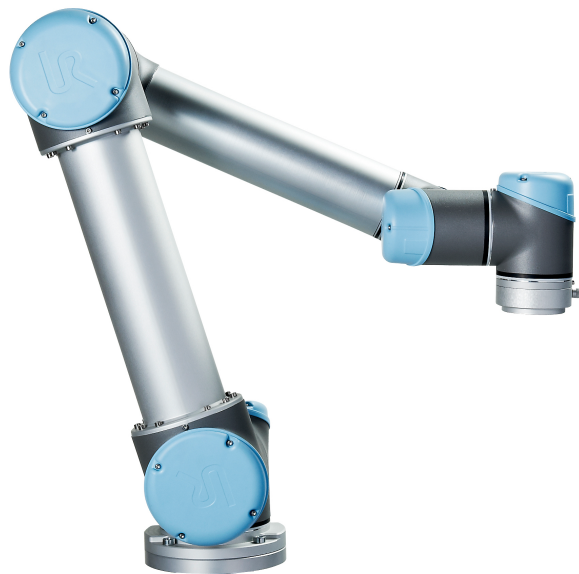




UNIVERSAL ROBOTS

사용자설명서



UR5/CB3

원본의번역본 (ko)



UNIVERSAL ROBOTS

사용자설명서

UR5/CB3

버전 3.5.5

원본의번역본 (ko)

여기에 포함된 내용은 Universal Robots A/S 의 자산이며, Universal Robots A/S 의 동의 없이 전부 또는 일부를 복제할 수 없다. 여기에 포함된 정보는 통지 없이 변경될 수 있고, Universal Robots A/S 의 의무로 해석할 수 없다. 이 설명서는 주기적으로 검토하고 개정된다.

Universal Robots A/S 는 문서의 오류 또는 누락에 대하여 어떠한 책임도 지지 않는다.

저작권 © 2009–2018 Universal Robots A/S

Universal Robots 로고는 Universal Robots A/S 의 등록 상표이다.

Contents

머리말	ix
내용물	ix
중요안전공지	ix
설명서읽는방법	x
더자세한정보를찾을수있는곳	x
 I 하드웨어설치설명서	 I-1
1 안전	I-3
1.1 소개	I-3
1.2 유효성및책임	I-3
1.3 책임의한계	I-4
1.4 이설명서의경고심볼	I-4
1.5 일반경고및주의	I-5
1.6 용도	I-6
1.7 위험평가	I-7
1.8 비상정지	I-8
1.9 드라이브동력이있는움직임및이것이없는움직임	I-8
2 안전관련기능및인터페이스	I-11
2.1 소개	I-11
2.2 안전시스템의정지시간	I-12
2.3 안전관련기능제한	I-12
2.4 안전모드	I-13
2.5 안전관련전기적인터페이스	I-14
2.5.1 안전관련전기적입력	I-14
2.5.2 안전등급전기적출력	I-16
3 운송	I-17
4 기계적인터페이스	I-19
4.1 소개	I-19
4.2 로봇의작업영역	I-19
4.3 마운팅	I-19
4.4 최대가반하중	I-23
5 전기적인터페이스	I-25
5.1 소개	I-25
5.2 전기경고및주의	I-25
5.3 컨트롤러 I/O	I-26
5.3.1 모든디지털 I/O 에대한공통사양	I-27
5.3.2 안전 I/O	I-28

5.3.3	범용디지털 I/O	I-32
5.3.4	버튼을이용하는디지털입력	I-32
5.3.5	다른기계또는 PLC 와의커뮤니케이션	I-33
5.3.6	범용아날로그 I/O	I-33
5.3.7	원격 ON/OFF 제어	I-35
5.4	툴 I/O	I-36
5.4.1	툴디지털출력	I-37
5.4.2	툴디지털입력	I-38
5.4.3	툴아날로그입력	I-38
5.5	이더넷	I-39
5.6	전원연결	I-40
5.7	로봇연결	I-41
6	유지및보수	I-43
6.1	안전지침	I-43
7	폐기및환경	I-45
8	인증	I-47
8.1	제 3 자인증	I-47
8.2	공급 3 자인증	I-47
8.3	제조업체의시험인증	I-47
8.4	EU 지령에준하는선언	I-48
9	보증	I-49
9.1	제품보증	I-49
9.2	면책조항	I-49
A	정지시간및정지거리	I-51
A.1	정지카테고리 0 의정지거리및시간	I-51
B	선언및인증	I-53
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original)	I-53
B.2	CE/EU 편입선언 (원본번역)	I-53
B.3	안전시스템인증	I-55
B.4	환경시험인증	I-56
B.5	EMC 시험인증	I-57
B.6	클린룸시험인증	I-58
C	응용 표준	I-61
D	기술사양	I-67
II	PolyScope 설명서	II-1
10	안전구성	II-3
10.1	소개	II-3
10.2	안전구성변경	II-4
10.3	안전동기화및오류	II-5

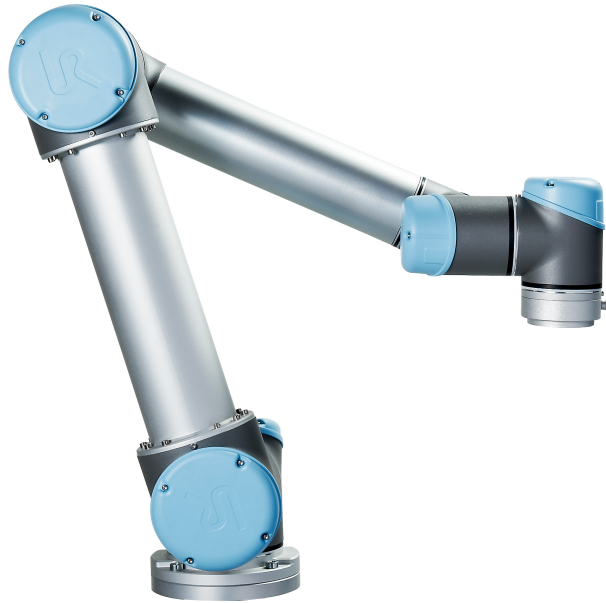
10.4	공차	II-5
10.5	안전체크섬	II-6
10.6	안전모드	II-6
10.7	프리드라이브모드	II-7
10.7.1	백드라이브	II-7
10.8	비밀번호잠금	II-7
10.9	적용	II-8
10.10	일반제한	II-8
10.11	조인트제한	II-10
10.12	경계	II-11
10.12.1	구성할경계선택	II-12
10.12.2	3D 시각화	II-12
10.12.3	안전플레인구성	II-13
10.12.4	툴경계구성	II-15
10.13	안전 I/O	II-17
10.13.1	입력신호	II-17
10.13.2	출력신호	II-18
11	프로그래밍시작	II-21
11.1	소개	II-21
11.2	시작하기	II-21
11.2.1	로봇암과컨트롤박스설치하기	II-21
11.2.2	컨트롤박스켜기및끄기	II-22
11.2.3	로봇암켜기및끄기	II-22
11.2.4	빠른시작	II-22
11.2.5	첫프로그램	II-23
11.3	PolyScope 프로그래밍인터페이스	II-24
11.4	환영화면	II-25
11.5	초기화화면	II-26
12	화상편집기	II-29
12.1	화면표현식편집기	II-29
12.2	포즈편집기화면	II-29
13	로봇제어	II-33
13.1	이동탭	II-33
13.1.1	로봇	II-33
13.1.2	특징및툴위치	II-34
13.1.3	툴이동	II-34
13.1.4	조인트이동	II-34
13.1.5	프리드라이브	II-34
13.2	I/O 탭	II-35
13.3	MODBUS 클라이언트 I/O	II-35
13.4	자동이동탭	II-36
13.5	설치 → 로드/저장	II-38
13.6	설치 → TCP 구성	II-39
13.6.1	TCP 추가, 변경및제거	II-39

13.6.2	기본값및활성 TCP	II-39
13.6.3	TCP 위치티칭	II-40
13.6.4	TCP 자세티칭	II-41
13.6.5	가반하중	II-41
13.6.6	무게중심	II-41
13.7	설치 → 마운팅	II-42
13.8	설치 → I/O 설정	II-43
13.8.1	I/O 신호형식	II-43
13.8.2	사용자정의이름의할당	II-43
13.8.3	I/O 작업및 I/O 탭컨트롤	II-44
13.9	설치 → 안전	II-44
13.10	설치 → 변수	II-45
13.11	설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정	II-46
13.12	설치 → 기능	II-49
13.12.1	특징의사용	II-50
13.12.2	새포인트	II-51
13.12.3	새라인	II-51
13.12.4	새플레인	II-52
13.12.5	예: 프로그램조정을위해수동으로특징갱신하기	II-53
13.12.6	예: 특징포즈를동적으로갱신함	II-54
13.13	컨베이어추적설정	II-54
13.14	설치 → 기본프로그램	II-56
13.15	로그탭	II-57
13.16	로드화면	II-58
13.17	실행탭	II-60
14	프로그래밍	II-61
14.1	새프로그램	II-61
14.2	프로그램탭	II-62
14.2.1	프로그램트리	II-62
14.2.2	프로그램실행표시	II-63
14.2.3	검색버튼	II-63
14.2.4	실행취소/다시실행버튼	II-63
14.2.5	프로그램대시보드	II-64
14.3	변수	II-64
14.4	명령: 비어있음	II-65
14.5	명령: 이동	II-66
14.6	명령: 고정웨이포인트	II-69
14.7	명령: 상대적웨이포인트	II-74
14.8	명령: Variable Waypoint	II-75
14.9	명령: 기다림	II-76
14.10	명령: 설정	II-76
14.11	명령: 팝업	II-77
14.12	명령: Halt	II-78
14.13	명령: 주석	II-78
14.14	명령: 폴더	II-79
14.15	명령: 루프	II-79

14.16 명령: SubProgram	II-80
14.17 명령: 할당	II-81
14.18 명령: If	II-82
14.19 명령: 스크립트	II-83
14.20 명령: 이벤트	II-84
14.21 명령: 스레드	II-85
14.22 명령: Switch	II-85
14.23 명령: 패턴	II-86
14.24 명령: 포스	II-87
14.25 명령: 펄스	II-90
14.26 명령: 시크	II-91
14.27 명령: 컨베이어추적	II-94
14.28 명령: 억제	II-94
14.29 그래픽 탭	II-94
14.30 구조 탭	II-95
14.31 변수 탭	II-96
14.32 명령: 변수 초기화	II-97
 15 설정 화면	 II-99
15.1 언어와 단위	II-100
15.2 로봇 업데이트	II-101
15.3 비밀번호 설정	II-102
15.4 화면 교정	II-103
15.5 네트워크 설정	II-103
15.6 시간 설정	II-104
15.7 URCaps 설정	II-105
 용어 집	 II-107
 색인	 II-109

머리말

Universal Robots UR5 을 (를) 구매해주셔서 감사합니다.



이로봇은 툴을 이동시키도록 프로그램될 수 있으며, 전기 신호를 사용하여 다른 기계와 통신할 수 있다. 얇은 성형된 알루미늄 튜브와 관절로 구성된다. 특히 받은 프로그래밍 인터페이스인 PolyScope을 사용함으로써, 툴을 원하는 궤도에 따라서 이동하도록 로봇을 쉽게 프로그래밍할 수 있다.

내용물

완비로봇을 주문하면 두 상자가 배송된다. 하나는 로봇 암을 포함하고, 다른 하나는 다음을 포함함:

- 컨트롤 박스와 터치 펜던트
- 컨트롤 박스
- 터치 펜던트를 위한 마운팅 브래킷
- 컨트롤 박스 열쇠
- 해당 지역에 호환되는 전원 케이블
- 레이저가 있는 스타일러스 펜
- 이설 명서

중요 안전 공지

이로봇은 불완비 기계 (8.4 참조) 로서 로봇의 각 설치를 위해 위험 평가가 필요하다.

참고: 장1의 안전 지침을 모두 준수해야 한다.

설명서 읽는 방법

이 설명서는 로봇 설치 및 사용 안내를 포함한다. 구성 내용:

하드웨어 설치 설명서: 로봇의 기계적 및 전기적 설치.

PolyScope 설명서: 로봇 프로그래밍.

이 설명서는 기본적인 기계 및 전기 교육을 받은 통합자의 의도에 두고 작성되었다. 통합자는 프로그래밍의 기본 개념에 익숙할 수 있다. 로봇 또는 Universal Robots에 대한 특별한 지식이 필요하지는 않다.

더 자세한 정보를 찾을 수 있는 곳

지원 웹사이트 (<http://www.universal-robots.com/support>) 는 모든 UR 유통업자가 사용할 수 있고, 다음과 같은 추가 정보를 포함한다:

- 이 설명서의 다른 언어 버전
- PolyScope 설명서는 PolyScope 을 새 버전으로 업그레이드 한 다음에 업데이트됨
- 로봇 문제 진단, 보전, 수리 안내가 있는 서비스 설명서.
- 고급 사용자를 위한 스크립트 설명서.
- 기능 구매가 가능한 위치의 경우, URCAPS.

Part I

하드웨어설치설명서

1 안전

1.1 소개

이 장은 중요한 안전 정보를 포함하며 로봇을 처음 사용하기 전에 UR 로봇 통합자가 이를 읽고 이해해야 한다.

이 장에서 첫 번째 하위 항목은 일반 사항이다. 후반 하위 항목은 로봇을 설정하고 프로그래밍하는데 관련 있는 특정 엔지니어링 데이터가 들어 있다. 2 장은 특히 협업 응용 분야에 해당되는 안전 관련 기능을 설명하고 정의한다.

이 2 장 및 1.7 절에 있는 설명과 지침은 특히 중요하다.

이 설명서의 다른 장과 부분에서 제공한 모든 조립 안내 및 지침은 모두 준수하고 따르는 것이 중요하다.

경고 심볼이 있는 내용은 각별히 주의해야 한다.



참고:

Universal Robots 는 로봇 (암컨트롤박스 및 티치 펜던트) 이어편식으로든 손상, 변경 또는 수정된 경우 어떠한 책임도 지지 않는다. Universal Robots 는 프로그래밍 오류 또는 로봇 장애에 따른 로봇 또는 다른 모든 장비에 대한 손상에 대하여 책임을 질 수 없다.

1.2 유효성 및 책임

이 설명서에 있는 정보는 완비 로봇 애플리케이션을 설계, 설치, 작동하는 방법을 다루지 않으며, 완비 체계의 안전에 영향을 줄 수 있는 모든 주변 장치를 다루지 않는다. 완비 체계는 로봇이 설치된 국가의 표준 및 규정에서 지정한 안전 요건을 준수하여 설계하고 설치되어야 한다.

UR 로봇 통합자는 해당 국가의 안전 준거법 및 규정 준수를 보장하고, 완비 로봇 애플리케이션에서 상당한 유해를 제거할 책임이 있다.

이는 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는다:

- 완비 로봇 체계에 대한 위험 평가 수행하기
- 위험 평가로 정의된 경우 다른 기계 및 추가 안전 장치와의 인터페이스
- 소프트웨어에서 적합한 안전 설정을 설정함
- 사용자가 안전 장치를 변경하지 않도록 보장함
- 총 로봇 시스템의 설계와 설치에 대한 유효성 검사
- 사용 지침 지정하기
- 로봇 설치에 대한 적합한 표시 및 통합자 연락처 정보 기재
- 기술 파일에 문서를 전부 취합하며, 여기에 위험 평가와 이 설명서도 포함함

적용되는 표준 및 법규 검색 및 읽기에 대한 정보: <http://universal-robots.com/support/>

1.3 책임의 한계

이설명서에서제공한안전정보를산업조작자가모든안전지침을준수할때부상이나손상을일으키지않을것이라는 UR 의보장으로해석해서는절대로안된다.

1.4 이설명서의경고심볼

아래심볼은설명서에서사용하는위험수준캡션을정의한다. 같은경고표시가제품에도사용된다.



위험:

이를피하지않으면사망또는심각한부상을입을수있는임박한전기적으로위험한상황을나타낸다.



위험:

이를피하지않으면사망또는심각한부상을입을수있는임박한위험한상황을나타낸다.



경고:

이를피하지않으면부상또는장비에대한심각한손상을일으킬수있는전기적인잠재위험상황을나타낸다.



경고:

이를피하지않으면부상또는장비에대한심각한손상을일으킬수있는잠재위험상황을나타낸다.



경고:

만지면부상으로이어질수있는잠재적으로위험한뜨거운표면을나타낸다.



주의:

이를피하지않으면장비손상을일으킬수있는상황을나타낸다.

1.5 일반경고및주의

이 항목은 이 설명서의 다른 부분에서 반복하거나 설명할 수 있는 일반 경고 및 주의의 포함한다. 설명서에서는 그 외 경고 및 주의도 소개되어 있다.



위험:

4 및 장 5의 규격과 경고에 따라서 로봇과 모든 전기 장비를 설치한다.



경고:

1. 로봇 암과 툴/엔드 이펙터를 올바른 방법으로 확실하게 제 위치에 마운팅한다.
2. 로봇 암이 자유롭게 움직일 수 있도록 충분한 공간을 준다.
3. 위험 평가에서 정의한 대로 프로그래머, 작업자, 주위에 있는 자 모두를 보호할 수 있도록 안전 측정 및 로봇 안전 구성 매개 변수를 지정했는지를 확인한다.
4. 로봇을 사용할 때에는 헐거운 옷이나 보석을 착용하지 않는다. 로봇을 사용할 때에는 긴 머리를 뒤로 묶는다.
5. 손상된 로봇은 절대로 사용하지 않는다.
6. 소프트웨어에서 치명적인 오류를 알리면 즉시 비상 정지를 누르고, 오류로 이어졌던 조건을 적은 다음, 해당 오류 코드를 로그 화면에서 찾고, 공급자에게 연락한다.
7. 안전 장비를 어떠한 표준 I/O 에도 연결하지 않는다. 안전 관련 I/O 만 사용한다.
8. 올바른 설치 설정을 사용하는지 확인한다 (예: 로봇 마운팅 각도, TCP 질량, TCP 오프셋, 안전 구성). 프로그램과 함께 설치 파일을 저장하고 로드한다.
9. 프리드라이브 기능 (임피던스/백드라이브) 은 위험 평가에서 허용하는 설치에서만 사용해야 한다. 툴/엔드 이펙터 및 장애물은 날카로운 모서리나 꼬집히는 포인트가 없어야 한다.
10. 작동하는 로봇 또는 작동을 시작하려는 로봇의 도달 범위 내에서 모든 사람들이 머리와 얼굴을 멀리 피하도록 경고한다.
11. 터치 펜던트를 사용할 때는 로봇의 움직임을 주의한다.
12. 위험 평가로 결정된 경우, 시스템 운영 중에는 로봇의 안전 범위 안으로 들어오지 말고 로봇을 만지지 않는다.

11. 충돌은 상당한 수준의 운동 에너지를 발산하고, 이는 높은 속도와 높은 페이로드에서 특히 더욱 높아진다. (운동 에너지 = $\frac{1}{2}$ 질량 · 속도²)
12. 서로 다른 기계를 혼합하면 위험도가 증가하거나 새로운 위험이 발생할 수 있다. 완비 설치에 대하여 언제나 전체 위험 평가를 한다. 위험 평가에 따라 다른 기능적 안전 수준이 적용될 수 있으므로, 서로 다른 안전 및 비상 정지 성능 수준이 필요하면 언제나 최고 성능 수준을 선택한다. 언제나 모든 설치 장비의 설명서를 읽고 이해한다.
13. 로봇을 절대로 개조하지 않는다. 개조하면 통합자가 생각하지 못했던 위험을 만들 수 있다. 모든 승인된 재조립은 모든 관련 서비스 설명서 최신 버전에 따라서 수행한다.
14. 추가 모듈과 함께 로봇을 구매했다면 (예: EUROMAP67 인터페이스) 해당 설명서에서 모듈 설명을 참조한다.



경고:

1. 로봇 및 로봇의 컨트롤러 박스는 작동 중에 열을 발생한다. 지속적인 접촉은 불편함의 원인이 될 수 있으므로, 작동 중 또는 작동 직후에 로봇을 손으로 다루거나 만지지 않는다. 로봇을 냉각시키기 위해, 로봇 전원을 끄고 한 시간 기다린다.
2. 절대로 컨트롤러 박스 내부 덮개 뒤에 손가락을 집어넣지 않는다.



주의:

1. 로봇을 손상할 수 있는 기계와 혼합하거나 이러한 기계와 함께 사용할 때에는 모든 기능과 로봇 프로그램을 따로 시험하는 것을 권장한다. 또한 다른 기계의 작업 영역 외부에서 임시 웨이포인트를 지정하여 로봇 프로그램을 시험할 것을 권장한다.
2. 로봇을 영구적인 자기장에 노출시키지 않는다. 매우 강력한 자기장은 로봇을 손상시킬 수 있다.

1.6 용도

UR 로봇은 산업용이고, 톨/엔드 이펙터 및 고정 채취 급 또는 구성 요소와 제품의 공정 또는 이동이 그 사용 목적이다. 로봇 작동 환경 조건에 대한 내용은 부록 B 및 D를 참조한다.

UR 로봇은 특별한 안전 관련 요소가 장착되어 있고, 이는 로봇 시스템은 펜스가 없거나 사람과 함께 작동하는 협업을 목적으로 설계되었다.

협업작업은특정상황의위험평가에서툴/엔드이펙터, 작업개체, 장애물, 기타기계를 포함하는완비애플리케이션이위험평가에서어떠한상당한유해도없는경우만을위한 것이다.

의도한용도에서벗어난사용또는적용은응답할수없는오용으로간주한다. 이는다음 을포함하지만이에제한되지않는다:

- 잠재적으로폭발적인환경에서사용함
- 의료및생명중시애플리케이션에사용함
- 위험평가전에사용함
- 명시된규격외부에서사용함
- 밟고올라서기위해사용함
- 허용가능한작업매개변수외부에서작동함

1.7 위험평가

통합자에게가장중요한것중하나인위험평가 수행이다. 많은국가에서이는법적필수 사항이다. 로봇설치의안전은로봇통합방법에따르기때문에로봇자체는불완비기계 이다 (예: 툴/엔드이펙터, 장애물, 기타기계).

위험평가수행을위해통합자는 ISO 12100 및 ISO 10218-2 를사용할것을권장한다. 추가적으로통합자는기술규격서 ISO/TS 15066 을추가지침으로사용할수있다.

통합자가수행하는위험평가는로봇애플리케이션의전체수명에대한작업업무전부를 고려해야하며, 다음사항을포함하지만이것으로제한되지않음:

- 로봇설치의설정및개발중로봇을티칭함
- 문제진단및유지보수
- 로봇설치의정상작업

로봇암의전원을처음켜기 전에위험평가를반드시수행해야한다. 올바른안전구성설 정, 그리고특정로봇애플리케이션에대한추가비상정지버튼및기타보호수단의필요 성을알아내는것은위험평가수행의일부이다.

올바른안전구성설정을알아내는것은협업로봇애플리케이션을개발하는데있어서특 히중요한부분이다. 자세한정보는 2장및 II부를참조한다.

일부안전관련기능은협업로봇애플리케이션전용으로설계된것이다. 이기능은안전 구성 설정을통해구성가능하고통합자가수행한위험평가의구체적위험에대처하는 데특히적합하다.

- 포스및파워제한: 로봇과작업자사이의충돌이있을경우를대비하여이동방향의 클램핑포스와압력을줄이기위해사용한다.
- 운동량제한: 로봇속도를줄여서로봇과작업자사이의충돌이있을경우에너지와 충격하중을줄이기위해사용한다.
- TCP 및툴/엔드이펙터위치제한: 특정신체부위에관련된위험을줄이기위해특 히사용한다. 예: 머리와목을향하는이동을피한다.
- TCP 및툴/엔드이펙터자세제한: 특히툴/엔드이펙터와작업부품의특정영역및 특징과관련된위험을줄이기위해사용한다. 예: 작업자를향한날카로운가장자 리를회피하기사용한다.

- 속도제한: 특히로봇암을저속으로유지하기위해사용한다.

통합자는비밀번호보호사용등의방법을이용하여허가받지않고안전구성에접근하는것을방지해야한다.

고의적또는합리적으로예측할수있는오용으로인한접촉에대하여협업로봇에플리케이션위험평가가필요하며이는다음사항을반드시평가해야한다.

- 개별잠재적충돌의심각도
- 개별잠재적충돌발생의가능성
- 개별잠재적충돌을회피할수있는가능성

내장안전관련기능으로 (예: 위험한툴/엔드이펙터사용시) 위험을합리적으로제거하거나충분히감소하지못하는비협업로봇에플리케이션으로봇을설치했다면, 통합자가수행하는위험평가에서통합자가추가보호장치를더해야할필요가있다고반드시결론내려야한다 (예: 설치및프로그래밍도중작업자를보호하는장치를사용함).

Universal Robots 는아래목록에통합자로서반드시고려해야하는잠재적으로상당한유해사항을열거했다.

참고: 특정로봇설치에대한다른심각한유해사항이있을수있다.

1. 툴/엔드이펙터의날카로운가장자리또는부분, 그리고툴/엔드이펙터커넥터에의한피부관통.
2. 로봇트랙근처장애품의날카로운가장자리또는부분에의한피부관통.
3. 로봇과의접촉으로인한멍들.
4. 무거운페이로드와단단한표면사이의움직임에의한뺨또는골절.
5. 로봇암또는툴/엔드이펙터를고정하는볼트가느슨해지는상황에따른결과.
6. 툴/엔드이펙터에서물체가떨어짐. 예: 잘못된그립혹은전원중단이원인임.
7. 다른기계의다른비상정지버튼과혼동하여발생하는실수.
8. 안전구성매개변수에대한허가받지않은변경에따른오류.

정지시간및정지거리정보는 2장및 A부록에서찾아볼수있다.

1.8 비상정지

비상정지누름버튼을활성화하여즉시모든로봇동작을정지한다.

참고: IEC 60204-1 및 ISO 13850 에따르면비상장치는보호수단이아니다. 이는보조적보호수단이면부상방지목적이아니다.

로봇에플리케이션위험평가로추가비상정지버튼이필요한지결정한다. 비상정지버튼은 IEC 60947-5-5 를준수해야한다 (5.3.2항참조).

1.9 드라이브동력이있는움직임및이것이없는움직임

로봇조인트를이동해야하지만로봇전원을사용하지않아야하거나사용할수없는드문 경우에는로봇조인트를강제로이동하는두가지방법이있다:

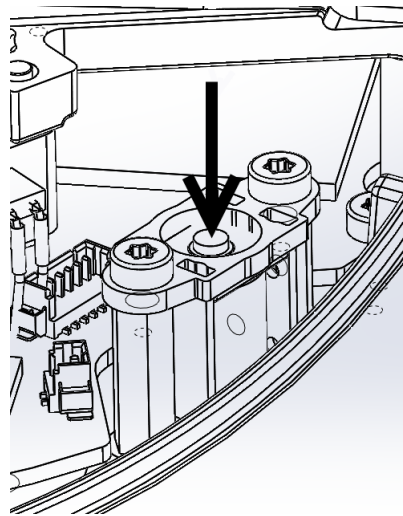
1. 강제백드라이빙: 로봇암을세게밀거나당겨서조인트를강제로움직인다. 각조인트브레이크는높은강도의토크가있는경우에이동을가능하게하는마찰클러치가있다.

2. 수동브레이크해제: 커버를고정하고있는 M3 나사를빼서조인트덮개를뗀다. 아래도해에서보이는대로작은전자석에있는플런저를밀어서브레이크를해제한다.



경고:

1. 로봇암을수동으로움직이는것은비상시만을위한것이며, 이는 조인트를손상할수있다.
2. 브레이크를수동으로해제하면중력때문에로봇암이떨어질수 있다. 브레이크를해제하기전에항상로봇암, 툴/엔드이펙터, 작업물을받친다.



2 안전관련기능및인터페이스

2.1 소개

UR 로봇은 다양한 내장 안전 관련 기능 및 안전 관련 전기적 인터페이스를 사용하여 다른 기계 및 추가 보호 장치에 연결한다. 각 안전 관련 기능 및 인터페이스는 EN ISO13849-1:2008(인증은 8 장 참조) Performance Level d (PLd) 에 따라 모니터링된다.



위험:

통합자가 수행한 위험 평가에서 정의한 것 과 다른 안전 구성 매개 변수를 사용하면 합리적으로 제거되지 않는 위험이 나 충분히 감소할 수 없는 위험으로 이어질 수 있다.

사용자 인터페이스의 안전 관련 특징, 입력, 출력에 대한 구성은 II 부 10 장을 참조한다. 5 장에 안전 장치를 전기 인터페이스에 연결하는 방법이 설명되어 있다.



참고:

1. 해당 로봇에 플리케이션에 대하여 통합자가 수행한 위험 평가에 따라서 안전 관련 기능 및 인터페이스를 사용하고 구성하기 위한 정보는 1 장의 1.7를 참조한다.
2. 로봇이 안전 시스템에서 결함 또는 위반을 발견하는 경우, 즉시 상정지 회로의 선이 끊기거나, 위치 센서가 부서지거나, 안전 관련 기능의 제한이 위반되면, 중지 카테고리 0 이 개시된다. 오류 발생 시간부터 로봇이 정지하는 위스트케이스 시간 목록이 이 장의 끝에 있다. 통합자가 수행하는 위험 평가의 일부로서 이 시간을 고려해야 한다.

관절과 로봇의 움직임 을 제한하기 위해 사용할 수 있는 여러 가지 안전 등급 기능이 로봇 톨 센터 포인트 (TCP) 에 있다. TCP 는 출력 플랜지 중심 점에 TCP 오프셋에 더해진 것이다.

안전 관련 기능 제한:

안전 기능 제한	설명
조인트 위치	최소 및 최대 각 조인트 위치
조인트 속도	최대 각 조인트 속도
TCP 위치	직교 공간에서 로봇 TCP 위치를 제한하는 평면
TCP 속도	로봇 TCP 최대 속도
TCP 포스	로봇 TCP 최대 추진력
모멘텀	로봇암 최대 모멘텀
파워	최대 적용 로봇암 동력

2.2 안전시스템의정지시간

안전시스템의정지시간은안전관련기능이오류또는위반발생시간부터로봇이완전히정지하고기계식브레이크가걸릴때까지의시간이다.

애플리케이션안전이로봇의정지시간에의존하는경우, 반드시표의최대정지시간을고려해야한다. 예를들어로봇결함으로공장라인이완전히중지되었을때, 중지후에즉시특정작업을해야하는경우에최대중지시간을반드시고려해야한다.

이측정은로봇의다음구성에따라수행된다:

- 연장: 100% (로봇암이수평으로완전히연장됨).
- 속도: 안전시스템의 TCP 속도제한은해당제한에따라설정된다.
- 페이로드: TCP 에부착된로봇이최대페이로드를취급한다 (5 kg).

안전제한또는인터페이스위반에대한정지카테고리 0 의위스트케이스정지시간¹은다음표에서확인할수있다.

TCP 속도제한	최대정지시간
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

2.3 안전관련기능제한

로봇이안전관련제한에접근하면고급경로제어소프트웨어는속도를줄이거나프로그램실행정지명령을한다. 제한위반은예외적인상황에만발생한다. 하지만제한을위반하면안전시스템이정지카테고리 0 을발급한다.

안전기능제한	위스트케이스			
	진도	탐지시간	전원상실시간	반응시간
조인트위치	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
조인트속도	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP 위치	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP 자세	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP 속도	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP 포스	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
모멘텀	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
파워	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

시스템의 전원상실상태는 48 V 버스전압의정전위가 7.3 V 미만이되는경우이다. 전원상실시간은이벤트탐지부터시스템이전원상실이될때까지의시간이다.

¹정지카테고리는 IEC 60204-1 을따름, 자세한정보는용어집참조.

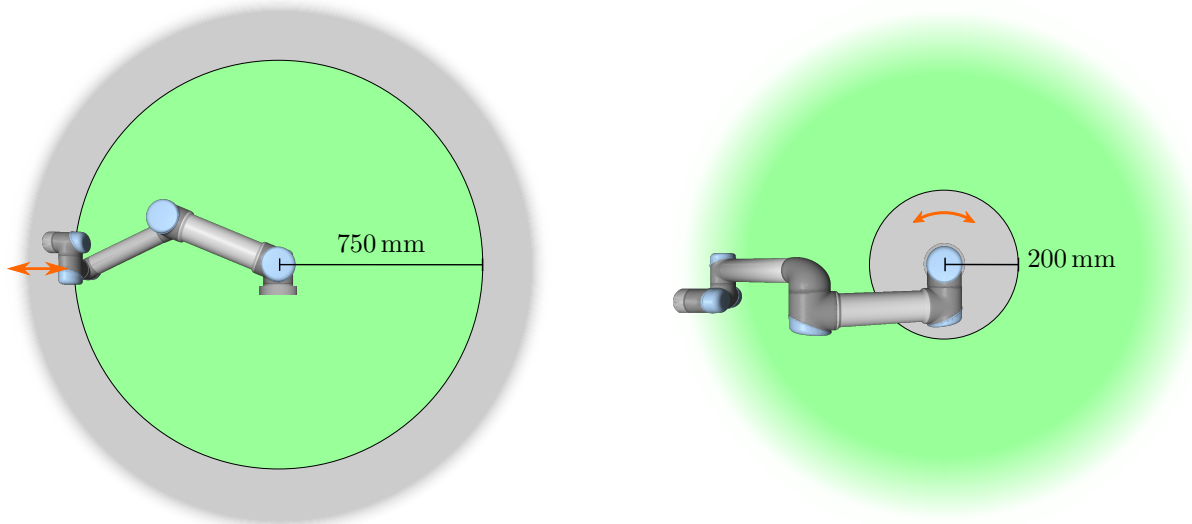


Figure 2.1: 작업영역의 특정영역은 로봇암의 물리적 특성 때문에 꼬집히는 위험을 주의해야 한다. 리스트 1 조인트가 로봇베이스로부터 최소한 750 mm 거리인 경우에 한 영역이 방사형 동작을 위해 정의된다. 접선 방향으로 움직이는 경우, 다른 영역은 로봇베이스로부터 200 mm 거리내에 있다.



경고:

포스제한기능에는 로봇작업셀을 설계할 때 유의해야 할 두 가지에 외사항이 있다. 이는 그림 2.1에 제시되어 있다. 로봇이 뻗으면서 니조인트 효과가 방사형 방향으로 강한 포스를 일으킬 수 있지만 (베이스에서 멀어짐), 이는 동시에 느린 속도이다. 이와 비슷하게 짧은 레버리지 암은 톨이 베이스에 가깝고 베이스에서 접선으로 (돌아서) 움직이는 경우에 강한 포스를 일으킬 수 있고, 이는 동시에 느린 속도이다. 이 영역에서 장애물을 없애거나, 로봇을 다르게 배치하거나, 로봇이 작업영역의 이 영역으로 들어가는 것을 방지하여 위험을 제거하기 위해 안전플레인 과 관절 제한을 혼합 사용하는 것으로 꼬집히는 (핀치) 위험을 피할 수 있다.



경고:

선형 동작의 매뉴얼 핸드가 이딩 애플리케이션에 로봇이 사용되는 경우, 초당 40 도를 초과하는 속도가 위험 평가에서 용인 가능한 것으로 판단되지 않는 한 조인트 속도 제한은 반드시 베이스와 솔더 조인트에서 초당 최대 40 도로 지정되어야 한다. 이는 특히 접근처에서 로봇 엘보가 빠르게 움직이는 것을 방지한다.

2.4 안전모드

정상 및 감소 모드 안전시스템의 두 가지 필수 안전모드: 정상 및 감소. 안전제한은 두 모드 각각을 위해 구성할 수 있다. 감소모드는 로봇 TCP가 트리거 감소모드 플레인 너머에 위치해 있거나 안전입력으로 트리거되는 경우에 활성화된다.

정상모드 제한 세트 정의된 트리거 감소모드 플레인 측면에 감소모드 제한 세트가 허용되는 20 mm 영역이 있다. 감소모드가 안전입력으로 트리거되는 경우, 두 제한 세트는

500 ms 동안허용된다.

복구모드 안전제한을위반하면안전시스템은반드시다시시작해야한다. 시스템이 시작시안전제한외부에있는경우 (예: 관절위치제한) 특별 복구모드에들어가게된다. 복구모드에서는로봇을위해프로그램을실행할수없지만로봇암은 프리드라이브 모드또는 PolyScope 의이동탭을사용하여로봇암을수동으로다시제한범위내로이동할수있다 (II “PolyScope 설명서” 항목참조). 복구모드의안전제한:

안전기능제한	제한
조인트속도	30 °/s
TCP 속도	250 mm/s
TCP 포스	100 N
모멘텀	10 kg m/s
파워	80 W

안전시스템은이제한위반이발생하면정지카테고리 0 을발급한다.



경고:

관절위치, TCP 위치, TCP 자세의제한은복구모드에서꺼져있다. 로봇암을다시제한안으로이동할때는주의한다.

2.5 안전관련전기적인터페이스

로봇은여러안전관련전기입력및출력을포함하고있다. 모든안전관련전기입력및출력은듀얼채널이다. 이는로우일때안전하다. 즉신호가하이일때비상정지가활성이아니다 (+24V).

2.5.1 안전관련전기적입력

아래표는안전관련전기적입력사항개요이다.

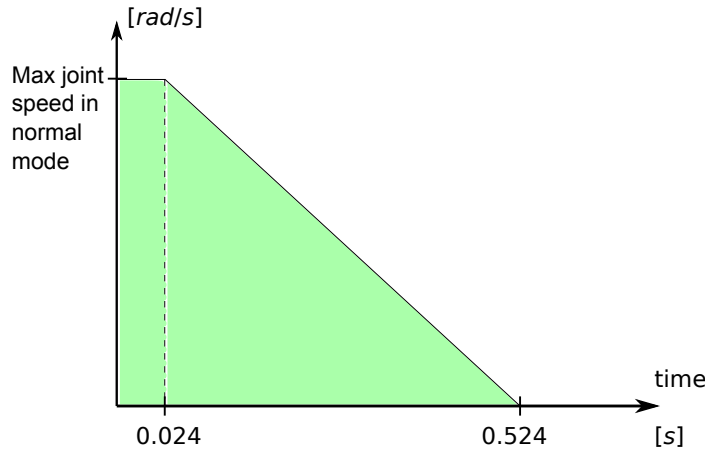


Figure 2.2: 램프아래의녹색영역은브레이크중관절의허용속도이다. 0 시간에서 (비상정지또는안전방호정지) 이벤트가안전프로세서에서탐지되었다. 감속은 24ms 이후에서작한다.

안전입력	설명
로봇비상정지	(전용입력). 정지카테고리 1 을수행하고, 이는구성시 시스템비상정지출력을사용하여다른기기에전달될수있다.
비상정지버튼	(티치펜던트버튼). 정지카테고리 1 을수행하고, 이는구성시 시스템비상정지출력을사용하여다른기기에전달될수있다.
시스템비상정지	(컨피규어러블입력). 정지카테고리 1 를수행한다. 교착상태를피하기위해이신호는 시스템비상정지출력을통해다른기계로전달되지않는다.
안전방호정지	(전용입력). 정지카테고리 2 를수행한다.
안전방호초기화	(컨피규어러블입력). 안전방호리셋입력의에지가발생하는경우로봇을 안전방호정지상태에서재개한다.
감소모드	(컨피규어러블입력). 안전시스템은 감소모드제한으로전환한다.
3-위치활성화장치	(컨피규어러블입력). 작업모드입력이높으면안전방호정지입력으로기능으로서작동한다.
작업모드	(컨피규어러블입력). 3-위치활성화장치를구성했을때 작업모드를사용한다.

정지카테고리 1 과정지카테고리 2 는드라이브동력이켜진로봇을감속하고, 이는로봇이현재경로에서벗어나지않고로봇이정지할수있게해준다.

안전입력모니터링 안전시스템이정지카테고리 1 및정지카테고리 2 중지를모니터링하는방법:

1. 안전시스템은 24ms 내로브레이크가시작되는지모니터링한다. 도해 2.2 참조.
2. 관절이움직이는경우, 속도는 정상모드최대관절속도를 0 rad/s 로 500ms 안에 지속적으로감속하는것으로구하는속도보다절대적으로속도가높지않도록모니터링한다.
3. 관절이휴지상태라면 (관절속도가 0.2rad/s 미만), 위치에서 0.05rad 초과하여움직이지않도록모니터링한다. 원래 위치는속도가 0.2rad/s 미만일때측정한수치.

추가로정지카테고리 1 경우, 안전시스템은로봇암이휴지상태가된다음에 600 ms 내로전원꺼짐이완료되는것을모니터링한다. 게다가안전방호정지입력후에로봇암은상승에지안전방호리셋입력이발생한다음에만다시움직이기시작하는것을허용한다. 위속성중하나라도충족되지않으면안전시스템이정지카테고리 0 을발급한다.

감소모드입력으로트리거되는 감소모드전환은다음과같이모니터링한다:

1. 안전시스템은 정상및 감소모드에서감소모드입력트리거후에 500 ms 로제한설정을받아들인다.
2. 500 ms 후에 감소모드제한만효과를발생한다.

위속성중하나라도충족되지않으면안전시스템이정지카테고리 0 을발급한다.

정지카테고리 0 은다음표의성능에따라안전시스템이수행한다. 위스트케이스반응시간은최고속도및페이로드로실행하는로봇이정지하고 전원상실 (7.3 V 미만으로정전위방전) 하는시간이다.

안전입력기능	위스트케이스		
	탐지시간	전원상실시간	반응시간
로봇비상정지	250 ms	1000 ms	1250 ms
비상정지버튼	250 ms	1000 ms	1250 ms
시스템비상정지	250 ms	1000 ms	1250 ms
안전방호정지	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 안전등급전기적출력

아래표는안전관련전기적출력사항개요이다.

안전출력	설명
시스템비상정지	로봇비상정지입력으로직로우이거나비상정지버튼을누르면로직로우입
로봇이동	신호가로직하이어면로봇암의어떤단일조인트도 0.1 rad 를초과하여움직이지않는다.
로봇이정지하지않음	로봇이정지했거나비상정지또는안전방호정지때문에정지중이라면로직하이다. 그외에는로직로우이다.
감소모드	안전시스템이 감소모드인경우에로직로우이다.
비감소모드	감소모드출력이무효화되었다.

안전출력을올바르게설정하지않았다면안전시스템이다음위스트케이스반응시간으로정지카테고리 0 을발급한다:

안전출력	위스트케이스반응시간
시스템비상정지	1100 ms
로봇이동	1100 ms
로봇이정지하지않음	1100 ms
감소모드	1100 ms
비감소모드	1100 ms

3 운송

로봇은 원래 포장을 사용하여 운반한다. 나중에 로봇을 포장하여 이동할 수 있으므로, 포장재를 건조한 장소에 보관한다.

포장에서 설치 장소로 옮길 때 로봇 암의 양쪽 관을 동시에 든다. 모든 마운팅 볼트가 로봇 베이스에 단단하게 조여질 때까지 로봇을 고정시키며 잡고 있어야 한다.

컨트롤러 박스는 핸들을 이용하여 든다.



경고:

1. 장비를 들 때 허리나 다른 신체 부위에 무게가 너무 실리지 않게 한다. 올바른 리프팅 장비를 사용한다. 모든 지역 및 국가 리프팅 지침을 준수해야 한다. Universal Robots 는 장비 운송에 의한 손상에 대하여 책임을 질 수 없다.
2. 4 장의 마운팅 지침대로 로봇을 확실히 마운팅한다.

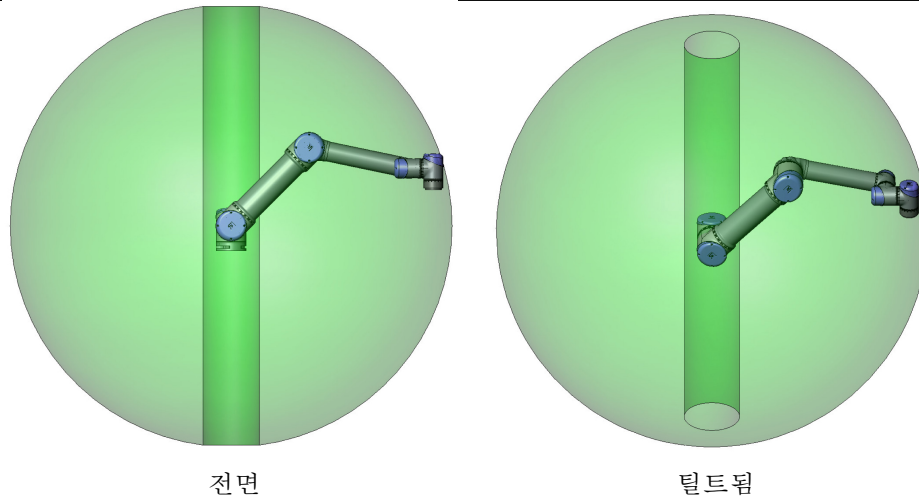
4 기계적인터페이스

4.1 소개

이 장은 로봇 시스템의 다양한 부품을 마운팅하는 기본 지침을 설명한다. 장 5의 전기 설치 지침을 반드시 따라야 한다.

4.2 로봇의 작업 영역

UR5 로봇의 작업 영역은 베이스 관절에서 850 mm 확장된다. 로봇을 위한 마운팅 장소를 선택할 때 로봇 베이스의 바로 위 및 바로 아래에 대한 원통형 용적을 고려하는 것이 중요하다. 톨이 느리게 움직여도 관절을 빠르게 움직여서 로봇이 비효율적으로 작동하고, 위험 평가를 수행하기 어려워지기 때문에 원통형 용적에 톨을 가까이 움직이는 것은 가능한 한 피해야 한다.



4.3 마운팅

로봇암 로봇암은 베이스의 M8 너개를 이용하여 베이스의 8.5 mm 구멍 너개에 마운트한다. 20 Nm 토크로 이 볼트를 조이는 것을 권장한다. 로봇암 위치를 매우 정확하게 변경해야 한다면 핀과 함께 사용할 수 있는 두 Ø8 홀이 제공된다. 또한 정확한 베이스 카운터파트를 액세서리로 구매할 수 있다. 4.1 도해는 구멍 드릴 및 나사 마운팅 위치를 보여준다.

베이스 관절이 토크의 10 배 및 로봇암의 중량 5 배를 최소한 견딜 수 있는 견고한 표면에 로봇을 마운트한다. 그리고 표면은 진동이 없어야 한다.

로봇이 선행 축 또는 이동 플랫폼에 마운트된다면 이동 마운팅 베이스의 가속도가 매우 낮아야 한다. 높은 가속도는 무언가에 부딪혔다고 판단하여 로봇을 멈추게 할 수 있다.



위험:

로봇암을올바른방법으로확실하게제위치에마운팅한다. 마운팅표면은건고해야한다.



주의:

로봇이긴시간동안물에닿으면손상될수있다. 로봇은수중또는젖은환경에서마운팅하지말아야한다.

툴 로봇툴플렌지에는로봇에툴을부착하기위한 M6 나사산구멍이 4 개있다. M6 볼트는 9 Nm 으로조여야한다. 투위치를매우정확하게변경해야한다면, 핀과함께사용할수있는 Ø6 홀이제공된다. 4.2 도해는구멍드릴및나사마운팅위치를보여준다.



위험:

1. 투을올바른방법으로확실하게제위치에마운팅한다.
2. 부품을예기치못하게떨어뜨려서위험한상황이일어나지않도록툴을구성한다.

컨트롤박스 컨트롤박스는벽에걸거나, 바닥에둘수있다. 충분한통기를위하여양쪽면에 50 mm 공간이필요하다. 마운팅을위한추가브래킷을구매할수있다.

티치펜던트 티치펜던트는벽또는컨트롤박스에걸수있다. 티치펜던트를위한추가브래킷을구매할수있다. 아무도케이블에걸려서넘어지지않도록처리한다.



위험:

1. 컨트롤박스, 티치펜던트, 케이블이액체에닿지않도록주의해야한다. 젖은컨트롤박스는치명적일수있다.
2. 컨트롤박스및티치펜던트는 IP20 등급을초과하는먼지또는젖은환경에노출되어서는절대안된다. 도전성분진이있는환경에서는특히주의한다.

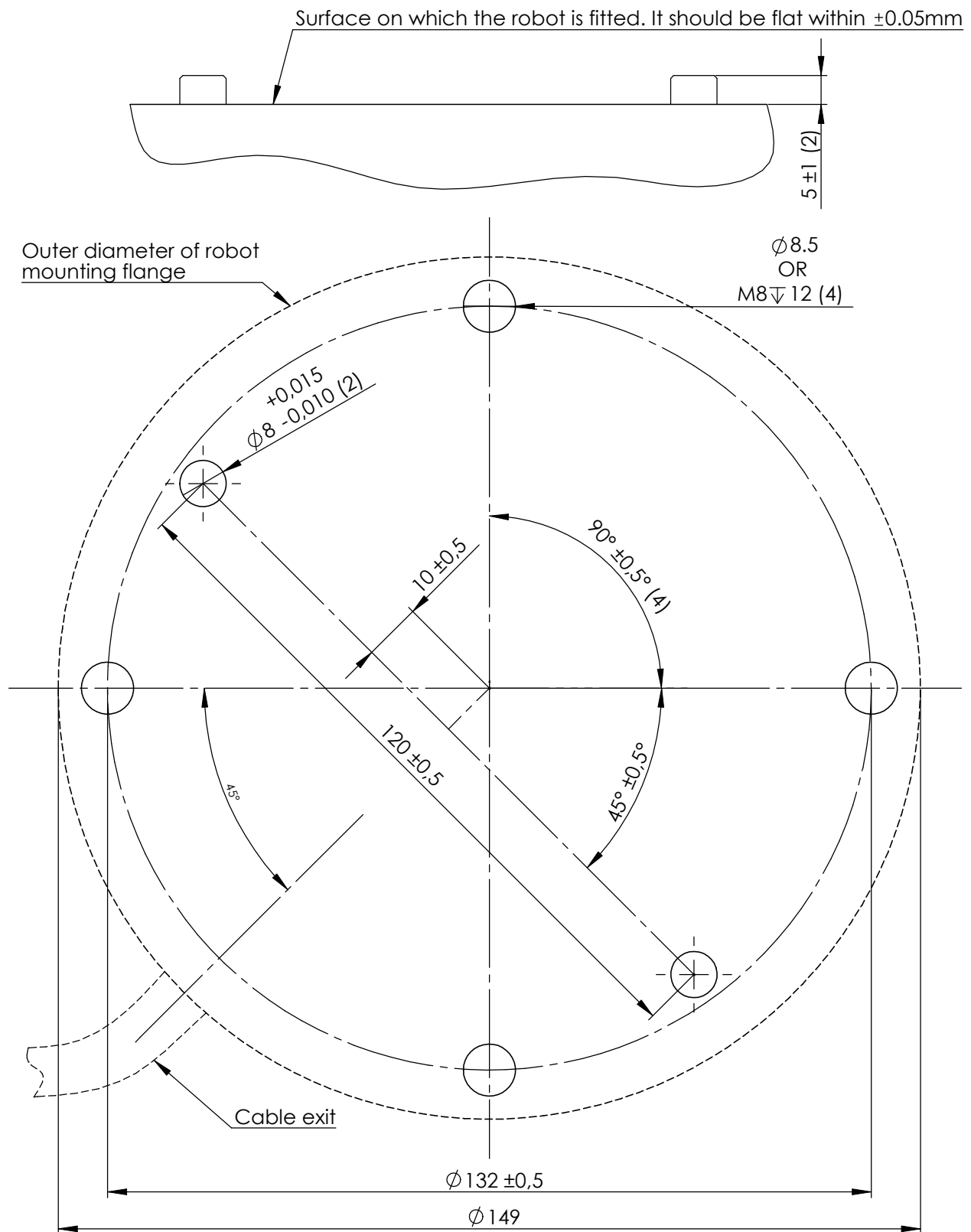


Figure 4.1: 로봇마운팅을위한구멍. M8 볼트 4 개를사용한다. 모든측정단위는 mm 이다.

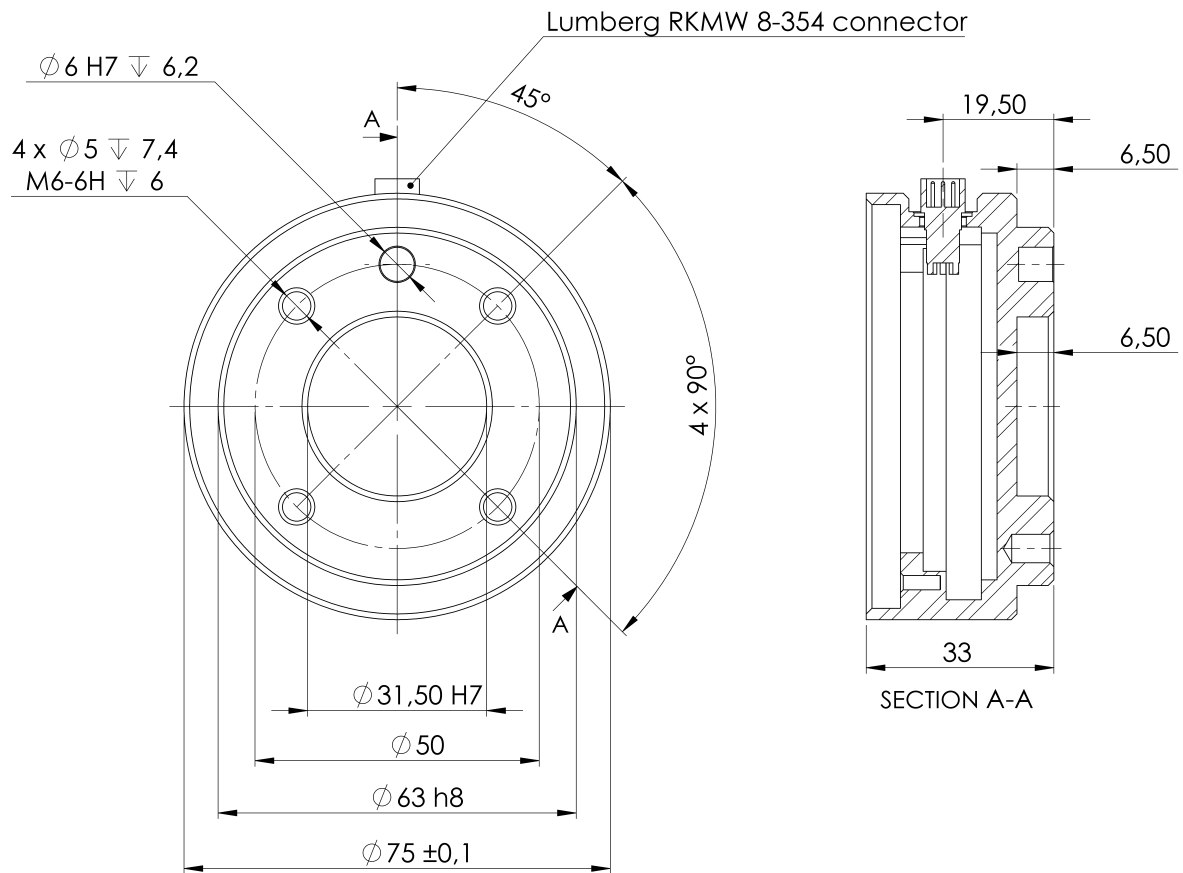


Figure 4.2: 토크출력플렌지, ISO 9409-1-50-4-M6. 여기가 로봇끝에서 토크를 마운트하는 위치이다. 모든 측정 단위는 mm 이다.

4.4 최대가반하중

로봇암의 최대허용가반하중은 무게중심오프셋에 의존하며, 이를위해도해 4.3의예시를참조한다. 무게중심오프셋은툴출력플랜지와무게중심사이의거리로정의된다.

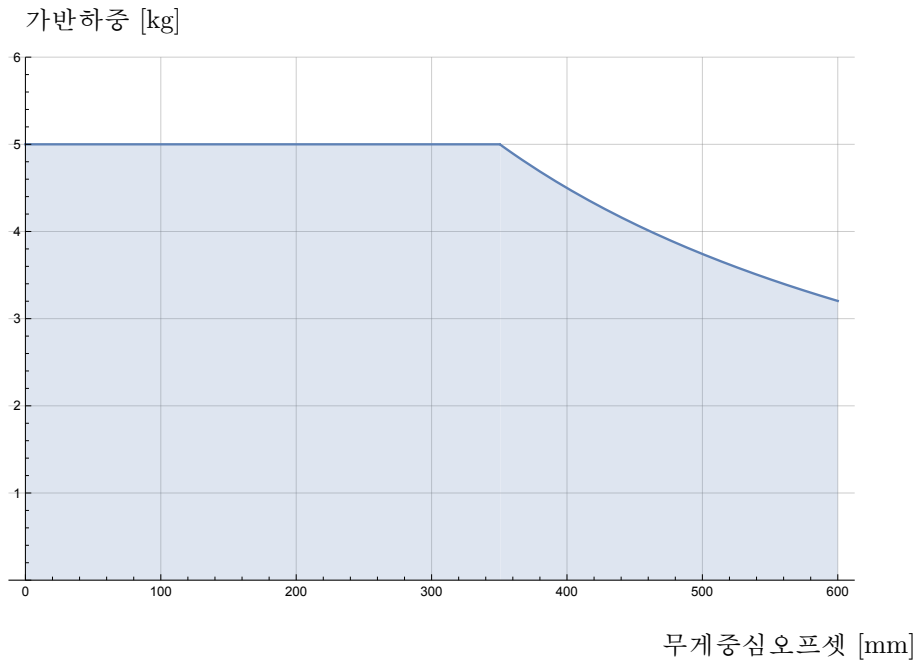


Figure 4.3: 최대허용가반하중과무게중심오프셋간의관계.

5 전기적인터페이스

5.1 소개

이장에서는로봇암과컨트롤박스의모든전기인터페이스를설명한다.

다른인터페이스들은다른목적과특성이있는다섯그룹으로나뉘어져있다:

- 컨트롤러 I/O
- 툴 I/O
- 이더넷
- 전원연결
- 로봇연결

I/O라는용어는인터페이스로들어가고나오는디지털및아날로그컨트롤신호모두를의미한다.

다섯그룹은다음항목에서설명한다. 대부분의 I/O 형식에대하여예가주어졌다.

다음항목의경고와주의는모든다섯그룹에해당하며반드시준수해야한다.

5.2 전기경고및주의

다음경고와주의는로봇애플리케이션을설계하고설치하는경우에반드시준수해야한다. 경고와주의는정비작업에도적용된다.



위험:

1. 올바른안전수준인안전 PLC 가아닌 PLC 에는절대로안전신호를연결하지않는다. 이경고를따르지않으면안전기능을재정의할수있기때문에심각한부상또는사망에이를수있다. 안전인터페이스신호를일반 I/O 인터페이스신호와분리하는것이중요하다.
2. 모든안전관련신호는중복적으로만들어졌다 (두개의별도채널). 두채널을분리하여신호장애가안전기능손실로이어지지않도록한다.
3. 컨트롤박스내부의 I/O 는일반또는안전관련 I/O 로구성할수있다. 항목 5.3을완전하게읽고이해한다.



위험:

1. 방수등급을 받지 않은 모든 장비는 건조하게 유지한다. 물이 제품 안으로 침투하면 모든 전력을 록아웃 및 태그아웃 처리하고 공급 업체에 연락한다.
2. 로봇과 함께 제공된 원래 케이블만 사용한다. 케이블이 구부러질 수 있는 응용에는 로봇을 사용하지 않는다. 더 길거나 유연한 케이블이 필요하면 공급 업체에 문의한다.
3. 음극 연결은 GND 라고 지칭하며, 이는 로봇과 컨트롤러 박스의 차폐물에 연결되어 있다. 연결한 모든 GND 연결은 전력 공급 및 신호만을 위한 것이다. PE(Protective Earth) 를 위해서는 컨트롤러 박스 안에 있는 접지 표시가 있는 M6 나사 연결을 사용한다. 접지 컨덕터는 최소한 시스템에서 최고 전류의 전류 등급을 가지고 있어야 한다.
4. 로봇 I/O 엔터페이스 케이블을 설치할 때에는 주의해야 한다. 맨 아래에 있는 금속 판은 인터페이스 케이블 및 커넥터 용이다. 구멍을 뚫기 전에 플레이트를 떼낸다. 플레이트를 다시 설치하기 전에 깎은 부스러기를 모두 치운다. 올바른 글랜드 크기를 사용하도록 한다.



주의:

1. 로봇은 EMC(전자기 적합성) 에 대한 국제 IEC 표준에 준하여 시험을 거쳤다. 해당 IEC 표준에서 정의하는 수준보다 높은 신호로 방해하면 로봇이 예기치 않은 행동을 보일 수 있다. 매우 높은 신호 수준 또는 과도한 노출은 로봇을 영구적으로 손상할 수 있다. EMC 문제는 대체로 용접 공정에서 나타나며, 로그에서 오류 메시지로 알려준다. Universal Robots 는 EMC 문제에 의한 손상에 대하여 책임을 질 수 없다.
2. 컨트롤러 박스에서 다른 기계 및 공장 장비로 이어지는 I/O 케이블은 연장 시험을 수행하지 않는 한 30m 보다 길 수 없다.



참고:

모든 전압과 전류는 따로 명시하지 않는 한 DC(직류) 이다.

5.3 컨트롤러 I/O

이 장은 장비를 컨트롤러 박스 안에 있는 I/O와 연결하는 방법을 설명한다. 이 I/O 는 매우 유연하므로, 뉴메틱 릴레이, PLC, 비상정지 버튼 등의 다양한 장비에서 사용할 수 있다.

아래 그림은 컨트롤러 박스 내부의 전기 인터페이스 레이아웃을 표시한다.

Safety			Remote		Power		Configurable Inputs			Configurable Outputs			Digital Inputs		Digital Outputs		Analog									
Emergency Stop	24V	■	12V	■	PWR	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	0V	■	0V	■	AG	■				
	EI0	■	GND	■	GND	■	CI0	■	CI4	■	CO0	■	CO4	■	DIO	■	DI4	■	DO0	■	DO4	■	AI0	■		
	24V	■	ON	■	24V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	0V	■	AG	■
	EI1	■	OFF	■	0V	■	CI1	■	CI5	■	CO1	■	CO5	■	DIO1	■	DI5	■	DO1	■	DO5	■	AI1	■		
Safeguard Stop	24V	■					24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	0V	■	AG	■
	SI0	■					CI2	■	CI6	■	CO2	■	CO6	■	DI2	■	DI6	■	DO2	■	DO6	■	AO0	■		
	24V	■					24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	0V	■	AG	■
	SI1	■					CI3	■	CI7	■	CO3	■	CO7	■	DI3	■	DI7	■	DO3	■	DO7	■	AO1	■		

다른색의의미는반드시알아두어야한다.

노란색과빨간색텍스트	전용안전신호
노란색과검은색텍스트	안전을위해구성가능함
회색과검정색텍스트	범용디지털 I/O
녹색과검정색텍스트	범용아날로그 I/O

컨피규어러블 I/O 는 GUI 에서안전등급 I/O 또는범용 I/O 로구성할수있다. 자세한내용은 II 항목참조.

다음하위항목에서디지털 I/O 사용하는방법을확인할수있다. 다음항목은반드시준수해야할공통사양을설명한다.

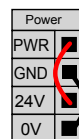
5.3.1 모든디지털 I/O 에대한공통사양

이항목은컨트롤박스에대한다음 24V 디지털 I/O 에대하여전기사양을정의한다.

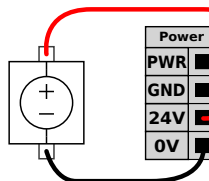
- 안전 I/O
- 컨피규어러블 I/O
- 범용 I/O.

세가지다른입력에서모두동일한전기사양에따라서 UR 로봇을설치하는것이매우중요하다.

Power 라고지칭하는터미널블록을구성하여내부 24V 전원또는외부전원에서디지털 I/O 에전력공급하는것이가능하다. 이블록은네터미널로구성되어있다. 상위두개는 (PWR 및 GND) 24V 이며내부 24V 전원으로그라운드한다. 블록의하위두터미널은 (24V 및 0V) 24V 입력으로서 I/O 에전력공급한다. 기본구성은내부전원공급을사용하는것이다. 아래참조.



전류가더필요하면외부전원을아래처럼연결할수있다.



내부및외부전원에대한전기사양은아래에제시되어있다.

터미널	매개변수	최소	형식	최대	단위
내부 24V 전원					
[PWR - GND]	전압	23	24	25	V
[PWR - GND]	전류	0	-	2	A
외부 24V 입력요구사항					
[24V - 0V]	전압	20	24	29	V
[24V - 0V]	전류	0	-	6	A

디지털 I/O 는 IEC 61131-2 를준수하여조립되어있다. 전기사양은아래에제시되어 있다.

터미널	매개변수	최소	형식	최대	단위
디지털출력					
[COx / DOx]	현재 *	0	-	1	A
[COx / DOx]	전압강하	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	누설전류	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	기능	-	PNP	-	형식
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	형식
디지털입력					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	전압	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	OFF 영역	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	ON 영역	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	전류 (11-30V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	기능	-	PNP	-	형식
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	형식

참고: * 저항부하또는최대 1H 의유도부하.



참고:

컨피규어러블은안전등급 I/O 또는정상 I/O 로구성할수있는 I/O 에 대하여사용한다. 이는검정색텍스트가있는노란색터미널이다.

5.3.2 안전 I/O

이항목은전담안전입력 (노란색터미널과빨간색텍스트) 과컨피규어러블 I/O (노란색터미널과검은색텍스트) 를안전 I/O 로구성한다. 항목 5.3.1의공통사양을반드시준수해야한다.

안전장치및장비는반드시 (1장) 의안전안내및위험평가에따라서설치해야한다.

모든안전 I/O는쌍 (중복) 이며반드시별도의브랜치를유지해야한다. 단일결함이란전기능을상실하게해서안된다.

두영구안전입력은 로봇비상정지와 안전방호정지이다. 로봇비상정지 입력은비상정지장비만을위한것이다. 안전방호정지 입력은모든안전등급보호장비를위한것이다. 기능차이는아래에제시되어있다.

	비상정지	안전방호정지
로봇이이동을멈춤	예	예
프로그램실행	정지	일시정지
로봇전력	꺼짐	켜짐
초기화	수동	자동또는수동
사용빈도	빈번하지않음	빈번하지않은
에 대한 모든 사이클 재 초기화가필요함	브레이크해제만	아니오
정 지 카 테 고 리 (IEC 60204-1)	1	2
모니터링기능의 퍼 포 먼 스 레 벨 (ISO 13849-1)	PLd	PLd

컨피규어러블 I/O 를 사용하여 추가 안전 I/O 기능을 설정할 수 있다. 예: 비상정지 출력. 안전 기능에 대한 컨피규어러블 I/O 세트 구성은 GUI 로 할 수 있다. II 참조.

안전 I/O 사용 방법의 몇 가지 예가 다음 하위 항목에 제시되어 있다.



위험:

- 올바른 안전 수준인 안전 PLC 가 아닌 PLC 에는 절대로 안전 신호를 연결하지 않는다. 이 경고를 따르지 않으면 안전 기능을 재정의할 수 있기 때문에 심각한 부상 또는 사망에 이를 수 있다. 안전 인터페이스 신호를 일반 I/O 인터페이스 신호와 분리하는 것이 중요하다.
- 모든 안전 등급 I/O 는 중복으로 만들어졌다 (두 개의 별도 채널). 두 채널을 분리하여 신호 장애가 안전 기능 손실로 이어지지 않도록 한다.
- 안전 기능은 로봇을 설치하기 전에 반드시 확인해야 한다. 안전 기능은 반드시 정기적으로 시험해야 한다.
- 로봇 설치 시 다음 사양을 준수해야 한다. 이를 따르지 않으면 안전 기능을 재정의할 수 있기 때문에 심각한 부상 또는 사망에 이를 수 있다.

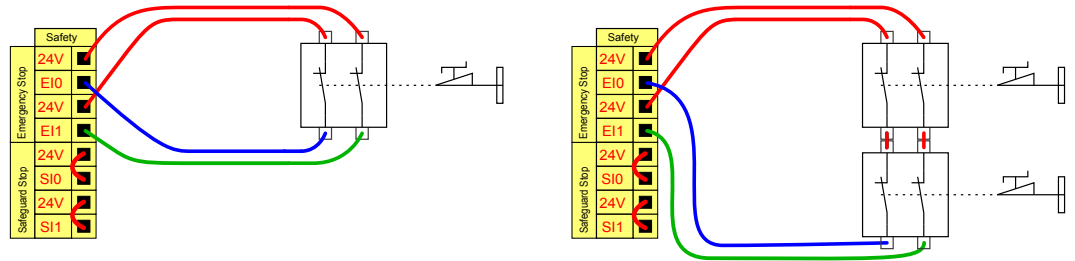
5.3.2.1 기본값 안전 구성

로봇은 기본값 구성으로 배송되므로 추가 안전 장비 없이 작업을 할 수 있다. 아래도 참조.



5.3.2.2 비상정지버튼연결하기

대부분의 용법에서 하나 이상의 비상정지버튼을 사용하는 것이 요구된다. 아래도 하나의 비상정지버튼을 연결할 수 있음을 보여준다.



5.3.2.3 다른 기계와 비상정지 공유

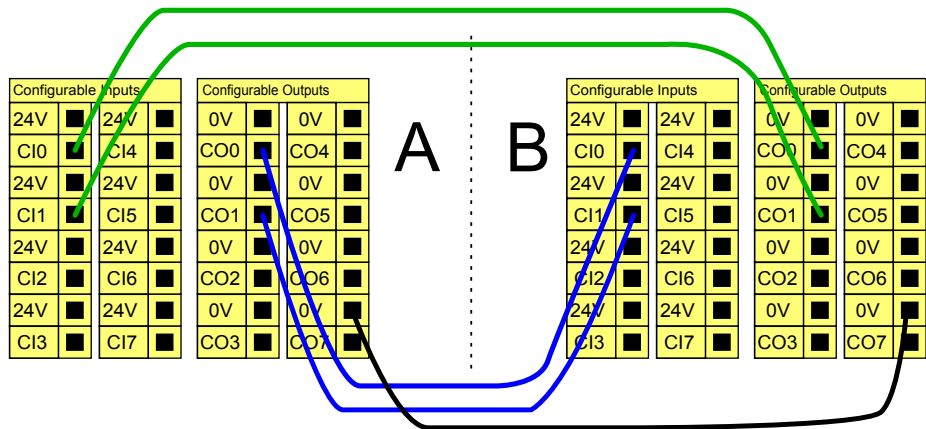
로봇을 다른 기계와 함께 사용할 때 공동 비상정지 회로를 설정하는 것이 바람직한 경우가 종종 있다. 작업자는 이를 통해 어떤 비상정지버튼을 사용해야 할지 생각할 필요가 없게 된다.

두 기계 모두 서로의 비상정지 조건에서 벗어나길 기다리기 때문에 로봇 비상정지 입력은 공유 목적으로 사용할 수 없다.

다른 기계와 비상정지 기능을 공유하려면 다음 컨피규어러블 I/O 기능을 반드시 GUI를 통해 구성해야 한다.

- 컨피규어러블 입력쌍: 외부 비상정지:
- 컨피규어러블 출력쌍: 시스템 비상정지.

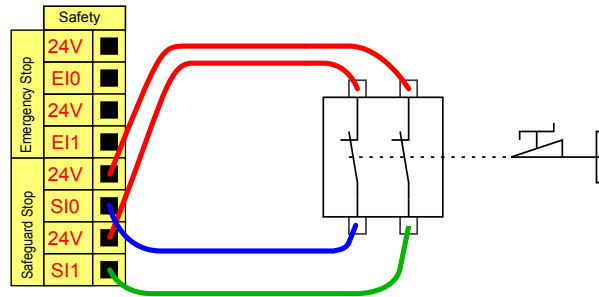
아래도 두 UR 로봇이 비상정지 기능을 공유하는 것을 보여준다. 이에에서 사용한 구성 I/O는 “CI0-CI1” 및 “CO0-CO1”이다.



두 UR 로봇 또는 다른 기계를 연결해야 한다면 비상정지 신호를 제어하기 위해 안전 PLC가 필요하다.

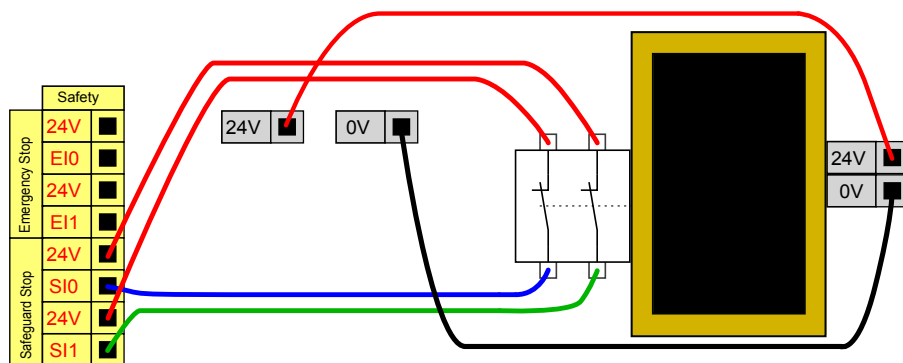
5.3.2.4 안전방호정지 및 자동재시작

기본 안전방호정지 장치의 예는 도어가 열릴 때 로봇을 정지하는 도어 스위치이다. 아래도 참조.



이 구성은 작업자가 문을 통과하고 닫을 수 없는 경우에만 사용하는 것이 목적이다. 컨피규어러블 I/O 는 로봇 동작을 다시 시작하기 위해 문 밖에 리셋 버튼을 설치하는데 사용할 수 있다.

자동 재시작이 적합한 다른 경우는 안전 매트 또는 안전 등급 레이저 스캐너를 사용할 때이다. 아래 참조.

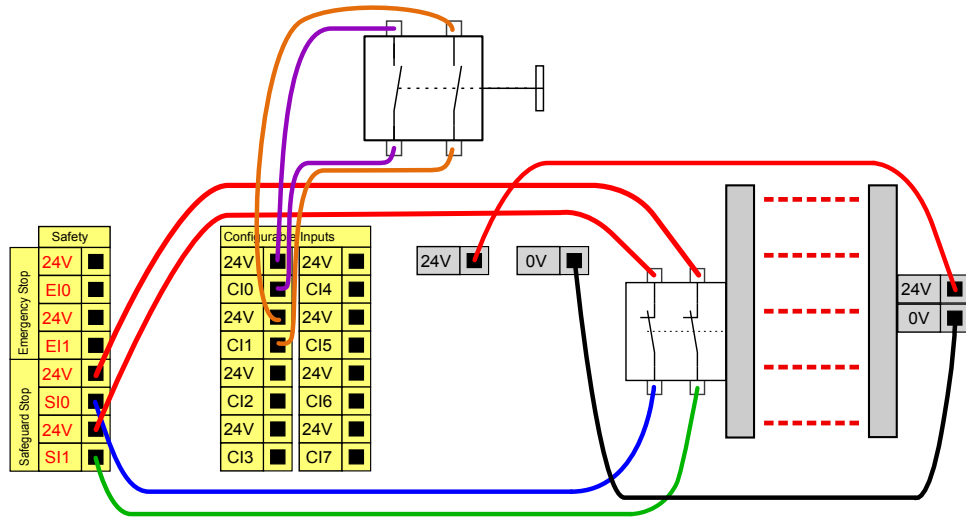


위험:

1. 안전방호 신호 재수립 후에 로봇이동이 다시 시작된다. 안전 한도 내에서 신호가 다시 설정될 수 있다면 이 구성을 사용하지 않는다.

5.3.2.5 안전방호 정지 및 리셋 버튼

라이트 커튼 인터페이스를 위해 안전방호 인터페이스를 사용한다면 안전 한도 외부의 리셋이 필요하다. 리셋 버튼은 두 채널 형식이어야 한다. 이에에서 리셋으로 구성된 I/O 는 “CI0-CI1” 이다. 아래 참조.



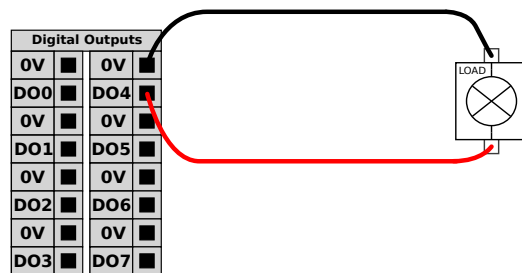
5.3.3 범용디지털 I/O

이 항목은 안전 I/O 로 구성하지 않는 범용 24V I/O(회색터미널) 와 컨피규어러블 I/O(노란색터미널과 검은텍스트) 를 설명한다. 5.3.1 항목의 공통사양을 반드시 준수해야 한다.

범용 I/O 는 공압식 릴레이와 같은 장비 또는 다른 PLC 시스템을 구동하는데 사용할 수 있다. 프로그램 실행을 중지하면 모든 디지털 출력이 자동으로 꺼질 수 있다. II 항목 참조. 이 모드에서 프로그램이 실행 중이 아니면 출력은 언제나로우이다. 다음 하위 항목에 예가 제시되어 있다. 이 예는 일반 디지털 출력을 사용하지만, 안전 기능을 수행하지 않도록 구성되어 있으면 어떠한 컨피규어러블 출력도 사용할 수 있다.

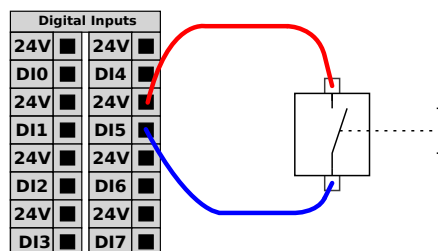
5.3.3.1 디지털 출력으로 부하 제어

이 예는 디지털 출력으로 제어할 수 있도록 부하를 연결하는 방법을 보여준다. 아래 참조.



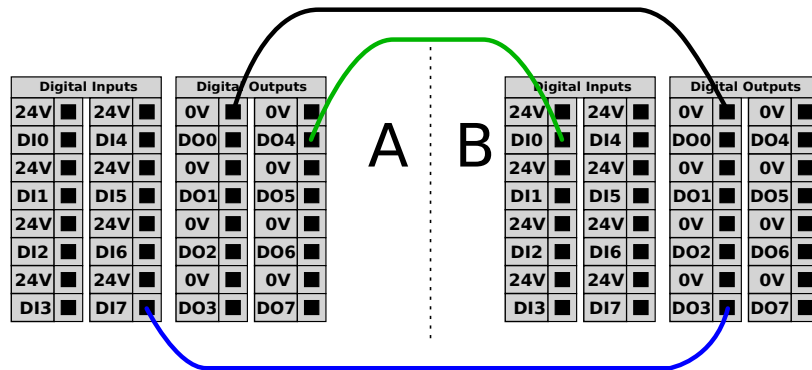
5.3.4 버튼을 이용하는 디지털 입력

아래 예는 디지털 입력에 간단한 버튼을 연결하는 방법을 보여준다.



5.3.5 다른기계또는 PLC 와의커뮤니케이션

공통 GND (0V) 가수립되고기계가 PNP 기술을사용하면디지털 I/O 를다른장비와 통신하는데사용할수있다. 아래참조.



5.3.6 범용아날로그 I/O

아날로그 I/O 인터페이스는녹색터미널이다. 이는장비간의전압 (0-10V) 또는전류 (4-20mA) 를설정하거나측정하는데사용할수있다.

최고의정확도를확보하기위해다음사항을추천한다.

- I/O 에가장가까운 AG 터미널을사용한다. 이쌍은공통모드필터를공유한다.
- 장비및컨트롤박스를위하여같은 gnd (0V) 를사용한다. 아날로그 I/O 는컨트롤박스에서갈바닉절연되지않는다.
- 실드처리한케이블또는트위스트페어를사용한다. “Power” 터미널의 “GND” 터미널에실드를연결한다.
- 전류모드에서작동하는장비를사용한다. 전류신호는간섭에덜민감하다.

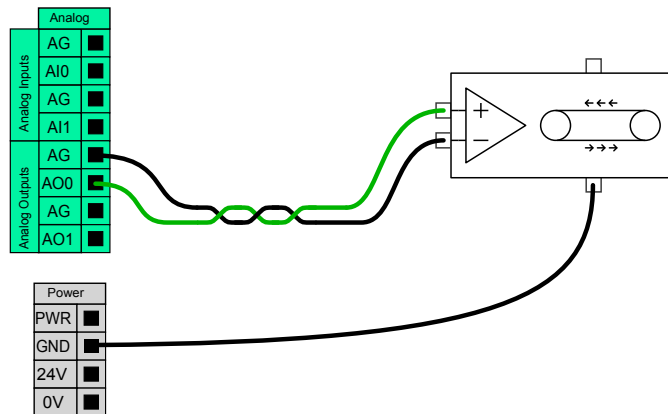
입력모드는 GUI 에서선택할수있다. II 항목참조. 전기사양은아래에제시되어있다.

터미널	매개변수	최소	형식	최대	단위
전류모드의아날로그입력					
[AIx - AG]	전류	4	-	20	mA
[AIx - AG]	저항	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압모드의아날로그입력					
[AIx - AG]	전압	0	-	10	V
[AIx - AG]	저항	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전류모드의아날로그출력					
[AOx - AG]	전류	4	-	20	mA
[AOx - AG]	전압	0	-	10	V
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압모드의아날로그출력					
[AOx - AG]	전압	0	-	10	V
[AOx - AG]	전류	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	저항	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트

다음에는아날로그 I/O 를사용하는방법을제시한다.

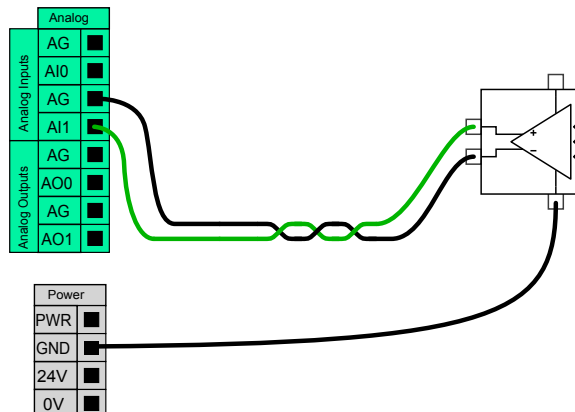
5.3.6.1 아날로그출력사용

아래는아날로그속도컨트롤입력으로컨베이어벨트를사용하는방법을제시한다.



5.3.6.2 아날로그입력사용

아래는아날로그센서를연결하는방법을제시한다.



5.3.7 원격 ON/OFF 제어

원격 ON/OFF 제어는 터치펜던트를 사용하지 않은 채 컨트롤 박스를 켜고 끄기 위해 사용됩니다. 이는 일반적으로 다음 경우에 사용됩니다:

- 터치펜던트를 액세스할 수 없다.
- PLC 시스템이 완전한 제어를 해야 한다.
- 여러 로봇을 동시에 켜다가 꺼야 한다.

원격 ON/OFF 제어는 작은 보조 12V 전원을 제공하고, 이는 컨트롤 박스가 꺼져 있을 때 활성화 상태이다. “on” 및 “off” 입력은 단기 활성화만을 위한 것이다. “on” 입력은 전원 버튼과 같은 방식으로 작동한다. “off” 입력은 컨트롤 박스가 열린 파일을 저장하고 올바르게 끌 수 있게 하므로 원격 “off” 제어를 위해 언제나 이를 사용한다.

전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

터미널	매개변수	최소	형식	최대	단위
[12V - GND]	전압	10	12	13	V
[12V - GND]	전류	-	-	100	mA
[ON / OFF]	비활성 전압	0	-	0.5	V
[ON / OFF]	활성 전압	5	-	12	V
[ON / OFF]	입력 전류	-	1	-	mA
[ON]	활성화 시간	200	-	600	ms

다음에는 원격 ON/OFF 를 사용하는 방법을 제시한다.



참고:

소프트웨어의 특별 기능은 프로그램을 자동 로드하고 시작하는 데 사용할 수 있다. II 항목 참조.

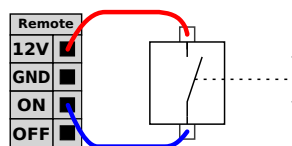


주의:

1. 컨트롤 박스를 끄는데 절대로 “on” 입력 또는 전원 버튼을 사용하지 않는다.

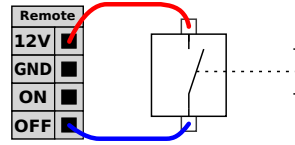
5.3.7.1 원격 ON 버튼

아래도 해는 원격 켜기 버튼을 연결하는 방법을 제시한다.



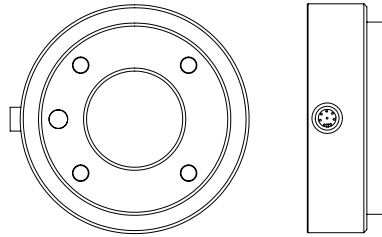
5.3.7.2 원격 OFF 버튼

아래도해는원격끄기버튼을연결하는방법을제시한다.



5.4 툴 I/O

로봇의툴방향끝에는소형 8 핀커넥터가있다. 아래도해참조.



이커넥터는특정로봇툴에사용되는그리퍼와센서에대한전력및제어신호를제공한다. 다음산업용케이블이적합하다:

- Lumberg RKMV 8-354.

케이블안에있는선 8 개는다른색을가지고있다. 다른색는다른기능을의미한다. 아래표참조:

색상	신호
빨간색	0V (GND)
회색	0V/+12V/+24V (POWER)
파란색	툴출력 0 (TO0)
핑크색	툴출력 1 (TO1)
노란색	툴입력 0 (TI0)
녹색	툴입력 (1) (TI1)
흰색	아날로그입력 2 (AI2)
갈색	아날로그입력 3 (AI3)

내부전원공급은 GUI 의 I/O 탭에서 0V, 12V 또는 24V 로설정할수있다. II 항목 참조. 전기사양은아래에제시되어있다:

매개변수	최소	형식	최대	단위
24V 모드외공급전압	-	24	-	V
12V 모드외공급전압	-	12	-	V
두모드의공급전류 *	-	-	600	mA

참고: * 유도부하에대하여보호다이오드를사용하는것이매우권장됨

다음 항목은 툴의 다양한 I/O 를 설명한다.



위험:

1. 전력중단이 위험을 일으키지 않도록 툴과 그리퍼를 연결한다.
예: 툴에서 작업부품이 빠져나오는 것.
2. 프로그래머의 오류로 전압이 24V로 변하여 장비에 손상을 일으키고 심한 경우에는 화재까지 일으킬 수 있으므로, 12V를 사용할 때에는 주의해야 한다.



참고:

툴 플랜지는 GND에 연결되어 있다 (빨간선과 같음).

5.4.1 툴 디지털 출력

디지털 출력은 NPN으로 적용되어 있다. 디지털 출력을 활성화하면, 대응 연결은 GND로 이어지고, 비활성화하면 대응 연결이 개방된다 (오픈-컬렉터/오픈-드레인). 전기 사양은 아래에 제시되어 있다:

매개 변수	최소	형식	최대	단위
개방시 전압	-0.5	-	26	V
싱킹시 전압 1A	-	0.05	0.20	V
싱킹시 전류	0	-	600	mA
GND를 통한 전류	0	-	600	mA

디지털 출력 사용 방법의 몇 가지 예가 다음 하위 항목에 제시되어 있다.

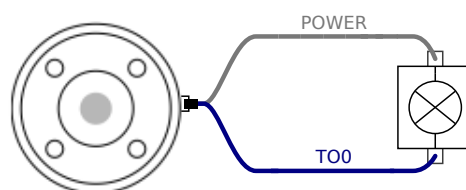


주의:

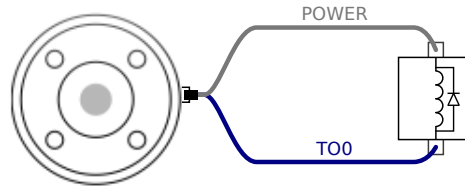
1. 디지털 출력은 전류 제한을 적용하지 않으며, 특정 데이터를 무시하면 영구적인 손상을 입힐 수 있다.

5.4.1.1 툴 디지털 출력 사용하기

아래 예에서는 내부 12V 또는 24V 전원 공급을 사용하여 부하를 켜는 것을 보여준다. I/O 탭에서 출력을 정의해야 하는 것을 잊지 말아야 한다. 부하를 꺼도 전력 연결 및 차폐물/그라운드 사이에 전압이 남는 것을 염두에 두어야 한다.



참고: 아래에 표시된 대로 유도 부하에 대하여 보호 다이오드를 사용하는 것이 매우 권장된다.



5.4.2 톨 디지털 입력

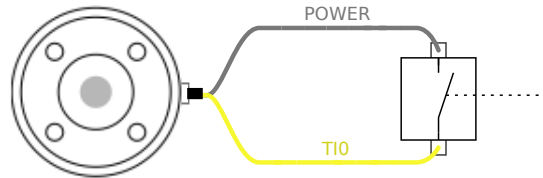
디지털 입력은 PNP 및 약한 풀다운 저항이 적용되어 있다. 이는 부동 입력이 언제나 로우를 읽는다는 것을 의미한다. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

매개 변수	최소	형식	최대	단위
입력 전압	-0.5	-	26	V
논리적 저 전압	-	-	2.0	V
논리적 고 전압	5.5	-	-	V
입력 저항	-	47k	-	Ω

디지털 입력 사용 방법의 몇 가지에 대해 다음 하위 항목에 제시되어 있다.

5.4.2.1 톨 디지털 입력 사용하기

아래에는 간단한 버튼을 연결하는 방법을 보여준다.



5.4.3 톨 아날로그 입력

아날로그 입력은 I/O 탭에서 비차동이므로 전압 또는 전류로 설정할 수 있다. II 항목 참조. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

매개 변수	최소	형식	최대	단위
전압 모드의 입력 전압	-0.5	-	26	V
입력 저항 @ 0V 10V 범위	-	10.7	-	k Ω
분해능	-	12	-	비트
전류 모드의 입력 전압	-0.5	-	5.0	V
전류 모드의 입력 전류	-2.5	-	25	mA
입력 저항 @ 4mA 20mA 범위	-	182	188	Ω
분해능	-	12	-	비트

아날로그 입력 사용 방법의 두 가지에 대해 다음 하위 항목에 제시되어 있다.

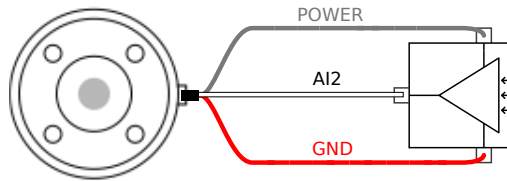


주의:

1. 아날로그입력은전류모드에서전압에대하여보호받지않는다. 전기사양에서제한을과도하게매기면입력에영구적손상을일으킬수있다.

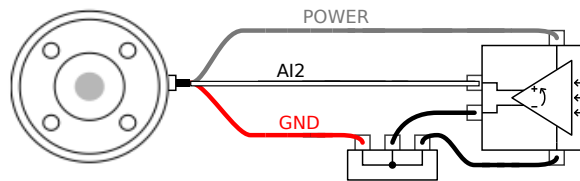
5.4.3.1 톨아날로그입력사용하기, 비차동

아래에는아날로그센서에비차동출력을연결하는방법을보여준다. 아날로그입력의 입력모드가 I/O 탭과동일하게지정되는한센서출력은전류또는전압중에서선택할수있다. 전압출력이있는센서가툴의내부저항을구동할수있는지확인해야한다. 그렇지않으면측정이잘못될수있다.



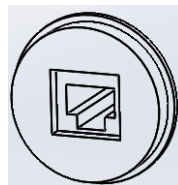
5.4.3.2 톨아날로그입력사용하기, 차동

아래에는아날로그센서에차동출력을연결하는방법을보여준다. 음출력부를 GND(0V)에연결하면비차동센서와동일하게작동한다.



5.5 이더넷

컨트롤박스아래에이더넷 연결이제공되어있다. 아래도해참조.



이더넷인터페이스는다음을위해사용할수있다:

- MODBUS I/O 확장모듈. 자세한내용은 II 항목참조.
- 원격액세스및컨트롤.

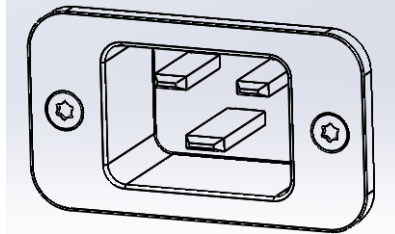
전기사양은아래에제시되어있다.

매개변수	최소	형식	최대	단위
커뮤니케이션속도	10	-	1000	Mb/s

5.6 전원연결

컨트롤러박스의 전원케이블은 끝에 표준 IEC 플러그가 있다. IEC 플러그에 해당 국가 전원 플러그 또는 케이블을 연결한다.

로봇에 전력을 공급하려면 컨트롤 박스가 전원에 연결되어 있어야 한다. 이는 컨트롤 박스 아래의 표준 IEC C20 플러그와 해당 IEC C19 코드를 통해 해야 한다. 아래도해 참조.



전원공급의 최소 요구 조건:

- 접지.
- 메인 퓨즈.
- 누전 차단기.

서비스록아웃과 태그아웃을 쉽게 사용할 수 있도록 로봇에 플리케이션에서 모든 장비를 끌 수 있는 전원 스위치를 설치할 것을 권장한다.

전기 사양은 아래 표에 제시되어 있다.

매개변수	최소	형식	최대	단위
입력 전압	100	-	265	VAC
외부 전원 퓨즈 (@ 100-200V)	8	-	16	A
외부 전원 퓨즈 (@ 200-265V)	8	-	16	A
입력 주파수	47	-	63	Hz
대기 전력	-	-	0.5	W
정격 소비 전력	90	150	325	W

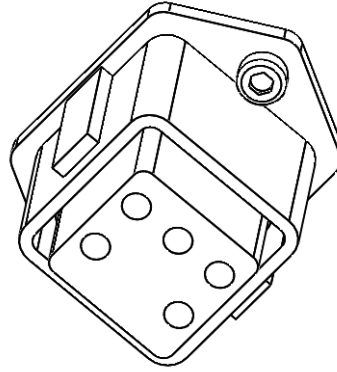


위험:

1. 로봇을 올바르게 접지했는지 확인한다 (전기적지면 연결). 컨트롤러 박스안의 접지심 불과 관련된 나사중에서 사용하지 않은 나사들로 시스템의 모든 장비에 대하여 공통적인 접지를 한다. 접지 컨덕터는 최소한 시스템에서 최고 전류의 전류 등급을 가지고 있어야 한다.
2. 컨트롤러 박스의 입력 전력은 RCD(누전 차단기) 및 올바른 퓨즈로 보호해야 한다.
3. 정비도중 완비로봇설치를 위하여 모든 전력에 대하여 록아웃 및 태그아웃을 실행한다. 시스템이 록아웃인 상태에서는 다른 장비가 로봇 I/O 에 전압을 공급할 수 없다.
4. 컨트롤러 박스에 전원을 공급하기 전에 모든 케이블이 연결되어 있는지 확인한다. 언제나 원래 제공된 올바른 전선을 사용한다.

5.7 로봇연결

컨트롤박스 아래의 커넥터에 로봇케이블을 반드시 연결해야 한다. 아래도해 참조. 로봇암을 켜기 전에 커넥터가 올바르게 잠겨 있는지 확인한다. 로봇케이블 분리는 로봇전원을 끈 상태에서에서만 할 수 있다.



주의:

1. 로봇암이 켜진 상태에서는 로봇케이블을 분리하지 마십시오.
2. 원래 케이블은 연장하거나 개조하지 마십시오.

6 유지 및 보수

이 설명서의 모든 안전 지침에 따라 유지 보수 작업을 수행해야 한다.

지원 웹사이트 <http://www.universal-robots.com/support>의 최신 버전 서비스 매뉴얼에 따라 보수, 교정 및 수리 작업을 수행해야 한다.

승인된 시스템 통합자 또는 Universal Robots 만이 수리를 실시할 수 있다.

Universal Robots 에 부품을 반환할 때에는 서비스 매뉴얼에 따라서 반환해야 한다.

6.1 안전 지침

보전 및 수리 작업 후에는 반드시 점검하여 요구되는 안전 수준에 부합하는지 확인한다. 검사는 유효한 국가 또는 지역 작업 안전 규정을 준수해야 한다. 안전 기능에 대한 모든 올바른 기능성도 함께 시험해야 한다.

보전 및 수리 작업 목적은 시스템을 작업 가능한 상태로 유지하거나, 잘못이 있을 때에는 시스템을 작업 가능한 상태로 되돌리는 것이다. 수리 작업은 실제 수리뿐 아니라 문제 진단을 포함한다.

로봇 암 또는 컨트롤 박스에 대하여 작업을 할 때, 아래의 절차와 경고를 준수해야 한다.



위험:

1. 소프트웨어 안전 설정을 아무것도 바꾸지 않는다 (예: 포스 제한). 안전 구성은 PolyScope 설명서에 설명이 나와 있다. 안전 매개변수 중 무엇이든 변경되면 로봇 시스템 전체를 신규로 고려한다. 즉 이에 따라 위험 평가를 포함하여 전체적인 안전 승인 절차를 다시 수행해야 한다는 의미이다.
2. 같은 아티클 번호가 있는 새 구성 요소 또는 Universal Robots 에서 승인한 동등한 구성 요소로 결함이 있는 구성 요소를 변경한다.
3. 작업을 완료한 다음에는 꺼진 안전 기능을 다시 켜는다.
4. 모든 수리를 기록하고 로봇 시스템 전체와 관련된 기술 파일에 이 문서를 저장한다.



위험:

1. 전원입력케이블을컨트롤박스맨아래에서제거하여전원을완전히끄는다. 로봇암또는컨트롤박스에연결된다른전력공급원에서전력이공급되지않도록한다. 수리기간동안에다른사람이시스템에전원을공급하는것을방지하도록주의해야한다.
2. 시스템에다시전원공급을하기전에접지를확인한다.
3. 로봇암또는컨트롤박스부품을해체할때에는 ESD 규정을준수한다.
4. 컨트롤박스내에있는전력공급부를해체하지않도록한다. 컨트롤박스를꺼낸후몇시간이지난다음에도이전력공급부에는고전압이 (최대 600V) 잔존해있을수있다.
5. 로봇암또는컨트롤박스에물이나먼지가들어가는것을방지한다.

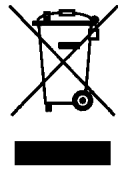
7 폐기및환경

UR 로봇은적용되는국가의법, 규정, 표준에따라폐기해야한다.

UR 로봇은환경보호를위하여위험물질을제한적으로사용하여제조되었으며, 이는유럽 RoHS 지령 2011/65/EU 의정의를따른다. 이러한물질로는수은, 카드뮴, 납, 크로뮴 VI, 폴리브롬화비페닐, 폴리브롬화디페닐에테르가여기에포함된다.

덴마크시장에서판매하는 UR 로봇의폐기및취급비용은 DPA-시스템을통하여 Universal Robots A/S 가선지불하였다. 유럽 WEEE Directive 2012/19/EU 가적용되는국가의수입자는반드시자신의국가의 WEEE 등록부에등록해야한다. 이요금은일반적으로 1€/로봇미만이다. 국가등록부목록: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

다음심볼은위의법규에대한준수여부를표시하기위하여로봇에고정되어있다:



8 인증

이 장에서는 제품에 대한 인증서와 선언을 제공한다.

8.1 제 3 자 인증

제 3 자 인증은 자발적이다. 하지만 로봇 통합자를 위한 최고의 서비스를 제공하기 위하여 UR 은 다음의 공인 시험 기관에서 로봇을 인증했다.



TÜV NORD UR 로봇은 EU 기계류 지침 2006/42/EC 에서 인증 기관으로 인정 받은 TÜV NORD 로부터 안전성을 승인 받았다. 부록 B에서 TÜV NORD 안전 승인증서의 사본을 확인할 수 있다.



DELTA UR 로봇은 DELTA 의 성능 시험을 거쳤다. 전자기 호환성 (EMC) 및 환경 테스트 인증서는 부록 B에 서 확인할 수 있다.



TÜV SÜD UR 로봇은 TÜV SÜD 의 클린룸 시험을 거쳤다. 클 린룸 인증서는 부록 B에 포함되어 있다.



중국 RoHS UR 로봇은 전자 정보 제품으로 오염을 제어하기 위한 중국 RoHS 관리 방법을 준수한다. 부록 B에서 제품 선언 테이블의 사본을 확인할 수 있다.

8.2 공급 3 자 인증



환경 공급사가 제공한 대로 UR 로봇 운송 팔릿은 목재 포장재 생산에 대한 ISMPM-15 덴마크 요구 사항을 준수 하고 이 제도에 따라 표시된다.

8.3 제조업체의 시험 인증



UR UR 로봇은 지속적인 내부 테스트와 최종 라인 테스트 절차를 받는다. UR 테스트 절차는 지속적으로 검토 및 개선을 받는다.

8.4 EU 지령에준하는선언

이는주로유럽에관련이있지만, 유럽이외의일부국가들도 EU 선언을요구하거나필요로한다. 유럽지령은공식홈페이지에서찾아볼수있다. <http://eur-lex.europa.eu>.
UR 로봇은아래지령을준하여인증을받았다.

2006/42/EC — 기계류지침 (MD)

CE 마크가부착되지않기때문에기계류지침 2006/42/EC 에따라 UR 로봇은 부분품으로서의기계로분류된다.

참고: UR 로봇을살충용도로사용한다면지령 2009/127/EC 의존재를반드시지적해야한다. 2006/42/EC annex II 1.B. 에준하는편입선언은 부록 B에서확인할수있다.

2006/95/EC — 저전압지령 (LVD)

2004/108/EC — 전자기적합성 (EMC)

2011/65/EU — 유해물질사용제한 (RoHS)

2012/19/EU — 폐전기및전자제품 (WEEE)

부록 B의편입선언에위지령에대한적합성선언이나열되어있다.

CE 마크는위의 CE 마크표시지령에준하여부착했다. 전기및전자장비폐기물에대한정보는 장 7에있다.

로봇개발도중적용한표준에대한정보는 부록 C을 (를) 참조한다.

9 보증

9.1 제품보증

딜러또는리테일러에대한사용자 (고객) 클레임에대한침해없이고객은아래조건하에
서제조사보증을받는다:

서비스시작 12 개월내에제조또는재료문제에따른결함이새장치및구성요소에나타
나는경우 (배송시기로부터최대 15 개월내), Universal Robots 는필요한부품을제
공하고, 사용자 (고객) 는부품교체, 현재기술을반영하는대체품으로부품교체또는
부품수리를위하여작업시간을투여한다. 이보증은장치결함이올바르지않은취급및
사용자설명서에있는정보를따르지않은경우에무효이다. 이보증은공식딜러또는
고객자신이수행한서비스에적용되거나확장되지않는다 (예: 설치, 구성, 소프트웨
어다운로드). 보증적용을받기위해구매영수증및구매날짜를증거로제시해야한다.
보증서비스요청은반드시보증에적용받는결함을발견하고 2 개월내로제출해야한
다. Universal Robots 가교체하고반납받은장치또는구성요소의소유권은 Universal
Robots 가가지고있다. 장치와관련된다른클레임은이보증에서제외된다. 이보증은
고객의법적권리를제한하거나예외를두지않으며제조사의태만에따른사망또는개인
상해에대한책임을면제하지않는다. 보증기간은보증하에서수행한서비스로인해연
장되지않는다. 의무적으로제공하는보증은없으며 Universal Robots 는교체또는수
리를위하여고객에게청구할권리를보유한다. 위조항은고객에불리하게입증책임조
건에대한변경을묵시적으로적용하지않는다. 기기가결함을나타내는경우 Universal
Robots 는수입손실, 사용손실, 생산손실또는다른제품장비에대한손상과같은간접
적손해또는손실을포함하지만이에제한되지않는간접, 우발적, 특수, 결과적손해에
대하여보상을하지않는다.

기기가결함을나타내는경우 Universal Robots 는생산손실또는다른제품장비에대한
손상과같은간접적손해또는손실에대하여보상을하지않는다.

9.2 면책조항

Universal Robots 는제품안정성및성능개선노력을계속진행하므로사전에알리지않
고제품을업그레이드할권리를보유한다. Universal Robots 는이설명서의모든내용
이정확하고올바르도록노력하지만, 어떠한오류또는빠진정보에대해서도책임을지
지않는다.

A 정지시간및정지거리

정지카테고리 0 과정지카테고리¹ 1 의정지시간및거리정보를전부확인할수있다. 이부록은정지카테고리 0 에대한정보를포함한다. 정지카테고리 1 정보는 <http://universal-robots.com/support/>에서확인할수있다.

A.1 정지카테고리 0 의정지거리및시간

아래표는정지카테고리 0 발동시측정한정지거리와시간을포함한다. 이측정은로봇의다음구성에해당함:

- 연장: 100% (로봇암이수평으로완전히연장됨).
- 속도: 100% (로봇의일반속도는 100% 으로지정되고관절속도는 183°/s 임).
- 페이로드: TCP 에부착된로봇이최대페이로드를취급한다 (5 kg).

관절 0 에대한시험은수평이동수행으로했다. 즉, 회전축이지면에대하여수직이었다. 관절 1 과 2 시험도중로봇은수직궤도를따라이동했다. 즉, 회전축이지면에대하여평행이고, 로봇이이동하는동안정지를수행했다.

	정지거리 (rad)	정지시간 (ms)
관절 0 (베이스)	0.31	244
관절 1 (숄더)	0.70	530
관절 2 (엘보우)	0.22	164

¹IEC 60204-1 기준, 자세한정보는용어집참조.

B 선언 및 인증

B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to European Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR5/CB3

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC, as amended by Directive 2009/127/EC, and with the regulations transposing it into national law.

The safety features of the product are prepared for compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC under the correct incorporation conditions, see product manual. Compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC relies on the specific robot installation and the final risk assessment.

Relevant technical documentation is compiled according to Directive 2006/42/EC annex VII part B and available in electronic form to national authorities upon legitimate request. Undersigned is based on the manufacturer address and authorised to compile this documentation.

Additionally the product declares in conformity with the following directives, according to which the product is CE marked:

- 2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)
- 2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)
- 2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.2 CE/EU 편입선언 (원본번역)

European directive 2006/42/EC annex II 1.B. 에 준함.

제조사 Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

여기에서아래와같이제품에대하여선언한다

산업용로봇 UR5/CB3

기계의편입이 Directive 2006/42/EC 및 Directive 2009/127/EC 개정조항, 그리고이를국가의법으로규정하는규제조항에대한적합성을선언하지않는한사용할수없다.

올바른편입조건에따른 Directive 2006/42/EC 의필수요건을모두준수하기위해제품의안전기능이준비되었다. 제품설명서참조. Directive 2006/42/EC 의모든필수요건에대한준수는특정로봇설치및최종위험평가에의존한다.

해당기술문서는 Directive 2006/42/EC annex VII part B 에준하여작성되며적합한요청에따라서전자형식으로국가당국에제공할수있다. 서명자는제조사주소를기준으로하며이문서작성권한을받았다.

그리고제품은다음지령에대한적합성을선언했고, 이에따라제품은 CE 마크를획득했다:

- 2014/35/EU — 저전압지령 (LVD)
- 2014/30/EU — 전자기적합성지령 (EMC)
- 2011/65/EU — 유해물질사용제한 (RoHS)

관련표준을포함하는적용된조화표준목록은제품설명서에제공되어있다.

Odense, 2016 년 4 월 20 일

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.3 안전시스템인증



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This certifies, that the company*

Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated.

Fertigungsstätte: <i>Manufacturing plant:</i>	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
Beschreibung des Produktes: (Details s. Anlage 1) <i>Description of product:</i> (Details see Annex 1)	Universal Robots Safety System URSafety 3.1 for UR10, UR5 and UR3 robots



Geprüft nach: **EN ISO 13849-1:2008, PL d**
Tested in accordance with:

Registrier-Nr. / <i>Registration No.</i> 44 207 14097602 Prüfbericht Nr. / <i>Test Report No.</i> 3515 4327 Aktenzeichen / <i>File reference</i> 8000443298	Gültigkeit / <i>Validity</i> von / <i>from</i> 2015-06-02 bis / <i>until</i> 2020-06-01
---	---


 Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
 TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen

Essen, 2015-06-02
www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

B.4 환경시험인증



Climatic and mechanical assessment sheet no. 1275

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T207415-1
Product identification UR5 robot arm: UR5 AE/CB3, 0A-series UR5 control box: AE/CB3, 0A-series UR5 teach pendant: AE/CB3, 0A-series UR10 robot arm: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 control box: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 teach pendant: AE/CB3, 0A-series	
DELTA report(s) DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1	
Other document(s)	
Conclusion The two robot arms UR5 and UR10 including their control box and teach pendant have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests as specified in Annex 1 of the report were fulfilled. IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +50 °C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 20 Hz: 0.05 g ² /Hz, 20 – 150 Hz: -3 dB/octave, 1.66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks	
Date Hørsholm, 14 March 2014	Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

20ass-sheet-j

B.5 EMC 시험인증



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)

UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014
EMC Assessment Sheet 1351

Standards/Normative documents

EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 12275110

Hørsholm, 08 August 2016



Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

B.6 클린룸시험인증



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Roboter, Model: UR5 / Typ INDUSTRIAL

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-02
Report-Nr.: 203195-2
Valid till: August 2018

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT



Industrie Service

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2018

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

C 응용 표준

이 항목은 로봇암 및 컨트롤박스 개발에 적용하는 표준을 설명한다. European Directive 번호가 괄호 안에 있다면, Directive 에 맞추어 표준을 설정했다는 의미이다.

표준은 법이 아니다. 표준은 업계의 이해관계자들이 개발한 문서로서 제품 또는 제품 그룹에 대하여 정상 안전 및 성능 요구사항을 정의한다.

약어 정의:

ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
EN	European Norm
TS	Technical Specification
TR	Technical Report
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

이 설명서의 모든 조립 지침, 안전 지침 및 안내를 준수하는 경우에만 다음 표준을 준수할 수 있다.

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/EC]

EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EC)

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

안전 제어 시스템은 이 표준의 요구사항에 따라서 퍼포먼스 레벨 d (PLd) 로 설계되어 있다.

ISO 13850:2006 [정지 카테고리 1]

ISO 13850:2015 [정지 카테고리 1]

EN ISO 13850:2008 (E) [정지 카테고리 1 - 2006/42/EC]

EN ISO 13850:2015 [정지 카테고리 1 - 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

비상 정지 기능은 이 표준에 따라서 정지 카테고리 1 로 설계되었다. 정지 카테고리 1 은 모터에 동력을 전달할 수 있는 제어 정지로서 동작을 정지하고, 정지 후에 전원을 차단한다.

ISO 12100:2010

EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/EC]

Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction

UR 로봇은 이 표준의 원칙에 따라서 평가된다.

ISO 10218-1:2011

EN ISO 10218-1:2011(E) [2006/42/EC]

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

이 표준은 통합자가 아니라 로봇 제조사를 위한 것이다. 둘째 부분은 (ISO 10218-2) 로봇 애플리케이션 설치 및 설계를 다루므로 로봇 통합자를 위한 것이다.

표준 작성자들은 전통적으로 펜스 및 라이트 커튼으로 안전 방호하는 전통 산업용 로봇을 암묵적으로 염두에 두고 있었다. UR 로봇은 항상 포스 및 전력 제한을 활성화하도록 설계되었다. 그러므로 어떤 개념은 아래에서 분명하게 설명한다.

UR 로봇이 위험한 작업에 사용되는 경우, 추가 안전 기준이 필요할 수 있다. 이 매뉴얼의 장 참조 1.

분류:

- “3.24.3 안전 방호 공간”은 경계 안전 방호로 정의된다. 일반적으로 안전 방호 공간은 펜스 뒤의 공간으로서 위험성을 가지고 있는 전통 로봇으로부터 사람을 보호한다. 펜스 경계가 정의한 위험한 안전 방호 공간이 없는 경우, UR 로봇은 내장 전력 및 포스 제한 협업 안전 기능을 사용하여 펜스 없이 작동하도록 설계되었다.
- “5.4.2 성능 요구 사항”. 모든 안전 기능은 ISO 13849-1:2006 에 따라서 PLd 로 구성되었다. 로봇은 각 관절 안에 중복 인코더 시스템을 포함하는 것으로 만들어졌고, 안전 등급 I/O 는 카테고리 ¹ 3 구조에 따라 만들어졌다. 완전한 안전 기능의 PLd 를 형성하기 위해 안전 등급 I/O 는 반드시 이 설명서에 따라서 카테고리 3 장비로 연결되어야 한다.
- “5.7 작동 모드”. UR 로봇은 다른 작동 모드가 없으므로 모드 선택기가 없다.
- “5.8 펜던트 제어”. 이 항목은 위험한 안전 방호 공간에서 사용하는 경우, 티치 펜던트에 대한 보호 기능을 정의한다. UR 로봇은 협업 작업을 위해 설계되었으므로, 기존 로봇과 같은 위험한 안전 방호 공간이 없다. UR 로봇은 전통 로봇보다 안전하게 티칭할 수 있다. 세 위치 지정 활성화 장치를 해제하는 대신에 작업자가 간단하게 로봇을 손으로 멈출 수 있다. UR 로봇이 위험한 안전 방호 작업을 위해 설치된다면, 이 설명서의 지침대로 세 위치 지정 장치가 연결될 수 있다. 추가로 ISO/TS 15066 5.4.5 항을 참조한다.
- “5.10 협업 작업 요구 사항”. UR 로봇의 전력 및 포스 제한 협업 안전 기능은 언제나 활성화 상태이다. UR 로봇의 시각 디자인은 로봇이 협업 작업을 위해 사용할 수 있음을 나타낸다. 전력 및 포스 제한 기능은 ISO 10218-1 5.10.5 항에 따라 설계되었다. 추가로 ISO/TS 15066 5.5.4 항을 참조한다.
- “5.12.3 안전 등급 소프트웨어 제한 공간 제한”. 이 안전 기능은 소프트웨어를 통해 구성 가능한 안전 기능 중 하나이다. 해시 코드는 이 모든 안전 기능 설정으로 생성되며 GUI 에서 안전 점검 식별자로 표시된다.

ISO/TS 15066:2016

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Collaborative operation

이는 기술 규격서 (TS) 이지 표준이 아니다. TS 의 목적은 미완성인 요건 세트를 제시하여 해당 산업에 유용한

¹ISO 13849-1 기준을 따름, 자세한 정보는 용어집을 참조한다.

지알아보는것이다. 정의에따르면 TS 는유럽지령에조화가될정도로성숙하지않다.

이 TS 는로봇제조사및로봇통합자를위한것이다. UR 로봇은원로봇자체와관련이있는파트를준수하고, 통합자는로봇통합을위해 TS 를사용할수있다.

이 TS 는협업로봇분야 ISO 10218 표준에보조적으로자발적인요구사항및지침을제시한다. 본문내용에 추가적으로 TS 는부상이 아닌통증을기준으로하는포스및압력제한에대한제안을제시하는표가포함된부록 A 를포함한다. 많은제한이보수적인예측및문헌연구만을기준으로하기때문에이표아래의참고사항을 읽고이해하는것이중요하다. 과학연구를통해새결과가제시되면모든수치는향후에변경될수있다. 부록 A 는 TS 의비공식적이고자진으로포함하는내용으로서부록 A 의제한값을사용하지않은채 TS 를준수할수 있다.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

미국표준은 ISO 표준 ISO 10218-1 (위참조) 및 ISO 10218-2 를하나로통합한문서이다. 언어는영국영어 에서미국영어로바뀌었지만, 내용은동일하다.

이표준의둘째부분은 (ISO 10218-2) Universal Robots 가아닌로봇시스템통합자를위한것이다.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

캐나다표준은 ISO 표준 ISO 10218-1 (위참조) 및 -2 를하나로통합한문서이다. CSA 는로봇시스템사용 자를위해추가요건을더했다. 이조건의일부는로봇통합자가충족해야한다.

이표준의둘째부분은 (ISO 10218-2) Universal Robots 가아닌로봇시스템통합자를위한것이다.

IEC 61000-6-2:2005

IEC 61000-6-4/A1:2010

EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]

EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EC]

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments

Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

이표준은전기및전자장장애조건을정의한다. 이표준을준수하면 UR 로봇이산업적환경에서잘수행될수 있고다른장비를방해하지않는다.

IEC 61326-3-1:2008

EN 61326-3-1:2008

Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements

Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications

이표준은 안전관련기능을위한연장된 EMC 내성을정의한다. 다른장비가 IEC 61000 표준에정의된 EMC 방출제한을초과하더라도이표준을준수하는것으로 UR 로봇의안전기능이안전을보장할수있다.

IEC 61131-2:2007 (E)

EN 61131-2:2007 [2004/108/EC]

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

다른 PLC 시스템과의 안정적인 커뮤니케이션을 보장하기 위해 이 표준 조건에 따라서 정상 및 안전 등급 I/O 가 제작되었다.

ISO 14118:2000 (E)

EN 1037/A1:2008 [2006/42/EC]

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

이 두 표준은 매우 비슷하다. 이는 보전 또는 수리 도중에 둘 다의 도치 않게 다시 켜지고 제어 관점에서의 도치 않은 시작 명령이 주어지는 상황에 의한 예기치 않은 시작을 피하기 위한 안전 원칙을 정의한다.

IEC 60947-5-5/A1:2005

EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function

직접 열기 작업과 비상 정지 버튼의 안전 잠금 메커니즘이 이 표준의 요건을 준수한다.

IEC 60529:2013

EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

이 표준은 먼지와 물을 차단하는 인클로저 등급을 정의한다. UR 로봇은 이 표준에 따라서 설계되고 IP 코드로 분류된다. 로봇 스틱 커 참조.

IEC 60320-1/A1:2007

IEC 60320-1:2015

EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]

EN 60320-1:2015

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

전원 입력 케이블은 이 표준을 준수한다.

ISO 9409-1:2004 [Type 50-4-M6]

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

UR 로봇의 톨 플랜지는 이 표준의 50-4-M6 형식을 준수한다. 로봇 톨은 또한 올바른 피팅을 위하여 이 표준에 따라서 제조되어야 한다.

ISO 13732-1:2006

EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/EC]

Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces

Part 1: Hot surfaces

UR 로봇은 이 표준에서 정의한 인체 공학적 제한의 표면 온도 범위를 벗어나지 않도록 설계되어 있다.

IEC 61140/A1:2004

EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR 로봇은 전기 쇼크에 대한 보호를 제공하기 위하여 이 표준을 준수한다. 보호 접지/그라운드 연결은 하드웨어 설치 설명서에 정의된 대로 필수적이다.

IEC 60068-2-1:2007

IEC 60068-2-2:2007

IEC 60068-2-27:2008

IEC 60068-2-64:2008

EN 60068-2-1:2007

EN 60068-2-2:2007

EN 60068-2-27:2009

EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat

Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock

Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance

UR 로봇은 이 표준에서 정의한 시험 방법에 따라서 시험한다.

IEC 61784-3:2010

EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Industrial communication networks – Profiles

Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions

이 표준은 안전 등급 커뮤니케이션 버스를 위한 요건을 정의한다.

IEC 60204-1/A1:2008

EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/EC]

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

이 표준의 일반 원칙이 적용된다.

IEC 60664-1:2007

IEC 60664-5:2007

EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]

EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

UR 로봇의 전기 회로는 이 표준을 준수하여 설계되었다.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

사출성형기와 인터페이스 연결을 할 수 있도록 E67 액세스 리모듈이 장착된 UR 로봇은 표준을 준수한다.

D 기술사양

로봇타입	UR5
중량	18.4 kg / 40.6 lb
최대가반하중 (4.4절참조)	5 kg / 11 lb
미치는범위	850 mm / 33.5 in
조인트범위	± 모든조인트의경우 360°
속도	조인트: 최대 180°/s. 툴: 약 1 m/s / 약 39.4 in/s.
반복정밀도	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
공간	Ø149 mm / 5.9 in
자유도	6 회전조인트
컨트롤박스크기 (W × H × D)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
컨트롤박스 I/O 포트	16 디지털인, 16 디지털아웃, 2 아날로그인, 2 아날로그아웃
툴 I/O 포트	2 디지털인, 2 디지털아웃, 2 아날로그인
I/O 전원공급	24 V 2 A 컨트롤박스내부 12 V/24 V 600 mA 툴내부
통신	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX Ethernet 소켓, Modbus TCP & EtherNet/IP 어댑터, Profinet
프로그래밍	PolyScope 그래픽사용자인터페이스 12" 터치스크린
소음	72 dB(A)
IP 분류	IP54
클린룸등급	로봇암: ISO 클래스 5 컨트롤박스: ISO 클래스 6
전력소비	일반적인프로그램사용시약 200 W
협업작업	15 개의고급안전기능. 준수사항: EN ISO 13849-1:2008, PLd 및 EN ISO 10218-1:2011, clause 5.10.5
재질	알루미늄, PP 플라스틱
온도	로봇은주위온도범위 0-50°C 에서작동할수있다
전원공급	100-240 VAC, 50-60 Hz
케이블	로봇과컨트롤박스사이의케이블 (6 m / 236 in) 터치스크린과컨트롤박스사이의케이블 (4.5 m / 177 in)

Part II

PolyScope 설명서

10 안전구성

10.1 소개

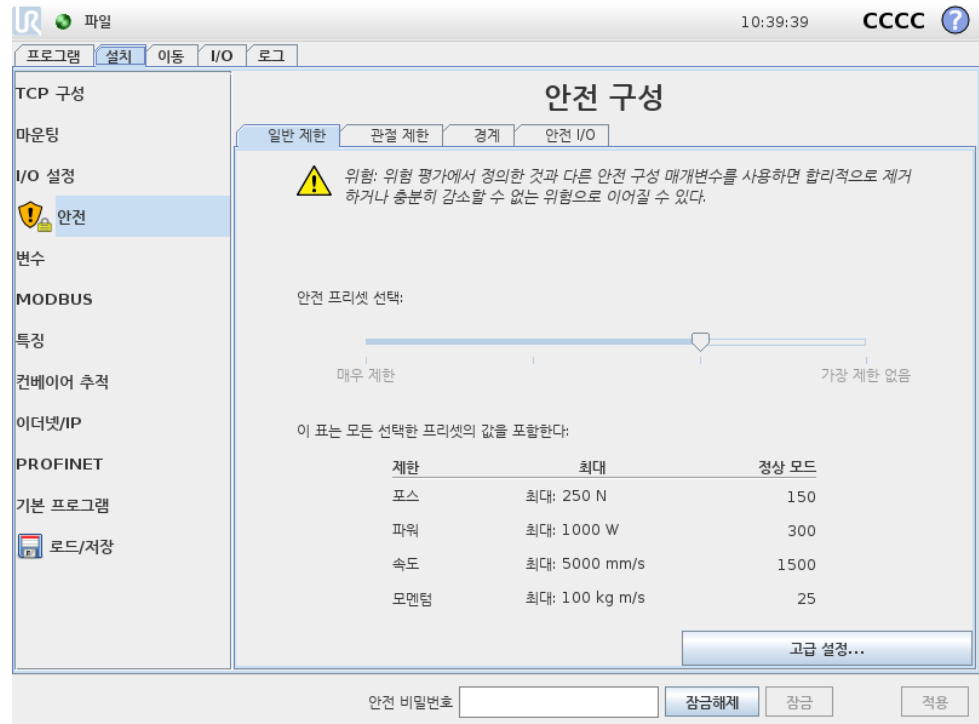
로봇은고급안전시스템을포함하고있다. 로봇작업영역의특정한특성에따라서안전시스템의설정은로봇주위의반드시모든사람과장비의안전을보장하도록구성해야한다. 통합자가가장먼저위험평가에서정의된설정을적용해야한다. 안전시스템에대한자세한내용은 하드웨어설치설명서를참조한다.



위험:

1. 해당로봇에플리케이션에대하여통합자가수행한위험평가에따라서안전관련기능및인터페이스를사용하고구성하기위한정보는 하드웨어설치설명서를참조한다.
2. 로봇팔전원을최초로켜기전에통합자가수행한위험평가에따라서설치의안전구성설정및교시를적용해야한다.
3. 이화면및하위탭에서사용할수있는모든안전구성설정은통합자가수행한위험평가에따라서설정해야한다.
4. 통합자는모든안전구성설정의변경이통합자자신의위험평가를준수하도록해야한다.
5. 예를들어비밀번호보호사용등의방법을이용하여통합자는허가받지않은자가안전구성을변경하는것을방지해야한다.

안전구성화면은 환영화면에서 (11.4참조) 로봇프로그램버튼을누르고 설치탭을선택한다음에 안전을눌러서액세스할수있다. 안전구성은비밀번호로보안을유지한다. 10.8 참조.



안전설정은로봇팔의이동을제한하는여러제한값및컨피규어러블입력과출력에대한 안전기능설정으로구성된다. 이는안전화면의다음하위탭에서정의되어있다:

- 일반제한하위탭이로봇팔의 포스, 파워, 속도및 운동량을정의한다. 사람또는 환경의일부와부딪힐위험이특히높다면이설정을낮은값으로정해야한다. 위험성이낮은경우에는, 더높은일반제한을설정하여로봇을더빠르게움직이게하고, 환경에더큰힘을가하게할수있다. 자세한내용은 10.10를참조한다.
- 관절제한하위탭은 관절속도및 관절위치제한으로구성되어있다. 관절속도제한은개별관절의최대각속도를정의하고, 더나아가로봇팔의속도를제한한다. 관절위치제한은개별관절의허용위치범위를정의한다 (관절공간내에서). 자세한내용은 10.11를참조한다.
- 경계하위탭은로봇 TCP 를위하여 (직교공간에서) 안전플레인및틀자세경계를정의한다. 안전플레인은로봇 TCP 위치에대한하드리미트또는 감소모드안전제한활성화에대한트리거로구성할수있다 (10.6참조). 틀자세경계는로봇 TCP 자세에하드리미트를둔다. 자세한내용은 10.12를참조한다.
- 안전 I/O 하위탭은컨피규어러블입력및출력에대하여안전기능을정의한다 (13.2 참조). 예를들어 비상정지는입력으로구성할수있다. 자세한내용은 10.13를참조한다.

10.2 안전구성변경

안전구성설정은통합자가수행한위험평가를준수하여변경해야한다.

안전구성변경에대한추천절차:

1. 변경이통합자가수행한위험평가를준수하는지확인한다.
2. 통합자가수행한위험평가에정의한적합한수준으로안전구성을조정한다.
3. 안전설정이적용되었는지확인한다.

4. 작업자설명서에다음사항을포함한다: “로봇근처에서작업하기전에안전구성이 예상대로인지확인한다. 이는 PolyScope 는오른쪽위구석의체크섬을점검하여 확인할수있다 (10.5을 (를) PolyScope 설명서에서확인함).”

10.3 안전동기화및오류

GUI 가로드한로봇설치에대비한안전구성상태는화면왼쪽의 안전표시옆의방패아이콘으로나타난다. 이아이콘은현재상태를나타내는빠른지표이다. 이는아래의정의에따른다:

 구성동기화: GUI 설치가안전구성에현재적용된것과동일함을표시한다. 변경사항이없었다.

 구성변경됨: GUI 설치가안전구성에현재적용된것과다르다는것을표시한다.

안전구성을편집할때방패아이콘은현재설정이적용되었는지알려준다.

안전탭에서한텍스트필드라도잘못된입력이있다면안전구성은오류상태이다. 이는여러가지방식으로표시된다:

1. 이는화면왼쪽에있는 안전텍스트옆에빨간오류아이콘이표시된다.
2. 오류가있는서브탭은맨위에빨간오류아이콘표시가있다.
3. 오류를포함하는텍스트필드는빨간색배경으로표시된다.

오류가있고 설치탭에서떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

1. 모든오류가제거될수있도록문제를해결한다. 이는화면왼쪽에있는 안전텍스트 옆에빨간오류아이콘이더이상표시되지않으면보인다.
2. 이전에적용한안전구성으로되돌린다. 이는모든변경을무시하고원하는대상으로갈수있도록허용한다.

오류가없고떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

1. 변경사항을적용하고시스템을다시시작한다. 시스템에안전구성수정사항을적용하고다시시작한다. 참고: 이는변경사항이저장된것을의미하지않는다. 이때로봇을종료하면안전구성을포함한모든변경을잃게된다.
2. 이전에적용한안전구성으로되돌린다. 이는모든변경을무시하고원하는선택한 대상으로갈수있도록허용한다.

10.4 공차

로봇암은안전위반을방지하는내장공차를사용한다. 안전공차는안전한계와최대작동값사이의차이이다. 예를들어, 일반속도공차는 -150mm/s 이다. 이는사용자가 250mm/s 속도제한을구성하는경우, 최대작동속도는 $250 - 150 = 100\text{mm/s}$ 가됨을 의미한다. 안전공차는프로그램동작의변동을허용하면서안전위반을방지한다. 예를들어, 무거운페이로드를처리할때 로봇암이잠깐프로그램된케도를따르기위해정상최대작동속도가상으로작동할필요가있는경우가있을수있다. 예: 이러한구성을 제시하는그림 10.1.



경고:
위험평가는허용오차없이제한값을사용하는데언제나필요하다.



경고:
허용오차는소프트웨어버전마다다르다. 소프트웨어를업데이트하면허용오차가변할수있다. 버전사이의변화는출시정보를참조한다.

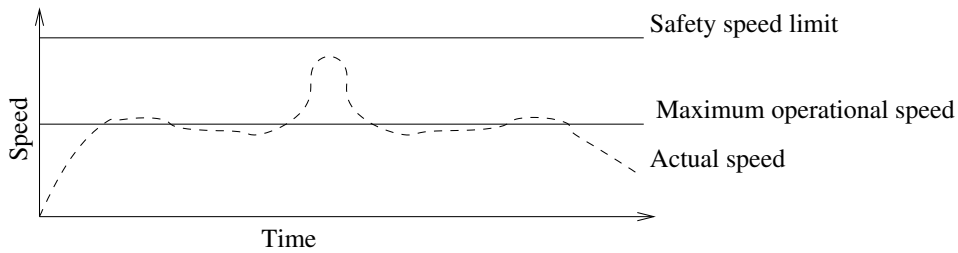


Figure 10.1: 안전허용의예.

10.5 안전체크섬

화면맨위오른쪽구석에있는텍스트는로봇이현재사용하는안전구성을간단히보여준다. 텍스트가변하면현재안전구성도변경되었음을나타낸다. 체크섬을클릭하면현재활성화상태인안전구성에대한설명을표시한다.

10.6 안전모드

정상조건에서 (보호정지효과가없는경우) 안전시스템이다음 안전모드중하나로작동하며각각해당하는안전제한이있다:

정상모드: 안전모드가기본으로활성화상태임;

감소모드: 로봇 TCP 가 트리거감소모드플레인 (10.12참조) 너머에위치해있거나 구성입력이트리거되는경우에활성화된다 (10.13참조).

복구모드: 로봇암이다른모드를위반하고 (예: 정상또는 감소모드) 정지카테고리 0 이발생했다면,¹ 로봇암이 복구모드에서시작된다. 이모드에서는 이동탭또는 프리드라이브를사용하여로봇이허용된영역으로느리게뒤로이동할수있다. 로봇이이모드에서는로봇을위한프로그램을실행할수없다.



경고:
조인트위치, TCP 위치, TCP 자세에대한제한은 복구모드에서꺼져있고, 로봇암을한계안으로이동할때주의해야한다.

¹IEC 60204-1 을따름, 자세한정보는용어집참조.

안전구성화면의서브탭에서사용자는 정상및 감소모드를위한별개의안전제한세트를정의할수있다. 통과조인트의경우, 감소모드의속도및운동량이 정상모드에서보다더제한적이어야한다.

활성제한세트의안전제한을위반하는경우, 로봇암은정지카테고리 0 을수행한다. 로봇암전원을켜때조인트위치제한또는안전경계등의활성제한이위반되는경우, 이는 복구모드에서시작한다. 이는로봇암을다시안전제한내로이동하는것을가능하게한다. 복구모드에서는로봇암의이동은사용자지정이불가능한고정제한세트로제한된다. 복구모드제한에대한정보는 하드웨어설치설명서를 (를) 참조한다.

10.7 프리드라이브모드

프리드라이브모드 (13.1.5 참조) 에서로봇암움직임이특정제한에근접하면사용자가반발력을느끼게된다. 이힘은로봇 TCP 의위치, 자세, 속도및조인트의위치및속도의제한에대하여생성된다.

현재위치또는속도가제한에가까워지는것을알리고로봇이제한을위반하는것을방지하는것이반발력의목적이다. 하지만사용자가로봇암에충분한힘을가하면제한을위반할수있다. 로봇암이제한에가까워질수록힘이점점커진다.

10.7.1 백드라이브

프리드라이브모드에서는브레이크가해제되어있으므로로봇조인트는비교적작은힘으로이동할수있다. 로봇암초기화도중로봇브레이크가해제되면작은진동이관찰될수있다. 로봇이거의충돌하는경우와같은상황에진동은문제를일으킬수있으며 백드라이브기능을이용하면로봇암의모든브레이크를해제하지않으면서특정조인트를원하는위치로강제이동할수있다.

백드라이브활성화하기:

1. 켜짐 (ON) 을눌러서조인트에전력을공급한다. 로봇은 “유틸” 상태로지정된다. 브레이크를해제하지 않는다 (즉, 시작 (START) 을누르지않음).
2. 프리드라이브버튼을길게누른다. 로봇은 “백드라이브” 상태로지정된다.
3. 프리드라이브버튼을사용하거나누르고있다면상당한압력을가할때조인트에서브레이크가해제된다. 백드라이브를사용하는도중로봇은이동이무겁게느껴진다.

10.8 비밀번호잠금

이화면의모든설정은화면아래의흰텍스트필드에올바른비밀번호를입력하고 (15.3 참조) 잠금해제버튼을누를때까지잠겨있는상태이다. 잠금버튼을클릭하여화면을다시잠글수도있다. 안전구성화면에서떠나면 안전탭은자동으로잠긴다. 설정이잠기면이는화면왼쪽에있는 안전텍스트옆에자물쇠아이콘이표시된다. 설정이잠금해제되면잠금해제아이콘이표시된다.



참고:

참고로안전구성화면이잠금해제되면로봇팔전원이꺼진다.

10.9 적용

안전구성을잠금해제할때, 변경도중시로봇팔은전원이꺼진다. 로봇팔은변경을적용하거나되돌리기전까지전원은켄수없고, 초기화화면에서수동전원켜기를수행한다.

안전구성의모든변경은설치탭에서나오기전에반드시적용하거나되돌려야한다. 적용버튼을누르고확인하기전까지변경의효과가나타나지 않는다. 로봇팔에대한변경확인에는시각적점검이포함된다. 안전상의이유로표시되는정보는 SI 단위로표시한다. 구성대화창의예는아래에제시되어있다.

적용한 안전 구성의 확인

일반 제한

관절 제한

경계

안전 I/O

기타

제한	정상 모드	감소 모드
포스	150.00	120.00 N
파워	300.00	200.00 W
속도	1.50	0.75 m/s
모멘텀	25.00	10.00 kg m/s

안전 구성 확인

거부

그리고변경 확인은자동으로현재로봇설치의일부로저장된다. 13.5에서로봇설치저장에대한자세한내용을확인할수있다.

10.10 일반제한

일반안전제한은환경에영향을주는로봇 TCP 의선형속도및힘을제한하는것이목적이다. 이는다음값으로구성된다:

포스: 로봇 TCP 가환경에영향을주는최대힘에대한제한.

파워: 페이로드가환경이아닌로봇의일부라는것을고려하면서, 환경에서로봇에의해 생성되는기계적작업의최대제한.

속도: 로봇 TCP 의최대선형속도의제한.

모멘텀: 로봇암의최대운동량의제한.

설치내에서일반안전제한을구성하는데에는두가지방법이있다. 이에대한 기본설정 및 고급설정은아래에서더자세하게설명했다.

일반안전제한정의는로봇암의전체적인제한이아니라툴의제한만정의한다. 즉속도 제한을지정하더라도로봇암의다른부분이이와동일한제한을따른다는것을보장하지 않는다는의미이다.

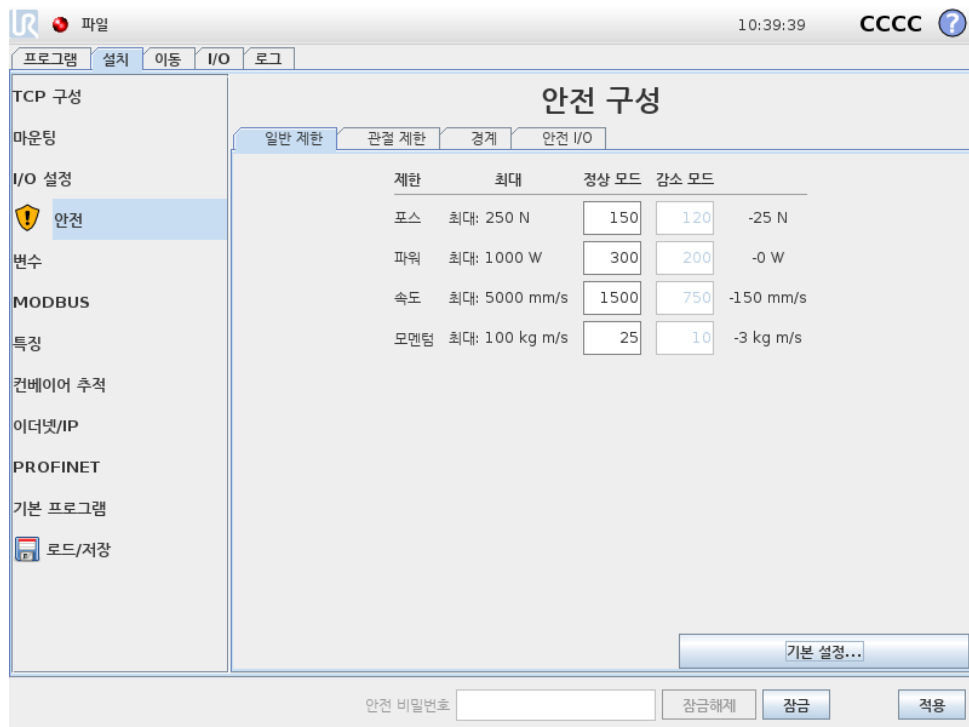
프리드라이브모드 (13.1.5 참조) 에있는경우, 로봇 TCP 속도가 속도제한에근접하면, 속도가제한에접근할수록점점커지는반발력을사용자는느낄수있다. 현재속도가 제한에서 250 mm/s 인경우에힘이생성된다.

기본설정 초기일반제한하위패널은기본화면으로표시되고, 정상및 감소모드전부를위하여포스, 파워, 속도및운동량값을가진네가지슬라이더가있다.

해당값모음은 GUI 에표시된다. 미리정의된값모음은제한일뿐이며적절한위험평가를대신하지않는다.

고급설정으로바꾸기 미리지정한값들이만족스럽지 않다면, 고급설정... 버튼을눌러서고급일반제한화면에들어갈수있다.

고급설정



10.10에서설명된여기의일반제한은다른것과는독립적으로수정할수있다. 해당텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로이룰수행할수있다. 각제한에대한최대허용값은 최대칼럼에서확인할수있다. 포스제한은 100 N 250 N 사이로값을설정할수있고, 파워제한은 80 W 1000 W 사이로값을설정할수있다.

참고: 안전플레인또는구성가능한입력이트리거하도록지정되지않는한 감소모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 10.12 및 10.13 참조). 그리고 감소모드의 속도 및 운동량제한은 정상모드의제한보다높지않아야한다.

각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 프로그램실행중, 로봇암속도는입력한값에서허용오차를뺀값을초과하지않기위하여자동으로조정된다 (10.4 참조). 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 로봇암이제한을 (허용오차없이) 초과하면안전시스템은정지카테고리 0 을수행한다.



경고:

속도제한은로봇 TCP 에만적용되어있으므로, 로봇암의다른부분들은정의한값보다빠르게움직일수있다.

기본설정바꾸기 기본설정... 버튼을누르면기본일반제한화면으로변환하고, 모든일반제한은 기본값프리셋으로초기화된다. 이때문에사용자정의한값을읽게된다면팝업대화창이나타나고이작업을확인할지묻는다.

10.11 조인트제한

조인트	범위	정상 모드		감소 모드		제한
		최소	최대	최소	최대	
베이스	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3° / -3°
숄더	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3° / -3°
엘보우	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3° / -3°
리스트 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3° / -3°
리스트 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3° / -3°
리스트 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3° / -3°

관절제한은관절공간의개별관절이동을제한한다. 즉이는직교공간이아니라관절의 내부 (회전) 위치및회전속도를의미한다. 하위패널위쪽에있는라디오버튼은관절 최고속도및관절 위치범위를독립적으로설정할수있게한다.

프리드라이브모드 (13.1.5 참조) 에있는경우, 관절의현재위치또는속도가제한에근접하면, 관절이제한에접근할수록점점커지는반발력을사용자는느낄수있다. 관절속도가속도제한에서약 20°/s 이거나관절위치가관절제한에서약 8° 인경우에힘이생성된다.

최고속도 이 옵션은 각 관절에 대하여 최대 각속도를 정의한다. 해당 텍스트 필드를 누르고, 새 값을 입력하는 것으로 이를 수행할 수 있다. 최대 허용 값은 최대 열에서 확인할 수 있다. 아래의 어떤 값도 허용 오차 값 아래로 지정할 수 없다.

안전 플레인 또는 구성 가능한 입력이 트리거하도록 지정되지 않는 한 감소 모드 제한 필드는 꺼져 있다 (자세한 내용은 10.12 및 10.13 참조). 그리고 감소 모드의 제한은 정상 모드의 제한보다 높지 않아야 한다.

각 제한의 허용 오차 및 단위는 대응하는 행의 끝에 있다. 프로그램 실행 중, 로봇 암속도는 입력한 값에서 허용 오차를 뺀 값을 초과하지 않기 위하여 자동으로 조정된다 (10.4 참조). 참고로 음수 표시가 있는 각 허용 오차 값은 실제 입력 값에서 허용 오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. 하지만 어떤 관절의 각속도가 입력한 값을 초과하면 (허용 오차 없음), 안전 시스템이 정지 카테고리 0 을 수행한다.

위치 범위 이 화면은 각 관절에 대한 위치 범위를 정의한다. 이는 해당 텍스트 필드를 누르고 하부 및 상부 관절 위치 경계에 새 값을 입력하는 것으로 수행한다. 입력한 간격은 반드시 범위 열에 있는 값 안에 들어 가야 하고, 하부 경계는 상부 경계를 초과할 수 없다.

참고: 안전 플레인 또는 구성 가능한 입력이 트리거하도록 지정되지 않는 한 감소 모드 제한 필드는 꺼져 있다 (자세한 내용은 10.12 및 10.13 참조).

각 제한의 허용 오차 및 단위는 대응하는 행의 끝에 있다. 첫째 허용 오차 값은 최소 값에 적용되고 둘째는 최대 값에 적용된다. 예상 궤도를 따라서 계속 움직이는 경우, 입력한 최소 값에 첫 허용 오차를 더하고 입력한 최고 값에서 둘째 허용 오차 값을 뺀 범위를 관절 위치가 초과할 때 프로그램 수행이 정지된다. 참고로 음수 표시가 있는 허용 오차 값은 실제 입력 값에서 허용 오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. 하지만 관절 위치가 입력한 값을 초과하면, 안전 시스템이 정지 카테고리 0 을 수행한다.

10.12 경계

이 탭에서는 안전 플레인으로 구성된 경계 제한 및 로봇 툴 자세에서 최대 허용 제한을 구성할 수 있다. 또한 감소 모드로의 전환을 트리거하는 플레인을 정의할 수 있다.

로봇 TCP 가정의 한 플레인에서 올바른 면에 머무르도록 강제하여 로봇의 허용 작업 영역을 제한하는데 사용할 수 있다. 최대 8 개의 안전 플레인을 구성할 수 있다. 툴 자세의 제한은 원하는 자세에서 로봇 툴 자세가 어느 정도 이상 이탈하지 않도록 하는데 사용할 수 있다.



경고:

안전 플레인 정의는 TCP 만 제한하고, 로봇 암 전체를 제한하지 않는다. 즉 안전 플레인을 지정하더라도 로봇 암의 다른 부분이 이 제한을 따른다는 것을 보장하지 않는다는 의미이다.

각 경계 제한의 구성은 현재 로봇 설치에서 정의한 특징에 기반한다 (13.12 참조).



참고:

안전구성을 편집하기 전에 모든 원하는 경계 제한 구성에 대한 모든 기능을 만들고 적합한 이름을 부여하는 것이 적극 권장된다. 참고로 안전 탭이 잠금 해제되면 로봇 안전원이 꺼지고, 툴 기능과 (로봇 TCP 의 현재 위치 및 자세 포함) 프리드라이브 모드를 (13.1.5 참조) 사용할 수 없다.

프리드라이브 모드 (13.1.5 참조) 에 있는 경우, 로봇 TCP 가 안전 플레인 근처에 있거나, 로봇 툴의 자세 편차가 지정 한 최대 편차에 근접한다면, TCP 가 제한에 접근하면 커지는 반발력을 사용자는 느낄 수 있다. 이 힘은 TCP 가 안전 플레인에서 약 5cm 거리에 있거나, 툴 자세의 편차가 지정 한 최대 제한으로부터 약 3° 정도 거리일 때 생성된다.

플레인이 트리거 감소 모드 플레인으로 정의되고 TCP 가 이를 초과하면, 안전 시스템이 감소 모드로 전환하고, 이는 감소 모드 안전 설정을 적용한다. 트리거 플레인은 정규 안전 플레인 과 동일한 규칙을 따르지만, 예외적으로 로봇 암이 이를 통과하도록 허용한다.

10.12.1 구성할 경계 선택

탭의 왼쪽 안전 경계 패널은 경계 제한 구성에 사용한다.

안전 플레인을 설정하려면 패널에서 위쪽 8 개 항목 중 한 개를 선택한다. 선택한 안전 플레인을 이미 구성했다면 플레인의 해당 3D 재현은 이 패널의 오른쪽에 있는 3D 뷰 (10.12.2 참조) 에서 강조 표시된다. 안전 플레인은 탭 맨 아래에 있는 안전 플레인 속성 항목 (10.12.3 참조) 에서 설정할 수 있다.

툴 경계 항목을 클릭하여 로봇 툴의 자세 경계 제한을 구성한다. 제한은 탭 맨 아래에 있는 툴 경계 속성 항목 (10.12.4 참조) 에서 설정할 수 있다.

 /  버튼을 클릭하여 경계 제한 끄기/켜기의 3D 시각화를 끄거나 켜는다. 경계 제한이 활성화라면 안전 모드 (10.12.3 및 10.12.4 참조) 가 다음 아이콘 중 하나로 표시된다:

 /  /  / .

10.12.2 3D 시각화

3D 뷰는 로봇 암의 현재 위치와 함께 로봇 암의 자세 경계 제한의 구성한 안전 플레인 및 자세 경계 제한을 표시한다. 안전 경계 항목에서 시각화 토글을 선택한 모든 구성 경계 항목은 ( 아이콘 표시) 현재 선택한 경계 제한과 함께 표시된다.

(활성) 안전 플레인은 노란색과 검은색으로 표시하며, 작은 화살표가 플레인 수직선을 표현한다. 이는 로봇 TCP 위치를 지정할 수 있는 플레인의 면을 나타낸다. 트리거 플레인은 파란색과 녹색으로 표시된다. 작은 화살표가 감소 모드로 전환되는 것을 트리거하지 않는 플레인의 측면을 나타낸다. 탭 왼쪽의 패널에서 안전 플레인을 선택했다면 대응하는 3D 재현이 강조 표시된다.

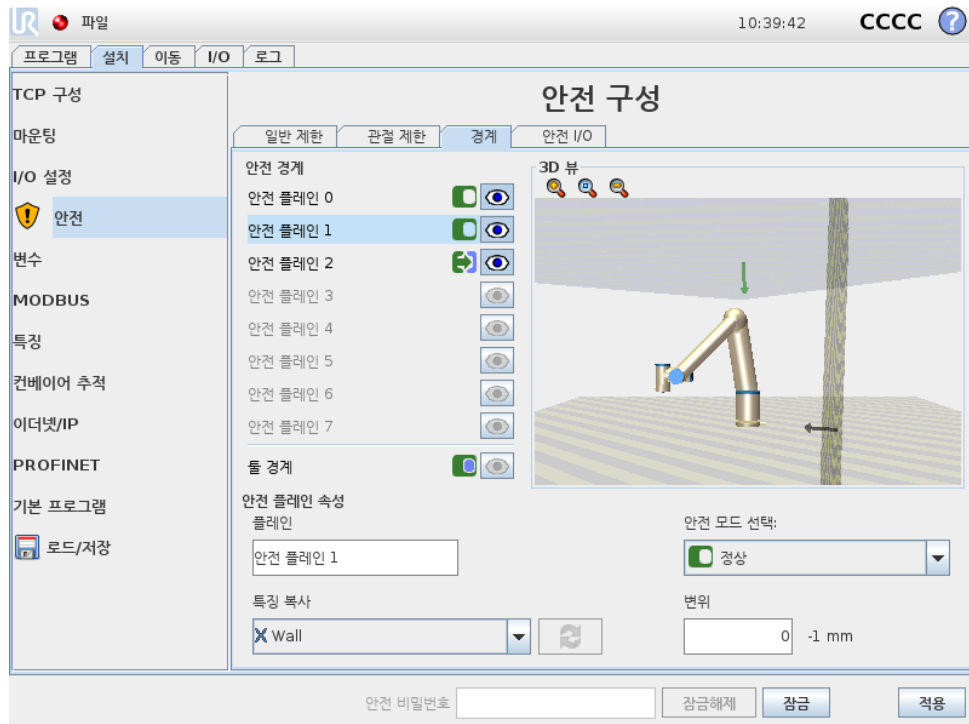
툴 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇 툴의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부부는 툴 자세 (벡터) 에 허용되는 영역을 나타낸다.

플레인 또는 툴 경계 제한을 구성했지만 활성화하지 않았다면 시각화는 회색이다.

돋보기 아이콘을 눌러서 확대/축소하거나 손가락을 옆으로 끌어서 뷰를 바꿀 수 있다.

10.12.3 안전플레인구성

탭아래의 안전플레인속성이왼쪽위탭의 안전경계패널에서선택한안전패널을구성한다.



이름 이름 텍스트필드에서사용자는선택한안전플레인의이름을배정할수있다. 텍스트필드를누르고, 이름을입력하는것으로바꿀수있다.

특징복사 안전플레인의위치및노멀은현재로봇설치의특징 (13.12 참조) 을사용하여지정한다. 안전플레인속성항목의왼쪽아래부분에있는드롭다운메뉴를사용하여특징을선택한다. 포인트와플레인형식특징만사용할수있다. < 미정의 > 항목을선택하면플레인구성을지운다.

선택한특징의 z-축은허용하지않는영역을가리키며, 플레인노멀은반대방향을가리킨다. 베이스특징을선택했을때에는예외인데, 이때에는플레인노멀과같은방향을가리킨다. 플레인이 트리거감소모드플레인으로구성되면 (10.12.3참조), 플레인노멀은 감소모드로전환하지 않는플레인측면을나타낸다.

특징선택으로안전플레인을구성하면위치정보는안전플레인으로 복사만되고, 플레인온특징에연결되지 않는다. 이는안전플레인구성을위해사용한특징의위치또는자세를변경하면안전플레인자가동으로업데이트되지않는다는의미이다. 특징이변경되면특징선택기위에있는 ⚠ 아이콘으로이를표시한다. 선택기옆의 🔄 버튼을클릭하여특징의현재위치및자세로안전플레인을업데이트한다. 설치에서선택한특징을삭제한경우에도 ⚠ 아이콘을표시한다.

안전모드 안전플레인에대한 안전모드를선택하기위하여다음모드가있는 안전플레인속성패널오른쪽의드롭다운메뉴를사용한다:

사용하지 않음	안전플레인이 절대로 활성화되지 않는다.
 정상	안전시스템이 정상모드이고, 정상모드플레인이 활성화라면 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한으로 작용한다.
 감소	안전시스템이 감소모드이고, 감소모드플레인이 활성화라면 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한으로 작용한다.
 정상및감소	안전시스템이 정상또는 감소모드이고, 정상및감소모드플레인이 활성화라면 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한으로 작용한다.
 트리거감소모드	안전시스템이 정상또는 감소모드라면 트리거감소모드플레인이 활성화이고, 로봇 TCP 가그너머에 위치에 있는 한 이는 안전시스템이 감소모드로 전환하게 만든다.

선택한 안전모드는 안전경계패널의 대응 항목에서 아이콘으로 표시되어 있다. 안전모드를 사용하지 않음으로 지정하면 아이콘이 표시되지 않는다.

변위 안전플레인 속성 패널의 왼쪽 아래에서 드롭다운 메뉴로 특징을 선택하면, 안전플레인은 이 패널의 오른쪽 아래 부분에 있는 변위 텍스트 필드를 눌러서 이동할 수 있다. 양수 값을 입력하면 플레인 정규에서 반대 방향으로 플레인을 이동하는 것으로 로봇의 허용 작업 영역을 증가하는 반면, 음수 값을 입력하면 플레인 정규 방향으로 플레인을 이동하는 것으로 허용 영역을 감소한다.

경계 플레인 변위에 대한 허용 오차와 단위는 텍스트 필드 오른쪽에 표시된다.

엄격한 제한 플레인의 효과 예상 궤도를 따라서 계속 이동하면 TCP 위치가 허용 오차를 뺀 활성화된 엄격한 제한 플레인을 건너는 경우에 프로그램 실행이 멈춘다 (10.4 참조). 참고로 음수 표시가 있는 허용 오차 값은 실제 입력 값에서 허용 오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. TCP 위치가 제한을 (허용 오차 없이) 초과하면 안전시스템은 정지 카테고리 0 을 수행한다.

트리거 감소 모드 플레인의 효과 보호 정지가 적용되지 않고, 안전시스템이 특별 복구 모드에 있지 않다면 (10.6 참조), 이는 정상 또는 감소 모드에 있고, 로봇 암 움직임은 해당 제한 세트에 제한된다.

기본 값으로 안전시스템은 정상 모드에 있다. 이는 다음 상황 중 하나가 발생하면 감소 모드가 된다:

- 로봇 TCP 위치가 어떠한 트리거 감소 모드 플레인 너머에 있다. 즉 플레인 시각화에서 작은 화살표 방향의 반대쪽에 있는 플레인 쪽에 있다.
- 감소 모드가 안전 입력 기능이 구성되었고 입력 신호가 낮다 (자세한 정보는 10.13 참조).

위 사항 중 어느 것도 더 이상 적용되지 않으면 안전시스템이 다시 정상 모드로 전환된다.

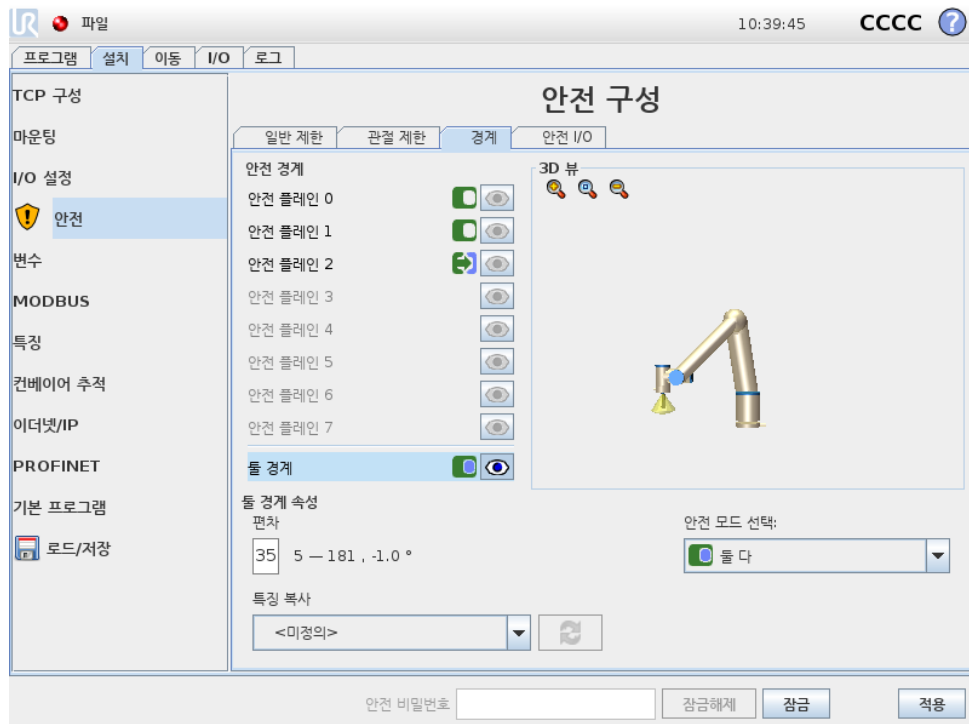
정상에서 감소 모드로의 전환이 트리거 감소 모드 플레인을 통과하는 것으로 발생하면, 정상 모드 제한 세트가 감소 모드 제한 세트로 전환한다. 로봇 TCP 가 20 mm 또는 이보다 가까게 트리거 감소 모드 플레인에 위치하면 (하지만 여전히 정상 모드 쪽임), 정상 및

감소모드제한중에서더허용되는것이각제한값에적용된다. 일단로봇 TCP 가 트리거감소모드플레인을통과하면 정상모드제한세트가더이상활성이아니고 감소모드제한세트가강제적용된다.

감소에서 정상모드로의전환이 트리거감소모드플레인을통과하는것으로발생하면, 감소모드제한세트가 정상모드제한세트로전환한다. 로봇 TCP 가 트리거감소모드플레인을통과하자마자 정상및 감소모드제한중에서더허용되는것이각제한값에적용된다. 일단로봇 TCP 가 트리거감소모드플레인에서 20mm 이상의거리에서위치하고있다면 (정상모드쪽), 감소모드제한세트가더이상활성이아니고 정상모드제한세트가강제적용된다.

만약에예측한계도로로봇 TCP 가 트리거감소모드플레인을통과하면, 새제한세트에서관절속도, 톨속도또는운동량제한을초과할것같은경우에플레인을통과하기전부터로봇암이감속하기시작한다. 참고로이는 감소모드제한세트에서더제한적이어야하므로, 이러한조기감속은 정상에서 감소모드로전환하는도중에만발생할수있다.

10.12.4 톨경계구성



탭맨아래에있는 톨경계속성패널은원하는톨자세로구성된로봇톨자세의제한및이자세에서허용된최대편차제한을정의한다.

편차 편차텍스트필드는원하는자세에서로봇톨자세의최대허용편차값을표시한다. 텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로이값을바꿀수있다.

허용값범위및편차의허용오차와단위가텍스트필드옆에있다.

특징복사 로봇톨의원하는위치는현재로봇설치의특징 (13.12 참조) 을사용하여지정한다. 이제한을위하여선택한특징의 z-축을원하는톨자세벡터로사용하게된다.

툴경계속성패널의왼쪽아래부분에있는드롭다운메뉴를사용하여특징을선택한다. 포인트와플레인형식특징만사용할수있다. < 미정의 > 항목을선택하면플레인구성을지운다.

특징선택으로제한을구성하면위치정보는안전플레인으로 복사만되고, 플레인은특징에연결되지 않는다. 이는제한구성을위해사용한특징의위치또는자세를변경하면제한이자동으로업데이트되지않는다는의미이다. 특징이변경되면특징선택기위에있는 ⚠ 아이콘으로이를표시한다. 선택기옆의 🔄 버튼을클릭하여특징의현재자세로제한을업데이트한다. 설치에서선택한특징을삭제한경우에도 ⚠ 아이콘을표시한다.

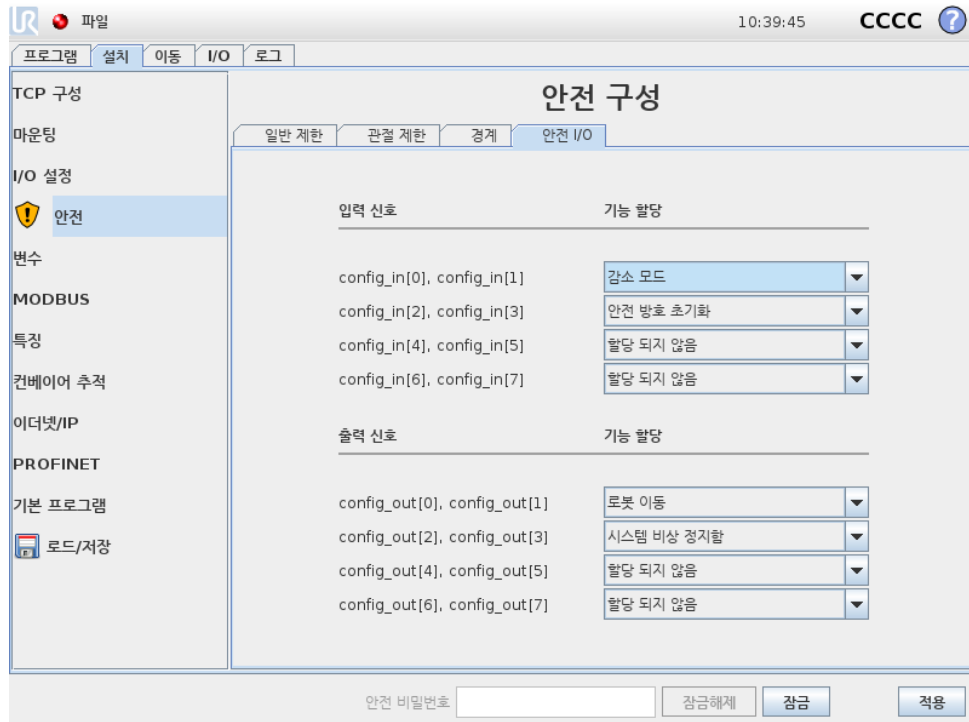
안전모드 안전플레인에대한 안전모드를선택하기위하여 툴경계속성패널오른쪽의드롭다운메뉴를사용한다: 선택가능한옵션:

사용하지않음	툴경계제한은절대로활성화되지않는다.
 정상	안전시스템이 정상모드라면툴경계제한이활성이다.
 감소	안전시스템이 감소모드라면툴경계제한이활성이다.
 정상및감소	안전시스템이 정상또는 감소모드라면툴경계제한이활성이다.

선택한 안전모드는 안전경계패널의대응항목에서아이콘으로표시되어있다. 안전모드를 사용하지않음으로지정하면아이콘이표시되지않는다.

효과 예상궤도를따라서계속이동하는경우, 툴자세편차가허용오차를뺀입력한최대편차를초과하려고할때프로그램이멈춘다 (10.4참조). 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 툴자세편차가제한을(허용오차없이) 초과하면안전시스템은정지카테고리 0 을수행한다.

10.13 안전 I/O



이 화면은 컨트롤러블 입력 및 출력에 대한 안전 기능을 정의한다. I/O는 입력과 출력으로 나뉘어져 있고, 짝지어져 있어서 각 카테고리² 3 및 PLd I/O.

각 안전 기능은 한 쌍의 I/O 만 제어할 수 있다. 같은 안전 기능을 둘 짝으로 선택하면, 이를 그 전에 정의한 I/O로부터 제거하게 된다. 입력은 안전 기능이 5개 있고, 출력은 5개 있다.

10.13.1 입력 신호

입력 신호로 다음 안전 기능을 선택할 수 있다: 시스템 비상 정지, 감소 모드, 안전 방호 초기화, 3-위치 활성화 장치 및 작업 모드.

시스템 비상 정지 구성하면 터치 펜던트 비상 정지 버튼 옆의 비상 정지 버튼을 추가할 수 있다. 이 기능은 ISO 13850 준수 장치를 필요로 한다.

감소 모드 모든 안전 제한은 이를 적용할 수 있는 두 가지 모드를 가지고 있다: 기본 안전 구성인 정상 모드 및 감소 모드가 있다 (자세한 정보는 10.6 참조). 입력 안전 기능을 선택하면 입력에 주어지는 낮은 입력 신호가 안전 시스템을 감소 모드로 전환한다. 필요하면 로봇 암이 감속하여 감소 모드 제한 세트를 충족한다. 로봇 암이 감소 모드 제한을 위반하면 정지 카테고리 0을 수행한다. 정상 모드로의 전환은 같은 방식으로 한다. 안전 플레인도 감소 모드로 전환하는 원인이 될 수 있다 (자세한 정보는 10.12.3 참조).

안전 방호 초기화 안전 방호 정지가 안전 I/O에 연결되어 있다면, 초기화가 트리거될 때까지 이 입력을 사용하여 안전 방호 정지 상태를 유지한다. 안전 방호 정지 상태에서는 로봇 암이 이동하지 않는다.

²ISO 13849-1에 따름, 자세한 정보는 용어집 참조.



경고:

기본값으로 안전방호초기화함수는입력핀 0 과 1 에대하여구성되어있다. 이를모두비활성화하면 안전방호정지입력이높아지자마자 로봇암의안전방호정지가해제된다. 즉 안전방호초기화이 (가) 없다면, 안전방호정지입력 SI0 및 SI1 는 (하드웨어설치설명서 참조) 안전방호정지상태의활성여부를완전히결정한다.

3-위치활성화장치그리고 작업모드 이는설치및로봇프로그래밍시 3-위치이용가능 장치를추가보호기능으로사용할수있게한다. 3-위치활성화장치입력을구성하면로봇은 “실행모드” 또는 “프로그래밍모드” 가된다. 오른쪽위구석에현재작업모드를 표시하는아이콘이나타남:



실행모드: 로봇은미리정의된작업만수행할수있다. 이동탭과프리드라이브모드는사용할수없다.



프로그래밍모드: 실행모드에있는제한이해제된다. 하지만 3-위치활성화장치입력이낮으면로봇은안전방호정지한다. 또한스피드슬라이더는 250 mm/s 에해당하는초기값으로지정되어있고더높은속도에도달하기위해증분하여증가할수있다. 3-위치활성화장치입력이낮음에서높음으로변경되면속도슬라이더는낮은값으로초기화된다.

작업모드선택구성에는두가지방법이있음:

1. 외부모드선택장치로작업모드를선택하려면 작업모드입력을구성한다. 3-위치활성화장치입력이구성되고나면드롭다운메뉴에구성메뉴가나타난다. 로봇은작업모드입력이낮으면 작업모드에있게되고높으면 프로그래밍모드에있게된다.
2. Polyscope 에서작업모드를선택하려면 3-위치활성화장치입력만이구성되고이것이안전구성에적용되어야한다. 이경우에기본모드는 실행이다. 프로그래밍모드로변경하려면환영화면에서 “프로그램로봇” 버튼을선택한다. 실행모드로돌아가려면 “프로그램로봇” 화면에서나가기만하면된다.



참고:

- 3-위치활성화장치를포함하는안전 I/O 구성활성화가확인된 다음에환영화면이자동으로표시된다. 작업모드를 프로그래밍에서 실행으로변경되어도환영화면이자동으로표시된다.
- 물리적모드셀렉터를사용하는경우, 선택을위해 ISO 10218-1: 5.7.1 조를완전히준수해야한다.
- 3-위치스위치, 그동작, 성능특성및작동은사용장치에대하여 ISO 10218-1: 5.8.3 조를완전히준수해야한다.

10.13.2 출력신호

출력신호에는다음 안전기능을선택할수있다: 모든신호는하이신호를트리거한상태가끝나면로우로돌아간다:

시스템비상정지 로봇비상정지 입력또는비상정지버튼 (으) 로안전시스템을 상태로트리거할때만로우신호가주어진다. 교착상태를피하기위해서시스템비상정지 입력으로 비상정지상태가트리거되는경우에로우신호가주어지지않는다.



참고:

시스템비상정지출력을통해 비상정지상태를획득하는외부기계는 반드시 ISO 13850 을준수해야한다. 이는로봇비상정지 입력이외부비상정지장치에연결된설치에서특히필요하다. 이런경우에 시스템비상정지출력은외부정지장치가해제되었을때높음이된다. 이는로봇작업자의수동작업을요구하지않으면서외부기계의비상정지상태가초기화됨을의미한다. 그러므로안전표준을준수하기위해외부기계는재개하기위해반드시수동작업을필요로한다.

로봇이동 로우신호는로봇암이이동상태일때주어진다. 로봇암이고정위치에있으면, 하이신호가주어진다.

로봇이정지하지않음 로봇암에정지요청을보내면, 요청시부터로봇암이멈추는데까지는어느정도의시간이흘러야한다. 이시간동안에는신호가하이다. 로봇암이이동하고, 정지하도록요청을받지않았거나, 로봇암이정지위치라면, 신호가로우이다.

감소모드 로봇암이 감소모드에있거나안전입력이 감소모드입력으로구성되어있고신호가현재로우인경우에로우신호를보낸다. 그렇지않은경우에신호는하이다.

비감소모드 는위에서정의한 감소모드의반대이다.

11 프로그래밍 시작

11.1 소개

Universal Robots 암은 튜브와 조인트로 구성되어 있다. 관절 및 통상적인 이름은 도해 11.1에서 확인할 수 있다. 베이스는 로봇이 마운트된 곳이며 반대쪽 끝에 있는 (손목 3) 에 로봇 툴이 부착되어 있다. 관절 동작을 맞추어서 움직이는 것으로 로봇은 자유롭게 툴을 움직일 수 있는데, 베이스 바로 위와 바로 아래 영역은 예외이다.

PolyScope는 로봇 암, 컨트롤 박스 작동, 로봇 프로그램 실행, 프로그램의 순서운작동을 수행할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI) 이다.

다음 항목을 통해 로봇 사용을 시작할 수 있다. 그다음에는 PolyScope 의 화면과 기능이 더 자세하게 설명되어 있다.



위험:

1. 하드웨어 설치 설명서는 중요한 안전 정보를 포함하며 로봇을 처음 켜기 전에 UR 로봇 통합자가 이를 읽고 이해해야 한다.
2. 통합자는 최초로 로봇 암 전원을 켜기 전에 위험 평가로 정의된 안전 구성 매개변수를 지정해야 한다. 10장 참조.

11.2 시작하기

PolyScope 을 사용하기 전에 로봇 암과 컨트롤 박스를 설치하고, 컨트롤 박스를 켜야 한다.

11.2.1 로봇 암과 컨트롤 박스 설치하기

로봇 암과 컨트롤 박스를 설치하는 방법:

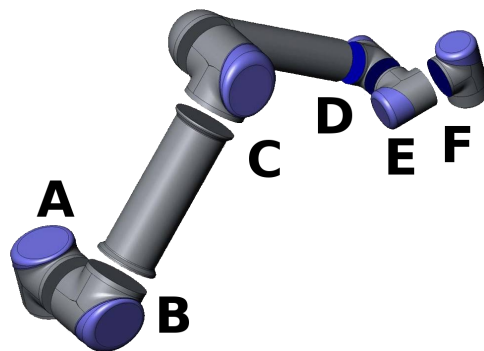


Figure 11.1: 로봇의 조인트. A: 베이스, B: 숄더, C: 엘보 및 D, E, F: 손목 1, 2, 3

1. 로봇암과컨트롤박스를꺼낸다.
2. 로봇암을건고하고진동이없는표면에마운트한다.
3. 컨트롤박스를그아래에둔다.
4. 로봇과컨트롤박스사이에서로봇케이블을삽입한다.
5. 컨트롤박스의전원을연결한다.



경고:

전복위험로봇이건고한표면에고정되어있지않으면, 로봇이쓰러지고손상을줄수있다.

상세한설치안내는 하드웨어설치설명서에있다. 로봇암으로무엇을하든위험평가를할필요가있다.

11.2.2 컨트롤박스켜기및끄기

컨트롤박스는터치스크린에서패널앞의전원버튼을눌러서켜수있다. 이패널은통상적으로 터치펜던트라고부른다. 컨트롤박스를켜면, 사용하는운영체제의텍스트가터치스크린에나타난다. 약 1 분이지난다음에화면에버튼이몇개나타나고, 팝업이사용자를초기화화면으로안내한다 (11.5 참조).

컨트롤박스를종료하려면화면의녹색버튼을누르거나, 환영화면의 종료버튼을사용한다 (11.4 참조).



경고:

벽의소켓에서플러그를뽑으면로봇파일시스템에손상을일으키고로봇에장애를줄수있다.

11.2.3 로봇암켜기및끄기

컨트롤박스가켜져있고, 비상정지버튼이켜져있지않으면로봇암을켜수있다. 초기화화면 (11.5 참조) 의 켜기버튼을누른다음에 시작을눌러서로봇암을켜수있다. 로봇을시작하면브레이크를해제하는동안소리를내고약간움직인다.

로봇암의전원은초기화화면에서 끄기버튼을누르는것으로끝수있다. 컨트롤박스를종료하는경우에도자동으로로봇암전원이꺼진다.

11.2.4 빠른시작

설치한다음에로봇을빨리시작하려면다음단계를따른다.

1. 터치펜던트앞면에있는비상정지버튼을누른다.
2. 터치펜던트의전원버튼을누른다.
3. 시스템이시작하고터치스크린에텍스트를표시하는동안 1 분정도가다린다.
4. 시스템이준비되면터치스크린에팝업이나타나로봇이초기화되어야한다고알린다.
5. 팝업대화에서버튼을누른다. 초기화면으로이동하게된다.

6. 적용한안전구성의확인대화를기다렸다가 안전구성확인버튼을누른다. 이는 위험평가에따라서조정할필요가있는안전매개변수의초기세트를적용한다.
7. 비상정지버튼을잠금해제한다. 로봇상태가 비상정지함에서 전원꺼짐으로바뀐다.
8. 로봇이닿는길밖으로다닌다 (작업영역).
9. 터치스크린에서 켜기버튼을누른다. 로봇상태가 유틸로바뀔때까지몇초동안 기다린다.
10. 페이로드질량과선택한마운팅이올바른지확인한다. 센서데이터를기준으로하는마운팅이선택한마운팅과일치하지않으면알림을받게된다.
11. 터치스크린에서 시작버튼을누른다. 이제로봇은브레이크를해제하면서소리를 내고약간움직인다.
12. 확인버튼을누르면, 환영화면이나타난다.

11.2.5 첫 프로그램

프로그램은로봇에부여하는명령목록이다. PolyScope은프로그래밍경험이거의없는 사람도로봇프로그램을작성할수있게해준다. 대부분의작업의경우, 프로그래밍은가다로운명령입력없이터치패널을사용하는것만으로수행된다.

틀동작은로봇프로그램의중요한일부이기때문에로봇에이동방법을가르치는것을필수적이다. PolyScope 에서틀이동은일련의 웨이포인트를부여하여수행하는데, 이는로봇의작업영역안에있는 포인트들이다. 웨이포인트는로봇을특정위치로이동시켜결정하거나, 소프트웨어로계산할수있다. 로봇암을특정위치로이동하려면이동탭 (13.1 참조) 을사용하거나, 간단하게터치펜던트뒷면에있는 프리드라이브 버튼을누른채로봇암을해당하는자리로당긴다.

웨이포인트를통해움직이는것외에도프로그램은로봇경로의특정포인트에서 I/O 신호를다른기계에보내고, 변수및 I/O 신호에따라서 if...then 및 loop 와같은명령을수행할수있다.

시작한로봇에대하여간단한프로그램을만들려면다음을수행한다:

1. 로봇프로그램하기버튼을누르고 빈프로그램을선택한다.
2. 다음버튼을누르고 (오른쪽아래) 화면왼쪽트리구조에서 < 비어있음 > 라인을선택한다.
3. 구조탭으로이동한다.
4. 이동버튼을누른다.
5. 명령탭으로이동한다.
6. 다음버튼을누르고, 웨이포인트설정으로이동한다.
7. ? 그림옆에있는 “이웨이포인트를지정함” 버튼을누른다.
8. 이동화면에서다양한파란색화살표를눌러서로봇을이동하거나, 터치펜던트뒷면에있는 프리드라이브버튼을누른상태에서로봇암을당긴다.
9. 확인을누른다.
10. 이전에웨이포인트추가함을누른다.
11. ? 그림옆에있는 “이웨이포인트를지정함” 버튼을누른다.

12. 이동화면에서 다양한 파란색 화살표를 눌러서 로봇을 이동하거나, 프리드라이브 버튼을 누른 상태에서 로봇암을 당긴다.
13. 확인을 누른다.
14. 이것으로 프로그램이 준비상태가 된다. “재생” 심볼을 누르면 로봇이 두 포인트 사이에서 이동한다. 로봇이 닿지 않을 곳에서 비상정지 버튼을 누르고 “재생” 을 누른다.
15. 축하합니다! 주어진 두 웨이포인트 사이에서 로봇을 이동하는 첫 로봇 프로그램을 만들었다.

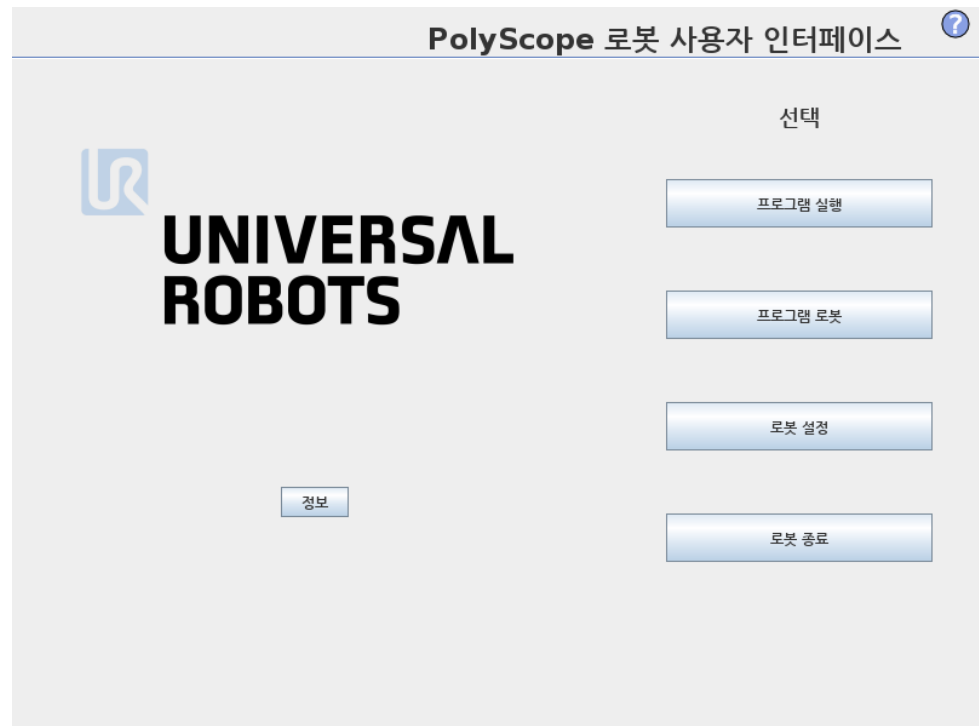


경고:

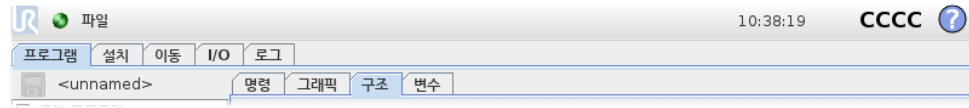
1. 로봇이 손상될 수 있으므로 로봇을 자체 또는 다른 것에 부딪히지 않게 한다.
2. 로봇이 닿지 않는 (작업공간) 거리에 머리와 몸을 둔다. 끼일 수 있는 곳에는 손가락을 대지 않는다.
3. 이는 UR 로봇을 얼마나 쉽게 사용할 수 있는지 보여주는 빠른 시작 가이드이다. 이는 해롭지 않은 환경과 매우 주의 깊은 사용자를 가정한다. 속도 또는 가속도는 기본값을 초과하여 높이지 않는다. 로봇을 작동하기 전에는 언제나 위험 평가를 수행한다.

11.3 PolyScope 프로그래밍인터페이스

PolyScope 는 컨트롤 박스에 부착한 터치스크린에서 실행된다.



위도해는환영화면을제시한다. 화면에서파란색영역은손가락또는펜의뒤쪽끝으로누를수있는버튼이다. PolyScope는화면에서계층구조를가지고있다. 프로그래밍환경에서화면에쉽게접근할수있도록화면은 탭으로배열되어있다.

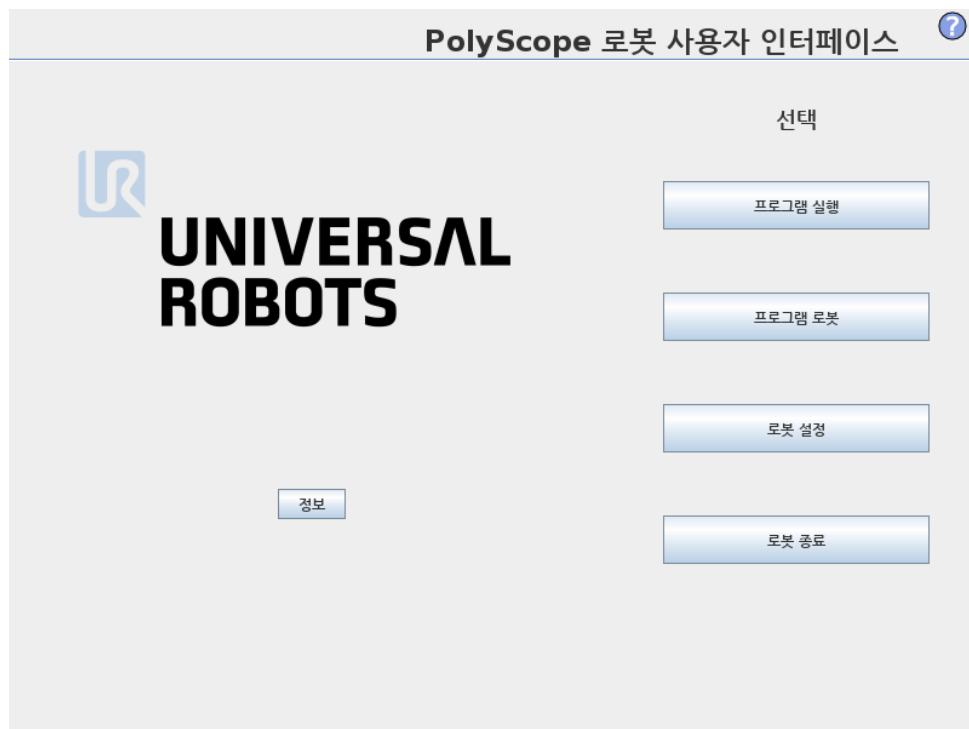


이예에서 프로그램 탭은최상위수준에서선택하고, 그아래에서 구조탭을선택했다. 프로그램탭은현재로드한프로그램과관련된정보를담고있다. 이동 탭을선택하면 이동화면으로바뀌고, 여기에서로봇암을움직일수있다. 마찬가지로 I/O 탭을선택하는것으로전기 I/O 현재상태를모니터링하고변경할수있다.

컨트롤박스또는터치펜던트에마우스와키보드를연결하는것이가능하지만, 필수적이지는않다. 거의모든텍스트필드는터치가가능하므로, 이를누르면화상키패드또는키보드가나타난다.

PolyScope 의다양한화면이다음항목에있다.

11.4 환영화면



컨트롤러 PC 를컨다음에환영화면이나타난다. 화면은다음옵션을제공한다:

- 프로그램 실행: 기존프로그램을선택하고실행한다. 이는로봇암과컨트롤박스를작동할수있는가장간단한방법이다.
- 프로그램로봇: 프로그램을바꾸거나새프로그램을생성한다.
- 로봇설정: 언어변경, 비밀번호지정, 소프트웨어업그레이드등.
- 로봇종료: 로봇암의전원을끄고, 컨트롤러박스를종료한다.
- 정보: 소프트웨어버전, 호스트네임, IP 주소, 일련번호, 법적사항등의내용을제공한다.

11.5 초기화화면



이화면에서는로봇암의초기화를제어한다.

로봇암상태표시기

상태 LED 는로봇암의실행상태를표시한다:

- 밝은빨간색 LED 는로봇암이현재정지상태라는것을나타내며, 그이유는여러가지일수있다.
- 밝은노란색 LED 는로봇암이켜져있지만, 정상작업을위한준비가되어있지않다는것을나타낸다.
- 마지막으로녹색 LED 는로봇암이켜져있고, 정상작업을위한준비가되어있다는것을나타낸다.

LED 옆에나타나는문자는로봇암의현재상태를더구체적으로알려준다.

액티브페이로드및설치

로봇암을켜면, 컨트롤러가사용하는페이로드질량이흰색의작은텍스트필드에표시된다. 이값은텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로바꿀수있다.

참고: 이값을설정하는것은로봇설치페이로드를수정하지않으며 (13.6 참조), 컨트롤러가페이로드질량을사용할수있도록지정할뿐이다.

마찬가지로현재로드한설치파일이름은회색텍스트필드에표시되어있다. 텍스트필드를누르거나그옆의 로드버튼을사용하여다른설치를로드할수있다. 반면에화면의아래쪽에있는 3D 뷰옆의버튼을사용하여로드한설치를사용자정의할수있다.

로봇암을시작하기전에액티브페이로드와액티브설치가로봇암의실제상황에대응하는지확인하는것이중요하다.

로봇암초기화



위험:

로봇암을시작하기전에실제페이로드와설치가올바른지언제나확인해야한다. 이설정이틀리면로봇암과컨트롤박스는올바르게기능하지않고, 주위에있는사람또는장비에위험할수있다.



주의:

로봇암이장애물에부딪히게하면조인트기어박스를손상시킬수있으므로로봇암이장애물또는테이블에접촉하지않는지확인하는것이중요하다.

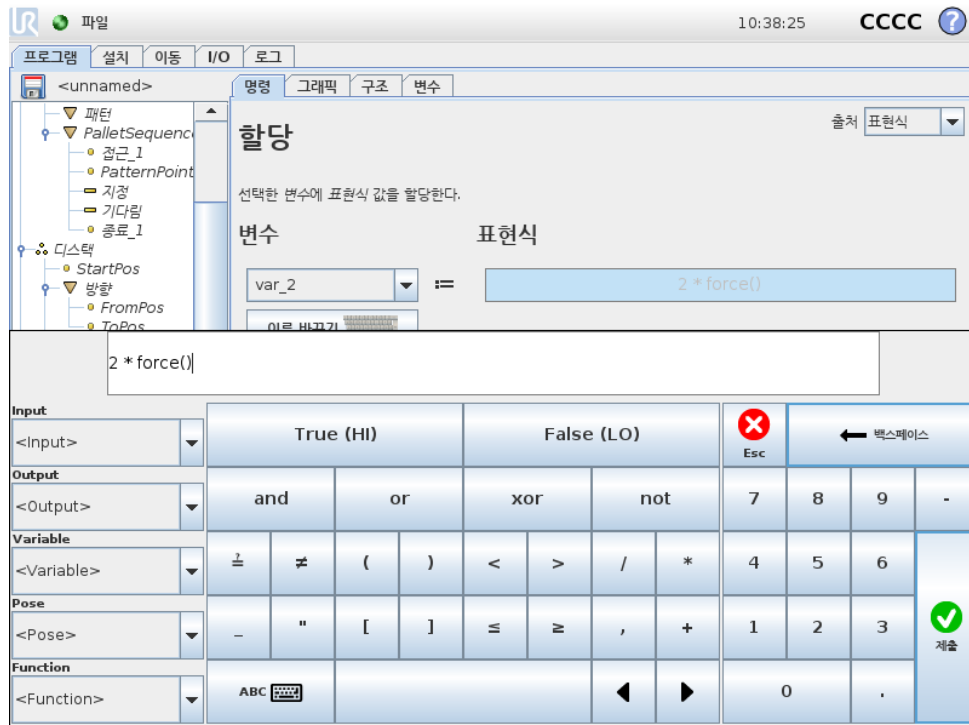
녹색아이콘이있는큰버튼은로봇암의실제초기화를수행한다. 여기에있는텍스트와이것이수행하는액션은로봇암의현재상태에따라서변경된다.

- 컨트롤러 PC 가켜진후, 로봇암을켜기위해버튼을한번눌러야한다. 로봇암은그다음에 전원켜짐으로변하고, 그다음에는 유휴상태가된다. 비상정지가되면로봇암을컬수없고, 이버튼은사용할수없다.
- 로봇암이 유휴상태가되면버튼을다시한번눌러서로봇암을시작해야한다. 이때센서데이터를로봇암의마운팅구성과대조하여점검하게된다. 불일치사항이발견되면 (공차 30°) 버튼이꺼지고, 오류메시지가그아래에나타난다.
마운팅확인에서통과했다면, 버튼을누르면모든조인트브레이크를해제하고, 로봇암이정상작업준비가된다. 브레이크해제도중로봇은소리를내고약간움직인다.
- 로봇암이시작후에안전제한을위반하면 복구모드가된다. 이모드에서버튼을누르면복구이동화면으로전환하고, 로봇암이여기에서안전제한로돌아올수있다.
- 장애가발생하면버튼을사용하여컨트롤러를다시시작할수있다.
- 컨트롤러를현재사용할수없다면, 버튼을누르는것으로시작할수있다.

마지막으로, 빨간아이콘이있는더작은버튼은로봇암을끈다.

12 화상편집기

12.1 화면표현식편집기



표현식은 텍스트로 편집하지만, 표현식 편집기는 곱하기 *, 미만 또는 동등함을 의미하는 $\leq$ 등의 특별표현식 심볼을 삽입하기 위한 다수의 버튼과 심볼이 있다. 화면 왼쪽 위의 키보드 심볼 버튼은 표현식을 텍스트로 편집할 수 있게 해준다. 모든 정의된 변수는 변수 선택기에서 찾을 수 있고, 입력 및 출력 포트 이름은 입력 및 출력 선택기에서 찾을 수 있다. 어떤 특별 함수는 함수에 포함되어 있다.

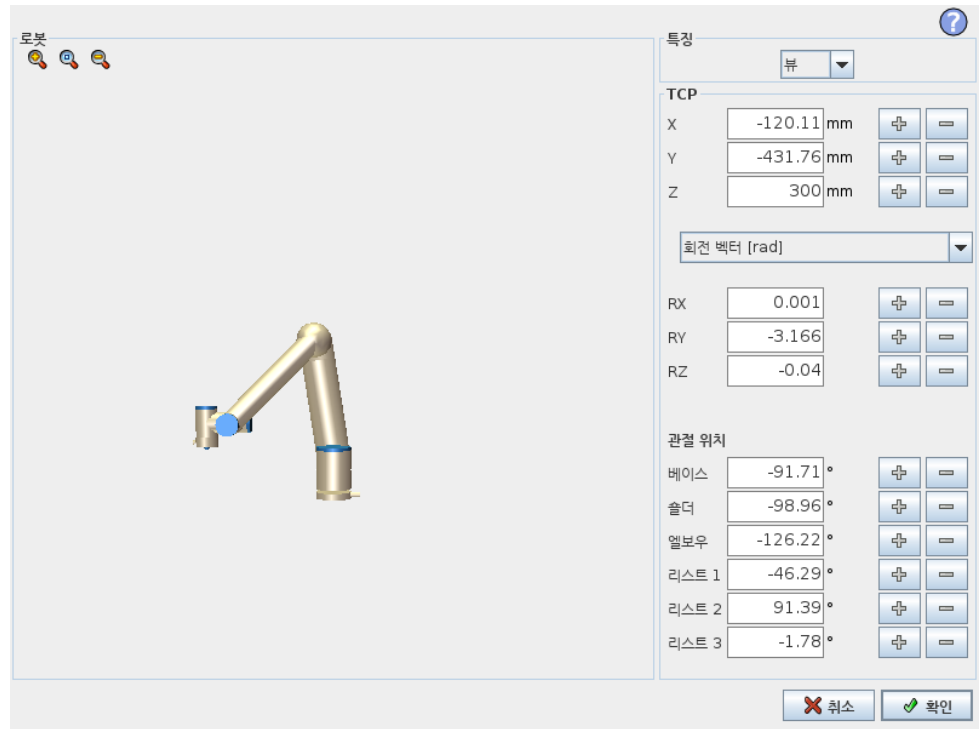
확인 버튼을 누르면 표현식의 문법적 오류를 검사한다. 취소 버튼은 화면을 떠나고, 모든 변경을 취소한다.

표현식의 예:

디지털 _ 인 $[1] \stackrel{?}{=}$ 참 및 아날로그 _ 인 $[0] < 0.5$

12.2 포즈 편집기 화면

이 화면에서 타겟 관절 위치 또는 타겟 포즈를 지정할 수 있다 (위치 및 자세). 화면이 “오프라인” 이고 로봇 암을 직접 제어하지 않는다.



로봇

로봇암의 현재 위치 및 지정 한 새 타겟 위치가 3D 그래픽으로 표시된다. 로봇암의 3D 드로잉은 로봇암의 현재 위치를 보여주고, 로봇암의 “그림자”가 화면 오른쪽에서 지정된 값으로 제어되는 로봇암의 타겟 위치를 표시한다. 돋보기 아이콘을 눌러서 확대/축소하거나 손가락을 옆으로 끌어서 뷰를 바꿀 수 있다.

만약에 로봇 TCP 의 지정 한 대상 위치가 안전 또는 트리거 플레인에 가까이 오거나, 로봇 툴의 자세가 툴 자세 경계 제한 근처로 오면 (10.12 참조), 대략적인 경계 제한을 3D 로 표현하여 보여준다.

안전 플레인은 노란색과 검은색으로 시각화하며, 작은 화살표가 플레인 수직선을 표현한다. 이는 로봇 TCP 위치를 지정할 수 있는 플레인의 면을 나타낸다. 트리거 플레인은 파란색 및 녹색으로 표시되고, 플레인의 측면을 가리키는 작은 화살표가 있는데, 이는 정상 모드 제한 (10.6 참조) 이 활성화된 곳이다. 툴 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇 툴의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부는 툴 자세 (벡터) 에 허용되는 영역을 나타낸다.

대상 로봇 TCP 가 더 이상 제한 근처에 있지 않을 때 3D 표시가 사라진다. 대상 TCP 가 경계를 위반하거나 거의 위반할 정도로 가까이 있다면, 제한 표시가 빨간색으로 변한다.

특징 및 툴 위치

화면 맨 위 오른쪽 구석에 특징 선택기가 있다. 특징 선택기는 해당 로봇암을 제어하는 특징을 정의한다

특징 선택기 아래에 현재 활성화된 툴 센터 포인트 (TCP) 가 표시되어 있다. 지명된 여러 TCP 구성에 대한 정보는 13.6 참조. 텍스트 상자는 선택한 특징에 대하여 해당 TCP 의 완전한 좌표 값을 표시한다. X, Y, Z 컨트롤은 툴 위치를 제어하고 RX, RY, RZ 가 툴의 자세를 제어한다.

RX, RY, RZ 상자위의 드롭다운 메뉴로 자세 표현을 선택할 수 있다. 사용 가능한 형식:

- 회전 벡터 [rad] 자세는 회전 벡터로 주어진다. 축의 길이는 라디안으로 회전하는 각이고, 벡터 자체가 축이 회전할 기준을 제시한다. 이것이 기본값이다.
- 회전 벡터 [°] 자세가 회전 벡터로 주어지고, 여기서 벡터 길이가 회전할 각도이다.
- RPY [rad] 롤, 피치, 요 (RPY) 각도로서 라디안 단위를 사용한다. RPY-회전 행렬 (X, Y', Z" 회전) 이 주어짐:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- RPY [°] 롤, 피치, 요 (RPY) 각도로서도 단위를 사용한다.

좌표계를 클릭하는 것으로 값을 편집할 수 있다. 상자 오른쪽의 + 또는 - 버튼을 눌러서 현재 값을 감소하거나 증가할 수 있다. 버튼을 누르고 있으면 값을 직접 증가 또는 감소할 수 있다. 버튼을 오래 누를수록 증가량 또는 감소량이 커진다.

관절 위치

개별 관절을 직접 지정할 수 있게 한다. 각 관절 위치 값 범위는 -360° $+360^\circ$ 이며, 이 범위가 관절 제한이다. 값은 관절 위치를 클릭하는 것으로 편집할 수 있다. 상자 오른쪽의 + 또는 - 버튼을 눌러서 현재 값을 감소하거나 증가할 수 있다. 버튼을 누르고 있으면 값을 직접 증가 또는 감소할 수 있다. 버튼을 오래 누를수록 증가량 또는 감소량이 커진다.

확인 버튼

이 화면을 이동 탭 (13.1 참조) 에서 활성화하면, 확인 버튼을 클릭하는 것으로 이동 탭에 돌아가고, 여기에서 로봇 암이 지정 한 대상으로 이동한다. 마지막으로 지정 한 값이 틀 좌표라면 로봇 암은 MoveL 이동 형식을 사용하여 대상 위치로 이동하고, 관절 위치를 마지막으로 지정했다면 로봇 암은 MoveJ 이동 형식을 사용하여 대상 위치로 이동한다. 여러 가지 이동 형식은 14.5에서 설명해 놓았다.

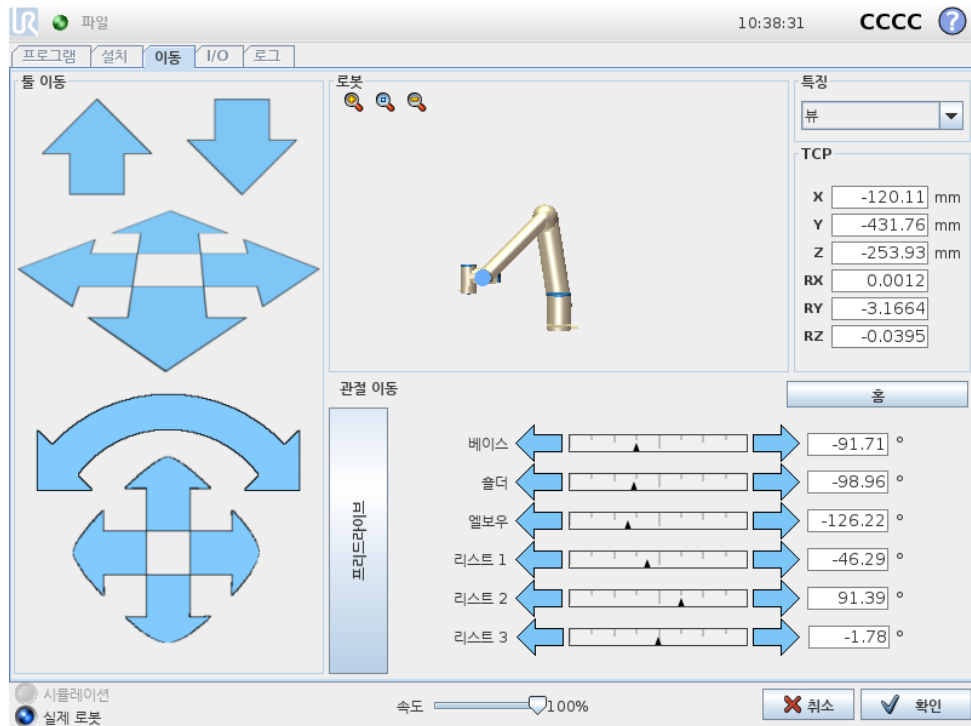
취소 버튼

취소 버튼을 클릭하면 화면을 떠나고, 모든 변경을 취소한다.

13 로봇제어

13.1 이동탭

이 화면에서는 언제나 로봇틀 이동/회전 또는 로봇조인트를 개별적으로 이동하여 로봇 암을 직접 이동 (조그) 할 수 있다.



13.1.1 로봇

로봇암의 현재 위치는 3D 그래픽으로 보여준다. 돋보기 아이콘을 눌러서 확대/축소하거나 손가락을 옆으로 끌어서 뷰를 바꿀 수 있다. 뷰 기능을 선택하고 3D 드로잉 표시 각도를 회전하여 뷰를 실제 로봇암과 맞추어서 로봇암 제어를 위해 가장 적합한 느낌을 만들어 낼 수 있다.

만약에 로봇 TCP의 현재 위치가 안전 또는 트리거 플레인에 가까이 오거나, 로봇틀의 자세가 틀자세 경계 제한 근처로 오면 (10.12 참조), 대략적인 경계 제한을 3D로 표현하여 보여준다. 로봇이 프로그램을 실행하는 동안 경계 제한 표시가 꺼진다.

안전 플레인은 노란색과 검은색으로 시각화하며, 작은 화살표가 플레인 수직선을 표현한다. 이는 로봇 TCP 위치를 지정할 수 있는 플레인의 면을 나타낸다. 트리거 플레인은 파란색 및 녹색으로 표시되고, 플레인의 측면을 가리키는 작은 화살표가 있는데, 이는 정상 모드 제한 (10.6 참조) 이 활성화된 곳이다. 틀자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇틀의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부부는 틀자세 (벡터) 에 허용되는 영역을 나타낸다.

로봇 TCP가 더 이상 제한 근처에 있지 않을 때 3D 표시가 사라진다. TCP가 경계를 위반하거나 거의 위반할 정도로 가까이 있다면, 제한 표시가 빨간색으로 변한다.

13.1.2 특징 및 툴 위치

화면 맨 위 오른쪽 구석에 특징 선택기가 있다. 이는 해당 로봇 암을 제어하는 특징을 정의한다.

특징 선택기 아래에 현재 활성인 툴 센터 포인트 (TCP) 가 표시되어 있다. 텍스트 상자는 선택한 특징에 대하여 해당 TCP 의 완전한 좌표 값을 표시한다. 지명된 여러 TCP 구성에 대한 정보는 (13.6 참조).

좌표계 또는 조인트 위치를 클릭하는 것으로 값을 직접 편집할 수 있다. 이를 통해 포즈 편집기 화면으로 (12.2 참조) 이동하며, 툴 또는 대상 조인트 위치를 위하여 대상 위치 및 자세를 지정할 수 있다.

13.1.3 툴 이동

- 이동 화살 (위) 을 누르면 로봇 툴팁을 표시한 방향으로 이동한다.
- 회전 화살 (아래) 을 길게 누르면 로봇 툴을 표시된 방향으로 바꾼다. 툴 센터 포인트 (TCP) 는 회전 포인트로서 로봇 툴 끝에 특성 포인트를 주는 포인트이다. TCP 는 작은 파란색 공으로 보인다.

참고: 버튼을 해제하면 언제든지 동작을 멈출 수 있다.

13.1.4 조인트 이동

개별 조인트를 직접 제어할 수 있게 허용한다. 각 조인트는 -360° $+360^{\circ}$ 이동할 수 있으며, 이는 각 조인트에서 수평 바로 표시되는 기본 조인트 제한이다. 조인트가 조인트 제한에 도달하면 더 이상 구동할 수 없다. 조인트 제한을 기본과 다른 위치 범위로 구성했다면 (10.11 참조), 이 범위는 수평 바에서 빨간색으로 표시된다.

13.1.5 프리드라이브

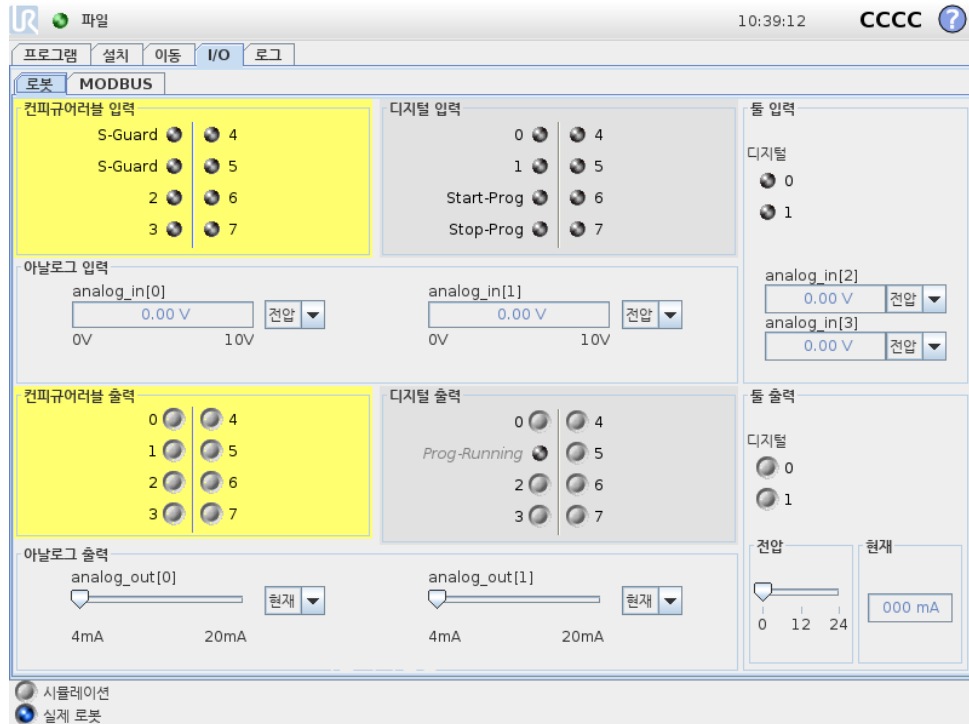
프리드라이브 버튼을 누르는 동안에는 로봇 암을 직접 잡아서 원하는 위치로 당길 수 있다. 중력 설정 (13.7 참조) 이 설정 탭에서 틀리게 설정되었거나, 로봇 암이 무거운 것을 들고 있다면 프리드라이브 버튼을 눌렀을 때 움직이기 (떨어지기) 시작할 수 있다. 그런 경우에는 프리드라이브 버튼에서 손을 뗀다.



경고:

1. 올바른 설치 설정을 사용하도록 한다 (예: 로봇 마운팅 각도, TCP 무게, TCP 오프셋). 프로그램과 함께 설치 파일을 저장하고 불러온다.
2. 프리드라이브 버튼을 사용하기 전에 TCP 설정과 로봇 마운팅 설정이 올바른지 확인한다. 이 설정이 올바르지 않으면, 프리드라이브 버튼을 누르지 않으면 로봇 암이 움직인다.
3. 프리드라이브 기능 (임피던스/백드라이브) 은 위험 평가에서 이를 허용하는 경우에만 사용한다. 툴과 장애물은 날카로운 가장자리 또는 집히는 포인트가 있어서는 안 된다. 모든 사람은 로봇 암이 닿지 않는 곳에 있어야 한다.

13.2 I/O 탭



이 화면에서는 언제나 로봇 컨트롤 박스에서 송수신하는 라이브 I/O 신호를 모니터하고 설정할 수 있다. 이 화면은 프로그램 실행 중인 경우를 포함하여 I/O 의 현재 상태를 표시한다. 프로그램 실행 시 무언가 변화하면, 프로그램은 멈춘다. 프로그램이 멈추면 모든 출력 신호는 그 상태를 보존한다. 화면은 10Hz 로만 업데이트되므로, 매우 빠른 신호는 올바르게 표시되지 않을 수 있다.

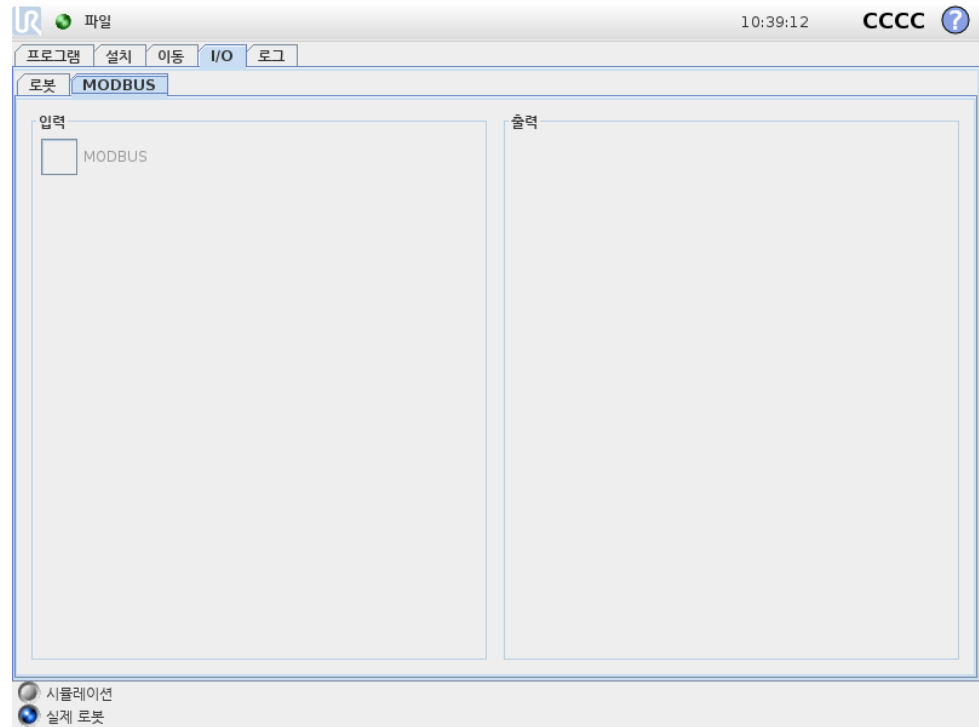
컨피규어러블 I/O 는 설치의 안전 I/O 구성 항목에서 특별한 안전 설정을 위해 지정할 수 있다 (10.13 참조). 지정된 것은 기본 또는 사용자 정의 이름 대신에 안전 기능 이름을 갖게 된다. 안전 설정을 위해 지정 한 컨피규어러블 출력은 끄거나 켜 수 없으며, LED 만으로 표시된다.

신호의 전기적 사양은 5.3 장에 기술되어 있다.

아날로그 도메인 설정 아날로그 I/O 는 전류 [4-20mA] 또는 전압 [0-10V] 출력 중 하나로 설정할 수 있다. 설정은 프로그램을 저장할 때 로봇 컨트롤러 재시작을 위해 기억하게 된다.

13.3 MODBUS 클라이언트 I/O

여기서 디지털 MODBUS 클라이언트 I/O 신호는 설치에서 설정한 대로 제시된다. 신호 연결이 끊기면 화면에서 대응하는 항목이 비활성화된다.



입력

디지털 MODBUS 클라이언트입력의상태를확인한다.

출력

디지털 MODBUS 클라이언트출력의상태를확인하고이를끄거나켄다. I/O 탭컨트롤에서 (13.8참조) 선택사항이이를허용하는경우에만신호를켜거나끌수있다.

13.4 자동이동탭

자동이동탭은로봇암을작업영역에서특정위치로이동할때사용한다. 실행전에로봇암이시작위치로이동해야하거나, 프로그램조정중에웨이포인트로이동해야하는경우가이러한예이다.



애니메이션

애니메이션은로봇암이수행 할이동을보여준다.



주의:

애니메이션을실제로봇암위치와비교하고, 로봇암이장애물을치지 않고안전하게이동할수있는지확인 한다.



주의:

자동이동기능은로봇의그림자궤도에따라서움직인다. 충돌은로봇 또는다른장비를손상시킬수있다.

자동

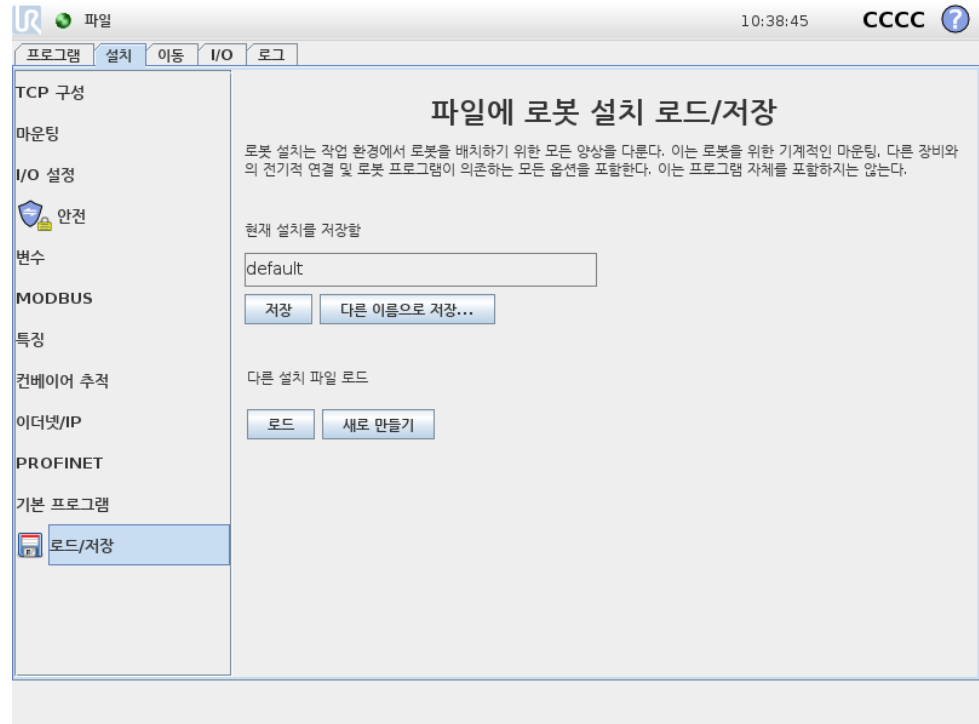
자동버튼을눌러서애니메이션

에있는대로로봇암을이동할수있다. 참고: 버튼을떼면언제든지동작을멈출수있다.

수동

수동버튼을누르면로봇암을수동으로움직일수있는 이동탭이나타난다. 이는애니메이션의동작을선택하지않는경우에만필요하다.

13.5 설치 → 로드/저장



로봇설치는작업환경에서로봇암과컨트롤박스를배치하기위한모든양상을다룬다. 이는로봇암을위한기계적인마운팅, 다른장비와의전기적연결및로봇프로그램이존하는모든옵션을포함한다. 이는프로그램자체를포함하지는않는다.

이설정은 설치탭에서다양한화면을사용하여설정할수있는데, 예외적으로 I/O 도메인은 I/O 탭에서설정한다 (13.2 참조).

로봇을위해여러설치파일이있을수있다. 생성된프로그램은활성화된설치를사용하고, 사용할때자동으로이설치를로드한다.

설치에대한어떠한변경이라도전원을끄다음에보존이가능하도록저장해야한다. 설치에저장하지않은변경사항이있다면, 설치탭왼쪽의 로드/저장텍스트옆에폴로피디스크아이콘이나타난다.

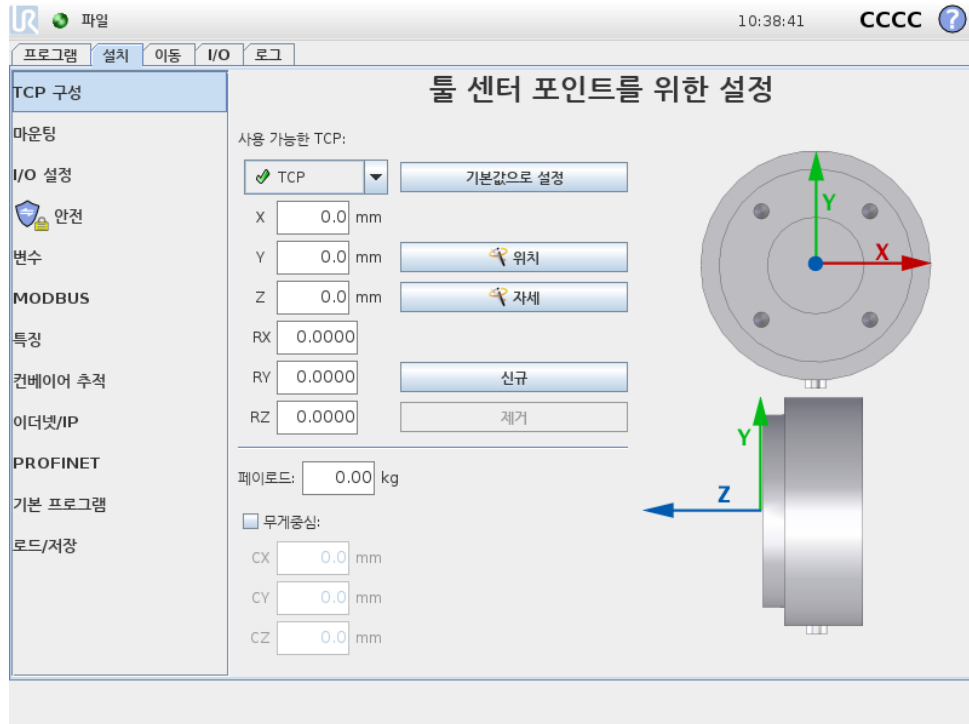
저장또는 다른이름으로저장... 버튼을눌러서설치를저장할수있다. 또는프로그램을저장하면활성화상태인설치를저장하게된다. 다른설치파일을로드하려면 로드버튼을사용한다. 새로생성버튼은로봇설치의모든설정을공장기본값으로초기화한다.



주의:

USB 드라이브에서로드한설치로로봇을사용하는것은권장하지않는다. USB 드라이브에서저장한설치를사용하려면, 이를로컬 프로그램폴더에 다른이름으로저장... 버튼을사용하여저장한다.

13.6 설치 → TCP 구성



툴센터포인트(TCP)는로봇툴의특성포인트이다. 여러지명된 TCP 를이화면에서 정의할수있다. 화면그래픽에서표시한대로각 TCP 는툴출력플랜지의중앙에서상대적으로좌표이동과회전이주어진다. 위치좌표 X, Y, Z 는 TCP 위치를나타내고 RX, RY, RZ 는자세를나타낸다. 모든지정값이영이면 TCP 가툴출력플랜지중심점과일치하여화면오른쪽에있는좌표계를받아들인다.

13.6.1 TCP 추가, 변경및제거

새 TCP 를정의하려면 신규버튼을누른다. 생성된 TCP 는자동으로고유이름을받고드롭다운메뉴에서선택된다.

선택한 TCP 의좌표이동및회전은해당하는흰색텍스트필드를누르고새값을입력하는것으로변경할수있다.

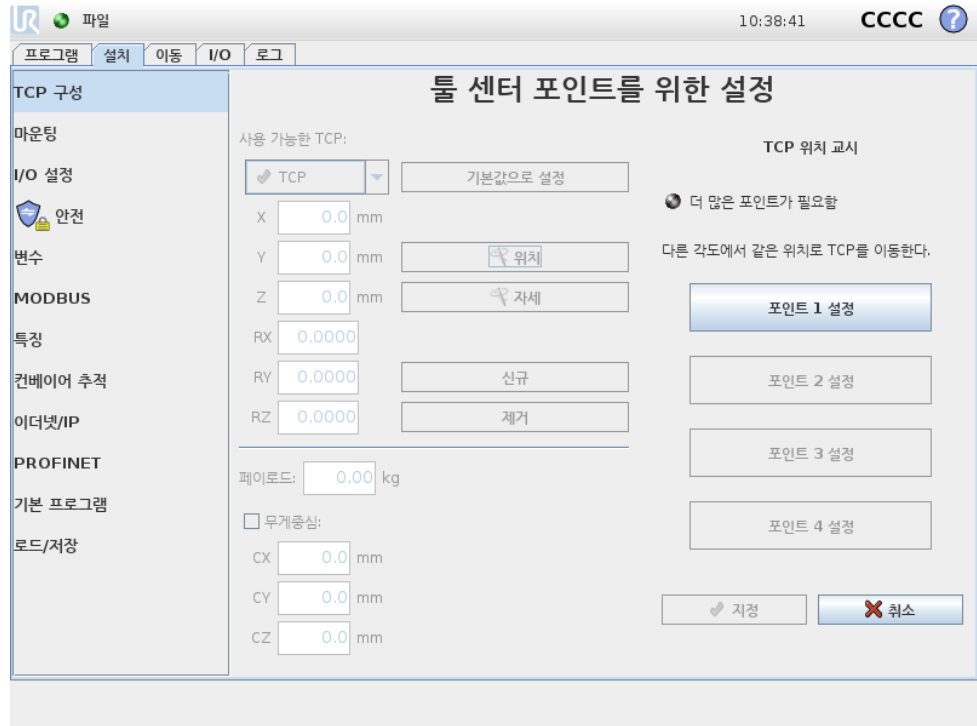
선택한 TCP 를제거하려면 제거버튼을누르면된다. 마지막으로남은 TCP 는삭제할수없다.

13.6.2 기본값및활성 TCP

구성된 TCP 중정확하게하나가 기본값이다. 기본값 TCP 는드롭다운 TCP 메뉴에 있는이름왼쪽에서녹색아이콘으로표시되어있다. 현재선택한 TCP 를기본값으로설정하려면 기본값으로설정버튼을누른다.

직교공간에서모든선행동작을결정하기위해한 TCP 오프셋을언제나 활성화로사용한다. 또한활성 TCP 의동작이그래픽탭에서가시화된다 (14.29 참조). 프로그램실행전, 그리고프로그램시작전에기본값 TCP 가활성으로지정된다. 프로그램내에서아무지정된 TCP 가로봇의특정움직임에대한활성으로지정될수있다 (14.5 및 14.10 참조).

13.6.3 TCP 위치티칭



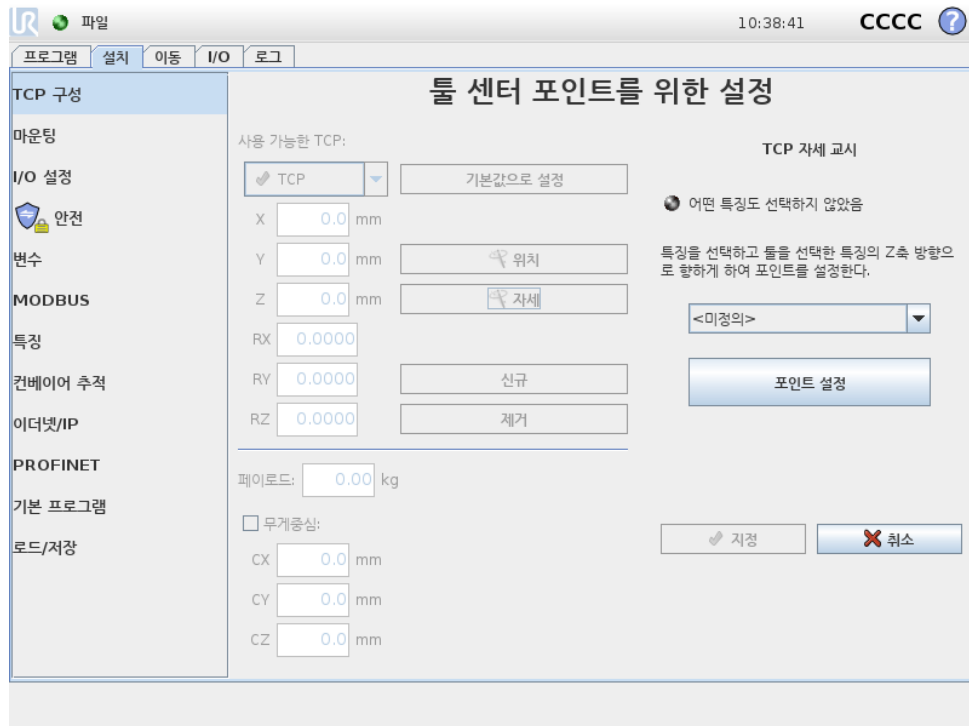
TCP 위치좌표는 다음과 같이 자동으로 계산할 수 있다:

1. 위치버튼을 탭한다.
2. 로봇작업영역에서 고정된 포인트를 선택한다.
3. 최소한 세 가지 각도에서 TCP를 선택한 포인트로 이동하고 툴출력 플랜지의 해당 위치를 저장하기 위해 화면 오른쪽의 버튼을 사용한다.
4. 계산한 TCP 좌표를 확인하고 지정버튼을 사용하여 선택한 TCP를 지정한다.

참고: 계산을 올바르게 적용하려면 위치가 충분히 다양해야 한다. 그렇지 않으면 버튼 위의 LED 상태가 빨간색으로 변한다.

더구나 세 위치는 대체로 올바른 TCP를 결정하는데 충분하지만 네 번째 위치를 사용하면 계산이 올바른지 확인하는데 추가로 사용할 수 있다. 각 저장 포인트의 품질은 계산된 TCP에 대하여 해당 버튼의 녹색, 노란색, 빨간색 LED를 사용한다.

13.6.4 TCP 자세 티칭



TCP 자세는 다음과 같이 자동으로 계산할 수 있다:

1.  자세 버튼을 탭한다.
2. 드롭다운 목록에서 특징을 선택한다. 새 특징 정의에 대한 추가 정보 (13.12참고).
3. 아래 버튼을 사용하여 TCP에 대응하는 툴 자세가 선택한 특징의 좌표계와 일치하는 위치로 이동한다.
4. 계산한 TCP 좌표를 확인하고 지정 버튼을 사용하여 선택한 TCP로 지정한다.

13.6.5 가반 하중

로봇 툴무게는 화면 아래쪽에서 지정되어 있다. 이 설정을 변경하려면 흰색 텍스트 필드를 누르고 새로운 무게를 입력한다. 설정은 모든 정의한 TCP에 적용된다. 허용 최대가 반하중은 하드웨어 설치 설명서 참조.

13.6.6 무게 중심

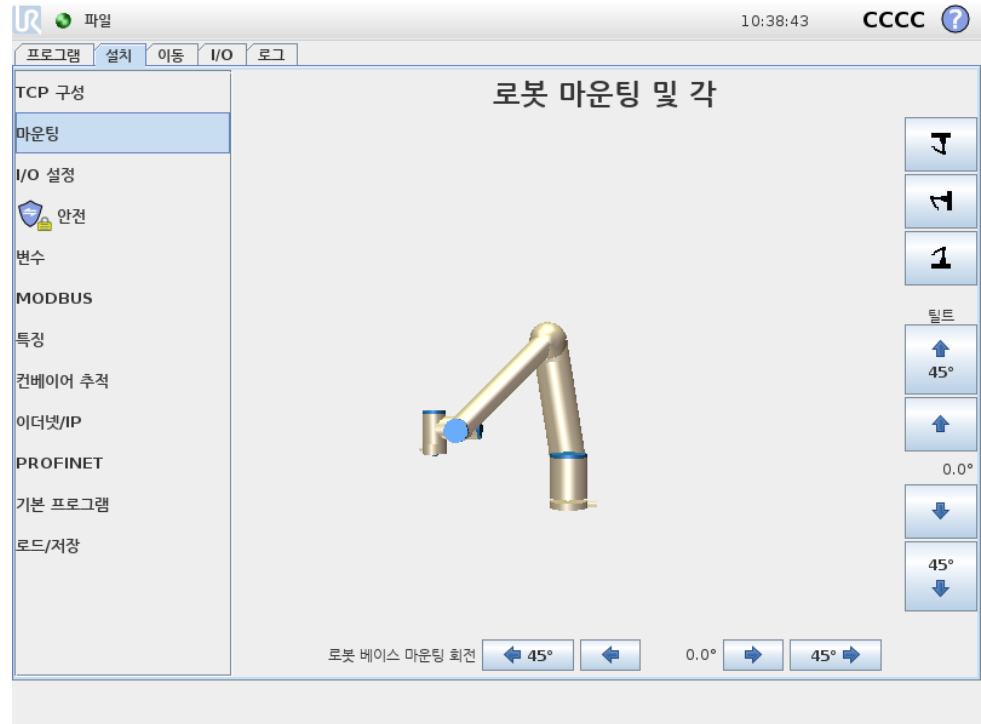
CX, CY, CZ 필드를 이용하여 툴의 무게 중심을 지정할 수 있다. 툴 센터 포인트는 다른 것이 지정되지 않았다면 툴의 무게 중심으로 가정한다. 설정은 모든 정의한 TCP에 적용된다.



경고:

올바른 설치 설정을 사용하는 것이 중요하다. 프로그램과 함께 설치 파일을 저장하고 불러온다.

13.7 설치 → 마운팅



여기에서로봇암의마운팅을지정한다. 이것의두가지목적:

1. 로봇암을화면에서올바르게보이게한다.
2. 컨트롤러에중력방향을알려준다.

컨트롤러는고급역학모델을사용하여로봇암을부드럽고정확하게움직이게하고, 프리드라이브 모드에서로봇암자체를고정한다. 이때문에로봇암의마운팅을정확하게 설정하는것이매우중요하다.



경고:

로봇암마운팅을올바르게설정하지않으면자주보호정지가일어날수 있고, 프리드라이브버튼을눌렀을때로봇암이움직일가능성이있다.

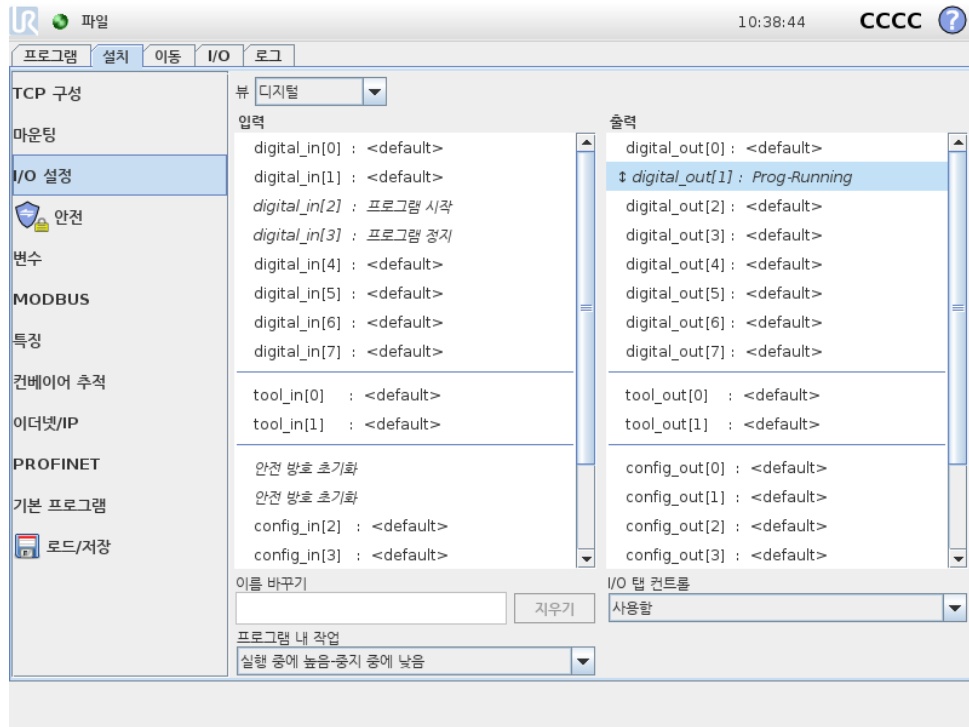
로봇암은기본값대로평평한테이블또는바닥에마운팅될수있다. 이경우에는화면에 서변경할필요가없다. 하지만로봇암이 천장마운팅, 벽마운팅또는 비스듬하게마운팅되었다면, 푸시버튼으로이를조정해야한다. 화면의오른쪽에있는버튼이로봇암마운팅각을지정한다. 맨위오른쪽버튼세개는각을 천장 (180°), 벽 (90°), 바닥 (0°) 으로지정한다. 틸트버튼은임의의각을지정하는데사용할수있다. 화면아래쪽에있는버튼은로봇암의마운팅을회전하여실제마운팅에맞추기위해사용한다.



경고:

올바른 설치 설정을 사용하는 것이 중요하다. 프로그램과 함께 설치 파일을 저장하고 불러온다.

13.8 설치 → I/O 설정



이 화면에서 로봇에 사용할 수 있는 I/O 신호는 사용자 정의 이름을 할당할 수 있으며, 작업 및 I/O 탭 컨트롤로 구성될 수 있다.

입력 및 출력 항목은 다음과 같은 I/O 신호 형식을 나열함:

디지털: (표준 범용, 구성 가능, 툴)

아날로그: (표준 범용, 툴)

MODBUS:

일반: 목적 레지스터 (부울, 정수, 부동)

범용 레지스터는 가령 필드 버스로 액세스할 수 있다 (예: Profinet 및 EtherNet/IP).

13.8.1 I/O 신호 형식

입력 및 출력 항목에 나열된 신호의 수를 제한하려면 화면 상단의 보기 드롭다운 메뉴를 사용하여 신호 형식에 따라 표시된 내용을 변경한다.

13.8.2 사용자 정의 이름의 할당

입력 및 출력 신호에 이름을 할당하는 것이 가능하다. 이는 로봇과 작업할 때 신호가 무엇일지 기억하는 것을 쉽게 만든다. 신호를 클릭하고, 화면 하단의 텍스트 필드를 클릭하

여이름을지정한다. 지우는것으로이름을기본값으로되돌릴수있다 (지우기버튼사용).

프로그램 (Wait 명령또는 If 명령의조건식) 에서범용레지스터를사용하려면레지스터에반드시사용자정의이름이주어져야한다. Wait 및 If 명령은각각 (14.9) 및 (14.18) 에설명되어있다. 이름이부여된범용레지스터는 표현식편집기내의 입력또는 출력선택기내에서찾을수있다.

13.8.3 I/O 작업및 I/O 탭컨트롤

입력작업: 표준범용디지털입력 8 개및디지털틀입력 2 개그리고 부울형식의범용입력레지스터도작업의트리거가될수있다. 가능한작업으로는상승에지기능도포함함:

- 현재프로그램시작
- 현재프로그램중지
- 현재프로그램일시중지

더욱이작업에대하여입력이높음/낮음일때 프리드라이브 모드시작/떠남을구성할수있다 (티치펜던트 뒤의 프리드라이브버튼이이러함).

출력작업및 I/O 탭컨트롤: 프로그램실행이중지되면값을보존하는것이출력의기본행동이다. 프로그램을실행하지않을때기본값으로적용할수있는출력을구성할수있다.

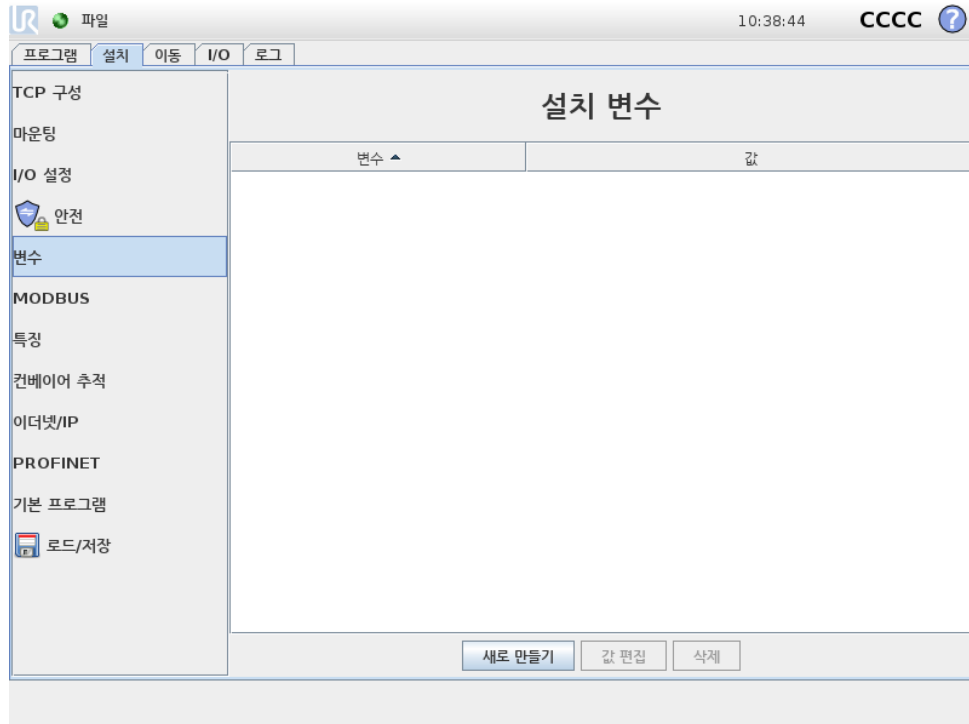
프로그램실행중출력이높고그렇지않을때에는출력이낮도록표준범용디지털출력 8 개및틀출력 2 개를더구성하여현재프로그램이실행중인지반영할수있다. 부울형식의범용출력레지스터및디지털 MODBUS출력신호는이를지원한다.

마지막으로 I/O 탭에서출력을제어할수있게하거나 (프로그래머또는작업자와 프로그램둘다), 로봇프로그램만으로출력값을제어할수있을지지정할수있다.

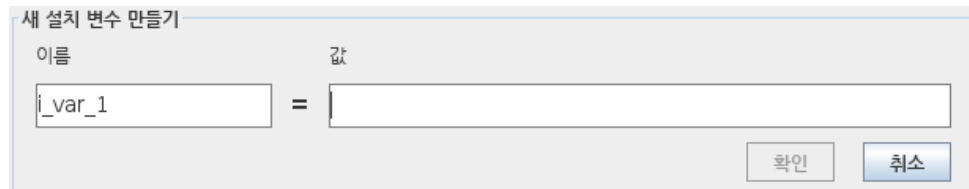
13.9 설치 → 안전

장참조 10.

13.10 설치 → 변수



여기에서 생성한 변수는 설치 변수라고 부르며 정상 프로그램 변수처럼 사용할 수 있다. 설치 변수는 프로그램이 정지하고 다시 시작하거나, 로봇암 및 컨트롤 박스를 켜다가 다시 켜도 값을 보존하기 때문에 특별하다. 그 이름과 값은 설치와 함께 저장되어 있으므로, 다수의 프로그램에서 동일한 변수를 사용할 수 있다.



새로 생성을 누르면 새 변수를 위하여 제안된 이름이 있는 패널을 불러온다. 이름은 바꿀 수 있으며, 텍스트 필드 중 하나를 눌러서 값을 입력할 수 있다. 새 이름을 설치 시 사용하지 않은 경우에만 확인 버튼을 클릭할 수 있다.

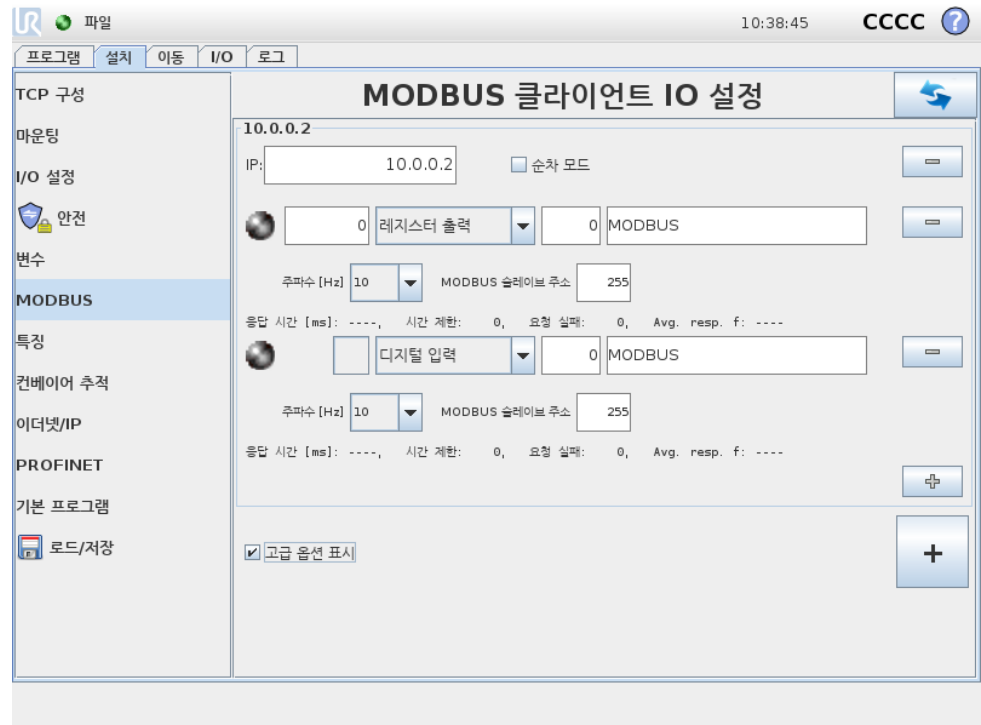
목록의 변수를 강조 표시하고 설치 변수 값을 바꾼 다음에 변수 편집을 클릭하는 것으로 설치 값을 변경할 수 있다.

변수를 삭제하려면 목록에서 이를 선택한 다음에 삭제를 클릭한다.

설치 변수를 구성한 다음에 설치 자체를 저장해야 구성을 저장할 수 있다 (13.5 참조). 설치 변수 및 값은 10 분마다 자동 저장된다.

프로그램 또는 설치가 로드되었는데 프로그램 변수와 설치 변수 중에서도 이름이 중복되는 것이 있으면, 사용자는 이 문제 해결을 위해 두 가지 해결책을 제시받는다. 프로그램 변수 이름 대신에 설치 변수가 가지고 있는 동일한 이름을 선택 하던가, 충돌하는 변수 이름을 자동으로 변환한다.

13.11 설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정



여기에서 MODBUS 클라이언트 (마스터) 신호를 지정할 수 있다. 특정 IP 주소에서의 MODBUS 서버 (또는 슬레이브) 에 대한 연결은 입력/출력 신호로 생성할 수 있다 (레지스터 또는 디지털). 각 신호는 프로그램에서 사용할 수 있는 독특한 이름이 있다.

새로고침

이 버튼을 눌러서 MODBUS 연결을 모두 새로고친다. 새로고침은 모든 모드버스 장치의 연결을 끊고 이를 다시 연결한다. 모든 통계는 삭제된다.

유닛 추가

이 버튼을 눌러서 새 MODBUS 유닛을 추가한다.

유닛 제거

이 버튼을 눌러서 MODBUS 유닛 및 해당 유닛의 모든 신호를 제거한다.

유닛 IP 지정

여기에서 MODBUS 유닛의 IP 주소가 표시된다. 버튼을 눌러서 변경한다.

순차 모드

고급 옵션 표시 (13.11 참조) 가 선택된 경우에만 이용 가능하다. 이 확인란을 선택하면 다음 요청을 보내기 전에 모드버스 클라이언트가 강제로 응답을 기다리게 한다. 이 모드는 일부 필드버스 유닛을 필요로 한다. 여러 신호가 있을 때 이 옵션을 켜면 도움이 될 수 있고, 요청 빈도가 증가하는 신호 끊김으로 이어질 수 있다. 여러 신호가 순차 모드로 정의된 경우에 실제 신호 빈도는 요청한 것보다 낮을 수 있다. 실제 신호 주파수는 신호 통계에서 관찰

될수있다 (13.11절참조). 실제신호주파수가” 주파수” 드롭다운목록에서선택되는 값의절반미만인경우, 신호표시등이노란색으로변한다.

신호추가

이버튼을눌러서해당 MODBUS 유닛에신호를추가한다.

신호삭제

이버튼을눌러서해당 MODBUS 유닛에서 MODBUS 신호를제거한다.

신호형식지정

이드롭다운메뉴를사용하여신호형식을선택한다. 사용가능한형식:

디지털입력: 디지털입력 (코일) 은 1 비트수량으로서신호의주소필드에서지정한코일에대한 MODBUS 유닛에서읽는다. 함수코드 0x02(분리입력읽기) 를사용한다.

디지털출력: 디지털출력 (코일) 은 1 비트수량으로서높음또는낮음으로지정할수있다. 사용자가출력값을지정하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x01(코일읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정하거나 신호값지정버튼을누르는것으로지정했다면함수코드 0x05(싱글코일쓰기) 를앞으로사용한다.

레지스터입력: 레지스터입력은 16 비트수량으로서주소필드에서지정한주소로부터 읽는다. 함수코드 0x04(입력레지스터읽기) 를사용한다.

레지스터출력: 레지스터출력은 16 비트수량으로서사용자가지정할수있다. 레지스터값을지정하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x03(홀딩레지스터읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정하거나 신호값지정필드에서신호값을지정하는것으로이를지정했다면함수코드 0x06(싱글레지스터쓰기) 를사용하여원격 MODBUS 유닛을지정한다.

신호주소지정

이필드는원격 MODBUS 서버의주소를표시한다. 화면키패드를사용하여다른주소를선택한다. 유효한주소는원격 MODBUS 유닛의제조사및구성에의존한다.

신호이름지정

화면키보드를사용하여사용자가신호에이름을부여할수있다. 이이름은신호를프로그램에서사용할때사용한다.

신호값

여기에서신호의현재값이표시된다. 레지스터신호의경우, 값이부호없는정수로표현된다. 출력신호의경우, 원하는신호값을이버튼을사용하여지정할수있다. 마찬가지로레지스터출력의경우유닛을쓰기위한값을부호없는정수로반드시공급해야한다.

신호연결상태

이아이콘은신호를올바르게읽기/쓰기할수있는지나타내거나 (녹색), 유닛이예기치 못하게반응하거나도달하지못하는것을나타낸다 (회색). MODBUS 예외응답을받게되면응답코드를표시한다. MODBUS-TCP 예외응답:

- E1: 잘못된기능 (0x01) 쿼리로받은함수코드는서버 (또는슬레이브) 에서허용되는작업이아니다.
- E2: 잘못된데이터주소 (0x02) 쿼리에서받은함수코드가서버 (또는슬레이브) 에대한허용되는작업이아니므로, 입력한주소가원격 MODBUS 서버에대응하는지점검한다.
- E3: 잘못된데이터값 (0x03) 쿼리데이터필드에있는값은서버 (또는슬레이브) 에대한허용되는값이아니므로, 입력한신호값이원격 MODBUS 서버에서지정주소에서유효한지점검한다.
- E4: 슬레이브장치실패 (0x04) 서버 (또는슬레이브) 가요청한작업을수행시도하는도중복구할수없는오류가발생했다.
- E5: 승인 (0x05) 원격 MODBUS 유닛에전송한프로그래밍명령과함께특수하게사용한다.
- E6: 슬레이브장치가빠름 (0x06) 원격 MODBUS 유닛에전송한프로그래밍명령과함께특수하게사용하며, 서버 (또는슬레이브) 가지금반응하지못한다.

고급옵션표시

이표시상자는각신호에대한고급옵션을표시하거나숨긴다.

고급옵션

업데이트주파수: 이메뉴는신호의업데이트주파수를바꾸기위해서사용할수있다. 신호값을쓰거나읽기위하여원격 MODBUS 로주파수요청을보낸다는의미이다. 주파수가 0 으로설정되면, 모드버스요청이 modbus_get_signal_status, modbus_set_output_register 및 modbus_set_output_signal 스크립트기능을사용하여요구시게시된다.

슬레이브주소: 이텍스트필드는특정신호에해당하는요청에대하여특정슬레이브주소를지정할수있다는의미이다. 값은둘다포함하여반드시 0 255 범위내에있어야하며, 기본은 255 이다. 이값을변경하면원격 MODBUS 기기의설명서를참조하여슬레이브주소를바꿀때가능성을확인할것을권장한다.

재연결횟수: TCP 연결이폐쇄되었다가다시연결된횟수.

연결상태: TCP 연결상태.

응답시간 [ms:] 모드버스요청및응답수신간의시간 - 이것은통신이활성화된경우에만업데이트된다.

모드버스패킷오류: 오류를포함하는수신패킷수 (예: 잘못된길이, 누락데이터, TCP 소켓오류).

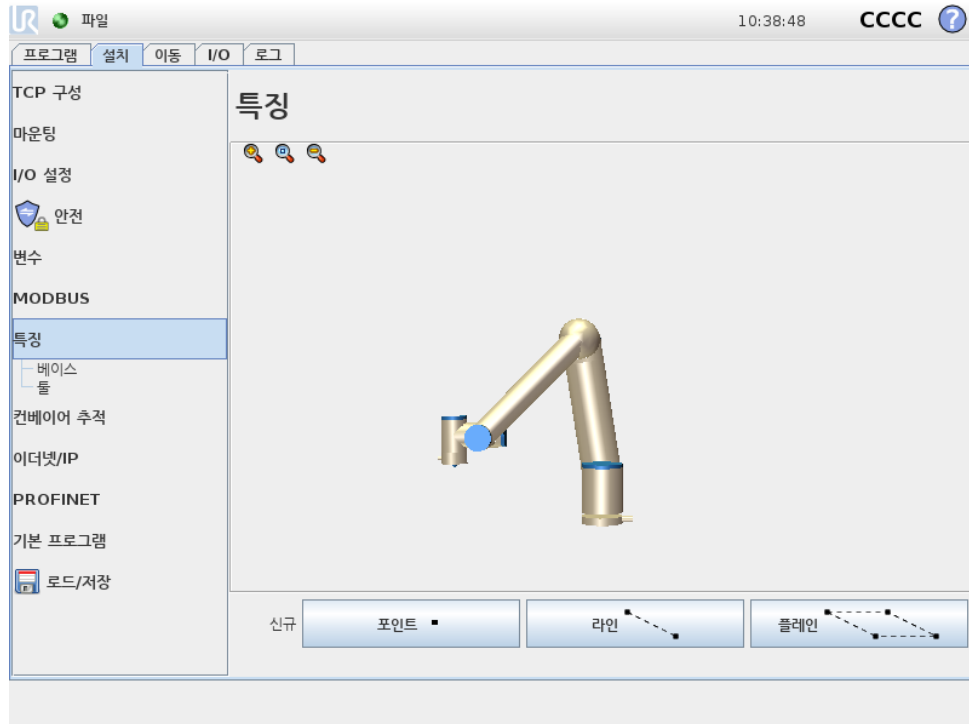
시간제한: 응답을받지않은모드버스수.

요청실패: 잘못된소켓상태로인해보낼수없는패킷의수.

실제주파수: 클라이언트 (마스터) 신호상태업데이트의평균주파수. 이값은신호가서버로부터 (또는슬레이브로부터) 응답을수신할때마다재계산된다.

모든카운터는 65535 까지계산된다음에 0 으로다시초기화된다.

13.12 설치 → 기능



로봇프로그램의하위부분의이동이로봇암베이스외에특정물체를기준으로반드시구성되는경우는흔하다. 테이블, 다른기계, 작업물, 컨베이어, 팔레트, 비전시스템, 블랭크또는로봇암주위에일반적으로존재하는경계가이러한물체일수있다.

특징의개념은기본적으로미래참조및로봇베이스를기준으로하는육축포즈 (위치및자세) 의이름으로정의된물체의표현이다.

로봇에대한미리정의된특징두개는언제나존재하며, 각각포즈가로봇암자체의구성으로정의된다:

베이스: 특징 로봇베이스중심의원점에위치해있음 (도해 13.1 참조)

툴: 특징 현재 TCP 중심의원점에위치해있음 (도해 13.2 참조)

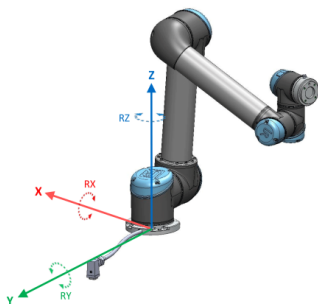


Figure 13.1: 베이스특징

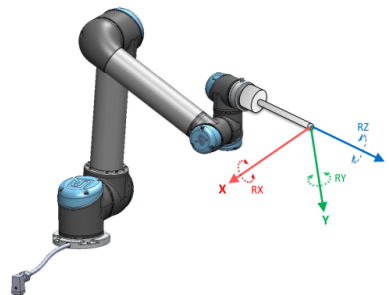


Figure 13.2: 툴 (TCP) 특징

사용자정의특징의포즈는작업영역의위치를정의하기위해툴의현재포즈 (TCP) 를사용하는고유하고직관적인방법을사용하여정의된다. 즉사용자는 프리드라이브 모

드또는조깅등을사용하여로봇을원하는포즈로이동하여사용자가특정의위치를교시할수있다는의미이다.

특징포즈정의에는세가지다른전략 (포인트, 라인및 플레인) 이존재한다. 해당용도에대한최고전략은물체의유형및정밀도요구에의존하지만, 해당물체에적용이된다면일반적으로더많은입력지점 (라인및 플레인) 을기준으로하는특징이선호된다.

예를들어선형컨베이어방향을한 포인트특징으로정의할수있지만, 일반적으로선형방향의이동개념은 라인특징으로표현하는것이더정확하고더좋다. 포인트특징을사용하여컨베이어방향을정의하는경우, 컨베이어이동방향으로 TCP 를향하게하는것이필요하다. 방향의더나은정확성은물리적으로분리된거리가최대한있는한 라인의두포인트로대신정의하는것으로성취된다.

예를들어테이블의포즈정의를위해더많은포인트를사용하는자세가단일 TCP 의자세가아닌여러위치에근거함을의미하며, 단일 TCP 자세는높은정밀도로구성하는것이일반적으로더어렵다. (항목: 13.12.2), (13.12.3) 및 (13.12.4) 에서특징을정의하는다른방법에대한설명을확인할수있다.

13.12.1 특징의사용

설치시특징이된경우, 로봇이동 (MoveL 및 MoveP 명령) 을특징에연결하기위해이를로봇프로그램에서참조하는것이가능하다 (14.5 절참조). 예를들어여럿로봇스테이션이있거나, 물체가프로그램런타임시동적으로움직이거나, 씬에서영구히이동하는경우, 이를통해로봇프로그램을쉽게변경할수있다. 특정물체의참조특징을간단히조정하는것만으로물체와상대적인관계에있는프로그램의모든이동은대응하여이동하게된다. 이것의예는 (13.12.5 항목) 및 (13.12.6) 에서찾아볼수있다.

또한조그가능으로구성된특징은 이동 탭 (13.1 항목) 또는 포즈편집기 화면 (12.2 참조) 에서로봇을수동으로움직일때유용한툴이다. 특징을기준프레임으로선택한경우, 이동및회전을위한 툴이동버튼은선택된특징공간 (13.1.2 참조) 및 (13.1.3) 에서작동하고, 마찬가지로화면의 TCP 항목에서표시되는현재 TCP 좌표도여기에서작동한다. 만약의경우, 예를들어테이블이특징으로정의되고 이동탭에서기준으로선택되면, 로봇의위/아래, 왼쪽/오른쪽, 앞으로/뒤로이동은테이블기준으로이러한방향을따르고, 표시된 TCP 좌표는테이블을프레임으로삼는다.

이름바꾸기

이버튼은특징의이름을바꿀수있다.

삭제

이버튼은선택한특징, 그리고포함된모든하위특징을제거한다.

축표시

선택한특징의좌표축이 3D 그래픽에표시될지선택한다. 선택은이화면과이동화면에적용된다.

조그가능

선택한특징이조그가능할지선택한다. 이는특징이이동화면의특징메뉴에나타날지지정한다.

변수

선택한특징의변수사용여부를선택한다. 이옵션이활성화되면특징이름에서 “_var” 가뒤에덧붙여진변수가로봇프로그램편집시나타나고, 이변수는프로그램에서새값이붙여질수있다. 이는특징의값에의존하는웨이포인트를제어하는데사용할수있다. 특징이변경되었을때이에의존하는이동명령이이동을갱신하려면, 특징도변수로표시되어야한다. 변수로표시되지않으면웨이포인트는정의당시의포즈를기준으로한다.

이포인트변경

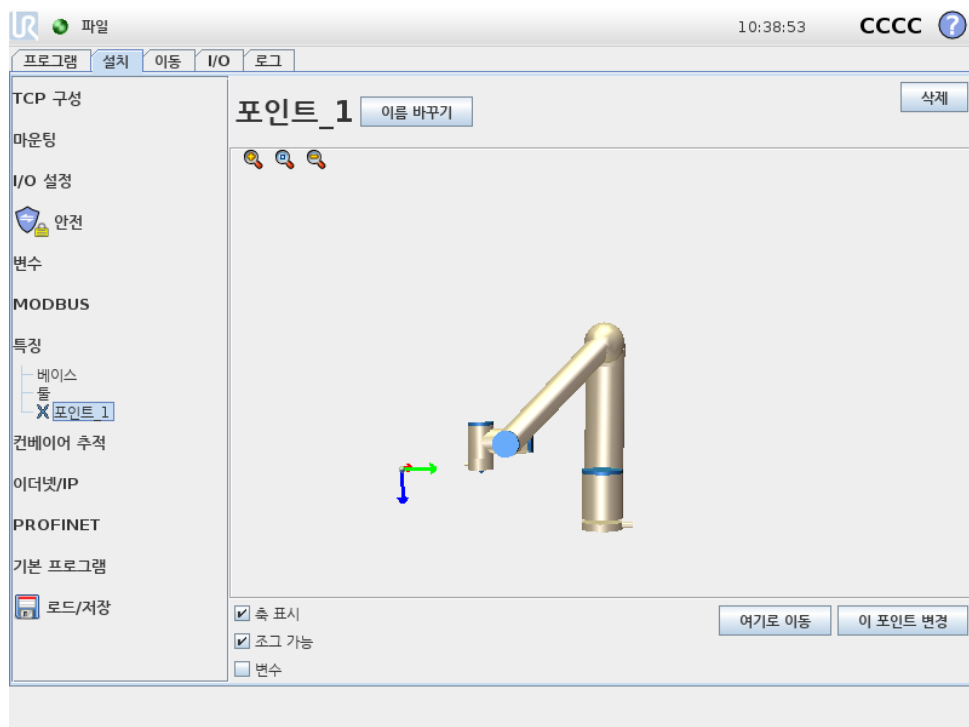
이버튼을사용하여선택한특징을지정하거나변경한다. 이동 탭 (13.1 항목) 이나타나고, 특징을위한새위치로지정할수있다.

로봇을여기로이동

이버튼을누르면로봇암을선택한특징쪽으로이동한다. 특징과 TCP 의좌표계가합치된다.

13.12.2 새 포인트

이버튼을눌러서설치에포인트특징을추가한다. 포인트특징은안전한경계또는로봇암의글로벌홈구성을정의할때일반적으로선택된다. 포인트특징의포즈는해당포인트의 TCP 위치와자세로정의된다.



13.12.3 새 라인

이버튼을눌러서설치에라인특징을추가한다. 예를컨베이어트래킹을사용하는경우, 로봇이추적할필요가있는선을정의해야할때일반적으로라인특징을선택한다. 도해 13.3에서표시된대로라인 1 는두포인트특징 p1 와 p2 사이의축으로정의된다.

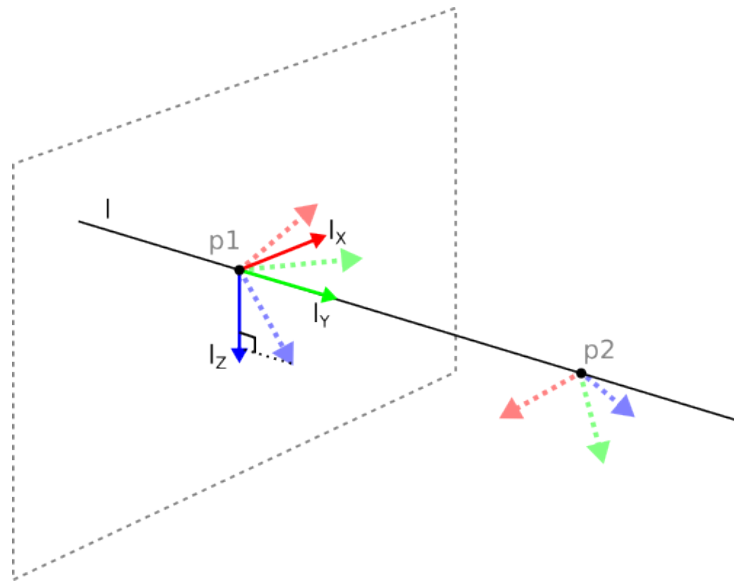
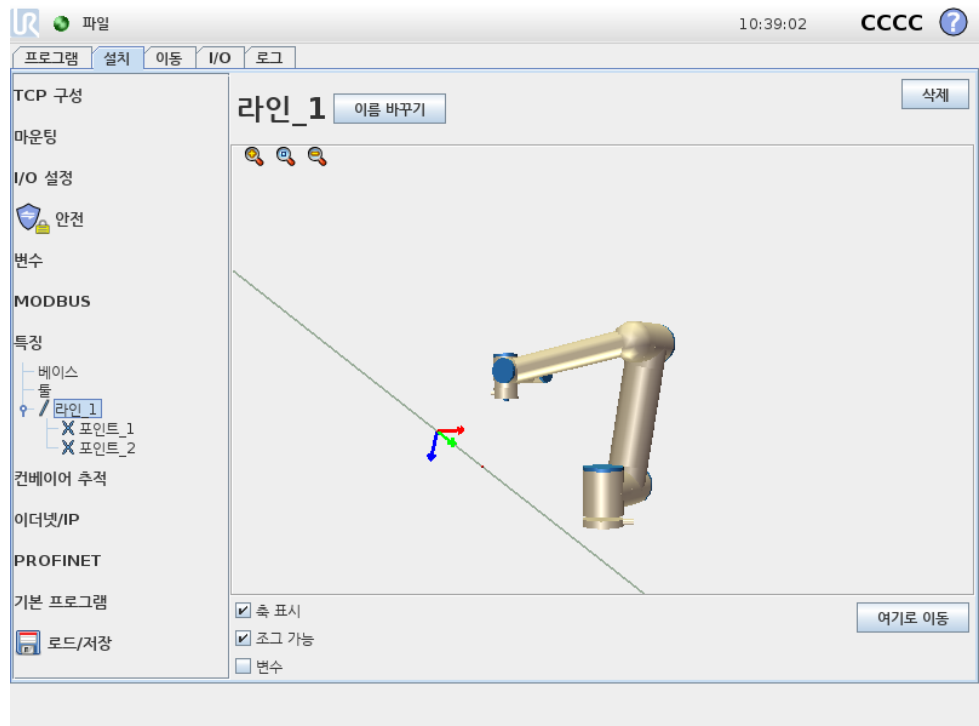


Figure 13.3: 라인특정의정의

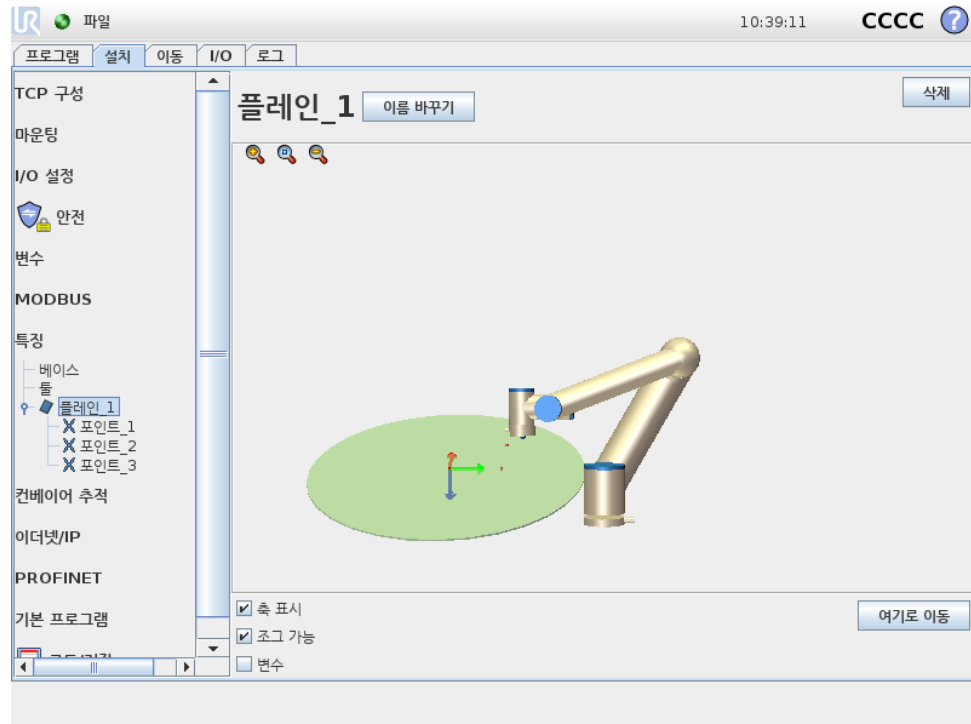
첫포인트에서둘째포인트로이어진이축은선좌표계에서 y-축이된다. 라인에서수직인면에투영된 p1 의 z-축으로 z-축이정의된다. 선좌표계의위치는 p1 위치와동일하다.



13.12.4 새플레인

이버튼을눌러서설치에플레인특징을추가한다. 예를들어비전시스템작업시또는테이블을기준으로이동할때와같이높은정밀도의프레임이필요할때플레인특징이일반적으로선택된다. 플레인은세하위포인트특징으로정의된다. 좌표계의위치는첫하위포인트의위치와동일하다. z-축은평면정규이고, y-축은첫포인트에서둘째로이어

지는 방향이다. z-축의 양성 방향은 면의 z-축과 첫 포인트의 z-축이 180 도미만이 되게끔 지정한다.



13.12.5 예: 프로그램 조정을 위해 수동으로 특징 갱신하기

로봇 프로그램의 여러 부분이 테이블을 기준으로 하는 용도를 생각한다. 도해 13.4에서 이는 웨이포인트 wp1 부터 wp4 로 이어지는 움직임으로 나타난다.

로봇 프로그램

```
MoveJ
  S1
MoveL # 특징: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

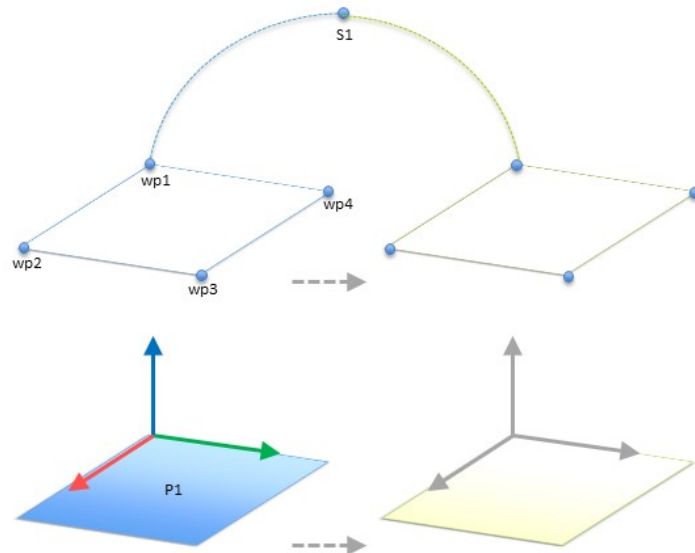


Figure 13.4: 특징 변경으로 수동 업데이트되는 특징면에 대하여 상대적인 네 개의 웨이포인트를 가진 간단한 프로그램

테이블 위치만 조금 변동되는 여러 로봇 설치 시 프로그램을 다시 사용하는 용도에 대한 요건이다. 테이블을 기준으로 하는 이동은 동일하다.

설치에서 테이블 위치를 특징 P1 으로 정의하고, 이를 변수로 분명히 선택하는 것으로, 플레인 을 기준으로 구성된 MoveL 명령이 있는 프로그램은 테이블의 실제 위치가 있는 설치를 갱신하는 것만으로 추가로 로봇을 쉽게 적용할 수 있다.

들기, 놓기 또는 작업 영역의 그 외 주요 장소가 설치마다 다른 경우라도 많은 로봇의 동일한 작업을 해결하는 유연성 있는 프로그램을 성취하기 위한 용도에서 많은 특징에 개념을 적용할 수 있다.

13.12.6 예: 특징 포즈를 동적으로 갱신함

도해 13.5에서 보여지는 대로 특정 작업을 해결하기 위해 로봇이 테이블 위에서 특정 패턴으로 반드시 움직여야 하는 비슷한 경우를 고려할 수 있다.

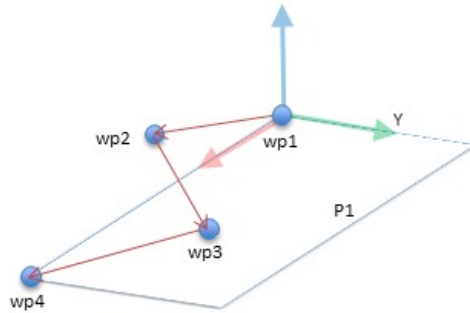


Figure 13.5: 플레인 특징에 상대적인 웨이포인트 네 개가 있는 MoveL 명령

이제 P1 을 기준으로 하는 이동이 반드시 여러 회 반복되어야 하고, 매번 o 오프셋되어야 하는데, 이에에서는 Y 방향으로 10cm 로 지정되어 있는 경우를 고려한다 (도해 13.6 참조, O1 및 O2 오프셋). 예를 들어 이는 pose_add() 또는 pose_trans() 스크립팅 기능을 이용하여 변수 특징을 조작하는 것으로 성취할 수 있다.

로봇 프로그램

```
MoveJ
  wp1
  y = 0.01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_trans(P1_var, o)
MoveL # 특징: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```

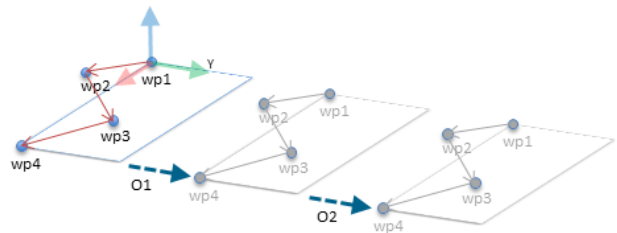


Figure 13.6: 플레인 특징에 오프셋을 적용함

단순히 오프셋을 추가하는 대신에 프로그램을 실행하는 도중에 완전히 다른 특징으로 전환하는 것도 가능하다. MoveL 명령 P1_var 에 대한 기준 특징이 두 플레인 P1 과 P2 사이에서 전환될 수 있는 아래의 예에서 이를 볼 수 있다 (도해 13.7 참조).

13.13 컨베이어추적설정

컨베이어를 사용할 때 로봇은 그 이동을 추적할 수 있도록 구성할 수 있다. 컨베이어 추적 설정은 절대 및 증분 인코더와 선형 및 원형 컨베이어와 작업할 수 있는 옵션을 로봇에게 제공한다.

로봇 프로그램

```

MoveJ
  S1
if (digital_input[0]) then
  P1_var = P1
else
  P1_var = P2
MoveL # 특징: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
  
```

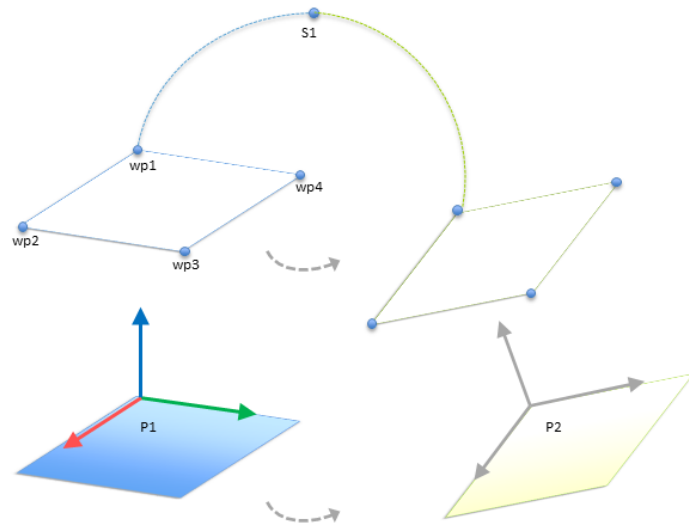


Figure 13.7: 한플레인특징에서다른특징으로전환함

컨베이어매개변수

증분: 인코더는디지털입력 0 ~ 3 사이로연결할수있다. 디지털신호디코딩은 40kHz로 이루어진다. 직교인코더를사용하면 (두입력필요) 로봇은컨베이어방향을따라서속도를지정 할수있다. 컨베이어방향이일정 하면한입력을사용하여 상승, 하강또는 상승및하강에지를탐지하고컨베이어의속도를결정 할수있다.

절대: 인코더는 MODBUS 신호를통해연결되면사용 할수있다. 이를위해디지털 MODBUS 입력등록이 (13.11 항목) 에서미리구성될필요가있다.

선형컨베이어

선형컨베이어를선택하면컨베이어방향을결정하기위해라인특징을만드시설치의 특징 부분에서구성해야한다. 라인특징은컨베이어방향에대하여평행해야하고, 라인특징을정의하는두포인트사이엔크기가있어야한다. 두포인트를교시할때컨베이어측면에틀을단단히대어서라인특징을구성하는것을추천한다. 라인특징방향이컨베이어이동방향과반대인경우 반대방향버튼을사용 한다.

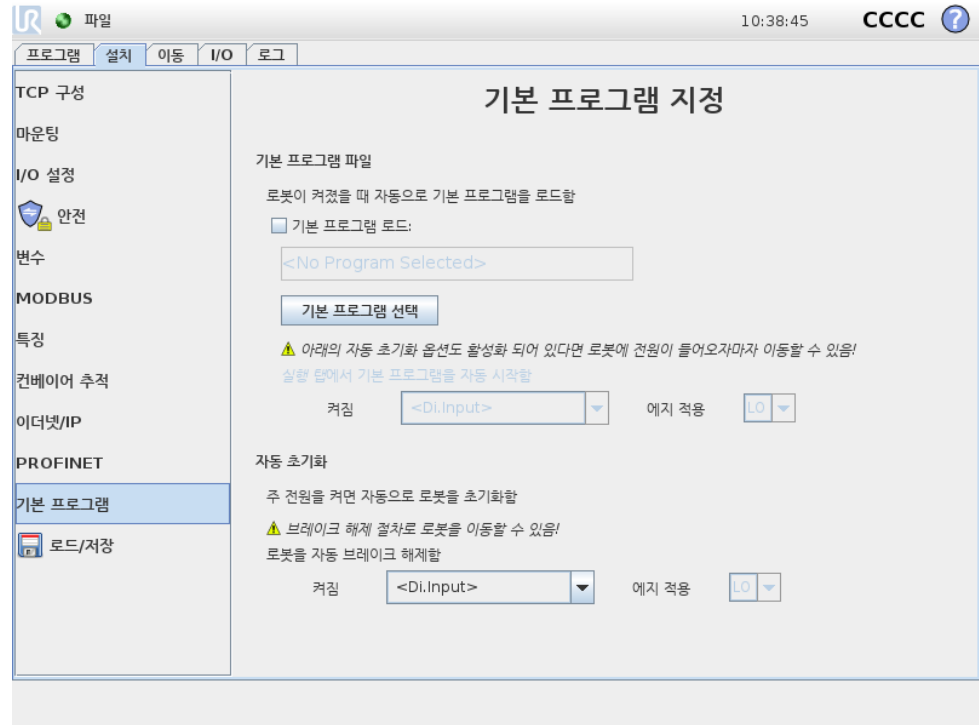
미터당틱필드는컨베이어가일미터이동할때인코더가생성하는틱수로서사용 한다.

$$\text{미터당틱} = \frac{\text{인코더의회전당틱}}{2\pi \cdot \text{반지름 [m]}} \quad (13.1)$$

원형컨베이어

원형컨베이어를추적하는경우, 컨베이어 (원) 의중심점을정의해야한다. 점특징을 정의하여설치의 특징부분에서이룰수행 한다. 회전당틱값은컨베이어가완전일회전할때인코더가생성하는틱수여야한다. 틀방향을컨베이어를기준으로해야하는 경우 컨베이어에따라틀회전을선택한다 (예: 틀이컨베이어에수직인경우이동중에 수직으로유지됨). 자세제도에의해제어되어야하는경우이를해제 한다.

13.14 설치 → 기본프로그램



이 화면은 자동 로딩 및 기본 프로그램 시작을 위한 설정, 전원 켜짐 시 로봇 암 자동 초기화 설정을 포함한다.



경고:

자동 로드, 자동 시작, 자동 초기화가 전부 켜진 경우, 입력 신호가 선택한 신호 수준과 일치한다면 컨트롤 박스 전원이 켜지자마자 로봇이 프로그램을 실행한다. 즉 이 경우에는 선택한 신호 수준으로의 에지 전환이 필요하지 않다. 일반적인 설정에서 입력 신호가 낮음으로 기본 지정되어서 외부 신호가 트리거하지 않아도 프로그램이 자동 실행될 수 있으므로 신호 수준은 낮음으로 지정했을 때 더욱 주의해야 한다.

기본 프로그램 로드하기

기본 프로그램은 컨트롤 박스를 켜올 때 로드하도록 선택할 수 있다. 또한 기본 프로그램은 프로그램 실행 화면 (11.4 참조) 을 입력하고, 다른 프로그램을 로드하지 않았을 때 자동 로드된다.

기본 프로그램 시작하기

기본 프로그램은 프로그램 실행 화면에서 자동 시작할 수 있다. 기본 프로그램을 로드하고, 특정 외부 입력 신호에 에지 전환을 탐지하면 프로그램은 자동으로 시작한다.

시작 시 현재 입력 신호 수준이 이미 정의되어 있으므로, 시작 시 신호 수준에 맞는 전환을 선택하면 프로그램을 즉시 시작할 수 있다. 또한 프로그램 실행 화면을 떠나거나 대시보드에서 정지 버튼을 누르면, 실행 버튼을 다시 누르기 전까지 자동 시작 기능을 비활성화한다.

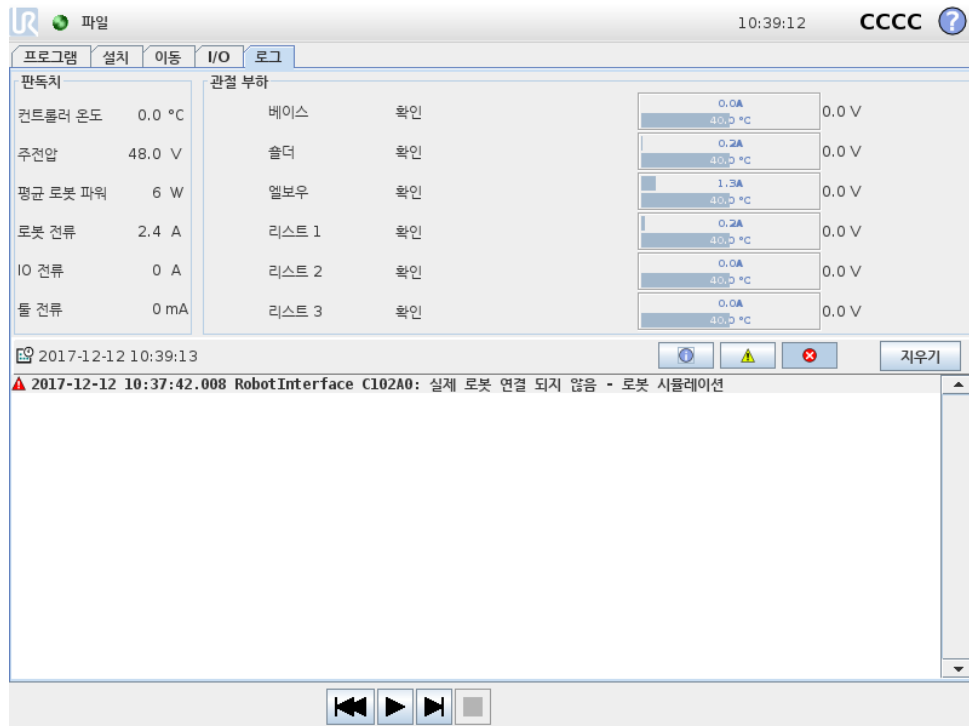
자동초기화

가령 컨트롤 박스를 켜었을 때, 로봇암은 자동초기화가 가능하다. 특정 외부 입력 신호에 전환시, 로봇암은 보이는 화면에 상관없이 완전히 초기화된다.

초기화 마지막 단계는 브레이크 해제이다. 로봇이 브레이크를 해제 하면, 약간 움직이고 소리를 낸다. 또한 브레이크는 구성한 마운팅이 센서 데이터에 따른 마운팅에 맞지 않으면 자동 해제될 수 없다. 이 경우엔 로봇은 초기화 화면에서 수동 초기화를 수행해야 한다 (11.5 참조).

참고: 시작시 현재 입력 신호 수준이 이미 정의되어 있으므로, 시작시 신호 수준에 맞는 전환을 선택 하면 로봇암 초기화를 즉시 시작할 수 있다.

13.15 로그 탭



로봇 상태 화면 위쪽은 로봇암 및 컨트롤 박스를 표시한다.

왼쪽은 로봇 컨트롤 박스와 관련된 정보를 표시하고, 오른쪽은 각 로봇 관절 정보를 표시한다. 각 로봇 관절은 모터 및 전자 부품 온도, 부하, 관절 전압 정보를 보여준다.

로봇 로그 화면 아래쪽에 로그 메시지가 표시된다. 첫 열은 로그 입력의 심각도를 카테고리별로 보여준다. 둘째 열은 메시지도착 시간을 표시한다. 다음 열은 메시지 발신자를 표시한다. 마지막 열은 메시지 자체를 표시한다. 메시지는 심각도에 대응하는 버튼을 선택하여 필터를 적용할 수 있다. 위의 도해는 정보와 경고 메시지에 필터를 적용하는 동안 오류를 표시한다. 어떤 로그 메시지는 더 많은 정보를 제공하도록 설계되었으며, 이는 로그 항목을 선택하여 액세스할 수 있다.

13.16 로드화면

이화면에서어떤프로그램을로드할지선택할수있다. 이화면에는두가지버전이있다. 프로그램을로드하고실행할때사용하는화면과프로그램을실제로편집할때사용하는화면.



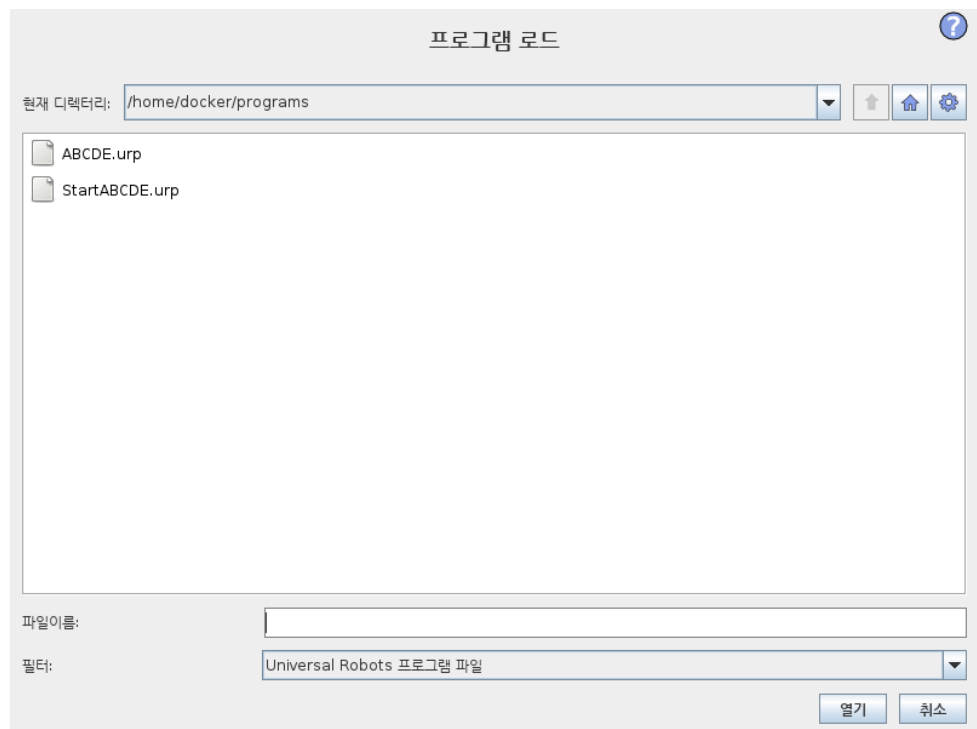
참고:

USB 드라이브에서프로그램을실행하는것은권장하지않는다. USB 드라이브에저장한설치를사용하려면, 파일메뉴를통해이클로즈 프로그램... 폴더에 다른이름으로저장버튼을사용하여저장한다.

사용자가쓸수있는작업차이가중요한차이이다. 기본로드화면에서사용자는파일엑세스만가능하고이를변경하거나삭제할수없다. 그리고사용자는 프로그램폴더의하위디렉터리구조에서떠나는것이허용되지않는다. 사용자는하위디렉터리로이동할수있지만 프로그램폴더상위로이동할수없다.

그러므로모든프로그램은프로그램폴더에있어야하고, 하위폴더는프로그램폴더내에있어야한다.

화면레이아웃



이도해는실제로로드화면을보여준다. 이는다음중요영역및버튼으로구성되어있다:

경로기록 경로기록은현재위치까지오게된경로를목록으로보여준다. 즉컴퓨터루트까지모든상위디렉터리가표시된다. 여기에서프로그램폴더상위에있는모드디렉터리에엑세스권한이없는것을알게된다.

목록의폴더이름을선택하는것으로로드대화가디렉터를변경하고, 파일선택영역에서이를표시한다 (13.16참조).

파일 선택 영역 대화의 이 영역에서 실제 영역의 콘텐츠가 존재한다. 이는 사용자가 이름을 한번 클릭하여 파일을 선택할 수 있는 옵션을 주고, 이름을 더블 클릭하면 파일을 열 수 있다.

디렉터리는 약 0.5 초 동안 길게 눌러서 선택한다. 폴더 안으로 들어가서 내용을 표시하는 것은 한번 클릭으로 한다.

파일 필터 파일 필터를 사용하여 표시되는 파일이 원하는 파일 형식만을 포함하도록 제한할 수 있다. 백업 파일을 선택하는 것으로 파일 선택 영역은 각 프로그램에서 최신 저장 버전 10 개를 저장하고, 여기에서 .old0 가 최신이며, .old9 가 가장 오래된 것이다.

파일 필드 여기에서 현재 선택한 파일이 표시된다. 사용자는 필드 오른쪽에 있는 키보드 아이콘을 클릭하여 파일 이름을 수동으로 입력할 수 있다. 이는 사용자가 파일 이름을 화면에서 직접 입력할 수 있는 화면 키보드가 나타나게 한다.

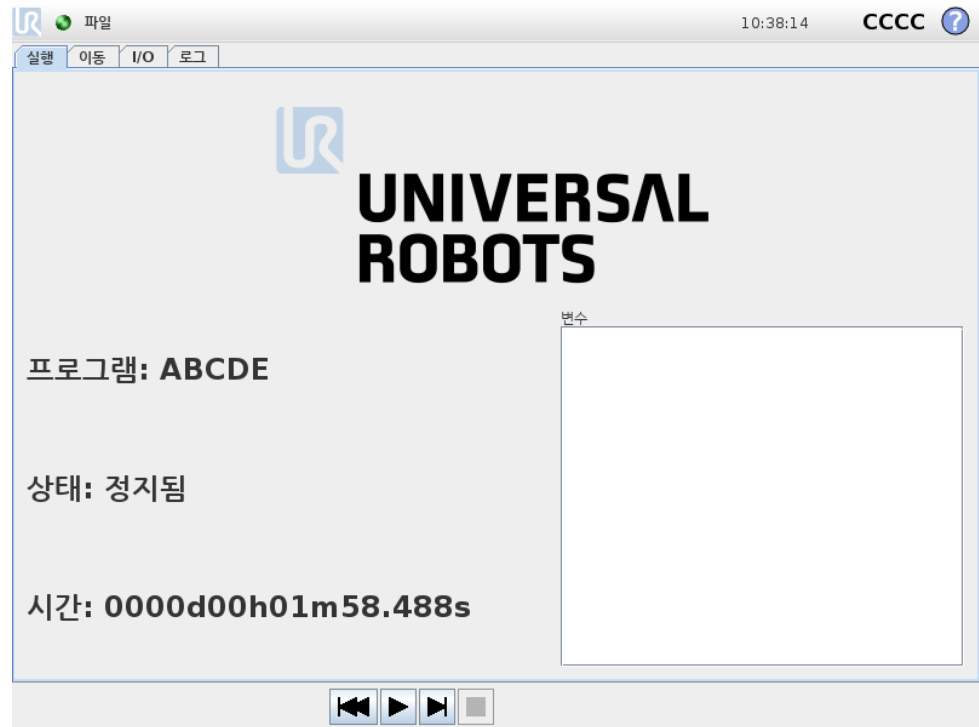
열기 버튼 열기 버튼을 클릭하면 현재 선택한 파일을 열고, 이전 화면으로 돌아간다.

취소 버튼 취소 버튼을 클릭하면 현재 로드 프로세스를 중단하고, 화면이 이전 이미지로 돌아가도록 한다.

작업 버튼 일반적인 파일 대화에서 파일 이름을 오른쪽 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 사용할 수 있는 작업을 일부 수행할 수 있는 기능을 사용자에게 제공한다. 여기에서 디렉터리 구조 상위인 프로그램 폴더로 직접 이동할 수 있는 기능이 추가되었다.

- **상위:** 디렉터리 구조에서 상위로 이동한다. 이 버튼은 다음과 같은 두 경우에 활성화되어 있지 않다. 현재 디렉터리가 최상위 디렉터리이거나 화면이 제한 모드에 있고, 현재 디렉터리가 프로그램 폴더인 경우.
- **프로그램 폴더로 이동:** 홈으로 이동
- **작업:** 디렉터리 생성, 파일 삭제 등의 작업.

13.17 실행 탭



이 탭은 최소한의 버튼과 옵션을 사용하여 로봇암과 컨트롤 박스를 작동할 수 있는 매우 간단한 방법을 제공한다. 이는 PolyScope의 프로그래밍 부분을 암호로 보호하는 기능과 함께 사용하여 (15.3 참조), 로봇을 미리 지정된 프로그램만 사용하여 실행할 수 있는 틀로 만드는 데 유용하다.

그리고 이 탭에서는 외부 입력 신호에 지전환에 따라서 기본 프로그램을 자동으로 로드할 수 있다 (13.14 참조). 예를 들어 전원이 켜질 때의 자동 로딩, 기본 프로그램 시작, 자동 초기화는 로봇암을 다른 기계와 통합하는 데 사용할 수 있다.

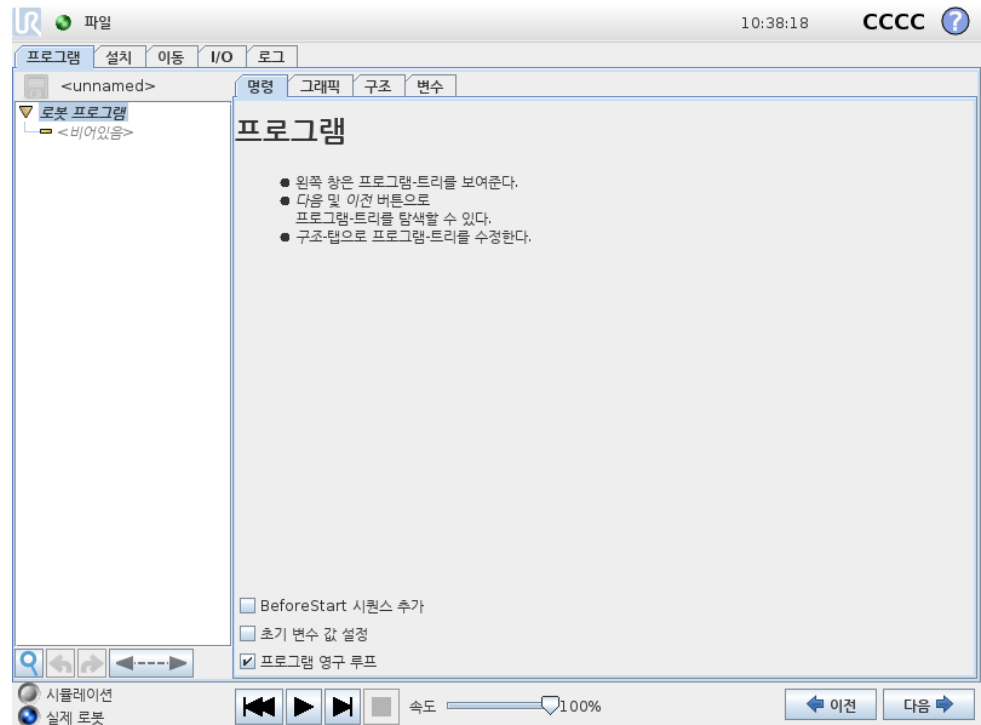
14 프로그래밍

14.1 새 프로그램



새 프로그램은 템플릿또는 기존 (저장한) 로봇 프로그램으로 시작할 수 있다. 템플릿이 전체 프로그램 구조를 제공할 수 있으므로, 프로그램 정보만 추가할 필요가 있다.

14.2 프로그램 탭



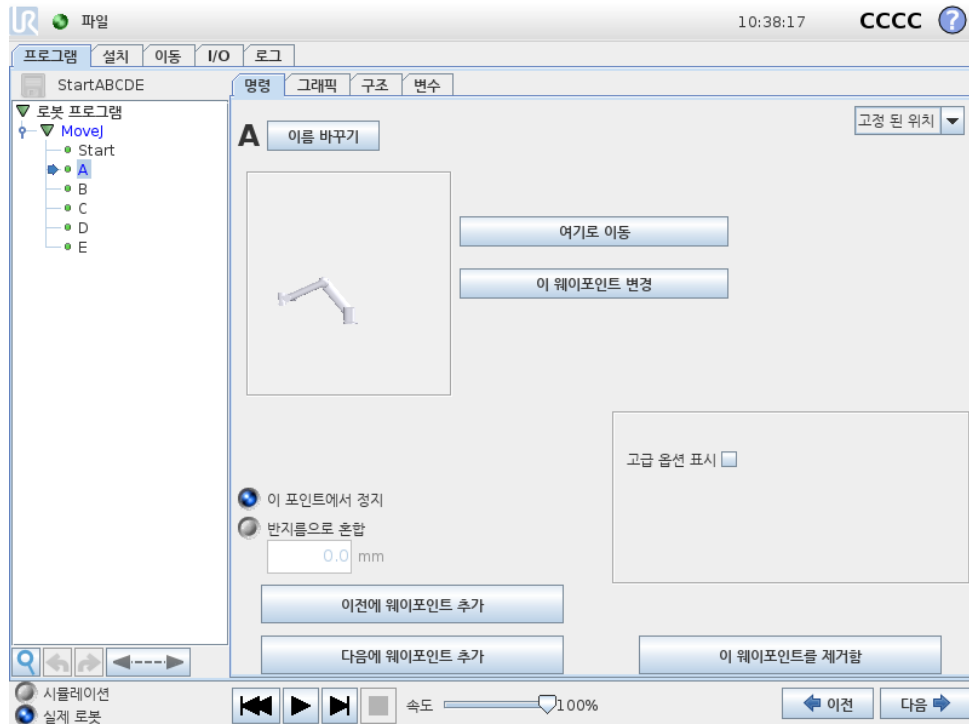
프로그램 탭은 현재 편집하는 프로그램을 표시한다.

14.2.1 프로그램 트리

화면 왼쪽의 프로그램 트리는 프로그램을 명령 목록으로 표시하고, 화면 오른쪽 영역은 현재 명령과 관련된 정보를 표시한다. 현재 명령은 명령 목록을 클릭하거나 화면 오른쪽 아래의 이전과 다음 버튼을 사용하여 선택할 수 있다. 명령은 구조 탭에서 삽입하거나 제거할 수 있다. 프로그램 이름은 명령 목록 위에서 직접 표시하며, 작은 디스크 아이콘을 눌러서 빠르게 프로그램을 저장할 수 있다.

프로그램 트리에서 현재 실행되는 명령은 14.2.2에서 설명한 대로 강조 표시된다.

14.2.2 프로그램 실행 표시



프로그램 트리는 로봇 컨테이너가 현재 실행하는 명령을 알리는 시각 신호를 포함한다. 작은  지표 아이콘이 명령 아이콘 왼쪽에 표시되고, 실행 명령의 이름과 이 명령이 하위 명령으로 나타나는 그 외 모든 명령이 (일반적으로  /  명령 아이콘으로 나타남) 파란색으로 강조 표시된다. 이는 사용자가 실행 명령을 트리에서 찾는 것을 도와준다.

예를 들어 로봇 암이 웨이포인트를 향해 움직이면 해당 웨이포인트 하위 명령이  아이콘으로 표시되고 이 이름과 이를 소유하는 이동 명령 이름 (14.5 참조) 이 파란색으로 표시된다.

프로그램이 일시 중지되면 프로그램 실행 지표 아이콘이 실행 도중이었던 마지막 명령을 실행한다.

프로그램 트리 아래의  아이콘 버튼을 클릭하면 트리에서 현재 실행 또는 마지막 실행 명령으로 이동한다. 프로그램 실행 중에 명령을 클릭하면 명령 탭이 선택한 명령에 대한 정보를 계속 표시한다.  버튼을 누르면 명령 탭이 계속 현재 실행 중인 명령에 대한 정보를 계속 표시한다.

14.2.3 검색 버튼

 아이콘이 있는 버튼은 프로그램 트리에서 텍스트 검색을 위해 사용할 수 있다. 클릭하면 검색 텍스트를 입력할 수 있고 일치하는 프로그램 노드는 노란색으로 강조 표시된다.

 아이콘을 눌러서 검색 모드에서 나간다.

14.2.4 실행 취소/다시 실행 버튼

 및  아이콘이 있는 프로그램 트리 아래의 버튼은 프로그램 트리에서의 변경 사항 및 여기에 포함된 명령을 실행 취소하고 다시 실행하기 위한 것이다.

14.2.5 프로그램대시보드

화면맨아래부분은 대시보드이다. 대시보드는구식테이프리코더와비슷한버튼들을 포함하며, 이를통해프로그램을시작, 중지, 1 단실행, 다시시작할수있다. 속도슬라이더는언제든지프로그램속도를조정할수있게하는데, 이는로봇암이움직이는속도에직접적인영향을준다. 또한 속도슬라이더는안전설정을고려한로봇암의상대적속도를실시간으로표시한다. 표시한백분율이안전제한을위반하지않은채프로그램을실행할수있는최대가능속도이다.

대시보드왼쪽의 시뮬레이션및 실제로봇버튼은프로그램을시뮬레이션에서실행하거나실제로봇에서실행하는것으로전환할수있다. 시뮬레이션에서실행하면로봇암은이동하지않으며, 충돌로그자체또는근처장비를손상할수없다. 로봇암이무엇을할지불확실하다면시뮬레이션으로프로그램을시험한다.



위험:

1. 재생버튼을누르면작업자는로봇작업영역밖으로피해있어야한다. 프로그램으로입력한이동은예상과다를수있다.
2. 단계버튼을누르면로봇작업영역밖으로피해있어야한다. 단계버튼은이해하기어려울수있다. 꼭필요한경우에만사용한다.
3. 항상속도슬라이더로속도를줄인다음에만프로그램을시험한다. 통합자가일으킨논리프로그래밍오류는로봇암에예기치못한이동의원인이될수있다.
4. 비상정지또는보호정지가발생하면로봇프로그램이정지한다. 조인트가 10° 를초과하여이동하지않는한이는다시시작할수있다. 재생을누르면로봇은다시궤도로천천히이동하고프로그램이계속실행된다.

프로그램을작성하는동안, 로봇암에서발생하는이동은 14.29에서설명하는대로 그래픽탭의 3D 드로잉으로표현이된다.

각프로그램명령옆에는빨간색, 노란색, 녹색의작은아이콘이있다. 빨간아이콘은명령에오류가있다는것을의미하고, 노란색은명령이완료되지않았고, 녹색은모든것이정상이라는의미이다. 프로그램은모든명령이녹색인경우에만실행할수있다.

14.3 변수

로봇프로그램은변수를사용하여런타임에서다양한값을저장하고업데이트할수있다. 두가지종류의변수가있다:

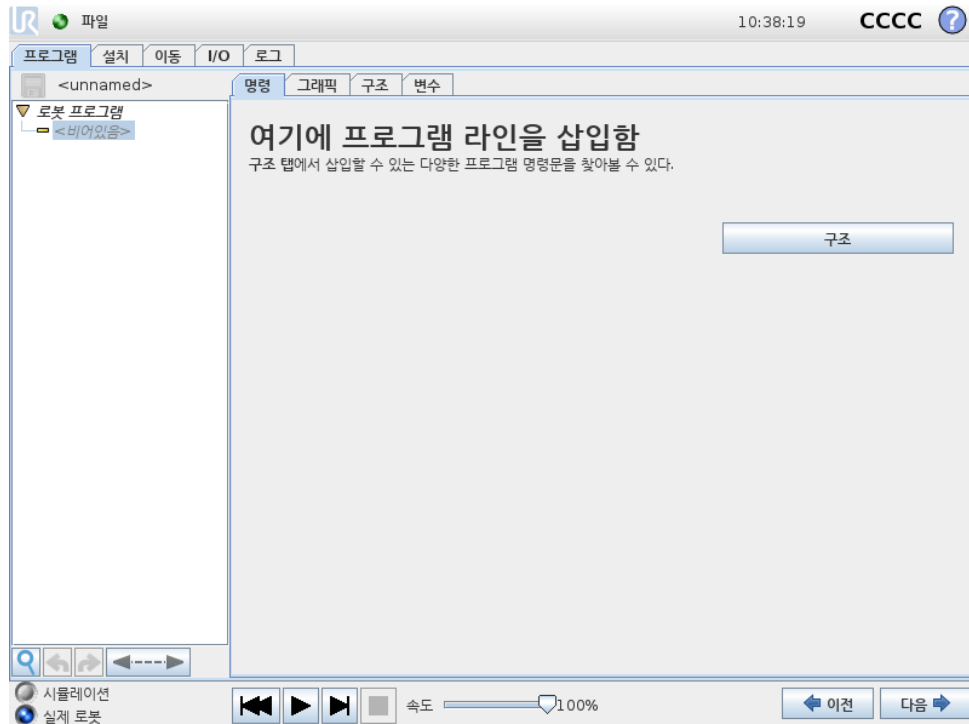
설치변수: 이는여러프로그램이사용할수있고, 그이름과값은로봇설치와함께유지된다 (13.10 참조). 설치변수는로봇과컨트롤박스加里부팅된다음에값을유지한다.

정규프로그램변수: 이는프로그램실행시에만사용할수있고, 프로그램이정지하면값이사라진다.

다음변수 형식이이용가능:

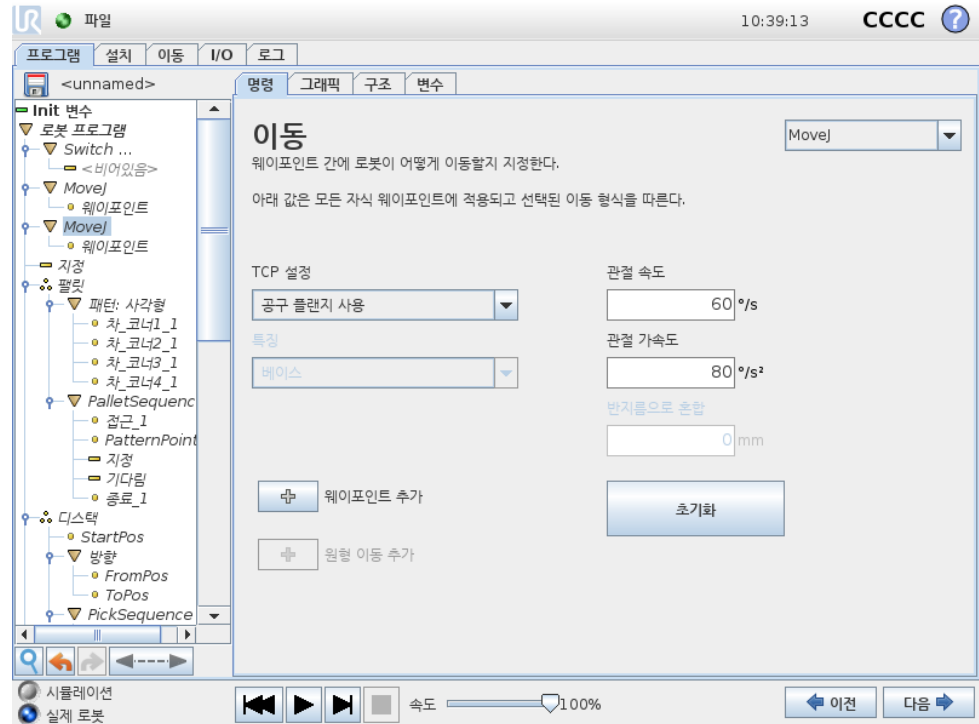
bool	부울변수는 참또는 거짓이다.
int	-2147483648 ~ 2147483647 내의정수 (32 비트).
float	부동소수 (10 진수) (32 bit).
string	문자시퀀스.
pose	직교공간에서 위치와 자세를 묘사하는 벡터. 자세를 나타내는 위치 벡터 (x, y, z) 와 회전 벡터 (rx, ry, rz) 로서 $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ 로 쓴다.
list	변수시퀀스.

14.4 명령: 비어있음



프로그램 명령을 여기에 삽입해야 한다. 구조 버튼을 눌러서 선택 가능한 다양한 프로그램 라인에 있는 구조 탭으로 이동한다. 프로그램은 모든 라인을 지정하고 정의하지 않는 한 실행할 수 없다.

14.5 명령: 이동



이동 명령은기본웨이포인트를통해로봇동작을제어한다. 웨이포인트는이동명령의 기본계층에있어야한다. 이동명령은웨이포인트사이에서의로봇암의가속도및속도를정의한다.

이동형식

이동은세가지형식중에서선택할수있다: MoveJ, MoveL 및 MoveP는각각아래에설명되어있다.

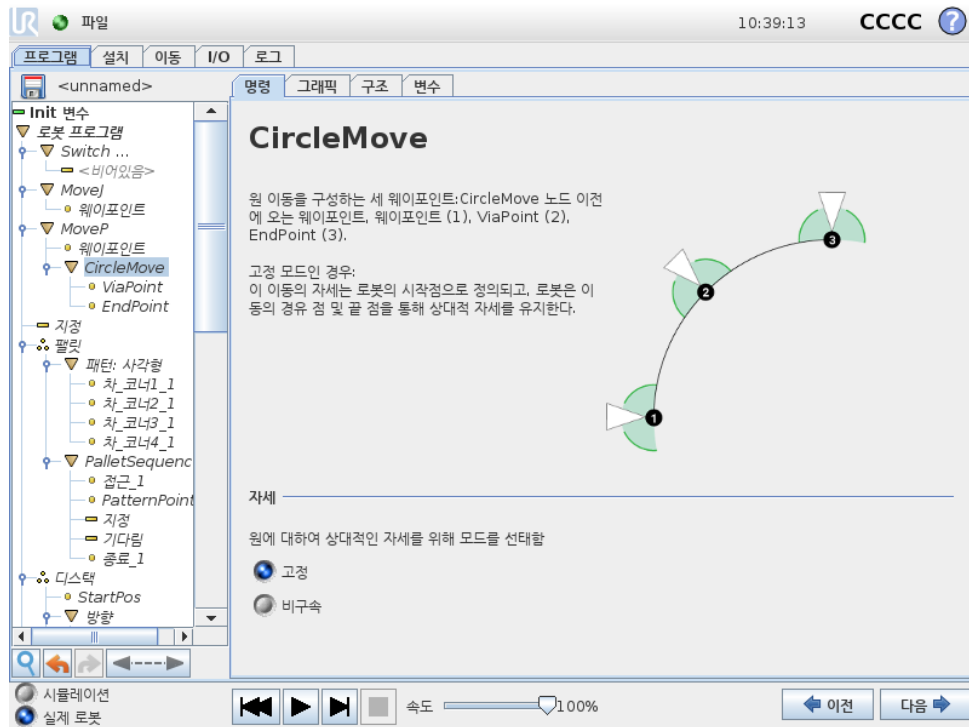
- moveJ 는로봇암 조인트공간에서계산된이동을한다. 각관절은동시에원하는종료위치에도달하기위해제어한다. 이이동형식은툴에대한굽은경로를결과로내놓는다. 이이동형식에적용하는공유매개변수는이동계산을위해사용하는최대관절속도및관절가속도로서각각 deg/s 와 deg/s^2 로지정한다. 웨이포인트사이로로봇암이빠르게움직이는것을원한다면웨이포인트사이의툴경로를무시하는경우, 이이동형식이가장선택되는선택이다.
- moveL 은웨이포인트사이의툴을선형적으로이동한다. 즉각관절이툴을직선경로를따르게만들게하기위하여더복잡한동작을수행한다는의미이다. 이이동형식을위해지정할수있는공유매개변수는원하는툴속도및툴가속도로서각각 mm/s 와 mm/s^2 로지정하고, 또한하나의특징도포함한다. 선택한특징은어떤특징공간에서웨이포인트의툴위치가표현될지결정한다. 특징공간에서는변수특징및변수웨이포인트가의미있다. 변수특징은로봇프로그램을실행할때변수특징의실제값으로웨이포인트의툴위치를결정할때변수특징을사용할수있다.
- moveP 는원형혼합을사용하여일정한속도로툴을선형적으로이동하고, 접착또는분배와같은프로세스작업이그용도이다. 혼합반지름의크기는기본적으로모든웨이포인트사이에서공유하는값이다. 작은값은경로의곡선이더급격하고,

값이높으면경로가더완곡해진다. 로봇암이웨이포인트사이를정속으로움직이는동안, 로봇컨트롤박스는 I/O 작업또는작업자행동을위하여기다릴수없다. 이는로봇암의이동을중지하거나보호중지를일으킬수있다.

- 원이동은원형이동을하기위해 moveP 에추가될수있다. 로봇은현재위치또는 시작점에서시작하고원호에지정된 ViaPoint 를통과하여원이동을완성하는 EndPoint 로이동한다.

툴자세를계산하기위해모드가사용된다. 모드기능:

- 고정: 툴자세를정의하기위해시작점만사용됨
- 구속없음: 시작점은 EndPoint 로변환하여툴자세를정의함



공유하는매개변수

이동 화면아래오른쪽구석의공유매개변수는로봇암의이전위치부터명령하의첫웨이포인트까지이동하는것에적용되고, 여기에서부터다음에오는각웨이포인트까지적용된다. 이동명령실정은이동명령하의마지막웨이포인트에서 출발하는경로에적용되지않는다.

TCP 선택

이이동명령아래의웨이포인트에사용하는 TCP 는드롭다운메뉴에서선택할수있다. 설치에서사용자정의 TCP 를선택하여활성 TCP 를사용하거나, 간단하게공구플랜지를사용할수있다. 사용자정의 TCP 또는활성 TCP 가선택되면, 이이동명령아래의동작은이에준하여조정된다. 공구플랜지사용이선택되면, TCP 가사용되지않고, 이이동명령아래의동작은공구플랜지에준하게된다 (즉, 동작조정이없음).

이동작의활성 TCP 가프로그램런타임도중에결정되면이는설정명령 (14.10 참조) 또는스크립트명령을사용하여동적으로지정되어야한다. 지명된 TCP 구성에대한추가정보 (13.6참조).

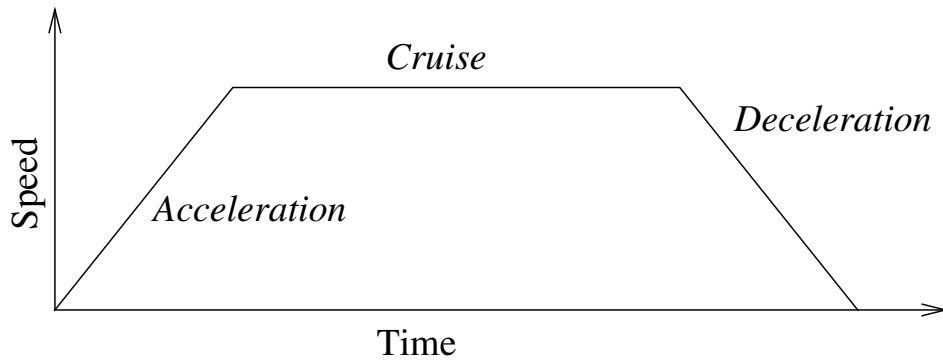


Figure 14.1: 동작을 위한 속도 프로파일. 곡선은 세 부분으로 구분된다: 가속, 순항, 감속. 순항단계의 수준은 동작의 속도 설정에서 주어지고 가속 및 감속단계의 경사는 가속도 매개변수에서 주어진다.

특징 선택

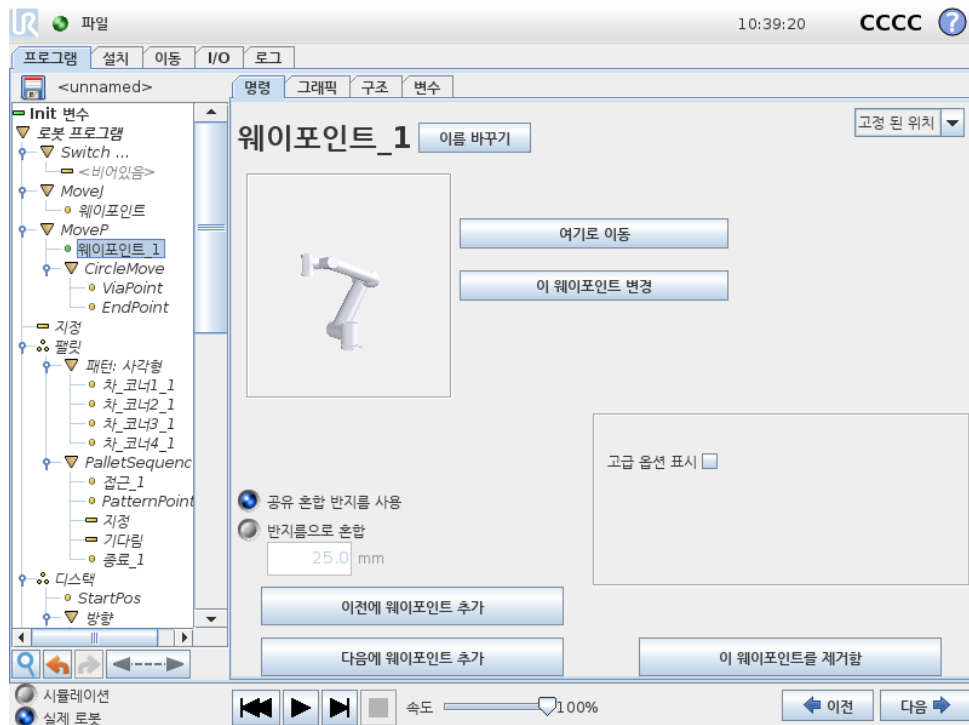
MoveL과 MoveP의 경우, 이 웨이포인트를 지정할 때 이동 명령 아래에 있는 웨이포인트가 어떤 특징 공간에서 표현되는지 선택할 수 있다 (13.12 항목 참조). 웨이포인트를 설정할 때, 프로그램이 선택한 특징에서 특징 공간의 좌표표를 기억한다는 의미이다. 상세한 설명이 필요한 상황이 몇 가지 있다:

상대적 웨이포인트: 선택한 특징이 영향을 주지 않는다. 상대적 이동은 언제나 베이스 자세에 대하여 w.r.t. 로 수행된다.

변수 웨이포인트: 로봇암이 변수 웨이포인트로 이동하면 툴대상 위치가 선택한 특징 공간에 있는 변수의 좌표로 계산된다. 그러므로 다른 특징을 선택하면 변수 웨이포인트에 대한 로봇암 이동은 변한다.

변수 특징: 현재 로드한 설치의 특징을 변수로 선택하면 해당 변수를 특징 선택 메뉴에서도 선택할 수 있다. 특징 변수 (특징 이름이 부여되고 “_var” 가 뒤에 붙음) 를 선택하면 프로그램 실행 시 로봇암 이동 (상대적 웨이포인트 제외) 이 변수의 실제 값에 대하여 상대적이다. 설치에서 구성된 대로 특징 변수의 초기 값은 실제 특징의 값이다. 값이 변경되면 로봇의 이동이 변한다.

14.6 명령: 고정웨이포인트



로봇 경로에 있는 포인트. 웨이포인트는 로봇 프로그램의 가장 핵심적인 부분으로서 로봇암이 어디에 있어야 할지 알려준다. 로봇암을 해당 위치로 물리적으로 이동하는 것으로 고정 위치 웨이포인트를 제공한다.

웨이포인트 설정하기

이 버튼을 눌러서 이동 화면으로 들어가고, 여기에서 이 웨이포인트를 위한 로봇암 위치를 지정할 수 있다. 웨이포인트가 선형 공간에서 (moveL 또는 moveP) 이동 명령 하에 배치되는 경우, 이 버튼을 누를 수 있도록 이동 명령에 유효한 특징이 있어야 한다.

웨이포인트 이름

웨이포인트는 정의될 때 자동으로 고유한 이름을 지정받는다. 이름은 사용자가 교체할 수 없다. 같은 이름을 가진 웨이포인트는 위치 정보를 공유한다. 그러므로 웨이포인트의 위치를 변경하면 같은 이름을 가진 다른 모든 웨이포인트에 영향을 준다. 혼합 반지름, 톨/조인트 속도, 톨/조인트 가속 등의 그외 웨이포인트 정보는 같은 이름을 가지고 있어도 개별 웨이포인트를 위하여 구성된다.

혼합

혼합은 로봇이 사이에 있는 웨이포인트에서 정지하지 않고, 웨이포인트 두 궤도 사이에서 매끄럽게 전환할 수 있게 한다.

예 집어서 놓는 작업을 예로 들자면 (도해 14.2 참조), 로봇이 현재 웨이포인트 1(WP_1)에 있으며, 웨이포인트 3(WP_3)의 물체를 집어들어야 한다. 해당 물체 및 그외 장애물에 부딪히지 않으려면 (O), 로봇은 WP_3에 접근할 때 웨이포인트

2(WP_2) 방향에서 접근해야 한다. 이 조건을 충족하기 위해 세 웨이포인트가 사용된다.

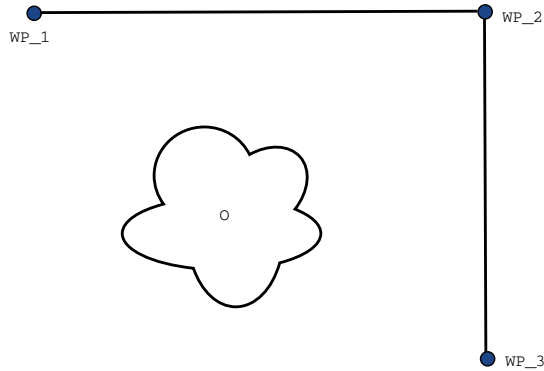


Figure 14.2: WP_1: 최초위치, WP_2: 지점경유, WP_3: 픽업위치, O: 장애물.

다른 설정을 구성하지 않으면, 계속 이동하기 전에 로봇은 각 웨이포인트에서 정지한다. 매끄럽게 회전하면 같은 조건을 충족하면서 시간과 에너지를 덜 소비하기 때문에 WP_2에서 정지하는 것은 최적의 방법이 아니다. 이 근처 위치에서 첫째 궤도에서 둘째 궤도로의 전환이 이루어진다면 로봇이 WP_2에 정확하게 도달하지 않아도 된다.

웨이포인트 혼합을 구성하여 로봇이 다음 궤도로 매끄럽게 전환하는 것을 계산할 수도 있도록 허용하는 것으로 WP_2에서 중지하지 않게 할 수 있다. 혼합의 일차 파라미터는 반지름이다. 로봇이 혼합 반지름의 웨이포인트 범위 내에 있으면 혼합을 시작하고 원래 경로에서 이탈할 수 있다. 로봇이 감속했다가 다시 가속할 필요가 없으므로 이는 더 빠르고 더 부드러운 이동을 허용한다.

혼합 파라미터 웨이포인트 이외에 여러 파라미터가 혼합 궤도에 영향을 준다 (도해 14.3 참조):

- 혼합 반지름 (r)
- 로봇의 최초 및 최종 속도 (각각 p1 및 p2의 위치)
- 이동 시간 (궤도에 대한 특정 시간을 설정하는 경우, 이는 로봇의 최초/최종 속도에 영향을 줌)
- 혼합 시작과 종료 를 위한 궤도 형식 (MoveL, MoveJ)

혼합 반지름을 지정하면 로봇 암 궤도는 웨이포인트 주위에서 혼합하여 로봇 암이 해당 포인트에서 멈추지 않게 한다.

혼합은 중첩될 수 없으므로, 도해 14.4에 표시된 대로 이전 또는 다음 웨이포인트와 겹쳐지는 혼합 반지름과 겹치는 혼합 반지름을 지정할 수는 없다.

조건 혼합 궤도 혼합 궤도는 혼합 반지름이 지정된 위치와 프로그램 트리에 있는 다음 항목의 웨이포인트 전부에 대하여 영향을 받는다. 도해 14.5의 프로그램에서 WP_1 주위의 혼합은 WP_2의 영향을 받는다. 이에에서 WP_2 주위로 혼합할 때 이에 대한 결과를 더 분명히 볼 수 있다. 종료 위치로 두 가지가 가능하며, 다음 혼합에 이용하는 웨이포인트를 판단하기 위해 로봇은 혼합 반지름에 진입할 때, 현재 digital_input[1] 수치를 계산

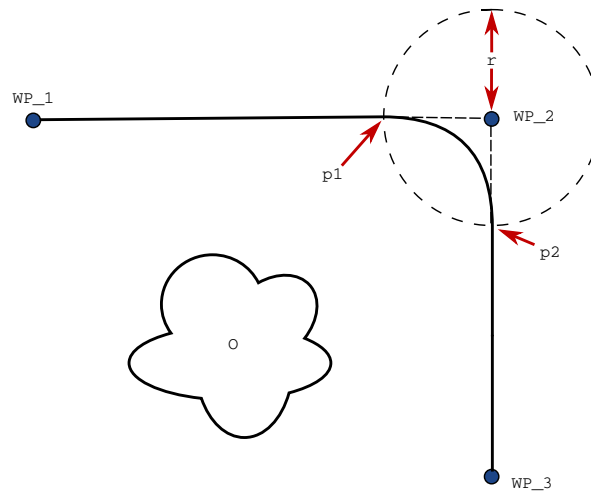


Figure 14.3: r 반지름을 WP_2 에 적용하여 혼합하고, 최초 위치는 p1, 최종 위치는 p2 이다. O 은 (는) 장애물이다.

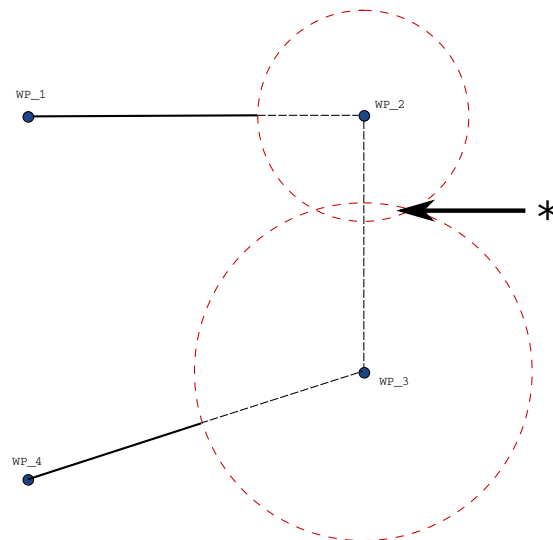


Figure 14.4: 혼합 반지름 중첩은 허용되지 않는다 (*).

해야한다. 프로그램 순서를 보면 직관적이지 않지만, 이는 if...then 식 (또는 다음 웨이포인트를 판단하기 위해 필요한 그 외의 문 - 예: 변수 웨이포인트) 이 실제로 WP_2 에 도달하기 전에 계산된다는 의미이다. 웨이포인트가 정지 포인트이고 다음 웨이포인트를 판단하기 위해 조건식 (예: I/O 명령) 이 뒤따른다면, 로봇 암이 웨이포인트에서 정지할 때 이것이 실행된다.

궤도 형식 조합 MoveJ 및 MoveL 의 네 가지 조합의 궤도 형식 사이에서 전부 혼합이 가능하지만, 특정 조합이 계산된 혼합 궤도에 영향을 준다. 가능한 조합 4 가지:

1. MoveJ 부터 MoveJ 까지 (순수 조인트 공간 혼합)
2. MoveJ 부터 MoveL 까지

```
MoveL
  WP_I
  WP_1 (혼합)
  WP_2 (혼합)
  if (digital_input[1]) then
    WP_F_1
  else
    WP_F_2
```

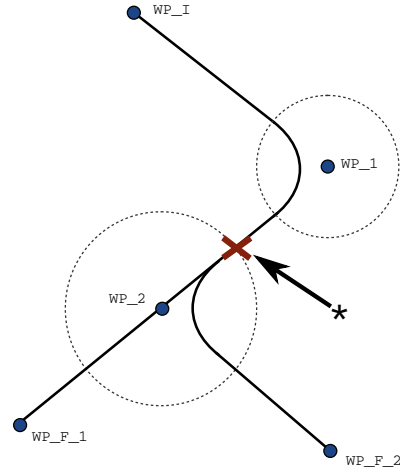


Figure 14.5: WP_I 은 (는) 최초웨이포인트이며, 조건식에따라잠재적인최종웨이포인트두개, WP_F_1 및 WP_F_2 이 (가) 있다. if 조건식은로봇암이둘째혼합에진입할때계산된다 (*).

3. MoveL 부터 MoveL 까지 (순수직교공간혼합)

4. MoveL 부터 MoveJ 까지

순수조인트공간혼합 (1 항) 대순수직교공간혼합 (3 항) 이도해 14.6에서비교되어 있다. 이는동일한웨이포인트집합에대한틀의가능한두가지경로를표시한다.

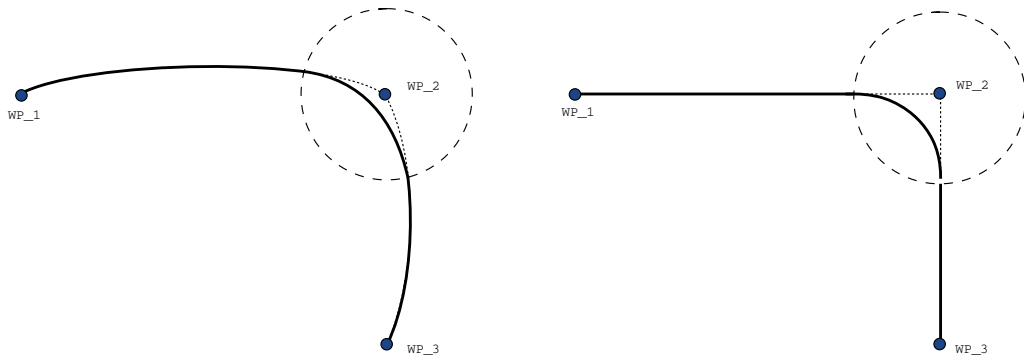


Figure 14.6: 조인트공간 (MoveJ) 대직교공간 (MoveL) 이동및혼합.

다른조합중에서 2, 3, 4 항은직교공간의원래궤도범위안에놓이는궤도를계산한다. 두가지다른궤도형식 (2 항) 의예가도해 14.7에표시되어있다.

하지만로봇이속도와시간조건을고려하여조인트공간내에서최대한매끄러운궤도를계산하기위해순수조인트공간혼합 (1 항) 은덜직관적인방식으로움직일수있다. 이 때문에웨이포인트에서지정한경로에서일탈할수있다. 두궤도간의조인트속도가상당한차이가있다면특히이러한점이두드러질수있다. 주의: 속도차이가매우크면 (예: 속도또는시간을특정웨이포인트에대하여고급설정에서지정함) 도해 14.8에서보여지는대로원래궤도에서크게일탈할수있다. 두속도를혼합해야하지만이일탈을용인할수없다면, 그대신에 MoveL 을이용하여직교공간에서혼합해본다.

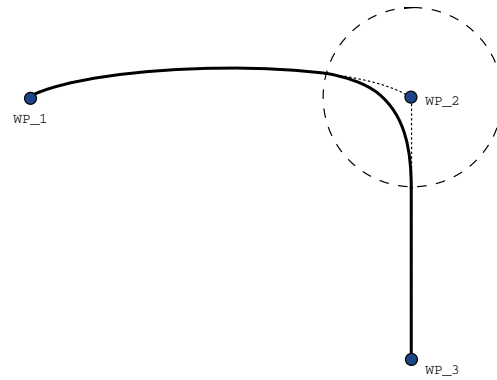


Figure 14.7: 조인트공간 (MoveJ) 부터선형툴이동 (MoveL) 까지의이동혼합.

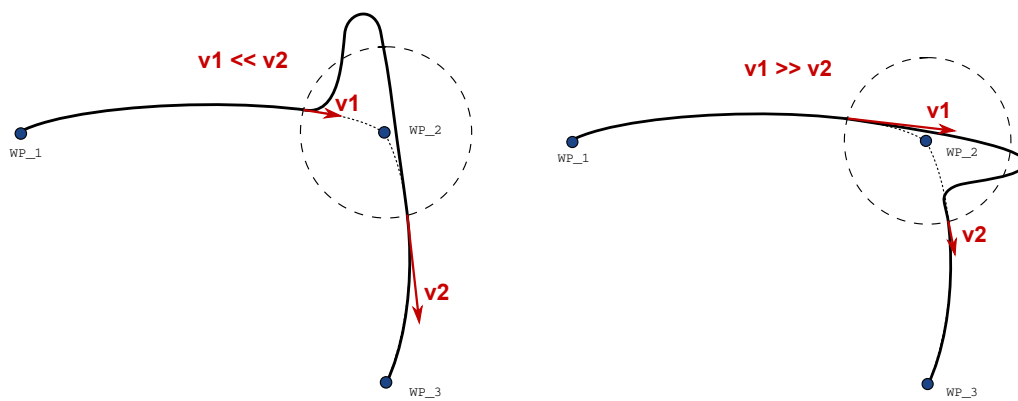
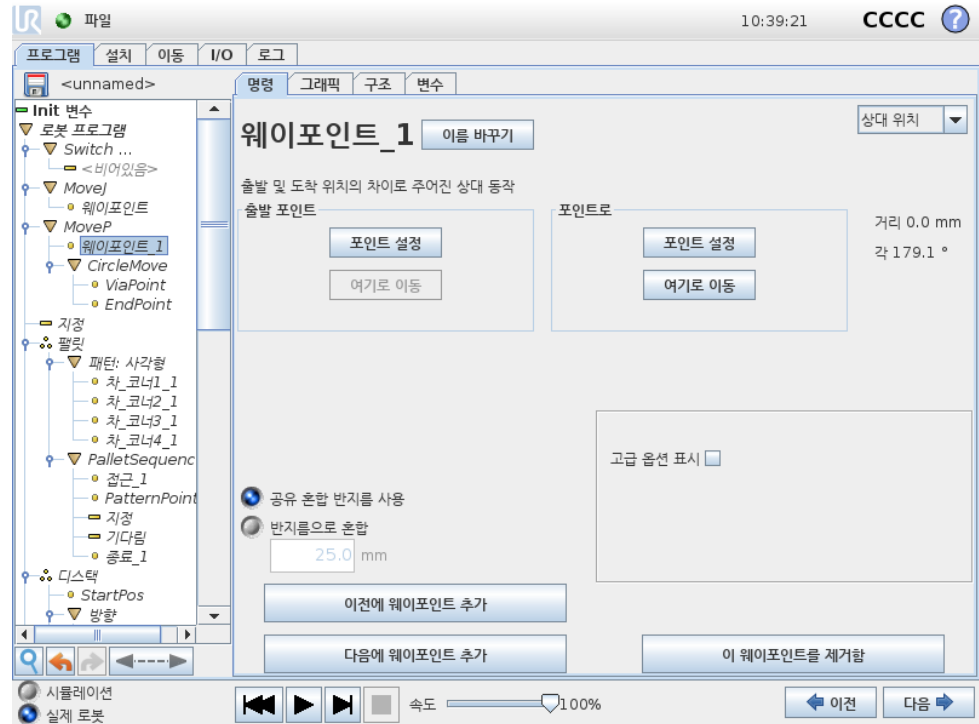


Figure 14.8: 최초속도 v_1 이최종속도 v_2 보다상당히낮거나그반대일때의조인트공간.

14.7 명령: 상대적웨이포인트

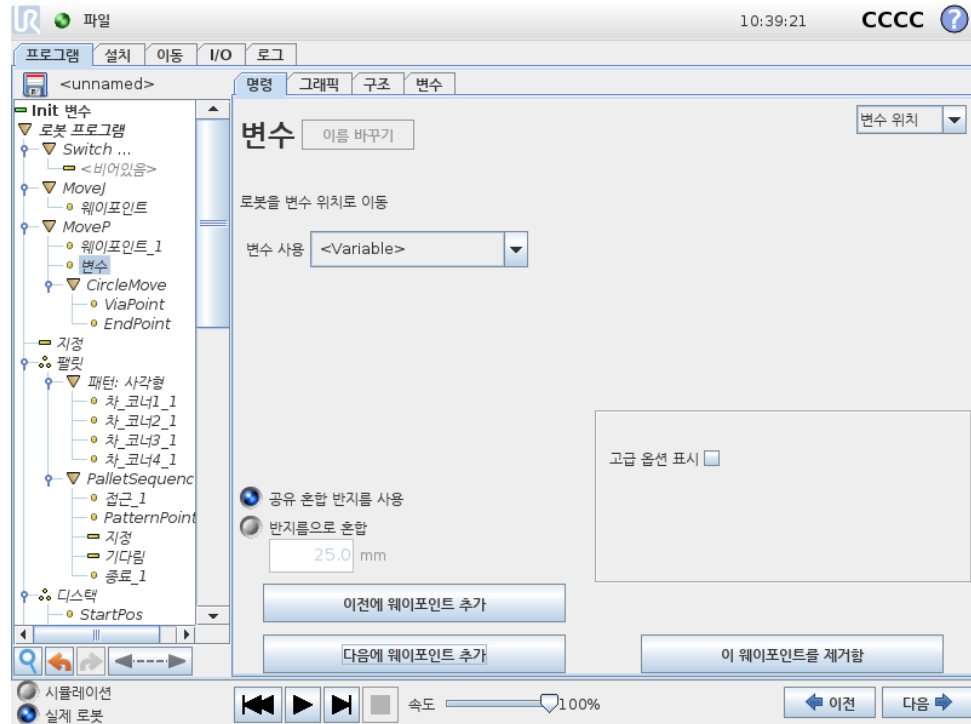


로봇암의이전위치에상대적으로위치를부여하는웨이포인트로서 “왼쪽으로 2 센티미터”가그리한예이다. 상대위치는주어진두위치사이의차이로정의된다 (왼쪽에서오른쪽으로).

참조: 상대위치를반복하면로봇암을작업공간밖으로이동할수있다.

여기의거리는두위치에있는 TCP 사이의직교거리이다. 각도는두위치사이에서 TCP 자세가얼마나변하는지나타낸다. 더정확하게는회전벡터길이가자세변화를표사한다.

14.8 명령: Variable Waypoint



변수가 위치를 제공한 웨이포인트로서 이 경우에는 `calculated_pos` 이다. 변수는 `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]` 와 같은 포즈여야 한다. 첫 번째 셋은 x,y,z 이고, 마지막 셋은 회전 벡터로서 `rx,ry,rz` 벡터가 주어진다. 축의 길이는 라디안으로 회전하는 각이고, 벡터 자체가 축이 회전할 기준을 제시한다. 위치는 언제나 참조 프레임 또는 좌표계에 상대적으로 주어지고, 선택한 특징에 의해 정의된다. 로봇은 언제나 변수 웨이포인트에 따라서 선형으로 이동한다. 혼합 반지름이 고정 웨이포인트에 지정되어 있고, 이전 및 이후의 웨이포인트가 변수이거나, 혼합 반지름이 변수 웨이포인트에 지정되어 있다면 혼합 반지름은 중첩에 대하여 점검되지 않는다 (14.6 참조). 프로그램 실행시 혼합 반지름이 이 포인트에 중첩되는 경우, 로봇은 이를 무시하고 다음 포인트로 이동한다.

예를 들어 로봇을 z-축에서 20 mm 이동하는 경우:

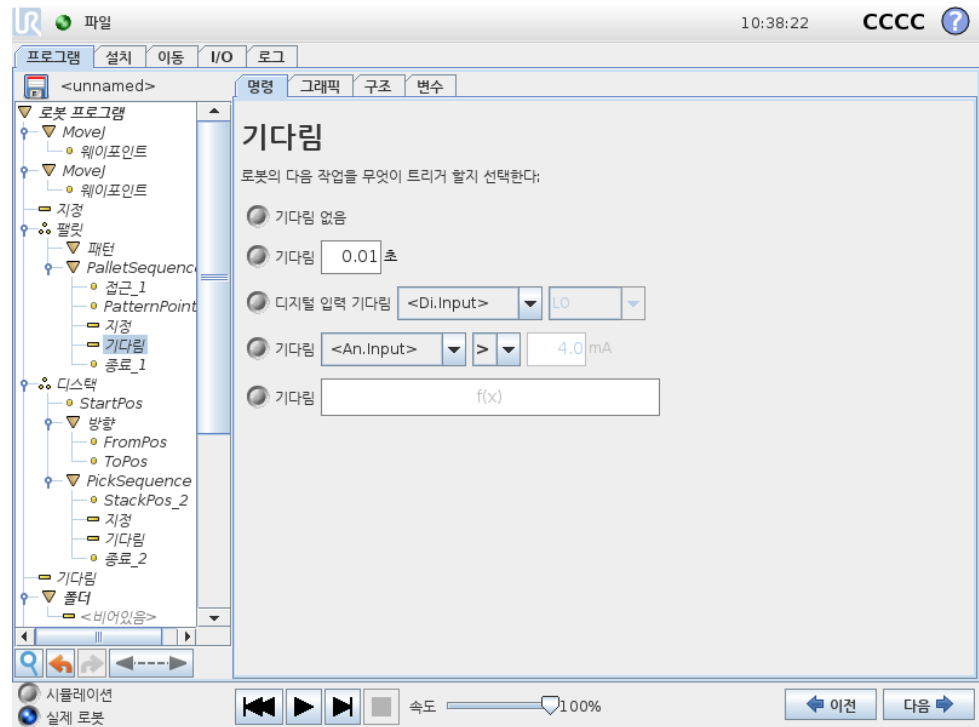
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Movel
```

```
웨이포인트_1 (변수 위치):
```

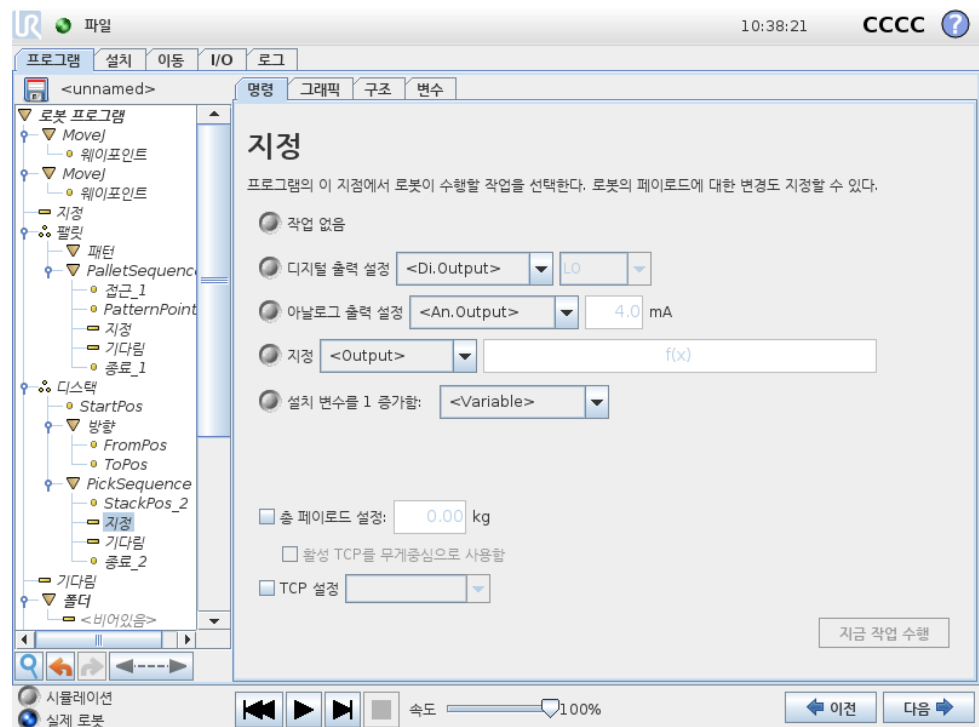
```
변수 사용=var_1, 특징=툴
```

14.9 명령: 기다림



기다림은 해당 시간 동안 I/O 신호 또는 표현을 일시 중지한다. 기다림 없음을 선택하면 아무것도 수행되지 않는다.

14.10 명령: 설정

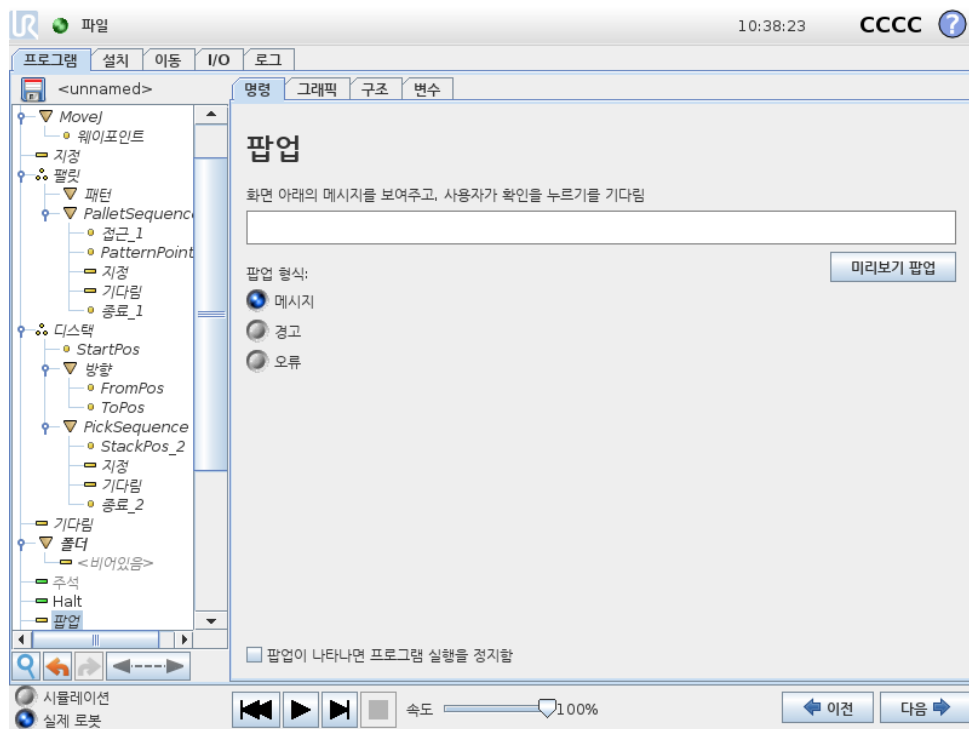


디지털또는아날로그출력을주어진값으로설정한다.

이명령은로봇암의가반하중을지정하는데에도사용할수있다. 톨의중량이에상가반하중과다른경우, 안전을위하여로봇이예기치못하게보호중지를트리거하는것을방지하기위해가반하중중량을조정하는것이필요할수있다. 기본값으로활성 TCP 을무게중심으로사용할수있다. 활성 TCP 를무게중심으로사용하지않는다면확인란의표시를해제할수있다.

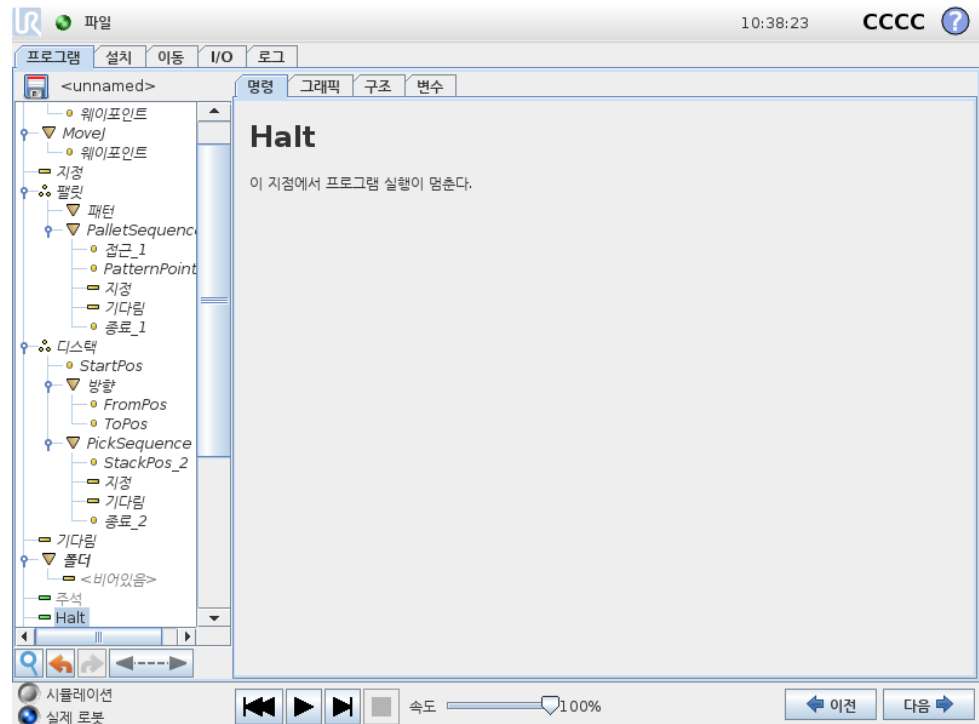
활성 TCP 는 설정 명령으로도변경할수있다. 표시상자에표시하고메뉴에서 TCP 오프셋중하나를선택하면된다. 프로그램작성시특정동작에대한활성 TCP 를알고있다면 이동 카드에서 TCP 선택을 대신사용하는것을고려한다 (14.5 참조). 지명된 TCP 구성에대한추가정보 (13.6참조).

14.11 명령: 팝업



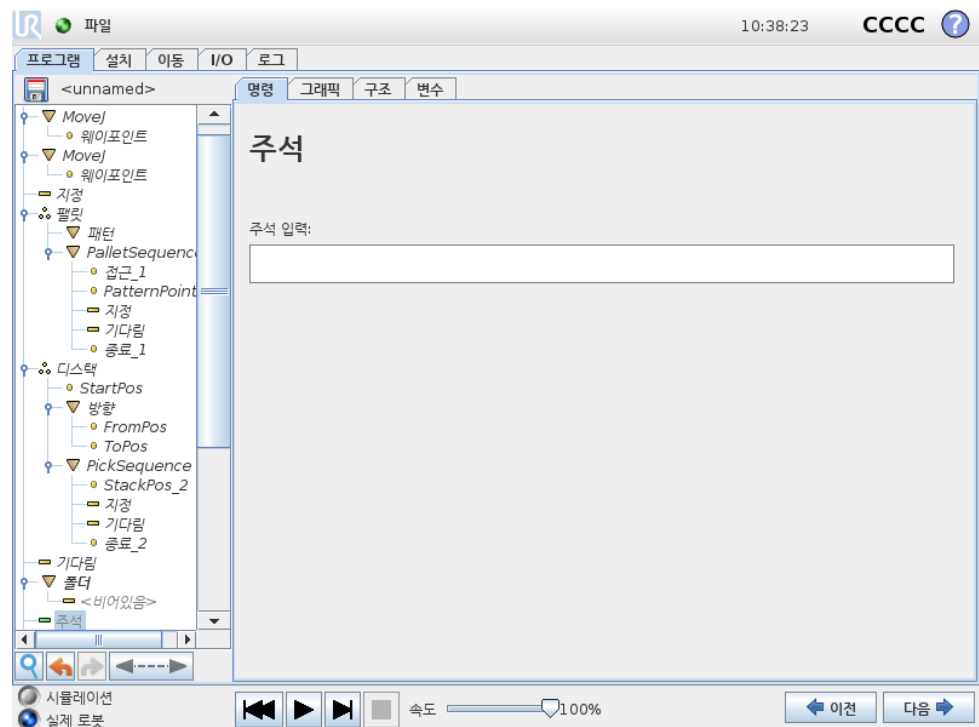
팝업은프로그램이이명령에도달하면화면에나타나는메시지이다. 메시지스타일을선택할수있고, 텍스트는화상키보드로텍스트를입력할수있다. 로봇은프로그램을계속진행하기전에사용자또는작업자가팝업아래의 “확인” 버튼을누르기를기다린다. “프로그램실행정지”를선택하면로봇프로그램이이팝업에서정지한다.

14.12 명령: Halt



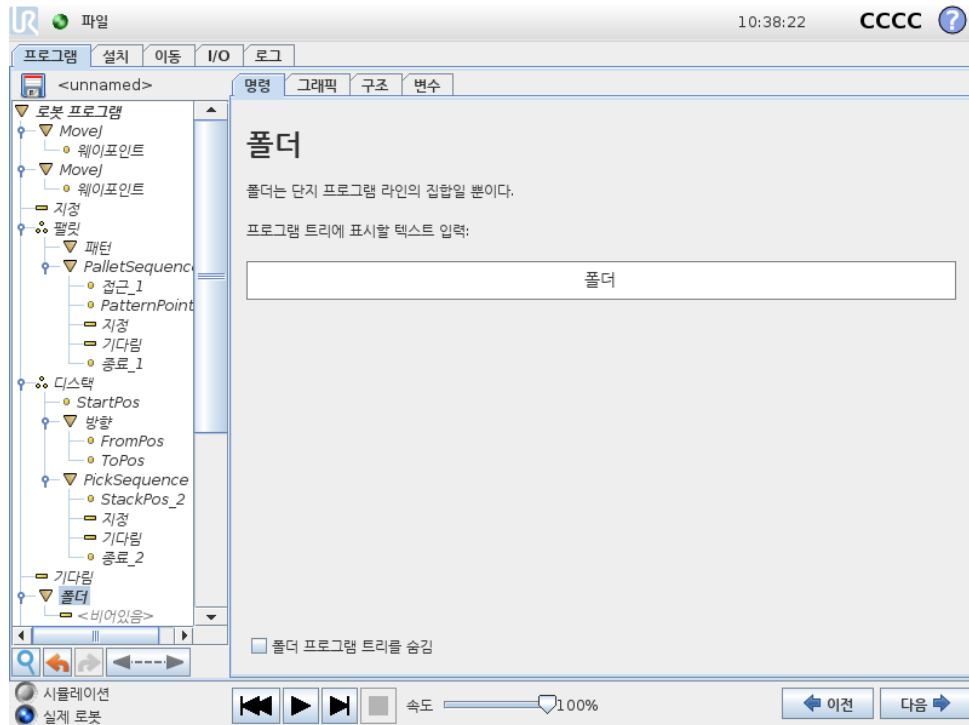
이 지점에서 프로그램 실행이 멈춘다.

14.13 명령: 주석



프로그램에 한줄의 텍스트를 추가하는 옵션을 프로그래머에게 준다. 이 텍스트는 프로그램 실행에 아무것도 하지 않는다.

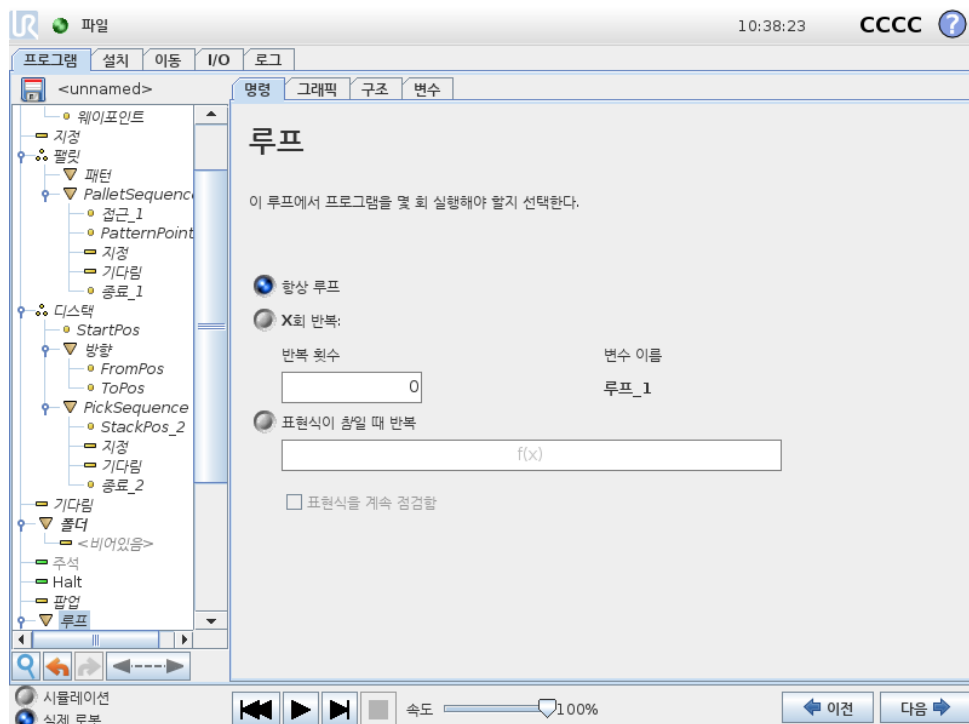
14.14 명령: 폴더



폴더는 프로그램의 특정부분을 정리하고, 여기에레이블을붙이고, 프로그램트리를 정리하고, 프로그램을읽고탐색하는것으로더쉽게해준다.

폴더는그자체로는아무것도하지않는다.

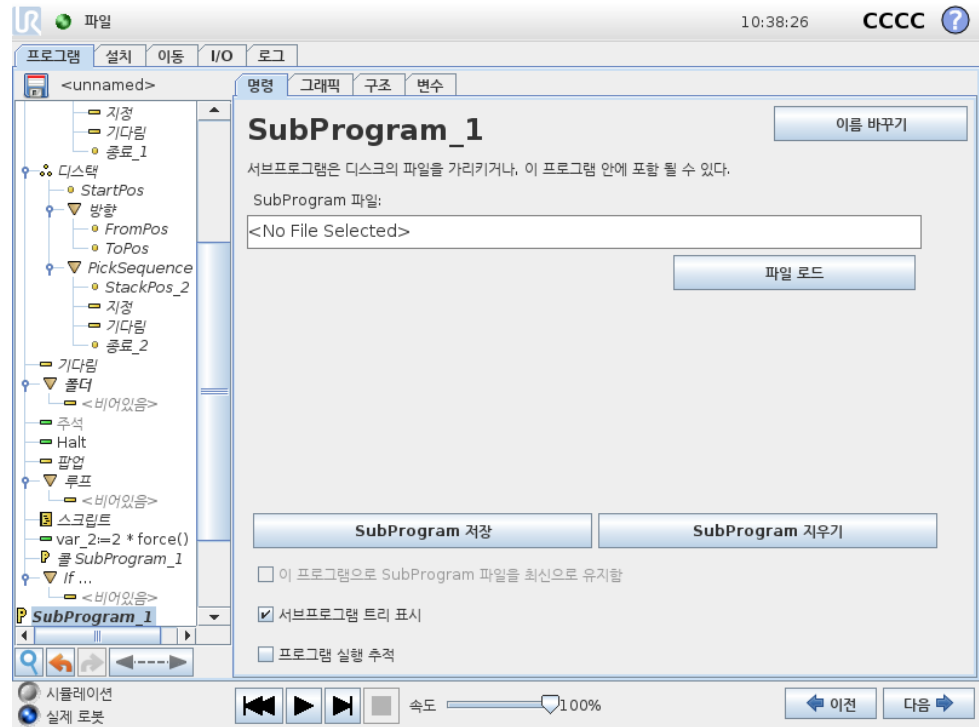
14.15 명령: 루프



기초에 있는 프로그램 명령을 반복한다. 선택에 따라서 기본 프로그램 명령은 영구적으로 반복하거나, 일정 횟수 반복하거나, 주어진 조건이 참이면 계속 반복한다. 특정 횟수 반복하는 경우에는 전용 루프 변수 (위스크린샷에서 루프 _1) 를 생성하고, 루프 내에 서 표현식으로 사용할 수 있다. 루프 변수 카운트는 $0 \sim N - 1$ 사이이다.

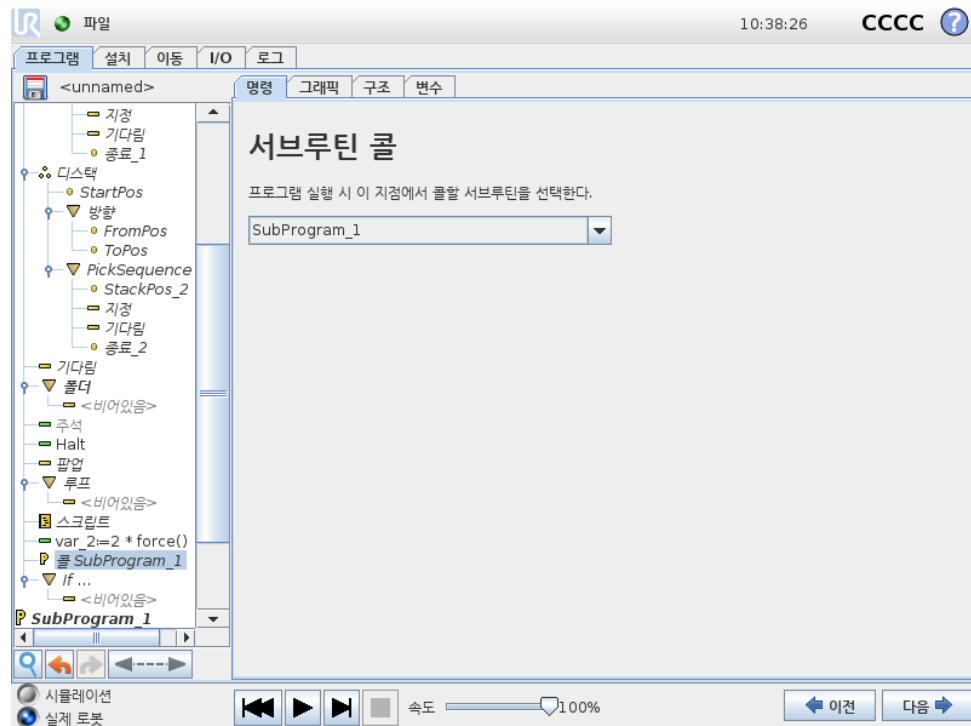
반복할 때 표현식을 종료 조건으로 사용하는 경우, PolyScope 는 이 표현식을 지속적으로 평가하기 위한 옵션을 제공하여 각 반복 후 뿐만 아니라 언제든지 “loop” 가 중단될 수도도 록 한다.

14.16 명령: SubProgram



서브프로그램은 여러 곳에서 필요한 프로그램 부분을 보관할 수 있다. 서브프로그램은 디스크에 있는 별도의 파일일 수 있고, SubProgram 을 실수로 변경하는 것을 막기 위하여 숨길 수 있다.

명령: SubProgram 콜



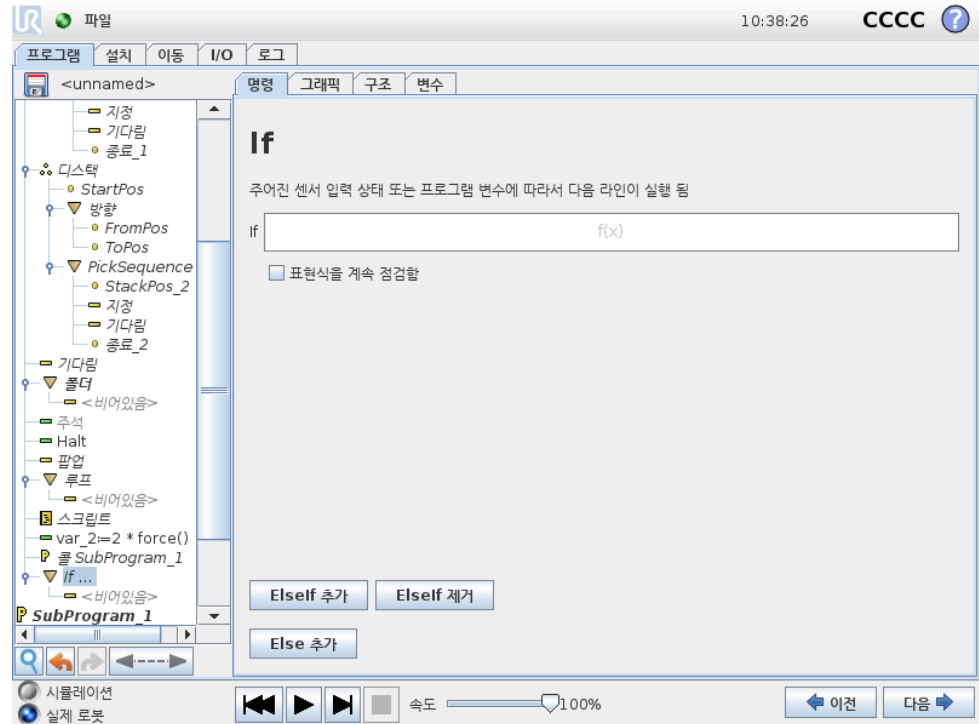
하위프로그램을콜하면하위프로그램에있는프로그램라인을실행하고, 다음라인으로돌아간다.

14.17 명령: 할당



변수에 값을 할당한다. 할당은 오른쪽의 계산한 값을 왼쪽의 변수에 할당한다. 이는 복잡한 프로그램에 유용할 수 있다.

14.18 명령: If

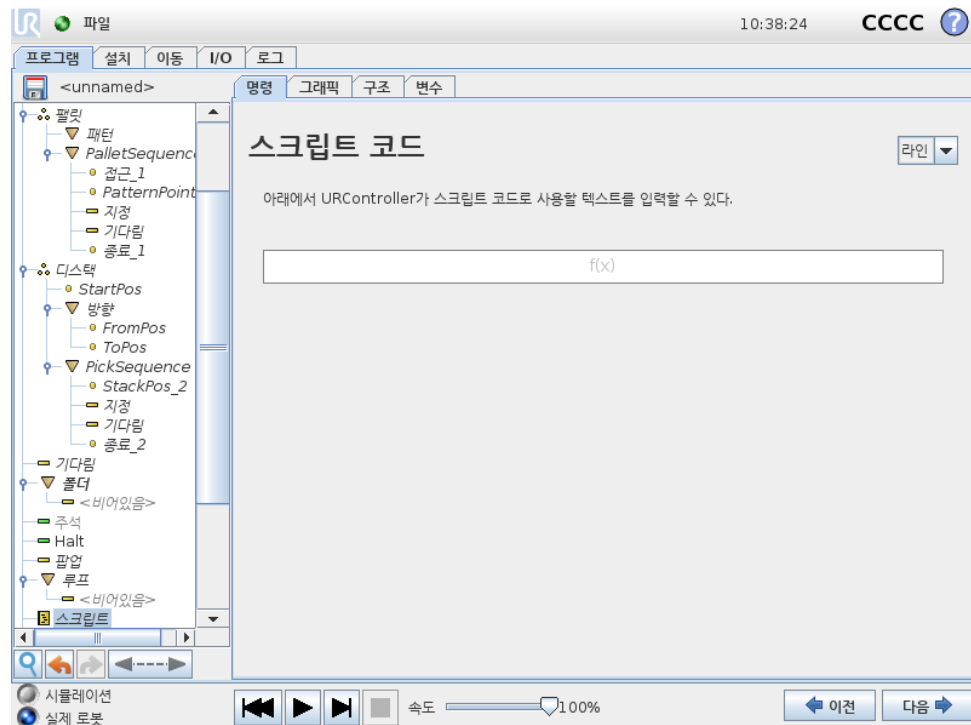


if..else 구성은 센서 입력 또는 변수 값에 따라서 로봇 행동을 바꿀 수 있다. 표현 편집기를 사용하여 어떤 조건에 로봇이 If 의 하위 명령으로 진행할지 설명한다. 조건이 True 라면 If 안의 라인이 실행된다.

각 If 는 여러 ElseIf 와 하나의 Else 명령을 가질 수 있다. 이는 화면의 버튼을 사용하여 추가할 수 있다. ElseIf 명령은 해당 명령을 위하여 화면에서 제거할 수 있다.

열린 표현식을 계속 점검함은 포함된 라인을 실행하는 동안에 If 와 ElseIf 선언 조건을 평가할 수 있다. 표현식이 If 문 내에서 False 로 평가되면 그 다음 ElseIf 또는 Else 명령 문에도달하게 된다.

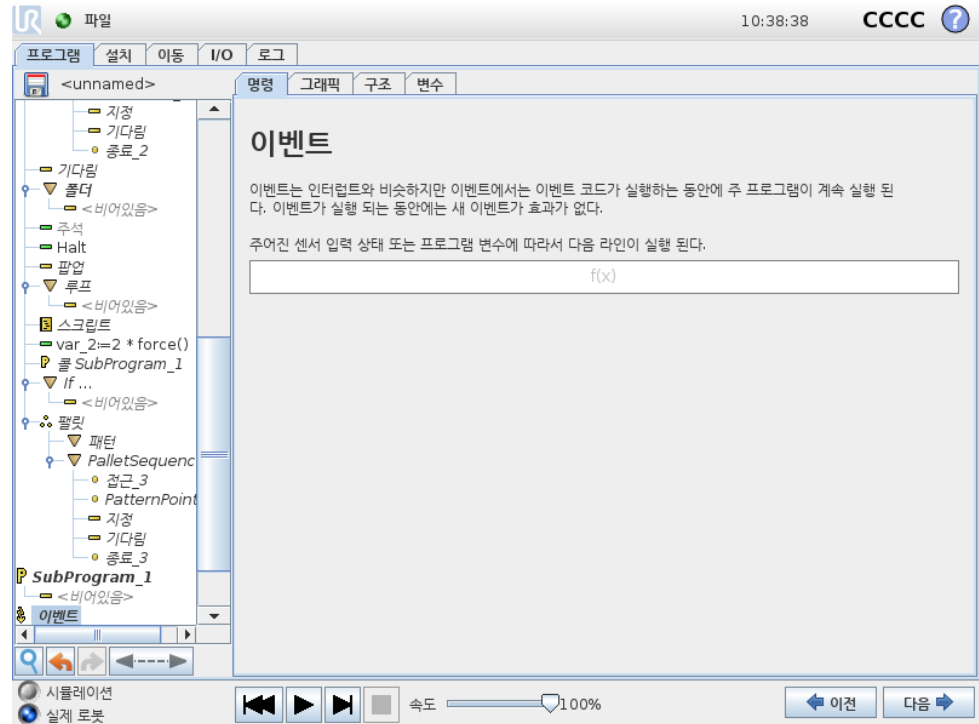
14.19 명령: 스크립트



이 명령은 로봇 컨트롤러가 실행하는 기본 실시간 스크립트 언어를 액세스하기 위해 사용됩니다. 이는 고급 사용자 전용이며, 지원 웹사이트의 스크립트 매뉴얼에서 사용 방법을 확인할 수 있습니다 (<http://www.universal-robots.com/support>).

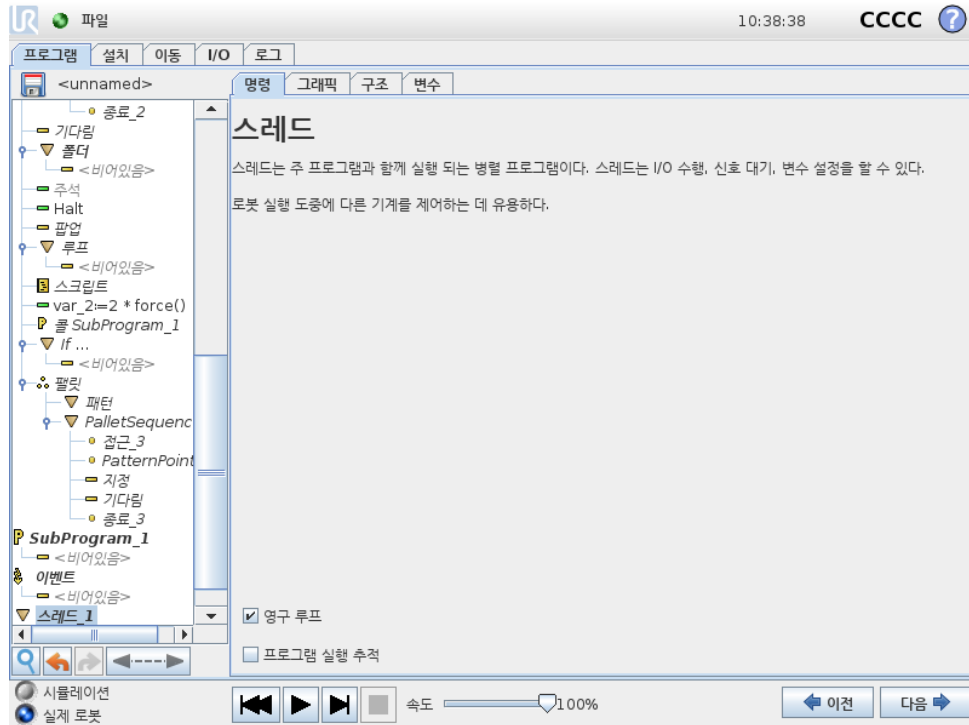
왼쪽 맨 위 “파일” 옵션을 선택하면 스크립트 프로그램 파일을 생성하고 편집할 수 있습니다. 이를 통해 길고 복잡한 스크립트 프로그램을 작업자에게 친숙한 PolyScope 프로그래밍과 함께 사용할 수 있습니다.

14.20 명령: 이벤트



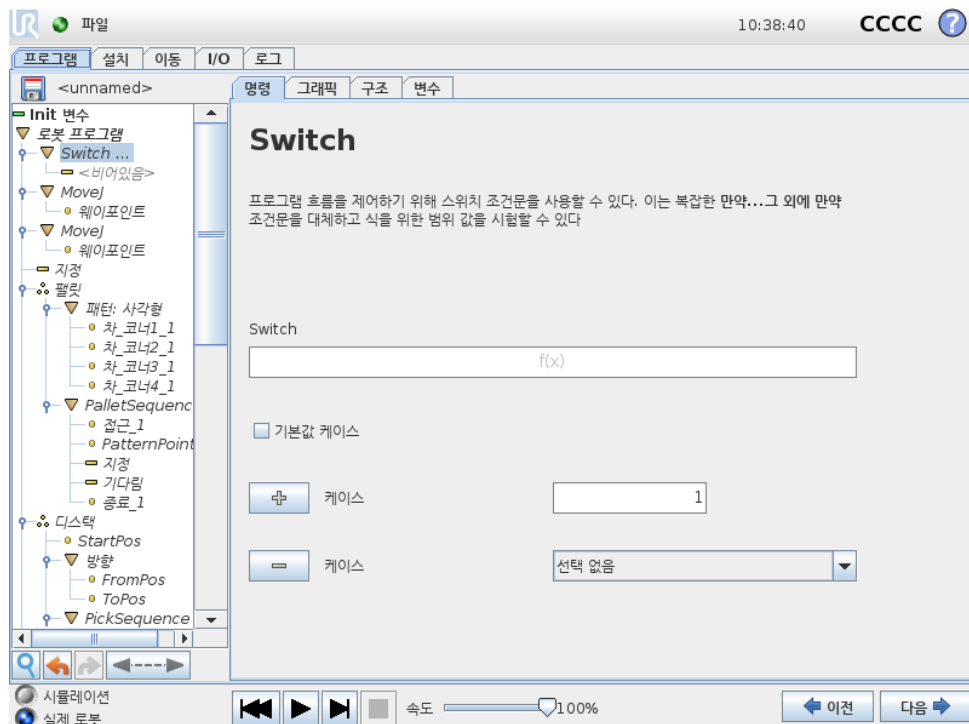
이벤트는 입력 신호를 모니터링하고, 입력 특정 작업을 수행하거나 신호가 높아지면 변수를 설정할 수 있다. 예를 들어 출력 신호가 높아지면 이벤트 프로그램은 200ms 기다린 다음에 다시 낮게 설정할 수 있다. 외부 기계가 높은 입력 신호보다는 플랭크 상승으로 트리거가 되는 경우, 이는 주 프로그램 코드를 더 간단하게 만들어 줄 수 있다. 이벤트는 매 컨트롤 사이클 (8ms) 마다 체크한다.

14.21 명령: 스레드



스레드는 로봇 프로그램의 병렬 프로세스이다. 스레드는 로봇 팔과는 독립적으로 외부 기계를 제어하기 위해 컨트롤할 수 있다. 스레드는 변수 및 출력 신호를 통해 로봇 프로그램과 통신할 수 있다.

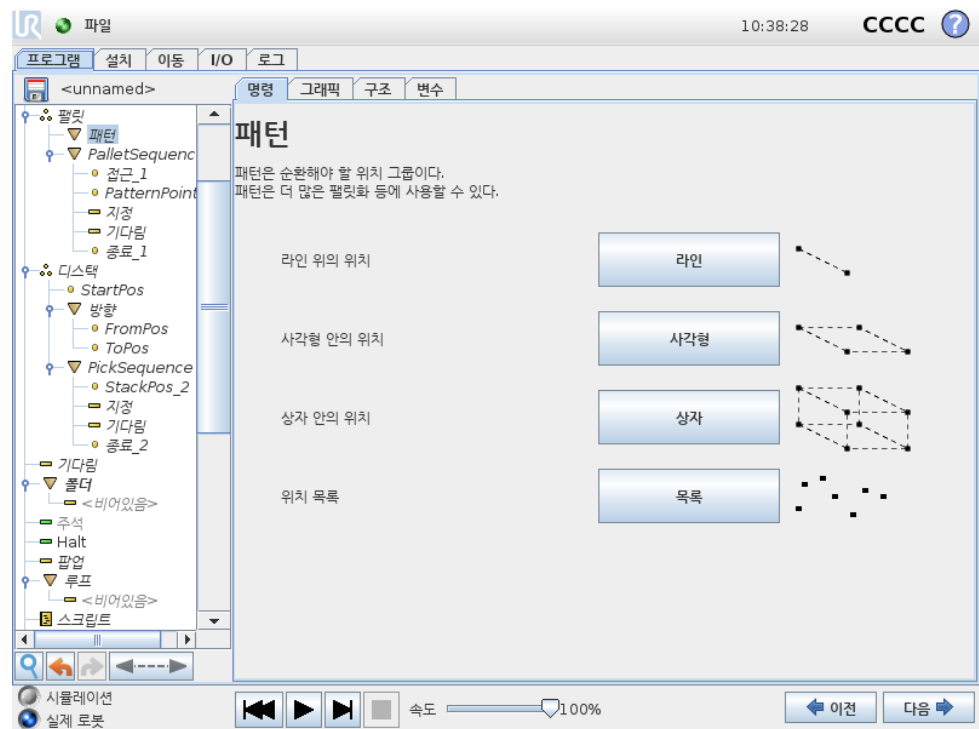
14.22 명령: Switch



Switch Case 구성은 센서 입력 또는 변수 값에 따라서 로봇 행동을 바꿀 수 있다. 표현 편집기를 사용하여 베이스 조건을 묘사하고 로봇이 Switch 의 하위 명령으로 진행하는 케이스를 정의한다. 조건이 케이스 중 하나에 일치하는 것으로 평가되면 Case 안에 있는 라인이 실행된다. Default Case 를 지정했다면 다른 일치 케이스가 없을 때에만 라인이 실행된다.

각 Switch 는 여러 Case 와 한 Default Case 를 가질 수 있다. Switch 는 정의된 Case 값을 한 인스턴스만 가질 수 있다. Case 는 화면의 버튼을 사용하여 추가할 수 있다. Case 명령은 해당 스위치를 위하여 화면에서 제거할 수 있다.

14.23 명령: 패턴



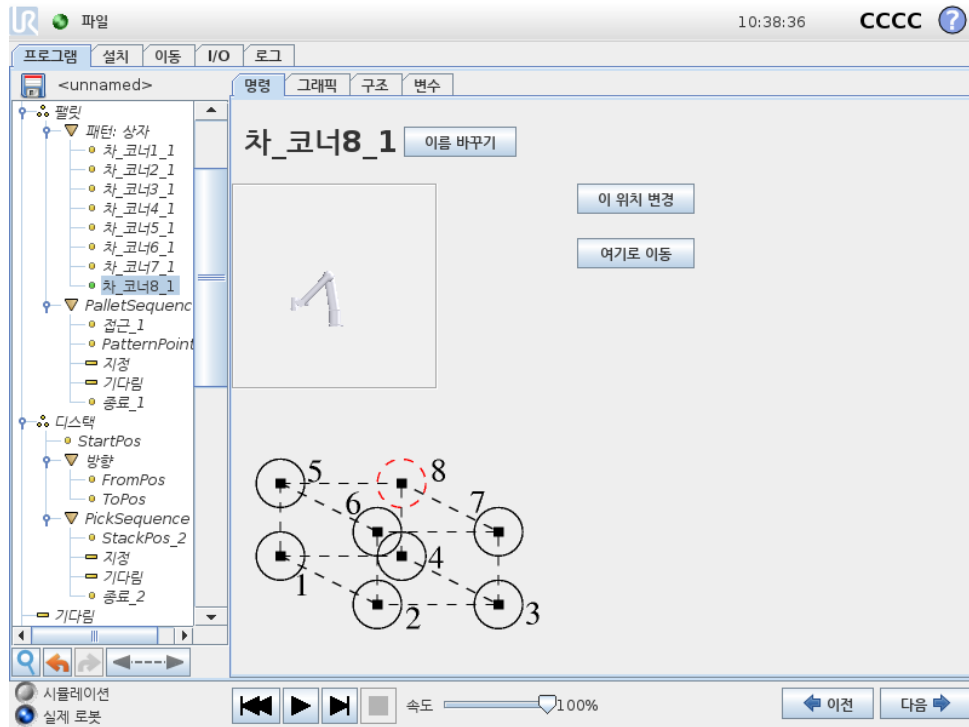
패턴 명령은 로봇 프로그램의 위치를 순환하는데 사용할 수 있다. 패턴 명령은 실행 시마다 한 위치에 대응한다.

패턴은 다음 네 가지 형식 중 하나가 주어질 수 있다. 라인, 사각형 또는 상자, 이 세 형식을 정규 패턴 위치에서 사용할 수 있다. 정규 패턴은 여러 특정 포인트로 정의되고, 이 포인트는 패턴의 가장자리로 정의된다. 라인에서 이는 두 끝점이고, 사각형에서 이는 네 코너 포인트의 세 포인트이고, 상자에서 이는 여덟 코너의 네 포인트이다. 프로그래머는 패턴의 각 가장자리에 여러 위치를 입력한다. 그 다음에 로봇 컨트롤러는 이 벡터를 함께 비례적으로 추가하여 개별 패턴 위치를 계산한다.

트래버스할 위치가 정규 패턴에 들어맞지 않다면 목록을 선택할 수 있는데, 여기에서 프로그래머가 제공한 모든 위치 목록을 확인할 수 있다. 이를 통해 모든 방식의 위치 배열을 실행할 수 있다.

패턴 정의하기

상자 패턴을 선택하면 화면이 아래와 같이 변화한다.



상자패턴은상자의측면을정의하는데세벡터를사용한다. 세벡터는네포인트로주어지고, 첫벡터는포인트 1 에서포인트 2 이고, 둘째벡터는포인트 2 에서포인트 3 이고, 셋째벡터는포인트 3 에서포인트 4 이다. 각벡터는간격산출수로나뉜다. 간격벡터를비례적으로추가하는것으로간단하게패턴의특정위치를계산할수있다.

선과 정사각형 패턴은비슷하게작동한다.

패턴의위치를트래버스하는동안카운터변수를사용한다. 변수이름은 패턴 명령화면에서볼수있다. 변수는 0 부터 $X * Y * Z - 1$ 까지, 패턴의포인트수를순환한다. 변수는할당으로조정할수있으며표현식에서사용할수있다.

14.24 명령: 포스

로봇작업영역에서 포스모드는선택축에대하여컴플라이언스및포스를가능하게한다. Force 명령의모든로봇암이동은 포스모드에서실행된다. 로봇암이 포스모드에서움직이는경우, 로봇암이움직일수있는하나이상의축을선택할수있다. 로봇암은규격에따라컴플라이언스축에따라환경에부응한다. 로봇암은선택한포스를성취하기위해위치를조정할것이다. 또한로봇암이환경에힘을적용하게할수있다. 예를들어공정에있는물체.

포스모드는미리지정된축에서실제 TCP 위치가중요하지않고, 반면에원하는힘을축을따라서적용하는경우에적합하다. 예를들어로봇 TCP 가커브가있는표면에서를하거나, 공정의물체를밀거나당기는경우가이렇다. 포스모드는또한미리정의한축주위에특정토크를적용하는것을지원한다.

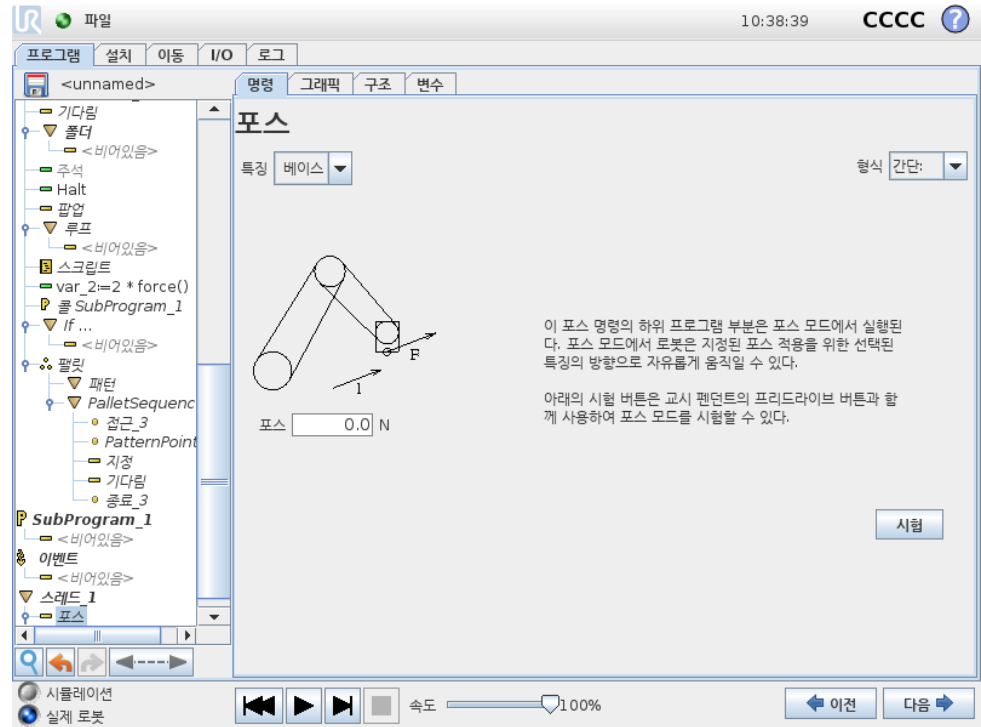
참고: 영이아닌포스를지정한축에서어떤장애물도마주치지않으면, 로봇암은그축을따라서가속하려고시도한다.

축을순응성에맞게선택했다라도로봇프로그램은로봇을축을따라서움직이려고시도할것이다. 하지만여전히포스제어를통해로봇암을지정한포스에접근시킬수있다.



경고:

1. 단지강제모드에들어가기전에높은감속하지마십시오.
2. 이힘제어정확도를감소하기때문에, 강제모드에서높은가속을 피하십시오.
3. 운동이강제모드에들어가기전에준수축에평행하지마십시오.



특징선택

특징메뉴는포스모드로작동하는힘에적용할좌표계 (축) 를선택하는데사용한다. 메뉴의특징은설치시정의한것이다.(13.12참조).

포스모드형식

선택한특징을해석하는방식을지정하는네가지형식의포스모드가있다.

- 단순: 하나의축만이포스모드에서순응한다. 이축을따르는힘은조정이가능하다. 원하는힘은언제나선택한특징의 z-축을따라서적용된다. 하지만라인기능은 y-축을따른다.
- 프레임: 프레임형식은고급수준의사용을가능하게한다. 여기에서 6 자유도모두를위하여순응성과힘을독립적으로선택할수있다.
- 포인트: 포인트를선택하면태스크프레임은로봇 TCP 에서선택한특징의원점으로 y-축을향하게할수있다. 로봇 TCP 와선택한특징의원점사이의거리는최소한 10mm 이어야한다. 로봇 TCP 위치가변하면런타임에서태스크프레임은변하게된다. 태스크프레임의 x-축및 z-축은선택한특징의원래자세에의존한다.
- 모션: 동작은 TCP 동작방향에따라서태스크프레임이바뀐다는의미이다. 선택한특징의 x-축및 z-축으로확장된면에투영된 TCP 이동방향이태스크프레임의

x-축이 된다. y-축은 로봇암 동작을 기준으로 수직이며, 선택한 특징의 x-y 면에 있다. TCP 동작에 대하여 수직으로 힘을 가해야 하는 복잡한 경로에서 디버깅할 때 이것이 유용할 수 있다.

참고: 로봇암이 움직이지 않는 경우: 로봇암이 서 있는 상태에서 포스모드로 들어가면 TCP 속도를 영이상으로 설정하기 전까지 순응축은 없을 것이다. 포스모드에 있을 때나 중에도 로봇암이 서 있는 경우, 태스크 프레임은 TCP 속도가 영이상이었던 이전 경우와 같은 자세를 갖게 된다.

마지막 세 형식의 경우, 로봇이 포스모드로 작동하면 실제 태스크 프레임은 그래픽 탭 (14.29 참조) 에서 런타임 일 때 볼 수 있다.

포스값 선택

- 힘 또는 토크 값은 대응축에 설정하고, 로봇암은 선택된 힘을 달성하기 위해 자신의 위치를 조절할 수 있다.
- 비컴플라이언스 축의 경우, 로봇암이 프로그램에서 설정한 궤도를 따른다.

이동 매개변수를 위해 힘은 뉴턴 [N] 으로 지정하고, 회전 토크는 뉴턴미터 [Nm] 로 지정한다.



참고:

수행할 사항:

- 별도의 스레드에서 `get_tcp_force()` 스크립트 기능을 사용하여 실제 힘과 토크를 사용한다.
- 실제 힘 및/또는 토크가 요구보다 낮은 경우.

제한 선택

모든 축에 대하여 제한을 지정할 수 있지만, 이는 축의 순응 또는 비순응 여부에 따라서 다른 의미가 있다.

- 순응: TCP 가속을 따라서 획득할 수 있도록 허용된 최대 속도로 제한된다. [mm/s] 및 [deg/s] 단위를 사용한다.
- 비순응: 로봇 보호가 정지하기 전까지 프로그램 궤도에서 허용되는 최대 편차로 제한된다. [mm] 및 [deg] 단위를 사용한다.

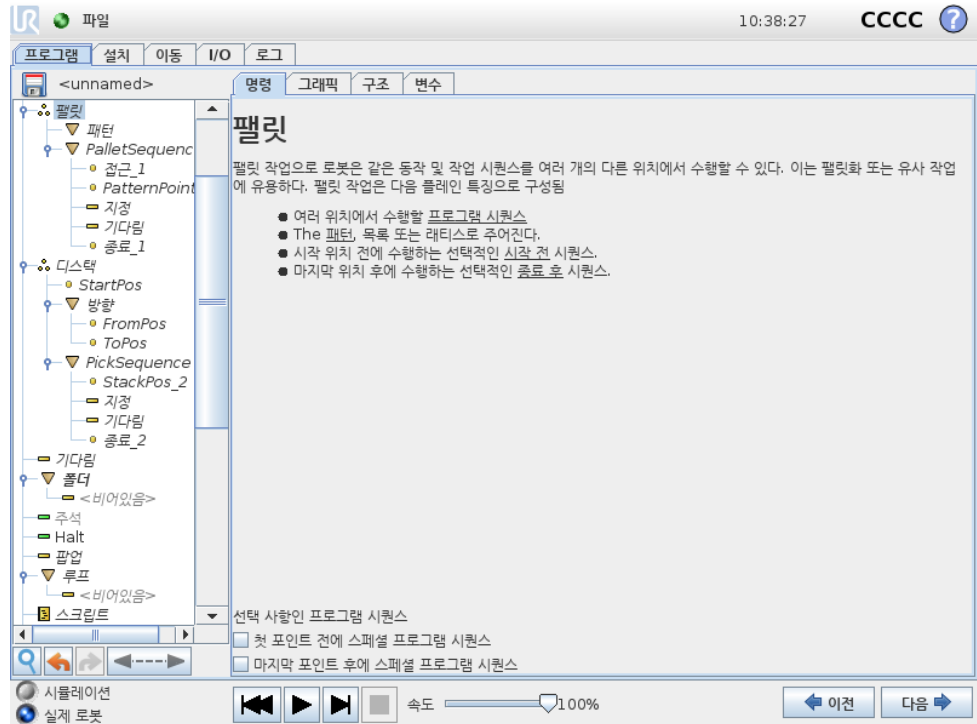
포스 설정 시험

시험 라벨이 있는 켜기/끄기 버튼은 터치펜던트 뒤에 터치펜던트 있는 프리드라이브 버튼의 행동을 일반 프리드라이브 모드와 포스 명령 시험으로 전환할 수 있다.

시험 버튼이 켜진 상태이고, 터치펜던트 뒤의 프리드라이브 버튼을 누르면 로봇은 프로그램이 이 포스 명령에 도달한 것처럼 수행하고, 이를 통해 프로그램을 완전하게 실행하지 않고도 설정을 검증할 수 있다. 이는 특히 순응축과 포스를 올바르게 선택했는지 검증하는데 유용하다. 한 손으로 로봇 TCP를 견체 다른 손으로 프리드라이브 버튼을 누르면 다음에 로봇암이 어떤 방향으로 움직이고 움직이지 못하는지 간단하게 확인할 수 있다.

이 화면에서 떠난 다음에 시험버튼은 자동으로 꺼지는데, 이는 터치펜던트위의 프리드라이브버튼을 정규 프리드라이브모드를 위해 다시 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 참고: 프리드라이브버튼은 포스 명령으로 유효한 특징을 선택한 경우에 만 효과적이다.

14.25 명령: 팻릿



팻릿 작업은 패턴으로서 다양한 위치에서 동작 시퀀스를 수행할 수 있다 (14.23 참조). 패턴의 각 위치에서 동작 시퀀스는 패턴 위치에 대하여 상대적으로 실행된다.

팻릿 작업 프로그래밍

수행할 절차:

1. 패턴을 정의한다.
2. 각 포인트에서 집거나 배치하기 위해 PalletSequence 를 만든다. 시퀀스는 각 패턴 위치에서 무엇을 할지 설명한다.
3. 시퀀스 명령 화면에서 선택기를 사용하여 시퀀스의 어떤 웨이포인트가 패턴 위치에 대응할지 지정한다.

팻릿 시퀀스/앵커 가능 시퀀스

팻릿 시퀀스 노드에서 로봇 암 동작은 팻릿 위치에 대하여 상대적으로이다. 시퀀스 동작으로 앵커 위치/패턴 포인트에서 지정한 위치로 로봇 암이 오게 된다. 남은 위치는 이를 맞추기 위해 모두 이동한다.

앵커 위치에 대하여 상대적으로이지 않으므로 이동 명령은 시퀀스 내에서 사용하지 않는다.

“BeforeStart”

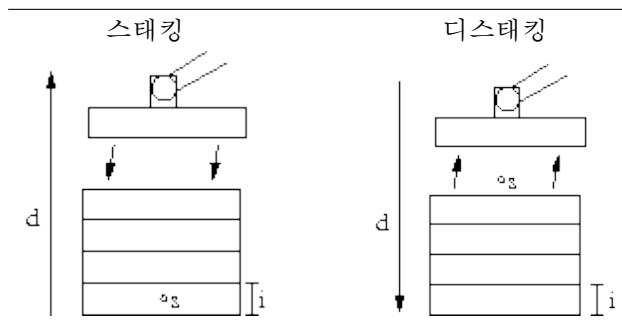
선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리기 위해사용할수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음팰릿준비를위하여 컨베이어동작시작신호로사용할수있다.

14.26 명령: 시크

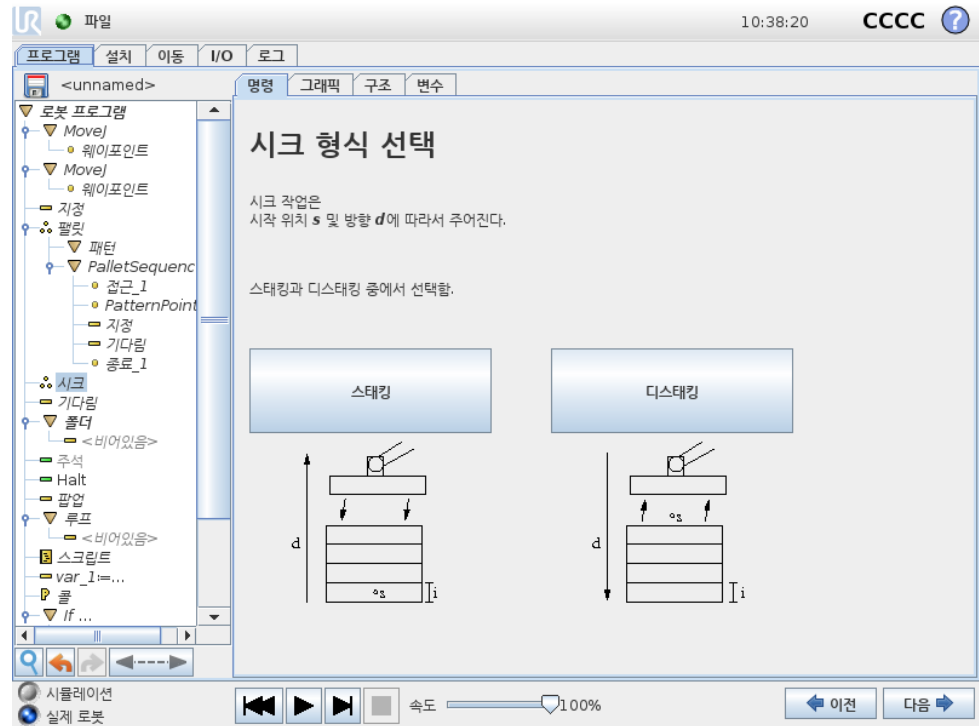
시크기능은센서를사용하여물체를집거나놓기위하여올바른위치에도달했는지판단 한다. 이센서는누름단추식스위치, 압력센서, 정전용량센서일수있다. 이기능은다 양한두께의물체를스택으로쌓은경우또는물체의정확한위치를알수없거나프로그램 으roy를넣기에너무어려운경우에사용한다.



스택작업을위해시크작업을프로그램에삽입할때에는반드시시작포인트 s , 스택방향 d , 스택에있는물체의두께 i 를정의해야한다.

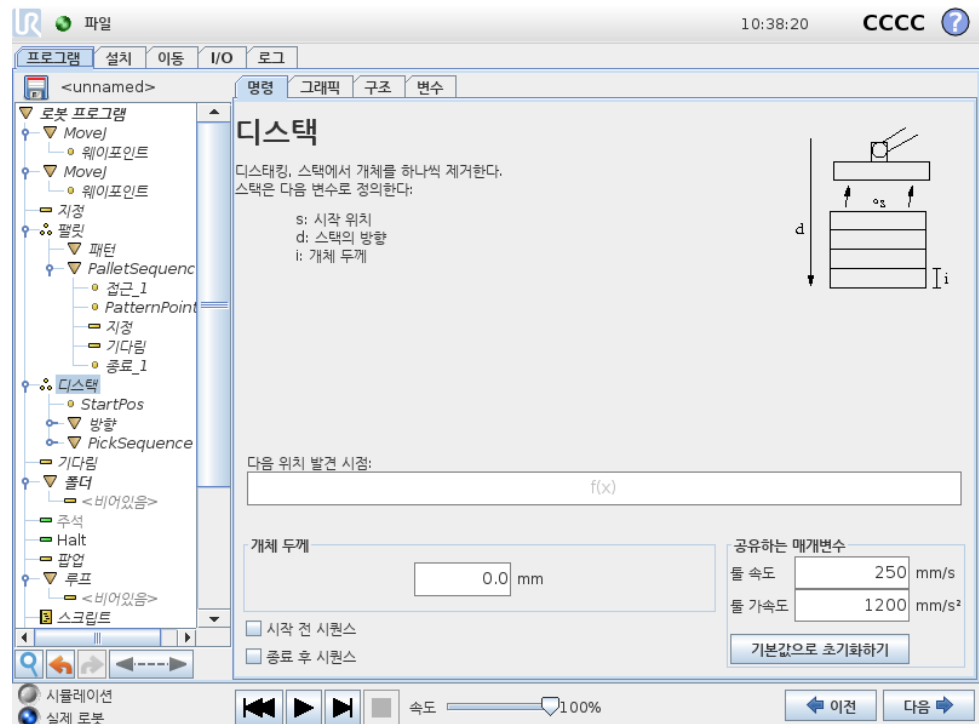
그리고다음스택위치도달조건및각스택위치에서수행하는특별프로그램시퀀스를정 의해야한다. 스택 작업에대한속도및가속도가주어져야한다.

스태킹



스택을 쌓을 때 로봇 암은 시작 위치로 이동하고, 다음 스택 위치를 검색하기 위하여 반대 위치로 이동한다. 발견한 다음에 로봇은 위치를 기억하고, 특별시퀀스를 수행한다. 그 다음에 로봇은 기억한 위치에서 해당 방향의 물체 두께 단위로 증가하며 검색을 시작한다. 스택 높이가 정의한 수보다 높아지거나 센서가 신호를 보내면 스택킹을 완료한다.

디스태킹

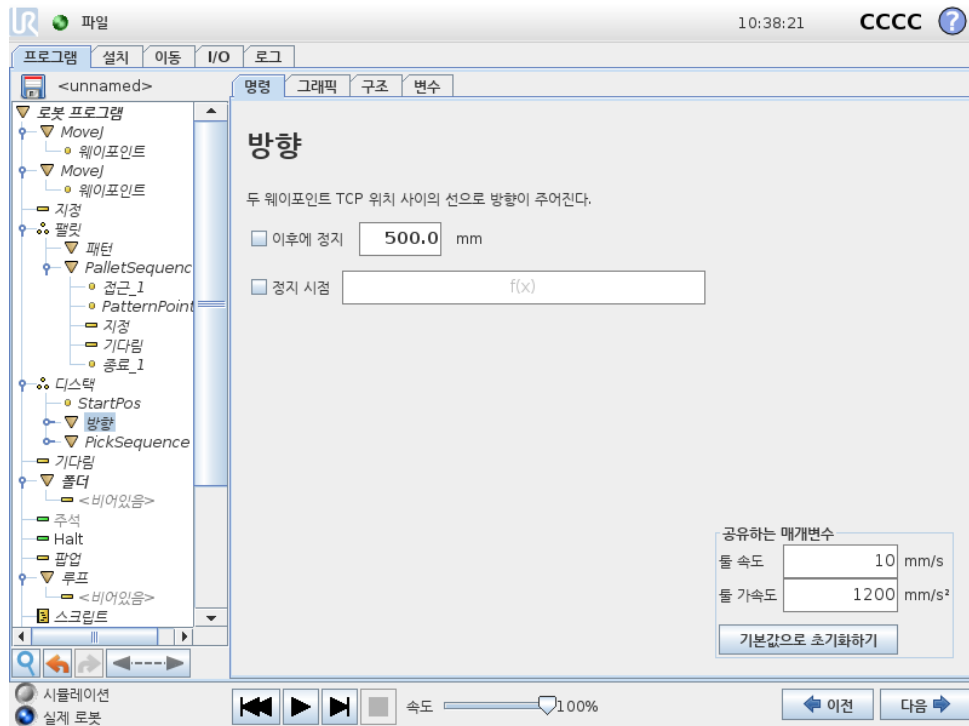


디스태킹할때로봇암은시작위치에서부터주어진방향으로다음물체를검색하기위하여이동한다. 화면의조건이다음물체도달시점을판단한다. 조건을충족하면로봇은 위치를기억하고, 특별시퀀스를수행한다. 그다음에로봇은기억한위치에서해당방향의물체두께단위로증가하며검색을시작한다.

시작위치

시작위치는스택작업이시작하는곳이다. 시작위치를생략하면스택은로봇암의현재 위치에서시작한다.

방향



방향은두위치에서제공하고, 첫위치 TCP 와둘째위치 TCP 의위치차이로이를계산한다.

참고: 방향은포인트의자세를고려하지않는다.

다음스태킹 위치표현식

다음스택위치에도달했는지계속평가하면서로봇암은방향벡터를따라서이동한다. 표현식에서 True 로판단하면특별시퀀스를실행한다.

“BeforeStart”

선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리기 위해사용할수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음스택준비를위하여 컨베이어동작시작신호로사용할수있다.

집기/놓기시퀀스

팔릿작업 (14.25) 과 마찬가지로 특별 프로그램 시퀀스는 각 스택 위치에서 수행한다.

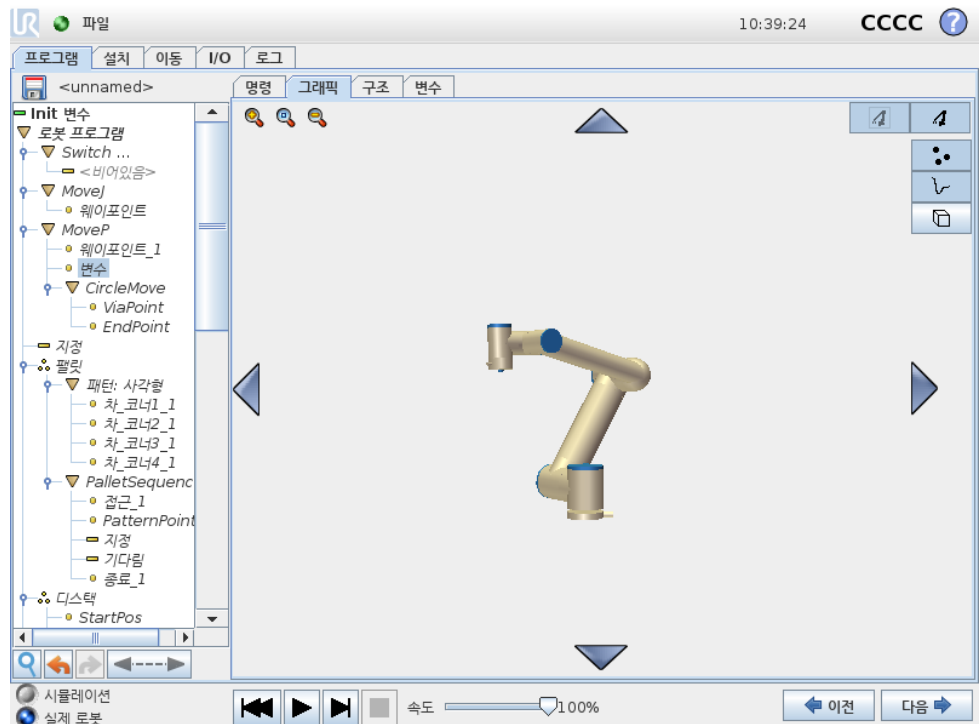
14.27 명령: 컨베이어 추적

컨베이어를 사용할 때 로봇은 그 이동을 추적할 수 있도록 구성할 수 있다. 설치에 정의된 컨베이어 추적이 올바르게 구성되면 로봇은 컨베이어를 따라 움직이도록 움직임을 조정한다. 컨베이어 추적 프로그램 노드는 구조 탭의 마법사 탭에서 사용할 수 있다. 컨베이어를 추적하는 동안 이 노드의 모든 이동이 가능하지만 이는 컨베이어 벨트의 동작에 상대적이다. 설치 탭 (13.13 항목 참조) 하의 컨베이어 추적 설정은 절대 및 증분 인코더와 선형 및 원형 컨베이어와 작업할 수 있는 옵션을 로봇에 제공한다.

14.28 명령: 억제

억제된 프로그램 라인은 프로그램 실행 시 건너뛰게 된다. 억제된 라인 은 나중에 다시 억제를 해제할 수 있다. 이는 원래 내용을 파괴하지 않으면서 프로그램을 변경할 수 있는 빠른 방법이다.

14.29 그래픽 탭



현재 로봇 프로그램을 그래픽으로 표현한다. TCP 경로는 3D 뷰에서 볼 수 있고, 동작 부분은 검은색, 혼합 (동작 부분 간의 전환) 부분은 녹색이다. 녹색 점은 프로그램의 각 웨이포인트에서 TCP 위치를 지정한다. 로봇암의 3D 드로잉은 로봇암의 현재 위치를 보여주고, 로봇팔의 새 도구가 화면 왼쪽에 있는 웨이포인트에 어떻게 도달할 것인지 보여준다.

만약에 로봇 TCP 의 현재 위치가 안전 또는 트리거 플레인에 가까이 오거나, 로봇의 자세가 톨자세 경계 제한 근처로 오면 (10.12 참조), 대략적인 경계 제한을 3D 로 표현하여 보여준다.

참고: 로봇이 프로그램을 실행하는 동안 경계 제한 표시가 꺼진다.

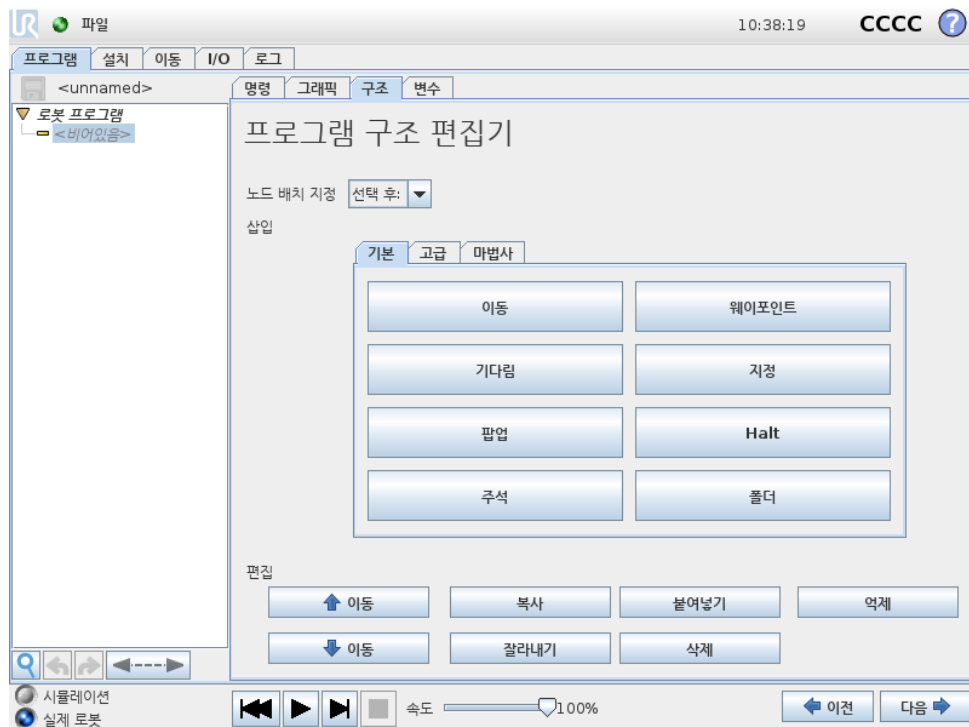
안전 플레인은 노란색과 검은색으로 시각화하며, 작은 화살표가 플레인 수직선을 표현한다. 이는 로봇 TCP 위치를 지정할 수 있는 플레인의 면을 나타낸다. 트리거 플레인은 파란색 및 녹색으로 표시되고, 플레인의 측면을 가리키는 작은 화살표가 있는데, 이는 정상 모드 제한 (10.6 참조) 이 활성화된 곳이다. 톨자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부는 톨자세 (벡터) 에 허용되는 영역을 나타낸다.

대상 로봇 TCP 가 더 이상 제한 근처에 있지 않을 때 3D 표시가 사라진다. TCP 가 경계를 위반하거나 거의 위반할 정도로 가까이 있다면, 제한 표시가 빨간색으로 변한다.

3D 뷰는 확대/축소 및 회전으로 로봇 암을 더 잘 볼 수 있다. 화면 맨 위 오른쪽에 있는 버튼은 3D 뷰에서 여러 가지 그래픽 구성 요소를 끌 수 있다. 맨 아래 버튼은 근접 경계 제한시 각화를 켜거나 끈다.

표시하는 동작 부분은 선택한 프로그램 노드에 따른다. 이동 노드를 선택했다면 표시된 경로가 이동에 따라서 정의된 동작이다. 만약에 웨이포인트 노드를 선택했다면, 디스플레이가 이동의 그다음 ~ 10 단계를 보여준다.

14.30 구조탭



프로그램 구조 탭은 다양한 명령 형식을 삽입, 이동, 복사, 제거하는 기회를 준다.

새 명령을 삽입하려면 다음 단계를 수행한다:

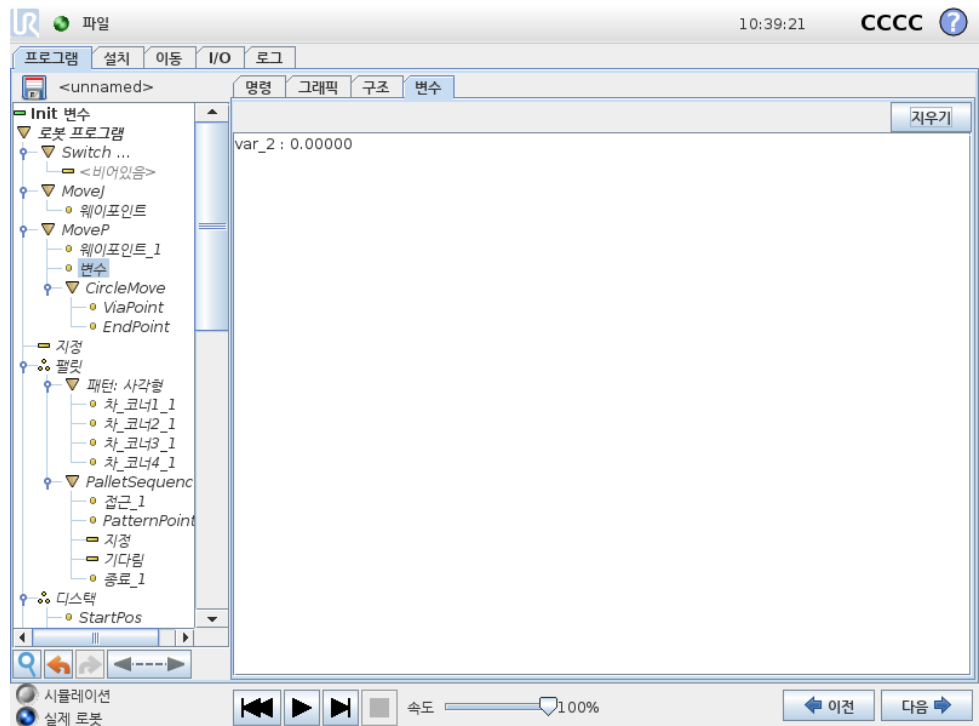
- 1) 기존 프로그램 명령을 선택한다.
- 2) 새 명령을 선택한 명령 위 또는 아래에 삽입해야 할지 선택한다.

- 3) 삽입하려는 명령 형식 버튼을 누른다. 새 명령에 대한 세부적인 조정은 명령 탭으로 이동하여 수행할 수 있다.

명령은 편집 프레임에서 버튼을 사용하여 이동, 복제, 제거할 수 있다. 명령에 하위 명령이 있다면 (명령 옆의 삼각형) 모든 하위 명령도 이동, 복제, 제거가 가능하다.

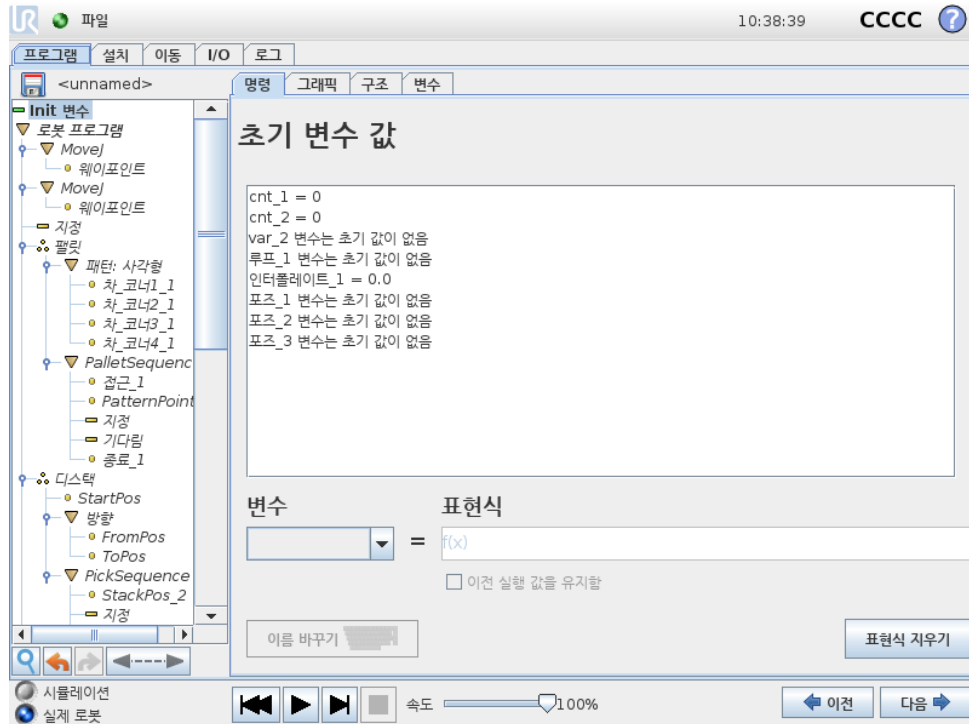
모든 명령이 프로그램의 모든 곳에 올 수는 없다. 웨이포인트는 반드시 이동 명령 하위에 있어야 한다 (바로 하위일 필요 없음). ElseIf 및 Else 명령 If 다음에 와야 한다. 일반적으로 ElseIf 명령을 움직이는 것은 까다로운 작업이다. 변수는 사용하기 전에 반드시 값을 할당받아야 한다.

14.31 변수 탭



변수 탭은 실행 프로그램의 라이브 값을 표시하고, 프로그램 실행 사이에서 변수 및 값 목록을 보존한다. 표시할 정보가 있을 때에만 표시한다. 변수는 이름의 알파벳 순서대로 정렬되어 있다. 이 화면의 변수 이름은 최대 50 자이고, 표시되는 변수 값은 최대 500 자이다.

14.32 명령: 변수초기화



이 화면에서는 프로그램을 (릿스레드를) 실행하기 전에 변수값을 설정할 수 있다.

변수 목록을 클릭하여 변수를 클릭하거나 변수 선택기 상자를 사용한다. 선택한 변수에 대하여 프로그램 시작값을 설정하기 위하여 표현식을 입력할 수 있다.

“마지막 실행 값을 유지하는 것을 선호함” 표시 상자를 선택하면 변수는 14.31에서 설명한 대로 변수 탭의 변수로 초기화된다. 이는 프로그램 실행 간에 값을 유지하는 것을 허용한다. 변수는 프로그램 최초 실행 시 또는 값 탭을 지운 경우에 표현식에서 값을 구한다.

이름을 비우면 (스페이스만 있음) 변수를 프로그램에서 삭제할 수 있다.

15 설정화면



- 로봇초기화 초기화화면으로이동한다. 11.5 참조.
- 언어와단위 사용자인터페이스언어와측정단위를구성한다. 15.1 참조.
- 로봇업데이트 로봇소프트웨어를새버전으로업그레이드한다. 15.2 참조.
- 비밀번호설정 비밀번호가없는사람들이로봇의프로그래밍부분에접근하지못하도록기능을부여한다. 15.3 참조.
- 화면교정 터치스크린의 “감도” 를조정한다. 15.4 참조.
- 네트워크설정 로봇컨트롤박스에대한이더넷네트워크설정인터페이스를연다. 15.5 참조.
- 시간설정 시스템시간과날짜를설정 하고, 시계의표시형식을구성한다. 15.6 참조.
- 설치된 URCaps 의 URCaps 설정 개요및설치와제거옵션. 15.7 참조.
- 뒤로 환영화면으로돌아간다.

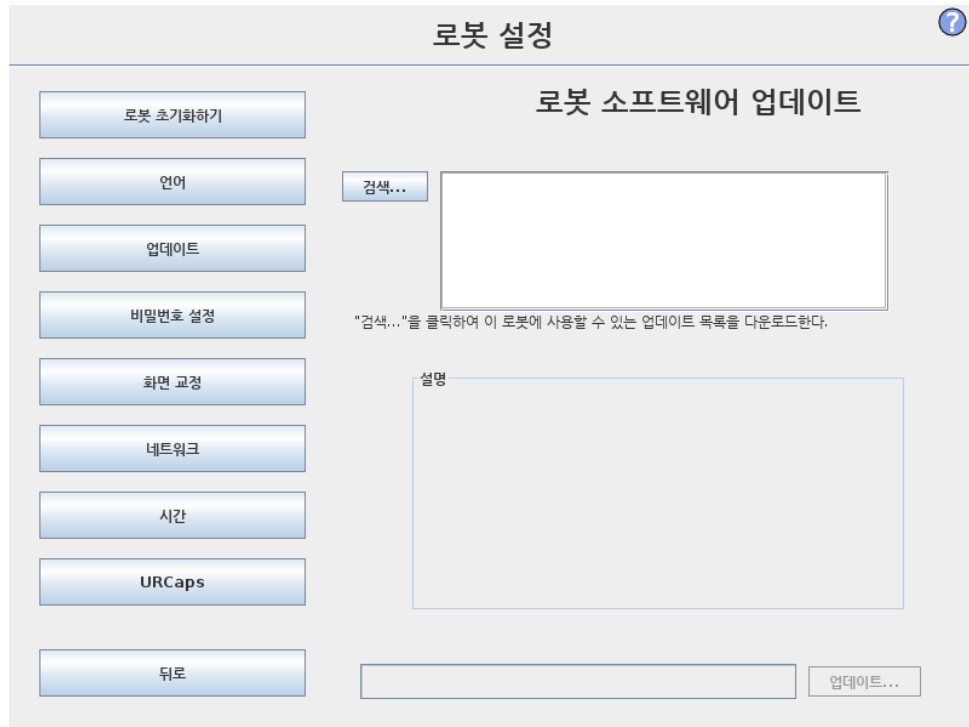
15.1 언어와단위

PolyScope 에서사용하는언어, 단위와키보드언어는이화면에서선택할수있다.

선택한언어는 PolyScope 의다양한화면에있는텍스트및임베드도움말에서사용한다. 로봇프로그램의명령을영어로보려면 “영어프로그래밍”을선택한다. PolyScope 는 효과를보려면다시시작해야한다.

선택한키보드언어가 PolyScope 의모든팝업키보드에사용된다.

15.2 로봇업데이트



소프트웨어업데이트는 USB 플래시메모리에서설치할수있다. USB 메모리스틱을 삽입하고 검색을클릭하여내용목록을본다. 업데이트를수행하려면파일을선택하고 업데이트를클릭한다음에화면지침을따른다.



경고:

소프트웨어업그레이드후에는언제나프로그램을점검한다. 업그레이드는프로그램에서케도를변경할수있다. GUI 의맨위오른쪽구석에있는 “?” 버튼을눌러서소프트웨어업데이트사양을확인할수있다. 하드웨어사양은그대로이며, 이는원래설명서에서찾아볼수있다.

15.3 비밀번호설정

로봇 설정

로봇 초기화하기

언어

업데이트

비밀번호 설정

화면 교정

네트워크

시간

URCaps

뒤로

시스템 비밀번호

새 비밀번호

새 비밀번호 확인

안전 비밀번호

현재 비밀번호

새 비밀번호

새 비밀번호 확인

두비밀번호가지원된다. 첫째는로봇설정에대한무허가수정을방지하는 선택적인시스템비밀번호이다. 시스템비밀번호를설정하면, 프로그램은비밀번호없이로드하고실행할수있지만, 프로그램생성또는변경을위해사용자가올바른비밀번호를입력해야한다.

둘째는안전구성을수정하기위해반드시올바르게입력해야하는 필수안전비밀번호이다.



참고:

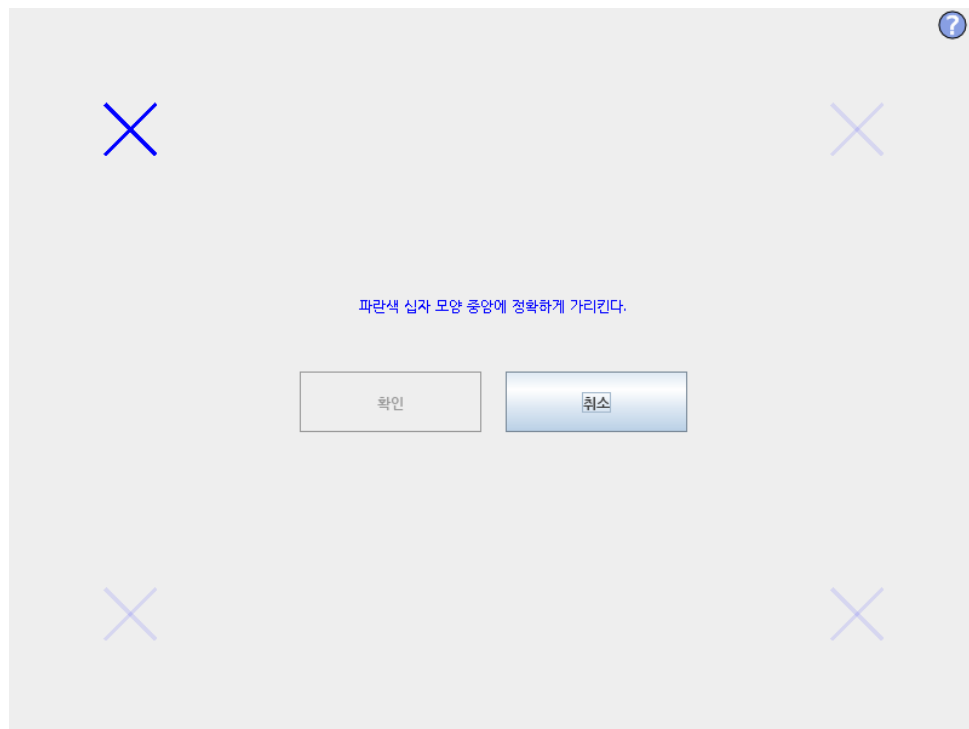
안전구성을변경하려면반드시안전비밀번호를설정해야한다.



경고:

시스템비밀번호를추가하여승인받지않은사람이로봇설치를변경하지못하게 한다.

15.4 화면교정



터치스크린교정하기. 화면안내를따라서터치스크린을교정한다. 금속제가아니고, 약간뽀족한물체를사용한다. 예: 뚜껑이단힌펜. 인내심과주의를갖고수행하면결과가더좋다.

15.5 네트워크설정



이더넷네트워크설정을위한패널. 이더넷연결은기본로봇기능에필요하지않고, 기본값은꺼져있다.

15.6 시간설정

로봇 설정 ?

로봇 초기화하기

언어

업데이트

비밀번호 설정

화면 교정

네트워크

시간

URCaps

뒤로

시간 설정

시간 형식: ☒ 24 시간 ☐ 12 시간

현재 시간 선택:

+	+	+
10	:	38 : 04
-	-	-

날짜 설정

오늘 날짜 선택:

2017년 12월 12일 (화)

날짜 형식:

☒ 2017년 12월 12일 (화)

☐ 2017. 12. 12

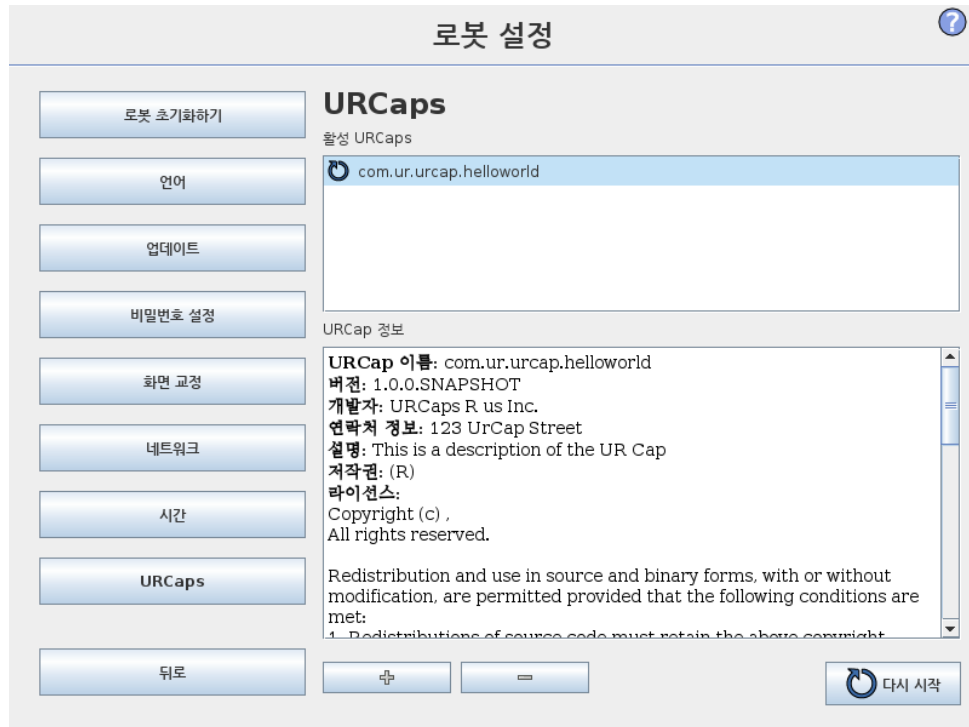
☐ 17. 12. 12

새 설정 효과 적용을 위하여 PolyScope를 다시 시작

다시 시작

시스템시간과날짜를설정 하고, 시계의표시형식을구성 한다. 시계는 프로그램실행 및 로봇프로그램하기화면맨위에표시된다. 이를누르면날짜를잠시보여준다. 효과를보려면 GUI 를다시시작해야한다.

15.7 URCaps 설정



맨 위 목록에 설치된 모든 URCap 에 대한 개요가 표시되어 있다. URCap 을 클릭 하면 목록 아래의 URCap 정보 영역에 메타 정보가 표시된다 (URCap 이름, 정보, 라이선스 등 포함).

새 URCap 을 설치 하려면 화면 아래의 + 버튼을 클릭한다. .urcap 파일을 선택 할 수 있는 곳에서 파일 선택기가 표시된다. 열기를 클릭 하면 PolyScope 가 설정 화면으로 돌아온다. 선택된 URCap 이 설치 되고 목록에서 대응되는 항목이 조금 후에 나타난다. URCap 을 새로 설치 하거나 제거 하면 PolyScope 를 시작해야 하고, 다시 시작 버튼이 활성화된다.

URCap 을 제거 하려면 목록에서 URCap 을 선택 하고 - 버튼을 클릭 하면 된다. URCap 이 목록에서 사라지지만, 다시 시작할 필요가 있다.

목록에서 항목 옆에 표시된 아이콘은 URCap 의 상태를 표시 한다. 다른 상태는 아래에 서 정의 한다:

-  URCap ok: URCap 이 설치 되었으면 정상적으로 실행 중이다.
-  URCap 결함: URCap 이 설치 되었지만 시작되지 않는다. URCap 개발자에게 문의 한다.
-  URCap 을 다시 시작해야 함: URCap 이 방금 설치 되었으며 다시 시작해야 한다.

정지카테고리 0: 로봇동작은로봇에대한전원공급중단으로즉시멈춘다. 이는제어되지않는정지로서로봇관절브레이크가걸리면최대한빨리프로그램경로에서벗어날수있다. 이보호정지는안전등급제한을초과하거나컨트롤시스템의안전등급부품에결함이있는경우에사용한다. 자세한정보는 ISO 13850 또는 IEC 60204-1 을참조한다.

정지카테고리 1: 사용가능한전원으로로봇은동작을정지하고, 정지후대전원을차단한다. 제어정지로서로봇은프로그램경로를계속따라간다. 전원은로봇이멈추자마자차단된다. 자세한정보는 ISO 13850 또는 IEC 60204-1 을참조한다.

정지카테고리 2: 로봇에남은전원을사용하는제어정지. 안전등급컨트롤시스템은로봇이정지위치를유지하도록모니터링한다. 자세한정보는 IEC 60204-1 을참조한다.

카테고리 3: 카테고리는 정지카테고리라는용어와혼동해서는안된다. 카테고리는특정 퍼포먼스레벨의기본으로사용되는아키텍처타입을의미한다. 카테고리 3 아키텍처의주요속성은단일한오류가안전기능의상실로이어질수없다는것이다. 자세한정보는 ISO 13849-1 을참조한다.

퍼포먼스레벨: 퍼포먼스레벨 (PL) 은예상가능한조건에서안전하게기능을수행하기위해컨트롤시스템의안전관련능력을지정하기위한불연속적인수준이다. PLd는최고에서두번째인안전성분류인데, 안전기능이극히안전적이라는의미이다. 자세한정보는 ISO 13849-1 을참조한다.

진단유효범위 (DC): 등급퍼포먼스레벨성취를위해적용한진단의유효성을측정한다. 자세한정보는 ISO 13849-1 을참조한다.

MTTfD: 위험을초래하는고장이발생하기까지의평균시간 (Mean time to dangerous failure: MTTfD) 은등급퍼포먼스레벨성취에사용한계산및시험에기반한값이다. 자세한정보는 ISO 13849-1 을참조한다.

통합자: 통합자는최종로봇설치를설계하는자이다. 통합자는최종위험평가를하고최종설치가현지법규에부합하게만들책임이있다.

위험평가: 위험평가는모든평가를식별하고이를적합한수준으로감소하는전체적인프로세스이다. 위험평가는기록해야한다. 자세한정보는 ISO 12100 참조.

협업로봇애플리케이션: 협업이라는용어는로봇애플리케이션에서작업자와로봇간의협업을의미한다. 정확한정의와설명은 ISO 10218-1 및 ISO 10218-2 를참조한다.

안전구성: 안전관련기능과인터페이스는안전구성매개변수를통해구성이가능하다. 이는소프트웨어인터페이스를통해정의된다, 부참조 II.

색인

로봇암	II-45	마법사	II-94
A		모션	II-88
AfterEnd	II-91	목록 (패턴)	II-86
B		범용 I/O	I-27
BeforeStart	II-91	베이스	II-21, II-68
E		베이스특징	II-49
EtherNet/IP	II-43	변수	II-64, II-96
I		변수웨이포인트	II-68
I/O .. I-25, I-26, I-28, II-25, II-35, II-43,	II-44	변수특징	II-68
M		보증	I-49
MODBUS	II-35, II-36, II-44, II-46,	복구모드	II-27
	II-47, II-55		
MoveJ	II-66		
MoveL	II-50, II-66, II-68		
MoveP	II-50, II-66, II-68		
P			
PolyScope .. ix, II-21, II-23, II-25, II-80,	II-83	사각형패턴	II-86
S		상대적웨이포인트	II-68
Switch Case 구성	II-86	상자패턴	II-86, II-87
U		서비스설명서	x
URCaps	x	선패턴	II-87
		설정	II-77
경고표시	I-4	설치	II-45, II-94
관절부하	II-57	설치변수	II-45
구조	II-94	손목 3	II-21
기다림	II-76	스크립트설명서	x
		시험버튼	II-89
단순	II-88	안전 I/O	I-27, I-28
라인패턴	II-86	안전구성	I-7
로봇암	I-25, I-61, II-42, II-57, II-87,	안전설정	I-3
	II-89, II-92, II-93	안전지침	I-43
		앵커위치	II-90
		웨이포인트	II-23, II-66, II-68, II-69,
			II-74, II-90, II-95
		위험평가	ix, I-3, I-7, I-8
		이더넷	I-39
		이동	II-25, II-50, II-51, II-66, II-67,
			II-69, II-77, II-90
		정사각형패턴	II-87
		정상모드	II-95
		조인트공간	II-66
		컨베이어추적	II-54, II-94
		컨트롤박스 .. I-25, I-26, I-41, I-61, II-25,	
			II-35, II-45, II-57
		컨트롤박스를위한마운팅브래킷	ix
		컨피규어러블 I/O	I-27

통합자	x, I-7	포즈편집기	II-50
툴 I/O	I-36	폴더	II-79
툴센터포인트	II-39	표준	I-61, I-62
툴특징	II-49	표준은	I-63
특징	II-49, II-55	표현편집기	II-86
특징메뉴	II-88	프레임	II-88
티치펜던트	ix, II-44, II-89	프로그램	II-25
팝업	II-77	프로그램트리	II-62, II-63
패턴	II-86, II-87	프리드라이브 ..	II-23, II-42, II-44, II-49, II-89
팔렛시퀀스	II-90	혼합	II-69
포스모드	II-87	혼합파라미터	II-70
포인트	II-88		