UNIVERSAL ROBOTS

ユーザーマニュアル

UR3/CB3

元の説明書の翻訳 (jp)

UNIVERSAL ROBOTS

ユーザーマニュアル

UR3/CB3

バージョン 3.4.1

元の説明書の翻訳 (jp)

ここに記載された情報は、Universal Robots A/S の資産であり、Universal Robots A/S の書面による事前の承認なしに全部または一部を複製することはできません。本書は予告なしに変更されることがあり、Universal Robots A/S による責務と解釈されるべきものではありません。本書は定期的に見直しと改訂を行います。

Universal Robots A/S は本文書内におけるいかなる誤記あるいは脱落に対しても責任を負いません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S

Universal Robots のロゴは、Universal Robots A/S の登録商標です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Contents

前書き ix
梱包内容 ix
重要な安全上の注意. x
本書の読み方 x
詳細情報の入手先 x

I ハードウェアインストールマニュアル I-1

1 安全 I-3
1.1 はじめに I-3
1.2 妥当性と責任 I-3
1.3 責任制限 I-4
1.4 本書の警告記号 I-4
1.5 一般的な警告と注意 I-5
1.6 使用目的 I-7
1.7 リスクアセスメント I-7
1.8 緊急停止 I-9
1.9 駆動力のない運動 I-9

2 安全関連機能およびインターフェース I-11
2.1 はじめに I-11
2.2 安全システムの停止時間. I-12
2.3 安全関連機能制限 I-12
2.4 安全モード. I-14
2.5 安全関連電気インターフェース I-14
2.5.1 安全関連電気入力 I-14
2.5.2 安全関連電気出力 I-16

3 輸送 I-17

4 機械的インターフェース I-19
4.1 はじめに I-19
4.2 ロボットの作業空間 I-19
4.3 据え付け I-19
4.4 最大有効荷重 I-24

5 電気的インターフェース I-25
5.1 はじめに I-25
5.2 電気的な警告と注意 I-25
5.3 コントローラーI/O I-27
5.3.1 すべてのディジタル I/O の共通仕様 I-27
5.3.2 安全 I/O I-28

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

5.3.3 汎用ディジタル I/O I-32
5.3.4 ボタンを使用したディジタル出力 I-32
5.3.5 他の機械または PLC との間の通信 I-33
5.3.6 汎用アナログ I/O I-33
5.3.7 リモートオン/オフ制御 I-35
5.4 ツール I/O. I-36
5.4.1 ツールのディジタル出力 I-37
5.4.2 ツールのディジタル入力 I-38
5.4.3 ツールのアナログ入力. I-38
5.5 イーサーネット I-39
5.6 電源接続 I-39
5.7 ロボット接続. I-41

6 メンテナンスと修理 I-43
6.1 安全に関する指示 I-43

7 処分と環境への配慮 I-45

8 証明 I-47
8.1 第三者認証. I-47
8.2 EU 指令による宣言 I-47

9 保証 I-49
9.1 製品保証 I-49
9.2 免責事項 I-49

A 停止時間と停止距離 I-51
A.1 停止カテゴリー0 の停止距離と時間 I-51

B 宣言と証明書 I-53
B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original). I-53
B.2 CE/EU 組み込み宣言書（元の文書の翻訳） I-53
B.3 安全システム証明書 I-55
B.4 環境試験証明書 I-56
B.5 EMC 試験証明書 I-57
B.6 クリーンルーム試験証明書. I-58

C 適用規格 I-61

D 技術仕様 I-67

II PolyScope マニュアル II-1

10 安全構成 II-3
10.1 はじめに II-3
10.2 安全構成の変更 II-4
10.3 安全同期とエラー II-5
10.4 許容差 II-6
10.5 安全チェックサム II-6

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

10.6 安全モード II-6
10.7 自由教示モード II-7
10.7.1 後退動作 II-7
10.8 パスワードのロック II-8
10.9 適用 II-8
10.10 一般限界 II-9
10.11 ジョイント限界 II-11
10.12 境界 II-12
10.12.1 構成する境界の選択 II-13
10.12.2 3D 可視化 II-13
10.12.3 安全面の構成 II-13
10.12.4 ツール境界の構成 II-16
10.13 安全 I/O II-18
10.13.1 入力信号 II-18
10.13.2 出力信号 II-20

11 プログラミング開始 II-21
11.1 はじめに II-21
11.2 スタートアップ II-22
11.2.1 ロボットアームとコントロールボックスのインストール II-22
11.2.2 コントロールボックスのオンとオフ II-22
11.2.3 ロボットアームのオンとオフ II-22
11.2.4 クィックスタート II-23
11.2.5 最初のプログラム II-23
11.3 PolyScope プログラミングインターフェース II-24
11.4 ようこそ画面 II-26
11.5 初期化画面 II-27

12 エディター画面 II-29
12.1 式エディター画面 II-29
12.2 ポーズエディター画面 II-29

13 ロボット制御 II-33
13.1 ［移動］タブ II-33
13.1.1 ロボット II-33
13.1.2 フィーチャーとツールの位置 II-34
13.1.3 ツールの移動 II-34
13.1.4 ジョイントの移動 II-34
13.1.5 フリードライブ II-34
13.2 ［I/O］タブ II-35
13.3 MODBUS クライアント I/O II-36
13.4 ［AutoMove］タブ II-37
13.5 ［インストール］→ ［読み込み/保存］ II-38
13.6 ［インストール］→ ［TCP 構成］ II-39
13.6.1 TCP の追加、変更、削除 II-39
13.6.2 デフォルト TCP とアクティブ TCP II-40
13.6.3 TCP 位置の教示 II-40

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.6.4 TCP 方向の教示 II-41
13.6.5 有効荷重 II-41
13.6.6 重力中心 II-41
13.7 ［インストール］→［据え付け］ II-42
13.8 ［インストール］→［I/O 設定］ II-43
13.8.1 I/O 信号タイプ II-44
13.8.2 ユーザー定義の名前を割り当てる II-44
13.8.3 I/O アクションと I/O タブ制御 II-44
13.9 ［インストール］→［安全］ II-44
13.10 ［インストール］→［変数］ II-45
13.11 ［インストール］→［MODBUS クライアント I/O 設定］ II-46
13.12 ［インストール］→［フィーチャー］ II-49
13.12.1 フィーチャーの使用 II-50
13.12.2 新しい点 II-51
13.12.3 新しい直線 II-52
13.12.4 新しい平面 II-53
13.12.5 例：プログラムの調整に手動でフィーチャーを更新する場合 II-54
13.12.6 例：フィーチャーポーズを動的に更新する場合 II-54
13.13 コンベア追跡設定 II-56
13.14 ［インストール］→［デフォルトプログラム］ II-57
13.14.1 デフォルトプログラムの読み込み II-57
13.14.2 デフォルトプログラムの開始 II-57
13.14.3 自動初期化 II-58
13.15 ［ログ］タブ II-58
13.16 読み込み画面 II-59
13.17 ［実行］タブ II-61

14 プログラミング II-63
14.1 新しいプログラム II-63
14.2 ［プログラム］タブ II-64
14.2.1 プログラムツリー II-64
14.2.2 プログラム実行表示 II-65
14.2.3 検索ボタン II-65
14.2.4 元に戻す／やり直しボタン II-66
14.2.5 プログラムダッシュボード II-66
14.3 変数 II-67
14.4 コマンド：Empty II-67
14.5 コマンド：移動 II-68
14.6 コマンド：固定中間地点 II-71
14.7 コマンド：相対中間地点 II-76
14.8 コマンド：可変中間地点 II-77
14.9 コマンド：待機 II-78
14.10 コマンド：設定 II-78
14.11 コマンド：ポップアップ II-79
14.12 コマンド：停止 II-80
14.13 コマンド：コメント II-80
14.14 コマンド：フォルダー II-81

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.15 コマンド：ループ II-82
14.16 コマンド：SubProgram II-83
14.17 コマンド：代入 II-84
14.18 コマンド：If II-85
14.19 コマンド：スクリプト II-86
14.20 コマンド：イベント II-87
14.21 コマンド：スレッド II-88
14.22 コマンド：スイッチ II-88
14.23 コマンド：パターン II-89
14.24 コマンド：フォース II-90
14.25 コマンド：パレット II-93
14.26 コマンド：探索 II-94
14.27 コマンド：コンベア追跡. II-98
14.28 コマンド：抑制 II-98
14.29 ［グラフィック］タブ. II-98
14.30 ［構造］タブ. II-99
14.31 ［変数］タブ. II-100
14.32 コマンド：変数初期化 II-101

15 設定画面 II-103
15.1 言語と単位. II-104
15.2 ロボットの更新 II-105
15.3 パスワードの設定 II-106
15.4 画面の校正. II-107
15.5 ネットワークの設定 II-107
15.6 時間の設定. II-108
15.7 URCaps 設定 II-109

用語集 II-111

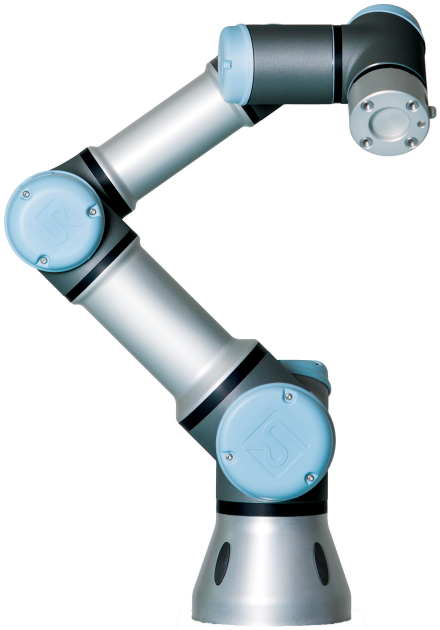
索引 II-113

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

前書き

Universal Robot の UR3 を新たにお買い求めいただき誠にありがとうございます。



ロボットは、ツールを移動させるプログラミングができ、電気信号を使用して他の機械との通信が可能です。アームは、アルミニウムの押し出しパイプ材とジョイントから構成されています。特許を取得したプログラミングインターフェースである PolyScope を使用すると、ロボットに任意の軌道上でツールを移動させるプログラミングが簡単にできます。

梱包内容

完全なロボットを注文した場合は、2 つのボックスを受け取ります。一方にはロボットアームが含まれ、他方には以下の項目が含まれています。

- 教示ペンダント付きのコントロールボックス
- コントロールボックスの据え付けブラケット
- 教示ペンダントの据え付けブラケット
- コントロールボックスを開くためのキー
- お住まいの地域に合わせた電源ケーブル
- ツールケーブル
- レーザー装備のスタイラスペン
- UR 生産試験証明書
- 本書

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

重要な安全上の注意

ロボットは半完成機械類 (「 8.2」を参照) のため、ロボットのインストールごとにリスクアセスメントが要求されます。「 1」章の安全に関する指示のすべてを順守することが特に重要です。

本書の読み方

本書には、ロボットのインストールと使用に関する指示が含まれています。次の内容から構成されています。

ハードウェアインストールマニュアル: ロボットの機械的および電気的なインストール。

PolyScope マニュアル: ロボットのプログラミング。

本書は機械・電気に関する基本的なトレーニング経験のあるインタグレーター用に書かれています。必要ではありませんが、プログラミングの基本的な概念に通じていると役に立ちます。ロボット全般、あるいは、Universal Robot 特定の高度な知識は必要ありません。

詳細情報の入手先

すべての UR 販売代理店が利用できるサポートウェブサイト（http://www.universal-robots.com/support）には、次のような追加情報が含まれています。

- 本書の他言語バージョン
- PolyScope が新しいバージョンにアップグレードされた場合は、PolyScope マニュアルのアップデート
- ロボットのトラブルシューティング、メンテナンス、修理の指示を掲載したサービスマニュアル
- 上級ユーザー向けのスクリプトマニュアル
- 能力を購入できるURCAPS。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Part I

ハードウェアインストールマニュアル

1 安全

1.1 はじめに

本章には、重要な安全情報が含まれています。UR ロボットのインテグレーターは、ロボットの電源を最初にオンにする前に、必ずこれを読み、理解するようにしてください。

本章の最初のサブセクションはより一般的な内容になっていますが、それ以降はロボットをセットアップし、プログラミングするためのより具体的なエンジニアリングデータを含んでいます。

本書の他の章や部で提供されるすべてのアッセンブリーに関する指示やガイダンスを順守し、従うことが不可欠です。

2章は、特に協力アプリケーションにおいて重要な、安全関連機能を説明し、定義しています。この章とセクション 1.7の指示とガイダンスは特に重要です。

警告記号に関連付けられたテキストには特に注意を払ってください。

1.2 妥当性と責任

本書の情報は、完全なロボットアプリケーションの設計、インストール、操作方法はカバーしておらず、完全なシステムの安全性に影響を与えるすべての周辺機器も対象外となっています。完全なシステムは、ロボットがインストールされている国の基準や規制に定める安全要件に従って設計し、インストールする必要があります。

UR ロボットのインテグレーターは、当該国で適用される安全上の法規制が順守され、完全なロボットアプリケーションにおいて重大な危険性が排除されていることを確認する責任があります。

これには以下が含まれますが、それだけには限定されません。

- 完全なシステムのリスクアセスメントを実施する
- リスクアセスメントで定義されている場合、他の機械および追加の安全デバイスとインターフェースを確立する
- ソフトウェアで適切な安全設定を設定する
- ユーザーが安全対策を変更しないよう確認する
- トータルシステムが適切に設計されインストールされていることを検証する
- 使用説明書を指定する
- ロボットインストールに該当する記号とインテグレーターの連絡先を記載する
- 技術ファイルに、リスクアセスメントと本マニュアルを含む全文書を集める。

適用規格や適用法の見つけ方や読み方に関するガイダンスを「http://universal-robots.com/support/」で提供する

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

1.3 責任制限

本書に記載された安全に関する情報は、すべての安全性に関する指示が遵守されていても、産業用マニピュレーターが怪我や破損を引き起こさないという UR による保証と解釈してはなりません。

1.4 本書の警告記号

下の表は、本書全体で使用される危険レベルを特定するキャプションを定義します。同じ警告記号が製品でも使用されます。

危険:
これは、回避しないと、死亡または重傷を負う可能性がある切迫した危険な電気的状況を示します。

危険:
これは、回避しないと、死亡または重傷を負う可能性がある切迫した危険な状況を示します。

警告:
これは、回避しないと、怪我や機器への大きな損害を引き起こす可能性がある潜在的に危険な電気的状況を示します。

警告:
これは、回避しないと、怪我や機器への大きな損害を引き起こす可能性がある潜在的に危険な状況を示します。

警告:
これは、触れると、怪我を負う可能性がある潜在的に危険な高温面を示します。

注意:
これは、回避しないと、機器への大きな損害を引き起こす可能性がある状況を示します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

1.5 一般的な警告と注意

このセクションには、いくつかの一般的な警告と注意が含まれています。その一部は本書のさまざまな部分で繰り返され、説明されています。他の警告や注意は本書の全体に存在します。

危険:
「4」および「5」章にある仕様と警告に従ってロボットとすべての電気機器を設置するようにしてください。

警告:

1. ロボットアームとツールが適切かつ安全な所定位置にボルトで固定されていることを確認します。
2. ロボットアームが自由に動ける十分なスペースがあることを確認します。
3. プログラマーとオペレーター、傍観者を保護するため、安全措置または/ならびに安全構成パラメーターがリスクアセスメントに従って設定されていることを確認してください。
4. ロボットを操作する場合、ゆったりとした衣服や宝石類を着用しないでください。ロボットを操作する際は、長い髪をまとめるようにしてください。
5. ロボットが損傷している場合は、使用しないでください。
6. ソフトウェアで致命的なエラーが表示された場合は、速やかに緊急停止を有効にし、エラーにつながる状況を書き留め、ログ画面上の対応するエラーコードを検索し、購入元にお問い合わせください。
7. 通常の I/ O に安全装置を接続しないでください。安全関連インターフェースのみを使用してください。
8. 正しいインストール設定（ロボット据え付け角度、TCP における重量、TCP オフセット、安全構成など）を使用してください。プログラムとともにインストールファイルを保存して読み込みます。
9. リスクアセスメントで許可される場合のみ、インストールで自由教示機能（インピーダンス/バックドライブ）を使用します。ツールと障害物に鋭利なエッジやピンチポイントがないようにしてください。全員の頭部がロボットの届かない場所にあることを確認してください。
10. 教示ペンダントを使用中は、ロボットの動作に注意してください。
11. ロボットの安全範囲に侵入したり、システムの作動中にロボットに触れないでください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

11. 衝突により、高レベルの、高速でかつ高有効荷重で有意に高い運動エネルギーが解放されることがあります。(運動エネルギー= $\frac{1}{2}$質量 · 速度^2)
12. 異なる機械を組み合わせることで危険性が増したり、新たな危険が生じることがあります。常に完全なインストールに対する全体的なリスクアセスメントを実施します。さまざまな安全性と緊急停止性能レベルが必要な場合は、常に最高の性能レベルを選択します。インストールで使用する全機器について、常にマニュアルを読み理解してください。
13. ロボットの改造は行わないでください。改造によってインタグレーターに予測できない危険が生じることがあります。すべての許可された再組み立ては、関連するすべてのサービスマニュアルの最新版に従って行ってください。製品が何らかの方法で変更/改造された場合、UNIVERSAL ROBOTS では一切責任を負いません
14. ロボットを追加モジュール（Euromap67 インターフェースなど）と一緒に購入した場合、それぞれのマニュアルでモジュールを調べてください。

警告:

1. ロボットとコントロールボックスの操作中に発熱があります。操作中や、操作直後にロボットを取り扱ったり、触らないようにしてください。ロボットを冷却するには、ロボットの電源を切ってから 1 時間待ちます。
2. コントロールボックスの内部カバーの後ろに指を入れないようにしてください。

注意:

1. ロボットを損傷させる可能性のある機械とロボットを組み合わせたり、共用する場合は、すべての機能とロボットプログラムを個別に試験することを推奨します。他の機械の作業空間外にある一時的中間地点を使って、ロボットプログラムを試験することを推奨します。プログラミングエラーや、ロボットの不具合が原因でロボットに引き起こされた損害について、Universal Robots は責任を負いかねます。
2. ロボットを永久磁場にさらさないでください。非常に強い磁場によってロボットが損傷することがあります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

1.6 使用目的

UR ロボットは産業用で、ツールや付属品の取扱いや、コンポーネントや製品の処理や転送に使うものです。ロボットの動作環境条件の詳細については、付録「 B」と「D」を参照してください。

UR ロボットは特別な安全関連機能を備えています。これは、ロボットを安全柵なし、または有人で操作する場合に、協力運用ができるように意図的に設計されています。

協力運用は危険性のない用途のみで行うことになっています。つまり、その特定の用途におけるリスクアセスメントにより、ツール、ワーク、障害物や他の機械などを含む全体として、重大な危険を生じることがないとされる用途です。

意図された用途から外れた使用や適用は許容されない誤用であるとみなされます。これには以下が含まれますが、それだけには限定されません。

- 潜在的に爆発の可能性のある環境で使用する
- 医療や生活に重要な用途に使用する
- リスクアセスメント実施前に使用する
- 定格性能レベルが不十分である場合に使用する
- 安全機能の性能が不十分である場合に使用する
- クライミングの補助として使用する
- 許容動作パラメーター外で操作する

1.7 リスクアセスメント

インテグレーターが実施すべき最重要項目の 1 つが、リスクアセスメントの作成です。これは多くの国において法的に義務付けられています。ロボットインストールの安全性は、ロボットの統合方法（ツール、障害物や他の機械など）に依存するため、ロボット自体は半完成機械類です。

リスクアセスメントを実施する上でインテグレーターは ISO 12100 および ISO 10218-2 のガイドラインを使用することを推奨します。さらに、インテグレーターは技術仕様 ISO/TS 15066 を追加ガイダンスとして使用することを選択できます。

インテグレーターが実施するリスクアセスメントでは、以下を含むがこれに限定されない、ロボットアプリケーションの使用時間全体を通した、すべての作業手順を検討してください：

- ロボットインストールの設定と開発中におけるロボット教示。
- トラブルシューティングおよびメンテナンス：
- ロボットインストールの通常の操作。

リスクアセスメントは、最初にロボットの電源をオンにする前に必ず実施してください。インテグレーターが実施するリスクアセスメントには、適切な安全構成設定や、追加の緊急停止ボタンの必要性ならびに/または特定のロボットアプリケーション用に必要な予防措置を特定することが含まれます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

正確な安全構成設定を特定することは、協力ロボットアプリケーションの開発において、特に重要なプロセスです。詳細については、 2章とパート IIをご覧ください。

安全関連機能のいくつかは、意図的に協力ロボットアプリケーション用に設計されています。これらの機能は安全構成設定より設定可能であり、インテグレーターが実施したリスクアセスメントの特定リスクに対処するため、特に重要です。

- フォースとパワーの制限：ロボットとオペレーターの間で衝突が発生した場合、ロボットが動作方向に開放する、固定フォースと圧力を削減するために使用します。
- 運動量制限：ロボットとオペレーターが衝突した場合に、ロボットを減速させ、瞬間のエネルギーとインパクトのフォースを削減するために使用します。
- ジョイントと TCP 位置制限：特に、ロボットの特定の部位に関するリスクを削減するために使用します。例：設定やプログラミング中の、頭部または首に対する動作を回避します。
- TCP とツール方向制限：特にツールと工作物の特定の範囲とフィーチャーに関連するリスクを削減するために使用します。例：鋭利な部分がオペレーターの方向を指すことを回避します。
- 速度制限：特にロボットアームが低速で動作するようにするため、使用します。例：オペレーターがロボットアームとの接触を避けるための時間を確保するために使用します。

適切な安全構成設定の適用とは、ロボットを位置にボルトで固定し、安全関連機器を安全関連 I/O に接続することを意味します。インテグレーターは、パスワード保護などにより、権限のない人が安全構成を変更することを防ぐ必要があります。

協力ロボットアプリケーションにおけるリスクを評価する場合、以下を考慮することが重要です：

- 個々の潜在的衝突の深刻度：
- 個々の潜在的衝突の発生可能性
- 個々の潜在的衝突を回避する可能性

ロボットが、搭載された安全関連機能を使用しても、危険性が適切に排除できない（例： 危険なツールを使用するなど）、またはリスクが十分に削減できない、非協力ロボットアプリケーションにおいてインストールされる場合は、インテグレーターが実施したリスクアセスメントは、インテグレーターが追加の予防措置（例： 設定とプログラミングの際に、インテグレーターを保護するデバイスを有効にするなど）を適用するよう結論付けなくてはなりません。

Universal Robots では、インテグレーターが考慮する必要のある危険として、以下に一覧表示された顕著な潜在的危険を認識しています。これ以外の顕著な危険も、特定なロボットのインストールで発生する恐れがあることにご留意ください。

1. ロボットの脚部と基部（ジョイント 0）の間に指を挟まれる。
2. 手首 1 と手首 2 （ジョイント 3 とジョイント 4 ）の間に指を挟まれる。
3. ツールまたはツールコネクターの鋭利な端部や鋭利な先端が皮膚に突き刺さる。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

4. ロボット軌道の周辺にある障害物の鋭利な端部や鋭利な先端が皮膚に突き刺さる。
5. ロボットによる打撃によって打撲を受ける。
6. 重量運搬品と硬い表面の間で打撃を受けることによる、剥離骨折または骨折。
7. ロボットアームまたはツールを保持するねじの緩みによる結果。
8. グリップが弱い、または電源中断などから、ツールからワークが落下する。
9. 異なる機器の違う緊急停止ボタン使用による誤動作。
10. 安全構成パラメーターにおける、権限のない変更による誤動作。

停止時間と停止距離については 2の章と付録 Aをご覧ください。

1.8 緊急停止

即時にすべてのロボットの動作を停止させる緊急停止ボタンを有効化します。

緊急停止はリスク低減策として使用するのではなく、二次的な保護デバイスとして使用するようにしてください。

ロボットアプリケーションのリスクアセスメントは、さらなる緊急停止ボタンの接続が必要かどうかを判断します。緊急停止ボタンは IEC 60947-5-5 に準拠する必要があります。詳細はセクション 5.3.2をご覧ください。

1.9 駆動力のない運動

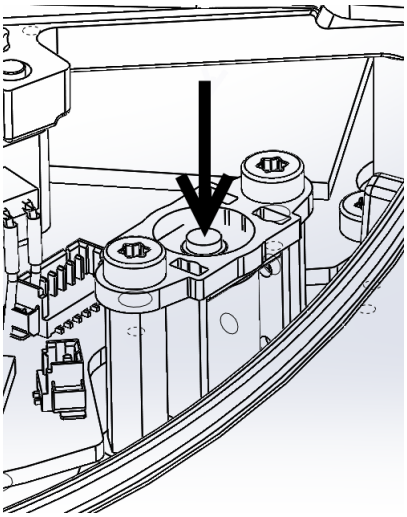
1 つ以上のロボットジョイントを動かす必要があり、ロボットの電源がオンにできない、またはオンにしたくないという万一の緊急事態では、ロボットのジョイントを強制的に動かす方法が 2 種類あります。

1. 強制後退動作：ジョイントにロボットアームを強く引っ張ったり、押したりして強制的に動かします（500 N）。各々のジョイントブレーキには摩擦クラッチがあり、これが高強制トルク時の動作を可能にします。
2. 手動ブレーキ解放（基部、肩部、肘部ジョイントのみ）：ジョイントカバーを固定する M3 ねじを数本外してカバーを外します。次の写真に示すように、小型電磁石のプランジャーを押して、ブレーキを解除します。

警告:

1. 手動でロボットアームを動かすことは、非常事態の場合のみを想定しており、ジョイントを破損する可能性があります。
2. ブレーキが手動で解除された場合、ロボットアームが重力で落下する場合があります。ブレーキを手動で解除する場合は、ロボットアーム、ツール、ワークを常に支えてください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

2 安全関連機能およびインターフェース

2.1 はじめに

UR ロボットは他の機械や追加保護デバイスに接続する安全関連電気インターフェースに加え、各種の内蔵安全関連フィーチャーを備えています。各安全機能とインターフェースは、EN ISO13849-1:2008（認証については refchap:certifications の章を参照）に準拠し、性能レベル d （PLd）でモニタリングされます。

危険:
インテグレーターが実施したリスクアセスメントで定義されていない安全構成パラメーターを使用すると、適切に排除できない危険性や十分に低減できないリスクが生じることがあります。

ユーザーインターフェース上の安全関連フィーチャー、入力、出力の設定については、パートIIの10の章をご覧ください。安全デバイスと電気インターフェースの接続方法については、5の章をご覧ください。

注:

1. 安全関連機能とインターフェースの使用と設定は、必ず、インテグレーターが特定のロボットアプリケーションに関して実施するリスクアセスメントに基づいて行ってください。1の章のセクション 1.7をご覧ください。
2. ロボットが安全システムで（緊急停止回路の断線や、位置センサーの故障、安全関連機能の限界違反など）故障や違反を検出すると、停止カテゴリー0 が開始されます。誤動作が発生してからロボットが停止するまでの時間の最悪ケースは、本章の最後部でリスト表示しています。インテグレーターがリスクアセスメントを実施する場合は、この最悪ケースの時間を必ず考慮してください。

ロボットには、ジョイントとロボットのツール中心点（TCP）の動作を制限する、様々な安全関連機能があります。TCP は TCP オフセットを加えた出力フランジの中心点です。

以下は安全関連制限機能です：

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

安全制限機能	説明
ジョイント位置	最大 ／最低 角度ジョイント位置
ジョイント速度	最大角度ジョイント速度
TCP 位置	ロボット TCP 位置を制限する直交座標空間の面
TCP 速度	ロボット TCP の最大速度
TCP フォース	ロボット TCP の最大押力
運動量	ロボットアームの最大運動量
電力	ロボットアームの最大適用電力

2.2 安全システムの停止時間

安全システムの停止時間とは、誤動作または安全関連機能の違反が発生してから、ロボットが完全に停止し、機械的ブレーキが作動するまでの時間です。

アプリケーションの安全性がロボットの停止時間に依存する場合、表中の最大停止時間を考慮する必要があります。例：ロボットの不具合が工場のライン停止につながり、停止後に特定のアクションを即時講じる必要がある場合、最大停止時間を考慮する場合があります。

これらの測定はロボットの以下の構成に従って実施されます：

- 拡張：100%（ロボットアームは水平に完全に拡張することができます）。
- 速度：安全システムの TCP 速度限界は記述された限界に設定されます。
- 有効荷重：ロボットが処理する TCP に付与される最大有効荷重（3 kg）。

安全限界違反またはインターフェース違反の場合の、停止カテゴリー[1] 0 の停止時間の最悪ケースは、以下の表で確認できます。

TCP 速度制限	最大停止時間
1.0 m/s	400 ms
1.5 m/s	450 ms

2.3 安全関連機能制限

ロボットアームが安全関連限界に近づくと、高度なパス制御ソフトウェアによって、速度を減少させたり、プログラムの実行停止が発行されます。従って、限界の違反は例外的な場面においてのみ発生します。しかしながら、限界違反が発生した場合は、安全システムが停止カテゴリー0 を実行します：

	最悪ケース			
安全制限機能	正確さ	検出時間	電源遮断時間	反応時間
ジョイント位置	1.15°	100 ms	1000 ms	1100 ms
ジョイント速度	1.15°/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP 位置	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP 方向	1.15°	100 ms	1000 ms	1100 ms
TCP 速度	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
TCP フォース	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
運動量	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
電力	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

[1] 停止カテゴリーは、IEC 60204-1 に準拠します。詳細は用語集をご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

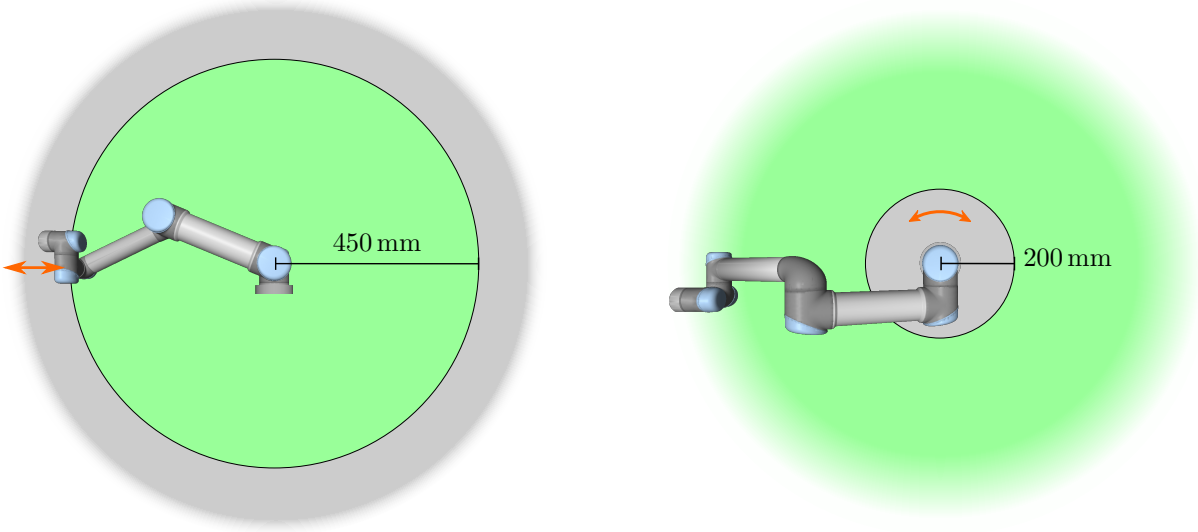


Figure 2.1: 作業空間の特定の領域では、ロボットアームの物理的特性により、挟まれる危険性に対する注意が必要です。手首 1 ジョイントがロボットの基部から最低 450 mm の距離にある時、1 つの領域は径方向運動で定義されます。他の領域は、接線方向に移動している時、ロボットの基部から 200 mm 以内です。

48 V バスの電圧の潜在的電力が 7.3 V 未満に達すると、このシステムの電源は遮断されます。電源遮断時間は、イベントが検出されてから、システムの電源が遮断されるまでの時間です。

警告:
フォース制限機能には、ロボットの作業セルの設計において特に留意すべき、2 つの例外があります。これらは図「2.1」に示されています。ロボットが拡張されると、関節ジョイント効果により、低速でも強いフォースが（基部から）径方向に向かって加えられます。同様に、ツールが基部に近く、（基部の周囲を）接線状に動作する時、ロボットがたたまれていると、低速でもアームが強いフォースを持つことがあります。挟まれる危険性は、例として、これらの領域の障害物を取り除いたり、ロボットの配置を換えたり、危険を除去するため安全面とジョイント限界を組み合わせ、ロボットが作業空間のこの領域に入ることを防止し、回避することができます。

警告:
ロボットが、手動で直線状の運動をガイドするアプリケーションに使用される場合、リスクアセスメントにより毎秒 40 度超の速度が許容できることを示さない限り、基部および肩部のジョイント速度は、毎秒最大 40 度に設定する必要があります。これにより、異常な位置に近いロボットの肘部の早い動作が防止できます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

2.4 安全モード

標準モードと減少モード　安全システムには構成可能な安全モードが 2 つあります。標準と減少。安全境界はこれら 2 つのモードのいずれかで構成することができます。減少モードは、ロボット TCP がトリガー減少モード面を超えた位置にある場合、または安全入力によりトリガーされた場合にアクティブです。

標準モードの限界セットが定義されたトリガー減少モード面の側には、減少モード限界セットが許容される 20 mm の領域があります。減少モードが安全入力にトリガーされると、両方の限界セットが 500 ms 間許容されます。

回復モード　安全限界違反が起きた場合、安全システムの再起動が必要になります。システムが起動時に安全限界の範囲外にある場合（例として ジョイント位置限界など)、特殊な回復モードが開始されます。回復モードでは、ロボットのプログラムを実行することはできませんが、ロボットアームは、自由教示モード、または PolyScope の Move タブを使用して、手動で限界内に戻すことができます（パート II「PolyScope マニュアル」を参照)。以下は回復モードの安全限界です：

安全制限機能	限界
ジョイント速度	30 °/s
TCP 速度	250 mm/s
TCP フォース	100 N
運動量	10 kg m/s
電力	80 W

これらの限界違反が起きた場合、安全システムは停止カテゴリー0 を実行します。

警告:
ジョイント位置、TCP 位置、TCP 方向の限界は、回復モードでは無効であることに注意してください。ロボットアームを限界内に移動させる時は注意してください。

2.5 安全関連電気インターフェース

ロボットには、いくつかの安全関連電気入力と出力が装備されています。安全関連電気出入力はすべて、デュアルチャンネルになっています。これらは、例として高信号（+24V）の時に緊急停止がアクティブでない場合など、低信号の際に安全です。

2.5.1 安全関連電気入力

下図は安全関連電気入力の一覧です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

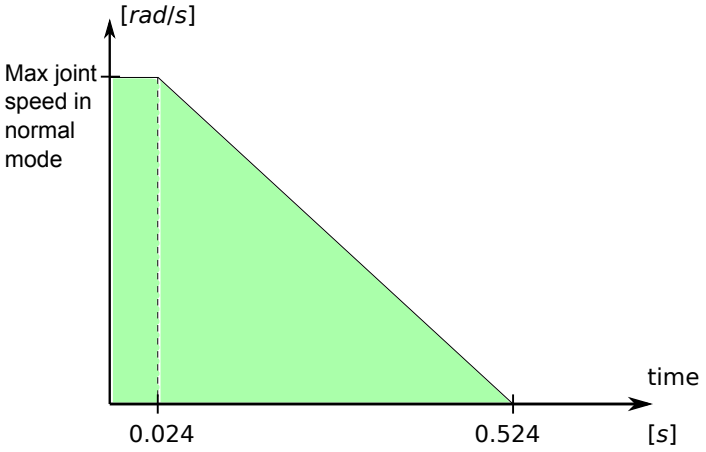


Figure 2.2: 傾斜の下の緑の領域は、ブレーキを掛ける間、ジョイントに許可される速度です。0 時間に安全プロセッサーでイベント（緊急停止または予防停止）が検出されました。減速は 24 ms 後に開始します。

安全入力	説明
ロボット非常停止	（専用入力）。構成済みの場合、他の機械に転送可能なシステム緊急停止出力を使用して停止カテゴリー1 を実行します。
緊急停止ボタン	（教示ペンダントボタン）構成済みの場合、他の機械に転送可能なシステム緊急停止出力を使用して停止カテゴリー1 を実行します。
システム緊急停止	（構成可能な入力）。停止カテゴリー1 を実行します。デッドロック状態になるのを避けるため、この信号がシステム緊急停止出力を通じて他の機械に転送されることはありません。
予防停止	（専用入力）。停止カテゴリー2 を実行します。
予防停止リセット	（構成可能な入力）。予防リセット入力のエッジが発生すると、ロボットを予防停止状態から再開させます。
減少モード	（構成可能な入力）。安全システムが減少モード限界に遷移します。
3 位置スイッチ	（構成可能な入力）。運用モードの入力が高い場合、予防停止入力として機能します。
運用モード	（構成可能な入力）。3 位置を有効化するデバイスが設定されている場合に使用する運用モード。

停止カテゴリー1 と停止カテゴリー2 は、ロボットを駆動力オンのままで減速させるため、現在のパスから逸脱せずに停止させることができます。

安全入力のモニタリング　安全システムはカテゴリー1 停止とカテゴリー2 停止を以下の方法でモニターします：

1. 安全システムはブレーキが 24 ms 以内に開始されるようモニターします。図「2.2」を参照してください。
2. ジョイントが動いている場合、その速度は、標準モードの最大ジョイント速度限界から 500 ms で 0 rad/s へと恒常的に減速する速度を超えないように、モニターされます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

3. ジョイントが静止している場合（速度 0.2 rad/s 未満）、0.2 rad/s 未満の速度が測定された時の位置から 0.05 rad 超に移動しないよう、モニターされます。

安全システムは停止カテゴリー1 ではさらにロボットアームが静止した後、600 ms 以内に電源が遮断されるようモニターします。さらに、予防停止入力後、ロボットアームは、予防リセット入力の正のエッジが発生するまで、運動を再開できません。上記のプロパティーのいずれかが満たされない場合は、安全システムが停止カテゴリー0 を実行します。

減少モード入力がトリガーする減少モードへの遷移は、以下のようにモニターされます：

1. 安全システムは、減少モード入力がトリガーされた後、500 ms の間標準モードと減少モードの両方の限界セットを許容します。
2. 500 ms 後、減少モードのみが有効です。

上記のプロパティーのいずれかが満たされない場合は、安全システムが停止カテゴリー0 を実行します。

安全システムは、以下の表に示される機能と共に停止カテゴリー0 を実行します。最悪ケースの反応時間は、最高速度と最大有効荷重で動作するロボットを停止し電源遮断（7.3 V 未満の潜在的電力に放電）するための時間です。

	最悪ケース		
安全入力機能	検出時間	電源遮断時間	反応時間
ロボット非常停止	250 ms	1000 ms	1250 ms
緊急停止ボタン	250 ms	1000 ms	1250 ms
システム緊急停止	250 ms	1000 ms	1250 ms
予防停止	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 安全関連電気出力

下図は安全関連電気出力の一覧です。

安全出力	説明
システム緊急停止	ロボットの緊急停止入力がロジック低、または緊急停止ボタンが押された場合にロジック低。
ロボット移動中	この信号がロジック高の場合、ロボットアームのいずれのジョイントも 0.1 rad 超動くことはありません。
ロボット非停止	ロボットが停止、または、緊急停止または予防停止により、停止作業中の場合、ロジック高。それ以外の場合はロジック低となります。
減少モード	安全システムが減少モードの場合にロジック低。
非減少モード	減少モード出力が無視されます。

安全入力が適切に設定されていない場合、安全システムは以下の最悪ケースの反応時間で停止カテゴリー0 を実行します：

安全出力	最悪ケースの反応時間
システム緊急停止	1100 ms
ロボット移動中	1100 ms
ロボット非停止	1100 ms
減少モード	1100 ms
非減少モード	1100 ms

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

3 輸送

ロボットは元の包装材で梱包して輸送します。後でロボットを梱包して、移動する必要が生じるケースがありますので、乾燥した場所に包装材を保存してください。

パッケージからインストール場所へ移動する際に、ロボットアームの両方の管を同時に持ち上げます。すべての据え付けボルトがロボットの基部でしっかりと締まるまで、ロボットを所定位置に保持します。

コントロールボックスは、ハンドルで持ち上げる必要があります。

警告:

1. 機器を持ち上げる際は、背中や他の体の部分に負担がかからないようにしてください。適切な吊り上げ機器を使用します。吊り上げについては、お住まいの地域および 国のすべてのガイドラインに準拠する必要があります。Universal Robots では、機器の輸送に起因する損害については一切責任を負いません。
2. 「4」章の据え付け指示に従ってロボットを据え付けるようにしてください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

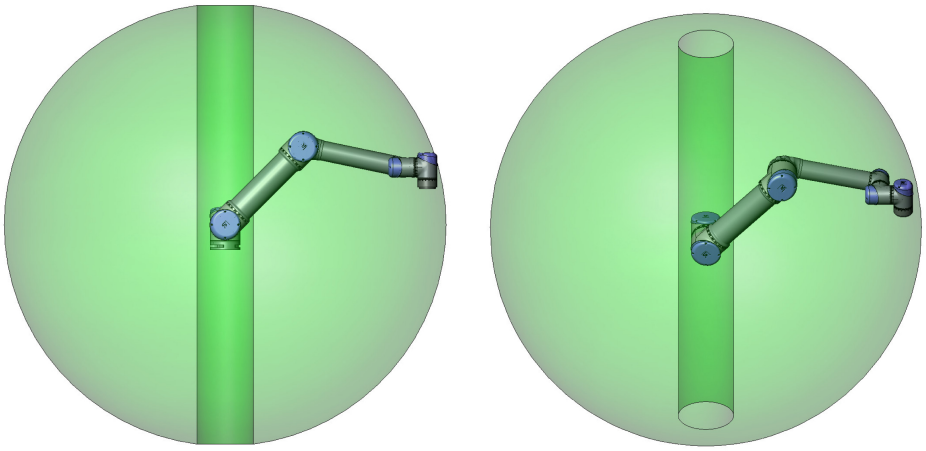
4 機械的インターフェース

4.1 はじめに

この章では、ロボットシステムにさまざまなパーツを据え付ける際の基本を説明します。「5」章の電気的なインストールの指示を必ず遵守してください。

4.2 ロボットの作業空間

UR3 ロボットの作業空間は、基部ジョイントから 500 mm の範囲にあります。ロボットの据え付け位置を選択する際には、ロボット基部のすぐ上とすぐ下の円柱形状を考慮することが重要です。可能な場合は、ツールを円柱形状に近づけないようにしてください。ツールがゆっくり移動しているにもかかわらず、ジョイントが早く移動することになり、これによってロボットの動作が非効率になり、リスクアセスメントの実行が困難になるためです。



前面　　傾斜

4.3 据え付け

ロボットアーム　ロボットアームは、基部の 4 つの 6。6 mm 穴を使用して、4 本の M6 ボルトで据え付けます。9 N m トルクでこれらのボルトを締めるようにしてください。ロボットアームで高精度の位置決めが望ましい場合には、ピンを使用できる 2 つの Ø5 穴が用意されています。また、精密な基部の取り付け金具を付属品として購入することもできます。図 4.1 に、穴を開ける場所とねじを取り付ける場所を示します。

ロボットの接続ケーブルは側面を通して、または基部の下を通して取り付けることができます。

警告:
指が挟まれないように、ロボット基部のすべての取り付け穴に、必ずゴム製のプラグを差し込んでください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

基部ジョイントの少なくとも 10 倍のフルトルクと、ロボットアームの少なくとも 5 倍の重さに耐える十分に強い頑丈な表面上でロボットを据え付けます。さらに表面には振動がないようにします。

ロボットを直線軸または移動プラットフォームに据え付ける場合は、移動据え付け基部の加速は非常に低くします。高加速にすると、何かにぶつかると想定し、ロボットの停止を引き起こすことがあります。

危険:
ロボットアームが適切かつ安全な所定位置にボルトで固定されていることを確認します。据え付け面は、頑丈である必要があります。

注意:
ロボットが長時間にわたって水に浸されると、破損する恐れがあります。ロボットを水中や湿気の多い環境で据え付けないようにしてください。

ツール　ロボットのツールフランジには、ツールをロボットに据え付けるために 4 つの M6 ねじ穴があります。M6 ボルトは 9 N m で締め付けます。ツールで高精度の位置決めが望ましい場合には、ピンを使用するために Ø 6 つの穴が用意されています。図 4.2 に、穴を開ける場所とねじを取り付ける場所を示します。

危険:

1. ツールが適切かつ安全な所定位置にボルトで固定されていることを確認します。
2. 予期せずに部品が落とすことで危険な状況を生じないようにツールが構成されていることを確認してください。

コントロールボックス　コントロールボックスは壁に掛けることもし、床面に置くこともできます。充分に空気が循環できるように各面に 50 mm の隙間を空けてください。据え付け用の追加ブラケットを購入することができます。

教示ペンダント　教示ペンダントは壁やコントロールボックスから吊り下げることができます。教示ペンダント据え付け用の追加ブラケットを購入することができます。ケーブルはつまずくことのないように配置してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

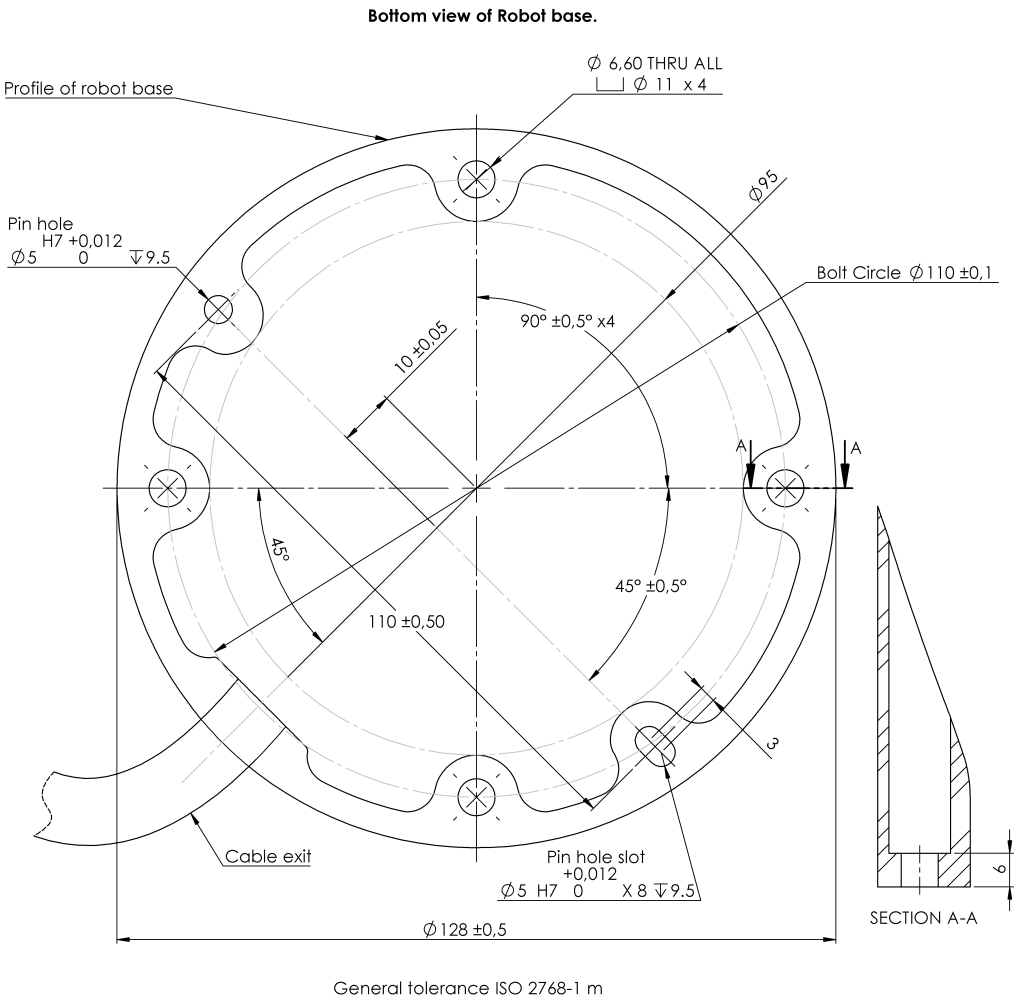


Figure 4.1: ロボット据え付け用の穴。M6 ボルト 4 本使用。すべての寸法の単位は mm です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

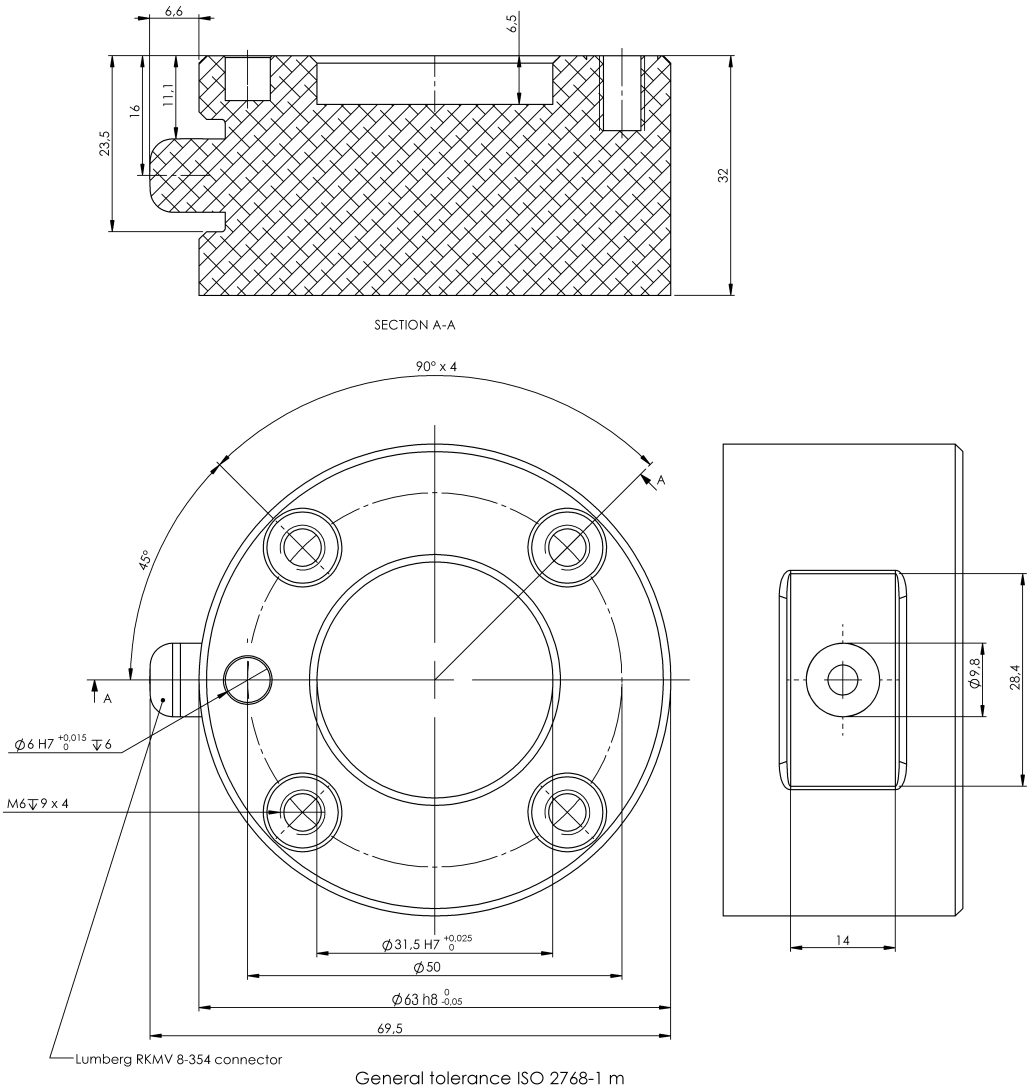


Figure 4.2: ツールアウトプットフランジ、ISO 9409-1-50-4-M6。ロボット先端部のツール据え付け位置。すべての寸法の単位は mm です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

危険:

1. コントロールボックスと教示ペンダント、ケーブルが液体に触れないようにしてください。コントロールボックスが湿っていると、死に至る危険性があります。
2. コントロールボックスと教示ペンダントは、IP20 保護等級を超える多湿または誇りの多い環境で使用しないでください。導電性粉塵のある環境では特にご注意ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

4.4 最大有効荷重

ロボットアームの最大許容有効荷重は重心オフセットに応じて異なります。図4.3を参照してください。重心オフセットは出力ツールフランジと重心との距離として定義されます。

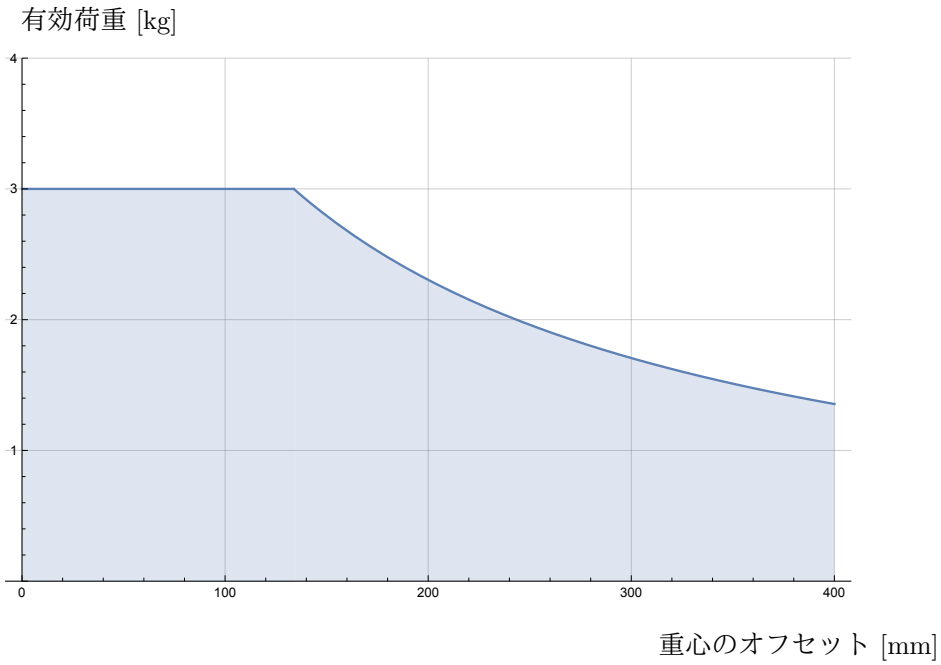


Figure 4.3: 最大許容有効荷重と重心オフセットとの関係。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

5 電気的インターフェース

5.1 はじめに

この章では、ロボットアームとコントロールボックスのすべての電気インターフェースを説明します。

インターフェースは、目的やプロパティー毎に 5 つのグループに分けることができます：

- コントローラーI/O
- ツール I/O
- イーサーネット
- 電源接続
- ロボット接続

「I/O」という用語は、インターフェースが送信または受信するディジタルとアナログ両方の制御信号を示します。

次のセクションでは、これら 5 つのグループについて説明します。ほとんどの I/O タイプについて例を挙げています。

以下のセクションの警告と注意は、5 つのグループすべてにおいて重要ですので、必ず遵守してください。

5.2 電気的な警告と注意

ロボットのアプリケーションを設計し、インストールする際には、以下の警告と注意を必ず遵守してください。これらの警告と注意は、サービス作業にも適用されます。

危険:

1. 安全信号を、安全レベルは適切でも安全ではない PLC には接続しないでください。この警告に従わないと、安全停止機能の一つがオーバーライドされて、重傷や死亡につながる恐れがあります。安全インターフェースの信号を、通常の I/O インターフェース信号から切り離すことが重要です。
2. すべての安全関連信号は、冗長性を持って構築されています（独立した 2 チャンネル）。1 つの故障が安全機能の損失につながらないよう、これら 2 つのチャンネルの分離性を維持してください。
3. コントロールボックス内のいくつかの I/O は、通常または安全関連 I/O のいずれかに設定できます。セクション「5.3」をすべて読み、理解するようにしてください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

危険:

1. 浸水の定格のないすべての機器が乾燥していることを確認してください。製品内に水が入った場合は、電力供給をすべてロックアウト/タグアウトした上で、購入元にお問い合わせください。
2. ロボットに付属したケーブルのみを使用してください。ケーブルが屈曲するような用途でロボットを使用しないでください。より長いケーブルやフレキシブルケーブルが必要な場合は、購入元にお問い合わせください。
3. マイナス接続は「GND」と称され、ロボットやコントロールボックスのシールドに接続されます。言及されるすべての GND 接続は、電源用および信号用のみです。PE（保護接地）の場合は、コントロールボックス内のアースの記号が付いている M6 サイズのねじ接続を使用します。接地線は、少なくともシステム内の最大電流の電流定格を有するものとします。
4. ロボット I/O にインターフェースケーブルを設置する際は、注意を払ってください。底の金属板は、インターフェースケーブルとコネクター用です。穴を開ける前に金属板を外してください。削りくずをすべて取り除いてから、金属板を再度取り付けてください。適切なサイズのグランドを使用してください。

注意:

1. ロボットは、EMC（電磁両立性）に関する国際 IEC 規格に従って試験されています。具体的な IEC 規格で定義されたものよりも高いレベルの信号の妨害は、ロボットの予期しない動作を引き起こす可能性があります。非常に高い信号レベルや過度の露出は、恒久的にロボットを損傷する可能性があります。EMC 問題は、普通、溶接工程で起こることがわかっており、通常はログにエラーメッセージによってプロンプトが表示されます。Universal Robots では、EMC 問題に起因する損害については一切責任を負いません。
2. コントロールボックスと他の機械や工場機器を接続する I/O ケーブルは、派生試験を実施した場合を除き、30 m以上の長さにしないでください。

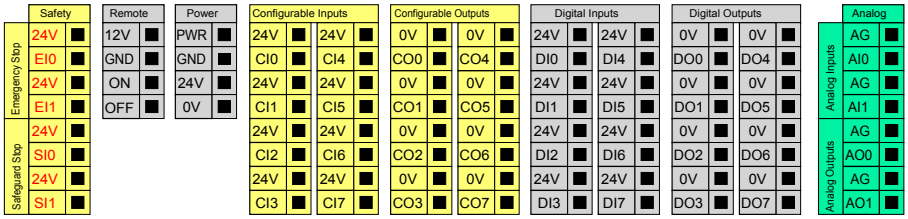
注:
特に明記がない限り、すべての電圧と電流は DC （直流）です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

5.3 コントローラーI/O

この章ではコントロールボックス内で機器を I/O に接続する方法を説明します。この I/O は極めて柔軟で、空圧リレー、PLC、緊急停止ボタンなど様々な機器に幅広く使用することができます。

下の図は、コントロールボックス内の電気インターフェースのレイアウトを示しています。



以下を参照し、異なる色の意味を必ず遵守してください。

赤いテキストを伴った黄色	安全信号専用
黒いテキストを伴った黄色	安全のため構成可能
黒いテキストを伴ったグレー	汎用ディジタル I/O
黒いテキストを伴った緑色	汎用アナログ I/O

「構成可能な」I/O は GUI において安全関連 I/O または汎用 I/O のいずれかとして構成することができます。詳細はパート「 II」をご覧ください。

以下のセクションでは、ディジタル I/C の使用方法を説明します。このセクションでは、必ず遵守すべき共通の仕様を説明します。

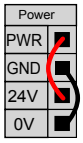
5.3.1 すべてのディジタル I/O の共通仕様

このセクションでは、コントロールボックスの以下の 24V ディジタル I/O の電気仕様を定義します。

- 安全 I/O。
- 構成可能 I/O。
- 汎用 I/O。

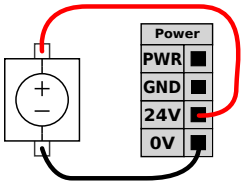
UR ロボットが、これら 3 つの異なる種類の入力に共通する電気仕様に基づきインストールされることが重要です。

「Power」と呼ばれる端子ブロックを設定することで、内部の 24V 電源、または外部電源からディジタル I/O に電力を供給することが可能です。このブロックは 4 つの端子で構成されています。上部の 2 つ（PWR と GND）は 24V で、24V 電源から接地されています。ブロックの下部の 2 つ（24V と 0V）の端子は、I/O に接続する 24V 入力です。内部電源を使用するデフォルトの設定については、以下をご覧ください。



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

さらなる電流が必要な場合は、以下に示すように、外部電源を接続することができます。



以下は、内部電源と外部電源の電気仕様です。

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
24V 内部電源					
[PWR - GND]	電圧	23	24	25	V
[PWR - GND]	電流	0	-	2	A
24V 外部入力要件					
[24V - 0V]	電圧	20	24	29	V
[24V - 0V]	電流	0	-	6	A

ディジタル I/O は IEC 61131-2 に準拠して構築されています。以下は電気仕様を示します。

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
ディジタル出力					
[COx / DOx]	電流	0	-	1	A
[COx / DOx]	電圧降下	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	リーク電流	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	機能	-	PNP	-	タイプ
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	タイプ
ディジタル入力					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	電圧	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	オフ領域	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	オン領域	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	電流（11 ～ 30V）	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	機能	-	PNP	-	タイプ
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	タイプ

注:
「構成可能」という用語は、安全関連 I/O、または通常の I/O のいずれかとして構成できる I/O に使用されます。これらは黒いテキストを伴った黄色い端子です。

5.3.2 安全 I/O

このセクションでは、安全入力専用（赤いテキストを伴う黄色い端子）と安全 I/O として構成する場合の、構成可能な I/O （黒いテキストを伴う黄色い端子）について説明します。セクション「 5.3.1」の共通仕様を必ず遵守してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

安全装置と機器のインストールは、「1」章の安全に関する指示とリスクアセスメントに従って実施してください。

すべての安全 I/O は対になっており（冗長性）、2 つの分離性を維持する必要があります。1 つの故障が安全機能の損失につながらないようにするためです。

2 つの恒常的な安全入力は、ロボット非常停止と予防停止です。ロボット非常停止入力は、緊急停止機器専用です。予防停止入力は、すべての安全関連保護機器用です。以下に機能的な違いを示します。

	緊急停止	予防停止
ロボット移動停止	はい	はい
プログラム実行	停止	一時停止
ロボットの電源	オフ	オン
リセット	手動	自動または手動
使用頻度	低頻度	毎サイクルから低頻度の範囲
再開が必要	ブレーキ解除のみ	なし
停止カテゴリー(IEC 60204-1)	1	2
のモニタリング機能の性能レベル (ISO 13849-1)	PLd	PLd

構成可能な I/O を、緊急停止出力など、追加的な安全 I/O 機能を設定するために使用することができます。構成可能な 1 組の I/O は、パート「II」の GUI から安全機能のために構成することができます。

以下のサブセクションで安全 I/O の使用方法例のいくつかを示します。

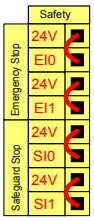
危険:

1. 安全信号を、安全レベルは適切でも安全ではない PLC には接続しないでください。この警告に従わないと、安全停止機能の一つがオーバーライドされて、重傷や死亡につながる恐れがあります。安全インターフェースの信号を、通常の I/O インターフェース信号から切り離すことが重要です。
2. すべての安全関連信号は、冗長性を持って構築されています（独立した 2 チャンネル）。1 つの故障が安全機能の損失につながらないよう、これら 2 つのチャンネルの分離性を維持してください。
3. ロボットの運転を開始する前に必ず安全機能を検証してください。必ず定期的に安全機能の試験を行ってください。
4. ロボットインストールを、これらの仕様に適合させてください。そうしないと、安全停止機能がオーバーライドされて、重傷や死亡につながる恐れがあります。

5.3.2.1 デフォルト安全構成

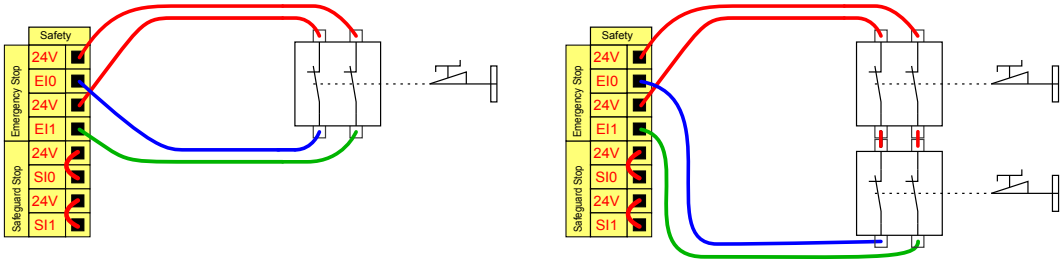
ロボットは、下の図に示すよう、追加的な安全機器なしで運転できるデフォルト構成で出荷されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



5.3.2.2 緊急停止ボタンの接続

ほとんどすべての用途で、追加的な緊急停止ボタンを 1 つ以上使用することが必要となります。以下の図は 1 つ以上の緊急停止ボタンを接続する方法を示しています。



5.3.2.3 他の機械との緊急停止ボタンの共有

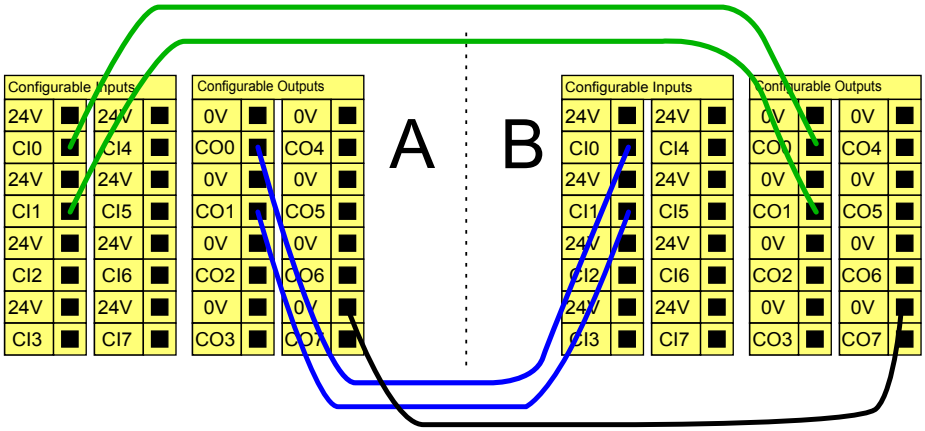
多くの場合、ロボットが他の機械と共に使用される際に共通の緊急停止回路を設定することが必要とされます。この方法により、オペレーターがどのボタンを使用すれば良いのかを考える必要がなくなります。

ロボット非常停止入力は、両方の機械がお互いに緊急停止状態を解除するまで待機するため、共有目的で使用することはできません。

緊急停止機能を他の機械と共有するには、GUI から以下の構成可能な I/O を構成する必要があります。

- 構成可能な入力の対：外部緊急停止
- 構成可能な出力の対：システム緊急停止。

下の図は、UR ロボットが緊急停止機能を共有する方法を示しています。この例では、構成された I/O として、「CI0-CI1」と「CO0-CO1」を使用しています。

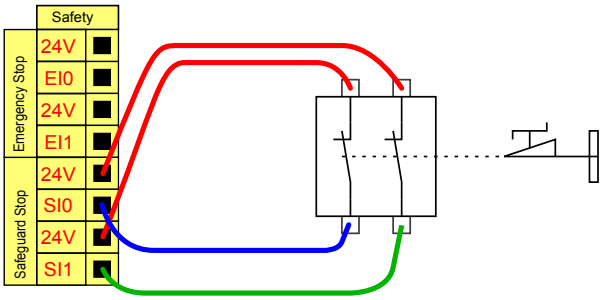


2 つ以上の UR ロボットまたは機械を接続する必要がある場合は、緊急停止信号を制御するため、安全 PLC が必要です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

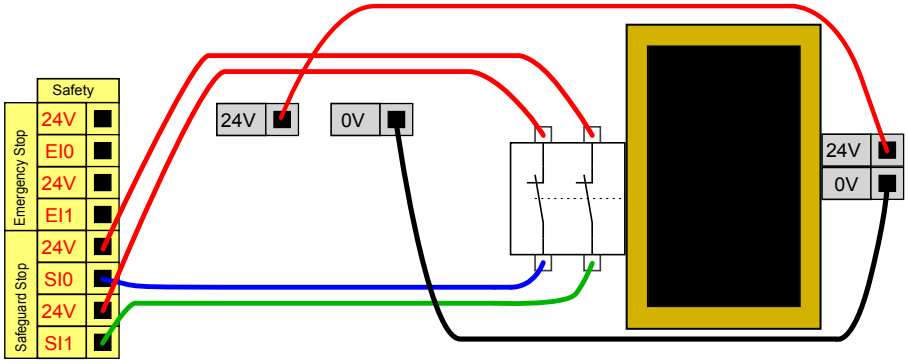
5.3.2.4 自動再開付き予防停止

基本的な予防停止装置の例として、下の図のような、ドアが開くとロボットが停止するドアスイッチがあります。



この構成はオペレーターがドアを通り、背後で閉められない用途にのみ使用できます。構成可能な I/O は、ドア外部にロボットの運動を再開するためのリセットボタンを設定する目的で使用できます。

他の自動再開の適切な例としては、下のような安全マットまたは安全関連レーザースキャナーを使用した場合があります。



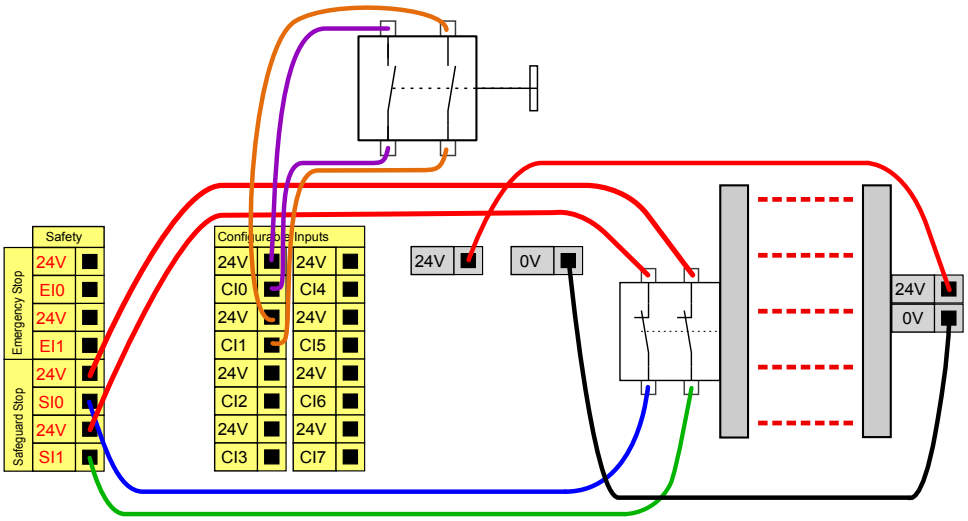
危険:

1. ロボットは予防信号が回復した場合に自動的に運動を再開します。安全境界線の内側から信号が回復できる場合は、この構成を使用しないでください。

5.3.2.5 リセットボタン付き予防停止

光カーテンをインターフェースするため、予防インターフェースを使用する場合は、安全境界線の外部にリセットボタンが必要です。リセットボタンには必ず 2 チャンネルタイプを使用してください。下の例では、リセット用に構成された I/O は「CI0-CI1」です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



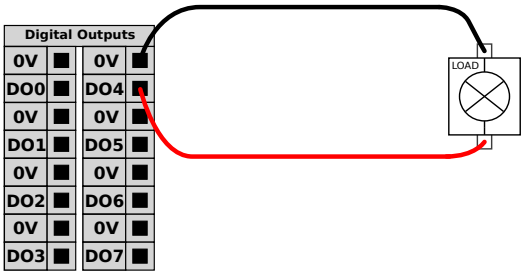
5.3.3 汎用ディジタル I/O

このセクションでは、汎用 24V I/O（グレーの端子）と（赤いテキストを伴う黄色い端子）と安全 I/O として構成しない場合の、構成可能な I/O （黒いテキストを伴う黄色い端子）について説明します。セクション「 5.3.1」の共通仕様を必ず遵守してください。

汎用 I/O は空圧リレーのような機器を直接運転するため、または他の PLC システムとの通信に使用することができます。すべてのディジタル出力は、パート「 II」にあるように、プログラム実行が停止した場合に自動的に無効にすることができます。このモードでは、プログラムが稼働していないと、出力は必ず低となります。以下のサブセクションで例を示します。これらの例は通常のディジタル出力を使用していますが、安全機能用に構成されていない場合は、どの構成可能な出力でも同様に使用することができます。

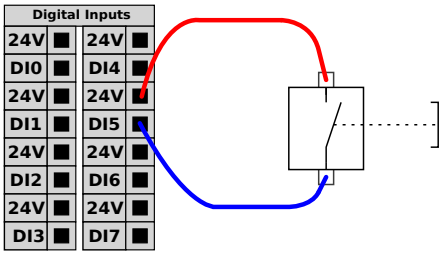
5.3.3.1 ディジタル出力により制御される負荷

下の例では、ディジタル出力から制御される負荷を接続する方法を示します。



5.3.4 ボタンを使用したディジタル出力

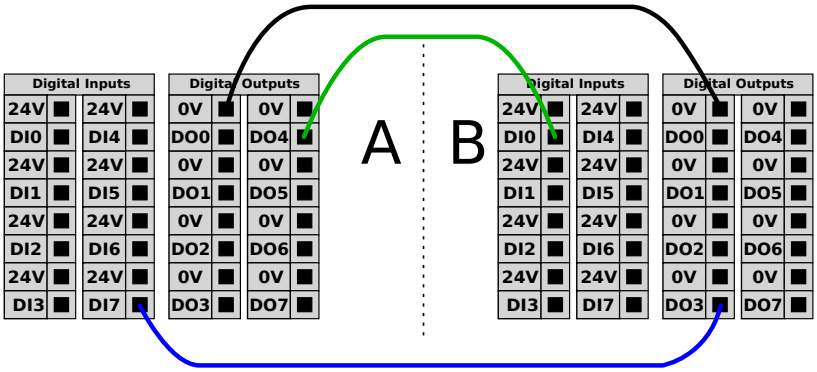
以下の図は、簡易ボタンをディジタル入力に接続する方法を示しています。



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

5.3.5 他の機械または PLC との間の通信

ディジタル I/O は、以下のように、共通の GND（0V）が確立されており機械が PNP 技術を使用する場合、他の機器との通信に使用することができます。



5.3.6 汎用アナログ I/O

アナログ I/O インターフェースは緑色の端子です。これは、他の機器との間の電圧（0-10V）または電流（4-20mA）の設定または測定に使用できます。

最高の精度を達成するには、以下が必要です。

- I/O に最も近い AG 端子を使用します。対は共通モードのフィルターを使用します。
- 機器とコントロールボックスに同じ GND （0V）を使用します。アナログ I/O とコントロールボックスはガルバニック絶縁されていません。
- シールドケーブルまたはツイストペアケーブルを使用します。シールドを「Power」端子の「GND」端子に接続します。
- 電流モードで作動する機器を使用します。電流信号が干渉を受けにくいことが必要です。

入力モードはパート「 II」で示す、GUI で選択することができます。以下は電気仕様を示します。

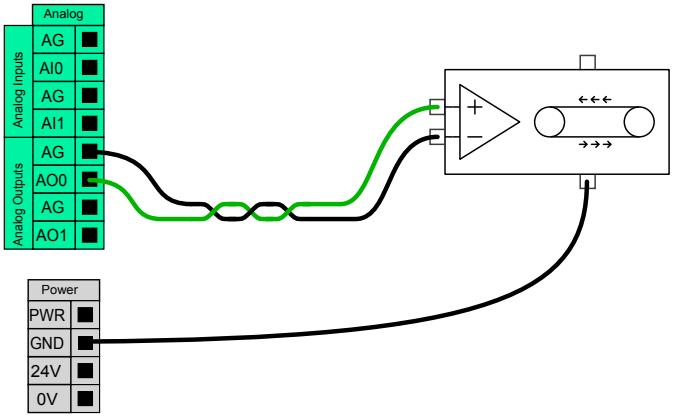
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
電流モード時のアナログ入力					
[AIx - AG]	電流	4	-	20	mA
[AIx - AG]	抵抗	-	20	-	オーム
[AIx - AG]	分解能	-	12	-	ビット
電圧モード時のアナログ入力					
[AIx - AG]	電圧	0	-	10	V
[AIx - AG]	抵抗	-	10	-	キロオーム
[AIx - AG]	分解能	-	12	-	ビット
電流モード時のアナログ出力					
[AOx - AG]	電流	4	-	20	mA
[AOx - AG]	電圧	0	-	10	V
[AOx - AG]	分解能	-	12	-	ビット
電圧モード時のアナログ出力					
[AOx - AG]	電圧	0	-	10	V
[AOx - AG]	電流	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	抵抗	-	1	-	オーム
[AOx - AG]	分解能	-	12	-	ビット

以下の例はアナログ I/O の使用方法を示します。

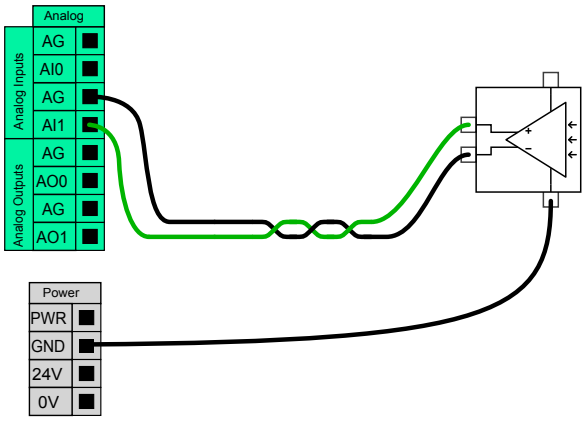
5.3.6.1 アナログ出力の使用

以下の例はアナログ速度制御入力でコンベアベルトを制御する方法を示します。



5.3.6.2 アナログ入力の使用

下の例は、アナログセンサーへの接続方法を示します。



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

5.3.7 リモートオン/オフ制御

リモートオン/オフ制御は、教示ペンダントなしでコントロールボックスの電源をオンにしたりオフにするために、使用することができます。これは典型的に次のような用途で使用されます：

- 教示ペンダントにアクセスできない場合。
- PLC システムによる完全制御が必要な場合。
- いくつかのロボットの電源を同時にオンにしたりオフにすることが必要な場合。

リモートオン/オフ制御は、コントロールボックスの電源がオフでも有効な、12V の小補助回路を提供することができます。「オン」入力と「オフ」入力は短時間の有効化のみを前提としています。「オン」入力は電源ボタンと同じ方法で作動します。リモートで「オフ」制御を行う場合は「オフ」入力を常に使用してください。コントロールボックスはこの信号により、開いているファイルを保存して正常にシャットダウンすることができます。

以下は電気仕様を示します。

端子	パラメーター	最小	通常	最大	単位
[12V - GND]	電圧	10	12	13	V
[12V - GND]	電流	-	-	100	mA
[ON / OFF]	無効電圧	0	-	0.5	V
[ON / OFF]	有効電圧	5	-	12	V
[ON / OFF]	入力電流	-	1	-	mA
[ON]	有効時間	200	-	600	ms

以下の例はリモートオン/オフの使用方法を示します。

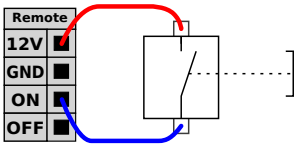
注:
プログラムを自動的に読み込み開始するには、パート「 II」で示すように、ソフトフェアの特殊機能を使用することができます。

注意:

1. コントロールボックスの電源をオフにする場合は、「オン」入力または電源ボタンを絶対に使用しないでください。

5.3.7.1 リモートオンボタン

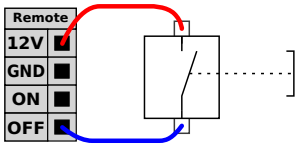
下の図は、リモートオンボタンの接続方法を示します。



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

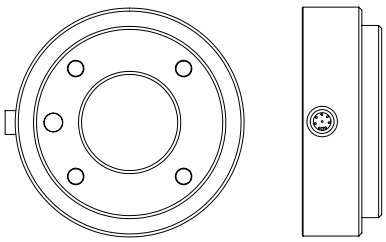
5.3.7.2 リモートオフボタン

下の図は、リモートオフボタンの接続方法を示します。



5.4 ツール I/O

ロボットのツール側先端には、下の図が示すように、8 個のピンがある小型コネクターがあります。



このコネクターは、特定のロボット用ツールで使用される、グリッパーとセンサーに電源と制御信号を供給します。次の産業ケーブルが適しています：

- Lumberg RKMV 8-354。

ケーブル内部の 8 本の線には異なる色が付いています。異なる色は以下の表のように、それぞれの機能を示します：

色	信号
赤	0V (GND)
グレー	0V/+12V/+24V （電源）
青	ディジタル出力 8（DO8）
ピンク	ディジタル出力 9（DO9）
黄色	ディジタル入力 8（DI8）
緑色	ディジタル入力 9（DI9）
白	アナログ入力 2（AI2）
茶色	アナログ入力 3（AI3）

パート「 II」にあるように、内蔵電源装置は、GUI の I/O タブから、0V、12V、24V のいずれかに設定できます。電気仕様は以下に示されています：

パラメーター	最小	通常	最大	単位
24V モード時の供給電圧	-	24	-	V
12V モード時の供給電圧	-	12	-	V
両モードの供給電流	-	-	600	mA

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

以下のセクションでは、ツールの異なる I/O について説明します。

危険:

1. 工作物がツールから落下するなどの、電力の干渉による危険が生じないよう、ツールとグリッパーを接続してください。
2. 12V 使用時は、プログラマーのミスにより電圧が 24V に変更される恐れがあり、機器の破損や火災の原因となる場合もありますので、注意が必要です。

注:
ツールフランジは、GND（赤のワイヤーと同じ）に接続されます。

5.4.1 ツールのディジタル出力

ディジタル出力は NPN として実行されます。ディジタル出力がアクティブ化されると、対応する接続が GND に行われ、非アクティブ化されると、対応する接続は開路となります（オープンコレクター/ オープンドレン）。電気仕様は以下に示されています：

パラメーター	最小	通常	最大	単位
開路時の電圧	-0.5	-	26	V
1A 降下時の電圧	-	0.05	0.20	V
降下時の電流	0	-	600	mA
GND を通る電流	0	-	600	mA

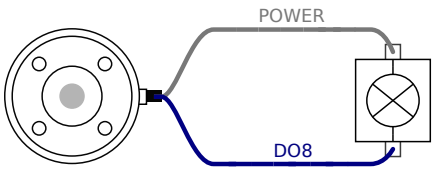
以下のサブセクションでディジタル出力の使用方法の例を示します。

注意:

1. ツールのディジタル出力は電流制限されていないので、規定されたデータをオーバーライドすると永久損傷の原因となる可能性があります。

5.4.1.1 ツールのディジタル出力の使用

下の例は、12V または 24V の内部電源装置を使用する場合に負荷をオンにする方法を図示します。I/O タブで出力電圧を定義する必要があることを忘れないでください。負荷がオフの場合でも、電源接続とシールド/接地の間には電圧が掛かっていることを、常に念頭に置いてください。



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

5.4.2 ツールのディジタル入力

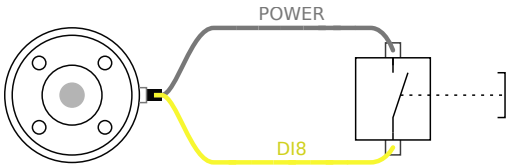
ディジタル入力は、微弱なプルダウン抵抗により PNP としてすなわち、フローティング入力は必ず低と読み取られます。以下は電気仕様を示します。

パラメーター	最小	通常	最大	単位
入力電圧	-0.5	-	26	V
論理低電圧	-	-	2.0	V
論理高電圧	5.5	-	-	V
入力抵抗	-	47k	-	Ω

以下のサブセクションでディジタル入力の使用方法の例を示します。

5.4.2.1 ツールのディジタル入力の使用

下の例は、簡易ボタンの接続方法を示します。



5.4.3 ツールのアナログ入力

ツールのアナログ入力は非差動であり、パート「 II」で示すよう、I/O タブで電圧または電流のいずれかに設定することができます。以下は電気仕様を示します。

パラメーター	最小	通常	最大	単位
電圧モード時の入力電圧	-0.5	-	26	V
入力抵抗、0V ～ 10V 範囲時	-	15	-	kΩ
電流モード時の入力電圧	-0.5	-	5.0	V
電流モード時の入力電流	-2.5	-	25	mA
入力抵抗、4mA ～ 20mA 範囲時	-	200	-	Ω

以下のサブセクションでアナログ入力の使用方法例 2 つを示します。

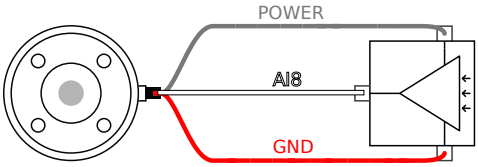
注意:

1. アナログ入力は電流モードの過電圧に対して保護されていません。電気仕様の上限を超えた場合、入力が恒久的に破損する可能性があります。

5.4.3.1 ツールのアナログ入力の使用、非差動

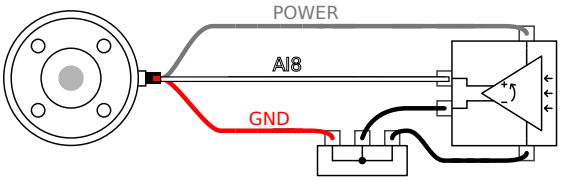
下の例は、アナログセンサーと非差動出力の接続方法を示します。センサーの出力は、アナログ入力の入力モードが I/O タブと同じに設定されている限りは、電流でも電圧でも可能です。電圧出力になっているセンサーが、ツールの内部抵抗を駆動できることの確認を忘れないようにしてください。そうしないと、測定は無効になります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



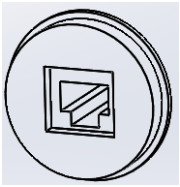
5.4.3.2 ツールのアナログ入力の使用、差動

下の例は、アナログセンサーと差動出力の接続方法を示します。マイナス出力部を GND（0V）に接続した場合、非差動センサーと同じように作動します。



5.5 イーサーネット

イーサネット接続は、以下の図が示すように、コントロールボックスの下部にあります。



イーサネットインターフェースは以下の目的で使用できます：

- MODBUS I/O 拡張モジュール。詳細はパート「 II」をご覧ください。
- リモートアクセスと制御。

以下は電気仕様を示します。

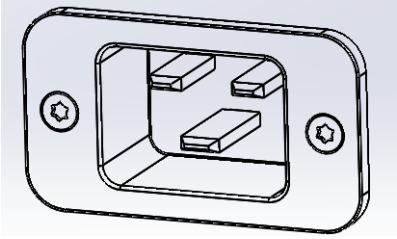
パラメーター	最小	通常	最大	単位
通信速度	10	-	100	Mb/s

5.6 電源接続

コントロールボックスからの電源ケーブルには先端に標準 IEC プラグが取り付けられています。IEC プラグに各国特有の電源プラグまたはケーブルを取り付けてください。

ロボットに電力を供給するには、コントロールボックスを電源に接続することが必要です。これは、下の図のように、コントロールボックス下部の標準 IEC C20 プラグから対応する IEC C19 コードを使用して行います。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



電源供給には最低条件として次の装備をしてください：

- 接地接続。
- 主ヒューズ。
- 残留電流装置。

サービス中のロックアウト/タグアウトを簡単にするため、ロボットのアプリケーションにおいて、すべての機器への電力をオフにする主電源スイッチを設置することが必要です。

電気仕様は以下の表に示されています。

パラメーター	最小	通常	最大	単位
入力電圧	100	-	240	VAC
外部電源ヒューズ（@ 100-200V）	8	-	16	A
外部電源ヒューズ（@ 200-240V）	8	-	16	A
入力周波数	47	-	63	Hz
待機電力	-	-	0.5	W
呼び作動電力	90	150	325	W

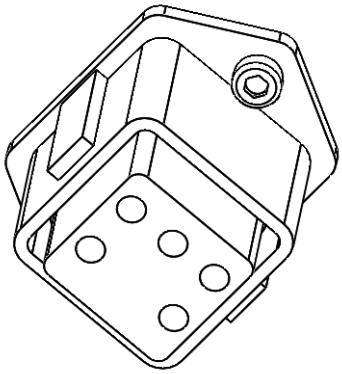
危険:

1. ロボットが適切に接地されていることを確認します（アース接続）。システム内のすべての機器に共通の接地を作成するために、コントロールボックス内のアースシンボルに関連付けられている未使用のボルトを使用します。接地線は、少なくともシステム内の最大電流の電流定格を有するものとします。
2. コントロールボックスへ入力電力が RCD（残留電流デバイス）と適切なヒューズで保護されていることを確認します。
3. サービス中の完全なロボットインストールの場合は、すべての電力をロックアウト／タグアウトします。システムをロックアウトする場合は、他の危機でロボット I/O に電源を供給しないようにします。
4. コントロールボックスに電力を供給する前に、すべてのケーブルが正しく接続されていることを確認してください。常にオリジナルで適切な電源コードを使用してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

5.7 ロボット接続

ロボットからのケーブルは、以下に示すよう、コントロールボックス下部のコネクターに差し込む必要があります。ロボットアームの電源をオンにする前に、コネクターがロックされていることを確認してください。ロボットケーブルの取り外しは、必ずロボットの電源をオフにして行ってください。



注意:

1. ロボットアームの電源がオンになっている場合は、ロボットケーブルを取り外さないでください。
2. 付属のケーブルを延長したり改造しないでください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

6 メンテナンスと修理

メンテナンスと修理作業については、本取扱説明書のすべての安全指示を順守して実施することが重要です。

メンテナンス､校正､修理作業は､サポートウェブサイト http://www.universal-robots.com/support にあるサービスマニュアルの最新バージョンに従って実施しなければなりません。

修理は、認可されたシステムインテグレーター、または Universal Robots のみが実施するものとします。

Universal Robots に返品されるすべての部品はサービスマニュアルに従って返却するものとします。

6.1 安全に関する指示

メンテナンスや修理作業後は、必要な安全レベルを確保するため、検査を行う必要があります。この検査では、国や地域の有効な労働安全規則を順守しなければなりません。すべての安全機能が正しく機能しているか試験を行う必要もあります。

メンテナンスや修理作業の目的は、システムの稼働状態を保ち、障害が発生した場合に、システムを稼働状態に戻せるようにすることです。修理作業には、実際の修理以外にトラブルシューティングが含まれます。

ロボットアームやコントロールボックスで作業する場合は、以下の安全対策と警告を必ず遵守してください。

危険:

1. ソフトウェアの安全構成は変更しないでください（フォース限界など)。安全構成については、PolyScope マニュアルに説明があります。安全パラメーターが変更された場合、ロボットシステム全体が新しくなったとみなされます。これは、リスクアセスメントを含む全体的な安全の承認プロセスは、それに応じて更新されなければならないことを意味します。
2. このため、不具合のあるコンポーネントは Universal Robots が認定した同じ品目番号の新しいコンポーネントまたは同等のコンポーネントと交換してください。
3. 作業が完了したらすぐに、無効化した安全対策を再度有効にします。
4. すべての修理を文書化し、完全なロボットシステムに関連する技術的ファイルに当該文書を保存します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

危険:

1. 完全に電源が切れていることを確かめるために、コントロールボックスの底から電源入力ケーブルを外します。ロボットアームやコントロールボックスに接続されている他のエネルギー源の通電を絶ちます。修理期間中に誰かがシステムに通電することがないように必要な対策を講じます。
2. システムを電源を再度入れる前に、アース接続を確認してください。
3. ロボットアームまたはコントロールボックスの部品を分解する際は、ESD 規則を順守します。
4. コントロールボックス内部の電源ユニットは分解しないでください。コントロールボックスをオフにしても、(600 V までの) 高電圧が数時間これらの電源の内部に存在する場合があります。
5. ロボットアームやコントロールボックスへの水や埃の浸入を防ぎます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

7 処分と環境への配慮

UR ロボットは、適用される国内法や基準に従って廃棄しなければなりません。

UR ロボットは、欧州の RoHS 指令 2 011/65/EU の規定に従い、環境を保護するために、有害物質の使用を制限して生産されています。これらの有害物質には、水銀、カドミウム、鉛、六価クロム、ポリ臭化ビフェニル、ポリ臭化ジフェニルエーテルなどが含まれます。

デンマーク市場で販売される UR ロボットの電子廃棄物処理の手数料は、Universal Robots A/S によって DPA-System にあらかじめ支払われています。欧州 WEEE 指令 2012/19/EU 対象国における輸入業者は、各国の WEEE Register で個別登録を行う必要があります。手数料は、ロボット 1 台当たり、通常 1€ 未満です。各国の WEEE Register の一覧は、ここでご覧ください：https://www.ewrn.org/national-registers.

上記の法令への適合を示すために、以下の記号がロボットに添付されています：

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

8 証明

この章では、製品に用意されたさまざまな認証と宣言を扱います。

8.1 第三者認証

第三者認証は任意です。しかし、ロボットインテグレーターに最高のサービスを提供するために、UR では以下の認められた試験機関でロボットの認証を行っています。

T"UV NORD　UR ロボットは EU の機械指令 2006/42/EC の認定機関である T"UV NORD によって安全承認を受けています。T"UV NORD 安全承認証明書のコピーは、付録 Bにあります。

DELTA　UR ロボットは、DELTA の安全および性能試験を受けています。電磁両立性 (EMC) 証明書は、付録 Bにあります。環境試験証明書は、付録 Bにあります。

T"UV S"UD　UR ロボットは T"UV S"UD によりクリーンルーム試験済みです。クリーンルーム試験証明書は、付録 Bにあります。

8.2 EU 指令による宣言

EU 宣言は、主に欧州諸国に該当するものです。しかし、欧州外のいくつかの国でも認められており、それを要求する国もあります。欧州指令は、公式ホームページでご覧ください。http://eur-lex.europa.eu。

UR ロボットは、下記の指令による認定を受けています。

2006/42/EC — 機械指令 (MD)

UR ロボットは、機械指令 2006/42/EC による半完成機械類です。半完成機械類については、当該指令による CE マークが付いていない点にご留意ください。UR ロボットを農薬用途で使用する場合、指令 2009/127/EC がある点にご注意ください。2006/42/EC 付属書 II 1.B による組み込みの宣言を付録 Bに示します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

2006/95/EC — 低電圧指令 (LVD)
2004/108/EC — 電磁両立性指令 (EMC)
2011/65/EU — 特定有害物質の使用制限 (RoHS)
2012/19/EU — 電気／電子機器廃棄物 (WEEE)

上記の指令の適合宣言は、付録 Bの組み込み宣言に含まれています。

上記の指令に従って CE マークが付いています。電気/電子機器廃棄物については、 7章を参照してください。

ロボットの開発中に適用された規格に関する情報については、付録 Cをご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

9 保証

9.1 製品保証

お客様（ユーザー）が販売者または小売業者に対して有するいかなる権利を損なうことなく、お客様は以下に定めた条件で製造元の保証を受けることができます。

新しいデバイスまたはコンポーネントが、使用開始から 12 か月以内（出荷されてから最長 15 か月）に、製造または材料あるいはその両方の不具合により欠陥を呈した場合には、Universal Robots は必要なスペア部品を供給するものとします。お客様（ユーザー）には、スペア部品を交換する際に、最新の技術が反映された代替部品との交換、あるいは当該部品の修理に要する作業時間を提供していただきます。デバイスの欠陥が不適切な取り扱い、またはユーザーガイドに記載された情報への非適合、あるいはその両方に起因する場合は、本保証は無効となります。本保証は、正規販売代理店またはお客様自身による作業（据え付け、構成、ソフトウェアのダウンロードなど）には適用（拡大適用も含む）されません。保証の請求には、購入日付とともに、購入領収書が証拠として要求されます。本保証下での請求は、保証の不履行が明白になった後、2 か月以内に提出しなければなりません。Universal Robots により交換された、または同社に返品になったデバイスやコンポーネントの所有権は、Unoversal Robots に帰属します。その他すべてのデバイスに起因する、または関連する請求は、この保証から除外されます。本保証は、お客様の法的権利を制限したり除外することを意図するものではなく、製造元の怠慢に起因する死傷事故に対する同社の責任を制限したり除外することを意図するものでもありません。本保証の期間は、保証条件の下で提供されるサービスにより延長されることはありません。保証の不履行が存在しない限り、Universal Robots は交換または修理をお客様に請求する権利を留保します。上記の条項は、お客様の損害に対する証明責任の変更を意味するものではありません。デバイスが欠陥を呈した場合、Universal Robots は、利益の損失、使用上の損失、製造上の損失、または他の製造機器の損害など、いかなる間接的、偶発的、特殊なまたは結果的損害について、一切の責任を負わないものとします。

デバイスが欠陥を呈した場合、Universal Robots は、製造上の損失または他の製造機器の損害など、いかなる結果的損害や損失をも保証しません。

9.2 免責事項

Universal Robots は継続的に製品の信頼性と性能の改善を図っているため、事前の通告なく製品を改良する権利を留保します。Universal Robots は本マニュアルの内容が正確で適切なものにするため最新の注意を払っていますが、情報の誤りや欠落に対しては一切責任を負いません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

A　停止時間と停止距離

停止時間と距離に関する情報は、停止カテゴリー0 と停止カテゴリー[1]1 について利用可能です。この付録には、停止カテゴリー0 に関する情報が含まれています。停止カテゴリー1 に関する情報についてはhttp://universal-robots.com/support/をご覧ください。

A.1　停止カテゴリー0 の停止距離と時間

以下の表は、停止カテゴリー0 がトリガーされた際に測定された停止距離と時間を示しています。これらの測定はロボットの以下の構成に対応しています：

- 拡張：100%（ロボットアームは水平に完全に拡張することができます）。
- 速度：100% （ロボットの一般的な速度は 100% に設定されており、動作はジョイント速度 183 °/s で実行されます。
- 有効荷重：ロボットが処理する TCP に付与される最大有効荷重（3 kg）。

ジョイント 0 の試験は、（軸回転が地面に対し垂直な）水平動作の実行により行われました。ジョイント 1 とジョイント 2 の試験の間、ロボットは軸回転が地面に対し水平となる直角な軌道を通り、停止はロボットが下方に移動中に実行されました。

	停止距離（rad）	停止時間（ms）
ジョイント 0 （基部）	0。18	159
ジョイント 1 （肩部）	0。20	154
ジョイント 2 （肘部）	0。15	92

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

[1]IEC 60204-1 に準拠します。詳細は用語集をご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

B 宣言と証明書

B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

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

The manufacturer Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR3/CB3

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC, as amended by Directive 2009/127/EC, and with the regulations transposing it into national law.

The safety features of the product are prepared for compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC under the correct incorporation conditions, see product manual. Compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC relies on the specific robot installation and the final risk assessment.

Relevant technical documentation is compiled according to Directive 2006/42/EC annex VII part B and available in electronic form to national authorities upon legitimate request. Undersigned is based on the manufacturer address and authorised to compile this documentation.

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

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

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.2 CE/EU 組み込み宣言書（元の文書の翻訳）

指令 2006/42/EC 付属書 II 1.B による。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

製造元 Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
デンマーク

は、後述する製品

産業用ロボット UR3/CB3

が、それが組み込まれる機器が指令 2009/127/EC によって改正された指令 2006/42/EC の規定と国内法にそれを置き換える規制に適合していることを宣言するまでは、使用に供することはできないことをここに宣言します。

製品の安全機能 は、正しい組み込み条件の下で、指令 2006/42/EC のすべての必須要件に適合するように準備されています。詳しくは、製品マニュアルを参照してください。指令 2006/42/EC のすべての必須要件への適合は、特定のロボットのインストールと最終的なリスクアセスメントに依存しています。

関連する技術文書は、指令 2006/42/EC 付属文書 VII パート B に基づき編集されており、国家当局は正当な要求に基づき、電子的形式で利用可能です。署名者はメーカーの所在地に所在し、本文書を編集する許可を持ちます。

さらに、製品は次の指令に適合し、それによって CE マークが付いていることを宣言します。

2014/35/EU — 低電圧指令 (LVD)
2014/30/EU — 電磁両立性指令 (EMC)
2011/65/EU — 特定有害物質の使用制限 (RoHS)

関連する仕様を含む整合規格を適用した完全なリストは、製品マニュアルに記載されています。

Odense, 2016 年 4 月 20 日

R&D

David Brandt
Technology Officer

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

B.3　安全システム証明書

TÜV NORD

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

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

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

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

Fertigungsstätte:
Manufacturing plant:

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

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

Universal Robots Safety System URSafety 3.1
for **UR10, UR5** *and* **UR3 robots**

TÜV NORD
TÜV NORD CERT GmbH
Approved Safety Function
EN ISO 13849-1
PL 'd'

Geprüft nach:
Tested in accordance with:

EN ISO 13849-1:2008, PL d

Registrier-Nr. / *Registration No.* 44 207 14097602
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3515 4327
Aktenzeichen / *File reference* 8000443298

Gültigkeit / *Validity*
von / *from* 2015-06-02
bis / *until* 2020-06-01

F. Hegenfeld

Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH

Essen, 2015-06-02

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

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

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

B.4 環境試験証明書

Climatic and mechanical assessment sheet no. 1375

DELTA client	DELTA project no.
Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	T209612 and T209963

Product identification

Robot system UR3, consisting of:
UR3 Robot Arm
CB 3.1 Control Box
TP 3.1 Teach Pendant

DELTA report(s)

DELTA project no. T209612, DANAK-19/14749
DELTA project no. T209963, DANAK-19/14964

Other document(s)

Conclusion

The Robot system UR3 including its Robot Arm, Control Box and Teach Pendant has been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests, as specified in the annexes of the test reports mentioned above, were fulfilled.

IEC 60068-2-1:2007, Test Ae: -5 °C, 16 h
IEC 60068-2-2:2007, Test Be: +50 °C, 16 h
IEC 60068-2-27:2008, Test Ea: 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks
IEC 60068-2-64:2008, Test Fh: 5 – 10 Hz: 0.0025 $(m/s^2)^2$/Hz, 10 – 50 Hz: 0.04 $(m/s^2)^2$/Hz, 100 Hz: 0.0025 $(m/s^2)^2$/Hz, 1.5 m/s^2 (0.15 grms), 3 x 30 min.

Date	Assessor
Hørsholm, 06 February 2015	Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

DELTA - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

20ass-sheet-j

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

B.5 EMC 試験証明書

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

B.6 クリーンルーム試験証明書

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

C 適用規格

このセクションでは、ロボットアームとコントロールボックスの開発において適用されている重要規格を説明します。欧州指令のナンバーが括弧で表示されている場合は、同規格がその指令に準拠していることを示します。

規格は法律ではありません。規格とは、特定の業界のステークホルダーによって開発された、製品または製品グループの通常の安全・性能要件を定義する文書です。

略語は以下を意味します：

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

当マニュアルのアッセンブリーに関する指示、安全に関する指示、ガイドラインがすべて守られた場合のみ、以下の規格への準拠が保証されます。

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

Safety of machinery – Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

安全制御システムは、これらの規格の要件に基づいた性能レベル（PLd）を達成するよう設計されています。

ISO 13850:2006 [停止カテゴリー1]
ISO 13850:2015 [停止カテゴリー1]
EN ISO 13850:2008 (E) [停止カテゴリー1 - 2006/42/EC]
EN ISO 13850:2015 [停止カテゴリー1 - 2006/42/EC]

Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design

緊急停止機能はこの規格に基づき停止カテゴリー1 を達成するよう設計されています。停止カテゴリー1 は、モーターに電力を供給することでロボットの動作を停止し、停止が達成されると電力を除去す

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

る制御された停止です。

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

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

UR ロボットはこの規格の原則に基づき評価されています。

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

Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

この規格は、ロボットのインテグレーターではなく、製造業者向けに開発されたものです。2 番目の部分（ISO 10218-2）は、ロボットのインテグレーター向けに開発されたもので、ロボットのインストールと適用における設計を定義しています。

同規格の作成者は、明記してはいないものの、従来の産業ロボットを想定しています。UR ロボットは常にフォース限界と電力限界が有効であることを前提に設計されています。従って、以下でいくつかのコンセプトを明確化し、説明しています。

UR ロボットが、危険な用途の下で使用される場合は、追加的な安全措置が必要です。当マニュアルの 1の章をご覧ください。

説明：

- 「3.24.3 予防空間」は、境界線予防で定義されています。予防空間は典型的にフェンスで仕切られた空間であり、危険な従来型ロボットから人を守ります。UR ロボットは、内部の電力限界とフォース限界の協力安全機能を使用しており、従って危険な予防空間をフェンスの境界線で定義しない、フェンスなしでの使用を前提に設計されています。
- 「5.4.2 性能要件」。すべての安全機能は ISO 13849-1:2006 の PLd に基づき構築されています。このロボットは、各ジョイントに冗長性のあるエンコーダーシステムを搭載しており、安全定格の I/O はカテゴリー[1]3 構造で構成されています。安全定格の I/O が完全な安全機能の PLd 構造を完璧に形成するには、当マニュアルに基づき、カテゴリー3 の安全定格機器に接続する必要があります。
- 「5.7 操作モード」。UR ロボットには複数の操作モードが無いため、モードセレクターがありません。
- 「5.8 ペンダント制御」。このセクションでは、危険な予防空間内で使用される、教示ペンダントの保護フィーチャーを定義します。UR ロボットは協力運用のために設計されており、従来のロボットにおける危険な予防空間はありません。UR ロボットでは従来のロボットよりも安全に教示を行うことができます。オペレーターは、3 ポジションイネーブルデバイスを解除する代わりに、ロボットを手で簡単に止めることができます。UR ロボットが危険な予防用途でインストールされる場合は、当マニュアルで示すように、3 ポジションイネーブルデバイスを接続することができます。さらに、ISO/TS 15066、条項 5.4.5 の説明をご覧ください。
- 「5.10 協力運用要件」UR ロボットの電力限界とフォース限界の協力安全機能は常に有効です。UR ロボットの視覚的な設計は、ロボットが協力運用にしようできることを表示します。電力限界

[1]ISO 13849-1 に準拠、詳細は、用語集をご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

機能とフォース限界機能は、ISO 10218-1 c、条項 5.10.5 に基づいて設計されています。さらに、ISO/TS 15066、条項 5.5.4 の説明をご覧ください。

- 「5.12.3 安全定格ソフト軸と空間限界」。この安全機能は、ソフトウェアで設定可能なその他の安全機能の一つです。ハッシュコードは　これらすべての安全機能の設定から生成され、GUI において安全確認識別子として示されます。

ISO/TS 15066:2016

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

これは現在準備中の技術仕様書 (TS) であり、規格ではありません。TS の目的は、一連の技術的に未成熟な要件を示すことで、当該産業においてこれらが有用かどうかを見極めることです。定義上、TS は欧州指令の下、調和するには、十分成熟していません。

当 TS はロボットのメーカーとロボットのインテグラーに向けられています。UR ロボットは未完成のロボットに関連する部分を遵守しており、インテグレーターは、ロボットの統合時に、当 TS の使用を選択できます。

当 TS は、協力ロボット分野の ISO 10218 規格を補完する自発的な要件とガイダンスを構成しています。TS には、主要テキスト以外に、推奨されるフォース限界と圧力限界の表を含む付属文書 A があります。これは、負傷ではなく、痛みに基づくものです。多くの限界は保守的な見積もりと研究文書にのみ基づいているため、この表の下の注意書きをよく読み理解することが重要です。科学的研究による新たな結果が利用可能となった場合、すべての数値は、将来的に変更される可能性があります。付属文書 A は TS の非公式で自発的な部分であるため、インテグレーターは同文書の限界数値を使用しない場合でも、TS の遵守を表明することができます。

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

この米国規格は、ISO 規格 ISO 10218-1 （上記を参照）と ISO 10218-2 を一つの文書としてまとめたものです。使用言語が英国英語から米国英語に変更されていますが、内容は同じです。

当規格の第二部（ISO 10218-2）は、Universal Robots ではなく、ロボットシステムのインテグレーターに適用されるものであることにご留意ください。

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements

このカナダ規格は、ISO 規格 ISO 10218-1 （上記を参照）と -2 を一つの文書としてまとめたものです。CSA はロボットシステムのユーザー向けに追加的な要件を加えました。これらの要件のいくつかは、ロボットのインテグレーターに適用される可能性があります。

当規格の第二部（ISO 10218-2）は、Universal Robots ではなく、ロボットシステムのインテグレーターに適用されるものであることにご留意ください。

IEC 61000-6-2:2005
IEC 61000-6-4/A1:2010
EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]
EN 61000-6-4/A1:2011 ［2004/108/EC］

Electromagnetic compatibility (EMC)

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

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

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

これらの規格は、電気的、電磁的妨害に関する要件を定義します。これらの規格への準拠は、UR ロボットが産業的環境において正確に作動し、その他の機器を妨害しないことを確実にします。

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

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

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

この規格は、安全関連機能の拡張された EMC イミュニティ要件を定義します。この規格への準拠は、その他の機器が IEC 61000 の定義する EMC 発生上限値を超えた場合でも、UR ロボットの安全機能が安全を確保することを確実にします。

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

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

通常、安全関連 24V I/O は、他の PLC システムとの安定した通信を確実にするため、共にこの規格の要件に基づいて構築されています。

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

Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up

これらの二つの規格は極めて類似しています。これらは、メンテナンスや修理中の意図しない電源入力、または制御面での意図しない起動コマンドを理由とする、予期しない起動を回避するための安全原則を定義します。

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

Low-voltage switchgear and controlgear

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

緊急停止ボタンの直接開路動作と安全ロックメカニズムは、この規格に準拠しています。

IEC 60529:2013
EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

この規格は、塵や水に対する保護等級を定義します。UR ロボットは当規格に基づいた IP コードに基づき、設計、分類されています。ロボットのステッカーをご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

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

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

電源入力ケーブルはこの規格に準拠しています。

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

Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces

Part 1: Plates

UR ロボットのツールフランジは、この規格のタイプ 50-4-M6 に準拠しています。同様にロボットのツールも、適切なフィッティングを確実にするため、この規格に基づいて構築されています。

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

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

Part 1: Hot surfaces

UR ロボットの表面温度は、この規格の定義する人間工学上の限界未満で維持されるように設計されています。

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

Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment

UR ロボットは、感電に対する保護を提供するため、この規格に基づき構築されています。保護的なアース（接地）コネクターは ハードウェアインストールマニュアルの定義により、義務付けられています。

IEC 60068-2-1:2007
IEC 60068-2-2:2007
IEC 60068-2-27:2008
IEC 60068-2-64:2008
EN 60068-2-1:2007
EN 60068-2-2:2007
EN 60068-2-27:2009
EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

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

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

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

UR ロボットは、これらの規格が定義するテスト手法に基づき、テストされています。

IEC 61784-3:2010
EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Industrial communication networks – Profiles

Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions

この規格は、安全関連通信バスの要件を定義します。

IEC 60204-1/A1:2008
EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/EC]

Safety of machinery – Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

この規格の一般原則が適用されています。

IEC 60664-1:2007
IEC 60664-5:2007
EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]
EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

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

UR ロボットの電気回路は、この規格に基づき設計されています。

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

UR ロボットはこの規格に基づき、射出成型機とインターフェースするため、E67 付属品モジュールを装備しています。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

D 技術仕様

ロボットのタイプ	UR3
重量	11 kg / 24。3 lb
最大有効荷重 (4.4の章を参照)	3 kg / 6。6 lb
到達範囲	500 mm / 19。7 in
ジョイント範囲	ツールフランジの無制限の回転、± 360° その他の全ジョイント
速度	全手首ジョイント：最大 360°/s のその他ジョイント：最大 180°/s。 ツール：約 1 m/s / 約 39。4 in/s。
反復性	± 0。1 mm / ± 0。0039 in (4 mils)
フットプリント	Ø128 mm / 5。0 in
自由度	回転ジョイント 6
コントロールボックスのサイズ（W × H × D）	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18。7 in × 16。7 in × 10。6 in
コントロールボックス I/O ポート	ディジタル入力 16 、ディジタル出力 16 、アナログ入力 2 、アナログ出力 2
ツール I/O ポート	ディジタル入力 2 、ディジタル出力 2 、アナログ入力 2
I/O 電源	24 V 2 A コントロールボックス内 12 V/24 V 600 mA ツール内
通信	TCP/IP 100 Mbit：IEEE 802.3u、100BASE-TX イーサネットソケット、MODBUS TCP & イーサネット/IP アダプタ
プログラミング	PolyScope グラフィカルユーザーインターフェース 12” タッチスクリーン
騒音	70 dB(A)
IP 分類	IP64
クリーンルーム分類	ロボットアーム：ISO クラス 5 コントロールボックス：ISO クラス 6
電力消費	典型的なプログラム使用時で約 100 W
協力運用	15 種類の最新安全機能。以下に準拠： EN ISO 13849-1:2008、PLd と EN ISO 10218-1:2011、条項 5.10.5
温度	ロボットの動作温度範囲は 0-50 °C です。連続的な高速動作では、仕様の最高動作温度は低下します。
電源	100-240 VAC, 50-60 Hz
計測される動作寿命	35、000 hours
配線	ロボットとコントロールボックス間の配線（6 m / 236 in） タッチスクリーンとコントロールボックス間の配線（4。5 m / 177 in）

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Part II

PolyScope マニュアル

10　安全構成

10.1　はじめに

ロボットには高度な安全システムが備わっています。ロボット作業空間の特定の特性によって、安全システムの設定を構成して、ロボット周辺のすべての要員や機器の安全を保障する必要があります。インテグレーターは最初に、リスクアセスメントで定義された設定を適用してください。安全システムについては、ハードウェアインストールマニュアルをご覧ください。

危険:

1. 安全関連機能とインターフェースの使用と設定は、必ず、インテグレーターが特定のロボットアプリケーションに関して実施するリスクアセスメントに基づいて行ってください。ハードウェアインストールマニュアルをご覧ください。
2. 設定と教示のための安全構成設定は、インテグレーターが実施したリスクアセスメントに基づいて、ロボットアームの電源が最初にオンになる前に、適用する必要があります。
3. この画面でアクセスできるすべての安全構成設定とサブタブは、インテグレーターが実施したリスクアセスメントに従って設定する必要があります。
4. インテグレーターは安全設定のすべての変更がリスクアセスメントに従って行われていることを確認する必要があります。
5. インテグレーターは、パスワード保護などにより、権限のない人が安全構成を変更することを防ぐ必要があります。

安全構成画面は、ようこそ画面（「 11.4」を参照）でプログラムロボットボタンに触れてインストールタブを選択し、安全をタップするとアクセスできます。安全構成は「 10.8」で示すように、パスワードで保護されています。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

安全設定は、ロボットアームの運動を制限するのに使ういくつかの限界値や、構成可能な入出力の安全機能設定から構成されます。これらは安全画面の以下のサブタブで定義されます。

- 一般限界サブタブは、ロボットアームの最大フォース、パワー、速度および運動量を定義します。人にぶつかったり、環境の一部に衝突するリスクが特に高い場合は、これらの設定を低い値にする必要があります。リスクが低い場合は、より高い一般限界によってロボットがより早く動作し、その環境に及ぼすフォースを高めます。詳細については、「 10.10」をご覧ください。
- ジョイント限界サブタブは、ジョイント速度とジョイント位置限度から構成されます。ジョイント速度限界は個々のジョイントの最大角速度を定義して、ロボットアームの速度をさらに制限するのに役立ちます。ジョイント位置限界は、個々のジョイントの許可された位置範囲を定義します（ジョイント空間における）。詳細については、「 10.11」をご覧ください。
- 境界サブタブは、ロボット TCP の安全面（デカルト空間における）とツール方向境界を定義します。安全面はロボット TCP の位置のハードリミット、または減少モードの安全限界をアクティブ化するトリガーのいずれかとして構成できます（「 10.6」を参照）。ツール方向境界はロボット TCP の方向にハードリミットを設定します。詳細については、「 10.12」をご覧ください。
- 安全 I/O サブタブは、構成可能な入出力（「 13.2」を参照）の安全機能を定義します。たとえば、緊急停止を入力として構成できます。詳細については、「 10.13」をご覧ください。

10.2 安全構成の変更

安全構成設定の変更を行う場合は、インテグレーターが実施したリスクアセスメントに必ず従ってください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

安全構成を変更する際には以下の手順に従ってください：

1. 変更がインテグレーターの実施したリスクアセスメントに従っていることを、必ず確認してください。
2. 安全設定を、インテグレーターが実施したリスクアセスメントの定義する、適切なレベルに調整してください。
3. 安全設定が適用されていることを確認してください。
4. オペレーターのマニュアルに以下の文章を挿入すること：「ロボットの近くで作業を開始する前に、安全構成が期待通りに構成されていることを確認してください。これは例として、 PolyScope の右上隅のチェックサムを点検することで検証できます（「PolyScope マニュアル」の「 10.5」をご覧ください）。」

10.3 安全同期とエラー

GUI が読み込んだロボットのインストールに対する、適用中の安全構成の状態は、画面左側の安全のテキストの隣にシールドのアイコンで示されます。これらのアイコンは現在の状況を迅速に示すことができます。これらは以下のように定義されています：

構成が同期されました: これは、GUI インストールが現在適用中の安全構成と同じであることを示します。変更は行われていません。

構成が変更されました: これは、GUI インストールが現在適用中の安全構成と異なることを示します。

安全構成を編集する際、現在の設定が適用済みであるかどうかが、シールドのアイコンで示されます。

安全タブのテキストフィールドのいずかが無効な入力を含む場合は、安全構成はエラー状態にあります。これはいくつかの方法で示されます：

1. 赤いエラーアイコンは、画面左側の安全のテキストの横に示されます。
2. エラーのあるサブタブの最上部には、赤いエラーアイコンが示されます。
3. エラーを含むテキストフィールドは、背景が赤になります。

エラーが存在する場合、インストールタブからの移動を試みると以下のオプションを示すダイアログが開きます：

1. 問題を解決し、すべてのエラーを解消する。これは、赤いエラーアイコンが画面左側の安全のテキストの横に示されていない場合に表示されます。
2. 以前に適用された安全構成に戻ります。このオプションはすべての変更を無視し、希望する移動先に進むことを可能とします。

エラーが存在しない場合、別の画面への移動を試みると、以下のオプションを示す別のダイアログが開きます：

1. 変更を適用しシステムを再起動する。このオプションは、安全構成の変更をシステムに適用し、再起動を行います。注：このオプションは変更が保存されたことを意味しません：この時点でロボットをシャットダウンすると、安全構成を含むロボットのインストールのすべての変更が失われます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

2. 以前に適用された安全構成に戻ります。このオプションはすべての変更を無視し、希望する移動先に進むことを可能とします。

10.4 許容差

安全構成では、物理的な限界が設定されています。これらの限界の入力フィールドは、許容差を含みません：該当箇所には、許容差がフィールドの横に表示されます。安全システムは入力フィールドから値を受信し、これらの値の違反を検出します。限界から許容差を除した値に達した場合、ロボットアームが安全システムの違反を防止しようと試み、プログラムの実行を停止して保護停止します。これは、例として、ロボットがジョイント速度限界または TCP 速度限界が特定する最大速度を正確に達成できないなど、プログラムが限界に極めて近い運動を実行できない可能性を意味することにご留意ください。

警告:
許容差なしで限界値を使用する場合は、必ずリスクアセスメントを行ってください。

警告:
許容差はソフトウェアのバージョン毎に異なります。ソフトウェアのアップデートにより許容差が変更される場合があります。バージョン間の違いについてはリリースノートをご覧ください。

10.5 安全チェックサム

画面の右上隅のテキストは現在ロボットが使用している安全構成の概要です。テキストが変更になると、現在の安全構成も変更になったことを示します。チェックサムをクリックすると、現在アクティブな安全構成の詳細が表示されます。

10.6 安全モード

通常の状況では（例として 予防停止が有効である場合）、安全システムは、関連する各安全限界のセットに基づき、以下の安全モードで作動します：

標準モード: 安全モードはデフォルトでアクティブです。

減少モード: ロボット TCP がトリガー減少モード面（「10.12」を参照）を超えた位置にある場合、または構成可能な入力を使用してトリガーされた場合にアクティブです（「10.13」を参照）。

回復モード: ロボットアームが他のモード（標準モードまたは減少モードなど）のいずれかに違反しており、停止カテゴリー0 が発生した場合、[1]ロボットは回復モードで起動します。このモードは、違反が解消されるようにロボットアームを手動で調整することを可能とします。このモードでロボットのプログラムを実行することはできません。

[1]IEC 60204-1 に準拠、詳細は用語集をご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

警告:
ジョイント位置、TCP 位置と TCP 方向の限界は、回復モードでは無効になるるため、ロボットアームをこれら限界内に戻す時はご注意ください。

ユーザーは、安全構成画面のサブタブで、標準モードと減少モードの安全限界のセットを個別に定義することができます。減少モードの速度限界と運動量限界は、標準モードの速度限界と運動量限界よりも、ツールとジョイントに対し限定的である必要があります。

アクティブな限界セットの安全限界を超えると、ロボットアームは停止カテゴリー0 を実行します。ロボットアームの電源が入った際に、ジョイント位置限界や安全境界など、アクティブな安全限界を超えていた場合、ロボットアームは回復モードで起動します。この方法により、ロボットアームを安全限界内に戻すことができます。回復モードでは、ロボットアームの動作はユーザーがカスタマイズできない固定の限界セットで制限されます。回復モードの限界について、詳しくは「ハードウェアインストールマニュアル」をご覧ください。

10.7 自由教示モード

自由教示モードにあり（「 13.1.5」を参照)、ロボットアームの運動が特定の限界に近くなると、反発力が感じられます。この反発力は、ロボット TCP の位置、方向、速度とジョイントの位置と速度の限界に対して生じます。

この反発力の目的は、ユーザーに現在の位置や速度が限界の近くになっていることを知らせ、ロボットが限界を超えないようにすることです。しかし、ロボットアームに対して十分なフォースが適用されると、限界を超える可能性があります。フォースの大きさはロボットアームが限界に近くなるにつれて増加します。

10.7.1 後退動作

自由教示モードではブレーキが解除されているので、比較的少ない力でロボットのジョイントを動かすことが出来ます。ロボットアームの初期化中、ロボットのブレーキが解除された際に多少の振動が起きる場合があります。こうした振動はロボットが衝突しそうな場合などに望ましくありません。その場合、後退機能を使用すると、ロボットアームのブレーキすべてを解除することなく、指定のジョイントを強制的に好ましい位置まで動かすことが出来ます。

後退の有効化:

1. ON を押してジョイントに電源を入れます。ロボットの状態が「アイドル」に設定されます。ブレーキを解除しないでください (つまり、スタートを押さないでください)。
2. 自由教示ボタンを長押しします。ロボットの状態が「後退」に変わります。
3. ブレーキのジョイントは自由教示ボタンがかかっている/押されている際、大きな力がかけられたジョイント以外は解除されません。後退機能を使用している間、ロボットの動きは重く感じられます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

10.8 パスワードのロック

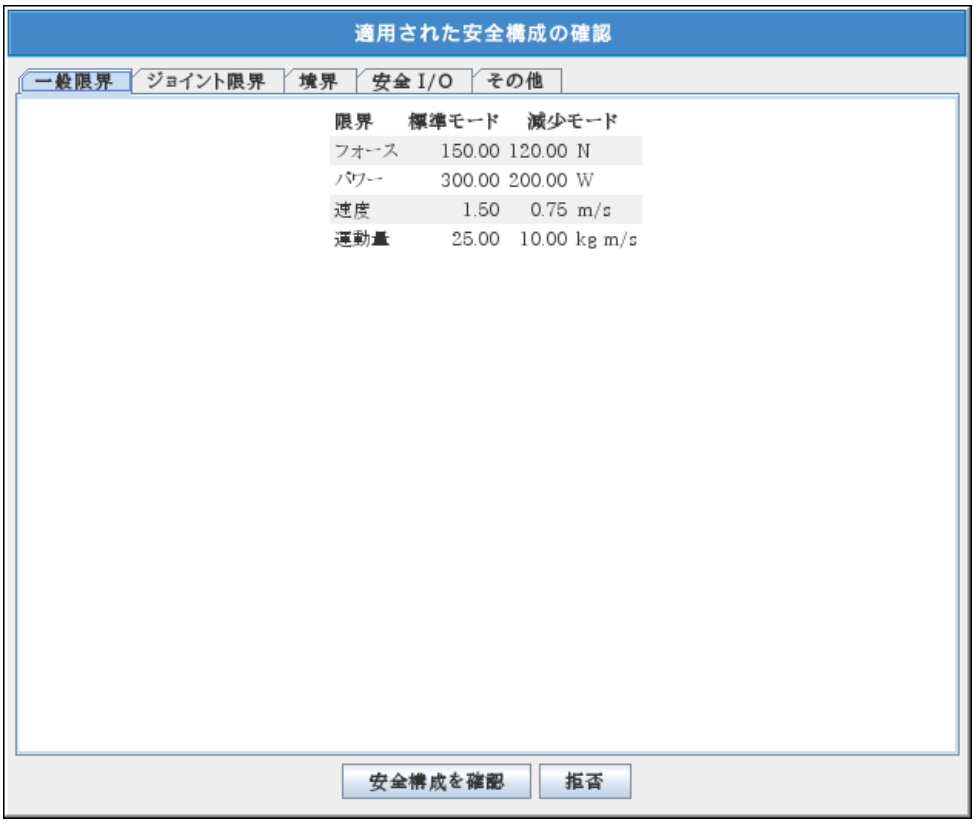
正しいパスワード（「15.3」を参照）が画面下の白いテキストフィールドに入力され、ロック解除ボタンが押されるまで、この画面のすべての設定がロックされます。画面はロックボタンをクリックすることで、再度ロックできます。安全タブは、安全構成画面から移動すると、自動的にロックされます。設定がロックされている場合は、画面左側の安全テキストの横にロックアイコンが示されます。ロック解除アイコンは設定がロック解除された場合に示されます。

注:
安全構成画面がロック解除されると、ロボットアームの電源が切れることにご留意ください。

10.9 適用

安全構成をロック解除すると、変更が実行される間にロボットアームの電源が入ります。変更が適用または取り消されるまで、ロボットアームの電源はオンになりませんが、初期化画面から手動で電源を入れることができます。

安全構成のすべての変更が適用または取り消されるまで、インストールタブから移動することはできません。これらの変更は、適用ボタンが押され、確認が実行されるまで、有効になりません。確認ではロボットアームに与えられた変更の目視検査が必要です。安全上の理由から、情報は SI 単位で表示されます。確認ダイアログの例を以下に示します。



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

確認が行われた後、変更は自動的に現在のロボットのインストールの一部として保存されます。ロボットインストールの保存の詳細については、「13.5」をご覧ください。

10.10 一般限界

一般安全限界は、ロボットの TCP の線速度だけでなく、それが環境に及ぼし得る影響力を制限するのに役立ちます。以下の値から構成されます。

フォース: ロボット TCP が環境に及ぼす最大フォースの限界。

電力: 有効荷重がロボットではなく、環境のの一部であることを考慮した、ロボットが環境に及ぼす最大機械作業の限界。

速度: ロボット TCP の最大線速度の限界。

運動量: ロボットアームの最大運動量の限界。

インストールで一般安全限界を設定するには 2 つの手段があります。基本設定と詳細設定で、これらについては下記で詳しく説明します。

一般安全限界の定義は、ロボットアームの全体的な限界を定義するのではなく、ツールの限界のみを定義します。これは、速度限界を指定しても、ロボットアームの他の部分が同じ限界に従うという保証にはならないということを意味します。

自由教示モード（「13.1.5」を参照）の場合は、ロボット TCP の現在の速度は速度限界に近くなり、速度が限界に近づくほど、反発力が大きくなるのが感じられます。反発力が生成されるのは、現在の速度が限界の約 250 mm/s 内にある場合です。

基本設定　デフォルト画面として表示されると初期一般限界サブパネルには、標準、減少両モードでのフォース、パワー、速度、運動量の限界を表す、事前定義された 4 種類の値のセットのスライダーがあります。

特定の数値のセットは、GUI で表示されます。事前定義された数値のセットは、提案に過ぎず、適切なリスクアセスメントを代用するものではありません。

詳細設定への切り替え　事前定義された値セットがいずれも不満足な場合は、詳細設定... ボタンを押して、一般限界の詳細画面に入ることができます。

詳細設定

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

ここでは、「 10.10」で説明した一般限界の各々を個別に変更できます。これは、対応するテキストフィールドをタップして、新しい値を入力することで行います。各限界の最大許容値は、最大という列に一覧表示されます。 フォース限界は次の値の間で設定することができます：100 N （UR3 の場合は 50 N）～ 250 N、 また、電力限界は次の値の間で設定することができます：80 W 1000 W

減少モードの限界のフィールドは、安全面や構成可能な入力がそれをトリガーするように設定されていない場合は無効化されます（詳細については、「 10.12」と「10.13」を参照）。さらに、減少モードにおける速度と運動量限界を対応する標準モードより高く設定することはできません。

各限界の許容差と単位は、対応する行の最後に一覧表示されています。プログラムの実行中、ロボットアームの速度は、すべて入力値から許容差を除した値を越えないように、自動的に調整されます。(「 10.4」を参照)。許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。ロボットアームが限界を超えた場合（許容差無し)、安全システムは、停止カテゴリー0 を実行します。

警告:
速度限界はロボット TCP にのみ課せられるため、ロボットアームの他の部分は定義した値より移動の速度が早くなることがある点にご留意ください。

基本設定への切り替え　基本設定... ボタンを押すと一般限界の基本画面に戻り、すべての一般限界はそのデフォルトプリセットに切り替わります。これによってカスタマイズされた値が失われる場合は、処理を確認するポップアップダイアログが表示されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

10.11 ジョイント限界

ジョイント限界は、ジョイント空間における個々のジョイントの運動を制限します。つまり、デカルト空間を参照するのではなく、ジョイントとその回転速度の内部（回転）位置を参照します。サブパネルの上部にあるラジオボタンを使うと、ジョイントの最大速度と位置範囲を個別に設定できます。

自由教示モード（「13.1.5」を参照）の場合は、ジョイントの現在の位置や速度は限界に近くなり、ジョイントが限界に近づくにつれ、反発力が大きくなるのが感じられます。ジョイント速度が速度限界の約 20°/s 内で、ジョイント位置が位置限界の約 8° 内になると、反発力が生成されます。

最大速度　このオプションは各ジョイントの最大角速度を定義します。これは、対応するテキストフィールドをタップして、新しい値を入力することで行います。最大許容値は、最大という列に一覧表示されます。値を許容差値未満に設定することはできません。

減少モードの限界のフィールドは、安全面や構成可能な入力がそれをトリガーするように設定されていない場合は無効化されます（詳細については、「10.12」と「10.13」を参照）。さらに、減少モードを対応する標準モードより高く設定することはできません。

各限界の許容差と単位は、対応する行の最後に一覧表示されています。プログラムの実行中、ロボットアームの速度は、すべて入力値から許容差を除した値を越えないように、自動的に調整されます。（「10.4」を参照）。各許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。しかしながら、いくつかのジョイントの各速度が入力値（許容差なし）を超えた場合は、安全システムが停止カテゴリー0 を実行します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

位置範囲　この画面では、各ジョイントの位置範囲を定義します。これは対応するテキストフィールドをタップして、ジョイント位置境界の上下限界に新しい値を入力することで行います。入力した間隔は、範囲という列に一覧表示された値の範囲内になる必要があり、下限値が上限値を上回ってはなりません。

手首 3 がいずれかの方向への無制限の回転を必要とするアプリケーションに使用される場合は、手首 3 の制限無しのオプションを選択してください。

減少モードの限界のフィールドは、安全面や構成可能な入力がそれをトリガーするように設定されていない場合は無効化されます（詳細については、「10.12」と「10.13」を参照）。

各限界の許容差と単位は、対応する行の最後に一覧表示されています。1 番目の許容差値が最小値に適用され、2 番目の許容差値が最大値に適用されます。ジョイントの位置が、1 番目の許容差を入力最小値に加え、2 番目の許容差を入力最大値から除した結果の範囲を超える直前に、予想される軌道を動き続ける場合、プログラムの実行が中止されます。許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。しかしながら、ジョイントの位置が入力範囲を超えた場合は、安全システムが停止カテゴリー0 を実行します。

10.12　境界

このタブでは、安全面やロボットツールの方向の最大許容逸脱量の限界からなる境界の限界を構成できます。減少モードへの遷移をトリガーする面を定義することも可能です。

安全面は、ロボット TCP が定義された面の適切な側に留まり、それを通過しないように強制することで、ロボットの許可された作業空間を制限するのに使用できます。最大 8 つの安全面を構成できます。ツール方向の制限を使って、ロボットツール方向が希望する向きから一定量以上逸脱しないようにすることができます。

警告:
安全面の定義は、ロボットアームの全体的な制限ではなく、TCP のみを制限します。これは、安全面を指定しても、ロボットアームの他の部分が同じ限界に従うという保証にはならないということを意味します。

各境界の限界の構成は、現在のロボットインストールで定義されたフィーチャーの 1 つに基づきます（「13.12」を参照）。

注:
安全構成を編集する前に、必ず希望する境界の限界全部の構成に必要なすべてのフィーチャーを作成し、これらに適切な名称を割り当ててください。ロボットアームは一旦安全タブがロック解除されると、（ロボット TCP の現在位置と方向を含む）ツールフィーチャー自由教示モード（「13.1.5」を参照）が使用できなくなることにご留意ください。

自由教示モード（「13.1.5」を参照）の場合は、TCP の現在位置が安全面に近いか、ロボットツールの方向の希望する方向からの逸脱が指定最大量に近くなると、

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

TCP が限界に近づくにつれ反発力の増加が感じられます。反発力が生成されるのは、TCP が安全面の約 5 cm 以内か、ツール方向の逸脱が指定した最大逸脱量の約 3° の場合です。

面がトリガー減少モード面として定義されており、TCP がこの境界を超える場合は、安全システムが減少モードに遷移し、減少モード安全設定が適用されます。トリガー面は通常の安全面と同じ規則に従いますが、ロボットアームによる通過を許可する点が異なります。

10.12.1 構成する境界の選択

タブの左側の安全境界パネルは構成する境界限界の選択に使用します。

安全面を設定するには、パネルに一覧表示された上位 8 項目の 1 つをクリックします。選択された安全面が構成済みの場合は、平面の対応する 3D 表現が同パネルの右にある 3D ビューで強調表示されます（「10.12.2」を参照）。安全面は、タブの下にある安全面プロパティーセクション（「10.12.3」を参照）で設定できます。

ツール境界項目をクリックして、ロボットツールの方向の境界の限界を設定します。限界の構成は、タブの下にあるツール教会プロパティーセクション（「10.12.4」を参照）で指定できます。

境界の限界について 3D 可視化のオン/オフを切り替えるには、 / ボタンをクリックします。境界限界がアクティブな場合、安全モード（「10.12.3 」と「10.12.4」を参照）が / / / のいずれかで表示されます。

10.12.2 3D 可視化

3D ビューはロボットツールの構成済み安全面と方向境界の限界をロボットアームの現在の位置と一緒に表示します。安全境界セクション（ アイコンで表示）で可視化トグルが選択されたすべての構成済み境界項目が現在選択された境界の限界と一緒に表示されます。

（アクティブな）安全面は、ロボット TCP を位置決めすることを許可される平面側を示す面法線を表す小さな矢印と黄色と黒で可視化されます。トリガー面は青と緑で表示されます。小さな矢印は、減少モードへの遷移をトリガーしない面の側を図示します。安全面がタブの左側のパネルで選択されていると、対応する 3D 表現が強調表示されます。

ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

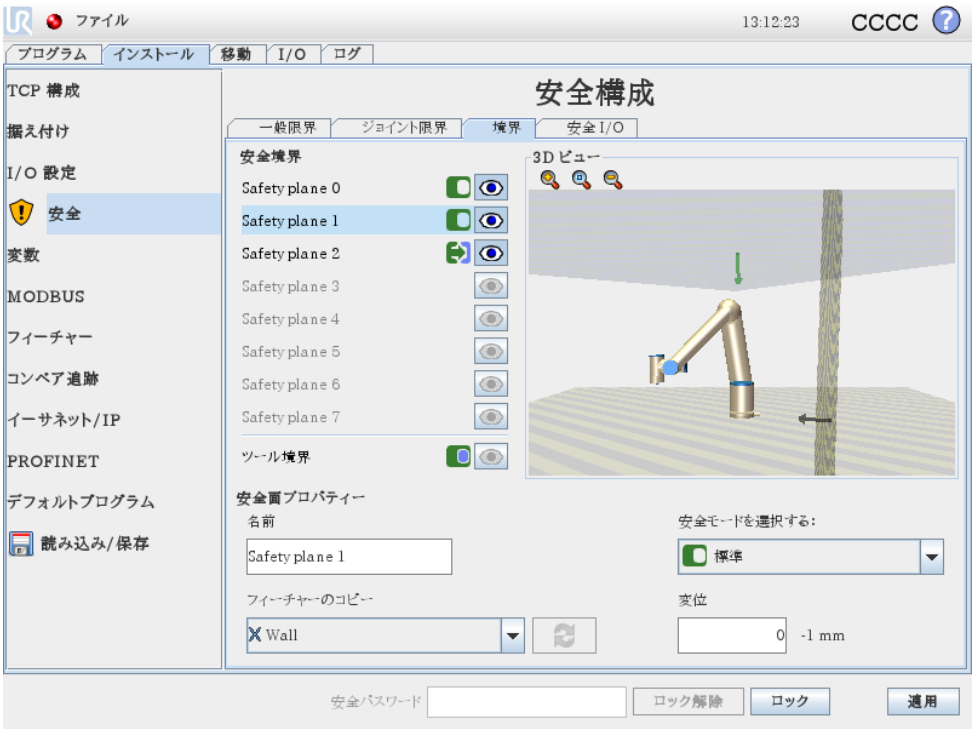
平面またはツール方向境界の限界が設定されてもアクティブになっていないと、可視化はグレー表示になります。

拡大鏡アイコンを押して拡大/縮小したり、指をドラッグさせてビューを変更します。

10.12.3 安全面の構成

タブの下にある安全面プロパティーセクションでは、タブの左上にある安全境界パネルで選択された安全面の構成を定義します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



名前　名前テキストフィールドを使うと、選択した安全面に名前を付けることができます。名前は、テキストフィールドをタップし、新しい名前を入力することで変更できます。

フィーチャーのコピー　安全面の位置と法線は、現在のロボットインストールからのフィーチャー(「13.12」を参照）を使って指定できます。フィーチャーは、安全面プロパティーセクションの左下の部分にあるドロップダウンを使用して選択します。点と平面のタイプのフィーチャーが利用できます。<Undefined> 項目を選択すると、平面の構成がクリアされます。

選択したフィーチャーの z 軸は許可されない領域を指し、面法線は反対側を向きます。基部フィーチャーが選択されている場合は、面法線が同一方向を向きます。面がトリガー減少モード面として構成された場合（「10.12.3」を参照)、面は通常、減少モードへの遷移をトリガーしない側を表示します。

フィーチャーを選択することで安全面を構成した場合は、位置情報は安全面にコピーされるのみで、平面はそのフィーチャーにリンクされないことにご留意ください。これは安全面の構成に使用したフィーチャーの位置や方向に変更があると、安全面が自動的に更新されないことを意味します。フィーチャーが変更された場合は、フィーチャーセレクターの上に ⚠ アイコンが配置されることでわかります。セレクターの横にある ボタンをクリックして、安全面をフィーチャーの現在の位置や方向で更新します。選択したフィーチャーがインストールから削除された場合も、⚠ アイコンが表示されます。

安全モード　安全面プロパティーパネルの右側にあるドロップダウンメニューを使って、以下のモードから安全面の安全モードを選択します：

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

無効化済み	安全面はアクティブではありません。
標準	安全システムが標準モードの時、標準モードの面がアクティブで、ロボット TCP の位置の厳格な限界として作動します。
減少	安全システムが減少モードの時、減少モードの面が アクティブでロボット TCP の位置の厳格な限界として作動します。
標準 & 減少	安全システムが標準または減少モードのいずれかの時、標準 & 減少モードの面が アクティブでロボット TCP の位置の厳格な限界として作動します。
トリガー減少モード	安全面が標準または減少モードの時、トリガー減少モードの面がアクティブで、ロボット TCP がそれを超えた位置にある場合、安全システムを減少モードに切り替えます。

選択した安全モードが安全境界パネルにある対応項目のアイコンで示されます。安全モードが無効化に設定されていると、アイコンは表示されません。

変位　安全面プロパティーパネルの左下にあるドロップダウンボックスでフィーチャーが選択されていると、変位テキストフィールドをタップすることで安全面を変換できます。正の値を入力すると、面法線の反対側に平面を移動させることでロボットの許可された作業空間が増し、負の値を入力すると、面法線の方向に面を移動させることで許可領域が減少します。

境界面の変位の許容差と単位は、テキストフィールドの右側に表示されます。

厳格な限界面の効果　TCP がアクティブな厳格な限界安全面から許容差を除した（「10.4」を参照）位置を越える直前に、予想される軌道を動き続ける場合、プログラムの実行は中断されます。許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。TCP の位置が安全面で特定された限界を超えた場合（許容差無し）、安全システムは、停止カテゴリー0 を実行します。

トリガー減少モード面の効果　予防停止が有効でなく、安全システムが特殊な回復モードに無い時（「10.6」を参照）は、標準または減少モードのいずれかで作動し、ロボットアームの動作は各限界セットにより制限されます。

安全システムはデフォルトで標準モードになっています。これは、以下のいずれかが発生した場合、減少モードに遷移します：

a) ロボット TCP が、面の可視化における小さい矢印の方向と反対にある面の側に位置する など、いくつかのトリガー減少モード面を超えた位置にある場合。

b) 減少モード安全入力機能が構成され、入力信号が弱い場合。（詳しくは「10.13」を参照）

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

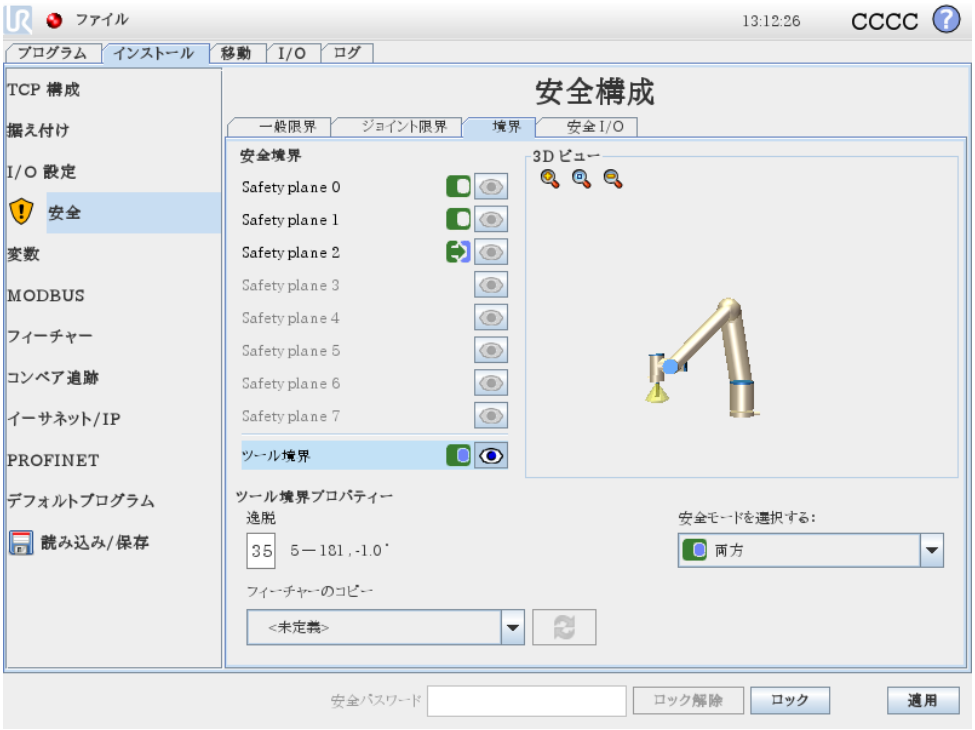
上記のケースが該当しなくなった場合、安全システムは標準モードに戻ります。

標準モードから減少モードへの遷移がトリガー減少モード面を超えたことにより発生した場合、標準モードの限界セットから減少モード限界セットへの遷移が発生します。ロボット TCP とトリガー減少モード面の距離が 20 mm 以下になると（依然として標準モード側にある場合）、より許容的な標準または減少モードの限界が各限界値に適用されます。ロボット TCP がトリガー減少モード面を超えると、標準モードの限界セットはアクティブでなくなり、減少モードの限界セットが実行されます。

減少モードから標準モードへの遷移がトリガー減少モード面を超えたことにより発生した場合、減少モードの限界セットから標準モードの限界セットへの遷移が発生します。ロボット TCP がトリガー減少モード面を超えると、より許容的な標準または減少モードの限界が各限界値に適用されます。ロボット TCP の位置とトリガー減少モード面の距離が（標準モード側で）20 mm 以上になると、減少モードの限界セットはアクティブでなくなり、標準モードの限界セットが実行されます。

ロボット TCP の予想される軌道がトリガー減少モード面を超える場合に、ロボットアームが新たな限界セットでジョイント速度、ツール速度または運動量限界を超えそうになると、その面を越える前に減速を開始します。これらの限界は減少モードの限界セットにおいてより限定的であることが要求されるため、標準モードから減少モードへの遷移時のみ、このような事前の減速が発生することがあります。

10.12.4 ツール境界の構成



タブの下にあるツール境界プロパティーパネルは、希望するツール方向とこの方向からの許可された最大逸脱量の値から構成されるロボットツールの方向に関する限界を定義します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

逸脱　逸脱テキストフィールドは、希望する方向からのロボットツールの方向について、希望する方向から最大どれだけの逸脱が許可されるかを示します。この値の変更は、テキストフィールドをタップして、新しい値を入力することで行います。

テキストフィールドの横に、許可された値の範囲が、逸脱の許容差と単位と一緒に表示されます。

フィーチャーのコピー　ロボットツールの希望する方向は、現在のロボットインストールからのフィーチャー(「13.12」を参照）を使って指定できます。選択されたフィーチャーの z 軸を、この限界の希望するツール方向ベクトルとして使用します。

フィーチャーを選択するには、ツール境界プロパティーセクションの左下の部分にあるドロップダウンボックスを使用します。点と平面のタイプのフィーチャーが利用できます。<Undefined> 項目を選択すると、平面の構成がクリアされます。

フィーチャーを選択することで限界を設定した場合は、方向情報は限界にコピーされるのみで、限界がそのフィーチャーにリンクされないことにご留意ください。これは限界の設定に使用したフィーチャーの位置や方向に変更があると、限界が自動的に更新されないことを意味します。フィーチャーが変更された場合は、フィーチャーセレクターの上に ⚠ アイコンが配置されることでわかります。セレクターの横にある 🔄 ボタンをクリックして、限界をフィーチャーの現在の方向で更新します。選択したフィーチャーがインストールから削除された場合も、⚠ アイコンが表示されます。

安全モード　ツール境界プロパティーパネルの右側にあるドロップダウンメニューを使って、以下のモードからツール方向境界の安全モードを選択します。以下のオプションが利用できます。

無効化済み	ツール境界限界はアクティブではありません。
標準	安全システムが標準モードの時、ツール境界限界はアクティブです。
減少	安全システムが減少モードの時、ツール境界限界はアクティブです。
標準 & 減少	安全システムが標準または減少モードのいずれかの時、ツール境界限界はアクティブです。

選択した安全モードが安全境界パネルにある対応項目のアイコンで示されます。安全モードが無効化に設定されていると、アイコンは表示されません。

効果　ツール方向の逸脱量が入力された最大逸脱量から許容差を除した（「10.4」を参照）量を越える直前に、予想される軌道を動き続ける場合、プログラムの実行は中断されます。許容差値と共に表示されるマイナスの記号は、許容差が実際の入力値から除されたことを示すものに過ぎないことに注意してください。ツール方向の逸脱量が限界を超えた場合（許容差無し)、安全システムは、停止カテゴリー0 を実行します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

10.13 安全 I/O

この画面では、構成可能な入出力（I/O）の安全機能を定義します。I/O には入力と出力があり、各機能がカテゴリー[2]3 と PLd I/O を提供するようにペアになっています。

安全機能は 1 対の I/O しか制御できません。2 度目に同じ安全機能を選択しようとすると、以前に定義した I/O の最初の対から削除されてしまいます。入力信号には 5 つ、出力信号には 4 つの安全機能があります。

10.13.1 入力信号

入力信号については、以下の安全機能を選択できます。システム緊急停止、減少モード、予防停止リセット、3 位置スイッチ、および運用モード。

システム緊急停止　構成済みの場合、さらにもう一つの緊急停止ボタンを、教示ペンダントの緊急停止ボタンの横に追加することが出来ます。この機能を使用するには ISO 13850 規格に適合するデバイスが必要です。

減少モード　すべての安全限界には、適用可能な 2 つのモードがあります：デフォルトの安全構成を指定する標準モードと減少モードです（詳しくは「10.6」を参照）。この入力安全機能が選択されると、入力に低信号が与えられた場合、安全システムが減少モードに遷移します。必要な場合、ロボットアームが減速し減少モードの限界セットを満たします。ロボットアームが減少モードの限界のいずれかを超える場合は、停止カテゴリー0 を実行します。標準モードへの遷移も同じ方法で発生します。安全面も同様に減少モードに遷移する場合があることに注意してください（詳しくは「10.12.3」を参照）。

[2]ISO 13849-1 に基づく、詳細は用語集を参照してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

予防停止リセット　予防停止が安全 I/O で配線されている場合、リセットがトリガーされるまで予防停止状態が確実に継続されるよう、この入力が使用されます。ロボットアームは予防停止状態では作動しません。

警告:
予防停止リセット機能は、デフォルトで入力ピンの 0 と 1 に構成されています。つまり、これを無効化すると、予防停止入力が上昇した直後、ロボットアームは予防停止しなくなります。言い換えると、予防停止リセットなしでは、予防停止入力 SI0 と SI1（ハードウェアインストールマニュアル を参照）が予防停止状態がアクティブかどうかを単独で判断することになります。

3 位置スイッチおよび 運用モード　これらにより、ロボットの設定とプログラミング作業中に、3 位置を有効化するデバイスを追加予防措置として使用することが出来ます。3 位置スイッチ入力を設定すると、ロボットは「実行モード」または「プログラミングモード」になります。右上に現在の運用モードを示すアイコンが表示されます：

- 実行モード：ロボットは事前定義されたタスクのみを実行できます。Move タブと自由教示モードは利用できません。
- プログラミングモード：実行モードにおける制限は、解除されます。ただし、3 位置スイッチ入力が低い場合は、ロボットは予防停止します。また、スピードスライダーは 250 mm/s に対応する初期値に設定され、徐々により高速になるように増加させることができます。スピードスライダーは、3 位置スイッチ入力が低から高になると、低い値にリセットされます。

運用モードの選択を設定する方法は 2 つあります：

1. 運用モードを外部のモード選択デバイスで選択するには、運用モードの入力を設定してください。3 位置スイッチ入力が設定されると、ドロップダウンメニューに設定オプションが表示されます。入力が低い場合、ロボットは運用モード運用モードに、高い場合はプログラミングモードになります。
2. Polyscope から運用モードを選択するには、3 位置スイッチ入力のみが設定され、安全構成に適用される必要があります。この場合、初期設定モードは実行となります。プログラミングモードにスイッチするには、ようこそ画面で「ロボットのプログラミング」ボタンを選択してください。実行モードに戻るには、「ロボットのプログラミング」画面から移動してください。

注:
3 位置スイッチの有効化が確認され、安全 I/O が設定された後、ようこそ画面が自動的に表示されます。ようこそ画面は、運用モードがプログラミングから実行に変更されると自動的に表示されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

10.13.2 出力信号

出力信号については、以下の安全機能を適用できます。すべての信号は、高信号をトリガーした状態が終了すると、低に戻ります。

システム緊急停止　ロボット非常停止入力または緊急停止ボタンが安全システムを緊急停止状態にトリガーした場合にのみ、低信号が与えられます。デッドロックを避けるため、緊急停止状態がシステム緊急停止入力によりトリガーされた場合、低信号は与えられません。

注:
システム緊急停止出力を通じてロボットの緊急停止状態を取得する外部機械　は ISO 13850. 規格に準拠している必要があります。ロボット非常停止入力が外部緊急停止デバイスに接続されている場合、この要件は特に重要となります。この場合、外部緊急停止デバイスが解除された際に、システム緊急停止出力は上昇します。このことは、ロボットのオペレーターによる手動操作不要で　、　外部機械における緊急停止状態がリセットされることを示唆しています。つまり、安全規格に準拠するためには、外部機械の再開に手動操作が必要となります。

ロボット移動中　ロボットアームが移動状態になるたびに、低信与えられます。ロボットアームが固定位置にあると、高信号が与えられます。

ロボット非停止　ロボットアームを停止するよう要求すると、要求してからアームが停止するまでいくらかの時間が経過します。この期間は、信号が高になります。ロボットアームが動作中で、停止要求がない場合、またはロボットアームが停止位置にある場合は、信号は低になります。

減少モード　ロボットアームが減少モードにある時、または安全入力が減少モード入力で構成されており、現在の信号が低である場合、低信号を送信します。それ以外は、信号は高です。

非減少モード　これは上記で定義した減少モードの逆になります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

11 プログラミング開始

11.1 はじめに

Universal Robot アームは、パイプ材とジョイントから構成されています。ジョイントとその通常の名前を図 11.1 に示します。基部は、ロボットを据え付ける部分で、反対端（手首 3）にはロボットのツールが取り付けられます。各ジョイントの運動を連携させることで、基部のすぐ上と下を除き、ロボットはツールを自由に移動させることができます。

PolyScope は、ロボットアームとコントロールボックスを操作できるグラフィカルユーザインタフェース（GUI）で、ロボットのプログラムを実行して、簡単に新しいものを作成できます。

以下のセクションでは、ロボットの起動方法を扱います。続いて、PolyScope の画面と機能を詳しく説明します。

危険:

1. ハードウェアインストールマニュアルには、重要な安全情報が含まれています。UR ロボットのインテグレーターは、ロボットの電源を最初にオンにする前に、必ずこれを読み、理解するようにしてください。
2. インテグレーターは、ロボットの電源を最初にオンにする前に、リスクアセスメントで定義された安全構成パラメーターを設定する必要があります。 10の章をご覧ください。

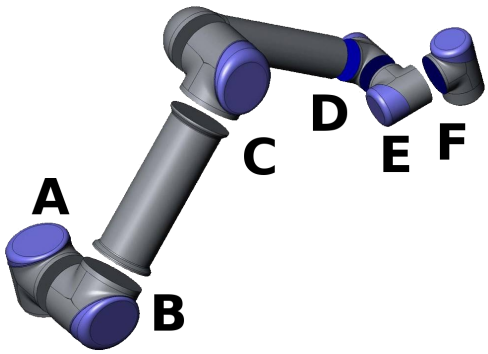


Figure 11.1: ロボットのジョイント A：基部、B：肩部、C：肘部および D、E、F：手首 1、2、3

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

11.2 スタートアップ

PolyScope を使用する前に、ロボットアームとコントロールボックスをインストールして、コントロールボックスのスイッチを入れます。

11.2.1 ロボットアームとコントロールボックスのインストール

ロボットアームとコントロールボックスをインストールするには、以下の手順に従います。

1. ロボットアームとコントロールボックスを開梱します。
2. ロボットアームを強固で振動のない面に据え付けます。
3. コントロールボックスに脚部を据え付けます。
4. ロボットケーブルをロボットとコントロールボックスの間につなぎます。
5. コントロールボックスの電源プラグをつなぎます。

警告:
作業時の注意ロボットを強固な表面に安全に設置しないと、ロボットが落下して、怪我の原因になります。

詳しいインストールの指示は「ハードウェアインストールマニュアル」をご覧ください。ロボットアームを任意の作業で使用する前に、必ずリスクアセスメントを実施します。

11.2.2 コントロールボックスのオンとオフ

コントロールボックスは、タッチ画面のあるパネル前面にある電源ボタンを押してオンにします。このパネルは、通常は教示ペンダントと呼ばれます。コントロールボックスをオンにすると、基盤となるオペレーティングシステムからのテキストがタッチ画面に表示されます。約 1 分後に、画面に数個のボタンが表示され、ポップアップがユーザーに初期化画面に進むように促します（「 11.5」を参照）。

画面の緑の電源ボタンを押すか、ようこそ画面のシャットダウンボタンを使用して、システムをシャットダウンします（「 11.4」を参照）。

警告:
壁ソケットから電源コードを抜いてシャットダウンすると、ロボットのファイルシステムが破壊される原因となり、ロボットが誤動作を起こす恐れがあります。

11.2.3 ロボットアームのオンとオフ

ロボットアームの電源がオンになれば、すべての緊急停止ボタンが作動していない限り、ロボットの電源をオンにできます。ロボットアームの電源は初期化画面でオンにすることができます（「 11.5」を参照）。画面のオンボタンに触れ、次に、起動を押します。ロボットを起動すると、ノイズを発しながら、ブレーキを解除しながら少し動きます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

ロボットアームの電源は、初期化画面のオフボタンに触れることでオフにすることができます。ロボットアームはコントロールボックスがシャットダウンしたときにも自動的に電源がオフになります。

11.2.4 クィックスタート

インストール後にロボットをクリックスタートするには、以下の手順に従います。

1. 教示ペンダント前面にある［緊急停止］ボタンを押します。
2. 教示ペンダントの電源ボタンを押します。
3. システムが起動し、タッチ画面にテキストを表示する間、少し待ちます。
4. システムが立ち上がると、タッチ画面にポップアップが表示され、ロボットを初期化する必要があることを知らせます。
5. ポップアップダイアログでボタンに触れます。初期画面に移動します。
6. 適用された安全構成の確認ダイアログが開くのを待ち、適用された安全構成の確認ボタンを押します。これは、リスクアセスメントに基づき調整する必要のある、安全パラメーターの初期値セットに適用されます。
7. 緊急停止ボタンのロックを解除します。すると、ロボットの状態緊急停止からロボット電源オフに変わります。
8. ロボットが到達しない範囲（作業空間外）に立つようにしてください。
9. タッチ画面でオンボタンに触れます。ロボットの状態がアイドルに変わるまで数秒待ちます。
10. 有効荷重質量と選択された据え付けが正しいことを確認します。センターデータで検出された据え付けが選択した据え付けと一致しない場合は、通知を受け取ります。
11. タッチ画面で起動ボタンに触れます。ここで、ロボットはブレーキを解除しながら、ノイズを発して少し動きます。
12. OK ボタンを押して、ようこそ画面に移ります。

11.2.5 最初のプログラム

プログラムとはロボットに動作の指示をする命令のリストです。PolyScope によって、プログラミング経験がほとんどなくてもロボットをプログラムすることができます。ほとんどの作業では、プログラミングはすべてタッチパネルだけででき、暗号のようなコマンドをタイプする必要はありません。

ツールの運動は、ロボットプログラムの最も重要な部分ですので、ロボットに動作方法を教示する方法が肝心です。PolyScope では、ツールの運動を ロボットの作業空間の点である一連の中間地点として規定します。中間地点は、ロボットを特定の位置まで動かして定めることもでき、またはソフトウェアに計算させることもできます。ロボットアームを特定の位置に移動させるには、［移動］タブ（「13.1」を参照）を使うか、教示ペンダント裏側の自由教示ボタンを押しながら、ロボットアームと所定位置まで動かします。

中間地点を通って動く他、プログラムではロボットのパスの特定の点で他の機械に I/O 信号を送ることができ、変数や I/O 信号に基づいて、if...then やループなどのコマンドを実行することができます。

起動したロボット上で単純なプログラムを作成するには、以下を実行します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

1. ロボットのプログラムボタンに触れて、空のプログラムを選択します。
2. 次へボタン（画面右下）に触れて、画面左側にあるツリー構造から、<empty>行を選びます。
3. 構造タブに移動します。
4. 移動ボタンに触れます。
5. コマンドタブに移動します。
6. 次へボタンを押し、中間地点設定に移動します。
7. 「?」マークの横にある「この中間地点を設定する」ボタンを押します。
8. 移動画面で、さまざまな青色の矢印を押してロボットを動かすか、教示ペンダントの裏にある自由教示ボタンを押したままロボットアームを引っ張ってロボットを動かします。
9. OK を押します。
10. 中間地点を前に追加を押します。
11. 「?」マークの横にある「この中間地点を設定する」ボタンを押します。
12. 移動画面で、さまざまな青色の矢印を押してロボットを動かすか、自由教示ボタンを押したままロボットアームを引っ張ってロボットを動かします。
13. OK を押します。
14. これでプログラムの準備ができました。「Play」記号を押すと、ロボットは 2 つのポイントの間を動きます。離れて立ち、緊急停止ボタンに指を掛けたまま、「Play」を押します。
15. おめでとうございます！これで、ロボットが定められた 2 つの中間地点の間を動く、最初のロボットプログラムができました。

警告:

1. ロボットに損傷を与える可能性があるため、ロボットをそれ自体や他の物体に対して駆動しないでください。
2. 頭部と胴部をロボットの到達範囲（作業空間）内に入れないでください。指が挟まれるような場所に指を入れないでください。
3. これは、UR ロボットを使うのがいかに簡単化を示すクイックスタートガイドです。危険のない環境で慎重に使用することを想定しています。デフォルト値より速度や加速度を上げないでください。ロボットを作動させる前に必ずリスクアセスメントを実施してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

11.3 PolyScope プログラミングインターフェース

PolyScope はコントロールボックスに取り付けられたタッチ画面で操作できます。

上図はようこそ画面です。画面の青み掛かった領域は、指やペンの反対側で画面を押すことよって操作することができるボタンです。PolyScope の画面は階層構造になっています。プログラミング環境では、画面にはタブが配置され、各画面に簡単にアクセスできます。

この例では、第 1 レベルでプログラムタブが選択され、その下で、構造タブが選択されています。プログラムタブは現在読み込まれたプログラムの情報を保持しています。移動タブを選択すると、画面は移動画面に変わり、そこからロボットの移動ができます。同様に、I/O タブを選択すると、現状の電気 I/O の状態をモニターし、変更することができます。

コントロールボックスまたは教示ペンダントにマウスやキーボードを接続することもできますが、必須ではありません。ほとんどすべてのテキストフィールドはタッチ操作が可能です。タッチすると、画面上にキーパッドかキーボードが表示されます。タッチ操作ができないテキストフィールドには、入力エディター横にエディターアイコンが表示され、関連付けられた入力エディターが起動します。

画面上のキーパッド、キーボード、または式エディターのアイコンは、上に表示されています。

PolyScope のさまざまな画面を、以降のセクションで説明します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

11.4 ようこそ画面

コントローラーPC が起動すると、ようこそ画面が表示されます。この画面では、次のオプションが利用できます。

- プログラムの実行：既存のプログラムを選択し、実行します。これはロボットアームとコントロールボックスを作動させる最も簡単な方法です。
- ロボットのプログラミング：プログラムを変更する、または新規プログラムを作成します。
- ロボットの設定：言語変更、パスワード設定、ソフトウェアアップデートなど。
- ロボットのシャットダウン：ロボットアームの電源を切り、コントロールボックスをシャットダウンします。
- 詳細情報：ソフトウェア、バージョン、ホスト名、IP アドレス、シリアル番号、法的情報に関する詳細情報を提供します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

11.5 初期化画面

この画面では、ロボットの初期化を制御します。

ロボットアーム状態インジケーター

ステータス LED は、ロボットアームの実行状態を示します。

- 明るい赤の LED は、ロボットアームが現在停止状態にあり、複数の理由があることを示します。
- 明るい黄色の LED は、ロボットアームに電源は入っているが、通常作動の準備は整っていないことを示します。
- 最後に、明るい緑の LED は、ロボットアームに電源が入っており、通常作動の準備が整っていることを示します。

LED の横に表示されるテキストは、ロボットアームの現在の状態を特定します。

アクティブな有効荷重とインストール

ロボットアームに電源を入れると、ロボットアームの作動時にコントローラーが使った有効荷重質量が、小さな白いテキストフィールドに表示されます。この値は、テキストフィールドをタップし、新しい値を入力することで変更できます。この値を設定してもロボットのインストールの有効荷重は変更にならないことにご留意ください（「13.6」を参照）。コントローラーで有効荷重質量を使用できるように設定するのみです。

同様に、現在読み込まれているインストールファイルの名前は、グレーのテキストフィールドに表示されます。テキストフィールドをタップするか、その横にある読み込みボタンを使って、異なるインストールを読み込むことができます。また

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

は、画面の下部に 3D ビューの横にあるボタンを使って、読み込んだインストールのカスタマイズをすることもできます。

ロボットアームを起動する前に、アクティブな有効荷重とインストールがロボットアームの現状と対応していることを確認することが重要です。

ロボットアームの初期化

危険:
ロボットアームを起動する前に、実際の有効荷重とインストールが正しいことを必ず確認してください。これらの設定が間違っていると、ロボットアームとコントロールボックスが正しく作動せず、周囲の要員や機器に危険を及ぼすことがあります。

注意:
ロボットアームが障害物やテーブルに触れている場合は、ロボットアームが障害物に当たるとジョイントギアボックスが損傷することがあるため、細心の注意を払ってください。

その上に緑色のアイコンが付いた大きなボタンは、ロボットアームの実際の初期化を行うためのものです。その上のテキストとそれが実行するアクションは、ロボットアームの現状によって異なります。

- コントローラーPC が起動した後は、ロボットアームに電力を供給するためにボタンを一度タップする必要があります。ロボットアームの状態が電源オンに変わり、最終的にアイドルになります。緊急停止の状態にあると、ロボットアームの電源をオンにできないので、ボタンは無効化されることにご留意ください。
- ロボットアーム状態がアイドルの場合は、ボタンを再度タップして、ロボットアームを再起動する必要があります。この時点で、センサーデータをロボットアームの構成された据え付けとチェックします。不一致が見つかったら（許容差は 30°）、ボタンが無効化され、エラーメッセージがその下に表示されます。

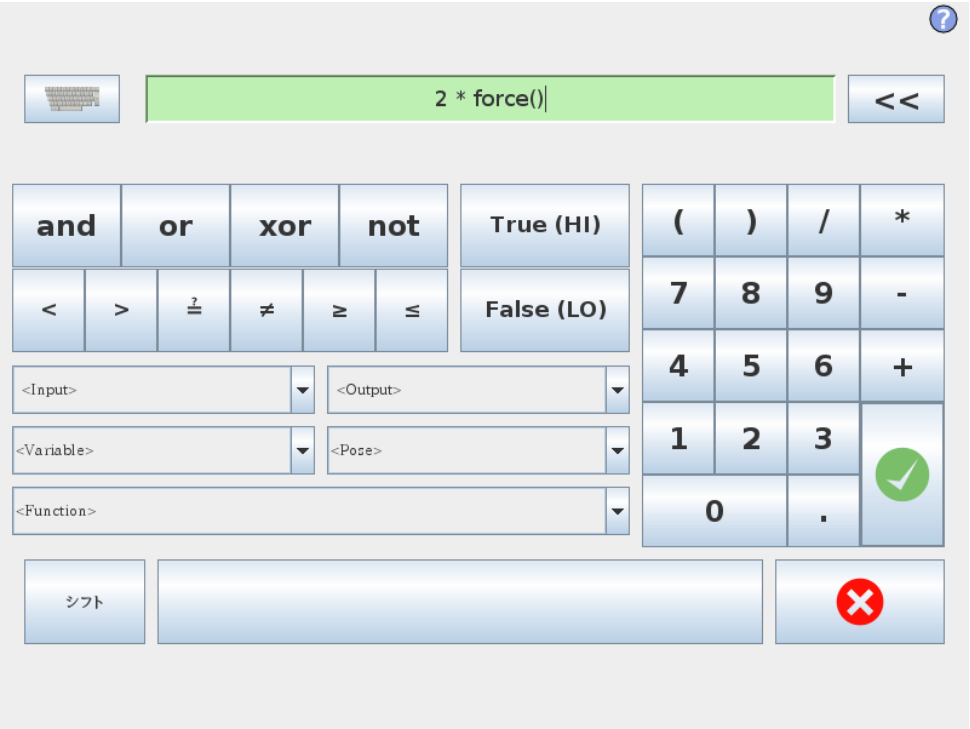
  据え付けチェックが終わったら、ボタンをタップするとすべてのジョイントブレーキが解除され、ロボットアームの通常作動の準備が整います。ブレーキを解除する間、ロボットはノイズを発しながら、少し移動します。
- 起動後にロボットアームが安全限界の 1 つを超えた場合は、特別な回復モードで作動します。このモードでボタンにタップすると、ロボットアームが安全限界内に戻る回復移動画面に切り替わります。
- 障害が発生した場合は、ボタンを使ってコントローラーを再起動できます。
- コントローラーが現在実行されていない場合は、ボタンをタップすると起動します。

最後に、赤いアイコンがある小型のボタンは、ロボットアームの電源を切るためのものです。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

12　エディター画面

12.1　式エディター画面



式自体はテキストとして編集できますが、式エディターにはいくつものボタンと機能があり、乗算の ∗ 記号、未満、等しいを示す ≤ 記号など、式の特殊記号を挿入することができます。画面の左上にあるキーボード記号ボタンによって、式のテキスト編集に切り替えることができます。定義された変数はすべて変数セレクターにあり、入力と出力のポートは入力と出力セレクターにあります。特別な機能の一部は Function にあります。

OK ボタンを押すと、式の文法ミスがチェックされます。キャンセルボタンは画面を終了させ、変更をすべて破棄します。

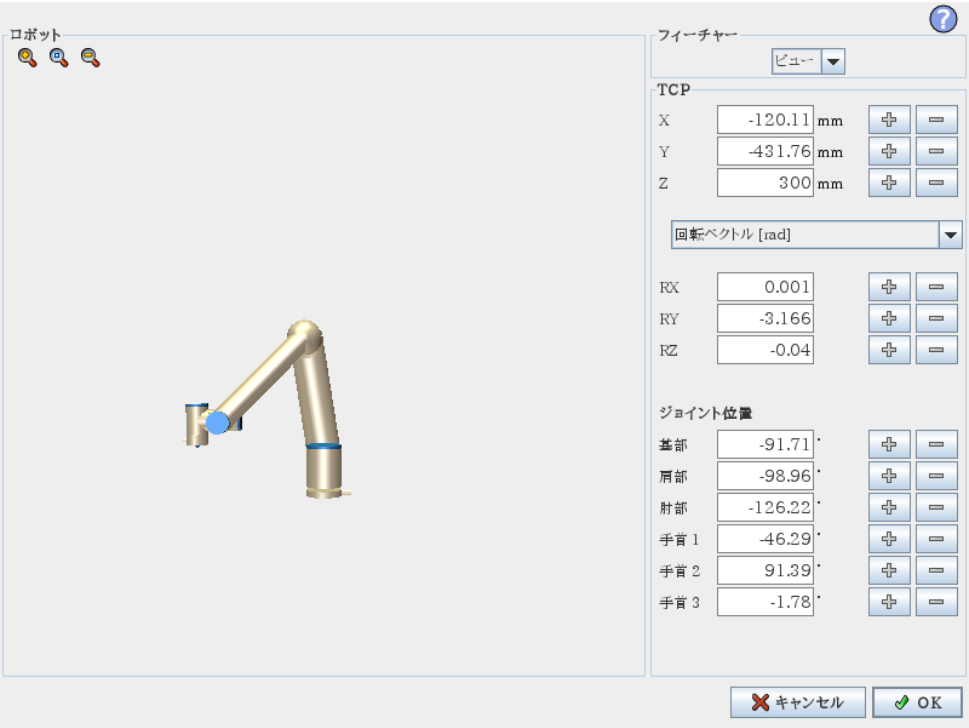
すべての式は次のように表されます。

digital_in[1]$\stackrel{?}{=}$True and analog_in[0]<0.5

12.2　ポーズエディター画面

この画面では、ロボットツールのターゲットのジョイント位置またはターゲットのポーズ（位置と方向）を指定できます。この画面は「オフライン」のため、ロボットアームを直接制御しません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



ロボット

ロボットアームの現在の位置と指定された新しいターゲット位置が 3D グラフィックに表示されます。ロボットアームの 3D 図面は、ロボットアームの現在の位置を示し、ロボットアームの「影」は、画面の右側で指定された値で制御されるロボットのターゲット位置を示します。拡大鏡アイコンを押して拡大/縮小したり、指をドラッグさせてビューを変更します。

ロボット TCP の指定された位置が安全またはトリガー面に近くなる、あるいは、ロボットツールの方向がツール方向境界の限界（「 10.12」を参照）に近くなると、近接境界の限界の 3D 表現が表示されます。

安全面は、ロボット TCP を位置決めすることを許可される平面側を示す面法線を表す小さな矢印と黄色と黒で可視化されます。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（「 10.6」を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

ターゲットロボット TCP が限界の近くにいなくなると、3D 表現が消えます。ターゲット TCP が境界の限界を超えるまたは超えそうになると、限界の可視化が赤に変わります。

フィーチャーとツールの位置

画面の右上に、フィーチャーセレクターがあります。フィーチャーセレクターは、どのフィーチャーがロボットアームを相対的に制御をするかを定義します

フィーチャーセレクターの下には、現在アクティブなツール中心点（TCP）の名前が表示されます。複数の名前のついた TCP の設定について、詳細は「 13.6」をご覧ください。テキストボックスは、選択されたフィーチャーに相対的な TCP の完

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

全な座標値を表示します。X、Y、Z はツールの位置を制御し、RX、RY、RZ はツールの方向を制御します。

RX、RY、RZ ボックスの上にあるドロップダウンメニューを使って、方向の表示を選択します。使用可能なタイプは、以下の通りです。

- 回転ベクトル [rad] 方向は回転ベクトルとして規定されます。軸の長さは、回転させる角度をラジアンで表し、ベクトル自体はその周りを回転させる軸を定めます。これはデフォルト設定です。
- 回転ベクトル [°] 方向は回転ベクトルとして規定され、ベクトルの長さが回転角度の度数になります。
- RPY [rad] ロール、ピッチ、ヨー（RPY）の角度で、角度はラジアンになります。RPY 回転行列（X、Y'、Z" 回転）が次のように規定されます。

  $$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$
- RPY [°] ロール、ピッチ、ヨー（RPY）の度数表示の角度になります。

座標軸をクリックすることで値を編集できます。ボックスの右側にある + または - ボタンをクリックすると、現在の値に対して加算や除算ができます。ボタンを押し続けると、値が直接増減されます。ボタンを押し続ける時間が長いほど、増減の量も増えます。

ジョイント位置

個々のジョイント位置を直接指定することができます。各ジョイント位置には、−360° ～ +360° の範囲の値を指定でき、これがジョイント限界になります。ジョイント位置をクリックすることで値を編集できます。ボックスの右側にある + または - ボタンをクリックすると、現在の値に対して加算や除算ができます。ボタンを押し続けると、値が直接増減されます。ボタンを押し続ける時間が長いほど、増減の量も増えます。

［OK］ボタン

移動タブからこの画面がアクティブ化された場合（「 13.1」を参照）、OK ボタンをクリックすると、移動タブに戻り、ロボットアームが指定したターゲットに移動します。最後に指定した値がツール座標軸の場合、ロボットアームは MoveL 運動タイプを使ってターゲット位置に移動します。一方、ジョイント位置が最後に指定された場合、ロボットアームは MoveJ 運動タイプを使ってターゲット位置に移動します。異なる運動タイプについては、「 14.5」に説明があります。

［キャンセル］ボタン

キャンセルボタンは画面を終了させ、変更をすべて破棄します。

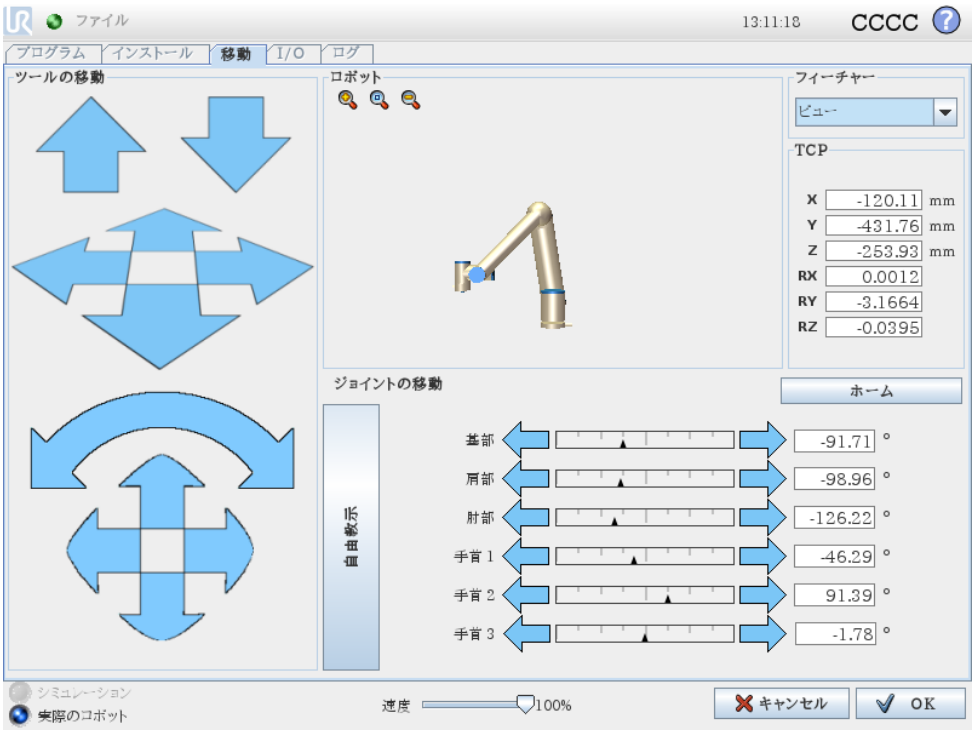
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13　ロボット制御

13.1　［移動］タブ

この画面からは、ロボットツールの平行移動/回転やロボットのジョイントを個々に動かすことで、常にロボットアームを直接移動（ジョグ）させることができます。



13.1.1　ロボット

ロボットアームの現在の位置は 3D グラフィックで表示されます。拡大鏡アイコンを押して拡大/縮小したり、指をドラッグさせてビューを変更します。最も快適にロボットアームの操作ができるように、ビューフィーチャーを選択し、3D 図面のビュー角度を回転させて、使用するビューを実際のロボットアームに合わせます。

ロボット TCP の現在位置が安全面またはトリガー面に近くなる、あるいはロボットツールの方向がツール方向境界の限界（「10.12」を参照）に近くなると、近接境界の限界の 3D 表現が表示されます。ロボットがプログラムを実行している時、境界限界の可視化が無効になることにご留意ください。

安全面は、ロボット TCP を位置決めすることを許可される平面側を示す面法線を表す小さな矢印と黄色と黒で可視化されます。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（「10.6」を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

ターゲットロボット TCP が限界の近くにいなくなると、3D 表現が消えます。TCP が境界の限界を超えるまたは超えそうになると、限界の可視化が赤に変わります。

13.1.2 フィーチャーとツールの位置

画面の右上に、フィーチャーセレクターがあります。これは、どのフィーチャーがロボットアームを相対的に制御をするかを定義します

フィーチャーセレクターの下には、現在アクティブなツール中心点（TCP）の名前が表示されます。テキストボックスは、選択されたフィーチャーに相対的な TCP の完全な座標値を表示します。複数の名前のついた TCP の設定について、詳細は「 13.6」をご覧ください。

値は、座標またはジョイント位置をクリックすることにより、手動で編集することができます。これによってツールまたはターゲットのジョイント位置にターゲット位置と方向を指定できるポーズエディター画面 (「 12.2」を参照) に移動します。

13.1.3 ツールの移動

- 移動矢印（最上部）を押し下げると、ロボットのツールチップが示された方向に移動します。
- 回転矢印（ボタン）を押し下げると、ロボットのツールの方向が示された方向に移動します。回転の中心はツール中心点（TCP）で、いわば ロボットアーム先端部の点であり、ロボットのツールの特性点を規定します。TCP は、小さい青のボールとして描かれています。

注：ボタンを離すと、いつでも運動を停止できます！

13.1.4 ジョイントの移動

個々のジョイントを直接制御することができます。各ジョイントは $-360°$ ～ $+360°$ の範囲で移動できます。これは各ジョイントに対する水平バーで示されるデフォルトジョイント限界になります。ジョイント限界に達したジョイントは、それ以上動かすことはできません。ジョイント限界がデフォルトと異なる位置範囲で設定されている場合は（「 10.11」を参照)、この範囲は水平バーでは赤で表示されます。

13.1.5 フリードライブ

自由教示ボタンを押し続けている間は、ロボットアームを物理的に掴み、必要な場所まで引っ張ることができます。設定タブの重力設定（「 13.7」を参照）が正しくない場合、またはロボットアームが大きな荷重を運んでいる場合は、自由教示ボタンを押すとロボットが動き始める（下がる）場合があります。このような場合には、自由教示ボタンを離してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

警告:

1. 正しいインストール設定（TCP、TCP オフセットにおけるロボット据え付け角度や重量）を使用してください。プログラムと一緒にインストールファイルを保存して読み込みます。
2. 自由教示ボタンを操作する前に、TCP 設定とロボット据え付け設定が正しく設定されていることを確認します。これらの設定が正しくないと、ロボットアームは自由教示ボタンがアクティブ化されると移動します。
3. リスクアセスメントで許可される場合のみ、インストールで自由教示機能（インピーダンス/バックドライブ）を使用します。ツールと障害物に鋭利なエッジやピンチポイントがないようにしてください。全要員がロボットアームの届く範囲外であることを確認します。

13.2 ［I/O］タブ

この画面で、ロボットのコントロールボックスからのライブ I/O 信号を常時モニターし、設定することができます。画面は、プログラム実行中も含めて、I/O の現在の状態を表示します。プログラム実行中に何かが変更になると、プログラムは停止します。プログラム停止時には、すべての出力信号はその状態を保持します。画面は、10Hz の周期で更新されるため、高速の信号は適切に表示されない場合があります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

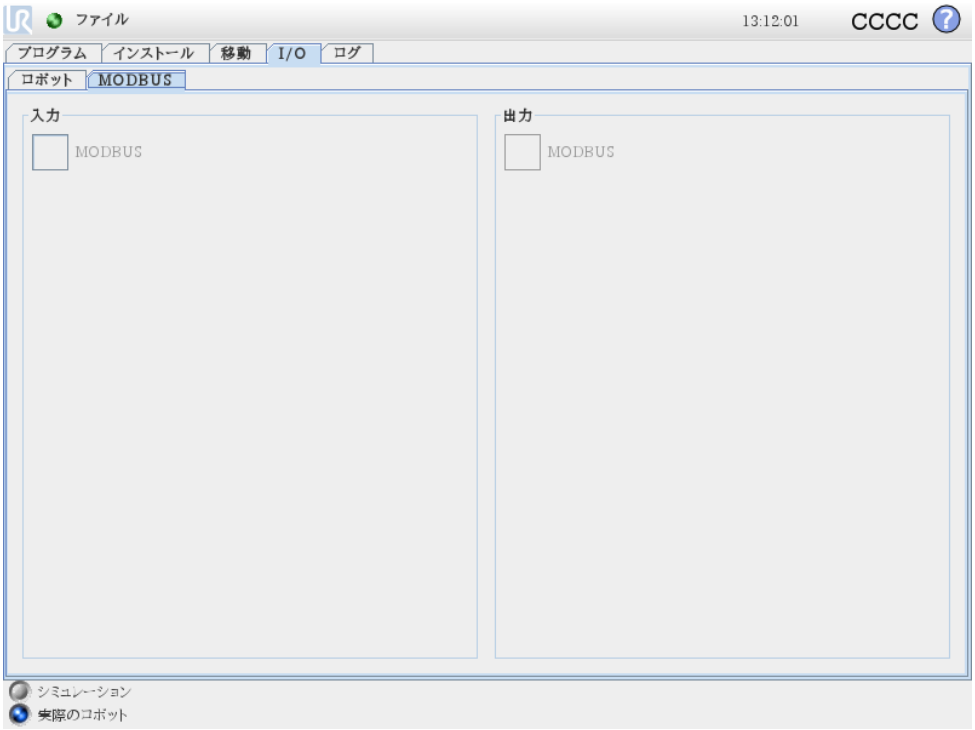
構成可能な I/O は、インストールの安全 I/O 構成セクションで定義した特別な安全設定用に予約されています（10.13を参照）。予約されたものについては、デフォルトやユーザー定義名の代わりに安全機能の名前が付きます。安全設定用に予約された構成可能な出力はトグルすることはできず、LED としてのみ表示されます。

信号の電気に関する詳細は、ユーザーマニュアルに説明があります。

アナログ範囲設定　アナログ I/O は、電流出力［4 ～ 20mA］または電圧出力［0 ～ 10V］のどちらにも設定できます。この設定は、プログラムを保存すれば、ロボットコントローラーを後で再起動することになっても記憶されます。

13.3 MODBUS クライアント I/O

ここでは、インストールに設定されたディジタル MODBUS クライアント I/O 信号が表示されます。信号接続が失われた場合は、この画面上で対応する入力は無効になります。



入力

ディジタル MODBUS クライアント入力の状態を表示します。

出力

ディジタル MODBUS クライアント出力の状態の表示と切り替えを行います。信号は、I/O タブ制御（「 13.8」で説明）で許可が選択されている場合のみ、切り替え可能です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.4 ［AutoMove］タブ

［AutoMove］タブは、ロボットアームを作業空間内の特定の位置に動かす際に使用します。例として、ロボットアームを実行前にプログラム開始位置に移動させる必要がある場合、またはプログラム変更中に中間地点に移動する場合があげられます。

アニメーション

アニメーションは、ロボットアームが実行しようとする運動を表します。

注意:
実際のロボットアームの位置でアニメーションを比較し、障害物にぶつかることなく、ロボットアームで運動を安全に実行できることを確認します。

注意:
自動移動機能は、影の軌道に沿ってロボットを移動させます衝突によって、ロボットや他の機器に損傷を与える可能性があります。

自動

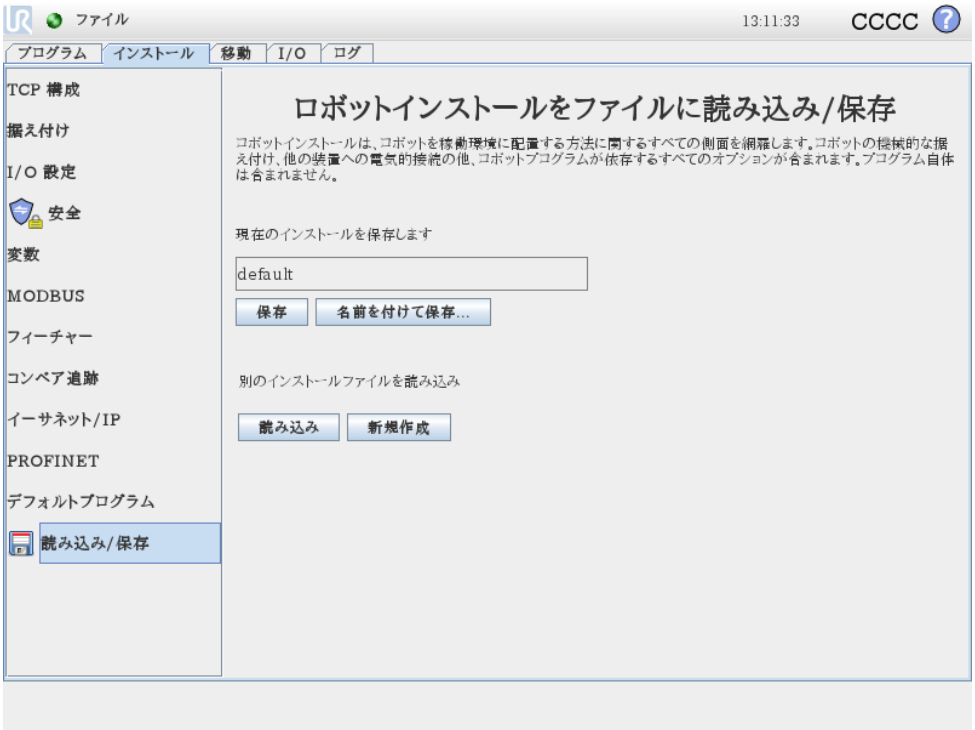
ロボットアームを、アニメーションで表示されたように移動するには、自動ボタンを押し続けます。注：ボタンを離すと、いつでも運動を停止できます！

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

手動

手動ボタンを押すと、移動タブに移り、ロボットアームを手動で移動できるようになります。これが必要になるのは、アニメーションの運動が望ましくない場合のみです。

13.5 ［インストール］→ ［読み込み/保存］



ロボットインストールは、ロボットアームとコントロールボックスを稼働環境に配置する方法に関するすべての側面を網羅します。ロボットアームの機械的な据え付け、他の機器への電気的接続の他、ロボットプログラムが依存するすべてのオプションが含まれます。プログラム自体は含まれません。

これらの設定はインストールタブにあるさまざまな画面を使って行えますが、I/O タブで設定する I/O は除きます（「13.2」を参照）。

ロボットについては、複数のインストールファイルを持たせることができます。作成されるプログラムにはアクティブなインストールが使用され、使用時にはこのインストールが自動的に読み込まれます。

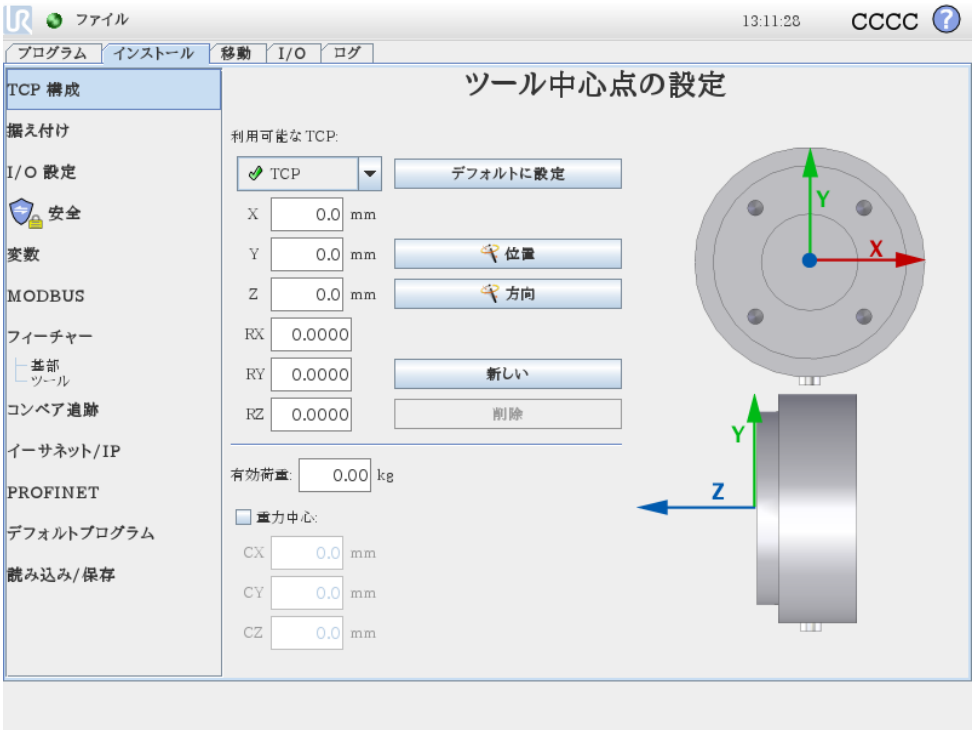
インストールに行った変更は、電源を切った後も保持できるように保存する必要があります。インストールで未保存の変更がある場合は、フロッピーディスクアイコンがインストールタブの左側の読み込み/保存テキストの横に示されます。

インストールの保存は、保存または名前を付けて保存...ボタンを押すことで行えます。または、プログラムを保存することでもアクティブなインストールが保存されます。異なるインストールファイルを読み込むには、読み込みボタンを使用します。新規作成ボタンは、ロボットインストールのすべての設定を工場出荷時のデフォルトにリセットします。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

注意:
ロボットを USB ドライブから読み込んだインストールで使用することは推奨しません。USB ドライブに格納されたインストールを使用するには、まず読み込んでから、名前を付けて保存...ボタンを使用して、ローカルのプログラムフォルダーに保存します。

13.6 ［インストール］→ ［TCP 構成］



ツール中心点（TCP）は、ロボットのツールの特性点です。この画面では複数の名前の付いた TCP を定義することができます。各 TCP は、画面上のグラフィックで表示されるように、ツール出力フランジの中心に対して相対的な並進移動と回転移動を含みます。座標系の位置、X、Y と Z は、TCP の位置を指定する一方、RX、RY と RZ はその方向を指定します。指定された値がすべて 0 の場合、TCP はツール出力フランジの中心点と同じ位置となり、画面右側に表示される座標系を適用します。

13.6.1 TCP の追加、変更、削除

新たな TCP を定義するには、新しいボタンを押します。作成された TCP は自動的に個別の名前を受け取り、ドロップダウンメニューで選択されます。

選択された TCP の並進移動と回転移動は、各自の白いテキストフィールドをタップし、新たな値を入力すると変更できます。

選択した TCP を削除するには、削除ボタンをタップします。最後に残っている TCP は削除できません。

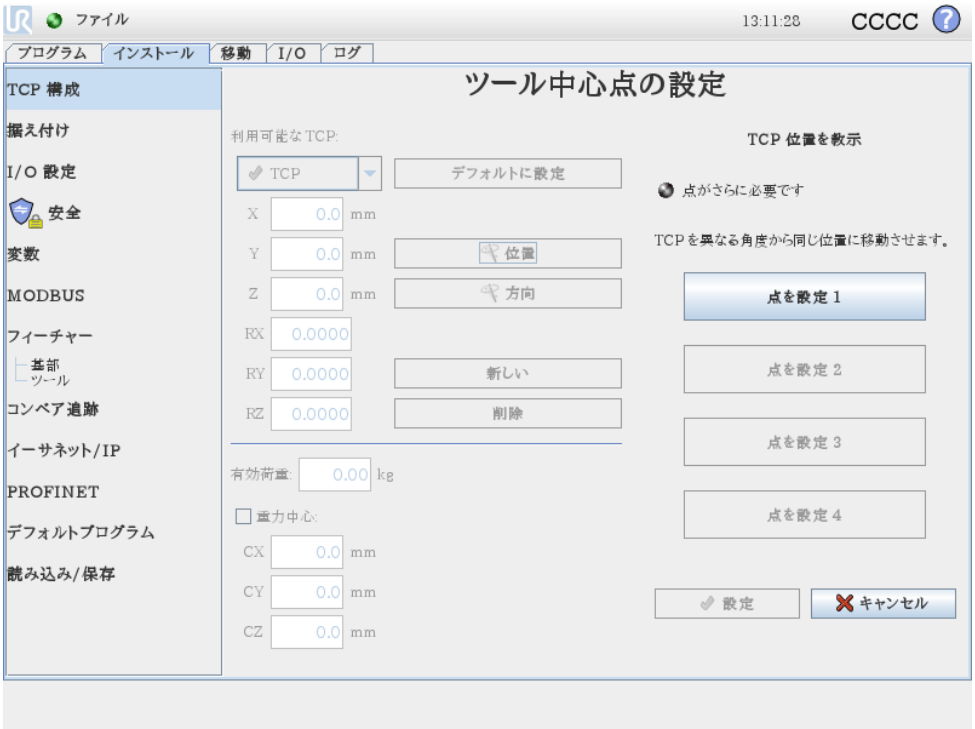
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.6.2 デフォルト TCP とアクティブ TCP

設定された TCP の一つがデフォルトとなります。ドロップダウン TCP メニュー内で、名前の左側に緑色のアイコンが表示されるのが、デフォルト TCP です。現在選択されている TCP をデフォルトとして設定するには、デフォルトに設定ボタンを押します。

TCP オフセットの一つは、デカルト空間におけるすべての直線運動を決定するため、常にアクティブな TCP として使用されます。これは同時に、グラフィックタブ上で可視化されたアクティブ TCP の運動でもあります（「14.29」を参照）。プログラムのいずれかが実行される前、またプログラムの開始前に、デフォルト TCP はアクティブな TCP として設定されます。プログラム内で指定された TCP はいずれも、ロボットの特定の運動のためのアクティブ TCP として設定できます（「14.5」と「14.10」を参照）。

13.6.3 TCP 位置の教示



TCP 位置座標は、以下の方法で自動的に計算することができます：

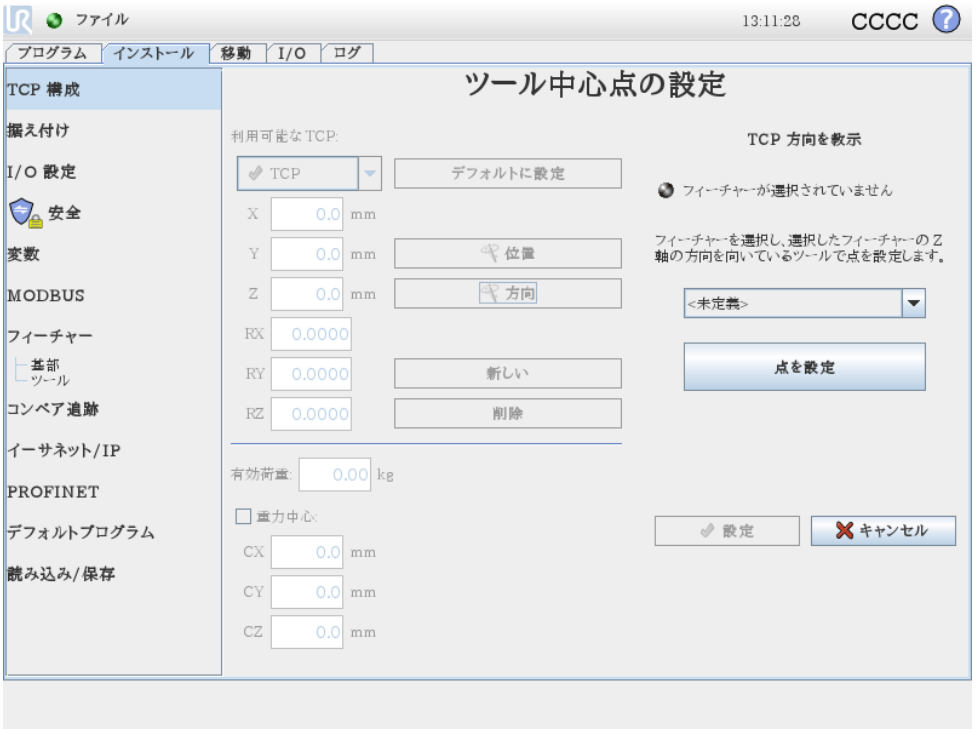
1. 位置ボタンを押します。
2. ロボットの作業空間内で固定点を選択します。
3. 画面右側のボタンを使用して、TCP を少なくとも 3 つの異なる角度から選択した点に移動させ、ツール出力フランジの対応位置を保存します。
4. 計算された TCP 座標を確認し、設定ボタンを使用して、選択した TCP に設定します。

計算を正確に行うには、各位置に十分な差異が必要であることにご留意ください。位置の差異が不十分な場合は、上部の状態 LED が赤になります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

また、通常正確な TCP を決定するには位置は 3 つで十分ですが、計算が正確であることをさらに確認するために、4 つ目の位置を使用することができます。保存された各点の計算された TCP に対する品質は、各ボタン上に緑色、黄色、または赤の LED で表示されます。

13.6.4 TCP 方向の教示



TCP の位置は、以下の方法で自動的に計算することができます：

1. 位置ボタンをタップします。
2. ドロップダウンリストからフィーチャーを選択します。新たなフィーチャーの定義方法については、詳細は「13.12」をご覧ください。
3. 下のボタンを使用して、選択したフィーチャーの座標システムと同じ位置にある、TCP に対応するツールの位置に移動します。
4. 計算された TCP 位置を確認し、設定ボタンを使用して、選択した TCP に設定します。

13.6.5 有効荷重

ロボットのツールの重量は、画面下部で指定できます。この設定を変更するには、白いテキストフィールドをタップし、新たな重量を入力します。この設定は定義されたすべての TCP に適用されます。

最大許容有効荷重の詳細情報についてはハードウェアインストールマニュアルをご覧ください。

13.6.6 重力中心

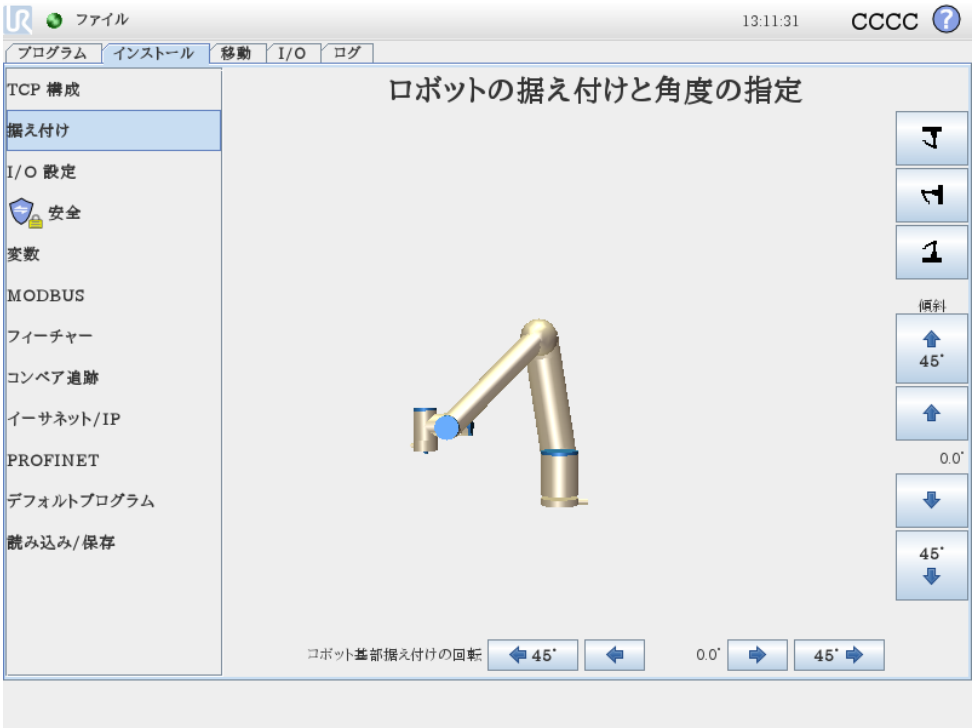
ツールの重力中心は、CX、CY と CZ のフィールドを使用して指定することもできます。特に指定がない場合、ツールの中心点は、ツールの重力中心として設定

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

されているものとします。この設定は定義されたすべての TCP に適用されます。

警告:
必ず適切なインストール設定を使うようにしてください。プログラムと一緒にインストールファイルを保存して読み込みます。

13.7 ［インストール］→ ［据え付け］



ここで、ロボットの据え付けを指定することができます。これは、2 つの目的を果たします。

1. 画面上でロボットアームが正しく見えるようにすること。
2. コントローラーに重力の方向を知らせること。

コントローラーは、高度力学モデルを使用して、ロボットに円滑で正確な運動を可能にし、自由教示モードにある際にロボットアームが自己保持できるようにします。このため、ロボットアームの据え付けを適正に設定することは非常に重要です。

警告:
ロボットアームの据え付けを正しく設定しないと、保護停止が頻繁に発生することがあり、自由教示ボタンを押したときにロボットアームが動く可能性があります。

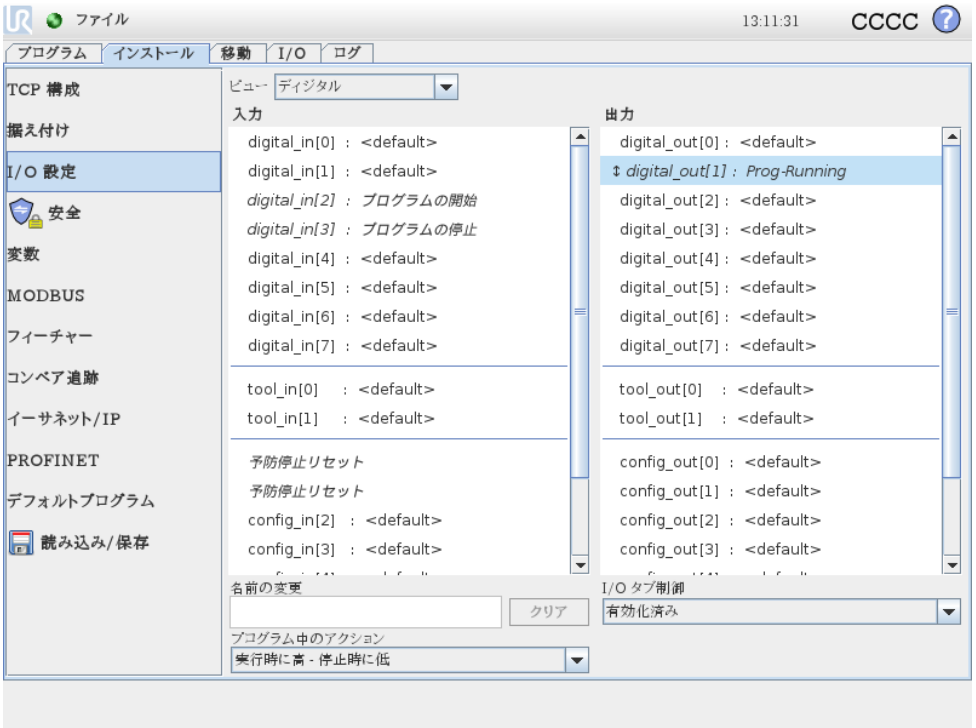
デフォルト設定では、ロボットは平面のテーブルまたは床に据え付けられ、どちらの場合もこの画面を変更する必要はありません。ただし、ロボットアームを天

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

井に据え付ける場合や壁面に据え付ける場合、または角度を付けて据え付けられた場合は、押しボタンを使用してこれを変更することができます。画面右側のボタンは、ロボットアーム据え付けの角度設定用です。画面上部右端の 3 つのボタンは、角度を天井（180°）、壁面（90°）、床（0°）に設定します。Tilt ボタンは、任意の角度の設定に使用できます。画面下部のボタンは、ロボットアームの据え付けを回転させ、実際の据え付けに一致させるために使用します。

警告:
必ず適切なインストール設定を使うようにしてください。プログラムと一緒にインストールファイルを保存して読み込みます。

13.8 ［インストール］→ ［I/O 設定］



この画面ではロボットで使用できる I/O 信号をユーザー定義の名前に割り当てることが出来、アクションと I/O タブ制御で構成することも出来ます。

入力と出力のセクションには次のような I/O の種類がリストされています:

- デジタル（標準一般用途、構成可能およびツール）
- アナログ（標準一般用途、およびツール）
- MODBUS
- 一般用途レジスター（ブール型、整数、浮動小数点）

一般用途レジスターにはフィールドバスなど（Profitnet およびイーサネット/IP など）を通じてアクセスできます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.8.1 I/O 信号タイプ

入力および出力のセクションでリストされる信号数を制限するには、画面最上部のビューを使用して信号タイプに基づいた表示コンテンツを変更します。

13.8.2 ユーザー定義の名前を割り当てる

入出力信号に名前を関連付けることが出来ます。これにより、ロボットを操作する際に、信号の機能を記憶しやすくなります。信号をクリックして選択し、画面下側にあるテキストフィールドをクリックして名前を設定します。クリアすることで名前をデフォルトにリセットすることが出来ます (クリアボタン)。

プログラム中で一般用途のレジスターを使用可能にするには (例えば Wait コマンドまたは If コマンドなどの条件式など)、レジスターにユーザー定義の名前を付ける必要があります。Wait と If コマンドは順に 14.9と 14.18にて説明されています。名前の付いた一般用途レジスターは、式エディター画面の入力または出力セレクターにあります (12.1章参照)。

13.8.3 I/O アクションと I/O タブ制御

入力アクション　8 つの一般用途デジタル入力と 2 つのデジタルツール入力、並びにブール型一般用途入力レジスターがアクションをトリガーすることが出来ます。使用可能なアクションには上昇エッジへの移行能力が含まれます。

- 現在のプログラムを開始
- 現在のプログラムを停止
- 現在のプログラムを一時停止

また、アクションは入力が高/低の場合に自由教示モードに移行/解除するように構成することもできます (教示ペンダント裏側の自由教示ボタン同様)。

出力アクションと I/O タブ制御　出力のデフォルトの動作として、値はプログラムが実行を停止した後も保存されます。プログラムが実行されていない時に適用できる、デフォルト値で出力を設定することも可能です。

さらに、8 つの標準一般デジタル出力と 2 つのデジタルツール出力は、プログラムが現在実行中かどうかを反映し、プログラムの実行中は出力を高に、それ以外の場合は低にするよう設定することもできます。これはブール型タイプの一般用途出力レジスターとデジタル MODBUS 出力信号でもサポートされています。

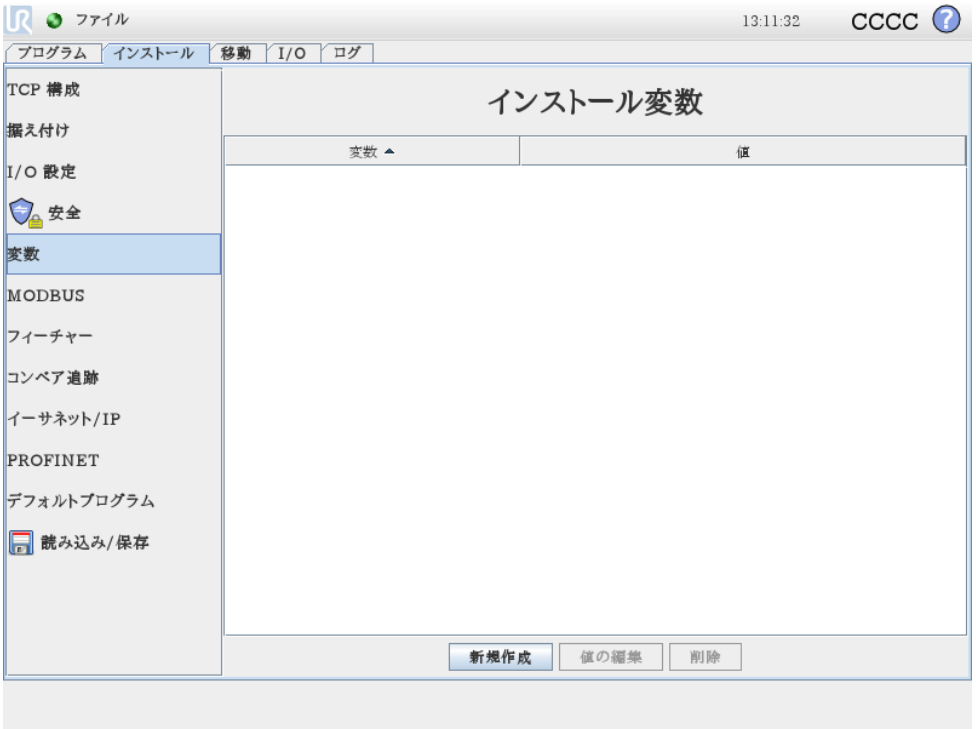
この他、出力を I/O タブ上で（プログラマーのみか、またはオペレーターとプログラマーの両方によって）制御可能とするかどうか、または出力値を変えることができるのはロボットプログラムだけとするなども指定できます。

13.9 ［インストール］→ ［安全］

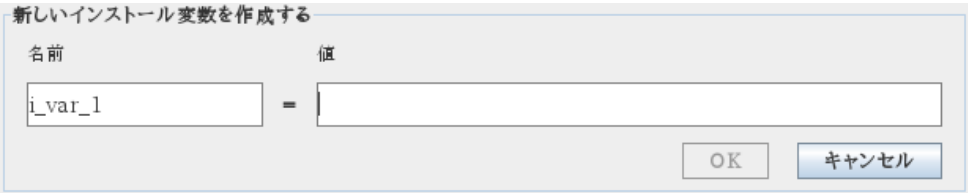
「 10」の章をご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.10 ［インストール］→ ［変数］



ここで作成された変数は、インストール変数と呼ばれ、通常のプログラム変数と同様に使用できます。インストール変数は、プログラムが停止して再起動した場合は、ロボットアームやコントロールボックスをパワーダウンし、再度パワーアップしても、その値を保持するという点で特殊です。その名前と値はインストールと一緒に格納されるため、複数プログラムで同じ変数を使用できます。



新規作成を押すと、新しい変数の推奨名のあるパネルが表示されます。いずれかのテキストフィールドをタッチすることで、名前の変更や値の入力ができます。新しい名前がこのインストールで使用されていない場合のみ、OK ボタンをクリックできます。

リストの変数を強調表示して、値の編集をクリックすることで、インストール変数の値を変更することができます。

変数を削除するには、リストで選択して、削除をクリックします。

インストール変数を構成したら、インストール自体をこの構成を保持するために保存する必要があります。「13.5」を参照してください。またインストール変数とその値は、10 分毎に自動保存されます。

プログラムまたはインストールを読み込み、1 つ以上のプログラム変数にインストール変数と同一名がある場合は、問題を解決する 2 つのオプションがあります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

同一名のプログラム変数の代わりに同一名のインストール変数を使うか、競合する変数名を自動的に変更します。

13.11 ［インストール］→ ［MODBUS クライアント I/O 設定］

ここでは MODBUS クライアント（マスター）信号を設定できます。MODBUS サーバー（またはスレーブ）への指定した IP アドレス上での接続は、入力/出力信号（レジスターまたはディジタル）で作成できます。各信号には個別の名前があり、プログラムで使用できます。

［Refresh］

このボタンを押してすべての MODBUS 接続をリフレッシュします。

［Add unit］

このボタンを押して新しい MODBUS ユニットを追加します。

［Delete unit］

このボタンを押して、MODBUS ユニットとユニットに追加されたすべての信号を削除します。

［Set unit IP］

ここで、MODBUS ユニットの IP アドレスが表示されます。ボタンを押してこれを変更します。

［Add signal］

このボタンを押して該当する MODBUS ユニットに信号を追加します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

［Delete signal］

このボタンを押して該当する MODBUS ユニットから MODBUS 信号を削除します。

［Set signal type］

このドロップダウンメニューを使用して、信号タイプを選択します。使用可能なタイプは、以下の通りです。

- ディジタル入力：ディジタル入力（コイル）は 1 ビット量で、信号のアドレスフィールドに指定されたコイル上の MODBUS ユニットから読み取られます。機能コード 0x02（個別入力読み取り）を使用します。
- ディジタル出力：ディジタル出力（コイル）は 1 ビット量で、高または低のいずれかに設定できます。この出力値の単位はユーザーによって設定されていますが、この値はリモート MODBUS ユニットから読み取られます。これは機能コード 0x01（コイル読み取り）が使用されることを意味します。ロボットプログラムによってまたは「set signal value」ボタンを押すことで出力を設定した場合、機能コード 0x05（単一コイル書き込み）がそれ以降使用されます。
- レジスター入力：レジスター入力は 16 ビット量で、アドレスフィールドで指定されたアドレスから読み取られます。機能コード 0x04（入力レジスター読み取り）が使われます。
- レジスター出力：レジスター出力は 16 ビット量でユーザーが設定できます。レジスター値が設定される前に、その値がリモート MODBUS ユニットから読み取られます。これは機能コード 0x03（保持レジスター読み取り）が使用されることを意味します。ロボットプログラムによってまたは「set signal value」ボタンを押すことで出力を設定した場合、機能コード 0x06（単一レジスター書き込み）がリモート MODBUS ユニットに値を設定するために使用されます。

［Set signal address］

このフィールドはリモート MODBUS サーバー上のアドレスを示します。画面上のテンキーを使用して、さまざまなアドレスを選択します。有効なアドレスは、MODBUS ユニットのメーカーと構成により異なります。

［Set signal name］

画面上のテンキーを使用して、信号に名前を付けることができます。この名前は、信号をプログラムで使用する際に用います。

［Signal value］

ここに、現在の信号の値が表示されます。レジスター信号の場合、値は符号なし整数で表現されます。出力信号の場合、ボタンを使用して望ましい信号値を設定することができます。レジスター出力の場合も、ユニットに書き込む値は符号なし整数でなければなりません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

［Signal connectivity status］

このアイコンは、信号を適正に読み取り/書き込みできるか（緑）、ユニットが予期しない応答をするか、またはは到達できないか（グレー）を示します。MODBUS の例外応答を受信すると、応答コードが表示されます。MODBUS-TCP 例外応答は、次の通りです。

- E1 ILLEGAL FUNCTION (0x01)：この機能コードは、サーバー(またはスレーブ）にとってクエリーが可能な処理でない場合に受信します。
- E2 ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02)：この機能コードは、サーバー(またはスレーブ）にとってクエリーが可能な処理でない場合に受信します。入力した信号アドレスがリモート MODBUS サーバーの設定に対応するかチェックします。
- E3 ILLEGAL DATA VALUE (0x03)：クエリーデータフィールドに含まれる値がサーバー(またはスレーブ）にとって許可された値ではありません。入力した信号値がリモート MODBUS サーバー上の指定アドレスにとって有効かどうかをチェックします。
- E4 SLAVE DEVICE FAILURE (0x04)：サーバー(またはスレーブ）が要求された処理を実行中に回復不可能なエラーが発生しました。
- E5 ACKNOWLEDGE (0x05)：リモート MODBUS ユニットに送られたプログラミングコマンドと併用する特殊な用途です。
- E6 SLAVE DEVICE BUSY (0x06)：リモート MODBUS ユニットに送られたプログラミングコマンドと併用する特殊な用途で、スレーブ（サーバー）が現在応答不可能です。

［詳細オプションを表示する］

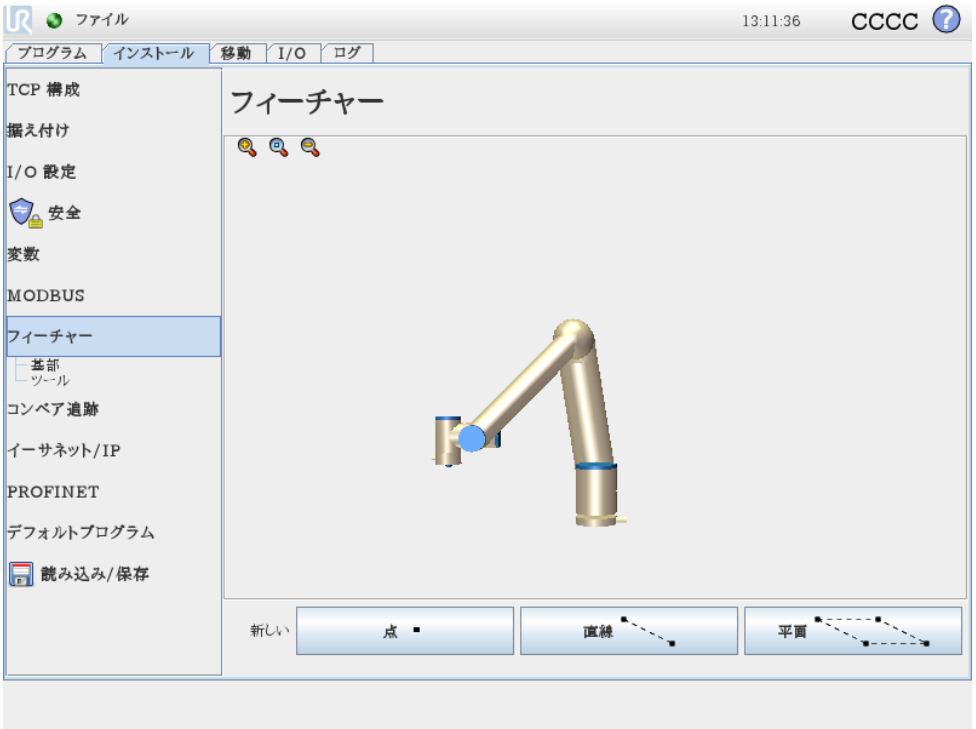
このチェックボックスにより、各信号の詳細オプションが表示/非表示になります。

詳細オプション

- Update Frequency: このメニューは信号の更新頻度の変更に使用できます。これは、リモート MODBUS ユニットに、信号値の読み取りまたは書き込みのために送られる要求の頻度です。
- Slave Address: このテキストフィールドは、特定の信号に対応する要求のための特定のスレーブアドレスを設定するために使用できます。この値は 0 ～ 255 の範囲（0 と 255 を含む）でなければなりません。デフォルトは 255 です。この値を変更した場合は、使用する MODBUS デバイスのマニュアルを調べて、スレーブアドレス変更時に機能性を確認することを推奨します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.12 ［インストール］→［フィーチャー］



ロボットプログラムのサブパートが、基部またはロボットアームではなく、特定の対象物との相対による動きによって構成されるのが一般的なシナリオです。これら対象物には、テーブル、その他の機械類、ワークピース、コンベア、パレット、視覚装置、ブランク、領域など、ロボットアーム周辺に通常存在するものが含まれます。

概念としてのフィーチャーとは基本的に、今後のためにつけられた名前と、ロボット基部との相対的な 6 個の寸法によるポーズ（位置と方向）によって定義された対象物の表現です。

ロボットにおいて、事前定義されたフィーチャーは必ず 2 つ存在し、それぞれ、ロボットアーム自体の構成によって定義されたポーズがあります：

- 基部フィーチャー: ロボット基部中心に位置 (図13.1参照)
- ツールフィーチャー: 現在の TCP 中心に位置 (図13.2参照)

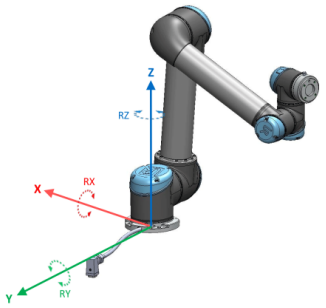


Figure 13.1: 基部のフィーチャー

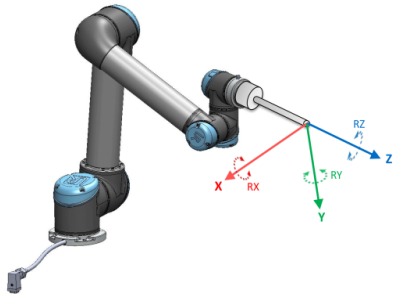


Figure 13.2: ツール (TCP) のフィーチャー

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

ユーザー定義のフィーチャーは、ツールの現在のポーズ（TCP）を使用した独特かつ感覚的に使用できる方法で、作業領域中の場所のポーズをユーザーが定義します。つまり、ユーザーはフィーチャーの場所を、例えば自由教示モードを使用して、またはロボットを目的のポーズに寸動させてフィーチャーの場所を教示することが出来ます。

フィーチャーのポーズを定義するには、3 種類の方法があります (点、直線、および平面)。所与のアプリケーションに対する最良の方法は、対象物の種類と求められる精度によって異なりますが、一般的に、特定の対象物に使用可能な場合、点の入力に基づいたフィーチャー(直線および平面) が推奨されます。

例えば直線コンベアの方向を定義する場合、単に点フィーチャーのみでも可能ですが、一般的に、直線的な方向の移動のコンセプトは直線の方がより正確かつよりよく表現することができます。点のフィーチャーを使用してコンベア方向を定義するには、TCP をコンベアの移動方向に向ける必要があります。方向をより正確にするには直線フィーチャーで、出来る限り物理的に離れた 2 点を定義します。

より多数の点を使用して、例えば基部などのポーズを定義すると、方向は単一の TCP よりも場所に基づくことになりますが、単一の TCP による方向は高精度で構成するのが一般的に困難です。フィーチャーの定義にそれぞれ異なった方法を使用する際の説明は、13.12.2、13.12.3、13.12.4章をご覧ください。

13.12.1 フィーチャーの使用

フィーチャーがインストールで定義されている場合、ロボットの移動 (MoveL および MoveP コマンド) をフィーチャーに関連付けるためにロボットプログラムから参照することが可能です (14.5章参照)。そうすることで、例えば複数のロボットステーションがある場合、またはプログラムの実行中に対象物が大幅に移動した場合、または対象物が恒常的にその場で移動した場合、ロボットプログラムを容易に適合させることが出来ます。特定の対象物の参照されたフィーチャーを単に調整するだけで、対象物との相対でのプログラムによる移動全てが、それに応じて移動します。その例は13.12.5および13.12.6からご覧ください。

ジョグ可能として構成されたフィーチャーもまた、ロボットを移動タブ (13.1章参照) またはポーズエディター画面 (12.2章). で手動で移動させる場合に、有用なツールとなります。フィーチャーが基準フレームとして選択されている場合、並進移動と回転移動のための移動ツールボタンは、選択されたフィーチャー空間の範囲内で（13.1.2および13.1.3章参照) 作動し、画面の TCP セクションに表示される現在の TCP 読取り値も同様です。テーブルがフィーチャーとして定義されており、移動タブで基準として選択されている場合、上/下、左/右に並進移動させる矢印ボタンは、これらの方向に、テーブルとの相対としてロボットを移動させます。表示される TCP の座標位置もテーブルのフレーム中にあります。

名前の変更

このボタンは、フィーチャーの名前の変更を可能にします。

削除

このボタンは、選択されたフィーチャーと、該当する場合は、すべてのサブフィーチャーを削除します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

軸の表示

選択された座標軸を、3D グラフィック上で表示させるかどうかを選択します。この選択は、本画面と移動画面に適用されます。

ジョグ可能

選択されたフィーチャーをジョグ可能にするかどうかを選択します。これにより、フィーチャーが移動画面のフィーチャーメニューに表示されるかどうかが決定されます。

変数

選択されたフィーチャーが、変数として使用可能かどうかを選択します。このオプションがアクティブな場合、フィーチャーの名前に「_var」を末尾として名付けられた変数が、ロボットプログラムの編集時に使用可能になり、また、この変数はプログラムに新しい変数として割り当てることができます。これを、フィーチャーの値に依存する中間地点の制御に使用することができます。フィーチャーもまた変数としてマークする必要があり、これに依存する移動コマンドも、フィーチャーが変更した時に更新される必要があります。変数としてマークされていない場合、中間点は定義されたときのポーズに相対となります。

この点を変更する

このボタンを使用して、選択されたフィーチャーの設定や変更ができます。移動タブ (13.1章) 画面が表示され、フィーチャーの新しい位置を設定することができます。

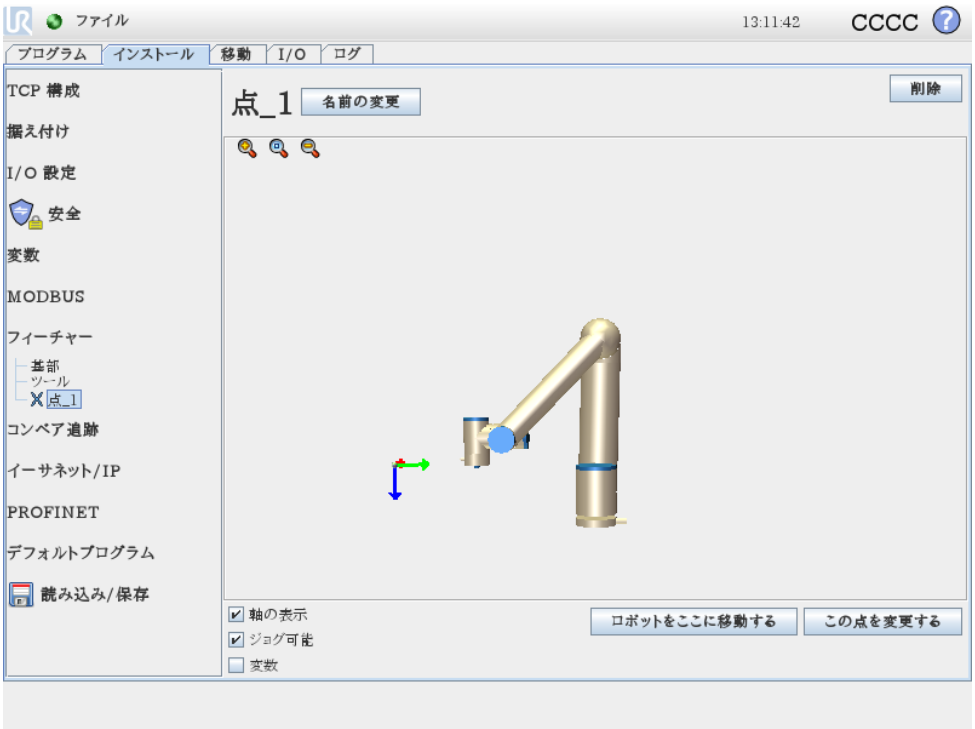
ロボットをここに移動する

このボタンを押すと、ロボットアームを選択されたフィーチャーに移動できます。この運動の終了時に、フィーチャーと TCP の座標系が一致します。

13.12.2 新しい点

このボタンを押して、インストールに点フィーチャーを追加します。ロボットアームの安全境界またはグローバルホーム構成を定義する際は、この点フィーチャーが通常選択されます。点フィーチャーのポーズは、その点における TCP の位置と方向として定義されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



13.12.3 新しい直線

このボタンを押して、インストールに直線フィーチャーを追加します。直線フィーチャーは通常、ロボットがコンベア追跡を使用する場合など、ロボットが追跡する必要のある直線を定義する際に選択されます。直線 l は p1 と p2、図13.3に示すように、2 点のフィーチャー間の軸として定義されます。

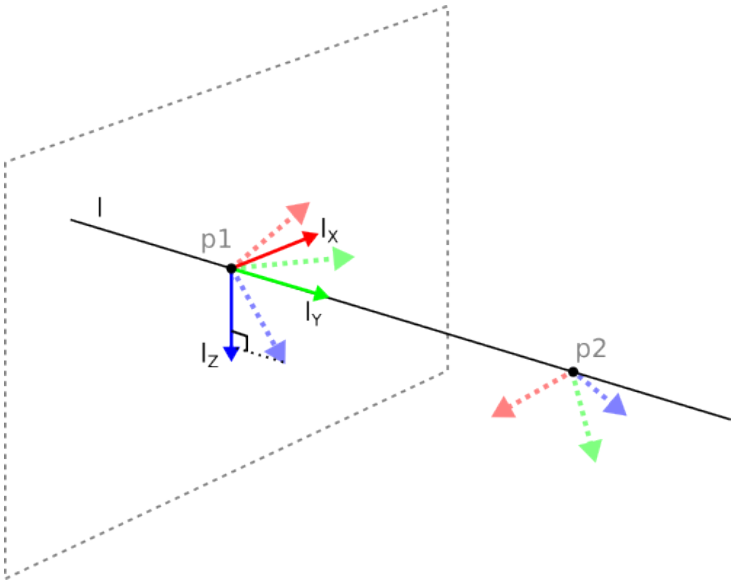
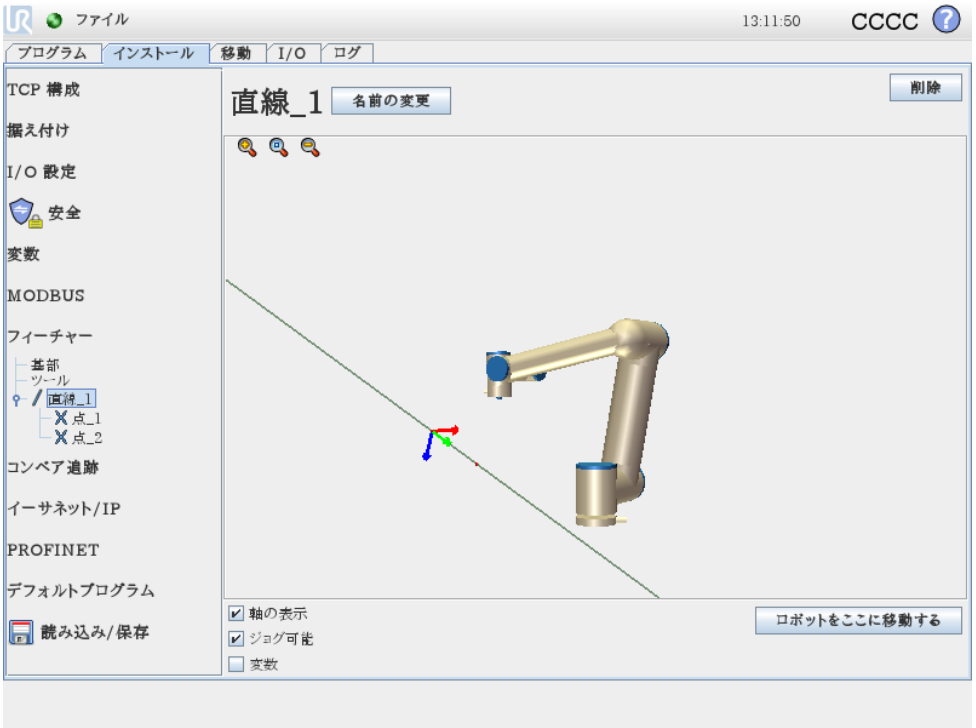


Figure 13.3: 直線フィーチャーの定義

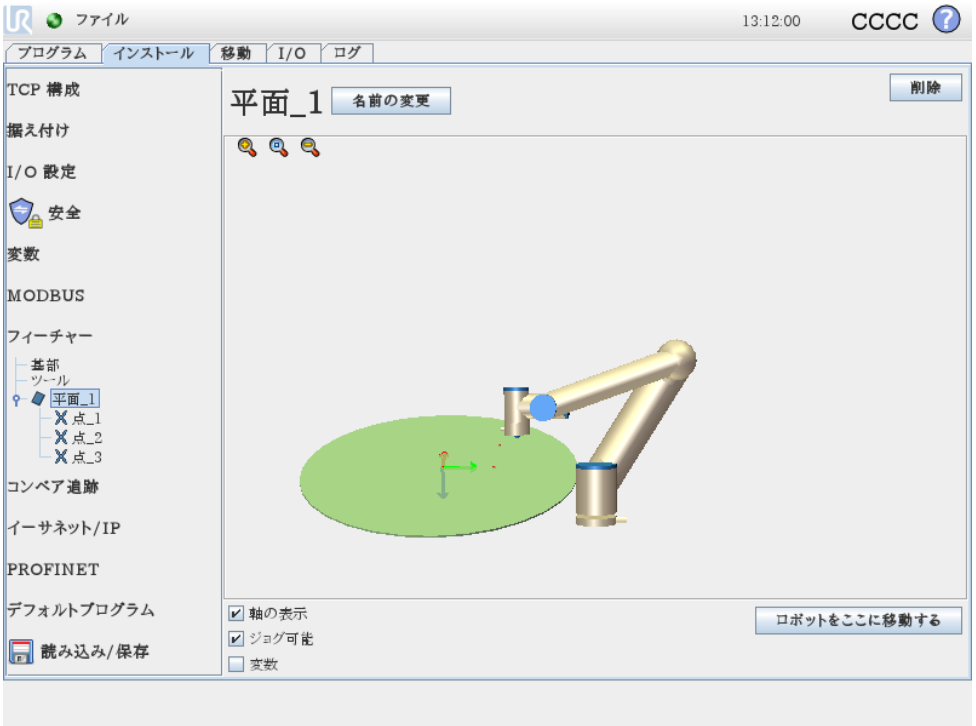
この軸は、1 番目の点から 2 番目の点に向かい、直線の座標系の Y 軸を構成します。Z 軸は、p1 の Z 軸から直線に直角な平面への投影と定義されます。直線の座標系の位置は、p1 の位置と同じです。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.



13.12.4 新しい平面

このボタンを押して、インストールに平面フィーチャーを追加します。この平面フィーチャーは通常、視覚装置を使用する場合、またはテーブルに相対な移動を行う際など、高精度のフレームが必要な場合に選択されます。平面は 3 つの副点フィーチャーにより定義されます。座標系の位置は、第 1 副点の位置と同じです。Z 軸は面に垂直で、Y 軸は 1 番目の点から 2 番目の点に向かいます。Z 軸の正の方向は、面の Z 軸と 1 番目の点の Z 軸の間の角度が 180 度未満になるように設定します。



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.12.5 例：プログラムの調整に手動でフィーチャーを更新する場合

ロボットプログラムの複数の部分がテーブルに相対しているアプリケーションがあるとします。図13.4では、中間点 wp1 から wp4 への移動として表します。

ロボットプログラム
MoveJ
S1
MoveL #フィーチャーP1_var
wp1
wp2
wp3
wp4

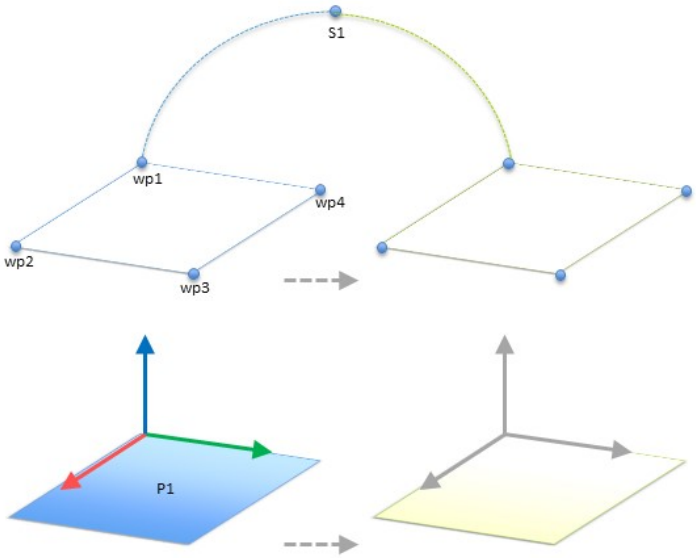


Figure 13.4: 単純なプログラム（4 つの中間点がフィーチャー平面との相対とされており、フィーチャを変更することで手動で更新）

テーブルの位置のみが多少異なる複数のロボット設備で、プログラムが再使用される場合においてアプリケーションに求められる要件です。テーブルに相対した移動は全く同一です。

設備において、テーブル位置をフィーチャーP1 として定義して、この位置を変数として確実に選択することにより、その平面と相対的に構成されている MoveL コマンドのあるプログラムは、設備のテーブルの実際の位置を更新するだけで、追加のロボットに応用することが出来ます。

このコンセプトはアプリケーションにおける任意の数のフィーチャーに適用することが出来ます。そうすることで、ピックアップ、ドロップオフ、または作業空間におけるその他重要な場所が設備によって異なる場合であっても、多数のロボットで同じタスクを実行する柔軟性のあるプログラムを実現できます。

13.12.6 例：フィーチャーポーズを動的に更新する場合

図13.5に示す通り、特定のタスクを実行するため、ロボットも特定のパターンでテーブル上で移動する必要のある、類似したアプリケーションを考えてみます。

P1 に相対的な動きは何度も繰り返す必要がありますが、回数が増える度に o 分オフセットされます。この例では 10 cm 分 Y 方向 (図13.6、オフセット O1 および O2 参照) に設定されています。このタスクは、例えば、pose_add() または pose_trans() スクリプト機能を使用して可変フィーチャーを操作することで実現することが出来ます。

オフセットを調整する代わりに、プログラム実行中に全く別のフィーチャーに切り替えることもできます。この方法を以下の例に示します (図13.7参照)。ここでは

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

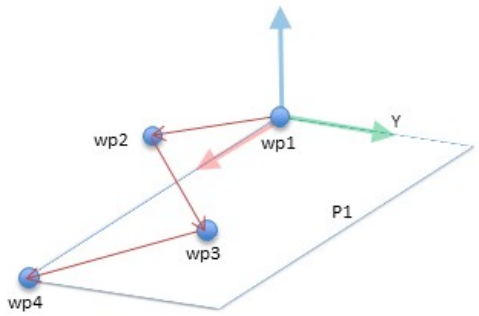


Figure 13.5: MoveL コマンド、4 つの中間点あり平面フィーチャーに相対的

ロボットプログラム

```
MoveJ
    wp1
y = 0.01
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = pose_trans(P1_var, o)
MoveL #フィーチャー: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```

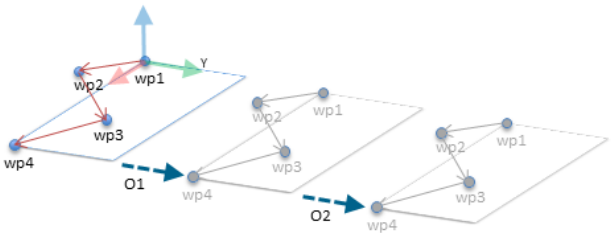


Figure 13.6: 平面フィーチャーへのオフセット適用

MoveL コマンド P1_var の基準フィーチャーが、P1 と P2 の 2 つの平面間で切り替え可能です。

ロボットプログラム

```
MoveJ
    S1
if (digital_input[0]) then
    P1_var = P1
else
    P1_var = P2
MoveL #フィーチャー: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
```

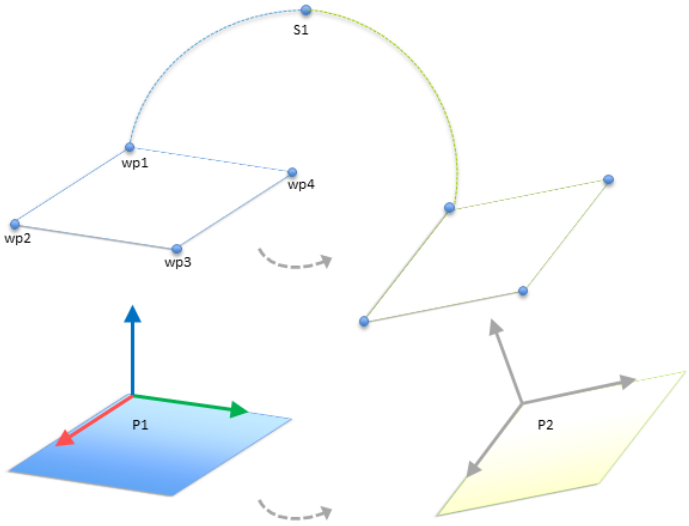


Figure 13.7: 一つの平面から別の平面への切り替え

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.13 コンベア追跡設定

コンベアを使用する際、コンベアの動作を追跡するようにロボットを設定することができます。コンベア追跡設定は、ロボットが、直線ならびに円状コンベア、またアブソリュートエンコーダーとインクリメンタルエンコーダーと共に運動するように設定するオプションを提供します。

コンベアパラメーター

インクリメンタルエンコーダーはディジタル入力の 0 から 3 に接続できます。ディジタル信号の解読は、40kHz で実行されます。ロボットは、直交エンコーダー(入力が 2 個必要）を使用して、コンベアの速度と方向を特定することができます。コンベアの方向が一定である場合、信号入力を使用して上昇、下降または昇降エッジを検出し、コンベアの速度を特定できます。

MODBUS 信号を通じて接続すると、アブソリュートエンコーダーを使用することができます。この場合、 13.11でディジタル MODBUS 入力登録を事前に設定することが必要です。

直線コンベア

直線コンベアが選択された場合、コンベアの方向を特定するため、直線フィーチャーを設定する必要があります。直線フィーチャーは、コンベアの方向に並行し、直線フィーチャーを定義する 2 点の間には大きな距離がなくてはなりません。2 点の教示を行う際には、ツールをコンベアの側面に固定して、直線フィーチャーを設定することが必要です。

メーター毎のチックの欄は、コンベアが 1 メートル移動した際に、エンコーダーが発するチックの数として使用します。

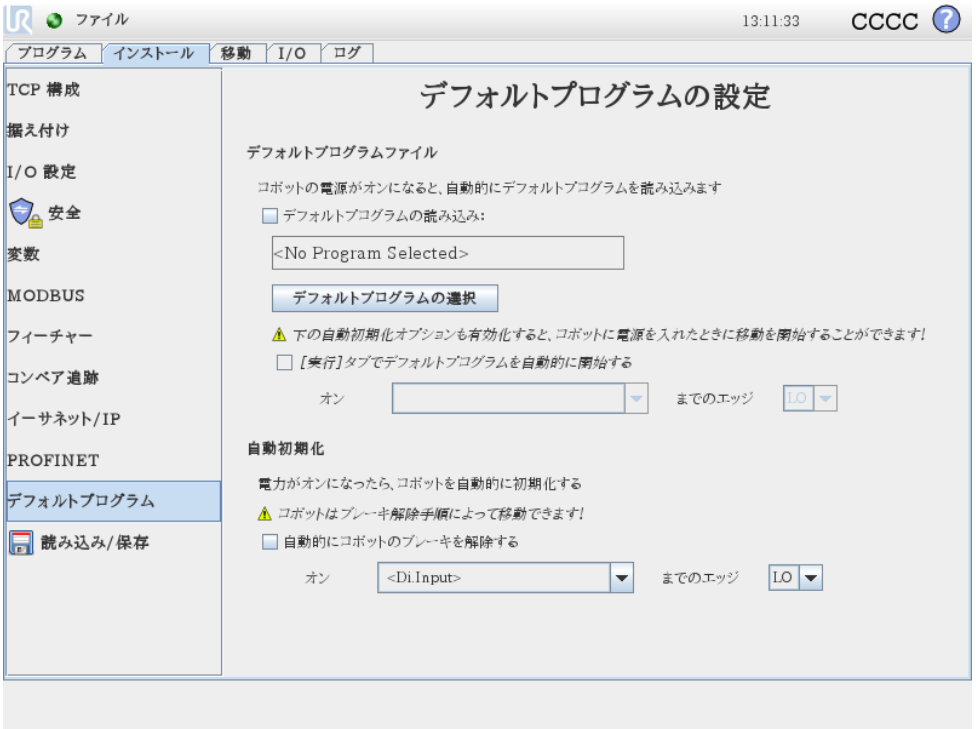
$$\text{メーター毎のチック} = \frac{\text{エンコーダー回転毎のチック}}{2\pi \cdot \text{半径 [m]}} \tag{13.1}$$

円状コンベア

円状コンベアの追跡をする際は、コンベア（円）の中心点を定義することが必要です。回転毎のチックの数値は、コンベアが完全に 1 回転した際に、エンコーダーが発するチックの数である必要があります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

13.14 ［インストール］→ ［デフォルトプログラム］



この画面には、自動読み込みとデフォルトプログラム開始、さらに起動時のロボットアーム自動初期化の設定が含まれます。

警告:
自動読み込み、自動開始、自動初期化のすべてが有効化されている場合で、入力信号は選択されている信号レベルに一致する場合、ロボットはコントロールボックスに電源が入った時点でプログラムを実行します。つまりこの場合、選択されている信号レベルへのエッジ遷移は不要です。信号レベルが低に設定されている場合、注意を要します。その理由は、典型的な設定でにおける入力信号の既定値は低に設定されており、外部信号によるトリガー無しでプログラムの自動実行につながるためです。

13.14.1 デフォルトプログラムの読み込み

コントロールボックスを起動すると、デフォルトプログラムを選択して読み込むことができます。さらに、プログラムの実行画面（「11.4」を参照）に入った場合やプログラムが読み込まれていないときに、デフォルトプログラムを自動読み込みすることもできます。

13.14.2 デフォルトプログラムの開始

デフォルトプログラムをプログラムの実行画面で自動的に開始できます。デフォルトプログラムを読み込み、指定された外部入力信号エッジ遷移が検出されると、プログラムが自動的に開始します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

起動時に現在の入力信号レベルが未定義であり、起動時の信号レベルに一致する遷移を選択すると、プログラムが直ちに開始されます。さらに、プログラムの実行画面を離れたり、ダッシュボードで停止ボタンを押すと、実行ボタンを再度押すまで、自動開始フィーチャーが無効になります。

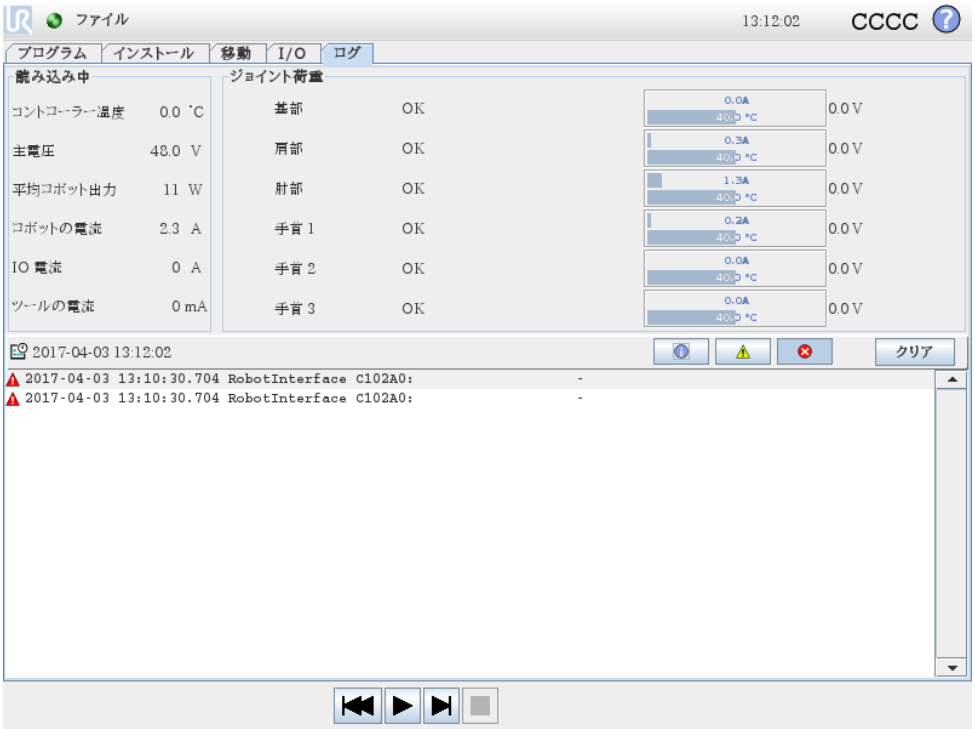
13.14.3 自動初期化

ロボットアームは、コントロールボックスが起動する場合など、自動的に初期化できます。指定した外部入力信号エッジ遷移で、ロボットアームは表示画面に関係なく、完全に初期化されます。

初期化の最終段階はブレーキの解除です。ロボットがブレーキを解除すると、ノイズを発しながら少し動きます。さらに、構成した据え付けがセンサーデータで検出された据え付けデータと一致しない場合は、ブレーキを自動的に解除できません。この場合は、ロボットを初期化画面で手動で初期化します（「11.5」を参照）。

起動時に現在の入力信号レベルが未定義であり、起動時の信号レベルに一致する遷移を選択すると、ロボットアームが直ちに初期化されます。

13.15 ［ログ］タブ



ロボットの健全性　画面の上半分は、ロボットアームとコントロールボックスの健全性を表示します。 左側はロボットのコントロールボックスに関連する情報を表示し、右側はロボットの各ジョイントの情報を表示します。ロボットの各ジョイントは、モーターや電子回路の温度、ジョイントの荷重やジョイントの電圧の情報を表示します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

ロボットのログ　画面に下半分はログメッセージが表示されます。最初のコラムは、ログエントリーの重大度を分類します。2 番目のコラムはメッセージが届いた時間を表示します。次のコラムはメッセージの送信者を表示します。最後のコラムはメッセージそのものを表示します。メッセージは、重大度に対応するトグルボタンを選択して、フィルターできます。上の図は、情報や警告メッセージがフィルターされる一方で、エラーは表示されることを示しています。ログメッセージの一部はさらに詳しい情報を提供するようになっています。これはログエントリーを選択してアクセスできます。

13.16　読み込み画面

この画面から読み込むプログラムを選択できます。この画面には 2 つのバージョンがあります：プログラムを読み込み実行する場合に使用する画面と、プログラムを編集する場合に使用する画面です。

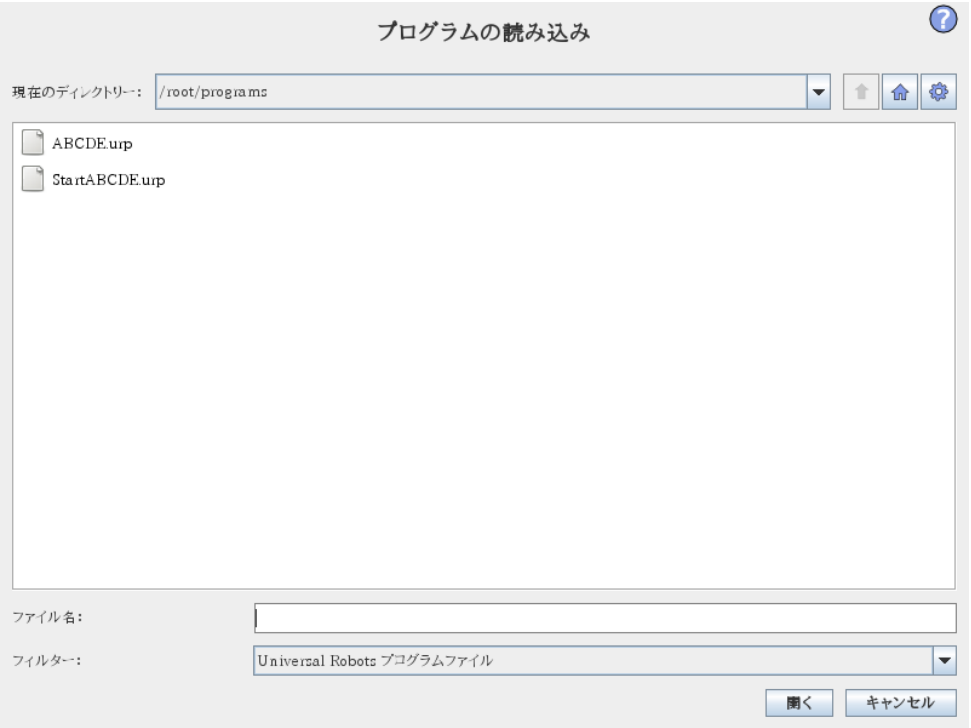
注:
USB ドライブからのプログラム実行は推奨しません。USB ドライブに格納されたプログラムを実行するには、まず読み込んでから、ファイルメニューの名前を付けて保存...オプションを使用して、ローカルのプログラムフォルダーに保存します。

主な違いは、ユーザーがどのような処理ができるかという点です基本の読み込み画面では、ユーザーはファイルにアクセスすることしかできず、修正や削除を行うことはできません。さらに、ディレクトリー構造がプログラムフォルダーから下がるようにすることは許可されません。サブディレクトリーに下がることはできますが、プログラムフォルダーより上位に移動することはできません。

したがって、すべてのプログラムは、プログラムフォルダーか、そのフォルダー下にあるサブフォルダーに配置します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

画面レイアウト



この画像は、実際の読み込み画面を示します。以下の重要な領域やボタンから構成されています。

パス履歴　パス履歴は現在の場所に導くパスのリストを表示しますつまり、コンピューターのルートまでの、すべての親ディレクトリーが表示されます。ここでは、プログラムフォルダーの上位にあるいかなるディレクトリーにもアクセスできないことがわかります。

リストのフォルダー名を選択すると、読み込みダイアログがそのディレクトリーに変更になり、ファイル選択領域 13.16にそれを表示します。

ファイル選択領域　ダイアログのこの領域には、実際の領域の内容が表示されます名前をシングルクリックするだけでファイルを選択したり、名前をダブルクリックしてファイルを開くオプションがあります。

ディレクトリーは約 0.5 秒長押しして選択します。ワンクリックすると、フォルダーに下降し、そのコンテンツを表示できます。

ファイルフィルター　ファイルフィルターを使用すると、ファイルの表示を希望するタイプのファイルだけに制限できます。「バックアップファイル」を選択すると、選択領域には、各プログラムの最新の 10 回の保存バージョンが表示され、.old0 が最新のもの、.old9 が最も古いものになります。

ファイルフィールド　ここには、現在選択されているファイルが表示されます。フィールドの右側にあるキーボードアイコンをクリックして、ファイル名を手動で

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

入力するオプションがあります。これによって画面上にキーボードがポップアップ表示され、ファイル名を画面で直接入力できます。

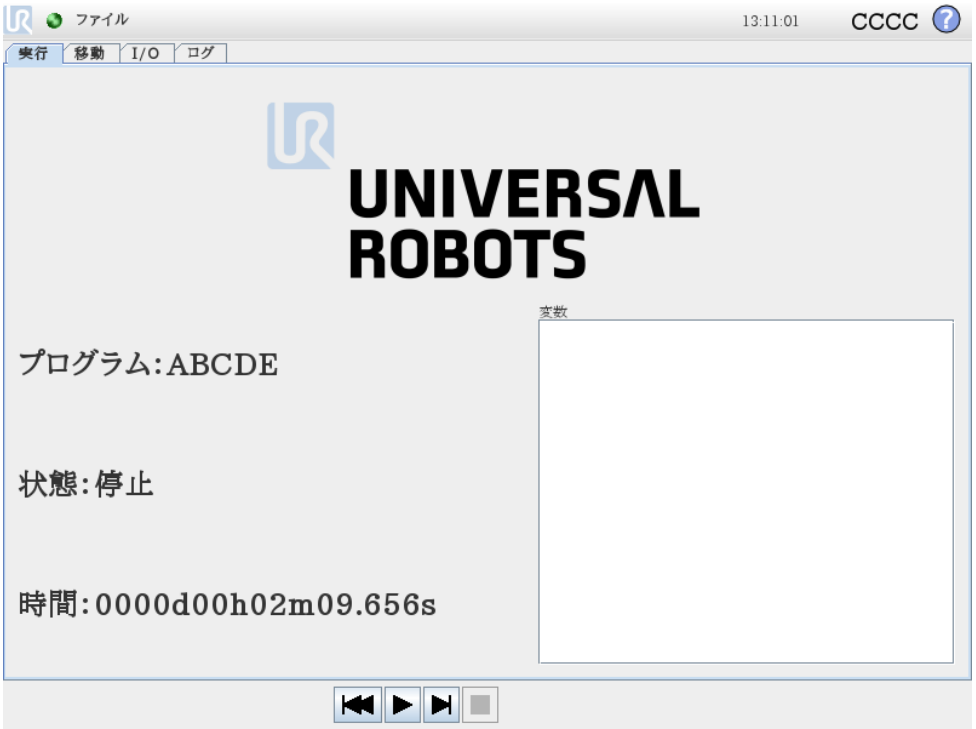
［開く］ボタン　［開く］ボタンをクリックすると、現在選択されているファイルが開き、前の画面に戻ります。

［キャンセル］ボタン　［キャンセル］ボタンをクリックすると、現在の読み込みプロセスが中断され、画面が前の画像に切り替わります。

［処理］ボタン　通常は従来のファイルダイアログでファイル名を右クリックすることでアクセスできるいくつかの処理を実行できる一連のボタンがあります。これには、ディレクトリー構造で上方に移動したり、プログラムフォルダーに直接移動する機能が付加されています。

- 親：ディレクトリー構造の上方に移動します。ボタンは次の 2 つのケースでは有効化されません。現在のディレクトリーが最上位ディレクトリーの場合、または画面が制限モードで現在のディレクトリーがプログラムフォルダーの場合です。
- プログラムフォルダーに移動する：ホームに移動します。
- 処理：ディレクトリー作成やファイル削除などの処理です。

13.17 ［実行］タブ



このタブは、できる限り少ないボタンとオプションによってロボットアームとコントロールボックスを操作する、簡単な方法を提供します。これは、PolyScope の

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

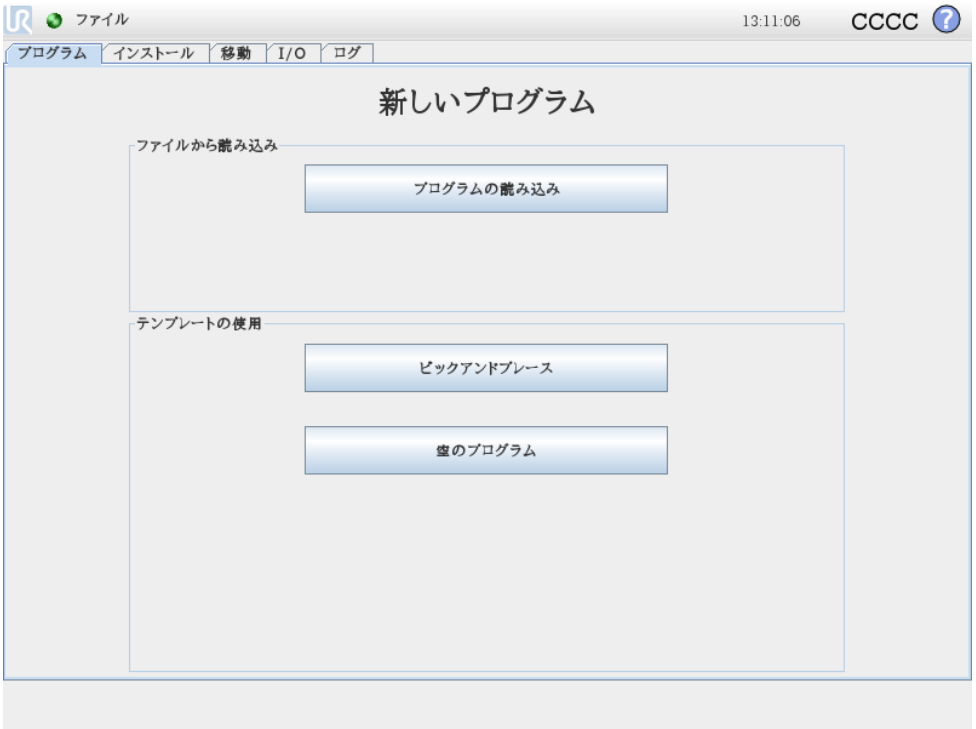
プログラミング部分のパスワード保護（「15.3」を参照）と合わせて、ロボットを作成済みプログラムのみで実行できるツールとするのに便利です。

さらに、このタブでは、デフォルトプログラムを外部入力信号エッジ遷移に基づき自動的に読み込み、起動することができます（「13.14」を参照）。デフォルトプログラムの自動読み込みと起動、および電源投入時の自動初期化の組み合わせは、ロボットアームを他の機械と統合する場合などに使用できます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14 プログラミング

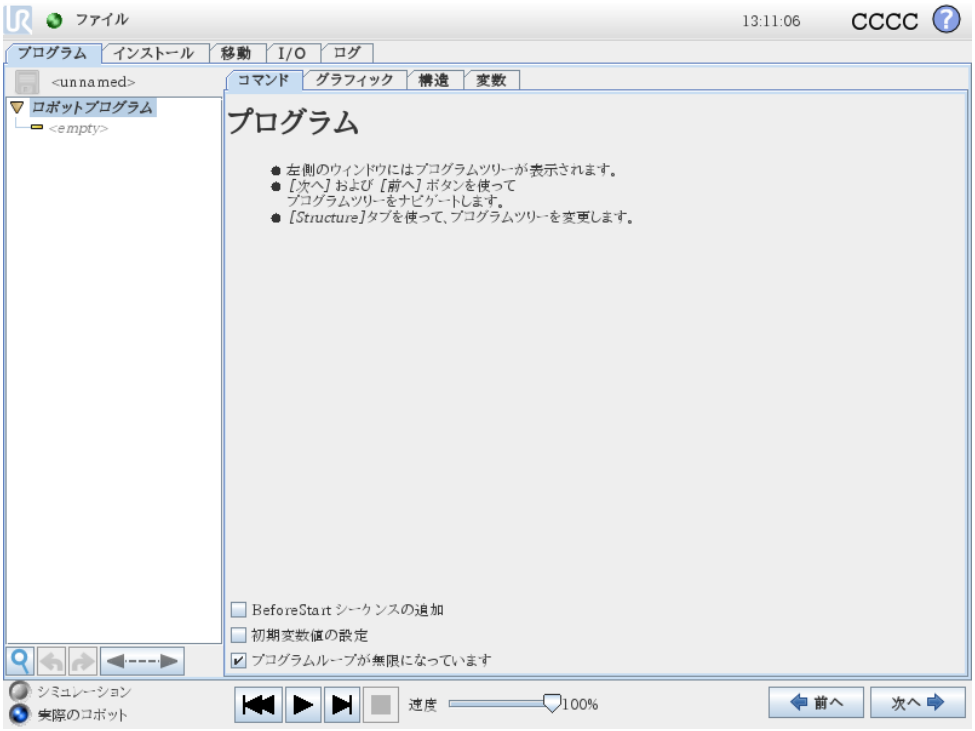
14.1 新しいプログラム



新しいロボットプログラムは、テンプレートから開始することも、既存（保存済み）のロボットプログラムから開始することもできます。テンプレートがプログラム全体の構造を提供するため、プログラムの詳細を書き込むだけで済みます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.2 ［プログラム］タブ



プログラムタブは、編集する現在のプログラムを表示します。

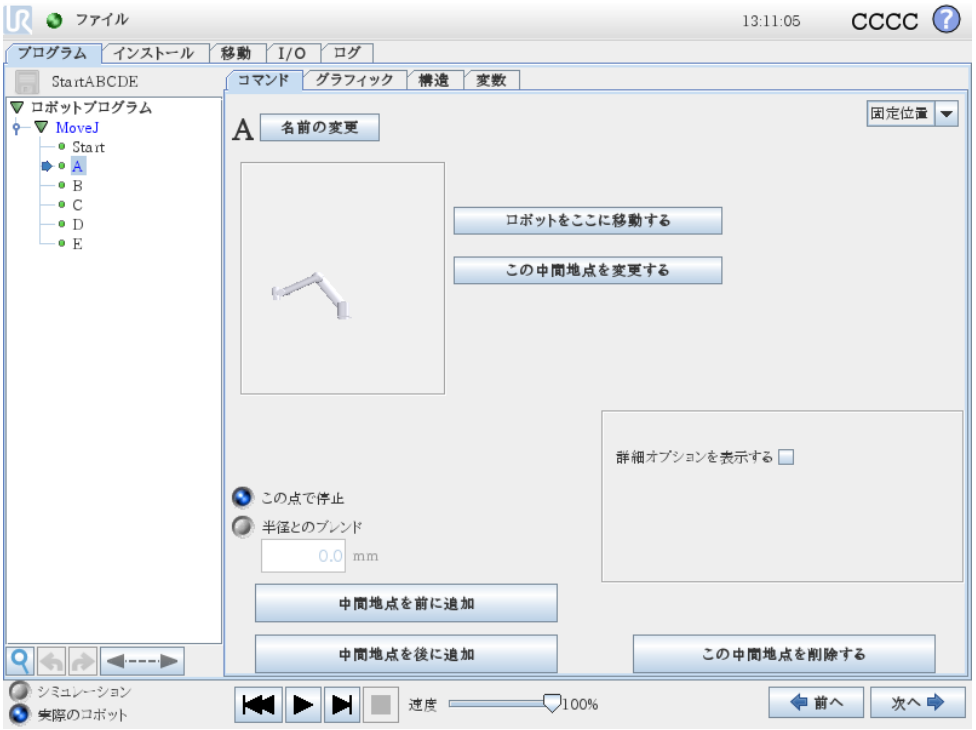
14.2.1 プログラムツリー

画面左側のプログラムツリーはコマンドのリストとしてプログラムを表示する一方、画面右側の領域は現在のコマンドに関連する情報を表示します。現在のコマンドは、コマンドリストをクリックするか、または画面右下の 前へボタンと次へボタンを使用して選択します。コマンドは、「 14.30」で説明したように構造タブを使うことで挿入や削除ができます。プログラム名はコマンドリストのすぐ上に表示され、小さいディスクのアイコンが付けられているので、クリックして迅速にプログラムを保存することができます。

プログラムツリーでは、実行中のコマンドが「 14.2.2」で説明したように強調されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.2.2 プログラム実行表示



プログラムツリーには、ロボットコントローラーが実行中のコマンドを示す視覚的な列が含まれます。小さな ➡ インジケーターのアイコンが、コマンドアイコンの左側に表示され、実行中のコマンドとサブコマンドとなっているコマンド（通常、▶/▼ などのコマンドアイコンで表示されます）は青で強調されます。これは、ユーザーがツリー中の実行中コマンドを探すときに役立ちます。

例えば、ロボットアームが中間地点に向かって移動している場合、対応する中間地点のサブコマンドは、➡ のアイコンで示され、そのサブコマンドの名前は移動コマンド（「14.5」を参照）の名前と共に青で示されます。

プログラムが一時停止した場合、プログラム実行インジケーターは実行中だった最後のコマンドを示します。

プログラムツリー下部の ⊖ アイコンのついたボタンをクリックすると、ツリー中の、現在実行中、または最後に実行されたコマンドに移動します。プログラムの実行中にコマンドがクリックされた場合、コマンドタブが選択されたコマンドの情報の表示を続行します。⊖ ボタンを押すと、コマンドタブが、再度、現在実行中のコマンドの情報の表示を続行します。

14.2.3 検索ボタン

🔍 アイコンのボタンは、プログラムツリー中のテキスト検索に使用できます。クリックすると、検索テキストを入力することができ、適合するプログラムノードが黄色で強調表示されます。検索ノードから移動するには、✕ アイコンを押してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.2.4 元に戻す／やり直しボタン

プログラムツリーの下の↩と↪のアイコンのボタンは、プログラムツリーまたはそこに含まれるコマンドで実行された変更を取り消したり、やり直すために使用されます。

14.2.5 プログラムダッシュボード

画面の一番下の部分は、ダッシュボードです。ダッシュボードは旧式のテープレコーダーに似た一組のボタンを使用し、そこからプログラムを起動/停止させたり、シングルステップで作動させたり再開させることができます。スピードスライダーを使用すると、プログラムの速度をいつでも調整することができます。これは、ロボットアームが作動する速度に直接の影響を与えます。さらに、スピードスライダーは安全設定を考慮しながらロボットアームが移動する相対速度をリアルタイムで示します。指定された割合は、安全限界に違反せずに、実行中プログラムで達成可能な最大速度です。

ダッシュボードの左側にあるシミュレーションと実際のロボットボタンは、シミュレーションによるプログラム実行と実際のロボットでの実行を切り替えます。シミュレーションで実行する場合は、ロボットアームは移動しないので、衝突によりロボット自体や付近の機器を破損することがありません。ロボットアームの作動に確信を持てない場合は、テストプログラムにシミュレーションを使用してください。

危険:

1. Play ボタンを押す場合は、ロボットの作業空間外にいるようにしてください。プログラムした運動が予想したものと異なる場合があります。
2. Step ボタンを押す場合は、ロボットの作業空間外にいるようにしてください。Step ボタンの機能は、理解が困難です。どうしても必要な場合のみ使用してください。
3. スピードスライダーの速度を落とすことで、プログラムを必ず試験するようにしてください。インテグレーターによる論理プログラミングエラーによって、ロボットアームの予期しない運動が生じる可能性があります。
4. 緊急停止または予防停止が起きた場合、ロボットのプログラムは停止します。10° 超動くジョイントがない限り、再開することができます。Play を押すと、ロボットはゆっくりと軌道に戻り、プログラムの実行を続行します。

プログラム作成の間は、プログラミングの結果のロボットの運動を「 14.29」で説明したグラフィックタブ上の 3D 描画を使って示します。

各々のプログラムコマンドの隣には、赤、黄色、または緑の小さいアイコンがあります。赤いアイコンはそのコマンドにエラーがあることを意味し、黄色はコマンドが完了していないことを意味し、緑はすべて適正であることを意味します。プログラムはすべてのコマンドが緑でなければ実行できません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.3 変数

ロボットプログラムでは、ランタイム中にさまざまな値を格納したり、更新するために変数を活用できます。次の 2 種類の変数が利用できます。

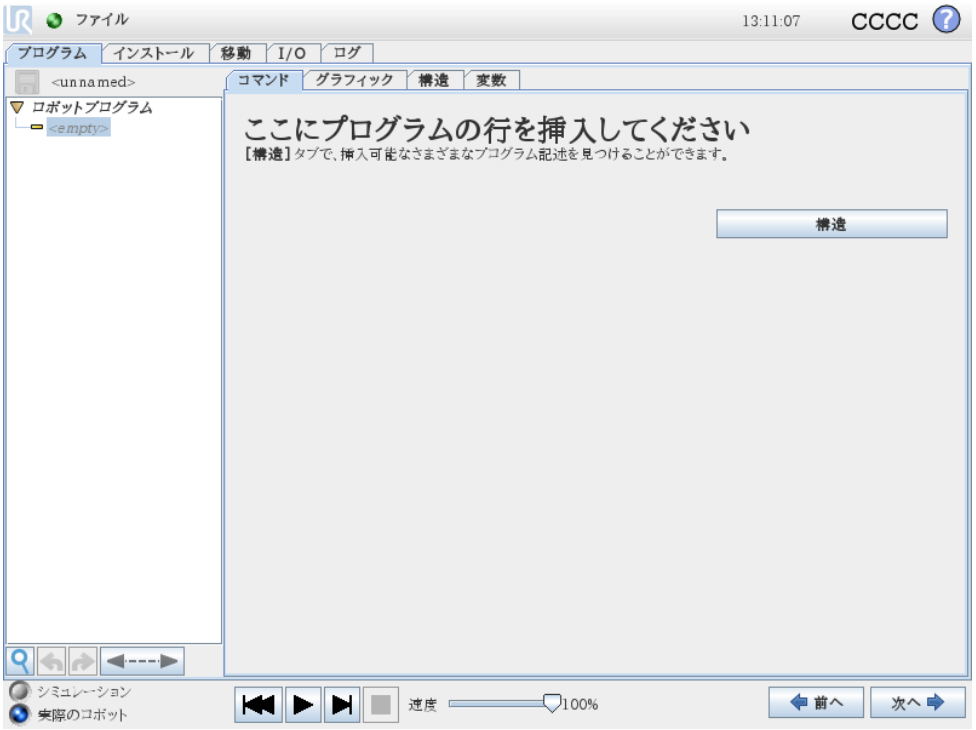
インストール変数: これらは複数のプログラムで使用することができ、その名前と値は、ロボットインストールと一緒に永続化されます（詳細は、 13.10を参照)。インストール変数はロボットとコントロールボックスが再起動した後も維持されます。

通常のプログラム変数: これらは実行中のプログラムだけが利用でき、値はプログラムが停止するとすぐに失われます。

以下の変数タイプが利用できます。

ブール型	ブール型変数の値は、True か False になります。
整数型	−2147483648 ～ 2147483647（32 ビット）の範囲の整数です。
浮動小数点型	小浮動小数点数（10 進数）（32 ビット) です。
文字列	文字列です。
ポーズ	直交座標空間での位置と方向を表すベクトルです。位置ベクトル (x, y, z) および回転ベクトル (rx, ry, rz) の組み合わせで方向を表し、p[x, y, z, rx, ry, rz] のように記述します。
リスト	変数列です。

14.4 コマンド：Empty



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

プログラムコマンドをここに挿入する必要があります。構造ボタンを押して［構造］タブに移動すると、選択可能なさまざまなプログラム行があります。すべての行を指定して定義しない限りプログラムを実行できません。

14.5 コマンド：移動

移動コマンドは、基盤となる中間地点を通るロボットの動きを制御します。中間地点は移動コマンドの下になければなりません。移動コマンドは、ロボットがこれらの中間地点の間を移動するロボットの加速度と速度を定義します。

運動のタイプ

3 種類の運動タイプ MoveJ、MoveL と MoveP の各々について下記で説明します。

- moveJ ロボットアームのジョイント空間内で計算された運動をします。各々のジョイントは同時に要求された最終位置に達します。この運動タイプでは、ツールのパスが曲線を描きます。この運動タイプに適用される共用パラメーターは、それぞれ deg/s および deg/s^2 に規定された、運動計算に使用する最大ジョイント速度とジョイント加速度です。中間地点間のロボットアームの動きを速くしたい場合は、これらの中間地点間のツールのパスにかかわらず、この運動タイプが最適な選択です。
- moveL は中間地点間で、ツールをリニアに作動させます。すなわち、各々のジョイントは、ツールの直線パスを維持させるために複雑な動きをします。この運動タイプに設定できる共用パラメーターは、それぞれ mm/s および mm/s^2 に規定された望ましいツール速度とツール加速度、それにフィーチャーです。選択されたフィーチャーは、中間地点のツール位置が、どのフィーチャー空間に表されるかを決定します。さまざまな変数とさまざまな中間地点が、フィーチャー空間に関する特定の対象となります。中間地点のツール位

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

置を、ロボットのプログラム実行中に変数フィーチャーの実際の値により決定しなければならない場合には、変数フィーチャーを使用することができます。

- moveP はツールを円ブレンドの一定速度で直線に動かし、糊付けや、調合など特定の工程作業を目的としています。ブレンド半径の大きさは、デフォルト値では、すべての中間地点間の共有値となります。値を小さくするとパスは鋭く曲がるようになり、反対に、値が大きいほどパスは円滑になります。ロボットは中間地点の間を一定速度で動くため、ロボットのコントロールボックスは I/O 操作やオペレーターの処理を待機することはできません。待機することで、ロボットアームの運動が止まったり、予防停止を引き起こす可能性があります。

  ２つの中間地点からなる円移動を moveP コマンドに追加することができます。最初の中間地点は円弧の通過点を規定し、2 番目の中間地点は運動の終点を規定します。ロボットは現在の位置から円移動を開始させ、規定された 2 つの中間地点を通ります。円移動によるツールの方向変更は、開始時の方向と終点における方向のみから決定されるため、中間地点の方向は円移動には影響がありません。円移動は、必ず同じ MoveP の下にある中間地点が先行する必要があります。

共有パラメーター

移動画面右下の共有パラメーターは、ロボットアームの以前の位置からコマンドの下での最初の中間地点まで、またそこからその後の各々の中間地点までの運動に適用されます。移動コマンドの設定は、その移動コマンドの下の最後の中間地点以降のパスには適用されません。

TCP 選択

移動コマンドにおける中間地点に使用される TCP は、ドロップダウンメニューから選択することができます。ユーザー定義の TCP をインストール、アクティブな TCP から、または単にツールフランジを使用することにより、選択することも可能です。ユーザー定義の TCP またはアクティブな TCP が選択された場合、移動コマンドによる動きはこれに応じて調整されます。ツールフランジの使用が選択されている場合、TCP は使用されず、この移動コマンドによる動きはツールフランジに応じたものとなります（つまり、動きに対する調整は行われません）。

この運動のアクティブな TCP がプログラムの実行中に決定された場合は、セットコマンド（「 14.10」を参照）またはスクリプトコマンドを使用して高度力学的に設定される必要があります。名前のついた TCP の設定について詳細については「 13.6」をご覧ください。

フィーチャー選択

MoveL と MoveP では、中間地点を指定した場合に、移動コマンドの下で、中間地点がどのフィーチャー空間に表されるかを選択することができます（13.12の章をご覧ください）。すなわち、中間地点を設定する際に、プログラムは、選択されたフィーチャーについてフィーチャー空間におけるツールの座標を記憶します。詳細な説明が必要な環境がいくつかあります：

相対中間地点: 選択されたフィーチャーは、相対中間地点に影響を与えません。相対的運動は常に基部の位置に対して実行されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

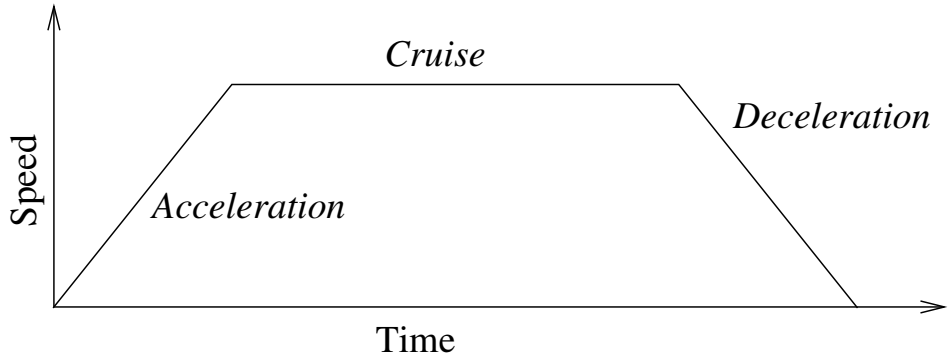


Figure 14.1: 運動の速度プロファイル曲線は、加速、巡航および減速の 3 つの区分に分割されます。巡航フェーズのレベルはモーションの速度設定により規定され、加速と減速フェーズの勾配は加速パラメーターによって規定されます。

可変中間地点: ロボットアームが可変中間地点まで移動すると、ツールの目標位置は必ず、選択されたフィーチャーの空間の変数の座標として計算されます。したがって、可変中間地点のロボットアーム動作は、別のフィーチャーが選択されれば、必ず変化します。

可変フィーチャー: 現在読み込まれているインストールに何らかのフィーチャーが可変として選択された場合は、対応する変数も、フィーチャー選択メニューで選択することができます。フィーチャー変数（フィーチャーの名前によって名付けられ「_var」を末尾とします）が選択されると、ロボットの運動（相対中間地点に向かう場合を除き）は、プログラム実行時の変数の実際の値に依存します。フィーチャー変数の初期値は、インストール設定に基づく、実際のフィーチャーの値です。この値が変更されると、ロボットの運動も変化します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.6 コマンド：固定中間地点

ロボットパス上の点です。中間地点は、ロボットプログラムで最も重要な部分であり、ロボットアームにどこへ動くかを指示します。固定中間地点は、ロボットアームを物理的にその位置まで移動することで得られます。

中間地点の設定

このボタンを押して移動画面に移り、そこで、この中間地点のロボットアームの位置を指定できます。中間地点が、線形空間（moveL または moveP）の移動コマンド下に配置されている場合、このボタンを押せるようにするには、移動コマンドで有効なフィーチャーを選択する必要があります。

中間地点名

中間地点は定義された時に一意の名前が自動的に与えられます。この名前はユーザー変更ができます。同一の名前の中間地点は位置情報を共有します。つまり中間地点の位置を変更すると、同じ名前の中間地点に影響します。同一の名前であっても、ブレンド半径、ツール/ジョイント速度およびツール/ジョイント加速などのその他の中間地点情報は個別の中間地点ついて構成されます。

ブレンド

ブレンドはロボットが 2 つの軌道の間で停止することなく、双方の軌道間をスムーズに遷移することを可能にします。

例　ピックアンドプレースのアプリケーションを例として考えた場合、(図14.2参照)、ロボットは現在中間地点 1 (WP_1) にあり、中間地点 3 (WP_3) で対象物

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

を持ち上げる必要があります。対称物やその他の障害物との衝突を避けるため (O)、ロボットは WP_3 に中間地点 2 から来る方向で接近する必要があります (WP_2)。つまり、中間地点は要件を満たすパスを作り出すために導入されています。

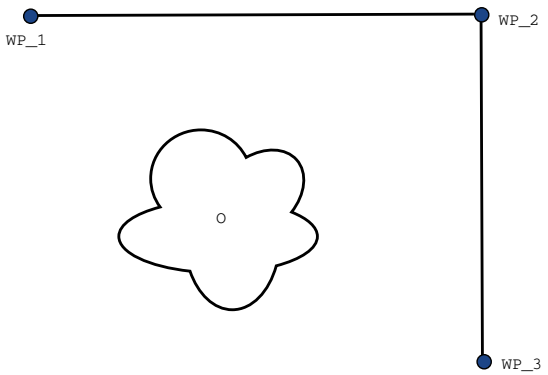


Figure 14.2: WP_1: 初期位置、WP_2: 通過点、WP_3: 持ち上げ位置、O: 障害物。

その他の設定が構成されていないと、ロボットは次の移動へと続ける前に各中間地点で停止します。このタスクでは、スムーズな方向転換の方が要件を満たしていながらより少ない時間とエネルギーを消費するので、WP_2 での停止は好適ではありません。ロボットが正確に WP_2 に達しなくても、この位置付近で 1 番目のの軌道から 2 番目の軌道への遷移が行われる限り許可されます。

中間地点のブレンドを構成して、ロボットが次の軌道へのスムーズな遷移を計算出来るようにすることで WP_2 での停止を避けることが出来ます。ブレンドの一次パラメータは半径です。ロボットが中間地点のブレンド半径内にある場合、初期のパスから外れてブレンドを開始することが出来ます。そうすることでロボットは減速して加速する必要が無くなるので、より迅速でスムーズな動きが出来るようになります。

ブレンドパラメータ　中間地点以外にも複数のパラメータがブレンドの軌道に影響します (図14.3参照)。

- ブレンド半径 (r)
- ロボットの初期および最終速度 (それぞれ、位置 p1 および p2)
- 移動時間（例えば軌道に特定の時間を設定するとロボットの初期/最終速度に影響します）
- ブレンドする軌道タイプの開始点と終了点 (MoveL、MoveJ)

ブレンド半径が設定されると、ロボットアームの軌道は中間点周囲のブレンドとなり、ロボットアームがその点で停止しないようにできます。

ブレンドを重ねることはできません。そのため、前のまたは次の中間地点のブレンド半径あるいは図14.4に示す中間地点と重なるブレンド半径を設定することはできません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

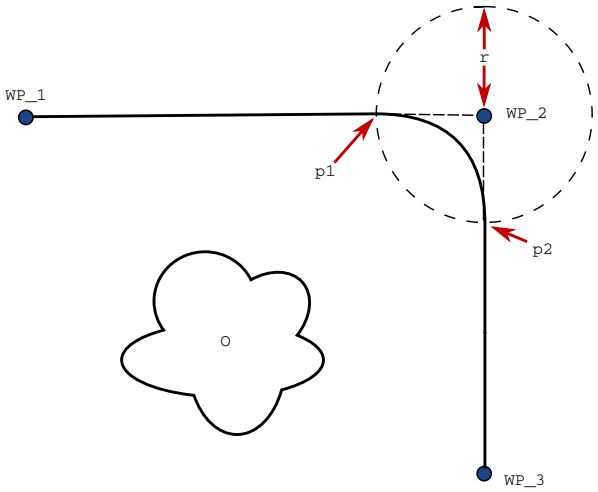


Figure 14.3: ブレンドオーバーWP_2 （半径 r、初期ブレンド位置: p1、最終ブレンド位置: p2）.O は障害物です。

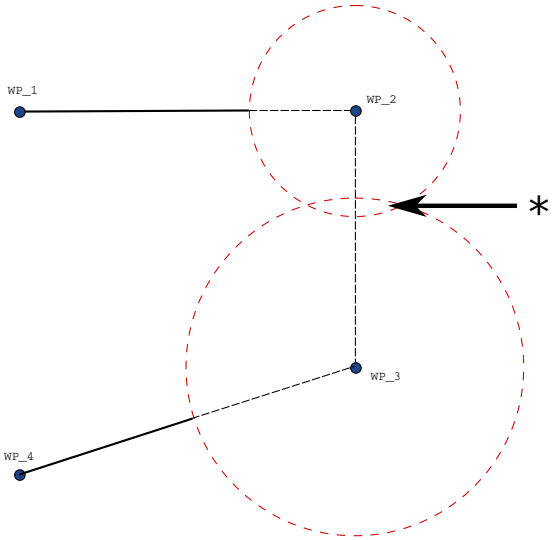


Figure 14.4: ブレンド半径の重複は許可されていません（*)。

条件付きブレンド軌道　ブレンド軌道はブレンド半径が設定される中間地点と次のプログラムツリーの 1 つに影響されます。つまり、図14.5にあるプログラムでは、WP_1 周囲のブレンドは WP_2 に影響されます。. 及ぼす影響はこの例の WP_2 周囲でのブレンドでさらに顕著になります。可能性として 2 つの終了位置があるので、次の中間地点がどちらであるかを決定するため、ロボットはブレンド半径に入るときまでに digital_input[1] の現在の読取り値を既に評価していなければなりません。つまり、プログラムのシーケンスを考えると多少直感に反しますが、if...then 式（または次の中間地点を決定するために必要なその他のステートメント、例えば変数中間地点など）が実際に WP_2 に達する前に評価されます。中間地点が停止点である場合で、その次の中間地点を決定する条件式がその後に続く場合（例えば I/O コマンドなど)、コマンドはロボットアームがその中

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

間地点で停止した際に実行されます。

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

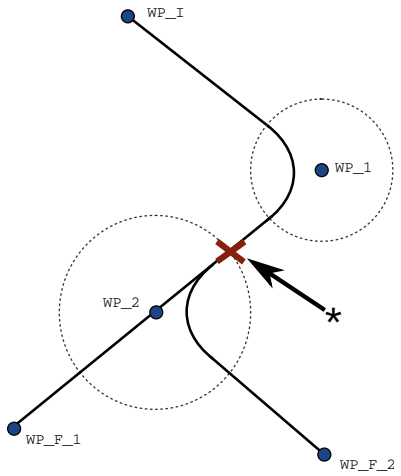


Figure 14.5: WP_I は初期中間地点で、最終的中間地点の可能性として条件式に応じた WP_F_1 と WP_F_2 の 2 つがあります。ロボットアームが 2 番目のブレンドに入った時に条件 if 式が評価されます (*)。

軌道タイプの組合せ MoveJ および MoveL の軌道タイプ 4 つ全てを組合せることはできますが、特定の組合せは計算されたブレンド軌道に影響します。可能な組合せには 4 つあります:

1. MoveJ から MoveJ へ (純粋なジョイント空間ブレンド)
2. MoveJ から MoveL へ
3. MoveL から MoveL へ (純粋なデカルト空間ブレンド)
4. MoveL から MoveJ へ

純粋なジョイント空間ブレンド（箇条書きの 1 番目）対純粋なデカルト空間ブレンド（箇条書きの 3 番目）の比較は図14.6にあります。これは同一の中間地点のセットに対するツールのパスとして 2 つの可能性があることを示します。

異なる組合せの箇条書きの 2、3、4 番目では、デカルト空間における当所の軌道の範囲内に保持される軌道となります。それぞれ異なる軌道タイプ（箇条書きの 2 番目）間でのブレンドの例を図14.7に示します。

純粋なジョイント空間ブレンド（箇条書きの 1 番目)、しかし、ロボットは速度と時間要件を考慮しながらジョイント空間内で出来る限りスムーズな軌道を試みるので、反直感的に行動することが有ります。このため、中間地点の指定するコースから外れることもあります。このことは 2 つの軌道間のジョイントの速度が大幅に異なる場合に特に当てはまります。注意: 速度に極めて大きな差がある場合（例えば詳細設定で、特定の中間地点での速度または時間を指定した場合など）は、図14.8に示すように当初の軌道から大きく外れることが有ります。それぞれ異なる速度間でブレンドする必要がある場合でこうした逸脱が許容できない場合、MoveL を使用したデカルト空間でのブレンドを考慮してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

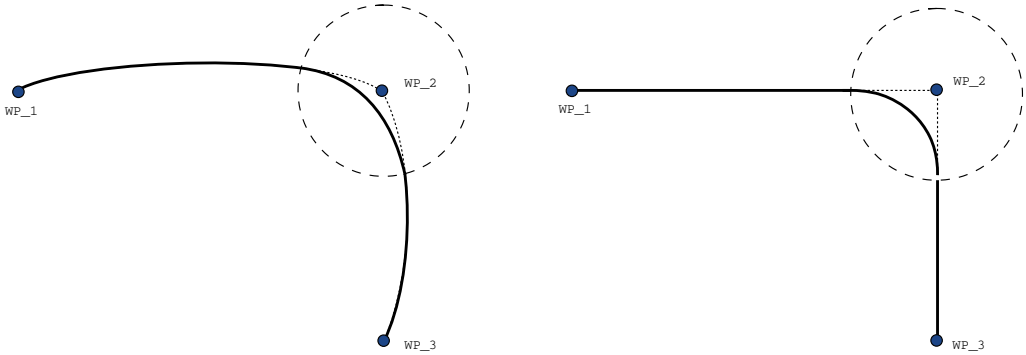


Figure 14.6: ジョイント空間 (MoveJ) 対デカルト空間 (MoveL) の移動とブレンド。

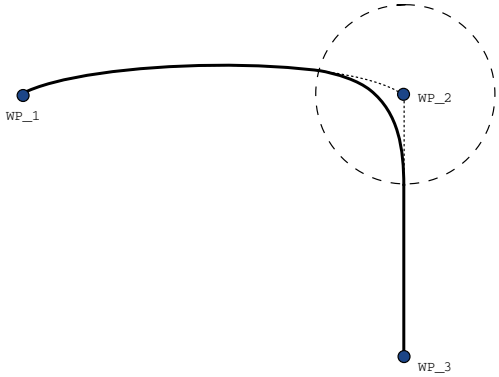


Figure 14.7: ジョイント空間での移動 (MoveJ) から線形ツール移動 (MoveL) へのブレンド。

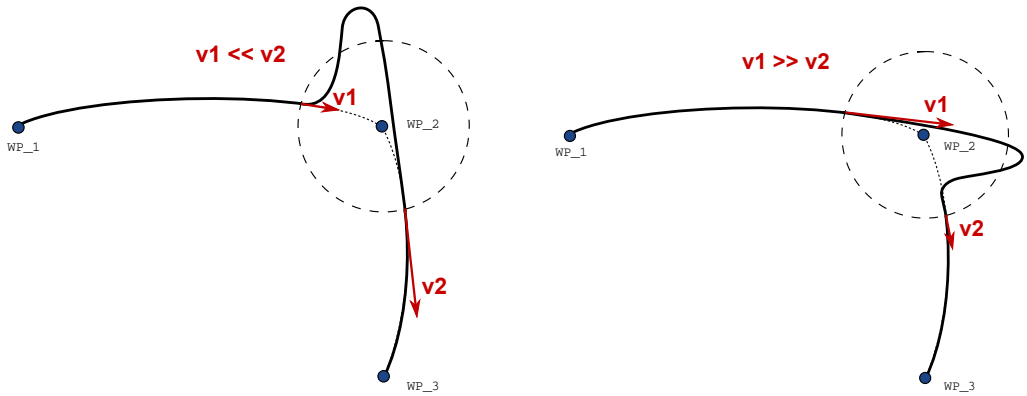


Figure 14.8: 初期速度 v1 が最終速度 v2 よりも大幅に小さい場合、またはその逆の場合のジョイント空間ブレンド。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

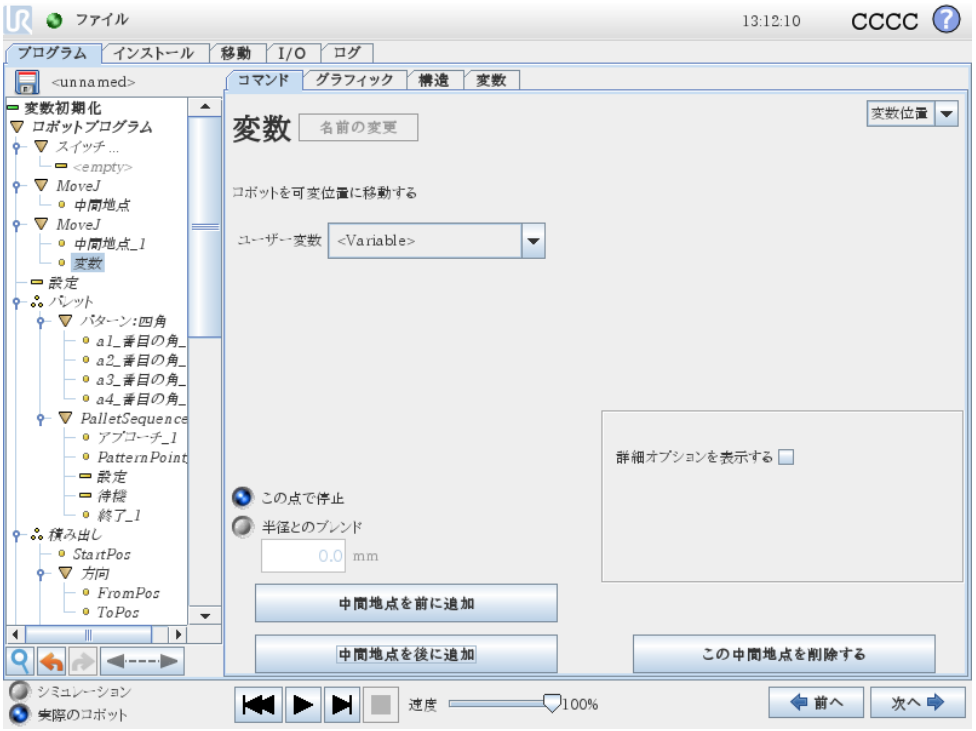
14.7 コマンド：相対中間地点

ロボットアームの前の位置との相関関係（たとえば、「左側に 2cm」など）が規定された位置を持つ中間地点です。相対位置は、規定された 2 つの位置の間の差（左から右）として定義されます。繰り返される相対位置は、ロボットアームを作業空間外まで移動する可能性があることにご留意ください。

この距離は、tcp の 2 つの位置の間のデカルト座標の距離（直線距離）です。角度は、2 つの位置の間で tcp の方向がどれだけ変わるかを示します。より正確には、方向の変化を表す回転ベクトルの長さです。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.8 コマンド：可変中間地点



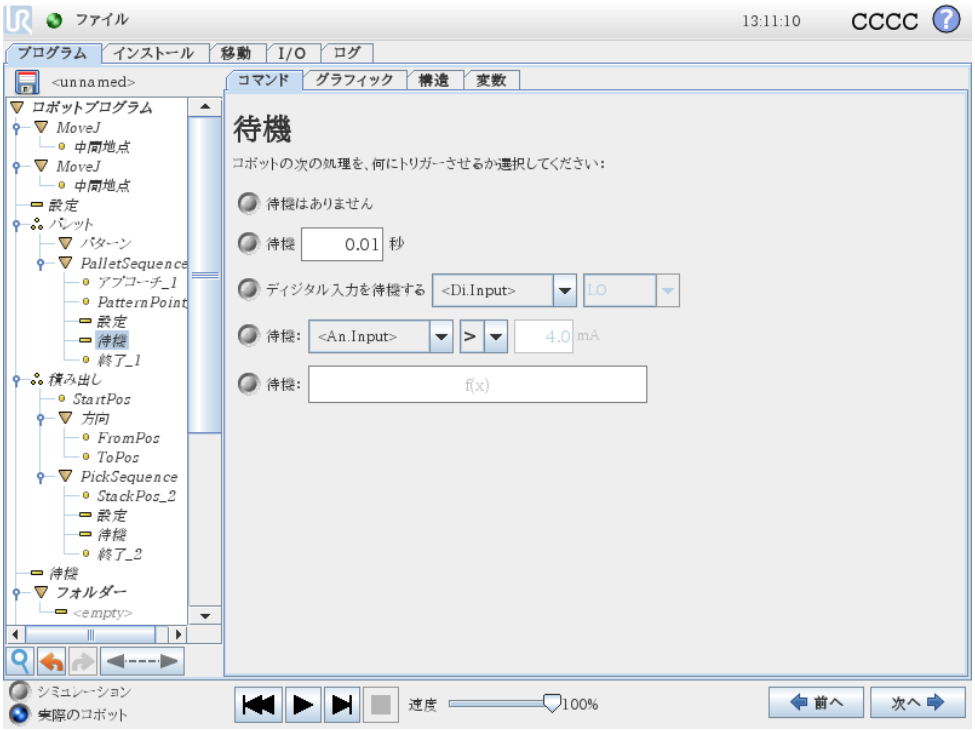
変数により規定された位置を持つ中間地点で、この場合には、計算された _ 位置になります。変数は
var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0] のようなポーズでなければいけません。最初の 3 つは x、y、z で最後の 3 つはベクトル rx、ry、rz で規定される回転ベクトルによる方向になります。軸の長さは、回転させる角度をラジアンで表し、ベクトル自体はその周りを回転させる軸を定めます。この位置は、必ず選択されたフィーチャーによって定義される、基準フレームまたは座標システムに関連して規定されます。ロボットアームは可変中間地点に、必ず直線移動します。ブレンド半径が固定の中間点に設定され、その前後の中間点が変数である場合、またはブレンド半径が変数の中間点に設定される場合、そのブレンド半径の重複の有無は確認されません（14.6を参照）。プログラムの実行中に、ブレンド半径が、ある点と重複する場合、ロボットはそれを無視し、次に移動します。

たとえば、ロボットをツールの Z 軸に沿って 20 mm 移動するには、次のようにします。

変数_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Movel
　中間地点_1 （変数位置）：
　　変数 = var_1、フィーチャー = ツールを使用

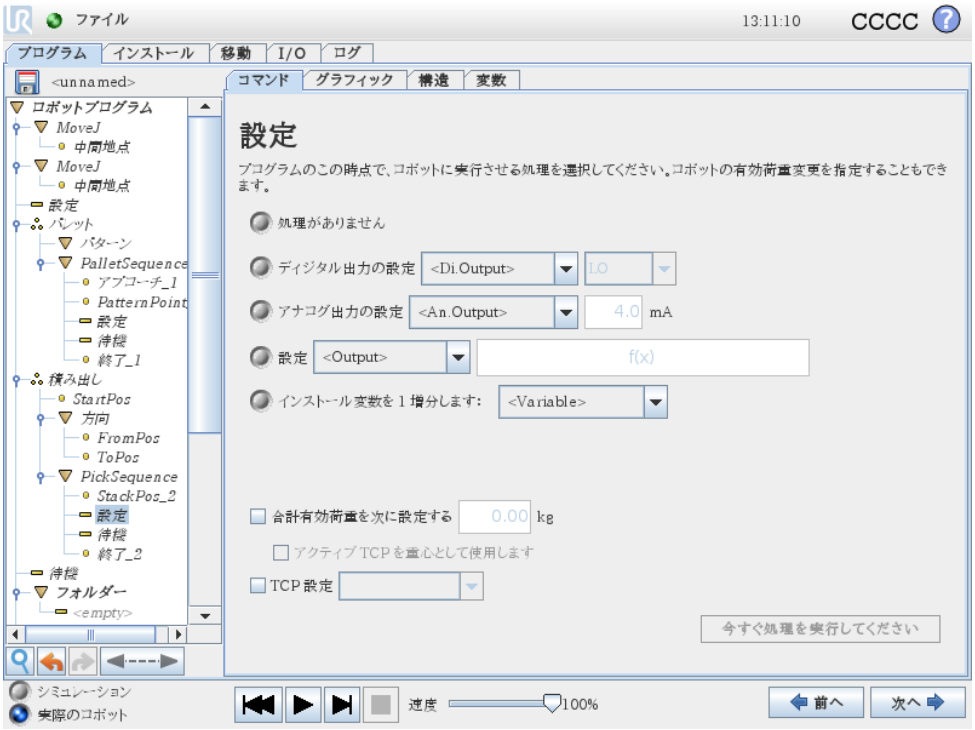
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.9 コマンド：待機



所与の期間、I/O 信号、またはエクスプレッションの間待機します。待機なしが選択された場合、何も起こりません。

14.10 コマンド：設定



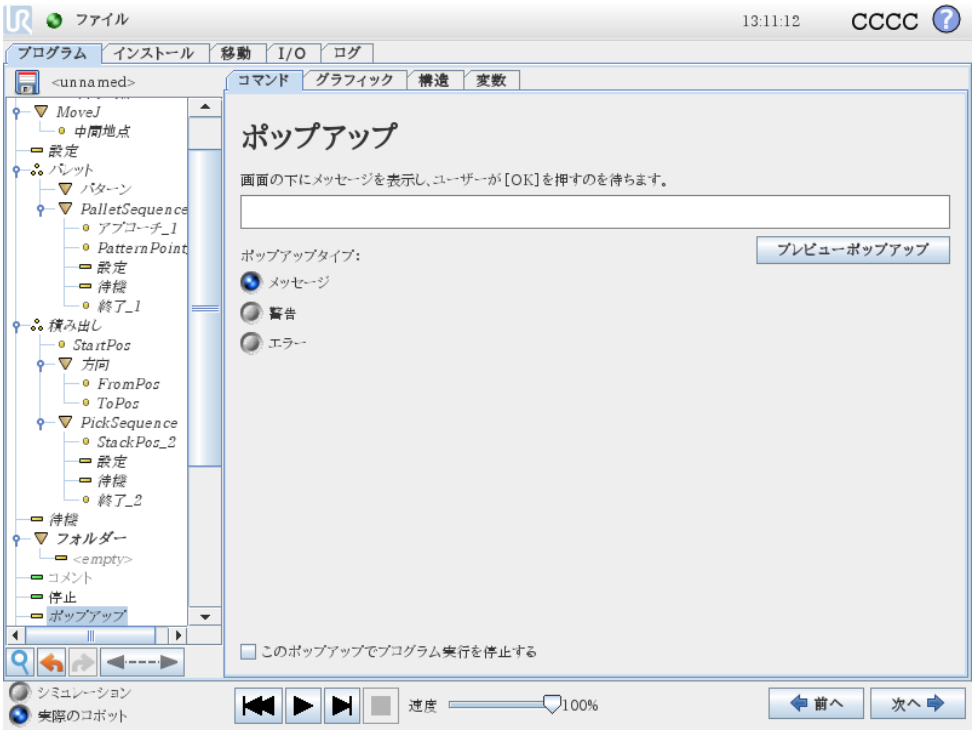
ディジタルまたはアナログ出力のいずれかを定められた値に設定します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

このコマンドはロボットアームの有効荷重の設定にも使用することができます。ツールでの重量が予想した有効荷重と異なる場合、ロボットが予防停止することを防止するために有効荷重の重量調整が必要になることがあります。デフォルトとして、アクティブな TCP も重心として使用されます。アクティブな TCP を重心として使用すべきではない場合、チェックボックスの選択を外すことが出来ます。

アクティブな TCP はセットコマンドを使用して変更することもできます。チェックボックスを選択して、メニューから TCP オフセットの一つを選択してください。プログラム作成時に特定の運動のアクティブな TCP がある場合は、Move カードの TCP 選択を代わりに使用することを検討してください（「14.5」を参照）。名前のついた TCP の設定について詳細については「13.6」をご覧ください。

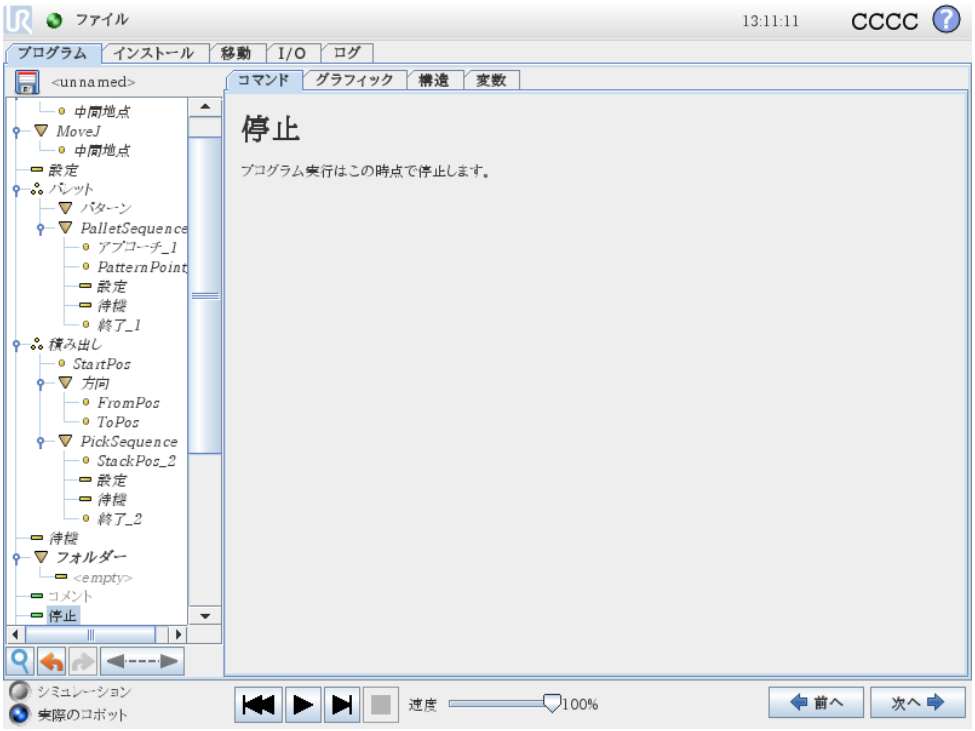
14.11 コマンド：ポップアップ



ポップアップは、プログラムがこのコマンドに達したときに画面に現れるメッセージです。メッセージのスタイルは選択可能で、テキスト自体は、画面に表示されるキーボードを使用して作成することができます。ロボットは、ユーザー/ オペレーターがポップアップの「OK」ボタンを押すまで、プログラムを継続せず待機します。「プログラム実行停止」項目が選択されると、ロボットプログラムはこのポップアップの時点で停止します。

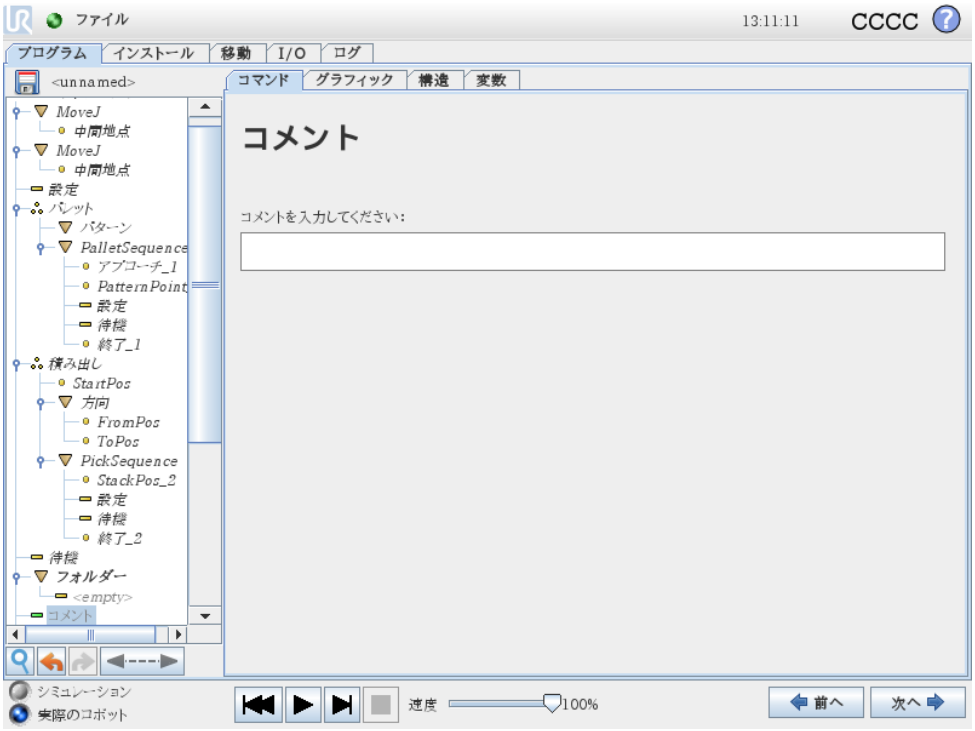
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.12 コマンド：停止



プログラム実行がこの時点で停止します。

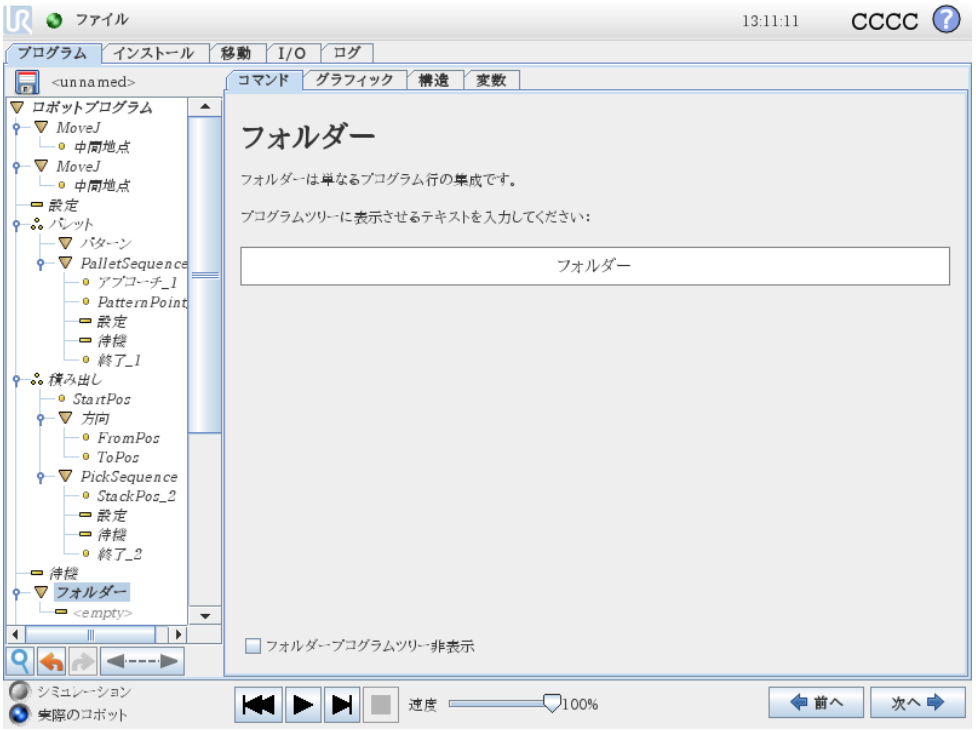
14.13 コマンド：コメント



プログラマーに、プログラムにテキスト行を追加する選択肢を提供します。このテキスト行は、プログラム実行時には何の働きもしません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.14 コマンド：フォルダー

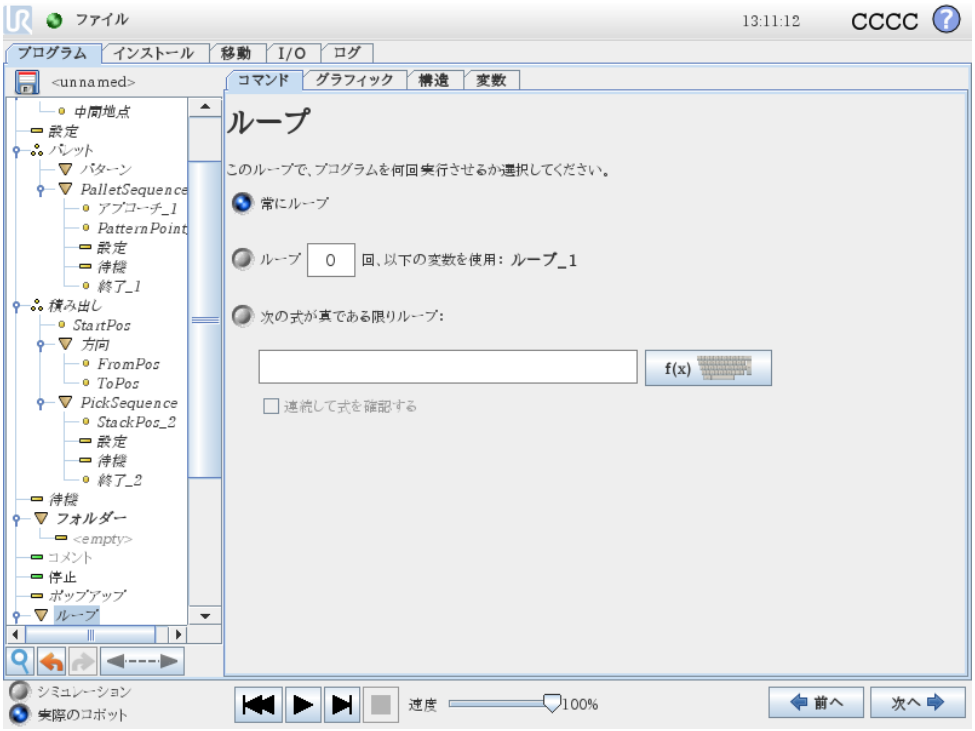


フォルダーは、プログラムの特定部分を編成してラベル付けしたり、プログラムツリーを整理したり、プログラムの読み取りやナビゲートを簡単にするために使用します。

フォルダーそのものには働きはありません。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.15 コマンド：ループ

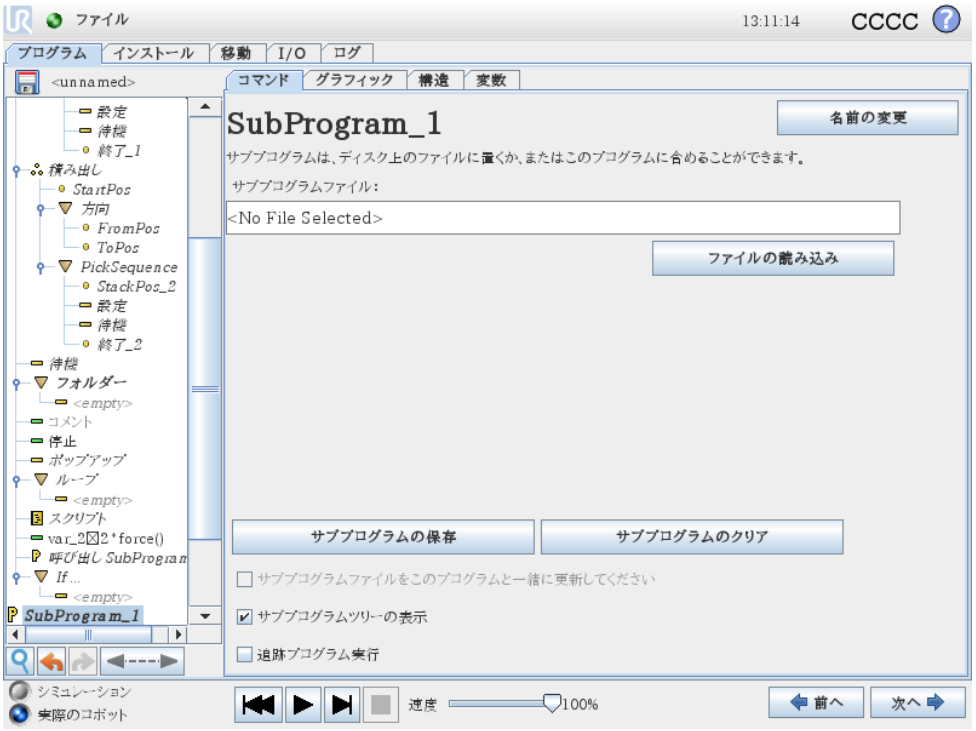


基盤となるプログラムコマンドをループさせます。選択によって、基盤となるプログラムコマンドは無限にループするか、特定の回数ループするか、または規定された条件が真である限りループします。特定の回数ループする場合は、専用のループ変数（上記のスクリーンショットでは loop_1 と呼ばれています）が作成され、そのループ内の式で使用することができます。ループ変数は、0 ～ $N-1$ の範囲になります。

終了条件として式を使用してループを行う場合、PolyScope は、その式を連続的に評価するオプションを提供します。そのため、「ループ」を、反復の直後ではなく、実行中にいつでも中断させることができます。

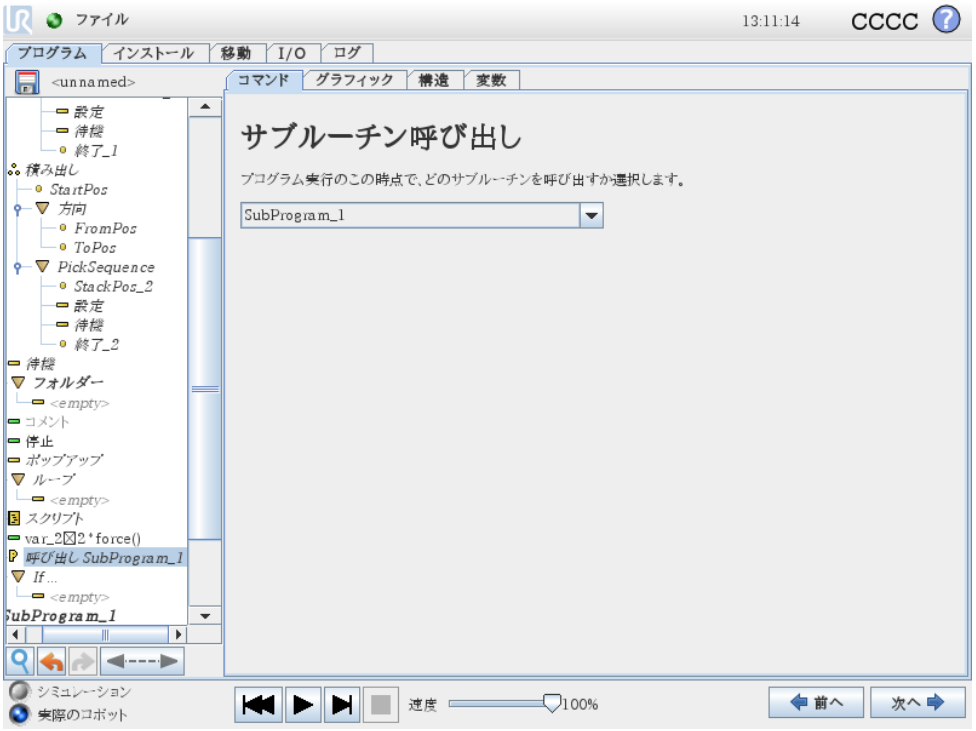
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.16 コマンド：SubProgram



サブプログラムでは、数か所で必要とされるプログラムの部分を保持することができます。サブプログラムはディスク上の別個のファイルでもよく、サブプログラムが誤って変更されるのを保護するため、非表示にすることもできます。

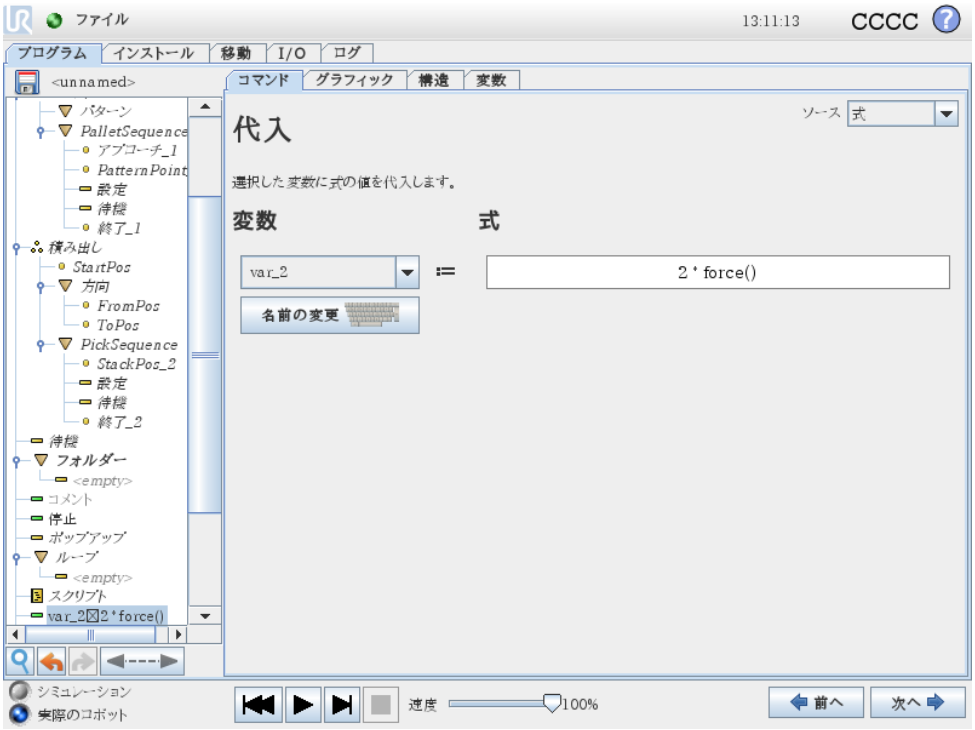
コマンド：サブプログラム呼び出し



Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

サブプログラムの呼び出しによって、サブプログラムでプログラム行を実行させ、後続のの行に戻ります。

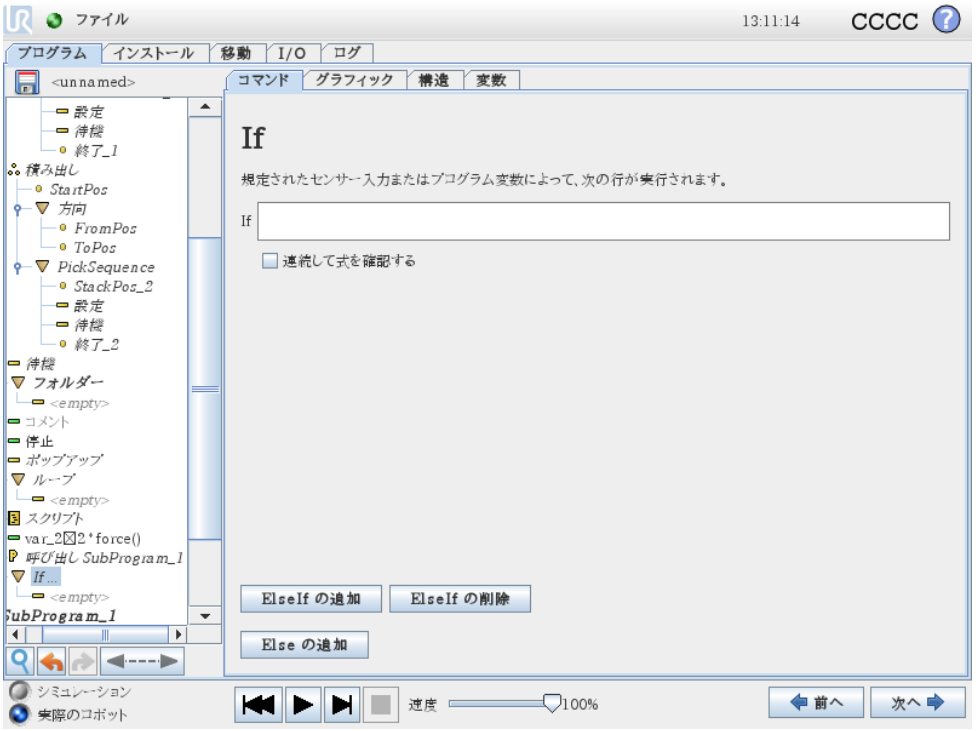
14.17 コマンド：代入



変数に値を代入します。右側の計算値を左側の変数に代入します。これは複雑なプログラムで便利です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.18 コマンド：If



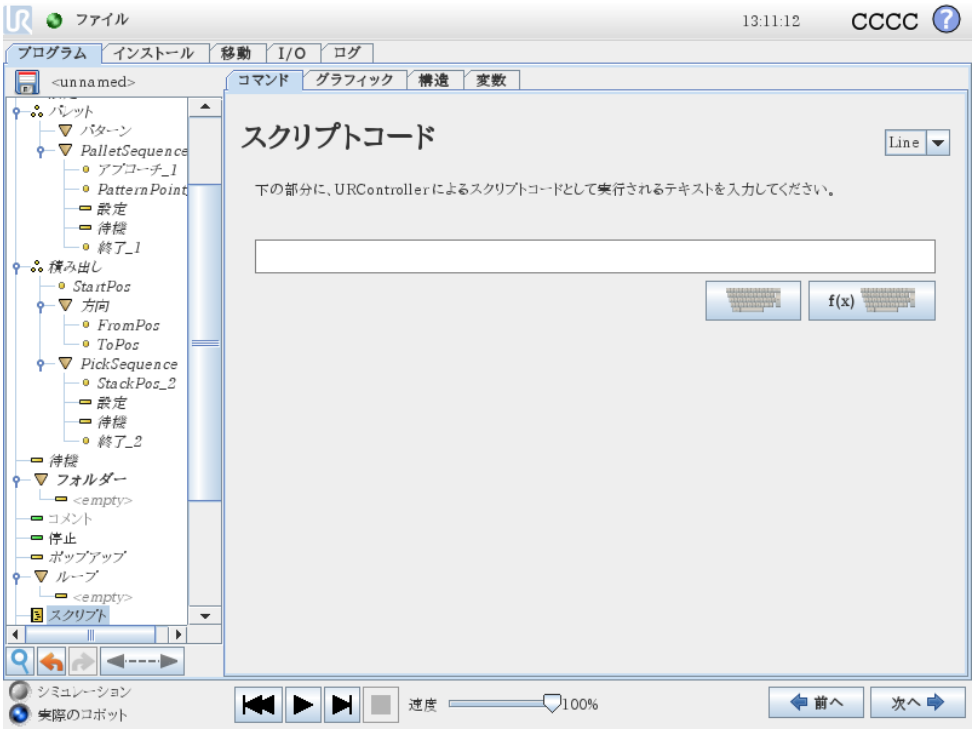
「IF...THEN...ELSE」構文によって、ロボットの動作をセンサー入力または変数値に基づいて変更させることができます。式エディターを使用して、ロボットがこの IF 以下のサブコマンドに進まなければならない条件を記述します。条件の評価結果が 真の場合、この IF 内の行が実行されます。

各 IF には複数の ELSEIF と 1 つの ELSE コマンドを設定できます。これらは、画面上のボタンを使用して追加することができます。ELSEIF コマンドは、このコマンドの画面から削除することができます。

オープンの連続して式を確認するを使うと、IF および ELSEIF 文の条件をそれに含まれた行を実行しながら評価することができます。IF 部分の本文内で式の評価結果が偽の場合は、次の ELSEIF または ELSE 文に達します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.19 コマンド：スクリプト

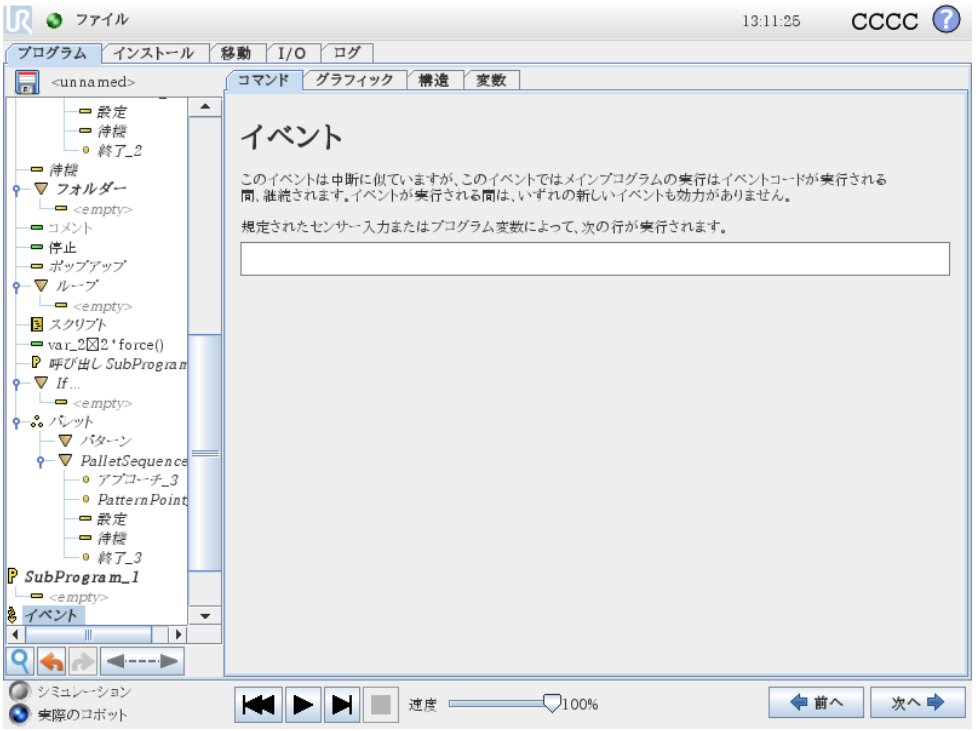


このコマンドを使うと、ロボットコントローラーにより実行される基盤となるリアルタイムスクリプトにアクセスできます。これは高度なユーザーのみを対象としており、使用方法の説明は、サポートウェブサイト（http://www.universal-robots.com/support）のスクリプトマニュアルにあります。

左上隅の「ファイル」オプションを選択すると、スクリプトプログラムのファイルを作成および編集することができます。この方法によって、長く複雑なプログラムを、PolyScope によるユーザーフレンドリーなプログラミングと一緒に使用できます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

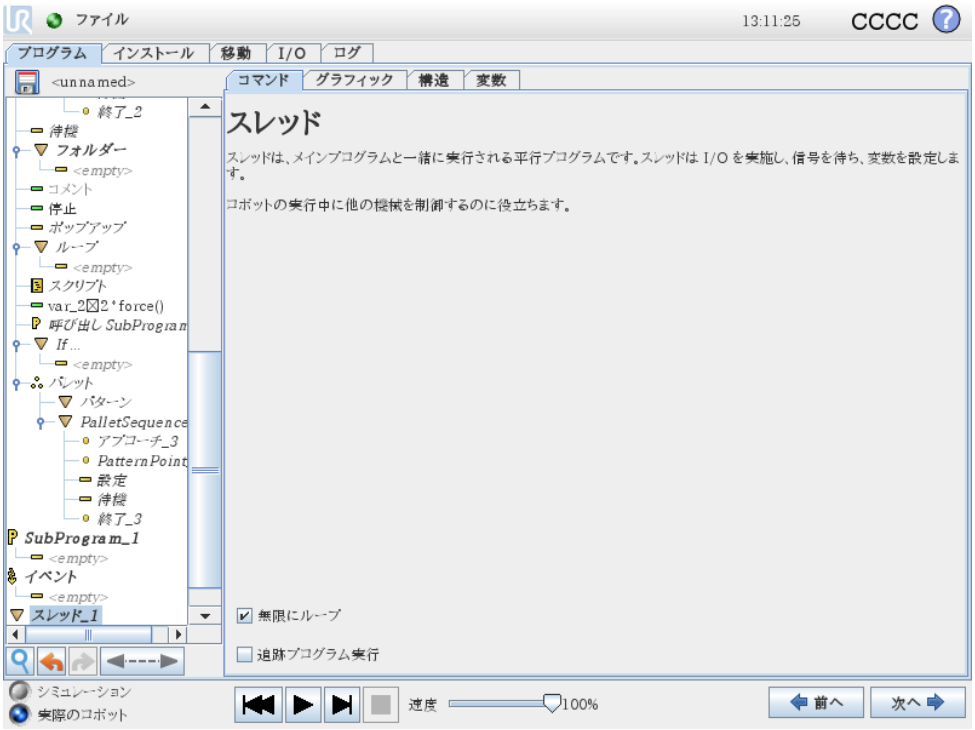
14.20 コマンド：イベント



イベントを使うと、入力信号をモニターしたり、何らかの処理を実行したり、入力信号が高になった場合に変数を設定することができます。たとえば、1 つの出力信号が高になった場合に、イベントプログラムで 200ms 間待機して再び低に戻すことができます。これによって、外部機械が高入力レベルではなく上昇フランクをトリガーする場合に、メインプログラムコードをより簡単にすることができます。イベントはコントロールサイクル（8ms）毎に 1 回確認されます。

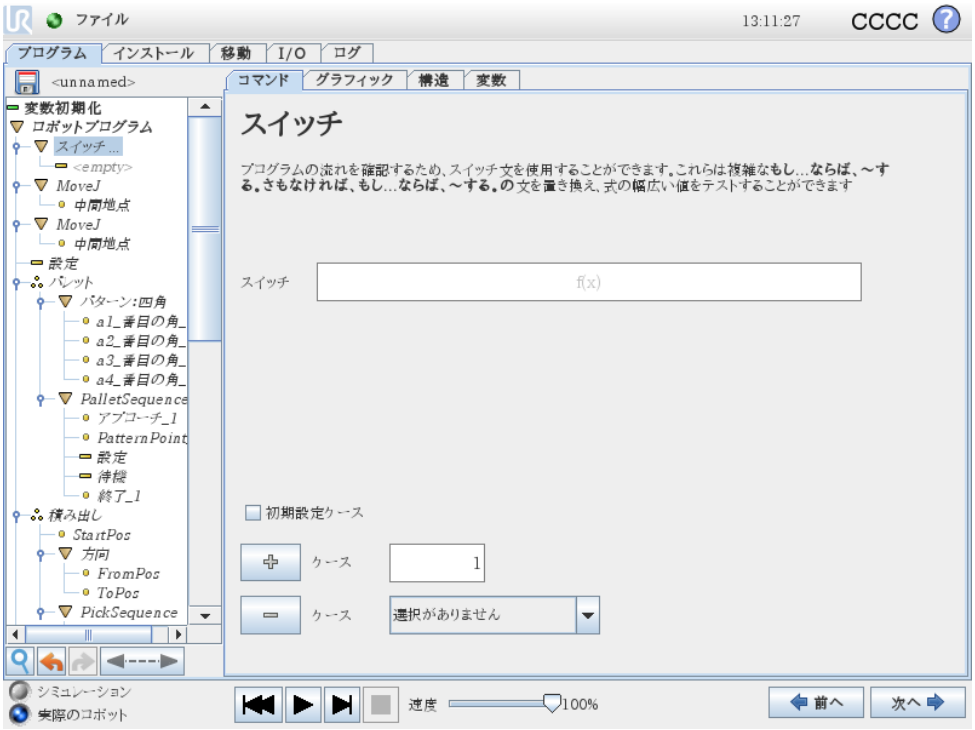
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.21 コマンド：スレッド



スレッドはロボットプログラムの平行プロセスです。スレッドは、外部機械をロボットのアームとは独立して制御するために使用できます。スレッドは、変数と出力信号を使用してロボットプログラムと通信することができます。

14.22 コマンド：スイッチ

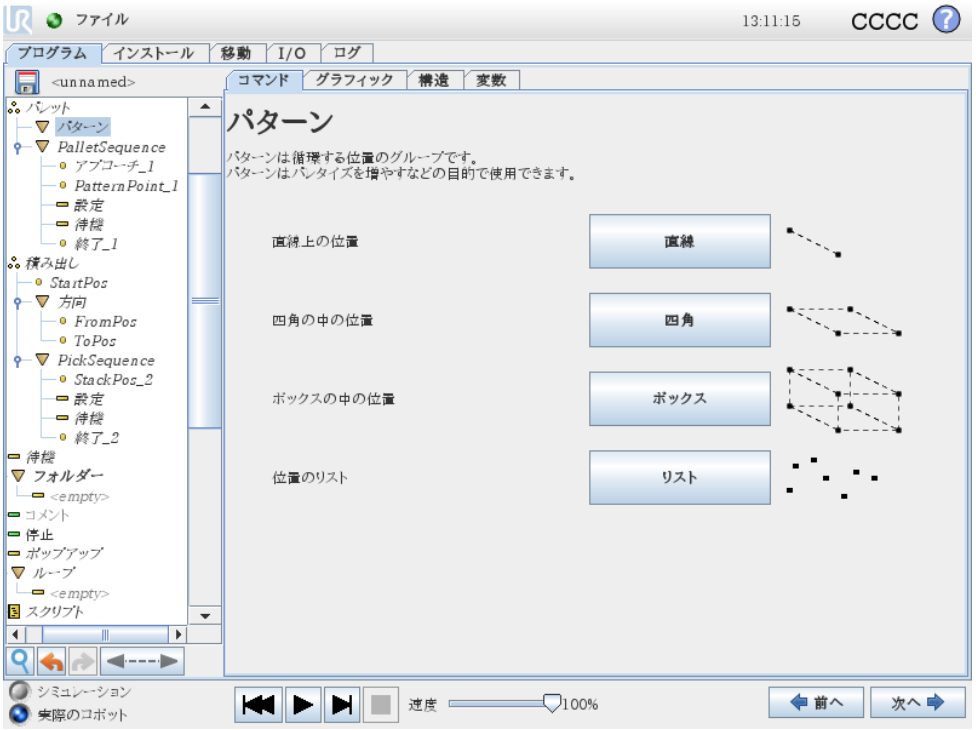


Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

「スイッチケース」構文によって、ロボットの動作をセンサー入力または変数値に基づいて変更させることができます。式エディターを使用して、ロボットがこのスイッチのサブコマンドに進まなければならない場合の、基本条件を記述し、ケースを定義します。条件の評価結果がケースの一つに該当する場合、この ケース内の行が実行されます。初期設定ケースが特定された場合、行は他の該当ケースが見つからない場合のみ、実行されます。

各スイッチには複数のケースと 1 個の初期設定ケースを割り当てることができます。スイッチにはケースの数値を定義した例を 1 個のみ割り当てることができます。ケースは、画面上のボタンを使用して追加することができます。ケースコマンドは、このスイッチの画面から削除することができます。

14.23 コマンド：パターン



パターンコマンドは、ロボットプログラムの各位置間を循環させるために使用します。パターンは各実行での 1 つの位置に対応します。

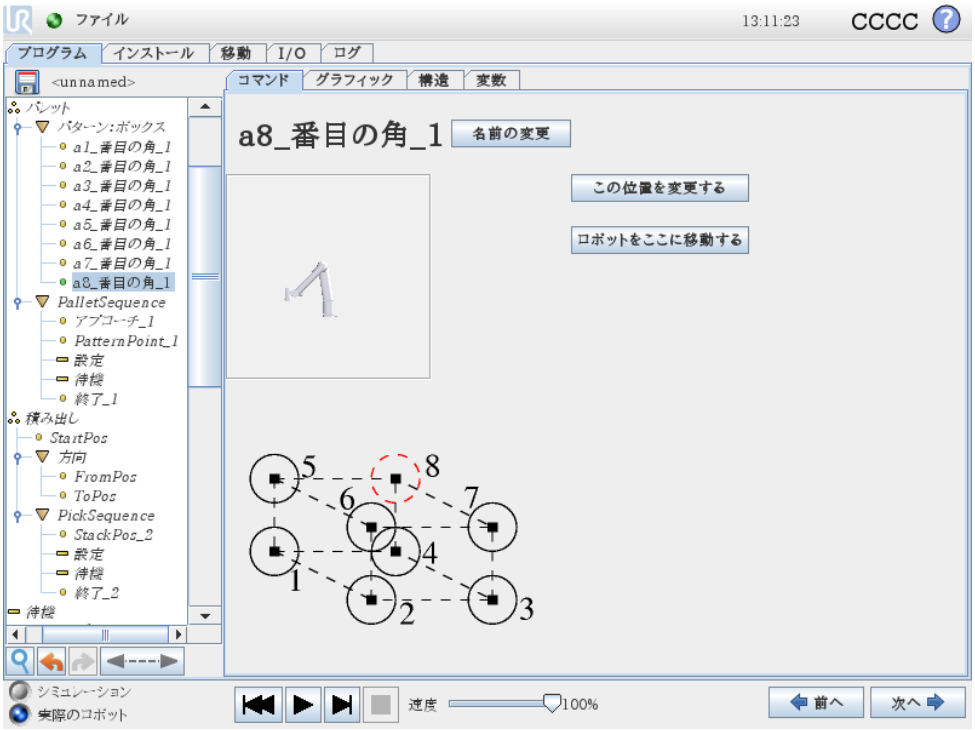
パターンは 4 つのタイプのいずれかとして規定できます。最初の 3 つは、「直線」、「四角」、および「ボックス」で、正規パターンの位置に使用できます。正規パターンはいくつかの特性点により定義されます。特性点はパターンのエッジを定義します。「直線」の場合には、2 つの端点であり、「四角」では 4 か所ある角の点の内の 3 つであり、「ボックス」では 8 か所ある角の点の内の 4 つとなります。プログラマーは、パターンの各エッジに沿って位置の数を入力します。ロボットコントローラーは、エッジのベクトルを比例加算して、個々のパターン位置を計算します。

横断する位置が正規パターンにならない場合は、「リスト」オプションを選択することができます。ここで、プログラマーはすべての位置のリストを規定します。この方法で、位置のどのような配列も可能になります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

パターンの定義

「ボックス」パターンが選択された場合、画面は次のようになります。



「ボックス」パターンは 3 つのベクトルを使用してボックスの側面を定義します。これらの 3 つのベクトルは 4 つの点として規定され、ここで 1 番目のベクトルは点 1 から点 2 へ、2 番目のベクトルは点 2 から点 3 へ、3 番目のベクトルは点 3 から点 4 に向かいます。それぞれのベクトルは間隔カウント番号で分割されます。パターンの個々の位置は、単純に間隔ベクトルを比例加算することにより、計算されます。

「直線」と「四角」パターンも同様に機能します。

パターンの位置を横断する間は、カウンター変数が使用されます。変数名は、パターンコマンド画面で見ることができます。変数は、0 から $X*Y*Z-1$ までのパターン中の点の数を循環します。変数は代入を使用して操作することができ、式の中で使用することもできます。

14.24 コマンド：フォース

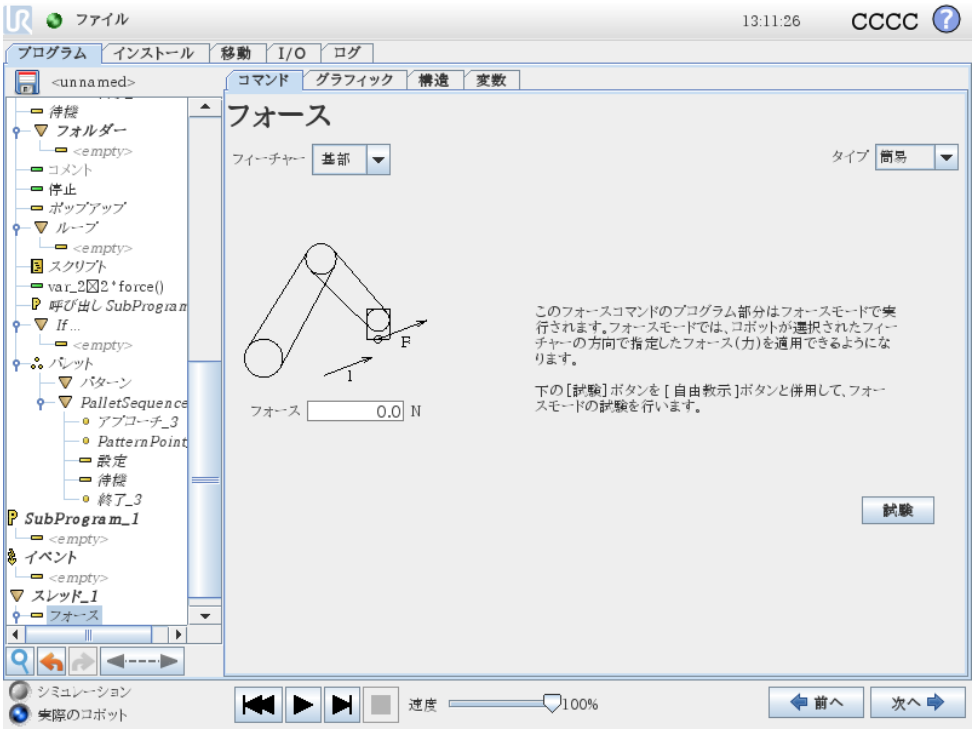
フォースモードは、ロボットの作業空間で選択可能な軸における適合やフォース（力）を可能にします。フォースコマンドの下でのすべてのロボットアームの運動は、フォースモードで実行されます。ロボットアームがフォースモードで移動する場合、ロボットが適合する 1 つ以上の軸を選択できます。ロボットアームは対応する軸に沿って、または軸の周囲で環境に適合します。つまり、要求されるフォースを達成するためにその位置を自動的に調整します。ロボットアーム自体が、ワークピースなどの環境にフォースを適用することも可能です。

フォースモードは、事前定義された軸に沿った実際のツール中心点（tcp）の位置は重要でないものの、代わりにその軸に沿ったフォースが望ましい用途に適しま

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

す。たとえば、ロボットの TCP が曲面に対して回転する場合、またはワークピースを押したり引いたりする場合です。フォースモードは、事前定義された軸の周りに特定のトルクを適用することもサポートします。ゼロ以外のフォースが設定され、軸内に障害物がない場合には、ロボットアームはその軸に沿って、または軸の周りで加速しようとします。

1 つの軸が適合するように選択されたとしても、ロボットプログラムは引き続きその軸に沿って、または軸の周囲でロボットを移動しようとします。ただし、フォース制御では、ロボットアームが引き続き指定されたフォースに近づいてゆくことを保証します。



フィーチャー選択

［フィーチャー］メニューは、ロボットがフォースモードで作動する間に使用する座標系（軸）を選択するために使用します。メニューのフィーチャーはインストール時に定義されたものです。「13.12」を参照してください。

フォースモードタイプ

4 つの異なるタイプのフォースモードがあり、それぞれが選択されたフィーチャーを解釈する方法を判断します。

- 簡易：1 つの軸だけがフォースモードに対応します。この軸に沿ったフォースは調整可能です。望ましいフォースは、必ず選択されたフィーチャーの Z 軸に沿って印加されます。ただし、直線フィーチャーの場合はその Y 軸に沿います。
- フレーム：フレームタイプはさらに高度な使用法を可能にします。ここでは、6 つの自由度すべての適合とフォースを個別に選択することができます。
- 点：点が選択されると、タスクフレームはロボットの TCP から選択されたフィーチャーの中心に向かって指される Y 軸を持ちます。ロボットの TCP と

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

選択されたフィーチャーの中心の間の距離は少なくとも 10 mm なければなりません。ロボットの TCP 位置が変化すると、タスクフレームが随時変化することにご留意ください。タスクフレームの X 軸と Z 軸は選択されたフィーチャーの最初の方向に依存します。

- 運動：これは、タスクフレームが TCP の運動方向により変化することを意味します。タスクフレームの X 軸は、選択されたフィーチャーの X 軸と Y 軸に展開された面への TCP の運動方向の投影となります。Y 軸はロボットアームの動きに直角となり、選択されたフィーチャーの X-Y 面上にあります。これは、複雑なパスに沿ってバリ取りをする場合に、フォースが TCP の動きに対して直角になる必要がある場合に便利です。ロボットアームが移動しない場合は、次の点にご留意ください。ロボットアームが静止状態のままでフォースモードが入力された場合、TCP の速度がゼロより大きくなるまでは適合する軸がありません。しばらくの間フォースモードのままとなった後、ロボットアームはまた静止し、タスクフレームは前回 TCP の速度がゼロより大きくなった際と同じ方向を持ちます。

後の 3 つのタイプでは、ロボットがフォースモードで作動している場合、実際のタスクフレームを［グラフィック］タブ（14.29）にランタイムに表示させることができます。

フォース値選択

フォースは適合軸と非適合軸のどちらにも設定できますが、効果は異なります。

- 適合：ロボットアームは選択されたフォースを達成するために、その位置を調整します。
- 非適合: ロボットアームはプログラムによって設定された軌道に従いますが、ここで設定された外部フォースも考慮します。

平行移動のパラメーターの場合、フォースはニュートン［N］で指定され、回転の場合は、トルクはニュートンメーター［Nm］で指定されます。

限界の選択

すべての軸には限界が設定できますが、軸が適合であるか非適合であるかに対応して、異なる意味を持ちます。

- 適合：限界は、TCP が軸に沿って、または軸の周りで到達することが可能な最大速度です。単位は [mm/s] および [deg/s] です。
- 非適合: 限界は、ロボットが予防停止することなく許容されるプログラム上の軌道からの最大逸脱量です。単位は [mm] および [deg] です。

試験フォース設定

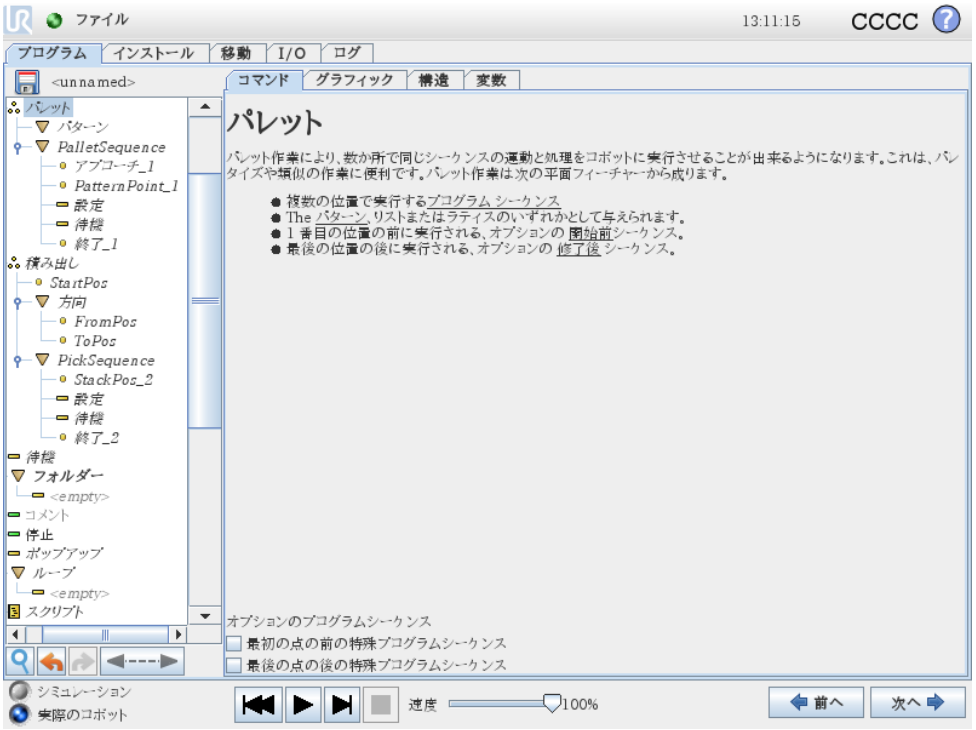
「試験」オン/オフボタンは、教示ペンダント裏面の自由教示ボタンの動作を、正常自由教示モードからフォースコマンドの試験に切り替えます。

［試験］ボタンがオンの状態で教示ペンダント裏面の自由教示ボタンを押すと、ロボットはプログラムがフォースコマンドに達したかのように作動します。この方

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

法により、完成したプログラムを実際に実行する前に、設定を検証することができます。特に、この機能は適合軸とフォースが的確に選択されていることを検証するために便利です。単純に、片手でロボットの TCP を掴んでもう一方の手で自由教示ボタンを押し、ロボットが移動可能な方向と移動不可能な方向を設定します。この画面を終了すると、［試験］ボタンは自動的にオフになります。すなわち、教示ペンダント裏面の自由教示ボタンは再び自由教示モードで使用できるようになります。注：自由教示ボタンは、フォースコマンドに有効なフィーチャーが選択されている場合のみ有効です。

14.25 コマンド：パレット



パレット作業は、「 14.23」で説明したようにパターンとして規定された、一組の場所における連続した運動を実行できます。パターンの各位置で、パターンの位置に関連して、連続した運動が実行されます。

パレット作業のプログラミング

実行するステップは次の通りです。

1. パターンを定義します。
2. 各々の単一のポイントでピックアンドプレースする「PalletSequence」を作成します。シーケンスは、各々のパターン位置で何を行うかを記述します。
3. シーケンスコマンド画面のセレクターを使用して、シーケンス中のどの中間地点をパターン位置に対応させるかを定義します。

パレットシーケンス/アンカー可能シーケンス

パレットシーケンスノードでは、ロボットアームの運動はパレットの位置に相対的です。シーケンスの動作は、ロボットアームが、アンカー位置/パターンポイン

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

トのパターンにより指定された位置に来るようになっています。後の位置は、これに適合するように、すべて移動されます。

アンカー位置に相対的にならないため、シーケンスの中で 移動コマンドを使用しないでください。

「BeforeStart」

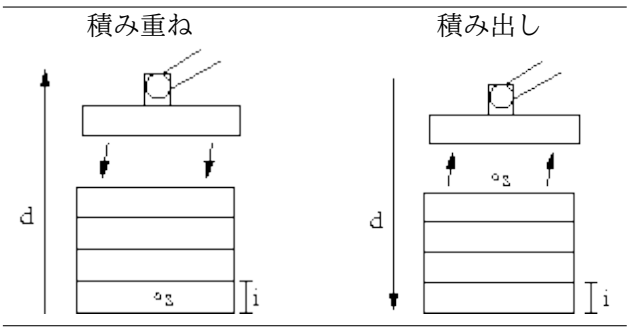
オプションの BeforeStart シーケンスは、作動開始直前に実行します。これは、準備完了信号を待機するのに使用できます。

「AfterEnd」

オプションの AfterEnd シーケンスは、作業完了時に実行します。これを使用して、次のパレットを準備し、コンベア運動を開始させる信号を送ることができます。

14.26 コマンド：探索

探索機能は、センサーを使用して、ワークを掴んだり離す正しい位置に達したことを判断します。センサーは押しボタンスイッチでも、圧力センサーでも、静電容量センサーでも使用できます。この機能は、厚さが異なるワークを積み重ねる作業や、ワークの正確な位置が分からない、またはプログラム化が困難な場合に使用されます。

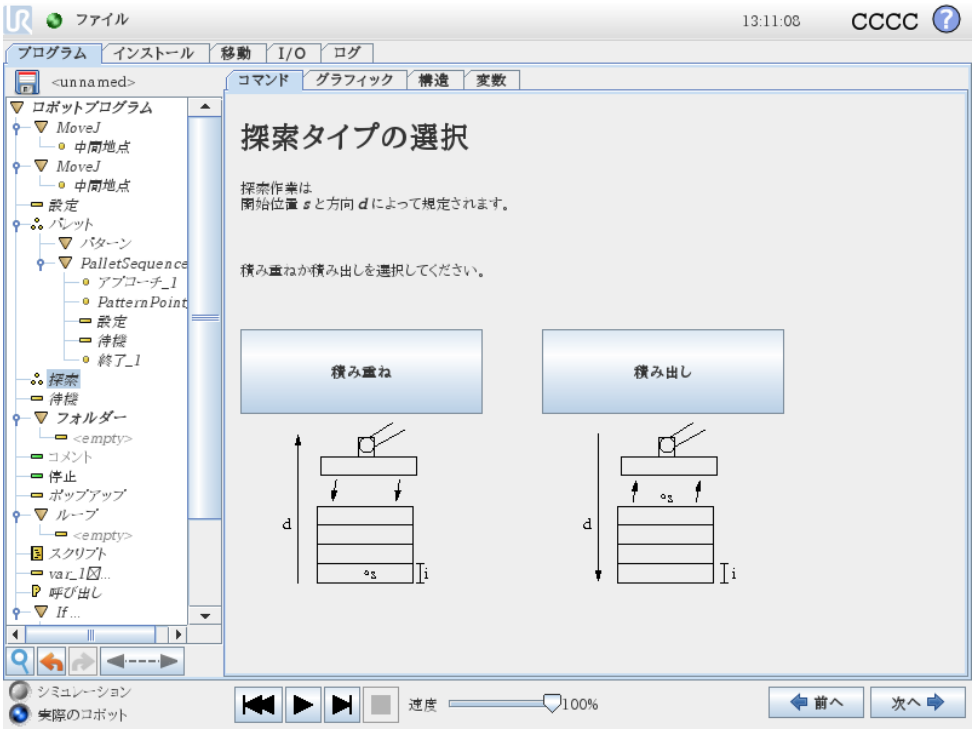


積み重ね作業のために探索機能をプログラムする場合は、s 開始点、d 積み重ね方向、そして i 積み重ねるワークの厚さを定義する必要があります。

その上に、次の積み重ね位置に達した時の条件と、各々の積み重ね位置で実行される特殊なプログラムシーケンスを定義する必要があります。また、積み重ね作業に関与する運動の速度と加速度も規定する必要があります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

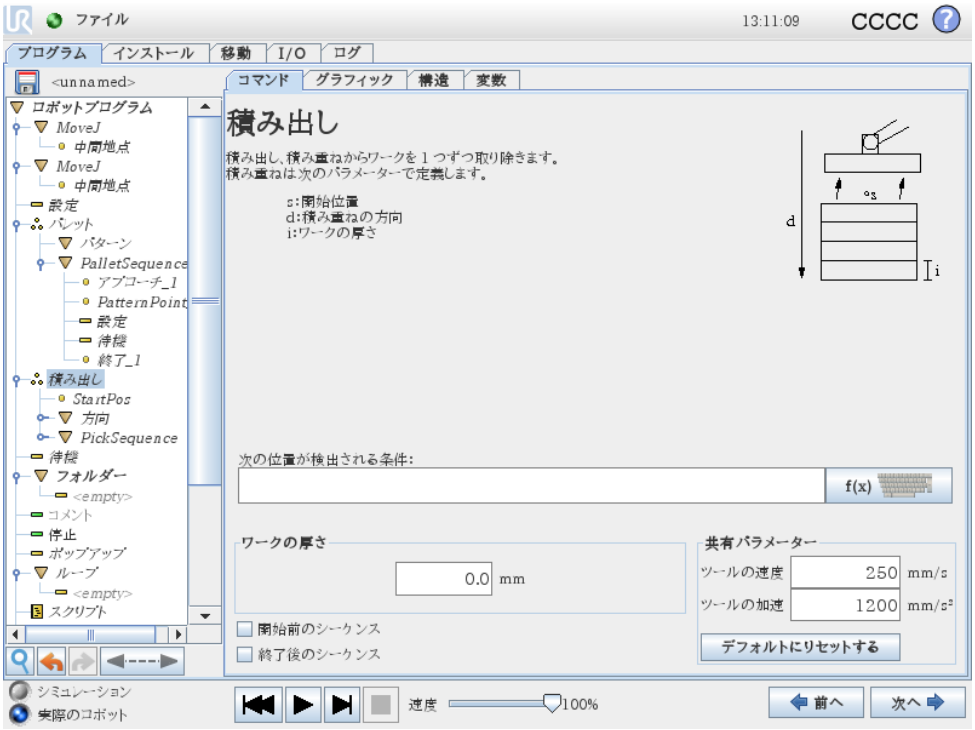
積み重ね



積み重ねの場合は、ロボットは開始点まで動き、次に反対方向に動いて、次の積み重ね位置を探索します。見つかると、ロボットはその位置を記憶して特殊なシーケンスを実行します。次のラウンドでは、ロボット方向に沿ったワークの厚さを加算した記憶位置からは探索を開始します。積み重ねは、積み上がった高さが何らかの定義値を超えた場合、またはセンサーが信号を送った場合に終了します。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

積み出し



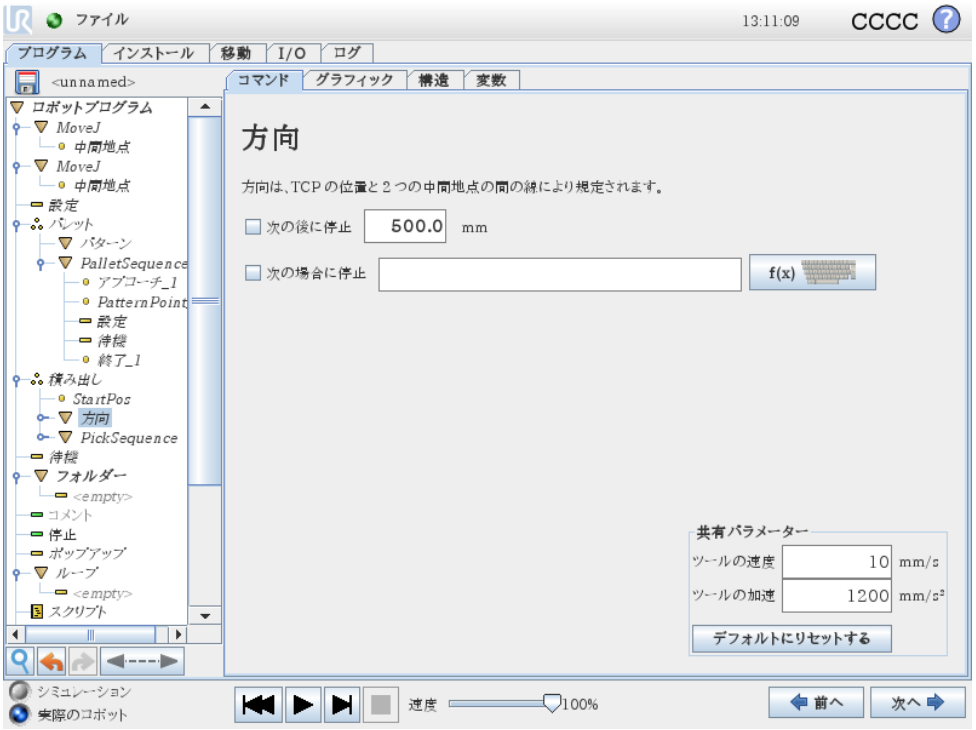
積み出しをする場合は、ロボットは開始位置から次のワークを探索するために所定の方向に動きます。画面の条件によって、次のワークが到達するタイミングが決まります。条件が満たされると、ロボットはその位置を記憶して特殊なシーケンスを実行します。次のラウンドでは、ロボットは方向に沿ったワークの厚さを加算した記憶位置から探索を開始します。

開始位置

開始位置は積み重ね作業を始める位置です。開始位置を省略すると、積み重ねはロボットアームの現在の位置から開始されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

方向



方向は 2 つの位置によって定められます。TCP の第 1 の位置と、TCP の第 2 の位置との間の位置差として計算されます。注：方向は、点の向きを考慮しません。

次の積み重ね位置の式

ロボットアームは連続的に上昇しながら、次の積み重ね点に達するまで、方向ベクトルに沿って動きます。式が真と評価されると、特殊なシーケンスが実行されます。

「BeforeStart」

オプションの BeforeStart シーケンスは、作動開始直前に実行します。これは、準備完了信号を待機するのに使用できます。

「AfterEnd」

オプションの AfterEnd シーケンスは、作業完了時に実行します。これを使用して、次の積み重ねを準備し、コンベア運動を開始させる信号を送ることができます。

ピック/プレースシーケンス

パレット作業（14.25）の場合と同じように、各々の積み重ね位置で、特殊なプログラムシーケンスが実行されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

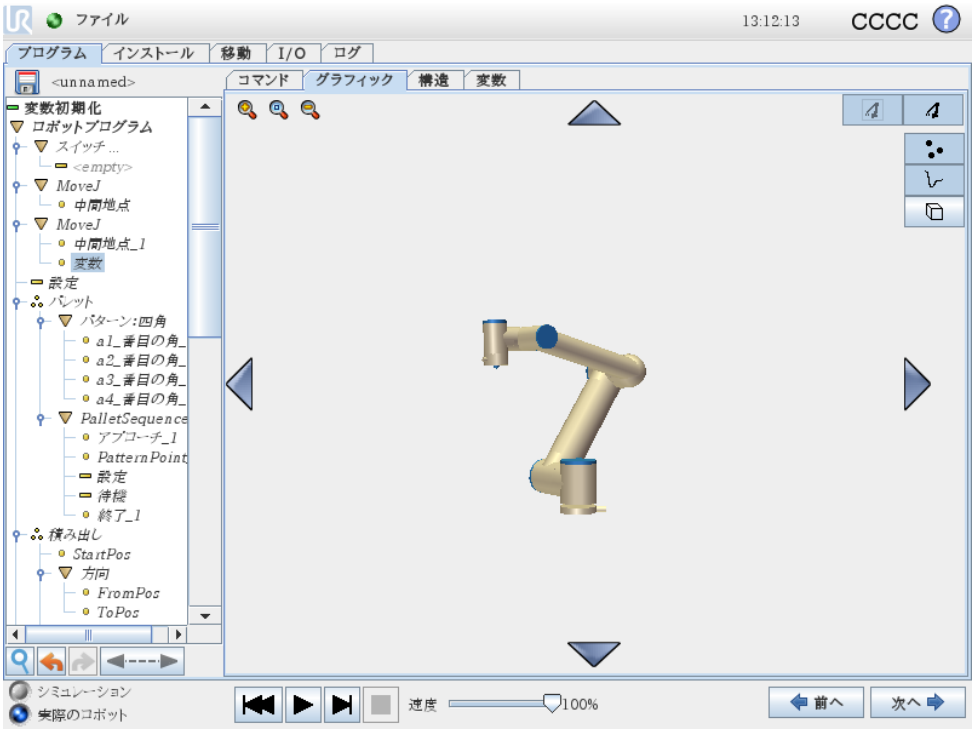
14.27 コマンド：コンベア追跡

コンベアを使用する際、コンベアの動作を追跡するようにロボットを設定することができます。コンベアの追跡にはコンベア追跡のプログラムノードが使用できます。インストールで定義されたコンベア追跡が正確に設定されると、直線または円状のコンベアを追跡できます。このノードは、構造タブのウィザードプログラムで追加できます。コンベア追跡ノードでのプログラム実行中に、ロボットはコンベアを追跡するため動作を調整します。コンベアの追跡中にはその他の動作も許可されますが、コンベアベルトの運動に依存します。

14.28 コマンド：抑制

抑制されたプログラム行は、プログラム実行時に単にスキップされます。抑制された行は、後で抑制を解除することができます。この方法により、元の内容を損なうことなく迅速にプログラムを変更できます。

14.29 ［グラフィック］タブ



現在のロボットプログラムのグラフィカル表示です。TCP のパスは、3D ビューで表示され、運動区分は黒で、ブレンド区分（運動区分の間の遷移）は緑で表示されます。緑の点は、プログラム上の各々の中間地点における、TCP の位置を規定します。ロボットアームの 3D 図面は、ロボットアームの現在の位置を示し、ロボットアームの「影」は、画面の左側で選択された中間地点に、ロボットアームがどのように到達しようとしているかを示します。

ロボット TCP の現在位置が安全面またはトリガー面に近くなる、あるいはロボットツールの方向がツール方向境界の限界（「10.12」を参照）に近くなると、近接

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

境界の限界の 3D 表現が表示されます。ロボットがプログラムを実行している時、境界限界の可視化が無効になることにご留意ください。

安全面は、ロボット TCP を位置決めすることを許可される平面側を示す面法線を表す小さな矢印と黄色と黒で可視化されます。トリガー面は、青と緑、および平面側に向いた小さな矢印で表示されます。ここでは、標準モード限界（「10.6」を参照）がアクティブになっています。ツール方向境界の限界は、ロボットツールの現在の方向を示すベクトルのある球状円錐で可視化されます。円錐内部は、ツール方向（ベクトル）の許可された領域を表します。

ターゲットロボット TCP が限界の近くにいなくなると、3D 表現が消えます。TCP が境界の限界を超えるまたは超えそうになると、限界の可視化が赤に変わります。

3D ビューは、ロボットアームのビューを見やすくするために、拡大縮小や回転させることができます。画面の右上側のボタンを使うと、3D ビューのさまざまなグラフィカルコンポーネントを非表示にすることができます。下のボタンは、近接境界の限界を可視化するオン/オフを切り替えます。

表示される運動区分は、選択されたプログラムノードによって異なります。移動ノードが選択された場合は、表示されるパスはその移動によって定義された運動となります。中間地点ノードを選択すると、次の ～ 10 ステップの運動が表示されます。

14.30 ［構造］タブ

プログラム構造タブは、さまざまなタイプのコマンドの挿入、移動、コピー、または削除を可能にします。

新しいコマンドを挿入するには、次のステップを実行してください。

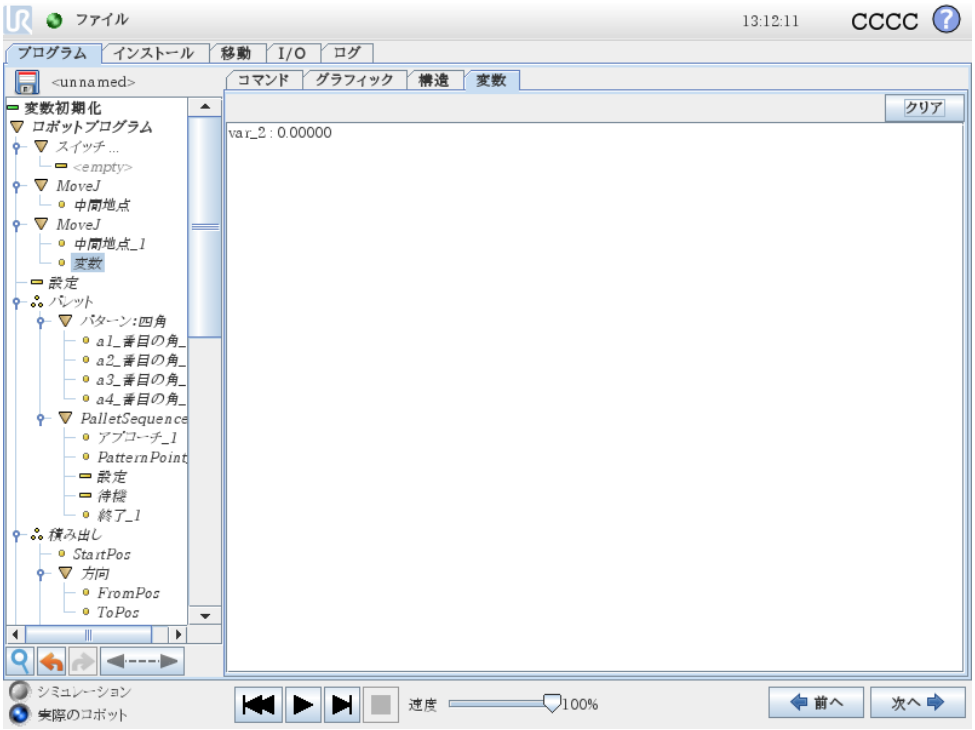
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

1) 既存のプログラムコマンドを選択します。
2) 新しいコマンドを既存のコマンドの前に挿入するか後に挿入するかを選択します。
3) 挿入したいコマンドタイプのボタンを押します。新しいコマンドの詳細を調整するために、コマンドタブに移動します。

コマンドは、［編集］枠内のボタンを使用して、移動/コピー/削除できます。コマンドにサブコマンドがある場合は（コマンドの後に三角）、サブコマンドすべても移動/コピー/削除されます。

すべてのコマンドが、プログラムのすべての位置に適合するとは限りません。中間地点は移動コマンドの下になければいけません（直下である必要はありません）。IF の後には、ELSEIF と ELSE コマンドが必要です。一般的に、ELSEIF コマンドを移動させることはやっかいです。変数は、使用する前に値を割り当てなければいけません。

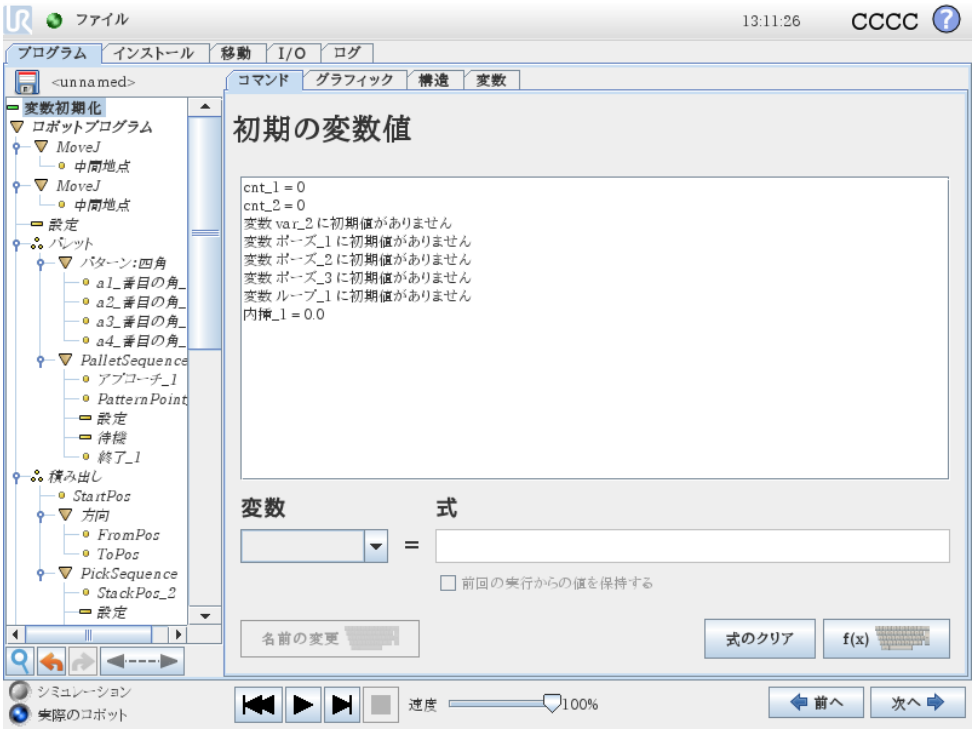
14.31 ［変数］タブ



［変数］タブは実行中のプログラムの変数のライブの値を示し、プログラム実行の間は、変数と値のリストを保持します。表示する情報がある場合のみ現れます。変数はその名前によってアルファベット順に並べられます。この画面の変数名は、最大 50 文字で表示され、値と変数は最大 500 文字で表示されます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

14.32 コマンド：変数初期化



この画面によって、プログラム（およびすべてのスレッド）が実行を開始する前に、変数値を設定することができます。

変数は変数リストからクリックして選択するか、変数選択ボックスを使用して選択します。選択された変数は、プログラム開始時に変数値を設定するために使用する式に入力することができます。

「前回実行時の数値の維持を優先する」チェックボックスを選択すると、変数は、「 14.31」で説明した 変数タブで見つかった数値に初期化されます。これによって、変数がプログラム実行中にその値を維持できます。プログラムを初めて実行する場合、または変数タブがクリアされた場合は、変数は値を式から取得します。

変数は、名前を空白にすることで（スペースのみ）プログラムから削除することができます。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

15 設定画面

- ロボットの初期化 初期化画面に移動します。「 11.5」をご覧ください。
- 言語と単位 ユーザーインターフェースの言語と測定単位を設定します。「 15.1」をご覧ください。
- ロボットの更新 ロボットのソフトウェアをより新しいバージョンに更新します。「 15.2」をご覧ください。
- パスワードの設定 パスワードのないユーザーに対してロボットのプログラミング部分をロックする機能を提供します。「 15.3」をご覧ください。
- 画面の校正 タッチ画面の「タッチ」を校正します。「 15.4」をご覧ください。
- ネットワークの設定 インターフェースを開き、ロボットコントロールボックスのイーサネットネットワークを設定します。「 15.5」をご覧ください。
- 時間 システムの時間と日付、および時計の表示形式を設定します。「 15.6」をご覧ください。
- URCap 設定 インストールされた URCap およびインストールとアンインストールのオプションについては、 15.7をご覧ください。
- 戻る ようこそ画面に戻ります。

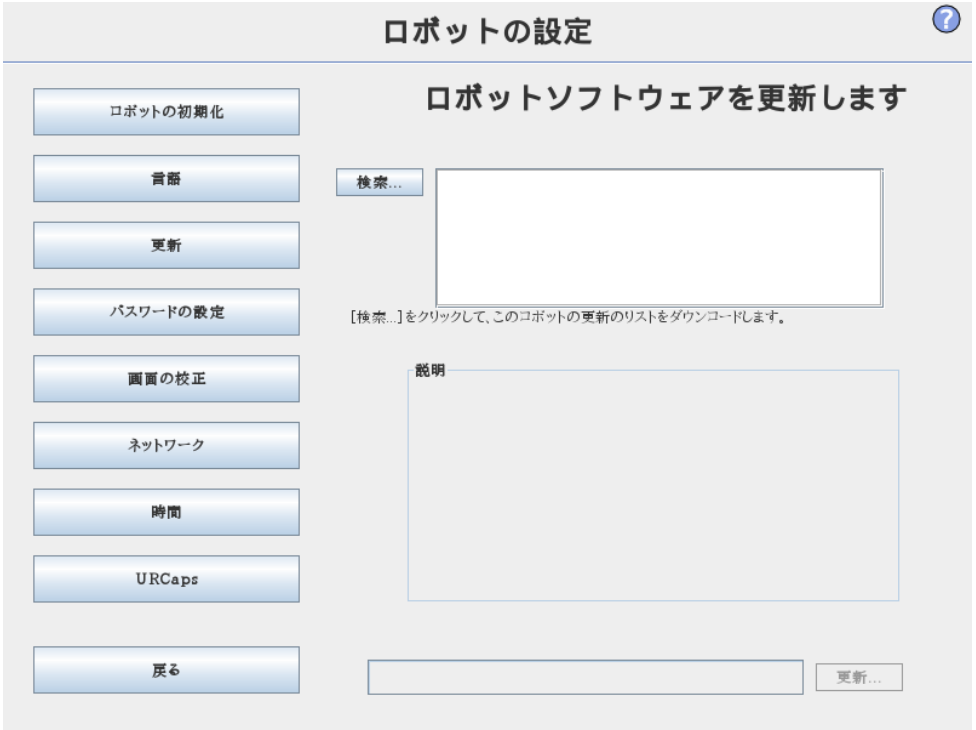
Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

15.1 言語と単位

PolyScope で使用する言語と単位をこの画面で選択できます。選択された言語は、埋め込みヘルプだけでなく PolyScope のさまざまな画面でも表示されるテキストに使用されます。英語で書かれたロボットプログラム内でコマンド名を持つように、「英語プログラミング」にチェックを付けます。変更を有効にするためには、PolyScope を再起動する必要があります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

15.2 ロボットの更新



ソフトウェアのアップデートは USB フラッシュメモリからインストールできます。USB メモリスティックを挿入し、検索をクリックして、その内容を一覧表示します。更新を実行するには、ファイルを選択して更新をクリックし、画面の指示に従ってください。

警告:
ソフトウェアアップグレードの後は、必ずプログラムをチェックします。アップグレードによって、プログラムの軌道が変更されることがあります。更新されたソフトウェア仕様は、GUI の右上隅にある「?」ボタンを押すことで見つかります。ハードウェア仕様には変更がなく、元のマニュアルに記載されています。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

15.3 パスワードの設定

パスワードは 2 つ設定することができます。1 つは任意のシステムパスワードで、ロボットの設定における権限の無い変更を防止します。システムパスワードを設定すると、プログラムをパスワードなしで読み込み、実行することができますが、プログラムの作成や変更において、ユーザーは正しいパスワードの入力を要求されます。

もう 1 つは必須の安全パスワードで、安全構成の変更において正しい入力が要求されます。

注:
安全構成を変更するには、安全パスワードを設定する必要があります。

警告:
権限の無い人物がロボットのインストールを変更することがないように、システムパスワードを追加してください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

15.4 画面の校正

タッチ画面を校正します。画面上の説明に従ってタッチ画面を校正してください。キャップをしたペンなど、先のとがった非金属性のものを使用してください。慎重に忍耐強く行うことでよい結果が得られます。

15.5 ネットワークの設定

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

イーサーネットネットワーク設定用画面です。イーサーネット接続はロボットの基本機能には必要はなく、デフォルトでは無効になっています。

15.6 時間の設定

システムの時間と日付、および時計の表示形式を設定します。時計はプログラムの実行およびロボットのプログラム画面の最上部に表示されます。時計をタップすると、日付が一時的に表示されます。変更を有効にするためには、GUI を再起動する必要があります。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

15.7 URCaps 設定

一番上のリストでインストール済みの URCap の一覧が表示されます。URCap をクリックすると、リストの下の URCap 情報エリアに（URCap の名前、バージョン、ライセンスなどを含む）メタ情報が表示されます。

新たな URCap をインストールするには、画面下部の + ボタンをクリックします。.urcap ファイルが選択できる「File Chooser」が表示されます。Open をクリックすると、PolyScope が設定画面に戻ります。選択した URCap がインストールされ、対応するエントリーがそのすぐ後にリストに表示されます。新たに URCap がインストールまたはアンインストールされた場合は、PolyScope の再起動と、Restart の有効化が必要です。

URCap をアンインストールするには、リストから URCap を選択し、-ボタンをクリックします。URCap がリストから削除されますが、再起動が必要です。

リストで URCap のステータスを示すエントリーの横にアイコンが表示されます。様々なステータスを以下で説明します：

- URCap ok: URCap がインストールされ、正常に実行されています。
- URCap fault: URCap がインストールされましたが、起動できません。URCap の開発者にお問い合わせください。
- URCap restart needed: URCap がインストールされ、再起動が必要です。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

用語集

停止カテゴリー0: ロボットの動作は、ロボットの電力を即時に切ることによって停止します。これは、できるだけ速い各ジョイントのブレーキとしてプログラムされた経路からロボットが逸脱できる、非制御停止です。安全関連制限値を超えたり、制御システムの安全関連部の故障の場合に、この保護停止が使用されます。詳細については、ISO 13850 または IEC 60204-1 を参照してください。

停止カテゴリー1: ロボットが停止を達成するのに利用可能な電力でロボットの動作を停止し、停止が達成されると電力が除去されます。これは、ロボットがプログラミングされた経路に沿って継続する制御停止です。電力は、ロボットが静止した直後に除去されます。詳細については、ISO 13850 または IEC 60204-1 を参照してください。

停止カテゴリー2: ロボットが利用できる残りの電力を使った制御停止です。安全関連制御システムは、ロボットが停止位置に留まることを監視します。詳細については、IEC 60204-1 を参照してください。

カテゴリー3:「カテゴリー」という用語を「停止カテゴリー」という用語と混同しないでください。「カテゴリー」は、特定の「性能レベル」の基礎として使用されるアーキテクチャのタイプを指します。「カテゴリー3」アーキテクチャの重要なプロパティーは、単一の障害では安全機能の損失が発生しないことです。詳細については、ISO 13849-1 を参照してください。

性能レベル: 性能レベル（PL）は、予見できる条件下で安全機能を実行するための制御システムの安全関連部分の能力を指定するために使用される離散的なレベルです。PLd は 2 番目に高い信頼度の分類で、安全機能に非常に信頼性があることを意味します。詳細については、ISO 13849-1 を参照してください。

診断範囲（DC）: は、定格性能レベルを達成するために実施する診断の有効性の尺度です。詳細については、ISO 13849-1 を参照してください。

MTTFd: 危険側故障までの平均時間（MTTFd）は、定格性能レベルを達成するために使用される計算と試験に基づく値です。詳細については、ISO 13849-1 を参照してください。

インテグレーター: は最終的なロボットのインストールを設計する存在です。インテグレーターは最終的なリスクアセスメントの責任を負い、最終的なインストールが現地の法律と規制を遵守することを確実にする必要があります。

リスクアセスメント: リスクアセスメントはすべてのリスクを特定し、これらを適切なレベルに低減する全体的なプロセスです。リスクアセスメントは文書化する必要があります。詳しくは ISO 12100 をご覧ください。

協力ロボットアプリケーション:「協力」という用語は、ロボットアプリケーションにおけるオペレーターとロボットの協力を指します。正確な定義と説明については、ISO 10218-1 と ISO 10218-2 をご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

安全構成: 安全関連機能とインターフェースは安全構成パラメーターから構成できます。これらはソフトウェアインターフェースで定義できます。詳細は IIをご覧ください。

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.

索引

Copyright © 2009–2017 by Universal Robots A/S.All rights reserved.