



사용 설명서

HEX

포스 토크 센서

Universal Robots 용

E12 판

OnRobot FT URCap 플러그인 버전 4.0.0

2018 년 9 월

목차

1	머리말	6
1.1	대상 독자.....	6
1.2	사용 목적.....	6
1.3	중요 안전 수칙.....	6
1.4	경고 기호.....	6
1.5	표기 규칙.....	7
2	시작하기.....	8
2.1	제공되는 품목.....	8
2.1.1	OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1).....	8
2.1.2	OnRobot UR Kit (v2)	9
2.2	센서 설명.....	9
2.2.1	HEX-E v1 및 HEX-H v1	9
2.2.2	HEX-E v2 및 HEX-H v2	10
2.3	장착.....	11
2.3.1	HEX-E v1 및 HEX-H v1	11
2.3.2	HEX-E v2 및 HEX-H v2	12
2.4	케이블 연결.....	12
2.5	UR 호환성.....	14
2.6	URCap 플러그인 설치.....	14
2.7	URCap 플러그인 설정.....	16
3	URCap 플러그인 사용	19
3.1	OnRobot 피드백 변수	19
3.1.1	TCP 위치 효과	22
3.2	OnRobot Hand Guide Toolbar.....	23
3.3	OnRobot URCap 명령.....	25
3.3.1	F/T 중심	25

3.3.2	F/T 제어	27
3.3.3	F/T 스택킹	31
3.3.4	F/T 고정 및 회전	36
3.3.5	F/T 가드	39
3.3.6	F/T 삽입 상자	41
3.3.7	F/T 부품 삽입	43
3.3.8	F/T 이동	45
3.3.9	F/T 경로	48
3.3.10	F/T 검색	50
3.3.11	F/T 웨이포인트	52
3.3.12	F/T 제로	54
3.3.13	F/T 로드 설정	55
3.4	애플리케이션 예제	56
3.4.1	충돌 감지	56
3.4.2	중심점 감지	56
3.4.3	연마 및 샌딩	56
3.4.4	적재	57
3.4.5	핀 삽입	58
3.4.6	삽입 상자	58
3.4.7	고정 및 회전	58
4	용어 해설	59
5	약어 정리	60
6	부록	61
6.1	Compute Box 의 IP 변경	61
6.2	Compute Box 의 소프트웨어 업데이트	62
6.3	소프트웨어 제거	62
6.4	반환값	63

6.4.1	F/T 중심 명령 반환값	63
6.4.2	F/T 고정 및 회전 명령 반환값.....	63
6.4.3	F/T 삽입 상자 명령 반환값	63
6.4.4	F/T 부품 삽입 명령 반환값.....	64
6.4.5	F/T 이동 명령 반환값	65
6.4.6	F/T 검색 명령 반환값	65
6.4.7	F/T 스택킹 명령 반환값	66
6.5	문제해결.....	67
6.5.1	URCap 플러그인 설정 오류.....	67
6.5.2	특이점에 너무 근접한 경우	70
6.5.3	핸드 가이드 바의 경고 신호	71
6.5.4	"socket_read_binary_integer: 시간초과".....	71
6.5.5	"소켓 벡터 스트림 열기에 실패했습니다."	71
6.5.6	경로 재생이 예상보다 느립니다.....	72
6.5.7	경로 저장 시 "오류 번호-2"	72
6.5.8	경로 저장 시 "오류 번호-3"	72
6.5.9	"알 수 없는 센서 유형"	73
6.5.10	"센서가 응답하지 않습니다."	73
6.6	선언및인증.....	74
6.7	판	77

Copyright © -2018 OnRobot A/S. All rights Reserved. OnRobot A/S 의 사전 서면허가 없이는 이 설명서의 어떠한 부분도 어떤 형식이나 방법으로도 복제할 수 없습니다.

이 문서에 제공된 정보는 발행 당시의 정보를 최대한 정확하게 반영하였습니다. 발간 이후 제품이 수정된 경우, 이 문서와 제품 간에는 차이가 있을 수 있습니다.

OnRobot A/S 는 이 문서의 오류나 누락에 대해 어떠한 책임도 없습니다. 어떠한 경우에도 OnRobot A/S 는 이 문서의 사용으로 인해 발생하는 개인 또는 재산상의 손실이나 손해에 대해 책임을 지지 않습니다.

이 문서의 정보는 사전 통보 없이 변경될 수 있습니다. 다음 웹사이트에서 최신 버전을 확인하세요. <https://onrobot.com/>.

이 설명서의 원어는 영어입니다. 제공되는 다른 모든 언어는 영문 설명서를 번역한 것입니다.

모든 상표는 해당 소유자의 자산입니다. (R)과 TM 의 표시는 생략됨.

1 머리말

1.1 대상 독자

이 문서는 전적으로 로봇 애플리케이션을 설계하고 설치하는 통합업체를 위해 제작되었습니다. 센서를 사용하는 작업자는 다음의 전문 지식을 갖추고 있어야 합니다.

1. 기계 시스템에 대한 기본 지식
2. 전자 및 전기 시스템에 대한 기본 지식
3. 로봇 시스템에 대한 기본 지식

1.2 사용 목적

이 센서는 로봇의 엔드 이펙터에 설치되어 포스와 토크를 측정하도록 설계되었습니다. 센서는 정의된 측정 범위 내에서 사용될 수 있습니다. 범위를 벗어나서 센서를 사용할 경우, 오용으로 간주됩니다. OnRobot 은 오용으로 인한 손상이나 부상에 대해 책임을 지지 않습니다.

1.3 중요 안전 수칙

센서는 *부분적으로 완성된 기계*이며 센서가 포함된 각 애플리케이션에 대한 위험 평가가 요구됩니다. 본 설명서의 모든 안전 지침을 준수하는 것이 중요합니다. 안전 지침은 센서에만 국한되며 완전한 애플리케이션의 안전 예방 조치는 다루지 않습니다.

완전한 애플리케이션은 설치되는 해당 국가의 표준 및 규정에 명시된 안전 요구사항에 따라 설계 및 설치되어야 합니다.

1.4 경고 기호



위험:

피하지 않으면 부상이나 사망을 초래할 수 있는 매우 위험한 상황을 나타냅니다.



경고:

피하지 않으면 부상이나 장비 손상을 초래할 수 있는 잠재적으로 위험한 전기 상황을 나타냅니다.

경고:



피하지 않으면 부상이나 심각한 장비 손상을 초래할 수 있는 잠재적으로 위험한 상황을 나타냅니다.



주의:

피하지 않으면 장비 손상을 초래할 수 있는 상황을 나타냅니다.



참고:

팁이나 권장사항과 같은 추가 정보를 나타냅니다.

1.5 표기 규칙

본 문서에서는 다음의 표기 규칙이 사용됩니다.

표 1: 규칙

쿠리어 텍스트	파일 경로 및 파일 이름, 코드, 사용자 입력 및 컴퓨터 출력.
<i>기울임꼴 텍스트</i>	텍스트의 인용 및 이미지 호출 표시.
굵은 텍스트	버튼 및 메뉴 옵션에 있는 텍스트를 포함한 UI 요소.
굵은 파란색 텍스트	외부 링크 또는 내부 상호 참조.
<꺾쇠 괄호>	실제 값 또는 문자열로 대체되는 변수 이름.
1. 번호 매기기 목록	절차 단계.
A. 알파벳순 목록	이미지 호출 설명.

2 시작하기

2.1 제공되는 품목

Universal Robots OnRobot HEX Sensor Kit 에는 UR 로봇에 OnRobot 포스/토크 센서를 연결하는 데 필요한 모든 것이 포함되어 있습니다.

OnRobot Universal Robot(UR) Kit 에는 두 가지 버전이 있으며 센서의 HW 버전에 따라 제공됩니다.

2.1.1 OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1)

OnRobot (OptoForce) UR Kit v1 의 내용품은 다음과 같습니다.

- OnRobot (OptoForce) 6 축 포스/토크 센서 (모델 HEX-E v1 또는 HEX-H v1)
- OnRobot (OptoForce) Compute Box
- OnRobot (OptoForce) USB 드라이브
- 어댑터 -A
- 과부하 플러그
- 센서 케이블 (4 핀 M8-4 핀 M8, 5m)
- Compute Box 전원 케이블 (3 핀 M8 - 개방형)
- Compute Box 전원 공급 장치
- UTP 케이블 (RJ45 - RJ45)
- USB 케이블 (Mini-B - A 형)
- PG16 케이블 글랜드
- 비닐봉투, 포함 내역:
 1. 케이블 홀더
 2. M6x30 나사 (2 개)
 3. M6x8 나사 (10 개)
 4. M5x8 나사 (9 개)
 5. M4x8 나사 (7 개)
 6. M4x12 나사 (2 개)
 7. M4 와셔 (8 개)

2.1.2 OnRobot UR Kit (v2)

OnRobot UR 키트 v2 의 내용품은 다음과 같습니다.

1. OnRobot 6 축 포스/토크 센서 (모델 HEX-E v2 또는 HEX-H v2)
2. OnRobot Compute Box
3. OnRobot USB 드라이브
4. 어댑터-A2
5. 센서 케이블 (4 핀 M8-4 핀 M8, 5m)
6. Compute Box 전원 케이블 (3 핀 M8 - 개방형)
7. Compute Box 전원 공급 장치
8. UTP 케이블 (RJ45 - RJ45)
9. PG16 케이블 글랜드
10. 비닐봉투, 포함 내역:
11. 케이블 홀더, 나사 일체형
12. M6x8 Torx 나사 (6 개)
13. M5x8 Torx 나사 (9 개)
14. M4x6 Torx 나사 (7 개)
15. M6 와셔 6 개)
16. M5 와셔 (9 개)



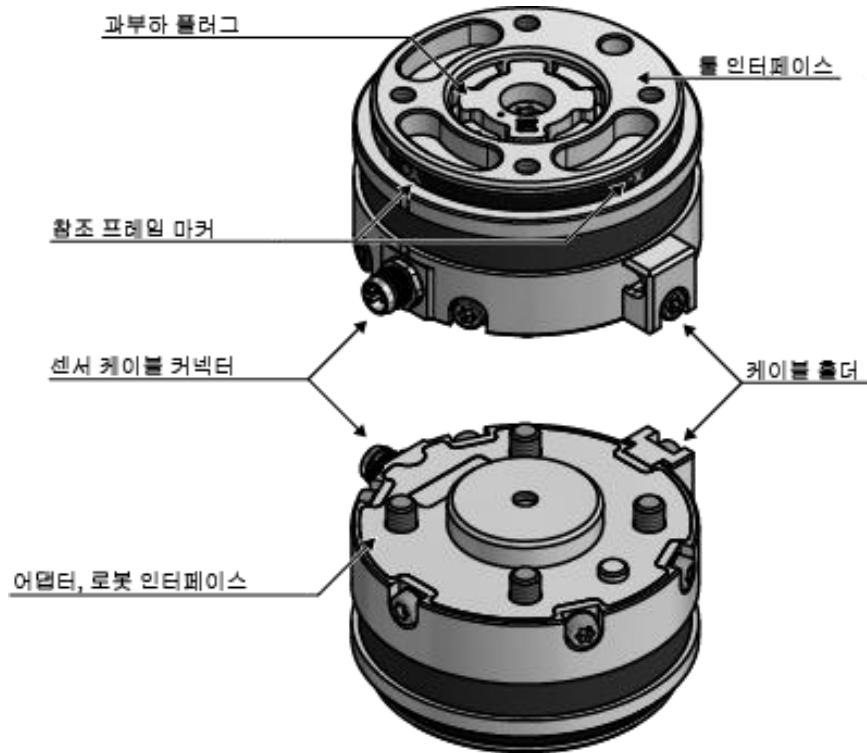
참고:

2018 년 9 월 중순부터 USB 케이블(Mini-B - A 형)은 OnRobot UR Kit v2 에 제공되지 않지만 필요한 경우 별도로 구입할 수 있습니다.

2.2 센서 설명

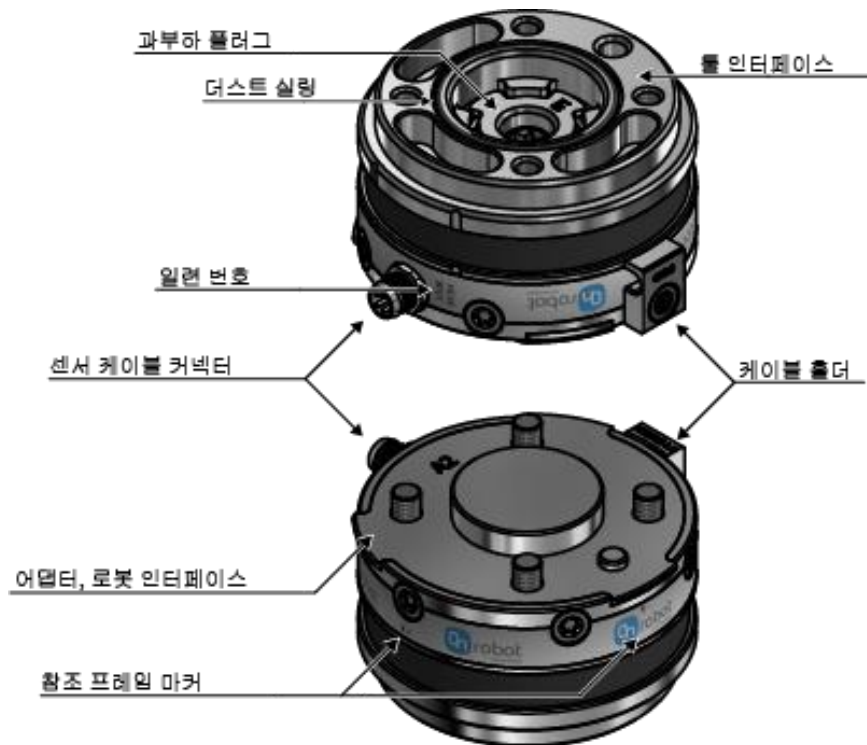
2.2.1 HEX-E v1 및 HEX-H v1

센서는 센서 본체, 어댑터 및 과부하 플러그로 구성되어 있습니다. 센서 케이블 커넥터, 케이블 홀더 및 참조 프레임용 마커가 센서 본체에 있습니다. 툴은 툴 인터페이스를 통해 센서 본체에 바로 고정됩니다. 센서는 어댑터로 로봇 툴 플랜지에 고정됩니다.



2.2.2 HEX-E v2 및 HEX-H v2

센서는 센서 본체, 어댑터 및 과부하 플러그로 구성되어 있습니다. 센서 케이블 커넥터, 케이블 홀더, 더스트 실링, 일련번호 및 참조 프레임용 마커가 센서 본체에 있습니다. 툴은 툴 인터페이스를 통해 센서 본체에 바로 고정됩니다. 센서는 어댑터로 로봇 툴 플랜지에 고정됩니다.



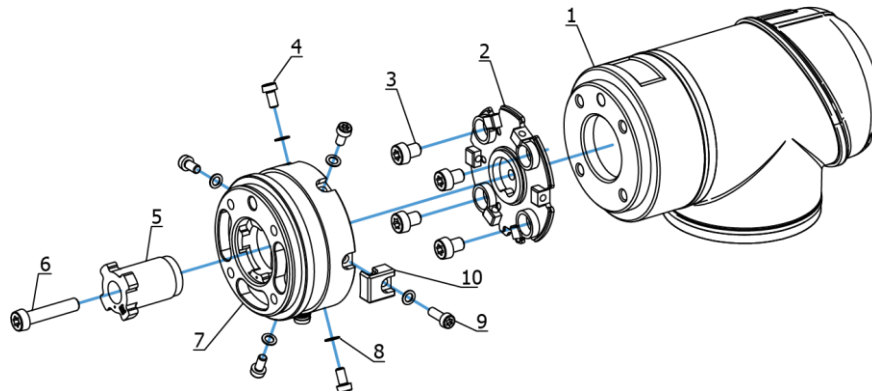
2.3 장착

센서와 함께 제공된 나사만 사용하세요. 더 긴 나사는 센서 또는 로봇을 손상시킬 수 있습니다.

2.3.1 HEX-E v1 및 HEX-H v1

센서를 장착하려면 다음 절차를 따르세요.

1. 4 개의 M6x8 나사로 어댑터-A 를 로봇에 고정시킵니다. 6 Nm 조임 토크를 사용합니다.
2. M4 와셔를 끼운 5 개의 M4x8 나사로 센서를 어댑터에 고정합니다. 1,5 Nm 조임 토크를 사용합니다.
3. 하나의 M4x12 나사와 M4 와셔로 케이블 홀더가 있는 센서에 케이블을 고정합니다. 1,5 Nm 조임 토크를 사용합니다.
4. 하나의 M6x30 나사로 플러그를 센서에 고정합니다. 6 Nm 조임 토크를 사용합니다.



기호 설명: 1 - 로봇 툴 플랜지, 2 - 어댑터 A, 3 - M6x8 나사, 4 - M4x8 나사,
5 - 과부하 플러그, 6 - M6x30 나사, 7 - 센서, 8 - M4 와셔, 9 - M4x12 나사,
10 - 케이블 홀더

5. 툴 제조업체의 지침에 따라 툴을 센서에 고정합니다.

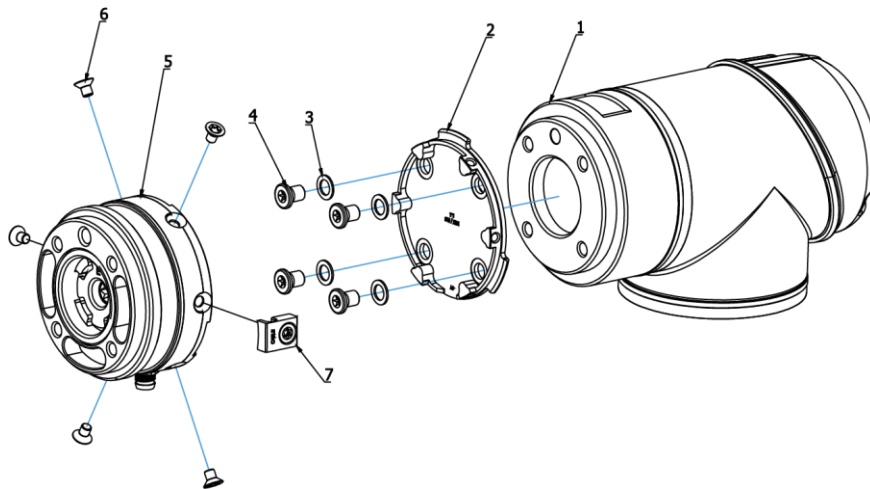


툴이 센서의 평평한 표면에 연결되지 않은 경우 과부하 보호기능이 완전하게 작동하지 않습니다.

2.3.2 HEX-E v2 및 HEX-H v2

센서를 장착하려면 다음 절차를 따르세요.

1. M6 와셔를 끼운 4 개의 M6x8 Torx 나사로 어댑터-A2 를 로봇에 고정합니다. 6 Nm 조임 토크를 사용합니다.
2. **M4** 와셔를 끼운 5 개의 M4x86 나사로 센서를 어댑터에 고정합니다. 1,5 Nm 조임 토크를 사용합니다.
3. 하나의 M4x12 나사와 **M4** 와셔로 케이블 홀더가 있는 센서에 케이블을 고정합니다. 1,5 Nm 조임 토크를 사용합니다.



기호 설명: 1 - 로봇 툴 플랜지, 2 - 어댑터- A2, 3 - M6 와셔, 4 - M6x8 Torx 나사, 5 - 센서, 6 - M4x6 Torx 나사, 7 - 케이블 홀더

4. 툴 제조업체의 지침에 따라 툴을 센서에 고정합니다.



참고:

툴이 ISO 9409-1-50-4-에 설명된 인터페이스를 통해 센서에 연결되지 않은 경우, 과부하 보호기능이 완전하게 작동하지 않습니다.

2.4 케이블 연결

센서를 연결하려면 다음 절차를 따르세요.

1. 4 핀 M8 케이블(길이 5m)을 센서에 연결합니다. 케이블의 구멍이 센서의 커넥터 핀과 정렬되도록 합니다.



참고:

케이블은 놔두고 커넥터 잠금장치만 돌립니다.

2. 케이블 타이로 로봇에 케이블을 고정시킵니다.



참고:

구부림에 대비해 관절 주변에는 케이블 길이를 여유 있게 확보합니다.

3. Compute Box 를 UR 로봇 제어 캐비닛의 안이나 근처에 배치한 후 4 핀 M8 센서 케이블을 연결합니다. 제공된 케이블 글랜드를 사용하여 케이블을 UR 제어 캐비닛으로 연결할 수 있습니다.
4. 제공된 UTP 케이블을 사용하여 Compute Box 의 이더넷 인터페이스를 UR 제어기의 이더넷 인터페이스에 연결합니다.
5. 3 핀 M8 케이블(길이 1m)을 사용해서 UR 제어 상자에서 Compute Box 에 전원을 공급합니다. 갈색 케이블은 24V 에, 검은색 케이블은 0V 에 연결합니다.

전원		구성 가능 입력				구성 가능 출력			
PWR	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
GND	■	CI0	■	CI4	■	CO0	■	CO4	■
24V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
0V	■	CI1	■	CI5	■	CO1	■	CO5	■
		24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
		CI2	■	CI6	■	CO2	■	CO6	■
		24V	■	24V	■	0V	■	0V	■
		CI3	■	CI7	■	CO3	■	CO7	■

자세한 내용은 UR 설명서를 참조하세요.

6. Compute Box 와 UR 로봇의 네트워크를 정확하게 설정합니다. 기본 Compute Box IP 주소는 192.168.1.1 이며 변경하려면 [Compute Box 의 IP 변경](#)을 참조하세요.

2.5 UR 호환성

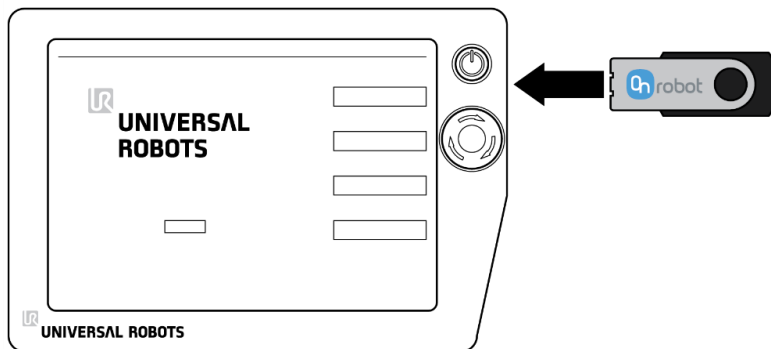
로봇 제어기에 PolyScope 버전 3.5 이상이 설치되어 있는지 확인하세요.

PolyScope 버전 3.7에는 때때로 '저장' 옵션이 제대로 표시되지 않는 버그가 있습니다. 이런 경우에는 '다른 이름으로 저장' 옵션을 사용하세요.

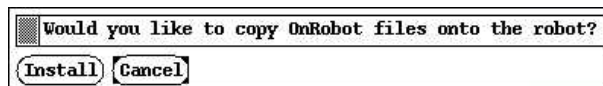
2.6 URCap 플러그인 설치

OnRobot 예제를 업로드하고 OnRobot URCap 플러그인을 설치하려면 다음 절차를 따르세요.

1. Teach Pendant 의 오른쪽에 있는 USB 슬롯에 OnRobot USB 드라이브를 삽입합니다.

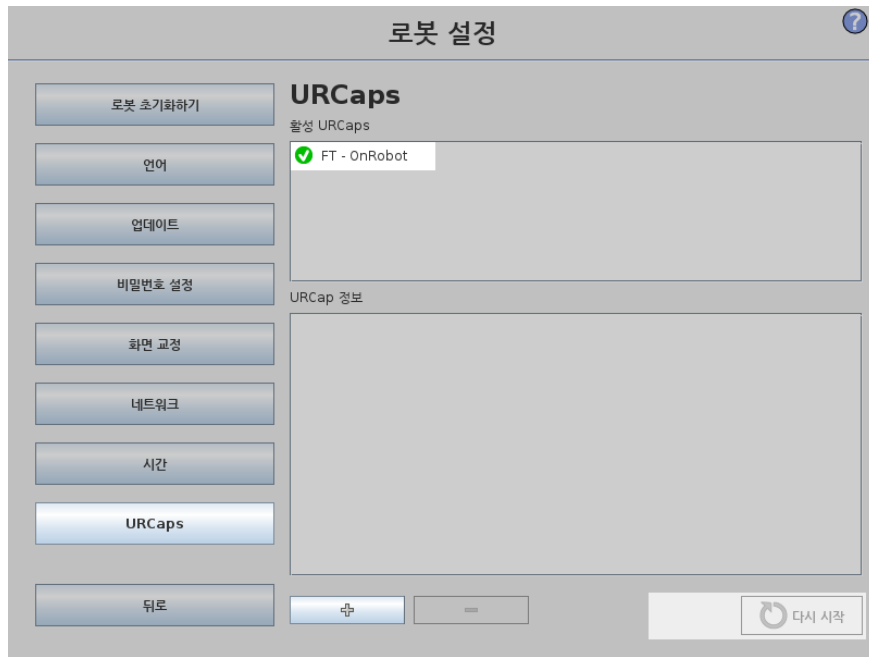


2. OnRobot 예제 및 URCap 파일을 `programs/OnRobot_UR_Programs` 폴더에 계속 복사할 수 있는 권한을 요청하는 메시지 대화창이 나타납니다.



계속하려면 **Install** 을 누릅니다.

3. 그런 다음 주메뉴에서 **로봇 설정** 옵션을 선택한 후, **URCaps 설정** 옵션을 선택합니다.
4. **+** 기호를 눌러 새로 복사한 OnRobot URCap 파일을 찾습니다.
`programs/OnRobot_UR_Programs` 폴더에 있습니다. **열기**를 누릅니다.
5. 그런 다음, 변경 사항을 적용하려면 시스템을 다시 시작합니다. **다시 시작**을 누른 다음 시스템이 다시 시작될 때까지 기다립니다.



6. 로봇을 초기화합니다.



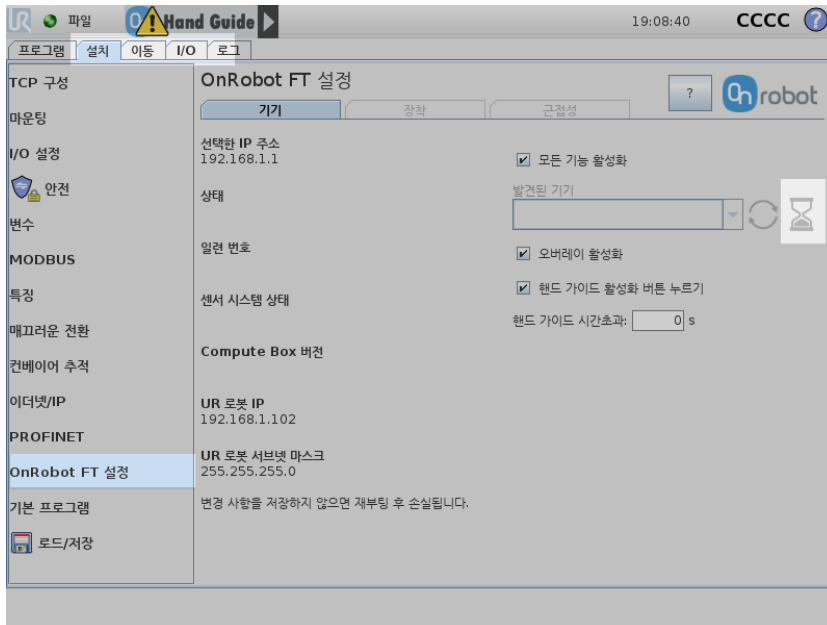
참고:

URCap 설치에 대한 자세한 내용은 UR 설명서를 참조하세요.

URCap 플러그인 설정을 계속합니다.

2.7 URCap 플러그인 설정

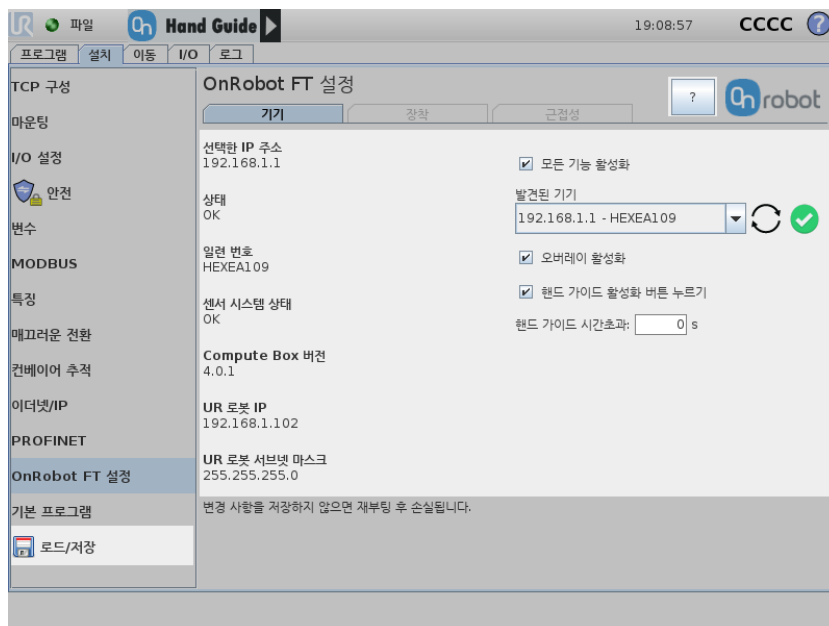
설치 탭을 선택한 다음 **OnRobot FT 설정**을 선택합니다. 다음 화면이 표시됩니다.





소프트웨어가 사용 가능한 OnRobot 센서를 자동으로 찾는 동안 잠시 기다리세요.

모래시계 ⌚ 아이콘이 아직 검색 중임을 나타냅니다.

검색이 완료되면 최초로 발견된 기기가 선택되고 자동으로 검사된 후 다음 화면이 표시됩니다.




확인  아이콘은 기기를 찾았고 자동 검사가 성공적으로 이뤄져 기기를 사용할 준비가 되었음을 나타냅니다.

기기가 검색되지 않았거나 자동 검사 중에 오류가 발생하면 오류  아이콘이 표시됩니다. 문제를 해결하려면 [URCap 플러그인 설정 오류](#)를 참조하세요.



참고:

수동으로 검색을 다시 시작하려면 새로고침  아이콘을 누르세요.

여러 기기가 있는 경우에는 **발견된 기기** 드롭다운 메뉴를 사용해서 사전 선택한 기기를 변경할 수 있습니다.

연결된 기기의 상태 및 기본 정보가 왼쪽에 표시됩니다.

선택한 IP 주소: 선택한 기기의 IP 주소를 표시합니다. Compute Box 의 공장 기본 설정을 사용하려면 값은 192.168.1.1 입니다.

상태: 확인 또는 오작동 시 오류 메시지가 표시됩니다.

일련번호: OnRobot 기기의 일련번호입니다.

센서 시스템 상태: 확인 또는 오작동 시 오류 메시지가 표시됩니다.

Compute Box 버전: Compute Box 의 소프트웨어 버전. URCap 버전과 일치해야 합니다. URCap 버전과 일치하지 않을 경우, Compute Box 를 업데이트하세요.

오류가 발생한 경우, 문제 해결을 위해 UR 로봇의 현재 네트워크 설정이 표시됩니다.

UR 로봇 IP: 로봇의 현재 IP 주소가 표시됩니다. Compute Box 의 공장 기본 설정을 사용하려면 값은 192.168.1.x 이어야 합니다.

UR 로봇 서브넷 마스크: 로봇의 현재 서브넷 마스크가 표시됩니다. Compute Box 의 공장 기본 설정을 사용하려면 값은 255.255.255.0 이어야 합니다.


핸드 가이드 설정은 왼쪽 하단에 나와 있습니다.


핸드 가이드 활성화 유지 체크박스: 선택한 경우(기본값), 핸드 가이드 하는 동안 핸드 가이드 활성화 버튼을 계속 누르고 있어야 합니다. 선택하지 않은 경우, 활성화 버튼을 눌러 핸드 가이드를 시작하고 활성화 버튼을 다시 눌러 중지할 수 있습니다.

핸드 가이드 시간초과: 설정된 시간초과 값(초 단위)을 초과할 경우, 핸드 가이드가 자동으로 중지됩니다. 기본값은 시간초과를 무한대로 설정하는 0 입니다



참고:

기기를 설정한 후, 로드/저장  버튼을 사용하여 변경 내용을 현재 설치의 일부로 저장해야 합니다.

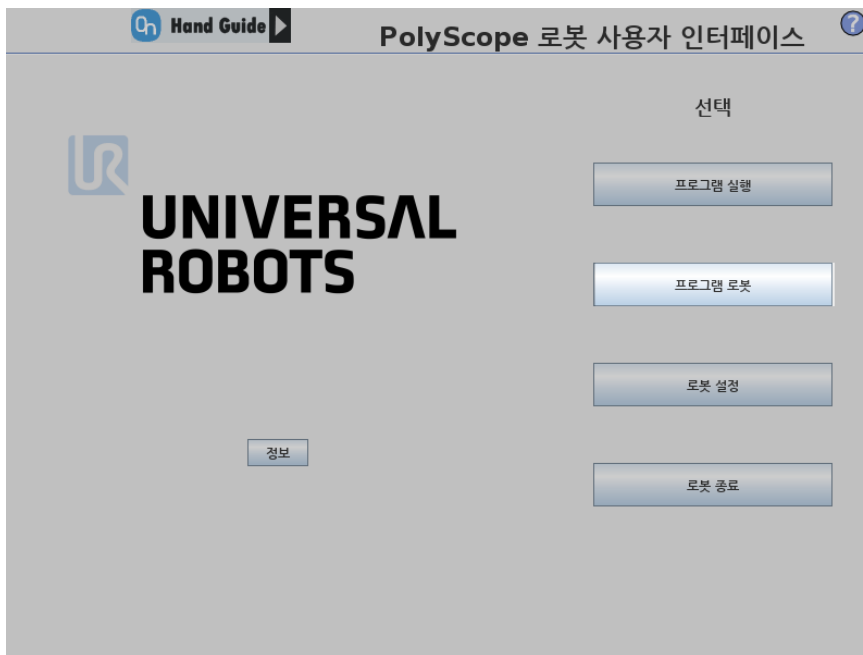
내장 도움말을 사용하려면 물음표  아이콘을 누르세요.

3 URCap 플러그인 사용

3.1 OnRobot 피드백 변수

이 절에서는 예제 프로그램을 통해 간단한 기능을 보여줍니다. 이 프로그램에서는 OnRobot 센서에서 데이터를 얻는 방법과 센서의 포스/토크값을 0 으로 만드는 방법을 보여줍니다.

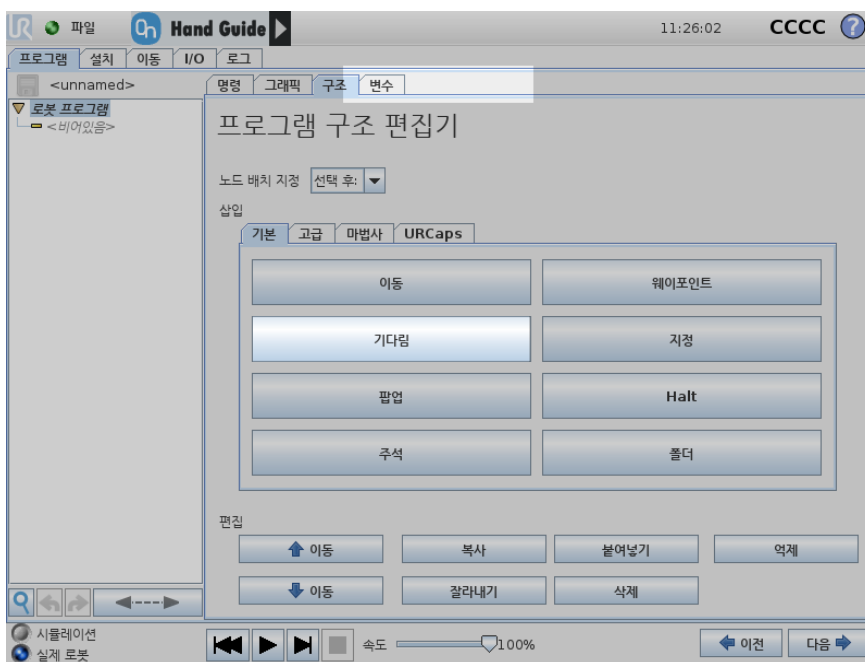
1. 프로그램 로봇을 클릭합니다.



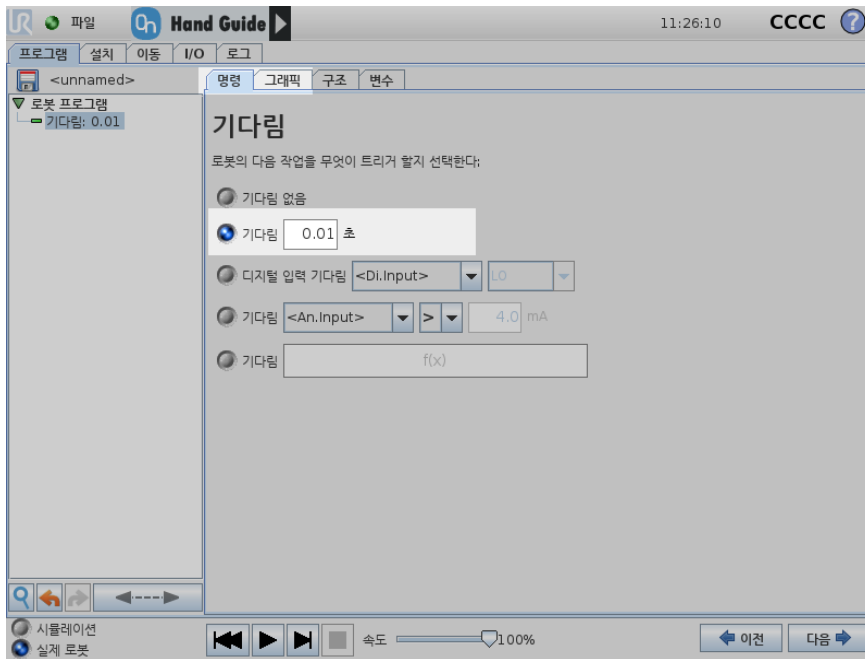
2. 빈 프로그램을 클릭합니다.



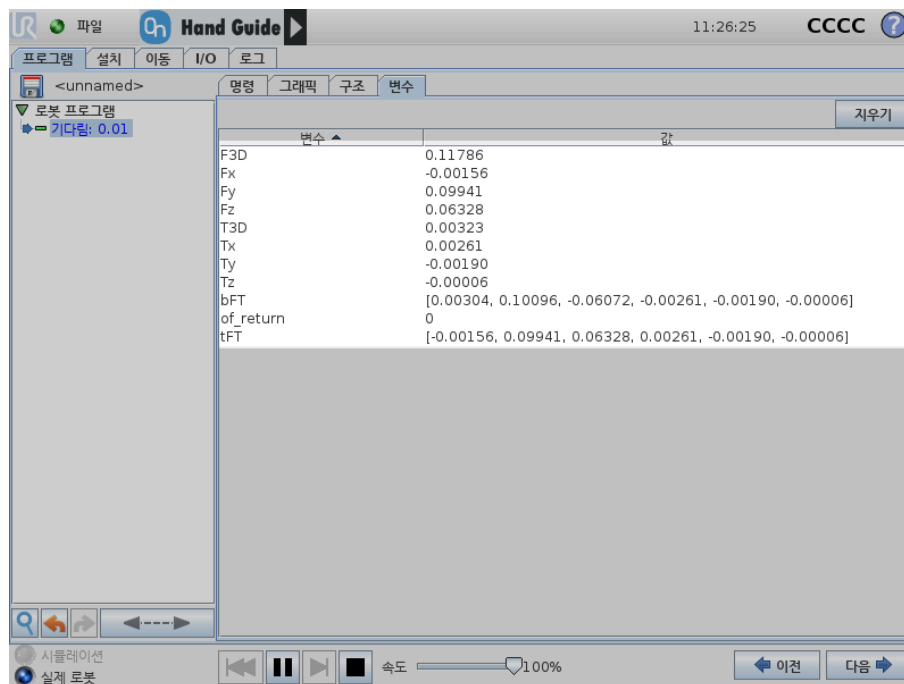
3. 구조 탭을 선택합니다.
4. 프로그램의 무한 루프를 피하려면 기다림 버튼을 누릅니다.



5. 프로그램 구조에서 기다림 명령을 선택합니다.
6. 명령 탭을 선택합니다.
7. 기다림 시간을 0.01 초로 설정합니다.
8. 프로그램을 실행하려면 재생 버튼을 누릅니다.



9. 변수 탭을 선택합니다.



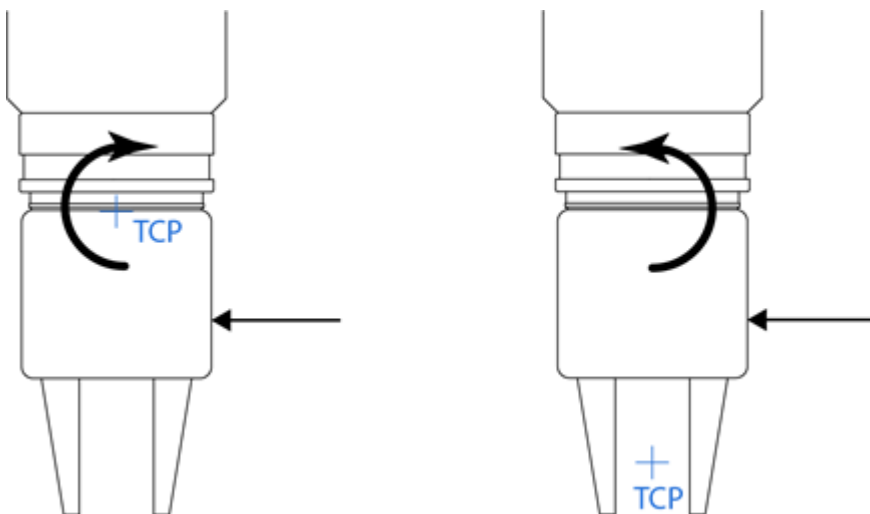
포스값과 토크값이 표시됩니다. 이러한 변수들은 모든 프로그램에서 사용될 수 있습니다.

이러한 변수들은 약 125Hz 의 속도로 자동 업데이트됩니다.

- **F3D**: 3D 포스 벡터 길이 $F3D = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$ (N)
- **Fx**: X 방향에서 포스 벡터(단위: 뉴턴, N)
- **Fy**: Y 방향에서 포스 벡터(단위: 뉴턴, N)
- **Fz**: z 방향에서 포스 벡터(단위: 뉴턴, N)
- **T3D**: 3D 토크 벡터 길이 $T3D = \sqrt{T_x^2 + T_y^2 + T_z^2}$ (Nm)
- **Tx**: X 방향에서 토크(단위: 뉴턴 미터, Nm)
- **Ty**: Y 방향에서 토크(단위: 뉴턴 미터, Nm)
- **Tz**: Z 방향에서 토크(단위: 뉴턴 미터, Nm)
- **bFT**: 베이스 좌표계에서 계산된 포스 및 토크값(뉴턴 N 및 뉴턴 미터 Nm 배열)
- **of_return**: OnRobot 명령 결과를 저장하는 데 사용되는 변수
- **tFT**: 툴 좌표계에서 계산된 포스 및 토크값(뉴턴 N 및 뉴턴 미터 Nm 배열)

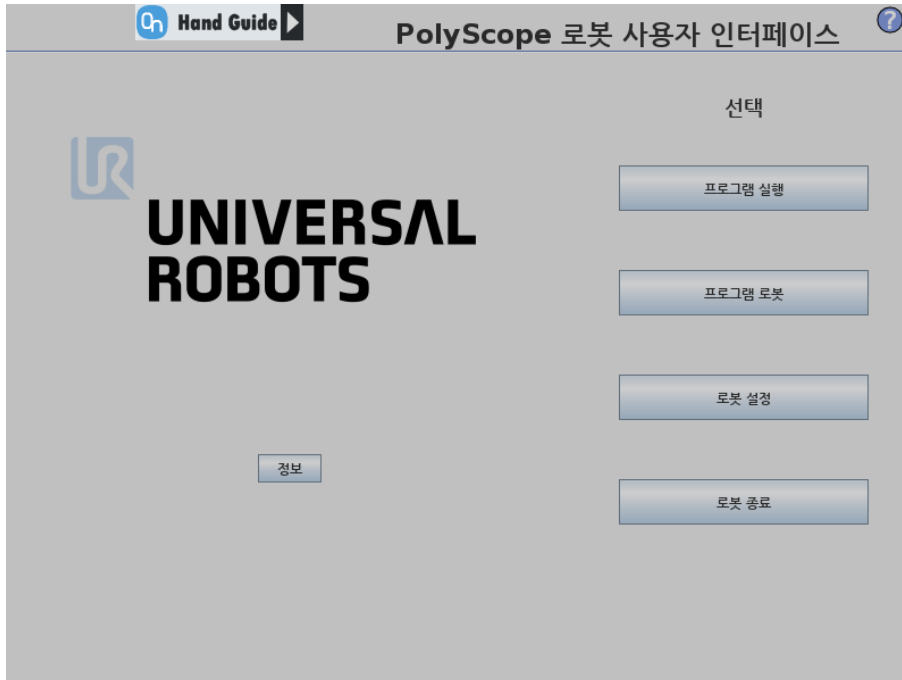
3.1.1 TCP 위치 효과

토크는 툴 중심점(TCP)을 기준으로 계산됩니다. 즉, 측정된 포스에 의해 가해지는 토크는 센서면이 아닌 툴 중심점에서 계산됩니다. 아래 그림에서 측정된 토크에 대한 TCP 배치 효과를 참조하세요.







3.2 OnRobot Hand Guide Toolbar

UR 로봇을 켜면 PolyScope 의 시작 화면이 보입니다. 활성화되면 20 초 후에 OnRobot Hand Guide Toolbar 가 오른쪽 상단에 나타납니다.



참고:

부팅하는 몇 초 동안 노란색 경고  Hand Guide 신호가 나타나는 것은 정상입니다. 경고 신호가 사라지지 않을 경우 [URCap 플러그인 설정](#)에서 기기 설정을 확인하세요.

툴바의 기능을 활성화하려면 툼바의 아무 곳이나 누릅니다. 툼바가 확장되고 사용 가능한 축, 활성화  버튼, 제로  버튼 및 축 스냅  버튼이 나타납니다.

축을 선택하려면 해당 항목을 누릅니다. 다음 예제에서 x 및 y 항목은 x 및 y 축 (평면)을 따라 이동을 제한하도록 선택됩니다.






참고:

사용된 좌표계는 툼입니다.




선택한 축을 비활성화하려면 해당 항목을 다시 누릅니다.




**참고:**

핸드 가이딩하는 동안 축을 활성화하거나 비활성화 할 수 있습니다.

UR 로봇을 핸드 가이딩하려면 툴을 터치하지 않은 상태에서 활성화  버튼을 길게 누릅니다. 핸드 가이딩이 시작되는 동안 버튼이 모래시계  아이콘으로 바뀝니다. 활성화  버튼이 녹색으로 바뀌면 OnRobot 핑거 센서를 사용하여 수동으로 로봇을 움직입니다.


**참고:**


핸드 가이딩이 활성화되기(활성화  버튼이 녹색으로 바뀜) 전에는 툴을 터치하지 마십시오. 그렇지 않을 경우 로봇이 비정상적으로 작동할 수 있습니다(예: 외부에서 힘을 가하지 않아도 로봇이 움직일 수 있음). 이 경우, 툴을 만지지 않은 상태에서 제로  버튼을 누릅니다. 툴을 만지는 동안 제로  버튼을 사용하지 않도록 하세요.

UR 로봇의 핸드 가이딩을 중지하려면 활성화  버튼에서 손을 땁니다. 핸드 가이딩을 비활성화하면 1 초 동안 활성화  버튼이 사용 중지되고 모래시계  아이콘으로 바뀝니다.

**참고:**

핸드 가이딩을 하는 동안 최적의 만족도를 얻으려면 항상 로봇의 속도 슬라이더를 100%로 설정하세요.

핸드 가이딩하는 동안 툴 방향이 바뀔 때 중력의 영향이나 로봇의 하중 변화를 중화시키기 위해 제로  버튼이 사용됩니다.

축 스냅  버튼은 베이스 좌표계의 가장 가까운 축과 정렬되도록 툴 좌표계의 축을 회전시키고 음 또는 양 방향은 무시합니다. 이를 통해, 사용자는 핸드 가이딩을 마친 후 툴을 정밀하게 수평 또는 수직으로 설정할 수 있습니다.

3.3 OnRobot URCap 명령

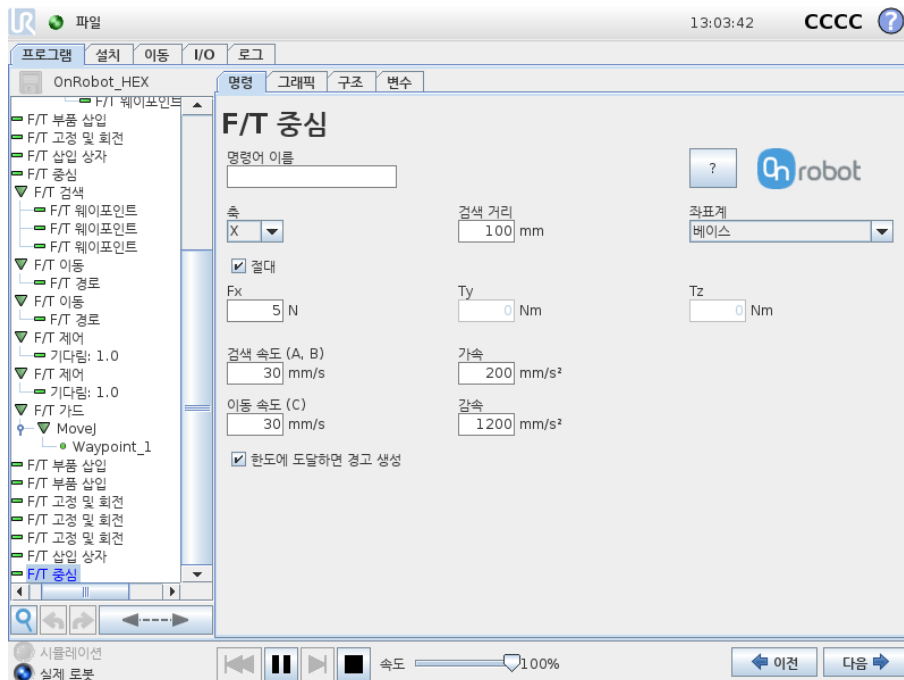
3.3.1 F/T 중심

장애물을 찾을 때까지 주어진 축을 따라 로봇을 이동시킵니다. 충돌 후 다른 충돌이 생길 때까지 반대 방향으로 이동합니다. 그런 다음, 로봇은 두 경계점의 중간값을 계산하고 그 점으로 이동합니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 제어 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 제어를 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 명령이 올바르게 작동되지 않을 수 있습니다.



축: X, Y 또는 Z 축을 따라 병진 이동을 진행할지 회전 이동(RX, RY 또는 RZ)을 수행할지 여부를 정의합니다. 하나의 축만 선택할 수 있습니다.

검색 거리: 명령이 로봇을 시작점으로부터 이동시킬 수 있는 거리(양방향). 거리가 충분한지 확인하세요. 그렇지 않으면 적절한 중심점을 찾지 못합니다.

포스/토크 제한 (F_x , T_y , T_z): 이것은 감지 제한입니다. 설정된 축은 제한으로 사용할 수 있는 가능한 포스/토크값을 정의합니다.

절대 체크박스: 선택한 경우, 크기를 비롯해 포스 또는 토크값 기호가 확인됩니다.



참고:

한 번에 포스/토크 옵션 중의 하나만 활성화 할 수 있습니다. 사용되는 것을 변경하려면 이전 것을 삭제(필드의 내용 삭제)한 후에 새 것을 설정하세요.

검색 속도 A, B: 충돌을 검색하는 동안의 이동 속도



참고:

로봇 및 툴의 모멘텀으로 인한 오버슈트를 방지하기 위해 딱딱한 접촉(예: 금속 표면)에서는 검색 단계에서 속도가 느릴수록 좋습니다.

이동 속도 c: 중심점이 계산되고 그 점으로 움직이는 경우의 이동 속도.

가속: 이동 가속 매개변수(A, B 및 C 섹션에서 공유하는 매개변수).

감속: 이동 감속 매개변수(A, B 및 C 섹션에서 공유하는 매개변수).

좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스 또는 툴로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름).

(...) 경고 생성: 활성화하면 설정된 제한에 도달하거나 초과할 경우 (중심점을 찾을 수 없는 경우), 팝업 메시지(차단)가 나타납니다. 중심점을 찾은 경우, 경고가 표시되지 않습니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든 오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 관해서는 **F/T 중심 명령 반환값**을 참조하세요.

3.3.2 F/T 제어

F/T 제어 명령의 주요 목적은 연마, 샌딩 또는 연삭과 같은 포스 제어 애플리케이션을 개발하려는 애플리케이션 프로그래머들에게 조작이 간편한 기능을 제공하는 것입니다. 이러한 애플리케이션의 상당 부분에서 이동하는 동안 정의된 방향으로 지속적인 포스/토크를 유지해야 할 수도 있습니다.

F/T 제어 명령이 실행되는 동안, 이 명령은 컴플라이언스 축을 따라 설정된 포스/토크값을 일정하게 유지하려고 시도합니다. F/T 제어 명령은 F/T 이동, F/T 검색 및 F/T 경로 명령어들을 사용해 툴이 이동하는 방향으로 포스를 제어하지 않습니다.



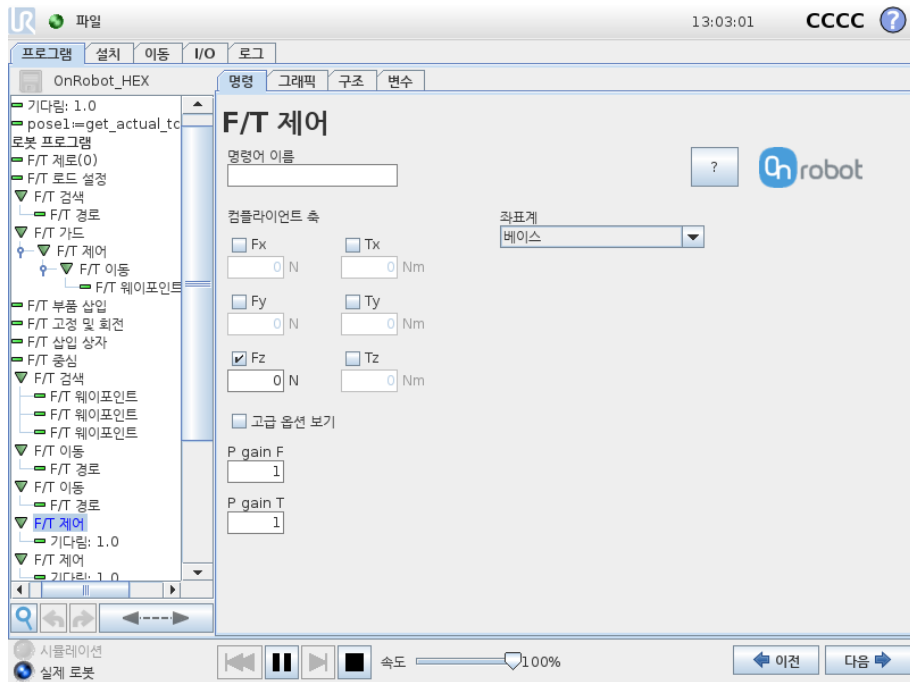
참고:

UR 에 내장된 이동 명령어들은 F/T 제어 명령에서는 사용할 수 없습니다. 포스 제어에서 로봇을 이동하려면 F/T 이동 또는 F/T 검색 명령을 사용하세요.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 제어 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 제어를 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 명령이 올바르게 작동되지 않을 수 있습니다.



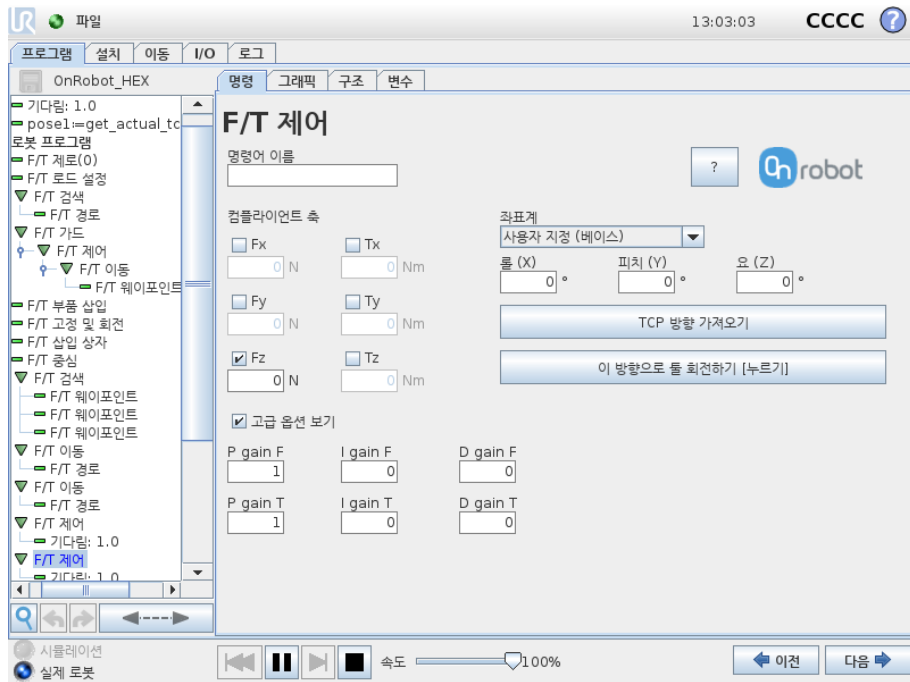
컴플라이언트 축 Fx, Fy, Fz, TX, TY, TZ: 컴플라이언스가 필요한 축 선택. 축이 활성화(컴플라이언스)될 경우, 축을 따른 이동은 포스/토크 제어이며 그렇지 않은 경우(컴플라이언스가 되지 않음)에는 위치 제어입니다. 활성화된 축은 설정된 포스/토크값을 일정하게 유지하도록 제어됩니다. 적어도 컴플라이언스되는 축 하나를 선택해야 합니다.

좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스, 툴, 사용자 지정 (베이스), 사용자 지정 (툴)로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름). 사용자 지정 좌표계는 베이스 좌표계와 주어진 **롤**, **피치** 및 **요** 값에서 계산됩니다. 사용자 지정 (베이스) 좌표계의 경우, **TCP 방향 가져오기** 버튼을 사용해서 현재 TCP 방향에 따라 좌표계의 방향을 지정할 수도 있습니다. 주어진 방향을 검사하려면, **이 방향으로 툴 회전하기 [누르기]** 버튼을 사용할 수 있습니다.

P Gain F: 이 비례 Gain 매개변수로 포스 제어를 조정할 수 있습니다. 오버슈트나 진동이 발생하면 Gain 값을 낮춰 보세요(예: 0.5).

P Gain T: 이 비례 매개변수로 토크 제어를 조정할 수 있습니다. 오버슈트나 진동이 발생하면 Gain 값을 낮춰 보세요(예: 0.5).

고급 옵션 보기 체크박스: 선택할 경우, 더 많은 추가 옵션을 사용할 수 있습니다.



I Gain F: 이 적분 Gain 매개변수로 포스 제어를 조정할 수 있습니다. 오버슈트나 진동이 발생하면 Gain 값을 낮춰 보세요.

I Gain T: 이 적분 Gain 매개변수로 토크 제어를 조정할 수 있습니다. 오버슈트나 진동이 발생하면 Gain 값을 낮춰 보세요.

D Gain F: 이 미분 Gain 매개변수로 포스 제어를 조정할 수 있습니다. 오버슈트나 진동이 발생하면 Gain 값을 낮춰 보세요.

D Gain T: 이 미분 Gain 매개변수로 토크 제어를 조정할 수 있습니다. 오버슈트나 진동이 발생하면 Gain 값을 낮춰 보세요.

이 명령에는 반환값이 없습니다.

PID 포스/토크 제어기 설정 지침:

PID 포스/토크 제어기는 F/T 제어 명령으로 설정된 값과 비교하여 센서로 측정된 포스/토크에 대한 오류값을 연속적으로 계산하고, 이 오류에 기반하여 정정합니다.

P Gain: 비례항은 현재 오류값에 비례하는 정정을 생성합니다. 이 매개변수를 올리면 더 빠른 반응, 과잉 반응, 오류 감소, 안정성 저하 등의 효과가 있습니다.

I Gain: 적분항은 과거 오류값의 크기와 기간에 비례하는 정정을 생성합니다. 이 매개변수를 올리면 더 빠른 반응, 과잉 반응, 오류 감소, 안정성 저하 등의 효과가 있습니다.

D Gain: 미분항은 과거 오류값의 크기와 기간에 비례하는 정정을 생성합니다. 이 매개변수를 올리면 과잉 반응 감소, 안정성 증가 등의 효과가 있습니다.

포스 제어가 너무 느린 경우, 즉 툴이 지속적으로 표면에 닿지 않고 때때로 표면에서 벗어나는 경우에는 **P Gain** 과 **I gain** 값을 올려 보세요.

포스 제어가 과잉 반응하는 경우, 즉 툴이 표면에서 튀어 오르는 경우에는 **P Gain** (또는 1 보다 큰 경우 **D Gain**) 값을 낮춰 보세요.

포스 제어가 변화에 너무 느리게 반응하는 경우, 즉 표면에 닿은 후에도 표면을 계속 세게 누르는 경우에는 **I Gain** 을 낮춰 보세요.

일반적으로, 다음 값을 사용하는 것이 좋습니다.

1. P Gain < 5
2. I Gain < 0.25
3. D Gain < 1
4. P Gain/I Gain 의 비율 = 10

조정의 기본 값으로 사용할 수 있는 값은 다음과 같습니다.

P Gain F = 1, I Gain F = 0.1, D Gain F = 0.3

P Gain T = 0.2, I Gain T = 0, D Gain T = 0

3.3.3 F/T 스택킹

F/T 스택킹 명령에는 스택 및 디스택 기능이 있습니다.

유형: F/T 스택과 F/T 디스택 사이의 선택기.

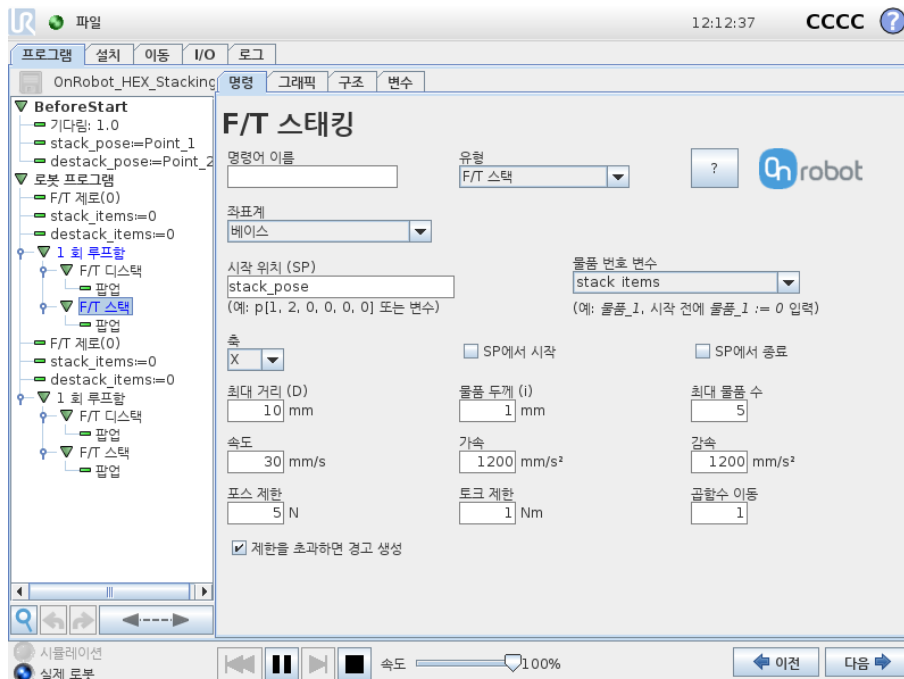
3.3.3.1 F/T 스택

F/T 스택 명령은 스택 상단을 검색한 후 사용자의 놓기 순서(예: 그리퍼 열기)를 실행한 다음 종료합니다. 이것은 스택이 가득 찰 경우 물품의 양을 추적하여 처리하기 쉽게 해줍니다. 또한 두께가 다른 물품들에도 적용됩니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 스택 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 스택을 시작하기 전에 톨이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 명령이 올바르게 작동되지 않을 수 있습니다.



좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스 또는 톨로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름).

시작 위치 (SP): 시작 포즈는 $[1, 2, 3, 4, 5, 6]$ 과 같은 상수나 변수로 정의될 수 있습니다. 시작 위치는 전체 스택의 상단보다 높아야 합니다.

물품 번호 변수: 성공적으로 스택된 물품들의 수량을 추적하는 데 사용되는 변수.

이전에 정의된 변수 이름을 여기에 입력하고 0 으로 설정하세요. (예: 프로그램의 '시작 전에' 섹션에 있는 UR 할당 명령 `물품_1 := 0` 을 사용하세요)

축: 스택킹이 수행되는 축(X, Y 또는 Z).

SP 에서 시작: 활성화된 경우, 명령에 따라 실행이 시작되면 시작 위치(SP)로 이동합니다.

SP 에서 종료: 활성화된 경우, 명령에 따라 실행이 종료되면 시작 위치(SP)로 이동합니다.

최대 거리 (D): 정의된 축에 따른 정지 거리. 최대 거리는 시작 위치(SP)에서 측정되며 전체 스택의 크기보다 커야 합니다. 기호는 주어진 축을 따라 스택킹이 진행되는 방향을 정의합니다.

물품 두께 (i): 스택된 물품들의 두께.

최대 물품 수: 스택될 수 있는 물품 수를 정의하므로 물품이 몇 개나 채워져야 스택이 가득 차는지 나타냅니다.

포스 제한: 스택 상단을 찾기 위한 충돌 감지에 대한 포스 제한.

토크 제한: 스택 상단을 찾기 위한 충돌 감지에 대한 토크 제한.

속도: 스택 상단을 검색하는 동안의 이동 속도. (m/s, rad/s)



참고:

로봇 및 툴의 모멘텀으로 인한 오버슈트를 방지하기 위해 딱딱한 접촉(예: 금속 표면)에서는 검색 단계에서 속도가 느릴수록 좋습니다.

가속: 이동의 가속 매개변수.

감속: 이동의 감속 매개변수.

곱함수 이동: 로봇이 스택의 상단을 검색하지 않지만 시작점에서 또는 시작점까지 이동하는 동안 주어진 속도 및 포스/토크 제한이 얼마나 있었는지를 정의합니다.

(...) **경고 생성**: 활성화된 경우, 다음 물품을 찾지 못하거나 스택이 가득 차게 되면 팝업 메시지(차단)가 나타납니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든 오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 관해서는 **F/T 스택킹 명령 반환값**을 참조하세요.

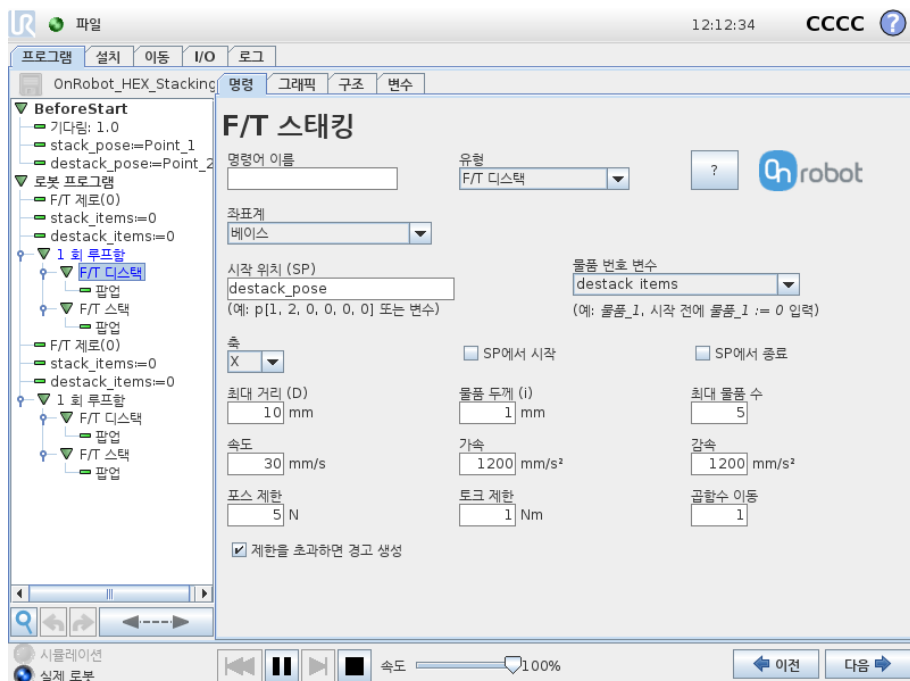
3.3.3.2 F/T 디스택

F/T 디스택 명령은 스택 상단을 검색한 후 사용자의 집기 순서(예: 그리퍼 닫기)를 실행합니다. 이것은 스택이 비어있는 경우 물품이 얼마나 비어있는지 추적하여 처리하기 쉽게 해줍니다. 또한 두께가 다른 물품들에게도 적용됩니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 스택 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 스택을 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 명령이 올바르게 작동되지 않을 수 있습니다.



좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스 또는 툴로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름).

시작 위치 (SP): 시작 포즈는 $[0.1, 0.2, 0.3, 0.9, 0.8, 0.7]$ 과 같은 상수나 변수로 정의될 수 있습니다. 시작 위치는 전체 스택의 상단보다 높아야 합니다.

물품 번호 변수: 성공적으로 디스택된 물품들의 수를 추적하는 데 사용되는 변수. 이전에 정의된 변수 이름을 여기에 입력하고 0으로 설정하세요. (예: 프로그램의 '시작 전에' 섹션에 있는 UR 할당 명령 `물품_1 := 0`을 사용하세요)

축: 디스태킹이 수행되는 축(X, Y 또는 Z).

SP 에서 시작: 활성화된 경우, 명령에 따라 실행이 시작되면 시작 위치(SP)로 이동합니다.

SP 에서 종료: 활성화된 경우, 명령에 따라 실행이 종료되면 시작 위치(SP)로 이동합니다.

최대 거리 (D): 정의된 축에 따른 정지 거리. 최대 거리는 시작 위치(SP)에서 측정되며 전체 스택의 크기보다 커야 합니다. 기호는 주어진 축을 따라 디스태킹이 수행되는 방향을 정의합니다.

물품 두께 (i): 스택된 물품들의 두께.

최대 물품 수: 디스택될 수 있는 물품 수를 정의하므로 물품이 몇 개나 비어야 스택이 비는지 나타냅니다.

포스 제한: 스택 상단을 찾기 위한 충돌 감지에 대한 포스 제한.

토크 제한: 스택 상단을 찾기 위한 충돌 감지에 대한 토크 제한.

속도: 스택 상단을 검색하는 동안의 이동 속도.



참고:

로봇 및 툴의 모멘텀으로 인한 오버슈트를 방지하기 위해 딱딱한 접촉(예: 금속 표면)에서는 검색 단계에서 속도가 느릴수록 좋습니다.

가속: 이동의 가속 매개변수.

감속: 이동의 감속 매개변수.

곱함수 이동: 로봇이 스택의 상단을 검색하지 않지만 시작점에서 또는 시작점까지 이동하는 동안 주어진 속도 및 포스/토크 제한이 얼마나 있었는지를 정의합니다.

(...) 경고 생성: 활성화된 경우, 다음 물품을 찾지 못하거나 스택이 비게 되면 팝업 메시지(차단)가 나타납니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든 오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 관해서는 [F/T 스택킹 명령 반환값](#)을 참조하세요.

3.3.4 F/T 고정 및 회전

먼저 소켓에 삽입할 물체를 올바른 방향으로 향하게 하고 소켓 입구에 가깝게 배치합니다. F/T 고정 및 회전 명령으로 최종 위치 및 방향을 설정합니다. 정의된 삽입 깊이에 도달할 때까지 사전에 정의한 포스 제한으로 물체를 밀어 넣고 필요한 경우 방향을 조정합니다.



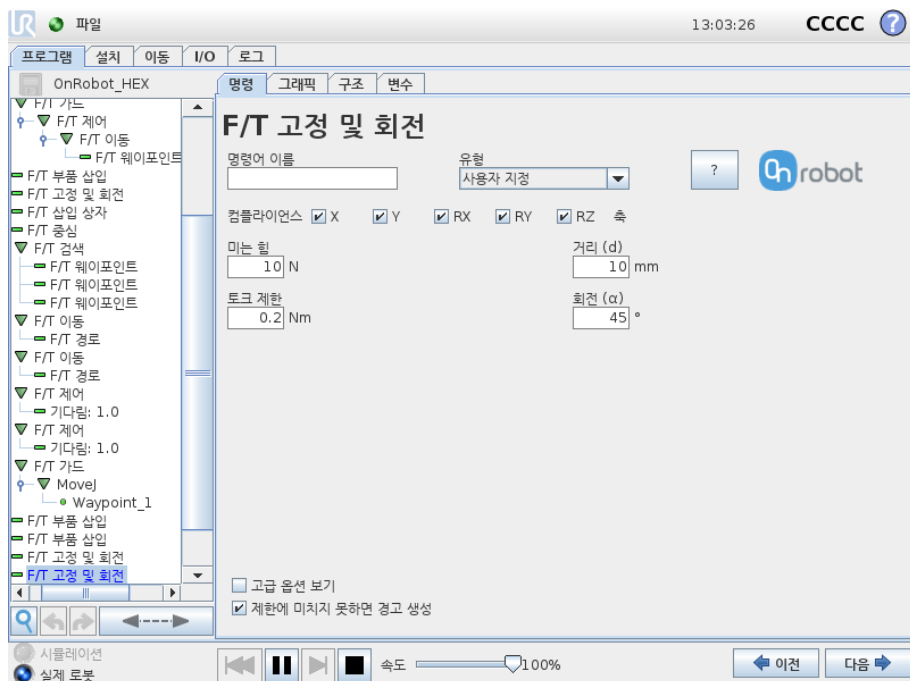
참고:

물체의 끝부분에 TCP(툴 중심점)를 설정하는 것이 중요합니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 고정 및 회전 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 고정 및 회전을 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 명령이 올바르게 작동되지 않을 수 있습니다.



X, Y, RX, RY, RZ 축에서 컴플라이언스 체크박스: 툴 좌표계의 Z 축을 따라 삽입이 수행됩니다. 모든 위치 지정 오류를 적용하려면 나머지 축(병진에 대한 x 및 y 축, 회전에 대한 x, y, z 축)을 자유롭게 이동하도록 설정할 수 있습니다.

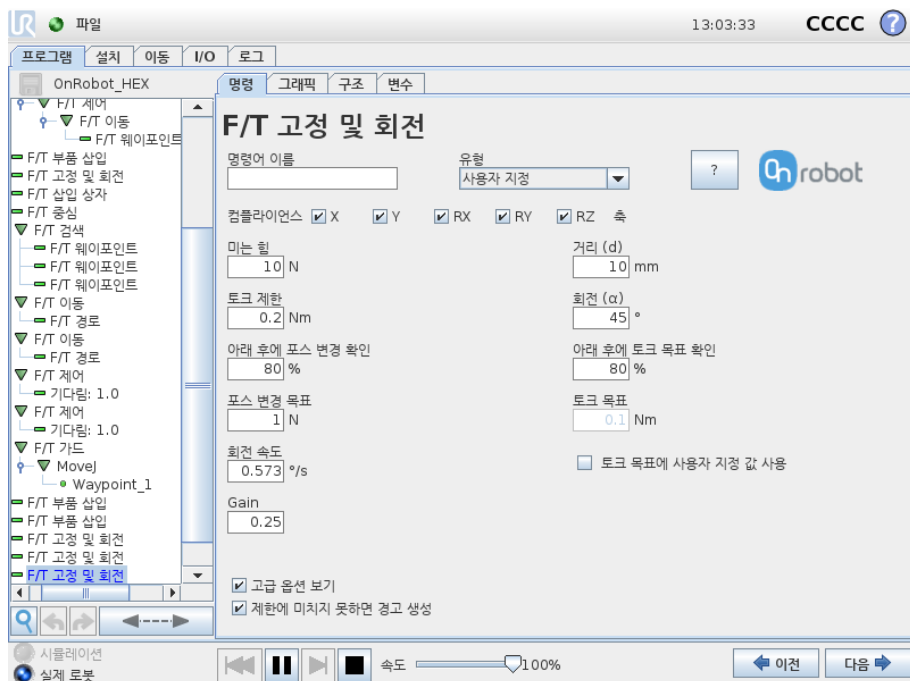
미는 힘: 물체를 소켓 안으로 부드럽게 밀어 넣는 힘을 제어하는 데 사용되는 포스입니다.

거리 (d): 시작점에서 z 축을 따른 거리(툴 좌표계에서).

토크 제한: 이 제한은 회전 단계에서 이동을 마치는 데 사용됩니다. 제한이 낮을수록 회전이 더 조심스럽게 진행됩니다.

회전 (α): 툴 좌표계의 z 축에 대한 회전 각도.

고급 옵션 보기: 활성화 할 경우, 더 많은 추가 옵션을 사용할 수 있습니다.



아래 후에 포스 변경 확인: 물체가 소켓의 바닥에 가깝게 되면, '범프 확인'이 활성화됩니다. 거리의 백분율로 물체를 얼마나 가깝게 설정할지 제한.

아래 후에 토크 목표 확인: 회전 (α)을 백분율로 설정한 후 회전 단계에서 토크 목표 확인이 활성화됩니다.

포스 변경 목표: 삽입하는 동안, 아래 이후 포스 변경 확인에서 거리의 백분율에 도달하면 포스 확인이 활성화됩니다. 커넥터가 소켓 바닥에 밀어져 있는지 모니터링하는 데 포스 확인이 사용됩니다. 추가 포스 제한인 포스 변경 목표 값으로 이것을 설정할 수 있습니다. 포스값이 미는 힘 + 포스 변경 목표와 같거나 초과할 때 소켓 바닥으로 밀어 넣기가 됩니다.

토크 목표: 회전 단계를 중지시키는 설정된 토크값.

토크 목표에 사용자 지정 값 사용: 사용자 지정 토크 목표를 설정할 수 있도록
체크하세요.

회전 속도: 회전 단계에서 회전 속도.

Gain: 포스 및 토크 제어의 Gain 매개변수. 기본값은 0.5 입니다. 값이 작을수록 설정된
미는 힘이 더 정확하게 제어됩니다.

(...) 경고 생성: 활성화된 경우, 삽입이 실패하면 팝업 메시지(차단)가 나타납니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든
오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 관해서는 **F/T 고정 및 회전 명령 반환값**을 참조하세요.

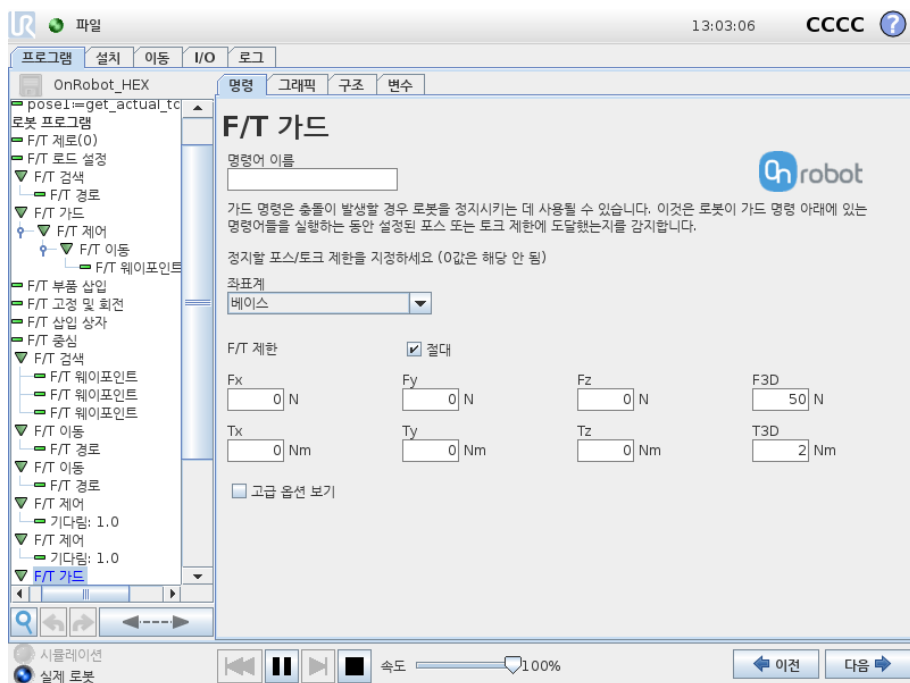
3.3.5 F/T 가드

F/T 가드 아래에 있는 모든 UR 명령이 실행되더라도 설정된 제한에 도달하면 로봇이 정지합니다. 포스 제한은 외부 I/O 신호와 함께 사용될 수 있습니다 (예: $F_z > 5$ 및 $digital_in[7] == 참$ 이면 정지).



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 가드 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 가드를 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 주어진 포스/토크 제한에서 명령이 중지되지 않을 수 있습니다.

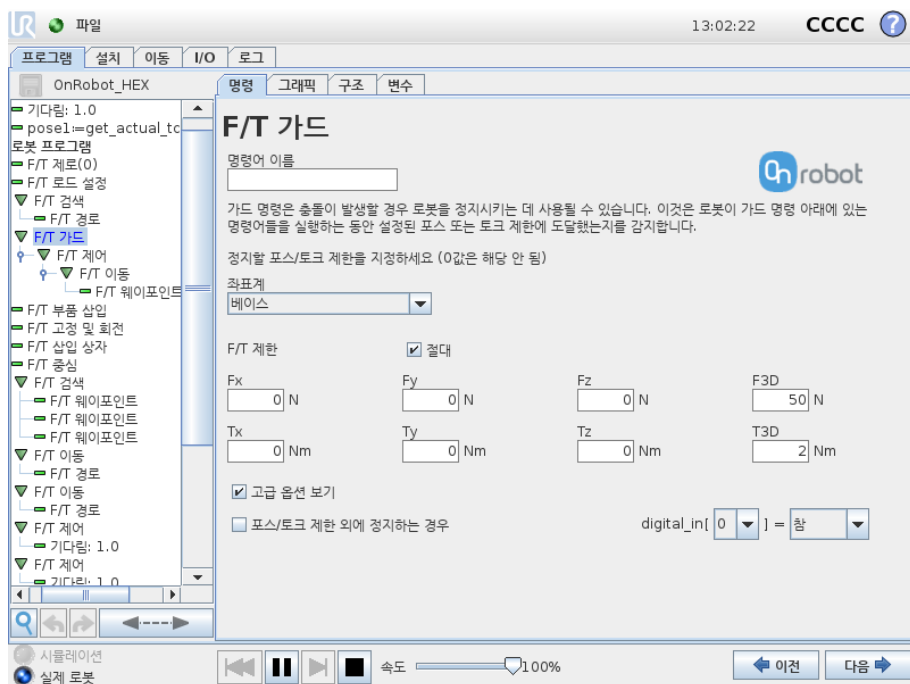


좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스 또는 툴로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름).

포스/토크 제한: 이것은 감지 제한입니다. Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D, T3D 중에서 두 개 이상의 옵션을 설정할 수 있습니다. 이런 경우, 해당 값 중 하나라도 설정된 임계값에 도달하면 정지가 유발됩니다. 0 과 동등한 값은 무시됩니다.

절대 옵션이 활성화된 경우, 입력 값이 양수인지 음수인지 여부는 중요하지 않습니다(예: $|F_z| > 3$ 이면 중지). 그렇지 않으면 기호는 임계값 계산 방법을 정의합니다(예: $F_z > 3$ 이거나 $F_z < -3$ 인 경우 중지).

고급 옵션 보기: 활성화 할 경우, 더 많은 추가 옵션을 사용할 수 있습니다.



포스/토크 제한 외에...가 활성화된 경우, 설정된 디지털 I/O 또한 모니터링되며 조건이 충족될 경우 (포스/토크 제한과 함께) 로봇이 정지됩니다. (예: $F_z > 5$ 이고 $\text{digital_in}[7] == \text{참}$ 인 경우 정지).

이 명령에는 반환값이 없으며 제한에 도달하면 프로그램이 중지됩니다.

3.3.6 F/T 삽입 상자

먼저, 물체를 구멍의 입구에 가깝게 배치하고 기울인 방향 (α)에서 시작합니다. 구멍의 모서리를 찾을 수 없는 경우, 사전 정의된 축(예: z)을 따라 A 단계에서 물체를 이동시킵니다. 선택적으로 B 단계에서 다른 모서리를 찾을 수 있습니다(예: 구멍의 측면). α 단계에서 방향이 변경되면 물체가 구멍과 정렬됩니다(사용자는 직각을 설정해야 함). 마지막으로, 물체가 A 단계에서 정의된 축을 따라 남은 삽입 깊이까지 삽입됩니다. 포스 및 토크가 제한을 초과하면 경고가 생성됩니다.



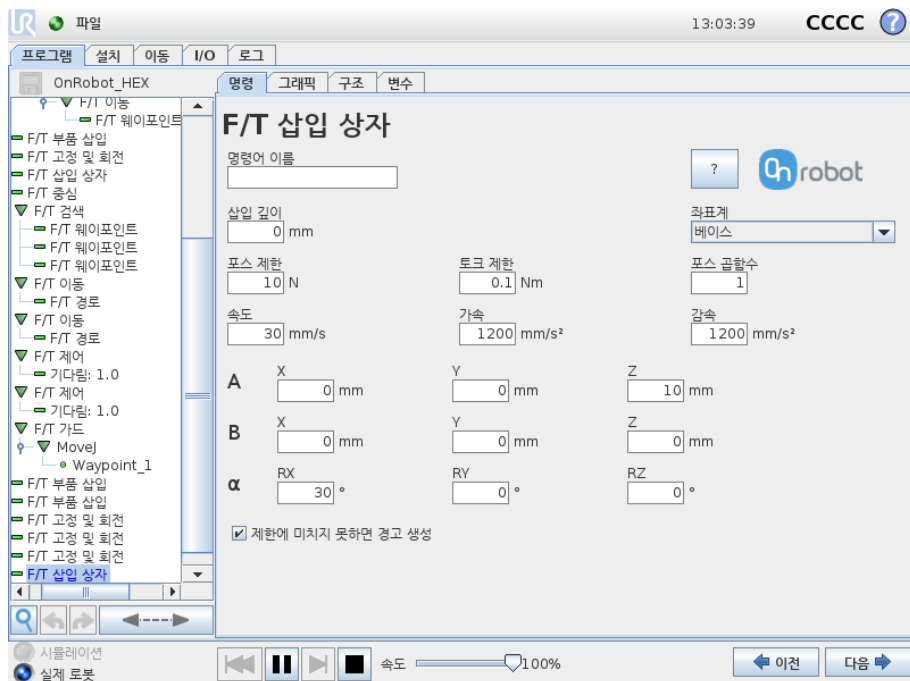
참고:

부품의 끝부분에 TCP(툴 중심점)를 설정하는 것이 중요합니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 삽입 상자 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 삽입 상자를 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 주어진 포스/토크 제한에서 명령이 중지되지 않을 수 있습니다.



삽입 깊이: A 단계에서 정의된 축을 따라 시작점까지의 거리.

좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스 또는 툴로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름).

포스 제한: 모서리 감지에 대한 포스 제한.

토크 제한: 방향 조정에 대한 토크 제한.

포스 곱함수: 모서리 감지에 대한 포스 한도에 이 값을 곱해서 최종 삽입에 대한 포스 한도를 계산합니다.

속도: 삽입 중의 이동 속도.

가속: 이동의 가속 매개변수.

감속: 이동의 감속 매개변수.

A: A 이동의 상대 좌표.

B: B 이동의 상대 좌표.

α : α 회전의 상대 각도.

(...) 경고 생성: 활성화된 경우, 삽입이 실패하면 팝업 메시지(차단)가 나타납니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든 오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 관해서는 [F/T 삽입 상자 명령 반환값](#)을 참조하세요.

3.3.7 F/T 부품 삽입

먼저 소켓에 삽입할 핀이나 썬치를 올바른 방향으로 향하게 하고 구멍 입구에 가깝게 배치합니다. F/T 부품 삽입 명령으로 최종 위치 및 방향을 설정합니다. 사전에 정의한 포스 제한으로 핀을 밀어 넣고 필요한 경우 방향을 조정합니다. 정의된 삽입 깊이 도달하면 정지합니다.



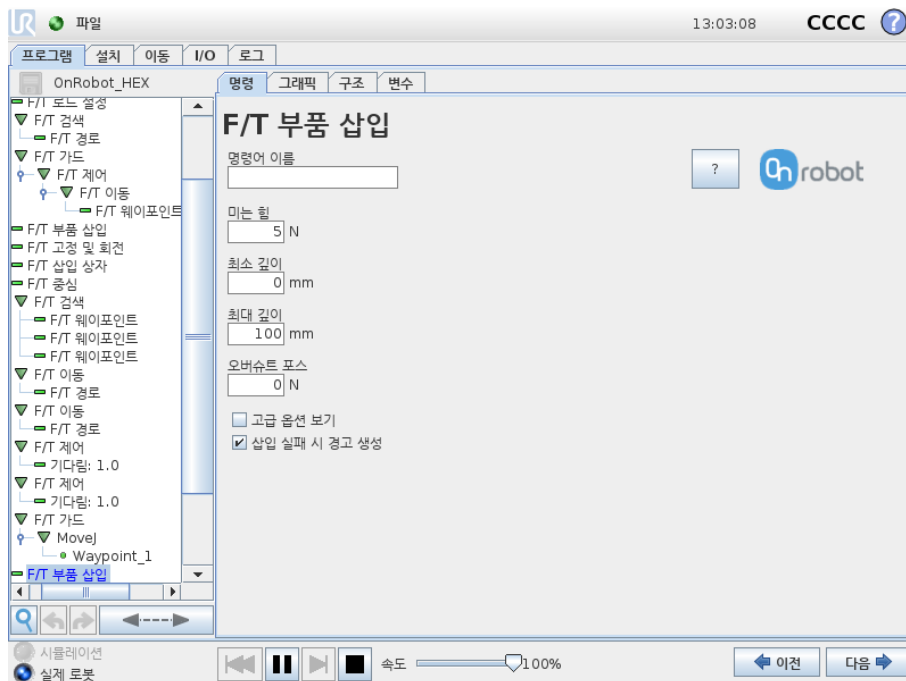
참고:

부품의 끝부분에 TCP(툴 중심점)를 설정하는 것이 중요합니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 부품 삽입 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 부품 삽입을 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 주어진 포스/토크 제한에서 명령이 중지되지 않을 수 있습니다.



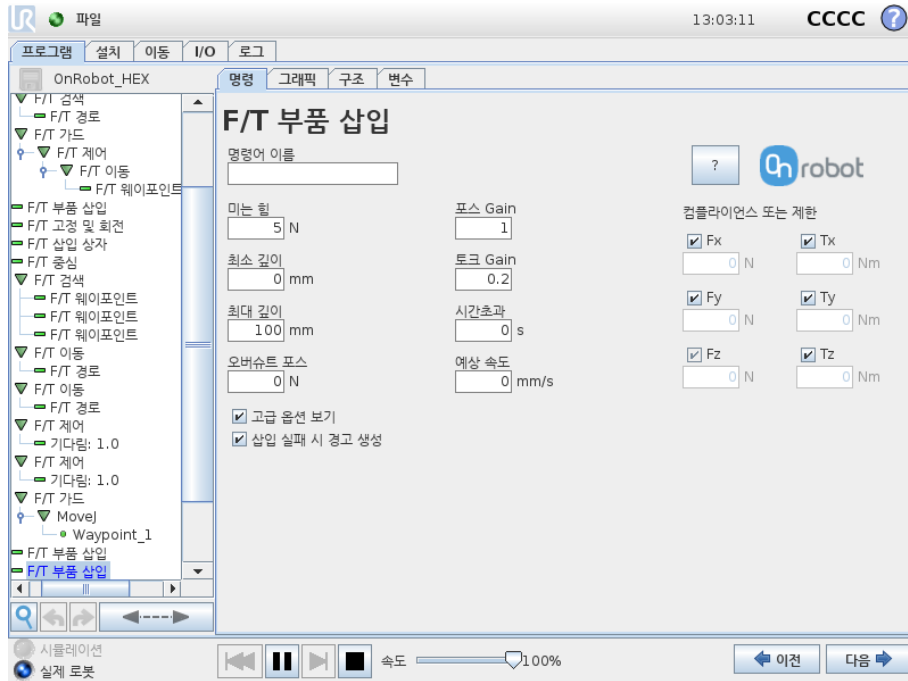
미는 힘: 부품을 구멍으로 부드럽게 밀어 넣는 힘을 제어하는 데 사용되는 포스입니다.

최소 깊이: 시작점에서 z 축을 따라 (툴 좌표계에서) 제대로 삽입하는 데 필요한 최소 거리.

최대 깊이: 시작점에서 z 축을 따라 (툴 좌표계에서) 삽입할 수 있는 최대 거리.

오버슈트 포스: 이 매개변수를 설정하면 **최소 깊이**에 도달한 후 미는 힘이 증가된 '범프'가 발생합니다(예: 스냅핏 조인트 닫기). 이 매개변수는 최소 및 최대 깊이 사이에서 삽입이 허용하는 **미는 힘**에 추가되는 포스입니다.

고급 옵션 보기 체크박스: 선택할 경우, 더 많은 추가 옵션을 사용할 수 있습니다.



포스 Gain: 미는 힘에 대한 포스 제어의 비례 Gain 매개변수 및 컴플라이언트 축의 측면 포스.

토크 Gain: 컴플라이언트 축에 대한 토크 제어의 비례 Gain 매개변수.

시간초과: 전체 삽입 기능에 대한 최대 허용 시간. 0으로 설정할 경우, 이 종료 기준은 무시됩니다.

예상 속도: 삽입 진행에 예상되는 최소 속도. 이 매개변수가 설정된 경우, 삽입이 느리게 진행되면 삽입이 중단되고 실패로 간주됩니다. 0으로 설정할 경우, 이 종료 기준은 무시됩니다.

컴플라이언스 또는 제한 (F_x, F_y, T_x, T_y, T_z): 컴플라이언스가 필요한 축 선택. 축이 활성화(컴플라이언스)될 경우, 축을 따른 이동은 포스/토크 제어이며 그렇지 않은 경우(컴플라이언스가 되지 않음)에는 위치 제어입니다. 활성화된 축은 설정된 포스/토크값을 일정하게 유지하도록 제어됩니다. 적어도 컴플라이언스되는 축 하나를 선택해야 합니다.

(...) 경고 생성: 활성화된 경우, 삽입이 실패하면 팝업 메시지(차단)가 나타납니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든 오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 대해서는 **F/T 부품 삽입 명령 반환값**을 참조하세요.

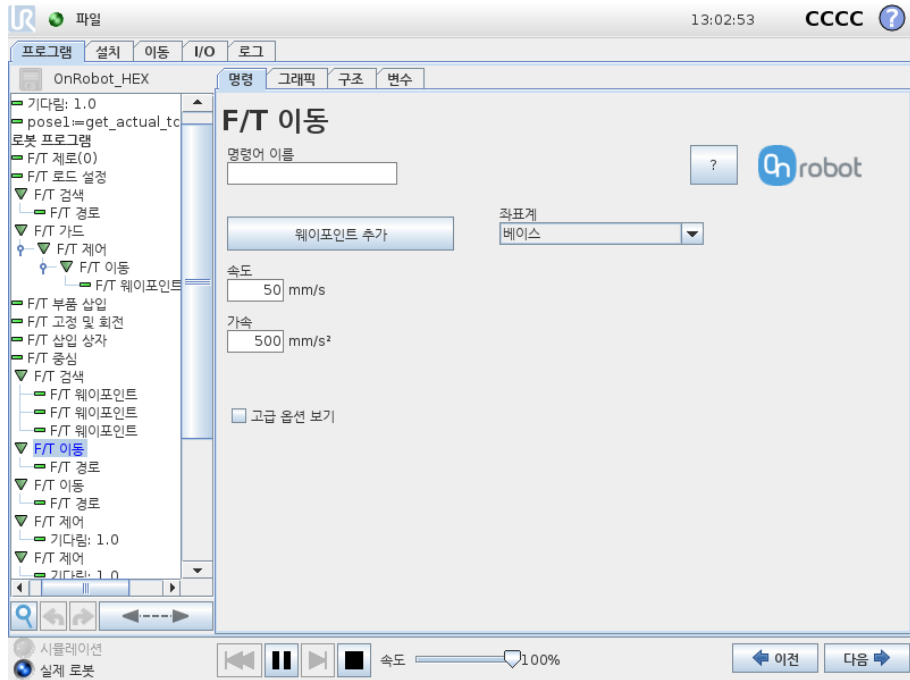
3.3.8 F/T 이동

F/T 이동 명령은 F/T 웨이포인트 명령과 함께 사용하여 노선을 따라 로봇을 이동시키거나, F/T 경로와 함께 사용하여 경로를 따라 로봇을 이동시키고 정의된 포스/토크 제한에 도달하면 멈추게 할 수 있습니다(이동이 중지됨). 이런 경우, 경고가 생성될 수 있습니다. 마지막 웨이포인트까지 이동하면 이동이 성공적으로 이뤄진 것입니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 이동 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 이동을 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 주어진 포스/토크 제한에서 명령이 중지되지 않을 수 있습니다.



F/T 이동 명령을 작동하려면 **웨이포인트 추가** 버튼을 눌러서 F/T 웨이포인트를 자식 노드로 추가하세요. 같은 방식으로 더 많은 웨이포인트를 추가할 수 있습니다.

웨이포인트를 삭제하려면 **구조** 탭의 **삭제** 버튼을 사용하세요.

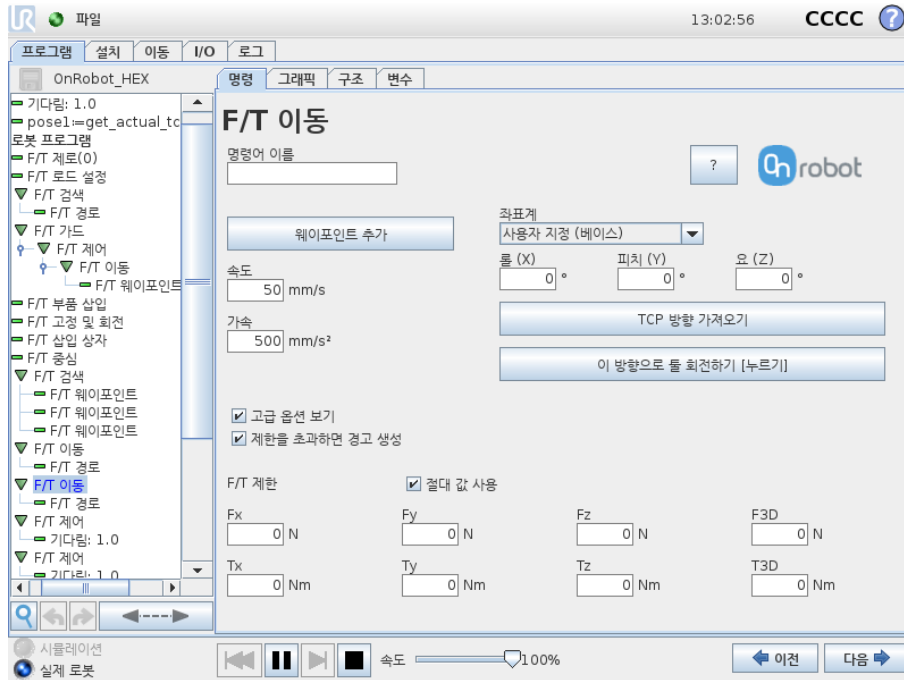
또는 **구조** 탭을 사용해서 F/T 웨이포인트 또는 F/T 경로를 F/T 이동 명령의 자식 노드로 추가할 수 있습니다.

속도: 움직이는 동안의 이동 속도 제한. 이동은 일정한 병진 속도로 진행됩니다. 노선 또는 경로의 정위 또는 방향이 급격하게 바뀌는 경우, 로봇의 실제 속도는 정의된 것보다 작을 수 있지만 노선 또는 경로 전체에 걸쳐서는 여전히 일정합니다.

가속: 이동의 가속 및 감속 매개변수.

좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스, 툴, 사용자 지정 (베이스), 사용자 지정 (툴)로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름). 사용자 지정 좌표계는 베이스 좌표계와 주어진 **툴**, **피치** 및 **요** 값에서 계산됩니다. 사용자 지정 (베이스) 좌표계의 경우, **TCP 방향 가져오기** 버튼을 사용해서 현재 TCP 방향에 따라 좌표계의 방향을 지정할 수도 있습니다. 주어진 방향을 검사하려면, **이 방향으로 툴 회전하기 [누르기]** 버튼을 사용할 수 있습니다.

고급 옵션 보기 체크박스: 선택할 경우, 더 많은 추가 옵션을 사용할 수 있습니다.



F/T 제한 $F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z, F_{3D}, T_{3D}$: 이것은 감지 제한입니다. $F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z, F_{3D}, T_{3D}$ 중에서 두 개 이상의 옵션을 설정할 수 있습니다. 이런 경우, 해당 값 중 하나라도 설정된 임계값에 도달하면 정지가 유발됩니다. 0 과 동등한 값은 무시됩니다.

절대값 사용 옵션이 활성화되면, 입력한 값이 양수인지 음수인지 여부는 중요하지 않습니다(예: $|F_z| \geq 3$). 그렇지 않으면, 기호는 임계값 계산 방법을 정의합니다(예: $F_z \geq 3$ 또는 $F_z \leq -3$).

(...) 경고 생성: 이 옵션이 활성화될 경우, 목표 위치에 도달하지 못하면 (이동에 실패한 경우) 팝업 메시지(차단)가 표시됩니다. 이동이 성공하면 경고가 표시되지 않습니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든 오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 대해서는 **F/T 이동 명령 반환값**을 참조하세요.

3.3.9 F/T 경로

F/T 경로 명령을 F/T 이동 또는 F/T 검색 명령과 함께 사용해서 경로를 기록하고 재생할 수 있습니다.



유형: 상대를 선택할 경우, 경로가 기록된 절대 위치가 아닌, 툴의 실제 위치에서 시작하는 경로가 재생됩니다. 절대를 선택할 경우, 툴이 원래 시작점으로 이동하고 거기에서부터 경로를 재생합니다.

경로 ID 드롭다운 목록: Compute Box 에 저장된 모든 경로의 식별자를 나열합니다. 경로 ID 는 경로가 저장될 때 경로에 지정됩니다. 기록되고 저장되지 않은 경로가 없는 경우, **새로 기록하기...** 항목이 있습니다. 이것을 선택하여 새로운 경로를 기록합니다. 기록된 경로가 저장되지 않은 경우, 목록에 **저장되지 않은** 항목이 있습니다.



참고:

저장되지 않은 경로는 하나만 존재할 수 있으며, **저장되지 않은** 경로가 선택되어 있는 동안 경로 기록을 시작하면 덮어쓰기가 됩니다.

선택한 경로 삭제 버튼: Compute Box 의 **경로 ID** 드롭다운 목록에서 현재 선택된 경로를 영구적으로 삭제합니다.



참고:

다른 F/T 경로 명령이 사용하고 있는 경로는 삭제하지 마세요.

경로 기록 시작 버튼: 핸드 가이드 기능을 자동으로 활성화해서 경로 기록을 시작합니다.

경로 기록 중지 버튼: 핸드 가이드 기능을 중지하고 기록을 메모리에 저장합니다. 이 기능은 경로를 영구적으로 저장하지는 않습니다.

경로 시작점으로 이동 [누르기] 버튼: 툴을 경로의 시작 위치로 이동시킵니다. 상대 경로가 아닌 경우에만 사용할 수 있습니다.

경로 재생 시작 버튼: 경로가 저장되지 않고 메모리에만 있더라도 경로를 재생합니다.

경로 재생 중지 버튼: 경로 재생을 중지합니다.

경로 저장 버튼: 저장되지 않은 경로를 Compute Box 에 저장합니다



참고:

비율이 높을수록 로봇이 매우 낮은 병진 속도로 경로를 재생하기 때문에 경로 기록에서 병진 이동과 관련된 회전 이동은 2.8 도/mm 이하로 제한됩니다. 따라서 병진 이동이 없는 회전 이동은 경로로 기록되지 않습니다.



참고:

원래 기록된 이동과 비교해서 재생된 경로의 최대 오류는 최대 1 mm 까지 가능합니다.

이 명령에는 반환값이 없습니다.

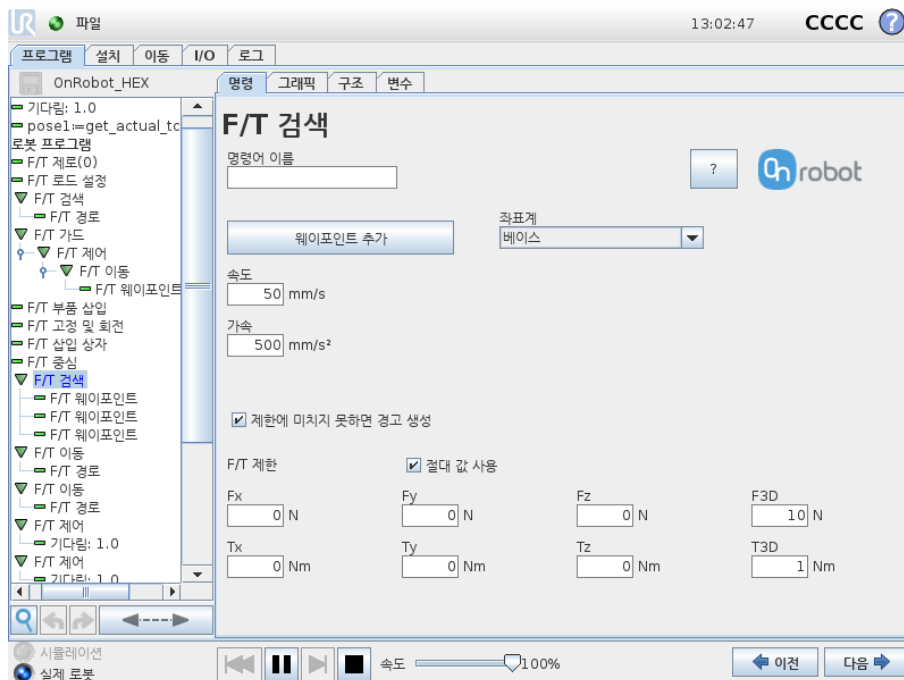
3.3.10 F/T 검색

F/T 검색 명령은 F/T 웨이포인트 명령과 함께 사용하여 노선을 따라 로봇을 이동시키거나, F/T 경로와 함께 사용하여 경로를 따라 로봇을 이동시키고 정의된 포스/토크 제한에 도달하면(물체가 발견됨) 멈추게 할 수 있습니다. 이동이 경로의 마지막 웨이포인트 또는 마지막 점에 도달할 경우, 검색이 성공적으로 이뤄지지 않아(물체가 발견되지 않음) 경고가 생성됩니다.



참고:

포스/토크 오프셋을 취소하려면 F/T 검색 명령을 시작할 때 F/T 제로 명령을 실행하고, F/T 검색을 시작하기 전에 툴이 어떤 물체와도 닿지 않도록 하세요. 그렇지 않으면 주어진 포스/토크 제한에서 명령이 중지되지 않을 수 있습니다.



F/T 검색 명령을 작동하려면 **웨이포인트 추가** 버튼을 눌러서 F/T 웨이포인트를 자식 노드로 추가하세요. 같은 방식으로 더 많은 웨이포인트를 추가할 수 있습니다.

웨이포인트를 삭제하려면 **구조** 탭의 **삭제** 버튼을 사용하세요.

또는 **구조** 탭을 사용해서 F/T 웨이포인트 또는 F/T 경로를 F/T 검색 명령의 자식 노드로 추가할 수 있습니다.

속도: 충돌을 검색하는 동안의 이동 속도. 이동은 일정한 병진 속도로 진행됩니다. 노선 또는 경로의 정위 또는 방향이 급격하게 바뀌는 경우, 로봇의 실제 속도는 정의된 것보다 작을 수 있지만 노선 또는 경로 전체에 걸쳐서는 여전히 일정합니다.



참고:

로봇 및 툴의 모멘텀으로 인한 오버슈트를 방지하기 위해 딱딱한 접촉(예: 금속 표면)에서는 검색 단계에서 속도가 느릴수록 좋습니다.

가속: 이동의 가속 및 감속 매개변수.

F/T 제한 $F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z, F3D, T3D$: 이것은 감지 제한입니다. $F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z, F3D, T3D$ 중에서 두 개 이상의 옵션을 설정할 수 있습니다. 이런 경우, 해당 값 중 하나라도 설정된 임계값에 도달하면 정지가 유발됩니다. 0 과 동등한 값은 무시됩니다.

절대값 사용 옵션이 활성화되면, 입력한 값이 양수인지 음수인지 여부는 중요하지 않습니다(예: $|F_z| \geq 3$). 그렇지 않으면, 기호는 임계값 계산 방법을 정의합니다(예: $F_z \geq 3$ 또는 $F_z \leq -3$).

좌표계: 이동 및 센서 판독에 사용되는 좌표계. 베이스, 툴, 사용자 지정 (베이스), 사용자 지정 (툴)로 설정할 수 있습니다(UR 참조 프레임에 따름). 사용자 지정 좌표계는 베이스 좌표계와 주어진 **롤**, **피치** 및 **요** 값에서 계산됩니다. 사용자 지정 (베이스) 좌표계의 경우, **TCP 방향 가져오기** 버튼을 사용해서 현재 TCP 방향에 따라 좌표계의 방향을 지정할 수도 있습니다. 주어진 방향을 검사하려면, **이 방향으로 툴 회전하기 [누르기]** 버튼을 사용할 수 있습니다.

(...) 경고 생성: 활성화된 경우, 목표 위치에 도달했거나 이미 충돌이 발생하면 (그 결과 검색이 실패함), 팝업 메시지(차단)가 나타납니다. 검색이 성공하면 경고가 표시되지 않습니다.

비활성화하면 팝업 메시지가 표시되지 않지만 사용자는 명령 반환값으로 가능한 모든 오류를 처리할 수 있습니다.

반환값에 대해서는 **F/T 검색 명령 반환값**을 참조하세요.

3.3.11 F/T 웨이포인트

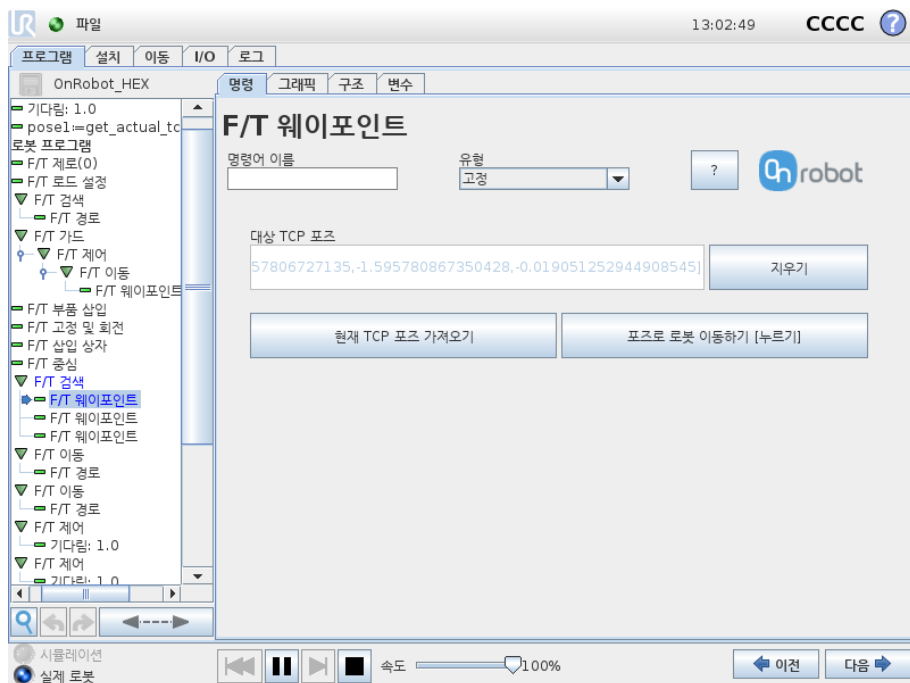
F/T 웨이포인트 명령을 F/T 이동 또는 F/T 검색 명령과 함께 사용해서 노선을 따라 로봇을 이동시킬 수 있습니다. 어떤 조합으로도 사용할 수 있는 3 가지 유형의 웨이포인트(고정, 상대 및 변수)가 있습니다.



참고:

동일한 F/T 이동 명령에서 회전만 포함하고 있는 연속적 F/T 웨이포인트는 사용하지 마세요. 병진 이동 없이 회전을 하려면 F/T 이동 명령을 두 개 이상 사용하세요.

웨이포인트 유형: 웨이포인트의 유형. 고정, 상대 또는 변수로 설정할 수 있습니다.



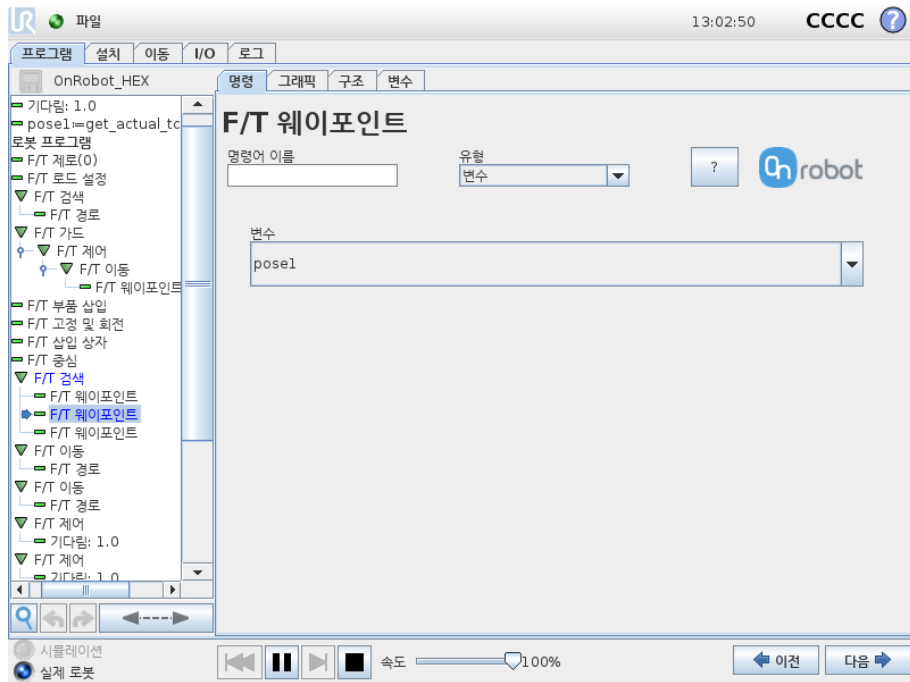
대상 TCP 포즈: 로봇 노선에서 웨이포인트가 나타내는 위치. 이것은 읽기 전용 필드로

현재 TCP 포즈 가져오기 버튼을 사용해서 채울 수 있습니다.

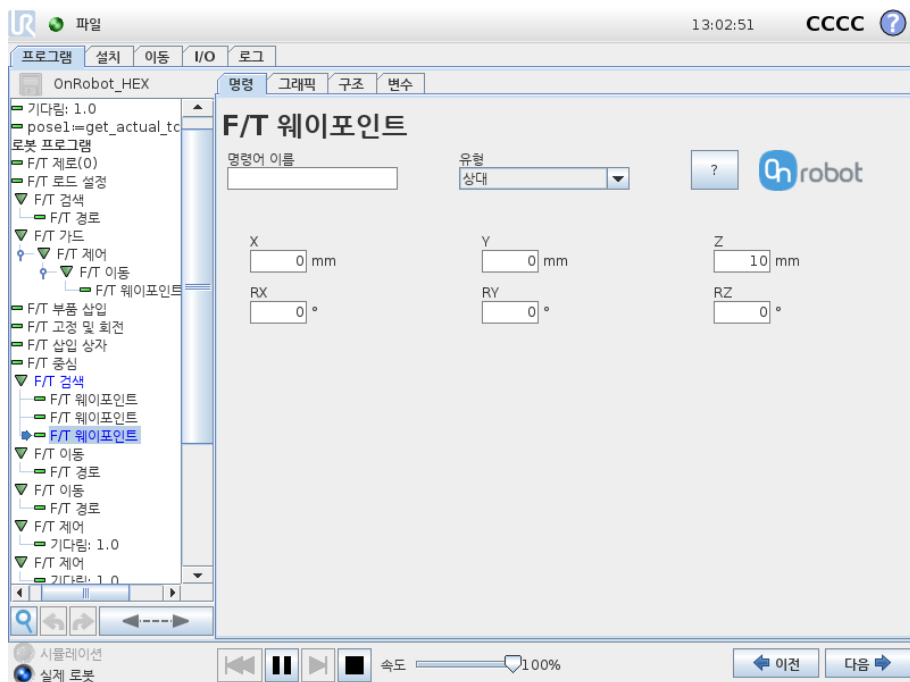
지우기 버튼: 대상 TCP 포즈 필드의 내용을 삭제합니다.

현재 TCP 포즈 가져오기 버튼: 현재 TCP 좌표를 대상 TCP 포즈 필드에 삽입합니다.

포즈로 로봇 이동하기 [누르기] 버튼: 버튼을 누르면 대상 TCP 포즈 필드에 설정된 포즈로 로봇이 이동합니다. 일단 해제되면 로봇이 정지합니다.



변수: 로봇 노선에서 웨이포인트가 나타내는 위치. 변수는 대상 포즈를 정의할 수 있습니다. 먼저 변수를 만들어야 합니다.



상대 X, Y, Z, RX, RY, RZ: 이전 로봇 위치와 비교해서 웨이포인트가 나타내는 거리와 회전.

이 명령에는 반환값이 없습니다.

3.3.12 F/T 제로

F/T 제로 명령을 RG2-FT 핑거 센서 포스/토크값을 0 으로 만드는 데 사용할 수 있습니다.

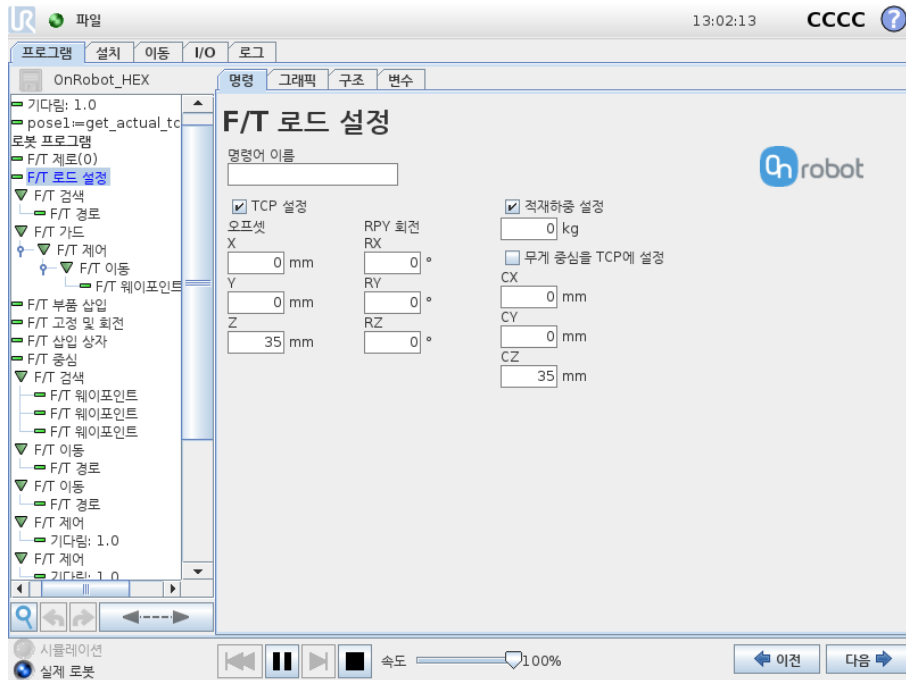


이 명령에는 반환값이 없습니다.

3.3.13 F/T 로드 설정

F/T 로드 설정 명령은 새로운 적재하중을 설정하고 하나의 명령 내에서 TCP 설정을 변경하는 데 사용할 수 있습니다.

명령이 실행되도록 설정하려면 TCP 또는 적재하중을 확인해야 합니다.



TCP 오프셋 설정 체크박스: 선택할 경우, TCP 설정이 주어진 값으로 대체됩니다.

오프셋 x, y, z: 툴 플랜지(또는 핑거팁 중심)에 상대적인 TCP 의 병진값.

RPY RX, RY, RZ 에서 회전: 툴 플랜지(또는 핑거팁 중심)에 상대적인 TCP 의 회전값.

적재하중 설정 체크박스: 선택할 경우, 설치 적재하중 및 무게 중심 설정이 주어진 값으로 대체됩니다. 적재하중은 그리퍼를 포함한 전체 중량이어야 합니다.

CX, CY, CZ: 툴 플랜지에 상대적인 무게 중심의 좌표.

TCP 에 무게 중심 설정 체크박스: 선택할 경우, TCP 오프셋 설정에 따라 CX,CY,CZ 값이 주어집니다.

이 명령에는 반환값이 없습니다.

3.4 애플리케이션 예제

3.4.1 충돌 감지

다음 명령으로 충돌 감지를 구현할 수 있습니다.

1. F/T 검색: 존재 여부 감지에 사용할 수 있습니다. 물체를 검색하고 발견되면 중지합니다. 물체를 찾을 수 없으면 경고 메시지가 나타납니다. 물체의 위치가 바뀔 경우, 정확한 위치를 감지하는 데 사용할 수 있습니다.
2. F/T 이동: 포스/토크 제한 이동에 사용할 수 있습니다. UR의 이동 명령과 유사하나 포스/토크 제한이 내장되어 있어 상대적 오프셋 유형 매개변수를 지원합니다 (예: Z 축을 따라 1cm 또는 1 인치 이동).
3. F/T 가드: UR 명령과 조합하여 가해지는 포스/토크를 제한하는 데 사용할 수 있습니다. 코드와 병행하여 설정된 제한을 모니터링하고 설정된 제한에 도달하면 로봇을 정지시킵니다.

programs/OnRobot_UR_Programs 폴더에는

OnRobot_Collision_Detection_Example.urp 라는 충돌 감지 예제 UR 프로그램이 있습니다.

3.4.2 중심점 감지

조심스럽게 접촉해서 로봇을 구멍의 기하학적 중심점에 배치할 수 있습니다. 또한 카메라 기반 솔루션에서는 일반적으로 불가능한 반짝이는 금속 물체에서도 작동합니다.

programs/OnRobot_UR_Programs 폴더에는

OnRobot_Centerpoint_Detection_Example.urp 라는 충돌 감지 예제 UR 프로그램이 있습니다.

3.4.3 연마 및 샌딩

연마 또는 샌딩 작업의 경우, 사전 정의된 포스값을 일정하게 유지하는 것이 매우 중요합니다. 포스/토크 제어 기능을 사용하여 이 작업을 진행할 수 있으며 그렇게 하기 위해서는 다음 두 명령을 사용해야 합니다.

1. F/T 제어: 이 명령은 UR의 내장된 포스 명령과 유사하지만 낮은 포스에서도 우수한 결과를 얻기 위해 OnRobot에 더 정밀한 포스/토크 센서를 입력으로 사용합니다.

포스/토크 제어는 컴플라이언스로 설정된 축에 정의된 포스/토크를 일정하게 유지하려고 시도합니다. 컴플라이언스가 되지 않은 축은 위치 제어됩니다(F/T 이동 명령에서만 가능).

2. F/T 이동: F/T 제어에서 컴플라이언스가 되지 않은 축을 따라 로봇의 위치를 제어(이동)하는 데 사용할 수 있습니다.

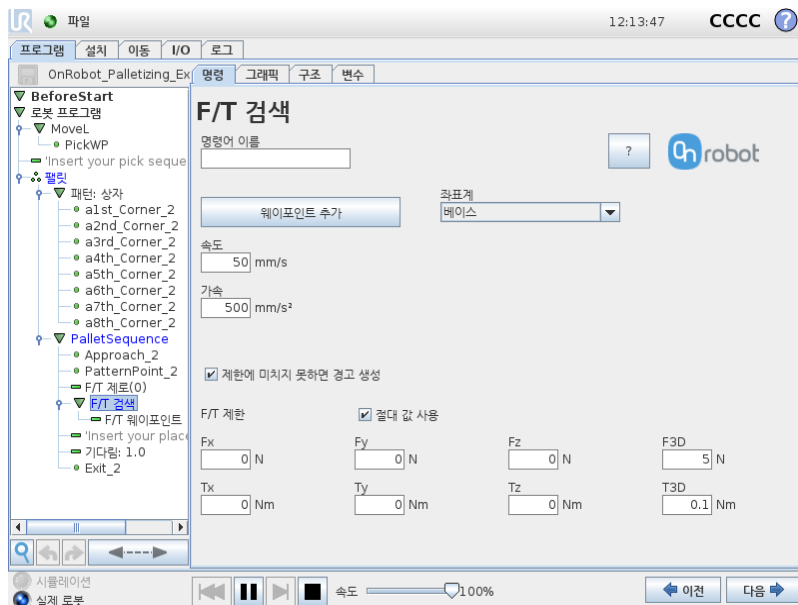
programs/OnRobot_UR_Programs 폴더에는

OnRobot_Plastic_Partingline_Removal_Example.urp 라는 충돌 감지 예제 UR 프로그램이 있습니다.

3.4.4 적재

조심스럽게 취급해야 하는 물체를 적재하는 것은 까다로운 작업이 될 수 있습니다. 유연한 판지 상자를 서로 옆에 배치하는 것은 그저 일률적으로 단순하게 배치하는 것보다 훨씬 어려운 작업입니다. UR의 내장된 적재 명령을 F/T 검색 명령과 조합하여 사용할 경우, 누구라도 쉽게 이러한 까다로운 작업을 처리할 수 있습니다.

필요한 패턴을 확보하려면 UR의 내장된 팰릿 명령을 설정하세요. 위치는 최종 위치보다 조금 더 멀게 설정해야 합니다. 이를 통해, F/T 검색 명령은 모든 위치 오류를 수용하여 부드러운 터치를 통해 인접한 물품을 찾아낼 수 있습니다.



필요한 경우, 두 개 이상의 F/T 검색을 사용해서 물품을 수평 및 수직으로 정렬할 수 있습니다.

항상 패턴에 대한 F/ 검색 명령 입력 매개변수의 상대적 오프셋 유형만 사용하세요.

자세한 내용은 [F/T 검색 명령](#)을 참조하세요.

programs/OnRobot_UR_Programs 폴더에는 *OnRobot_Palletizing_Example.urp* 라는 충돌 감지 예제 UR 프로그램이 있습니다.

3.4.5 핀 삽입

촘촘한 구멍에 핀이나 썰기를 삽입하는 것은 기존의 위치 기반 솔루션으로는 불가능합니다. 카메라를 이용한 솔루션으로도 해낼 수 없습니다.

그러나 정밀한 OnRobot F/T 센서와 F/T 핀 삽입 명령을 사용하면 누구라도 쉽고 강력하게 정밀 피팅 작업을 처리할 수 있습니다.

programs/OnRobot_UR_Programs 폴더에는 *OnRobot_Pin_Insertion_Example.urp* 라는 충돌 감지 예제 UR 프로그램이 있습니다.

3.4.6 삽입 상자

직사각형 구멍에 직사각형 물체를 삽입하는 것은 자동차용 라디오 조립품을 라디오 브래킷에 삽입하거나 배터리를 전화기에 삽입하는 것처럼 일반적인 작업입니다.

F/T 삽입 상자 명령을 사용하면 누구라도 쉽게 이러한 작업을 처리할 수 있습니다.

programs/OnRobot_UR_Programs 폴더에는 *OnRobot_Box_Insertion_Example.urp* 라는 충돌 감지 예제 UR 프로그램이 있습니다.

3.4.7 고정 및 회전

정밀한 OnRobot F/T 센서와 F/T 고정 및 회전 명령을 사용하면 누구라도 쉽고 강력하게 베이오넷 유형의 장착 작업을 처리할 수 있습니다.

4 용어 해설

용어	설명
Compute Box	OnRobot 이 센서와 함께 제공하는 장치. OnRobot 이 구현한 명령과 애플리케이션을 사용하는 데 필요한 계산을 수행합니다. 센서와 로봇 제어기에 연결해야 합니다.
OnRobot 데이터 시각화	OnRobot 에서 만든 데이터 시각화 소프트웨어로 센서를 통해 제공되는 데이터를 시각화합니다. Windows 운영체제에 설치할 수 있습니다.

5 약어 정리

약어	확장
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIP	dual in-line package
F/T	Force/Torque
ID	Identifier
IP	Internet Protocol
IT	Information technology
MAC	media access control
PC	Personal Computer
RPY	Roll-Pitch-Yaw
SP	Starting Position
SW	software
TCP	Tool Center Point
UR	Universal Robots
URCap	Universal Robots Capabilities
USB	Universal Serial Bus
UTP	unshielded twisted pair

6 부록

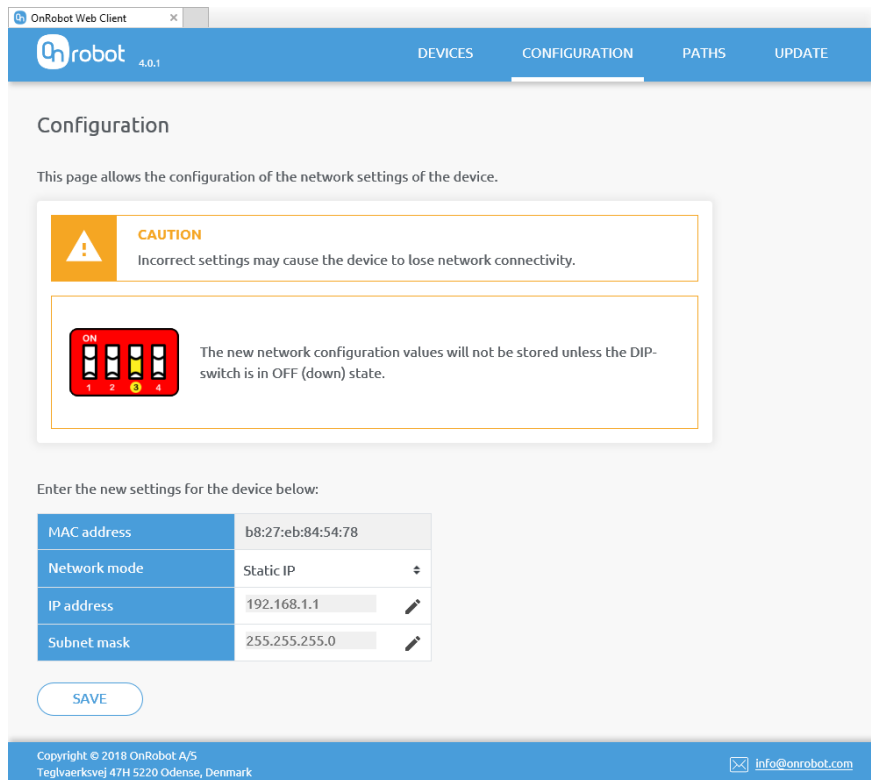
6.1 Compute Box 의 IP 변경

센서의 IP 주소를 변경하려면 노트북 컴퓨터나 외부 PC 를 OnRobot Compute Box 에 연결합니다.

1. 기기에 전원이 공급되지 않도록 확인합니다. 제공된 이더넷 케이블로 기기와 컴퓨터를 연결합니다.
2. 기기가 공장 출하 시 기본 설정으로 되어있는 경우, 3 단계로 진행합니다. 그렇지 않은 경우, DIP 스위치 3 을 ON 위치(위)로 놓고 DIP 스위치 4 를 OFF 위치(아래)로 놓습니다.



3. 기기의 제공된 전원 공급 장치 전원을 켜고 기기가 부팅될 때까지 30 초 정도 기다립니다.
4. 웹 브라우저(Internet Explorer 권장)를 열고 <http://192.168.1.1> 로 이동합니다. 시작 화면이 표시됩니다.
5. 상단 메뉴에서 **Configuration** 을 클릭합니다. 다음 화면이 표시됩니다.



6. **Network mode** 드롭다운 메뉴에서 **Static IP** 옵션을 선택합니다.
7. IP 주소를 편집합니다.
8. DIP 스위치 3 을 OFF 로 설정합니다.
9. **Save** 버튼을 누릅니다.
10. 웹 브라우저(Internet Explorer 권장)를 열고 7 단계에 있는 IP 주소로 이동합니다.

6.2 Compute Box 의 소프트웨어 업데이트

Compute Box 설명 안내서를 참조하세요.

6.3 소프트웨어 제거

1. 이전에 복사한 OnRobot UR 프로그램 파일을 제거하려면 다음 옵션 중에서 선택하세요.
 - a. 파일 조작(예: 프로그램 로드, 프로그램 저장) 중 티치 펜던트의 **삭제** 옵션을 사용해서 파일과 폴더를 제거합니다.
 - b. USB 드라이브에서 새 USB 드라이브로 `uninstall.sh` 파일을 복사하고 `urmagic_OnRobot_uninstall.sh` 로 이름을 바꾼 다음, 티치 펜던트에 연결합니다. 파일이 USB 드라이브에 백업 복사본을 만든 다음, UR 에서 `OnRobot_UR_Programs` 폴더를 영구적으로 삭제합니다.
2. URCap 플러그인 제거하기
 - a. PolyScope 의 시작 화면으로 이동합니다.
 - b. **로봇 설정**을 클릭합니다.
 - c. **URCaps 설정**을 클릭하고 활성 URCaps 목록에서 `FT - OnRobot` 을 찾습니다.
 - d. 아래쪽에 있는 - 기호를 클릭해서 제거합니다.
 - e. 로봇을 다시 시작합니다.

6.4 반환값

명령이 끝나면 반환값을 가진 OnRobot 명령이 `of_return` 변수를 업데이트합니다. 이 전역 변수를 UR 에 내장된 `If` 조건부 표현식과 함께 사용할 수 있습니다 (예: `if of_return == 1` 이면 특정 작업 수행).

6.4.1 F/T 중심 명령 반환값

- 0 중심점에 성공적으로 도착했습니다.
- 1 첫 번째 경계 검색이 실패했습니다. 이동이 거리 제한에 도달했습니다.
- 2 두 번째 경계 검색이 실패했습니다. 이동이 거리 제한에 도달했습니다.
- 3 중심점에 도달하지 못했습니다. 툴이 이동 중에 충돌했습니다.
- 4 검색이 조건 때문에 시작되지 않았습니다.
- 5 두 번째 검색이 조건 때문에 시작되지 않았습니다.
- 99 두 개 이상의 방향 매개변수를 정의하지 마세요.

6.4.2 F/T 고정 및 회전 명령 반환값

- 0 고정 및 회전이 오류 없이 완료되었습니다.
- 11 Ry 의 방향 중심점 검색이 실패했습니다.
- 12 Ry 의 방향 중심점 검색이 실패했습니다.
- 21 회전이 실패했고 충돌이 발생했습니다.
- 22 회전이 접촉 없이 종료되었습니다.
- 99 매개변수 오류.

6.4.3 F/T 삽입 상자 명령 반환값

- 0 삽입 상자가 오류 없이 완료되었습니다.
- 1 첫 번째 방향 검색이 실패했습니다. 이동이 거리 제한에 도달했습니다.
- 2 두 번째 방향 검색이 실패했습니다. 이동이 거리 제한에 도달했습니다.

- 3 후방 경사 이동이 실패했습니다. 충돌이 발생했습니다.
- 4 경사 이동이 실패했습니다. 충돌이 발생했습니다.
- 5 x 축의 중심을 향하는 동안 삽입 중에 상자가 움직이지 않습니다. 위치와 방향을 확인하세요.
- 6 y 축의 중심을 향하는 동안 삽입 중에 상자가 움직이지 않습니다. 위치와 방향을 확인하세요.
- 7 z 축의 중심을 향하는 동안 삽입 중에 상자가 움직이지 않습니다. 위치와 방향을 확인하세요.
- 8 너무 많은 충돌이 발생해서 상자를 위치에 삽입할 수 없습니다. 위치와 방향을 확인하세요.

6.4.4 F/T 부품 삽입 명령 반환값

- 0 부품 삽입 명령이 최대 거리에 도달했습니다.
- 1 부품 삽입 명령이 최소 삽입 깊이 이후에 범프에서 종료되었습니다.
- 2 부품 삽입 명령이 최소 삽입 깊이 이후에 중단되었습니다. 삽입이 요구되는 것보다 느립니다.
- 3 부품 삽입 명령이 최소 삽입 깊이 이전에 중단되었습니다. 삽입이 요구되는 것보다 느립니다.
- 4 부품 삽입 명령이 최소 삽입 깊이 이후에 시간초과로 종료되었습니다.
- 5 부품 삽입 명령이 최소 삽입 깊이 이전에 시간초과로 종료되었습니다.
- 6 부품 삽입 명령이 최소 삽입 깊이 이후에 컴플라이언스가 되지 않은 축에서 너무 높은 측면 포스/토크로 인해 종료되었습니다.
- 7 부품 삽입 명령이 최소 삽입 깊이 이전에 컴플라이언스가 되지 않은 축에서 너무 높은 측면 포스/토크로 인해 종료되었습니다.
- 8 부품 삽입 명령에 매개변수 오류가 있습니다.

6.4.5 F/T 이동 명령 반환값

- 0 이동이 설정된 제한보다 큰 포스 또는 토크를 감지하지 않고 종료되었습니다.
- 1 설정된 제한보다 큰 포스 또는 토크가 감지되었기 때문에 이동이 종료되었습니다.
- 3 설정된 제한을 초과하는 포스 또는 토크로 인해 이동을 시작할 수 없습니다.
- 11 Compute Box 에 선택된 기록 경로가 없기 때문에 이동을 시작할 수 없습니다.
- 12 이 경로에 기록된 점이 없으므로 이동을 시작할 수 없습니다.
- 13 이 경로 ID 에서 발견된 경로 파일이 비어 있기 때문에 이동을 시작할 수 없습니다.
- 14 경로 파일이 손상되었기 때문에 이동을 시작할 수 없습니다.

6.4.6 F/T 검색 명령 반환값

- 0 설정된 제한보다 큰 포스 또는 토크가 감지되었기 때문에 검색이 성공적으로 종료되었습니다.
- 1 설정된 제한보다 큰 포스 또는 토크를 감지하지 않고 검색이 종료되었습니다.
- 3 설정된 제한을 초과하는 포스 또는 토크로 인해 검색을 시작할 수 없습니다.
- 11 Compute Box 에 선택된 기록 경로가 없기 때문에 검색을 시작할 수 없습니다.
- 12 이 경로에 기록된 점이 없으므로 검색을 시작할 수 없습니다.
- 13 이 경로 ID 에서 발견된 경로 파일이 비어 있기 때문에 검색을 시작할 수 없습니다.
- 14 경로 파일이 손상되었기 때문에 검색을 시작할 수 없습니다.

6.4.7 F/T 스택킹 명령 반환값

스택 반환값:


- 0 스택킹이 한 번 반복되었습니다.
- 1 반복 카운터가 최대값을 초과했습니다. 스택이 꽉 찼습니다.
- 2 스택킹이 실패했습니다. 다음 물품을 찾을 수 없습니다.
- 3 설정된 제한을 초과하는 포스 또는 토크로 인해 스택킹을 시작할 수 없습니다.
- 4 다음 요소로 이동하지 못했습니다. 충돌이 발생했습니다.
- 5 시작점으로 이동하지 못했습니다. 충돌이 발생했습니다.

디스택 반환값:

- 0 디스택킹이 한 번 반복되었습니다.
- 1 반복 카운터가 최대값을 초과했습니다. 스택이 비었습니다.
- 2 디스택킹이 실패했습니다. 다음 물품을 찾을 수 없습니다.
- 3 설정된 제한을 초과하는 포스 또는 토크로 인해 디스택킹을 시작할 수 없습니다.
- 4 다음 요소로 이동하지 못했습니다. 충돌이 발생했습니다.
- 5 시작점으로 이동하지 못했습니다. 충돌이 발생했습니다.


6.5 문제해결

6.5.1 URCap 플러그인 설정 오류

오류  아이콘이 표시되는 데는 세 가지 이유가 있습니다.

1. **발견된 기기** 드롭다운 메뉴에 “NO DEVICES FOUND” 오류 메시지가 표시되는 경우, 문제해결을 위해 **“No devices found”** 를 참조하세요.
2. OnRobot 기기가 발견됐으나 **UR 로봇 IP** 에 “N/A” 가 표시되는 경우, 문제해결을 위해 **UR 로봇 IP “N/A”** 을 참조하세요.
3. OnRobot 기기가 검색에 성공했고 UR 로봇 IP 가 유효한 IP 주소를 표시하는 경우, 문제 해결을 위해 **기기 발견됨. UR IP 있음**을 참조하세요.

6.5.1.1 "No devices found"

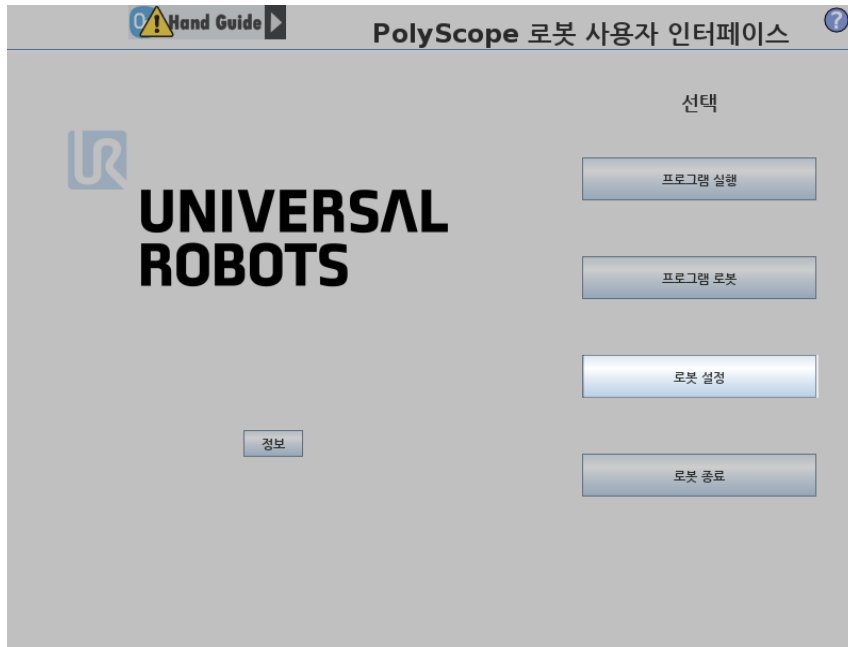
검색된 기기 드롭다운 메뉴에 “NO DEVICES FOUND” 오류 메시지가 표시되는 경우, Compute Box 와 센서와의 연결을 확인한 다음 Compute Box 를 다시 시작해 보세요
60 초 후(Compute Box 의 LED 가 모두 녹색으로 바뀌면) 새로고침  아이콘을 눌러 수동으로 검색을 반복하세요.

6.5.1.2 UR 로봇 IP “N/A”

이 오류는 UR 로봇의 네트워크 구성이 설정되지 않은 경우 생길 수 있습니다.

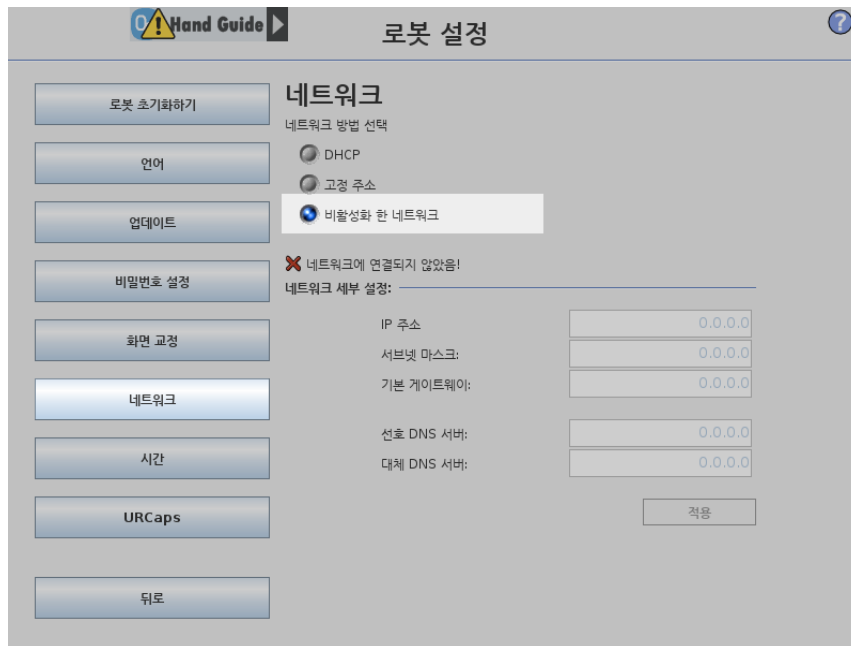
문제를 해결하려면 다음에 따라 UR 로봇의 네트워크 구성을 확인하십시오.

1. 로봇 설정 버튼을 누릅니다.



2. 네트워크 설정 버튼을 누릅니다.
3. UR 네트워크가 비활성화 된 경우:
4. OnRobot 기기가 UR 로봇에 직접 연결되어 있으면 DHCP 를 선택하고 적용 버튼을 누릅니다. OnRobot 서비스가 IP 를 할당합니다.
5. OnRobot 기기가 UR 로봇에 직접 연결되어 있지 않은 경우, OnRobot 기기가 UR 로봇과 동일한 네트워크(라우터, 스위치 등)에 연결되어 있는지 확인하거나 네트워크 관리자에게 문의하세요.

6. DHCP 또는 Static Address 가 선택되어 있고 문제가 계속되는 경우, 네트워크 관리자에게 문의하세요.



DHCP의 경우, 적절한 IP 주소가 UR 로봇 스위치에 Static Address 모드로 할당된 후(UR 로봇의 IP 주소는 동일하게 유지되어야 함) **적용** 버튼을 누릅니다. IP 주소는 이제 고정되어 나중에 변경되지 않습니다.

마지막으로 **URCap 플러그인 설정**으로 시작합니다.

6.5.1.3 기기 발견됨. UR IP 있음

로봇과 기기가 동일한 서브넷에 있지 않을 경우, 이 오류가 생길 수 있습니다.

이 문제를 해결하려면 다음 절차를 따르세요.

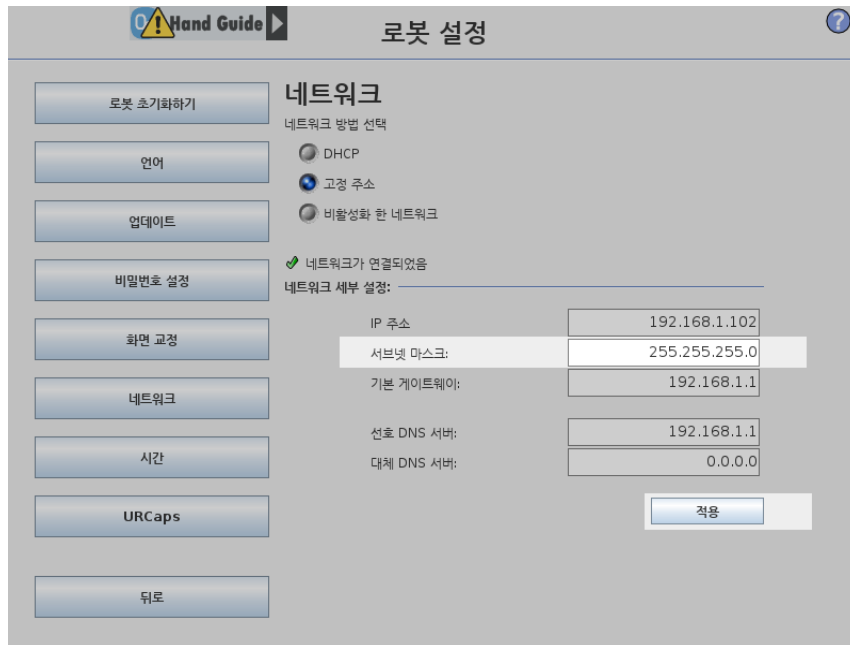
1. OnRobot 기기가 UR 로봇에 직접 연결되어 있지 않은 경우, 다음 그림에서와 같이 Compute Box의 DIP 스위치 3이 Off에 있는지 확인하세요.



2. DIP 스위치가 On에 있는 경우, Off로 설정한 다음 전원 연결을 해제하여 OnRobot 기기를 다시 시작하고 **URCap 플러그인 설정** 섹션의 단계를 반복합니다.

문제가 계속 발생하면 다음 절차를 따르세요.

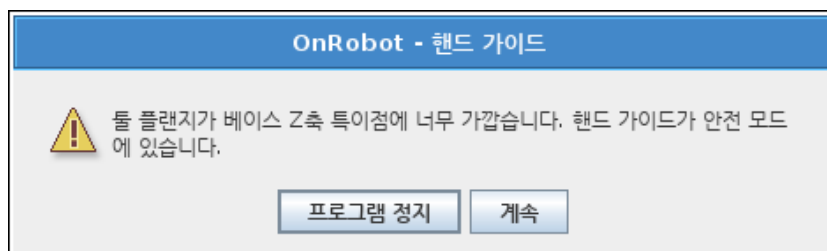
1. **UR 로봇 IP “N/A”** 에서 설명된 UR 로봇의 네트워크 설정 페이지를 엽니다.
2. 서브넷 마스크를 “255.0.0.0” 로 수정합니다.
3. 적용 버튼을 누릅니다.



마지막으로 **URCap 플러그인 설정**으로 시작합니다.

6.5.2 특이점에 너무 근접한 경우

핸드 가이드 중에 툴이 로봇 베이스 바로 위 또는 아래의 원통형 용적에 너무 근접하게 될 경우, 경고 메시지가 표시됩니다.



프로그램 중지 버튼을 누르면 핸드 가이드 기능이 비활성화됩니다. **계속** 버튼을 누르면 안전 모드로 전환되어 핸드 가이드 기능으로 인해 툴 플랜지가 로봇 베이스 바로 위 또는 아래의 원통형 용적으로 이동하는 것을 방지합니다. 해당 용적에서 10mm 정도 이동하면 안전 모드가 꺼져 모든 방향으로 다시 이동할 수 있습니다.

**참고:**

핸드 가이드 모드는 안전성과 정확성을 위해 툴 플랜지를 UR 로봇의 실제 가능한 거리보다 원통형 용적으로부터 더 멀리 유지합니다.

PolyScope 이동 탭 또는 이동 명령을 사용하여 툴 플랜지를 더 가까이 이동시킬 수 있습니다.

6.5.3 핸드 가이드 바의 경고 신호

OnRobot 기기가 제대로 작동하지 않으면 경고 신호가 나타납니다. [URCap 플러그인 설정](#)의 단계를 반복합니다.

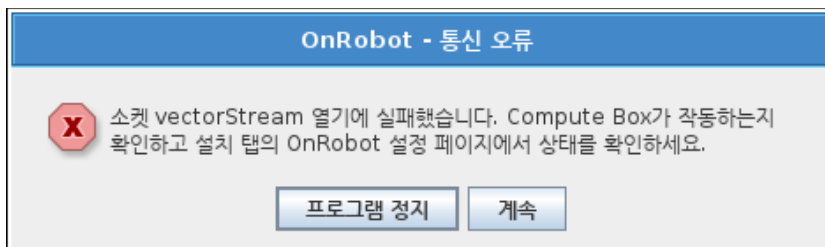
6.5.4 "socket_read_binary_integer: 시간초과"

명령이 2 초 이상 실행될 경우, **socket_read_binary_integer: 시간초과** 표시가 로그에 나타납니다.

이것은 로봇의 프로그램 실행에 영향을 미치지 않습니다.

6.5.5 "소켓 벡터 스트림 열기에 실패했습니다."

로봇 제어기가 Compute Box 에 연결되지 않는 경우, "소켓 벡터 스트림 열기에 실패했습니다."라는 오류 메시지가 표시됩니다.



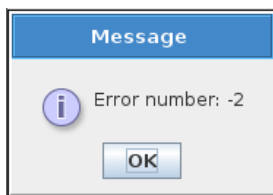
이 경우 Compute Box 가 로봇 제어기에 연결되어 있고 전원이 켜져 있는지 확인하세요.

6.5.6 경로 재생이 예상보다 느립니다

F/T 경로 명령을 사용할 경우, 개인별 능숙도의 차이로 인해 기록된 경로가 매끄럽지 않을 수 있습니다. 이런 경우, 로봇은 매우 느린 속도로만 경로를 재생할 수 있습니다. 이런 문제를 피하려면 가능한 한 병진 및 회전 속도를 거의 변화 없이 일정하게 매끄럽게 이동시키면서 경로를 다시 기록하세요. 또한 병진 요소가 없는 회전이 포함되어 있는 경로는 기록하지 않도록 하세요.

6.5.7 경로 저장 시 “오류 번호-2”

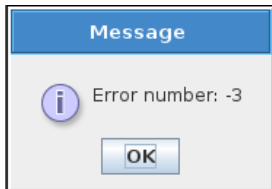
빈 경로가 기록되면 경로를 저장할 때 "오류 번호: -2" 오류 메시지가 표시됩니다.



이런 경우, 로봇이 경로 기록 기능의 시작과 중지 사이를 이동했는지 확인하세요.

6.5.8 경로 저장 시 “오류 번호-3”

Compute Box 에 저장 공간이 충분하지 않아 경로를 저장할 수 없는 경우, "오류 번호-3" 오류 메시지가 표시됩니다.



이런 경우, 더 이상 사용하지 않는 이전에 기록된 경로를 삭제하세요.

6.5.9 "알 수 없는 센서 유형"

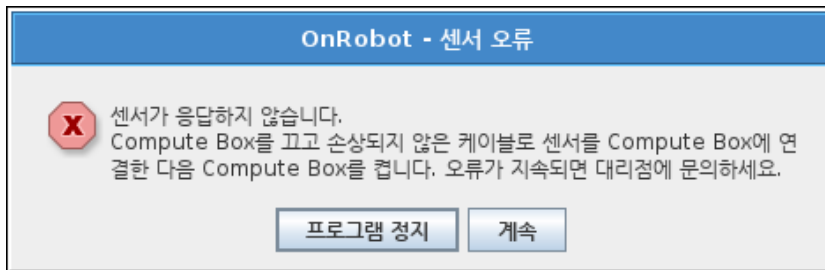
Compute Box 가 연결된 OnRobot 기기를 인식할 수 없는 경우, 이 오류 메시지가 표시됩니다.



이런 경우, Compute Box 와 OnRobot 장치(센서)의 연결 상태가 양호한지 및 올바른 기기가 연결되었는지 확인하세요.

6.5.10 "센서가 응답하지 않습니다."

Compute Box 가 연결된 OnRobot 기기를 인식한 다음, 나중에 기기 연결이 끊어지는 경우, 이 오류 메시지가 표시됩니다.



Compute Box 와 OnRobot 기기(센서)의 연결 상태가 양호한지 및 올바른 기기가 연결되었는지 확인하세요.

6.6 선언및인증

CE/EU Declaration of Incorporation (original)

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

The manufacturer:

OnRobot A/S
Teglværskvej 47H
DK-5220, Odense SØ
Denmark
+45 53 53 57 37

declares that this product:

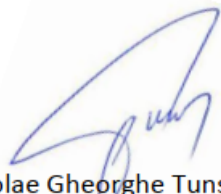
Type: Industrial 6-axis Force/Torque sensor
Model: HEX-E and HEX-H
Serial number from: HEXEB001 and HEXHB001

is partly completed machinery according to 2006/42/EC. The product must not be put into service before the complete machine is in full compliance with all essential requirements of 2006/42/EC. A comprehensive risk assessment must be carried out for each application as part of ensuring that all essential requirements are fulfilled. All essential requirements must be assessed. Instructions and guidance provided in the HEX user manual must be followed.

Technical documentation compiled according to 2006/42/EC annex VII part B is available to national authorities upon request.

The product is in conformity with, and CE marked according to, the following directives:

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



Nicolae Gheorghe Tuns
RD Director
Odense, October 17st, 2018

Declaration of EMC test result



T-Network client

OnRobot Hungary Kft.
Aradi u. 16.
1043 Budapest
Hungary

Product identification

OnRobot HEX Force/Torque Sensor
S/N: HEXEX005 with CB1807B018

Manufacturer

OnRobot A/S

Technical report

T-Network Project EMC-180926/1, OnRobot HEX Force/Torque Sensor and Compute Box EMC Test Report,
dated 17 July 2018

Standards/Normative documents

EN 61000-6-2:2005
EN 61000-6-4:2007+A1:2011

T-Network has evaluated the products in various measurements, and the results verify the product's
EMC compliance.

Budapest, 05 October 2018

Sándor Tatár
Laboratory Leader
T-Network Kft.


T-Network Kft.
EMC Laboratory
Ungvár u. 64-66. 1142 Budapest, Hungary
Registration num.: 12005222-2-42

T-Network Kft.
Ungvár u. 64-66.
1142 Budapest
Hungary

Tel. +36 1 460 9000
Fax +36 1 460 9001
E-mail: tnetwork@tnetwork.hu
Web: <http://www.tnetwork.hu>



Report No.: SHES180600601401
Date of issue: 2018-09-25

TEST REPORT

Product name..... : 6-axis Force/Torque Sensor
 Product model. : HEX-E v2
 Product description..... : Sensor
 Electrical Rating : -
 Applicant..... : OptoForce Ltd.
 Address : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Manufacturer : OptoForce Ltd.
 Address : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Testing Laboratory : SGS-CSTC Standards Technical Services (Shanghai) Co., Ltd.
 Address : No. 588 West Jindu Rd, Xinqiao Town, Songjiang District, Shanghai, CHINA
 Number of Samples received: 1
 Date of samples reception .. : 2018-08-31
 Date Test Conducted : 2018-09-08 to 2018-09-09
 Test Requested : IP67 (as client's requirement)
 Test Method (standards) : IEC 60529 Clause 13.6 & Clause 14.2.7
 Test result : **Pass**
CONCLUSION : The submitted sample complies with the clauses examined.

Prepared and checked by:

Lewis Hua

Lewis Hua

Reviewed by:

Lucy Wang

Lucy Wang

6.7 판

판	의견
제 2 판	<p>문서 재구성됨.</p> <p>용어 해설이 추가됨.</p> <p>약어 정리가 추가됨.</p> <p>부록이 추가됨.</p> <p>대상 독자가 추가됨.</p> <p>사용 목적이 추가됨.</p> <p>저작권, 상표, 연락 정보, 원어 정보가 추가됨.</p> <p>F/T 이동, F/T 검색, F/T 핀 삽입 및 F/T 제어 명령의 행동이 변경됨</p> <p>F/T 웨이포인트 명령이 추가됨.</p> <p>F/T 이동 (제어) 명령이 삭제됨.</p> <p>애플리케이션 예제 참조가 예제 UR 프로그램에 추가됨.</p>
제 3 판	<p>Hand Guide Toolbar 좌표계가 툴로 수정됨.</p> <p>TCP 오리엔테이션 제한에 대한 참조가 추가됨</p> <p>핸드 가이드 축 활성화 제한이 삭제됨.</p> <p>웨이포인트 유형 사용법에 대한 설명이 추가됨.</p>
제 4 판	TCP 오리엔테이션 제한이 삭제됨.
제 5 판	<p>F/T 검색 및 F/T 이동 명령 반환값이 업데이트됨.</p> <p>경로 기록 섹션이 삭제됨.</p> <p>F/T 경로 명령 섹션이 추가됨.</p> <p>F/T 커넥터 삽입 섹션이 삭제됨.</p> <p>F/T 커넥터 삽입 반환값 섹션이 삭제됨.</p> <p>F/T 이동 명령과 F/T 검색 명령 섹션이 지속적인 재생 속도 정보와 새로운 명령 스크린 샷으로 업데이트됨.</p> <p>F/T 제어 명령 섹션이 방향 포스 제어 제한으로 업데이트됨.</p> <p>편집 변경.</p>
제 6 판	<p>경로 재생 정확도가 추가됨.</p> <p>프로그램 계속의 "프로그램 실행 중 오류가 발생했습니다"</p> <p>섹션이 프로그램 정지의 "프로그램 실행 중 오류가</p>

	<p>발생했습니다"로 변경되어, 프로그램의 일시중지 및 계속에서는 더 이상 알람이 발생하지 않음.</p> <p>'TCP 위치의 효과' 섹션이 추가됨</p> <p>socket_read_byte_list (): 시간초과 로그 항목이</p> <p>socket_read_binary_integer: 시간초과로 변경됨. 행동 변경됨.</p> <p>"소켓 벡터 스트림 열기에 실패했습니다." 섹션이 문제해결에 추가됨.</p> <p>'커넥터 삽입' 섹션이 삭제됨.</p> <p>'경로 재생이 예상보다 느립니다' 섹션이 추가됨.</p> <p>회전만 포함하는 웨이포인트에 대해 제한이 추가됨.</p>
제 7 판	편집 변경.
제 8 판	<p>F/T 경로 명령 섹션에 '병진 제한당 최대 회전 경로 기록'이 추가됨.</p> <p>경로 저장 시 "오류 번호-2" 및 경로 저장 시 "오류 번호-3" 섹션이 추가됨.</p> <p>편집 변경.</p>
제 9 판	<p>중요 안전 수칙 추가됨.</p> <p>경고 기호 추가됨.</p> <p>스크린 샷이 업데이트됨.</p> <p>케이블 연결 섹션의 센서 케이블 회전에 대한 경고에 참조 내용이 추가됨.</p>
제 10 판	Hex v2 정보 추가됨.
제 11 판	<p>F/T 스택 명령 및 F/T 디스택 명령 섹션이 F/T 스테킹 명령 섹션에 통합됨.</p> <p>F/T 스택 명령 반환값 및 F/T 디스택 명령 반환값 섹션이 F/T 스테킹 명령 반환값에 통합됨.</p> <p>스크린 샷이 업데이트됨.</p>
제 12 판	<p>USB 케이블 정보 업데이트됨</p> <p>URCap 플러그인 설정 업데이트됨</p> <p>핸드 가이드 아이콘 업데이트됨</p> <p>문제해결 섹션 업데이트됨</p> <p>오류 메시지 업데이트됨</p>