

AI·메타버스 기술을 활용한 제조공정 생산 효율성 증대 연구

최창규, 오정원, 윤성준, 윤도윤, 서교리, 김범수*, 이완규*

충남연구원, 충청남도*

simonchoi@cni.re.kr, ca5868@cni.re.kr, withjun@cni.re.kr, doyouun2@cni.re.kr, kyoriseo@cni.re.kr, kbsnala@korea.kr, altong99@korea.kr

A Study on increasing the productivity of manufacturing processes employing artificial intelligence and metaverse technology

Choi Changkyoo, Oh Jungwon, Youn Sungjun, Yun Doyoun, Seo Kyori, Kim Beomsu*, Lee

Wankyu*

Chungnam Institute. Chungcheongnam-do*

요 약

본 논문은 AI·메타버스 기술을 제조 공정에 도입함으로써, 생산 효율성을 증대하기 위한 목적으로 충남 지역의 3개 제조공장을 대상으로 수행되었다. 통합관리플랫폼은 2개 산업단지의 제조기업을 관리하기 위한 플랫폼이며, 제조혁신 메타버스 콘텐츠는 제조 공정에 적용하기 위한 8개의 서비스로 구성하였고, 제조 공장의 특성을 반영하여 서비스를 적용하였다. 그 결과로서, 통합관리플랫폼의 작업처리 응답시간은 평균 0.603초, 이상 징후 표출 시간은 평균 2.81초, 데이터 처리량은 평균 598.38TPS를 달성하였으며, 제조혁신 메타버스 콘텐츠 8종은 지표별 목표치를 상향 달성하여 제조 공정 생산량을 약 19.18%, 향상시키는 결과를 얻었다.

I. 서 론

메타버스는 현실세계와 같은 활동이 이뤄지는 3차원 가상세계를 의미하는 것으로, 디지털 트윈 기술을 통해 생산과정을 모니터링하여 생산성과 품질을 향상시키고 제조 효율성을 개선하는데 활용된다.[1,2] 글로벌 제조 업체는 디지털 전환 과정에서 스마트 팩토리로 전환하는 과정에서 산업용 메타버스 기술 인프라를 확보하고 도입효과 및 리스크를 사전에 예측한다.[3] 충남은 지역 산업 중 제조업 비중이 전국 최고 수준인 53%로 제조 공정에 AI·메타버스 기술을 도입·확산하기 위한 최적 지역이다. 본 논문은 과학기술정보통신부에서 ‘메타버스 선도 프로젝트’의 일환으로 추진되는 사업으로, AI 기능을 탑재한 메타버스 기술을 통해 충남 지역의 산업단지 내 제조 기업을 대상으로 제조 공정에 AI·메타버스 기술을 도입하여 생산 효율성을 증대시키기 위한 목적으로 수행되었다.

II. 본론

본 연구에서 개발하고 있는 AI·메타버스 기반 산업단지 고도화 사업은 크게 산업단지 메타버스 플랫폼과 제조혁신 메타버스 콘텐츠(서비스)로 구분되며, 메타버스 플랫폼은 산업단지를 관리하는 통합관리플랫폼과 제조기업에 제공되는 통합관제플랫폼으로 분리하여 구축하였다. 또한, 통합관제플랫폼에 탑재된 제조혁신 메타버스 콘텐츠는 메타버스 기반 설비 예지보전 콘텐츠, 메타버스 기반 제조 품질관리 콘텐츠, 메타버스 공정 모니터링 서비스, 공정 최적화 시뮬레이션 서비스, AI 기반 비전검사 서비스, FEMS(Factor Energy Management System) 통합 모니터링 서비스, 제조 실행 모니터링 서비스, 메타버스 제조 밸류체인 서비스 등 8종의 서비스로 구성되어 있다.

통합관리플랫폼은 작업처리 응답시간은 50~100명 이상의 접속자 조건에서 평균 0.603초, 시나리오를 통한 이벤트 발생 후 메일까지의 도착 시

간은 평균 2.81초, 가상 사용자 100명의 데이터를 동시에 처리할 수 있는 처리량은 평균 598.38TPS를 달성하였다.

제조혁신 메타버스 콘텐츠에서 메타버스 설비 예지보전 서비스의 정보 송수신 시간은 평균 0.5초, 메타버스 제조 품질관리 서비스의 정보 송수신 시간은 평균 1.3초, 메타버스 공정 모니터링 서비스의 공정 설비 데이터 요청 응답시간과 실시간 데이터 수집률은 각각 평균 0.0225초와 100%, 공정 최적화 시뮬레이션 서비스의 시뮬레이션 적용 설비 생산량은 약 19.18%, AI 기반 비전검사 서비스의 불량 판단 시간은 평균 0.9596초, FEMS 통합 모니터링 서비스의 데이터 요청 응답시간과 데이터 초당 처리 성능은 각각 평균 0.217초와 624.3TPS, 제조 실행 모니터링 서비스의 데이터 응답시간과 실시간 데이터 정확도는 각각 0.033초와 100%, 메타버스 제조 밸류체인 서비스의 인터페이스 정확도는 100%를 달성하였다.



그림 1. 충남 산업단지 메타버스 플랫폼 및 서비스

표 1. 통합관리플랫폼과 제조혁신 메타버스 콘텐츠 지표별 결과

구분	지표	결과
플랫폼	■작업처리 응답시간	- 0.603초
	■이상 징후 표출시간	- 2.81초
	■데이터 처리량	- 598.38TPS
서비스	■메타버스 설비 예지보전 서비스 - 정보 송.수신 시간	- 0.5초
	■메타버스 제조 품질관리 서비스 - 정보 송.수신 시간	- 1.3초
	■메타버스 공정 모니터링 서비스 - 공정 설비 데이터 요청 응답시간 - 실시간 데이터 수집률	- 0.0225초 - 100%
	■공정 최적화 시뮬레이션 서비스 - 시뮬레이션 적용 설비 생산량	- 19.18% 향상
	■Si기반 비전검사 서비스 - 불량 판단 시간	- 0.9596초
	■FEMS 통합모니터링 서비스 - 데이터 요청 응답시간 - 데이터 초당 처리성능	- 0.217초 - 624.3TPS
	■제조실행 모니터링 서비스 - 데이터의 응답시간 - 실시간 데이터 정확도	- 0.033초 - 100% 달성
	■메타버스 제조 밸류체인 서비스 - 인터페이스 정확도	- 100% 달성

III. 결론

본 논문은 충남 지역 산업단지 제조기업을 대상으로 AI·메타버스 기술을 활용하여 생산 효율성 향상시키기 위해 통합관리플랫폼과 제조혁신 메타버스 콘텐츠를 적용한 측정 결과를 나타냈다. 통합관리플랫폼의 작업처리 응답시간은 평균 0.603초, 이상 징후 표출 시간은 평균 2.81초, 데이터 처리량은 평균 598.38TPS를 달성하였으며, 메타버스 설비 예지보전 서비스, 메타버스 제조 품질관리 서비스, 메타버스 공정 모니터링 서비스, 공정 최적화 시뮬레이션 서비스, FEMS 통합 모니터링 서비스, 제조실행 모니터링 서비스, 메타버스 제조 밸류체인 서비스 등 제조혁신 메타버스 콘텐츠 8종에서도 지표별 목표치를 상향 달성하여 제조 공정 생산량을 약 19.18%, 향상시키는 결과를 얻었다.

ACKNOWLEDGMENT

This paper was funded by the 'Metaverse based Industrial Complex Advancement Project' of the National IT Industry Promotion Agency as the National Broadcasting and Telecommunications Development Fund 2025 of the Ministry of Science and ICT in Korea

참 고 문 헌

- [1] 이기석, 김기홍, 최진성, 김항기. “융합 서비스 확산을 위한 메타버스 기술 동향.” 전자통신동향분석, 38(2), pp. 75-84, Apr. 2023.
- [2] 서연경. “메타버스 패션쇼 플랫폼 내부 주문생산 AI 공정 모델링.” 디지털콘텐츠학회논문지, 25(3), pp. 625-635, Mar. 2024.
- [3] 문지효, 김낙일, 김원현, 윤승정. “산업 메타버스 연합 디지털트윈 운영 플랫폼 기술 요소 연구.” 한국정보기술학회 논문지, 22(9), pp. 155-168, Sep. 2024.