



# UNIVERSAL ROBOTS

## PolyScope 설명서



버전 3.2 (rev. 21833)

원본의번역본 (ko)

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

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

저작권 © 2009–2016 by Universal Robots A/S

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

# Contents

II	PolyScope 설명서	II-1
10	안전구성	II-3
10.1	소개	II-3
10.2	안전구성변경	II-4
10.3	안전동기화및오류	II-5
10.4	허용오차	II-5
10.5	안전체크섬	II-6
10.6	안전모드	II-6
10.7	프리드라이브모드	II-6
10.8	비밀번호잠금	II-7
10.9	적용	II-7
10.10	일반제한	II-8
10.11	관절제한	II-10
10.12	경계	II-11
10.12.1	구성할경계선택	II-12
10.12.2	3D 시각화	II-12
10.12.3	안전플레인구성	II-12
10.12.4	틀경계구성	II-15
10.13	안전 I/O	II-17
10.13.1	입력신호	II-17
10.13.2	출력신호	II-18
11	프로그래밍시작	II-21
11.1	소개	II-21
11.2	시작하기	II-21
11.2.1	로봇팔과컨트롤박스설치하기	II-21
11.2.2	컨트롤박스켜기및끄기	II-22
11.2.3	로봇팔켜기및끄기	II-22
11.2.4	빠른시작	II-22
11.2.5	첫프로그램	II-23
11.3	PolyScope 프로그래밍인터페이스	II-24
11.4	환영화면	II-25
11.5	초기화화면	II-26
12	화상편집기	II-29
12.1	화면키패드	II-29
12.2	화면키보드	II-30
12.3	화면표현식편집기	II-30
12.4	포즈편집기화면	II-31

13	로봇제어	II-33
13.1	이동탭	II-33
13.1.1	로봇	II-33
13.1.2	특징및툴위치	II-34
13.1.3	툴이동	II-34
13.1.4	관절이동	II-34
13.1.5	프리드라이브	II-34
13.2	I/O 탭	II-35
13.3	MODBUS 클라이언트 I/O	II-35
13.4	자동이동탭	II-36
13.5	설치 → 로드/저장	II-38
13.6	설치 → TCP 구성	II-39
13.6.1	TCP 추가, 변경및제거	II-39
13.6.2	기본값및활성 TCP	II-39
13.6.3	TCP 위치티칭	II-40
13.6.4	TCP 자세티칭	II-41
13.6.5	가만하중	II-41
13.6.6	무게중심	II-41
13.7	설치 → 마운팅	II-42
13.8	설치 → I/O 설정	II-43
13.9	설치 → 안전	II-43
13.10	설치 → 변수	II-44
13.11	설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정	II-45
13.12	설치 → 기능	II-47
13.13	컨베이어추적설정	II-51
13.14	설치 → 기본프로그램	II-52
13.14.1	기본프로그램로드하기	II-52
13.14.2	기본프로그램시작하기	II-52
13.14.3	자동초기화	II-53
13.15	로그탭	II-53
13.16	로드화면	II-54
13.17	실행탭	II-56
14	프로그래밍	II-57
14.1	새프로그램	II-57
14.2	프로그램탭	II-58
14.2.1	프로그램트리	II-58
14.2.2	프로그램실행표시	II-59
14.2.3	검색버튼	II-59
14.2.4	실행취소/다시실행버튼	II-59
14.2.5	프로그램대시보드	II-60
14.3	변수	II-60
14.4	명령: 비어있음	II-61
14.5	명령: 이동	II-62
14.6	명령: 고정웨이포인트	II-64
14.7	명령: 상대적웨이포인트	II-66
14.8	명령: Variable Waypoint	II-67

14.9	명령: 기다림 . . . . .	II-68
14.10	명령: 지정 . . . . .	II-68
14.11	명령: 팝업 . . . . .	II-69
14.12	명령: Halt . . . . .	II-70
14.13	명령: 주석 . . . . .	II-70
14.14	명령: 폴더 . . . . .	II-71
14.15	명령: 루프 . . . . .	II-71
14.16	명령: SubProgram . . . . .	II-72
14.17	명령: 할당 . . . . .	II-73
14.18	명령: If . . . . .	II-74
14.19	명령: 스크립트 . . . . .	II-75
14.20	명령: 이벤트 . . . . .	II-76
14.21	명령: 스레드 . . . . .	II-77
14.22	명령: Switch . . . . .	II-77
14.23	명령: 패턴 . . . . .	II-78
14.24	명령: 포스 . . . . .	II-79
14.25	명령: 펄스 . . . . .	II-82
14.26	명령: 시크 . . . . .	II-83
14.27	명령: 컨베이어추적 . . . . .	II-85
14.28	명령: 억제 . . . . .	II-86
14.29	그래픽탭 . . . . .	II-86
14.30	구조탭 . . . . .	II-87
14.31	변수탭 . . . . .	II-88
14.32	명령: 변수초기화 . . . . .	II-89
15	설정 화면 . . . . .	II-91
15.1	언어와단위 . . . . .	II-92
15.2	로봇업데이트 . . . . .	II-93
15.3	비밀번호설정 . . . . .	II-94
15.4	화면교정 . . . . .	II-95
15.5	네트워크설정 . . . . .	II-95
15.6	시간설정 . . . . .	II-96



Part II

PolyScope 설명서



## 10 안전구성

### 10.1 소개

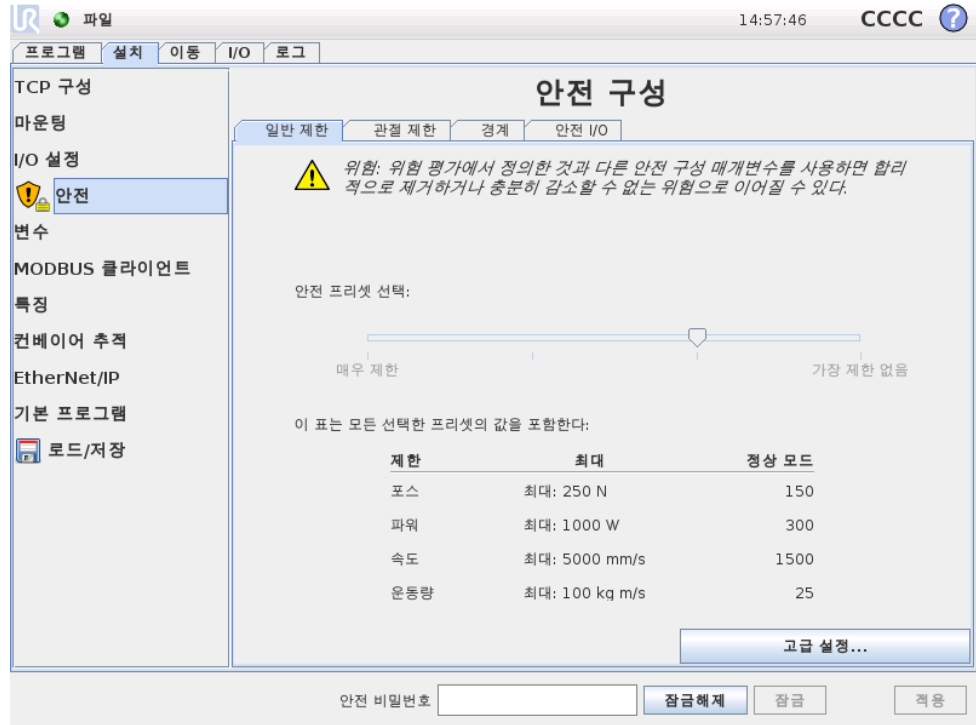
로봇은고급안전시스템을포함하고있다. 로봇작업영역의특정한특성에따라서안전시스템의설정은로봇주위의반드시모든사람과장비의안전을보장하도록구성해야한다. 통합자는가장먼저위험평가에서정의된설정을적용해야한다. 안전시스템에대한자세한내용은 하드웨어설치설명서를참조한다.



위험:

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

안전구성 화면은 환영 화면에서 ( 11.4참조) 로봇프로그램 버튼을누르고 설치탭을선택한다음에 안전을눌러서액세스할수있다. 안전구성은비밀번호로보안을유지한다. 10.8 참조.



안전설정은로봇팔의이동을제한하는여러제한값및컨피규어러블입력과출력에대한 안전기능설정으로구성된다. 이는안전화면의다음하위탭에서정의되어있다:

- 일반제한 하위탭이로봇팔의 포스, 파워, 속도 및 운동량을정의한다. 사람또는 환경의일부와부딪힐위험이특히높다면이설정을낮은값으로정해야한다. 위험성이낮은경우에는, 더높은일반제한을설정하여로봇을더빠르게움직이게하고, 환경에더큰힘을가하게할수있다. 자세한내용은 10.10를참조한다.
- 관절제한 하위탭은 관절속도 및 관절위치 제한으로구성되어있다. 관절속도 제한은개별관절의최대각속도를정의하고, 더나아가로봇팔의속도를제한한다. 관절위치 제한은개별관절의허용위치범위를정의한다 (관절공간내에서). 자세한내용은 10.11를참조한다.
- 경계 하위탭은로봇 TCP 를위하여 (직교공간에서) 안전플레인및틀자세경계를정의한다. 안전플레인은로봇 TCP 위치에대한하드리미트또는 감소 모드 안전제한활성화에대한트리거로구성할수있다 ( 10.6참조). 틀자세경계는로봇 TCP 자세에하드리미트를둔다. 자세한내용은 10.12를참조한다.
- 안전 I/O 하위탭은컨피규어러블입력및출력에대하여안전기능을정의한다 ( 13.2 참조). 예를들어 비상정지는입력으로구성할수있다. 자세한내용은 10.13를참조한다.

## 10.2 안전구성변경

안전구성설정은통합자가수행한위험평가를준수하여변경해야한다.

안전구성변경에대한추천절차:

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

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

### 10.3 안전동기화및오류

GUI 가로드한로봇설치에대비한안전구성상태는화면왼쪽의 안전 표시옆의방패아이콘으로나타난다. 이아이콘은현재상태를나타내는빠른지표이다. 이는아래의정의를따른다:

- 구성동기화: GUI 설치가안전구성에현재적용된것과동일함을표시한다. 변경사항이없었다.
- 구성변경됨: GUI 설치가안전구성에현재적용된것과다르다는것을표시한다.

안전구성을편집할때방패아이콘은현재설정이적용되었는지알려준다.

안전 탭에서한텍스트필드라도잘못된입력이있다면안전구성은오류상태이다. 이는여러가지방식으로표시된다:

1. 이는화면왼쪽에있는 안전 텍스트옆에빨간오류아이콘이표시된다.
2. 오류가있는서브탭은맨위에빨간오류아이콘표시가있다.
3. 오류를포함하는텍스트필드는빨간색배경으로표시된다.

오류가있고 설치 탭에서떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

1. 모든오류가제거될수있도록문제를해결한다. 이는화면왼쪽에있는 안전 텍스트옆에빨간오류아이콘이더이상표시되지않으면보인다.
2. 이전에적용한안전구성으로되돌린다. 이는모든변경을무시하고원하는대상으로갈수있도록허용한다.

오류가없고떠나려고시도하면다음옵션이있는대화창이나타난다:

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

### 10.4 허용오차

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



경고:  
위험평가는허용오차없이제한값을사용하는데언제나필요하다.



경고:  
허용오차는소프트웨어버전마다다르다. 소프트웨어를업데이트하면허용오차가변할수있다. 버전사이의변화는출시정보를참조한다.

### 10.5 안전체크섬

화면맨위오른쪽구석에있는텍스트는로봇이현재사용하는안전구성을간단히보여준다. 텍스트가변하면현재안전구성이변경되었음을나타낸다. 체크섬을클릭하면현재활성화상태인안전구성에대한설명을표시한다.

### 10.6 안전모드

정상조건에서 ( 보호정지효과가없는경우) 안전시스템이다음 안전모드 중하나로작동하며각각해당하는안전제한이있다:

정상모드: 안전모드가기본으로활성화상태임;

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

복구모드: 로봇팔이다른모드를위반하고 (예: 정상 또는 감소 모드) 정지카테고리 0 이발생했다면,<sup>1</sup> 로봇팔이 복구 모드에서시작한다. 이모드는모든위반이해결될때까지로봇팔이수동으로조정되는것을허용한다. 로봇이이모드에서는로봇을위한프로그램을실행할수없다.



경고:  
관절위치, TCP 위치, TCP 자세에대한제한은 복구 모드에서꺼져있고, 로봇팔을제한안으로이동하는데주의해야한다.

안전구성 화면의서브탭에서사용자는 정상 및 감소 모드를위한별개의안전제한세트를정의할수있다. 틀과관절의경우, 감소 모드의속도및운동량이 정상 모드에서보다더제한적이어야한다.

활성제한세트의안전제한을위반하는경우, 로봇팔은정지카테고리 0 을수행한다. 로봇팔전원을클때관절위치제한또는안전경계등의활성제한이위반되는경우, 이는 복구 모드에서시작한다. 이는로봇팔을다시안전제한내로이동하는것을가능하게한다. 복구 모드에서는로봇팔의이동은사용자지정이불가능하고정제한세트로제한된다. 복구 모드제한에대한정보는 하드웨어설치설명서를 (틀) 참조한다.

### 10.7 프리드라이브모드

프리드라이브 모드 ( 13.1.5 참조) 에서로봇팔움직임이특정제한에근접하면사용자가반발력을느끼게된다. 이힘은로봇 TCP 의위치, 자세, 속도및관절의위치및속도의제한에대하여생성된다.

<sup>1</sup>IEC 60204-1 을따름, 자세 한정보는용어집참조.

현재위치또는속도가제한에가까워지는것을알리고로봇이제한을위반하는것을방지하는것이반발력의목적이다. 하지만사용자가로봇팔에충분한힘을가하면제한을위반할수있다. 로봇팔이제한에가까워질수록힘이점점커진다.

## 10.8 비밀번호잠금

이화면의모든설정은화면아래의흰텍스트필드에올바른비밀번호를입력하고 ( 15.3 참조) 잠금해제 버튼을누를때까지잠겨있는상태이다. 잠금 버튼을클릭하여화면을다시잠글수도있다. 안전구성화면에서떠나면 안전 탭은자동으로잠긴다. 설정이잠기면이는화면왼쪽에있는 안전 텍스트옆에자물쇠아이콘이표시된다. 설정이잠금해제되면잠금해제아이콘이표시된다.



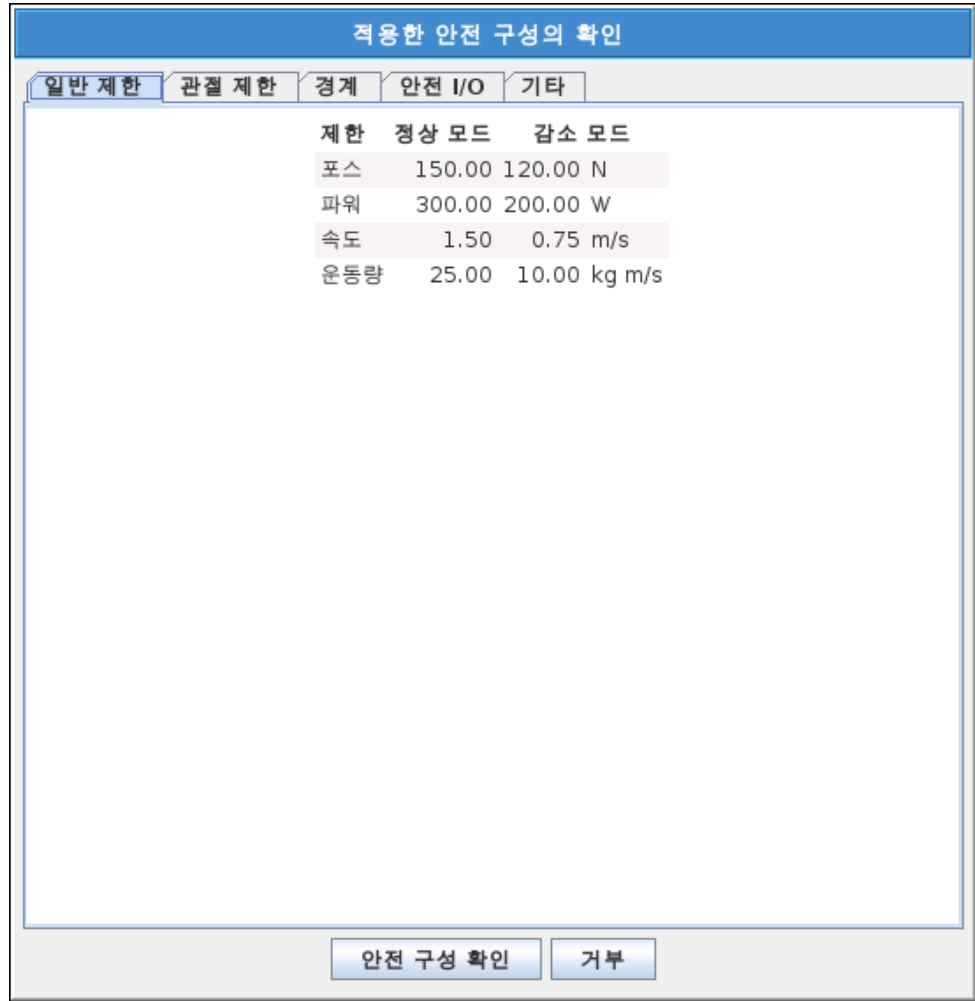
참고:

참고로안전구성화면이잠금해제되면로봇팔전원이꺼진다.

## 10.9 적용

안전구성을잠금해제할때, 변경도중시로봇팔은전원이꺼진다. 로봇팔은변경을적용하거나되돌리기전까지전원은결수없고, 초기화화면에서수동전원켜기를수행한다.

안전구성의모든변경은설치탭에서나오기전에반드시적용하거나되돌려야한다. 적용 버튼을누르고확인하기전까지변경의효과가나타나지 않는다. 로봇팔에대한변경확인에는시각적점검이포함된다. 안전상의이유로표시되는정보는 SI 단위로표시한다. 구성대화창의예는아래에제시되어있다.



그리고 변경 확인은 자동으로 현재 로봇 설치의 일부로 저장된다. 13.5에서 로봇 설치 저장에 대한 자세 한 내용을 확인할 수 있다.

## 10.10 일반제한

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

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 팔의 최대 운동량의 제한.

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

일반 안전 제한 정의는 로봇 팔의 전체적인 제한이 아니라 톨의 제한만 정의한다. 즉 속도 제한을 지정하더라도 로봇 팔의 다른 부분이 이와 동일한 제한을 따른다는 것을 보장하지 않는다는 의미이다.

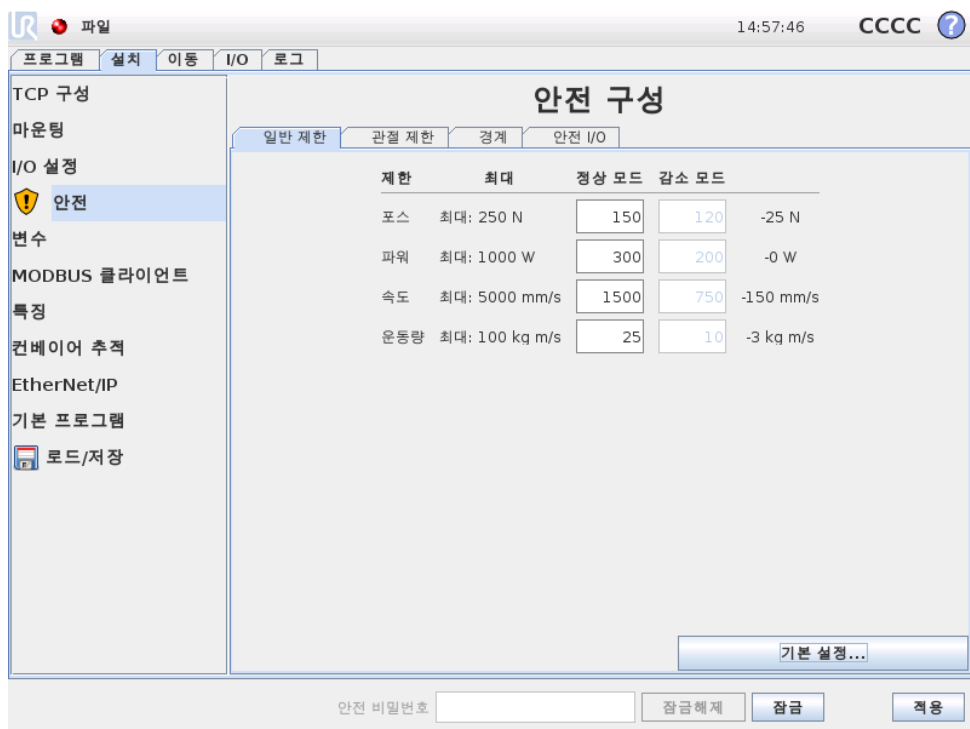
프리드라이브 모드 ( 13.1.5 참조) 에있는경우, 로봇 TCP 속도가 속도 제한에근접하면, 속도가제한에접근할수록점점커지는반발력을사용자는느낄수있다. 현재속도가제한에서 250 mm/s 인경우에힘이생성된다.

기본설정 초기일반제한하위패널은기본화면으로표시되고, 정상 및 감소 모드전부를위하여포스, 파워, 속도및운동량값을가진네가지슬라이더가있다.

해당값모음은 GUI 에표시된다. 미리정의된값모음은제안일뿐이며적절한위험평가를대신하지않는다.

고급설정으로바꾸기 미리지정한값들이만족스럽지 않다면, 고급설정... 버튼을눌러서고급일반제한화면에들어갈수있다.

고급설정



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

안전플레인또는구성가능한입력트리거하도록지정되지않는한 감소 모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 10.12 및 10.13 참조). 그리고 감소 모드의 속도 및 운동량 제한은 정상 모드의제한보다높지않아야한다.

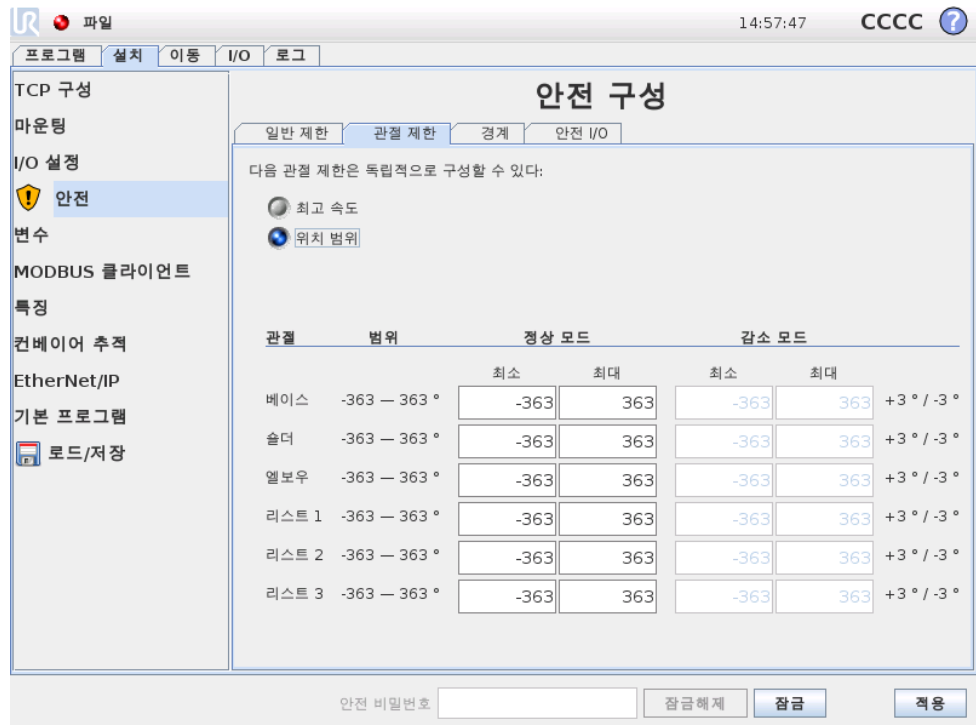
각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 프로그램실행중, 로봇팔속도는입력한값에서허용오차를뺀값을초과하지않기위하여자동으로조정된다 ( 10.4참조). 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 로봇팔이제한을 (허용오차없이) 초과하면안전시스템은정지카테고리 0 을수행한다.



**경고:**  
속도제한은로봇 TCP에만적용되어있으므로, 로봇팔의다른부분들은정의한값보다빠르게움직일수있다.

기본설정바꾸기 기본설정... 버튼을누르면기본일반제한화면으로변환하고, 모든일반제한은 기본값 프리셋으로초기화된다. 이때문에사용자정의한값을읽게된다면팝업대화창이나타나고이작업을확인할지묻는다.

## 10.11 관절제한



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

프리드라이브 모드 ( 13.1.5 참조) 에있는경우, 관절의현재위치또는속도가제한에 근접하면, 관절이제한에접근할수록점점커지는반발력을사용자는느낄수있다. 관절속도가속도제한에서약 20%/s 이거나관절위치가관절제한에서약 8° 인경우에힘이 생성된다.

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

안전플레인또는구성가능한입력이트리거하도록지정되지않는한 감소 모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 10.12 및 10.13 참조). 그리고 감소 모드의제한은 정상 모드의제한보다높지않아야한다.

각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 프로그램실행중, 로봇팔속도는입력한값에서허용오차를뺀값을초과하지않기위하여자동으로조정된다 ( 10.4 참조). 참고로음수표시가있는각허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 하지만어떤관절의각속도가입력한값을초과하면 (허용오차없음), 안전시스템이정지카테고리 0 을수행한다.

위치범위 이화면은각관절에대한위치범위를정의한다. 이는해당텍스트필드를누르고하부및상부관절위치경계에새값을입력하는것으로수행한다. 입력한간격은반드시 범위열에있는값안에들어가야하고, 하부경계는상부경계를초과할수없다.

안전플레인또는구성가능한입력이트리거하도록지정되지않는한 감소 모드제한필드는꺼져있다 (자세한내용은 10.12 및 10.13 참조).

각제한의허용오차및단위는대응하는행의끝에있다. 첫째허용오차값은최소값에적용되고둘째는최대값에적용된다. 예상궤도를따라서계속움직이는경우, 입력한최소값에첫허용오차를더하고입력한최고값에서둘째허용오차값을뺀범위를관절위치가초과할때프로그램수행이정지된다. 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. 하지만관절위치가입력한값을초과하면, 안전시스템이정지카테고리 0 을수행한다.

### 10.12 경계

이탭에서는안전플레인으로구성된경계제한및로봇틀자세에서최대허용제한을구성할수있다. 또한 감소 모드로의전환을트리거하는플레인을정의할수있다.

로봇 TCP 가정의한플레인에서올바른면에머무르도록강제하여로봇의허용작업영역을제한하는데사용할수있다. 최대 8 개의안전플레인을구성할수있다. 틀자세의제한은원하는자세에서로봇틀자세가어느정도가상이탈하지않도록하는데사용할수있다.



경고:  
안전플레인정의는 TCP 만제한하고, 로봇팔전체를제한하지는않는다. 즉안전플레인을지정하더라도로봇팔의다른부분이이제한을따른다는것을보장하지 않는다는의미이다.

각경계제한의구성은현재로봇설치에서정의한특징에기반한다 ( 13.12 참조).



참고:  
안전구성을편집하기전에모든원하는경계제한구성에대한모든기능을만들고적합한이름을부여하는것이적극권장된다. 참고로 안전탭이잠금해제되면로봇팔전원이꺼지고, 툴 기능과 (로봇 TCP 의현재위치및자세포함) 프리드라이브 모드를 ( 13.1.5참조) 사용할수없다.

프리드라이브 모드 ( 13.1.5 참조) 에있는경우, 로봇 TCP 가안전플레인근처에있거나, 로봇틀의자세편차가지정 한최대편차에근접한다면, TCP 가제한에접근하면커지는반발력을사용자는느낄수있다. 이힘은 TCP 가안전플레인에서약 5cm 거리에있거나, 틀자세의편차가지정 한최대제한으로부터약 3° 정도거리일때생성된다.



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

### 10.12.1 구성할경계선택

탭의왼쪽 안전경계 패널은경계제한구성에사용한다.


안전플레인을설정 하려면패널에서위쪽 8 개항목중한개를선택한다. 선택한안전플레인이이미구성했다면플레인의해당 3D 재현은이패널의오른쪽에있는 3D 뷰 ( 10.12.2 참조) 에서강조표시된다. 안전플레인은탭맨아래에있는 안전플레인속성항목 ( 10.12.3 참조) 에서설정할수있다.

툴경계 항목을클릭하여로봇툴의자세경계제한을구성한다. 제한은탭맨아래에있는 툴경계속성 항목 ( 10.12.4 참조) 에서설정할수있다.

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

 /  /  / .

### 10.12.2 3D 시각화

3D 뷰는로봇팔의현재위치와함께로봇팔의자세경계제한의구성한안전플레인및자세경계제한을표시한다. 안전경계 항목에서시각화토글을선택하면모든구성경계항목은 (  아이콘표시) 현재선택한경계제한과함께표시된다.

(활성) 안전플레인은노란색과검은색으로표시하며, 작은화살표가플레인수직선을표현한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은파란색과녹색으로표시된다. 작은화살이 감소 모드로전환되는것을트리거하지않는 플레인의측면을나타낸다. 탭왼쪽의패널에서안전플레인을선택했다면대응하는 3D 재현이강조표시된다.

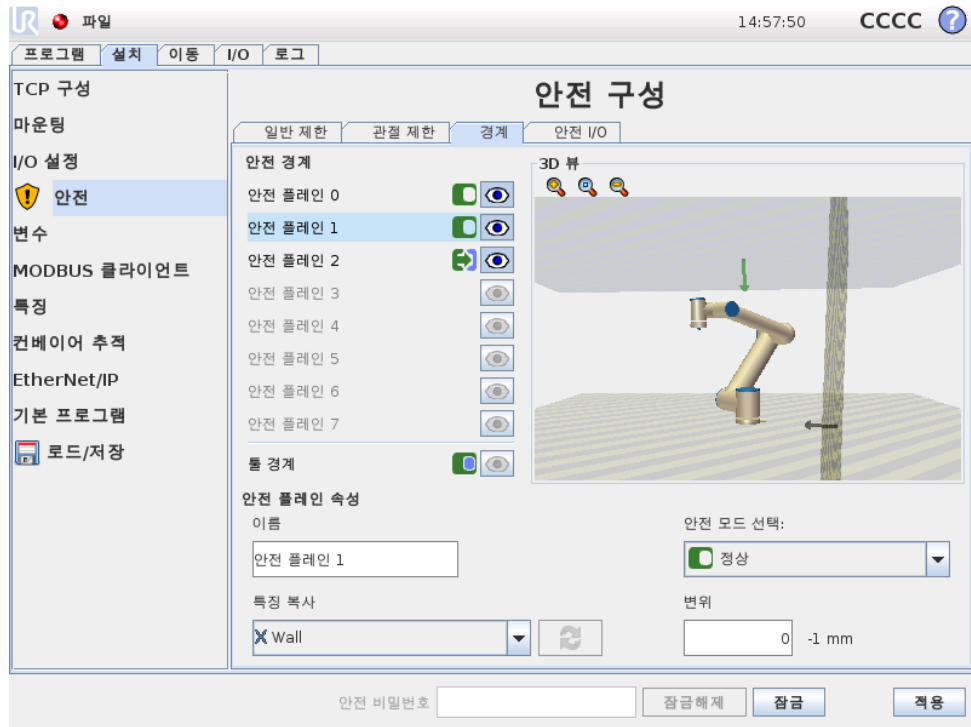
툴자세경계제한은원뿔및로봇툴의현재자세를나타내는벡터와함께표시된다. 원뿔의내부는툴자세 (벡터) 에허용되는영역을나타낸다.

플레인또는툴경계제한을구성했지만활성화하지않았다면시각화는회색이다.

돋보기아이콘을눌러서확대/축소하거나손가락을옆으로끌어서뷰를바꿀수있다.

### 10.12.3 안전플레인구성

탭아래의 안전플레인속성이왼쪽위탭의 안전경계 패널에서선택한안전패널을구성한다.



이름 이 이름 텍스트 필드에서사용자는선택한안전플레인의이름을배정할수있다. 텍스트 필드를누르고, 이름을입력하는것으로바꿀수있다.





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

선택한특징의 z-축은허용하지않는영역을가리키며, 플레인노멀은반대방향을가리킨다. 베이스 특징을선택했을때에는예외인데, 이때에는플레인노멀과같은방향을가리킨다. 플레인이 트리거감소모드 플레인으로구성되면 ( 10.12.3참조), 플레인노멀은 감소 모드로전환하지 않는 플레인측면을나타낸다.

특징선택으로안전플레인을구성하면위치정보는안전플레인으로 복사만되고, 플레인은특징에연결되지 않는다. 이는안전플레인구성을위해사용한특징의위치또는자세를변경하면안전플레인이자동으로업데이트되지않는다는의미이다. 특징이변경되면특징선택기위에있는 ⚠ 아이콘으로이를표시한다. 선택기옆의 ↻ 버튼을클릭하여특징의현재위치및자세로안전플레인을업데이트한다. ⚠ 아이콘은설치에서선택한특징을삭제해도표시된다.

안전모드 안전플레인에대한 안전모드를선택하기위하여다음모드가있는 안전플레인속성 패널오른쪽의드롭다운메뉴를사용한다:

저작권 © 2009-2016 by Universal Robots A/S. 모든 권리 보유.

사용하지않음	안전플레인이 절대로활성화되지않는다.
 정상	안전시스템이 정상 모드이고, 정상 모드플레인이 활성이라면로봇 TCP 위치에대하여 엄격한제한으로작용한다.
 감소	안전시스템이 감소 모드이고, 감소 모드플레인이 활성이라면로봇 TCP 위치에대하여 엄격한제한으로작용한다.
 정상및감소	안전시스템이 정상 또는 감소 모드이고, 정상및감소 모드플레인이 활성이라면로봇 TCP 위치에대하여 엄격한제한으로작용한다.
 트리거감소모드	안전시스템이 정상 또는 감소 모드라면 트리거감소모드 플레인이 활성이고, 로봇 TCP 가그너머에위치에있는한이안전시스템이 감소 모드로전환하게만든다.

선택한 안전모드는 안전경계 패널의대응항목에서아이콘으로표시되어있다. 안전모드를 사용하지않음으로지정하면아이콘이표시되지않는다.

변위 안전플레인속성 패널의왼쪽아래에서드롭다운메뉴로특징을선택하면, 안전플레인은이패널의오른쪽아래부분에있는 변위 텍스트필드를눌러서이동할수있다. 양수값을입력하면플레인정규에서반대방향으로플레인을이동하는것으로로봇의허용작업영역을증가하는반면, 음수값을입력하면플레인정규방향으로플레인을이동하는것으로허용영역을감소한다.

경계플레인변위에대한허용오차와단위는텍스트필드오른쪽에표시된다.

엄격한제한 플레인의효과 예상궤도를따라서계속이동하면 TCP 위치가허용오차를뺀활성인엄격한제한플레인을건너는경우에프로그램실행이멈춘다 ( 10.4참조). 참고로음수표시가있는허용오차값은실제입력값에서허용오차를뺀다는의미일뿐이다. TCP 위치가제한을 (허용오차없이) 초과하면안전시스템은정지카테고리 0 을수행한다.

트리거감소모드 플레인의효과 보호정지가적용되지않고, 안전시스템이특별 복구모드에있지않다면 ( 10.6참조), 이는 정상 또는 감소 모드에있고, 로봇팔움직임은 해당제한세트로제한된다.

기본값으로안전시스템은 정상 모드에있다. 이는다음상황중하나가발생하면 감소모드가된다:

- a) 로봇 TCP 위치가어떠한 트리거감소모드 플레인너머에있다. 즉 플레인시각화에서작은화살표방향의 반대쪽에 있는플레인쪽에있다.
- b) 감소모드가안전입력기능이구성되었고입력신호가났다 (자세한정보는 10.13 참조).

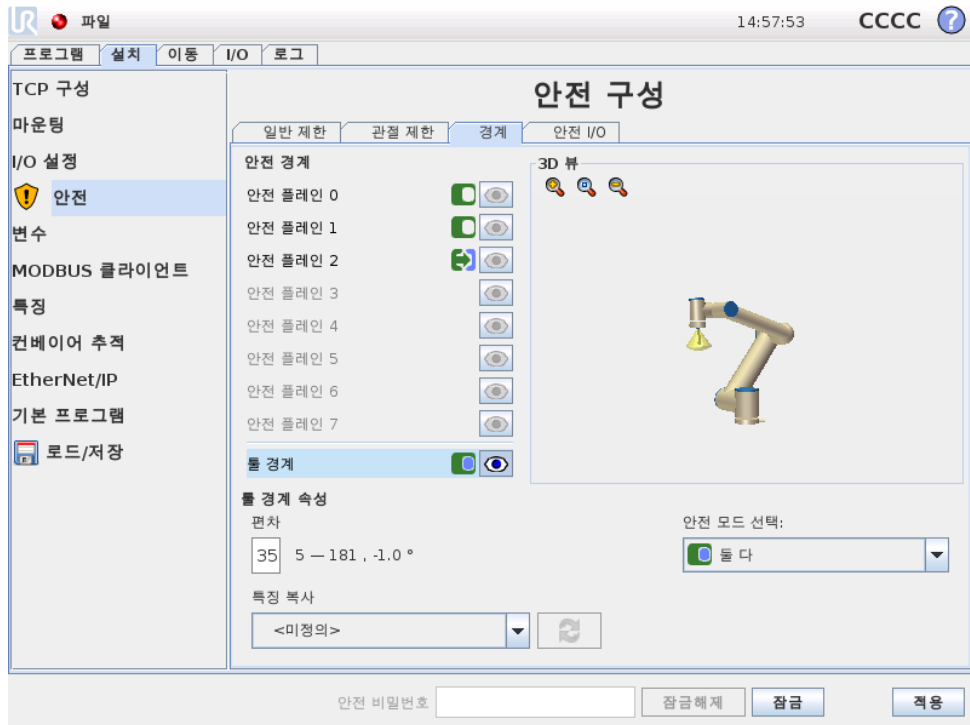
위사항중어느것도더이상적용되지않으면안전시스템이다시 정상 모드로전환된다. 정상에서 감소 모드로의전환이 트리거감소모드 플레인을통과하는것으로발생하면, 정상 모드제한세트가 감소 모드제한세트로전환한다. 로봇 TCP 가 20mm 또는이보다가깝게 트리거감소모드 플레인에위치하면 (하지만여전히 정상 모드쪽임),

정상 및 감소 모드제한중에서더허용되는것이각제한값에적용된다. 일단로봇 TCP 가 트리거감소모드 플레인을통과하면 정상 모드제한세트가더이상활성이아니고 감소 모드제한세트가강제적용된다.

감소에서 정상 모드로의전환이 트리거감소모드 플레인을통과하는것으로발생하면, 감소 모드제한세트가 정상 모드제한세트로전환한다. 로봇 TCP 가 트리거감소 모드 플레인을통과하자마자 정상 및 감소 모드제한중에서더허용되는것이각제한 값에적용된다. 일단로봇 TCP 가 트리거감소모드 플레인에서 20 mm 이상의거리 에서위치하고있다면 (정상 모드쪽), 감소 모드제한세트가더이상활성이아니고 정 상 모드제한세트가강제적용된다.

만약에예측한계도로로봇 TCP 가 트리거감소모드 플레인을통과하면, 새제한세트 에서관절속도, 톨속도또는운동량제한을초과할것같은경우에플레인을통과하기전 부터로봇팔이감속하기시작한다. 참고로이는 감소 모드제한세트에서더제한적이어 야하므로, 이러한조기감속은 정상에서 감소 모드로전환하는도중에만발생할수있 다.

10.12.4 톨경계구성






탭맨아래에있는 톨경계속성 패널은원하는툴자세로구성된로봇툴자세의제한및이 자세에서허용된최대편차제한을정의한다.

편차 편차 텍스트필드는원하는자세에서로봇툴자세의최대허용편차값을표시한 다. 텍스트필드를누르고, 새값을입력하는것으로이값을바꿀수있다.

허용값범위및편차의허용오차와단위가텍스트필드옆에있다.

특징복사 로봇툴의원하는위치는현재로봇설치의특징 ( 13.12 참조) 을사용하여지 정한다. 이제한을위하여선택한특징의 z-축을원하는툴자세벡터로사용하게된다.

틀경계속성 패널의 왼쪽아래부분에 있는 드롭다운 메뉴를 사용하여 특징을 선택한다. 포인트와 플레인 형식 특징만 사용할 수 있다. < 미정의 > 항목을 선택하면 플레인 구성을 지운다.

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

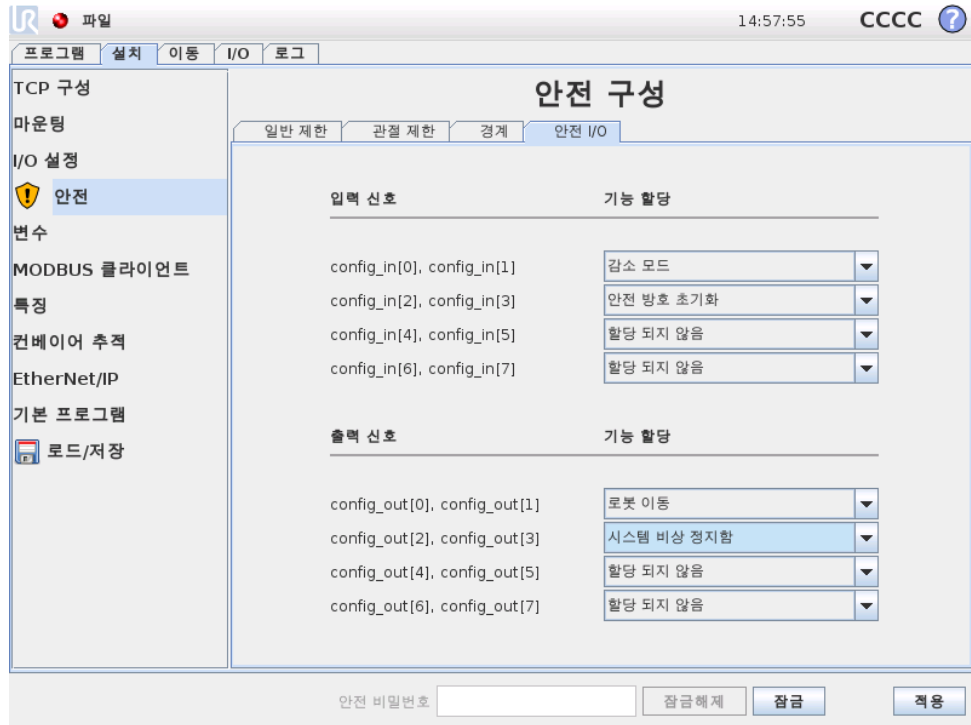
**안전모드** 안전 플레인에 대한 안전모드를 선택하기 위하여 틀경계속성 패널 오른쪽의 드롭다운 메뉴를 사용한다: 선택 가능한 옵션:

사용하지 않음	틀경계제한은 절대로 활성화되지 않는다.
<input checked="" type="radio"/> 정상	안전시스템이 정상 모드라면 틀경계제한이 활성화이다.
<input type="radio"/> 감소	안전시스템이 감소 모드라면 틀경계제한이 활성화이다.
<input checked="" type="radio"/> 정상 및 감소	안전시스템이 정상 또는 감소 모드라면 틀경계제한이 활성화이다.

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

**효과** 예상 궤도를 따라서 계속 이동하는 경우, 툴 자세 편차가 허용 오차를 뺀 입력한 최대 편차를 초과하려고 할 때 프로그램이 멈춘다 ( 10.4 참조). 참고로 음수 표시가 있는 허용 오차 값은 실제 입력 값에서 허용 오차를 뺐다는 의미일 뿐이다. 툴 자세 편차가 제한을 (허용 오차 없이) 초과하면 안전시스템은 정지 카테고리 0 을 수행한다.

## 10.13 안전 I/O



이 화면은 컨피규어러블 입력 및 출력에 대한 안전 기능을 정의한다. I/O 는 입력과 출력으로 나뉘어져 있고, 짝지어져 있어서 각각 카테고리<sup>2</sup> 3 과 PLd I/O 기능을 제공한다.

각 안전 기능은 한쌍의 I/O 만 제어할 수 있다. 같은 안전 기능을 둘 짝으로 선택하면, 이를 그 전에 정의한 I/O 로부터 제거하게 된다. 입력은 안전 기능이 3 개 있고, 출력은 4 개 있다.

### 10.13.1 입력 신호

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

비상 정지 선택하면 터치 펜던트에 있는 비상 정지 버튼에 추가적으로 이를 하나 더 할 수 있게 된다. ISO 13850:2006 을 준수하는 올바른 장치를 부착하면 터치 펜던트의 비상 정지와 동일한 기능을 제공한다.

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

<sup>2</sup>ISO 13849-1 에 따르면, 자세한 정보는 용어집 참조.

안전방호초기화 안전방호정지가안전 I/O 에연결되어있다면, 초기화가트리거될 때까지이입력을사용하여안전방호정지상태를유지한다. 안전방호정지상태에서는 로봇팔이이동하지않는다.



경고:

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

3-위치스위치 및 작업모드 이는설치및로봇프로그래밍시 3-위치이용가능장치를 추가보호기능을사용할수있는옵션을제공한다. 3-위치스위치 입력을구성하면로봇은 “실행모드” 또는 “프로그래밍모드” 가된다. 오른쪽위구석에현재작업모드를표시하는아이콘이나타남:



실행모드: 로봇은미리정의된작업만수행할수있다. 이동탭과프리드라이브모드는사용할수없다.



프로그래밍모드: 실행모드에있는제한이해제된다. 하지만 3-위치스위치 입력이낮으면로봇의안전방호정지된다. 또한스피드슬라이더는 250 mm/s 에해당하는초기값으로지정되어있고더높은속도에도달하기위해증분하여증가할수있다. 3-위치스위치 입력은낮음에서높음으로변경되면속도슬라이더는낮은값으로초기화된다.

작업모드선택구성에는두가지방법이있음:

1. 외부모드선택장치로작업모드를선택하려면 작업모드 입력을구성한다. 3-위치스위치 입력이구성되고나면드롭다운메뉴에구성메뉴가나타난다. 로봇은 작업모드 입력이낮으면 실행모드에있게되고높으면 프로그래밍모드에있게된다.
2. Polyscope 에서작업모드를선택하려면 3-위치스위치 입력만이구성되고이것이 안전구성에적용되어야한다. 이경우에기본모드는 실행이다. 프로그래밍모드로변경하려면환영화면에서 “프로그램로봇” 버튼을선택한다. 실행모드로돌아가려면 “프로그램로봇” 화면에서나가기만하면된다.



참고:

3-위치스위치를포함하는안전 I/O 구성활성화가확인된다음에환영 화면이자동으로표시된다. 작업모드를 프로그래밍에서 실행으로 변경되어도환영화면이자동으로표시된다.

### 10.13.2 출력신호

출력신호에는다음 안전기능을선택할수있다: 모든신호는하이신호를트리거한상태가끝나면로우로돌아간다:

시스템비상정지 안전시스템을 비상정지 상태로트리거하면로우신호가주어진다. 그렇지않으면하이신호상태이다.

**로봇이동** 로우신호는로봇팔이이동상태일때주어진다. 로봇팔이고정위치에있으면, 하이신호가주어진다.

**로봇이정지하지않음** 로봇팔에정지요청을보내면, 요청시부터로봇팔이멈추는데까지는어느정도의시간이흘러야한다. 이시간동안에는신호가하이이다. 로봇팔이이동하고, 정지하도록요청을받지않았거나, 로봇팔이정지위치라면, 신호가로우이다.

**감소모드** 로봇팔이 감소 모드에있거나안전입력이 감소모드 입력으로구성되어있고신호가현재로우인경우에로우신호를보낸다. 그렇지않은경우에신호는하이이다.

**비감소모드** 는위에서정의한 감소모드의반대이다.



# 11 프로그래밍시작

## 11.1 소개

Universal Robots 팔은 튜브와 관절로 구성되어 있다. 관절 및 통상적인 이름은 도해 11.1에서 확인할 수 있다. 베이스는 로봇이 마운트된 곳이며 반대쪽 끝에 있는 (리스트 3) 에 로봇틀이 부착되어 있다. 관절 동작을 맞추어서 움직이는 것으로 로봇은 자유롭게 틀을 움직일 수 있는데, 베이스 바로 위와 바로 아래 영역은 예외이다.

PolyScope 는 로봇팔, 컨트롤박스 작동, 로봇 프로그램 실행, 프로그램의 손쉬운 작동을 수행할 수 있는 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI) 이다.

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



위험:

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

## 11.2 시작하기

PolyScope 을 사용하기 전에 로봇팔과 컨트롤박스를 설치하고, 컨트롤박스를 켜야 한다.

### 11.2.1 로봇팔과 컨트롤박스 설치하기

로봇팔과 컨트롤박스를 설치하는 방법:

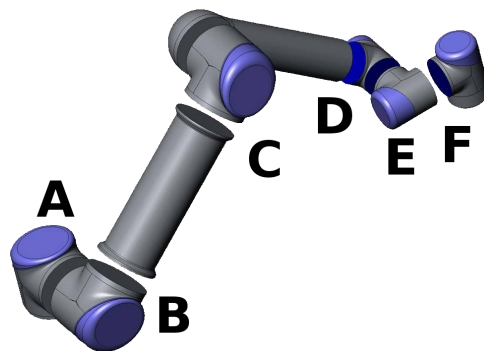


Figure 11.1: 로봇의 관절. A: 베이스, B: 숄더, C: 엘보우 및 D, E, F: 리스트 1, 2, 3

1. 로봇팔과컨트롤러박스를꺼낸다.
2. 로봇팔을건고하고진동이없는표면에마운트한다.
3. 컨트롤박스를그아래에둔다.
4. 로봇과컨트롤박스사이어로봇케이블을삽입한다.
5. 컨트롤박스의전원을연결한다.



경고:

전복위험로봇이건고한표면에고정되어있지않으면, 로봇이쓰러지고손상을줄수있다.

상세한설치안내는 하드웨어설치설명서에있다. 로봇팔로무엇을하든위험평가를할필요가있다.

### 11.2.2 컨트롤박스켜기및끄기

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

컨트롤박스를종료하려면화면의녹색버튼을누르거나, 환영화면의 종료 버튼을사용한다 ( 11.4 참조).



경고:

벽의소켓에서플러그를뽑으면로봇파일시스템에손상을일으키고로봇에장애를줄수있다.

### 11.2.3 로봇팔켜기및끄기

컨트롤박스가켜져있고, 비상정지버튼이켜져있지않으면로봇팔을켜수있다. 초기화화면 ( 11.5 참조) 의 켜기 버튼을누른다음에 시작을눌러서로봇팔을켜수있다. 로봇을시작하면브레이크를해제하는동안소리를내고약간움직인다.

로봇팔의전원은초기화화면에서 끄기 버튼을누르는것으로끝수있다. 로봇팔은컨트롤박스를종료하는경우에도자동으로전원이꺼진다.

### 11.2.4 빠른시작

설치한다음에로봇을빨리시작하려면다음단계를따른다.

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

6. 적용한안전구성확인의확인 대화를기다렸다가 안전구성확인 버튼을누른다. 이는 위험평가에따라서조정할필요가있는안전매개변수의초기세트를적용한다.
7. 비상정지버튼을잠금해제한다. 로봇상태가 비상정지함에서 전원꺼짐으로바뀐다.
8. 로봇이닿는길밖으로다닌다 (작업영역).
9. 터치스크린에서 켜기 버튼을누른다. 로봇상태가 유힬로바뀔때까지몇초동안 기다린다.
10. 페이로드질량과선택한마운팅이올바른지확인한다. 센서데이터를기준으로하는마운팅이선택한마운팅과일치하지않으면알림을받게된다.
11. 터치스크린에서 시작 버튼을누른다. 이제로봇은브레이크를해제하면서소리를내고약간움직인다.
12. 확인 버튼을누르면, 환영 화면이나타난다.

### 11.2.5 첫 프로그램

프로그램은로봇에부여하는명령목록이다. PolyScope 은프로그래밍경험이거의없는사람도로봇프로그램을작성할수있게해준다. 대부분의작업의경우, 프로그래밍은 까다로운명령입력없이터치패널을사용하는것만으로수행된다.

틀동작은로봇프로그램의중요한일부이기때문에로봇에이동방법을가르치는것을필수적이다. PolyScope 에서틀이동은일련의 웨이포인트를부여하여수행하는데, 이는로봇의작업영역안에있는 포인트들이다. 웨이포인트는로봇을특정위치로이동시켜결정하거나, 소프트웨어로계산할수있다. 로봇팔을특정위치로이동하려면이동탭 (13.1 참조) 을사용하거나, 간단하게터치펜던트뒷면에있는 프리드라이브버튼을누른채로봇팔을해당하는자리로당긴다.

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

시작한로봇에대하여간단한프로그램을만들려면다음을수행한다:

1. 로봇프로그램하기 버튼을누르고 빈프로그램을선택한다.
2. 다음 버튼을누르고 (오른쪽아래) 화면왼쪽트리구조에서 < 비어있음 > 라인을선택한다.
3. 구조 탭으로이동한다.
4. 이동 버튼을누른다.
5. 명령 탭으로이동한다.
6. 다음 버튼을누르고, 웨이포인트 설정으로이동한다.
7. ? 그림옆에있는 “이웨이포인트를지정함” 버튼을누른다.
8. 이동 화면에서다양한파란색화살표를눌러서로봇을이동하거나, 터치펜던트뒷면에있는 프리드라이브 버튼을누른상태에서로봇팔을당긴다.
9. 확인을누른다.
10. 이전에웨이포인트추가함을누른다.
11. ? 그림옆에있는 “이웨이포인트를지정함” 버튼을누른다.

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

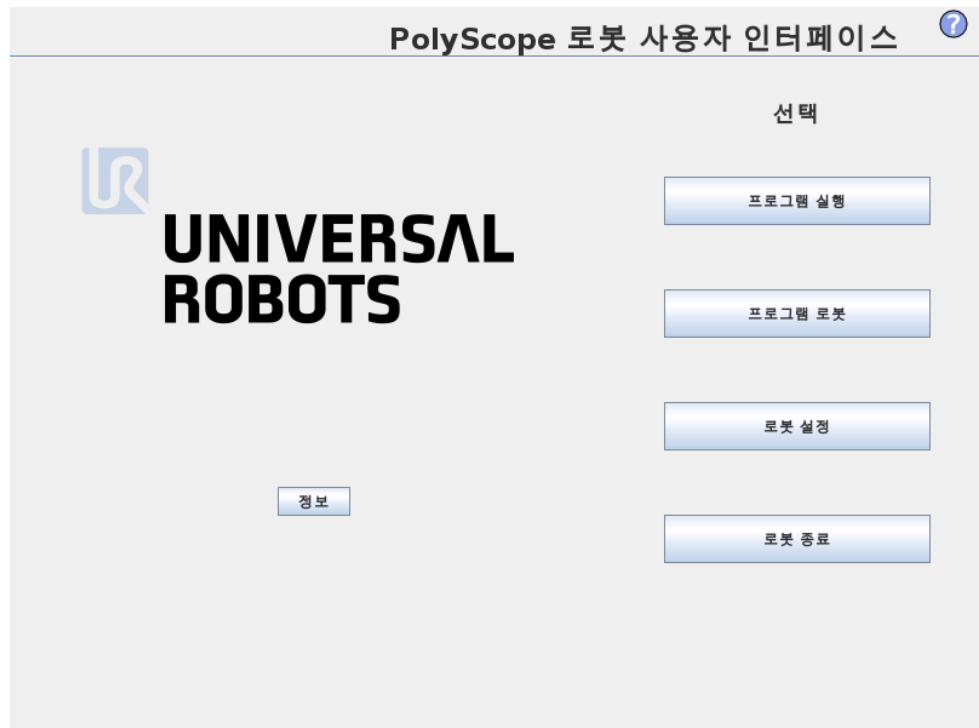


경고:

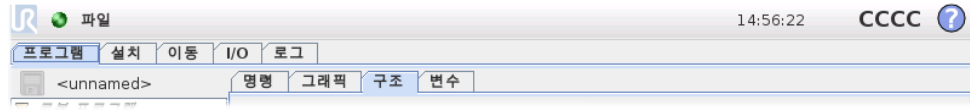
1. 로봇이 손상될 수 있으므로 로봇을 자체 또는 다른 것에 부딪히지 않게 한다.
2. 로봇이 닿지 않는 (작업공간) 거리에 머리와 몸을 둔다. 끼일 수 있는 곳에는 손가락을 대지 않는다.
3. 이는 UR 로봇을 얼마나 쉽게 사용할 수 있는지 보여주는 빠른 시작 가이드이다. 이는 해롭지 않은 환경과 매우 주의 깊은 사용자를 가정한다. 속도 또는 가속도는 기본값을 초과하여 높이지 않는다. 로봇을 작동하기 전에는 언제나 위험 평가를 수행한다.

### 11.3 PolyScope 프로그래밍 인터페이스

PolyScope 는 컨트롤 박스에 부착한 터치스크린에서 실행된다.



위도해는환영화면을제시한다. 화면에서파란색영역은손가락또는펜의뒤쪽끝으로 누를수있는버튼이다. PolyScope 는화면에서계층구조를가지고있다. 프로그래밍 환경에서화면에쉽게접근할수있도록화면은 탭으로배열되어있다.



이예에서 프로그램 탭은최상위수준에서선택하고, 그아래에서 구조 탭을선택했다. 프로그램 탭은현재로드한프로그램과관련된정보를담고있다. 이동 탭을선택하면 이동 화면으로바뀌고, 여기에서로봇팔을움직일수있다. 마찬가지로 I/O 탭을선택 하는것으로전기 I/O 현재상태를모니터링하고변경할수있다.

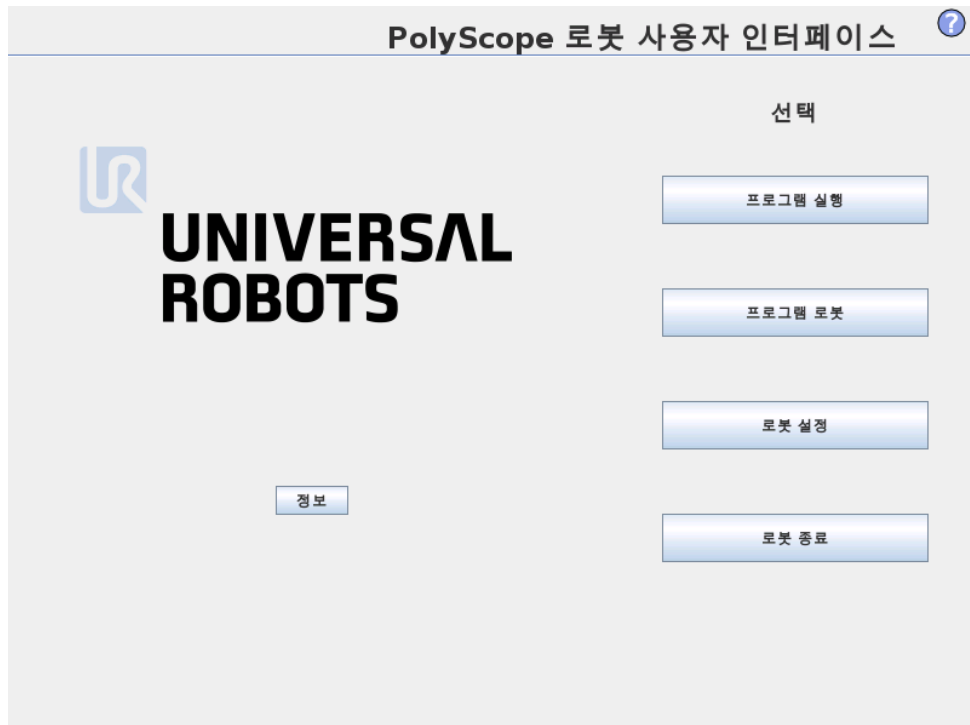
컨트롤박스또는터치펜던트에마우스와키보드를연결하는것이가능하지만, 필수적 이지는않다. 거의모든텍스트필드는터치가가능하므로, 이를누르면화상키패드또는 키보드가나타난다. 터치입력이되지않는텍스트필드는편집기아이콘이옆에있고, 이 것이관련입력편집기를실행한다.



화상키패드와키보드및표현식편집기아이콘이위에있다.

PolyScope 의다양한화면이다음항목에있다.

11.4 환영화면



컨트롤러 PC 를컨다음에환영화면이나타난다. 화면은다음옵션을제공한다:

- 프로그램실행: 기존프로그램을선택하고실행한다. 이는로봇팔과컨트롤박스를작동할수있는가장간단한방법이다.

- 프로그램로봇: 프로그램을 바꾸거나 새 프로그램을 생성한다.
- 로봇설정: 언어변경, 비밀번호지정, 소프트웨어업그레이드등.
- 로봇종료: 로봇팔의 전원을 끄고, 컨트롤러박스를 종료한다.
- 정보: 소프트웨어 버전, 호스트네임, IP 주소, 일련번호, 법적사항등의 내용을 제공한다.

## 11.5 초기화화면



이화면에서는 로봇팔의 초기화를 제어한다.

### 로봇팔상태표시기

상태 LED 는 로봇팔의 실행상태를 표시한다:

- 밝은 빨간색 LED 는 로봇팔이 현재 정지상태라는 것을 나타내며, 그 이유는 여러 가지일 수 있다.
- 밝은 노란색 LED 는 로봇팔이 켜져 있지만, 정상작업을 위한 준비가 되어 있지 않다는 것을 나타낸다.
- 마지막으로 녹색 LED 는 로봇팔이 켜져 있고, 정상작업을 위한 준비가 되어 있다는 것을 나타낸다.

LED 옆에 나타나는 문자는 로봇팔의 현재상태를 더 구체적으로 알려준다.

### 액티브페이로드 및 설치

로봇팔을 켜면, 컨트롤러가 사용하는 페이로드 질량이 흰색의 작은 텍스트 필드에 표시된다. 이 값은 텍스트 필드를 누르고, 새 값을 입력하는 것으로 바꿀 수 있다. 이 값을 설정

하는것은로봇설치페이로드를수정하지않으며 ( 13.6 참조), 컨트롤러가페이로드질량을사용할수있도록지정할뿐이다.

마찬가지로현재로드한설치파일이름은회색텍스트필드에표시되어있다. 텍스트필드를누르거나그옆의 로드 버튼을사용하여다른설치를로드할수있다. 반면에화면의아래쪽에있는 3D 뷰옆의버튼을사용하여로드한설치를사용자정의할수있다.

로봇팔을시작하기전에액티브페이로드와액티브설치가로봇팔의실제상황에대응하는지확인하는것이중요하다.

### 로봇팔초기화



**위험:**

로봇팔을시작하기전에실제페이로드와설치가올바른지언제나확인해야한다. 이설정이틀리면로봇팔과컨트롤박스는올바르게기능하지않고, 주위에있는사람또는장비에위험할수있다.



**주의:**

로봇팔이장애물에부딪히게하면관절기어박스를손상시킬수있으므로로봇팔이장애물또는테이블에접촉하지않는지확인하는것이중요하다.

녹색아이콘이있는큰버튼은로봇팔의실제초기화를수행한다. 여기에있는텍스트와이것이수행하는액션은로봇팔의현재상태에따라서변경된다.

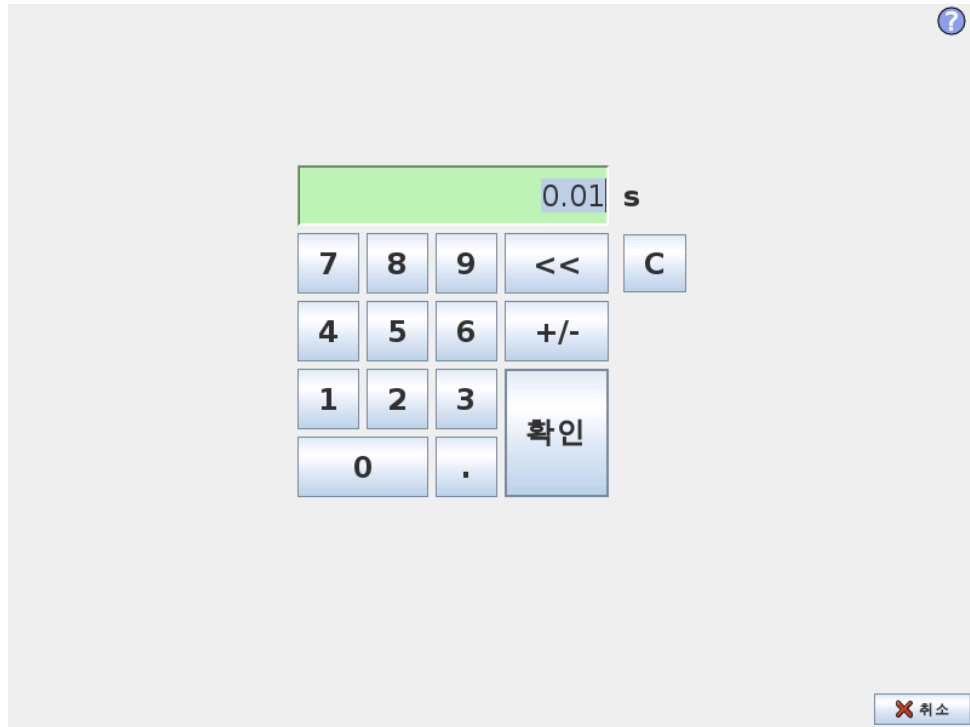
- 컨트롤러 PC 가켜진후, 로봇팔을켜기위해버튼을한번눌러야한다. 로봇팔은그다음에 전원켜짐으로변하고, 그다음에는 유휴 상태가된다. 비상정지가되면로봇팔을컬수없고, 이버튼은사용할수없다.
- 로봇팔이 유휴 상태가되면버튼을다시한번눌러서로봇팔을시작해야한다. 이때센서데이터를로봇팔의마운팅구성과대조하여점검하게된다. 불일치사항이발견되면 (허용오차 30°) 버튼이꺼지고, 오류메시지가그아래에나타난다. 마운팅확인에서통과했다면, 버튼을누르면모든관절브레이크를해제하고, 로봇팔이정상작업준비가된다. 브레이크해제도중로봇은소리를내고약간움직인다.
- 로봇팔이시작후에안전제한을위반하면특별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

마지막으로, 빨간아이콘이있는더작은버튼은로봇팔을끈다.



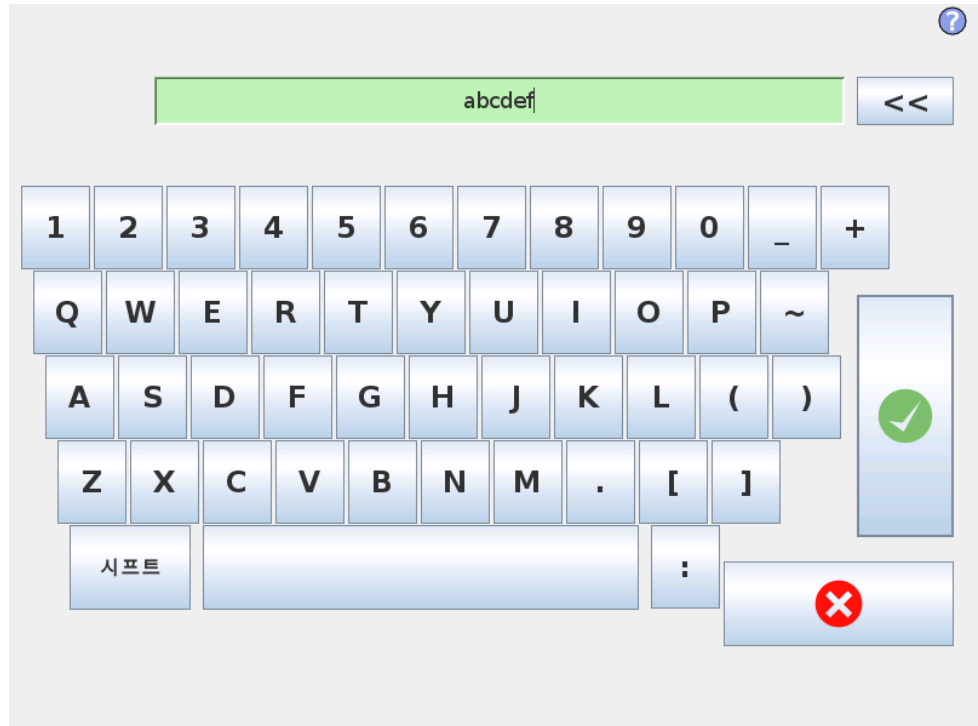
## 12 화상편집기

### 12.1 화면키패드



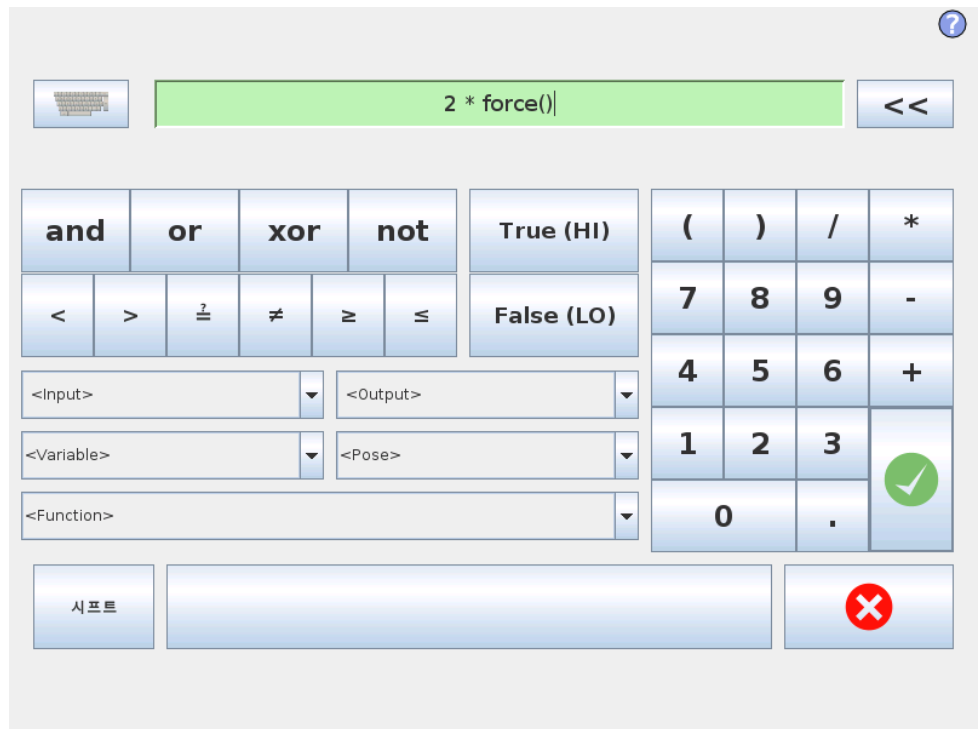
간단한숫자입력및편집도구. 많은경우에입력한값의단위가숫자옆에표시된다.

## 12.2 화면키보드



간단한 텍스트 입력 및 편집 도구. 시프트 키를 사용하여 추가 로 특수 문자를 쓸 수 있다.

## 12.3 화면표현식편집기



표현식은 텍스트로 편집하지만, 표현식 편집기는 곱하기 \*, 미만 또는 동등함을 의미하는 ≤ 등의 특별 표현식 심볼을 삽입하기 위한 다수의 버튼과 심볼이 있다. 화면 오른쪽 위

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

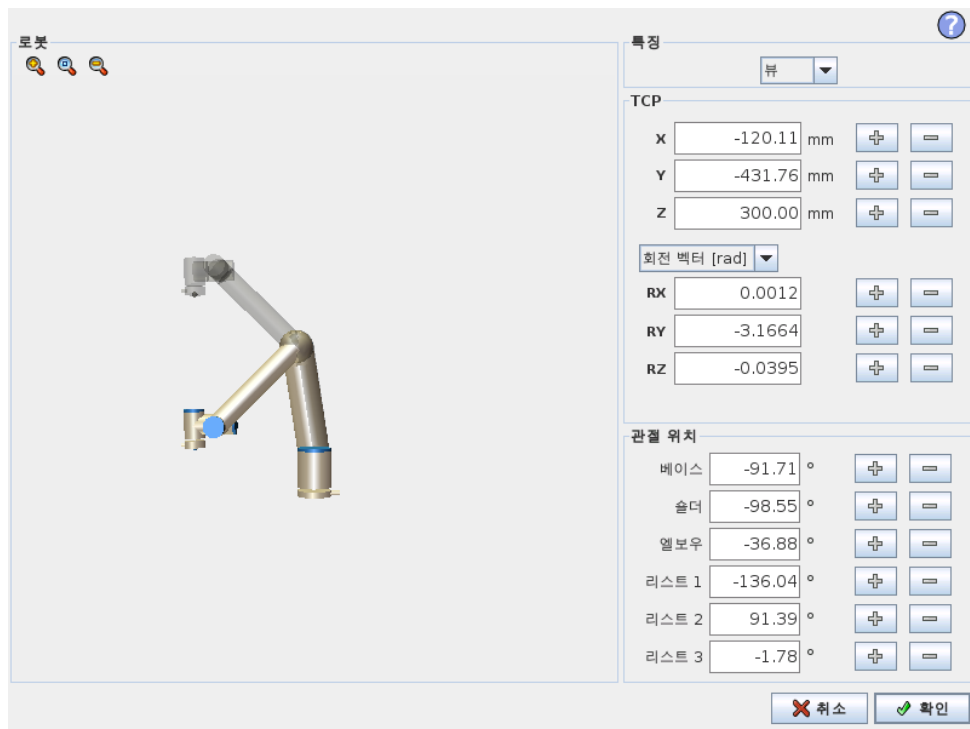
확인 버튼을누르면표현식의문법적오류를검사한다. 취소 버튼은화면을떠나고, 모 든변경을취소한다.

표현식의예:

디지털-인  $[1]^2$  참및아날로그-인  $[0]<0.5$

## 12.4 포즈편집기화면

이화면에서타겟관절위치또는타겟포즈를지정할수있다 (위치및자세). 화면이 “오 프라인” 이고로봇팔을직접제어하지않는다.



### 로봇

로봇팔의현재위치및지정한새타겟위치가 3D 그래픽으로표시된다. 로봇팔의 3D 드로잉은로봇팔의현재위치를보여주고, 로봇팔의 “그림자” 가화면오른쪽에서지정 된값으로제어되는로봇팔의타겟위치를표시한다. 돋보기아이콘을눌러서확대/축소 하거나손가락을옆으로끌어서뷰를바꿀수있다.

만약에로봇 TCP 의지정한대상위치가안전또는트리거플레인에가까이오거나, 로봇 틀의자세가틀자세경계제한근처로오면 ( 10.12 참조), 대략적인경계제한을 3D 로 표현하여보여준다.

안전플레인은노란색과검은색으로시각화하며, 작은화살표가플레인수직선을표현 한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은 파란색및녹색으로표시되고, 플레인의측면을가리키는작은화살표가있는데, 이는 정상 모드제한 ( 10.6 참조) 이활성화된곳이다. 틀자세경계제한은원뿔및로봇틀의

현재 자세를 나타내는 벡터와 함께 표시된다. 원뿔의 내부는 툴 자세 (벡터) 에 허용되는 영역을 나타낸다.

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

### 특징 및 툴 위치

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

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

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

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

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

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

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

### 관절 위치

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

### 확인 버튼

이 화면을 이동 탭 ( 13.1 참조) 에서 활성화 하면, 확인 버튼을 클릭하는 것으로 이동 탭에 돌아가고, 여기에서 로봇 팔이 지정 한 대상으로 이동한다. 마지막으로 지정 한 값이 툴 좌표 라면 로봇 팔은 MoveL 이동 형식을 사용하여 대상 위치로 이동하고, 관절 위치를 마지막으로 지정했다면 로봇 팔은 MoveJ 이동 형식으로 대상 위치로 이동한다. 여러 가지 이동 형식은 14.5에서 설명해 놓았다.

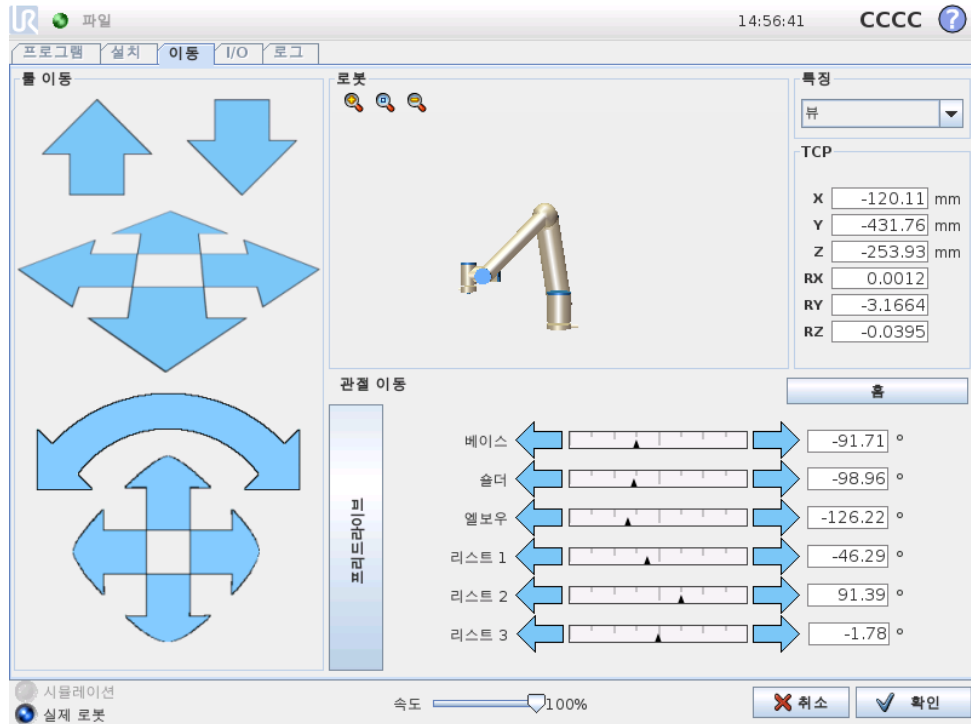
### 취소 버튼

취소 버튼을 클릭하면 화면을 떠나고, 모든 변경을 취소한다.

# 13 로봇제어

## 13.1 이동탭

이 화면에서는언제나로봇틀이동/회전또는로봇관절을개별적으로이동하여로봇팔을직접이동 (조그) 할수있다.



### 13.1.1 로봇

로봇팔의현재위치는 3D 그래픽으로보여준다. 돋보기아이콘을눌러서확대/축소하거나손가락을옆으로끌어서뷰를바꿀수있다. 뷰 기능을선택하고 3D 드로잉표시각도를회전하여뷰를실제로봇팔과맞추어서로봇팔제어를위해가장적합한느낌을만들어낼수있다.

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

안전플레인은노란색과검은색으로시각화하며, 작은화살표가플레인수직선을표현한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은과란색및녹색으로표시되고, 플레인의측면을가리키는작은화살표가있는데, 이는정상 모드제한 ( 10.6 참조) 이활성화된곳이다. 틀자세경계제한은원뿔및로봇틀의현재자세를나타내는벡터와함께표시된다. 원뿔의내부는틀자세 (벡터) 에허용되는영역을나타낸다.

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

### 13.1.2 특징 및 툴 위치

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

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

좌표계 또는 관절 위치를 클릭하는 것으로 값을 직접 편집할 수 있다. 이를 통해 포즈 편집기 화면으로 ( 12.4 참조) 이동하며, 툴 또는 대상 관절 위치를 위하여 대상 위치 및 자세를 지정할 수 있다.

### 13.1.3 툴 이동

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

참고: 버튼을 때면 언제든지 동작을 멈출 수 있다!

### 13.1.4 관절 이동

개별 관절을 직접 제어할 수 있게 한다. 각 관절은  $-360^{\circ}$   $+360^{\circ}$  이동할 수 있으며, 이는 각 관절에서 수평 바로 표시되는 기본 관절 제한이다. 관절이 관절 제한에도 달하면 더 이상 구동할 수 없다. 관절 제한을 기본과 다른 위치 범위로 구성했다면 ( 10.11 참조), 이 범위는 수평 바에서 빨간색으로 표시된다.

### 13.1.5 프리드라이브

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



경고:

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

## 13.2 I/O 탭



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

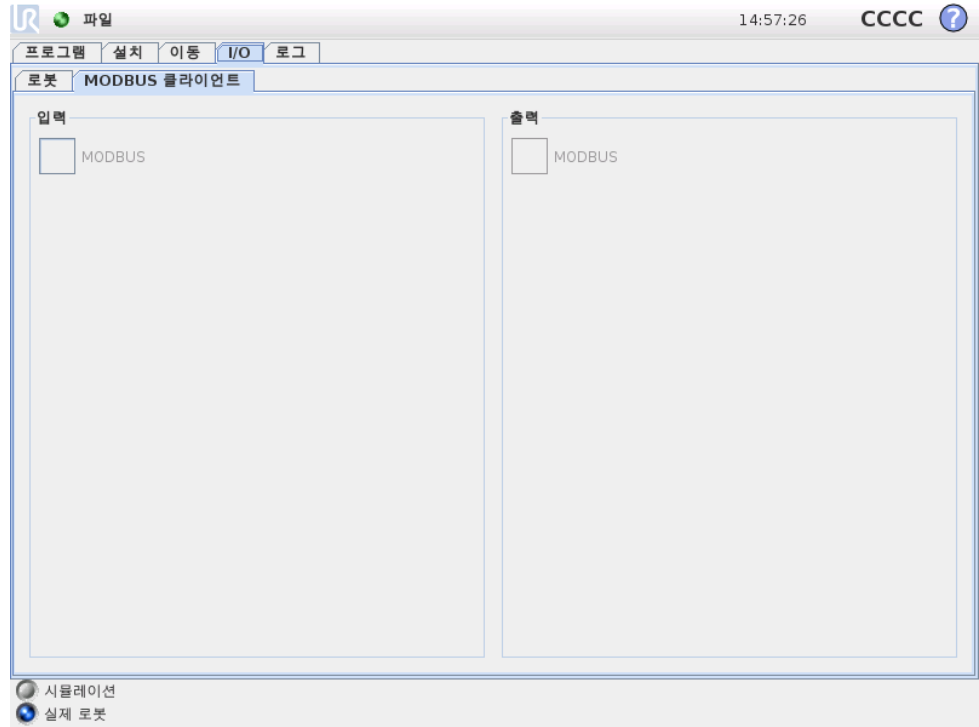
컨피규어러블 I/O 는 설치의 안전 I/O 구성 항목에서 특별한 안전 설정을 위해 지정할 수 있다 ( 10.13 참조). 지정된 것은 기본 또는 사용자 정의 이름 대신에 안전 기능 이름을 갖게 된다. 안전 설정을 위해 지정 한 컨피규어러블 출력은 끄거나 켤 수 없으며, LED 만으로 표시된다.

신호의 전기적 사양은 사용자 설명서에 기술되어 있다.

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

## 13.3 MODBUS 클라이언트 I/O

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



입력

디지털 MODBUS 클라이언트 입력의 상태를 확인한다.

출력

디지털 MODBUS 클라이언트 출력의 상태를 확인하고 이를 끄거나 켜거나 한다. I/O 탭 컨트롤에서 ( 13.8에서 설명함) 선택 사항이 이를 허용하는 경우에만 신호를 켜거나 끌 수 있다.

13.4 자동이동탭

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



애니메이션

애니메이션은로봇팔이수행할이동을보여준다.



주의:

애니메이션을실제로봇팔위치와비교하고, 로봇팔이장애물을치지 않고안전하게이동할수있는지확인한다.



주의:

자동이동기능은로봇의그림자궤도에따라서움직인다. 충돌은로봇 또는다른장비를손상시킬수있다.

자동

자동 버튼을눌러서애니메이션에있는대로로봇팔을이동할수있다. 참고: 버튼을떼면언제든지동작을멈출수있다!

수동

수동 버튼을누르면로봇팔을수동으로움직일수있는이동탭이나타난다. 이는애니메이션의동작을선택하지않는경우에만필요하다.

### 13.5 설치 → 로드/저장



로봇설치는작업환경에서로봇팔과컨트롤박스를배치하기위한모든양상을다룬다. 이는로봇팔을위한기계적인마운팅, 다른장비와의전기적연결및로봇프로그램이의존하는모든옵션을포함한다. 이는프로그램자체를포함하지는않는다.

이설정은 설치 탭에서다양한화면을사용하여설정할수있는데, 예외적으로 I/O 도메인은 I/O 탭에있다 ( 13.2 참조).

로봇을위해여러설치파일이있을수있다. 생성된프로그램은활성화된설치를사용하고, 사용할때자동으로이설치를로드한다.

설치에대한어떠한변경이라도전원을끄다음에보존이가능하도록저장해야한다. 설치에서저장하지않은변경사항이있다면, 설치 탭왼쪽의 로드/저장 텍스트옆에폴로피디스크아이콘이나타난다.

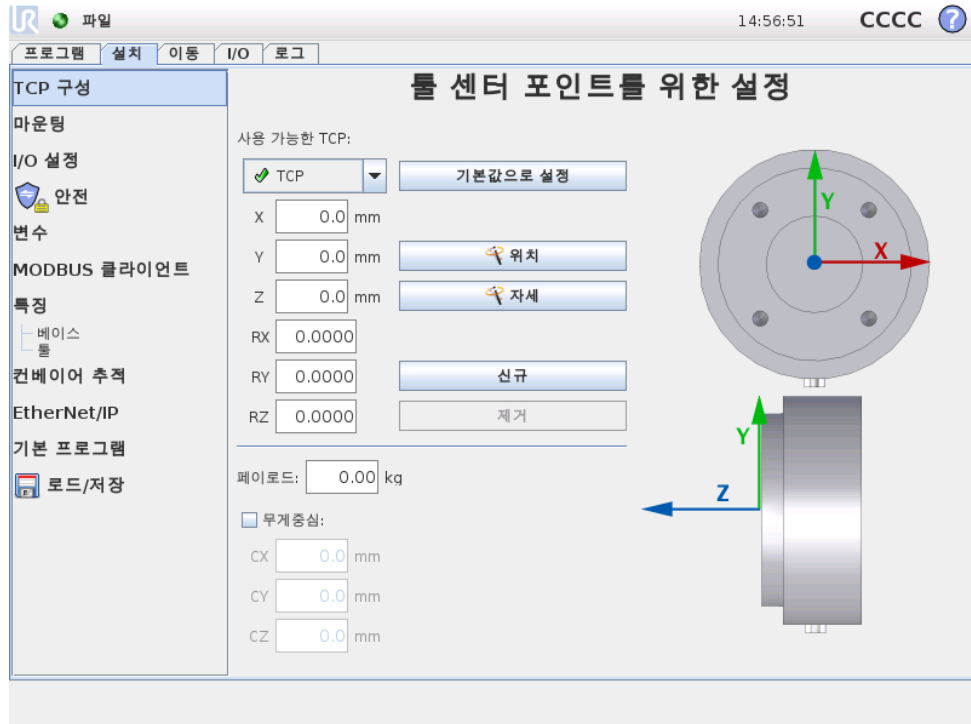
저장 또는 다른이름으로저장... 버튼을눌러서설치를저장할수있다. 또는프로그램을저장하면활성화상태인설치를저장하게된다. 다른설치파일을로드하려면 로드 버튼을사용한다. 새로생성 버튼은로봇설치의모든설정을공장기본값으로초기화한다.



주의:

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

### 13.6 설치 → TCP 구성



틀센터포인트 (TCP) 는로봇들의특성포인트. 여러지명된 TCP 를이화면에서정의할수있다. 화면그래픽에서표시한대로각 TCP 는툴출력플랜지의중앙에서상대적으로좌표이동과회전이주어진다. 위치좌표 X, Y, Z 는 TCP 위치를나타내고 RX, RY, RZ 는자세를나타낸다. 모든지정값이영이면 TCP 가툴출력플랜지중심점과일치하여화면오른쪽에있는좌표계를받아들인다.

#### 13.6.1 TCP 추가, 변경및제거

새 TCP 를정의하려면 신규 버튼을누른다. 생성된 TCP 는자동으로고유이름을받고드롭다운메뉴에서선택된다.

선택한 TCP 의좌표이동및회전은해당하는흰색텍스트필드를누르고새값을입력하는것으로변경할수있다.

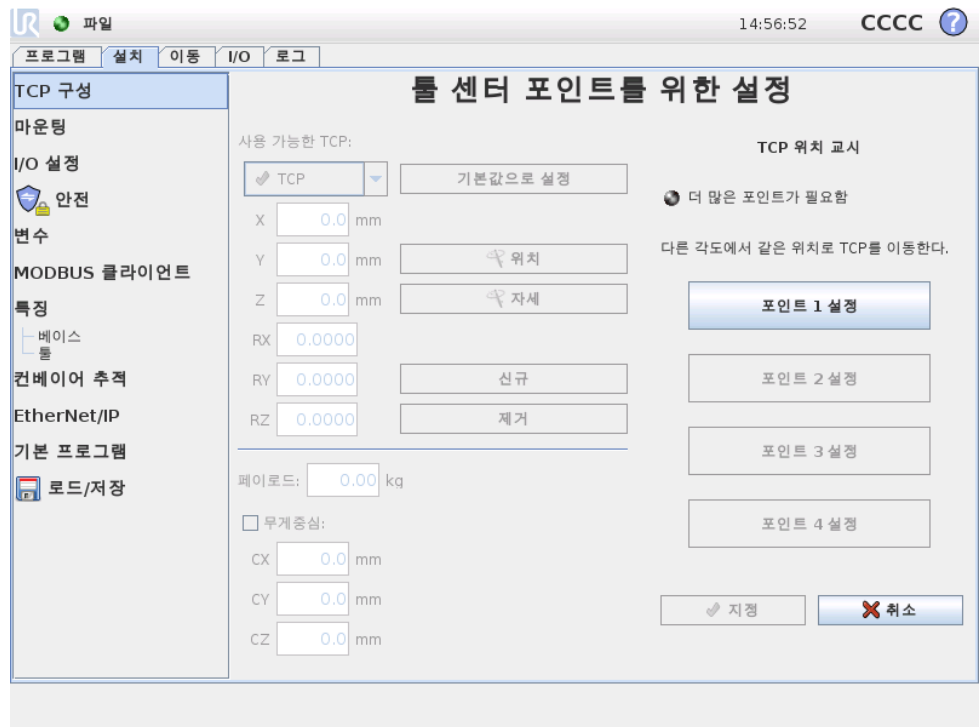
선택한 TCP 를제거하려면 제거 버튼을누르면된다. 마지막으로남은 TCP 는삭제할수없다.

#### 13.6.2 기본값및활성 TCP

구성된 TCP 중정확하게하나가 기본값이다. 기본값 TCP 는드롭다운 TCP 메뉴에있는이름왼쪽에서녹색아이콘으로표시되어있다. 현재선택한 TCP 를기본값으로설정하려면 기본값으로설정 버튼을누른다.

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

13.6.3 TCP 위치티칭



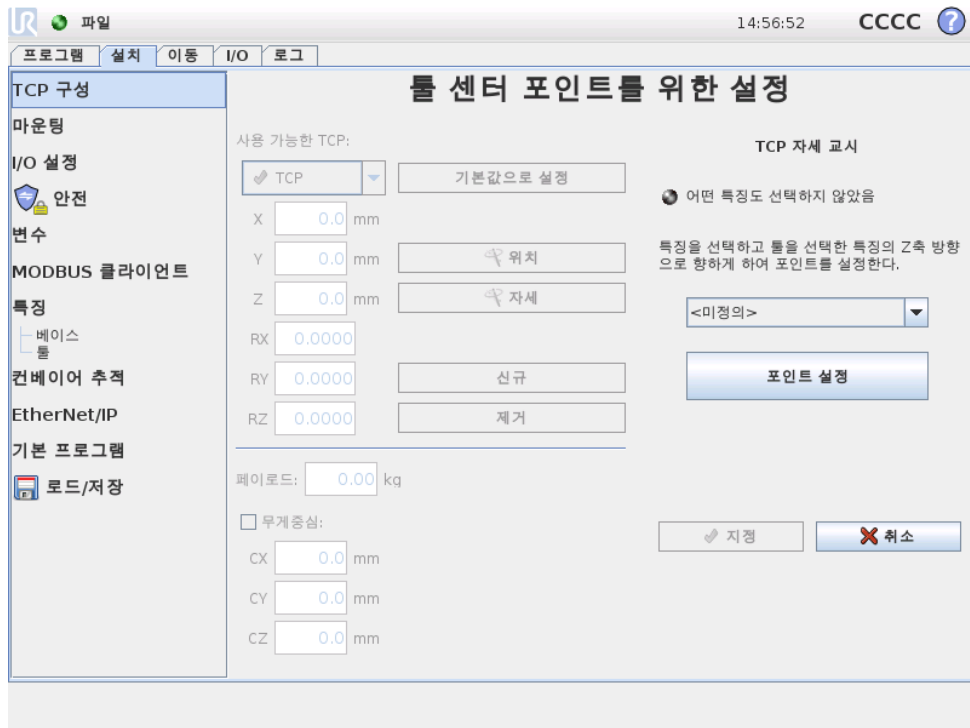
TCP 위치좌표는 다음과 같이 자동으로 계산할 수 있다:

1. 위치 버튼을 탭한다.
2. 로봇 작업 영역에서 고정된 포인트를 선택한다.
3. 최소 한 세 가지 각도에서 TCP 를 선택한 포인트로 이동하고 툴 출력 플랜지의 해당 위치를 저장하기 위해 화면 오른쪽의 버튼을 사용한다.
4. 계산한 TCP 좌표를 확인하고 지정 버튼을 사용하여 선택한 TCP 로 지정한다.

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

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

### 13.6.4 TCP 자세티칭



TCP 자세는 다음과 같이 자동으로 계산할 수 있다:

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

### 13.6.5 가반하중

로봇 툴무게는 화면 아래쪽에서 지정되어 있다. 이 설정을 변경하려면 흰색 텍스트 필드를 누르고 새로운 무게를 입력한다. 설정은 모든 정의한 TCP에 적용된다.

### 13.6.6 무게중심

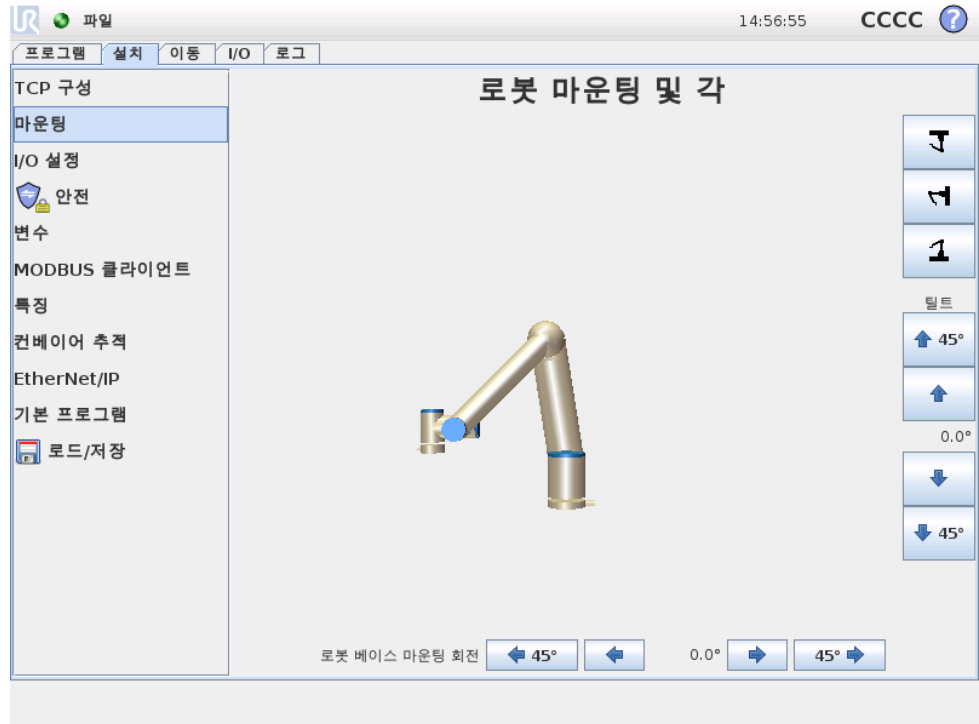
CX, CY, CZ 필드를 이용하여 툴의 무게중심을 지정할 수 있다. 툴 센터 포인트는 다른 것이 지정되지 않았다면 툴의 무게중심으로 가정한다. 설정은 모든 정의한 TCP에 적용된다.



경고:

올바른 설치 설정을 사용하는 것이 중요하다. 프로그램과 함께 설치과 일을 저장하고 불러온다.

### 13.7 설치 → 마운팅



여기서로봇팔의마운팅을지정한다. 이는두가지목적이있다:

1. 로봇팔을화면에서올바르게보이게한다.
2. 컨트롤러에중력방향을알려준다.

컨트롤러는고급역학모델을사용하여로봇팔을부드럽고정확하게움직이게하고, 프리드라이브 모드에서로봇팔자체를고정한다. 이때문에로봇팔의마운팅을정확하게 설정하는것이매우중요하다.



경고:

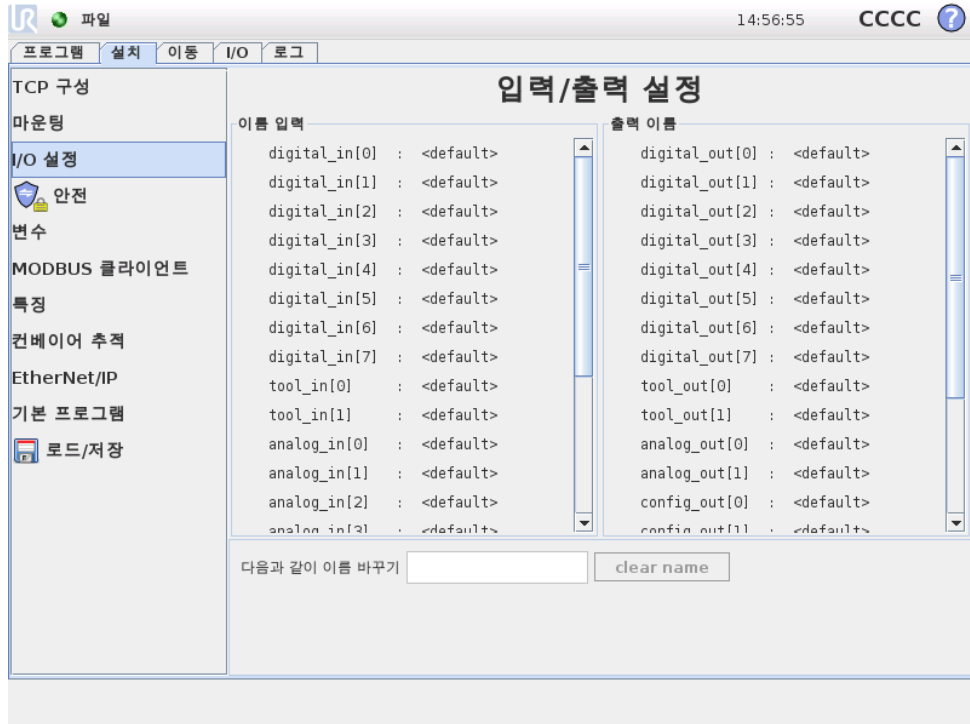
로봇팔마운팅을올바르게설정하지않으면자주보호정지가일어날수 있고, 프리드라이브버튼을눌렀을때로봇팔이움직일가능성이있다.

로봇팔은기본값대로평평한테이블또는바닥에마운팅될수있다. 이경우에는화면에 서변경할필요가없다. 하지만로봇팔이천장마운팅, 벽마운팅 또는비스듬하게마운팅되었다면, 푸시버튼으로이를조정해야한다. 화면의오른쪽에있는버튼이로봇팔마운팅각을지정한다. 맨위오른쪽버튼세개는각을천장 (180°), 벽 (90°), 바닥 (0°) 으로지정한다. 틸트 버튼은임의의각을지정하는데사용할수있다. 화면아래쪽에있는 버튼은로봇팔의마운팅을회전하여실제마운팅에맞추기위해사용한다.



**경고:**  
올바른설치설정을사용하는것이중요하다. 프로그램과함께설치과일을저장하고불러온다.

## 13.8 설치 → I/O 설정



입력과출력신호에는이름을부여할수있다. 이는로봇과작업할때신호가무엇을할지 기억하는것을쉽게만들어준다. 클릭하여 I/O 를선택하고, 화면키보드로이름을지정한다. 공백만입력하여원래이름으로되돌릴수있다.

여덟개의표준디지털입력및두개의틀입력을구성하여작업을트리거할수있다. 현재프로그램시작, 현재프로그램중지, 입력이높거나/낮을때 프리드라이브 모드사용/중지 (예: 티치펜던트뒤의 프리드라이브 버튼) 등의작업이이러한기능으로포함된다.

프로그램실행이중지되면값을보존하는것이출력의기본행동이다. 프로그램을실행하지않을때기본값으로적용할수있는출력을구성할수있다.

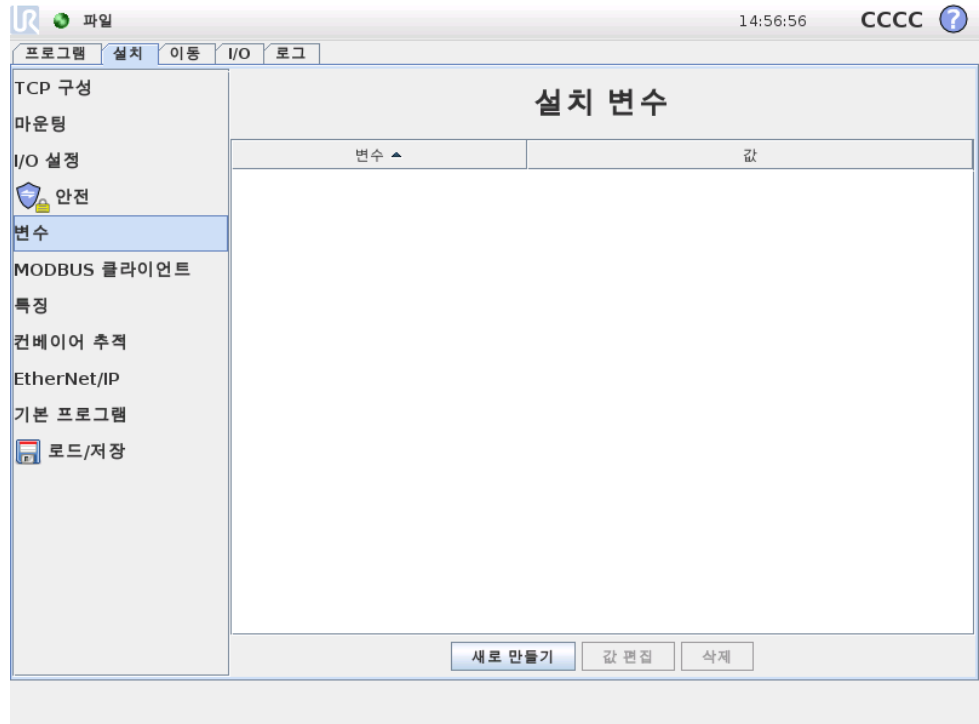
프로그램실행중출력이높고그렇지않을때에는출력이낮도록여덟개의표준디지털출력및두개의틀출력을더구성하여현재실행중인프로그램을반영할수있다.

마지막으로 I/O 탭에서출력을제어할수있게하거나 (프로그램또는작업자와프로그램들다), 로봇프로그램만으로출력값을제어할수있을지정할수있다.

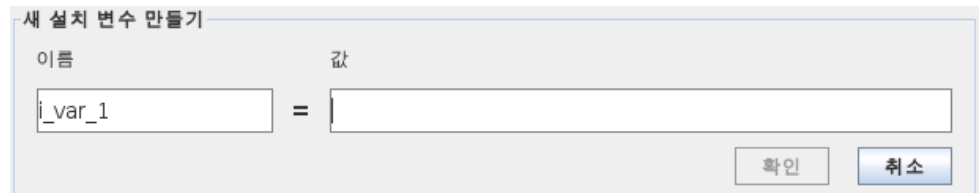
## 13.9 설치 → 안전

10장참조.

### 13.10 설치 → 변수



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



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

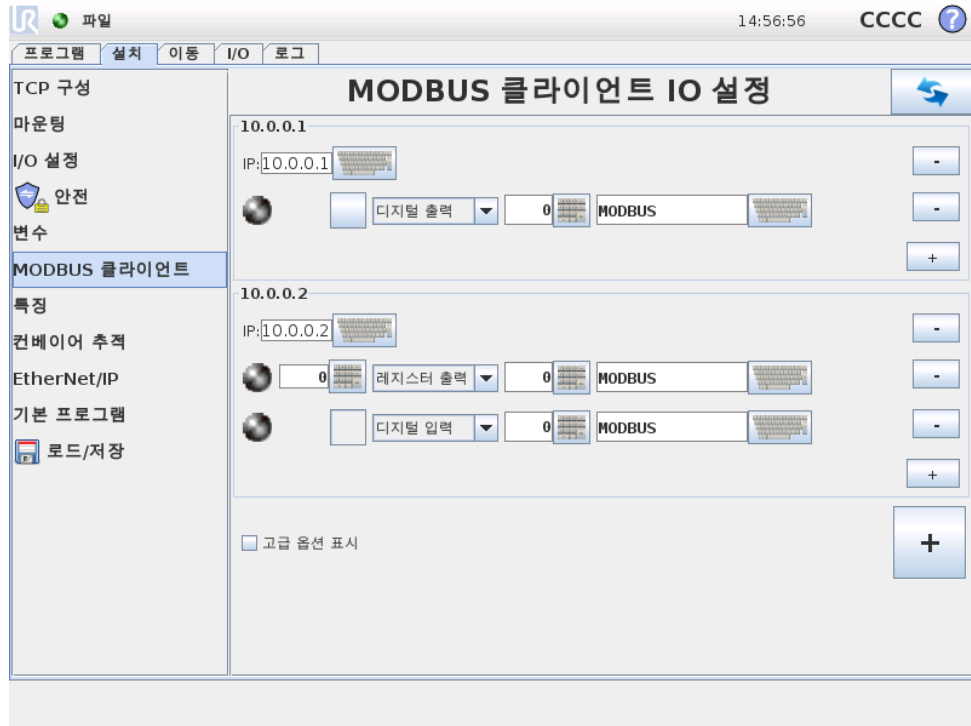
목록의 변수를 강조 표시하고 설치 변수 값을 바꾼 다음에 변수 편집을 클릭하는 것으로 설치 값을 변경할 수 있다.

변수를 삭제하려면 목록에서 이를 선택한 다음에 삭제를 클릭한다.

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

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

### 13.11 설치 → MODBUS 클라이언트 I/O 설정



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

#### 새로고침

이 버튼을 눌러서 MODBUS 연결을 모두 새로고친다.

#### 유닛 추가

이 버튼을 눌러서 새 MODBUS 유닛을 추가한다.

#### 유닛 제거

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

#### 유닛 IP 지정

여기에서 MODBUS 유닛의 IP 주소가 표시된다. 버튼을 눌러서 변경한다.

#### 신호 추가

이 버튼을 눌러서 해당 MODBUS 유닛에 신호를 추가한다.

#### 신호 삭제

이 버튼을 눌러서 해당 MODBUS 유닛에서 MODBUS 신호를 제거한다.

## 신호형식지정

이드롭다운메뉴를사용하여신호형식을선택한다. 사용가능한형식:

- 디지털입력: 디지털입력 (코일) 은 1 비트수량으로서신호의주소필드에서지정한코일에대한 MODBUS 유닛에서읽는다. 함수코드 0x02(분리입력읽기) 를사용한다.
- 디지털출력: 디지털출력 (코일) 은 1 비트수량으로서높음또는낮음으로지정할수있다. 사용자가출력값을지정하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x01(코일읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정하거나 “신호값지정” 버튼을누르는것으로지정했다면함수코드 0x05(싱글코일쓰기) 를앞으로사용한다.
- 레지스터입력: 레지스터입력은 16 비트수량으로서주소필드에서지정한주소로부터읽는다. 함수코드 0x04(입력레지스터읽기) 를사용한다.
- 레지스터출력: 레지스터출력은 16 비트수량으로서사용자가지정할수있다. 레지스터값을지정하기전에값을원격 MODBUS 유닛으로부터읽는다. 이는함수코드 0x03(홀딩레지스터읽기) 를사용한다는의미이다. 출력을로봇프로그램이지정하거나 “신호값지정” 필드에서신호값을지정하는것으로이를지정했다면함수코드 0x06(싱글레지스터쓰기) 를사용하여원격 MODBUS 유닛을지정한다.

## 신호주소지정

이필드는원격 MODBUS 서버의주소를표시한다. 화면키패드를사용하여다른주소를선택한다. 유효한주소는원격 MODBUS 유닛의제조사및구성에의존한다.

## 신호이름지정

화면키보드를사용하여사용자가신호에이름을부여할수있다. 이이름은신호를프로그램에서사용할때사용한다.

## 신호값

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

## 신호연결상태

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

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

- E3 잘못된데이터값 (0x03): 쿼리데이터필드에있는값은서버 (또는슬레이브) 에대한허용되는값이아니므로, 입력한신호값이원격 MODBUS 서버에서지정 한주소에서유효한지점검한다.
- E4 슬레이브장치실패 (0x04): 서버 (또는슬레이브) 가요청한작업을수행시도 하는도중복구할수없는오류가발생했다.
- E5 승인 (0x05): 원격 MODBUS 유닛에전송한프로그래밍명령과함께특수하 게사용한다.
- E6 슬레이브장치가빠름 (0x06): 원격 MODBUS 유닛에전송한프로그래밍명 령과함께특수하게사용하며, 서버 (또는슬레이브) 가지금반응하지못한다.

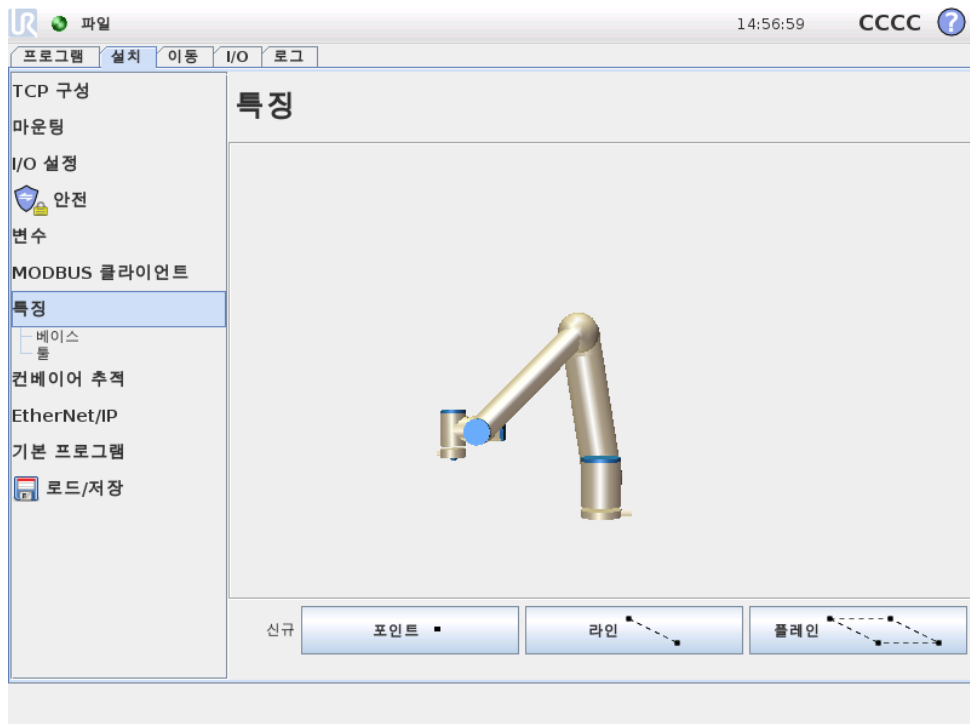
### 고급옵션표시

이표시상자는각신호에대한고급옵션을표시하거나숨긴다.

### 고급옵션

- 업데이트주파수: 이메뉴는신호의업데이트주파수를바꾸기위해서사용할수있다. 신호값을쓰거나읽기위하여원격 MODBUS 로주파수요청을보낸다는의미이다.
- 슬레이브주소: 이텍스트필드는특정신호에해당하는요청에대하여특정슬레이 브주소를지정할수있다는의미이다. 값은둘다포함하여반드시 0 255 범위내에 있어야하며, 기본은 255 이다. 이값을변경하면원격 MODBUS 기기의설명서 를참조하여슬레이브주소를바꿀때가능성을확인할것을권장한다.

## 13.12 설치 → 기능



저작권 © 2009-2016 by Universal Robots A/S. 모든 권리 보유.

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

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

고객이 주로 하는 질문의 예:

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

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

이름 바꾸기

이 버튼은 특징의 이름을 바꿀 수 있다.

삭제

이 버튼은 선택한 특징, 그리고 포함된 모든 하위 특징을 제거한다.

축 표시

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

조거블

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

변수

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

### 위치지정 또는 변경

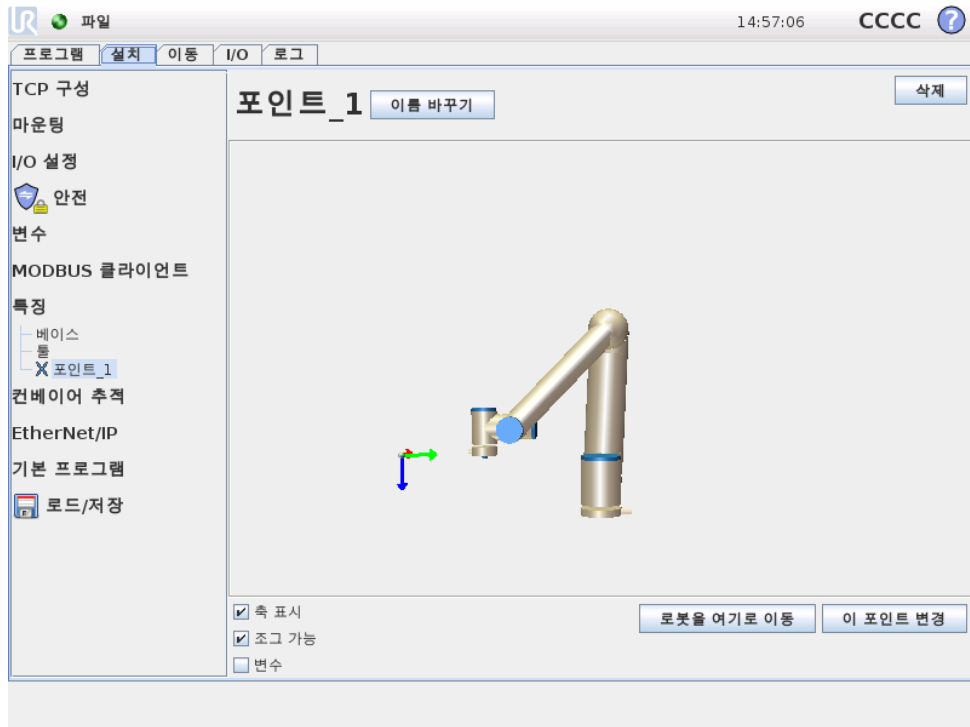
이 버튼을 사용하여 선택한 특징을 지정하거나 변경한다. 이동 화면이 나타나고, 특징을 위한 새 위치를 지정할 수 있다.

### 특징으로 로봇 이동

이 버튼을 누르면 로봇 팔을 선택한 특징으로 이동한다. x-축에 대한 180 도 회전을 제외하고, 이동 직후에 특징과 TCP 의 좌표계가 합치된다.

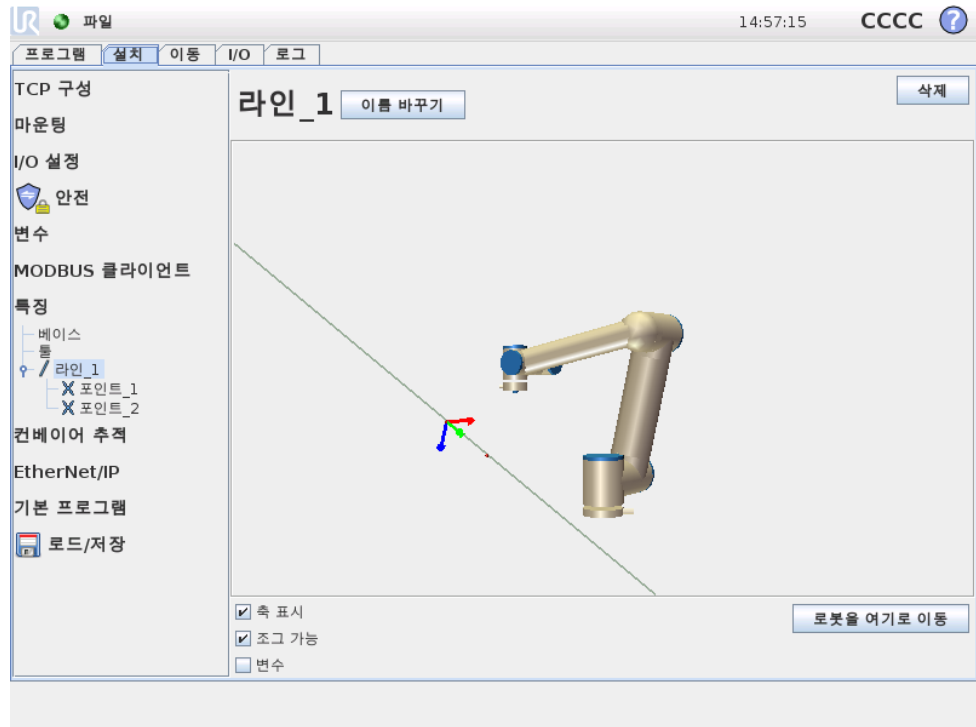
### 포인트 추가

이 버튼을 눌러서 설치에 포인트 특징을 추가한다. 포인트 특징의 위치는 해당 포인트의 TCP 위치로 정의된다. 포인트 특징의 자세는 TCP 자세와 동일하지만, 예외적으로 x-축을 기준으로 특징 좌표계가 180 도 회전해 있다. 이로 인해 포인트 특징의 z-축은 해당 포인트에서 TCP 의 반대 방향을 향한다.



### 라인 추가

이 버튼을 눌러서 설치에 라인 특징을 추가한다. 라인은 두 포인트 특징 사이에서 축으로 정의된다. 첫 포인트에서 둘째 포인트로 이어진 축은 선 좌표계에서 y-축이 된다. 라인에서 수직인면에 투영된 첫 하위 포인트의 z-축을 z-축으로 정의한다. 선 좌표계의 위치는 첫 하위 포인트의 위치와 동일하다.



### 플레인추가

이버튼을눌러서설치에플레인특징을추가한다. 플레인은세하위포인트특징으로 정의된다. 좌표계의 위치는 첫하위포인트의 위치와 동일하다. z-축은 평면 정규이고, y-축은 첫포인트에서 둘째로 이어지는 방향이다. z-축의 양성 방향은 면의 z-축과 첫포인트의 z-축이 180도 미만이 되게끔 지정한다.



## 13.13 컨베이어추적설정

컨베이어를 사용할 때 로봇은 이동 추적을 할 수 있도록 구성할 수 있다. 컨베이어 추적 설정은 절대 및 증분 인코더와 선형 및 원형 컨베이어와 작업할 수 있는 옵션을 로봇에 제공한다.

### 컨베이어 매개변수

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

절대 인코더는 MODBUS 신호를 통해 연결되면 사용할 수 있다. 이는 디지털 MODBUS 입력 등록을 13.11에서 미리 구성할 필요가 있다.

### 선형 컨베이어

선형 컨베이어를 선택하면 컨베이어 방향을 결정하기 위해 라인 특징을 반드시 구성해야 한다. 라인 특징은 컨베이어 방향에 대하여 평행해야 하고, 라인 특징을 정의하는 두 포인트 사이에 큰 거리가 있어야 한다. 두 포인트를 교차시킬 때 컨베이어 측면에 톨을 단단히 대어서 라인 특징을 구성하는 것을 추천한다.

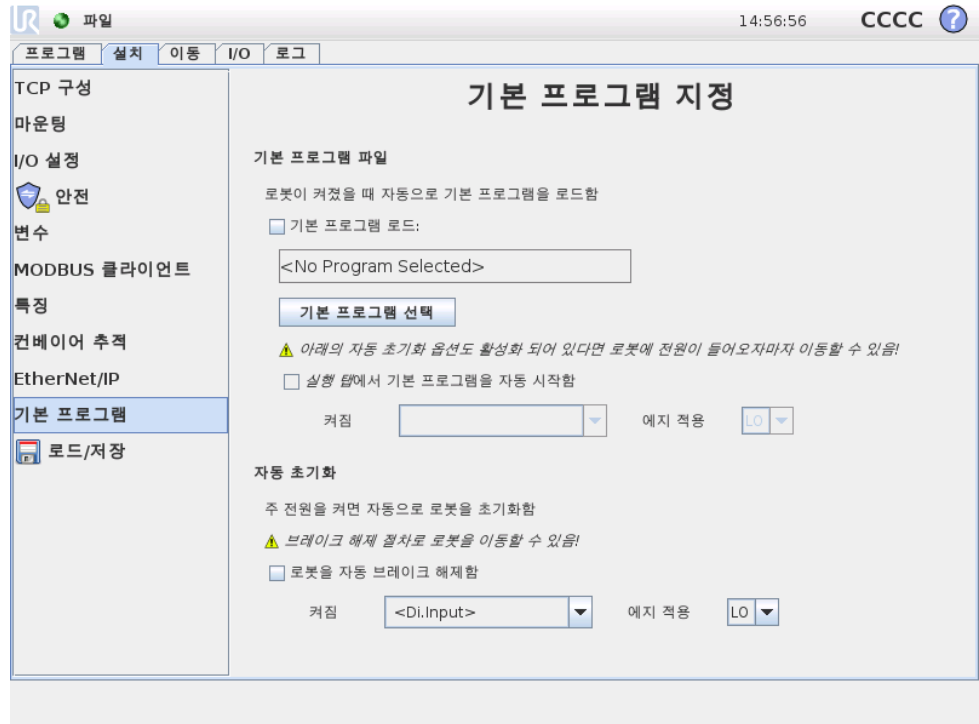
미터당 톨 필드는 컨베이어가 일 미터 이동할 때 인코더가 생성하는 톨 수로서 사용한다.

$$\text{미터당 톨} = \frac{\text{인코더의 회전당 톨}}{2\pi \cdot \text{반지름 [m]}} \quad (13.1)$$

### 원형 컨베이어

원형 컨베이어를 추적하는 경우, 컨베이어 (원)의 중심점을 정의해야 한다. 회전당 톨 값은 컨베이어가 완전히 회전할 때 인코더가 생성하는 톨 수여야 한다.

### 13.14 설치 → 기본프로그램



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



경고:

자동 로드, 자동 시작, 자동 초기화 세 개를 모두 켜면, 컨트롤 박스의 전원을 켜자마자 로봇이 선택한 프로그램을 실행하기 시작한다.

#### 13.14.1 기본 프로그램 로드하기

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

#### 13.14.2 기본 프로그램 시작하기

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

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

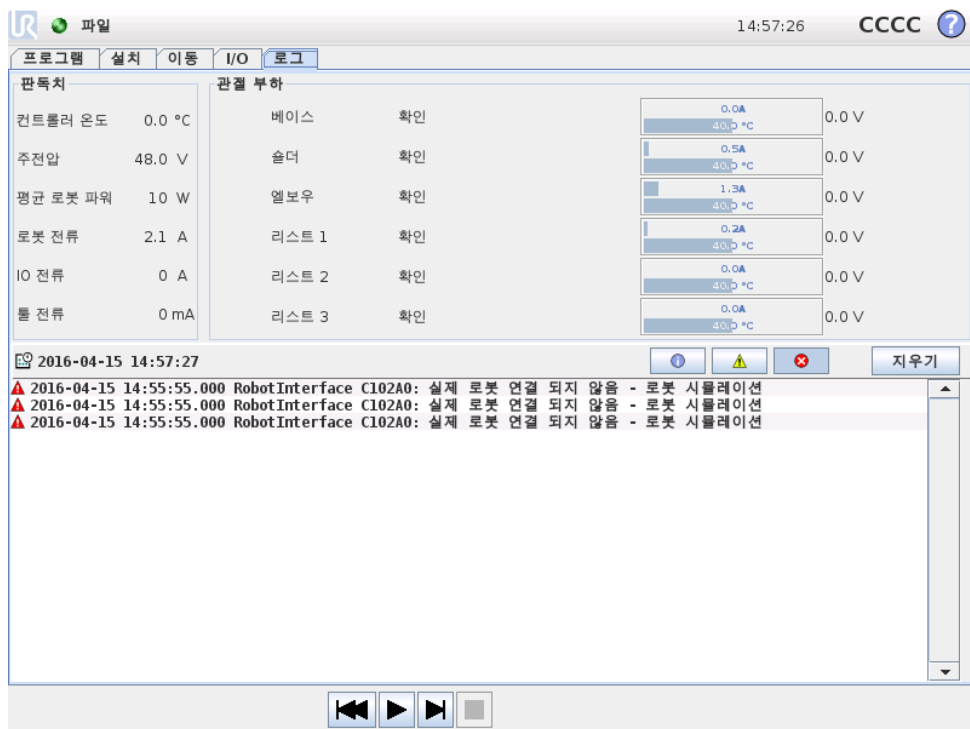
### 13.14.3 자동초기화

가령 컨트롤박스를켰을때, 로봇팔은자동초기화가가능하다. 특정외부입력신호에지 전환시, 로봇팔은보이는화면에상관없이완전히초기화한다.

초기화마지막단계는 브레이크해제이다. 로봇이브레이크를해제하면, 약간움직이 고소리를낸다. 또한브레이크는구성한마운팅이센서데이터에따른마운팅에맞지않 으면자동해제될수없다. 이경우에로봇은초기화화면에서수동초기화를수행해야한 다 ( 11.5 참조).

시작시현재입력신호수준이미정의되어있으므로, 시작시신호수준에맞는전환을선 택하면로봇팔초기화를즉시시작할수있다.

## 13.15 로그탭



로봇상태 화면위쪽은로봇팔및컨트롤박스를표시한다. 왼쪽은로봇컨트롤박스과 관련된정보를표시하고, 오른쪽은각로봇관절정보를표시한다. 각로봇관절은모터및 전자부품온도, 관절의부하, 관절전압정보를보여준다.

로봇로그 화면아래쪽은로그메시지가표시된다. 첫열은로그입력의심각도를카테 고리로보여준다. 둘째열은메시지도착시간을표시한다. 다음열은메시지발신자를 표시한다. 마지막열은메시지자체를표시한다. 메시지는심각도에대응하는버튼을 선택하여필터를적용할수있다. 위의도해는정보와경고메시지에필터를적용하는동 안오류를표시한다. 어떤로그메시지는더많은정보를제공하도록설계되었으며, 이는 로그항목을선택하여엑세스할수있다.

## 13.16 로드화면

이화면에서어떤프로그램을로드할지선택할수있다. 이화면에는두가지버전이있다. 프로그램을로드하고실행할때사용하는화면과프로그램을실제로편집할때사용하는화면.



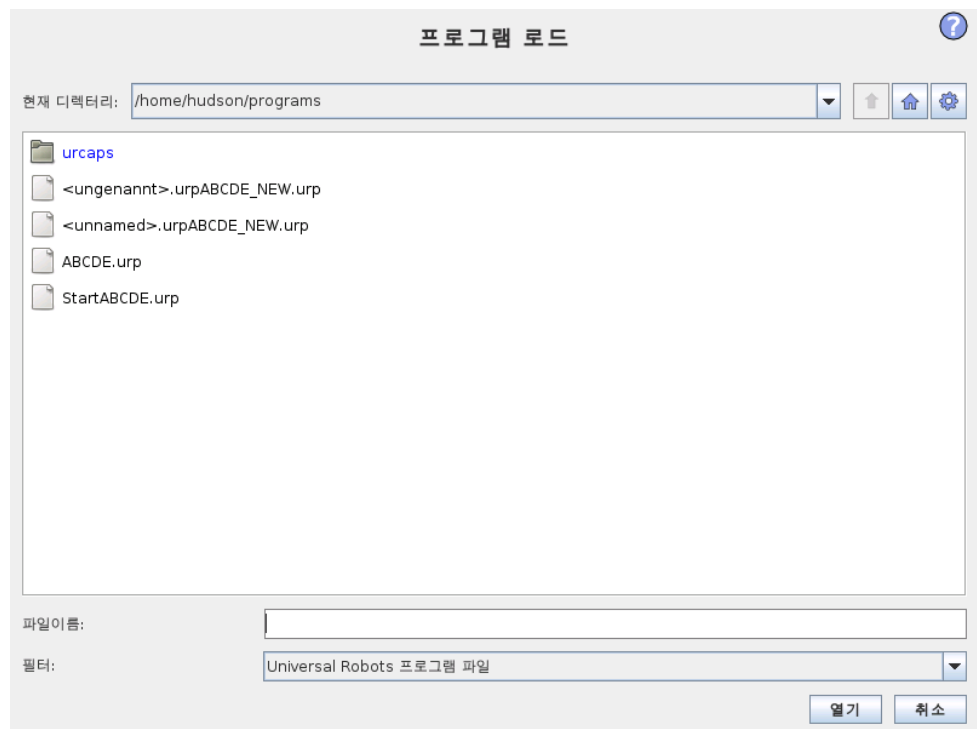
참고:

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

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

그러므로모든프로그램은프로그램폴더에있어야하고, 하위폴더는프로그램폴더내에있어야한다.

### 화면레이아웃



이도해는실제로로드화면을보여준다. 이는다음중요영역및버튼으로구성되어있다:

**경로기록** 경로기록은현재위치까지오게된경로를목록으로보여준다. 즉컴퓨터루트까지모든상위디렉터리가표시된다. 여기에서프로그램폴더상위에있는모드디렉터리에엑세스권한이없는것을알게된다.

목록의폴더이름을선택하는것으로로드대화기디렉터를변경하고, 파일선택영역에서이를표시한다 13.16.

**파일선택영역** 대화의이영역에서실제영역의콘텐츠가존재한다. 이는사용자가이름을한번클릭하여파일을선택할수있는옵션을주고, 이름을더블클릭하면파일을열수있다.

사용자디렉터리를더블클릭하면대화가이폴더로내려오고, 그콘텐츠를제시한다.

**파일필터** 파일필터를사용하여표시되는파일이원하는파일형식만을포함하도록제한할수있다. “백업파일”을선택하는것으로파일선택영역은각프로그램에서최신저장버전 10 개를저장하고, 여기에서 .old0 가최신이며, .old9 가가장오래된것이다.

**파일필드** 여기에서현재선택한파일이표시된다. 사용자는필드오른쪽에있는키보드아이콘을클릭하여파일이름을수동으로입력할수있다. 이는사용자가파일이름을화면에서직접입력할수있는화면키보드가나타나게한다.

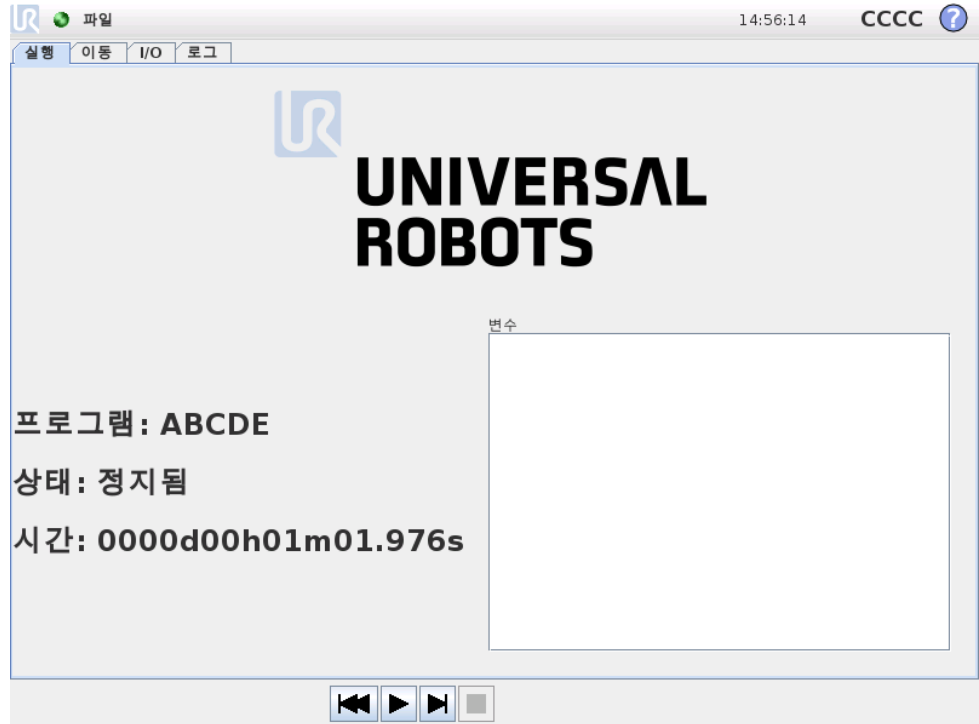
**열기버튼** 열기버튼을클릭하면현재선택한파일을열고, 이전화면으로돌아간다.

**취소버튼** 취소버튼을클릭하면현재로드프로세스를중단하고, 화면이이전이미지로돌아가도록한다.

**작업버튼** 일반적인파일대화에서파일이름을오른쪽마우스오른쪽버튼을클릭하여사용할수있는작업을일부수행할수있는기능을사용자에게제공한다. 여기에서디렉터리구조상위인프로그램폴더로직접이동할수있는기능이추가되었다.

- **상위:** 디렉터리구조에서상위로이동한다. 이버튼은다음과같은두경우에활성화되어있지않다. 현재디렉터리가최상위디렉터리이거나화면이제한모드에있고, 현재디렉터리가프로그램폴더인경우.
- **프로그램폴더로이동:** 홈으로이동
- **작업:** 디렉터리생성, 파일삭제등의작업.

13.17 실행 탭



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

그리고 이 탭에서는 외부 입력 신호에 전환에 따라서 기본 프로그램을 자동으로 로드할 수 있다 ( 13.14 참조). 예를 들어 전원 이 켜질 때의 자동 로딩, 기본 프로그램 시작, 자동 초기화는 로봇 팔을 다른 기계와 통합하는데 사용할 수 있다.

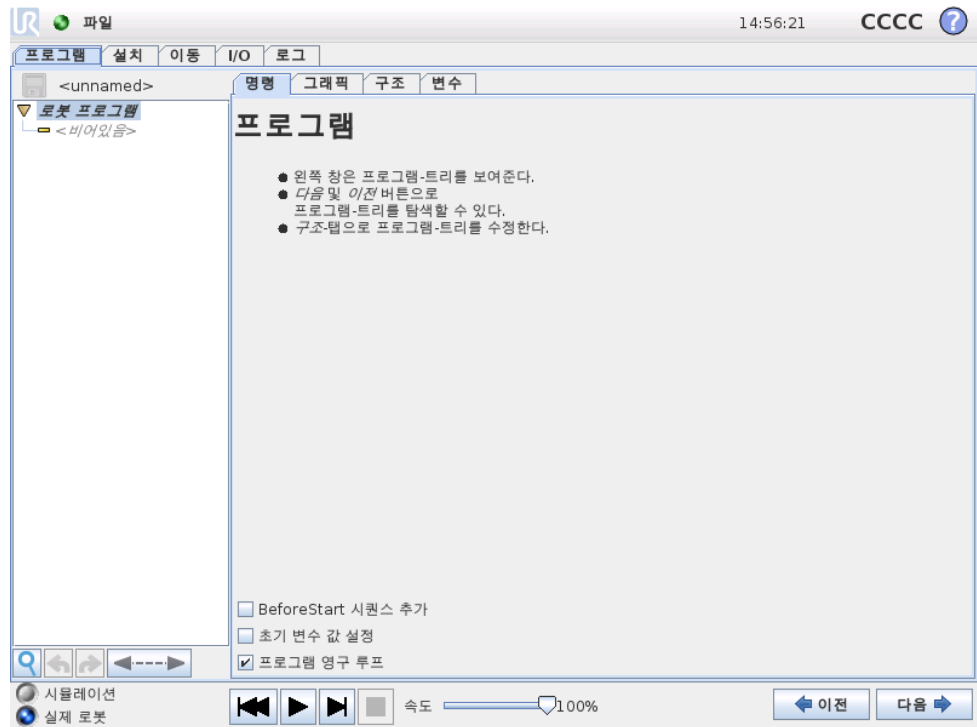
# 14 프로그래밍

## 14.1 새 프로그램



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

## 14.2 프로그램 탭



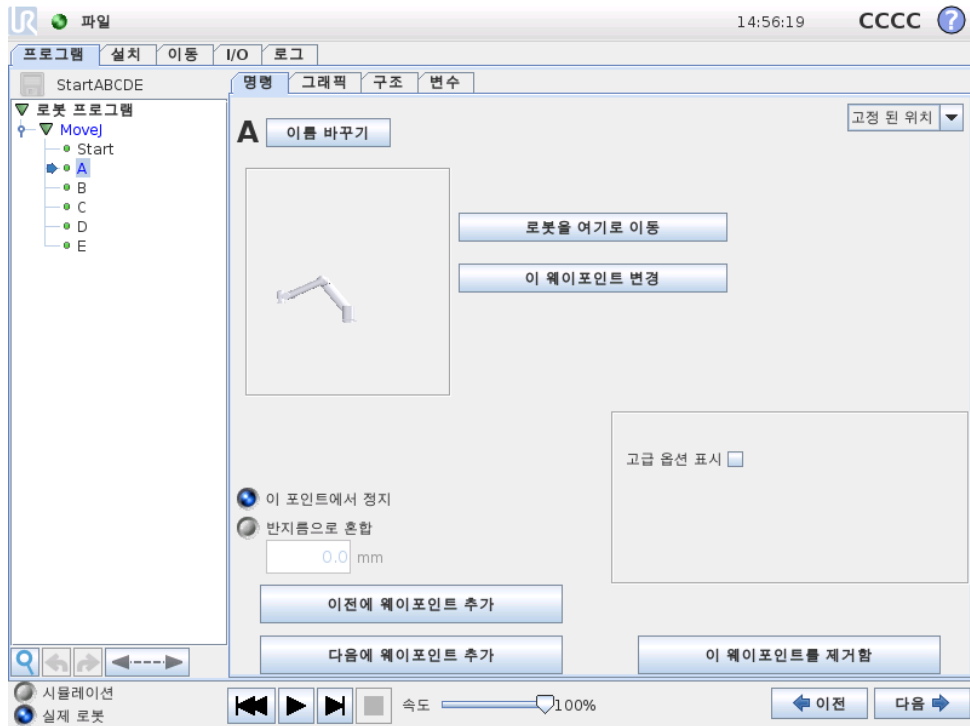
프로그램 탭은 현재 편집하는 프로그램을 표시한다.

### 14.2.1 프로그램 트리

화면 왼쪽의 프로그램 트리는 프로그램을 명령 목록으로 표시하고, 화면 오른쪽 영역은 현재 명령과 관련된 정보를 표시한다. 현재 명령은 명령 목록을 클릭하거나 화면 오른쪽 아래의 이전과 다음 버튼을 사용하여 선택할 수 있다. 명령은 14.30에서 설명한 대로 구조 탭에서 삽입하거나 제거할 수 있다. 프로그램 이름은 명령 목록 위에서 직접 표시하며, 작은 디스크 아이콘을 눌러서 빠르게 프로그램을 저장할 수 있다.

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

14.2.2 프로그램 실행 표시



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

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

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

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

14.2.3 검색 버튼

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

✖ 아이콘을 눌러서 검색 모드에서 나간다.

14.2.4 실행 취소/다시 실행 버튼

↶ 및 ↷ 아이콘이 있는 프로그램 트리아래의 버튼은 프로그램 트리에서의 변경 사항 및 여기에 포함된 명령을 실행 취소하고 다시 실행하기 위한 것이다.

### 14.2.5 프로그램 대시보드

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

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



위험:

1. 재생 버튼을 누르면 작업자는 로봇 작업 영역 밖으로 피해 있어야 한다. 프로그램으로 입력 한 이동은 예상과 다를 수 있다.
2. 단계 버튼을 누르면 로봇 작업 영역 밖으로 피해 있어야 한다. 단계 버튼은 이해하기 어려울 수 있다. 꼭 필요한 경우에만 사용한다.
3. 항상 속도 슬라이더로 속도를 줄인 다음에만 프로그램을 시험한다. 통합자가 일으킨 논리 프로그래밍 오류는 로봇 팔에 예기치 못한 이동의 원인이 될 수 있다.
4. 비상 정지 또는 보호 정지가 발생하면 로봇 프로그램이 정지한다. 관절이 10° 을 초과하여 이동하지 않는 한 이는 다시 시작할 수 있다. 재생을 누르면 로봇은 다시 궤도로 천천히 이동하고 프로그램이 계속 실행된다.

프로그램을 작성하는 동안, 로봇 팔에서 발생하는 이동은 14.29에서 설명하는 대로 그래픽 탭의 3D 드로잉으로 표현이 된다.

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

## 14.3 변수

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

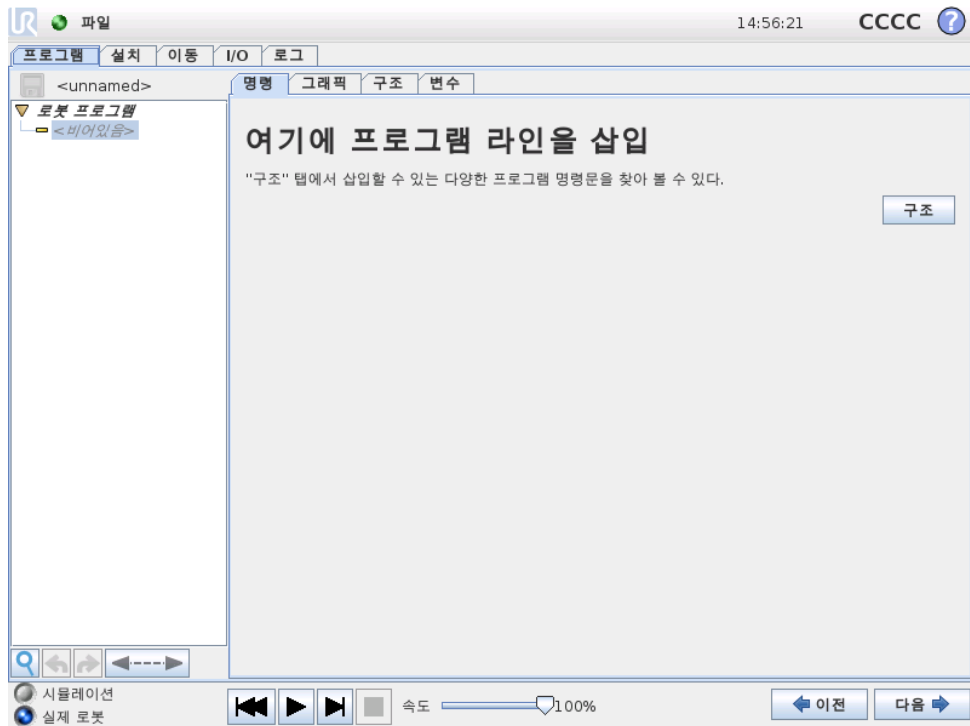
**설치 변수:** 이는 복수의 프로그램이 사용할 수 있고, 그 이름과 값은 로봇 설치와 함께 지속된다 (자세한 내용은 13.10 참조). 설치 변수는 로봇과 컨트롤 박스가 리부팅된 다음에 값을 유지한다.

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

다음변수형식이있다:

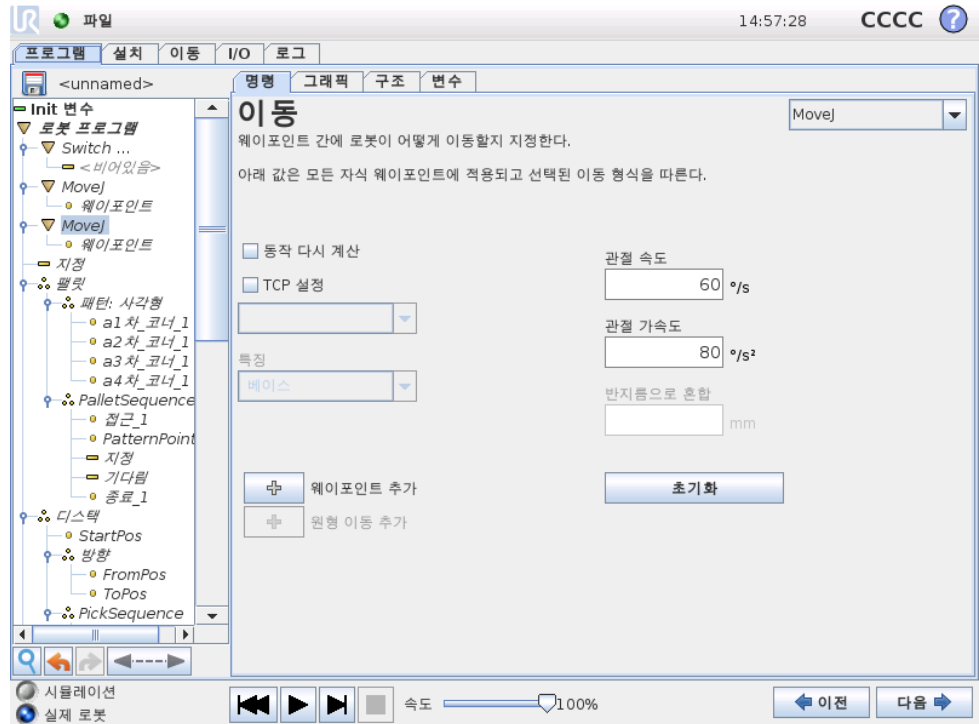
bool	불리언변수는 참 또는 거짓이다.
int	-2147483648 2147483647 내의정수 (32 비트).
float	부동소수 (10 진수) (32 bit).
string	문자시퀀스.
pose	직교공간에서 위치와자세를묘사하는벡터. 자세를나타내는위치벡터 (x,y,z) 와회전벡터 (rx,ry,rz) 로서 p[x, y, z, rx, ry, rz] 로쓴다.
list	변수시퀀스.

## 14.4 명령: 비어있음



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

## 14.5 명령: 이동



이동명령은기본웨이포인트를통해로봇동작을제어한다. 웨이포인트는이동명령의 기본계층에있어야한다. 이동명령은웨이포인트사이에서의로봇팔의가속도및속도를정의한다.

### 이동형식

이동은세가지형식중에서선택할수있다: MoveJ, MoveL 및 MoveP 는각각아래에설명되어있다.

- moveJ 는로봇팔의 관절공간 내에서계산하는이동을생성한다. 각관절은동시에원하는종료위치에도달하기위해제어한다. 이이동형식은도구에대한굽은경로를결과로내놓는다. 이이동형식에적용하는공유매개변수는이동계산을위해사용하는최대관절속도및관절가속도로서각각  $deg/s$  와  $deg/s^2$  로지정한다. 웨이포인트사이를로봇팔이빠르게움직이는것을원한다면웨이포인트사이의도구경로를무시하는경우, 이이동형식이가장선택되는선택이다.
- moveL 은웨이포인트사이의도구이동을선형적으로만들어준다. 즉각관절이도구를직선경로를따르게만들게하기위하여더복잡한동작을수행한다는의미이다. 이이동형식을위해지정할수있는공유매개변수는원하는도구속도및도구가속도로서각각  $mm/s$  와  $mm/s^2$  로지정하고, 또한한특징도포함한다. 선택한특징은어떤특징공간에서웨이포인트의도구위치가표현될지결정한다. 특징공간에서는변수특징및변수웨이포인트가의미있다. 변수특징은로봇프로그램을실행할때변수특징의실제값으로웨이포인트의도구위치를결정할때변수특징을사용할수있다.
- moveP 는원형혼합을사용하여일정한속도로도구를선형적으로이동하고, 접착또는분배와같은프로세스작업이그용도이다. 혼합반지름의크기는기본적으로

모든웨이포인트사이에서공유하는값이다. 작은값은경로의곡선이더급격하고, 값이높으면경로가더완곡해진다. 로봇팔이웨이포인트사이를정속으로움직이는동안, 로봇컨트롤박스는 I/O 작업또는작업자행동을위하여기다릴수없다. 이는로봇팔의이동을중지하거나보호중지를일으킬수있다.

원형이동을두웨이포인트로구성된 moveP 명령에추가할수있다. 첫째는원형인호에서경유점을지정하고, 둘째는이동의끝점에있다. 로봇은현재위치에서원형이동을시작하고, 지정된두웨이포인트사이를통과한다. 원형이동시도구의자세변화는시작자세및끝점자세만으로결정되므로, 경유점자세는원형이동에영향을주지않는다. 언제나동일한 moveP 아래에있는웨이포인트가원형이동을선행한다.

### 공유하는매개변수

이동화면아래오른쪽구석의공유매개변수는로봇팔의이전위치부터명령하의첫웨이포인트까지이동하는것에적용되고, 여기에서부터다음에오는각웨이포인트까지적용된다. 이동명령설정은이동명령하의마지막웨이포인트에서 출발하는 경로에적용되지않는다.

### 동작다시계산

활성 TCP 에따라서이동명령내의위치를다시조정하려면이표시상자에표시한다.

### TCP 선택

이이동명령아래의웨이포인트에서사용하는 TCP 는표시상자에표시하고드롭다운메뉴에서 TCP 를선택하는것으로선택할수있다. 로봇팔이이동명령아래의웨이포인트중하나로이동할때마다선택한 TCP 는활성으로지정된다. 표시상자에표시하지않았다면활성 TCP 가어떤식으로든변하지않는다. 이동작의활성 TCP 가프로그램런타임도중에결정되면이는설정명령 ( 14.10 참조) 또는스크립트명령을사용하여동적으로지정되어야한다. 지명된 TCP 구성에대한추가정보는 13.6 참조.

### 특징선택

MoveL 과 MoveP 의경우, 이웨이포인트를지정할때이동명령아래에있는웨이포인트가어떤특징공간에서표현되는지선택할수있다. 웨이포인트를설정할때, 프로그램이선택한특징에서특징공간의도구좌표를기억한다는의미이다. 상세한설명이필요한상황이몇가지있다:

상대적웨이포인트: 선택한특징이상대적웨이포인트에영향을주지않는다. 상대적이동은언제나 베이스 자세에대하여 w.r.t. 로수행된다.

변수웨이포인트: 로봇팔이변수웨이포인트로이동하면도구대상위치가선택한특징공간에있는변수의좌표로계산된다. 그러므로다른특징을선택하면변수웨이포인트에대한로봇팔이동은변한다.

변수특징: 현재로드한설치의특징을변수로선택하면해당변수를특징선택메뉴에서도선택할수있다. 특징변수 (특징이름이부여되고 “\_var” 가뒤에붙음) 를선택하면프로그램실행시로봇팔이동 (상대적 웨이포인트제외) 이변수의실제값에대하여상대적이다. 설치에서구성된대로특징변수의초기값은실제특징의값이다. 값이변경되면로봇의이동이변한다.

저작권 © 2009–2016 by Universal Robots A/S. 모든권리보유.

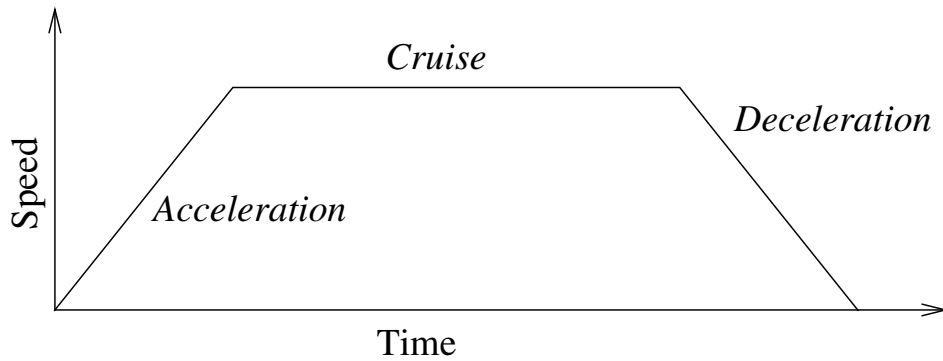
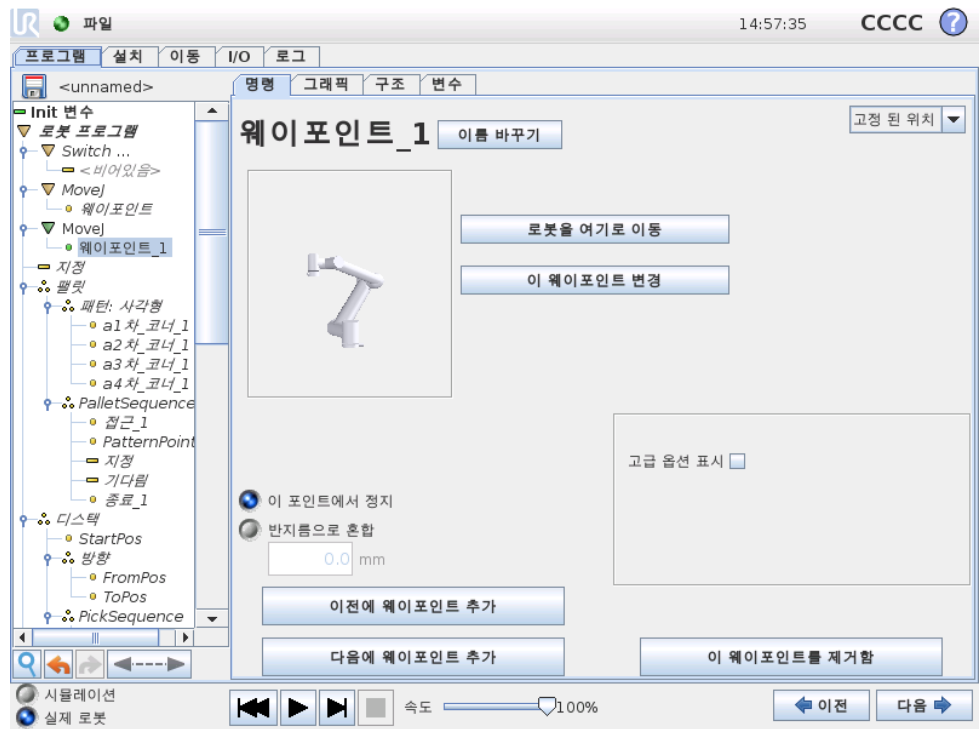


Figure 14.1: 동작을 위한 속도 프로파일. 곡선은 세 부분으로 구분된다: 가속, 순항, 감속. 순항 단계의 수준은 동작의 속도 설정에서 주어지고 가속 및 감속 단계의 경사는 가속도 매개변수에서 주어진다.

### 14.6 명령: 고정웨이포인트



로봇경로에 있는 포인트. 웨이포인트는 로봇 프로그램의 가장 핵심적인 부분으로서 로봇 팔이 어디에 있어야 할지 알려준다. 로봇 팔을 해당 위치로 물리적으로 이동하는 것으로 고정 위치 웨이포인트를 제공한다.

#### 웨이포인트 설정하기

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

### 웨이포인트이름

웨이포인트이름은바꿀수있다. 같은이름을가진두웨이포인트는언제나같은웨이포인트이다. 웨이포인트는지정하는대로번호가부여된다.

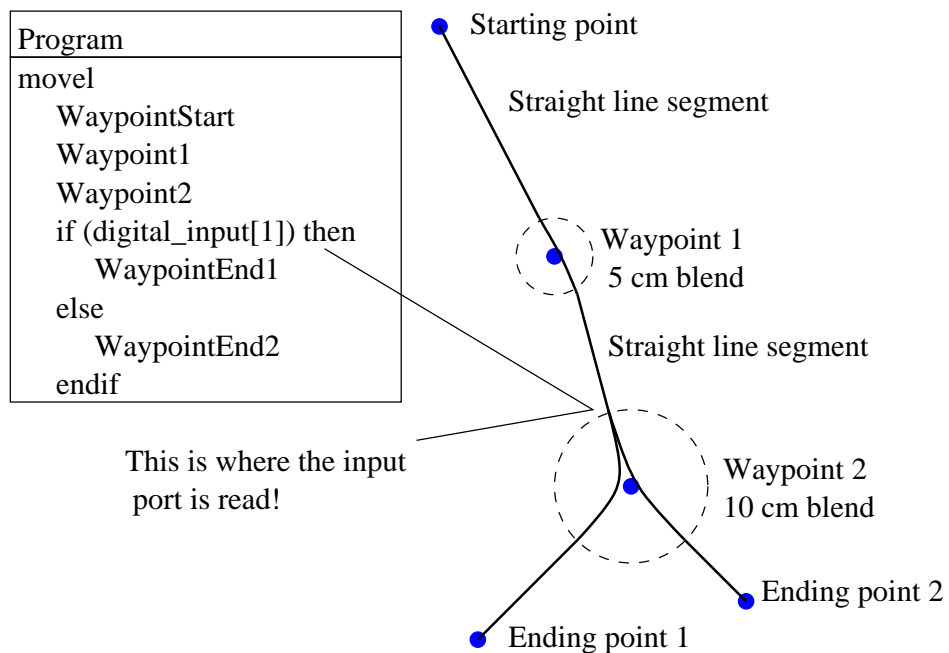
### 혼합반지름

혼합반지름을지정하면로봇팔궤도는웨이포인트주위에서혼합하여로봇팔이해당포인트에서멈추지않게한다. 혼합은겹칠수없으므로, 이전또는다음웨이포인트와겹치는혼합반지름과겹치는혼합반지름을지정할수없다. 정지포인트는혼합반지름이 0.0mm 인웨이포인트이다.

### I/O 타이밍에대하여참고할점

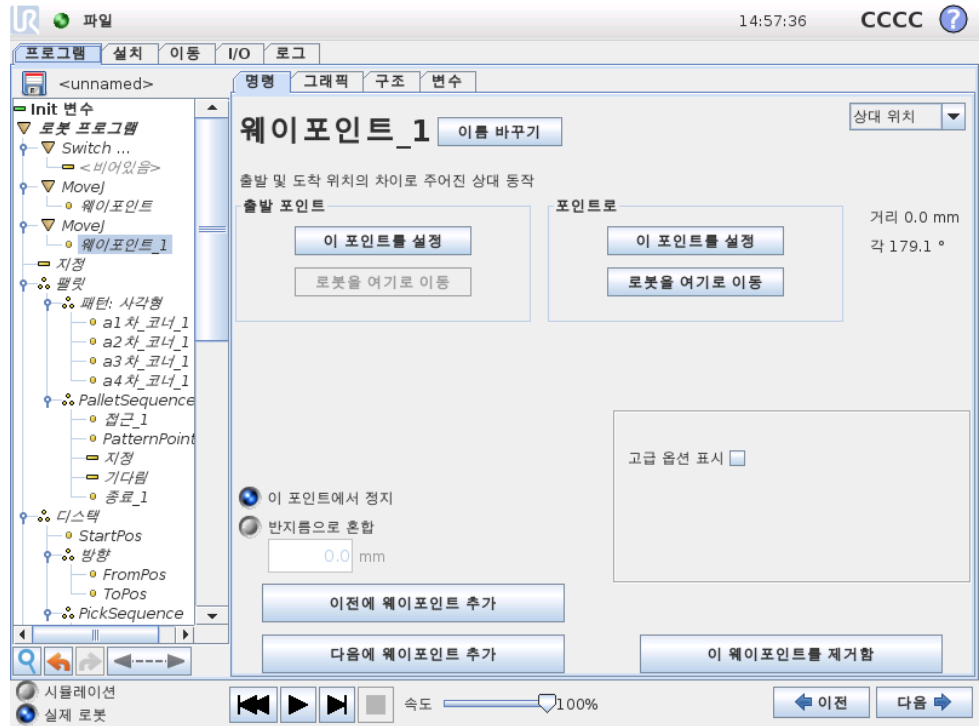
웨이포인트가 I/O 명령을다음명령으로가진정지포인트라면, I/O 명령은로봇팔이 다음웨이포인트에서중지될때실행된다. 하지만웨이포인트에혼합반지름이있다면 다음 I/O 명령은로봇팔이혼합에들어갈때실행된다.

예



로봇프로그램이도구를시작위치에서두종료위치중하나로움직이는작은예로서, 이는 디지털-입력 [1] 상태에의존한다. 도구궤도 (두꺼운검은선) 는혼합영역 (점선 원) 외부에서직선으로이동하고, 도구궤도는혼합영역내부의직선경로에서일탈하는 것을볼수있다. 그리고 디지털-입력 [1] 센서는로봇팔이 웨이포인트 2 주위의혼합 영역에들어가는순간에판독되며, 이는 if...then 명령이프로그램시퀀스에서 웨이포인트 2 다음에있어도그렇다. 이는직관적이지않을수있지만올바른혼합경로를찾기 위해필요하다.

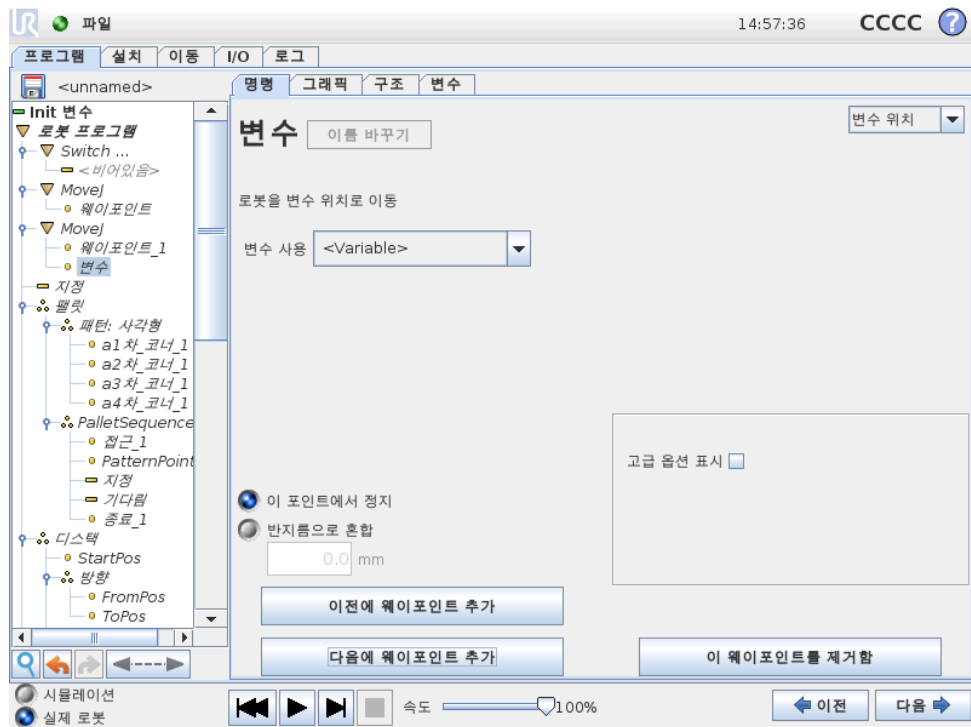
### 14.7 명령: 상대적웨이포인트



로봇팔의이전위치에상대적으로위치를부여하는웨이포인트로서 “왼쪽으로 2 센티미터” 가그러한예이다. 상대위치는주어진두위치사이의차이로정의된다 (왼쪽에서 오른쪽으로). 상대위치를반복하면로봇팔을작업공간밖으로이동할수있다.

여기의거리는두위치에있는 tcp 사이의직교거리이다. 각도는두위치사이에서 tcp 자세가얼마나변하는지나타낸다. 더정확하게는회전벡터길이가자세변화를묘사한다.

## 14.8 명령: Variable Waypoint



변수가 위치를 제공한 웨이포인트로서 이 경우에는 `calculated_pos` 이다. 변수는 `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]` 와 같은 포즈여야 한다. 첫 번째 셋은 `x,y,z` 이고, 마지막 셋은 회전벡터로서 `rx,ry,rz` 벡터가 주어진다. 축의 길이는 라디안으로 회전하는 각이고, 벡터 자체가 축이 회전할 기준을 제시한다. 위치는 언제나 참조 프레임 또는 좌표계에 상대적으로 주어지고, 선택한 특징에 의해 정의된다. 로봇 팔은 언제나 변수 웨이포인트에 따라서 선형으로 이동한다.

예를 들어 로봇을 z-축에서 20 mm 이동하는 경우:

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

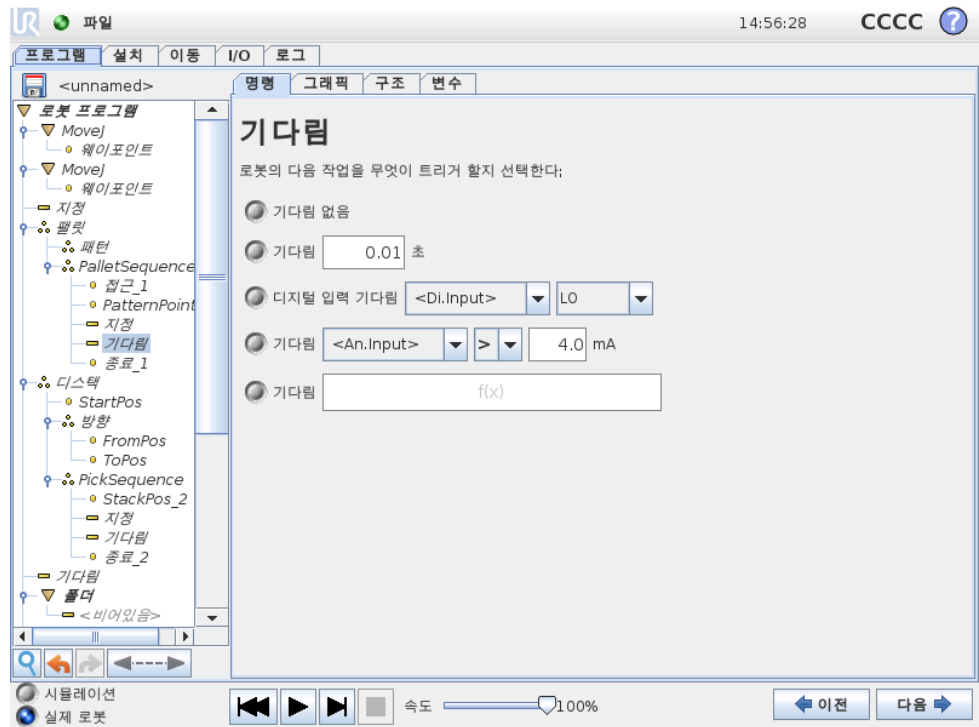
```
Movel
```

웨이포인트 \_1 (변수 위치):

변수 사용 =var\_1, 특징 = 툴

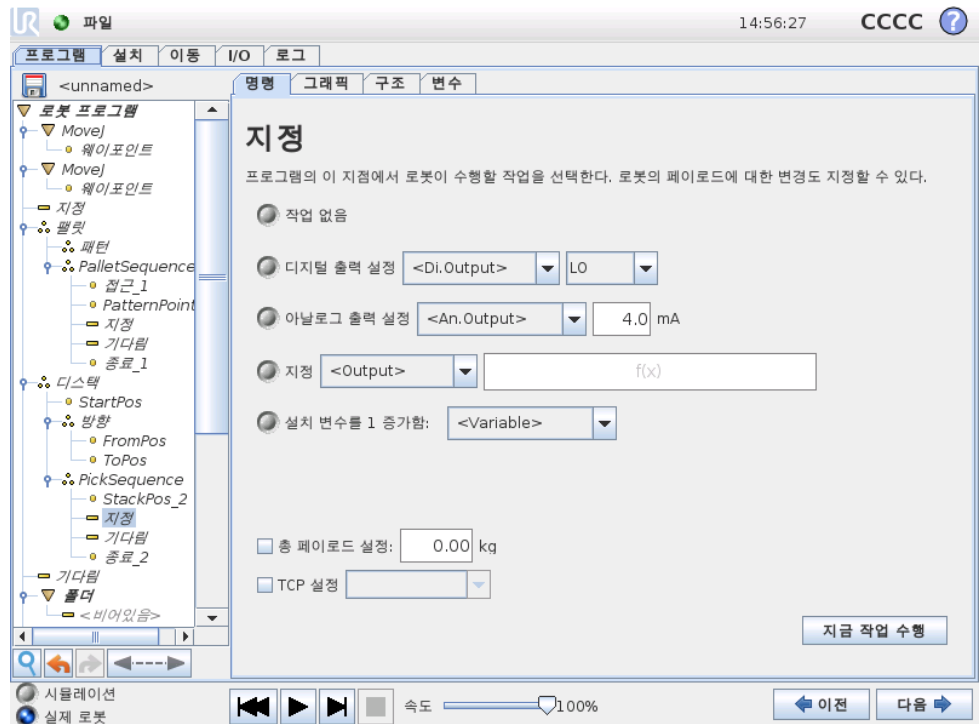
저작권 © 2009-2016 by Universal Robots A/S. 모든 권리 보유.

### 14.9 명령: 기다림



주어진시간또는 I/O 신호를기다린다.

### 14.10 명령: 지정

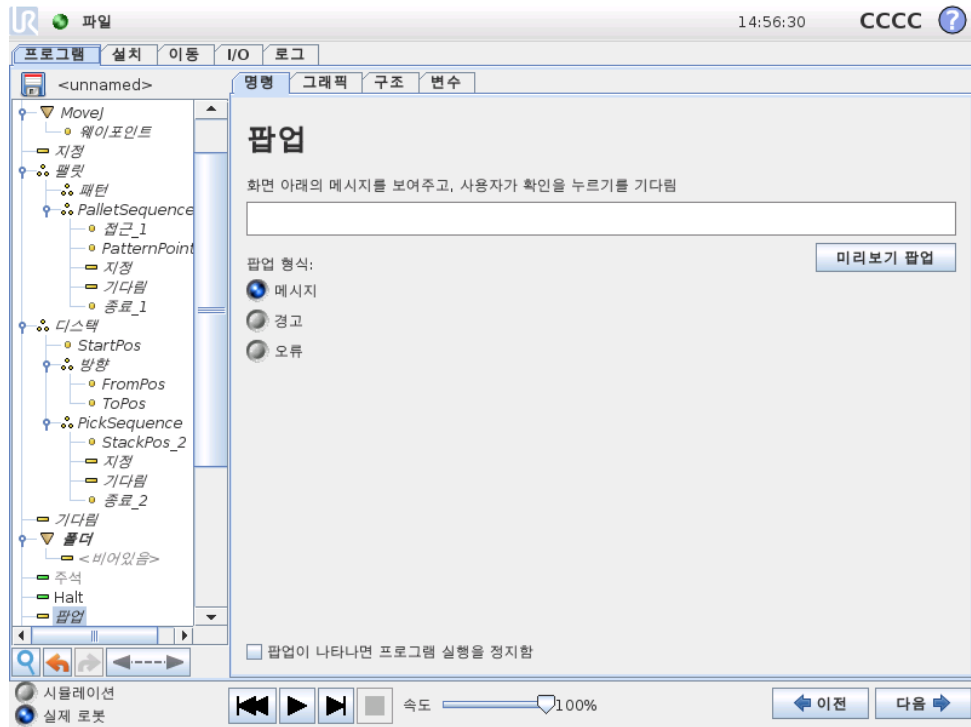


디지털또는아날로그출력을주어진값으로지정한다.

가령이작업의결과로집어올리는중량에대하여로봇팔의하중을지정하는데이를사용할수도있다. 도구의중량이예상치와다른경우, 안전을위하여로봇이예기치못하게보호중지를트리거하는것을방지하기위해중량을조정하는것이필요할수있다.

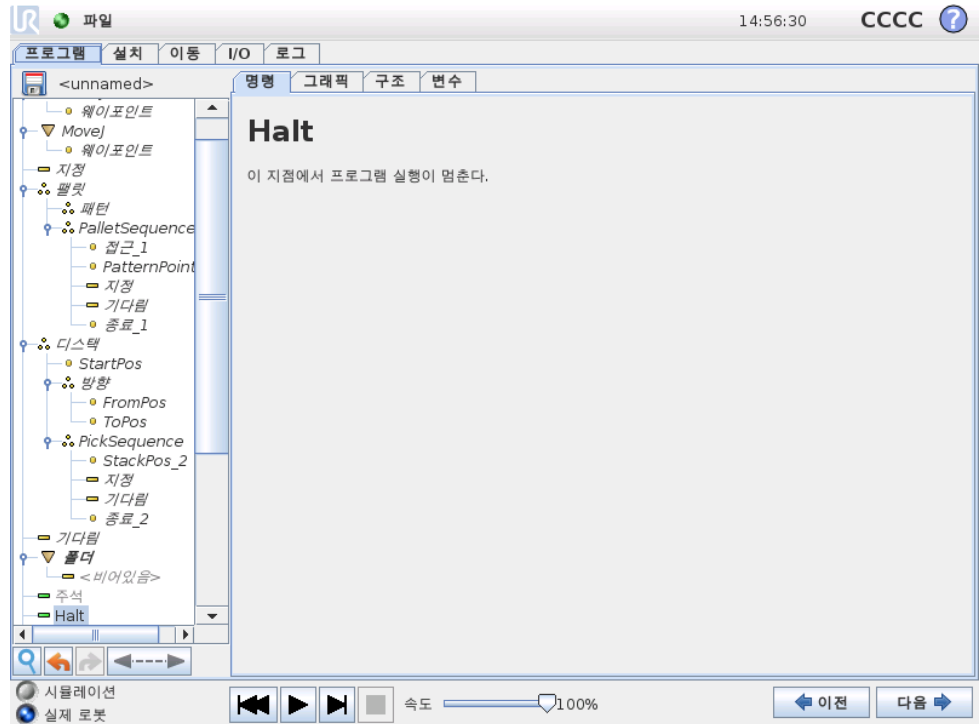
활성 TCP 는설정명령으로도변경할수있다. 표시상자에표시하고메뉴에서 TCP 오프셋중하나를선택하면된다. 프로그램작성시특정동작에대한활성 TCP 를알고있다면이동카드에서 TCP 선택을대신사용하는것을고려한다 ( 14.5 참조). 지명된 TCP 구성에대한추가정보는 13.6 참조.

### 14.11 명령: 팝업



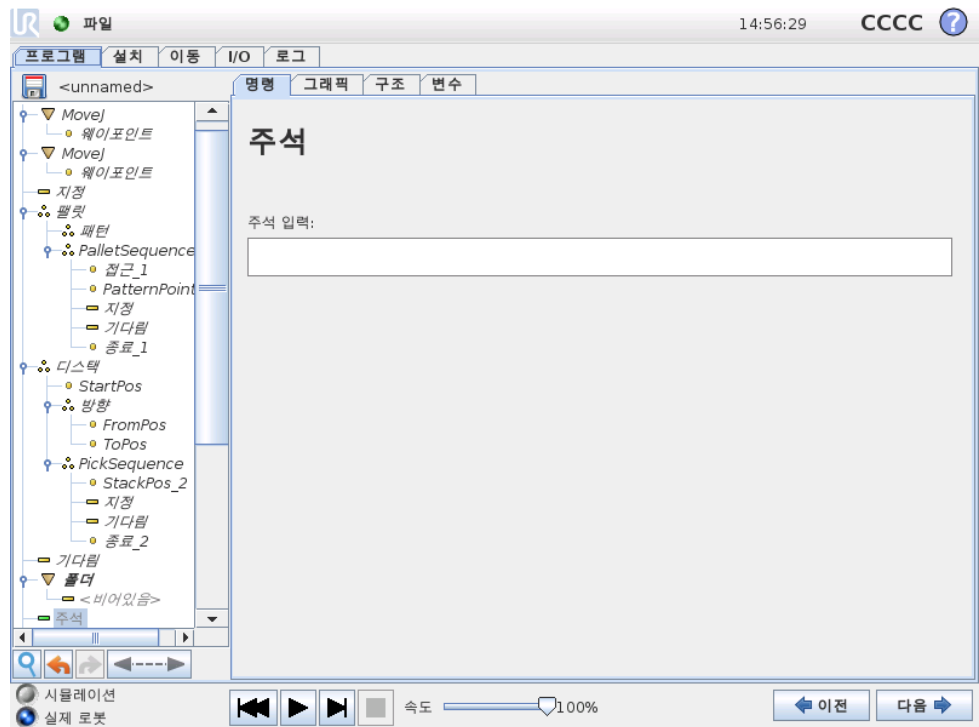
팝업은프로그램이이명령에도달하면화면에나타나는메시지이다. 메시지스타일을선택할수있고, 텍스트는화상키보드로텍스트를입력할수있다. 로봇은프로그램을계속진행하기전에사용자또는작업자가팝업아래의 “확인” 버튼을누르기를기다린다. “프로그램실행중지” 를선택하면로봇프로그램이이팝업에서정지한다.

### 14.12 명령: Halt



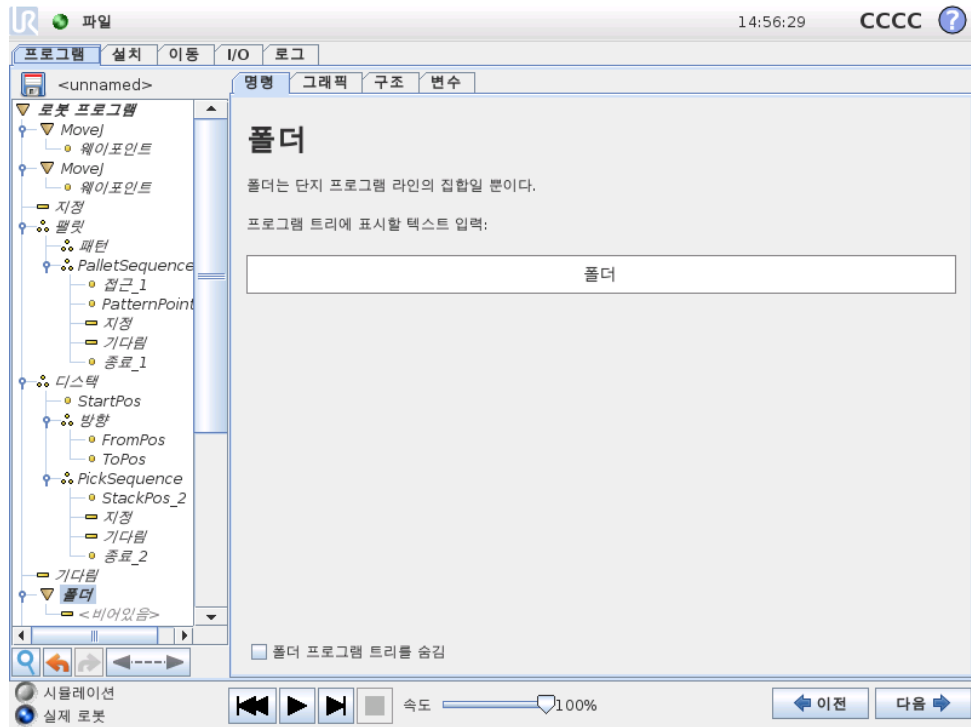
이 지점에서 프로그램 실행이 멈춘다.

### 14.13 명령: 주석



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

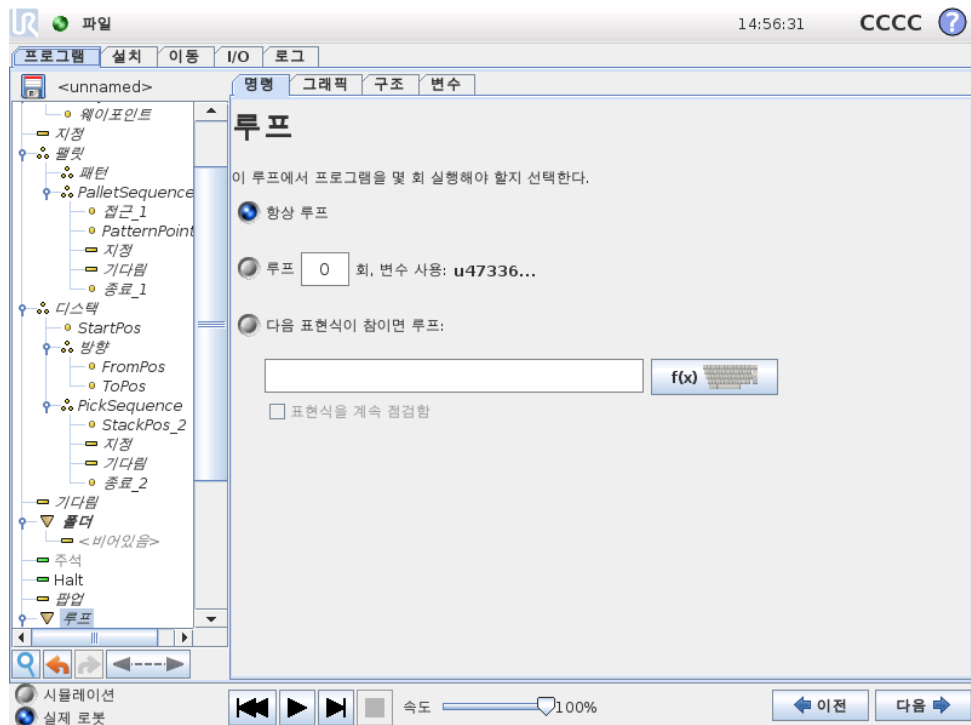
### 14.14 명령: 폴더



폴더는 프로그램의 특정부분을 정리하고, 여기에 레이블을 붙이고, 프로그램 트리를 정리하고, 프로그램을 읽고 탐색하는 것으로 더 쉽게 해준다.

폴더는 그 자체로는 아무것도 하지 않는다.

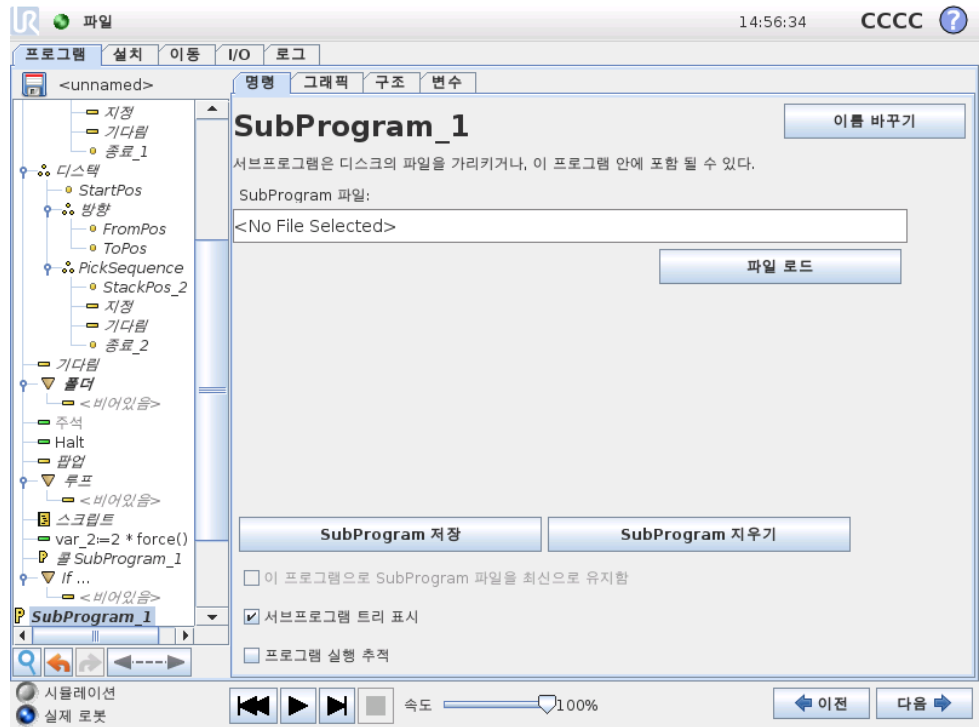
### 14.15 명령: 루프



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

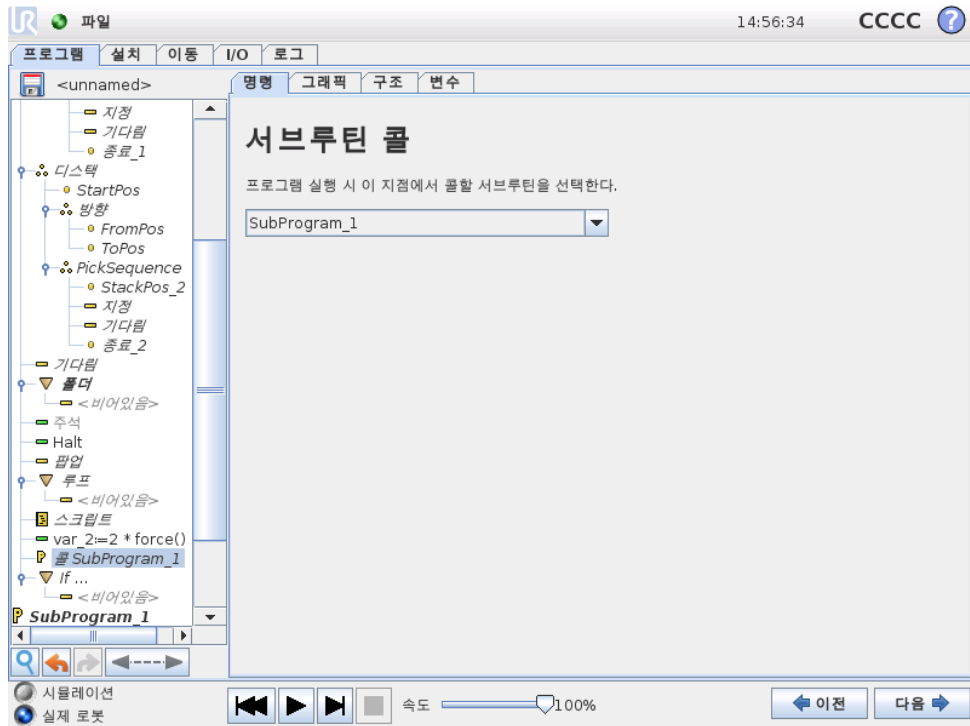
반복할 때 표현식을 종료 조건으로 사용하는 경우, PolyScope 는 이 표현식을 지속적으로 평가하기 위한 옵션을 제공하여 각 반복 후뿐만 아니라 언제든지 “loop” 가 중단될 수도도 록 한다.

## 14.16 명령: SubProgram



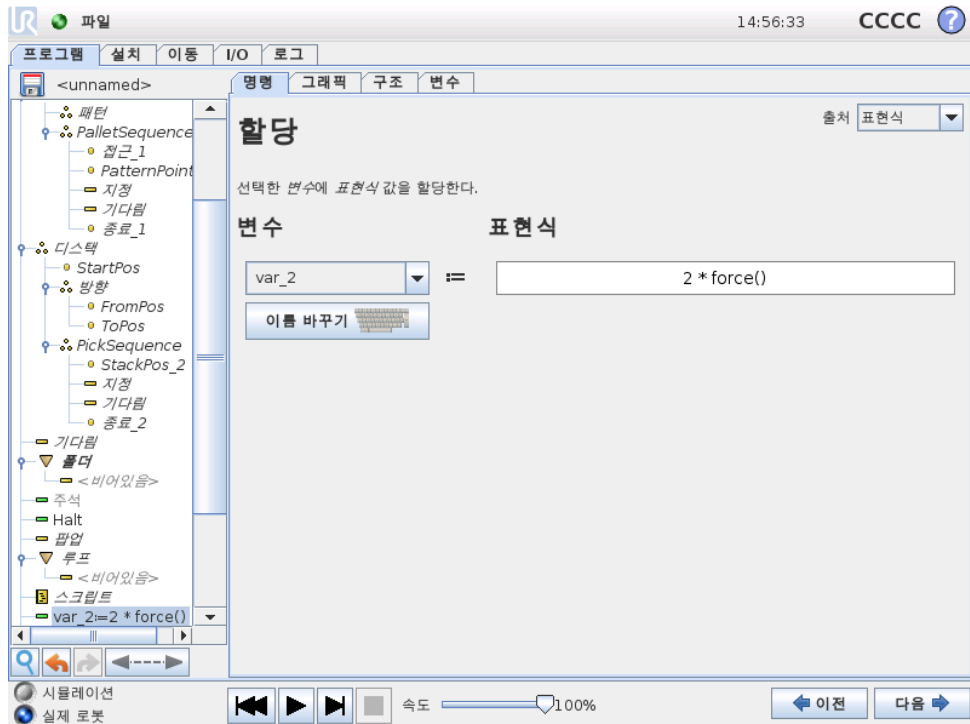
서브프로그램은 여러 곳에서 필요한 프로그램 부분을 보관할 수 있다. 서브프로그램은 디스크에서 별도의 파일일 수 있고, SubProgram 을 실수로 변경하는 것을 막기 위하여 숨길 수 있다.

명령: SubProgram 콜



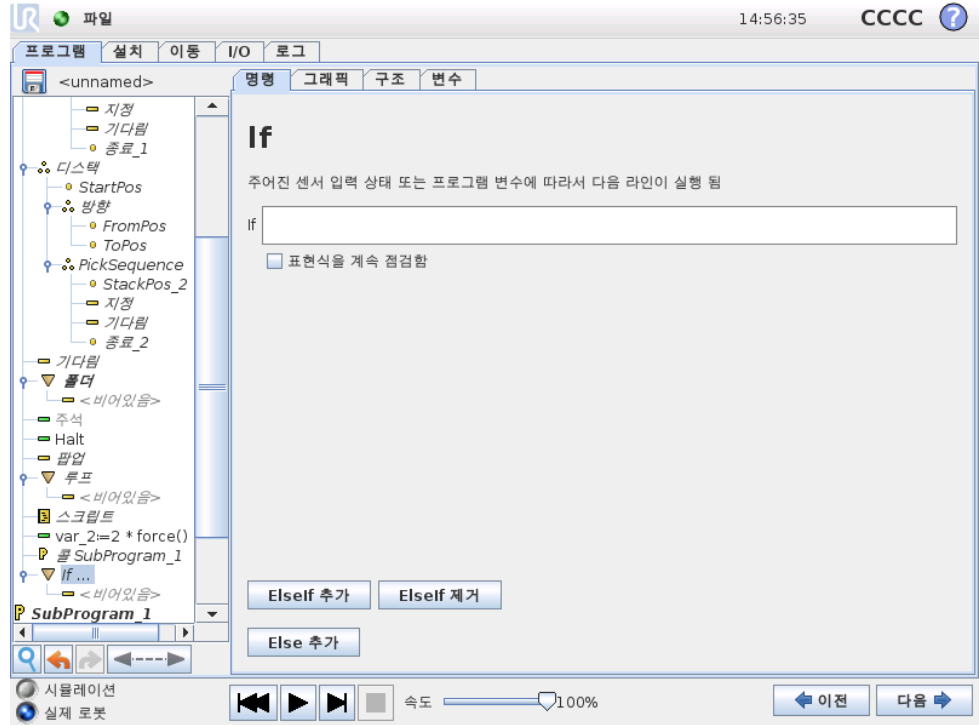
하위프로그램을콜하면하위프로그램에있는프로그램라인을실행하고, 다음라인으로돌아간다.

14.17 명령: 할당



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

14.18 명령: If

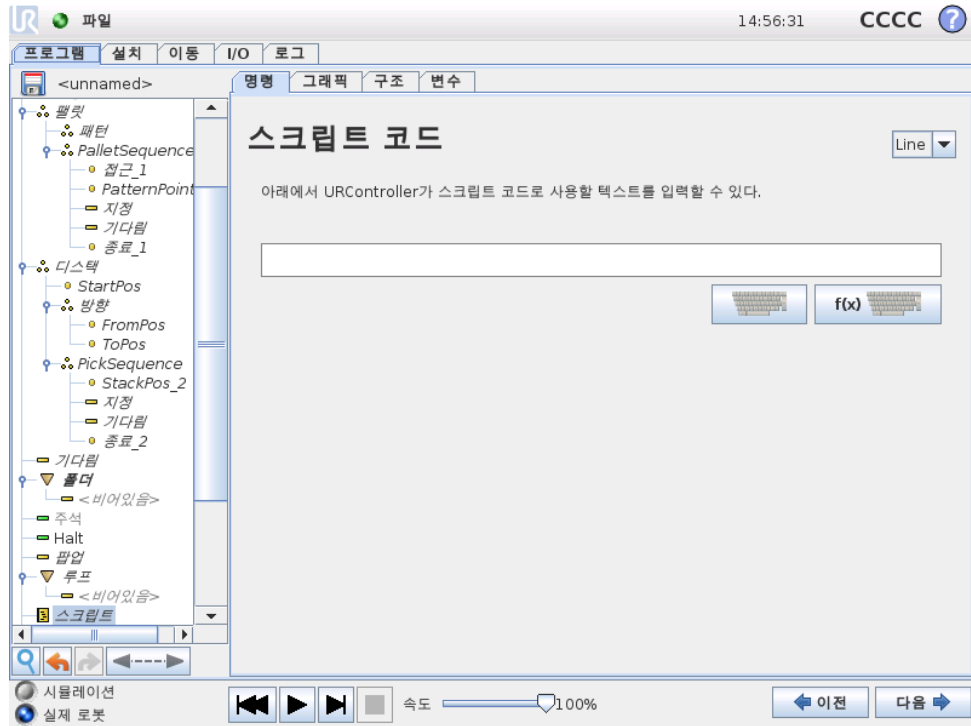


“if..else” 구성은 센서 입력 또는 변수 값에 따라서 로봇 행동을 바꿀 수 있다. 표현 편집기를 사용하여 어떤 조건에 로봇이 If 의 하위 명령으로 진행할지 설명한다. 조건이 True 라면 If 안의 라인이 실행된다.

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

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

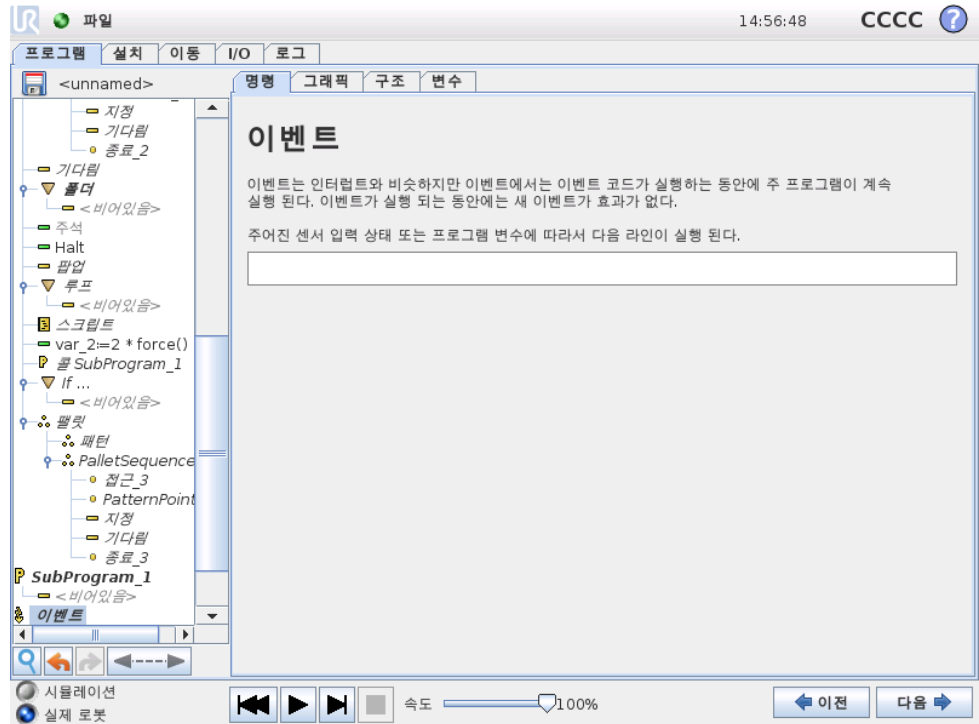
## 14.19 명령: 스크립트



이 명령은 로봇 컨트롤러가 실행하는 기본 실시간 스크립트 언어를 액세스하기 위해 사용됩니다. 이는 고급 사용자 전용이며, 지원 웹사이트의 스크립트 매뉴얼에서 사용 방법을 확인할 수 있다 (<http://support.universal-robots.com/>). 참고로 UR 배포자와 OEM 고객만이 웹사이트에 액세스할 수 있다.

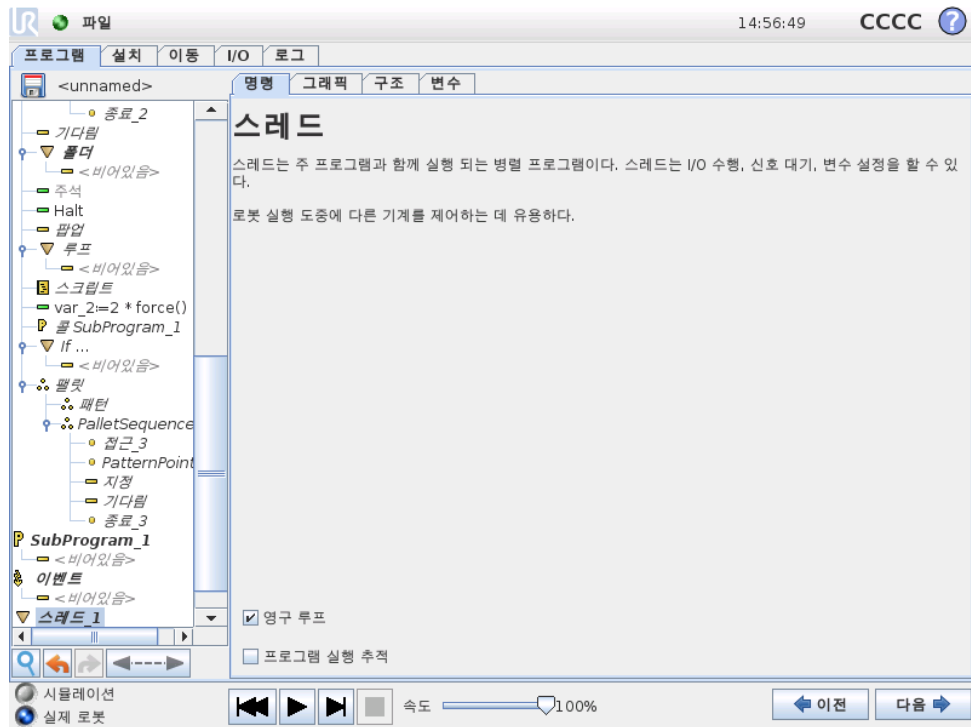
왼쪽 맨 위 “파일” 옵션을 선택하면 스크립트 프로그램 파일을 생성하고 편집할 수 있다. 이를 통해 길고 복잡한 스크립트 프로그램을 작업자에게 친숙한 PolyScope 프로그래밍과 함께 사용할 수 있다.

## 14.20 명령: 이벤트



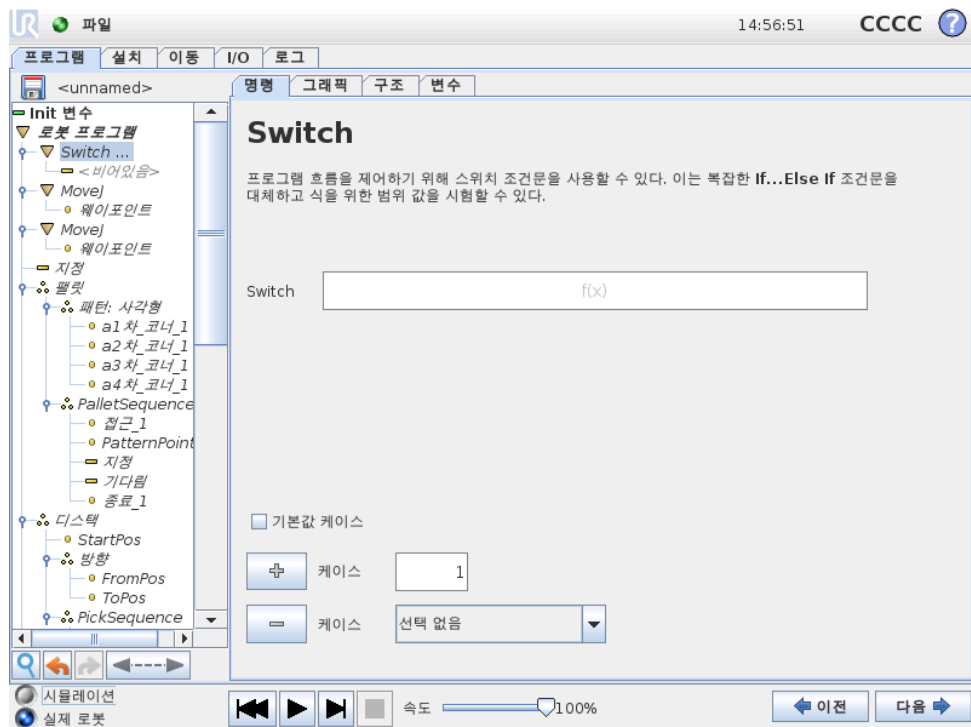
이벤트는 입력 신호를 모니터링하고, 입력 특정 작업을 수행하거나 신호가 높아지면 변수를 설정할 수 있다. 예를 들어 출력 신호가 높아지면 이벤트 프로그램은 200ms 기다린 다음에 다시 낮게 설정할 수 있다. 외부 기계가 높은 입력 신호보다는 플랭크 상승으로 트리거가 되는 경우, 이는 주 프로그램 코드를 더 간단하게 만들어 줄 수 있다. 이벤트는 매컨트롤 사이클 (8ms) 마다 체크한다.

## 14.21 명령: 스레드



스레드는로봇프로그램의병렬프로세스이다. 스레드는로봇팔과는독립적으로외부 기계를제어하기위해컨트롤할수있다. 스레드는변수및출력신호를통해로봇프로그램과통신할수있다.

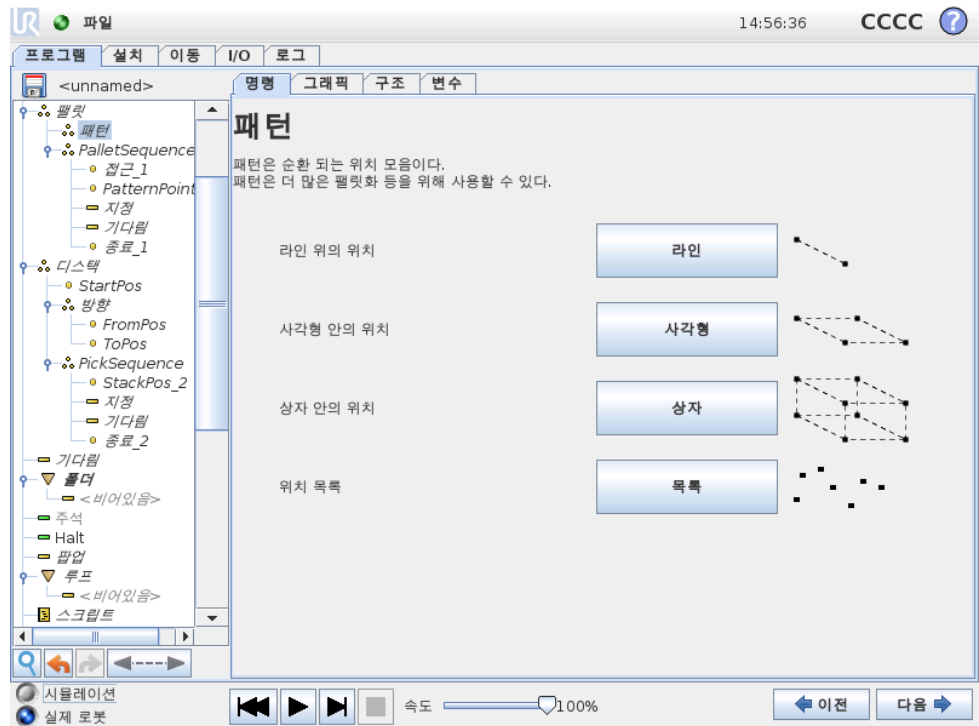
## 14.22 명령: Switch



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

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

### 14.23 명령: 패턴



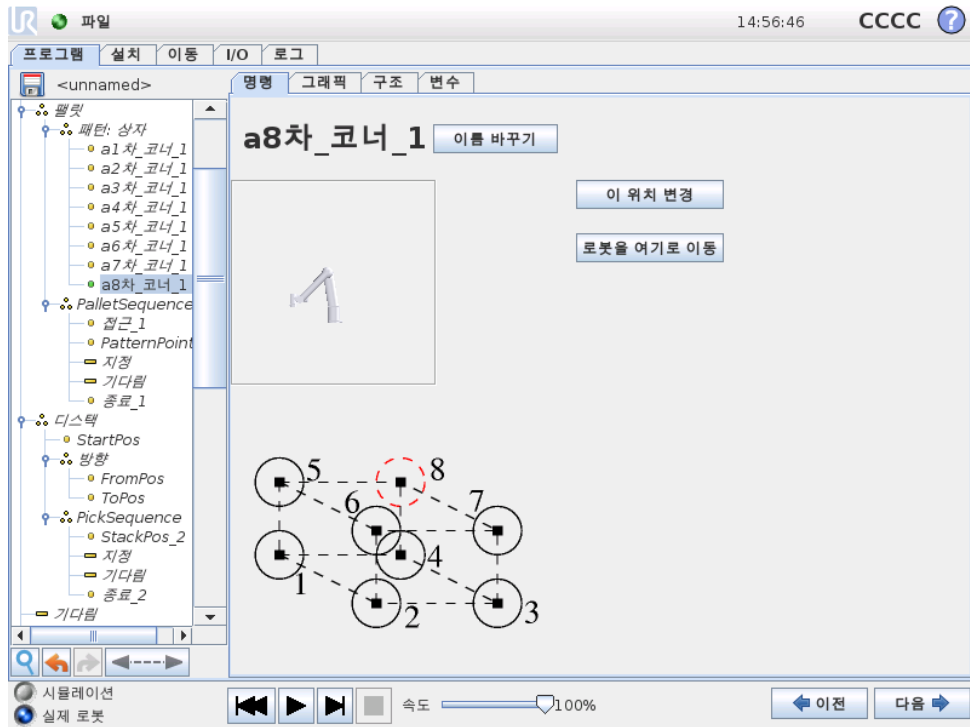
턴 명령은 로봇 프로그램의 위치를 순환하는데 사용할 수 있다. 패턴 명령은 실행 시마다 한 위치에 대응한다.

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

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

#### 패턴 정의하기

“상자” 패턴을 선택하면 화면이 아래와 같이 변화한다.



“상자” 패턴은상자의측면을정의하는데세벡터를사용한다. 세 벡터는네포인트로주 어지고, 첫벡터는포인트 1 에서포인트 2 이고, 둘째벡터는포인트 2 에서포인트 3 이고, 셋째 벡터는포인트 3 에서포인트 4 이다. 각벡터는간격산출수로나뉜다. 간격 벡터를비례적으로추가하는것으로간단하게패턴의특정위치로계산할수있다.

“라인” 및 “사각형” 패턴도비슷하게작동한다.

패턴의위치를트래버스하는동안카운터변수를사용한다. 변수이름은 패턴 명령화면 에서볼수있다. 변수는 0 부터  $X * Y * Z - 1$  까지, 패턴의포인트수를순환한다. 변 수는할당으로조정할수있으며표현식에서사용할수있다.

### 14.24 명령: 포스

포스모드는순응을허용하고, 로봇작업영역에서선택가능한축에힘을부여한다. Force 명령의모든로봇팔이동은포스모드에서실행된다. 로봇팔이포스모드에서움직 이는경우, 로봇팔이움직일수있는하나이상의축을선택할수있다. 복잡한축에따라서 로봇팔은환경에순응하는데, 원하는힘을성취하기위해자동으로위치를조정한다는 의미이다. 또한로봇팔이환경에힘을적용하게할수있다. 예를들어공정에있는물체.

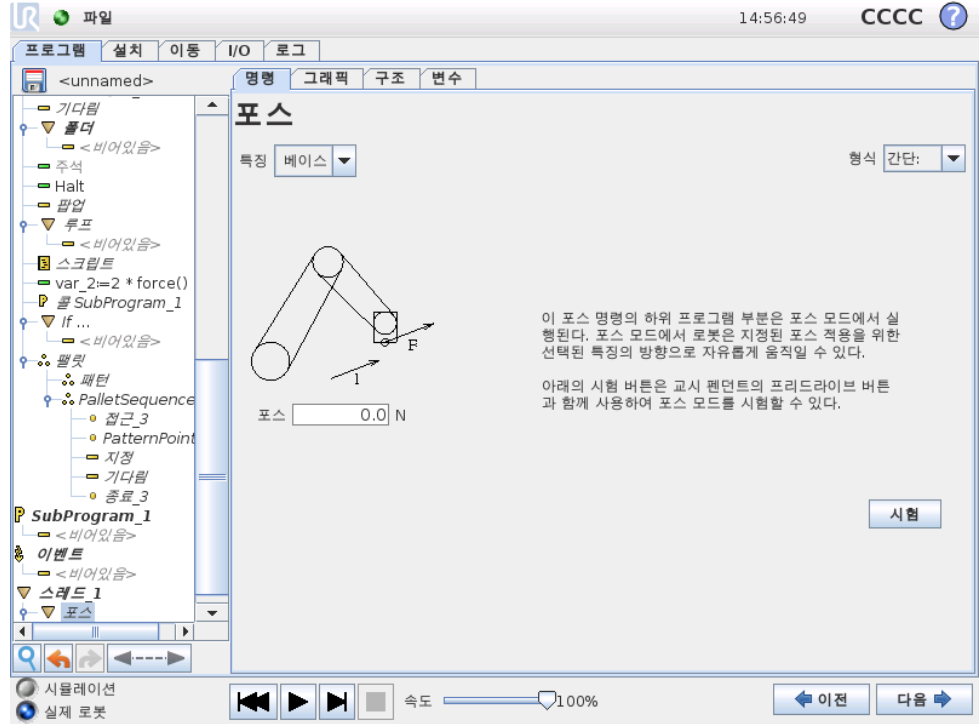
포스모드는미리지정된축에서실제 tcp 위치가중요하지않고, 반면에원하는힘을축 에따라서적용하는경우에적합하다. 예를들어로봇 TCP 이커브가있는표면에서를 해야하거나, 공정의물체를밀거나당겨야하는경우가이렇다. 포스모드는또한미리정 의한축주위에특정토크를적용하는것을지원한다. 영이아닌포스를지정 한축에서어 띤장애물도마주치지않으면, 로봇팔은그축을따라서가속하려고시도한다.

축을순응성에맞게선택했다라도로봇프로그램은로봇을축을따라서움직이려고시도 할것이다. 하지만여전히포스제어를통해로봇팔을지정 한포스에접근시킬수있다.



**경고:**

포스기능이잘못사용된다면이는 150N 을초과하는힘을생성할수있다. 위험평가도중에프로그램에입력한힘을고려해야한다.



**특징선택**

특징메뉴는포스모드로작동하는힘에적용할좌표계 (축) 를선택하는데사용한다. 메뉴의특징은설치시정의한것이다. 13.12을 (를) 참조한다.

**포스모드형식**

선택한특징을해석하는방식을지정하는네가지형식의포스모드가있다.

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

다. TCP 동작에 대하여 수직으로 힘을 가해야 하는 복잡한 경로에서 디버깅할 때 이것이 유용할 수 있다. 로봇팔이 움직이지 않는 경우: 로봇팔이 서 있는 상태에서 포스 모드로 들어가면 TCP 속도를 영이상으로 설정하기 전까지 순응축은 없을 것이다. 포스 모드에 있을 때나 중에도 로봇팔이 서 있는 경우, 태스크 프레임은 TCP 속도가 영이상이었던 이전 경우와 같은 자세를 갖게 된다.

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

## 포스값선택

힘은 순응 및 비순응 축 모두를 위하여 지정할 수 있지만 그 효과는 다르다.

- 순응: 로봇팔은 선택한 힘을 성취하기 위해 위치를 조정할 것이다.
- 비순응: 로봇팔은 여기에서 지정된 값의 외부 힘을 고려하는 동시에 프로그램이 지정된 궤도를 따라간다.

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

## 제한선택

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

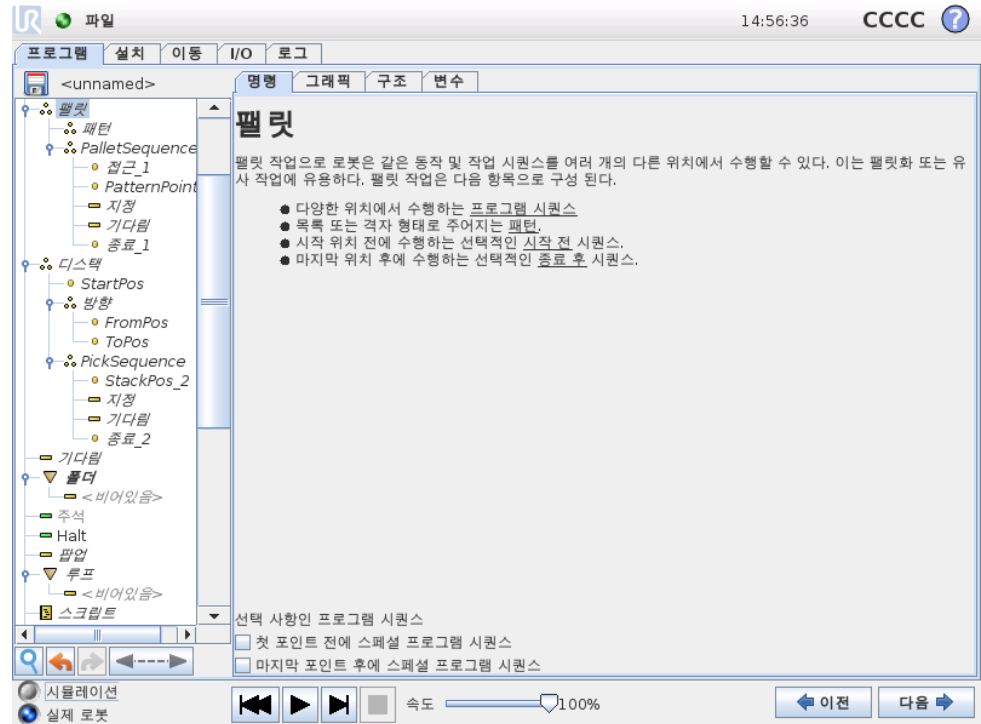
- 순응: TCP 가속을 따라서 획득할 수 있도록 허용된 최대 속도로 제한된다. [mm/s] 및 [deg/s] 단위를 사용한다.
- 비순응: 로봇 보호가 정지하기 전까지 프로그램 궤도에서 허용되는 최대 편차로 제한된다. [mm] 및 [deg] 단위를 사용한다.

## 포스설정시험

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

시험 버튼이 켜진 상태이고, 교시 펜던트 뒤에 프리드라이브 버튼을 누르면 로봇은 프로그램이 이 포스 명령에도 달한 것처럼 수행하고, 이를 통해 프로그램을 완전하게 실행하지 않고도 설정을 검증할 수 있다. 이는 특히 순응 축과 포스를 올바르게 선택했는지 검증하는데 유용하다. 한 손으로 로봇 TCP 를 쥘 때 다른 손으로 프리드라이브 버튼을 누른 다음에 로봇팔이 어떤 방향으로 움직이고 움직이지 못하는지 간단하게 확인할 수 있다. 이 화면에서 떠난 다음에 시험 버튼은 자동으로 꺼지는데, 이는 교시 펜던트 뒤에 프리드라이브 버튼을 정규 프리드라이브 모드를 위해 다시 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 참고: 프리드라이브 버튼은 포스 명령으로 유효한 특징을 선택한 경우에 만 효과적이다.

## 14.25 명령: 팻릿



팻릿작업은패턴으로서다양한위치에서동작시퀀스를수행할수있으며, 이는 14.23에 설명이 있다. 패턴의각위치에서동작시퀀스는패턴위치에대하여상대적으로실행된다.

### 팻릿작업프로그래밍

수행할절차:

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

### 팻릿시퀀스/앵커가능시퀀스

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

앵커위치에대하여상대적이지않으므로 이동 명령은시퀀스내에서사용하지않는다.

### “BeforeStart”

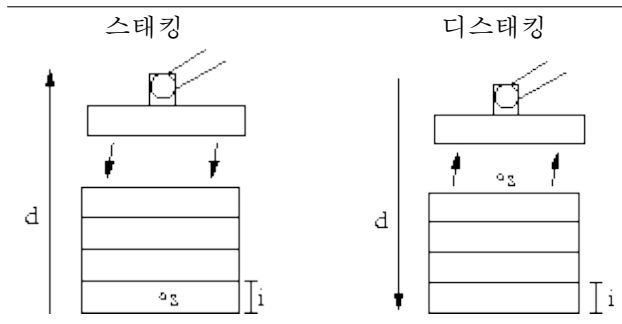
선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리기 위해사용할수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음팰릿준비를위하여컨베이어동작시작신호로사용할수있다.

14.26 명령: 시크

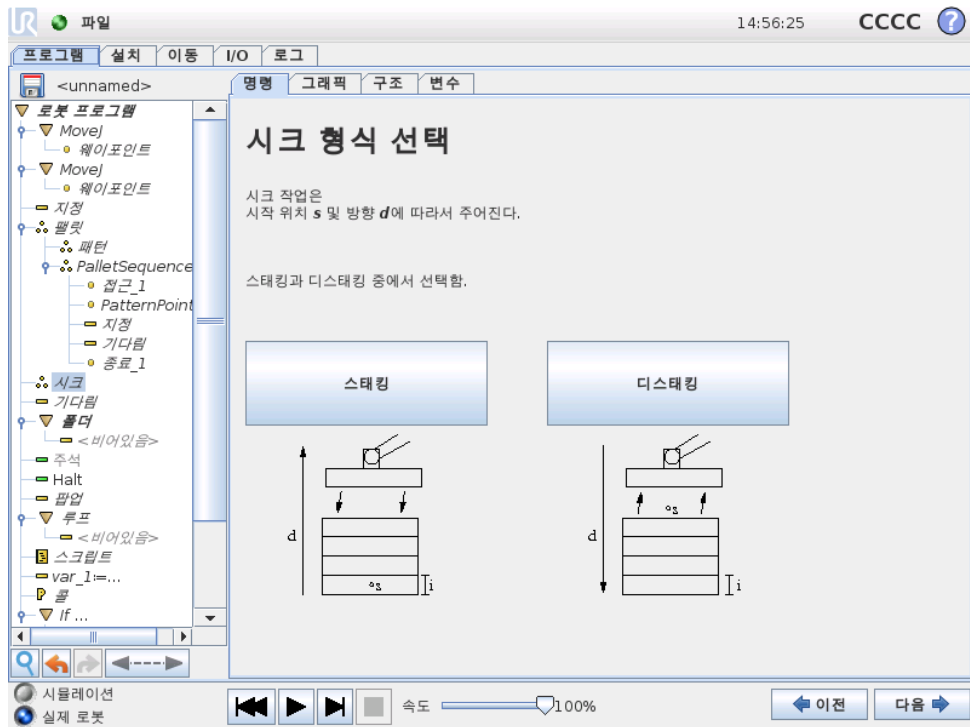
시크기능은센서를사용하여물체를집거나놓기위하여올바른위치에도달했는지판단한다. 이센서는누름단추식스위치, 압력센서, 정전용량센서일수있다. 이기능은다양한두께의물체를스택으로쌓은경우또는물체의정확한위치를알수없거나프로그램으로이를넣기에너무어려운경우에사용한다.



스택작업을위해시크작업을프로그램에삽입할때에는반드시시작포인트  $s$ , 스택방향  $d$ , 스택에있는물체의두께  $i$  를정의해야한다.

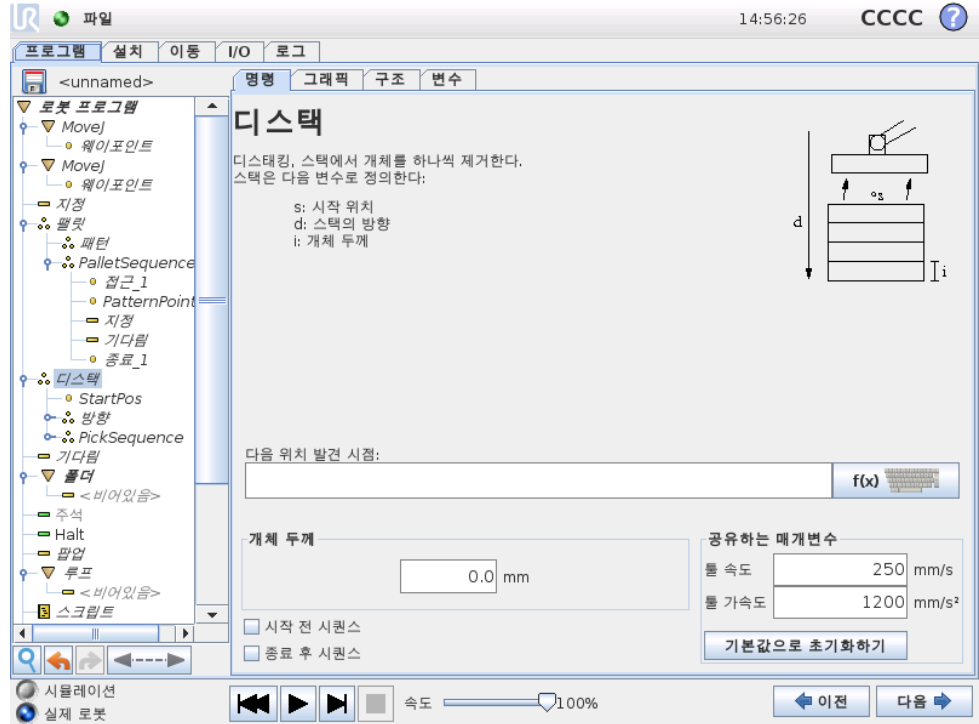
그리고다음스택위치도달조건및각스택위치에서수행하는특별프로그램시퀀스를정의해야한다. 스택작업에대한속도및가속도가주어져야한다.

스태킹



스택을 쌓을때로봇팔은시작위치로이동하고, 다음스택 위치를검색하기위하여 반대 위치로이동한다. 발견한다음에로봇은 위치를기억하고, 특별시퀀스를수행한다. 그 다음에로봇은기억한위치에서해당방향의물체두께단위로증가하며검색을시작한다. 스택높이가정의한수보다높아지거나센서가신호를보내면스태킹을완료한다.

### 디스태킹

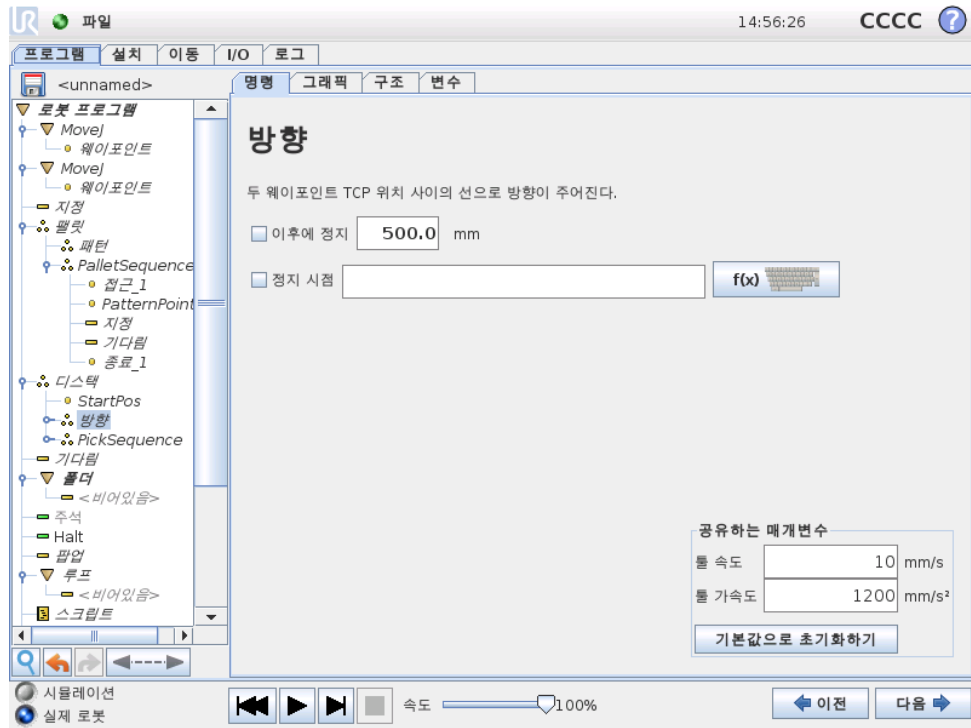


디스태킹할때로봇팔은시작위치에서부터주어진방향으로다음물체를검색하기위하여이동한다. 화면의조건이다음물체도달시점을판단한다. 조건을충족하면로봇은 위치를기억하고, 특별시퀀스를수행한다. 그다음에로봇은기억한위치에서해당방향의물체두께단위로증가하며검색을시작한다.

### 시작위치

시작위치는스택작업이시작하는곳이다. 시작위치를생략하면스택은로봇팔의현재 위치에서시작한다.

방향



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

다음스택킹위치표현식

다음스택 위치에도달했는지계속평가하면서로봇팔은방향벡터를따라서이동한다. 표현식에서 True 로판단하면특별시퀀스를실행한다.

“BeforeStart”

선택사항인 BeforeStart 시퀀스는작업시작전에실행된다. 이는준비신호를기다리기 위해사용할수있다.

“AfterEnd”

선택사항인 AfterEnd 시퀀스는작업마침후에실행한다. 이는다음스택준비를위하여 컨베이어동작시작신호로사용할수있다.

집기/놓기시퀀스

팰릿작업 (14.25) 과마찬가지로특별프로그램시퀀스는각스택위치에서수행한다.

14.27 명령: 컨베이어추적

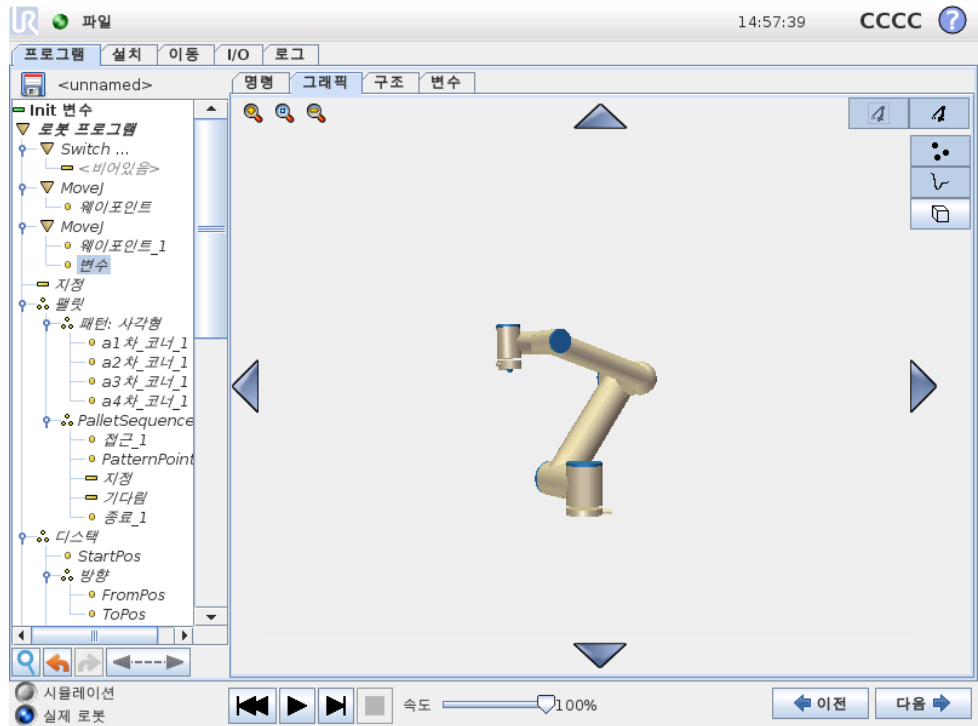
컨베이어를사용할때로봇은이동추적을할수있도록구성할수있다. 컨베이어추적용 프로그램노드가있다. 설치에서정의한컨베이어추적이올바르게구성되면선형또는 원형컨베이어를추적할수있다. 노드는구조탭에있는마법사프로그램노드에서추가할수있다. 컨베이어추적 노드에서프로그램을실행하는동안로봇은컨베이어를추적

하기위해이동을조정한다. 컨베이어를추적하는동안다른이동이가능하지만이는컨베이어벨트의동작에상대적인것이다.

### 14.28 명령: 억제

억제된프로그램라인은프로그램실행시건너뛰게된다. 억제된라인은나중에다시억제를해제할수있다. 이는원래내용을파괴하지않으면서프로그램을변경할수있는빠른방법이다.

### 14.29 그래픽 탭



현재로봇프로그램을그래픽으로표현한다. TCP 경로는 3D 뷰에서볼수있고, 동작부분은검은색, 혼합 (동작부분간의전환) 부분은녹색이다. 녹색점은프로그램의각웨이포인트에서 TCP 위치를지정한다. 로봇팔의 3D 드로잉은로봇팔의현재위치를보여주고, 로봇팔의 “새도우” 가화면왼쪽에있는웨이포인트에어떻게도달할것인지보여준다.

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

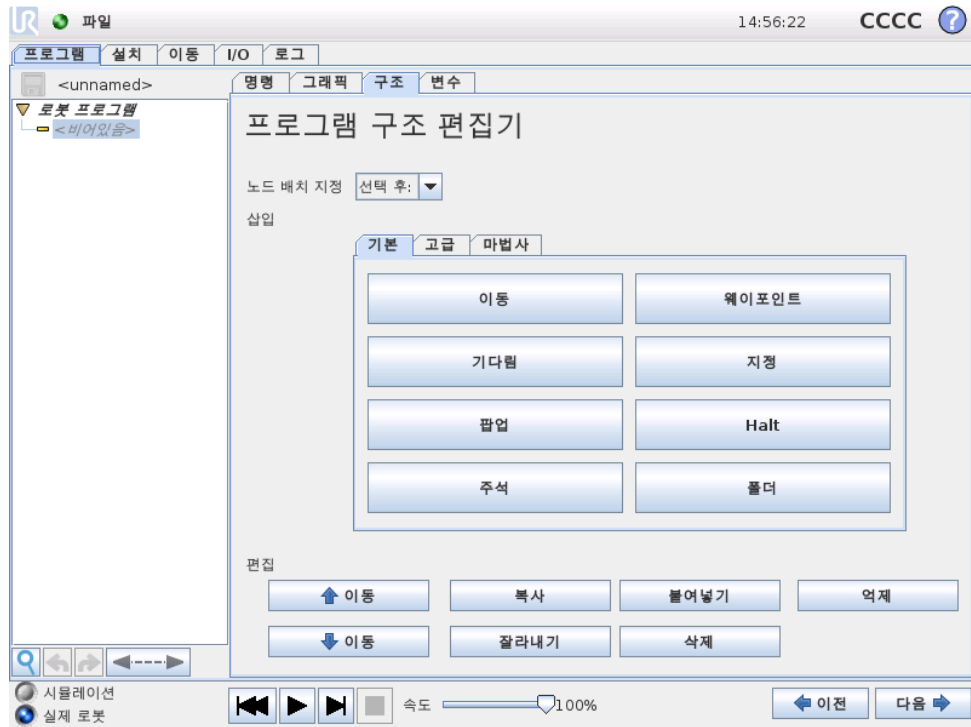
안전플레인은노란색과검은색으로시각화하며, 작은화살표가플레인수직선을표현한다. 이는로봇 TCP 위치를지정할수있는플레인의면을나타낸다. 트리거플레인은파란색및녹색으로표시되고, 플레인의측면을가리키는작은화살표가있는데, 이는정상 모드제한 ( 10.6 참조) 이활성화된것이다. 툴자세경계제한은원뿔및로봇툴의현재자세를나타내는벡터와함께표시된다. 원뿔의내부는툴자세 (벡터) 에허용되는영역을나타낸다.

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

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

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

### 14.30 구조탭



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

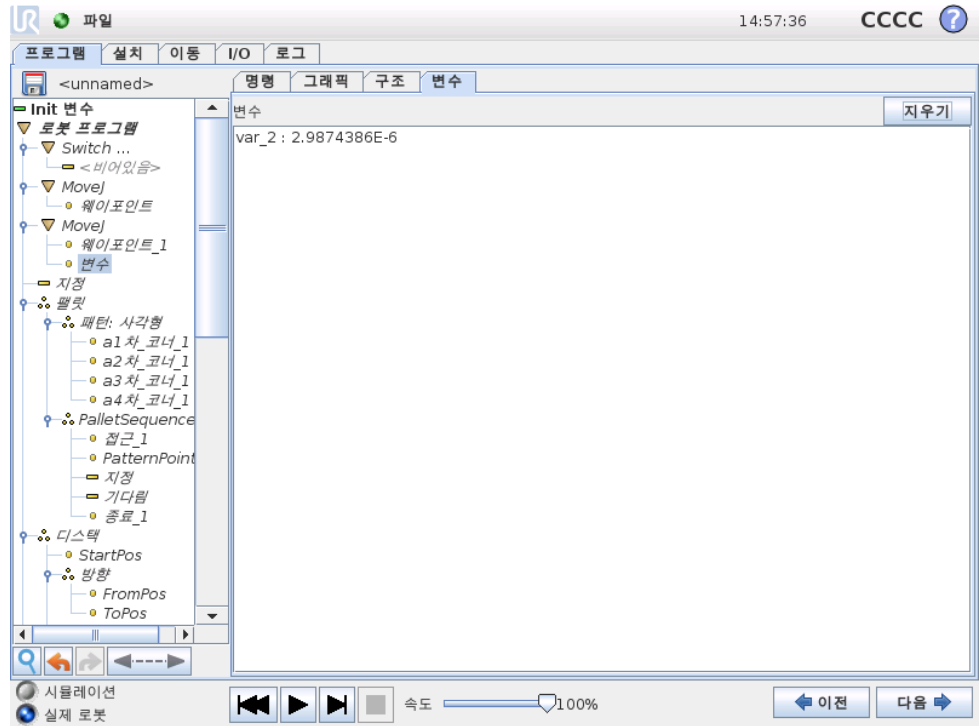
새 명령을 삽입하려면 다음 단계를 수행한다:

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

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

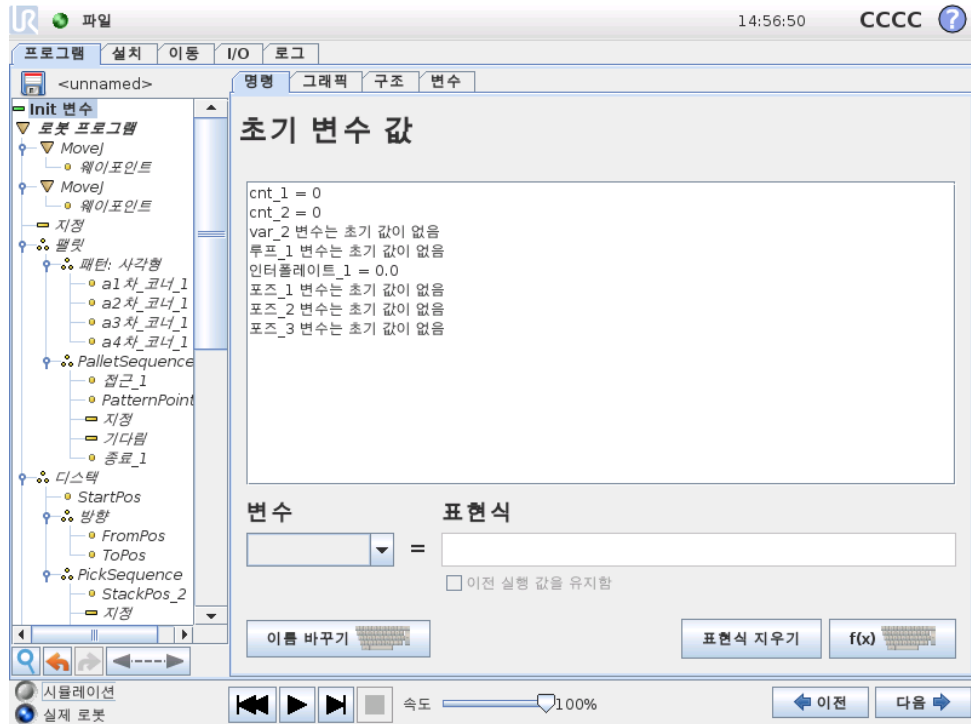
모든 명령이 프로그램의 모든 곳에 올 수는 없다. 웨이포인트는 반드시 이동 명령 하위에 있어야 한다 (바로 하위일 필요 없음). ElseIf 및 Else 명령 If 다음에 와야 한다. 일반적으로 ElseIf 명령을 움직이는 것은 까다로운 작업이다. 변수는 사용하기 전에 반드시 값을 할당 받아야 한다.

### 14.31 변수탭



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

## 14.32 명령: 변수초기화



이 화면에서는 프로그램을 (및 스레드) 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.

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

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

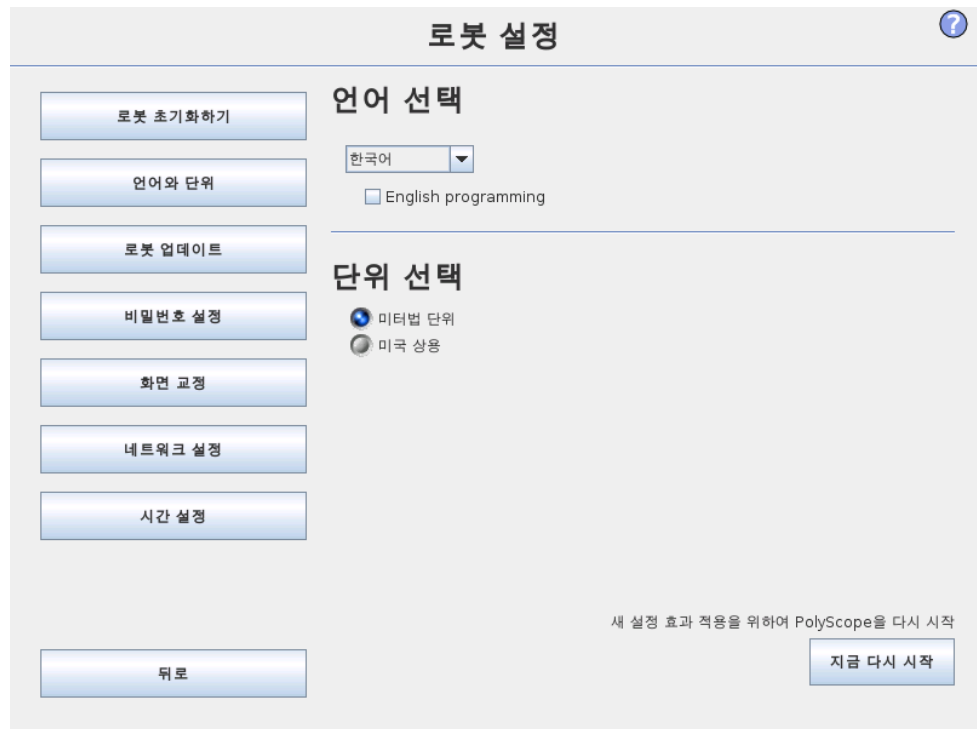


## 15 설정화면



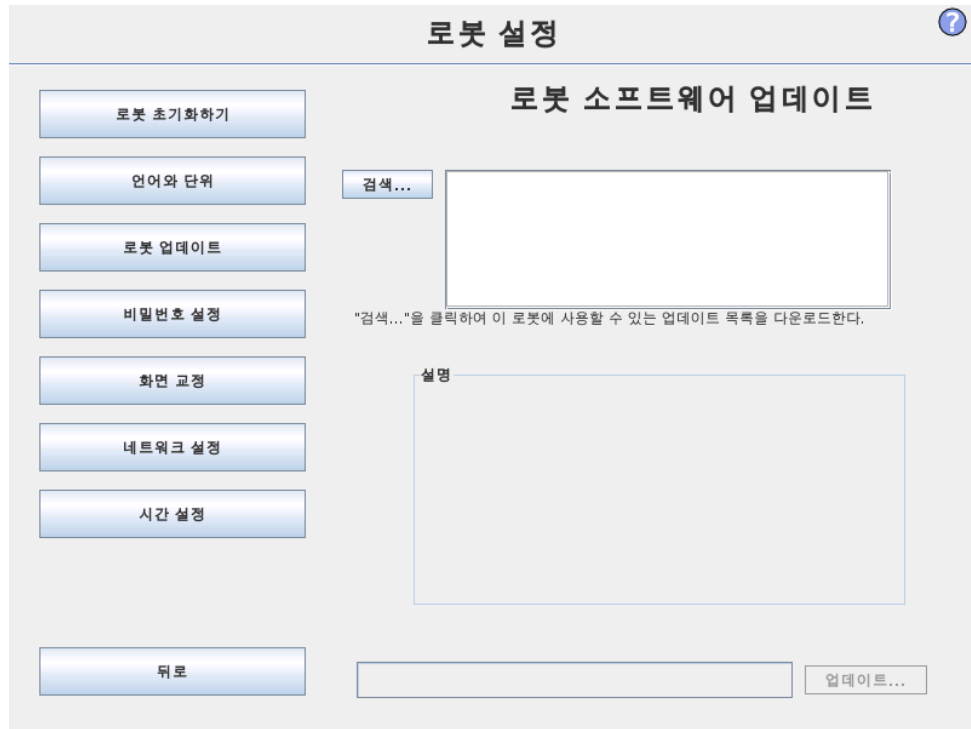
- 로봇초기화 초기화화면으로이동한다. 11.5 참조.
- 언어와단위 사용자인터페이스언어와측정단위를구성한다. 15.1 참조.
- 로봇업데이트 로봇소프트웨어를새버전으로업그레이드한다. 15.2 참조.
- 비밀번호설정 비밀번호가없는사람들이로봇의프로그래밍부분에접근하지못하도록기능을부여한다. 15.3 참조.
- 화면교정 터치스크린의 “감도” 를조정한다. 15.4 참조.
- 네트워크설정 로봇컨트롤박스에대한이더넷네트워크설정인터페이스를연다. 15.5 참조.
- 시간설정 시스템시간과날짜를설정하고, 시계의표시형식을구성한다. 15.6 참조.
- 뒤로 환영화면으로돌아간다.

## 15.1 언어와단위



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

## 15.2 로봇업데이트



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



**경고:**

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

### 15.3 비밀번호설정

?

## 로봇 설정

로봇 초기화하기

언어와 단위

로봇 업데이트

비밀번호 설정

화면 교정

네트워크 설정

시간 설정

뒤로

### 시스템 비밀번호 변경

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

비밀번호

비밀번호 확인

### 안전 비밀번호 변경

새 비밀번호를 입력하고 확인한 다음, 버튼을 클릭하여 안전 구성에 대한 비밀번호를 설정한다. 비밀번호를 지우려면 현재 비밀번호를 입력하고 버튼을 클릭한다.

현재 비밀번호 입력

비밀번호

비밀번호 확인

두비밀번호가 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.

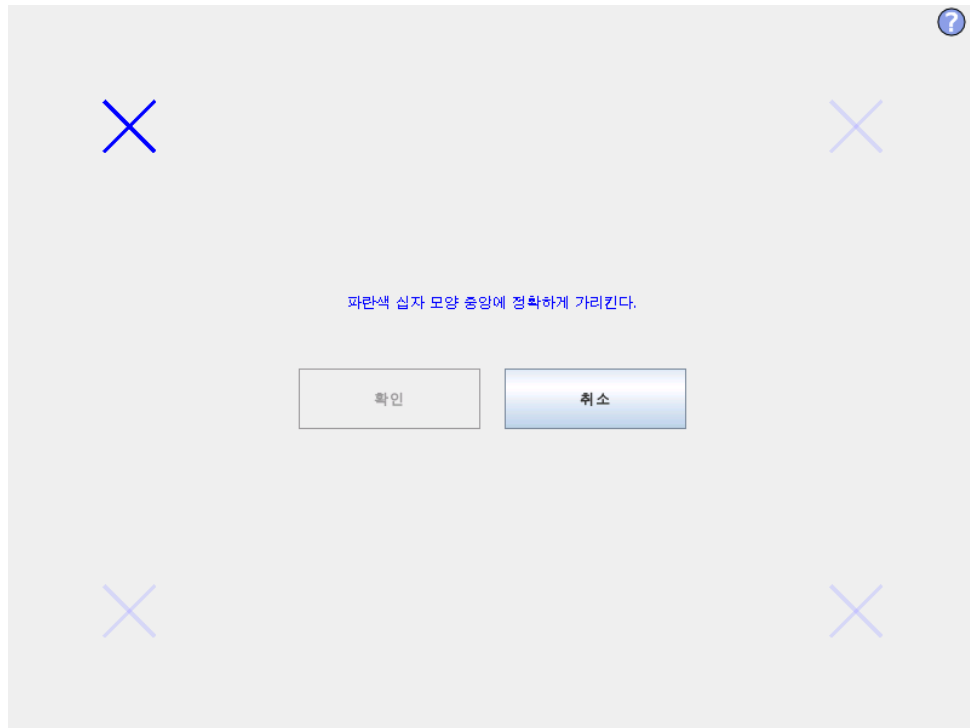


**참고:**  
안전 구성을 변경하려면 반드시 안전 비밀번호를 설정해야 한다.



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

## 15.4 화면교정



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

## 15.5 네트워크설정



이더넷네트워크설정을위한패널. 이더넷연결은기본로봇기능에필요하지않고, 기본값은꺼져있다.

## 15.6 시간설정

?

### 로봇 설정

로봇 초기화하기

언어와 단위

로봇 업데이트

비밀번호 설정

화면 교정

네트워크 설정

시간 설정

뒤로

#### 시간 설정

시간 형식:  24 시간  12 시간

현재 시간 선택:

+	+	+
14	:	56
-	:	04
-	-	-

#### 날짜 설정

오늘 날짜 선택:

2016. 4. 15

날짜 형식:

2016년 4월 15일 (금)

2016. 4. 15

16. 4. 15

새 설정 효과 적용을 위하여 PolyScope을 다시 시작

지금 다시 시작

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