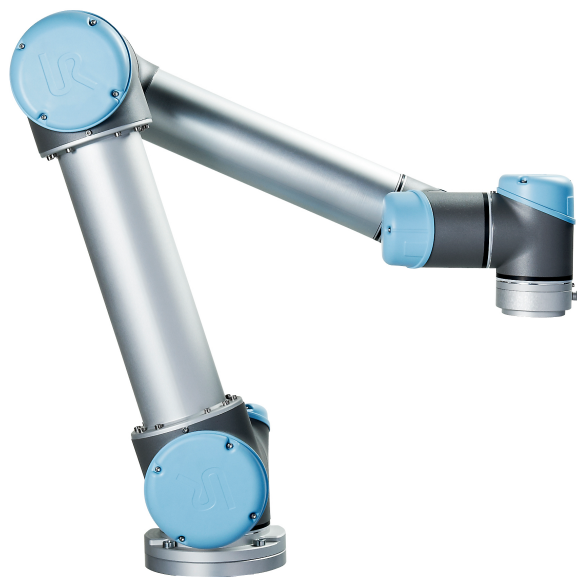




UNIVERSAL ROBOTS

사용자안내서



UR5/CB3

원본의번역본 (ko)



UNIVERSAL ROBOTS

사용자안내서

UR5/CB3

버전 **3.0** (rev. 15965)

원본의번역본 (ko)

일련번호 UR5: _____

일련번호 CB3: _____

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 2014, Universal Robots A/S

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

Contents

머리말	ix
내용물.	ix
중요안전고지	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-3
1.4 이설명서의경고심볼	I-4
1.5 일반경고및주의	I-4
1.6 용도	I-7
1.7 위험평가	I-7
1.8 비상정지	I-8
1.9 구동용동력을사용하지않는이동	I-8
 2 운송	 I-11
 3 기계적인터페이스	 I-13
3.1 로봇의작업영역	I-13
3.2 마운팅	I-13
 4 전기적인터페이스	 I-17
4.1 소개	I-17
4.2 전기경고및주의	I-17
4.3 컨트롤러 I/O.	I-18
4.3.1 모든디지털 I/O 에대한공통사양	I-19
4.3.2 안전 I/O.	I-20
4.3.3 범용디지털 I/O	I-23
4.3.4 버튼을이용하는디지털입력	I-24
4.3.5 다른기계또는 PLC 와의커뮤니케이션	I-24
4.3.6 범용아날로그 I/O	I-24
4.3.7 원격 ON/OFF 제어.	I-26
4.4 톨 I/O	I-27
4.4.1 톨디지털출력	I-28
4.4.2 톨디지털입력	I-29
4.4.3 톨아날로그입력	I-29

4.5	이더넷	I-30
4.6	전원연결	I-31
4.7	로봇연결	I-32
5	안전관련특징및인터페이스	I-33
5.1	안전관련기능제한	I-33
5.2	안전모드	I-34
5.3	안전관련전기적인터페이스	I-35
5.3.1	안전관련전기적입력	I-35
5.3.2	안전등급전기적출력	I-36
6	보전및수리	I-39
6.1	안전지침	I-39
7	폐기및환경	I-41
8	인증	I-43
8.1	제 3 자인증	I-43
8.2	EU 지령에준하는선언	I-43
9	보증	I-45
9.1	제품보증	I-45
9.2	면책조항	I-45
A	정지시간및정지거리	I-47
A.1	카테고리 0 정지거리와시간	I-47
B	선언및인증	I-49
B.1	CE Declaration of Incorporation (original)	I-49
B.2	CE 편입선언 (원본번역)	I-50
B.3	안전시스템인증	I-51
B.4	환경시험인증	I-52
B.5	EMC 시험인증	I-53
C	적용표준	I-55
D	기술사양	I-61
II	PolyScope 설명서	II-1
10	소개	II-3
10.1	시작하기	II-3
10.1.1	로봇팔과컨트롤박스설치하기	II-3
10.1.2	컨트롤박스켜기및끄기	II-4
10.1.3	로봇팔켜기및끄기	II-4
10.1.4	빠른시작	II-4
10.1.5	첫프로그램	II-5

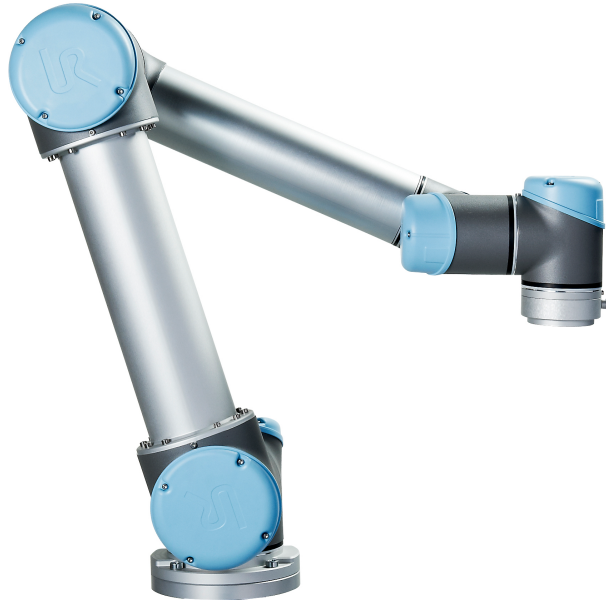
10.2	PolyScope 프로그래밍인터페이스	II-6
10.3	환영화면	II-7
10.4	초기화화면.	II-8
11	화상편집기	II-11
11.1	화상키패드.	II-11
11.2	화상키보드.	II-12
11.3	화면표현식편집기	II-12
11.4	포즈편집기화면	II-13
12	로봇제어	II-15
12.1	이동탭	II-15
12.1.1	로봇	II-15
12.1.2	특징및툴위치	II-16
12.1.3	툴이동	II-16
12.1.4	관절이동.	II-16
12.1.5	교시	II-16
12.2	I/O 탭	II-17
12.3	MODBUS 클라이언트 I/O	II-17
12.4	자동이동탭.	II-18
12.5	설치 → 로드/저장	II-20
12.6	설치 → TCP 구성	II-21
12.7	설치 → 마운팅	II-22
12.8	설치 → I/O 설정	II-23
12.9	설치 → 안전	II-23
12.10	설치 → 변수	II-24
12.11	설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정	II-25
12.12	설치 → 기능	II-27
12.13	설치 → 기본프로그램.	II-31
12.13.1	기본프로그램로드하기.	II-31
12.13.2	기본프로그램시작하기.	II-31
12.13.3	자동초기화	II-32
12.14	로그탭	II-32
12.15	로드화면	II-33
12.16	실행탭	II-35
13	프로그래밍	II-37
13.1	새프로그램.	II-37
13.2	프로그램탭.	II-38
13.3	변수	II-39
13.4	명령: 비어있음	II-40
13.5	명령: 이동	II-40
13.6	명령: 고정웨이포인트.	II-42
13.7	웨이포인트설정하기	II-43
13.8	명령: Relative Waypoint.	II-44
13.9	명령: Variable Waypoint.	II-45
13.10	명령: 기다림	II-46

13.11 명령: 지정	II-46
13.12 명령: 팝업	II-47
13.13 명령: Halt	II-48
13.14 명령: 주식	II-48
13.15 명령: 폴더	II-49
13.16 명령: 루프	II-49
13.17 명령: SubProgram	II-50
13.18 명령: 할당	II-51
13.19 명령: If	II-52
13.20 명령: 스크립트	II-53
13.21 명령: 이벤트	II-54
13.22 명령: 스레드	II-55
13.23 명령: 패턴	II-55
13.24 명령: 포스	II-57
13.25 명령: 펄스	II-59
13.26 명령: 시크	II-60
13.27 명령: 억제	II-63
13.28 그래픽탭	II-63
13.29 구조탭	II-64
13.30 변수탭	II-65
13.31 명령: 변수초기화	II-66
14 설정화면	II-67
14.1 언어와단위	II-68
14.2 로봇업데이트	II-69
14.3 비밀번호설정	II-70
14.4 화면교정	II-71
14.5 네트워크설정	II-71
14.6 시간설정	II-72
15 안전구성	II-73
15.1 안전구성변경	II-74
15.2 안전동기화및오류	II-74
15.3 허용오차	II-75
15.4 안전체크섬	II-75
15.5 안전모드	II-75
15.6 교시모드	II-76
15.7 비밀번호잠금	II-76
15.8 적용	II-77
15.9 일반제한	II-77
15.10 관절제한	II-80
15.11 경계	II-81
15.11.1 구성할경계선택	II-81
15.11.2 3D 시각화	II-82
15.11.3 안전플레인구성	II-82
15.11.4 톨경계구성	II-85
15.12 안전 I/O	II-86

Glossary	II-89
Index	II-91

머리말

Universal Robots UR5 을 (를) 구매해주셔서 감사합니다.



이로봇은물을이동하고, 전기신호를사용하여다른기계와통신할수있다. 팔은확장된 알루미늄튜브와관절로구성된다. 특히받은프로그래밍인터페이스인 PolyScope 을 사용하여로봇을프로그래밍하여물을쉽게원하는궤도를따라서이동할수있다.

내용물

완비로봇을주문하면두상자가배송된다. 한상자는로봇팔을포함하고, 다음목록의 항목이다른상자에포함되어있다:

- 컨트롤박스및교시펜던트
- 컨트롤박스를위한마운팅브래킷
- 교시펜던트를위한마운팅브래킷
- 컨트롤박스열쇠
- 해당지역에호환되는전원케이블
- 툴케이블
- 레이저가있는스타일러스펜
- UR 제품시험인증서
- 이설명서

중요안전고지

이로봇은 불완비기계 (8.2 참조) 로서로봇의각설치를위해위험평가가필요하다. 1장의모든안내지침을따르는것이특히중요하다.

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 통합자를 의도해 두고 썼다. 또한 필수적이지는 않지만 프로그래밍의 기본 개념을 알면 도움이 된다. 로봇 또는 Universal Robots에 대한 특별한 지식이 필요하지는 않다.

더 자세한 정보를 찾을 수 있는 곳

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

- 이 설명서의 다른 언어 버전
- *PolyScope* 설명서는 *PolyScope* 을 새 버전으로 업그레이드한 다음에 업데이트된다.
- 로봇 문제 진단, 보전, 수리 안내가 있는 서비스 설명서.
- 고급 사용자를 위한 스크립트 설명서.

Part I

하드웨어설치설명서

1 안전

1.1 소개

이 장은 UR 로봇 통합자가 반드시 읽고 이해해야 할 중요한 안전 정보를 포함한다.

이 장의 첫 하위 항목은 일반적인 내용이며, 뒤의 하위 항목은 로봇 설정 및 프로그래밍에 더 관련 있는 구체적인 엔지니어링 데이터를 포함한다.

이 설명서의 다른 장과 부분에서 제공한 모든 조립 안내 및 지침은 모두 준수하고 따라야 한다.

경고 심볼이 있는 내용은 각별히 주의해야 한다. 안전 관련 기능 및 인터페이스에 대한 자세한 설명은 5장을 참조한다.

1.2 유효성 및 책임

이 정보는 완비 로봇 애플리케이션을 설계, 설치, 작동하는 방법 또는 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 체계에 대한 위험 평가 구성하기
- 위험 평가로 정의된 경우 다른 기계 및 추가 안전 장치와의 인터페이스
- 소프트웨어에서 적합한 안전 설정을 설정함
- 사용자가 안전 장치를 변경하지 않음
- 총 체계의 설계와 설치에 대한 유효성 검사
- 사용 지침 지정하기
- 로봇 설치에 대한 적합한 표시 및 통합자 연락처 정보 기재
- 기술 파일에서 모든 문서 수집하기

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

1.3 책임의 한계

이 설명서에서 제공한 안전 정보는 작업자가 모든 안전 지침을 준수하면 부상이나 손상을 일으키지 않을 것이라는 UR 의보장으로 절대로 해석해서는 안 된다.

1.4 이설명서의경고심볼

아래표는설명서에서사용하는위험수준캡션을정의한다. 같은경고표시가제품에도 사용된다.



위험:

이를피하지않으면사망또는심각한부상을입을수있는임박한전기적으로위험한상황을나타낸다.



위험:

이를피하지않으면사망또는심각한부상을입을수있는임박한위험한상황을나타낸다.



경고:

이를피하지않으면부상또는장비에대한심각한손상을일으킬수있는전기적인잠재위험상황을나타낸다.



경고:

이를피하지않으면부상또는장비에대한심각한손상을일으킬수있는잠재위험상황을나타낸다.



경고:

만지면부상으로이어질수있는잠재적으로위험한뜨거운표면을나타낸다.



주의:

이를피하지않으면장비손상을일으킬수있는상황을나타낸다.

1.5 일반경고및주의

이항목은일반경고및주의를포함한다. 이중일부는설명서의다른부분에서반복하거나설명한다. 설명서에서는그외경고및주의도소개되어있다.



위험:

3 장및 4 장의사양및경고에따라서로봇과모든전기장비를설치한다.



경고:

1. 로봇팔과틀을올바른방법으로확실하게제위치에마운팅한다.
2. 로봇팔이자유롭게움직일수있도록충분한공간을준다.
3. 작업자와지나다니는사람을보호하기위해안전장치를 (예: 가드레일, 밧줄또는안전막) 로봇작업영역주위에설치했는지확인한다.
4. 로봇을사용할때에는헐거운옷이나보석을착용하지않는다. 로봇을사용할때에는긴머리를뒤로묶는다.
5. 손상된로봇은절대로사용하지않는다.
6. 소프트웨어에서치명적인오류가나타나면즉시비상정지하고, 오류로이어진조건을종이에적은다음, 해당오류코드를로그화면에서찾고, 공급자에게연락한다.
7. 안전장비를어떠한정규 I/O 에도연결하지않는다. 안전관련인터페이스만사용한다.
8. 올바른설치설정을사용하도록한다 (예: 로봇마운팅각도, TCP 무게, TCP 오프셋, 안전구성). 프로그램과함께설치파일을저장하고로드한다.
9. 교시기능 (임피던스/백-드라이브) 은위험평가에서이러허용하는경우에만사용한다. 툴과장애물은날카로운가장자리또는집히는포인트가있어서는안된다. 모든사람들이머리와얼굴을로봇이닿지범위안에넣지않게한다.
10. 교시펜던트를사용할때는로봇의움직임을주의한다.
11. 시스템운영중에는로봇의안전범위안으로들어오거나로봇을만지지않는다.
12. 충돌은상당한운동에너지를발산하고, 이는높은속도와높은페이로드에서특히더욱높아진다. (운동에너지 = $\frac{1}{2}$ 질량 · 속도²)
13. 서로다른기계를혼합하면위험도가증가하거나새로운위험이발생한다. 완비설치에대하여언제나전체위험평가를한다. 다른안전및비상정지퍼먼스레벨이필요하면, 언제나최고퍼먼스레벨을선택한다. 언제나모든설치장비의설명서를읽고이해한다.
14. 로봇을절대로개조하지않는다. 개조하면통합자가생각하지못했던위험을만들수있다. 모든승인된재조립은모든관련서비스설명서최신버전에따라서수행한다. 제품이변경되거나개조되었다면 UNIVERSAL ROBOTS 는어떠한책임도포기한다.
15. 추가모듈과함께로봇을구매했다면 (예: EUROMAP67 인터페이스) 해당설명서에서모듈설명을참조한다.

**경고:**

1. 로봇과 컨트롤러 상자는 작동 중에 열을 발생한다. 작동 중 또는 작동 직후에 로봇을 취급하거나 만지지 않는다. 로봇 전원을 끄고, 한 시간 기다리는 것으로 로봇을 냉각한다.
2. 절대로 컨트롤러 박스 내부 덮개 뒤에 손가락을 집어넣지 않는다.

**주의:**

1. 로봇을 해칠 수 있는 기계와 혼합하거나 이러한 기계와 함께 사용하면, 모든 기능과 로봇 프로그램을 따로 시험하는 것을 추천한다. 다른 기계의 작업 영역 외부에서 임시 웨이포인트를 지정하여 로봇 프로그램을 시험할 것을 권장한다. Universal Robots 는 프로그래밍 오류 또는 로봇 장애에 따른 로봇 또는 다른 장비에 대한 손상 대해 책임질 수 없다.
2. 로봇을 영구적인 자기 장애로 출시시키지 않는다. 매우 강력한 자기장은 로봇을 손상시킬 수 있다.

1.6 용도

UR 로봇은 산업용이고, 도구 및 고정재 취급 또는 구성 요소와 제품의 공정 또는 이동에 사용한다. 로봇 작동 환경 조건에 대한 내용은 부록 B 및 D을 (를) 참조한다.

UR 로봇은 특별 안전 관련 특징이 장착되어 있고, 이는 협업을 목적으로 설계되었으며, 로봇은 펜스가 없거나 사람과 함께 작동한다.

협업 작업은 특정 상황의 위험 평가에서 툴, 작업 개체, 장애물, 기타 기계를 포함하는 완비 애플리케이션이 위험 평가에서 어떠한 상당한 유해도 없는 경우만을 위한 것이다.

의도된 용도에서 이탈한 사용 또는 적용은 응답할 수 없는 오용으로 간주한다. 이는 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는다:

- 잠재적으로 폭발적인 환경에서 사용함
- 의료 및 생명 중시 애플리케이션에 사용함
- 위험 평가 전에 사용함
- 퍼포먼스 레벨 등급이 미달인 곳에서 사용함
- 안전 기능의 반응 시간이 불충분한 경우에 사용함
- 밟고 올라서기 위해 사용함
- 허용 가능한 작업 매개 변수 외부에서 작동함

1.7 위험 평가

통합자에게 가장 중요한 것 중 하나는 위험 평가이다. 로봇 설치의 안전은 로봇 통합 방법에 따르기 때문에 로봇 자체는 불완비 기계이다 (예: 툴, 장애물, 기타 기계).

위험평가수행을 위해 통합자는 ISO 12100 및 ISO 10218-2 지침을 사용할 것을 권장한다.

위험평가는 두 가지 설치를 고려한다:

- 로봇 설치 개발도중로봇교시
- 로봇설치의 정상작업

로봇이 비협업설치로 설치되면 (예: 위험도구사용), 위험평가결과로 통합자는 프로그래밍도중보호를 위하여 추가 안전장치를 (예: 활성화장치) 연결하기로 평가할 수 있다.

Universal Robots 는 아래 목록에 통합자로서 반드시 고려해야 하는 잠재적으로 상당한 유해사항을 열거했다. 특정 로봇설치에 대하여 다른 상당한 유해사항이 있을 수 있다.

1. 로봇푸트와 베이스 사이에 손가락이 끼인다 (관절 0).
2. 리스트 1 과 리스트 2 사이에 손가락이 끼인다 (관절 3 과 관절 4).
3. 툴의 날카로운 가장자리 또는 부분, 그리고 툴 커넥터에의 한피부관통.
4. 로봇트랙 근처 장애물의 날카로운 가장자리 또는 부분에의 한피부관통.
5. 로봇움직임에 따른 멍들.
6. 무거운 페이로드와 단단한 표면 사이의 움직임에의 한뺨 또는 골절.
7. 로봇팔 또는 툴을 고정하는 볼트가 느슨해지는 상황에 따른 결과.
8. 툴에서 물체가 떨어짐. 예: 잘려지지 않거나 전원이 중단됨.
9. 다른 기계의 다른 비상정지버튼과 혼동하여 발생하는 실수.

정지 시간 및 정지 거리 정보는 부록 A에서 찾아볼 수 있다.

1.8 비상정지

비상정지버튼을 켜서 즉시 모든 로봇 동작을 정지한다.

비상정지는 위험 감소 방법으로 사용해서는 안 되고, 이차 보호 장치로 사용해야 한다.

비상정지버튼이 연결되어야 한다면 로봇에 플리케이션 위험평가가 이를 결정한다. 비상정지버튼은 IEC 60947-5-5 를 준수해야 한다. 4.3.2항 참조.

1.9 구동용 동력을 사용하지 않는 이동

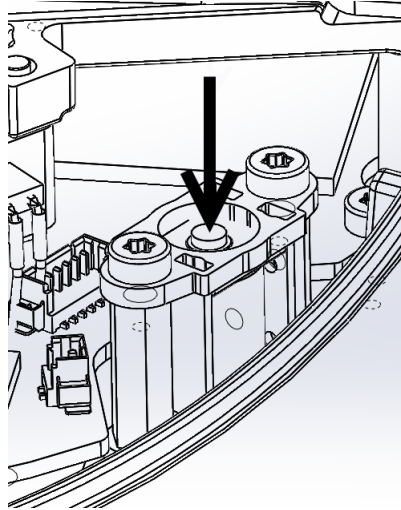
로봇관절을 이동해야 하지만 로봇전원을 사용하지 않아야 하거나 사용할 수 없는 드문 경우에는 로봇관절을 강제로 이동하는 두 가지 방법이 있다:

1. 강제백드라이빙: 로봇팔을 힘차게 (500 N) 당겨서 관절을 강제로 움직인다. 각 관절 브레이크는 높은 강도의 토크가 있는 경우에 이동을 가능하게 하는 마찰 클러치가 있다.
2. 수동 브레이크 해제: 고정하고 있는 M3 나사를 빼서 관절 덮개를 떼낸다. 아래 도해에서 보이는 대로 작은 전자석에 있는 플런저를 밀어서 브레이크를 해제한다.



경고:

1. 로봇 팔을 수동으로 움직이는 것은 비상시를 위한 것이며, 이는 관절을 손상할 수 있다.
2. 브레이크를 수동으로 해제하면 중력 때문에 로봇 팔이 떨어질 수 있다. 브레이크를 해제하지 전에 언제나 로봇 팔, 툴, 작업 도구를 보조한다.



2 운송

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

포장에서 설치 장소로 옮길 때 로봇 팔의 양쪽관을 동시에 든다. 모든 마운팅 볼트가 로봇 베이스에 단단하게 조여질 때까지 로봇을 고정하기 위해 잡고 있어야 한다.

컨트롤러 박스는 핸들로 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. 3 장의 마운팅 지침대로 로봇을 확실히 마운팅한다.

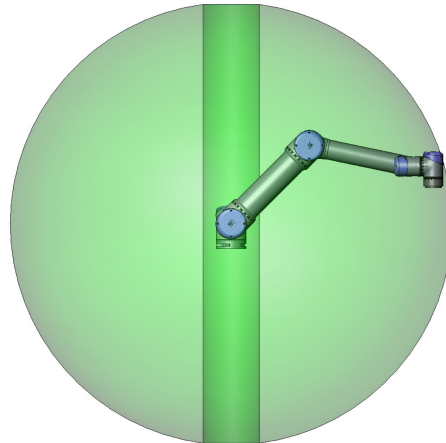
3 기계적 인터페이스

로봇은 로봇관절 6 개, 알루미늄관 2 개로 구성되어 있고, 이는 로봇틀 베이스와 연결되어 있다. 로봇은 틀이 작업공간에서 이동하고 회전하는 것을 허용한다. 다음 항목은 로봇 시스템의 다양한 부품을 마운팅하는 기본 지침을 설명한다.

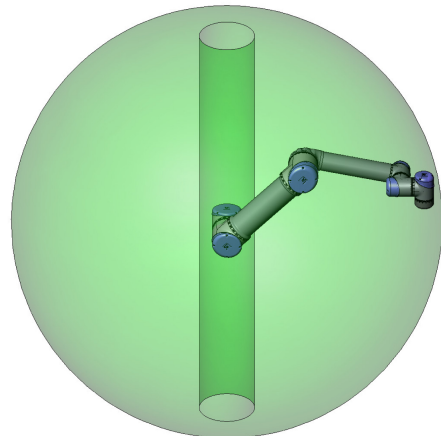
4장의 전기 설치 지침을 반드시 따라야 한다.

3.1 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. 틀이 느리게 움직여도 관절을 빠르게 움직여서 로봇이 비효율적으로 작동하고, 위험 평가 수행이 어려워지기 때문에 원통형 용적에 틀을 가까이 움직이는 것은 가능한 한 피해야 한다.



전면



틸트됨

3.2 마운팅

로봇 팔 로봇 팔은 베이스의 8.5 mm 구멍 4 개에 M8 볼트를 사용하여 마운트한다. 20 N m 토크로 이 볼트를 조이는 것을 권장한다. 로봇 팔 위치를 매우 정확하게 변경해야 한다면, 핀과 함께 사용할 수 있는 두 Ø8 홀이 제공된다. 또한 정확한 베이스 카운터파트를 액세스 리로 구매할 수 있다. 3.1 도해는 구멍 드릴 및 마운팅 위치를 보여준다.

베이스 관절이 토크의 10 배 및 로봇 팔의 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:

로봇 팔을 올바른 방법으로 확실하게 제 위치에 마운트한다. 마운팅 표면은 견고해야 한다.



주의:

로봇이연장된시간동안물에닿으면손상될수있다. 로봇은수중또는 젖은환경에서마운팅하지말아야한다.

툴 로봇툴플렌지에는로봇에툴을부착하기위한 M6 나사산구멍이 4 개있다. 구멍은 9Nm 으로조여야한다. 툴위치를매우정확하게변경해야한다면, 핀과함께사용할수있는 Ø6 홀이제공된다. 3.2 도해는구멍드릴및나사마운팅위치를보여준다.



위험:

1. 툴을올바른방법으로확실하게제위치에마운팅한다.
2. 부품을예기치못하게떨어뜨려서위험한상황이일어나지않도록툴을구성한다.

컨트롤박스 컨트롤박스는벽에걸거나, 바닥에둘수있다. 충분한통기를위하여양쪽면에 50mm 공간이필요하다.



위험:

컨트롤박스과케이블이액체에닿지않도록주의해야한다. 젖은컨트롤박스는치명적일수있다.

교시펜던트 교시펜던트는벽또는컨트롤박스에걸수있다. 추가피팅을구매할수있다. 아무도케이블에걸려서넘어지지않도록처리한다.

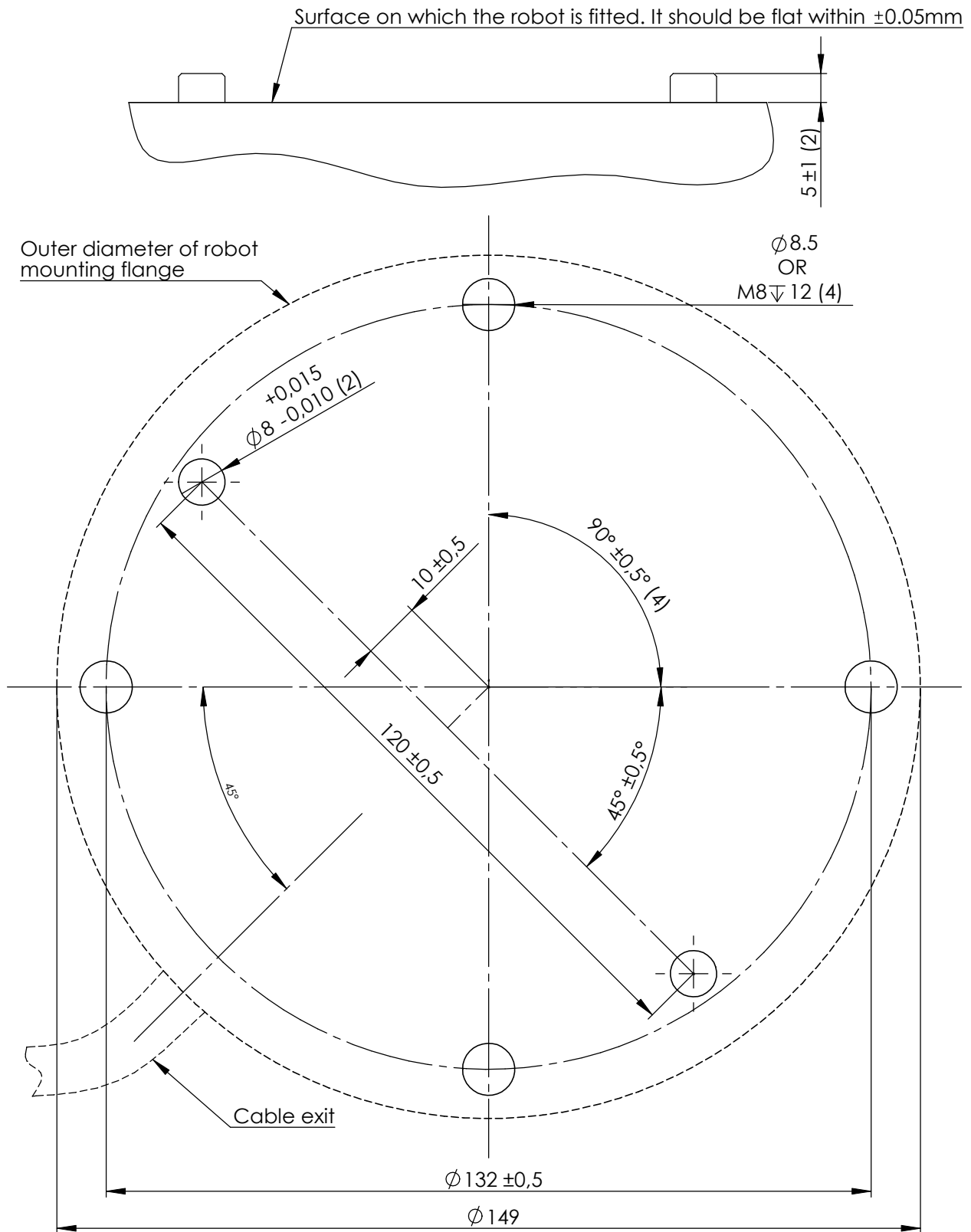


Figure 3.1: 로봇마운팅을위한구멍. M8 볼트 4 개를사용한다. 모든측정단위는 mm 이다.

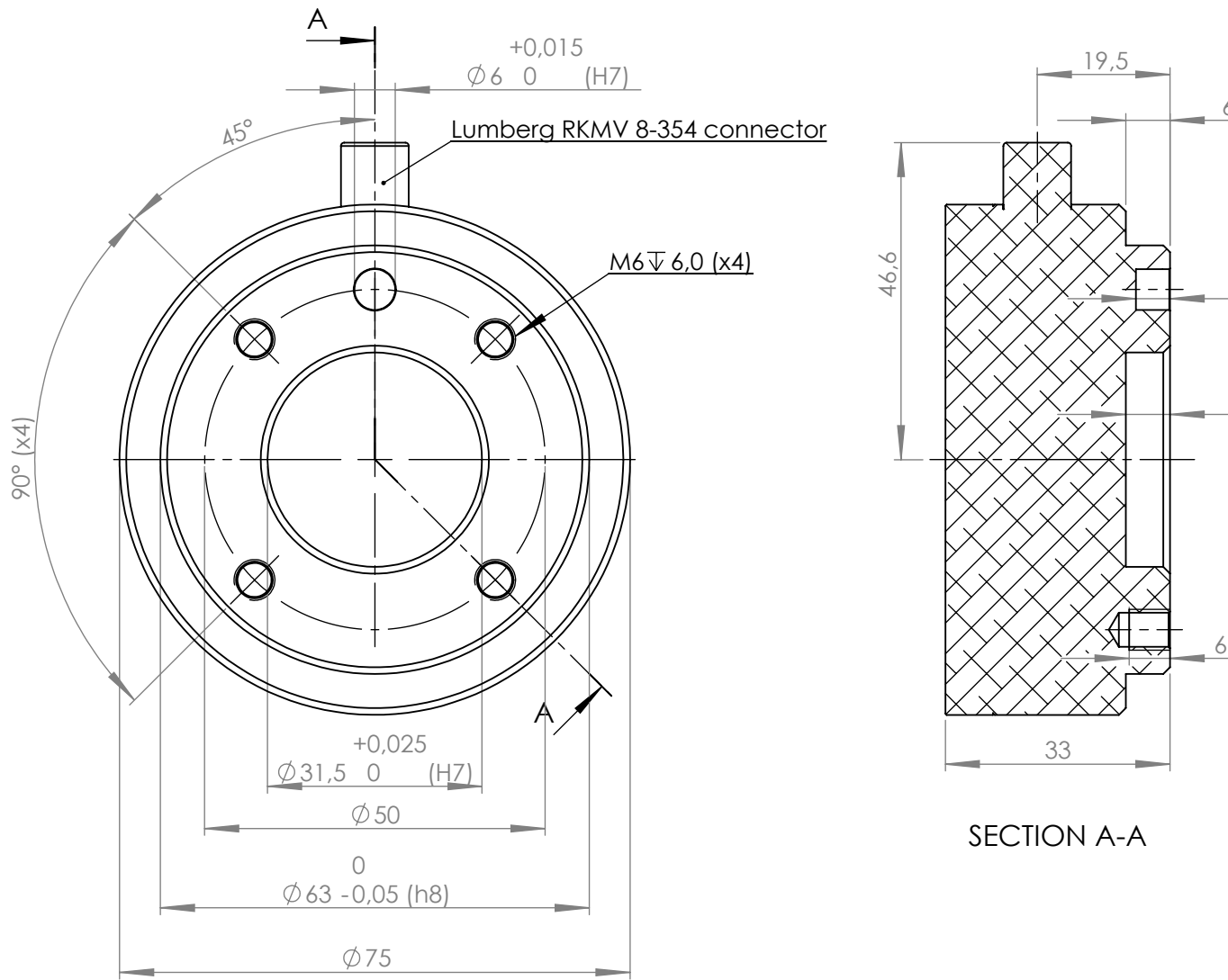


Figure 3.2: 토크출력플렌지, ISO 9409-1-50-4-M6. 여기가 로봇끝에서 토크를 마운트하는 위치이다. 모든 측정 단위는 mm 이다.

4 전기적인터페이스

4.1 소개

이장에서는로봇팔과컨트롤박스의모든전기인터페이스를설명한다.

다른인터페이스들은다른목적과특성이있는다섯그룹으로나뉘어져있다:

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

“I/O” 라는용어는인터페이스로들어가거나오는디지털및아날로그컨트롤신호모두를의미한다.

다섯그룹은다음항목에서설명한다. 대부분의 I/O 형식에대하여예가주어졌다.

다음항목의경고와주의는모든다섯그룹에해당하며반드시준수해야한다.

4.2 전기경고및주의

다음경고와주의는로봇에플리케이션을설계하고설치하는경우에반드시준수해야한다. 경고와주의는정비작업에도적용된다.



위험:

1. 올바른안전수준인안전 PLC 가아닌 PLC 에는절대로안전신호를연결하지않는다. 이경고를따르지않으면안전중지기능중하나를재정의할수있기때문에심각한부상또는사망에이룰수있다. 안전인터페이스신호를일반 I/O 인터페이스신호와분리하는것이중요하다.
2. 모든안전등급신호는중복적으로만들어졌다 (두개의별도채널). 두채널을분리하여신호장애가안전기능손실로이어지지않도록한다.
3. 컨트롤박스내부의어떤 I/O 는정상또는안전등급 I/O 로구성할수있다. 4.3 항목을완전하게읽고이해한다.



위험:

1. 방수등급을 받지 않은 모든 장비는 건조하게 유지한다. 물이 제품 안에 침투하면, 모든 전력을 록아웃 및 태그아웃 처리하고 공급업체에 연락한다.
2. 로봇과 함께 제공된 원래 케이블만 사용한다. 케이블이 구부러질 수 있는 용법에는 로봇을 사용하지 않는다. 더 길거나 유연한 케이블이 필요하면 공급업체에 문의한다.
3. 마이너스 연결은 GND 라고 지칭하며, 이는 로봇과 컨트롤러 박스의 차폐물에 연결되어 있다. 언급한 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.

4.3 컨트롤러 I/O

이 장은 장비를 컨트롤러 박스 안에 있는 I/O 와 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	12V	PWR	24V	0V	24V	0V	AG
EI0	GND	GND	CI0	CO0	DI0	DO0	AI0
EI1	ON	24V	CI1	CO1	DI1	DO1	AG
Safeguard Stop	OFF	0V	CI2	CO2	DI2	DO2	AI1
SI0			CI3	CO3	DI3	DO3	AG
SI1			CI4	CO4	DI4	DO4	AO0
			CI5	CO5	DI5	DO5	AG
			CI6	CO6	DI6	DO6	AO1
			CI7	CO7	DI7	DO7	AG

다른색의의미는반드시알아두어야한다.

노란색과빨간색텍스트	전용안전신호
노란색과검은색텍스트	안전을위해구성가능함
회색과검은색텍스트	범용디지털 I/O
녹색과검은색텍스트	범용아날로그 I/O

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

다음하위항목에서디지털 I/O 사용하는방법을확인할수있다. 다음항목은반드시준수해야할공통사양을설명한다.

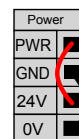
4.3.1 모든디지털 I/O 에대한공통사양

이항목은컨트롤박스에대한다음 24V 디지털 I/O 에대하여전기사양을정의한다.

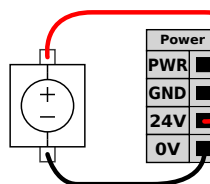
- 안전 I/O.
- 구성가능한 I/O.
- 범용 I/O.

세가지다는입력에서모두동일한전기사양에따라서 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]	전류	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:

“컨 피규 어 러 블” 은 안전등급 I/O 또는 정상 I/O 로 구성할수있는 I/O 에 대하여 사용한다. 이는 검은 텍스트가있는 노란색 터미널이다.

4.3.2 안전 I/O

이 항목은 전담 안전 입력 (노란색 터미널과 빨간색 텍스트) 과 컨 피규 어 러 블 I/O (노란색 터미널과 검은 텍스트) 를 안전 I/O 로 구성한다. 4.3.1 항목의 공통 사양을 반드시 준수해야 한다.

안전 장치 및 장비는 반드시 1장의 안전 안내 및 위험 평가에 따라서 설치해야 한다.

모든 안전 I/O 는 쌍 (중복) 이며 반드시 별도의 브랜치를 유지해야 한다. 단일 결함이 안전 기능을 상실하게 해서는 안 된다.

두 영구 안전 입력은 비상 정지와 안전 방호 정지이다. 비상 정지 입력은 비상 정지 장비만을 위한 것이다. 안전 방호 정지 입력은 모든 안전 등급 보호 장비를 위한 것이다. 기능차이는 아래에 제시되어 있다.

	비상정지	안전방호정지
로봇이이동을멈춤	예	예
프로그램실행	정지	일시정지
로봇전력	꺼짐	켜짐
초기화	수동	자동또는수동
사용빈도	찾지않음	모든사이클을찾지않음으로
재초기화가필요함	브레이크해제만	아니오
정지카테고리 (IEC 60204)	1	2
성능수준 (ISO 13849-1)	PLd	PLd

컨피규어러블 I/O 를사용하여추가안전 I/O 기능을설정할수있다. 예: 비상정지출력. 안전기능에대한컨피규어러블 I/O 세트구성은 GUI 로할수있다. II 참조.

안전 I/O 사용방법의몇가지에가다음하위항목에제시되어있다.

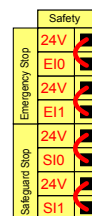


위험:

- 올바른안전수준인안전 PLC 가아닌 PLC 에는절대로안전신호를연결하지않는다. 이경고를따르지않으면안전중지기능중하나를재정의할수있기때문에심각한부상또는사망에이를수있다. 안전인터페이스신호를일반 I/O 인터페이스신호와분리하는것이중요하다.
- 모든안전등급 I/O 는중복적으로만들어졌다 (두개의별도채널). 두채널을분리하여신호장애가안전기능손실로이어지지않도록한다.
- 안전기능은로봇을설치하기전에반드시확인해야한다. 안전기능은반드시정기적으로시험해야한다.
- 로봇설치는다음사양을준수해야한다. 이를따르지않으면안전중지기능을재정의할수있기때문에심각한부상또는사망에이를수있다.

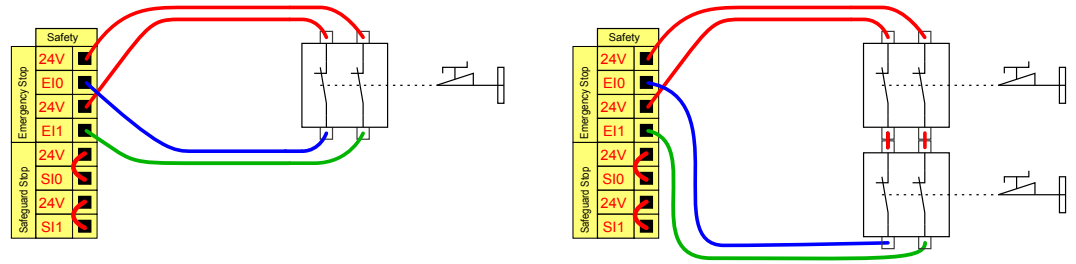
4.3.2.1 기본값안전구성

로봇은기본값구성으로배송되므로추가안전장비없이작업을할수있다. 아래도해참조.



4.3.2.2 비상정지버튼연결하기

대부분의용법에서하나이상의비상정지버튼을사용하는것이요건이다. 아래도해는하나이상의비상정지버튼을제시하고있다.



4.3.2.3 다른기계와비상정지공유

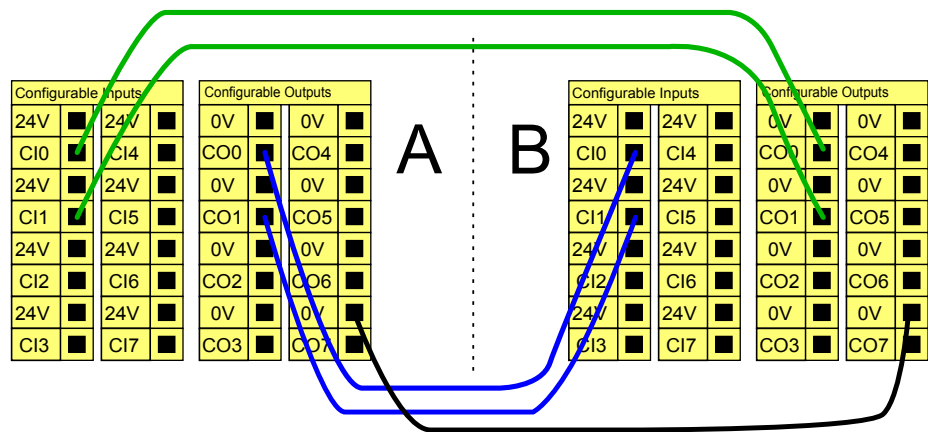
로봇을다른기계와함께사용할때공동비상정지회로를설정하는것이대체로추천된다. 작업자는이를통해어떤비상정지버튼을사용해야할지생각할필요가없게된다.

두기계모두서로의비상정지조건에서벗어나길기다리기때문에정상비상정지입력은 공유목적으로사용할수없다.

다른기계와비상정지기능을공유하려면다음컨피규어러블 I/O 기능을반드시 GUI를통해구성해야한다.

- 컨피규어러블입력쌍: 외부비상정지:
- 컨피규어러블출력쌍: 시스템비상정지.

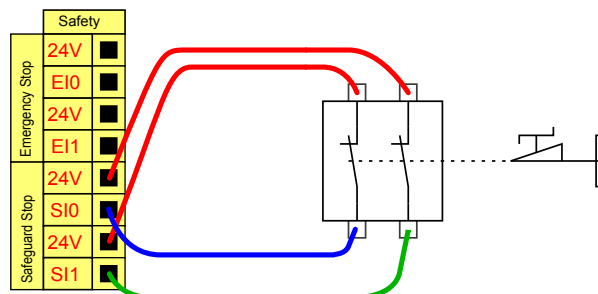
아래도해는두 UR 로봇이비상정지기능을공유하는것을제시한다. 이에에서사용한 구성 I/O 는 “CI0-CI1” 및 “CO0-CO1” 이다.



두 UR 로봇또는다른기계를연결해야한다면비상정지신호를제어하기위해안전 PLC가필요하다.

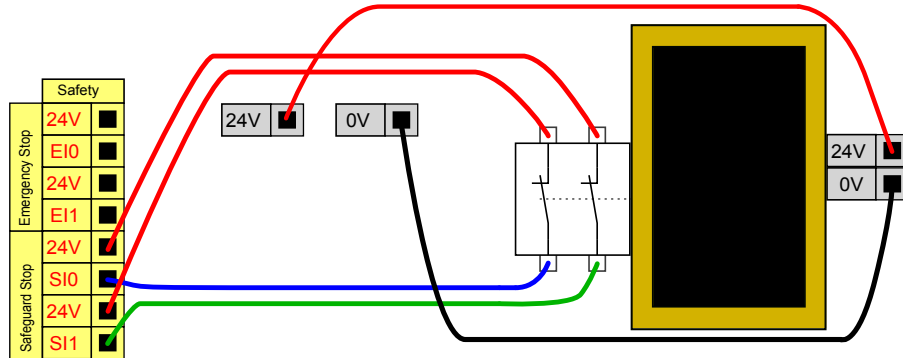
4.3.2.4 안전방호정지및자동다시시작

기본안전방호정지장치의원에는도어가열릴때로봇을정지하는도어스위치이다. 아래도해참조.



이구성은작업자가문을통과하고닫을수없는경우에만사용하는것이목적이다. 컨피규어러블 I/O 는로봇동작을다시시작하기위해문밖에리셋버튼을설치하는데사용할수있다.

자동다시시작이적합한다른경우는안전매트또는안전등급레이저스캐너를사용할때이다. 아래참조.

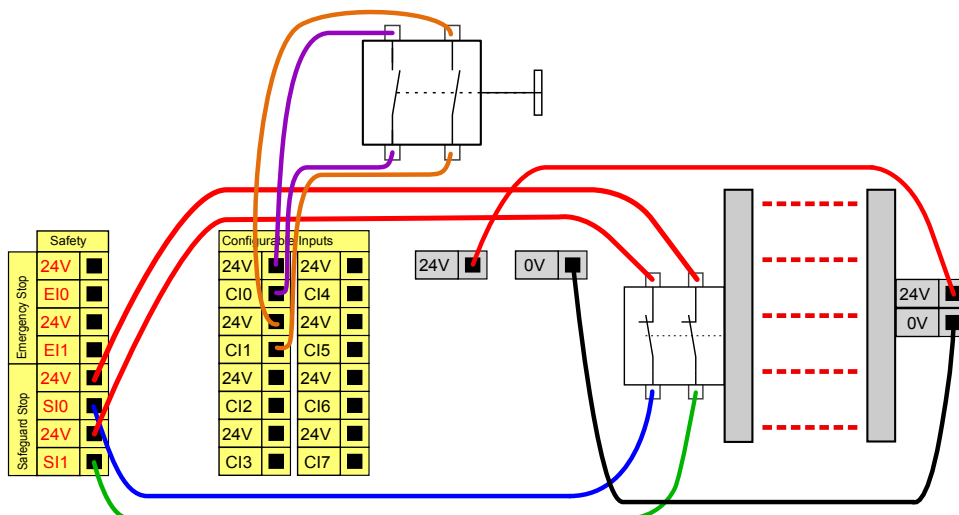


위험:

1. 안전방호신호재수립후에로봇이동이다시시작된다. 안전한도내에서이구성으로신호재수립을할수있다면이구성을사용하지않는다.

4.3.2.5 안전방호정지및리셋버튼

라이트커튼인터페이스를위해안전방호인터페이스를사용한다면안전한도외부의리셋이필요하다. 리셋버튼은두채널형식이어야한다. 이에에서리셋으로구성된 I/O 는 “CI0-CI1” 이다. 아래참조.



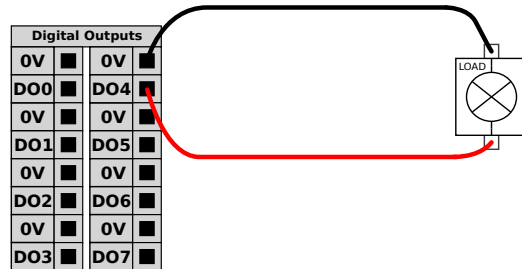
4.3.3 범용디지털 I/O

이 항목은안전 I/O 로구성하지않는범용 24V I/O(회색터미널) 와컨피규어러블 I/O(노란색터미널과검은텍스트) 를설명한다. 4.3.1 항목의공통사양을반드시준수해야한다.

범용 I/O 는뉴메틱릴레이와같은장비또는다른 PLC 시스템을구동하는데사용할수 있다. 프로그램실행을중지하면모든디지털출력이자동으로꺼질수있다. II 항참조. 이모드에서프로그램이실행중이아니면출력은언제나낮음이다. 다음하위항목에예 가제시되어있다. 이에는일반디지털출력을사용하지만, 안전기능을수행하지않도록 구성되어있으면어떠한컨피규어러블출력도사용할수있다.

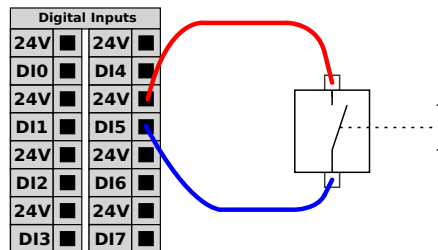
4.3.3.1 디지털출력으로부하제어

이에는디지털출력으로제어할수있도록부하를연결하는법을보여준다. 아래참조.



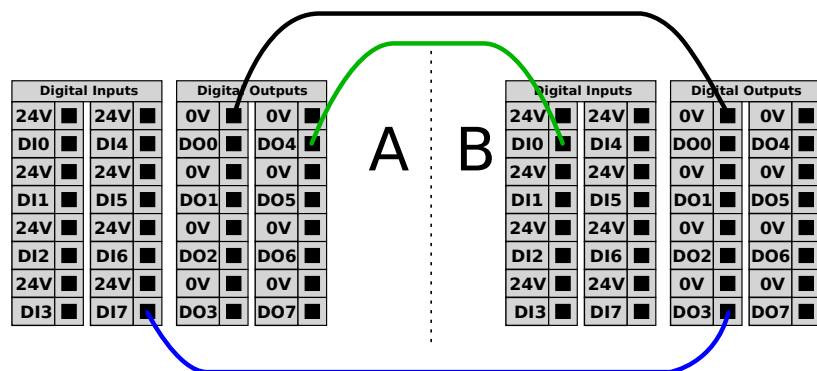
4.3.4 버튼을이용하는디지털입력

아래에는디지털입력에간단한버튼을연결하는방법을보여준다.



4.3.5 다른기계또는 PLC 와의커뮤니케이션

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



4.3.6 범용아날로그 I/O

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

높은정확도를확보하기위해다음을추천한다.

- I/O 에 가장 가까운 AG 터미널을 사용한다. 이 쌍은 공통 모드 필터를 공유한다.
- 장비 및 컨트롤 박스를 위하여 같은 gnd (0V) 를 사용한다. 아날로그 I/O 는 컨트롤 박스에서 갈바닉 절연되지 않는다.
- 실드 처리한 케이블 또는 트위스트 페어를 사용한다. “Power” 터미널의 “GND” 터미널에 실드를 연결한다.
- 전류 모드에서 작동하는 장비를 사용한다. 전류 신호는 간섭에 덜 민감하다.

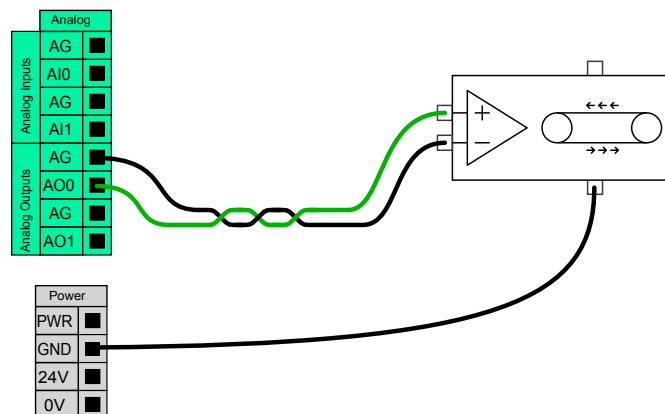
입력 모드는 GUI 에서 선택할 수 있다. II 항목 참조. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

터미널	매개변수	최소	형식	최대	단위
전류 모드의 아날로그 입력					
[AIx - AG]	전류	4	-	20	mA
[AIx - AG]	저항	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압 모드의 아날로그 입력					
[AIx - AG]	전압	0	-	10	V
[AIx - AG]	저항	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전류 모드의 아날로그 출력					
[AOx - AG]	전류	4	-	20	mA
[AOx - AG]	전압	0	-	10	V
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압 모드의 아날로그 출력					
[AOx - AG]	전압	0	-	10	V
[AOx - AG]	전류	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	저항	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트

다음 예는 아날로그 I/O 를 사용하는 방법을 제시한다.

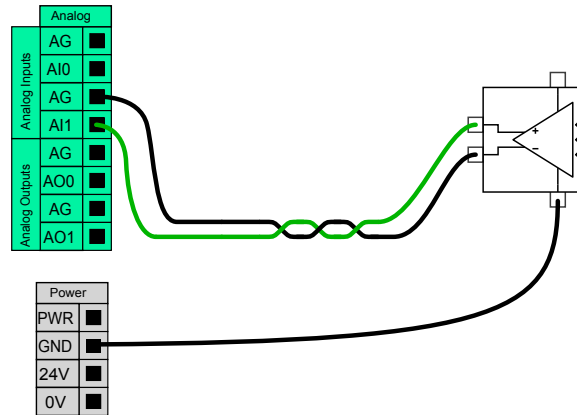
4.3.6.1 아날로그 출력 사용

아래는 아날로그 속도 컨트롤 입력으로 컨베이어 벨트를 사용하는 방법을 제시한다.



4.3.6.2 아날로그입력

아래는아날로그센서를연결하는방법을제시한다.



4.3.7 원격 ON/OFF 제어

원격 ON/OFF 제어는교시 펜던트를사용하지않고컨트롤박스를켜고끄기위해사용한다. 이는일반적으로다음경우에사용한다:

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

원격 ON/OFF 제어작은보조 12V 전원을제공하고, 이는컨트롤러박스가꺼져있을 때활성화상태이다. “on” 및 “off” 입력은단기활성화만을위한것이다. on 입력은전원버튼과같은방식으로작동한다. “off” 입력신호는컨트롤박스안전파일을허용하고올바르게끄므로원격끄기제어를위해언제나이를사용한다.

전기사양은아래에제시되어있다.

터미널	매개변수	최소	형식	최대	단위
[12V - GND]	전압	10	12	13	V
[12V - GND]	전류	-	-	100	mA
[ON / OFF]	비활성전압	0	-	0.5	V
[ON / OFF]	활성전압	5	-	12	V
[ON / OFF]	입력전류	-	1	-	mA
[ON]	활성화시간	200	-	600	ms

다음예는원격 ON/OFF 를사용하는방법을제시한다.



참고:

소프트웨어의특별기능은프로그램을자동로드하고시작하는데사용할수있다. II 항목참조.

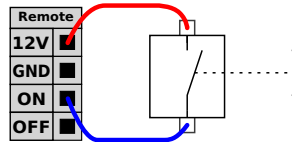


주의:

1. 컨트롤박스를 끄는데 절대로 “on” 입력 또는 전원 버튼을 사용하지 않는다. 언제나 컨트롤박스를 올바르게 끈다.

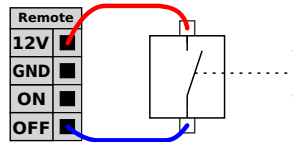
4.3.7.1 원격 ON 버튼

아래도해는 원격 켜기 버튼을 연결하는 방법을 제시한다.



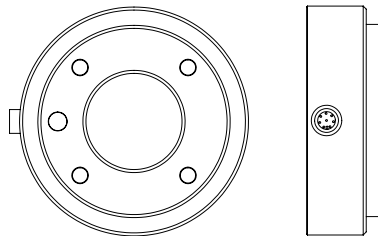
4.3.7.2 원격 OFF 버튼

아래도해는 원격 끄기 버튼을 연결하는 방법을 제시한다.



4.4 툴 I/O

로봇의 툴 방향 끝에는 소형 8 핀 커넥터가 있다. 아래도해 참조.



이 커넥터는 특정 로봇 툴에 사용되는 그리퍼와 센서에 대한 전력 및 제어 신호를 제공한다. 다음 산업용 케이블이 적합하다:

- Lumberg RKMV 8-354.

케이블 안에 있는 선 8 개는 다른 색을 가지고 있다. 다른 색은 다른 기능을 의미한다. 아래 표 참조:

색상	신호
빨간색	0V (GND)
회색	0V/+12V/+24V (POWER)
파란색	디지털 출력 8 (DO8)
핑크색	디지털 출력 9 (DO9)
노란색	디지털 입력 8 (DI8)
녹색	디지털 입력 9 (DI9)
흰색	아날로그 입력 2 (AI2)
갈색	아날로그 입력 3 (AI3)

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

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

다음항목은툴의다양한 I/O 를설명한다.



위험:

1. 전력공급중단이위험을일으키지않도록툴과그리퍼를조립한다. 예: 툴에서작업물체가빠져나옴.
2. 프로그래머의오류로전압이 24V 로변하여장비에손상을일으키고심한경우에는화재까지일으킬수있으므로, 12V 를사용할때에는주의해야한다.



참고:

툴플렌지는 GND 에연결되어있다 (빨간선과같음).

4.4.1 툴디지털출력

디지털출력은 NPN 으로적용되어있다. 디지털출력을활성화하면, 대응연결은 GND 로이어지고, 비활성화하면대응연결이개방된다 (오픈 -컬렉터/오픈 -드레인). 전기사양은아래에제시되어있다:

매개변수	최소	형식	최대	단위
개방시전압	-0.5	-	26	V
싱킹시전압 1A	-	0.05	0.20	V
싱킹시전류	0	-	1	A
GND 를통한전류	0	-	1	A

디지털출력사용방법의몇가지예가다음하위항목에제시되어있다.

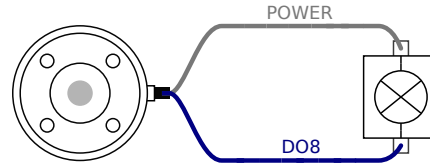


주의:

1. 디지털출력은전류제한을적용하지않으며, 특정데이터를무시하면영구적인손상을입힐수있다.

4.4.1.1 톨 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 차폐 물/그라운드 사이에 전압이 남는 것을 염두에 두어야 한다.



4.4.2 톨 디지털 입력

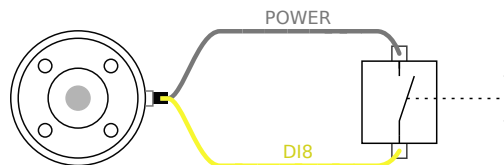
디지털 입력은 PNP 및 약한 풀다운 저항이 적용되어 있다. 이는 부동 입력이 언제나 낮게 읽는다는 것을 의미한다. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

매개변수	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 가지 예가 다음 하위 항목에 제시되어 있다.

4.4.2.1 톨 디지털 입력 사용하기

아래 예는 간단한 버튼을 연결하는 방법을 보여준다.



4.4.3 톨 아날로그 입력

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

매개변수	최소	형식	최대	단위
전압 모드 입력 전압	-0.5	-	26	V
전류 모드 입력 전압	-0.5	-	5.0	V
전류 모드 입력 전류	-2.5	-	25	mA
입력 저항 @ 0V 5V 범위	-	29	-	k Ω
입력 저항 @ 0V 10V 범위	-	15	-	k Ω
입력 저항 @ 4mA 20mA 범위	-	200	-	Ω

아날로그 입력 사용 방법의 두 가지 예가 다음 하위 항목에 제시되어 있다.

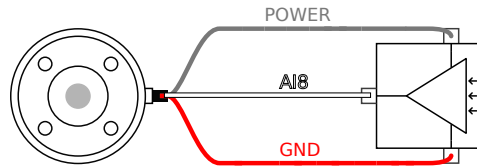


주의:

1. 아날로그입력은전류모드에서전압에대하여보호받지않는다. 전기사양에서제한을과도하게매기면입력에영구적손상을일으킬수있다.

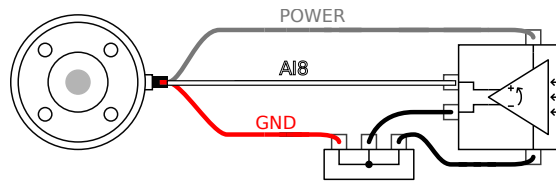
4.4.3.1 톨아날로그입력사용하기, 비차동

아래에는아날로그센서에비차동출력을연결하는방법을보여준다. 아날로그입력의 입력모드가 I/O 탭과동일하게지정되는한센서출력은전류또는전압중에서선택할수 있다. 전압출력이있는센서가툴의내부저항을구동할수있는지확인해야한다. 그렇지않으면측정이잘못될수있다.



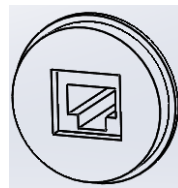
4.4.3.2 톨아날로그입력사용하기, 차동

아래에는아날로그센서에차동출력을연결하는방법을보여준다. 음출력부를 GND(0V) 에연결하면비차동센서와동일하게작동한다.



4.5 이더넷

컨트롤박스아래에이더넷연결이제공되어있다. 아래도해참조.



이더넷인터페이스는다음을위해사용할수있다:

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

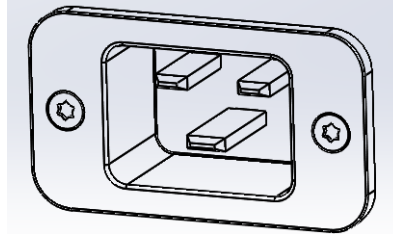
전기사양은아래에제시되어있다.

매개변수	최소	형식	최대	단위
커뮤니케이션속도	10	-	100	Mb/s

4.6 전원연결

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

로봇에 전력을 공급하려면 컨트롤러박스가 전원에 연결되어 있어야 합니다. 이는 컨트롤러박스 아래의 표준 IEC C20 플러그와 해당 IEC C19 코드를 통해 해야 한다. 아래도해 참조.



전원공급의 최소 요구조건:

- 접지.
- 메인퓨즈.
- 누전차단기.

서비스록아웃과 태그아웃을 쉽게 사용할 수 있도록 로봇에 플리케이션에서 모든 장비에 대하여 전원 스위치를 설치할 것을 권장한다.

전기 사양은 아래 표에 제시되어 있다.

매개 변수	최소	형식	최대	단위
입력 전압	100	-	240	VAC
외부 전원 퓨즈 (@ 100-200V)	8	-	16	A
외부 전원 퓨즈 (@ 200-240V)	8	-	16	A
입력 주파수	47	-	63	Hz
대기 전력	-	-	0.5	W
정격 소비 전력	90	150	325	W

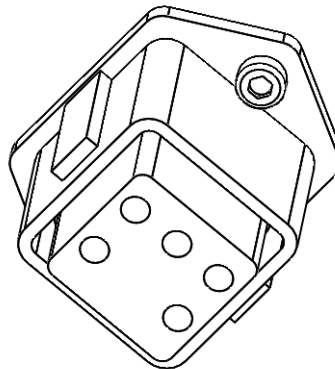


위험:

1. 로봇을올바르게접지했는지확인한다 (전기적지면연결). 컨트롤러박스안의접지심볼과관련된나사에서사용하지않은나사들로시스템의모든장비에대하여공통적인접지를한다. 접지컨덕터는최소한시스템에서최고전류의전류등급을가지고있어야한다.
2. 컨트롤러상자의입력전력은 RCD(누전차단기) 및올바른퓨즈로보호해야한다.
3. 정비도중완비로봇설치를위하여모든전력에대하여록아웃및태그아웃을실행한다. 시스템이록아웃인상태에서는다른장비가로봇 I/O 에전압을공급할수없다.
4. 컨트롤러박스에전원을공급하기전에모든케이블이연결되어있는지확인한다. 언제나원래제공된올바른전선을사용한다.

4.7 로봇연결

컨트롤박스아래의커넥터에로봇케이블을반드시연결해야한다. 아래도해참조. 로봇팔을켜기전에커넥터가올바르게잠겨있는지확인한다. 로봇케이블분리는로봇전원을꺼진상태에서만할수있다.



주의:

1. 로봇팔이켜진상태에서는로봇케이블을분리하지마십시오.
2. 원래케이블은연장하거나개조하지마십시오.

5 안전관련특징및인터페이스

UR 로봇은다양한내장안전관련기능및안전관련전기적인터페이스를사용하여다른 기계및추가보호장치에연결한다. 각안전관련기능및인터페이스는 ISO 13849-1(인 증은 8 장참조) 에따라 Performance Level d (PLd) 가부여되었다.



참고:

로봇이안전시스템에서결함을발견하는경우, 즉시상정지회로의선 이끊기거나위치센서가부서지면카테고리 0 정지가개시한다. 오류 발생부터탐지, 그리고로봇이정지하고전원이꺼지는워스트케이스 시간은 1250 ms 이다.

PolyScope 설명서의 II 항목에서안전관련기능, 입력, 출력구성을묘사한다. 4 장에 서안전장치를전기인터페이스에연결하는방법이설명되어있다.

5.1 안전관련기능제한

관절과로봇의움직임을제한하기위해서사용할수있는여러가지안전관련기능이로봇 툴 센터포인트 (TCP) 에있다. TCP 는출력플랜지중심점에 TCP 오프셋에더해진것이다 (PolyScope 설명서의 II 항목참조).

제한안전관련기능:

안전기능제한	설명
관절위치	최소 및최대 각관절위치
관절속도	최대 각관절속도
TCP 위치	직교공간에서로봇 TCP 위치를제한하는플레인
TCP 속도	로봇 TCP 최대속도
TCP 포스	로봇 TCP 최대추진력
운동량	로봇팔 최대운동량
파워	최대 적용로봇팔동력

로봇이안전관련제한에접근하면고급경로제어소프트웨어는속도를줄이거나프로그램 실행정지명령을한다. 제한위반은예외적인상황에만발생한다. 하지만제한을위 반하면안전시스템이다음작업카테고리 0 중지신호를보낸다:

안전기능제한	워스트케이스			
	진도	탐지시간	전원상실시간	반응시간
관절위치	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
관절속도	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
운동량	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
파워	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

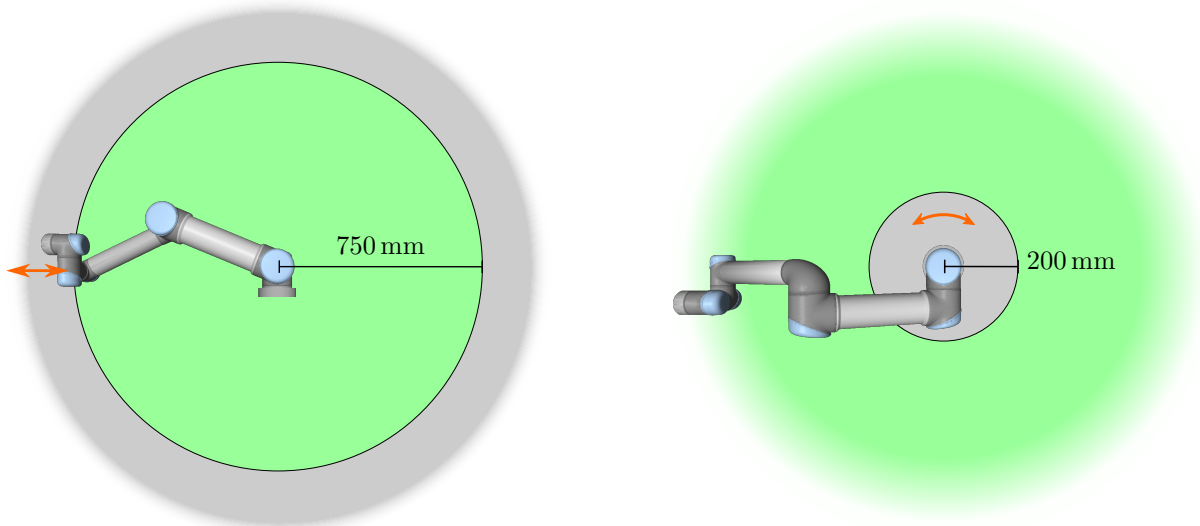


Figure 5.1: 작업영역의 특정영역은 로봇팔의 물리적 특성 때문에 집히는 위험을 주의해야 한다. 리스트 1 조인트가 로봇베이스로부터 최소한 750 mm 거리인 경우에 한 영역이 방사형 동작을 위해 정의된다. 접선 방향으로 움직이는 경우, 다른 영역은 로봇베이스로부터 200 mm 거리내에 있다.

시스템의 전원상실 상태는 48V 버스전압의 정전위가 7.3V 미만이 되는 경우이다. 전원상실 시간은 이벤트 탐지부터 시스템이 전원상실이 될 때까지의 시간이다.



경고:

로봇작업셀을 설계할 때 유의해야 할 두 가지 예외 사항이 포스 제한 기능에 있다. 이는 그림 5.1에 제시되어 있다. 로봇이 뺏으면서 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 안전 플레인 과 관절 제한을 혼합 사용하는 것으로 집히는 위험을 피할 수 있다.

5.2 안전모드

정상 및 감소 모드 안전시스템의 두 권 펌웨어블 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 동안 허용된다.

복구 모드 안전제한을 위반하면 안전시스템은 반드시 다시 시작해야 한다. 시스템이 시작시 안전제한 외부에 있는 경우 (예: 관절 위치 제한) 특별 복구 모드에 들어가게 된다. 복구 모드에서는 로봇을 위해 프로그램을 실행할 수 없지만 로봇팔은 교시 모드 또는

PolyScope 의 이동탭 을 사용하여 로봇팔을 수동으로 다시 제한 범위 내로 이동할 수 있다 (PolyScope 설명서의 II 항목 참조). 복구 모드 의 안전 제한:

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

안전시스템은 이 제한 위반이 발생하면 카테고리 0 중지를 발급한다.



경고:

관절 위치, TCP 위치, TCP 자세의 제한은 복구 모드에서 꺼져 있다. 로봇팔을 다시 제한 안으로 이동할 때는 주의한다.

5.3 안전관련전기적인터페이스

로봇은 여러 안전관련 전기 입력 및 출력을 포함하고 있다. 모든 안전관련 전기 입력 및 출력은 듀얼 채널이다. 이는 낮을 때 안전하다. 즉 신호가 높을 때 비상정지가 활성이 아니다 (+24V).

5.3.1 안전관련전기적입력

아래표는 안전관련 전기적 입력 사항 개요이다.

안전입력	설명
로봇비상정지	카테고리 1 정지를 수행하고, 시스템비상정지 출력을 사용하여 다른 기기에 알린다.
비상정지버튼	카테고리 1 정지를 수행하고, 시스템비상정지 출력을 사용하여 다른 기기에 알린다.
시스템비상정지	카테고리 1 정지를 수행한다.
안전방호정지	카테고리 2 정지를 수행한다.
안전방호초기화입력	안전방호리셋 입력의 에지가 발생하는 경우 로봇을 안전방호정지 상태에서 재개한다.
감소모드	안전시스템은 감소 모드 제한으로 전환한다.

카테고리 1 과 2 는 드라이브 동력이 꺼진 로봇을 감속하고, 이는 로봇이 현재 경로에서 벗어나지 않고 로봇이 정지할 수 있게 해준다.

안전입력 모니터링 카테고리 1 및 2 중지는 다음과 같이 안전시스템이 모니터링한다:

1. 안전시스템은 24 ms 내로 브레이크가 시작되는지 모니터링한다. 도해 5.2 참조.
2. 관절이 움직이는 경우, 속도는 정상 모드 최대 관절 속도를 0 rad/s 로 500 ms 안에 지속적으로 감속하는 것으로 구하는 속도보다 절대로 이 속도가 높지 않도록 모니터링한다.

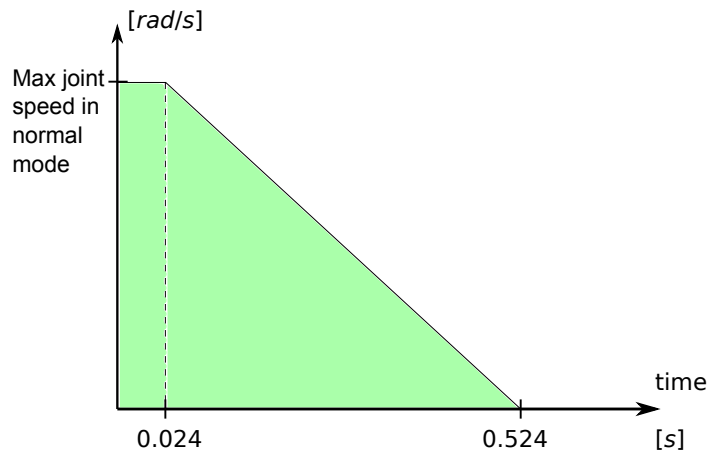


Figure 5.2: 램프아래의녹색영역은브레이크중관절의허용속도이다. 0 시간에서 (비상정지또는안전방호정지) 이벤트가안전프로세서에서탐지되었다. 감속은 24 ms 이후에시작한다.

3. 관절이휴지상태라면 (관절속도가 0.2 rad/s 미만), 위치에서 0.05 rad 초과하여 움직이지않도록모니터링한다. 원래 위치는속도가 0.2 rad/s 미만일때측정한수치.

추가로, 카테고리 1 중지의경우, 안전시스템은로봇팔이휴지상태가된다음에 600 ms 내로전원꺼짐이완료되는것을모니터링한다. 게다가안전방호정지입력후에로봇팔은안전방호리셋입력이발생한다음에만다시움직이기시작하는것을허용한다. 다음속성중하나라도충족되지않으면안전시스템이카테고리 0 중지를발급한다.

감소모드입력으로트리거되는 감소 모드전환은다음과같이모니터링한다:

1. 안전시스템은 정상 및 감소 모드에서감소모드입력트리거후에 500 ms 로제한 설정을받아들인다.
2. 500 ms 후에 감소 모드제한만효과를발생한다.

다음속성중하나라도충족되지않으면안전시스템이카테고리 0 중지를발급한다.

카테고리 0 중지는다음표의성능으로안전시스템이수행한다. 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
안전방호초기화입력	250 ms	1000 ms	1250 ms
감소모드	250 ms	1000 ms	1250 ms

5.3.2 안전등급전기적출력

아래표는안전관련전기적출력사항개요이다.

안전출력	설명
시스템비상정지	활성화 로봇비상정지 입력또는비상정지버튼으로활성화된다.
로봇이동	신호가비활성이면로봇팔의어떤단일관절도 0.1 rad 이 상움직이지않는다.
로봇이정지하지않음	로봇팔이정지요청을받고아직정지하지않은경우에비활성이다.
감소모드	안전시스템이 감소 모드인경우에활성이다.
비감소모드	감소모드 출력이무효화되었다.

안전출력을올바르게설정하지않았다면안전시스템이다음위스트케이스반응시간으로카테고리 0 중지를발급한다:

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

6 보전및수리

보전및수리작업은이설명서의모든안전지침을준수하여수행하는것이필수적이다.

보전, 교정, 수리작업은반드시지원웹사이트 <http://support.universal-robots.com>에있는최신서비스매뉴얼버전에따라서수행해야한다. 모든 UR 유통업자는이지원사이트에액세스할수있다.

수리는허가받은시스템통합자또는 Universal Robots 만수행해야한다.

Universal Robots 에부품을반환할때에는서비스매뉴얼에따라서반환해야한다.

6.1 안전지침

보전및수리작업후에는반드시점검하여요구되는안전수준에부합하는지확인한다. 이점검을위해유효한국가또는지역작업안전규정을반드시준수해야한다. 안전기능에대한모든올바른기능성도함께시험해야한다.

보전및수리작업목적은시스템을작업가능한상태로유지하거나, 잘못이있을때에는시스템을작업가능한상태로되돌리는것이다. 수리작업은실제수리외에도문제진단을포함한다.

로봇팔또는컨트롤박스에작업을할때에는반드시다음안전절차를따르고경고를지켜야한다:



위험:

1. 소프트웨어안전설정을아무것도바꾸지않는다 (예: 포스제한). 안전구성은 PolyScope 설명서에설명이나와있다. 안전매개변수중무엇이든변경되면로봇시스템전체를신규로고려한다. 즉이에따라위험평가를포함하여전체적인안전승인절차를다시수행해야한다는의미이다.
2. 같은아티클번호가있는새구성요소또는 Universal Robots 에서승인한동등한구성요소로결함이있는구성요소를변경한다.
3. 작업을완료한다음에는꺼진안전기능을다시켄다.
4. 모든수리를기록하고로봇시스템전체와관련된기술파일에이문서를저장한다.



위험:

1. 전원입력케이블을컨트롤박스맨아래에서제거하여전원을완전히끄는다. 로봇팔또는컨트롤박스에연결된다른전력공급원에서전력이공급되지않도록한다. 수리기간동안에다른사람이시스템에전원을공급하는것을방지하도록주의해야한다.
2. 시스템에다시전원공급을하기전에접지를확인한다.
3. 로봇팔또는컨트롤박스부품을해체할때에는 ESD 규정을준수한다.
4. 컨트롤박스내에있는전력공급부를해체하지않도록한다. 컨트롤박스를꺼낸후몇시간이지난다음에도이전력공급부에는고전압이 (최대 600V) 잔존해있을수있다.
5. 로봇팔또는컨트롤박스에물이나먼지가들어가는것을방지한다.

7 폐기및환경

UR 로봇은적용되는국가의법, 규정, 표준에따라폐기해야한다.

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

덴마크에서판매하는 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 장은 제품에 대하여 작성한 다양한 인증 및 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. TÜV NORD 안전 승인 인증은 부록 B에 포함되어 있다.



DELTA UR 로봇은 DELTA 의 안전 및 성능 시험을 거쳤다. 전자기적 합성 (EMC) 인증은 부록 B에 포함되어 있다. 환경적 합성 인증은 부록 B에 포함되어 있다.

8.2 EU 지령에 준하는 선언

EU 선언을 주로 유럽 국가에 의미가 있다. 하지만 유럽 외부의 일부 국가가 이를 인정하고, 요구하는 경우도 있다. 유럽 지령은 공식 홈페이지에서 찾아볼 수 있다.
<http://eur-lex.europa.eu>.

UR 로봇은 아래 지령을 준수하여 인증을 받았다.

2006/42/EC — 기계류 지침 (MD)

UR 로봇은 기계류 지침 2006/42/EC 에 준하여 불완비 기계류이다. 이 지령에 따르면 CE 마크는 불완비 기계류에 부착하지 않았다. UR 로봇을 살충 용도로 사용한다면 지령 2009/127/EC 를 참조한다. 2006/42/EC annex II 1.B. 에 준하는 편입 선언은 부록 B에서 확인할 수 있다.

2006/95/EC — 저전압 지령 (LVD)

2004/108/EC — 전자기적 합성 (EMC)

2011/65/EU — 유해물질 사용 제한 (RoHS)

2012/19/EU — 폐전기 및 전자제품 (WEEE)

위 지령에 대한 적합성 선언은 부록 B의 편입 선언에 포함되어 있다.

CE 마크는 위의 CE 마크 표시 지령에 준하여 부착했다. 폐전기 및 전자제품 관련 정보는 7 장을 참조한다.

로봇 개발도 중 적용한 표준에 대한 정보는 부록 C을 (를) 참조한다.

9 보증

9.1 제품보증

딜러또는리테일러에대한사용자 (고객) 클레임에대한침해없이고객은아래조건하에서제조사보증을받는다:

서비스시작 12 개월내에제조또는재료문제에따른결함이새장치및구성요소에나타나는경우 (배송시기로부터최대 15 개월내), Universal Robots 는필요한부품을제공하고, 사용자 (고객) 는부품교체, 현재기술을반영하는대체품으로부품교체또는부품수리를위하여작업시간을투여한다. 이보증은장치결함이올바르지않은취급및사용자설명서에있는정보를따르지않은경우에무효이다. 이보증은공식딜러또는고객자신이수행한서비스에적용되거나확장되지않는다 (예: 설치, 구성, 소프트웨어다운로드). 보증적용을받기위해구매영수증및구매날짜를증거로제시해야한다. 보증서비스요청은반드시보증에적용받는결함을발견하고 2 개월내로제출해야한다. Universal Robots 가교체하고반납받은장치또는구성요소의소유권은 Universal Robots 가가지고있다. 장치와관련된다른클레임은이보증에서제외된다. 이보증은고객의법적권리를제한하거나예외를두지않으며, 제조사의태만에따른사망또는개인상해에대한책임을면제하지않는다. 보증기간은보증하에서수행한서비스로인해연장되지않는다. 의무적으로제공하는보증은없으며 Universal Robots 는교체또는수리를위하여고객에게청구할권리를보유한다. 위조항은고객에불리하게입증책임조건에대한변경을묵시적으로적용하지않는다.

기기가결함을나타내는경우 Universal Robots 는생산손실또는다른제품장비에대한손상과같은간접적손해또는손실에대하여보상을하지않는다.

9.2 면책조항

Universal Robots 는제품안정성및성능개선노력을계속진행하므로, 사전에알리지않고제품을업그레이드할권리를보유한다. Universal Robots 는이설명서의모든내용이정확하고올바르도록노력하지만, 어떠한오류또는빠진정보에대해서도책임을지지않는다.

A 정지시간및정지거리

카테고리 0 와 카테고리 1 의 정지 시간과 거리에 대한 정보를 사용할 수 있다. 이 색인은 정지 카테고리 0 에 대한 정보를 포함한다. 카테고리 1 정지 정보는 <http://support.universal-robots.com/>에서 확인할 수 있다.

A.1 카테고리 0 정지거리와시간

아래표는 카테고리 0 정지발동시 측정 한 정지거리와 시간을 포함한다. 이 측정은 로봇의 다음 구성에 해당함:

- 연장: 100% (로봇팔이 수평으로 완전히 연장됨).
- 속도: 100% (로봇의 일반 속도는 100% 으로 지정되고 관절 속도는 183°/s 임).
- 페이로드: TCP 에 부착된 로봇이 최대 페이로드를 취급한다 (5 kg).

관절 0 에 대한 시험은 수평이동 수행으로 했다. 즉, 회전축이 지면에 대하여 수직이었다. 관절 1 과 2 시험도 증로봇은 수직 궤도를 따라 이동했다. 즉, 회전축이 지면에 대하여 평행이고, 로봇이 이동하는 동안 정지를 수행했다.

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

B 선언 및 인증

B.1 CE 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
+45 8993 8989

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR5

Robot serial number _____

Control box serial number _____

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared to comply 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.

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

2006/95/EC — Low Voltage Directive (LVD)

2004/108/EC — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)

2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

A complete list applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual. This list is valid for the product manual with the same serial numbers as this document and the product.

Odense, January 27th, 2014

R&D


Lasse Kieffer
Electronics Engineer

B.2 CE 편입선언 (원본번역)

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

제조사 Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark
+45 8993 8989

여기에서 아래와 같이 제품에 대하여 선언한다

산업용 로봇 UR5
로봇일련번호 _____
컨트롤박스일련번호 _____

기계의 편입이 Directive 2006/42/EC 및 Directive 2009/127/EC 개정 조항, 그리고 이를 국가의 법으로 규정하는 규제 조항을 따르는 것으로 선언하지 않는 한 사용할 수 없다.

올바른 편입 조건에 따른 Directive 2006/42/EC 의 필수 조건을 모두 준수하기 위해 제품의 안전 기능이 준비되었다. 제품 설명서 참조. Directive 2006/42/EC 의 모든 필수 조건에 대한 준수는 특정 로봇 설치 및 최종 위험 평가에 의존한다.

관련 기술문서는 Directive 2006/42/EC annex VII part B 에 준하여 구성되었다.

그리고 제품은 다음 지령을 준수하는 것으로 선언하고, 이에 따라 제품은 CE 마크를 획득했다:

2006/95/EC — 저전압 지령 (LVD)
2004/108/EC — 전자기적 적합성 지령 (EMC)
2011/65/EU — 유해물질 사용 제한 (RoHS)

관련 표준을 포함하는 적용된 조화 표준 목록은 제품 설명서에 제공되어 있다. 이 목록은 이 문서 및 제품과 동일한 일련번호를 가진 제품 설명서에 대하여 유효하다.

Odense, 2014 년 1 월 27 일

R&D


Lasse Kieffer
전기전자 엔지니어

B.3 안전시스템인증

ZERTIFIKAT CERTIFICATE



Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / This is to certify, that the company

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

Geprüft nach
 Tested in accordance with

EN ISO 13849:2008 PL d

Beschreibung des Produktes
 (Details s. Anlage 1)
 Description of the product
 (Details see Annex 1)

**Universal Robots Safety System
 for UR 10 and UR 5 robots**

Typenbezeichnung
 Type description

URSafety 3.0

Bemerkung
 Remark

See annex 2

Registrier-Nr. / Registered-No. 44 207 14097601-100
 Prüfbericht Nr. / Test Report No. 3514 2383

Gültigkeit / Validity
 von / from 2014-05-27
 bis / until 2019-05-26

Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH
 Certification body of TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2014-06-30

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de



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

**EMC assessment sheet no. 1277**

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T207371
Product identification UR5 robot arm with control box and teach pendant: UR5 AE/CB3, 0A-series UR10 robot arm with control box and teach pendant: UR10 AE/CB3, 0A-series	
DELTA report(s) EMC test of UR10 and UR5, project no. T207371, DANAK-1913884	
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. Both systems meet the EMC requirements of the standards and the essential requirements of the European EMC directive 2004/108/EC. The test results are given in the DELTA report listed above. EN 61326-3-1:2008, Industrial locations EN 61000-6-2:2005 EN 61000-6-4:2007+A1	
Date Hørsholm, 27 March 2014	Assessor  Jørgen Duvald Christensen Senior Technology Specialist, EMC

20ass-sheet-j

C 적용표준

이항목은로봇팔및컨트롤박스개발에적용하는표준을설명한다. European Directive 번호가괄호안에있다면, Directive 에맞추어표준을설정했다는의미이다.

표준은법이아니다. 표준은업계의이해관계자들이개발한문서로서제품또는제품그룹에대하여정상안전및성능요구사항을정의한다.

표준형식약어의미:

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

이설명서의모든조립지침, 안전지침및안내를준수하는경우에만다음표준을준수할수있다.

ISO 13849-1:2006 [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

안전제어시스템은이표준의요구사항에따라서퍼포먼스레벨 d (PLd) 로설계되어있다.

ISO 13850:2006 [정지카테고리 1]

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

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

비상정지기능은이표준에따라서정지카테고리 1 로설계되었다. 정지카테고리 1 은모터에동력을전달할수있는제어정지로서동작을정지하고, 정지후에전원을차단한다.

ISO 12100:2010

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

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

UR 로봇은이표준의원칙에따라서평가된다.

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 의도하고 있었다. UR 로봇은 항상 포스 및 전력 제한을 활성화한 상태로 설계되었다. 그러므로 어떤 개념은 아래에서 분명하게 설명한다.

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

분류:

- “3.24.3 안전 방호 공간”은 경계 안전 방호로 정의된다. 일반적으로 안전 방호 공간은 펜스 뒤의 공간으로서 위험한 전통 로봇으로부터 사람을 보호한다. 펜스 경계 가정의 한 위험한 안전 방호 공간이 없는 경우, UR 로봇은 내장 전력 및 포스 제한 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 카테고리 3 구조를 형성하기 위해 각 관절 안에 중복 인코더 시스템을 포함하는 것으로 만들어졌고, 안전 등급 I/O 중복으로 카테고리 3 구조를 형성한다. 완전 안전 기능의 완전 카테고리 3 구조를 형성하기 위해 안전 등급 I/O 는 반드시 이 설명서에 따라서 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, 교시 펜던트에 대한 보호 기능을 정의한다. UR 로봇은 전력 및 포스 제한이 적용되므로, 전통 로봇과 같은 위험한 안전 방호 공간이 없다. UR 로봇은 전통 로봇보다 교시가 안전하다. 세 위치 지정 활성화 장치를 해제하는 대신에 작업자가 간단하게 로봇을 손으로 멈출 수 있다.
- “5.10 협업 작업 요구 사항”. UR 로봇의 전력 및 포스 제한 기능은 언제나 활성화 중이다. UR 로봇의 시각 디자인은 로봇이 협업 작업을 위해 사용할 수 있음을 나타낸다. 전력 및 포스 제한 기능은 5.10.5. 항에 따라 설계되었다.
- “5.12.3 안전 등급 소프트웨어 축 및 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/DTS 15066 (초안)

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

이는 준비 중인 기술 규격서 (TS) 이다. TS 는 표준이 아니다. TS 의 목적은 미완성인 요건 세트를 제시하여 해당 산업에 유용한지 알아보는 것이다.

이 TS 는 협업 로봇을 위해 기술과 포스 관련 안전 제한을 제시하고, 로봇과 작업자가 협력하여 작업한다.

Universal Robots 는 이 TS(ISO/TC 184/SC 2) 를 개발하는 국제 위원회의 활동 중인 회원이다. 최종 버전은 2015 년에 발표될 수 있다.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

미국표준은 ISO 표준 ISO 10218-1 (위 참조) 및 ISO 10218-2 를 하나로 통합한 문서이다. 언어는 영국 영어에서 미국 영어로 바뀌었지만, 내용은 동일하다.

이 표준의 둘째 부분은 (ISO 10218-2) Universal Robots 가 아닌 로봇 시스템 통합자를 위한 것이다.

CAN/CSA-Z434-14 (초안/ 미 결정)

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

캐나다 표준은 ISO 표준 ISO 10218-1 (위 참조) 및 -2 를 하나로 통합한 문서이다. 이는 로봇 시스템 사용자를 위해 추가 요건이 더해질 것으로 예상된다. 이 조건의 일부는 로봇 통합자가 충족해야 한다.

최종 버전은 2014 년에 발표될 수 있다.

이 표준의 둘째 부분은 (ISO 10218-2) Universal Robots 가 아닌 로봇 시스템 통합자를 위한 것이다.

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

이 표준은 전기 및 전자 장비 작동 조건을 정의한다. 이 표준을 준수하면 UR 로봇이 산업적 환경에서 잘 수행될 수 있고 다른 장비를 방해하지 않는다.

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

이 표준은 안전 관련 기능을 위한 연장된 EMC 내성을 정의한다. 다른 장비가 IEC 61000 표준에 정의된 EMC 방출 제한을 초과하더라도 이 표준을 준수하는 것으로 UR 로봇의 안전 기능이 안전을 보장할 수 있다.

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

이두표준은매우비슷하다. 이는보전또는수리도중에돌다의도치않게다시켜지고제어관점에서의도치않은시작명령이주어지는상황에의한예기치않은시작을피하기위한안전원칙을정의한다.

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

직접열기작업과비상정지버튼의안전잠금메커니즘이이표준의요건을준수한다.

IEC 60529:2013**EN 60529/A2:2013**

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

이표준은먼지와물을차단하는인클로저등급을정의한다. UR 로봇은이표준에따라서설계되고 IP 코드로 분류된다. 로봇스티커참조.

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

전원입력케이블은이표준을준수한다.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

UR 로봇의툴플랜지는이표준의 50-4-M6 형식을준수한다. 로봇툴은또한올바른피팅을위하여이표준에 따라서제조되어야한다.

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 로봇은이표준에서정의한인체공학적제한의표면온도범위를벗어나지않도록설계되어있다.

IEC 61140/A1:2004**EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]**

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR 로봇은전기쇼크에대한보호를제공하기위하여이표준을준수합니다. 보호접지/그라운드연결은 하드웨어설치설명서에정의된대로필수적이다.

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 따라 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 [2006/95/EC]

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 67:2013, V1.9

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

로봇형식	UR5
중량	18.4 kg / 40.6 lb
페이로드	5 kg / 11 lb
미치는범위	850 mm / 33.5 in
관절범위	± 360° 모든관절
속도	관절: 최대 180°/s. 톨: 약 1 m/s / 약 39.4 in/s.
반복성	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
공간	Ø149 mm / 5.9 in
자유도	6 회전관절
컨트롤박스크기 (W × H × D)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
I/O 포트	18 디지털인, 18 디지털아웃, 4 아날로그인, 2 아날로그아웃
I/O 전원공급	24 V 2 A 컨트롤박스내부 12 V/24 V 600 mA 톨내부
커뮤니케이션	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX 이더넷소켓 & Modbus TCP
프로그래밍	PolyScope 그래픽사용자인터페이스 12" 터치스크린및마운팅포함
소음	비교적소음이없음
IP 분류	IP54
전원소비	일반적인프로그램사용시약 200 W
협업작업	ISO 10218-1:2011 에따른협업작동
온도	로봇의작동온도는 0-50 °C 이다
전원공급	100-240 VAC, 50-60 Hz
계산된작동수명	35,000 hours
케이블	로봇과컨트롤박스사이의케이블 (6 m / 236 in) 터치스크린과컨트롤박스사이의케이블 (4.5 m / 177 in)

Part II

PolyScope 설명서

10 소개

Universal Robots 팔은 확장된 알루미늄 튜브와 관절로 되어 있다. 관절 및 통상적인 이름은 도해 10.1에서 확인할 수 있다. 베이스는 로봇이 마운트된 곳이며 반대쪽 끝에 있는 (리스트 3) 에 로봇 팔이 부착되어 있다. 관절 동작을 맞추어서 움직이는 것으로 로봇은 자유롭게 팔을 움직일 수 있는데, 베이스 바로 위와 바로 아래 영역은 예외이다. 로봇이 닿는 거리는 베이스 중앙으로부터 850 mm 이다.

PolyScope 는 로봇 팔, 컨트롤 박스 작동, 로봇 프로그램 실행, 프로그램의 손쉬운 작동을 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.

10.1 시작하기

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

10.1.1 로봇 팔과 컨트롤 박스 설치하기

로봇 팔과 컨트롤 박스를 설치하는 방법:

1. 로봇 팔과 컨트롤러 박스를 꺼낸다.
2. 로봇 팔을 견고하고 진동이 없는 표면에 마운트한다.
3. 컨트롤 박스를 그 아래에 둔다.
4. 로봇과 컨트롤 박스 사이에 로봇 케이블을 삽입한다.
5. 컨트롤 박스의 전원을 연결한다.

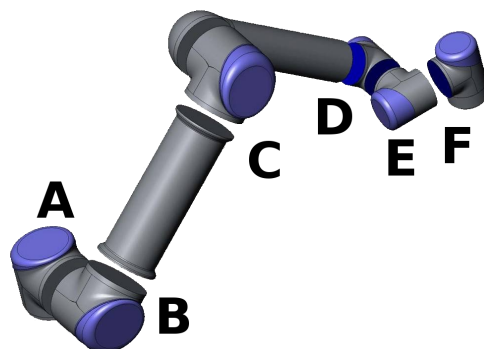


Figure 10.1: 로봇의 관절. A: 베이스, B: 숄더, C: 엘보우 및 D, E, F: 리스트 1, 2, 3



경고:

전복위험로봇이견고한표면에고정되어있지않으면, 로봇이쓰러지고손상을줄수있다.

상세한설치안내는 하드웨어설치설명서에있다. 로봇팔로무엇을하든위험평가를할필요가있다.

10.1.2 컨트롤박스켜기및끄기

컨트롤박스는터치스크린에서패널앞의전원버튼을눌러서켜수있다. 이패널은통상적으로 교시펜던트라고부른다. 컨트롤박스를켜면, 사용하는운영체제의텍스트가터치스크린에나타난다. 약 1 분이지난다음에화면에버튼이몇개나타나고, 팝업이사용자를초기화화면으로안내한다 (10.4 참조).

컨트롤박스를종료하려면화면의녹색버튼을누르거나, 환영화면의 종료 버튼을사용한다 (10.3 참조).



경고:

벽의소켓에서플러그를뽑으면로봇파일시스템에손상을일으키고로봇에장애를줄수있다.

10.1.3 로봇팔켜기및끄기

컨트롤박스가켜져있고, 비상정지버튼이켜져있지않으면로봇팔을켜수있다. 초기화화면 (10.4 참조) 의 켜기 버튼을누른다음에 시작을눌러서로봇팔을켜수있다. 로봇을시작하면브레이크를해제하는동안소리를내고약간움직인다.

로봇팔의전원은초기화화면에서 끄기 버튼을누르는것으로끝수있다. 로봇팔은컨트롤박스를종료하는경우에도자동으로전원이꺼진다.

10.1.4 빠른시작

설치한다음에로봇을빨리시작하려면다음단계를따른다.

1. 교시펜던트앞에있는비상정지버튼을누른다.
2. 교시펜던트의전원버튼을누른다.
3. 시스템이시작하고터치스크린에텍스트를표시하는동안에 1 분정도가다린다.
4. 시스템이준비되면터치스크린에팝업이나타나고, 로봇이초기화준비가되었다고알린다.
5. 팝업대화에서 확인 버튼을누른다. 초기화면으로이동하게된다.
6. 비상정지버튼을잠금해제한다. 로봇상태가 비상정지함에서 전원꺼짐으로바뀐다.
7. 로봇의닿는길이바깥쪽에있다 (작업영역).
8. 터치스크린에서 켜기 버튼을누른다. 로봇상태가 전원켜짐으로바뀔때까지몇초동안기다린다.

9. 페이로드매스와선택한마운팅이올바른지확인한다. 센서데이터를기준으로하는마운팅이선택한마운팅과일치하지않으면알림을받게된다.
10. 터치스크린에서 시작 버튼을누른다. 이제로봇은브레이크를해제하면서소리를내고약간움직인다.
11. 확인 버튼을누르면, 환영 화면이나타난다.

10.1.5 첫프로그램

프로그램은로봇에부여하는명령목록이다. PolyScope 은프로그래밍경험이거의없는사람도로봇프로그램을작성할수있게해준다. 대부분의작업의경우, 프로그래밍은까다로운명령을입력하지않고터치패널을사용하는것만으로수행한다.

틀동작은로봇프로그램의중요한일부이기때문으로로봇에이동방법을가르치는것을필수적이다. PolyScope 에서틀이동은일련의 웨이포인트를부여하여수행하는데, 이는로봇의작업영역안에있는 포인트들이다. 웨이포인트는로봇을특정위치로이동하는것으로부여하거나, 소프트웨어로계산할수있다. 로봇팔을특정위치로이동하려면이동탭 (12.1 참조) 을사용하거나, 간단하게교시펜던트뒤에있는 교시버튼을누른채로봇팔을해당하는자리로당긴다.

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

시작한로봇에대하여간단한프로그램을만들려면다음을수행한다:

1. 로봇프로그램하기 버튼을누르고 빈프로그램을선택한다.
2. 다음 버튼을누르고 (오른쪽아래) 화면왼쪽트리구조에서 < 비어있음 > 라인을선택한다.
3. 구조 탭으로이동한다.
4. 이동 버튼을누른다.
5. 명령 탭으로이동한다.
6. 다음 버튼을누르고, 웨이포인트 설정으로이동한다.
7. ``?`` 그림옆에있는 이웨이포인트를지정함 버튼을누른다.
8. 이동 화면에서다양한파란색화살표를눌러서로봇을이동하거나, 교시펜던트뒤에있는 교시 버튼을누른상태에서로봇팔을당긴다.
9. 확인을누른다.
10. 이전에웨이포인트추가함을누른다.
11. ``?`` 그림옆에있는 이웨이포인트를지정함 버튼을누른다.
12. 이동 화면에서다양한파란색화살표를눌러서로봇을이동하거나, 교시 버튼을누른상태에서로봇팔을당긴다.
13. 확인을누른다.
14. 이것으로프로그램이준비상태가된다. “재생” 심볼을누르면로봇이두포인트사이에서이동한다. 로봇이닿지않을곳에서비상정지버튼을누르고 “재생” 을누른다.
15. 축하합니다! 주어진두웨이포인트사이에서로봇을이동하는첫로봇프로그램을만들었다.

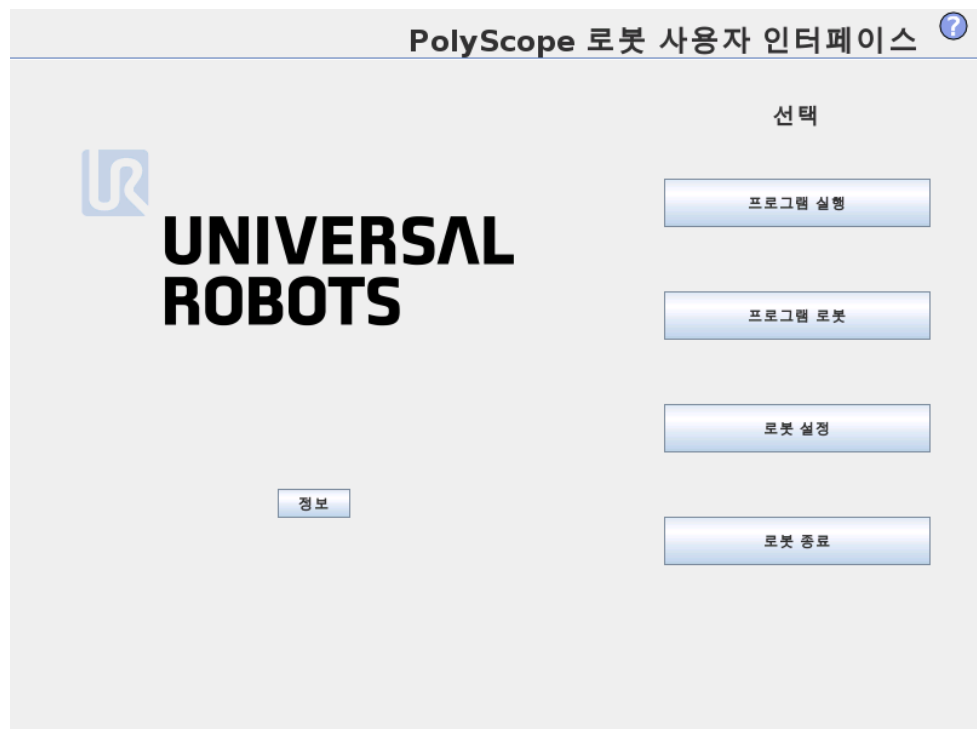


경고:

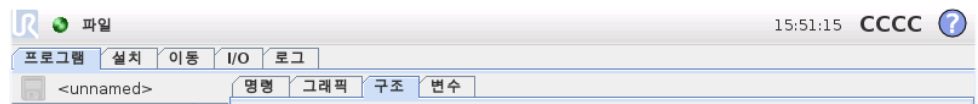
1. 로봇이 손상될 수 있으므로 로봇을 자체 또는 다른 것에 부딪히게 하지 않는다.
2. 로봇이 닿지 않는 (작업 공간) 거리에 머리와 몸을 둔다. 끼일 수 있는 곳에는 손가락을 대지 않는다.
3. 이는 UR 로봇을 얼마나 쉽게 사용할 수 있는지 보여주는 빠른 시작 가이드이다. 이는 해롭지 않은 환경과 매우 주의 깊은 사용자를 가정한다. 속도 또는 가속도는 기본 값을 초과하여 늘리지 않는다. 로봇을 작동하기 전에는 언제나 위험 평가를 수행한다.

10.2 PolyScope 프로그래밍인터페이스

PolyScope 는 컨트롤 박스에 부착한 터치스크린에서 실행된다.



위도해는 환영 화면을 제시한다. 화면에서 파란색 영역은 손가락 또는 펜의 뒤쪽 끝으로 누를 수 있는 버튼이다. PolyScope 는 화면에서 계층 구조를 가지고 있다. 프로그래밍 환경에서 화면에 쉽게 접근할 수 있도록 화면은 탭으로 배열되어 있다.



이에에서 프로그램 탭은 최상위 수준에서 선택하고, 그 아래에서 구조 탭을 선택했다. 프로그램 탭은 현재 로드한 프로그램과 관련된 정보를 담고 있다. 이동 탭을 선택하면

이동 화면으로 바뀌고, 여기에서 로봇 팔을 움직일 수 있다. 마찬가지로 I/O 탭을 선택하는 것으로 전기 I/O 현재 상태를 모니터링하고 변경할 수 있다.

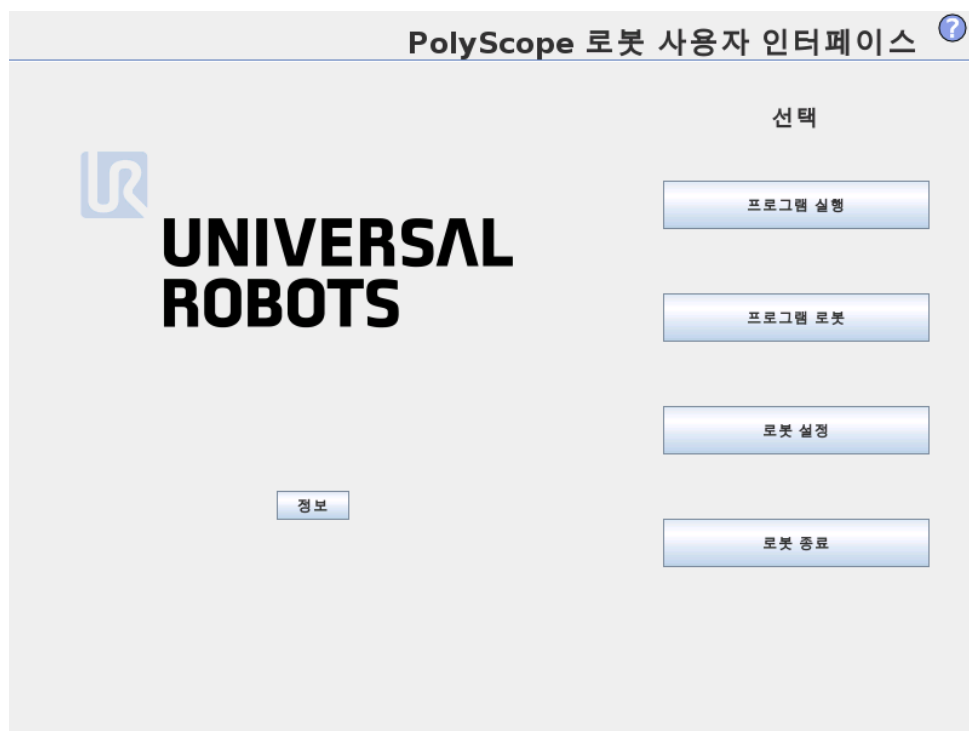
컨트롤 박스 또는 교시 펜던트에 마우스와 키보드를 연결하는 것이 가능하지만, 필수적이지는 않다. 거의 모든 텍스트 필드는 터치 가능하므로, 이를 누르면 화상 키패드 또는 키보드가 나타난다. 터치 입력이 되지 않는 텍스트 필드는 편집기 아이콘이 옆에 있고, 이것이 관련 입력 편집기를 실행한다.



화상 키패드와 키보드 및 표현식 편집기 아이콘이 위에 있다.

PolyScope 의 다양한 화면이 다음 항목에 있다.

10.3 환영화면



컨트롤러 PC 를 켜 다음에 환영 화면이 나타납니다. 화면은 다음 옵션을 제공합니다:

- 프로그램 실행: 기존 프로그램을 선택하고 실행한다. 이는 로봇 팔과 컨트롤 박스를 작동할 수 있는 가장 간단한 방법이다.
- 프로그램 로봇: 프로그램을 바꾸거나 새 프로그램을 생성한다.
- 로봇 설정: 비밀번호 설정, 소프트웨어 업그레이드, 지원 요청, 터치스크린 교정 등.
- 로봇 종료: 로봇 팔의 전원을 끄고, 컨트롤러 박스를 종료한다.

10.4 초기화화면



이화면에서는로봇팔의초기화를제어한다.

로봇팔상태표시기

상태 LED 는로봇팔의실행상태를표시한다:

- 밝은빨간색 LED 는로봇팔이현재정지상태라는것을나타내며, 그이유는여러가지일수있다.
- 밝은노란색 LED 는로봇팔이켜져있지만, 정상작업을위한준비가되어있지않다는것을나타낸다.
- 마지막으로녹색 LED 는로봇팔이켜져있고, 정상작업을위한준비가되어있다는것을나타낸다.

LED 옆에나타나는문자는로봇팔의현재상태를더구체적으로알려준다.

액티브페이로드및설치

로봇팔을켜면, 컨트롤러가사용하는페이로드매스가작은흰색텍스트필드에표시된다. 이값은텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로바꿀수있다. 이값을설정하는것은로봇설치페이로드를수정하지않으며 (12.6 참조), 컨트롤러가페이로드매스를사용할수있도록지정할뿐이다.

마찬가지로현재로드한설치파일이름은회색텍스트필드에표시되어있다. 텍스트필드를누르거나그옆의 로드 버튼을사용하여다른설치를로드할수있다. 반면에화면의아래쪽에있는 3D 뷰옆의버튼을사용하여로드한설치를사용자정의할수있다.

로봇팔을시작하기전에액티브페이로드와액티브설치가로봇팔의실제상황에대응하는지확인하는것이중요하다.

로봇팔초기화

**위험:**

로봇팔을시작하기전에실제페이로드와설치가올바른지언제나확인해야한다. 이설정이틀리면로봇팔과컨트롤박스는올바르게기능하지않고, 주위에있는사람또는장비에위험할수있다.

**주의:**

로봇팔이장애물에부딪히게하면관절기어박스를손상시킬수있으므로로봇팔이장애물또는테이블에접촉하지않는지확인하는것이중요하다.

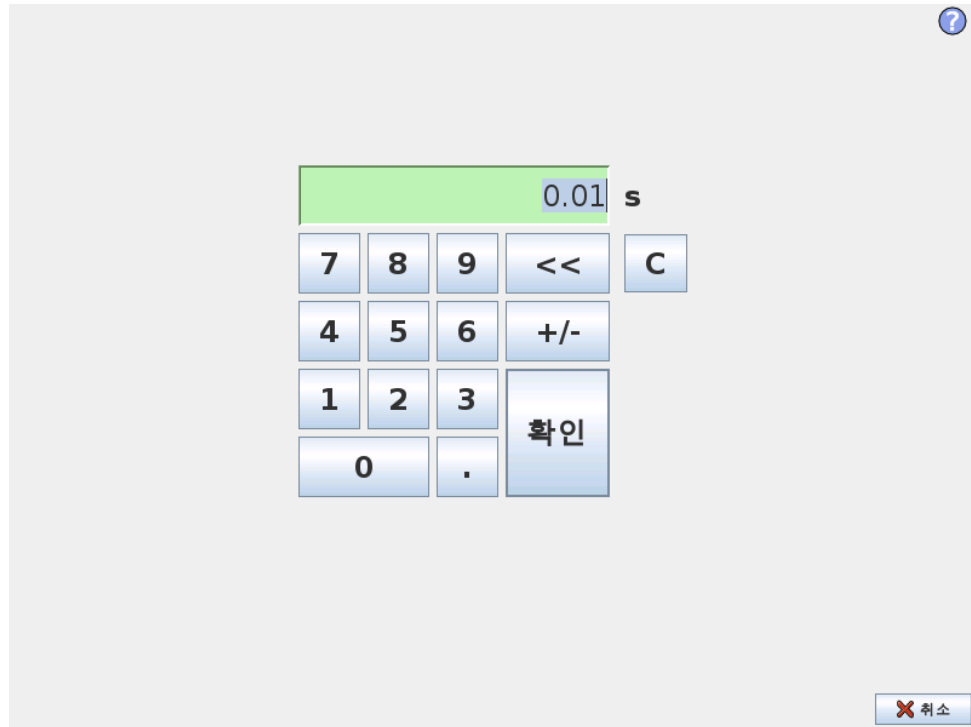
녹색아이콘이있는큰버튼은로봇팔의실제초기화를수행한다. 여기에있는텍스트와이것이수행하는액션은로봇팔의현재상태에따라서변경된다.

- 컨트롤러 PC 가켜진다음에버튼은로봇팔을켜기위하여한번눌러야한다. 로봇팔은그다음에 전원켜짐으로변하고, 그다음에는 유휴 상태가된다. 비상정지가되면로봇팔을컬수없고, 이버튼은사용할수없다.
- 로봇팔이 유휴 상태가되면버튼을다시한번눌러서로봇팔을시작해야한다. 이때센서데이터를로봇팔의마운팅구성과대조하여점검하게된다. 불일치사항이발견되면 (허용오차 30°) 버튼이꺼지고, 오류메시지가그아래에나타난다.
마운팅확인에서통과했다면, 버튼을누르면모든관절브레이크를해제하고, 로봇팔이정상작업준비가된다. 브레이크해제도중로봇은소리를내고약간움직인다.
- 로봇팔이시작후에안전제한을위반하면특별 복구모드가된다. 이모드에서버튼을누르면복구이동화면으로전환하고, 로봇팔이여기에서안전제한으로돌아올수있다.
- 장애가발생하면버튼을사용하여컨트롤러를다시시작할수있다.
- 컨트롤러를현재사용할수없다면, 버튼을누르는것으로시작할수있다.

마지막으로, 빨간아이콘이있는더작은버튼은로봇팔을끈다.

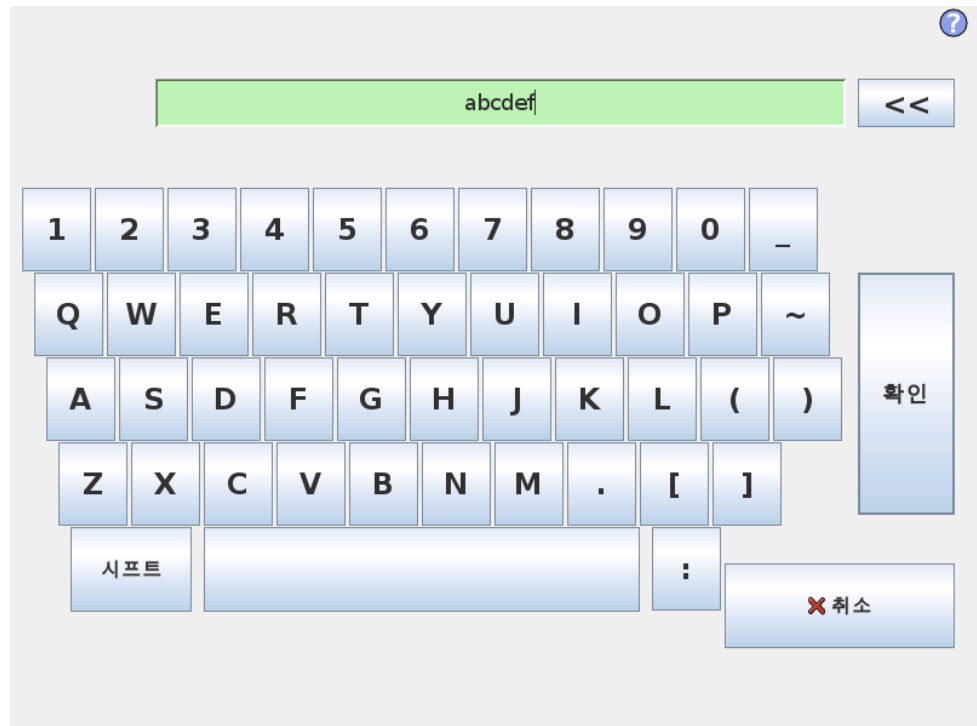
11 화상편집기

11.1 화상키패드



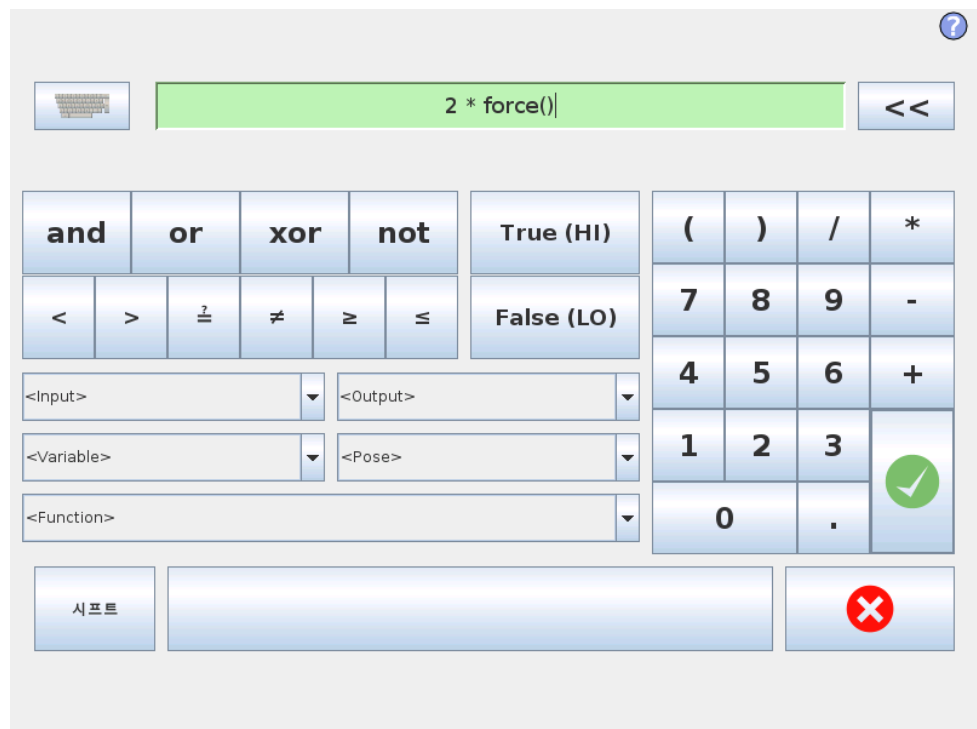
간단한 숫자 입력 및 편집 도구. 많은 경우에 입력한 값의 단위가 숫자 옆에 표시된다.

11.2 화상키보드



간단한 텍스트입력및편집도구. 시프트 키를사용하여추가로특수문자를쓸수있다.

11.3 화면표현식편집기



표현식은텍스트로편집하지만, 표현식편집기는곱하기 *, 미만또는동등함을의미하는 ≤ 등의특별표현식심볼을삽입하기위한다수의버튼과심볼이있다. 화면오른쪽위

의키보드심볼버튼은표현식을텍스트로편집할수있게해준다. 모든정의된변수는 변수 선택기에서찾을수있고, 입력및출력포트이름은 입력 및 출력 선택기에서찾을수 있다. 어떤특별함수는 함수에포함되어있다.

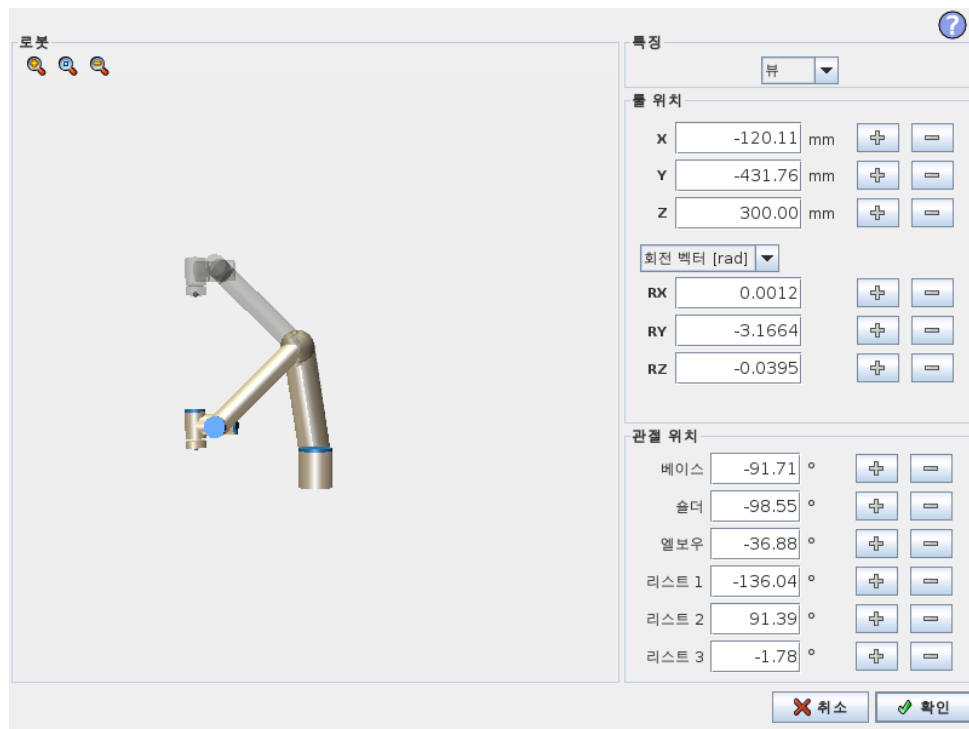
확인 버튼을누르면표현식의문법적오류를검사한다. 취소 버튼은화면을떠나고, 모든변경을취소한다.

표현식의예:

디지털-인 [1] = 참및아날로그-인 [0] < 0.5

11.4 포즈편집기 화면

이화면에서대상관절위치또는대상포즈를지정할수있다 (위치및자세). 화면이 “오프라인” 이고로봇팔을직접제어하지않는다.



로봇

로봇팔의현재위치및지정한새대상위치가 3D 그래픽으로표시된다. 로봇팔의 3D 드로잉은로봇팔의현재위치를보여주고, 로봇팔의 “그림자” 가화면오른쪽에서지정된값으로제어되는로봇팔의대상위치를표시한다. 돋보기아이콘을눌러서확대/축소 하거나손가락을옆으로끌어서뷰를바꿀수있다.

만약에로봇 TCP 의지정한대상위치가안전또는트리거플레인에가까이오거나, 로봇 툴의자세가툴자세경계제한근처로오면 (15.11 참조), 대략적인경계제한을 3D 로 표현하여보여준다.

안전플레인은노란색과검은색으로시각화하며, 작은화살표가플레인수직선을표현한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은파란색및녹색으로표시되고, 플레인의측면을가리키는작은화살표가있는데, 이는 정상 모드제한 (15.5 참조) 이활성화된곳이다. 툴자세경계제한은원뿔및로봇툴의

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 오른쪽에 특징 선택기가 있다. 특징 선택기는 로봇 팔에서 어떤 특징을 제어할지 정의하고, 그 아래에 있는 상자는 선택한 특징에 대한 툴의 완전한 좌표 값을 표시한다. X, Y, Z 컨트롤은 툴 위치를 제어하고 RX, RY, RZ 가 툴의 자세를 제어한다.

RX, RY, RZ 상자 위의 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 (12.1 참조) 에서 활성화하면, 확인 버튼을 클릭하는 것으로 이동 탭에 돌아가고, 여기에서 로봇 팔이 지정된 대상으로 이동한다. 마지막으로 지정된 값이 툴 좌표라면 로봇 팔은 MoveL 이동 형식을 사용하여 대상 위치로 이동하고, 관절 위치를 마지막으로 지정했다면 로봇 팔은 MoveJ 이동 형식으로 대상 위치로 이동한다. 여러 가지 이동 형식은 13.5에서 설명해 놓았다.

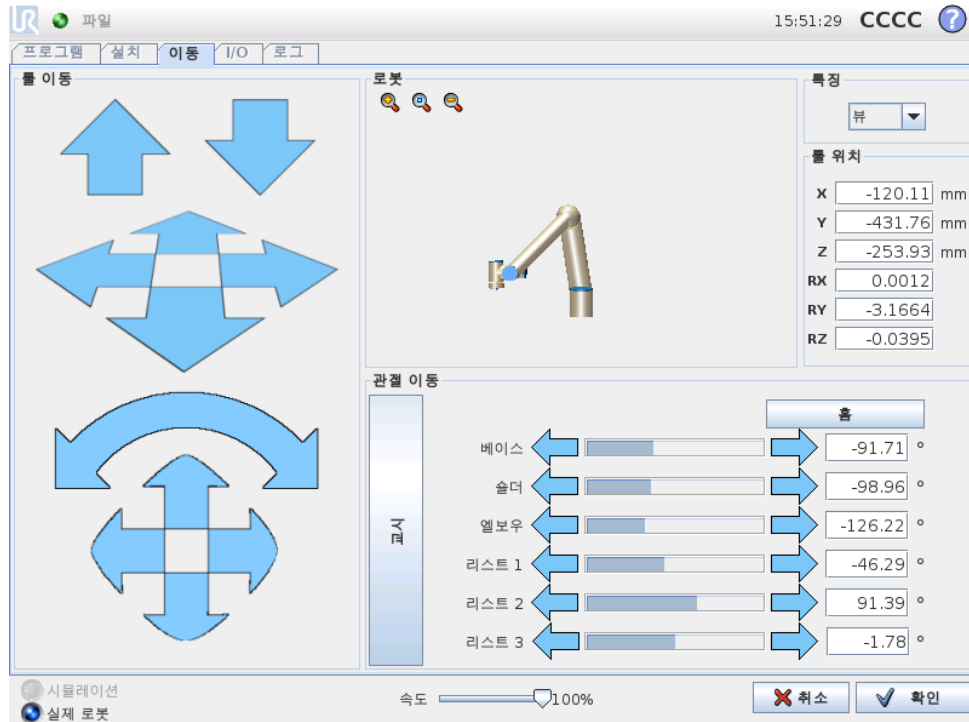
취소 버튼

취소 버튼을 클릭하면 화면을 떠나고, 모든 변경을 취소한다.

12 로봇제어

12.1 이동탭

이 화면에서는 언제나 로봇틀 이동/회전 또는 로봇관절을 개별적으로 이동하여 로봇팔을 직접 이동 (조그) 할 수 있다.



12.1.1 로봇

로봇팔의 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 로봇팔과 맞추어서 로봇팔 제어를 위해 가장 적합한 느낌을 만들어 낼 수 있다.

만약에 로봇 TCP의 현재 위치가 안전 또는 트리거 플레인에 가까이 오거나, 로봇의 자세가 틀자세 경계 제한 근처로 오면 (15.11 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 (15.5 참조) 이 활성화된 곳이다. 틀자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇의 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.

12.1.2 특징 및 툴 위치

화면 맨 위 오른쪽에 특징 선택기가 있다. 이는 로봇 팔에서 어떤 특징을 제어할지 정의하고, 그 아래에 있는 상자는 선택한 특징에 대한 툴의 완전한 좌표값을 표시한다.

좌표계 또는 관절 위치를 클릭하는 것으로 값을 직접 편집할 수 있다. 이를 통해 포즈 편집기 화면으로 (11.4 참조) 이동하며, 툴 또는 대상 관절 위치를 위하여 대상 위치 및 자세를 지정할 수 있다.

12.1.3 툴 이동

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

참고: 버튼을 때면 언제든지 동작을 멈출 수 있다!

12.1.4 관절 이동

개별 관절을 직접 제어할 수 있게 한다. 각 관절은 -360° $+360^{\circ}$ 이동할 수 있으며, 이는 각 관절에서 수평 바로 표시되는 기본 관절 제한이다. 관절이 관절 제한에도 달하면 더 이상 구동할 수 없다. 관절 제한을 기본과 다른 위치 범위로 구성했다면 (15.10 참조), 이 범위는 수평 바에서 빨간색으로 표시된다.

12.1.5 교시

교시 버튼을 누르는 동안에는 로봇 팔을 직접 잡아서 원하는 위치로 당길 수 있다. 중력 설정 (12.7 참조) 이 설정 탭에서 틀리게 설정되었거나, 로봇 팔이 무거운 것을 들고 있다면 교시 버튼을 눌렀을 때 움직이기 (떨어지기) 시작할 수 있다. 그런 경우에는 교시 버튼에서 손을 떼다.



경고:

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

12.2 I/O 탭



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

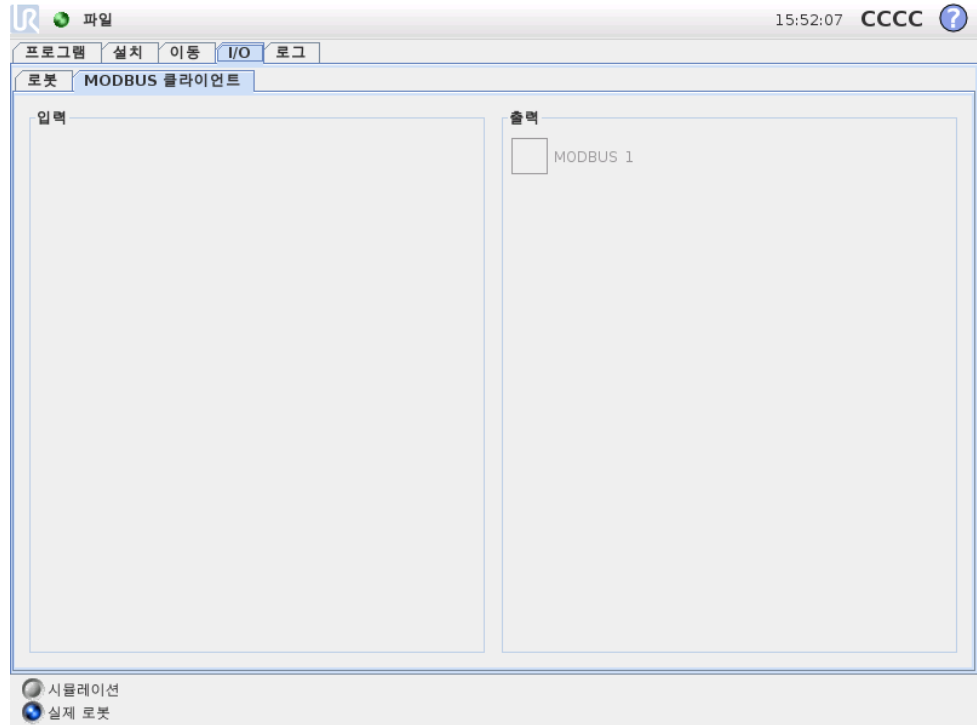
컨피규어러블 I/O 는 설치의 안전 I/O 구성 항목에서 특별한 안전 설정을 위해 지정할 수 있다 (15.12 참조). 지정된 것은 기본 또는 사용자 정의 이름 대신에 안전 기능 이름을 갖게 된다. 안전 설정을 위해 지정된 컨피규어러블 출력은 끄거나 켤 수 없으며, LED 만으로 표시된다.

신호의 전기적 사양은 사용자 설명서에 설명이 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.

12.3 MODBUS 클라이언트 I/O

여기서 디지털 MODBUS 클라이언트 I/O 신호가 제시한 설치에서처럼 설정되어 있다. 신호 연결이 끊기면 화면에서 대응하는 항목이 비활성화된다.



입력

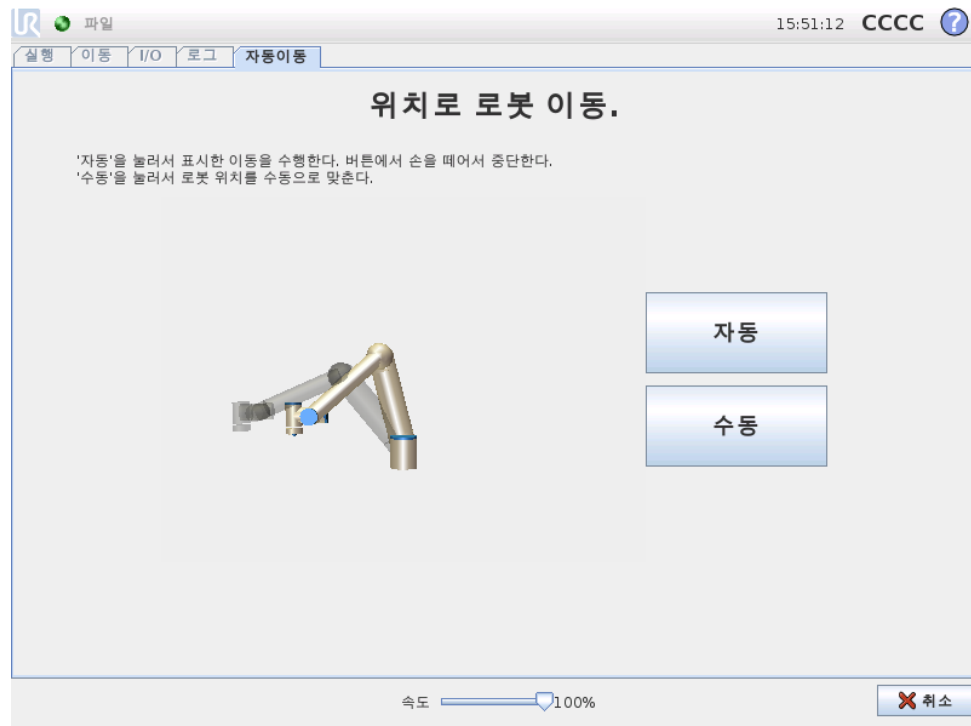
디지털 MODBUS 클라이언트입력의상태를확인한다.

출력

디지털 MODBUS 클라이언트출력의상태를확인하고이를끄거나켄다. I/O 탭컨트롤에서 (12.8에서설명함) 선택사항이이를허용하는경우에만신호를켜거나끌수있다.

12.4 자동이동탭

자동이동탭은로봇팔을작업영역에서특정위치로이동할때사용한다. 실행전으로봇팔이시작위치로이동해야하거나, 프로그램조정중에웨이포인트로이동해야하는경우가이러한예이다.



애니메이션

애니메이션은로봇팔이수행할이동을보여준다.



주의:

애니메이션을실제로봇팔위치와비교하고, 로봇팔이장애물을치지 않고안전하게이동할수있는지확인한다.



주의:

자동이동기능은선형 (직교) 공간이아니라관절공간에서움직인다. 충돌은로봇또는다른장비를손상시킬수있다.

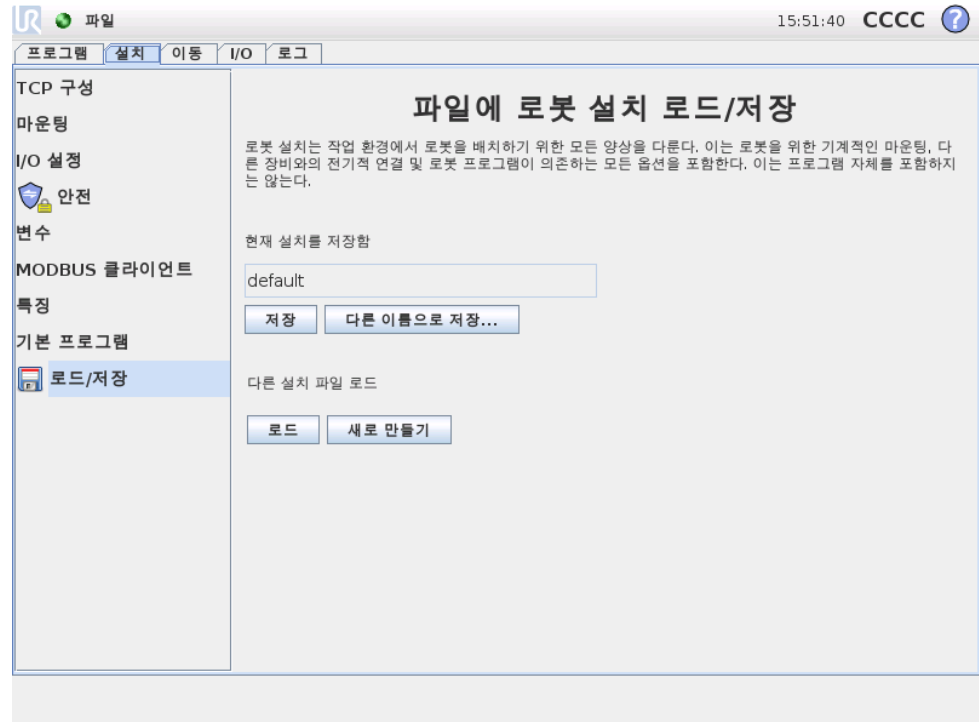
자동

자동 버튼을눌러서애니메이션에있는대로로봇팔을이동할수있다. 참고: 버튼을떼면언제든지동작을멈출수있다!

수동

수동 버튼을누르면로봇팔을수동으로움직일수있는이동탭이나타난다. 이는애니메이션의동작을선택하지않는경우에만필요하다.

12.5 설치 → 로드/저장



로봇설치는작업환경에서로봇팔과컨트롤박스를배치하기위한모든양상을다룬다. 이는로봇팔을위한기계적인마운팅, 다른장비와의전기적연결및로봇프로그램이 의존하는모든옵션을포함한다. 이는프로그램자체를포함하지는않는다.

이설정은 설치 탭에서다양한화면을사용하여설정할수있는데, 예외적으로 I/O 도메인은 I/O 탭에있다 (12.2 참조).

로봇을위해여러설치파일이있을수있다. 생성된프로그램은활성화된설치를사용하고, 사용할때자동으로이설치를로드한다.

설치에대한어떠한변경이라도전원을끄다음에보존이가능하도록저장해야한다. 설치에저장하지않은변경사항이있다면, 설치 탭왼쪽의 로드/저장 텍스트옆에폴로피디스크아이콘이 나타난다.

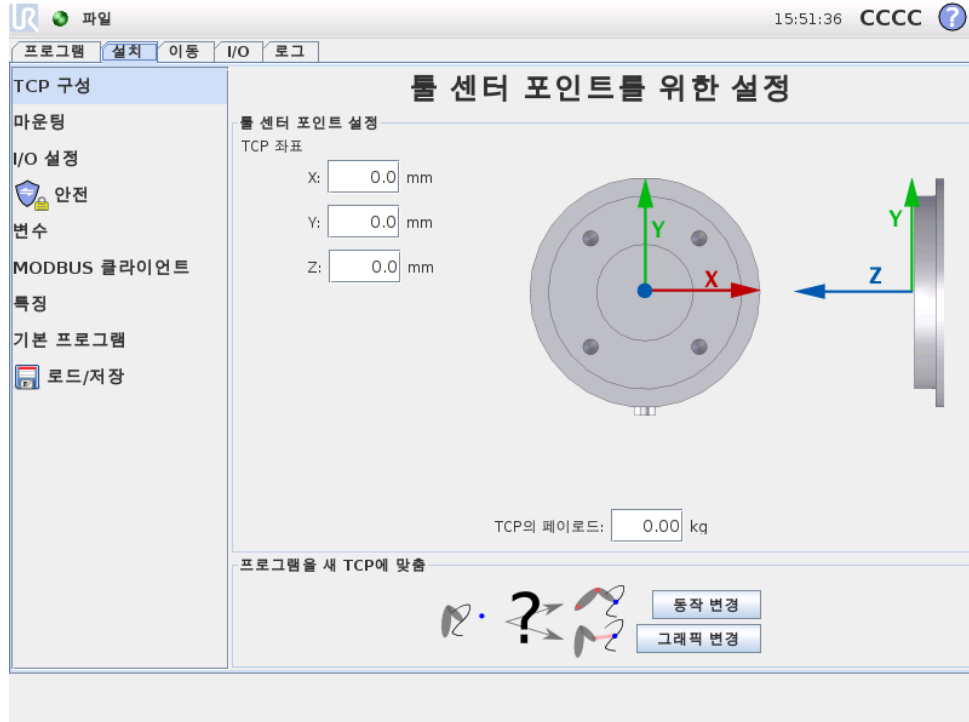
저장 또는 다른이름으로저장. . . 버튼을눌러서설치를저장할수있다. 또는프로그램을저장하면활성화상태인설치를저장하게된다. 다른설치파일을로드하려면 로드 버튼을사용한다. 새로생성 버튼은로봇설치의모든설정을공장기본값으로초기화한다.



주의:

USB 드라이브에서로드한설치로로봇을사용하는것은권장하지않는다. USB 드라이브에저장한설치를사용하려면, 이를로컬 프로그램 폴더에 다른이름으로저장. . . 버튼을사용하여저장한다.

12.6 설치 → TCP 구성



툴센터포인트 (TCP) 는로봇툴끝에특성포인트를주는포인트이다. 로봇팔이선형으로이동하면, 이포인트는직선으로이동한다. 또한 TCP 의동작이그래픽탭에서각화된다. 화면그래픽에서표시한대로 TCP 는툴출력플렌지의중앙에상대적으로주어진다.



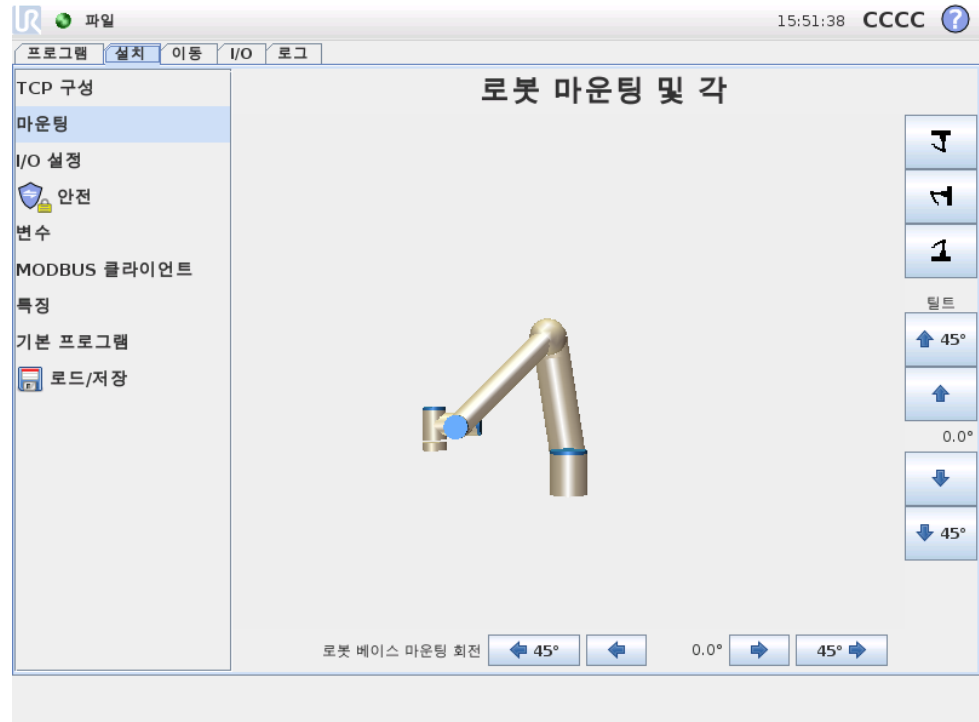
경고:

올바른설치설정을사용하는것이중요하다. 프로그램과함께설치과일을저장하고로드한다.

TCP 를변경하면화면아래의두버튼이관련있다.

- 동작변경은로봇프로그램이새 TCP 에맞추기위하여모든위치를재계산한다. 이는툴형태또는크기변경되었을때의미있다.
- 그래픽변경은새 TCP 에맞추기위하여프로그램그래픽을다시그린다. 이는물리적인변경없이툴이변했을때의미있다.

12.7 설치 → 마운팅



여기에서 로봇팔의 마운팅을 지정한다. 이는 두 가지 목적이 있다:

1. 로봇팔을 화면에서 올바르게 보이게 한다.
2. 컨트롤러에 중력 방향을 알려준다.

컨트롤러는 고급 역학 모델을 사용하여 로봇팔을 부드럽고 정확하게 움직이게 하고, 교시 모드에서 로봇팔 자체를 고정한다. 이때문에 로봇팔의 마운팅을 정확하게 설정하는 것이 매우 중요하다.



경고:

로봇팔 마운팅을 올바르게 설정하지 않으면 자주 보호 정지가 일어날 수 있고, 교시 버튼을 눌렀을 때 로봇팔이 움직일 가능성이 있다.

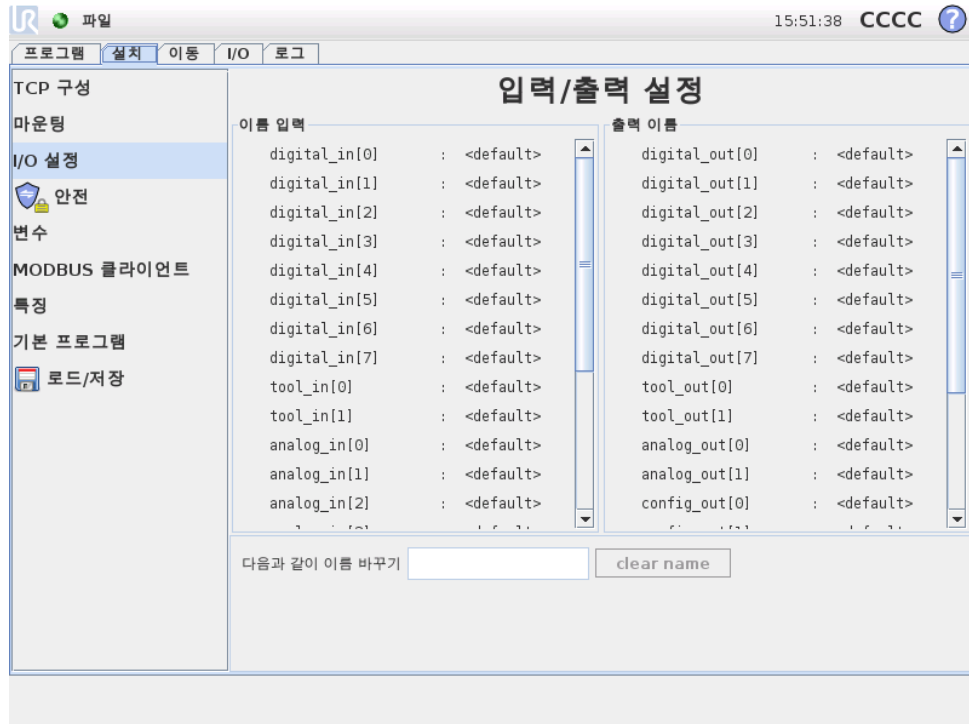
로봇팔은 기본값대로 평평한 테이블 또는 바닥에 마운팅될 수 있다. 이 경우에는 화면에서 변경할 필요가 없다. 하지만 로봇팔이 천장 마운팅, 벽 마운팅 또는 비스듬하게 마운팅되었다면, 푸시 버튼으로 이를 조정해야 한다. 화면의 오른쪽에 있는 버튼이 로봇팔 마운팅 각을 지정한다. 맨 위 오른쪽 버튼 세 개는 각을 천장 (180°), 벽 (90°), 바닥 (0°) 으로 지정한다. 틸트 버튼은 임의의 각을 지정하는데 사용할 수 있다. 화면 아래쪽에 있는 버튼은 로봇팔의 마운팅을 회전하여 실제 마운팅에 맞추기 위해 사용한다.



경고:

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

12.8 설치 → I/O 설정



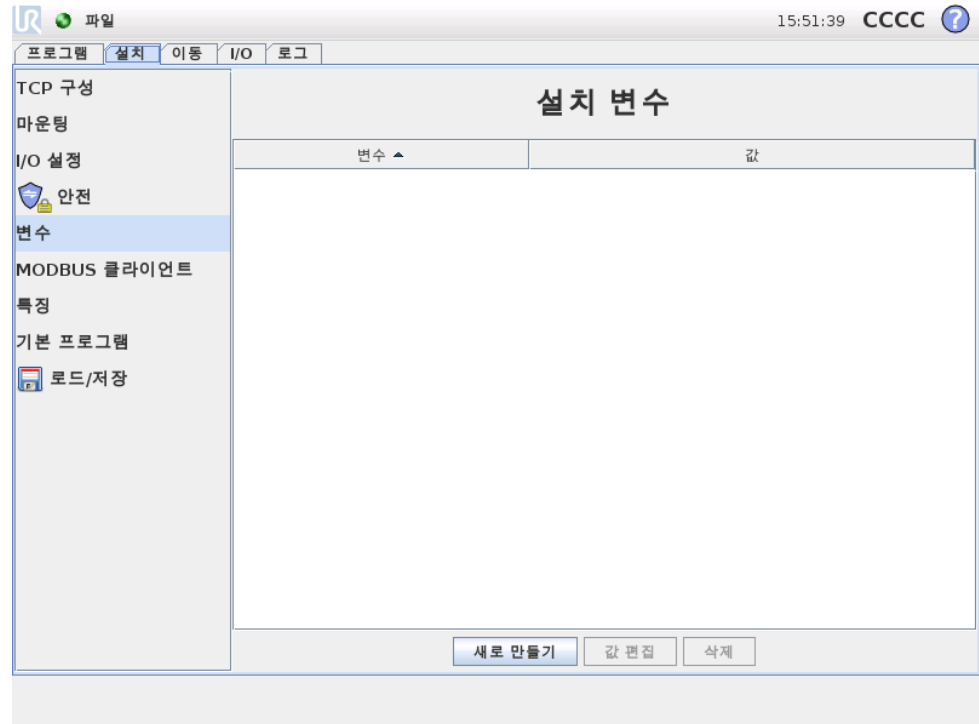
입력과 출력 신호에는 이름을 부여할 수 있다. 이는 로봇과 작업할 때 신호가 무엇을 할지 기억하는 것을 쉽게 만들어 준다. 클릭하여 I/O를 선택하고, 화상키보드로 이름을 지정한다. 공백만 입력하여 원래 이름으로 되돌릴 수 있다.

출력을 선택하면, 몇 가지 옵션이 켜진다. 표시 상자를 사용하여 출력 기본값을 낮음 또는 높음으로 설정할 수 있다. 즉 프로그램을 실행하지 않을 때, 출력이 이 값으로 지정된다는 의미이다. 표시 상자에 표시하지 않으면, 프로그램 종료 후에 출력이 현재 상태를 보존한다. 또한 I/O 탭에서 출력을 제어할 수 있게 하거나 (프로그램머 또는 작업자와 프로그램 둘 다), 로봇 프로그램만으로 출력 값을 제어할 수 있을지 지정할 수 있다.

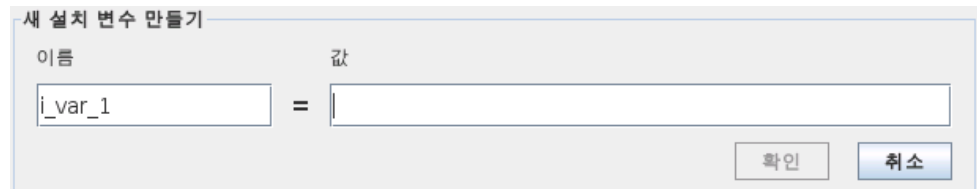
12.9 설치 → 안전

15장 참조.

12.10 설치 → 변수



여기에서 생성한 변수는 설치 변수라고 부르며 정상 프로그램 변수처럼 사용할 수 있다. 설치 변수는 프로그램이 정지하고 다시 시작하거나, 로봇 팔 및 컨트롤 박스를 켜다다시 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.

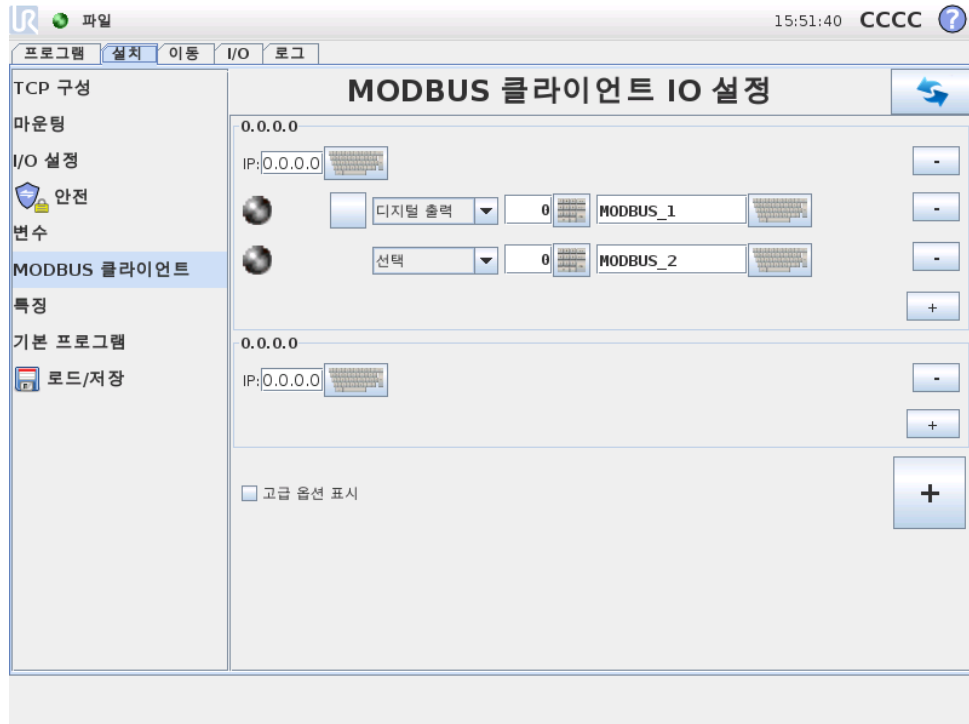
목록의 변수를 강조 표시하고 설치 변수 값을 바꾼 다음에 변수 편집을 클릭하는 것으로 설치 값을 변경할 수 있다.

변수를 삭제하려면 목록에서 이를 선택한 다음에 삭제를 클릭한다.

설치 변수를 구성한 다음에 설치 자체를 저장해야 구성을 저장할 수 있다. 12.5 참조. 설치 변수 및 값은 10 분마다 자동 저장된다.

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

12.11 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.

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.

신호 추가

이 버튼을 눌러서 해당 MODBUS 유닛에 신호를 추가한다.

신호 삭제

이 버튼을 눌러서 해당 MODBUS 유닛에서 MODBUS 신호를 제거한다.

신호형식지정

이드롭다운메뉴를사용하여신호형식을선택한다. 사용가능한형식:

- **디지털입력:** 디지털입력 (코일) 은 1 비트수량으로서신호의주소필드에서지정한코일에대한 MODBUS 유닛에서읽는다. 함수코드 0x02(분리입력읽기) 를 사용한다.
- **디지털출력:** 디지털출력 (코일) 은 1 비트수량으로서높음또는낮음으로지정할수있다. 사용자가출력값을지정하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x01(코일읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정하거나 “신호값” 버튼을누르는것으로지정했다면함수코드 0x05(싱글코일쓰기) 를앞으로사용한다.
- **레지스터입력:** 레지스터입력은 16 비트수량으로서주소필드에서지정한주소로부터읽는다. 함수코드 0x04(입력레지스터읽기) 를사용한다.
- **레지스터출력:** 레지스터출력은 16 비트수량으로서사용자가지정할수있다. 레지스터값을지정하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x03(홀딩레지스터읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정하거나 “신호값지정” 필드에서신호값을지정하는것으로이를지정했다면함수코드 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), 유닛이예기치못하게반응하거나도달하지못하는것을나타낸다 (회색). MODBUS 예외응답을받게되면응답코드를표시한다. MODBUS-TCP 예외응답:

- **E1 잘못된기능 (0x01):** 쿼리로받은함수코드는서버 (또는슬레이브) 에서허용되는작업이아니다.
- **E2 잘못된데이터주소 (0x02):** 쿼리에서받은함수코드가서버 (또는슬레이브) 에대한허용되는작업이아니므로, 입력한신호주소가원격 MODBUS 서버에응하는지점검한다.

- **E3** 잘못된 데이터값 (0x03): 쿼리 데이터 필드에 있는 값은 서버 (또는 슬레이브)에 대한 허용되는 값이 아니므로, 입력한 신호 값이 원격 MODBUS 서버에서 지정된 주소에서 유효한지 점검한다.
- **E4** 슬레이브 장치 실패 (0x04): 서버 (또는 슬레이브)가 요청한 작업을 수행 시도하는 도중 복구할 수 없는 오류가 발생했다.
- **E5** 승인 (0x05): 원격 MODBUS 유닛에 전송한 프로그래밍 명령과 함께 특수하게 사용한다.
- **E6** 슬레이브 장치가 빠름 (0x06): 원격 MODBUS 유닛에 전송한 프로그래밍 명령과 함께 특수하게 사용하며, 서버 (또는 슬레이브)가 지금 반응하지 못한다.

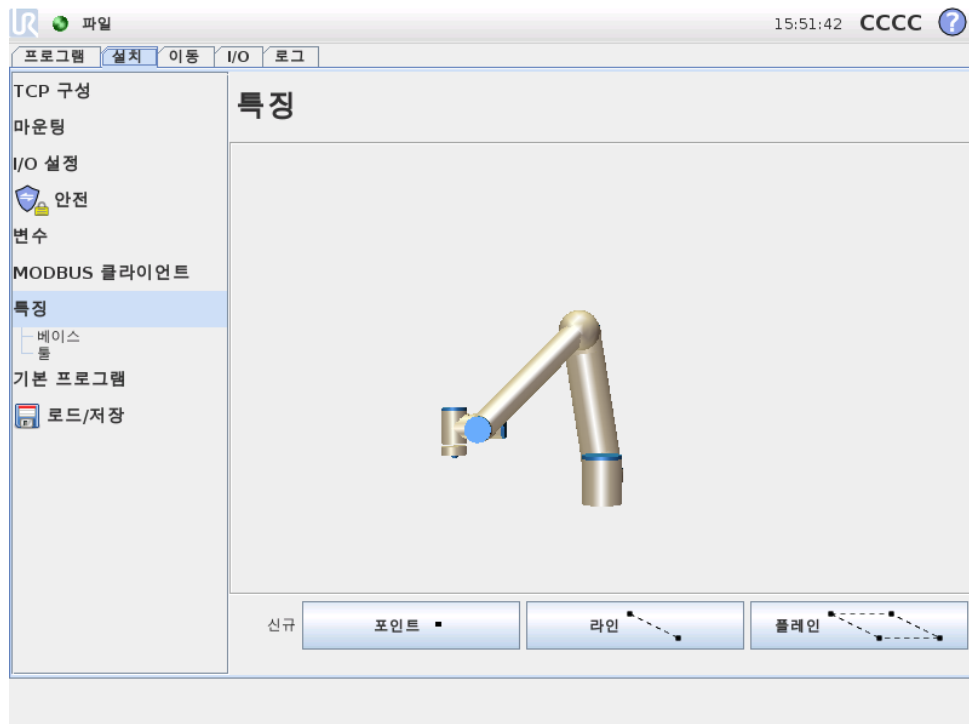
고급 옵션 표시

이 표시 상자는 각 신호에 대한 고급 옵션을 표시하거나 숨긴다.

고급 옵션

- 업데이트 주파수: 이 메뉴는 신호의 업데이트 주파수를 바꾸기 위해 사용할 수 있다. 신호 값을 쓰거나 읽기 위하여 원격 MODBUS 로 주파수 요청을 보낸다는 의미이다.
- 슬레이브 주소: 이 텍스트 필드는 특정 신호에 해당하는 요청에 대하여 특정 슬레이브 주소를 지정할 수 있다는 의미이다. 값은 둘 다 포함하여 반드시 0 255 범위 내에 있어야 하며, 기본은 255 이다. 이 값을 변경하면 원격 MODBUS 기기의 설명서를 참조하여 슬레이브 주소를 바꿀 때 기능성을 확인할 것을 권장한다.

12.12 설치 → 기능



산업용 로봇을 구매하는 고객은 일반적으로 기계, 물체, 블랭크, 고정된 물체, 컨베이어, 펠릿, 시각시스템 등, 로봇팔 주변에 있는 다양한 물체 및 경계 등에 대하여 로봇팔을 제어하거나 조종하고, 로봇팔을 프로그래밍하려고 한다. 전통적으로 이는 해당 물체의 좌표계에 대하여 로봇팔의 내부 좌표계 (베이스 좌표계) 와 연결시켜서 “프레임”(좌표계) 을 정의하는 것으로 성취했다. 로봇팔의 “툴 좌표” 및 “베이스 좌표” 에 대하여 참조가 가능하다.

프레임의 문제는 작업자가 좌표계를 정의하려면 상당한 수학적 지식을 가지고 있어야 하며, 이를 수행하는데 오랜 시간이 걸린다는 것이다. 이는 로봇 프로그래밍 및 설치에 뛰어난 자라도 마찬가지이다. 이 작업은 대체로 4x4 행렬을 계산하는 것을 수반한다. 특히 이 문제를 이해하기 위한 경험 없이는 사람이라면 자세의 표현이 매우 복잡하게 느껴진다.

고객이 주로 하는 질문의 예:

- CNC 기계의 클로로부터 로봇을 4cm 이동할 수 있습니까?
- 테이블을 기준으로 로봇 툴을 45 도 회전할 수 있습니까?
- 로봇팔을 수직으로 물체와 함께 내리고, 물체를 내려놓은 다음에 로봇팔을 수직으로 다시 들어올릴 수 있습니까?

이러한 질문은 제품 생산 공장의 여러 작업소에서 로봇팔을 사용하려고 하는 평균적인 고객에게 매우 직관적인데, 이러한 의미 있는 질문에 간단한 답변이 없다고 대답하면 고객 입장에서는 매우 짜증이나고, 그 이유를 알 수 없을지도 모른다. 이러한 이유에는 여러 가지 복잡한 이유가 있을 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 Universal Robots 는 고객으로 로봇팔을 기준으로 다양한 물체의 위치를 지정할 수 있는 고유하고 간단한 방법을 개발했다. 이를 통해 몇 단계 안으로 위의 의문점을 정확하게 해결할 수 있다.

이름 바꾸기

이 버튼은 특징의 이름을 바꿀 수 있다.

삭제

이 버튼은 선택한 특징, 그리고 포함된 모든 하위 특징을 제거한다.

축 표시

선택한 특징의 좌표축이 3D 그래픽에 표시될지 선택한다. 선택은 이 화면과 이동 화면에 적용된다.

조거블

선택한 특징이 조거 가능할지 선택한다. 이는 특징이 이동 화면의 특징 메뉴에 나타날지 지정한다.

변수

선택한 특징을 변수를 사용할 수 있게 하기 위해 선택한다. 이 옵션을 선택하면 특징 이름 뒤에 “_var” 가 덧붙여진 변수가 로봇 프로그램 편집기 시나리오에 나타나고, 이 변수는 프로그램에서 새 값이 붙여질 수 있다. 이는 특징의 값에 의존하는 웨이포인트를 제어하는데 사용할 수 있다.

위치지정또는변경

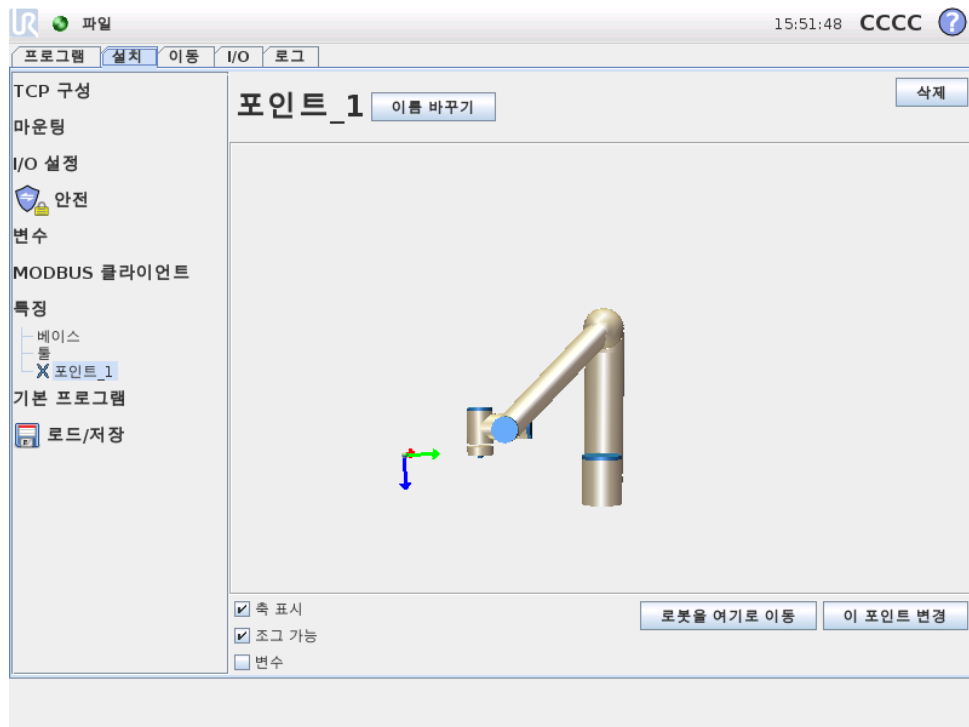
이버튼을사용하여선택한특징을지정하거나변경한다. 이동화면이나타나고, 특징을 위한새위치를지정할수있다.

특징으로로봇이동

이버튼을누르면로봇팔을선택한특징으로이동한다. x-축에대한 180 도회전을제외하고, 이동작후에특징과 TCP 의좌표계가합치된다.

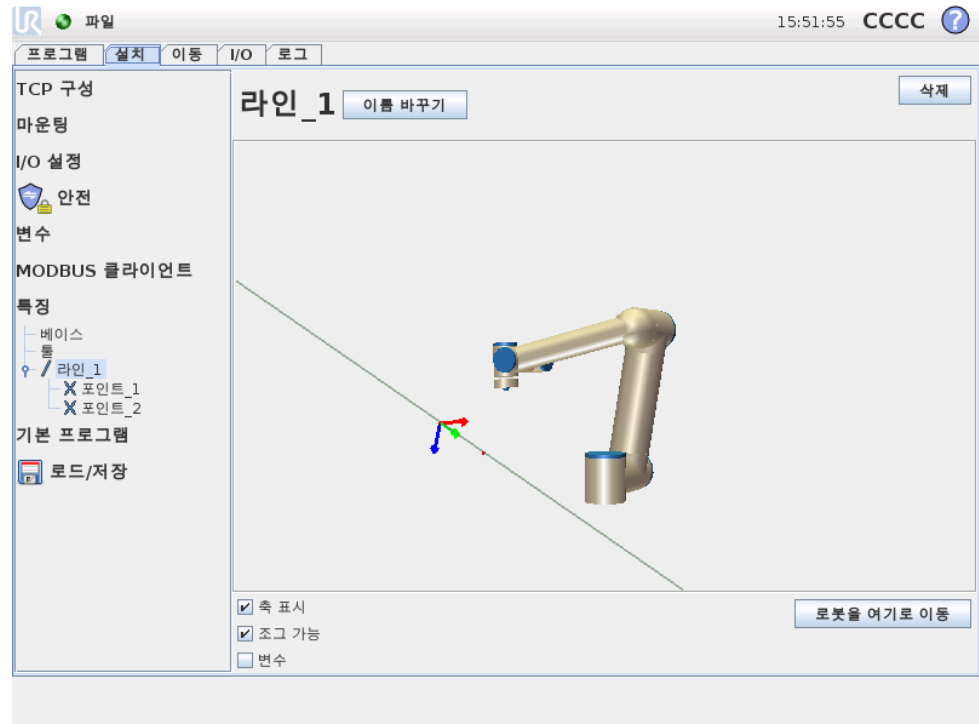
포인트추가

이버튼을눌러서설치에포인트특징을추가한다. 포인트특징의위치는해당포인트의 TCP 위치로정의된다. 포인트특징의자세는 TCP 자세와동일하지만, 예외적으로 x-축을기준으로특징좌표계가 180 도회전해있다. 이로인해포인트특징의 z-축은해당포인트에서 TCP 의반대방향을향한다.



라인추가

이버튼을눌러서설치에라인특징을추가한다. 라인은두포인트특징사이에서축으로 정의된다. 첫포인트에서둘째포인트로이어진이축은선좌표계에서 y-축이된다. 라인에서수직인면에투영된첫하위포인트의 z-축을 z-축으로정의한다. 선좌표계의 위치는첫하위포인트의위치와동일하다.

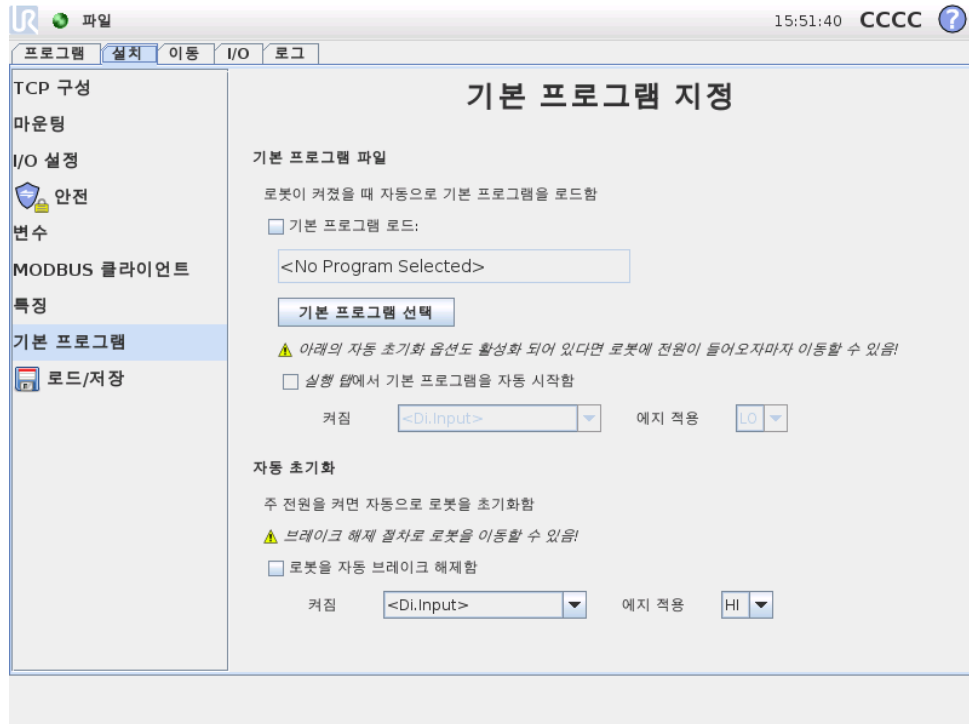


플레인추가

이버튼을눌러서설치에플레인특징을추가한다. 플레인은세하위포인트특징으로정의된다. 좌표계의위치는첫하위포인트의위치와동일하다. z-축은면정규이고, y-축은첫포인트에서둘째로이어지는방향이다. z-축의양성방향은면의 z-축과첫포인트의 z-축이 180 도미만이되게끔지정한다.



12.13 설치 → 기본프로그램



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



경고:

자동로드, 자동시작, 자동초기화 세 개를 모두 켜면, 컨트롤 박스의 전원을 켜자마자 로봇이 선택한 프로그램을 실행하기 시작한다.

12.13.1 기본 프로그램 로드하기

기본 프로그램은 컨트롤 박스를 켜올 때 로드하도록 선택할 수 있다. 또한 기본 프로그램은 프로그램 실행 화면 (10.3 참조) 을 입력하고, 다른 프로그램을 로드하지 않았을 때 자동로드된다.

12.13.2 기본 프로그램 시작하기

기본 프로그램은 프로그램 실행 화면에서 자동시작할 수 있다. 기본 프로그램을 로드하고, 특정의 부입력 신호에 전환을 탐지하면 프로그램은 자동으로 시작한다.

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

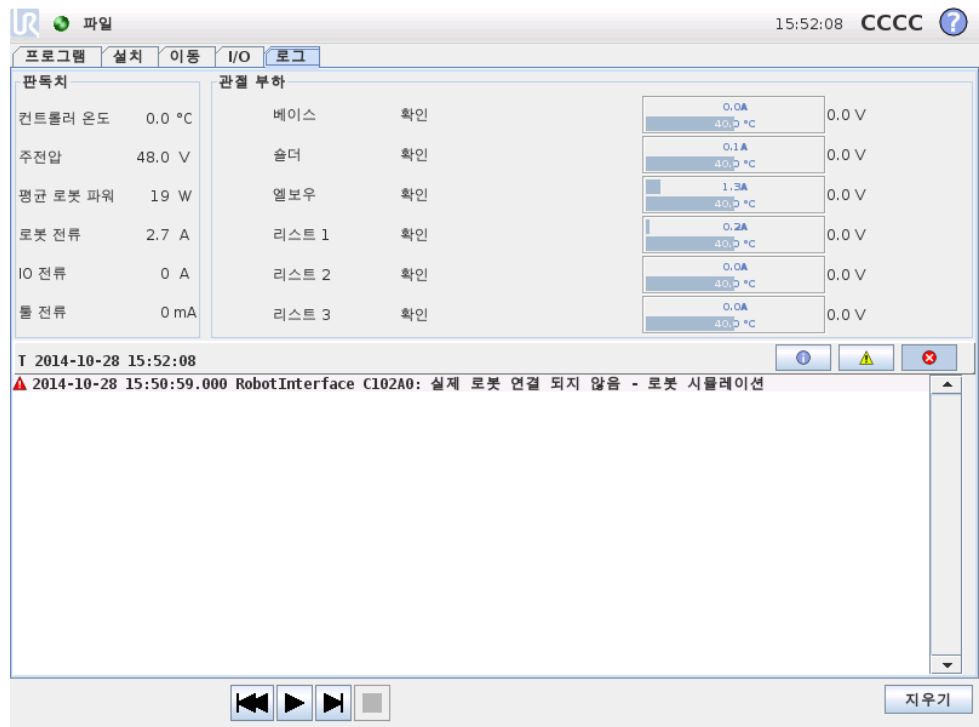
12.13.3 자동초기화

가령 컨트롤박스를 켜었을 때, 로봇팔은 자동초기화가 가능하다. 특정 외부입력 신호에 지 전환시, 로봇팔은 보이는 화면에 상관없이 완전히 초기화한다.

초기화 마지막 단계는 브레이크 해제이다. 로봇이 브레이크를 해제하면, 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 (10.4 참조).

시작시 현재 입력 신호 수준이 이미 정의되어 있으므로, 시작시 신호 수준에 맞는 전환을 선택하면 로봇팔 초기화를 즉시 시작할 수 있다.

12.14 로그탭



로봇상태 화면 위쪽은 로봇팔 및 컨트롤박스를 표시한다. 왼쪽은 로봇 컨트롤박스 및 관련된 정보를 표시하고, 오른쪽은 각 로봇 관절 정보를 표시한다. 각 로봇 관절은 모터 및 전자 부품 온도, 관절의 부하, 관절 전압 정보를 보여준다.

로봇로그 화면 아래쪽은 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.

12.15 로드화면

이화면에서어떤프로그램을로드할지선택할수있다. 이화면에는두가지버전이있다. 프로그램을로드하고실행할때사용하는화면과프로그램을실제로편집할때사용하는화면.



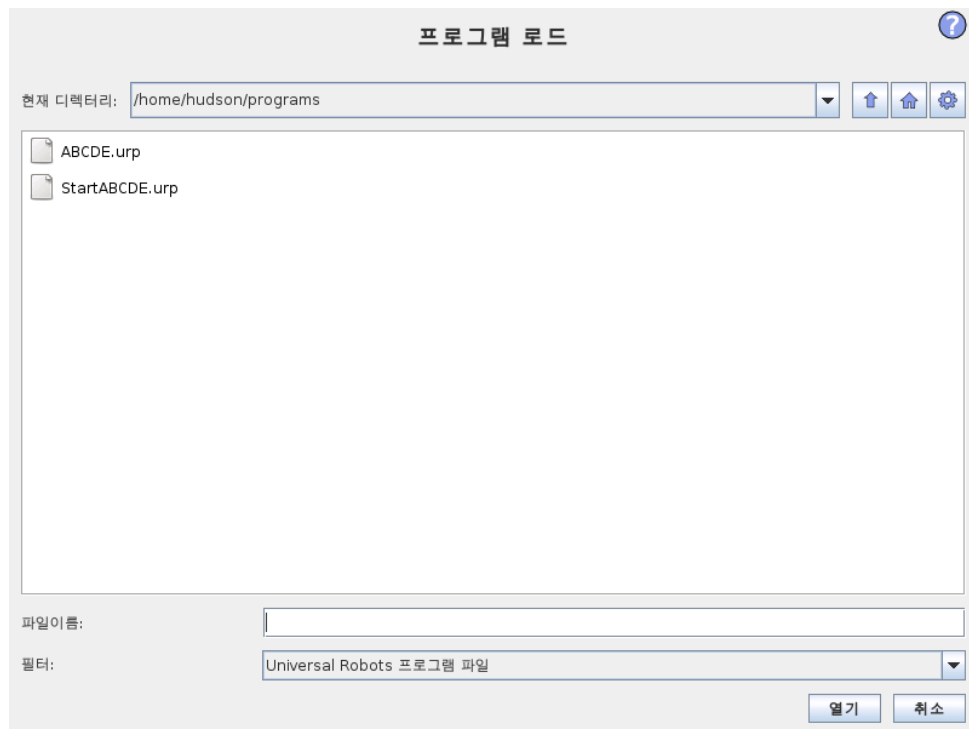
참고:

USB 드라이브에서프로그램을실행하는것은권장하지않는다. USB 드라이브에저장한설치를사용하려면, 파일 메뉴를통해이를로컬 프로그램 . . . 폴더에 다른이름으로저장 버튼을사용하여저장한다.

사용자가쓸수있는작업차이가중요한차이이다. 기본로드화면에서사용자는파일엑세스만가능하고이를변경하거나삭제할수없다. 그리고사용자는 프로그램 폴더의하위디렉터리구조에서떠나는것이허용되지않는다. 사용자는하위디렉터리로이동할수있지만 프로그램 폴더상위로이동할수없다.

그러므로모든프로그램은프로그램폴더에있어야하고, 하위폴더는프로그램폴더내에있어야한다.

화면레이아웃



이도해는실제로로드화면을보여준다. 이는다음중요영역및버튼으로구성되어있다:

경로기록 경로기록은현재위치까지오게된경로를목록으로보여준다. 즉컴퓨터루트까지모든상위디렉터리가표시된다. 여기에서프로그램폴더상위에있는모드디렉터리에엑세스권한이없는것을알게된다.

목록의 폴더 이름을 선택하는 것으로 대화기 디렉터리를 변경하고, 파일 선택 영역에서 이를 표시한다 12.15.

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.

사용자 디렉터리를 더블 클릭하면 대화기 폴더로 내려오고, 그 콘텐츠를 제시한다.

파일 필터 파일 필터를 사용하여 표시되는 파일이 원하는 파일 형식만을 포함하도록 제한할 수 있다. “백업 파일”을 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 화상 키보드가 나타나게 한다.

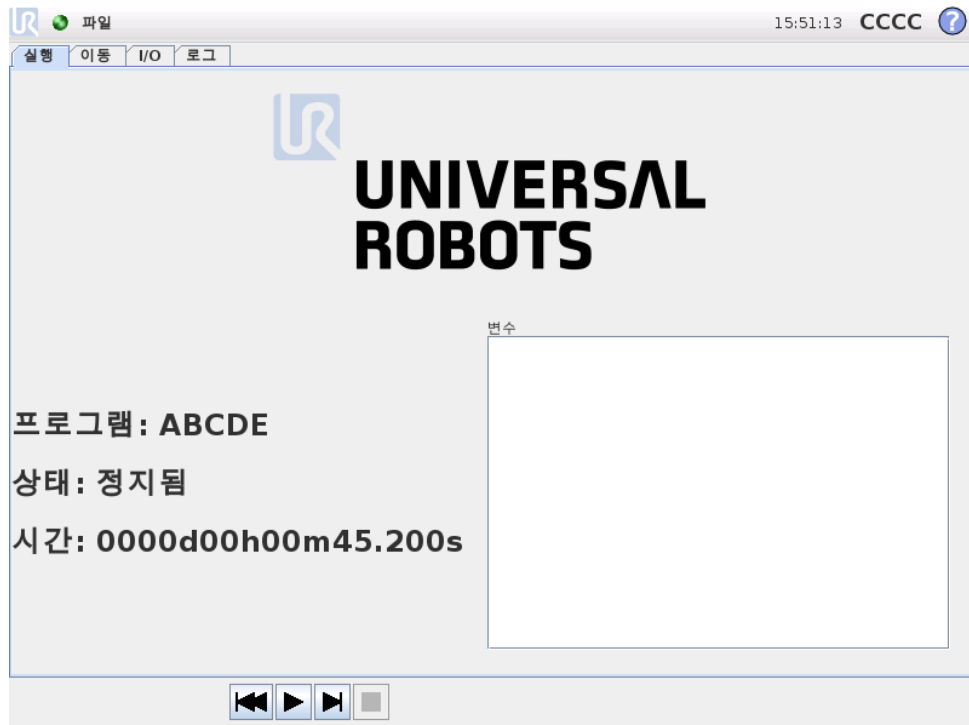
열기 버튼 열기 버튼을 클릭하면 현재 선택한 파일을 열고, 이전 화면으로 돌아간다.

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.

12.16 실행 탭



이 탭은 최소한의 버튼과 옵션을 사용하여 로봇 팔과 컨트롤 박스를 작동할 수 있는 매우 간단한 방법을 제공한다. 이는 PolyScope의 프로그래밍 부분을 암호로 보호하는 기능과 함께 사용하여 (14.3 참조), 로봇을 미리 지정된 프로그램만 사용하여 실행할 수 있는 도구로 만드는데 유용하다.

그리고 이 탭에서는 외부 입력 신호에 지전환에 따라서 기본 프로그램을 자동으로 로드할 수 있다 (12.13 참조). 예를 들어 전원이 켜질 때의 자동 로딩, 기본 프로그램 시작, 자동 초기화는 로봇 팔을 다른 기계와 통합하는데 사용할 수 있다.

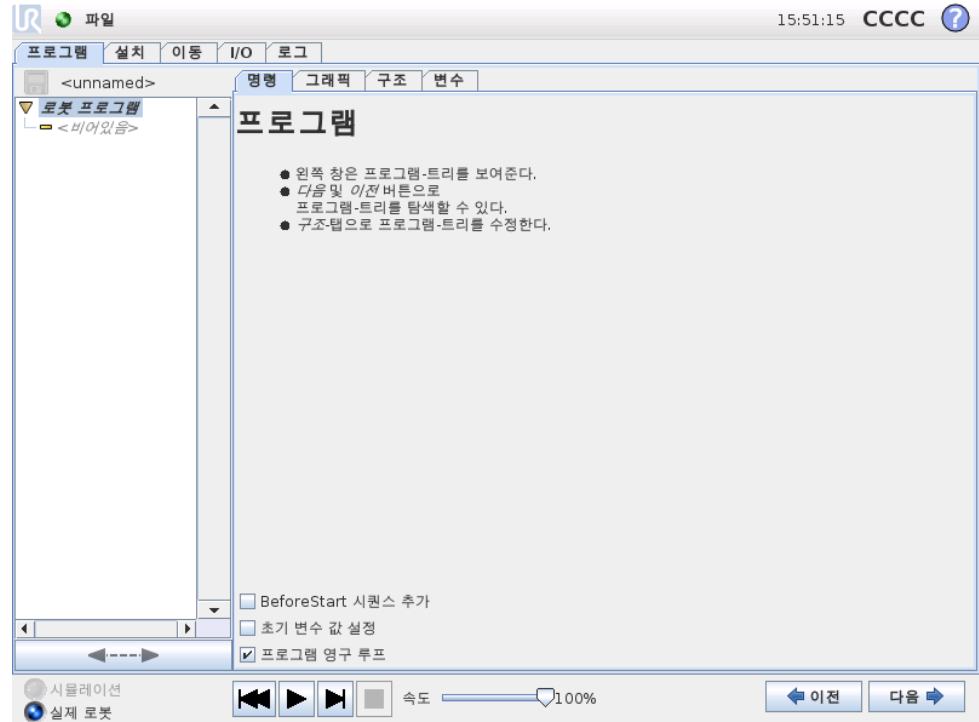
13 프로그래밍

13.1 새 프로그램



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

13.2 프로그램 탭



프로그램 탭은 현재 편집하는 프로그램을 표시한다.

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 13.29에서 설명한 대로 구조 탭에서 삽입하거나 제거할 수 있다. 프로그램 이름은 명령 목록 위에서 직접 표시하며, 작은 디스크 아이콘을 눌러서 빠르게 프로그램을 저장할 수 있다.

화면 맨 아래 부분은 대시보드이다. 대시보드는 구식 테이프 리코더와 비슷한 버튼들을 포함하며, 이를 통해 프로그램을 시작, 중지, 1 단 실행, 다시 시작할 수 있다. 속도 슬라이더는 언제든지 프로그램 속도를 조정할 수 있게 하는데, 이는 로봇 팔이 움직이는 속도에 직접적인 영향을 준다. 또한 속도 슬라이더는 안전 설정을 고려한 로봇 팔의 상대적 속도를 실시간으로 표시한다. 표시한 백분율이 안전 시스템을 오작동하지 않은 채 프로그램을 실행할 수 있는 최대 가능 속도이다.

대시보드 왼쪽의 시뮬레이션 및 실제 로봇 버튼은 프로그램을 시뮬레이션에서 실행하거나 실제 로봇에서 실행하는 것으로 전환할 수 있다. 시뮬레이션에서 실행하면 로봇 팔은 이동하지 않으며, 충돌 로그 자체 또는 근처 장비를 손상할 수 없다. 로봇 팔이 무엇을 할지 불확실하다면 시뮬레이션으로 프로그램을 시험한다.



위험:

1. 재생 버튼을 누르면 작업자는 로봇 작업 영역 밖으로 피해 있어야 한다. 프로그램으로 입력한 이동은 예상과 다를 수 있다.
2. 단계 버튼을 누르면 로봇 작업 영역 밖으로 피해 있어야 한다. 단계 버튼은 이해하기 어려울 수 있다. 꼭 필요한 경우에만 사용한다.
3. 항상 속도 슬라이더로 속도를 줄인 다음에만 프로그램을 시험한다. 통합자가 일으킨 논리 프로그래밍 오류는 로봇 팔에 예기치 못한 이동의 원인이 될 수 있다.

프로그램을 작성하는 동안, 로봇 팔에서 발생하는 이동은 13.28에서 설명하는 대로 그래픽 탭의 3D 드로잉으로 표현이 된다.

각 프로그램 명령 옆에는 빨간색, 노란색, 녹색의 작은 아이콘이 있다. 빨간 아이콘은 명령에 오류가 있다는 것을 의미하고, 노란색은 명령이 완료되지 않았고, 녹색은 모든 것이 정상이라는 의미이다. 프로그램은 모든 명령이 녹색인 경우에만 실행할 수 있다.

13.3 변수

로봇 프로그램은 변수를 사용하여 런타임에서 다양한 값을 저장하고 업데이트할 수 있다. 두 가지 종류의 변수가 있다:

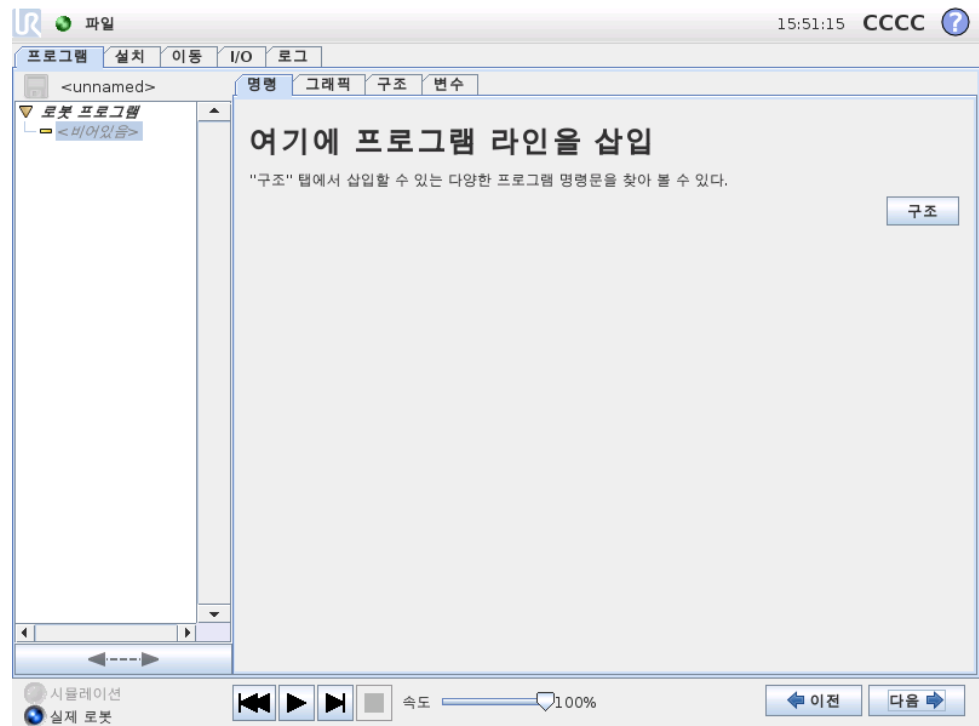
설치 변수: 이는 복수의 프로그램이 사용할 수 있고, 그 이름과 값은 로봇 설치와 함께 지속된다 (자세한 내용은 12.10 참조);

정규 프로그램 변수: 이는 프로그램 실행시에만 사용할 수 있고, 프로그램이 정지하면 값이 사라진다.

다음 변수 형식이 있다:

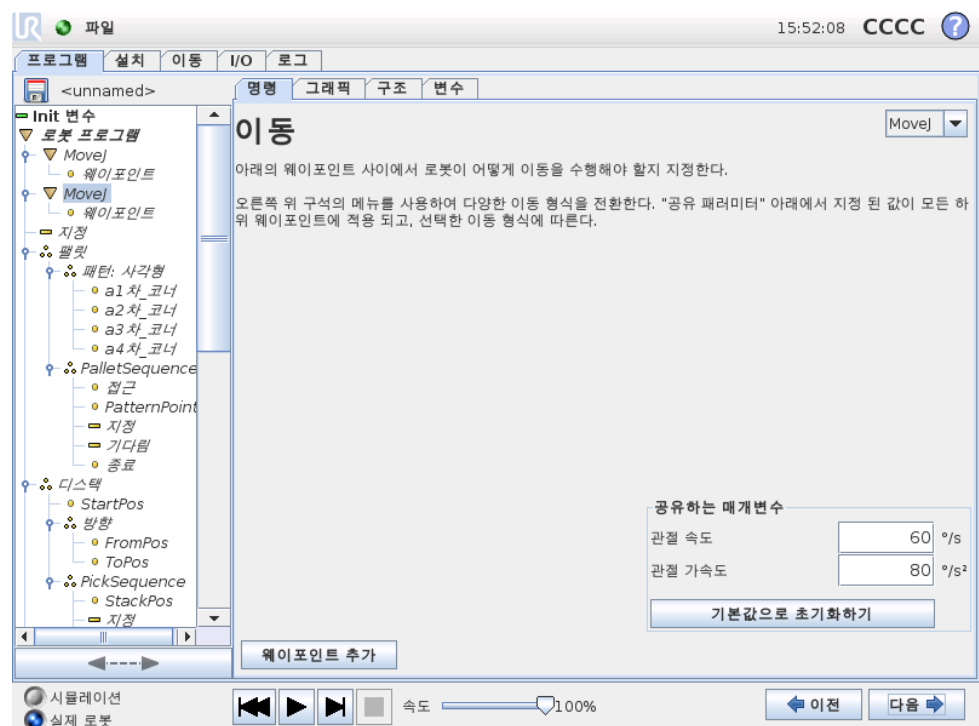
<i>bool</i>	부울 변수는 참 또는 거짓이다.
<i>int</i>	-32768 ~ 32767 범위 내의 정수이다.
<i>float</i>	부동소수점 번호 (10 진수).
<i>string</i>	문자 시퀀스.
<i>pose</i>	직교 공간에서 위치와 자세를 묘사하는 벡터. 자세를 나타내는 위치 벡터 (x, y, z) 와 회전 벡터 (rx, ry, rz) 로서 $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ 로 쓴다.
<i>list</i>	변수 시퀀스.

13.4 명령: 비어있음



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

13.5 명령: 이동



이동 명령은 기본 웨이포인트를 통해 로봇 동작을 제어한다. 웨이포인트는 이동 명령의 기본 계층에 있어야 한다. 이동 명령은 웨이포인트 사이에서의 로봇 팔의 가속도 및 속도를 정의한다.

이동 형식

이동은 세 가지 형식 중에서 선택할 수 있다: *MoveJ*, *MoveL* 및 *MoveP* 는 각각 아래에 설명되어 있다.

- **moveJ** 는 로봇 팔의 관절 공간 내에서 계산하는 이동을 생성한다. 각 관절은 동시에 원하는 종료 위치에 도달하기 위해 제어한다. 이 이동 형식은 도구에 대한 굽은 경로를 결과로 내놓는다. 이 이동 형식에 적용하는 공유 매개 변수는 이동 계산을 위해 사용하는 최대 관절 속도 및 관절 가속도로서 각각 deg/s 와 deg/s^2 로 지정한다. 웨이포인트 사이를 로봇 팔이 빠르게 움직이는 것을 원한다면 웨이포인트 사이의 도구 경로를 무시하는 경우, 이 이동 형식이 가장 선호되는 선택이다.
- **moveL** 은 웨이포인트 사이의 도구 이동을 선형적으로 만들어준다. 즉, 각 관절이 도구를 직선 경로를 따르게 만들게 하기 위하여 더 복잡한 동작을 수행한다는 의미이다. 이 이동 형식을 위해 지정할 수 있는 공유 매개 변수는 원하는 도구 속도 및 도구가 속도로서 각각 mm/s 와 mm/s^2 로 지정하고, 또한 한 특징도 포함한다. 선택한 특징은 어떤 특징 공간에서 웨이포인트의 도구 위치가 표현될지 결정한다. 특징 공간에서는 변수 특징 및 변수 웨이포인트가 의미 있다. 변수 특징은 로봇 프로그램을 실행할 때 변수 특징의 실제 값으로 웨이포인트의 도구 위치를 결정할 때 변수 특징을 사용할 수 있다.
- **moveP** 는 원형 혼합을 사용하여 정속으로 도구를 선형적으로 이동하고, 집착 또는 분배와 같은 프로세스 작업이 그 용도이다. 혼합 반지름의 크기는 기본적으로 모든 웨이포인트 사이에서 공유하는 값이다. 작은 값은 경로의 곡선이 더 급격하고, 값이 높으면 경로가 더 완곡해진다. 로봇 팔이 웨이포인트 사이를 정속으로 움직이는 동안, 로봇 컨트롤 박스는 I/O 작업 또는 작업자 행동을 위하여 기다릴 수 없다. 이는 로봇 팔의 이동을 중지하거나 보호 중지를 일으킬 수 있다.

원형 이동을 두 웨이포인트로 구성된 *moveP* 명령에 추가할 수 있다. 첫째는 원형 인호에서 경유점을 지정하고, 둘째는 이동의 끝점에 있다. 로봇은 현재 위치에서 원형 이동을 시작하고, 지정된 두 웨이포인트 사이를 통과한다. 원형 이동시 도구의 자세 변화는 시작 자세 및 끝점 자세만으로 결정되므로, 경유점 자세는 원형 이동에 영향을 주지 않는다. 언제나 동일한 *moveP* 아래에 있는 웨이포인트가 원형 이동을 선행한다.

특징 선택

MoveL 과 *MoveP* 의 경우, 이 웨이포인트를 지정할 때 이동 명령 아래에 있는 웨이포인트가 어떤 특징 공간에서 표현되는지 선택할 수 있다. 웨이포인트를 설정할 때, 프로그램이 선택한 특징에서 특징 공간의 도구 좌표를 기억한다는 의미이다. 상세한 설명이 필요한 상황이 몇 가지 있다.

- **고정 특징:** 가령 베이스와 같은 고정 특징을 선택하면 고정 및 변수 웨이포인트에 영향이 없다. 변수 웨이포인트의 동작은 아래에서 설명해 놓았다.
- **변수 특징:** 현재 로드한 설치의 특징을 변수로 선택하면 해당 변수를 특징 선택 메뉴에서도 선택할 수 있게 된다. 특징 변수 (특징 이름이 부여되고 “.var” 가 뒤따름) 을 선택하면 프로그램 실행시 로봇 팔이 동 (상대적 웨이포인트 제외) 이 변수의 실

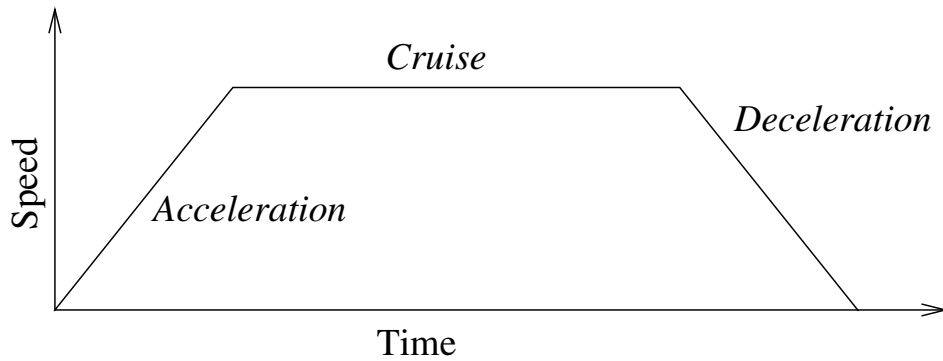


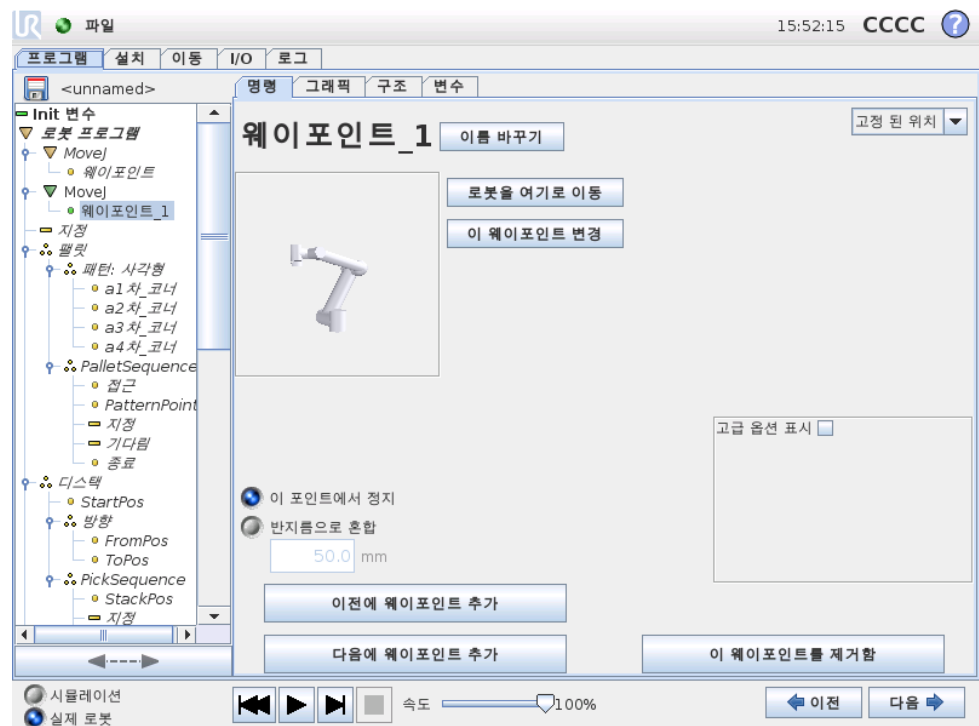
Figure 13.1: 동작을 위한 속도프로필. 곡선은세부분으로구분된다: 가속, 순항, 감속. 순항 단계의수준은 동작의속도설정에서주어지고 가속 및 감속 단계의경사는가속도매개변수에서주어진다.

제값에 의존하게 된다. 특징변수의 초기값은 실제 특징의 값이다. 이는 특징 변수가 로봇 프로그램으로 능동적으로 바뀌는 경우에만 이동이 변한다는 의미이다.

- 변수웨이포인트: 로봇팔이 변수웨이포인트로 이동하면 도구대상 위치가 언제나 선택한 특징 공간에 있는 변수의 좌표로 계산된다. 그러므로 다른 특징을 선택하면 변수웨이포인트에 대한 로봇팔 이동은 언제나 변한다.

이동 명령의 공유 매개 변수 설정은 로봇팔 현재 위치부터 명령 하에 있는 첫 웨이포인트 사이의 경로에 적용되고, 여기에서부터 그 다음 각 웨이포인트에 적용된다. 이동 명령 설정은 이동 명령 하의 마지막 웨이포인트에서 출발하는 경로에 적용되지 않는다.

13.6 명령: 고정웨이포인트



로봇 경로에 있는 포인트. 웨이포인트는 로봇 프로그램의 가장 핵심적인 부분으로서 로봇팔이 어디에 있어야 할지 알려준다. 로봇팔을 해당 위치로 물리적으로 이동하는 것으

로고정위치웨이포인트를제공한다.

13.7 웨이포인트설정하기

이버튼을눌러서이동화면으로들어가고, 여기에서이웨이포인트를위한로봇팔위치를지정할수있다. 웨이포인트가선형공간에서 (moveL 또는 moveP) 이동명령하에배치되는경우, 이버튼을누를수있도록이동명령에유효한특징이있어야한다.

웨이포인트이름

웨이포인트이름은바꿀수있다. 같은이름을가진두웨이포인트는언제나같은웨이포인트이다. 웨이포인트는지정하는대로번호가부여된다.

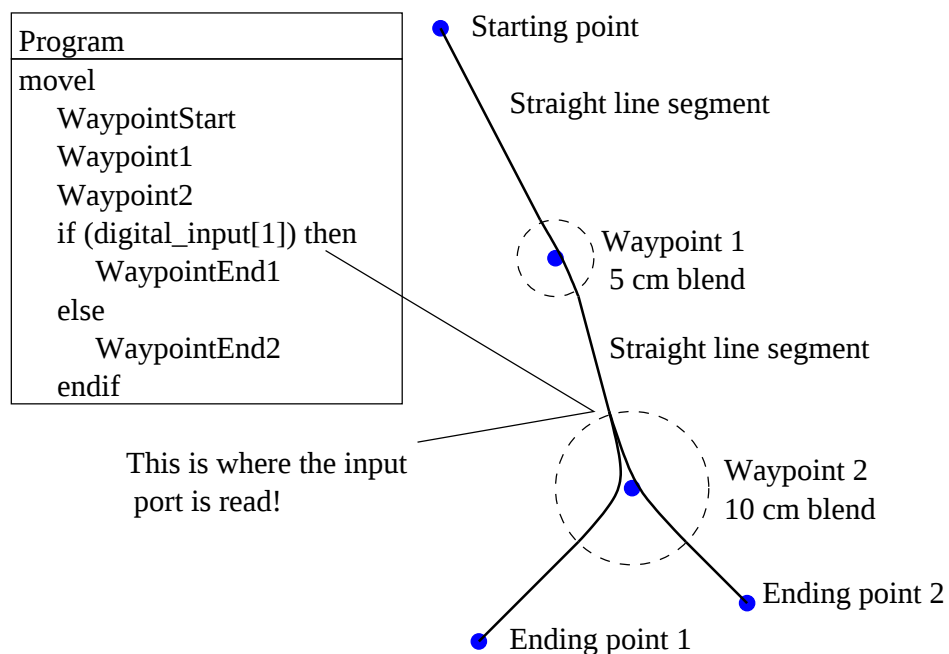
혼합반지름

혼합반지름을지정하면로봇팔궤도는웨이포인트주위에서혼합하여로봇팔이해당포인트에서멈추지않게한다. 혼합은겹칠수없으므로, 이전또는다음웨이포인트와겹치는혼합반지름과겹치는혼합반지름을지정할수는없다. 정지포인트는혼합반지름이 0.0mm 인웨이포인트이다.

I/O 타이밍에대하여참고할점

웨이포인트가 I/O 명령을다음명령으로가진정지포인트라면, I/O 명령은로봇팔이다음웨이포인트에서중지될때실행된다. 하지만웨이포인트에혼합반지름이있다면다음 I/O 명령은로봇팔이혼합에들어갈때실행된다.

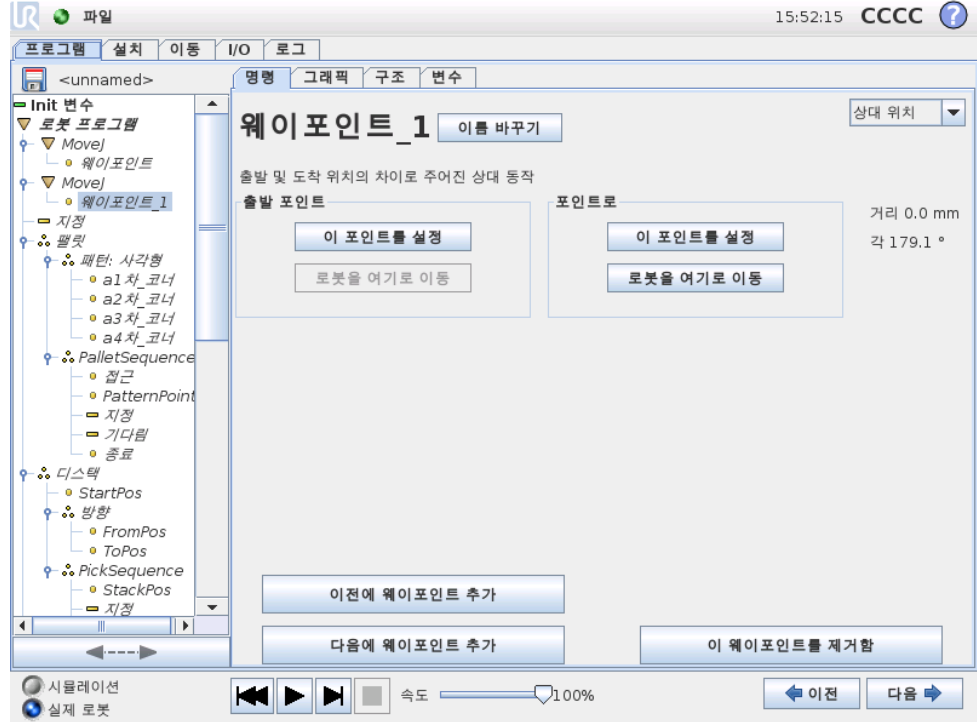
예



로봇프로그램이도구를시작위치에서두종료위치중하나로움직이는작은예로서, 이는 디지털-입력 [1] 상태에의존한다. 도구궤도 (두꺼운검은선) 는혼합영역 (점선원) 외부에서직선으로이동하고, 도구궤도는혼합영역내부의직선경로에서일탈하는것을볼수있다. 그리고 디지털-입력 [1] 센서는로봇팔이 웨이포인트 2 주위의혼합

영역에 들어가는 순간에 관독되며, 이는 if...then 명령이 프로그램 시퀀스에서 웨이포인트 2 다음에 있어도 그렇다. 이는 직관적이지 않을 수 있지만 올바른 혼합 경로를 찾기 위해 필요하다.

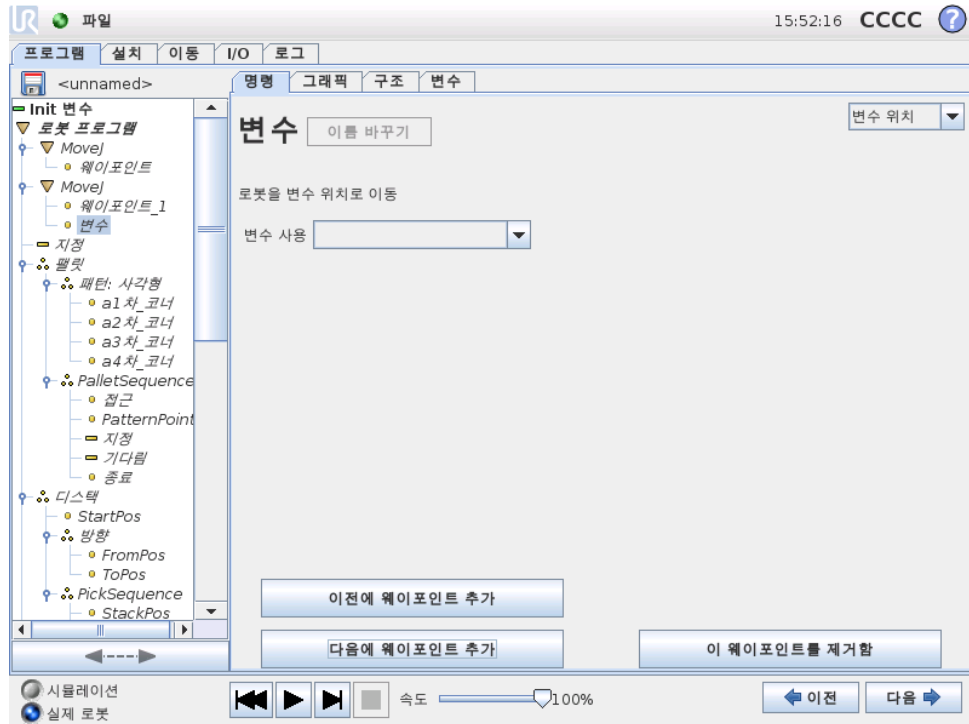
13.8 명령: Relative Waypoint



로봇팔의 이전 위치에 상대적으로 위치를 부여하는 웨이포인트로서 “왼쪽으로 2 센티미터”가 그러한 예이다. 상대 위치는 주어진 두 위치 사이의 차이로 정의된다 (왼쪽에서 오른쪽으로). 상대 위치를 반복하면 로봇팔을 작업 공간 밖으로 이동할 수 있다.

여기의 거리는 두 위치에 있는 tcp 사이의 직교 거리이다. 각도는 두 위치 사이에서 tcp 자세가 얼마나 변하는지 나타낸다. 더 정확하게는 회전 벡터 길이가 자세 변화를 묘사한다.

13.9 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 주었다. 축의 길이는 라디안으로 회전하는 각이고, 벡터 자체가 축이 회전할 기준을 제시한다. 위치는 언제나 참조 프레임 또는 좌표계에 상대적으로 주어지고, 선택한 특징에 의해 정의된다. 로봇 팔은 언제나 변수 웨이포인트에 따라서 선형으로 이동한다.

예를 들어 로봇을 z-축에서 20 mm 이동하는 경우:

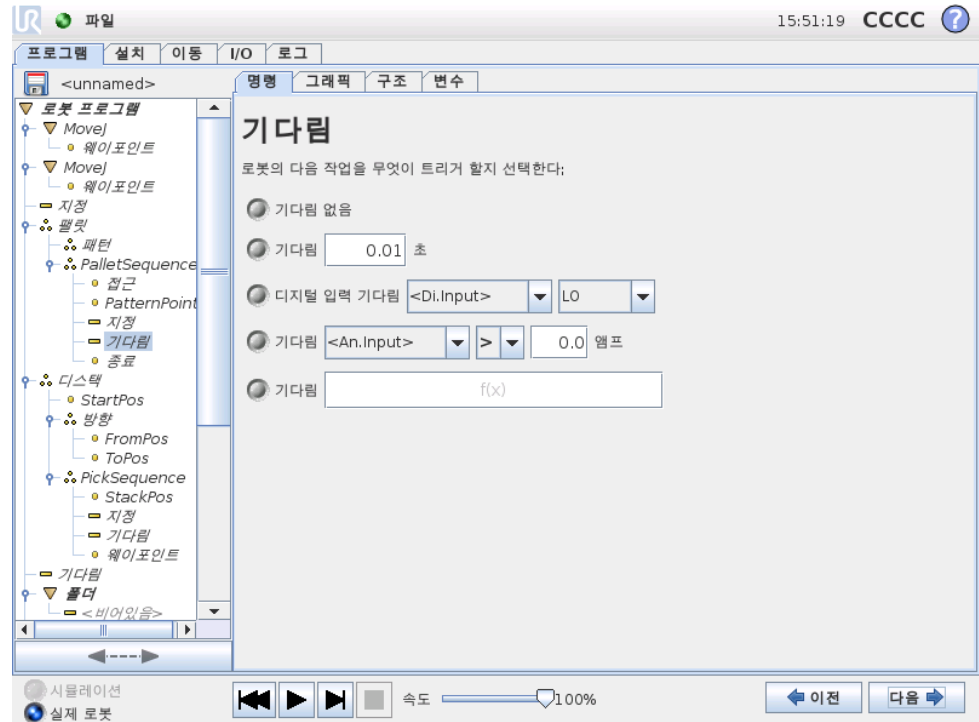
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Move1
```

웨이포인트 _1 (변수 위치):

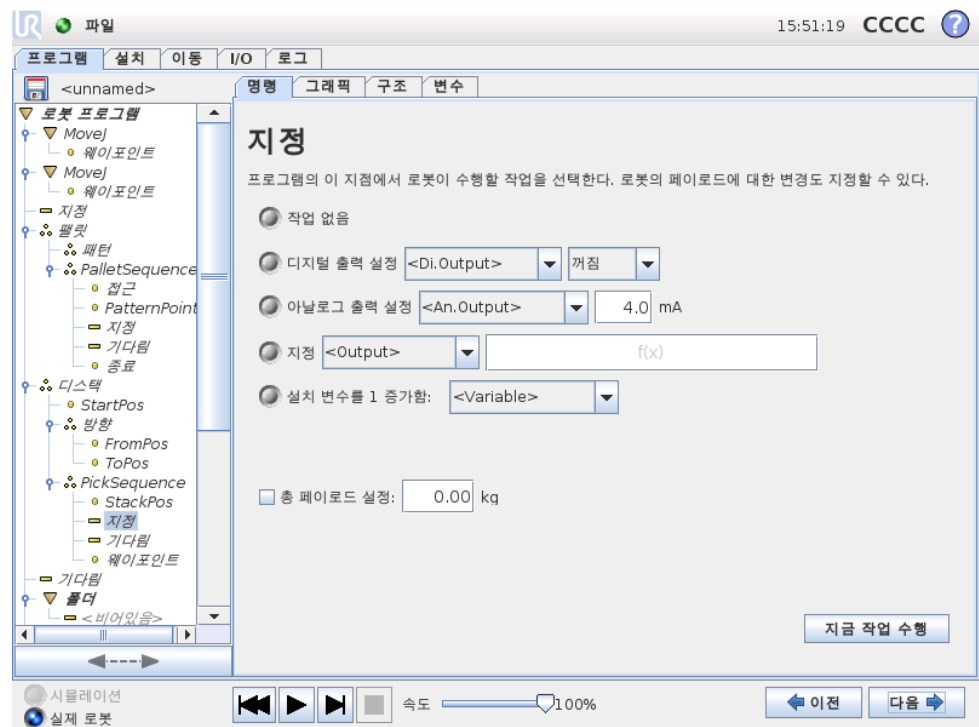
변수 사용 =var_1, 특징 = 툴

13.10 명령: 기다림



주어진시간또는 I/O 신호를기다린다.

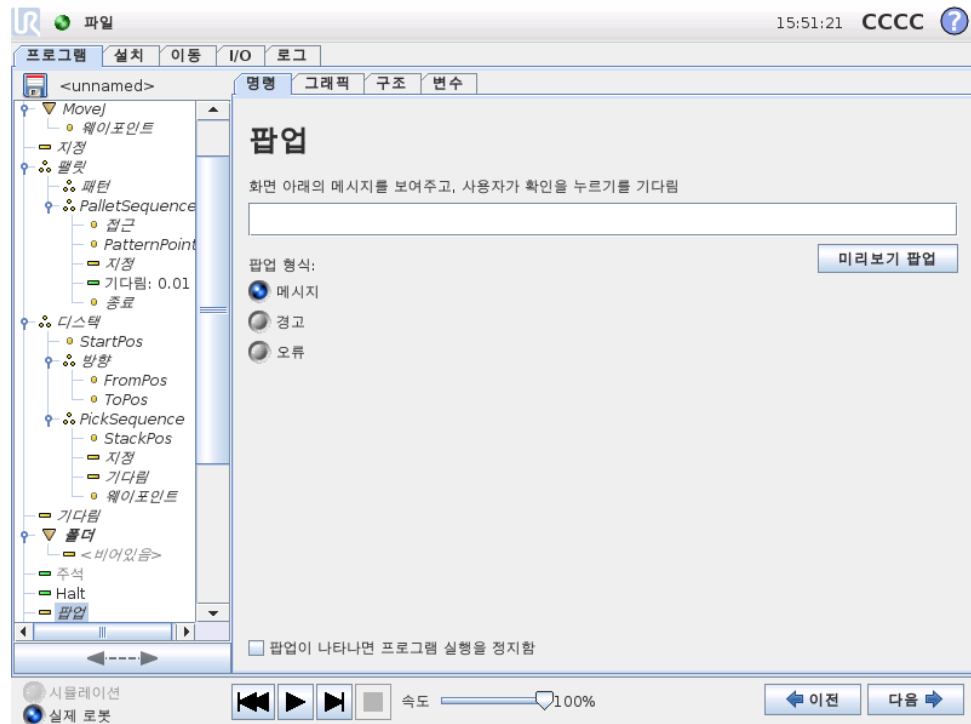
13.11 명령: 지정



디지털또는아날로그출력을주어진값으로지정한다. 가령이작업의결과로집어올리는중량에대하여로봇팔의하중을지정하는데이를사용할수도있다. 도구의중량이에

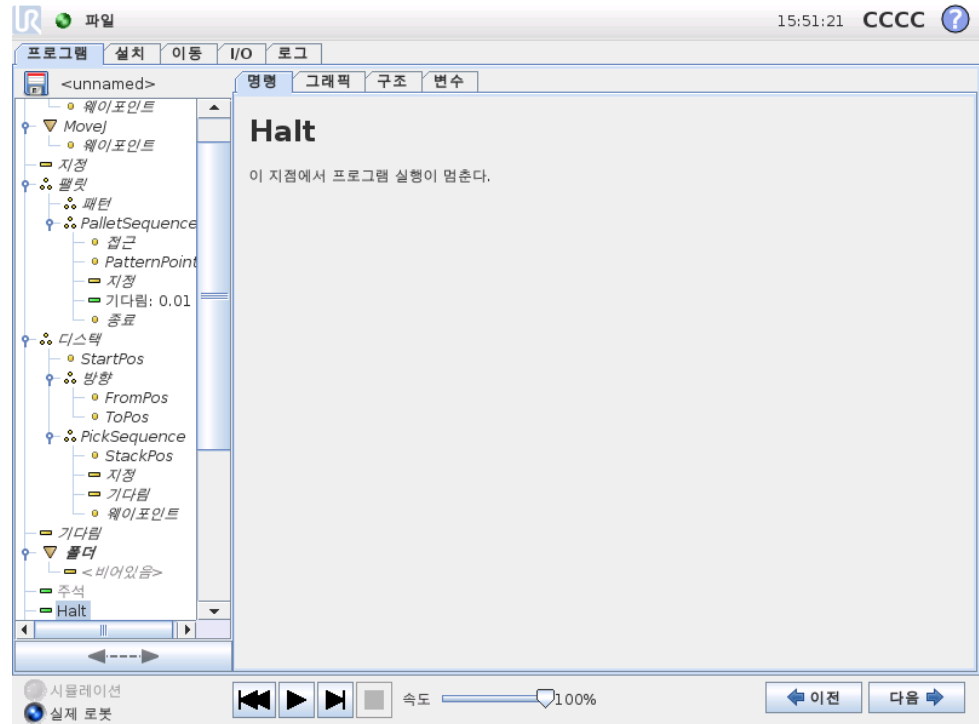
상치와다른경우, 안전을위하여로봇이예기치못하게보호중지하는것을방지하기위해중량을조정하는것이필요할수있다.

13.12 명령: 팝업



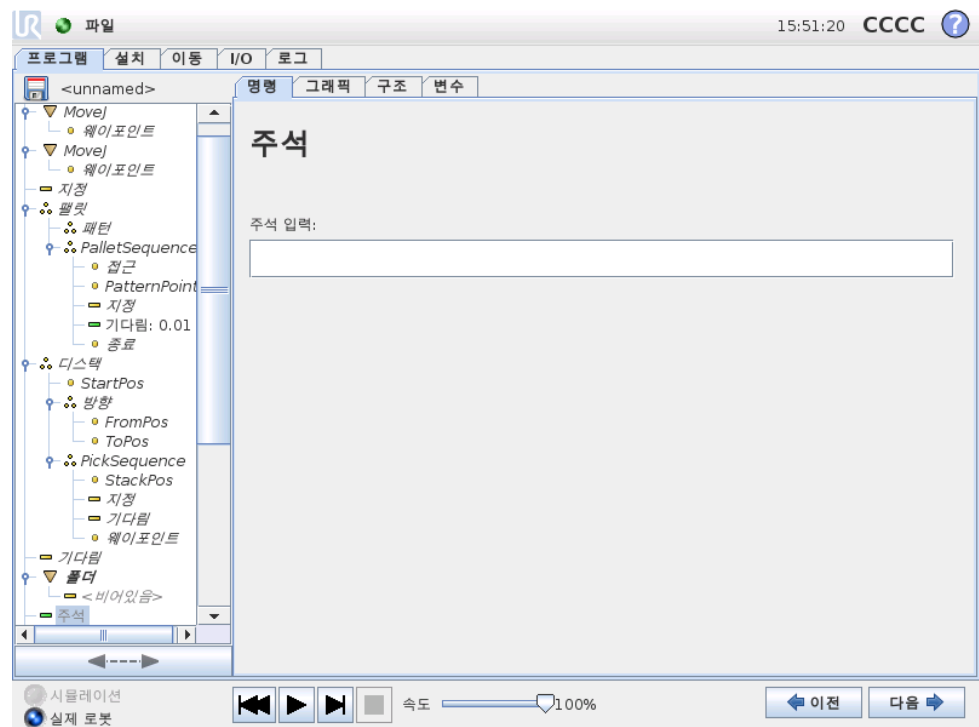
팝업은프로그램이이명령에도달하면화면에나타나는메시지이다. 메시지스타일을 선택할수있고, 텍스트는화상키보드로텍스트를입력할수있다. 로봇은프로그램을계속진행하기전에사용자또는작업자가팝업아래의 “확인” 버튼을누르기를기다린다. “프로그램실행정지”를선택하면로봇프로그램이이팝업에서정지한다.

13.13 명령: Halt



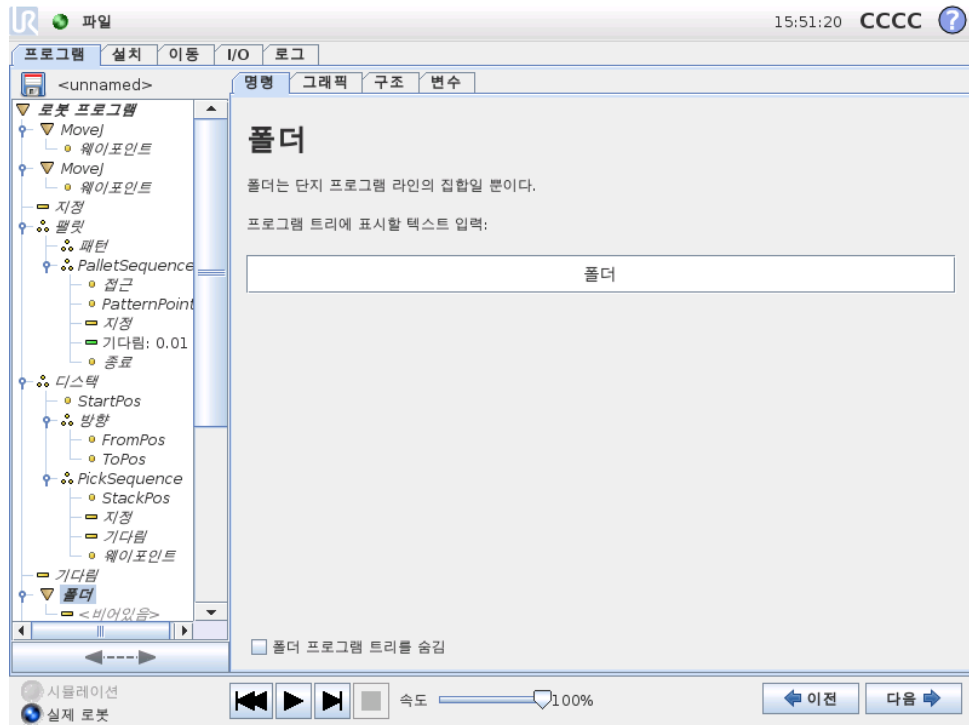
이 지점에서 프로그램 실행이 멈춘다.

13.14 명령: 주석



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

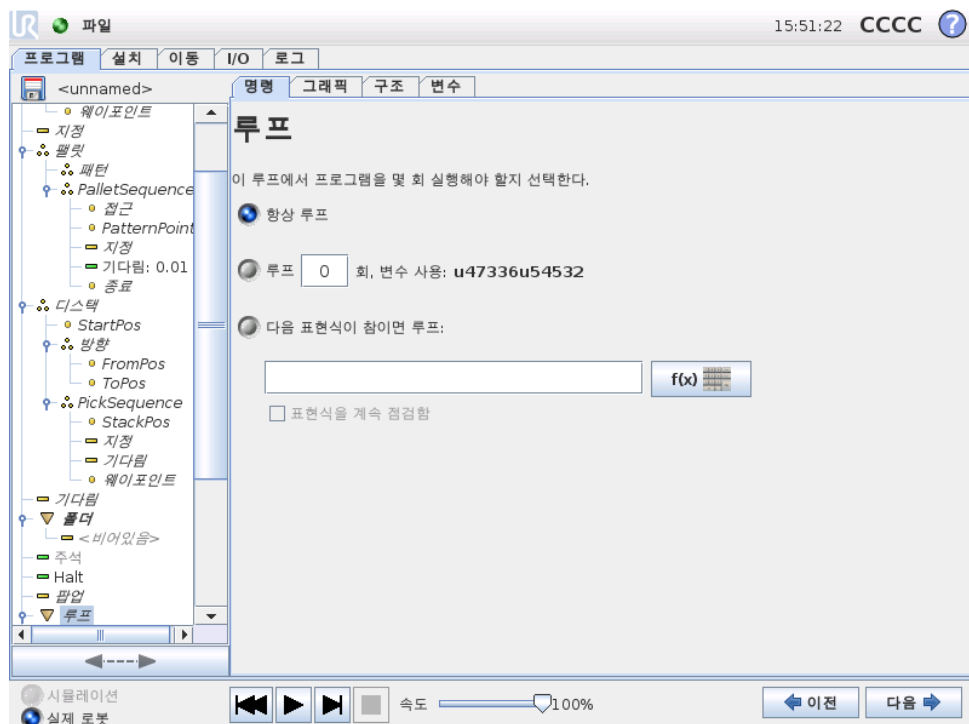
13.15 명령: 폴더



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

폴더는그자체로는아무것도하지않는다.

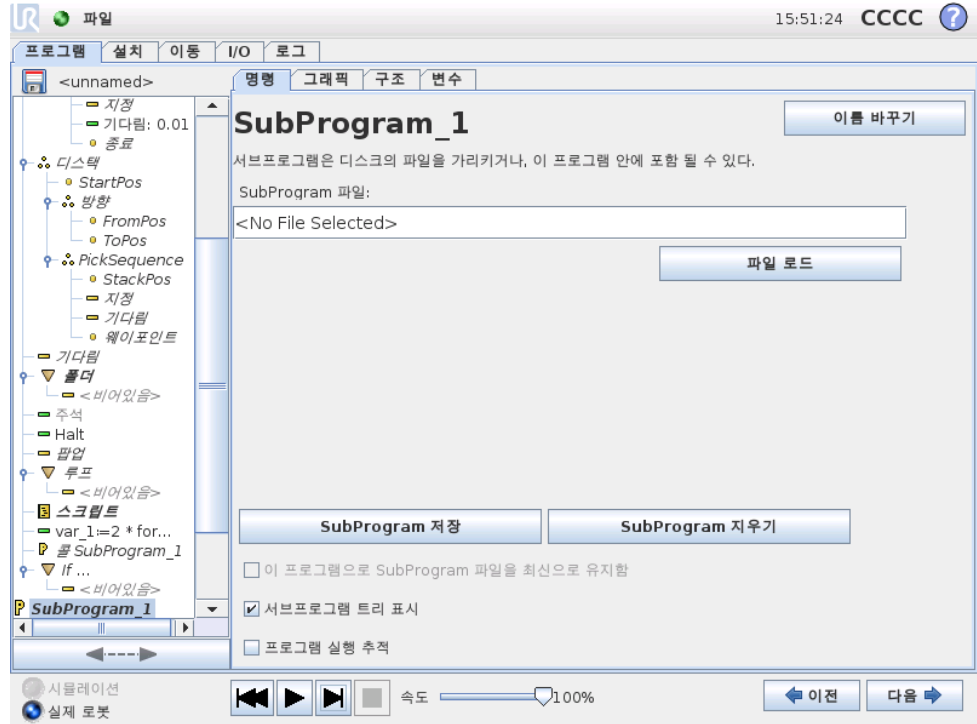
13.16 명령: 루프



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 내에서 표현식으로 사용할 수 있다. 루프 변수 카운트는 $0 \sim N - 1$ 사이이다.

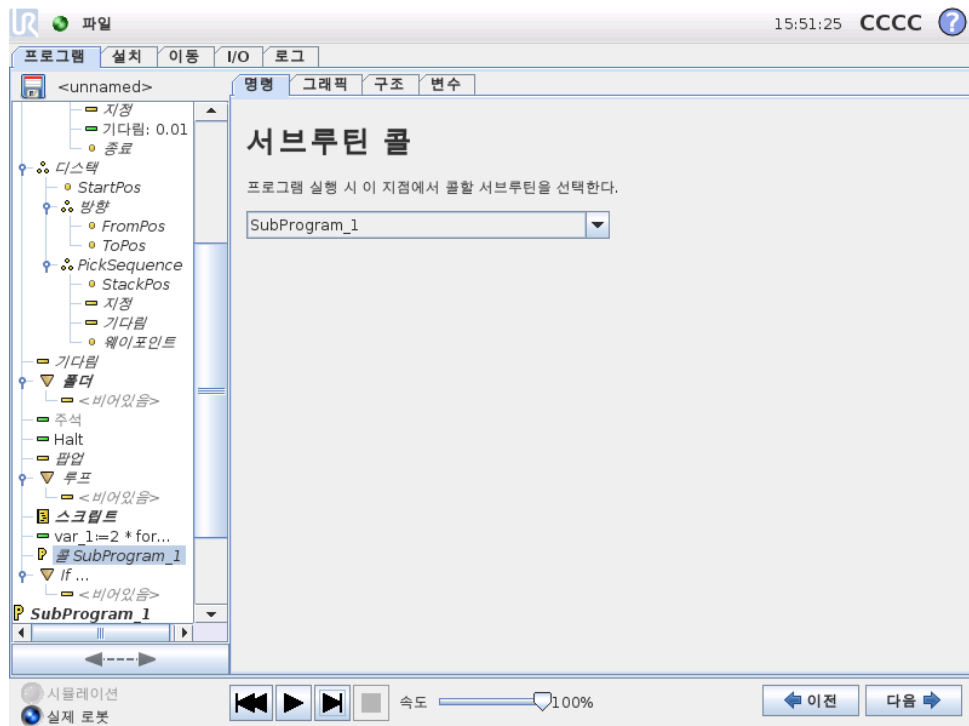
반복할 때 표현식을 종료 조건으로 사용하는 경우, PolyScope 는 이 표현식을 지속적으로 평가하기 위한 옵션을 제공하여 각 반복 후 뿐만 아니라 언제든지 “loop” 가 중단될 수 있도록 한다.

13.17 명령: SubProgram



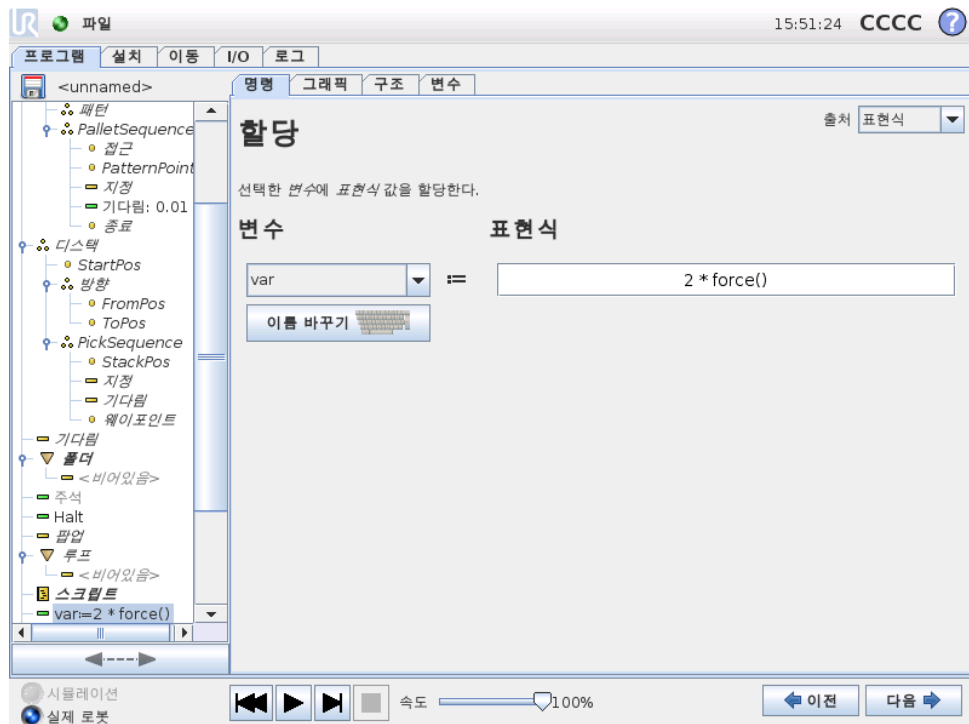
서브프로그램은 여러 곳에서 필요한 프로그램 부분을 보관할 수 있다. 서브프로그램은 디스크에서 별도의 파일일 수 있고, SubProgram 을 실수로 변경하는 것을 막기 위하여 숨길 수 있다.

명령: SubProgram 콜



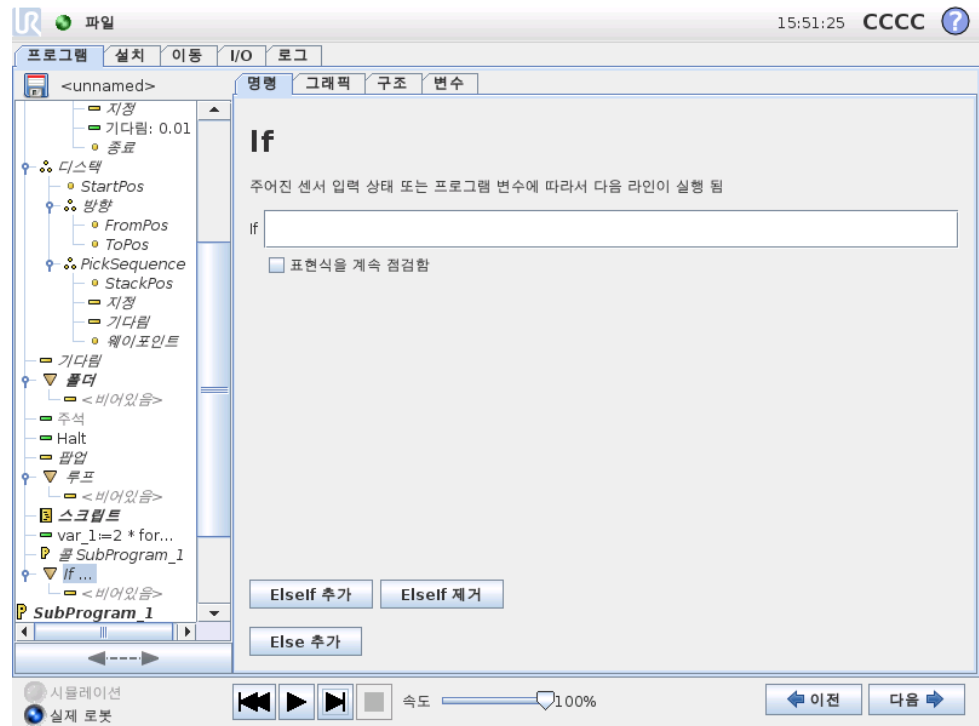
하위프로그램을콜하면하위프로그램에있는프로그램라인을실행하고, 다음라인으로돌아간다.

13.18 명령: 할당



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

13.19 명령: If

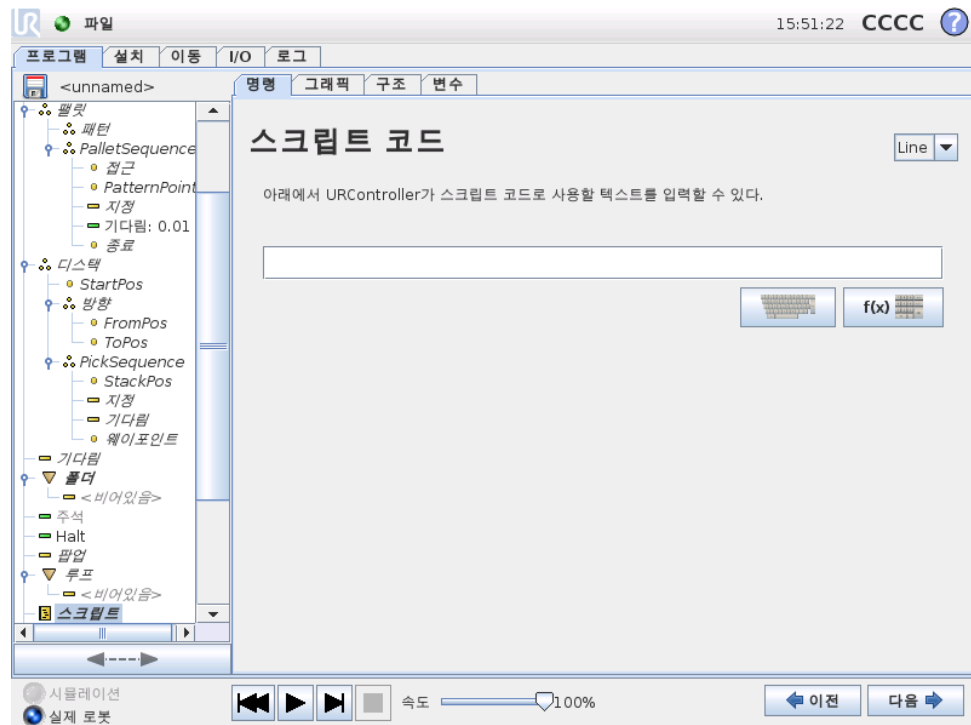


“if..then..else” 구성으로서 센서 입력 또는 변수 값에 따라서 로봇 행동을 바꿀 수 있다. 표현 편집기를 사용하여 어떤 조건에 로봇이 If 의 하위 명령으로 진행할지 설명한다. 조건이 True 라면 If 안의 라인이 실행된다.

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 문에도 달하게 된다.

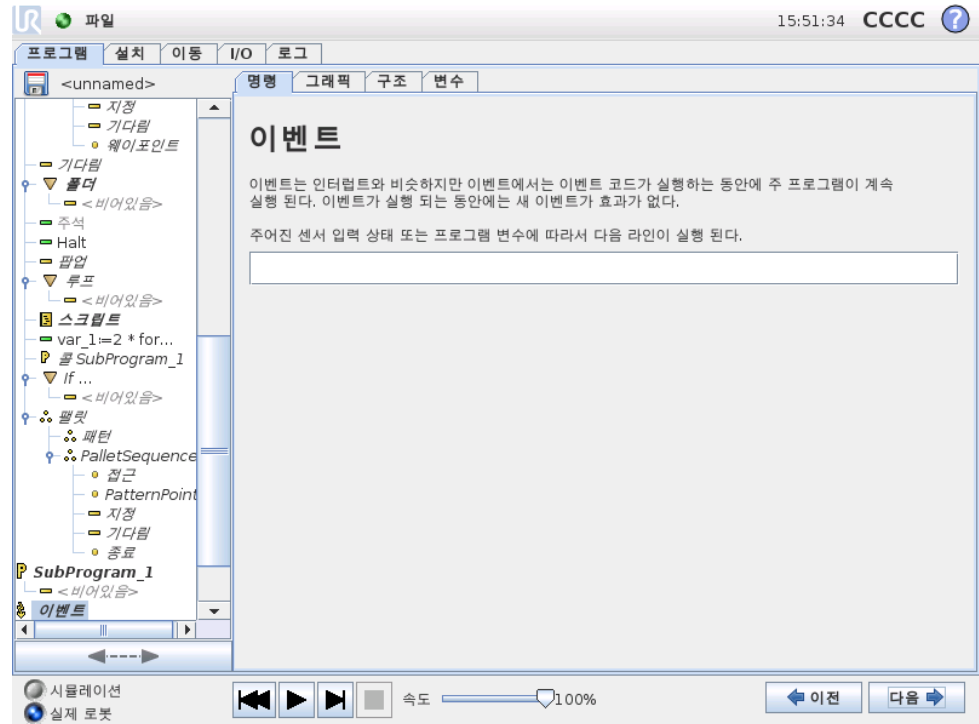
13.20 명령: 스크립트



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://support.universal-robots.com/>). 참고로 UR 배포자와 OEM 고객 만이 웹사이트에 액세스할 수 있습니다.

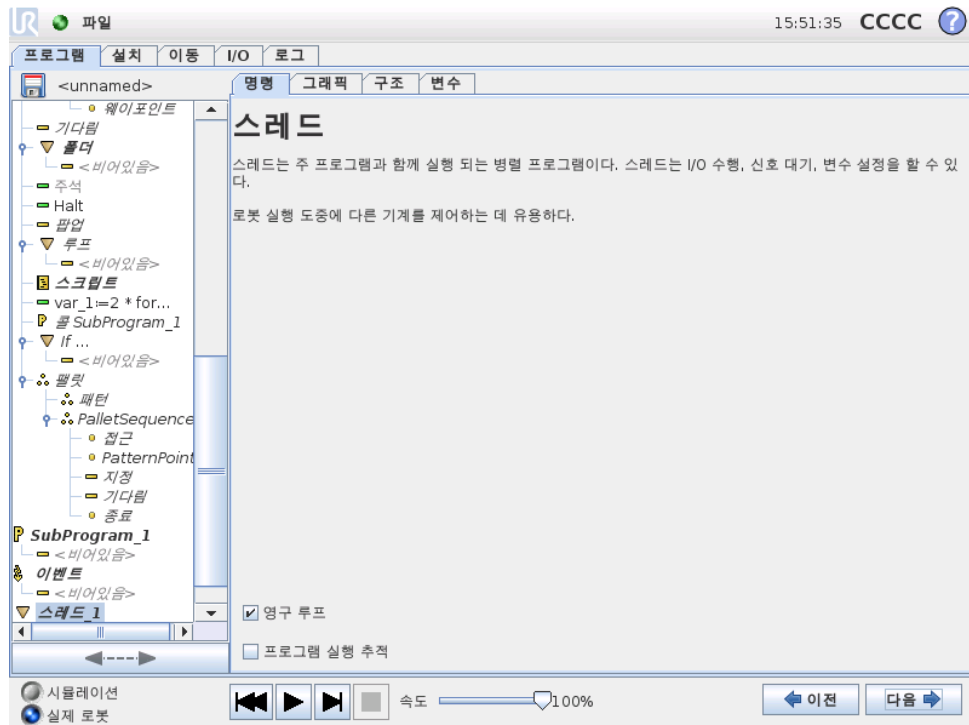
왼쪽 맨 위 “파일” 옵션을 선택하면 스크립트 프로그램 파일을 생성하고 편집할 수 있습니다. 이를 통해 길고 복잡한 스크립트 프로그램을 작업자에게 친숙한 PolyScope 프로그래밍과 함께 사용할 수 있습니다.

13.21 명령: 이벤트



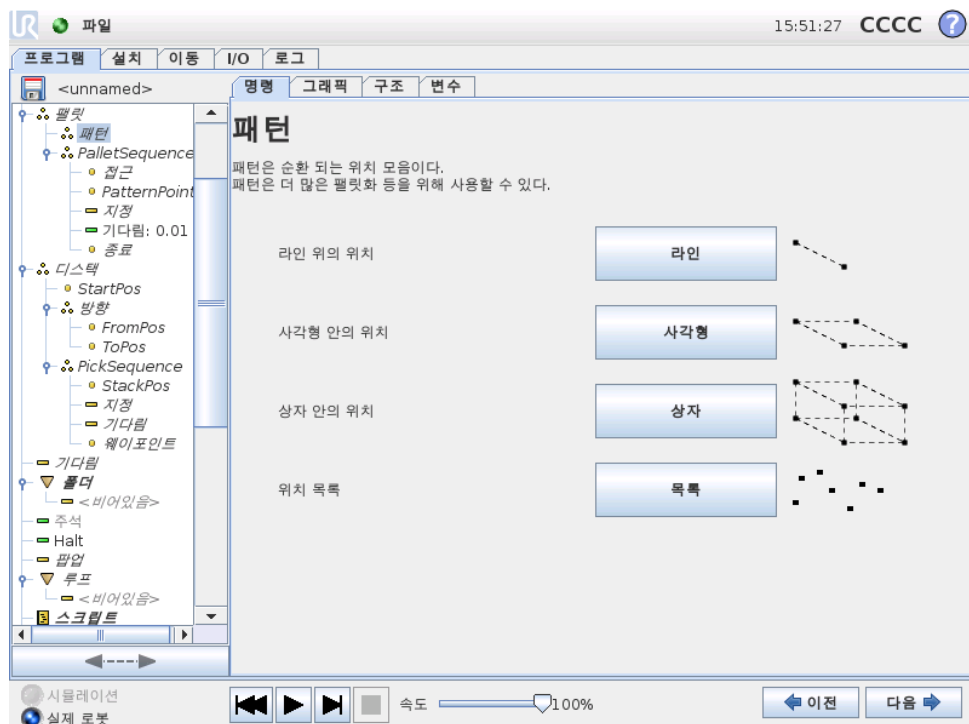
이벤트는 입력 신호를 모니터링하고, 입력 특정 작업을 수행하거나 신호가 높아지면 변수를 설정할 수 있다. 예를 들어 출력 신호가 높아지면 이벤트 프로그램은 100ms 기다린 다음에 다시 낮게 설정할 수 있다. 외부 기계가 높은 입력 신호보다는 플랭크 상승으로 트리거가 되는 경우, 이는 주 프로그램 코드를 더 간단하게 만들어 줄 수 있다.

13.22 명령: 스레드



스레드는로봇프로그램의병렬프로세스이다. 스레드는로봇팔과는독립적으로외부 기계를제어하기위해컨트롤할수있다. 스레드는변수및출력신호를통해로봇프로그램과통신할수있다.

13.23 명령: 패턴



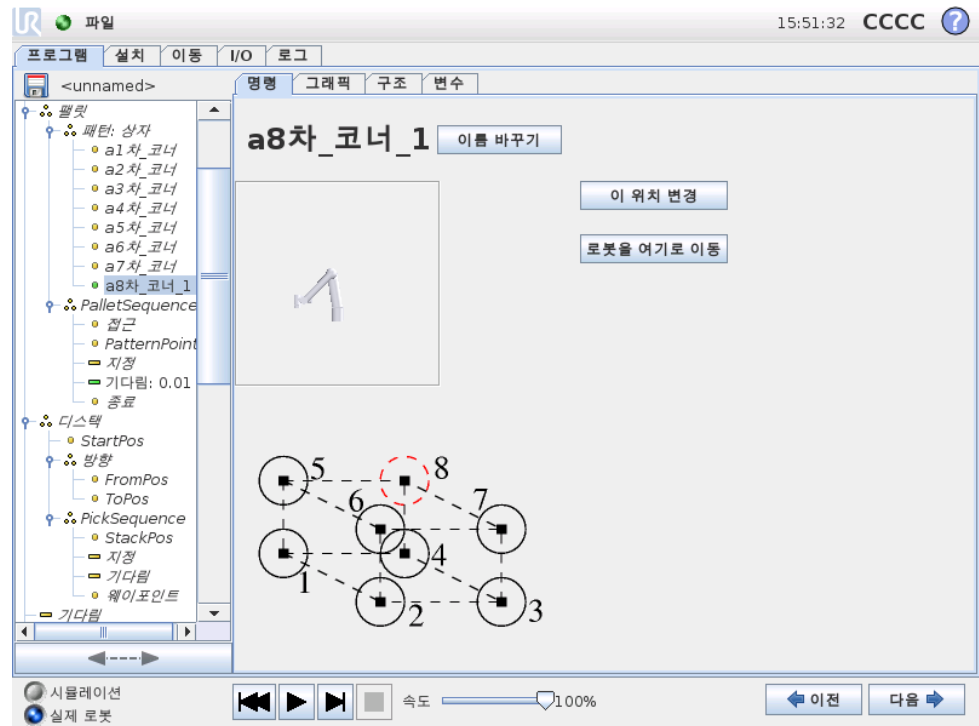
턴 명령은 로봇 프로그램의 위치를 순환하는데 사용할 수 있다. 패턴 명령은 실행 시마다 한 위치에 대응한다.

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

트래버스할 위치가 정규 패턴에 들어맞지 않다면 “목록” 을 선택할 수 있는데, 여기에서 프로그램머가 제공한 모든 위치 목록을 확인할 수 있다. 이를 통해 모든 방식의 위치 배열을 실현할 수 있다.

패턴 정의하기

“상자” 패턴을 선택하면 화면이 아래와 같이 변화한다.



“상자” 패턴은 상자의 측면을 정의하는데 세 벡터를 사용한다. 세 벡터는 네 포인트로 주어지고, 첫 벡터는 포인트 1 에서 포인트 2 이고, 둘째 벡터는 포인트 2 에서 포인트 3 이고, 셋째 벡터는 포인트 3 에서 포인트 4 이다. 각 벡터는 간격 산출수로 나뉜다. 간격 벡터를 비례적으로 추가하는 것으로 간단하게 패턴의 특정 위치를 계산할 수 있다.

“라인” 및 “사각형” 패턴도 비슷하게 작동한다.

패턴의 위치를 트래버스하는 동안 카운터 변수를 사용한다. 변수 이름은 패턴 명령 화면에서 볼 수 있다. 변수는 0 부터 $X * Y * Z - 1$ 까지, 패턴의 포인트 수를 순환한다. 변수는 할당으로 조정할 수 있으며 표현식에서 사용할 수 있다.

13.24 명령: 포스

포스모드는순응을허용하고, 로봇작업영역에서선택가능한축에힘을부여한다. Force 명령의모든로봇팔이동은포스모드에서실행된다. 로봇팔이포스모드에서움직이는경우, 로봇팔이움직일수있는하나이상의축을선택할수있다. 복잡한축에따라서로봇팔은환경에순응하는데, 원하는힘을성취하기위해자동으로위치를조정한다는의미이다. 또한로봇팔이환경에힘을적용하게할수있다. 예를들어공정에있는물체.

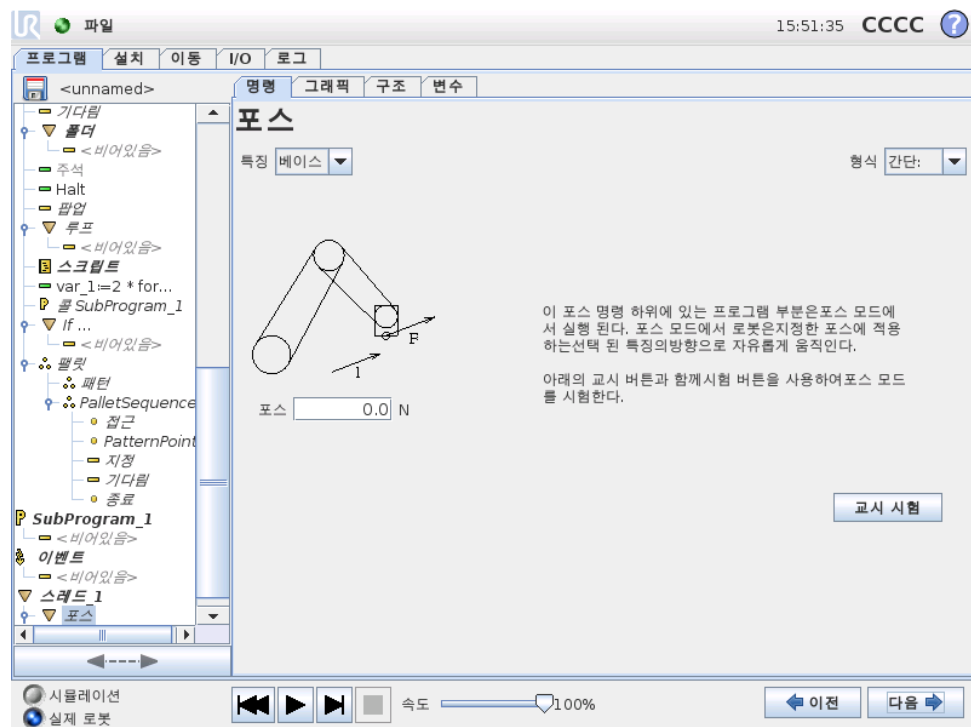
포스모드는미리지정된축에서실제 tcp 위치가중요하지않고, 반면에원하는힘을축에따라서적용하는경우에적합하다. 예를들어로봇 TCP 이커브가있는표면에서를해야하거나, 공정의물체를밀거나당겨야하는경우가이렇다. 포스모드는또한미리정의한축주위에특정토크를적용하는것을지원한다. 영이아닌포스를지정한축에서어떤장애물도마주치지않으면, 로봇팔은그축을따라서가속하려고시도한다.

축을순응성에맞게선택했다라도로봇프로그램은로봇을축을따라서움직이려고시도할것이다. 하지만여전히포스제어를통해로봇팔을지정한포스에접근시킬수있다.



경고:

포스기능이잘못사용된다면이는 150N 을초과하는힘을생성할수있다. 위험평가도중에프로그램에입력한힘을고려해야한다.



특징선택

특징메뉴는포스모드로작동하는힘에적용할좌표계 (축) 를선택하는데사용한다. 메뉴의특징은설치시정의한것이다. 12.12을 (를) 참조한다.

포스모드 형식

선택한특징을해석하는방식을지정하는네가지형식의포스모드가있다.

- **간단:** 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.
- **동작:** 동작은 TCP 동작방향에따라서태스크프레임이바뀐다는의미이다. 선택한특징의 x-축및 z-축으로확장된면에투영된 TCP 이동방향이태스크프레임의 x-축이된다. y-축은로봇팔동작을기준으로수직이며, 선택한특징의 x-y 면에있다. TCP 동작에대하여수직으로힘을가해야하는복잡한경로에서디버링할때이것이유용할수있다. 로봇팔이움직이지않는경우: 로봇팔이서있는상태에서포스모드로들어가면 TCP 속도를영이상으로설정하기전까지순응축은없을것이다. 포스모드에있을때나중에도로봇팔이서있는경우, 태스크프레임은 TCP 속도가영이상이었던이전경우와같은자세를갖게된다.

마지막세형식의경우, 로봇이포스모드로작동하면실제태스크프레임은그래픽탭 (13.28) 에서런타임일때볼수있다.

포스값선택

힘은순응및비순응축모두를위하여지정할수있지만그효과는다르다.

- **순응:** 로봇팔은선택한힘을성취하기위해위치를조정할것이다.
- **비순응:** 로봇팔은여기에서지정한값의외부힘을고려하는동시에프로그램이지정한궤도를따라간다.

이동매개변수를위해힘은뉴턴 [N] 으로지정하고, 회전토크는뉴턴미터 [Nm] 로지정한다.

제한선택

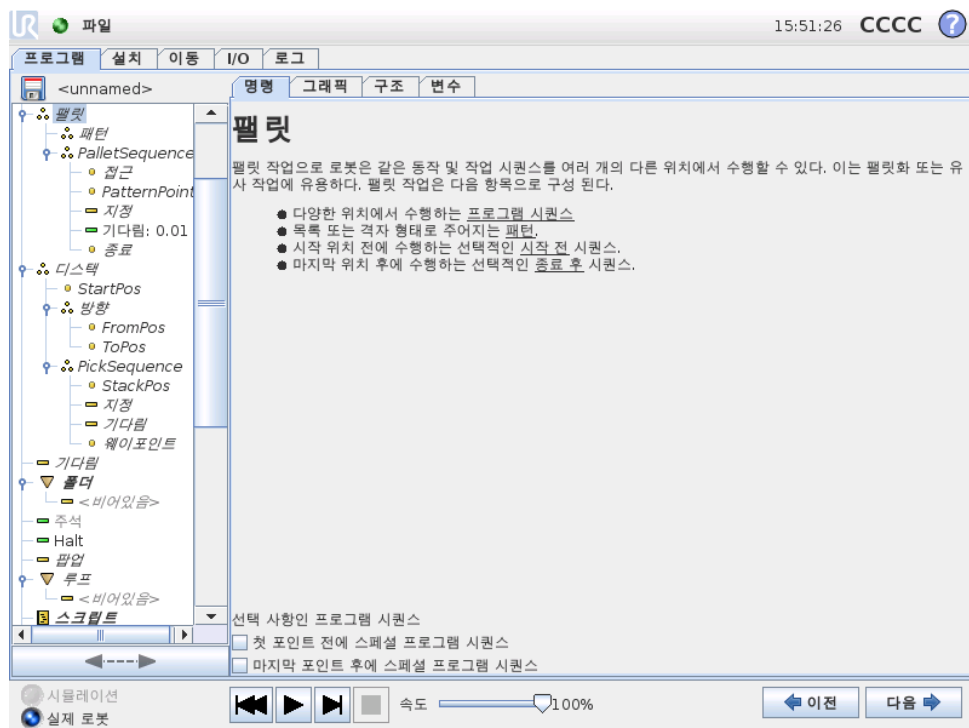
모든축에대하여제한을지정할수있지만, 이는축의순응또는비순응여부에따라서다른의미가있다.

- **순응:** TCP 가축을따라서획득할수있도록허용된최대속도로제한된다. [mm/s] 및 [deg/s] 단위를사용한다.
- **비순응:** 로봇보호가정지하기전까지프로그램궤도에서허용되는최대편차로제한된다. [mm] 및 [deg] 단위를사용한다.

포스설정시험

교시시험켜기/끄기버튼은교시펜던트뒤에있는교시버튼의행동을일반교시모드와 포스명령시험을전환할수있다. 교시시험버튼이켜진상태이고, 교시펜던트뒤의교시버튼을누르면, 로봇은프로그램이이포스명령에도달한것처럼수행하고, 이를통해프로그램을완전하게실행하지않고도설정을검증할수있다. 이는특히순응축과포스를올바르게선택했는지검증하는데유용하다. 한손으로로봇 TCP 를왼채다른손으로교시버튼을누른다음에로봇팔이어떤방향으로움직이고움직이지못하는지간단하게확인할수있다. 이화면에서떠난다음에교시시험버튼은자동으로꺼지는데, 이는교시펜던트뒤의교시버튼을자유교시모드를위해다시사용할수있다는것을의미한다. 참고: 교시버튼은포스명령으로유효한특징을선택한경우에만효과적이다.

13.25 명령: 팻릿



팻릿작업은패턴으로서다양한위치에서동작시퀀스를수행할수있으며, 이는 13.23에 설명이있다. 패턴의각위치에서동작시퀀스는패턴위치에대하여상대적으로실행된다.

팻릿작업프로그래밍

수행할절차:

1. 패턴을정의한다.
2. 각포인트에서집거나배치하기위해 “PalletSequence” 를만든다. 시퀀스는각패턴위치에서무엇을할지설명한다.
3. 시퀀스명령화면에서선택기를사용하여시퀀스의어떤웨이포인트가패턴위치에 대응할지지정한다.

팔렛시퀀스/앵커가능시퀀스

팔렛시퀀스노드에서로봇팔동작은팔릿위치에대하여상대적이다. 시퀀스동작으로 앵커위치/패턴포인트 패턴에서지정 한위치에로봇팔이오게된다. 남은위치는이를 맞추기위해모두이동한다.

앵커위치에대하여상대적이지않으므로 이동 명령은시퀀스내에서사용하지않는다.

“BeforeStart”

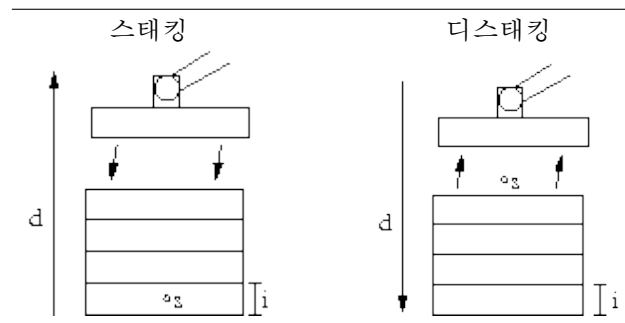
선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리기위해사용할수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음팔릿준비를위하여컨베이어동작시작신호로사용할수있다.

13.26 명령: 시크

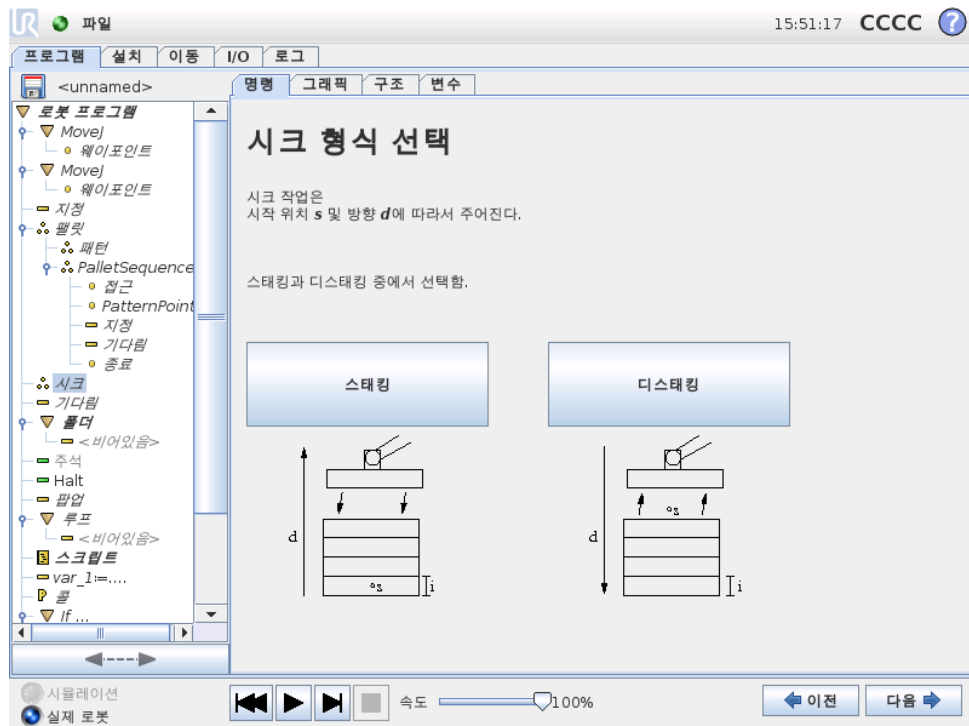
시크기능은센서를사용하여물체를집거나놓기위하여올바른위치에도달했는지판단한다. 이센서는누름단추식스위치, 압력센서, 정전용량센서일수있다. 이기능은다양한두께의물체를스택으로쌓은경우또는물체의정확한위치를알수없거나프로그램으로이를넣기에너무어려운경우에사용한다.



스택작업을위해시크작업을프로그램에삽입할때에는반드시시작포인트 s , 스택방향 d , 스택에있는물체의두께 i 를정의해야한다.

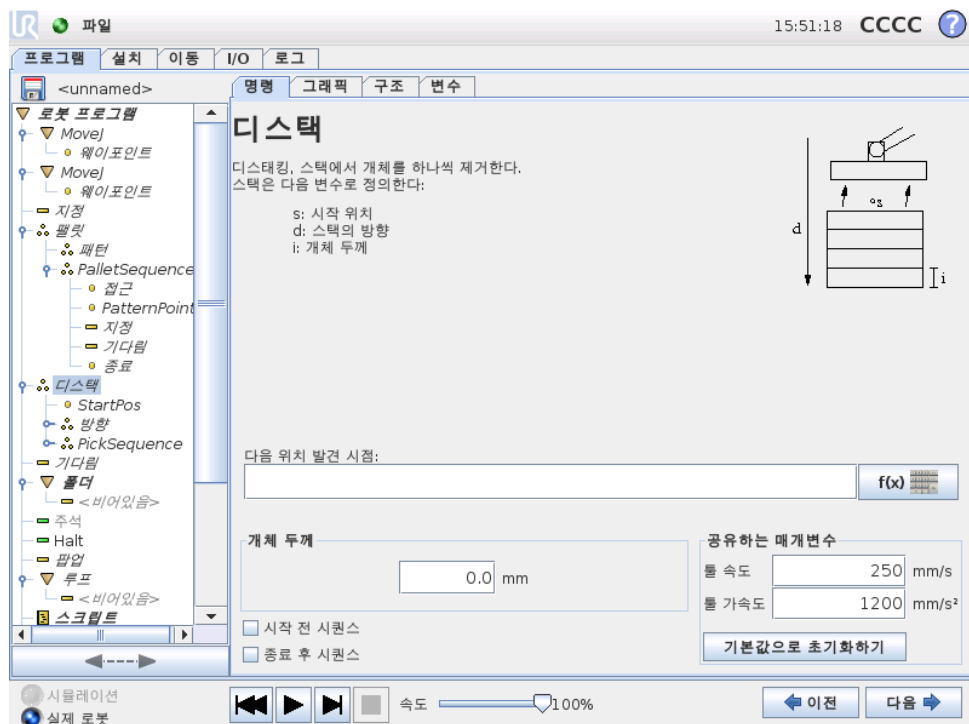
그리고다음스택위치도달조건및각스택위치에서수행하는특별프로그램시퀀스를정의해야한다. 스택작업에대한속도및가속도가주어져야한다.

스태킹



스택을 쌓을때 로봇팔은 시작위치로 이동하고, 다음스택 위치를 검색하기 위하여 반대 위치로 이동한다. 발견한 다음에 로봇은 위치를 기억하고, 특별시퀀스를 수행한다. 그 다음에 로봇은 기억한 위치에서 해당방향의 물체 두께 단위로 증가하며 검색을 시작한다. 스택높이가 정의한 수보다 높아지거나 센서가 신호를 보내면 스택킹을 완료한다.

디스택

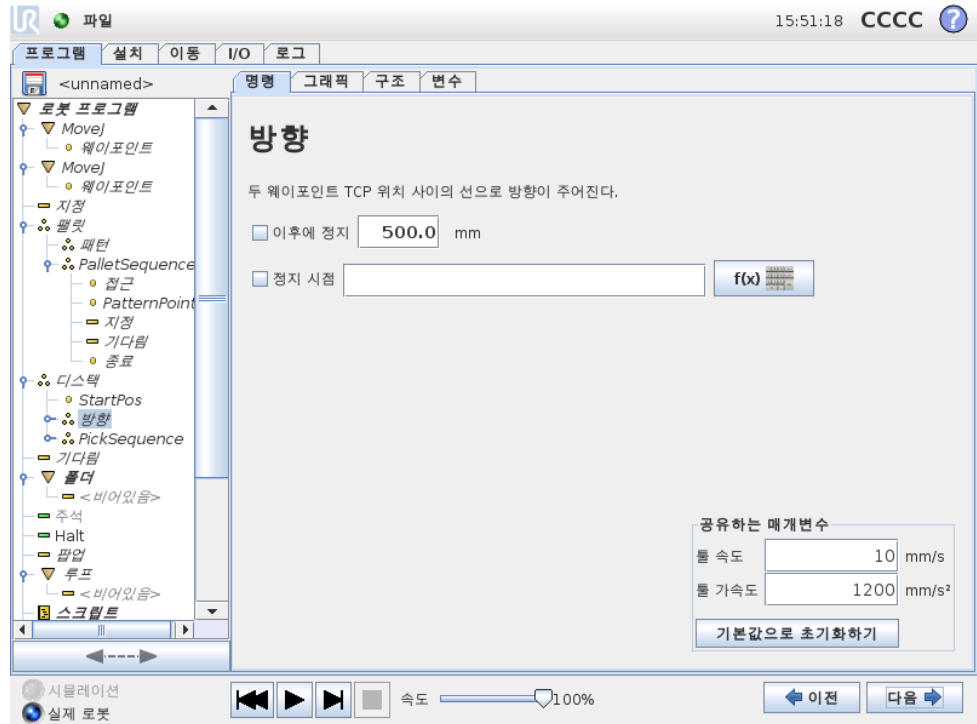


디스태킹할때로봇팔은시작위치에서부터주어진방향으로다음물체를검색하기위하여이동한다. 화면의조건이다음물체도달시점을판단한다. 조건을충족하면로봇은 위치를기억하고, 특별시퀀스를수행한다. 그다음에로봇은기억한위치에서해당방향의물체두께단위로증가하며검색을시작한다.

시작위치

시작위치는스택작업이시작하는곳이다. 시작위치를생략하면스택은로봇팔의현재 위치에서시작한다.

방향



방향은두위치에서제공하고, 첫위치 TCP 와둘째위치 TCP 의위치차이로이를계산한다. 참고: 방향은포인트의자세를고려하지않는다.

다음스태킹위치표현식

다음스택 위치에도달했는지계속평가하면서로봇팔은방향벡터를따라서이동한다. 표현식에서 True 로판단하면특별시퀀스를실행한다.

“BeforeStart”

선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리 기위해사용할수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음스택준비를위하여컨베이어동작시작신호로사용할수있다.

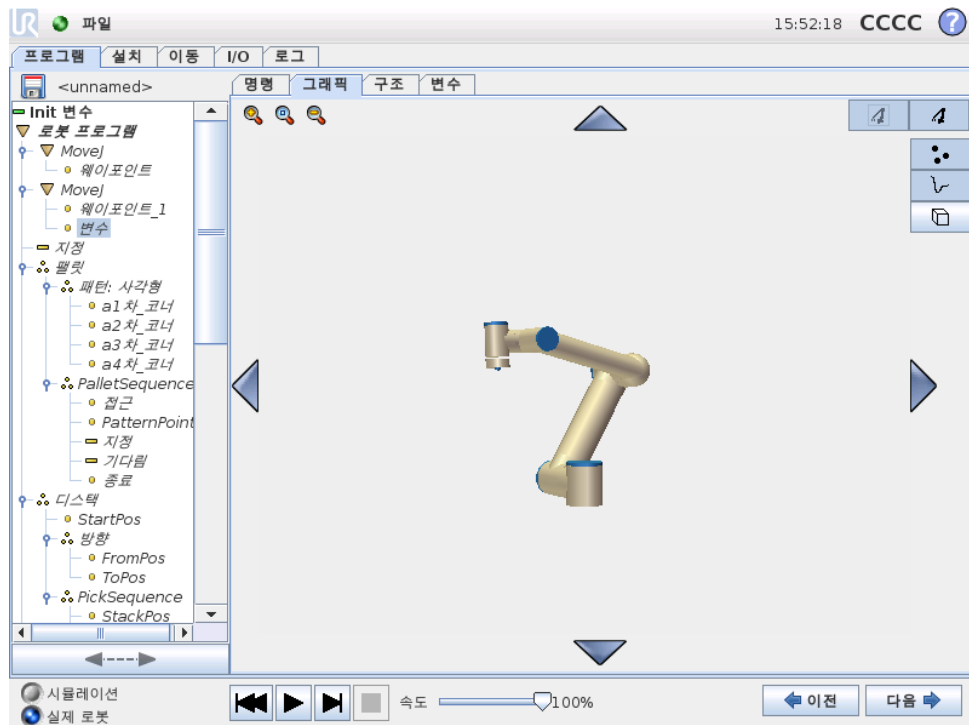
집기/놓기시퀀스

팔렛작업 (13.25) 과 마찬가지로 특별 프로그램 시퀀스는 각 스택 위치에서 수행한다.

13.27 명령: 억제

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

13.28 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. 로봇 팔의 3D 드로잉은 로봇 팔의 현재 위치를 보여주고, 로봇 팔의 “새도우” 가 화면 왼쪽에 있는 웨이포인트에 어떻게 도달할 것인지 보여준다.

만약에 로봇 TCP 의 현재 위치가 안전 또는 트리거 플레인 에 가까이 오거나, 로봇 톨의 자세가 톨 자세 경계 제한 근처로 오면 (15.11 참조), 대략적인 경계 제한을 3D 로 표현하여 보여준다. 로봇이 프로그램을 실행하는 동안 경계 제한 표시가 꺼진다.

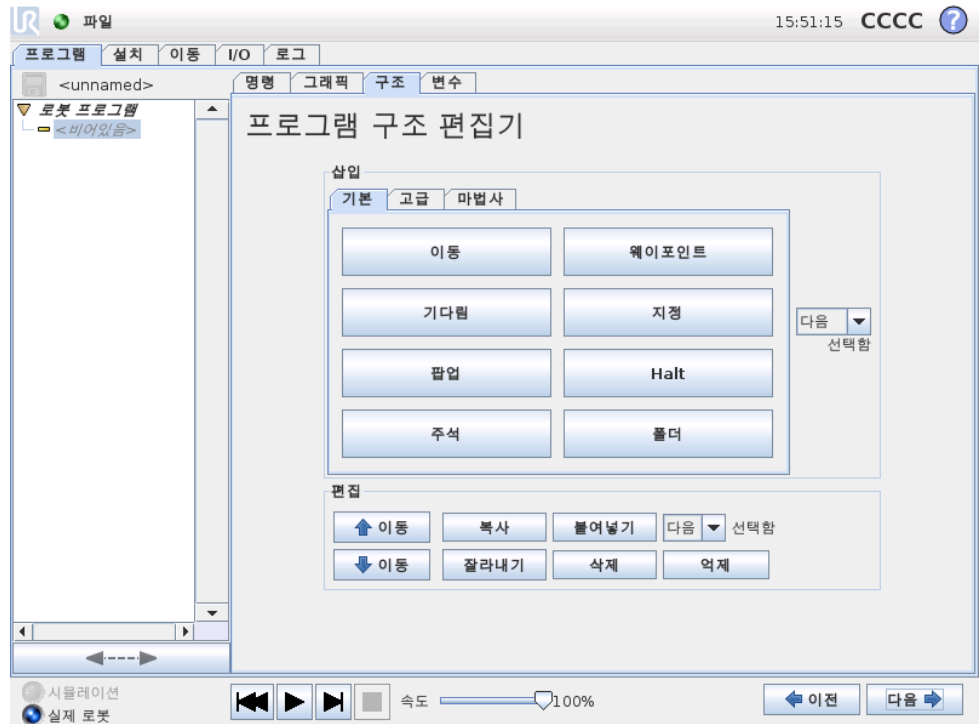
안전 플레인은 노란색과 검은색으로 시각화하며, 작은 화살표가 플레인 수직선을 표현한다. 이는 로봇 TCP 위치를 지정할 수 있는 플레인의 면을 나타낸다. 트리거 플레인은 파란색 및 녹색으로 표시되고, 플레인의 측면을 가리키는 작은 화살표가 있는데, 이는 정상 모드 제한 (15.5 참조) 이 활성화된 곳이다. 톨 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇 톨의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부 는 톨 자세 (벡터) 에 허용되는 영역을 나타낸다.

대상로봇 TCP 가더이상제한근처에있지않을때 3D 표시가사라진다. TCP 가경계를위반하거나거의위반할정도로가까이에있다면, 제한표시가빨간색으로변한다.

3D 뷰는확대/축소및회전으로로봇팔을더잘볼수있다. 화면맨위오른쪽에있는버튼은 3D 뷰에서여러가지그래픽구성요소를끌수있다. 맨아래버튼은근접경계제한시각화를켜거나닫는다.

표시하는동작부분은선택한프로그램노드에따른다. 이동 노드를선택했다면표시된경로가이이동에따라서정의된동작이다. 만약에 웨이포인트 노드를선택했다면, 디스플레이가이동의그다음 ~ 10 단계를보여준다.

13.29 구조탭



프로그램구조탭은다양한명령형식을삽입, 이동, 복사, 제거하는기회를준다.

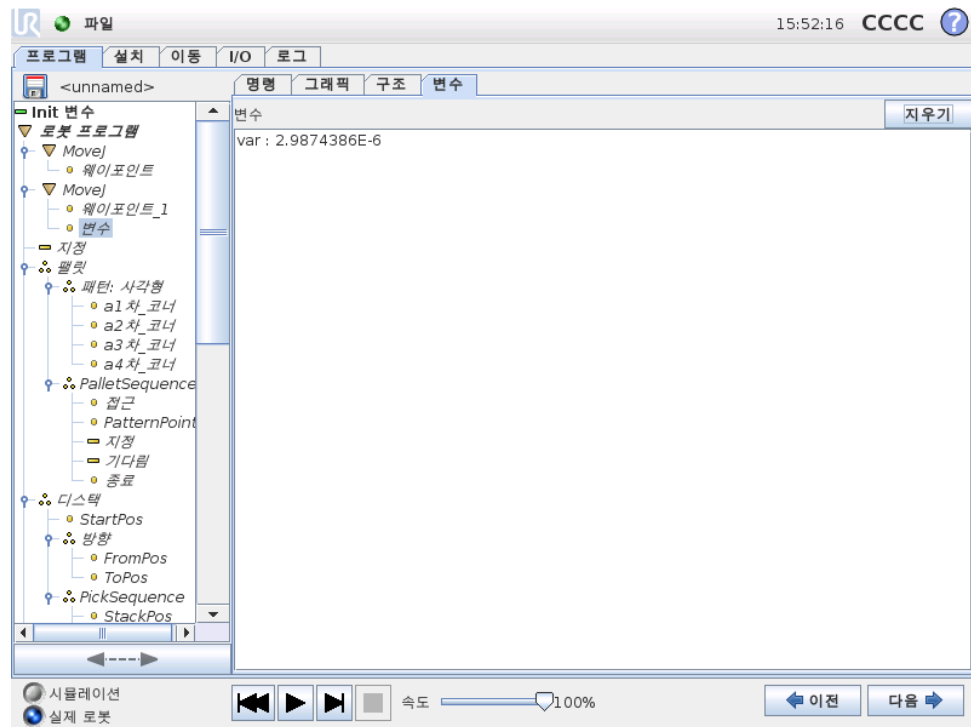
새명령을삽입하려면다음단계를수행한다:

- 1) 기존프로그램명령을선택한다.
- 2) 새명령을선택한명령위또는아래에삽입해야할지선택한다.
- 3) 삽입하고싶은명령형식버튼을누른다. 새명령에대한세부적인조정은 명령 탭으로이동하여수행할수있다.

명령은편집프레임에서버튼을사용하여이동, 복제, 제거할수있다. 명령에하위명령이있다면 (명령옆의삼각형) 모든하위명령도이동, 복제, 제거가가능하다.

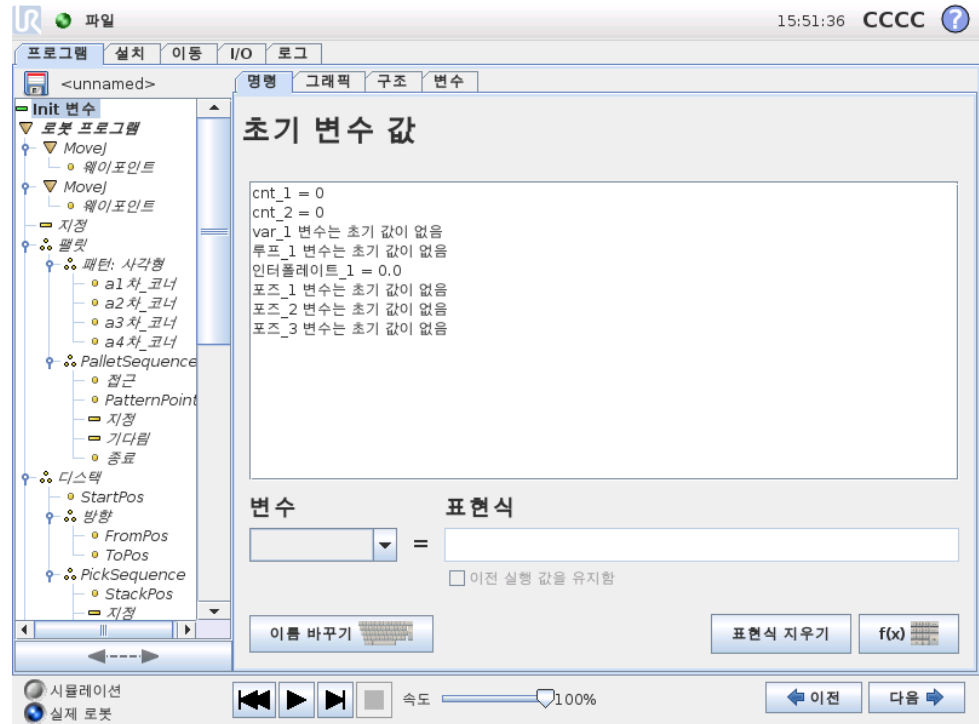
모든명령이프로그램의모든곳에올수없다. 웨이포인트는반드시이동명령하위에있어야한다 (바로하위일필요없음). ElseIf 및 Else 명령 If 다음에와야한다. 일반적으로 ElseIf 명령을움직이는것은까다로운작업이다. 변수는사용하기전에반드시값을할당받아야한다.

13.30 변수탭



변수탭은 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.

13.31 명령: 변수초기화



이 화면에서는 프로그램을 (밋스레드를) 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 13.30에서 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.

14 설정화면



- 로봇초기화 초기화화면으로이동한다. 10.4 참조.
- 언어와단위 사용자인터페이스언어와측정단위를구성한다. 14.1 참조.
- 로봇업데이트 로봇소프트웨어를새버전으로업그레이드한다. 14.2 참조.
- 비밀번호설정 비밀번호가없는사람들이로봇의프로그래밍부분에접근하지못하도록기능을부여한다. 14.3 참조.
- 화면교정 터치스크린의 “감도” 를조정한다. 14.4 참조.
- 네트워크설정 로봇컨트롤박스에대한이더넷네트워크설정인터페이스를연다. 14.5 참조.
- 시간설정 시스템시간과날짜를설정 하고, 시계의표시형식을구성한다. 14.6 참조.
- 뒤로 환영화면으로돌아간다.

14.1 언어와단위

로봇 설정
?

로봇 초기화하기

언어와 단위

로봇 업데이트

비밀번호 설정

화면 교정

네트워크 설정

시간 설정

뒤로

언어 선택

한국어 ▼

☐ English programming

단위 선택

☒ 미터법 단위

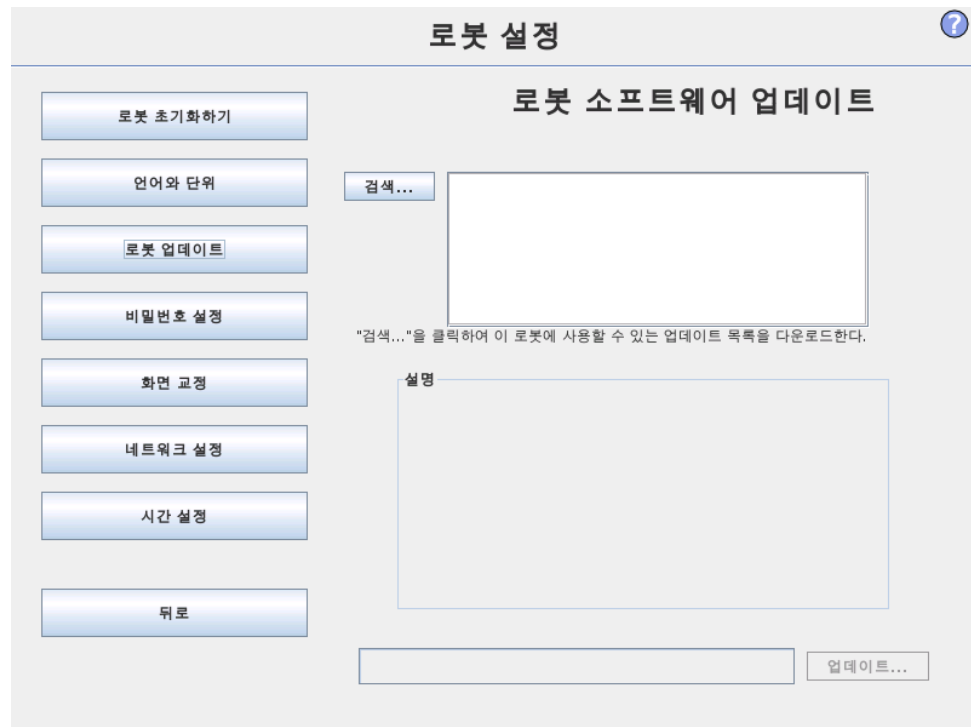
☐ 미국 상용

새 설정 효과 적용을 위하여 PolyScope을 다시 시작

지금 다시 시작

PolyScope 에서 사용하는 언어와 단위를 이 화면에서 선택할 수 있다. 선택한 언어는 PolyScope 의 다양한 화면에 있는 텍스트 및 임베드도움말에서 사용한다. 로봇 프로그램의 명령을 영어로 보려면 “영어 프로그래밍”을 선택한다. PolyScope 는 효과를 보려면 다시 시작해야 한다.

14.2 로봇업데이트



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



경고:

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

14.3 비밀번호설정

로봇 설정

로봇 초기화하기

언어와 단위

로봇 업데이트

비밀번호 설정

화면 교정

네트워크 설정

시간 설정

뒤로

시스템 비밀번호 변경

비밀번호는 로봇 기능 및 행동의 변경을 방지한다. 수정할 수 있는 모든 영역은 보안 처리가 된다.

비밀번호

비밀번호 확인

적용

안전 비밀번호 변경

현재 비밀번호 입력

비밀번호

비밀번호 확인

적용

두비밀번호가지원된다. 첫째는로봇설정에대한무허가수정을방지하는 선택적인 시스템비밀번호이다. 시스템비밀번호를설정하면, 프로그램은비밀번호없이로드하고 실행할수있지만, 프로그램생성또는변경을위해사용자가올바른비밀번호를입력해야한다.

둘째는안전구성을수정하기위해반드시올바르게입력해야하는 필수 안전비밀번호이다.



참고:

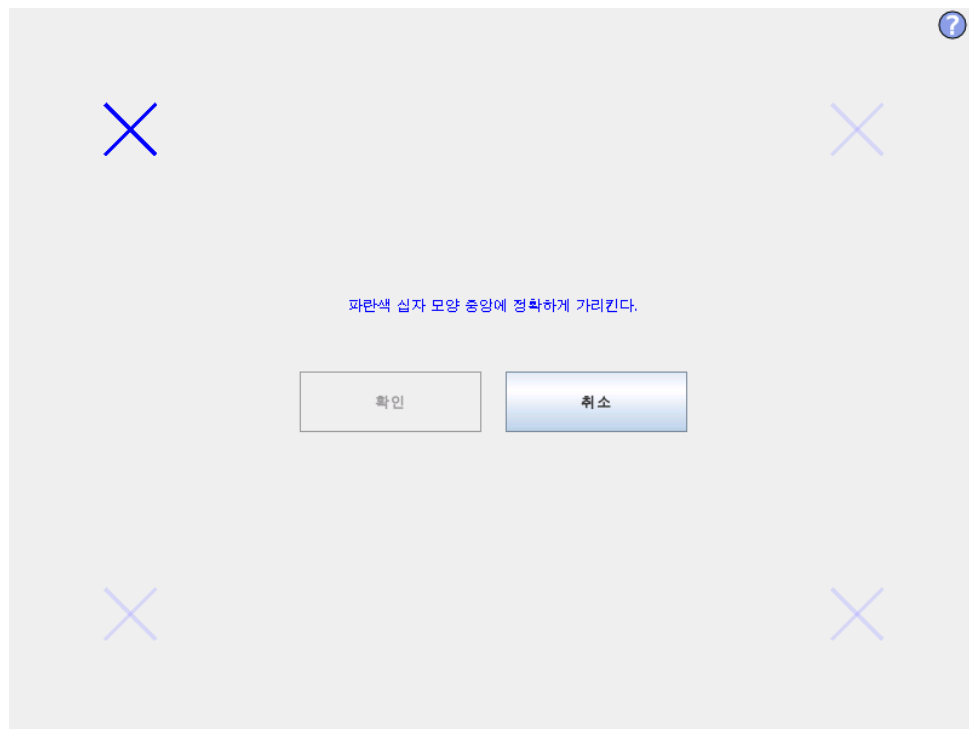
안전구성을변경하려면반드시안전비밀번호를설정해야한다.



경고:

시스템비밀번호를추가하여승인받지않은사람이로봇설치를변경하지못하게한다.

14.4 화면교정



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

14.5 네트워크설정



이더넷네트워크설정을위한패널. 이더넷연결은기본로봇기능에필요하지않고, 기본값은꺼져있다.

14.6 시간설정

로봇 설정 ?

로봇 초기화하기

언어와 단위

로봇 업데이트

비밀번호 설정

화면 교정

네트워크 설정

시간 설정

뒤로

시간 설정

시간 형식:

☒ 24 시간 ☐ 12 시간

현재 시간 선택:

+	+	+
15	:	51
-	:	05
-	-	-

날짜 설정

오늘 날짜 선택:

2014년 10월 28일 (화)

날짜 형식:

☒ 2014년 10월 28일 (화) ☐ 2014. 10. 28 ☐ 14. 10. 28

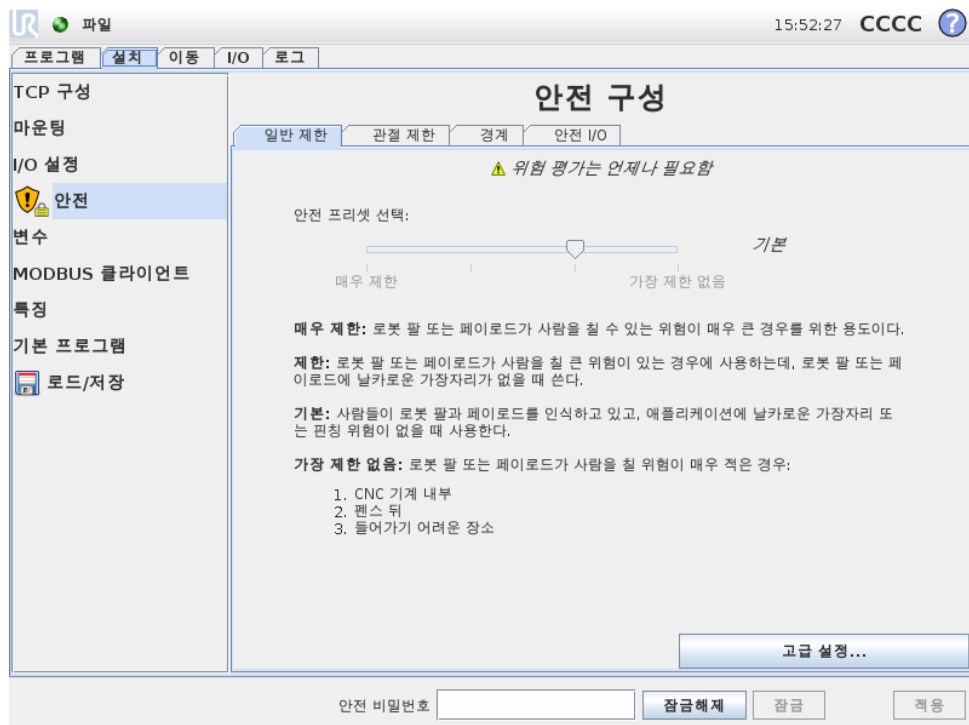
새 설정 효과 적용을 위하여 PolyScope을 다시 시작

지금 다시 시작

시스템시간과날짜를설정하고, 시계의표시형식을구성한다. 시계는 프로그램실행 및 로봇프로그램하기 화면맨위에표시된다. 이를누르면날짜를잠시보여준다. 효과를보려면 GUI 를다시시작해야한다.

15 안전구성

로봇은고급안전시스템을포함하고있다. 작업영역의특정 한특성에따라서, 안전시스템의설정은로봇주위의반드시모든사람과장비의안전을보장하도록구성해야한다. 안전시스템에대한자세한내용은 하드웨어설치설명서를 (를) 참조한다. 안전구성 화면은 환영 화면에서 (10.3참조) 로봇프로그램 버튼을누르고 설치탭을선택한다음에 안전을눌러서액세스할수있다. 안전구성은비밀번호로보안을유지한다. 15.7 참조.



경고:

1. 위험평가는언제나필요하다.
2. 이화면및하위탭에서사용할수있는모든안전설정은위험평가에따라서설정해야한다.
3. 통합자는모든안전설정의변경이위험평가의준수가보장되도록해야한다.

안전설정은로봇팔의이동을제한하는여러제한값및컨피규어러블입력과출력에대한안전기능설정으로구성된다. 이는안전화면의다음하위탭에서정의되어있다:

- 일반제한 하위탭이로봇팔의 포스, 파워, 속도 및 운동량을정의한다. 사람또는 환경의일부와부딪힐위험이특히높다면이설정을낮은값으로정해야한다. 위험이낮다면더높은일반제한이로봇을더빠르게움직이게하고, 환경에더큰힘을가하게할수있다. 자세한내용은 15.9를참조한다.

- 관절제한 하위탭은 관절속도 및 관절위치 제한으로구성되어있다. 관절속도 제한은개별관절의최대각속도를정의하고, 더나아가로봇팔의속도를제한한다. 관절위치 제한은개별관절의허용위치범위를정의한다 (관절공간내에서). 자세한내용은 15.10를참조한다.
- 경계 하위탭은로봇 TCP 를위하여 (직교공간에서) 안전플레인및툴자세경계를정의한다. 안전플레인은로봇 TCP 위치에대한절대제한또는 감소 모드안전제한활성화에대한트리거로구성할수있다 (15.5참조). 툴자세경계는로봇 TCP 자세에절대제한을둔다. 자세한내용은 15.11를참조한다.
- 안전 I/O 하위탭은컨피규어러블입력및출력에대하여안전기능을정의한다 (12.2 참조). 예를들어 비상정지는입력으로구성할수있다. 자세한내용은 15.12를참조한다.

15.1 안전구성변경



참고:

안전구성변경에대한추천절차:

1. 위험평가를한다.
2. 적합한수준으로안전설정을조정한다 (설명서에있는해당지령 및표준을참고하여안전제한을설정함).
3. 로봇의설정을시험한다.
4. 작업자설명서에다음사항을포함한다: “로봇근처에서 작업하기전에안전구성이예상대로인지확인하십시오. 이는 PolyScope 는오른쪽위구석의체크섬을점검하여확인할수있다 (15.4을 (를) PolyScope 설명서에서확인함).”

15.2 안전동기화및오류

GUI 가로드한로봇설치에대비한안전구성상태는화면왼쪽의 안전 표시옆의방패아이콘으로나타난다. 이아이콘은현재상태를나타내는빠른지표이다. 이는아래의정의에따른다:



구성동기화: GUI 설치가안전구성에현재적용된것과동일함을표시한다. 변경사항이없었다.



구성변경됨] GUI 설치가안전구성에현재적용된것과다름을표시한다.

안전구성을편집할때방패아이콘은현재설정이적용되었는지알려준다.

안전 탭에서한텍스트필드라도잘못된입력이있다면안전구성은오류상태이다. 이는여러가지방식으로표시된다:

- 이는화면왼쪽에있는 안전 텍스트옆에빨간오류아이콘이표시된다.
- 오류가있는서브탭은맨위에빨간오류아이콘표시가있다.
- 오류를포함하는텍스트필드는빨간색배경으로표시된다.

오류가있고 설치 탭에서떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

1. 모든오류가제거될수있도록문제를해결한다. 이는텍스트옆에빨간오류아이콘이사라지는것으로알수있다. 안전은화면왼쪽에있다.
2. 이전에적용한안전구성으로되돌린다. 이는모든변경을무시하고원하는대상으로갈수있도록허용한다.

오류가없고떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

1. 변경사항을적용하고시스템을다시시작한다. 시스템에안전구성수정사항을적용하고다시시작한다. 참고: 이는변경사항이저장된것을의미하지않는다. 이때로봇을종료하면안전구성을포함한모든변경을잃게된다.
2. 이전에적용한안전구성으로되돌린다. 이는모든변경을무시하고원하는선택한대상으로갈수있도록허용한다.

15.3 허용오차

안전구성에서신체제한이설정된다. 적용가능한허용오차가필드옆에있는경우, 이제한의입력필드는허용오차를제외한다. 안전시스템은입력필드의값을받고, 값에대한위반을탐지한다. 로봇팔은안전시스템위반을방지하려고시도하고, 허용오차를뺀제한에도달하면프로그램실행을정지하는것으로보호정지를수행한다. 즉프로그램이제한에근접하여동작을수행할수없을지도모른다는의미이다. 즉로봇이조인트속도제한또는 TCP 속도제한이지정하는정확한최대속도를구할수없을지도모른다.



경고:

위험평가는허용오차없이제한값을사용하는데언제나필요하다.



경고:

허용오차는소프트웨어버전에따라다르다. 소프트웨어를업데이트하면허용오차가변할수있다. 버전사이의변화는출시정보를참조한다.

15.4 안전체크섬

화면맨위오른쪽구석에있는텍스트는로봇이현재사용하는안전구성을간단히보여준다. 텍스트가변하면현재안전구성도변경되었음을나타낸다. 체크섬을클릭하면현재활성화상태인안전구성에대한설명을표시한다.

15.5 안전모드

정상조건에서 (보호정지효과가없는경우) 안전시스템이다음 안전모드 중하나로작동하며각각해당하는안전제한이있다:

안전모드: 안전모드가기본으로활성화상태임;

감소모드: 로봇 TCP 가 트리거감소모드 플레인 (15.11참조) 너머에위치해있거나 구성입력이트리거되는경우에활성화된다 (15.12참조).

회복모드: 로봇팔이다른모드에대하여위반이고 (정상 또는 감소 모드) 카테고리 0 정지가발생하고, 로봇팔이 회복 모드에서시작한다. 이모드는모든위반이해결 될때까지로봇팔이수동으로조정되는것을허용한다. 로봇이이모드에서는로봇 을위한프로그램을실행할수없다.



경고:

관절위치, TCP 위치, TCP 자세에대한제한은 회복 모드에서꺼져 있고, 로봇팔을제한안으로이동하는데주의해야한다.

안전구성 화면의서브탭에서사용자는 정상 및 감소 모드를위한별개의안전제한세 트를정의할수있다. 통과관절의경우, 감소 모드의속도및운동량이 정상 모드에서보 다더제한적이어야한다.

활성제한세트의안전제한을위반하는경우, 로봇팔은카테고리 0 정지를수행한다. 로 봇팔전원을켜때관절위치제한또는안전경계등의활성제한이위반되는경우, 이는 회 복 모드에서시작한다. 이는로봇팔을다시안전제한내로이동하는것을가능하게한다. 회복 모드에서는로봇팔의이동은사용자지정이불가능하고정제한세트로제한된다. 회복 모드제한에대한정보는 5을 (를) 하드웨어설치설명서에서참조한다.

15.6 교시 모드

교시 모드 (12.1.5 참조) 에서로봇팔움직임이특정제한에근접하면사용자가반발력 을느끼게된다. 이힘은로봇 TCP 의위치, 자세, 속도및관절의위치및속도의제한에 대하여생성된다.

현재위치또는속도가제한에가까워지는것을알리고로봇이제한을위반하는것을방지 하는것이반발력의목적이다. 하지만사용자가로봇팔에충분한힘을가하면제한을위 반할수있다. 로봇팔이제한에가까워질수록힘이점점커진다.

15.7 비밀번호잠금

이화면의모든설정은화면아래의힌텍스트필드에올바른비밀번호를입력하고 (14.3 참조) 잠금해제 버튼을누를때까지잠겨있다. 잠금 버튼을클릭하여화면을다시잠글 수도있다. 안전구성화면에서떠나면 안전 탭은자동으로잠긴다. 설정이잠기면이는 화면왼쪽에있는 안전 텍스트옆에자물쇠아이콘이표시된다. 설정이잠금해제되면잠 금해제아이콘이표시된다.

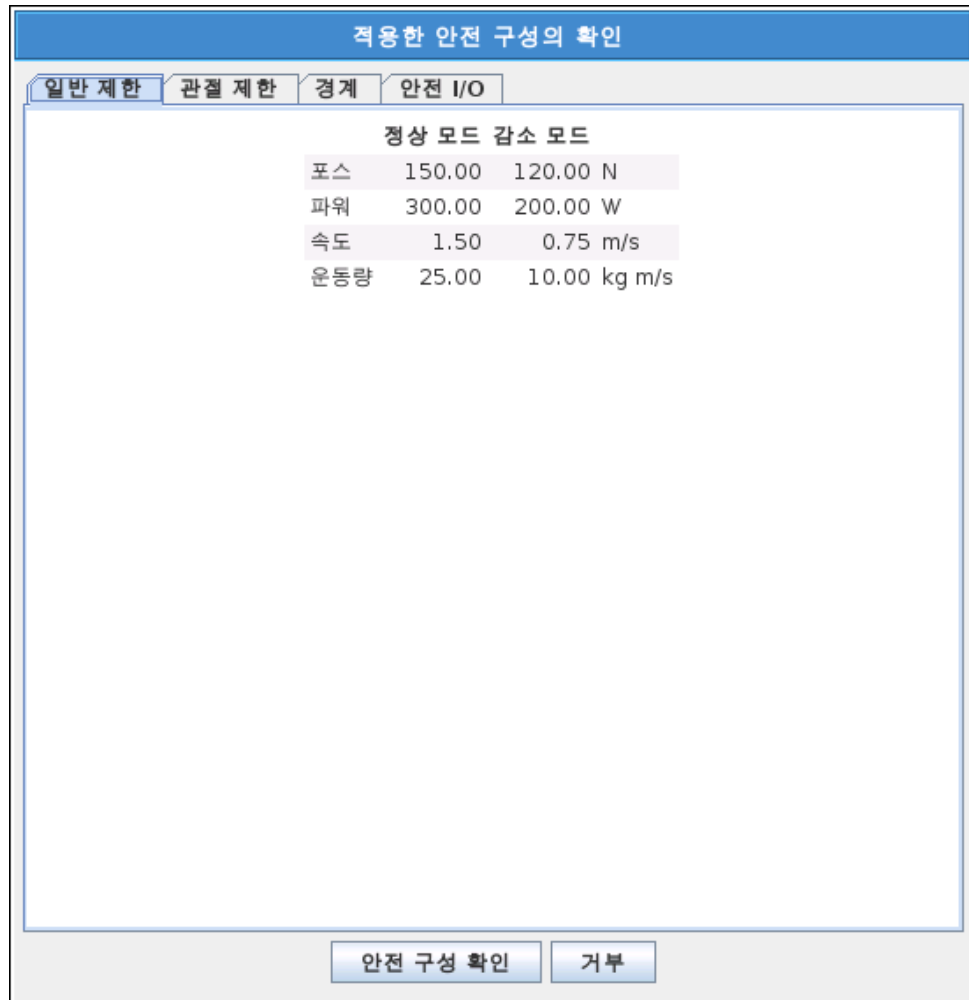


참고:

참고로안전구성화면이잠금해제되면로봇팔전원이꺼진다.

15.8 적용

안전구성을 잠금 해제할 때, 변경도중 시로봇 팔은 전원이 꺼진다. 로봇 팔은 변경을 적용하거나 되돌리기 전까지 전원은 켜질 수 없고, 초기화 화면에서 수동 전원 켜기를 수행한다. 안전 구성의 모든 변경은 설치 탭에서 나오기 전에 반드시 적용하거나 되돌려야 한다. 적용 버튼을 누르고 확인하기 전까지 변경의 효과가 나타나지 않는다. 로봇 팔에 대한 변경 확인에는 시각적 점검이 포함된다. 안전상의 이유로 표시되는 정보는 SI 단위로 표시한다. 구성 대화창의 예는 도해 15.8에 있다.



그리고 변경 확인은 자동으로 현재 로봇 설치의 일부로 저장된다. 12.5에서 로봇 설치 저장에 대한 자세 한 내용을 확인 할 수 있다.

15.9 일반 제한

일반 안전 제한은 환경에 영향을 주는 로봇 TCP 의 선형 속도 및 힘을 제한하는 것이 목적이다. 이는 다음 값으로 구성된다:

포스: 로봇 TCP 가 환경에 영향을 주는 최대 힘에 대한 제한.

파워: 페이로드가 환경이 아닌 로봇의 일부라는 것을 고려하여 로봇이 환경에 영향을 주는 기계적 작업의 최대 제한.

속도: 로봇 TCP 의최대선형속도의제한.

운동량: 로봇팔의최대운동량의제한.

설치내에서일반안전제한을구성하는데에는두가지방법이있다. 이에대한 기본설정 및 고급설정은아래에서더자세하게설명했다.

일반안전제한정의는로봇팔의전체적인제한이아니라툴의제한만정의한다. 즉속도 제한을지정하더라도로봇팔의다른부분이이와동일한제한을따른다는것을보장하지 않는다는의미이다.

교시 모드 (12.1.5 참조) 에있는경우, 로봇 TCP 속도가 속도 제한에근접하면, 속도 가제한에접근할수록점점커지는반발력을사용자는느낄수있다. 현재속도가제한에서 250 mm/s 인경우에힘이생성된다.

기본설정 초기일반제한하위패널은기본화면으로표시되고, 정상 및 감소 모드모 두를위하여다음과같은미리정의한일반제한값을가진슬라이더가있다:

매우제한: 로봇팔또는페이로드가사람을칠수있는위험이매우큰경우를위한용도이 다.

제한: 로봇팔또는페이로드가사람을칠큰위험이있는경우에사용하는데, 로봇팔또는 페이로드에날카로운가장자리가없을때쓴다.

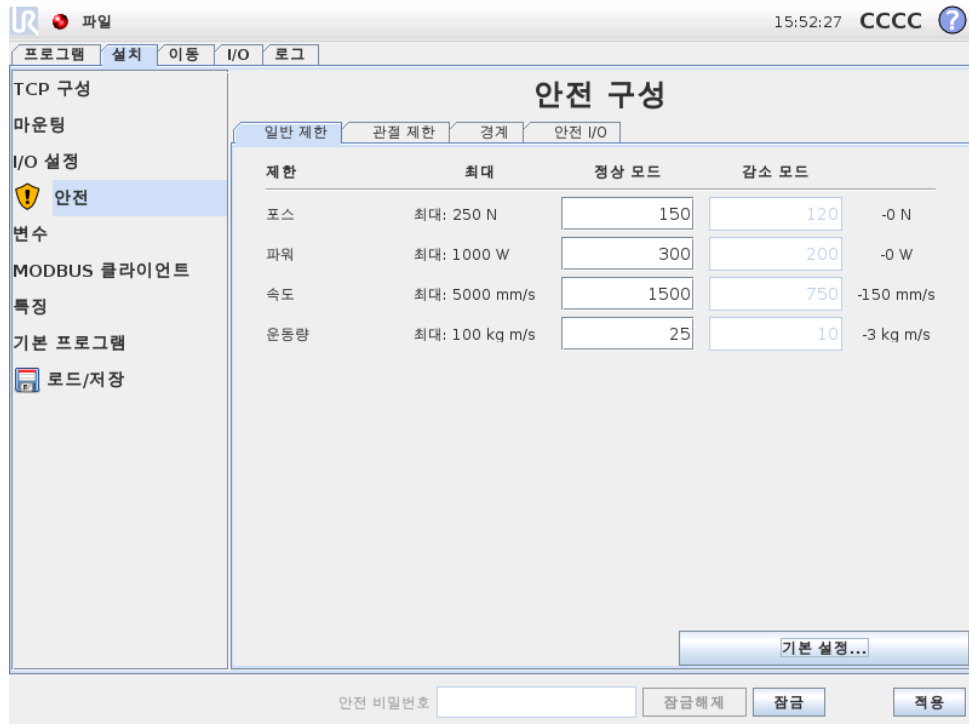
기본: 사람들이로봇팔과페이로드를인식하고있고, 애플리케이션에날카로운가장자 리또는핀칭위험이없을때사용한다.

가장제한없음: 로봇팔또는페이로드가사람을칠위험이매우적은경우로서, CNC 기 계내부, 펜스뒤, 들어가기어려운장소에있을때사용한다.

이러한모드는제안일뿐이며, 올바른위험평가를언제나수행해야한다.

고급설정으로바꾸기 미리지정한값들이만족스럽지 않다면, 고급설정... 버튼을 눌러서고급일반제한화면에들어갈수있다.

고급설정



15.9에서 설명된 여기의 일반제한은 다른 것과는 독립적으로 수정할 수 있다. 해당 텍스트 필드를 누르고, 새 값을 입력하는 것으로 이를 수행할 수 있다. 각 제한에 대한 최대 허용 값은 최대 칼럼에서 확인할 수 있다. 포스 제한은 100N ~ 250N 사이의 값으로 지정할 수 있고, 전력 제한은 80W ~ 1000W 사이의 값으로 설정할 수 있다.

안전 플레인 또는 구성 가능한 입력 트리거 하도록 지정되지 않은 감소 모드 제한 필드는 꺼져 있다 (자세한 내용은 15.11 및 15.12 참조). 그리고 감소 모드의 속도 및 운동량 제한은 정상 모드의 제한보다 높지 않아야 한다.

각 제한의 허용 오차 및 단위는 대응하는 행의 끝에 있다. 프로그램 실행 중, 로봇 팔 속도는 입력한 값에서 허용 오차를 뺀 값을 초과하지 않기 위하여 자동으로 조정된다 (15.3 참조). 참고로 음수 표시가 있는 허용 오차 값은 실제 입력 값에서 허용 오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. 로봇 팔이 제한을 (허용 오차 없이) 초과하면 안전 시스템은 카테고리 0 정지를 수행한다.



경고:

속도 제한은 로봇 TCP에만 적용되어 있으므로, 로봇 팔의 다른 부분들은 정의한 값보다 빠르게 움직일 수 있다.

기본 설정 바꾸기 기본 설정... 버튼을 누르면 기본 일반 제한 화면으로 변환하고, 모든 일반 제한은 기본 값 프리셋으로 초기화된다. 이때문에 사용자 정의 한 값을 잃게 된다. 면판 업데이트가 나타나고 이 작업을 확인 할지 묻는다.

15.10 관절제한

관절제한은관절공간의개별관절이동을제한한다. 즉이는직교공간이아니라관절의 내부 (회전) 위치및회전속도를의미한다. 하위패널위쪽에있는라디오버튼은관절 최고속도 및관절 위치범위를독립적으로설정할수있게한다.

교시 모드 (12.1.5 참조) 에있는경우, 관절의현재위치또는속도가제한에근접하면, 관절이제한에접근할수록점점커지는반발력을사용자는느낄수있다. 관절속도가속도제한에서약 20°/s 이거나관절위치가관절제한에서약 8° 인경우에힘이생성된다.

최고속도 이 옵션은각관절에대하여최대각속도를정의한다. 해당텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로이룰수행할수있다. 최대허용값은 최대 열에서확인할수있다. 아래의어떤값도허용오차값아래로지정할수없다.

안전플레인또는구성가능한입력이트리거하도록지정되지않는한 감소 모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 15.11 및 15.12 참조). 그리고 감소 모드의제한은 정상 모드의제한보다높지않아야한다.

각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 프로그램실행중, 로봇팔속도는입력한값에서허용오차를뺀값을초과하지않기위하여자동으로조정된다 (15.3 참조). 참고로음수표시가있는각허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 하지만어떤관절의각속도가입력한값을초과하면 (허용오차없음), 안전시스템이카테고리 0 정지를수행한다.

위치범위 이화면은각관절에대한위치범위를정의한다. 이는해당텍스트필드를누르고하부및상부관절위치경계에새값을입력하는것으로수행한다. 입력한간격은반드시 범위열에있는값안에들어가야하고, 하부경계는상부경계를초과할수없다.

안전플레인또는구성가능한입력이트리거하도록지정되지않는한 감소 모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 15.11 및 15.12 참조).

각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 첫째허용오차값은최소값에적용되고둘째는최대값에적용된다. 예상케도를따라서계속움직이는경우, 입력한최소값에첫허용오차를더하고입력한최고값에서둘째허용오차값을뺀범위를관절위치가초과할때프로그램수행이정지된다. 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 하지만관절위치가입력한값을초과하면, 안전시스템이카테고리 0 정지를수행한다.

15.11 경계

이탭에서는안전플레인으로구성된경계제한및로봇물자세에서최대허용제한을구성할수있다. 또한 감소 모드로의전환을트리거하는플레인을정의할수있다.

로봇 TCP 가정의한플레인에서올바른면에머무르도록강제하여로봇의허용작업영역을제한하는데사용할수있다. 최대 8 개의안전플레인을구성할수있다. 물자세의제한은원하는자세에서로봇물자세가어느정도이상이탈하지않도록하는데사용할수있다.



경고:

안전플레인정의는 TCP 만제한하고, 로봇팔전체를제한하지는않는다. 즉안전플레인을지정하더라도로봇팔의다른부분이이제한을따른다는것을보장하지 않는다는의미이다.

각경계제한의구성은현재로봇설치에서정의한특징에기반한다 (12.12 참조).



참고:

안전구성을편집하기전에모든원하는경계제한구성에대한모든기능을만들고적합한이름을부여하는것이적극권장된다. 참고로 안전탭이잠금해제되면로봇팔전원이꺼지고, 툴 기능과 (로봇 TCP 의현재위치및자세포함) 교시 모드를 (12.1.5참조) 사용할수없다.

교시 모드 (12.1.5 참조) 에있는경우, 로봇 TCP 가안전플레인근처에있거나, 로봇물자의자세편차가지정한최대편차에근접한다면, TCP 가제한에접근하면커지는반발력을사용자는느낄수있다. 이힘은 TCP 가안전플레인에서약 5cm 거리에있거나, 물자세의편차가지정한최대제한으로부터약 3° 정도거리일때생성된다.

플레인이 트리거감소 모드플레인으로정의되고 TCP 가이를초과하면, 안전시스템이 감소 모드로전환하고, 이는 감소 모드안전설정을적용한다. 트리거플레인은정규안전플레인과동일한규칙을따르지만, 예외적으로로봇팔이이를통과하도록허용한다.

15.11.1 구성할경계선택

탭의원쪽 안전경계 패널은경계제한구성에사용한다.

안전플레인을설정하려면패널에서위쪽 8 개항목중한개를선택한다. 선택한안전플레인을이미구성했다면플레인의해당 3D 재현은이패널의오른쪽에있는 3D 뷰 (15.11.2 참조) 에서강조표시된다. 안전플레인은탭맨아래에있는 안전플레인속성항목 (15.11.3 참조) 에서설정할수있다.

툴경계 항목을 클릭하여 로봇툴의 자세 경계 제한을 구성한다. 제한은 탭맨 아래에 있는 툴경계속성 항목 (15.11.4 참조) 에서 설정할 수 있다.

 /  버튼을 클릭하여 경계 제한 끄기/켜기의 3D 시각화를 끄거나 켜는다. 경계 제한이 활성화라면 안전모드 (15.11.3 및 15.11.4 참조) 가 다음 아이콘 중 하나로 표시된다:  /  /  / .

15.11.2 3D 시각화

3D 뷰는 로봇팔의 현재 위치와 함께 로봇팔의 자세 경계 제한의 구성한 안전플레인 및 자세 경계 제한을 표시한다. 안전경계 항목에서 시각화 토글을 선택한 모든 구성 경계 항목은 ( 아이콘 표시) 현재 선택한 경계 제한과 함께 표시된다.

(활성) 안전플레인은 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 안전플레인을 선택했다면 대응하는 3D 재현이 강조 표시된다.

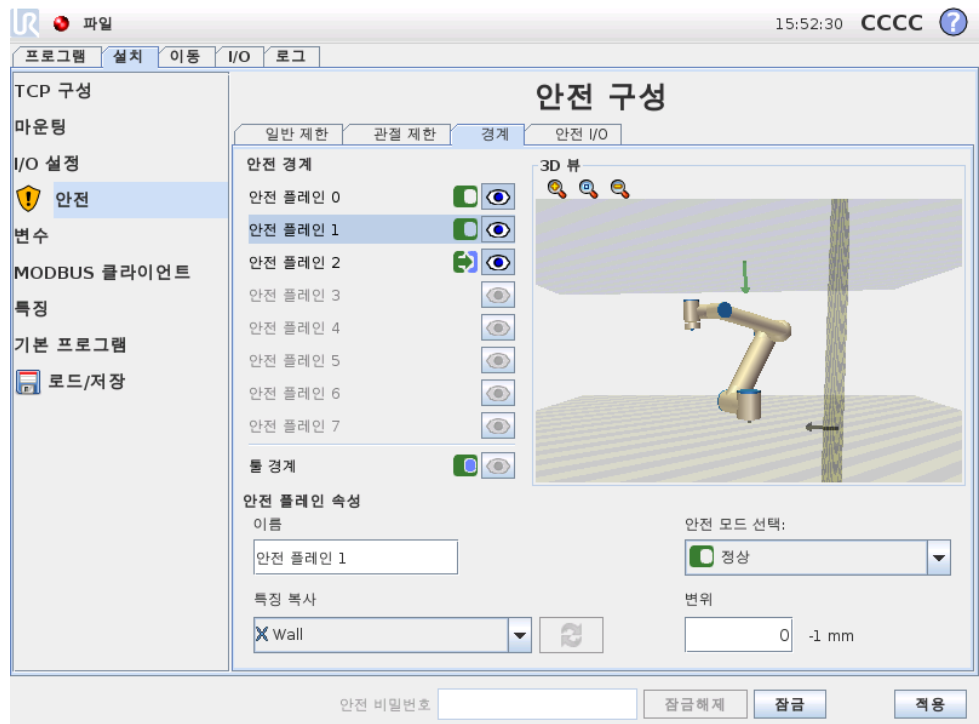
툴 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇툴의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부부는 툴 자세 (벡터) 에 허용되는 영역을 나타낸다.

플레인 또는 툴 경계 제한을 구성했지만 활성화하지 않았다면 시각화는 회색이다.

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

15.11.3 안전플레인 구성

탭 아래의 안전플레인 속성이 왼쪽 위 탭의 안전경계 패널에서 선택한 안전패널을 구성한다.



이름 이름 텍스트 필드에서 사용자는 선택한 안전플레인의 이름을 배정할 수 있다. 텍스트 필드를 누르고, 이름을 입력하는 것으로 바꿀 수 있다.

특징복사 안전플레인의 위치 및 노멀은 현재 로봇 설치의 특징 (12.12 참조) 을 사용하여 지정한다. 안전플레인 속성 항목의 왼쪽 아래 부분에 있는 드롭다운 메뉴를 사용하여 특징을 선택한다. 포인트와 플레인 형식 특징만 사용할 수 있다. < 미정의 > 항목을 선택하면 플레인 구성을 지운다.

선택한 특징의 z-축은 허용하지 않는 영역을 가리키며, 플레인 노멀은 반대 방향을 가리킨다. 베이스 특징을 선택했을 때에는 예외인데, 이때에는 플레인 노멀과 같은 방향을 가리킨다. 플레인이 트리거 감소 모드 플레인으로 구성되면 (15.11.3 참조), 플레인 노멀은 감소 모드로 전환하지 않는 플레인 측면을 나타낸다.

특징 선택으로 안전플레인을 구성하면 위치 정보는 안전플레인으로 복사만 되고, 플레인은 특징에 연결되지 않는다. 이는 안전플레인 구성을 위해 사용한 특징의 위치 또는 자세를 변경하면 안전플레인이 자동으로 업데이트되지 않는다는 의미이다. 특징이 변경되면 특징 선택기 위에 있는  아이콘으로 이를 표시한다. 선택기 옆의  버튼을 클릭하여 특징의 현재 위치 및 자세로 안전플레인을 업데이트한다. 설치에서 선택한 특징을 삭제한 경우에도  아이콘을 표시한다.

안전모드 안전플레인에 대한 안전모드를 선택하기 위하여 다음 모드가 있는 안전플레인 속성 패널 오른쪽의 드롭다운 메뉴를 사용한다:

사용하지 않음	안전플레인이 절대로 활성화되지 않는다.
 정상	안전시스템이 정상 모드이고, 정상 모드 플레인이 활성화라면 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한으로 작용한다.
 감소	안전시스템이 감소 모드이고, 감소 모드 플레인이 활성화라면 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한으로 작용한다.
 정상 & 감소	안전시스템이 정상 또는 감소 모드이고, 정상 & 감소 모드 플레인이 활성화라면 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한으로 작용한다.
 트리거 감소 모드	안전시스템이 정상 또는 감소 모드라면 트리거 감소 모드 플레인이 활성화이고, 로봇 TCP 가 그너머에 위치에 있는 한 이는 안전시스템이 감소 모드로 전환하게 만든다.

선택한 안전모드는 안전경계 패널의 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 (15.3 참조).

참고로 음수표시가있는 허용오차값은 실제입력값에서 허용오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. TCP 위치가 제한을 (허용오차없이) 초과하면 안전시스템은 카테고리 0 정지를 수행한다.

트리거 감소 모드 플레인의 효과 보호정지가 적용되지 않고, 안전시스템이 특별 회복 모드에 있지 않다면 (15.5참조), 이는 정상 또는 감소 모드에 있고, 로봇팔 움직임은 해당 제한세트로 제한된다.

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

- a) 로봇 TCP 위치가 어떠한 트리거 감소 모드 플레인 너머에 있다. 즉 플레인 시각화에서 작은 화살표 방향의 반대쪽에 있는 플레인 쪽에 있다.
- b) 감소 모드가 안전입력 기능이 구성되었고 입력 신호가 낮다 (자세한 정보는 15.12 참조).

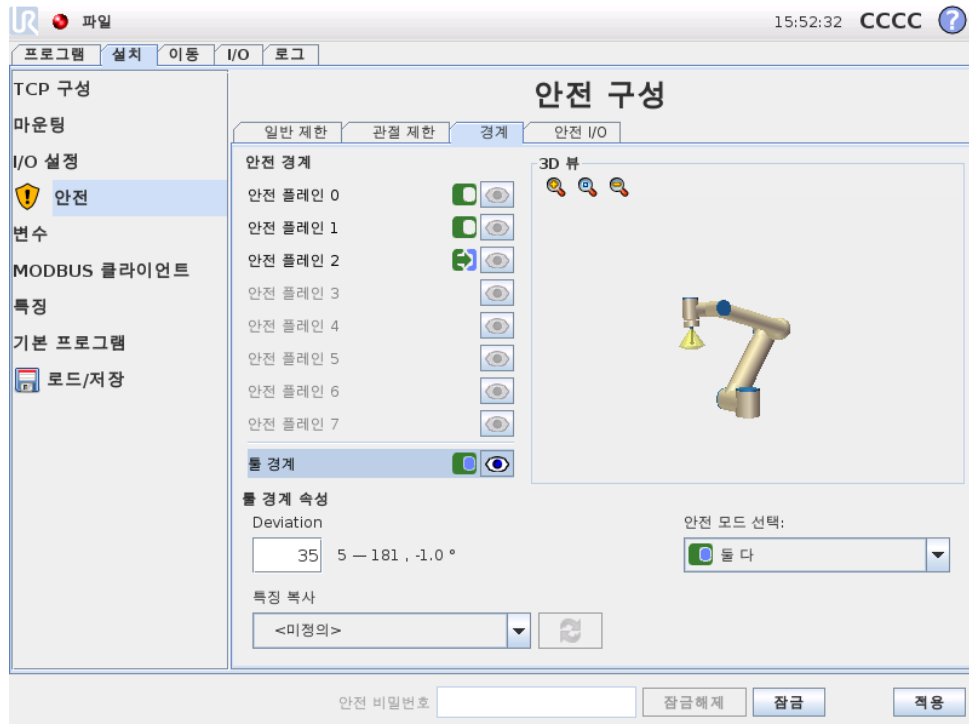
위 사항 중 어느 것도 더 이상 적용되지 않으면 안전시스템이 다시 정상 모드로 전환된다.

정상에서 감소 모드로의 전환이 트리거 감소 모드 플레인을 통과하는 것으로 발생하면, 정상 모드 제한세트가 감소 모드 제한세트로 전환한다. 로봇 TCP 가 20mm 또는 이보다 가깝게 트리거 감소 모드 플레인에 위치하면 (하지만 여전히 정상 모드 쪽임), 정상 및 감소 모드 제한 중에서도 더 허용되는 것이 각 제한값에 적용된다. 일단 로봇 TCP 가 트리거 감소 모드 플레인을 통과하면 정상 모드 제한세트가 더 이상 활성이 아니고 감소 모드 제한세트가 강제 적용된다.

감소에서 정상 모드로의 전환이 트리거 감소 모드 플레인을 통과하는 것으로 발생하면, 감소 모드 제한세트가 정상 모드 제한세트로 전환한다. 로봇 TCP 가 트리거 감소 모드 플레인을 통과하자마자 정상 및 감소 모드 제한 중에서도 더 허용되는 것이 각 제한값에 적용된다. 일단 로봇 TCP 가 트리거 감소 모드 플레인에서 20mm 이상의 거리에서 위치하고 있다면 (정상 모드 쪽), 감소 모드 제한세트가 더 이상 활성이 아니고 정상 모드 제한세트가 강제 적용된다.

만약에 예측한 궤도로 로봇 TCP 가 트리거 감소 모드 플레인을 통과하면, 새 제한세트에서 관절 속도, 톨 속도 또는 운동량 제한을 초과할 것 같은 경우에 플레인을 통과하기 전부터 로봇팔이 감속하기 시작한다. 참고로 이는 감소 모드 제한세트에서 더 제한적이어야 하므로, 이러한 조기 감속은 정상에서 감소 모드로 전환하는 도중에만 발생할 수 있다.

15.11.4 툴경계구성



탭맨아래에있는 툴경계속성 패널은원하는툴자세로구성된로봇툴자세의제한및이자세에서허용된최대편차제한을정의한다.

편차 편차 텍스트필드는원하는자세에서로봇툴자세의최대허용편차값을표시한다. 텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로이값을바꿀수있다.

허용값범위및편차의허용오차와단위가텍스트필드옆에있다.

특징복사 로봇툴의원하는위치는현재로봇설치의특징 (12.12 참조) 을사용하여지정한다. 이제한을위하여선택한특징의 z-축을원하는툴자세벡터로사용하게된다.

툴경계속성 패널의원쪽아래부분에있는드롭다운메뉴를사용하여특징을선택한다. 포인트와플레인형식특징만사용할수있다. < 미정의 > 항목을선택하면플레인구성을지운다.

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

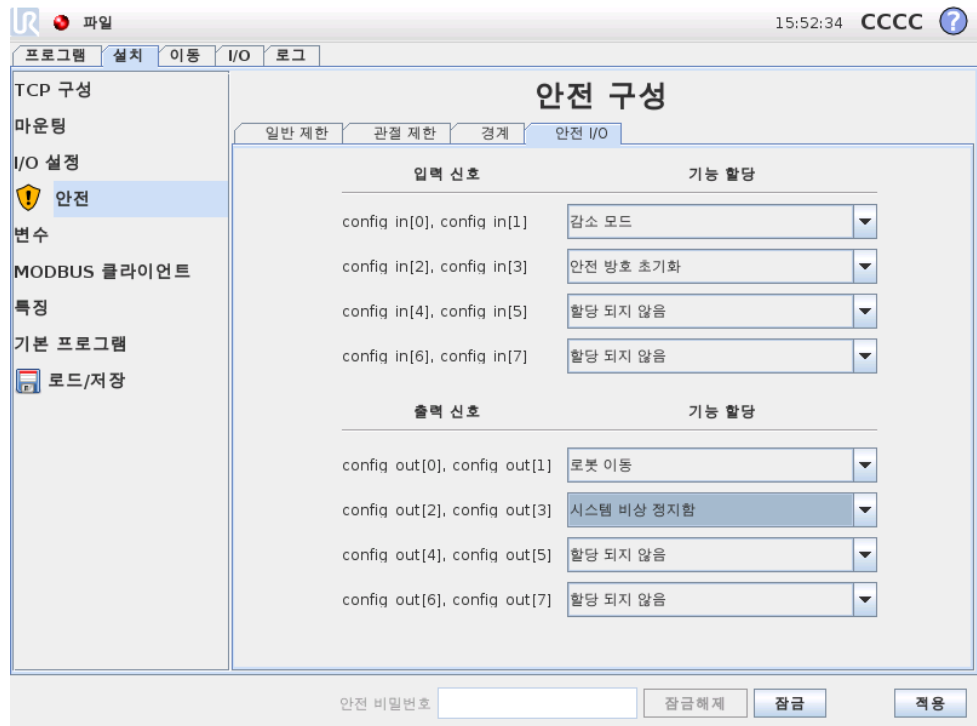
안전모드 안전플레인에대한 안전모드를선택하기위하여 툴경계속성 패널오른쪽의드롭다운메뉴를사용한다: 선택가능한옵션:

사용하지않음	틀경계제한은절대로활성화되지않는다.
 정상	안전시스템이 정상 모드라면틀경계제한이활성이다.
 감소	안전시스템이 감소 모드라면틀경계제한이활성이다.
 정상 & 감소	안전시스템이 정상 또는 감소 모드라면틀경계제한이활성이다.

선택한 안전모드는 안전경계 패널의대응항목에서아이콘으로표시되어있다. 안전모드를 사용하지않음으로지정 하면아이콘이표시되지않는다.

효과 예상궤도를따라서계속이동하는경우, 툄자세편차가허용오차를뺀입력한최대편차를초과하려고할때프로그램이멈춘다 (15.3참조). 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 툄자세편차가제한을(허용오차없이) 초과하면안전시스템은카테고리 0 정지를수행한다.

15.12 안전 I/O



이화면은컨피규어러블입력및출력에대한 안전기능을정의한다. I/O 는입력및출력으로나뉘고, 쌍을이루어서각기능이안전을위해 Category 3 및 PLd I/O 를제공한다 (I/O 중하나를사용하지못하는경우).

각 안전기능은한쌍의 I/O 만제어할수있다. 같은안전기능을둘째로선택하면, 이를그전에정의한 I/O 로부터제거하게된다. 입력은 안전기능이 3 개있고, 출력은 4 개있다.

입력신호 입력신호로다음 안전기능을선택할수있다:

- 비상정지: 선택하면교시펜던트에있는 비상정지 버튼에추가적으로이를하나 더할수있게된다. ISO 13850:2006 을준수하는올바른장치를부착하면교시펜던트의 비상정지와동일한기능을제공한다.
- 감소모드: 모든안전제한은이를적용할수있는두가지모드를가지고있다: 기본 안전구성인일반 모드및 감소 모드가있다 (자세한정보는 15.5참조). 입력안전 기능을선택하면입력에주어지는낮은입력신호가안전시스템을 감소 모드로전환한다. 필요하면로봇팔이감속하여 감소 모드제한세트를충족한다. 로봇팔이 감소 모드제한을위반하면카테고리 0 정지를수행한다. 정상 모드로의전환은 같은방식으로한다. 안전플레인도 감소 모드로전환하는원인이될수있다 (자세한정보는 15.11.3 참조).
- 안전방호초기화: 안전방호정지가안전 I/O 에연결되어있다면, 초기화가트리거될때까지 안전방호초기화를사용하여안전방호정지상태를유지한다. 안전방호정지상태에서는로봇팔이이동하지않는다.

**경고:**

기본값으로 안전방호초기화 입력함수는입력핀 0 과 1 에대하여구성되어있다. 이를모두비활성화하면, 안전방호입력이높아지자마자로봇팔의안전방호정지가해제된다! 즉 안전방호초기화 입력이 없다면 안전방호정지 입력 SIO 및 SI1 는 (하드웨어설치설명서 참조) 안전방호정지상태의활성여부를완전히결정한다.

출력신호 출력신호에는다음 안전기능을선택할수있다: 모든신호는높은신호를트리거한상태가끝나면낮음으로돌아간다:

- 시스템비상정지: 안전시스템을 비상정지 상태로트리거하면낮은신호가주어진다. 그렇지않으면높은신호상태이다.
- 로봇이동: 낮은신호는로봇팔이이동상태일때주어진다. 로봇팔이고정위치에있으면, 높은신호가주어진다.
- 로봇이정지하지않음: 로봇팔에정지요청을보내면, 요청시부터로봇팔이멈추는데까지는어느정도의시간이흘러야한다. 이시간동안에는신호가높다. 로봇팔이이동하고, 정지하도록요청을받지않았거나, 로봇팔이정지위치라면, 신호가낮다.
- 감소모드: 로봇팔이 감소 모드에있거나안전입력이 감소모드 입력으로구성되어있고신호가현재낮은경우에낮은신호를보낸다. 그렇지않은경우에신호는높음이다.
- 비감소모드: 이는위에서정의한 감소모드의반대이다.

용어집

카테고리 0 정지: 로봇동작은로봇에대한전원공급중단으로즉시멈춘다. 이는제어되지않는정지로서로봇관절브레이크가걸리면최대한빨리프로그램경로에서벗어날수있다. 이보호정지는안전등급제한을초과하거나컨트롤시스템의안전등급부품에결함이있는경우에사용한다. 자세한정보는 EN ISO13850:2008 또는 IEC60204-1:2006 참조.

카테고리 1 정지: 사용가능한전원으로로봇은동작을정지하고, 정지후에전원을차단한다. 제어정지로서로봇은프로그램경로를계속따라간다. 전원은 1 초후또는로봇이멈추자마자차단된다. 자세한정보는 EN ISO13850:2008 또는 IEC60204-1:2006 참조.

카테고리 2 정지: 로봇에남은전원을사용하는제어정지. 로봇은모든동작을정지하기위해최대 1 초를쓸수있다. 안전등급컨트롤시스템은로봇이정지위치를유지하도록모니터링한다. 자세한정보는 IEC 60204-1:2006 참조.

진단유효범위 (*Diagnostic coverage: DC*): 는등급퍼포먼스레벨성취를위해적용한진단의유효성을측정한다. 자세한정보는 EN ISO13849-1:2008 참조.

통합자: 통합자는최종로봇설치를설계하는자이다. 통합자는최종위험평가를하고최종설치가현지법규에부합하게만들책임이있다.

MTTFd: 위험을초래하는고장이발생하기까지의평균시간 (Mean time to dangerous failure: *MTTFd*) 은등급퍼포먼스레벨성취에사용한계산및시험에기반한값이다. 자세한정보는 EN ISO13849-1:2008 참조.

위험평가: 위험평가는모든평가를식별하고이를적합한수준으로감소하는전체적인프로세스이다. 위험평가는기록해야한다. 자세한정보는 ISO 12100 참조.

퍼포먼스레벨: 퍼포먼스레벨 (PL) 은예상가능한조건에서안전하게기능을수행하기위해컨트롤시스템의안전관련능력을지정하기위한불연속적인수준이다. PLd는최고에서두번째인안전성분류인데, 안전기능이극히안정적이라는의미이다. 자세한정보는 EN ISO13849-1:2008 참조.

색인