

ROS を用いたシステム構築技術 6 ROS 2 を用いたねじ締めシステムの構築

キーワード：ROS/ROS 2、自動化、ロボット

はじめに

大阪技術研では、中小製造業が自動化を進める第一歩として、「小規模な自動化システムを内製すること」が重要になると考えています。自動化システムの内製を効率的に進めるには、標準化されたプラットフォーム(開発環境の基盤)の活用が欠かせません。そこで、オープンソースの ROS (Robot Operating System)¹⁾と呼ばれるソフトウェアプラットフォームがその基盤になると考え、ROS とその後継である ROS 2 を活用したシステムの研究開発や技術支援を行っています。

前報²⁾では、ROS 2 を用いて開発した卓上サイズの良・不良判別システムを紹介しました。本報では、同じく ROS 2 を基盤として開発した卓上サイズのねじ締めシステムを紹介します。

ねじ締めシステム

構築した良・不良判別システムの概要を図1に示します。このシステムでは、ねじ供給位置にあけられた丸穴に入った1本のM5ねじ(六角穴付きボルト)を取り出し、そのM5ねじをねじ穴に締め付ける作業を行います。なお、ねじ供給位置とねじ穴締め付け位置はあらかじめ与えられているものとしています。システムが行う一連の作業を表1に示します。

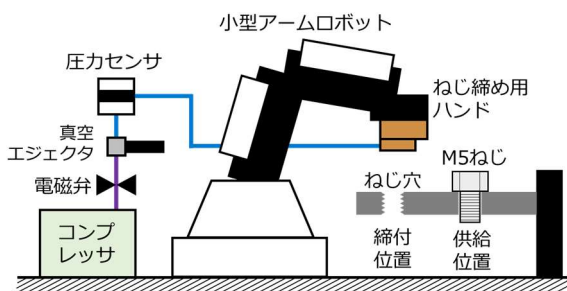


図1 ねじ締めシステムの構成

システムの構成

このシステムは、小型アームロボット、ねじ締め用ハンド、圧力センサ、真空エジェクタ、電磁弁、コンプレッサから構成されます。小型アームロボットにはこれまでと同様に Dobot Magician を、電磁弁と圧力

表1：システムの作業

手順	作業内容
1	ねじ締め用ハンドを初期位置から M5 ねじ供給位置上方まで移動させる
2	ねじ締め用ハンドを M5 ねじの頭に向かって下げていき、M5 ねじを吸着する
3	M5 ねじを吸着したまま、ねじ締め用ハンドを締め位置上方まで移動させる
4	ねじ締め用ハンドをねじ穴に向かって下げていき、ねじを締め付ける
5	締め付け完了後、ねじ締め用ハンドを初期位置に戻す

制御装置として ROS 2 を搭載した PC と、開発用マイコンモジュール ATOM Lite に micro-ROS を搭載して用いました。

ねじ締め用ハンドは、このシステムのために開発したもので、ねじを吸着させる機構とねじを回転させる機構をもちます。ねじ締め用ハンドと圧力センサ、真空エジェクタをチューブで接続し、さらにその真空エジェクタと電磁弁、コンプレッサをチューブで接続しています。それらにより、電磁弁を開くとハンド先端に M5 ねじを吸着できるようにしました。ねじを回転させる機構には Dynamixel 社製のモーター XM540-W150-R を用いました。このモーターは ROS 2 で制御可能で、電流値を出力する機能を持ちます。

前報²⁾と同様に、ねじ締めシステムにおけるノードの全体構成を図2に示します。ロボット制御ノードは良・不良判定システムと同じノードを用いています。モーター制御ノードは、指令を送ることでモーターを制御する機能と、モーターに加わる電流の値を送り続ける機能を持ちます。モーター電流監視ノードは受信した電流値が閾値を超えたことをモーター制御ノードとロボット制御ノードに通知します。通知されたとき、モーター制御ノードはモーターの回転を停止させ、ロボット制御ノードは小型アームロボットの動作を終了させます。micro-ROS Client は圧力センサの値が閾値を下回ったことをシステム全体制御ノードに通知すること、および、電磁弁の開閉

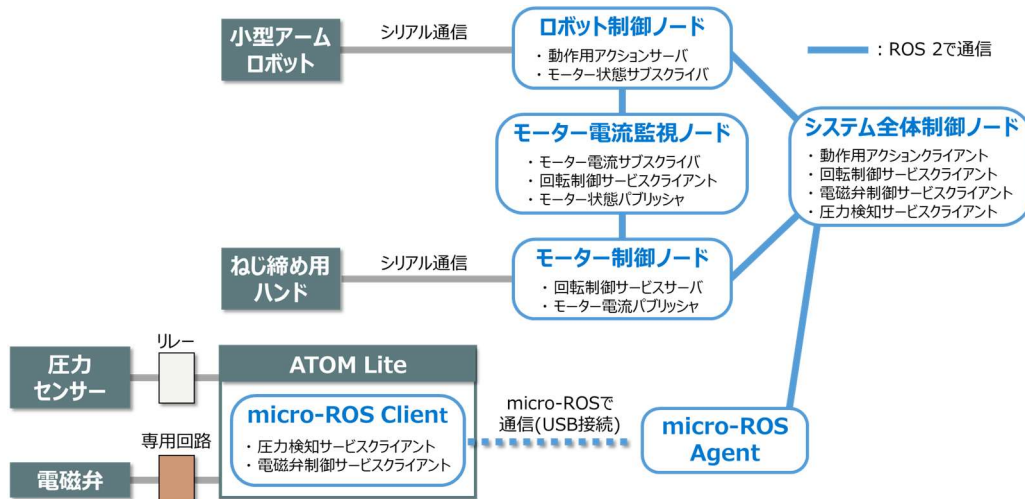


図2 ねじ締めシステムにおけるノードの全体構成

の制御を行います。システム全体制御ノードはシステムの状態に応じて小型アームロボットやモーター、電磁弁を動かす指令を各ノードに送ります。

システムの動作

最初に、ねじ締め用ハンドがねじ供給位置上方に向かう指令を、システム全体制御ノードがロボット制御ノードに送ります。ハンドがねじ供給位置上方に到達すると、システム全体制御ノードは micro-RoS Client に電磁弁を開ける指令を送り、モーター制御ノードにモーターを 30 rpm で回転させる指令を送ります。これによりハンドは M5 ねじを吸着できる状態になります。

その後、システム全体制御ノードは、ハンド先端がねじ供給位置上方から M5 ねじのねじ頭先端まで移動する指令をロボット制御ノードに送ります。その移動の途中で M5 ねじはハンド先端に吸着され、その結果、圧力センサの計測値は急激に低下します。micro-RoS Client は吸着によって圧力が閾値を下回ったことをシステム全体制御ノードに通知します。その通知を受けたシステム全体制御ノードは、ハンド先端をねじ穴締付位置上方に移動させる指令を、ロボット制御ノードに送ります。

ハンド先端は、M5 ねじを吸着し、モーターにより 30 rpm で回転させたまま、ねじ穴締付位置上方に到達します。次に、システム全体制御ノードは、M5 ねじのピッチにあわせた 0.4 mm/s でハンド先端を下降させる指令をロボット制御ノードに送ります。これにより M5 ねじをねじ穴に締め付けます。締め付け中にモーターに流れる電流が閾値を超えると、モーター電流監視ノードからモーター制御ノードに停止指令が、ロボット制御ノードに動作終了指令が送られます。それにより、モーターの回転とハンド先端

の下降が停止し、締め付け完了となります。締め付け完了後、ハンドを初期位置に戻します。

以上のように動作することで表1に示した一連の作業を行います。実際に構築したねじ締めシステムを図3に示します。このシステムの動作は YouTube ORIST チャンネル³⁾にてご覧いただけます。

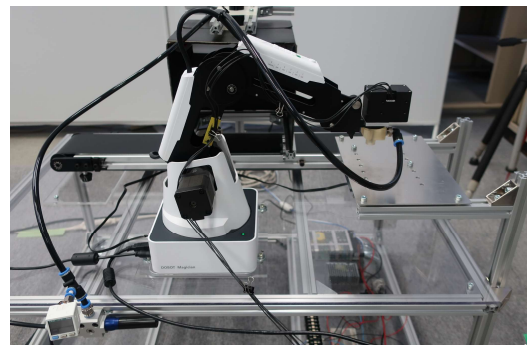


図3 構築したねじ締めシステム

おわりに

本稿では、ROS 2 を用いて構築した卓上サイズのねじ締めシステムについて紹介しました。大阪技術研では、講習会や研修など ROS/ROS 2 によるシステム開発を支援する取り組みを実施しております。ご興味のある方はお気軽にお問い合わせ下さい。

参考文献

- 1) <https://www.ros.org/>
- 2) 大阪産業技術研究所テクニカルシート No.24-20 「ROS を用いたシステム構築技術 5 ROS を用いた良・不良判別システムの構築」
- 3) YouTube ORIST チャンネル, https://www.youtube.com/watch?v=0sjNAGm_XGE

発行日 2025年3月1日

作成者 電子・機械システム研究部 知能機械研究室 赤井亮太、宮島健