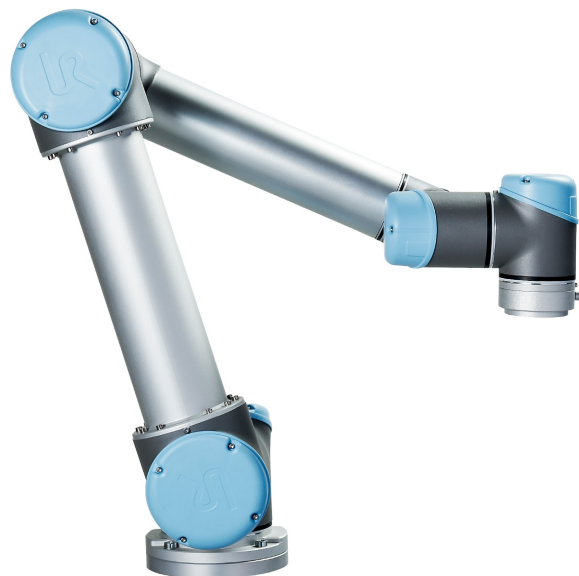




UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots
사용자 설명서



UR5 /CB3
Original instructions (ko)



본 내용에 포함된 정보는 Universal Robots A/S의 속성이며, Universal Robots A/S의 서면 동의 없이 전부 또는 일부를 사용할 수 없습니다. 본 내용에 포함된 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있으며, Universal Robots A/S의 의무로 해석할 수 없습니다. 이 설서는 주기적으로 검토하고 개정됩니다.

Universal Robots A/S 본 문서의 오류 또는 누락 정보에 대한 책임이 없습니다.

Copyright © 2009–2020 by Universal Robots A/S.

Universal Robots 로고는 Universal Robots A/S의 등록 상표입니다.

목차

1. 머리말	1
1.1. 내용물	1
1.2. 중요 안전 공지	1
1.3. 설명서 읽는 방법	2
1.4. 더 자세한 정보를 찾을 수 있는 곳	2
1.4.1. UR+	2
I 부 하드웨어 설치 설명서	3
1.5. 안전	5
1.5.1. 개요	5
1.5.2. 유효성 및 책임	5
1.5.3. 책임의 한계	6
1.5.4. 이 설명서의 경고 심볼	6
1.5.5. 일반 경고 및 주의	6
1.5.6. 용도	9
1.5.7. 위험 평가	9
1.5.8. 비상 정지	11
1.5.9. 드라이브 동력이 있는 움직임 및 이것이 없는 움직임	11
1.6. 안전 관련 기능 및 인터페이스	13
1.6.1. 개요	13
1.6.2. 안전 시스템의 정지 시간	14
1.6.3. 안전 관련 기능 제한	14
1.6.4. 안전 모드	15
1.6.5. 안전 관련 전기적 인터페이스	16
1.7. 운송	19
1.8. 기계적 인터페이스	21
1.8.1. 개요	21
1.8.2. 로봇의 작업 영역	21
1.8.3. 마운팅	21
1.8.4. 최대 페이로드	25
1.9. 전기적 인터페이스	27
1.9.1. 개요	27
1.9.2. 전기 경고 및 주의	27
1.9.3. 컨트롤러 I/O	28
1.9.4. 톨 I/O	38

1.9.5. 이더넷	42
1.9.6. 전원 연결	43
1.9.7. 로봇 연결	44
1.10. 유지 및 보수	45
1.10.1. 안전 지침	45
1.10.2. 청소	46
1.11. 폐기 및 환경	47
1.12. 인증	47
1.13. 보증	51
1.13.1. 제품 보증	51
1.13.2. 면책조항	51
1.14. 정지 시간 및 정지 거리	53
1.14.1. 정지 카테고리 0의 정지 거리 및 시간	53
1.15. 선언 및 인증	53
1.16. 응용 표준	65
1.17. 기술 사양	72
1.18. 안전 기능 표	73
1.18.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions	73
1.19. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information	77
II 부 폴리스코프 설명서	81
1.20. 안전 구성	83
1.20.1. 개요	83
1.20.2. 안전 구성 변경	84
1.20.3. 안전 동기화 및 오류	85
1.20.4. 공차	85
1.20.5. 안전 체크섬	86
1.20.6. 안전 모드	86
1.20.7. 프리드라이브 모드	87
1.20.8. 비밀번호 잠금	87
1.20.9. 적용	88
1.20.10. 일반 제한	89
기본 설정	89
고급 설정으로 바꾸기	89
고급 설정	90
기본 설정 바꾸기	90
1.20.11. 조인트 제한	91

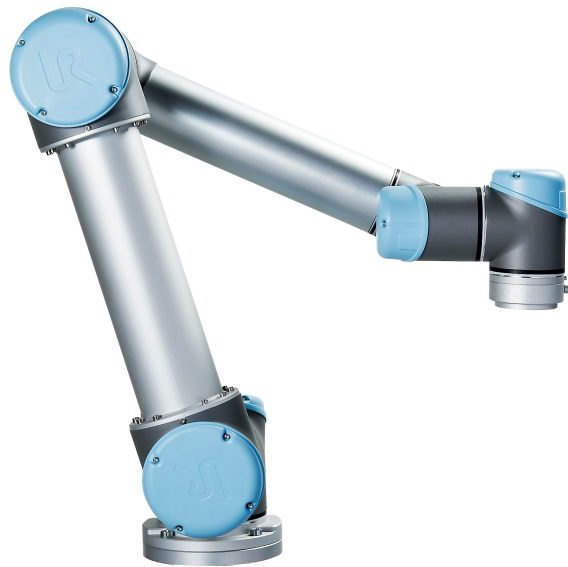
최고 속도	91
위치 범위	92
1.20.12. 경계	92
이름	94
특징 복사	94
안전 모드	94
변위	95
엄격한 제한 플레인의 효과	95
트리거 감소 모드 플레인의 효과	95
편차	96
특징 복사	97
안전 모드	97
효과	97
1.20.13. 안전 I/O	98
시스템 비상 정지	98
감소 모드	98
세이프가드 초기화	99
3-위치 활성화 장치 and 작동 모드	99
System Emergency Stop	100
Robot Moving	100
Robot Not Stopping	100
Reduced Mode	100
Not Reduced Mode	100
1.21. 프로그래밍 시작	103
1.21.1. 개요	103
1.21.2. 시작하기	103
1.21.3. 첫 프로그램	104
1.21.4. 폴리스코프 프로그래밍 인터페이스	106
1.21.5. 환영 화면	107
1.21.6. 초기화 화면	108
1.22. 화상 편집기	111
1.22.1. 화면 표현식 편집기	111
1.22.2. 포즈 편집기 화면	111
1.23. 로봇 제어	115
1.23.1. 이동 탭	115

1.23.2. I/O 탭	117
1.23.3. 모드버스	118
1.23.4. 자동이동 탭	118
1.23.5. 설치 → 로드/저장	120
1.23.6. 설치 → TCP 구성	121
1.23.7. 설치 → 마운팅	124
1.23.8. 설치 → I/O 설정	125
1.23.9. 설치 → 안전	127
1.23.10. 설치 → 변수	128
1.23.11. 설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정	129
1.23.12. 설치 → 특징	133
1.23.13. 컨베이어 트래킹 설정	141
1.23.14. 안전 모드 간 매끄러운 전환	141
1.23.15. 설치 → 기본 프로그램	142
1.23.16. 로그 탭	144
1.23.17. 로드 화면	145
경로 기록	146
파일 선택 영역	146
파일 필터	146
파일 필드	147
열기 버튼	147
취소 버튼	147
작업 버튼	147
1.23.18. 실행 탭	148
1.24. 프로그래밍	149
1.24.1. 새 프로그램	149
1.24.2. 프로그램 탭	150
1.24.3. 변수	152
1.24.4. 명령: 이동	153
1.24.5. 명령: 고정 웨이포인트	156
예	157
혼합 매개변수	157
조건 혼합 궤도	158
궤도 형식 조합	159
1.24.6. 명령: 상대적 웨이포인트	162
1.24.7. 명령: 변수 웨이포인트	163
1.24.8. 명령: 방향	163

1.24.9. 명령: Until	164
1.24.10. 명령: 기다림	166
1.24.11. 명령: 설정	167
1.24.12. 명령: 팝업	168
1.24.13. 명령: 정지	169
1.24.14. 명령: 코멘트	170
1.24.15. 명령: 폴더	171
1.24.16. 명령: Loop	172
1.24.17. 명령: If	172
1.24.18. 명령: 서브프로그램	174
1.24.19. 명령: 할당	176
1.24.20. 명령: 스크립트	177
1.24.21. 명령: 이벤트	178
1.24.22. 명령: 스레드	179
1.24.23. 명령: 스위치	180
1.24.24. 명령: Force	181
1.24.25. Force 값 선택	183
1.24.26. 제한 선택	183
1.24.27. Force 테스트 설정	184
1.24.28. 명령: 팔레트	184
1.24.29. 명령: 시크	185
1.24.30. 명령: 컨베이어 추적	189
1.24.31. 명령: 억제	189
1.24.32. 그래픽 탭	189
1.24.33. 구조 탭	190
1.24.34. 변수 탭	191
1.24.35. 명령: 변수 초기화	192
1.25. 설정 화면	193
1.25.1. 언어와 단위	194
1.25.2. 로봇 업데이트	195
1.25.3. 비밀번호 설정	196
1.25.4. 화면 교정	197
1.25.5. 네트워크 설정	198
1.25.6. 시간 설정	199
1.25.7. URCaps 설정	200
EUROMAP 67 Interface	201
1.26. 개요	201
1.26.1. EUROMAP 67 표준	202

1.26.2. 법적 고지	202
1.27. 로봇 및 IMM 통합	203
1.27.1. 비상 정지 및 안전 방호 정지	203
1.27.2. MAF 라이트 가드 연결하기	203
1.27.3. 로봇과 툴 마운팅 하기	204
1.27.4. IMM 없이 로봇 사용하기	204
1.27.5. EUROMAP 12 - EUROMAP 67 전환	204
1.28. GUI	205
1.28.1. EUROMAP 67 프로그램 템플릿	205
1.28.2. I/O 개요 및 문제 진단	207
1.28.3. 프로그램 구조 기능	209
1.28.4. I/O 작업 및 대기	216
1.29. 인터페이스 설치 및 제거	217
1.29.1. 설치	217
1.29.2. 제거하기	218
1.30. 전기적 특성	218
1.30.1. MAF 라이트 가드 인터페이스	218
1.30.2. 비상 정지, 안전 장치, MAF 신호	219
1.30.3. 디지털 입력	220
1.30.4. 디지털 출력	220
2. 용어집	221
2.1. Index	222

1. 머리말



새로운 유니버설로봇 로봇을 구매해 주셔서 감사합니다.

이 로봇은 툴을 이동시키도록 프로그램 될 수 있으며, 전기 신호를 사용하여 다른 기계와 통신할 수 있다. 얇은 성형된 알루미늄 튜브와 조인트로 구성된다.

특히 받은 프로그래밍 인터페이스인 폴리스코프를 사용함으로써, 툴을 원하는 궤도에 따라서 이동하도록 로봇을 쉽게 프로그래밍할 수 있다.

1.1. 내용물

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

- 컨트롤 박스와 티치 펜던트
- 컨트롤 박스용 마운팅 브래킷
- 티치 펜던트를 위한 마운팅 브래킷
- 컨트롤 박스 열쇠
- 해당 지역과 호환되는 주전원 케이블 또는 전원 케이블
- EUROMAP 67 케이블
- 레이저가 있는 스타일러스 펜
- 이 설명서

1.2. 중요 안전 공지

이 로봇은 **불완비 기계**(참조)로서 로봇의 각 설치를 위해 위험 평가가 필요하다. [1.5. 안전 페이지5](#) 장의 안전 지침을 모두 준수해야 한다.

1.3. 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.

EUROMAP 67 Interface

EUROMAP 67 인터페이스 사용하기.

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

1.4. 더 자세한 정보를 찾을 수 있는 곳

지원 웹사이트(<http://www.universal-robots.com/support>)에는 다음이 포함되어 있다.

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

1.4.1. UR+

UR+ 사이트(<http://www.universal-robots.com/plus/>)는 UR 로봇 애플리케이션을 사용자 정의하기 위한 최첨단 제품을 제공하는 온라인 쇼룸이다. 엔드 이펙터 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.

I 부

하드웨어 설치 설명서



1.5. 안전

1.5.1. 개요

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

이 장에서 첫 번째 하위 항목은 일반 사항이다. 후반 하위 항목은 로봇을 설정하고 프로그래밍하는데 관련 있는 특정 엔지니어링 데이터가 들어 있다. [1.6. 안전 관련 기능 및 인터페이스 페이지13](#) 장은 특히 협업 애플리케이션에 해당되는 안전 관련 기능을 설명하고 정의한다.

[1.6. 안전 관련 기능 및 인터페이스 페이지13](#) 장 및 [1.5.7. 위험 평가 페이지9](#) 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

유니버설로봇은 로봇(암 컨트롤 박스 및 티치 펜던트)이 어떤 식으로든 손상, 변경 또는 수정된 경우 어떠한 책임도 지지 않는다. 유니버설로봇은 프로그래밍 오류 또는 로봇 장애에 따른 로봇 또는 다른 모든 장비에 대한 손상에 대하여 책임을 질 수 없다.

1.5.2. 유효성 및 책임

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

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

이는 다음을 포함하지만 이에 제한 되지 않는다:

- 완비 로봇 체계에 대한 위험 평가 수행하기
- 위험 평가로 정의된 경우 다른 기계 및 추가 안전 장치와의 인터페이스
- 소프트웨어에서 적합한 안전 설정 지정하기
- 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

1.5.3. 책임의 한계

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

1.5.4. 이 설명서의 경고 심볼

아래 심볼은 설명서에서 사용하는 위험 수준 캡션을 정의한다. 같은 경고 표시가 제품에도 사용된다.



경고

이를 피하지 않으면 사망 또는 심각한 부상을 입을 수 있는 임박한 전기적으로 위험한 상황을 나타낸다.



경고

이를 피하지 않으면 사망 또는 심각한 부상을 입을 수 있는 임박한 위험한 상황을 나타낸다.



경고

이를 피하지 않으면 부상 또는 장비에 대한 심각한 손상을 일으킬 수 있는 전기적인 잠재 위험 상황을 나타낸다.



경고

이를 피하지 않으면 부상 또는 장비에 대한 심각한 손상을 일으킬 수 있는 잠재 위험 상황을 나타낸다.



경고

만지면 부상으로 이어질 수 있는 잠재적으로 위험한 뜨거운 표면을 나타낸다.



주의

이를 피하지 않으면 장비 손상을 일으킬 수 있는 상황을 나타낸다.

1.5.5. 일반 경고 및 주의

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

**경고**

1.8. 기계적 인터페이스 페이지21 및 1.9. 전기적 인터페이스 페이지27 장의 규격과 경고에 따라서 로봇과 모든 전기 장비를 설치해야 한다.



경고

1. 로봇 암과 툴/엔드 이펙터를 올바른 방법으로 확실하게 제 위치에 마운팅한다.
2. 로봇 암이 자유롭게 움직일 수 있도록 충분한 공간을 준다.
3. 위험 평가에서 정의한 대로 프로그래머, 작업자, 주위에 있는 자 모두를 보호할 수 있도록 안전 측정 및 로봇 안전 구성 매개변수를 지정했는지를 확인한다.
4. 로봇을 사용할 때에는 험거운 옷이나 보석을 착용하지 않는다. 로봇을 사용할 때에는 긴 머리를 뒤로 묶는다.
5. 손상 된 로봇은 절대로 사용하지 않는다. 예를 들어, 조인트 캡이 느슨하거나 파손되거나 제거된 경우.
6. 소프트웨어에서 치명적인 오류를 알리면 즉시 비상 정지를 누르고, 오류로 이어졌던 조건을 적은 다음, 해당 오류 코드를 로그 화면에서 찾고, 공급자에게 연락한다.
7. 안전 장비를 표준 I/O에도 연결하지 않는다. 안전 관련 I/O만 사용한다.
8. 올바른 설치 설정을 사용하는지 확인한다(예: 로봇 마운팅 각도, TCP 질량, TCP 오프셋, 안전 구성). 프로그램과 함께 설치 파일을 저장하고 로드한다.
9. 프리드라이브 기능(임피던스/백드라이브)은 위험 평가에서 이를 허용하는 경우에만 사용한다. 툴/엔드 이펙터와 장애물은 날카로운 가장자리 또는 집히는 포인트가 있어서는 안 된다.
10. 작동하는 로봇 또는 작동을 시작하려는 로봇의 도달 범위에서 모든 사람들이 머리와 얼굴을 멀리 피하도록 경고한다.
11. 티치 펜던트를 사용할 때는 로봇의 움직임을 주의한다.
12. 위험 평가로 결정된 경우, 시스템 운영 중에는 로봇의 안전 범위 안으로 들어오지 말고 로봇을 만지지 않는다.
13. 충돌은 상당한 수준의 운동 에너지를 발산하고, 이는 높은 속도와 높은 페이로드에서 특히 더욱 높아진다. (운동 에너지 = $\frac{1}{2} \text{Mass} \cdot \text{Speed}^2$)
14. 서로 다른 기계를 혼합하면 위험도가 증가하거나 새로운 위험이 발생할 수 있다. 완비 설치에 대하여 언제나 전체 위험 평가를 한다. 위험 평가에 따라 다른 기능적 안전 수준이 적용될 수 있으므로, 서로 다른 안전 및 비상 정지 성능 수준이 필요하면 언제나 최고 성능 수준을 선택한다. 언제나 모든 설치 장비의 설명서를 읽고 이해한다.
15. 로봇을 절대로 개조하지 않는다. 개조하면 통합자가 생각하지 못했던 위험을 만들 수 있다. 모든 승인 된 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.

1.5.6. 용도

UR 로봇은 산업용이고, 툴/엔드 이펙터 및 고정재 취급 또는 구성요소와 제품의 공정 또는 이동이 그 사용 목적이다. 로봇 작동 환경 조건에 대한 내용은 및 부록을 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/엔드 이펙터, 작업 개체, 장애물, 기타 기계를 포함하는 완비 애플리케이션이 위험 평가에서 어떠한 상당한 유해도 없는 경우만을 위한 것이다.

의도한 용도에서 벗어난 사용 또는 적용은 용납할 수 없는 오용으로 간주한다. 이는 다음을 포함하지만 이에 제한 되지 않는다:

- 잠재적으로 폭발적인 환경에서 사용함
- 의료 및 생명 중시 애플리케이션에 사용함
- 위험 평가 전에 사용함
- 명시된 규격 외부에서 사용함
- 밟고 올라서기 위해 사용함
- 허용 가능한 작업 매개변수 외부에서 작동함

1.5.7. 위험 평가

통합자에게 가장 중요한 것 중 하나는 위험 평가 수행이다. 많은 국가에서 이는 법적 필수 사항이다. 로봇 설치의 안전은 로봇 통합 방법에 따르기 때문에 로봇 자체는 불완비 기계이다(예: 툴/엔드 이펙터, 장애물, 기타 기계).

위험 평가 수행을 위해 통합자는 ISO 12100 및 ISO 10218-2를 사용할 것을 권장한다. 추가적으로 통합자는 기술 규격서 ISO/TS 15066을 추가 지침으로 사용할 수 있다.

통합자가 수행하는 위험 평가는 로봇 애플리케이션의 전체 수명에 대한 작업 업무 전부를 고려해야 하며, 다음 사항을 포함하지만 이것으로 제한되지 않음:

- 로봇 설치의 설정 및 개발 중 로봇을 티칭함
- 문제 진단 및 유지보수
- 로봇 설치의 정상 작업

로봇 암의 전원을 처음 켜기 **전에** 위험 평가를 반드시 수행해야 한다. 올바른 안전 구성 설정, 그리고 특정 로봇 애플리케이션에 대한 추가 비상 정지 버튼 및 기타 보호 수단의 필요성을 알아내는 것은 위험 평가 수행의 일부이다.

올바른 안전 구성 설정을 알아내는 것은 협업 로봇 애플리케이션을 개발하는 데 있어서 특히 중요한 부분이다. 자세한 정보는 [1.6. 안전 관련 기능 및 인터페이스 페이지](#) 13 장 및 [II 부 폴리스코프 설명서 페이지](#) 81 부분을 참조한다.

일부 안전 관련 기능은 협업 로봇 애플리케이션 전용으로 설계된 것이다. 이 기능은 안전 구성 설정을 통해 구성이 가능하고 통합자가 수행한 위험 평가의 구체적 위험에 대처하는 데 특히 적합하다.

- **Force 및 파워 제한:** 로봇과 작업자 사이의 충돌이 있을 경우를 대비하여 이동 방향의 클램핑 Force와 압력을 줄이기 위해 사용한다.
- **운동량 제한:** 로봇 속도를 줄여서 로봇과 작업자 사이의 충돌이 있을 경우 에너지와 충격하중을 줄이기 위해 사용한다.
- **TCP 및 툴/엔드 이펙터 위치 제한:** 특히 특정 신체 부위에 관련된 위험을 줄이기 위해 사용한다. 예: 머리와 목을 향하는 이동을 피하기 위해 사용한다.
- **TCP 및 툴/엔드 이펙터 자세 제한:** 특히 툴/엔드 이펙터와 작업 부품의 특정 영역 및 특징과 관련된 위험을 줄이기 위해 사용한다. 예: 작업자를 향한 날카로운 가장자리를 피하기 위해 사용한다.
- **속도 제한:** 특히 로봇 암을 저속으로 유지하기 위해 사용한다.

통합자는 비밀번호 보호 사용 등의 방법을 이용하여 허가 받지 않고 안전 구성에 접근하는 것을 방지해야 한다.

고의적 또는 합리적으로 예측할 수 있는 오용으로 인한 접촉에 대하여 협업 로봇 애플리케이션 위험 평가가 필요하며 이는 다음 사항을 반드시 평가해야 한다.

- 개별 잠재적 충돌의 심각도
- 개별 잠재적 충돌 발생의 가능성
- 개별 잠재적 충돌을 회피할 수 있는 가능성

내장 안전 관련 기능으로 위험을 합리적으로 제거하거나 충분히 줄이지 못하는 비협업 로봇 애플리케이션에 로봇을 설치했다면(예: 위험한 툴/엔드 이펙터 사용 시), 통합자가 수행하는 위험 평가에서 통합자가 추가 보호 장치를 더해야 할 필요가 있다고 반드시 결론을 내려야 한다(예: 설치 및 프로그래밍 도중 작업자를 보호하는 장치를 사용함).

유니버설로봇은 아래 목록에 통합자로서 반드시 고려해야 하는 잠재적으로 상당한 유해 사항을 열거했다.

참고: 특정 로봇 설치에 대한 다른 심각한 유해 사항이 있을 수 있다.

1. 로봇 암 케이블 커넥터와 베이스(조인트 0) 사이에 손가락이 끼인다.
2. 로봇 풋과 베이스 사이에 손가락이 끼인다(조인트 0).
3. 로봇 손목 1과 로봇 손목 2 사이에 손가락이 끼인다(조인트 3과 조인트 4).
4. 툴/엔드 이펙터의 날카로운 가장자리 또는 부분, 그리고 툴/엔드 이펙터 커넥터에 의한 피부 관통.
5. 로봇 트랙 근처 장애물의 날카로운 가장자리 또는 부분에 의한 피부 관통.
6. 로봇과의 접촉으로 인한 멍 등.
7. 무거운 페이로드와 단단한 표면 사이의 움직임에 의한 뺨 또는 골절.
8. 로봇 암 또는 툴/엔드 이펙터를 고정하는 볼트가 느슨해지는 상황에 따른 결과.
9. 툴/엔드 이펙터에서 물체가 떨어짐. 예: 잘못된 그립 혹은 전원 중단이 원인임.
10. 다른 기계의 다른 비상 정지 버튼과 혼동하여 발생하는 실수.
11. 안전 구성 매개변수에 대한 허가 받지 않은 변경에 따른 오류.

정지 시간 및 정지 거리 정보는 [1.6. 안전 관련 기능 및 인터페이스 페이지13](#) 장 및 [1.14. 정지 시간 및 정지 거리 페이지53](#) 부록에서 찾아볼 수 있다.

1.5.8. 비상 정지

비상 정지 누름 버튼을 활성화하여 즉시 모든 로봇 동작을 정지한다.

참고: IEC 60204-1 및 ISO 13850에 따르면 비상 장치는 보호 수단이 아니다. 이는 보조적 보호 수단 이면 부상 방지 목적이 아니다.

로봇 애플리케이션 위험 평가로 추가 비상 정지 버튼이 필요한지 결정한다. 비상 정지 누름 버튼은 IEC 60947-5-5를 준수해야 한다([안전 I/O 페이지30](#) 절 참조).

1.5.9. 드라이브 동력이 있는 움직임 및 이것이 없는 움직임

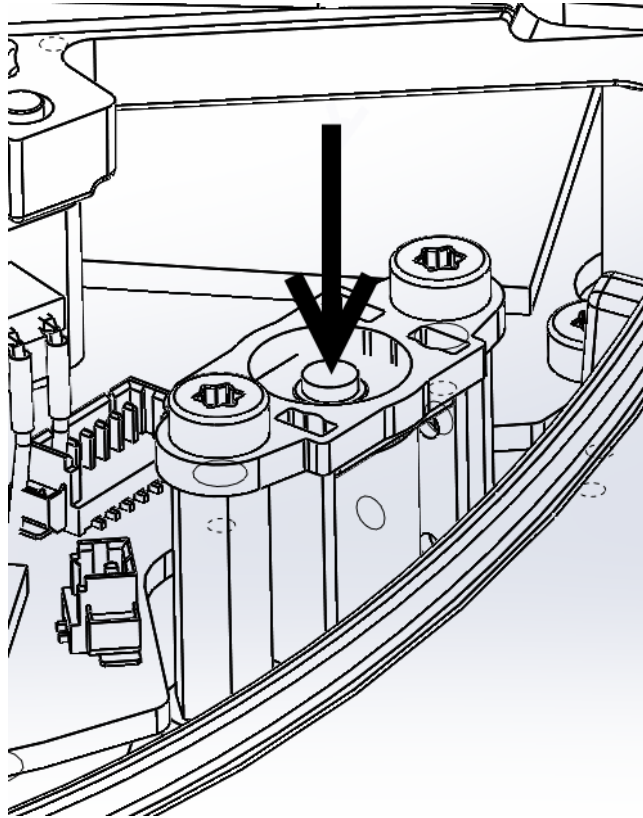
하나 이상의 로봇 조인트를 이동해야 하지만 로봇 전원을 사용하지 않아야 하거나 사용할 수 없는 드문 경우에는 로봇 조인트를 강제로 이동하는 두 가지 방법이 있다. 참고: 정비 상황에서는 연결된 전원 없이 조인트의 제동을 해제할 수 있다.

1. 강제 백드라이빙: 로봇 암을 세게 밀거나 당겨서 조인트를 강제로 움직인다. 각 조인트 브레이크는 높은 강도의 토크가 있는 경우에 이동을 가능하게 하는 마찰 클러치가 있다.
2. 수동 브레이크 해제: 고정하고 있는 M3 나사를 빼서 조인트 덮개를 뚫는다. 아래 도해에서 보이는 대로 작은 전자석에 있는 플런저를 밀어서 브레이크를 해제한다.



경고

1. 로봇 암을 수동으로 움직이는 것은 비상 시만을 위한 것이며, 이는 조인트를 손상할 수 있다.
2. 브레이크를 수동으로 해제하면 중력 때문에 로봇 암이 떨어질 수 있다. 브레이크를 해제하기 전에 항상 로봇 암, 툴/엔드 이펙터, 작업물을 받친다.



1.6. 안전 관련 기능 및 인터페이스

1.6.1. 개요

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



경고

통합자가 수행한 위험 평가에서 정의한 것과 다른 안전 구성 매개변수를 사용하면 합리적으로 제거되지 않는 위험이나 충분히 감소할 수 없는 위험으로 이어질 수 있다.

사용자 인터페이스의 안전 관련 기능, 입력, 출력에 대한 구성은 **II 부 폴리스코프 설명서 페이지81** 부분의 **1.20. 안전 구성 페이지83** 장을 참조한다. **1.9. 전기적 인터페이스 페이지27** 장에 안전 장치를 전기 인터페이스에 연결하는 방법이 설명되어 있다.



참고

1. 해당 로봇 애플리케이션에 대하여 통합자가 수행한 위험 평가에 따라서 안전 관련 기능 및 인터페이스를 사용하고 구성하기 위한 정보는 **1.5. 안전 페이지5** 장의 **1.5.7. 위험 평가 페이지9** 절을 참조한다.
2. 로봇이 안전 시스템에서 결함 또는 위반을 발견하는 경우, 즉 비상 정지 회로의 선이 끊기거나, 위치 센서가 부서지거나, 안전 관련 기능의 제한이 위반되면, 중지 카테고리 0이 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. TCP는 출력 플랜지 중심점에 TCP 오프셋에 더해진 것이다.

안전 관련 기능 제한:

안전 기능 제한	설명
조인트 위치	최소. 및 최대각도 조인트 위치
조인트 속도	최대각도 조인트 속도
TCP 위치	직교 공간에서 로봇 TCP 위치를 제한하는 평면
TCP 속도	최대로봇 TCP 속도
TCP Force	최대로봇 TCP 추진력
모멘텀	최대로봇 암 모멘텀
파워	Max. applied robot arm power

1.6.2. 안전 시스템의 정지 시간

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

애플리케이션 안전이 로봇의 정지 시간에 의존하는 경우, 반드시 표의 최대 정지 시간을 고려해야 한다. 예: 로봇 결함으로 공장 라인이 완전히 중지되었을 때, 중지 후에 즉시 특정 작업을 해야 하는 경우에 최대 중지 시간을 반드시 고려해야 한다.

이 측정은 로봇의 다음 구성에 따라 수행된다:

- 연장: 100%(로봇 암이 수평으로 완전히 연장됨).
- 속도: 안전 시스템의 TCP 속도 제한은 해당 제한에 따라 설정된다.
- 페이로드: TCP에 부착된 로봇이 최대 페이로드를 취급한다(5 kg).

인터페이스 또는 안전 한계 위반의 경우 정지 카테고리 1_0에 대한 워스트 케이스 정지 시간을 다음 표에서 볼 수 있다.

TCP 속도 제한	Maximum Stopping Time
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

1.6.3. 안전 관련 기능 제한

로봇이 안전 관련 제한에 접근하면 고급 경로 제어 소프트웨어는 속도를 줄이거나 프로그램 실행 정지 명령을 한다. 제한 위반은 예외적인 상황에만 발생한다. 하지만 제한을 위반하면 안전 시스템이 정지 카테고리 0을 발급한다.

시스템의 전원 상실 상태는 48V 버스 전압의 전위가 7.3V 미만이 되는 경우이다. 전원 상실 시간은 이벤트 탐지부터 시스템이 전원 상실될 때까지의 시간이다.



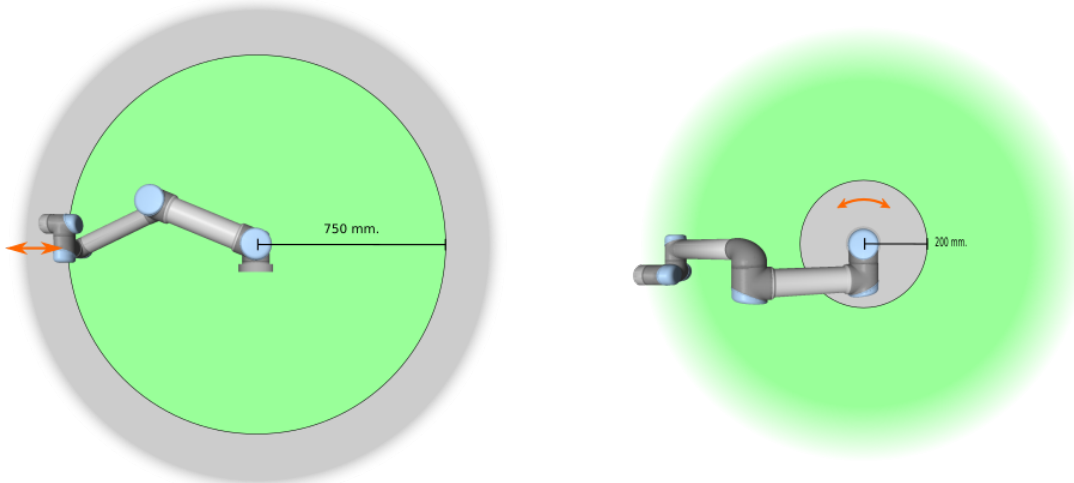
경고

포스 제한 기능에는 로봇 작업 셀을 설계할 때 유의해야 할 두 가지 예외 사항이 있다. 이는 그림 4.1에 제시되어 있다. 로봇이 뺨으면서 니조인트 효과가 방사형 방향으로 강한 포스를 일으킬 수 있지만(베이스에서 멀어짐), 이는 동시에 느린 속도이다. 이와 비슷하게 짧은 레버리지 암은 톨이 베이스에 가깝고 베이스에서 접선으로(돌아서) 움직이는 경우에 강한 포스를 일으킬 수 있고, 이는 동시에 느린 속도이다. 이 영역에서 장애물을 없애거나, 로봇을 다르게 배치하거나, 로봇이 작업 영역의 이 영역으로 들어가는 것을 방지하여 위험을 제거하기 위해 안전 플레인과 조인트 제한을 혼합 사용하는 것으로 집히는 (핀치) 위험을 피할 수 있다.



경고

선형 동작의 매뉴얼 핸드 가이딩 애플리케이션에 로봇이 사용되는 경우, 초당 40도를 초과하는 속도가 위험 평가에서 용인 가능한 것으로 판단되지 않는 한 조인트 속도 제한은 반드시 베이스와 Shoulder 조인트에서 초당 최대 40도로 지정되어야 한다. 이는 특이점 근처에서 로봇 Elbow가 빠르게 움직이는 것을 방지한다.



4.1: 작업 영역의 특정 영역은 로봇 암의 물리적 특성 때문에 꼬집히는 위험을 주의해야 한다. 손목 1 조인트가 로봇 베이스로부터 최소한 750mm 거리인 경우에 한 영역이 방사형 동작을 위해 정의된다. 접선 방향으로 움직이는 경우, 다른 영역은 로봇 베이스로부터 200 mm 거리 내에 있다.

1.6.4. 안전 모드

정상 및 감소 모드

안전 시스템의 두 컨피규어러블 안전 모드: **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 사용하여 감소 모드 트리거: 로봇이 트리거 플레인의 감소 모드 측면에서 일반 모드 측면으로 돌아가면 트리거 플레인 주변에 정상 및 감소 모드 제한 둘 다가 허용되는 20mm 영역이 있다. 로봇이 한계에 가까울 때 안전 모드가 점멸하지 않게 한다.

입력을 사용하여 감소 모드 트리거: 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 시작 시 안전 제한 외부에 있는 경우(예: 조인트 위치 제한 외부), 특별 복구 모드에 들어가게 된다. 복구 모드에서는 로봇을 위해 프로그램을 실행할 수 없지만 로봇 암은 **프리드라이브** 모드 또는 폴리스코프의 이동 탭

을 사용하여 로봇 암을 수동으로 다시 제한 범위 내로 이동할 수 있다(II 부 폴리스코프 설명서 페이지 81 “폴리스코프 설명서” 부분 참조). 복구 모드의 안전 제한:

안전 기능 제한	제한
조인트 속도	30 °/s
TCP 속도	250 mm/s
TCP Force	100 N
모멘텀	10 kg m/s
파워	80 W

안전 시스템은 이 제한 위반이 발생하면 정지 카테고리 0을 발급한다.



경고

조인트 위치, TCP 위치, TCP 자세에 대한 제한은 복구 모드에서 꺼져 있다. 로봇 암을 다시 제한 안으로 이동할 때는 주의한다.

1.6.5. 안전 관련 전기적 인터페이스

로봇은 여러 안전 관련 전기 입력 및 출력을 포함하고 있다. 모든 안전 관련 전기 입력 및 출력은 듀얼 채널이다. 이는 로우일 때 안전하다. 즉 신호가 하이일 때 비상 정지가 활성이 아니다(+24V).

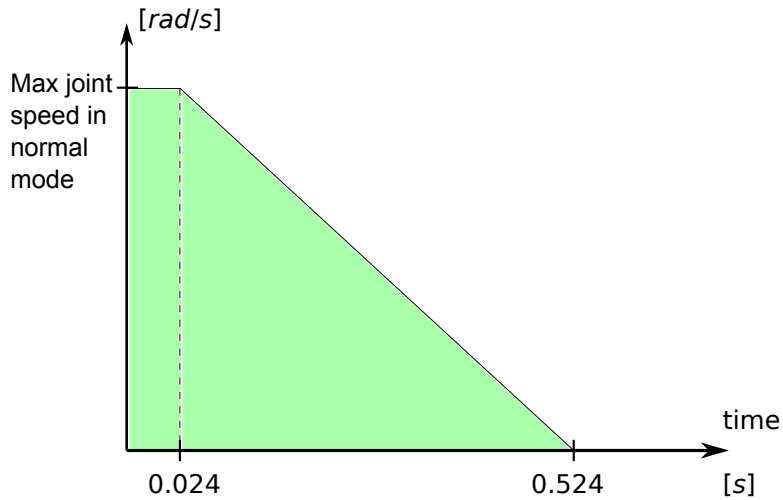
안전 관련 전기적 입력

아래 표는 안전 관련 전기적 입력 사항 개요이다.

안전 입력	설명
로봇 비상 정지	(전용 입력). 정지 카테고리 1을 수행하고, 이는 구성 시 시스템 비상 정지 출력을 사용하여 다른 기기에 전달될 수 있다.
비상 정지 버튼	(티치 펜던트 버튼). 정지 카테고리 1을 수행하고, 이는 구성 시 시스템 비상 정지 출력을 사용하여 다른 기기에 전달될 수 있다.
시스템 비상 정지	(컨피규어러블 입력). 정지 카테고리 1를 수행한다. 교착 상태를 피하기 위해 이 신호는 시스템 비상 정지 출력을 통해 다른 기계로 전달되지 않는다.
세이프가드 정지	(전용 입력). 정지 카테고리 2를 수행한다.
세이프가드 초기화	(컨피규어러블 입력). 안전 방호 리셋 입력의 에지가 발생하는 경우 로봇을 안전 방호 정지 상태에서 재개한다.
감소 모드	(컨피규어러블 입력). 안전 시스템은 감소 모드 제한으로 전환한다.
3-위치 활성화 장치	(컨피규어러블 입력). 작동 모드 입력이 높으면 안전 방호 정지 입력으로서 작동한다.
작동 모드	(컨피규어러블 입력). 3-위치 활성화 장치를 구성했을 때 작동 모드를 사용한다.

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

안전 입력 모니터링



4.2: 램프 아래의 녹색 영역은 브레이크 도중 조인트의 허용 속도이다. 0 시간에서 (비상 정지 또는 안전 방호 정지) 이벤트가 안전 프로세서에서 탐지되었다. 감속은 24ms 이후에 시작한다.

안전 시스템이 정지 카테고리 1 및 정지 카테고리 2 중지를 모니터링하는 방법:

1. 안전 시스템은 24ms 내로 브레이크가 시작되는지 모니터링한다. 4.2 그림 참조.
2. 조인트가 움직이는 경우, 속도는 정상 모드 최대 조인트 속도 제한을 0rad/s로 500ms 안에 지속적으로 감속하는 것으로 구하는 속도보다 절대로 이 속도가 높지 않도록 모니터링한다.
3. 조인트가 휴지 상태라면(조인트 속도가 0.2rad/s 미만), 위치에서 0.05rad 초과하여 움직이지 않도록 모니터링한다. 해당 위치는 속도가 0.2rad/s 미만일 때 측정된 수치이다.

추가로 정지 카테고리 1의 경우, 안전 시스템은 로봇 암이 휴지 상태가 된 다음에 600ms 내로 전원 꺼짐이 완료되는 것을 모니터링한다. 게다가 안전 방호 정지 입력 후에 로봇 암은 상승 에지 안전 방호 리셋 입력이 발생한 다음에만 다시 움직이기 시작하는 것을 허용한다. 위 속성 중 하나라도 충족되지 않으면 안전 시스템이 정지 카테고리 0을 발급한다.

감소 모드 입력으로 트리거되는 감소 모드 전환은 다음과 같이 모니터링한다:

1. 안전 시스템은 감소 모드 입력 트리거 후에 500ms에 대한 정상 및 감소 모드 제한 세트 둘 다를 받아들인다.
2. 500ms 후에 감소 모드 제한만 유효하다.

위 속성 중 하나라도 충족되지 않으면 안전 시스템이 정지 카테고리 0을 발급한다.

정지 카테고리 0은 다음 표의 성능에 따라 안전 시스템이 수행한다. 위스트 케이스 반응 시간은 최고 속도 및 페이로드로 실행하는 로봇이 정지하고 전원 상실(7.3V 미만 전위로 방전)하는 시간이다.

안전 입력 기능	탐지 시간	전원상실 시간	반응 시간
로봇 비상 정지	250 ms	1000 ms	1250 ms
비상 정지 버튼	250 ms	1000 ms	1250 ms
시스템 비상 정지	250 ms	1000 ms	1250 ms
세이프가드 정지	250 ms	1000 ms	1250 ms

안전 등급 전기적 출력

아래 표는 안전 관련 전기적 출력 사항 개요이다.

안전 출력	설명
시스템 비상 정지	로봇 비상 정지 입력이 로직 로우이거나 비상 정지 버튼을 누르면 로직 로우이다.
로봇 이동	신호가 로직 하이이면 로봇 암의 어떤 단일 조인트도 0.1rad를 초과하여 움직이지 않는다.
정지하지 않은 로봇	로봇이 정지했거나 비상 정지 또는 안전 방호 정지 때문에 정지 중이라면 로직 하이이다. 그 외에는 로직 로우이다.
감소 모드	Logic low when the safety system is in <i>Reduced</i> mode.
비감소 모드	감소 모드 출력이 무효화되었다.

안전 출력을 올바르게 설정하지 않았다면 안전 시스템이 다음 워스트 케이스 반응 시간으로 정지 카테고리 0을 발급한다:

안전 출력	워스트 케이스 반응 시간
시스템 비상 정지	1100 ms
로봇 이동	1100 ms
정지하지 않은 로봇	1100 ms
감소 모드	1100 ms
비감소 모드	1100 ms

1. 정지 카테고리는 IEC 60204-1을 따른다. 자세한 정보는 용어집 참조.[↩](#)

1.7. 운송

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

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

컨트롤러 박스는 핸들을 이용하여 든다.



경고

1. 장비를 들 때 허리나 다른 신체 부위에 무게가 너무 실리지 않게 한다. 올바른 리프팅 장비를 사용한다. 모든 지역 및 국가 리프팅 지침을 준수해야 한다. Universal Robots는 장비 운송에 의한 손상에 대하여 책임을 질 수 없다.
2. [1.8. 기계적 인터페이스 페이지](#) 21 장의 마운팅 지침대로 로봇을 마운팅해야 한다.



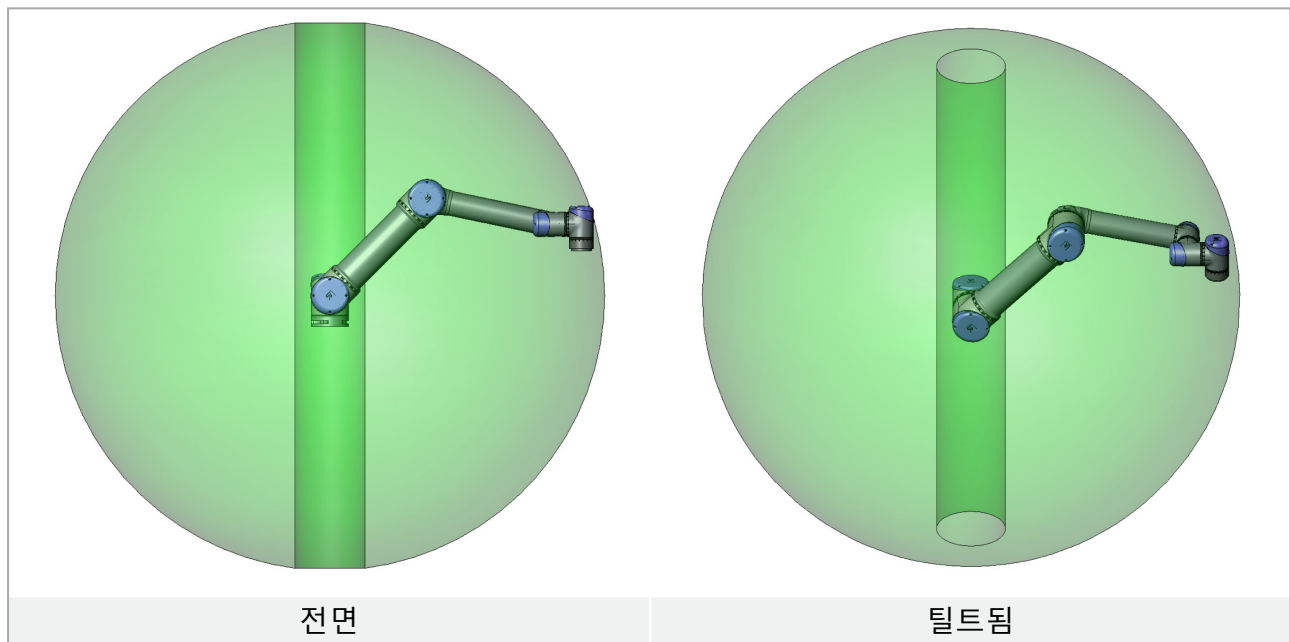
1.8. 기계적 인터페이스

1.8.1. 개요

이 장은 로봇 시스템의 다양한 부품을 마운팅하는 기본 지침을 설명한다. [1.9. 전기적 인터페이스 페이지 27](#) 장의 전기 설치 지침을 반드시 따라야 한다.

1.8.2. 로봇의 작업 영역

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



1.8.3. 마운팅

로봇 암



경고

- 로봇 암을 올바른 방법으로 확실하게 제 위치에 마운팅한다. 마운팅 표면은 견고해야 한다.
- 손가락이 끼는 것을 피하려면 로봇 베이스의 모든 마운팅 구멍에 고무 플러그를 삽입한다.

로봇 암은 M8 볼트 네 개를 이용하여 베이스의 8.5 mm 구멍 네 개에 마운트한다. 20 N m 토크로 이 볼트를 조이는 것을 권장한다. 로봇 암 위치를 매우 정확하게 변경해야 한다면 핀과 함께 사용할 수 있는 Ø8 두 홀이 제공된다. 또한 정확한 베이스 카운터파트를 액세서리로 구매할 수 있다.

6.1 그림은 구멍 드릴 및 나사 마운팅 위치를 보여준다.

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

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



경고

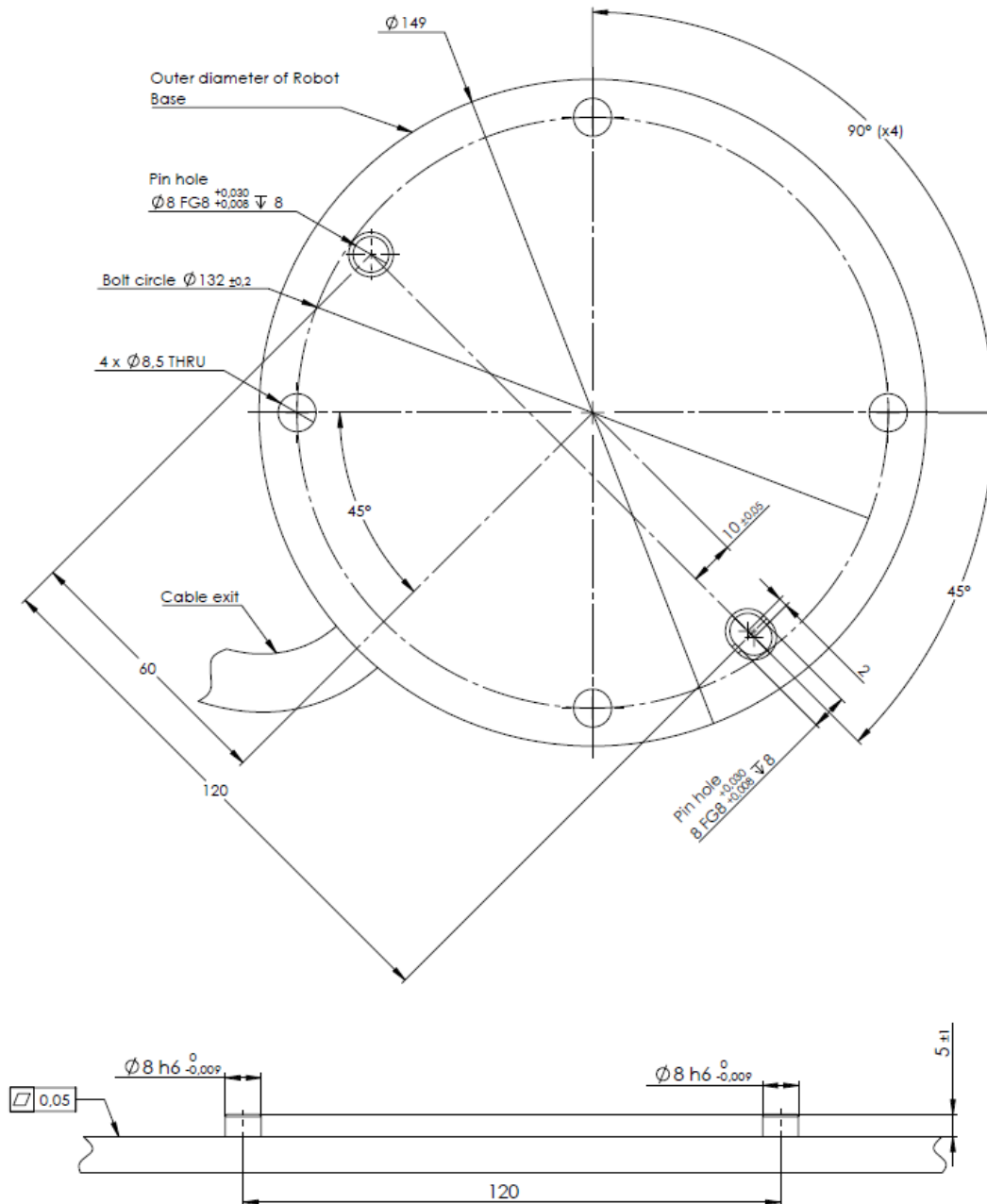
마운팅 및 분리 중에 예기치 않은 시작을 방지하기 위해 로봇 암의 전원을 끈다. 로봇 암의 전원을 끄려면:

1. 티치 펜던트의 전원 버튼을 눌러 로봇을 끈다.
2. 벽의 소켓에서 주전원 케이블/전선을 뽑는다.
3. 저장된 에너지를 로봇이 방전하도록 30초를 허용한다.



주의

IP 등급에 적합한 환경에 로봇을 설치한다. 로봇(IP54), 티치 펜던트(IP54) 및 컨트롤 박스(IP44)의 IP 등급을 초과하는 환경에서 로봇을 작동시켜서는 안 된다.



6.1: 로봇 마운팅을 위한 구멍. 네 개의 M8 볼트를 사용한다. 모든 측정 단위는 mm이다.

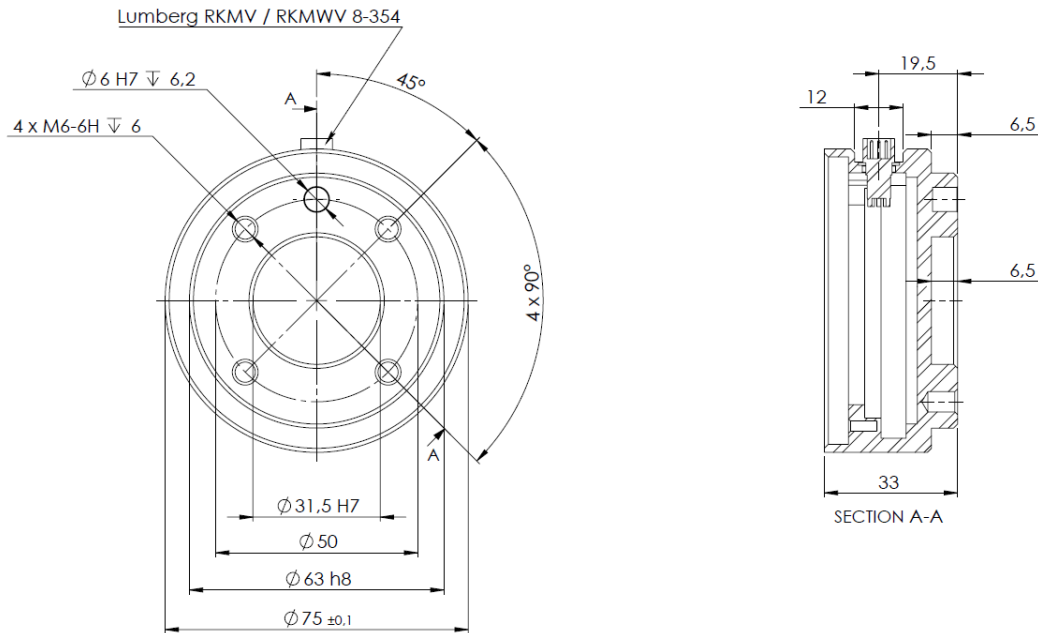
툴

로봇 툴 플렌지에는 로봇에 툴을 부착하기 위한 M6 나사산 구멍이 4개 있다. M6 볼트는 9 N m으로 조여야 한다. 툴 위치를 매우 정확하게 변경해야 한다면, 핀과 함께 사용할 수 있는 $\phi 6$ 홀이 제공된다. 6.2 그림은 구멍 드릴 및 나사 마운팅 위치를 보여준다.



경고

1. 툴을 올바른 방법으로 확실하게 제 위치에 마운팅한다.
2. 부품을 예기치 못하게 떨어뜨려서 위험한 상황이 일어나지 않도록 툴을 구성한다.



6.2: 툴 출력 플렌지, ISO 9409-1-50-4-M6. 여기가 로봇 끝에서 툴을 마운트하는 위치이다. 모든 측정 단위는 mm이다.

컨트롤 박스

컨트롤 박스는 벽에 걸거나, 바닥에 둘 수 있다. 충분한 통기를 위하여 양쪽 면에 50mm 공간이 필요하다. 마운팅을 위한 추가 브래킷을 구매할 수 있다.

티치 펜던트

티치 펜던트는 벽 또는 컨트롤 박스에 걸 수 있다. 티치 펜던트를 위한 추가 브래킷을 구매할 수 있다. 아무도 케이블에 걸려서 넘어지지 않도록 처리한다.

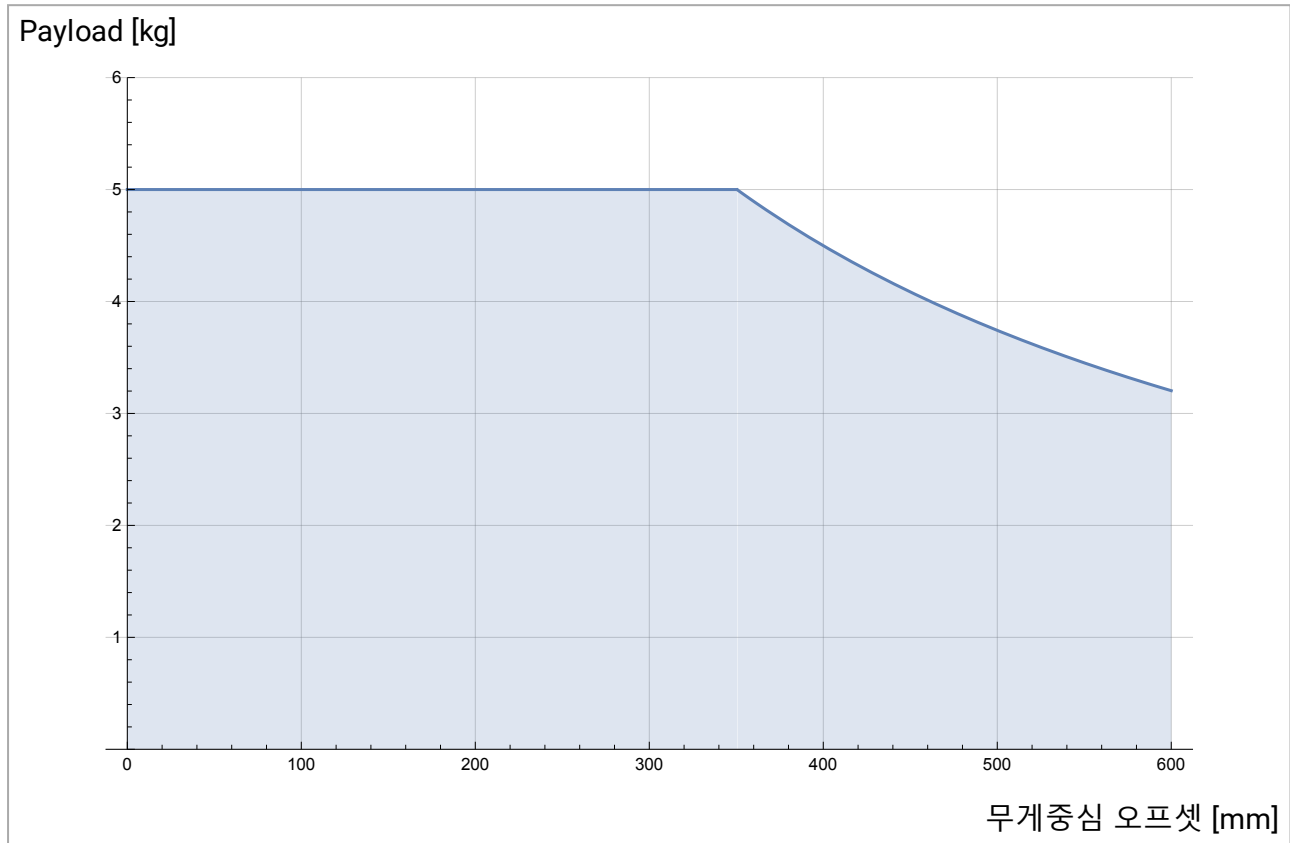


경고

1. 컨트롤 박스, 티치 펜던트, 케이블이 액체에 닿지 않도록 주의해야 한다. 젖은 컨트롤 박스는 치명적일 수 있다.
2. 컨트롤 박스와 티치 펜던트는 IP20 등급을 초과하는 먼지 또는 젖은 환경에 노출되어서는 절대 안 된다. 도전성 분진이 있는 환경에서는 특히 주의한다.

1.8.4. 최대 페이로드

로봇 암의 최대 허용 페이로드는 **무게중심 오프셋**에 의존하며, 이를 위해 6.3 그림의 예시를 참조한다. 무게중심 오프셋은 툴 출력 플랜지와 무게중심 사이의 거리로 정의된다.



6.3: 최대 허용 페이로드와 무게중심 오프셋 간의 관계.



1.9. 전기적 인터페이스

1.9.1. 개요

이 장에서는 로봇 암 및 컨트롤 박스의 모든 전기 인터페이스를 설명한다.

다른 인터페이스들은 다른 목적과 특성이 있는 다섯 그룹으로 나뉘어져 있다:

- 컨트롤러 I/O
- 툴 IO
- 이더넷
- 전원 연결
- 로봇 연결

I/O라는 용어는 인터페이스로 들어가고 나오는 디지털 및 아날로그 컨트롤 신호 모두를 의미한다.

E67 인터페이스를 통한 전기 신호는 [EUROMAP 67 Interface 페이지](#)201 부분에서 설명한다.

다섯 그룹은 다음 항목에서 설명한다. 대부분의 I/O 형식에 대하여 예가 주어졌다.

다음 항목의 경고와 주의는 모든 다섯 그룹에 해당하며 반드시 준수해야 한다.

1.9.2. 전기 경고 및 주의

다음 경고와 주의는 로봇 애플리케이션을 설계하고 설치하는 경우에 반드시 준수해야 한다. 경고와 주의는 정비 작업에도 적용된다.



경고

1. 올바른 안전 수준인 안전 PLC가 아닌 PLC에는 절대로 안전 신호를 연결하지 않는다. 이 경고를 따르지 않으면 안전 기능을 재정의할 수 있기 때문에 심각한 부상 또는 사망에 이를 수 있다. 안전 인터페이스 신호를 일반 I/O 인터페이스 신호와 분리하는 것이 중요하다.
2. 모든 안전 관련 신호는 중복적으로 만들어졌다(두 개의 별도 채널). 두 채널을 분리하여 신호 장애가 안전 기능 손실로 이어지지 않도록 한다.
3. 컨트롤 박스 내부의 I/O는 일반 또는 안전 관련 I/O로 구성할 수 있다. [1.9.3. 컨트롤러 I/O 다음 페이지](#) 항목을 완전하게 읽고 이해한다.



경고

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



주의

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



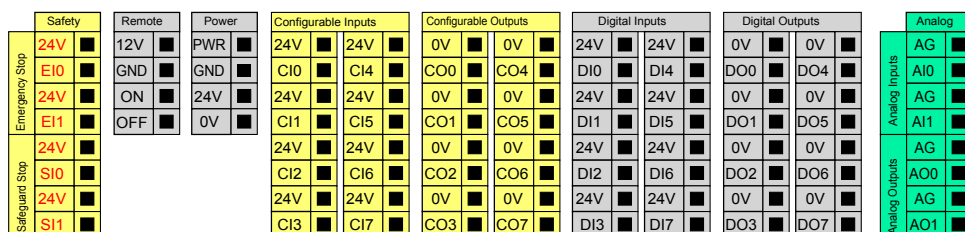
참고

모든 전압과 전류는 따로 명시하지 않는 한 DC(직류)이다.

1.9.3. 컨트롤러 I/O

이 장은 장비를 컨트롤 박스 안에 있는 I/O와 연결하는 법을 설명한다. 이 I/O는 매우 유연하므로, 뉴메틱 릴레이, PLC, 비상 정지 버튼 등의 다양한 장비에서 사용할 수 있다.

아래 그림은 컨트롤 박스 내부의 전기 인터페이스 레이아웃을 표시한다.



다른 색의 의미는 반드시 알아두어야 한다.

노란색과 빨간색 텍스트	전용 안전 신호
노란색과 검은색 텍스트	안전을 위해 구성 가능함
회색과 검정색 텍스트	범용 디지털 I/O
녹색과 검정색 텍스트	범용 아날로그 I/O

컨피규어러블 I/O는 GUI에서 안전 등급 I/O 또는 범용 I/O로 구성할 수 있다. 자세한 내용은 [II 부 폴 리스코프 설명서 페이지81](#) 부분 참조.

다음 하위 항목에서 디지털 I/O 사용하는 방법을 확인할 수 있다. 다음 항목은 반드시 준수해야 할 공통 사양을 설명한다.

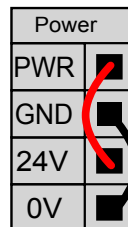
모든 디지털 I/O에 대한 공통 사양

이 항목은 컨트롤 박스에 대한 다음 24V 디지털 I/O에 대하여 전기 사양을 정의한다.

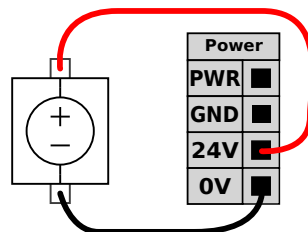
- 안전 I/O.
- 컨피규어러블 I/O.
- 범용 I/O.

세 가지 다른 입력에서 모두 동일한 전기 사양에 따라서 UR 로봇을 설치하는 것이 매우 중요하다.

Power라고 지칭하는 터미널 블록을 구성하여 내부 24V 전원 또는 외부 전원에서 디지털 I/O에 전력 공급하는 것이 가능하다. 이 블록은 네 터미널로 구성되어 있다. 상위 두 개는 (PWR 및 GND) 24V이며 내부 24V 전원으로 그라운드한다. 블록의 하위 두 터미널은 (24V 및 0V) 24V 입력으로서 I/O에 전력 공급한다. 기본 구성은 내부 전원 공급을 사용하는 것이다. 아래 참조.



전류가 더 필요하다면 외부 전원을 아래처럼 연결할 수 있다.



내부 및 외부 전원에 대한 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

터미널	매개변수	최소	일반	최대	단위
내부 24V 전원					
[PWR - GND]	전압	23	24	25	V

터미널	매개변수	최소	일반	최대	단위
[PWR - GND]	현재	0	-	2	A
외부 24V 입력 요구 사항					
[24V - 0V]	전압	20	24	29	V
[24V - 0V]	현재	0	-	6	A

디지털 I/O는 IEC 61131-2를 준수하여 조립되어 있다. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

터미널	매개변수	최소	일반	최대	단위
디지털 출력					
[COx / DOx]	현재*	0	-	1	A
[COx / DOx]	전압 강하	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	누설전류	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	기능	-	PNP	-	유형
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	유형
디지털 입력					
[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	-	유형
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	유형

참고: *저항 부하 또는 최대 1H의 유도 부하.



참고

컨피규어러블은 안전 등급 I/O 또는 정상 I/O로 구성할 수 있는 I/O에 대하여 사용한다. 이는 검정색 텍스트가 있는 노란색 터미널이다.

안전 I/O

이 항목은 전담 안전 입력(노란색 터미널과 빨간색 텍스트)과 컨피규어러블 I/O(노란색 터미널과 검은 텍스트)를 안전 I/O로 구성한다. [모든 디지털 I/O에 대한 공통 사양 이전 페이지](#) 항목의 공통 사양을 반드시 준수해야 한다.

안전 장치 및 장비는 반드시 안전 안내 및 위험 평가에 따라서 설치해야 한다([1.5. 안전 페이지5](#) 장 참조).

모든 안전 I/O는 쌍을 이루며 (중복) 반드시 별도의 두 브랜치를 유지해야 한다. 단일 결함이 안전 기능을 상실하게 해서는 안된다.

두 영구 안전 입력은 로봇 비상 정지 and the 세이프가드 정지이다. 로봇 비상 정지 입력은 비상 정지 장비만을 위한 것이다. 세이프가드 정지 입력은 모든 안전 등급 보호 장비를 위한 것이다. 기능 차이는 아래에 제시되어 있다.

	비상 정지	세이프가드 정지
로봇이 이동을 멈춤	예	예
프로그램 실행	일시 정지	일시 정지
로봇 전력	꺼짐	켜짐
초기화	수동	자동 또는 수동
사용 빈도	빈번하지 않음	빈번하지 않은 에 대한 모든 사이클
재초기화가 필요함	브레이크 해제만	아니요
정지 카테고리 (IEC 60204-1)	1	2
모니터링 기능의 퍼포먼스 레벨 (ISO 13849-1)	PLd	PLd

컨피규어러블 I/O를 사용하여 추가 안전 I/O 기능을 설정할 수 있다. 예: 비상 정지 출력. 안전 기능에 대한 컨피규어러블 I/O 세트 구성은 GUI로 할 수 있다. [II 부 폴리스코프 설명서 페이지81](#) 부분 참조.

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

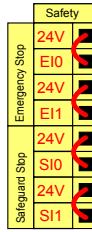


경고

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

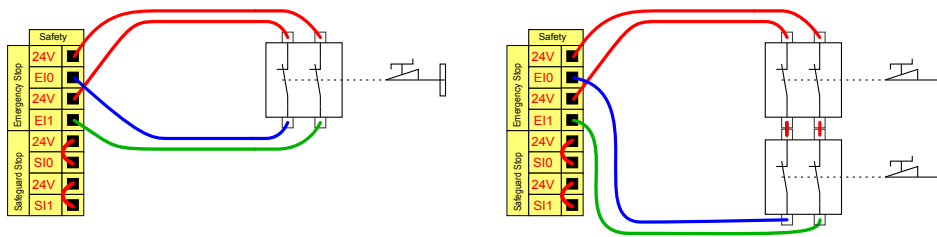
기본값 안전 구성

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



비상 정지 버튼 연결하기

대부분의 용법에서 하나 이상의 비상 정지 버튼을 사용하는 것이 요구된다. 아래 그림은 하나 이상의 비상 정지 버튼을 연결할 수 있음을 보여준다.



다른 기계와 비상 정지 공유

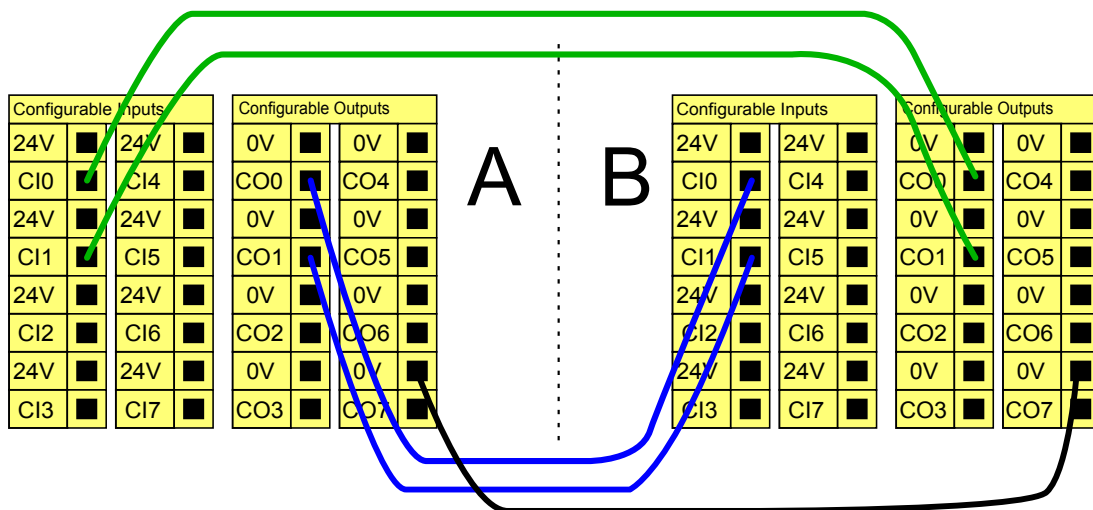
로봇을 다른 기계와 함께 사용할 때 공동 비상 정지 회로를 설정하는 것이 바람직한 경우가 종종 있다. 작업자는 이를 통해 어떤 비상 정지 버튼을 사용해야 할지 생각할 필요가 없게 된다.

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

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

- 컨피규어러블 입력 쌍: 외부 비상 정지.
- 컨피규어러블 출력 쌍: 시스템 비상 정지.

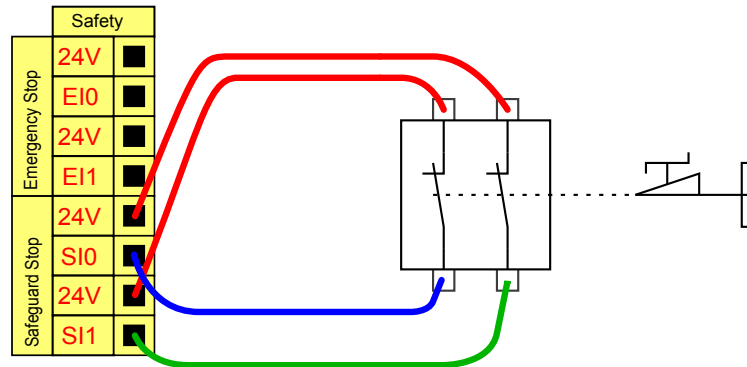
아래 도해는 두 UR 로봇이 비상 정지 기능을 공유하는 것을 보여준다. 이 예에서 사용한 구성 I/O는 "CI0-CI1" 및 "CO0-CO1"이다.



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

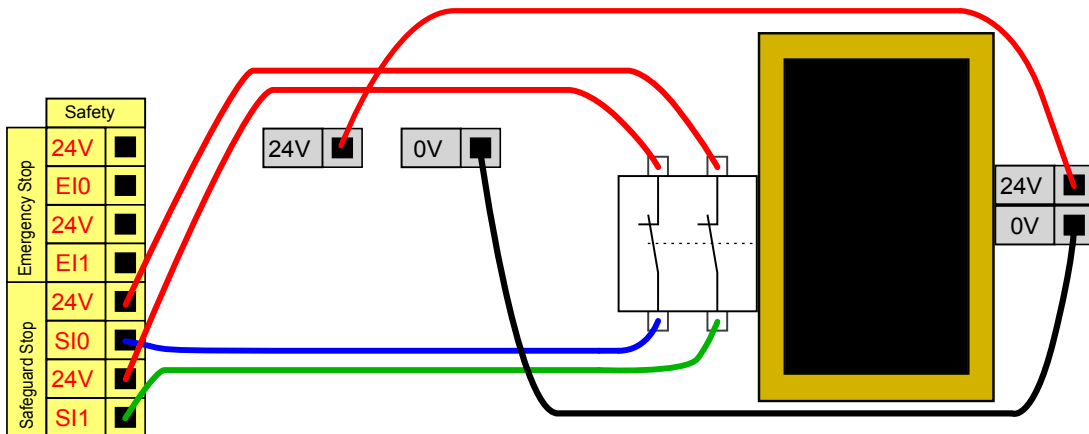
안전 방호 정지 및 자동 재시작

기본 안전 방호 정지 장치의 예는 도어가 열릴 때 로봇을 정지하는 도어 스위치이다. 아래 도해 참조.



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

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

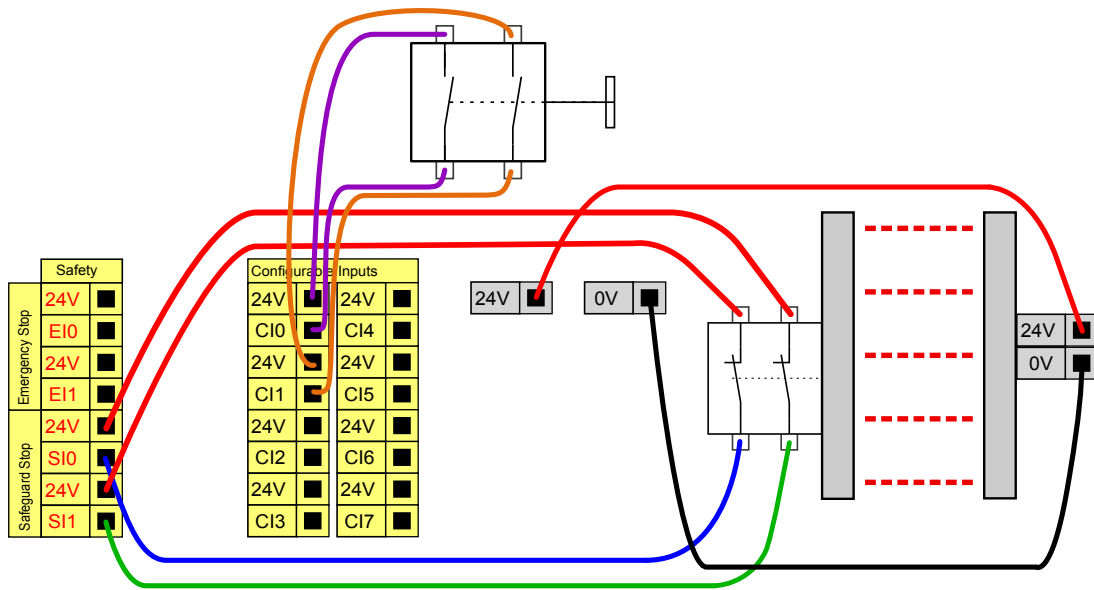


경고

1. 안전 방호 신호 재수립 후에 로봇 이동이 다시 시작된다. 안전 한도 내에서 신호가 다시 설정될 수 있다면 이 구성을 사용하지 않는다.

안전 방호 정지 및 리셋 버튼

라이트 커튼 인터페이스를 위해 안전 방호 인터페이스를 사용한다면 안전 한도 외부의 리셋이 필요하다. 리셋 버튼은 두 채널 형식이어야 한다. 이 예에서 리셋으로 구성된 I/O는 "CI0-CI1"이다. 아래 참조.



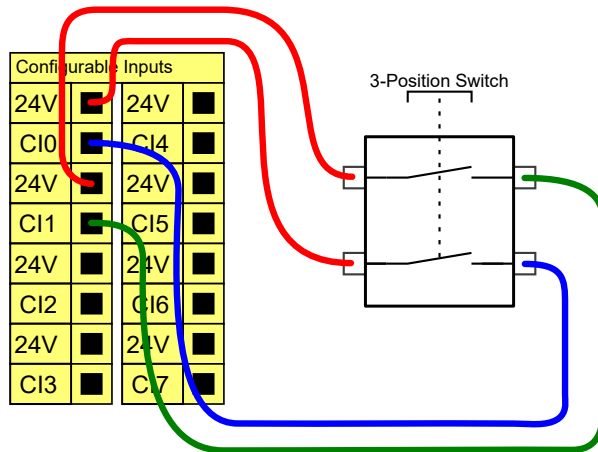
3-위치 활성화 장치

아래 그림은 3-위치 활성화 장치를 연결하는 방법을 제시한다. 3-위치 활성화 장치에 대한 자세한 내용은 [3-위치 활성화 장치 and 작동 모드 페이지](#) 99 절을 참조한다.



참고

유니버설로봇 안전 시스템은 다중 3-위치 활성화 장치를 지원하지 않는다.



참고

두 3-위치 활성화 장치 입력 채널에는 불일치 허용오차가 1초 있다.

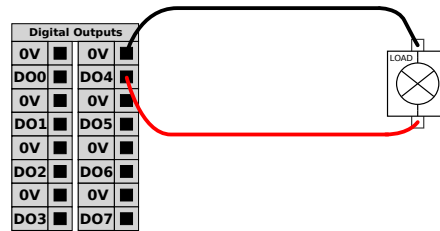
범용 디지털 I/O

이 절은 안전 I/O로 구성하지 않는 범용 24V I/O(회색 터미널)와 컨피규어러블 I/O(노란색 터미널과 검은 텍스트)를 설명한다. [모든 디지털 I/O에 대한 공통 사양 페이지](#) 29 항목의 공통 사양을 반드시 준수해야 한다.

범용 I/O는 공압식 릴레이와 같은 장비 또는 다른 PLC 시스템을 구동하는 데 사용할 수 있다. 프로그램 실행을 중지하면 모든 디지털 출력이 자동으로 꺼질 수 있다. [II 부 폴리스코프 설명서 페이지 81](#) 부분 참조. 이 모드에서 프로그램이 실행 중이 아니면 출력은 언제나 로우이다. 다음 하위 항목에 예가 제시되어 있다. 이 예는 일반 디지털 출력을 사용하지만, 안전 기능을 수행하지 않도록 구성되어 있으면 어떠한 컨피규어러블 출력도 사용할 수 있다.

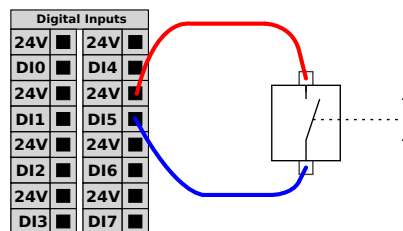
디지털 출력으로 부하 제어

이 예는 디지털 출력으로 제어할 수 있도록 부하를 연결하는 법을 보여 준다. 아래 참조.



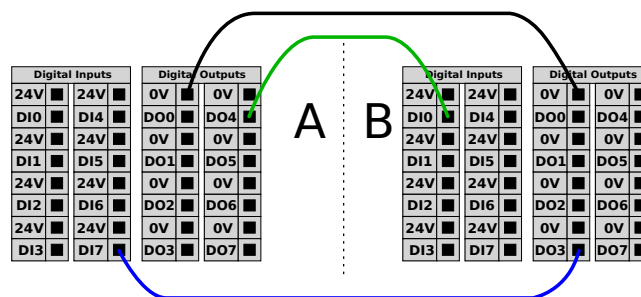
버튼을 이용하는 디지털 입력

아래 예는 디지털 입력에 간단한 버튼을 연결하는 방법을 보여 준다.



다른 기계 또는 PLC와의 커뮤니케이션

공통 GND (0V)가 수립되고 기계가 PNP 기술을 사용하면 디지털 I/O를 다른 장비와 통신하는 데 사용할 수 있다. 아래 참조.



범용 아날로그 I/O

아날로그 I/O 인터페이스는 녹색 터미널이다. 이는 장비 간의 전압(0-10V) 또는 전류(4-20mA)를 설정하거나 측정하는 데 사용할 수 있다.

최고의 정확도를 확보하기 위해 다음 사항을 추천한다.

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

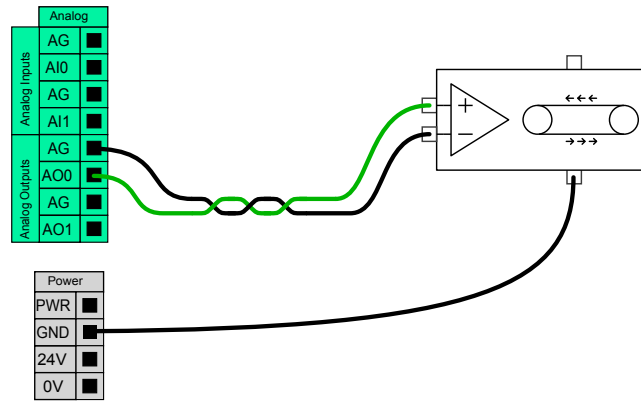
입력 모드는 GUI에서 선택할 수 있다. II 부 폴리스코프 설명서 페이지81 부분 참조. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

터미널	매개변수	최소	일반	최대	단위
전류 모드의 아날로그 입력					
[AIx - AG]	현재	4	-	20	mA
[AIx - AG]	저항	-	20	-	ohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압 모드의 아날로그 입력					
[AIx - AG]	전압	0	-	10	V
[AIx - AG]	저항	-	10	-	Kohm
[AIx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전류 모드의 아날로그 출력					
[AOx - AG]	현재	4	-	20	mA
[AOx - AG]	전압	0	-	24	V
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트
전압 모드의 아날로그 출력					
[AOx - AG]	전압	0	-	10	V
[AOx - AG]	현재	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	저항	-	1	-	ohm
[AOx - AG]	분해능	-	12	-	비트

다음 예는 아날로그 I/O를 사용하는 방법을 제시한다.

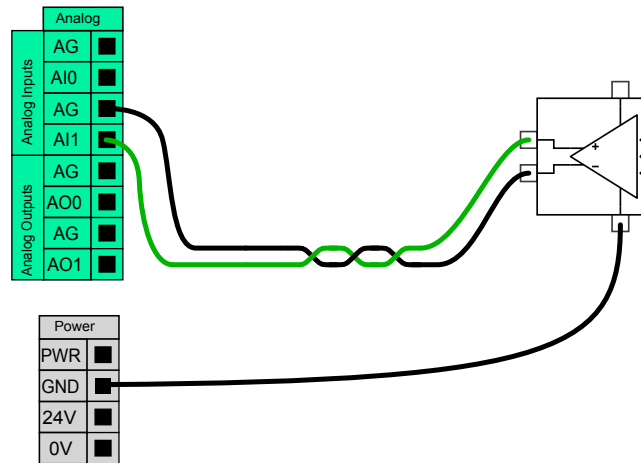
아날로그 출력 사용

아래는 아날로그 속도 컨트롤 입력으로 컨베이어 벨트를 사용하는 방법을 제시한다.



아날로그 입력 사용

아래는 아날로그 센서를 연결하는 방법을 제시한다.



원격 ON/OFF 제어

원격 ON/OFF 제어는 티치 펜던트를 사용하지 않은 채 컨트롤 박스를 켜고 끄기 위해 사용한다. 이는 일반적으로 다음 경우에 사용한다:

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

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

전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

터미널	매개변수	최소	일반	최대	단위
[12V - GND]	전압	10	12	13	V
[12V - GND]	현재	-	-	100	mA

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

다음 예는 원격 ON/OFF를 사용하는 방법을 제시한다.



참고

소프트웨어의 특별 기능은 프로그램을 자동 로드하고 시작하는 데 사용할 수 있다. [II 부 폴리스코프 설명서 페이지81](#) 부분 참조.

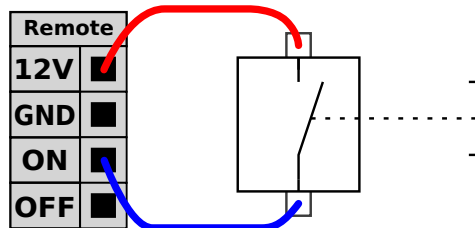


주의

1. 컨트롤 박스를 끄는 데 절대로 "on" 입력 또는 전원 버튼을 사용하지 않는다.

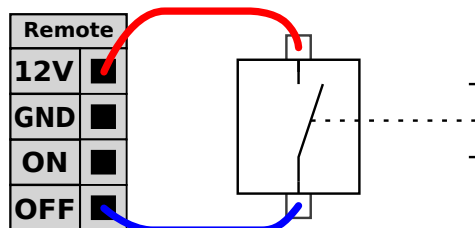
원격 ON 버튼

아래 도해는 원격 켜기 버튼을 연결하는 방법을 제시한다.



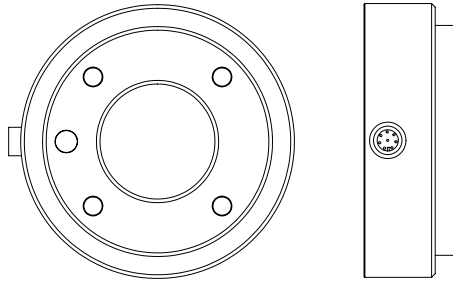
원격 OFF 버튼

아래 도해는 원격 끄기 버튼을 연결하는 방법을 제시한다.



1.9.4. 툴 I/O

로봇의 툴 방향 끝에는 소형 8핀 커넥터가 있다. 아래 도해 참조.



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

- Lumberg RKMV 8-354.



참고

툴 커넥터는 최대 0.4Nm까지 수동으로 조여야 한다.

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

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

내부 전원 공급은 GUI의 I/O 탭에서 0V, 12V 또는 24V로 설정할 수 있다. [II 부 폴리스코프 설명서 페이지81](#) 부분 참조. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다:

매개변수	최소	일반	최대	단위
24V 모드의 공급 전압	-	24	-	V
12V 모드의 공급 전압	-	12	-	V
두 모드의 공급 전류*	-	-	600	mA

참고: *유도부하에 대하여 보호 다이오드를 사용하는 것이 매우 권장된다.
다음 항목은 툴의 다양한 I/O를 설명한다.



경고

1. 전력 중단이 위험을 일으키지 않도록 툴과 그리퍼를 연결한다. 예: 툴에서 작업 부품이 빠져 나오는 것.
2. 프로그래머의 오류로 전압이 24V로 변하여 장비에 손상을 일으키고 심한 경우에는 화재까지 일으킬 수 있으므로, 12V를 사용할 때에는 주의해야 한다.



참고

툴 플렌지는 GND에 연결 되어 있다(빨간 선과 같음).

툴 디지털 출력

디지털 출력은 NPN으로 적용되어 있다. 디지털 출력을 활성화 하면, 대응 연결은 GND로 이어지고, 비활성화 하면 대응 연결이 개방 된다(오픈-컬렉터/오픈-드레인). 전기 사양은 아래에 제시되어 있다:

매개변수	최소	일반	최대	단위
개방 시 전압	-0.5	-	26	V
싱킹 시 전압 1A	-	0.05	0.20	V
싱킹 시 전류	0	-	600	mA
GND를 통한 전류	0	-	600	mA

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

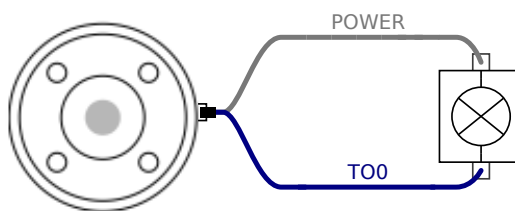


주의

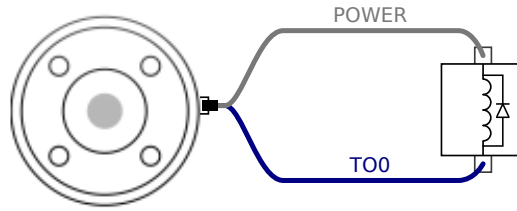
1. 디지털 출력은 전류 제한을 적용하지 않으며, 특정 데이터를 무시하면 영구적인 손상을 입힐 수 있다.

툴 디지털 출력 사용하기

아래 예에서는 내부 12V 또는 24V 전원 공급을 사용하여 부하를 켜는 것을 보여 준다. 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 유도부하에 대하여 보호 다이오드를 사용하는 것이 매우 권장된다.



툴 디지털 입력

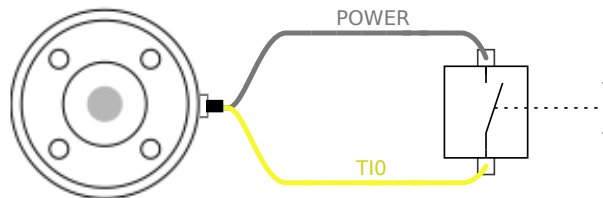
디지털 입력은 PNP 및 약한 풀다운 저항이 적용되어 있다. 이는 부동 입력이 언제나 로우를 읽는다는 것을 의미한다. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

매개변수	최소	일반	최대	단위
입력 전압	-0.5	-	26	V
논리적 저전압	-	-	2.0	V
논리적 고전압	5.5	-	-	V
입력 저항	-	47k	-	Ω

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

툴 디지털 입력 사용하기

아래 예는 간단한 버튼을 연결하는 방법을 보여 준다.



툴 아날로그 입력

툴 아날로그 입력은 비차동이므로 I/O 탭에서 전압 또는 전류로 설정할 수 있다. [II 부 폴리스코프 설명서 페이지81](#) 부분 참조. 전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

매개변수	최소	일반	최대	단위
전압 모드의 입력 전압	-0.5	-	26	V
입력 저항 @ 0V ~ 10V 범위	-	15	-	k Ω
분해능	-	12	-	비트
전류 모드의 입력 전압	-0.5	-	5.0	V
전류 모드의 입력 전류	-2.5	-	25	mA
입력 저항 @ 4mA ~ 20mA 범위	-	200	-	Ω
분해능	-	12	-	비트

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

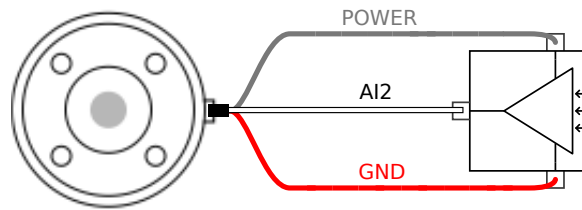


주의

1. 아날로그 입력은 전류 모드에서 전압에 대하여 보호 받지 않는다. 전기 사양에서 제한을 과도하게 매기면 입력에 영구적 손상을 일으킬 수 있다.

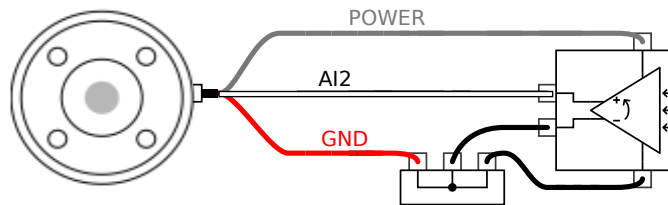
틀 아날로그 입력 사용하기, 비차동

아래 예는 아날로그 센서에 비차동 출력을 연결하는 방법을 보여 준다. 아날로그 입력의 입력 모드가 I/O 탭과 동일하게 지정 되는 한 센서 출력은 전류 또는 전압 중에서 선택할 수 있다. 전압 출력이 있는 센서가 틀의 내부 저항을 구동할 수 있는지 확인해야 한다. 그렇지 않으면 측정이 잘못 될 수 있다.



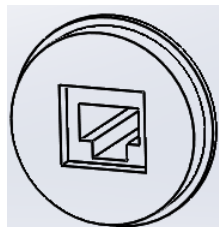
틀 아날로그 입력 사용하기, 차동

아래 예는 아날로그 센서에 차동 출력을 연결하는 방법을 보여 준다. 음 출력부를 GND(0V)에 연결하면 비차동 센서와 동일하게 작동한다.



1.9.5. 이더넷

컨트롤 박스 아래에 이더넷 연결이 제공된다. 아래 그림 참조.



이더넷 인터페이스는 다음을 위해 사용할 수 있다:

- MODBUS I/O 확장 모듈. 자세한 내용은 [II 부 폴리스코프 설명서 페이지81](#) 부분 참조.
- 원격 액세스 및 컨트롤.

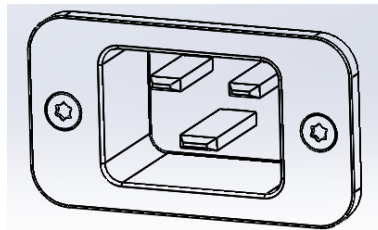
전기 사양은 아래에 제시되어 있다.

매개변수	최소	일반	최대	단위
커뮤니케이션 속도	10	-	1000	Mb/s

1.9.6. 전원 연결

컨트롤러 박스의 전원 케이블은 끝에 표준 IEC 플러그가 있다. IEC 플러그에 해당 국가 전원 플러그 또는 케이블을 연결한다.

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



전원 공급의 최소 요구 조건:

- 접지.
- 메인퓨즈.
- 누전차단기.

서비스 록아웃과 태그아웃을 쉽게 사용할 수 있도록 로봇 애플리케이션에서 모든 장비를 끌 수 있는 전원 스위치를 설치할 것을 권장한다.

전기 사양은 아래 표에 제시되어 있다.

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

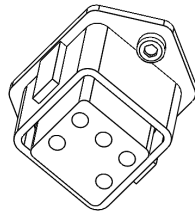


경고

1. 로봇을 올바르게 접지했는지 확인한다(전기적 지면 연결). 컨트롤러 박스 안의 접지 심볼과 관련된 나사 중에서 사용하지 않은 나사들로 시스템의 모든 장비에 대하여 공통적인 접지를 한다. 접지 컨덕터는 최소한 시스템에서 최고 전류의 전류 등급을 가지고 있어야 한다.
2. 컨트롤러 박스의 입력 전력은 RCD(누전차단기) 및 올바른 퓨즈로 보호해야 한다.
3. 정비 도중 완비 로봇 설치를 위하여 모든 전력에 대하여 록아웃 및 태그아웃을 실행한다. 시스템이 록아웃인 상태에서는 다른 장비가 로봇 I/O에 전압을 공급할 수 없다.
4. 컨트롤러 박스에 전원을 공급하기 전에 모든 케이블이 연결 되어 있는지 확인한다. 언제나 원래 제공 된 올바른 전선을 사용한다.

1.9.7. 로봇 연결

컨트롤 박스 아래의 커넥터에 로봇 케이블을 반드시 연결해야 한다. 아래 그림 참조. 로봇 암을 켜기 전에 커넥터가 올바르게 잠겨 있는지 확인한다. 로봇 케이블 분리는 로봇 전원을 끈 상태에서만 할 수 있다.



주의

1. 로봇 암이 켜진 상태에서는 로봇 케이블을 분리하지 마십시오.
2. 원래 케이블은 연장하거나 개조하지 마십시오.

1.10. 유지 및 보수

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

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

승인된 시스템 통합자 또는 Universal Robots만이 수리를 실시할 수 있다.

Universal Robots에 부품을 반환할 때에는 서비스 매뉴얼에 따라서 반환해야 한다.

1.10.1. 안전 지침

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

보전 및 수리 작업 목적은 시스템을 작업 가능한 상태로 유지하거나, 잘못이 있을 때에는 시스템을 작업 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.



경고

1. 소프트웨어 안전 설정을 아무 것도 바꾸지 않는다(예: Force 제한). 안전 구성은 폴리스코프 설명서에 설명이 나와 있다. 안전 매개 변수 중 무엇이든 변경되면 로봇 시스템 전체를 신규로 고려한다. 즉 이에 따라 위험 평가를 포함하여 전체적인 안전 승인 절차를 다시 수행해야 한다는 의미이다.
2. 같은 아티클 번호가 있는 새 구성 요소 또는 Universal Robots에서 승인한 동등한 구성 요소로 결함이 있는 구성 요소를 변경한다.
3. 작업을 완료한 다음에는 꺼진 안전 기능을 다시 켜다.
4. 모든 수리를 기록하고 로봇 시스템 전체와 관련 된 기술 파일에 이 문서를 저장한다.



경고

1. 전원 입력 케이블을 컨트롤 박스 맨 아래에서 제거하여 전원을 완전히 끈다. 로봇 암 또는 컨트롤 박스에 연결된 다른 전력 공급원에서 전력이 공급되지 않도록 한다. 수리 기간 동안에 다른 사람이 시스템에 전원을 공급하는 것을 방지하도록 주의해야 한다.
2. 시스템에 다시 전원 공급을 하기 전에 접지를 확인한다.
3. 로봇 암 또는 컨트롤 박스 부품을 해체할 때에는 ESD 규정을 준수한다.
4. 컨트롤 박스 내에 있는 전력 공급부를 해체하지 않도록 한다. 컨트롤 박스를 끈 후 몇 시간이 지난 다음에도 이 전력 공급부에는 고전압이 (최대 600V) 잔존해 있을 수 있다.
5. 로봇 암 또는 컨트롤 박스에 물이나 먼지가 들어가는 것을 방지한다.

1.10.2. 청소

로봇 암에서 보이는 먼지/오염물질/기름은 천과 세제(물, 이소프로필 알코올, 10% 에탄올 알코올 또는 10% 나프타) 중 하나를 사용하여 닦아낼 수 있다. 드물게 소량의 그리스가 조인트 부분에서 보일 수 있다. 이는 조인트의 기능, 사용 또는 수명에 영향을 주지 않는다.

로봇 청소에 보다 중점을 두므로, UR은 70% 이소프로필 알코올(소독 알코올)을 사용하여 청소하는 것을 권장한다.

표백제를 사용하지 않는다. 희석한 세제에 표백제를 사용하지 않는다.

1. 강연사 극세사 천과 70% 이소프로필 알코올(소독 알코올)을 사용하여 로봇을 닦는다.
2. 70% 이소프로필 알코올을 로봇에 바른 상태로 5분간 두고, 일반 청소 절차에 따라 로봇을 청소한다.



참고

The above standard cleaning recommendation is still valid with the addition of the COVID-19 cleaning recommendation.

1.11. 폐기 및 환경

UR 로봇은 적용되는 국가의 법, 규정, 표준에 따라 폐기해야 한다.

UR 로봇은 환경 보호를 위하여 위험 물질을 제한적으로 사용하여 제조되었으며, 이는 유럽 RoHS 지침 2011/65/EU의 정의를 따른다. 이러한 물질로는 수은, 카드뮴, 납, 크로뮴 VI, 폴리브롬화 비페닐, 폴리브롬화 디페닐 에테르가 여기에 포함 된다.

덴마크 시장에서 판매하는 UR 로봇의 전자 폐기물에 대한 폐기 및 취급 비용은 DPA-시스템을 통하여 유니버설로봇 A/S가 선지불하였다. 유럽 WEEE Directive 2012/19/EU가 적용되는 국가의 수입자는 반드시 자신의 국가의 WEEE 등록부에 등록해야 한다. 이 요금은 일반적으로 1€/로봇 미만이다. 국가 등록부 목록: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

다음 심볼은 위의 법규에 대한 준수 여부를 표시하기 위하여 로봇에 고정되어 있다:



1.12. 인증

제3자 인증은 자발적이다. 하지만 로봇 통합자를 위한 최고의 서비스를 제공하기 위하여 Universal Robots는 다음의 공인 시험 기관에서 로봇 인증을 실시하고 있다.

인증

장에서 모든 인증 사본을 찾아볼 수 있다.

	TÜV NORD	유니버설로봇 e-Series 로봇은 EU에서 기계류 지침 2006/42/EC에 따라 인증 기관인 TÜV NORD로부터 안전성을 승인받았다.
	TÜV Rheinland	UR 로봇은 EU 기계류 지침 2006/42/EC에 따라 인증 기관인 TÜV Rheinland로부터 안전성을 승인받았다.
	TÜV SÜD	UR 로봇은 TÜV SÜD의 클린룸 시험을 거쳤다.
	CHINA RoHS	유니버설로봇 e-Series 로봇은 전자 정보 제품으로 오염을 제어하기 위한 중국 RoHS 관리 방법을 준수한다.

	KCC 안전	유니버설로봇 e-Series 로봇은 평가를 받았으며 KCC 마크 안전 표준을 준수한다.
	KC 등록	유니버설로봇 e-Series 로봇은 작업 환경에서 사용하기 위한 적합성 평가를 받았다. 따라서 가정 환경에서 사용할 때 무선 간섭의 위험이 있다.
	Delta	유니버설로봇 e-Series 로봇은 DELTA의 성능 시험을 거쳤다.

공급사 제3자 인증

	환경	공급사가 제공한 대로 유니버설로봇 e-Series 로봇 운송 팔레트는 목재 포장재 생산에 대한 ISMPM-15 덴마크 요구 사항을 준수하고 이 제도에 따라 표시된다.
---	----	--

제조업체의 시험 인증

	유니버설 로봇	유니버설로봇 e-Series 로봇은 지속적인 내부 테스트와 최종 라인 테스트 절차를 받는다. UR 테스트 절차는 지속적으로 검토 및 개선 과정을 거친다.
---	---------	--

EU 지침에 따른 선언

이는 주로 유럽에 관련이 있지만, 유럽 이외의 일부 국가들도 EU 선언을 요구하거나 필요로 한다. 유럽 지침은 공식 홈페이지에서 찾아볼 수 있다: <http://eur-lex.europa.eu>.

Universal Robots 로봇은 아래에 나오는 지침에 따라 인증을 받았다.

2006/42/EC	기계 지침 (MD)	CE 마크가 부착되지 않기 때문에 기계류 지침 2006/42/EC에 따라 유니버설로봇 e-Series 로봇은 부품으로서의 기계로 분류된다. UR 로봇을 살충 용도로 사용한다면 지침 2009/127/EC의 대상이 되므로 주의해야 한다. 2006/42/EC annex II 1.B.에 준하는 편입 선언은 (여기에 위치 표시)에서 확인할 수 있다.
------------	------------	---

EU 지침에 따른 선언		
2006/95/EC	저전압 지침 (LVD)	부록 B의 편입 선언에 위 지침에 대한 적합성 선언이 나열되어 있다. CE 마크는 위의 CE 마크 표시 지침에 준하여 부착했다. 전기 및 전자 장비 폐기물에 대한 정보는 7장에 있다. 로봇 개발 중에 적용된 표준에 대한 정보는 부록 C에 있다.
2004/108/EC	전자기 적합성(EMC)	
2011/65/EU	특정 유해 물질 사용 제한(RoHS)	
2012/19/EU	전기/전자 장비 폐기물 (WEEE)	



1.13. 보증

1.13.1. 제품 보증

딜러 또는 리테일러에 관련한 사용자(고객) 클레임에 대한 침해 없이 고객은 아래 조건 하에서 제조사 보증을 받는다:

서비스 시작 12개월 내에 제조 또는 재료 문제에 따른 결함이 새 장치 및 구성 요소에 나타나는 경우(배송 시기로부터 최대 15개월 내), Universal Robots는 필요한 부품을 제공하고, 사용자(고객)는 부품 교체, 현재 기술을 반영하는 대체품으로 부품 교체 또는 부품 수리를 위하여 작업 시간을 투여한다. 이 보증은 장치 결함이 올바르게 작동하는 취급 및 사용자 설명서에 있는 정보를 따르지 않은 경우에 무효이다. 이 보증은 공식 딜러 또는 고객 자신이 수행한 서비스에 적용 되거나 확장 되지 않는다(예: 설치, 구성, 소프트웨어 다운로드). 보증 적용을 받기 위해 구매 영수증 및 구매 날짜를 증거로 제시해야 한다. 보증 서비스 요청은 반드시 보증에 적용 받는 결함을 발견하고 2개월 내로 제출해야 한다. Universal Robots가 교체하고 반납 받은 장치 또는 구성 요소의 소유권은 Universal Robots가 가지고 있다. 장치와 관련된 다른 클레임은 이 보증에서 제외 된다. 이 보증은 고객의 법적 권리를 제한하거나 예외를 두지 않으며 제조사의 태만에 따른 사망 또는 개인 상해에 대한 책임을 면제하지 않는다. 보증 기간은 보증 하에서 수행한 서비스로 인해 연장 되지 않는다. 의무적으로 제공하는 보증은 없으며 Universal Robots는 교체 또는 수리를 위하여 고객에게 청구할 권리를 보유한다. 위 조항은 고객에 불리하게 입증책임 조건에 대한 변경을 묵시적으로 적용하지 않는다. 기기가 결함을 나타내는 경우 Universal Robots는 수입 손실, 사용 손실, 생산 손실 또는 다른 제품 장비에 대한 손상과 같은 간접적 손해 또는 손실을 포함하지만 이에 제한되지 않는 간접, 우발적, 특수, 결과적 손해에 대하여 보상을 하지 않는다.

기기가 결함을 나타내는 경우 Universal Robots는 생산 손실 또는 다른 제품 장비에 대한 손상과 같은 간접적 손해 또는 손실에 대하여 보상을 하지 않는다.



주의

일반적으로 주어진 용도에 필요한 것보다 높은 가속도 사용을 피하는 것이 좋다. 특히 높은 하중과 결합된 높은 가속도는 로봇의 수명을 단축시킬 수 있다. 사이클 타임이 짧고 속도 요건이 높은 용도의 경우 높은 가속도가 필요 없는 부드러운 궤도를 보장하기 위해 가능한 한 많이 혼합을 사용하는 것이 좋다.

1.13.2. 면책조항

Universal Robots는 제품 안정성 및 성능 개선 노력을 계속 진행하므로 사전에 알리지 않고 제품을 업그레이드할 권리를 보유한다. Universal Robots는 이 설명서의 모든 내용이 정확하고 올바르도록 노력하지만, 어떠한 오류 또는 빠진 정보에 대해서도 책임을 지지 않는다.



1.14. 정지 시간 및 정지 거리

정지 시간 및 거리 정보는 정지 카테고리 0과 정지 카테고리 1 둘 다에 대해 제공됩니다. 이 부록은 정지 카테고리 0에 대한 정보를 포함한다. 정지 카테고리 1 정보는 <http://universal-robots.com/support/>에서 확인할 수 있다.

1.14.1. 정지 카테고리 0의 정지 거리 및 시간

아래 표는 정지 카테고리 0 발동 시 측정된 정지 거리와 시간을 포함한다. 이 측정은 로봇의 다음 구성에 해당함:

- 연장: 100%(로봇 암이 수평으로 완전히 연장됨).
- 속도: 100%(로봇의 일반 속도는 100%로 지정되고 관절 속도는 183°/s임).
- 페이로드: TCP에 부착된 로봇이 최대 페이로드를 취급한다(5 kg).

관절 0에 대한 시험은 수평 이동 수행으로 했다. 즉, 회전축이 지면에 대하여 수직이었다. 관절 1과 2 시험 중에 로봇은 수직 궤도를 따라 이동했다. 즉, 회전축이 지면에 대하여 평행이고, 로봇이 이동하는 동안 정지를 수행했다.

	정지 거리(rad)	정지 시간(ms)
관절 0 (베이스)	0.31	244
관절 1 (SHOULDER)	0.70	530
관절 2 (ELBOW)	0.22	164

1. IEC 60204-1을 따른다. 자세한 정보는 용어집 참조. [↩](#)

1.15. 선언 및 인증

ISO/IEC 17050-1:2010에 따른 EU 편입 선언	
제조업체	유니버설로봇 A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
커뮤니티에서 기술 파일을 컴파일하도록 허가된 자	David Brandt 테크놀로지 오피서, R&D 유니버설로봇 A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
부분품으로서의 기계 설명 및 식별 제품 및 기능	산업용 로봇(컨트롤 박스 및 티치 펜던트를 갖춘 다중 축 조작기). 기능은 완성된 기계에 의해 결정된다(엔드 이펙터 및 용도 포함).
모델	UR3, UR5, UR10와 CB3 컨트롤 박스(UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)

ISO/IEC 17050-1:2010에 따른 EU 편입 선언

일련 번호	20183000000에서 시작되고 그 이상 — 2018년 1월 1일 월요일 발효
통합:	유니버설로봇(UR3, UR5 및 UR10)은 최종 완성 기계(로봇 시스템, 셀 또는 애플리케이션)에 통합될 때만 작동 서비스가 시작되며, 이는 기계류 지침 및 그 외 해당 지침의 조항을 준수해야 한다.

위의 제품이 아래 지침을 충족함을 선언함:

I 기계 지침 2006/42/EC	다음 필수 요건 충족됨: 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 관련 기술 문서가 Machinery Directive의 Annex VII의 Part B에 따라 작성되었다고 선언되었다.
II 저전압 지침 2014/35/EU	아래에 사용된 LVD 및 조화 표준을 참조한다.
III EMC 지침 2014/30/EU	아래에 사용된 EMC 지침 및 조화 표준을 참조한다.
IV RoHS 지침 2011/65/EU	RoHS 지침 2011/65/EU를 참조한다.
V WEEE 지침 2012/19/EU.	WEEE 지침 2012/19/EU를 참조한다.
사용된 조화 표준 참조:	(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: 2008년에서 2015년 버전까지, 로봇 TUV Nord 인증서 4478014097602 관련 변경 사항은 없습니다. (I) EN ISO 13849-2:2012, (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008, (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007, (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (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, (II) EN 61140:2002/ A1:2006 (III) EN 61000-6-4:2007/ A1:2011, (III) EN 61131-2:2007
사용된 다른 기술 표준 및 규격 참조:	(I) ISO/TS 15066 적용 가능 부분 (II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 클래스 5, 인클로저가 있는 제어 어셈블리 및 클래스 5, UR3, UR5, UR10 조작기 (II) IEC 60664-5:2007 (III) IEC 60068-2-27:2008, (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007, (III) IEC 61326-3-1:2008

제조업체 및 그 공인 담당자는 국가 기관의 합리적인 요청에 따라 부분품으로서의 기계에 대한 관련 정보를 전송한다.

전체 품질 보증 시스템(ISO 9001)의 승인, 인증 기관: Bureau Veritas, 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



안전 시스템 인증



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

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

Client Reference: Roberta Nelson Shea

Tested to: EN ISO 10218-1:2011

Certified Product: Robot Manipulator and Controller

License Fee - Units

Model Designation: UR3, UR5, UR10

7

Rated Voltage: AC 100-200V, 47-63Hz or
AC 200-240V, 47-63Hz

Rated Current: 15A or 8A

Protection Class: I

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.

7

Appendix: 1, 1-5

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



Industrie Service

CERTIFICATE

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

ROBOTER, MODEL: UR5 / TYP INDUSTRIAL

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

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

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

Certificate Nr.: 3116016-02

Report-Nr.: 203195-2

Valid till: August 2023

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin



Industrie Service

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

CERTIFICATE

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

CONTROLLER for UR 3 / UR 5 / UR 10

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

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

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

Certificate Nr.: 3116016-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2023



Dipl.-Ing. Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

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.

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)	UR5		용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호	16-AB2EQ-00925			
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





KC 등록

D568-384C-DF32-5C4B

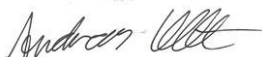
방송통신기자재등의 적합등록 필증 <i>Registration of Broadcasting and Communication Equipments</i>	
상호 또는 성명 <i>Trade Name or Registrant</i>	Universal Robots A/S
기자재명칭(제품명칭) <i>Equipment Name</i>	산업용컴퓨터의 제어를 받는 플랜트 설비
기본모델명 <i>Basic Model Number</i>	UR5
파생모델명 <i>Series Model Number</i>	
등록번호 <i>Registration No.</i>	MSIP-REM-URK-UR5
제조사/제조(조립)국가 <i>Manufacturer/Country of Origin</i>	Universal Robots A/S / 덴마크
등록연월일 <i>Date of Registration</i>	2016-09-07
기타 <i>Others</i>	
위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다. It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act. 2018년(Year) 10월(Month) 10일(Day) 국립전파연구원장  <i>Director General of National Radio Research Agency</i> ※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 유통하여야 합니다. 위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.	



환경 시험 인증

Climatic and mechanical assessment



Client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	Force Technology project no. 117-32120
Product identification UR 3 robot arms UR 3 control boxes with attached Teach Pendants. UR 5 robot arms UR5 control boxes with attached Teach Pendants. UR10 robot arms: UR10 control boxes with attached Teach Pendants. See reports for details.	
Force Technology report(s) DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069 DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068	
Other document(s)	
Conclusion The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details). IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h IEC 60068-2-2, Test Be; +50°C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g ² /Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks	
Date Hørsholm, 25 August 2017	Assessor  Andreas Wendelboe Højsgaard M.Sc.Eng.

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk



EMC 시험 인증



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. Baltzen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

1.16. 응용 표준

이 항목은 로봇 암 및 컨트롤 박스 개발에 적용되는 관련 표준을 설명한다. 유럽 지침 번호가 괄호 안에 있다면, 해당 지침에 맞추어 표준을 설정했다는 의미이다.

표준은 법이 아니다. 표준은 업계의 이해 관계자들이 개발한 문서로서 제품 또는 제품 그룹에 대하여 정상 안전 및 성능 요구 사항을 정의한다.

약어 정의:

ISO	국제표준화기구
IEC	국제전기기술위원회
EN	유럽표준
TS	기술 사양
TR	기술 보고서
ANSI	미국표준협회
RIA	로봇산업협회
CSA	캐나다표준협회

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

ISO 13849-1:2006 [PLd]
ISO 13849-1:2015 [PLd]
ISO 13849-2:2012
EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/EC]
EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EC)

기계 안전 – 컨트롤 시스템의 안전 관련 부품

1부: 설계의 일반 원칙

2부: 유효성 검사

안전 제어 시스템은 이 표준의 요구 사항에 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]

기계 안전 – 비상 정지 – 설계 원칙

비상 정지 기능은 이 표준에 따라서 정지 카테고리 1로 설계되었다. 정지 카테고리 1은 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]**

로봇 및 로봇 장치 – 산업 로봇용 안전 요건

1부: 로봇

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

표준 작성자들은 전통적으로 펜스 및 라이트 커튼으로 안전 보호하는 전통 산업용 로봇을 암묵적으로 염두에 두었다. 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 [1.5. 안전 페이지5](#) 참조.

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 13849-1:2006에 따라서 PLd로 구성되었다. 로봇은 각 관절의 중복 인코더 시스템으로 구성되었고, 안전 등급 I/O는 카테고리 3¹ 구조로 구성되었다. 완전한 안전 기능의 PLd를 형성하기 위해 안전 등급 I/O는 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 5.4.5항을 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 5.10.5항에 따라 설계되었다. 추가로 ISO/TS 15066 5.5.4항을 참조한다.

¹ISO 13849-1을 따른다. 자세한 정보는 용어집 참조.

- "5.12.3 안전 등급 소프트웨어 축 및 공간 제한". 이 안전 기능은 소프트웨어를 통해 구성 가능한 안전 기능 중 하나이다. 해시 코드는 이 모든 안전 기능 설정으로 생성되며 GUI에서 안전 점검 식별자로 표시된다.

ISO/TS 15066:2016

로봇 및 로봇 장치 - 산업 로봇용 안전 요건 - 협업 작업

이는 기술 규격서(TS)이지 표준이 **아니다**. TS의 목적은 미완성인 요건 세트를 제시하여 해당 산업에 유용한지 알아보는 것이다. 정의에 따르면 TS는 유럽 지령에 조화가 될 정도로 성숙하지 않다.

이 TS는 로봇 제조사 및 로봇 통합자를 위한 것이다. UR 로봇은 원 로봇 자체와 관련이 있는 파트를 준수하고, 통합자는 로봇 통합을 위해 TS를 사용할 수 있다.

이 TS는 협업 로봇 분야 ISO 10218 표준에 보조적으로 자발적인 요구 사항 및 지침을 제시한다. 본문 내용에 추가적으로 TS는 부상이 **아닌** 통증을 기준으로 하는 포스 및 압력 제한에 대한 제안을 제시하는 표가 포함된 부록 A를 포함한다. 많은 제한이 보수적인 예측 및 문헌 연구만을 기준으로 하기 때문에 이 표 아래의 참고 사항을 읽고 이해하는 것이 중요하다. 과학 연구를 통해 새 결과가 제시되면 모든 수치는 향후에 변경될 수 있다. 부록 A는 TS의 비공식적이고 자진으로 포함하는 내용으로서 부록 A의 제한값을 사용하지 않은 채 TS를 준수할 수 있다.

ANSI/RIA R15.06-2012

산업용 로봇 및 로봇 시스템 - 안전 요구 사항

이 미국 표준은 ISO 표준 ISO 10218-1 및 ISO 10218-2를 하나로 통합한 문서이다. 언어는 영국 영어에서 미국 영어로 바뀌었지만, 내용은 동일하다.

이 표준의 둘째 부분(ISO 10218-2)은 유니버설로봇이 아닌 로봇 시스템 통합자를 위한 것이다.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems - General Safety Requirements

캐나다 표준은 ISO 표준 ISO 10218-1(위 참조) 및 -2를 하나로 통합한 문서이다. CSA는 로봇 시스템 사용자를 위해 추가 요건을 더했다. 이 조건의 일부는 로봇 통합자가 충족해야 한다.

이 표준의 둘째 부분(ISO 10218-2)은 유니버설로봇이 아닌 로봇 시스템 통합자를 위한 것이다.

IEC 61000-6-2:2005

IEC 61000-6-4/A1:2010

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

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

전자기 적합성(EMC)

6-2부: 일반 표준 - 산업 환경에 대한 내성

6-4부: 일반 표준 - 산업 환경에 대한 방출 표준

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

IEC 61326-3-1:2008**EN 61326-3-1:2008**

측정, 제어, 실험실 사용을 위한 전기 장비 - EMC 요구 사항

3-1부: 안전 관련 시스템 및 안전 관련 기능(기능 안전)을 수행하기 위한 장비에 대한 내성 요구 사항 - 일반 산업 애플리케이션

이 표준은 안전 관련 기능에 대한 연장된 EMC 내성 요건을 정의한다. 다른 장비가 IEC 61000 표준에 정의된 EMC 방출 제한을 초과하더라도 이 표준을 준수하는 것으로 UR 로봇의 안전 기능이 안전을 제공함을 보장할 수 있다.

IEC 61131-2:2007 (E)**EN 61131-2:2007 [2004/108/EC]**

프로그래밍 가능 컨트롤러

2부: 장비 요구 사항 및 테스트

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

ISO 14118:2000 (E)**EN 1037/A1:2008 [2006/42/EC]**

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

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

IEC 60947-5-5/A1:2005**EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]**

저전압 스위치기어 및 컨트롤기어

5-5부: 제어 회로 장치 및 스위칭 소자 - 기계 래칭 기능이 포함된 전기 비상 정지 장치

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 스티커 참조.

IEC 60320-1/A1:2007
IEC 60320-1:2015
EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]
EN 60320-1:2015

가정용 및 유사한 일반 용도를 위한 기기 커플러

1부: 일반 요구 사항

전원 입력 케이블은 이 표준을 준수한다.

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

산업용 로봇 조작 - 기계적 인터페이스

1부: 플레이트

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]

열 환경의 인체공학 - 표면 접촉에 대한 인체 반응 평가 방법

1부: 뜨거운 표면

UR 로봇은 이 표준에서 정의한 인체공학적 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 [1부 하드웨어 설치 설명서 페이지3](#)에 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

환경 테스트

2-1부: 테스트 - 테스트 A: 쿨드

2-2부: 테스트 - 테스트 B: 드라이 히트

2-27부: 테스트 - 테스트 Ea 및 지침: 쇼크

2-64부: 테스트 - 테스트 Fh: 진동, 광대역 랜덤 및 지침

UR 로봇은 이 표준에서 정의한 시험 방법에 따라서 테스트한다.

IEC 61784-3:2010

EN 61784-3:2010 [SIL 2]

산업 통신 네트워크 - 프로필

3부: 안전 기능 필드버스 - 일반 규칙 및 프로필 정의

이 표준은 안전 등급 커뮤니케이션 버스를 위한 요건을 정의한다.

IEC 61784-3:2010

EN 61784-3:2010 [SIL 2]

기계 안전 - 기계의 전기 장비

1부: 일반 요구 사항

이 표준의 일반 원칙이 적용된다.

IEC 60664-1:2007

IEC 60664-5:2007

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

EN 60664-5:2007

저전압 시스템 내 장비에 대한 절연 협조

1부: 원칙, 요구 사항 및 테스트

5부: 2mm 이하의 연면 거리 및 공간을 결정하기 위한 종합적인 방법

UR 로봇의 전기회로는 이 표준을 준수하여 설계되었다.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

사출성형기와 인터페이스 연결을 할 수 있도록 E67 액세서리 모듈이 장착된 UR 로봇은 표준을 준수한다.

1.17. 기술 사양

로봇 타입	UR5
중량	18.4 kg / 40.6 lb
최대 페이로드	5 kg / 11 lb
미치는 범위	850 mm / 33.5 in
조인트 범위	± 360 ° for all joints
Speed	조인트: 최대 180 °/s Tool: Approx. 1 m/s / Approx. 39.4 in/s .
포즈 반복성	± 0.1 mm / ± 0.0039 in(4 mils), ISO 9283 준수
공간	Ø149 mm / 5.9 in
자유도	6 rotating joints
컨트롤 박스 크기 (W × H × D)	462 mm × 418 mm × 268 mm / 18.2 in × 16.5 in × 10.6 in
컨트롤 박스 I/O 포트	16 디지털인, 16 디지털아웃, 2 아날로그인, 2 아날로 그아웃
툴 I/O 포트	2 디지털인, 2 디지털아웃, 2 아날로그인
I/O 전원 공급	24 V 2 A in Control Box
커뮤니케이션	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-T Ethernet 소켓, modbus TCP & EtherNet/IP 어댑터, Profinet
프로그래밍	PolyScope graphical user interface on 12" touchscreen
소음	72 dB(A)
IP 분류	IP54
클린룸 등급	로봇 암: ISO 클래스 5 컨트롤 박스: ISO 클래스 6
최대 평균 전력	390 W
전력 소비	일반 프로그램 사용 시 약 390 W
협업 작업	15개의 고급 안전 기능. 준수: EN ISO 13849-1:2008, PLd 및 EN ISO 10218-1:2011, 5.10.5항
재질	Aluminium, PP plastic
온도	The robot can work in an ambient temperature range of 0-50 °C
전원 공급	100-240 VAC, 50-60 Hz
Cabling	Cable between robot and Control Box (6 m / 236 in) Cable between touchscreen and Control Box (4.5 m / 177 in)

1.18. 안전 기능 표

1.18.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions



참고

이 장에 나오는 안전 기능 표가 간소화되었다. 다음에서 이에 대한 종합 버전을 찾아볼 수 있다: <https://www.universal-robots.com/support>

All safety functions are individual safety functions.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0 and SF1 Internal	Emergency Stop There are two separate Emergency Stop safety functions	Pressing the Estop PB on the pendant1 or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 and a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) . 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 to stop and upon all joints coming to a standstill state, power is removed. This is a Cat 1 stop per IEC 60204-1. The stopping times of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. - SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3 with the worst-case stopping time, as if all joint monitoring failed at the same time and after 524ms, then power is immediately removed while the robot is going the maximum speed. This could result in a worst case stopping time of 1250ms. - SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable 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) settings and the use of the stop time information provided in the manual.	Robot Arm

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF2 Logic and outputs INTERNAL	Safeguard stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop per IEC 60204-1. For the functional safety rating of the complete 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).	Robot Arm
SF3 Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the joint position limit results in a Cat 0 stop (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. Directly 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.	Joint (each)
SF4 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a joint speed limit results in a Cat 0 stop5 per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit. Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set directly in the safety setup part of the User Interface where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	Joint (each)
SF5 Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop5 (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)

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF6 Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP Pose (position and orientation), any violation of a safety plane or TCP Pose Limit will result in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP inclusion/ exclusion zones due to the safety planes. 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 stop5 (IEC 60204-1).	TCP

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF8 Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding the momentum limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. The Momentum Limit affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10 Internal	Power Limit	Exceeding the power limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the speed of the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
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 they 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).	External connection to logic and/or equipment
SF12 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement. 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 and/or equipment
SF13 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (in 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 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 and/or equipment



SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
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 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 and/or equipment
SF15 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	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 and/or equipment

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Description	What is controlled?
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode can be initiated by a safety plane/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 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 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.	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	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

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Description	What is controlled?
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	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 User Interface. If the User Interface is in: • "run mode", the enabling device will not be active. • "programming mode", the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	When the external connections are Low, Operation Mode (running) is in effect. When High, the mode is programming or teach. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program (Mode switch inputs high), enabling device is required for operation. When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s. The speed can manually be increased by using the pendant user interface "speed-slider", but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.	Robot

1.19. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop 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	3	4.38E-8



TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF1	Emergency Stop There are two separate safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	SS1 when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	2	3.16E-07
SF2	Safeguard stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2	2	3.15E-07
SF3	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF4	Joint Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF5	Joint Torque Limit internal factory setting	factory setting	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF6	TCP Pose Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF7	TCP Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF8	TCP Force Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF9	Momentum Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF10	Power Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF11	UR RINPUTobot Estop Output	Output & I/O Configuration	See Estop SF1	See Estop SF1	2	4.41E-08
SF12	UR Robot Moving: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF13	UR Robot Not stopping: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF14	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 if fault detected	NA	2	3.15E-07
SF15	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 (immediate stop)	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
Robot Reduced Mode	Reduced Mode INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Safeguard Reset	Safeguard Reset INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Enabling Device	3 Position Enabling Device INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07



II 부

폴리스코프 설명서



1.20. 안전 구성

1.20.1. 개요

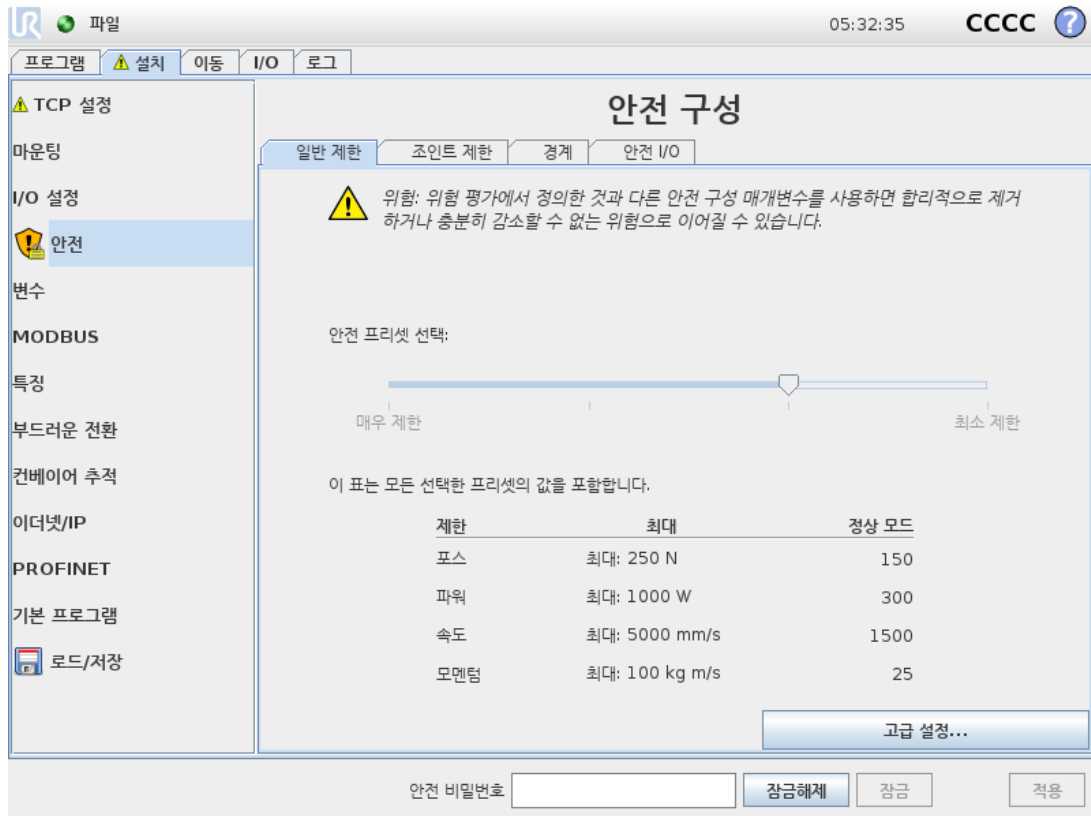
로봇은 고급 안전 시스템을 포함하고 있다. 로봇 작업 영역의 특정한 특성에 따라서 안전 시스템의 설정은 로봇 주위의 반드시 모든 사람과 장비의 안전을 보장하도록 구성해야 한다. 통합자는 가장 먼저 위험 평가에서 정의된 설정을 적용해야 한다. 안전 시스템에 대한 자세한 내용은 하드웨어 설치 설명서에서 참조한다.



경고

1. 해당 로봇 애플리케이션에 대하여 통합자가 수행하는 위험 평가에 따라서 안전 관련 기능 및 인터페이스를 사용하고 구성하기 위한 정보는 하드웨어 설치 설명서에서 참조한다.
2. 로봇 암 전원을 최초로 켜기 전에 통합자가 수행한 위험 평가에 따라서 설치의 안전 구성 설정 및 교시를 적용해야 한다.
3. 이 화면 및 하위 탭에서 사용할 수 있는 모든 안전 구성 설정은 통합자가 수행한 위험 평가에 따라서 설정해야 한다.
4. 통합자는 모든 안전 구성 설정의 변경 사항이 통합자의 고유한 위험 평가를 준수하도록 해야 한다.
5. 예를 들어 비밀번호 보호 설치 등의 방법을 이용하여 통합자는 허가 받지 않은 자가 안전 구성을 변경하는 것을 방지해야 한다.

Safety Configuration screen can be accessed from the Welcome screen (see [1.21.5. 환영 화면 페이지107](#)) by pressing the Program Robot button, selecting the Installation tab and tapping Safety. 안전 구성은 비밀번호로 보호된다. [1.20.8. 비밀번호 잠금 페이지87](#) 참조.



안전 설정은 로봇 암의 이동을 제한하는 여러 제한 값 및 컨피규어러블 입력과 출력에 대한 안전 기능 설정으로 구성된다. 이는 안전 화면의 다음 하위 탭에서 정의되어 있다:

- **General Limits** 하위 탭이 로봇 암의 최대 **포스**, **파워**, **속도** 및 **운동량**을 정의한다. 사람 또는 환경의 일부와 부딪힐 위험이 특히 높다면 이 설정을 낮은 값으로 정해야 한다. 위험성이 낮은 경우에는, 더 높은 일반 제한을 설정하여 로봇을 더 빠르게 움직이게 하고, 환경에 더 큰 힘을 가하게 할 수 있다. 자세한 내용은 [1.20.10. 일반 제한 페이지89](#)에서 참조한다.
- **Joint Limits** 하위 탭은 **조인트 속도** 및 **조인트 위치** 제한으로 구성되어 있다. **조인트 속도** 제한은 개별 조인트의 최대 각속도를 정의하고, 더 나아가 로봇 암의 속도를 제한한다. **조인트 위치** 제한은 개별 조인트의 허용 위치 범위를 정의한다(조인트 공간 내에서). 자세한 내용은 [1.20.11. 조인트 제한 페이지91](#)에서 참조한다.
- **Boundaries** 탭은 로봇 TCP에 대한 (직교 공간에서) 안전 플레인 및 툴 자세 경계를 정의한다. 안전 플레인은 로봇 TCP 위치에 대한 하드 리미트 또는 감소 모드 안전 제한 활성화에 대한 트리거로 구성할 수 있다([1.20.12. 경계 페이지92](#)참조 [1.20.6. 안전 모드 페이지86](#)). 툴 자세 경계는 로봇 TCP 자세에 하드 리미트를 둔다. 자세한 내용은 [1.20.13. 안전 I/O 페이지98](#)에서 참조한다.
- **Safety I/O** 하위 탭은 컨피규어러블 입력 및 출력에 대하여 안전 기능을 정의한다([1.23.2. I/O 탭 페이지117](#) 참조). 예를 들어 **비상 정지**는 입력으로 구성할 수 있다. 자세한 내용은 [1.20.13. 안전 I/O 페이지98](#)에서 참조한다.

1.20.2. 안전 구성 변경

안전 구성 설정은 통합자가 수행한 위험 평가를 준수하여 변경해야 한다.

안전 구성 변경에 대한 추천 절차:

1. 변경이 통합자가 수행한 위험 평가를 준수하는지 확인한다.
2. 통합자가 수행한 위험 평가에 정의한 적합한 수준으로 안전 구성을 조정한다.
3. 안전 설정이 적용되었는지 확인한다.
4. 작업자 설명서에 다음 사항을 포함한다: 로봇 근처에서 작업하기 전에 안전 구성이 예상대로인지 확인한다. 이는 PolyScope 오른쪽 위 구석의 체크섬을 점검하여 확인할 수 있다(폴리스코프 설명서의 [1.20.5. 안전 체크섬 다음 페이지](#) 참조).

1.20.3. 안전 동기화 및 오류

GUI가 로드한 로봇 설치와 비교하여, 적용된 안전 구성 상태는 화면 왼쪽의 텍스트 *Safety* 옆의 방패 아이콘으로 나타난다. 이 아이콘은 현재 상태를 나타내는 빠른 지표이다. 이는 아래의 정의를 따른다:

구성 동기화

GUI 설치가 안전 구성에 현재 적용된 것과 동일함을 표시한다. 변경 사항이 없었다.

구성 변경됨

GUI 설치가 안전 구성에 현재 적용된 것과 다르다는 것을 표시한다.

안전 구성을 편집할 때 방패 아이콘은 현재 설정이 적용되었는지 알려준다.

Safety 탭에서 텍스트 필드라도 잘못된 입력이 있다면 안전 구성은 오류 상태이다. 이는 여러 가지 방식으로 표시된다:

1. 화면 왼쪽에 있는 텍스트 *Safety* 옆에 빨간 오류 아이콘이 표시된다.
2. 오류가 있는 서브탭은 맨 위에 빨간 오류 아이콘 표시가 있다.
3. 오류를 포함하는 텍스트 필드는 빨간색 배경으로 표시된다.

오류가 있고 *Installation* 탭에서 나가려고 시도하면 다음 옵션이 있는 대화 상자가 나타난다:

1. 모든 오류가 제거될 수 있도록 문제를 해결한다. 이는 화면 왼쪽에 있는 텍스트 *Safety* 옆에 빨간 오류 아이콘이 더 이상 표시되지 않으면 보인다.
2. 이전에 적용한 안전 구성으로 되돌린다. 이는 모든 변경을 무시하고 원하는 선택한 대상으로 갈 수 있도록 허용한다.

오류가 없고 떠나려고 시도하면 다음 옵션이 있는 대화창이 나타난다:

1. 변경 사항을 적용하고 시스템을 다시 시작한다. 시스템에 안전 구성 수정 사항을 적용하고 다시 시작한다. 참고: 이는 변경 사항이 저장된 것을 의미하지 않는다. 이 때 로봇을 종료하면 안전 구성을 포함한 모든 변경을 잃게 된다.
2. 이전에 적용한 안전 구성으로 되돌린다. 이는 모든 변경을 무시하고 원하는 선택한 대상으로 갈 수 있도록 허용한다.

1.20.4. 공차

로봇 앞은 안전 위반을 방지하는 내장 공차를 사용한다. 안전 공차는 안전 한계와 최대 작동 값 사이의 차이이다. 예를 들어, 일반 속도 공차는 -150mm/s 이다. 이는 사용자가 250mm/s 속도 제한을 구성하는 경우, 최대 작동 속도는 $250 - 150 = 100\text{mm/s}$ 가 됨을 의미한다. 안전 공차는 프로그램

램 동작의 변동을 허용하면서 안전 위반을 방지한다. 예를 들어, 무거운 페이로드를 처리할 때 로봇 암이 프로그래밍된 궤도를 따르기 위해 정상 최대 작동 속도 이상으로 잠깐 작동할 필요가 있는 경우가 있을 수 있다. 이러한 상황의 예는 그림 12.1에 표시되어 있다.



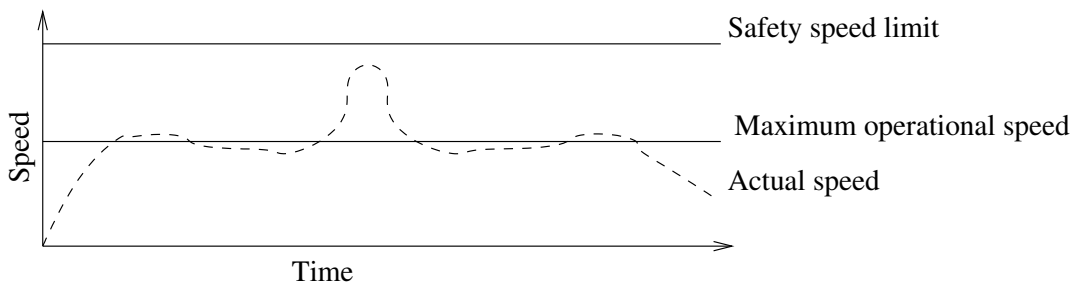
경고

위험 평가는 허용오차 없이 제한 값을 사용하는 데 언제나 필요하다.



경고

허용오차는 소프트웨어 버전에 따라 다르다. 소프트웨어를 업데이트하면 허용오차가 변할 수 있다. 버전 사이의 변화는 출시 정보를 참조한다.



12.1: 안전 허용의 예.

1.20.5. 안전 체크섬

화면 맨 위 오른쪽 구석에 있는 텍스트는 로봇이 현재 사용하는 안전 구성을 간단히 보여 준다. 텍스트가 변하면 현재 안전 구성도 변경 되었음을 나타낸다. 체크섬을 클릭하면 현재 활성화 상태인 안전 구성에 대한 설명을 표시한다.

1.20.6. 안전 모드

정상 조건(즉, 보호 정지가 적용되지 않는 경우) 안전 시스템이 다음 *안전 모드* 중 하나로 작동하며 각각 해당하는 안전 제한이 있다:

정상 모드

안전 모드가 기본으로 활성화 상태임;

감소 모드

로봇 TCP가 *트리거 감소 모드* 플레인(1.20.13. 안전 I/O 페이지98 참조) 너머에 위치해 있거나 구성 입력이 트리거되는 경우에 활성화된다(참조:

복구 모드

로봇 암이 다른 모드 중 하나를 위반하고(즉, 정상 또는 감소 모드) 정지 카테고리 0이 발생했다면, 1로봇 암이 *복구 모드*에서 시작된다. 이 모드에서는 *이동 탭* 또는 *프리드라이브*를 사용하여 로봇이 허용된 영역으로 느리게 뒤로 이동할 수 있다. 로봇이 이 모드에서는 로봇을 위한 프로그램을 실행할 수 없다.



경고

조인트 위치, TCP 위치, TCP 자세에 대한 제한은 복구 모드에서 꺼져 있으므로, 로봇 암을 제한 안으로 움직일 때 주의해야 한다.

Safety Configuration 화면의 하위 탭에서 사용자는 정상 및 감소 모드에 대한 별도 안전 제한 세트를 정의할 수 있다. 틀과 조인트의 경우, 감소 모드의 속도 및 운동량이 정상 모드에서보다 더 제한적이어야 한다.

활성 제한 세트의 안전 제한을 위반하는 경우, 로봇 암은 정지 카테고리 0을 수행한다. 로봇 암 전원을 켤 때 조인트 위치 제한 또는 안전 경계 등의 활성 안전 제한이 이미 위반된 경우, 복구 모드에서 시작한다. 이는 로봇 암을 다시 안전 제한 내로 이동하는 것을 가능하게 한다. 복구 모드에서는 로봇 암의 이동은 사용자 지정이 불가능한 고정 제한 세트로 제한된다. 복구 모드 제한에 대한 자세한 정보는 하드웨어 설치 설명서에서 참조한다.

1. IEC 60204-1을 따른다. 자세한 정보는 용어집 참조. [↩](#)

1.20.7. 프리드라이브 모드

프리드라이브 모드([프리드라이브 페이지116](#) 참조)에서 로봇 암 움직임이 특정 제한에 근접하면 사용자가 반발력을 느끼게 된다. 이 힘은 로봇 TCP의 위치, 자세, 속도 및 조인트의 위치 및 속도의 제한에 대하여 생성 된다.

현재 위치 또는 속도가 제한에 가까워지는 것을 알리고 로봇이 제한을 위반하는 것을 방지하는 것이 반발력의 목적이다. 하지만 사용자가 로봇 암에 충분한 힘을 가하면 제한을 위반할 수 있다. 로봇 암이 제한에 가까워질수록 힘이 점점 커진다.

백드라이브

프리드라이브 모드에서는 브레이크가 해제되어 있으므로 로봇 조인트는 비교적 작은 힘으로 이동할 수 있다. 로봇 암 초기화 도중 로봇 브레이크가 해제되면 작은 진동이 관찰될 수 있다. 로봇이 거의 충돌하는 경우와 같은 상황에 진동은 문제를 일으킬 수 있으며 **백드라이브** 기능을 이용하면 로봇 암의 모든 브레이크를 해제하지 않으면서 특정 조인트를 원하는 위치로 강제 이동할 수 있다.

백드라이브 활성화하기:

1. 커짐(ON)을 눌러서 조인트에 전력을 공급한다. 로봇은 "유휴" 상태로 지정된다. 브레이크를 해제하지 **않는다**(즉, 시작(START)을 누르지 않음).
2. **프리드라이브** 버튼을 길게 누른다. 로봇 상태가 "백드라이브"로 변경된다.
3. **프리드라이브** 버튼을 사용하거나 누르고 있다면 상당한 압력을 가할 때 조인트에서 브레이크만 해제된다. **백드라이브**를 사용하는 동안 로봇은 이동이 무겁게 느껴진다.

1.20.8. 비밀번호 잠금

이 화면의 모든 설정은 화면 아래의 흰 텍스트 필드에 올바른 비밀번호를 입력하고([1.25.3. 비밀번호 설정 페이지196](#) 참조) 잠금해제 버튼을 누를 때까지 잠겨 있는 상태이다. 잠금 버튼을 클릭하여 화면을 다시 잠글 수도 있다. 안전 구성 화면에서 떠나면 안전 탭은 자동으로 잠긴다. 설정이 잠기

면 화면 왼쪽에 있는 안전 텍스트 옆에 자물쇠 아이콘이 표시된다. 설정이 잠금해제되면 잠금해제 아이콘이 표시된다.



참고

참고로 안전 구성 화면이 잠금해제되면 로봇 암 전원이 꺼진다.

1.20.9. 적용

안전 구성을 잠금해제할 때, 변경 도중 시 로봇 암은 전원이 꺼진다. 로봇 암은 변경을 적용하거나 되돌리기 전까지 전원은 켜 수 없고, 초기화 화면에서 수동 전원 켜기를 수행한다.

안전 구성의 모든 변경은 설치 탭에서 나오기 전에 반드시 적용하거나 되돌려야 한다. Apply 버튼을 누르고 확인하기 전까지 변경의 효과가 나타나지 않는다. 로봇 암에 대한 변경 확인에는 시각적 점검이 포함된다. 안전 상의 이유로 표시되는 정보는 SI 단위로 표시한다. 구성 대화창의 예는 아래에 제시되어 있다.

적용한 안전 설정의 확인

일반 제한
조인트 제한
경계
안전 I/O
기타

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

안전 설정 확인
거부

그리고 변경 확인은 자동으로 현재 로봇 설치의 일부로 저장된다. 1.23.5. 설치 → 로드/저장 페이지120에서 로봇 설치 저장에 대한 자세한 내용을 확인할 수 있다.

1.20.10. 일반 제한

일반 안전 제한은 환경에 영향을 주는 로봇 TCP의 선형 속도 및 힘을 제한하는 것이 목적이다. 이는 다음 값으로 구성 된다:

포스

로봇 TCP가 환경에 영향을 주는 최대 힘에 대한 제한.

파워

페이로드가 환경이 아닌 로봇의 일부라는 것을 고려하면서, 환경에서 로봇에 의해 생성되는 기계적 작업의 최대 제한.

속도

로봇 TCP의 최대 선형 속도의 제한.

모멘텀

로봇 암의 최대 운동량의 제한.

설치 내에서 일반 안전 제한을 구성하는 데에는 두 가지 방법이 있다. 이에 대한 *기본 설정* 및 *고급 설정*은 아래에서 더 자세하게 설명되어 있다.

일반 안전 제한 정의는 로봇 암의 전체적인 제한이 아니라 툴의 제한만 정의한다. 즉 속도 제한을 지정하더라도 로봇 암의 다른 부분이 이와 동일한 제한을 따른다는 것을 보장하지 *않는다*는 의미이다.

프리드라이브 모드([프리드라이브 페이지 116](#) 참조)에 있는 경우, 로봇 TCP의 현재 속도가 속도 제한에 근접하면, 속도가 제한에 접근할수록 점점 커지는 반발력을 사용자는 느낄 수 있다. 현재 속도가 제한의 약 250mm/s 내에 있는 경우에 힘이 생성된다.

기본 설정

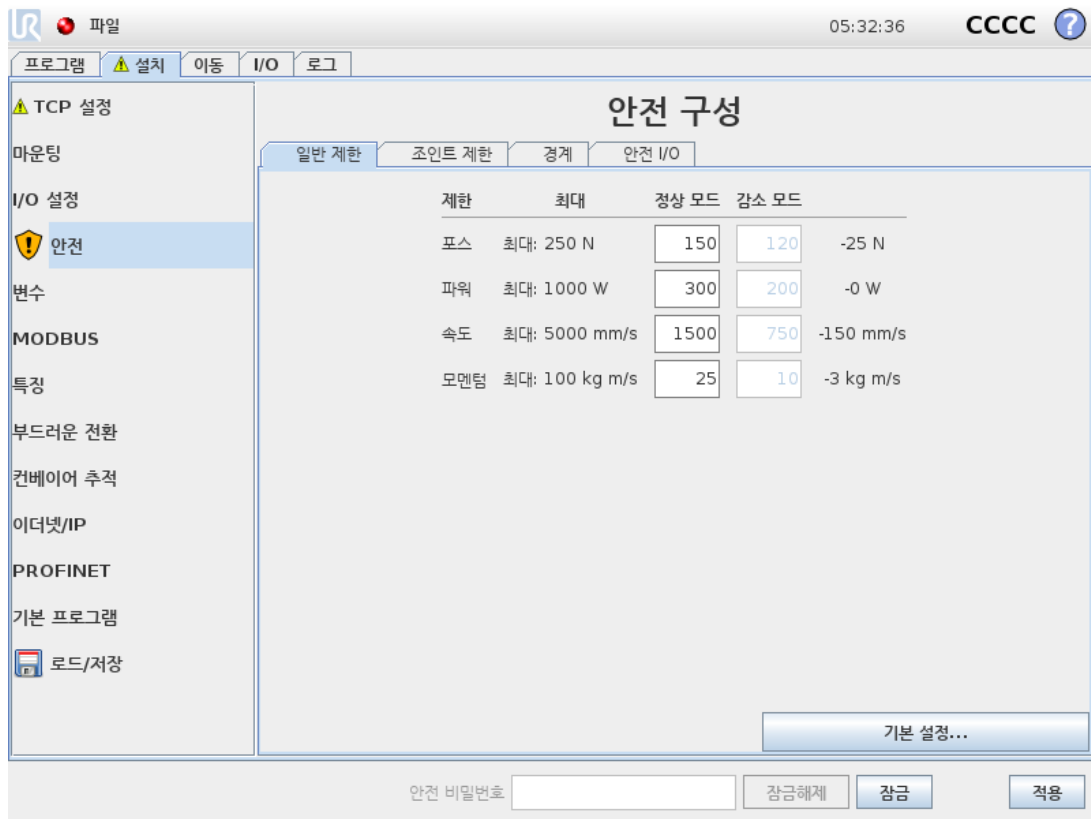
초기 일반 제한 하위패널은 기본 화면으로 표시되고, *정상* 및 *감소* 모드 둘 다에서 포스, 파워, 속도 및 운동량 제한에 대한 사전 정의된 네 가지 값 세트가 포함된 슬라이더가 있다.

해당 값 모음은 GUI에 표시된다. 미리 정의된 값 모음은 제안일 뿐이며 적절한 위험 평가를 대신하지 않는다.

고급 설정으로 바꾸기

사전 정의된 값 세트 중 충족하는 것이 *없음*인 경우 Advanced Settings... 버튼을 눌러서 고급 일반 제한 화면에 들어갈 수 있다.

고급 설정



1.20.10. 일반 제한 이전 페이지에서 설명된 여기의 일반 제한 각각은 다른 것과는 독립적으로 수정할 수 있다. 해당 텍스트 필드를 누르고, 새 값을 입력하는 것으로 이를 수행할 수 있다. 각 제한에 대한 최대 허용 값은 최대 칼럼 Maximum에서 확인할 수 있다. 포스 제한은 100 N ~ 250 N 사이로 값을 설정할 수 있으며, 전력 제한은 80 W ~ 1000 W 사이의 값으로 설정할 수 있다.

참고: 안전 플레인 또는 구성 가능한 입력이 트리거하도록 지정되지 않는 한 감소 모드 제한 필드는 꺼져 있다(자세한 내용은 [1.20.13. 안전 I/O 페이지](#)98 참조). 그리고 감소 모드의 [1.20.12. 경계 페이지](#)92 및 속도와 운동량 제한은 정상 모드의 제한보다 높지 않아야 한다.

각 제한의 허용오차 및 단위는 대응하는 행의 끝에 있다. 프로그램 실행 중, 로봇 암 속도는 입력한 값에서 공차를 뺀 값을 초과하지 않기 위하여 자동으로 조정된다([1.20.4. 공차 페이지](#)85 참조). 참고로 음수 표시가 있는 각 허용오차 값은 실제 입력 값에서 허용오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. 로봇 암이 제한을 (허용오차 없이) 초과하면 안전 시스템은 정지 카테고리 0을 수행한다.



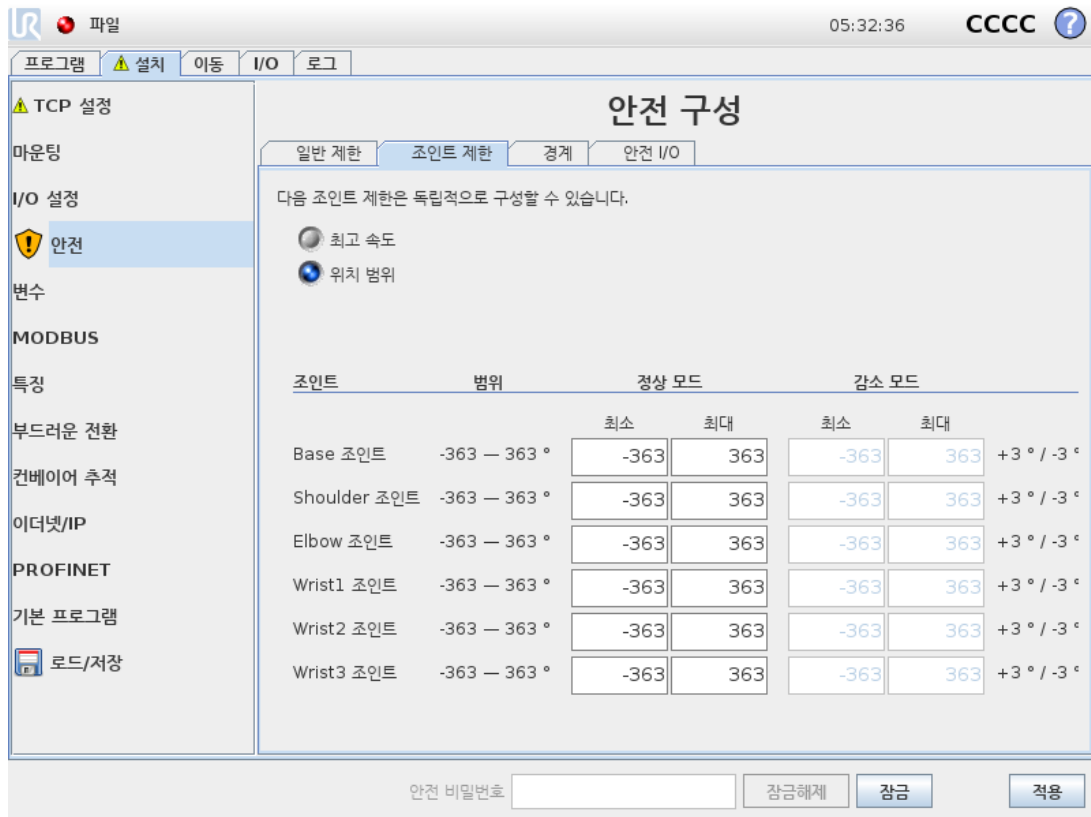
경고

속도 제한은 로봇 TCP에만 적용 되어 있으므로, 로봇 암의 다른 부분들은 정의한 값보다 빠르게 움직일 수 있다.

기본 설정 바꾸기

Basic Settings... 버튼을 누르면 기본 일반 제한 화면으로 다시 전환되고 모든 일반 제한이 해당 기본 프리셋으로 재설정된다. 이 때문에 사용자 정의한 값을 잃게 된다면 팝업 대화창이 나타나고 이 작업을 확인할지 묻는다.

1.20.11. 조인트 제한



조인트 제한은 조인트 공간의 개별 조인트 이동을 제한한다. 즉, 이는 직교 공간이 아니라 조인트의 내부 (회전) 위치 및 회전 속도를 의미한다. 하위패널 위쪽에 있는 라디오 버튼은 조인트에 대한 Maximum Speed and Position Range(를) 독립적으로 설정할 수 있게 한다.

프리드라이브 모드([프리드라이브 페이지116](#) 참조)에 있는 경우, 조인트의 현재 위치 또는 속도가 제한에 근접하면, 조인트가 제한에 접근할수록 점점 커지는 반발력을 사용자는 느낄 수 있다. 조인트 속도가 속도 제한에서 약 20°/s이거나 조인트 위치가 조인트 제한에서 약 8°인 경우에 힘이 생성된다.

손목 3 위치 범위는 기본적으로 무제한이다. 로봇에 연결된 케이블을 사용할 때는 먼저 케이블 장력과 보호 정지를 피하기 위해 **손목 3 무제한 범위** 확인란을 비활성화해야 한다.

최고 속도

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

안전 플레인 또는 구성 가능한 입력이 트리거하도록 지정되지 않는 한 감소 모드의 제한 필드는 꺼져 있다(자세한 내용은 [1.20.13. 안전 I/O 페이지98](#) 참조). 그리고 [1.20.12. 경계 다음 페이지](#) 및 감소 모드의 제한은 정상 모드의 제한보다 높지 않아야 한다.

각 제한의 허용오차 및 단위는 대응하는 행의 끝에 있다. 프로그램 실행 중, 로봇 암 속도는 입력한 값에서 공차를 뺀 값을 초과하지 않기 위하여 자동으로 조정된다([1.20.4. 공차 페이지85](#) 참조). 참

고로 음수 표시가 있는 각 허용오차 값은 실제 입력 값에서 허용오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. 하지만 어떤 조인트의 각 속도가 입력한 값을 초과하면(허용오차 없음), 안전 시스템이 정지 카테고리 0을 수행한다.

위치 범위

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

참고: 안전 플레인 또는 구성 가능한 입력이 트리거하도록 지정되지 않는 한 감소 모드 제한 필드는 꺼져 있다(자세한 내용은 [1.20.13. 안전 I/O 페이지 98](#) 참조). [1.20.12. 경계 아래](#) 및

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

1.20.12. 경계

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

로봇 TCP가 정의한 플레인에서 올바른 면에 머무르도록 강제하여 로봇의 허용 작업 영역을 제한하는 데 사용할 수 있다. 최대 8개의 안전 플레인을 구성할 수 있다. 툴 자세의 제한은 원하는 자세에서 로봇 툴 자세가 어느 정도 이상 이탈하지 않도록 하는 데 사용할 수 있다.



경고

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

각 경계 제한의 구성은 현재 로봇 설치에 정의된 특징에 기반한다([1.23.12. 설치 → 특징 페이지 133](#) 참조).



참고

안전 구성을 편집하기 전에 모든 원하는 경계 제한 구성에 대한 모든 기능을 만들고 적합한 이름을 부여하는 것이 적극 권장된다. 참고로 안전 탭이 잠금해제되면 로봇 암 전원이 꺼지고, Tool 기능(로봇 TCP의 현재 위치 및 자세 포함)과 프리드라이브 모드([프리드라이브 페이지 116](#) 참조)를 사용할 수 없다.

프리드라이브 모드([프리드라이브 페이지 116](#) 참조)에 있고, 로봇 TCP가 안전 플레인 근처에 현재 있거나, 원하는 자세로부터 로봇 툴 자세의 편차가 지정한 최대 편차에 근접한 경우, TCP가 제한에 접근하면 상당히 커지는 반발력을 사용자는 느낄 수 있다. 이 힘은 TCP가 안전 플레인에서 약 5cm 내에 있거나, 툴 자세의 편차가 지정한 최대 제한으로부터 약 3°일 때 생성된다.

플레인인 *트리거 감소 모드* 플레인으로 정의되고 TCP가 이 경계를 초과하면, 안전 시스템이 *감소* 모드로 전환하고, 이는 *감소 모드* 안전 설정을 적용한다. 트리거 플레인은 정규 안전 플레인과 동일한 규칙을 따르지만, 예외적으로 로봇 암이 이를 통과하도록 허용한다.

구성할 경계 선택

탭 왼쪽의 **Safety Boundaries** 패널을 사용하여, 구성할 경계 제한을 선택한다.

안전 플레인을 설정하려면 패널에서 위쪽 8개 항목 중 한 개를 선택한다. 선택한 안전 플레인을 이미 구성했다면 플레인의 해당 3D 재현이 이 탭 하단의 3D View (see [3D 시각화 아래](#)) to the right of this panel. The safety plane can be set up in the **Safety Plane Properties** 항목([안전 플레인 구성 아래](#) 참조)에서 강조 표시된다.

탭 하단에서 **Tool Boundary** entry to configure the orientation boundary limit for the robot tool. The configuration of the limit can be specified in the **Tool Boundary Properties** 항목([툴 경계 구성 페이지96](#) 참조)을 클릭한다.

/ 버튼을 클릭하여 경계 제한 끄기/켜기의 3D 시각화를 끄거나 켜다. 경계 제한이 활성화라면 *안전 모드*([안전 모드 페이지97](#) 참조)가 다음 아이콘 중 하나로 표시된다:  /  /  /  / [안전 모드 다음 페이지](#) 및

3D 시각화

안전 경계 항목에서 시각화 토글을 선택한 모든 구성 경계 항목(즉, 아이콘 표시)은 현재 선택한 경계 제한과 함께 표시된다.

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

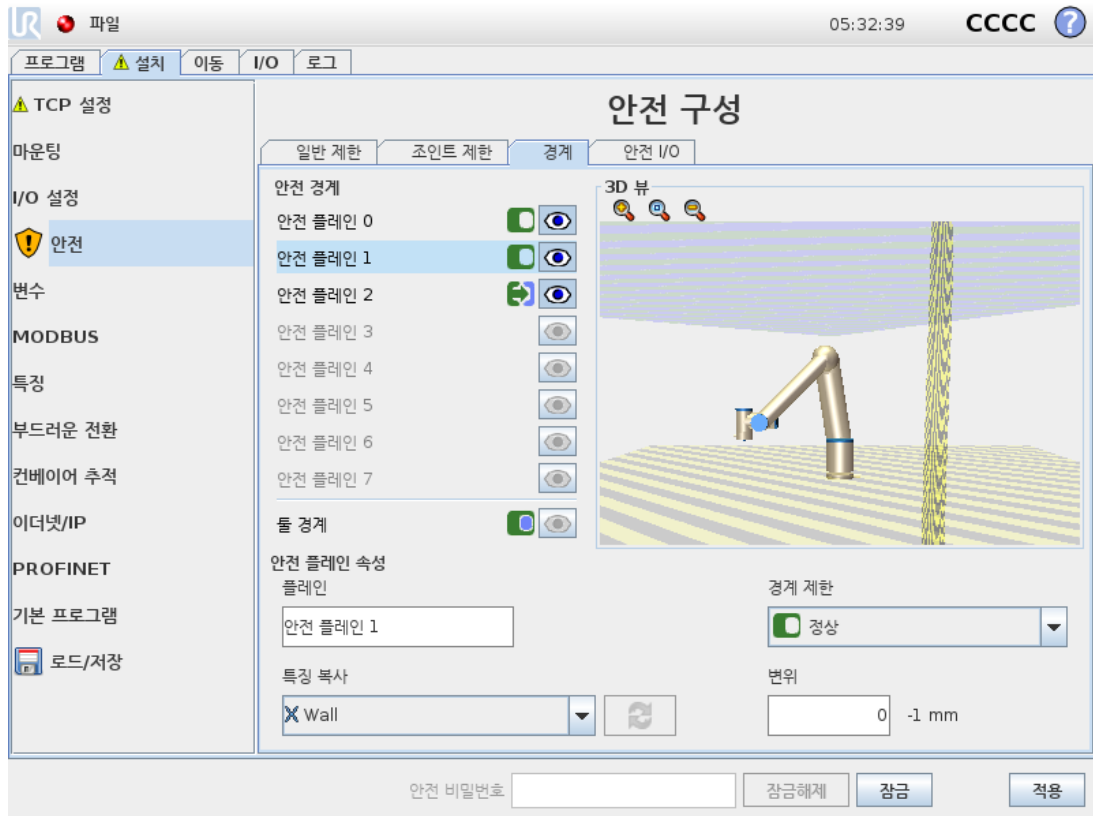
툴 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇 툴의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부 는 툴 자세(벡터)에 허용되는 영역을 나타낸다.

플레인 또는 툴 경계 제한을 구성했지만 활성화 하지 않았다면 시각화는 회색이다.

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

안전 플레인 구성

탭 아래의 안전 플레인 속성 항목이 탭 왼쪽 위의 안전 경계 패널에서 선택한 안전 패널의 구성을 정의한다.



이름

Name 텍스트 필드에서 사용자는 선택한 안전 플레인의 이름을 배정할 수 있다. 텍스트 필드를 누르고, 이름을 입력하는 것으로 바꿀 수 있다.

특징 복사

안전 플레인의 위치 및 노멀은 현재 로봇 설치의 특징(1.23.12. 설치 → 특징 페이지133 참조)을 사용하여 지정한다. 안전 플레인 속성 항목의 왼쪽 아래 부분에 있는 드롭다운 메뉴를 사용하여 특징을 선택한다. <미정의> 항목을 선택하면 플레인 구성이 지워진다.

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

특징을 선택하여 안전 플레인을 구성하면 위치 정보는 안전 플레인으로 복사만 되고, 플레인은 해당 특징에 연결되지 않는다. 이는 안전 플레인 구성을 위해 사용한 특징의 위치 또는 자세를 변경하면 안전 플레인이 자동으로 업데이트 되지 않는다는 의미이다. 특징이 변경되면, ⚠ 아이콘으로 표시된다. 이 아이콘은 선택한 특징이 설치에서 삭제된 경우에도 표시된다. ⚙ 선택기 옆의 버튼을 클릭하여 특징의 현재 위치 및 자세로 안전 플레인을 업데이트한다. ⚠ 아이콘이 특징 선택기 위에 있다. 다음을 클릭한다:

안전 모드

안전 플레인에 대한 안전 모드를 선택하기 위하여 다음 모드가 있는 Safety Plane Properties 패널 오른쪽의 드롭다운 메뉴를 사용한다:

Disabled	안전 플레인이 절대로 활성화되지 않는다 .
 Normal	안전 시스템이 정상 모드이면, Normal 모드 플레인이 활성화고 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한 으로 작용한다.
 Reduced	안전 시스템이 감소 모드이면, Reduced 모드 플레인이 활성화고 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한 으로 작용한다.
 Normal & Reduced	안전 시스템이 정상 또는 감소 모드이면, Normal & Reduced 모드 플레인이 활성화고 로봇 TCP 위치에 대하여 엄격한 제한 으로 작용한다.
 Trigger Reduced mode	안전 시스템이 정상 또는 감소 모드이면, 트리거 감소 모드 플레인이 활성화고 로봇 TCP가 그 너머 위치에 있는 한 이는 안전 시스템이 감소 모드로 전환하게 만든다.

선택한 **안전 모드**는 안전 경계 패널의 대응 항목에서 아이콘으로 표시된다. 안전 모드를 사용하지 않음으로 지정하면 아이콘이 표시되지 않는다.

변위

안전 플레인 속성 패널의 왼쪽 아래에서 드롭다운 메뉴로 특징을 선택하면, 안전 플레인은 이 패널의 오른쪽 아래 부분에 있는 변위 텍스트 필드를 누르고 값을 입력하여 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 허용오차와 단위는 텍스트 필드 오른쪽에 표시 된다.

엄격한 제한 플레인의 효과

예상 궤도를 따라서 계속 이동하면 TCP 위치가 공차를 뺀 활성화인 엄격한 제한 안전 플레인을 건너려는 경우에 프로그램 실행이 중단된다(1.20.4. [공차 페이지85](#) 참조). 참고로 음수 표시가 있는 각 허용오차 값은 실제 입력 값에서 허용오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. TCP 위치가 제한을 (허용오차 없이) 초과하면 안전 시스템은 정지 카테고리 0을 수행한다.

트리거 감소 모드 플레인의 효과

보호 정지가 적용되지 않고, 안전 시스템이 특별 복구 모드에 있지 않다면(1.20.6. [안전 모드 페이지86](#) 참조), 이는 정상 또는 감소 모드로 작동되고, 로봇 암 움직임은 해당 제한 세트에 의해 제한된다.

기본적으로 안전 시스템은 정상 모드에 있다. 이는 다음 상황 중 하나가 발생하면 감소 모드가 된다:

1. 로봇 TCP 위치가 어떠한 **트리거 감소 모드** 플레인 너머에 있다. 즉, 플레인 시각화에서 작은 화살표 방향의 **반대**쪽에 있는 플레인 쪽에 있다.
2. Reduced Mode 안전 입력 기능이 구성되었고 입력 신호가 낮다(자세한 정보는 1.20.13. [안전 I/O 페이지98](#) 참조).

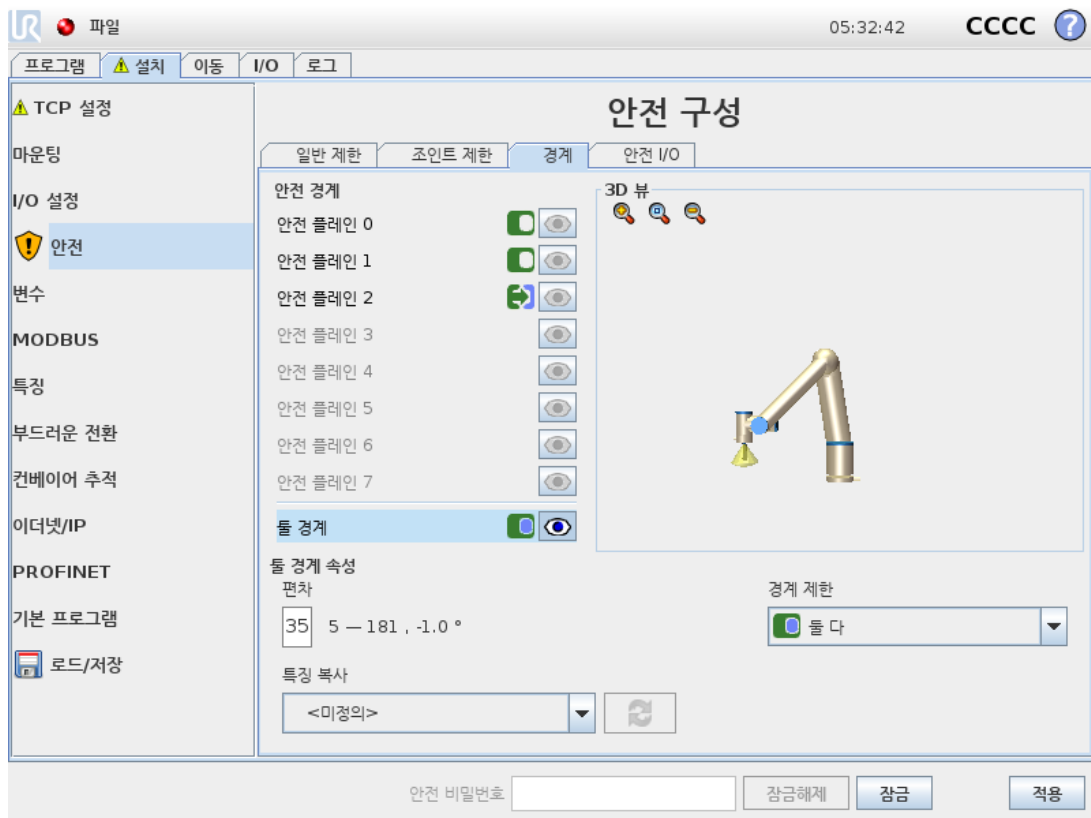
위 사항 중 어느 것도 더 이상 적용되지 않으면 안전 시스템이 다시 정상 모드로 전환된다.

정상에서 감소 모드로의 전환이 트리거 감소 모드 플레인을 통과하는 것으로 인해 발생하면, 정상 모드 제한 세트가 감소 모드 제한 세트로 전환된다. 로봇 TCP가 20mm 또는 이보다 가깝게 트리거 감소 모드 플레인에 위치하면(하지만 여전히 정상 모드 쪽임), 정상 및 감소 모드 제한 중에서 더 허용되는 것이 각 제한 값에 적용된다. 일단 로봇 TCP가 트리거 감소 모드 플레인을 통과하면 정상 모드 제한 세트가 더 이상 활성이 아니고 감소 모드 제한 세트가 강제 적용된다.

감소에서 정상 모드로의 전환이 트리거 감소 모드 플레인을 통과하는 것으로 인해 발생하면, 감소 모드 제한 세트가 정상 모드 제한 세트로 전환된다. 로봇 TCP가 트리거 감소 모드 플레인을 통과하자마자 정상 및 감소 모드 제한 중에서 더 허용되는 것이 각 제한 값에 적용된다. 일단 로봇 TCP가 트리거 감소 모드 플레인에서 20mm 이상의 거리에서 위치하고 있다면(정상 모드 쪽), 감소 모드 제한 세트가 더 이상 활성이 아니고 정상 모드 제한 세트가 강제 적용된다.

예측한 궤도로 로봇 TCP가 트리거 감소 모드 플레인을 통과하면, 새 제한 세트의 조인트 속도, 톨 속도 또는 운동량 제한을 초과할 것 같은 경우에 플레인을 통과하기 전부터 로봇 암이 감속하기 시작한다. 참고로 이 제한은 감소 모드 제한 세트에서 더 제한적이어야 하므로, 이러한 조기 감속은 정상에서 감소 모드로 전환하는 도중에만 발생할 수 있다.

툴 경계 구성



탭 맨 아래에 있는 Tool Boundary Properties 패널은 원하는 톨 자세로 구성된 로봇 톨 자세의 제한 및 이 자세에서 허용된 최대 편차 제한의 값을 정의한다.

편차

Deviation 텍스트 필드는 원하는 자세에서 로봇 톨 자세의 최대 허용 편차 값을 표시한다. 텍스트 필드를 누르고, 새 값을 입력하는 것으로 이 값을 바꿀 수 있다.

허용 값 범위 및 편차의 허용오차와 단위가 텍스트 필드 옆에 있다.

특징 복사

로봇 툴의 원하는 위치는 현재 로봇 설치의 특징(1.23.12. 설치 → 특징 페이지133 참조)을 사용하여 지정한다. 이 제한을 위하여 선택한 특징의 z-축을 원하는 툴 자세 벡터로 사용하게 된다.

안전 플레인 속성 항목의 왼쪽 아래 부분에 있는 드롭다운 상자를 사용하여 특징을 선택한다. 포인트와 플레인 형식 특징만 사용할 수 있다. <미정의> 항목을 선택하면 플레인 구성이 지워진다.

특징을 선택하여 제한을 구성하면 자세 정보는 제한으로 복사만 되고, 제한은 해당 특징에 연결되지 않는다. 이는 제한 구성을 위해 사용한 특징의 위치 또는 자세를 변경하면 제한이 자동으로 업데이트 되지 않는다는 의미이다. 특징이 변경되면,  아이콘으로 표시된다. 이 아이콘은 선택한 특징이 설치에서 삭제된 경우에도 표시된다.  선택기 옆의 버튼을 클릭하여 특징의 현재 자세로 제한을 업데이트한다.  아이콘이 특징 선택기 위에 있다. 다음을 클릭한다:

안전 모드

툴 자세 경계에 대한 안전 모드를 선택하기 위하여 Tool Boundary Properties 패널 오른쪽의 드롭다운 메뉴를 사용한다. 선택 가능한 옵션:

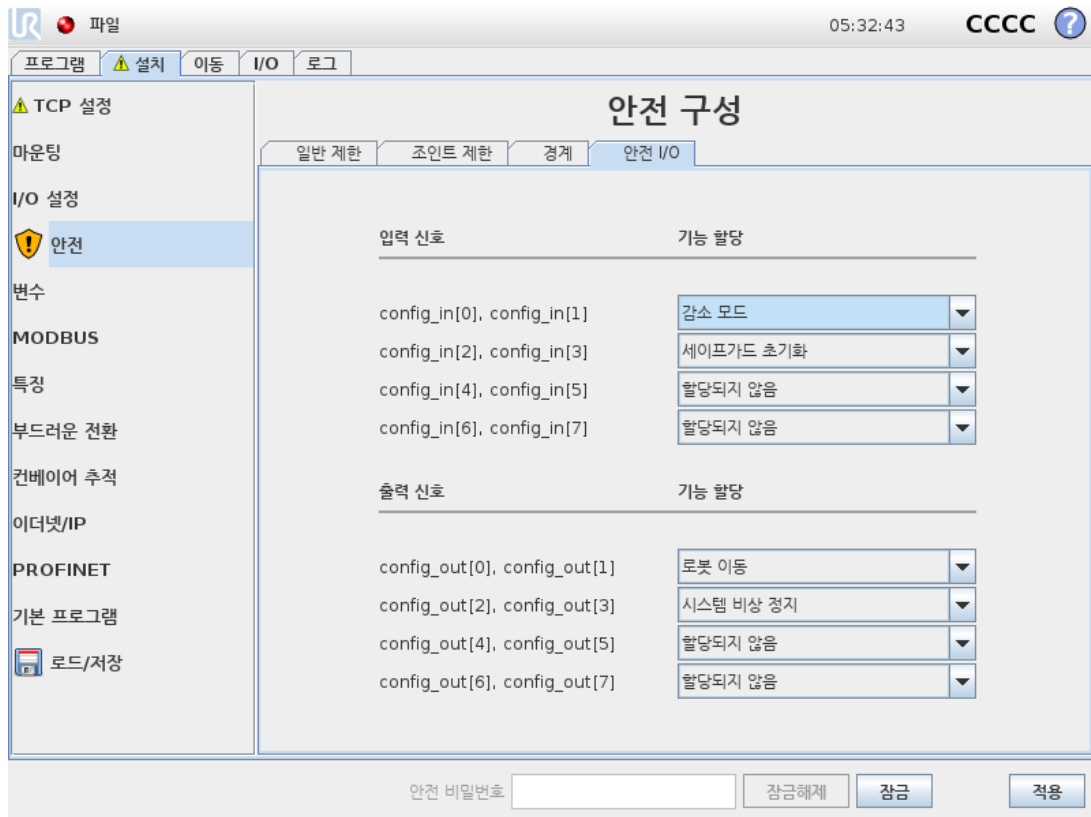
Disabled	툴 경계 제한은 절대로 활성화되지 않는다.
 Normal	안전 시스템이 정상 모드에 있는 경우 툴 경계 제한이 활성화이다.
 Reduced	안전 시스템이 감소 모드에 있는 경우 툴 경계 제한이 활성화이다.
 Normal & Reduced	안전 시스템이 정상 또는 감소 모드에 있는 경우 툴 경계 제한이 활성화이다.

선택한 안전 모드는 안전 경계 패널의 대응 항목에서 아이콘으로 표시된다. 안전 모드를 사용하지 않음으로 지정하면 아이콘이 표시되지 않는다.

효과

예상 궤도를 따라서 계속 이동하는 경우, 툴 자세 편차가 공차를 뺀 입력한 최대 편차를 초과하려고 할 때 프로그램이 중단된다(1.20.4. 공차 페이지85 참조). 참고로 음수 표시가 있는 각 허용오차 값은 실제 입력 값에서 허용오차를 뺀다는 의미일 뿐이다. 툴 자세 편차가 제한을 (허용오차 없이) 초과하면 안전 시스템은 정지 카테고리 0을 수행한다.

1.20.13. 안전 I/O



이 화면은 컨피규어러블 입력 및 출력(I/O)에 대한 **안전 기능**을 정의한다. I/O는 입력과 출력으로 나뉘어져 있고, 짝지어져 있어서 각 기능이 카테고리 **13** 및 PLd I/O를 제공한다.

각 **안전 기능**은 한 쌍의 I/O만 제어할 수 있다. 같은 안전 기능을 둘째로 선택하면, 이를 그 전에 정의한 I/O로부터 제거하게 된다. **안전 기능**은 입력 신호에 대해 5개, 출력 신호에 대해 5개 있다.

참고: 안전 기능을 핀 세트에 적용하면 I/O 설정(1.23.8. 설치 → I/O 설정 페이지125 참조)의 핀에 지정된 I/O 동작이 무시된다.

입력 신호

입력 신호로 다음 **안전 기능**을 선택할 수 있다: 시스템 비상 정지, 감소 모드, 세이프가드 초기화, 3-위치 활성화 장치 and 작동 모드.

시스템 비상 정지

구성하면 티치 펜던트의 비상 정지 버튼 옆에 비상 정지 버튼을 더 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 구성을 지정하는 정상 모드 및 감소 모드가 있다(자세한 정보는 1.20.6. 안전 모드 페이지86 참조). 입력 안전 기능을 선택하면 입력에 주어지는 낮은 입력 신호가 안전 시스템을 감소 모드로 전환한다. 필요하다면 로봇

암이 감속하여 감소 모드 제한 세트를 충족한다. 로봇 암이 감소 모드 제한을 위반하면 정지 카테고리 0을 수행한다. 정상 모드로의 전환은 같은 방식으로 한다. 안전 플레인도 감소 모드로 전환하는 원인이 될 수 있다(자세한 정보는 [안전 플레인 구성 페이지93](#) 참조).

세이프가드 초기화

세이프가드 정지이(가) 안전 I/O에 연결되어 있다면, 초기화가 트리거될 때까지 이 입력을 사용하여 안전 방호 정지 상태를 유지한다. 안전 방호 정지 상태에서는 로봇 암이 이동하지 않는다.



경고

즉, 세이프가드 초기화 function is configured for input pins 0 and 1. Disabling it altogether implies that the robot arm ceases to be Safeguard Stopped as soon as the 세이프가드 정지 input becomes high. In other words, without a 세이프가드 초기화, the 세이프가드 정지 입력 SI0 및 SI1(하드웨어 설치 설명서 참조)은 안전 방호 정지 상태의 활성화 여부를 완전히 결정한다.

3-위치 활성화 장치 and 작동 모드

이는 설치 및 로봇 프로그래밍 시 3-위치 이용 가능 장치를 추가 보호 기능으로 사용할 수 있게 한다. 3-위치 활성화 장치 입력을 구성하면 로봇은 "실행 모드" 또는 "프로그래밍 모드"가 된다. 오른쪽 위 구석에 현재 작동 모드를 표시하는 아이콘이 나타남:

- **실행 모드:** 로봇은 미리 정의된 작업만 수행할 수 있다. 이동 탭과 프리드라이브 모드는 사용할 수 없다.
- **프로그래밍 모드:** 실행 모드에 있는 제한이 해제된다. 3-위치 활성화 장치 입력이 낮을 때 마다 로봇은 안전 방호 정지되고, 속도 슬라이더는 정상 모드에서 250mm/s에 해당되는 초기값으로 지정된다.

하지만 감소 모드에서 스케일링은 정상 모드와 동일하게 유지되므로, 속도 슬라이드가 항상 250mm/s에 도달하는 것은 아니다. 대신 정상 모드의 더 낮은 백분율로 조절될 수 있다.

속도 슬라이더는 더 높은 속도에 도달하기 위해 증분하여 증가될 수 있다. 3-위치 활성화 장치 입력이 낮음에서 높음으로 변경될 때마다 속도 슬라이더는 낮은 값으로 초기화된다.

작동 모드 선택 구성을 위한 두 가지 방법:

1. 외부 모드 선택 장치로 작동 모드를 선택하려면 작동 모드 입력을 구성한다. 3-위치 활성화 장치 입력이 구성되면 드롭다운 메뉴에 이를 구성하는 옵션이 나타난다. 로봇은 작동 모드 입력이 낮으면 실행 모드에 있게 되고 높으면 프로그래밍 모드에 있게 된다.
2. 폴리스코프에서 작동 모드를 선택하려면 3-위치 활성화 장치 입력만이 구성되고 이것이 안전 구성에 적용되어야 한다. 이 경우에 기본 모드는 실행이다. **프로그래밍** 모드로 변경하려면 환영 화면에서 "프로그램 로봇" 버튼을 선택한다. 실행 모드로 돌아가려면 "프로그램 로봇" 화면에서 나가면 된다.



참고

- 3-위치 활성화 장치(를) 포함하는 안전 I/O 구성 활성화가 확인된 다음에 환영 화면이 자동으로 표시된다. 작동 모드가 *프로그래밍*에서 *실행*으로 변경되어도 환영 화면이 자동으로 표시된다.
- 물리적 모드 선택터를 사용하는 경우, 선택을 위해 ISO 10218-1: 5.7.1조를 완전히 준수해야 한다.
- 3-위치 스위치, 그 동작, 성능 특성 및 작동은 사용 장치에 대하여 ISO 10218-1: 5.8.3조를 완전히 준수해야 한다.

출력 신호

출력 신호에는 다음 *안전 기능*을 적용할 수 있다. 모든 신호는 하이 신호를 트리거한 상태가 끝나면 로우로 돌아간다:

System Emergency Stop

로봇 비상 정지 입력 또는 비상 정지 버튼으로 안전 시스템이 비상 정지 상태로 트리거될 때만 신호가 낮음이다. 교착 상태를 피하기 위해, 시스템 비상 정지 입력으로 비상 정지 상태가 트리거되는 경우에 낮음 신호가 주어지지 않는다.



참고

시스템 비상 정지 출력을 통해 비상 정지 상태를 획득하는 외부 기계는 반드시 ISO 13850을 준수해야 한다. 이는 로봇 비상 정지 입력이 외부 비상 정지 장치에 연결된 설치에서 특히 필요하다. 이런 경우에 시스템 비상 정지 출력은 외부 정지 장치가 해제되었을 때 높음이 된다. 이는 로봇 작업자의 수동 작업을 요구하지 않으면서 외부 기계의 비상 정지 상태가 초기화됨을 의미한다. 그러므로 안전 표준을 준수하기 위해 외부 기계는 재개하기 위해 반드시 수동 작업을 필요로 한다.

Robot Moving

로우 신호는 로봇 암이 이동 상태일 때 주어진다. 로봇 암이 고정 위치에 있으면, 하이 신호가 주어진다.

Robot Not Stopping

로봇이 정지했거나 비상 정지 또는 안전 방호 정지 때문에 정지 중이라면 신호가 하이이다. 그렇지 않은 경우에 로직은 로우다.

Reduced Mode

로봇 암이 *감소 모드*에 있거나 안전 입력이 *Reduced Mode* 입력으로 구성되어 있고 신호가 현재 낮음인 경우에 낮음 신호를 보낸다. 그렇지 않은 경우에 신호는 하이이다.

Not Reduced Mode

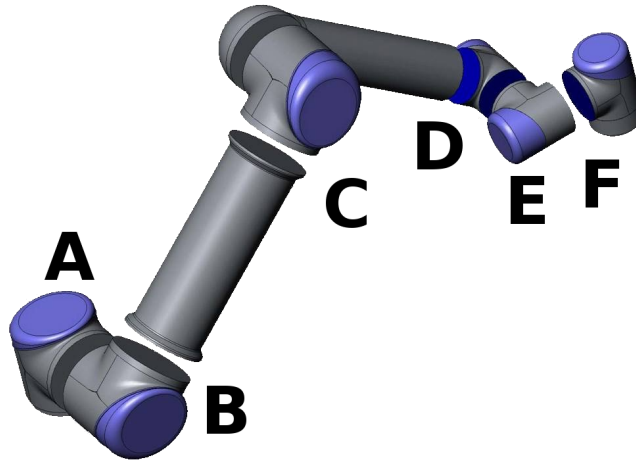
위에서 정의한 *Reduced Mode* 모드의 반대이다.

1. ISO 13849-1을 따른다. 자세한 정보는 용어집 참조. [↗](#)



1.21. 프로그래밍 시작

1.21.1. 개요



13.1: 로봇의 조인트. A: 베이스, B: 숄더, C: 엘보우 및 D, E, F: 손목 1, 2, 3

유니버설로봇 암은 튜브와 조인트로 구성되어 있다. 조인트 및 통상적인 이름은 13.1 그림에서 확인할 수 있다. **베이스**는 로봇이 마운트된 곳이며 반대쪽 끝(**손목 3**)에 로봇 툴이 부착되어 있다. 조인트 동작을 맞추어서 움직이는 것으로 로봇은 자유롭게 툴을 움직일 수 있는데, 베이스 바로 위와 바로 아래 영역은 예외이다.

폴리스코프는 로봇 암과 컨트롤 박스 작동, 로봇 프로그램 실행, 프로그램의 순쉬운 작동을 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.



경고

1. 하드웨어 설치 설명서에는 중요한 안전 정보가 포함되어 있으며 로봇을 처음 켜기 전에 UR 로봇 통합자가 이를 읽고 이해해야 한다.
2. 통합자는 최초로 로봇 암 전원을 켜기 전에 위험 평가로 정의된 안전 구성 매개변수를 지정해야 한다. 1.20. [안전 구성 페이지](#) 83 장 참조.

1.21.2. 시작하기

폴리스코프를 사용하기 전에 로봇 암과 컨트롤 박스를 설치하고, 컨트롤 박스를 켜야 한다.

로봇 암과 컨트롤 박스 설치하기

로봇 암과 컨트롤 박스를 설치하는 방법:

1. 로봇 암과 컨트롤 박스를 꺼낸다.
2. 베이스 조인트가 토크의 10배 및 로봇 암의 중량 5배를 최소한 견딜 수 있는 견고한 표면에 로봇을 마운트한다. 표면은 진동이 없어야 한다.
3. 컨트롤 박스를 푸트에 둔다.
4. 로봇과 컨트롤 박스 사이에 로봇 케이블을 삽입한다.
5. 주요 컨트롤 박스 플러그를 삽입한다.

**경고**

전복 위험로봇이 견고한 표면에 고정 되어 있지 않으면, 로봇이 쓰러지고 손상을 줄 수 있다.

상세한 설치 안내는 하드웨어 설치 설명서에 있다. 로봇 암으로 무엇을 하든 위험 평가를 할 필요가 있다.

컨트롤 박스 켜기 및 끄기

컨트롤 박스는 터치 스크린에서 패널 앞의 전원 버튼을 눌러서 켤 수 있다. 이 패널은 통상적으로 *터치 패널*이라고 부른다. 컨트롤 박스를 켜면, 사용하는 운영체제의 텍스트가 터치 스크린에 나타난다. 약 1분이 지난 다음에 화면에 버튼이 몇 개 나타나고, 팝업이 사용자를 초기화 화면으로 안내한다(1.21.6. 초기화 화면 페이지108 참조).

컨트롤 박스를 종료하려면 화면의 녹색 전원 버튼을 누르거나, 화면 오른쪽 모서리의 Shut Down button on the welcome screen (see 1.21.5. 환영 화면 페이지107).

**경고**

벽의 소켓에서 플러그를 뽑아서 끄면 로봇의 파일 시스템에 손상을 일으키고 로봇에 장애를 줄 수 있다.

로봇 암 켜기 및 끄기

컨트롤 박스가 켜져 있고, 비상 정지 버튼이 켜져 있지 않으면 로봇 암을 켤 수 있다. ON button on that screen, and then pressing Start 버튼을 누르면 초기화 화면(1.21.6. 초기화 화면 페이지108 참조)에서 로봇 암을 켤 수 있다. 로봇을 시작하면 브레이크를 해제하는 동안 소리를 내고 약간 움직인다.

로봇 암의 전원은 초기화 화면에서 OFF 버튼을 누르는 것으로 끌 수 있다. 컨트롤 박스를 종료하는 경우에도 자동으로 로봇 암 전원이 꺼진다.

1.21.3. 첫 프로그램

프로그램은 로봇에게 무엇을 해야 하는지 알려주는 명령 목록이다. 폴리스코프를 사용하면 프로그래밍 경험이 거의 없는 사람들이 로봇을 프로그래밍할 수 있다. 대부분의 작업의 경우, 프로그래밍은 까다로운 명령 입력 없이 터치 패널을 사용하는 것만으로 수행된다.

툴 동작은 로봇 암에 움직이는 방법을 가르치는 로봇 프로그램의 일부이다. 폴리스코프에서 툴 동작은 일련의 **웨이포인트**를 사용하여 설정된다. 결합된 웨이포인트는 로봇 암이 따라가는 경로를 형성한다. 웨이포인트는 이동 탭을 사용하여 설정하거나 수동으로 로봇을 특정 위치로 이동(티칭)하거나 소프트웨어로 계산할 수 있다. 이동 탭(1.23. [로봇 제어 페이지](#) 115 참조)을 사용하여 로봇 암을 원하는 위치로 이동하거나 티치 펜던트 뒤쪽 프리드라이브 버튼을 누른 상태에서 로봇 암을 잡아 당겨 위치를 가르친다.

웨이포인트를 통해 움직이는 것 외에도 프로그램은 로봇 경로의 특정 포인트에서 I/O 신호를 다른 기계에 보내고, 변수 및 I/O 신호에 따라서 **if...then** 및 **loop**와 같은 명령을 수행할 수 있다.

다음은 시작된 로봇 암이 두 개의 웨이포인트 사이를 이동하는 것을 허용하는 간단한 프로그램이다.

1. Program Robot button and select Empty Program 항목을 누른다.
2. 다음 버튼(오른쪽 아래)을 눌러 화면 왼쪽 트리 구조에서 Next button (bottom right) so that the <empty> 라인을 선택한다.
3. Structure 탭으로 이동한다.
4. Move 버튼을 누른다.
5. Command 탭으로 이동한다.
6. Next button, to go to the Waypoint 설정을 누른다.
7. ? 그림 옆에 있는 Set this waypoint 버튼을 누른다.
8. 티치 펜던트 뒷면에 있는 Move screen, move the robot by pressing the various blue arrows, or move the robot by holding the Freedrive 버튼을 누른 상태에서 로봇 암을 당긴다.
9. OK 항목을 누른다.
10. Add waypoint before 항목을 누른다.
11. ? 그림 옆에 있는 Set this waypoint 버튼을 누른다.
12. Move screen, move the robot by pressing the various blue arrows, or move the robot by holding the Freedrive 버튼을 누른 상태에서 로봇 암을 당긴다.
13. OK 항목을 누른다.
14. 이것으로 프로그램이 준비 상태가 된다. "재생" 심볼을 누르면 로봇이 두 포인트 사이에서 이동한다. 로봇이 닿지 않을 곳에서 비상 정지 버튼을 누르고 "재생"을 누른다.
15. 축하합니다! 주어진 두 웨이포인트 사이에서 로봇을 이동하는 첫 로봇 프로그램을 만들었다.

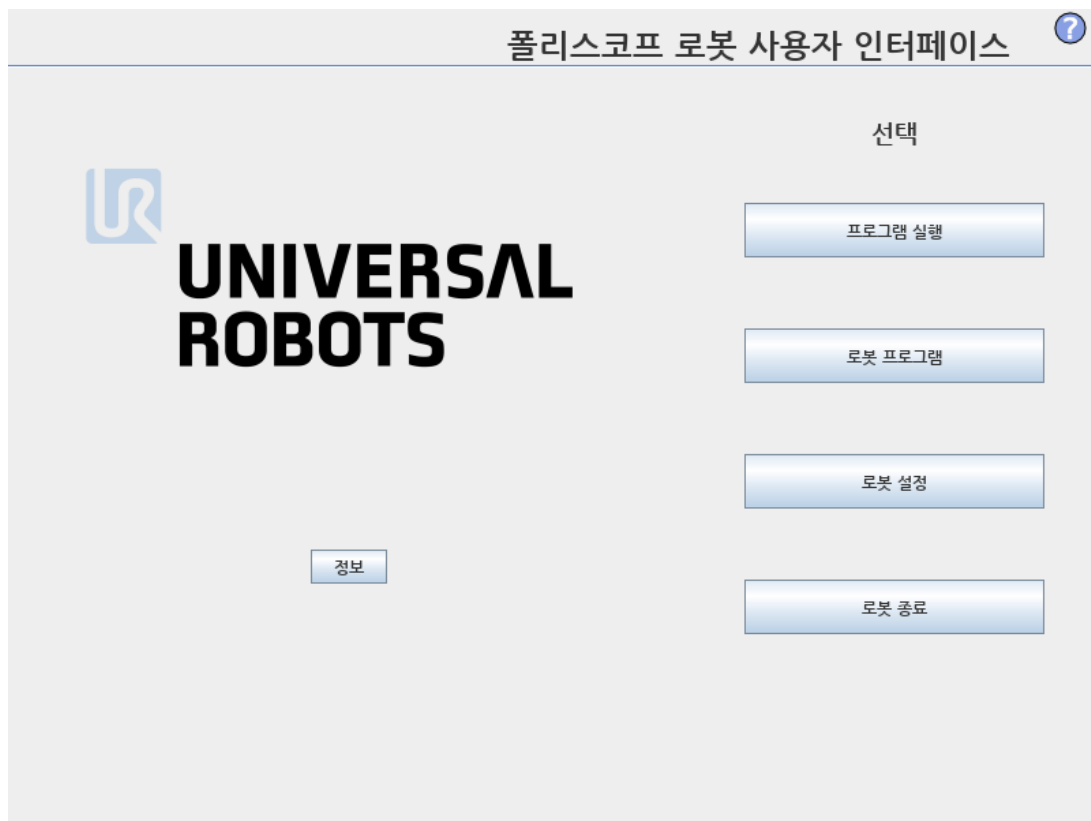


경고

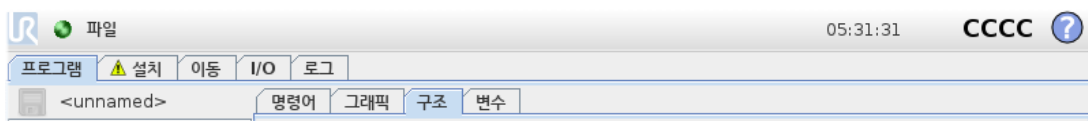
1. 로봇이 손상 될 수 있으므로 로봇을 자체 또는 다른 것에 부딪히지 않게 한다.
2. 로봇이 닿지 않는 (작업공간) 거리에 머리와 몸을 둔다. 끼일 수 있는 곳에는 손가락을 대지 않는다.
3. 이는 UR 로봇을 얼마나 쉽게 사용할 수 있는지 보여주는 빠른 시작 가이드이다. 이는 해롭지 않은 환경과 매우 주의 깊은 사용자를 가정한다. 속도 또는 가속도는 기본값을 초과하여 높이지 않는다. 로봇을 작동하기 전에는 언제나 위험 평가를 수행한다.

1.21.4. 폴리스코프 프로그래밍 인터페이스

폴리스코프는 컨트롤 박스에 부착한 터치스크린에서 실행된다.



위 그림은 환영 화면을 표시한다. 화면에서 파란색 영역은 손가락 또는 펜의 뒤쪽 끝으로 누를 수 있는 버튼이다. 폴리스코프는 화면에서 계층 구조를 가지고 있다. 프로그래밍 환경에서 화면에 쉽게 접근할 수 있도록 화면은 탭으로 배열되어 있다.

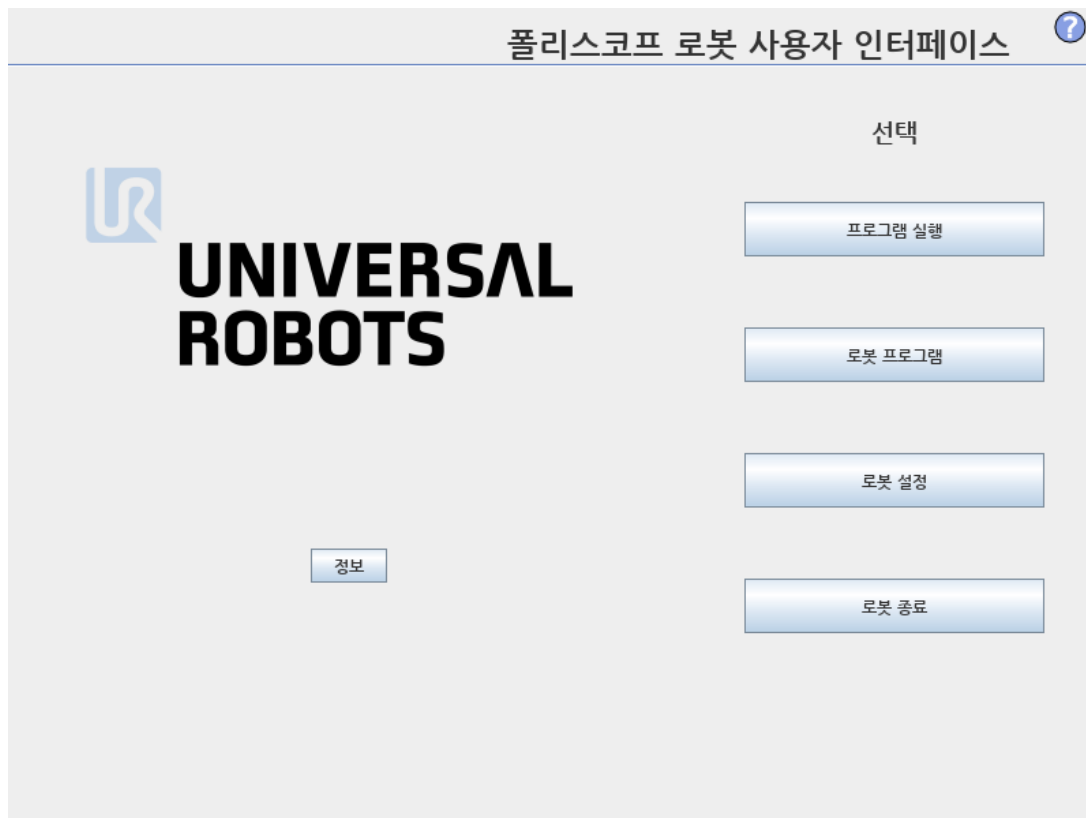


이 예에서 **프로그램** 탭은 최상위 수준에서 선택하고, 그 아래에서 `structure` tab is selected. The `Program` 탭은 현재 로드한 프로그램과 관련된 정보를 담고 있다. **이동** 탭을 선택하면, **이동** 화면으로 바뀌고, 여기에서 로봇 암을 움직일 수 있다. 마찬가지로 **I/O** 탭을 선택하면 전기 I/O 현재 상태를 모니터링하고 변경할 수 있다.

컨트롤 박스 또는 티치 펜던트에 마우스와 키보드를 연결하는 것이 가능하지만, 필수적이지는 않다. 거의 모든 텍스트 필드는 터치가 가능하므로, 이를 누르면 화상 키패드 또는 키보드가 나타난다.

폴리스코프의 다양한 화면이 다음 항목에 있다.

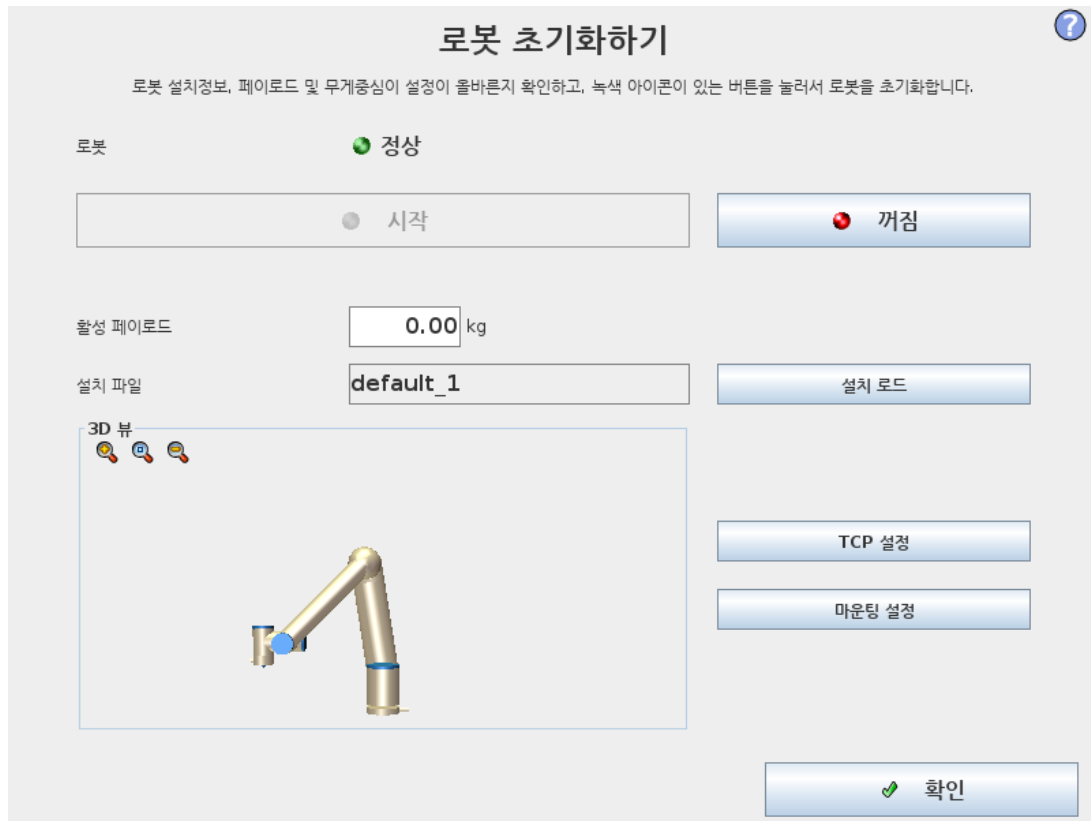
1.21.5. 환영 화면



컨트롤러 PC를 켜 다음에 환영 화면이 나타난다. 화면은 다음 옵션을 제공한다:

- **프로그램 실행:** 기존 프로그램을 선택하고 실행한다. 이는 로봇 암과 컨트롤 박스를 작동할 수 있는 가장 간단한 방법이다.
- **프로그램 로봇:** 프로그램을 바꾸거나 새 프로그램을 생성한다.
- **로봇 설정:** 언어 변경, 비밀번호 지정, 소프트웨어 업그레이드 등을 수행한다.
- **로봇 종료:** 로봇 암의 전원을 끄고, 컨트롤러 박스를 종료한다.
- **정보:** 소프트웨어 버전, 호스트네임, IP 주소, 일련 번호, 법적사항 등의 내용을 제공한다.

1.21.6. 초기화 화면



이 화면에서는 로봇 암의 초기화를 제어한다.

로봇 암 상태 표시기

상태 LED는 로봇 암의 실행 상태를 표시한다:

- 밝은 빨간색 LED는 로봇 암이 현재 정지 상태라는 것을 나타내며, 그 이유는 여러 가지 일 수 있다.
- 밝은 노란색 LED는 로봇 암이 켜져 있지만, 정상 작업을 위한 준비가 되어 있지 않다는 것을 나타낸다.
- 마지막으로 녹색 LED는 로봇 암이 켜져 있고, 정상 작업을 위한 준비가 되어 있다는 것을 나타낸다.

LED 옆에 나타나는 문자는 로봇 암의 현재 상태를 더 구체적으로 알려 준다.

액티브 페이로드 및 설치

로봇 암을 켜면, 컨트롤러가 사용하는 페이로드 질량이 흰색의 작은 텍스트 필드에 표시 된다. 이 값은 텍스트 필드를 누르고, 새 값을 입력하는 것으로 바꿀 수 있다.

참고: 이 값을 설정해도 로봇 설치의 페이로드는 수정되지 않으며(1.23.6. 설치 → TCP 구성 페이지121 참조), 컨트롤러가 사용할 페이로드 질량이 설정될 뿐이다.

마찬가지로 현재 로드한 설치 파일 이름은 회색 텍스트 필드에 표시 되어 있다. 텍스트 필드를 누르거나 그 옆의 **로드** 버튼을 사용하여 다른 설치를 로드할 수 있다. 반면에 화면의 아래쪽에 있는 3D 뷰 옆의 버튼을 사용하여 로드한 설치를 사용자 정의할 수 있다.

로봇 암을 시작하기 전에 액티브 페이로드와 액티브 설치가 로봇 암의 실제 상황에 대응하는지 확인하는 것이 중요하다.

로봇 암 초기화



경고

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



주의

로봇 암이 장애물에 부딪히게 하면 조인트 기어박스를 손상시킬 수 있으므로 로봇 암이 장애물 또는 테이블에 접촉하지 않는지 확인하는 것이 중요하다.

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

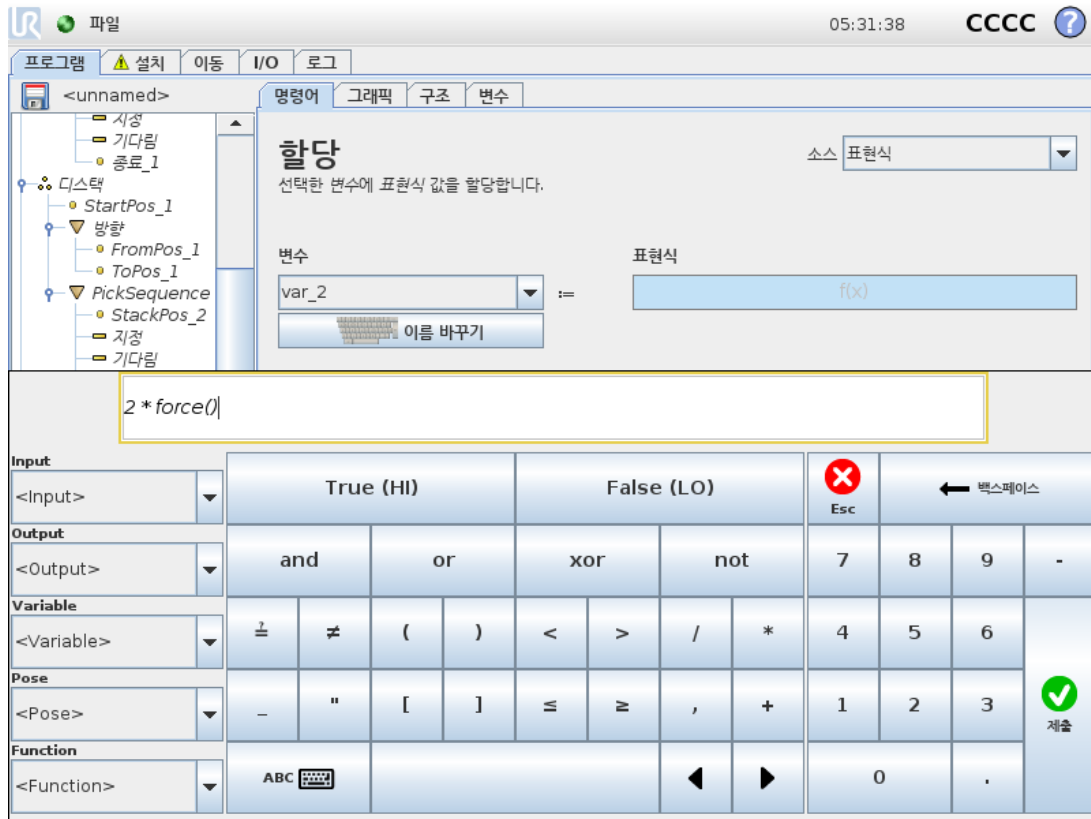
- 컨트롤러 PC가 켜진 후, 로봇 암을 켜기 위해 버튼을 한 번 눌러야 한다. 로봇 암 상태가 **전원 켜짐**으로 바뀐 후 **유휴** 상태가 된다. 비상 정지가 되면 로봇 암을 켤 수 없고, 이 버튼은 사용할 수 없다.
- 로봇 암이 **유휴** 상태가 되면 버튼을 다시 한 번 눌러서 로봇 암을 시작해야 한다. 이 때 센서 데이터를 로봇 암의 마운팅 구성과 대조하여 점검하게 된다. 불일치 사항이 발견되면(공차 30°), 버튼이 꺼지고, 오류 메시지가 그 아래에 나타난다.
마운팅 확인에서 통과했다면, 버튼을 누르면 모든 조인트 브레이크를 해제하고, 로봇 암이 정상 작업 준비가 된다. 브레이크 해제 도중 로봇은 소리를 내고 약간 움직인다.
- 로봇 암이 시작 후에 안전 제한 중 하나를 위반하면 **복구 모드**로 작동된다. 이 모드에서 버튼을 누르면 복구 이동 화면으로 전환하고, 로봇 암이 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 로봇 암을 끈다.



1.22. 화상 편집기

1.22.1. 화면 표현식 편집기



표현식은 텍스트로 편집하지만, 표현식 편집기는 곱하기 *, 작거나 같음 $\leq$ 등의 특별 표현식 심볼을 삽입하기 위한 다수의 버튼과 심볼이 있다. 화면 왼쪽 위의 키보드 심볼 버튼은 표현식을 텍스트로 편집할 수 있게 해준다. 정의된 모든 변수는 Variable selector, while the names of the input and output ports can be found in the Input and Output selectors. Some special functions are found in Function에서 찾아볼 수 있다.

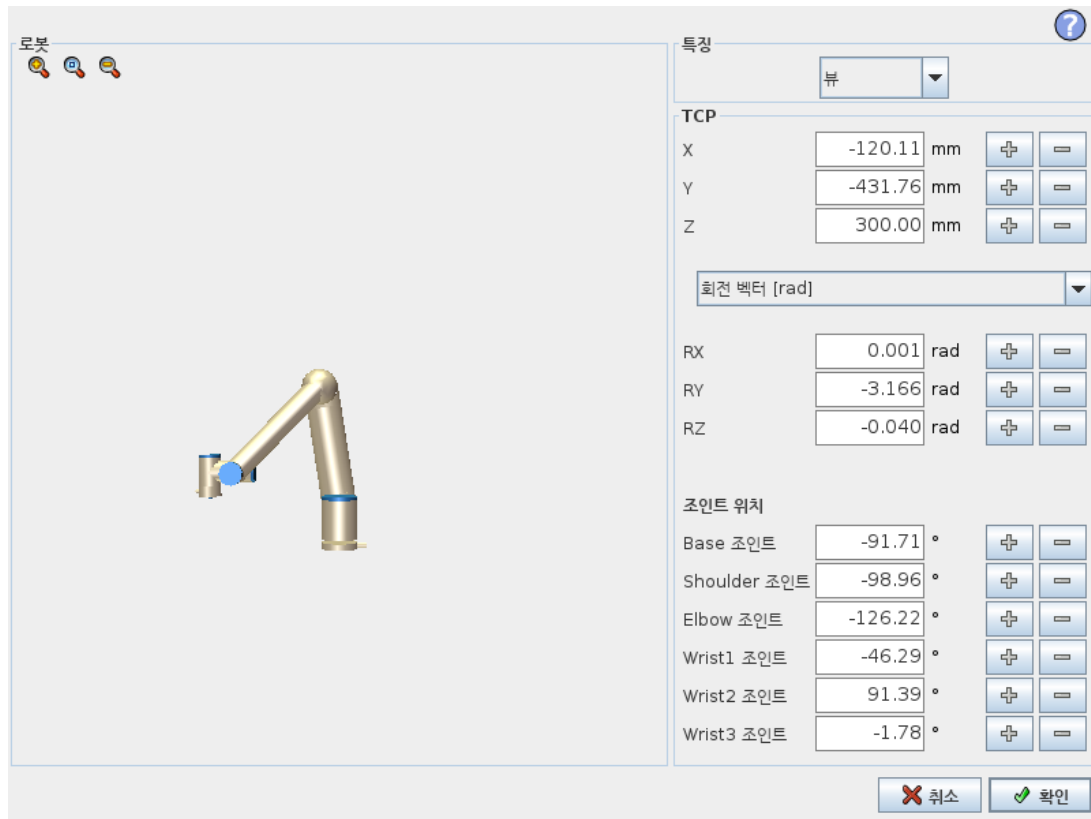
확인 버튼을 누르면 표현식의 문법적 오류를 검사한다. Ok button is pressed. The Cancel 버튼을 누르면 화면을 나가고, 모든 변경을 취소한다.

표현식의 예:

`digital_in[1] = True and analog_in[0] < 0.5`

1.22.2. 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

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

로봇 TCP의 지정한 대상 위치가 안전 또는 트리거 플레인에 가까이 오거나, 로봇 툴의 자세가 툴 자세 경계 제한 근처로 오면(1.20.12. [경계 페이지](#)92 참조), 대략적인 경계 제한을 3D로 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(1.20.6. [안전 모드 페이지](#)86 참조)이 활성화된 곳이다. 툴 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇 툴의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부는 툴 자세(벡터)에 허용되는 영역을 나타낸다.

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

특징 및 툴 위치

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

특징 선택기 아래에 현재 활성화된 툴 센터 포인트(TCP)가 표시되어 있다. 명명된 여러 TCP 구성에 대한 자세한 정보는 [1.23.6. 설치 → TCP 구성 페이지121](#) 내용을 참조한다. 텍스트 상자는 선택한 특징에 대하여 해당 TCP의 완전한 좌표 값을 표시한다. X, Y and Z control the position of the tool, while RX, RY and RZ에서 툴의 자세를 제어한다.

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

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

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = RZ(\alpha) \cdot RY(\beta) \cdot RX(\gamma)$$

- **RPY [°]** 롤, 피치, 요(RPY) 각도로서 도 단위를 사용한다.

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

조인트 위치

개별 조인트는 직접 지정할 수 있게 한다. 각 조인트 위치 값 범위는 $-360^{\circ} \sim +360^{\circ}$ 이며, 이 범위가 *조인트 제한*이다. 값은 조인트 위치를 클릭하는 것으로 편집할 수 있다. 상자 오른쪽의 + or - 버튼을 눌러서 현재 값을 줄이거나 늘릴 수 있다. 버튼을 누르고 있으면 값을 직접 증가 또는 감소할 수 있다. 버튼을 오래 누를수록 증가량 또는 감소량이 커진다.

확인 버튼

이 화면을 Move tab (see [1.23. 로봇 제어 페이지115](#)), clicking the OK button will return to the Move 탭에서 활성화하면, 여기에서 로봇 암이 지정한 대상으로 이동한다. 마지막으로 지정한 값이 툴 좌표라면 로봇 암은 MoveL 이동 형식을 사용하여 대상 위치로 이동하고, 조인트 위치를 마지막으로 지정했다면 로봇 암은 MoveJ 이동 형식을 사용하여 대상 위치로 이동한다. 여러 가지 이동 형식은 [이동 형식 페이지153](#)에 설명되어 있다.

취소 버튼

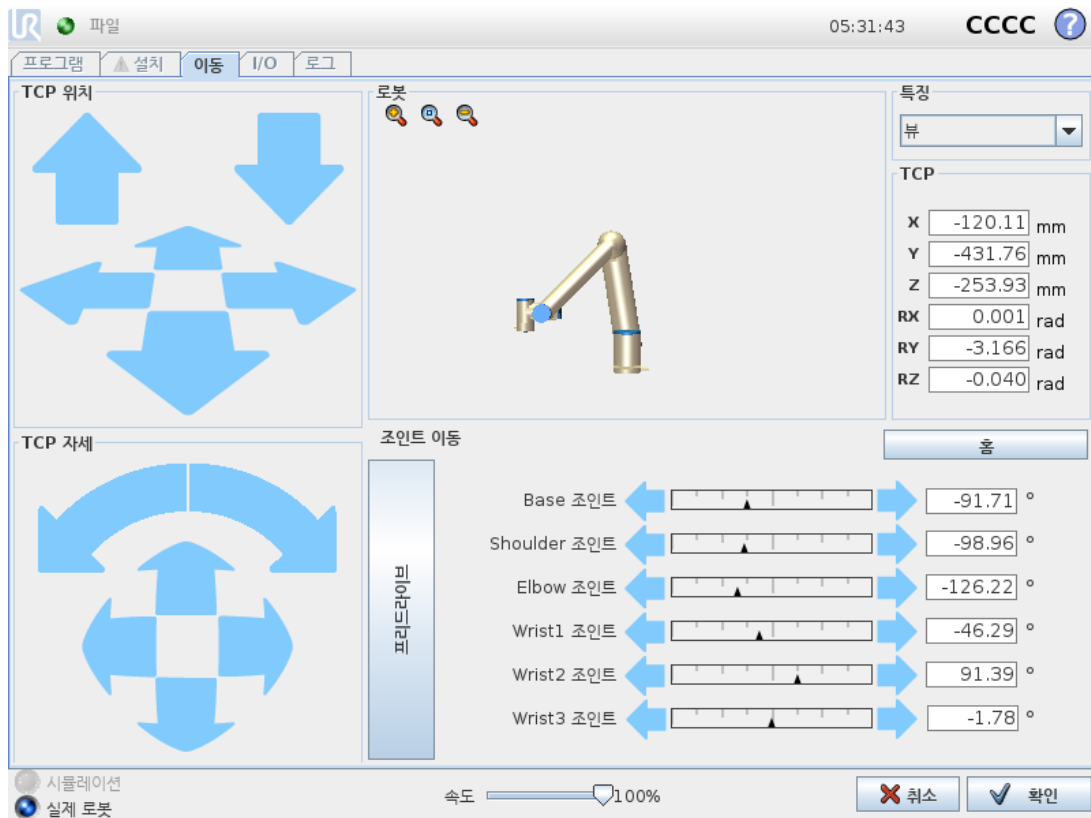
Cancel 버튼을 클릭하면 화면을 나가고, 모든 변경을 취소한다.



1.23. 로봇 제어

1.23.1. 이동 탭

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



로봇

로봇 암의 현재 위치는 3D 그래픽으로 보여준다. 돋보기 아이콘을 눌러서 확대/축소하거나 손가락을 옆으로 끌어서 뷰를 바꿀 수 있다. **뷰** 기능을 선택하고 3D 드로잉 표시 각도를 회전하여 뷰를 실제 로봇 암과 맞추어서 로봇 암 제어를 위해 가장 적합한 느낌을 만들어낼 수 있다.

로봇 TCP의 현재 위치가 안전 또는 트리거 플레인에 가까이 오거나, 로봇 툴의 자세가 툴 자세 경계 제한 근처로 오면(1.20.12. [경계 페이지](#)92 참조), 대략적인 경계 제한을 3D로 표현하여 보여준다. 로봇이 프로그램을 실행하는 동안 경계 제한 표시가 꺼진다.

안전 플레인은 노란색과 검은색으로 시각화하며, 작은 화살표가 플레인 수직선을 표현한다. 이는 로봇 TCP 위치를 지정할 수 있는 플레인의 면을 나타낸다. 트리거 플레인은 파란색 및 녹색으로 표시되고, 플레인의 측면을 가리키는 작은 화살표가 있는데, 이는 **정상 모드 제한**(1.20.6. [안전 모드 페이지](#)86 참조)이 활성화된 곳이다. 툴 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇 툴의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부는 툴 자세(벡터)에 허용되는 영역을 나타낸다.

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

특징 및 툴 위치

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

특징 선택기 아래에 현재 활성화된 툴 센터 포인트(TCP)가 표시되어 있다. 텍스트 상자는 선택한 특징에 대하여 해당 TCP의 완전한 좌표 값을 표시한다. 명명된 여러 TCP 구성에 대한 자세한 정보 보기: (1.23.6. 설치 → TCP 구성 페이지121 참조).

좌표계 또는 조인트 위치를 클릭하는 것으로 값을 직접 편집할 수 있다. 이를 통해 포즈 편집기 화면으로 이동하며(1.22.2. 포즈 편집기 화면 페이지111 참조), 툴 또는 대상 조인트 위치에 대한 대상 위치 및 자세를 지정할 수 있다.

툴 이동

- 이동 화살(위)을 길게 누르면 표시된 방향으로 로봇 툴팁이 이동된다.
- 회전 화살(아래)을 길게 누르면 로봇 툴의 자세를 표시된 방향으로 바꾼다. 회전 포인트는 툴 센터 포인트(TCP)이다. 즉, 로봇 툴에 특성 포인트를 주는 로봇 암 끝의 포인트이다. TCP는 작은 파란색 공으로 보인다.

참고: 버튼을 해제하면 언제든지 동작을 멈출 수 있다.

조인트 이동

개별 조인트를 직접 제어할 수 있게 허용한다. 각 조인트는 $-360^{\circ} \sim +360^{\circ}$ 이동할 수 있으며, 이는 각 조인트에서 수평 바로 표시되는 기본 **조인트 제한**이다. 조인트가 조인트 제한에 도달하면 더 이상 구동할 수 없다. 조인트 제한을 기본과 다른 위치 범위로 구성했다면(1.20.11. 조인트 제한 페이지91 참조), 이 범위는 수평 바에서 빨간색으로 표시된다.

프리드라이브

프리드라이브 버튼을 누르는 동안에는 로봇 암을 직접 잡아서 원하는 위치로 당길 수 있다. 중력 설정(1.23.7. 설치 → 마운팅 페이지124 참조)이 **설정** 탭에서 틀리게 설정되었거나, 로봇 암이 무거운 것을 들고 있다면 **프리드라이브** 버튼을 눌렀을 때 로봇 암이 움직이기(떨어지기) 시작할 수 있다. 그런 경우에는 **프리드라이브** 버튼에서 다시 손을 뗀다.



경고

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

1.23.2. I/O 탭



이 화면에서는 언제든지 로봇 컨트롤 박스에서 송수신하는 라이브 I/O 신호를 모니터링하고 설정할 수 있다. 이 화면은 프로그램 실행 중인 경우를 포함하여 I/O의 현재 상태를 표시한다. 프로그램 실행 시 무언가 변화하면, 프로그램은 멈춘다. 프로그램이 멈추면 모든 출력 신호는 그 상태를 보존한다. 화면은 10Hz로만 업데이트 되므로, 매우 빠른 신호는 올바르게 표시 되지 않을 수 있다.

컨피규어러블 I/O는 설치의 안전 I/O 구성 항목에서 특별 안전 설정을 위해 지정할 수 있다(1.20.13. [안전 I/O 페이지](#)98 참조). 지정된 것은 기본 또는 사용자 정의 이름 대신에 안전 기능 이름을 갖게 된다. 안전 설정을 위해 지정한 컨피규어러블 출력은 끄거나 켤 수 없으며, LED만으로 표시된다.

신호의 전기적 사양은 1.9.3. [컨트롤러 I/O 페이지](#)28 장에 기술되어 있다.

전압

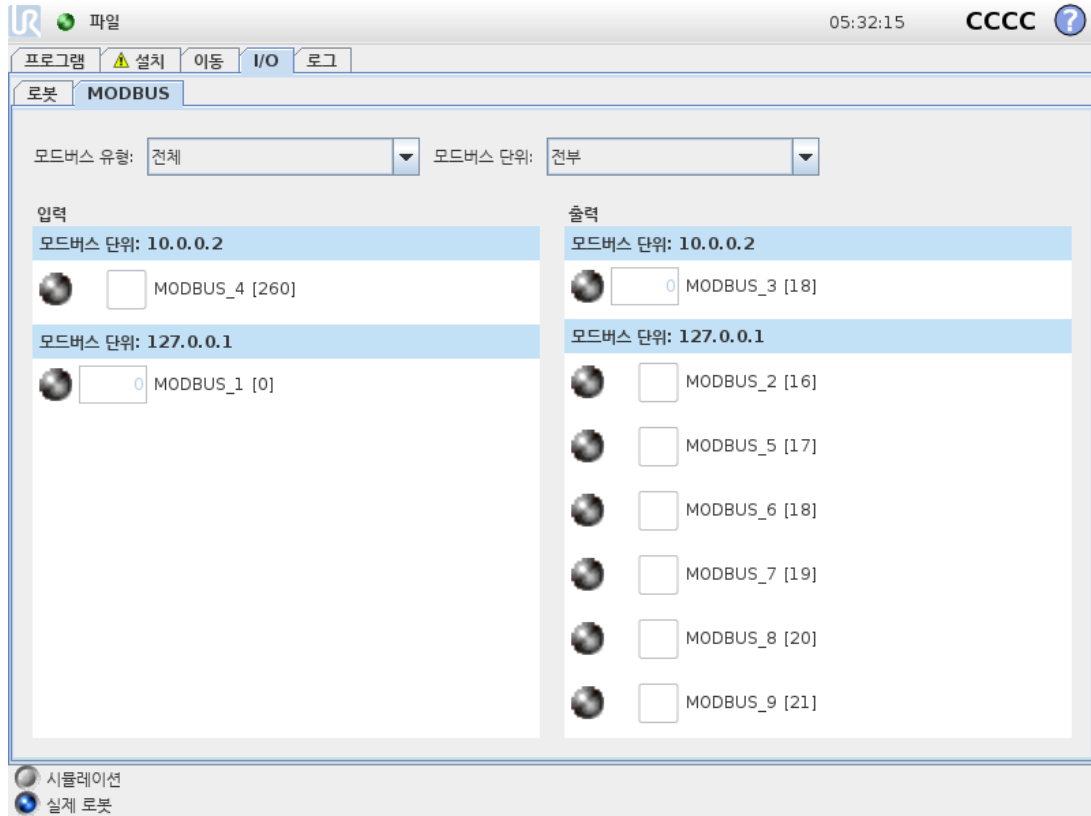
툴 출력에서 사용자가 툴 출력을 제어하는 경우에만 전압을 구성할 수 있다. URCap을 선택하면 전압에 대한 액세스가 제거된다.

아날로그 도메인 설정

아날로그 I/O는 전류 [4-20mA] 또는 전압 [0-10V] 출력 중 하나로 설정할 수 있다. 설정은 프로그램을 저장할 때 로봇 컨트롤러 재시작을 위해 기억하게 된다. 툴 출력에서 URCap을 선택하면 아날로그 툴 입력에 대한 도메인 설정 액세스가 제거된다.

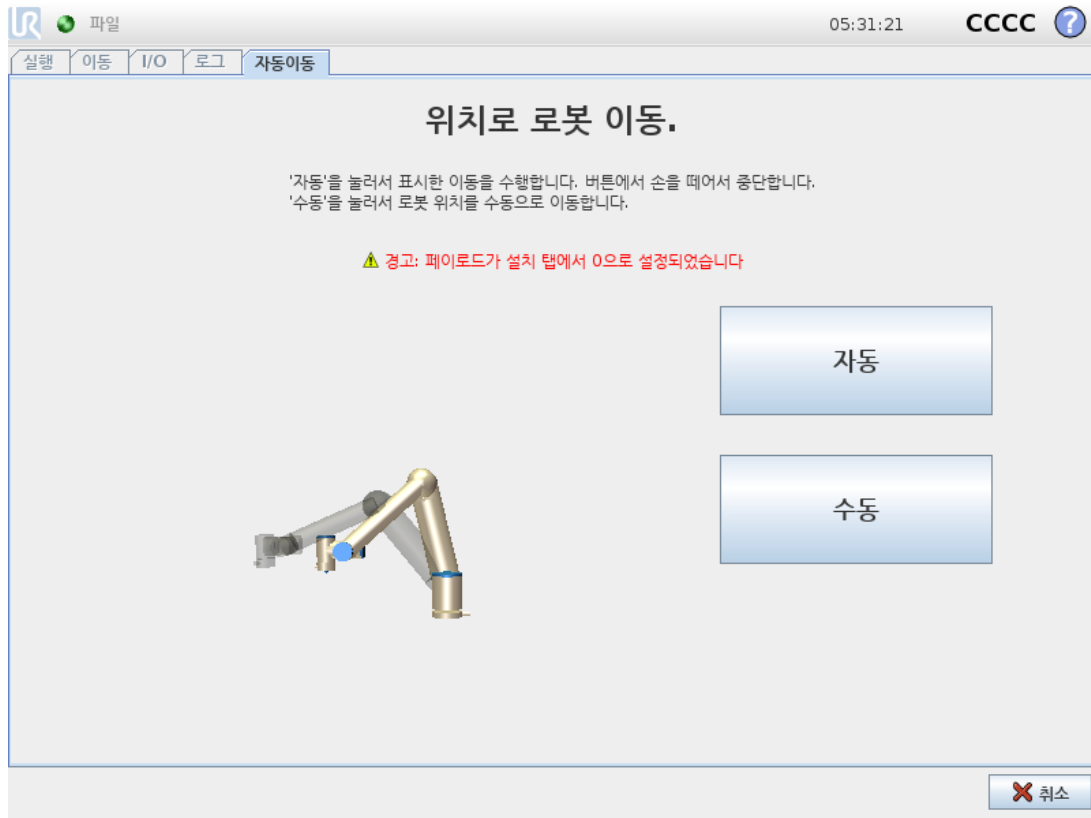
1.23.3. 모드버스

아래 스크린샷은 설치 과정에서 설정될 때 MODBUS 클라이언트 I/O 신호를 나타낸다. 화면 상단의 드롭 다운 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(1.23.8. 설치 → I/O 설정 페이지125 참조)



1.23.4. 자동이동 탭

자동이동 탭은 로봇 암을 작업 영역에서 특정 위치로 이동할 때 사용한다. 실행 전에 로봇 암이 시작 위치로 이동해야 하거나, 프로그램 조정 중에 웨이포인트로 이동해야 하는 경우가 이러한 예이다.



애니메이션

애니메이션은 로봇 암이 수행할 이동을 보여준다.



주의

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



주의

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

자동

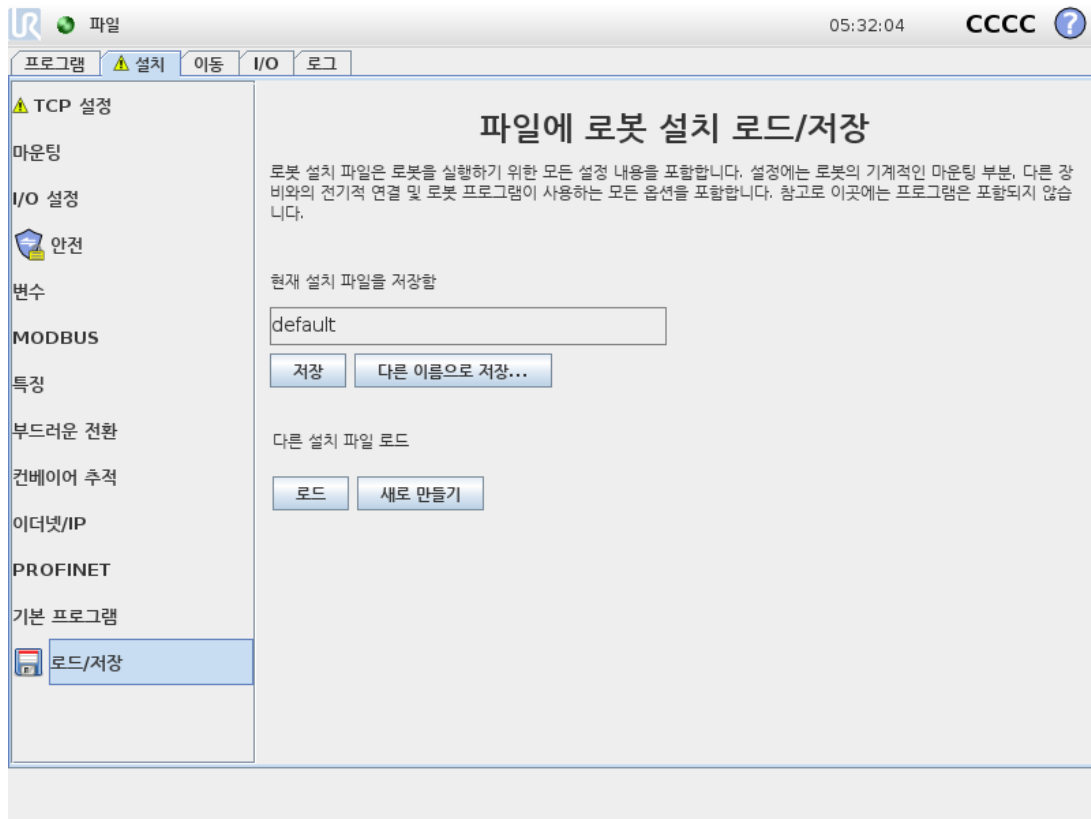
자동 버튼을 눌러서 애니메이션에서 나오는 대로 로봇 암을 이동할 수 있다.

참고: 버튼을 떼면 언제든지 동작을 멈출 수 있다.

수동

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

1.23.5. 설치 → 로드/저장



로봇 설치 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(1.23.2. I/O 탭 페이지 117 참조).

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

설치에 대한 어떠한 변경이라도 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 만들기** 버튼은 로봇 설치의 모든 설정을 공장 기본값으로 초기화한다.



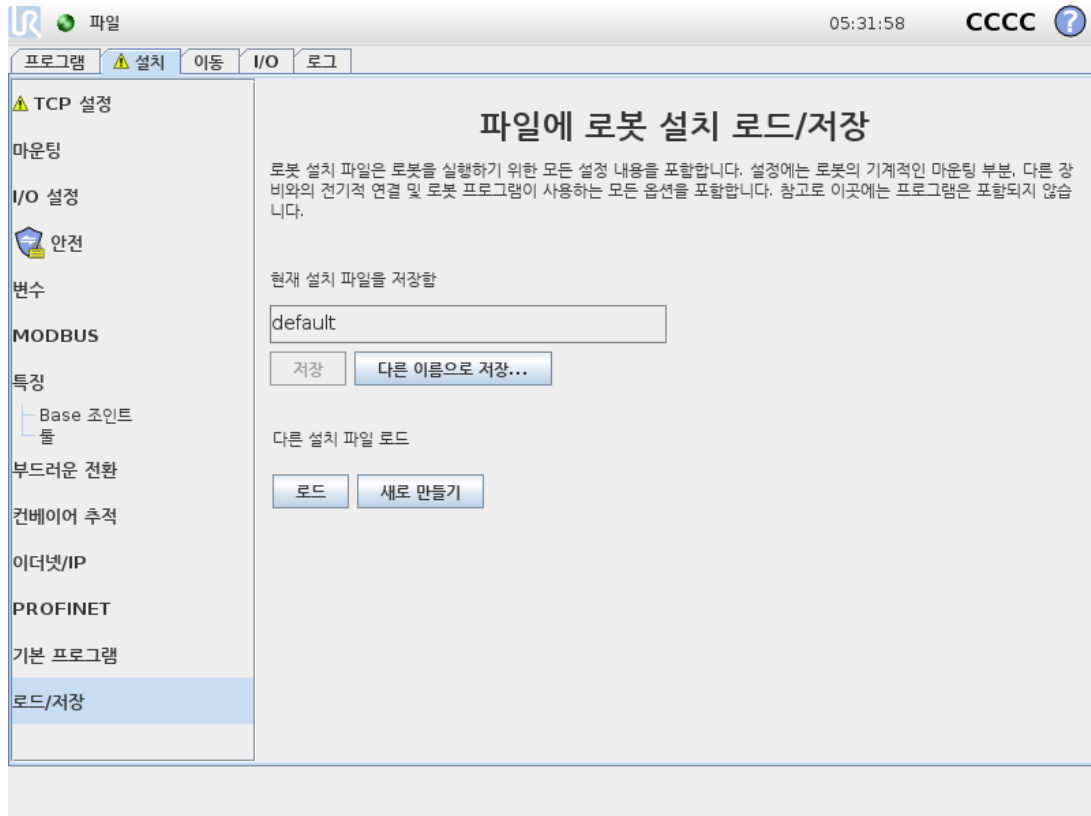
주의

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

1.23.6. 설치 → TCP 구성

툴 센터 포인트(TCP)는 로봇 툴의 포인트이다. 각 TCP는 툴 출력 플랜지의 중앙에서 상대적인 좌표 이동과 회전을 포함한다.

이전에 저장된 웨이포인트로 돌아가도록 프로그래밍되면 로봇은 TCP를 웨이포인트 내에 저장된 위치와 자세로 이동한다. 직선 이동을 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 좌표 상자는 TCP 자세를 지정한다. 이동 탭과 마찬가지로 RX, RY, RZ 상자 위의 단위 드롭다운 메뉴를 사용하여 자세 좌표를 선택한다(1.22.2. 포즈 편집기 화면 페이지111 참조).

TCP 추가, 이름 바꾸기, 변경 및 제거

신규 버튼을 눌러 새 TCP를 정의한다. 생성된 TCP는 자동으로 고유 이름을 받고 드롭다운 메뉴에서 선택이 가능해진다. TCP의 이름을 바꾸려면 **이름 바꾸기** 버튼을 누른다. 선택한 TCP를 제거하려면 **제거** 버튼을 누른다. 마지막 TCP는 제거할 수 없다.

선택한 TCP의 변환 및 회전은 필드에 새 값을 입력하여 수정할 수 있다.

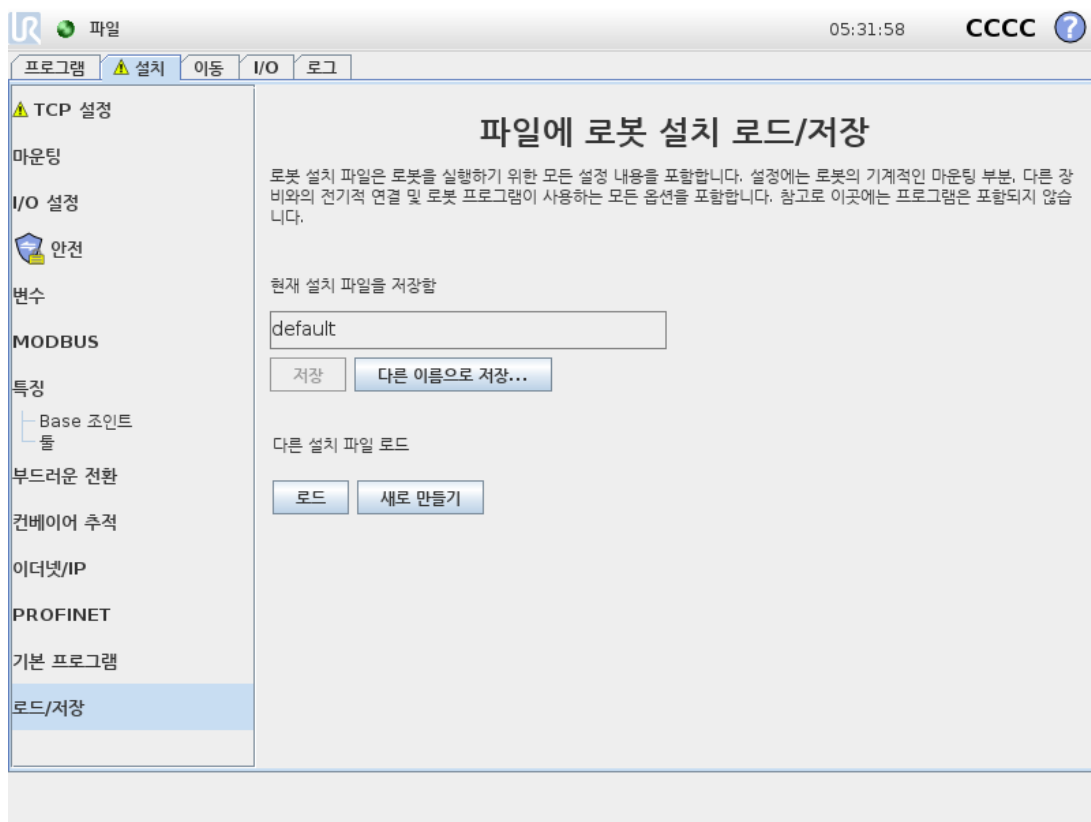
활성 TCP

선형으로 이동할 때 로봇은 항상 활성 TCP를 사용하여 TCP 오프셋을 결정한다. 활성 TCP는 이동 명령(1.24.4. 명령: 이동 페이지 153 참조) 또는 설정 명령을 사용하여 변경할 수 있다.

기본값 TCP

프로그램을 실행하기 전에 기본값 TCP를 활성 TCP로 설정해야 한다. 원하는 TCP를 선택하고 **기본값으로 설정**을 눌러 TCP를 기본값으로 설정한다. 사용 가능한 드롭다운 메뉴의 초록색 아이콘은 기본 구성된 TCP를 나타낸다.

TCP 위치 티칭

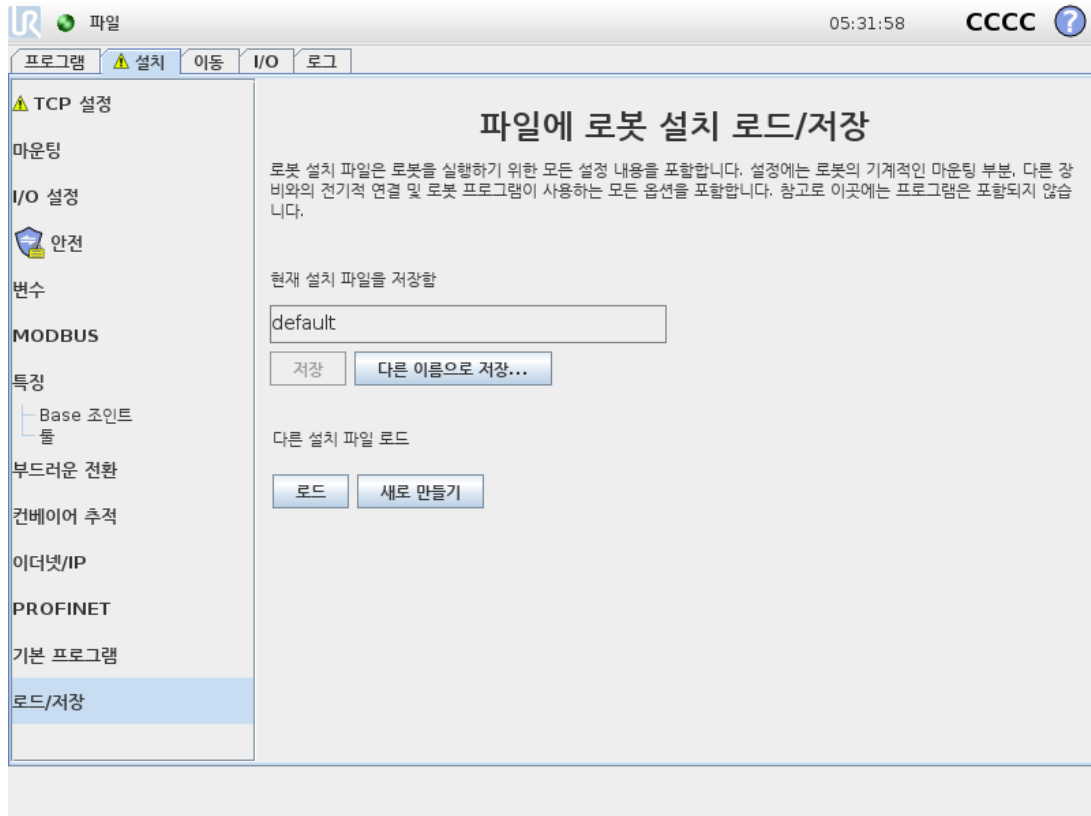


TCP 위치 좌표는 다음과 같이 자동으로 계산할 수 있다:

1. **TCP 위치 마법사**를 누른다.
2. 로봇 작업 영역에서 고정된 포인트를 선택한다.
3. 최소한 세 가지 각도에서 TCP를 이동하고 툴 출력 플랜지의 해당 위치를 저장하기 위해 화면 오른쪽의 위치 화살을 사용한다.
4. **설정** 버튼을 사용하여 확인된 좌표를 적절한 TCP에 적용한다. 계산을 올바르게 적용하려면 위치가 충분히 다양해야 한다. 그렇지 않다면 버튼 위의 LED 상태가 빨간색으로 변한다.

세 위치는 대체로 TCP를 결정하는 데 충분하지만 네 번째 위치를 사용하면 계산이 올바른지 확인하는 데 추가로 사용할 수 있다. 각 저장 포인트의 품질은 계산된 TCP에 대하여 대응 버튼의 녹색, 노란색, 빨간색 LED를 사용한다.

TCP 자세 티칭



1. TCP 자세 마법사를 누른다.
2. 드롭다운 목록에서 특징을 선택한다. (1.23.12. 설치 → 특징 페이지133 참조) 새 특징 정의에 대한 추가 정보
3. 포인트 선택을 탭하고 툴 화살표 이동을 사용하여 툴 자세와 해당 TCP가 선택한 특징의 좌표계와 일치하는 위치로 이동한다.
4. 계산된 TCP 자세를 확인하고 설정을 눌러 선택한 TCP에 적용한다.

페이로드

로봇 툴 무게는 화면 아래쪽에 지정되어 있다. 이 설정을 변경하려면 흰색 텍스트 필드를 누르고 새로운 무게를 입력한다. 설정은 모든 정의한 TCP에 적용된다. 허용 최대 페이로드에 대한 자세한 내용: see the Hardware Installation Manual.

무게중심

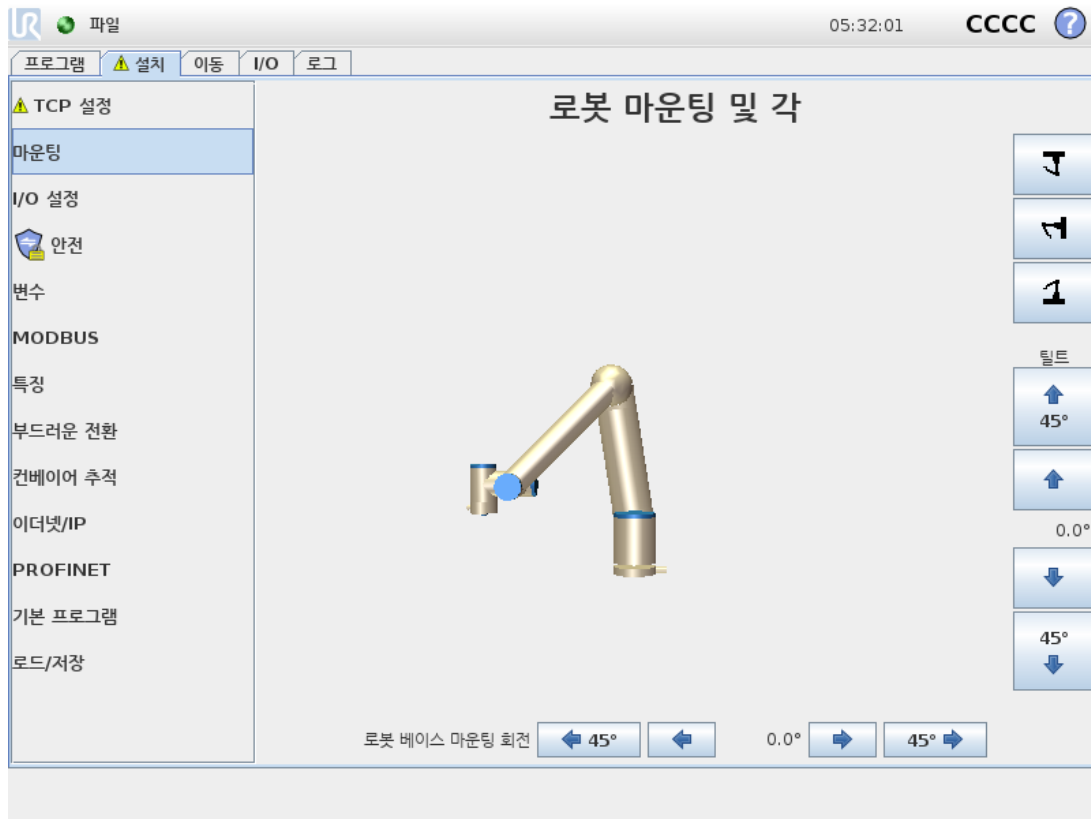
툴의 무게중심은 CX, CY and CZ 필드를 사용하여 지정된다. 설정은 모든 정의한 TCP에 적용된다. 3.8 버전 이전 설치에서는 이전에 설정된 경우 TCP에 설정된 무게중심을 지원한다. 3.8 이상에서 무게 중심을 수동으로 설정했다면 TCP에 대한 무게중심을 설정하는 기능은 완전히 제거된다.



경고

올바른 설치 설정을 사용한다. 프로그램과 함께 설치 파일을 저장하고 불러온다.

1.23.7. 설치 → 마운팅



로봇 암 마운팅 지정의 두 가지 용도:

1. 로봇 암을 화면에 올바르게 표시한다.
2. 컨트롤러에 중력 방향을 알려준다.

고급 동역학 모델은 로봇 암에 부드럽고 정밀한 동작을 제공할 뿐만 아니라 로봇 암이 **프리드라이브 모드**에서 스스로 잡을 수 있게 한다. 이러한 이유로 로봇 암을 올바르게 마운팅하는 것이 중요하다.



경고

로봇 암을 올바르게 장착하지 않으면 보호 정지가 자주 발생할 수 있고, 또는 **프리드라이브** 버튼을 누를 때 로봇 암이 움직인다.

로봇 암이 평평한 테이블 또는 바닥에 마운팅 될 경우에는 화면에서 변경할 필요가 없다. 하지만 로봇 암이 **천장 마운팅**, **벽 마운팅** 또는 **비스듬하게 마운팅**되었다면, 버튼으로 이를 조정해야 한다.

화면의 오른쪽에 있는 버튼이 로봇 암 마운팅 각을 지정한다. 맨 위 오른쪽 버튼 세 개는 각을 **천장** (180°), **벽** (90°), **바닥** (0°)으로 지정한다. **틸트** 버튼은 임의의 각도를 설정한다.

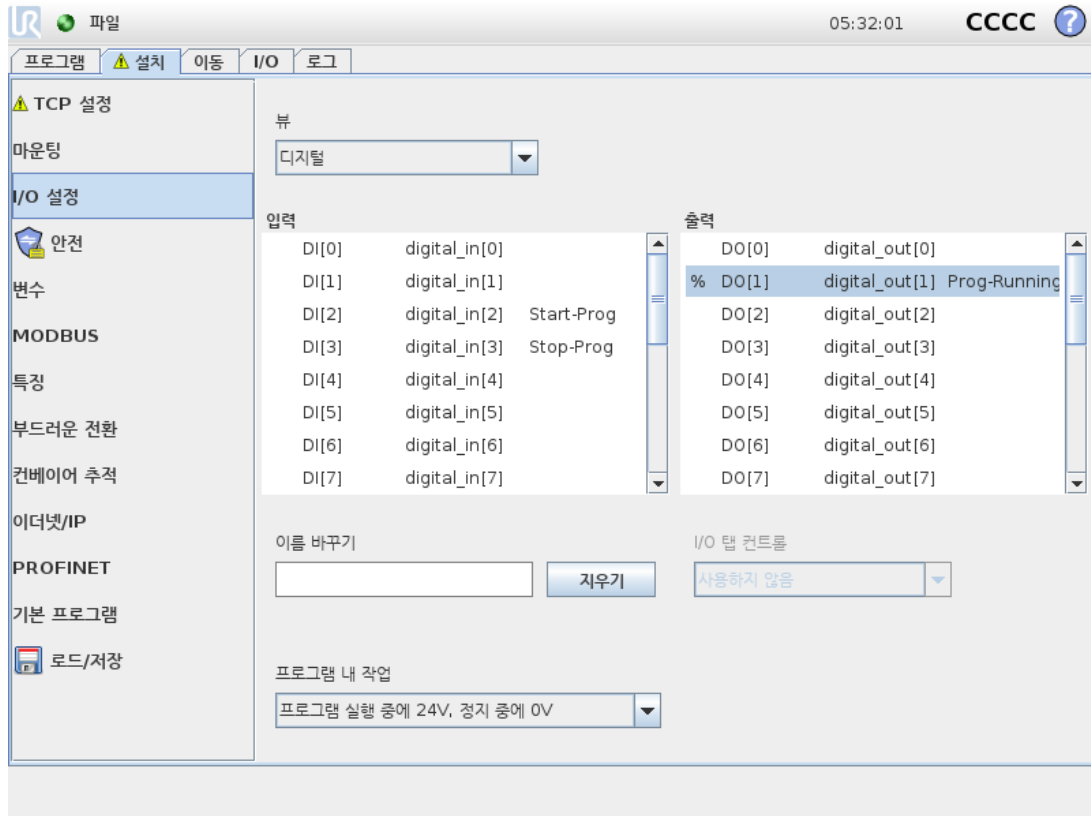
화면 아래쪽에 있는 버튼은 로봇 암의 마운팅을 회전하여 실제 마운팅에 맞추기 위해 사용한다.



경고

올바른 설치 설정을 사용한다. 프로그램과 함께 설치 파일을 저장하고 불러온다.

1.23.8. 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 나열한다.

- 디지털 표준 범용, 구성 가능, 툴
- 아날로그 표준 범용, 툴
- 모드버스
- 범용 레지스터(부울, 정수, 플로트). 범용 레지스터는 필드버스로 액세스할 수 있다(예: Profinet 및 EtherNet/IP).

I/O 신호 형식

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

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 **지우기**를 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 (1.24.10. 명령: 기다림 페이지166) 및 (1.24.17. 명령: If 페이지172)에 설명되어 있다. 이름이 부여된 범용 레지스터는 **표현식 편집기** 화면의 **입력** 또는 **출력** 선택기에서 찾을 수 있다.

I/O 작업 및 I/O 탭 컨트롤

입력 및 출력 동작

물리적 및 펄스버스 디지털 I/O를 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:

동작	출력 상태	프로그램 상태
실행 중이 아닐 때 낮음	낮음	중지됨 또는 일시 중지됨
실행 중이 아닐 때 높음	높음	중지됨 또는 일시 중지됨
실행 중에 높음, 정지 중에 낮음	낮음 높음	실행 중 중지됨 또는 일시 중지됨
스케줄링되지 않은 정지에서 낮음	낮음	프로그램이 예기치 않게 종료됨

동작	출력 상태	프로그램 상태
스케줄링되지 않은 정지에서 낮음, 그렇지 않으면 높음	낮음 높음	프로그램이 예기치 않게 종료됨 실행 중, 중지됨 또는 일시 중지됨
연속 펄스	교대로 높음과 낮음으로 바뀜	실행 중(프로그램을 일시 중지하거나 중지하여 펄스 상태를 유지함)



참고

다음과 같은 경우가 발생하면 프로그램이 예기치 않게 종료된다.

- 보호 정지
- 결함
- 위반
- 런타임 예외

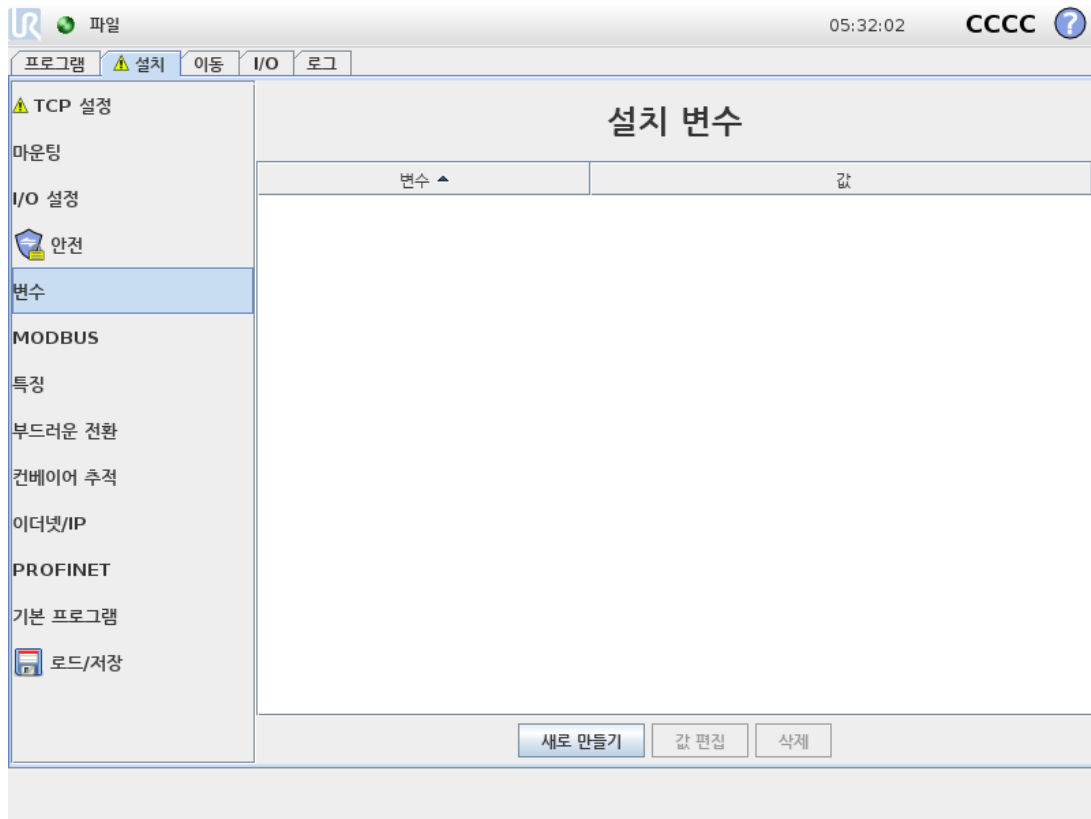
I/O 탭 컨트롤

출력이 I/O 탭에서 제어되는지 (프로그래머 또는 작업자와 프로그래머 모두) 또는 로봇 프로그램에 의해 제어되는지 여부를 지정한다.

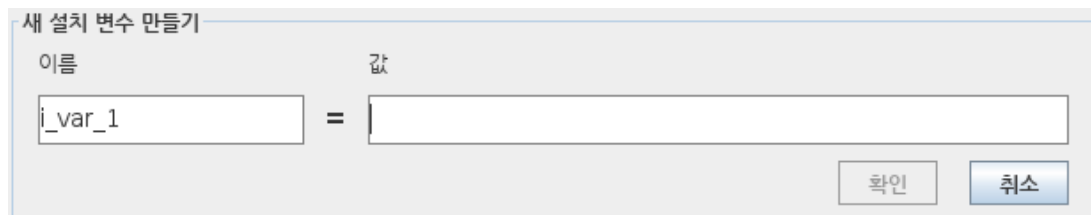
1.23.9. 설치 → 안전

1.20. 안전 구성 페이지83 장 참조.

1.23.10. 설치 → 변수



변수 화면에서 작성된 변수를 설치 변수라고 하며 일반 프로그램 변수와 같이 사용된다. 설치 변수는 프로그램이 정지하고 다시 시작하거나, 로봇 암 및/또는 컨트롤 박스를 껐다가 다시 켜도 값을 보존하기 때문에 고유하다. 그 이름과 값은 설치와 함께 저장되어 있으므로, 다수의 프로그램에서 동일한 변수를 사용할 수 있다.



새로 만들기를 누르면 새 변수에 대해 제안된 이름이 있는 패널을 불러온다. 이름은 바꿀 수 있으며, 텍스트 필드 중 하나를 눌러서 값을 입력할 수 있다. 새 이름을 설치 시 사용하지 않은 경우에만 **확인** 버튼을 누를 수 있다.

목록의 변수를 강조 표시하고 **변수 편집**을 클릭하면 설치 변수 값을 변경할 수 있다.

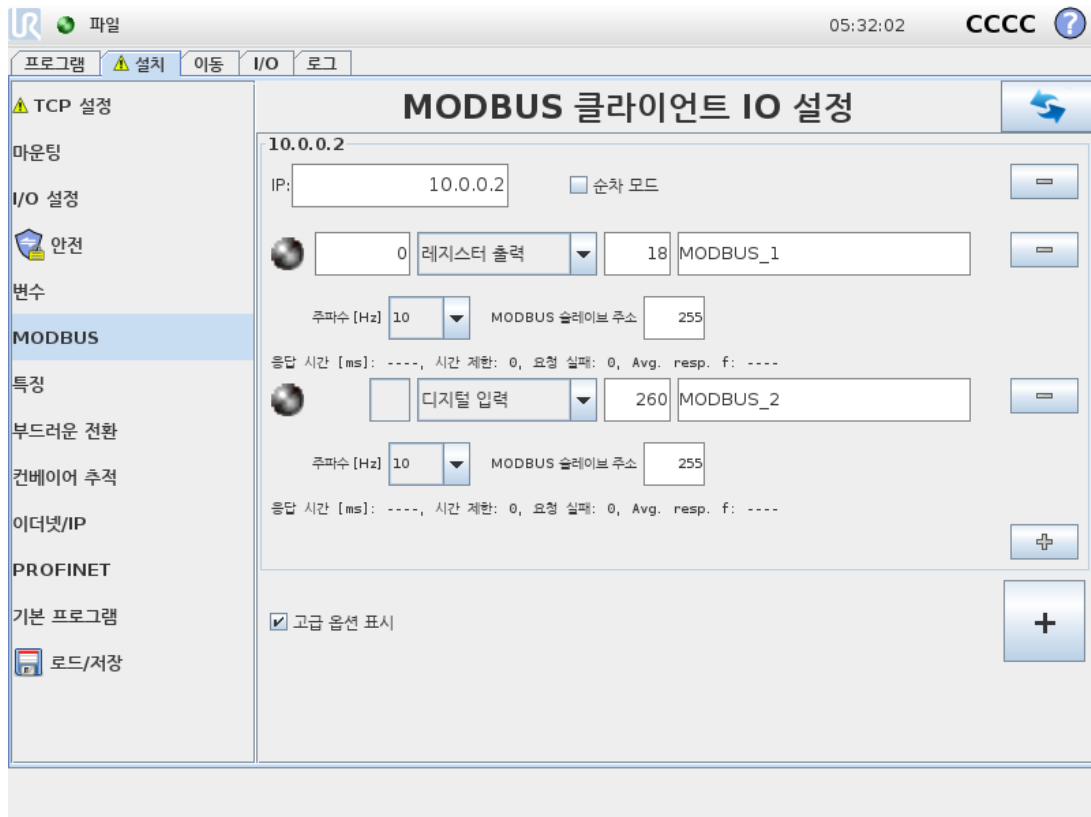
변수를 삭제하려면 변수를 선택하고 **삭제**를 누른다.

설치 변수를 구성한 다음에 설치 자체를 저장해야 구성을 저장할 수 있다.

설치 변수 및 값은 10분마다 자동 저장된다.

프로그램 또는 설치가 로드되었는데 프로그램 변수 중 하나 이상이 설치 변수 이름과 같으면, 이 문제 해결을 위한 옵션이 사용자에게 표시된다. 프로그램 변수 대신에 동일한 이름의 설치 변수를 사용하거나, 충돌하는 변수 이름을 자동으로 바꾸어 문제를 해결한다.

1.23.11. 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.

새로 고침

이 버튼을 눌러서 MODBUS 연결을 모두 새로 고친다. 새로 고침은 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 표시 된다. 버튼을 눌러서 변경한다.

순차 모드

고급 옵션 표시([고급 옵션 표시 옆 페이지 참조](#))가 선택된 경우에만 이용 가능하다. 이 확인란을 선택하면 다음 요청을 보내기 전에 모드버스 클라이언트가 강제로 응답을 기다리게 한다. 이 모드는 일부 펌드버스 유닛을 필요로 한다. 여러 신호가 있을 때 이 옵션을 켜면 도움이 될 수 있고, 요청 빈도 증가는 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([고급 옵션 옆 페이지 절 참조](#)). 실제 신호 주파수가 “주파수” 드롭 다운 목록에서 선택되는 값의 절반 미만인 경우, 신호 표시등이 노란색으로 변한다.

신호 추가

이 버튼을 눌러서 해당 MODBUS 유닛에 신호를 추가한다.

신호 삭제

이 버튼을 눌러서 해당 MODBUS 유닛에서 MODBUS 신호를 제거한다.

신호 형식 지정

이 드롭다운 메뉴를 사용하여 신호 형식을 선택한다. 사용 가능한 형식:

디지털 입력

디지털 입력(코일)은 1비트 수량으로서 신호의 주소 필드에서 지정한 코일에 대한 MODBUS 유닛에서 읽는다. 함수 코드 0x02(분리 입력 읽기)를 사용한다.

디지털 출력

디지털 출력(코일)은 1비트 수량으로서 높음 또는 낮음으로 지정할 수 있다. 사용자가 출력 값을 지정하기 전에 값을 원격 MODBUS 유닛으로부터 읽는다. 이는 함수 코드 0x01(코일 읽기)를 사용한다는 의미이다. 출력을 로봇 프로그램이 지정하거나 **신호 값 지정** 버튼을 눌러 지정했다면 함수 코드 0x05(싱글 코일 쓰기)를 앞으로 사용한다.

레지스터 입력

레지스터 입력은 16비트 수량으로서 주소 필드에서 지정한 주소로부터 읽는다. 함수 코드 0x04(입력 레지스터 읽기)를 사용한다.

레지스터 출력

레지스터 출력은 16비트 수량으로서 사용자가 지정할 수 있다. 레지스터 값을 지정하기 전에 값을 원격 MODBUS 유닛으로부터 읽는다. 이는 함수 코드 0x03(홀딩 레지스터 읽기)를 사용한다는 의미이다. 출력을 로봇 프로그램이 지정하거나 **신호 값 지정** 필드에서 신호 값을 지정하여 설정했다면 함수 코드 0x06(싱글 레지스터 쓰기)를 사용하여 원격 MODBUS 유닛에서 값을 지정한다.

신호 주소 지정

이 필드는 원격 MODBUS 서버의 주소를 표시한다. 화면 키패드를 사용하여 다른 주소를 선택한다. 유효한 주소는 원격 MODBUS 유닛의 제조사 및 구성에 의존한다.

신호 이름 지정

화면 키보드를 사용하여 사용자가 신호에 이름을 부여할 수 있다. 이 이름은 신호를 프로그램에서 사용할 때 사용한다.

신호 값

여기에서 신호의 현재 값이 표시 된다. 레지스터 신호의 경우, 값이 부호 없는 정수로 표현 된다. 출력 신호의 경우, 원하는 신호 값을 이 버튼을 사용하여 지정할 수 있다. 마찬가지로 레지스터 출력의 경우 유닛을 쓰기 위한 값을 부호 없는 정수로 반드시 공급해야 한다.

신호 연결 상태

이 아이콘은 신호를 올바르게 읽기/쓰기 할 수 있는지 나타내거나(녹색), 유닛이 예기치 못하게 반응하거나 도달하지 못하는 것을 나타낸다(회색). MODBUS 예외 응답을 받게 되면 응답 코드를 표시한다. MODBUS-TCP 예외 응답:

- E1**
ILLEGAL FUNCTION (0x01) 쿼리로 받은 함수 코드는 서버(또는 슬레이브)에서 허용되는 작업이 아니다.
- E2**
ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02) 쿼리에서 받은 함수 코드가 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 지정한 주소에서 유효한지 점검한다.
- E4**
SLAVE DEVICE FAILURE (0x04) 서버(또는 슬레이브)가 요청한 작업을 수행 시도하는 도중 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 MODBUS로 주파수 요청을 보낸다는 의미이다. 주파수가 0으로 설정되면, MODBUS 요청이 *modbus_get_signal_status*, *modbus_set_output_register* 및 *modbus_set_output_signal* 스크립트 함수를 사용하여 요구 시 개시된다.

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 255이다. 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 업데이트된다.

모드버스 패킷 오류

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

시간 제한

응답을 받지 않은 MODBUS 수.

요청 실패

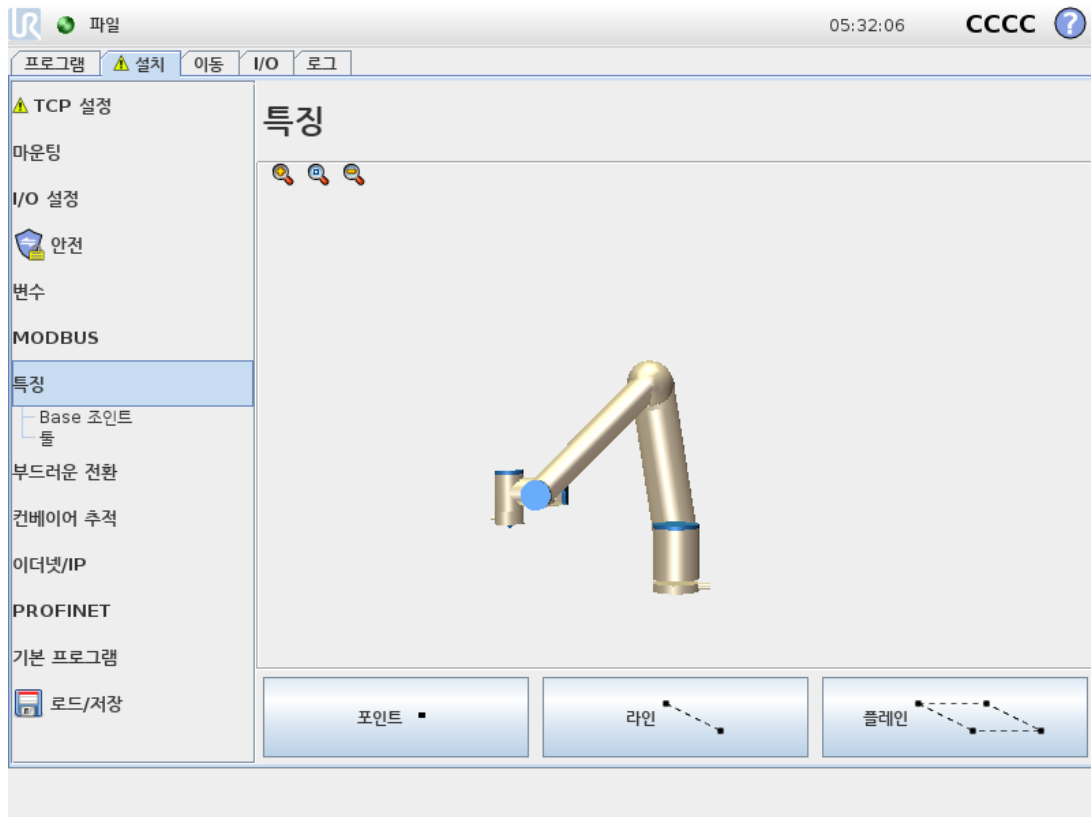
잘못된 소켓 상태로 인해 보낼 수 없는 패킷의 수.

실제 주파수

클라이언트(마스터) 신호 상태 업데이트의 평균 주파수. 이 값은 신호가 서버로부터 (또는 슬레이브로부터) 응답을 수신할 때마다 재계산된다.

모든 카운터는 65535까지 계산된 다음에 0으로 다시 초기화된다.

1.23.12. 설치 → 특징

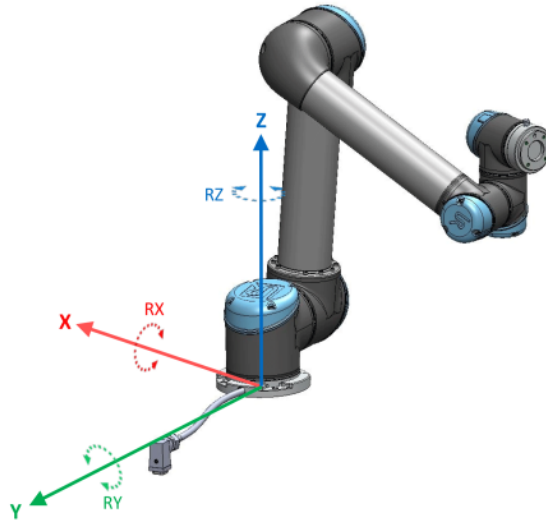


특징은 로봇 베이스를 기준으로 하는 육축 포즈(위치 및 자세)로 정의된 물체를 표현한다. 향후 참조를 위해 특징의 이름을 지정할 수 있다.

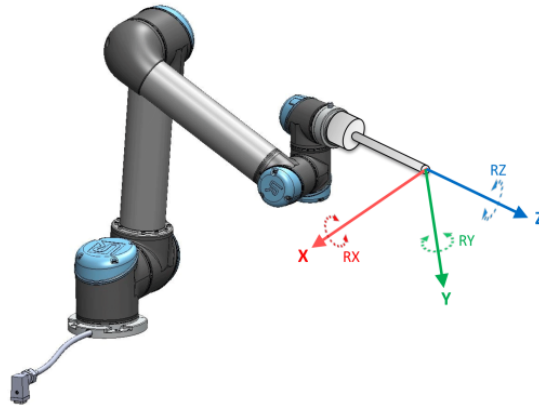
로봇 프로그램의 일부 하위 부분에는 로봇 암 베이스 이외의 특정 물체를 기준으로 실행되는 움직임이 포함되어 있다. 테이블, 다른 기계, 작업물, 비전 시스템, 블랭크 또는 로봇 암 주위에 존재하는 경계가 이러한 물체일 수 있다.

아래에 나오는 2가지 미리 정의된 특징이 로봇에 포함되어 있으며, 포즈는 로봇 암 구성 자체에 의해 정의된다.

- 베이스 특징은 로봇 베이스 중심의 원점에 위치해 있다(그림 15.1 참조).
- 툴 특징은 현재 TCP 중심의 원점에 위치해 있다(그림 15.2 참조).



15.1: 베이스 특징



15.2: 툴 (TCP) 특징

포인트 특징, 라인 특징 및/또는 플레인 특징을 사용하여 특징 포즈를 정의한다.

이러한 특징은 작업 영역에서 TCP의 현재 포즈를 사용하는 방법을 통해 배치된다. 따라서 사용자는 프리드라이브 또는 "조깅"을 통해 로봇을 원하는 포즈로 이동하여 특징 위치를 티칭할 수 있다.

특징 선택은 사용되는 개체 유형과 정밀도 요구에 따라 다르다. 더 많은 입력 포인트를 기반으로 하므로 가능한 경우 라인 특징 및 플레인 특징을 사용한다. 입력 포인트가 많을수록 정밀도가 높아진다.

예를 들어, 최대한 많이 물리적으로 분리된 라인 특징의 두 포인트를 정의하여, 선형 컨베이어의 방향을 정확하게 정의할 수 있다. 또한 포인트 특징을 사용하여 선형 컨베이어를 정의할 수 있지만, 컨베이어 이동 방향으로 TCP를 가리켜야 한다.

테이블의 포즈를 정의하기 위해 더 많은 포인트를 사용하면 자세가 단일 TCP의 자세가 아닌 위치에 기반한다는 것을 의미한다. 단일 TCP 자세는 고정밀도로 구성하기가 어렵다.

특징 추가에 대한 자세한 내용은 (절: [페이지136](#)), ([페이지137](#)) 및 ([플레인 특징 페이지137](#)) 내용을 참조한다.

특징의 사용

로봇 프로그램에서 설치를 정의한 특징을 참조하여 로봇의 움직임(예: **MoveL** 및 **MoveP** 명령)을 특징에 연결할 수 있다(1.24.4. 명령: 이동 페이지153 절 참조).

이를 통해 로봇 프로그램을 쉽게 적용할 수 있다(예: 여러 개의 로봇 스테이션이 있는 경우, 프로그램 런타임 중에 물체가 이동되는 경우 또는 물체가 씰에서 영구적으로 이동되는 경우). 물체의 특징을 조정하면 물체와 관련된 모든 프로그램 이동이 그에 따라 조정된다. 추가 예제는 (예: 프로그램 조정을 위해 수동으로 특징 업데이트 페이지138 절) 및 (예: 특징 포즈를 동적으로 업데이트 페이지139)에서 참조한다. 또한 조그 가능으로 구성된 특징은 이동 탭(1.23. 로봇 제어 페이지115 절) 또는 **포즈 편집기** 화면(1.22.2. 포즈 편집기 화면 페이지111 참조)에서 로봇을 수동으로 움직일 때 유용한 툴이다. 특징을 기준으로 선택하면 좌표 이동 및 회전을 위한 이동 도구 버튼이 선택한 특징 공간(특징 및 툴 위치 페이지116 참조) 및 (툴 이동 페이지116)에서 TCP 좌표를 읽는 방식으로 작동한다. 예를 들어 테이블이 특징으로 정의되고 이동 탭에서 기준으로 선택되면 변환 화살표(예: 위/아래, 왼쪽/오른쪽, 앞으로/뒤로)가 테이블을 기준으로 이 방향으로 로봇을 이동한다. 또한 TCP 좌표는 테이블의 프레임에 있다.

이름 바꾸기

이 버튼은 특징의 이름을 바꾼다.

삭제

이 버튼은 선택한 특징과 그 하위 특징을 삭제한다.

축 표시

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

포인트 변경

이 **포인트 변경** 버튼을 사용하여 선택한 특징을 지정하거나 변경한다. 이동 탭(1.23. 로봇 제어 페이지115 절)이 나타나고, 새로운 특징 위치를 지정할 수 있다.

조그 가능

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

여기로 이동 사용하기

로봇 암을 선택한 특징 쪽으로 움직이려면 **여기로 이동**을 누른다. 특징과 TCP의 좌표계가 합치된다.

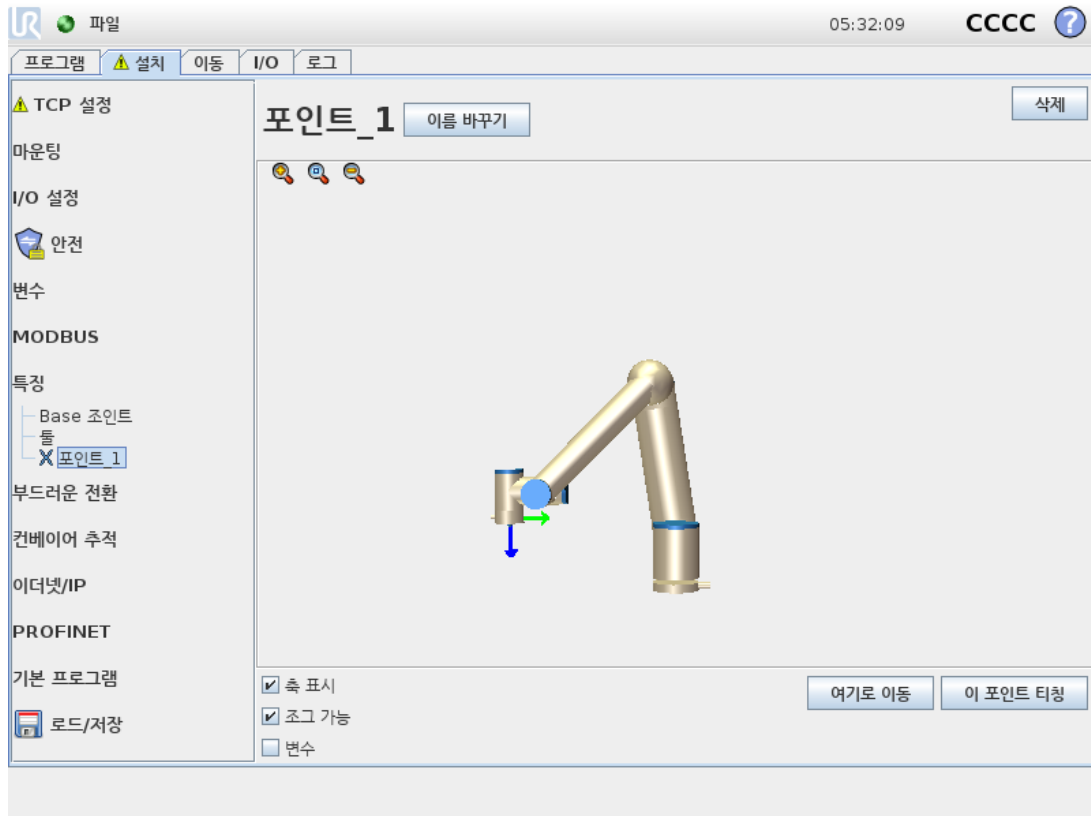
로봇 암이 특징에 도달할 수 없으면 **여기로**

포인트 특징

포인트 특징은 안전한 경계 또는 로봇 암의 글로벌 Home 구성을 정의한다. 포인트 특징 포즈는 TCP의 위치와 자세로 정의된다.

포인트 추가

1. 설치에서 **특징**을 선택한다.
2. 특징에서 **포인트**를 선택한다.

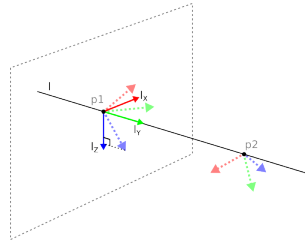


라인 특징

라인 특징은 로봇이 따라야 하는 라인을 정의한다. (예: 컨베이어 추적 사용 시). 그림 15.3에서 표시된 대로 라인 l 는 두 포인트 특징 $p1$ 및 $p2$ 사이의 축으로 정의된다.

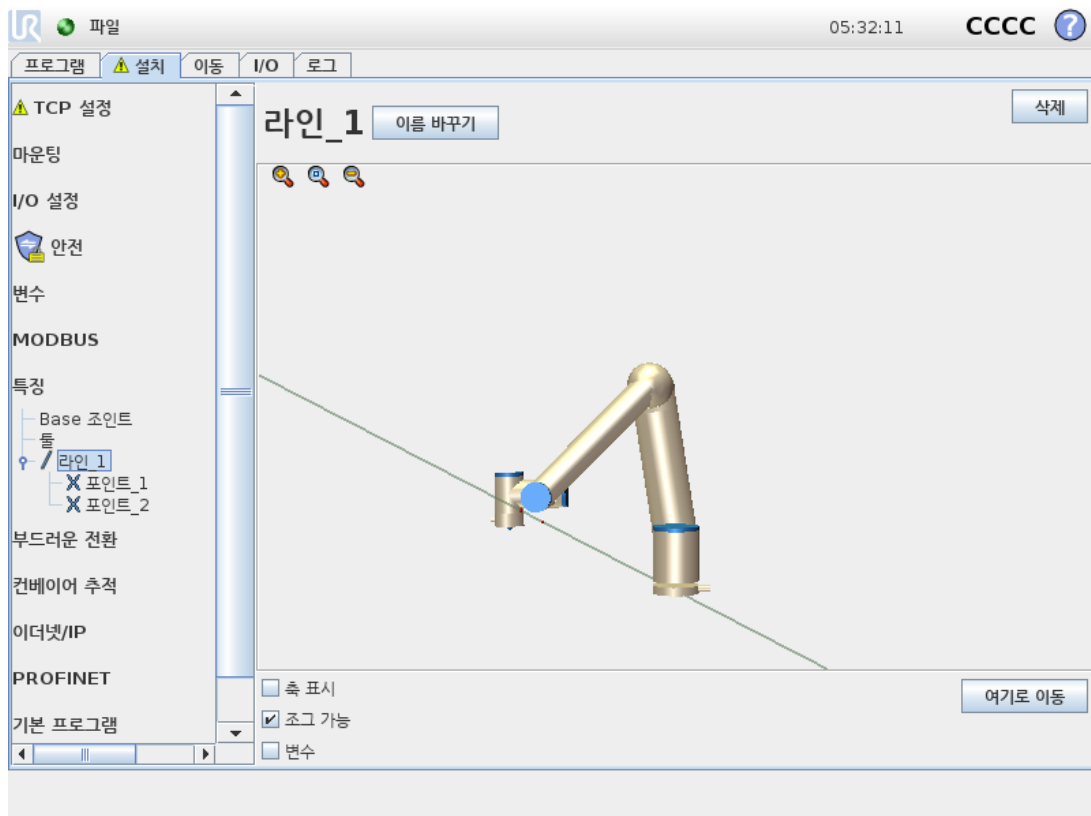
라인 추가

1. 설치에서 **특징**을 선택한다.
2. 특징에서 **라인**을 선택한다.



15.3: Definition of the line feature

그림 15.3에서 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.



플레인 특징

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

플레인 추가

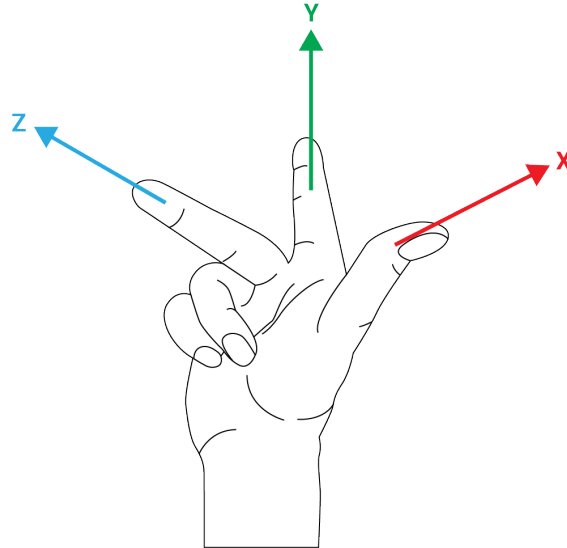
1. 설치에서 **특징**을 선택한다.
2. 특징에서 **플레인**을 선택한다.

플레인 티칭

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

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

플레인은 오른손 법칙을 사용하여 정의되므로 z-축은 아래 그림과 같이 x-축과 y-축의 벡터곱이다.



참고

플레인 법선을 반대 방향으로 하려면 x-축의 반대 방향으로 플레인을 다시 티칭할 수 있다.

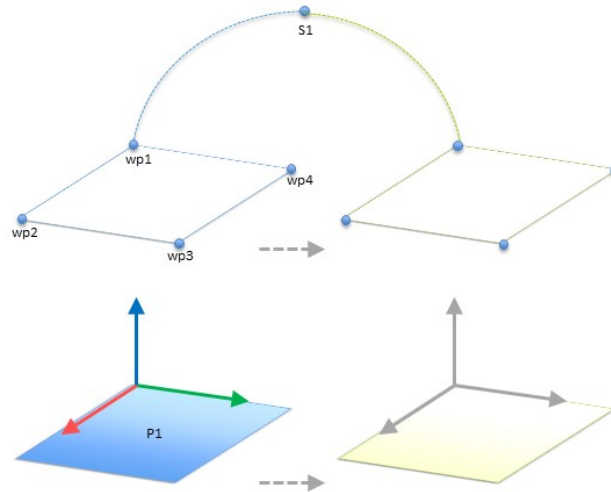
플레인을 선택하고 플레인 변경을 눌러 기존 플레인을 수정한다. 그런 다음 새로운 플레인을 티칭하는 것과 같은 방법을 사용한다.

예: 프로그램 조정을 위해 수동으로 특징 업데이트

로봇 프로그램의 여러 부분이 테이블을 기준으로 하는 용도를 생각한다. 그림 15.4에서는 웨이포인트 wp1 through wp4에서의 움직임을 보여준다.

Robot Program

```
MoveJ
  S1
MoveL # Feature: Pl_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```



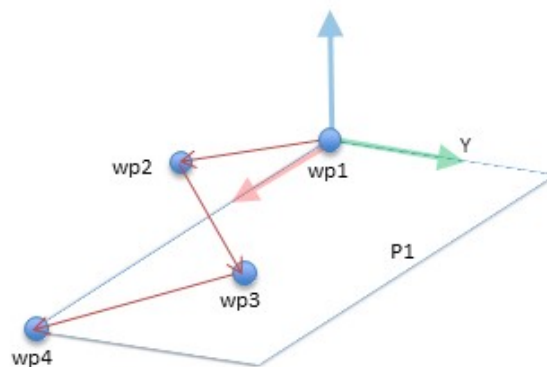
15.4: 특징 변경으로 수동 업데이트되는 특징 면에 대하여 상대적인 네 개의 웨이포인트를 가진 간단한 프로그램

애플리케이션에서는 테이블의 위치가 약간 다른 여러 로봇 설치에 대하여 프로그램을 다시 사용해야 한다. 테이블을 기준으로 하는 이동은 동일하다. 설치에서 테이블 위치를 특징 *P1*으로 정의하면, 플레인을 기준으로 구성된 *MoveL* 명령이 있는 프로그램은 테이블의 실제 위치로 설치를 업데이트하는 것만으로 추가 로봇에 쉽게 적용할 수 있다.

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

예: 특징 포즈를 동적으로 업데이트

특정 작업을 해결하기 위해 로봇이 테이블 위에서 특정 패턴으로 반드시 움직여야 하는 비슷한 경우를 고려할 수 있다(15.5 참조).



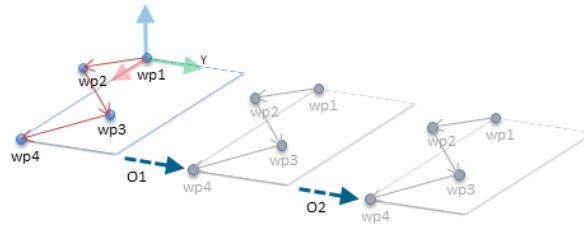
15.5: 플레인 특징에 상대적인 웨이포인트 네 개가 있는 *MoveL* 명령

```
Robot Program
MoveJ
  wp1
  y = 0.01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_trans(P1_var, o)
```

```

MoveL # Feature: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4

```

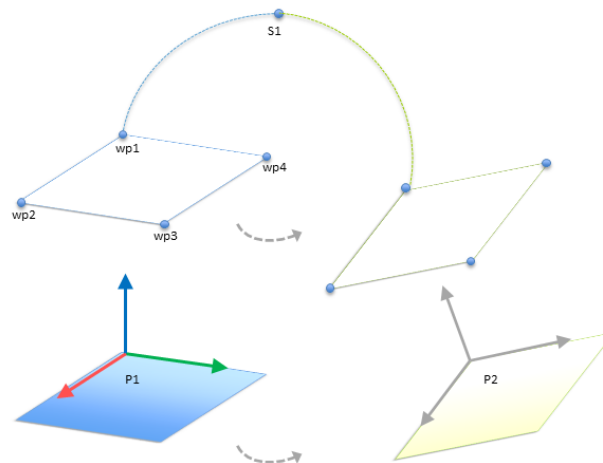


15.6: 플레인 특징에 오프셋을 적용함

```

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

```



15.7: 한 플레인 특징에서 다른 특징으로 전환함

P1과 관련된 움직임은 여러 번 반복되며 매번 오프셋 o 만큼 반복된다. 이 예에서 오프셋은 Y 방향으로 10cm로 설정된다(그림 15.6, 오프셋 O1 및 O2 참조). 이는 `pose_add()` 또는 `pose_trans()` 스크

립트 함수를 이용하여 변수를 조작하는 것으로 달성된다. 오프셋을 추가하는 대신에 프로그램을 실행하는 도중에 다른 특징으로 전환하는 것도 가능하다. MoveL 명령 *P1_var*에 대한 기준 특징이 두 플레인 *P1* 및 *P2* 사이에서 전환될 수 있는 아래의 예에서 이를 볼 수 있다(그림 15.7 참조).

1.23.13. 컨베이어 트래킹 설정

컨베이어 추적 설정은 두 개의 별도 컨베이어 움직임을 구성할 수 있게 한다. 컨베이어 추적 설정은 절대 또는 증분 인코더와 선형 또는 원형 컨베이어와 작업할 수 있는 옵션을 로봇에 제공한다.

컨베이어 매개변수

증분

인코더는 디지털 입력 0 ~ 3으로 연결할 수 있다. 디지털 신호 디코딩은 40kHz로 이루어진다. **직교** 인코더를 사용하면 (두 입력 필요) 로봇은 컨베이어 속도와 방향을 지정할 수 있다. 컨베이어 방향이 일정하면 단일 입력을 사용하여 **상승**, **하강** 또는 **상승 및 하강** 에지를 탐지하고 컨베이어 속도를 결정할 수 있다.

절대

인코더는 MODBUS 신호를 통해 연결할 수 있다. 이를 위해 디지털 MODBUS 출력 등록을 사전 구성해야 한다(1.23.11. [설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정 페이지 129](#) 절).

트래킹 매개변수

선형 컨베이어

선형 컨베이어를 선택하면 컨베이어 방향을 결정하기 위해 라인 특징을 반드시 설치의 **특징** 부분에서 구성해야 한다. 라인 특징을 컨베이어 방향과 평행하게 배치하고 라인 특징을 정의하는 두 점 사이의 거리를 크게 하여 정확성을 보장한다. 두 포인트를 티칭할 때 컨베이어 측면에 툴을 단단히 대어서 라인 특징을 구성한다. 라인 특징 방향이 컨베이어 이동 방향과 반대인 경우 **반대 방향** 버튼을 사용한다. **미터당 틱** 필드는 컨베이어가 1미터 이동할 때 인코더가 생성하는 틱 수를 표시한다.

원형 컨베이어

원형 컨베이어를 추적할 때 컨베이어 중심점을 정의해야 한다.

1. 설치의 **특징** 부분에서 중심점을 정의한다. **회전당 틱** 값은 컨베이어가 완전히 한 번 회전할 때 인코더가 생성하는 틱 수여야 한다.
2. 컨베이어 회전을 추적하기 위해 툴 자세에 대한 **컨베이어로 툴 회전** 확인란을 선택한다.

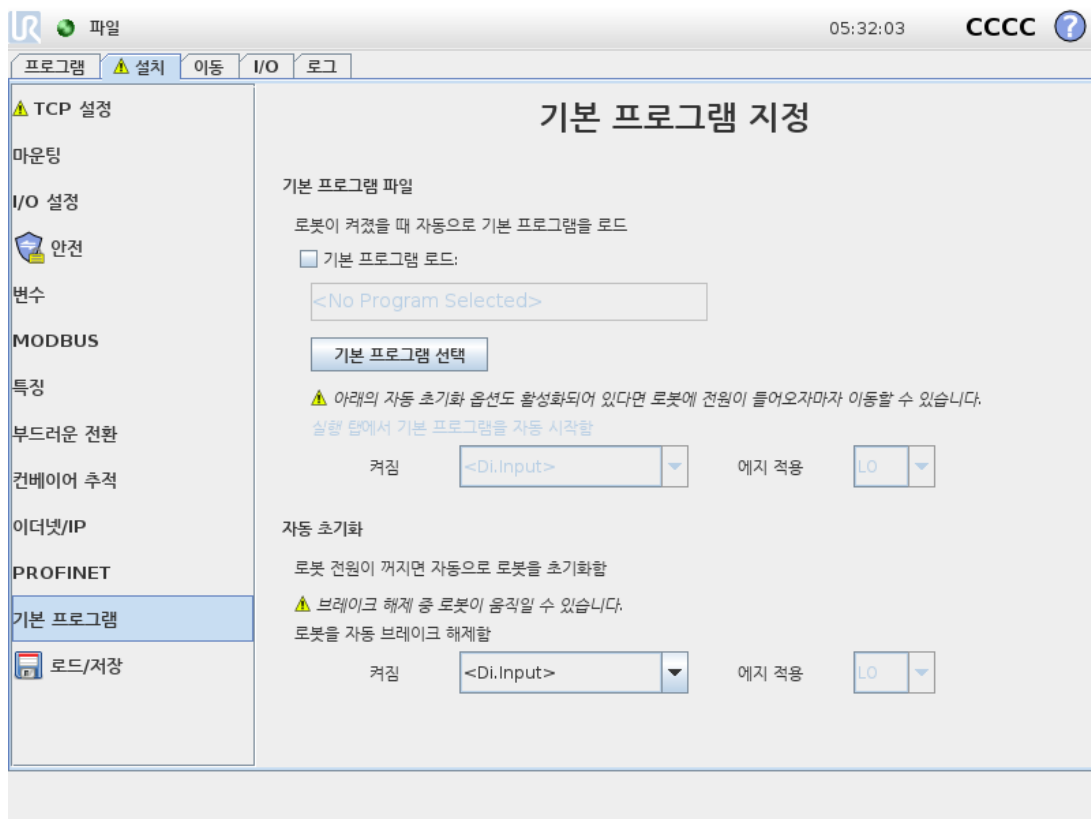
1.23.14. 안전 모드 간 매끄러운 전환

이벤트 (감속 모드 입력, 감속 모드 트리거 플레인, 안전방호정지 및 3- 위치 활성화 장치 등) 중에 안전 모드를 전환할 때 로봇 암은 0.4 초를 사용하여 “소프트” 전환을 만드는 것을 목표로 한다. 기존 애플리케이션은 “하드” 설정에 해당하는 변경되지 않은 동작이 있다. 새 설치 파일의 기본 설정은 “소프트”이다.

가속/감속 설정 조정

- 설치 탭을 누른다.
- 왼쪽의 사이드 메뉴에서 매끄러운 전환을 선택한다.
- Hard를 선택하여 더 높은 가속/감속을 설정하거나 매끄러운 기본 전환 설정을 사용하려면 Soft를 선택한다.

1.23.15. 설치 → 기본 프로그램



시작 화면은 자동 로딩 및 기본 프로그램 시작을 위한 설정, 전원이 켜지는 동안 로봇 암 자동 초기화 설정을 포함한다.



경고

1. 자동로드, 자동 시작 및 자동 초기화가 활성화되면 입력 신호가 선택한 신호 레벨과 일치하는 한 컨트롤 박스의 전원이 켜지자마자 로봇이 프로그램을 실행한다. 예를 들어, 이 경우에는 선택된 신호 수준으로의 에지 전환은 필요하지 않다.
2. 신호 수준이 낮음으로 설정되면 주의한다. 입력 신호는 기본적으로 낮기 때문에 프로그램이 외부 신호에 의해 트리거되지 않고 자동으로 실행되게 한다.

기본 프로그램 로드하기

컨트롤 박스가 켜진 다음에 기본 프로그램이 로드된다. 또한 **프로그램 실행** 화면(**프로그램 실행: 기존 프로그램을 선택하고 실행한다. 이는 로봇 암과 컨트롤 박스를 작동할 수 있는 가장 간단한 방법이다. 페이지107 참조**)에 들어간 후 프로그램을 로드하지 않으면 기본 프로그램이 자동 로드된다.

기본 프로그램 시작하기

기본 프로그램은 **프로그램 실행** 화면에서 자동 시작된다. 기본 프로그램을 로드하고, 지정된 외부 입력 신호 에지 전환을 탐지하면 프로그램이 자동 시작된다.

시작 시 현재 입력 신호 수준은 정의되지 않는다. 시작 시 신호 수준과 일치하는 전환을 선택하면 즉시 프로그램이 시작된다. 또한 **프로그램 실행** 화면을 나가거나 대시보드에서 정지 버튼을 누르면, 실행 버튼을 다시 누르기 전까지 자동 시작 특징이 비활성화된다.

자동 초기화

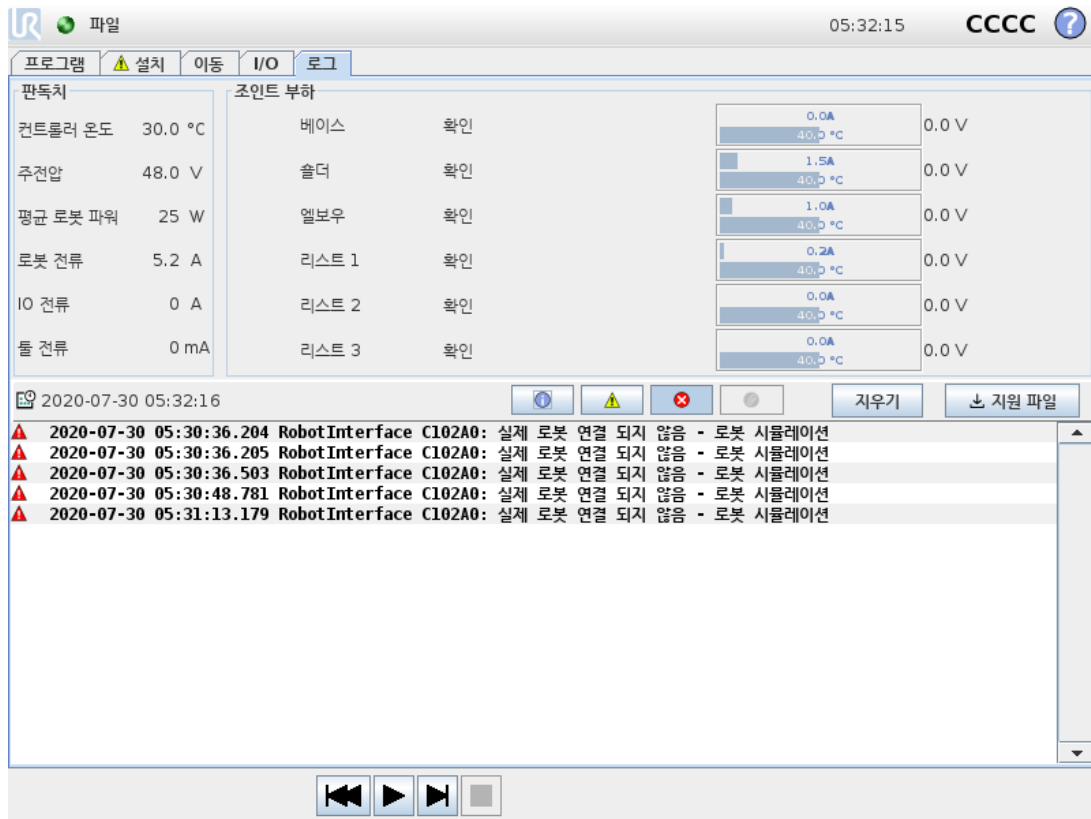
로봇 암이 자동으로 초기화된다. 특정 외부 입력 신호 에지 전환 시, 로봇 암은 보이는 화면에 상관 없이 완전히 초기화된다.

브레이크 해제는 최종 초기화 단계이다. 브레이크 해제 중에 로봇 암은 작은 움직임과 딸깍 소리를 낸다. 또한 브레이크는 구성된 마운팅이 (센서 데이터에 따라) 탐지된 마운팅에 맞지 않으면 자동 해제될 수 없다. 이 경우에 초기화 화면에서 수동으로 로봇을 초기화해야 한다(**1.21.6. 초기화 화면 페이지108** 참조).

시작 시 현재 입력 신호 수준은 정의되지 않는다. 시작 시 신호 수준과 일치하는 전환을 선택하면 즉시 로봇 암이 초기화된다.

자동 초기화 기능은 로봇 암이 꺼져있을 때만 작동한다.

1.23.16. 로그 탭



로봇 상태

화면 상단 절반은 로봇 암 및 컨트롤 박스의 "상태"를 표시한다.

화면의 왼쪽에는 로봇 컨트롤 박스와 관련된 정보가 표시되고, 오른쪽에는 로봇 조인트에 대한 정보가 표시된다. 각 조인트는 모터 및 전자부품의 온도, 조인트 부하, 전압을 보여준다.

로봇 로그

메시지는 화면의 하단에 표시된다. 첫 열은 로그 입력의 심각도를 카테고리별로 보여준다. 두 번째 열은 메시지 도착 시간을 나타낸다. 다음 열은 메시지 발신자를 표시한다. 마지막 열은 메시지 자체를 표시한다. 메시지는 로그 항목의 심각도에 대응하는 버튼을 선택하여 필터를 적용할 수 있다. 위의 그림은 정보와 경고 메시지에 필터를 적용하는 동안에 오류를 표시한다. 어떤 로그 메시지는 더 많은 정보를 제공하도록 설계되었으며, 이는 로그 항목을 선택하여 접근할 수 있다.

오류 보고서 저장

폴리스코프에서 오류가 발생하면 오류 로그가 생성된다. 로그 탭에서 생성된 보고서를 추적하거나 USB 드라이브로 내보낼 수 있다(1.23.16. 로그 탭 위 참조). 추적하고 내보낼 수 있는 오류 목록:

- 결함
- 내부 폴리스코프 예외
- 보호 정지
- URCap에서 처리되지 않은 예외
- 위반

내보낸 보고서는 사용자 프로그램, 기록 로그, 설치 및 실행 중인 서비스 목록 등이 포함된다.

오류 보고서

자세한 상태 보고서는 종이 클립 아이콘이 로그 줄에 나타날 때 사용할 수 있다.

- 보고서를 USB 드라이브에 저장하려면 로그 줄을 선택하고 보고서 저장 버튼을 누른다.
- 프로그램이 실행되는 동안 보고서를 저장할 수 있다.



참고

가장 오래된 보고서는 새 보고서가 생성되면 삭제된다. 최근 5개의 보고서만 저장된다.

1.23.17. 로드 화면

이 화면에서 어떤 프로그램을 로드할지 선택할 수 있다. 이 화면에는 두 가지 버전이 있다. 프로그램을 로드하고 실행할 때 사용하는 화면과 프로그램을 실제로 편집할 때 사용하는 화면.



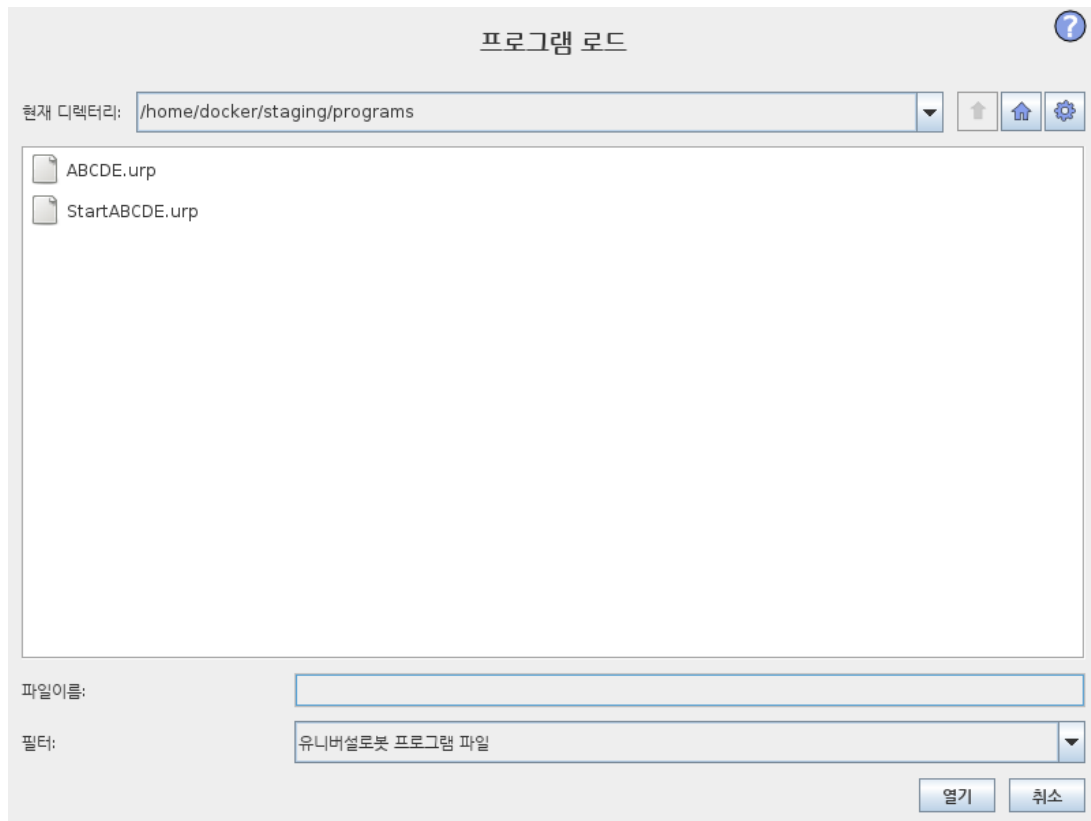
참고

USB 드라이브에서 프로그램을 실행하는 것은 권장하지 않는다. USB 드라이브에 저장한 설치를 사용하려면, **파일** 메뉴를 통해 이를 로컬 `programs` 폴더에 **다른 이름으로 저장...** 버튼을 사용하여 저장한다.

사용자가 쓸 수 있는 작업 차이가 중요한 차이이다. 기본 로드 화면에서 사용자는 파일 액세스만 가능하고 이를 변경하거나 삭제할 수 없다. 그리고 사용자는 `programs` folder. The user can descend to a sub-directory, but he cannot get any higher than the `programs` 폴더의 하위 디렉터리 구조에서 나가는 것이 허용되지 않는다.

그러므로 모든 프로그램은 프로그램 폴더에 있어야 하고, 하위 폴더는 프로그램 폴더 내에 있어야 한다.

화면 레이아웃



이 도해는 실제 로드 화면을 보여 준다. 이는 다음 중요 영역 및 버튼으로 구성 되어 있다:

경로 기록

경로 기록은 현재 위치까지 오게 된 경로를 목록으로 보여 준다. 즉 컴퓨터 루트까지 모든 상위 디렉터리가 표시 된다. 여기에서 프로그램 폴더 상위에 있는 모드 디렉터리에 액세스 권한이 없는 것을 알게 된다.

목록에서 폴더 이름을 선택하면 로드 대화 상자가 해당 디렉터리로 변경되고, 파일 선택 영역에서 이 디렉터리가 표시된다([파일 선택 영역 아래](#) 참조).

파일 선택 영역

대화의 이 영역에서 실제 영역의 콘텐츠가 존재한다. 이는 사용자가 이름을 한 번 클릭하여 파일을 선택할 수 있는 옵션을 주고, 이름을 더블 클릭하면 파일을 열 수 있다.

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

파일 필터

파일 필터를 사용하여 표시 되는 파일이 원하는 파일 형식만을 포함하도록 제한할 수 있다. **백업 파일**을 선택하면 파일 선택 영역에 각 프로그램의 최신 저장 버전 10개가 표시되고, 여기에서 `.old0` is the newest and `.old9` 버전이 가장 오래된 것이다.

파일 필드

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

열기 버튼

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

취소 버튼

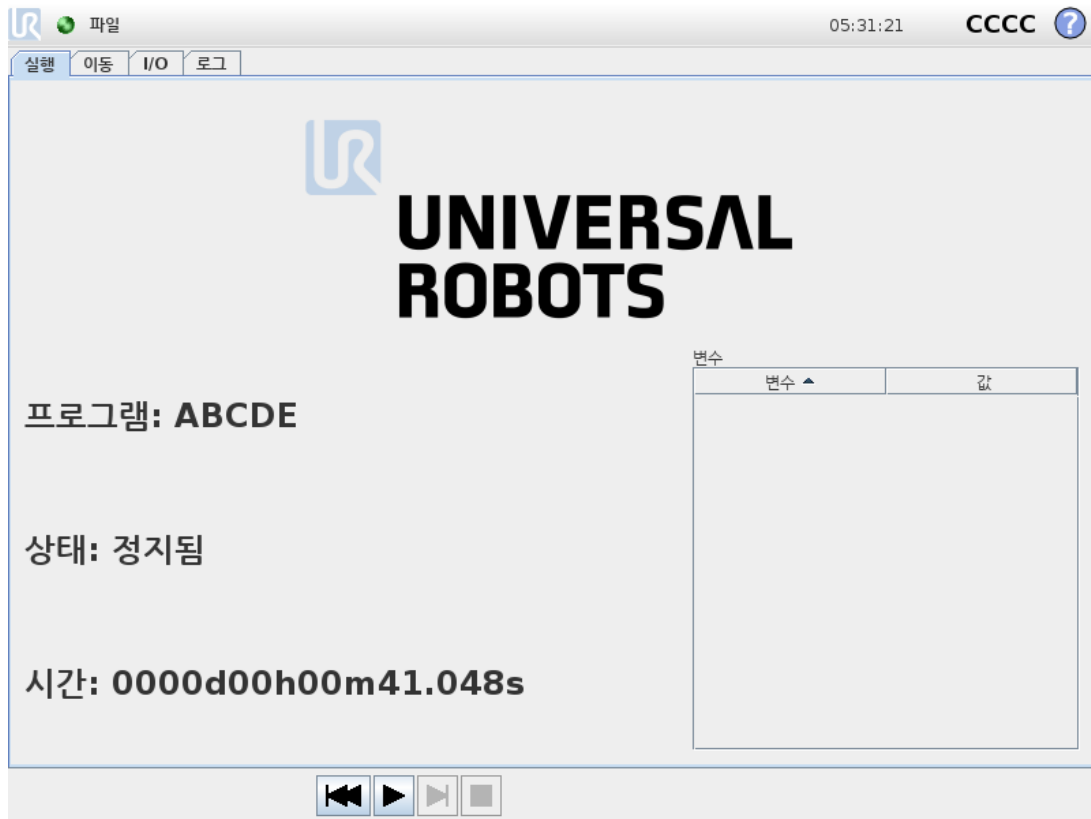
취소 버튼을 클릭하면 현재 로드 프로세스를 중단하고, 화면이 이전 이미지로 돌아가도록 한다.

작업 버튼

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

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

1.23.18. 실행 탭

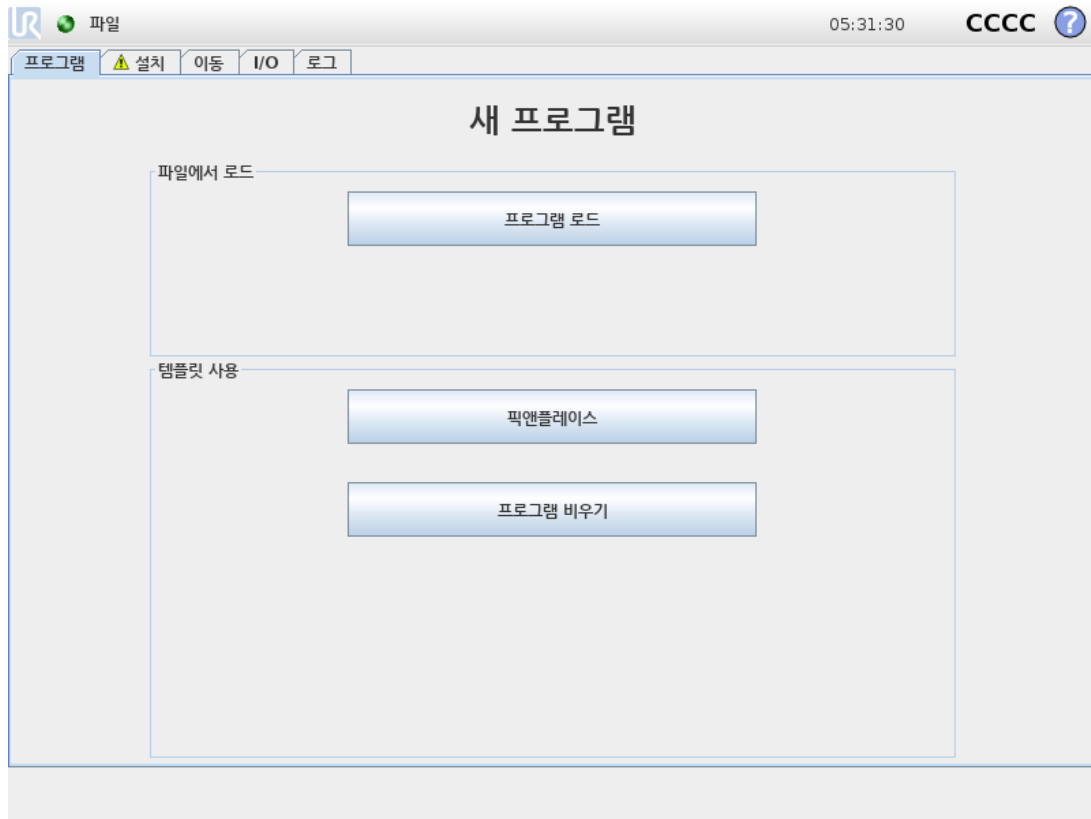


이 탭은 최소한의 버튼과 옵션을 사용하여 로봇 암과 컨트롤 박스를 작동할 수 있는 매우 간단한 방법을 제공한다. 이는 폴리스코프의 프로그래밍 부분을 암호로 보호하는 기능과 함께 사용하여 (1.25.3. 비밀번호 설정 페이지196 참조), 로봇을 미리 작성된 프로그램만 실행할 수 있는 툴로 만드는 데 유용하다.

그리고 이 탭에서는 외부 입력 신호 에지 전환에 따라서 기본 프로그램을 자동으로 로드하고 시작할 수 있다(1.23.15. 설치 → 기본 프로그램 페이지142 참조). 예를 들어 전원이 켜질 때의 자동 로딩, 기본 프로그램 시작, 자동 초기화는 로봇 암을 다른 기계와 통합하는 데 사용할 수 있다.

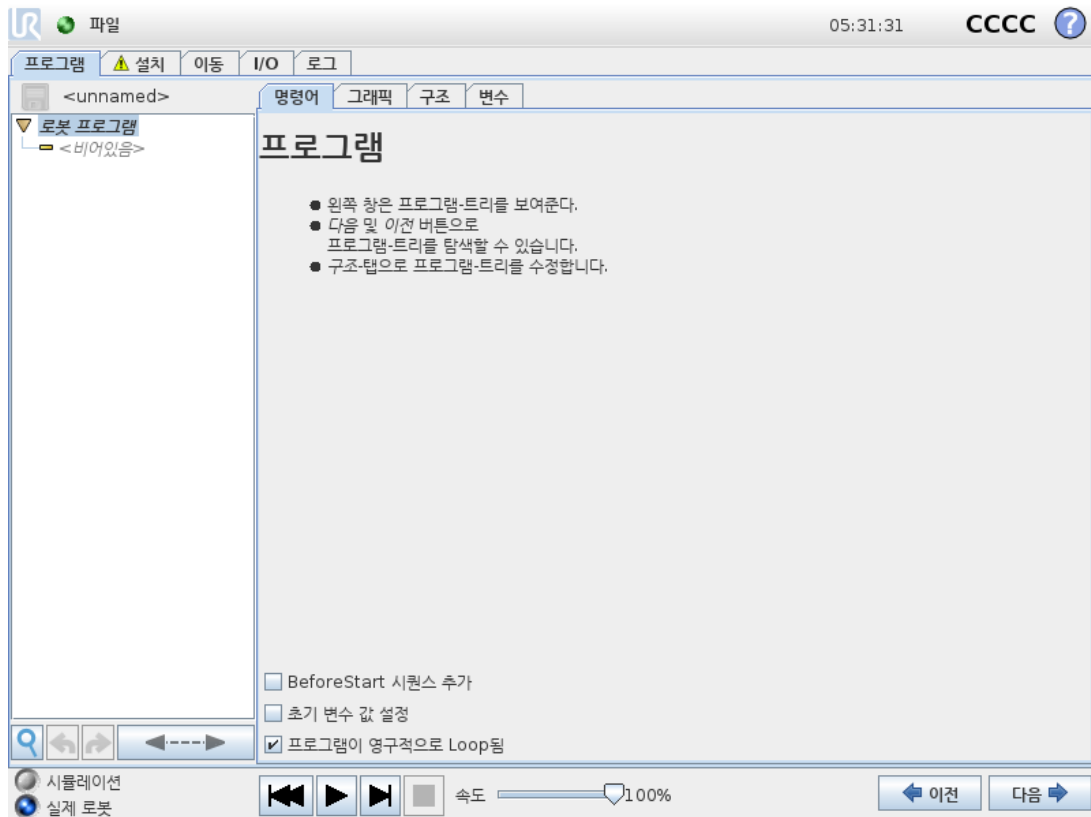
1.24. 프로그래밍

1.24.1. 새 프로그램



새 로봇 프로그램은 **템플릿** 또는 기존 (저장한) 로봇 프로그램에서 시작할 수 있다. **템플릿**이 전체 프로그램 구조를 제공할 수 있으므로, 프로그램 세부 정보만 추가하면 된다.

1.24.2. 프로그램 탭



프로그램 탭은 현재 편집하는 프로그램을 표시한다.

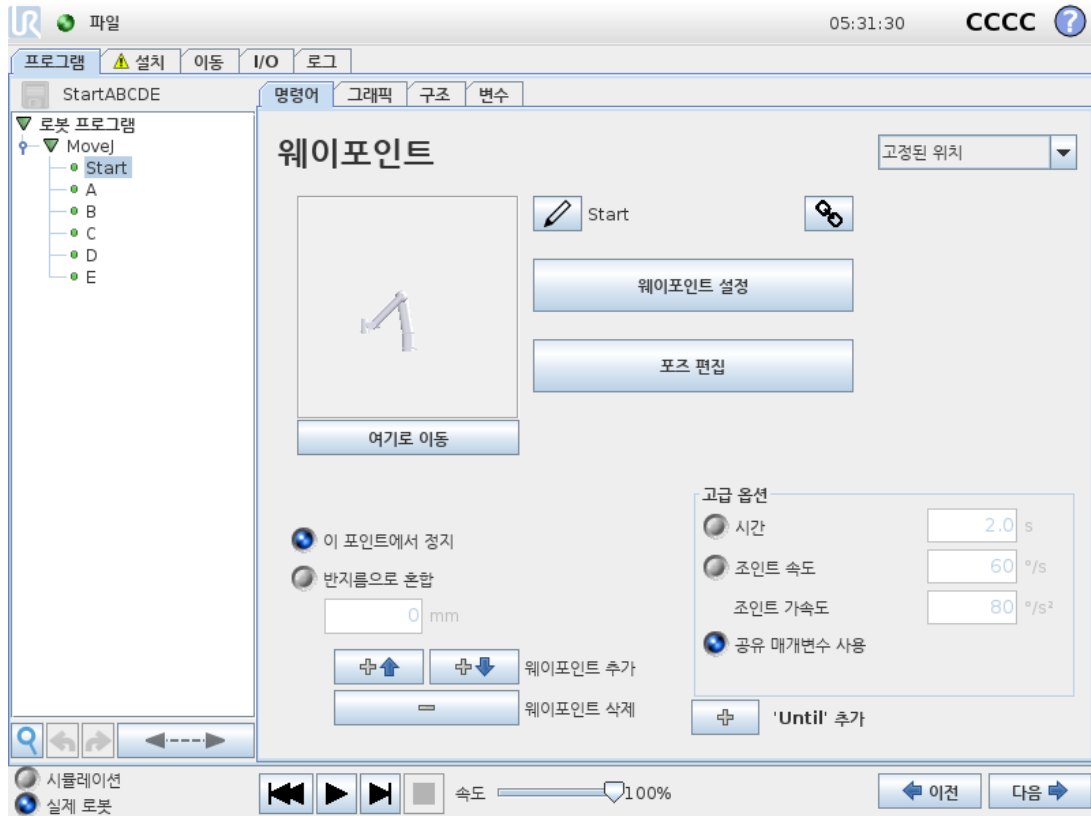
프로그램 트리

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

현재 명령은 명령 목록을 클릭하거나 화면 오른쪽 아래의 **이전**과 **다음** 버튼을 사용하여 선택할 수 있다. 명령은 **구조** 탭에서 삽입하거나 제거할 수 있다. 프로그램 이름은 명령 목록 위에 바로 표시되며, 작은 디스크 아이콘을 눌러서 빠르게 프로그램을 저장할 수 있다.

프로그램 트리에서, 현재 실행되는 명령은 **프로그램 실행 표시 옆 페이지**에 설명된 대로 강조 표시된다.

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 명령(일반적으로 /▼ 명령 아이콘으로 나타남)으로 나타나는 모든 명령이 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 (1.24.4. 명령: 이동 페이지 153 참조)이 파란색으로 표시된다. 프로그램이 일시중지되면 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 탭에 다시 현재 실행 중인 명령에 대한 정보가 계속 표시된다.

검색 버튼

을(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.

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.

프로그램 대시보드

화면 맨 아래 부분은 **대시보드**이다. **대시보드**는 구식 테이프 리코더와 비슷한 버튼들을 포함하며, 이를 통해 프로그램을 시작, 중지, 1단 실행, 다시 시작할 수 있다. **속도 슬라이더**는 언제든지 프로그램 속도를 조정할 수 있게 하는데, 이는 로봇 암이 움직이는 속도에 직접적인 영향을 준다. 또한 **속도 슬라이더**는 안전 설정을 고려한 로봇 암의 상대적 속도를 실시간으로 표시한다. 표시한 백분율이 안전 제한을 위반하지 않은 채 프로그램을 실행할 수 있는 최대 가능 속도이다.

대시보드 왼쪽의 **Simulation and Real Robot** 버튼은 프로그램을 시뮬레이션에서 실행하거나 실제 로봇에서 실행하는 것으로 전환할 수 있다. 시뮬레이션에서 실행하면 로봇 암은 이동하지 않으며, 충돌로 그 자체 또는 근처 장비를 손상할 수 없다. 로봇 암이 무엇을 할지 불확실하다면 시뮬레이션으로 프로그램을 시험한다.



경고

1. Play 버튼을 누를 때 작업자는 로봇 작업 영역 밖으로 피해 있어야 한다. 프로그램으로 입력한 이동은 예상과 다를 수 있다.
2. 절대적으로 필요한 경우에만 단계 버튼을 사용한다. 단계 버튼을 누를 때 작업자는 로봇 작업 영역 밖으로 피해 있어야 한다.
3. 항상 속도 슬라이더로 속도를 줄인 다음에만 프로그램을 시험한다. 통합자가 일으킨 논리 프로그래밍 오류는 로봇 암에 예기치 못한 이동의 원인이 될 수 있다.
4. 비상 정지 또는 보호정지가 발생하면 로봇 프로그램이 정지한다. 조인트가 10°을 초과하여 이동하지 않는 한 다시 시작할 수 있다. 재생을 누르면 로봇은 다시 궤도로 천천히 이동하고 프로그램이 계속 실행된다.

프로그램을 작성하는 동안, 로봇 암에서 발생하는 이동은 [1.24.32. 그래픽 탭 페이지189](#)에서 설명하는 대로 Graphics 탭의 3D 드로잉으로 표현된다.

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

1.24.3. 변수

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

설치 변수

이는 여러 프로그램이 사용할 수 있고, 그 이름과 값은 로봇 설치와 함께 유지된다([1.23.10. 설치 → 변수 페이지128](#) 참조). 설치 변수는 로봇과 컨트롤 박스가 리부팅된 다음에 값을 유지한다.

정규 프로그램 변수

이는 프로그램 실행 시에만 사용할 수 있고, 프로그램이 정지하면 값이 사라진다.

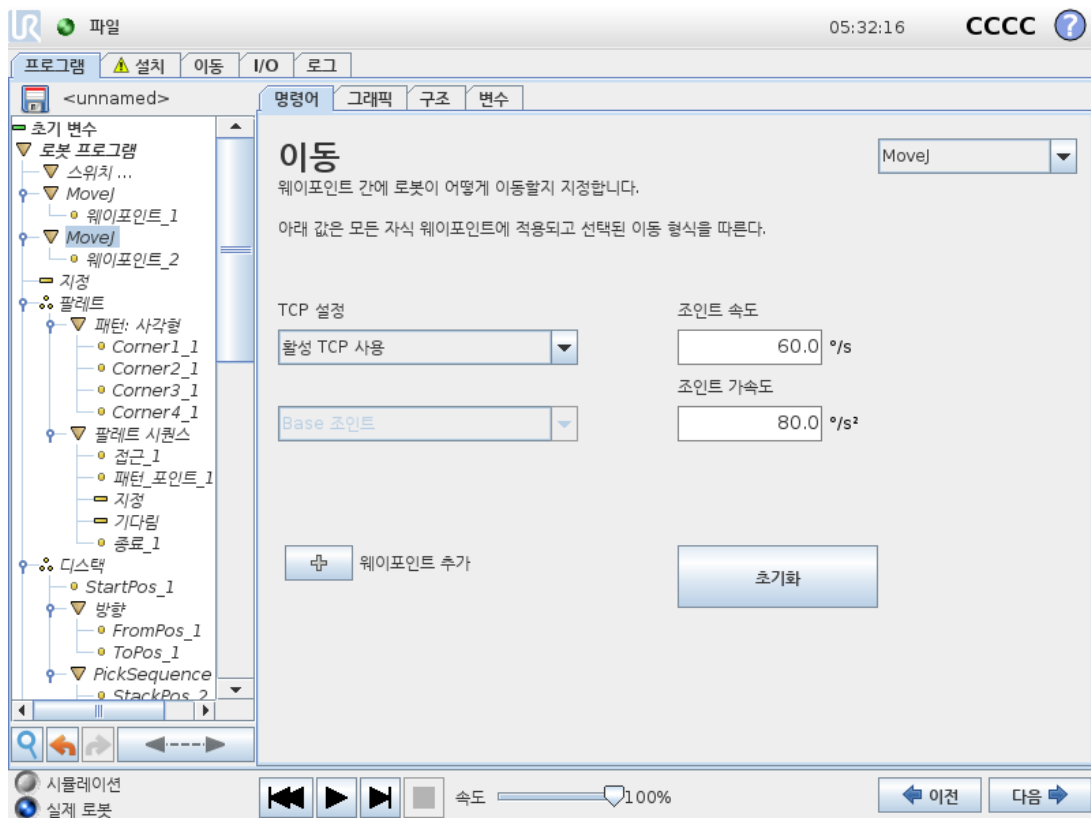
웨이포인트 표시

로봇 프로그램은 스크립트 변수를 사용하여 웨이포인트에 대한 정보를 저장한다.
 변수 목록에서 스크립트 변수를 표시하려면 **변수** 아래의 **웨이포인트 표시** 확인란을 선택한다. IFXCOND_generationNumber_SEP_generationFiveIFXCONDEND

변수 유형

bool	부울 변수의 값은 True or False이다.
int	- 2147483648 ~ 2147483647 내의 정수(32비트).
float	부동 소수(10진수) (32 bit).
string	문자 시퀀스.
포즈	직교 공간에서 위치와 자세를 묘사하는 벡터. 자세를 나타내는 위치 벡터(x, y, z)와 회전 벡터(rx, ry, rz)의 조합으로서, p[x, y, z, rx, ry, rz]로 쓴다.
list	변수 시퀀스.

1.24.4. 명령: 이동



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

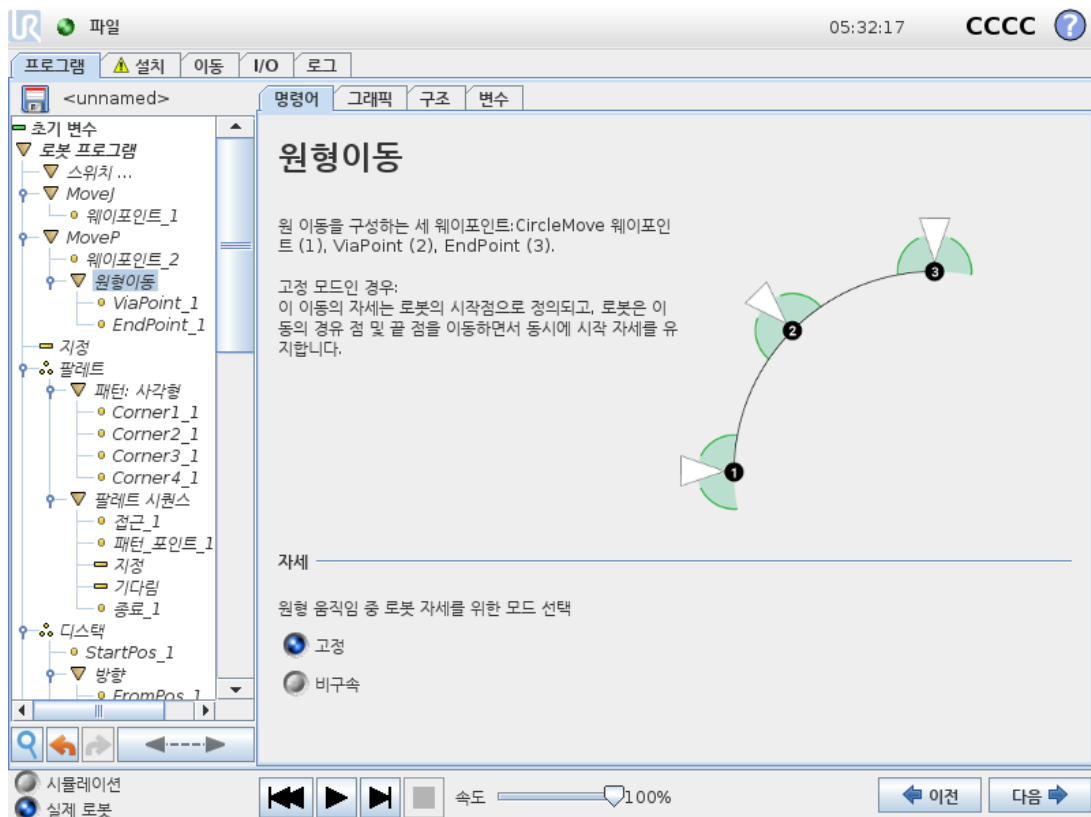
이동 형식

세 가지 이동 형식(**MoveJ**, **MoveL** 및 **MoveP**) 중에서 하나를 선택할 수 있다. 각 이동 형식은 아래에 설명되어 있다.

- **moveJ**는 로봇 암 조인트 공간에서 계산된 이동을 한다. 각 조인트는 동시에 원하는 종료 위치에 도달하도록 제어된다. 이 이동 형식은 툴에 대한 굽은 경로를 결과로 내놓는다. 이 이동 형식에 적용하는 공유 매개변수는 최대 조인트 속도 및 조인트 가속도로서, 각각 deg/s 및 deg/s^2 로 지정된다. 웨이포인트 사이를 로봇 암이 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. 즉 각 조인트가 툴을 직선 경로를 따르게 만들게 하기 위하여 더 복잡한 동작을 수행한다는 의미이다. 이 이동 형식을 위해 지정할 수 있는 공유 매개변수는 원하는 툴 속도 및 툴 가속도로서, 각각 mm/s 및 mm/s^2 로 지정되고, 또한 하나의 특징도 포함한다.
- **moveP**는 원형 혼합을 사용하여 일정한 속도로 툴을 선형적으로 이동하고, 접착 또는 분배와 같은 프로세스 작업이 그 용도이다. 혼합 반경의 크기는 기본적으로 모든 웨이포인트 사이에서 공유하는 값이다. 작은 값은 경로의 곡선이 더 급격하고, 값이 높으면 경로가 더 완곡해진다. 로봇 암이 웨이포인트 사이를 정속으로 움직이는 동안, 로봇 컨트롤 박스는 I/O 작업 또는 작업자 행동을 위하여 기다릴 수 없다. 이는 로봇 암의 이동을 정지하거나 보호 정지를 일으킬 수 있다.
- **원 이동**은 원형 이동을 하기 위해 **moveP**에 추가될 수 있다. 로봇은 현재 위치 또는 시작점에서 이동을 시작하고 원호에 지정된 **ViaPoint**를 통과하여 원 이동을 완성하는 **EndPoint**로 이동한다.

툴 자세를 계산하기 위해 모드가 사용된다. 모드:

- 고정: 툴 자세를 정의하기 위해 시작점만 사용됨
- 비구속: 시작점은 **EndPoint**로 변환하여 툴 자세를 정의함



공유하는 매개변수

이동 화면 아래 오른쪽 구석의 공유 매개변수는 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 TCP는 드롭다운 메뉴에서 선택할 수 있다. 설치에서 사용자 정의 TCP를 선택하여 활성 TCP를 사용하거나, 간단하게 툴 플랜지를 사용할 수 있다. 사용자 정의 TCP 또는 활성 TCP가 선택되면, 이 이동 명령 아래의 동작은 이에 준하여 조정된다. **툴 플랜지 사용**이 선택되면, TCP가 사용되지 않고, 이 이동 명령 아래의 동작은 툴 플랜지에 준하게 된다(즉, 동작 조정이 없음).

이 동작의 활성 TCP가 프로그램 런타임 도중에 결정되면 이는 Set 명령(1.24.11. 명령: 설정 페이지167 참조) 또는 스크립트 명령을 사용하여 동적으로 지정되어야 한다. 명명된 TCP 구성에 대한 자세한 정보 보기: (1.23.6. 설치 → TCP 구성 페이지121 참조).

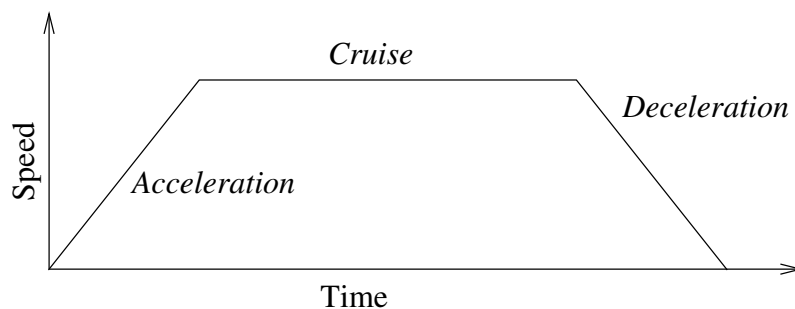
특징 선택

이 특징은 웨이포인트를 지정할 때 표현되어야 하는 이동 명령 아래의 웨이포인트를 배치한다 (1.23.12. 설치 → 특징 페이지133 절 참조). 웨이포인트를 설정할 때, 프로그램이 선택한 특징에서 특징 공간의 툴 좌표를 기억한다는 의미이다. 상세한 설명이 필요한 상황이 몇 가지 있다:

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

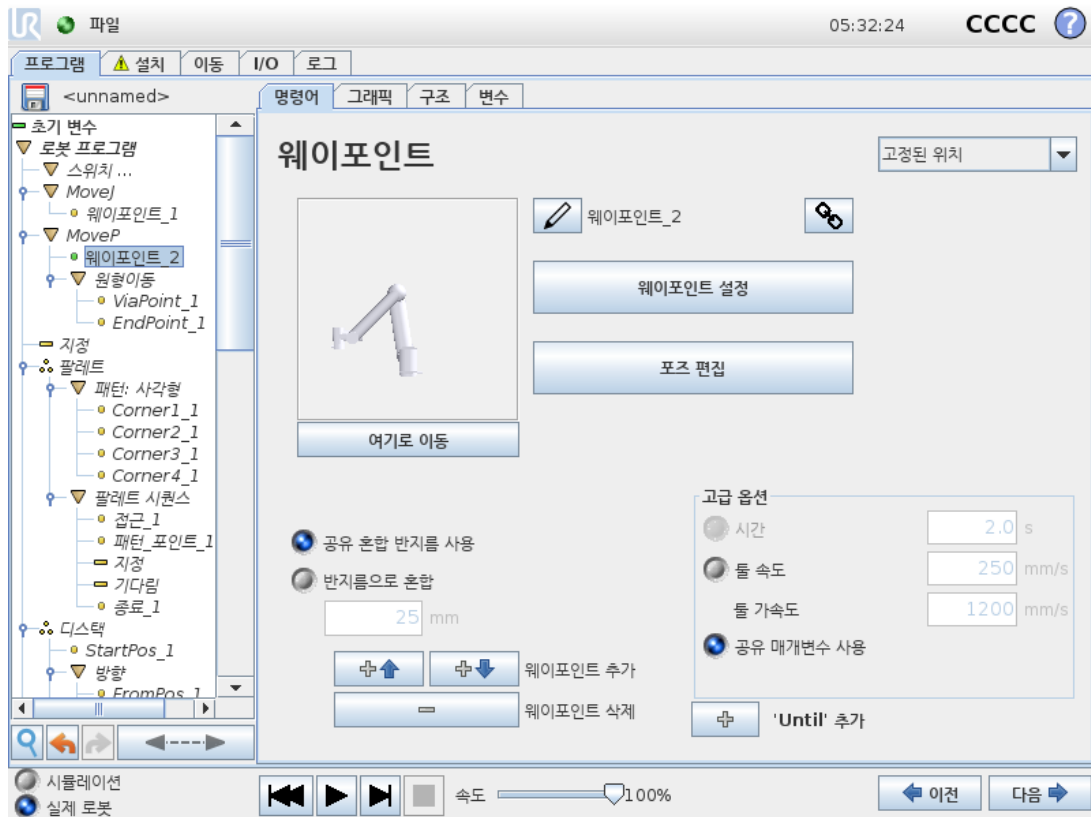
로봇 암이 변수 웨이포인트로 이동하면 툴 센터 포인트(TCP)가 선택한 특징 공간에 있는 변수의 좌표로 계산된다. 그러므로 다른 특징을 선택하면 변수 웨이포인트에 대한 로봇 암 이동은 변한다.

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



16.1: 동작을 위한 속도 프로파일. 곡선은 세 부분으로 구분된다: 가속, 순항, 감속. 순항 단계의 수준은 동작의 속도 설정에서 주어지고 가속 및 감속 단계의 경사는 가속도 매개변수에서 주어진다.

1.24.5. 명령: 고정 웨이포인트



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 누를 수 있도록 이동 명령에서 선택된 유효한 특징이 있어야 한다.

웨이포인트 이름

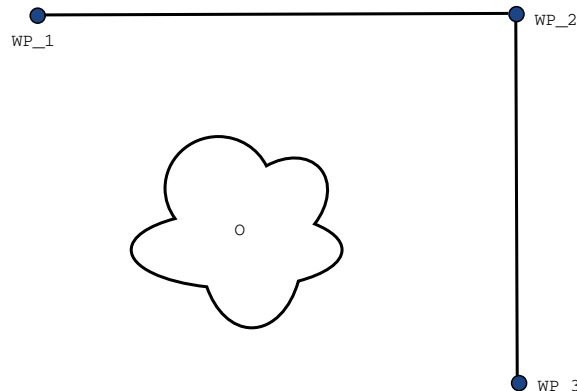
웨이포인트는 자동으로 고유한 이름을 갖는다. 이름은 사용자가 교체할 수 없다. 링크 아이콘을 선택하면 웨이포인트가 링크되고 위치 정보를 공유한다. 혼합 반경, 툴/조인트 속도, 툴/조인트 가속 등의 그 외 웨이포인트 정보는 링크되어 있어도 개별 웨이포인트를 위하여 구성된다.

혼합

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

예

집어서 놓는 작업을 예로 들자면(그림 16.2 참조), 로봇이 현재 웨이포인트 1(WP_1)에 있다. 이 조건을 충족하기 위해 세 가지 웨이포인트가 사용된다. WP_3 집어서 놓는 작업을 예로 들자면(그림 15.2 참조), 로봇이 현재 웨이포인트 1(WP_1)에 있으며, 웨이포인트 3(WP_3)의 물체를 집어들어야 한다. 해당 물체 및 기타 장애물에 부딪히지 않으려면(O), 로봇은 WP_3에 접근할 때 웨이포인트 2(WP_2) 방향에서 접근해야 한다. 이 조건을 충족하는 경로를 만들기 위해 세 가지 웨이포인트가 사용된다. 해당 물체 및 그 외 장애물에 부딪히지 않으려면(WP_1), 로봇은 웨이포인트 3(WP_3)의 물체를 집어들어야 한다.



16.2: WP_1: 최초 위치, WP_2: 지점 경유, WP_3: 픽업 위치, O: 장애물.

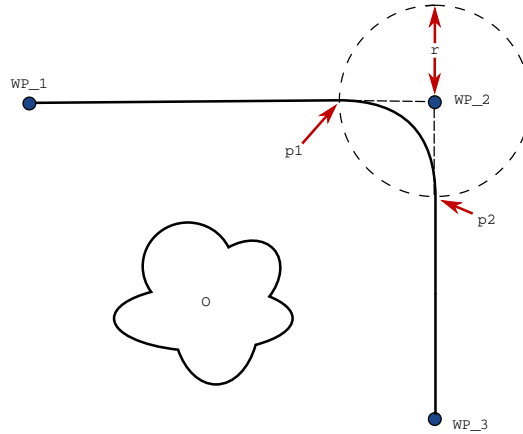
다른 설정을 구성하지 않으면, 계속 이동하기 전에 로봇은 각 웨이포인트에서 정지한다. 매끄럽게 회전하면 같은 조건을 충족하면서 시간과 에너지를 덜 소비하기 때문에 WP_2에서 정지하는 것은 최적의 방법이 아니다. 이 근처 위치에서 첫째 궤도에서 둘째 궤도로의 전환이 이루어진다면 로봇이 WP_2에 정확하게 도달하지 않아도 용인된다.

웨이포인트 혼합을 구성하여 로봇이 다음 궤도로의 매끄러운 전환을 계산할 수 있도록 허용하는 것으로 WP_2에서 중지하지 않게 할 수 있다. 혼합의 일차 파라미터는 반경이다. 로봇이 혼합 반경의 웨이포인트 범위 내에 있으면 혼합을 시작하고 원래 경로에서 이탈할 수 있다. 로봇이 감속했다가 다시 가속할 필요가 없으므로 이는 더 빠르고 더 부드러운 이동을 허용한다.

혼합 매개변수

웨이포인트 이외에 여러 매개변수가 혼합 궤도에 영향을 준다(그림 16.3 참조):

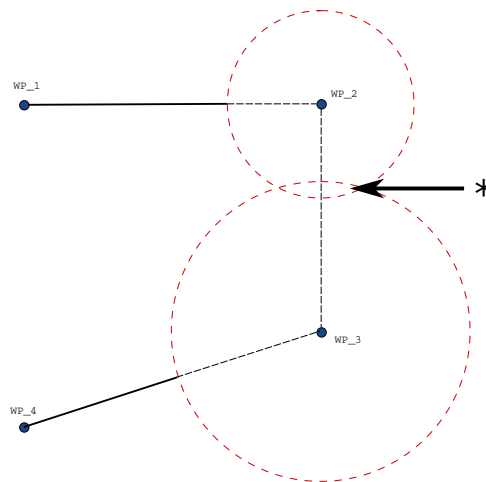
- 혼합 반지름(r)
- 로봇의 최초 및 최종 속도(각각 p_1 및 p_2 위치)
- 이동 시간(궤도에 대한 특정 시간을 설정하는 경우, 이는 로봇의 최초/최종 속도에 영향을 줌)
- 혼합 시작과 종료를 위한 궤도 형식(MoveL, MoveJ)



16.3: r 반지름을 WP_2 에 적용하여 혼합하고, 최초 위치는 $p1$, 최종 위치는 $p2$ 이다. o 은(는) 장애물이다.

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

혼합은 중첩될 수 없으므로, 그림 16.4에 표시된 대로 이전 또는 다음 웨이포인트와 겹쳐지는 혼합 반지름과 겹치는 혼합 반지름을 지정할 수는 없다.



16.4: 혼합 반경 중첩은 허용되지 않는다(*).

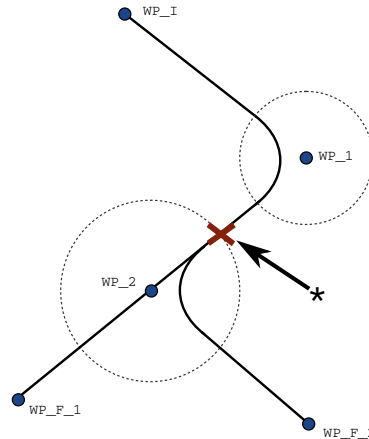
조건 혼합 궤도

혼합 궤도는 혼합 반경이 지정된 위치와 프로그램 트리에 있는 다음 항목의 웨이포인트 전부에 대하여 영향을 받는다. 즉, 그림 16.5의 프로그램에서 이 예제의 주위 혼합이다. 종료 위치로 두 가지가 가능하며, 혼합할 다음 웨이포인트를 판단하기 위해 로봇은 현재 WP_2 수치를 계산해야 한다. 그 결과는 혼합 반지름에 들어갈 때 WP_1 주위의 혼합이 이미 `digital_input[1]`의 영향을 받고 있는 경우 더 명확하게 된다. 프로그램 순서를 보면 직관적이지 않지만, 이는 **if...then** 식(또는 다음 웨이포인트를 판단하기 위해 필요한 그 외의 문 - 예: 변수 웨이포인트)이 실제로 WP_2 에 도달하기 전에 계산된다는 의미이다. 웨이포인트가 정지 포인트이고 다음 웨이포인트를 판단하기 위해 조건식(예: I/O 명령)이 뒤따른다면, 로봇 암이 웨이포인트에서 정지할 때 이것이 실행된다.

```

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

```



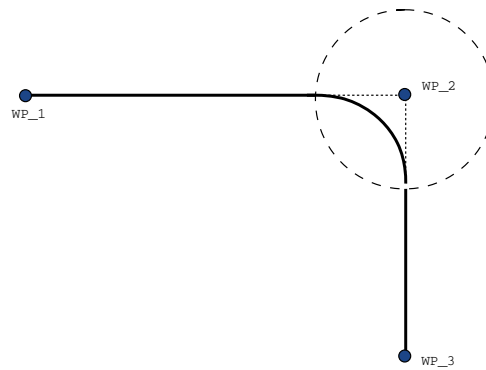
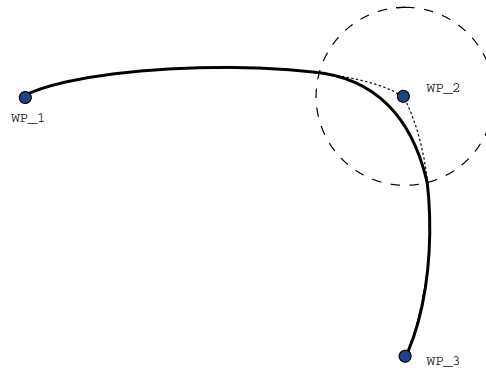
16.5: WP_I 은(는) 최초 웨이포인트이며, 조건식에 따라 잠재적인 최종 웨이포인트 두 개, WP_F_1 및 WP_F_2 이(가) 있다. *if* 조건식은 로봇 암이 둘째 혼합에 진입할 때 계산된다(*).

궤도 형식 조합

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

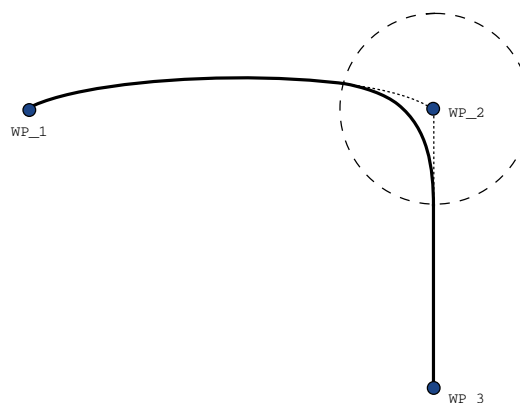
1. **MoveJ**부터 **MoveJ**까지(순수 조인트 공간 혼합)
2. **MoveJ**부터 **MoveL**까지
3. **MoveL**부터 **MoveL**까지(순수 직교 공간 혼합)
4. **MoveL**부터 **MoveJ**까지

순수 조인트 공간 혼합(1항) 대 순수 직교 공간 혼합(3항)이 그림 16.6에서 비교되어 있다. 이는 동일한 웨이포인트 집합에 대한 툴의 가능한 두 가지 경로를 표시한다.



16.6: 조인트 공간(*MoveJ*) vs. cartesian space (*MoveL*) 이동 및 혼합.

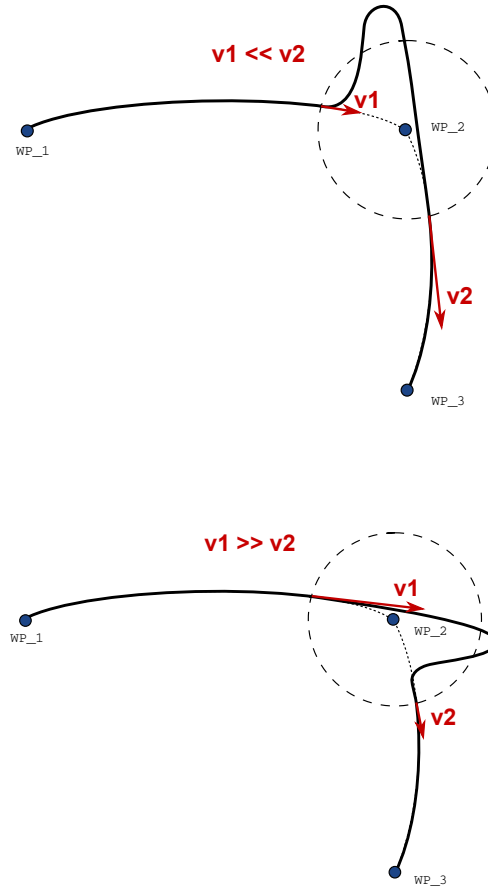
다른 조합 중에서 2, 3, 4항은 직교 공간의 원래 궤도 범위 안에 놓이는 궤도를 계산한다. 두 가지 다른 궤도 형식 간 혼합(2항)의 예가 그림 16.7에 표시되어 있다.



16.7: 조인트 공간의 이동에서 혼합(*MoveJ*) to linear tool movement (*MoveL*).

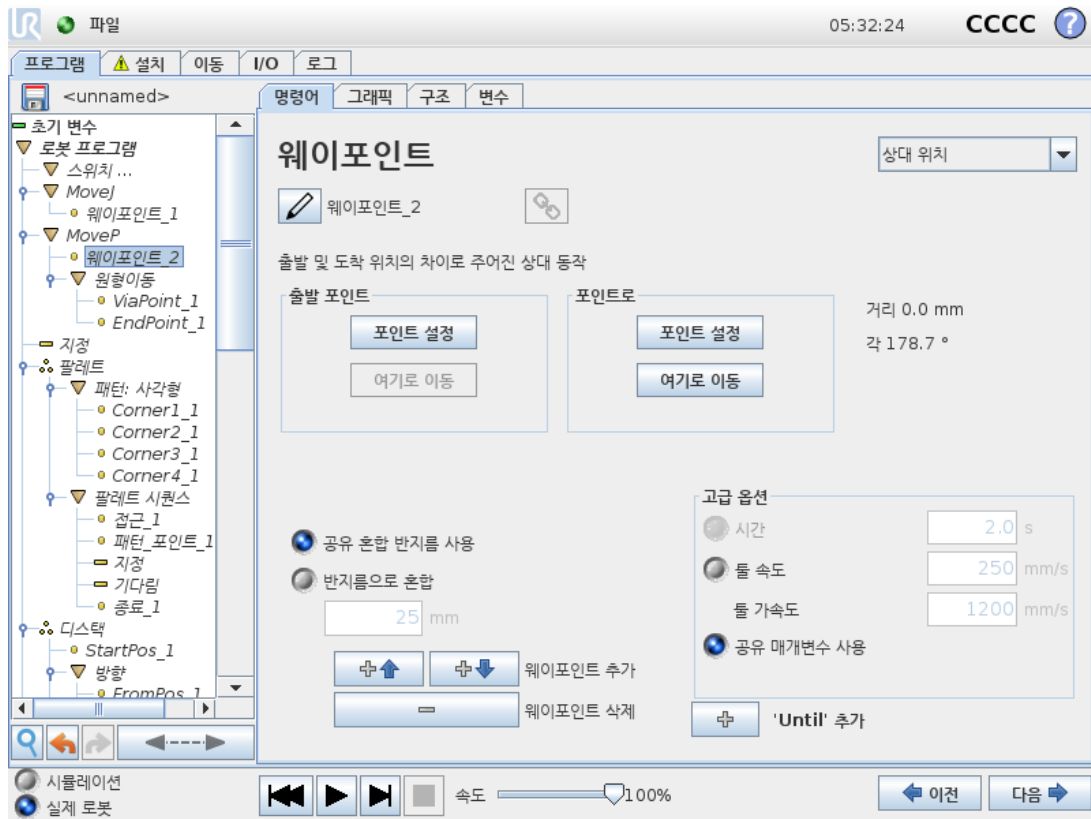
하지만 로봇이 속도와 시간 조건을 고려하여 조인트 공간 내에서 최대한 매끄러운 궤도를 계산하기 위해 순수 조인트 공간 혼합(1항)은 덜 직관적인 방식으로 움직일 수 있다. 이 때문에 웨이포인트에서 지정한 경로에서 이탈할 수 있다. 두 궤도 간의 조인트 속도가 상당한 차이가 있다면 특히

이러한 점이 두드러질 수 있다. 주의: 속도 차이가 매우 크면(예: 속도 또는 시간을 특정 웨이포인트에 대하여 고급 설정에서 지정함) 그림 16.8에서 표시된 대로 원래 궤도에서 크게 이탈할 수 있다. 서로 다른 속도 간에 혼합해야 하지만 이 이탈을 용인할 수 없다면, 그 대신에 **MoveL**을 이용하여 직교 공간에서 혼합해본다.



16.8: Joint space blending when initial velocity v_1 is significantly smaller than final velocity v_2 or the opposite.

1.24.6. 명령: 상대적 웨이포인트

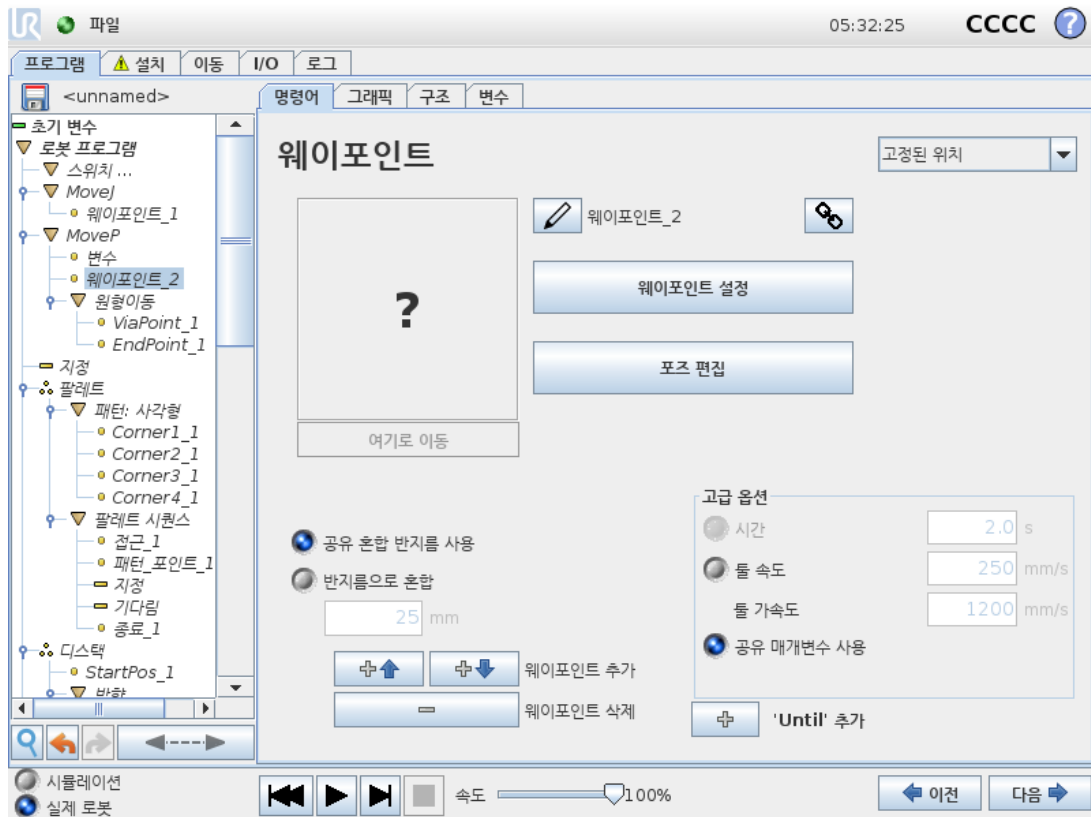


로봇 암의 이전 위치에 상대적으로 위치를 부여하는 웨이포인트로서 "왼쪽으로 2센티미터"가 그러한 예이다. 상대 위치는 주어진 두 위치 사이의 차이로 정의된다(왼쪽에서 오른쪽으로).

참고: 상대 위치를 반복하면 로봇 암을 작업 공간 밖으로 이동할 수 있다.

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

1.24.7. 명령: 변수 웨이포인트



변수가 위치를 제공한 웨이포인트로서 이 경우에는 `calculated_pos`이다. 변수는 포즈여야 한다.
예:

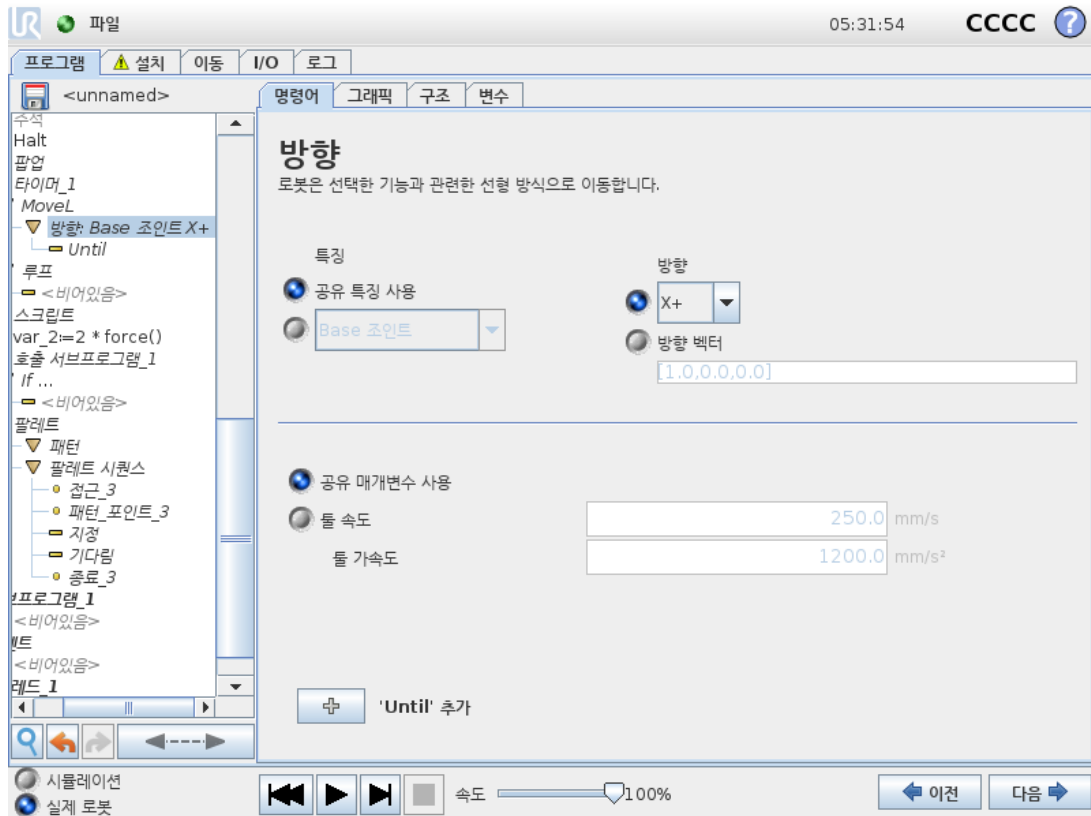
`var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. 첫 번째 셋은 x, y, z 이고, 마지막 셋은 rx, ry, rz 벡터에 의해 지정된 회전 벡터로 주어진 자세이다. 축의 길이는 라디안으로 회전하는 각이고, 벡터 자체가 축이 회전할 기준을 제시한다. 위치는 언제나 참조 프레임 또는 좌표계에 상대적으로 주어지고, 선택한 특징에 의해 정의 된다. 혼합 반지름이 고정 웨이포인트에 지정되어 있고, 이전 및 이후의 웨이포인트가 변수이거나, 혼합 반지름이 변수 웨이포인트에 지정되어 있다면 혼합 반지름은 중첩에 대해 점검되지 않는다(혼합 매개변수 페이지 157 참조). 프로그램 실행 시 혼합 반경이 포인트에 중첩되는 경우, 로봇은 이를 무시하고 다음 포인트로 이동한다.

예를 들어, 툴의 z -축에서 로봇을 20 mm 이동하는 경우:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
MoveL
Waypoint_1 (variable position):
Use variable=var_1, Feature=Tool
```

1.24.8. 명령: 방향

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



방향 이동 정지하기

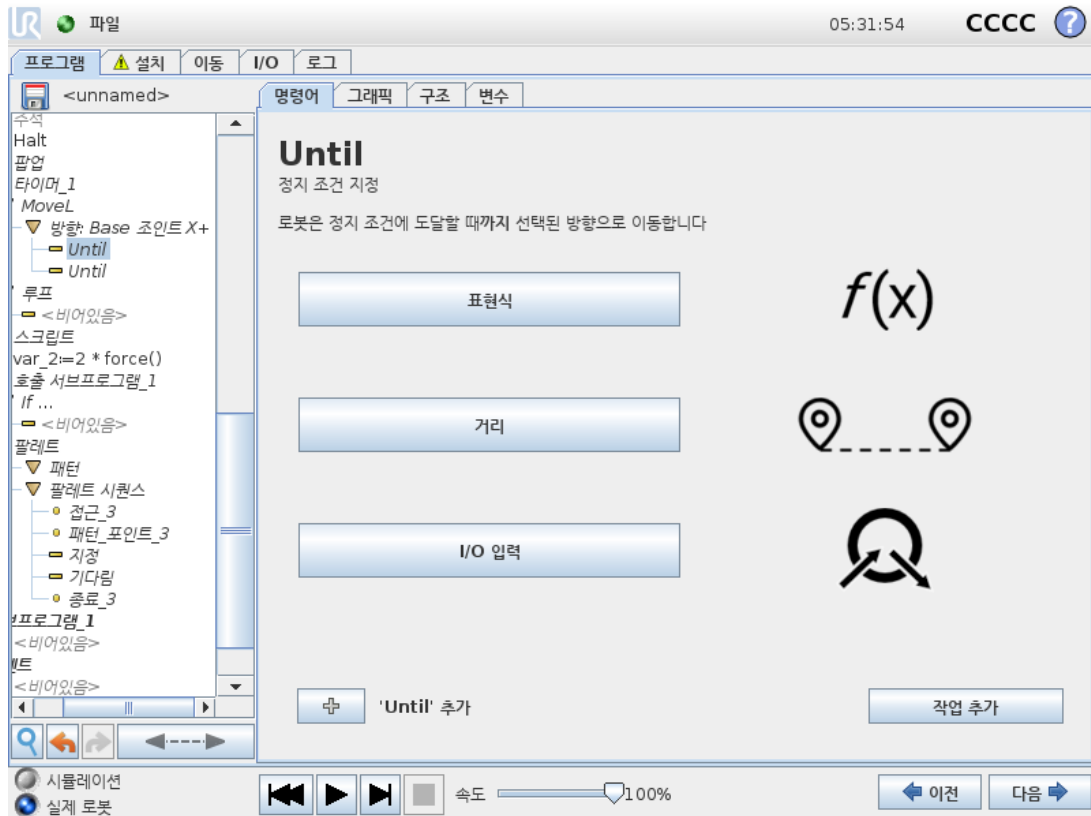
툴 속도 및 툴 가속도에 대한 방향 벡터 설정을 추가하여 선형 운동의 벡터 방향을 정의하여 다음과 같이 고급 용도로 사용할 수 있다.

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

방향 벡터는 단위 벡터로 분해되는 사용자 지정 코드 표현식을 정의한다. 가령 [2,1,0] 벡터의 경우 로봇은 지정된 속도에서 상대적으로 y 방향 한 단위에 대하여 x 방향 두 단위 이동한다.

1.24.9. 명령: Until

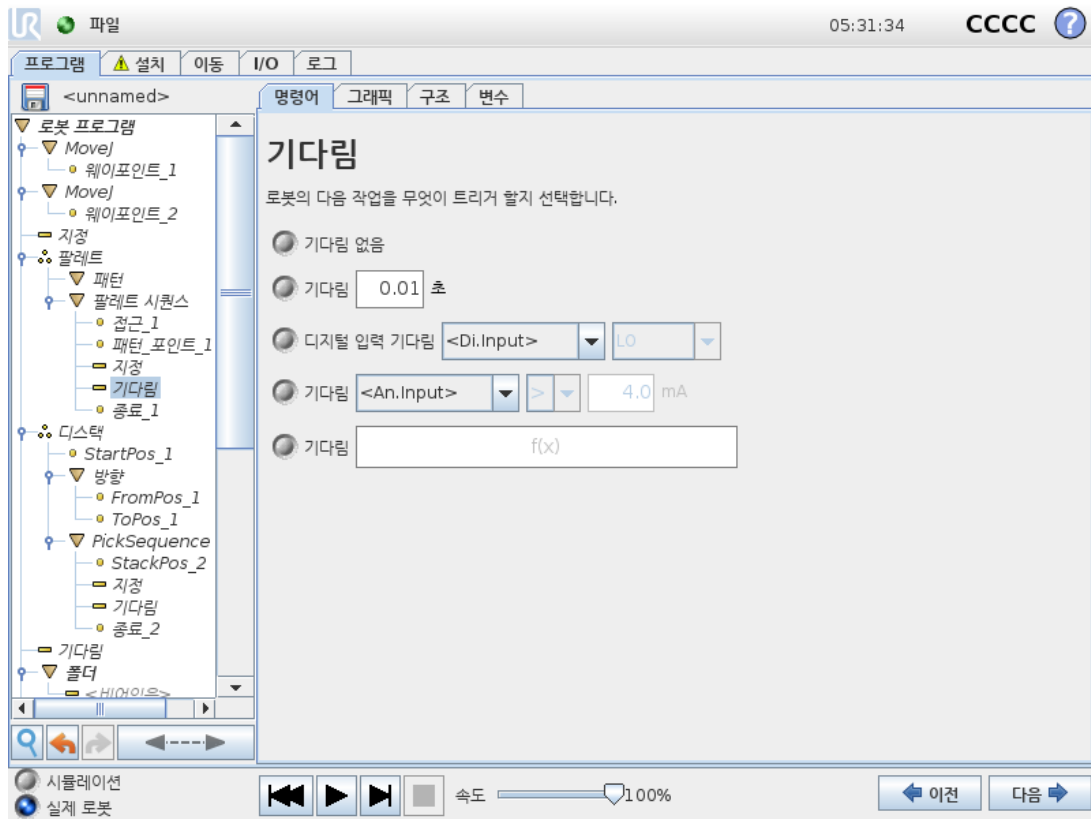
프로그램 노드 **Until**은 동작에 대한 정지 기준을 정의한다. 로봇은 경로를 따라 이동하고 접촉이 감지되면 멈춘다.



Until 필드에서 다음 정지 기준을 정의할 수 있다.

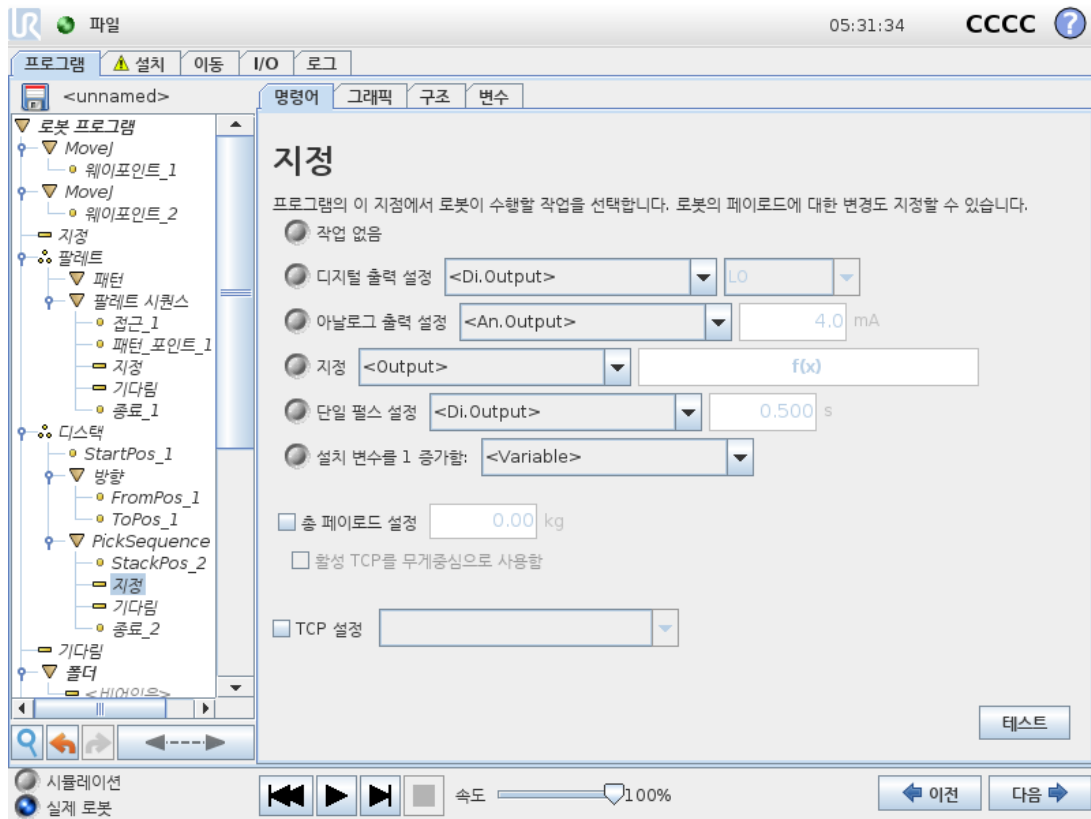
- **작업 추가** 특정 Until 조건이 충족될 경우 프로그램 노드를 추가한다. 가령 오류 상태가 감지 되면 프로그램은 팝업 노드에서 정지될 수 있다.
- **거리** 이 노드는 로봇이 일정 거리를 이동할 때 방향 이동을 중지하는 데 사용할 수 있다. 속도가 느려지므로 로봇이 해당 거리에서 정확히 멈춘다.
- **표현식** 이 노드는 사용자 정의 프로그램 표현식으로 인한 동작을 정지시키는 데 사용할 수 있다. I/O, 변수 또는 스크립트 함수를 사용하여 정지 조건을 지정할 수 있다.
- **I/O 입력** 이 노드를 사용하여 I/O 입력에서 신호 제어 동작을 중지할 수 있다.

1.24.10. 명령: 기다림



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

1.24.11. 명령: 설정

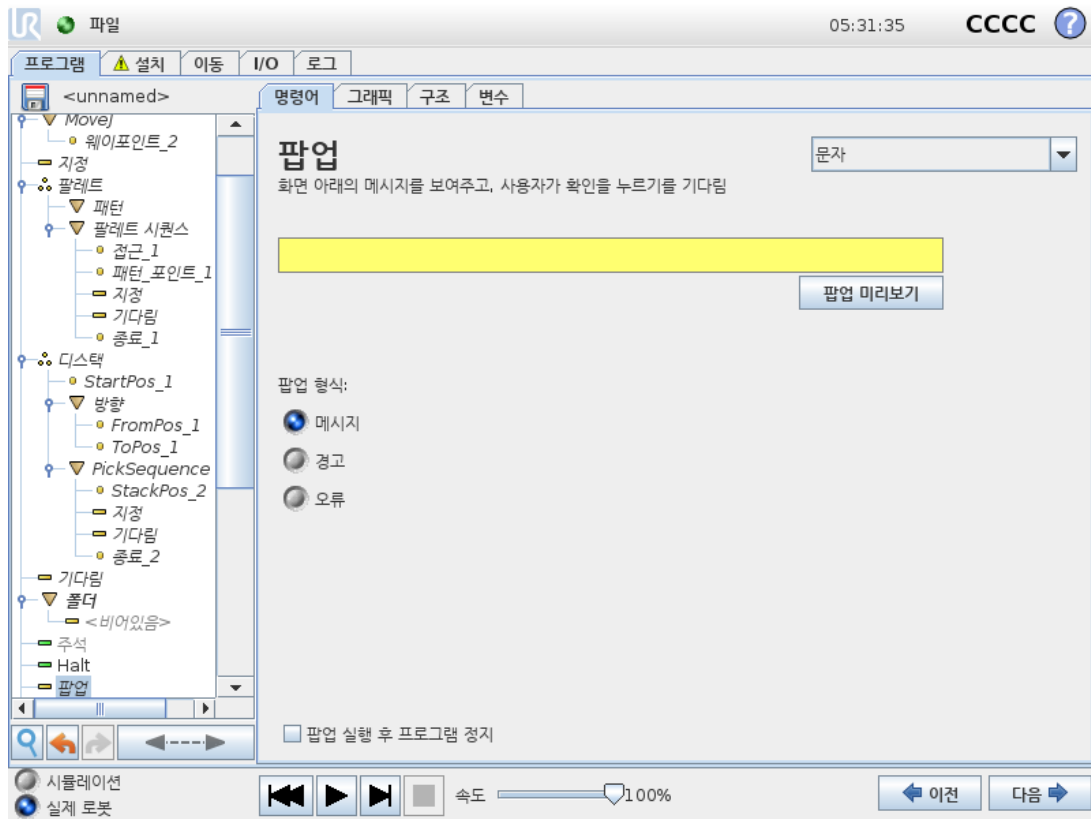


디지털 또는 아날로그 출력을 주어진 값으로 설정한다. 디지털 출력은 단일 펄스를 보내도록 설정할 수도 있다.

Set 명령을 사용하여 로봇 암의 페이로드를 설정한다. 톨의 중량이 예상 페이로드와 다른 경우, 안전을 위하여 로봇이 예기치 못하게 보호정지를 트리거하는 것을 방지하기 위해 페이로드 중량을 조정할 수 있다. 활성 TCP를 무게중심으로 사용하지 않는다면 확인란의 표시를 해제해야 한다. 활성 TCP는 **설정** 명령을 사용하여 수정할 수도 있다. 확인란을 선택하고 메뉴에서 TCP 오프셋 중 하나를 선택하면 된다.

프로그램 작성 시 특정 동작에 대한 활성 TCP를 알고 있다면 **이동** 카드에서 TCP 선택을 대신 사용하는 것을 고려한다(1.24.4. 명령: 이동 페이지153 참조). 명명된 TCP 구성에 대한 자세한 정보 보기: (1.23.6. 설치 → TCP 구성 페이지121 참조).

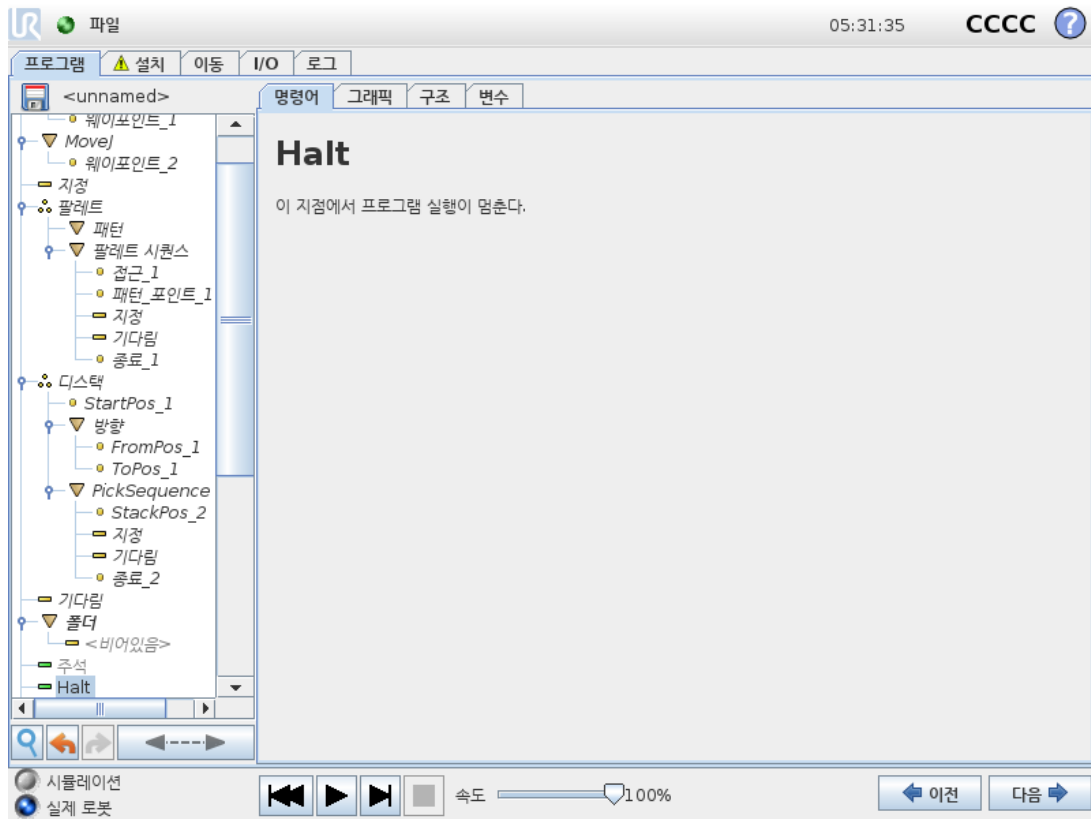
1.24.12. 명령: 팝업



팝업은 프로그램이 이 명령에 도달하면 화면에 나타나는 메시지이다. 메시지 스타일을 선택할 수 있고, 텍스트는 화상 키보드로 텍스트를 입력할 수 있다. 로봇은 프로그램을 계속 진행하기 전에 사용자 또는 작업자가 팝업 아래의 "확인" 버튼을 누르기를 기다린다. "프로그램 실행 정지" 아이템을 선택하면 로봇 프로그램이 이 팝업에서 정지한다.

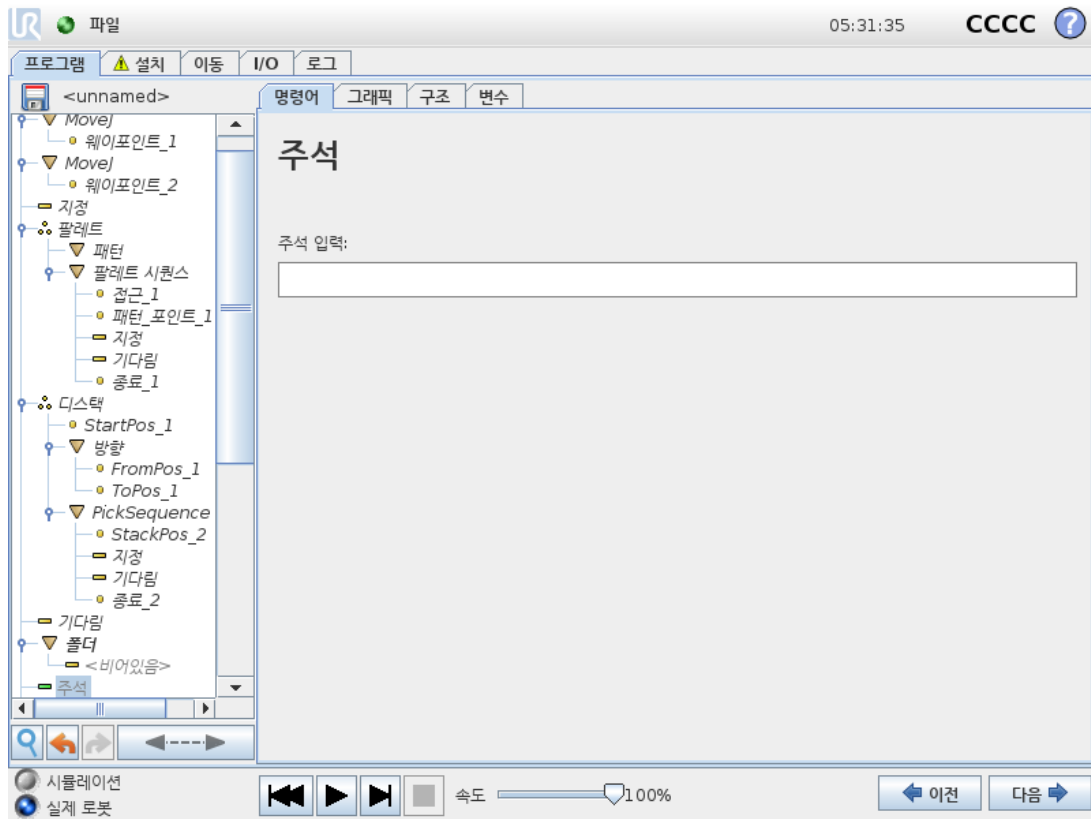
참고: 메시지는 최대 255 자로 제한된다.

1.24.13. 명령: 정지



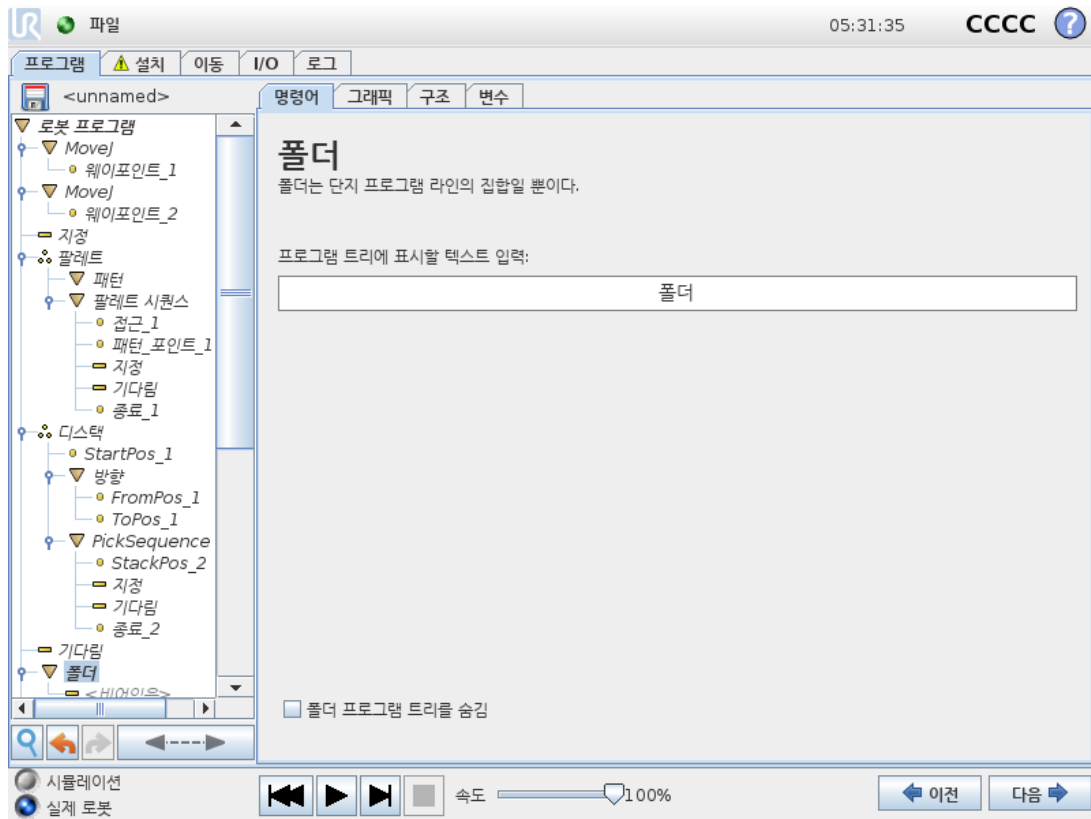
이 지점에서 프로그램 실행이 멈춘다.

1.24.14. 명령: 코멘트



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

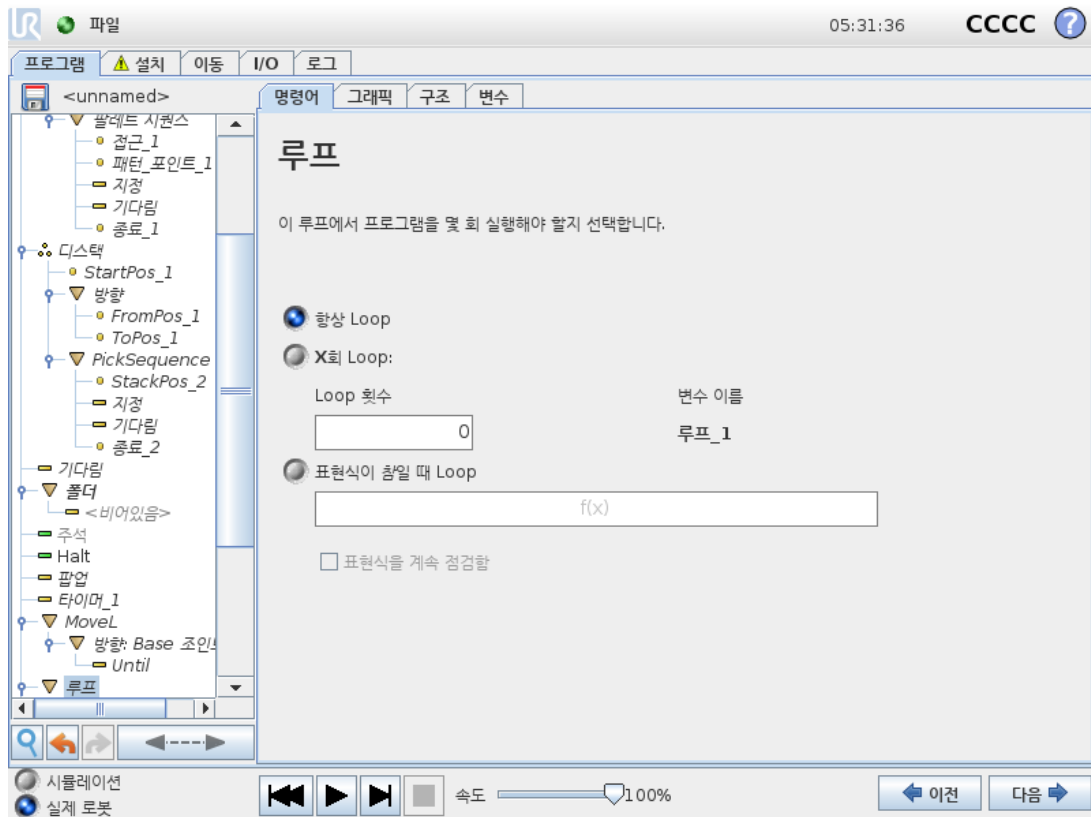
1.24.15. 명령: 폴더



폴더는 프로그램의 특정 부분을 정리하고, 여기에 레이블을 붙이고, 프로그램 트리를 정리하고, 더욱 쉽게 프로그램이 읽고 탐색할 수 있도록 하기 위해 사용한다.

폴더는 프로그램 및 그 실행에 영향을 미치지 않는다.

1.24.16. 명령: Loop

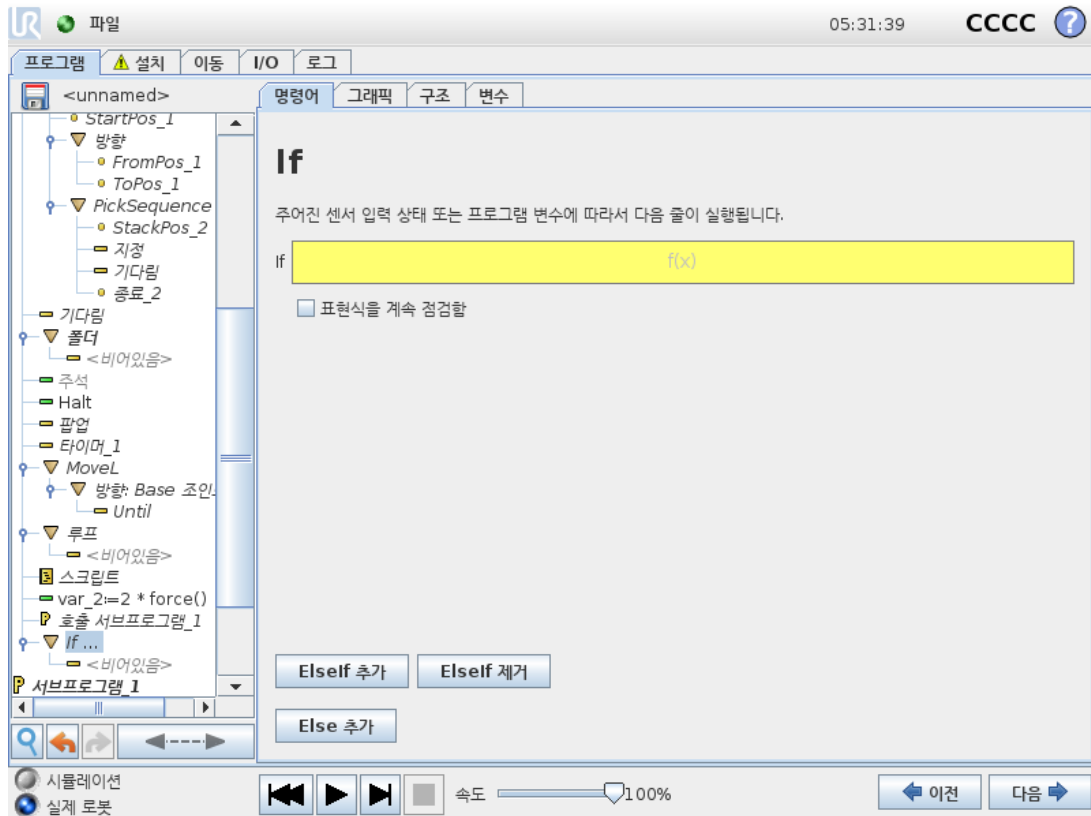


기초에 있는 프로그램 명령을 Loop한다. 선택에 따라서 기본 프로그램 명령은 영구적으로 Loop하거나, 일정 횟수 Loop하거나, 주어진 조건이 참이면 계속 Loop한다. 특정 횟수 Loop하는 경우에는 전용 Loop 변수(위 스크린샷의 loop_1)를 생성하고, Loop 내에서 표현식으로 사용할 수 있다. Loop 변수 카운트는 0 ~ N - 1 사이이다.

Loop할 때 표현식을 종료 조건으로 사용하는 경우, 폴리스코프는 이 표현식을 지속적으로 평가하기 위한 옵션을 제공하여 각 반복 후뿐만 아니라 언제든지 "loop"가 중단될 수 있도록 한다.

1.24.17. 명령: If

If and If...Else 문은 센서 입력 또는 변수 값에 따라 로봇의 동작을 변경한다.



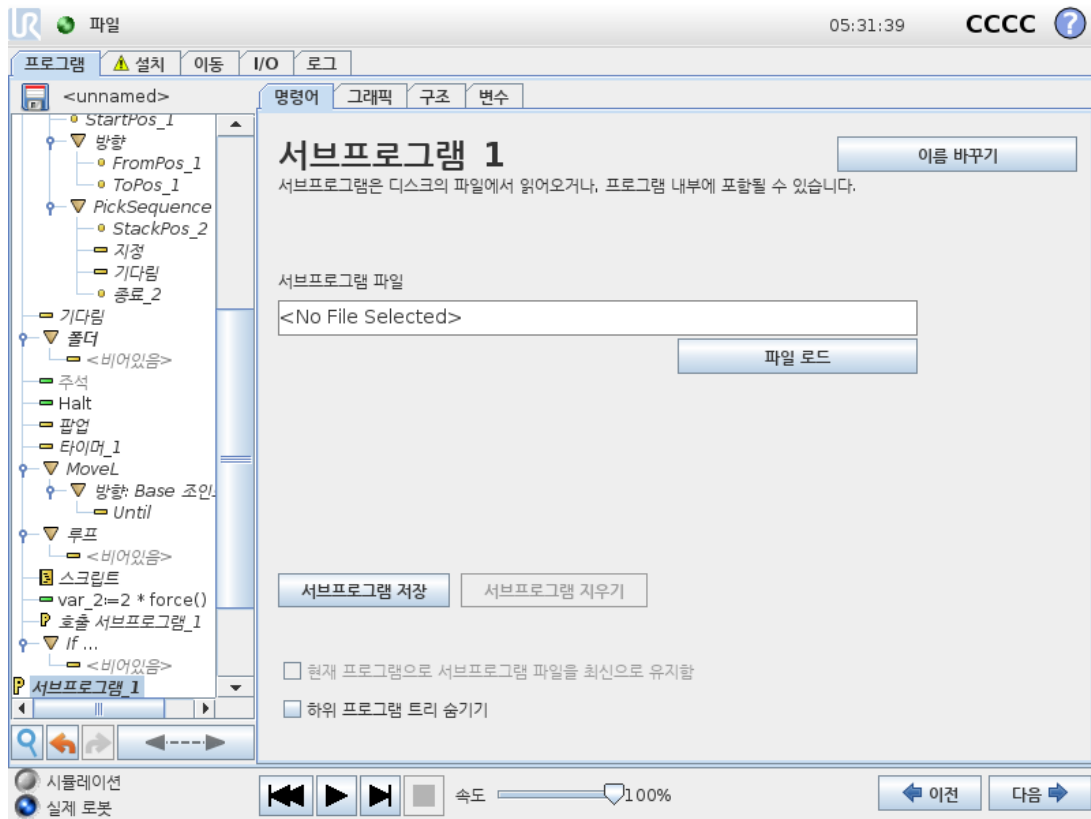
If 문을 사용하는 표현식을 구성하는 조건을 표현식 편집기에서 선택한다. 조건이 True로 평가되면 이 If 명령 내의 명령문이 실행된다. If 문에는 Else 문이 하나만 있을 수 있다. Add Elseif 및 Remove Elseif를 사용하여 Elseif 표현식을 제거한다. 표현식을 계속 점검함을 선택하여 포함된 줄을 실행하는 동안 If, Elseif 및 Loop 문을 평가할 수 있게 허용한다. If 문 내의 표현식이 False로 평가되면 Elseif 또는 Else 문이 수행된다.



참고

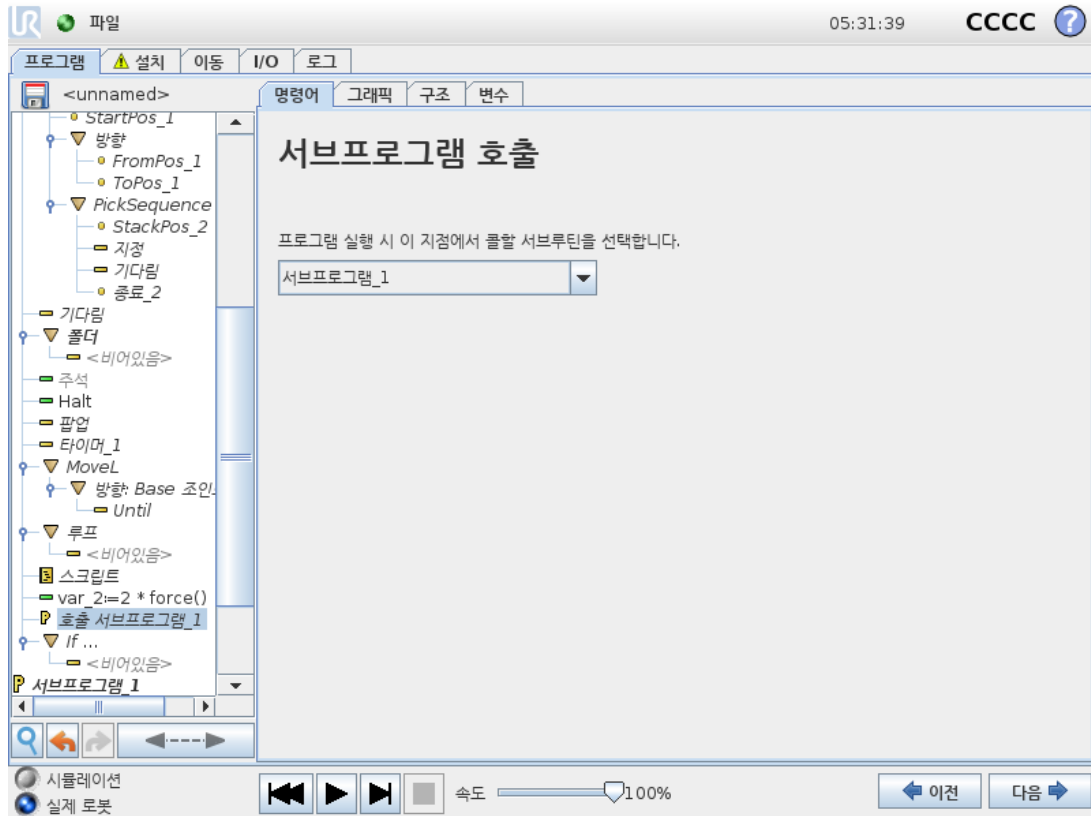
표현식을 계속 점검함 옵션이 있는 If 표현식 내부 또는 Loop 표현식 내부에 웨이포인트가 있는 경우 표현식 다음에 stopj() 또는 stopl()을 추가하여 로봇 암을 부드럽게 감속할 수 있다. 이는 If 및 Loop 명령 모두에 유효하다(1.24.16. 명령: Loop 이전 페이지 절 참조).

1.24.18. 명령: 서브프로그램



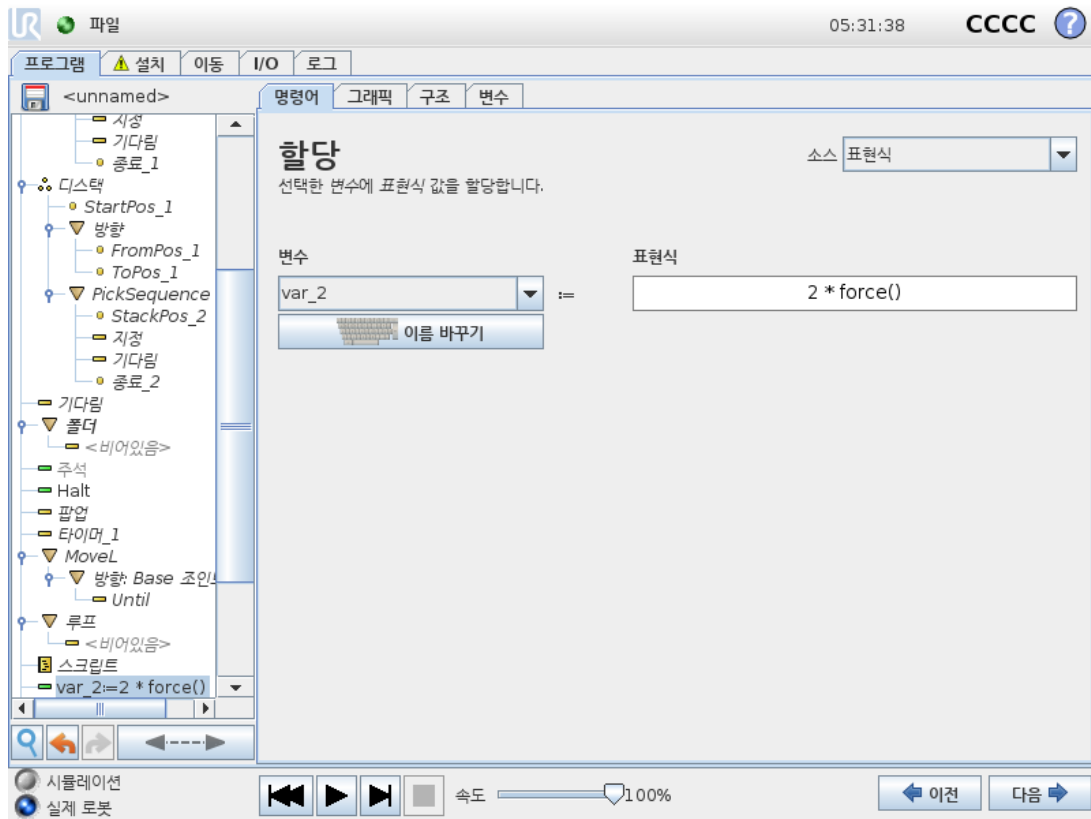
서브 프로그램은 여러 곳에서 필요한 프로그램 부분을 보관할 수 있다. 서브 프로그램은 디스크에 있는 별도의 파일일 수 있고, SubProgram을 실수로 변경하는 것을 막기 위하여 숨길 수 있다.

명령: 서브프로그램 콜



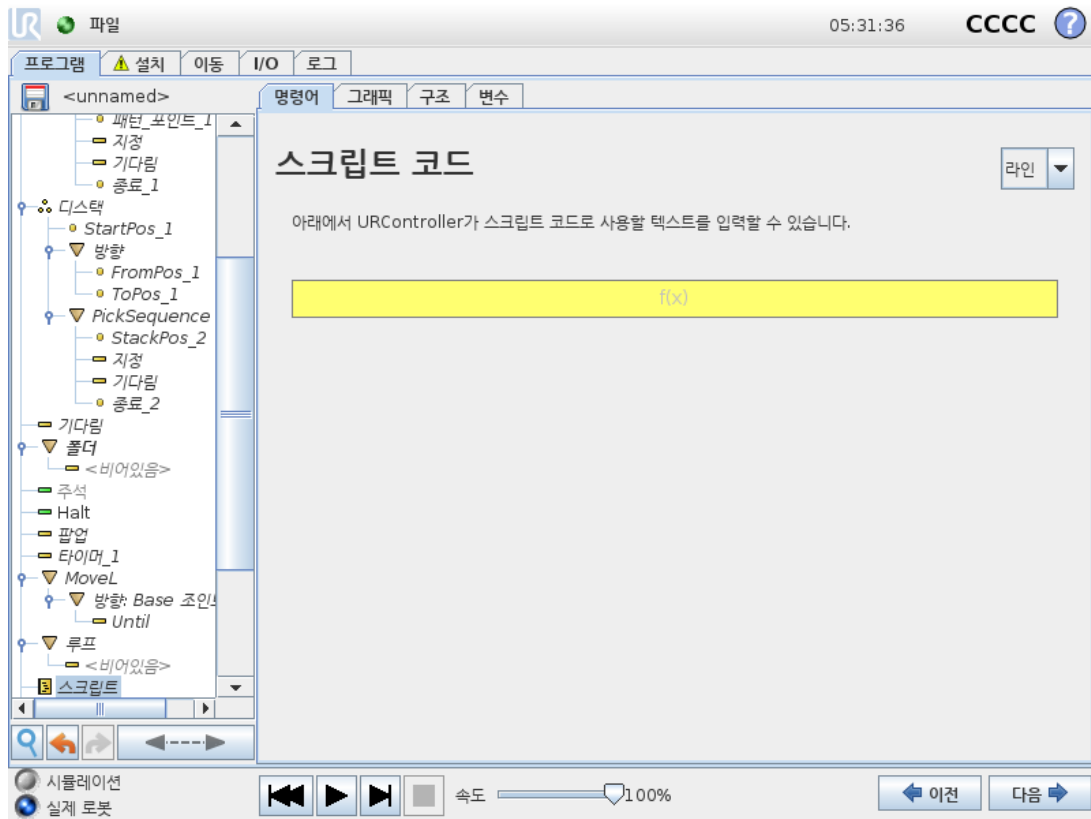
하위 프로그램을 콜하면 하위 프로그램에 있는 프로그램 라인을 실행하고, 다음 라인으로 돌아간다.

1.24.19. 명령: 할당



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

1.24.20. 명령: 스크립트



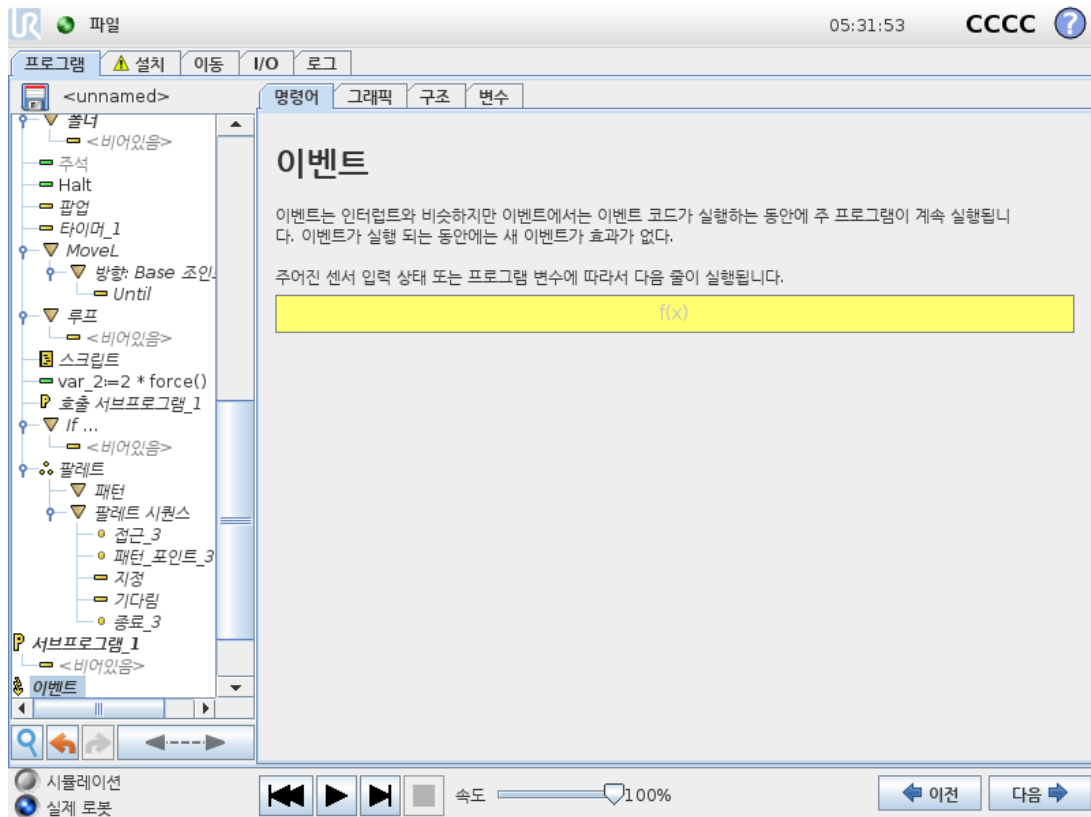
명령 아래의 드롭 다운 목록에서 다음 옵션을 사용할 수 있다.

- 선을 통해 표현식 편집기(1.22.1. 화면 표현식 편집기 페이지111)를 사용하여 URscript 코드를 줄을 작성할 수 있다.
- 파일을 통해 URscript 파일을 작성, 편집 또는 로드할 수 있다.

URscript를 작성하는 방법은 지원 웹사이트 (<http://www.universal-robots.com/support>)의 스크립트 설명서를 참조한다.

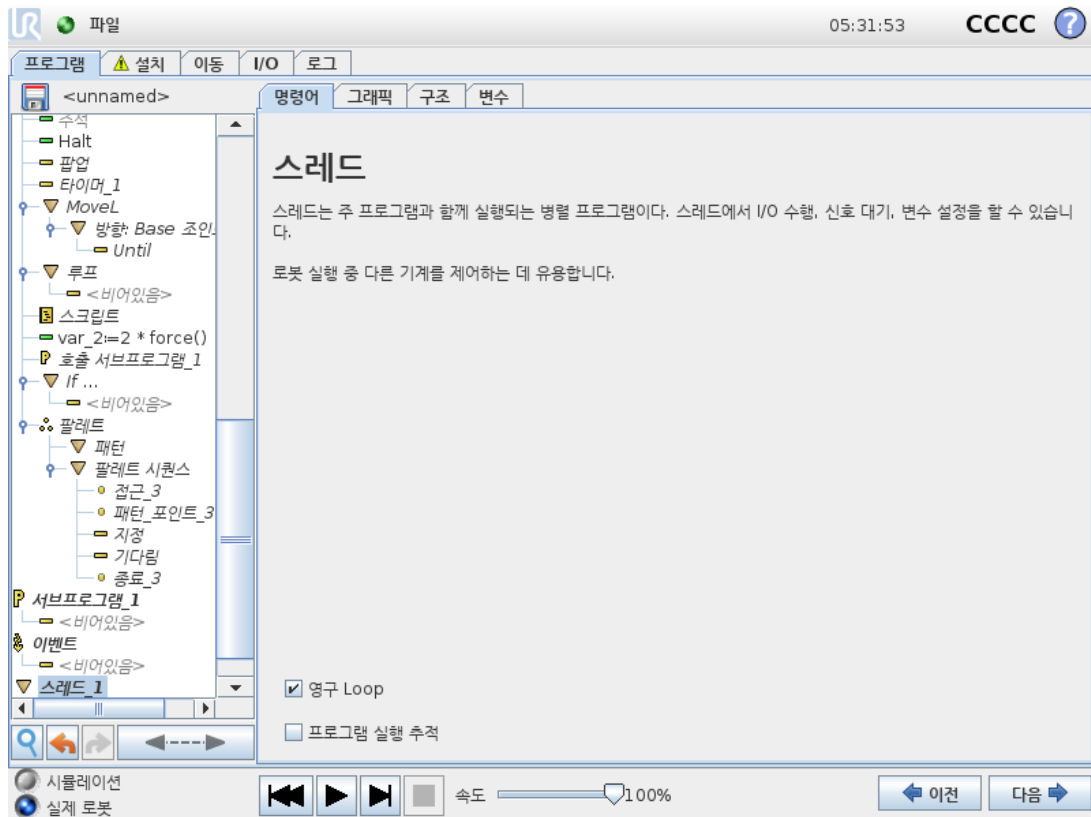
URscript 파일에 선언된 함수와 변수는 폴리스코프의 프로그램을 통해 사용할 수 있다.

1.24.21. 명령: 이벤트



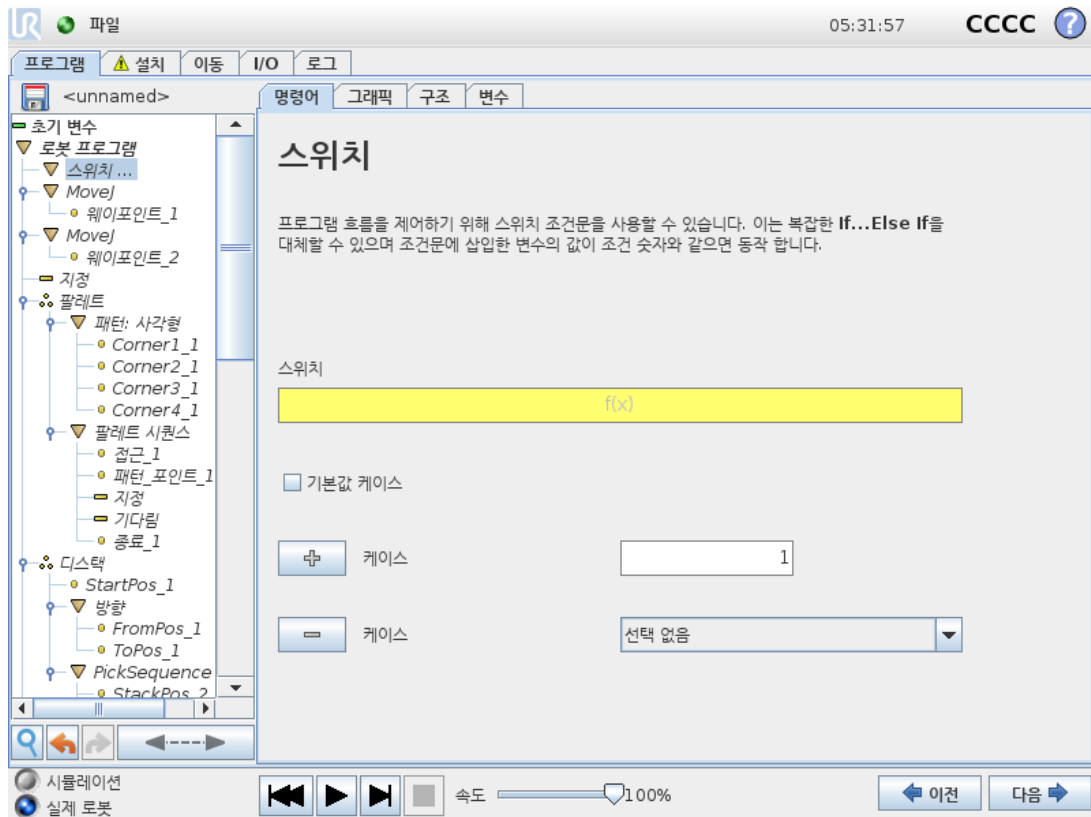
이벤트는 입력 신호를 모니터링하고, 입력 특정 작업을 수행하거나 신호가 높아지면 변수를 설정할 수 있다. 예를 들어 출력 신호가 높아지면 이벤트 프로그램은 200ms 기다린 다음에 다시 낮게 설정할 수 있다. 외부 기계가 높은 입력 신호보다는 플랭크 상승으로 트리거가 되는 경우, 이는 주 프로그램 코드를 더 간단하게 만들어 줄 수 있다. 이벤트는 컨트롤 사이클(8ms)마다 1회 체크한다

1.24.22. 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.

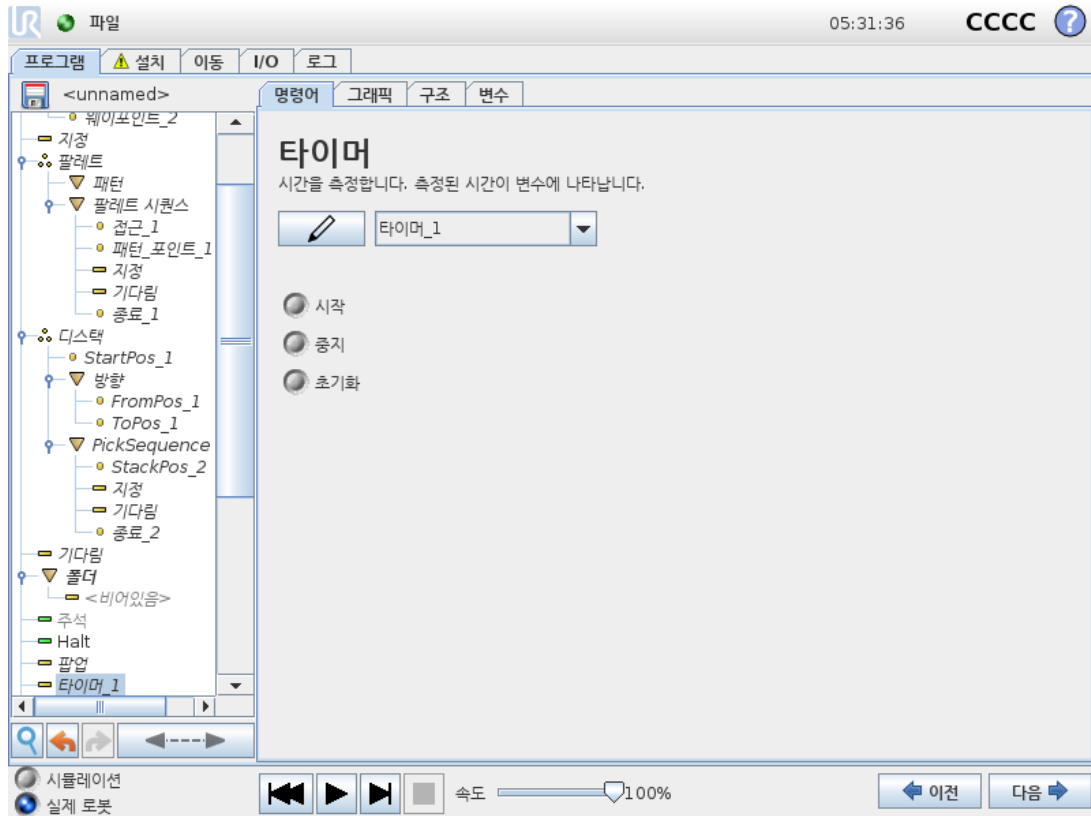
1.24.23. 명령: 스위치



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

각각의 Switch can have several Cases and one Default Case. Switches can only have one instance of any Case values defined. Cases can be added using the buttons on the screen. A Case 명령은 해당 스위치의 화면에서 제거할 수 있다.

타이머



타이머는 프로그램의 특정 부분을 실행하는 데 걸리는 시간을 측정한다. 프로그램 변수에는 타이머가 시작된 이후 지난 시간이 포함되며, 변수 탭과 실행 탭에서 볼 수 있다.

1.24.24. 명령: Force

로봇 작업 영역에서 **Force 모드**는 선택 축에 대하여 컴플라이언스 및 Force를 가능하게 한다.

Force 명령의 모든 로봇 암 이동은 **Force 모드**에서 실행된다. 로봇 암이 **Force 모드**에서 움직이는 경우, 로봇 암이 움직일 수 있는 하나 이상의 축을 선택할 수 있다. 로봇 암은 규격에 따라 컴플라이언스 축에 따라 환경에 부응한다. 로봇 암은 선택한 Force를 성취하기 위해 위치를 조정할 것이다. 또한 로봇 암이 환경에 Force를 적용하게 할 수 있다. 예를 들어 공정에 있는 물체.

Force 모드는 미리 지정된 축에서 실제 TCP 위치가 중요하지 않고, 반면에 원하는 Force를 해당 축을 따라서 적용하는 경우에 적합하다. 예를 들어 로봇 TCP가 커브가 있는 표면에서 롤하거나, 공정의 물체를 밀거나 당기는 경우가 이렇다. 또한 **Force 모드**는 미리 정의한 축 주위에 특정 토크를 적용하는 것을 지원한다.

참고: 영이 아닌 Force를 지정한 축에서 어떤 장애물도 마주치지 않으면, 로봇 암은 그 축을 따라서 가속하려고 시도한다.

축을 순응성에 맞게 선택했더라도 로봇 프로그램은 로봇을 축을 따라서 움직이려고 시도할 것이다. 하지만 여전히 Force 제어를 통해 로봇 암을 지정한 Force에 접근시킬 수 있다.



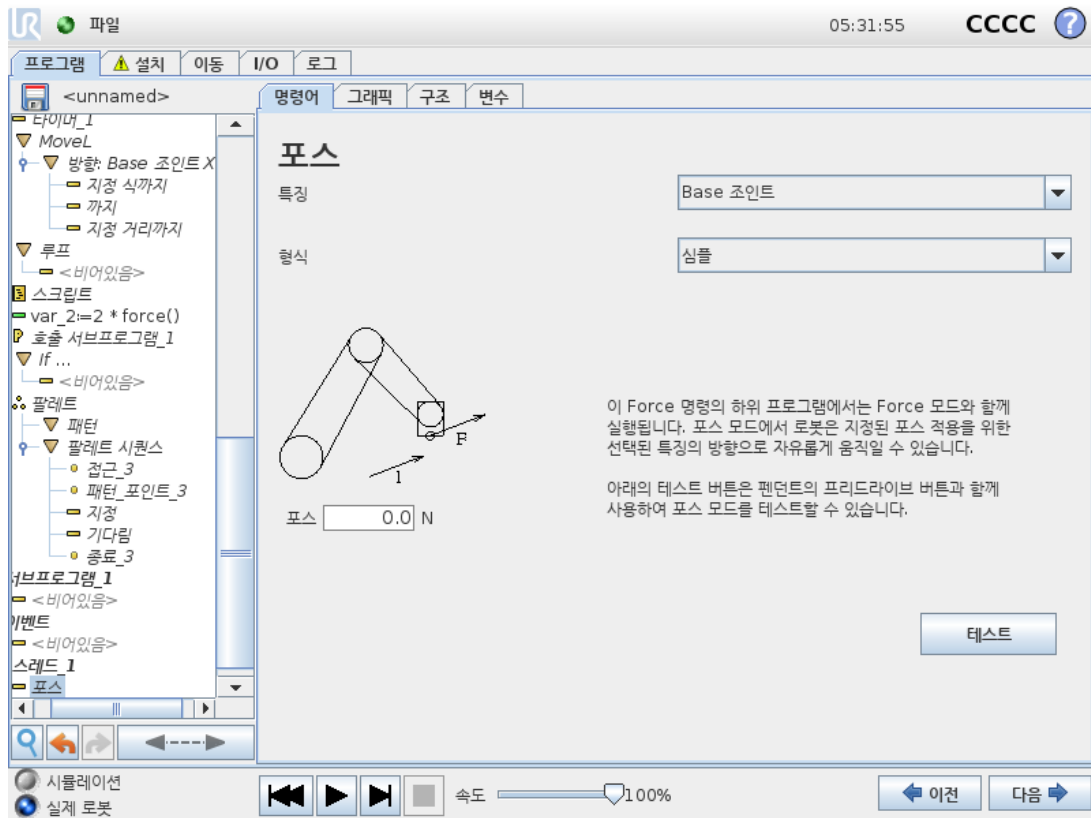
참고

If, Elself 또는 Loop 내에 Force 노드가 있고, 표현식을 계속 점검함 옵션이 선택되었다면 end_force_mode() 스크립트를 표현식 끝에 추가하여 Force 제어를 종료할 수 있다.



경고

1. 단지 Force 모드에 들어가기 전에 높은 감속하지 마십시오.
2. Force 모드에서 높은 가속은 Force 제어 정확도를 감소하므로, 이는 사용하지 않는다.
3. Force 모드에 들어가기 전에 준수 축에 평행한 이동을 하지 마십시오.



특징 선택

특징 메뉴는 Force 모드로 작동하는 동안 로봇이 사용할 좌표계(축)를 선택하는 데 사용한다. 메뉴의 특징은 설치 시 정의한 것이다(1.23.12. 설치 → 특징 페이지133 참조).

Force 모드 형식

선택한 특징을 해석하는 방식을 지정하는 네 가지 형식의 Force 모드가 있다.

- **심플:** 하나의 축만이 Force 모드에서 순응한다. 이 축을 따르는 Force는 조정이 가능하다. 원하는 Force는 언제나 선택한 특징의 z-축을 따라서 적용된다. 하지만 라인 기능은 y-축을 따른다.
- **프레임:** 프레임 형식은 고급 수준의 사용을 가능하게 한다. 여기에서 6자유도 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 10mm이어야 한다. 로봇 TCP 위치가 변하면 런타임에서 태스크 프레임은 변하게 된다. 태스크 프레임의 x-축 및 z-축은 선택한 특징의 원래 자세에 의존한다.
- **동작:** 동작은 TCP 동작 방향에 따라서 태스크 프레임이 바뀐다는 의미이다. 선택한 특징의 x-축 및 z-축으로 확장된 면에 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 영 이상으로 설정하기 전까지 순응 축은 없을 것이다. Force 모드에 있을 때 나중에도 로봇 암이 서 있는 경우, 태스크 프레임은 TCP 속도가 영 이상이었던 이전 경우와 같은 자세를 갖게 된다.

마지막 세 형식의 경우, 로봇이 Force 모드로 작동하면 실제 태스크 프레임은 그래픽 탭(1.24.32. [그래픽 탭 페이지189](#) 참조)에서 런타임일 때 볼 수 있다.

1.24.25. Force 값 선택

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

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



참고

수행할 사항:

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

1.24.26. 제한 선택

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

- **순응:** TCP가 축을 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.

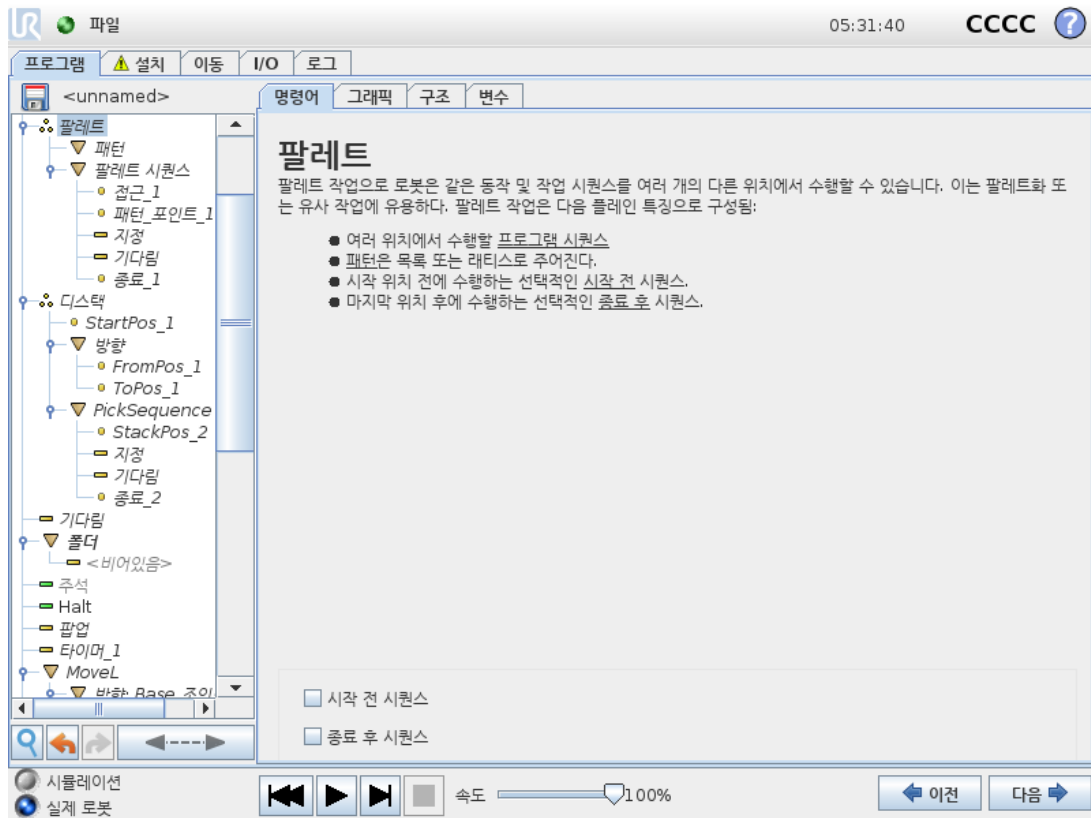
1.24.27. Force 테스트 설정

테스트 레이블이 있는 켜기/끄기 버튼은 티치 펜던트 뒤에 있는 **프리드라이브**버튼의 동작을 일반 프리드라이브 모드와 Force 명령 테스트로 전환할 수 있다.

테스트 버튼이 켜진 상태이고, 티치 펜던트 뒤의 **프리드라이브** 버튼을 누르면 로봇은 프로그램이 이 Force 명령에 도달한 것처럼 수행하고, 이를 통해 프로그램을 실제로 실행하지 않고도 설정을 검증할 수 있다. 이는 특히 순응 축과 Force를 올바르게 선택했는지 검증하는 데 유용하다. 한 손으로 로봇 TCP를 쥔 채 다른 손으로 **프리드라이브** 버튼을 누른 다음에 로봇 암이 어떤 방향으로 움직이거나/움직이지 못하는지 간단하게 확인할 수 있다. 이 화면에서 나간 다음에 테스트 버튼이 자동으로 꺼지는데, 이는 티치 펜던트 뒤의 **프리드라이브** 버튼을 정규 **프리드라이브** 모드를 위해 다시 사용할 수 있다는 것을 의미한다.

참고: **프리드라이브** 버튼은 Force 명령에 대해 유효한 특징을 선택한 경우에만 효과적이다.

1.24.28. 명령: 팔레트



팔레트 작업은 패턴으로 지정된 다양한 위치에서 동작 시퀀스를 수행할 수 있다(참조). 패턴의 각 위치에서 동작 시퀀스는 패턴 위치에 대하여 상대적으로 실행 된다.

팔레트 작업 프로그래밍

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

팔레트 시퀀스/앵커 가능 시퀀스

팔레트 시퀀스 노드에서 로봇 암 동작은 팔레트 위치에 대하여 상대적이다. 시퀀스 동작으로 **앵커 위치/패턴 포인트**에서 패턴에 의해 지정된 위치에 로봇 암이 오게 된다. 남은 위치는 이를 맞추기 위해 모두 이동한다. 앵커 위치에 대하여 상대적이지 않으므로 **이동** 명령은 시퀀스 내에서 사용하지 않는다.

“BeforeStart”

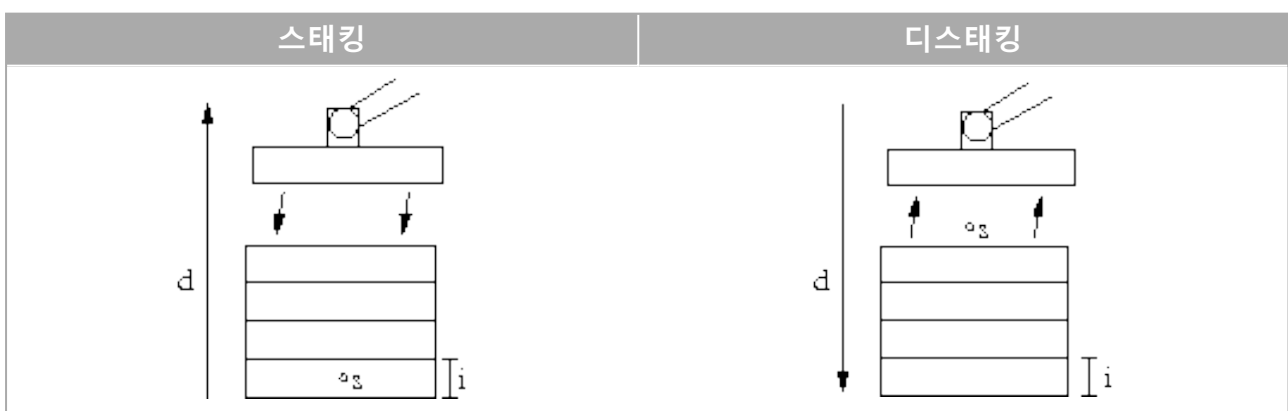
선택 사항인 **BeforeStart** 시퀀스는 작업 시작 전에 실행된다. 이는 준비 신호를 기다리기 위해 사용할 수 있다.

“AfterEnd”

선택 사항인 **AfterEnd** 시퀀스는 작업 마침 후에 실행된다. 이는 다음 팔레트 준비를 위하여 컨베이어 동작 시작 신호로 사용할 수 있다.

1.24.29. 명령: 시크

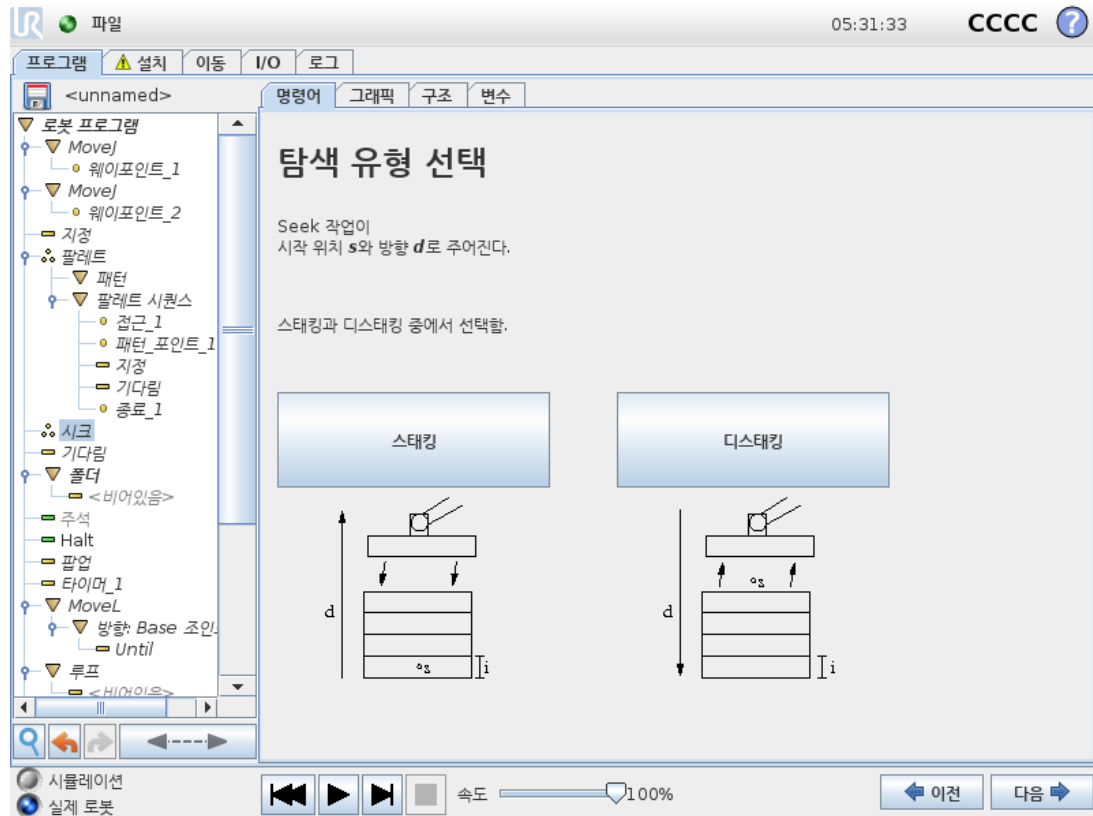
시크 기능은 센서를 사용하여 물체를 집거나 놓기 위하여 올바른 위치에 도달했는지 판단한다. 이 센서는 누름 단추식 스위치, 압력 센서, 정전용량 센서일 수 있다. 이 기능은 다양한 두께의 물체를 스택으로 쌓은 경우 또는 물체의 정확한 위치를 알 수 없거나 프로그램으로 이를 놓기에 너무 어려운 경우에 사용한다.



스택 작업을 위해 시크 작업을 프로그래밍할 때에는 반드시 시작 포인트 s , 스택 방향 d , 스택에 있는 물체의 두께 i 를 정의해야 한다.

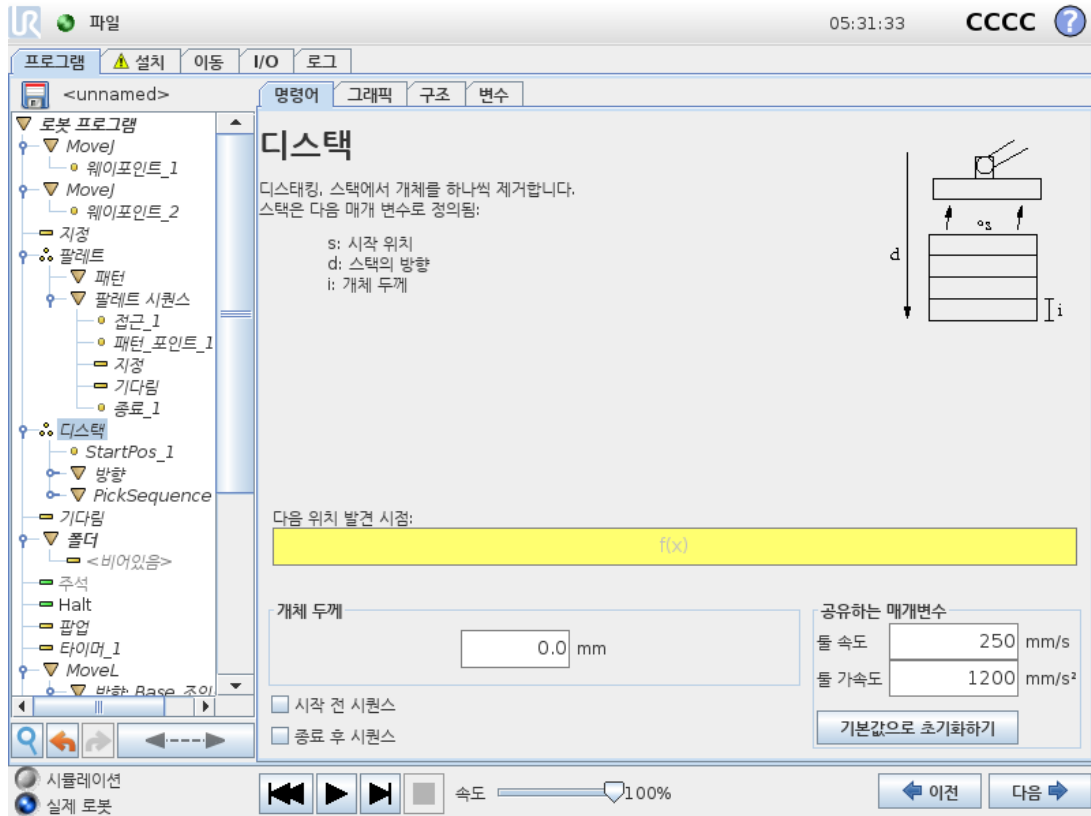
그리고 다음 스택 위치 도달 조건 및 각 스택 위치에서 수행하는 특별 프로그램 시퀀스를 정의해야 한다. 스택 작업에 대한 속도 및 가속도가 주어져야 한다.

스태킹



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

디스태킹

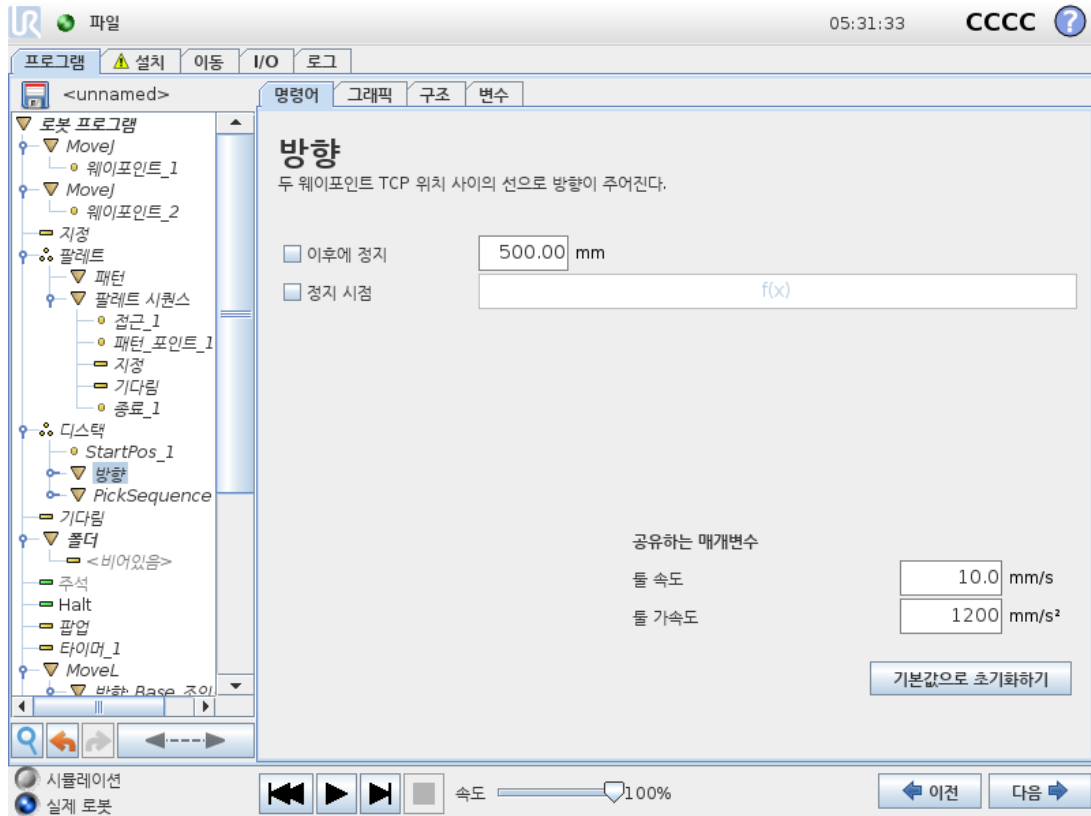


디스태킹할 때 로봇 암은 시작 위치에서부터 주어진 방향으로 다음 물체를 검색하기 위하여 이동한다. 화면의 조건이 다음 물체 도달 시점을 판단한다. 조건을 충족하면 로봇은 위치를 기억하고, 특별 시퀀스를 수행한다. 그 다음에 로봇은 기억한 위치에서 해당 방향의 물체 두께 단위로 증가하며 검색을 시작한다.

시작 위치

시작 위치는 스택 작업이 시작하는 곳이다. 시작 위치를 생략하면 스택은 로봇 암의 현재 위치에서 시작한다.

방향



방향은 두 위치에서 제공하고, 첫 위치 TCP와 둘째 위치 TCP의 위치 차이로 이를 계산한다.
참고: 방향은 포인트의 자세를 고려하지 않는다.

다음 스택킹 위치 표현식

다음 스택 위치에 도달했는지 계속 평가하면서 로봇 암은 방향 벡터를 따라서 이동한다. 표현식에서 True로 판단하면 특별 시퀀스를 실행한다.

“BeforeStart”

선택 사항인 BeforeStart 시퀀스는 작업 시작 직전에 실행된다. 이는 준비 신호를 기다리기 위해 사용할 수 있다.

“AfterEnd”

선택 사항인 AfterEnd 시퀀스는 작업 마침 후에 실행된다. 이는 다음 스택 준비를 위하여 컨베이어 동작 시작 신호로 사용할 수 있다.

집기/놓기 시퀀스

집기/놓기 시퀀스는 팔레트 작업(1.24.28. 명령: 팔레트 페이지184 참조)과 비슷하게 각 스택 위치에서 수행되는 특별한 프로그램 시퀀스이다.

1.24.30. 명령: 컨베이어 추적

로봇은 구성된 컨베이어 움직임 중 하나를 추적하도록 구성할 수 있다(컨베이어 1). 설치에 정의된 **컨베이어 추적**이 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(1.23.13. [컨베이어 트래킹 설정 페이지](#) 141 절 참조) 아래의 **컨베이어 추적** 설정은 절대 및 증분 인코더와 선형 및 원형 컨베이어와 작업하도록 로봇을 구성할 수 있는 옵션을 제공한다.



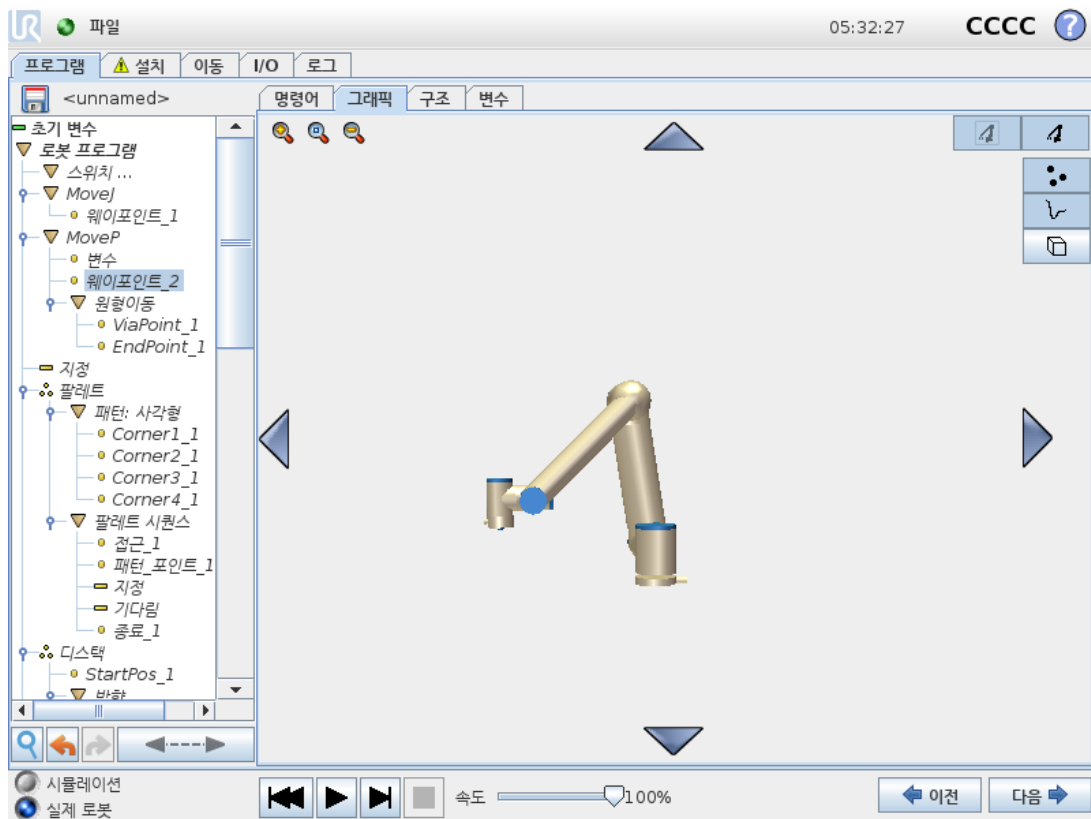
참고

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

1.24.31. 명령: 억제

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

1.24.32. 그래픽 탭



현재 로봇 프로그램을 그래픽으로 표현한다. TCP 경로는 3D 뷰에서 볼 수 있고, 동작 부분은 검은 색, 혼합 (동작 부분 간의 전환) 부분은 녹색이다. 녹색 점은 프로그램의 각 웨이포인트에서 TCP 위치를 지정한다. 로봇 암의 3D 드로잉은 로봇 암의 현재 위치를 보여주고, 로봇 암의 #도우는 화면 왼쪽에서 선택된 웨이포인트에 어떻게 도달할 것인지 보여준다.

만약에 로봇 TCP의 현재 위치가 안전 또는 트리거 플레인에 가까이 오거나, 로봇 툴의 자세가 툴 자세 경계 제한 근처로 오면(1.20.12. 경계 페이지92 참조), 경계 제한을 3D로 표현하여 보여준다.

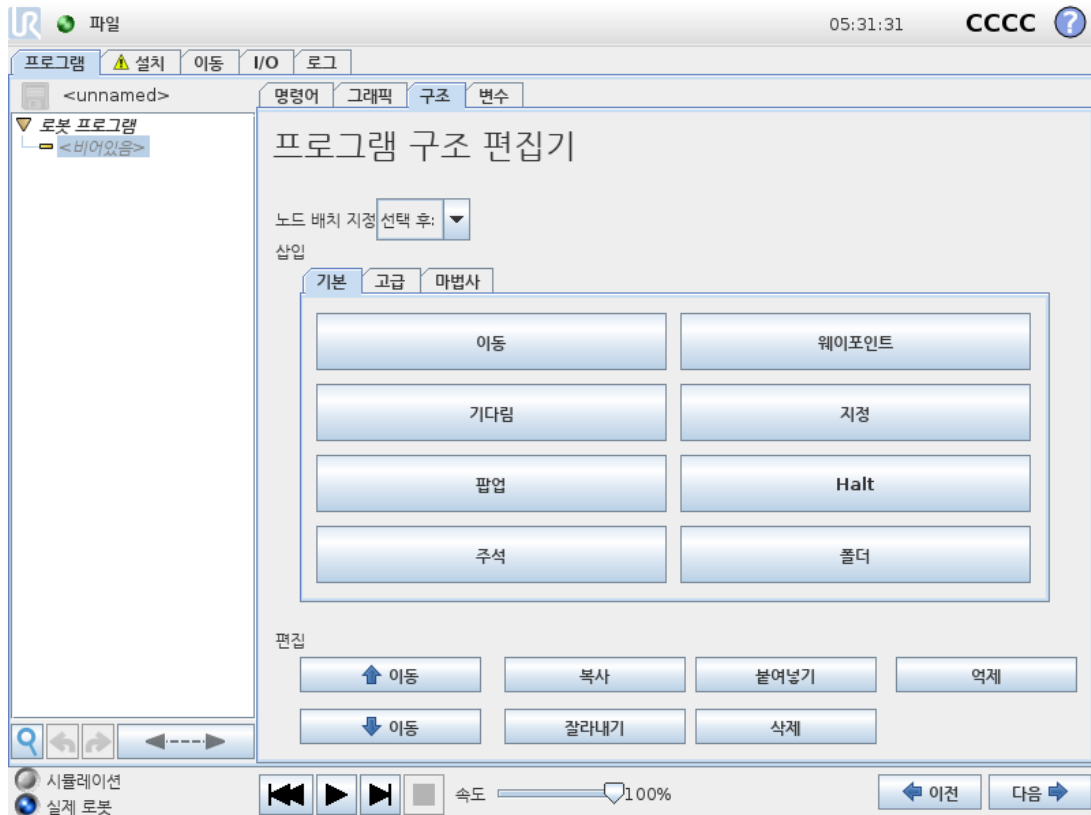
참고: 로봇이 프로그램을 실행하는 동안 경계 제한 표시가 꺼진다.

안전 플레인은 노란색과 검은색으로 시각화하며, 작은 화살표가 플레인 수직선을 표현한다. 이는 로봇 TCP 위치를 지정할 수 있는 플레인의 면을 나타낸다. 트리거 플레인은 파란색 및 녹색으로 표시되고, 플레인의 측면을 가리키는 작은 화살표가 있는데, 이는 **정상** 모드 제한(1.20.6. 안전 모드 페이지86 참조)이 활성화된 곳이다. 툴 자세 경계 제한은 원뿔 및 로봇 툴의 현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부는 툴 자세(벡터)에 허용되는 영역을 나타낸다.

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

3D 뷰는 확대/축소 및 회전으로 로봇 암을 더 잘 볼 수 있다. 화면 맨 위 오른쪽에 있는 버튼은 3D 뷰에서 여러 가지 그래픽 구성 요소를 끌 수 있다. 맨 아래 버튼은 근접 경계 제한 시각화를 켜거나 끈다. 표시하는 동작 부분은 선택한 프로그램 노드에 따른다. Move 노드를 선택했다면 표시된 경로는 이 이동에 따라서 정의된 동작이다. 웨이포인트 노드를 선택한 경우, 디스플레이가 이동의 그 다음 ~ 10 단계를 보여준다.

1.24.33. 구조 탭



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

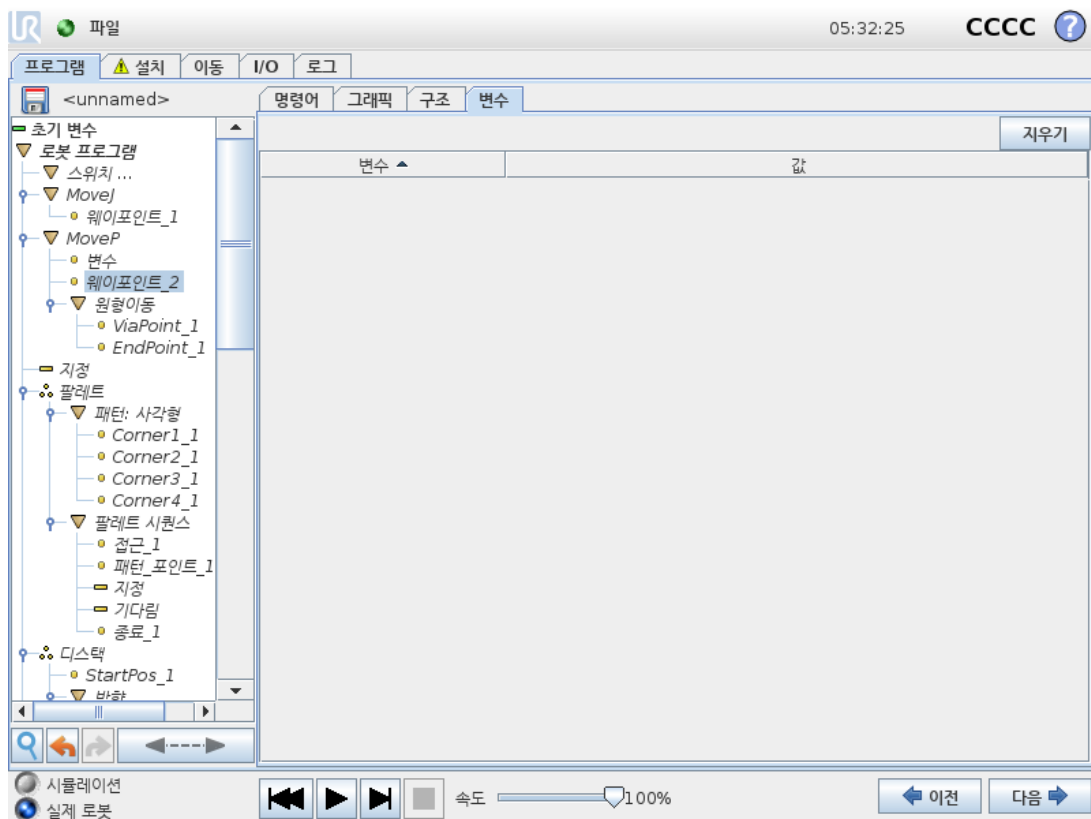
새 명령을 삽입하려면 다음 단계를 수행한다:

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

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

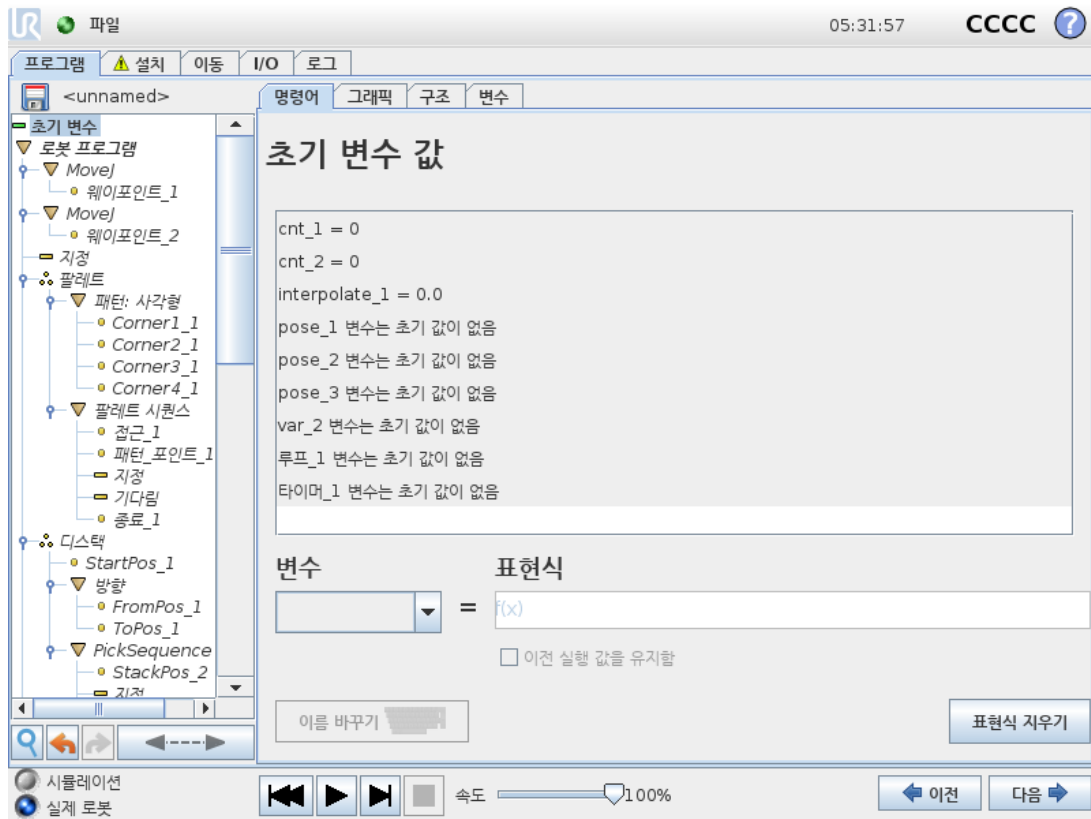
모든 명령이 프로그램의 모든 곳에 올 수는 없다. 일반적으로 Waypoints must be under a Move command (not necessarily directly under). ElseIf and Else commands are required to be after an If. In general, moving ElseIf 명령을 움직이는 것은 까다로운 작업이다. 변수는 사용하기 전에 반드시 값을 할당 받아야 한다.

1.24.34. 변수 탭



변수 탭은 실행 프로그램에서 변수의 라이브 값을 표시하고, 프로그램 실행 사이에서 변수 및 값 목록을 유지한다. 표시할 정보가 있을 때에만 표시한다. 변수는 이름의 알파벳 순서 대로 정렬이 되어 있다. 이 화면의 변수 이름은 최대 50자이고, 표시 되는 변수 값은 최대 500자이다.

1.24.35. 명령: 변수 초기화



이 화면에서는 프로그램을 (및 스레드를) 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.

이전 실행 값을 유지함 확인란이 선택되어 있으면 변수는 **변수** 탭에 있는 값으로 초기화된다 (1.24.34. 변수 탭 이전 페이지 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.

1.25. 설정 화면



- **로봇 초기화** 초기화 화면으로 이동한다. [1.21.6. 초기화 화면 페이지108](#) 참조.
- **언어와 단위** 사용자 인터페이스 언어와 측정 단위를 구성한다. [1.25.1. 언어와 단위 다음 페이지](#) 참조.
- **로봇 업데이트** 로봇 소프트웨어를 최신 버전으로 업그레이드한다. [1.25.2. 로봇 업데이트 페이지195](#) 참조.
- **비밀번호 설정** 비밀번호가 없는 사람들이 로봇의 프로그래밍 부분에 접근하지 못하도록 하는 기능을 제공한다. [1.25.3. 비밀번호 설정 페이지196](#) 참조.
- **화면 교정** 터치스크린의 "터치"를 교정한다. [1.25.4. 화면 교정 페이지197](#) 참조.
- **네트워크 설정** 로봇 컨트롤 박스에 대한 이더넷 네트워크 설정 인터페이스를 연다. [1.25.5. 네트워크 설정 페이지198](#) 참조.
- **시간 설정** 시스템 시간과 날짜를 설정하고, 시계의 표시 형식을 구성한다. [1.25.6. 시간 설정 페이지199](#) 참조.
- **URCaps 설정** 설치된 URCaps의 개요 및 설치와 제거 옵션. [1.25.7. URCaps 설정 페이지200](#) 참조.
- **뒤로** 환영 화면으로 돌아간다.

1.25.1. 언어와 단위

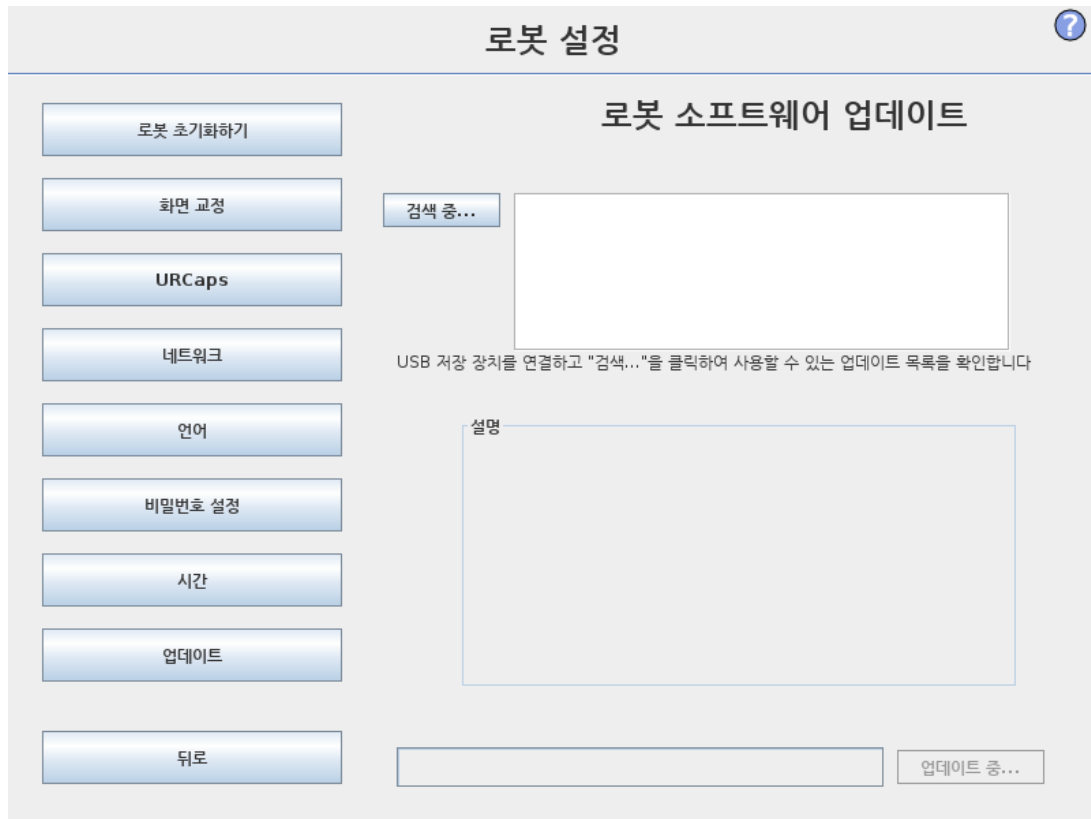


폴리스코프에서 사용하는 언어, 단위와 키보드 언어는 이 화면에서 선택할 수 있다.

선택한 언어는 폴리스코프의 다양한 화면에 있는 텍스트 및 임베드 도움말에서 사용한다. 로봇 프로그램에서 명령 이름을 영어로 보려면 "English programming"을 선택한다. 폴리스코프는 효과를 보려면 다시 시작해야 한다.

선택한 키보드 언어가 폴리스코프의 모든 팝업 키보드에 사용된다.

1.25.2. 로봇 업데이트



소프트웨어 업데이트는 USB 플래시 메모리에서 설치할 수 있다. USB 메모리 스틱을 삽입하고 **검색**을 클릭하여 내용 목록을 본다. 업데이트를 수행하려면 파일을 선택하고 **업데이트**를 클릭한 다음에 화면 지침을 따른다.



경고

소프트웨어 업그레이드 후에는 언제나 프로그램을 점검한다. 업그레이드는 프로그램에서 궤도를 변경할 수 있다. GUI의 맨 위 오른쪽 구석에 있는 "?" 버튼을 눌러서 소프트웨어 업데이트 사양을 확인할 수 있다. 하드웨어 사양은 그대로이며, 이는 원래 설명서에서 찾아볼 수 있다.

1.25.3. 비밀번호 설정

The screenshot shows the '로봇 설정' (Robot Settings) window. On the left is a sidebar with buttons: '로봇 초기화하기', '화면 교정', 'URCaps', '네트워크', '언어', '비밀번호 설정', '시간', '업데이트', and '뒤로'. The main area is divided into two sections: '시스템 비밀번호' (System Password) and '안전 비밀번호' (Safety Password). The '시스템 비밀번호' section has input fields for '신규 비밀번호' (New Password) and '신규 비밀번호 확인' (Confirm New Password), with an '적용' (Apply) button. The '안전 비밀번호' section has input fields for '현재 비밀번호' (Current Password), '신규 비밀번호' (New Password), and '신규 비밀번호 확인' (Confirm New Password), with an '적용' (Apply) button.

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

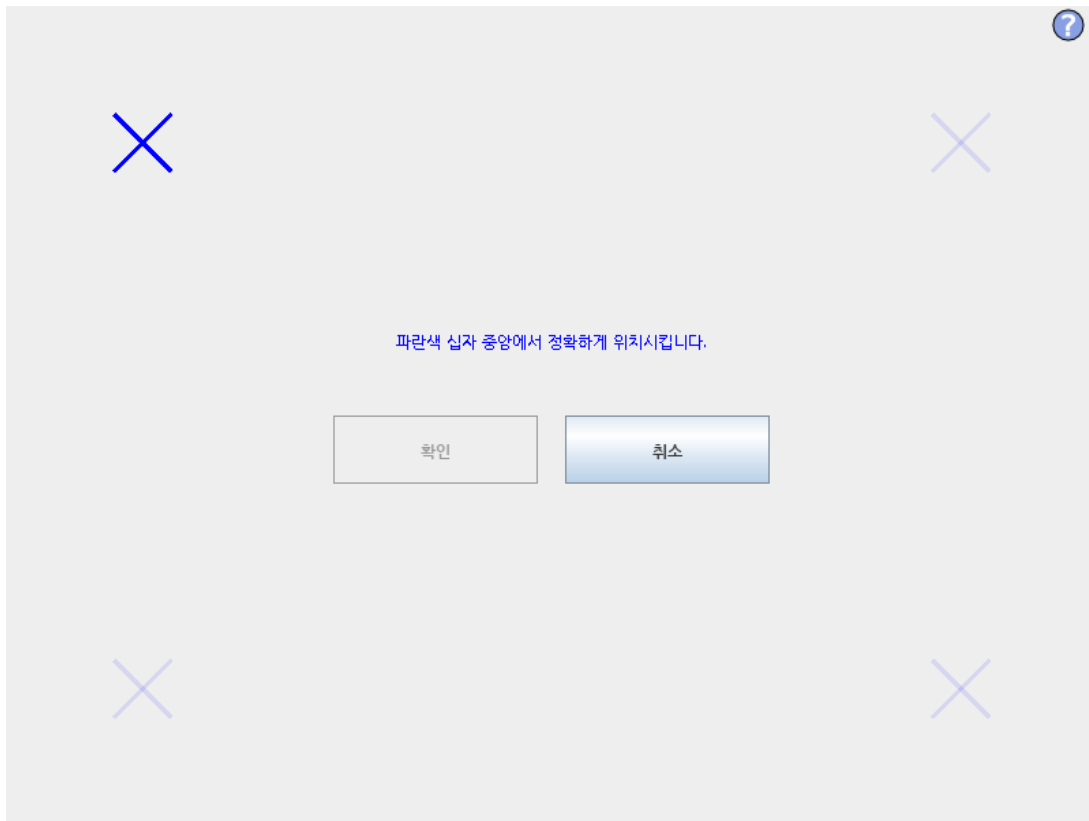
안전 구성을 변경하려면 반드시 안전 비밀번호를 설정해야 한다.



경고

시스템 비밀번호를 추가하여 승인 받지 않은 사람이 로봇 설치를 변경하지 못하게 한다.

1.25.4. 화면 교정



터치스크린 교정하기. 화면 안내를 따라서 터치스크린을 교정한다. 금속제가 아니고, 약간 뽀족한 물체를 사용한다. 예: 뚜껑이 닫힌 펜. 인내심과 주의를 갖고 수행하면 결과가 더 좋다.

1.25.5. 네트워크 설정

로봇 설정

로봇 초기화하기

화면 교정

URCaps

네트워크

언어

비밀번호 설정

시간

업데이트

뒤로

네트워크

네트워크를 선택해 주십시오

☐ DHCP

☐ 고정 주소

☒ 비활성화 네트워크

✖ 네트워크에 연결되지 않았습니다!

네트워크 상세 설정:

IP 주소: 0.0.0.0

서브넷 마스크: 0.0.0.0

기본 게이트웨이: 0.0.0.0

선호하는 DNS 서버: 0.0.0.0

대체 DNS 서버: 0.0.0.0

적용

Ethernet 네트워크 설정을 위한 패널. Ethernet 연결은 기본 로봇 기능에 필요하지 않고, 기본값은 꺼져 있다.

1.25.6. 시간 설정



로봇 설정

로봇 초기화하기

화면 교정

URCaps

네트워크

언어

비밀번호 설정

시간

업데이트

뒤로

시간 설정

시간 형식:
☒ 24시간
☐ 12시간

현재 시간 선택:

+
05
-

:

+
31
-

:

+
08
-

날짜 설정

오늘 날짜 선택:

2020년 7월 30일 (목)

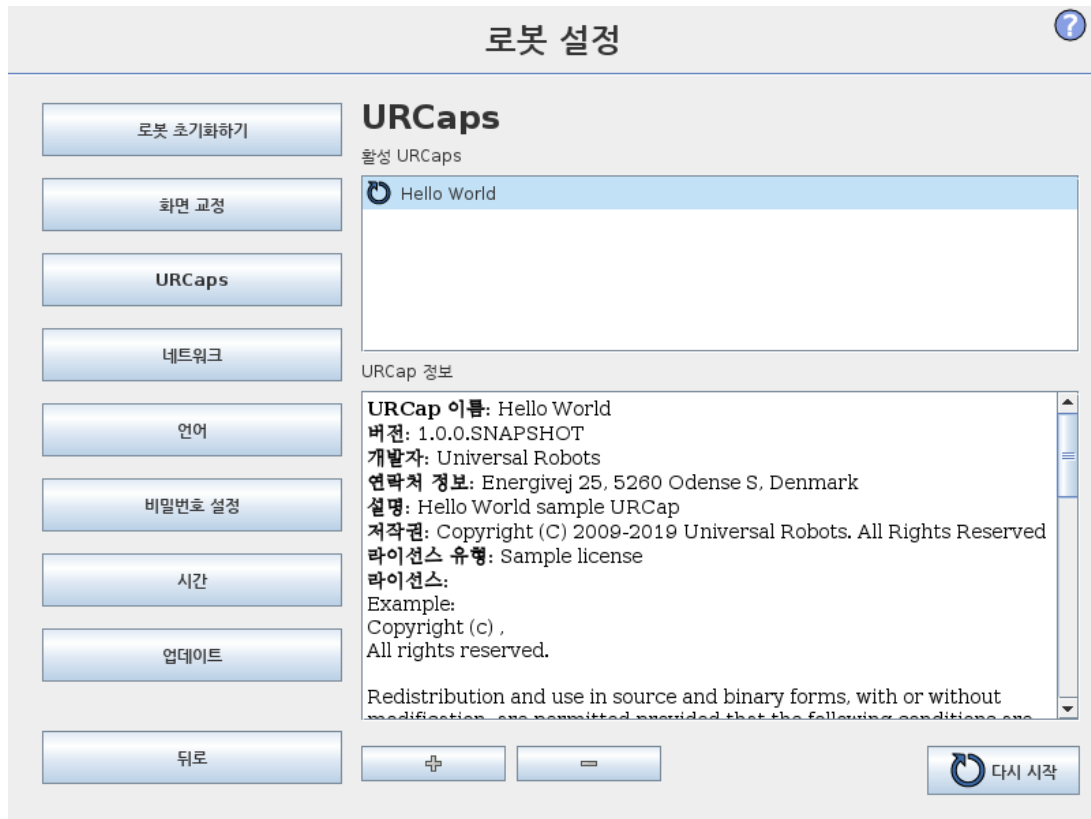
날짜 형식:
☒ 2020년 7월 30일 (목)
☐ 2020. 7. 30
☐ 20. 7. 30

새 설정 효과 적용을 위하여 플리스크로프를 다시 시작

다시 시작

시스템 시간과 날짜를 설정하고, 시계의 표시 형식을 구성한다. 시계는 **프로그램 실행** 및 **로봇 프로그램** 화면 맨 위에 표시된다. 이를 누르면 날짜를 잠시 보여 준다. 효과를 보려면 GUI를 다시 시작해야 한다.

1.25.7. URCaps 설정



맨 위 목록에 설치된 모든 URCap에 대한 개요가 표시되어 있다. URCap을 클릭하면 목록 아래의 URCap Information 영역에 메타 정보가 표시된다(URCap 이름, 버전, 라이선스 등 포함).

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

URCap을 제거하려면 목록에서 URCap을 선택하고 - 버튼을 클릭하면 된다. URCap이 목록에서 사라지지만, 다시 시작할 필요가 있다.

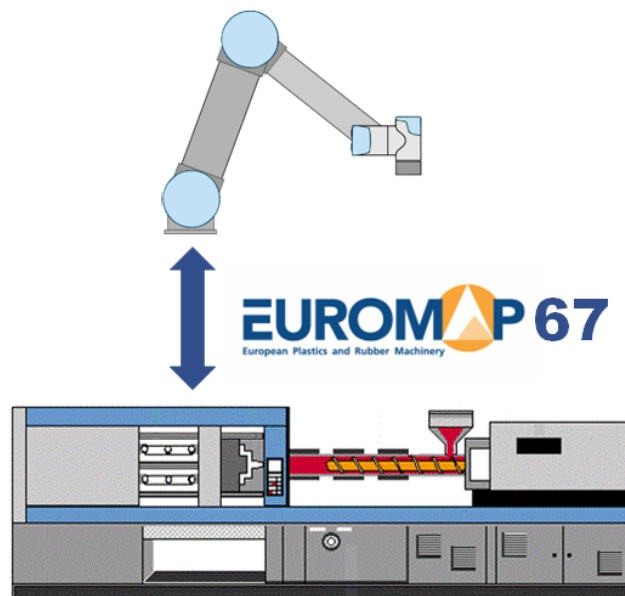
목록에서 항목 옆에 표시된 아이콘은 URCap의 상태를 표시한다. 다른 상태는 아래에서 정의한다:

- ✔ URCap ok
URCap이 설치되었으면 정상적으로 실행 중이다.
- ⚠ URCap 결함
URCap이 설치되었지만 시작되지 않는다. URCap 개발자에게 문의한다.
- 🔄 URCap을 다시 시작해야 함
URCap이 방금 설치되었으며 다시 시작해야 한다.

EUROMAP 67 Interface

1.26. 개요

이 설명서는 통합자를 위한 것이다. 이는 통합, 프로그래밍, 이해, 디버깅에 관련된 중요한 정보를 포함하고 있다.



이 문서에서 사용하는 약어는 아래에서 설명한다.

약어	의미
UR	유니버설로봇
CB	컨트롤러 박스
IMM	사출성형기

약어	의미
MAF	몰딩 영역 프리
A, B, C, ZA, ZB and ZC	EUROMAP 67 케이블 내부 신호



참고

EUROMAP 67은 2014년 9월 이후에 생산된 컨트롤러 박스에서만 지원한다.



경고

IMM은 일부 신호에서 최대 250V까지 사용할 수 있다. 모든 필수 그라운드 연결을 포함하여 컨트롤러 박스를 설치하지 않았다면 IMM을 EUROMAP 67 인터페이스에 연결하지 않는다.



경고

1. 로봇이 안에 있을 때 IMM이 몰드를 닫지 못하는 방식으로 로봇과 IMM 사이에 라이트 커튼(안전 장치)을 설치한다. 이렇게 하지 않으면 로봇과 몰드 둘 다 손상을 입을 수 있다.
2. euromap 67 인터페이스를 사용하기 전에 이 설명서를 완전히 읽고 이해한다.

1.26.1. EUROMAP 67 표준

EUROMAP 67 표준은 무료이며 www.euromap.org에서 다운로드할 수 있다. UR EUROMAP 67 모듈은 전력을 켜면 이 표준을 준수한다. 전원을 끈 경우, EUROMAP 67 표준에서는 모든 안전 관련 신호가 작동이 되어야 한다고 규정한다. 이는 위험한 상황을 일으킬 수 있고, ISO 13849-1 및 EN ISO 13849-1의 안전 사양에 반대한다. 그래서 UR EUROMAP 67 모듈은 컨트롤러 박스 전원을 켤 때 비상 정지 신호, MAF 신호, 모든 I/O 신호를 개방한다.

모든 선택적인 제조사 전용 I/O 신호 및 지정 I/O 신호가 지원됩니다. 또한 EUROMAP 67.1에 따라서 인터페이싱이 가능합니다.

1.26.2. 법적 고지

인터페이스는 컨트롤러 박스와 동일한 구성 요소, 원칙을 사용하여 제작되었고, 동일한 시험 요건을 적용하며, 컨트롤러 박스와 함께만 구매할 수 있다. 따라서 EUROMAP 67 인터페이스는 하드웨어 설치 설명서에 있는 편입 선언의 적용을 받는다.

**경고**

1. IMM은 극도로 위험한 기계이다. IMM 설명서를 읽고 이해해야 한다. 로봇과 IMM을 안전하게 통합하지 않으면, 사망, 심각한 부상 또는 기계 손상을 일으킬 수 있다. 유니버설로봇은 EMC 문제에 의한 손상에 대하여 책임을 질 수 없다(예: 로봇 또는 사람이 몰드의 움직임 때문에 손상을 입는 경우).
2. IMM을 개조할 때 IMM에 대한 새로운 위험 평가를 수행해야 한다. 위험 평가는 모든 새로운 위험을 고려하고, 더 위험해졌을 수 있으므로 모든 기존 위험도 다시 고려해야 한다.
3. 통합자는 IMM의 모든 국가 및 지역 요건을 준수할 책임이 있다. 이 설명서는 이 요건 중 어떤 것도 요약하지 않는다.

1.27. 로봇 및 IMM 통합

다음 하위 항목은 통합자를 위한 중요한 정보를 포함한다.

1.27.1. 비상 정지 및 안전 방호 정지

비상 정지 신호는 로봇과 IMM 사이에서 공유한다. 즉 로봇 비상 정지가 IMM을 비상 정지 시키고, 그 역도 마찬가지라는 의미이다.

안전 방호 정지 신호(안전 장치 [ZA3-ZC3] [ZA4-ZC4])는 IMM의 문이 열리면 로봇이 안전 방호 정지되도록 보장한다.

**경고**

1. 로봇이 안전 방호 정지하는 경우에 IMM을 멈추는 것이 EUROMAP 67 표준의 일부는 **아니다**. 즉 작업자가 로봇 작업 영역에 (걸어서) 들어가면 IMM 작업 영역에 들어갈(도달할) 수 없다는 의미이다(작업자가 IMM 작업 영역에 들어가서 (도달해서) IMM이 안전 정지하도록 IMM의 안전 장치가 작동하는 경우 제외). 안전 장치가 로봇과 IMM을 모두 안전 정지시킨 다음에 IMM에 연결한다.
2. 셋째 기계가 컨트롤러 박스 [EEA-EEB]의 특별 "외부 비상 정지"로 로봇에 연결되면, 셋째 기계에서 비상 정지 버튼을 누르면 로봇만 비상 정지하고, IMM은 정지하지 **않는다**!
3. 언제나 모든 안전 관련 기능은 확인해야 한다. 설명서에서 로봇과 IMM 관련 안전 기능 요건을 확인할 수 있다.

1.27.2. MAF 라이트 가드 연결하기

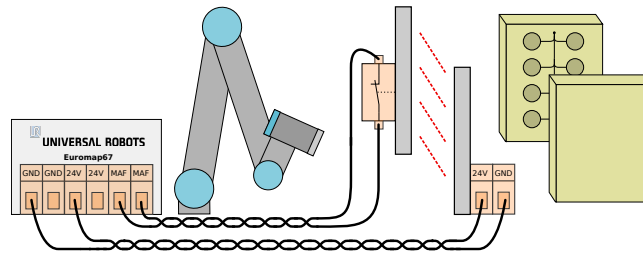
EUROMAP 67 케이블의 MAF 신호 [A3-C3]는 몰드의 강력한 이동을 가능하게 한다. 로봇이 기계 안에 있을 때는 몰드가 닫히는 것을 방지하도록 주의해야 한다.

EUROMAP 67 인터페이스는 MAF 라이트 가드 없이 제공된다. 즉 로봇 프로그램의 오류가 IMM 물드를 닫히게 하여 로봇을 짓누를 수 있다. 아래에서 표시한 대로 라이트 가드를 연결하여 이러한 사고를 방지할 수 있다. 카테고리 1 라이트 커튼은 몇 백 달러로 구매할 수 있다(예: Pilz의 "PSEN op 2H-s/1").



주의

라이트 커튼을 설치하지 않으면 로봇과 물드를 둘 다 손상시킬 수 있다.



1.27.3. 로봇과 툴 마운팅 하기

툴과 마운팅 표면을 준비하기 전에 통합자는 들기 및 배치 수행 시 조인트 4(손목 2)의 자세를 고려해야 한다. 조인트 1, 2, 3은 평행축이며, 조인트 4 옆에서 왼쪽 또는 오른쪽으로 조인트 5가 오게 하면, 조인트 5는 다른 세 축에 대하여 평행이 되어서 특이점을 구성한다. 수직 물드 표면에서 물체를 잡을 때에는 로봇을 45도 각도로 배치하거나 로봇의 툴 플렌지 표면이 아래쪽을 향하게 하는 것이 좋다.

1.27.4. IMM 없이 로봇 사용하기

IMM 없이 로봇을 사용하려면 비상 및 안전 신호를 폐쇄하기 위해 바이패스 플러그를 사용해야 한다. 다른 유일한 대안으로는 [페이지 218](#)에서 설명하는 대로 영구적으로 인터페이스를 제거하는 것이다.



경고

로봇을 IMM과 설치할 때에는 절대로 바이패스 플러그를 사용하지 말아야 한다.

1.27.5. EUROMAP 12 - EUROMAP 67 전환

IMM을 EUROMAP 12 인터페이스와 연결하려면 E12 - E67 어댑터를 반드시 사용해야 한다. 시중에서 여러 제조사가 제조한 어댑터 중에서 선택할 수 있다. 안타깝게도 대부분의 어댑터는 구체적인 설계만을 고려한 특정 로봇 또는 IMM만을 위하여 제조되었다. 즉, 어떤 어댑터는 UR 로봇 및 IMM에 올바르게 연결할 수 없다. 어댑터를 사용하거나 제작할 때에는 EUROMAP 12 및 EUROMAP 67 표준을 모두 읽어 보는 것을 권장한다.

이에 대한 일반적 오류 목록을 아래에 제시했다:

1. A9과 C9 사이에서 24V를 측정해야 하는가?
 - I/O 신호를 켜려면 IMM에서 반드시 24V를 출력해야 한다.
 - 로봇과 IMM이 공통적으로 minus/0V를 가지고 있다면 로봇 24V로 A9을 ZA9에, 그리고 C9을 ZC9에 연결하기 위해 사용할 수 있다. IMM 24V는 대체로 EUROMAP 12 pin 32에 있다.
2. 어댑터가 로봇 비상 채널 **둘 다**와 로봇 안전 장치 채널 **둘 다**를 전환하는가?
 - 이는 일반적으로 릴레이 4개를 사용하여 수립한다.

**경고**

E12 - E67 컨버터가 EUROMAP 67 및 EUROMAP 12 표준을 준수하고, 안전 기능이 올바른 퍼포먼스 레벨에서 수행 될 수 있도록 수립해야 한다. 이 경고를 따르지 않으면 안전 기능을 재정의할 수 있기 때문에 심각한 부상 또는 사망에 이를 수 있다.

1.28. GUI

다음 하위 항목은 GUI의 euromap 인터페이스 제어 방법, IMM의 송수신 신호 확인 방법, 구조를 통한 쉬운 프로그래밍 방법, 신호를 직접 조정하는 고급 기능에 대하여 설명한다.

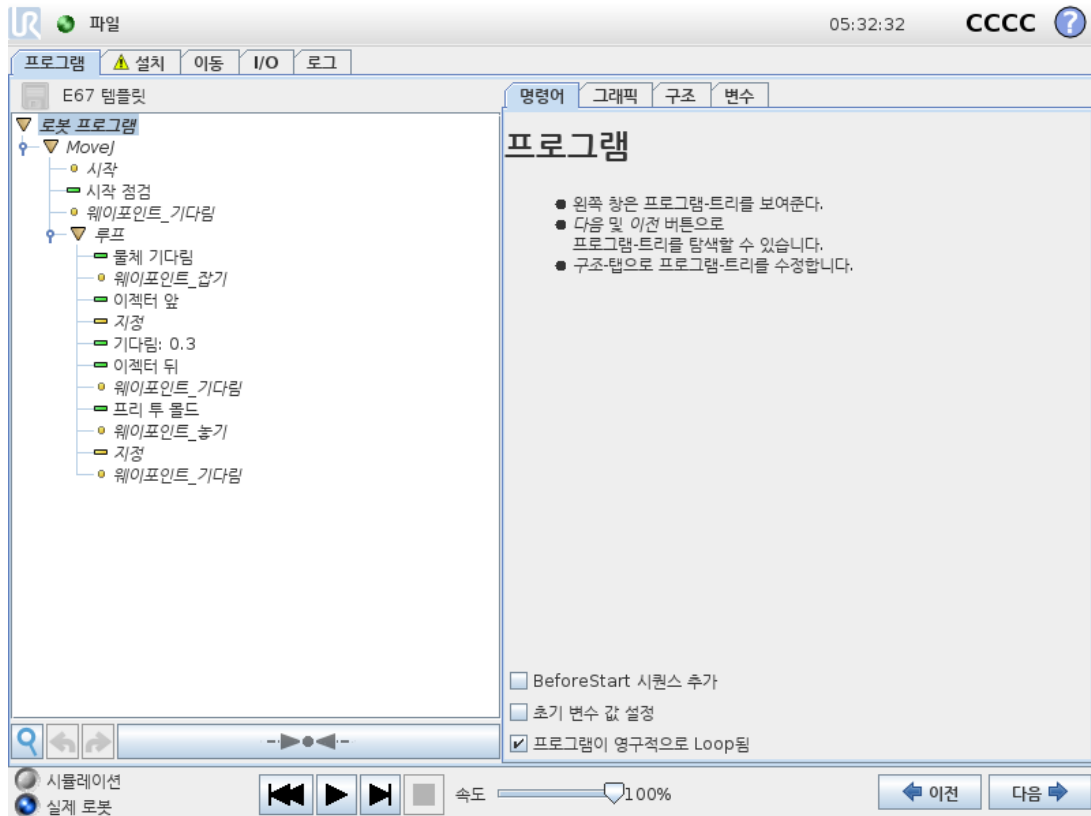
아래에서 볼 수 있듯이 처음부터 시작하지 말고 EUROMAP 67 프로그램 템플릿을 사용하는 것을 적극 권장한다.

1.28.1. EUROMAP 67 프로그램 템플릿

EUROMAP 67 인터페이스를 설치한 다음에 추가 버튼이 EUROMAP 67 프로그램 템플릿에 나타난다.



EUROMAP 67 프로그램 템플릿을 선택하면 프로그램 화면이 템플릿 로드한 상태에서 나타난다. 템플릿 구조가 화면 왼쪽에서 나타난다.



EUROMAP 67 프로그램 템플릿은 IMM과의 간단한 상호작용을 위하여 작성 되었다. 소수의 웨이 포인트 및 한 쌍의 I/O 작업만 지정하는 것으로 로봇은 IMM이 제작한 물체를 취급할 수 있다. 웨이 포인트:

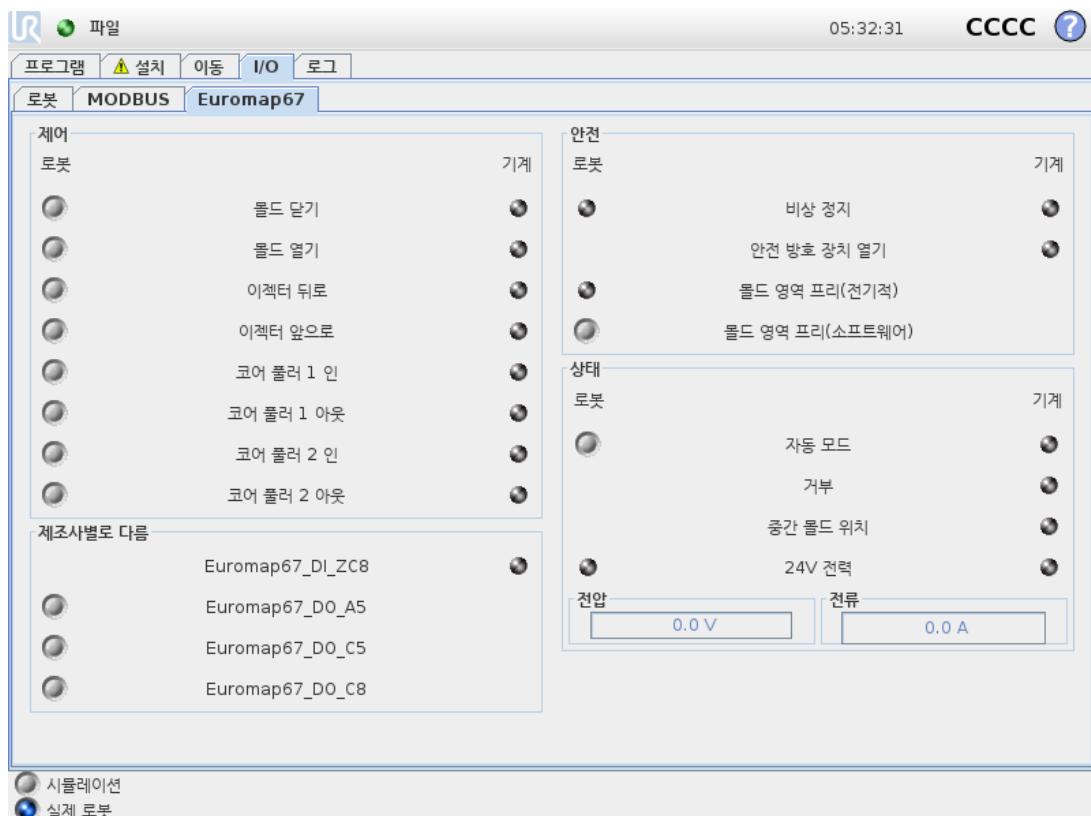
- **WP_home_position:** 프로시저에 대한 로봇 시작 포인트.
- **WP_wait_for_item:** 물체가 IMM에서 준비되는 동안 로봇이 배치 되는 웨이포인트.
- **WP_take_item:** 로봇이 IMM에서(내부에서) 물체를 가져가는 웨이포인트.
- **WP_drop_item:** IMM에서 방금 가져온 물체를 로봇이 놓을 웨이포인트.

두 액션 노드는 IMM에서 물체를 잡고 쥐고 있다가 IMM 밖으로 이동하면 이를 놓을 수 있는 툴을 제어하기 위한 것이다.

이제 프로시저가 단계를 차례대로 순환하며, IMM에서 새로 제조된 물체를 지속적으로 꺼낸다. 물론 *Loop* 노드는 꺼낼 물체가 있을 때에만 이 사이클을 로봇이 수행하도록 사용자 정의해야 한다. 그리고 *MoveJ* 노드를 사용자 지정하여 IMM 사이클 타임, 그리고 필요하다면 물체의 경도에 따라서 로봇 이동 속도를 조정해야 한다. 마지막으로 각 EUROMAP 67 구조는 특정 IMM 프로시저를 맞추기 위해 사용자 정의가 가능하다.

1.28.2. I/O 개요 및 문제 진단

EUROMAP 67 I/O 개요는 I/O 탭에서 확인할 수 있다.



이 화면에는 네 프레임이 있고, 이는 아래에서 별도로 설명한다. 모두 공통으로 사용하는 두 컬럼은 *로봇*과 *기계*로서 각각 출력 신호 버튼 및 입력 신호 상태를 위한 표시등을 보여준다.

24V 신호를 제외하고 시작 시 신호 (정상) 상태는 모두 낮고, 로봇 출력 *자동 모드*가 액티브-로우이기 때문에 기본값으로 높음으로 지정되어 있다.

신호가 프로그램 구조의 일부가 아니고, 로봇 프로그램에서 사용하기로 한다면 이는 예를 들어 액션 및 대기 노드를 사용하여 달성 가능하다.



참고

IMM에 대한 로봇의 "자동 모드"는 액티브 로우이다. 버튼은 실제 수준을 반영하므로 버튼이 활성화되지 않을 때 "자동 모드"가 **활성** 상태이다.



참고

제어 출력 신호용 버튼은 로봇 프로그래밍 모드에서만 기본으로 사용한다. 하지만 이는 설치 화면의 I/O 설정 탭에서 원하는 대로 설정할 수 있다.

제어

로봇과 IMM 간의 상호작용을 제어하는 신호는 여기에서 확인할 수 있다. 이 신호는 적합하고 안정적인 방법으로 연결된 프로그램 구조에서 모두 사용할 수 있다.

제조사 별로 다름

이 신호는 IMM 제조사에 따라서 특정한 목적이 있을 수 있다. 로봇은 이러한 신호의 특정 목적에 의존하지 않으며, 필요한 대로 사용하면 된다.

안전

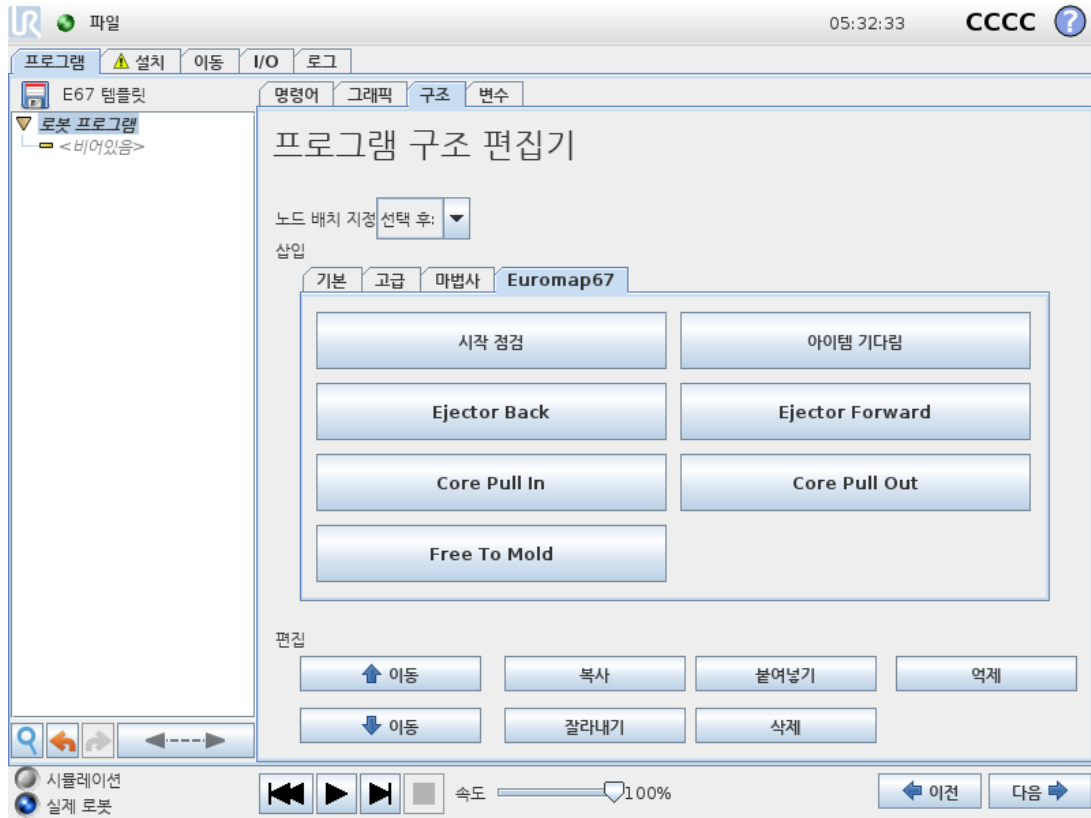
로봇 칼럼에서 비상 정지 및 몰드 영역 프리(전기적)는 이 화면에서 제어할 수 없다. 이는 단지 로봇이 비상 정지했는지, 그리고 MAF 출력이 높게 설정되었는지 표시한다. 몰드 영역의 전기적 감독 신호에서 MAF 출력은 높게 설정 되어 있고(라이트 가드 사용으로 가능함), 소프트웨어의 MAF 신호는 둘 다 높다. 소프트웨어의 MAF 신호는 해당 버튼으로 제어할 수 있다. 기계의 비상 정지 신호는 IMM이 비상 정지했는지 표시한다. 안전 방호 장치 개방 입력은 EUROMAP 67 표준에서 지정된 "안전 장치" 신호 상태를 표시한다.

상태

로봇과 IMM 작동 모드는 제어 및 확인이 가능하다(이 신호는 프로그램 구조에서도 사용함). 전압과 전류 소비를 보여 주는 막대는 IMM에 전달하는 값을 나타내고, EUROMAP 67 모듈의 라이트 가드를 보여 줄 수도 있다.

1.28.3. 프로그램 구조 기능

프로그램 화면의 구조 탭에서 선택할 수 있는 일곱 가지 프로그램 구조가 있다. 이 구조는 EUROMAP 67 인터페이스를 올바르게 설치한 다음에 사용할 수 있다(1.29. 인터페이스 설치 및 제거 페이지217에서 설명함). 사용 예는 EUROMAP 67 프로그램 템플릿에서 볼 수 있다.

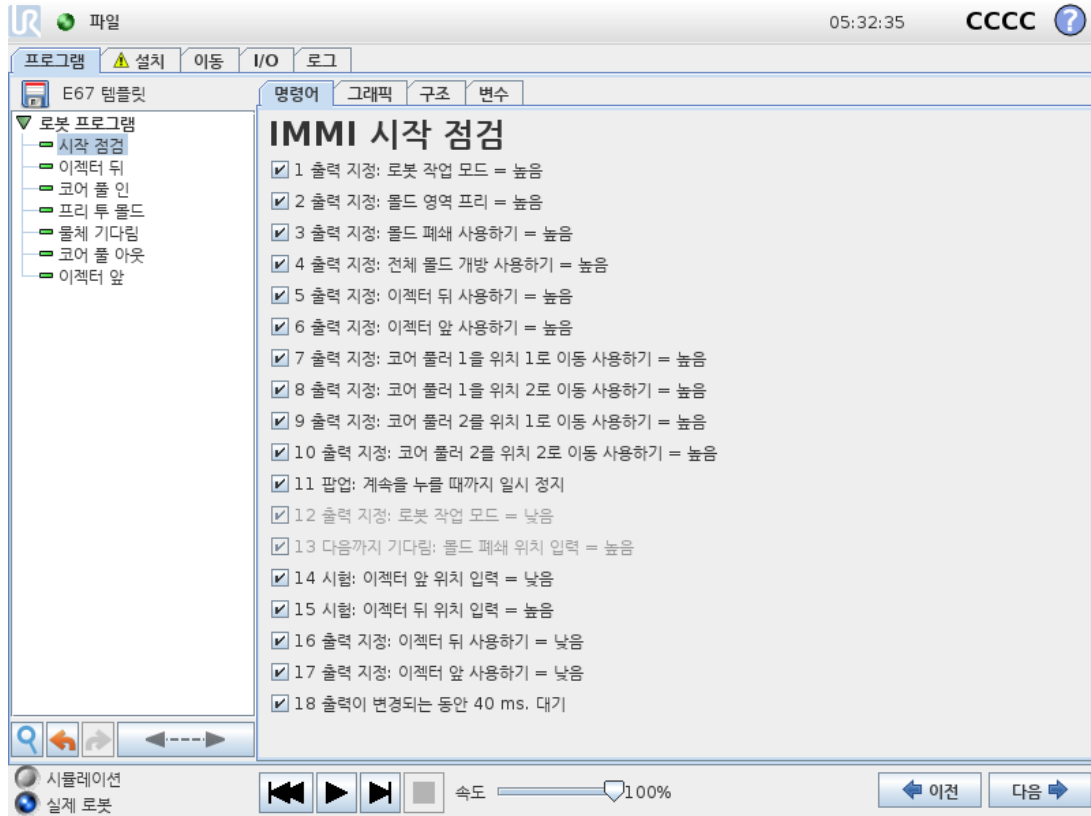


구조는 IMM과의 올바르게 안전한 인터랙션을 하기 위해 만들어졌으므로, 이는 특정 신호가 올바르게 지정 되어 있는지 확인할 수 있는 테스트를 모두 포함한다. 그리고 한 작업만 수행할 수 있도록 하나 이상의 출력을 켤 수 있다.

프로그램 구조를 로봇 프로그램에 삽입하면 프로그램에서 구조를 선택한 다음, 명령 탭을 클릭하여 이를 사용자 정의할 수 있다. 모든 프로그램 구조는 여러 단계로 구성 되어 있다. 대부분의 단계는 기본 설정으로 켜져 있으며, 어떤 것은 구조의 의도에 필수적이기 때문에 끌 수 없다. 시험 단계는 시험 조건이 충족되지 않으면 프로그램을 정지한다. 입력과 출력 상태 모두를 시험할 수 있다. 출력 설정 단계는 지정된 출력을 높음 또는 낮음으로 설정한다. 다음까지 기다림 단계는 다음 단계로 넘어가고 프로그램 노드를 따라가기 전에 이동이 끝나기를 기다리는 데 일반적으로 사용한다.

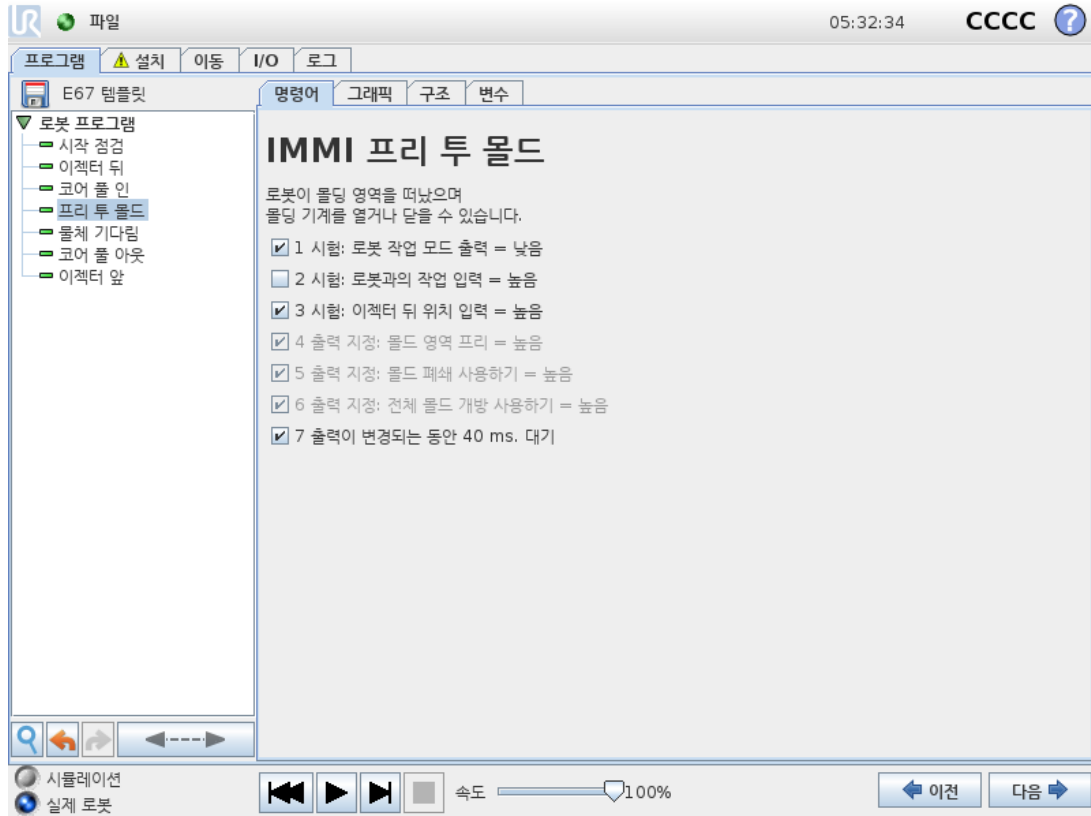
시작 점검

로봇 프로그램 시작 시 한 번 사용하기 위한 것으로서 몰딩을 시작하기 전에 로봇과 기계가 올바르게 설정 되어 있는지 확인한다. 표시상자를 사용하여 개별 단계를 끄거나 켜다.



프리 투 몰드

몰딩 작업 시작이 허용된다는 신호를 IMM에 보내기 위하여 사용한다. 이 신호가 활성화될 때 로봇은 반드시 IMM 밖에 있어야 한다. 표시상자를 사용하여 개별 단계를 끄거나 켜다.

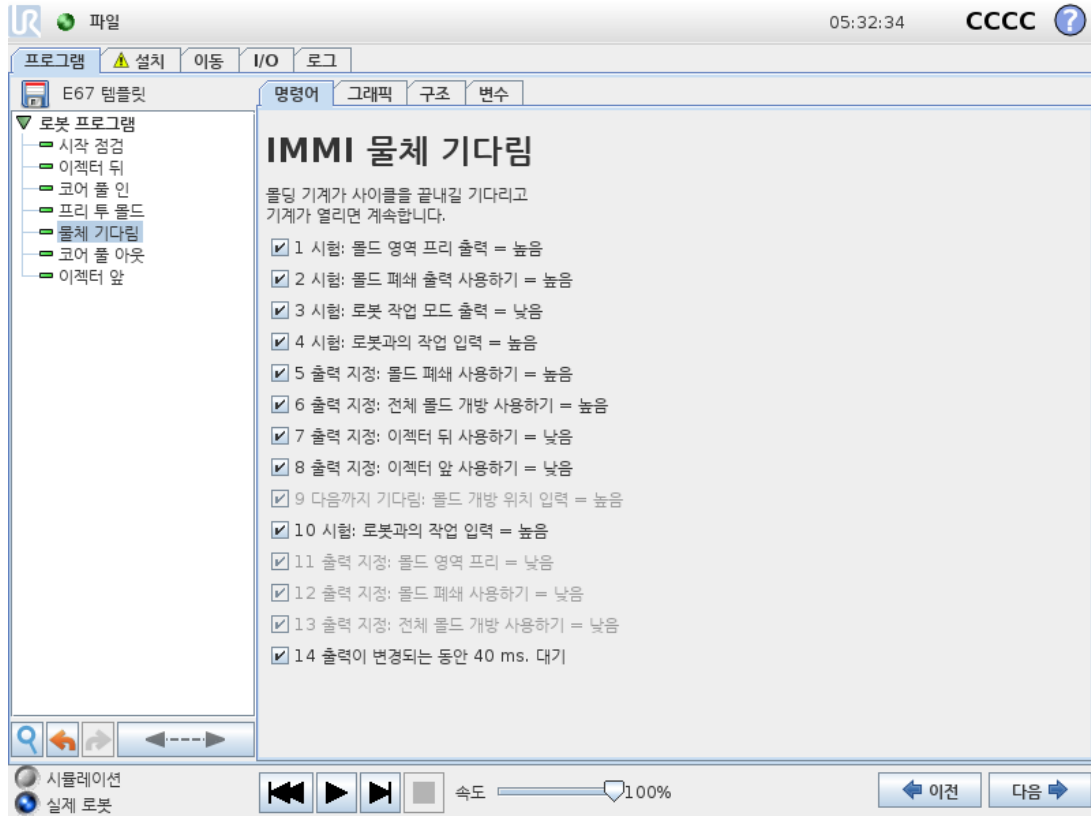


주의

몰드가 로봇에 접촉하지 않고 닫힐 수 있도록 이 신호가 활성화 되면 로봇은 몰드 외부에 있어야 한다.

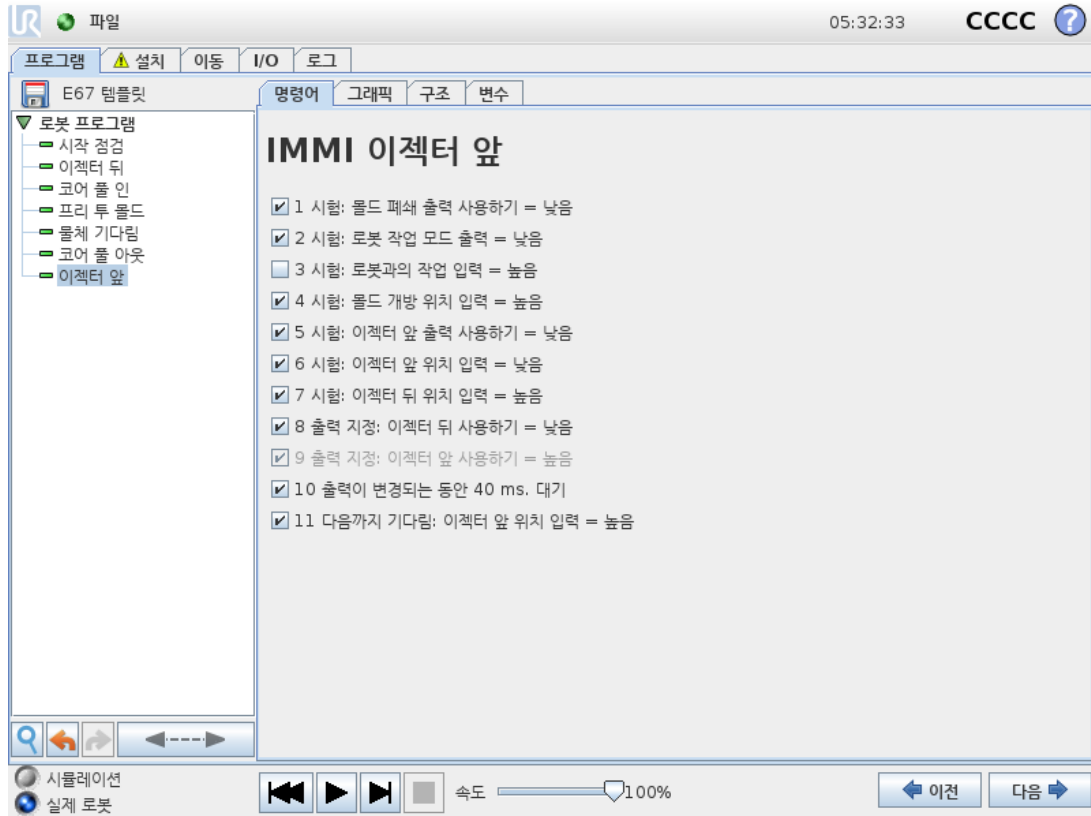
물체 기다림

물체가 IMM에서 준비 될 때까지 로봇을 기다리게 하기 위한 용도이다. 표시상자를 사용하여 개별 단계를 끄거나 켜다.



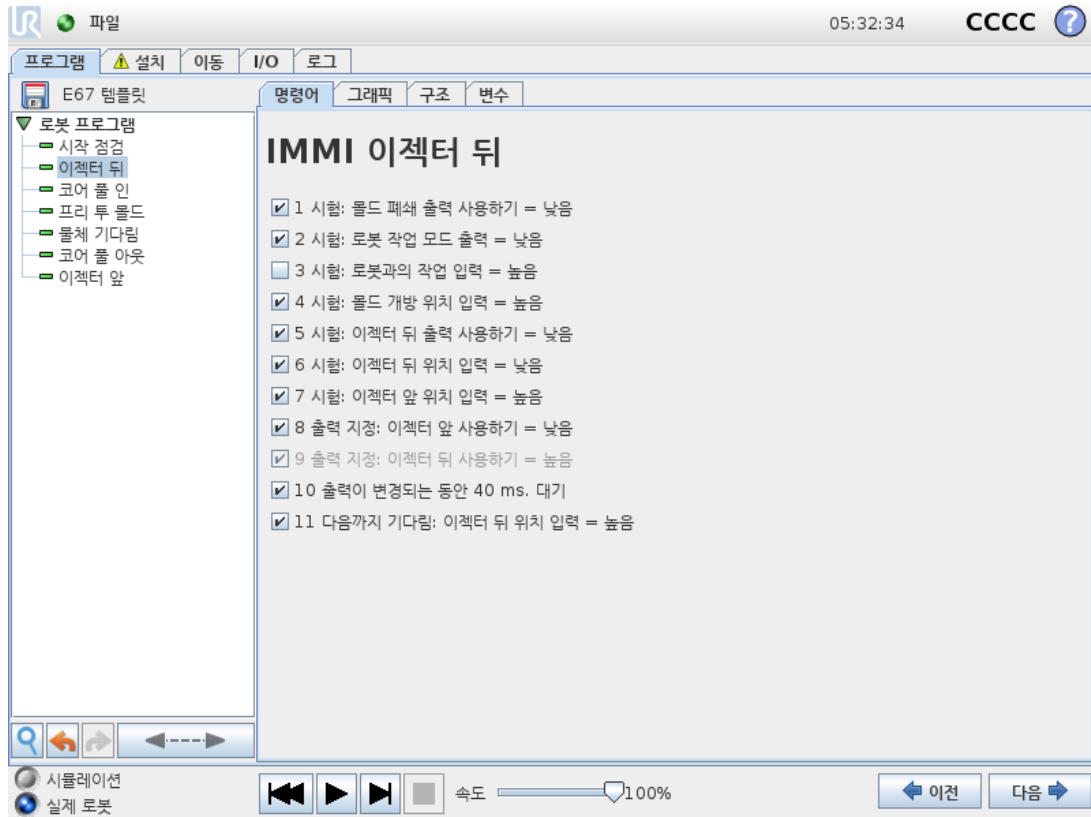
Ejector Forward

몰드에서 물체를 꺼낼 수 있도록 이젝터의 이동을 가능하게 한다. 물체를 집기 위해 로봇이 해당 위치에서 준비가 되었을 때 사용한다. 표시상자를 사용하여 개별 단계를 끄거나 켜는다.



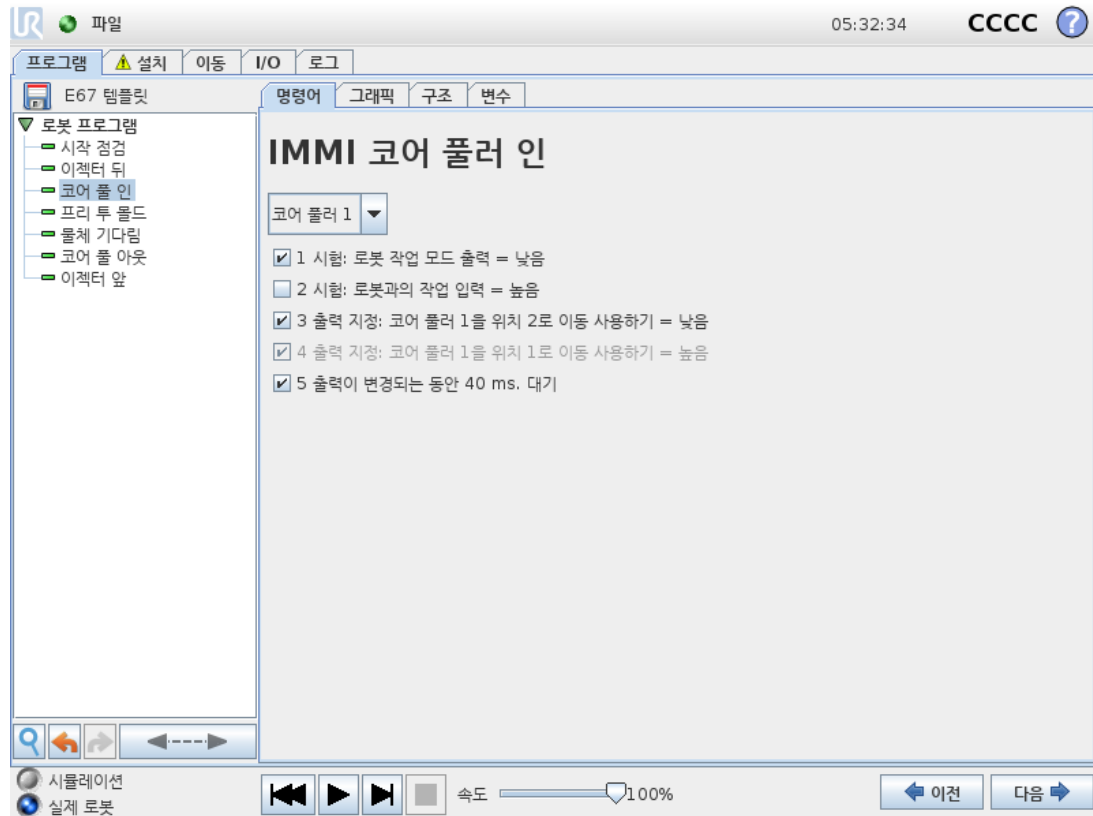
Ejector Back

이젝터가 뒤쪽 위치로 갈 수 있도록 이동한다. 표시상자를 사용하여 개별 단계를 끄거나 켜다.



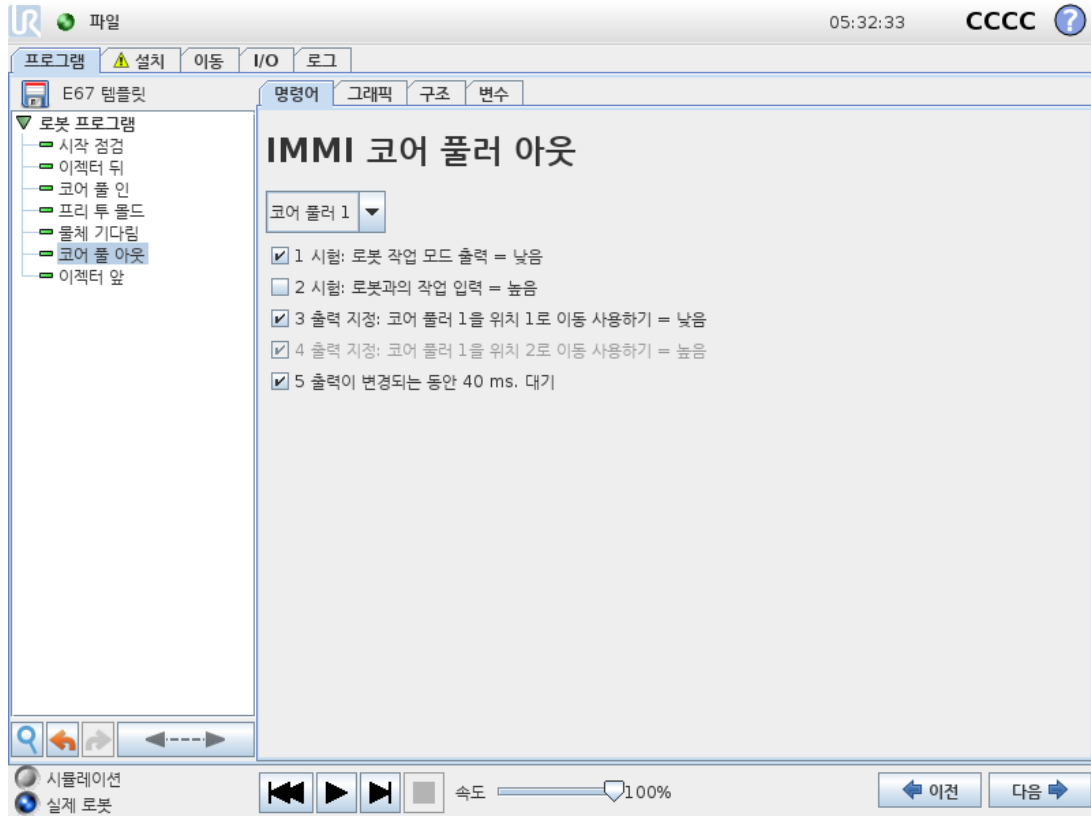
코어 풀러 인

코어 풀러를 위치 1로 이동할 수 있게 한다. 어떤 코어 풀러를 사용할지는 드롭다운 메뉴에서 선택할 수 있다. 표시상자를 사용하여 개별 단계를 끄거나 켜다.



코어 풀러 아웃

코어 풀러를 위치 2로 이동할 수 있게 한다. 어떤 코어 풀러를 사용할지는 드롭다운 메뉴에서 선택할 수 있다. 표시상자를 사용하여 개별 단계를 끄거나 켜다.



1.28.4. I/O 작업 및 대기

액션 노드로 로봇 디지털 출력을 설정할 수 있듯이 EUROMAP 67 출력 신호도 이를 가능하게 한다. EUROMAP 67 인터페이스가 설치 되면, 이를 선택할 수 있는 신호가 메뉴에서 나타난다. 또한 대기 노드를 삽입하여 EUROMAP 67 입력 신호가 프로그램 행동을 제어할 수 있고, 높음 또는 낮음 입력을 받을 때까지 프로그램을 기다리게 할 수 있다.

고급 사용자는 출력을 특정 표현식의 값으로 설정할 수 있다. 이러한 표현식은 입력, 출력, 변수 등을 포함할 수 있고, 복잡한 프로그램 기능을 획득하는 데 사용할 수 있다. 마찬가지로 대기 노드는 표현식 값이 참이 될 때까지 대기하도록 설정할 수 있다. 일반적으로 EUROMAP 67 신호 모두를 표현식 화면에서 사용할 수 있는데, 표현식이 선택 가능한 모든 상황에서 이를 사용할 수 있다는 의미이다.

EUROMAP 67 프로그램 구조의 일부가 아닌 신호를 사용하려면, 이는 추가 액션, 대기 등의 노드를 삽입하여 설정하거나 "수동"으로 읽을 수 있다. 이는 제조사 의존 또는 전용 신호에 적용되며, 이는 모두 사용할 수 있지만 EUROMAP 67 I/O 탭에서는 볼 수 없다. 즉 거부 및 중간 월드 개방 위치 입력을 사용하려면 템플릿 프로그램을 사용자 지정하고 확장해야 한다.

마지막으로, 위험한 상황을 일으킬 수 있으므로 월드 영역 프리 신호는 수동으로 설정하지 않는 것을 권장한다.

1.29. 인터페이스 설치 및 제거

안전 기능 중복성을 성취하기 위해 컨트롤러 박스는 EUROMAP 67 인터페이스의 존재 여부를 알아야 한다. 그러므로 아래의 설치 및 제거 절차를 정확하게 따라야 한다.

아래의 리본 케이블 방향 및 위치를 참조한다.



18.1: 리본 케이블 연결



주의

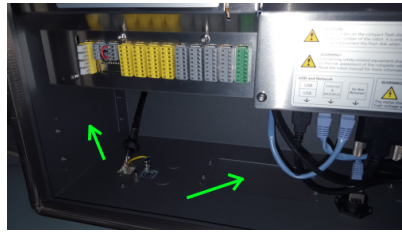
1. 컨트롤러 박스가 켜진 상태에서는 리본 케이블을 삽입하거나 뽑지 **않는다**.
2. 그라운드(접지) 연결은 리본 케이블을 삽입하거나 뽑을 때 나사로 연결해야 한다.
3. 그라운드(접지) 연결 없이는 절대로 컨트롤 박스를 켜지 않는다.

1.29.1. 설치

인터페이스는 컨트롤러 박스 밑 또는 왼쪽 면에 배치할 수 있다. 아래의 도해를 참조하고 절차를 따른다. 인터페이스를 다른 식으로 설치하는 것은 허용하지 않는다.

1. 컨트롤러 박스 전원을 끈다.
 - 티치 펜던트의 전원 버튼의 녹색등이 반드시 꺼져 있어야 한다.
2. 인터페이스를 마운트한다.
 - M6 너트 1개로 그라운드 커넥터를 부착한다.
 - M4×8mm 나사 4개로 인터페이스를 고정한다.
 - M4×8mm 나사 4개로 빈 구멍을 덮는다.
 - 리본 케이블을 올바른 방향으로 부착한다.
 - 고정 패드를 사용하여 리본 케이블을 고정한다.
3. 컨트롤러 박스 전원을 켜다.
 - 인터페이스가 자동 감지된다.
 - 로봇 안전 시스템은 EUROMAP 67이 탐지되었지만 로봇 설치 시 정의되지 않은 것으로 보고한다. 설치, 안전 및 기타로 이동하여 *Euromap67* 확인란을 선택한다.
 - 저장 및 재시작 버튼을 누른다.

- GUI가 다시 시작된다.
- 새 안전 설정을 확인한다.
- EUROMAP 67이 설치되고 이제 사용 준비가 완료되었다.



18.2: 컨트롤러 박스 내의 인터페이스 배치

1.29.2. 제거하기

아래 절차를 따른다.

1. 컨트롤러 박스 전원을 끈다.
 - 티치 펜던트의 전원 버튼의 녹색등이 반드시 꺼져 있어야 한다.
2. 인터페이스를 떼낸다.
 - 리본 케이블을 제거합니다.
 - M6 너트를 그라운드 커넥터에서 제거한다.
 - M4 나사를 컨트롤러 박스 외부 측면에서 뺀다.
3. 컨트롤러 박스 전원을 켜다.
 - 로봇 안전 시스템은 EUROMAP 67이 로봇 설치 시 정의되었지만 시스템에 탐지되지 않은 것으로 보고한다. 설치, 안전 및 기타로 이동하여 *Euromap67* 확인란을 선택 취소한다.
 - 저장 및 재시작 버튼을 누른다.
 - GUI가 다시 시작된다.
 - 새 안전 설정을 확인한다.
 - EUROMAP 67이 이제 제거되었다.

1.30. 전기적 특성

다음 하위 항목은 기계 빌더 및 디버거를 위하여 유용한 정보를 포함한다.

1.30.1. MAF 라이트 가드 인터페이스

24V는 EUROMAP 67 케이블에서 24V [ZA9-ZC9] 과(와) 공유된다. 하지만 컨트롤러 박스의 입력 신호는 저전류 형식이므로, 대부분의 전류를 사용할 수 있다. 부하는 1.2A 이하로 유지하는 것을 권장한다. 24V 전류 및 전압은 EUROMAP 67 I/O 탭에 표시된다.

두 MAF 신호는 반드시 포텐셜 없는 스위치 콘택트와 연결해야 한다. MAF 신호는 "몰딩 영역 프리 (소프트웨어)" 비트가 꺼져 있을 때 0V/0mA이다.

매개변수	최소	일반	최대	단위
24V 전압공차	-15%	-	+20%	-
24V 전원 공급부터 전류 사용 가능	-	-	2.0*	A
과부하 보호	-	2.2	-	A
[MAF-MAF] 연결 해제 시 전압	0	12	12.5	V
[MAF-MAF] 연결 시 전류	0	57	70	mA
[MAF-MAF] 잘못된 연결에 대한 보호	-	400	-	mA
[MAF-MAF] 잘못된 연결에 대한 보호	-18	-	30	V



참고

"MAF 라이트 가드 인터페이스" 신호는 컨트롤러 박스 차폐물로부터 갈바닉 절연 되지 않았다.

1.30.2. 비상 정지, 안전 장치, MAF 신호

비상 정지 및 MAF에서 IMM으로 이어지는 신호는 EN 50205를 준수하는 Force 가이드 안전 릴레이의 제어를 받는다. 스위치 콘택트는 다른 모든 신호로부터 갈바닉 절연 처리가 되었고 IEC 60664-1 및 EN 60664-1, 오염도 2, 과전압 카테고리 III을 준수한다.

로봇에 보내는 비상 정지 및 안전 방호 정지 (안전 장치) 신호는 컨트롤러 박스 포텐셜에 연결되어 있다.

매개변수	최소	일반	최대	단위
[C1-C2] [C3-C4] 전압	10.2	12	12.5	V
[C1-C2] [C3-C4] 전류(각 출력)	-	-	120	mA
[C1-C2] [C3-C4] 전류 보호	-	400	-	mA
[A1-A2] [A3-A4] 입력 전압	-30	-	30	V
[A1-A2] [A3-A4] OFF 보장 조건	-30	-	7	V
[A1-A2] [A3-A4] ON 보장 조건	10	-	30	V
[A1-A2] [A3-A4] OFF 보장 조건	0	-	3	mA
[A1-A2] [A3-A4] ON 전류(10-30V)	7	-	14	mA
[A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] 전류 AC/DC	0.01	-	6	A
[A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] 전압 DC	5	-	50	V
[A1-C1] [A2-C2] [A3-C3] 전압 AC	5	-	250	V

1.30.3. 디지털 입력

디지털 입력은 pnp로 적용 되었고, 컨트롤러 박스로 갈바닉 절연하여 연결 되어 있다. 입력은 IEC 61131-2 및 EN 61131-2에서 정의한 모든 세 가지 형식의 디지털 입력을 준수하는데, 이 표준에서 정의하는 모든 형식의 디지털 출력과 함께 사용할 수 있다는 의미이다.

매개변수	최소	일반	최대	단위
입력 전압	-30	24	30	V
입력 OFF 보장 조건	-30	-	7	V
입력 ON 보장 조건	10	-	30	V
OFF 보장 조건	0	-	5	mA
ON 전류 (10-30V)	6	-	10	mA

1.30.4. 디지털 출력

디지털 출력은 pnp로 적용 되었고, IMM로 갈바닉 절연하여 연결 되어 있다. IMM과 로봇 포텐셜 간의 갈바닉 절연 처리가 되었고 IEC 60664-1 및 EN 60664-1, 오염도 2, 과전압 카테고리 II를 준수한다. 출력은 IEC 61131-2 및 EN 61131-2에서 정의한 모든 세 가지 형식의 디지털 입력 및 해당 표준의 모든 디지털 출력 요건을 준수하여 만들어졌다.

디지털 출력은 IMM의 24V로부터 mA를 일부 사용하여 트랜지스터가 솔리드-스테이트 릴레이를 형성하는 것을 바이어스한다.

매개변수	최소	일반	최대	단위
출력당 소스 전류	0	-	120	mA
ON인 경우 전압 강하	0	0.1	1	V
OFF 시 누설전류	0	0	0.1	mA
IMM 24V에서 사용하는 전류	-	12	25	mA

1. ISO 13849-1을 따른다. 자세한 정보는 용어집 참조. [↩](#)

2. 용어집

정지 카테고리 0

로봇 동작은 로봇에 대한 전원 공급 중단으로 즉시 멈춘다. 이는 제어되지 않는 정지로서 로봇 조인트 브레이크가 걸리면 최대한 빨리 프로그램 경로에서 벗어날 수 있다. 이 보호정지는 안전 등급 제한을 초과하거나 컨트롤 시스템의 안전 등급 부품에 결함이 있는 경우에 사용한다. 자세한 정보는 ISO 13850 또는 IEC 60204-1 참조.

정지 카테고리 1

사용 가능한 전원으로 로봇은 동작을 정지하고, 정지 후에 전원을 차단한다. 제어 정지로서 로봇은 프로그램 경로를 계속 따라 간다. 전원은 로봇이 멈추자마자 차단된다. 자세한 정보는 ISO 13850 또는 IEC 60204-1 참조.

정지 카테고리 2

로봇에 남은 전원을 사용하는 제어 정지. 안전 등급 컨트롤 시스템은 로봇이 정지 위치를 유지하도록 모니터링한다. 자세한 정보는 IEC 60204-1 참조.

카테고리 3

카테고리는 정지 카테고리라는 용어와 혼동해서는 안 된다. 카테고리는 특정 퍼포먼스 레벨의 기본으로 사용되는 아키텍처 타입을 의미한다. 카테고리 3 아키텍처의 주요 속성은 단일한 오류가 안전 기능의 상실로 이어질 수 없다는 것이다. 자세한 정보는 ISO 13849-1 참조.

퍼포먼스 레벨

퍼포먼스 레벨(PL)은 예상 가능한 조건에서 안전하게 기능을 수행하기 위해 컨트롤 시스템의 안전 관련 능력을 지정하기 위한 불연속적인 수준이다. PLd는 최고에서 두 번째인 안정성 분류인데, 안전 기능이 극히 안정적이라는 의미이다. 자세한 정보는 ISO 13849-1 참조.

진단 유효 범위 (DC)

등급 퍼포먼스 레벨 성취를 위해 적용한 진단의 유효성을 측정한다. 자세한 정보는 ISO 13849-1 참조.

MTTFd

위험을 초래하는 고장이 발생하기까지의 평균 시간(Mean time to dangerous failure: MTTFd)은 등급 퍼포먼스 레벨 성취에 사용한 계산 및 시험에 기반한 값이다. 자세한 정보는 ISO 13849-1 참조.

통합자

통합자는 최종 로봇 설치를 설계하는 자이다. 통합자는 최종 위험 평가를 하고 최종 설치가 현지 법규에 부합하게 만들 책임이 있다.

위험 평가

위험 평가는 모든 평가를 식별하고 이를 적합한 수준으로 감소하는 전체적인 프로세스이다. 위험 평가는 기록해야 한다. 자세한 정보는 ISO 12100 참조.

협업 로봇 애플리케이션

협업이라는 용어는 로봇 애플리케이션에서 작업자와 로봇 간의 협업을 의미한다. 정확한 정의와 설명은 ISO 10218-1 및 ISO 10218-2를 참조한다.

안전 구성

안전 관련 기능과 인터페이스는 안전 구성 매개변수를 통해 구성이 가능하다. 이는 소프트웨어 인터페이스를 통해 정의된다. [II 부 폴리스코프 설명서 페이지81](#) 부 참조.

2.1. Index

A

add Action 165

AfterEnd 185

Anchor Position 185

B

Base 103, 155

Base feature 133

BeforeStart 185

Blend parameters 157

Blending 156

C

Configurable I/O 29

control box 27-28, 44, 65, 107, 117, 128, 144

Control Box 1, 189

Conveyor Tracking 189

Conveyor Tracking Setup 141

D

Direction Vector 164

E

Ethernet 42

EtherNet/IP 125

Expression Editor 180**F****Feature 133, 141****Feature menu 182****Folder 171****Force mode 181****Frame 183****Freedrive 124, 134, 184****G****General purpose I/O 29****I****I/O 27-28, 30, 107, 117, 125, 127****Installation 128, 189****Installation variables 128****integrator 9****J****Joint load 144****joint space 154****M****MODBUS 118, 129, 131, 141****Motion 183****Mounting bracket 1****Move 107, 135, 153, 155-156, 167, 185**

MoveJ 153

MoveL 135, 153

MoveP 135, 153

N

Normal mode 190

P

Pallet Sequence 185

Point 183

PolyScope 1, 103-104, 106, 172

popup 168

Pose Editor 135

Program 107

Program Tree 150-151

R

Recovery mode 109

Relative waypoint 155

risk assessment 1, 5, 9, 11

Robot arm 27, 65, 128, 144, 181, 183, 186-187

S

Safety Configuration 10

Safety I/O 29-30

Safety instructions 45

Safety Settings 5

Script manual 2

Service manual 2

Set 167

Simple 183

Standard 65-66, 68

Structure 189

Switch Case construction 180

T

Teach Pendant 1, 184

Test button 184

Tool Center Point 121, 155

Tool feature 133

Tool I/O 38

U

Until 163

Until Distance 165

Until Expression 165

UR+ 2

V

Variable feature 155

Variable waypoint 155

Variables 152, 191

Voltage 117

W

Wait 166

Warning signs 6

Warranty 51

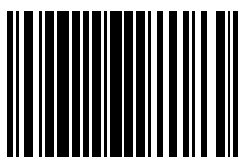


Waypoint 153, 155-156, 162, 185, 190

Waypoints 105

Wizards 189

Wrist 3 103



99238