

메타버스 해석과 합리적 개념화*

송원철** · 정동훈***

요약

개념 정리도 되지 않은 채, 언론과 업계에서는 메타버스에 대한 다양한 논의가 진행 중이다. 스티븐슨(Neal Stephenson)의 소설 '스노우 크래쉬(Snow Crash, 1992)'에서 용어가 처음 사용된 이래로, 미국의 미래가속화연구재단(Acceleration Studies Foundation: ASF)이 2007년 메타버스 개념을 처음 정리했지만 이후 메타버스는 오랫동안 주목을 받지 못했다. 그러나 2020년 가을 엔비디아(NVIDIA)가 실시간 3D 시각화 협업 플랫폼 '옴니버스(Omniverse)'를 소개하며 제2의 인터넷으로 메타버스를 설명하고, 로블록스(Roblox)가 기업공개(IPO)를 하며 자사의 서비스를 메타버스로 설명하면서, 메타버스는 현실과 가상의 경계를 넘나드는 새로운 세상으로 인식하게 됐다. 이 연구는 어느새 미디어와 콘텐츠를 넘어 새로운 삶의 공간으로 그려지는 메타버스에 대한 다양한 논의를 정리하고, 메타버스에 대한 새로운 정의를 제안하고자 한다. 메타버스의 의미를 설명하기 위해서 ASF가 제안한 두 개의 축과 네 개의 시나리오를 중심으로 가상세계, 거울세계, 증강현실, 라이프로그의 의미를 다양한 연구를 통해 정리한 후에, 메타버스 설명의 문제점을 비판하고 대안으로 인간 중심, 사용자 중심의 메타버스 정의로 인간 커뮤니케이션, 현실, 비현실 경험, 그리고 확장현실을 제안하며, 메타버스에 대한 재개념화를 시도했다.

주제어 : 경험, 메타버스, 미디어풍요성, 인간 커뮤니케이션, 확장현실

Explication and Rational Conceptualization of Metaverse*

Song, Stephen W.** · Chung, Dong-Hun***

Abstract

This article reviews previous literature on the metaverse and attempts to provide a refined definition for this phenomenon. Metaverse has recently been in the spotlight among discussions by the industry and the media while a consensus on the exact definition of metaverse is yet to be determined. Since Neal Stephenson first coined the term metaverse in his novel "Snow Crash" in 1992, the Acceleration Studies Foundation (ASF) was the first to analyze the concept of metaverse in 2007. While ASF's effort did not receive much spotlight it may have deserved, metaverse gained much attention in the fall of 2020 when NVIDIA announced its real-time simulation and collaboration platform for 3D production named "Omniverse" as a next-generation alternative for the Internet along with Roblox defining its service as metaverse during its IPO. Since then, metaverse has been commonly recognized as a world where we can cross over reality and virtuality. Based on the two axes and four scenarios proposed by the ASF, we review the literature across four realms as follows - virtual reality, mirror world, augmented reality, and lifelogging. Then, we examine the issues with the existing definition of metaverse and propose an alternative explanation by focusing on human behavior and user experience. Finally, we reassess the concept of metaverse and incorporate human communication, reality-based and virtual-based activities, and eXtended reality as elements to properly define metaverse.

Keywords : experience, metaverse, media richness, human communication, eXtended reality

Received Aug 5, 2021; Revised Aug 5, 2021; Accepted Aug 24, 2021

* This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2018 S1A5A2A01031380)

** Post-Doctoral Researcher at Comm. & Tech. Lab, Kwangwoon University (StephenWonchulSong@gmail.com)

*** Corresponding Author, Professor in School of Media & Communication, Kwangwoon University (donghunc@gmail.com)

I. 서론

디지털 트랜스포메이션을 이야기할 때 가장 중요한 요소로 삼는 것은, 데이터(Data), 네트워크(Network), 인공지능(AI), 즉 DNA다. DNA에서도 네트워크는 인프라 중 인프라로 가장 근간이 되는 기술이다. 5G는 빠르게(초고속), 실시간(초저지연)으로 대용량 데이터와 모든 사물을 연결(초연결)시키는 4차 산업혁명 핵심 인프라로, 앞으로 우리가 경험할 스마트시티, 자율자동차, 가상현실 등 우리가 상상하는 미래의 혁신 기술은 모두 5G를 전제로 한다(Chung, 2018). 3G로 인해 스마트폰이 가능해졌고, 4G로 인해 유튜브와 같은 OTT 서비스가 가능해진 것처럼, 5G 역시 우리가 전혀 상상하지 못한 새로운 경험을 만드는 서비스를 가능하게 만들 것이다.

무선 네트워크가 5G로 발전한다는 것은 인터넷이 발생시킨 혁명에 비견할 수 있다. 인터넷이 시간과 공간을 초월한 정보를 교류할 수 있게 했다면, 5G는 사람과 사람, 사람과 사물을 넘어 사물과 사물을 연결하는 모든 것이 연결된 세상을 가능하게 만든다. 한마디로 '연결'의 시대를 넘어 '초연결(Hyperconnectivity)'의 시대가 오는 것이다.

이러한 초연결이 만들어낼 하나의 현상이 2021년에 화려하게 등장한 메타버스(Metaverse)다. 이제까지 영화나 상상의 영역에서 존재했던, 현실과 가상을 초월하는 세계가 만들어진 계기가 된 것도 바로 5G 네트워크의 확산으로부터 시작한다. 그동안 가상현실, 혼합현실 등 개별적인 기술 진보로 설명된 특정 산업이 아닌, 인간이 사는 하나의 세계를 현실세계뿐만 아니라 가상세계로 확장하는데 5G는 인프라의 역할을 하게 된다.

5G 상용화에 따른 킬러콘텐츠로 가장 많이 언급되는 것은 역시 실감 미디어(Immersive Media)다. 실감 미디어란 말 그대로 실제로 체험하는 느낌을 주는 미디어, 즉 인간의 감각기관을 통해 실제로 느껴지는 것 같은 경험을 할 수 있는 미디어를 말한다. 실제로는 스마트폰이나 헤드마운트디스플레이(Head-Mounted Display: HMD)와 같은 미디어를 사용하지만 마치 그냥 현실에서 느끼

는 것처럼, 공간과 시간의 제약 없이 사용자가 진짜처럼 느낄 수 있어야 한다. 현실에서는 불가능한 환경이라 하더라도 진짜라고 느낄 수 있어야 실감 미디어라고 할 수 있다. 그렇다면 메타버스는 정말 실감 미디어일까? 메타버스의 가장 대표적인 예로 거론되는 제페토(Zepeto)나 로블록스(Roblox), 디센트럴랜드(Decentraland)는 정말 실감 나는 경험을 제공하고 있는 것일까?

아직 개념도 정리되지 않은 채, 언론과 업계에서는 메타버스에 다양한 논의를 진행하고 있다. 비록 국내에서 메타버스의 개념을 정리한 시도가 2008년에 있었지만(Han, 2008; Seo, 2008), 이 연구를 제외하고는 메타버스의 개념적 정의조차 시도한 연구를 찾아보기 힘들다. 그 정의조차 모호한 채, 다양한 사례에 무분별하게 적용되는 메타버스의 의미를 파악하기 위해, 이 연구는 메타버스에 대한 다양한 논의를 정리하고, 메타버스의 새로운 정의를 제안하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 메타버스: 가상공간과 현실세계가 융복합되고 공존하는 공간

1) 메타버스, 소설이 과학이 될 것인가?

2020년부터 갑자기 메타버스란 말이 유행처럼 번졌다. 방탄소년단(BTS)은 게임 플랫폼 '포트나이트'에서 '다이너마이트' 안무 뮤직비디오를 공개하고, 블랙핑크는 제페토에서 '아이스크림' 3D 아바타 안무 영상을 공개했다. 그들의 버추얼 팬 사인회는 4,600만 명을 모으는 기염을 토했다. 언론은 이러한 모든 활동을 메타버스에서 벌어진 활동으로 이야기하며 새로운 공간의 탄생을 떠들썩하게 알렸다. 그전에는 증강현실, 가상현실이란 용어를 쓰더니, 언젠가부터 확장현실(eXtended Reality: XR)이란 용어를 사용하기도 하면서, 실감 미디어와 실감 콘텐츠의 시대라는 표현도 썼지만, 메타버스는 더욱 포괄적 개념으로 언급되고 있다.

용어는 특정 대상의 개념을 나타내기 위해 사용하지

만, 저마다 다른 정의를 내리기에 더 헷갈리게 하기도 한다. 갑자기 메타버스란 용어가 광풍처럼 휘몰아친 배경부터 알아보자. GPU를 만드는 엔비디아(NVIDIA)의 CEO인 젠슨 황(Jensen Huang)은 자사의 실시간 3D 시각화 협업 플랫폼 ‘옴니버스(Omniverse)’를 소개하면서 메타버스를 미래의 인터넷으로 거론했고(NVIDIA, 2021), 때마침 로블록스라고 하는 가상의 게임 플랫폼 기업이 기업공개(IPO)를 비슷한 시기에 했는데, 이때 메타버스란 용어를 사용했다(Roblox Corporation, 2020). 모두 2020년 가을에 있었던 일이다.

사실 메타버스는 스티븐슨(Neal Stephenson)이 1992년에 ‘스노우 크래쉬(Snow Crash)’라는 공상과학 소설에서 처음 사용했다(Stephenson, 1993). 이 책에서 그가 언급한 메타버스의 정의는 간단히 말해서 가상의 세계였다. 그러나 2020년 이후의 메타버스는 가상현실을 대체한 새로운 세계로 정의되기 시작하며, 갑자기 큰 유행을 불러일으킨 주인공이 되었다. 용어는 그저 스쳐 가는 유행이라고 말할 수 있지만, 사실 그 의미는 단순하지 않다. 인공지능의 적용으로 온라인 공간이 인간의 새로운 삶의 공간으로 탄생할 수 있기 때문이다.

2) ASF, 메타버스 개념을 구축하다

메타버스에 대해 가장 세밀하면서도 학술적 접근을 취한 연구는 2007년에 소개된 미국미래가속화연구재단(Acceleration Studies Foundation: ASF)의 보고서다(Smart, et al., 2007). ASF는 인터넷의 미래를 연구하는 메타버스로드맵(MetaVerse Roadmap: MVR)이라는 프로젝트를 진행했는데, 이 프로젝트는 특히 가상화(Virtualization)와 3D 기술에 중심을 두어 2017년에서 2025년까지 발생할 미래에 대해 예측을 하며, 새로운 사회적 공간으로 메타버스를 제안했다.

비록 메타버스란 용어는 Stephenson의 책에서 인용했지만, 그 정의는 몰입 가능한 3D 가상세계뿐만 아니라, 가상환경을 구성하고 상호작용하는 모든 것을 포함하는 것으로 확대했다. 이 연구에서도 메타버스는 정의하기 어려운 용어라는 설명으로 시작하지만, 가상화와 3D를 두 개의 핵심어로 설명하고 있다. 보고서는 메타버스를 가상으로 강화/확장된 현실세계(Virtually enhanced physical reality)와 현실처럼 지속하는/영구화된 가상공간(Physically persistent virtual space)의 융복합된 공간으로 정의한다.

가상으로 강화되거나 확장된 물리 세계는 일종의 혼



source: S-Class Mercedes NEW S500(<https://youtu.be/hnRbi5UcJnw>)

〈그림 1〉 벤츠 S-클래스 2021에 장착된 HUD. 가상의 오브젝트로 제공되는 정보를 통해 현실의 경험을 더 강화한다.

〈Fig. 1〉 Virtual objects augment interaction by enriching reality with digital information.

합현실(Mixed Reality)로 이해할 수 있다. 우리가 사는 실제 세계에서 가상성을 더함으로써 더욱 실감 나는 경험을 촉진하는 것이다. 이에 관한 하나의 예는 <그림 1>과 같은 헤드업디스플레이(Head-Up Display: HUD)를 들 수 있다. 운전자가 보는 전면부 유리 아래쪽에 네비게이션이나 속도 등 원하는 정보를 띄워 놓음으로써 운전을 하는 데 도움을 주는 역할을 한다. 실제 세계에서는 볼 수 없는 정보지만, HUD로 제공되는 가상의 정보를 확인함으로써 현실적 경험을 증폭하는 것이다.

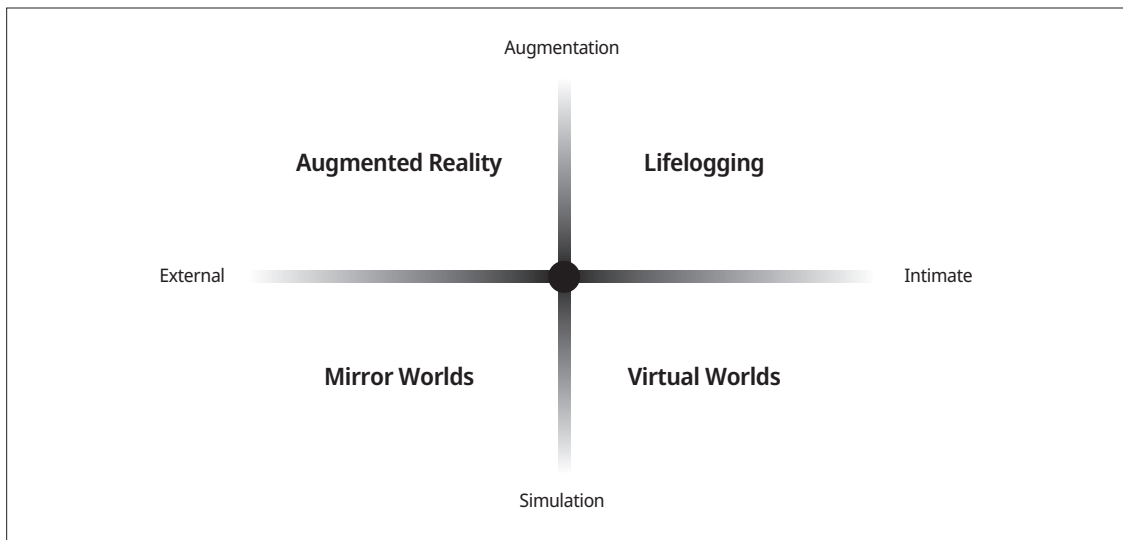
현실처럼 지속하거나 영구화된 가상공간은 아직은 구체적인 사례로 제안할 만큼 성공 사례가 존재하지 않는다. 메타버스의 장점을 이러한 특징으로 주로 소구하고는 있지만, 일종의 잠재적 능력으로 미래에 구현될 것이라는 막연한 추측 또는 소망을 담고 있어서 아직은 현실성이 떨어진다. 우리가 사는 삶의 공간이 가상공간까지 확장되어, 현실과 가상의 구분이 모호해지는 경험을 가정하고는 있지만, 실제로 그러한 경험을 하기까지 얼마나 긴 시간이 필요할지 모른다. 그래서 현재 소개되는 메타버스에 대한 전망과 예측 등이 소설이나 영화처럼

비현실적으로 그려지는지 모르겠다.

이처럼 메타버스의 정의는 매우 넓은, 단일한 개념으로 설명할 수 없는 개념적 모호함을 내포하고 있다. 보고서에서는 우리의 삶과 함께하고, 우리가 사는 환경에 녹아드는 다양한 개념으로 정의하는데, 무엇보다도 3D 환경을 강조하고 있다. 당시만 하더라도 아직 3D 기술이 충분히 발전하지 못해서 그랬겠지만, 2D 기반 웹 환경을 뛰어넘어, 2D와 3D 환경이 각각의 장점이 있고 혼재하는 공간으로 메타버스를 설명하고 있다. 요약하면 메타버스는 가상공간일 뿐만 아니라, 우리가 사는 현실세계와 가상세계를 연결하는 연결고리이자 교차점이고, 가상공간과 현실세계가 결합하고, 융합하며, 상호작용하는 공간이다.

3) 메타버스를 설명하는 두 개의 축과 네 개의 시나리오

ASF는 메타버스를 설명하기 위해, <그림 2>와 같이 X, Y 두 개의 핵심축을 제안하는데, X축은 내재적 요소(Intimate)와 외재적 요소(External)로 나누고, Y축은 증강(Augmentation)과 시뮬레이션(Simulation)으로 나



source: Smart, et. al.(2007)

<그림 2> 메타버스를 설명하는 두 개의 축과 네 개의 시나리오

<Fig. 2> Two key continua and four scenarios specifying different features, types, or sets of metaverse technologies

는다. 이 두 개의 축은 독립적이면서도 단절적인 공간이 아닌, 일종의 스펙트럼(Spectrum)으로 연속선상에 있는 개념으로 기술이면서도 동시에 이러한 기술로 만들어지는 애플리케이션(Application)이기도 하다. 내-외재적 요소와 증강-시뮬레이션이 교차하는 영역에 따라 각각 가상세계(Virtual worlds), 거울세계(Mirror Worlds), 증강현실(Augmented Reality), 라이프로그(Lifelogging)으로 설명한다.

구체적으로 ASF가 설명하는 축을 설명하면, 먼저 X축은 내재적 요소와 외재적 요소로 구분되는데, 내재적 요소는 아바타(Avatar) 또는 실제 모습을 통해 사용자의 정체성과 행동을 나타내는 기술을 의미하고, 외재적 요소는 사용자를 둘러싸고 있는 세상에 관한 정보와 통제력을 제공하는 기술을 말한다. 즉, 내재적 요소는 사용자로, 외재적 요소는 사용자를 둘러싼 환경으로 이해할 수 있다.

한편 Y축은 증강과 시뮬레이션으로 나뉘는데, 증강은 실제 환경에서 새로운 제어, 정보 시스템 레이어를 쌓아 올리는 기술을 말하고, 시뮬레이션은 상호작용을 위한 공간으로 완전히 새로운 가상의 환경을 제공하는 기술을 말한다. 이를 쉽게 표현하면, 증강은 실제 환경 기반 기술이고, 시뮬레이션은 컴퓨터 그래픽으로 만든

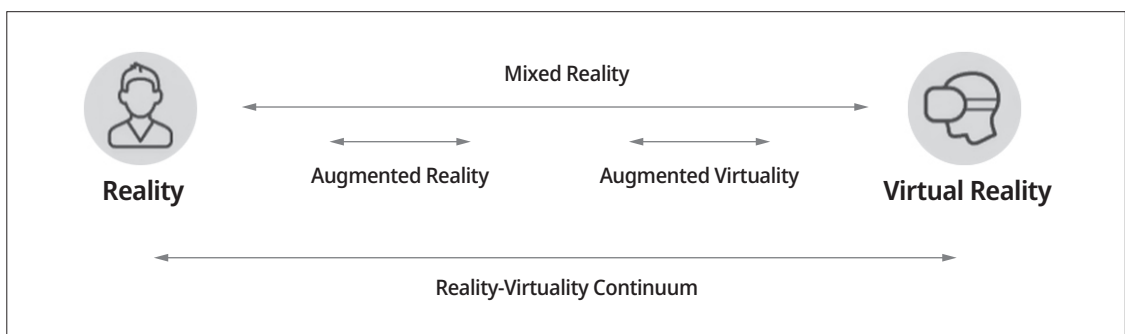
가상을 만드는 기술을 의미한다. 널리 알려진 증강현실과 가상현실의 차이를 생각하면 증강과 시뮬레이션의 차이를 쉽게 이해할 수 있는데, 이 둘은 메타버스의 네 개의 유형에 속하는 것이기에 다음 장에서 더 자세히 설명하겠다.

ASF의 보고서는 일찍이 2007년에 메타버스에 대한 개념 정의를 시도한 의미 있는 보고서이기는 하지만, 학술 논문이 아니므로 이론이 부재하고, 개념 정의에 대한 엄밀성이 떨어지며, 검증할 수 없는 예측과 현상에 대한 설명이 주를 이루고 있어서 이를 연구 논문처럼 다루는 것은 무리가 있다. 따라서 이 논문에서는 ASF 보고서에서 다루는 핵심 개념이 어떤 의미가 있는지 관련 분야의 선행연구를 통해 분석하고, 메타버스에 대한 저자의 재개념화를 통해 새로운 정의를 제안하며 정리하고자 한다.

2. 가상세계: 아바타가 사는 완전히 새로운 공간¹⁾

1) 100% 가상으로 만들어진 몰입하고 상호작용하는 세계

ASF는 가상세계라는 유형을 규정했지만, 따로 정의하지는 않았다. 오히려, 가상현실(Virtual Reality)을 시각, 청각, 촉각에 소구하는 디지털 미디어를 사용하여 컴퓨터를 매개로 한 가상세계를 우리가 느끼고 소통하



source: Milgram & Kishino(1994)

〈그림 3〉 가상성의 연속성 개념
〈Fig. 3〉 Reality-Virtuality Continuum

1) 가상세계와 증강현실은 저자의 2017년 논문인 '가상현실에 관한 사용자 관점의 이론과 실제'의 내용을 인용했다(Chung, 2017).

는 자연스러운 방식으로 묘사하려는 시도로 정의하면서 가상현실의 정의를 가상세계로 설명하고 있다. ASF가 정의한 가상현실은 인간의 다감각적 반응을 통해 몰입감을 증가시키는 방법으로 가상세계를 경험하게 한다는 것을 강조하는 정의로 볼 수 있다. 그러나 가상현실을 정의하기 위해 가상세계라는 용어를 사용함으로써 일종의 동어 반복(Tautology)의 오류를 범하므로 정확한 정의를 판단하기는 힘들다. 이에 가상현실에 관한 선행연구를 통해 메타버스의 의미를 파악하고자 한다.

가상세계 또는 가상현실은 말 그대로 현실과 비슷하게 가상의 것을 만들어 낸 환경을 의미한다. 가상현실은 컴퓨터 그래픽으로 만들어진 세계(Synthetic World)와 몰입하고 상호작용할 수 있는 환경을 의미한다. Milgram & Kishino(1994)는 가상현실에 대한 가장 일반적인 정의를 사용자가 완전한 상태로 몰입하고 상호작용할 수 있는, 100% 가상으로 만들어진 세계라고 언급하며, <그림 3>과 같은 가상성의 연속성 개념을 제안했다. 가상의 것을 만들어내는 것이기 때문에 그 재현물이 사용자가 현실적으로 받아들일 수 있느냐의 여부에 따라 사용자는 긍정적 또는 부정적 경험을 하게 된다.

가상현실은 사용자를 가상세계에 완전히 몰입시킨다는 점에서 증강현실 혹은 혼합현실과 구분된다. 증강/혼합현실은 가상환경(Virtual Environment)의 한 예이긴 하지만, 현실세계에 가상의 대상물(Object)을 나타낸다는 점에서 가상현실과 차이를 보인다. 이러한 이유로 가상현실은 HMD의 역할이 중요하다. 가상현실은 사용자를 가상세계에 완전히 몰입시켜야 하므로, 눈을 현실로부터 완전히 차단한다.

가상현실의 정의에 따르면, 결국 핵심은 몰입할 수 있는 그리고 가상의 대상물과 상호작용할 수 있는 자연스러운 환경을 제공하는 것이다. 가상현실은 현실을 똑같이 재현하거나, 화성이나 목성처럼 존재하지만 경험해보지 못한 세계를 그려내거나, 또는 외계인과 같이 존재 자체의 유무를 확인할 수 없는 가상(Fictional)의 것을 만들어내는 환경을 제공할 수 있는데, 아이러니하게도 가상이라고 해서 인간 경험을 무시한 전혀 새로운 경험

을 제공하는 것은 사용자의 관점에서 받아들이기 힘든 수용성(Acceptability)의 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 가상환경을 제작할 때는 과학적 관점에서 사실 그대로 전달하는 목적이 있을 경우를 제외하고는, 사용자 경험에 기반을 둔 환경을 제공해야 한다.

2) 아바타와 에이전트가 거주하는 가상세계

ASF가 내재적 요소와 시뮬레이션의 영역을 가상세계로 정의한 것은 아바타를 통해 사용자가 실제 환경을 모방한 완전히 새로운 환경에서 다른 아바타 또는 에이전트와 공존하기 때문이다. 보고서에서는 주로 게임의 예를 통해서 가상세계를 설명하고 있는데, 이보다는 3차원 컴퓨터그래픽환경에서 구현되는 커뮤니티를 총칭하는 것으로 보는 것이 적절하다. 2021년 8월 2일 부활한 싸이월드도 당시 대표적인 가상세계였고, 세컨드라이프(SecondLife)와 지금은 사라진 마이스페이스(MySpace) 역시 게임이 지향하는 특정 목적을 배제한 채 사용자의 자유로운 생활 자체를 목적으로 하기에 가상세계의 의미는 매우 폭넓다. ASF는 궁극적으로 가상세계가 우리가 직접 겪는 경제적, 사회적 삶의 경험을 더욱 풍요롭게 할 것으로 보는데, 현실과 가상의 구분이 열어지고, 이러한 과정에서 다양한 사회 문제가 발생할 것으로 예측한다. 바로 이러한 이유로 가상세계에서의 사용자 경험의 중요성은 더욱 커질 것이다.

마지막으로, 가상세계와 관련하여 아바타와 에이전트(Agent)에 관한 용어 정리가 필요하다. 스티븐슨의 책 '스노우 크래쉬'에서 아바타를 만들어 메타버스에 들어가기 때문에 아바타란 용어가 마치 메타버스에서 보이는 캐릭터를 일컫기 쉬운데, 학술적으로 가상세계의 캐릭터는 아바타와 에이전트(Agent)로 나누어지기 때문에 이에 대한 구분이 필수적이다. 가상현실 공간에서 캐릭터를 일반적으로 아바타로 통칭하곤 하지만(Fox, et al., 2015), 누가 이 캐릭터를 통제하느냐에 따라, 즉 인간에 의해 제어되는지(아바타) 또는 컴퓨터 알고리즘에 의해 제어(에이전트)되는지에 따라 용어가 구분된다. 이러한 차이 때문에 가상공간에서 거주하는 캐릭터로

서 아바타와 에이전트는 그 특징도 다르다. 아바타는 사용자가 접속해서 직접 조작할 때만 살아 움직이는 데 반해, 에이전트는 늘 그곳에 머물며 아바타를 상대할 수 있다. 이론적으로 무한대의 에이전트를 만들어 각각의 목적에 맞춰 활용할 수 있다. 2002년 연구에서는 에이전트가 아바타만큼 중요한 역할을 하지 않는다고 보고 하지만(Blascovich, 2002), 인공지능의 발전은 인간이 작동하는 것보다 더 인간다운 에이전트의 등장을 예측하므로 현실과 같이 지속하는 가상세계로 존재하는 메타버스를 기대하는 것도 이상한 일은 아닐 것이다.

3. 거울세계: 가상으로 똑같이 만들어진 현실세계

1) 내가 사는 곳이 카카오맵에 그대로 존재하다

거울세계는 말 그대로 현실 세계를 그대로 복제해 디지털 형태로 표현한 세계를 말한다. 거울세계는 정보가 풍부한 가상세계이면서 동시에 현실세계를 그대로 반영한다. 이렇게 만들어지기 위해서는 정교하게 만들어진 가상 맵핑, 모델링 및 주석 도구, 지리 공간 및 기타 센서, 위치 인식, 라이프로그 기술 등이 필요하다.

정의에서 짐작하다시피, 거울세계는 가상으로 만들어지기는 했지만, 현실에 기반을 둔다. 우리가 사는 세상이 그대로 디지털로 만들어져 가상세계에 존재한다고 볼 수 있다. 거울세계는 가상현실 기술을 통해 컴퓨터로 구현된다는 점에서 일반 가상세계 혹은 가상환경 공간과 유사하지만, 복제의 대상이 우리가 사는 세상이라는 점에서 일반적인 가상세계와 구분된다(Ahn, 2011). 즉, 게임이나 가상현실 기반 플랫폼은 거울세계에 포함되지 않는다.

대표적인 사례는 카카오나 네이버 지도가 될 수 있다. 우리가 사는 공간을 그대로 디지털 형태로 복제해 지도 서비스로 제공하기 때문에 현실세계를 그대로 반영하면서도, 각종 주석 도구를 통해 더욱 현실감 있는 정보를 제공한다. 지도 자체가 갖는 풍부한 정보, 가령 교통 통제가 있거나, 사고가 있는 곳, 짝 막힌 곳을 특정 표시나, 빨간색으로 나타냄으로써 정보를 제공하고, 목적지

에 도착하기 위한 더 빠른 경로를 제공하는 것은 대표적인 거울세계의 한 예이다.

거울세계의 기원은 메타버스처럼 소설로부터 유래됐다(Gelernter, 1992). 이 책에서 거울세계는 사용자들이 학교나 병원, 도시와 같은 현실세계의 실제 환경을 공부하고, 탐구하고, 이해할 수 있도록 도와주는 컴퓨터 시스템을 의미한다. 거울세계의 정보는 항상 최신 상태로 유지되는데, 사용자는 각각 자신의 거울세계를 통해 사이트를 방문하는 다른 사용자와는 소통할 수 있다. 이러한 개념은 후속 연구로 더욱 발전됐는데, 현실세계를 그대로 반영할 뿐만 아니라 증강하는, 즉 더욱더 현실처럼 느낄 수 있는 시스템으로 확장됐다(Castelfranchi, et al., 2012; Ricci, et al., 2015, 2019). 가령, 시간과 장소를 초월하여 언제 어디서든 네트워크로 연결된 컴퓨팅 기술을 의미하는 퍼베이시브 컴퓨팅(Pervasive Computing)과 환경이 사용자를 인식하고 사용자가 원하는 서비스를 제공하는 앰비언트 인텔리전스(Ambient Intelligence), 에이전트, 증강현실 등의 기술이 적용된다. 이러한 기술을 통해 거울세계는 현실세계를 더욱 현실화시키는 가상환경으로 만들어진 열린 사회로 되는 것이다. 즉 다양한 기술을 통해 현실보다 더욱 현실같은 세상이 되는 거울세계를 경험할 수 있게 된다.

2) 거울세계와 디지털 트윈

거울세계와 비슷한 개념으로 디지털 트윈(Digital Twin)이 많이 언급되기도 한다. 디지털 트윈은 물리적인 대상, 혹은 물리적인 대상이 모인 생태계를 실시간, 가상으로 구현하는 것을 의미한다(IBM, 2017). 디지털 트윈의 개념은 2010년 나사(NASA)에서 처음 발표한 개념이다(Negri, 2017). 나사는 당시 우주정거장의 실시간 디지털 버전을 지상에서 구현하여 문제 발생 시 이를 진단하는 데에 사용했다. 이후 IT 컨설팅 기업인 가트너(Gartner)가 2017년 기술 동향 발표에서 향후 3~5년간 '수십억 개의 물리적 오브젝트, 혹은 시스템이 동적인 소프트웨어 구현물인 디지털 트윈으로 구현될 것'이라고 예측하면서 디지털 트윈은 본격적으로 주목

받기 시작했다.

정의상으로 디지털 트윈과 거울 세계는 크게 다르지 않다. 거울 세계가 현실을 가상세계에 구현하는 것에 주안점을 둔 개념이라면, 디지털 트윈의 경우 상대적으로 IoT 센서를 활용해 현실의 특정 대상이나 생태계를 가상세계에 구현하고 이러한 데이터를 활용하여 인공지능을 통해 그 대상의 변화를 예측하고 실시간으로 관리하는 데에 집중하는 개념이라고 볼 수 있다. 즉, 디지털 트윈의 핵심은 실제 현실의 물리적 오브젝트나 시스템에 대한 데이터를 수집하여 이를 컴퓨터 프로그램으로 구현하고, 이를 이용하여 특정 작업이 미칠 영향을 예측하거나 시뮬레이션하는 데 있다. 이러한 디지털 트윈의 발전에는 IoT 센서의 역할이 크다고 할 수 있다. 그리고 IoT 기술이 발전함에 따라 디지털 트윈을 적용하는 생태계 역시 더 정교해지고 복잡해질 것으로 예측된다. 공상과학 영화에서 미리 어떠한 작업이나 사건을 시뮬레이션하듯 실제 현실에서의 상황을 구체적으로 예측하는 것 역시 궁극적으로는 가능해질 것으로 보인다.

디지털 트윈 관련 기술은 엔진과 같이 복잡한 부품부터 빌딩(Eshkenazi, 2019), 공장(Deloitte, 2017), 그리고 도시(Nomoko, 2020)에 이르는 거대하고 복잡한 대상까지 구현할 수 있는 방향으로 발전하고 있으며, 향후 인간에 대한 디지털 트윈 역시 구현 가능할 것으로 예측된다. 디지털 트윈은 센서를 통해 현실의 대상에 대한 정보를 실시간으로 전달받고, 이를 통해 현실의 대상을 실시간으로 시뮬레이션하여 실제 대상물의 향후 퍼포먼스나 잠재적인 에러 발생을 예측할 수 있다. 혹은 실제 대상의 프로토타입을 가상현실에 구현하여 실제 대상을 개발하기 전에 제품 개발용으로 사용하는 것 역시 가능하다.

이런 점에서 디지털 트윈은 ASF가 설명한 거울세계를 구현한 사례로 볼 수 있다. 외재적 요소이면서도 동시에 시뮬레이션을 대표하는 사례인 거울세계는 사용자를 둘러싸고 있는 세상과 상호작용할 수 있는 완전히 새로운 가상의 환경으로 디지털 트윈으로 구현되는 것이다.

4. 증강현실: 시각뿐만 아니라 청각과 촉각을 통해 증폭된 현실

1) 증강현실과 혼합현실 구분하기

ASF는 증강현실을 가상의 대상물이 현실세계의 시각, 청각, 촉각에 중첩되어 정보 흐름을 증가시키는 혼합된 구조로 정의한다. ASF의 정의는 증강현실에 관한 일반적인 정의와 크게 벗어나지 않아 이해하기가 어렵지 않은데, 증강현실을 설명하는 가장 대표적인 연구를 통해 의미를 알아보려고 한다.

증강현실이란 용어는 보잉의 연구원이었던 Caudell and Mizell(1992)에 의해 처음 사용됐지만, Milgram and Kishino(1994)의 연구를 통해 가상현실과 증강현실을 포함한 혼합현실을 소개하며 현실에서 가상현실에 이르는 다양한 기술적 분류를 했다. 현실과 가상현실 사이에는 가상성의 정도에 따라 현실과 더 가까울 수도 가상현실과 더 가까울 수도 있는데, 이러한 구분을 위해서 제시한 것이 '현실-가상성의 연속성(Reality-Virtuality Continuum)'이란 개념이다. 즉 가상성이라는 개념은 어느 단계를 구체적으로 단절시킬 수 있는 것이 아니라, 현실에 대해서 가상의 대상물이 얼마나 많이 더해지는가에 따라 가상현실에 가까워진다는 연속체적인 속성을 띤다는 주장을 한 것이다.

가상성이라는, 즉 컴퓨터 그래픽을 통해 제공되는 대상물이 더 많으면 많을수록 증강현실 그리고 증강가상(Augmented Virtuality), 그리고 궁극적으로 오로지 컴퓨터 그래픽으로만 제공된 환경일 때 가상현실이라는 용어를 사용할 수 있음을 제안한 것이다. 그리고 현실과 가상현실이라는 양극단 사이에 존재하는 모든 것이 바로 혼합현실이라고 주장한다. 따라서 우리가 가장 빈번하게 사용하는 용어인 증강현실은 혼합현실의 한 부류이고, 디스플레이에 구현되는 현실환경에 비해서 컴퓨터 그래픽의 활용이 상대적으로 적은 환경을 의미한다.

밀그램과 키시노 이후 증강현실에 대한 가장 많은 인용을 할 정도로 보편적으로 받아들이는 연구는 Azuma

(1997)의 논문이다. 그는 증강현실을 현실세계에 가상의 대상을 구현하게 함으로써 실재(Reality)를 대체(Replace)하는 것이 아닌 실재를 보완(Supplement)하는 역할을 한다고 정의한다. 증강현실은 세 개의 특징이 있는데, 현실과 가상이 결합되어야 하고, 실시간으로 상호작용이 가능하며, 가상의 대상물이 현실세계에서 정확하게 배치되어야(Registration) 한다고 주장한다. 이후 아즈마는 자신의 연구를 보완하는 새로운 논문(Azuma, et al., 2001)을 출판했지만, 증강현실에 대한 기본적 관점은 동일하게 기술하고 있다.

밀그램과 키시노와 아즈마는 각기 다르게 증강현실을 정의하는데, 크게 두 개의 차이점이 있다. 첫째, 증강현실이 포괄하는 범주의 차이이다. 밀그램과 키시노의 정의에서 증강현실은 현실과 가상현실 사이에 존재하지만, 현실에 가까운 낮은 차원의 가상현실이란 의미가 강했지만, 아즈마의 정의에서는 그 양에 상관없이 실시간으로 상호작용할 수 있는 가상의 대상물이 존재하기만 하면 이는 증강현실이 되는 것이다. 즉, 아즈마는 증강현실의 정의를 밀그램과 키시노가 정의한 혼합현실과 동일하게 사용하는 것이다(밀그램과 키시노의 혼합현실 = 아즈마의 증강현실).

두 번째 차이는 상호작용성의 존재 여부다. 밀그램과 키시노의 정의에서는 혼합현실(아즈마의 증강현실)은 가상의 대상물이 더해지는 정도가 중요하지만, 아즈마의 경우는 상호작용성이 반드시 요구된다. 따라서 아즈마의 정의에 따른다면 가상의 컴퓨터 그래픽이 제공되었다는 것만으로는 증강현실이라고 부를 수 없게 된다.

이러한 차이점에도 불구하고, 증강/혼합현실을 보기 위해서는 반드시 투시형 HMD(See-through HMD)가 필요하다. 증강/혼합현실의 특성상 현실을 기반으로 해서 가상의 대상을 봐야 하므로 안경과 같이 현실을 보면서, 정확하게 특정 위치에 가상의 대상물이 위치하는 것을 표현할 수 있는 기기가 필요한 것이다.

2) 증강현실, 모든 감각으로 더 진짜같이 느끼다

이 두 편의 논문에서 정의한 증강현실과 비교했을

때, ASF는 증강현실을 더욱 광의적으로 정의한다. 이에 관련해서는 두 개의 예로 설명할 수 있는데 먼저, QR코드가 한 예이다. QR코드는 2D의 매트릭스 모양의 바코드로, 기존의 바코드보다 더 많은 정보를 담고 있다(Rouillard, 2008). 바코드를 모바일 기기로 스캔했을 때 가상의 대상물이 뜨는 모든 것 역시 증강현실의 예로 보지만, ASF는 가상의 대상물이 뜨지 않아도, 가령 특정 웹사이트로 전환되거나, 특정 정보를 보여주는 것 역시 증강현실의 한 예로 보았다. HUD와 같이 상호작용이 없어도, 스마트폰의 디스플레이, 즉 2D에 가상의 대상물이 떠서 깊이감을 인식하지 못해도 증강현실로 포함한다.

두 번째 사례는 더욱 흥미롭다. 앞서 살펴봤지만, 기존 연구는 증강현실을 시각적 정보 인식을 유일한 판단 기준으로 삼았다. 그러나 ASF는 시각뿐만 아니라 청각과 촉각 역시 증강현실로 포함한다. 가령 음성 또는 문맥 기반 정보가 이어폰과 같은 청각 기기를 통해 전달되는 오디오 인터페이스 역시 증강현실로 본 것이다. 최근 애플에서 소개한 공간 음향이 하나의 예가 될 것 같다. 공간 음향은 머리의 움직임을 추적하는 기능으로 시청 중인 영화나 비디오에 서라운드 사운드 환경을 구현하여 마치 영화관에 온 것처럼 소리가 모든 곳에서 들리는 효과를 나타내는 효과를 말한다. 소리의 크기는 사전에 설정된 그대로 유지되지만, 음성은 화면의 배우나 동작에 맞춰 3차원의 몰입형 음향으로 제공되는 것이다. 이렇게 되면 기존의 스테레오 사운드보다 더욱 실감 나게 콘텐츠를 즐길 수 있어서 현실감은 더욱 증폭될 것이다. 그동안 실감미디어 연구에서 특히 가상현실의 몰입감을 높이기 위해서 시각적 요소뿐만 아니라 청각, 촉각, 후각 등 인간의 감각을 총체적으로 자극해야 함을 주장하기도 했는데(Chung, 2017, 2021), 증강현실의 경우는 시각적 자극에 한정된 것이 일반적이었다. 그러나 이러한 ASF의 관점은 증강현실의 정의를 인간의 다감각적 정보로 확장한다는 점에서 매우 큰 의미가 있다.

5. 라이프로그: 나의 일상을 저장하다

1) 빅데이터로 라이프로그에 가치를 담다

ASF는 라이프로그를 디지털로 저장되고 접근 가능한 기록물로 정의한다. 여기서 말하는 기록물이란 직접적인 경험을 통해 만들어진 온갖 종류의 기록물로, 사물과 사람의 기억, 관찰, 의사소통과 행동 등 일상을 기록한 것을 의미한다. ASF의 정의는 일반적인 라이프로그 정의와 다르지 않다.

라이프로그는 센서가 수집한 일상생활의 데이터를 수동적으로 수집, 처리, 반영하는 과정으로 정의된다. 일상생활 데이터는 주로 사용자가 착용한 웨어러블 센서가 수집하지만, 사용자를 둘러싼 다양한 센서에 의해서 수집된 데이터도 포함될 수 있다(Gurrin, et al., 2014). 이 정의가 갖는 독특한 의미는 '수동적'이라는 용어가 들어가 있는 것이다. 이전 또는 다른 연구에서는 마치 우리의 일상을 센서가 모두 기록하는 것으로 표현하고 있지만, 실제로 사용자의 선택으로 센서가 작동되는 순간부터 데이터가 수집되는 것을 강조해서 '수동적'이라는 표현을 쓴 것이다.

결국, 라이프로그의 의미는 스쳐 지나가는 우리가 보고 듣고 경험하는 것을 디지털로 기억하고 언제 어디서든지 원할 때는 그 기록물에 접근해서 사용할 수 있는 것으로 설명할 수 있다. 정의에서 파악할 수 있듯이, 라이프로그를 하기 위해서는 다양한 종류의 기술이 기반이 되어야 한다. 먼저 소형이면서도 저렴한 센서가 필요하고, 정확한 위치 정보를 파악하는 GPS가 내장된 센서는 데이터를 정확하게 수집해야 한다. 수집된 데이터를 저장할 스토리지가 있어야 하고, 이 데이터를 서버에 보내는 통신 기술이 필요하다.

라이프로그가 주목받은 이유는 기록된 정보가 법적, 경제적, 도구적 목적에 따라 사용될 수 있는 실용적인 가치를 지녔기 때문이다(Bae, 2012). 지금은 비록 그 가치를 평가하기 힘들다고 하더라도, 기록되고 보존된 데이터는 언젠가는 유용할 것이라는 기대가 있다. 이러한 가치 평가는 빅데이터의 그것과 같다. 하루에 수억

바이트씩 쌓이는 데이터는 비록 지금은 아무 쓸모 없이 보일 수 있지만, 데이터의 의미를 파악할 수 있는 수준이 된다면 쓰레기처럼 버려진 데이터는 황금알을 낳는 거위가 될 수 있다.

실버는 그의 책 소음과 신호에서 빅데이터의 중요성을 수많은 정보에서 소음과 신호를 구분하는 것으로 설명하고 있다(Silver, 2012). 인류의 역사에서 수없이 쌓여온 정보는 아무런 의미를 찾지 못하고 버려지거나, 매우 극소수의 정보만이 유의미하게 사용됐다. 그러나 최근 컴퓨팅 파워와 알고리즘의 발전은 인공지능의 무한한 능력을 산출하고, 이제까지 쓸모없이 버려졌던 데이터를 활용해 새로운 이익을 창출하고 있다. 라이프로그의 의미는 아직은 기술의 한계로 인해 의미 없었지도 모르는 개인의 정보를 빅데이터화 해서 가치 있는 정보로 만들기 위한 첫 번째 작업이다.

그러나 마냥 쌓아가는 데이터가 미래 가능성만 보고 마냥 긍정적인 수는 없다. 2025년까지 데이터 양이 175 제타바이트(64기가 스마트폰 2조6000억대와 맞먹는 양)까지 늘어날 것으로 예측하지만, 정착 이 데이터의 52%는 어떤 데이터인지 확인조차 안 돼 인프라와 인력 투자 등 경제적 비용을 증가시키고 불필요한 이산화탄소를 발생시킨다(Cho, 2020). 범람하는 정보 속에서 쓸만한 신호를 제대로 가려내지만 한다면 이는 새로운 부의 원천이 되겠지만, 그렇지 못하면 사회적 비용은 더욱 증가할 것이다.

2) 인공지능으로 현실을 더욱 풍요롭게 하다

그렇다면 이러한 라이프로그가 어째서 메타버스에서 내재적 요소와 증강 영역의 사례로 제시되는가? 라이프로그는 결국 나의 데이터이다. 나의 과거가 고스란히 저장되고 디지털화되어 존재하게 된다. 남겨진 기록은 나의 여제를 언제든지 재현할 수 있다. 즉, 라이프로그는 지나간 나의 존재다. 메타버스의 하나의 축인 내재적 요소는 아바타 또는 실제 모습을 통해 사용자의 정체성과 행동을 나타내는 기술을 의미하므로, 나의 과거는 내재적 요소로 존재하는 내가 된다. 중요한 것은 이러한 내가

나를 더욱 진짜처럼 만드는 증강 요소로 작용할 수 있다는 것이다. 내가 가진 기억과 경험은 사라지거나 왜곡되기 마련이다. 그러나 데이터로 저장된 라이프로그는 온전하게 나의 모습 그대로 존재하게 된다. 내가 누구인지 켜켜이 쌓인 '과거의 나'는 현재의 나를 규정한다. 그것도 현재의 나를 더 정교하면서도 정확하게 말이다.

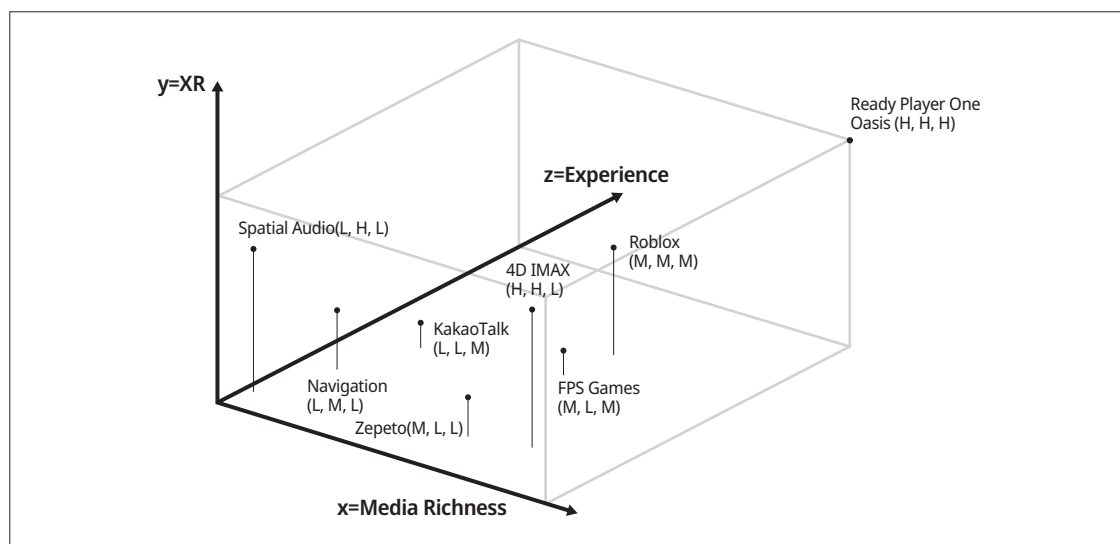
라이프로깅은 내가 좋아하고 원하는 정보만 받을 수 있도록, 그리고 정반대로 내가 싫어하고, 원치 않는 정보를 회피할 수 있게 활용될 것이다. 스팸 메일과 통화는 소음으로 처리되어 자연스럽게 걸러지고, 내게 유용한 광고와 정보는 신호로 처리되어 가치 있게 전달될 것이다. 또한, 라이프로그는 단지 사물이나 정보에 그치지 않을 것이다. 내가 좋아하는, 함께 있고 싶은 사람과의 접촉을 증가시키고, 그 반대의 경우를 최소화하는 시스템의 제공으로 나의 현재를 더욱 풍요롭게 할 것이다. 이런 의미에서 라이프로그는 현실을 더욱 풍요롭게 만드는 메타버스로 존재하게 된다. 최적화된 시스템의 적용으로 환경 문제를 해결하고, 경제적 이익을 극대화하는 등 사회 문제를 해결하는 방안을 제시하는 근거가 되

고 결과가 되기도 한다. 메타버스가 단지 현실과 대척점에 있는 가상세계로 존재하는 이분법적인 세계가 아닌, 연계하며, 공존하고, 융복합된 공간임을 드러내는 것이 바로 라이프로그이다.

6. 메타버스의 재개념화

ASF는 메타버스를 가상으로 강화/확장된 현실세계와 현실처럼 지속하는/영구화된 가상공간의 융복합된 공간으로 정의하며, 가상세계, 거울세계, 증강현실, 라이프로그를 메타버스의 대표적인 사례로 설명한다. 가상세계와 거울세계가 컴퓨터그래픽으로 만든 현실과 정반대에 있는 공간이라면, 증강현실과 라이프로그는 현실에 있지만, 기술의 적용으로 현실감을 증폭한 공간으로 메타버스의 의미를 이해하게 한다.

ASF의 메타버스에 관한 정의는 새로운 개념을 이해하기 위한 좋은 출발점일 수 있지만, 기술을 중심으로 세계를 이해한다는 점에서 누구를 위한 공간이냐는 철학적 질문에 맞닥뜨리게 한다. 자동차, 도로, 건물 등 현실세



※ L: Low, M: Mid, H: High

〈그림 4〉 메타버스를 정의하는 세 개의 구성요소와 사례

〈Fig. 4〉 Three key concepts and examples of metaverse Example (Media Richness, XR, Experience)

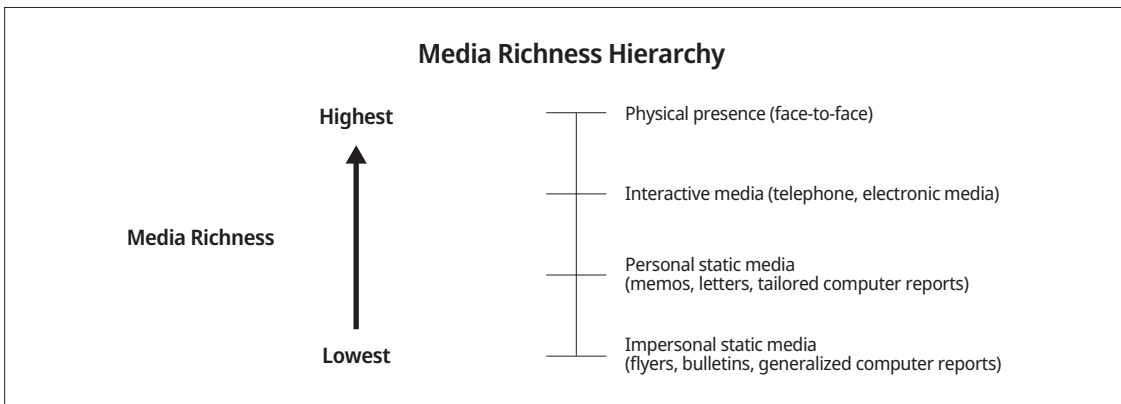
계를 구성하는 수많은 물질이 존재하지만, 이들이 존재하는 이유는 이 공간을 살아가는 인간을 위한 요소일 뿐 그 자체가 목적이 될 수는 없다. 마찬가지로 이유로 메타버스라는 공간을 이해하기 위한 시도 역시 기술이 아닌 인간이 중심이 되어야 공간의 의미파악이 명징해진다.

이에 따라 저자는 메타버스를 바라보는 패러다임을 인간 중심, 사용자 중심 관점으로 전환하여, 메타버스의 개념화를 시도하고자 한다. 메타버스를 정의하기 위해서는 <그림 4>와 같이 세 개의 중요한 개념이 설정되는데, 첫째 인간 커뮤니케이션, 둘째 현실, 비현실 경험, 셋째 확장현실이다. 이를 바탕으로 우리는 메타버스를 인간 커뮤니케이션을 지향하며, 현실과 비현실 경험을 즐길 수 있는, 확장현실 공간이라고 정의한다. 이 공간은 분절된 공간이 아닌 연속선(Continum) 상에 있는 공간이면서도 다차원적인 공간이고, 사용자가 이 세 개의 조건을 어떻게 느끼느냐에 따라 높은 수준의 메타버스 또는 낮은 수준의 메타버스로 존재할 수 있다.

1) 커뮤니케이션 양식: 인간 커뮤니케이션을 지향하다
메타버스를 정의하는 첫 번째는 커뮤니케이션 양식

이다. Chung(2017)²⁾은 가상현실과 혼합현실과 같은 실감미디어가 3차원의 입체적 대상을 통해 시각적으로 현실감 있는 정보를 제공하고, 영상으로 전달되는 정보 외에 다양한 액세서리를 통해 상호작용성(Interactivity)을 가능하게 하므로, 더욱 몰입(Immersion)할 수 있는 미디어로 평가했다. 시각, 청각, 촉각, 후각 등 다양한 감각이 서로 보완적으로 상호작용함으로써 다각각에 의존한 표현 방식을 통해 인간의 지각력을 높임으로써 실감미디어는 정보에 대한 감각적 몰입(Sensory Immersion)을 가져오기 때문이다.

이러한 상호작용성이 이루어지는 과정은 결국 어떠한 입출력 기기를 사용하여 감각기관에 영향을 미치는 것인데 이러한 입출력 기기가 다양하고 풍부해질수록 상호작용의 효과는 더욱 두드러지게 된다. 이때 얼마나 많은 입출력 기기를 통해 다양한 정보전달을 가능하게 하는지 설명하는 이론이 <그림 5>에서 설명하는 미디어 풍요성(Media Richness Theory)이다. 미디어 풍요성이란 매개된 커뮤니케이션 상황에서 많은 정보를 얼마나 다양한 단서를 통해서 전달할 수 있는가 하는 미디어의 능력을 의미한다(Daft, et al., 1986). 미디어의 전달 능력은 언어



source: Lengel & Daft(1988)

<그림 5> 미디어 풍요성을 구분하는 위계
<Fig. 5> Media Richness Hierarchy

2) 미디어 풍요성은 저자의 2017년 논문인 '가상현실에 관한 사용자 관점의 이론과 실제'의 내용을 인용했다(Chung, 2017).

의 다양성(Language Variety)과 다수의 단서(Multiple Cues), 피드백의 즉시성(Immediacy of Feedback) 그리고 개인화(Personal Focus)를 통해 측정되는데, 이를 통해 미디어가 개인에게 전달하는 정보 전달 능력이 높을수록 풍요로운(Rich) 미디어, 그 반대의 경우는 풍요롭지 못한(Lean) 미디어라고 한다. 이 정의에 따르면 대면 커뮤니케이션은 가장 풍요한 미디어이며, 텍스트로만 이루어진 편지는 풍요롭지 않은 미디어다.

비록 이러한 특징들은 미디어가 가진 자체의 속성으로 규정하기도 하지만, 미디어에 대한 수용자들의 인식이 더 중요하다. 즉, 기술적으로 다양한 감각기관에 정보를 전달하는 채널의 수도 중요하지만, 실제로 사용자가 이러한 채널이 얼마나 풍부한지 느끼는 것이 더 중요한 것이다.

미디어 풍요성 이론에 따르면, 인간이 직접 마주하고 커뮤니케이션을 하는 것을 가장 이상적으로 생각한다. 기술의 발달은 궁극적으로 이와 같은 방식의 커뮤니케이션을 지향할 것이다. 편지가 전화로 발전하고, 전화가 비디오 컨퍼런스로 발전했듯이, 아직은 먼 미래의 일이지만, 궁극적으로 홀로그램(Hologram)으로 진화해서 물리적으로 떨어져 있지만, 마치 내 앞에 있는 것과 같은 느낌을 주는 기술의 발달을 통해 마치 마주하고 커뮤니케이션을 하듯 만드는 환경을 제공할 것이다.

인간 커뮤니케이션은 다양한 수단을 통해 이루어진다. 말을 통해서 하는 커뮤니케이션을 언어적 커뮤니케이션(Verbal Communication)이라고 하고, 손짓과 몸짓, 표정과 심지어 몸에 뿌리는 향수 등 말이 아닌 모든 것을 비언어적 커뮤니케이션(Non-Verbal Communication)이라고 한다. 인간이 하는 커뮤니케이션을 주로 언어적 커뮤니케이션에 한정한다고 생각하기 쉬우나 이는 사실과 다르다. 오히려 인간은 비언어적 커뮤니케이션의 영향을 더 받는다. Mehrabian(1971)에 따르면, 호감을 주는 커뮤니케이션의 역할을 언어(내용)가 7%, 목소리가 38%, 그리고 몸짓이 55%를 담당한다고 하며 7-38-55%를 제시하기도 했다(Mehrabian, 1971). 비언어적 커뮤니케이션의 중요성을 밝힌 이 연구를 메라비언의 법칙

(The Law of Mehrabian)이라고 한다. 모든 커뮤니케이션 테크놀로지는 인간 커뮤니케이션을 지향한다. 따라서 언어, 비언어적 커뮤니케이션을 모두 가능하게 하는 공간일수록 높은 단계의 메타버스라고 할 수 있다.

현재 메타버스의 대표적 사례로 널리 알려진 제페토나 로블록스를 예로 들면, 이 두 플랫폼은 모두 커뮤니케이션 양식에서는 매우 낮은 단계의 메타버스이다. 스마트폰에 손가락을 대거나 마우스를 움직여 아바타를 조정하는 것은 인간 커뮤니케이션과는 어울리지 않는다. 글로 하는 채팅에 더해 말로 하는 소통 기능을 넣기도 했지만, 시차와 노이즈, 때로는 끊임 현상 때문에 원활한 커뮤니케이션이 이루어지지 않는다. 이런 정도 수준으로 메타버스를 새로운 세상으로 이야기하기에는 아직도 넘어야 할 많은 장벽이 있다.

2) 현실, 비현실 경험: 생산, 소비, 거래 등 경제 활동을 하다

두 번째로, 현실과 비현실 경험을 모두 가능하게 한다는 의미는 말 그대로 우리가 사는 공간에서 하는 모든 행동과 영화에서나 본 것 같은 깊은 바다를 헤엄치고 날아다니는 것과 같은 현실에서 불가능한 경험 모두를 가능하게 하는 것을 의미한다. 이 정의에 따르면 우리가 사는 현실은 비현실 경험을 할 수 없다는 점에서 상대적으로 낮은 단계의 메타버스가 되고, 증강 혹은 가상의 세계를 통해 현실, 비현실 경험의 양과 질이 향상할수록 높은 단계의 메타버스로 정의될 수 있다. 현실, 비현실 경험을 이루는 수많은 분야가 있겠지만, 무엇보다도 중요한 것은 경제 활동이 가능하고 경제 활동의 결과물인 재화를 현실이나 가상공간 모두에서 상호 교차해서 사용할 수 있는지 여부다.

무엇인가를 만들어서 사고파는 경제 활동을 하는 공간이 된다는 의미는 우리가 사는 현실에서 생존하기 위한 기본 활동을 가능하게 한다는 것이다. 현실세계에서 우리는 생활을 하기 위한 경제 활동을 한다. 돈을 벌고 쓰는 행위야말로 가장 기본적인 사회활동이다. 현재 우리가 즐기는 게임의 경우는 오락용이나 일부 기능성 게임(Serious game)의 경우 특정 목적 달성을 위해 게임

이라는 형식을 사용할 뿐, 그 자체로 경제 활동을 할 수는 없다. 물론 엔씨소프트의 리니지 게임 같은 경우는 아이템을 살 수도 팔 수도 있다. 그러나 이 게임 안에서 자유로운 거래는 이루어지지 않는다. 우리가 사는 현실과 같이 자유로운 거래가 이루어지는 공간일수록 높은 단계의 메타버스라고 할 수 있다.

가령 인스타그램을 보자. 인스타그램에서는 어떠한 재화를 만들어내는 생산 활동이 불가능하다. 반면 카카오톡에서는 이모티콘을 만들어 거래할 수 있다. 생산할 수도 있고, 구매도 할 수 있다. 그러나 누구나 만들어 어떤 이모티콘이나 거래가 가능한 것은 아니다. 카카오톡에서 이모티콘을 승인할 때만이 판매할 수 있기 때문이다. 물론 실물 경제에서도 정부가 허가제나 심사제도를 운용하기도 하지만, 카카오톡에서 이모티콘을 심사한다는 의미는 그만큼 하나의 플랫폼 기업에 의해 좌우되는 제한적 공간이라는 의미이다.

또 다른 예는 게임 아이템이다. 가령, 앞서 소개한 리니지는 사용자가 게임 아이템의 가치를 만들어낼 수 있다. 다만 현실 시장과 같은 자유로운 시장활동은 이루어지지 않는다. 그러나 로블록스는 이 모든 것이 가능하다. 로블록스에서 사용할 수 있는 가상화폐인 로벅스(Robux)로 구매활동이 가능하고, 현실세계에서 사용할 수 있는 돈, 즉 미국 달러로 환전도 가능하다. 현실과 가상현실 간의 경제 활동의 구분이 없어진 것이다. 그러나 이러한 형태 역시 온전한 시스템은 아니다. 하나의 플랫폼에서만 사용 가능한 재화는 보편적으로 사용할 수 있는 재화에 비해서 그 효용가치가 낮다. 따라서 메타버스가 현실세계와 공존하기 위해서는 현실과 가상의 세계를 연결해주는 새로운 재화의 형태가 필요한데, 로벅스 처럼 자체 플랫폼에서만 사용할 수 있는 것이 아닌 보편적인 화폐의 역할을 할 수 있는 무엇인가가 필요하다.

가령 암호화폐로 알려진 비트코인이나 대체 불가능한 토큰(Non Fungible Token: NFT)과 같이 디지털 세계에서 통용가능한 재화는 필수적이다. 이런 점에서 디센트럴랜드는 가장 앞선 메타버스로 볼 수 있다. 탈중앙화 블록체인 기반 가상현실 플랫폼의 특징을 가진 디

센트럴랜드는 그 누구의 통제도 없이 사용자가 자유로운 활동을 할 수 있으며, 수익을 창출할 수 있는, 암호화폐 기반 수익을 토대로 메타버스 경제가 작동되고 있다는 점이 특징이다(Noh, et al., 2021).

2011년 어니스트 클라인(Ernest Cline)의 소설 '레디 플레이어 원(Ready Player One)'에서는 현실의 대리 공간으로 만든 새로운 세계인 오아시스(Oasis)라는 디지털 세계를 소개한다. 이 공간은 2018년에 개봉된 같은 이름의 영화 '레디 플레이어 원'에서 우울한 현실과 환상적인 가상세계를 상반된 모습으로 잘 그려내며 메타버스의 현실과 비현실적 모습을 가장 잘 그려냈다고 볼 수 있다. 이런 세상을 직접 경험하기에는 아직 많은 시간이 걸릴 것으로 생각되지만 블록체인, 디지털 화폐, 360도 공간음향, 가상세계 플랫폼 등 각기 다른 영역에서 개발되는 새로운 기술은 통합과 연계로 새로운 경험을 만들어내고 있다.

3) 확장현실: 진짜보다 더 진짜같이 느끼다

마지막으로 확장현실 공간은 현실, 혼합현실, 가상현실에서 현실의 경험을 극대화할 수 있는, 즉 현실보다 더 현실 같은 경험을 주는 환경을 말한다. 더욱 생생한 느낌과 몰입감을 증가시키며, 시간 가는 줄 모르는 경험을 가능하게 하는 환경일수록 높은 단계의 메타버스라고 볼 수 있다. 특히 확장현실은 공간의 의미보다는 감각의 극대화(Sense of XR)가 더 중요하다. 확장현실은 현실에서부터 가상현실까지 어느 곳에서나 존재하는 것으로, 진짜보다 더 진짜 같은 경험을, 즉 감각의 극대화를 이루는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 이러한 의미에서 확장현실은 메타버스에서 가장 중요한 조건이다.

사실 확장현실 용어의 기원은 1961년으로 거슬러 올라갈 정도로 오래된 개념이다(Wyckoff, 1962). 그러나 최근에 실감 나게 만드는 새로운 기기와 콘텐츠가 다양하게 소개됨에 따라서 빈번하게 사용되고 있다. 확장현실을 설명할 때, 주로 가상현실, 증강현실, 혼합현실의 세 가지 형태를 포함하는 용어로 정의된다(Chuah, 2018). 가상의 세계로 사용자를 인도하고, 현실세계에 정보를 추

가하여 경험을 강화하고, 이 두 가지가 혼재하는 혼합현실을 모두 포함하는 광의의 의미로 확장현실을 정의한다. 한편, 확장현실에서 확장을 의미하는 eXtended의 X를 정의되지 않은 변수(X)로 설명하며, 앞으로 등장할 모든 다른 형태의 현실을 포괄하며, 가상현실, 증강현실, 혼합현실 등을 구별하지 않고 이 모든 것을 확장현실로 표현하기도 한다(Fast-Berglund, et al., 2018).

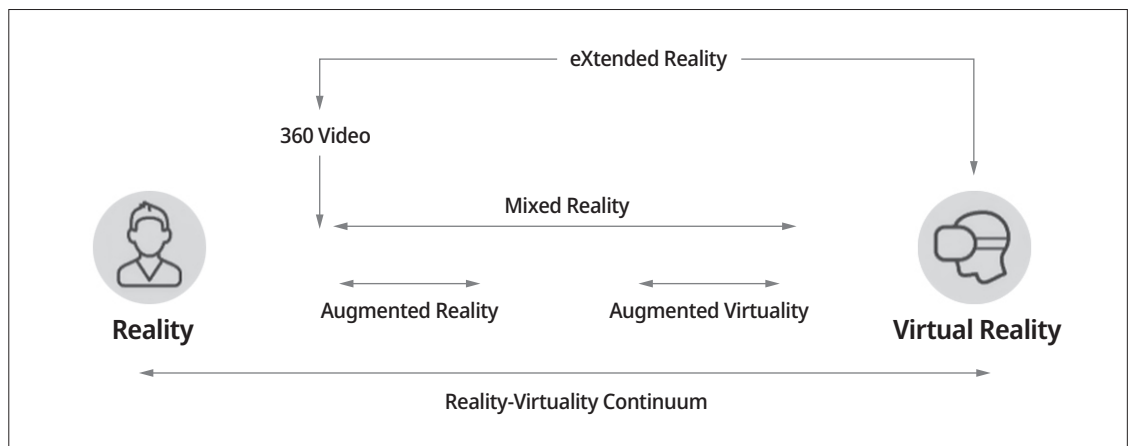
확장현실을 이처럼 정의하는 것은 다분히 기술에 중심을 둔 관점이다. 확장현실이 가상현실과 증강현실, 혼합현실을 모두 포함한다는 일반적인 정의는 앞서 설명한 증강현실과 혼합현실의 구분을 모호하게 한 배경에서 출발한다. 앞서 설명했듯이, 증강현실은 밀그램과 키시노, 그리고 아즈마가 모두 정의했지만, 이 정의는 뚜렷이 구분된다. 특히 밀그램과 키시노가 설명한 혼합현실이 아즈마의 증강현실이라는 점에서, 증강현실을 설명할 때는 증강가상과 공존하는 증강현실인지, 아니면 현실과 가상현실 사이에 존재하는 증강현실인지 구분되어야 함에도, 이러한 구분없이 증강현실과 혼합현실을 사용함으로써 용어 사용의 혼돈을 가져온다.

두 번째는 더 중요한 이유인데, 확장현실을 단지 현실과 구분되는 대립적 환경에서 발생하는 개념으로 사용하는 것의 문제점이다. 확장현실을 현실을 제외한 그

외의 환경에서 발생하는 것으로 보는 것은 메타버스가 내포하는 함의를 잘못 이해하는 것이다. 메타버스는 현실에 있으면서도 동시에 가상에 있고, 또한 이 둘을 연결하는 개념이다. <그림 6>에서 설명하는 것과 같이 메타버스는 분절과 독립의 공간이 아닌 연계와 공존의 공간이면서도 스펙트럼으로 연속선상에 있는 개념이다.

확장현실을 이해하는 방법으로 제안하는 것은 프레즌스(Presence)다. 메타버스의 예인 가상현실과 증강현실을 통해서 프레즌스를 설명해보면, 프레즌스는 인간의 오감을 활용한 다양한 미디어를 활용하고, 상호작용성 정도를 높여서 '진짜' 같은 경험을 부여한다. 가상현실은 "컴퓨터를 사용해 제작된 세계로, 사용자들이 그곳에 가 있다(Present)는 감각을 주는 매체"로 정의될 수 있는데(Steuer, 1992), 이러한 정의를 따르면 가상현실은 특정 기기나 기술적 적용 방식에 구애받지 않는다. 또한, 사용자의 감각에 중점을 둔 이와 같은 정의는 가상현실을 심리학적 개념(Psychological variable)으로 받아들일 수 있도록 해 준다(Biocca, 1992).

가상현실을 심리학적 개념으로 접근하면, 가상현실에 의한 확장 역시 보다 명징하게 설명할 수 있다. 가상현실은 새로운 공간을 창조하지만, 이는 물리적으로 실재하는 곳은 아니다. 가상현실이 컴퓨터나 HMD에서



〈그림 6〉 가상성의 연속성 개념으로 살펴본 확장현실
 〈Fig. 6〉 XR in Reality-Virtuality Continuum

구현되지만, 기기의 입장에서 가상현실은 특정 데이터를 모아 연산되는 특정 형태의 프로그램에 불과할 뿐이다. 이렇듯 실제로 존재하지도 않는 공간이 우리에게 확장된 의미를 가져다주는 것은 결국 우리의 감각이 그러하다고 느끼기 때문이다. 따라서, 가상현실에 의한 공간 확장은 실질적으로는 사용자가 환경에 몰입되었다고 느끼는 감각, 그리고 이로 인해 발생하는 프레즌스에 의해 발생한다고 볼 수 있다.

가상현실이 우리가 그곳에 가 있다(Being There)는 감각, 즉 프레즌스를 통해 우리의 공간을 확장해 준다면(Biocca, 1997), 증강현실은 실제 환경에 새로운 디지털 정보를 추가하여 기존의 현실에 없던 무언가가 있다(Being Here)는 감각을 통해 우리의 물리적인 공간을 확장한다고 볼 수 있다. 이러한 면에서 볼 때, 공간이 확장되었으므로 우리가 감각을 하는 것이라기보다, 우리가 감각했기(느꼈기) 때문에 공간이 확장된다고 볼 수 있다.

가상현실과 증강현실에 만들어지는 정보는 현실의 모사품(Para-authentic)이거나 현실에 존재하지 않는 인공적(Artificial)인 정보이다(Lee, 2004). 그렇다면 우리는 이러한 모사품이나 인공품을 어떠한 심리적 과정을 통해 현실의 확장이라고 받아들여지게 될까? 우리가 공상과학이나 판타지 영화를 볼 때 그 영화의 세계관을 이해하면, 그 세계의 규칙을 이해하고 이에 따라 그 세계에 등장하는 인물들이 겪는 일련의 사건들을 이해하고 받아들일 수 있다. 영화에 때때로 등장하는 마법이나 초능력이 현실에는 존재하지 않음에도 불구하고 우리가 이를 받아들이고 이해할 수 있는 것은 영화관람객이 자신의 인지능력을 발휘하여 불신의 유예(Suspension of Disbelief)를 발생시키기 때문이다. 이러한 불신의 유예에는 분명히 우리의 인지능력, 즉 이해력이 중요하게 작용한다. 이와 반대로, 우리가 가상현실과 증강현실을 경험하면서 현실이 확장되었다고 느끼는 감각은 즉각적이고 자동적인 것으로 밝혀진 바 있다(Nass & Moon, 2000).

확장현실에 대한 감각은 자동적이고 따라서 노력이

필요하지 않다. 따라서 확장된 현실에 등장하는 가상 혹은 증강 정보는 실제 현실에 물리적으로 존재하는 정보와 다를 바 없이 자연스럽게 우리와 함께하는 것으로 인식된다. 영화와 영화로부터 파생되는 각종 서비스와 상품들을 접할 때는 분명 영화 속 세계와 현실 세계의 구분이 존재하는 것과 대치된다. 이에 따라 메타버스에서 발생하는 현상은 궁극적으로는 우리의 실제세계에서 발생하는 현상과 다를 바 없이 받아들여지게 되고, 현실과 메타버스의 구분은 점점 모호해지거나 구분의 의미 없는 방향으로 변해갈 것이다. 이러한 부분이 메타버스가 기존의 미디어와 차별성을 가지는 부분이며, 또한 메타버스가 가진 무궁무진한 잠재력에 대한 근거라고 할 수 있다.

종합하면 위에서 언급한 세 개의 조건을 충족할 때, 즉 경제 활동을 포함한 우리의 일상생활을 영위할 수 있으면서도 비현실 경험을 진짜처럼 경험할 수 있는 공간 그리고 인간 커뮤니케이션을 그대로 구현한 환경에서 진짜보다 더 진짜 같은 경험을 할수록 높은 단계의 메타버스라고 말할 수 있다.

III. 결론

메타버스에는 나와 같은 사람이 조정하는 아바타가 있지만, 가상의 에이전트도 함께 있다. 가상의 공간이므로 모든 것이 가짜일 수 있다. 그러나 모든 것이 가짜일 수 있지만, 또한 동시에 진짜 같은 느낌이 들며 몰입도가 높아질 것이다.

이를 가능하게 만드는 대표적인 게 물리법칙이다. 우리는 그동안의 경험 때문에 물건은 위에서 아래로 떨어지고, 빛에 의해 그림자가 생기며, 강한 충격으로 우리가 깨진다는 것을 잘 알고 있다. 만일 이러한 사실이 메타버스에서 재현되지 않는다면, 즉 현실과 메타버스의 물리법칙이 다르게 존재한다면 우리는 인지부조화 때문에 몰입하기가 힘들 것이다. 물론 한참의 시간이 흘러 메타버스 네이티브(Metaverse Native), 즉 태어나면서부터 메타버스에 익숙한 세대는 아마 물리법칙조차 무시할

수 있을 것이다. 그러나 적어도 현재의 사용자는 메타버스가 아무리 가상의 공간이라고 하더라도, 현실의 사실이 그대로 적용되어야 몰입할 수 있는 공간일 것이다.

메타버스에서는 현실 또는(과) 비현실 경험을 할 수 있다고 규정했다. 메타버스에서 공연할 수도 있고, 공연을 볼 수도 있다. 상거래 활동도 할 수 있다. 친구를 만들 수도 있고, 연애도 할 수 있다. 인간 아바타와 에이전트가 상호작용하는 공간이 될 수도 있다. 또한, 하늘을 날고, 깊은 바다를 헤엄치는 현실에서 일어날 수 없는 경험도 할 수 있다. 중요한 것은 이러한 활동을 하면서 진짜 같은 경험을 할 수 있는지의 여부다. 진짜 같은 경험은 몰입감을 증가시킨다.

최근 가상현실에서 입학식을 하거나 신입사원을 교육한다는 소식이 대단한 사건처럼 보도되고 있다. 메타버스의 사례로 소개되는 이러한 배경에는 새로운 것은 늘 좋은 것이라는 친혁신적 편향(Pro-innovation Bias)에 근거한다(Rogers, 2003). 중요한 것은 이렇게 무언가를 했다는 결과가 아니라, 실질적으로 그 공간에 참여했던 사용자가 실제 환경에 참여한 것과 같은 느낌이 들었는지의 여부이다. 언론이나 방송에서 소개되는, 그리고 기업이 자랑하는 메타버스의 문제점은 바로 사용자 경험 평가는 배제한 채, '만들었다'와 '운용했다'는 것에 그친다는 것이다.

꼭 가상현실에 한정된 이야기가 아니다. 디지털 트윈도 마찬가지다. 디지털 트윈의 도입은 기술 혁신에 도움이 될 뿐 아니라, 사용자 경험을 보다 정확하게 이해하는 것을 가능하도록 해 준다는 점에서 의미가 있다. 그리고 사용자에 대한 이해를 바탕으로 기존 제품이나 서비스를 사용자의 필요에 부합하는 방향으로 개량하는 것이 가능하며, 나아가 신규 서비스 개발에도 활용하는 것이 가능하다는 점이 중요하다(Marr, 2017).

메타버스는 단지 하나의 특정된 공간이 아니다. 텍스트, 이미지 기반으로 제한된 경험을 하는 낮은 단계의 확장현실 경험을 할 수 있는 메타버스에서부터, 언어, 비언어 커뮤니케이션으로 경제 활동을 하는 높은 단계의 확장현실을 경험할 수 있는 메타버스까지 공존하는

다양한 공간으로 존재한다. 중요한 것은 이런 환경에서 사용자가 어떻게 느끼는가이다. 스마트폰 디스플레이에 손가락을 움직이는 환경에서는 한두 번 재미 삼아 시도하는 허니문 효과가 있을지언정 지속하기는 힘들다. 영화 '레디 플레이어 원'의 가상공간인 오아시스(Oasis)처럼 진짜보다 더 진짜 같은 경험을 할 수 있는 높은 차원의 메타버스를 당장은 기대할 수 없어도, 기술이 아닌 인간, 사용자를 분석함으로써 높은 단계의 메타버스를 경험한 듯한 느낌을 줄 수 있다. 지금은 스마트폰에서 왼손으로 방향을 조정하고, 오른손으로 점프를 하거나 특정 행동을 하지만 앞으로 몇 년 후에는 HMD를 끼고 양손에는 컨트롤러나 촉각(Haptic) 인식 장갑을 끼고 자연스럽게 움직일 수 있을 것이다. 이와 같은 행동 양식으로 즐길 수 있을 때 메타버스는 고차원적 공간으로 존재할 수 있을 것이다.

더 나아가 비트코인으로 대표되는 암호화폐(Cryptocurrency)나 위변조할 수 없는 디지털 자산으로 널리 알려진 NFT, 진짜 같은 경험을 가능하게 하는 인공지능 등 수많은 기술이 어느 순간 하나의 플랫폼으로 만들어질 때, 메타버스는 인간의 감각에 소구하는 최적 환경으로 다가올 수 있을 것이다. 마치 애플 아이폰이 처음 만들어질 당시, 이미 존재하는 소재와 부품들을 최적화하여 매력적인 디자인으로 세상을 놀라게 했듯이 말이다.

향후 메타버스에 관한 연구는 기술이나 서비스, 플랫폼 등에 대한 구체적 사안에 관한 연구로부터 메타버스에 대한 개념화 등 다차원적인 분석이 이루어질 것이다. 이러한 연구 과정에서 무엇보다도 중요한 것은 누구를 위한 메타버스냐는 점이다. 메타버스라는 용어 자체에 현혹되기보다는 궁극적으로 메타버스에 생활할 사용자 관점에서 메타버스가 어떤 의미가 있는지, 그리고 메타버스가 사용자를 위해 어떤 가치 있는 공간이 될 것인지 분명히 할 필요가 있다.

이러한 사용자 관점의 철학이 밑바탕 되어야 메타버스가 가져올 역기능을 최소화할 수 있을 것이다. 메타버스는 메타버스를 만드는 기술과 메타버스에 포함되

는 현재 제공되는 서비스가 갖는 모든 문제점을 고스란히 내포하고 있다. 빅데이터, 인공지능, 소셜미디어, 게임, 가상현실 등이 갖는 문제점, 예를 들어 개인정보침해, 빅브라더, 알고리즘 편향성, 사이버 성범죄 등을 모두 포함한다. 향후 메타버스 연구가 기술적 관점과 시장의 관점과 더불어 사회적 위험으로부터 보호될 방안을 구체화해야 하는 것도 바로 사용자 관점이 필요한 이유다.

현실세계나 가상세계나 할 것 없이 가장 중요한 것은 사용자의 최적경험이다. 기술 중심적인 메타버스의 이해가 아닌 사용자 관점의 메타버스로 접근할 때만이 메타버스의 진정한 의미를 파악할 수 있을 것이다. 그런 점에서 인간 커뮤니케이션과 현실(과 비현실) 경험, 그리고 확장현실에 대한 논의는 메타버스를 이해하는데 중요한 함의를 제공할 것이다.

■ References

- Ahn, S. (2011). "Mirror worlds creation technology." *Robot and Human*, 8(4), 17-25.
- {안상철 (2011). 미러월드(Mirror Worlds) 생성 기술. <로봇과 인간>, 8권 4호, 17-25.}
- Azuma, R. T. (1997). "A survey of augmented reality." *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). "Recent advances in augmented reality." *IEEE computer graphics and applications*, 21(6), 34-47.
- Bae, Y. (2012). "A study on the Diffusion of Life Log and the Right to be Forgotten." *Internet and Information Security*, 3(4), 86-99.
- {배영 (2012). 라이프로그의 확산과 잊혀질 권리. <Internet and Information Security>, 3권 4호, 86-99.}
- Biocca, F. (1992). "Communication within virtual reality: Creating a space for research." *Journal of Communication*, 42(4), 5-22. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00810.x>
- Biocca, F. (1997). "The cyborg's dilemma: Progressive embodiment in virtual environments." *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2). <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00070.x>
- Blascovich, J. (2002). "Social influence within immersive virtual environments." In R. Schroeder (Ed.), *The social life of avatars: Presence and interaction in shared virtual environments* (pp. 127-145). London, UK: Springer-Verlag.
- Caudell, T. P. & Mizell, D. W. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. In System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on (Vol. 2, pp. 659-669). IEEE.
- Cho, W. (2020). "Files that are not used by 52% of the total. Data cleanup is competitive." *Maeil Economics*, July 9. <https://www.mk.co.kr/news/business/view/2020/07/702088> (Retrieved on July 15, 2021).
- {조원영 (2020). "전체 52%는 안 쓰는 파일... '데이터정리'가 곧 경쟁력." <매일경제>. 7월 9일. <https://www.mk.co.kr/news/business/view/2020/07/702088> (검색일: 2021.07.15.)}
- Chuah, S. H.-W. (2018). "Why and who will adopt extended reality technology? Literature review, synthesis, and future research agenda. *Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda*, December 13.
- Chung (2021). *Digital transformation in content business*. Seoul: Nexus.
- {정동훈 (2021). <가상현실, 너 때는 말이야>. 서울: 넥서스.}
- Chung, D. (2017). "User-based theories and practices on virtual reality." *Informatization Policy*, 24(1), 3-29.
- {정동훈 (2017). 가상현실에 관한 사용자 관점의 이론과 실제. <정보화정책>, 24권 1호, 3-29.}
- Chung, D. (2018). "The debate on net neutrality: Evidences, issues and implications." *Informatization Policy*, 25(1), 3-29.
- {정동훈 (2018). 망중립성 논의의 쟁점과 함의. <정보화정책>, 25권 1호, 3-29.}
- Castelfranchi, C., Piunti, M., Ricci, A. & Tummolini, L.

- (2012). AmI systems as agent-based mirror worlds: bridging humans and agents through stigmergy. In *Agents and ambient intelligence* (pp. 17-31). IOS Press.
- Daft, R. & Lengel, R. (1986). "Organizational information requirements, media richness and structural design." *Management Science*, 32: 554-571.
- Deloitte. (2017). "Meet manufacturing's digital twin." *WSJ*. August 9. <https://deloitte.wsj.com/articles/meet-manufacturings-digital-twin-1502251346> (Retrieved on June 1, 2021).
- Eshkenazi, A. (2019). "Real benefits from digital twins." *ASCM*. September 21. <https://www.ascm.org/ascm-insights/scm-now-impact/real-benefits-from-digital-twins/> (Retrieved on July 15, 2021).
- Fast-Berglund, Å., Gong, L. & Li, D. (2018). "Testing and validating Extended Reality(xR) technologies in manufacturing." *Procedia Manufacturing*, 25, 31-38.
- Fox, J., Ahn, S. J., Janssen, J. H., Yeykelis, L., Segovia, K. Y. & Bailenson, J. N. (2015). "Avatars versus agents: a meta-analysis quantifying the effect of agency on social influence." *Human-Computer Interaction*, 30(5), 401-432.
- Gelernter, D. (1992). *Mirror worlds*. NY: Oxford University Press.
- Gurrin, C., Smeaton, A. F. & Doherty, A. R. (2014). "Lifelogging: Personal big data." *Foundations and trends in information retrieval*, 8(1), 1-125.
- Han, H. (2008). "A study on typology of virtual world and its development in metaverse." *Digital Contents Society*, 9(2), 317-323.
- {한혜원 (2008). 메타버스 내 가상세계의 유형 및 발전방향 연구. <한국디지털콘텐츠학회 논문지>, 9권 2호, 317-323.}
- IBM. (2019). *Digital twin: Bridging the physical-digital divide - watson IoT blog*. *IBM Business Operations Blog*. February 27. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-digital-twin-enablers/> (Retrieved on July 22, 2021).
- Lee, K. M. (2004). "Presence, explicated." *Communication Theory*, 14(1), 27-50. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00153>
- Lengel, R. H. & Daft, R. L. (1988). "The selection of communication media as an executive skill." *Academy of Management Perspectives*, 2(3), 225-232.
- Marr, B. (2017). "What is digital twin technology - and why is it so important?" *Forbes*. March 6. <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/03/06/what-is-digital-twin-technology-and-why-is-it-so-important/?sh=156a20cd2e2a> (Retrieved on July 11, 2021).
- Mehrabian, A. (1971). *Silent messages*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). "A taxonomy of mixed reality visual displays." *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Nass, C. & Moon, Y. (2000). "Machines and mindlessness: Social responses to computers." *Journal of Social Issues*, 56(1), 81-103. <https://doi.org/10.1111/0022-4537.00153>
- Negri, E. (2017). "A review of the roles of digital twin in CPS-based production systems." *Procedia Manufacturing*, 11, 939-948.
- Nomoko. (2020). "The era of digital twins and the mirror world." *Medium*. May 5. <https://nomoko.medium.com/the-era-of-digital-twins-and-the-mirror-world-82b33e3e3d46> (Retrieved on July 23, 2021).
- Noh, K., Joo, Y. & Lee, H. (2021). "Where have you been?" *Eugene Investment*. March, 10. https://www.eugenefn.com/common/files/ama/20210310_B45_kyoungkt_609.pdf (Retrieved on July 5, 2021).
- {노경탁·주영훈·이현지 (2021). "메타버스(Metaverse), 어디까지 해봤니?" <유진투자증권>. 3월 10일. https://www.eugenefn.com/common/files/ama/20210310_B45_kyoungkt_609.pdf (검색일: 2021.07.05.)}
- NVIDIA (2021). GTC 2021 Keynote with NVIDIA CEO Jensen Huang [Video]. YouTube. https://youtu.be/eAn_oizwUXA(2021. 4. 12.)
- Roblox Corporation (2020). "Registration statement on form S-1 - SEC.gov." November 19. <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1315098/000119312520298230/d87104ds1.htm> (Retrieved on July 12, 2021).

- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Rouillard, J (2008). Contextual QR codes. In 2008 *The Third International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology (iccgI 2008)* (pp. 50-55). IEEE.
- Seo, S. (2008). "A study on R&D trends and prospects of Metaverse." *Journal of The Korean Society for Computer Game*, 12, 15-23.
- {서성은 (2008). 메타버스 개발동향 및 발전전망 연구. <한국컴퓨터게임학회논문지>, 12권, 15-23.}
- Silver, N. (2012). *The signal and the noise: why so many predictions fail-but some don't*. NY: Penguin.
- Smart, J. M., Cascio, J. & Paffendorf, J. (2007). *Metaverse roadmap overview*. CA: Acceleration Studies Foundation. <http://www.metaverseroadmap.org/overview/index.html> (Retrieved on July 15, 2021).
- Stein, S. (2021). Mark Zuckerberg on Facebook's VR future: New sensors on Quest Pro, fitness and a metaverse for work. *CNET*, May 7. <https://www.cnet.com/features/mark-zuckerberg-on-facebook-vr-future-new-sensors-on-quest-pro-fitness-and-a-metaverse-for-work/> (Retrieved on June 23, 2021).
- Stephenson, N. (1993). *Snow Crash*. New York: Bantam Books.
- Steuer, J. (1992). "Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence." *Journal of Communication*, 42(4), 73-93. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Wyckoff, C. W. (1962). "An experimental extended response film." *SPIE Newsletter*, 16-20. y