



Torobo Arm

研究を加速させるために生まれた
ロボットアーム

- 移動マニピュレータの研究
- ダイナミクスを考慮した電流・トルクベース制御
- 力制御を用いた人とロボットの物理的インタラクション
- 多自由度ロボットの運動計画・学習
- ロボット制御の体験的な授業

ロボット研究に特化したロボットアーム

全関節にトルクセンサを標準搭載

各関節の出力軸にトルクセンサを標準搭載しているため、動作時のトルク値をリアルタイムに取得することができます。そのため、位置と力のハイブリッド制御やインピーダンス制御、柔らかい外力追従が可能になります。また、素早い衝突停止を実現できるため、人とロボットの協調の研究や、環境との接触を通じた動作の強化学習などの研究にも活用できます。

制御コントローラのソースコード提供

ロボットアームの制御・動作実行には、リアルタイムで制御ループを回しロボットの関節に電流指令値を与えるロボットコントローラ（マスターコントローラ）と、それと通信しPC上で動作するホストコントローラ（ユーザインターフェイス）を用います。本パッケージでは、研究者の利便性を考慮し、それらのソースコードをサンプルとして提供します。研究者は、自身の研究内容に合わせ、それらを自由に編集することができます。また、サンプルで実装されている運動学・動力学の理論や通信仕様などについての説明が記載されたユーザーマニュアルが添付されます。マニュアルとサンプルプログラムを相互に参照することで、ロボットアームシステムの全貌を理解できます。

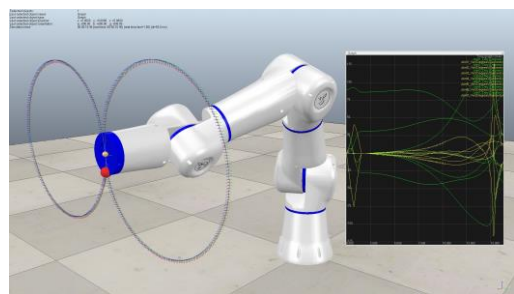
運動学シミュレータとの連携

ロボット運動学シミュレータであるV-REPおよびROS/MoveIt!と連携するための環境（実行モジュール、3Dモデル等）を提供します。これらシミュレータにより生成された関節空間内軌道（関節PVTデータ）をホストコントローラに読み込ませることで、実ロボットの軌道制御を容易に行うことができます。

移動ロボットへの容易な搭載

本ロボットアームはDC24V駆動であるためバッテリーでの運用が可能です。また、ロボットコントローラは、横幅170mm×高さ50mm×奥行き120mmと非常に小型で、重量も約1kgと軽量であるため、移動ロボットへの搭載に適しています。

Torobo Arm 全体構成



運動学シミュレータ（ファイル・3Dモデル）

関節空間軌道データ



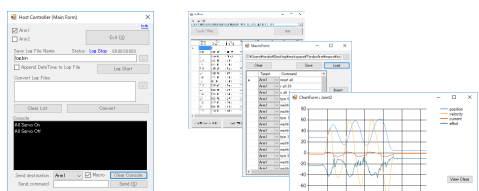
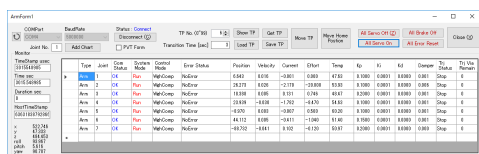
Torobo Arm

アーム制御

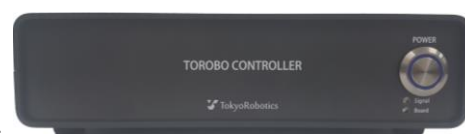
状態情報

パラメータ設定
動作実行

状態モニタ・ロギング



GUIホストコントローラ（Windows）
または、ROS（Ubuntu）



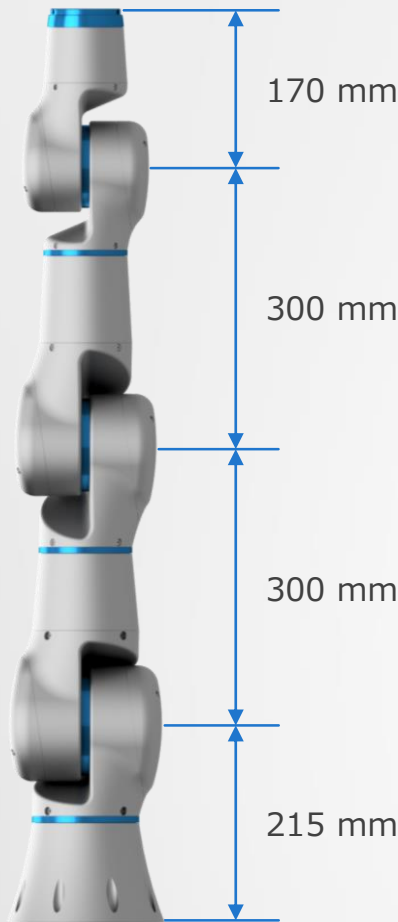
ロボットコントローラ
（マスターコントローラ）

※運動学シミュレータのソフトウェアは、お客様ご自身でご準備願います。

パッケージ内容

Torobo Arm

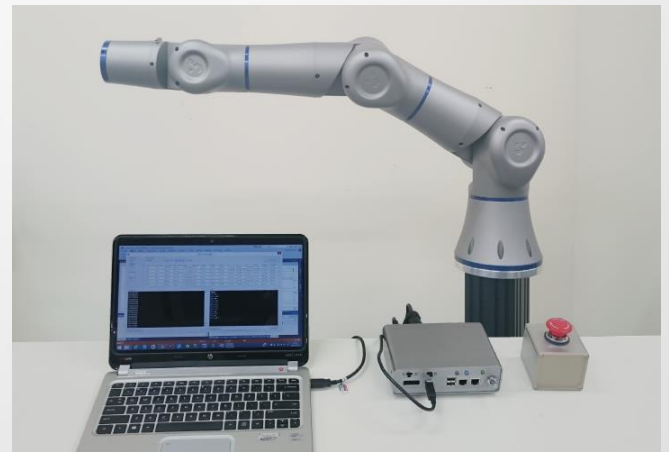
人の腕と同じ7自由度を持っています。



自由度	7	
リーチ長	600 mm	
本体重量	20 kg	
可搬重量	6 kg	
関節可動範囲	J1	+/- 170°
	J2	+ 110° / - 65°
	J3	+/- 165°
	J4	+ 125° / - 70°
	J5	+/- 165°
	J6	+/- 120°
	J7	+/- 170°
関節速度	100°/s (J1-J2) 120°/s (J3-J4) 160°/s (J5-J6) 240°/s (J7)	
繰り返し精度	+/- 0.05 mm	
センサ	19/18 bit absolute encoder (output/input) Torque sensor (all joints) Current sensor (all joints)	
モータ	Brushless DC Motor	
ギア	Harmonic Drive™	
電源	DC24V	

特徴

- 全軸トルクセンサ装備
- 19/18bitアブソリュートエンコーダ（出力軸）
- 産業用ロボットレベルの剛性と繰り返し精度
- 小型・軽量のロボットコントローラ
- 自律ロボットに使いやすいDC24V駆動
- ROS対応



ロボットアーム構成
(PCは付属せず、アーム台座はオプション)

Torobo Arm 制御アーキテクチャ

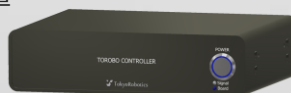
ホストコントローラ (PC)

ロボットコントローラ (マイコン)

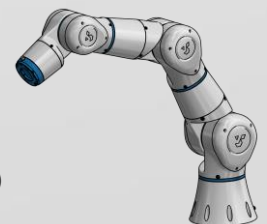
ロボットアーム (各軸マイコン)



制御パラメータ・指令値
アーム関節情報



電流指令値
アーム関節情報
通信周期：1.0 ms (7軸)



制御周期：30 ms
関節ログ周期：1.5 ms
※ベストエフォート

制御周期(各種制御)：0.1 ms
制御周期(動力学補償)：0.5 ms
※リアルタイム

制御周期(電流)：0.02 ms
※リアルタイム

パッケージ内容

サンプルプログラム

Torobo Armを購入のお客様には、サンプルプログラムのソースコードを提供（※）します。サンプルプログラムには、位置制御、速度制御、トルク制御、電流制御、軌道制御、外力追従など、ロボットアームを使用するにあたっての基本機能が実装されています。また、動力学（ラグランジュ法に基づいた重力補償と慣性補償）も実装されているため、さらに高度な制御を実装するための足がかりとしても使えます。

※ソースコードの改変は自由ですが、著作権は譲渡せず、Torobo Armとの併用以外の使用・再配布はできません。

コントローラ	動作環境	言語	開発環境
ホスト	PC (Windows)	C#	Visual Studio
	PC (Ubuntu)	C++/Python	ROS
マスター	マイコン (ルネサスRX71M)	C	ルネサスe ² studio (EclipseベースIDE)

実装されているUI

提供されるUIには以下のものが含まれます。ユーザ好みのUIに書き換えることも可能です。

• Main

制御アームの選択、データログの保存・変換、コマンド入力による各種制御の実行を行います。

• Arm

関節の各種ステータスの確認、位置の教示および教示点への動作指令などができます。

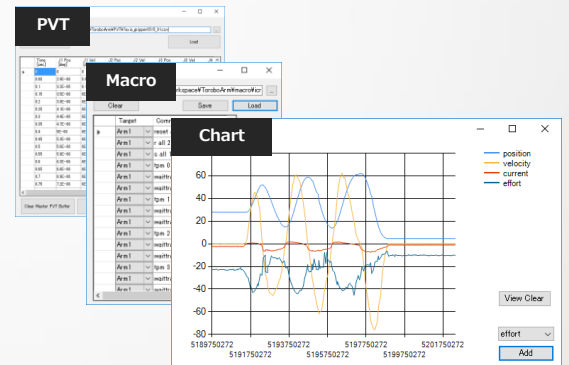
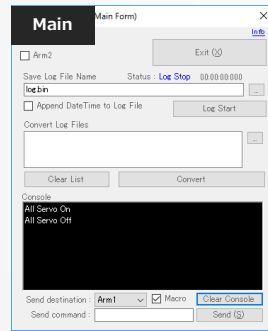
• PVT

運動学シミュレータで生成した関節軌道（CSVファイル）を読みこませることで、軌道制御を行うことができます。

• その他

制御指令のマクロ機能や、ログデータのグラフ化などの機能も実装されています。

Type	Joint	Com Status	System Mode	Control Mode	Error Status	Position	Velocity	Current	Effort	Temp	Kp	Ki	Kd	Damper	Tri Status	Tri Via
Arm	1	OK	Run	WghComp	NoError	6.649	0.016	-0.001	0.000	47.65	0.1000	0.0001	0.0000	0.001	Stop	0
Arm	2	OK	Run	WghComp	NoError	26.278	0.026	-2.170	-20.000	53.93	0.1000	0.0001	0.0000	0.005	Stop	0
Arm	3	OK	Run	WghComp	NoError	18.208	0.005	0.131	-0.746	48.47	0.2000	0.0001	0.0000	0.001	Stop	0
Arm	4	OK	Run	WghComp	NoError	23.839	-0.000	-1.782	-0.470	54.63	0.1000	0.0001	0.0000	0.001	Stop	0
Arm	5	OK	Run	WghComp	NoError	-3.670	0.003	-0.007	0.500	69.20	0.1000	0.0001	0.0000	0.001	Stop	0
Arm	6	OK	Run	WghComp	NoError	44.112	0.005	-0.411	-1.040	51.40	0.1500	0.0001	0.0000	0.001	Stop	0
Arm	7	OK	Run	WghComp	NoError	-69.732	-0.041	0.102	-0.120	59.97	0.2000	0.0001	0.0000	0.000	Stop	0

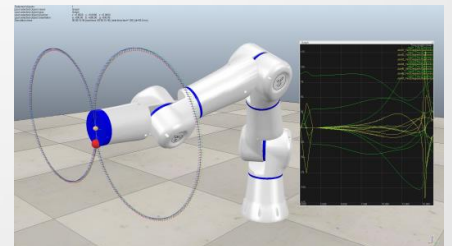


ROSパッケージにおいても同様の画面・機能が実装されています

運動学シミュレータ関連ファイル

ロボット運動学シミュレータであるV-REPおよびROS/MoveIt!と連携するための実行モジュールおよび3Dモデルを提供します。これらシミュレータから出力した関節軌道CSVファイルをホストコントローラに読みこませることで、シミュレータ内で作成したロボットのモーションを再現できます。

※シミュレータソフトウェアはお客様ご自身で用意していただきます。



V-REPを用いて関節軌道を作成する様子

ユーザーマニュアル

ロボットアームの取り扱い方法やハードウェア仕様、サンプルで実装されている運動学と動力学の理論、通信仕様、およびサンプルプログラムについての説明が記載されています。

6ヶ月メールサポート

納品後6ヶ月以内に限り、メールにて、サンプルプログラムの使い方やロボットの仕様についてのご質問にお応えします。

オプション

アームの固定台座やグリッパ等もオプションとして提供しております。また、研究に必要な機器の開発も請け負いますので、お気軽にご相談下さい。

お問合せ先

東京ロボティクス株式会社 <http://robotics.tokyo/>
〒169-0051 東京都新宿区西早稲田2-10-18 パティオ西早稲田101-2
E-mail : info@robotics.tokyo

