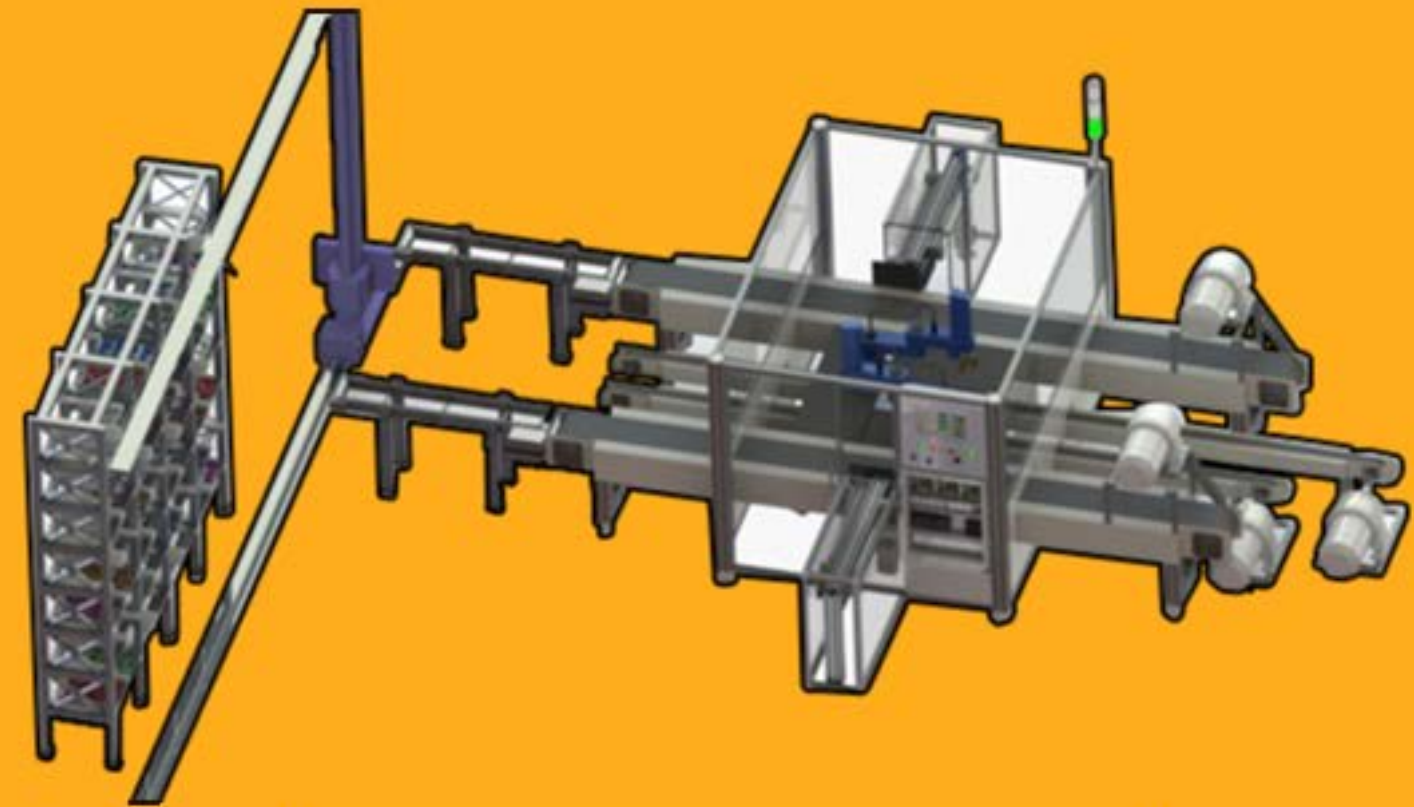




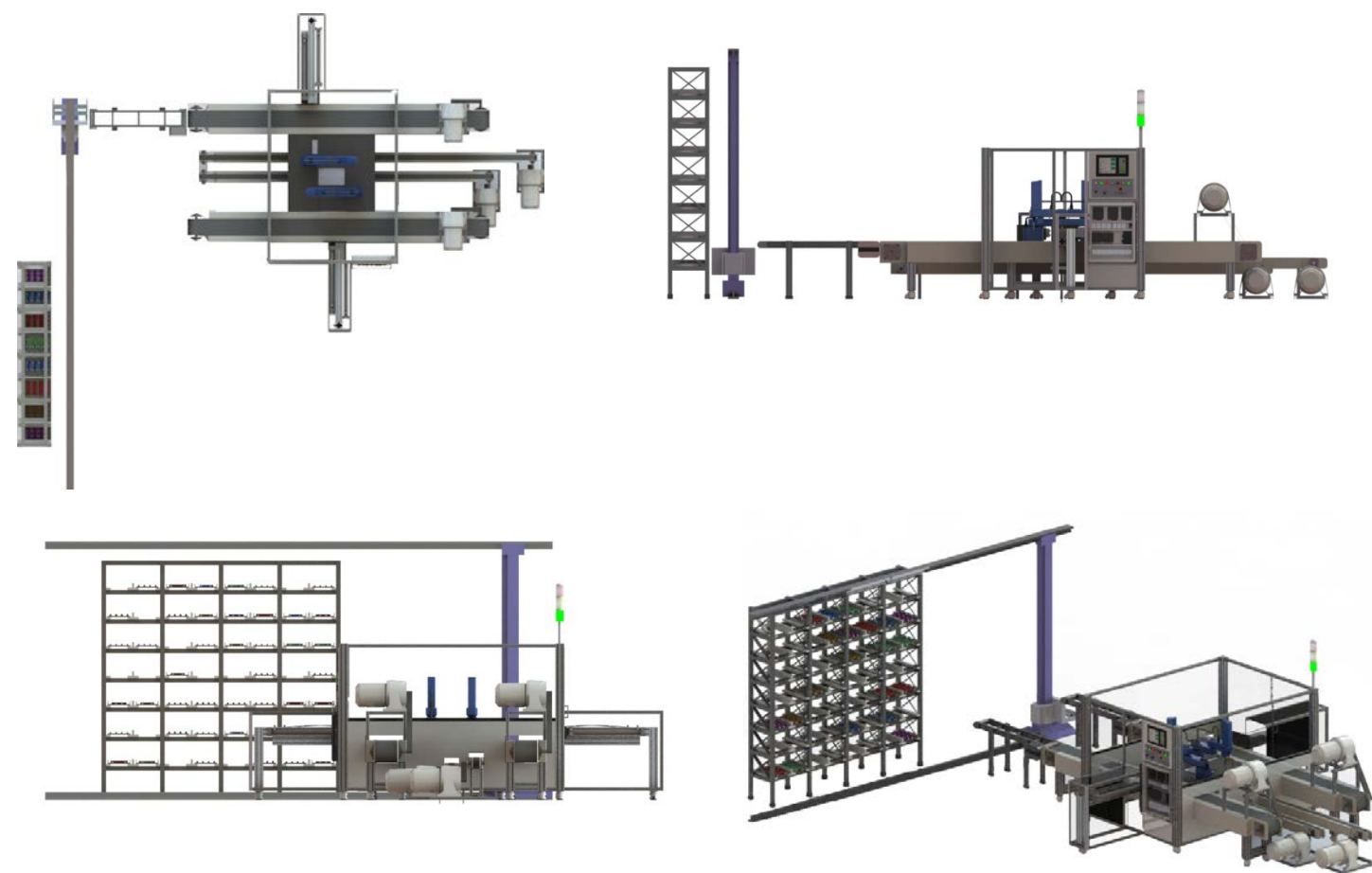
스마트조립 워크셀 기구 및
제어로직 동시 신속설계

정원일 김보배 박종일 김혜림 오하영 백수정

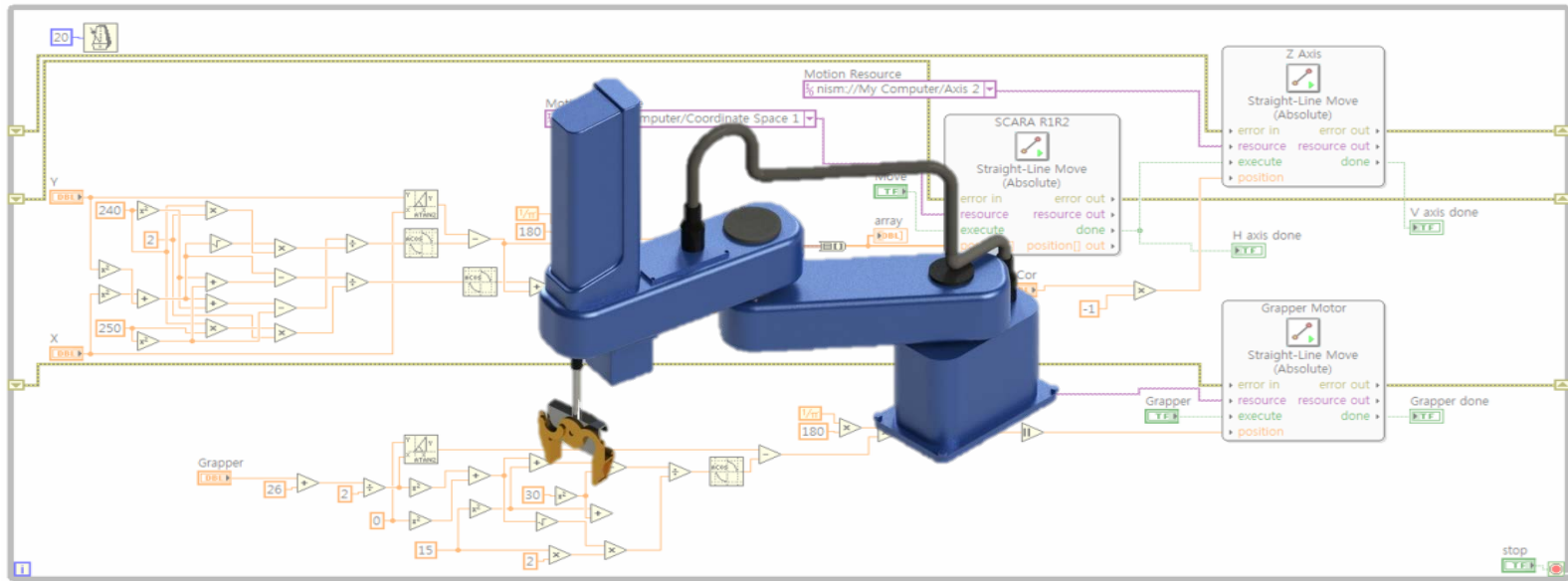
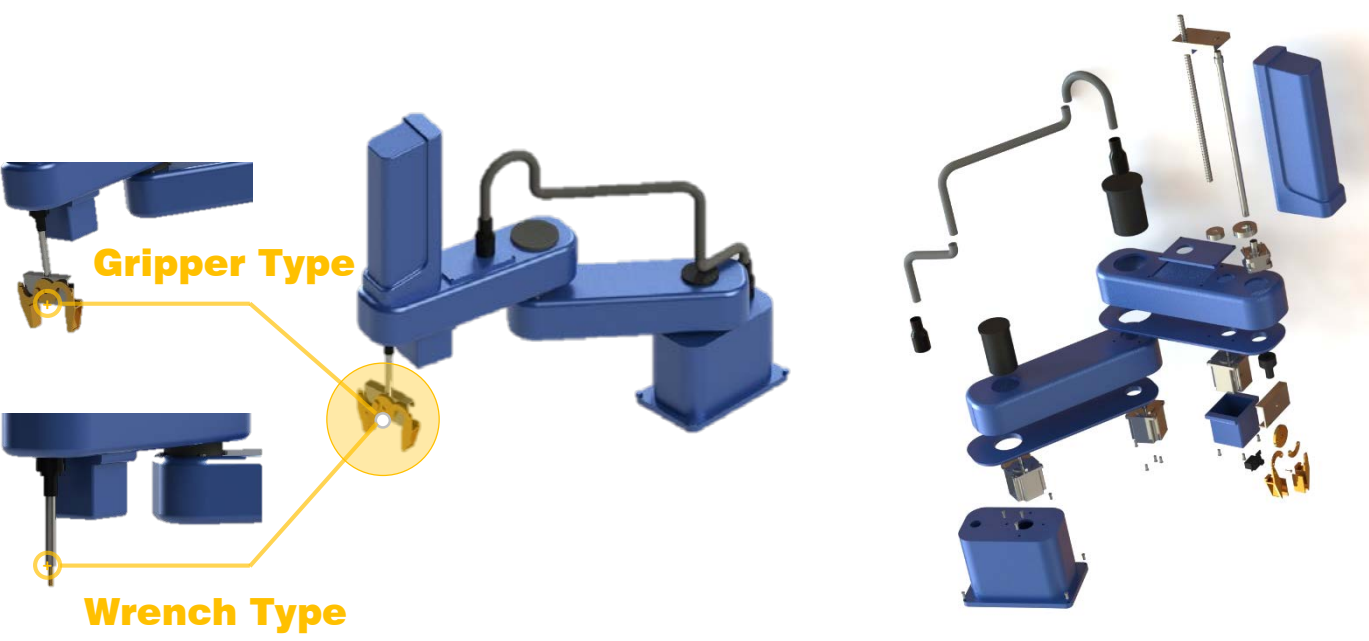
UNIST 디자인 및 인간공학부

STEP1. 3D Modeling

Smart Assembly Work Cell



SCARA 로봇 End Effector 및 분해도

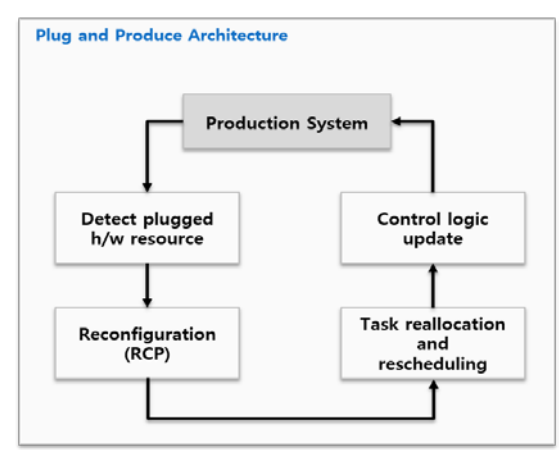
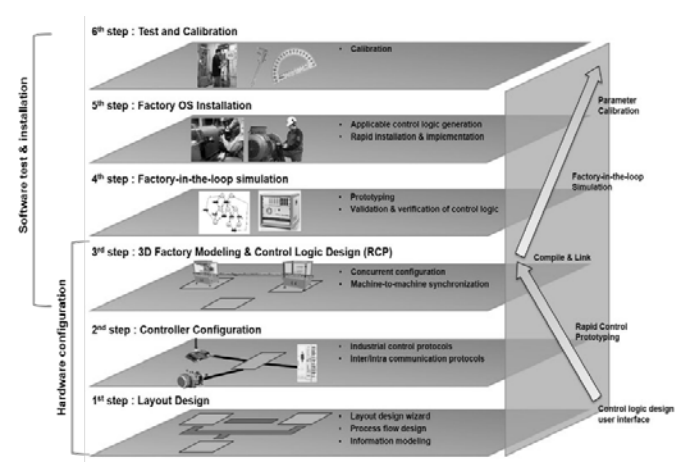


STEP2. Rapid Control Prototyping

Fast reconfiguration and control logic design

소비자들의 다양한 요구에 빠르게 대응

- 트렌드에 맞는 제품을 적시 생산 가능
- 개인화 생산 시스템
- 다양한 제품에 따른 민첩한 공정 변화
- 16종 Sub-Assemblies(4종 모터, 4종 하우징) 조립가능



신속한 제어로직 설계 및 검증

- 가상환경 로직 검증
- 빠르고 유연한 공정 재설계
- 설계, 제어, 검증 동시 가능

확장 가능한 공장

- 빠른 Work Cell Reconfiguration
- Modular API를 통한 Machine to Machine Synchronization
- Cell Level Simulation



OVERALL VIEW

with rendering

⊕ Work Cell

실제 공정이 이루어지는 셀형식의 Work place

컨베이어

ASRS로부터 이송되는 모터와 하우징이 각각의 컨베이어를 통해 Work Cell로 이송. 조립된 모터와 하우징은 Work Cell 하단의 컨베이어를 통해 다음 공정으로 이동

공압 푸셔

컨베이어를 통해 이송된 모터와 하우징을 Work Zone로 밀어줌

스카라 로봇(SCARA Robot)

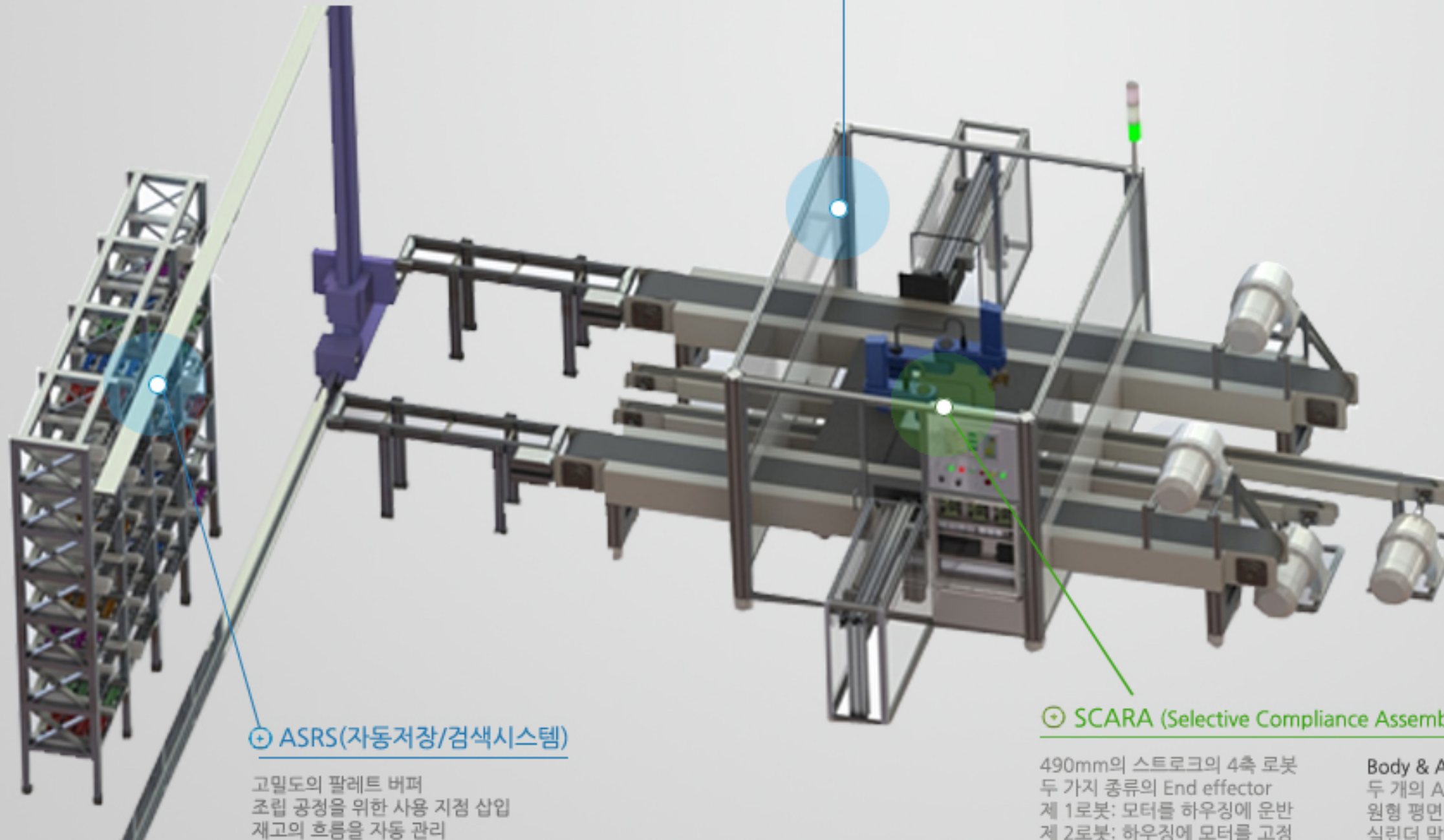
모터와 하우징을 조립하는 공정을 시행
모터를 하우징에 올려놓는 제 1로봇과 모터와 하우징을 결합시키는 제 2로봇으로 구성

엘리베이터(Elevator)

조립 완료 제품을 하단 컨베이어로 내려 다음 공정으로 향하게 도움

컨트롤 박스(Control Box)

Work Cell을 제어하기 위한 모터드라이버 등의 모듈 장착
모니터링을 위한 디스플레이, 터치패드 버튼



⊕ ASRS(자동저장/검색시스템)

고밀도의 팔레트 버퍼
조립 공정을 위한 사용 지정 삽입
재고의 흐름을 자동 관리
입출고 구역, 보관 회수 기계(SRM),
서들, 컨베이어로 구성

⊕ SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)

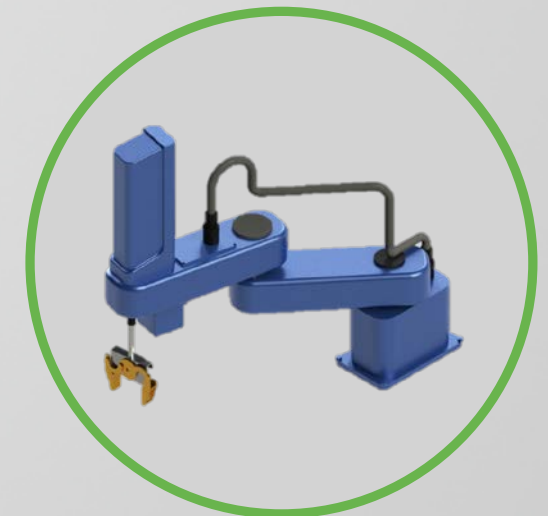
490mm의 스트로크의 4축 로봇
두 가지 종류의 End effector
제 1로봇: 모터를 하우징에 운반
제 2로봇: 하우징에 모터를 고정

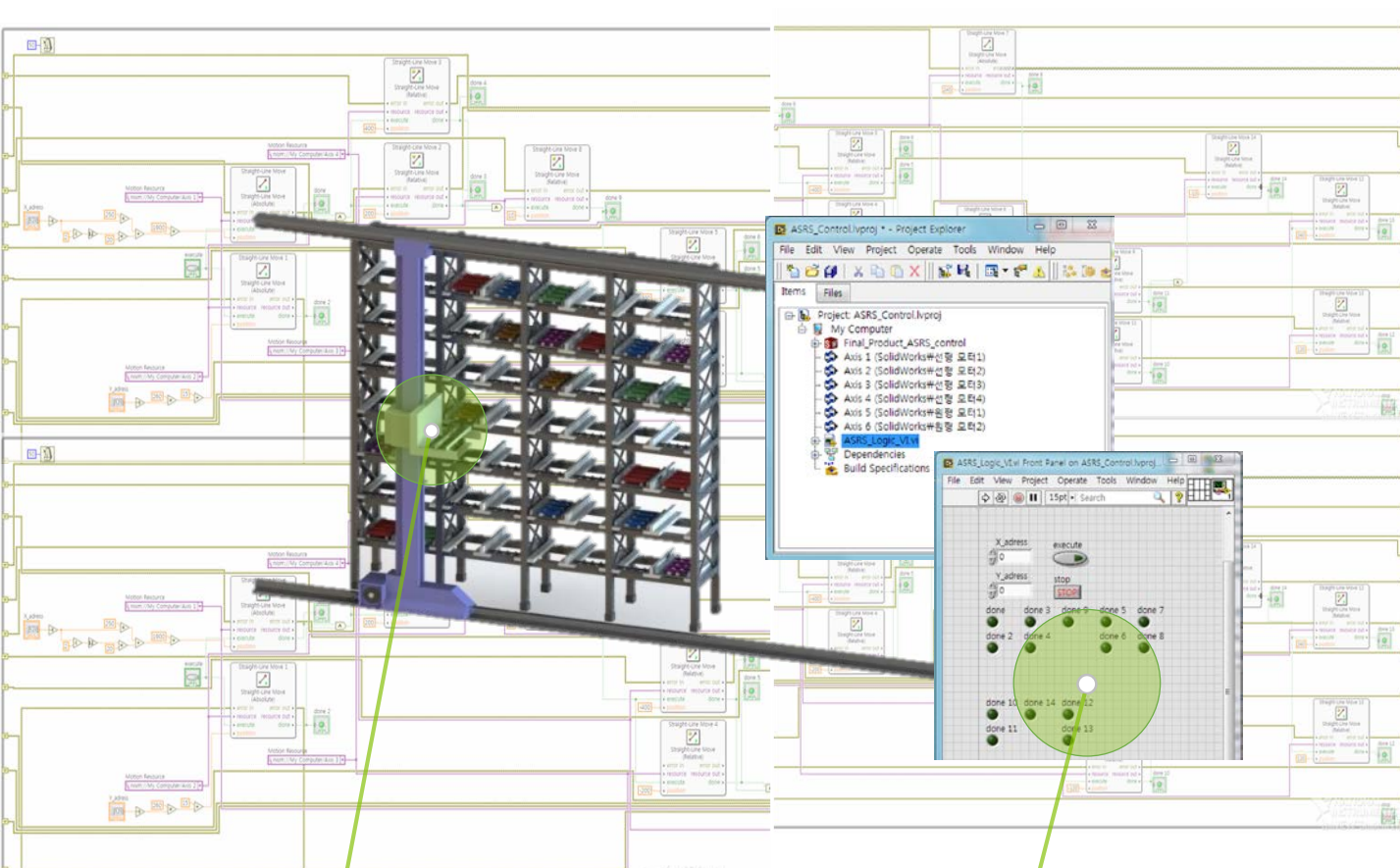
Body & Arms

두 개의 Arm 파트가 2축 회전 관절로 구축
원형 평면 운동 수행
실린더 말단에 다양한 End Effector 장착 가능

End effector

집게형(Gripper) Work Zone의 모터 팔레트 위에 있는 모터를 집어 조립위치로 가져오는 역할
육각렌치 조립위치에서 하우징과 모터를 연결하는 나사를 조여 고정하는 역할



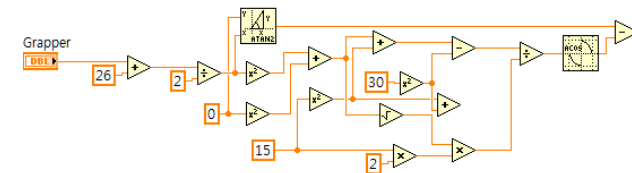
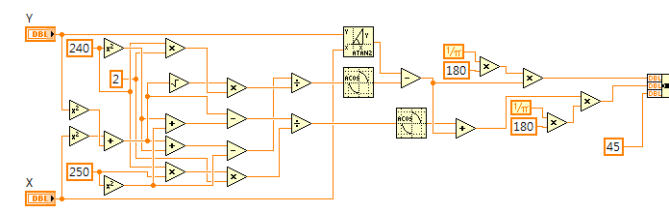
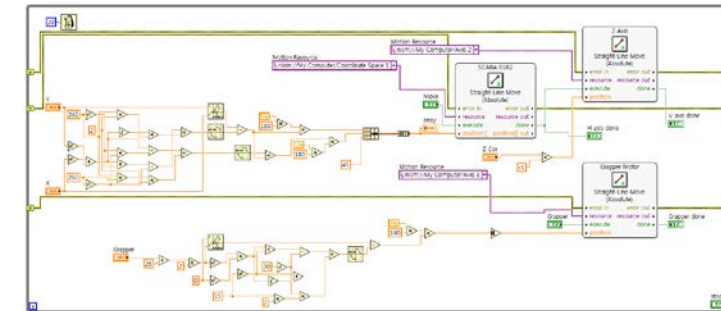


제어 모델

- 중력, 마찰력 등 다양한 물성 적용
- 간편한 조작
- 속도, 가속도 제어 변경 가능
- 모듈형 설계로 확장이 용이
- 제어와 동시에 유지/보수 가능

제어 순서

- 조립할 모터와 하우징의 종류 입력
- SRM(Storage and Retrieval Machine)이 X, Y 축을 따라 입출고 구역으로 이동
- 셔틀이 부품을 회수
- 컨베이어에 안착



$$E = +\cos^{-1}\left(\frac{X^2 + Y^2 - L_1^2 - L_2^2}{2L_1L_2}\right)$$

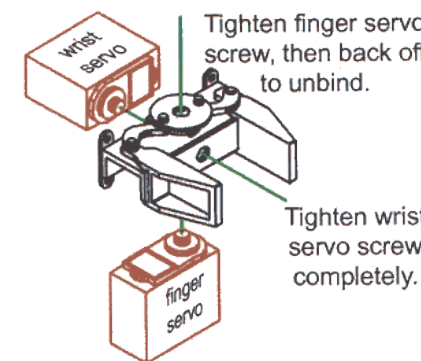
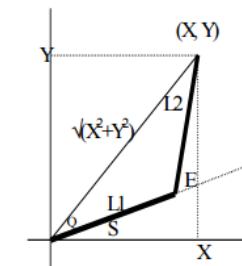
$$S + Q = \arctan 2(Y, X)$$

$$Q = +\cos^{-1}\left(\frac{X^2 + Y^2 + L_1^2 - L_2^2}{2L_1\sqrt{X^2 + Y^2}}\right)$$

$$S = (S + Q) - Q$$

$$W = C - S - E$$

$$V = Z - Z_0$$



제어모델

- 두 개의 회전축과 한 개의 직선 축, Gripper를 동시에 제어
- 부품에 따른 유연한 제어 가능

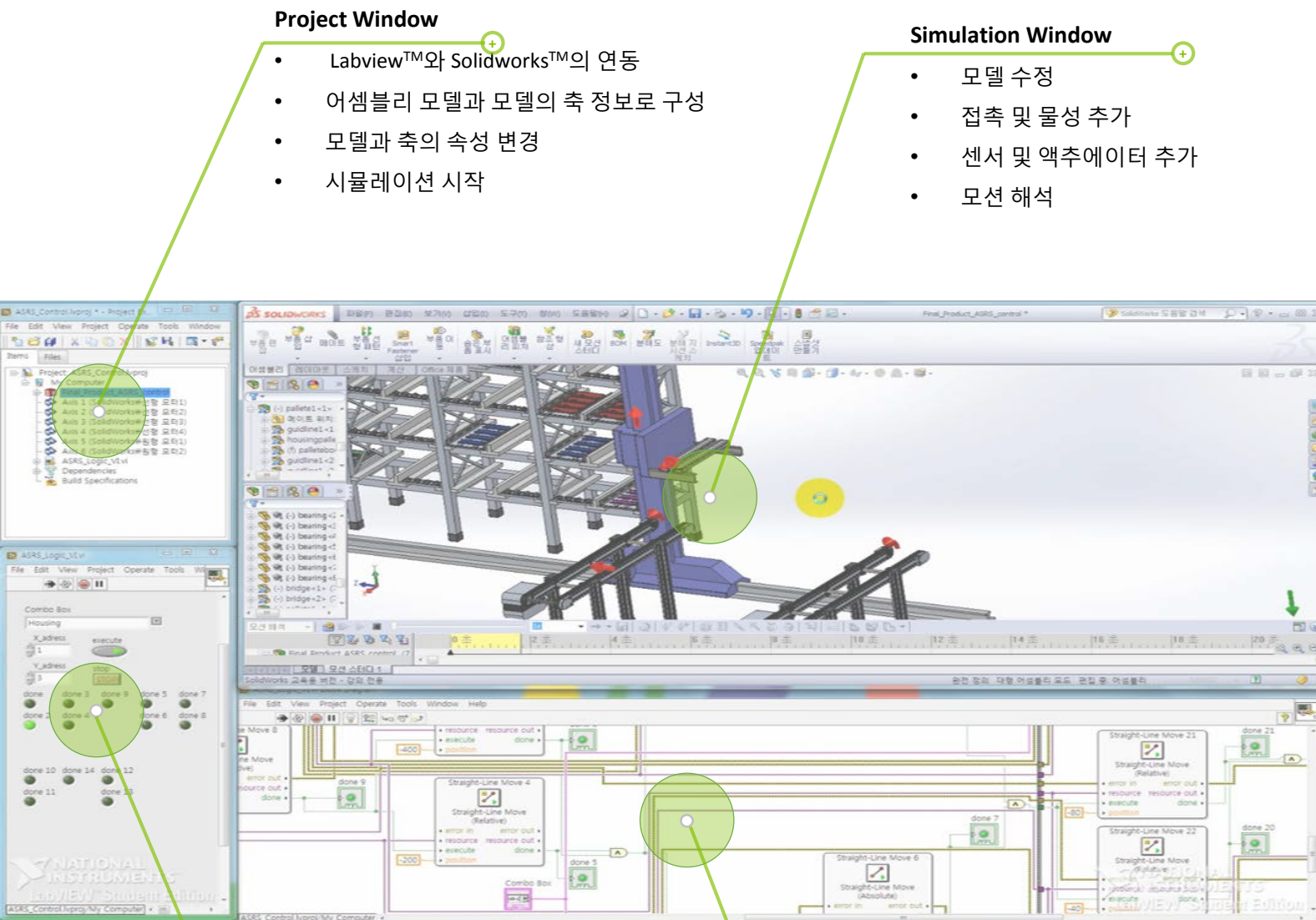
구동 축 제어

- SCARA Robot Inverse Kinematics를 활용한 4축 구동 제어
- 가속도 법칙을 적용한 안정적인 이동
- 좌표 공간 동시제어를 통한 신속한 이동
- 제품의 종류에 따른 유동적인 제어 가능

Gripper 제어

- 원형모터를 이용한 Servo Gripper Effector 제어
- Wrist Servo축과 Finger Servo축을 동시 제어
- Trigonometric function을 활용한 공학적 모델
- SCARA Robot Inverse Kinematics에서 Y축을 0으로 고정한 수식을 적용

STEP4. CONTROL SIMULATION



Project Window

- Labview™와 Solidworks™의 연동
- 어셈블리 모델과 모델의 축 정보로 구성
- 모델과 축의 속성 변경
- 시뮬레이션 시작

Simulation Window

- 모델 수정
- 접촉 및 물성 추가
- 센서 및 액추에이터 추가
- 모션 해석

Front Panel Window

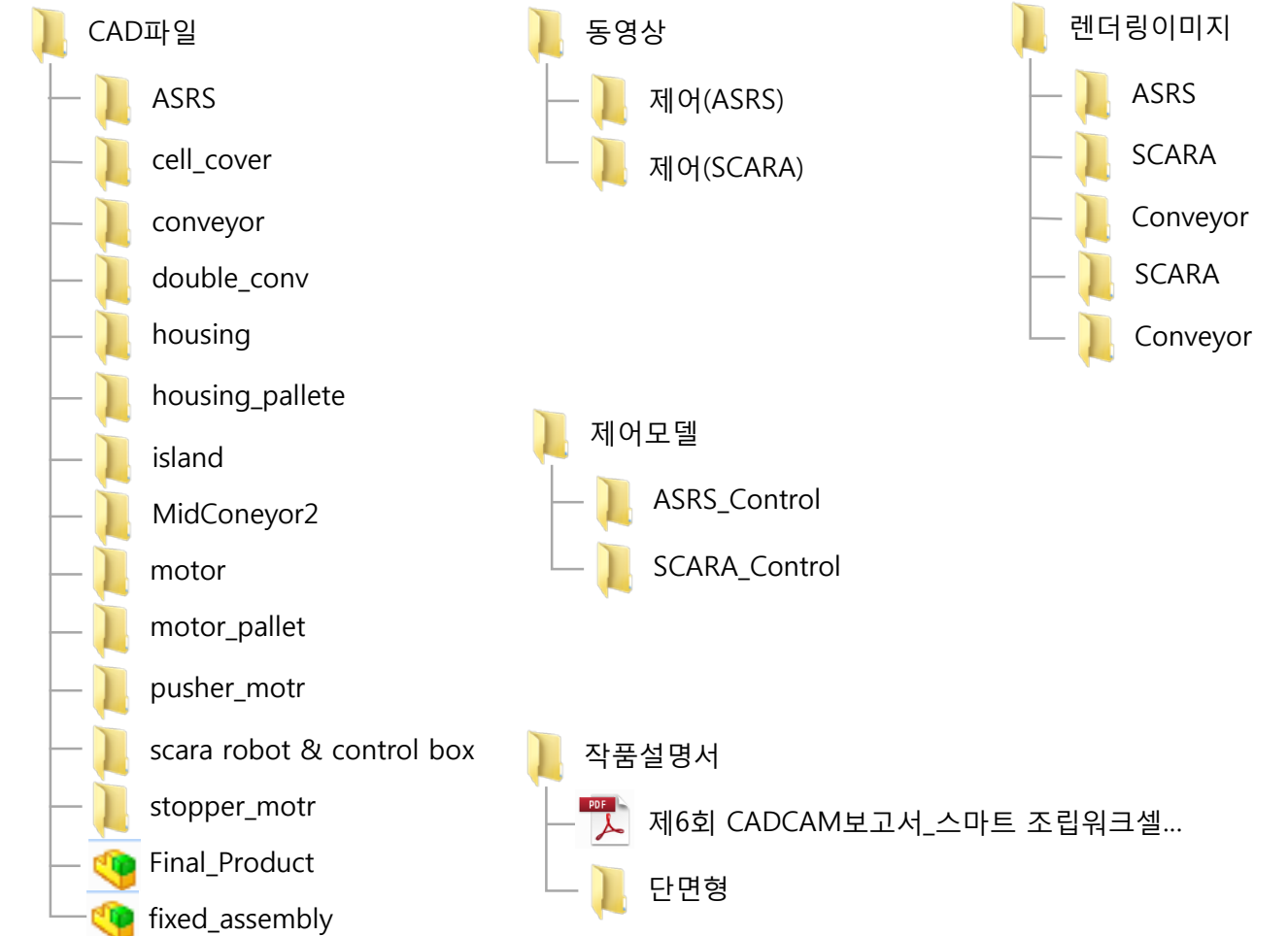
- 제어 User Interface
- 입력 변수 설정
- 제어 실행 및 중지
- 작업 별 진행 상황 파악

Block Diagram

- 제어로직 설계

APPENDIX

첨부파일 요약표





스마트조립 워크셀 기구 및
제어로직 동시 신속설계