

ロボット・メカトロと数学

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2016-11-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 熊谷, 正朗 メールアドレス: 所属:
URL	https://tohoku-gakuin.repo.nii.ac.jp/records/622

ロボット・メカトロと数学

ロボットと、ロボットではないメカトロの境界はなんでしょうか。そもそもロボットの定義はなんでしょうか。

ということは、業界ではそこそこタブーな雰囲気の問題で、ロボットの専門家でも言葉を濁します。すくなくとも、ロボットがメカトロの範疇にあるところまでは、異議を耳にしません（ので、からくり人形は純メカであるためロボットにあらず）。少し前まではロボットというと人の形が想起されていましたが、「お掃除ロボット」が「腕脚頭のない丸い円盤でもよい」ということを一般に広めました。このことはロボット研究分野では当然でしたが、一般の認知を得た、ということは、お掃除ロボットが成した歴史的転換点と言えます。一方で、機能的には高度な全自動洗濯機や、工場の生産設備、自動運転自動車は「ロボット」とは呼ばれません。なぜでしょうか。

その疑問に答えようとしてたどり着いた私なりの答えは「メカトロ機器でロボットと名前を付け、他人に納得されたらロボットである」という「名前だけ」説です。ただ、すでにロボットではないものにロボットと名前を付けると、たとえば全自動洗濯機に洗濯ロボと名前をつけると、それはロボットではない、ただの洗濯機でしょう、とツッコミを受けます。それゆえ、お掃除ロボットは「勝手に走り回る」という画期

的な機能を付けた（そもそも車輪移動ロボットの一種に分類されますが）段階で世に「ロボット」として出したことで、ロボットになり得た、というわけです。その路線で行くと、たぶん身の回りでは、オープンレンジに調理機能が付いたときに、調理ロボという名前になるかが、ロボットになり得る最後の勝負と思います。

さて、本当に名前だけか、というと、そうでもありません。JIS (B0134) の産業用ロボットの定義は、「自動制御によるマニピュレーション機能又は移動機能を持ち、各種作業をプログラムによって実行でき、産業に使用される機械」とされていました（2015年に変に具体的な内容に改訂されたようですが、これに合致するもののなかに「ロボットとは呼ばれなかったもの」がある一方で、やはり単なるメカトロ機器とロボットのイメージの間には、なにか違いはあります。

その違いを超えるため、つまりロボットっぽいものをつくるときに加える必要があるものに数学があります。もちろん、一般的なメカトロ機器でも各種制御を行うため、また種々の解析のためには数学が必要ですが、腕状、脚状のロボット、お掃除ロボットや自動運転自動車を含む車輪移動ロボット、最近流行のドローンなどの飛行ロボットでは、複数の動作を統合するための、主に空間的な数学が用いられます。

熊谷正朗 —KUMAGAI MASA-AKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授／仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



たとえば、腕や脚のロボットは複数の関節が固い部材で連結されていてできています。これを制御するためには、手先、足先をこんな感じに動かしたいという動作の計画に対して、それを実現するための関節ごとの動作を算出する必要があります。

それにはまず、各関節の角度を指定したときの手先の位置と向きを算出する計算式を立てます。ここには、回転軸があれば必ず出てくる三角関数 (cos/sin/tan)、空間の計算をしやすくするためのベクトルや行列を用います。このあたりは、高校や受験で出てきても、大学の基礎教育でも嫌われることの多い数学なのですが、実際には話を簡単にするためのツールです。行列ベクトルなしでやろうとするともっと悲惨なことになります。

この、関節角度→手先位置の計算を順運動学と呼びますが、これを使うとその反対、手先→関節の逆運動学の計算を行うことができます。いくつかの方法がありますが、直感的な方法の一つ。あるロボットの姿勢(関節の角度を決めたところ)から、計算の上でだけ、各関節を一つずつ、ちょっとだけ角度を変えてみます。たとえば、±0.1度など。そうすると、どの関節を動かしたときに、手先がどの方向に動くかの見当がつかます。ご自分でもいくつかのポーズで肘を少し曲

げたり伸ばしたりしてみてください。同じ関節の曲げ伸ばしでも、そのときのポーズに応じて手首はさまざまな方向に動きます。この関係をもとにすると、手先を目的の方向に動かすには、どの関節をどちら向きにどの程度曲げれば良いかがわかります。一発で目的位置までは動かせませんが、この計算を少しずつ繰り返すと次第に目的の手先位置に近づきます。そうして得られた関節角度をロボット実機に指令するわけです。この計算を用いると、腕ロボットでは避けるべき特異姿勢の計算もできます。

車輪ロボットも同様に、種々の形態に対して、思いどおりに走らせる車輪の動かし方、または実際の車輪の回転から自分の位置を割り出す方法などを計算できます。

というような、ロボットのための数学を、後期担当の科目「ロボット基礎工学」で講義します(ネット上に資料あり→科目名で検索)。ロボットと名前が付くとロボットの仕組みを覚えそうなのですが、実態は数学なので、1回目には「これは数学科目」と念を押しました。この科目の裏の到達目標は「人型のロボットが歩くときに、なぜ膝を曲げているかを、お正月に親戚に自慢げに説明できるようになる」ですが、そこまでがんばって数式を積み上げていくことにしましょう。