



UNIVERSAL ROBOTS

유니버설로봇



UR3/CB3

원본의번역본 (ko)



UNIVERSAL ROBOTS

유니버설로봇

UR3/CB3

버전 3.12

원본의번역본 (ko)

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

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

저작권 © 2009–2019 유니버설로봇 A/S

유니버설로봇 로고는 유니버설로봇 A/S 의 등록 상표이다.

Contents

머리말	ix
내용물	ix
중요안전공지	ix
설명서읽는방법	x
더자세한정보를찾을수있는곳	x
UR+	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-6
1.7 위험평가	I-7
1.8 비상정지	I-8
1.9 드라이브동력이있는움직임및이것이없는움직임	I-8
2 안전관련기능및인터페이스	I-11
2.1 소개	I-11
2.2 안전시스템의정지시간	I-11
2.3 안전관련기능제한	I-12
2.4 안전모드	I-13
2.5 안전관련전기적인터페이스	I-14
2.5.1 안전관련전기적입력	I-14
2.5.2 안전등급전기적출력	I-15
3 운송	I-17
4 기계적인터페이스	I-19
4.1 소개	I-19
4.2 로봇의작업영역	I-19
4.3 마운팅	I-19
4.4 최대페이로드	I-23
5 전기적인터페이스	I-25
5.1 소개	I-25
5.2 전기경고및주의	I-25
5.3 컨트롤러 I/O	I-26
5.3.1 모든디지털 I/O 에대한공통사양	I-27

5.3.2	안전 I/O	I-28
5.3.3	범용디지털 I/O	I-32
5.3.4	버튼을이용하는디지털입력	I-32
5.3.5	다른기계또는 PLC 와의커뮤니케이션	I-33
5.3.6	범용아날로그 I/O	I-33
5.3.7	원격 ON/OFF 제어	I-34
5.4	툴 I/O	I-35
5.4.1	툴디지털출력	I-37
5.4.2	툴디지털입력	I-37
5.4.3	툴아날로그입력	I-38
5.5	이더넷	I-39
5.6	전원연결	I-39
5.7	로봇연결	I-40
6	유지및보수	I-43
6.1	안전지침	I-43
7	폐기및환경	I-45
8	인증	I-47
8.1	제 3 자인증	I-47
8.2	공급 3 자인증	I-48
8.3	제조업체의시험인증	I-48
8.4	EU 지령에준하는선언	I-48
9	보증	I-49
9.1	제품보증	I-49
9.2	면책조항	I-49
A	정지시간및정지거리	I-51
A.1	정지카테고리 0 의정지거리및시간	I-51
B	선언및인증	I-53
B.1	EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	I-53
B.2	CE/EU 편입선언 (원본번역)	I-55
B.3	안전시스템인증	I-57
B.4	TUV Rheinland	I-58
B.5	중국 RoHS	I-59
B.6	KCC 안전	I-60
B.7	환경시험인증	I-61
B.8	EMC 시험인증	I-62
B.9	클린룸시험인증	I-63
C	응용표준	I-65
D	기술사양	I-71

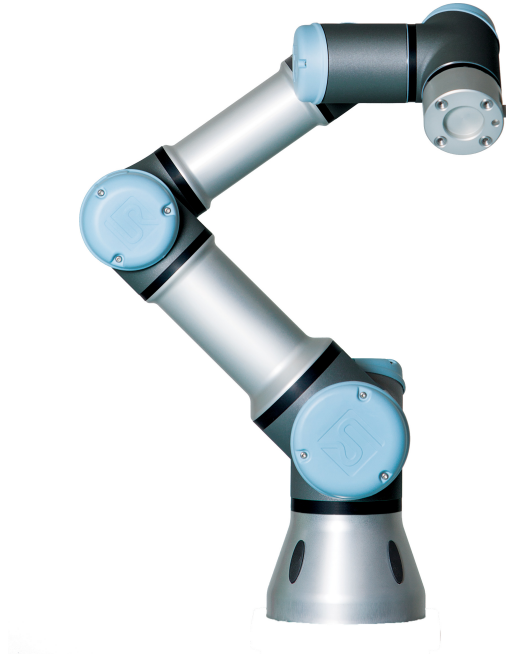
E	안전기능표	I-73
E.1	표 1	I-73
E.2	표 2	I-76
II	폴리스코프설명서	II-1
10	안전구성	II-3
10.1	소개	II-3
10.2	안전구성변경	II-4
10.3	안전동기화및오류	II-5
10.4	공차	II-5
10.5	안전체크섬	II-6
10.6	안전모드	II-6
10.7	프리드라이브모드	II-7
10.7.1	백드라이브	II-7
10.8	비밀번호잠금	II-7
10.9	적용	II-7
10.10	일반제한	II-8
10.11	조인트제한	II-10
10.12	경계	II-11
10.12.1	구성할경계선택	II-11
10.12.2	3D 시각화	II-12
10.12.3	안전플레인구성	II-12
10.12.4	틀경계구성	II-14
10.13	안전 I/O	II-16
10.13.1	입력신호	II-16
10.13.2	출력신호	II-17
11	프로그래밍시작	II-19
11.1	소개	II-19
11.2	시작하기	II-19
11.2.1	로봇암과컨트롤박스설치하기	II-19
11.2.2	컨트롤박스켜기및끄기	II-20
11.2.3	로봇암켜기및끄기	II-20
11.2.4	빠른시작	II-20
11.2.5	첫프로그램	II-21
11.3	폴리스코프프로그래밍인터페이스	II-22
11.4	환영화면	II-23
11.5	초기화화면	II-24
12	화상편집기	II-27
12.1	화면표현식편집기	II-27
12.2	포즈편집기화면	II-27

13	로봇제어	II-31
13.1	이동탭	II-31
13.1.1	로봇	II-31
13.1.2	특징및툴위치	II-31
13.1.3	툴이동	II-32
13.1.4	조인트이동	II-32
13.1.5	프리드라이브	II-32
13.2	I/O 탭	II-33
13.3	MODBUS	II-33
13.4	자동이동탭	II-34
13.5	설치 → 로드/저장	II-35
13.6	설치 → TCP 구성	II-36
13.6.1	TCP 추가, 이름바꾸기, 변경및제거	II-37
13.6.2	활성 TCP	II-37
13.6.3	기본값 TCP	II-37
13.6.4	TCP 위치티칭	II-37
13.6.5	TCP 자세티칭	II-38
13.6.6	페이로드	II-38
13.6.7	무게중심	II-38
13.7	설치 → 마운팅	II-39
13.8	설치 → I/O 설정	II-40
13.8.1	I/O 신호형식	II-40
13.8.2	사용자정의이름의할당	II-40
13.8.3	I/O 작업및 I/O 탭컨트롤	II-41
13.9	설치 → 안전	II-41
13.10	설치 → 변수	II-42
13.11	설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정	II-43
13.12	설치 → 특징	II-46
13.12.1	특징의사용	II-47
13.12.2	새포인트	II-47
13.12.3	새라인	II-48
13.12.4	플레인특징	II-49
13.12.5	예: 프로그램조정을위해수동으로특징갱신하기	II-50
13.12.6	예: 특징포즈를동적으로갱신하기	II-50
13.13	컨베이어추적설정	II-51
13.14	안전모드간매끄러운전환	II-52
13.14.1	가속/감속설정조정	II-52
13.15	설치 → 기본프로그램	II-52
13.16	로그탭	II-54
13.16.1	오류보고서저장	II-54
13.17	로드화면	II-55
13.18	실행탭	II-57
14	프로그래밍	II-59
14.1	새프로그램	II-59
14.2	프로그램탭	II-60
14.2.1	프로그램트리	II-60

14.2.2	프로그램 실행 표시	II-61
14.2.3	검색 버튼	II-61
14.2.4	실행 취소/다시 실행 버튼	II-61
14.2.5	프로그램 대시보드	II-61
14.3	변수	II-62
14.4	명령: 이동	II-63
14.5	명령: 고정 웨이포인트	II-65
14.6	명령: 상대적 웨이포인트	II-70
14.7	명령: Variable Waypoint	II-71
14.8	명령: 방향	II-71
14.9	명령: Until	II-72
14.10	명령: 기다림	II-74
14.11	명령: Set	II-74
14.12	명령: 팝업	II-75
14.13	명령: Halt	II-76
14.14	명령: 주식	II-76
14.15	명령: 폴더	II-77
14.16	명령: Loop	II-77
14.17	명령: If	II-78
14.18	명령: SubProgram	II-79
14.19	명령: Assignment	II-80
14.20	명령: 스크립트	II-80
14.21	명령: 이벤트	II-81
14.22	명령: 스레드	II-82
14.23	명령: Switch	II-82
14.23.1	타이머	II-83
14.24	명령: 패턴	II-84
14.25	명령: Force	II-85
14.26	명령: Pallet	II-88
14.27	명령: Seek	II-89
14.28	명령: Conveyor Tracking	II-92
14.29	명령: 억제	II-92
14.30	그래픽 탭	II-92
14.31	구조 탭	II-93
14.32	변수 탭	II-94
14.33	명령: 변수 초기화	II-95
15	설정 화면	II-97
15.1	언어와 단위	II-98
15.2	로봇 업데이트	II-99
15.3	비밀번호 설정	II-100
15.4	화면 교정	II-101
15.5	네트워크 설정	II-101
15.6	시간 설정	II-102
15.7	URCaps 설정	II-103

용어집	II-105
색인	II-107

머리말



새로운유니버설로봇 robot, UR3 을 (를) 구매해주셔서감사합니다.

이로봇은툴을이동시키도록프로그램될수있으며, 전기신호를사용하여다른기계와통신할수있다.
암은성형된알루미늄튜브와조인트로구성된다.

특허받은프로그래밍인터페이스인폴리스코프를 사용함으로써, 툴을원하는궤도에따라서이동
하도록로봇을쉽게프로그래밍할수있다.

내용물

로봇을주문하면두상자가배송된다. 하나는로봇암을포함하고, 다른하나는다음을포함함:

- 컨트롤박스및티치펜던트
- 컨트롤박스를 위한마운팅브래킷
- 티치펜던트를위한마운팅브래킷
- 컨트롤박스열쇠
- 해당지역과호환되는주전원케이블또는전원케이블
- 레이저가있는스타일러스펜
- 이설명서

중요안전공지

이로봇은 불완비기계 (8.4 참조) 로서로봇의각설치를위해위험평가가 필요하다. 장1의의안전
지침을모두준수해야한다.

설명서 읽는 방법

이 설명서는 로봇 설치 및 프로그래밍 안내를 포함한다. 설명서는 다음 두 부분으로 구분된다.

하드웨어 설치 설명서: 로봇의 기계적 및 전기적 설치.

폴리스코프 설명서: 로봇 프로그래밍.

이 설명서는 기본 프로그래밍 개념에 대해 잘 알고 있을 뿐만 아니라 기본적인 기계 및 전기 교육을 받은 로봇 통합자를 위한 것이다.

더 자세한 정보를 찾을 수 있는 곳

지원 웹사이트 (<http://www.universal-robots.com/support>) 는 다음을 포함합니다.

- 이 설명서의 다른 언어 버전
- 폴리스코프 설명서
- 문제 진단, 보전, 수리 안내가 있는 서비스 설명서.
- 고급 사용자를 위한 스크립트 설명서.

UR+

UR+ 사이트 (<http://www.universal-robots.com/plus/>) 는 UR 로봇 애플리케이션을 사용자 정의하기 위한 최첨단 제품을 제공하는 온라인 쇼룸이다. 엔드이펙터 및 액세서리에서부터 비전 카메라 및 소프트웨어에 이르기까지 필요한 모든 것을 한 곳에서 찾을 수 있다. 모든 제품은 UR 로봇과의 통합 테스트를 거쳐 승인되며 간단한 설치, 안정적인 작동, 원활한 사용자 경험 및 쉬운 프로그래밍을 보장한다. 또한 사이트를 사용하여 UR+ 개발자 프로그램에 가입하여 새로운 소프트웨어 플랫폼에 액세스하고 UR 로봇에 대해 보다 사용자 친화적인 제품을 설계할 수 있다.

Part I

하드웨어설치설명서

1 안전

1.1 소개

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

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

이 2 장 및 1.7 절에 있는 설명과 지침은 특히 중요하다.

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

경고 심볼이 있는 내용은 각별히 주의해야 한다.



참고:

유니버설 로봇은 로봇 (암 컨트롤 박스 및 터치 펜던트) 이어편식으로 든 손상, 변경 또는 수정된 경우 어떠한 책임도 지지 않는다. 유니버설 로봇은 프로그래밍 오류 또는 로봇 장애에 따른 로봇 또는 다른 모든 장비에 대한 손상에 대하여 책임을 질 수 없다.

1.2 유효성 및 책임

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

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

이는 다음을 포함하지만 이에 제한되지 않는다:

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

1.3 책임의 한계

이 설명서에서 제공한 안전 정보를 산업 조작자가 모든 안전 지침을 준수할 때 부상이나 손상을 일으키지 않을 것이라는 UR 의 보장으로 해석해서는 절대로 안 된다.

1.4 이설명서의경고심볼

아래심볼은설명서에서사용하는위험수준캡션을정의한다. 같은경고표시가 제품에도사용된다.



위험:
이를피하지않으면사망또는심각한부상을입을수있는임박한전기적
으로위험한상황을나타낸다.



위험:
이를피하지않으면사망또는심각한부상을입을수있는임박한위험한
상황을나타낸다.



경고:
이를피하지않으면부상또는장비에대한심각한손상을일으킬수있는
전기적인잠재위험상황을나타낸다.



경고:
이를피하지않으면부상또는장비에대한심각한손상을일으킬수있는
잠재위험상황을나타낸다.



경고:
만지면부상으로이어질수있는잠재적으로위험한뜨거운표면을나타
낸다.



주의:
이를피하지않으면장비손상을일으킬수있는상황을나타낸다.

1.5 일반경고및주의

이항목은이설명서의다른부분에서반복하거나설명할수있는일반경고및주의를포함한다. 설명서
에서는그외경고및주의도소개되어있다.



위험:
장 4 및 5의규격과경고에따라서로봇과모든전기장비를설치해야한
다.

**경고:**

1. 로봇암과툴/엔드이펙터를올바른방법으로확실하게제위치에
마운팅한다.
2. 로봇암이자유롭게움직일수있도록충분한공간을준다.
3. 위험평가에서정의한대로프로그래머, 작업자, 주위에있는자
모두를보호할수있도록안전측정및로봇안전구성매개변수를
지정했는지를확인한다.
4. 로봇을사용할때에는헐거운옷이나보석을착용하지않는다. 로
봇을사용할때에는긴머리를뒤로묶는다.
5. 손상된로봇은절대로사용하지않는다. 예를들어, 조인트캡이
느슨하거나파손되거나제거된경우.
6. 소프트웨어에서치명적인오류를알리면즉시비상정지를누르
고, 오류로이어졌던조건을적은다음, 해당오류코드를로그화
면에서찾고, 공급자에게연락한다.
7. 안전장비를어떠한표준 I/O 에도연결하지않는다. 안전관련
I/O 만사용한다.
8. 올바른설치설정을사용하는지확인한다 (예: 로봇마운팅각도,
TCP 질량, TCP 오프셋, 안전구성). 프로그램과함께설치파
일을저장하고로드한다.
9. 프리드라이브기능 (임피던스/백드라이브) 은위험평가에서이
를허용하는경우에만사용한다. 툴/엔드이펙터와장애물은날
카로운가장자리또는집히는포인트가있어서는안된다.
10. 작동하는로봇또는작동을시작하려는로봇의도달범위에서모
든사람들이머리와얼굴을멀리피하도록경고한다.
11. 티치펜던트를사용할때는로봇의움직임을주의한다.
12. 위험평가로결정된경우, 시스템운영중에는로봇의안전범위안
으로들어오지말고로봇을만지지않는다.

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



경고:

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



주의:

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

1.6 용도

UR 로봇은 산업용이고, 툴/엔드이펙터 및 고정재 취급 또는 구성 요소와 제품의 공정 또는 이동이 그 사용 목적이다. 로봇 작동 환경 조건에 대한 내용은 부록 B 및 D를 참조한다.

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

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

의도한용도에서벗어난사용또는적용은용납할수없는오용으로간주한다. 이는다음을포함하지만 이에제한되지않는다:

- 잠재적으로폭발적인환경에서사용함
- 의료및생명중시애플리케이션에서사용함
- 위험평가전에사용함
- 명시된규격외부에서사용함
- 밟고올라서기위해사용함
- 허용가능한작업매개변수외부에서작동함

1.7 위험평가

통합자에게 가장중요한것중하나인위험평가 수행이다. 많은국가에서이는법적필수사항이다. 로봇설치의안전은로봇통합방법에따르기때문에로봇자체는불완비기계이다 (예: 툴/엔드이펙터, 장애물, 기타기계).

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

통합자가수행하는위험평가는로봇애플리케이션의전체수명에대한작업업무전부를고려해야하며, 다음사항을포함하지만이것으로제한되지않음:

- 로봇설치의설정및개발중로봇을티칭함
- 문제진단및유지보수
- 로봇설치의정상작업

로봇암의전원을처음켜기 전에위험평가를반드시수행해야한다. 올바른안전구성설정, 그리고특정로봇애플리케이션에대한추가비상정지버튼및기타보호수단의필요성을알아내는것은위험평가수행의일부이다.

올바른안전구성설정을알아내는것은협업로봇애플리케이션을개발하는데있어서특히중요한부분이다. 자세한정보는 2장및 II부를참조한다.

일부안전관련기능은협업로봇애플리케이션전용으로설계된것이다. 이기능은안전구성 설정을통해구성이가능하고통합자가수행한위험평가의구체적위험에대처하는데특히적합하다.

- Force 및 파워제한: 로봇과작업자사이의충돌이있을경우를대비하여이동방향의클램핑 Force 와압력을줄이기위해사용한다.
- 운동량제한: 로봇속도를줄여서로봇과작업자사이의충돌이있을경우에너지와충격하중을줄이기위해사용한다.
- TCP 및툴/엔드이펙터위치제한: 특정신체부위에관련된위험을줄이기위해특히사용한다. 예: 머리와목을향하는이동을피한다.
- TCP 및툴/엔드이펙터자세제한: 특히툴/엔드이펙터와작업부품의특정영역및특징과관련된위험을줄이기위해사용한다. 예: 작업자를향한날카로운가장자리를회피하기사용한다.
- 속도제한: 특히로봇암을저속으로유지하기위해사용한다.

통합자는비밀번호보호사용등의방법을이용하여허가받지않고안전구성에접근하는것을방지해야한다.

고의적또는합리적으로예측할수있는오용으로인한접촉에대하여협업로봇애플리케이션위험평가가필요하며이는다음사항을반드시평가해야한다.

- 개별잠재적충돌의심각도
- 개별잠재적충돌발생의가능성
- 개별잠재적충돌을회피할수있는가능성

내장안전관련기능으로 (예: 위험한틀/엔드이펙터사용시) 위험을합리적으로제거하거나충분히 감소하지못하는비협업로봇에플리케이션에로봇을설치했다면, 통합자가수행하는위험평가에서 통합자가추가보호장치를더해야할필요가있다고반드시결론을내려야한다 (예: 설치및프로그래밍도중작업자를보호하는장치를사용함).

유니버설로봇은아래목록에통합자로서반드시고려해야하는잠재적으로상당한유해사항을열거했다.

참고: 특정로봇설치에대한다른심각한유해사항이있을수있다.

1. 로봇암케이블커넥터와베이스 (조인트 0) 사이에손가락이끼인다.
2. 로봇뿔과베이스사이에손가락이끼인다 (조인트 0).
3. 로봇손목 1 과로봇손목 2 사이에손가락이끼인다 (조인트 3 과조인트 4).
4. 툴/엔드이펙터의날카로운가장자리또는부분, 그리고툴/엔드이펙터커넥터에의한피부관통.
5. 로봇트랙근처장애물의날카로운가장자리또는부분에의한피부관통.
6. 로봇과의접촉으로인한명둑.
7. 무거운페이로드와단단한표면사이의움직임에의한뺨또는골절.
8. 로봇암또는툴/엔드이펙터를고정하는볼트가느슨해지는상황에따른결과.
9. 툴/엔드이펙터에서물체가떨어짐. 예: 잘못된그립혹은전원중단이원인임.
10. 다른기계의다른비상정지버튼과혼동하여발생하는실수.
11. 안전구성매개변수에대한허가받지않은변경에따른오류.

정지시간및정지거리정보는 2장및 A부록에서찾아볼수있다.

1.8 비상정지

비상정지누름버튼을활성화하여즉시모든로봇동작을정지한다.

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

로봇에플리케이션위험평가로 추가비상정지버튼이필요한지결정한다. 비상정지버튼은 IEC 60947-5-5 를준수해야한다 (5.3.2항참조).

1.9 드라이브동력이있는움직임및이것이없는움직임

로봇조인트를이동해야하지만로봇전원을사용하지않아야하거나사용할수없는드문경우에는로봇조인트를강제로이동하는두가지방법이있다: 참고: 정비상황에서는연결된전원없이조인트의제동을해제할수있다.

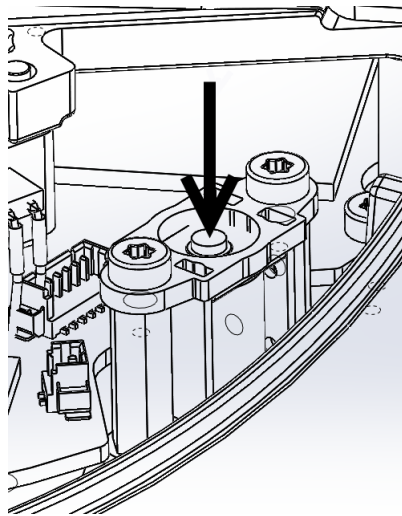
1. 강제백드라이빙: 로봇암을세게밀거나당겨서조인트를강제로움직인다. 각조인트브레이크는높은강도의토크가있는경우에이동을가능하게하는마찰클러치가있다.

2. 수동브레이크해제 (베이스, 솔더, 엘보조인트만): 고정하고있는 M3 나사를빠서조인트덮개를뗀다. 아래도해에서보이는대로작은전자석에있는플런저를밀어서브레이크를해제한다.



경고:

1. 로봇암을수동으로움직이는것은비상시만을위한것이며, 이는 조인트를손상할수있다.
2. 브레이크를수동으로해제하면중력때문에로봇암이떨어질수있다. 브레이크를해제하기전에항상로봇암, 톨/엔드이펙터, 작업물을받친다.



2 안전관련기능및인터페이스

2.1 소개

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



위험:

통합자가 수행한 위험 평가에서 정의한 것 과 다른 안전구성 매개변수를 사용하면 합리적으로 제거되지 않는 위험이나 충분히 감소할 수 없는 위험으로 이어질 수 있다.

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



참고:

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

조인트와 로봇의 움직임을 제한하기 위해 사용할 수 있는 여러 가지 안전 등급 기능이 로봇 툴 센터 포인트 (TCP) 에 있다. TCP 는 출력 플랜지 중심점에 TCP 오프셋에 더해진 것이다.

안전관련 기능 제한:

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

2.2 안전 시스템의 정지 시간

안전 시스템의 정지 시간은 안전관련 기능이 오류 또는 위반 발생 시간부터 로봇이 완전히 정지하고 기계식 브레이크가 걸릴 때까지의 시간이다.

애플리케이션안전이로봇의정지시간에의존하는경우, 반드시표의최대정지시간을고려해야한다. 예를들어로봇결함으로공장라인이완전히중지되었을때, 중지후에즉시특정작업을해야하는경우에최대중지시간을반드시고려해야한다.

이측정은로봇의다음구성에따라수행된다:

- 연장: 100% (로봇암이수평으로완전히연장됨).
- 속도: 안전시스템의 TCP 속도제한은해당제한에따라설정된다.
- 페이로드: TCP 에부착된로봇이최대페이로드를취급한다 (3 kg).

위스트케이스정지카테고리¹ 안전한계위반의경우 0, 또는인터페이스를다음표에서볼수있다.

TCP 속도제한	최대정지시간
1.0 m/s	400 ms
1.5 m/s	450 ms

2.3 안전관련기능제한

로봇이안전관련제한에접근하면고급경로제어소프트웨어는속도를줄이거나프로그램실행정지명령을한다. 제한위반은예외적인상황에만발생한다. 하지만제한을위반하면안전시스템이정지카테고리 0 을발급한다.

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

시스템의 전원상실상태는 48 V 버스전압의정전위가 7.3 V 미만이되는경우이다. 전원상실시간은이벤트탐지부터시스템이전원상실이될때까지의시간이다.



경고:

포스제한기능에는로봇작업셀을설계할때유의해야할두가지예외사항이있다. 이는그림 2.1에제시되어있다. 로봇이뺨으면서니조인트효과가방사형방향으로강한포스를일으킬수있지만 (베이스에서멀어짐), 이는동시에느린속도이다. 이와비슷하게짧은레버리지암은틀이베이스에가깝고베이스에서접선으로 (돌아서) 움직이는경우에강한포스를일으킬수있고, 이는동시에느린속도이다. 이영역에서장애물을없애거나, 로봇을다르게배치하거나, 로봇이작업영역의이영역으로들어가는것을방지하여위험을제거하기위해안전플레인과조인트제한을혼합사용하는것으로집히는 (핀치) 위험을피할수있다.

¹정지카테고리에대한정지시간은 IEC 60204-1 을따른다. 자세한정보는용어집참조.

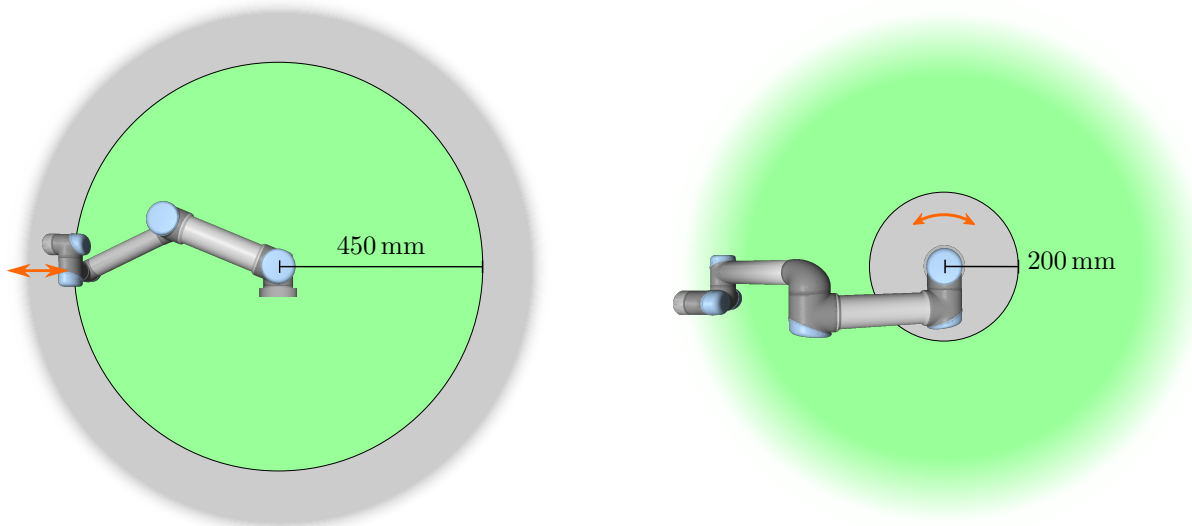


Figure 2.1: 작업영역의 특정영역은 로봇암의 물리적 특성 때문에 꼬집히는 위험을 주의해야 한다. 손목 1 조인트가 로봇베이스로부터 최소한 450 mm 거리인 경우 한 영역이 방사형 동작을 위해 정의된다. 접선 방향으로 움직이는 경우, 다른 영역은 로봇베이스로부터 200 mm 거리 내에 있다.



경고:

선형 동작의 매뉴얼 핸드가이딩에 플리케이션에 로봇이 사용되는 경우, 초당 40 도를 초과하는 속도가 위험 평가에서 용인 가능한 것으로 판단되지 않는 한 조인트 속도 제한은 반드시 베이스와 Shoulder 조인트에서 초당 최대 40 도로 지정되어야 한다. 이는 특히 접근처에서 로봇엘보가 빠르게 움직이는 것을 방지한다.

2.4 안전모드

정상 및 감소 모드 안전 시스템의 두 킥피규어러블 안전모드: 정상 및 감소. 안전 제한은 두 모드 각각을 위해 구성할 수 있다. 감소 모드는 로봇 TCP가 트리거 감소 모드 플레인 너머에 위치해 있거나 안전 입력으로 트리거되는 경우에 활성화된다. 감소 모드는 플레인을 사용하거나 입력을 사용하여 트리거할 수 있다.

플레인을 사용하는 감소 모드 실행: 로봇이 트리거 플레인의 감소 모드 측면에서 일반 모드 측면으로 돌아 가면 트리거 플레인 주변에 정상 및 감소 모드 제한이 허용되는 20mm 영역이 있다. 로봇이 한계에 가까울 때 안전 모드가 점멸하지 않게 한다.

입력을 사용하는 감소 모드 실행: 입력이 사용되면 (감소 모드 시작 또는 중지) 새로운 모드 제한 값이 적용되기 전에 최대 500ms가 경과할 수 있다. 이는 감소 모드를 정상 모드로 변경하거나 정상 모드를 감소 모드로 변경할 때 발생할 수 있다. 이를 통해 로봇은 속도를 새로운 안전 한계에 맞게 조정할 수 있다.

복구 모드 안전 제한을 위반하면 안전 시스템은 반드시 다시 시작해야 한다. 시스템이 시작시 안전 제한 외부에 있는 경우 (예: 조인트 위치 제한) 특별 복구 모드에 들어 가게 된다. 복구 모드에서는 로봇을 위해 프로그램을 실행할 수 없지만 로봇암은 프리드라이브 모드 또는 PolyScope의 이동 탭을 사용하여 로봇암을 수동으로 다시 제한 범위 내로 이동할 수 있다 (II “폴리스코프 설명서” 항목 참조). 복구 모드의 안전 제한:

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

안전시스템은이제한위반이발생하면정지카테고리 0 을발급한다.



경고:

조인트위치, TCP 위치, TCP 자세의제한은복구모드에서꺼져있다. 로봇암을다시제한안으로이동할때는주의한다.

2.5 안전관련전기적인터페이스

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

2.5.1 안전관련전기적입력

아래표는안전관련전기적입력사항개요이다.

안전입력	설명
로봇비상정지	(전용입력). 정지카테고리 1 을수행하고, 이는구성시스템비상정지출력을사용하여다른기기에전달될수있다.
비상정지버튼	(티치펜던트버튼). 정지카테고리 1 을수행하고, 이는구성시스템비상정지출력을사용하여다른기기에전달될수있다.
시스템비상정지	(컨피규어러블입력). 정지카테고리 1 를수행한다. 교착상태를피하기위해이신호는 시스템비상정지출력을통해다른기계로전달되지않는다.
안전방호정지	(전용입력). 정지카테고리 2 를수행한다.
안전방호초기화	(컨피규어러블입력). 안전방호리셋입력의에지가발생하는경우로봇을 안전방호정지상태에서재개한다.
감소모드	(컨피규어러블입력). 안전시스템은 감소모드제한으로전환한다.
3-위치활성화장치	(컨피규어러블입력). 작동모드입력이높으면안전방호정지입력으로서작동한다.
작동모드	(컨피규어러블입력). 3-위치활성화장치를구성했을때작동모드를사용한다.

정지카테고리 1 과정지카테고리 2 는드라이브동력이켜진로봇을감속하고, 이는로봇이현재경로에서벗어나지않고로봇이정지할수있게해준다.

안전입력모니터링 안전시스템이정지카테고리 1 및정지카테고리 2 중지를모니터링하는방법:

1. 안전시스템은 24ms 내로브레이크가시작되는지모니터링한다. 도해 2.2 참조.

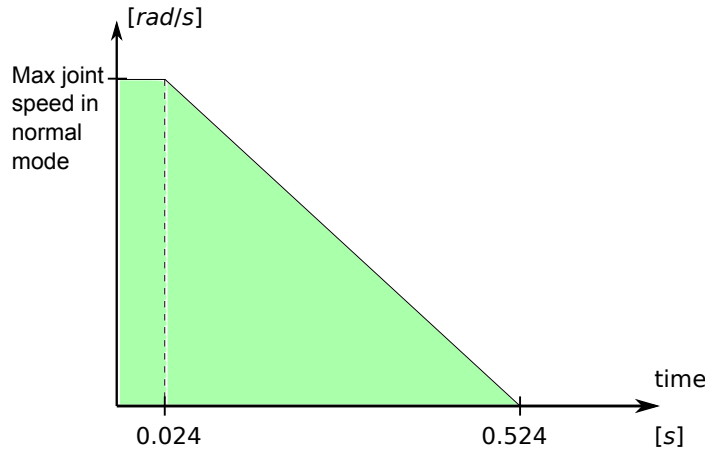


Figure 2.2: 램프아래의녹색영역은브레이크중조인트의허용속도이다. 0 시간에서 (비상정지또는안전방호정지) 이벤트가안전프로세서에서탐지되었다. 감속은 24ms 이후에시작한다.

2. 조인트가움직이는경우, 속도는 정상모드최대조인트속도를 0 rad/s 로 500 ms 안에지속적으로감속하는것으로구하는속도보다절대로이속도가높지않도록모니터링한다.
3. 조인트가휴지상태라면 (조인트속도가 0.2 rad/s 미만), 위치에서 0.05 rad 초과하여움직이지 않도록모니터링한다. 원래 위치는속도가 0.2 rad/s 미만일때측정한수치.

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

감소모드입력으로트리거되는 감소모드전환은다음과같이모니터링한다:

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

위속성중하나라도충족되지않으면안전시스템이정지카테고리 0 을발급한다.

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

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

2.5.2 안전등급전기적출력

아래표는안전관련전기적출력사항개요이다.

안전출력	설명
시스템비상정지	로봇비상정지입력이로직로우이거나비상정지버튼을누르면로직로우임
로봇이동	신호가로직하이이면로봇암의어떤단일조인트도 0.1 rad를초과하여움직이지않는다.
로봇이정지하지않음	로봇이정지했거나비상정지또는안전방호정지때문에정지중이라면로직하이이다. 그외에는로직로우이다.
감소모드	안전시스템이 감소모드인경우에로직로우이다.
비감소모드	감소모드출력이무효화되었다.

안전출력을올바르게설정하지않았다면안전시스템이다음위스트케이스반응시간으로정지카테고리 0 을발급한다:

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

3 운송

로봇은 원래포장을 사용하여 운반한다. 나중에로봇을포장하여이동할수있으므로, 포장재를건조한장소에보관한다.

포장에서설치장소로옮길때로봇암의양쪽관을동시에든다. 모든마운팅볼트가로봇베이스에단단하게조여질때까지로봇을고정시키며잡고있어야한다.

컨트롤러박스는핸들을이용하여든다.



경고:

1. 장비를들때허리나다른신체부위에무게가너무실리지않게한다. 올바른리프팅장비를사용한다. 모든지역및국가리프팅지침을준수해야한다. Universal Robots 는장비운송에의한손상에대하여책임을질수없다.
2. 4 장의마운팅지침대로로봇을확실히마운팅한다.

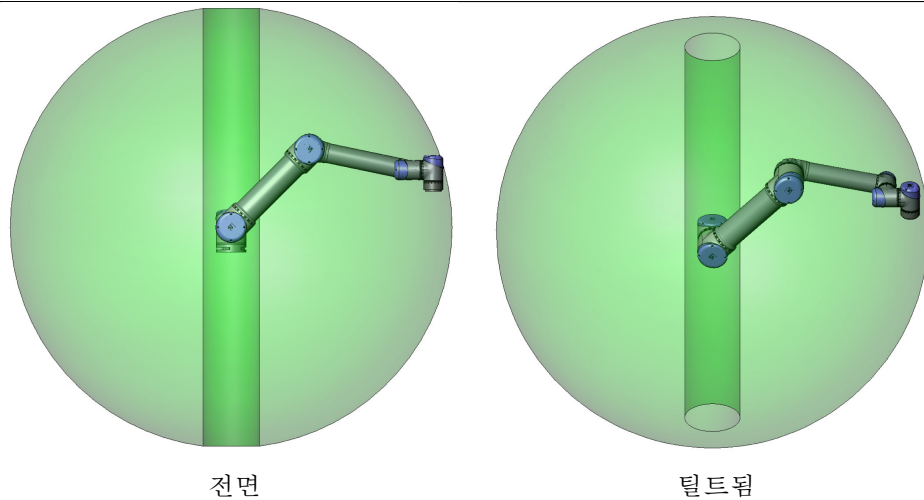
4 기계적 인터페이스

4.1 소개

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

4.2 로봇의 작업 영역

UR3 로봇의 작업 영역은 베이스 조인트에서 500 mm 확장된다. 로봇을 위한 마운팅 장소를 선택할 때 로봇 베이스의 바로 위 및 바로 아래에 대한 원통형 용적을 고려하는 것이 중요하다. 톨이느리게 움직여도 조인트를 빠르게 움직여서 로봇이 비효율적으로 작동하고, 위험 평가를 수행하기 어려워지기 때문에 원통형 용적에 톨을 가까이 움직이는 것은 가능한 한 피해야 한다.



4.3 마운팅

로봇암 로봇암은 베이스의 M6 네 개를 이용하여 베이스의 6.6 mm 구멍 네 개에 마운트한다. 9 N m 토크로 이 볼트를 조이는 것을 권장한다. 로봇암 위치를 매우 정확하게 변경해야 한다면 핀과 함께 사용할 수 있는 두 Ø5 홀이 제공된다. 또한 정확한 베이스 카운터파트를 액세스 리로 구매할 수 있다. 4.1 그림은 구멍 드릴 및 나사 마운팅 위치를 보여준다.

로봇 커넥터 케이블은 측면 또는 베이스 바닥을 통해 마운팅할 수 있다. 베이스 조인트가 토크의 10 배 및 로봇암의 중량 5 배를 최소한 견딜 수 있는 견고한 표면에 로봇을 마운팅한다. 그리고 표면은 진동이 없어야 한다.

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



위험:

- 로봇암을올바른방법으로확실하게제위치에마운팅한다. 마운팅표면은건고해야한다.
- 손가락이끼는것을피하려면로봇베이스의모든마운팅구멍에고무플러그를삽입한다.



주의:

IP 등급에적합한환경에로봇을설치한다. 로봇 (IP54), 티치펜던트 (IP54) 및컨트롤박스 (IP44) 의 IP 등급을초과하는환경에서로봇을작동시켜서는안된다.

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



위험:

1. 툴을올바른방법으로확실하게제위치에마운팅한다.
2. 부품을예기치못하게떨어뜨려서위험한상황이일어나지않도록툴을구성한다.

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

티치펜던트 티치펜던트는벽또는컨트롤박스에걸수있다. 티치펜던트를위한추가브래킷을구매할수있다. 아무도케이블에걸려서넘어지지않도록처리한다.



위험:

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

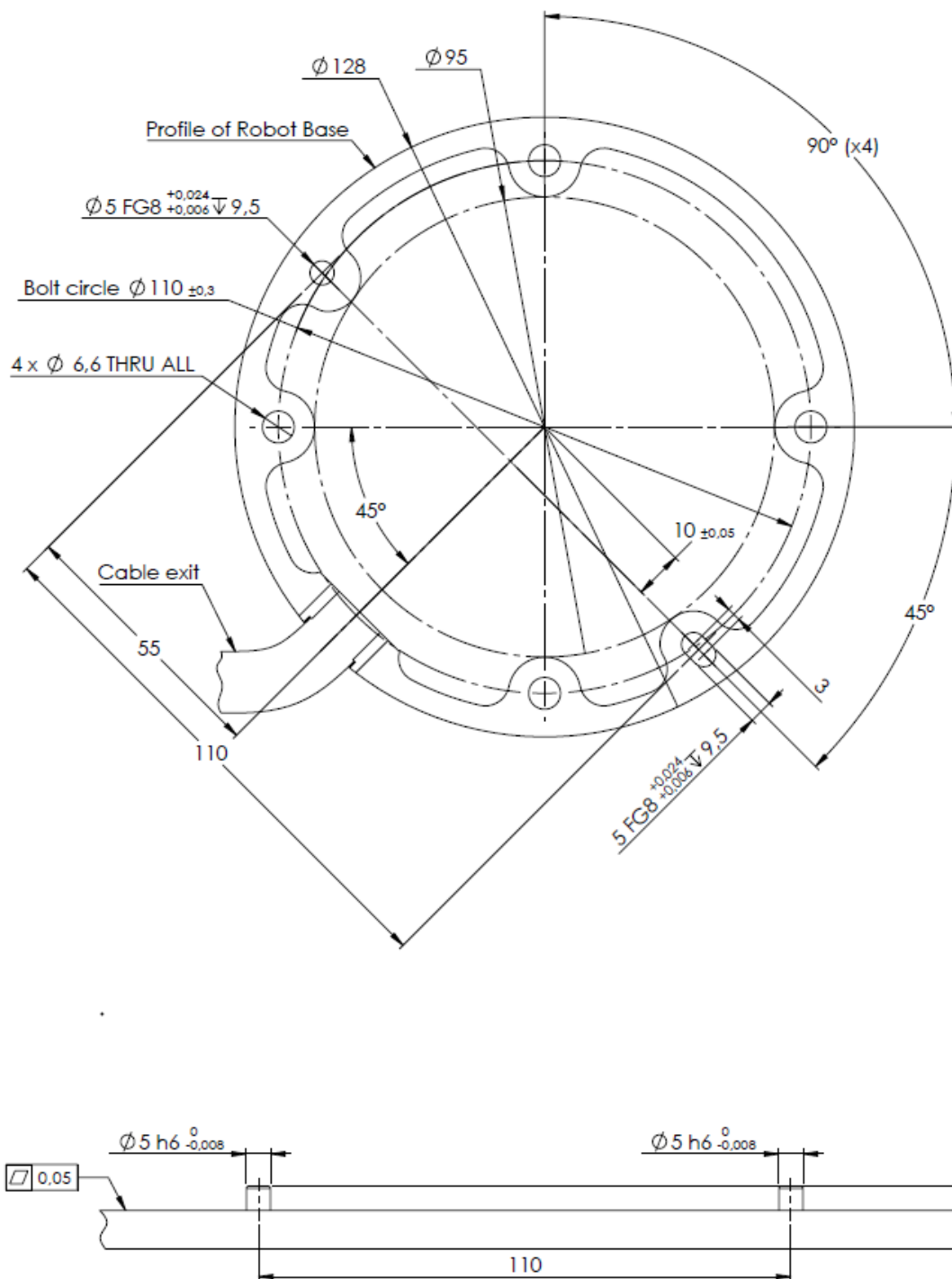


Figure 4.1: 로봇마운팅을위한구멍. M6 볼트 4 개를사용한다. 모든측정단위는 mm 이다.

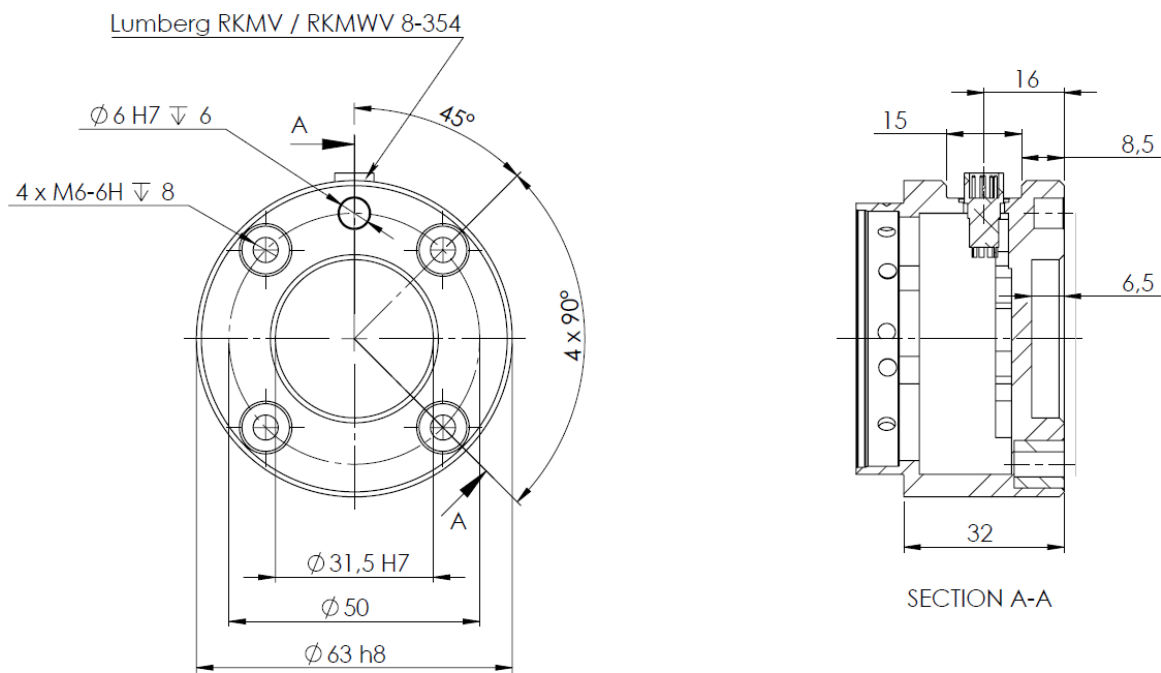


Figure 4.2: 토크출력플렌지, ISO 9409-1-50-4-M6. 여기가로봇끝에서툴을마운트하는위치이다. 모든측정 단위는 mm 이다.

4.4 최대페이로드

로봇암의 최대허용페이로드는 무게중심오프셋에 의존하며, 이를 위해 그림 4.3의 예시를 참조한다. 무게중심오프셋은 톨출력 플랜지와 무게중심 사이의 거리로 정의된다.

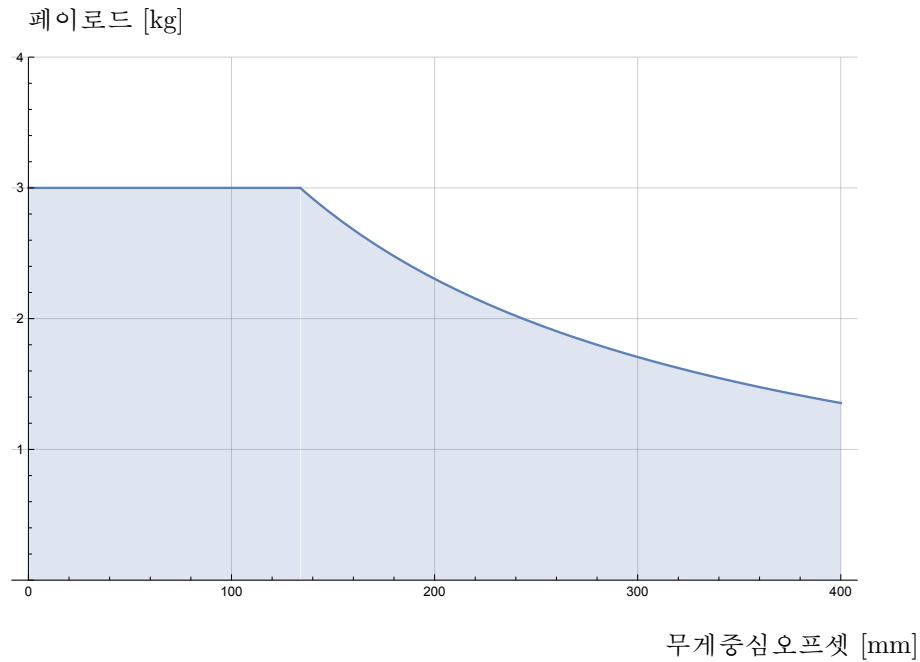


Figure 4.3: 최대허용페이로드와 무게중심오프셋 간의 관계.

5 전기적인터페이스

5.1 소개

이장에서는로봇암과 컨트롤박스의 모든전기인터페이스를설명한다.

다른인터페이스들은다른목적과특성이있는다섯그룹으로나뉘어져있다:

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

I/O라는용어는인터페이스로들어가고나오는디지털및아날로그컨트롤신호모두를의미한다.

다섯그룹은다음항목에서설명한다. 대부분의 I/O 형식에대하여예가주어졌다.

다음항목의경고와주의는모든다섯그룹에해당하며반드시준수해야한다.

5.2 전기경고및주의

다음경고와주의는로봇애플리케이션을설계하고설치하는경우에반드시준수해야한다. 경고와주의는정비작업에도적용된다.



위험:

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



위험:

1. 방수등급을받지않은모든장비는건조하게유지한다. 물이제품 안으로침투하면모든전력을록아웃및태그아웃처리하고공급 업체에연락한다.
2. 로봇과함께제공된원래케이블만사용한다. 케이블이구부러질 수있는응용에는로봇을사용하지않는다. 더길거나유연한케이블이필요하면공급업체에문의한다.
3. 음극연결은 GND 라고지칭하며, 이는로봇과컨트롤러박스의 차폐물에연결되어있다. 언급한모든 GND 연결은전력공급및 신호만을위한것이다. PE(Protective Earth) 를위해서는컨트롤박스안에있는접지표시가있는 M6 나사연결을사용한다. 접지컨덕터는최소한시스템에서최고전류의전류등급을가지고 있어야한다.
4. 로봇 I/O 에인터페이스케이블을설치할때에는주의해야한다. 맨아래에있는금속판은인터페이스케이블및커넥터용이다. 구멍을뚫기전에플레이트를뗀다. 플레이트를다시설치하기전에 깎은부스러기를모두치운다. 올바른글랜드크기를사용하도록 한다.



주의:

1. 로봇은 EMC(전자기적합성) 에대한국제 IEC 표준에준하여 시험을거쳤다. 해당 IEC 표준에서정의하는수준보다높은신 호로방해하면로봇이예기치않은행동을보일수있다. 매우높은 신호수준또는과도한노출은로봇을영구적으로손상할수있다. EMC 문제는대체로용접공정에서나타나며, 로그에서오류메 시지로알려준다. 유니버설로봇은 EMC 문제예의한손상에대 하여책임을질수없다.
2. 컨트롤박스에서다른기계및공장장비로이어지는 I/O 케이블 은확장된테스트를수행하지않는한 30m 보다길수없다.



참고:

모든전압과전류는따로명시하지않는한 DC(직류) 이다.

5.3 컨트롤러 I/O

이장은장비를컨트롤박스 안에있는 I/O 와 연결하는법을설명한다. 이 I/O 는매우유연하므로, 뉴메틱릴레이, PLC, 비상정지버튼등의다양한장비에서사용할수있다.

아래그림은컨트롤박스내부의전기인터페이스레이아웃을표시한다.

Emergency Stop	Safety	24V	■
	EIO	24V	■
	EI1	24V	■
	SI1	24V	■
Remote	12V	■	■
	GND	■	■
	ON	■	■
	OFF	■	■
Power	PWR	■	■
	GND	■	■
	24V	■	■
	0V	■	■
Configurable Inputs	24V	■	■
	CI0	■	■
	CI1	■	■
	CI2	■	■
	CI3	■	■
	24V	■	■
	CI4	■	■
	CI5	■	■
Configurable Outputs	0V	■	■
	CO0	■	■
	CO1	■	■
	CO2	■	■
	CO3	■	■
	0V	■	■
	CO4	■	■
	CO5	■	■
Digital Inputs	24V	■	■
	DI0	■	■
	DI1	■	■
	DI2	■	■
Digital Outputs	0V	■	■
	DO0	■	■
	DO1	■	■
	DO2	■	■
Analog	AG	■	■
	AI0	■	■
	AI1	■	■
	AG	■	■

다른색의의미는반드시알아두어야한다.

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

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

다음하위항목에서디지털 I/O 사용하는방법을확인할수있다. 다음항목은반드시준수해야할공통사항을설명한다.

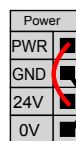
5.3.1 모든디지털 I/O 에대한공통사항

이항목은컨트롤박스에대한다음 24V 디지털 I/O 에대하여전기사양을정의한다.

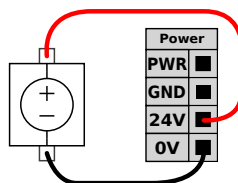
- 안전 I/O
- 컨피규어러블 I/O
- 범용 I/O.

세가지다른입력에서모두동일한전기사양에따라서 UR 로봇을설치하는것이매우중요하다.

Power 라고지칭하는터미널블록을구성하여내부 24V 전원또는외부전원에서디지털 I/O 에전력공급하는것이가능하다. 이블럭은네터미널로구성되어있다. 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. 전기사양은아래에제시되어있다.

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: * 저항부하또는최대 1H 의유도부하.



참고:

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

5.3.2 안전 I/O

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

안전장치및장비는반드시 (1장) 의안전안내및위험평가에따라서설치해야한다.

모든안전 I/O 는쌍 (중복) 이며반드시별도의브랜치를유지해야한다. 단일결함이안전기능을상실하게해서는안된다.

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

	비상정지	안전방호정지
로봇이이동을멈춤	예	예
프로그램실행	일시정지	일시정지
로봇전력	꺼짐	켜짐
초기화	수동	자동또는수동
사용빈도	빈번하지않음	빈번하지않음
에대한모든사이클재 초기화가필요함	브레이크해제만	아니요
정 지 카 테 고 리 (IEC 60204-1)	1	2
모니터링기능의 퍼 포 먼 스 레 벨 (ISO 13849-1)	PLd	PLd

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

안전 I/O 사용방법의몇가지예가다음하위항목에제시되어있다.



위험:

- 올바른안전수준인안전 PLC 가아닌 PLC 에는절대로안전신호를연결하지않는다. 이경고를따르지않으면안전기능을재정의할수있기때문에심각한부상또는사망에이를수있다. 안전인터페이스신호를일반 I/O 인터페이스신호와분리하는것이중요하다.
- 모든안전등급 I/O 는중복으로만들어졌다 (두개의별도채널). 두채널을분리하여신호장애가안전기능손실로이어지지않도록한다.
- 안전기능은로봇을설치하기전에반드시확인해야한다. 안전기능은반드시정기적으로테스트해야한다.
- 로봇설치는다음사양을준수해야한다. 이를따르지않으면안전기능을재정의할수있기때문에심각한부상또는사망에이를수있다.

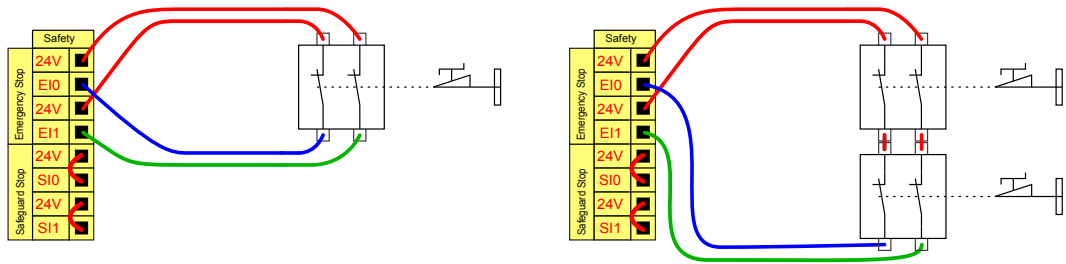
5.3.2.1 기본값안전구성

로봇은기본값구성으로배송되므로추가안전장비없이작업을할수있다. 아래도해참조.

	Safety
Emergency Stop	24V EI0
	24V EI1
Safeguard Stop	24V SI0
	24V SI1

5.3.2.2 비상정지버튼연결하기

대부분의용법에서하나이상의비상정지버튼을사용하는것이요구된다. 아래그림은하나이상의비상정지버튼을연결할수있음을보여준다.



5.3.2.3 다른기계와비상정지공유

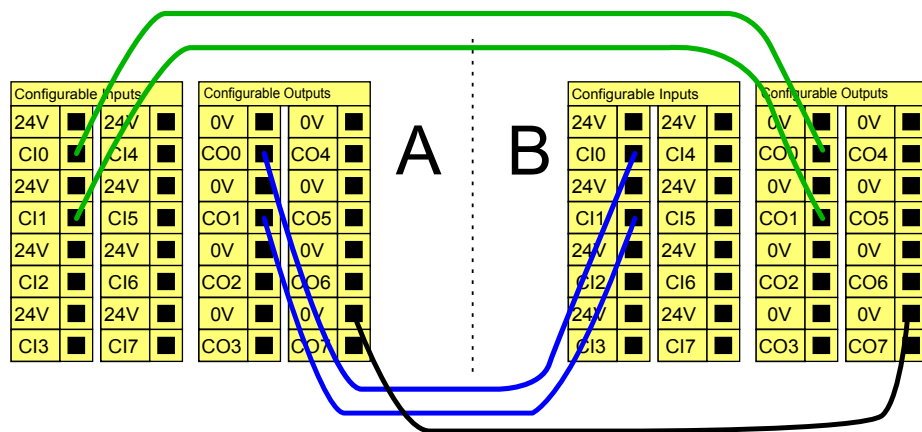
로봇을다른기계와함께사용할때공동비상정지회로를설정하는것이바람직한경우가종종있다. 작업자는이를통해어떤비상정지버튼을사용해야할지생각할필요가없게된다.

두기계모두서로의비상정지조건에서벗어나길기다리기때문에로봇비상정지 입력은공유목적으로사용할수없다.

다른기계와비상정지기능을공유하려면다음컨피규어러블 I/O 기능을반드시 GUI 를통해구성해야한다.

- 컨피규어러블입력쌍: 외부비상정지:
- 컨피규어러블출력쌍: 시스템비상정지.

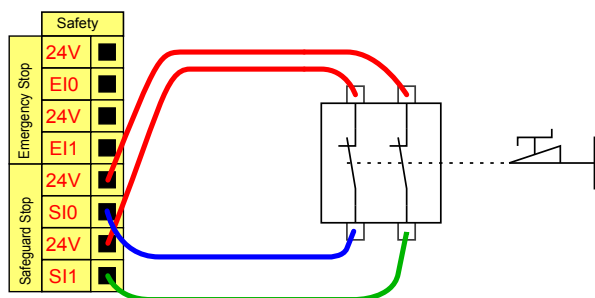
아래도해는두 UR 로봇이비상정지기능을공유하는것을보여준다. 이에에서사용한구성 I/O 는 “CI0-CI1” 및 “CO0-CO1” 이다.



두 UR 로봇또는다른기계를연결해야한다면비상정지신호를제어하기위해안전 PLC 가필요하다.

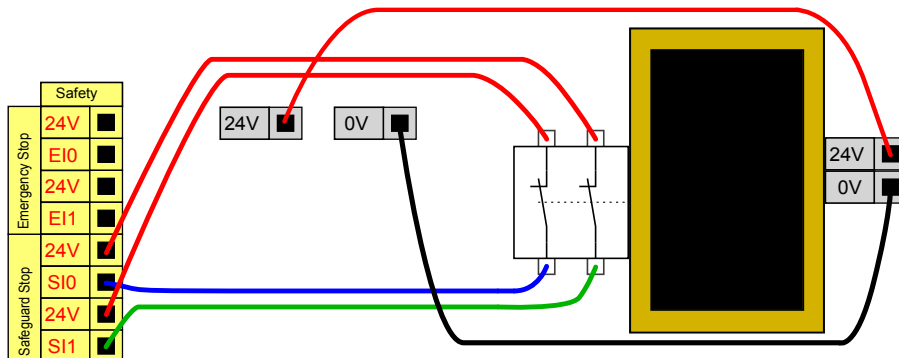
5.3.2.4 안전방호정지및자동재시작

기본안전방호정지장치의예는도어가열릴때로봇을정지하는도어스위치이다. 아래도해참조.



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

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

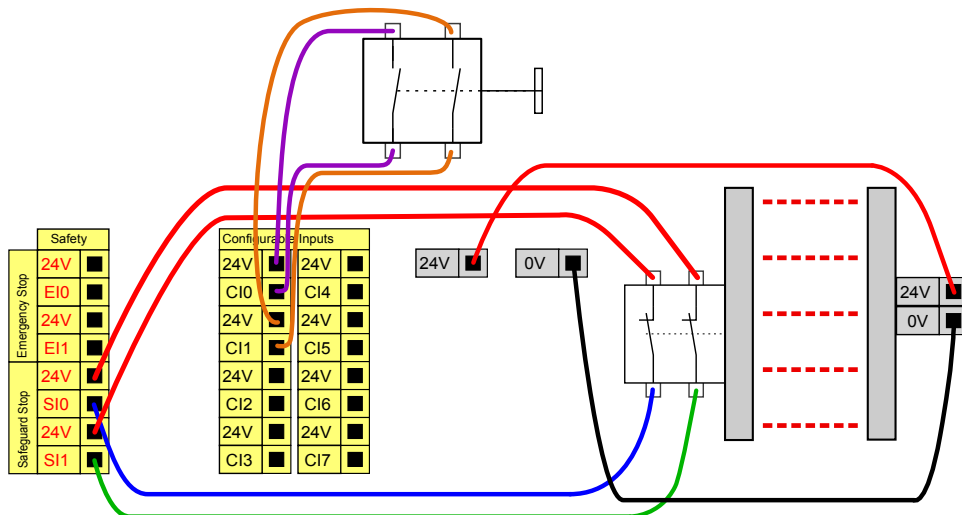


위험:

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

5.3.2.5 안전방호 정지 및 리셋 버튼

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



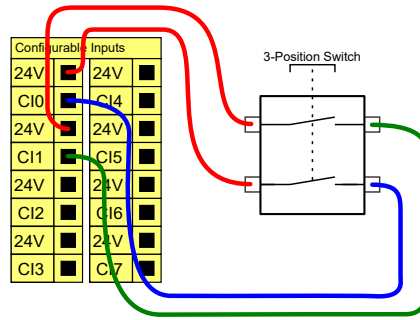
5.3.2.6 3-위치 활성화 장치

아래 그림은 3-위치 활성화 장치를 연결하는 방법을 제시한다. 3-위치 활성화 장치에 대한 자세한 내용은 10.13.1 절을 참조한다.



참고:

유니버설 로봇 안전 시스템은 다중 3-위치 활성화 장치를 지원하지 않는다.



참고:

두 3-위치활성화장치입력채널에는불일치허용오차가 1 초있다.

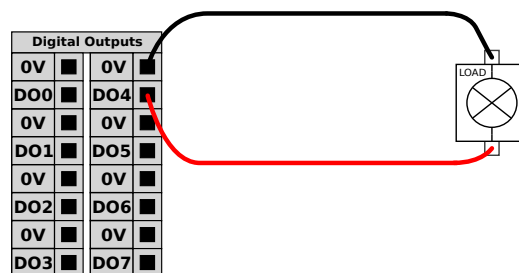
5.3.3 범용디지털 I/O

이절은안전 I/O 로구성하지않는범용 24V I/O(회색터미널) 와컨피규어러블 I/O(노란색터미널 과검은텍스트) 를설명한다. 5.3.1 항목의공통사양을반드시준수해야한다.

범용 I/O 는공압식릴레이와같은장비또는다른 PLC 시스템을구동하는데사용할수있다. 프로그램실행을중지하면모든디지털출력이자동으로꺼질수있다. II 항목참조. 이모드에서프로그램이실행중이아니면출력은언제나로우이다. 다음하위항목에예가제시되어있다. 이예는일반디지털출력을사용하지만, 안전기능을수행하지않도록구성되어있으며어떠한컨피규어러블출력도사용할수있다.

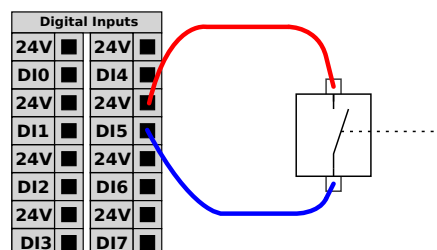
5.3.3.1 디지털출력으로부하제어

이예는디지털출력으로제어할수있도록부하를연결하는방법을보여준다. 아래참조.



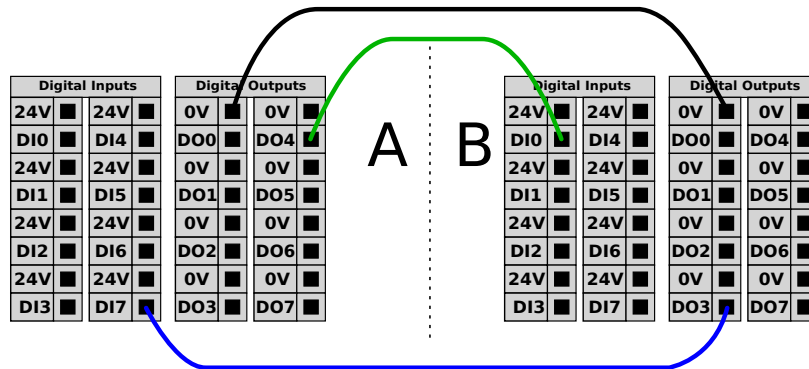
5.3.4 버튼을이용하는디지털입력

아래예는디지털입력에간단한버튼을연결하는방법을보여준다.



5.3.5 다른기계또는 PLC 와의커뮤니케이션

공통 GND (0V) 가수립되고기계가 PNP 기술을사용하면디지털 I/O 를다른장비와통신하는데 사용할수있다. 아래참조.



5.3.6 범용아날로그 I/O

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

최고의정확도를확보하기위해다음사항을추천한다.

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

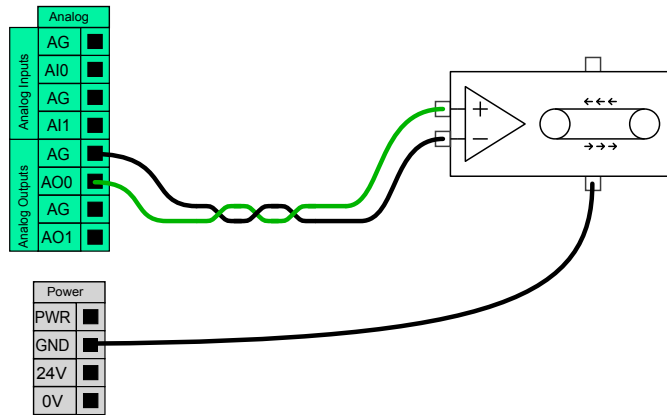
입력모드는 GUI 에서선택할수있다. II 항목참조. 전기사양은아래에제시되어있다.

터미널	매개변수	최소	형식	최대	단위
전류모드의아날로그입력					
[AIx - AG]	전류	4	-	20	mA
[AIx - AG]	저항	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압모드의아날로그입력					
[AIx - AG]	전압	0	-	10	V
[AIx - AG]	저항	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전류모드의아날로그출력					
[AOx - AG]	전류	4	-	20	mA
[AOx - AG]	전압	0	-	24	V
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압모드의아날로그출력					
[AOx - AG]	전압	0	-	10	V
[AOx - AG]	전류	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	저항	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트

다음에는아날로그 I/O 를사용하는방법을제시한다.

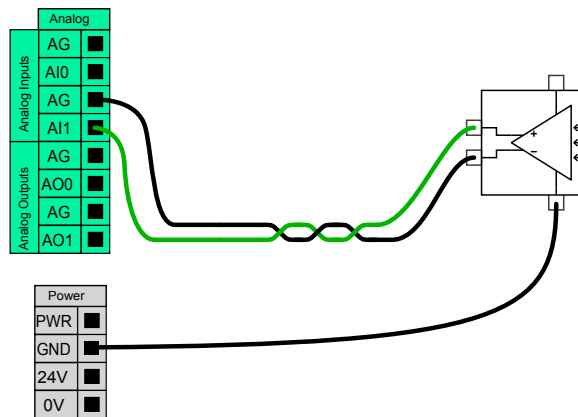
5.3.6.1 아날로그출력사용

아래는아날로그속도컨트롤입력으로컨베이어벨트를사용하는방법을제시한다.



5.3.6.2 아날로그입력사용

아래는아날로그센서를연결하는방법을제시한다.



5.3.7 원격 ON/OFF 제어

원격 ON/OFF 제어는티치펜던트를사용하지않은채컨트롤박스를켜고끄기위해사용한다. 이는 일반적으로다음경우에사용한다:

- 티치펜던트를엑세스할수없다.
- PLC 시스템이완전한제어를해야한다.
- 여러로봇을동시에켜다가꺼야한다.

원격 ON/OFF 제어는작은보조 12V 전원을제공하고, 이는컨트롤러박스가꺼져있을때활성화상태이다. “on” 및 “off” 입력은단기활성화만을위한것이다. “on” 입력은전원버튼과같은방식으로 작동한다. “off” 입력은컨트롤박스가열린파일을저장하고올바르게끌수있게하므로원격 “off” 제어를위해언제나이를사용한다.

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

다음에는 원격 ON/OFF 를 사용하는 방법을 제시한다.



참고:

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

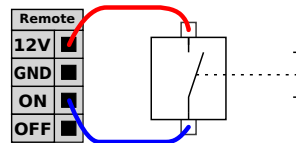


주의:

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

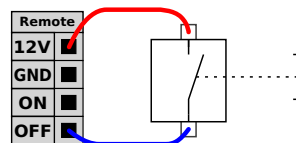
5.3.7.1 원격 ON 버튼

아래도 해는 원격 켜기 버튼을 연결하는 방법을 제시한다.



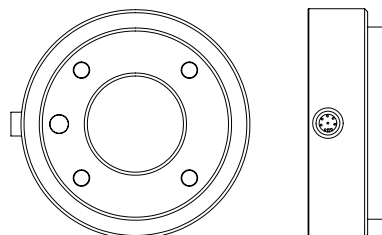
5.3.7.2 원격 OFF 버튼

아래도 해는 원격 끄기 버튼을 연결하는 방법을 제시한다.



5.4 톨 I/O

로봇의 톨 방향 끝에는 소형 8 핀 커넥터가 있다. 아래도 해 참조.



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

- Lumberg RKMV 8-354.



참고:

톨 커넥터는 최대 0.4Nm 까지 수동으로 조여야 한다.

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	톨출력 0 (TO0)
핑크색	톨출력 1 (TO1)
노란색	톨입력 0 (TI0)
녹색	톨입력 (1) (TI1)
흰색	아날로그입력 2 (AI2)
갈색	아날로그입력 3 (AI3)

내부 전원 공급은 GUI 의 I/O 탭에서 0V, 12V 또는 24V 로 설정할 수 있다. II 항목 참조. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다:

매개변수	최소	형식	최대	단위
24V 모드 의 공급 전압	-	24	-	V
12V 모드 의 공급 전압	-	12	-	V
두 모드 의 공급 전류 *	-	-	600	mA

참고: * 유도 부하에 대하여 보호 다이오드를 사용하는 것이 매우 권장됨

다음 항목은 톨의 다양한 I/O 를 설명한다.



위험:

1. 전력 중단이 위험을 일으키지 않도록 톨과 그리퍼를 연결한다.
예: 톨에서 작업 부품이 빠져나오는 것.
2. 프로그래머의 오류로 전압이 24V 로 변하여 장비에 손상을 일으키고 심한 경우에는 화재까지 일으킬 수 있으므로, 12V 를 사용할 때에는 주의해야 한다.



참고:

톨 플렌지는 GND 에 연결되어 있다 (빨간선과 같음).

5.4.1 톨 디지털 출력

디지털 출력은 NPN 으로 적용되어 있다. 디지털 출력을 활성화 하면, 대응 연결은 GND 로 이어지고, 비활성화 하면 대응 연결이 개방된다 (오픈 - 컬렉터/오픈 - 드레인). 전기 사양은 아래에 제시되어 있다:

매개변수	최소	형식	최대	단위
개방시 전압	-0.5	-	26	V
싱킹시 전압 1A	-	0.05	0.20	V
싱킹시 전류	0	-	600	mA
GND 를 통한 전류	0	-	600	mA

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

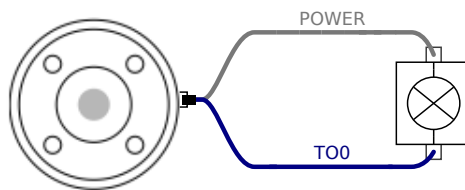


주의:

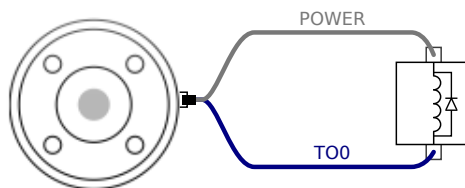
1. 디지털 출력은 전류 제한을 적용하지 않으며, 특정 데이터를 무시하면 영구적인 손상을 입힐 수 있다.

5.4.1.1 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 차폐물/그라운드 사이에 전압이 남는 것을 염두에 두어야 한다.



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



5.4.2 톨 디지털 입력

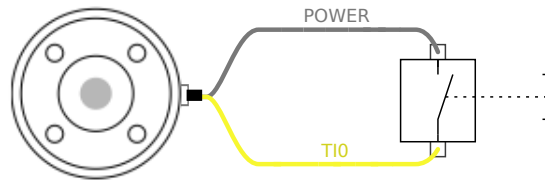
디지털 입력은 PNP 및 약한 풀다운 저항이 적용되어 있다. 이는 부동 입력이 언제나 로우를 읽는다는 것을 의미한다. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

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.

5.4.2.1 톨디지털입력사용하기

아래에는간단한버튼을연결하는방법을보여준다.



5.4.3 톨아날로그입력

톨아날로그입력은 I/O 탭에서비차동이프로전압또는전류로설정할수있다. II 항목참조. 전기 사양은아래에제시되어있다.

매개변수	최소	형식	최대	단위
전압모드의입력전압	-0.5	-	26	V
입력저항 @ 0V 10V 범위	-	15	-	kΩ
분해능	-	12	-	비트
전류모드의입력전압	-0.5	-	5.0	V
전류모드의입력전류	-2.5	-	25	mA
입력저항 @ 4mA 20mA 범위	-	200	-	Ω
분해능	-	12	-	비트

아날로그입력사용방법의두가지에가다음하위항목에제시되어있다.

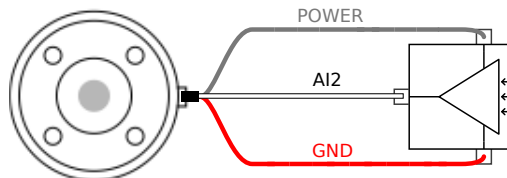


주의:

1. 아날로그입력은전류모드에서전압에대하여보호받지않는다. 전기사양에서제한을과도하게매기면입력에영구적손상을일으킬수있다.

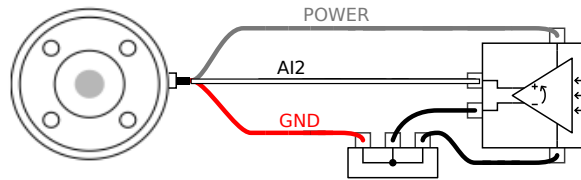
5.4.3.1 톨아날로그입력사용하기, 비차동

아래에는아날로그센서에비차동출력을연결하는방법을보여준다. 아날로그입력의입력모드가 I/O 탭과동일하게지정되는한센서출력은전류또는전압중에서선택할수있다. 전압출력이있는센서가톨의내부저항을구동할수있는지확인해야한다. 그렇지않으면측정이잘못될수있다.



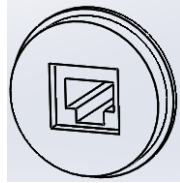
5.4.3.2 톨아날로그입력사용하기, 차동

아래에는아날로그센서에차동출력을연결하는방법을보여준다. 음출력부를 GND(0V) 에연결하면비차동센서와동일하게작동한다.



5.5 이더넷

컨트롤박스아래에이더넷 연결이제공되어있다. 아래그림참조.



이더넷인터페이스는다음을위해사용할수있다:

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

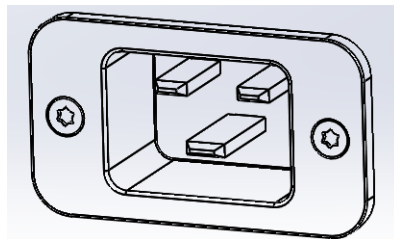
전기사양은아래에제시되어있다.

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

5.6 전원연결

컨트롤러박스의전원케이블은끝에표준 IEC 플러그가있다. IEC 플러그에해당국가전원플러그 또는케이블을연결한다.

로봇에전력을공급하려면컨트롤박스가전원에연결되어있어야한다. 이는컨트롤박스아래의표준 IEC C20 플러그와해당 IEC C19 코드를통해해야한다. 아래도해 참조.



전원공급의최소요구조건:

- 접지.
- 메인퓨즈.
- 누전차단기.

서비스록아웃과태그아웃을쉽게사용할수있도록로봇에플리케이션에서모든장비를끌수있는전원스위치를설치할것을권장한다.

전기사양은아래표에제시되어있다.

매개변수	최소	형식	최대	단위
입력전압	100	-	265	VAC
외부전원퓨즈 (@ 100-200V)	8	-	16	A
외부전원퓨즈 (@ 200-265V)	8	-	16	A
입력주파수	47	-	63	Hz
대기전력	-	-	0.5	W
정격소비전력	90	125	250	W

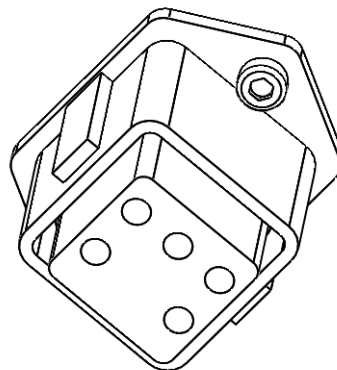


위험:

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

5.7 로봇연결

컨트롤박스 아래의커넥터에로봇케이블을반드시연결해야한다. 아래그림참조. 로봇암을켜기전에커넥터가올바르게잠겨있는지확인한다. 로봇케이블분리는로봇전원을꺼낸상태에서만할수있다.





주의:

1. 로봇암이켜진상태에서는로봇케이블을분리하지마십시오.
2. 원래케이블은연장하거나개조하지마십시오.

6 유지 및 보수

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

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

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

Universal Robots 에 부품을 반환 할 때에는 서비스 매뉴얼에 따라서 반환해야 한다.

6.1 안전 지침

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

보전 및 수리 작업 목적은 시스템을 작업 가능한 상태로 유지 하거나, 잘못이 있을 때에는 시스템을 작업 가능 상태로 되돌리는 것이다. 수리 작업은 실제 수리 뿐 아니라 문제 진단을 포함한다.

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



위험:

1. 소프트웨어 안전 설정을 아무것도 바꾸지 않는다 (예: Force 제한). 안전 구성은 폴리스코프 설명서에 설명이 나와 있다. 안전 매개변수 중 무엇이든 변경 되면 로봇 시스템 전체를 신규로 고려한다. 즉 이에 따라 위험 평가를 포함하여 전체적인 안전 승인 절차를 다시 수행해야 한다는 의미이다.
2. 같은 아티클 번호가 있는 새 구성 요소 또는 Universal Robots 에서 승인 한 동등한 구성 요소로 결합이 있는 구성 요소를 변경한다.
3. 작업을 완료 한 다음에는 꺼진 안전 기능을 다시 켜다.
4. 모든 수리를 기록 하고 로봇 시스템 전체와 관련된 기술 파일에 이 문서를 저장한다.



위험:

1. 전원입력케이블을 컨트롤박스맨아래에서 제거하여 전원을 완전히 끈다. 로봇암또는 컨트롤박스에 연결된 다른 전력공급원에서 전력이 공급되지 않도록 한다. 수리기간동안에 다른 사람이 시스템에 전원을 공급하는 것을 방지하도록 주의해야 한다.
2. 시스템에 다시 전원공급을 하기 전에 접지를 확인한다.
3. 로봇암또는 컨트롤박스 부품을 해체 할 때에는 ESD 규정을 준수한다.
4. 컨트롤박스 내에 있는 전력공급부를 해체 하지 않도록 한다. 컨트롤박스를 끈 후 몇 시간 이 지난 다음에도 이 전력공급부에는 고전압이 (최대 600V) 잔존해 있을 수 있다.
5. 로봇암또는 컨트롤박스에 물이나 먼지가 들어가는 것을 방지한다.

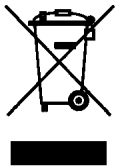
7 폐기및환경

UR 로봇은적용되는국가의법, 규정, 표준에따라폐기해야한다.

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

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

다음심볼은위의법규에대한준수여부를표시하기위하여로봇에고정되어있다:



8 인증

이장에서는제품에대한인증서와선언을제공한다.

8.1 제 3 자인증

제 3 자인증은자발적이다. 하지만로봇통합자를위한최고의서비스를제공하기위하여 UR 은다음의공인시험기관에서로봇을인증했다.



TÜV NORD UR 로봇은 EU 기계류지침 2006/42/EC 에서인증기관으로인정받은 TÜV NORD 로부터안전성을승인받았다. 부록 B에서 TÜV NORD 안전승인증서의사본을확인할수있다.



TÜV Rheinland UR 로봇은 EU 기계류지침 2006/42/EC 에서인증기관으로인정받은 TÜV Rheinland 로부터안전성을승인받았다. 부록 B에서 TÜV Rheinland 승인증서의사본을확인할수있다.



DELTA UR 로봇은 DELTA 의성능시험을거쳤다. 전자기호환성 (EMC) 및환경테스트인증서는 부록 B에서확인할수있다.



TÜV SÜD UR 로봇은 TÜV SÜD 의클린룸시험을거쳤다. 청정실인증서는 부록 B에서찾을수있다.



중국 RoHS UR 로봇은전자정보제품으로오염을제어하기위한중국 RoHS 관리방법을준수한다. 부록 B에서제품선언테이블의사본을확인할수있다.



KCC 안전 UR 로봇은제품안전을위해한국 KC 마크인증표준을준수한다. 부록 B에서 KCC 안전승인증서의사본을확인할수있다.

8.2 공급 3 자인증



환경

공급사가제공한대로 UR 로봇운송팔레트는목재 포장재생산에대한 ISMPM-15 덴마크요구사항을 준수하고이제도에따라표시된다.

8.3 제조업체의시험인증



UR

UR 로봇은지속적인내부테스트와최종라인테스트 절차를받는다. UR 테스트절차는지속적으로검토 및개선을받는다.

8.4 EU 지령에준하는선언

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

UR 로봇은아래지령을준하여인증을받았다.

2006/42/EC — 기계류지침 (MD)

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

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

2006/95/EC — 저전압지령 (LVD)

2004/108/EC — 전자기적합성 (EMC)

2011/65/EU — 유해물질사용제한 (RoHS)

2012/19/EU — 폐전기및전자제품 (WEEE)

부록 B의편입선언에위지령에대한적합성선언이나열되어있다.

CE 마크는위의 CE 마크표시지령에준하여부착했다. 전기및전자장비폐기물에대한정보는 장 7에있다.

로봇개발도중적용한표준에대한정보는 부록 C을 (를) 참조한다.

9 보증

9.1 제품보증

딜러또는리테일러에대한사용자 (고객) 클레임에대한침해없이고객은아래조건하에서제조사보증을 받는다:

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. 이보증은고객의법적권리를제한하거나예외를두지않으며제조사의태만에따른사망또는개인상해에대한책임을면제하지않는다. 보증기간은보증하에서수행한서비스로인해연장되지않는다. 의무적으로제공하는보증은없으며 Universal Robots 는교체또는수리를위하여고객에게청구할권리를보유한다. 위조항은고객에불리하게입증책임조건에대한변경을묵시적으로적용하지않는다. 기기가결함을나타내는경우 Universal Robots 는수입손실, 사용손실, 생산손실또는다른제품장비에대한손상과같은간접적손해또는손실을포함하지만이에제한되지않는간접, 우발적, 특수, 결과적손해에대하여보상을하지않는다.



주의:

일반적으로주어진용도에필요한것보다높은가속도사용을피하는것이좋다. 특히높은하중과결합된높은가속도는로봇의수명을단축시킬수있다. 사이클타임이짧고속도요구가높은용도의경우높은가속도가필요없는부드러운케도를보장하기위해가능한한많이블렌드를사용하는것이권장된다.

9.2 면책조항

Universal Robots 는제품안정성및성능개선노력을계속진행하므로사전에알리지않고제품을업그레이드할권리를보유한다. Universal Robots 는이설명서의모든내용이정확하고올바르도록노력하지만, 어떠한오류또는빠진정보에대해서도책임을지지않는다.

A 정지시간및정지거리

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

A.1 정지카테고리 0 의정지거리및시간

아래표는정지카테고리 0 발동시측정한정지거리와시간을포함한다. 이측정은로봇의다음구성에해당함:

- 연장: 100% (로봇암이수평으로완전히연장됨).
- 속도: 100% (로봇의일반속도는 100% 으로지정되고관절속도는 183°/s 임).
- 페이로드: TCP 에부착된로봇이최대페이로드를취급한다 (3 kg).

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

	정지거리 (rad)	정지시간 (ms)
관절 0 (베이스)	0.18	159
관절 1 (SHOULDER)	0.20	154
관절 2 (ELBOW)	0.15	92

¹의정지시간및거리정보 IEC 60204-1 기준, 자세한정보는용어집참조.

B 선언및인증

B.1 EU Declaration of Incorporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010

Manufacturer:		Person in the Community Authorized to Compile the Technical File:
	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	David Brandt Technology Officer, R&D Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s):		
	Product and Function:	Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed
	Model:	machine (with end-effector and intended use). UR3, UR5, UR10 with CB3 control box (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)
	Serial Number:	Starting 20183000000 and higher — Effective 1 January 2018
	Incorporation:	Universal Robots (UR3, UR5, and UR10) shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:

- I Machinery Directive 2006/42/EC — The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
- II Low-voltage Directive 2014/35/EU — Reference the LVD and the harmonized standards used below.
- III EMC Directive 2014/30/EU — Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
- IV RoHS Directive 2011/65/EU — Reference the RoHS Directive 2011/65/EU
- V WEEE Directive 2012/19/EU — Reference th WEEE Directive 2012/19/EU



Reference to Harmonized Standards Used:		
(I) EN ISO 10218-1:2011 as applicable (I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015* *Note: From the 2008 to the 2015 editions, there are no changes relevant to our robots TUV Nord Certificate 4478014097602	(I) EN ISO 13849-2:2012 (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (II) EN 60529:1991/ A2:2013	(II) EN 60664-1:2007 (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (II) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 (III) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/ A1:2006
Reference to Other Technical Standards and Specifications Used:		
(I) ISO/TS 15066 as applicable (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007	(III) IEC 60068-2-27:2008 (III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 Class 5 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3, UR5 and UR10 manipulators
The manufacturer, or his authorised representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities. Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #DK008850.		

Odense Denmark, 27 September 2018

Name:

Position/ Title

Roberta Nelson Shea

Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.2 CE/EU 편입선언 (원본번역)

제조사:		커뮤니티에서기술파일을컴파일하도록허가된자:
	유니버설로봇 A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark	David Brandt 테크놀로지오피서, R&D 유니버설로봇 A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
부분품으로서의기계설명및식별:		
	제품및기능: 모델: 일련번호:	산업용로봇 (컨트롤러및티치펜던트가있는다축조작기). 기능은완성된기계에의해 결정됨 (엔드이펙터및용도포함). UR3, UR5, UR10 와 CB3 컨트롤 박스 (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3) 201830000000 에서시작되고그이상 — 2018 년 1 월 1 일 월요일발효
	통합:	유니버설로봇 (UR3, UR5 및 UR10) 는최종완성기계 (로봇시스템, 셀또는애플리케이션) 에통합될때만작동 서비스가시작되며, 이는기계류지침및그외해당지침의 조항을준수해야한다.

위의제품이아래지침을충족함을선언함:

- I Machinery Directive 2006/42/EC — 다음필수요건충족됨: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 관련기술문서가 Machinery Directive 의 Annex VII 의 Part B 에따라작성되었다고선언되었다.
- II Low-voltage Directive 2014/35/EU — 아래에사용된 LVD 및조화표준을참조한다.
- III EMC Directive 2014/30/EU — EMC Directive 및아래에사용된표준을참조한다.
- IV RoHS Directive 2011/65/EU — RoHS Directive 2011/65/EU 참조
- V WEEE Directive 2012/19/EU — WEEE Directive 2012/19/EU 참조



사용된 조화표준 사용:		
(I) 적용되는 EN ISO 10218-1:2011 (I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008 (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015* * 참고: 2008 부터 2015 까지 판, 변경사항 없음 우리로봇관련 TUV Nord 인증서 4478014097602	(I) EN ISO 13849-2:2012 (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008 (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007 (II) EN 60529:1991/ A2:2013	(II) EN 60664-1:2007 (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (II) EN 61000-6-2:2005 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011 (III) EN 61131-2:2007 (II) EN 61140:2002/ A1:2006
사용된 다른 기술 표준 및 규격 참조:		
(I) ISO/TS 15066 적용 가능 부분 (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007	(III) IEC 60068-2-27:2008 (III) IEC 60068-2-64:2008 (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 61326-3-1:2008	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 Class 5 대상 인클로저가 있는 제어 어셈블리 및 Class 5 적용: UR3, UR5 및 UR10 조작기
제조사 또는 승인된 대표가 국가당국의 근거 있는 요청에 대한 응답으로서 부분적으로 완성된 기계에 대한 관련 정보를 전달해야 한다. 전체 품질 보증 시스템 (ISO 9001) 에 대한 인증 기관 Bureau Veritas 의 승인, 인증서 #DK008850.		

Odense Denmark, 27 September 2018

Name:

Roberta Nelson Shea

Position/ Title

Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60

Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989

info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

B.3 안전시스템인증



ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

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

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

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



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

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


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

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

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

B.4 TUV Rheinland

Certificate		
Certificate no. T 72190266 01		
License Holder: Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark		Manufacturing Plant: Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark
Test report no.: USA-RB 31875333 002 Tested to: EN ISO 10218-1:2011		Client Reference: Roberta Nelson Shea
Certified Product: Robot Manipulator and Controller Model Designation: UR3, UR5, UR10 Rated Voltage: AC 100-200V, 47-63Hz or AC 200-240V, 47-63Hz Rated Current: 15A or 8A Protection Class: I		License Fee - Units 7
Special Remarks: Solely assessed per standard listed above. The robot is only a component in a final robot application, collaborative or non-collaborative. The final application must comply with EN ISO 10218-2 accordingly. Replaces Certificate T7218250.		
Appendix: 1, 1-5		7
Licensed Test mark:  EN ISO 10218-1 www.tuv.com ID 0007000000		Date of Issue (day/mo/yr) 01/02/2019
TUV Rheinland of North America, Inc., 12 Commerce Road, Newtown, CT 06470, Tel (203) 426-0888 Fax (203) 426-4009		

저작권 © 2009-2019 유니버설로봇 A/S. 모든 권리 보유.

B.5 중국 RoHS

**Management Methods for Controlling Pollution
by Electronic Information Products
Product Declaration Table
For Toxic or Hazardous Substances**
表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式



Product/Part Name 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X
O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006. O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。 X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006. X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。 (企业可在此处，根据实际情况对上表中打“X”的技术原因进行进一步说明。) Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period: 下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间: Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces 驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口 Refer to product manual for detailed conditions of use. 详细使用情况请阅读产品手册。 Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability. Universal Robots 鼓励回收再利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务						

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at <http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility>, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

B.6 KCC 안전



자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		
자율안전인증대상 기계·기구명				
		산업용로봇		
형식(규격)	UR3	용량(등급)	6 axis	
자율안전확인번호	16-AB2EQ-00926			
제조사	Universal Robots A/S			
소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark			

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장



B.7 환경시험인증

**Climatic and mechanical assessment sheet no. 1375**

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T209612 and T209963
Product identification Robot system UR3, consisting of: UR3 Robot Arm CB 3.1 Control Box TP 3.1 Teach Pendant	
DELTA report(s) DELTA project no. T209612, DANAK-19/14749 DELTA project no. T209963, DANAK-19/14964	
Other document(s)	
Conclusion The Robot system UR3 including its Robot Arm, Control Box and Teach Pendant has 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 the annexes of the test reports mentioned above, were fulfilled. IEC 60068-2-1:2007, Test Ae: -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2:2007, Test Be: +50 °C, 16 h IEC 60068-2-27:2008, Test Ea: 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks IEC 60068-2-64:2008, Test Fh: 5 – 10 Hz: 0.0025 (m/s ²) ² /Hz, 10 – 50 Hz: 0.04 (m/s ²) ² /Hz, 100 Hz: 0.0025 (m/s ²) ² /Hz, 1.5 m/s ² (0.15 grms), 3 x 30 min.	
Date Hørsholm, 06 February 2015	Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

B.8 EMC 시험인증



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

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

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

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

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

Manufacturer

Universal Robots A/S

Technical report(s)

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

Standards/Normative documents

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

DELTA

Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

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

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

Hørsholm, 08 August 2016

Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

B.9 클린룸시험인증

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT



Industrie Service

CERTIFICATE

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

Roboter, Model: UR3 / Typ INDUSTRIAL

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

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

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

Certificate Nr.: 2589737-01
Report-Nr.: 203195-1
Valid till: August 2018



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



Industrie Service

CERTIFICATE

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

Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

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

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

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

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

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

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

C 응용 표준

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

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

약어 정의:

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

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

ISO 13849-1:2006 [PLd]

ISO 13849-1:2015 [PLd]

ISO 13849-2:2012

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

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

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

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

ISO 13850:2006 [정지 카테고리 1]

ISO 13850:2015 [정지 카테고리 1]

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

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

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

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

ISO 12100:2010

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

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

UR 로봇은 이 표준의 원칙에 따라서 평가된다.

ISO 10218-1:2011

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

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

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

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

분류:

- “3.24.3 안전 방호 공간”은 경계 안전 방호로 정의된다. 일반적으로 안전 방호 공간은 펜스 뒤의 공간으로서 위험성을 가지고 있는 전통 로봇으로부터 사람을 보호한다. 펜스 경계가 정의한 위험한 안전 방호 공간이 없는 경우, UR 로봇은 내장 전력 및 포스 제한 협업 안전 기능을 사용하여 펜스 없이 작동하도록 설계되었다.
- “5.4.2 성능 요구 사항”. 모든 안전 기능은 ISO 13849-1:2006 에 따라서 PLd 로 구성되었다. 로봇은 각 관절 안에 중복 인코더 시스템을 포함하는 것으로 만들어졌고, 안전 등급 I/O 는 카테고리 ¹ 3 구조에 따라 만들어졌다. 완전한 안전 기능의 PLd 를 형성하기 위해 안전 등급 I/O 는 반드시 이 설명서에 따라서 카테고리 3 장비로 연결되어야 한다.
- “5.7 작동 모드”. UR 로봇은 다른 작동 모드가 없으므로 모드 선택기가 없다.
- “5.8 펜던트 제어”. 이 항목은 위험한 안전 방호 공간에서 사용하는 경우, 티치 펜던트에 대한 보호 기능을 정의한다. UR 로봇은 협업 작업을 위해 설계되었으므로, 기존 로봇과 같은 위험한 안전 방호 공간이 없다. UR 로봇은 기존 로봇보다 안전하게 티칭할 수 있다. 세 위치 지정 활성화 장치를 해제하는 대신에 작업자가 간단하게 로봇을 손으로 멈출 수 있다. UR 로봇이 위험한 안전 방호 작업을 위해 설치된다면, 이 설명서의 지침대로 세 위치 지정 장치가 연결될 수 있다. 추가로 ISO/TS 15066 5.4.5 항을 참조한다.
- “5.10 협업 작업 요구 사항”. UR 로봇의 전력 및 포스 제한 협업 안전 기능은 언제나 활성화 상태이다. UR 로봇의 시각 디자인은 로봇이 협업 작업을 위해 사용할 수 있음을 나타낸다. 전력 및 포스 제한 기능은 ISO 10218-1 5.10.5 항에 따라 설계되었다. 추가로 ISO/TS 15066 5.5.4 항을 참조한다.
- “5.12.3 안전 등급 소프트웨어 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/TS 15066:2016

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

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

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

지알아보는것이다. 정의에따르면 TS 는유럽지령에조화가될정도로성숙하지않다.

이 TS 는로봇제조사및로봇통합자를위한것이다. UR 로봇은원로봇자체와관련이있는파트를준수하고, 통합자는로봇통합을위해 TS 를사용할수있다.

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

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

미국표준은 ISO 표준 ISO 10218-1 및 ISO 10218-2 를하나로통합한문서이다. 언어는영국영어에서미국 영어로바뀌었지만, 내용은동일하다.

이표준의둘째부분은 (ISO 10218-2) 유니버설로봇이아닌로봇시스템통합자를위한것이다.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

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

이표준의둘째부분은 (ISO 10218-2) 유니버설로봇이아닌로봇시스템통합자를위한것이다.

IEC 61000-6-2:2005

IEC 61000-6-4/A1:2010

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

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

Electromagnetic compatibility (EMC)

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

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

이표준은전기및전자장장애조건을정의한다. 이표준을준수하면 UR 로봇이산업적환경에서잘수행될수 있고다른장비를방해하지않는다.

IEC 61326-3-1:2008

EN 61326-3-1:2008

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

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

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

IEC 61131-2:2007 (E)

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

다른 PLC 시스템과의 안정적인 커뮤니케이션을 보장하기 위해 이 표준 조건에 따라서 정상 및 안전 등급 24V I/O 가 제작되었다.

ISO 14118:2000 (E)

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

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

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

IEC 60947-5-5/A1:2005

EN 60947-5-5/A1:2013 [2006/42/EC]

Low-voltage switchgear and controlgear

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

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

IEC 60529:2013

EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

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

IEC 60320-1/A1:2007

IEC 60320-1:2015

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

EN 60320-1:2015

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

전원 입력 케이블은 이 표준을 준수한다.

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

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

ISO 13732-1:2006

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

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

Part 1: Hot surfaces

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

IEC 61140/A1:2004

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

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

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

IEC 60068-2-1:2007

IEC 60068-2-2:2007

IEC 60068-2-27:2008

IEC 60068-2-64:2008

EN 60068-2-1:2007

EN 60068-2-2:2007

EN 60068-2-27:2009

EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

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

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

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

UR 로봇은 이 표준에서 정의한 시험 방법에 따라서 테스트한다.

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

이표준의일반원칙이적용된다.

IEC 60664-1:2007

IEC 60664-5:2007

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

EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

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

UR 로봇의전기회로는이표준을준수하여설계되었다.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

사출성형기와인터페이스연결을할수있도록 E67 액세스리모듈이장착된 UR 로봇은표준을준수한다.

D 기술사양

로봇타입	UR3
중량	11 kg / 24.3 lb
최대페이로드	3 kg / 6.6 lb
미치는범위	500 mm / 19.7 in
조인트범위	툴플랜지의무제한회전, 그외모든조인트 $\pm 360^\circ$
속도	모든손목조인트: 최대 $360^\circ/\text{s}$ 그외조인트: 최대 $180^\circ/\text{s}$. 툴: 약 1 m/s / 약 39.4 in/s .
포즈반복성	$\pm 0.1\text{ mm}$ / $\pm 0.0039\text{ in}$ (4 mils) per ISO 9283
공간	$\varnothing 128\text{ mm}$ / 5.0 in
자유도	6 회전조인트
컨트롤박스크기 (W × H × D)	462 mm × 418 mm × 268 mm / 18.2 in × 16.5 in × 10.6 in
컨트롤박스 I/O 포트	16 디지털인, 16 디지털아웃, 2 아날로그인, 2 아날로그아웃
툴 I/O 포트	2 디지털인, 2 디지털아웃, 2 아날로그인
I/O 전원공급	컨트롤박스안의 24 V 2 A
통신	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-T Ethernet 소켓, modbus TCP & EtherNet/IP 어댑터, Profinet
프로그래밍	12" 터치스크린의폴리스크로프그래픽사용자인터페이스
소음	70 dB(A)
IP 분류	IP54
클린룸등급	로봇암: ISO 클래스 5 컨트롤박스: ISO 클래스 6
최대평균전력	250 W
전력소비	일반적인프로그램사용시약 100 W
협업작업	15 개의고급안전기능. 준수사항: EN ISO 13849-1:2008, PLd 및 EN ISO 10218-1:2011, clause 5.10.5
재질	알루미늄, PP 플라스틱
온도	로봇은주위온도범위에서작동할수있음: $0-50^\circ\text{C}$ 연속된높은조인트속도에서최대주위온도규격은감소한다.
전원공급	100-240 VAC, 50-60 Hz
케이블	로봇과컨트롤박스사이의케이블 (6 m / 236 in) 터치스크린과컨트롤박스사이의케이블 (4.5 m / 177 in)

E 안전기능표

E.1 표 1

Table 1: Safety Function (SF) Descriptions NOTE: all safety functions are individual safety functions

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0	Internal	Emergency Stop 1, 2, 3, 4 <i>There are two Emergency Stop safety functions</i>	Pressing Estop on the Teach Pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 & a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) ³ . These are SF0 and SF1, respectively. - SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop³ (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. - SF1: Command¹ all joints and power to stop. This is a Cat 1 stop³ per IEC 60204-1. - The stopping times⁴ of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. - SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3 which stops power immediately with a worst-case scenario stopping time of 1250ms, even if all joint monitoring failed at the same time and the robot is at maximum speed after 524ms. - SF1 has a safety rating of PLd Cat2 (see page 6) with a maximum stop time of 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for more information. The stop time can be reduced by the application's safety limit (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the stop times provided in the User Manual.	Robot Arm
SF1				
SF2	Logic and outputs INTERNAL	Safeguard Stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which initiates a Cat 2 stop ³ per IEC 60204-1. <i>For the safety rating of the completely integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).</i>	Robot Arm
SF3	Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the Joint Position limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. <i>Limits the set of allowed Joint Positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Joint (each)
SF4	Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a Joint Speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit.	Joint (each)

¹ Communications between the Teach Pendant, controller, & the robot arm (between joints) are SIL 2, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See [NOTES](#)

² **Estop validation:** The Estop button is evaluated within the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2. To validate the Teach Pendant Estop functions, press the Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

³ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop is either Cat 0 or Cat 1. As an exception, Estop can result in a Cat 2 stop.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

⁴ **Emergency Stop response time:** Selecting Estop results in having both PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estops. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used for calculating the stopping distance. Typically, the protective stop stopping time is intended for protective purposes.

⁵ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** The drive power is removed, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop must be either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** The drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
			Limits the set of allowed Joint Speeds. It is in the Teach Pendant's safety setup where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	
SF5	Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit results in a Cat 0 stop ⁵ (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)
SF6	Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP position and orientation. Any violation of a safety plane or TCP Pose Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts: (1) The safety planes which limit the possible TCP positions by providing TCP inclusion/exclusion zones, and (2) The TCP orientation limit, which has an allowed direction and a tolerance. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.	TCP
SF7	Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1).	TCP
SF8	Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9	Internal	Momentum Limit	Exceeding the Momentum Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). The Momentum Limit is useful for limiting transient impacts and affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10	Internal	Power Limit	Exceeding the Power Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot. This affects the current to, and the speed of, the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm
SF11	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are HIGH. Pulses are not used but are tolerated. For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton). ⁶	External connection to logic &/or equipment
SF12	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving, the dual Digital Outputs are LOW. Outputs are HIGH when the robot is not moving. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF13	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (i.e., in the process of stopping or in a stand-still condition) the dual Digital Outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF14	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in Reduced Mode , the dual Digital Outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF15	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode:	Whenever the robot is NOT in Reduced Mode, the dual Digital Outputs are LOW. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment

⁶ **Estop validation:** The Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. See Communications and Safety Functions on page 10. To validate the Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See footnote 13. The connection from the Teach Pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2 (See page 10). See Estop Output for information about Estop I/O.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
		Digital Output		
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode Input	Reduced Mode is initiated by a safety plane/boundary (starting at 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are LOW, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL Reduced Mode limits are ACTIVE. <i>Reduced Mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 Joint Position, SF4 Joint Speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 Momentum, and SF10 power.</i>	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Safeguard Reset Input	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from LOW to HIGH, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function SF2.	Robot
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	Three- Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are LOW, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the Teach Pendant. If the Teach Pendant is in Run Mode—the enabling device will not be active. Programming Mode—the enabling device will be active. Password protection is available to change modes.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	Mode Switch INPUT	When the external connections are LOW, Operation Mode (running) is in effect. When HIGH, it is Programming or Teach Mode. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program Mode, the switch inputs are HIGH, and enabling device is required. When in Teach/Program Mode, the TCP Speed is limited to 250mm/s. The speed can be increased using the Teach Pendant “speed-slider,” but upon activating the enabling device, the speed limit resets to 250mm/s.	Robot

E.2 표 2

Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information ^{7, 8}

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop ^{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14} There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop 524ms time-delay before Cat 0 Stop is initiated	NA	d	3	4.38E-8 See ¹⁰
SF1	Emergency Stop ^{11, 13, 14} There are two safety functions: SF0 & SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	SS1 ¹⁵ when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	d	2	3.16E-07 See ¹⁰
SF2	Safeguard Stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2 ¹⁶	d	2	3.15E-07

⁷ All safety functions are individual safety functions.

⁸ **MTTFd is limited to 100 years by ISO 13849-1.** The actual MTTFd values are greater than 100 years. **For all safety functions, the DCavg is 90%.**

⁹ **Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79).**

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop before removal of power. Estop is either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. For Category 2 stops, specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

¹⁰ **Emergency stop safety functions:** MTTFd, DCavg and PFHd uses fault exclusion in accordance with ISO 13849-1 due to use of direct acting contacts. If fault exclusion were **not** used, then the PFHd values would be: **SF0:** 1.60E-07; **SF1:** 4.27E-07; **SF11:** 1.56E-07.

¹¹ **Emergency stop components and safety function** complies with IEC 60204-1, IEC 60947-5-1 (direct acting contacts), ISO 13850 and ISO 13849-1.

¹² **Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2** for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See Communications and Safety Functions on page [10](#).

¹³ **Estop validation:** The Teach Pendant Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. To validate the Teach Pendant Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

¹⁴ **Emergency Stop response time:** From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both the PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used to calculate the stopping distance.

¹⁵ **SS1 (Safe Stop 1)** according to IEC 615800-5-2

- a) Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- b) Initiates and monitors the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- c) Initiates the motor deceleration and initiates the STO function after an application specific time delay.

NOTE: This safety function corresponds to a controlled stop in accordance with stop category 1 of IEC 60204-1.

¹⁶ **SS2 (Safe Stop 2) according to IEC 615800-5-2**

- a) Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the safe operating stop function when the motor speed is below a specified limit; OR

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat 2	SS2 ¹⁸	d	2	3.15E-07

NOTES:

All safety functions are individual safety functions. The UR safety controller has two microprocessors for monitoring incoming inputs, logic, and communications.

Stopping times of the SF0 and SF1 Emergency Stop safety functions:

SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3. This means the worst-case stopping time is 1250ms, even if all joint safety monitoring failed at the same time, at full speed, and after 524ms.

SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10 (see the User Manual for information). The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual. *From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both a PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop.*

SF2 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable (see functional safety information) and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual.

It is an integration decision whether the Protective Stop (PLd Cat2) or the Emergency Stop (PLd Cat3) response time is to be used for the calculation of the stopping distance. Since the Emergency Stop is not considered a safeguard, it is typically recommended to use the Safeguard Stop (Protective Stop) stopping time.

Communications and Safety Functions:

Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2 for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. Some diagnostics require filtering of data to avoid false positives. In these cases, the detection of a fault can range from 8 to 25ms. Depending on the safety function and its diagnostics, fault detection is between 16ms and 33ms. It is recommended to use 33ms, due to the detection variability.

Part II

폴리스코프설명서

10 안전구성

10.1 소개

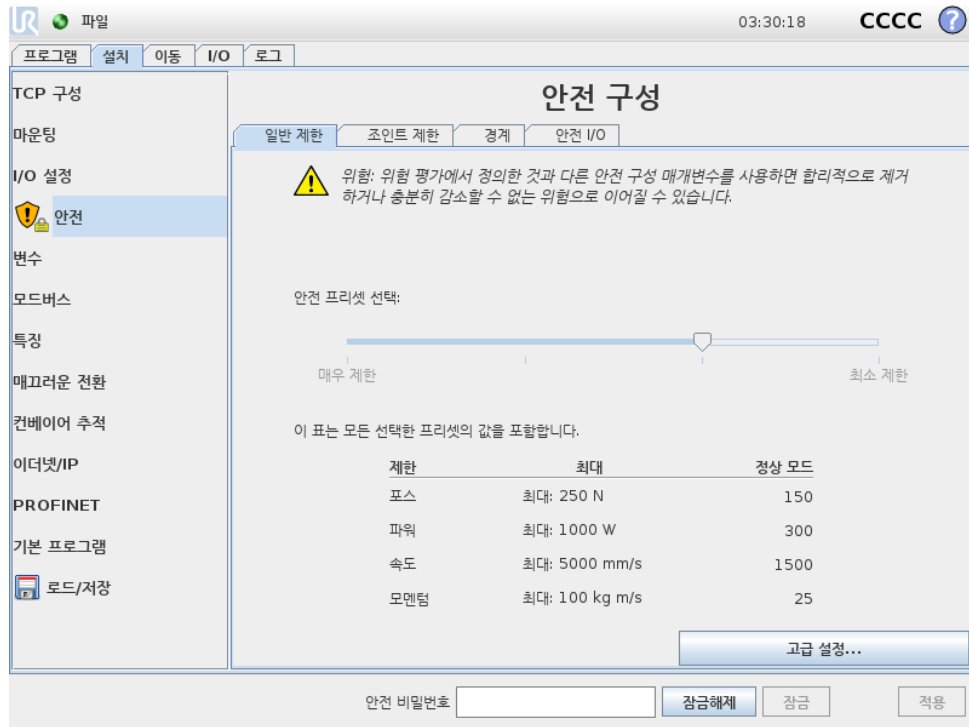
로봇은고급안전시스템을포함하고있다. 로봇작업영역의특정한특성에따라서안전시스템의설정은로봇주위의반드시모든사람과장비의안전을보장하도록구성해야한다. 통합자는가장먼저위험평가에서정의된설정을적용해야한다. 안전시스템에대한자세한내용은 하드웨어설치설명서를참조한다.



위험:

1. 해당로봇애플리케이션에대하여통합자가수행한위험평가에따라서안전관련기능및인터페이스를사용하고구성하기위한정보는 하드웨어설치설명서를참조한다.
2. 로봇안전원을최초로켜기전에통합자가수행한위험평가에따라서설치의안전구성설정및교시를적용해야한다.
3. 이화면및하위탭에서사용할수있는모든안전구성설정은통합자가수행한위험평가에따라서설정해야한다.
4. 통합자는모든안전구성설정의변경이통합자자신의위험평가를준수하도록해야한다.
5. 예를들어비밀번호보호사용등의방법을이용하여통합자는허가받지않은자가안전구성을변경하는것을방지해야한다.

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



안전설정은로봇암의이동을제한하는여러제한값및컨피규어러블입력과출력에대한안전기능설정
으로구성된다. 이는안전화면의다음하위탭에서정의되어있다:

- 일반제한하위탭이로봇암의 포스, 파워, 속도및 운동량을정의한다. 사람또는환경의일부와
부딪힐위험이특히높다면이설정을낮은값으로정해야한다. 위험성이낮은경우에는, 더높은
일반제한을설정하여로봇을더빠르게움직이게하고, 환경에더큰힘을가하게할수있다. 자세
한내용은 10.10를참조한다.
- 조인트제한하위탭은 조인트속도및 조인트위치제한으로구성되어있다. 조인트속도제한은
개별조인트의최대각속도를정의하고, 더나아가로봇암의속도를제한한다. 조인트위치제한
은개별조인트의허용위치범위를정의한다 (조인트공간내에서). 자세한내용은 10.11를참
조한다.
- 경계하위탭은로봇 TCP 를위하여 (직교공간에서) 안전플레인및툴자세경계를정의한다.
안전플레인은로봇 TCP 위치에대한하드리미트또는 감소모드안전제한활성화에대한트리
거로구성할수있다 (10.6참조). 툴자세경계는로봇 TCP 자세에하드리미트를둔다. 자세한
내용은 10.12를참조한다.
- 안전 I/O 하위탭은컨피규어러블입력및출력에대한안전기능을정의한다 (13.2 참조). 예
를들어 비상정지는입력으로구성할수있다. 자세한내용은 10.13를참조한다.

10.2 안전구성변경

안전구성설정은통합자가수행한위험평가를준수하여변경해야한다.

안전구성변경에대한추천절차:

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

4. 작업자설명서에다음사항을포함한다: “로봇근처에서작업하기전에안전구성에상대인
지확인한다. 이는 PolyScope 는오른쪽위구석의체크섬을점검하여확인할수있다 (10.5을
(를) 폴리스코프설명서에서확인함).”

10.3 안전동기화및오류

GUI 가로드한로봇설치에대비한안전구성상태는화면왼쪽의 안전표시옆의방패아이콘으로나타
난다. 이아이콘은현재상태를나타내는빠른지표이다. 이는아래의정의를따른다:

-  구성동기화: GUI 설치가안전구성에현재적용된것과동일함을표시한다. 변경사항이없었
다.
-  구성변경됨: GUI 설치가안전구성에현재적용된것과다르다는것을표시한다.

안전구성을편집할때방패아이콘은현재설정이적용되었는지알려준다.

안전탭에서한텍스트필드라도잘못된입력이있다면안전구성은오류상태이다. 이는여러가지방식
으로표시된다:

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

오류가있고 설치탭에서떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

1. 모든오류가제거될수있도록문제를해결한다. 이는화면왼쪽에있는 안전텍스트옆에빨간오
류아이콘이더이상표시되지않으면보인다.
2. 이전에적용한안전구성으로되돌린다. 이는모든변경을무시하고원하는대상으로갈수있도
록허용한다.

오류가없고떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

1. 변경사항을적용하고시스템을다시시작한다. 시스템에안전구성수정사항을적용하고다시
시작한다. 참고: 이는변경사항이저장된것을의미하지않는다. 이때로봇을종료하면안전구
성을포함한모든변경을잃게된다.
2. 이전에적용한안전구성으로되돌린다. 이는모든변경을무시하고원하는선택한대상으로갈
수있도록허용한다.

10.4 공차

로봇암은안전위반을방지하는내장공차를사용한다. 안전공차는안전한계와최대작동값사이의차
이이다. 예를들어, 일반속도공차는 -150mm/s 이다. 이는사용자가 250mm/s 속도제한을구성
하는경우, 최대작동속도는 $250 - 150 = 100\text{mm/s}$ 가됨을의미한다. 안전공차는프로그램동작의
변동을허용하면서안전위반을방지한다. 예를들어, 무거운페이로드를처리할때 로봇암이잠깐프
로그램된케도를따르기위해정상최대작동속도이상으로작동할필요가있는경우가있을수있다. 이
러한구성을제시하는예는그림 10.1에표시되어있다.



경고:
위험평가는허용오차없이제한값을사용하는데언제나필요하다.



경고:
허용오차는소프트웨어버전에따라다르다. 소프트웨어를업데이트하면허용오차가변할수있다. 버전사이의변화는출시정보를참조한다.

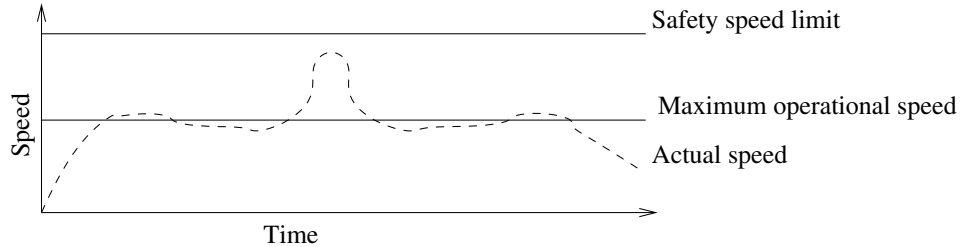


Figure 10.1: 안전허용의예.

10.5 안전체크섬

화면맨 위오른쪽구석에있는텍스트는로봇이현재사용하는안전구성을간단히보여준다. 텍스트가변하면현재안전구성도변경되었음을나타낸다. 체크섬을클릭하면현재활성화상태인안전구성에대한설명을표시한다.

10.6 안전모드

정상조건에서 (보호정지효과가없는경우) 안전시스템이다음 안전모드중하나로작동하며각각해당하는안전제한이있다:

정상모드: 안전모드가기본으로활성화상태임;

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

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



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

안전구성화면의서브탭에서사용자는 정상및 감소모드를위한별개의안전제한세트를정의할수있다. 툴과조인트의경우, 감소모드의속도및운동량이 정상모드에서보다더제한적이어야한다.

활성제한세트의안전제한을위반하는경우, 로봇암은정지카테고리 0 을수행한다. 로봇암전원을결때조인트위치제한또는안전경계등의활성제한이위반되는경우, 이는 복구모드에서시작한다. 이는로봇암을다시안전제한내로이동하는것을가능하게한다. 복구모드에서는로봇암의이동은사용자지정이불가능한고정제한세트로제한된다. 복구모드제한에대한정보는 하드웨어설치설명서를 (툴) 참조한다.

¹IEC 60204-1 을따름, 자세한정보는용어집참조.

10.7 프리드라이브모드

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

10.7.1 백드라이브

프리드라이브모드에서는브레이크가해제되어있으므로로봇조인트는비교적작은힘으로이동할수있다. 로봇암초기화도중로봇브레이크가해제되면작은진동이관찰될수있다. 로봇이거의충돌하는경우와같은상황에진동은문제를일으킬수있으며 백드라이브기능을이용하면로봇암의모든브레이크를해제하지않으면서특정조인트를원하는위치로강제이동할수있다.

백드라이브활성화하기:

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

10.8 비밀번호잠금

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



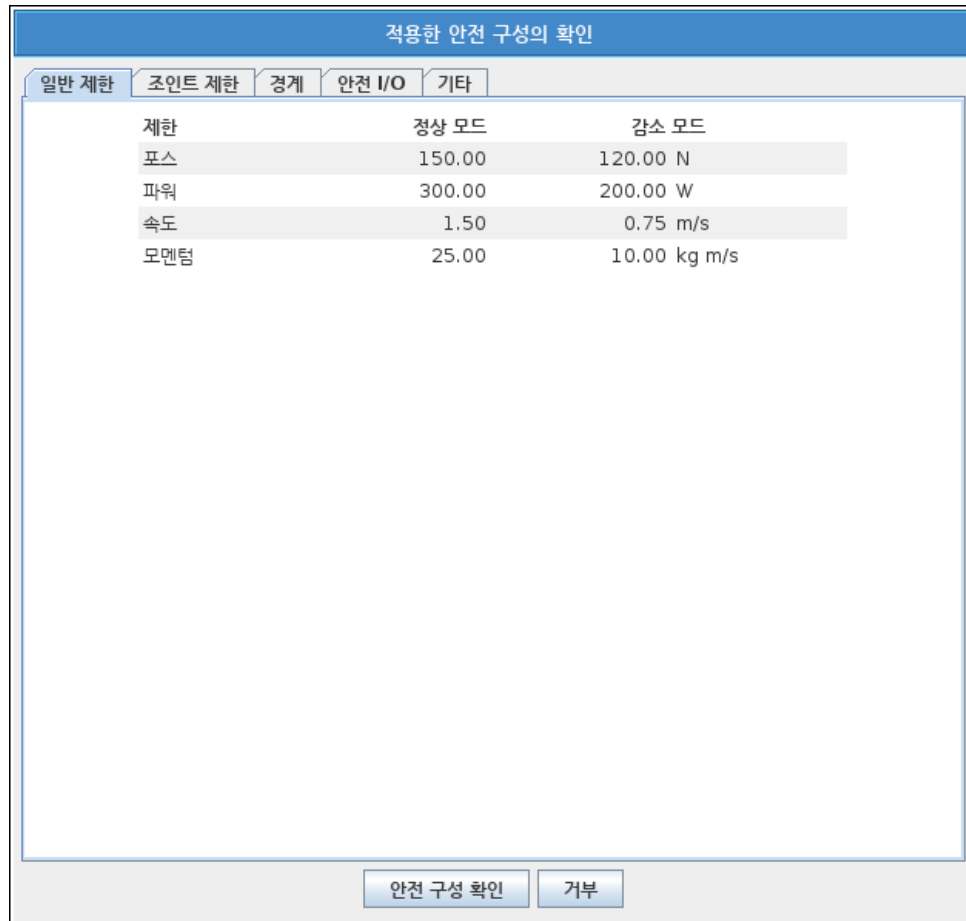
참고:

참고로안전구성화면이잠금해제되면로봇암전원이꺼진다.

10.9 적용

안전구성을잠금해제할때, 변경도중시로봇암은전원이꺼진다. 로봇암은변경을적용하거나되돌리기전까지전원은켄수없고, 초기화화면에서수동전원켜기를수행한다.

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



그리고변경확인 은자동으로현재로봇설치의일부로저장된다. 13.5에서로봇설치저장에대한자세한내용을확인할수있다.

10.10 일반제한

일반안전제한은환경에영향을주는로봇 TCP 의선형속도및힘을제한하는것이목적이다. 이는다음값으로구성된다:

Force: 로봇 TCP 가환경에영향을주는최대힘에대한제한.

파워: 페이로드가환경이아닌로봇의일부라는것을고려하면서, 환경에서로봇에의해생성되는기계적작업의최대제한.

속도: 로봇 TCP 의최대선형속도의제한.

모멘텀: 로봇암의최대운동량의제한.

설치내에서일반안전제한을구성하는데에는두가지방법이있다. 이에대한 기본설정및 고급설정은아래에서더자세하게설명했다.

일반안전제한정의는로봇암의전체적인제한이아니라툴의제한만정의한다. 즉속도제한을지정하더라도로봇암의다른부분이이와동일한제한을따른다는것을보장하지 않는다는의미이다.

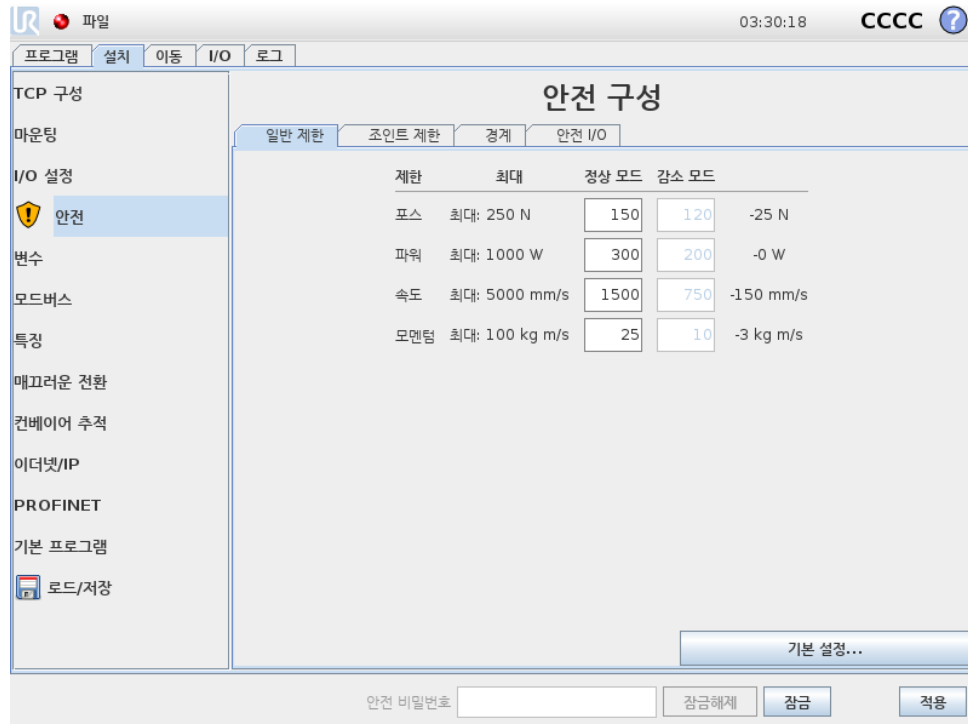
프리드라이브모드 (13.1.5 참조) 에있는경우, 로봇 TCP 속도가 속도제한에근접하면, 속도가제한에접근할수록점점커지는반발력을사용자는느낄수있다. 현재속도가제한에서 250 mm/s 인경우에힘이생성된다.

기본설정 초기일반제한하위패널은기본화면으로표시되고, 정상및 감소모드전부를위하여포스, 파워, 속도및운동량값을가진네가지슬라이더가있다.

해당값모음은 GUI 에표시된다. 미리정의된값모음은제한일뿐이며적절한위험평가를대신하지않는다.

고급설정으로바꾸기 미리지정한값들이만족스럽지 않다면, 고급설정... 버튼을눌러서고급일반제한화면에들어갈수있다.

고급설정



10.10에서설명된여기의일반제한은다른것과는독립적으로수정할수있다. 해당텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로이를수행할수있다. 각제한에대한최대허용값은 최대칼럼에서확인할수있다. 포스제한은 100 N (UR3 에대해서는 50 N) 250 N 사이로값을설정할수있다. 전력제한은 80 W 1000 W 사이의값으로설정할수있다.

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

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



경고:

속도제한은로봇 TCP 에만적용되어있으므로, 로봇암의다른부분들은정의한값보다빠르게움직일수있다.

기본설정 바꾸기 기본설정... 버튼을누르면기본일반제한화면으로변환하고, 모든일반제한은 기본값프리스트으로초기화된다. 이때문에사용자정의한값을읽게된다면팝업대화창이나타나고이작업을확인할지묻는다.

10.11 조인트제한

안전 구성

일반 제한 | **조인트 제한** | 경계 | 안전 I/O

다음 조인트 제한은 독립적으로 구성할 수 있습니다.

- 최고 속도
- 위치 범위

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

조인트제한은조인트공간의개별조인트이동을제한한다. 즉이는직교공간이아니라조인트의내부(회전) 위치및회전속도를의미한다. 하위패널위쪽에있는라디오버튼은조인트 최고속도및조인트 위치범위를독립적으로설정할수있게한다.

프리드라이브모드 (13.1.5 참조) 에있는 경우, 조인트의 현재 위치 또는 속도 가 제한에 근접하면, 조인트가 제한에 접근할수록 점점 커지는 반발력을 사용자는 느낄 수 있다. 조인트 속도가 속도 제한에서 약 20°/s 이거나 조인트 위치가 조인트 제한에서 약 8° 인 경우에 힘이 생성된다.

손목 3 위치범위는기본적으로무제한이다. 로봇에연결된케이블을사용할때는먼저케이블장력과
보호정지를피하기위해 리스트 3 무제한확인란을비활성해야한다.

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

안전플레인또는구성가능한입력이트리거하도록지정되지않는한 감소모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 10.12 및 10.13 참조). 그리고 감소모드의제한은 정상모드의제한보다높지않아야한다.

각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 프로그램실행중, 로봇암속도는입력한값에서허용오차를뺀값을초과하지않기위하여자동으로조정된다 (10.4 참조). 참고로음수표시가있는각허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 하지만어떤조인트의각속도가입력한값을초과하면 (허용오차없음), 안전시스템이정지카테고리 0 을수행한다.

위치범위 이화면은각조인트에대한위치범위를정의한다. 이는해당텍스트필드를누르고하부및 상부조인트위치경계에새값을입력하는것으로수행한다. 입력한간격은반드시 범위열에있는값 안에들어가야하고, 하부경계는상부경계를초과할수없다.

어느방향으로든무제한의회전이필요한경우에손목 3 을사용하면 손목 3 무제한모드옵션을확인한다.

참고: 안전플레인또는구성가능한입력이트리거하도록지정되지않는한 감소모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 10.12 및 10.13 참조).

각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 첫째허용오차값은최소값에적용되고둘째는최대값에적용된다. 예상궤도를따라서계속움직이는경우, 입력한최소값에첫허용오차를더하고입력한최고값에서둘째허용오차값을뺀범위를조인트위치가초과할때프로그램수행이정지된다. 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 하지만조인트위치가입력한값을초과하면, 안전시스템이정지카테고리 0 을수행한다.

10.12 경계

이탭에서는안전플레인으로구성된경계제한및로봇툴자세에서최대허용제한을구성할수있다. 또한 감소모드로의전환을트리거하는플레인을정의할수있다.

로봇 TCP 가정의한플레인에서올바른면에서무르도록강제하여로봇의허용작업영역을제한하는데사용할수있다. 최대 8 개의안전플레인을구성할수있다. 툴자세의제한은원하는자세에서로봇툴자세가어느정도가상이탈하지않도록하는데사용할수있다.



경고:

안전플레인정의는 TCP 만제한하고, 로봇안전체를제한하지는않는다. 즉안전플레인을지정하더라도로봇암의다른부분이이제한을따른다는것을보장하지 않는다는의미이다.

각경계제한의구성은현재로봇설치에서정의한특징에기반한다 (13.12 참조).



참고:

안전구성을편집하기전에모든원하는경계제한구성에대한모든기능을만들고적합한이름을부여하는것이적극권장된다. 참고로 안전탭이잠금해제되면로봇안전원이꺼지고, 툴기능과 (로봇 TCP 의현재위치및자세포함) 프리드라이브모드를 (13.1.5참조) 사용할수없다.

프리드라이브모드 (13.1.5 참조) 에있는경우, 로봇 TCP 가안전플레인근처에있거나, 로봇툴의자세편차가지정된최대편차에근접한다면, TCP 가제한에접근하면커지는반발력을사용자는느낄수있다. 이힘은 TCP 가안전플레인에서약 5cm 거리에있거나, 툴자세의편차가지정된최대제한으로부터약 3° 정도거리일때생성된다.

플레인이 트리거감소모드플레인으로정의되고 TCP 가이를초과하면, 안전시스템이 감소모드로전환하고, 이는 감소모드안전설정을적용한다. 트리거플레인은정규안전플레인과동일한규칙을따르지만, 예외적으로로봇암이이를통과하도록허용한다.

10.12.1 구성할경계선택

탭의왼쪽 안전경계패널은경계제한구성에사용한다.

안전플레인을설정하려면패널에서위쪽 8 개 항목중한개를선택한다. 선택한안전플레인을이미구성했다면플레인의해당 3D 재현은이패널의오른쪽에있는 3D 뷰 (10.12.2 참조) 에서강조표시된다. 안전플레인은탭맨아래에있는 안전플레인속성항목 (10.12.3 참조) 에서설정할수있다.

툴경계항목을클릭하여로봇툴의자세경계제한을구성한다. 제한은탭맨아래에있는 툴경계속성항목 (10.12.4 참조) 에서설정할수있다.

 /  버튼을클릭하여경계제한끄기/켜기의 3D 시각화를끄거나켈다. 경계제한이활성이라면 안전모드 (10.12.3 및 10.12.4 참조) 가다음아이콘중하나로표시된다:  /  /  / 

10.12.2 3D 시각화

3D 뷰는로봇암의현재위치와함께로봇암의자세경계제한의구성한안전플레인및자세경계제한을표시한다. 안전경계항목에서시각화토글을선택한모든구성경계항목은 ( 아이콘표시) 현재선택한경계제한과함께표시된다.

(활성) 안전플레인은노란색과검은색으로표시하며, 작은화살표가플레인수직선을표현한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은파란색과녹색으로표시된다. 작은화살이 감소모드로전환되는것을트리거하지 않는플레인의측면을나타낸다. 탭왼쪽의패널에서안전플레인을선택했다면대응하는 3D 재현이강조표시된다.

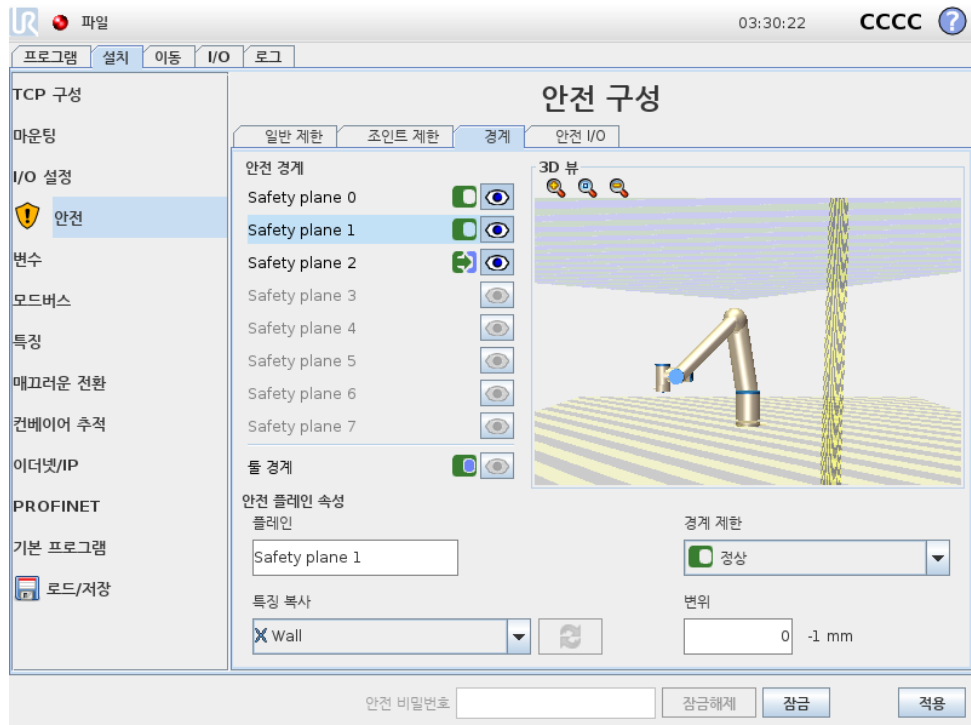
툴자세경계제한은원뿔및로봇툴의현재자세를나타내는벡터와함께표시된다. 원뿔의내부는툴자세 (벡터) 에허용되는영역을나타낸다.

플레인또는툴경계제한을구성했지만활성화하지않았다면시각화는회색이다.

돋보기아이콘을눌러서확대/축소하거나손가락을옆으로끌어서뷰를바꿀수있다.

10.12.3 안전플레인구성

탭아래의 안전플레인속성이왼쪽위탭의 안전경계패널에서선택한안전패널을구성한다.



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

특징 복사 안전플레인의 위치 및 노멀은 현재 로봇 설치의 특징 (13.12 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 플레인 구성되면 (10.12.3 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 사용된 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.

안전 모드 안전플레인에 대한 안전 모드를 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 안전 모드는 안전 경계 패널의 대응 항목에서 아이콘으로 표시되어 있다. 안전 모드를 사용하지 않음으로 지정하면 아이콘이 표시되지 않는다.

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

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

엄격한 제한 플레인의 효과 예상 궤도를 따라서 계속 이동하면 TCP 위치가 허용 오차를 뺀 활성화된 엄격한 제한 플레인을 건너는 경우에 프로그램 실행이 멈춘다 (10.4 참조). 참고로 음수 표시가 있는 허용

오차값은 실제 입력값에서 허용오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. TCP 위치가 제한을 (허용오차없이) 초과하면 안전시스템은 정지카테고리 0 을수행한다.

트리거감소모드플레인의효과 보호정지가적용되지않고, 안전시스템이특별 복구모드에있지
않다면 (10.6참조), 이는 정상또는 감소모드에있고, 로봇암움직임은해당제한세트로제한된다.

기본값으로 안전시스템은 정상모드에 있다. 이는 다음 상황 중 하나가 발생하면 감소모드가 된다:

- 로봇 TCP 위치가 어떠한 트리거감소모드플레인내머에있다. 즉 플레인시각화에서작은화살표방향의 반대쪽에있는플레인쪽에있다.
- 감소모드가안전입력기능이구성되었고입력신호가낮다 (자세한정보는 10.13 참조).

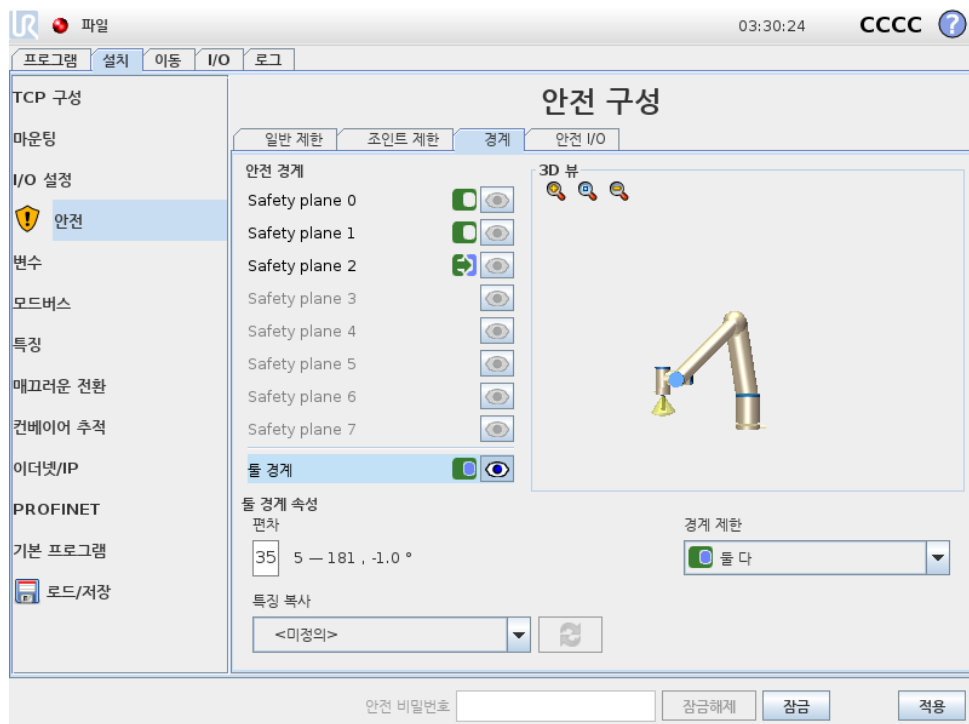
위사항중어느것도더이상적용되지않으면안전시스템이다시 정상모드로전환된다.

정상에서 감소모드로의 전환이 트리거 감소모드 플레인을 통과하는 것으로 발생하면, 정상모드 제한세트가 감소모드 제한세트로 전환한다. 로봇 TCP 가 20mm 또는 이보다 가깝게 트리거 감소모드 플레인에 위치하면 (하지만 여전히 정상모드 쪽임), 정상 및 감소모드 제한중에서 더 허용되는 것이 각 제한값에 적용된다. 일단 로봇 TCP 가 트리거 감소모드 플레인을 통과하면 정상모드 제한세트가 더 이상 활용성이 아니고 감소모드 제한세트가 강제 적용된다.

감소에서 정상모드로의 전환이 트리거 감소모드플레인을 통과하는 것으로 발생하면, 감소모드제한세트가 정상모드제한세트로 전환한다. 로봇 TCP 가 트리거 감소모드플레인을 통과하자마자 정상및 감소모드제한중에서 더 허용되는 것이 각 제한값에 적용된다. 일단 로봇 TCP 가 트리거 감소모드플레인에서 20 mm 이상의 거리에서 위치하고 있다면 (정상모드쪽), 감소모드제한세트가 더 이상 활성이 아니고 정상모드제한세트가 강제 적용된다.

만약에예측한케도로로봇 TCP 가 트리거감소모드플레인을통과하면, 새제한세트에서조인트 속도, 톨속도또는운동량제한을초과할것같은경우에플레인을통과하기전부터로봇암이감속하기 시작한다. 참고로이는 감소모드제한세트에서더제한적이어야하므로, 이러한조기감속은 정상에서 감소모드로전환하는도중에만발생할수있다.

10.12.4 툴경계구성



탭맨아래에있는 톨경계속성패널은원하는툴자세로구성된로봇툴자세의제한및이자세에서허용된최대편차제한을정의한다.

편차 편차텍스트필드는원하는자세에서로봇툴자세의최대허용편차값을표시한다. 텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로이값을바꿀수있다.

허용값범위및편차의허용오차와단위가텍스트필드옆에있다.

특징복사 로봇툴의원하는위치는현재로봇설치의특징 (13.12 참조) 을사용하여지정한다. 이 제한을위하여선택한특징의 z-축을원하는툴자세벡터로사용하게된다.

톨경계속성패널의원쪽아래부분에있는드롭다운메뉴를사용하여특징을선택한다. 포인트와플레인형식특징만사용할수있다. < 미정의 > 항목을선택하면플레인구성을지운다.

특징선택으로제한을구성하면위치정보는안전플레인으로 복사만되고, 플레인특징에연결되지 않는다. 이는제한구성을위해사용한특징의위치또는자세를변경하면제한이자동으로업데이트되지않는다는의미이다. 특징이변경되면특징선택기위에있는  아이콘으로이를표시한다. 선택기옆의  버튼을클릭하여특징의현재자세로제한을업데이트한다. 설치에서선택한특징을삭제한경우에도  아이콘을표시한다.

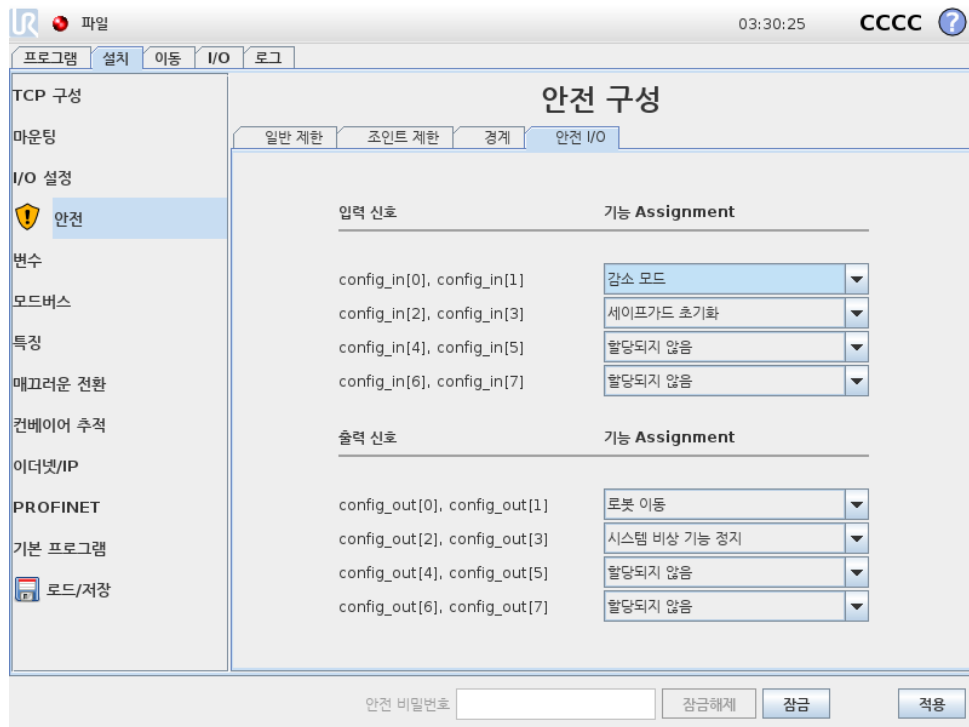
안전모드 안전플레인에대한 안전모드를선택하기위하여 톨경계속성패널오른쪽의드롭다운메뉴를사용한다: 선택가능한옵션:

사용하지않음	톨경계제한은절대로활성화되지않는다.
 정상	안전시스템이 정상모드라면톨경계제한이활성이다.
 감소	안전시스템이 감소모드라면톨경계제한이활성이다.
 정상 & 감소	안전시스템이 정상또는 감소모드라면톨경계제한이활성이다.

선택한 안전모드는 안전경계패널의대응항목에서아이콘으로표시되어있다. 안전모드를 사용하지않음으로지정하면아이콘이표시되지않는다.

효과 예상궤도를따라서계속이동하는경우, 톨자세편차가허용오차를뺀입력한최대편차를초과하려고할때프로그램이멈춘다 (10.4참조). 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 톨자세편차가제한을 (허용오차없이) 초과하면안전시스템은정지카테고리 0 을수행한다.

10.13 안전 I/O



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

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

참고: 안전 기능을 핀 세트에 적용하면 I/O 설정 (13.8 참조) 의 핀에 지정된 I/O 동작이 무시된다.

10.13.1 입력 신호

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

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

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

²ISO 13849-1 에따름, 자세한 정보는 용어집 참조.

안전방호초기화 안전방호정지가안전 I/O 에연결되어있다면, 초기화가트리거될때까지이입력을 사용하여안전방호정지상태를유지한다. 안전방호정지상태에서는로봇암이이동하지않는다.



경고:

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

3-위치활성화장치및 작동모드 이는설치및로봇프로그래밍시 3-위치이용가능장치를추가보호기능으로사용할수있게한다. 3-위치활성화장치입력을구성하면로봇은 “실행모드” 또는 “프로그래밍모드” 가된다. 오른쪽위구석에현재작동모드를표시하는아이콘이나타남:

 실행모드: 로봇은미리정의된작업만수행할수있다. 이동탭과프리드라이브모드는사용할수없다.

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

작동모드선택구성을위한두가지방법:

1. 외부모드선택장치로작동모드를선택하려면 작동모드입력을구성한다. 3-위치활성화장치입력이구성되고나면드롭다운메뉴에구성메뉴가나타난다. 로봇은 작동모드입력이낮으면 작동모드에있게되고높으면 프로그래밍모드에있게된다.
2. 폴리스코프에서작동모드를선택하려면 3-위치활성화장치입력만이구성되고이것이안전구성에적용되어야한다. 이경우에기본모드는 실행이다. 프로그래밍모드로변경하려면환영화면에서 “프로그램로봇” 버튼을선택한다. 실행모드로돌아가려면 “프로그램로봇” 화면에서나가기만하면된다.



참고:

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

10.13.2 출력신호

출력신호에는다음 안전기능을선택할수있다: 모든신호는하이신호를트리거한상태가끝나면로우로돌아간다:

시스템비상정지 로봇비상정지 입력또는비상정지버튼 (으) 로안전시스템을 상태로트리거할 때만로우신호가주어진다. 교착상태를피하기위해시스템비상정지 입력으로 비상정지상태가트리거되는경우에로우신호가주어지지않는다.



참고:

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

로봇이동 로우신호는로봇암이이동상태일때주어진다. 로봇암이고정위치에있으면, 하이신호가주어진다.

로봇이정지하지않음 로봇이정지했거나비상정지또는안전방호정지때문에정지중이라면신호가하이이다. 그렇지않은경우에로직은로우다.

감소모드 로봇암이 감소모드에있거나안전입력이 감소모드입력으로구성되어있고신호가현재로우인경우에로우신호를보낸다. 그렇지않은경우에신호는하이이다.

비감소모드 는위에서정의한 감소모드의반대이다.

11 프로그래밍 시작

11.1 소개

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

폴리스코프는 로봇암, 컨트롤박스 작동, 로봇 프로그램 실행, 프로그램의 순서운작동을 수행할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI) 이다.

다음 항목을 통해 로봇 사용을 시작할 수 있다. 그 다음에는 폴리스코프의 화면과 기능이 더 자세하게 설명되어 있다.



위험:

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

11.2 시작하기

폴리스코프를 사용하기 전에 로봇암과 컨트롤박스를 설치하고, 컨트롤박스를 켜야 한다.

11.2.1 로봇암과 컨트롤박스 설치하기

로봇암과 컨트롤박스를 설치하는 방법:

1. 로봇암과 컨트롤박스를 꺼낸다.

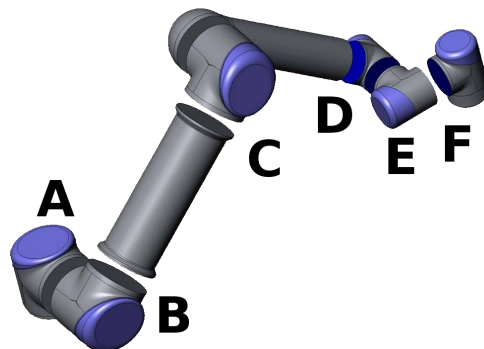


Figure 11.1: 로봇의 조인트. A: 베이스, B: Shoulder, C: Elbow 및 D, E, F: 손목 1, 2, 3

2. 베이스조인트가토크의 10 배및로봇암의중량 5 배를최소한견딜수있는견고한표면에로봇을마운트한다. 표면은진동이없어야한다.
3. 컨트롤박스를그아래에둔다.
4. 로봇과컨트롤박스사이에서로봇케이블을삽입한다.
5. 컨트롤박스의전원을연결한다.



경고:

전복위험로봇이견고한표면에고정되어있지않으면, 로봇이쓰러지고손상을줄수있다.

상세한설치안내는 하드웨어설치설명서에있다. 로봇암으로무엇을하든위험평가를할필요가있다.

11.2.2 컨트롤박스켜기및끄기

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

컨트롤박스를종료하려면화면의녹색버튼을누르거나, 환영화면의 종료버튼을사용한다 (11.4 참조).



경고:

벽의소켓에서플러그를뽑으면로봇파일시스템에손상을일으키고로봇에장애를줄수있다.

11.2.3 로봇암켜기및끄기

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

로봇암의전원은초기화화면에서 끄기버튼을누르는것으로끝수있다. 컨트롤박스를종료하는경우에도자동으로로봇암전원이꺼진다.

11.2.4 빠른시작

설치한다음에로봇을빨리시작하려면다음단계를따른다.

1. 터치펜던트앞면에있는비상정지버튼을누른다.
2. 터치펜던트의전원버튼을누른다.
3. 시스템이시작하고터치스크린에텍스트를표시하는동안 1 분정도가다린다.
4. 시스템이준비되면터치스크린에팝업이나타나로봇이초기화되어야한다고알린다.
5. 팝업대화에서버튼을누른다. 초기화면으로이동하게된다.
6. 적용한안전구성의확인대화를기다렸다가 안전구성확인버튼을누른다. 이는위험평가에따라서조정할필요가있는안전매개변수의초기세트를적용한다.

7. 비상정지버튼을잠금해제한다. 로봇상태가 비상정지함에서 전원꺼짐으로바뀐다.
8. 로봇의도달범위 (작업영역) 밖으로벗어난다.
9. 터치스크린에서 켜기버튼을누른다. 로봇상태가 유휴로바뀔때까지몇초동안기다린다.
10. 페이로드질량과선택한마운팅이올바른지확인한다. 센서데이터를기준으로하는마운팅이 선택한마운팅과일치하지않으면알림을받게된다.
11. 터치스크린에서 시작버튼을누른다. 이제로봇은브레이크를해제하면서소리를내고약간움직인다.
12. 확인버튼을누르면, 환영화면이나타난다.

11.2.5 첫 프로그램

프로그램은로봇에게무엇을해야하는지알려주는명령목록이다. 폴리스코프를 사용하면프로그램밍경험이거의없는사람들이로봇을프로그램밍할수있다. 대부분의작업의경우, 프로그래밍은 까다로운명령입력없이터치패널을사용하는것만으로수행된다.

툴동작은로봇암에움직이는방법을가르치는로봇프로그램의일부이다. 폴리스코프에서툴동작은 일련의 웨이포인트를사용하여설정된다. 결합된웨이포인트는로봇암이따라가는경로를형성한다. 웨이포인트는이동탭을사용하여설정하거나수동으로로봇을특정위치로이동 (티칭) 하거나 소프트웨어로계산할수있다. 이동탭 (13.1참조) 을사용하여로봇암을원하는위치로이동하거나 터치펜던트뒤쪽 프리드라이브버튼을누른상태에서로봇암을잡아당겨위치를가르친다.

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

다음은시작된로봇암이두개의웨이포인트사이를이동하는것을허용하는간단한프로그램이다.

1. 로봇프로그램하기버튼을누르고 빈프로그램을선택한다.
2. 다음버튼을누르고 (오른쪽아래) 화면왼쪽트리구조에서 <empty> 라인을선택한다.
3. 구조탭으로이동한다.
4. 이동버튼을누른다.
5. 명령탭으로이동한다.
6. 다음버튼을누르고, 웨이포인트설정으로이동한다.
7. ? 그림옆에있는 “이웨이포인트를지정함” 버튼을누른다.
8. 이동화면에서다양한파란색화살표를눌러서로봇을이동하거나, 터치펜던트뒷면에있는 프리드라이브버튼을누른상태에서로봇암을당긴다.
9. 확인을누른다.
10. 이전에웨이포인트추가함을누른다.
11. ? 그림옆에있는 “이웨이포인트를지정함” 버튼을누른다.
12. 이동화면에서다양한파란색화살표를눌러서로봇을이동하거나, 프리드라이브버튼을누른상태에서로봇암을당긴다.
13. 확인을누른다.
14. 이것으로프로그램이준비상태가된다. “재생” 심볼을누르면로봇이두포인트사이에서이동한다. 로봇이닿지않을곳에서비상정지버튼을누르고 “재생” 을누른다.
15. 축하합니다! 주어진두웨이포인트사이에서로봇을이동하는첫로봇프로그램을만들었다.

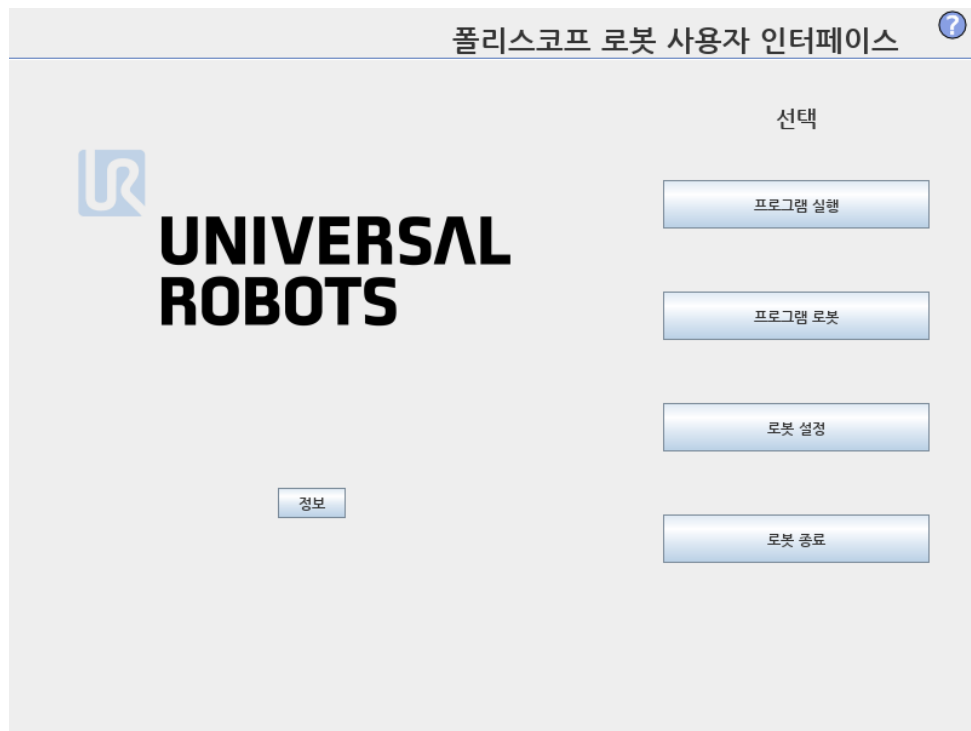


경고:

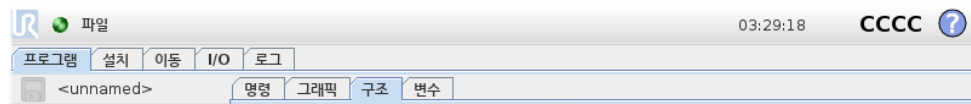
1. 로봇이손상될수있으므로로봇을자체또는다른것에부딪히지 않게한다.
2. 로봇이닿지않는 (작업공간) 거리에머리와몸을둔다. 끼일수 있는곳에는손가락을대지않는다.
3. 이는 UR 로봇을얼마나쉽게사용할수있는지보여주는빠른시작가이드이다. 이는해롭지않은환경과매우주의깊은사용자를가정한다. 속도또는가속도는기본값을초과하여높이지않는다. 로봇을작동하기전에는언제나위험평가를수행한다.

11.3 폴리스코프프로그래밍인터페이스

폴리스코프는컨트롤박스에부착한터치스크린에서실행된다.



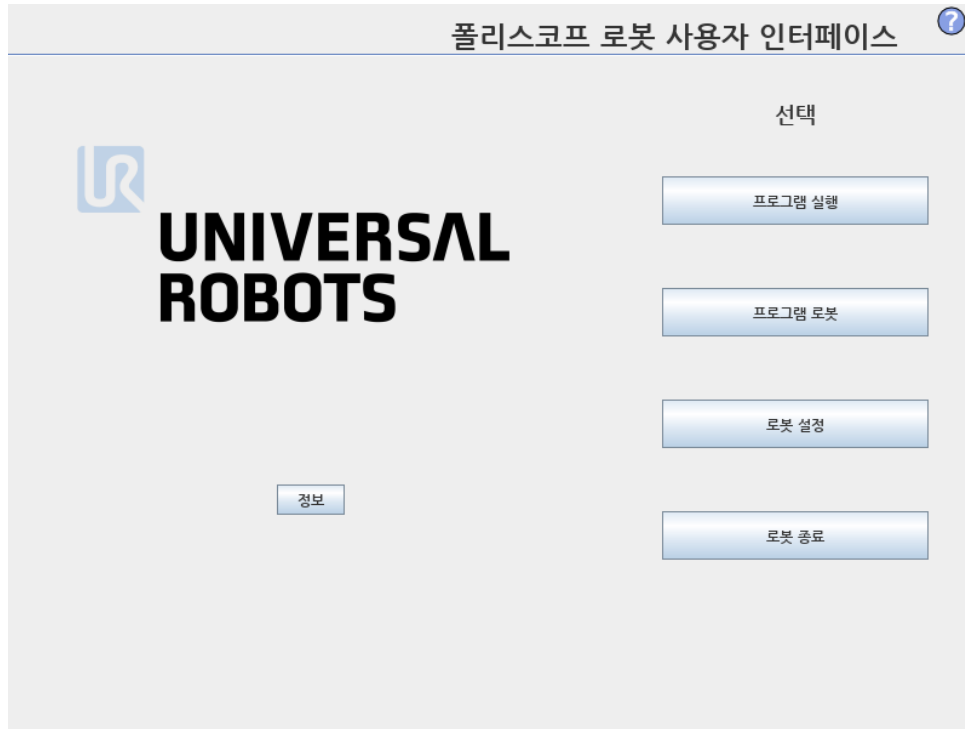
위그림은환영화면을표시한다. 화면에서파란색영역은손가락또는펜의뒤쪽끝으로누를수있는버튼이다. 폴리스코프는 화면에서계층구조를가지고있다. 프로그래밍환경에서화면에쉽게접근할수있도록화면은 탭으로배열되어있다.



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

컨트롤박스또는터치펜던트에마우스와키보드를연결하는것이가능하지만, 필수적이지는않다. 거의모든텍스트필드는터치가가능하므로, 이를누르면화상키패드또는키보드가나타난다. 폴리스코프의다양한화면이다음항목에있다.

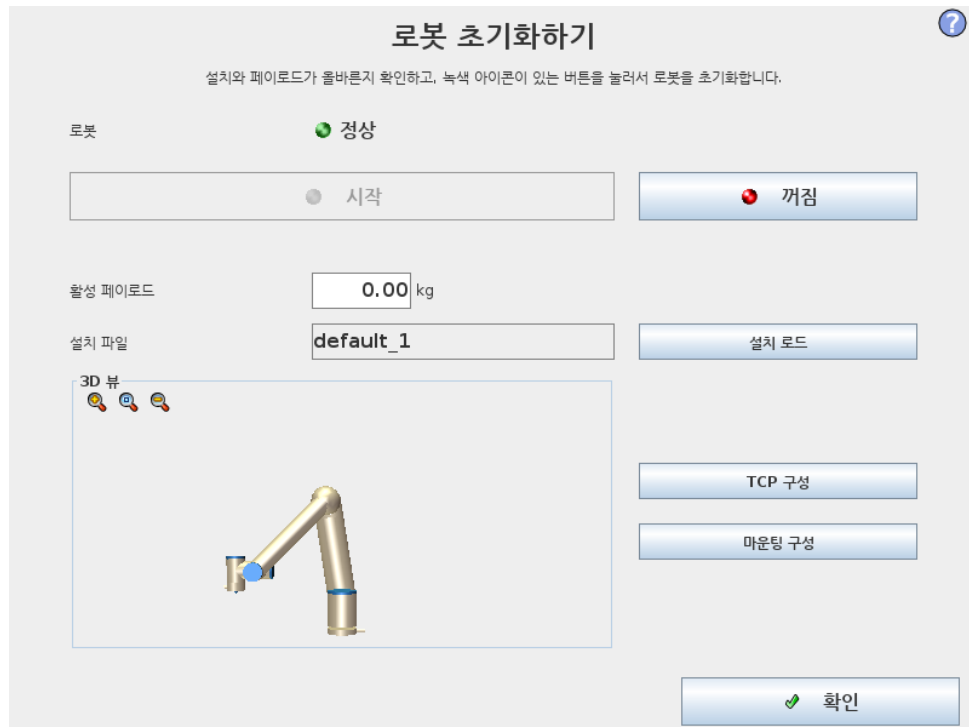
11.4 환영화면



컨트롤러 PC 를켜다음에환영화면이나타난다. 화면은다음옵션을제공한다:

- 프로그램실행: 기존프로그램을선택하고실행한다. 이는로봇암과컨트롤박스를 작동할수 있는가장간단한방법이다.
- 프로그램로봇: 프로그램을바꾸거나새프로그램을생성한다.
- 로봇설정: 언어변경, 비밀번호지정, 소프트웨어업그레이드등.
- 로봇종료: 로봇암의전원을끄고, 컨트롤러박스를종료한다.
- 정보: 소프트웨어버전, 호스트네임, IP 주소, 일련번호, 법적사항등의내용을제공한다.

11.5 초기화화면



이화면에서는로봇암의초기화를제어한다.

로봇암상태표시기

상태 LED 는로봇암의실행상태를표시한다:

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

LED 옆에나타나는문자는로봇암의현재상태를더구체적으로알려준다.

액티브페이로드및설치

로봇암을켜면, 컨트롤러가사용하는페이로드질량이흰색의작은텍스트필드에표시된다. 이값은텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로바꿀수있다.

참고: 이값을설정하는것은로봇설치페이로드를수정하지않으며 (13.6 참조), 컨트롤러가페이로드질량을사용할수있도록지정할뿐이다.

마찬가지로현재로드한설치파일이름은회색텍스트필드에표시되어있다. 텍스트필드를누르거나그옆의 로드버튼을사용하여다른설치를로드할수있다. 반면에화면의아래쪽에있는 3D 뷰옆의버튼을사용하여로드한설치를사용자정의할수있다.

로봇암을시작하기전에액티브페이로드와액티브설치가로봇암의실제상황에대응하는지확인하는것이중요하다.

로봇암초기화



위험:

로봇암을 시작하기 전에 실제 페이로드와 설치가 올바른지 언제나 확인해야 한다. 이 설정이 틀리면 로봇암과 컨트롤 박스는 올바르게 기능하지 않고, 주위에 있는 사람 또는 장비에 위험할 수 있다.



주의:

로봇암이 장애물에 부딪히게 하면 조인트 기어 박스를 손상시킬 수 있으므로 로봇암이 장애물 또는 테이블에 접촉하지 않는지 확인하는 것이 중요하다.

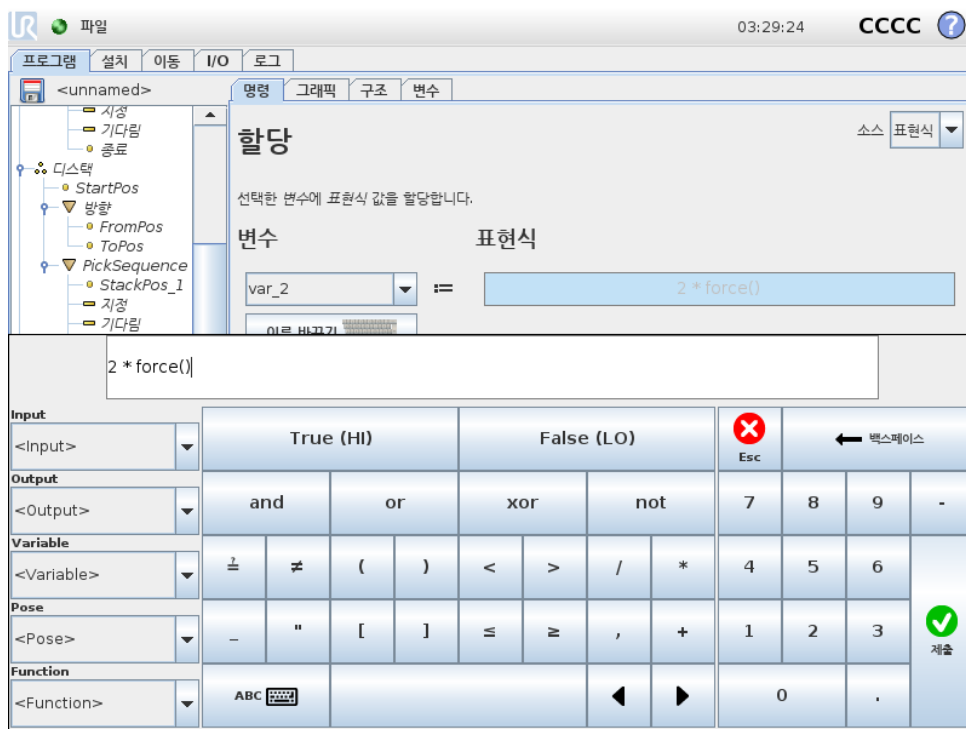
녹색 아이콘이 있는 큰 버튼은 로봇암의 실제 초기화를 수행한다. 여기에 있는 텍스트와 이것이 수행하는 액션은 로봇암의 현재 상태에 따라서 변경된다.

- 컨트롤러 PC 가 켜진 후, 로봇암을 켜기 위해 버튼을 한번 눌러야 한다. 로봇암은 그다음에 전원 켜짐으로 변하고, 그다음에는 유휴상태가 된다. 비상정지가 되면 로봇암을 켤 수 없고, 이 버튼은 사용할 수 없다.
- 로봇암이 유휴상태가 되면 버튼을 다시 한번 눌러서 로봇암을 시작해야 한다. 이때 센서 데이터를 로봇암의 마운팅 구성과 대조하여 점검하게 된다. 불일치 사항이 발견되면 (공차 30°) 버튼이 꺼지고, 오류 메시지가 그 아래에 나타난다.
마운팅 확인에서 통과했다면, 버튼을 누르면 모든 조인트 브레이크를 해제하고, 로봇암이 정상 작업 준비가 된다. 브레이크 해제 중 로봇은 소리를 내고 약간 움직인다.
- 로봇암이 시작 후에 안전 제한을 위반하면 복구 모드가 된다. 이 모드에서 버튼을 누르면 복구가 동화면으로 전환하고, 로봇암이 여기에서 안전 제한로 돌아올 수 있다.
- 장애가 발생하면 버튼을 사용하여 컨트롤러를 다시 시작할 수 있다.
- 컨트롤러를 현재 사용할 수 없다면, 버튼을 누르는 것으로 시작할 수 있다.

마지막으로, 빨간 아이콘이 있는 더 작은 버튼은 로봇암을 끈다.

12 화상편집기

12.1 화면표현식편집기



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

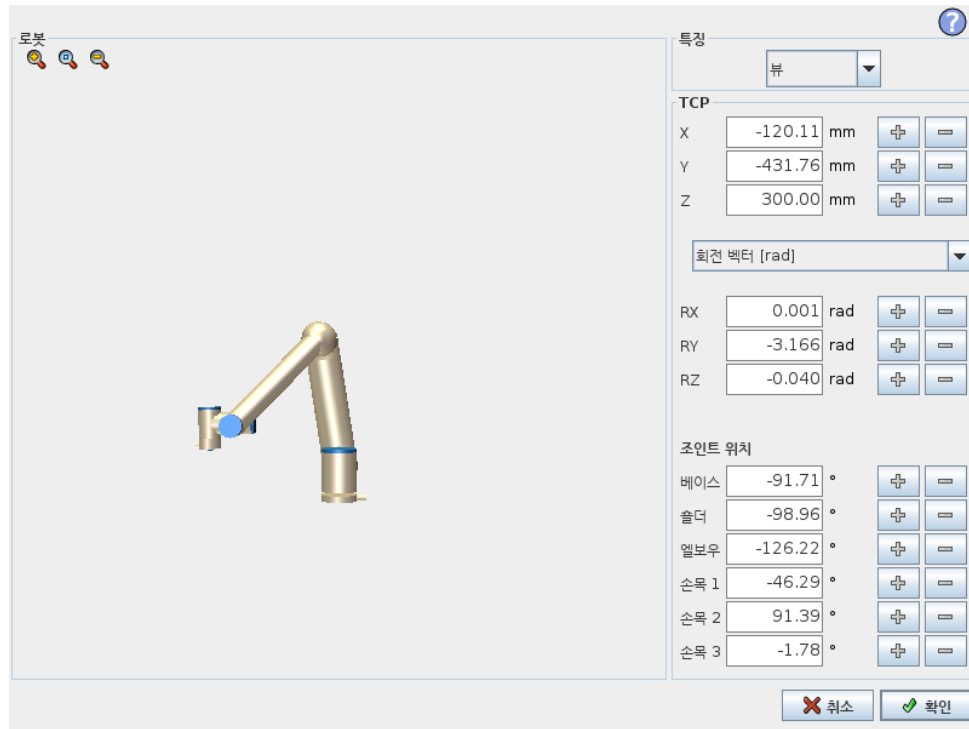
확인 버튼을 누르면 표현식의 문법적 오류를 검사한다. 취소 버튼은 화면을 떠나고, 모든 변경을 취소한다.

표현식의 예:

디지털 _ 인 $[1]^?$ 참 빛 아날로그 _ 인 $[0] < 0.5$

12.2 포즈 편집기 화면

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



로봇

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

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

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

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

특징 및 툴 위치

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

RX, RY, RZ 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) 각도로서라디안단위를사용한다. RPY-회전행렬 (X, Y', Z" 회전) 이주어짐:

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

- RPY [°] 롤, 피치, 요 (RPY) 각도로서도단위를사용한다.

좌표계를클릭하는것으로값을편집할수있다. 상자오른쪽의 + 또는 - 버튼을눌러서현재값을감소하거나증가할수있다. 버튼을누르고있으면값을직접증가또는감소할수있다. 버튼을오래누를수록증가량또는감소량이커진다.

조인트위치

개별조인트는직접지정할수있게한다. 각조인트위치값범위는 -360° $+360^{\circ}$ 이며, 이범위가 조인트제한이다. 값은조인트위치를클릭하는것으로편집할수있다. 상자오른쪽의 + 또는 - 버튼을눌러서현재값을감소하거나증가할수있다. 버튼을누르고있으면값을직접증가또는감소할수있다. 버튼을오래누를수록증가량또는감소량이커진다.

확인버튼

이화면을 이동탭 (13.1 참조) 에서활성화하면, 확인버튼을클릭하는것으로 이동탭에돌아가고, 여기에서로봇암이지정한대상으로이동한다. 마지막으로지정한값이툴좌표라면로봇암은 MoveL 이동형식을사용하여대상위치로이동하고, 조인트위치를마지막으로지정했다면로봇암은 MoveJ 이동형식을사용하여대상위치로이동한다. 여러가지이동형식은 14.4에서설명해놓았다.

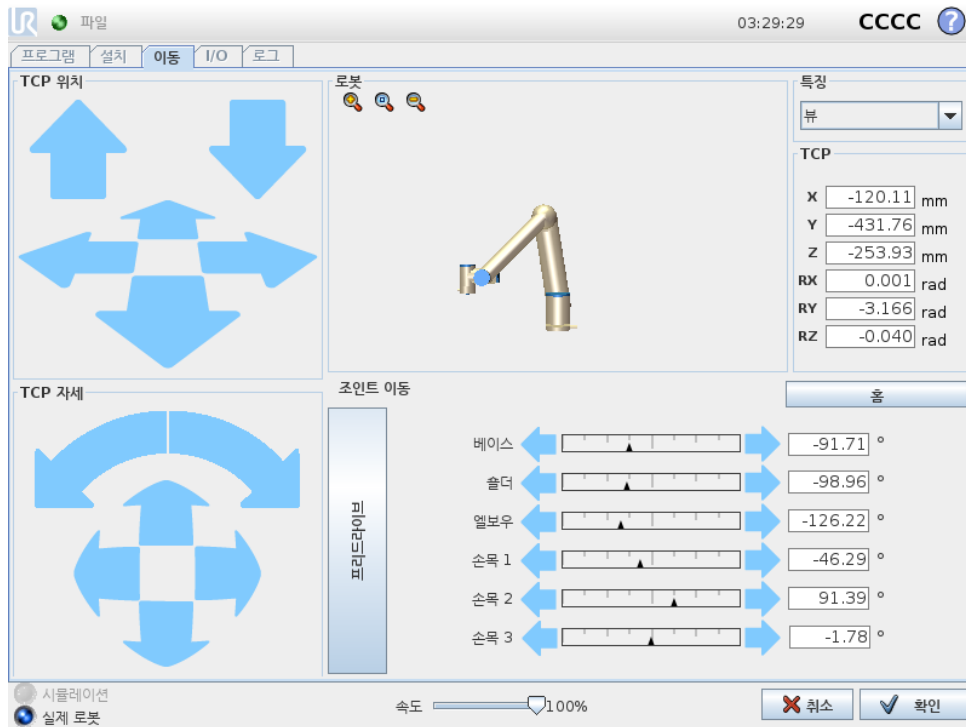
취소버튼

취소버튼을클릭하면화면을떠나고, 모든변경을취소한다.

13 로봇제어

13.1 이동탭

이화면에서는언제나로봇툴이동/회전또는로봇조인트를개별적으로이동하여로봇암을직접이동(조그) 할수있다.



13.1.1 로봇

로봇암의현재위치는 3D 그래픽으로보여준다. 돋보기아이콘을눌러서확대/축소하거나손가락을엮으으로끌어서뷰를바꿀수있다. 뷰기능을선택하고 3D 드로잉표시각도를회전하여뷰를실제로봇암과맞추어서로봇암제어를위해가장적합한느낌을만들어낼수있다.

만약에로봇 TCP 의현재위치가안전또는트리거플레인에가까이오거나, 로봇툴의자세가툴자세경계제한근처로오면 (10.12 참조), 대략적인경계제한을 3D 로표현하여보여준다. 로봇이프로그램을실행하는동안경계제한표시가꺼진다.

안전플레인은노란색과검은색으로시각화하며, 작은화살표가플레인수직선을표현한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은파란색및녹색으로표시되고, 플레인의측면을가리키는작은화살표가있는데, 이는 정상모드제한 (10.6 참조) 이활성화된곳이다. 툴자세경계제한은원뿔및로봇툴의현재자세를나타내는벡터와함께표시된다. 원뿔의내부는툴자세 (벡터) 에허용되는영역을나타낸다.

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

13.1.2 특징및툴위치

화면맨위오른쪽구석에특징선택기가있다. 이는해당로봇암을제어하는특징을정의한다.

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

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

13.1.3 툴 이동

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

참고: 버튼을 해제하면 언제든지 동작을 멈출 수 있다.

13.1.4 조인트 이동

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

13.1.5 프리드라이브

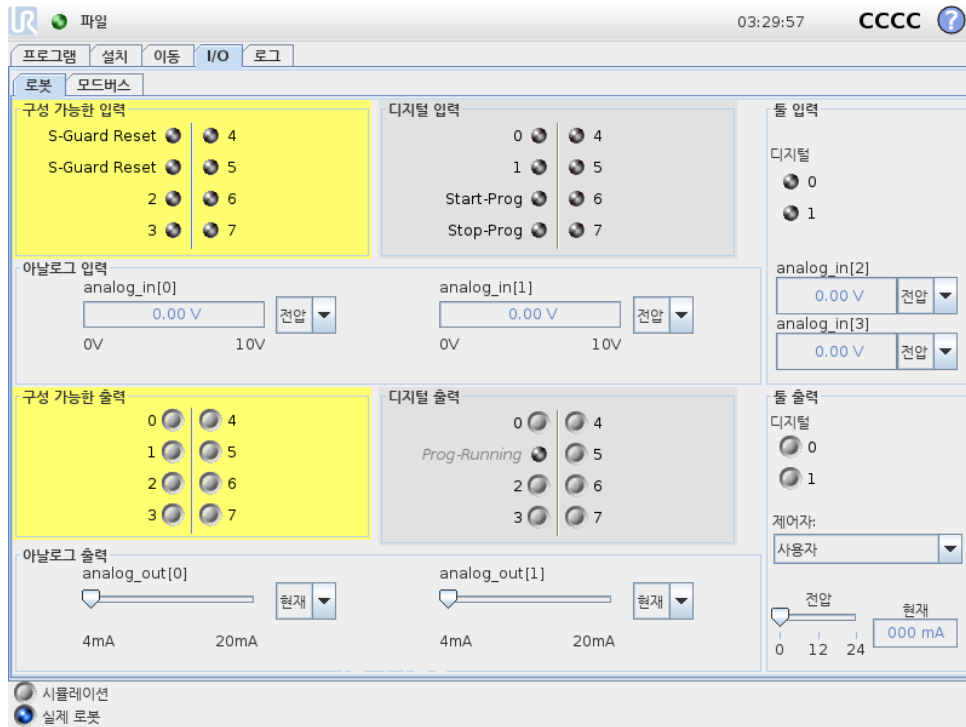
프리드라이브 버튼을 누르는 동안에는 로봇 암을 직접 잡아서 원하는 위치로 당길 수 있다. 중력 설정 (13.7 참조) 이 설정 탭에서 틀리게 설정되었거나, 로봇 암이 무거운 것을 들고 있다면 프리드라이브 버튼을 눌렀을 때 움직이기 (떨어지기) 시작할 수 있다. 그런 경우에는 프리드라이브 버튼에서 손을 떼는다.



경고:

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

13.2 I/O 탭



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

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

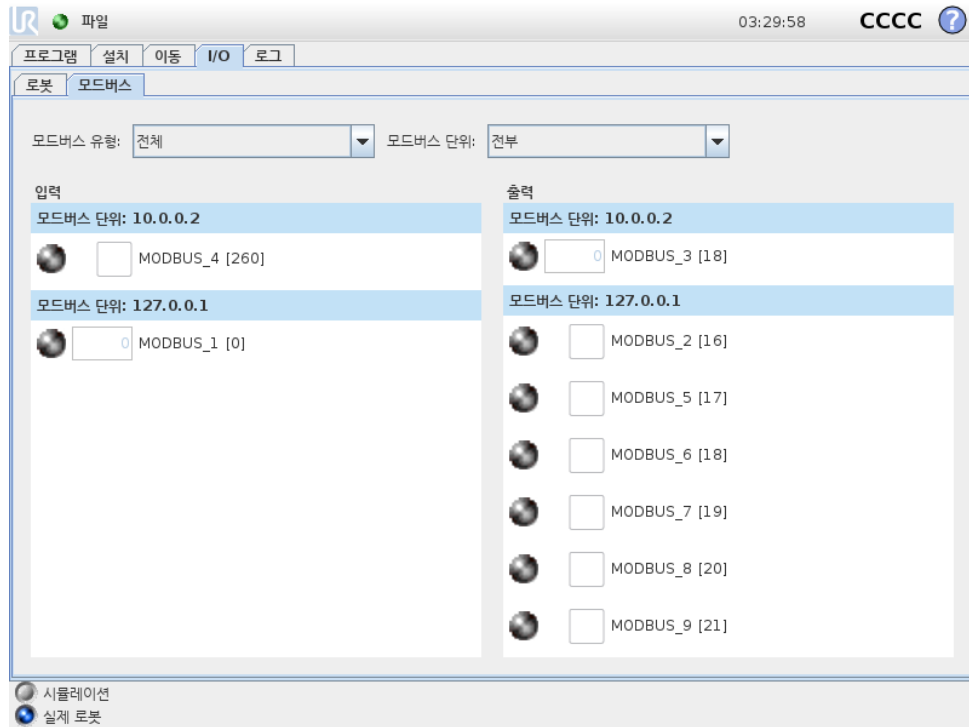
신호의 전기적 사양은 5.3 장에 기술되어 있다.

전압 톨 출력에서 사용자가 톨 출력을 제어하는 경우에 만 전압을 구성할 수 있다. URCap 을 선택하면 전압에 대한 액세스가 제거된다.

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. 톨 출력에서 URCap 을 선택하면 아날로그 톨 입력에 대한 도메인 설정에 대한 액세스가 제거된다.

13.3 MODBUS

아래 스크린샷은 MODBUS 클라이언트 I/O 신호가 설치 과정에서 설정될 때를 나타낸다. 화면 상단의 드롭다운 메뉴를 사용하여 신호 유형 및 MODBUS 장치가 둘 이상인 경우 표시 내용을 변경할 수 있다. 목록의 각 신호에는 연결 상태, 값, 이름 및 신호 주소가 포함된다. 출력 신호는 연결 상태와 I/O 탭 컨트롤에 대한 선택이 허용하는 경우 토글할 수 있다 (13.8 참조)



13.4 자동이동 탭

자동이동 탭은 로봇암을 작업 영역에서 특정 위치로 이동할 때 사용한다. 실행 전으로봇암이시작 위치로 이동해야하거나, 프로그램조정중에웨이포인트로이동해야하는경우가이러한예이다.



애니메이션

애니메이션은로봇암이수행 할이동을보여준다.



주의:

애니메이션을 실제 로봇 암 위치와 비교하고, 로봇 암이 장애물을 치지 않고 안전하게 이동할 수 있는지 확인한다.



주의:

자동 이동 기능은 로봇의 그림자 궤도에 따라서 움직인다. 충돌은 로봇 또는 다른 장비를 손상시킬 수 있다.

자동

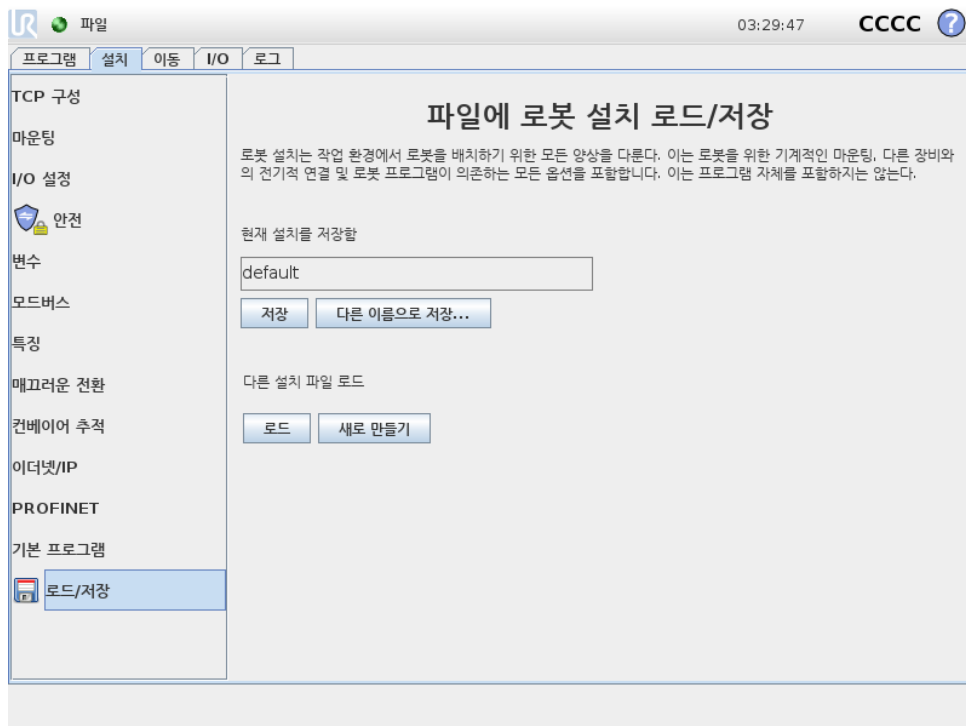
자동 버튼을 눌러서 애니메이션

에 있는 대로 로봇 암을 이동할 수 있다. 참고: 버튼을 떼면 언제든지 동작을 멈출 수 있다.

수동

수동 버튼을 누르면 로봇 암을 수동으로 움직일 수 있는 이동 탭이 나타난다. 이는 애니메이션의 동작을 선택하지 않는 경우에만 필요하다.

13.5 설치 → 로드/저장



로봇 설치는 작업 환경에서 로봇 암과 컨트롤 박스를 배치하기 위한 모든 양상을 다룬다. 이는 로봇 암을 위한 기계적인 마운팅, 다른 장비와의 전기적 연결 및 로봇 프로그램이 의존하는 모든 옵션을 포함한다. 이는 프로그램 자체를 포함하지는 않는다.

이 설정은 설치 탭에서 다양한 화면을 사용하여 설정할 수 있는데, 예외적으로 I/O 도메인은 I/O 탭에서 설정한다 (13.2 참조).

로봇을 위해 여러 설치 파일이 있을 수 있다. 생성된 프로그램은 활성화된 설치를 사용하고, 사용할 때 자동으로 이 설치를 로드한다.

설치에 대한 여러 환경이라든가 전원을 끈 다음에 보존이 가능하도록 저장해야 한다. 설치에 저장하지 않은 변경 사항이 있다면, 설치 탭 왼쪽의 로드/저장 텍스트 옆에 플로피 디스크 아이콘이 나타난다.

저장 또는 다른 이름으로 저장... 버튼을 눌러서 설치를 저장할 수 있다. 또는 프로그램을 저장하면 활성화 상태인 설치를 저장하게 된다. 다른 설치 파일을 로드하려면 로드 버튼을 사용한다. 새로 생성 버튼은 로봇 설치의 모든 설정을 공장 기본값으로 초기화한다.



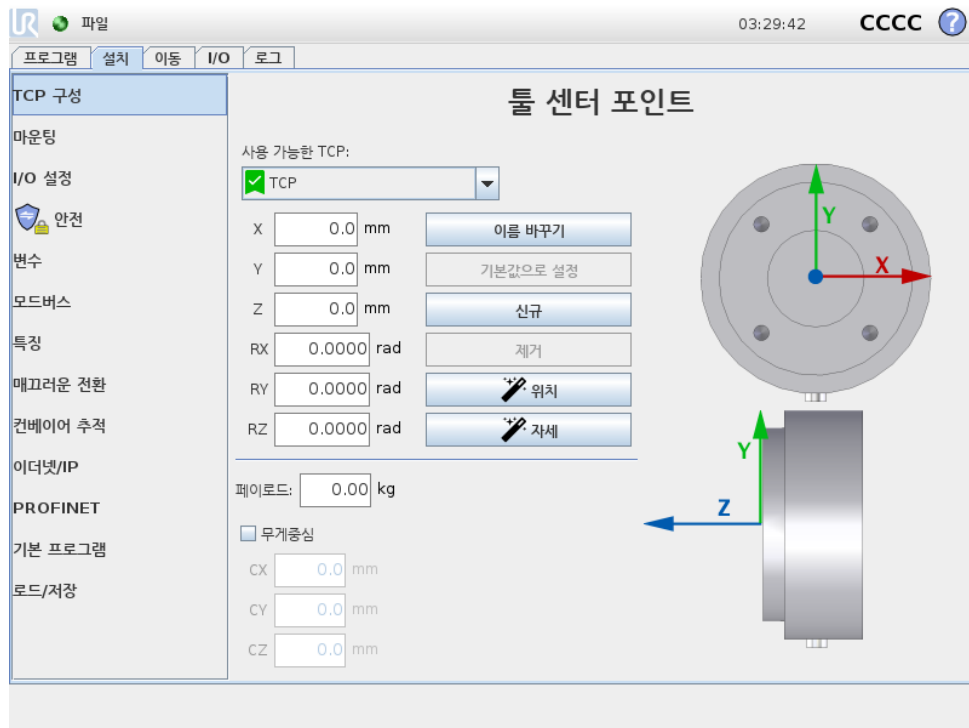
주의:

USB 드라이브에서 로드한 설치로 로봇을 사용하는 것은 권장하지 않는다. USB 드라이브에 저장한 설치를 사용하려면, 이를 로컬 프로그램 폴더에 다른 이름으로 저장... 버튼을 사용하여 저장한다.

13.6 설치 → TCP 구성

툴 센터 포인트(TCP)는 로봇 툴의 포인트이다. 각 TCP는 툴 출력 플랜지의 중앙에서 상대적으로 좌표이동과 회전이 주어진다.

이전에 저장된 웨이포인트로 돌아가도록 프로그래밍되면 로봇은 TCP를 웨이포인트 내에 저장된 위치와 자세로 이동한다. 직선이동을 프로그래밍하면 TCP가 선형으로 이동한다.



위치

X, Y, Z 좌표는 TCP 위치를 지정한다. 모든 값이 영이면 (자세 포함) TCP가 툴 출력 플랜지 중심점과 일치하여 화면에 있는 좌표계를 받아들인다.

자세

RX, RY, RZ 좌표상자는 TCP 자세를 지정한다. 이동 탭과 마찬가지로 RX, RY, RZ 상자 위의 단위 드롭다운 메뉴를 사용하여 자세 좌표를 선택한다 (12.2 참조).

13.6.1 TCP 추가, 이름바꾸기, 변경및제거

신규버튼을눌러새 TCP 를정의한다. 생성된 TCP 는자동으로고유이름을받고드롭다운메뉴에서선택이가능해진다. TCP 이름을바꾸려면 이름바꾸기버튼을누른다. 선택한 TCP 를제거하려면 제거버튼을누른다. 마지막으로남은 TCP 는삭제할수없다.

선택한 TCP 의변환및회전은필드에새값을입력하여수정할수있다.

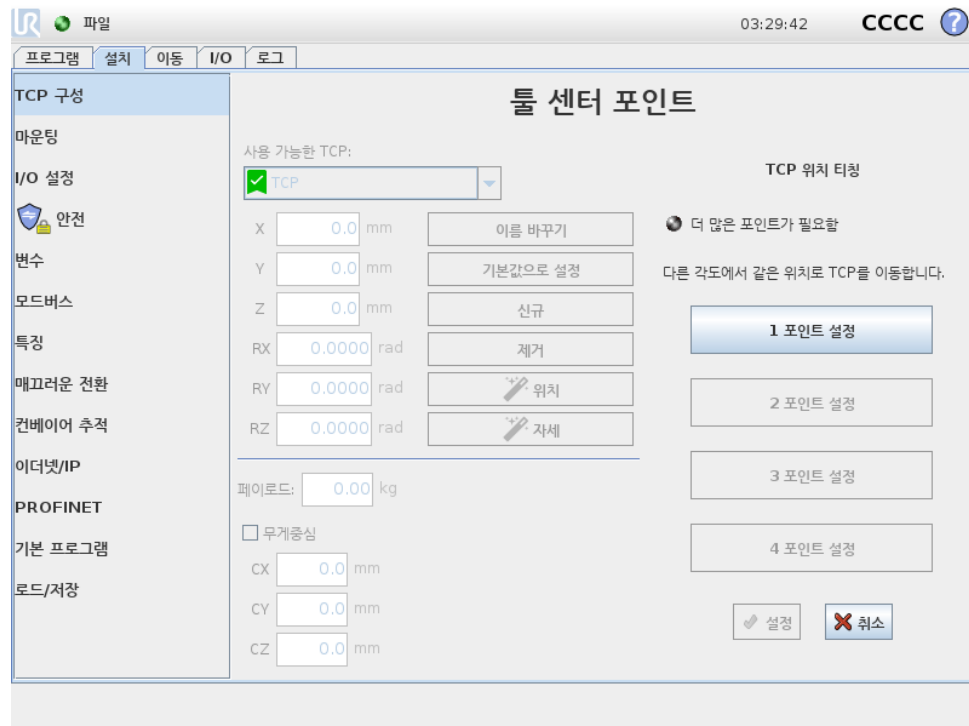
13.6.2 활성 TCP

선형으로이동할때로봇은항상활성 TCP 를사용하여 TCP 오프셋을결정한다. 활성 TCP 는이동명령 (14.4 참조) 또는설정명령을사용하여변경할수있다.

13.6.3 기본값 TCP

프로그램을실행하기전에기본값 TCP 를활성 TCP 로설정해야한다. 원하는 TCP 를선택하고기본값으로설정을눌러 TCP 를기본값으로설정한다. 사용가능한드롭다운메뉴의초록색아이콘은기본구성된 TCP 를나타낸다.

13.6.4 TCP 위치티칭

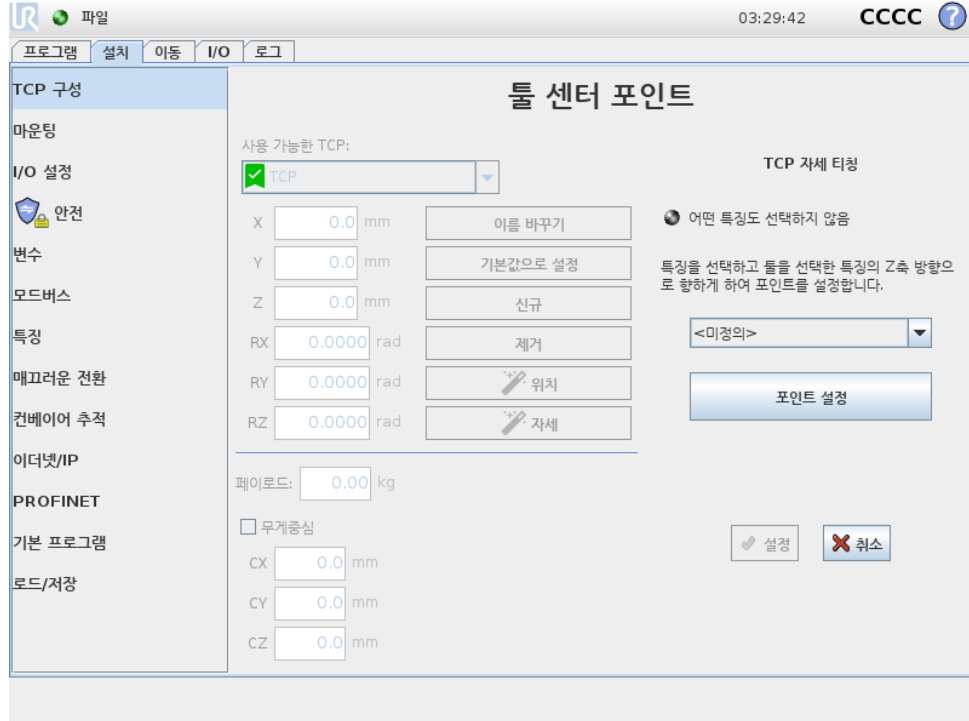


TCP 위치좌표는다음과같이자동으로계산할수있다:

1. TCP 위치마법사를누른다.
2. 로봇작업영역에서고정된포인트를선택한다.
3. 최소한세가지각도에서 TCP 를이동하고툴출력플랜지의해당위치를저장하기위해화면오른쪽의위치화살을사용한다.
4. Set 버튼을사용하여확인된좌표를적절한 TCP 에적용한다. 계산을올바르게적용하려면위치가충분히다양해야한다. 그렇지않다면버튼위의 LED 상태가빨간색으로변한다.

세워치는데제로 TCP 를결정하는데충분하지만네번째워치를사용하면계산이올바른지확인하는데추가로사용할수있다. 각저장포인트의품질은계산된 TCP 에대하여대응버튼의녹색, 노란색, 빨간색 LED 를사용한다.

13.6.5 TCP 자세티칭



1. TCP 자세마법사를누른다.
2. 드롭다운목록에서특징을선택한다. (13.12참조) 새특징정의에대한추가정보
3. 포인트선택을탭하고 툴화살표이동을도구자세와해당 TCP 가선택한특징의좌표계가일치하는위치로이동한다.
4. 계산된 TCP 자세를확인하고 Set 을눌러선택한 TCP 에적용한다.

13.6.6 페이로드

로봇툴무게는화면아래쪽에지정되어있다. 이설정을변경하려면흰색텍스트필드를누르고새로운무게를입력한다. 설정은모든정의한 TCP 에적용된다. 허용최대페이로드는 하드웨어설치설명서참조.

13.6.7 무게중심

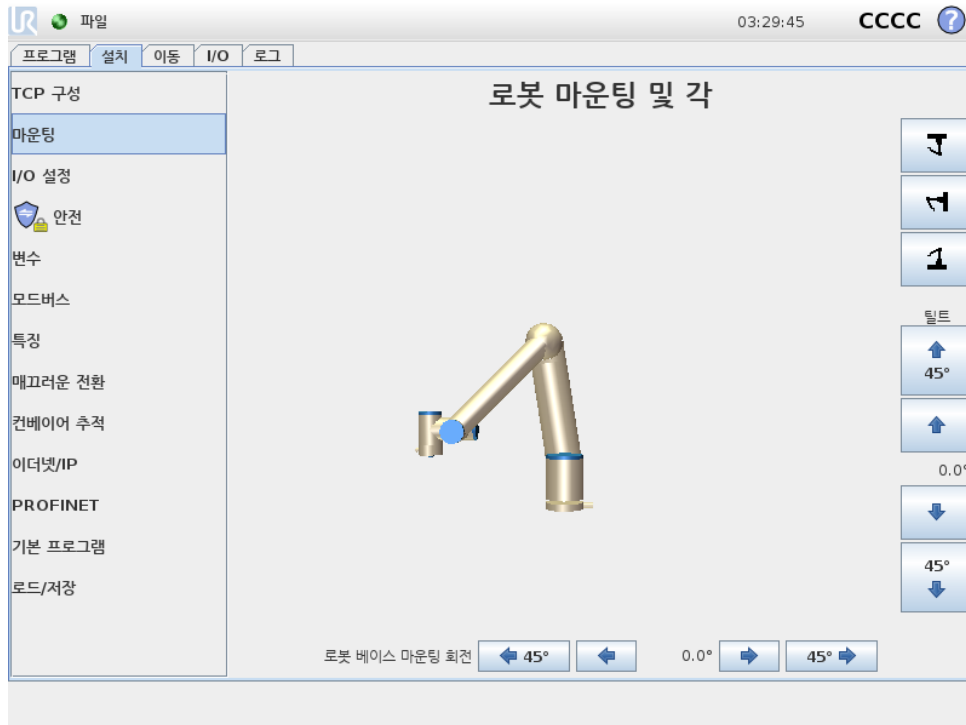
툴의무게중심은 CX, CY 및 CZ 필드를사용하여지정된다. 설정은모든정의한 TCP 에적용된다. 3.8 버전이전설치에서는이전에설정된경우 TCP 에설정된무게중심을지원한다. 3.8 이상에서무게중심을수동으로설정했다면 TCP 에대한무게중심을설정하는기능은완전히제거된다.



경고:

올바른설치설정을사용한다. 프로그램과함께설치파일을저장하고 불러온다.

13.7 설치 → 마운팅



로봇암마운팅지정의두가지용도:

1. 로봇암을화면에올바르게표시한다.
2. 컨트롤러에중력방향을알려준다.

고급동역학모델은로봇암에부드럽고정밀한동작을제공할뿐만아니라로봇암이 프리드라이브모드에서스스로잡을수있게한다. 이러한이유로로봇암을올바르게마운팅하는것이중요하다.



경고:

로봇암을올바르게장착하지않으면보호정지가자주발생할수있고, 또는 프리드라이브버튼을누를때로봇암이움직인다.

로봇암이평평한테이블또는바닥에마운팅될경우에는화면에서변경할필요가없다. 하지만로봇암이 천장마운팅, 벽마운팅또는 비스듬하게마운팅되었다면, 푸시버튼으로이를조정해야한다.

화면의오른쪽에있는버튼이로봇암마운팅각을지정한다. 맨위오른쪽버튼세개는각을 천장 (180°), 벽 (90°), 바닥 (0°) 으로지정한다. 틸트버튼은임의의각도를설정한다.

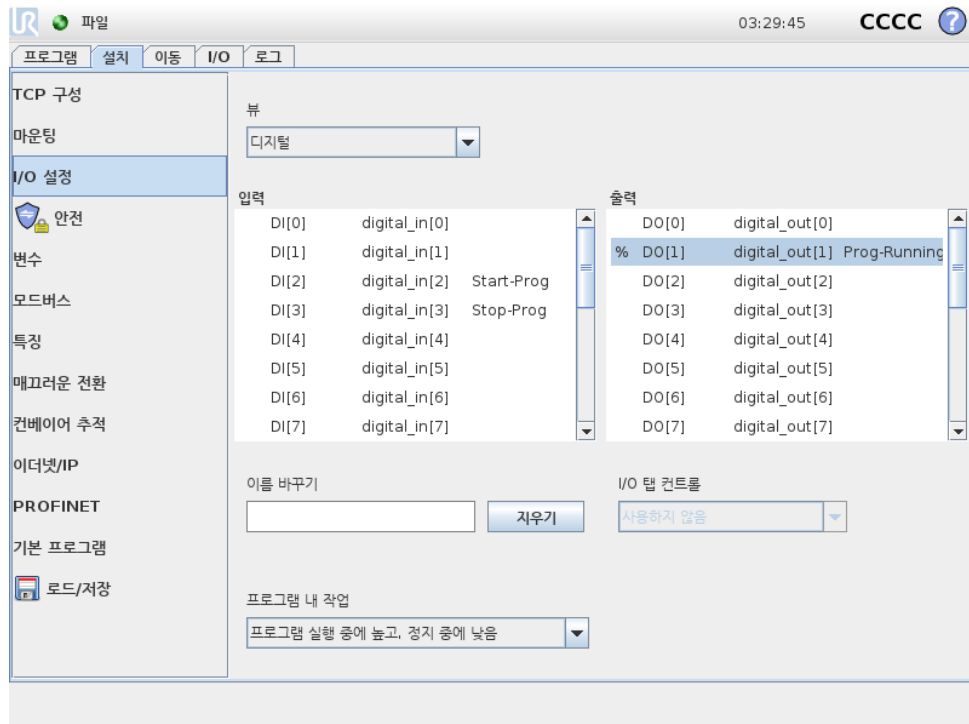
화면아래쪽에있는버튼은로봇암의마운팅을회전하여실제마운팅에맞추기위해사용한다.



경고:

올바른설치설정을사용한다. 프로그램과함께설치파일을저장하고 불러온다.

13.8 설치 → I/O 설정



I/O 설정 화면에서 사용자는 I/O 신호를 정의하고 I/O 탭 컨트롤을 사용하여 동작을 구성할 수 있다.

입력 및 출력 항목은 다음과 같은 I/O 신호 형식을 나열함:

- 디지털 표준 범용, 구성 가능, 툴
- 아날로그 표준 범용, 툴
- MODBUS
- 범용 등록 (부울, 정수, 플로트) 범용 레지스터는 필드 버스로 액세스할 수 있다 (예: Profinet 및 EtherNet/IP).

13.8.1 I/O 신호 형식

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

13.8.2 사용자 정의 이름의 할당

로봇 작업 중에 신호가 무엇을 하는지 쉽게 기억하기 위해 사용자는 이름을 입력 및 출력 신호에 연결할 수 있다.

1. 원하는 신호 선택
2. 화면의 하단에 있는 텍스트 필드를 눌러 이름을 설정한다.
3. 이름을 기본값으로 재설정하려면 지우기를 누른다.

범용 레지스터에는 프로그램에서 사용할 수 있도록 사용자 정의 이름을 지정해야 한다 (예: Wait 명령 또는 If 명령의 조건부 표현식). Wait 및 If 명령은 각각 (14.10) 및 (14.17)에 설명되어 있다. 이름이 부여된 범용 레지스터는 표현식 편집기 내의 입력 또는 출력 선택기 내에서 찾을 수 있다.

13.8.3 I/O 작업 및 I/O 탭 컨트롤

입력 및 출력 동작: 물리적 및 필드버스 디지털 I/O 를 사용하여 동작을 트리거하거나 프로그램의 상태에 반응할 수 있다.

사용 가능한 입력 동작:

- 시작: 상승 에지에서 현재 프로그램을 시작하거나 다시 시작한다.
- 중지: 상승 에지에서 현재 프로그램을 중지한다.
- 일시 중지: 상승 에지에서 현재 프로그램을 일시 중지한다.
- 프리드라이브: 입력이 높으면 로봇은 프리드라이브 상태이다 (프리드라이브 버튼과 유사). 프로그램이 실행 중이거나 다른 조건이 프리드라이브를 허용하지 않으면 입력이 무시된다.



경고:

입력 시작 동작을 사용하는 동안 로봇이 정지하면 로봇은 프로그램을 실행하기 전에 느리게 프로그램의 첫 번째 웨이포인트로 이동한다. 입력 시작 동작을 사용하는 동안 로봇이 일시 중지되면 로봇은 해당 프로그램을 다시 시작하기 전에 일시 중지된 위치로 천천히 이동한다.

사용 가능한 출력 동작:

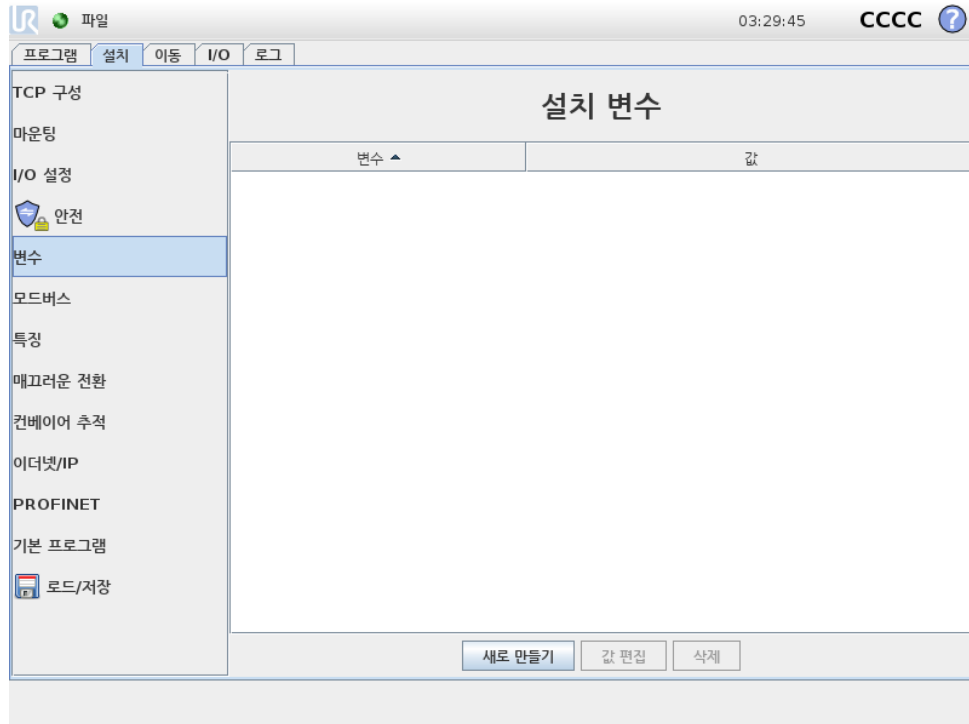
- 실행 중이 아닐 때 낮음: 프로그램 상태가 “중지됨” 또는 “일시 중지됨” 이면 출력이 낮다.
- 실행 중이 아닐 때 높음: 프로그램 상태가 “중지됨” 또는 “일시 중지됨” 이면 출력이 높다.
- 실행 중에 높고, 정지 중에 낮음: 프로그램 상태가 “중지됨” 또는 “일시 중지됨” 이면 출력이 낮고 실행 중이면 높다.
- 연속적 펄스: 프로그램이 실행되는 동안 지정된 시간 (초) 동안 출력이 교대로 높음과 낮음으로 바뀐다. 프로그램을 일시 중지하거나 중지하여 펄스 상태를 유지한다.

I/O 탭 컨트롤: 출력이 I/O 탭에서 제어되는지 (프로그램머 또는 작업자와 프로그램머 모두) 또는 로봇 프로그램에 의해 제어되는지 여부를 지정한다.

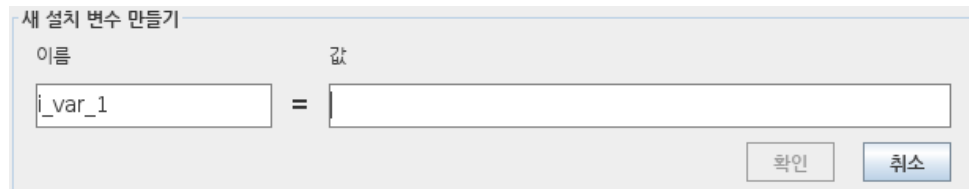
13.9 설치 → 안전

장 참조 10.

13.10 설치 → 변수



변수화면에서작성된변수를설치변수라고 하며일반프로그램변수와같이사용된다. 설치변수는 프로그램이정지하고다시시작하거나, 로봇암 및컨트롤박스를 꺾다가다시켜도값을보존하기때문에고유하다. 그이름과값은설치와함께저장되어있으므로, 다수의프로그램에서동일한변수를 사용할수있다.



새로생성을누르면새변수를위하여제안된이름이있는패널을불러온다. 이름은바꿀수있으며, 텍스트필드중하나를눌러서값을입력할수있다. 새이름을설치시사용하지않은경우에만 확인버튼을누를수있다.

목록의변수를강조표시하고설치변수값을바꾼다음에 변수편집을클릭하는것으로설치값을변경할수있다.

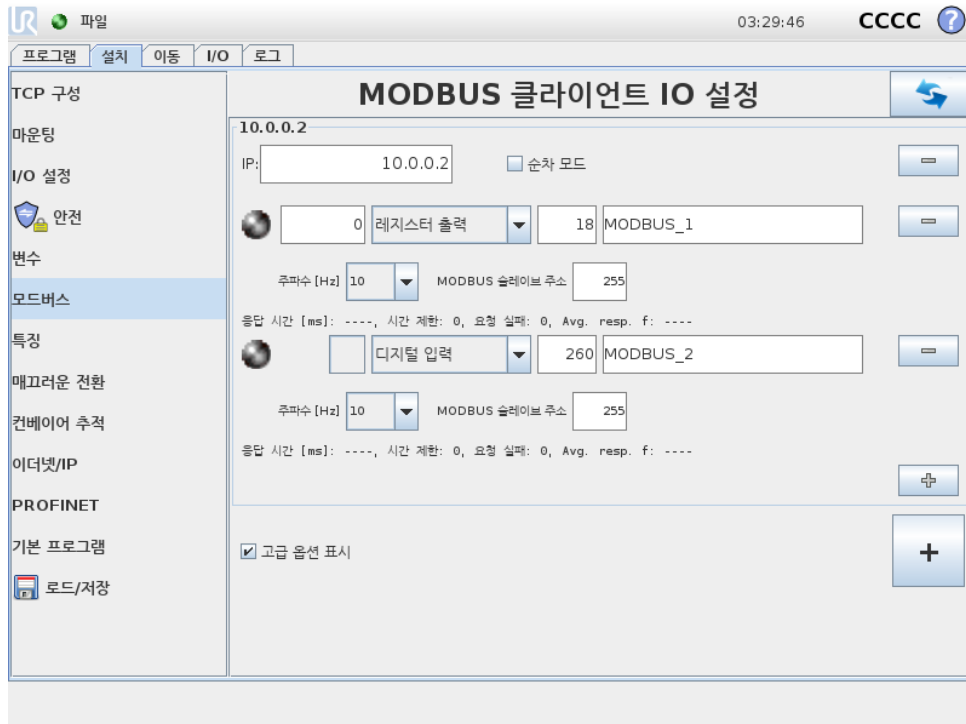
변수를삭제하려면변수를선택하고 삭제를누른다.

설치변수를구성한다음에설치자체를저장해야구성을저장할수있다.

설치변수및값은 10 분마다자동저장된다.

프로그램또는설치가 로드되었는데프로그램변수와설치변수중에서이름이중복되는것이있으면, 사용자는이문제해결을위해해결책을제시받는다. 프로그램변수이름대신에설치변수가가지고있는동일한이름을선택하던가, 충돌하는변수이름을자동으로변환하여문제를해결한다.

13.11 설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정



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

새로고침

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

유닛 추가

이 버튼을 눌러서 새 MODBUS 유닛을 추가한다.

유닛 제거

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

유닛 IP 지정

여기에서 MODBUS 유닛의 IP 주소가 표시된다. 버튼을 눌러서 변경한다.

순차 모드

고급 옵션 표시 (13.11 참조) 가 선택된 경우에만 이용 가능하다. 이 확인란을 선택하면 다음 요청을 보내기 전에 모드버스 클라이언트가 강제 응답을 기다리게 한다. 이 모드는 일부 펄드 버스 유닛을 필요로 한다. 여러 신호가 있을 때 옵션을 켜면 도움이 될 수 있고, 요청 빈도 증가 신호 끊김으로 이어질 수 있다. 여러 신호가 순차 모드로 정의된 경우에 실제 신호 빈도는 요청한 것보다 낮을 수 있다. 실제 신호 주파수는 신호 통계에서 관찰될 수 있다 (13.11 절 참조). 실제 신호 주파수가 “주파수” 드롭다운 목록에서 선택되는 값의 절반 미만인 경우, 신호 표시등이 노란색으로 변한다.

신호추가

이버튼을눌러서해당 MODBUS 유닛에신호를추가한다.

신호삭제

이버튼을눌러서해당 MODBUS 유닛에서 MODBUS 신호를제거한다.

신호형식지정

이드롭다운메뉴를사용하여신호형식을선택한다. 사용가능한형식:

디지털입력: 디지털입력 (코일) 은 1 비트수량으로서신호의주소필드에서지정 한코일에 대한 MODBUS 유닛에서읽는다. 함수코드 0x02(분리입력읽기) 를사용한다.

디지털출력: 디지털출력 (코일) 은 1 비트수량으로서높음또는낮음으로지정 할수있다. 사용자가출력값을지정하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x01(코일읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정 하거나 신호값지정버튼을누르는것으로지정했다면함수코드 0x05(싱글코일쓰기) 를앞으로사용한다.

레지스터입력: 레지스터입력은 16 비트수량으로서주소필드에서지정 한주소로부터읽는다. 함수코드 0x04(입력레지스터읽기) 를사용한다.

레지스터출력: 레지스터출력은 16 비트수량으로서사용자가지정 할수있다. 레지스터값을지정 하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x03(홀딩레지스터읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정 하거나 신호값지정필드에서신호 값을지정 하는것으로이를지정 했다면함수코드 0x06(싱글레지스터쓰기) 를사용하여원격 MODBUS 유닛을지정 한다.

신호주소지정

이필드는원격 MODBUS 서버의주소를표시한다. 화면키패드를사용하여다른주소를선택 한다. 유효한주소는원격 MODBUS 유닛의제조사및구성에의존한다.

신호이름지정

화면키보드를사용하여사용자가신호에이름을부여할수있다. 이이름은신호를프로그램에서사용 할때사용한다.

신호값

여기에서신호의현재값이표시된다. 레지스터신호의경우, 값이부호없는정수로표현된다. 출력 신호의경우, 원하는신호값을이버튼을사용하여지정 할수있다. 마찬가지로레지스터출력의경우 유닛을쓰기위한값을부호없는정수로반드시공급해야한다.

신호연결상태

이아이콘은신호를올바르게읽기/쓰기할수있는지나타내거나 (녹색), 유닛이예기치못하게반응 하거나도달하지못하는것을나타낸다 (회색). MODBUS 예외응답을받게되면응답코드를표시 한다. MODBUS-TCP 예외응답:

E1: ILLEGAL FUNCTION (0x01) 쿼리로받은함수코드는서버 (또는슬레이브) 에서허용되는 작업이아니다.

- E2: ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02) 쿼리에서받은 함수코드가 서버 (또는 슬레이브) 에 대한 허용되는 작업이 아니므로, 입력한 신호 주소가 원격 MODBUS 서버에 대응하는지 점검한다.
- E3: ILLEGAL DATA VALUE (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: SLAVE DEVICE FAILURE (0x04) 서버 (또는 슬레이브) 가 요청한 작업을 수행 시도하는 도 중 복구할 수 없는 오류가 발생했다.
- E5: ACKNOWLEDGE (0x05) 원격 MODBUS 유닛에 전송한 프로그래밍 명령과 함께 특수하게 사용한다.
- E6: SLAVE DEVICE BUSY (0x06) 원격 MODBUS 유닛에 전송한 프로그래밍 명령과 함께 특수하게 사용하며, 서버 (또는 슬레이브) 가 지금 반응하지 못한다.

고급 옵션 표시

이 표시상자는 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. 주파수가 0 으로 설정되면, 모드버스 요청이 `modbus_get_signal_status`, `modbus_set_output_register` 및 `modbus_set_output_signal` 스크립트 기능을 사용하여 요구시게 된다.

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 가능성을 확인할 것을 권장한다.

재연결 횟수: TCP 연결이 폐쇄되었다가 다시 연결된 횟수.

연결 상태: TCP 연결 상태.

응답 시간 [ms:] 모드버스 요청 및 응답 수신 간의 시간 - 이것은 통신이 활성화된 경우에만 업데이트 된다.

모드버스 패킷 오류: 오류를 포함하는 수신 패킷 수 (예: 잘못된 길이, 누락 데이터, TCP 소켓 오류).

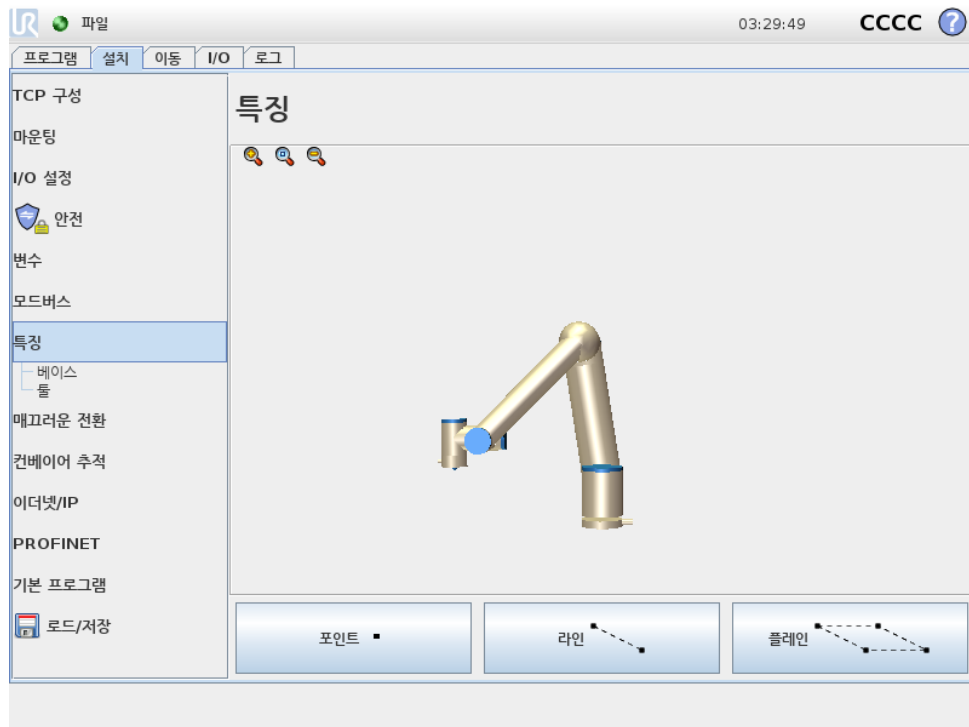
시간 제한: 응답을 받지 않은 모드버스 수.

요청 실패: 잘못된 소켓 상태로 인해 보낼 수 없는 패킷의 수.

실제 주파수: 클라이언트 (마스터) 신호 상태 업데이트의 평균 주파수. 이 값은 신호가 서버로부터 (또는 슬레이브로부터) 응답을 수신할 때 마다 재계산된다.

모든 카운터는 65535 까지 계산된 다음에 0 으로 다시 초기화된다.

13.12 설치 → 특징



특징은 미래 참조 및 로봇 베이스를 기준으로 하는 육축 포즈 (위치 및 자세) 의 이름으로 정의된 물체의 표현이다.

로봇 프로그램의 하위 부분의 이동이 로봇 암 베이스 외의 특정 물체를 기준으로 반드시 구성되는 경우가 일부 있다. 테이블, 다른 기계, 작업물, 컨베이어, 팔레트, 비전 시스템, 블랭크 또는 로봇 암 주위에 존재하는 경계가 이러한 물체일 수 있다. 로봇에는 두 가지의 사전 정의된 특징이 항상 존재한다. 각 특징의 포즈는 로봇 암 자체의 구성에 따라 정의된다:

- 베이스 특징은 로봇 베이스 중심의 원점에 위치해 있음 (그림 13.1 참조)
- 툴 특징은 현재 TCP 중심의 원점에 위치해 있음 (그림 13.2 참조)

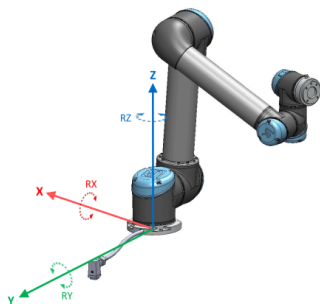


Figure 13.1: 베이스 특징

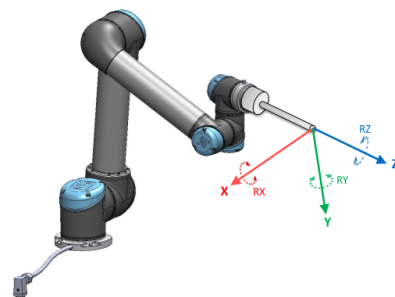


Figure 13.2: 툴 (TCP) 특징

사용자 정의 특징은 작업 영역에서 TCP 의 현재 포즈를 사용하는 방법을 통해 배치된다. 즉 사용자는 프리드라이브 모드 또는 “조깅” 등을 사용하여 로봇을 원하는 포즈로 이동하여 특징 위치를 티칭할 수 있다는 의미이다.

특징포즈정의에는세가지다른전략 (포인트, 라인및 플레인) 이존재한다. 주어진용도에가장적합한전략은사용되는개체유형과정밀도요구에따라다르다. 특정물체에적용가능한경우일반적으로더많은입력포인트 (라인및 플레인) 을기반으로하는특징이선호된다.

선형컨베이어의방향을정확하게정의하려면최대한많이물리적으로분리된라인특징의두점을정의한다. 포인트특징은선형컨베이어를정의하는데에도사용할수있지만사용자는컨베이어이동방향으로 TCP 를지정해야한다.

테이블의포즈를정의하기위해더많은포인트를사용하면자세가단일 TCP 의자세가아닌위치에기반한다는것을의미한다. 단일 TCP 자세는고정밀도로구성하기가어렵다.

특징을정의하는여러가지방법을알아보려면 (절: 13.12.2), (13.12.3), (13.12.4) 을참조한다.

13.12.1 특징의사용

특징이설치중에정의되면로봇프로그램에서특징을참조하여로봇이동을 (예: MoveL 및 MoveP 명령) 특징에연관시킬수있다 (14.4 섹션참조). 이를통해로봇프로그램을쉽게적용할수있다 (예: 여러개의로봇스테이션이있는경우, 프로그램런타임중에물체를이동하는경우또는물체가썬에서영구적으로이동한경우). 물체의특징을조정하면물체와관련된모든프로그램이동이그에따라이동한다. 추가예제는 (13.12.5절) 및 (13.12.6) 을참조한다. 또한조그가능으로구성된특징은이동 탭 (13.1 항목) 또는 포즈편집기 화면 (12.2 참조) 에서로봇을수동으로움직일때유용한툴이다. 특징을기준으로선택하면이동및변환및회전을위한이동도구버튼이선택한특징공간 (13.1.2 참조) 및 (13.1.3) 에서 TCP 좌표를읽는방식으로작동한다. 예를들어테이블이특징으로정의되고이동탭에서기준으로선택되면변환화살표 (예: 위/아래, 왼쪽/오른쪽, 앞으로/뒤로) 가테이블을기준으로이방향으로로봇을이동한다. 또한 TCP 좌표는테이블의프레임에있다.

이름바꾸기

이버튼은특징의이름을바꾼다.

삭제

이버튼은선택한특징과그하위특징을삭제한다.

축표시

선택한특징의좌표축이 3D 그래픽에표시될지선택한다. 선택은이화면과이동화면에적용된다.

포인트변경

이포인트변경버튼을사용하여선택한특징을지정하거나변경한다. 이동 탭 (13.1절) 이나타나고, 특징을위한새위치를지정할수있다.

조그가능

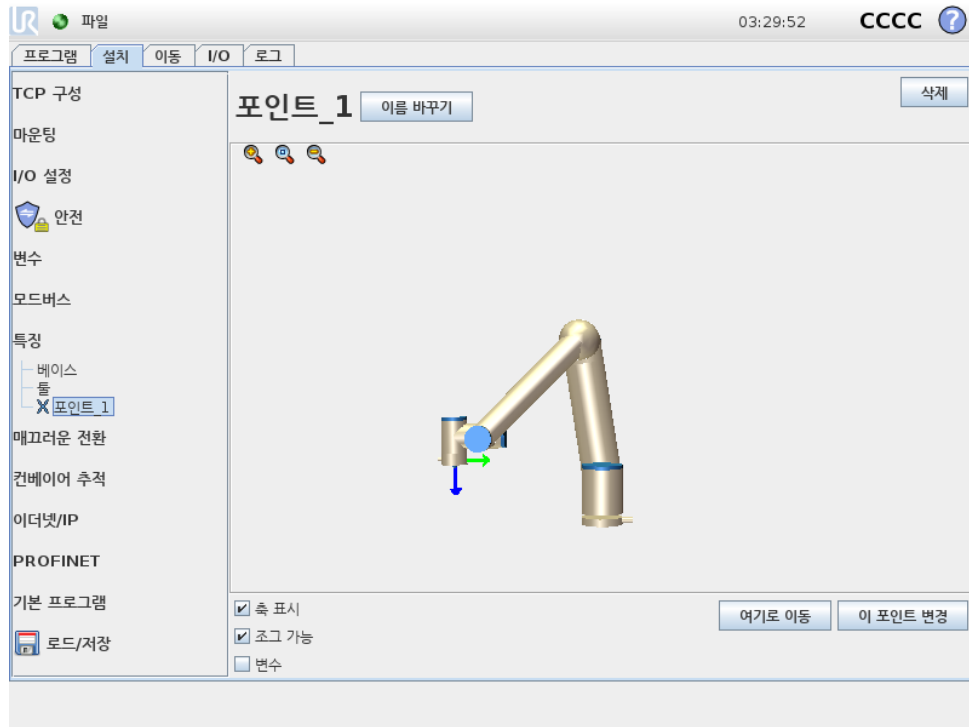
선택한특징이조그가능할지선택한다. 이는특징이이동화면의특징메뉴에나타날지지정한다.

로봇을여기로이동사용하기

로봇암을선택한특징쪽으로움직이려면 로봇을여기로이동버튼을누른다. 특징과 TCP 의좌표계가합치된다.

13.12.2 새포인트

포인트버튼을눌러서설치에포인트특징을추가한다. 포인트특징은안전한경계또는로봇암의글로벌 Home 구성을정의한다. 포인트특징포즈는 TCP 의위치와자세로정의된다.



13.12.3 새 라인

라인 버튼을 눌러서 설치에 라인 특징을 추가한다. 라인 특징은 로봇이 따라야 하는 라인을 정의한다. (예: 컨베이어 추적 사용시). 그림 13.3에서 표시된 대로 라인 1 는 두 포인트 특징 p1 와 p2 사이의 축으로 정의된다.

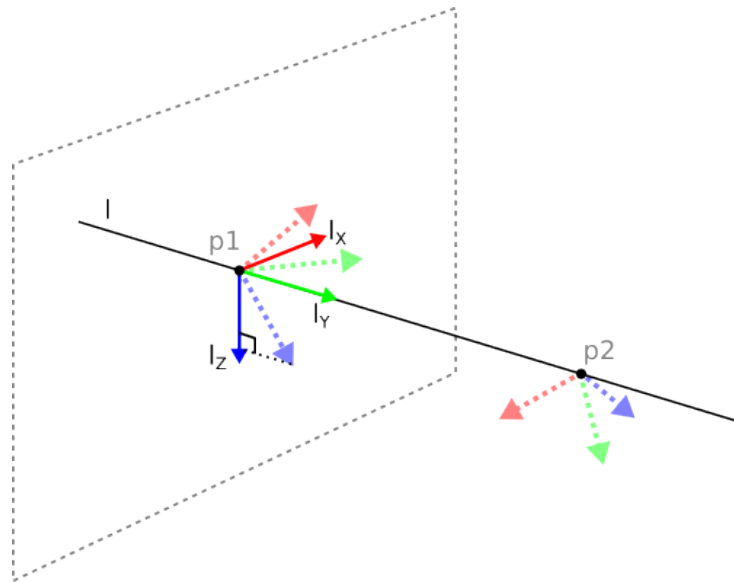
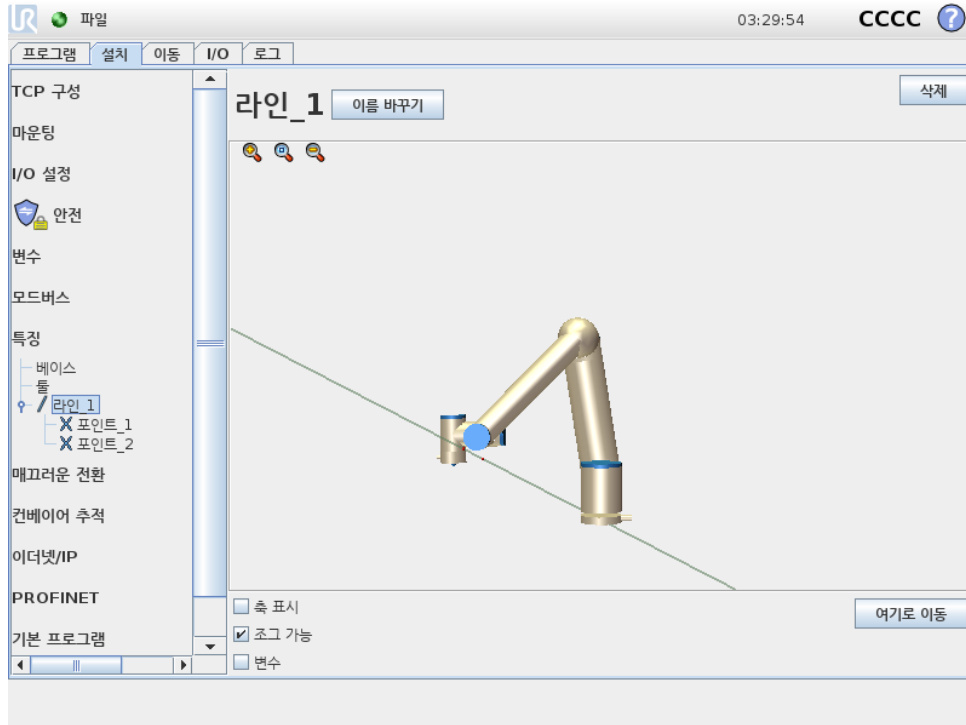


Figure 13.3: 라인 특징의 정의

그림 13.3에서 첫 포인트에서 둘째 포인트로 이어진 이 축은 선 좌표계에서 y-축이 된다. 라인에서 수직인 면에 투영된 p1 의 z-축으로 z-축이 정의된다. 선 좌표계의 위치는 p1 위치와 동일하다.



13.12.4 플레인특징

예를 들어 비전 시스템 작업 시 또는 테이블을 기준으로 이동할 때와 같이 높은 정밀도의 프레임이 필요할 때 플레인 특징을 선택한다.

플레인 추가

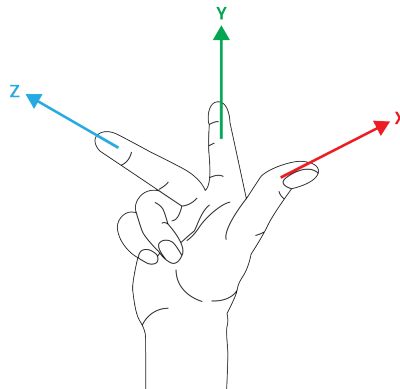
1. 설치에서 특징을 선택한다.
2. 특징에서 플레인을 선택한다.

플레인 티칭

새로운 플레인을 만들기 위해 플레인 버튼을 누르면, 화면 안내가 플레인 생성을 도와준다.

1. Origo 선택
2. 로봇을 이동하여 플레인의 x-축 방향을 정의함
3. 로봇을 이동하여 플레인의 y-축 방향을 정의함

플레인 은 오른손 법칙을 사용하여 정의되므로 z-축은 아래 그림과 같이 x-축과 y-축의 벡터 곱이다.





참고:
플레인법선을반대방향으로하려면 x-축의반대방향으로플레인을
다시티칭할수있다.

플레인을선택하고플레인변경을눌러기존플레인을수정한다. 그런다음새로운플레인을티칭하는
것과같은방법을사용한다.

13.12.5 예: 프로그램조정을위해수동으로특징갱신하기

로봇프로그램의여러부분이테이블을기준으로하는용도를생각한다. 그림 13.4에서이느웨이포인
트 wp1 부터 wp4 로이어지는움직임으로나타난다.

로봇 프로그램

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

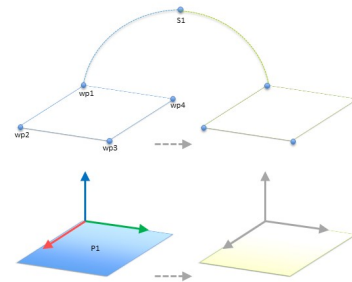


Figure 13.4: 특징변경으로수동업데이트되는특징면에대하여상대적인네개의웨이포인트를가진간단한
프로그램

애플리케이션에서는테이블의위치가약간다른여러로봇설치에대하여프로그램을다시사용해야
한다. 테이블을기준으로하는이동은동일하다. 설치에서테이블위치를특징 P1 으로정의하고, 플
레인을기준으로구성된 MoveL 명령이있는프로그램은테이블의실제위치가있는설치를갱신하는
것만으로추가로봇을쉽게적용할수있다.

작업영역의그외주요장소가설치마다다른경우라도많은로봇의동일한작업을해결하는유연성있
는프로그램을성취하기위한용도에서많은특징에개념을적용할수있다.

13.12.6 예: 특징포즈를동적으로갱신하기

특정작업을해결하기위해로봇이테이블위에서특정패턴으로반드시움직여야하는비슷한경우를
고려할수있다 (13.5 참조).

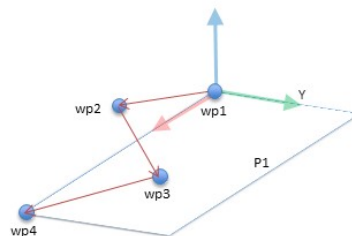


Figure 13.5: 플레인특징에상대적인웨이포인트네개가있는 MoveL 명령

P1 과관련된이동은여러번반복되며매번오프셋 o 만큼반복된다. 이에에서오프셋은 Y 방
향으로 10cm 로설정된다 (그림 13.6, 오프셋 O1 및 O2 참조). 예를들어이는 pose_add() 또는
pose_trans() 스크립트특징을이용하여변수를조작하는것으로성취한다. 오프셋을추가하는대신

로봇 프로그램

```

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

```

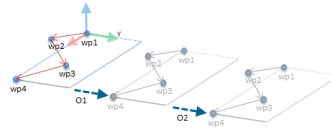


Figure 13.6: 플레인특징에오프셋을적용함

로봇 프로그램

```

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

```

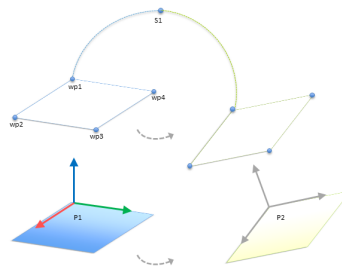


Figure 13.7: 한플레인특징에서다른특징으로전환함

에프로그래밍을실행하는도중에다른특징으로전환하는것도가능하다. MoveL 명령 P1_var 에대한 기준특징이두플레인 P1 과 P2 사이에서전환될수있는아래의예에서이를볼수있다 (그림 13.7 참조).

13.13 컨베이어추적설정

컨베이어추적설정은 두개의별도컨베이어움직임을구성할수있게한다. 컨베이어추적설정은절대또는증분인코더와선형또는원형컨베이어와작업할수있는옵션을로봇에게제공한다.

컨베이어매개변수

증분: 인코더는디지털입력 0 3 로연결할수있다. 디지털신호디코딩은 40kHz 로이루어진다. 직교인코더를사용하면 (두입력필요) 로봇은컨베이어속도와방향을지정할수있다. 컨베이어방향이일정하면한입력을사용하여 상승, 하강또는 상승및하강에지를탐지하고컨베이어속도를결정할수있다.

절대: 인코더는 MODBUS 신호를통해연결할수있다. 이를위해디지털 MODBUS 출력등록이 (13.11절) 에서사전구성될필요가있다.

추적매개변수

선형컨베이어: 선형컨베이어를선택하면컨베이어방향을결정하기위해라인특징을만드시설치의 특징 부분에서구성해야한다. 라인특징을컨베이어방향과평행하게배치하고라인특징을정의하는두점사이의거리를크게하여정확성을보장한다. 두포인트를티칭할때컨베이어측면에틀을단단히대어서라인특징을구성한다. 라인특징방향이컨베이어이동방향과반대인경우 반대방향버튼을사용한다.

미터당틱필드는컨베이어가일미터이동할때인코더가생성하는틱수를표시한다.

원형컨베이어: 원형컨베이어를추적할때컨베이어중심점을정의해야한다.

1. 설치의 특징부분에서중심점을정의한다. 회전당틱값은컨베이어가완전일회전할때인코더가생성하는틱수여야한다.
2. 컨베이어회전을추적하기위해툴자세에대한 컨베이어로틀회전확인란을선택한다.

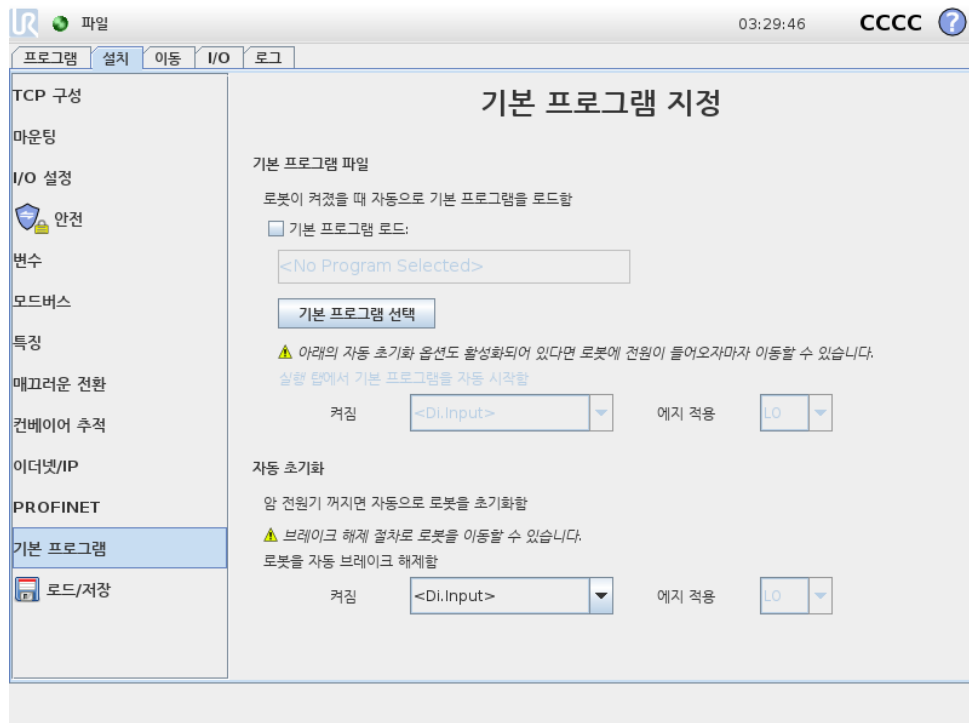
13.14 안전모드간매끄러운전환

이벤트 (감속모드입력, 감속모드트리거플레인, 안전방호정지및 3- 위치활성화장치등) 중에안전모드를전환할때로봇암은 0.4 초를사용하여 “소프트” 전환을만드는것을목표로한다. 기존애플리케이션은 “하드” 설정에해당하는변경되지않은동작이있다. 새설치파일의기본설정은 “소프트” 이다.

13.14.1 가속/감속설정조정

- 설치탭을누른다.
- 왼쪽사이드메뉴에서매끄러운전환을선택한다.
- 하드를선택하여더높은가속/감속을설정하거나매끄러운기본전환설정을사용하려면소프트를선택한다.

13.15 설치 → 기본프로그램



시작화면은자동로딩및기본프로그램시작을위한설정, 전원이켜지는동안로봇암자동초기화설정을포함한다.



경고:

1. 자동로드, 자동시작및자동초기화가활성화되면입력신호가선택한신호레벨과일치하는한컨트롤박스의전원이켜지자마자 로봇이프로그램을실행한다. 예를들어, 이경우에는선택된신호수준으로의에지전환은필요하지않다.
2. 신호수준이낮음으로설정되면주의한다. 입력신호는기본적으로낮기때문에프로그램이외부신호에의해트리거되지않고자동으로실행되게한다.

기본프로그램로드하기

컨트롤박스가켜진다음에기본프로그램이로드된다. 또한기본프로그램은 프로그램실행화면 (11.4 참조) 을입력하고, 다른프로그램을로드하지않았을때자동로드된다.

기본프로그램시작하기

기본프로그램은 프로그램실행화면에서자동시작된다. 기본프로그램을로드하고, 특정외부입력신호에지전환을탐지하면프로그램은자동시작한다.

시작시현재입력신호수준은정의되지않는다. 시작시신호수준과일치하는전환을선택하면즉시프로그램이시작된다. 또한 프로그램실행화면을떠나거나대시보드에서정지버튼을누르면, 실행버튼을다시누르기전까지자동시작특징이비활성화된다.

자동초기화

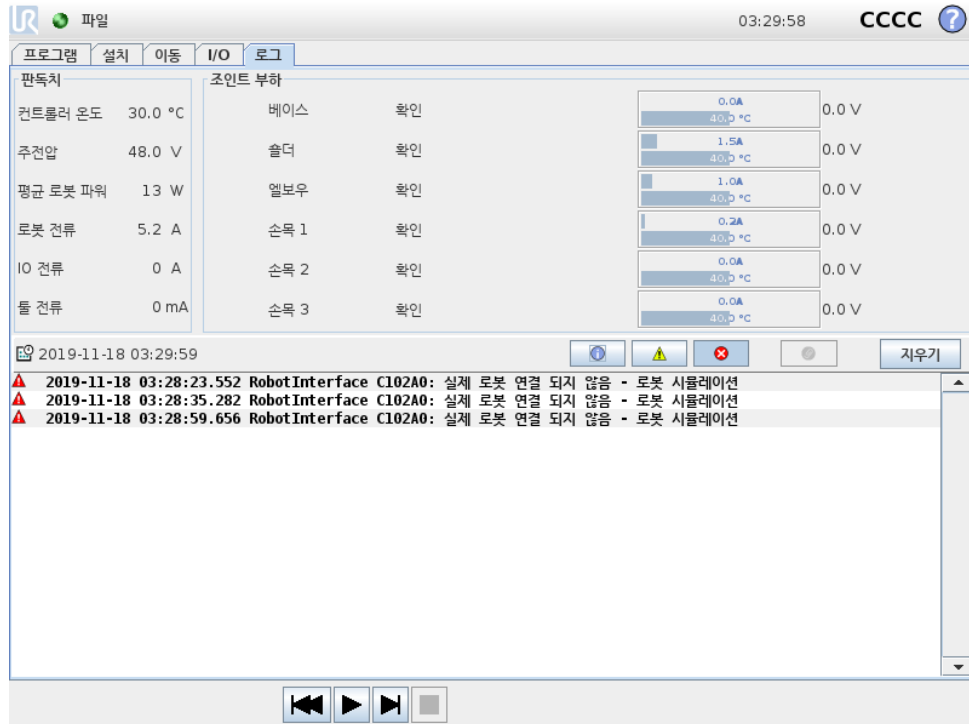
로봇암이자동으로초기화된다. 특정외부입력신호에지전환시, 로봇암은보이는화면에상관없이완전히초기화된다.

브레이크해제는최종초기화단계이다. 브레이크해제중로봇암은작은움직임과딸깍소리를낸다. 또한브레이크는구성한마운팅이 (센서데이터에따라) 탐지된마운팅에맞지않으면자동해제될수없다. 이경우에로봇은반드시초기화화면에서수동초기화를수행해야한다 (11.5 참조).

시작시현재입력신호수준은정의되지않는다. 시작초기화시신호수준과일치하는전환을선택하면즉시프로그램이시작된다.

자동초기화기능은로봇암이꺼져있을때만작동한다.

13.16 로그탭



로봇상태 화면위쪽은로봇암 및컨트롤박스의 “상태” 를표시 한다.

화면의왼쪽에는로봇컨트롤박스과관련된정보가표시 되고, 오른쪽에는로봇조인트에대한정보가 표시된다. 각로봇조인트는모터및전자부품온도, 조인트부하, 전압을보여준다.

로봇로그 메시지는화면의하단에표시된다. 첫열은로그입력의심각도를카테고리로보여준다. 두번째열은메시지도착시간을나타낸다. 다음열은메시지발신자를표시 한다. 마지막열은메시지 자체를표시 한다. 메시지는로그항목의심각도에대응하는버튼을선택하여필터를적용할수있다. 위의그림은정보와경고메시지에필터를적용하는동안에오류를표시 한다. 어떤로그메시지는더많은정보를제공하도록설계되었으며, 이는로그항목을선택하여접근할수있다.

13.16.1 오류보고서저장

폴리스코프에서오류가발생 하면오류로그가생성된다. 로그탭에서생성된보고서를추적하고 USB 드라이브로내보낼수있다 (13.16참조). 추적하고내보낼수있는오류목록:

- 결함
- 내부폴리스코프예외
- 보호정지
- URCap 에서처리되지않은예외
- 위반

내보낸보고서는사용자프로그램, 기록로그, 설치및실행중인서비스목록등이포함된다.

오류보고서 자세한상태보고서는종이클립아이콘이로그줄에나타날때사용할수있다.

- 보고서를 USB 드라이브에 저장하려면로그줄을선택하고보고서저장버튼을누른다.
- 프로그램이실행되는동안보고서를저장할수있다.



참고:

가장오래된보고서는새보고서가생성되면삭제된다. 최근 5 개의보
고서만저장된다.

13.17 로드화면

이화면에서어떤프로그램을로드할지선택할수있다. 이화면에는두가지버전이있다. 프로그램을
로드하고실행할때사용하는화면과프로그램을실제로편집할때사용하는화면.



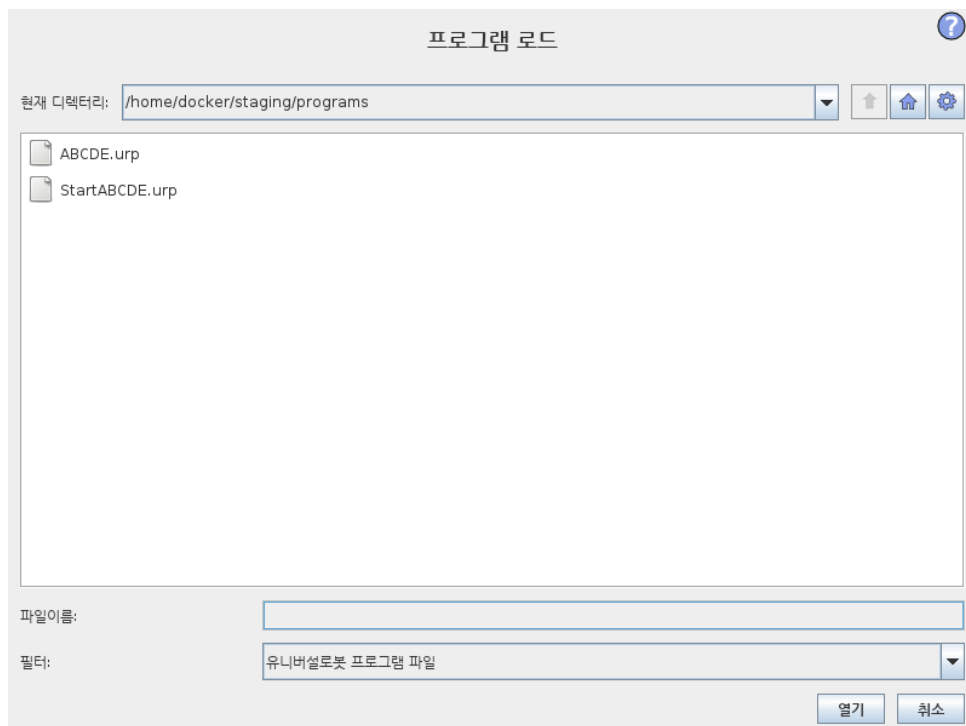
참고:

USB 드라이브에서프로그램을실행하는것은권장하지않는다. USB
드라이브에저장한설치를사용하려면, 파일메뉴를통해이를로컬 프
로그램... 폴더에 다른이름으로저장버튼을사용하여저장한다.

사용자가쓸수있는작업차이가중요한차이이다. 기본로드화면에서사용자는파일엑세스만가능하
고이를변경하거나삭제할수없다. 그리고사용자는 프로그램폴더의하위디렉터리구조에서떠나
는것이허용되지않는다. 사용자는하위디렉터리로이동할수있지만 프로그램폴더상위로이동할
수없다.

그러므로모든프로그램은프로그램폴더에있어야하고, 하위폴더는프로그램폴더내에있어야한다.

화면레이아웃



이도해는실제로로드화면을보여준다. 이는다음중요영역및버튼으로구성되어있다:

경로기록 경로기록은현재위치까지오게된경로를목록으로보여준다. 즉컴퓨터루트까지모든상위디렉터리가표시된다. 여기에서프로그램폴더상위에있는모드디렉터리에엑세스권한이없는것을알게된다.

목록의폴더이름을선택하는것으로로드대화가디렉터리를변경하고, 파일선택영역에서이를표시한다 (13.17참조).

파일선택영역 대화의이영역에서실제영역의콘텐츠가존재한다. 이는사용자가이름을한번클릭하여파일을선택할수있는옵션을주고, 이름을더블클릭하면파일을열수있다.

디렉터리는약 0.5 초동안길게눌러서선택한다. 폴더안으로들어가서내용을표시하는것은한번클릭으로한다.

파일필터 파일필터를사용하여표시되는파일이원하는파일형식만을포함하도록제한할수있다. 백업파일을선택하는것으로파일선택영역은각프로그램에서최신저장버전 10 개를저장하고, 여기에서 .old0 가최신이며, .old9 가가장오래된것이다.

파일필드 여기에서현재선택한파일이표시된다. 사용자는필드오른쪽에있는키보드아이콘을클릭하여파일이름을수동으로입력할수있다. 이는사용자가파일이름을화면에서직접입력할수있는화면키보드가나타나게한다.

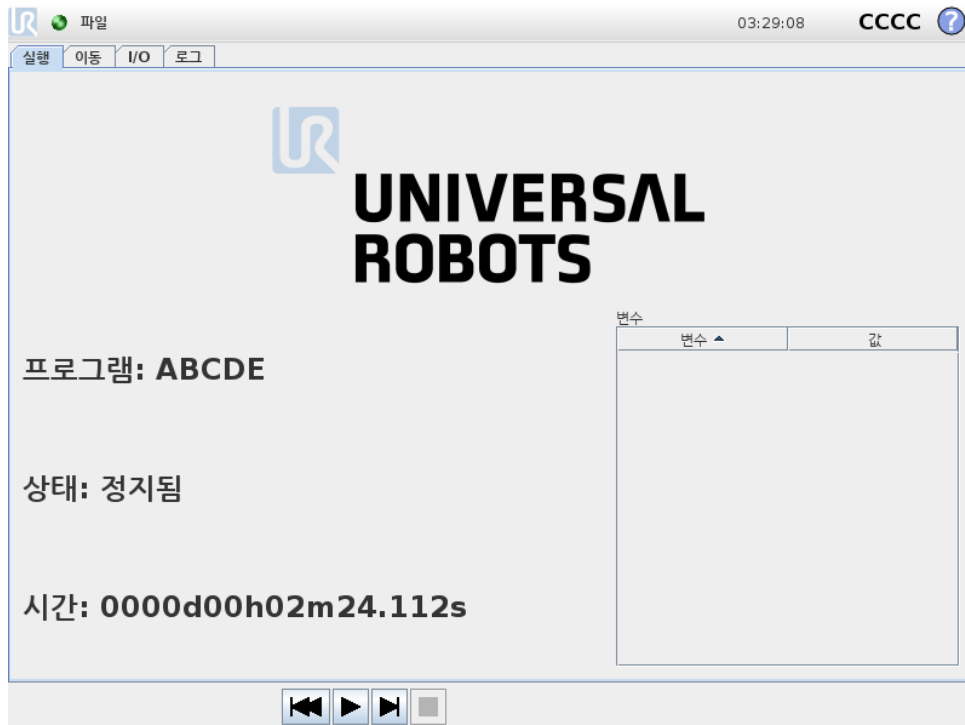
열기버튼 열기버튼을클릭하면현재선택한파일을열고, 이전화면으로돌아간다.

취소버튼 취소버튼을클릭하면현재로드프로세스를중단하고, 화면이이전이미지로돌아가도록한다.

작업버튼 일반적인파일대화에서파일이름을오른쪽마우스오른쪽버튼을클릭하여사용할수있는작업을일부수행할수있는기능을사용자에게제공한다. 여기에서디렉터리구조상위인프로그램폴더로직접이동할수있는기능이추가되었다.

- 상위: 디렉터리구조에서상위로이동한다. 이버튼은다음과같은두경우에활성화되어있지않다. 현재디렉터리가최상위디렉터리이거나화면이제한모드에있고, 현재디렉터리가프로그램폴더인경우.
- 프로그램폴더로이동: Home 으로이동
- 작업: 디렉터리생성, 파일삭제등의작업.

13.18 실행 탭



이 탭은 최소한의 버튼과 옵션을 사용하여 로봇 암과 컨트롤 박스를 작동할 수 있는 매우 간단한 방법을 제공한다. 이는 폴리스코프의 프로그래밍 부분을 암호로 보호하는 기능과 함께 사용하여 (15.3 참조), 로봇을 미리 지정된 프로그램만 사용하여 실행할 수 있는 톨로만드는데 유용하다.

그리고 이 탭에서는 외부 입력 신호에 지 전환에 따라서 기본 프로그램을 자동으로 로드할 수 있다 (13.15 참조). 예를 들어 전원이 켜질 때의 자동 로딩, 기본 프로그램 시작, 자동 초기화는 로봇 암을 다른 기계와 통합하는데 사용할 수 있다.

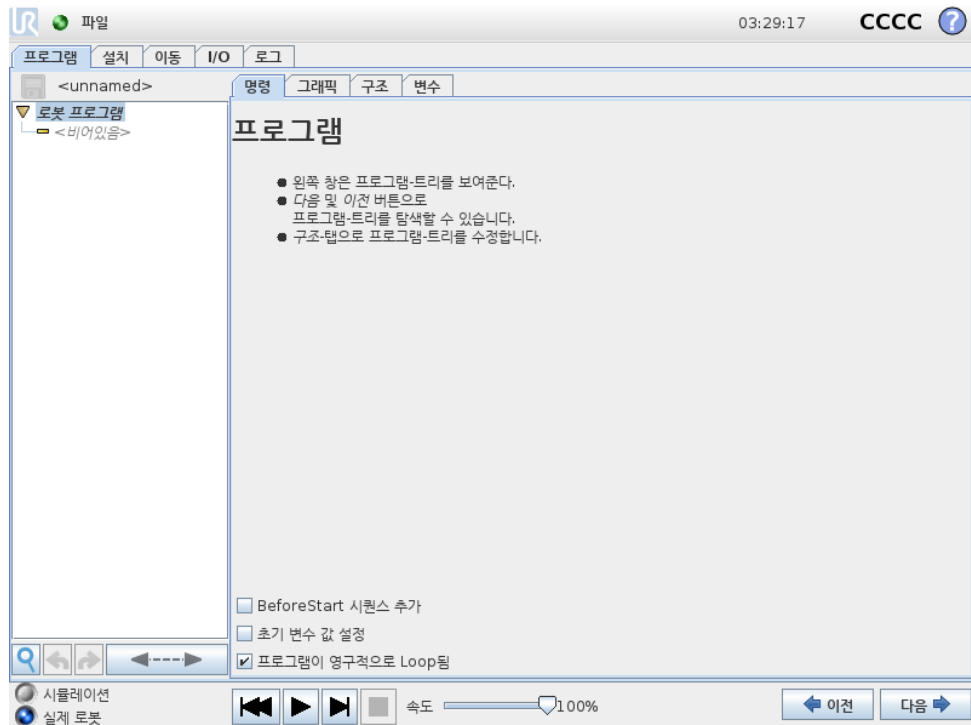
14 프로그래밍

14.1 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.

14.2 프로그램 탭



프로그램 탭은 현재 편집하는 프로그램을 표시한다.

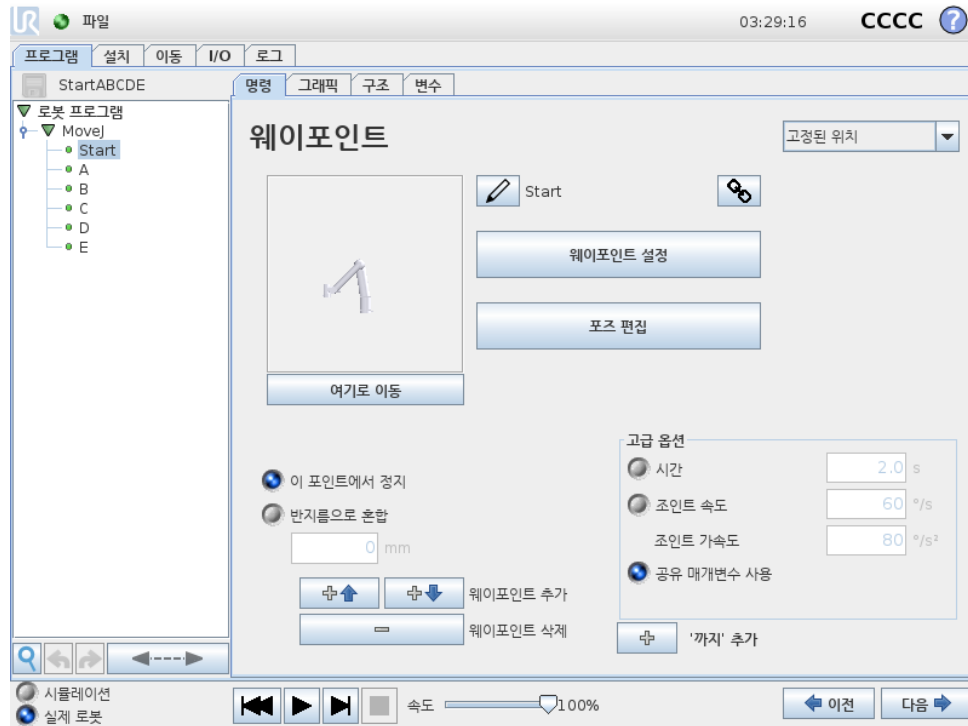
14.2.1 프로그램 트리

화면 왼쪽의 프로그램 트리는 프로그램을 명령 목록으로 표시하고, 화면 오른쪽 영역은 현재 명령과 관련된 정보를 표시한다.

현재 명령은 명령 목록을 클릭하거나 화면 오른쪽 아래의 이전과 다음 버튼을 사용하여 선택할 수 있다. 명령은 구조 탭에서 삽입하거나 제거할 수 있다. 프로그램 이름은 명령 목록 위에서 직접 표시하며, 작은 디스크 아이콘을 눌러서 빠르게 프로그램을 저장할 수 있다.

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

14.2.2 프로그램 실행 표시



프로그램 트리는 로봇 컨테이너가 현재 실행하는 명령을 알리는 시각 신호를 포함한다. 작은  지표 아이콘이 명령 아이콘 왼쪽에 표시되고, 실행 명령의 이름과 이 명령이 하위 명령으로 나타나는 그 외 모든 명령이 (일반적으로  /  명령 아이콘으로 나타남) 파란색으로 강조 표시된다. 이는 사용자가 실행 명령을 트리에서 찾는 것을 도와준다. 예를 들어 로봇 암이 웨이포인트를 향해 움직이면 해당 웨이포인트 하위 명령이  아이콘으로 표시되고 이 이름과 이를 소유하는 이동 명령 이름 (14.4 참조) 이 파란색으로 표시된다. 프로그램이 일시 중지되면 프로그램 실행 지표 아이콘이 실행 도중이었던 마지막 명령을 실행한다. 프로그램 트리 아래의  아이콘 버튼을 클릭하면 트리에서 현재 실행 또는 마지막 실행 명령으로 이동한다. 프로그램 실행 중에 명령을 클릭하면 명령 탭이 선택한 명령에 대한 정보를 계속 표시한다.  버튼을 누르면 명령 탭이 계속 현재 실행 중인 명령에 대한 정보를 계속 표시한다.

14.2.3 검색 버튼

 (를) 눌러 프로그램 트리에서 검색한다. 클릭하면 검색 텍스트를 입력할 수 있고 일치하는 프로그램 노드는 노란색으로 강조 표시된다. 또한 탐색 버튼을 사용하여 일치 항목을 탐색할 수 있다.  아이콘을 눌러서 검색에서 나간다. 참고: 추가 탐색 버튼에 액세스하려면 프로그램 트리를 확장해야 한다.

14.2.4 실행 취소/다시 실행 버튼

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

14.2.5 프로그램 대시보드

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

속도를조정할수있게하는데, 이는로봇암이움직이는속도에직접적인영향을준다. 또한 속도슬라이더는안전설정을고려한로봇암의상대적속도를실시간으로표시한다. 표시한백분율이안전제한을위반하지않은채프로그램을실행할수있는최대가능속도이다.

대시보드왼쪽의 시뮬레이션및 실제로봇버튼은프로그램을시뮬레이션에서실행하거나실제로봇에서실행하는것으로전환할수있다. 시뮬레이션에서실행하면로봇암은이동하지않으며, 충돌로그자체또는근처장비를손상할수없다. 로봇암이무엇을할지불확실하다면시뮬레이션으로프로그램을시험한다.



위험:

1. 재생버튼을누르면작업자는로봇작업영역밖으로피해있어야한다. 프로그램으로입력한이동은예상과다를수있다.
2. 절대적으로필요한경우에만 단계버튼을사용한다. 단계버튼을누르면로봇작업영역밖으로피해있어야한다.
3. 항상속도슬라이더로속도를줄인다음에만프로그램을시험한다. 통합자가일으킨논리프로그램오류는로봇암에예기치못한이동의원인이될수있다.
4. 비상정지또는보호정지가발생하면로봇프로그램이정지한다. 조인트가 10° 를초과하여이동하지않는한이는다시시작할수있다. 재생을누르면로봇은다시궤도로천천히이동하고프로그램이계속실행된다.

프로그램을작성하는동안, 로봇암에서발생하는이동은 14.30에서설명하는대로 그래픽탭의 3D 드로잉으로표현이된다.

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

14.3 변수

로봇프로그램은변수를 사용하여런타임에서다양한값을저장하고업데이트할수있다. 두가지종류의변수가있다:

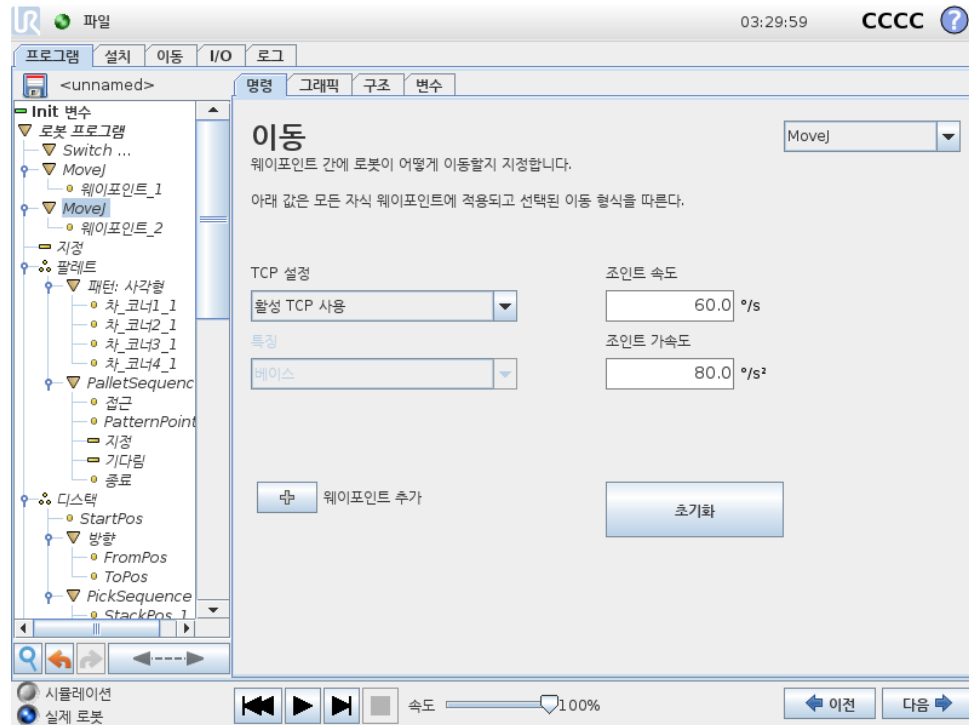
설치변수: 이는여러프로그램이사용할수있고, 그이름과값은로봇설치와함께유지된다 (13.10 참조). 설치변수는로봇과컨트롤박스加里부팅된다음에값을유지한다.

정규프로그램변수: 이는프로그램실행시에만사용할수있고, 프로그램이정지하면값이사라진다.

변수유형:

bool	부울변수는 참또는 거짓이다.
int	-2147483648 2147483647 내의정수 (32 비트).
float	부동소수 (10 진수) (32 bit).
string	문자시퀀스.
pose	직교공간에서위치와자세를묘사하는벡터. 자세를나타내는위치벡터 (x,y,z) 와회전벡터 (rx,ry,rz) 로서 p[x, y, z, rx, ry, rz] 로쓴다.
list	변수시퀀스.

14.4 명령: 이동



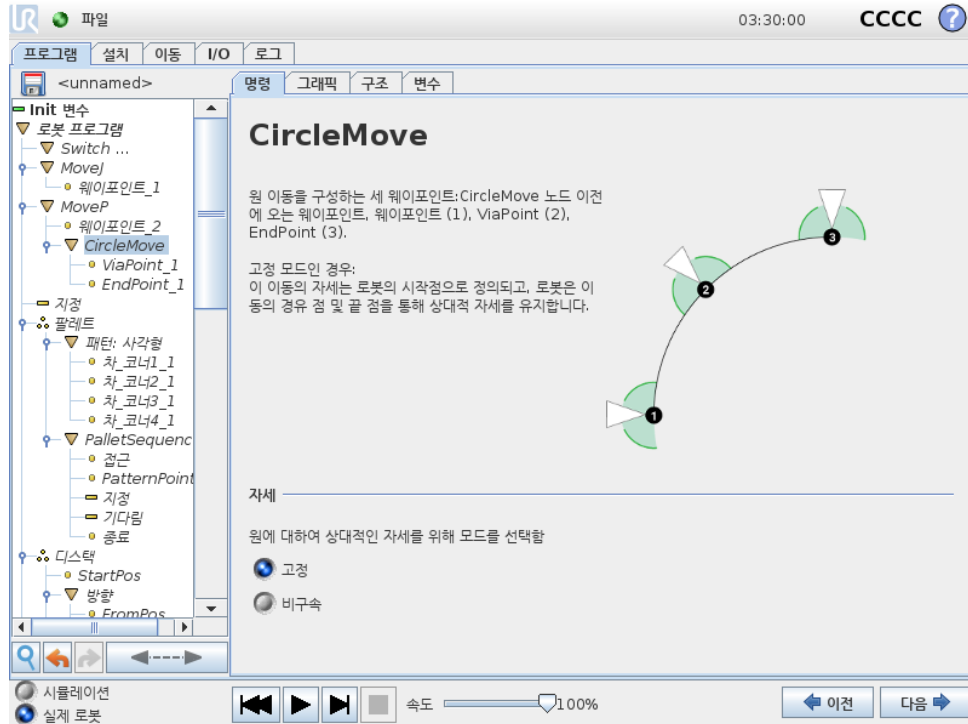
이동 명령은 기본 웨이포인트를 통해 로봇 동작을 제어한다. 웨이포인트는 이동 명령의 기본 계층에 있어야 한다. 이동 명령은 웨이포인트 사이에서의 로봇 암의 가속도 및 속도를 정의한다.

이동 형식

세 가지 형식 중에서 이동 형식 선택 가능: MoveJ, MoveL 및 MoveP. 각 이동 형식은 아래에 설명되어 있다.

- moveJ 는 로봇암 조인트 공간에서 계산된 이동을 한다. 각 조인트는 동시에 원하는 종료 위치에 도달하기 위해 제어한다. 이 이동 형식은 툴에 대한 굽은 경로를 결과로 내놓는다. 이 이동 형식에 적용하는 공유 매개 변수는 최대 조인트 속도 및 조인트 가속도로서 각각 deg/s 와 deg/s^2 로 지정한다. 웨이포인트 사이를 로봇암이 빠르게 움직이는 것을 원한다면 웨이포인트 사이의 툴 경로를 무시하는 경우, 이 이동 형식이 가장 선호되는 선택이다.
- moveL 은 웨이포인트 사이에 툴 센터 포인트 (TCP) 를 선형 이동한다. 즉각 조인트가 툴을 직선 경로를 따르게 만들게 하기 위하여 더 복잡한 동작을 수행한다는 의미이다. 이 이동 형식을 위해 지정할 수 있는 공유 매개 변수는 원하는 툴 속도 및 툴 가속도로서 각각 mm/s 와 mm/s^2 로 지정하고, 또한 하나의 특징도 포함한다.
- moveP 는 원형 혼합을 사용하여 일정한 속도로 툴을 선형적으로 이동하고, 접착 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. 로봇암이 웨이포인트 사이를 정속으로 움직이는 동안, 로봇 컨트롤 박스는 I/O 작업 또는 작업자 행동을 위하여 기다릴 수 없다. 이는 로봇암의 이동을 중지하거나 보호 중지를 일으킬 수 있다.
- 원이동은 원형 이동을 하기 위해 moveP 에 추가될 수 있다. 로봇은 현재 위치 또는 시작점에서 시작하고 원호에 지정된 ViaPoint 를 통과하여 원이동을 완성하는 EndPoint 로 이동한다. 툴 자세를 계산하기 위해 모드 가 사용된다. 모드:

- 고정: 툴자세를 정의하기 위해 시작점만 사용됨
- 구속없음: 시작점은 EndPoint 로 변환하여 툴자세를 정의함



공유하는 매개 변수

이동 화면 아래 오른쪽 구석의 공유 매개 변수는 로봇 암의 이전 위치부터 명령 하의 첫 웨이포인트까지 이동하는 것에 적용되고, 여기에서부터 다음에 오는 각 웨이포인트까지 적용된다. 이동 명령 설정은 이동 명령 하의 마지막 웨이포인트에서 출발하는 경로에 적용되지 않는다.

TCP 선택

이 이동 명령 아래의 웨이포인트에 사용하는 TCP 는 드롭다운 메뉴에서 선택할 수 있다. 설치에서 사용자 정의 TCP 를 선택하여 활성 TCP 를 사용하거나, 간단하게 툴 플랜지를 사용할 수 있다. 사용자 정의 TCP 또는 활성 TCP 가 선택되면, 이 이동 명령 아래의 동작은 이에 준하여 조정된다. 툴 플랜지 사용이 선택되면, TCP 가 사용되지 않고, 이 이동 명령 아래의 동작은 툴 플랜지에 준하게 된다 (즉, 동작 조정이 없음).

이동작의 활성 TCP 가 프로그램 런타임 도중에 결정되면 이는 Set 명령 (14.11 참조) 또는 스크립트 명령을 사용하여 동적으로 지정되어야 한다. 지명된 TCP 구성에 대한 추가 정보 (13.6 참조).

특징 선택

이 웨이포인트를 지정할 때 표시되어야 하는 이동 명령 아래의 웨이포인트가 있는 특징 공간 (13.12 절 참조). 웨이포인트를 설정할 때, 프로그램이 선택한 특징에서 특징 공간의 툴 좌표를 기억한다는 의미이다. 상세한 설명이 필요한 상황이 몇 가지 있다:

상대적 웨이포인트: 선택한 특징이 상대적 웨이포인트에 영향을 주지 않는다. 상대적 이동은 언제나 베이스 자세를 기준으로 수행된다.

변수 웨이포인트: 로봇 암이 변수 웨이포인트로 이동하면 툴 센터 포인트 (TCP) 가 선택한 특징 공간에 있는 변수의 좌표로 계산된다. 그러므로 다른 특징을 선택하면 변수 웨이포인트에 대한 로봇 암 이동은 변한다.

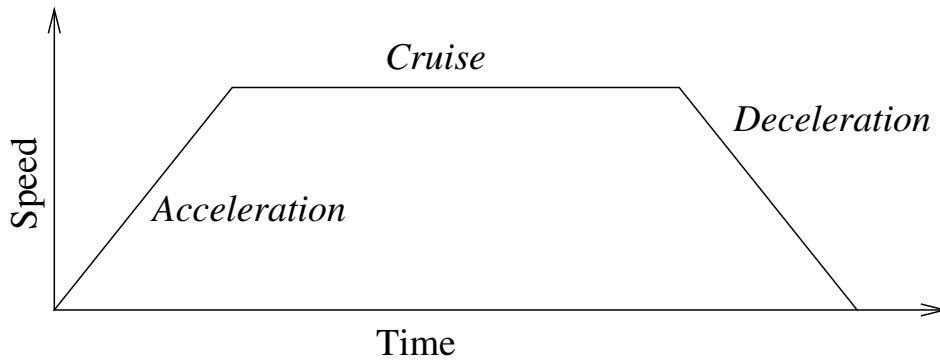
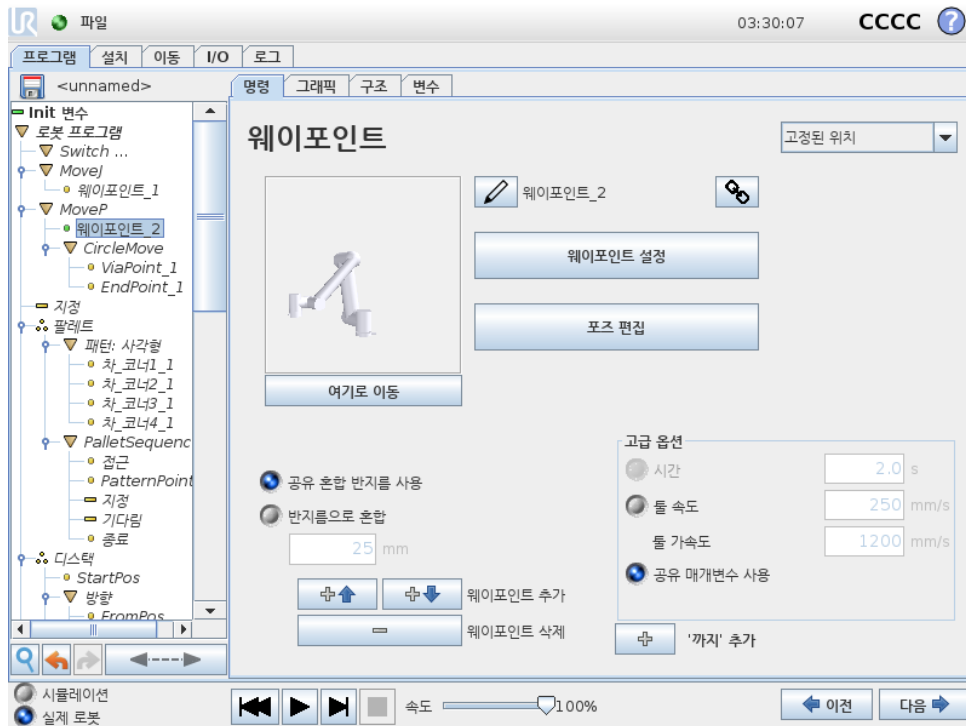


Figure 14.1: 동작을 위한 속도 프로파일. 곡선은 세 부분으로 구분된다: 가속, 순항, 감속. 순항단계의 수준은 동작의 속도 설정에서 주어지고 가속 및 감속단계의 경사는 가속도 매개변수에서 주어진다.

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

14.5 명령: 고정웨이포인트



로봇 경로에 있는 포인트. 웨이포인트는 로봇 프로그램의 가장 핵심적인 부분으로서 로봇 암이 어디에 있어야 할지 알려준다. 로봇 암을 해당 위치로 물리적으로 이동하는 것으로 고정 위치 웨이포인트를 가르친다.

웨이포인트 설정하기

이 버튼을 눌러서 이동 화면으로 들어가고, 여기에서 이 웨이포인트를 위한 로봇 암 위치를 지정할 수 있다. 웨이포인트가 선형 공간에서 (moveL 또는 moveP) 이동 명령 하에 배치되는 경우, 이 버튼을

누를수있도록이동명령에유효한특징이있어야한다.

웨이포인트이름

웨이포인트는자동으로고유한이름을갖는다. 이름은사용자가교체할수없다. 링크아이콘을선택하면웨이포인트가링크되고위치정보를공유한다. 혼합반지름, 툴/조인트속도, 툴/조인트가속 등의그외웨이포인트정보는링크되어있어도개별웨이포인트를위하여구성된다.

혼합

혼합은 로봇이사이에있는웨이포인트에서정지하지않고, 웨이포인트 두궤도사이에서매끄럽게 전환할수있게한다.

예 집어서놓는작업을예로들자면 (그림 14.2 참조), 로봇이현재웨이포인트 1(WP_1) 에있으며, 웨이포인트 3(WP_3) 의물체를집어들어야한다. 해당물체및그외장애물에부딪히지않으려면 (O), 로봇은 WP_3 에접근할때웨이포인트 2(WP_2) 방향에서접근해야한다. 이조건을충족하기위해세웨이포인트가사용된다.

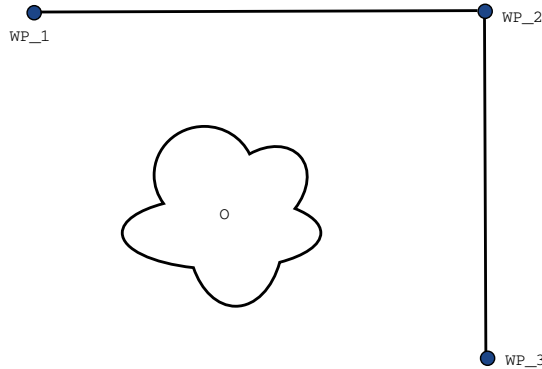


Figure 14.2: WP_1: 최초위치, WP_2: 지점경유, WP_3: 픽업위치, O: 장애물.

다른설정을구성하지않으면, 계속이동하기전어로봇은각웨이포인트에서정지한다. 매끄럽게 회전하면같은조건을충족하면서시간과에너지를덜소비하기때문에 WP_2 에서정지하는것은 최적의방법이아니다. 이근처위치에서첫째궤도에서둘째궤도로의전환이이루어진다면로봇이 WP_2 에정확하게도달하지않아도용인된다.

웨이포인트혼합을구성하여로봇이다음궤도로매끄럽게전환하는것을계산할수있도록허용하는 것으로 WP_2 에서중지하지않게할수있다. 혼합의일차파라미터는반지름이다. 로봇이혼합반지름의웨이포인트범위내에있으면혼합을시작하고원래경로에서일탈할수있다. 로봇이감속했다가다시가속할필요가없으므로이는더빠르고더부드러운이동을허용한다.

혼합파라미터 웨이포인트이외에여러파라미터가혼합궤도에영향을준다 (그림 14.3 참조):

- 혼합반지름 (r)
- 로봇의최초및최종속도 (각각 p1 및 p2 의위치)
- 이동시간 (궤도에대한특정시간을설정하는경우, 이는로봇의최초/최종속도에영향을줌)
- 혼합시작과종료를위한궤도형식 (MoveL, MoveJ)

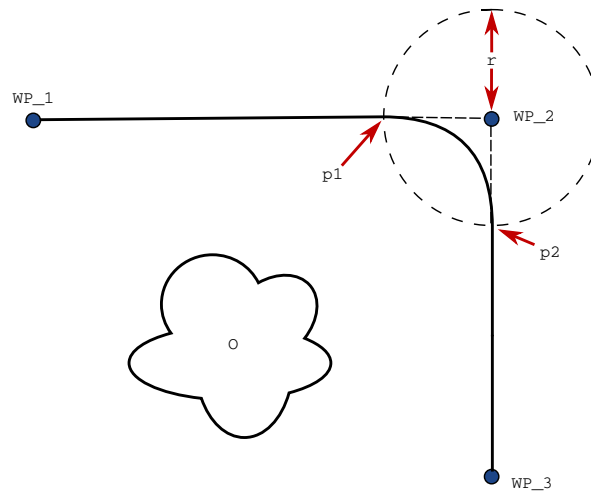


Figure 14.3: r 반지름을 WP_2 에 적용하여 혼합하고, 최초 위치는 p1, 최종 위치는 p2 이다. O 은 (는) 장애물이다.

혼합반지름을 지정 하면 로봇 암 궤도는 웨이포인트 주위에서 혼합 하여 로봇 암이 해당 포인트에서 멈추지 않게 한다.

혼합은 중첩될 수 없으므로, 그림 14.4에 표시된 대로 이전 또는 다음 웨이포인트와 겹쳐지는 혼합 반지름과 겹쳐지는 혼합 반지름을 지정 할 수는 없다.

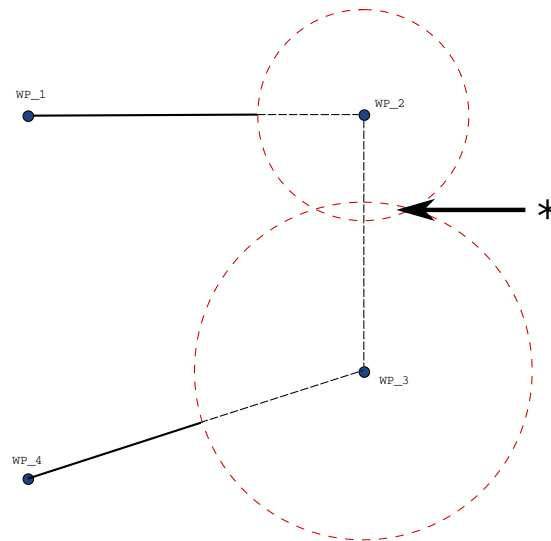


Figure 14.4: 혼합 반지름 중첩은 허용 되지 않는다 (*).

조건 혼합 궤도 혼합 궤도는 혼합 반지름이 지정된 위치와 프로그램 트리에 있는 다음 항목의 웨이포인트 전부에 대하여 영향을 받는다. 그림 14.5의 프로그램에서 WP_1 주위의 혼합은 WP_2 의 영향을 받는다. 이에에서 WP_2 주위로 혼합 할 때 이에 대한 결과를 더 분명히 볼 수 있다. 종료 위치로 두 가지가 가능하며, 다음 혼합에 이용하는 웨이포인트를 판단하기 위해 로봇은 혼합 반지름에 진입 할 때, 현재 digital_input[1] 수치를 계산해야 한다. 프로그램 순서를 보면 직관적이지 않지만, 이는 if...then 식 (또는 다음 웨이포인트를 판단하기 위해 필요한 그 외의 문 - 예: 변수 웨이포인트) 이 실제

로 WP_2 에 도달하기 전에 계산된다는 의미이다. 웨이포인트가 정지포인트이고 다음 웨이포인트를 판단하기 위해 조건식 (예: I/O 명령) 이 뒤따른다면, 로봇암이 웨이포인트에서 정지할 때 이것이 실행된다.

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

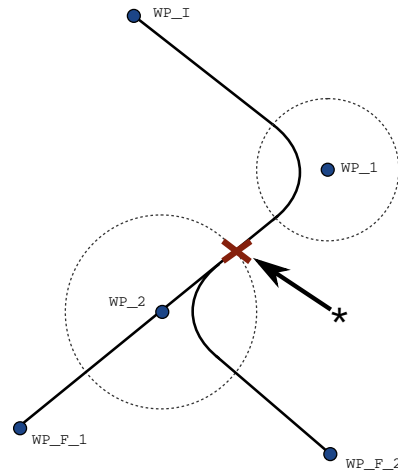


Figure 14.5: WP_I 은 (는) 최초웨이포인트이며, 조건식에 따라 잠재적인 최종웨이포인트 두개, WP_F_1 및 WP_F_2 이 (가) 있다. if 조건식은 로봇암이 둘째 혼합에 진입할 때 계산된다 (*).

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

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

순수 조인트 공간 혼합 (1 항) 대 순수 직교 공간 혼합 (3 항) 이 그림 14.6에서 비교되어 있다. 이는 동일한 웨이포인트 집합에 대한 둘의 가능한 두 가지 경로를 표시한다.

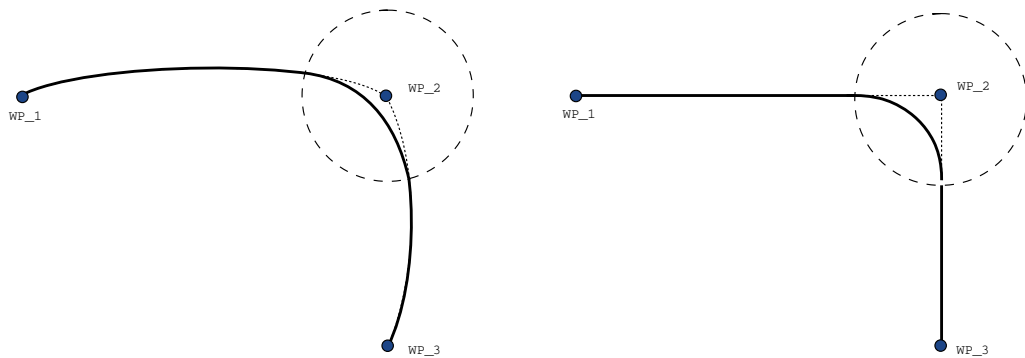


Figure 14.6: 조인트공간 (MoveJ) 대 직교공간 (MoveL) 이동 및 혼합.

다른조합중에서 2, 3, 4 항은직교공간의원래궤도범위안에놓이는궤도를계산한다. 두가지다른 궤도형식 (2 항) 의예가그림 14.7에표시되어있다.

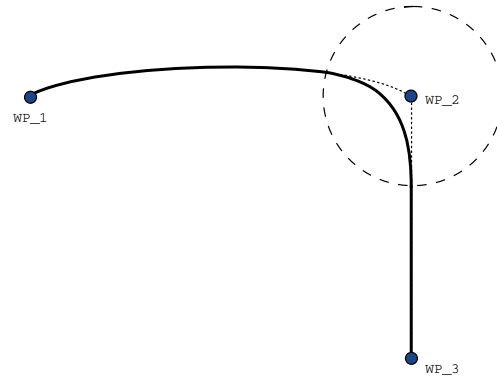


Figure 14.7: 조인트공간 (MoveJ) 부터선형틀이동 (MoveL) 까지의이동혼합.

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

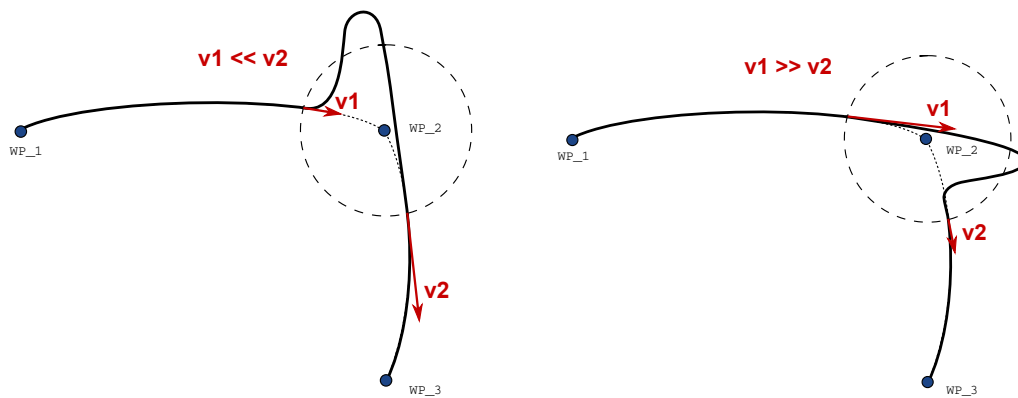
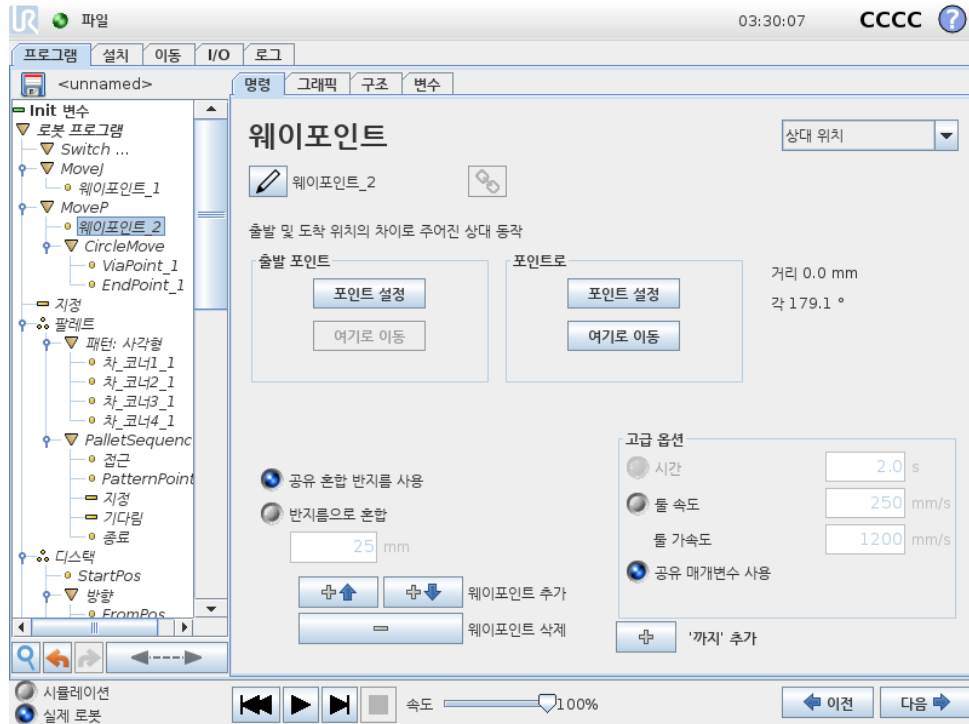


Figure 14.8: 최초속도 v_1 이 최종속도 v_2 보다상당히낮거나그반대일때의조인트공간.

14.6 명령: 상대적웨이포인트

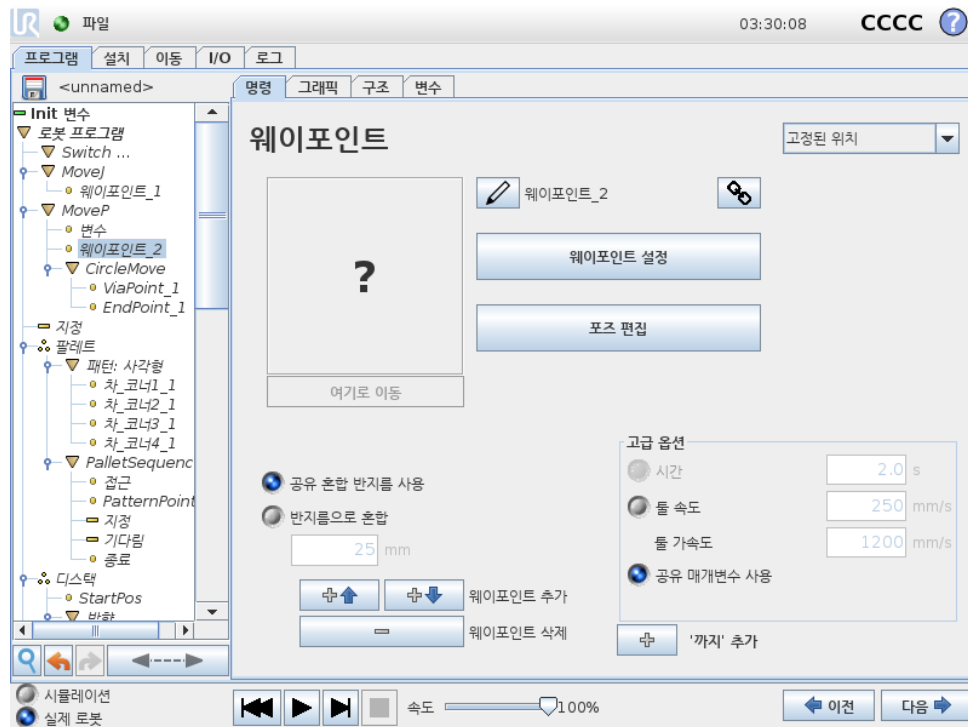


로봇암의이전위치에상대적으로위치를부여하는웨이포인트로서 “왼쪽으로 2 센티미터” 가그러한예이다. 상대위치는주어진두위치사이의차이로정의된다 (왼쪽에서오른쪽으로).

참조: 상대위치를반복하면로봇암을작업공간밖으로이동할수있다.

여기의거리는두위치에있는 TCP 사이의직교거리이다. 각도는두위치사이에서 TCP 자세가얼마나변하는지나타낸다. 더정확하게는회전벡터길이가자세변화를묘사한다.

14.7 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 특징에의 해석이 된다. 혼합 반지름이 고정 웨이포인트에 지정되어 있고, 이전 및 이후의 웨이포인트가 변수이거나, 혼합 반지름이 변수 웨이포인트에 지정되어 있다면 혼합 반지름은 중첩에 대하여 점검되지 않는다 (14.5 참조). 프로그램 실행시 혼합 반지름이 포인트에 중첩되는 경우, 로봇은 이를 무시하고 다음 포인트로 이동한다.

예를 들어 로봇을 z-축에서 20 mm 이동하는 경우:

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

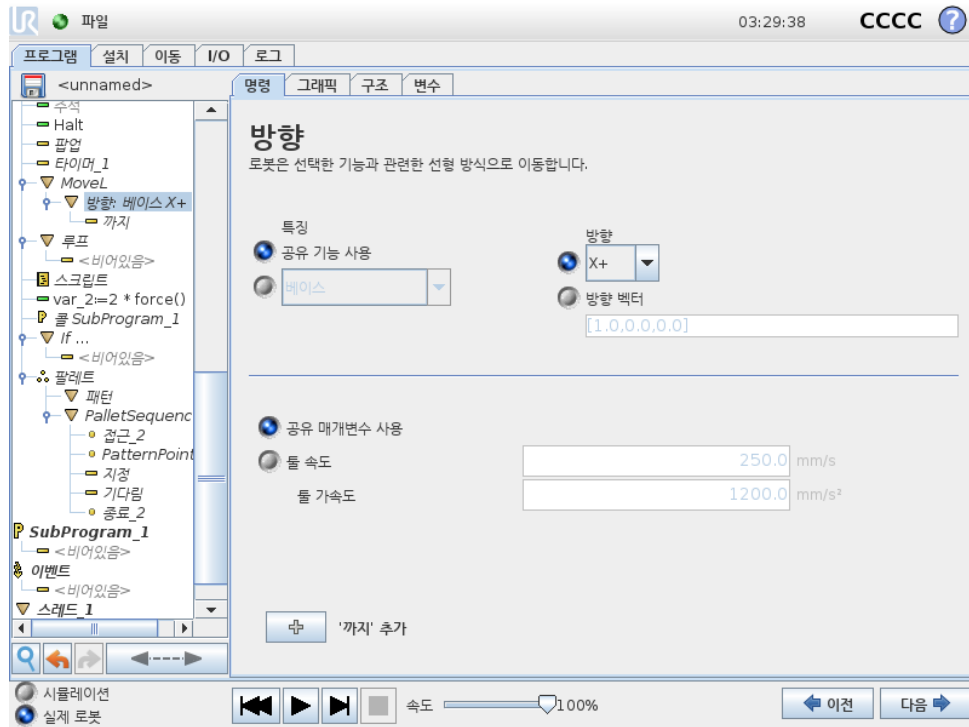
```
Movel
```

```
웨이포인트_1 (변수 위치):
```

```
변수 사용=var_1, 특징=툴
```

14.8 명령: 방향

프로그램 노드 방향은 특징 축 또는 TCP 와 관련된 동작을 지정한다. 로봇은 Until 조건에 의해 이동이 정지될 때까지 방향 프로그램 노드에서 지정된 경로를 따라 이동한다. 방향이동을 중지할 때 Until 조건이 있어야 하며, Until 추가 버튼을 눌러 중지 기준을 정의한다.



방향 이동 정지하기

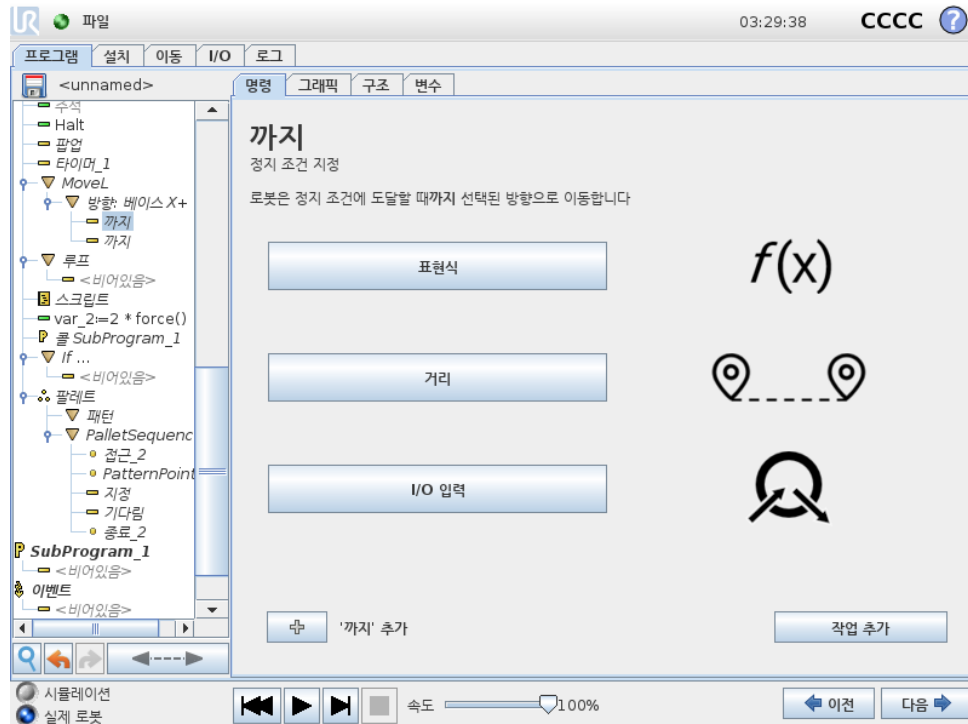
툴 속도 및 툴 가속도에 대한 방향 벡터 설정을 추가하여 선형 운동의 벡터 방향을 정의하여 다음과 같이 고급 용도로 사용할 수 있다.

- 여러 특징 축에 대한 선형 동작 정의
- 방향을 수학적 식으로 계산

방향 벡터는 단위 벡터로 분해되는 사용자 지정 코드 표현식을 정의한다. 예를 들어 $[2, 1, 0]$ 벡터의 경우 로봇은 지정 속도 기준으로, y 방향으로 모든 단위 대해 x 방향으로 두 단위를 이동한다.

14.9 명령: Until

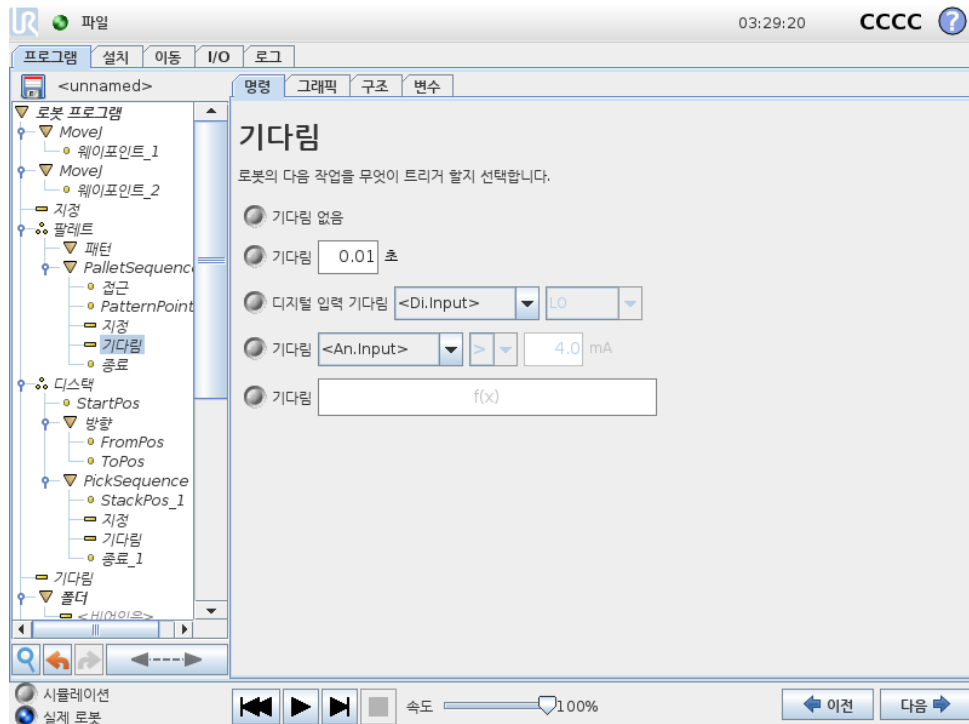
프로그램 코드 Until 은 동작에 대한 정지 기준을 정의한다. 로봇은 경로를 따라 이동하고 접촉이 감지되면 멈춘다.



Until 필드에서다음정지기준을정의할수있다.

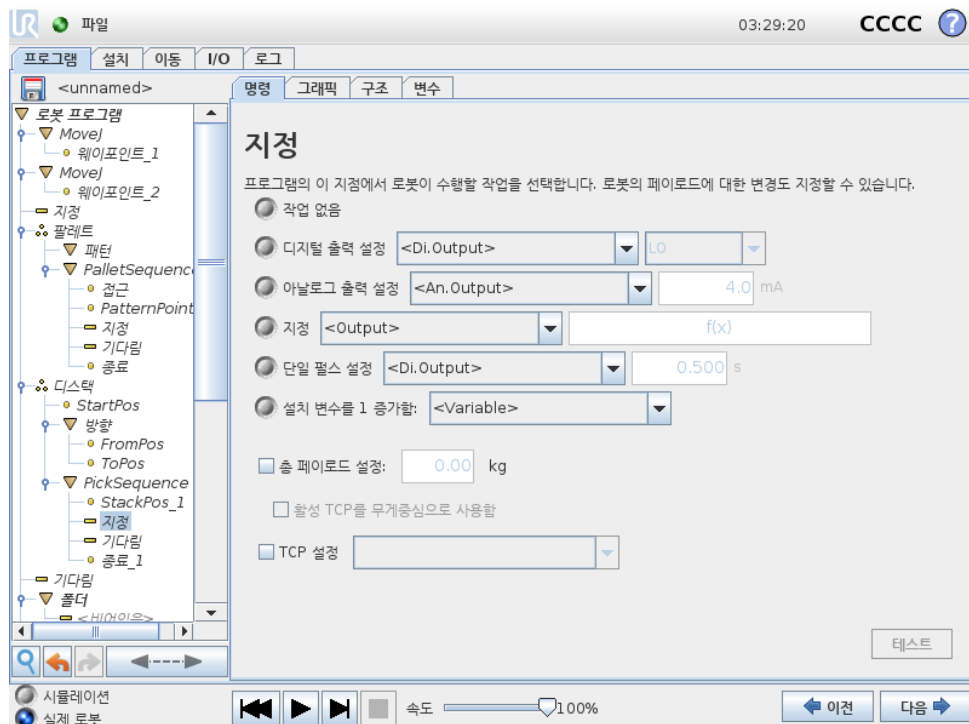
- 작업추가 특정 Until 조건이충족될경우프로그램노드를추가한다. 예를들어오류상태가감지되면팝업노드로프로그램을중지할수있다.
- 거리 이노드는로봇이일정거리를이동할때방향이동을중지하는데사용할수있다. 속도가느려지므로로봇이해당거리에서정확히멈춘다.
- 표현식 이노드는사용자정의의프로그램표현식으로인한동작을정지시키는데사용할수있다. I/O, 변수또는스크립트함수를사용하여정지조건을지정할수있다.
- I/O 입력이노드를사용하여 I/O 입력에서신호제어동작을중지할수있다.

14.10 명령: 기다림



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

14.11 명령: Set



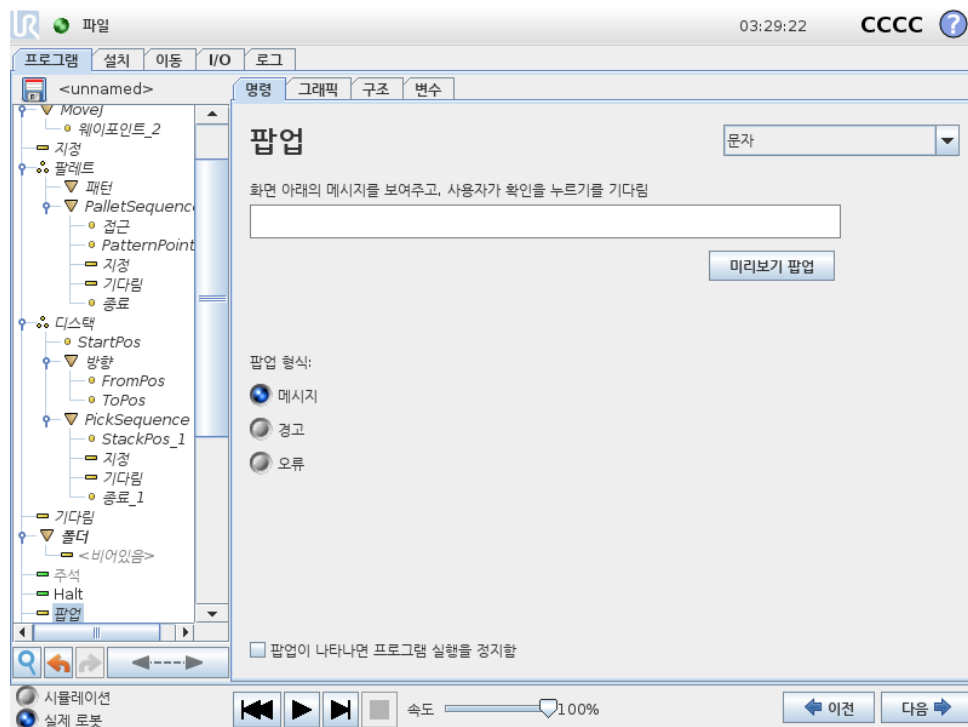
디지털또는아날로그출력을주어진값으로설정한다. 디지털출력은단일펄스를보내도록설정할수도있다.

Set 명령을사용하여로봇암의페이로드를설정한다. 톨의중량이에상페이로드와다른경우, 안전을위하여로봇이예기치못하게보호정지를트리거하는것을방지하기위해페이로드중량을조정할수있다. 활성 TCP 를무게중심으로사용하지않는다면확인란의표시를해제해야한다.

활성 TCP 는 Set 명령을사용하여확인란을선택하고메뉴에서 TCP 오프셋중하나를선택하여수정할수도있다.

프로그램작성시특정동작에대한활성 TCP 를알고있다면 이동 카드에서 TCP 선택을 대신사용하는것을고려한다 (14.4 참조). 지명된 TCP 구성에대한추가정보 (13.6참조).

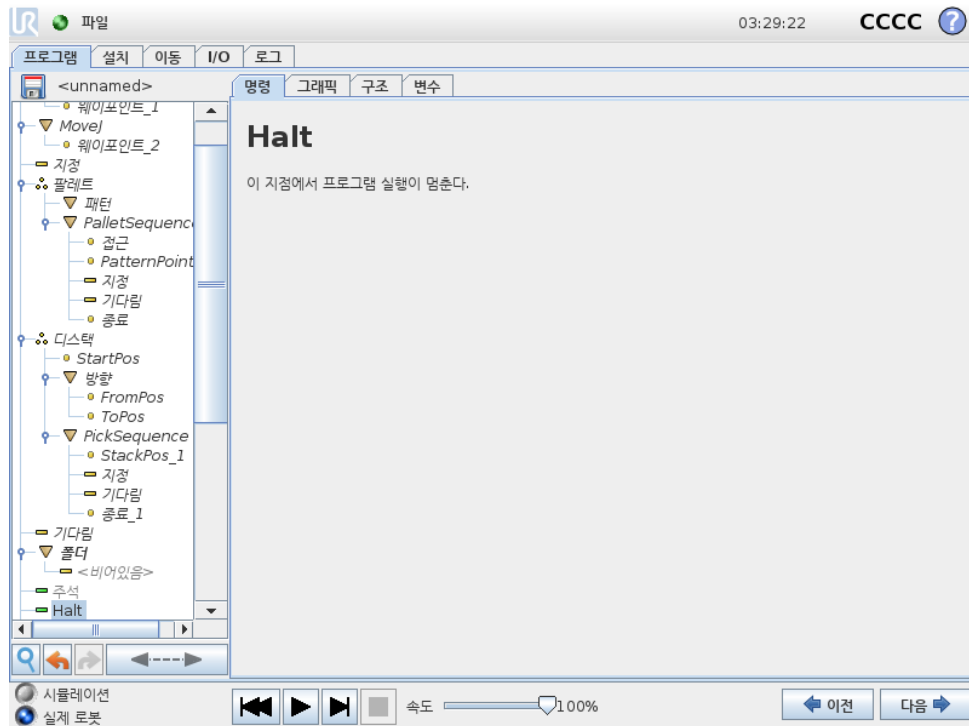
14.12 명령: 팝업



팝업은 프로그램이이명령에도달하면화면에나타나는메시지이다. 메시지스타일을선택할수있고, 텍스트는화상키보드로텍스트를입력할수있다. 로봇은프로그램을계속진행하기전에사용자또는작업자가팝업아래의 “확인” 버튼을누르기를기다린다. “프로그램실행정지”를선택하면로봇프로그램이이팝업에서정지한다.

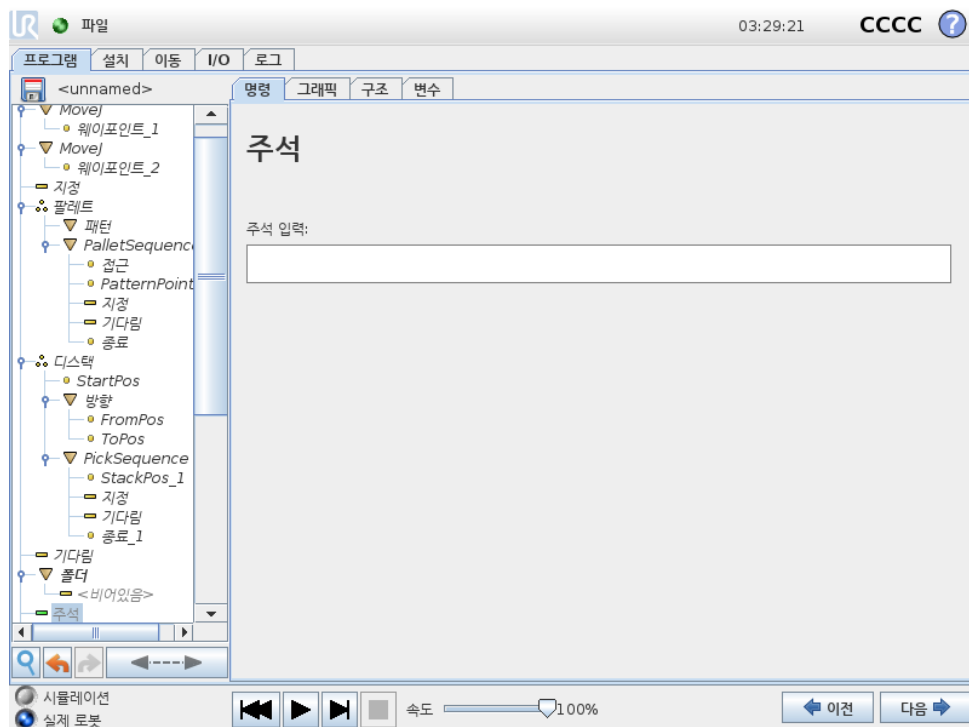
참고: 메시지는최대 255 자로제한된다.

14.13 명령: Halt



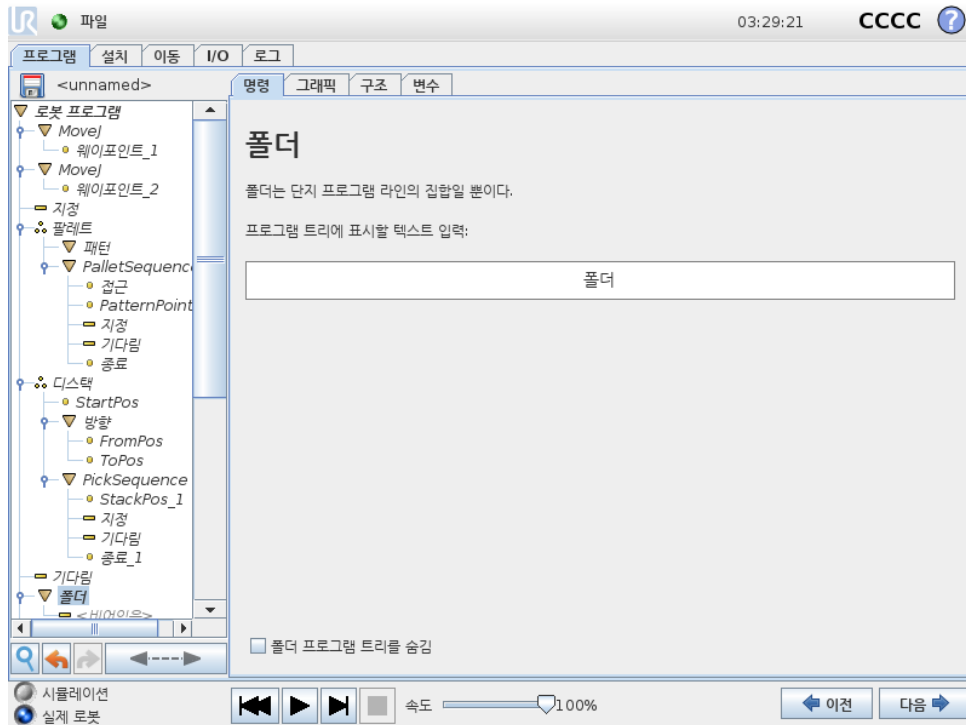
이 지점에서 프로그램 실행이 멈춘다.

14.14 명령: 주석



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

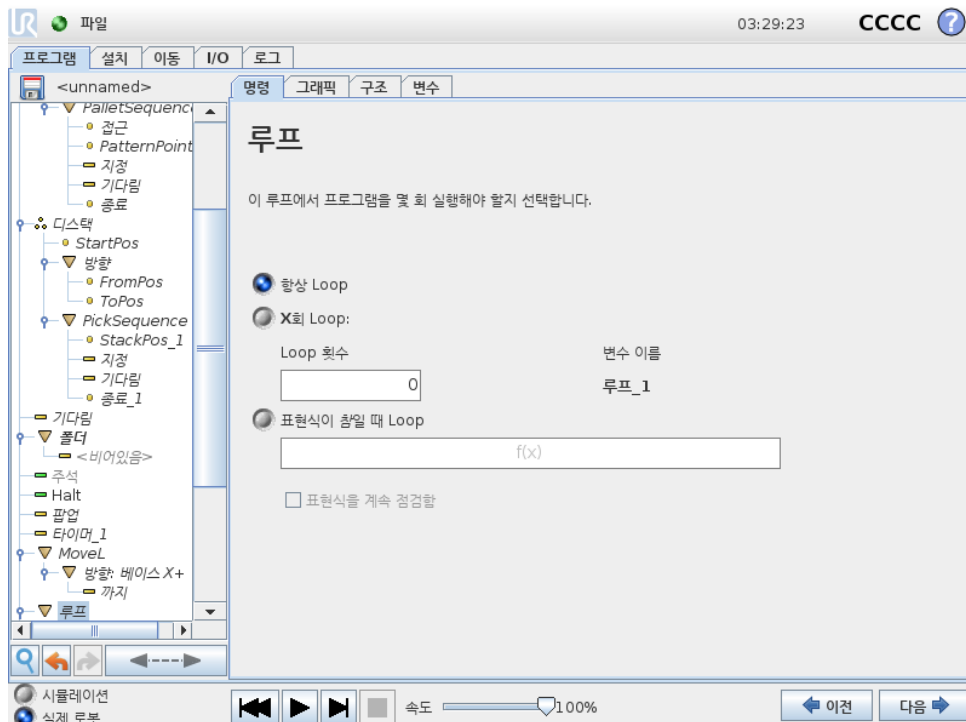
14.15 명령: 폴더



폴더는 프로그램의 특정부분을정리하고, 여기에레이블을붙이고, 프로그램트리를정리하고, 프로그램을읽고탐색하는것으로더쉽게해준다.

폴더는프로그램및실행에영향을미치지않는다.

14.16 명령: Loop

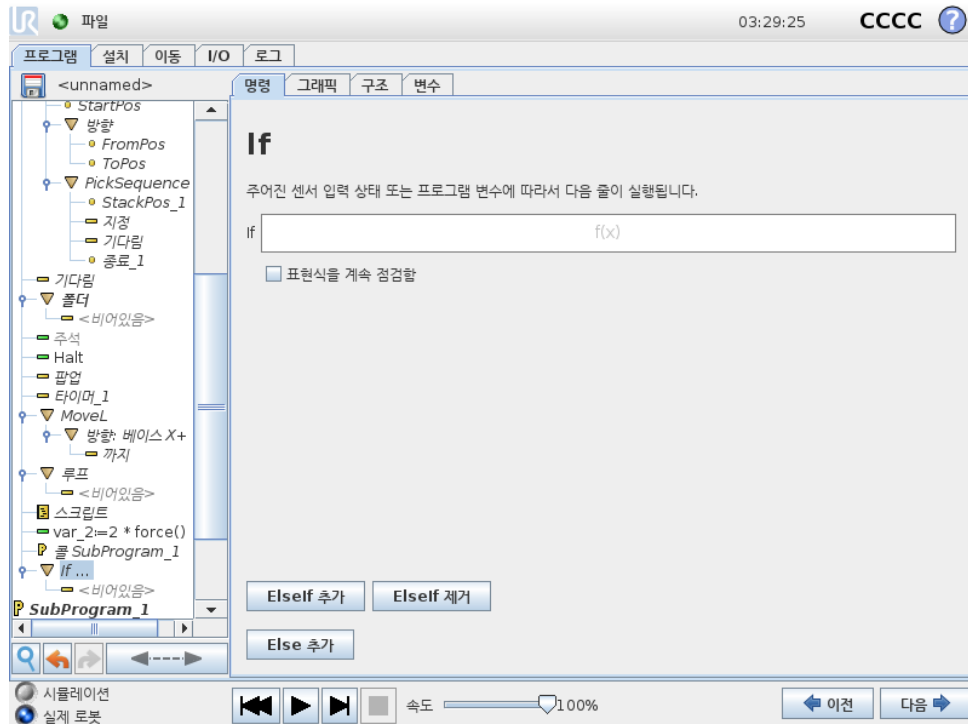


기초에있는프로그램명령을 Loop 한다. 선택에따라서기본프로그램명령은영구적으로 Loop 하거나, 일정횟수 Loop 하거나, 주어진조건이참이면계속 Loop 한다. 특정횟수 Loop 하는경우에는전용 Loop 변수 (위스크린샷에서 Loop_1) 를생성하고, Loop 내에서표현식으로사용할수있다. Loop 변수카운트는 0 $N - 1$ 사이이다.

Loop 할때표현식을종료조건으로사용하는경우, 폴리스코프는 이표현식을지속적으로평가하기 위한옵션을제공하여각반복후뿐만아니라언제든지 “loop” 가중단될수있도록한다.

14.17 명령: If

If 와 If...Else 문은센서입력또는변수값에따라로봇의동작을변경한다.



If 문을사용하는표현식을구성하는조건을표현식편집기에서선택한다. 조건이 True 로계산되면 이 If 명령내의명령문이실행된다. If 문에는 Else 문이하나만있을수있다. Add ElseIf 및 Remove ElseIf 를사용하여 ElseIf 표현식을제거한다.

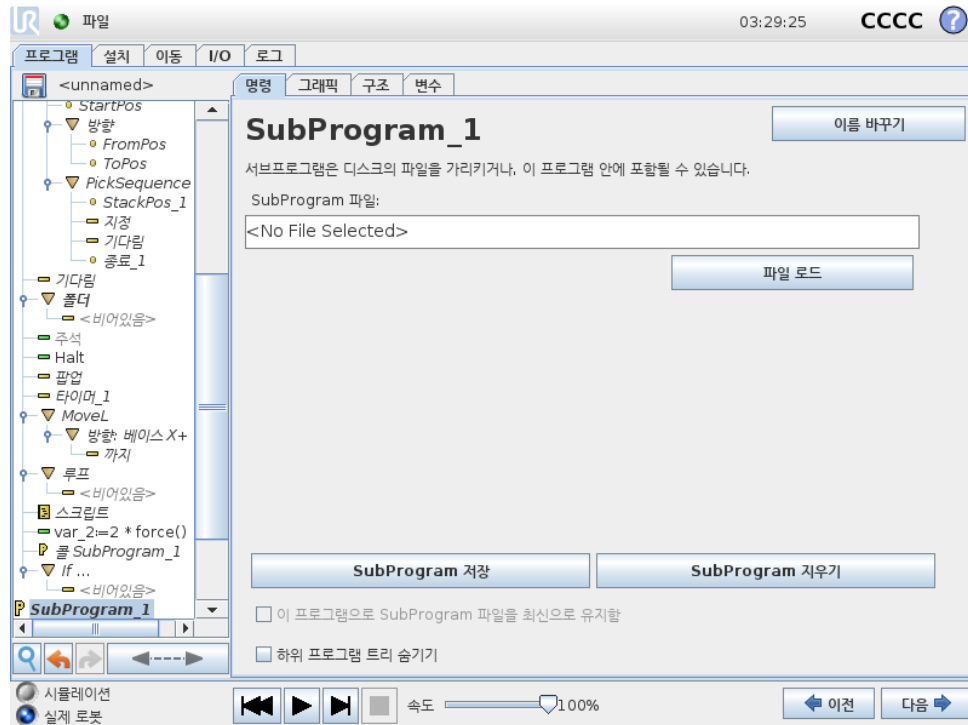
표현식을계속점검함을선택하여포함된줄을실행하는동안 If, ElseIf 및 Loop 문을계산한다. If 문내의표현식이 False 로평가되면 ElseIf 또는 Else 문이수행된다.



참고:

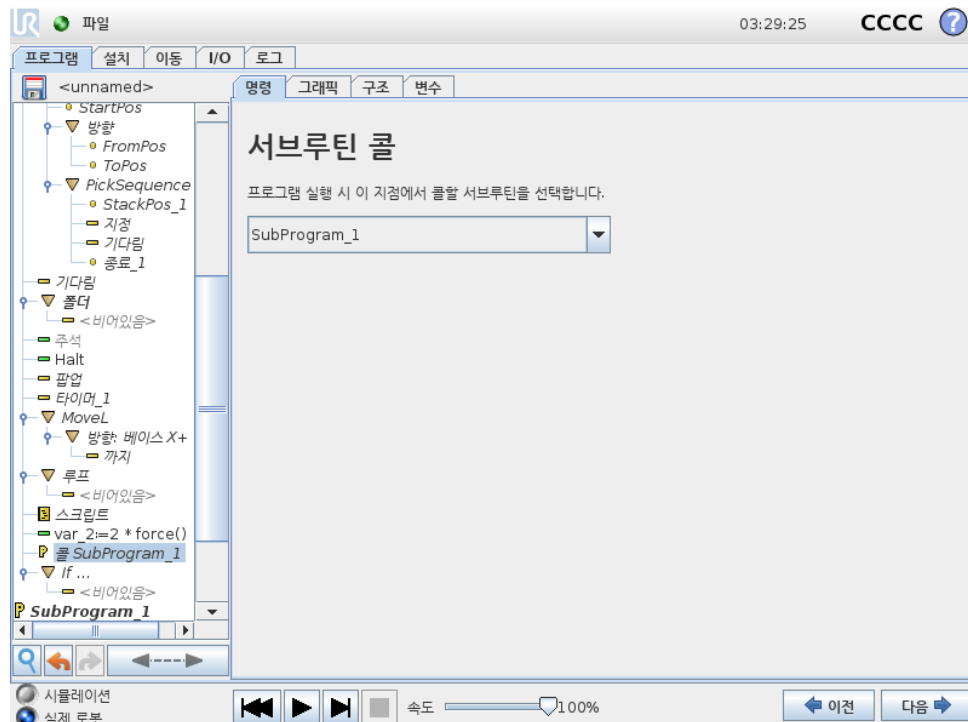
표현식을계속점검함옵션이있는 If 표현식내부또는 Loop 표현식내부에웨이포인트가있는경우표현식다음에 stopj() 또는 stopl() 을추가하여로봇암을부드럽게감속할수있다. 이는 If 및 Loop 명령모두에유효하다 (14.16 섹션참조).

14.18 명령: SubProgram



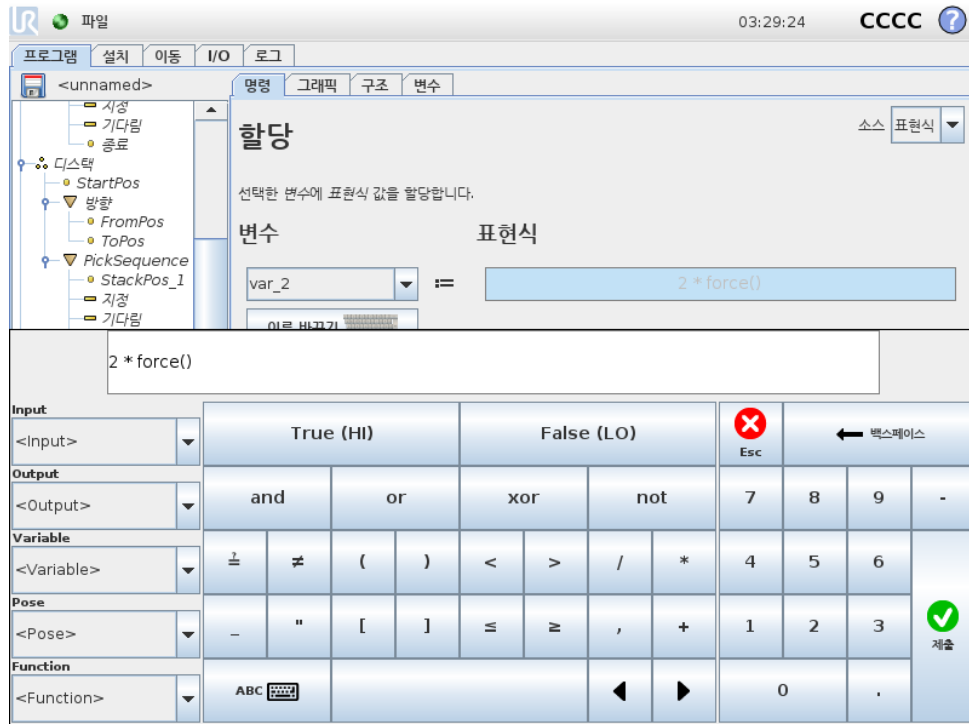
서브프로그램은 여러 곳에서 필요한 프로그램 부분을 보관할 수 있다. 서브프로그램은 디스크에 있는 별도의 파일일 수 있고, SubProgram 을 실수로 변경하는 것을 막기 위하여 숨길 수 있다.

명령: SubProgram 콜



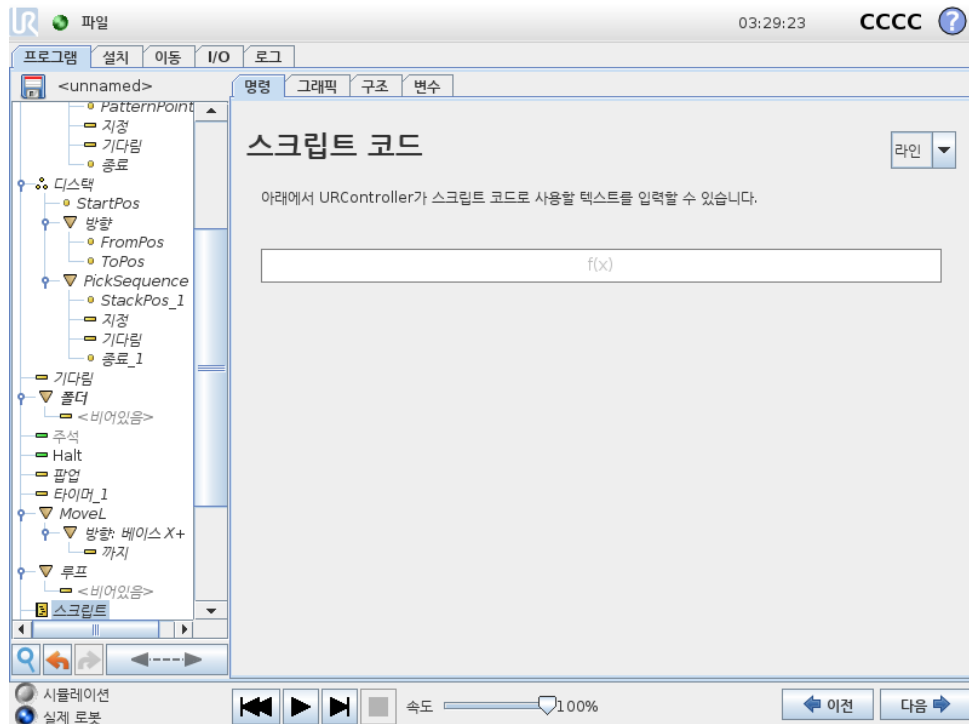
하위 프로그램을 콜하면 하위 프로그램에 있는 프로그램 라인을 실행하고, 다음 라인으로 돌아간다.

14.19 명령: Assignment



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

14.20 명령: 스크립트



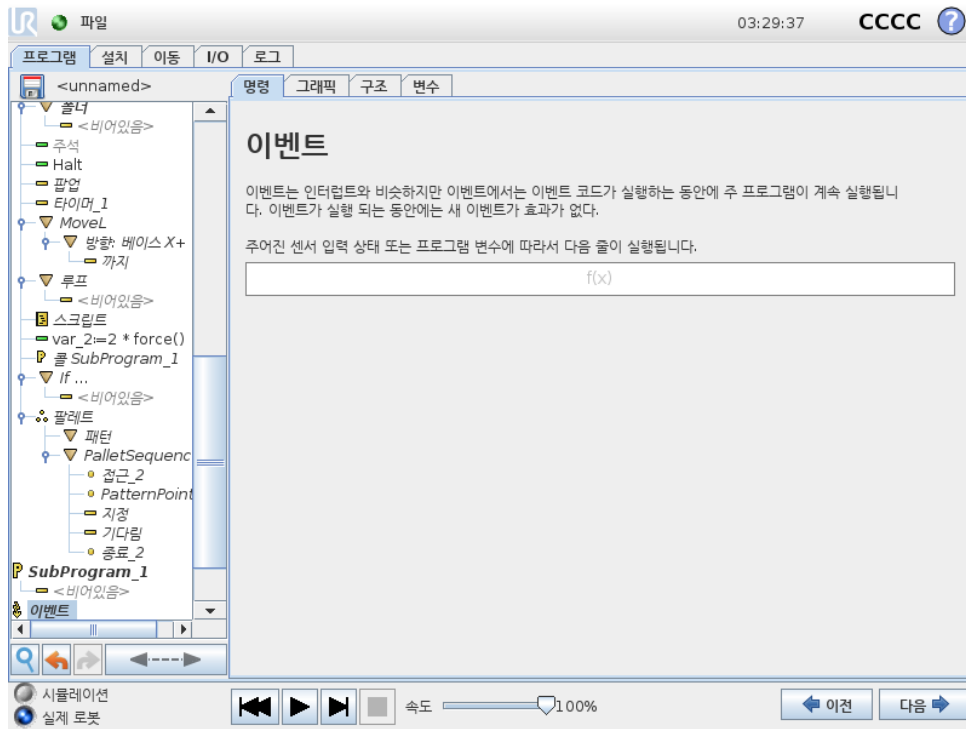
명령 아래의 드롭다운 목록에서 다음 옵션을 사용할 수 있다.

- 선을통해표현식편집기 (12.1) 를사용하여 URscript 코드한줄을작성할수있다.
- 파일을통해 URscript 파일을작성, 편집또는로드할수있다.

URscript 를작성하는방법은지원웹사이트 (<http://www.universal-robots.com/support>) 의스크립트설명서를참조한다.

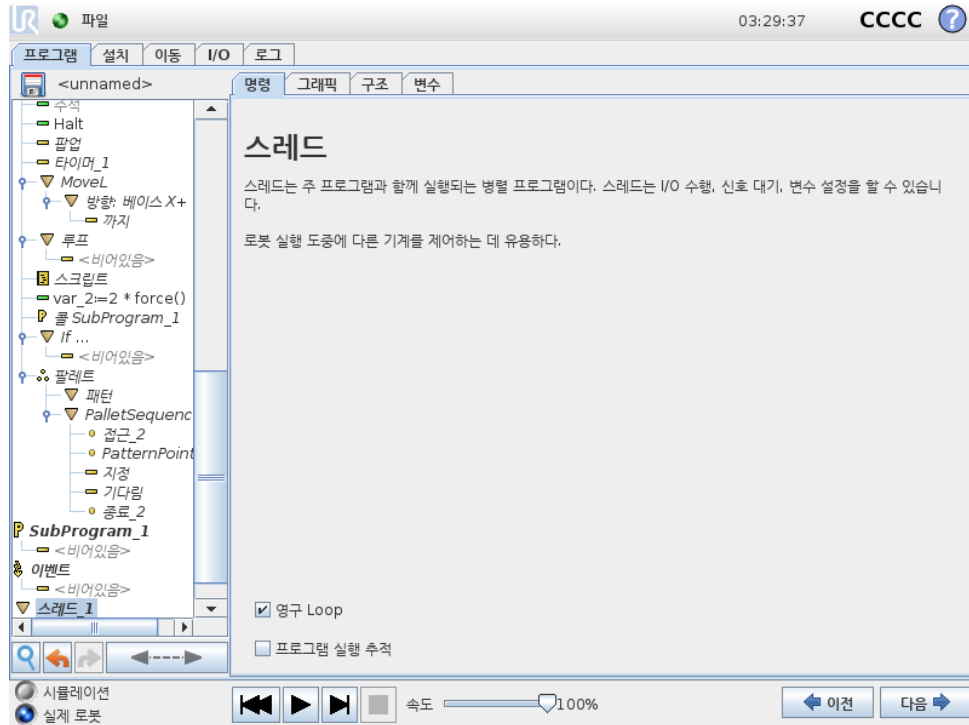
URscript 파일에선언된함수와변수는폴리스코프의프로그램을통해사용할수있다.

14.21 명령: 이벤트



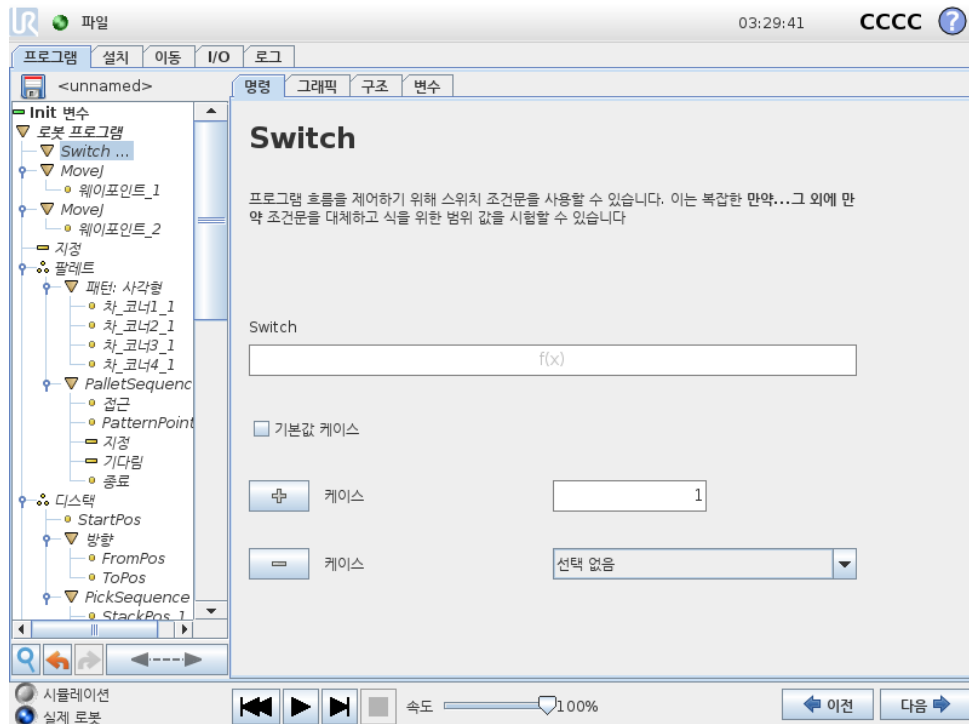
이벤트는입력신호를모니터링하고, 입력특정작업을수행하거나신호가높아지면변수를설정할수있다. 예를들어출력신호가높아지면이벤트프로그램은 200ms 기다린다음에다시낮게설정할수있다. 외부기계가높은입력신호보다는플랭크상승으로트리거가되는경우, 이는주프로그램코드를더간단하게만들어줄수있다. 이벤트는매컨트롤사이클 (8ms) 마다체크한다.

14.22 명령: 스레드



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

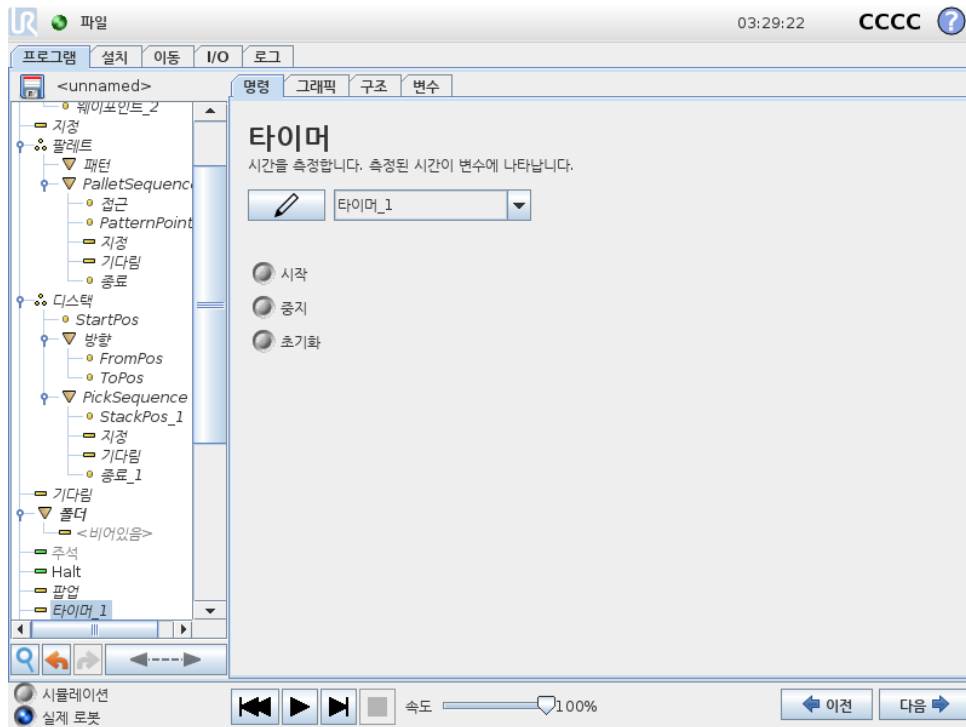
14.23 명령: Switch



Switch Case 구성은 센서입력또는변수값에따라서로봇행동을바꿀수있다. 표현편집기를사용하여베이스조건을묘사하고로봇이 Switch 의하위명령으로진행하는케이스를정의한다. 조건이케이스중하나에일치하는것으로평가되면 Case 안에있는라인이실행된다. Default Case 를지정했다면다른일치케이스가없을때에만라인이실행된다.

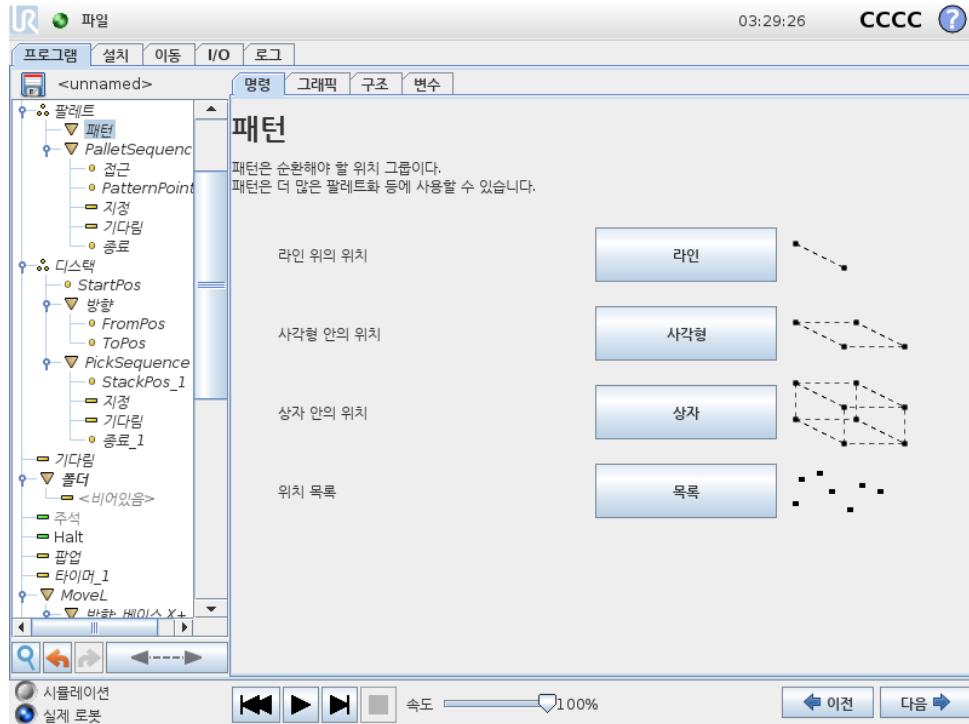
각 Switch 는여러 Case 와한 Default Case 를가질수있다. Switch 는정의된 Case 값을한인스턴스만가질수있다. Case 는화면의버튼을사용하여추가할수있다. Case 명령은해당스위치를위하여화면에서제거할수있다.

14.23.1 타이머



타이머는프로그램의특정부분을실행하는데걸리는시간을측정한다. 프로그램변수

14.24 명령: 패턴



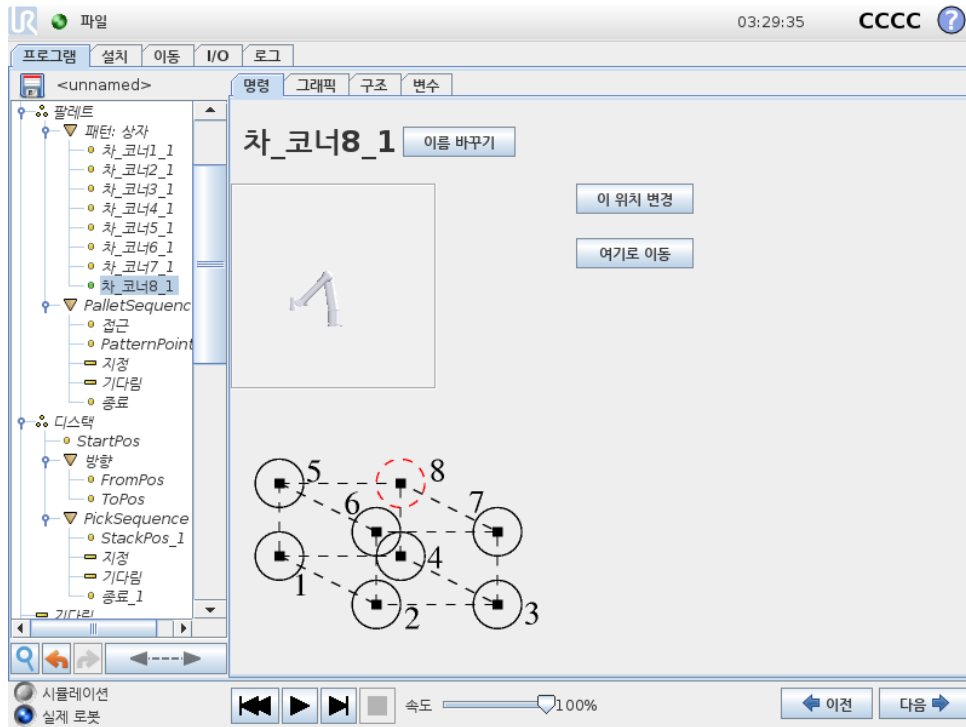
패턴 명령은 로봇 프로그램의 위치를 순환하는데 사용할 수 있다. 패턴 명령은 실행시 마다 한 위치에 대응한다.

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

트래버스할 위치가 정규 패턴에 들어맞지 않으면 목록을 선택할 수 있는데, 여기에서 프로그래머가 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.



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

선과 정사각형 패턴은비슷하게작동한다.

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

14.25 명령: Force

로봇작업영역에서 Force 모드는선택축에대하여컴플라이언스및 Force 를가능하게한다. Force 명령의모든로봇암이동은 Force 모드에서실행된다. 로봇암이 Force 모드에서움직이는경우, 로봇암이 움직일수있는하나이상의축을선택할수있다. 로봇암은규격에따라컴플라이언스축에따라환경에부응한다. 로봇암은선택한 Force 를성취하기위해위치를조정할것이다. 또한로봇암이 환경에 Force 를적용하게할수있다. 예를들어공정에있는물체.

Force 모드는미리지정된축에서실제 TCP 위치가중요하지않고, 반면에원하는힘을축을따라서 적용하는경우에적합하다. 예를들어로봇 TCP 가커브가있는표면에서롤하거나, 공정의물체를 밀거나당기는경우가이렇다. Force 모드는또한미리정의한축주위에특정토크를적용하는것을지원한다.

참고: 영이아닌 Force 를지정한축에서어떤장애물도마주치지않으면, 로봇암은그축을따라서가속하려고시도한다.

축을순응성에맞게선택했다라도로봇프로그램은로봇을축을따라서움직이려고시도할것이다. 하지만여전히 Force 제어를통해로봇암을지정한 Force 에접근시킬수있다.



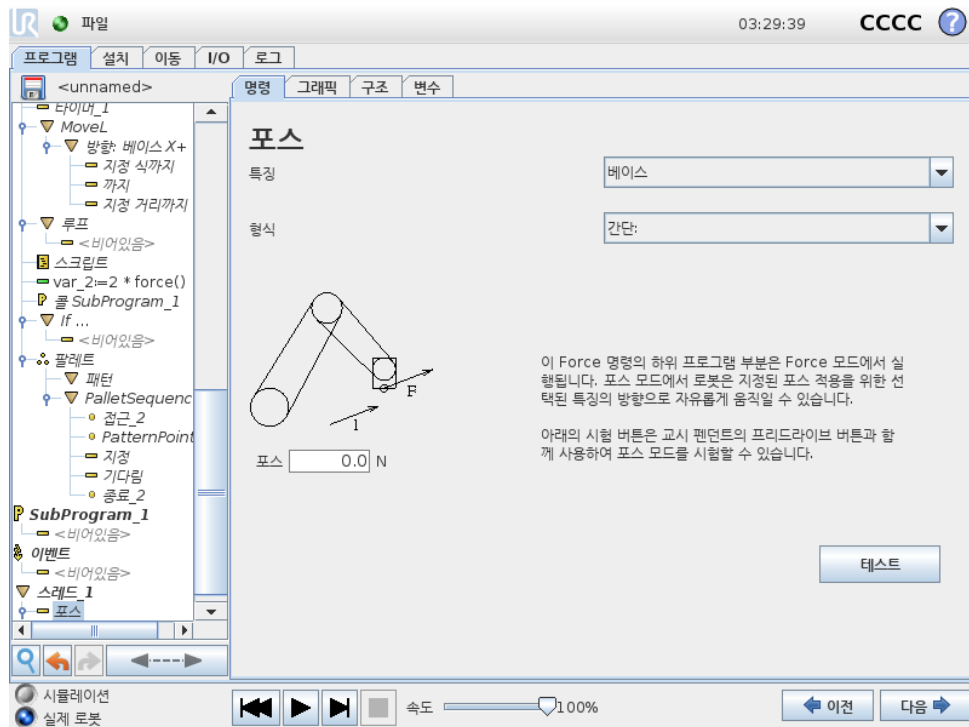
참고:

If, ElseIf 또는 Loop 내에 포스노드가있고, 표현식을 계속점검함 옵션이선택되었다면 종료 _ 포스 _ 모드 () 스크립트를표현식끝에 추가하여포스제어를종료할수있다.



경고:

1. 단지 Force 모드에들어가기전에높은감속하지마십시오.
2. Force 모드에서높은가속은 Force 제어정확도를감소하므로, 이는사용하지않는다.
3. Force 모드에들어가기전에준수축에평행한이동을하지마십시오.



특징선택

특징메뉴는 Force 모드로작동하는힘에적용할좌표계 (축) 를선택하는데사용한다. 메뉴의특징은설치시정의한것이다.(13.12참조).

Force 모드형식

선택한특징을해석하는방식을지정하는네가지형식의 Force 모드가있다.

- 단순: 하나의축만이 Force 모드에서순응한다. 이축을따르는 Force 는조정이가능하다. 원하는 Force 는언제나선택한특징의 z-축을따라서적용된다. 하지만라인기능은 y-축을따른다.

- 프레임: 프레임 형식은 고급 수준의 사용을 가능하게 한다. 여기에서 6 자유도 모두를 위하여 순응성과 힘을 독립적으로 선택할 수 있다.
 - 포인트: 포인트를 선택하면 태스크 프레임은 로봇 TCP에서 선택한 특징의 원점으로 y-축을 향하게 할 수 있다. 로봇 TCP와 선택한 특징의 원점 사이의 거리는 최소한 10mm 이어야 한다. 로봇 TCP 위치가 변하면 런타임에서 태스크 프레임은 변하게 된다. 태스크 프레임의 x-축 및 z-축은 선택한 특징의 원래 자세에 의존한다.
 - 모션: 동작은 TCP 동작 방향에 따라서 태스크 프레임이 바뀐다는 의미이다. 선택한 특징의 x-축 및 z-축으로 확장된면에 투영된 TCP 이동 방향이 태스크 프레임의 x-축이 된다. y-축은 로봇 암 동작을 기준으로 수직이며, 선택한 특징의 x-y 면에 있다. TCP 동작에 대하여 수직으로 Force를 가해야 하는 복잡한 경로에서 디버깅할 때 이것이 유용할 수 있다.
- 참고: 로봇 암이 움직이지 않는 경우: 로봇 암이 서 있는 상태에서 Force 모드로 들어가면 TCP 속도를 영이상으로 설정하기 전까지 순응축은 없을 것이다. Force 모드에 있을 때 나중에도 로봇 암이 서 있는 경우, 태스크 프레임은 TCP 속도가 영이상이었던 이전 경우와 같은 자세를 갖게 된다.

마지막 세 형식의 경우, 로봇이 Force 모드로 작동하면 실제 태스크 프레임은 그래픽 탭 (14.30 참조)에서 런타임일 때 볼 수 있다.

Force 값 선택

- Force 또는 토크 값은 대응축에 설정하고, 로봇 암은 선택된 Force를 달성하기 위해 자신의 위치를 조절할 수 있다.
- 비컴플라이언스 축의 경우, 로봇 암이 프로그램에서 설정한 궤도를 따른다.

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



참고:

수행할 사항:

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

제한 선택

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

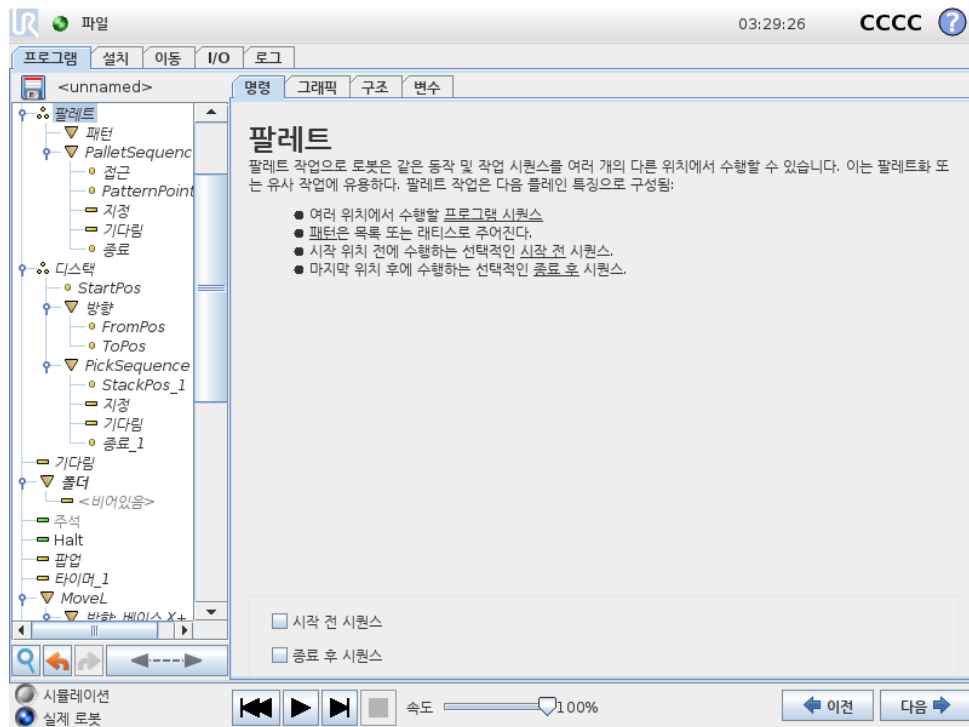
- 순응: TCP 가속을 따라서 획득할 수 있도록 허용된 최대 속도로 제한된다. [mm/s] 및 [deg/s] 단위를 사용한다.
- 비순응: 로봇 보호가 정지하기 전까지 프로그램 궤도에서 허용되는 최대 편차로 제한된다. [mm] 및 [deg] 단위를 사용한다.

Force 테스트 설정

테스트 라벨이 있는 켜기/끄기 버튼은 터치펜던트 뒤에 있는 프리드라이브 버튼의 행동을 일반 프리드라이브 모드와 Force 명령 테스트로 전환할 수 있다.

테스트버튼이켜진상태이고, 터치펜던트 뒤의 프리드라이브 버튼을누르면로봇은프로그램이 Force 명령에도달한것처럼수행하고, 이를통해프로그램을완전하게실행하지않고도설정을검증할수있다. 이는특히순응축과 Force 를올바르게선택했는지검증하는데유용하다. 한손으로로봇 TCP 를컨트롤다른손으로 프리드라이브버튼을누른다음에로봇암이어떤방향으로움직이고움직이지못하는지간단하게확인할수있다. 이화면에서떠난다음에테스트버튼은자동으로꺼지는데, 이는터치펜던트뒤의 프리드라이브버튼을정규 프리드라이브모드를위해다시사용할수있다는것을의미한다. 참고: 프리드라이브버튼은 Force 명령으로유효한특징을선택한경우에만효과적이다.

14.26 명령: Pallet



팔레트작업은패턴으로서다양한위치에서동작시퀀스를수행할수있다 (14.24참조). 패턴의각위치에서동작시퀀스는패턴위치에대하여상대적으로실행된다.

팔레트작업프로그래밍

1. 패턴을정의한다.
2. 각포인트에서집거나배치하기위해 PalletSequence 를만든다. 시퀀스는각패턴위치에서무엇을할지설명한다.
3. 시퀀스명령화면에서선택기를사용하여시퀀스의어떤웨이포인트가 패턴위치에대응할지정한다.

팔레트시퀀스/앵커가능시퀀스

팔레트시퀀스 노드에서로봇암동작은팔레트위치에대하여상대적이다. 시퀀스동작으로 앵커위치/패턴포인트에서지정한위치로로봇암이오게된다. 남은위치는이를맞추기위해모두이동한다. 앵커위치에대하여상대적이지않으므로 이동 명령은시퀀스내에서사용하지않는다.

“BeforeStart”

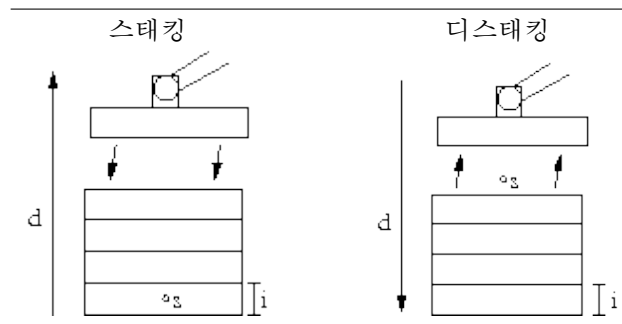
선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리기위해서사용할 수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음팔레트준비를위하여컨베이어 동작시작신호로사용할수있다.

14.27 명령: Seek

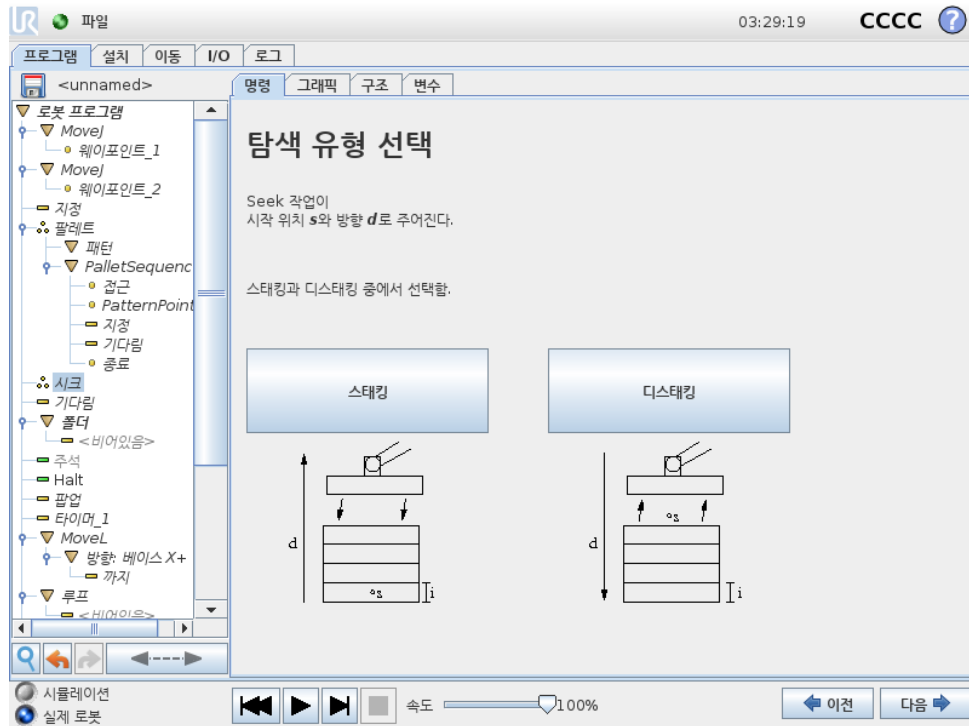
시크기능은센서를사용하여물체를집거나놓기위하여올바른위치에도달했는지판단한다. 이센서는누름단추식스위치, 압력센서, 정전용량센서일수있다. 이기능은다양한두께의물체를스택으로쌓은경우또는물체의정확한위치를알수없거나프로그램으로이를넣기에너무어려운경우에서사용한다.



스택작업을위해서크작업을프로그램에삽입할때에는반드시작업포인트 s , 스택방향 d , 스택에있는물체의두께 i 를정의해야한다.

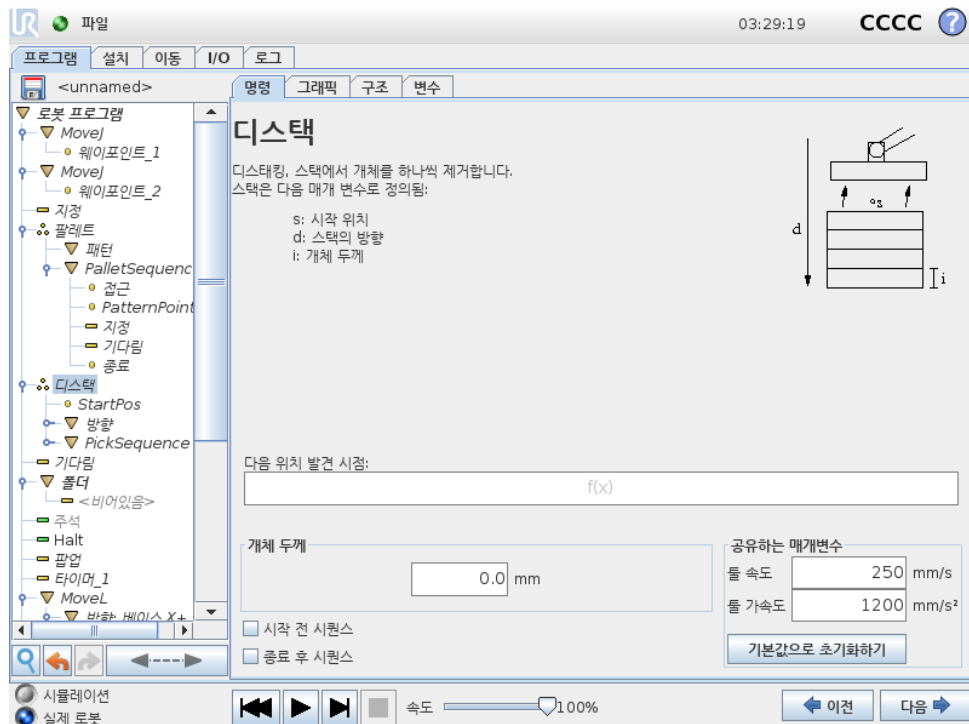
그리고다음스택위치도달조건및각스택위치에서수행하는특별프로그램시퀀스를정의해야한다. 스택작업에대한속도및가속도가주어져야한다.

스태킹



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

디스태킹

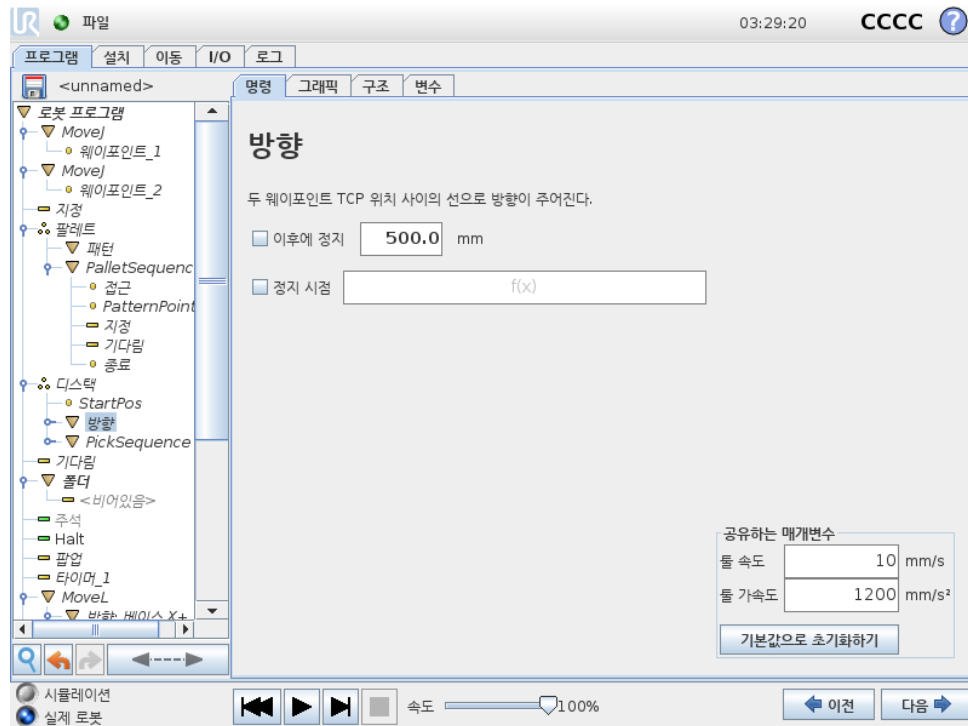


디스태킹할때로봇암은 시작위치에서부터주어진방향으로다음물체를검색하기위하여이동한다. 화면의조건이다음물체도달시점을판단한다. 조건을충족하면로봇은위치를기억하고, 특별시퀀스를수행한다. 그다음에로봇은기억한위치에서해당방향의물체두께단위로증가하며검색을시작한다.

시작위치

시작위치는스택작업이시작하는곳이다. 시작위치를생략하면스택은로봇암의현재위치에서시작한다.

방향



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

다음스태킹위치표현식

다음스택 위치에도달했는지계속평가하면서로봇암은방향벡터를따라서이동한다. 표현식에서 True 로판단하면특별시퀀스를실행한다.

“BeforeStart”

선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리기위해사용할 수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음스택준비를위하여컨베이어동작시작신호로사용할수있다.

집기/놓기시퀀스

집기/놓기시퀀스는 팔레트작업과 비슷하게 각 스택 위치에서 수행되는 특별한 프로그램 시퀀스이다 (14.26 참조).

14.28 명령: Conveyor Tracking

로봇은 구성된 컨베이어 움직임 중 하나를 추적하도록 구성할 수 있다 (컨베이어 1). 설치에 정의된 Conveyor Tracking이 올바르게 구성되면 로봇은 컨베이어를 따라 움직이도록 움직임을 조정한다. 컨베이어 추적 프로그램 노드는 구조 탭의 마법사 탭에서 사용할 수 있다. 컨베이어를 추적하는 동안 이 노드의 모든 이동이 가능하지만 이는 컨베이어 벨트의 동작에 상대적이다. 설치 탭 (13.13절 참조) 하의 컨베이어 추적 설정은 절대 및 증분 인코더와 선형 및 원형 컨베이어와 작업할 수 있는 옵션을 로봇에 제공한다.



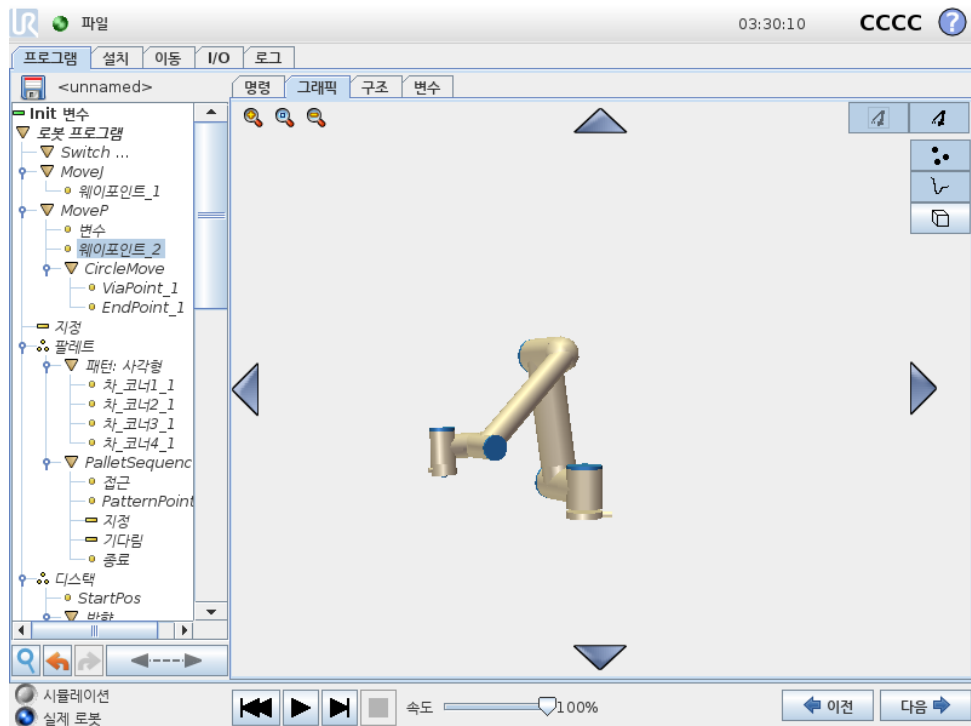
참고:

컨트롤 박스는 하나의 컨베이어 (컨베이어 1) 와 함께 사용해야 하는 증분형 인코더만 수용할 수 있다.

14.29 명령: 억제

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

14.30 그래픽 탭



현재로봇프로그램을그래픽으로표현한다. TCP 경로는 3D 뷰에서볼수있고, 동작부분은검은 색, 혼합 (동작부분간의전환) 부분은녹색이다. 녹색점은프로그램의각웨이포인트에서 TCP 위치를지정한다. 로봇암의 3D 드로잉은로봇암의현재위치를보여주고, 로봇암의 새도우가화면왼 쪽에있는웨이포인트에어떻게도달할것인지보여준다.

만약에로봇 TCP 의현재위치가안전또는트리거플레인에가까이오거나, 로봇툴의자세가툴자세 경계제한근처로오면 (10.12 참조), 경계제한을 3D 로표현하여보여준다.

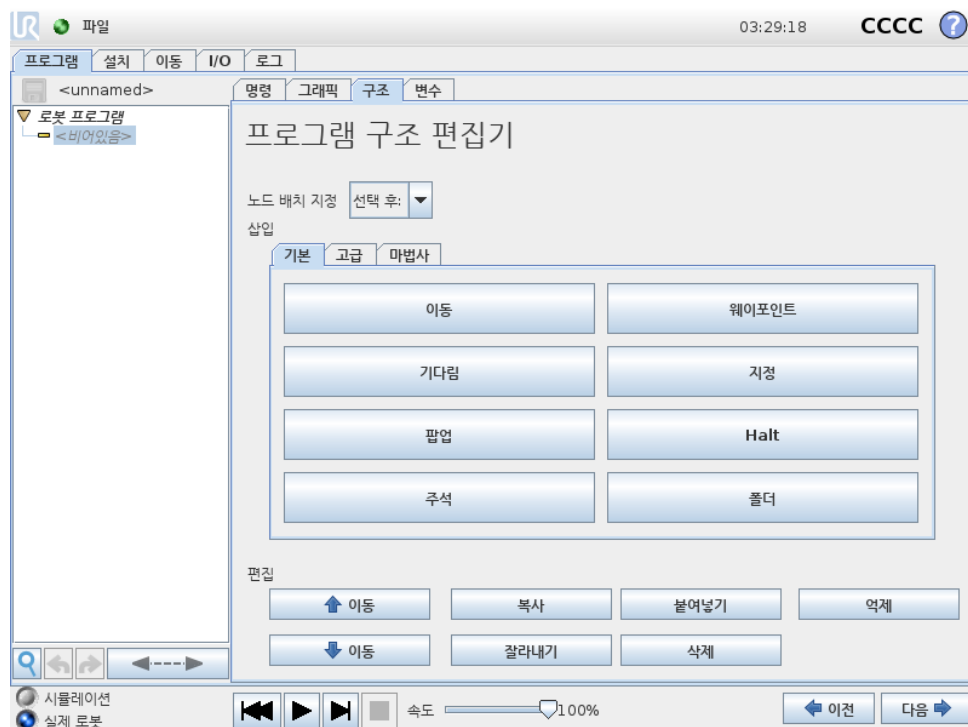
참고: 로봇이프로그램을실행하는동안경계제한표시가꺼진다.

안전플레인은노란색과검은색으로시각화하며, 작은화살표가플레인수직선을표현한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은파란색및녹색으로표시되고, 플레인의측면을가리키는작은화살표가있는데, 이는 정상모드 제한 (10.6 참조) 이활성화된 곳이다. 툴자세경계제한은원뿔및로봇툴의현재자세를나타내는벡터와함께표시된다. 원뿔의내부는툴자세 (벡터) 에허용되는영역을나타낸다.

대상로봇 TCP 가더이상제한근처에있지않을때 3D 표시가사라진다. TCP 가경계를위반하거나 거의위반할정도로가까이에있다면, 제한표시가빨간색으로변한다.

3D 뷰는확대/축소및회전으로로봇암을더잘볼수있다. 화면맨위오른쪽에있는버튼은 3D 뷰에서 여러가지그래픽구성요소를꿀수있다. 맨아래버튼은근접경계제한시각화를켜거나닫다. 표시하는동작부분은선택한프로그램노드에따른다. 이동노드를선택했다면표시된경로가이동에따라서정의된동작이다. 만약에 웨이포인트 노드를선택했다면, 디스플레이가이동의그다음 ~ 10 단계를보여준다.

14.31 구조탭



프로그램구조탭은다양한명령형식을삽입, 이동, 복사, 제거하는기회를준다.

새명령을삽입하려면다음단계를수행한다:

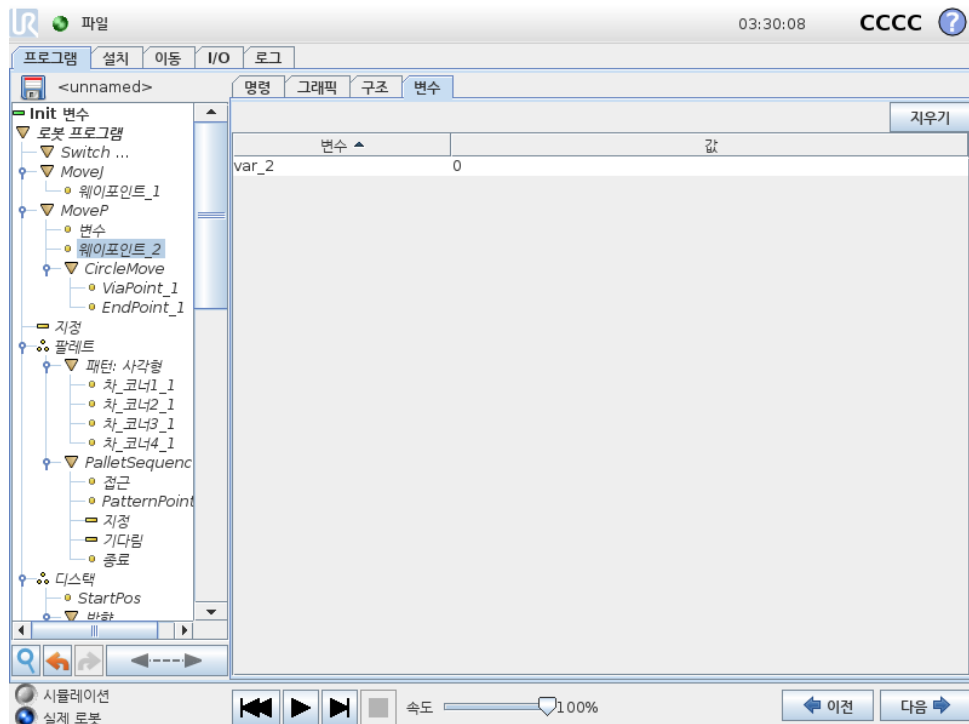
1. 기존프로그램명령을선택한다.

2. 새 명령을 선택한 명령 위 또는 아래에 삽입해야 할지 선택한다.
3. 삽입하려는 명령 형식 버튼을 누른다. 새 명령에 대한 세부적인 조정은 명령 탭으로 이동하여 수행할 수 있다.

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

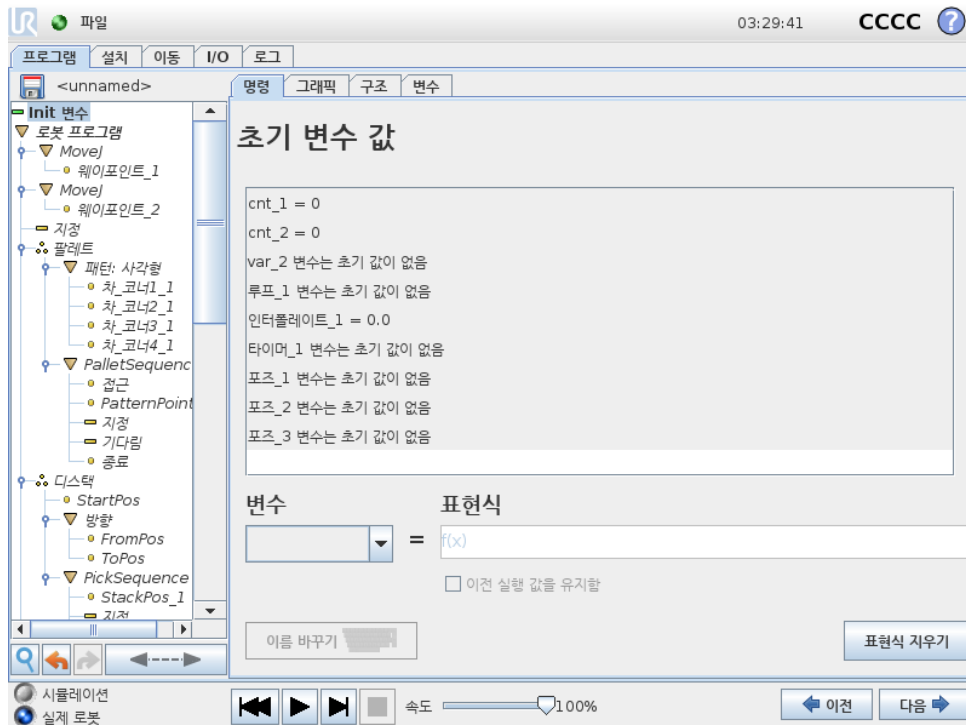
모든 명령이 프로그램의 모든 곳에 올 수 없다. 웨이포인트는 반드시 이동 명령 하위에 있어야 한다 (바로 하위일 필요 없음). ElseIf 및 Else 명령 If 다음에 와야 한다. 일반적으로 ElseIf 명령을 움직이는 것은 까다로운 작업이다. 변수는 사용하기 전에 반드시 값을 할당 받아야 한다.

14.32 변수 탭



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

14.33 명령: 변수초기화



이 화면에서는 프로그램을 (밋스레드를) 실행하기 전에 변수 값을 설정할 수 있다.

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

이전에 실행한 값을 유지함 확인란이 선택되어 있으면 변수는 변수 탭에 있는 값으로 초기화된다 (14.32 참조). 이는 변수가 프로그램 실행 사이에 값을 유지할 수 있게 한다. 변수는 프로그램 최초 실행 시 또는 값 탭을 지운 경우에 표현식에서 값을 구한다.

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

15 설정화면



- 로봇초기화 초기화화면으로이동한다. 11.5 참조.
- 언어와단위 사용자인터페이스언어와측정단위를구성한다. 15.1 참조.
- 로봇업데이트 로봇소프트웨어를새버전으로업그레이드한다. 15.2 참조.
- 비밀번호설정 비밀번호가없는사람들이로봇의프로그래밍부분에접근하지못하도록기능을 부여한다. 15.3 참조.
- 화면교정 터치스크린의 “감도” 를조정한다. 15.4 참조.
- 네트워크설정 로봇컨트롤박스에대한 Ethernet 네트워크설정인터페이스를연다. 15.5 참조.
- 시간설정 시스템시간과날짜를설정하고, 시계의표시형식을구성한다. 15.6 참조.
- 설치된 URCaps 의 URCaps 설정 개요및설치와제거옵션. 15.7 참조.
- 뒤로 환영화면으로돌아간다.

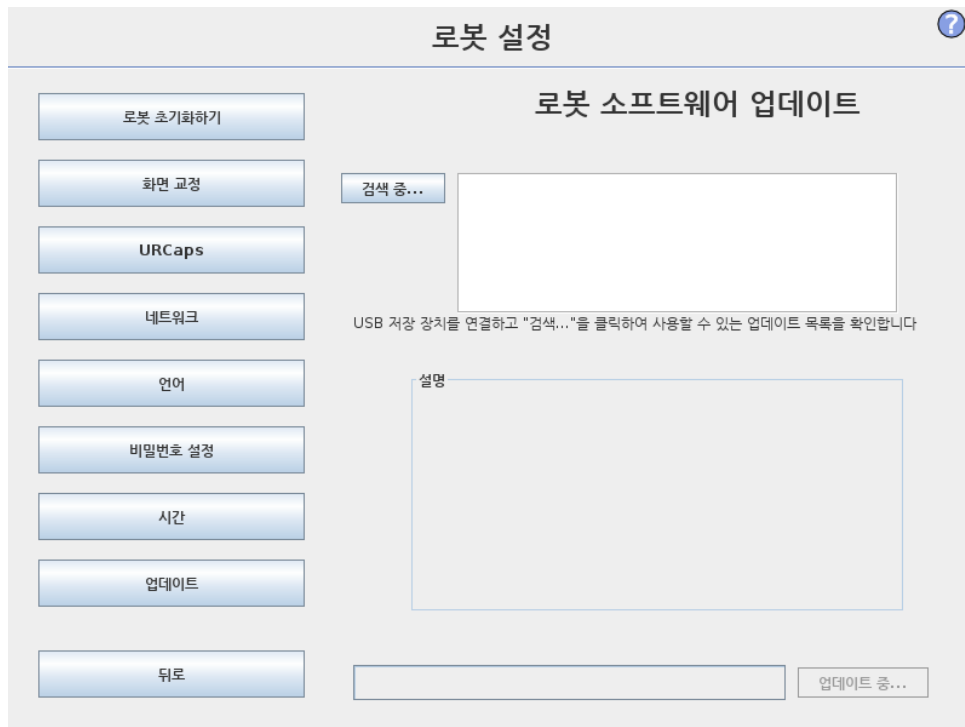
15.1 언어와단위

PolyScope 에서사용 하는언어, 단위와키보드언어는이화면에서선택 할수있다.

선택한언어는 PolyScope 의다양한화면에 있는텍스트및임베드도움말에서사용 한다. 로봇프로그 램의명령을영어로보려면 “영어프로그래밍”을선택 한다. 폴리스코프는효과를보려면다시시작 해야한다.

선택한키보드언어가폴리스코프의모든팝업키보드에사용 된다.

15.2 로봇업데이트



소프트웨어업데이트는 USB 플래시메모리에서 설치할 수 있다. USB 메모리스틱을 삽입하고 검색을 클릭하여 내용 목록을 본다. 업데이트를 수행하려면 파일을 선택하고 업데이트를 클릭한다. 다음에 화면 지침을 따른다.



경고:

소프트웨어업그레이드 후에는 언제나 프로그램을 점검한다. 업그레이드는 프로그램에서 궤도를 변경할 수 있다. GUI의 맨 위 오른쪽 구석에 있는 “?” 버튼을 눌러서 소프트웨어업데이트 사양을 확인할 수 있다. 하드웨어 사양은 그대로이며, 이는 원래 설명서에서 찾아볼 수 있다.

15.3 비밀번호설정

두 비밀번호가 지원된다. 첫째는 로봇 설정에 대한 무허가 수정을 방지하는 선택적인 시스템 비밀번호이다. 시스템 비밀번호를 설정하면, 프로그램은 비밀번호 없이 로드하고 실행할 수 있지만, 프로그램 생성 또는 변경을 위해 사용자가 올바른 비밀번호를 입력해야 한다.

둘째는 안전 구성을 수정하기 위해 반드시 올바르게 입력해야 하는 필수 안전 비밀번호이다.



참고:

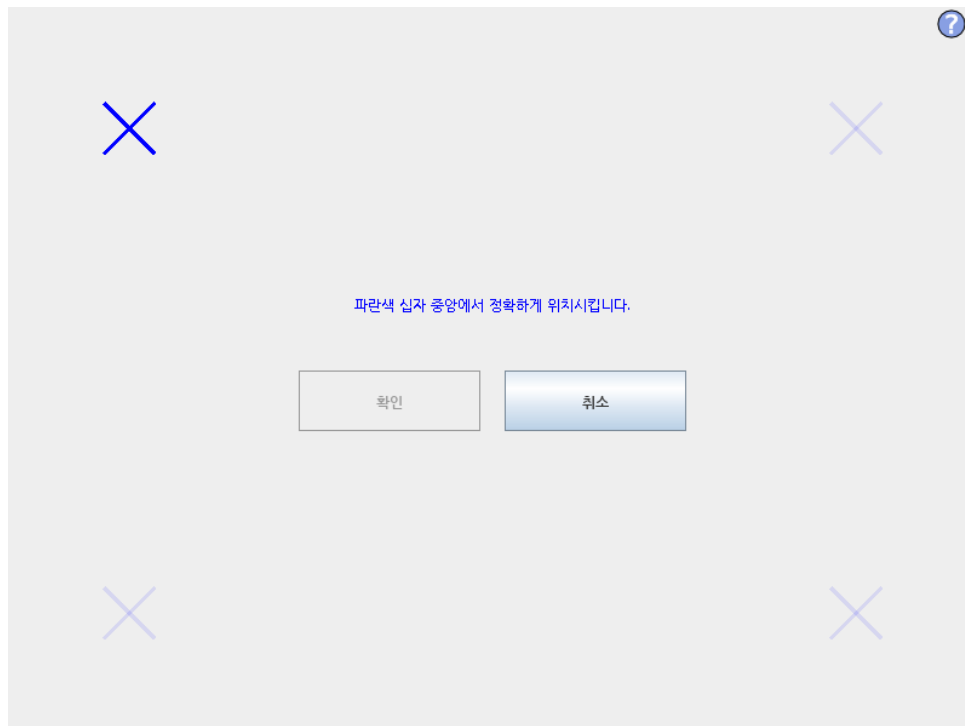
안전 구성을 변경하려면 반드시 안전 비밀번호를 설정해야 한다.



경고:

시스템 비밀번호를 추가하여 승인받지 않은 사람이 로봇 설치를 변경하지 못하게 한다.

15.4 화면교정



터치스크린교정하기. 화면안내를따라서터치스크린을교정한다. 금속제가아니고, 약간뽀족한 물체를사용한다. 예: 뚜껑이단힌펜. 인쇄심과주의를갖고수행하면결과가더좋다.

15.5 네트워크설정



Ethernet 네트워크설정을 위한패널. Ethernet 연결은기본로봇기능에필요하지않고, 기본값은꺼져있다.

15.6 시간설정

?

로봇 초기화하기

화면 교정

URCaps

네트워크

언어

비밀번호 설정

시간

업데이트

뒤로

로봇 설정

시간 설정

시간 형식: ☒ 24시간 ☐ 12시간

현재 시간 선택:

+	+	+
03	:	28
-	-	-

날짜 설정

오늘 날짜 선택:

2019년 11월 18일 (월)

날짜 형식:

☒ 2019년 11월 18일 (월)

☐ 2019. 11. 18

☐ 19. 11. 18

새 설정 효과 적용을 위하여 플리스크로프를 다시 시작

다시 시작

시스템시간과날짜를설정 하고, 시계의표시형식을구성한다. 시계는 프로그램실행및 로봇프로그램하기화면맨위에표시된다. 이를누르면날짜를잠시보여준다. 효과를보려면 GUI 를다시시작해야한다.

15.7 URCaps 설정



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

새 URCap 을 설치하려면 화면 아래의 + 버튼을 클릭한다. .urcap 파일을 선택할 수 있는 곳에서 파일 선택기가 표시된다. 열기를 클릭하면 폴리스코프가 설정 화면으로 돌아온다. 선택된 URCap 이 설치되고 목록에서 대응되는 항목이 조금 후에 나타난다. URCap 을 새로 설치하거나 제거하면 PolyScope 를 시작해야 하고, 다시 시작 버튼이 활성화된다.

URCap 을 제거하려면 목록에서 URCap 을 선택하고 - 버튼을 클릭하면 된다. URCap 이 목록에서 사라지지만, 다시 시작할 필요가 있다.

목록에서 항목 옆에 표시된 아이콘은 URCap 의 상태를 표시한다. 다른 상태는 아래에서 정의한다:

-  URCap ok: URCap 이 설치되었으면 정상적으로 실행 중이다.
-  URCap 결함: URCap 이 설치되었지만 시작되지 않는다. URCap 개발자에게 문의한다.
-  URCap 을 다시 시작해야 함: URCap 이 방금 설치되었으므로 다시 시작해야 한다.

정지카테고리 0: 로봇동작은로봇에대한전원공급중단으로즉시멈춘다. 이는제어되지않는정지로서로봇조인트브레이크가걸리면최대한빨리프로그램경로에서벗어날수있다. 이보호정지는안전등급제한을초과하거나컨트롤시스템의안전등급부품에결합이있는경우에사용한다. 자세한정보는 ISO 13850 또는 IEC 60204-1 을참조한다.

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

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

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

퍼포먼스레벨: 퍼포먼스레벨 (PL) 은예상가능한조건에서안전하게기능을수행하기위해컨트롤시스템의안전관련능력을지정하기위한불연속적인수준이다. PLd 는최고에서두번째인안정성분류인데, 안전기능이극히안정적이라는의미이다. 자세한정보는 ISO 13849-1 을참조한다.

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

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

통합자: 통합자는최종로봇설치를설계하는자이다. 통합자는최종위험평가를하고최종설치가현지법규에부합하게만들책임이있다.

위험평가: 위험평가는모든평가를식별하고이를적합한수준으로감소하는전체적인프로세스이다. 위험평가는기록해야한다. 자세한정보는 ISO 12100 참조.

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

안전구성: 안전관련기능과인터페이스는안전구성매개변수를통해구성이가능하다. 이는소프트웨어인터페이스를통해정의된다, 부참조 II.

색인

로봇암	II-42	라인패턴	II-84
마운팅브래킷	ix	로봇암 I-25, I-65, II-54, II-85, II-87, II-90, II-91	
A		마법사	II-92
AfterEnd	II-89	모션	II-87
B		목록 (패턴)	II-84
BeforeStart	II-89	방향벡터	II-72
C		범용 I/O	I-27
Conveyor Tracking	II-92	베이스	II-19, II-64
E		베이스특징	II-46
EtherNet/IP	II-40	변수	II-62, II-94
F		변수웨이포인트	II-64
Force 모드	II-85	변수특징	II-65
I		보증	I-49
I/O ... I-25, I-26, I-28, II-22, II-33, II-40, II-41		복구모드	II-25
M		사각형패턴	II-84
MODBUS	II-33, II-43, II-44, II-51	상대적웨이포인트	II-64
MoveJ	II-63	상자패턴	II-84, II-85
MoveL	II-47, II-63	서비스설명서	x
MoveP	II-47, II-63	선패턴	II-85
S		설치	II-42, II-92
Set	II-75	설치변수	II-42
Switch Case 구성	II-83	손목 3	II-19
U		스크립트설명서	x
Until	II-71	안전 I/O	I-27, I-28
Until 거리	II-73	안전구성	I-7
Until 표현식	II-73	안전설정	I-3
UR+	x	안전지침	I-43
경고표시	I-4	앵커위치	II-88
구조	II-92	웨이포인트 II-21, II-63-II-66, II-70, II-88, II-93	
기다림	II-74	위험평가	ix, I-3, I-7, I-8
단순	II-86	이더넷	I-39
		이동	II-22, II-47, II-63-II-65, II-75, II-88
		작업추가	II-73
		전압	II-33
		정사각형패턴	II-85
		정상모드	II-93
		조인트공간	II-63
		조인트부하	II-54
		컨베이어추적설정	II-51
		컨트롤박스	ix, I-25, I-26, I-40, I-65, II-23, II-33, II-42, II-54, II-92
		컨피규어러블 I/O	I-27

테스트버튼	II-88	포인트	II-87
통합자	I-7	포즈편집기	II-47
툴 I/O	I-35	폴더	II-77
툴센터포인트	II-36, II-64	폴리스코프	ix, II-19, II-21, II-22, II-78
툴특징	II-46	표준	I-65-I-67
특징	II-46, II-51	표현편집기	II-83
특징메뉴	II-86	프레임	II-87
터치펜던트	ix, II-87, II-88	프로그램	II-22
팔레트시퀀스	II-88	프로그램트리	II-60, II-61
팝업	II-75	프리드라이브	II-39, II-46, II-87, II-88
패턴	II-84, II-85	혼합	II-66
		혼합파라미터	II-66

Software version: 3.12



99259