



디지털 트윈 기반 산업형 메타버스

- 2024 메타버스 국제표준기술 워크숍 -

- 소 속 : 한국기술교육대학교 Smart CPS Lab.
- 발 표 자 : 김 원 태 교수
- 발표일자 : 2024. 10. 30.

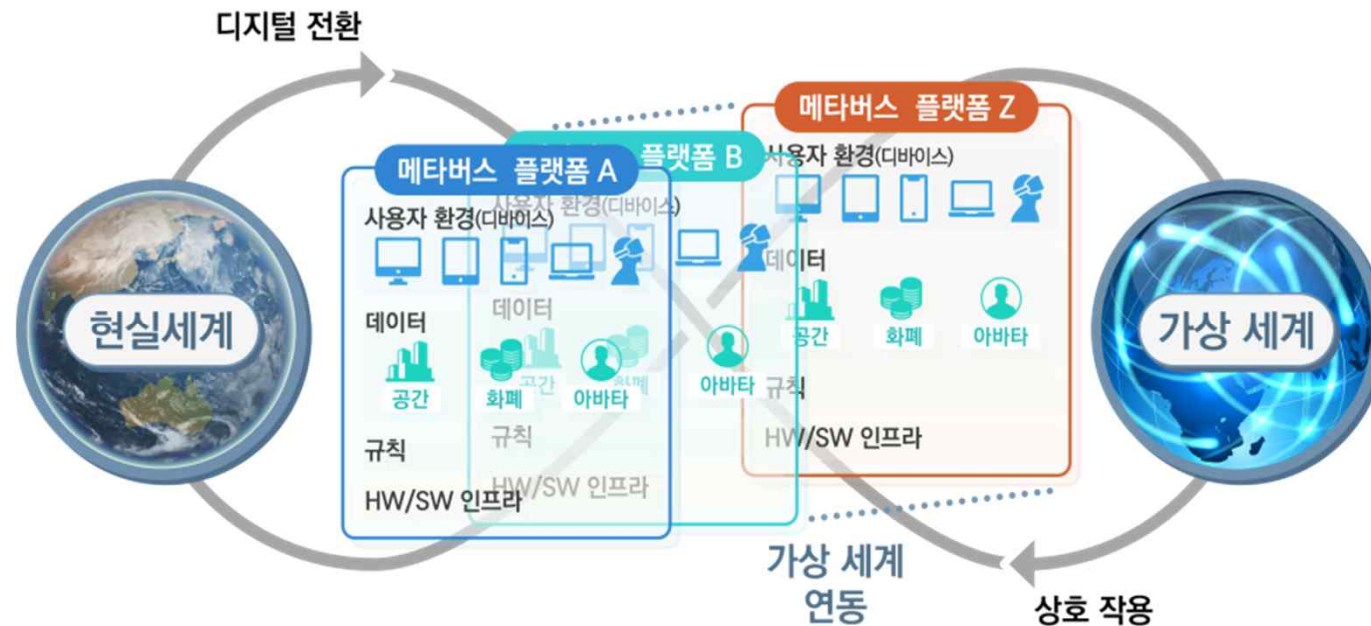


발표내용

- ❖ 메타버스의 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 메타버스는 디지털 기반의 가상현실, 증강현실 등의 가상 공간을 활용해 현실세계와 가상 세계 사이의 경계를 허물고 융합하여 **현실의 영역을 확장**하는 서비스
- 메타버스를 통해 삶의 영역이 확장되고, 현실과 가상의 활발한 상호작용이 이루어져 **새로운 가치 창출** 기회가 탄생할 것으로 기대



- ❖ 가상/현실 융합 공간 : 가상과 현실의 융합으로 그 **경계가 사라진 공간**
- ❖ 가치 창출 : 경제·사회·문화적 활동을 통해 **새로운 가치의 생산과 소비** 발생
- ❖ 상호작용의 장 : 세계관을 공유하는 다양한 주체 간 **소통 또는 경험 공유**

❖ 주요 기관의 메타버스 정의

- ITU-T: 사용자에게 **몰입감 있는 경험**을 제공하는 가상 세계의 **통합 에코시스템**으로, 메타버스는 경제적, 환경적, 사회적, 문화적 관점에서 **가치를 새로 창출하거나 기존의 가치를 수정**한다¹.
- IEEE-SA: 메타버스는 디지털 기술을 기반으로 구축된 **다른 세계를** 사용자가 **인식하게 되는 경험을 제공하는 서비스**이다².
- Khronos Group: 진화된 차세대 3D 인터넷이며, **상호연결된 지속적인 가상 세계들의 네트워크**이다(by Neil Trevett 의장)³.
- TTA: **현실세계에서 가능한 활동을 가상 세계에서** 할 수 있도록 지원하는 **3차원 가상세계 플랫폼**이다(TTA 용어사전).
- 과기정통부: **가상과 현실이 융합된 공간에서 사람과 객체가 상호작용**하며, 창작활동을 포함한 경제, 사회, 문화적 **가치를 창출**하는 세계이다(신산업 선도 전략, 2022).

- ❖ 결론: 메타버스란, **현실 세계를 포함한 다양한 세계를 연결 및 융합**하고 현실 세계와 동등한 **경제/사회/문화적 가치를 창출**하며, **사실적인 몰입과 상호작용 경험**을 제공하는 가상 세계



➡ 메타버스의 **본질적 가치**를 기준으로 메타버스 레벨 분류 체계 및 기술 로드맵 수립



메타버스의 대분류에 따른 5레벨 성숙도 모델











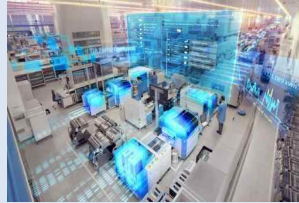
단계	시기	Integration	Immersiveness	Metanomics
Level 0 가상세계 태동	~ 2000	<ul style="list-style-type: none"> 월드 와이드 웹(WWW) 개발로 정보의 연결망 구축, 물리적 제약을 극복한 협업과 정보 공유의 시작 	<ul style="list-style-type: none"> 웹 브라우저와 웹 그래픽스 기반 정보의 시각화, 가상 공간인 	<ul style="list-style-type: none"> 인터넷 기반 디지털 경제 생태계 형성 인터넷을 통한 비대면 소통과 정보 공유, 기업과 소비자의 상호작용
Level 1 가상세계 성장	2000 ~ 2010	<ul style="list-style-type: none"> 페이스북 등 소셜 네트워크 서비스의 등장과 확산으로 가상 공간에서의 네트워킹과 커뮤니케이션 활성화 WLAN 대중화와 4G LTE 출시로 사람들에게 쉽게 네트워크에 접속할 수 있는 기회 제공 	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 SNS와 가상 세계에 기반한 사 컴퓨팅 디바이스 세계 구축 및 	<ul style="list-style-type: none"> 사용자가 주도적으로 콘텐츠를 생산하고 수익을 얻는 UGC¹ 생태계 형성 및 성장 초고속 인터넷과 이동통신의 확산으로 ICT 시장의 빠른 성장 달성
Level 2 가상세계 성숙	2010 ~ 2020	<ul style="list-style-type: none"> 모바일 기반 SNS 서비스(Instagram, TikTok 등) 확산: 모바일 네트워크의 확산과 연결 일상화 IoT 기술의 확산으로 사람뿐 아니라 다양한 사물의 연결과 상호작용이 가능해짐 	<ul style="list-style-type: none"> 오culus 리프트, VR/AR 디바이스, AR 콘텐츠 제작 	<ul style="list-style-type: none"> NFT 기술의 등장으로 디지털 자산에 대한 고유성 보장으로 메타버스 내에서 디지털 자산에 대한 소유권 확립 IoT와 모바일 기술의 성장으로 소비자와 기업 간 상호작용의 다변화
Level 3 메타버스 개념확립	2020 ~ 2030	<ul style="list-style-type: none"> 실·가상 객체 간 연결 및 동기화 기술이 다양한 분야로 본격적 확산 '21년 MS의 Mesh, NVIDIA의 Omniverse 등 비대면 협업 서비스의 등장 및 확산과 메타 사명 변경 	<ul style="list-style-type: none"> COVID-19 경험의 몰입감 	<ul style="list-style-type: none"> 개방형 그래픽스 포맷(USD/gLTF)의 일반화로 인한 디지털 자산의 상호운용성 확보 및 NFT 산업 성장 메타버스 작업공간을 활용해 실제 산업 현장을 최적화하는 디지털 트윈 기반 산업용 메타버스 등장
Level 4 메타버스 대중화	2030 ~ 2040	<ul style="list-style-type: none"> 메타버스와 IoT의 융합으로 다양한 물리적 객체 간 연결 및 상호작용을 지원하는 IoM² 등장 및 확산 다중 객체 간 상호연결 및 동기화, 최적화 실현으로 다중 공정 요소와 사람 간 협업을 지원하는 산업형 메타버스 확산 	<ul style="list-style-type: none"> 시티버스, 메타버스 산업 전문분야 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털 트윈과 IFT의 융합에 기반한 메타버스 자생 생태계 에코시스템 플랫폼 구축 생산 라인의 상황이나 고객의 맞춤형 주문에 따라 자율적으로 공정을 재구성하는 SOMS³ 개념 실현
Level 5 메타버스 일상화	2040 이후	<ul style="list-style-type: none"> 인간과 주변 환경을 구성하는 모든 물리적 객체의 상호작용을 지원하는 X2X 협업의 일상화 	<ul style="list-style-type: none"> 상호작용형 플랫폼을 통해 사용자와 메타버스 간의 연결을 강화하는 가상 공간의 확장 	<ul style="list-style-type: none"> 모든 실·가상 자산의 디지털 전환 및 소유권 확립으로 메타버스 경제 거버넌스 구축 메타버스와 산업형 LLM 기반 소비자 참여형 제품 설계/제작으로 Mass Personalization 개념 실현

디지털 가상세계의 확장 시대

실가상융합 메타버스 확장 시대

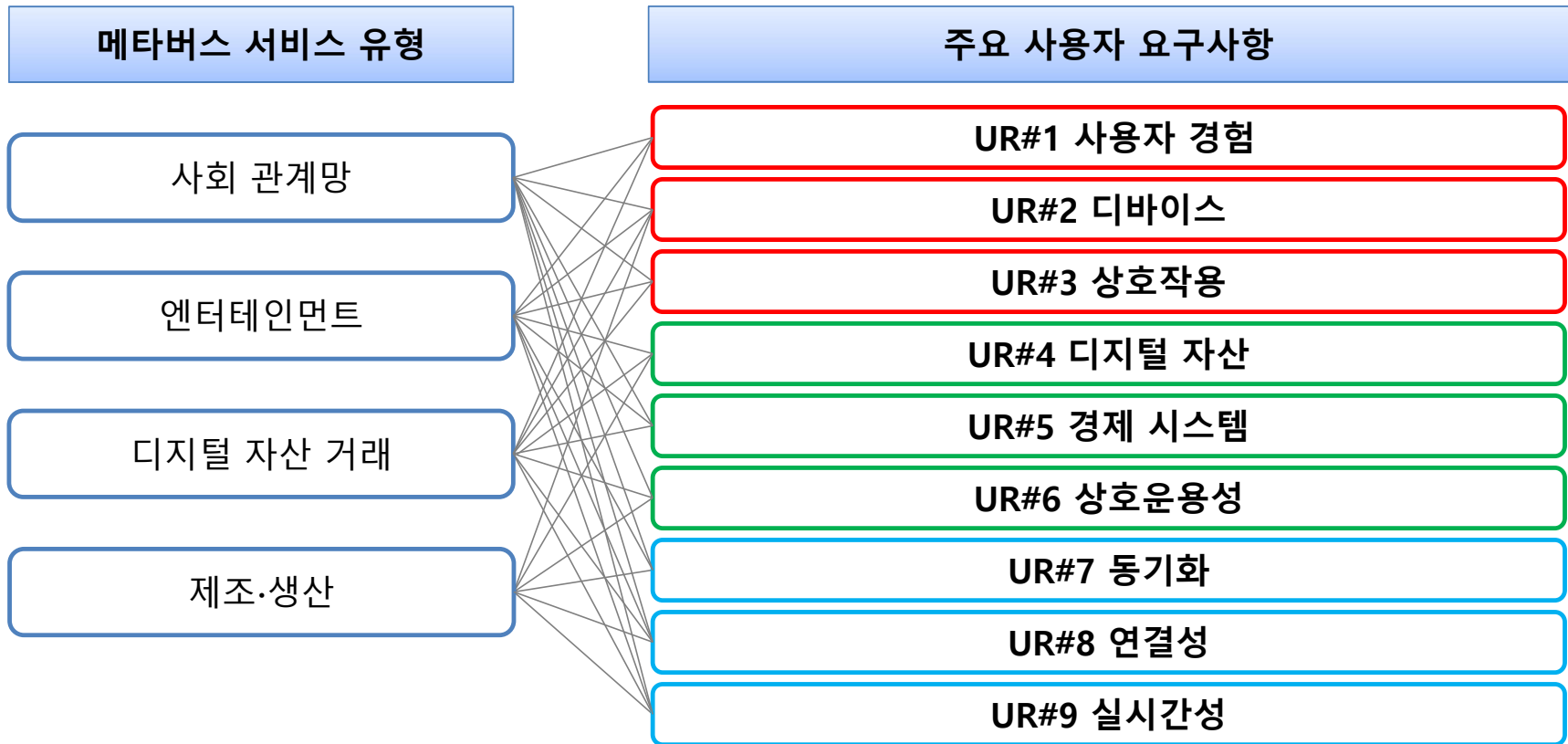
- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 메타버스 서비스는 **사회 관계망, 엔터테인먼트, 디지털 자산 거래와 제조·생산**으로 구분할 수 있으며, 메타버스 시장의 성장에 따라 서비스 영역이 늘어나고 있음
- 과거에는 게임이나 소셜 서비스 등 커뮤니티 서비스가 메타버스의 중심이었으나, 점차 **제조, 생산, 자산거래 등 실용적인 메타버스 서비스가 늘어나고 있음**

		사회 관계망	엔터테인먼트	디지털 자산거래	제조·생산
국내		 <p>ifland @SK텔레콤</p>	 <p>제페토 @네이버제트</p>	 <p>트윈코리아 @트윈코리아</p>	 <p>메타팩토리 @현대자동차</p>
		 <p>Gather @Gather Presence</p>	 <p>Roblox @Roblox</p>	 <p>Earth 2 @Shane Isaac</p>	 <p>Mesh @Microsoft</p>
	국외	 <p>Horizon Worlds @Meta</p>	 <p>Fortnite @Epic Games</p>	 <p>Decentraland @Decentraland</p>	 <p>Digital factory @Siemens</p>

- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 메타버스 서비스 유형으로부터 메타버스의 주요 사용자 요구사항 도출
- 도출한 요구사항은 **Immersiveness**, **Metanomics**, **Integration** 을 기준으로 분류



메타버스 5레벨 성숙도 모델에 따른 기술발전 로드맵

발전단계 분류체계					
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
사용자 경험	브라우저 기반 이미지, 텍스트 전송	3D 가상 현실 경험	PBR·RT·플렌옵틱 등 고차원 시각화 기술	생성형 AI 기반 현실적 디지털 감각 재현	전감각의 크로스오버
디바이스	평면 디스플레이	VR/AR 디바이스 지원	XR 디바이스 화질 개선 및 경량화	AI-증강형 감각적 XR 디바이스	메타 리얼리티 지원 XR 디바이스
상호작용	텍스트 기반 실시간 커뮤니케이션	화상 통화/스트리밍	실시간 페이셜 트래킹 기반 아바타 인터랙션	생성형 AI 기반 가상 객체 자율적 인터랙션	크로스 리얼리티 인터랙션
디지털 자산	전문가용 자산 제작 SW 지원	개인 창작자용 제작 SW/Toolkit 지원	생성형 AI 기반 디지털 자산 생성	사용자 요구 디지털 자산 자동 생산 체계	생체 피드백 기반 실시간 디지털 자산 생성
경제 시스템	PDC 주도 경제 생태계	CDC 주도 생태계 조성	NFT·BC 기반 디지털 경제 시스템	DT·NFT 기반 실가상 통합 경제 시스템	실가상 통합 메타버스 경제 시스템 거버넌스
상호운용성	웹 프로토콜 기반 이미지·텍스트 공유	XML·JSON 등 표준화된 데이터 포맷 지원	실시간 3D 모델 특화 포맷 (glTF·USD) 지원	실가상 객체 연동 표준 플랫폼	글로벌 메타버스 통합 상호운용성
동기화	웹 기반 데이터 동기화	IoT 기반 물리적 객체 실시간 동기화	디지털 트윈 기반 실가상 고정밀 동기화	다중 메타버스 객체 간 실시간 동기화	초정밀 초고속 실가상 양방향 동기화
연결성	단순 서버·클라이언트 연결 제어	웹 2.0 기반 중앙집중형 디지털 객체 관리	웹3.0 기반 대규모 탈중앙화 디지털 객체 관리	실가상 메타버스 객체 통합 관리 시스템	다차원 메타버스 객체 연결성 관리 시스템
실시간성	인터넷 접속 지원	무선·모바일 네트워크 접속 지원	TSN·5G URLLC 등 초고속 저지연 통신	AI 기반 실시간 유무선 네트워크 최적화	양자 통신 기반 대용량 실시간 통신

PBR: Physically-based rendering
RT: Ray-tracing

PDC: Platform-driven content
CDC: Creator-driven content

glTF: Graphics library(language) transmission format
USD: Universal scene description

TSN: Time-sensitive networking
URLLC: Ultra reliable and low latency communication

- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 산업형 메타버스란, **디지털 트윈**을 기반으로 실세계의 작업 공간, 자산, 프로세스 등을 **가상 공간으로 확장**하여 **실·가상 객체의 상호작용**을 통해 **산업 현장의 효율성을 개선 및 새로운 가치를 창출**하는 메타버스

SIEMENS

- **Siemens(독일)**: The Industrial Metaverse is a world, which is **always on**. Where real machines and factories, buildings and cities, grids and transportation systems are **mirrored in the virtual world**.⁴

Unity®

- **Unity Technologies(미국)**: The idea of the industrial metaverse is to create **a cleaner connection between the real world and the virtual world**, because the virtual world is so much easier and cheaper to work with.⁵

NOKIA

- **NOKIA(핀란드)**: The industrial metaverse is **a physical-digital fusion and human augmentation** for industrial applications; this includes digital representations of physical industrial environments, systems, processes, assets, and spaces that participants can control, monitor, and interact with.⁶

CAICT
中国信息通信研究院
China Academy of Information and Communications Technology

- **CAICT(중국)**: The Industrial Metaverse is the expansion of the Metaverse in the industrial field. This is a **new operator for the integration and development** of a new industrial digital area, a new industrial intelligent Internet system, a digital economy.⁷



- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

메타버스 (현재)



Ifland @SK텔레콤



제페토 @네이버제트



Gather @Gather Presence



Roblox @Roblox



Horizon Worlds @Meta



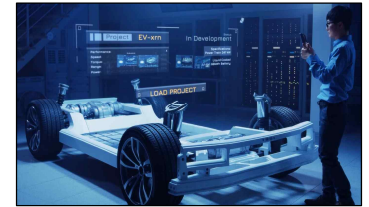
Fortnite @Epic Games

- ❖ 범용적인 목적의 콘텐츠 또는 게임 위주
- ❖ 콘텐츠에 흥미를 잃을 경우 사용자 유입 중단
- ❖ 사용자 중심의 상호작용성 (고려해야할 요인 多)
- ❖ 3D 몰입감을 방해하는 고글 타입의 HMI 장비

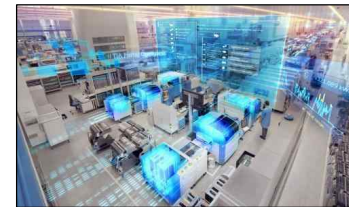
산업형 메타버스 (미래)



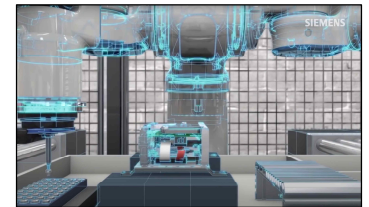
메타팩토리 @현대자동차



Mesh @Microsoft



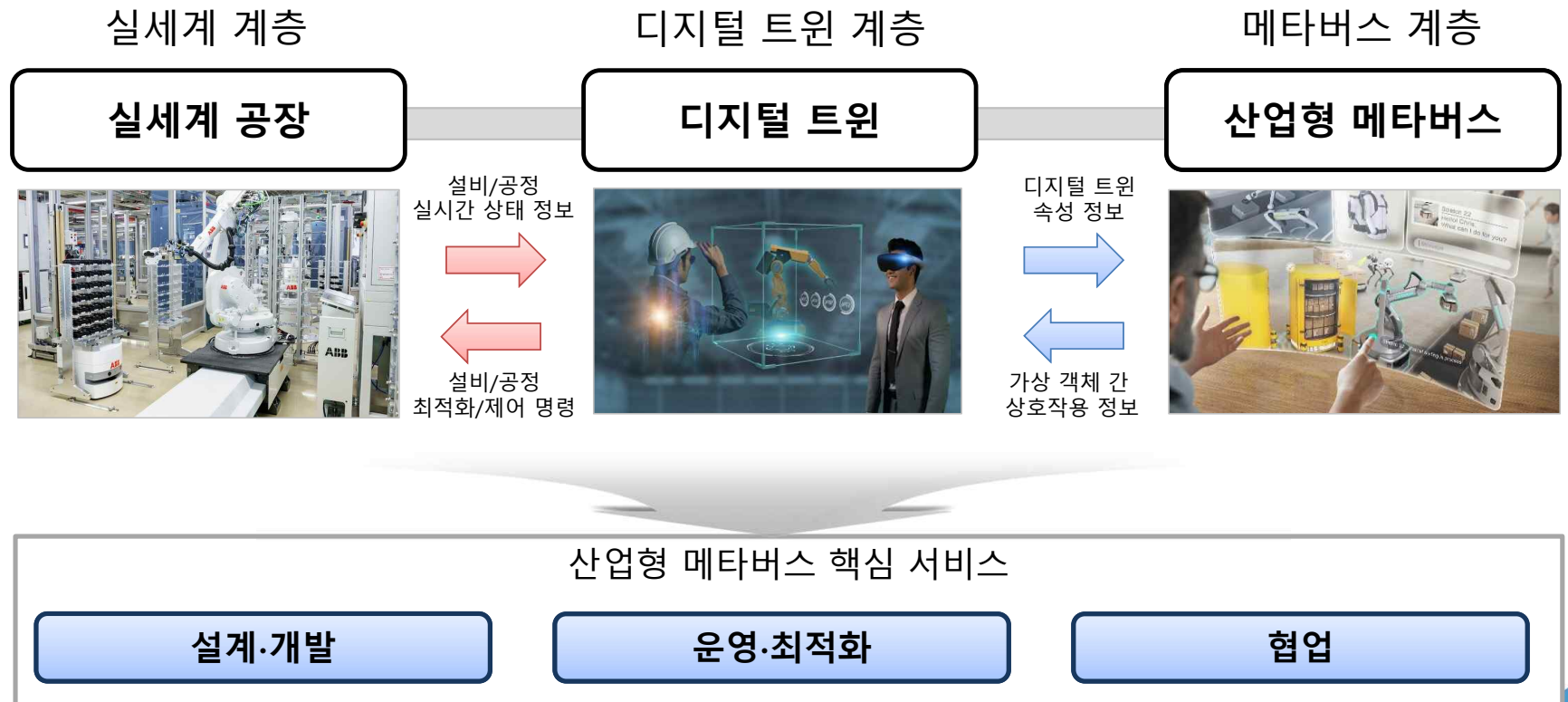
Digital factory @Siemens



- ❖ 산업 도메인 특수화를 통한 전문성 강화
- ❖ 산업 필수적 서비스 제공을 통한 활용률 확보
- ❖ 프로세스 중심의 상호작용성 (고려해야할 요인 少)
- ❖ 사용자 친화적 글래스 타입의 HMI 장비

- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 산업형 메타버스는 **산업 특화 디지털 트윈(예, 휴먼, 공간, 설비, 절차 등)**을 통해 양 방향으로 연결되어 **설계.개발/운영.최적화/협업 서비스의 3대 핵심 서비스**를 제공



- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 산업형 메타버스는 **설계·개발 / 운영·관리 / 협업** 기능을 중심으로 **실-가상의 경계와 인간-설비 간 장벽이 사라진** 새로운 형태의 제조·생산 서비스를 제공할 것으로 전망

메타버스 팩토리 대표 서비스 시나리오



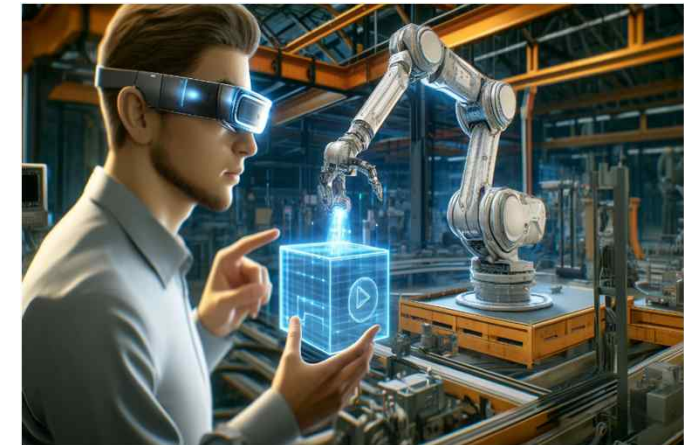
<가상 설계/개발/검증>

- 생성형 AI 기반 협업 프로세스 가상 설계
- 심층강화학습 기반 협업 프로세스 최적화
- 대규모 협업 프로세스 검증 시뮬레이션



<초거대 공장 운영·관리>

- 멀티모달 인공지능 기반 상황 인지
- 초거대 인공지능 기반 공장 운영
- 상황적응형 인공지능 기반 공장 관리



<X2X 협업>

- H(Human)-AI-R(Robot) 유연 인터페이스
- 인공지능 기반 인간 행동 분석 및 대응
- 인공지능 기반 Fail-Safe 안전 확보



- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

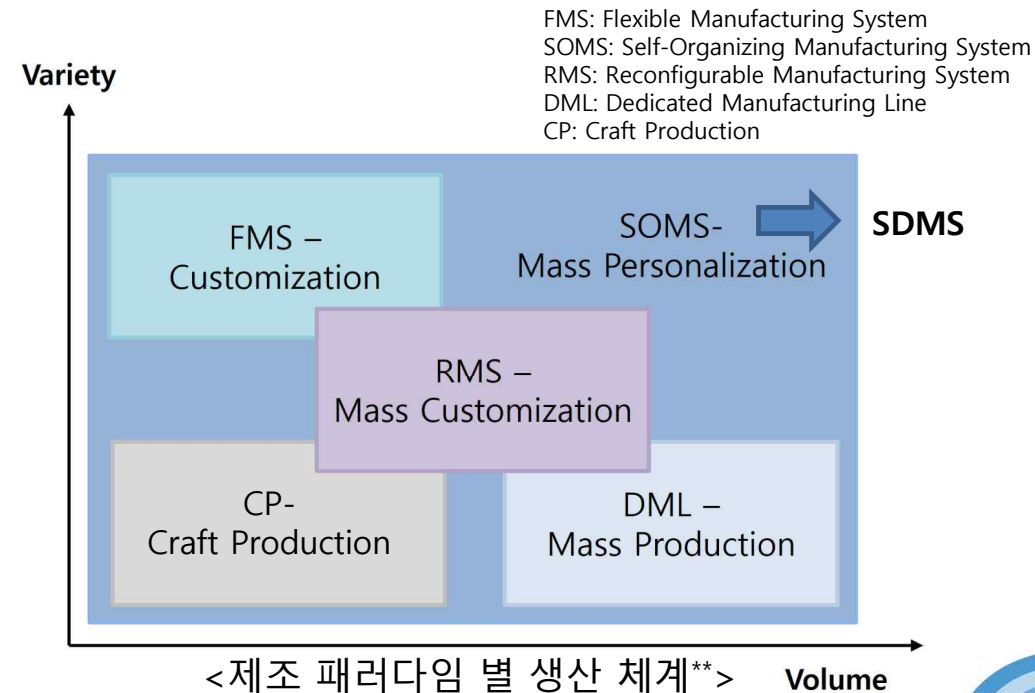
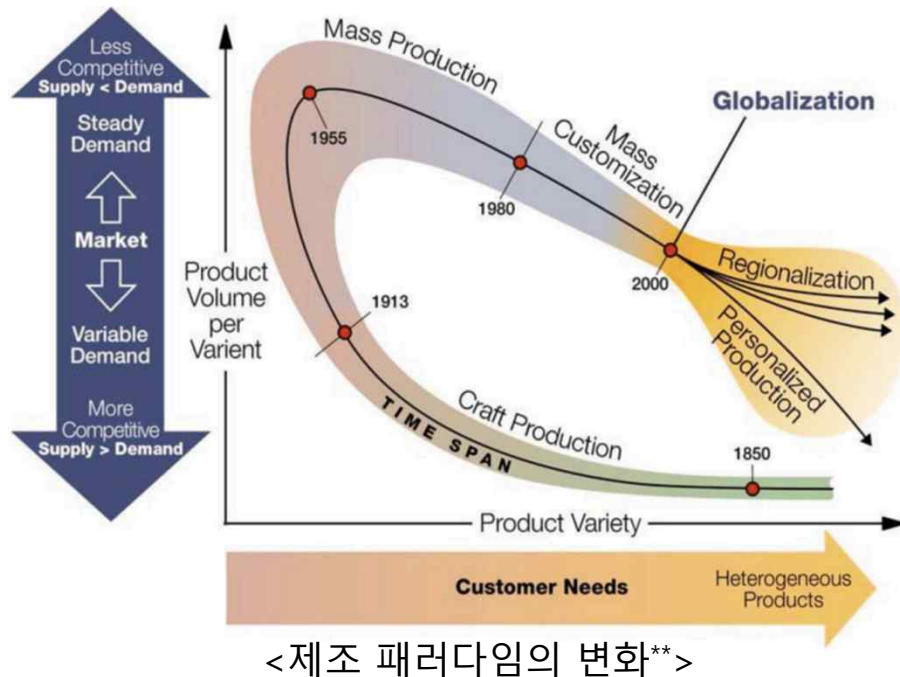


※ 그림 출처 : 가트너 2023, 2024 트렌드, Polaris Market Research 산업형 메타버스 시장 분석, Precedence Research XR 시장 분석

생산 패러다임 변화에 따른 제조 시스템 진화 과정

- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 미래 제조 패러다임은 소비자가 다양한 미디어(예: 메타버스)를 통해 제조 과정에 참여할 수 있게 되어 **대량 개인화 생산 체계로 변화**될 것으로 전망*
- 미래 제조 공장은 개인화된 제조 요구사항에 대응하여 설비에서 공정에서 이르는 **공장 운용을 자율적으로 수행하는 제조 체계(SOMS)의 도입 필요****



*Yao, Xifan, et al. "Enhancing wisdom manufacturing as industrial metaverse for industry and society 5.0." Journal of Intelligent Manufacturing (2022): 1-21.

**Qin, Zhaojun, and Yuqian Lu. "Self-organizing manufacturing network: A paradigm towards smart manufacturing in mass personalization." Journal of Manufacturing Systems 60 (2021): 35-47.

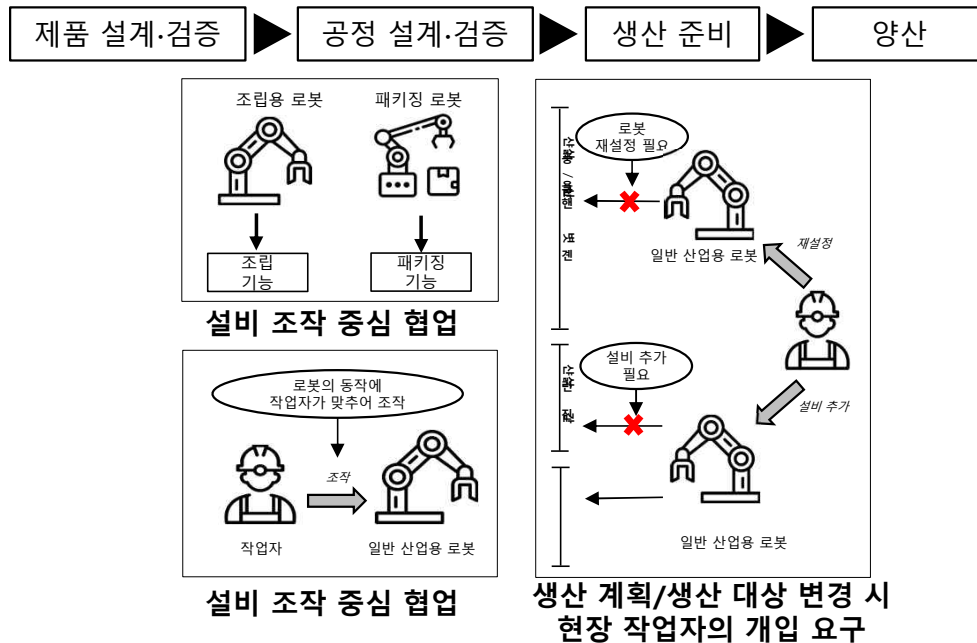
Mass Personalization 시대를 위한 SOMS 제조 시스템

- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 레벨 분류
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 현대차 산업형 메타버스 사례

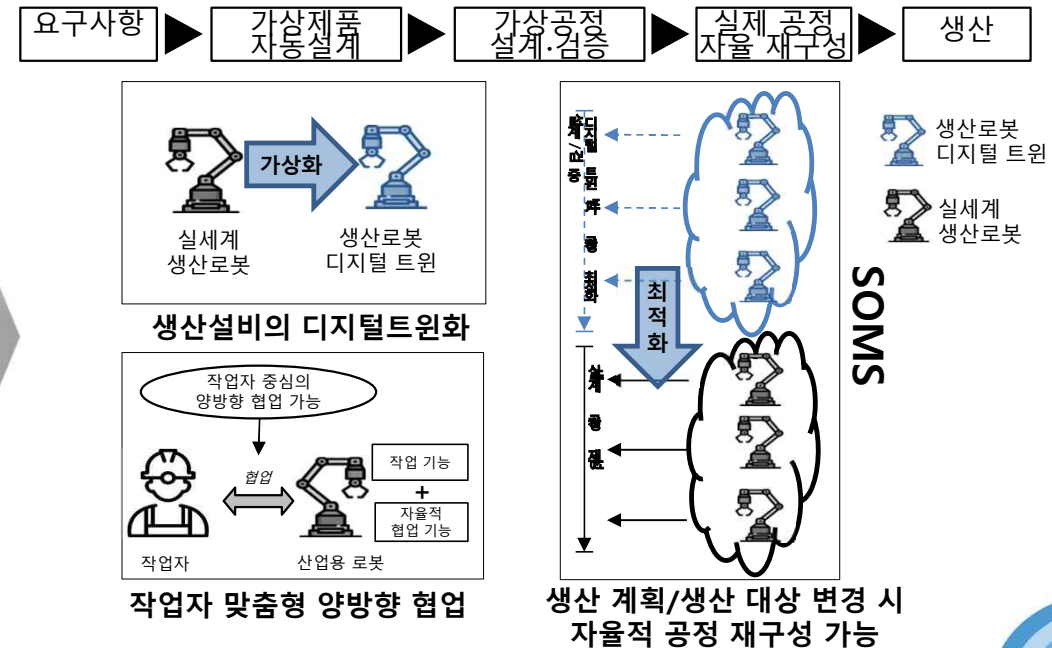
- 자기조직화 제조 시스템(SOMS*)은 변화하는 환경에 따라 **제조 시스템의 구성 요소가 서로 상호작용하며 스스로 조직을 재구성하는 미래형 자율 제조 시스템**

*SOMS(Self-Organizing Manufacturing System, 자가 구성형 제조 시스템)

<기존 제조 시스템>



<미래형 SOMS: 개인 맞춤형 대량생산>



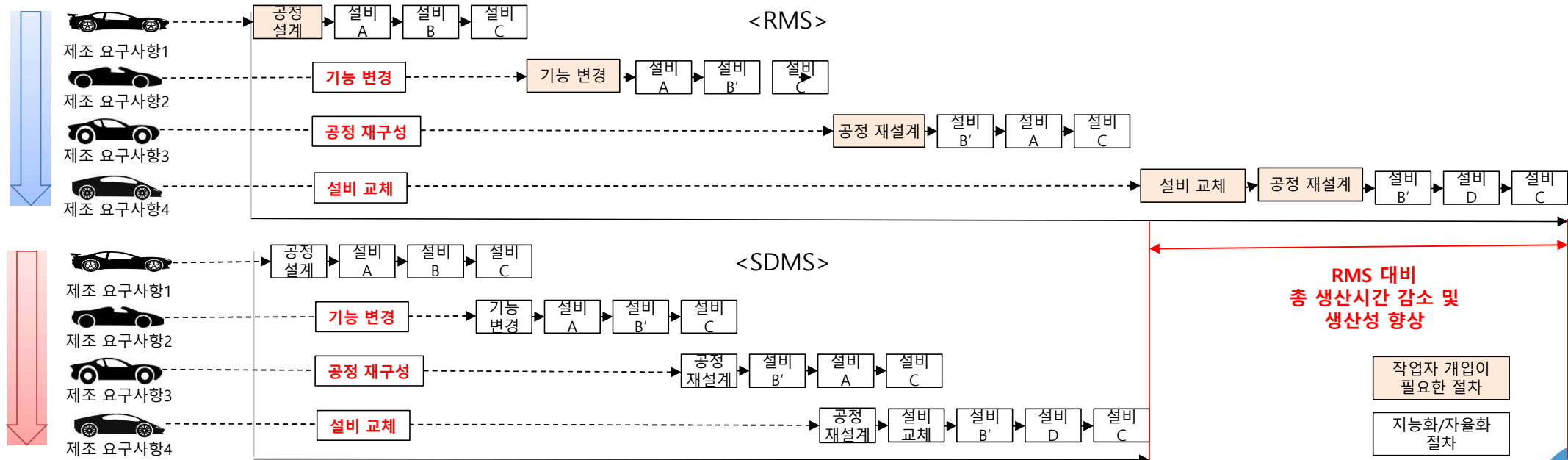
미래 제조 시스템의 Software Defined Factorization 이슈

- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- (기존) 특정 제품군에 특화된 공정을 설계/운영하며 정해진 **범주 내 요구사항 변화에 대해 공정을 신속하게 재구성 하여 대량 맞춤 생산을 가능하게** 하는 제조 체계
- (문제) 개인화된 요구사항을 충족시키기 위해서 동적 공정 재구성 및 최적화가 요구되어 생산 중단 후 **공정 재설계, 스케줄링, 설비 도입 등으로 인한 많은 비용 발생**

*SDMS: Software-Defined Manufacturing System, SW 정의 공정 최적화 제조 시스템

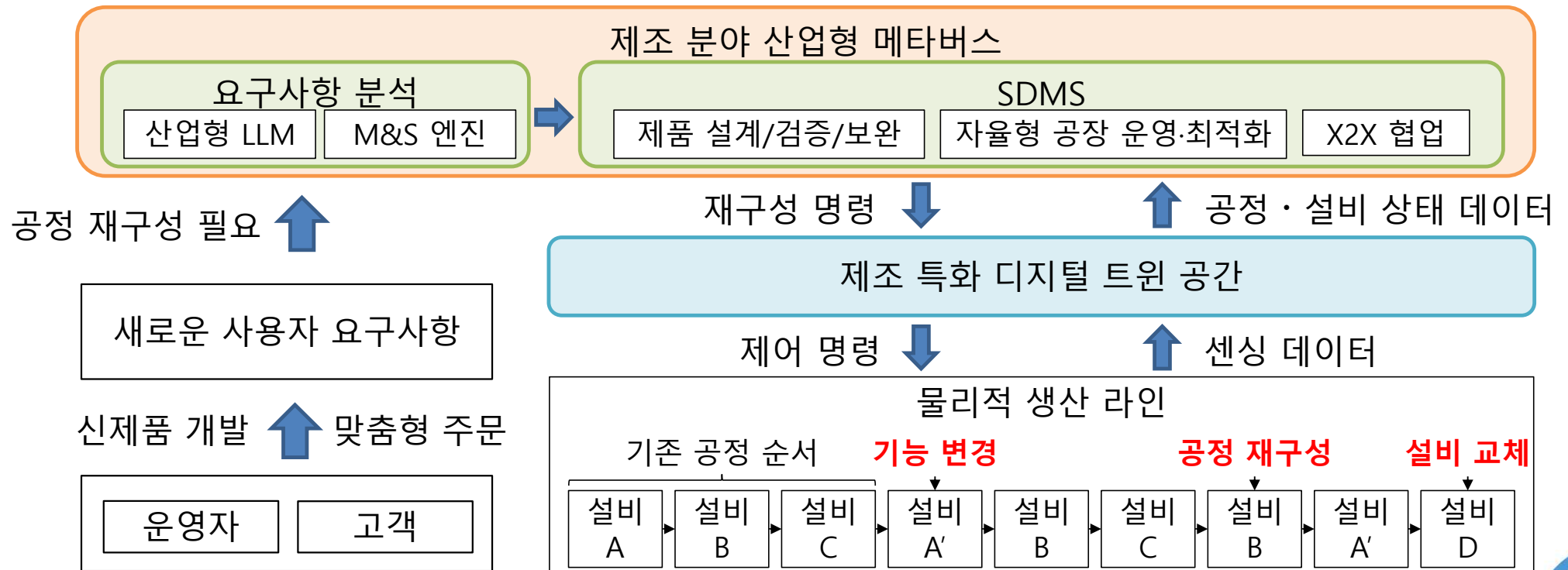
개인화된 요구사항을 반영하는 생산 수행



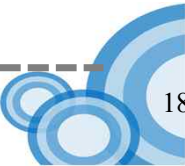
- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 소프트웨어 정의 제조 체계(SDMS*)는 제조 디지털 트윈 기반의 소프트웨어적 재구성을 통해 **동적 제조 요구사항에 자율적으로 대응하는 SOMS의 확장 모델**
 - ✓ 제조 요구사항 : 소비자로부터 수집되는 제품에 대한 성능·기능 요구사항 및 생산자가 공정 운영 시 필요로 하는 수율, 생산시간 등의 공정 요구사항을 포함

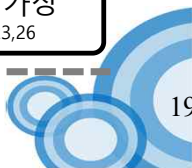
*SDMS: Software-Defined Manufacturing System, SW 정의 공정 최적화 제조 시스템



I-Metaverse Roadmap 메타버스 팩토리 (스마트공장 시스템)		Physical centric factory Digital transformation → Digital centric factory				
		Level 1 (FMS)	Level 2 (DML)	Level 3 (RMS)	Level 4 (SOMS)	Level 5 (SDMS)
Metaverse Roadmap		Human-controlled (기초1) Connected	Automated (기초2/중간1) Centralized	Synchronized (중간2) Decentralized	Autonomous (고도화) Intelligent	Software-defined (초고도화) Hyper-spatial
메타버스 특화 기능	설계·개발	CAD 작업 환경과 표준 포맷 지원 ¹⁴	클라우드 기반 협동 설계 환경 ^{20,21}	다양한 작업 환경 통합 지원 필요 ^{20,21}	AI 기반 지능형 작업 환경 ²⁶	UX 기반 제품 자동 최적 설계 ³³
	운영·관리	N/A	실시간 모니터링 ²¹ 이종 공장 정보 통합 서비스 ¹⁴	데이터 기반 설비 이상 감지 ³⁰ 자동 설비 최적화 ³⁰	산업 분야 특화 LLM 모델 필요 ²⁶ 복잡한 고차원 문제 해결을 위한 AI ²⁶	대화형 공장 운영·관리 ³⁴ 메타버스 팩토리 실시간 최적화 ³⁵
	협업	N/A	온라인 작업 지시 ²⁰	가상 공간 기반 인간 중심 협업 ²⁰	실·가상 융합형 맨·머신 협업 ²⁶	증강 지능 기반 초자율 협업 ²⁶

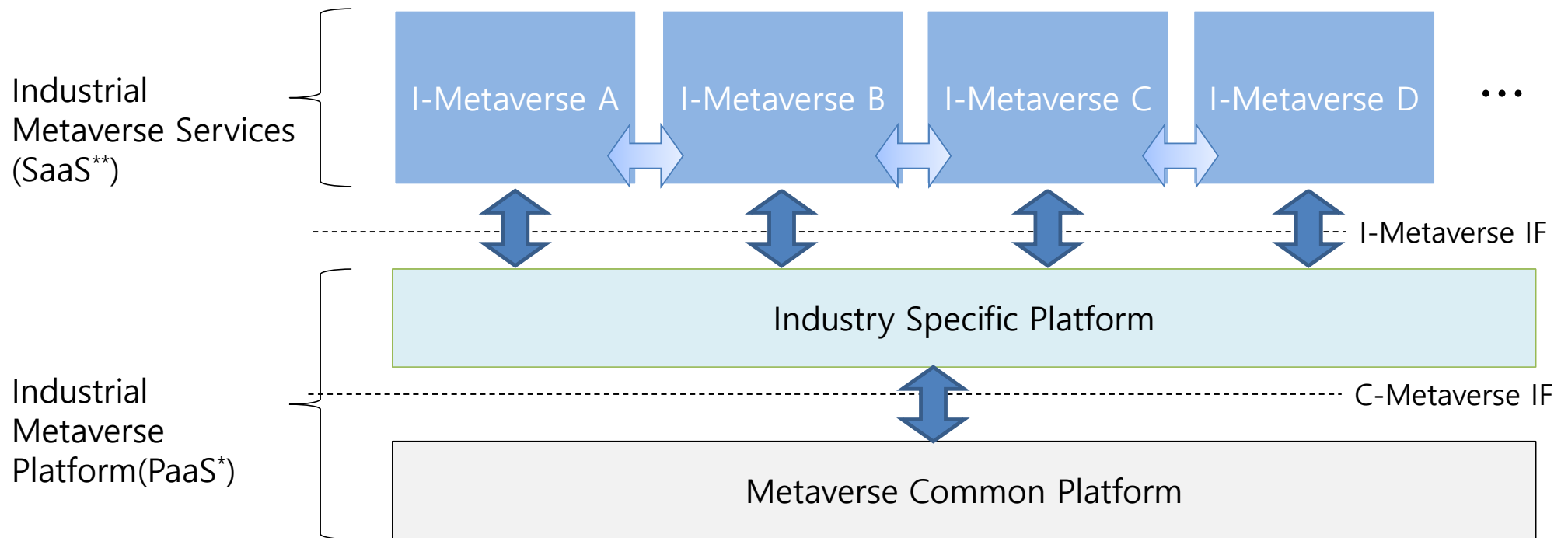


I-Metaverse Roadmap 메타버스 팩토리 (스마트공장 시스템)		Physical centric factory Digital transformation → Digital centric factory				
		Level 1 (FMS)	Level 2 (DML)	Level 3 (RMS)	Level 4 (SOMS)	Level 5 (SDMS)
Metaverse Roadmap		Human-controlled (기초1) Connected	Automated (기초2/중간1) Centralized	Synchronized (중간2) Decentralized	Autonomous (고도화) Intelligent	Software-defined (초고도화) Hyper-spatial
메타버스 특화 기능	설계·개발	작업 도구의 표준 포맷 지원 ¹⁴	클라우드 기반 작업 기록 자동 관리 ¹⁴	원격 협동 작업 실시간 동기화 ^{12,14}	생성형 AI 기반 가상 공간 생성 기술 ²⁶	대화형 UI 기반 제품 설계 ^{33,34}
		시제품 제작 및 평가 데이터 수기 작성 ²¹	시제품 평가 및 검증 프로세스 자동화 ²¹	이종 저작 도구 간 상호운용성 지원 ¹⁴	XAI 기반 오류 및 개선안 피드백 ²⁶	UX 맞춤형 작업 환경 자동 구축 ²⁴
	운영·관리	N/A	PLC 기반 반자동 공정 제어 ²¹	IoT 기반 현장 데이터 수집·분석 ²¹	고정밀 시뮬레이션 기반 예지 보전 ²⁴	실시간 AI 컴퓨팅 기반 의사 결정 시스템 ^{32,34}
			센서 기반 데이터 수집 자동화 ²¹	과학/공학 시뮬레이션 결과 실시간 가시화 ²⁵	LLM 기반 동적 공정 재구성 ^{26,28}	자율지능 주도 전사적 자원 관리 ³⁴
			현장 데이터 기반 설비 최적화 ²¹	이종 공장 정보 호환성 지원 ¹⁴	XAI 기반 의사결정 보조 시스템 ²⁶	SDMS 서비스 실시 간 배포 및 최적화 ³⁵
	협업	N/A	원격 사용자 간 가상 공간 정보 동기화 ¹⁷	다중 사용자에게 대한 공장 정보 동기화 ¹⁷	이종/다종 시스템 간 자율 협업 AI 기술 ²⁶	사용자 맞춤형 협업 인텔리전스 ²⁶
			협업 로봇 기반 노동 집약 작업 자동화 ²¹	원격 전문가 중심 실시간 협업 체계 ²¹	실·가상 공장 실시간 양방향 동기화 ^{16,17}	유기적인 실·가상 X2X 협업 ^{23,26}



- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- 산업형 메타버스 플랫폼은 **산업 특화 기능과 메타버스 공통/기반 기능의 결합형 모델**
- **PaaS 기반 생태계 구축**으로 I-Metaverse 응용의 용이한 설계·개발·배포·유지보수성 제공



*PaaS: Platform as a Service

**SaaS: Software as a Service



- ❖ 메타버스 정의
- ❖ 메타버스 성숙도 레벨링 모델
- ❖ 산업형 메타버스
- ❖ 결론

- **산업특화 AI 언어모델(Literacy-DRL)** 기반 제조 공정 최적화를 위한 산업형 메타버스
- 자연어 기반 **사용자 요구사항을 분석**하고 명세를 추출하여 주문 맞춤형 최적 공정 재구성

(S1) 자연어 기반
사용자 요구사항 입력

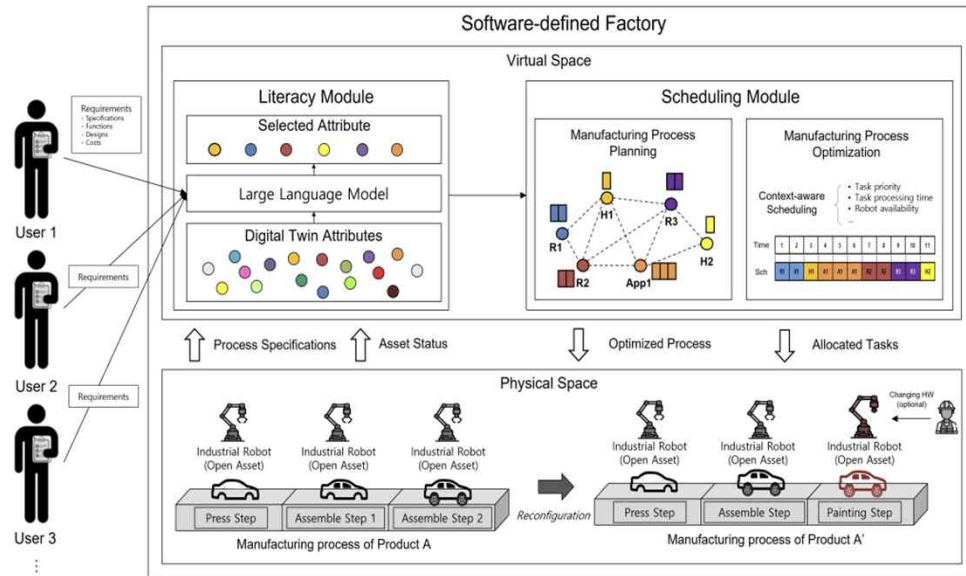
(S2) sLLM 기반 요구사
항 정형명세 추출

(S3) 정형명세 기반
디지털트윈 선택

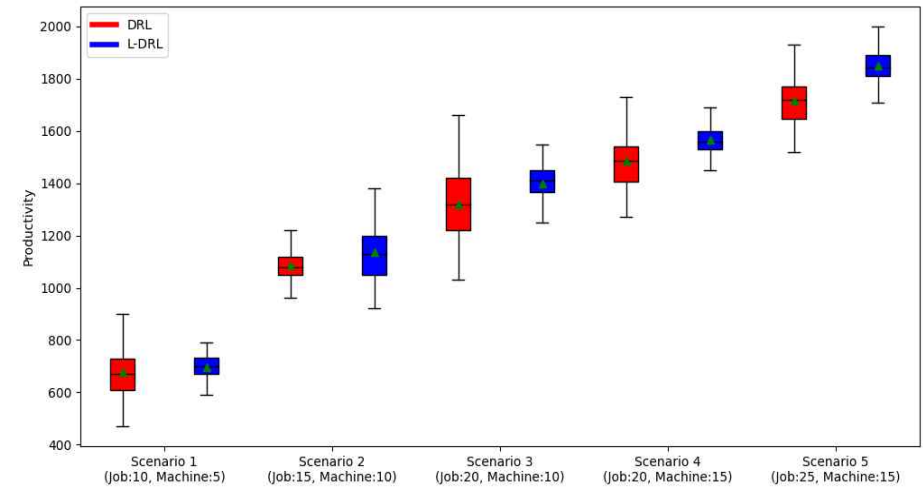
(S4) Literacy-DRL의
연합디지털트윈 스케줄링

(S5) 산업형 메타버스기
반 공정 검증&피드백

(S6) 최적 연합디지털
트윈 SDF 재구성

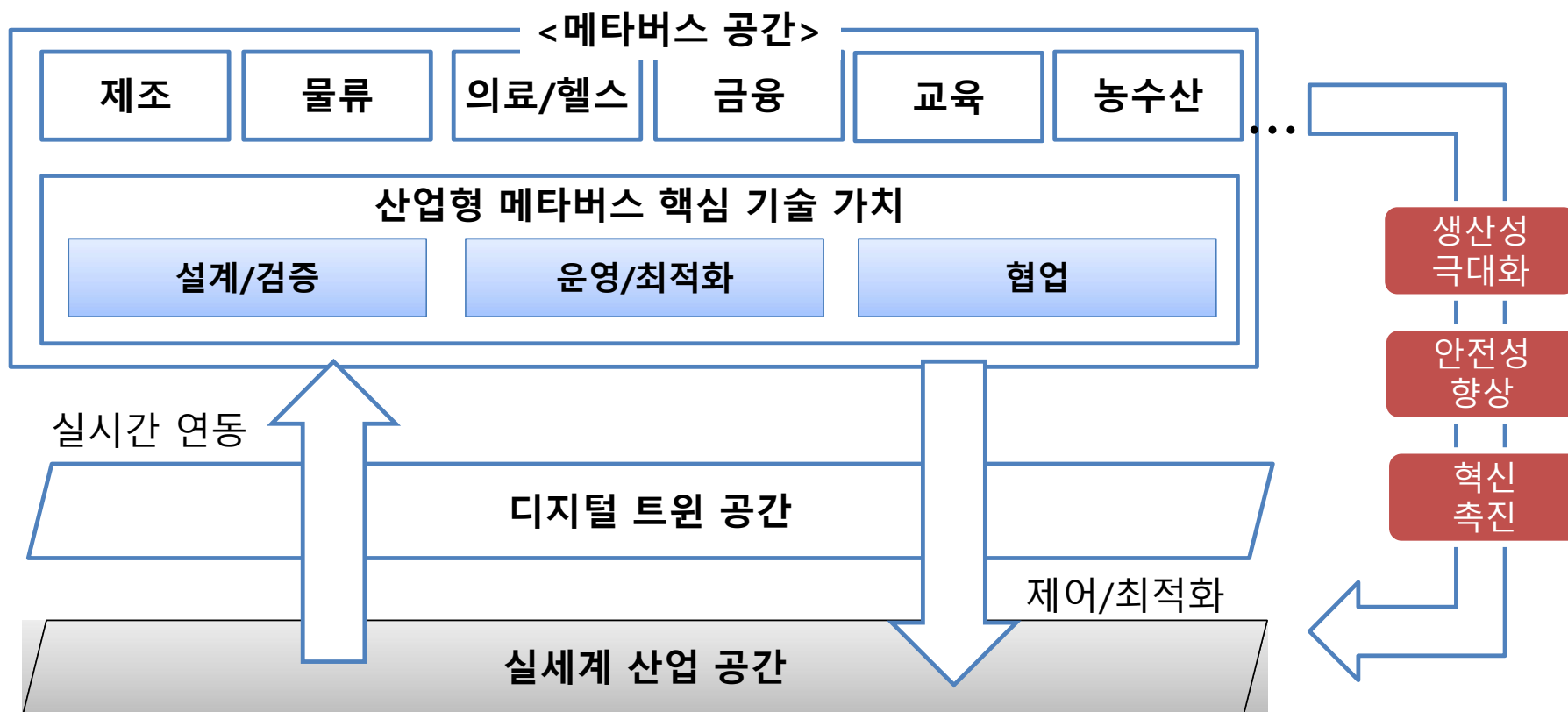


Literacy-DRL 기반 사용자 맞춤형 SDF 공정 재구성 개념도



Literacy-DRL과 DRL의 공정 스케줄링 생산성 비교 실험

- 산업형 메타버스는 설계·개발 / 운영·최적화 / 협업 서비스를 중심으로 실-가상의 경계와 인간-설비 간 장벽이 사라진 새로운 형태의 자율형 제조·생산 체계를 제공할 것으로 전망



THANK YOU

