

<별첨1>

## 기술개발 추진현황

항 목	계 획	실 적	달성도 (%)
<b>개발목표</b>	제품인식 & JIG/FIXTURE 무선제어가 가능한 스마트센서와 디지털트윈이 융합된 기술개발을 통하여 무선통신 기반 자율제어 생산시스템 구축 플랫폼 개발 및 실증 - 1차연도 목표 : 기반기술 개발 - 2차연도 목표 : 고도화 개발 및 실증	1차연도 목표 100% 달성 - 스마트센서 기반기술 개발완료 - 디지털트윈 기반기술 개발완료 - 테스트베드 설계완료	1차연도 100% (전체 50%)
<b>1차연도 기술개발 내용</b>	1.스마트 제품센서 고도화 개발	하드웨어, 필터링 알고리즘, 다중처리/분산처리 소프트웨어 개발 완료	100
	2.스마트 지시센서 펌웨어 고도화 기술개발	거리측정, 공정진입판단 등 펌웨어 개발 완료	100
	3.스마트 제어센서 설계 및 개발	시스템 사양결정, 설계 및 개발완료	100
	4.스마트 상태센서 설계 및 개발	시스템 사양결정, 설계 및 개발완료	100
	5.스마트센서 운영을 위한 디지털트윈 플랫폼 설계 및 개발	기능 분석/설계, 아키텍처, 시뮬레이션 방법, 라이브러리 개발	100
	6.VR/AR 기반 설비, 스마트센서 시뮬레이션 수행/분석/검증 기술개발	VR 시뮬레이션, 모션캡처, HMD 활용, AR 환경구축 개발	100
	7.스마트센서 기반 설비 및 스마트센서 모니터링/운영관리 기술개발	스마트센서 Plug-in 개발, 연계 테스트 수행	100
	8.자율제어 생산공정 실증을 위한 테스트베드 설계	공정 분석 및 테스트베드 설계 완료	100
	9.성능평가 항목별 단동테스트	전체 9개 평가 항목 중 1차연도에 가능한 8개 항목 자체평가 완료	100
<b>기타성과</b>	지식재산권(특허, 실용신안 등) : 특허 2건 출원 - 출원번호 10-2020-0177843 하이브리드 동기화 방법 및 장치 - 출원번호 10-2020-0120652 초광대역통신 기반의 정밀위치 측위기술을 이용하는 UWB 결재 단말기 및 동작 방법		
<b>개발과정상 문제점</b>	문제점 없음		
<b>변경사항</b>	변경사항 없음		
<b>향후계획</b>	1. 스마트센서 고도화 개발 : 지시/제어 센서 고도화 개발 및 시제품 제작 2. 디지털트윈 고도화 개발 : VR/AR 활용 검증, 분석, 모니터링 기술개발 3. 테스트베드 시스템 구축 : 김해 신신사 본사 공장 4. 통합 테스트 실시 : 테스트베드에서 디지털트윈-스마트센서 통합 테스트		

# 첨부. 1차연도 기술개발 상세내용

## 1. 기술개발 최종목표 및 내용

제품인식 스마트센서, JIG & FIXTURE 무선제어 스마트센서, 디지털트윈이 융합된 기술 개발을 통하여 설비 구성이 단순화되고 정보시스템이 슬림화 되는 무선통신 기반 자율제어 생산시스템 구축 플랫폼 개발 및 실증



그림 5. 기술개발 내용 개요

- ① 실시간 위치추적 기반 제품정보 인식 위한 스마트 제품센서 기술개발 : ㈜지오플랜
  - 비선형 적용 필터링 모델 개발을 통한 제품센서 위치추적 정밀도를 향상 기술개발
  - 분산형 네트워킹 구성을 통해 데이터 무선통신 속도 향상 기술개발
- ② 무선통신 기반 자율제어를 위한 무선제어 스마트센서 기술개발 : ㈜지오플랜
  - 설비 무선제어 작업지시를 위한 무선통신 기반의 스마트 지시센서 개발
  - 작업지시 정보를 활용하여 실린더 솔레노이드 작동을 제어하는 스마트 제어센서 개발
  - 실린더 및 기타 센서들의 작동 상태 정보를 송신하는 스마트 상태센서 개발
- ③ 자율제어 공정 설계검증 및 운영/모니터링 관리 기술개발 : ㈜아이로텍
  - 자율제어 스마트센서의 효율적 운영을 위한 디지털트윈 플랫폼 설계 및 개발
  - VR/AR 기술기반 자율제어 설비, 스마트센서 시뮬레이션 수행, 분석 및 검증 기술 개발
  - 스마트센서 기반 자율제어 설비, 스마트센서 모니터링/운영관리 기술 개발
- ④ 테스트 베드 구축 및 실증 확장을 통한 개발 기술 검증 : ㈜신신사
  - 자율제어 테스트 베드 설계 및 단동 테스트
  - 테스트베드 제작 및 통합 테스트

o 실린더 무선제어 및 스마트센서를 활용한 디지털트윈 실증모델 구축

<p style="text-align: center;">&lt; 주요 성능지표 개요 &gt;</p>						
주요 성능지표 <sup>1)</sup>	단위	최종 개발목표 <sup>2)</sup>	기술개발진 수준	세계최고수준 또는 수요처 요구수준 <sup>3)</sup> (해당기업)	전체항목에서 차지하는 비중 <sup>4)</sup> (%)	평가방법 <sup>5)</sup>
실내 위치추적 정밀도	cm	30 이내	100	30 (유비센스)	10	공인시험 인증기관 (한국전자통신연구원 (ETRI))
공정 진입 인식 정확도	%	99.9 이상	95	99 이상 (수요처 요구수준)	10	공인시험 인증기관 (한국전자통신연구원 (ETRI))
데이터 수집 정확도	%	99.9 이상	N/A	99 이상 (수요처 요구수준)	10	공인시험 인증기관 (한국전자통신연구원 (ETRI))
스마트 센서 연동 제어 정확도	%	99.9 이상	N/A	99 이상 (수요처 요구수준)	10	공인시험 인증기관 (한국전자통신연구원 (ETRI))
상태 정보 데이터 정확도	%	99.9 이상	N/A	99 이상 (수요처 요구수준)	15	공인시험 인증기관 (한국전자통신연구원 (ETRI))
상태 센서 배터리 사용기간	개월	24 이상	N/A	24 (수요처 요구수준)	15	공인시험 인증기관 (한국전자통신연구원 (ETRI))
시뮬레이션 그래픽 처리 속도	fps	45	30	45 (수요처 요구수준)	10	공인시험 인증기관 (한국산업기술실험원 )
실제 및 가상 Jig&Fixture 구동 모니터링 성능	%	99.9 이상	N/A	99 (수요처 요구수준)	10	공인시험 인증기관 (한국전자통신연구원 (ETRI))
생산설비/스마트 센서 작업환경 라이브러리	EA	7	4	7 (수요처 요구수준)	10	감리 (수요처 감리)

## 2. 1차연도 기술개발 상세내용

- 주관기관 : ㈜지오플랜 -

### □ 스마트 제품센서 성능 고도화 개발

#### 1) 스마트 제품센서 하드웨어 고도화

- 이동 경로를 추적하기 위한 스마트 제품센서 하드웨어 구성 중 태그와 위치를 추적하기 위한 AP 성능 향상이 고도화 대상

하드웨어 고도화 대상			
구분	부착형 스마트센서 태그	위치추적 AP (Access point)	시간 동기화 장치
이미지			
기능	차량, 지게차 등 이동체 부착	태그 위치추적, 데이터 무선통신	AP 간 초 정밀 시간 동기화

스마트 제품센서 하드웨어 고도화 대상

- 기존의 스마트 제품센서 태그는 배터리 내장 방식으로 주기적인 충전이 필요했으나 전원을 공급 받는 형태를 추가 개발 완료하여 별도의 충전 시스템을 삭제하여 전체 시스템의 간소화 및 현장 적용성 향상을 도모

추가 개발 태그		
구분	전원 충전 방식	전원 공급 방식
이미지		
공통 사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>MCU : ARM 32-Bit Cortex-M3</li> <li>UWB 3.5GHz ~ 6.5GHz</li> <li>BLE 5.0, 2.4GHz</li> <li>Tilt 센서 통한 움직임 감지, LED로 동작 및 배터리 상태 표시</li> </ul>	
특이 사양	<b>전원규격 : 무선충전</b>	<b>전원규격 : DC24V</b>

스마트 제품센서 태그 다양화 개발 결과

- 다양한 생산방식에 자율제어 적용이 가능하도록 기존 방식 AP 외에 다수의 노드 통신, 저전력 통신, 대용량 통신 등이 가능하도록 추가 개발하여 다수의 자율제어를 위한 설비에 설치될 방대한 센싱 데이터를 송수신 가능하도록 AP 하드웨어 개발 완료

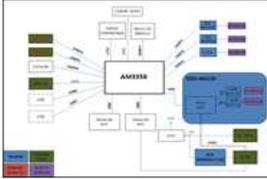
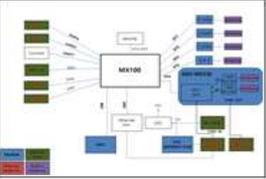
구분	기존 보유 모델	추가 개발 모델
이미지		
회로 구성도		
주요 사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>MCU : ARM Cortex-A8 Core, 1GHz</li> <li>위치추적 : UWB 기반 <b>TDoA</b> 방식 위치추적</li> <li>데이터 통신 : <b>BLE</b>(BMD300 2개) <b>LoRa</b>(AM250LS051)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MCU : Quad-ARM 32 Cortex-A9 Core, 1.2GHz</li> <li>위치추적 : UWB 기반 <b>AoA</b> 방식 위치추적</li> <li>데이터 통신 : <b>Zigbee</b>(E72-2G4M23S1A 3개) <b>Wifi</b>(TL8188EUA)</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>2차원 기반 실시간 위치추적 방식</li> <li>빠른 속도 데이터 통신, 노드 수 제한적</li> <li>간섭 배제 통신, 저전력 데이터 통신</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3차원 기반 실시간 위치추적 방식</li> <li>저전력 데이터 통신, 다수의 노드와 통신</li> <li>대용량의 빠른 데이터 통신</li> </ul>

그림 4. 스마트 제품센서 AP 하드웨어 다양화 개발

## 2) 스마트 제품센서 위치추적 정밀도 향상을 위한 필터링 기술 개발

- 복잡해진 무선통신 환경과 복잡한 생산공장 내 환경으로 위치추적 무선신호의 굴절, 왜곡 등이 발생할 가능성이 높는데 이를 제어하여 정밀한 실내 측위 달성을 위해 비선형 확장 칼만 필터 알고리즘을 적용하여 실시간 측정 노이즈 데이터를 안정화 시켜 최적 상태로 추적/필터링함으로써 제품의 위치추적 정밀도를 향상

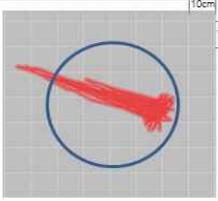
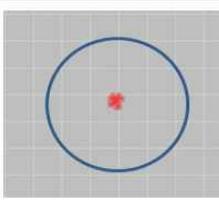
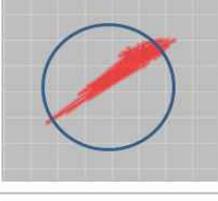
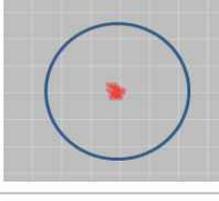
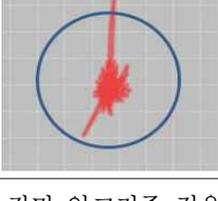
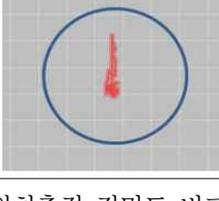
구분	확장 칼만 필터 적용 전	확장 칼만 필터 적용 후
적용 결과	70cm 이내 위치정밀도 확보	30cm 이내 위치정밀도 확보
시료 1		
시료 2		
시료 3		

그림 5. 확장 칼만 알고리즘 적용 전/후 위치추적 정밀도 비교

### 3) 스마트 제품센서 소프트웨어 데이터 다중처리 및 분산처리 기술 개발

- o 자율제어 생산방식은 기존 생산방식에 비하여 더 많은 데이터의 수집 및 처리가 필요한데 이를 위해 위치추적 등 빅데이터에 대한 다중 처리방식의 소프트웨어 엔진과 플랫폼 개발
- o 이러한 다중 처리를 위해 프로세싱 배분 및 데이터를 수집을 위한 가상의 IP 개발, 외부 인터페이스 연계 및 이중화 서비스가 가능하도록 분산처리 알고리즘 개발 완료

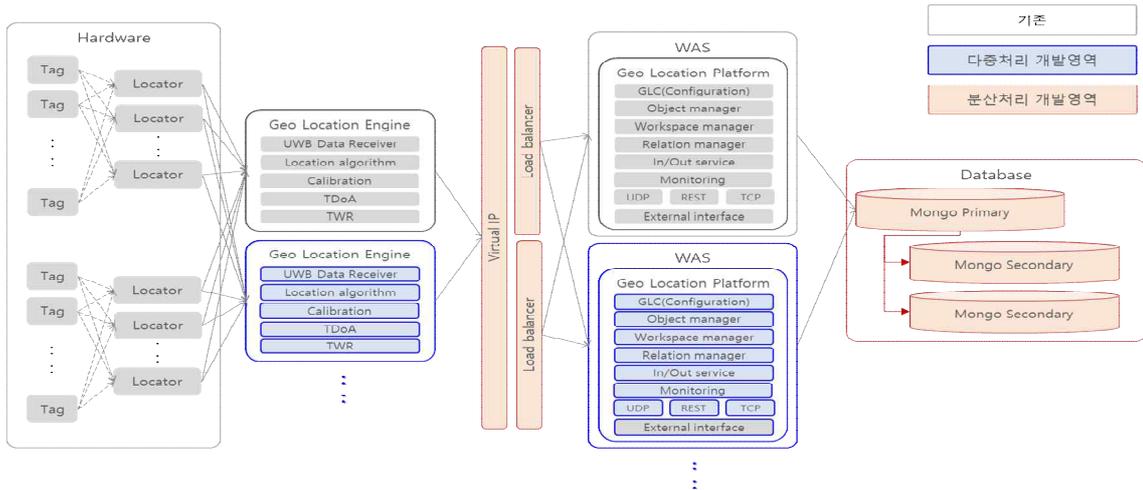


그림 6. 빅 데이터 다중처리 및 분산처리 소프트웨어 플랫폼 아키텍처

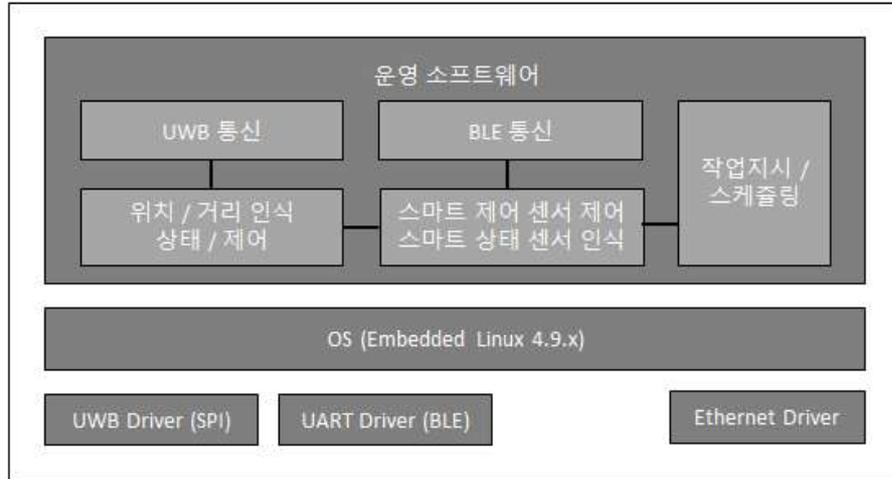
### □ 스마트 지시센서 펌웨어 고도화 개발 (스마트 제품센서 AP 하드웨어 공용화)

#### o 기술개발 목표

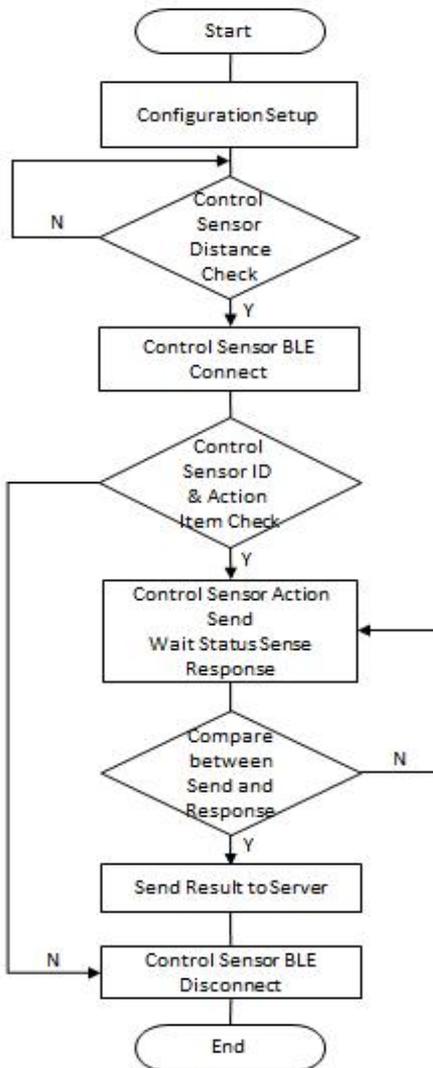
- 기존 임베디드 리눅스 기반 펌웨어 프로그램이 가능한 스마트 제품센서 AP 하드웨어를 스마트 지시센서 하드웨어로 공용 활용
- UWB(Ultra Wided Band) 초광대역 기술을 이용하여 스마트 지시센서와 제어센서와의 거리를 인식하여 작업 대상물의 공정 진입을 인식할 수 있는 기술개발
- BLE 5.1 기술을 이용한 스마트 지시센서와 제어센서간 통신 기술개발
- 제품의 모델 또는 사양에 따른 실린더 제어 위한 작업지시 시나리오 적용 기술개발
- 스마트 제어센서와의 무선통신을 통한 상태센서 정보 수집 기술개발

#### o 기술개발 주요내용

- 전체 시스템의 소프트웨어 구조는 아래와 같이 기존 OS와 Driver에 운영 소프트웨어를 개발하여 연동



<전체 소프트웨어 구조>



<운영/작동 Flow Chart >



```

@S1f4j
public class BleRSStatusEventImpl implements BleEvent {
    private StatusProcessor processor = new StatusProcessor();

    @Override
    public void onReceiveMessage(Message msg) {
        CmdCode code = msg.getCmd();
        BleResult result = (BleResult)msg.getContent();
        if(result.isResult() == false) return;

        switch(code) {
            case BLE1_REED_SWITCH_STATUS:
            case BLE2_REED_SWITCH_STATUS:
                onReceiveStatus((BleReedSwitchStatus)result.getContent());
                break;
            case BLE1_NAK:
            case BLE2_NAK:
                onReceiveNak((BleNak)result.getContent());
                break;
            default:
                break;
        }
    }

    protected void onReceiveStatus(BleReedSwitchStatus status) {
        FileLogger.write(LogType.STATUS, "{},recv BleReedSwitchStatus \n{}", AppBean.getConnSvc().getCurrentConnectionInfo().getDcId(), status.toLogString());
        processor.put(status);
    }

    protected void onReceiveNak(BleNak nak) {
        switch(nak.getErrCode()) {
            case UNPAIRING :
                FileLogger.write(LogType.PROCESSOR, "{},recv 0xFF UNPAIRING", AppBean.getConnSvc().getCurrentConnectionInfo().getDcId());
                FileLogger.write(LogType.STATUS, "{},recv 0xFF UNPAIRING", AppBean.getConnSvc().getCurrentConnectionInfo().getDcId());

                AppBean.getRsData().clear();
                AppBean.getConnSvc().removeCurrentConnection();

                AppData.clearALLTwInfo();
                break;
            default:
                Log.info("Invalid nak code({})", nak.getErrCode());
                break;
        }
    }
}

```

〈지시센서와 제어센서 간 무선통신 모듈 개발 내용〉

□ 스마트 제어센서 설계/개발

○ 기술개발 주요내용

- 상태센서 정보 수신 및 솔레노이드 밸브 신호 전송 통한 실린더 무선제어 개발 완료
- BLE5.1 2개 탑재, 솔레노이드 밸브 제어용 포트 8개 적용

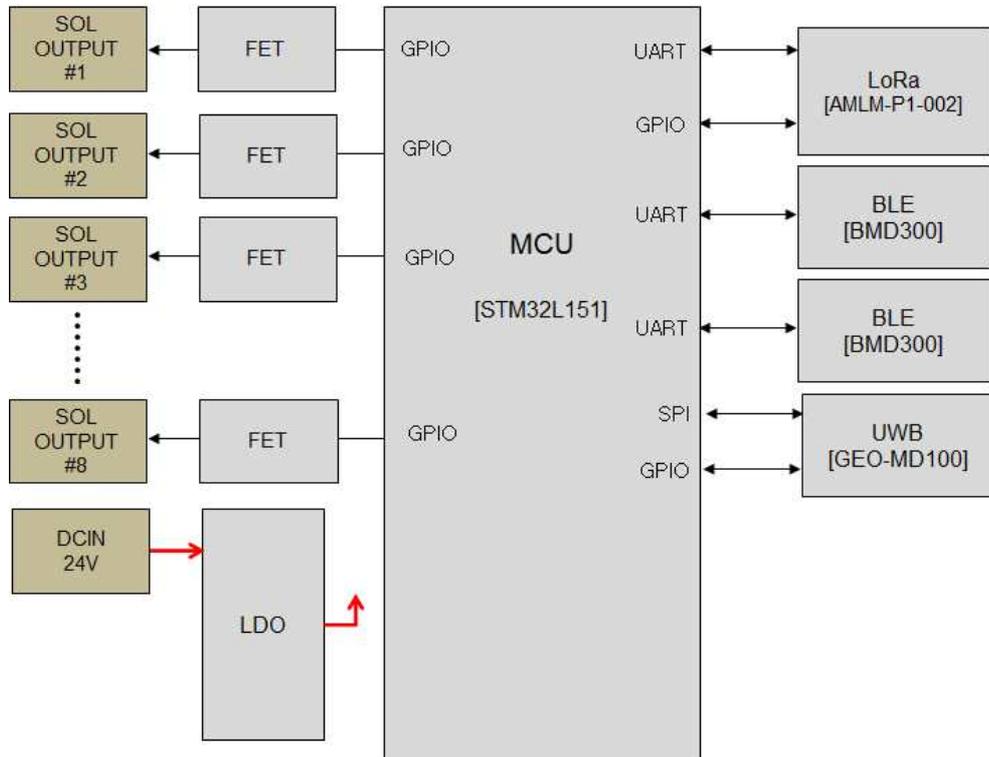
1) 스마트 제어센서 사양 개발

- MCU 탑재, UWB, BLE, LoRa 무선통신 모듈 탑재, 솔레노이드 최대 8개 실린더 제어 가능한 OUTPUT 탑재 사양

항 목	내 용	비 고
MCU	ARM 32-Bit Cotex-M3 Core	ST, STM32L151
UWB 모듈	GEO-MD100: DW1000, 3.5GHz~6.5GHz, Module Type 구성	SPI1
BLE 모듈	BMD300 2개	UART1,2
LoRa 모듈	LoRa 모듈, AM250LS051	UART3
OUTPUT	8개, DC24V 제어	GPIO
전원	DC24V	
보드 사이즈	130 X 100mm	
기구	150 X 200 X 75mm	

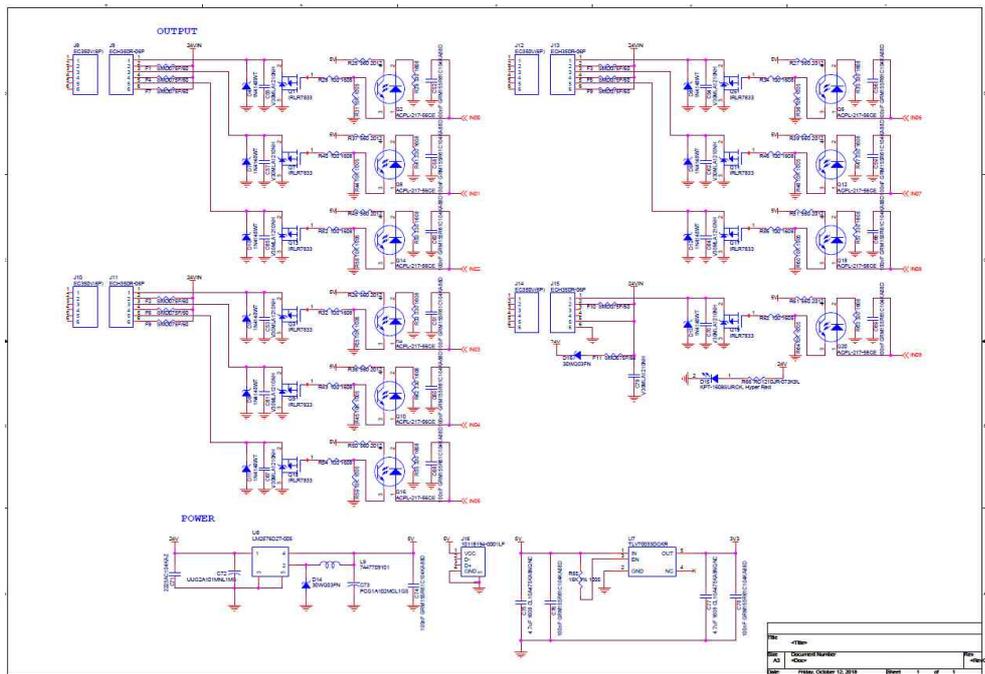
## 2) 스마트 제어센서 구성도

o 개발 사양 기준 MCU, 무선통신 모듈, 전원 상세 사양 확정 및 구성도 설계



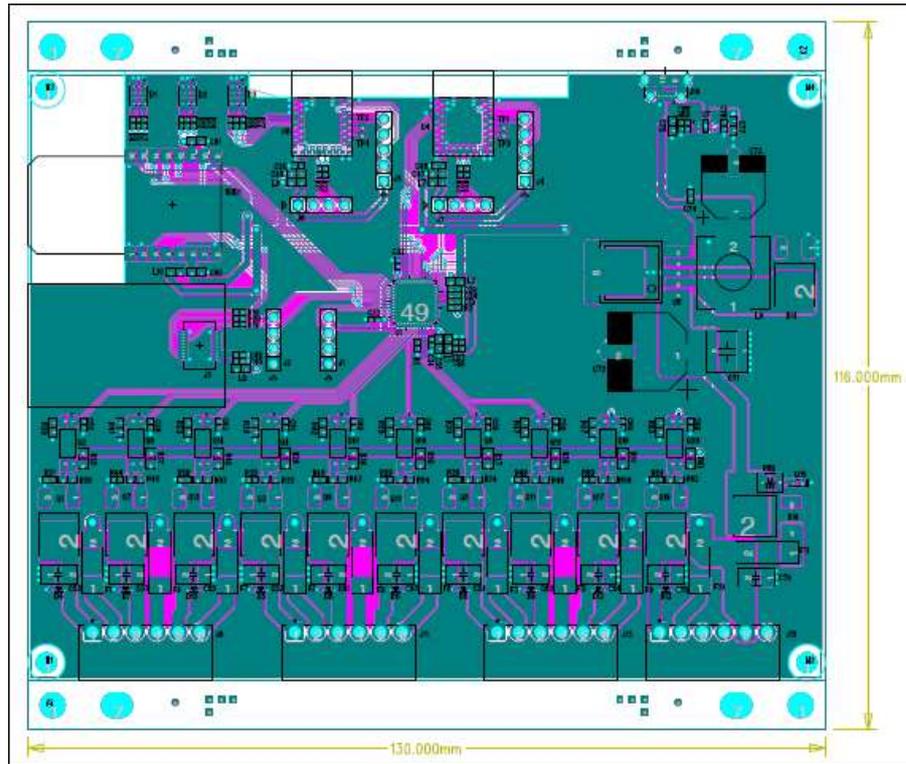
## 3) 스마트 제어센서 회로 설계

o 제어센서 구성도 기반의 상세 회로 구성 설계

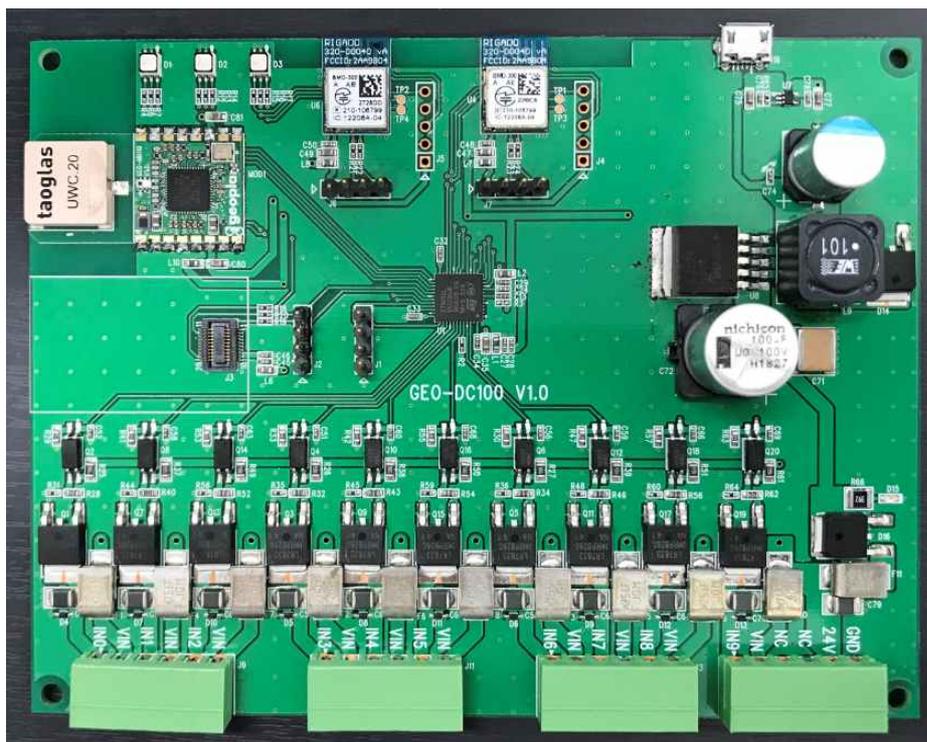


#### 4) 스마트 제어센서 PCB 설계 및 제작

- o 회로 설계 기반의 PCB 시제품 설계 및 제작



<스마트 제어센서 PCB 설계>



<스마트 제어센서 PCB 시제품>

□ 스마트 상태센서 설계/개발

o 기술개발 주요내용

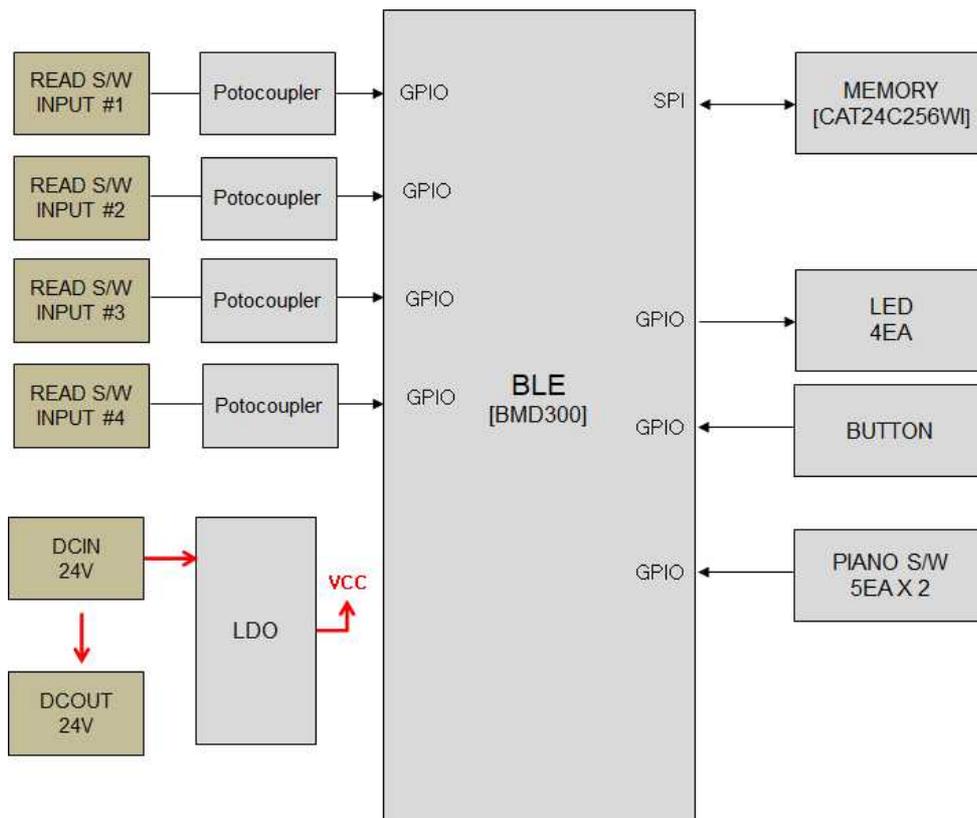
- 무선통신을 통한 생산설비 동작 상태를 송수신 가능하도록 기능 개발
- 소형화, 저전력화, MR자기센서 탑재, 12V INPUT, BLE5.1 적용

1) 스마트 상태센서 1차 개발

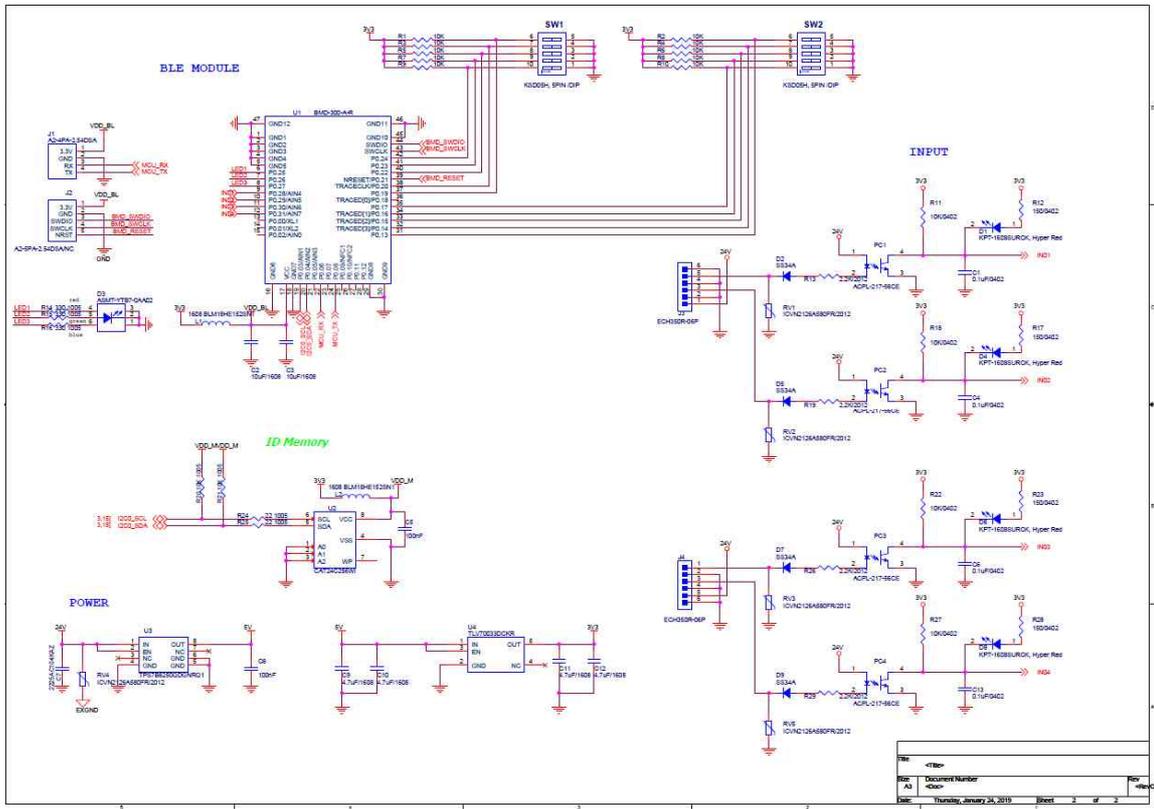
o 스마트 상태센서 1차 개발 사양 검토결과

항 목	내 용	비 고
BLE 모듈	BMD300	
INPUT	8EA - 리드스위치 4개 입력	와이어 굵기: 2.5SQ
S/W	PIANO S/W 8극: ID설정 TACT S/W: TEST	
LED	전원, 리드스위치 입력, 통신 상태	
전원	DC24V 입력, DC24V 출력	릴레이 연결
보드 사이즈	35 X 50mm, 1.6T	
기구	40 X 55 X 25mm	

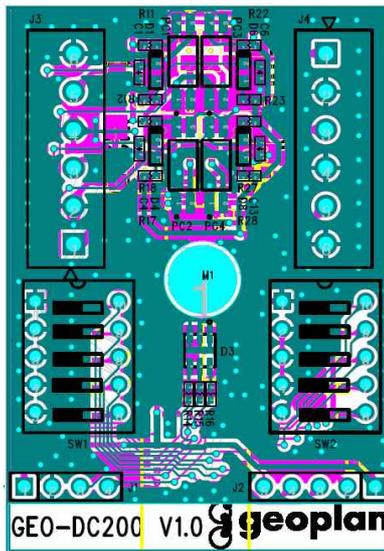
o 스마트 상태센서 1차 개발 사양 구성도

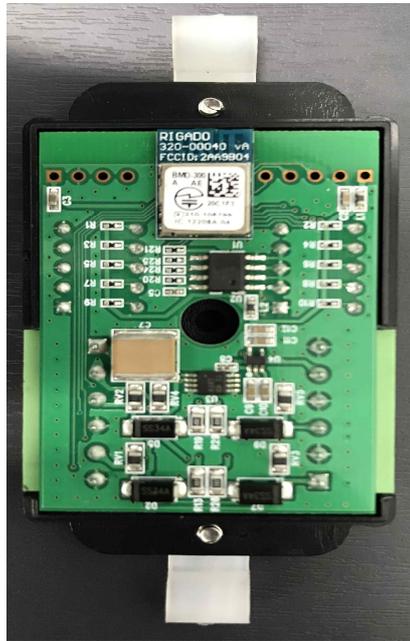
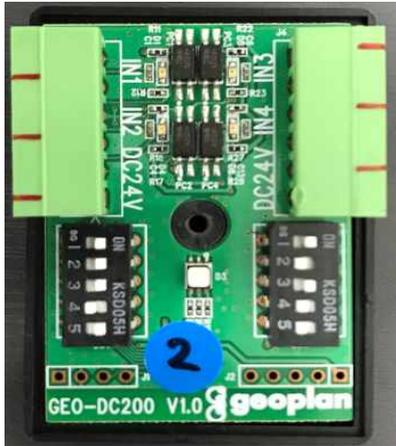


o 스마트 상태센서 1차 회로설계

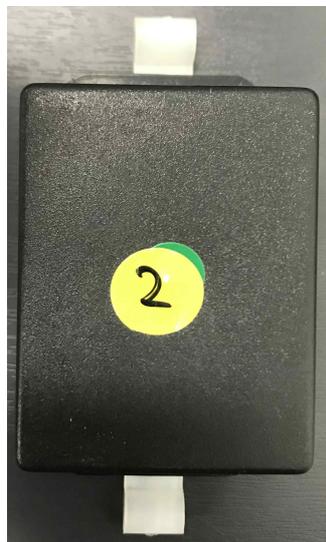


o 스마트 상태센서 1차 PCB 설계 및 제작





o 스마트 상태센서 1차 시제품 제작

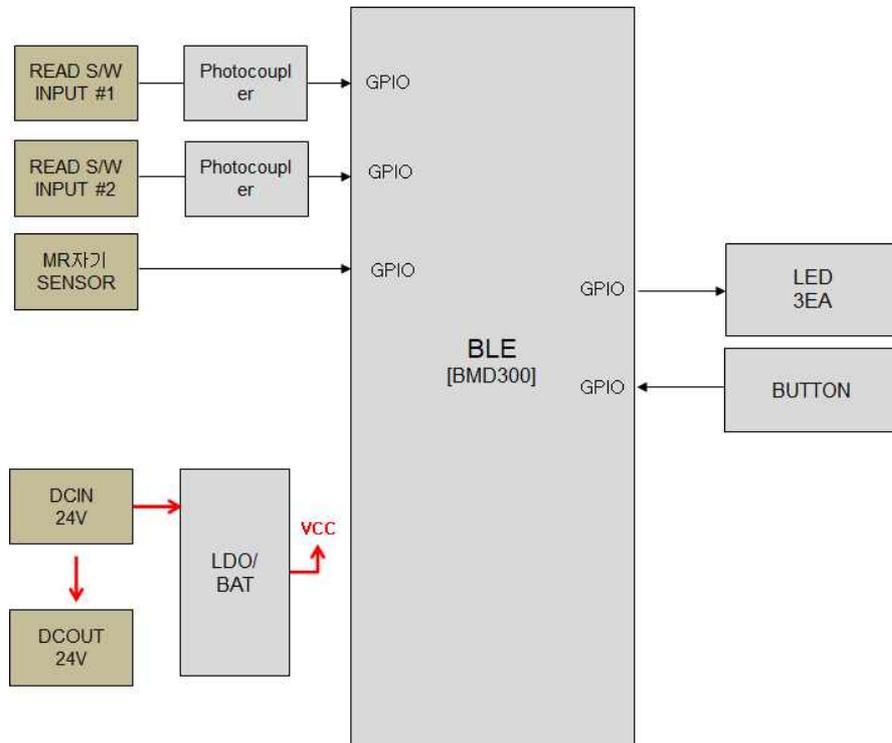


## 2) 스마트 상태센서 2차 개발

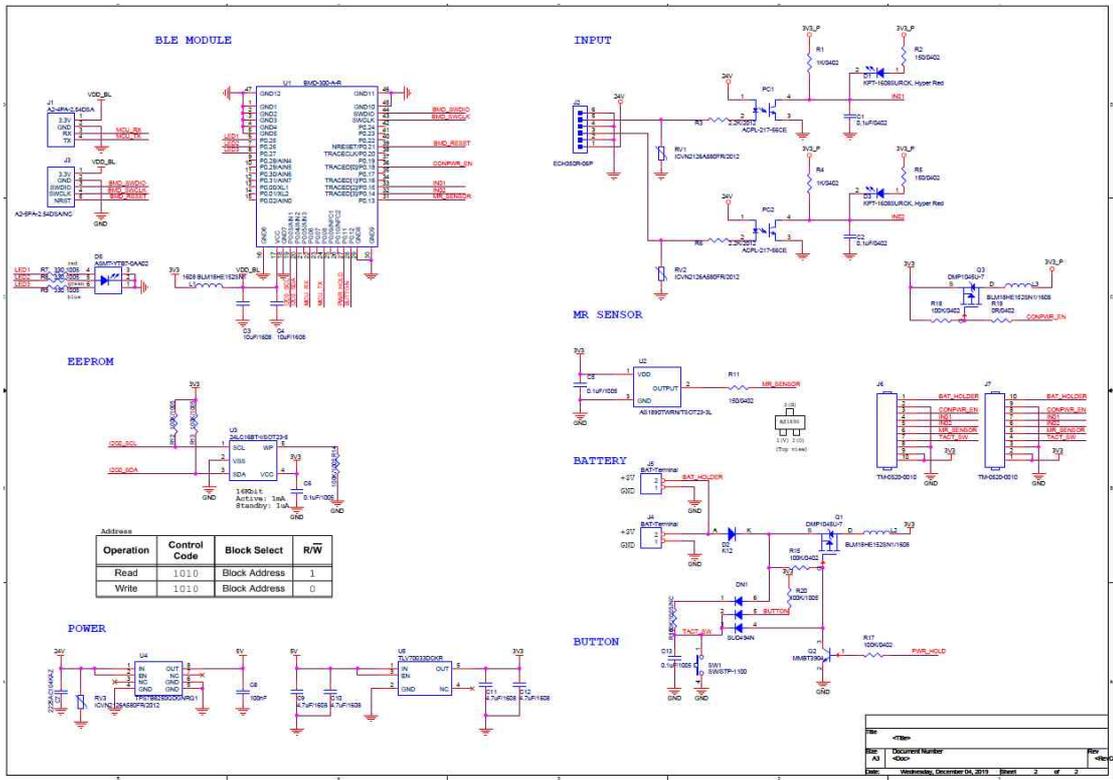
### o 스마트 상태센서 2차 개발 사양 검토결과

항 목	배터리 사용시	상전 사용시	비 고
BLE 모듈	BMD300		
INPUT	X	TERMINAL 4EA - 리드스위치 2개 입력	와이어 굵기: 2.55Q
SENSOR	1EA - MR자기센서(실린더 자석 인식)	X	리드스위치없이 사용시
LED	리드스위치 입력	전원, 리드스위치 입력, 통신 상태	
BUTTON	전원, ID설정	ID설정	
전원	CR2450	TERMINAL 4EA - DC24V 입력/출력	릴레이 연결
보드 사이즈	30 X 33.5mm, 1.2T		기존: 35 X 50mm, 1.6T
기구	35 X 40 X 33mm		기존: 40 X 55 X 25mm

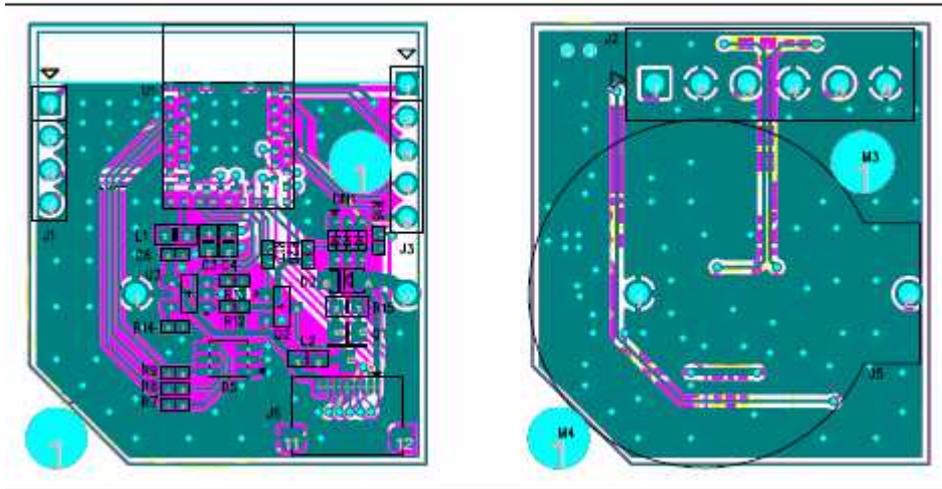
### o 스마트 상태센서 2차 개발 사양 구성도



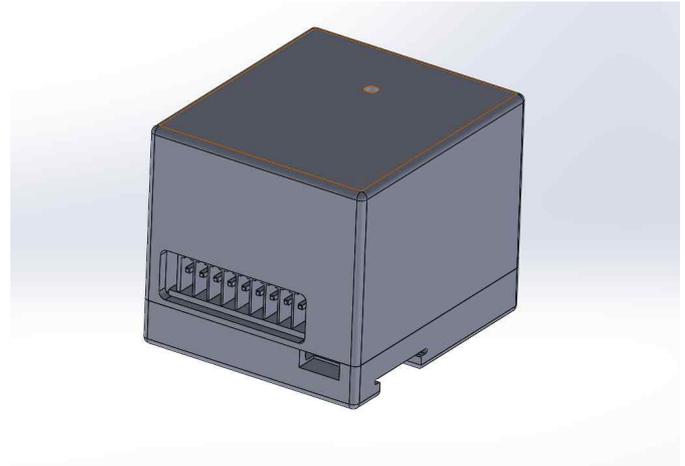
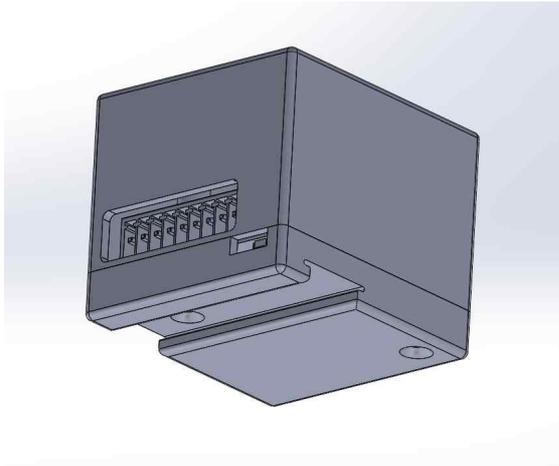
### o 스마트 상태센서 2차 회로설계



o 스마트 상태센서 2차 PCB 설계 및 제작



o 스마트 상태센서 2차 기구설계



o 스마트 상태센서 2차 시제품 제작



- 참여기관 : (주)아이로텍 -

□ 자율제어 설비를 위한 스마트센서 효율적 운영을 위한 디지털트윈 플랫폼 설계 및 개발

- 자율제어 설비 및 스마트센서 효율적 운영을 위한 디지털트윈 플랫폼 개발을 상세 기능요구사항 분석 및 설계 수행
  - 기존의 로봇 중심 시뮬레이터의 기반 기술들을 확장하여 자율제어 설비 및 스마트센서를 위한 시뮬레이션 플랫폼을 설계 및 개발하고 있으며, 1차연도에서는 이를 위해 필요한 요구사항 분석 및 시스템 아키텍처, 새로운 모델을 설계 및 개발 진행중에 있다.
  - 새로운 디지털트윈 플랫폼에 요구되는 추가적인 기능 요구사항들을 분석하고 요구사항 변경 및 추가에 대한 개발을 수행할 수 있도록 정의하였으며, 이를 바탕으로 개발 계획을 수립하였다.

WBS	TASK	내용
1.	기본 환경 설계	
1.1	기본구조설계	전체적인 과제에서 활용되는 요소들에 대한 기본 설계
1.1.1	Workcell 모델 설계	Workcell에 포함되어야 하는 속성값 및 표현 방식 정의
1.1.2	Process 모델 설계	Process에 포함되어야 하는 속성값 및 표현 방법 정의
1.1.3	Task 모델 설계	Task에 포함되어야 하는 속성값 및 표현 방법 정의
1.2	Device 추가 속성 설계	Device에 포함되어야 하는 추가 속성에 대한 설계
1.2.1	스마트센서 Device 속성 구조 설계	자율제어 Device 및 작업자 관련된 속성 정의
1.2.2	작업자 Device 속성 구조 설계	스마트센서 및 VR/AR 장비와 관련된 속성 정의
1.2.3	실시간 모니터링 Device 속성 구조 설계	실시간 모니터링 Device와 관련된 속성 정의
2.	스마트센서 제어 환경	
2.1	스마트센서 제어 속성 적용	제품 사양, 자율제어설비 제어를 위한 스마트 센서 제어 속성 환경 설계
2.1.1	제품 스마트센서 제어 속성 적용	제품 ID, 사양 정보 입출력 환경 설계
2.1.2	자율제어설비용 마스터 모듈 속성 적용	스마트 센서 및 Output 모듈제어 환경 설계
2.1.3	자율제어설비용 Output 모듈 속성 적용	가상 자율제어설비의 Actuator 제어 환경 설계
2.2	스마트센서 실시간 모니터링	스마트센서와의 실시간 데이터 Input 및 Output을 위한 환경 설계
2.2.1	스마트센서 API 분석	스마트센서 조회 및 설정 API에 대한 항목, 기능 분석을 통한 디지털트윈 플랫폼 연계 환경 설계
2.2.2	스마트센서와 디지털트윈 플랫폼 연계	스마트센서와 디지털트윈 플랫폼 연계를 위한 Plug-In 모듈 설계
2.2.3	스마트센서 위치 및 속성 표시 환경	스마트센서의 위치 정보, 제품 ID/속성, 마스터/Output 모듈 속성 표시를 위한 환경 설계
3.	자율제어설비 및 로봇 구축 환경	자율제어설비와 추가 로봇에 대한 모델링 및 라이브러리 구축을 위한 환경 설계
3.1	효율적 설비 정의	다양한 산업용 로봇 및 자율제어 설비 효율적 정의 환경 설계
3.1.1	로봇 및 자율제어설비 모델러 환경	기존 산업용 로봇 및 자율제어설비의 기구학 정보, 형상을 쉽게 모델링 할 수 있는 환경 설계
3.1.2	로봇 및 자율제어설비 라이브러리 환경	정의된 로봇 및 자율제어설비의 라이브러리 구축을 위한 환경 설계
4.	VR/AR 기술적용 환경	자율제어설비, 로봇, 스마트센서와 작업자 시뮬레이션에 VR/AR 기술 적용 환경 설계
4.1	VR 기술 적용 환경	작업자 대상 VR 장비 활용 환경 설계
4.1.1	HMD 장비 활용 환경	HMD (HTC Vive) 장비 활용을 위한 OpenVR SDK 활용을 위한 환경 설계
4.1.2	모션캡처 장비 활용 환경	모션캡처 장비(MVN 사 장비)의 API 분석 및 디지털트윈 연계 환경 설계
4.2	AR 기술 적용 환경	작업자 대상 AR 장비 활용 환경 설계
4.2.1	AR 글라스 장비 활용 환경	Microsoft Hololens2를 활용한 AR 환경 설계
4.2.2	AR 글라스 장비 연계 환경	OpenXR와 WindowAPI를 이용한 AR 글라스 연계 및 GUI 설계

그림 32 자율제어 설비를 위한 스마트센서 효율적 운영을 위한 디지털트윈 플랫폼 기능요구 사항

- o 자율제어 설비 및 스마트센서 효율적 운영을 위한 디지털트윈 플랫폼을 위한 시스템 아키텍처 정의
  - 자율제어 설비 및 스마트센서 운영을 위해 필요한 시뮬레이션 모듈 및 새로운 구조/모델을 정의하기 위한 모듈, 효과적인 시뮬레이션/AR/VR 환경 정의를 위한 작업 환경과 스마트센서, 로봇, VR/AR 장비와의 연계를 통한 디지털트윈 환경 두축을 위한 아키텍처를 정의하였다.



그림 33 디지털트윈 플랫폼 시스템 아키텍처

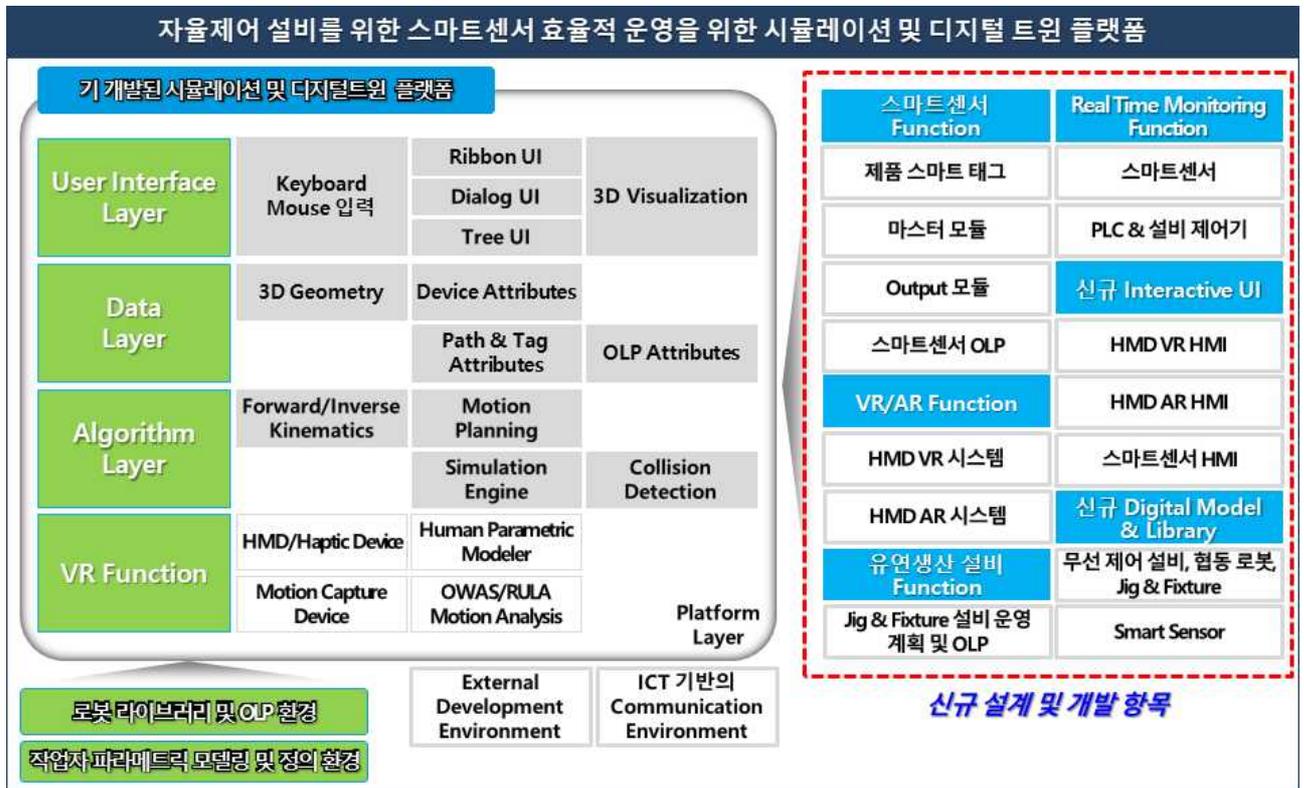


그림 34 자율제어 설비를 위한 스마트센서 효율적 운영을 위한 디지털트윈 플랫폼 구성요소

o 효율적 작업자 모델, 작업 정의 방법 및 시뮬레이션 기술 개발

- 작업자 신체 치수에 따른 작업자 모델 자동생성 환경 개발

작업자의 신체 치수에 따른 정밀한 작업 분석을 위하여 신체 치수에 따른 작업자 모델 자동생성 환경을 개발. 사용자가 직접 입력한 신체 수치(어깨 너비, 팔 길이, 다리 길이, 등등..)에 따라 Human Device를 생성하고 시뮬레이션 및 분석 작업을 수행할 수 있음. Human Device를 재생성 하는 과정은 크게 두 가지 작업으로 이루어지도록 개선하였다.

① 3D Model의 Scaling : 입력한 신체 수치 값을 Default 값과 비교 하여 비율을 계산한다. 비율 값을 이용하여 입력한 값에 해당하는 3D Model Part와 해당하지 않더라고 관련된 Kinematics 식으로 간접적으로 연결된 Part의 길이 및 굵기를 변경시킨다.

② Human Kinematics식 재정의 : Human Device Motion을 결정하는 Forward Kinematics 와 Inverse Kinematics식은 Human 신체 수치를 상수로 사용한다. 그것을 Human Device의 Forward kinematics 식과 Inverse Kinematics 식의 Link Parameter 라고 부른다. 만약 Part 들의 형상(길이 및 굵기)만 변경 시키고 Kinematics식의 Link Parameter를 변경하지 않으면, 3D Human Model의 움직임이 이상할 것이다. 따라서 변경된 신체 수치에 따라서 Link Parameter를 변경하여 Human Device의 Forward kinematics 식과 Inverse Kinematics 식을 재정의 해야 한다.

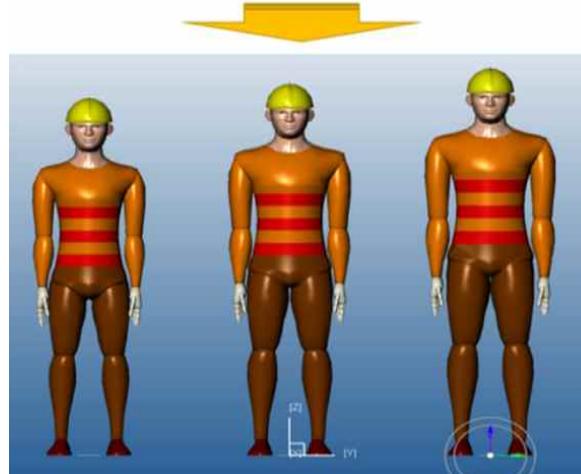
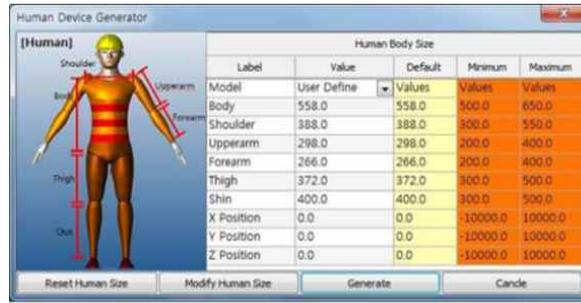


그림 35 작업자 모델 생성 환경 개발

- 작업자 작업 자세정의 및 시뮬레이션 제어를 위한 사용자 환경 개선

① 작업자 자세 제어를 위한 Motion Dialog 개선

Human Device의 위치 및 자세를 제어하고 Motion 시뮬레이션을 수행할 수 있는 Dialog를 새로 개발하여 테스트 진행 중이다.

(ㄱ) Motion Target : Motion을 수행할 작업자 Device를 지정하고 Home Position 이동을 수행

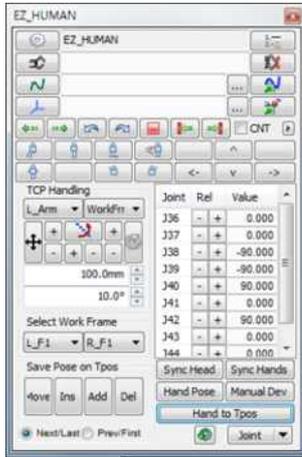
(ㄴ) 작업자 Motion : Sit Down, Stand Up, Kneel 등의 버튼으로 사전에 정의된 자세들을 취할 수 있으며, 자세 제어를 위한 인체 부위를 선택하여 조정할 수 있음

(ㄷ) Joint Values : 작업자 Device를 구성하는 Joint 값들을 확인하고 조정

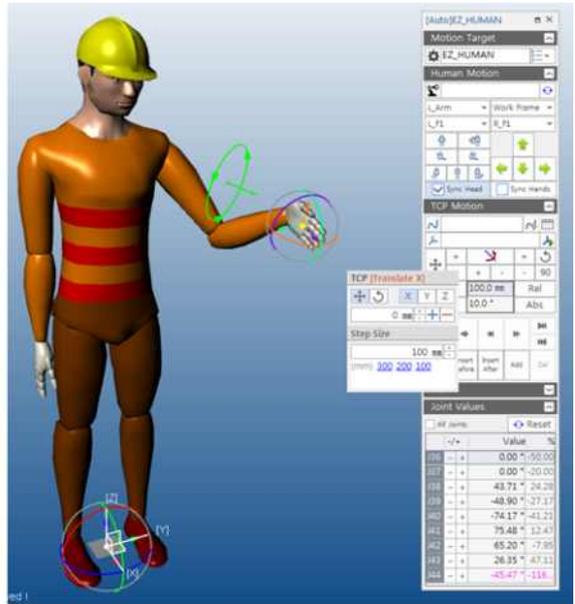
(ㄹ) Target Motion : 사전에 정의된 작업자 Device의 Task를 선택하여 정의된 작업 자세들로 이동하거나 연속적으로 시뮬레이션 수행

① 효율적 작업자 자세 제어를 위한 Gizmo Interface 적용

작업자 Device는 일반적인 로봇과 달리 손/발 등의 신체 부위들에 대해서 각각 자세 정의를 수행해야 된다. 이에 직관적으로 신체 부위를 선택하고 자세 제어를 위하여 Gizmo UI를 적용하여 개발하였다. Gizmo UI는 Motion Dialog와 연동되어 작동되도록 하였다.



(1) Human 자세 제어를 위한 Motion Dialog 개선



(2) Gizmo UI를 이용한 Human 자세 제어 개선

그림 36 작업 자세 정의를 위한 사용자 인터페이스 개선

- o 자율제어 설비, 로봇 모델링 및 라이브러리 구축 환경 개선
  - 기존의 산업용 로봇 기본 모델 외의 신규 로봇 및 자율제어 설비에 대한 신속한 시뮬레이션 작업을 위해서 로봇 제조사 및 Kinematics Type, 형상 Type 등을 선택하여 쉽고, 빠르게 새로운 로봇 모델을 생성할 수 있도록 모델러를 개발하였다.

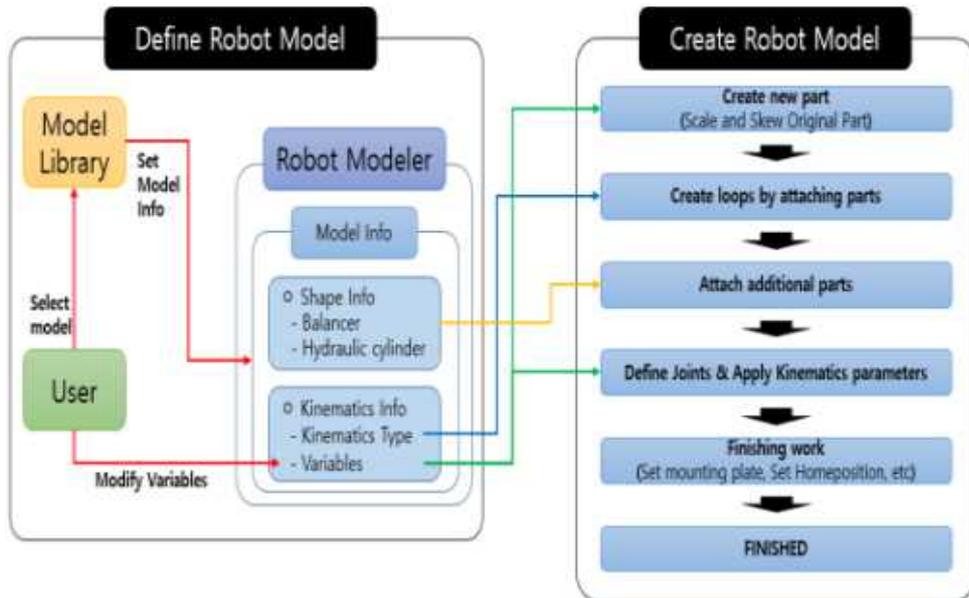


그림 37 로봇 정의 모델러 동작 프로세스



그림 38 로봇 모델러를 이용한 로봇 UI 및 정의 화면

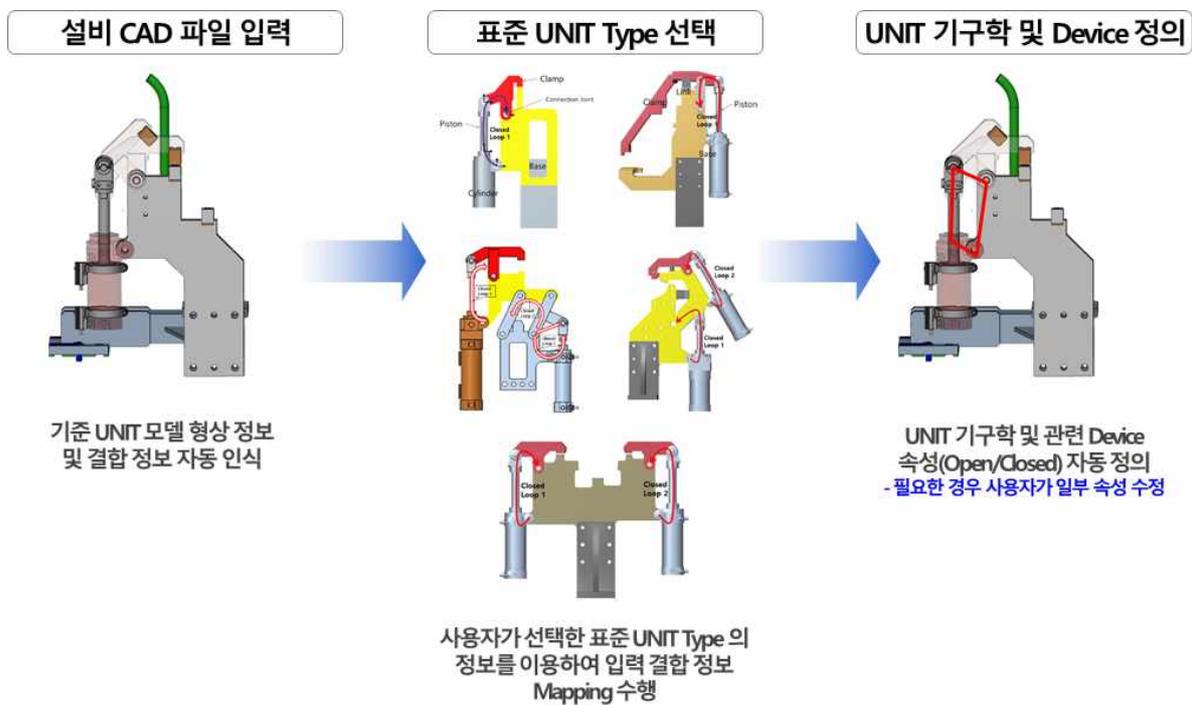


그림 39 자율제어 설비의 기구학 정보 및 Device 자동 정의 환경

□ VR/AR 기술기반 자율제어 설비, 스마트센서 시뮬레이션 수행, 분석 및 검증 기술 개발

o HMD(Head Mounted Display)를 활용한 VR 기반 시뮬레이션 시스템 개발

- HMD 및 Haptic 장치를 활용한 VR 시스템 개발

① HMD 및 Haptic 장치를 기반 VR 환경 개선 및 개발

HMD를 이용한 VR 시스템을 개발하기 위해 OpenVR을 사용하였다. OpenVR 은 SteamVR 프로그램에서 HTC Vive 장치를 지원하기 위해 Valve Corporation 에서 개발한 SDK 로써, 3차원 공간에 대한 렌더링 화면을 HMD 장치에 전송 및 Haptic 장치에 대한 컨트롤 등, VR 개발에 필수적인 API 를 제공해주고 있다. OpenVR 은 HTC Vive 장치의 기본 SDK 이지만,

Oculus Rift 등 다른 VR 장치들에 대한 지원이 가능하도록 개발되었다. 다음은 OpenVR 이 구동되는 전반적인 구조를 보여주는 그림이다.

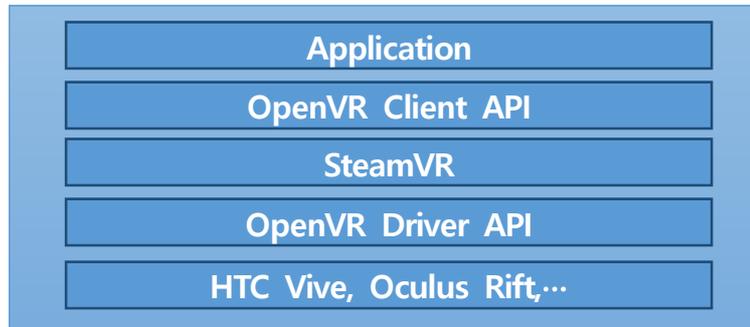


그림 40 OpenVR 모듈 구성

OpenVR은 OpenVR Client API 와 OpenVR Driver API 두 계층으로 나누어 진다. OpenVR Client API 를 통하여 Application 와 SteamVR 프로그램이 통신을 할 수 있으며, OpenVR Driver API 를 통하여 SteamVR 프로그램과 VR 장비와의 통신이 가능하다. 따라서 VR 장비 업체가 OpenVR Dirver 을 제작하여 배포함으로써, Application 에서는 특정 VR 장비의 SDK 에 의존하지 않고, OpenVR Client API 만을 사용하여 다양한 VR 장비와 통신할 수 있다. 또한, 새로운 VR 장비에 대한 지원이 필요한 경우에도 OpenVR Dirver 를 제공함으로써, 기존 Application 의 변경 없이 새로운 VR 장비에 대한 지원이 가능하다. 현재 디지털트윈 플랫폼에서는 HTC Vive 장비를 사용하여 VR 시스템을 구축하였다.

o 모션캡처(Motion Capture) 장비를 활용한 VR 기반 시뮬레이션 환경 개선

- 모션캡처 장비운영을 위한 미들웨어 소프트웨어 제거를 통한 효율적 VR 환경 구축

기존 모션캡처 장비를 사용하기 위해서는 모션캡처 장비 제작사에서 공급하는 미들웨어 소프트웨어를 사용해야한 디지털트윈 소프트웨어와 연계하여 VR기반의 시뮬레이션 작업이 가능하였다. 그러나, 본 과제를 통해서 기존의 미들웨어 소프트웨어의 제외하고 사용할 수 있는 환경으로 개선함으로써 VR 기술 사용을 위한 시스템 가격을 낮추고, 작업 효율성을 확보 하였다.



그림 41 모션캡처(Motion Capture) 장비를 활용한 VR 기반 시뮬레이션 환경 개선

o HMD(Head Mounted Display)와 모션캡처(Motion Capture) 장비를 활용한 VR 기술 검증 테스트 수행

- HMD와 모션캡처 장비를 동시에 사용하여 VR 시스템을 구축하고, 이를 이용한 작업자의 작업 자세 교시와 분석을 수행할 수 있도록 시스템을 구축하였다.



그림 42 HMD/Haptic 시스템을 이용한 작업자 교시 테스트



그림 43 HMD와 모션캡처 장비를 이용한 VR 시스템 구성 및 기능

- o 마이크로소프트 홀로렌즈2(Microsoft Hololens2)를 활용한 AR(Augmented Reality) 환경 구축
  - AR 시뮬레이션 시스템 개발을 위해서, Microsoft 사의 Hololens2 기기를 사용하였다. 시스템 개발은 C++/CX 기반의 UWP(Universal Window Platform) 응용프로그램에서 이루어졌고, AR 기기의 제어를 위해서 OpenXR 과 Windows API를 사용하였다. OpenXR 은 KHRONOS Group에서 개발한 범용 SDK 로서 MS사의 Hololens2 기기에 국한되지 않고, Steam VR, HTC 사의 VR 기기, Oculus 사의 VR 기기 및 기타 AR/VR 기기들을 모두 제어할 수 있다. 따라서, OpenXR로 구현된 모듈부만 이식하면 현재 사용 중인 기기가 아니더라도 구현되어 있던 기능을 이식하는 것이 용이하다. 아래 그림은 선택한 CAD 형상이 Hololens2 화면에서 출력되는 모습을 보여주고 있다.



그림 44 Hololens2 시스템을 이용한 AR 기술 구현

- QR Code를 인식하고 Tracking 하는 기술을 적용하여 AR 환경상에서 사용될 제품, 설비 등의 CAD 데이터를 쉽게 Loading 하여 CAD 원점 위치를 정의 할 수 있도록 하여 Tracking 된 지점을 기반으로 홀로그램의 렌더링 위치를 결정할 수 있도록 하였다. 한번 렌더링 위치가 정해지면 사용자 시점이 변경되어도 위치가 변하지 않고 고정되어 작업자가 360도 회전하여 확인할 수 있도록 하였다.



그림 45 QR Code Tracking 된 홀로그램 정의 예시

- 다양한 CAD 데이터를 AR 환경상에서 로딩하여 활용할 수 있는 환경을 개발하였다. 현재 사용가능한 CAD 데이터의 확장자는 \*.obj, \*.stl, \*.fbx 로 디지털트윈 소프트웨어상에서 Export 가능한 Format을 Real Time 으로 Loading하여 Rendering 할수 있도록 개발하였다.



그림 46 4만개 이상의 Polygon 으로 이루어진 \*.obj 데이터

- AR 환경상에 CAD 데이터의 위치/방향과 스케일(Scale)을 조정할 수 있는 다양한 상호작용 기능을 구현하였으며, 공간 정보를 인식하여 CAD 데이터와 실제 주변 공간상의 실물과 간섭 여부를 확인할 수 있도록 개발을 수행하였다.

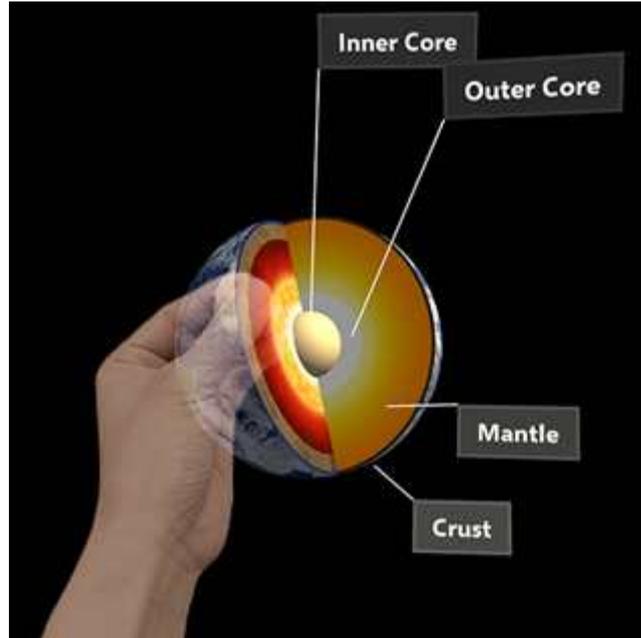


그림 47 작업자 손을 이용한 CAD 데이터 제어

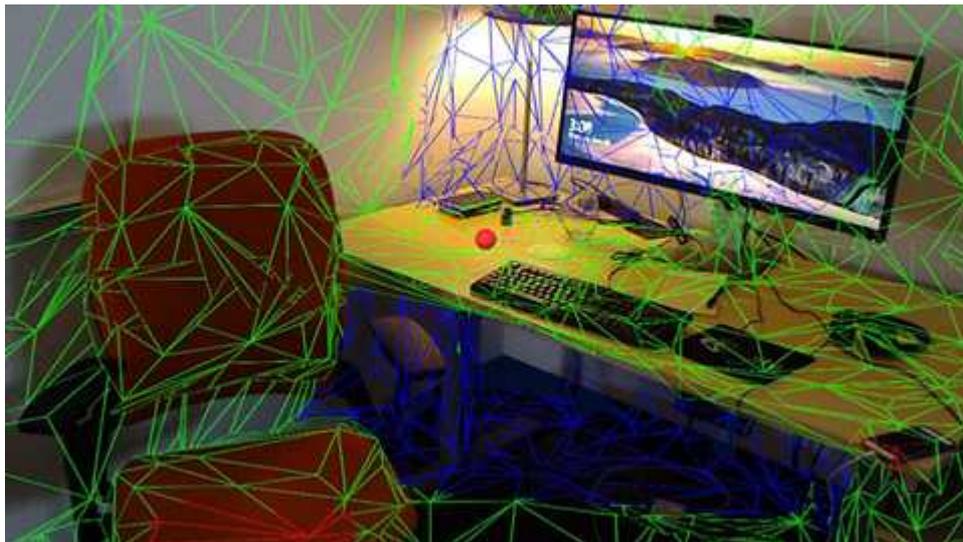


그림 48 실제 공간정보의 인식을 위한 Mesh 화

□ 스마트센서 기반 자율제어 설비, 스마트센서 모니터링/운영관리 기술 개발

o 스마트센서와 디지털 플랫폼 연계를 위한 Plug-In 모듈 설계 및 개발

- 스마트센서와 디지털트윈 플랫폼 연계를 위한 Plug-In 모듈 개발

스마트 센서를 운영하기 위한 RTLS(Real Time Location System) Server 상의 스마트센서 운

영 소프트웨어와 CPS 기반 디지털트윈 소프트웨어 연계를 위한 HTTP(HyperText Transfer Protocol) 기반 Plug-In 모듈 설계 및 개발을 진행하였다.

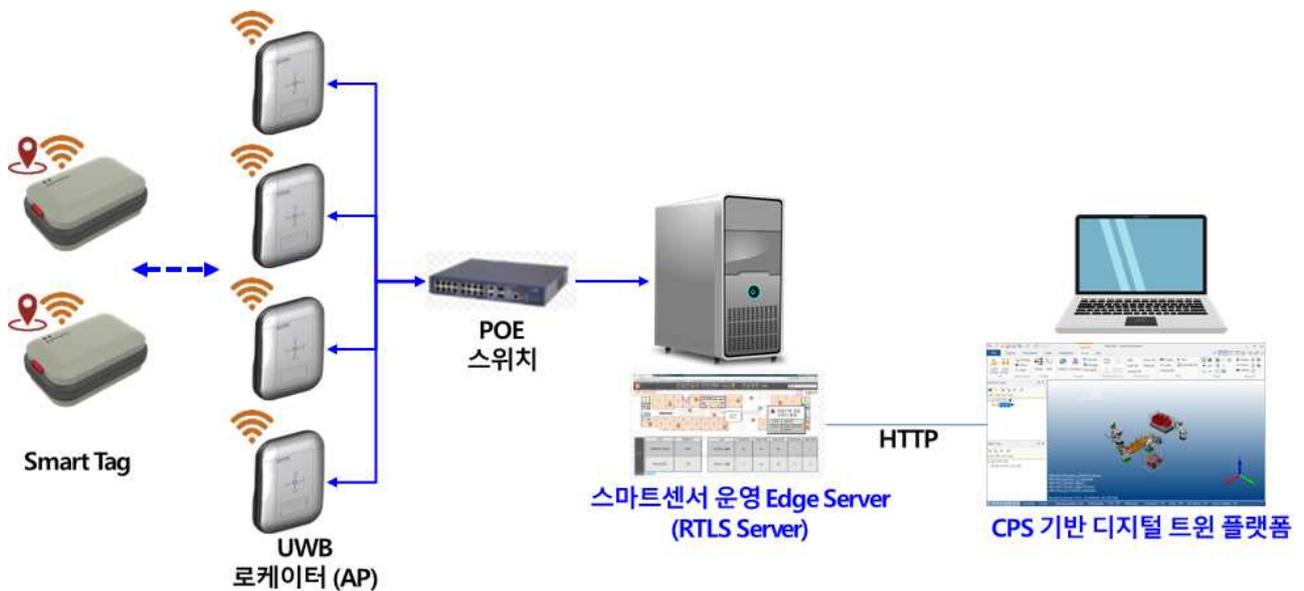


그림 49 스마트센서와 CPS기반 디지털트윈 플랫폼 연계 구성도

o 스마트센서와 디지털트윈 플랫폼 연계 테스트 수행

- 스마트 센서를 운영하기 위한 RTLS(Real Time Location System) Server 상의 스마트센서 운영 소프트웨어는 제품 위치/생산정보 관리, 작업공정 관리, 현장 설비 실시간 모니터링 및 스마트센서를 제어하는 역할을 수행하도록 하였다.

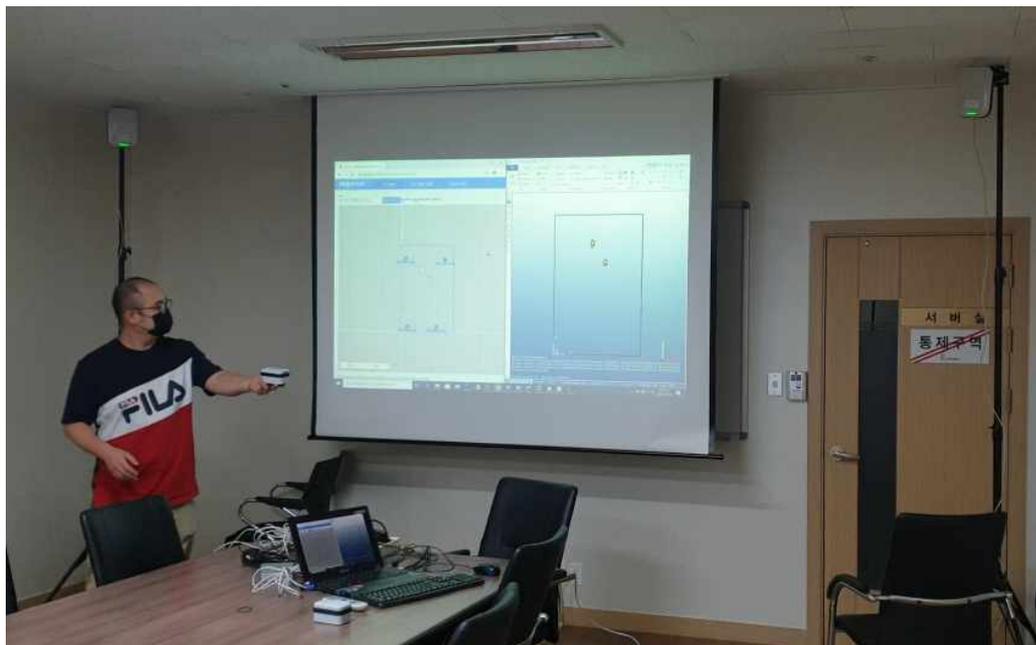


그림 50 디지털트윈 소프트웨어를 이용한 스마트센서 실시간 모니터링 테스트

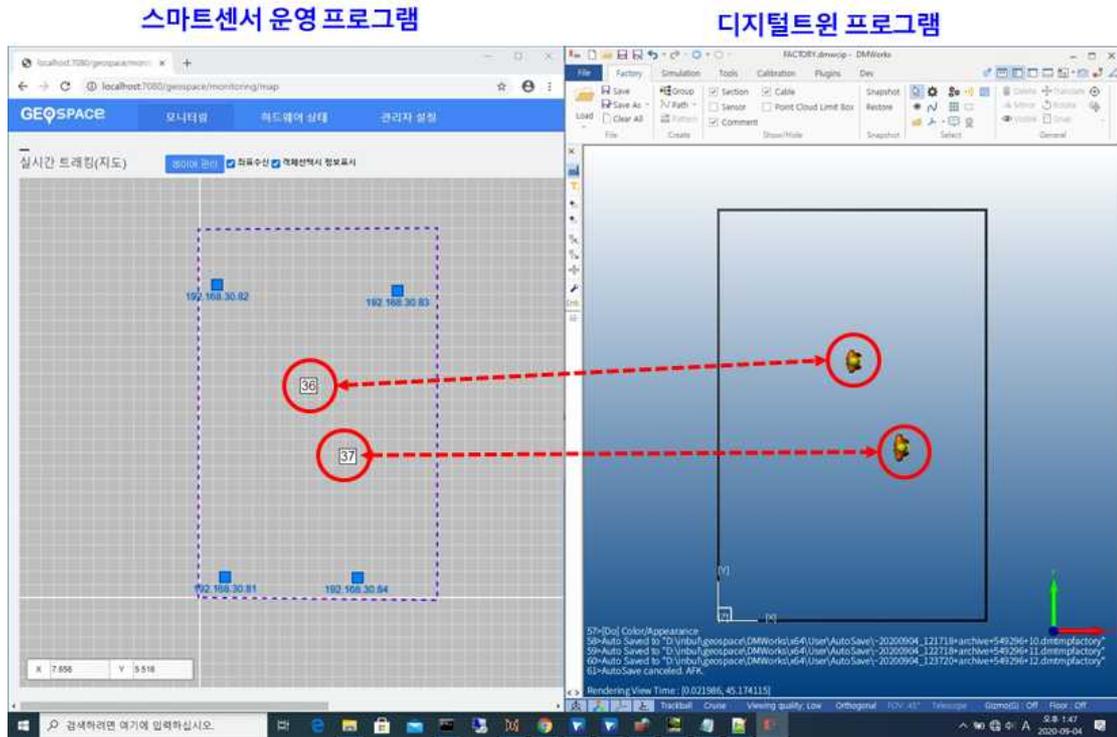
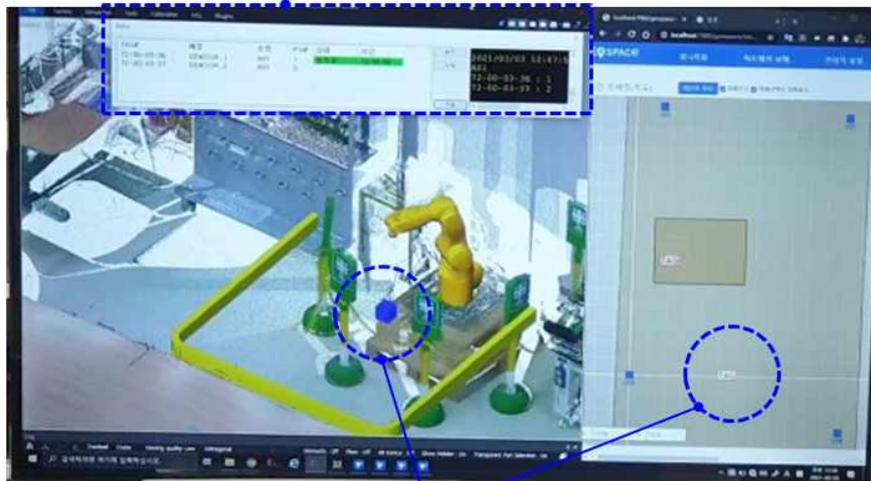


그림 51 디지털트윈 소프트웨어를 이용한 스마트센서 실시간 모니터링 화면

- CPS 기반 디지털트윈 소프트웨어는 생산 제품/설비/작업자 및 스마트센서 디지털 모델링 및 라이브러리 구축, 3D 시뮬레이션 및 생산공법 정의, 스마트센서 운영 프로그램 생성, 스마트센서 실시간 모니터링(제품위치, 제품 생산정보)을 수행함. 현재 1차년도에는 스마트센서의 실시간 모니터링 및 프로그램이 가능하도록 Plug-In 모듈 개발 완료하였다.

스마트센서 프로그램 지시 및 상태정보 모니터링 환경



스마트센서 위치정보 실시간 모니터링

그림 52 스마트센서 실시간 위치/상태정보 모니터링 및 지시 화면

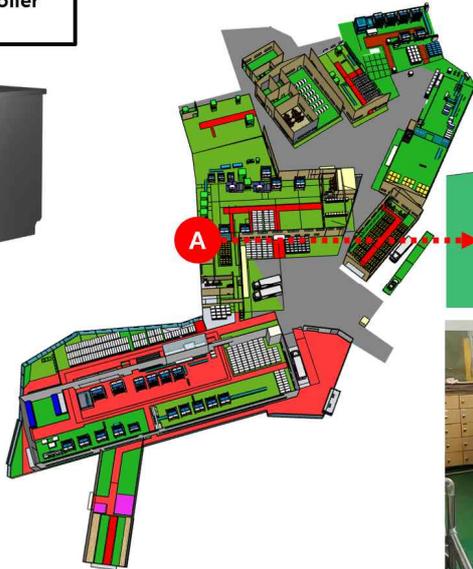
- 참여기관 : (주)신신사 -

□ 자율제어 생산공정 실증을 위한 테스트베드 설계

○ 현상파악 및 문제점 사전 조사 활동

- 본 과제의 대상 제품: 신신사의 A동 1층에서 생산되는 수작업공정
- 실린더의 작동을 통해 부품을 조립하는 공정
- 총 6명의 작업자가 배치되어 매일 8시간씩 작업 진행

대상제품 : 식기세척기 Support Roller Assy



식기세척기의 식기를 얹어놓는 랙을 전후로 이송시켜주는 부품인 Support Roller Assy를 조립하는 공정으로서 현재 투입된 작업자는 6명으로 단일 셀공정으로 작업



○ 품질 요구사항의 수렴

- 본 과제의 목표는 스마트센서를 기반으로 한 자율제어를 하기 위해 공정 자동화가 요구됨
- 물량의 증가로 생산성 및 품질에 대한 요구사항 발생
- 1차연도의 테스트베드에 반영하여 설계함

**Roller Assembly 품질 요청 사항 검사**

■ Roller Assembly 공정 자동화 설계에 대한 품질보증될 요청 사항.

인재가 있고, 기술이 있고, 비재가 있는 SHIN | Human, Technology, Future

SHINSHIN

현장 작업지도서

**Roller Assembly 품질 검사\_Roller 있음**

■ Roller Assembly 검사 필요 사항 AHJ73609901(L), AHJ73610001(R)

No	도면 요구 조건	내용	참고 사진
1	<p>도면 3-124 도면 3-125 도면 3-126(외면의 롤러) 300-700 도면 3-127(내면의 롤러) 300-700</p>	<p>코팅(외면) 후 코팅 부위의 치수가 0.001mm에 안맞을 것. ※ 코팅 후 3개소 치수 측정.</p>	
2	<p>도면 3-126(외면의 롤러) 300-700</p>	<p>코팅(외면) 후 코팅 면의-관공률까지의 치수가 21.40±0.03(일단 공차)에 안맞을 것. ※ 코팅 후 3개소 치수 측정.</p>	
3	<p>도면 3-126(외면의 롤러) 300-700</p>	<p>코팅 후 구속 면의 roller 회전 될 것</p>	
4	<p>도면 3-126(외면의 롤러) 300-700</p>	<p>DATUM 'A'면에 대해서 외면의 직경도 0.5 내외 안맞을 것. ※ 코팅 후 3개소 치수 측정.</p>	

인재가 있고, 기술이 있고, 비재가 있는 SHIN | Human, Technology, Future

SHINSHIN

공정검사 내용

Roller Assembly 품질 검사\_Roller 없음

■ Roller Assembly 검사 필요 사항  
- AHJ73609902(L), AHJ73610002(R)

No	도면 요구 조건	내용	참고 사진
1		포팅(리벳팅) 후 포팅 부위의 치수가 0.50이하에 만족 할 것. ※ 포팅 후 2개소 지수 통찰.	
2		포팅(리벳팅) 후 리벳 머리-관공을 막지않고 거리가 21.40±0.3(일반 공차)에 만족 할 것. ※ 포팅 후 2개소 지수 통찰.	
3		포팅(리벳팅) 후 리벳 튀움됨 없음 것. ※ 포팅 후 2개소 통찰.	

인벡터 있고, 기술이 있고, 미래가 있는 신진 Human, Technology, Future

SHINSHIN

공정검사 내용

Roller Assembly 품질 검사\_Roller 있음

■ Roller Assembly 검사 필요 사항  
- AHJ73609902(L), AHJ73610002(R)

No	도면 요구 조건	내용	참고 사진
4		DATUM A면에 대해서 리벳의 직경도가 0.5 내에 만족 할 것. - 0.5 이하로 만족하면 0.5 이하에 해당 위치 통찰 ※ 포팅 후 2개소 통찰	

인벡터 있고, 기술이 있고, 미래가 있는 신진 Human, Technology, Future

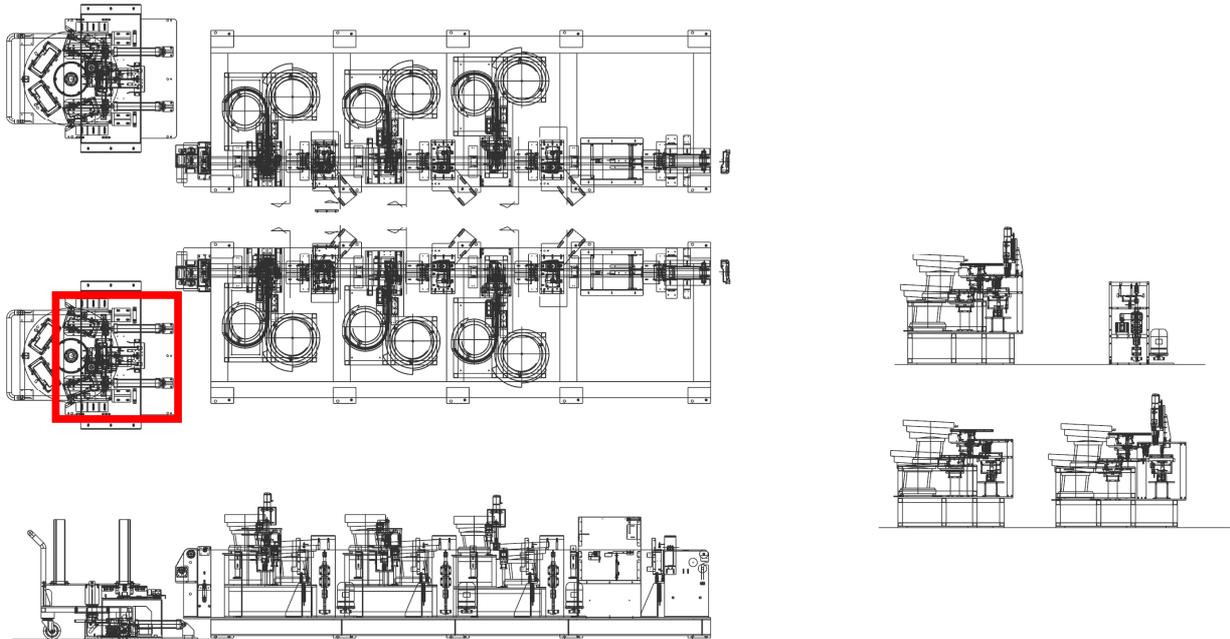
SHINSHIN

공정검사 내용

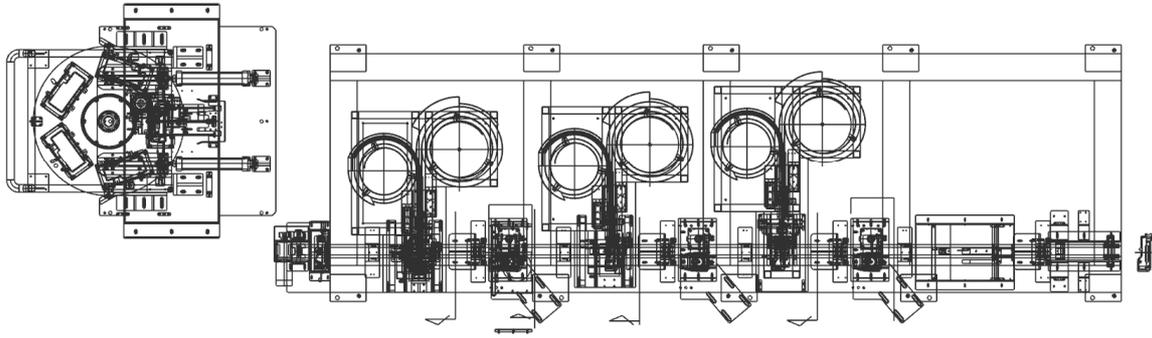
0 스마트센서 기반 테스트베드 설계 및 양산적용 검토

- 본 사업의 테스트 베드의 구축을 위한 설계완성(2D 카드)
- 2차년도 3D도면 제작
- 부품공급 자동화 및 협동로봇 투입 공정으로 개선 예정

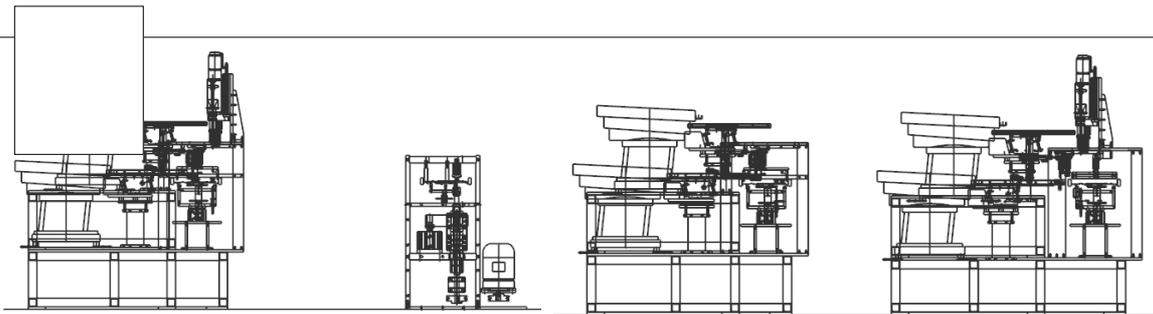
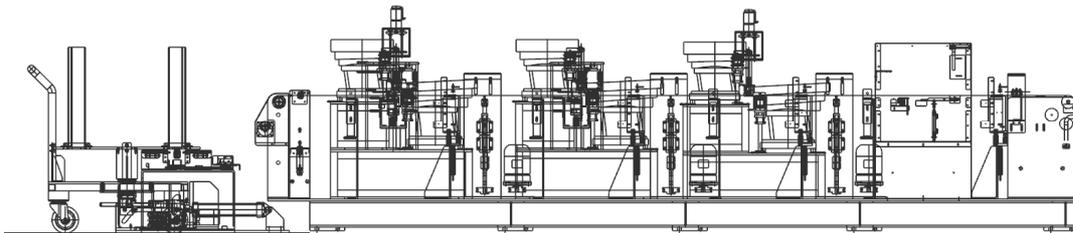
[전체 자동화설비 레이아웃]



현재 작업자 수작업하는 공정을 로봇-자동화설비에 의해서 작업  
협동로봇 2기 자동화설비 좌우 2곳 최종공정 품질검사



공정 순서	비고
1) 사출물 정렬 및 공급장치 2) Roller 고정용 Pin공급장치 3) 사출물+ Pin 1차 조립장치 4) 리베팅 머신 5) 리젝트 유닛 6) 체인컨베어	1) 사출물 공급장치는 협동로봇을 투입 2대의 협동로봇으로 조립라인 2대에 동일 작업진행



- 주관기관 (주지오플랜 & 참여기관 (주)이지로보틱스 -

□ 기관별 성능평가 항목 단동 테스트 결과 (자체 평가)

< 주요 성능지표 개요 >							
주요 성능지표 <sup>1)</sup>	단위	최종 개발목표 <sup>2)</sup>	기술개발전 수준	세계최고수준 또는 수요처 요구수준 <sup>3)</sup> (해당기업)	전체항목에서 차지하는 비중 <sup>4)</sup> (%)	단동 테스트 결과 (자체 평가)	
						결과	달성률
1. 실내 위치추적 정밀도	cm	30 이내	100	30 (유비센스)	10	30	100.0
2. 공정 진입 인식 정확도	%	99.9 이상	95	99 이상 (수요처 요구수준)	10	100.0	100.0
3. 데이터 수집 정확도	%	99.9 이상	N/A	99 이상 (수요처 요구수준)	10	100.0	100.0
4. 스마트 센서 연동 제어 정확도	%	99.9 이상	N/A	99 이상 (수요처 요구수준)	10	100.0	100.0
5. 상태 정보 데이터 정확도	%	99.9 이상	N/A	99 이상 (수요처 요구수준)	15	100.0	100.0
6. 상태 센서 배터리 사용기간	개월	24 이상	N/A	24 (수요처 요구수준)	15	24	100.0
7. 시뮬레이션 그래픽 처리 속도	fps	45	30	45 (수요처 요구수준)	10	33.27	73.9
8. 실제 및 가상 Jig&Fixture 구동 모니터링 성능	%	99.9 이상	N/A	99 (수요처 요구수준)	10	통합 시스템 구축 시 진행 가능(2차연도)	
9. 생산설비/스마트 센서 작업환경 라이브러리	EA	7	4	7 (수요처 요구수준)	10	5	71.4

# 1. 실내 위치추적 정밀도 (1/4)

## 시험 평가서

(주)지오플랜 경기도 안양시 동안구 일예스로142 금정 SKV1 622	성적서 번호 페이지 1/4	
---	-------------------	--

1. 결과서 용도 : 과제 연차보고서 정량적 목표 달성 테스트 결과 확인

2. 성능평가 항목 : 실내 위치추적 정밀도

3. 테스트 방법 : 자체 테스트 규격

4. 테스트 장소 : 사무실

5. 테스트 일자 : 2021년 5월 13일

6. 테스트 결과 : 30cm 이내 위치 정밀도 확보 (평균 10cm, 최대 25cm)

본 테스트 결과서는 "생산설비 자율제어를 위한 Jig & Fixture 무선센서 스마트센서 및 디지털트윈 기술개발" 스마트센서 고도화 과제와 1차년도 기술개발 결과인 "스마트센서 실내 위치추적 정밀도" 항목에 대한 기술개발 결과를 증명하기 위해 작성되었으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

2021. 5. 13.

# 1. 실내 위치추적 정밀도 (2/4)

시험 결과	성적서 번호 페이지 2/4	
-------	-------------------	--

1. 시험 조건

1) 시험 하드웨어 준비

구분	지문 부착형 스마트센서	위치추적 AP (Access point)	AP간 정밀 시간 동기화 장치
이미지			
개요	지문, 사제지 등 이동체 부착	위치추적, 타 시스템/생체 연계	30 정밀 로케이터 시간동기화

2) 시험 하드웨어 환경

2. 시험 방법

- 1) 위치측정을 위한 테스트용 스마트센서 태그 3개 준비
- 2) 스마트센서 태그의 실제 위치확인을 위하여 광파기(Total Station)로 로케이터(AP)와 태그에 대한 기준 좌표를 측정
- 3) 로케이터에서 실시간으로 측정되는 스마트센서 태그의 위치 좌표를 1분간 측정/기록
- 4) 기준 좌표와 측정된 좌표를 비교/분석

# 1. 실내 위치추적 정밀도 (3/4)

시험 결과	성적서 번호 페이지 3/4	
-------	-------------------	--

3. 시험 결과

1) 실험 결과 좌표 로그 데이터

가. TAG1

TagID	구분	X	Y	Z	Time
[1]	72-00-01-83 CR	1.04	14.61	1.4	2021051317400.1
[1]	72-00-01-83 CR	1.04	14.61	1.4	2021051317400.4
[1]	72-00-01-83 CR	1.05	14.61	1.4	2021051317400.6
[1]	72-00-01-83 CR	1.04	14.61	1.4	2021051317400.7
[1]	72-00-01-83 CR	1.05	14.61	1.4	2021051317400.9
[1]	72-00-01-83 CR	1.05	14.62	1.4	2021051317401.1
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.62	1.4	2021051317401.3
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.63	1.4	2021051317401.5
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.63	1.4	2021051317401.8
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.63	1.4	2021051317402.1
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.63	1.4	2021051317402.3
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.63	1.4	2021051317402.5
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.62	1.4	2021051317402.8
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.62	1.4	2021051317403.1
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.62	1.4	2021051317403.3
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.62	1.4	2021051317403.6
[1]	72-00-01-83 CR	1.06	14.62	1.4	2021051317403.9
[1]	72-00-01-83 CR	1.07	14.62	1.4	2021051317404.1
[1]	72-00-01-83 CR	1.07	14.62	1.4	2021051317404.4

나. TAG2

TagID	구분	X	Y	Z	Time
[1]	72-00-01-81 CR	1.27	10.59	1.4	20210217160200.0
[1]	72-00-01-81 CR	1.26	10.59	1.4	20210217160200.40
[1]	72-00-01-81 CR	1.27	10.59	1.4	20210217160200.40
[1]	72-00-01-81 CR	1.26	10.59	1.4	20210217160200.70
[1]	72-00-01-81 CR	1.26	10.59	1.4	20210217160200.90
[1]	72-00-01-81 CR	1.29	10.59	1.4	20210217160201.00
[1]	72-00-01-81 CR	1.28	10.59	1.4	20210217160201.20
[1]	72-00-01-81 CR	1.28	10.59	1.4	20210217160201.40
[1]	72-00-01-81 CR	1.28	10.59	1.4	20210217160201.60
[1]	72-00-01-81 CR	1.29	10.59	1.4	20210217160201.90
[1]	72-00-01-81 CR	1.5	10.59	1.4	20210217160202.10
[1]	72-00-01-81 CR	1.29	10.59	1.4	20210217160202.30
[1]	72-00-01-81 CR	1.29	10.59	1.4	20210217160202.50
[1]	72-00-01-81 CR	1.29	10.59	1.4	20210217160202.70
[1]	72-00-01-81 CR	1.29	10.59	1.4	20210217160202.90
[1]	72-00-01-81 CR	1.3	10.6	1.4	20210217160203.10
[1]	72-00-01-81 CR	1.3	10.6	1.4	20210217160203.30
[1]	72-00-01-81 CR	1.3	10.6	1.4	20210217160203.50
[1]	72-00-01-81 CR	1.4	10.34	1.4	20210217160203.70
[1]	72-00-01-81 CR	1.39	10.59	1.4	20210217160203.90

나. TAG3

TagID	구분	X	Y	Z	Time
[1]	72-00-01-82 CR	2.96	13.41	1.4	2021021713400.3
[1]	72-00-01-82 CR	2.97	13.4	1.4	2021021713400.5
[1]	72-00-01-82 CR	2.97	13.4	1.4	2021021713400.6
[1]	72-00-01-82 CR	2.97	13.4	1.4	2021021713400.9
[1]	72-00-01-82 CR	2.97	13.4	1.4	2021021713401.0
[1]	72-00-01-82 CR	2.97	13.39	1.4	2021021713401.2
[1]	72-00-01-82 CR	2.97	13.39	1.4	2021021713401.5
[1]	72-00-01-82 CR	2.97	13.39	1.4	2021021713401.7
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.39	1.4	2021021713401.9
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.39	1.4	2021021713402.1
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713402.3
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713402.4
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713402.7
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713402.9
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713403.1
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713403.3
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713403.5
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.41	1.4	2021021713403.7
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.4	1.4	2021021713404.0
[1]	72-00-01-82 CR	2.98	13.41	1.4	2021021713404.2

# 1. 실내 위치추적 정밀도 (4/4)

시험 결과	성적서 번호 페이지 4/4	
-------	-------------------	--

2) 실험 결과 도식화

가. TAG 1

나. TAG 2

나. TAG 3

4. 평가 결과

스마트센서(태그) 3개 모두 30cm 이내 위치정밀도 (평균 10cm, 최대 25cm)가 확보되어 1차년도 목표인 50cm 이내 위치정밀도 확보

## 2. 공정진입 인식 정확도 (1/6)

### 시험 평가서

㈜지오플랜 경기도 안양시 동안구 엘엑스로142 금정 SKV1 622/623호	성적서 번호 페이지 1/6	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 평가서 용도 : 과제 연차보고서 정량적 목표 달성 테스트 결과 확인</li> <li>2. 시험 내용 : 공정 진입 인식 정확도</li> <li>3. 시험 방법 : 자체 시험 규격</li> <li>4. 시험 장소 : 사무실</li> <li>5. 시험 일자 : 2021년 3월 19일</li> <li>6. 시험 결과 : 인식을 100%</li> </ol> <p style="margin-top: 20px;">본 테스트 결과서는 "생산설비 자율제어를 위한 Jig &amp; Fixture 무선제어 스마트 센서 및 디지털트윈 기술개발" 스마트센서 고도화 과제의 1차연도 기술개발 결과인 '공정 진입 인식 정확도' 항목에 대한 기술개발 결과를 증명하기 위해 작성되었으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">2021. 03. 19. </p>		

## 2. 공정진입 인식 정확도 (2/6)

시험 결과	성적서 번호 페이지 2/6													
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 시험 준비                     <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 하드웨어 준비                             <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">구분</th> <th style="width: 30%;">제품 부착용 스마트센서</th> <th style="width: 20%;">위치추적 AP (Access point)</th> <th style="width: 40%;">AP간 정밀 시간 동기화 장치</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>이미지</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>개요</td> <td>차량, 사계자 등 이동체 부착</td> <td>위치추적, 역 시스템/신버 연결</td> <td>초 원본 로케이터 시간 동기화</td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>2) 테스트 하드웨어 환경                             <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> </div> </li> </ol> </li> </ol>			구분	제품 부착용 스마트센서	위치추적 AP (Access point)	AP간 정밀 시간 동기화 장치	이미지				개요	차량, 사계자 등 이동체 부착	위치추적, 역 시스템/신버 연결	초 원본 로케이터 시간 동기화
구분	제품 부착용 스마트센서	위치추적 AP (Access point)	AP간 정밀 시간 동기화 장치											
이미지														
개요	차량, 사계자 등 이동체 부착	위치추적, 역 시스템/신버 연결	초 원본 로케이터 시간 동기화											

## 2. 공정진입 인식 정확도 (3/6)

시험 결과	성적서 번호 페이지 3/6	
<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 시험 방법                     <div style="display: grid; grid-template-columns: repeat(2, 1fr); gap: 5px; margin-top: 10px;"> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 연구실 내 실제의 공간에 생산 공정 영역 설정 (A/B)</li> <li>2) 위치추적 소프트웨어 상 가상의 공간에 생산 공정 영역 설정 (A/B)</li> <li>3) 사람이 스마트센서 태그를 가지고 A와 B 영역을 왕복 이동</li> <li>4) 설정된 A와 B 영역에 진입/진출 시 해당 스마트센서 태그의 인식 여부를 분석</li> </ol> </li> </ol>		

## 2. 공정진입 인식 정확도 (4/6)

시험 결과	성적서 번호 페이지 4/6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 시험 결과                     <div style="margin-top: 10px;"> <p>1) TAG 1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th>Attempt</th> <th>time</th> <th>In/Out</th> <th>tagid</th> <th>area</th> <th>x</th> <th>y</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1545201</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1</td><td>12.18</td><td></td><td>69</td><td>1552401</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.51</td><td>13.14</td></tr> <tr><td>2</td><td>1545320</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.89</td><td>13.33</td><td></td><td>70</td><td>1552411</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.34</td><td>15.08</td></tr> <tr><td>3</td><td>1545441</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.78</td><td>12.69</td><td></td><td>71</td><td>1552411</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.9</td><td>12.91</td></tr> <tr><td>4</td><td>1545483</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.41</td><td>13.71</td><td></td><td>72</td><td>1552480</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.67</td><td>13.5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1545511</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.64</td><td>12.26</td><td></td><td>73</td><td>1552521</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.39</td><td>16.17</td></tr> <tr><td>6</td><td>1545510</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.92</td><td>12.6</td><td></td><td>74</td><td>1552550</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>3.18</td><td>16.86</td></tr> <tr><td>7</td><td>1545551</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.59</td><td>16.68</td><td></td><td>75</td><td>1553001</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.47</td><td>12.96</td></tr> <tr><td>8</td><td>1545590</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.72</td><td>17.04</td><td></td><td>76</td><td>1553000</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.64</td><td>13.1</td></tr> <tr><td>9</td><td>1546071</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.57</td><td>16.76</td><td></td><td>77</td><td>1553011</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.47</td><td>12.96</td></tr> <tr><td>10</td><td>1546090</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.32</td><td>15.56</td><td></td><td>78</td><td>1553010</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.54</td><td>13.29</td></tr> <tr><td>11</td><td>1546141</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.93</td><td>12.82</td><td></td><td>79</td><td>1553011</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.44</td><td>13.22</td></tr> <tr><td>12</td><td>1546160</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.78</td><td>13.48</td><td></td><td>80</td><td>1553060</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.66</td><td>13.27</td></tr> <tr><td>13</td><td>1546321</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.89</td><td>11.83</td><td></td><td>81</td><td>1553111</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.7</td><td>16.47</td></tr> <tr><td>14</td><td>1546360</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.02</td><td>12.98</td><td></td><td>82</td><td>1553010</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.87</td><td>16.66</td></tr> <tr><td>15</td><td>1546541</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.92</td><td>12.9</td><td></td><td>83</td><td>1553131</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.97</td><td>16.53</td></tr> <tr><td>16</td><td>1546700</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.89</td><td>13.47</td><td></td><td>84</td><td>1553140</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.96</td><td>16.58</td></tr> <tr><td>17</td><td>1546241</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.57</td><td>13.99</td><td></td><td>85</td><td>1553241</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.81</td><td>16.27</td></tr> <tr><td>18</td><td>1546240</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.47</td><td>13.78</td><td></td><td>86</td><td>1553150</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.76</td><td>17.19</td></tr> <tr><td>19</td><td>1546501</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.25</td><td>11.94</td><td></td><td>87</td><td>1553201</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.09</td><td>13.29</td></tr> <tr><td>20</td><td>1546250</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.85</td><td>13.56</td><td></td><td>88</td><td>1553200</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.79</td><td>13.47</td></tr> <tr><td>21</td><td>1546591</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.48</td><td>12.86</td><td></td><td>89</td><td>1553341</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.01</td><td>12.96</td></tr> <tr><td>22</td><td>1546590</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.48</td><td>13</td><td></td><td>90</td><td>1553350</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.92</td><td>12.93</td></tr> <tr><td>23</td><td>1546901</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.26</td><td>13.14</td><td></td><td>91</td><td>1553361</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.92</td><td>12.93</td></tr> <tr><td>24</td><td>1546910</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.61</td><td>12.93</td><td></td><td>92</td><td>1554421</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.74</td><td>13.71</td></tr> <tr><td>25</td><td>1546911</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.46</td><td>12.84</td><td></td><td>93</td><td>1546011</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.26</td><td>12.14</td></tr> <tr><td>26</td><td>1546920</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.72</td><td>13.11</td><td></td><td>94</td><td>1546010</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.46</td><td>13.47</td></tr> <tr><td>27</td><td>1546931</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.37</td><td>13.52</td><td></td><td>95</td><td>1546281</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.09</td><td>12.84</td></tr> <tr><td>28</td><td>1546930</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.5</td><td>13.42</td><td></td><td>96</td><td>1546420</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.47</td><td>12.96</td></tr> <tr><td>29</td><td>1546941</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.29</td><td>12.14</td><td></td><td>97</td><td>1546481</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.72</td><td>12.77</td></tr> <tr><td>30</td><td>1546950</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>1.46</td><td>13.47</td><td></td><td>98</td><td>1546550</td><td>72-00-01-B2</td><td>A_ENT</td><td>0.42</td><td>13.44</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>99</td><td>1553201</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.67</td><td>16.93</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>100</td><td>1553360</td><td>72-00-01-B2</td><td>B_ENT</td><td>2.23</td><td>15.92</td></tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;">결과 : TAG1 (72-00-01-B2) In / Out 인식성 100회 테스트 100% 일치</p> </div> </li></ol>			Attempt	time	In/Out	tagid	area	x	y		1	1545201	72-00-01-B2	A_ENT	1	12.18		69	1552401	72-00-01-B2	A_ENT	0.51	13.14	2	1545320	72-00-01-B2	A_ENT	0.89	13.33		70	1552411	72-00-01-B2	A_ENT	1.34	15.08	3	1545441	72-00-01-B2	A_ENT	0.78	12.69		71	1552411	72-00-01-B2	A_ENT	0.9	12.91	4	1545483	72-00-01-B2	A_ENT	0.41	13.71		72	1552480	72-00-01-B2	A_ENT	1.67	13.5	5	1545511	72-00-01-B2	A_ENT	1.64	12.26		73	1552521	72-00-01-B2	B_ENT	2.39	16.17	6	1545510	72-00-01-B2	A_ENT	1.92	12.6		74	1552550	72-00-01-B2	B_ENT	3.18	16.86	7	1545551	72-00-01-B2	B_ENT	2.59	16.68		75	1553001	72-00-01-B2	A_ENT	1.47	12.96	8	1545590	72-00-01-B2	B_ENT	2.72	17.04		76	1553000	72-00-01-B2	A_ENT	1.64	13.1	9	1546071	72-00-01-B2	B_ENT	2.57	16.76		77	1553011	72-00-01-B2	A_ENT	1.47	12.96	10	1546090	72-00-01-B2	B_ENT	2.32	15.56		78	1553010	72-00-01-B2	A_ENT	1.54	13.29	11	1546141	72-00-01-B2	A_ENT	0.93	12.82		79	1553011	72-00-01-B2	A_ENT	1.44	13.22	12	1546160	72-00-01-B2	A_ENT	0.78	13.48		80	1553060	72-00-01-B2	A_ENT	1.66	13.27	13	1546321	72-00-01-B2	A_ENT	0.89	11.83		81	1553111	72-00-01-B2	B_ENT	2.7	16.47	14	1546360	72-00-01-B2	A_ENT	1.02	12.98		82	1553010	72-00-01-B2	B_ENT	2.87	16.66	15	1546541	72-00-01-B2	A_ENT	0.92	12.9		83	1553131	72-00-01-B2	B_ENT	2.97	16.53	16	1546700	72-00-01-B2	A_ENT	0.89	13.47		84	1553140	72-00-01-B2	B_ENT	2.96	16.58	17	1546241	72-00-01-B2	A_ENT	0.57	13.99		85	1553241	72-00-01-B2	B_ENT	2.81	16.27	18	1546240	72-00-01-B2	A_ENT	0.47	13.78		86	1553150	72-00-01-B2	B_ENT	2.76	17.19	19	1546501	72-00-01-B2	A_ENT	1.25	11.94		87	1553201	72-00-01-B2	A_ENT	1.09	13.29	20	1546250	72-00-01-B2	A_ENT	1.85	13.56		88	1553200	72-00-01-B2	A_ENT	1.79	13.47	21	1546591	72-00-01-B2	A_ENT	1.48	12.86		89	1553341	72-00-01-B2	A_ENT	1.01	12.96	22	1546590	72-00-01-B2	A_ENT	1.48	13		90	1553350	72-00-01-B2	A_ENT	0.92	12.93	23	1546901	72-00-01-B2	A_ENT	1.26	13.14		91	1553361	72-00-01-B2	A_ENT	0.92	12.93	24	1546910	72-00-01-B2	A_ENT	1.61	12.93		92	1554421	72-00-01-B2	A_ENT	0.74	13.71	25	1546911	72-00-01-B2	A_ENT	1.46	12.84		93	1546011	72-00-01-B2	A_ENT	1.26	12.14	26	1546920	72-00-01-B2	A_ENT	1.72	13.11		94	1546010	72-00-01-B2	A_ENT	0.46	13.47	27	1546931	72-00-01-B2	A_ENT	1.37	13.52		95	1546281	72-00-01-B2	A_ENT	1.09	12.84	28	1546930	72-00-01-B2	A_ENT	1.5	13.42		96	1546420	72-00-01-B2	A_ENT	0.47	12.96	29	1546941	72-00-01-B2	A_ENT	1.29	12.14		97	1546481	72-00-01-B2	A_ENT	0.72	12.77	30	1546950	72-00-01-B2	A_ENT	1.46	13.47		98	1546550	72-00-01-B2	A_ENT	0.42	13.44								99	1553201	72-00-01-B2	B_ENT	2.67	16.93								100	1553360	72-00-01-B2	B_ENT	2.23	15.92
Attempt	time	In/Out	tagid	area	x	y																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1	1545201	72-00-01-B2	A_ENT	1	12.18		69	1552401	72-00-01-B2	A_ENT	0.51	13.14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2	1545320	72-00-01-B2	A_ENT	0.89	13.33		70	1552411	72-00-01-B2	A_ENT	1.34	15.08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
3	1545441	72-00-01-B2	A_ENT	0.78	12.69		71	1552411	72-00-01-B2	A_ENT	0.9	12.91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
4	1545483	72-00-01-B2	A_ENT	0.41	13.71		72	1552480	72-00-01-B2	A_ENT	1.67	13.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
5	1545511	72-00-01-B2	A_ENT	1.64	12.26		73	1552521	72-00-01-B2	B_ENT	2.39	16.17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
6	1545510	72-00-01-B2	A_ENT	1.92	12.6		74	1552550	72-00-01-B2	B_ENT	3.18	16.86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
7	1545551	72-00-01-B2	B_ENT	2.59	16.68		75	1553001	72-00-01-B2	A_ENT	1.47	12.96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
8	1545590	72-00-01-B2	B_ENT	2.72	17.04		76	1553000	72-00-01-B2	A_ENT	1.64	13.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
9	1546071	72-00-01-B2	B_ENT	2.57	16.76		77	1553011	72-00-01-B2	A_ENT	1.47	12.96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
10	1546090	72-00-01-B2	B_ENT	2.32	15.56		78	1553010	72-00-01-B2	A_ENT	1.54	13.29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
11	1546141	72-00-01-B2	A_ENT	0.93	12.82		79	1553011	72-00-01-B2	A_ENT	1.44	13.22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
12	1546160	72-00-01-B2	A_ENT	0.78	13.48		80	1553060	72-00-01-B2	A_ENT	1.66	13.27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
13	1546321	72-00-01-B2	A_ENT	0.89	11.83		81	1553111	72-00-01-B2	B_ENT	2.7	16.47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
14	1546360	72-00-01-B2	A_ENT	1.02	12.98		82	1553010	72-00-01-B2	B_ENT	2.87	16.66																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
15	1546541	72-00-01-B2	A_ENT	0.92	12.9		83	1553131	72-00-01-B2	B_ENT	2.97	16.53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
16	1546700	72-00-01-B2	A_ENT	0.89	13.47		84	1553140	72-00-01-B2	B_ENT	2.96	16.58																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
17	1546241	72-00-01-B2	A_ENT	0.57	13.99		85	1553241	72-00-01-B2	B_ENT	2.81	16.27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
18	1546240	72-00-01-B2	A_ENT	0.47	13.78		86	1553150	72-00-01-B2	B_ENT	2.76	17.19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
19	1546501	72-00-01-B2	A_ENT	1.25	11.94		87	1553201	72-00-01-B2	A_ENT	1.09	13.29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
20	1546250	72-00-01-B2	A_ENT	1.85	13.56		88	1553200	72-00-01-B2	A_ENT	1.79	13.47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
21	1546591	72-00-01-B2	A_ENT	1.48	12.86		89	1553341	72-00-01-B2	A_ENT	1.01	12.96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
22	1546590	72-00-01-B2	A_ENT	1.48	13		90	1553350	72-00-01-B2	A_ENT	0.92	12.93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
23	1546901	72-00-01-B2	A_ENT	1.26	13.14		91	1553361	72-00-01-B2	A_ENT	0.92	12.93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
24	1546910	72-00-01-B2	A_ENT	1.61	12.93		92	1554421	72-00-01-B2	A_ENT	0.74	13.71																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
25	1546911	72-00-01-B2	A_ENT	1.46	12.84		93	1546011	72-00-01-B2	A_ENT	1.26	12.14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
26	1546920	72-00-01-B2	A_ENT	1.72	13.11		94	1546010	72-00-01-B2	A_ENT	0.46	13.47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
27	1546931	72-00-01-B2	A_ENT	1.37	13.52		95	1546281	72-00-01-B2	A_ENT	1.09	12.84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
28	1546930	72-00-01-B2	A_ENT	1.5	13.42		96	1546420	72-00-01-B2	A_ENT	0.47	12.96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
29	1546941	72-00-01-B2	A_ENT	1.29	12.14		97	1546481	72-00-01-B2	A_ENT	0.72	12.77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
30	1546950	72-00-01-B2	A_ENT	1.46	13.47		98	1546550	72-00-01-B2	A_ENT	0.42	13.44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
							99	1553201	72-00-01-B2	B_ENT	2.67	16.93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
							100	1553360	72-00-01-B2	B_ENT	2.23	15.92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

## 2. 공정진입 인식 정확도 (5/6)

시험 결과		성적서 번호 페이지 5/6	gp GEOPLAN <sup>TM</sup> PROFIT FOR LOCATOR									
2) TAG 2												
Attempt	time	In/Out	tagid	area	x	y	189	160322 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.47	12.96
101	15:55:41	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.25	12.92	170	160322 O	72-00-01-B1	A,ENT	1.64	13.1
102	15:55:43	O	72-00-01-B1	A,ENT	0.95	13.17	171	160327 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.47	12.89
103	15:55:49	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.07	12.53	172	160336 O	72-00-01-B1	A,ENT	1.64	13.29
104	15:55:50	O	72-00-01-B1	A,ENT	0.77	13.26	173	160338 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.44	13.22
105	15:57:02	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.01	13.28	174	160337 O	72-00-01-B1	A,ENT	1.66	13.27
106	15:57:03	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.38	13.53	175	160342 I	72-00-01-B1	B,ENT	2.7	16.47
107	15:57:03	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.19	13.21	176	160343 O	72-00-01-B1	B,ENT	2.87	15.66
108	15:57:03	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.52	13.68	177	160342 I	72-00-01-B1	B,ENT	2.87	16.53
109	15:58:16	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.18	12.99	178	160344 O	72-00-01-B1	B,ENT	2.96	15.58
110	15:58:17	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.10	12.31	179	160344 I	72-00-01-B1	B,ENT	2.81	16.37
111	15:58:03	I	72-00-01-B1	A,ENT	0.96	12.29	180	160345 O	72-00-01-B1	B,ENT	2.78	17.18
112	15:59:07	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.51	13.17	181	160348 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.09	13.29
113	15:59:07	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.3	13	183	160348 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.01	12.96
114	15:59:09	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.97	13.53	185	160348 O	72-00-01-B1	A,ENT	0.92	12.93
115	15:59:13	I	72-00-01-B1	B,ENT	2.76	16.29	184	160348 O	72-00-01-B1	A,ENT	0.92	12.93
116	15:59:21	O	72-00-01-B1	B,ENT	2.24	15.81	186	160353 O	72-00-01-B1	A,ENT	0.34	11.71
117	15:59:21	I	72-00-01-B1	B,ENT	2.94	16.47	187	160353 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.26	12.14
118	15:59:22	O	72-00-01-B1	B,ENT	2.74	16.94	188	160353 O	72-00-01-B1	A,ENT	0.46	11.47
119	15:59:44	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.45	13.26	189	160353 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.09	13.64
120	15:59:44	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.52	13.32	190	160358 O	72-00-01-B1	A,ENT	0.47	12.56
121	15:59:44	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.26	13.22	191	160341 I	72-00-01-B1	A,ENT	0.72	12.77
122	15:59:46	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.52	13.2	192	160348 O	72-00-01-B1	A,ENT	0.43	13.44
123	15:59:58	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.36	12.07	193	160533 I	72-00-01-B1	B,ENT	2.67	16.91
124	15:59:58	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.71	13.19	194	160634 O	72-00-01-B1	B,ENT	2.25	15.62
125	16:00:39	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.47	12.42	195	160533 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.25	12.82
126	16:00:06	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.43	13.46	196	160541 O	72-00-01-B1	A,ENT	0.95	11.7
127	16:00:08	I	72-00-01-B1	A,ENT	1.14	13.16	197	160545 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.97	12.53
128	16:00:09	O	72-00-01-B1	A,ENT	1.25	13.65	198	160546 O	72-00-01-B1	A,ENT	1.77	13.26
129	16:01:00	I	72-00-01-B1	B,ENT	2.77	16.91	199	160553 I	72-00-01-B1	A,ENT	1.01	13.28
130	16:01:07	O	72-00-01-B1	B,ENT	2.69	17.11	200	160553 O	72-00-01-B1	A,ENT	1.38	13.53

결과 : TAG2 (72-00-01-B1) In / Out 인식성 100회 테스트 100% 일치

## 2. 공정진입 인식 정확도 (6/6)

시험 결과		성적서 번호 페이지 6/6	gp GEOPLAN <sup>TM</sup> PROFIT FOR LOCATOR									
3) TAG 3												
Attempt	time	In/Out	tagid	area	x	y	269	161434 I	72-00-01-B3	B,ENT	2.97	16.53
200	16:05:53	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.38	13.53	270	161435 O	72-00-01-B3	B,ENT	2.96	15.58
201	16:05:54	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.19	13.21	271	161435 I	72-00-01-B3	B,ENT	2.81	16.37
202	16:05:54	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.52	13.68	272	161435 O	72-00-01-B3	B,ENT	2.76	17.18
203	16:05:54	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.18	12.99	273	161438 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.09	13.29
204	16:05:59	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.05	12.33	274	161438 O	72-00-01-B3	A,ENT	1.19	13.47
205	16:06:04	I	72-00-01-B3	A,ENT	0.96	12.29	275	161443 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.01	12.96
206	16:06:05	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.51	13.17	276	161444 O	72-00-01-B3	A,ENT	0.92	12.93
207	16:06:06	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.3	13	277	161444 I	72-00-01-B3	A,ENT	0.82	12.93
208	16:06:07	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.97	13.53	278	161448 O	72-00-01-B3	A,ENT	0.34	11.71
209	16:06:11	I	72-00-01-B3	B,ENT	2.76	16.29	279	161453 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.26	12.14
210	16:06:13	O	72-00-01-B3	B,ENT	2.24	15.81	280	161454 O	72-00-01-B3	A,ENT	0.45	13.47
211	16:06:13	I	72-00-01-B3	B,ENT	2.94	16.47	281	161455 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.09	12.84
212	16:06:13	O	72-00-01-B3	B,ENT	2.74	15.94	282	161456 O	72-00-01-B3	A,ENT	0.47	12.56
213	16:06:27	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.45	13.29	283	161457 I	72-00-01-B3	A,ENT	0.72	12.77
214	16:06:28	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.52	13.32	284	161507 O	72-00-01-B3	A,ENT	0.42	13.44
215	16:06:29	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.26	13.22	285	161507 I	72-00-01-B3	B,ENT	2.67	16.91
216	16:06:34	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.52	12.8	286	161508 O	72-00-01-B3	B,ENT	2.25	15.62
217	16:06:54	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.36	12.07	287	161509 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.25	12.82
218	16:06:56	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.71	12.19	288	161509 O	72-00-01-B3	A,ENT	0.95	11.7
219	16:07:21	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.47	12.42	289	161509 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.07	12.53
220	16:07:46	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.43	13.46	290	161556 O	72-00-01-B3	A,ENT	0.77	13.26
221	16:07:41	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.14	13.16	291	161557 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.01	13.28
222	16:07:48	O	72-00-01-B3	A,ENT	1.25	13.65	292	161612 O	72-00-01-B3	A,ENT	1.38	13.53
223	16:08:13	I	72-00-01-B3	B,ENT	2.77	16.91	293	161612 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.19	13.21
224	16:08:26	O	72-00-01-B3	B,ENT	2.68	17.11	294	161617 O	72-00-01-B3	A,ENT	1.52	13.68
225	16:08:34	I	72-00-01-B3	B,ENT	2.68	16.99	295	161626 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.18	12.99
226	16:08:36	O	72-00-01-B3	B,ENT	2.82	17.32	296	161626 O	72-00-01-B3	A,ENT	1.05	12.33
227	16:08:41	I	72-00-01-B3	B,ENT	2.65	16.89	297	161627 I	72-00-01-B3	A,ENT	0.96	12.29
228	16:08:43	O	72-00-01-B3	B,ENT	2.63	17.11	298	161632 O	72-00-01-B3	A,ENT	1.51	13.17
229	16:09:55	I	72-00-01-B3	A,ENT	1.13	13.02	299	161633 I	72-00-01-B3	A,ENT	1.3	13
230	16:09:55	O	72-00-01-B3	A,ENT	0.75	13.62	300	161633 O	72-00-01-B3	A,ENT	1.97	13.53

결과 : TAG3 (72-00-01-B3) In / Out 인식성 100회 테스트 100% 일치

4. 평가결과 : 태그 3개 각각에 대해 100회씩 실시한 결과 진입과 진출을 모두 인식하여 100%의 인식을 확보

### 3~4. 데이터 수집 및 스마트센서 연동제어 정확도 (1/4)

#### 성능평가 항목 단독 테스트 결과

㈜지오플랜 경기도 안양시 동안구 엘에스트로142 급정 SKV1 622	페이지 1/4	
--	---------	--

1. 결과서 용도 : 과제 연차보고서 정량적 목표 단독 테스트 결과 확인
2. 성능평가 항목 : 데이터 수집 정확도 및 스마트제어 연동 제어 정확도
3. 테스트 방법 : 자체 테스트 규격
4. 테스트 장소 : 사무실
5. 테스트 일자 : 2021년 5월 10일
6. 테스트 결과 : 100% 데이터 수집/연동 제어 정확도 확보

본 테스트 결과서는 “생산설비 자율제어를 위한 Jig & Fixture 무선제어 스마트센서 및 디지털트윈 기술개발” 스마트센서 고도화 과제의 1차연도 기술개발 결과인 ‘데이터 수집 정확도’ 및 ‘스마트제어 연동 제어 정확도’ 항목에 대한 기술개발 결과를 증명하기 위해 작성되었으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

2021. 5. 13.

### 3~4. 데이터 수집 및 스마트센서 연동제어 정확도 (2/4)

테스트 결과	페이지 2/4	
--------	---------	--

1. 테스트 조건
  - 1) 시험 하드웨어 준비

구분	지시센서	제어센서	상태센서
이미지			
기능	위치추적, 공정관리	설비제어	설비동작 감성
- 2) 테스트 하드웨어 환경

2. 테스트 방법
  - 1) 정확도 측정을 위한 테스트용 센서 3종 준비
  - 2) 실린더에 상태센서 장착하고, 기존 PLC에 제어센서 연결
  - 3) 지시센서가 제어센서에 솔레노이드 밸브를 제어하도록 작업 지시
  - 4) 제어센서의 제어에 의해 실린더 작동 후 상태 정보를 지시센서에서 확인
  - 5) 지시센서가 지시한 내용과 상태센서에서 받은 정보를 비교 후 무선통신 정확도 및 스마트제어 연동 제어 정확도 비교 측정

### 3~4. 데이터 수집 및 스마트센서 연동제어 정확도 (3/4)

테스트 결과	페이지 3/4	
--------	---------	--

3. 테스트 결과
  - 1) 실험 결과 로그 데이터
    - 가. 작업 지시 송신 데이터

no	time	상태
1	11:16:20	close
2	11:16:20	open
3	11:16:21	close
4	11:16:21	open
5	11:26:43	close
6	11:26:43	open
7	11:37:29	close
8	11:37:29	open
9	11:45:06	close
10	11:45:06	open
11	13:58:32	close
12	13:58:32	open
13	14:06:07	close
14	14:06:07	open
15	15:25:25	close
16	15:25:25	open
17	15:33:12	close
18	15:33:12	open
19	15:40:46	close
20	15:40:46	open
  - 나. 상태 센서 수신 데이터

### 3~4. 데이터 수집 및 스마트센서 연동제어 정확도 (4/4)

테스트 결과	페이지 4/4	
--------	---------	--

- 2) 실험 결과 정리
 

동작 일치여부 (동작횟수 open:100, close:10C)

time	데이터 비교		
	작업지시	상태센서	일치여부
11:16:20	close	close	Y
11:16:20	open	open	Y
11:16:21	close	close	Y
11:16:21	open	open	Y
11:26:43	close	close	Y
11:26:43	open	open	Y
11:37:29	close	close	Y
11:37:29	open	open	Y
11:45:06	close	close	Y
11:45:06	open	open	Y
13:58:32	close	close	Y
13:58:32	open	open	Y
14:06:07	close	close	Y
14:06:07	open	open	Y
15:25:25	close	close	Y
15:25:25	open	open	Y
15:33:12	close	close	Y
15:33:12	open	open	Y
15:40:46	close	close	Y
15:40:46	open	open	Y
4. 평가 결과
 

지시센서의 작업 지시 내용과 실린더 작동 후 받은 상태센서의 정보를 확인 결과 무선 통신을 통한 데이터 수집 100% 정합성 확인을 확인하였고, 시험 과정에서 지시센서의 솔레노이드 밸브 제어에 의한 실린더 작동 상태가 100% 일치된 상태를 확인.

### 5. 상태 정보 데이터 정확도 (1/4)

#### 성능평가 항목 단동 테스트 결과

(주)지오플랜 경기도 안양시 동안구 월례스로142 공정 SKV1 622	페이지 1/4	
---	---------	--

1. 결과서 용도 : 과제 연차보고서 정량적 목표 단동 테스트 결과 확인

2. 성능평가 항목 : 상태 센서 데이터 정확도

3. 테스트 방법 : 자체 테스트 규격

4. 테스트 장소 : 사무실

5. 테스트 일자 : 2021년 5월 10일

6. 테스트 결과 : 100% 데이터 수집 정확도 확보

본 테스트 결과서는 "생산설비 자율제어를 위한 Jig & Fixture 무선제어 스마트센서 및 디지털트윈 기술개발" 스마트센서 고도화 과제의 1차연도 기술개발 결과인 '상태 정보 데이터 정확도' 항목에 대한 기술개발 결과를 증명하기 위해 작성되었으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

2021. 5. 13.

### 5. 상태 정보 데이터 정확도 (2/4)

테스트 결과	페이지 2/4	
--------	---------	--

1. 테스트 조건

1) 시험 하드웨어 준비

구분	자시센서	제어센서	상태센서
이미지			
개요	위치추적, 공정관리	설비제어	설비동작 센싱

2) 테스트 하드웨어 환경

2. 테스트 방법

- 1) 정확도 측정을 위한 테스트용 제어센서와 상태센서 준비
- 2) 실린더에 상태센서 장착하고, 기존 PLC에 제어센서 연결
- 3) 제어센서로 솔레노이드 밸브를 제어
- 4) 제어센서의 제어에 의해 실린더 작동 후 상태 정보 수신
- 5) 실린더 동작에 따른 실린더의 Open, Close 상태 정보를 기존 실린더에 부착된 리드스위치로 받은 정보와 상태센서의 MR자기센서로 확인한 정보를 비교 후 상태 정보 데이터 정확도 측정

### 5. 상태 정보 데이터 정확도 (3/4)

테스트 결과	페이지 3/4	
--------	---------	--

3. 테스트 결과

1) 실험 결과 로그 데이터

가. 리드스위치로 받은 데이터

no	time	출력프
1	[11:09:52]	close
2	[11:10:15]	open
3	[11:11:07]	close
4	[11:12:39]	open
5	[11:13:07]	close
6	[11:14:10]	open
7	[11:15:02]	close
8	[11:16:08]	open
9	[11:17:31]	close
10	[11:18:08]	open
11	[11:19:51]	close
12	[11:20:23]	open
13	[11:21:04]	close
14	[11:23:11]	open
15	[11:24:41]	close
16	[11:25:10]	open
17	[11:26:12]	close
18	[11:27:20]	open
19	[11:28:35]	close
20	[11:29:23]	open

나. MR자기 센서로 받은 데이터

no	time	상태
1	[11:09:52]	close
2	[11:10:15]	open
3	[11:11:07]	close
4	[11:12:39]	open
5	[11:13:07]	close
6	[11:14:10]	open
7	[11:15:02]	close
8	[11:16:08]	open
9	[11:17:31]	close
10	[11:18:08]	open
11	[11:19:51]	close
12	[11:20:23]	open
13	[11:21:04]	close
14	[11:23:11]	open
15	[11:24:41]	close
16	[11:25:10]	open
17	[11:26:12]	close
18	[11:27:20]	open
19	[11:28:35]	close
20	[11:29:23]	open

### 5. 상태 정보 데이터 정확도 (4/4)

테스트 결과	페이지 4/4	
--------	---------	--

2) 실험 결과 정리

동작 일치여부 (동작횟수 open:100, close:100)

time	데이터 비교		
	리드스위치	MR자기센서	일치여부
[11:09:52]	close	close	Y
[11:10:15]	open	open	Y
[11:11:07]	close	close	Y
[11:12:39]	open	open	Y
[11:13:07]	close	close	Y
[11:14:10]	open	open	Y
[11:15:02]	close	close	Y
[11:16:08]	open	open	Y
[11:17:31]	close	close	Y
[11:18:08]	open	open	Y
[11:19:51]	close	close	Y
[11:20:23]	open	open	Y
[11:21:04]	close	close	Y
[11:23:11]	open	open	Y
[11:24:41]	close	close	Y
[11:25:10]	open	open	Y
[11:26:12]	close	close	Y
[11:27:20]	open	open	Y
[11:28:35]	close	close	Y
[11:29:23]	open	open	Y

4. 평가 결과

실린더를 클램프/언클램프 작동 후 기존 실린더에 부착된 리드스위치로 받은 정보와 상태센서내의 MR자기센서를 통해 받은 정보를 확인 결과 실린더 상태 정보 데이터의 정확도가 100% 일치된 상태를 확인.

## 6. 상태센서 배터리 사용기간 (1/4)

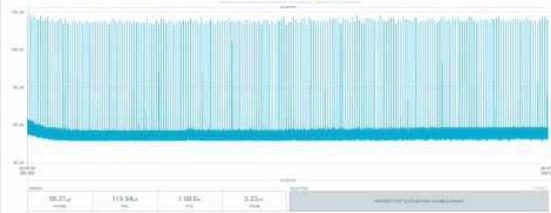
### 성능평가 항목 단독 테스트 결과

(주)지오플랜 경기도 안양시 동안구 열매스트로142 금정 SKV1 622	페이지 1/4	
1. 결과서 용도 : 과제 연차보고서 정량적 목표 단독 테스트 결과 확인 2. 성능평가 항목 : 상태 센서 배터리 사용시간 3. 테스트 방법 : 자체 테스트 규격 4. 테스트 장소 : 사무실 5. 테스트 일자 : 2021년 05월 10일 6. 테스트 결과 : 배터리 사용 시간 24개월 이상 사용 가능 확인		
본 테스트 결과서는 "생산설비 자율제어를 위한 Jig & Fixture 무선제어 스마트센서 및 디지털트윈 기술개발" 스마트센서 고도화 과제의 1차년도 기술개발 결과인 '상태 센서 배터리 사용시간' 항목에 대한 기술개발 결과를 증명하기 위해 작성되었으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.		
2021. 5. 13.		
(주)지오플랜 		

## 6. 상태센서 배터리 사용기간 (2/4)

테스트 결과	페이지 2/4	
1. 테스트 조건		
1) 테스트 하드웨어 환경		
a. 소요장비 : Nordic Power Profiler Kit 2 b. 배터리 : 모뎀명 CR2450 3V *2개 배터리용량 1240mAh(620*2mAh) c. 구성도 :		
		
2. 테스트 방법		
1) Power Profiler Kit 2와 상태센서 연결 2) 상태센서 동작 시 평균 소모전류 측정 3) 상태센서 미동작 시 평균 소모전류 측정 4) 실제 공장 운영 조건을 고려하여 동작 주기를 30초 당 1회로 가정해 소모전류를 계산하여 사용가능 시간 추정		

## 6. 상태센서 배터리 사용기간 (3/4)

테스트 결과	페이지 3/4	
3. 테스트 결과		
1) 상태 센서 동작 시 평균 소모전류량		
		
= 1.85mA		
2) 상태 센서 미동작 시 평균 소모전류량		
		
= 0.055mA		
3) 30초당 1회 동작 기준 평균 소모전류량 계산 값		
구분	소모량	단위
평균전류 소모량	0.069834711	mAh
사용가능시간	17756.21302	시간
	739.8422091	day
<소모 전류 값 계산 결과>		

## 6. 상태센서 배터리 사용기간 (4/4)

테스트 결과	페이지 4/4	
4. 평가 결과		
코인 셀 배터리 CR2450 3V 배터리용량 620mAh 2개(총 용량 1240mAh) 사용하여 30초당 1회 동작 기준 계산 결과 최종 개발 목표인 24개월(730일)이상 사용할 수 있음을 확인.		

## 7. 시뮬레이션 그래픽 처리 속도 (1/3)

### 시험평가서

(주)아이로텍 경기도 수원시 영통구 덕영대로1556번길16(영통동) 디지털융파이어빌딩 D동 1401호	성적서 번호 페이지 (1) / (총 3)	
---	---------------------------	--

1. 평가서 용도 : 과제 연차보고서 정량적 목표 확인

2. 시험대상품목 : 시뮬레이션 그래픽 처리 속도

3. 시험 방법 : 자체 시험 규격

4. 시험 결과 :

- 시뮬레이션 시, 그래픽 처리 속도 확인 : 33.27 fps

본 시험평가서는 “생산설비 자율제어를 위한 Jig & Fixture 무선제어 스마트센서 및 디지털트윈 기술개발” 과제의 1차연도 기술개발결과인 ‘시뮬레이션 그래픽 처리 속도’ 항목에 대한 목표 달성을 증명하기 위해 작성되었으며, 용도 이외의 사용을 금함.

2021. 05. 12.

## 7. 시뮬레이션 그래픽 처리 속도 (2/3)

시험 결과	성적서 번호 페이지 (2) / (총 3)	
-------	---------------------------	--

1. 시험 조건

1) SW : 디지털트윈을 위한 3D 모델링 및 시뮬레이션 소프트웨어

<시험 SW>

2) HW 환경

- ① CPU : Intel(R) Xeon(R) W-2145 CPU @3.70Ghz 3.70Ghz
- ② Memory(RAM) : 16.0 GB
- ③ 시스템 종류 : Windows 10 pro 64bit
- ④ GPU : NVIDIA Quadro P2000

2. 시험 방법

- 1) 대상 시뮬레이션 엔진이 제조설비의 동적 시뮬레이션을 실행 시, 그래픽 처리 성능을 측정하기 위한 지표로서 1초당 그래픽 처리 수행 횟수를 평가
- 2) 삼각형 Mesh 5천만 개 이상으로 구성된 가상 공정을 구성하고, 이에 대한 평가를 수행함.
- 3) 측정 방법
  - 시뮬레이션 수행 시, 3D 그래픽 처리 1000 회 수행 시간 측정 : T ms
  - 1회 평균 수행 시간 :  $t = T/1000$  ms
  - 1초당 평균 수행 횟수 :  $n = 1000 / t$

## 7. 시뮬레이션 그래픽 처리 속도 (3/3)

시험 결과	성적서 번호 페이지 (3) / (총 3)	
-------	---------------------------	--

3. 시험 결과

(1) 실험 대상 공정

(2) 결과 분석

총 Mesh 수	측정 회수	총 수행 시간	1회 평균 시간	FPS
75,923,985	1216	36545.6 msec	30.054 msec	33.273

그래픽 처리 속도 (FPS)

축: 프레임 수

9. 작업환경 라이브러리 구축 수량 (1/4)

시험평가서

(주)아이로텍 경기도 수원시 영통구 덕영대로1556번길16(영통동) 디지털융합이노빌딩 D동 1401호	성적서 번호 페이지 (1) / (총 4)	
---	---------------------------	--

1. 평가서 용도 : 과제 연차보고서 정량적 목표 확인

2. 시험대상품목 : 생산설비/스마트센서 작업환경 디지털모델 라이브러리 수량

3. 시험 방법 : 자체 테스트 규격

4. 시험 결과 : 작업자/자율제어설비/제품/로봇/스마트센서 작업환경 디지털모델 라이브러리 수량 → 5 EA

본 시험평가서는 “생산설비 자율제어를 위한 Jig & Fixture 무선제어 스마트센서 및 디지털 twin 기술개발” 과제의 1차연도 기술개발결과인 ‘생산설비/스마트센서 작업환경 라이브러리 수량’ 항목에 대한 목표 달성을 증명하기 위해 작성되었으며, 용도 이외의 사용을 금함.

2021. 05. 12.

9. 작업환경 라이브러리 구축 수량 (2/4)

시험 결과 페이지 (2) / (총 4)	성적서 번호 IROTECH Innovative Robotics Technology
--------------------------	---

1. 시험 조건

1) SW : 산업용 로봇 모델링 및 시뮬레이션 SW

<시험 모델링 SW>

<시험 시뮬레이션 SW>

2. 시험 방법

1) 테스트 베드대상으로 작업 공정상의 제품, 작업자, 자율제어설비, 작업자, 로봇, 스마트센서 에 대한 디지털모델 라이브러리 수량으로 평가

2) 구축방법

- 테스트 베드상에서 사용될 제품, 작업자, 자율제어설비, 로봇, 스마트센서 에 대한 디지털모델을 정의하고 시뮬레이션 수행을 위한 기구화/운동학적 속성을 정의하고 이에 대한 사용자 라이브러리를 구축하고, 이에 대한 평가를 수행함

9. 작업환경 라이브러리 구축 수량 (3/4)

시험 결과 페이지 (3) / (총 4)	성적서 번호 IROTECH Innovative Robotics Technology
--------------------------	---

3. 실험결과

(1) 작업자 디지털모델 라이브러리 구축

- Human Device Generator의 Dialog상에 작업자 신체 치수 입력 또는 수정
- 입력된 신체 치수를 Human Device의 Link Parameter에 적합한 수치로 변환(신체 길이 및 위치)
- 기존 Human Device의 link Parameter 와 ②에서 변환한 수치의 비율을 계산하여 정의(신체 부피)
- 이전 ③에서 계산한 비율을 이용하여 Human Device의 전체 Scale 정의(신체 부피)

Human Device 치수 입력      Human Device 의 Part Scale 정의      Human Device 정의

(2) 로봇 디지털모델 라이브러리 구축

- 기존 산업용 로봇 기본 모델을 기반으로 로봇의 사양을 신속하게 변경하여 시뮬레이션 작업이 수행이 가능한 로봇 디지털모델 라이브러리 구축
- 산업용 로봇에 대한 디지털모델 라이브러리를 제조사 및 기구 형태에 따라서 분류하여 현재 589개 모델을 구축함

9. 작업환경 라이브러리 구축 수량 (4/4)

시험 결과 페이지 (4) / (총 4)	성적서 번호 IROTECH Innovative Robotics Technology
--------------------------	---

(3) 설비/제품 라이브러리 환경 구축

- 테스트 베드대상으로 사용될 전용설비, 상용설비 및 제품에 대한 디지털모델 라이브러리를 구축을 위한 환경 구축
- 항후 테스트 베드의 상에서 사용될 제품, 설비에 대한 사양 및 모델에 따라서 추가 및 수정 작업이 가능하도록 함

(4) 자율제어 설비 라이브러리 구축

- 테스트 베드 상에서 사용될 자율제어 설비에 대한 디지털모델 라이브러리 구축을 위한 환경 구축

(5) 스마트센서 디지털모델 라이브러리 구축

- 제품 정보(제품ID/사양) 및 작업정보를 효율적으로 자율제어 설비에 전달하기 위한 제품 스마트센서 디지털 모델 및 라이브러리를 구축함