing, music, medium, video, creator가 상위 중심성에 속했으며, 혁신과 발전 및 새로운 경제 모델에 대한 키워드들이 포함되어 메타버스 제품/서비스 및 비즈니스의 특징을 나타내고 있음을 알 수 있다.

네트워크 분석에서 전체 네트워크 노드들을 서브그룹으로 클러스터링하면, 네트워크 내에서 공통된 관심사, 특성 또는 행동을 가진 노드들의 집합인 커뮤니티를 발견할 수 있으며,

Table 3. Top 20 Keywords (Nodes) in Degree Centrality

Rank	Keyword (Node)	Degree Centrality	Rank	Keyword (Node)	Degree Centrality
1	software development	0.23	11	entertainment	0.13
2	innovation	0.20	12	medium	0.12
3	user experience	0.17	13	project management	0.12
4	technology	0.17	14	video	0.12
5	digital marketing	0.16	15	creator	0.11
6	collaboration	0.15	16	blockchain development	0.11
7	fintech	0.15	17	metaverse development	0.11
8	web development	0.15	18	cloud computing	0.11
9	smart contracts	0.15	19	business intelligence	0.11
10	music	0.13	20	development	0.10

이를 활용하면 네트워크의 전반적인 구조를 분석하는데 도움이 된다(Choi *et al.*, 2006). 본 논문에서는 키워드 네트워크를 클러스터링하여 메타버스 스타트업들이 공통적으로 개발하거나 제공 중인 제품/서비스를 도출하기 위해 앞에서 설명한 Paris 알고리즘을 활용하였다. 메타버스 스타트업 제품/서비스는 <Figure 5>와 같이 10개 클러스터가 도출되었으며, 각 클러스터에 속한 주요 키워드를 참조하여 클러스터명을 정의하였다. 클러스터별 비중과 주요 키워드 및 스타트업과 기업들에 의해 실제 제공되고 있는 제품/서비스 사례를 요약하면 <Table 4>와 같다.

가장 비중이 높은 카테고리는 가상 세계에서 사용자들이 아바타를 통해 다양한 활동(쇼핑, 교육, 게임, 사회 활동 등)을 경험할 수 있게 해주는 [K1] Virtual World Service로, 이는 메타버스를 처음 소개한 ‘Snow Crash’로부터 최근까지 대표적인 메타버스 서비스로 인식되고 있다. 두 번째로 높은 비중의 카테고리는 [K2] Metaverse Game으로, 많은 스타트업들이 지속적으로 새로운 게임을 개발하고 있으며, 이는 앞으로 더 많은 메타버스 게임이 시장에 출시될 것으로 예측된다. [K1] Virtual World Service 및 [K2] Metaverse Game과 유사한 분야로 [K4] Virtual Content Creation이 카테고리를 형성하고 있다. [K1] Virtual World Service (18.1%), [K2] Metaverse Game (17.0%) 및 [K4] Virtual Content Creation (11.0%)은 다양한 메타버스 응용 서비스로, 메타버스 기술 프레임워크를 application service, platform software, device/interface 및 infrastructure로 분류할 때,

메타버스 구현의 기반 환경이 되는 하위 계층(device/interface 및 infrastructure)이 아닌, 사용자 인터페이스를 제공하는 콘텐츠 및 서비스의 상위 계층(application service 및 platform software)에 속한 제품/서비스이다. 이는 보다 다양한 메타버스 서비스 및 콘텐츠에 대한 시장의 니즈가 많이 있고 이에 대응하기 위한 스타트업들의 발 빠른 대응이라고 볼 수 있으며 46%의 비중을 차지하고 있다.

다음 카테고리로 [K5] Blockchain Solution(8.2%), [K6] Virtual Asset(8.0%), [K7] Metaverse Platform(7.6%) 및 [K8] NFT Marketplace(7.6%) 클러스터들이 31.4%의 비중을 차지하고 있는데, 이는 메타버스가 단순한 3차원 가상공간이 아닌 가상의 경제 활동 공간임을 설명한다고 볼 수 있다. [K7] Metaverse Platform은 다양한 메타버스 솔루션과 서비스 구현을 위한 핵심 기술을 제공하며, 메타버스 내에서 데이터 및 거래의 투명성 보장을 위해 [K5] Blockchain Solution을 개발하는 스타트업들이 많이 있으며, 이러한 블록체인 솔루션을 적용해 [K6] Virtual Asset을 생성하고, 이를 거래할 수 있는 [K8] NFT Marketplace를 개발/제공하는 스타트업들의 비중이 높다. 블록체인 솔루션과 이를 기반으로 한 가산 자산 및 거래소 서비스는 메타버스가 차세대 인터넷 서비스(3D Web, Web 3.0)로 발전하기 위한 필수 조건인 오픈 메타버스 구현을 위한 상호 운용성 표준화의 중심 과제로서, 많은 스타트업들이 참여하고 있음을 알 수 있다.

메타버스 스타트업들이 개발 및 제공 중인 제품이나 서비스의

Table 4. Relevant Keywords and Products/Services of Each Cluster

Cluster Name (Portion)	Relevant Keyword	Products/Services
[K1] Virtual World Service (18.1%)	Innovation, user experience, collaboration, creator, gamification, virtual space, community engagement	Roblox, Second life, Horizon Worlds, Zepeto
[K2] Metaverse Game (17.0%)	development, animation, app development, product, blockchain games, game design, vfx, strategy	Unreal Engine, Unity, CryEngine
[K3] DT Consulting (11.6%)	software development, technology, cloud computing, business intelligence, big data, iot	Metaverse Consulting Service
[K4] Virtual Content Creation (11.0%)	musings, project management, mixed reality, marketplace, blockchain development, virtual assets	SynergyXR, Aero, ARToolKit, Tilt Brush
[K5] Blockchain Solution (8.2%)	smart contracts, smart contracts, entertainment, multi-chain, polygon, decentralized platform, crypto economy	Bitcoin, Ethereum, Decentraland, OpenSea
[K6] Virtual Asset (8.0%)	video, art, content, reward, portfolio management, information technology, digital currency, quality	Decentraland, Rarible, Sandbox, CryptoKitties
[K7] Metaverse Platform (7.6%)	event management, social networking, live streaming, digital art, 3d technology, network	VRChat, Mozilla Hubs, AltspaceVR, Blender
[K8] NFT Marketplace (7.6%)	fintech, cryptocurrencies, community building, 3d, decentralization, financial services, mobile app	Blur Ethereum Blast, OpenSea, Magic Eden, Element Market
[K9] Marketing in Metaverse (6.0%)	digital marketing, fashion, email marketing, search engine, analytics, influence marketing, woman, web3	Gucci Garden in Roblox, Nike in Fortnite
[K10] Investment Platform (5.1%)	energy, e-commerce, nft collection, event, news, tokenomics, play to earn, startup, nft game	Binance launchpad, Polkastarter, CuCoin launchpad

마지막 카테고리는 [K3] DT Consulting(11.6%), [K9] Marketing in Metaverse(6.0%) 및 [K10] Investment Platform(5.1%)으로, 전체의 22.7%를 차지하고 있다. 이는 앞에서 살펴본 메타버스 서비스인 [K1] Virtual World Service, [K2] Metaverse Game, [K4] Virtual Content Creation이나 솔루션/서비스 개발을 위한 [K7] Metaverse Platform 및 가상 경제 활동 서비스를 위한 [K5] Blockchain Solution, [K6] Virtual Asset 및 [8] NFT Marketplace와는 달리, 메타버스가 신기술기반의 새로운 서비스로서 이를 도입하고 활용하려는 기업들을 지원하는 서비스로 볼 수 있다. 메타버스는 많은 기업이 추진 중인 디지털 전환의 한 요소로 인식되고 있으며, Nikeland, Gucci Garden, Coca-Cola의 Decentraland 자판기 및 Fortnite의 콘서트 등 메타버스 가상공간에서의 마케팅도 많은 기업들이 관심을 가지고 있다. 또한, 메타버스 스타트업이 증가함에 따라 이들의 초기 제품/서비스 개발을 지원하기 위한 투자 플랫폼(런치패드)도 활성화되고 있다. 이는 메타버스가 관심과 기대를 넘어 보다 보편적인 서비스로 확대되기 위한 필수 요소라고 볼 수 있으며, 이를 위해 많은 스타트업들이 참여하고 있는 상황에서 또 다른 스타트업들이 지원서비스를 제공하는 생태계를 이루고 있음을 알 수 있다.

메타버스 키워드 네트워크 분석 결과를 요약하면, 메타버스 스타트업이 개발 및 제공하고 있는 제품/서비스는 메타버스 서비스, 메타버스 구현을 위한 핵심 솔루션 및 활용/지원 서비스로 세 개의 카테고리를 형성하고 있으며, 이를 기반으로 메타버스 산업 생태계에 대한 시사점을 도출하면 다음과 같다. 첫째, 메타버스 응용 서비스 카테고리가 가장 높은 비중을 차지하고 있는데, 이는 향후 많은 메타버스 서비스들이 출시될 것을 의미한다. 또한, 소속된 클러스터에 development, collaboration, app development, software development, web develop-

ment, medium 등 기술 개발 관련 키워드들이 높은 연결 중심성을 나타내는 것은 개별 메타버스 서비스들이 상호 연계된 오픈 메타버스 구현을 위한 연동 기술 표준화가 필요함을 시사한다. 둘째, 메타버스 구현을 위한 솔루션으로 블록체인 관련 클러스터들이 카테고리를 형성하고 있는 것은 메타버스에서 가상 경제 활동 제공이 필수적인 요소임을 나타낸다. 이는 블록체인 기술 기반의 가상 자산 거래와 NFT 시장의 성장 등 가상 경제 활성화를 위한 정책이 필요함을 시사한다. 셋째, 메타버스 활용/지원 서비스 카테고리는 컨설팅, 마케팅 및 투자 플랫폼 클러스터로서 메타버스 생태계에서 메타버스 활용을 지원하는 서비스와 투자 플랫폼의 중요성을 나타낸다. 이는 메타버스 산업 생태계의 지속 가능한 성장을 위해서는 메타버스 서비스 및 핵심 솔루션뿐만 아니라 이를 뒷받침하는 지원 환경 및 투자 생태계 조성이 필요함을 시사한다.

5. 메타버스 스타트업 네트워크

스타트업 네트워크 분석을 위해, 1,873개 기업 중 크런치베이스의 다양한 기업 정보 중 총 조달 자금(Total Funding Amount) 규모가 \$1M 이상인 스타트업을 선별하여 정규화된 스타트업 행렬(418×418)을 구축하였다. 네트워크 이분화를 위한 연결 강도 임계치 값을 0.01, 0.05, 0.1 및 0.2로 변화시켜 가며 엣지의 수와 네트워크 밀도를 측정한 결과, 네트워크 시각화 및 해석 용이성 측면에서 임계치 0.05가 가장 적합한 것으로 판단되었다. 따라서 임계치 0.05를 적용하여 네트워크 이분화를 수행하였으며, 도출된 네트워크를 <Figure 6>에 시각화하였다. 본 네트워크는 387개의 스타트업(노드)과 17,675개의 엣지로 구

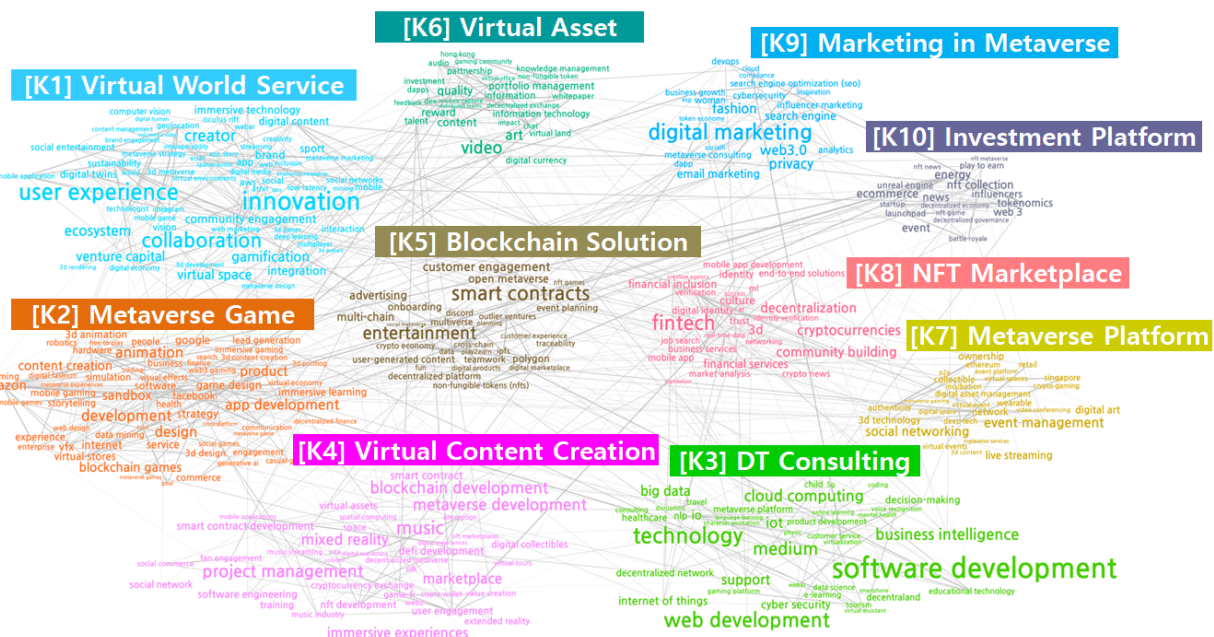


Figure 5. 10 Clusters of Metaverse Keyword Network

성되어 있으며, 네트워크 밀도는 0.237이다.

<Figure 6>은 스타트업 네트워크의 클러스터링 결과로서, 키워드 네트워크 분석과 마찬가지로 커뮤니티 탐지 기법으로는 Paris 알고리즘을 이용하여 총 12개의 클러스터를 도출하였다. 또한, 클러스터에 속한 주요 기업들을 참조하여 기업들이 수행하는 공통된 비즈니스 도메인인 산업명을 선정하였으며, 노드(스타트업)의 크기는 스타트업의 총 조달 자금 규모에 비례한다. 클러스터는 소속 스타트업 비중에 따라 [S1] Software, [S2] Gaming, [S3] Media & Entertainment, [S4] Financial Service, [S5] Blockchain & Cryptocurrency, [S6] IT Service, [S7] Commerce & Shopping, [S8] Internet Service, [S9] Blockchain Game(play-to-earn), [S10] Metaverse Technology, [S11] App Development 및 [S12] Digital Asset 순으로 타나났으며, 각 산업별 조달 자금의 규모와 주요 기업은 <Table 5>와 같다.

가장 큰 비중을 차지한 [S1] Software 산업은 메타버스의 핵심 요소로서, 메타버스 기술 프레임워크(application service, platform software, device/interface, infrastructure)의 세부 요소 기술에 다수 적용되어 메타버스 구현 및 실감 경험을 높이고, 상호 연동하는 데 기여한다. 이는 디지털 트윈, 원격 의료 및 가상 교육 등 다양한 응용 서비스를 구현하는 데 필수적인 요

소이다(Beack *et al.*, 2023; Bhattacharya *et al.*, 2023). [S1] Software 산업과 같이 메타버스 구현과 응용 개발에 중요한 역할을 하는 산업으로는 [S11] App Development, [S5] Blockchain & Cryptocurrency, [S10] Metaverse Technology 등이 있다. [S5] Blockchain & Cryptocurrency는 메타버스 내에서 디지털 경제를 형성하고, 다양한 경제 활동을 가능하게 한다(Li, 2023). [S10] Metaverse Technology는 메타버스를 구현하기 위한 핵심 기술들로서, virtual platform, AR, VR, XR 및 3D engine 등이 있다(Beack *et al.*, 2023). 위 네 개 클러스터들은 메타버스를 구현하기 위한 핵심 기술 산업으로서 전체 클러스터에서 33.6%의 비중을 나타낸다.

[S2] Gaming 산업은 두 번째 큰 비중을 차지하고 있다. [S2] Gaming 산업은 지금까지의 메타버스 발전에 중요한 역할을 하였으며, 메타버스 서비스 시나리오들이 다양한 형태의 게임으로 구현되어 소개되었다(Smart *et al.*, 2007). 메타버스 기반 서비스를 제공하는 산업은 [S2] Gaming 외에도 [S12] Digital Asset, [S9] Blockchain Game, [S7] Commerce & Shopping, [S3] Media & Entertainment 등이 있다. 이는 메타버스가 포스트 인터넷 혁명(Web 3.0)으로 간주되며, 특정 산업에 국한되지 않고 전 산업과 사회 전반에 영향을 미치며 새로운 가치를 제공함을 의미한다

Table 5. Funding Amount and Major Startups of Each Cluster

Cluster Name (# of nodes, Portion)	Funding Amt (Portion, Rank)	Avg Funding Amt (Rank)	Major Startups (Top 20)
[S1] Software (93 nodes, 24.0%)	\$1,930M (37.8%, 1st)	\$20.8M (1st)	Metax(1st), Varjo(4th), Parametrix.ai
[S2] Gaming (77 nodes, 19.9%)	\$1,191M (23.3%, 2nd)	\$15.5M (4th)	Lootmogul(2nd), Zegocloud(3rd),Msquared(5th)
[S3] Media & Entertainment (70 nodes, 18.1%)	\$456M (8.9%, 3rd)	\$6.5M (7th)	Futureverse, Lisuan Technology, Tamadoge
[S4] Financial Service (46 nodes, 11.9%)	\$284M (5.6%, 6th)	\$6.2M (8th)	Wirex, Afterparty, Uquid
[S5] Blockchain & Cryptocurrency (22 nodes, 5.7%)	\$287M (5.6%, 5th)	\$13.1M (6th)	Hadean, Pluto digital, Redbeard ventures
[S6] IT Service (20 nodes, 5.2%)	\$409M (8.0%, 4th)	\$20.4M (2nd)	Xmov, Metaapp, Anzu.io
[S7] Commerce & Shopping (16 nodes, 4.1%)	\$99M (1.9%, 9th)	\$6.2M (9th)	Boson protocol, Low6, Marvrus
[S8] Internet Service (13 nodes, 3.4%)	\$72M (1.4%, 10th)	\$5.5M (10th)	Pahdo labs, Perion, Geeiq
[S9] Blockchain Game (13 nodes, 3.4%)	\$177M (3.5%, 7th)	\$13.6M (5th)	Ambrus studio, Bud, Sidus heroes, Silks, Blast royale
[S10] Metaverse Technology (10 nodes, 2.6%)	\$173M (2.6%, 8th)	\$17.3M (3rd)	Everyrealm, Magic ai, Numi
[S11] App Development (5 nodes, 1.3%)	\$23M (0.4%, 11th)	\$4.5M (11th)	Project z, Vig.io, May.social
[S12] Digital Asset (2 nodes, 0.5%)	\$4M (0.1%, 12th)	\$2.0M (12th)	Collective shift, Darabase

(Lee, 2021). [S9] Blockchain Game은 NFT(Non-Fungible Token)을 이용하여 게임내 아이템의 희소성과 가치를 보장하고, 게임을 통해 수익을 얻는 P2E(play-to-Earn) 모델을 가지며, 많은 경우 메타버스 공간 내 게임에 적용된다. 메타버스 서비스 산업에 속한 스타트업들은 전체 클러스터에서 46%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

그 외 [S6] IT Service, [S8] Internet Service 및 [S4] Financial Service 등이 메타버스 스타트업들이 속한 산업으로 도출되었으며, 약 20.5%의 비중을 차지하고 있다. [S8] IT Service 산업에는 메타버스를 이용하여 기존의 다양한 산업에 혁신을 제공하는 컨설팅, 시스템 설계 및 구축을 제공하는 스타트업들이 소속되어 있으며, 메타버스가 차세대 인터넷으로 여겨지며 기존의 인터넷의 발전된 서비스를 구현하는 스타트업들이 다수 포함되어 있다(Wang *et al.*, 2022; Cheng *et al.*, 2022). 또한, 메타버스는 가상공간에서 사람들 간의 상호작용을 통해 재화와 서비스를 거래할 수 있는 공간으로, 많은 스타트업들이 [S4] Financial Service 산업에 속해 가상 금융 서비스를 개발하고 제공하고 있다.

메타버스 스타트업 클러스터들을 조달한 투자금액 규모 측면에서 살펴보면, [S1] Software, [S2] Gaming, [S3] Media & Entertainment 및 [S5] Blockchain & Cryptocurrency 산업들이 가장 큰 규모의 투자를 유치한 것을 알 수 있다. 이는 키워드 네트워크에서 도출한 시사점과 같은 의미로, 많은 메타버스 스타트업들이 메타버스 응용 서비스와 이를 구현하기 위한 블록체인 관련 솔루션이 메타버스 생태계에서 가장 비중이 높은 산업으로 투자자들에게도 인식되고 있음을 알 수 있으며, 향후 이와 관련된 제품/서비스가 다수 시장에 출시될 것임을 나

타낸다. 특히, <Table 5>에서 볼 수 있듯이 메타버스 플랫폼과 AR, VR 등 가상환경을 구현하는 [S1] Software 산업과 [S2] Gaming 산업은 전체 투자 유치 규모뿐 아니라, 소속된 스타트업의 평균 투자 유치 규모(Average Funding Amount)에서도 상위권을 차지하고 있으며, 전체 스타트업 중 가장 투자 유치 규모가 큰 기업들(Top 5)이 소속되어 있어 메타버스 생태계에서 가장 투자가 활발하게 이뤄지는 산업이라고 볼 수 있다.

앞서 키워드 네트워크 분석에서 메타버스 스타트업들이 메타버스 서비스([K1] Virtual World Service, [K2] Metaverse Game, [K4] Virtual Content Creation) 및 블록체인 기반 솔루션이나 서비스([K5] Blockchain Solution, [K6] Virtual Asset, [K7] Metaverse Platform, [K8] NFT Marketplace) 외에도 메타버스 도입을 위한 컨설팅([K3] DT Consulting)이나 마케팅([K9] Marketing in Metaverse) 및 투자 플랫폼([K10] Investment Platform) 서비스를 다수 제공한다는 결과를 도출하였다. 이러한 컨설팅, 마케팅 및 투자 플랫폼 서비스를 제공하는 스타트업들은 [S4] Financial Service, [S6] IT Service 및 [S8] Internet Service 산업에 속한다고 볼 수 있으며, 다른 산업 대비 클러스터에 속한 스타트업 비중(20.5%)이 높지 않고 전체 투자 유치 규모(15%) 또한 크지 않았다.

메타버스는 현재까지도 핵심 기술([S1] Software, [S10] Metaverse Technology, [S5] Blockchain & Cryptocurrency 및 [S11] App Development)을 개발하는 산업군에 많은 스타트업(33.6%)이 소속되어 있으며, 투자(46.4%)가 가장 활발하게 이루어지고 있다. 두 번째로 투자 비중이 높은 산업군은 응용 서비스를 제공하는 영역([S2] Gaming, [S3] Media & Entertainment, [S7] Commerce & Shopping, [S9] Blockchain

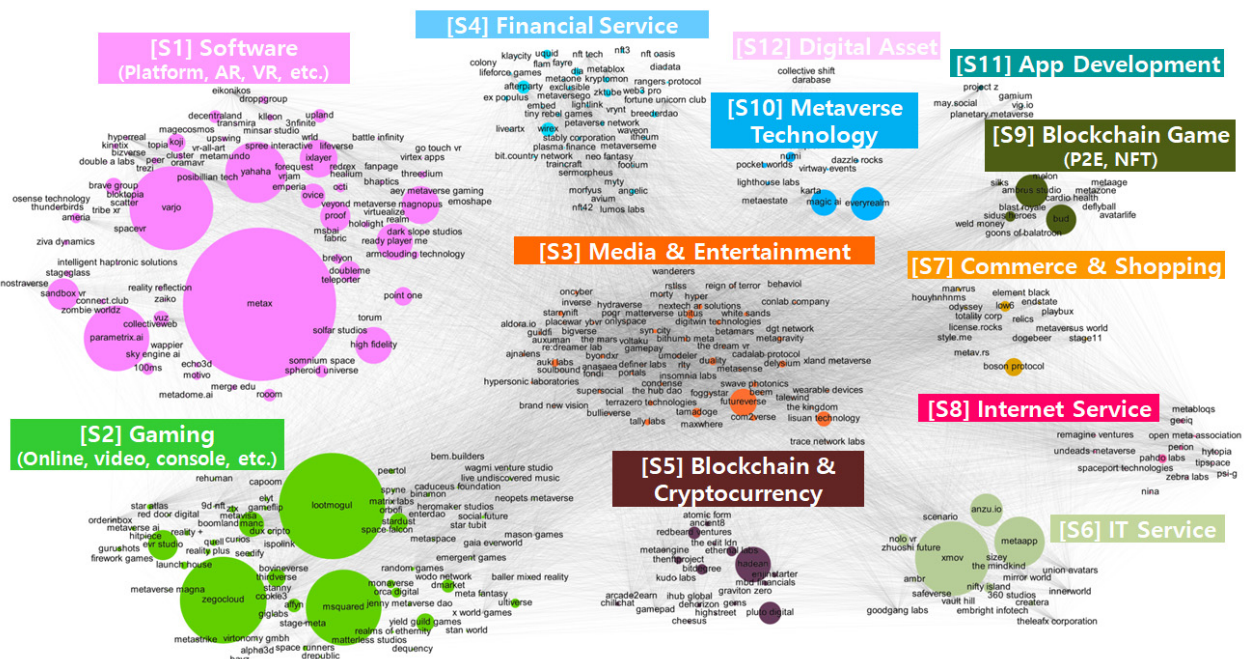


Figure 6. 12 Clusters of Metaverse Startup Network

Game, [S12] Digital Asset)으로, 가장 많은 스타트업(46%)이 소속되어 있고 투자는 37.6%의 비중을 차지하고 있다.

스타트업 네트워크 분석을 통해 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, 메타버스 서비스 산업군에 가장 많은 스타트업이 소속되어 있고 활발한 투자가 이루어지고 있다는 것은 다양한 산업에 메타버스 서비스가 적용되고 있음을 시사한다. 따라서 향후 더 많은 산업에 메타버스가 적용되고 활성화될 수 있도록 관련 규제를 완화하는 정책적 지원이 필요하다. 둘째, 메타버스 핵심 기술을 개발하는 산업군에 가장 많은 투자가 이뤄지고 있는데, 이는 메타버스 핵심 기술이 아직 완성되지 않았음을 나타낸다. 이에 기술이 완성되기 전에 메타버스 서비스의 상호 연동을 위한 기술 표준화를 추진하여 서비스의 품질 향상, 개발 비용 절감 및 안정성 확보를 도모함으로써 더 많은 기업의 기술 개발 참여를 유도하는 것이 필요하다. 셋째, 키워드 네트워크 분석 결과와 마찬가지로 메타버스 활용 및 지원 서비스를 제공하는 산업들이 클러스터([S4] Financial Service, [S6] IT Service 및 [S8] Internet Service)를 형성하고 있는 것은 메타버스 서비스 도입을 지원하기 위한 컨설팅 및 금융 서비스가 활발히 이루어지고 있음을 시사한다. 이러한 현상은 메타버스가 더욱 보편적인 서비스로 자리 잡아 많은 기업이 보다 쉽고 빠르게 도입할 수 있도록 관련 인프라 구축 및 지원이 필요함을 의미한다.

6. 결론

메타버스는 차세대 인터넷으로서 현실과 가상의 융합을 통해 다양한 영역에서 혁신을 일으킬 것으로 기대되었으나, 2021년 이후 관심이 급격히 하락한 상황이다. 그럼에도 불구하고 여전히 많은 스타트업이 활발하게 활동하고 있으며, 향후 현재의 침체기를 벗어나 높은 성장세를 나타낼 것으로 기대되는 산업이다.

본 연구에서는 새로운 기술이 소개되고 침체기를 겪은 이후 새롭게 부상하는 과정에서 많은 스타트업이 혁신을 주도하는 점에 착안하여, 현재의 메타버스 산업 생태계를 스타트업이 개발 및 제공하는 제품과 서비스 및 산업 구조 측면에서 분석하였다. 이를 위해 글로벌 스타트업들의 투자 및 기업 정보를 제공하는 크런치베이스로부터 1,873개 메타버스 스타트업 데이터를 바탕으로 키워드 및 스타트업 네트워크를 구축하고 Paris 알고리즘을 적용하여 스타트업들이 개발 및 제공하고 있는 제품/서비스 클러스터 (10개)와 스타트업들이 속한 산업 클러스터 (12개)를 도출하였다.

키워드 네트워크 분석 결과 및 시사점은 다음과 같다. 첫째, 메타버스 서비스의 높은 비중은 다양한 서비스 출시의 가능성을 나타내며, 서비스 간 연동을 위한 표준화가 필요함을 시사한다. 둘째, 블록체인 관련 솔루션의 중요성은 메타버스 내 가상 경제 활성화를 위한 정책 지원이 필요함을 강조한다. 셋째,

컨설팅, 마케팅, 투자 플랫폼 등 지원 서비스는 메타버스 산업의 지속 성장을 위해 지원 환경과 투자 생태계의 조성이 필요함을 나타내었다. 스타트업 네트워크 분석을 통해 얻은 시사점은 다음과 같다. 첫째, 메타버스 서비스 산업군에 많은 스타트업의 참여와 투자가 집중되어 다양한 산업에 메타버스가 적용되고 있음을 보여주며, 이를 위한 규제 완화가 필요함을 시사한다. 둘째, 메타버스 핵심 기술에 대한 투자가 활발한 것은 해당 기술이 아직 완성되지 않았음을 시사하며, 기술 표준화를 통해 서비스 품질 향상과 안정성 확보가 필요하다. 셋째, 컨설팅 및 금융 서비스와 같은 지원 서비스의 중요성이 커지고 있어, 메타버스 도입을 위한 인프라 구축과 지원이 필요함을 시사한다. 이러한 메타버스 산업 생태계의 방향성 제시는 메타버스 산업에 대한 투자 및 기술 전략을 수립하는데 유용한 정보로 활용될 수 있다.

그러나 본 연구는 향후 추가적인 연구가 필요한 몇 가지 한계점도 지니고 있다. 첫째, 메타버스 제품/서비스와 산업 간 연관 관계 분석은 반영하지 못하였다. 메타버스 제품이나 서비스가 다양한 산업에 활용될 것으로 예상되지만, 산업별 활용 비중은 상이할 것으로 예상되므로, 산업별 메타버스 제품/서비스 비중 및 차이에 대한 연구가 추후 수행되어야 한다. 둘째, 스타트업 네트워크 분석을 통해 메타버스의 주요 산업과 투자 현황을 도출하였으나, 스타트업의 투자 단계는 스타트업의 생존과 성장, 그리고 산업 내 주요 역할자로서의 활동에 중요한 의미를 가지므로, 이에 대한 추가적인 분석도 고려할 필요가 있다.

참고문헌

- Beack, C. S., Choi, J. M., and Lee, H. Y. (2023), A Metaverse Technology Framework based on Patent: Focusing on Virtual Worlds, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 49(6), 455-466, 10.7232/JKIE.2023.49.6.455
- Bhatia, B. and Joshi, S. (2023, March), Applications of metaverse in the healthcare industry. In *2023 International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA)*, IEEE, 344-350.
- Bhattacharya, P., Saraswat, D., Savaliya, D., Sanghavi, S., Verma, A., Sakariya, V., Tanwar, S., Sharma, R., Răboacă, M., and Manea, D. (2023), *Towards Future Internet: The Metaverse Perspective for Diverse Industrial Applications*, Mathematics.
- Bonald, T., Charpentier, B., Galland, A., and Hollocou, A. (2018), Hierarchical graph clustering using node pair sampling. arXiv preprint arXiv:1806.01664.
- Cheng, R., Wu, N., Chen, S., and Han, B. (2022), Will Metaverse Be NextG Internet? Vision, Hype, and Reality, *IEEE Network*, 36, 197-204.
- Choi, J. H., Barnett, G. A., and Chon, B. S. (2006), Comparing world city networks: A network analysis of Internet backbone and air transport intercity linkages, *Global Networks*, 6(1), 81-99.
- Cryptomeria Capital, Medium (2022), Metaverse overview report [Online]. Av

- ailable: <https://cryptomeria-capital.medium.com/metaverse-overview-report-september-2022-d6f4418fa5fa>.
- Eck, N., Waltman, L., and Berg, J. (2005), A Novel Algorithm for Visualizing Concept Associations, *16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'05)*, 405-409.
- Ehsan, Z. A. (2021), Defining a startup-a critical analysis, Available at SSRN 3823361.
- Geoffrey, M. and Regis, M. (1991), *Crossing the chasm: Marketing and selling high-tech products to mainstream customers*, HarperBusiness Essentials.
- Hata, H. and Ishio, T. (2022), Software supply chain map: How reuse networks expand. arXiv preprint arXiv:2204.06531.
- Huang, R. (2023), The Impact of the Metaverse on the Economic Development of Manufacturing Industry, *Advances in Economics, Management and Political Sciences*. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/33/20231655>.
- Hwang, G. J. and Chien, S. Y. (2022), Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, **3**, 100082.
- Kang, Y. M. (2021), Metaverse framework and building block, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, **25**(9), 1263-1266.
- Khavrova, K. and Pluzhnikova, L. (2021), The Importance of Startups in Entrepreneurship, *Business Navigator*, 10.32847/business-navigator, 63-19.
- Lee, H. and Kang, P. (2018), Identifying core topics in technology and innovation management studies: A topic model approach, *The Journal of Technology Transfer*, 1-27.
- Lee, L. H., Braud, T., Zhou, P., Wang, L., Xu, D., Lin, Z., ... and Hui, P. (2021), All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda, arXiv preprint arXiv:2110.05352.
- Lee, S. K. (2021), Log in Metaverse: Revolution of human× space× time. spri. kr.
- Li, R. (2023), Research on the Investment Value of Cryptocurrency and Blockchain Technology, *Advances in Economics, Management and Political Sciences*.
- Ball, M. (2021), A Framework for the Metaverse [Online], Available: <http://www.matthewball.vc/the-metaverse>.
- Metaverse Standards Forum [Online], Available: <https://metaverse-standards.org/>.
- Mudrick, C. (2021), Intro to the Metaverse, Newzoo Trend Report 2021.
- Osivand, S. (2021), Investigation of Metaverse in cryptocurrency, *GSC Advanced Research and Reviews*, **9**(3), 125-128.
- Park, J. H. and Song, M. (2013), A Study on the Research Trends in Library & Information Science in Korea using Topic Modeling, *Journal of the Korean Society for Information Management*, **30**(1), 7-32
- Park, S. and Kim, Y. (2022), A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges, *IEEE Access*, **10**, 4209-4251.
- Precedence Research (2024), Metaverse Market Size, Share, and Trends 2024 to 2033 [Online]. Available: <https://www.precedenceresearch.com/metaverse-market>.
- Radoff, J. (2021), Building the Metaverse [Online], Available: <http://medium.com/building-the-metaverse>.
- Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., ... and Liu, P. J. (2020), Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer, *Journal of Machine Learning Research*, **21**(140), 1-67.
- Schmitt, M. (2022), Metaverse: Bibliometric review, building blocks, and implications for business, government, and society, *Building Blocks, and Implications for Business, Government, and Society* (July 21, 2022).
- Seok, W. H. (2021), Analysis of metaverse business model and ecosystem, *Electronics and Telecommunications Trends*, **36**(4), 81-91.
- Shi, F., Ning, H., Zhang, X., Li, R., Tian, Q., Zhang, S., Zheng, Y., Guo, Y., and Daneshmand, M. (2022), A new technology perspective of the Metaverse: Its essence, framework and challenges. ArXiv, abs/2211.05832.
- Stephenson, N. (1992), Snow Crash, Bantam Books (US).
- Sun, Q., Xu, Y., Sun, Y., Yao, C., Lee, J. S. A., and Chen, K. (2023), GN-CNN: A point cloud analysis method for metaverse applications, *Electronics*, **12**(2), 273.
- Wang, N. and Hagedoorn, J. (2014), The lag structure of the relationship between patenting and internal R&D revisited, *Research Policy*, **43**(8), 1275-1285.
- Wang, Y., Su, Z., Zhang, N., Liu, D., Xing, R., Luan, T., and Shen, X. (2022), A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, **25**, 319-352.
- Zhou, B. (2022), Building a smart education ecosystem from a metaverse perspective, *Mobile Information Systems*, **2022**(1), 1938329.

저자소개

백춘삼: 한국항공대학교 항공전자공학과에서 학사학위 및 KAIST 전기/전자공학과에서 석사학위를 취득하였으며, 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정을 수료하였다. 현재 삼성SDS에 재직 중으로 관심 분야는 메타버스, 클라우드, 생성형AI 및 기술혁신 등이다.

유명상: 청주대학교 컴퓨터정보공학과에서 학사학위를 취득하였으며, 현재 서울과학기술대학교 데이터사이언스학과 석박사통합과정에 재학 중이다. 주요 관심분야는 텍스트 분석, 네트워크 분석 및 비즈니스 애널리틱스 등이다.

이학연: 서울대학교 산업공학과에서 학사학위를 취득하였으며, 동 대학원에서 박사학위를 받았다. 현재 서울과학기술대학교 산업공학과 교수로 재직 중이다. 주요 연구 분야는 기술예측, 이노베이션 애널리틱스, 디지털 혁신 전략 등이다.