

XR 기술 활용 산업-효용성 분류체계 개발 및 응용 사례 분석

윤승모* · 임춘성** · 반승현***

목 차

요약	3.3 XR 활용 산업
1. 서론	3.4 XR 산업 분류체계 개발
1.1 연구 배경 및 필요성	3.5 XR 효용성
1.2 연구 목적 및 절차	3.6 XR 효용성 분류체계 개발
2. 이론적 고찰	4. XR 분류체계 활용 방안
2.1 XR 기술 정의 및 특성	4.1 XR 동향 분석 모델 개발
2.2 분류체계의 정의와 구성	4.2 XR 동향 분석 모델 사례 적용
2.3 XR 관련 분류체계에 대한 기존 연구	4.3 XR 응용 서비스 트렌드 분석
2.4 이론적 고찰 결과 및 연구방향	4.4 검증 및 한계점
3. XR 분류체계 개발	5. 결론 및 추후 연구
3.1 XR 핵심 기술	References
3.2 XR 기술 분류체계 개발	Abstract

요약

4차 산업혁명으로 인한 기술 발전과, COVID-19으로 인한 디지털 공간의 수요가 증가함에 따라 기업은 가상공간을 활용한 솔루션을 도입하여 정부의 규제를 극복하고자 한다. 가상현실, 증강현실 및 혼합현실을 아울러 표현하는 확장현실에 대한 시장이 지속적으로 확장되고 있는 상황에서 확장현실에 대한 명확한 정의 및 분류체계에 대한 선행연구가 미흡한 실정이다. 본 연구는 확장현실에 대한 국내·외 선행연구를 바탕으로 확장현실의 기술, 산업 및 효용성 분류체계를 구성하고, 사례 분석을 위한 확장현실 산업-효용성 매트릭스 분류체계를 구성하였다. 본 연구에서 제시한 확장현실 산업-효용성 매트릭스 분류체계를 통해 국내·외 확장현실 응용 서비스 사례를 적용하여 해당 분류체계를 검증하고 확장현실 응용 서비스의 동향 분석을 실시하였다.

분석 결과, 엔터테인먼트 산업의 확장현실 응용 서비스 사례가 가장 많은 것으로 나타났으며, 상호작용을 통한 새로운 경험 전달인 확장현실 효용성이 가장 높게 나타났다. 본 연구에서 제시하는 매트릭스 분류체계를 활용하여 확장현실의 전반적인 동향 분석 및 신산업 및 신서비스 탐색을 위한 지표로 활용될 수 있을 것이다

표제어: 가상현실, 증강현실, 혼합현실, 확장현실, 분류체계

접수일(2022년 10월 23일), 수정일(2022년 11월 14일), 게재확정일(2022년 11월 25일)

본 연구는 국토교통부의 스마트시티 혁신인재 육성사업으로 지원되었습니다.

본 연구는 2022년도 연세대학교 미래융합연구원(ICONS)의 지원을 받아 수행되었습니다.

* 연세대학교 공과대학원 산업공학과 석사과정, 주저자, 2021311554@yonsei.ac.kr

** 연세대학교 공과대학원 산업공학과 교수, 교신저자, leem@yonsei.ac.kr

***연세대학교 공과대학원 산업공학과 박사과정, 공저자, shban777@gmail.com

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

4차 산업혁명으로 인한 5세대 통신기술, 인공지능, 빅데이터, 로봇, 자율주행자동차, 클라우드 컴퓨팅, 사물인터넷, 핀테크, 가상현실과 같은 기술들을 산업의 기존 서비스에 융합하여 새로운 가치를 전달하며 경제 사회 문화 전반에 혁신적인 변화를 가져오고 있다. 그 중 코로나 19 감염병의 확산 방지를 위한 정부의 규제는 기업들의 비대면 솔루션에 대한 관심으로 이어졌다(AOJ Kwok and SGM Koh, 2021). 결과적으로 메타버스, 가상현실, 증강현실, 혼합현실 및 확장현실에 대한 관심이 급증하며, 관련 기술의 발전 또한 급진적으로 이루어지며 사용자에게 편의성과 안전성을 제공하는 등, 활용 용도에 따라 다양한 응용을 보이며 각광받고 있다(소프트웨어정책연구소, 2019).

XR 기술에 대한 관심이 급진적으로 증가하였지만 XR 기술에 대한 분류체계가 아직 정립되지 않아 기술이 적용 및 응용될 수 있는 산업군과 효용성을 규정하는데 어려움이 발생한다.

XR 시장의 지속적 성장과 발전을 위해 XR 기술이 활용될 수 있는 산업 범위를 규정하고 XR 기술을 활용하여 고객이 얻을 수 있는 효용성에 대한 정

의와 구현을 위한 핵심 기술을 정확하게 확인할 수 있는 분류체계에 대한 필요성이 요구된다. 또한 기업은 XR 기술을 통한 신서비스 모델을 개발하기 위해 기업 생태계에 적합한 활용도를 파악 할 수 있는 기틀과 새로운 신사업 기회를 모색할 수 있는 도구가 요구된다.

1.2 연구 목적 및 절차

본 연구의 목적은 다음과 같다

첫째, XR 기술의 개념 및 선행연구를 바탕으로 XR 분류체계를 작성한다. 둘째, 산업별 XR 기술을 활용한 응용사례의 효용성 분석 가능한 Matrix 분류체계를 개발한다. 셋째 Matrix 분류체계를 활용하여 현재 시장의 출시되어 있는 XR 제품들을 분석하여 동향을 파악하고, 기업의 XR 기술 응용 서비스/솔루션에 대한 향후 발전 전략을 제시한다.

본 연구의 연구방법은 크게 세부분으로 조사, 방법론, 결론 및 시사점으로 구성되어 있으며 <Fig. 1-1>과 같다. 가상현실, 증강현실 및 혼합현실을 이루어 말하는 확장현실에 대한 선행 연구 자료를 기반으로 확장현실 관련 용어들을 명확하게 정의하고, XR 기술, 산업, 효용성에 관한 새로운 분류체계를 개발하고자 한다.

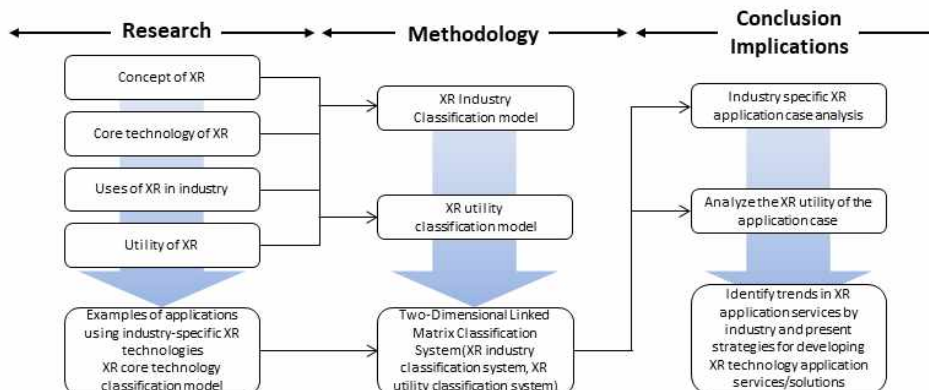


Fig. 1-1. Research procedure framework

2. 이론적 고찰

2.1 XR 기술 정의 및 특성

XR(eXtended Reality) 기술은 VR(Virtual Reality), AR(Augmented Reality) 및 MR(Mixed Reality)을 통칭하는 기술이며(XR4all 2020) 추가적으로 사용자 경험 증진을 위해 오감을 디지털로 제어하는 다중감각 기술이다(SPRI 2021). VR, AR 및 MR에 대한 정의는 각각 사용자를 가상 세계에 완전히 몰입 시킬 수 있는 디지털 공간 기술, 실제 세계에 디지털 정보를 오버레이하여 시각화하는 기술, 물리적 세계와 디지털 세계를 혼합하여 사용자가 실제 세계에서 존재감을 유지하며 디지털 공간과 실제 세계 간의 상호작용이 가능한 기술로 보고 있다(Gartner 2020).

Tab. 2-1. XR Application Areas and Values

Filed	Use value
Onsite Service and Operations	Improve operational efficiency and service delivery for the enterprise - Improved customer support - Optimize maintenance procedures - Optimize product information verification and validation
Training and Simulation	Training on business procedures and countermeasures - More flexible and efficient education outside the classroom - Self-directed learning programs according to individual student learning speed - Role-play (scenario) training to respond to field situations
Product design and visualization	Improve product development efficiency and optimize processes - Improve R&D communication and collaboration - Increase trust and collaboration with customers -Eliminates the iterative verification process for parts -Eliminate risk factors through simulation and validation

XR 기술의 특성으로서는 몰입형 경험을 제공함으로써 엔터테인먼트 및 게임 이외에 훈련 및 시뮬레이션 등에 활용되어 가상의 인물이나 객체와 상호작용할 수 있도록 사용자에게 시각화 및 관련 정보를 제공한다(Gartner 2019). 또한 XR 기술의 몰입형 경험은 [현장 서비스 및 운영], [교육 및 시뮬레이션], [제품 설계 및 시각화] 분야에 대해 혁신을 가져올 것으로 전망하며 각 혁신 분야에 대한 활용 가치는 다음 <Tab 2-1>과 같다(Gartner 2019).

2.2 분류체계 정의와 구성

분류는 공통성을 기준으로 하여 개체들을 그룹화하여 정리하는 것으로 정의하고 있다(Bailey, 1994). 이는 연구에 있어 연구자들의 연구결과를 일반화 및 토론하여 적용시켜 볼 수 있는 지식의 구조화를 의미한다. 또한 특정 분야의 문제들을 일정한 기준을 통하여 그룹이나 카테고리로 구분하는 체계적인 활동 및 과정으로 정의하고 있다(Wheaton, 1968). 이러한 분류를 통해 구축된 분류체계는 대상에 대해 체계적인 통합과 구분이 이루어지며, 분류내의 개체에 대해 상호 연관성을 해석하여 제시하며 향후 연구영역을 제시한다. 결과적으로 분류체계는 분류군의 집합으로 구성되며, 각 분류군은 하위 분류군으로 구성되며 이를 그림으로 나타내면 다음 <Fig. 2-1>과 같다.

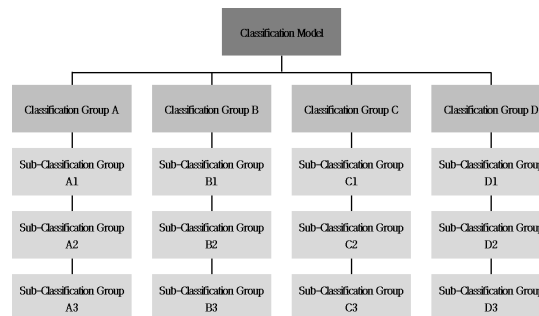


Fig. 2-1. Classification Model

2.3 XR 관련 분류체계에 대한 기존 연구

한국과학기술기획평가원에서 2018년도 출간한 AR/VR 기술: 기술동향브리프 보고서는 한국전자통신연구원, 소프트웨어정책연구소 및 정보통신산업진흥원에서 제시한 기존 AR/VR 기술분류체계를 기준으로 통합형 기술분류체계를 구성하였다(KISTEP 2018). 이는 기존의 AR/VR 분류체계를 보완 및 재구성하여 분류군을 [디스플레이기술], [트래킹(추적 기술)], [렌더링 기술], [인터랙션 및 사용자 인터페이스 기술]로 구분하였으며 각각 세부 기술들로 하위 분류군을 구성하였다.

또한 소프트웨어정책연구소에서 출간한 2020년 가상증강현실(VR/AR)산업 실태조사 보고서(MSIT, SPRI and NIPA, 2020)에는 VR/AR 산업 실태 조사를 위해 VR/AR 산업의 분류를 크게 [콘텐츠 제작 및 공급업], [콘텐츠 판매 및 서비스업], [전용기기, 장치물 및 부품 제조업] 및 [전용 소프트웨어 개발 및 공급업] 네 가지로 구분하였으며 그에 따른 하위 분류군을 구성하였으며 하위 분류군에 따른 산업을 하위 분류군으로 구성하여 분류체계를 구성하였다.

2.4 이론적 고찰 결과 및 연구방향

기존 XR 기술 분류체계에 관한 연구에서는 기술의 명칭위주의 분류가 이루어짐으로써 각 기술의 특성에 대해 파악하기 어려우며 지속적인 기술의 발전으로 인해 새롭게 생성된 기술에 대해 포함하지 못하고 있다. 이에 따라 한국과학기술기획평가원에서 제시한 AR/VR 통합 기술 분류체계를 보완하여 새로운 XR 기술 분류체계를 제시하고자 한다.

또한 소프트웨어정책연구소에서 제시한 VR/AR 산업 분류체계는 콘텐츠 제작 및 공급업 분류군의 하위 분류군에만 산업에 따른 분류가 이루어져 있으며 콘텐츠 판매 및 서비스, 전용기기 및 부품 제조 및 전용 소프트웨어 개발 및 공급 분야에는 별도의

산업분류가 없다. 즉 콘텐츠 제작 및 공급업 분류군을 제외한 나머지 분류군에 대해 XR 기술이 적용 가능한 산업을 분류하지 않아 활용 가능한 산업군을 규정하는데 어려움이 있다. 마지막으로 XR 관련 효용성은 선행연구조사 결과 명확한 분류체계가 정립되지 않았다.

이에 따라 본 연구는 XR 기술, 활용 산업, 효용성에 대하여 기존의 연구를 참고 및 보완하여 새로운 분류체계를 제시하고자 한다. 또한 제시한 분류체계를 활용하여 동향 분석이 가능한 Matrix 분류체계를 개발하여 현 시장에 출시되어 있는 XR 기술 응용 서비스/솔루션 사례를 적용하여 검증 및 분석을 진행하고자 한다.

3. XR 분류체계 개발

3.1 XR 핵심 기술

가상/증강 기술이 코로나 19 감염병으로 인한 비대면 솔루션의 핵심기술로 주목되면서 국내외 각종 연구기관에서 확장현실, 가상/증강현실, 혼합현실 및 메타버스에 대한 보고서 논문 등을 발표하고 있다. <Tab. 3-1>는 확장현실 핵심 기술에 관한 연구를 정리하여 나열하였다. 각 연구기관에서 제시한 핵심 기술을 살펴보면, 크게 센서 기반 주변 환경 및 공간 인식 기술, 데이터 처리를 위한 정보 모델링 기술 및 시각화를 위한 디스플레이 기술 등이 있다. XR 콘텐츠가 사용자에게 가치를 전달하기 위해서는 센싱 기술을 통해 주변 공간과 사용자의 위치 및 행동을 인식하여 실세계-디지털 세계 간의 상호작용을 통해 실세계에서 수집된 정보를 정보 모델링 기술을 통해 디지털 공간에 적용한 후 시각화 하여 가치를 전달한다(Deloitte 2022). 즉 XR 기술이 구현되기 위해서는 각 기술들 간의 융합을 통해 입출력 모델 형성을 통한 특정 싸이클 구성이 요구되며 각 싸이클에 따라 기술의 특성을 확인할 수 있다.

Tab. 3-1. Key Technology of XR presented by Research Institute

Institute	Core Technology
ETRI [15], [16]	Output Interface Technology, Input Interface Technology
SPRI [47]	Five senses technology, dynamic technology, multi-user environment technology
NIPA [43]	Virtual real-world interlocking service technology, real-world recognition technology, multi-sensor and reproduction device control technology
IITP [21]	Computer graphics technology, computer vision technology, 3D/360/multiplex imaging technology, bio-signal recognition technology, display technology, rendering technology
ISO [22]	Content development and replication technology, information modeling technology, visualization technology, simulation technology, sensor technology, spatial cognition technology, graphics technology, interaction technology
Deloitte [5], [8]	Display technology, sensor technology, spatial detection technology, network communication technology, game engine technology, real-time rendering technology, interaction technology
XRSI [48]	Haptic technology, 6DoF, FOV, location tracking technology, body tracking technology

3.2 XR 기술 분류체계 개발

한국과학기술기획평가원(2018)에서 제시한 AR/VR 통합 기술 분류체계는 XR 시장의 확장 이전인 2019 년도에 제시한 분류체계로 기술의 발전에 따른 기존 기술 분류체계의 개편이 요구된다. 앞 절에서 언급한 각 연구기관별 제시한 XR 핵심기술과 한국과학기술기획평가원에서 제시한 AR/VR 통합 기술 분류 체계를 활용하여 XR 기술 분류체계를 구성하였다.

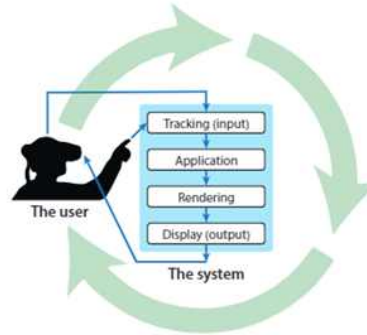


Fig. 3-1. VR/AR Input/Output Cycle System (Jreald J.J., 2009)

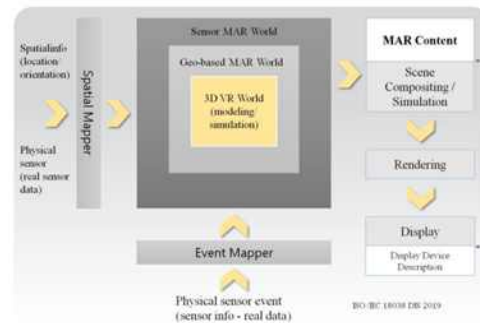


Fig. 3-2. VR/AR Input/Output Cycle System (ISO, 2019)



Fig. 3-3 Jon Radoff's 7Layers of Metaverse (Jon Radoff, 2021)

Jerald J.J.(2009)가 제시한<Fig. 3-1>와 ISO에서 제시한 MAR 세계 센서 입출력 모델인 <Fig. 3-2>에 의거하여 사용자에게 가치전달을 위해서는 공간정보, 사용자 행동, 환경과 같은 정보를 센서를 통해 데이터를 수집으로부터 하나의 싸이클이 시작된다.

Tab. 3-2. XR Core Technology Classification Model

Technology LV1	Technology LV2	Detailed Contents
Underlying Technology	Artificial Intelligence	Virtual/augmented space optimization and personalized service through AI technology convergence
	Block-Chain	Protecting privacy and financial transactions collected in virtual space and in real life
	5G	Communicate and real-time information generated in the virtual and real world
	Cloud Technology	Store virtual and real-world-generated information using cloud storage technology
Collection Technology	Environmental Analysis Technology	Collect and analyze information about the environment in which you are located (temperature, humidity, radioactivity, etc.)
	Spatial Technology	Scanning and analysis techniques for specific spaces for real-world expansion and interworking
	Tracking Technology	Technology for collecting and analyzing user behavior for virtual-reality synchronization
Production Technology	3D Modeling Technology	Technology to shape objects and scenes so that collected data can be represented in virtual/augmented spaces
	Rendering Technology	Technology to visualize modeled objects and scenes in virtual space through graphical representation
	Game Engine	Technology that enables XR content to run on a variety of platforms as core software for implementing it
Out-Put Technology	Interface Technology	Communicate via voice, haptic, and computer vision as a medium for user-device communication
	Display Technology	Technology that provides information to users by visualizing objects rendered and modeled in virtual space in the real world
	Five Senses Technology	Technology that improves the immersion of content by providing information to users through five senses (touch, smell, taste, sight, and hearing) of the converted information

이후 수집된 데이터를 기반으로 디지털 공간에서의 정보 모델링, 렌더링과 같은 제작 기술이 요구된다. 이후 제작된 정보를 가공하여 사용자에게 정보를 전달하기 위한 출력 기술이 요구된다(IEEE, 2019).

또한 가트너(2021), 딜로이트(2022) 연구기관과 연구자(Mystakidis, Stylianos, 2022)에 따르면 메타버스 생태계의 융합 기술, 요구 기술과 XR의 기술 요구사항을 동일 하게 보고 있으며 결과적으로 <Fig. 3-3> 과 같이 Jon Radoff가 제시한 타버스 7레이어 모델의 인프라 기술인 5G 이동통신망 기술, 클라우드 기술, 블록체인 기술 및 인공지능 기술은 기반 기술로 요구된다.

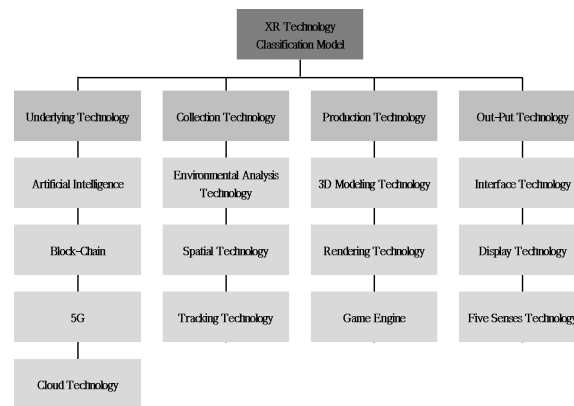


Fig. 3-4. XR Technology Classification Model

XR 콘텐츠 및 솔루션을 구현하기 위한 핵심 기술을, 기존 연구 기관 및 연구자들이 제시한 XR 콘텐츠 사이클을 기준에 따라 <Tab. 3-2>와 같이 분류하였다. XR 기술 분류체계는 XR 사이클에 따른 기술 속성을 LV 1로 분류한 뒤 각 하위 기술로 LV 2로 구성하였다.

[기반기술]은 XR 콘텐츠 및 솔루션이 제공되기 위한 기반 기술을 의미하며 가상/증강 공간 최적화 및 개인 맞춤형 서비스 등을 제공하기 위한 [인공지능 기술]과 가상공간 및 현실에서 수집되는 개인정보의 보호를 위한 [블록체인 기술], 수집 및 생성된 정보의 통신 및 연동을 위한 [5G 이동통신망 기술]과 마지막으로 생성된 정보를 저장 및 활용하기 위한 [클라우드 기술]로 분류하였다.

[수집 기술]은 XR 콘텐츠 및 솔루션의 데이터 Input을 담당하는 기술로 센서 기술을 기반으로 사용자가 위치해 있는 환경에 대한 정보를 수집 및 분석하는 [환경분석 기술]과 현실세계와 디지털 공간간의 연동 위한 특정 공간에 대한 스캐닝 및 분석 기술인 [공간/위치분석 기술]로 분류하였다. 마지막으로 사용자의 행동, 제스처, 시선 등을 추적할 수 있는 [트래킹 기술]로 분류하였다

[제작 기술]은 Input 된 정보를 가공하여 가상/증강 공간에 표현할 수 있도록 형상을 만드는 기술인 [3D 모델링 기술]과, 모델링 된 객체 및 장면을 그래픽 표현을 통해 가상공간에 시각화하는 [렌더링 기술] 및 XR 콘텐츠 및 솔루션을 구현하기 위한 핵심 소프트웨어로 다양한 플랫폼에서 해당 콘텐츠를 실행 할 수 있게 지원하는 기술인 [게임 엔진]기술로 구성하였다.

마지막으로 사용자에게 FeedBack을 주기위한 [출력 기술]로 사용자와 디바이스 간의 의사소통을 할 수 있는 매개체로 음성, 햅틱, 컴퓨터 비전을 통해 소통할 수 있는 [인터페이스 기술]과 가상공간에 렌더링, 모델링 된 객체를 현실세계에 시각화하여 사용자에게 정보를 제공하는 [디스플레이 기술] 및 변

환된 정보를 사용자에게 오감(촉각, 후각, 미각, 시각, 청각)을 통해 정보를 전달하여 콘텐츠 및 솔루션의 몰입도를 향상시키는 [오감 기술]로 분류하였으며 최종적으로 <Fig. 3-4>와 같은 형태로 구성하였다.

3.3 XR 활용 산업

2014년 페이스북의 오클러스 인수 이후 가상·증강현실에 대한 관심이 증폭되기 시작했으며, 2016년 VR 기기의 상용화로 인한 보급률이 증가하며 다수의 연구기관들은 XR 관련 시장의 과도기를 2025년 경으로 예측하고 있다(Deloitte 2022). 특히 5G 이동통신망 서비스의 상용화로 인해 VR·AR 콘텐츠를 사용할 수 있는 환경은 개선될 것으로 전망되며 관광, 영화, 공연, 게임 등 다양한 산업과의 융합이 실현 될 것으로 예측된다(한국방송통신전파진흥원, 2020).

이에 따라 XR 콘텐츠/솔루션의 보급에 따라 연구기관에서 제시한 XR 활용 산업을 다음 <Tab. 3-3>과 같이 정리할 수 있다. 대다수의 보고서에서 제조, 의료, 건설 산업 분야에서의 XR 콘텐츠/솔루션 등장에 따른 산업간 영향을 많이 언급하고 있으며(한국산업기술진흥원, 2021) 관광, 유통, 엔터테인먼트 등의 산업 또한 언급되는 것을 확인할 수 있다(삼정 KPMG, 2017).

제조 산업 분야의 XR 기술은 제조 프로세스의 혁신으로 인한 생산을 향상 등 제조 산업 프로세스의 최적화에 대해 언급하고 있으며, 에너지 산업의 경우 가상·증강 공간을 활용한 Digital Twin 구축을 통한 실시간 모니터링 및 시뮬레이션을 통한 최적화와 같은 변화를 예고하고 있다(General Electric .2022, Deloitte, 2022) 마지막으로 건설산업은 건축물 건설을 위한 BIM(Building Information Model)을 기반으로 가상 공간 콘텐츠를 구축하여 거주 공간 내 서비스, 유지관리와 같은 지속가능서비스를 기대하고

Tab. 3-3 XR Utilization Industry presented by Research Institute

Institute	Industry	Detailed Contents
KEIT [32]	Entertainment	Development of content that allows users to experience games, movies, theme parks, and sports at the same time
	Healthcare	It is expected to be used as an educational device for patients who care for patients and as an auxiliary device for patients with visual impairment and motor impairment
	Manufacture	Product testing, assembly, repair and monitoring
Deloitte [10]	Entertainment	Content that can affect real life through the connection between the real world and the virtual world is expected to be developed
	Healthcare	Create customized scenarios to provide the right medication and treatment for patients
	Manufacture	Product lifecycle management and product development based on information collection through digital twin deployment of manufacturing processes
Accenture [1]	Healthcare	Development of AR/VR content for mental health treatment allows users to enjoy immersive content and treat Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD)
	Manufacture	Virtual space-based work site simulation allows you to experience the risk factors of the work site in advance and prevent safety accidents
	Construction	At construction sites, workers can check the necessary information in real time through AR devices to improve work efficiency
KPMG [35]	Retail	Immersive technologies such as VR/AR enable customers to intuitively view information about their products and deliver new value to customers
	Public	3D modeling using AR/VR space provides intuitive visibility into urban planning
	Tourism	Tourism contents using AR technology can provide users with a unique experience

Institute	Industry	Healthcare	Manufacturing	Retail	Education	Financial	Culture	Defense	Construction	Road	Entertainment	Shipbuilding	Space	Game	Public
MSIT		●	●		●			●	●		●	●			
KIET		●	●	●	●		●	●		●					
NIPA		●	●	●				●			●	●			
Deloitte		●	●	●							●			●	
ISO		●	●				●	●	●	●		●	●		●
KPMG		●	●	●			●		●		●				●
Visual Capitalist		●	●	●			●	●		●					
Accenture		●	●	●		●	●		●	●	●				●
Ecorys		●		●	●		●				●			●	

Fig. 3-4 XR-specific industry presented by research institution

있다(Coupry, Corentin, et al., 2021).

XR 활용산업 분류체계 개발을 위해 <Fig. 3-4>과 같이 국내·외 XR 관련 연구를 진행하고 있는 연구기관 및 시장조사 기관들의 XR 기술이 적용 가능한 산업들을 언급한 보고서들을 분석하여 정리하였다.

3.4 XR 산업 분류체계 개발

우리나라 통계청에서 고시하고 있는 한국표준산업분류의 기준에 따라 적용 및 구분하였다. XR 산업 분류체계는 XR을 활용할 수 있는 산업들로 분류한 뒤, 대분류 LV1에 따른 중분류 LV2로 산업들을 나열하여 <Tab. 3-4>와 같이 정리 하였다. 새로운 XR 산업 분류체계의 기준은 XR 기술을 직접 콘텐츠로 소비할 수 있거나, XR 기술을 산업에 솔루션 활용 목적을 띤 중심으로 자료 조사하여 산업 중분류에 따라 작성하였다.

[제조]산업은 최종 산출물이 분해가 가능한 [이산형 제조] 산업과 분해가 불가능한 [프로세스 제조] 산업으로 나누어 구분하였다.

[에너지]산업은 1차 자원을 채굴, 채취 및 추출하는 [광업]산업과 화력, 원자력, 수력 및 기타 에너지 원으로 발전설비를 이용하여 전기를 직접 생산하는 [발전]산업으로 분류하였다.

[건설]산업은 건축구조, 건축기계설비, 실내건축 등 건축계획 및 설계 하는 [건축]산업과 택지 조성공사, 공장부지 조성공사, 건설부지 및 기타 용지를 개발·조성하는 [토목]산업으로 분류하였다.

[유통]산업은 상품의 물적 유통을 담당하는 운수업과 창고업을 담당하는 [물류]산업과 육상, 호천, 항만에서 여객의 운송활동을 하는 [운송]산업으로 나누어 구분하였다.

[금융]산업은 일반 대중 및 기업을 대상으로 자금을 수여·수신하는 산업 활동인 [은행]과 보험, 연금 기금을 모금 운영하는 [보험] 산업으로 분류하였다.

[방송·통신]산업은 방송 프로그램 전신, 동영상,

오디오 제작 및 배급 활동을 하는 [방송·미디어]산업과 전화 및 기타 통신시설, 소프트웨어 저작 및 배급에 대한 산업 활동인 [통신·정보서비스]로 구분하였다.

[보건]산업은 인체 질환의 예방과 치료를 위한 의료서비스를 제공하는 산업 활동인 [의료]산업과, 아동, 장애인, 고령자 및 자립 능력에 제약을 받는 사람을 보호하기 위한 복지서비스를 제공하는 [복지]산업으로 분류하였다.

[국방]산업은 국가의 방위와 관련된 [방위]산업과, 우주발사시설, 우주선, 위성체, 추진기관 등 항공우주시스템을 연구 개발하고 제작, 시험 및 평가하는 [항공·우주]산업으로 구분하였다.

마지막으로 [공공]산업은 도시계획, 도로관리와 같은 정부가 관리해야 하거나 기본적인 도시유지 관리를 위한 [행정]과, 국가의 소방 및 시민의 안전을 수행하는 [안전]으로 구분하여 두 항목으로 분류하였다. 이러한 통계청에서 고시한 한국표준산업분류에 따라 대분류한 산업을 기반으로 각 산업별 항목에 대해 기존 연구기관 및 시장조사기관들이 많이 언급한 산업들의 공통적인 부분을 종합하여 재구성 하였다. 이외 교육산업의 경우 XR 기술을 활용하여 각 산업에 대한 작업자의 직무 능력 향상 교육서비스를 제공하는 형태로 발달되고 있으며 이는 교육산업이 아닌 각 산업별 교육서비스로 구분할 수 있기 때문에 새로운 XR 활용 산업 분류체계에서는 제외하였다. 새롭게 구성한 XR 활용 산업 분류체계는 XR이 콘텐츠로서 소비되거나 산업현장에 솔루션에 직접적으로 활용될 수 있는 산업 분야들로 구성하였으며 <Fig 3-5>와 같이 XR 산업 분류체계를 구성하였다.

본 연구에서 제시한 XR 산업 분류체계는 기존 연구의 분류체계에 비해 모든 산업을 포괄적으로 구성하고 있으며, XR 서비스 분류체계를 추가적으로 개발할 경우 산업-서비스 Matrix 분류체계를 구성하여 전 산업군에 대한 XR 응용 서비스를 분석하여 동향 및 시장진출 전략 구축 도구로 활용할수 있다.

Tab. 3-4 XR Industry Classification Model and Uses

Industry LV1	Industry LV2	Industry Detailed Contents
Manufacturing	Discrete Manufacturing	Monitoring and Quality Improvement of Production Process Using Virtual and Augmented Space
	Process Manufacturing	Monitoring and Quality Improvement of Production Process through VR-AI Technology Convergence
Energy	Mining	Mining site safety management and training using virtual/augmented spaces
	Power Generation	Facility safety management through AR equipment for plant workers
Construction	Architecture	Architectural Site Design and Monitoring Using Virtual and Augmented Space
	Civil	Infrastructure construction site design and monitoring using virtual/augmented space
Retail	Distribution	Warehouse management using augmented reality, transportation optimization, and last mile information provision
	Logistics	Optimization of Transportation by Building Data Platforms in Virtual Space
Financial	Bank	Financial Transactions and Financial Services Support Using Virtual Space
	Insurance	Support for insurance transactions and insurance services using virtual space
Broadcast · Communications	Broadcast · Media	Performance and broadcasting production using augmented space
	Communications · Information Service	Maintenance of Communication Facilities Using Virtual and Augmented Space
Entertainment	Culture · Art	Tourism services and exhibitions utilizing virtual/augmented spaces
	Sports · Game	Games and sports content utilizing virtual/augmented spaces
Healthcare	Medical Care	Telemedicine and diagnosis using virtual/augmented space
	Welfare	Experiential Psychotherapy Using Virtual Space
Defense	Military	Combat training and paratroop simulation training using virtual space
	Aerospace	Aeronautics and Space Flight Simulation Using Virtual Space
Public	Administration	Simulation and Visualization of Urban Planning Using Virtual Space
	Safety	Crime prevention and fire prevention education training through customized content creation using virtual space

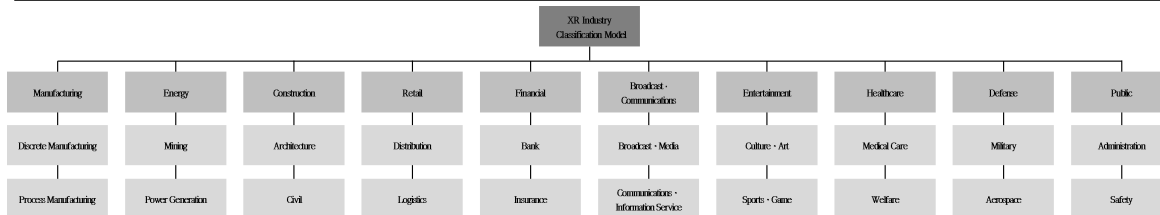


Fig. 3-5 XR Industry Classification Model

3.5 XR 효용성

효용성은 XR 기술을 활용 및 소비를 통해 사용자가 얻게 되는 기대가치 및 특성으로 볼 수 있다. 코로나19 감염병으로 인한 비대면 솔루션 및 XR 콘텐츠의 수요가 증가하며 다수의 연구기관에서 XR 기술의 기대가치를 분석하는 연구가 진행되고 있다.

XR 기술을 활용한 서비스 또는 적용된 산업에 따라 공통적으로 언급되고 있는 효용성을 정리해 보면 <Tab. 3-5>과 같다.

각 연구기관에서 제시한 XR 기술의 효용성은 디지털 공간의 창조로부터 얻을 수 있는 기대가치로부터, XR 콘텐츠 및 솔루션을 사용하며 얻을 수 있는 신규 경험까지 다양한 관점을 보여주고 있다. 디지털

Tab. 3-5 XR Efficiency Proposed by Research Institute

Institute	XR Efficiency
MSIT [1]	(Immersive) Maximize immersion to the level of reality. (Knowledge) Increase productivity by expanding human knowledge and supporting effective decision-making. (Experience) Eliminating time and space limitations and expanding the experience of economic players.
NIPA [45]	Expectations for learning effects such as reducing the cost burden of high-tech equipment and expensive large-scale equipment, reducing the risk of safety accidents, and increasing practical use. It is expected that the productivity improvement of the industry and the satisfaction of workers will increase, resulting in an increase in the overall competitiveness of the industry.
British Council [4]	Immerse yourself in virtual space created by technology such as computers as if it were real Add computer-generated images or information in a physical environment. A mix of real and virtual worlds, from complete to complete virtual environments.
Accenture [1]	Enlargement of educational areas and capabilities through immersive education. Optimization of Assembly Process and Product Development by Mixing Physical-Virtual Space. Promote and innovate creativity with infinite possibilities.
XR4All [53]	Real-time 3D Communication (Social VR). Enables a flexible work environment through decentralization. Enables massive digital twin deployments.
Deloitte [7], [10], [12], [13]	Enables completely natural, scenario-based interaction with virtual space anytime, anywhere. Building objects and devices across space at will and dramatically enhancing user awareness, memory and cognition.
KPMG [37]	Provide users with a near-realistic experience to visualize and interact intuitively with the new world in three dimensions. Reduce the gap between online and offline with immersive experiences and enhance customer experience with participatory services. Provides greater comfort than traditional services and improves safety, efficiency, and response management.
Ecorys [14], [15]	Increase customer experience by visualizing the appearance and information of the product they want to purchase through 3D modeling within the residential space. Accelerate management and logistics by visualizing data required by field workers. Visualize radiation or biological hazards and maintain your health and safety.

털 공간에서의 시뮬레이션 및 체험은 작업자의 안전 사고 발생 감소 및 실무활용도 증대 등의 학습효과를 기대하며, 산업 현장의 디지털 트윈 구축을 통한 프로세스 최적화로 인한 비용 절감을 언급하고 있다. 또한 개인 맞춤형 시나리오 구축 및 서비스 제공을 통해 소비자는 기존보다 능동적인 서비스를 제공받으며 원하는 정보를 보다 직관적으로 확인하여 고객 경험을 증진할 수 있다(Gartner 2022).

결과적으로 XR의 솔루션 및 콘텐츠 형태에 따라 얻을 수 있는 효용성은 다르기 때문에 XR 동향 분석을 위한 효용성 가이드 라인(분류체계)이 반드시 필요하다. 또한 기업의 XR 기술 도입을 통한 가치 창출 및 최종 사용자에게 새로운 가치전달을 이끌어 낼 수 방안에 대해 분석할 때 기틀이 될 수 있는 효용성 분류체계를 개발하며 각 효용성의 범위를 명확히 규정하여 제시하고자 한다.

3.6 XR 효용성 분류체계 개발

새로운 XR 효용성 분류체계는 앞 절에서 다루었던 각 연구기관별 제시한 XR 효용성을 기준으로, 각 연구기관 및 시장조사에서 가장 언급이 많았던 XR 기술을 통해 기존 한계점을 뛰어넘는 특성과 XR 콘텐츠만이 제공할 수 있는 신규 가치 및 XR 공간을 활용한 정보의 흐름에 따른 데이터 특성을 각각 [극복성], [몰입성], [연속성]으로 구분 및 분류군을 구성하고 각 분류군에 따른 하위 분류군을 구성하여 다음 <Tab 3-6>와 같이 구성하였다.

[극복성]의 [시·공간 제약 극복]은 디지털 공간을 활용함으로써 실세계에서 지니는 물리적 한계점에 대한 극복을 의미하며 공간 및 시간적 제약을 극복할 수 있는 원격 회의, 지시, 모니터링 등과 같은 서비스 및 솔루션이 제공 가능하다. 디지털 공간에서 활용되는 자원을 자유롭게 복제 및 소비함으로써 발생하는 비용적 제약을 극복 가능한 [자원 제약 극복]으로 분류하였다.

디지털 공간에서의 활동은 실세계의 신체적인 영향을 끼칠 수 없으며 디지털 공간에서의 자유로운 비행 및 물리적 위험에 대한 안전성 확보가 가능한 [신체 제약 극복]으로 분류하였다.

콘텐츠 특성의 경우 AR 기기와 VR 기기와 같은 HMD(Head-Mounted Display)를 활용하여 기존에 체험할 수 없었던 색다른 경험과 개인 맞춤형 콘텐츠 제공 하여 효율할 수 있는 [몰입성]으로 재 구성 및 분류하였다.

[몰입성]은 사용자의 맞춤형 시나리오 구축을 통해 기존보다 높은 몰입도를 제공하여 새로운 경험을 전달할 수 있는 [맞춤형 시나리오]와 사용자의 손짓, 시선 및 행동을 인식하여 가상/증강 공간과 상호작용이 가능한 [상호작용 경험]으로 구분하였다. 마지막으로 기존에 볼 수 없었던 정보를 HMD, HHD 등을 사용하여 사용자가 원하는 정보를 시각화 하는 [정보 시각화]로 분류하였다.

마지막인 실세계와 디지털 공간 간의 자유로운 정보 흐름에 따른 효용성을 [연속성] 분류군에 따라 재 구성 및 분류하였다. 디지털·물리 공간에서의 사용자 활동에 대해 정보를 수집하며 이를 분석하여 정보를 제공하는 [정보 수집·분석]과 디지털 공간과 실세계간의 실시간 데이터 교류를 통한 동기화를 통한 디지털 트윈 구축과 같은 효용성을 지니는 [실시간 동기화]로 구성하였다.

기존 실세계에서 지니고 있는 Legacy 데이터를 활용하여 타 산업과의 연계 및 신사업 및 서비스를 제공 가능한 [레거시 데이터 확장]으로 분류하였다.

새로운 XR 효용성 분류체계는 다음 <Fig. 3-6>와 같이 구성하였으며, 앞 절에서 이루어졌던 XR 산업 분류체계와 함께 연계하여 산업-효용성 연계 Matrix 분류체계를 구성할 수 있도록 하나의 기준 축으로 활용될 예정이며 Matrix 분류체계를 통해 XR 활용 동향을 분석을 진행하고, XR 기술의 응용 서비스 및 솔루션에 있어 가장 높은 효용성을 도출하고자 한다.

Tab. 3-6 XR Efficiency Classification Model

Efficiency LV1	Efficiency LV2	Efficiency Detailed Contents
Overcomeability	Overcoming time-space constraints	Space can be configured within a virtual space to overcome physical space and time constraints through collaboration and cooperation between workers
	Overcoming resource constraints	Due to resources consumed within the virtual space can be replicated, there is no cost burden for testing and simulation of products within the virtual space
	Overcoming physical constraints	It is possible to secure safety from free flight and physical risks by overcoming physical restrictions in virtual space and to conduct various safety education
Immersion	Customized Scenario	Customized scenario creation, considering user characteristics, provides greater immersion than ever before to deliver new to new experiences
	Interaction Experience	Real-time reflection in virtual/augmented spaces through interaction technology by recognizing user gestures, gaze, and behavior without a separate actuator provides greater immersion
	Visualize information	Improve user efficiency by visualizing previously unseen information to users using HMD, tablet, cell phone, etc
Continuity	Collection and Analysis of Information	Virtual-physical space integration enables you to continuously collect and analyze data that you couldn't previously collect to learn new information
	Real-time synchronization	Real-time monitoring by synchronizing physical to virtual data exchange, such as digital twins
	Expansion of Legacy Data	Enables inter-industry integration and scalability with legacy and collected data

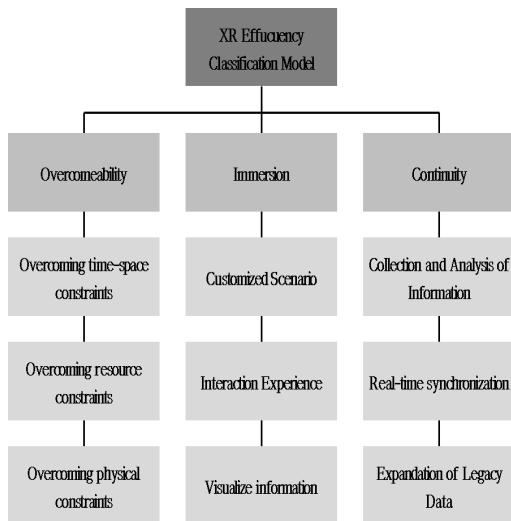


Fig. 3-6 XR Efficiency Classification Model

4. XR 분류체계 활용 방안

4.1 XR 동향 분석 모델 개발

본 연구를 진행함에 있어 새로운 XR 산업 분류체계와, 새로운 XR 효율성 분류체계의 결합하여 연계 Matrix 분류체계 형태로 구성할 수 있다.

XR Matrix 분류체계의 가로 축은 XR의 효율성, 세로축은 XR 활용 산업으로 구성하여 XR 응용 사례를 본 연구에서 제시한 Matrix 분류체계에 적용 및 맵핑하여 각 산업의 XR 서비스 및 솔루션 활용 동향을 제시할 수 있다.

<Fig. 4-1>와 같은 프로세스로 XR 기술의 활용 산업-효율성 연계 Matrix를 사용하여 XR 기술의 산업별 XR 활용 분포도를 분석가능하며, 각 산업별 XR

활용 효용성을 분석하여 전반적인 XR 트렌드 분석이 가능하다.

결과적으로 XR 산업-효용성 Matrix 분류체계는 트렌드 분석, 활용 방안 탐색 등 다양한 분석 연구를 진행 할 수 있는 도구로 기능을 할 수 있으며, 추후 XR 관련 새로운 분류체계 개발을 통해 또 다른 Matrix 분류체계 구성을 통한 신산업 발전방향 분석 도구로 활용 할 수 있다.

Industry	Efficiency	Overcomability			Immersion			Continuity	
		Overcoming time spent on tasks	Overcoming resource constraints	Overcoming physical constraints	Customer Interest	Interaction Experience	Visual Presentation	Collective and Analysis of Information	Real-time Interactions
Manufacturing	Digital Manufacturing								
	Process Manufacturing								
Energy	Mining								
	Power Generation								
Construction	Architecture								
	Civil								
Retail	Distribution								
	Logistics								
Financial	Bank								
	Insurance								
Broadcast Communications	Broadcast/Media								
	Communications/Information Service								
Entertainment	Culture/Art								
	Sports/Games								
Healthcare	Medical Care								
	Wellness								
Defence	Military								
	Air/Space								
Public	Administration								
	Safety								

Fig. 4-1 XR Industry-Efficiency Matrix Classification Scheme

4.2 XR 동향 분석 모델 사례 적용

한국전자정보통신산업진흥회(2021)에서 제시한 2021년도 XR(AR·VR) 기업 및 제품 편람에서 국내의 XR 솔루션 및 서비스 사례를 종합하였다. XR 기업 및 제품 편람은 국내 XR 기업 주력 제품 홍보 지원을 통해 국내 XR산업 진흥과 XR기업 간 사업 협력 도모 및 수요기업 및 기관의 XR 기술도입을 활성화 하고자 XR 기업 및 제품 편람을 기획하였다. 총 56개 기업의 162개의 제품 정보가 수록되어 있다. XR 기술의 산업 적용을 통한 응용서비스로 보기 어려운 XR 기기(HMD) 제조 및 XR 콘텐츠 저작 도구를 개발하는 사례를 제외한 34개 기업의 80개의 응용사례에 대하여 종합하여 분석하였다.

국외 사례의 경우 Accenture(2019)에서 2019년에 발간한 Waking Up To A New Reality 보고서에 수록되어 있는 XR 대표 사례(Common Business Uses of XR Today)를 기준으로 사례를 종합 및 분석하였다. 총 21개 기업의 21개 XR 제품 정보가 수록되어 있으며 이중 20개 기업의 20개 응용서비스에 대해 종합 및 분석하였다. 제외된 1개의 기업에 대한 사례는 국내와 동일하게 XR 기술을 활용한 응용서비스가 아니므로 제외하였다.

4.3 XR 응용 서비스 트렌드 분석

국내·외 사례를 종합하여 총 100개의 응용 사례에 대하여 분석하였으며 각 산업별 분포도를 다음 <Fig. 4-2>와 같이 나타냈으며, 국내의 경우 [엔터테인먼트] 산업에서 가장 높은 활용도를 보여주고 있으며 국외의 경우 [유통]산업에 가장 높은 활용도를 나타내고 있다.

[엔터테인먼트] 산업의 LV2 산업인 문화 예술 및 스포츠 오락 산업에 대해 물리적 제약의 극복성을 통한 가치전달 및 가상-현실 공간 간의 연동성을 통한 솔루션 및 분석 보다 기존에 경험할 수 없었던 경험을 제공해주는 몰입성에 대해 높은 활용도를 나타내고 있다.

[금융]산업의 경우 한국전자정보통신진흥회에서 제시한 XR 기업 및 제품 편람을 기준으로는 국내의 경우 금융 산업에 대한 XR 응용 사례는 없는 것으로 나타났다. 국외의 경우 가상공간을 활용한 자사의 상품을 홍보 및 가상공간을 활용한 서비스 제공과 같은 응용사례가 존재한다.

[공공]산업은 XR 기술 도입을 통한 행정 산업 프로세스의 최적화 보다 안전 산업에 교육 및 훈련 서비스 및 솔루션 위주로 활용되고 있는 것을 확인하였다. 실제 세계에서 진행하기 어려운 화재현장 대처 방안 및 훈련과, 방범 산업의 교육 및 시뮬레이션 콘텐츠를 개발 및 공급하여 몰입성과 극복성을

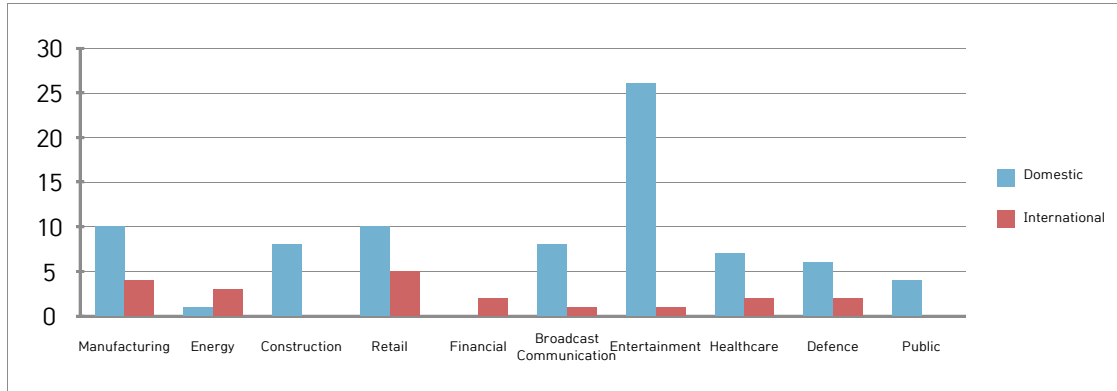


Fig. 4-2 Analysis of distribution of XR application cases by industry

Industry	Efficiency	Overcomeability			Immersion			Continuity		
		Overcoming time-space constraints	Overcoming resource constraints	Overcoming physical constraints	Customized Scenario	Interaction Experience	Visualize information	Collection and Analysis of Information	Real-time synchronization	Expansion of Legacy Data
Manufacturing	Discrete Manufacturing	5	5	2	7	7	10	7	6	6
	Process Manufacturing			2	2	1	1	1	1	
Energy	Mining									
	Power Generation	2	1	2	3	4	2	2	2	3
Construction	Architecture	2	2	1	5	4	4	4	2	3
	Civil		1		2	1	2	1	2	2
Retail	Distribution	3	3	1	10	11	10	6	7	10
	Logistics				3	2	1	3	3	2
Financial	Bank	2				2	2		1	2
	Insurance									
Broadcast · Communications	Broadcast-Media	2			2	2	1		1	
	Communications-Information Service	4	2		5	7	5	3	1	4
Entertainment	Culture-Art	2			11	11	8	3	3	5
	SportsGame	2		2	13	15	3	3	4	6
Healthcare	Medical Care	1		1	7	6	1	6	2	3
	Welfare		1	1	2	2		1		
Defence	Military	1	5	2	6	7	1	6	4	4
	Aerospace	1				1	1		1	1
Public	Administration						1	1	1	1
	Safety	1	2	2	3	3		1		

Fig. 4-3 Analysis of the XR Industry-Efficiency Matrix Classification System

통해 기존의 교육 콘텐츠를 대체하고 있다.

[제조], [건설] 산업의 경우 AR 기기를 활용한 정보 증강 및 협업 서비스로 현장 작업자의 업무 지원 및 안전 위해 활용되며 지속적인 교육 훈련을 통한 극복성, 현장작업자의 맞춤형 정보 제공 및 상호작용 경험을 통한 몰입성 및 외부 전문가와의 협업을 통한 연동성에 대해 균등하게 나타났다.

[보건] 및 [국방]산업의 경우 주로 VR 기기를 활용한 시뮬레이션 및 교육 훈련에 대한 서비스가 제공되었으며 극복성보다 개인 맞춤형 교육 훈련 및 시나리오를 통한 몰입성과 연동성을 통한 데이터 수집 및 분석을 기반으로 교육 훈련 성과 평가에 대한 활용도가 높게 나타나며 기존 교육 및 훈련 프로그램에 있어 신서비스 제공 및 신규 가치를 창출하고 있다.

[유통] 산업의 경우 XR 기술의 활용성에 있어 가장 높게 분석되었다. AR 기기를 활용한 응용 서비스 및 솔루션은 몰입성을 통해 물류(화물) 산업의 프로세스 최적화 및 신규 가치를 창출하고 있다. 이는 스마트시티의 산업 범위의 스마트 물류와 관련하여 지속적으로 발전할 수 있으며 추후 물류 프로세스에 대한 통합형 디지털 트윈을 구축하여 실시간으로 모니터링, 시뮬레이션 등을 통한 극복성 및 연동성 분야의 활용도 또한 증가할 것으로 예측한다.

효용성의 경우 상호작용 경험을 통한 신규 가치 창출 및 신규 경험 제공의 활용도가 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 가상공간과 현실세계간의 상호작용을 통해 기존의 정적 서비스를 동적 서비스로 변화하고 있는 것을 확인 할 수 있다. 아울러 두 번째로 가장 높게 활용도로 도출된 맞춤형 시나리오는 XR 기술의 응용 서비스 및 솔루션이 개인화 됨에 따라 신규 가치를 창출하고 있음을 확인할 수 있다.

[에너지] 산업의 광업과, [금융] 산업의 보험 산업의 경우 현재 XR 기술 응용 서비스 및 솔루션이 없는 것으로 나타났다. 이는 광업 산업의 현장 특성상 5G 이동통신망의 제한적이므로 기반 기술의 제약으

로 인해 발전이 더딘 것으로 예측할 수 있다. 또한 보험 산업의 경우 사고처리 등 현실세계 위주의 직접적인 활동이 요구되는 산업으로서 가상공간을 활용하기 보다 추후 증강 기기를 활용한 증강현실 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예측한다.

본 연구에서 제시한 분류체계는 기존연구의 이론적 고찰을 통해 재구성 및 새롭게 구성하였다. 앞서 제시한 기술, 산업 분류체계는 기존의 분류체계보다 포괄적이며 범용적으로 분석할 수 있는 기틀로 활용될 수 있으며, 각 분류군에 따른 체계적인 통합과 구분을 하여 분류내의 개체에 대해 상호 연관성을 해석이 가능하여 향후 연구영역을 제시할 수 있는 가치를 지니고 있다. 또한 효용성 분류체계는 각 연구기관에서 제시한 XR의 기대가치, 편익, 활용성을 기반으로 분류군을 설정 및 구분하여 새롭게 분류체계를 구성하여 XR 기술의 효용성을 체계적으로 구분하였다.

4.4 검증 및 한계점

한국전자정보통신산업진흥회와 Accenture에서 제시한 총 100개의 XR 응용 사례에 대해 XR 산업-효용성 Matrix 분류체계에 적용하여 산업 및 효용성을 분류하여 모델의 검증 및 유효성을 확인할 수 있다. 하지만 지속적으로 개발되고 있는 XR 관련 핵심 기술과, 차세대 기술이라는 점을 고려하여 추후 XR 기반 응용 서비스는 보다 다양해질 가능성이 높다. 이에 따라 XR 기술을 적용 가능한 산업과, XR 기술을 활용함으로써 얻을 수 있는 효용성의 범위가 점차 확대 될 가능성이 매우 크다. 이러한 XR 기술의 발전을 통한 산업-효용성의 확장은 본 연구에서 제시한 XR 산업-효용성 Matrix 분류체계가 분석 도구로써 지속가능이 어려운 한계점을 지닌다. 따라서 XR 산업-효용성 Matrix 분류체계에 지속적으로 산업 및 효용성 항목을 추가 및 확장하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

5. 결론

5G 이동통신망 기술, 인공지능 기술, 등 본 연구에서 제시한 XR 기술 분류체계의 기반기술의 발전과 상용화에 따라 확장현실의 시장은 지속적으로 성장할 것으로 전망하고 있다. 또한 기업들의 디지털 전환 가속화와, 기업의 경쟁우위 확보를 위한 신규 가치 창출 방안 탐색으로 인해 XR 기술 도입이 증가하고 있다. XR 응용 사례를 본 연구에서 제시한 XR 산업-효용성 Matrix 분류체계를 활용하여 시장 동향을 파악하여 기업의 체계적인 서비스 개발의 지향점을 찾을 수 있을 것이라 판단한다. 아울러 XR 기술 도입을 통한 신규 서비스 및 솔루션은 교육 및 훈련 콘텐츠의 비중이 높았으며 이는 XR 기술의 효용성인 극복성과 몰입성을 통해 기존의 서비스를 대체하고 있는 현황을 파악하였다. XR 기술의 발전의 지속됨에 따라 다양한 산업군에 있어 지속적으로 교육 및 훈련 콘텐츠가 개발되어 다양한 서비스 및 솔루션이 제공될 것으로 예상된다.

본 연구에서 제시한 XR 기술 분류체계, 산업 분류체계, 효용성 분류체계 및 매트릭스 분류체계는 연구 및 분석적 관점과, 산업적인 관점에서 시사점을 제시한다. 첫째 본 연구는 XR 서비스에 대한 관심이 높아지는 시점에서 XR 기술 응용 서비스 및 솔루션에 대한 체계적인 분석의 기반 자료로서 XR 활용 산업 및 효용성 분류체계를 제시하고 있다. 또한 XR에 대한 정부의 관심과 산업에서의 활용 가능성이 증가하고 있으나, 상대적으로 콘텐츠 부족이라는 문제점을 지니고 있어 추후 콘텐츠 개발 및 연구를 위한 기반 자료를 제공한다는 측면에서 본 연구가 의미를 갖는다고 할 수 있다. 향후 본 연구를 기반으로 확장현실 서비스/솔루션 개발 및 활용을 위한 연구가 진행되어 보다 다양한 산업에서 확장현실을 통한 효용성을 제공할 수 있는 사업이 추진될 것으로 예상된다. 둘째 산업적인 관점에서는 다양한 산업에서 확장현실 기술의 활용도가 높아지는 현 시

점에서 실현 가능한 확장현실 사업화 분야들을 산업 분류체계를 통해 체계화하고, 이들의 객관적인 현황을 정리하여 제시하는 것은 산업적 측면에서 큰 의미를 지니고 있다. 정부는 확장현실 시장 현황 분석을 통해 국가 산업의 발전방향을 제시하거나, 향후 확장현실과 관련된 정책을 수립하는데 중요한 기반 자료로 활용 될 수 있다. 마지막으로 기업은 현존하는 확장현실 서비스 및 솔루션, 핵심기술, 시장, 이해관계자에 대한 다각적인 분석을 통해 확장현실 관련 사업 확장 및 타 사업과의 연계를 통한 신사업을 도출하는데 활용이 가능하다.

기업의 XR 기술 선도 기업 및 경쟁우위를 위해 본 연구에서 제시한 Matrix 분류체계를 활용하여 시장 진출 및 포지셔닝에 대한 분석을 실시가 가능하며, XR 기술의 효용성을 분석하여 기존의 서비스를 대체할 수 있는 방안을 탐색할 수 있다.

XR의 기술분류체계에 따라 기업, 연구기관 등 XR 관련 기술에 대해 R&D를 진행할 경우 시장의 기술력 우위를 쟁취하기 위해 투자해야할 기술의 범위를 명확하게 하여 보다 효과적으로 연구 및 개발을 진행할 수 있다.

XR과 더불어 4차 산업혁명 관련 기술들과 결합할 수 있는 서비스 분야에 대한 분석을 통해 다양한 관점에서 XR 기술 적용을 통한 신규서비스 개발연구를 지향할 수 있다. 국내 식약처 ‘의료목적 가상증강현실 기술이 적용된 서비스에 대한 가이드라인’에 따라 가상공간을 활용한 의료행위를 제한하고 있다(정보통신산업진흥원, 2020). 또한 개인정보보호법으로 인한 비대면 진료 및 의료 서비스에 많은 제약 사항이 발생하며 보건 산업의 XR 응용사례는 대부분 의사의 직무능력 향상을 위한 교육 훈련 서비스 형태로 발전되고 있다. 앞서 언급한 법률에 대해 샌드박스 규제를 통한 규제 완화는 XR 기술과 보건 산업 간의 융합을 촉진하고, 다양한 형태의 신규 서비스가 개발될 것으로 전망한다. 결과적으로 보건 산업의 XR 기술 적용을 통한 전문화된 비대면 진료

및 치료 서비스를 제공할 수 있다. XR 기술을 활용하여 환자들에게 새로운 가치를 제공하는 혁신 진료 서비스는 ‘스마트시티’와 연동하여 시민의 삶의 질을 향상시키는 계기가 될 것으로 예상된다.

Reference

- [1] Accenture, “WAKING UP TO A NEW REALITY : Building a responsible future for immersive technologies” , G20 YEA report, 2019.
- [2] Andrade, Tiago, and Daniel Bastos. “Extended reality in iot scenarios: Concepts, applications and future trends“ 2019 5th Experiment International Conference (exp. at’19). IEEE, 2019.
- [3] Bailey, K.D., “Tautologies and Taxonomies: An Introduction to Classification Techniques” , Sage Publications, Tousand Oaks, CA, 1994.
- [4] British Council, “ British Creation on XR Field : Cases and Key Challenges” , 2020.
- [5] Chuah, Stephanie Hui-Wen. “Why and who will adopt extended reality technology? Literature review, synthesis, and future research agenda.“ Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda, December 13, 2018.
- [6] Coupury, Corentin, et al. “BIM-Based digital twin and XR devices to improve maintenance procedures in smart buildings: A literature review.“ Applied Sciences 11.15, 2021.
- [7] Deloitte, “Metaverse report-Future is here : Global XR indurstry insight” , 2022.
- [8] Deloitte, “Extended Reality in Global Business Services: The metaverse may be our next destination” , 2022.
- [9] Deloitte, “Technology, Media, and Telecommunications Predictions” , 2021.
- [10] Deloitte, “Augmenting the field service worker : Bidirectional insights unleash enterprise growth” , 2020.
- [12] Deloitte, “Digital Reality Changes Everything :Step into the Future” , 2019.
- [13] Deloitte, “ Digital Reality In Government :How AR and VR can enhace government service” , 2018.
- [14] Ecroys, “XR and its potential for Europe“, XR 2021 report eu, 2021.
- [15] Ecroys, “Virtual Reality and its Potential for Europe” , 2016.
- [16] ETRI, “Immersive Experience Using Artificial Intelligence(Immersive Experience)” , 2019.(한국 전자통신연구원, 박영준 (2019), Insight Report, 2019-48)
- [17] ETRI, “Trend of Display Technology Development for Ultra-realistic AR/VR Implementation” ,Electronic and Telecommunications Trends, Volume 32 Issue 6, 48-56, 2017.(한국전자통신연구원, 변춘원, 이현구, 조현수, 조남성, 이정익(2017) 전자통신동향분석)
- [18] ETRI, “Virtual Reality/Augmented Reality Remote Collaboration Technology Trends” , 2017.(한국전자통신연구원 (2017), 전자통신동향분석)
- [19] ETRI “Trend of VR/AR wearable display technology” , 2016.(한국전자통신연구원, (2016), 전자통신동향분석)
- [20] Gartner, “What’ s New in the 2022 Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies” , 2022.
- [21] Gartner, “Innovation Insight for Immersive Technologies in Frontline Working” , 2021.
- [22] Gartner, “Top 10 Strategic Technology Trends for 2019: Immersive Experience” ,2019
- [23] General Electric. “Digital Twin Creation” , Available at <https://www.ge.com/research/offering/digital-twin-creation>, (Accessed September 20, 2022).
- [24] IITP, “ICT R&D Mid- to Long-Term Technology Roadmap 2022” , 2016.(정보통신기획평가원 (2016), 총괄보고서)

- [25] ISO/IEC JTC 1/VR AR for Education AD Hoc Group, “Guidelines for Developing VR and AR Based Education and Training Systems“, 2019.
- [26] ISO/IEC 18039:2019 Information technology, Computer Graphics, image processing and environmental data representation :Mixed and augmented reality (MAR) reference model, 2019.
- [27] JERALD J. J.: “Scene-Motion- and Latency-Perception Thresholds for Head-Mounted Displays” . PhD thesis, University of North Carolina at Chapel Hill, 2009.
- [28] Jon Radoff, “Building the Metaverse” Available at <https://www.slideshare.net/jradoff/building-the-metaverse-248941223>, 2021.
- [29] KCA, “A Study on the Revitalization of Media Content Industry Using 5G” , 2020.(한국방송통신전파진흥원(2020), KCA연구 2019)
- [30] KEA, “2021 XR (AR · VR) Company and Product Guide” , 2021.(한국전자정보통신산업진흥회 (2021), 보도자료 2022-4)
- [31] KIAT, “VR/AR meeting with manufacturing industry” , 2021.(한국산업기술진흥원 (2021), KIAT 애자일 2022-1)
- [32] KIET, “The Development Direction and Implications of the Virtual Augmented Reality (AR/VR) Industry” , Industrial Economic Analysis, 2019.(산업연구원 (2019), KIET 경제 · 산업동향, 산업경제분석)
- [33] KISTEP “AR/VR Technology” , 2018.(한국과학기술기획평가원 (2018), KISTEP 기술동향브리프 2018-09)
- [34] KISTI, Kim Min Ah “Analysis of Domestic and Foreign Status of Untact Realistic XR Platform Technology” , 2020.(한국과학기술정보연구원 (2020), 슈퍼컴퓨팅 발간단행본 2020-11)
- [35] KPMG, INDIA MOBILE CONGRESS, “Imagine a new connected world : Intelligent, Immersive, Inventive” , 2019.
- [36] KPMG, “The Transformation of Retail Paradigm in the Age of Distribution 4.0” , 2017.
- [37] KPMG, “Future of Extended Reality: 10 predictions, 15 experts” , 2022.
- [38] Kwok, Andrei OJ, and Sharon GM Koh. “COVID-19 and extended reality (XR).“ Current Issues in Tourism 24.14, 2021.
- [39] Lee, Jee Young. “A study on metaverse hype for sustainable growth.“ International journal of advanced smart convergence 10.3, 2021.(이지영 (2021), 한국인터넷방송통신학회, 72-80)
- [40] MSIT, “The cornerstone of Digital New Deal’s success: Strategy for Virtual Convergence Economy Development (Beyond Reality, Extend Korea” , 2020.(과학기술정보통신부 (2020), 정책소통, 보도자료)
- [41] MSIT, SPRI, NIPA, “A Survey on the Virtual Augmented Reality (VR/AR) Industry 2020” , 2020
- [42] Mystakidis, Stylianos. “Metaverse.“ Encyclopedia 2.1 (2022): 486-497.
- [43] Narin, Nida Gökçe. “A content analysis of the metaverse articles.“ Journal of Metaverse 1.1 (2021): 17-24.
- [44] NIPA “VR · AR Device Production and Use Guidelines” , 2020.(정보통신산업진흥원 (2020), 정책 및 분석보고서)
- [45] NIPA, “An Analysis of the Use of Education and Training Using Virtual and Augmented Reality (XR” , 2020. (정보통신산업진흥원 (2020), 이슈리포트 2020-19)
- [46] NIPA, “Four major infrastructure technologies for upgrading SW convergence technologies” , 2014.(정보통신산업진흥원 (2014), NIPA 발간자료)
- [47] SPRI, Lee Seung Hwan “Login Metabus: Human x Space x Time Revolution” , Issue Report, IS-115 2021.(소프트웨어정책연구소, 이승환 (2021), 이슈

리포트, IS-115)

- [48] SPRI, “Global Applications of XR and Implications” , 2020.(소프트웨어정책연구소 (2020), 동향1 Trend 보고서)
- [49] SPRI, “XR, Expanded Experience for Social Cure” , 2020.(소프트웨어정책연구소 (2020), 동향2 Trend 보고서)
- [50] SPRI, “Virtual Reality/Enhanced Reality - Direction and Implications for Technology Development” , 2017.(소프트웨어정책연구소 (2017), 연구보고서)
- [51] Wheaton, G.R., “Development of Taxonomy of Human Performance: A Review of Classificatory Systems Relating to Tasks and Performance,” Technical Report, No. 726-12/68-TR-1 (December 1968), American Institute for Research Washington, DC; abstracted in JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology, No. 22, 1973.
- [52] XRSI, “The XRSI Definitions of Extended Reality (XR) :XR Safty Initiative Standard Publication” XR-001, 2020.
- [53] XR4all, “MOVING THE EUROPEAN XR TECH INDUSTRY FORWARD” , 2020.

Yun, Seung Mo (2021311554@yonsei.ac.kr)



Yun, Seung Mo M.E Candidate in Yonsei university. The main areas of interest are the development of a new technology industry classification system, the development of a metaverse classification system, and the development of a business model.

Leem, Choon Seong (leem@yonsei.ac.kr)



Leem, Choon Seong is a professor in Industrial Competitiveness Department of the graduate school of Yonsei University. He received his master's degree in Industrial Management from University of Yonsei and Ph.D. from University of California at Berkeley. He was an assistant professor of industrial engineering at Rutgers University and currently a professor of industrial engineering at Yonsei University. Major research fields include business model (BM) development, new technology convergence service model development, and industrial competitiveness evaluation system development.

Ban, Seung Hyun (shban777@gmail.com)



Ban, Seung Hyun is a Ph.D Candidate in Industrial Competitiveness Department of the graduate school of Yonsei University. He received his master's degree in Industrial Management from University of Yonsei Major research fields include Industrial competitiveness, Business Model Framework, IT Convergence and New Business Evaluation Methodology

A Study on Classification Model Development of Industry-Eficiency XR Technology and case Analysis

SeungMo Yun* · ChoonSeong Leem** · SeungHyun Ban***

ABSTRACT

After the declaration of the Covid-19 pandemic impacted most of the industries resulting economic fallout. Firms sought for solutions of governments regulations to prevent spread of infectious diseases. This led to demand rise of digital layer and spectrums of virtual reality. Replacing the reality in to virtual and interactions with the digital contents by augmented reality, the consequences were decrement of human-to-human contact. Concerns of Covid-19 and public interests of digital solutions has led to significant amounts of research and developments of Virtual/Augment Reality resulted to driven up new terms of extended reality. However, the uses in industries and the characteristics of the extended reality are currently not defined.

In this paper the goal is to define and classify the uses and characteristics of extended reality based on previous researches suggested by research institute. By developing a new classification models of extended realities core technology, uses of industries and utility to analyze trends of extended reality. Two separate classification models of uses of industries and utility will be used as a tool by creating a linkage matrix. The x-axis is divided by utiily classification model of extended reality. The y-axis are divided into classification model of uses in industries. This matrix will be used as a tool to present a guideline for industry-utility development where extended reality can be served as a service

Keywords: Virtual Reality(VR), Augmented Reality(AR), Mixed Reality(MR), Extended Reality(XR), Metaverse, Classification Model

* First Author, M.E Candidate of Yonsei University, Graduate School of Industrial Competitiveness Department.

** Corresponding Author, Professor of Yonsei University, Graduate School of Industrial Competitiveness Department.

*** Co Author, Ph.D Candidate of Yonsei University, Graduate School of Industrial Competitiveness Department.