



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

박사학위논문

스마트팩토리 원격협업 플랫폼 및
AR 기술 적용에 관한 연구



HANSUNG
UNIVERSITY

2019년

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합제품전공

임 황 용

박사학위논문
지도교수 노광현

스마트팩토리 원격협업 플랫폼 및 AR 기술 적용에 관한 연구

A Study on Smart Factory Remote Collaboration
Platform and AR Technology Application



2019년 6월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합건설팅학과

스마트융합제품전공

임 황 용

박사학위논문
지도교수 노광현

스마트팩토리 원격협업 플랫폼 및 AR 기술 적용에 관한 연구

A Study on Smart Factory Remote Collaboration
Platform and AR Technology Application

위 논문을 공학 박사학위논문으로 제출함

2019년 6월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합제품 전공

임 황 용

임황용의 공학 박사학위논문을 인준함

2019년 6월 일



심사위원장 _____(인)
심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

심 사 위 원 _____(인)

국 문 초 록

스마트팩토리 원격협업 플랫폼 및 AR 기술 적용에 관한 연구

한 성 대 학 교 대 학 원
스 마 트 융 합 컨 설 팅 학 과
제 품 전 공
임 황 용

4차 산업혁명 핵심 요소 기술의 하나인 AR은 VR의 한 분야로 실제 일상 환경에 가상 사물이나 텍스트 문자, 그래픽 2D/3D를 정합하여 기존의 일상 환경에 존재하는 사물처럼 보여주는 컴퓨터 그래픽 기법의 하나이다. AR 기술은 원격의료진단, 방송, 건축설계, 관광산업, 안전 관리, 교육 분야, 제조 공정관리 등 다양한 분야에 적용되고 있으며, 기계장치·설비 유지 보수 산업에도 AR 기술을 적용한 원격협업이 활용되고 있다.

스마트팩토리 시스템 도입 수준이 점차 고도화됨에 따라, 제조 현장은 사람 중심의 생산과 관리 시스템에서 점진적으로 사람보다 기계장치·설비 시스템의 의존도가 높아지고 있다. 기계장치·설비 고장 시 현장에서 즉시 수리하지 못하면 생산성에 막대한 지장을 초래한다. 따라서 기계장치·설비 고장 시 현장에서 작업자가 즉시 수리할 수 있는 방안으로 기구축한 스마트팩토리 시스템인 ERP, MES/POP, PLM, TPM 데이터베이스와 연동하여 현장에서 즉시 기계장치·설비의 이상 유무를 신속하게 진단하고 수리할 수 있는 방안이

요구된다. 스마트팩토리는 도입하려는 기업에 따라 구축 수준 1단계에서 5단계까지 다양한 형태의 시스템을 도입하고 있다. 시스템마다 활용하는 정보가 달라, 현장 작업자가 기계장치·설비를 현장에서 필요로 하는 정보를 통합하여 실시간으로 간단하게 활용할 수 있는 시스템이 필요하다.

본 연구는 스마트팩토리 시스템 구축 기업에서 효율적으로 활용할 수 있도록 SF·RCCMS 원격협업 플랫폼의 기본적 개념과 기 구축되어있는 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 등과 연동하여, AR 기술을 적용한 원격협업 플랫폼을 통해 기계장치·설비를 수리하고 유지 보수할 수 있는 방안을 제시하였다.

원격협업의 범위로 스마트팩토리 수준 중간 1단계 이상 구축되어있는 제조 현장에서 실시간 현장 영상, 음성, 텍스트 및 사용자 생체정보와 감성정보를 공유하여 원격협업한다. 원격협업 서비스로 현장 작업자와 원격협업 시스템 전문가에 활용되는 정보에 따라 설비정보 검색 서비스, 고장진단 서비스, 자체 수리지원 서비스, 생산정보 검색 서비스, 설비상태 모니터링 서비스, 사용자 정보 서비스로 분류하였다.

연구 내용으로 원격협업 플랫폼 구조를 AR Application, SF·RCCMS 플랫폼, Smart Factory Application Software로 분류하였다. AR Application은 AR 기술을 적용하여 하드웨어로 출력하는 부문이고, SF·RCCMS 플랫폼은 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 데이터베이스에서 데이터를 수집 및 편집, 관리, 분석하여 출판 배포하는 영역으로 분류하였다. Smart Factory Application Software는 정형 데이터, 비정형 데이터로 분류했으며, 본 연구에서는 정형 데이터인 스마트팩토리 시스템 ERP, MES/POP 시스템과 연동하여 플랫폼을 구현하였다.

SF·RCCMS 플랫폼 기능 검증을 위해 현장 작업자와 원격협업 시스템 전문가의 상황별 시나리오를 설비정보 검색 서비스, 설비상태 모니터링 서비스를 개발하여 구현하였고, SF·RCCMS 관리자의 기초정보관리, 사용자 접속 정보, 도면등록, 분류코드 등록, 그룹 등록, 권한등록, 콘텐츠 분석 정보관리를 구현하였다. 또한 AR 기술을 적용한 시스템을 개발하여 기계장치·설비를 신속하게 수리하고 유지 보수하여 시간과 비용을 절감할 수 있는 것을 확인하

였다.

본 연구의 성과로 스마트팩토리 시스템과 AR 원격협업 기술을 융합한 SF·RCCMS 플랫폼이라는 점에서 향후 스마트팩토리 시스템 통합과 표준화에 기여할 수 있을 것이라 기대되며, 스마트팩토리뿐만 아니라 교육, 컨설팅, 건설, 스포츠, 문화콘텐츠, 국방, 재난 안전 관련 산업에 적용할 수 있을 것이라 기대할 수 있으며, 2D·3D 제작과 AR 콘텐츠 그래픽 작업을 최소화하고, AI를 통한 정보 활용과 챗봇 기능을 활용한 서비스 기능 등 시스템 운영 관리에 대한 다양한 정보 활용이 가능할 것으로 기대된다.



【주제어】 AR, 증강현실, 스마트팩토리, 플랫폼, CMS, 원격협업

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경	1
제 2 절 연구의 필요성	9
제 3 절 연구의 범위와 목적	14
1) 원격협업 시스템 정의 및 협업 범위	14
2) 연구의 목적 및 유지 보수 세대별 분류	16
제 2 장 이론적 배경 및 선행 연구	20
제 1 절 스마트팩토리 연구	20
1) 스마트팩토리의 정의	20
2) 스마트팩토리 개념 및 필요성	21
3) 스마트팩토리 요소기술 정의	22
4) 스마트팩토리 애플리케이션	24
5) 스마트팩토리 구축 한계 및 시사점	35
제 2 절 AR 연구	38
1) AR의 정의	38
2) AR의 산업의 특성	39
3) AR의 유형 및 사례	40
4) AR의 제조업 적용 사례	43
제 3 절 CMS에 관한 연구	46
1) CMS의 정의	46
2) CMS 도입의 장점 및 의의	46
3) CMS의 핵심기술	48
제 3 장 스마트팩토리 원격협업 플랫폼 설계	49
제 1 절 SF·RCCMS 플랫폼 설계	49
1) SF·RCCMS 플랫폼 연구방향	49

2) SF·RCCMS 플랫폼 원격협업 범위	50
3) SF·RCCMS 플랫폼 구조	58
4) SF·RCCMS 플랫폼 상세	59
제 2 절 SF·RCCMS 플랫폼 인터페이스 및 시나리오	65
1) SF·RCCMS 플랫폼 인터페이스	65
2) 원격협업 서비스 시나리오	66
3) SF·RCCMS 플랫폼 상황별 인터페이스 시나리오	71
제 4 장 원격협업 SF·RCCMS 플랫폼 구현	76
제 1 절 SF·RCCMS 플랫폼 구현 범위	76
1) SF·RCCMS 플랫폼 구현 범위	76
2) 스마트팩토리 시스템 서버 연결 및 계정 등록	77
3) 하드웨어 설계 및 네트워크 구성	79
4) 소프트웨어 설계 및 구성	83
제 2 절 SF·RCCMS 플랫폼 구현	87
1) SF·RCCMS 플랫폼 관리자 활용	87
2) 현장 작업자 활용	94
3) 원격협업 시스템 전문가 활용	97
제 3 절 SF·RCCMS 플랫폼 도입에 따른 기대효과	100
1) 일반적 기대효과	100
2) 국내 승강기 유지관리 측면	100
3) 연구의 성과	104
제 5 장 결 론	105
참 고 문 헌	107
ABSTRACT	113

표 목 차

[표 1-1] 스마트팩토리 구축 시스템	11
[표 1-2] 스마트팩토리 추가 구축 및 확대 의향	11
[표 2-1] 공급망 관점 기술범위	42
[표 2-2] 생산부문 TPM의 정의	33
[표 2-3] 전사적 TPM에 대한 새로운 정의	33
[표 2-4] AR 시스템 유형	04
[표 2-5] AR을 활용한 분야 및 응용 가치	04
[표 2-6] CMS 도입의 장점	74
[표 2-7] CMS의 핵심기술	84
[표 3-1] 원격협업 CMS 플랫폼 주요 연구 내용	94
[표 3-2] 원격협업 서비스 분류	05
[표 3-3] 실시간 정보검색 서비스	15
[표 3-4] 고장진단 서비스	25
[표 3-5] 자체 수리지원 서비스	35
[표 3-6] 생산정보 검색 서비스	35
[표 3-7] 설비상태 모니터링 서비스	45
[표 3-8] 사용자 정보 서비스	45
[표 3-9] 현장 작업자 범위	65
[표 3-10] SF·RCCMS 관리자 관리 범위	65
[표 3-11] 시스템 전문가 정보 범위	75
[표 3-12] SF·RCCMS 플랫폼 핵심요소	36
[표 4-1] 스마트팩토리 시스템 서버 연결 방법	77
[표 4-2] 스마트팩토리 시스템 계정 등록 방법	87
[표 4-3] AR 디바이스 및 장비 기본사양	08
[표 4-4] SF·RCCMS Cloud 서버 사양	08
[표 4-5] SF·RCCMS 관리자 PC 사양	18
[표 4-6] AR 장비 BT-300 사양	28
[표 4-7] 소프트웨어 개발도구	48

[표 4-8] 유지관리비	0
[표 4-9] 정기점검 소요시간	0
[표 4-10] 정기점검 소요시간 비중	0
[표 4-11] 연간 고장 횟수	0
[표 4-12] 고장 원인	0
[표 4-13] 조치지연 사유	0



그 립 목 차

[그림 1-1] 제4차 산업혁명의 글로벌 지역 및 투자 의미	3
[그림 1-2] The Global Manufacturing Revolution	4
[그림 1-3] 미국 독일 일본 중국의 제조업 주요정책	5
[그림 1-4] 국가별 국제 제조업 경쟁력 지수	6
[그림 1-5] 스마트팩토리 보급 추이 및 스마트화 수준	6
[그림 1-6] 스마트팩토리의 추진성과	7
[그림 1-7] 스마트팩토리의 수준	9
[그림 1-8] 스마트팩토리의 수준 총괄도	01
[그림 1-9] 마이크로소프트 홀로 센즈 시연 모습	2 1
[그림 1-10] 원격협업 방법	41
[그림 1-11] 원격협업 범위	51
[그림 1-12] 원격협업 서비스 분류	51
[그림 1-13] 기계장치·설비 유지 보수 세대별 분류	6 1
[그림 1-14] 1세대, 2세대 유지 보수 절차	7 1
[그림 1-15] 3세대 유지 보수 절차	81
[그림 1-16] 3.5세대 유지 보수 절차	91
[그림 2-1] 스마트팩토리 제조 단계별 모습	0 2
[그림 2-2] 스마트팩토리 적용 범위	2 2
[그림 2-3] 스마트팩토리를 구축하는 3+3 요소	3 2
[그림 2-4] 스마트팩토리 요소기술 분류 및 제품	3 2
[그림 2-5] ERP 시스템의 도입 효과	6 2
[그림 2-6] 생산정보화의 개념	7 2
[그림 2-7] MES의 개념도	8 2
[그림 2-8] MES 위치 및 기능 구성도	9 2
[그림 2-9] MES의 처리 기능	0 3
[그림 2-10] 제품 수명주기 관리의 개념	1 3
[그림 2-11] 제품 개발 주요 프로세스	2 3
[그림 2-12] TMP의 8기능 구조도 및 활동목적	4 3

[그림 2-13] 구축 목적 및 전개 과정 차이	53
[그림 2-14] Simplified representation of a Virtuality continuum	83
[그림 2-15] AR 산업 적용 분야	93
[그림 2-16] VR/AR의 주요 특징	04
[그림 2-17] 마이크로소프트 홀로 렌즈	44
[그림 2-18] AR 기술을 이용한 가상 자동차 쇼룸	44
[그림 3-1] 원격협업 정보 서비스	55
[그림 3-2] SF·RCCMS 플랫폼 구조	85
[그림 3-3] SF·RCCMS 플랫폼 상세 내용 흐름도	95
[그림 3-4] SF·RCCMS 플랫폼 데이터베이스 Structure	16
[그림 3-5] Code Master & Master Table	16
[그림 3-6] 기계설비 개요, 제품, 사용자 관리, 유지 보수 관리 테이블	26
[그림 3-7] Microsoft SQL SF·RCCMS 데이터베이스	26
[그림 3-8] SF·RCCMS 플랫폼 인터페이스 구조	56
[그림 3-9] 설비정보 검색 서비스 시나리오	66
[그림 3-10] 고장진단 서비스 시나리오	76
[그림 3-11] 자체 수리지원 서비스 시나리오	86
[그림 3-12] 생산정보 검색 서비스 시나리오	96
[그림 3-13] 설비상태 모니터링 시나리오	07
[그림 3-14] 사용자 정보 서비스 시나리오	07
[그림 3-15] 기계장치 설비 DB 인터페이스 구조	27
[그림 3-16] 기계장치 설비 수리하기-점검 절차 DB 인터페이스 구조	37
[그림 3-17] 설비상태/온도/습도 DB 인터페이스 구조	47
[그림 3-18] 시간대별 온도/습도 통계 DB 인터페이스 구조	57
[그림 4-1] 하드웨어 구성도	97
[그림 4-2] Cloud 서버	08
[그림 4-3] SF·RCCMS 관리자 PC	18
[그림 4-4] EPSON BT-300	18
[그림 4-5] 소프트웨어 아키텍처	38

[그림 4-6] SQL 서버 2008에서의 3계층 시스템 구조	6· 8
[그림 4-7] SF·RCCMS 플랫폼 통합 관리 Login	7· 8
[그림 4-8] SF·RCCMS 플랫폼 통합 관리 Layout	8· 8
[그림 4-9] SF·RCCMS 플랫폼 데이터 흐름도	8· 8
[그림 4-10] 기초정보관리-사용자 관리	9· 8
[그림 4-11] 기초정보관리-사용자 접속 정보	0· 9
[그림 4-12] 기초정보관리-도면 등록	0· 9
[그림 4-13] 기초정보관리-분류 코드 등록	1· 9
[그림 4-14] 기초정보관리-그룹 등록	2· 9
[그림 4-15] 기초정보관리-권한 등록	2· 9
[그림 4-16] 콘텐츠 분석 정보관리-기계설비 수리 통계	3· 9
[그림 4-17] 콘텐츠 분석 정보관리-기계설비 생산정보 통계	3· 9
[그림 4-18] 콘텐츠 분석 정보관리-기계설비 예지 보존	4· 9
[그림 4-19] 현장 작업자-사용자 로그인	5· 9
[그림 4-20] 기계장치 설비 정보-기계장치 설비명	6· 9
[그림 4-21] 기계장치 설비 정보-기계장치 설비 부품 3D 증강	6· 9
[그림 4-22] 기계장치 설비 정보-기계장치 설비 도면	7· 9
[그림 4-23] 원격협업 절차	8· 9
[그림 4-24] 기계장치 설비 정보-도면	8· 9
[그림 4-25] 기계장치 설비 정보-실시간 상태 정보	9· 9

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

18세기에 시작된 산업혁명은 제조 산업에 기계를 도입하면서 생산기술 분야에 놀랄 만한 변화를 가져왔다. 제조 산업에서의 기계장치의 도입은 생산기술 혁신을 가져온 것 외에도 이를 수반하여 일어난 사회·경제 구조를 변혁시키며, 사회를 근대화 사회로 변모시키는데 앞장서는 노릇을 했다. 그리고 산업혁명으로 국가와 기업의 경쟁력을 한층 더 강화되었다.

“오늘날 세계 각국의 정부와 기업에서는 현재의 경쟁 단계에서 더 높은 역량을 갖추고자 여러 가지 방법을 연구하고 있으며, 우리나라의 경우 1990년대 후반 이후 국내 경제를 지탱해온 ICT(Information & Communication Technology) 시장의 성장세가 둔화되면서, 경쟁력 강화를 주력산업 기반의 새로운 산업 전략 확보가 가장 큰 과제로 남아있다. 또한 정부와 기업에서는 고도화와 산업화 진전에 따른 국가 간 기술 격차가 좁히면서 제품 생산 능력만으로 글로벌 경쟁력 확보에 한계를 느끼고 있다, 따라서 이에 대응하고자 많은 고심하고 있는 것이 현실이다. 이에 정부와 기업들은 그 과제의 해답을 ‘융합’에서 찾고자 노력하고 있다.”¹⁾

“최근 몇 년간 서비스 산업의 비중이 지속적으로 높아지고 제조업 비중이 낮아지고 있으나, 2008년 이후 글로벌 경제 위기를 겪은 많은 유럽 국가들 중 제조업이 강한 오스트리아, 독일, 스웨덴 등의 국가들이 빠른 경기 회복세를 보이고 있다. 그러나 제조업 비중이 낮은 스페인, 포르투갈, 그리스, 스페인 등은 마이너스 성장이 나타나면서 제조업의 중요성이 재조명되고 있다. 이와 같이 세계의 많은 국가들이 경제의 근간으로 제조업의 중요성을 강조하고 제조업 지원정책으로 국가의 성장 동력을 틀을 두고 있다.”²⁾

인건비 상승, 물류비용 증가, 해외 투자 기업의 세제혜택과 지적재산권 침

1) 이흥주. (2013). “제조업 분야의 창조적 융합”, 『Korea Creative Content Agency』, 한국콘텐츠진흥원, p.78-79.

2) 이정아, 김영훈. (2014). 『인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략』. 서울: 한국정보화진흥원.

해, 관세 절감, 해외근로자의 기술력 확보 등의 이유로 해외에 진출한 국내 기업들에게 여러 가지 세제혜택과 지원 확대 및 규제완화 정책을 통해 다시 국내로 돌아오게 하는 리쇼어링³⁾ 현상이 확대되고 있다.

“최근 소비자들이 제품에 대한 수요가 여러 형태로 다양하고 급격하게 변화여 과거보다 제품의 변화 속도가 빨라지고, 소비자들의 니즈를 충족시키기 위해 제품 수명주기가 매우 짧아져 다양한 변화에 대응하기 위한, 높은 생산 효율과 높은 품질수준을 확보해야만 생존 가능하다”.⁴⁾

4차 산업혁명은 이미 시작되었지만, 주요국들에 비해 우리나라의 준비는 미진한 모습이며, 국내 제조업의 경쟁력은 악화되고 있는 현시점에서 스마트팩토리 도입은 필수적이다. 주요 국가의 정부는 다양한 기업 지원 정책을 통해 4차 산업혁명을 주도하는 국가로 도약을 위해 노력하고 있다. 우리나라도

「스마트 제조혁신 비전 2025」를 통해 2025년까지 스마트팩토리 3만 개 지원 계획을 발표하는 등 목표를 제시하고 있다. 스마트팩토리 주요 기반 기술로는 3D 프린팅, 로보틱스⁵⁾, CPS(Cyber Physical Systems)⁶⁾, IoT(Internet Of Things)⁷⁾ 기반 포그 컴퓨팅⁸⁾등이 있다. 주요 핵심 기술이 제조 산업 전 영역에 적용됨에 따라 제조업의 경쟁력이 놀라울 만큼 향상되는 제조혁신이 나타나고 있다.

세계경제포럼은 2016년 다보스포럼을 통해 세계는 4차 산업혁명에 접어들었다고 발표했다. 세계적으로 각국의 정부, 교육기관, 기업, 연구기관 등은 4차 산업혁명에 집중하고 있고, 신속하게 대응하기 위해 준비하고 있다.

4차 산업혁명으로 제조혁신을 하기 위한 전 세계 각국의 움직임에 비해 우리는 다소 준비가 늦은 모습이다. 다보스포럼⁹⁾ 기간 중 발표된 [그림 1-1]¹⁰⁾은 4차 산업혁명에 잘 대응하는 국가들의 순위를 소개하였다. 중국(28위)

3) 리쇼어링 (Reshoring) : 해외에 진출한 제조기업을 국내로 다시 돌아오게 하는 정책.

4) 이정아, 김영훈. (2014). 『인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략』. 서울: 한국정보화진흥원.

5) 로보틱스 (Robotics) : 로봇공학.

6) CPS (Cyber Physical Systems) : 사이버 물리 시스템.

7) IoT (Internet of Things) : 사물 인터넷.

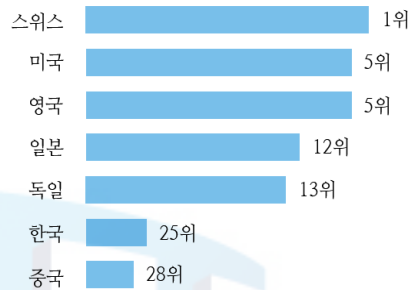
8) 포그 컴퓨팅 (Fog Computing) : 물리적인 세계로부터 입출력, 트랜스덕션이라고함.

9) 다보스포럼 : 1971년 독일 태생의 Klaus Schwab이 비영리재단 형태로 창립.

이고 한국은 중국보다 3단계 위인 25위이지만 미국, 영국, 일본, 독일 등 주요국보다 뒤쳐지는 상황이다.

주요 영역별 4차 산업혁명 적응 국가 순위로 한국은 교육시스템 수준(19위)로 가장 높은 순이고, 노동시장 유연성(83위), 기술 수준(23위), 사회간접자본(20위), 법적 보호(62위)로 기술 수준, 교육시스템, 사회간접자본 순위는 양호하나, 노동시장 유연성과 법적 보호 순위는 낮은 것으로 나타났다.

○ 4차 산업혁명 적응 국가 순위



○ 주요 영역별 4차 산업혁명 적응 국가 순위

구분	노동시장 유연성	기술 수준	교육 시스템	사회 간 접자본	법적 보호
스위스	1	4	1	4	7
미국	4	6	4	14	23
영국	5	18	12	6	10
일본	21	21	5	12	18
독일	28	17	6	10	19
한국	83	23	19	20	63
중국	37	68	31	57	64

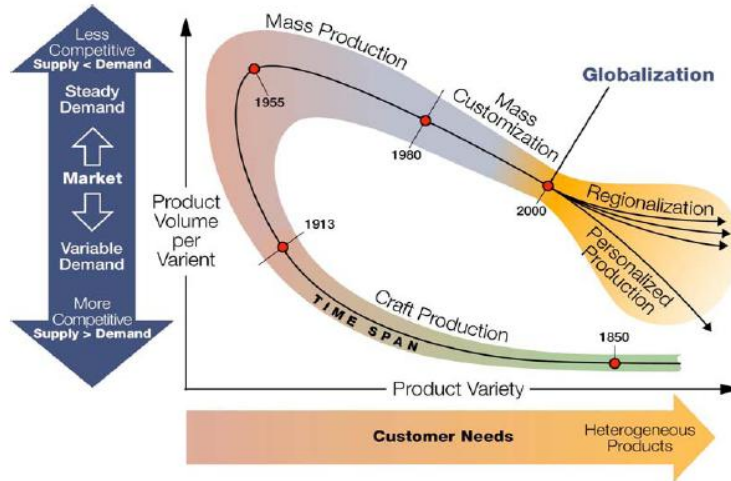
[그림 1-1] 제4차 산업혁명의 글로벌 지역 및 투자 의미

[출처] Extreme Automation and Connectivity

“한국 경제에서 제조업의 비중은 매우 높은 편이며, 세계 주요국들과 비교하면 제조업 경쟁력을 강화하는 것은 매우 중요한 과제일 수 있다. 약 50년 동안 주요국들은 지식 기반 서비스업과 금융업을 중심으로 부가가치가 증대되면서 제조업의 총 부가가치 비중이 낮아져, 2015년 기준 12.0%이다”.¹¹⁾

10) UBS (2016). “Extreme automation and connectivity : The global, regional, and investment implications of the Fourth Industrial Revolution”, World Economic.

11) 이은규, 김동완, 이상완, 김재중. (2018). 나사 이송용 철재 파렛트의 위치 정보 수집을 위한 NFC 안테나 모델 및 설계, 『대한정보통신학회』, 22(12), 1675-1683.



[그림 1-2] The drivers to new paradigms are market and society needs Yoram Korea“The Global Manufacturing Revolution”
[출처] The Global Manufacturing Revolution

[그림 1-2]와 같이 제조업의 패러다임은 대량생산에서 완제품을 만들기 이전부터 고객 수요를 반영해 고객 수요 맞춤형으로 제품을 공급하는 형태로 변화하고 있다. 선진 제조 강국들은 제조 산업의 새로운 패러다임을 선도하면서 센서 컴퓨팅 및 VR¹²⁾/AR¹³⁾ 기술을 기반으로 제조 현장에 적용하기 위한 연구를 진행 중이며, 이를 통해 후발 기업의 추격을 뿌리치고 관련 지적재산권을 획득하여 새로운 가치를 창출하려고 노력하고 있다.

[그림 1-3]과 같이 “일본의 제조업 부활과 미국 독일의 스마트 제조업으로의 많은 투자를 하고 있어 우리 제조업의 위기가 현실화될 우려 있고, 중국 제조기업의 빠른 성장은 우리 제조기업의 위협 요소로 작용하고 있다”.¹⁴⁾

12) VR (Virtual Reality) : 가상현실.

13) AR (Augmented Reality) : 증강현실.

14) 김승택, 윤주성, 구정인. (2015). 『제조업의 정보통신 기술 적용 산업실태 및 활성화 방안 연구』. 서울: 한국생산성본부.

구분	미국	독일	일본	중국
추진배경	· 경쟁력 강화, 국가 안보 대응 · 좋은 일자리 창출	· 경제성장, 일자리 창출	· 산업기반 강화 과학기술 혁신 추진	· 전 산업 공동의 혁신능력 제고
기본정책	· 국가 첨단 제조 방식 전략계획 (2012)	· 하이테크전략 2020	· 산업 재흥플랜(2013)	· 13차5계획(2015)
핵심사업	· 첨단 제조기술 사업 (AMP)	· 인터스트리 4.0 (Industry 4.0)	· 전략적 이노베이션 창조사업(SIP)	· 중국제조(2025)
촉진 인프라	· 제조혁신기관(NNI) · 제조혁신네트워크(NNMI)	· 인터스트리 4.0 플랫폼	· 종합과학기술 회의	
주요 추진과제	· 에너지 절감용 제조공정혁신 · 제조기술 가속화센터 건립 · 제조혁신 네트워크 구축 · 첨단 제조 기술사업(AMP) 제조부문 로봇 개발	· 유무선 ICT를 활용한 Smart Factory 구현	· 에너지: 연소기술 및 구조 재료 등 5개 과제 · 차세대 인프라 : 자동운전 시스템 등 3개 과제	· 혁신능력· 기술력 갖춘 주력 기업 대량 육성 · 산업구조 업그레이드 · 에너지절감· 오염감소
정부예산	· 2014년 29억 달러 · 2015년 예산편성 시 첨단 제조부문 최우선 고려	· 2012~2015년간 2억 유로	· 2014년 SIP 510억 엔	· 미정

[그림 1-3] 미국·독일·일본·중국의 제조업 주요정책
[출처] 미래 신성장 5대 산업 표준 기반 연구개발(R&D) 추진전략

“독일의 Industry 4.0, 일본의 전략적 Innovation 창조사업 등 선진국들의 제조업 혁신 경쟁에서 뒤처지지 않고, 선점하기 위해서 우리나라도 제조업 혁신을 통해 제조 선진국과의 경쟁을 준비해야 하며, 경쟁력 있는 제조업 혁신 전략과 구체적 방안 마련이 시급하다”.¹⁵⁾ “특히 국내 내수경제의 지속적인 성장과 고용 안정화를 통한 수출경쟁력 확보를 위해서는 제조업 혁신이 절실하다. 우리나라 제조업의 경쟁력 순위는 [그림 1-4]”¹⁶⁾와 같이 “2010년 3위에서 2016년 5위로 하락하였으며, 2020년에는 중국, 인도에 밀려 6위로 하락할 것으로 예상된다”.¹⁷⁾

15) 김시구. (2017). “증강현실 기반 설비 제어가능성 강화 제조환경 개발”. 부산대학교 대학원 박사학위논문

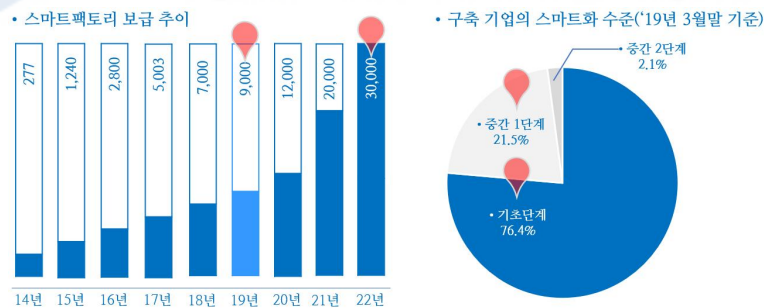
16) 오현환, 주혜정, 한종민, 김이경, 정의진, 김덕형, 지선미. (2016). 『과학기술 & ICT 정책·기술 동향』. 서울: 한국과학기술기획평가원.

17) 이민식, 최현희. (2018). 『고부가가치화를 통한 제조업 경쟁력 강화』. 서울: 한국산업기술리서치센터.

2016년			2020년 (전망치)			
순위	국가명	경쟁력 지수	순위	순위변화	국가명	경쟁력 지수
1	중국	100.0	1	1	미국	100.0
2	미국	99.5	2	-1	중국	93.5
3	독일	93.5	3	0	독일	90.8
4	일본	80.4	4	0	일본	78.0
5	대한민국	76.7	5	6	인도	77.5
6	영국	75.8	6	-1	대한민국	77.0
7	타이완	72.9	7	1	멕시코	75.9
8	멕시코	69.5	8	-2	영국	73.8
9	캐나다	68.7	9	-2	타이완	72.1
10	싱가포르	68.4	10	-1	캐나다	68.1

[그림 1-4] 국가별 국제 제조업 경쟁력 지수
[출처] KISTEP, 『과학기술 & ICT 정책·기술동향』, 2016

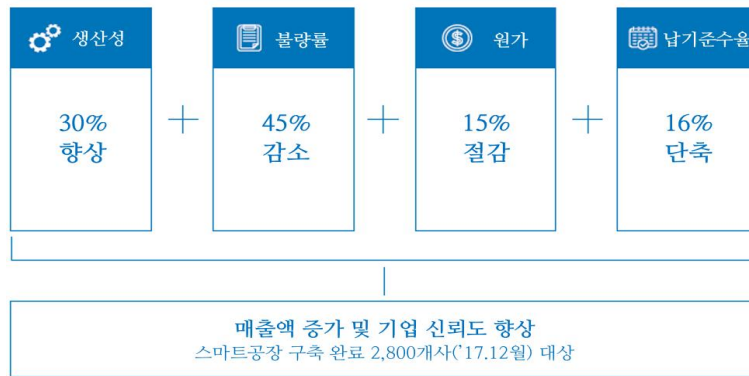
“정부에서는 전 세계적으로 확대되고 있는 ‘제조업 혁신’에 대한 기대감과 혁신이 제조업 현장까지 형성되면서 ‘제조업 혁신 3.0’의 3대 추진전략 과제 중 하나로 스마트팩토리 보급·확산 사업을 발표했으며, [그림 1-5]와 같이 2017년 12월 누적 기준 5,003개 기업에 스마트팩토리 구축 지원이 완료됐으며, 정부에서는 2022년까지 3만 개 기업 지원을 계획하고 있다”.¹⁸⁾



[그림 1-5] 스마트팩토리 보급 추이 및 스마트화 수준
[출처] 민관합동 스마트공장 추진단

18) 주영석, 이동희. (2019). 중소 금속가공 기업의 경쟁력 향상을 위한 스마트 공장 도입 요인 연구, 『대한산업공학회』, 45(10, 70-80.

• 스마트공장 추진 성과



[그림 1-6] 스마트팩토리 추진성과
[출처] 민관합동 스마트공장 추진단

[그림 1-6]과 같이 “스마트팩토리 사업을 통해 평균 45% 이상의 불량률 감소, 16%의 납기 단축, 15%의 원가 절감 등의 성과를 이끌어냈다”.¹⁹⁾ “특히, 생산성의 경우 30% 이상이 향상되는 괄목할만한 결과가 나타나고 있다. 이러한 성과는 매출 증가뿐만 아니라, 일자리 창출, 판로 개척 등으로 이어졌다. 가장 관심가져야 할 부분은 ‘고용 증가’다. 스마트팩토리 도입에 따른 새로운 직무 추가와 생산량 증가에 따른 인력 수요 증가로 스마트팩토리 기업의 고용이 평균 2.2명 증가했다”.²⁰⁾

민간의 자발적인 스마트팩토리 구축 분위기도 점차 확산되고 있으며, 스마트팩토리 구축이 경쟁력 향상을 위해 필수라고 생각하는 중소기업 및 중견기업 비율이 점진적으로 증가하는 등 스마트팩토리 구축에 관한 관심이 크게 확대되고 있다. 이러한 인식의 변화는 중소기업 중앙회가 실시한 설문조사에서도 나타난다. 정부의 스마트팩토리 보급·확산 사업에 대해 응답한 기업의 39.7%가 경쟁력 향상·회복에 ‘도움 된다’고 답해 ‘도움 안 된다’는 의견(16.6%)보다 두 배 이상 높은 것으로 나타났다. 정부는 혁신성장을 견인하고 확산하기 위해 8대 핵심 선도 사업(초연결 지능화, 스마트팩토리, 스마트팜,

19) 임항용, 노광현. (2018). 스마트 팩토리에서의 AR 기반 원격 협업을 위한 CMS 플랫폼에 관한 연구. 『한국디지털정책학회』, 16(12), 327-334.

20) 구본진, 이종선, 이미화, 손석호. (2018). 『국내 스마트 제조 정책과 지원 현황 및 개선 방안』. 서울: 한국과학기술기획평가원.

핀테크, 재생 에너지, 스마트시티, 드론, 자율주행차)에 정책 역량을 집중한다고 발표했다. 핵심 선도 사업을 중심으로 국민이 체감하는 가시적 성과를 창출하겠다는 것이다.

“스마트팩토리가 혁신성장의 핵심 정책으로 부각된 만큼 2022년까지 3만 개 스마트팩토리 보급을 목표로, 금융 지원, 공급기업 육성, 인력양성, 교육지원을 비롯한 다양한 정책들을 스마트팩토리 내실화를 위해 함께 진행하고 있다”.²¹⁾ 그뿐 아니라 스마트팩토리 표준·인증 기업을 추진 중에 있으며, 기업에 적합한 최적의 솔루션을 도입할 수 있도록 업종별, 제조 공정별 스마트팩토리 구축 전문가인 기술 위원 풀을 구성하고 스마트팩토리 사업성과 확산에 힘쓰고 있다.



21) 서창적, 김종훈. (2019). 스마트공장 도입에 따른 구매자의 공급자 전환 모델*, 『한국생산지리학회지』, 30(1), 17-37.

제 2 절 연구의 필요성

최근 스마트팩토리 및 제조업 혁신 3.0과 같은 제조업에 대한 새로운 변화를 주도하고, 지속적인 제조업 발전을 이루기 위한 다양한 제조기술 및 전략 개발이 절실한 시기에 직면해 있다. 국내 스마트팩토리는 도입을 원하는 기업 수준에 따라 다양한 형태로 구축이 가능하며, ICT의 활용 정도 및 역량에 따라 [그림 1-7]과 같이 5단계로 구분한다. 수준을 정의하는 요소는 4M²²⁾+1E²³⁾의 식별 단계, 측정 단계, 제어 자동화 단계 및 통신, 운영, 실시간 최적 의사결정 능력 등으로 구성되며, 이와 같은 요소를 기본으로 수직·수평적 통합성과 신경망의 구성 및 지능화 정도를 측정해 수준 정의한다. 최근 대다수의 많은 중소기업이 적은 비용으로 시작할 수 있는 기초 수준과 중간 수준 1단계를 구축하고 성과를 만들어 내고 있다.

단계	수준의 정의	IoT 대상 요소
고도화 수준	· IoT, CPS 기반 맞춤형 유연 생산 설비, 자재, 시스템 유·무선 네트워크로 연결 IoT/CPS, 스스로 판단하는 지능형 설비, 시스템을 통한 자율적 공장 운영, 전 제조과정의 통합 운영	4M+1E : Man, Machinery, Materials, Methods, Environment
중간 2수준	· 실시간 제어 자동화 및 최적화 모기업과 공급 사슬 관련 정보 및 엔지니어링 정보를 공유하며, 글로벌 계획 최적화와 제어 자동화를 기반으로 실시간 의사결정 및 제어형 공장을 달성하는 수준	4M : Man, Machinery, Materials, Methods
중간 1수준	· 실시간 집계·분석 활용한 의사결정 설비정보를 최대한 자동으로 획득하고, 모기업과 고 신뢰성 정보를 공유해 기업 운영의 자동화를 지향하는 수준	3M : Man, Machinery, Materials
기초 수준	· 생산 이력 추적 관리 기초적인 ICT를 활용해 생산 일부 분야의 정보를 수집·활용하고, 모기업인프라 활용 등을 통해 최소 비용으로 자사의 정보시스템을 구축하는 수준	1M : Materials
ICT 미적용	· 수작업, 엑셀 정도의 프로그램 활용, 시스템을 갖추고 있지 못한 상태	

[그림 1-7] 스마트팩토리 수준
[출처] 2017년도 스마트공장 지원사업 추진현황 및 성과

22) 4M : Man, Machinery, Material, Method

23) 1E : Environment

[그림 1-7]과 같이 스마트팩토리 수준 5단계를 보면 미적용 단계와 기초 수준 단계에서는 사람 중심의 작업으로 생산 이력 추적관리와 원부자재 실시간 데이터수집, 통계, 분석 등을 수행한다. 그러나 중간 1수준 이상 중간 2수준, 고도화 수준에서는 사람에 의존하는 작업보다 기계장치·설비 중심으로 사람에 대한 작업 데이터는 물론 기계장치·설비 정보, 원부자재 추적 정보, 작업 방법 등 다양한 데이터수집과 통계, 분석 등이 이루어진다. 따라서 중간 1수준 이상 스마트팩토리 수축 시 기계장치·설비 이상 시 현장에서 작업자가 신속하게 이상 유무를 확인하고 수리할 수 있는 시스템이 요구된다. [그림 1-8]은 스마트팩토리 수준별 기능과 시스템을 보여주고 있다.

구분	현장자동화	공장운영	기업자원관리	제품개발	공급사슬관리
고도화 수준	IoT/IIoT 기반의 CPS화				인터넷 공간 상 의 비즈니스 CPS 네트워크 협업
	IoT/IIoT화	IoT/IIoT(모듈)화 빅데이터 기반의 진단 및 운영			
중간 2수준	설비제어 자동화	실시간 공정제어	공장운영 통합	시뮬레이션과 일괄 프로세스 자동화	다품종 개발 협업
중간 1수준	설비데이터 자동집계	실시간 의사결정	기능 간 통합	기술 정보 생성 자동화와 협업	다품종 생산 협업
기초 수준	실적집계 자동화	공정물류 관리(POP)	관리 기능 중심 기능 개별 운용	사이버를 통합 기술/납기관리	단일 모기업 의존
ICT 미적용	수작업	수작업	수작업	수작업	전화와 이메일 협업

[그림 1-8] 스마트팩토리 수준 총괄도
[출처] 중소기업 기술로드맵 2018-2020

스마트팩토리 시스템은 [표 1-1]과 같이 MES 75.00%, ERP 13.16%, 솔루션 연동 제어기, 센서 7.24%, PLM 1.97%, FEMS 0.66%, 기타 시스템 1.097%로 MES와 ERP 도입이 90% 이상을 차지하고 있다.

[표 1-1] 스마트팩토리 구축 시스템

(설문: 238명/304건, 중복답변)

구분	기업 수	비고사항
생산운영관리 시스템(MES)	228	75.00%
기업자원관리 시스템(ERP)	40	13.16%
솔루션 연동 제어기, 센서	22	7.24%
제품개발지원 시스템(PLM)	6	1.97%
에너지절감 시스템(FEMS)	2	0.66%
기타	6	1.97%
계	304	

[출처] 민관합동 스마트공장추진단 참조모델 3차

또한, 1차 구축한 스마트팩토리 기업에 [표 1-2]와 같이 스마트팩토리 구축 및 확대 의향에 대한 설문 결과 매우 그렇다 57.14%, 대체로 그렇다 17.65%, 보통이다 23.53%, 대체로 그렇다 1.68%, 전혀 그렇지 않다 0.00%로 1차 스마트팩토리 구축 후 추가 스마트팩토리의 필요성을 긍정적으로 답한 기업이 90% 이상으로 스마트팩토리 구축 후 대부분 기업들이 고도화를 위한 2차 스마트팩토리 구축 의향이 있는 것으로 나타났다. 따라서 스마트팩토리 구축 수준이 고도화됨에 따른 기계장치·설비의 중요성이 높은 중간 2수준, 고도화 수준에서는 기 구축되어있는 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 데이터베이스와 연동하여 기계장치·설비 이상 시 현장에서 즉시 수리할 수 있는 시스템이 필요하다.

[표 1-2] 스마트팩토리 추가 구축 및 확대 의향

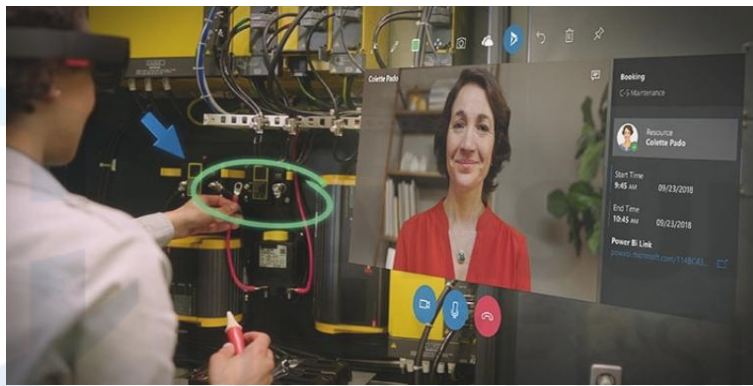
(설문: 238명)

구분	기업 수	비고사항
매우 그렇다	136	57.14%
대체로 그렇다	42	17.65%
보통이다	56	23.53%
대체로 그렇다	4	1.68%
전혀 그렇지 않다	0	0.00%
계	238	

[출처] 민관합동 스마트공장추진단 참조모델 3차

최근에 복잡한 제조과정에서 [그림 1-9]와 같이 안경과 같은 AR 웨어러블 기기를 착용하면 문서와 태블릿과 스마트폰을 통해 별도의 지시 내용을 볼 필요 없이 AR을 활용하여 업무에 필요한 정보와 데이터를 실시간으로 확인할 수 있다. 제조 현장의 경우 AR을 통해 현장의 분석된 데이터가 실시간으로 작업자들이 활용할 수 있다면, 생산성 면에서 획기적인 효과가 있을 것으로 예상하고 있다.

“작업자는 복잡하고 어려운 조립과정을 조립 순서와 방법에 대한 정보를 시각과 음성을 통해 전달할 수 있으며, 필요한 시점에서 볼트-너트를 조이는 정도 등 필요한 시점에서 정보를 정확하게 알 수 있다”.²⁴⁾



[그림 1-9] 마이크로소프트 홀로 렌즈 시연 모습
[출처] www.microsoft.com

또한 기계장치·설비 이상 시 효율적으로 관리할 수 있는 방법으로 AR 기술을 적용한 원격협업 관련 분야에서도 다양한 형태로 연구되고 있다. 원격협업은 원격지에 있는 협업 대상자와 협업을 지원하는 것을 목적으로 하며, 협업 교육·훈련, 서비스 지원, 방송, 회의 등 다양한 산업 분야에서 사용되고, 컴퓨터를 활용한 네트워크 환경에서 따로 떨어져 있는 사람과 원격협업 지원하는 방법으로 다양한 연구가 진행되고 있다.

특히, 제조 현장에서는 멀리에 있는 본사와 지사, 본사와 대리점, 본사와 협력업체, 본사와 공장, 고객과의 원격협업 지원은 필수적이라 할 수 있으며,

24) 중소벤처기업부. (2018)

기계장치·설비 같은 시스템 의존도가 높은 스마트팩토리 구축 기업에서는 기 구축한 스마트팩토리 시스템과 연동하여 기계장치·설비의 이상 유무를 현장에서 실시간으로 진단하고, 이상 시 즉시 수리하고, 필요시 시스템 전문가의 도움을 받아 수리하고 유지 보수할 수 있는 시스템이 필요하다.



제 3 절 연구의 범위와 목적

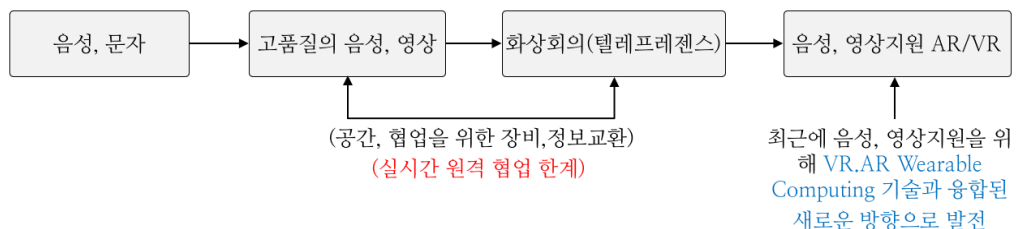
1) 원격협업 시스템 정의 및 협업 범위

가) 원격협업 시스템의 정의

원격협업 시스템의 사전적 정의는 지리적으로 원거리에 있는 사용자들이 같은 공간에서 협업하는 것과 비슷한 수준으로 공동 작업이 가능한 것을 말한다. 여러 사람이 원격교육이나 원격회의뿐만 아니라 설계 분야, 의료 분야와 같은 세밀한 협업이 요구되는 산업까지 확장되고 있다. 원거리에서 실시간 화상회의, 원거리 교육 등의 업무나 고화질의 영상 데이터와 협업 기능이 강화된 오피스 프로그램과 클라우드 서비스를 통하여 시간과 장소에 관계없이 업무를 수행할 수 있다.

나) 원격협업 방법

원격협업 방법으로 [그림 1-10]과 같이 초기에는 음성과 간단한 문자를 협업 방법으로 이용하였고, 통신속도가 점진적으로 빨라짐에 따라 협업 방법은 고품질의 음성과 영상, 화상회의를 통해 원격협업을 진행하였으나, 협업을 수행하기 위한 공간과 통신장비, 정보교환 등 실시간으로 원격협업을 수행하는 데는 한계가 있다. 최근에는 음성과 영상지원을 위해 VR/AR 웨어러블 컴퓨팅 기술과 융합된 새로운 방향으로 발전하고 있다.



[그림 1-10] 원격협업 방법

다) 원격협업 범위

본 연구의 원격협업 범위는 [그림 1-11]과 같이 원격협업 장소, 대상, 방법, 원격협업 서비스로 분류하여 연구하였다.

구분	내 용
원격협업 장소	• 생산제조 현장 및 A/S 대상 기계장치 · 설비가 설치된 곳
원격협업 대상	• 스마트팩토리 구축기업(중간 1단계 이상 기업) • 현장 작업자, SF · RCCMS 플랫폼 관리자, 시스템 전문가
원격협업 방법	• 실시간 현장 영상, 음성, 이미지, 텍스트, 사용자 생체정보 및 감성정보(장비 활용에 따라)
원격협업 서비스 분류	1. 설비정보 검색 서비스 2. 고장진단 서비스 3. 자체 수리지원 서비스 4. 생산정보 검색서비스 5. 설비상태 모니터링 서비스 6. 사용자정보 서비스

원격협업 서비스 방법으로 AR을 활용한 원격협업 시스템을 활용하는 것이 효과적임.

[그림 1-11] 원격협업 범위

원격협업은 세대별 유지 보수 방법이 다양한 형태로 진화함에 따라 다양한 정보를 필요로 하여 [그림 1-12]와 같이 원격협업 서비스를 분류하였다.

원격협업 서비스		[ERP] [MES] [TPM]
원격협업 서비스 분류	내 용	필요 정보
1. 설비정보 검색 서비스	설비명칭, 규격 등 설비와 관련된 정보를 지원하는 서비스	사원코드, 성명, 설비코드, 설비명, 규격, 모델명, 관리부서, 담당자, 설치장소, 설치공정, 취득일자, 내용연수, 2D, 3D
2. 고장진단 서비스	설비상태를 확인할 수 있는 서비스로 점검절차, 수리이력, 고장원인 이력을 지원하는 서비스(온도/습도) 이상지 경고	설비코드, 설비명, 점검절차, 수리일자, 수리이력, 고장유형, 온도, 습도
3. 자체 수리지원 서비스	설비수리절차, 주요부품 정보 등을 지원 서비스	설비코드, 설비명, 점검절차, 핵심부품, 부품위치, 수리이력, 고장유형, 도면, AS공구, AS업체 담당자, AS업체 연락처
4. 생산정보 검색 서비스	생산정보(설비별 생산품목, 수량)을 지원하는 서비스 - 생산정보 통계(기간별, 공정별)	설비코드, 설비명, 생산품목코드, 품목명, 일자별 생산량, 공정명
5. 설비상태 모니터링 서비스	설비상태, 가동시간, 온도/습도 이상유무를 지원하는 서비스 - 설비가동, 비가동, 예지보전(온도/습도 통계)	설비코드, 설비명, 가동시간, 설비온도, 설비습도
6. 사용자 정보 서비스	현장 작업자 및 원격시스템 전문가 접속 정보를 지원하는 서비스	사용자코드, 사용자명, 접속시간

[그림 1-12] 원격협업 서비스 분류

2) 연구의 목적 및 유지 보수 세대별 분류

가) 유지 보수 세대별 분류

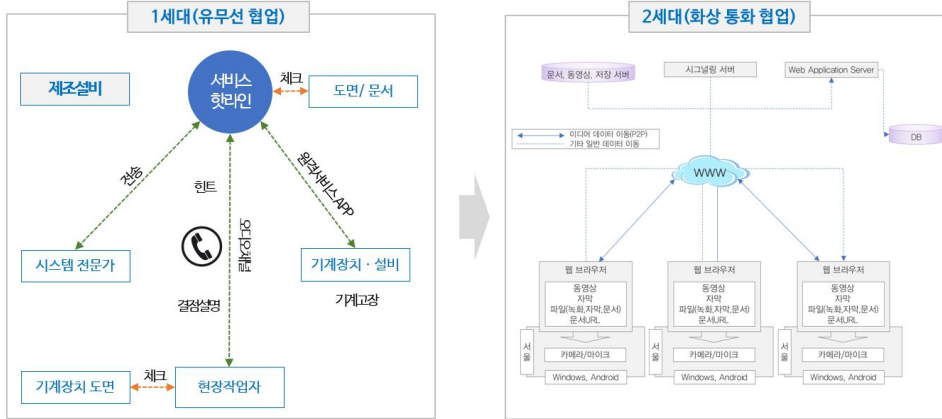
기계장치·시스템 유지 보수 방법을 세대별로 구분하면 [그림 1-13]과 같이 통신 세대별 진화에 따라 원격 유지 보수 방법도 간편하고 편리한 방법으로 진화하고 있다. 원격협업 세대 분류로 1세대 유·무선 협업은 유·무선 통신, 2세대 화상 통화 협업은 이미지, 화상 통신 기술, 3세대 스마트팩토리 AR 협업은 단순히 영상과 음성 공유에 머무르지 않고, 본 연구의 핵심 부분인 AR 기술과 스마트팩토리 적용 시스템(3.5세대)과 실시간 연동하여 서비스하는 등 기술의 발전이 있으며, 다양한 서비스를 통하여 시간과 비용 절감할 수 있는 다양한 방법들이 제시되고 있다.

[출처 : 한국무역보험공사 5G 및 이동통신산업 동향 분석(2018.11)]

통신 세대별 기능서비스	구분	1세대	2세대	3세대	4세대	5세대
	최대전송속도	10Kbps~	~144Kbps	14.4Mbps~	100Mbps~1Gbps	~20Gbps
	기능서비스	음성	음성, 텍스트 문자	멀티미디어 문자, 화상통화	AR, VR, MR 실시간 동영상	AR, VR, MR, 홀로그 램, 입체영상
	상용화시기	1984년~1999년	2000년~	2003년~	2011년~	2019년~
						3.5세대
원격협업 세대별분류 및 협업방법	구분	1세대 (유무선협업)	2세대 (화상통화협업)	3세대 (스마트팩토리원격협업)	4세대 (인공지능협업)	
	핵심기술 요소	유무선통신	이미지, 화상통신기술	AR, 스마트팩토리	인공지능(AI)	
	하드웨어	유선전화, 팩스, 핸드폰	스마트폰, 스마트패드, 컴퓨터	스마트폰, 스마트패드, PC, IoT, HMD	HMD, 챗봇	
	협업방법	음성, 텍스트 문자	멀티미디어 문자, 음 성, 화상통화	실시간영상, 시선, 포인팅, 스마트팩토리 구축정보 (기계장치, 실시간상태정보, 생산정보, 예지정보)	홀로그램, IoT, 입체영상, 스마트팩토리 빅데이터 정보	
스마트팩토리	수준 Level	ICT 미적용		기초수준	중간 1수준, 중간 2수준	고도화 수준

[그림 1-13] 기계장치·설비 유지 보수 세대별 분류

“기존에는 [그림 1-14]와 같이 제조 현장의 작업자가 기계장치·설비의 이상 상태를 확인하고 이를 유·무선통신 장비를 통하여 본사의 시스템 전문가에게 연락을 하여 도움을 받아 문제를 해결한다.

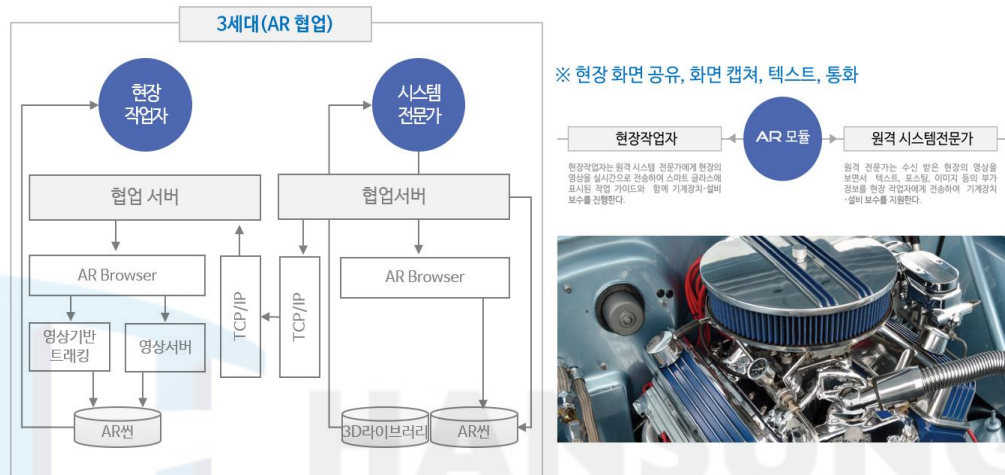


[그림 1-14] 1세대, 2세대 유지 보수 절차
[출처] 차세대가상생산기술, AR 테크놀로지 시스템 유지 및 보수

1세대(유·무선 협업)는 본사의 협업 시스템 전문가는 현장 작업자가 보내 온 음성 정보와 문자정보를 받고 본인의 경험과 지식을 기반으로 시스템의 수리를 위한 정보를 문자 또는 음성으로 전송하게 된다. 이러한 방식은 본사의 시스템 전문가는 현장의 기계장치·설비의 이상 유무를 정확하게 파악하지 못해, 잘못된 방안을 전송하는 경우가 발생하며 올바른 정보를 전송하더라도 오랜 시간이 걸리게 된다. 그리고 본사의 시스템 전문가는 정확한 정보를 획득하여 해결하기 위해 직접 제조 현장을 방문하기도 한다. 이와 같이 본사와 제조 현장이 멀리 떨어져 있는 경우 시스템의 수리 및 보수를 위해서 많은 시간과 노력이 요구되며 많은 비용이 지출된다.

2세대(화상 통화 협업)의 시스템 구성은 크게 클라이언트 구성과 서버 구성으로 나눌 수 있다. 클라이언트 구성은 다시 하드웨어와 소프트웨어로 나뉘는데 하드웨어로는 카메라, 마이크 그리고 웹브라우저가 설치된 컴퓨터나 모바일이며, 소프트웨어로는 WebRTC를 지원하는 웹브라우저가 있다. 서버 구성은 시그널링 서버, 파일 저장 서버, 운영 화면 및 관리 화면 동작을 위한 WAS, 데이터베이스로 되어 있고, 기타로 피어 연을 위한 ICE 서버가 있다. 2세대(화상 통화 협업)는 산업현장에서 활용에 제약조건이 존재한다. 화상 회의를 위한 통신회선과 상기 하드웨어를 별도의 공간에 구축해야 하기 때문에, 사무실에서 원격 회의나 원격 교육 등에 이용되고 있다”.²⁵⁾

“3세대는 [그림 1-15]와 같이 IT 기술 기반 통신 기술과 접목을 통하여 원거리에 떨어져 있는 시스템의 수리를 위한 방법론을 제시하고 있다”.²⁶⁾ AR 시스템은 시스템 전문가가 요구하는 제조 현장의 정보를 정확하게 활용할 수 있기 때문에 신속하고 정확하게 수리하고 유지 보수할 수 있다. 또한 시스템 전문가의 출장을 생략하게 되므로 시간과 비용을 절약할 수 있다.



[그림 1-15] 3세대 유지 보수 절차

[출처] 시스템 유지 보수를 위한 AR기술 응용, www.virnect.com

AR 시스템을 이용한 원거리 시스템 수리 시나리오는 원거리에 떨어져 있는 시스템 이상시 문제점을 해결하기 위한 구성이며, 이를 수행하기 위한 단계이다. 현장의 작업자가 이상 상황을 인지하고 HMD(Head Mounted Display) 기반으로 획득한 현장 정보를 협업 시스템을 통해 본사의 시스템 전문가에게 전송하면 본사의 시스템 전문가는 보내온 정보를 기반으로 문제점을 확인하고 이를 해결하기 위한 방법을 수립한다. 본사의 시스템 전문가는 현장의 작업자에게 수리에 필요한 정보를 활용하기 위해서 내부에 저장되어 있는 2D·3D 라이브러리를 활용한다.

25) 박홍석, 최흥원. (2008). 증강현실의 기술원리 및 프레임 워크. 『차세대 가상생산기술, AR 테크놀로지』. (156-160). 서울: CAD & Graphics.

26) 임황용, 노광현. (2018). 스마트 팩토리에서의 AR 기반 원격 협업을 위한 CMS 플랫폼에 관한 연구. 『한국디지털정책학회』, 16(12), 327-334.

현장의 2D 영상을 기반으로 3D 가상 객체를 정합하고, AR을 통해 정합된 3D 영상을 생성한다. 인터넷 통신 모듈을 통하여 시스템 전문가는 3D 가상 객체가 정합된 영상을 현장의 작업자에게 전송한다. 현장의 작업자는 수신된 3D영상 정보를 이용하여 시스템을 수리한다.

3세대 AR 시스템을 이용한 원거리 유지 보수 절차의 한계점으로 첫째, 신규 기계장치·설비 도입 시 2D·3D 콘텐츠 그래픽 작업을 위한 비용과 시간이 필요하다. 둘째, 현장 작업자가 작업 현장에서 실시간으로 필요로 하는 데이터 취득에 어려움이 있다. 셋째, 스마트팩토리 구축 기업에서 기 구축된 시스템의 기계장치·설비와 관련된 정보를 활용할 수 없다.

따라서 본 연구에서는 [그림 1-16]과 같이 AR 기술을 적용하여 스마트팩토리 구축 기업에서 기계장치·설비 이상 시 현장의 작업자가 기 구축된 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 데이터베이스와 연동하여, 현장에서 즉시 수리하고, 필요시 본사의 시스템 전문가 또는 기계장치·설비 공급업체의 시스템 전문가와 협업하여 수리할 수 있는 원격협업 플랫폼 개발을 목적으로 한다.



[그림 1-16] 3.5세대 유지 보수 절차

제 2 장 이론적 배경 및 선행연구

제 1 절 스마트팩토리 연구

1) 스마트팩토리의 정의

스마트팩토리란 [그림 2-1]과 같이 제품의 기획 단계에서 설계와 생산 유통 등 전 과정을 IT 기술로 통합하여, 최소 비용과 최소 시간으로 고객에게 맞춤형 제품을 생산하여 공급하는 공장을 말한다. 제조업의 중요성을 높이고, 고급 인재를 채용하여 양질의 일자리를 만들고, 생산 공정에서 구매·영업 물류에서 서비스까지 통합하는 것이 목표이다. 생산성 향상과 에너지 절감을 통하여 안전한 생산 인프라를 구현하고, 다양한 제품을 복합 생산할 수 있는 유연 생산체계 구축이 가능하다. 과거에는 하나의 공정에서 대량생산을 하기 위해 공장자동화 시스템을 구축했지만, 스마트팩토리는 전 공장을 하나의 공장이 움직이는 것과 같이 연동하여 움직이게 되어 4차 산업혁명으로 불리고 있다.

단계	모습
기획·설계	· 가상공간에서 제품성능을 제작 전에 시뮬레이션 함으로써 제작기간 단축 및 소비자 요구 맞춤형 제품개발
생산	· 설비-자재-관리 시스템 간 실시간 정보교환으로 1개 공장에서 다양한 제품생산 및 에너지·설비효율 제고
유통·판매	· 생산 현황에 맞춘 실시간 자동 수·발주로 재고비용이 획기적으로 감소하고 품질, 물류 등 전 분야에서 협력 가능

[그림 2-1] 스마트팩토리 제조 단계별 모습
[출처] 중소기업청. 스마트팩토리 산업 로드맵 2017-19(1)

“스마트팩토리가 구현되면 각 공장에서 수집된 수많은 데이터를 기반으로 분석하고, 의사 결정하는 데이터 기반의 공장 운영 체계를 갖추으로써 생산 현장에서 발생하는 현상, 문제들의 상관관계를 얻어낼 수 있으며, 원인을 알 수 없었던 돌발 장애·품질 불량 등의 원인을 알아내고 해결할 수 있게 된다”.²⁷⁾

“그뿐만 아니라 경력자들의 경험 즉, 노하우를 축적해 표현함으로써 쉽게 활용할 수도 있고, 제조 현장에서 발생하는 돌발 상황들이 모니터링 되어 쉽게 대응할 수 있도록 지원해줄 수 있다”.²⁸⁾

2) 스마트팩토리 개념 및 필요성

스마트팩토리란 공장 내 설비와 연계 시스템이 사물 인터넷을 통해 유기적으로 연결된 환경에서 데이터가 발생할 때마다 즉시 수집, 분석되어 제조 현장의 모든 상황들이 일목요연하게 보이고, 이를 분석하여 스스로 제어함으로써 전체 프로세스를 최적화하는 공장으로 볼 수 있다. 과거에는 숙련된 작업자 혹은 관리자가 경험에 의존하여 제조 현장의 문제를 해결할 수 있을 만큼 공정이 단순했지만 최근 공장은 제품의 고성능화로 인해 공정 구성이 매우 복잡하다. 또한 심화되는 기업 간의 경쟁 구도와 개인의 개성을 중시하는 시장 요구로 인해 제조 공정을 빈번하게 변경해야 하는 문제도 있다. 스마트팩토리가 구현되면 데이터 기반 공장 운영 체계를 갖추으로써 제조 현장에서 발생하는 현상과 문제 간의 관계를 객관적이고 체계적으로 파악할 수 있다. 즉, 그동안 원인을 도출하기 힘들었던 돌발 장애, 품질 불량 등의 문제를 과학적으로 해결할 수 있는 것이다.

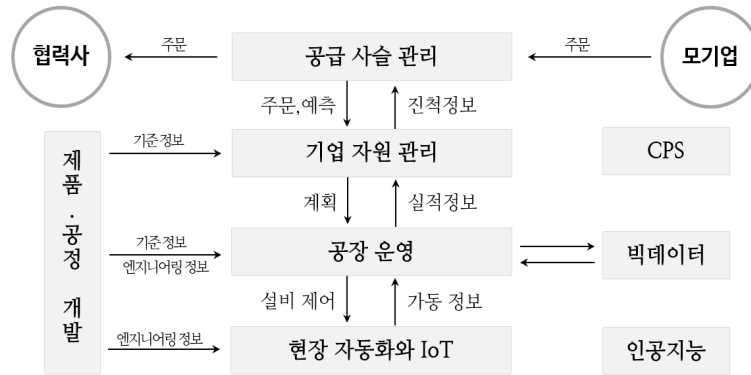
전후 공정 간 데이터를 자유롭게 연계할 수 있기 때문에 경영의 총체적인 관점에서의 최적화를 이룰 수 있다. 이러한 특성으로 인해 최근 스마트팩토리 개념은 제조 현장에만 국한되지 않고, 공급망 전체 관리를 포괄하는 스마트 공급 사슬망, 더 나아가서 전체 공급망에서의 원재료 및 자원 소모까지 최소화하는 스마트 에코 시스템으로 확대되는 경향을 보인다.

27) 우재우. (2019). “스마트팩토리 공정구현을 위한 PLC기반 디지털 트윈 설계방법에 관한 연구”. 공주대학교 대학원 석사학위논문.

28) 이호성. (2017). 『현장중심형 스마트팩토리』. 서울: KMAC.

3) 스마트팩토리 요소기술 정의

가) 스마트팩토리 적용 범위와 요소기술 정의



[그림 2-2] 스마트팩토리 적용 범위
[출처] 민관합동 스마트공장 추진단 스마트공장 사례집(2017)

국내 민관합동 스마트공장 추진단에서는 [그림 2-2]와 같이 적용 범위를 제시하고 있다. 기업에서의 제품개발(PLM, PDM²⁹⁾, CAD/CAE), 공급 사슬³⁰⁾, ERP, MES, PLC, MHI, SCADA, CAM, ROBOT, FEMS를 구축 범위에 두고 있다.

[그림 2-3]은 스마트팩토리 추진단에서 제시하는 스마트팩토리 3+3요소이고, 현장 자동화, 공장 운영, 기업 자원관리, 제품개발, 공급사슬관리 관점에서 정의하였다.

29) PDM (Product Data Management) : 제품개발 과정의 모든 자료를 일관적으로 관리하는 시스템.

30) SCM (Supply Chain Management) : 수주에서부터 고객 납품에 이르기까지 조달, 생산에서 유통까지 공급의 흐름을 효율적으로 관리하기 위한 시스템.



[그림 2-3] 스마트팩토리를 구축하는 3+3 요소
[출처] 민관합동 스마트공장 추진단 스마트공장 사례집(2017)

나) 스마트팩토리 요소기술 분류

스마트팩토리 요소기술은 다양한 기관에 정의하고 있으나, 중소기업청에서는 [그림 2-4]와 같이 ‘애플리케이션’, ‘플랫폼’, ‘디바이스’로 스마트팩토리 요소기술을 분류하고 있다.

구분	주요내용	세부제품
애플리케이션	· 플랫폼 상에서 각종 제조실행을 수행하고, 디바이스에서 수집한 데이터를 분석할 수 있는 시스템으로 공정설계, 품질분석, 제조실행, 안전/증감 작업, 유통/조달/고객대응, 설비보전 등	MES, ERP, PLM, SCM
플랫폼	· 생산현장 디바이스에서 수집한 정보를 최상위 애플리케이션에 전달하는 미들웨어 시스템으로, 디바이스에 의해 수집된 데이터를 분석하고, 모델링 및 가상 시뮬레이션을 통해 최적 정보 제공하며, 제어 및 관리를 통해, 각종 생산 프로세스를 상위 애플리케이션과 연계할 수 있는 시스템으로 구성	생산 빅데이터 애널리틱스, CPS, 클라우드, Factory-Thing 자원관리
디바이스	· 최하위 하드웨어 시스템으로 공장의 모든 신호 및 정보를 감지하고 제어하는 단계로 조작기술(HMI), 네트워크, 센서 등이 있으며, 로봇을 통해 작업자 및 공작물의 위치, 환경, 에너지를 감지하고 인식하는 스마트센서(RFID, 비콘 등)를 통해 데이터를 플랫폼으로 전송할 수 있는 시스템으로 구성	컨포넌트, 로봇, 센서, 네트워크

[그림 2-4] 스마트팩토리 요소기술 분류 및 제품
[출처] 2017 중소기업 정보화수준 조사

4) 스마트팩토리 애플리케이션

스마트팩토리 애플리케이션이란 스마트팩토리 IT 솔루션의 최상위 소프트웨어 시스템으로 ERP, MES/POP, PLM, TPM 등에서 각종 제조 실행을 수행하는 애플리케이션이다. 애플리케이션은 디바이스에 의해 수집된 데이터를 가시화 및 분석할 수 있는 시스템으로 구성되며, 응용 분야로 공정설계, 제조 실행 분석, 품질분석, 설비보전, 안전/증감 작업, 유통/조달/고객 대응 등에 응용된다.

공급망 관점에서 스마트팩토리 애플리케이션은 [표 2-1]과 같이 제품분류 관점에서 분류 외에 기본적으로 산업용 제어 시스템, MES, ERP, 정보기술 시스템 등으로 구분할 수 있다.

[표 2-1] 공급망 관점 기술범위

구분	제품분류 관점	세부기술
스마트 팩토리 애플리 케이션	산업용 제어 시스템	· SCADA, PLC and DCS
	MES(Manufacturing execution system)	· MES(Manufacturing execution system)
	ERP(Enterprise Resource Planning)	· FRM, MRM, SCM, CRM, HRM
	정보 기술 시스템	· PLM(Product Lifecycle Management), Manufacturing Operation Management(MOM) 소프트웨어

[출처] 2017 중소기업 정보화수준 조사

가) ERP(Enterprise Resource Planning)

(1) ERP 시스템의 정의

“전사적 자원관리 시스템(Enterprise Resource Planning: ERP)은 조직의 업무를 정보기술을 활용하여 처리하면서 처리 과정에서 축적된 정보들을 다시 가공하여 조직의 생산성을 극대화할 수 있도록 지원하는 시스템이다”.³¹⁾

31) 오상권. (2016). “전사적 자원관리시스템의 도입단계별 성공요인에 대한 중요도 분석”. 서울벤치대학원대학교 박사학위논문

“생산, 자재, 설계, 재무, 회계, 원가, 영업, 고객, 인사 등의 순수 관리기능과 경영지원 기능 등을 위해 다양한 정보의 통합 관리 및 공유가 가능한 통합정보시스템으로 최근에는 공급망관리, 기업 간 전자상거래, 인터넷 비즈니스, e-비즈니스의 실현을 위해 확장된 ERP 시스템으로 적용 범위를 점차 확대하고 있는 추세이다”.³²⁾

“ERP 시스템은 경영관리 측면에서 ERP 시스템을 도입함으로써 업무처리 능력의 극대화를 기대할 수 있으며, 기술적인 측면에서는 첨단 정보처리 기술 환경을 구축할 수 있어 급변하는 경영 환경에 적극적으로 대응할 수 있는 솔루션이며, 기업 내부의 여러 업무들이 조화롭게 처리될 수 있도록 지원하는 차세대 응용 시스템으로 ERP 시스템을 설명하였다”.³³⁾

“ERP 시스템을 재무회계, 생산운영, 마케팅, 인사조직 부문의 모든 자원을 통합적으로 운영할 수 있는 종합경영시스템으로 설명하면서 기업은 ERP 시스템을 통하여 모든 업무 프로세스를 통합적으로 연결하여 관리할 수 있고, 업무처리를 하는 과정에서 발생하는 다양한 정보를 공유할 수 있기 때문에 효율적인 의사결정 지원과 업무의 효율성을 극대화하는 정보시스템으로 정의하였다”.³⁴⁾

(2) ERP 시스템의 도입 효과

ERP 시스템의 도입 효과는 [그림 2-5]와 같이 회계, 인사, 정보, 제조/물류 서비스 분야로 구분하여 확인하였다.

32) 오상권. (2016). “전사적 자원관리시스템의 도입단계별 성공요인에 대한 중요도 분석”. 서울벤처대학원대학교 박사학위논문

33) 박창기. (2013). “ERP 시스템 성과에 영향을 미치는 저항 및 변화관리 요인에 관한 연구”. 영남대학교 대학원 박사학위논문

34) 이상명. (2013). “ERP시스템 도입용인이 도입결정 및 경영성과에 미치는 영향”. 동명대학교 대학원 박사학위논문

구분	효과
회계 분야	· 중복 데이터 폐지, 회계업무의 향상과 결산 기간 단축 · 내부 기능 간의 통합, 기업 외부와의 연계로 자금정보의 통합 관리 · 실시간 회계 처리, 합리적 데이터 처리
인사 분야	· 인사 보안 능력 향상, 서류작업 감소 · 인사정보에 관련된 신속한 의사결정 지원, 정보 서비스 능력 향상 · 인사전략, 조직관리, 경력관리 등 지원 · 제도와 회계에 연동한 합리적이고 다양한 급여 시스템 지원 · 인사와 관련되어 나타나는 모든 법적 신고 등의 자동화
정보 기술	· 분산 환경에 의한 시스템 경량화 및 유연성 · 기업 내부 또는 외부의 상이한 시스템과의 연계 및 정보 조율 · 업무 자동화와 EDI, CALS, GUI 등의 기술 접목 · 데이터 웨어 하우스를 이용한 사용자 수준별 업무의 분석 가능
제조/물류 서비스	· 산업별로 특화된 전문기능의 대응 및 통합 관리 지원 · 업무 프로세스 재설계(BPR)로 전반적 제조 프로세스 효율 향상 · 각종 정보의 신속한 지원으로 의사결정 스피드 향상 · 산업별 기업 프로세스에 적합한 독자적 시스템 구현 · Internet/EDI/CALS/EC를 이용한 공급망 관리(SCM), 영업 및 고객지원

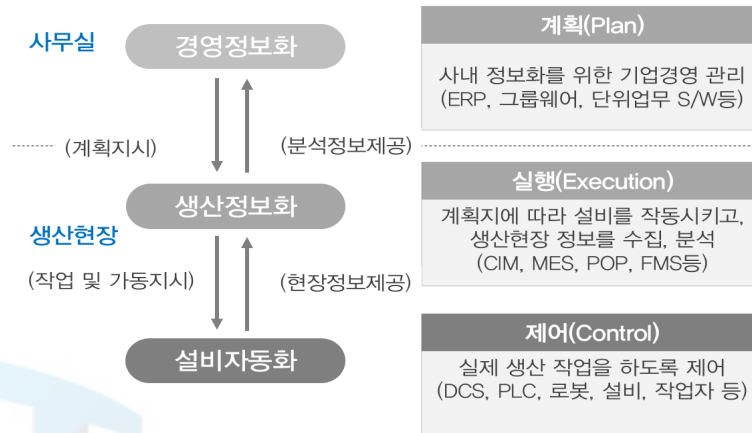
[그림 2-5] ERP 시스템의 도입 효과

나) MES(Manufacturing Execution System)

(1) MES의 정의

제조실행 시스템은 “노동, 자본, 자재를 투입하여 설계, 가공, 검사, 조립 단계를 거쳐 완제품이나 중간제품으로 변환하는 과정에서 일어나는 활동을 지원하는 것으로 생산설비 운영 시스템과 관련된 노하우와 기술을 포함한다. 1992년 MES라는 용어를 처음으로 사용하기 시작한 곳은 미국 AMR 사로 제조업의 시스템 계층 구조를 계획, 실행, 제어의 세 계층으로 구분하고 그 가운데 실행 계층을 MES로 정의하였다. MES 시스템 이전에는 계획과 실행의 단계에서 커뮤니케이션이 원활하지 못해 정보의 정확성을 확보하는데 어려움이 많이 있었다. 이로 인해 현장 정보 이용자들은 정보시스템을 별로 신뢰하지 않았고 상당한 비용을 투자한 정보시스템이 제 기능을 발휘하지 못하는 경우가 빈번했다고 하였다. 따라서 MES는 제조와 생산관리 영역에서 계획과 제어의 중간 매개 역할을 할 수 있는 새로운 솔루션으로 제안되었다.”³⁵⁾

산업연구원에서는 [그림 2-6]과 같이 “MES란 ‘주문·생산계획과 제조 현장에 대한 정확한 상황인식에 따라 실시간으로 각 부문에 최적의 작업지시를 내리고 그에 따른 품질정보와 생산 현황을 모니터링하는 생산 통제 시스템’이라고 정의하고 있다.

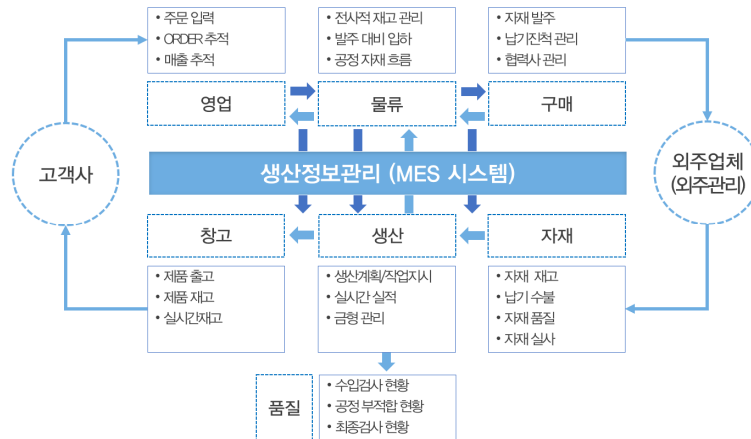


[그림 2-6] 생산정보화의 개념
[출처] MESA International

[그림 2-7]과 같이 MES 시스템은 영업, 물류, 구매, 자재, 생산, 창고 등의 분야와 관련성을 갖고 있으며 각 부문의 정보 흐름과 관리를 MES 서버를 이용하여 운영하고 있다”.³⁶⁾

35) 최창혁. (2018). “중소기업의 MES(생산관리시스템) 도입요인이 경영성과에 미치는 영향”. 강원대학교 일반대학원 박사학위논문

36) 김홍대. (2017). “중소 제조기업의 MES구축 사례를 통한 성공요인”. 상명대학교대학원 석사학위논문



[그림 2-7] MES의 개념도

(2) MES의 기능

국제 MES 협회에서는 MES의 기능을 다음과 같이 정의하고 있다. “주문 받은 제품을 최종제품이 될 때까지 생산 활동을 최적화할 수 있는 정보를 제공하며 정확한 실시간 데이터로 공장 활동을 지시, 대응, 보고한다. 이에 따라 공정에서 가치를 제공하지 못하는 활동을 줄이는 것과 함께, 변화에 빨리 대응할 수 있게 함으로써, 공장 운영 및 공정의 효과를 높이며, 납기, 재고, 회전율, 총 수익, 현금 흐름 등을 개선할 뿐 만 아니라 운영 자산에 대한 회수율도 좋게 한다”라고 설명하였다.³⁷⁾

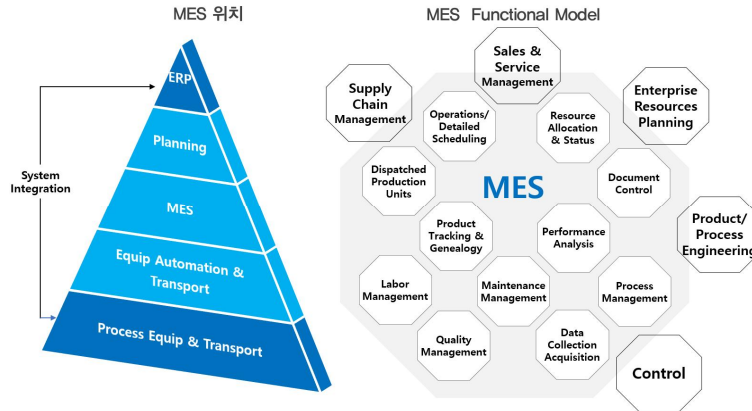
[그림 2-8]은 “국제 MES 협회에서 정의한 MES 기능 모델이며, 공장의 모든 자원을 관리하고 해당 자원들의 변화 요인을 [그림 2-9]와 같이 실시간으로 추적하고 파악할 수 있는 11가지 기능으로 구분하였다”.³⁸⁾³⁹⁾⁴⁰⁾

37) 김봉석, 이홍철. (2006). RFID와 베이지안 네트워크를 이용한 제품추적 MES, 『한국 컴퓨터정보학회』, 11(5)

38) 이경수. (2005) “제조공정의 MES 시스템 설계 및 구축”. 전남대학교 대학원 석사학위논문

39) 유정호. (2004). “제조실행시스템에서 경쟁력 향상을 위한 추적성 관리시스템”. 인천대학교 석사학위 논문

40) 이우상. (2008). “제조실행시스템 구축 및 확산에 관한 사례연구”. 서울시립대학교 석사학위 논문



[그림 2-8] MES 위치 및 기능 구성도
[출처] 국제 MES 협회

MES의 가장 함축적인 정의는 “생산 실행 시스템은 생산을 수행하기 위해 사용되는 방법과 도구들을 포함하는 통합 시스템 이다.라고 국제 MESA 협회에서 MES를 설명하였다. 또한, 공장에서 가치를 제공하지 못하는 활동을 줄이는 것과 함께 변화에 빨리 대응할 수 있게 함으로써 공장 운영 및 공정의 효과를 높인다. MES는 납기, 재고회전을, 총수익, 현금흐름 등을 개선할 뿐만 아니라 운영자산에 대한 회수율도 좋게 한다. MES는 양방향 통신으로 기업 전체 및 Supply Chain에 걸쳐 생산 활동에 대한 중요한 정보들을 제공한다.”⁴¹⁾

41) 김대근. (2015). “인더스트리4.0 기반 사이버 물리 시스템과 생산관리시스템간의 미들웨어 구축을 통한 수평적 통합에 관한 연구”. 부경대학교 대학원 박사학위논문

기능	상세 내용
① 자원 할당 및 상태 관리	· 자원의 상세한 이력과 장비 상태를 실시간으로 제공하여, 장비가 작업에 적절히 설치되었는지를 확인 한다.
② 작업 및 상세 일정 관리	· 우선순위와 특성 등에 근거한 순서를 제공하고 이동 패턴에 따른 정확한 설비 로딩을 위한 대체공정과 중복/ 병렬공정을 감한하여 작업 순서를 적절히 일정관리 한다.
③ 생산 제품의 분배	· 배치, 로트 및 작업 지시서 등과 같은 작업 형태에 있어서 생산제품의 흐름을 관리한다.
④ 문서 관리	· 작업 지시, 처방, 도면, 표준 작업 절차, 배치기록, 기술적 변화 요구 사항, 작업 조와 작업 조건 의사 소통 및 계획과 실적 정보에 대한 편집 능력을 포함하여 생산 제품과 함께 관리되어야 할 기록 형태를 관리한다.
⑤ 데이터 수집 및 집계	· 내부 작업 생산을 얻기 위해 인터페이스를 연결 제공한다. 데이터는 공장 현장에서 수동적이거나 장비로부터 분 단위 구조까지 자동적으로 수집한다.
⑥ 작업자 관리	· 분 단위 시간구조의 개개인의 상태를 제공한다. 시간 대비 출석 보고, 검증 추적 및 행위에 기초한 비용 기준으로서 자재 및 공구 준비 작업과 같은 간접적인 행위의 추적 능력을 포함한다.
⑦ 품질 관리	· 지표상의 품질 제어나 문제를 구분하기 위해서, 제조 현장으로부터 수집된 측정치들의 실시간 분석을 제공하며, 오프라인 검사 및 분석 관리와 통계적 품질 관리를 포함한다.
⑧ 공정 관리	· 생산을 감시하고 진행 중인 작업 향상을 위해 작업자들에게 의사 결정 지언을 제공하거나 자동적으로 수정한다.
⑨ 유지 보수 관리	· 생산과 일정 관리의 능력을 확인하기 위해 장비와 도구들을 유지 보수하기 위한 행위를 지시 및 추적한다.
⑩ 생산 추적 및 이력 관리	· 작업자, 공급자의 요소 자재, 운반구나 일련번호, 현재의 생산 조건, 정보 상태, 재작업 또는 생산과 연계된 다른 예외사항들을 관리한다.
⑪ 성과분석	· 과거 기록과 예상된 결과의 비료를 통하여 실제 작업 운영 결과에 대한 분 단위 보고를 제공한다.

[그림 2-9] MES의 처리 기능

[출처] 이경수. (2005). 제조공정의 MES 시스템 설계 및 구축

다) PLM(Product Lifecycle Management)

(1) PLM의 개념

PLM은 제품 수명주기와 관련된 업무에 종사하는 사람들 간에 협업을 가장 효과적이고 효율적으로 수행하도록 함으로써 문제점을 사전에 예방하고 이를 통해서 낭비를 최소화하여 기업의 경쟁력을 강화하기 위한 정보기술을 이용한 시스템이다. PLM의 개념을 이해하기 위해 [그림 2-10]과 같이 제품, 제품 수명주기, 그리고 제품 수명주기 관리의 의미를 확인할 수 있다.

구분	의미
Product	· 제품은 전통적으로 사람들이 사거나 팔거나 할 수 있는 유형적, 물리적 전체로 보이는 것이다.
Product Lifecycle	· 제품 수명주기는 물리적 제품의 본능적인 특성이다. · 일반적으로 관리한 요구하는 목적을 달성하기 위해 사람들이 함께 하는 활동이다. 제품 수명주기 관리에서 고려될 필요가 있는 최소한 5가지 질문 사항이 있다.
Product Lifecycle Management	1) When : 관리가 발생하는 단계 2) Who : PLM에 포함되는 조직과 사람 3) What : PLM으로 관리되어야 하는 목적 4) Why : PLM의 과제, 동기부여와 목표 5) How : PLM을 지원하는 기능과 기술

[표 2-10] 제품 수명주기 관리의 개념

[출처] Liu et al. (2009), “Product Lifecycle Management : A Review”, IDETC/CIE 2009. PP 1-13.

“PLM이 내부 조직들 간에서 적용되는 범위는 PDM이 제품 데이터 관리를 지원하는 솔루션인 반면에 PLM은 제품 라이프 사이클, 즉 제품의 기획, 설계, 제조, 운영, 유지 보수, 폐기 및 재활용에 이르기까지 모든 활동을 지원하고 이와 관련된 데이터, 정보, 지식 등을 통합하여 관리하는 솔루션이다”.⁴²⁾

42) 송재근. (2017). “제품수명주기관리시스템의 활용이 품질경영 및 기업성장에 미치는 영향”. 충북대학교대학원 박사학위논문

(2) PLM 프로세스

“제품개발 프로세스 측면에서 PLM 시스템의 역할은 프로젝트의 체계적 관리로 개발 업무 전체의 Visibility를 제고하여 일정 및 자원, 비용의 목표 대비 실적관리를 통해 Time-to-Market 달성을 지원하며, 최고 경영층에게 절절한 의사결정 지원 정보를 정확하게 제공하고, 특히 포트폴리오 관리는 중장기에 걸친 기술 로드맵을 정의하고 미래에는 어떤 제품을 출시할 것인가에 대한 전략을 세우는 것으로 설명할 수 있다”.⁴³⁾



[그림 2-11] 제품 개발 주요 프로세스

[그림 2-11]과 같이 포트폴리오를 수립한 이후 상품화에 대한 기획을 수립하고 마케팅을 통하여 수주 기회를 확보하며 원가 분석을 진행하여 사업의 가능성을 판단하게 된다. 선행과정을 거쳐 과제에 착수하게 되며 과제를 수행하면서 발생하는 문제를 해결해 가면서 구체화해 나간다. 일련의 제품개발 프로세스는 완제품이 시장에 출시하여 상품화될 때까지 지속적으로 반복된다. PLM 시스템은 제품의 기획 단계부터 제품이 단종 단계에 이르기까지의 전 과정에 대해서 핵심 데이터를 관리하고 제품개발과정부터 필요한 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

43) 김기호. (2016). “PLM 시스템 활용도 향상을 위한 주요 관리인자 선정에 관한 연구”. 연세대학교 공학대학원 석사학위논문

라) TPM(Total Productive Maintenance)

(1) 전사적 설비관리(TPM)의 개요

“TPM의 정의는 TPM이 적용된 1971년에 생산부문의 TPM이 정의되었고, 그 후 생산부문의 TPM이 전사적 TPM으로 그 활동이 확대되자 1989년 TPM에 대한 새로운 정의가 일본 플랜트 메인테너스 협회(Japan Institute of Plant Maintenance: JIPM)에 의해 정립되었다”.⁴⁴⁾ 두 가지 TPM에 대한 정의는 [표 2-2], [표 2-3]과 같다.

[표 2-2] 생산부문 TPM의 정의

구분	생산부문 개념의 정의
추진 목표	① 설비 효율을 최고로 하는 것(종합적 효율화)을 목표 ② 설비의 한 생애를 대상으로 한 PM의 포탈 시스템을 확립. ③ 설비의 계획부문·사용 부문·보전부문 등 모든 부문에 적용. ④ 최고 경영자로부터 현장 작업자에 이르기까지 전원이 참여. ⑤ 중복 소집단 활동, 즉 소집단 자주 활동에 의한 PM을 추진

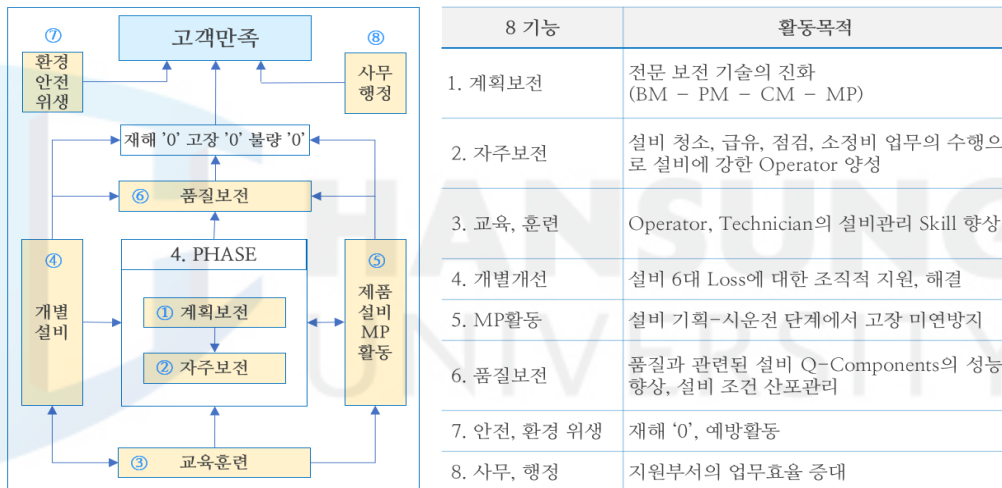
[표 2-3] 전사적 TPM에 대한 새로운 정의

구분	전사적 개념의 정의
추진 목표	① 생산 시스템 효율화를 극한 추구(종합적 효율화) 하는 기업 체질 구축을 목표. ② 생산 시스템의 라이프사이클 전체를 대상으로 한 “재해 제로·불량 제로·고장 제로”등 모든 손실을 방지하는 체제를 현장 현물로 구축. ③ 생산부문을 비롯한 개발·영업·관리 등 모든 부문에 적용. ④ 최고 경영자로부터 현장 작업자에 이르기까지 전원이 참여. ⑤ 중복 소집단 활동에 의해 손실 제로를 달성하는 것.

44) 민영인. (2011). “TPM 활동의 실증적 연구 : S사 중심으로”. 성결대학교 일반대학원 석사학위 논문

(2) TPM의 구성 요소

TPM은 일반적으로 [그림 2-12]와 같이 8개의 기능으로 구성되어 있다. 여기서 기능이란 필요한 역할을 수행하는 것을 의미한다. TPM 활동은 전사적으로 전체가 참여함에 따라 기능도 전사적으로 추진하도록 되어 있다. 부문에 걸쳐 추진하도록 되어 있다. TPM 활동의 시작이 생산보전을 기본 목적으로 하기 때문에 기능의 구성도 생산부문이 중심 활동을 하게된다. 전사적 활동으로 기능 구조를 포함하여 구성되어 있으며, 8개의 기능에 직접 포함하지 않는 것이 일반적이지만 정리, 정돈, 청소, 청결, 습관화라는 5S 활동은 TPM의 기초 역할을 하고 있다.



[그림 2-12] TPM의 8기능 구조도 및 활동목적

기업에 따라 5S활동을 자주 보전에 포함하는 경우도 있다. 8기능 활동 중 하나인 자주 보전은 생산부문에서 실시하는 기능 활동이다. 제조 현장에서 설비를 운전하는 작업자에 의한 보전 활동으로서 일상 보전을 실시한다.

5) 스마트팩토리 구축 한계 및 시사점

가) 국내 스마트팩토리 구축 한계

(1) 구축 목적 및 전개 과정 차이

스마트팩토리 구축 목적 및 전개 과정은 [그림 2-13]과 같이 구축 목적 및 전개 과정 차이, 관련 기술 수준 및 투자의 차이로 구분하여 확인하였다.

구분	내 용
구축목적 및 전개과정 차이	① 해외 대표 스마트팩토리는 비용 절감과 고객 니즈를 반영하는 방향으로 고도화 - 부가가치가 낮아지고 있는 '생산' 비용 절감 방향으로 진행 → 자사 공장을 통한 생산성 확대는 물론 기술 개발을 통해 공급업체로서 역량 확대 - 제조 패러다임 변화에 따른 수요자 니즈를 반영하면서, Value Chain 과정에서 발생하는 비용을 최소화하는 방향으로 진화 → 플랫폼을 통한 소비자 → 생산자 간 직접 연결, 온디맨드(on-demand) 사업모델로 확장 가능 ② 반면 국내 스마트팩토리 구축 전략은 방향성보다 선진국 추격형이고, 국내 기업 투자여건상 장기 지속적으로 스마트팩토리 구축 추진에 한계 - 해외 고도화된 스마트팩토리는 목적 달성을 위해 기술과 노력이 장기적으로 축적된 결과로, 국내도 뚜렷한 목표와 장기 계획 수립 필요 - 대기업은 시장 협소 등 이유로, 중소기업은 스마트팩토리 구축 정책을 과거 “중소기업 IT 지원 사업”과 유사하게 인식하여, 스마트팩토리 구축을 위한 장기·지속적인 계획 수립에 애로
관련 기술 수준 및 투자의 차이	① 해외 고도화된 스마트팩토리에는 기술 수준이 높은 지능화된 기체가 활용 - 지능화된 협동 로봇, 초정밀 센서 등 기술 활용 - 자체 클라우드 및 플랫폼 개발, 통신 및 네트워크 환경 구축으로 Value Chain 효율성 개선 ② 상대적으로 국내는 스마트팩토리 관련 기반기술이 낮은 수준 - 국내 기술 수준은 미국보다 4.2년, EU보다 3.1년, 일본보다 2.7년 늦고, 중국보다는 1.0년 빠른 수준 - 스마트팩토리 구축 관련 기술은 응용 및 개발연구보다 기초연구에서 더 낮은 것으로 나타남. · 16개 주요 기초연구 기술 중 9개 기술이 선진국 추격 중 · 특히 지식 기반 빅데이터 활용기술, 데이터 분산처리 시스템기술, VR/AR기술 분야에서 기초, 응용 및 개발연구는 2014년 보다 격차 확대 ③ 관련 기술 개발 투자를 확대해야 하나 국내 기술 기업 기술 개발 투자는 보수적 - 업체 간 기술 수준 격차가 크지 않아 기술 공개 시 후발업체의 빠른 추격 · 이에 기술 개발을 위한 투자보다는 보쉬, 지멘스 등 선진업체 기술을 수입이 효과적 - 국내 내수시장 규모가 크지 않아, 상당 금액을 투자하여도 수익 창출에 한계가 있어 스마트팩토리 구축을 위한 기술 개발 투자에 소극적 ④ 특히 기술 개발에 투자하는 중소기업의 특성상, 주 거래처가 중소기업이고, 영업이 내수 중심이기 때문에 CEO가 자사 투자를 늘리면서까지 스마트팩토리를 구축하기에 애로 - 기술 개발비의 자체 조달이 비중이 커, 투자 손실 시 리스크 회피가 쉽지 않음.

[그림 2-13] 구축 목적 및 전개 과정 차이

(2) 대응방향 및 시사점

(가) 스마트팩토리 구축의 구체적인 목적성 및 관심 제고

“정부는 기업의 시장 참여를 유도하기 위한 인프라 구축 및 중장기적인 방향을 구체적으로 설정하여 시장 참여자들과 공유하고 있다. 선진 전략을 그대로 따르기보다 주요국과 같이 내수시장 규모, 제조업 비중, 금융 발달 정도 등을 감안한 정책 및 방향성을 제시하고 있다. 스마트팩토리 공급에는 상당한 자금이 소요되기 때문에 단순한 자금 지원을 통한 양적인 확대보다 ‘필요성’을 부여하여 자발적 투자를 늘릴 필요가 있다.

기업은 CEO의 지속적인 관심과 우호적인 분위기 조성이 매우 중요하다. 제조기업 패러다임 변화와 생산성 악화 등 대안으로써 ‘공장 스마트화’의 필요성을 인지하고 CEO 중심의 적극적인 참여가 필요하다. CEO의 관심이 중요한 이유는 스마트팩토리 구축 사업이 컨트롤하거나 주도하는 팀에 따라 구축 정도의 차이가 발생한다. 생산현장에서 ICT 기술이 적용되면, 시스템을 활용을 위한 교육이나 유지 보수에 추가 비용이 필요한데, CEO 의지가 부족한 경우 훈련 비용 투자에 소극적이다. ICT 기술 공급자는 생산자의 노하우를 시스템으로 구축하기 때문에 ICT 기술 공급자와 생산자 간 우호적인 환경 조성이 필요하다.

스마트팩토리 구축은 규모 및 특징에 따라 차별화가 필요하다. 스마트팩토리 구축 관련 정책 지원은 구축 정도에 따른 차별이 필요하나, 대부분 5천만 원 이내(자기자금 50%, 최대 5천만 원)에서 지원하고 있다. 스마트팩토리 구축을 위한 자금 지원은 초기 지원 후 재지원 등 반복되고 있으나, 이를 개선한 장기 지속적인 지원방안이 필요하다. 스마트팩토리 구축 시 CEO 투자 지원 등이 반드시 필요하다는 점을 고려하여 투자여력이 높고, 구축 의지가 강한 업체를 선별하여 지원을 확대할 필요가 있다”.⁴⁵⁾

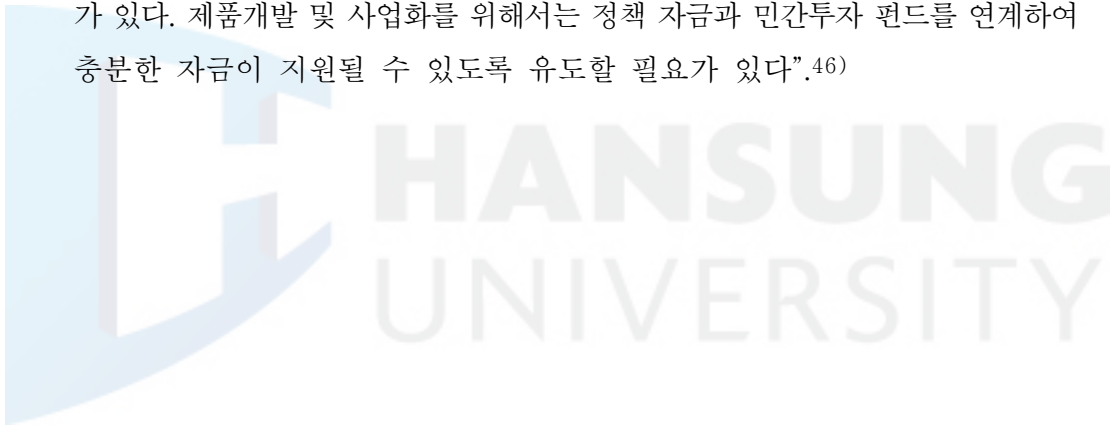
(나) 관련 기술역량 한계 극복 방안 마련 필요

정부는 기반기술 투자 확대 및 신기술 적용을 위한 테스트베드(Teatbed) 환경 구축을 지원해야 한다. 신기술 도입이 생산성과에 직접 연결되기 때문에 충분한 테스트 및 점검이 필요하고, 테스트베드 구축에는 선진 기술과 상당한 자금이 요구되어 자발적으로 기업이 구축하기보다 세제혜택, 인센티브 등 정부 개입이 필

45) KDB산업은행. (2018). 『스마트 공장 구축 사례 및 시사점』. 서울: 산은조사원보.

요하다. 스마트팩토리 고도화를 위해서는 중요하지만 주요국 대비 격차가 커지고 있는 고도화된 센서 기술, 빅데이터 및 데이터 분산처리 기술, AI 등 기술 분야 중심으로 확대할 필요가 있다.

“기업은 기술 수준 한계를 극복하기 위해, 글로벌 업체를 벤치마킹이나 기술 컨소시엄 등에 적극 참여할 필요가 있다. 부족한 스마트팩토리 기술을 해외 공급 업체들로부터 지속 수입 시 장기적으로 관련 국내 시장을 잠식당할 가능성이 존재한다. 국내 업체는 기술역량 확대를 위해 글로벌 기업과 네트워크를 강화할 필요가 있다. 글로벌 선진 기업들은 신기술 적용을 위해 각 분야 선도 기업과 컨소시엄을 유지하고 있으며, 대표적인 기구로 IIC(Industrial Internet Consortium) 컨소시엄 등이 있다. R&D에서 사업화까지 장기적 관점에서 각 단계별 금융 지원이 필요하다. 초기 R&D 단계는 리스크가 높아 정부 자금이 적극적으로 개입할 필요가 있다. 제품개발 및 사업화를 위해서는 정책 자금과 민간투자 펀드를 연계하여 충분한 자금이 지원될 수 있도록 유도할 필요가 있다”.⁴⁶⁾



46) 46) KDB산업은행. (2018). 『스마트 공장 구축 사례 및 시사점』. 서울: 산은조사월보.

제 2 절 AR 연구

1) AR의 정의

가상현실은 완전히 컴퓨터로 만든 환경 속에 사용자를 넣지만, AR은 실제 환경에 정보를 직접 등록하는 것이 목적이다. AR은 가상현실과 실제 세계 사이의 간극을 공간적, 그리고 인지적으로 메워준다는 면에서 모바일 컴퓨팅을 한 단계 넘어선다. AR을 사용하면 최소한 인지적으로는 디지털 정보가 실제 세계의 일부처럼 보인다.

“AR 기술은 1966년 Head Mounted display를 개발한 미국의 Ivan Sytherland에 의해서 알려졌으며, AR이란 용어는 1990년 보잉의 Tom Caudell에 의해 비행기의 케이블 설치 작업자들에게 이해를 돕게 하기 위한 과정에서 처음으로 사용되었다. AR은 [그림 2-14]은 MR에 포함되는 가상의 연속체로 RE, AR, AV, VE로 구분된다”.⁴⁷⁾

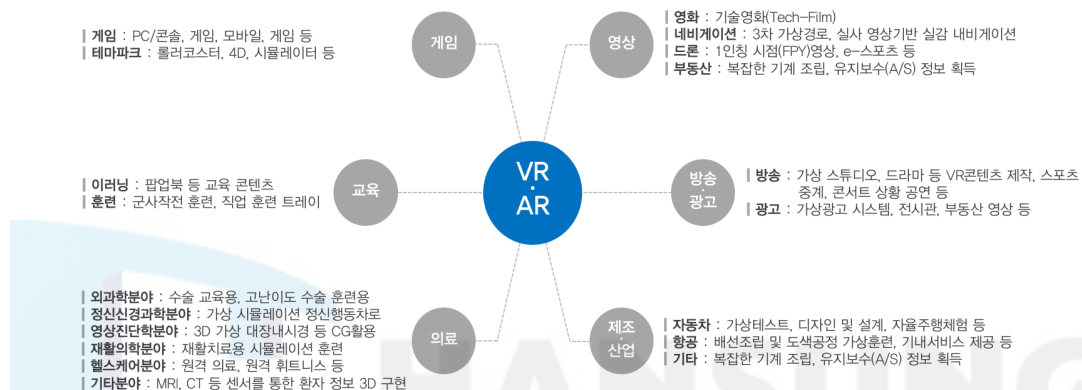


[그림 2-14] Simplified representation of a “virtuality continuum”
[출처] P. Milgram and F. Keshino

47) 김영리. (2016). “증강현실(Augmented Reality, AR)의 수용의도에 관한 연구”. 고려대학교 언론대학원 석사학위논문

2) AR 산업의 특성

AR은 기존의 스마트 디바이스를 활용하기에 [그림 2-15]와 같이 다양한 분야로 확장이 가능하다. 스크린골프, HMD 활용 콘텐츠, AR 게임, 스마트 팩토리, 360도 영상 등 관련 서비스가 빠르게 증가하고 있을 뿐만 아니라 의료, 제조, 국방 등 타 산업과의 융합도 활발하게 진행되고 있다.



[그림 2-15] AR 산업 적용 분야

VR/AR은 [그림 2-16]과 같이 “가상의 환경이나 객체를 구현하고, 이용자들은 해당 환경 혹은 객체와 상호작용함으로써 미디어에 의해 매개되는 경험을 인지하지 못하고, 실제와 같은 생생한 경험을 한다. 기존 미디어가 단순히 감상하는 형태이거나 3인칭 시점의 경험을 제공하는 것과는 다르게 VR/AR은 1인칭 시점에서 이용자의 행위에 따라 가상의 환경 혹은 객체가 반응하기에 상호작용이 더욱 활발하게 이루어진다”.⁴⁸⁾

48) www.kidd.co.kr

체험	몰입감	상호 작용	1인칭 시점
· 자신이 가상의 공간에 있는 듯한 경험을 제공 · 가상의 객체와 상호작용 하는 듯한 경험을 제공	· 실제 세계와 같은 360도 공간 안에 가상의 세계가 펼쳐져 몰입감 배가	· 손과 몸을 움직이며 가상현실 환경에서 행동을 유발할 수 있는 실시간 상호작용 가능	· 1인칭 시점을 통해 이를 이용자에게 실제 행위를 하는 것으로 인식하게 함

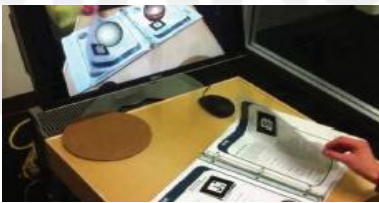
[그림 2-16] VR/AR의 주요 특징

[출처] 정보통신산업진흥원, VR/AR산업 현황 및 전망(2018.10)

3) AR의 유형 및 사례

최근까지의 AR을 구현하는 시스템의 형태로는 [표 2-4]와 같이 데스크톱이나 공공장소의 디스플레이와 같은 고정형, 스마트폰이나 웨어러블 등 모바일형, 안경형, 그리고 프로젝터를 사용하는 설치형으로 분류할 수 있다.

[표 2-4] AR 시스템 유형

디스플레이 유형	사례 이미지	구성형태
개인 컴퓨터 디스플레이	 교육용 AR 책자	컴퓨터와 웹캠 AR 소프트웨어와 평면의 대상 물체로 구성
공공장소 디스플레이	 가상 드레스룸	DID(Digital Information Display), 내장 카메라로 구성
모바일 디스플레이	 GPS를 활용한 스마트폰의	모바일의 센서 기능과 내장 카메라로 구성

	애플리케이션	
안경형 디스플레이	 에pson 모베리오 BT-300	HMD(Head Mounted Display)로 구성
프로젝션 디스플레이	 Volkswagen 자동차 프로젝션 맵핑	프로젝션, 대상물체로 구성

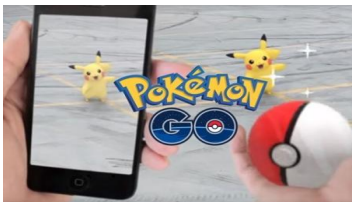
[출처] 김동철, 이주화, 우운택, (2011), Goole 이미지

“AR의 다양한 유형은 현실 세계를 보강하고 정보의 상호작용이 극대화될 수 있기 때문에 광고 등의 흥미를 위한 산업군 이외에도 의료, 교육, 군사 등의 생산 현장과 결합된 형태의 새로운 응용으로 큰 변화를 가져올 것이다. AR을 활용한 분야를 교육, 의료, 제조, 게임, 쇼핑, 방송, 전시, 광고의 8가지 분야로 나누고 응용 가치에 대한 분류를 파악한 결과는 [표 2-5]와 같다”.⁴⁹⁾

[표 2-5] AR을 활용한 분야 및 응용 가치

분야	활용	응용가치	사례이미지
교육	3D 그래픽 AR북	교육 학습능력 향상 극대화	

49) 김영리. (2016). “증강현실(Augmented Reality, AR)의 수용의도에 관한 연구”. 고려대학교 언론대학원 석사학위논문

의료	수술 시뮬레이션	사고 미연방지 및 정보제공	
제조	기계부품 조립	제품 생산과정의 효율성 증대	
게임	휴대용 게임기기	게임의 실재감 부여 및 사용자의 몰입감 향상	
쇼핑	가상 피팅룸 매직미러	소비자의 브랜드 체험 공간 제공	
방송	스포츠 중계, 일기예보, 선거개표	광고 및 정보서비스 편의성 증대	
전시	가상전시 체험	체험학습 공간제공	
광고	새로운 기술에 대한 흥미	상품에 대한 잠재적 소비자 생성	

[출처] 김동철, 이주화, 우운택, (2011), Google 이미지

4) AR의 제조업 적용 사례

최근 AR 기술은 ‘산업용 AR’이라는 이름으로 제조, 유통, 의료 등의 산업현장에 적용되는 기업용 버전으로 방향을 틀고 있다. “AR은 이론상 현실과 가상 이미지의 조합, 실시간 상호작용, 3D 공간으로의 전개라는 3대 요건을 필요로 하지만, 근본적인 철학은 ‘현실 세계를 바탕으로 정보를 시각화’ 하는 데 있다. 때문에 산업용 AR 기술은 작업자에게 데이터를 제공하여 조립, 수리, 검증, 모니터링, 품질관리, 교육 분야에서 생산성을 향상시키고 업무 효율을 높이는 조력자 역할을 하고 있다”.⁵⁰⁾

가) AR 기반의 제조업 혁신사례

미국 최대의 방위산업체 록히드 마틴(Lockheed Martin)의 AR을 활용 사례를 보면, 록히드 마틴은 2018년 회사의 주요 프로젝트로 진행 중인 화성 탐사선을 비롯해 우주선의 디자인과 제작 과정에⁵¹⁾, [그림 2-17]과 같이 AR 기기인 홀로렌즈를 활용하고 있다. 홀로 렌즈를 활용한 AR 시스템을 조립 프로세스 검증에 활용하고 있고, 록히드 마틴의 내부 관계자는 “기술자가 인공위성이나 우주선, 기타 제품을 제작할 때 참조해야 하는 모든 정보를 하나로 모으는 기능, 그리고 그 정보들을 손쉽게 기술자들에게 전달해주는 능력은 이 제품이 가진 엄청난 장점”이라고 전했다.

50) www.samsungsds.com

51) post.naver.com



[그림 2-17] 마이크로소프트 홀로 렌즈

독일의 고급 자동차 제조사인 BMW는 자사의 자동차 판매를 촉진시키기 위한 전략으로 구글의 AR 기술 ‘탱고(Tango)’를 활용하기도 했다. 구글 탱고는 [그림 2-18]과 같이 스마트폰에 탑재된 센서와 카메라를 이용해 디지털 이미지를 실제 공간에 입히는 기술로, 앞으로 소비자들은 BMW 자동차 판매장을 방문하지 않고도 원하는 곳에서 스마트폰으로 BMW의 자동차 내부⁵²⁾를 AR로 구경할 수 있게 된다.



[그림 2-18] AR 기술을 이용한 가상 자동차 쇼룸

시사점으로 AR 기술은 이미 산업현장 곳곳에서 업무 효율화를 위해 다양하게 활용되고 있을 뿐 아니라, 향후에도 그 적용 영역이 무궁무진하게 확대될 것으로

52) www.samsungsds.com

예상된다. 특히 HMD 기술, 그래픽 기술, 트래킹 기술, 인식 기술들이 계속 발전하고 있는 가운데, 그동안 영화에서나 볼법했던 AR 기술이 기업의 각종 업무에 접목되면서 생산성을 혁신적으로 향상시킬 것으로 기대된다. 따라서 기업들은 AR을 새로운 미디어에 국한해 단편적으로 인식하기보다는, 각 기업의 업의 본질에 부합하여 생산성과 업무 효율을 높일 수 있는 영역에 적극적으로 적용해야 한다. 이를 통해 경영과 운영의 위험과 비용을 획기적으로 감소시키는 것 또한 파괴적 혁신의 한 방향이라 할 수 있다.



제 3 절 CMS에 관한 연구

1) CMS의 정의

일반적으로 콘텐츠 관리 시스템⁵³⁾이란 “기업 내·외부에 존재하는 다양한 콘텐츠를 생성, 출판, 배포, 관리 등의 콘텐츠 라이프 사이클에 기반을 두어 총괄적인 관리를 하는 시스템을 말한다”.⁵⁴⁾ 즉 “웹사이트를 구성하는 콘텐츠를 생산·관리·배포하는 일련의 과정들을 자동화하여 효율성과 정체성을 제고하며 안정된 운용의 바탕을 갖추는 것을 의미한다”.⁵⁵⁾ “시장조사 기관인 OVUM에서는 CMS에 대해 생성에서 최종 보관까지의 콘텐츠 라이프를 통합적으로 관리하는 작업과 프로세스의 총체라고 제시하고 있다”.⁵⁶⁾

대부분이 웹 콘텐츠는 텍스트, 그래픽, 멀티미디어, 배너, 스크립트 언어 등 조합되지 않을 때, 각각으로서는 무의미한 요소들로 이루어진다. 콘텐츠의 범위를 기업에 존재하는 일반적인 문서형 포맷으로 확장되면서 CMS는 단순한 HTML 페이지의 관리를 넘어 기업 내 정보 관리 기능을 수행하게 된다. 애플리케이션이나 기타 컴포넌트 및 전자상거래와 관련한 트랜잭션 정보들까지도 포함하는 견해도 나타나고 있다. 이것은 곧 CMS가 향후 e-biz의 핵심 기능을 담당할 수 있다는 시각과도 맞물린다고 보겠다. 이상에서 보듯 CMS는 일반적인 정의 외에도 소프트웨어 벤더나 기타 이해관계자들에 의해 다양한 범위로 해석되고 있다.

2) CMS 도입의 장점 및 의의

CMS의 장점으로 [표 2-6]과 같이 편의성, 기술 지원, 비용 절감, 재활용,

53) 콘텐츠 관리 시스템(CMS : Content Management System)

54) 하도윤. (2005). “디지털 콘텐츠 시장과 다중CMS 구축에 관한 연구”. 연세대학교 공학대학원 석사학위논문

55) sketchit.tistory.com

56) OVUM : a set of tasks and processes for managing content throughout its life from creation to archive.

품질 개선, 표준관리 등으로 구분하여 정리하였다.

[표 2-6] CMS 도입의 장점

구 분	내 용
편의성	· 다양한 테마를 사용자가 직접 테스트해보고 선택하는 기회
기술 지원	· 빠른 문제 해결 및 성능 개발, 기술의 공동 습득이 가능
비용 절감	· 무료 이용 기능과 최소의 인력으로 개발 가능
재활용	· 소스코드 접근이 가능하여 재활용이 가능함
품질 개선	· 검증된 개발 프레임워크 사용 및 코딩의 유연함, 시간요소가 단축
표준관리	· 충실한 표준 운영 및 관리가 효율적임

가) 기업 홍보 중심의 사이트

“기업이나 특정 제품을 사이트를 통해 홍보하고자 하는 목적만을 지닌 사이트이다. 비용이나 수익보다는 고객과의 관계 유지가 목적으로서 비교적 소규모로 운영되는 양상을 보인다. CMS가 적용될 수 있는 부분은 콘텐츠가 언제 사이트에 배포, 저장, 삭제되는지를 시간적으로 관리하며 의미 없는 콘텐츠에 대한 삭제, 변경 등을 수행하고 오류를 최소화하는 사이트의 신뢰도를 높일 수 있다.

나) 정보 전달 중심의 사이트

광고와 정보이용료를 목적으로 하는 사이트로서 CMS를 통한 관리 비용의 절감 효과가 돋보일 수 있는 분류이다. CMS는 콘텐츠를 생성, 수정, 배포하는 일련의 과정을 일괄적으로 자동 처리함에 따라 사이트의 업데이트 요구 시 신속한 대응이 가능하게 한다.

다) 상품 판매 중심의 사이트

B2B, B2C 사이트와 정보제공을 위한 목적으로 운영되는 사이트의 규모가 점점 복잡하고 대형화되고 있다. CMS는 이렇게 사이트의 규모가 커질수록 더욱더 많은 관리의 부담과 비용 절감 효과를 거둘 수 있다”.⁵⁷⁾ 또한 “리포

57) 하도율. (2005). “디지털 콘텐츠 시장과 다중CMS 구축에 관한 연구”. 연세대학교 공학대학원 석사학위논문

트 기능을 활용하여 마케팅에 대한 효과를 분석함으로써 구매자의 사이트 이용 및 반응 형태 등의 분석을 통해 세분화된 고객서비스를 가능하게 하며 매출과 수익을 증대할 수 있을 것이다”.⁵⁸⁾

라) 커뮤니티 중심의 사이트

광고 수입을 주로 하는 사이트들로서 많은 이용자들을 바탕으로 점차 사이트를 지속적으로 확장하고 있다. 따라서 CMS의 적용을 통해 빠른 업데이트가 가능하고 같은 콘텐츠를 다양한 형태로 제공하여 재활용성을 높여 다양한 채널로의 배포할 수 있다. 또한 포털 사이트의 성격상 타 분류의 특징을 골고루 갖추고 있으므로 CMS의 다른 기능인 관리 부담, 사이트의 신뢰도, 개인화 등의 효과를 동시에 기대할 수 있다.

3) CMS의 핵심기술

CMS는 [표 2-7]과 같이 콘텐츠 생성, 관리, 제공, 분석의 기능 위주로 기술이 구성된다. 콘텐츠 관리 시스템의 기술은 향후 SaaS 기반의 클라우드 시스템, 모바일 콘텐츠 확대에 따른 모바일 관리, 웹 서비스 기반의 콘텐츠 관리 등 관련한 기술 기반으로 발전, 진화할 것으로 전망하고 있다.

[표 2-7] CMS의 핵심기술

핵심기술	내 용
콘텐츠의 생성 및 수집	· 콘텐츠와 표현 양식의 분리 · 콘텐츠 생성 및 유입 · 자동 분류, 검색 및 메타 데이터 처리
콘텐츠의 저장 및 관리	· 콘텐츠 저장 · 링크 관리 · 변경 관리
콘텐츠의 출판 및 제공	· 출판 · 개인화 · Syndication과 XML 표준
콘텐츠의 분석	· 콘텐츠 분석 · 콘텐츠 전략

58) 가트너 그룹(Gartner Group) : CMS의 솔루션 분석과 도입 전략

제 3 장 스마트팩토리 원격협업 플랫폼 설계

제 1 절 SF·RCCMS 플랫폼 설계

1) SF·RCCMS 플랫폼 연구방향

본 연구에서는 스마트팩토리에서 활용할 수 있는 SF·RCCMS(Smart Factory Remote Collaboration Content Management System) 원격협업 플랫폼에 대한 기본적인 개념과 기 구축되어있는 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 데이터베이스와 연동하여, AR 기술을 적용해 원격협업을 통해 기계장치·설비를 수리하고 유지 보수할 수 있는 플랫폼에 관한 연구로 주요 내용은 [표 3-1]과 같으며, 콘텐츠라 함은 스마트팩토리 도입 기업에서 기구축한 ERP, MES/POP, PLM, TPM의 실제 데이터, 분석 및 통계 데이터와 AR 시스템에서 활용하는 2D, 3D의 가상 객체, 이미지, 동영상, 텍스트 등을 말한다.

[표 3-1] 원격협업 CMS 플랫폼 주요 연구 내용

구분	핵심내용
Collaboration Application	· HMD 원격협업기술 요소 -Hand Tracking Module -Hardware
SF·RCCMS Platform	· 콘텐츠 생성 및 편집 · 콘텐츠 관리 · 콘텐츠 분석 · 출력·화면 LayOut
Smart Factory Application Software	· Regular Data -ERP 데이터베이스 -MES/POP 데이터베이스 -PLM/TPM 데이터베이스 -기계장치·설비 제조사 Open API · Irregular Data -Portal Site AI

2) SF·RCCMS 플랫폼 원격협업 범위

가) 원격협업 범위

원격협업의 범위는 생산제조 현장의 기계장치·설비가 설치된 장소에서, 스마트팩토리 구축 기업 중간 1단계 이상 구축 기업으로 현장 작업자와 SF·RCCMS 관리자, 시스템 전문가를 대상으로 한다. 협업 방법으로는 실시간 현장 영상, 전화 연결 음성, 이미지, 텍스트, 사용자 생체 정보 및 감성정보를 공유하여 협업한다.

원격협업은 세대별 유지 보수 방법이 음성, 문자, 고품질의 음성, 영상, 화상회의, VR/AR 영상지원 등 다양한 형태로 진화함에 따라 [표 3-2]와 같이 설비정보 검색 서비스, 고장진단 서비스, 자체 수리지원 서비스, 생산정보 검색 서비스, 설비상태 모니터링 서비스, 사용자 정보 서비스로 원격협업 서비스를 분류하였다.

[표 3-2] 원격협업 서비스 분류

원격협업 서비스	내용
설비정보 검색 서비스	· 설비 명칭, 규격 등 설비와 관련된 정보를 지원하는 서비스
고장진단 서비스	· 설비상태를 확인할 수 있는 서비스로 점검 절차, 수리 이력, 고장 원인 이력을 지원하는 서비스(온도/습도) 이상치 경고 등
자체 수리지원 서비스	· 설비 수리 절차, 주요 부품 정보 등을 지원하는 서비스
생산정보 검색 서비스	· 생산정보(설비별 품목, 수량)을 지원하는 서비스 - 생산정보통계(기간별, 공정별)
설비상태 모니터링 서비스	· 설비상태, 가동시간, 온도/습도 이상 유무를 지원하는 서비스 - 설비 가동, 비가동, 예지 보전(온도/습도 통계)
사용자 정보 서비스	· 현장 작업자 및 원격시스템 전문가 접속 정보 통계를 지원하는 서비스

첫째, 설비정보 검색 서비스는 기계장치·설비 명칭 등 설비와 관련된 정보를 지원하는 서비스로 필요한 정보는 SF·RCCMS 데이터베이스 테이블과 ERP 데이터베이스 테이블, MES 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터 정보를 가져온다.

둘째, 고장진단 서비스는 기계장치·설비 상태를 확인할 수 있는 서비스로 점검 절차, 수리이력, 고장 원인 이력을 지원하는 서비스로 기계장치 설비의 온도와 습도를 실시간으로 확인할 수 있는 서비스로 기준치 범위를 벗어났을 때에는 경고 표시할 수 있는 서비스로 필요한 정보는 SF·RCCMS 데이터베이스 테이블과 MES 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터 정보를 가져온다.

셋째, 자체 수리지원 서비스는 기계장치·설비 수리 절차, 주요 부품 정보 등을 지원하는 서비스이며, 필요한 정보는 SF·RCCMS 데이터베이스 테이블과 MES 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터 정보를 가져온다.

넷째, 생산정보 검색 서비스는 생산 설비별 생산품목, 수량 정보를 지원하는 서비스로 생산정보 통계 기간별, 공정별 통계 등을 지원하고, 필요한 정보는 SF·RCCMS 데이터베이스 테이블과 MES 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터 정보를 가져온다.

다섯째, 설비상태 모니터링 서비스는 설비상태, 가동시간, 온도/습도 이상 유무를 지원사는 서비스로 온도/습도 통계를 통한 예지 보전 정보를 활용하고, 필요한 정보는 SF·RCCMS 데이터베이스 테이블과 MES 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터 정보를 가져온다.

여섯째, 사용자 정보 서비스는 현장 작업자 및 원격시스템 전문가 접속 정보를 지원하는 서비스이고 필요한 정보는 SF·RCCMS 데이터베이스 테이블과 ERP 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터 정보를 가져온다.

원격협업 정보 서비스는 스마트팩토리 자료 서비스 유형에 따라 SF·RCCMS 플랫폼에서 데이터를 수집, 가공 분석하여 현장 작업자와 플랫폼 관리자, 시스템 전문가에게 제공한다.

실시간 정보검색 서비스는 SF·RCCMS 플랫폼에서 [표 3-3]과 같이 필요정보 데이터베이스의 테이블에서 상세 데이터를 수집, 가공, 분석하여 서비스 유형에 따라 제공한다.

[표 3-3] 설비정보 검색 서비스

원격협업 정보 서비스	필요정보	상세 데이터
설비정보 검색 서비스	· SF·RCCMS 데이터베이스 – Code Master Table_설비코드 – Code Master Table_마커정보	사원코드, 사용자명, 설비코드,

	- 사용자관리 Table_사용자코드 - 기계설비관리 Table_설비코드 - Master Table_부품명칭 2D - Master Table_부품명칭 3D · ERP 데이터베이스 - 사용자 Table_사용자코드 - 설비관리 Table_설비코드 - 고정자산 Table_취득일자 - 고정자산 Table_취득금액 - 고정자산 Table_내용연수 · MES 데이터베이스 - 설비관리 Table_설비코드 - 설비관리 Table_규격 - 설비관리 Table_모델명 - 설비관리 Table_관리부서 - 설비관리 Table_담당자 - 설비관리 Table_설치장소 - 설비관리 Table_설치공정	설비명, 규격, 모델명, 관리부서, 담당자, 설치장소, 설치공정, 취득일자, 취득금액, 내용연수, 부품명칭, 2D, 3D
--	--	---

고장진단 서비스는 SF·RCCMS 플랫폼에서 [표 3-4]와 같이 필요정보 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터를 수집, 가공, 분석하여 서비스 유형에 따라 제공한다.

[표 3-4] 고장진단 서비스

원격협업 정보 서비스	필요정보	상세 데이터
고장진단 서비스	· SF·RCCMS 데이터베이스 - Code Master Table_설비코드 - Code Master Table_마커정보 - 기계설비관리 Table_설비코드 - 사용자관리 Table_사용자코드 · MES 데이터베이스 - 설비관리 Table_설비온도 - 설비관리 Table_설비습도 - 유지보수관리 Table_수리이력 - 유지보수관리 Table_고장유형 - 유지보수관리 Table_점검절차	설비코드, 설비명, 점검절차, 수리일자, 수리이력, 고장유형, 온도, 습도

자체 수리지원 서비스는 SF·RCCMS 플랫폼에서 [표 3-5]와 같이 필요정보 데이터베이스의 상세 데이터를 수집, 가공, 분석하여 서비스 유형에 따라 제공한다.

[표 3-5] 자체 수리지원 서비스

원격협업 정보 서비스	필요정보	상세 데이터
자체 수리지원 서비스	· SF·RCCMS 데이터베이스 - Code Master Table_설비코드 - Code Master Table_마커정보 - 사용자관리 Table_사용자코드 - 유지보수 Table_점검절차 - 유지보수 Table_핵심부품 - 유지보수 Table_핵심위치 - 유지보수 Table_수리이력 - 유지보수 Table_고장유형 - 유지보수 Table_기계설비도면 - 유지보수 Table_AS공구코드 - 유지보수 Table_AS업담당자 - 유지보수 Table_AS업체연락처 · MES 데이터베이스 - 설비개요 Table_설비코드	설비코드, 설비명, 점검절차, 핵심부품, 부품위치, 수리이력, 고장유형, 도면, AS공구, AS업체담당자, AS업체연락처

생산정보 검색 서비스는 SF·RCCMS 플랫폼에서 [표 3-6]과 같이 필요정보 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터를 수집, 가공, 분석하여 서비스 유형에 따라 제공한다.

[표 3-6] 생산정보 검색 서비스

원격협업 정보 서비스	필요정보	상세 데이터
생산정보 검색 서비스	· SF·RCCMS 데이터베이스 - Code Master Table_설비코드 - Code Master Table_마커정보 - 사용자관리 Table_사용자코드 - 기계설비관리 Table_설코드 - Master Table_설비코드 · ERP 데이터베이스	설비코드, 설비명, 생산품목코드, 품목명, 생산일자, 생산량, 공정명

	- 품목관리 Table_품목코드 - 공정관리 Table_공정코드 - 생산관리 Table_생산일자 - 생산관리 Table_생산량 · MES 데이터베이스 - 설비관리 Table_설비코드	
--	--	--

설비상태 모니터링 서비스는 SF·RCCMS 플랫폼에서 [표 3-7]과 같이 필요정보 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터를 수집, 가공, 분석하여 서비스 유형에 따라 제공한다.

[표 3-7] 설비상태 모니터링 서비스

원격협업 정보 서비스	필요정보	상세 데이터
설비상태 모니터링 서비스	· SF·RCCMS 데이터베이스 - Code Master Table_설비코드 - Code Master Table_마커정보 - 사용자관리 Table_사용자코드 - 기계설비관리 Table_설비코드 · MES 데이터베이스 - 설비관리 Table_설비코드 - 설비관리 Table_설비명 - 설비관리 Table_가동시간 - 설비관리 Table_설비온도 - 설비관리 Table_설비습도	설비코드, 설비명, 가동시간, 설비온도, 설비습도

사용자 정보 서비스는 SF·RCCMS 플랫폼에서 [표 3-8]과 같이 필요정보 데이터베이스 테이블에서 상세 데이터를 수집, 가공, 분석하여 서비스 유형에 따라 제공한다.

[표 3-8] 사용자 정보 서비스

원격협업 정보 서비스	필요정보	상세 데이터
사용자 정보 서비스	· SF·RCCMS - Code Master Table_설비코드 - Code Master Table_마커정보 - 사용자관리 Table_사용자코드	사용자코드, 사용자명, 접속시간

	- 사용자관리 Table_사용자명 - 사용자관리 Table_접속시간 · ERP 데이터베이스 - 사용자 Table_사용자코드	
--	---	--

나) 원격협업 역할에 따른 분류

원격협업 정보 서비스 역할에 따라 [그림 3-1]과 같이 크게 3개 부문으로 현장 작업자, SF·RCCMS 관리자, 시스템 전문가 부문으로 구분하여 정보 서비스를 제공한다.

현장작업자		SF·RCCMS플랫폼 관리자		시스템 전문가	
항목	요소	항목	요소	항목	요소
기계장치 설비정보	1. 기계장치설비명 2. 기계장치설비 수리하기 3. 기계장치설비 부품 3D 증강 4. 기계장치설비 도면 5. 기계장치설비 부품 위치 6. 기계장치설비 실시간 상태정보 7. 기계장치설비 마커 8. 기계장치설비 가격	기초정보	1. 사용자등록 2. 사용자접속정보 3. 도면등록 4. 분류코드등록 5. 그룹등록	기계장치 설비정보	1. 기계장치설비명 2. 기계장치설비 수리하기 3. 기계장치설비 부품 3D 증강 4. 기계장치설비 도면 5. 기계장치설비 부품 위치 6. 기계장치설비 실시간 상태정보 7. 기계장치설비 마커 8. 기계장치설비 가격
	1. 생산품목 2. 생산수량		1. 접속자 정보관리 2. 접속자 콘텐츠 변경이력관리 3. Resource 자원관리 4. 접속자 그룹지정관리 5. 접속자 비밀번호관리		1. 사용자접속정보 2. 접속자로그정보 3. 누적접속시간 4. 사용자명
	1. 설비상태/온도/습도/표시 2. 시간별 온도/습도 현황 3. 사용자별접속 이력통계 4. 기계장치설비 수리통계 5. 기계장치설비 생산통계		1. 설비상태/온도/습도/표시 2. 시간별 온도/습도 현황 3. 사용자별접속 이력통계 4. 기계장치설비 수리통계 5. 기계장치설비 생산통계		
모니터링/통계		콘텐츠분석 정보관리			
사용자정보	1. 사용자접속정보 2. 접속자로그정보 3. 누적접속시간 4. 사용자명	기계장치 설비관리	1. 기계장치설비명 2. 기계장치설비 수리하기 3. 기계장치설비 부품 3D 증강 4. 기계장치설비 도면 5. 기계장치설비 부품 위치 6. 기계장치설비 실시간 상태정보 7. 기계장치설비 마커 8. 기계장치설비 가격		
			1. 마커코드관리		

[그림 3-1] 원격협업 역할에 따른 분류

현장 작업자 부문은 [표 3-9]와 같이 기계장치·설비 정보, 생산정보, 모니터링/통계, 사용자 정보를 서비스하는 부문으로 현장 작업자가 필요한 정보를 수집, 분석 통계하여 제공하는 부문이다.

[표 3-9] 현장 작업자 범위

구 분	세부항목	데이터 인터페이스
기계장치 설비정보	1. 기계장치설비명 2. 기계장치설비 수리하기 3. 기계장치설비 부품 3D 증강 4. 기계장치설비 도면 5. 기계장치설비 부품 위치 6. 기계장치설비 실시간 상태정보 7. 기계장치설비 마커 8. 기계장치설비 가격	SF·RCCMS 데이터베이스
생산 정보	1. 생산품목 2. 생산수량	SF·RCCMS 데이터베이스
모니터링/ 통계	1. 설비상태/온도/습도/표시 2. 시간별 온도/습도 현황 3. 사용자별접속 이력통계 4. 기계장치설비 수리통계 5. 기계장치설비 생산통계	SF·RCCMS 데이터베이스
사용자 정보	1. 사용자접속정보 2. 접속자로그정보 3. 누적접속시간 4. 사용자명	SF·RCCMS 데이터베이스

SF·RCCMS 관리자 부문은 [표 3-10]과 같이 스마트팩토리 시스템 데이터와 연동하여 데이터를 수집, 가공, 분석하여 현장 작업자와 시스템 전문가에게 데이터를 제공하는 역할을 하는 정보 서비스 부문이다. 기초정보, AR 콘텐츠 관리, 콘텐츠 분석 정보, 기계장치·설비 정보, Marker Code 정보를 ERP, MES 데이터를 수집, 분석 가공, 배포 등을 관리하는 부문이다. SF·RCCMS의 핵심 관리 부분으로, 스마트팩토리 시스템에서 지원하지 않는 데이터는 관리자가 직접 입력할 수 있다.

[표 3-10] SF·RCCMS 관리자 관리 범위

구 분	세부항목	데이터 인터페이스
기초정보	1. 사용자등록 2. 사용자접속정보 3. 도면등록	ERP 데이터베이스 MES 데이터베이스

	4. 분류코드등록 5. 그룹등록	수집
AR 콘텐츠 관리	1. 접속자 정보관리 2. 접속자 콘텐츠 변경이력관리 3. Resource 자원관리 4. 접속자 그룹지정관리 5. 접속자 비밀번호관리	분석, 통계
콘텐츠분석 정보관리	1. 설비상태/온도/습도/표시 2. 시간별 온도/습도 현황 3. 사용자별접속 이력통계 4. 기계장치설비 수리통계 5. 기계장치설비 생산통계	ERP 데이터베이스 MES 데이터베이스 분석, 통계
기계장치 설비관리	1. 기계장치설비명 2. 기계장치설비 수리하기 3. 기계장치설비 부품 3D 증강 4. 기계장치설비 도면 5. 기계장치설비 부품 위치 6. 기계장치설비 실시간 상태정보 7. 기계장치설비 마커 8. 기계장치설비 가격	ERP 데이터베이스 MES 데이터베이스 수집
Marker Code	1. 마커코드관리	코드관리

시스템 전문가는 [표 3-11]과 같이 현장 작업자의 요청에 따라 기계장치·설비 정보, 사용자 정보와 현장 작업자가 제공해주는 실시간 현장 영상 정보를 기반으로 기계장치·설비를 효율적으로 수리할 수 있도록 원격협업을 할 수 있는 부문이다.

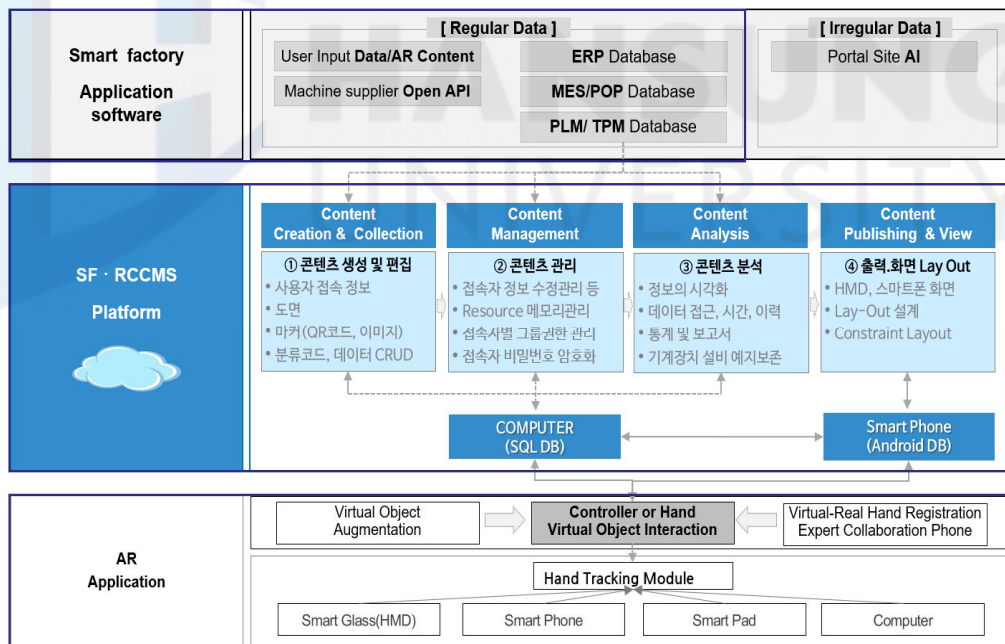
[표 3-11] 시스템 전문가 정보 범위

구 분	세부항목	데이터 인터페이스
기계장치 설비정보	1. 기계장치설비명 2. 기계장치설비 수리하기 3. 기계장치설비 부품 3D 증강 4. 기계장치설비 도면 5. 기계장치설비 부품 위치 6. 기계장치설비 실시간 상태정보 7. 기계장치설비 마커 8. 기계장치설비 가격	SF·RCCMS 데이터베이스

사용자 정보	1. 사용자접속정보 2. 접속자로그정보 3. 누적접속시간 4. 사용자명	SF·RCCMS 데이터베이스
--------	--	--------------------

3) SF·RCCMS 플랫폼 구조

본 연구에서는 원격협업 플랫폼 구조를 AR Application, SF·RCCMS 플랫폼, Smart Factory Application software로 분류하였다. AR Application은 AR 기술을 적용하여 하드웨어로 출력하는 부문이고, SF·RCCMS 플랫폼은 콘텐츠 생성 및 편집, 콘텐츠 관리, 콘텐츠 분석, 출판·화면으로 영역으로 분류하였다. Smart Factory Application Software는 정형 데이터, 비정형 데이터로 분류했다.



[그림 3-2] SF·RCCMS 플랫폼 구조

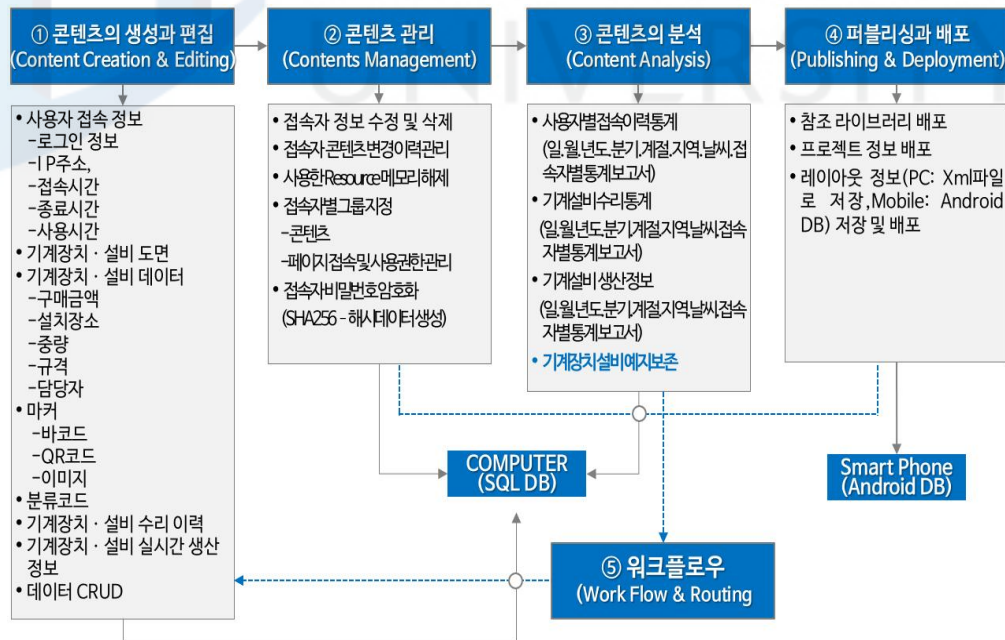
본 연구에서는 정형 데이터인 스마트팩토리 시스템인 ERP, MES/POP 시스템과 연동하여 플랫폼을 구현하였다. SF·RCCMS 플랫폼에서는 설비정보

검색 서비스, 고장 진단 서비스, 자체 수리지원 서비스, 생산정보 검색 서비스, 설비상태 모니터링 서비스, 사용자 서비스를 위한 콘텐츠를 생성과 편집, 관리, 분석, 출판과 배포하는 부문이다.

4) SF·RCCMS 플랫폼 상세

가) SF·RCCMS 플랫폼 상세 내용

SF·RCCMS 플랫폼의 상세 내용으로 [그림 3-3]과 같이 Factory Application Software의 정형 데이터인 User Input Data, AR Content Data, 기계장치·설비 제작사 및 공급사에서 제공하는 Open API Data와 스마트팩토리 구축 시스템인 ERP, MES/POP, PLM, TMP의 데이터베이스에서 SF·RCCMS 운용에 필요한 데이터를 ① 콘텐츠의 생성과 편집 ② 콘텐츠 관리 ③ 콘텐츠의 분석 ④ 퍼블리싱과 배포로 구분하였다. 콘텐츠 생성 및 편집과 콘텐츠 관리, 콘텐츠 분석은 데이터베이스에서 데이터를 수집·관리·분석하여 출력 장비에 정보를 제공한다.



[그림 3-3] SF·RCCMS 플랫폼 상세 내용 흐름도

본 연구에서는 현장 작업자는 HMD를 착용하고, SF·RCCMS 관리자 및 원격 협업 시스템 전문가는 노트북 또는 데스크톱 컴퓨터를 이용하였다.

(1) 콘텐츠의 생성과 편집(Content Creation & Editing)

사용자 접속 정보, 기계장치·설비 도면, 기계장치·설비 데이터(구매금액, 설치 장소, 중량, 규격, 담당자), 마커(바코드, QR코드, 이미지), 분류 코드, 기계장치·설비 수리 이력, 기계장치·설비 실시간 생산정보, 데이터 CRUD(Create-Read-Update-Delete) 할 수 있다.

(2) 콘텐츠 관리(Content Management)

접속자 정보 수정 및 삭제, 접속자 콘텐츠 변경 이력 관리, 사용자 Resource 메모리 해제, 접속자별 그룹 지정(콘텐츠, 페이지 접속 및 사용 권한 관리), 접속자 비밀번호 암호화(256-해시데이터 생성)하여 관리한다.

(3) 콘텐츠의 분석(Content Analysis)

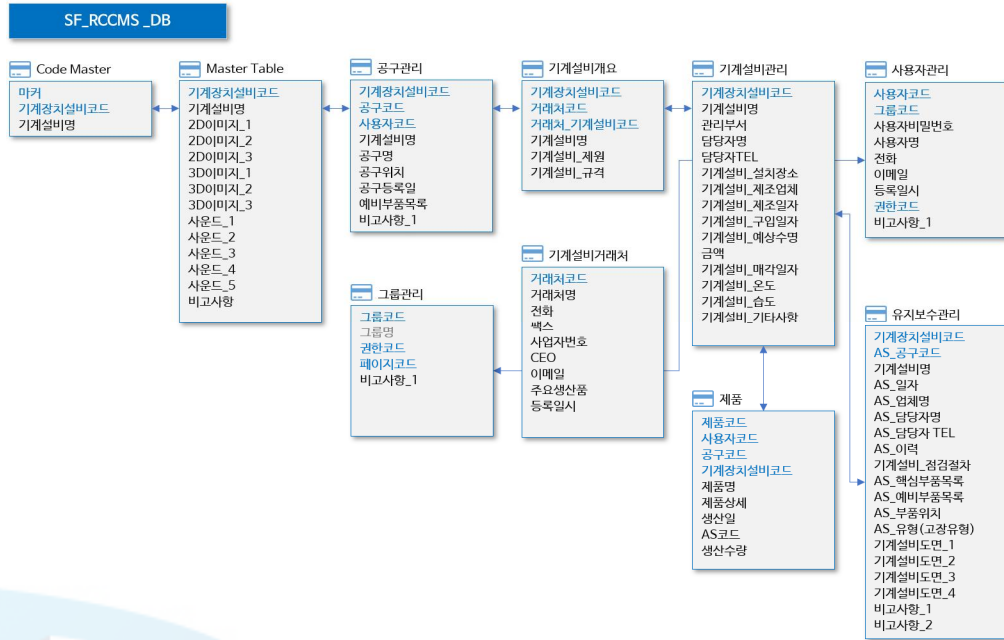
사용자별 접속 이력 통계(일, 월, 연도, 분기, 계절, 지역, 날씨 접속자별 보고서), 기계장치·설비 수리 통계(일, 월, 연도, 분기, 계절, 지역, 날씨 접속자별 보고서), 기계장치·설비 정보(일, 월, 연도, 분기, 계절, 지역, 날씨 접속자별 보고서), 기계장치·설비 예지 보존 등을 분석한다.

(4) 퍼블리싱과 배포(Publishing & Deployment)

참조 라이브러리 배포, 프로젝트 정보 배포, 레이아웃 정보(XML 일로 저장, Mobile, Smart Glass를 통하여 보여주고 배포한다.

나) SF·RCCMS 플랫폼 데이터베이스 Structure

SF·RCCMS 플랫폼 데이터베이스 구조는 [그림 3-4]와 같이 Code Master, Master Table, 공구관리, 그룹관리, 기계설비 개요, 기계설비 거래처, 기계설비관리, 제품, 사용자 관리, 유지 보수관리 10개의 테이블로 구성한다. 10개의 테이블은 스마트팩토리 시스템의 데이터베이스와 연동하여 자료를 수집하고 분석통계 자료를 관리하며, 현장 작업자, SF·RCCMS 관리자, 원격협업 시스템 전문가가 필요한 정보를 관리한다.



[그림 3-4] SF·RCCMS 플랫폼 데이터베이스 Structure

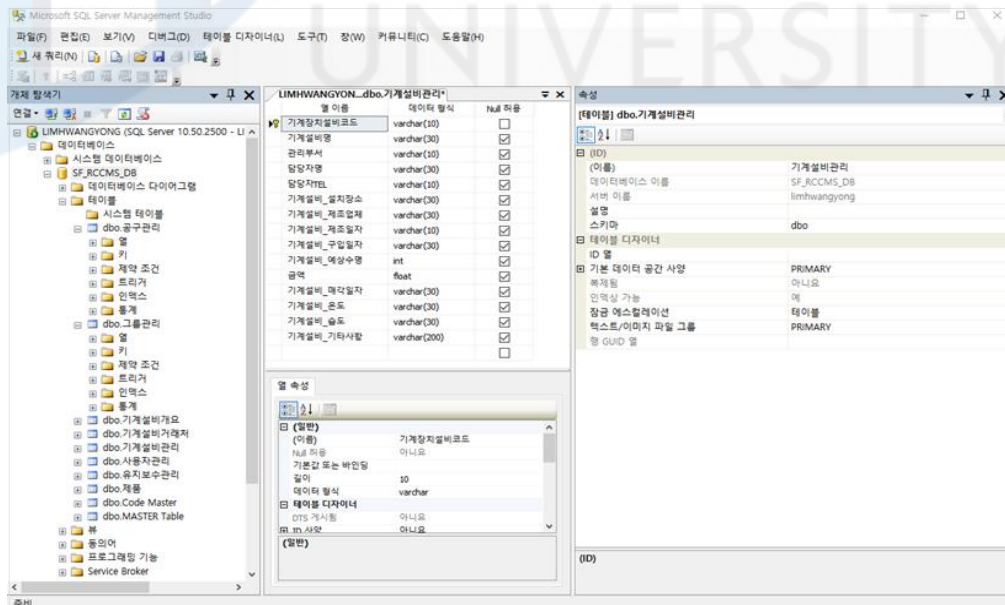
테이블명	필드명	테이블명	필드명	테이블명	필드명
Code Master	마커	기계장치설비코드	기계장치설비코드	기계설비개요	기계장치설비코드
	기계장치설비코드		공구코드		거래처코드
	기계설비명		사용자코드		거래처_기계설비코드
Master Table	기계설비명		기계설비명		기계설비명
	기계장치설비코드	공구관리	공구명	기계설비거래처	기계설비_제원
	2D이미지_1		공구위치		거래처코드
	2D이미지_2		공구등록일		거래처명
	2D이미지_3		예비부품목록		전화
	3D이미지_1		비고사항_1		팩스
	3D이미지_2	그룹관리	그룹코드		사업자번호
	3D이미지_3		그룹명		CEO
	사운드_1		권한코드		이메일
	사운드_2		페이징코드		주요생산품
	사운드_3		비고사항_1		등록일
	사운드_4				
	사운드_5				
	비고사항				

[그림 3-5] Code Master & Master Table

테이블명	필드명	테이블명	필드명	테이블명	필드명
기계설비 개요	기계장치설비코드	제품	기계장치설비코드	유지보수 관리	기계장치설비코드
	기계설비명		사용자코드		AS_공구코드
	관리부서		공구코드		기계설비명
	담당자명		기계장치설비코드		AS_일자
	담당자TEL		제품명		AS_업체명
	기계설비_설치장소		제품상세		AS_담당자명
	기계설비_제조업체		생산일		AS_담당자 TEL
	기계설비_제조일자		AS코드		AS_이력
	기계설비_구입일자	사용자관리	생산수량		기계설비_점검절차
	기계설비_예산수명		테이블명		AS_핵심부품목록
	금액		필드명		AS_예비부품목록
	기계설비_매각일자		사용자코드		AS_부품위치
	기계설비_온도		그룹코드		AS_유형 (고장유형)
	기계설비_습도		사용자비밀번호		기계설비도면_1
	기계설비_기타사항		사용자명		기계설비도면_2
			전화		기계설비도면_3
			이메일		기계설비도면_4
			등록일		비고사항_1
			권한코드		비고사항_2
			비고사항_1		

[그림 3-6] 기계설비 개요, 제품, 사용자 관리, 유지 보수 관리 테이블

테이블과 필드는 [그림 3-5], [그림 3-6]과 같이 설계하여 [그림 3-7]과 같이 구성한다.



[그림 3-7] Microsoft SQL SF·RCCMS 데이터베이스

다) SF·RCCMS 플랫폼 핵심요소 정의

SF·RCCMS 플랫폼의 핵심요소는 [표 3-12]와 같이 Smart Factory Application Software, SF·RCCMS Cloud Platform, Collaboration Application 으로 구분하여 정의했다.

[표 3-12] SF·RCCMS 플랫폼 핵심요소

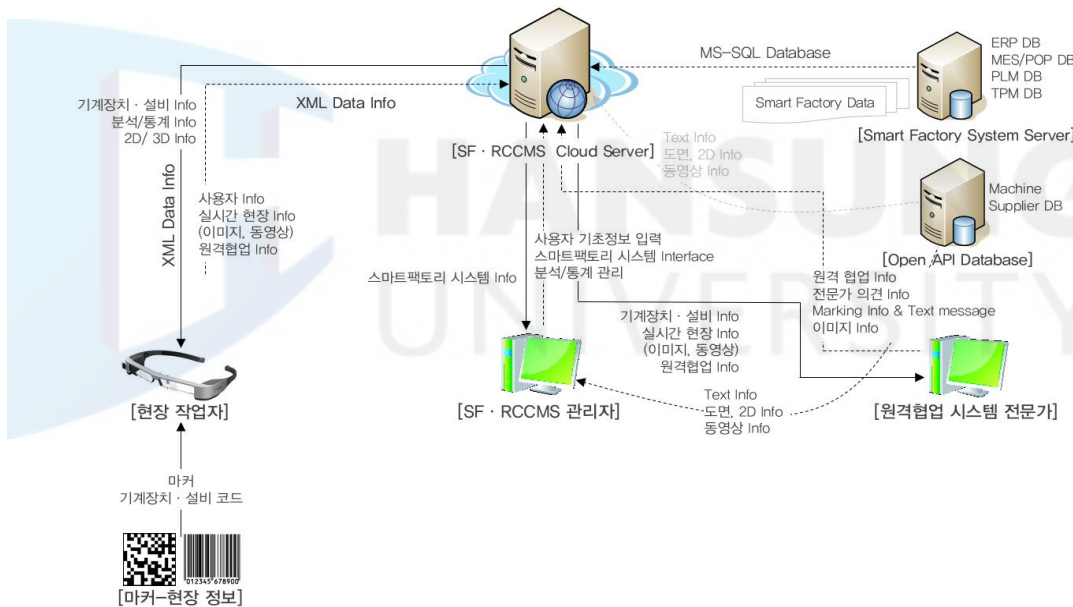
구분	기능	SF·RCCMS 핵심요소 내용
Application Software	User Input Data	· 사용자가 직접 등록한 콘텐츠
	Machine Supplier Open API	· 기계장치·설비 제조사 도면, 매뉴얼, 제품설명서, 수리 절차
	ERP 데이터베이스	· 스마트팩토리 구축 시스템, 기계장치·설비 구매 및 기초정보
	MES 데이터베이스	· 스마트팩토리 구축 시스템, 기계장치·설비 관리 이력, 실시간 기계장치·설비 상태 및 제품 정보
	PLM 데이터베이스	· 스마트팩토리 구축 시스템, 제품개발 및 도면 이력 관리
	TPM 데이터베이스	· 스마트팩토리 구축 시스템, 기계장치 설비 관리 이력, 예지 보존 이력 등
	Portal Site AI	· 스마트팩토리 구축 시스템에 미 등록된 기계장치·설비 이미지, 도면, 수리 절차 정보
SF·RCCMS Cloud Platform	콘텐츠의 생성과 편집 (Content Creation & Editing)	· 사용자 접속 정보 · 기계장치·설비 도면 · 기계장치·설비 데이터 · 마커 · 분류 코드 · 기계장치·설비 수리이력 · 기계장치·설비 실시간 생산 정보 · 데이터 CRUD
	콘텐츠 관리 (Content Management)	· 접속 정보 수정 및 삭제 · 접속자 콘텐츠 변경 이력 관리 · 사용한 Resource 메모리 해제 · 접속자별 그룹 지정 · 접속자 비밀번호 암호화

AR Application	콘텐츠의 분석 (Content Analysis)	· 사용자별 접속 이력 통계 · 기계장치·설비 수리 통계 · 기계장치·설비 생산정보
	퍼블리싱과 배포 (Content Publishing)	· 참조 라이브러리 배포 · 프로젝트 정보 배포 · 레이아웃 정보(PC, Smart Glass) 저장 및 배포
	Hardware (하드웨어)	· 현장 작업자 Smart Glass(HMD) - Smart Phone, Smart Pad · 원격협업 시스템 전문가 Computer
		· 전화 걸기 · 실시간 현장 동영상 공유 · 기계장치·설비 정보 공유 · 생산 현황 정보 공유 · 사용자 정보 공유 · 분석 정보 공유 · 문자 메시지 정보

제 2 절 SF·RCCMS 플랫폼 인터페이스 및 시나리오

1) SF·RCCMS 플랫폼 인터페이스

본 연구에서는 [그림 3-8]과 같이 SF·RCCMS 플랫폼 관리자는, 현장 작업자와 원격협업 시스템 전문가에게 다양한 형태의 정보서비스를 제공하기 위해 SF·RCCMS 클라우드 서버를 구축한다. SF·RCCMS 플랫폼은 기 구축되어있는 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 등 시스템과 연동하여, 현장 작업자와 시스템 전문가가 요구하는 정보를 수집, 분석하여 제공한다.

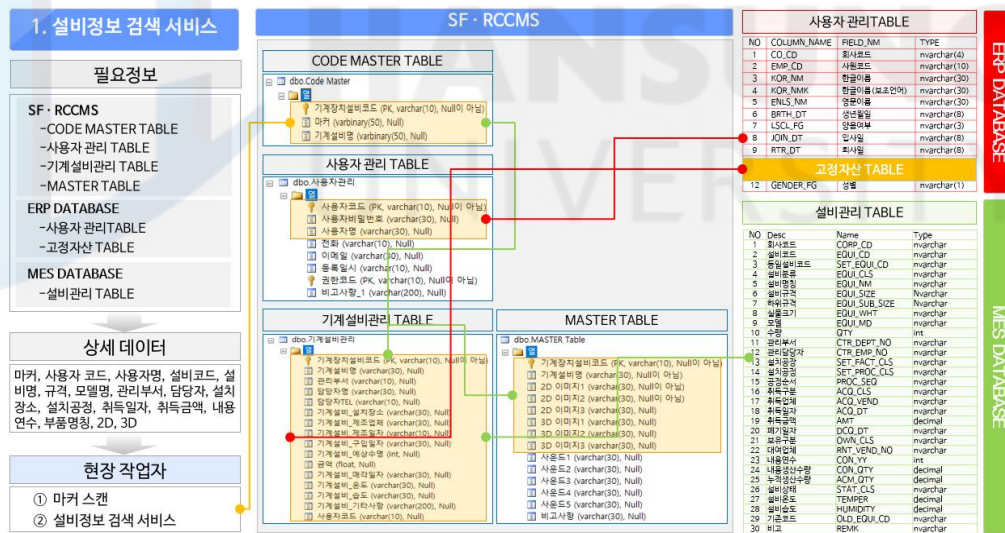


[그림 3-8] SF·RCCMS 플랫폼 인터페이스

2) 원격협업 서비스 시나리오

가) 설비정보 검색 서비스

설비정보 검색 서비스는 [그림 3-9]와 같이 현장 작업자가 HMD를 착용 후 설비에 부착된 마커를 스캔한다. SF·RCCMS 플랫폼에서는 사용자 정보와 설비 정보를 확인 후 필요정보 TABLE인 SF·RCCMS 데이터베이스의 CODE MASTER TABLE, 사용자 관리 TABLE, 기계설비관리 TABLE, MASTER TABLE과 ERP 데이터베이스의 사용자 관리 TABLE, 고정자산 TABLE, MES 데이터베이스의 설비관리 TABLE의 상세 데이터인 마커, 사용자 코드, 사용자명, 설비 코드, 설비명, 규격, 모델명, 관리부서, 담당자, 설치 장소, 설치 공정, 취득일자, 취득금액, 내용연수, 부품 명칭, 2D, 3D, 데이터를 수집, 분석, 가공하여 사용자 화면에 설비 정보와 관련된 정보를 출력한다.



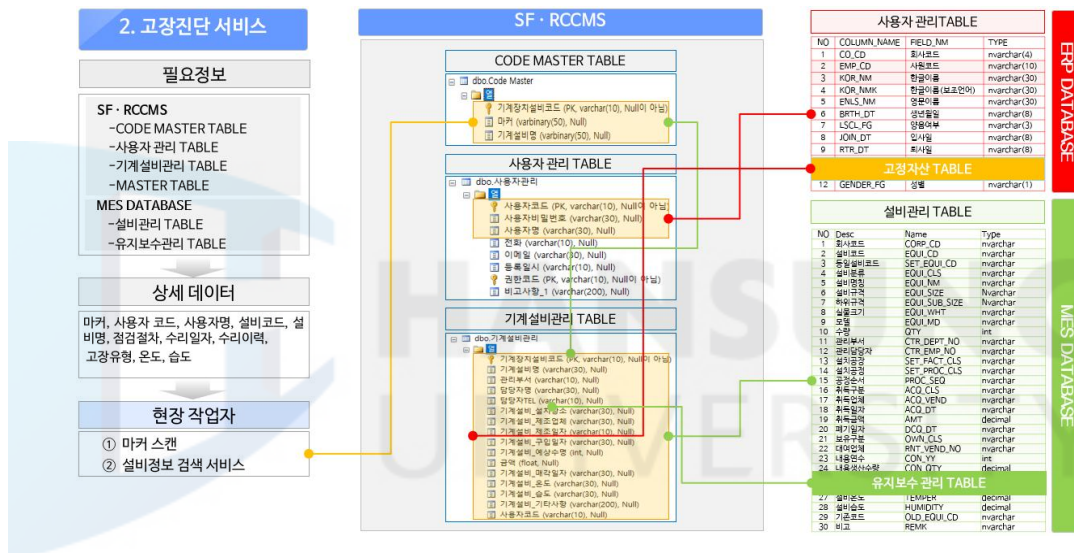
[그림 3-9] 설비정보 검색 서비스 시나리오

나) 고장진단 서비스

고장진단 서비스는 [그림 3-10]과 같이 현장 작업자가 HMD를 착용 후 설비에 부착된 마커를 스캔한다. SF·RCCMS 플랫폼에서는 사용자 정보와 설비 정보

를 확인 후 필요정보 TABLE인 SF·RCCMS 데이터베이스의 CODE MASTER TABLE, 사용자 관리 TABLE, 기계설비관리 TABLE, MASTER TABLE과 MES 데이터베이스의 설비관리 TABLE, 유지 보수 TABLE의 상세 데이터인 마커, 사용자 코드, 사용자명, 설비 코드, 설비명, 점검 절차, 수리 일자, 수리이력, 고장 유형, 설비 온도, 설비 습도, 데이터를 수집, 분석, 가공하여 사용자 화면에 설비 정보와 관련된 정보를 출력한다.

현장 작업자는 제공된 분석 정보를 확인하여 사전에 기계장치·설비의 과부하 상태를 확인하여, 사전에 고장을 조치할 수 있다.

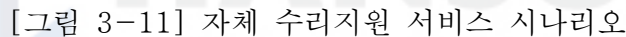


[그림 3-10] 고장진단 서비스 시나리오

다) 자체 수리지원 서비스

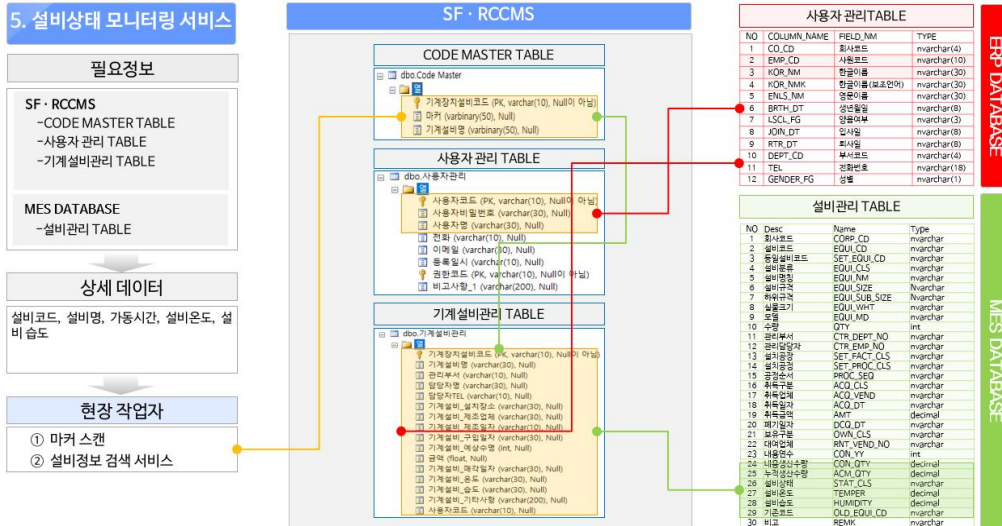
자체 수리지원 서비스는 [그림 3-11]과 같이 현장 작업자가 HMD를 착용 후 설비에 부착된 마커를 스캔한다. SF·RCCMS 플랫폼에서는 사용자 정보와 설비 정보를 확인 후 필요정보 TABLE인 SF·RCCMS 데이터베이스의 CODE MASTER TABLE, 사용자 관리 TABLE, 기계설비관리 TABLE, MASTER TABLE과 MES 데이터베이스의 설비관리 TABLE의 상세 데이터인 마커, 사용자 코드, 사용자명, 설비 코드, 설비명, 점검 절차, 핵심부품, 부품 위치, 수리이력, 고장 유형, 도면, AS 공구, AS 업체 담당자, AS 업체 연락처, 데이터를 수집, 분석,

현장 작업자는 정보를 확인하면서 자체적으로 기계장치·설비 수리를 진행하며, 필요시 AS 업체 시스템 전문가에게 원격협업 요청하여 수리를 진행할 수 있다.



생산정보 검색 서비스는 [그림 3-12]와 같이 현장 작업자가 HMD를 착용 후 설비에 부착된 마커를 스캔한다. SF·RCCMS 플랫폼에서는 사용자 정보와 설비 정보를 확인 후 필요정보 TABLE인 SF·RCCMS 데이터베이스의 CODE MASTER TABLE, 사용자 관리 TABLE, 기계설비관리 TABLE, MASTER TABLE과 ERP 데이터베이스의 사용자 관리 TABLE, 생산관리 TABLE, MES 데이터베이스의 설비관리 TABLE의 상세 데이터인 마커, 사용자 코드, 사용자명, 설비 코드, 설비명, 품목코드, 품목명, 생산일자, 생산 공정명, 데이터를 수집, 분석, 가공하여 현장 작업자가 필요로 하는 정보를 출력한다.

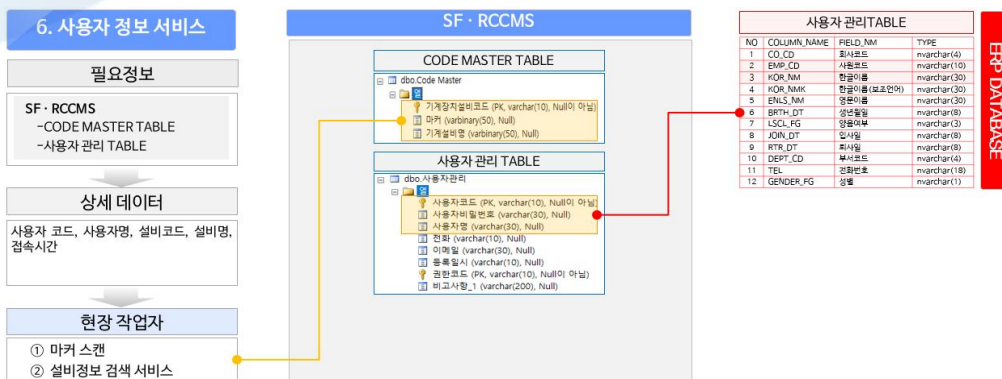
– 68 –



[그림 3-13] 설비상태 모니터링 서비스 시나리오

바) 사용자 정보 서비스

사용자 정보 서비스는 [그림 3-14]와 같이 현장 작업자가 HMD를 착용 후 시스템에 로그인하여 사용자별, 기계장치·설비별 접속통계를 확인할 수 있는 서비스이다.



[그림 3-14] 사용자 정보 서비스 시나리오

3) SF·RCCMS 플랫폼 상황별 인터페이스 시나리오

SF·RCCMS 플랫폼 연구를 위해 상황별 인터페이스 시나리오를 설정하여 데이터 인터페이스 구조를 확인하였다. SF·RCCMS 플랫폼에서는 첫째, 기계장치·설비 정보의 기계장치·설비 정보 확인, 둘째, 기계장치·설비 정보의 기계장치 수리하기 점검 절차, 셋째, 모니터링 통계의 설비상태/온도/습도 상시 모니터링, 넷째, 모니터링·통계의 시간대별 온도/습도 모니터링 인터페이스 구조를 확인하였다.

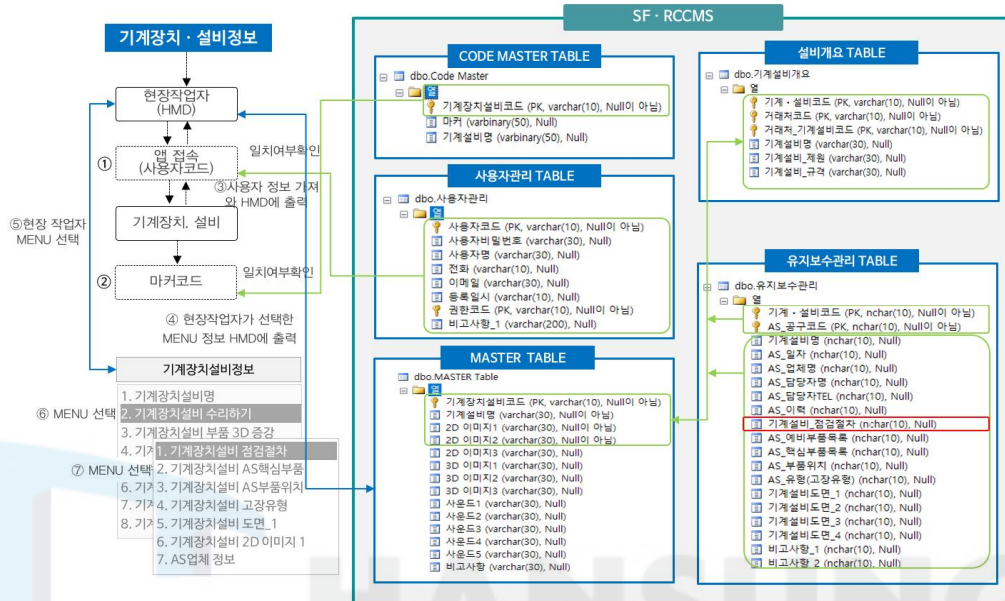
가) 기계장치·설비 정보

(1) 기계장치 설비명

기계장치·설비 정보의 기계장치 설비 정보 확인 메뉴 인터페이스 구조는 [그림 3-15]와 같다.

① 현장 작업자는 HMD를 착용한 상태에서 SF·RCCMS AR 아이콘을 선택하여 사용자 로그인을 한다. ② SF·RCCMS 플랫폼에서는 사용자 관리 TABLE과 ERP 데이터베이스의 USER TABLE에서 사용자 ID, 이름, 전화번호 데이터와 인터페이스 하여 현장 작업자가 입력한 ID와 비밀번호 일치 여부를 확인한다. ③ 현장 작업자는 HMD를 착용한 상태에서 기계장치·설비에 부착된 마커 정보를 읽는다. ④ SF·RCCMS 플랫폼에서는 CODE MASTER TABLE, 기계설비관리 TABLE, MASTER TABLE과 MES 데이터베이스의 설비관리 TABLE에서 기계장치 설비 코드, 설비명 등의 일치 여부를 확인한다. ⑤ 현장 작업자는 HMD 화면에서 표시된 메뉴 [기계장치 설비 정보]-[기계장치 설비명]을 선택한다. ⑥ 현장 작업자의 HMD 화면에는 선택된 [기계장치 설비명]과 기계장치 설비와 관련된 설비명, 규격, 제원, 각부 명칭이 출력된다. 현장 작업자는 관련 정보 확인을 통하여, 각부의 명칭, 교육 등에 활용할 수 있다.

련된 점검 절차가 출력된다. 현장 작업자는 관련 정보 참고하여 수리 절차를 진행 한다.



[그림 3-16] 기계장치 설비 수리하기-점검 절차 DB 인터페이스 구조

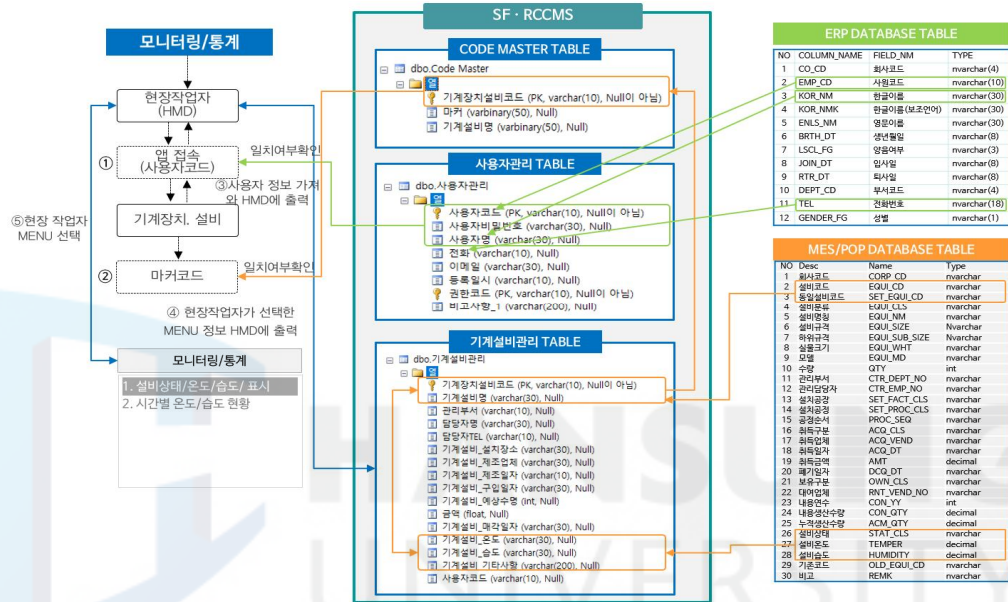
다) 모니터링·통계

(1) 설비상태/온도/습도 표시

모니터링 통계의 설비상태/온도/습도 상시 모니터링 메뉴 인터페이스 구조는 [그림 3-11]과 같다.

① 현장 작업자는 HMD를 착용한 상태에서 SF·RCCMS AR 아이콘을 선택하여 사용자 로그인을 한다. ② SF·RCCMS 플랫폼에서는 사용자 관리 TABLE과 ERP 데이터베이스의 USER TABLE에서 사용자 ID, 이름, 전화번호 데이터와 인터페이스 하여 현장 작업자가 입력한 ID와 비밀번호 일치 여부를 확인한다. ③ 현장 작업자는 HMD를 착용한 상태에서 기계장치·설비에 부착된 마커 정보(또는 시리얼 번호)를 읽는다. ④ SF·RCCMS 플랫폼에서는 CODE MASTER TABLE, 사용자 관리 TABLE, 기계설비관리 TABLE과 MES 데이터베이스의 설비관리 TABLE, 유지 보수 TABLE에서 기계장치 설비 코드, 설비명 등의 일치

여부를 확인한다. ⑤ 현장 작업자는 HMD 화면에서 표시된 메뉴 [모니터링/통계]-[설비상태/온도/습도 표시]를 선택한다. ⑥ 현장 작업자의 HMD 화면에는 선택된 [설비 상태/온도/습도/표시] 그래프를 실시간으로 모니터링할 수 있다. 현장 작업자는 설비 상태 및 온도/습도 그래프를 실시간 모니터링하면서 기계장치 설비의 이상 정보를 확인하여 기계장치 설비 예지 보존 정보로 활용할 수 있다.



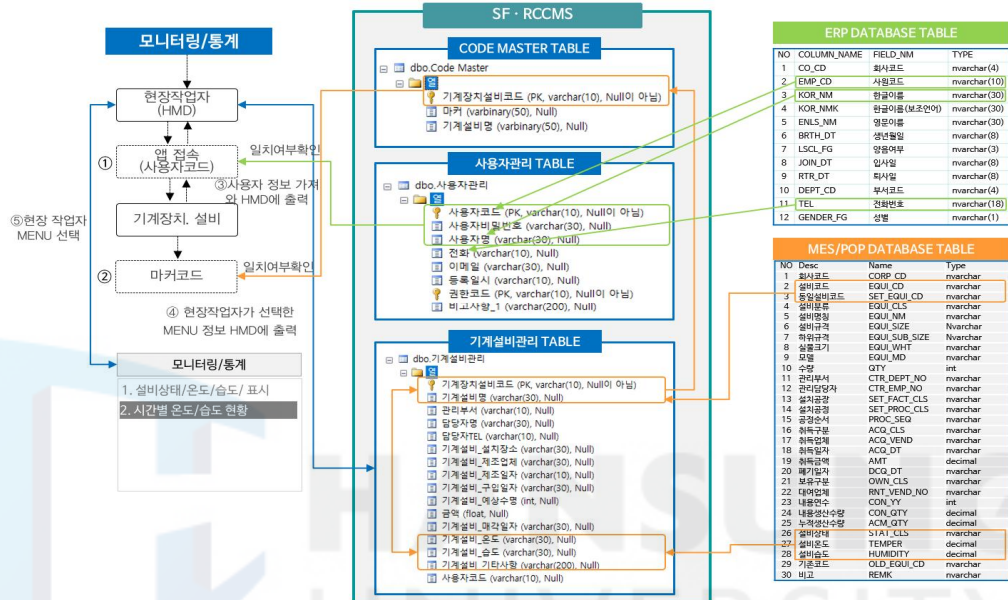
[그림 3-17] 설비상태/온도/습도 DB 인터페이스 구조

(2) 시간별 온도/습도 현황 통계

모니터링 통계의 시간별 온도/습도 현황 통계 메뉴 인터페이스 구조는 [그림 3-18]과 같다.

① 현장 작업자는 HMD를 착용한 상태에서 SF·RCCMS AR 아이콘을 선택하여 사용자 로그인을 한다. ② SF·RCCMS 플랫폼에서는 사용자 관리 TABLE과 ERP 데이터베이스의 USER TABLE에서 사용자 ID, 이름, 전화번호 데이터와 인터페이스 하여 현장 작업자가 입력한 ID와 비밀번호 일치 여부를 확인한다. ③ 현장 작업자는 HMD를 착용한 상태에서 기계장치·설비에 부착된 마커 정보(또는 시리얼 번호)를 읽는다. ④ SF·RCCMS 플랫폼에서는 CODE MASTER TABLE, 사용자 관리 TABLE, 기계설비관리 TABLE과 MES 데이터베이스의

설비관리 TABLE, 유지 보수 TABLE에서 기계장치 설비 코드, 설비명 등의 일치 여부를 확인한다. ⑤ 현장 작업자는 HMD 화면에서 표시된 메뉴 [모니터링/통계]-[시간별 온도/습도 현황]을 선택한다. ⑥ 현장 작업자의 HMD 화면에는 선택된 [시간별 온도/습도 현황] 통계 그래프를 실시간 확인할 수 있다.



[그림 3-18] 시간대별 온도/습도 통계 DB 인터페이스 구조

제 4 장 원격협업 SF·RCCMS 플랫폼 구현

제 1 절 SF·RCCMS 플랫폼 구현 범위

1) SF·RCCMS 플랫폼 구현 범위

SF·RCCMS 플랫폼은 스마트팩토리 구축 수준이 고도화됨에 따라 사람 중심의 시스템에서 기계장치·설비 중심 시스템으로 바뀌고 있다. 기계장치·설비의 중요도가 높아짐에 따라 스마트팩토리 구축 시스템인 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 등 시스템과 연동하여, 기계장치·설비 상태 및 이력정보, 생산정보 등을 활용하여, 현장의 작업자가 실시간으로 수리 관리하고 필요시 원격시스템 전문가와 협업하여 기계장치·설비를 수리하고 관리할 수 있는 플랫폼이다.

본 연구에서는 SF·RCCMS 플랫폼 구현을 위하여 스마트팩토리 구축 시스템인 ERP 시스템과 MES/POP 시스템 데이터베이스와 연동하여, 데이터를 SF·RCCMS 플랫폼에서 필요한 콘텐츠(스마트팩토리 시스템 DATA)를 수집·생성·수집·편집하고, 콘텐츠를 관리하고 분석하여, 현장 작업자용 HMD와 원격시스템 전문가용 PC에 배포할 수 있도록 하였다.

국내 스마트팩토리 시스템은 아직 ERP와 MES/POP 시스템 모두 데이터베이스가 표준화되어 있지 않고, 도입하는 기업과 지원하는 ICT 기업의 특성에 따라 데이터베이스를 구축하고 있어, 본 연구에서는 국내 중소기업에서 스마트팩토리 시스템으로 많이 도입하고 있는 더존비즈온 iCube ERP 시스템과, 자체 MES/POP Framework의 데이터베이스와 SF_RCCMS_DB 데이터베이스를 연동하여 플랫폼을 구현한다.

2) 스마트팩토리 시스템 서버 연결 및 계정 등록

가) 스마트팩토리 시스템 서버 연결

SF·RCCMS 플랫폼 구현을 위해 SF_RCCMS_DB에서 필요한 정보를 수집하기 위해 ERP 데이터베이스 'iCube_DB'와 MES 데이터베이스 'GMIN_P_DB'를 [표 4-1]과 같은 방법으로 연결한다.

[표 4-1] 스마트팩토리 시스템 서버 연결 방법

[EXEC sp_addlinked서버]

```
EXEC sp_addlinkedserver
    @server = 'ServerName', //LinkedServer Name, 기본값 없음
    @srvproduct = "",      //OLEDB 데이터 원본 제품 이름, 기본값
    @provider = NULL
'SQLOLEDB',
    @datasrc =             //ERP 서버 IP Servername : SF_SERVER
'61.101.201.20',          //MES/POP 서버 IP
                        //OLEDB 공급자가 해석하는
                        //데이터원본이름
    @provstr = "",         //OLEDB 공급자 연결 문자열, 기본값
    @catalog = 'iCube_DB' NULL
    @catalog =             //ERP DB 연결
'GMIN_P_DB'               //MES/POP DB 연결
* OLEDB 공급자에 연결할 때 사용되는 Catalog, Databse Name
```

나) 스마트팩토리 시스템 서버 계정 등록

ERP 데이터베이스 'iCube_DB'와 MES 데이터베이스 'GMIN_P_DB' 연결 후 시스템 서버를 [표 4-2]와 같이 서버 계정을 등록하여 'iCube_DB'와 'GMIN_P_DB'의 테이블을 조회할 수 있다.

[표 4-2] 스마트팩토리 시스템 계정 등록 방법

[EXEC sp_addlinkedsevrlogin]

링크된 서버에 계정 등록 → 계정을 등록해야 SF·RCCMS 서버에서 쿼리를 실행하여 ERP 서버, MES/POP 서버 DB의 테이블을 조회 할 수 있다.

EXEC sp_addlinkedsevrlogin

@rmtsrvname = 'SF_Server', // LinkedServer Name, 기본값 없음
@useself = 'true', // Login ID 사용유무, 기본값 true
@locallogin = NULL, NULL // Local Server Login 여부, 기본값
@rmtuser = 'sa', // Login ID
@rmtpassword = '****' // Login Password(1234)

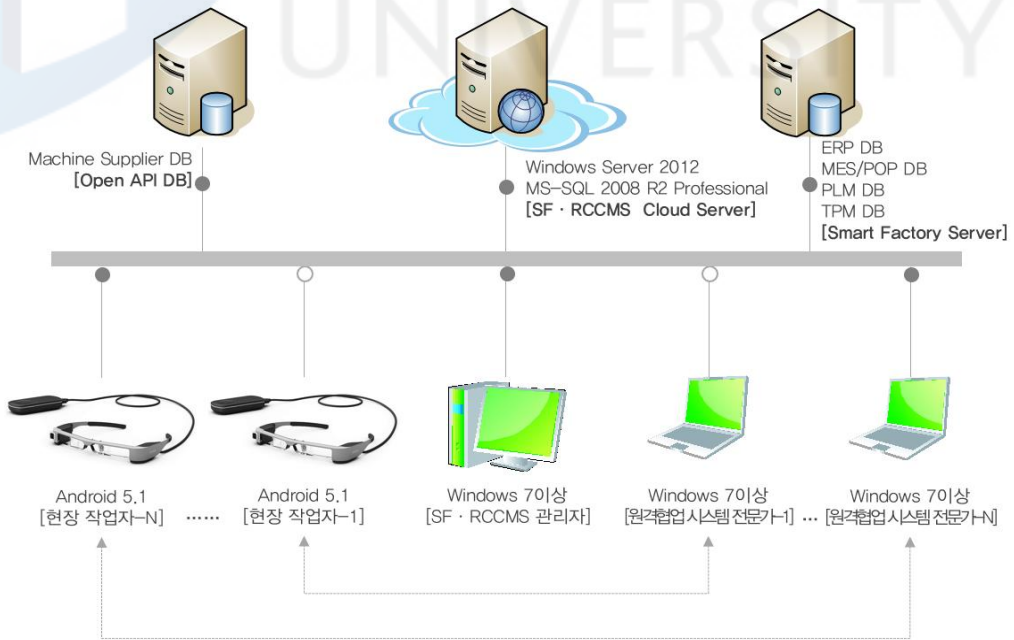
select * from ServerName.DB이름.dbo(소유자).테이블



3) 하드웨어 및 네트워크 구성

가) 하드웨어 및 네트워크 구성

하드웨어 구조는 [그림 4-1]과 같으며, 주요 내용으로 첫째, Smart Factory 서버 DB와 Open API DB 데이터를 SF·RCCM 관리자가 콘텐츠를 입력, 수집, 분석 통계하여 Cloud 서버에 저장한다. 둘째, 현장 작업자는 현장에서 HMD를 통하여 마커를 스캔하여 기계장치·설비 고유정보를 읽어온다. 셋째, HMD로 읽어온 고유정보에 따라 SF·RCCMS 서버 데이터베이스의 기계장치·설비 코드와 연결되어 현장 작업자가 요청하는 정보를 제공한다. 넷째, 현장의 작업자가 필요에 따라 원격협업 시스템 전문가에게 전화를 걸어 협업을 요청하면, 원격협업 시스템 전문가는 실시간 SF·RCCMS 서버 데이터베이스로부터 현장 정보와 사용자 정보, 기계장치·설비 정보 등 원격협업에 필요한 정보를 받아 현장 작업자가 필요로 하는 정보를 제공하여 기계장치·설비를 신속하게 수리 및 유지관리한다.



[그림 4-1] 하드웨어 및 네트워크

나) 디바이스 및 기본 장비 사양

본 연구에서는 현장 작업자가 활용할 장비와, SF·RCCMS Cloud 서버, 원격협업 PC 사양은 [표 4-3]과 같다.

[표 4-3] AR 디바이스 및 장비 기본사양

구분	내용
Smart Glass	· EPSON Moverio BT-300 · Android 5.1
SF·RCCMS Cloud 서버	· Xeon E3-1240v5 - Cores/Threads 4/8 - Frequency/Turbo 3.5/3.9GHz - L3 cache 8MB - Graphics None - TDP 80W
원격협업 PC	· SAMSUNG 노트북 Intel(R) Core(TM) i7-8550U @1.80GHz

(1) SF·RCCMS Cloud 서버

SF·RCCMS Cloud 서버 상세 사양은 [표 4-4]와 같다.

[표 4-4] SF·RCCMS Cloud 서버 사양

	구분	내용
	모델명	Xeon E3-1240v5
	코어이름	Sky lake
	프로세서 번호	E3-1240V5
	코어수	4
	프로세서 기본 주파수	3.50GHz
	최대 터보 주파수	3.90GHz
	TDP	80W
	VID볼트 범위	0.55V-1.52V
	최대메모리 크기	64GB

[그림 4-2] Cloud 서버

(2) SF·RCCMS 관리자 PC

SF·RCCMS 관리자 PC 상세 사양은 [표 4-5]와 같다.

[표 4-5] SF·RCCMS 관리자 PC 사양

	구분	내용
	모델명	SAMSUNG 노트북
	프로세서/칩셋	Intel® Core™ i7 8550U (1.80GHz up to 4.0GHz 8MB L3Cache)
	메모리	16Gb DDR4
	HDD / SSD	256Gb
	디스플레이	33.7cm FHD RealView LED Display (1920 x 1080), 터치스크린
	그래픽	Intel® UHD Graphics 620
	최대 터보 주파수	3.90GHz
	VID볼트 범위	0.55V-1.52V
	최대메모리 크리	64GB

[그림 4-3] SF·RCCM
관리자 PC

(3) AR Smart Glasses

현장 작업자가 활용할 HMD 상세 사양은 [표 4-5]와 같다.



[그림 4-4] EPSON BT-300

[표 4-6] AR 장비 BT-300 사양

구분		내용
모델번호		BT-300(H756A)
패널크기		0.43"와이드 패널(16:9)
시야각		921,600HD(수평 1280 × 수직 720 도트) × 3
가상화면크기		40"지원(가상 시청 거리 2.5m)
색상재현		24비트 컬러(약16,770,000컬러)
플랫폼		Android™5.1
지원되는 동영상 형식		MP4(MPEG-4/H.264+AAC), MPEG-2(H.264 + AAC), VP8
지원되는 정지영상 형식		JPEG, PNG, BMP, GIF
지원되는 오디오 형식		WAV, MP3, AAC
내부 메모리	주 메모리	2G / 사용자 메모리 16GB
외부 메모리		microSD(최대 2GB) microSDHC(최대 32GB)
커넥터 포트		마이크로 USB, 컨트롤러 커넥터, 4 핀 미니 잭 (CTIA 표준을 준수하는 마이크가 장착된 이어 폰 microSD 카드 슬롯)
전원전압	컨트롤러	5VDC(USB 커넥터를 사용할 때)
AC어댑터	모델번호	PSA05F-050QAL6E-H
	제조사	PHIHONG TECHNOLOGY CO.,LTD
	전압/전류	5V/1A
소비전력		동영상을 재생할 때 1900mW, Wi-fi로 연결될 때 2100mW
배터리	유형	리튬 폴리머 배터리 2,950mAh
	리튬함유량	1.5g미만
	시간당와트양	20Wh미만
주파수 대역		IEEE 802.11a/b/g/n/ac, Miracast(소스/싱크)
주파수 범위		2.4GHz 대역 1~13ch, 5 GHz 대역 36~144ch
변조		ODFM, DS-SS
전위 간섭 범위		10m
배터리 수명		약 6시간(Epson의 평가 조건에서의 표준 수명)
외부치수	헤드셋	178 × 191 × 25mm(빛 가리개 제외)
	컨트롤러	116 × 56 × 23mm(돌출부위 제외)
중량	헤드셋	69g(빛 가리개 및 케이블 제외)
	컨트롤러	129g
카메라		5백만 화소
센서		GPS/지자기 센서/가속계 센서/ 자이로 센서/ 조도 센서
블루투스	표준	V4.1(Bluetooth Smart Ready Class2)
	프로필	HSP/A2DP/HID/OPP/SPP/AVRCP/PAN

4) 소프트웨어 설계 및 구성

가) 소프트웨어 아키텍처

소프트웨어 아키텍처는 [그림 4-5]와 같고, Mono는 Multi-Platform 지원을 위해 시작된 Open Project의 하나로 Microsoft.Net 플랫폼이 Windows와 소수의 Unity 플랫폼을 대상으로 하는 것과 달리 대부분의 OS를 지원한다. Mono VM을 통해 Unity는 Windows, Linux, UNIX, MAC OS, Android, iOS 등 다양한 멀티 플랫폼 지원이 가능하다.

VISUAL STUDIO .NET	C# 구현		UNITY 3D
	Common Language Specification	C# 구현	
	Data and XML	Unity API(C#)	
	Base Class Library	Mono Runtime VM	
	Common Language Runtime	Unity Engine(C++)	
	Windows	COM+ Service	

.Net Framework가 Microsoft Rotor 프로젝트 등 오픈소스 Framework가 되면서 그중 C#이라는 사용자 접근이 용이한 언어를 사용하여, 다양한 멀티 플랫폼을 지원하게 되었고, 그 예로 Microsoft에서 인수한 Xamarin을 통해 C# 언어로 iOS, android, Windows Phone 등 멀티 플랫폼 지원이 가능해졌으며, 이러한 멀티 플랫폼의 지원은 점점 더 확산되고 있는 추세이다. 멀티 플랫폼이 앞으로의 트렌드가 되어 가고 있기 때문에 Mono Project에 대한 연구를 통한 기술 확보는 매우 중요한 요소로, 현 Windows OS 기반의 솔루션을 구축하고 있지만, 무료 공개용 OS 및 데이터베이스를 활용하여 솔루션의 비용을 낮추어야 한다.

[그림 4-5] 소프트웨어 아키텍처

VR/AR 장비들이 Windows OS와 Android OS를 기본으로 하고 있지만, 업그레이드되어 출시되고 있어 다른 OS와 호환성 확보와 다른 VR/AR 장비를 적용한 아키텍처에 대한 연구가 필요하다.

나) 소프트웨어 개발 도구

SF·RCCMS 플랫폼은 [표 4-6]와 같이 Visual Studio 2012 .NET Framework 4.0, C#을 개발 도구로 사용했으며, AR 시스템은 Unity3D, C#을 개발도구로 사용했다.

[표 4-7] 소프트웨어 개발도구

구분	내용
SF·RCCMS 플랫폼	· Visual Studio 2012 · .NET Framework 4.0 · WPF⁵⁹⁾ · C# · Lightning Chart · Eyeshot 10.0
AR시스템	· Unity3D · C#
SF·RCCMS 관리자 및 원격협업 시스템 전문가	· Windows 7이상
현장 작업자	· Android™5.1
Cloud 서버 OS	· Windows Server 2012
데이터베이스	· Microsoft SQL 2008 R2 Professional

다) 데이터 전송방식

데이터 간 송·수신 방식은 SF·RCCMS Cloud 서버의 SF_RCCMS_DB를 통해 이루어지며, 주로 XML(eXtensible Markup Language) 데이터와 Text 데이터가 주를 이룬다. XML은 웹을 구성하는 HTML(Hyper Text Markup Language)을 개선한 차세대 인터넷 언어로서 1996년 W3C(World Wide Web Consortium)에서 제안하였다.

XML 기술은 웹상에서 데이터를 교환하기 위한 표준 기술일 뿐만 아니라,

59) WPF(Windows Presentation Foundation) : 클라이언트 애플리케이션을 만드는 UI 프레임워크, 애플리케이션 모델, 리소스, 컨트롤, 그래픽 레이아웃, 데이터 바인딩, 문서 및 보안을 포함하여 다양한 애플리케이션 개발 기능 집합을 지원한다.

XML 기술이 발달함에 따라 기업 시스템에서 데이터의 저장, 관리를 목적으로 하는 데이터베이스도 XML 형식의 데이터를 지원하지 않으면 안 되게 되었다. 지금까지 시스템에서 사용되는 대부분 데이터베이스는 관계형 데이터베이스(Relational Database)였다.

대부분의 웹 애플리케이션이 관계형 데이터베이스 시스템을 이용해 자신들의 데이터를 관리하기 때문에, 기존의 관계형 데이터베이스와 새로운 XML 데이터를 함께 효율적으로 저장하고 쿼리(Query) 처리를 하기 위해 관계형 데이터베이스 시스템에서의 XML 데이터의 효과적인 처리 방법은 아주 중요하다. 따라서 본 연구에서는 데이터베이스와 XML을 효과적으로 처리해 통신한다.

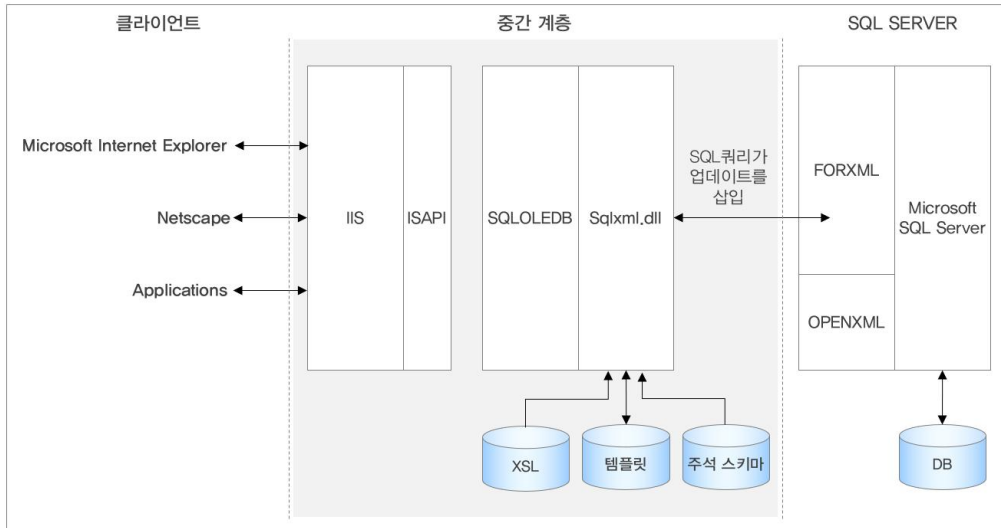
(1) XML 지원을 위한 SQL 서버 2008의 구조

Microsoft의 SQL 서버 2008은 지금까지의 SQL 데이터베이스의 기능에 새로이 XML 지원 기능을 추가하였다. [그림 4-6]은 SQL 서버용 IIS⁶⁰⁾에서 SQL XML을 지원하는 SQL 서버 2008의 지원 구조를 나타낸다. SQL 서버의 XML 확장 기능은 IIS의 ISAPI⁶¹⁾에 추가되는 ISAPI의 DLL 모듈로 제어된다. 클라이언트에서 HTTP를 요청 하면 중간계층인 IIS 서버는 Sqlxml.dll 에게 요청을 전달하고 ISAPI는 SQLOEDB⁶²⁾와 통신하게 된다.

60) IIS(Internet Information Services) : 마이크로소프트 인터넷 정보 서비스, 마이크로소프트 윈도우를 사용하는 서버들을 위한 인터넷 기반 서비스들의 모임.

61) ISAPI(Internet Server Application Program Interface) : 프로세스 소프트웨어와 Microsoft 사가 만든 Application programming interface internet server에 적합.

62) SQLOEDB : SQL 서버용 OLE DB 드라이버는 Windows DAC와 함께 공급된 OLE DB 핵심 서비스와 연동하여 사용할 수 있지만 반드시 그래야 하는 것은 아니며, 개별 애플리케이션 요구 사항(예를 들어 연결 풀링이 필요한지)에 따라 핵심 서비스를 사용할지 여부를 선택할 수 있다.



[그림 4-6] SQL 서버 2008에서의 3계층 시스템 구조

실제 XML에 관련된 기능은 Sqlxml.dll에 따라 수행된다. SQLOLEDB는 IIS 서버에서 전달된 명령(Command)를 확인 후 Sqlxml.dll에 전달되고, Sqlxml.dll에 따라 수행된 명령(Command)의 결과는 다시 SQLOLEDB에 전달된다.

제 2 절 SF·RCCMS 플랫폼 구현

1) SF·RCCMS 플랫폼 관리자 활용

가) SF·RCCMS 플랫폼 화면 Layout

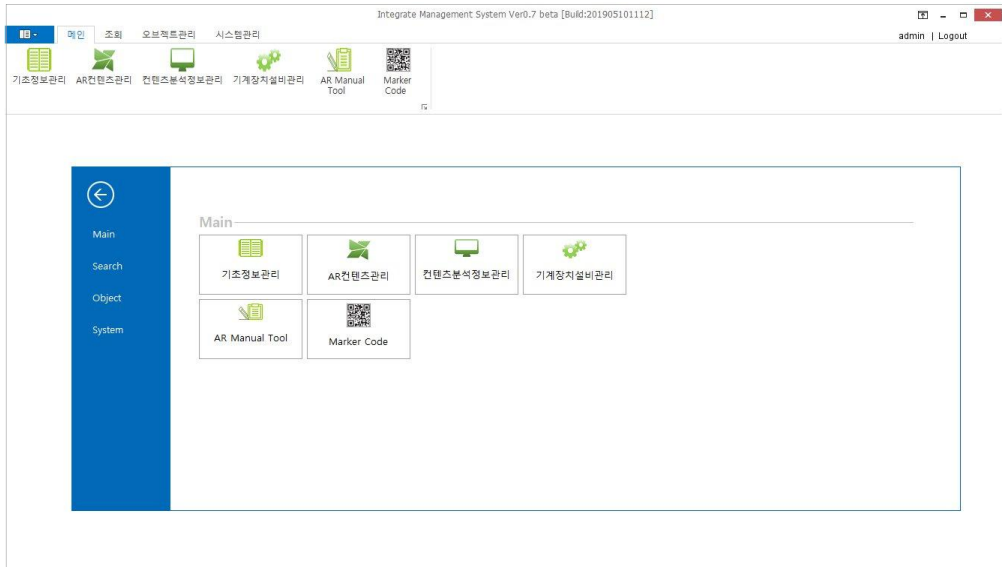
SF·RCCMS 플랫폼 통합 관리 시스템은 [그림 4-7]과 같이 사용자 아이디와 패스워드를 입력한 후 로그인할 수 있다. 패스워드는 MD5⁶³⁾암호화를 통해 보안 처리를 한다.

SF·RCCMS 플랫폼 통합 관리 시스템은 [그림 4-8]과 같이 Main, Search, Object, System 4개의 영역으로 구분하며, Main 영역에서는 핵심이 되는 관리 영역으로 기초정보관리, AR 콘텐츠 관리, 콘텐츠 분석 정보관리, 기계장치 설비 관리, AR Manual Tool, Marker Code 관리 부분으로 메뉴를 구성한다.

The image shows a login interface for the SF.RCCMS PLATFORM. It features a blue header with the text 'SF.RCCMS PLATFORM'. Below the header, there are two input fields: 'ID' with the value 'admin' and 'Password' with the value '****'. A blue 'Login' button is positioned below the password field. At the bottom of the interface, it says 'GMIN Integrate Management System Ver 0.7beta'. The background of the image has a faint watermark of 'HANGSUNG UNIVERSITY'.

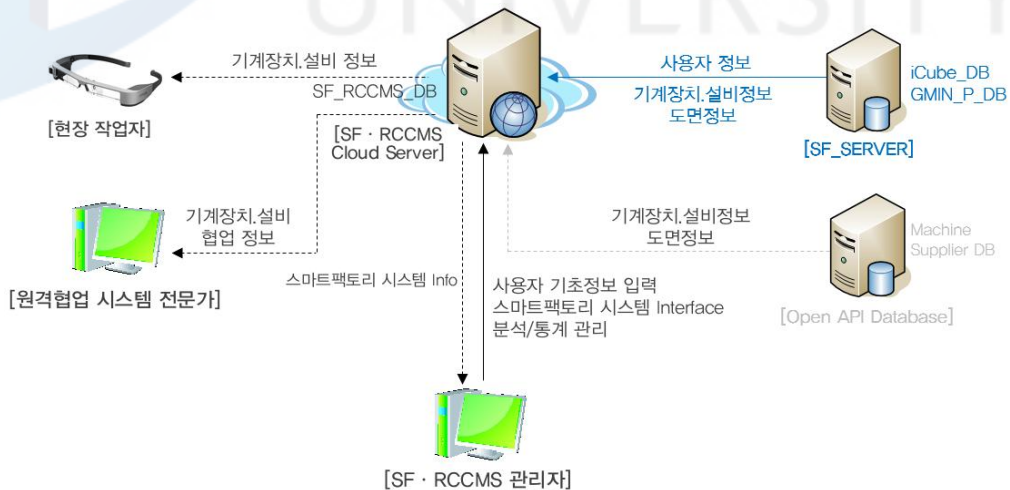
[그림 4-7] SF·RCCMS 플랫폼 통합 관리
Login

63) MD5(Message-Digest algorithm 5) : 메시지 축약 알고리즘으로써, 파일 무결성 검사용으로 많이 쓰이고 있다. 128비트의 해시를 제공하며, 암호화와 복호화를 통하여 보안용으로 쓰임. 암호화 결합이 발견되어 보안 용도로 사용 시 SHA(Secure Hash Standard)와 같은 알고리즘 사용하는 것을 권장함. ① SHA(Secure Hash Standard, 안전한 해시 알고리즘) : SHA 함수들은 서로 연관된 암호 학적 해시 함수들의 모음. SHA-1함수는 SHA 함수들 중 가장 많이 쓰임. ② 암호화 Algorithm 3가지 : Hashing(복호화 불가능, 단방향, 속도 빠름), Symmetric(복호화 가능 (Private key 사용)), Asymmetric(복호화 가능,(Private, Public key 사용))



[그림 4-8] SF·RCCMS 플랫폼 통합 관리 Layout

본 연구에서는 [그림 4-9]와 같이 Microsoft Sql에 SF_RCCMS_DB를 생성하여, ERP 서버 데이터베이스와 MES/POP 데이터베이스를 연동하여, 자료를 생성, 수집, 분석 통계하여 현장 작업자 및 원격협업 시스템 전문가에게 제공한다.



[그림 4-9] SF·RCCMS 플랫폼 데이터 흐름도

Search 영역에서는 현장 작업자 및 원격협업 시스템 전문가 조회, 기계장치·설

비를 쉽게 찾아볼 수 있는 메뉴이다. Object 영역에서는 새로운 2D, 3D 객체를 제작하여 추가할 수 있는 메뉴로, Main 영역의 AR Manual Tool에서 제작한 매뉴얼에 2D, 3D를 추가할 수 있는 메뉴이다. System 영역에서는 사용자 등록, 사용자 권한 등록, 협업 장비를 관리하는 메뉴이다.

나) 기초정보관리

(1) 사용자 관리

사용 관리는 [그림 4-10]과 같이 사용자 관리 탭은 사용자 정보 CRUD (Create-Read-Update-Delete) 기능을 갖고 있으며, ERP 시스템 데이터베이스와 연동하여 사용자 정보를 전송받을 수 있으며, 관리자가 직접 사용자를 추가할 수 있다.

```
INSERT INTO 사용자관리(사용자코드, 사용자비밀번호, 사용자명, 전화, 이메일, 등록일시, 관리자코드, 비고사항_1)
VALUES(x,x,x,x,x,convert(varchar(23),getdate(),26),x,x)
```

사용자코드	사용자비밀번호	사용자명	전화	E-Mail	등록일시	관리자코드	비고사항
19040101	*****	임항윤	010-5212-5680	midorinet@naver.com	190510 AM 10:10:24	admin	
19040102	*****	이재로	010-4178-6948	jaerozi@daum.net	190510 AM 10:10:25	admin	

[그림 4-10] 기초정보관리-사용자 관리

(2) 사용자 접속 정보

사용자 접속 정보는 사용자 접속 통계를 위한 탭으로 [그림 4-11]과 같이 조회 기능으로 구현한다,

SELECT 사용코드, 관리자코드, 접속일시, 종료일시, 비고 FROM SF_RCCMS_DB

사용코드	관리자코드	접속일시	종료일시	비고
19040101	admin	190513 PM 14:13:21	190513 PM 16:34:06	
19040102	admin	190514 PM 16:09:45	190514 PM 17:10:11	

[그림 4-11] 기초정보관리-사용자 접속 정보

(3) 도면 등록

기계장치·설비 도면 등록은 [그림 4-12]와 같이 도면 등록 CRUD 기능을 갖고 있으며, 사용자가 도면 이미지 파일을 직접 등록할 수 있다.

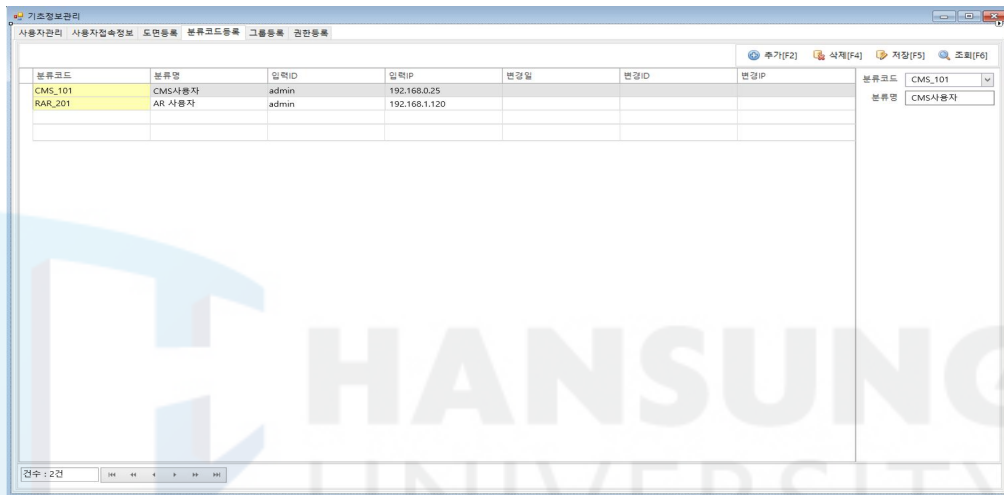
사용코드	기계장치설비코드	기계장치설비명	2D이미지1	2D이미지2
19040101	In_15_00001	Injection_TB1205	TB1205_DW_0001	TB1205_DW_0002
19040101	In_15_00002	Injection_TB1605	TB1605_DW_0001	TB1605_DW_0002

[그림 4-12] 기초정보관리-도면 등록

```
INSERT INTO MASTER_Table(기계장치설비코드,기계설비명,2D이미지1,2D이미지2,비고사항) VALUES(x,x,x,x,x)
```

(4) 분류 코드 등록

분류 코드 등록은 시스템 관리자 부분으로 [그림 4-13]과 같이 CRUD 기능을 갖고 있으며, 사용자 관리, 접속 정보 등 다양한 형태로 활용할 수 있다.

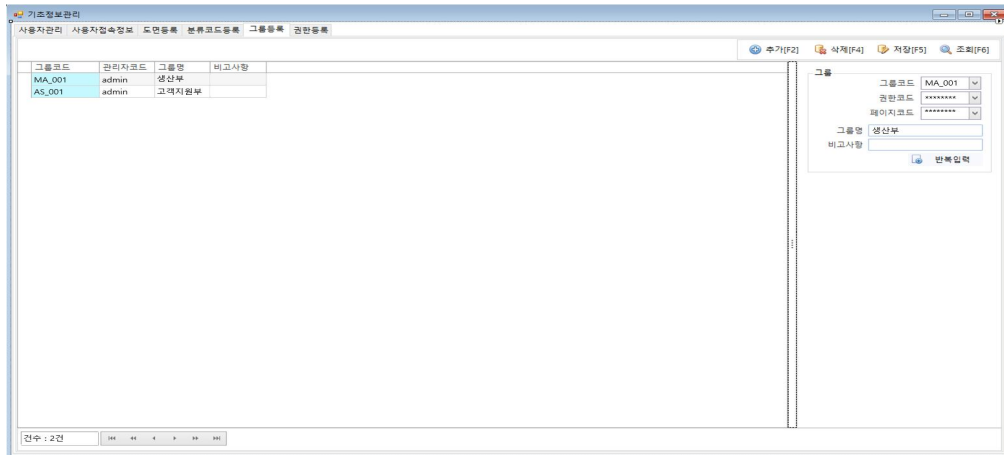


[그림 4-13] 기초정보관리-분류 코드 등록

(5) 그룹 등록

그룹 등록은 [그림 4-14]와 같이 그룹 등록 CRUD 기능을 갖고 있으며, 사용자가 그룹을 등록할 수 있다.

```
INSERT INTO Code_MASTER(그룹코드, 그룹명, 권한코드, 페이지코드, 비고사항_1) VALUES(x,x,x,x,x)
```

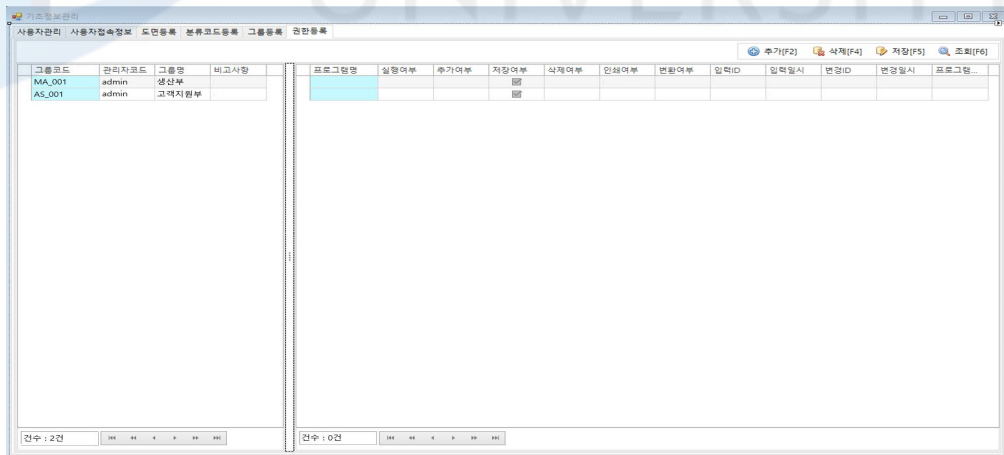


[그림 4-14] 기초정보관리-그룹 등록

(6) 권한 등록

권한 등록은 [그림 4-15]와 같이 권한 등록 CRUD 기능을 갖고 있으며, 그룹별 권한 등록을 할 수 있다.

INSERT INTO Permission(그룹코드, 권한코드, 추가여부, 실행여부, 삭제여부, 인쇄여부, 변환여부, 입력ID) VALUES(x,x,x,x,x,x,x,x)

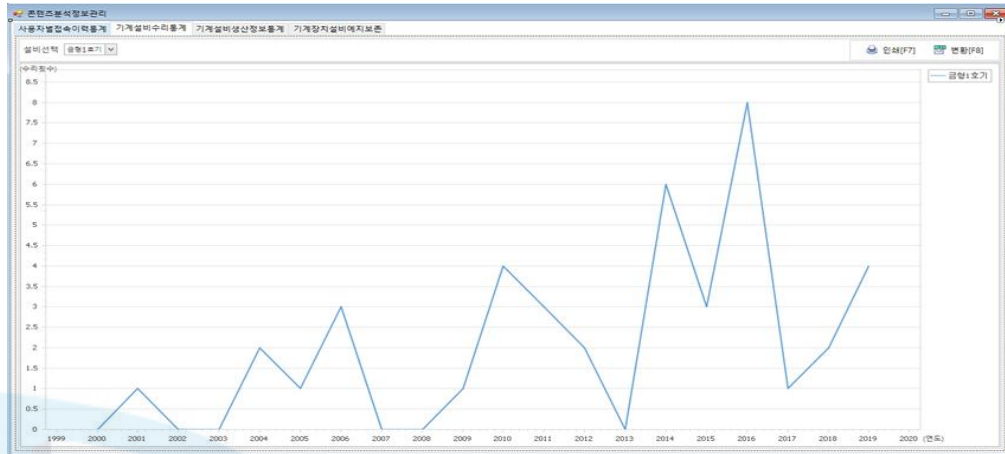


[그림 4-15] 기초정보관리-권한 등록

다) 콘텐츠 분석 정보관리

(1) 기계 수리 통계

기계 수리 통계 [그림 4-16] 그래프는 “금형 1호기”에 대한 연도별 수리 횟수 통계를 확인할 수 있다.



[그림 4-16] 콘텐츠 분석 정보관리-기계설비 수리 통계

(2) 기계설비 수리 통계-연도별 수리 통계

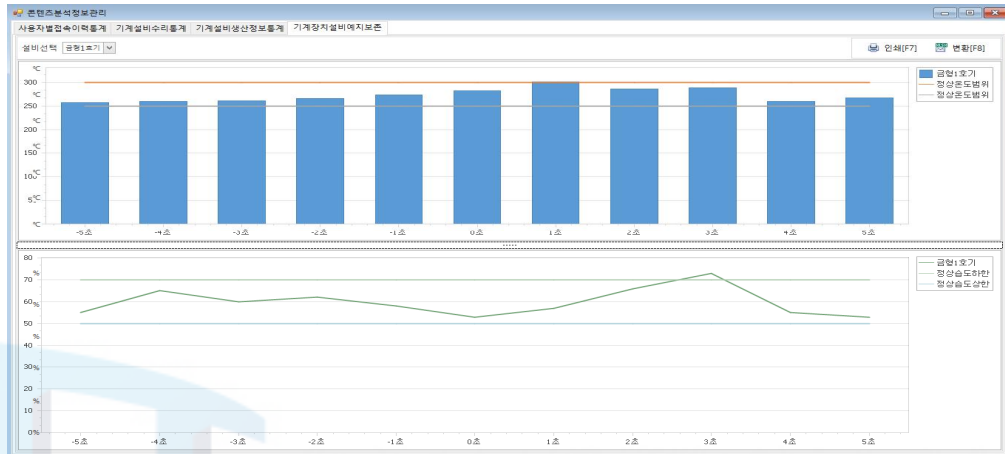
[그림 4-17]의 그래프는 “금형 1호기” 품목코드 “C1MK83”에 대한 연간, 시간대별 생산 통계를 확인할 수 있다.



[그림 4-17] 콘텐츠 분석 정보관리-기계설비 생산정보 통계

(3) 기계설비 예지 보존

[그림 4-18]의 그래프는 “금형 1호기”의 정상 온도 범위는 250℃~300℃, 습도는 50%~70%로 ±5초 단위로 실시간 모니터링 그래프를 확인할 수 있다. 기계장치 설비의 온도, 습도가 정상 범위를 벗어나게 되면 기계장치 설비의 이상 상태를 예측할 수 있다.



[그림 4-18] 콘텐츠 분석 정보관리-기계설비 예지 보존

2) 현장 작업자 활용

가) HMD 화면

현장 작업자와 원격협업 시스템 전문가는 원격협업을 수행하기 위해서는 아래 사이트에 접속하여 회원가입 후 AR을 활용한 원격협업을 실행할 수 있다.

[시스템 전문가 접속 사이트]

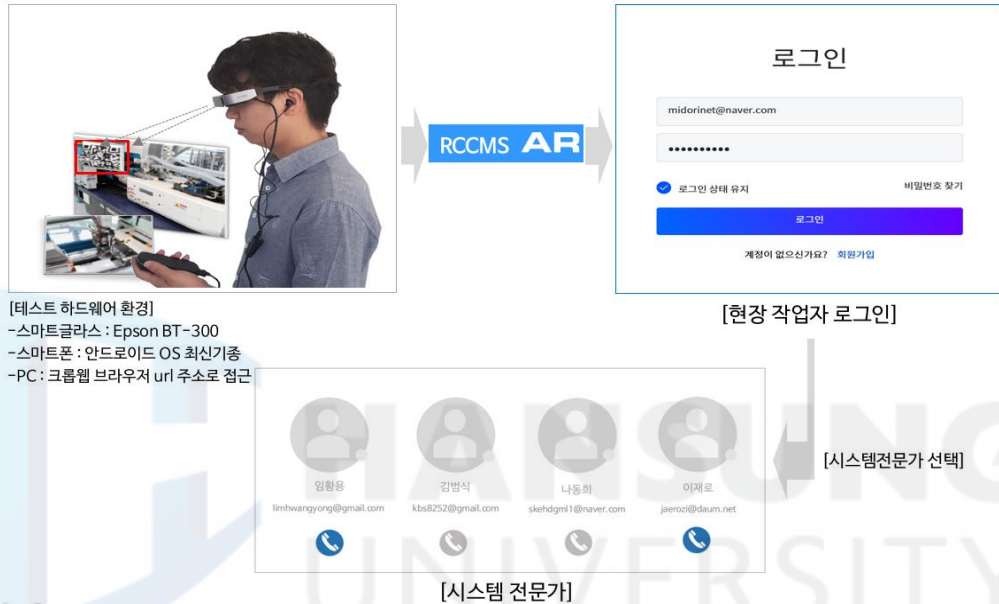
- 시스템 전문가는 회원 가입하여 사용할 수 있으며, 마스터 관리자는 그룹 등록을 통하여 시스템 전문가와 현장 작업자를 관리할 수 있다.

[현장 작업자 설치 파일]

- 현장 작업자는 HMD에 설치되어 있는 MoVfiler을 실행하여.apk 파일을 인스톨한다.

(1) 사용자 로그인

현장 작업자가 HMD를 착용 후 화면에서 “RCCMS AR” 아이콘을 선택하여 사용자 로그인 모드를 실행한다. 화면에는 등록된 그룹명이 출력되고 등록된 그룹을 선택한 후 [그림 4-19] 화면과 같이 접속 대기 중인 시스템 전문가를 선택하여 원격협업을 진행한다.



[그림 4-19] 현장 작업자-사용자 로그인

(2) 기계장치 설비 정보-기계장치 설비명

현장 작업자는 화면의 메인 메뉴[기계 장치 설비 정보][모니터링/통계][사용자 정보]중 상황에 따라 메뉴를 선택하여 기계장치 설비의 정보를 얻을 수 있고, 상황에 따라 시스템 전문가에게 원격협업 요청할 수 있다.

[그림 4-20]은 [기계 장치 설비 정보] 메뉴에서 [1. 기계장치 설비명]을 선택하여 출력된 화면이다. 화면 상단에는 사용자 접속 정보인 국가[대한민국], 접속자 아이디[gmin01]와 이름[임황용], 접속 누적시간[00:55]과 현재 기계장치 설비 금형 온도[200℃]가 표현되며, 기계장치 설비명[TB120S]과 주요 부분의 명칭을 확인할 수 있다. 화면 하단에는 [통화][음성][사진 전송][문자 대화]할 수 있는 버튼이 있어, 필요한 서비스를 진행할 수 있다.



[그림 4-20] 기계장치 설비 정보-기계장치 설비명

(3) 기계장치 설비 정보-기계장치 설비 부품 3D 증강

[그림 4-21]은 [기계 장치 설비 정보] 메뉴에서 [3. 기계장치 설비 부품 3D 증강]을 선택하여 출력된 화면이다.



[그림 4-21] 기계장치 설비 정보-기계장치 설비 부품 3D 증강

(4) 기계장치 설비 정보-기계장치 설비 도면

[그림 4-22]는 [기계 장치 설비 정보] 메뉴에서 [4. 기계장치 도면]을 선택하여 출력된 화면이다.



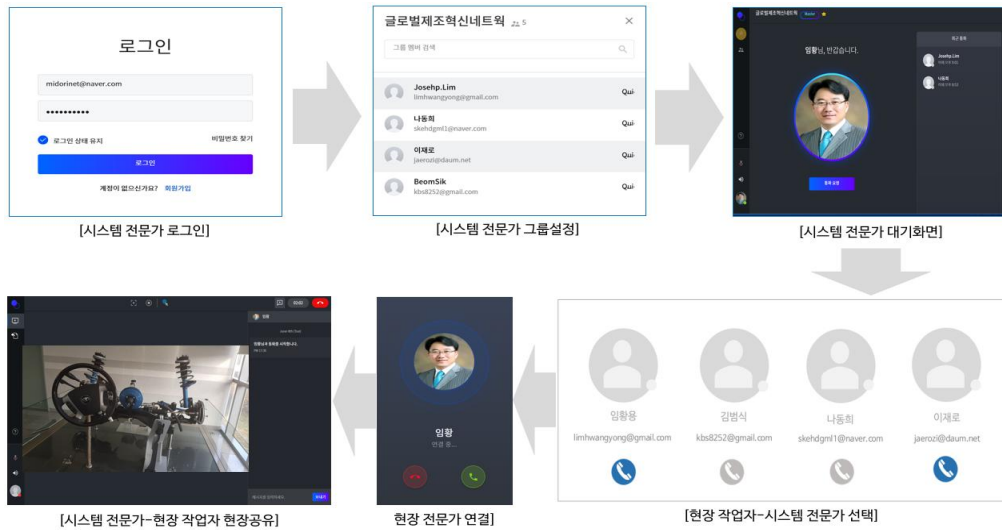
[그림 4-22] 기계장치 설비 정보-기계장치 설비 도면

3) 원격협업 시스템 전문가 활용

가) 컴퓨터 화면(기계장치 설비 정보)

(1) 원격협업 연결 절차

시스템 전문가는 일반 컴퓨터를 이용하여 SF-RCCMS 운영 웹 사이트에 접속하여 [그림 4-23]과 같이 ① 아이디와 패스워드를 입력하고 통화 대기모드 상태로 대기한다. ② 시스템 전문가 화면에는 통화 대기 중(필요에 따라 현장 작업자에게 통화 요청할 수 있다.) ③ 현장 작업자는 HMD 출력 화면에서 원격협업 시스템 전문가를 선택한다. ④ 이때 현장 작업자 HMD에는 연결 화면이 출력되고, 시스템 전문가 화면에는 걸려온 화상 통화 화면이 출력된다. ⑤ 시스템 전문가는 통화 버튼을 클릭하여 현장 작업자와 실시간 현장 영상을 공유하며, 원격협업을 통해 기계장치 설비를 수리하거나 노하우를 전달한다.



[그림 4-23] 원격협업 절차

(2) 기계장치 설비 정보-도면

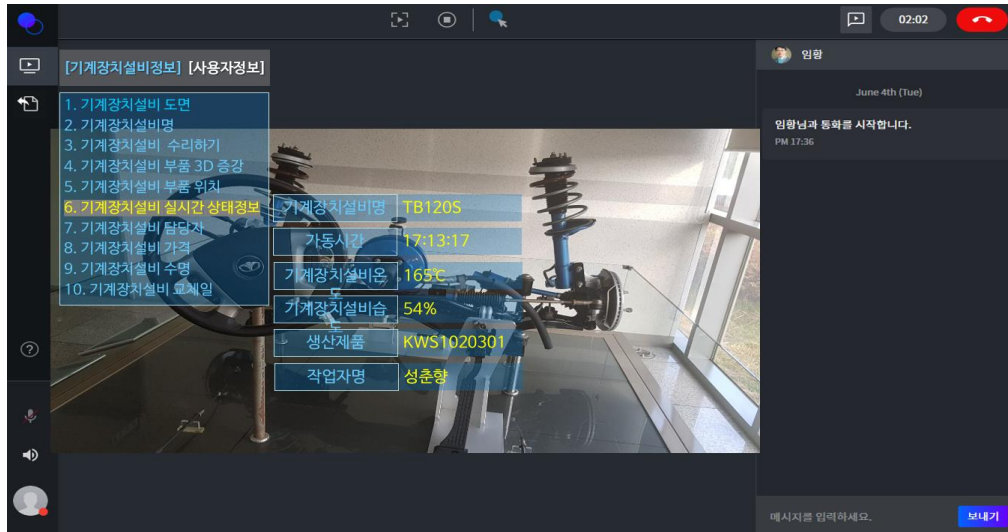
원격협업 시스템 전문가는 [그림 4-24]와 같이 도면 정보와, [그림 4-25]와 같이 기계장치·설비 상태 정보를 현장 작업자와 공유하여 현장 작업자에게 필요한 정보를 제공하고, 현장 작업자가 요청하는 전문가의 노하우 등을 상세하게 전달할 수 있다.

[기계장치설비정보] [사용자정보]

1. 기계장치설비도면
2. 기계장치설비명
3. 기계장치설비 수리하기
4. 기계장치설비 부품 3D 증강
5. 기계장치설비 부품 위치
6. 기계장치설비 실시간 상태정보
7. 기계장치설비 담당자
8. 기계장치설비 가격
9. 기계장치설비 수명
10. 기계장치설비 교체일

구분	자동화물기 설치도				Hopper 설치도				Nozzle 계전				
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
100005	90	90	17	40	12	100	100	85	12	100	100	25	9
100006	100	100	47	40	12	100	100	85	12	100	100	36	9
100007	125	125	62	20	14	100	100	95	12	100	100	30	9
100008	150	150	62	75	14	120	120	95	12	100	100	30	12.5
100009	150	150	75	75	14	120	120	100	12	100	100	40	12.5
100010	180	180	68	71	14	120	120	100	12	100	100	40	12.5
100011	190	190	67	100	20	127	127	90	12	100	100	45	12.5
100012	210	210	67	100	20	127	127	68	12	100	100	45	19
100013	210	210	67	100	20	127	127	68	12	100	100	45	19
100014	280	280	64	230	20	145	145	88	12	100	100	60	19
100015	280	280	100	230	20	145	145	100	12	100	100	60	19

[그림 4-24] 기계장치 설비 정보-도면



[그림 4-25] 기계장치 설비 정보-실시간 상태 정보



제 3 절 SF·RCCMS 플랫폼 도입에 따른 기대효과

1) 일반적 기대효과

SF·RCCMS 플랫폼 도입에 따른 일반적 기대효과로 경제적 측면에서 출장과 외근 등 이동시간이 감소하여 시간과 비용을 절감할 수 있으며, 고가의 통신 비용 없이 기계장치·설비 유지 보수 업무를 지원할 수 있다. 업무 효율성 극대화 측면에서 출장과 외근으로 인한 보고서 작성을 줄여 시간과 비용을 절감할 수 있다.

운영적 측면으로 작업자와 원격 시스템 전문가가 같은 시선정보를 공유하여 서로 다양한 방법으로 정보를 주고받아 커뮤니케이션 오류를 줄여 신속한 의사결정을 할 수 있고, 업무지침 전달의 정확도 및 신뢰도를 높일 수 있으며 출장과 외근 횟수가 줄어들어 사고 위험을 줄일 수 있다.

산업적 측면으로 시간과 경비 절감을 통한 제품의 원가경쟁력을 높일 수 있고, 기 구축된 스마트팩토리 시스템인 ERP, MES/POP, PLM, TPM과 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 등 시스템과 연동하여 기구축된 시스템의 활용도를 높일 수 있다. 또한 4차 산업혁명의 핵심 기술인 스마트팩토리과 AR 기술 간의 융합을 통한 시너지 효과를 기대할 수 있다.

2) 국내 승강기 유지관리 측면

SF·RCCMS 플랫폼 도입에 따른 기대효과로 국내 승강기 유지관리 측면에서 확인하였다. 한국승강기안전기술원에서 전국 270개의 정기검사 현장에서 관리 주체를 대상으로 유지관리 비용, 고장 횟수, 고장 원인, 고장 조치 형태, 유지관리 업체 출동시간, 유지관리 업체에 대한 만족도 등을 분석했다. 따라서 본 연구에서는 설문 분석 결과를 개선하고 보완할 수 있는 방안으로 SF·RCCMS 플랫폼을 적용할 수 있음을 확인할 수 있다.

가) 유지관리비

[표 4-8]과 같이 응답자의 5.6%가 6만 원 미만으로 가장 낮게 나타났으며, 6~8만 원 미만이 20.9%, 8~10만 원 미만이 23.5%로 전체 응답자의 50%가 10만 원 미만으로 나타났다. 12~15만 원 미만이 10.8%, 15~20만 원 미만이 11.2%, 20~25만 원 미만이 2.2%, 25~30만 원 미만이 2.2%, 20% 이상이 3.0%로 나타났다. 따라서 저가의 유지관리 비용을 받고 있어 유지관리 비용을 절감할 수 있는 방안으로 SF·RCCMS 플랫폼을 활용할 수 있다.

[표 4-8] 유지관리비

유지관 리비	6 만원 미만	6~8 만원 미만	8~10만 원 미만	10~12 만원 미만	12~15 만원 미만	15~20 만원 미만	20~25 만원 미만	25~30 만원 미만	30 만원 이상
응답수	15	56	63	52	29	30	9	6	8
백분율	5.6%	20.9%	23.5%	19.4%	10.8%	11.2%	3.4%	2.2%	3.0%

나) 정기점검 소요시간

[표 4-9]와 같이 10분 이내 2.2%, 20분 이내 14.9%, 30분 이내 48.7%로 유지관리 업체의 월 정기점검 소요시간은 65.8%가 30분 이내이고, 40분 이내 10.8%, 1시간 이내 15.6%, 90분 이내 7.1%, 2시간 이내 0.7%로 현장 작업자가 직접 수리 중 문제 발생 시 시스템 전문가와 원격협업을 통해 점검 시간을 단축시킬 수 있다.

[표 4-9] 정기점검 소요시간

점검시간	10분 이내	20분 이내	30분 이내	40분 이내	1시간 이내	90분 이내	2시간 이내
응답수	6	40	131	29	42	19	2
백분율	2.2%	14.9%	48.7%	10.8%	15.6%	7.1%	0.7%

다) 정기점검 소요시간 비중

[표 4-10]과 같이 정기점검 구분 항목 중 가장 많은 소요시간을 차지하는 부분은 기계실로 가장 많고, 승강기로, 피트, 카 내부, 청소, 오일 주유 순으로 파악되었다. 현장 작업자는 수리시간이 가장 많이 소요되는 기계실과 관련된 고장 사례, 우선 점검 절차 등을 SF·RCCMS 플랫폼을 통해 실시간 확인하면서 점검 시간을 단축시킬 수 있다.

[표 4-10] 정기점검 소요시간 비중

점검부위	1순위	2순위	3순위	합계
기계실	146	52	22	220
승강로	75	97	17	189
피트	6	18	50	74
카내부	7	24	30	61
청소	6	20	38	64
오일주유	1	5	10	16
일지작성	11	9	35	55
관리주체요구사항	11	10	21	42

라) 연간 고장 횟수

[표 4-11]과 같이 응답자의 25.4%가 고장이 없다고 답하였고, 1~2회가 40.3%, 3~5회가 23.5%, 6~9회가 7.5%이고 10회 이상 고장이 난다고 응답한 경우는 3.4%이다.

[표 4-11] 연간 고장 횟수

고장 횟수	없음	1~2회	3~5회	6~9회	10회 이상
응답수	68	108	63	20	9
백분율	25.4%	40.3%	23.5%	7.5%	3.4%

마) 고장원인

[표 4-12]와 같이 고장 원인 항목 중 승강기 도어 고장이 가장 많은 44.5%이고, 이용자 조작 미흡과 호출버튼이 10.1%, 오동작이 8.7%, 부품 파손 8.3등의 순으로 나타났다.

[표 4-12] 고장 원인

고장원인	응답수	백분율
도어	97	44.5%
안전장치작동	11	5.0%
부품파손	18	8.3%
정전	5	2.3%
제어회로이상	17	7.8%
이용자 조작미흡	22	10.1%
호출버튼	22	10.1%
오동작	19	8.7%
기타	7	3.2%

바) 조치지연 사유

[표 4-13]과 같이 지연 사유로 부품 수급 지연이 가장 높은 77.8%, 기술력 부족 9.7%, 비용 문제 6.9%, 인력 부족 5.6%, 비용 문제 6.9% 순으로 나타났다. 따라서 부품 수급을 위한 사전에 준비할 수 있는 체계가 필요하다.

[표 4-13] 조치지연 사유

사유	응답수	백분율
부품수급 지연	56	77.8%
기술력 부족	7	9.7%
인력 부족	4	5.6%
비용문제	5	6.9%

국내 승강기 유지관리 업체의 애로사항으로 저가의 유지관리비, 부품 수급의 어려움, 기술력 부족, 점검 소요시간, 인건비 인상, 인력 부족, 안전사고 위험 등 많은 어려움이 있다. 따라서 SF·RCCMS 플랫폼을 이용한 AR 기술을 적용하여 현장 작업자가 현장에서 빠른 시간 내 승강기를 수리하고, 필요시 시스템 전문가와 원격협업을 통해 도움을 받을 수 있어, 현장 출동 횟수를 줄일 수 있고, 출동 시 발생할 수 있는 안전사고의 위험을 줄일 수 있을 것이다.

3) 연구의 성과

AR을 활용한 스마트팩토리 원격협업 플랫폼에 연구의 성과로 첫째, 스마트팩토리 수준 (1단계~5단계)까지 고도화를 진행함에 따라 사람 중심의 작업에서, 기계장치·설비와 같은 자동화 기기의 중요성이 높아져, 기계장치·설비 이상 시 즉시 수리하여 시간과 비용을 절감할 수 있는 방안을 제시하였다. 둘째, 스마트팩토리 시스템과 실시간 연동하여 생산 관련 정보와 기계장치·설비 관련 정보를 수집, 가공, 분석 통계정보를 필요에 따라 현장 작업자와 시스템 전문가에게 제공할 수 있다. 셋째, 현장 작업자는 기계장치·설비와 관련된 점검 절차와 방법, 고장 내역 등 관련 정보를 제공받아 신속하게 수리 및 유지관리할 수 있다. 넷째, 현장 작업자는 필요시 원격협업 시스템 전문가와 실시간 영상을 공유하면서 기계장치·설비를 수리하고 유지관리할 수 있다.

따라서 본 연구는 SF·RCCMS 플랫폼을 통해 다양한 스마트팩토리 시스템과 실시간 연동하여 데이터를 수집, 가공, 분석된 정보 서비스를 제공한다. 실시간 정보검색 서비스, 고장진단 서비스, 자체 수리 지원 서비스, 생산정보 검색 서비스, 설비상태 모니터링 서비스, 사용자 정보 서비스를 상황에 따라 현장 작업자와 시스템 전문가에게 제공하여 기계장치·설비를 수리하고 유지관리할 수 있는 방안 제시하였다.

제 5 장 결 론

최근 스마트팩토리의 기반이 되는 4차 산업혁명 핵심기술의 발전으로 제조업의 생산과정이 보다 유연해지고, ERP, MES/POP, PLM, TPM 기반의 정보 연결로 고객맞춤형 생산이 가능해지고 있다. 제조업의 산업 특성상 기계장치·설비 활용이 높아지고 로봇 기술의 발달로 사람이 해오던 역할을 기계장치·설비와 산업용 로봇이 대체됨에 따라 현장에서 기계장치·설비의 유지 보수는 제품 생산성에 직결된다.

본 연구에서는 원격협업 유지 보수 방법에 따라 원격협업 세대 분류를 했으며, 3.5세대 “스마트팩토리 원격협업” 플랫폼에 관한 연구를 진행했다. 원격협업 범위로 스마트팩토리 구축 수준 중간 1단계 이상에서 현장 영상, 음성, 이미지, 텍스트를 활용하여 현장 작업자와 시스템 전문가가 협업한다. 또한 스마트팩토리 기업에 적용할 수 있는 AR 기술을 이용한 원격협업 플랫폼에 대한 개념 및 기구축한 ERP, MES/POP, PLM, TPM 시스템, 기계장치·설비 제조 공급사 Open API 시스템 등 시스템과 연동하여, 기계장치·설비 고장 시 현장 작업자가 현장에서 즉시 수리하고, 필요시 시스템 전문가와 원격협업을 통하여 수리하고 관리하는 운영방안을 제시하였다.

원격협업은 세대별 유지 보수 방법이 다양한 형태로 진화함에 따라 설비정보 검색 서비스, 고장 진단 서비스, 자체 수리지원 서비스, 생산정보 검색 서비스, 설비상태 모니터링 서비스, 사용자 정보 서비스로 분류하였다.

첫째, 설비정보 검색 서비스는 설비 명칭, 규격 등 설비와 관련된 정보를 지원하는 서비스이고, 필요한 데이터베이스, 관련 테이블과 상세 데이터를 정의하였다. 둘째, 고장진단 서비스는 설비 상태를 확인할 수 있는 서비스로 점검 절차, 수리이력, 고장 원인 이력을 지원하는 서비스로 설비의 온도, 습도를 실시간 서비스하여 이상 시 경고하는 서비스이고, 필요한 데이터베이스, 관련 테이블과 상세 데이터를 정의하였다. 셋째, 자체 수리지원 서비스는 설비 수리 절차, 주요 부품 정보 등을 지원하는 서비스이고, 필요한 데이터베이스, 관련 테이블과 상세 데이터를 정의하였다. 넷째, 생산정보 검색 서비스는 설비별, 품목별, 공정별, 기간별

생산 정보를 지원하는 서비스이고, 필요한 데이터베이스, 관련 테이블과 상세 데이터를 정의하였다. 다섯째, 설비상태 모니터링 서비스는 설비 상태, 가동시간, 온도/습도 이상 유무를 지원하며, 설비의 가동, 비가동 등 예지보전을 위한 서비스이고, 필요한 데이터베이스, 관련 테이블과 상세 데이터를 정의하였다. 여섯째, 사용자 정보 서비스는 현장 작업자 및 시스템 전문가 접속 정보 통계를 지원하는 서비스이고, 필요한 데이터베이스, 관련 테이블과 상세 데이터를 정의하였다.

분류별 서비스에 필요한 정보는 SF·RCCMS 플랫폼에서 제공하며, SF·RCCMS 플랫폼 기본 정보는 ERP, MES/POP, PLM, TPM 데이터베이스에서 수집, 가공, 분석하여 제공한다. 현장 작업자와 원격협업 시스템 전문가는 상황별 시나리오를 통하여 서비스 내용을 확인하였다.

본 연구의 성과로 경제적 측면에서 출장과 외근 등 이동시간이 감소하여 시간과 비용을 절감할 수 있으며, 고가의 통신 비용 없이 기계장치·설비 유지보수할 수 있어 업무 효율을 극대화할 수 있다. 운영적 측면으로 작업자와 원격 시스템 전문가가 같은 시선정보를 공유하여 서로 다양한 방법으로 정보를 주고받아 커뮤니케이션 오류를 줄여 신속한 의사결정을 할 수 있고, 출장으로 인한 사고 위험을 줄일 수 있다. 산업적 측면으로 스마트팩토리뿐만 아니라, 자동화 설비, 로봇, 건설 등 다양한 산업에 적용하여 시간과 비용을 절감할 수 있다. 또한 스마트팩토리 고도화에 따른 기계장치·설비를 효율적으로 관리하여 원가경쟁력을 확보할 수 있다. 학문적 측면으로 4차 산업혁명의 핵심 부분인 스마트팩토리 시스템과 AR 원격협업 기술을 융합한 SF·RCCMS 플랫폼이라는 점에서 향후 스마트팩토리 구축 시스템 통합과 표준화에 기여할 수 있었다.

본 연구의 SF·RCCMS 플랫폼은 향후 스마트팩토리뿐만 아니라 다양한 업종과 의료·헬스케어, 게임, 군사 가상훈련 및 정비, 안전 관리, 교육 및 스포츠, 문화콘텐츠 산업에 적용할 수 있을 것이다. 향후 하드웨어 기술의 발전과 AI 기술을 통한 정보제공과 챗봇 기술을 활용한 SF·RCCMS 플랫폼 고도화에 대한 연구를 기대한다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 김기호. (2016). “PLM 시스템 활용도 향상을 위한 주요 관리인자 선정에 관한 연구”. 연세대학교 공학대학원 석사학위논문
- 김대근. (2015). “인더스트리4.0 기반 사이버 물리 시스템과 생산관리시스템 간의 미들웨어 구축을 통한 수평적 통합에 관한 연구”. 부경대학교 대학원 박사학위논문
- 김시구. (2017). “증강현실 기반 설비 제어가능성 강화 제조환경 개발”. 부산대학교 대학원 박사학위논문
- 김영리. (2016). “증강현실(Augmented Reality, AR)의 수용의도에 관한 연구”. 고려대학교 언론대학원 석사학위논문
- 김흥대. (2017) “중소 제조기업의 MES구축 사례를 통한 성공요인”. 상명대학교대학원 석사학위논문
- 민영인. (2011). “TPM 활동의 실증적 연구 : S사 중심으로”. 성결대학교 일반대학원 석사학위논문
- 박창기. (2013). “ERP 시스템 성과에 영향을 미치는 저항 및 변화관리 요인에 관한 연구”. 영남대학교 대학원 박사학위논문
- 송재근. (2017). “제품수명주기관리시스템의 활용이 품질경영 및 기업성과에 미치는 영향”. 충북대학교대학원 박사학위논문
- 오상권. (2016). “전사적 자원관리시스템의 도입단계별 성공요인에 대한 중요도 분석”. 서울벤처대학원대학교 박사학위논문
- 우재우. (2019). “스마트팩토리 공정구현을 위한 PLC기반 디지털 트윈 설계 방법에 관한 연구”. 공주대학교 대학원 석사학위논문.
- 유정호. (2004). “제조실행시스템에서 경쟁력 향상을 위한 추적성 관리시스템”. 인천대학교 석사학위 논문
- 이경수. (2005) “제조공정의 MES 시스템 설계 및 구축”. 전남대학교 대학원 석사학위논문

- 이상명. (2013). “ERP시스템 도입용인이 도입결정 및 경영성파에 미치는 영향”. 동명대학교대학원 박사학위논문
- 이우상. (2008). “제조실행시스템 구축 및 확산에 관한 사례연구”. 서울시립대학교 석사학위 논문
- 최창혁. (2018). “중소기업의 MES(생산관리시스템) 도입요인이 경영성파에 미치는 영향”. 강원대학교 일반대학원 박사학위논문
- 하도율. (2005). “디지털 콘텐츠 시장과 다중CMS 구축에 관한 연구”. 연세대학교 공학대학원 석사학위논문
- 김동철, 이주화, 우운택. (2011). 증강현실 2.0 기술과 콘텐츠응용기술 현황 및 전망. 『한국통신학회지』, 28(6), 54-60.
- 김봉석, 이홍철. (2006). RFID와 베이지안 네트워크를 이용한 제품추적 MES, 『한국 컴퓨터정보학회』, 11(5).
- 김정범. (2010). 제품수명주기관리 시스템 도입의 성공요인에 관한 실증연구. 『정보과학회논문지』, 37(12), 909-918.
- 서창적, 김중훈. (2019). 스마트공장 도입에 따른 구매자의 공급자 전환 모델*, 『한국생산지리학회지』, 30(1), 17-37.
- 이은규, 김동완, 이상완, 김재중. (2018). “나사 이송용 철재 파렛트의 위치 정보 수집을 위한 NFC 안테나 모델 및 설계, 『대한정보통신학회』, 22(12), 1675-1683.
- 임황용, 노광현. (2018). 스마트 팩토리에서의 AR 기반 원격 협업을 위한 CMS 플랫폼에 관한 연구, 『한국디지털정책학회』, 16(12), 327-334.
- 주영석, 이동희. (2019). 중소 금속가공 기업의 경쟁력 향상을 위한 스마트공장 도입 요인 연구, 『대한산업공학회』, 45(1), 70-80.
- KDB산업은행. (2018). 『스마트 공장 구축 사례 및 시사점』. 서울: 산은조사월보.
- 구본진, 이종선, 이미화, 손석호. (2018). 『국내 스마트 제조 정책과 지원 현황 및 개선 방안』. 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 김승택, 윤주성, 구정인. (2015). 『제조업의 정보통신 기술 적용 산업실태 및

- 활성화 방안 연구』. 서울: 한국생산성본부.
- 박홍석, 최홍원. (2008). 증강현실의 기술원리 및 프레임 워크. 『차세대 가상
생산기술, AR 테크놀로지』. (156-160). 서울: CAD & Graphics.
- 오현환, 주혜정, 한종민, 김이경, 정의진, 김덕형, 지선미. (2016). 『과학기술
& ICT 정책·기술 동향』. 서울: 한국과학기술기획평가원.
- 이민식, 최현희. (2018). 『고부가가치화를 통한 제조업 경쟁력 강화』. 서울:
한국산업기술리서치센터.
- 이정아, 김영훈. (2014). 『인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략』. 서울:
한국정보화진흥원.
- 이호성. (2017). 『현장중심형 스마트팩토리』. 서울: KMAC.
- 이홍주. (2013). “제조업 분야의 창조적 융합”, 『Korea Creative Content
Agency』, 한국콘텐츠진흥원, p.78-79.
- 기술사 Sketch. sketchit.tistory.com
- 삼성DSD. <http://www.samsungsds.com>
- 민관합동스마트공장추진단. (2017). 2017 스마트공장 지원사업 참여기업 우수
사례집. 1-95.
- 중소기업기술정보진흥원. (2017). 2017 중소기업 정보화수준 조사. 47.
- 중소기업청. (2017). 스마트팩토리 산업 로드맵 2017-19 (1).
- 중소벤처기업부. (2018). 중소기업 기술로드맵 2018-2020. 스마트공장,
12-300.
- 한국산업기술평가관리원. (2017). 2017년 산업시스템 산업기술 R&BD 전략.
821-837.

2. 국외문헌

- Dieter Schmalstieg, Tobias Hollerer. (2017). Augmented REALITY. 33-50.
- Facebook. (2017). Facebook Spaces. Accessed. <https://www.facebook.com/spaces>.
- Fanello, S et al. (2016). Holoportation : Virtual 3D Teleportation in Real-time. Proc. Annu. User Interface Softw. Technol.,Tokoy, Japan, 741-754.
- Fenves, S. J., Sriran, R. D., Sudarsan, R. and Wang, F. (2003). A Product Imformation Modeling Framework for Product Lifecycle Management, International Product Lifecycle Management, July 16-18.
- Fussell, S.R, L.D. Setlock, and R.E. Kraut. (2003). Effects of Head-Mounted and Scene-Oriented Video Systems on Remote Collaboration on Physical Tasks. Proc. Conf. Human factors Comput. Syst., Lauderdale, FL, USA, 513-520.
- Gauglitz, S., Nuernberger, B., Turk, M., and Hollerer, T. (2014). World-stabilized annotations and virtual scene navigation for remote collaboration. Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST), 449-459.
- Hagbi, Nate. (2011). Out of the Cube : Augmented Rubik's Cube. 「International journal of computer games technology」, 1687-7047.
- I. Oikonomidis and et al., (2014). "Evolutionary Quasi-random Search for Hand Articulation Tracking", Proceedings of the CVPR, 3422-3429.
- Jang, Y and et al. (2015). 3D Finger CAPE: Clicking Action and Position Estimation under Self-Occlusions in Egocentric Viewpoint, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 21(4).

- Junuzovic, S et al. (2012). To See or Not to See: A Study Comparing Four-Way Avatar, Video, and Audio Conferencing for Work,” in Proc. ACM Int. Conf. Support Group Work, Sanibel, FL, USA, 31-34.
- K. Gupta, G.A. Lee, and M. Billinghurst. (2016). Do You See What I See? the Effect of Gaze Tracking on Task Space Remote Collaboration. IEEE Trans. Vis. Computer. Graph. 22(11), 2413–2422.
- Kim, S et al. (2013). Study of Augmented Gesture Communication Cues and View Sharing in Remote Collaboration. IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Reality, Adelaide, Australia, 261–262.
- Kim, S., Lee, G, A., and N. Sakata. (2013). Comparing Pointing and Drawing for Remote Collaboration. IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Reality, Adelaide, Australia, 1-6.
- Kobayashi, M. and Ishii, H., "ClearNoard : A Novel Shared Drawing Medium that Supports Gaze Awareness in Remote Collaboration," "IEICE Transactions on Communication, Institute of Electronics of Japan(IEICE)", E76–N(6), 609–617.
- Komiyama, R., Miyaki, T., and Rekimoto, J. (2017) JackIn Space. Proc. Augment Human Int. Conf. – AH '17, 1-9.
- Lee, Y et al. (2016). A Remote Collaboration System with Empathy Glasses, IEEE Int. Symp. Mixed Augment Reality, Merida, Mexico, 3–4.
- Liu, W., Zeng Y., Maletz, M. and D. Brisson. (2009). Product Lifecycle Management : A Review. Proceedings of the ASME 2009 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. IDETC/CIE 2009, DETC2009–86983, 1213–1225.
- MESA International. (1997). “The Benefits of MES : A Report from the

Field. MESA WHITE PAPER 1.

- Microsoft. (2017). Microsoft HoloLens. Accessed. <https://www.microsoft.com/en-au/hololens>.
- Mohr, P., Kerbl, B., Kalkofen, D., and Schmalstieg, D. (2015). Retargeting technical documentation to augmented reality, Proceedings of the ACM SIGCUI Conference on Human-Computer Interface(CHI), 3337-3346.
- Park, G. and et al., (2016). "Efficient 3D Hand Tracking in Articulation Subspaces for the Manipulation of Virtual Object", Proceedings of the Computer Graphics International, 33-36.
- Schuh, G., Potente, T., Varandani, R., Hausberg, C. & Fränken, B. (2014). Collaboration moves productivity to the next level. Procedia Cirp. 17, 3-8.
- Sridhar, S and et al., (2015). "Fast and robust hand tracking using detection-guided optimization", Proceedings of CVPR.
- Srinivasan, V. (2011). An integration framework for product Lifecycle management. 「Computer-Aided Design」. 43, 464-478.
- Sudarsan, R., S. J. Fenves, R. D. Sriram. and F. Wang. (2005). A Product information modeling framework for product Lifecycle management. 「Computer-Aided Design」. 37(13), 1399-1411.
- Tag, D and et al. (2013). "Real-time articulated hand pose estimation using semi-supervised transductive regression forests", Proceedings of the ICCV, 3224-3231.
- Turban, E., Lee, J., King, D. and Chung. H, M. (2000). Electronic Commerce : A Managerial Perspective, Prentice Hall, New Jersey.
- Yoram Koren. (2010). The Global Manufacturing Revolution. Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems, 1-12.

ABSTRACT

A Study on Smart Factory Remote Collaboration Platform and AR Technology Application

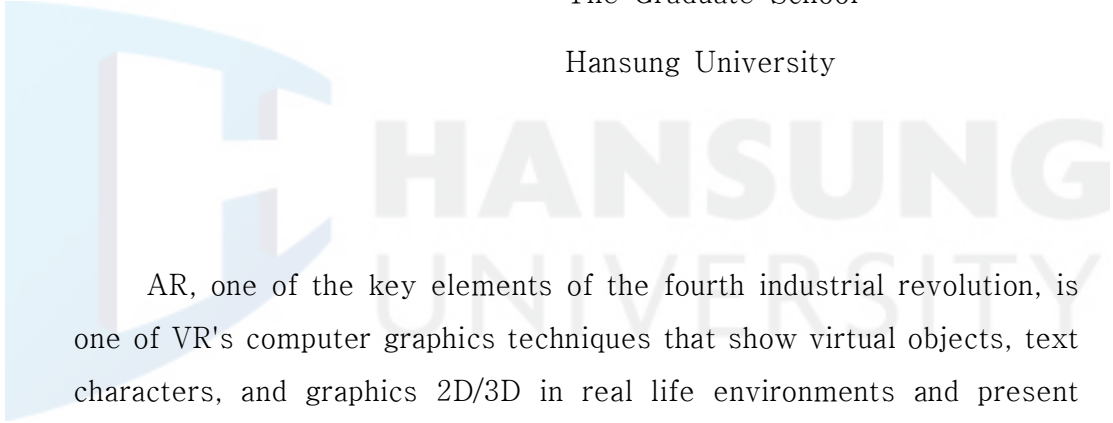
Lim, Hwang-Yong

Major in Smart Convergence Product

Dept. of Smart Convergence Consulting

The Graduate School

Hansung University



AR, one of the key elements of the fourth industrial revolution, is one of VR's computer graphics techniques that show virtual objects, text characters, and graphics 2D/3D in real life environments and present them as objects in existing everyday environments. AR technology has been applied to various fields such as remote medical diagnosis, broadcasting, architectural design, tourism industry, safety management, education field, manufacturing process management, etc., and remote collaboration using AR technology is also utilized in machinery and equipment maintenance industry.

As the level of introduction of smart factory system gradually becomes more and more advanced, manufacturing sites are gradually increasingly dependent on machinery and equipment systems for people-centered production and management systems. Failure to immediately repair the

machine or equipment in the event of a failure will result in great productivity problems. Therefore, it is possible to promptly repair the equipment in case of malfunction of the machinery/ equipment, and it is possible to promptly check whether there is an abnormality in the machinery/ equipment immediately on the field by linking with the ERP, MES/POP, PLM and TPM database. It is necessary to make a diagnosis and repair. Smart Factory introduces various types of systems from level 1 to level 5 according to the company to be introduced. Different systems use different information, so a field worker needs a system that can integrate the information needed on the site in a simple and real-time manner.

This research works with the basic concepts of SF·RCCMS remote collaboration platform and ERP, MES/POP, PLM, TPM system, machinery/ equipment manufacturer Open API system etc. Therefore, we proposed a way to repair and maintain the machinery and equipment through the remote collaborative platform using AR technology.

Remote collaboration by real-time on-site video, voice, text, user biometric information and emotional information are shared in a manufacturing factory that has a middle level of the smart factory as the scope of remote collaboration. As a remote collaboration service, it was categorized as facility information search service, fault diagnosis service, self repair support service, production information search service, facility condition monitoring service, and user information service, according to the information utilized by the field worker and the remote collaboration system expert.

Remote collaboration platform structure is classified as AR Application, SF·RCCMS Platform and Smart Factory Application Software. The SF·RCCMS platform collects, edits, and manages data in the Open API system database of ERP, MES/POP, PLM, TPM system,

Analysis and publishing. Smart Factory Application Software is divided into regular data and unstructured data. In this study, the platform is implemented by linking with smart factory system ERP and MES/POP system.

In order to verify the SF·RCCMS platform function, the scenario information of field worker and remote collaboration system specialist was developed and implemented, and the facility information retrieval service and facility condition monitoring service were developed and implemented. Basic information management of SF·RCCMS manager, Classification code registration, group registration, authority registration, and content analysis information management. In addition, we have developed a system using AR technology and confirmed that it is possible to save time and money by repairing and maintaining machinery and equipment quickly.

As a result of this research, it is expected that it will contribute to the integration and standardization of smart factory system in the future because it is a SF·RCCMS platform that combines smart factory system and AR remote collaboration technology. In addition to smart factory, education, consulting, Cultural contents, national defense, and disaster safety related industries. It can minimize 2D/3D production and AR content graphics work, and it can be applied to system operation management such as information function through AI and service function utilizing chatbot function. It is expected that various information can be utilized.

【Key word】 AR, Augmented Reality, Smart Factory, Remote, Platform, Collaboration, CMS