

プラモデルとロボットの自由度

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-10-13 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/410

プラモデルとロボットの自由度

去年の秋、私は初めてまともにロボットのプラモデルを完成させました。子どもの頃に2、3回は挑戦していましたが、すべて途中で断念。すでに自分で工作するようになっていたことが災いして、ろくに説明書を読まずにフィーリングでつくるので組立に失敗し、なにより当時のプラモデルは接着が必須で、塗り絵のような作業が大の苦手だった私にはとてもむずかしいものでした。それでもあえて今ごろ、それもかなり部品点数の多いモデルに挑んだことにはわけがありました。

さて、現実にもさまざまなロボットがあります。産業界では製造現場などで水平多関節・スカラ型ロボットや人間の腕に近い形のロボットなどが活用されています。これらでは関節の数が重要なスペックで、今回はその話です。

ロボットができる作業を評価するときに「自由度」という表現があります。自由度は簡単には「他に制約されることなく自由に調整できる動作の数」です。たとえば、ロボットの手の位置は、上下方向、左右方向、前後方向と3方向に自由に動かせれば、空間のなかで好きに指定できることになり、これで3自由度と数えます。もし水平運動だけで十分で上下方向は不要、という場合には2自由度になります。手の向きについては面倒ですが、簡単には上下方向の軸周り、左右、前後と3方向の回転で任

意の向きをつくれますので、これも3自由度です。また、水平面内だけなら1自由度です。位置と方向の合計で、空間ではフルで6自由度、平面内では3自由度です。

さて、この自由度の動作を実現するために、どのようなロボットが必要かという点、設計にもよりますが、一般には、関節の数が目標動作の自由度数あればよいことになっています。関節は1軸周りの回転か、1軸方向の直線運動かで「1関節」と数えます。つまり人間の肩のようにどの方向にも曲がる場合は3関節分あるとします。この関節数の範囲の自由度で手を動かさせます。人間の腕がそうであるように、回転する関節だけでも位置の調整はでき、逆運動学と呼ばれる計算でロボットの手の位置姿勢から必要な関節角度を求めます。

では、自由度が不足するとどうなるでしょうか。水平面内ではしか動かないロボットには、どう制御しても上下方向に動かすことはできないような直接的制約があります。もう一つの制約は動作の干渉です。人間の腕で、手首が曲がらない場合を考えてみましょう。肩や肘を使うと、手の位置は自由に動かさせます。しかし、手の位置に応じて、必然的に手の方向が決まります(たとえば常に肘→手首の方向を向く)。逆に手の向きを決めようとすると手の位置が制約されます。つまり、連動する形で、結果的に自由にな

熊谷正朗—KUMAGAI MASAOKI—

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。



らなくなるわけです。

このような制約を許容できれば、軸数を減らし、より安価なロボットを採用できます。たとえば、丸い物は向きがなく、位置だけ合わせればよいのですが、四角い物は方向が重要なので向きをそろえる自由度が余分に必要になります。また、マシニングセンタなどでは5軸が多くみられますが、これは一番最後がエンドミルなどの回転工具であるため、そのねじれ方向は調整する必要がなく(先を向けるだけ)、自由度が一つ不要になるためです。注意点は、自由度は数学的なもので、さらにメカの寸法や関節の可動範囲がさまざまな制約となることです。自由度は検討を始めるための「最低の軸数」の目安と考えるとよいでしょう。

というわけで、ロボットの自由度の教材によいのは?との観点から、いまさらプラモデルに挑んだわけです。幸い、今はパチパチはめればできるので、ちゃんと説明書を読みながら、完成させることができました。しかも全体を見せる用と内部の骨組み機構構造用の2体。

自由度の教材にする、という点で目的を果たせたとともに、モデル本体の機構設計と樹脂成形のための金型設計(それに対応した部品設計)もたいへん興味深いものでした。このモデルは、同一ロボットでありながら、すでに同シリーズでVer.3まであります(35年近く前からの

歴史からするとのべ10種類以上はあるはず)。そこまで改良される理由は、おそらく当時のアニメのつくり方にあります。いまのアニメに出てくるロボットは、最初から3次元CADなどでモデル設計されるものが多く、画面の中でもCGとして作画され、おもちゃ化もスムーズです。一方、以前は手書きで、ロボットの動作ポーズなども人間を参考につくっていたので、人間にはできるけどメカでやるには無理がある、というケースが多かったのです。たとえば、背中から武器を抜くなど。そのため当初のプラモデルでは、アニメの中のシーンを再現することは到底不可能でした。このプラモデルの改良は「当時のつくりでは無茶だった」ことをいかに実現するかの追求であるように見えます。骨格にあたる部分にさまざまな関節を用意し、外装も見た目に留意しつつその動きを妨げないようにする、そのようなデザインの現実化の努力のようです。合わせて、生産性の向上のため、従来は複数のスライド部分が必要だった金型から、単純に2つの金型を合わせるだけで済むような部品形状への改良もあったようです。

プラモデルの技術、未経験という方も久しいという方も、一度、確認してみたいかかでしょう。いろいろな発見があると思います。