

こんなロボットが作りたい

第1章

まずは仕様出しから始めよう

林原 靖男

ロボットを作るときに、まずやるべきことは、『**どういうロボットを作りたいのか**』をはっきりさせる——つまり、**要求仕様を明確**にすることである。そのうえで必要な知識を集めたり、ほかのロボットのしくみを知り、具体的な構成を決めていく。ここでは、どのような過程を経てTIrobo01-CQが具体化されていったのかを見てみよう。
(編集部)

1. ロボット作りに必要な知識

さまざまな分野を取り込むロボット技術

ロボットは、メカニクス、エレクトロニクス、コンピュータ・プログラミングの技術を駆使して設計・製作されます。それだけ要求される技術の幅が広く、専門の枠を飛び越えることを要求します。図1に、ロボット製作で必要となる知識と技術の分野を示します。このように、ロボット技術は、センサ技術、制御技術、画像処理、人工知能、音声処理など多くの分野を取り込んで、進化しつつあります。その中でも、もっとも早い進化を遂げているのが、組み込みシステムをはじめとするコンピュータ・エンジニアリングの世界です。

ロボットもマルチ CPU 化

昔は夢のように語られていた2足歩行ロボットが、今やホビーとして、だれでも楽しめる存在となりました。それを可能にしたのが、コンピュータの小型化、高速化、省電力化、そし

てネットワーク化などの技術です。写真1に、小型のヒューマノイドを紹介します。これは、筆者も製作に加わったロボットですが、モータ制御用として各関節にCPU(AVR)があり、メインのコンピュータ(CPU はSH-4 を使用)からの信号に応じて、角度を制御するようになっています。ロボットの関節数は22個あるので、合計23個のCPUにより、このロボットは制御されます。モータの制御は各関節のコンピュータが担当します。そのため、メインのコンピュータは、センサ値に応じた挙動の生成など、より上位の処理に専念できます。このように、コンピュータの進化は、ロボットの世界を変えつつあります。

近年、『ユビキタス・コンピューティング』ということばが注目を浴びています。ロボットの世界はユビキタスとは違いますが、多くのCPUを機能ごとに配置して、それらが協調することで、目的を達成するという考えが主流となりつつあります。

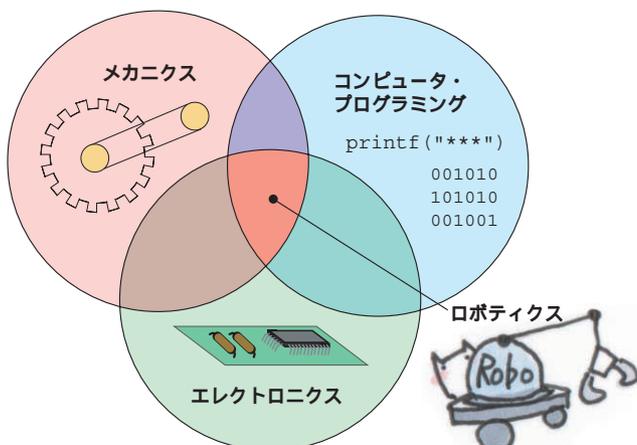


図1 ロボット製作に必要な知識と技術の分野

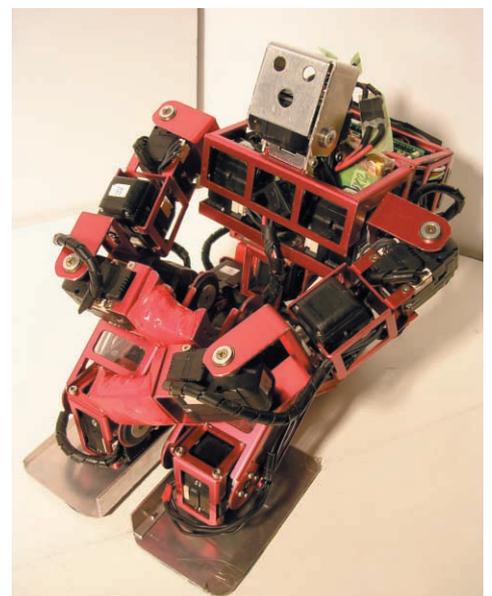


写真1
23個のCPUを搭載したロボット

2. どのようなロボットにするか

仕様決定のための指針

ここで紹介するロボット『Tlrobo01-CQ』もこれに従い、多くのCPUを機能ごとに分散し^{注1}、それをネットワークでつなぐ方式を採用しました。また、移動ロボットの知能化のために、筑波大学油田研究室で開発された走行制御技術を用いました。これにより、比較的簡素でありながらも、先端的なロボットに劣らない機能をもつロボットになりました。

今回は、学習用ということで、システムが複雑になり過ぎないことにも配慮しました。これらのことを念頭に置きながら、仕様を決定するときに作成した指針は以下のとおりです。

- (1) 教育用途を想定した、オープンかつわかりやすいシステムとする
- (2) 移動機構(台車)とアームをもち、簡単な作業を行わせる
- (3) 台車の制御は、単純なホイールの回転制御ではなく、目標軌道に追従する高度な制御を用いる
- (4) フレキシブルに構成を変更できるように、各部分の制御はサブモジュールに担当させて、それらをネットワーク経由で接続する
- (5) ロボットの頭脳部分(以下、統括制御モジュール)に小型サーバを用いる。それにより、将来的な拡張性を確保する
- (6) 小型サーバにはUNIX互換のOSを採用することで、良好な開発環境を得る
- (7) ロボットのための用途だけではなく、さまざまな分野で応用できる構成とする

このような指針の下、設計および製作したロボットを写真2に示します。なお、ハードウェア(電子回路部)の詳細に関しては、トランジスタ技術2006年9月号に掲載しているので、そちらを参照してください。

市販品を用いることで機構設計&開発の手間を軽減

本誌の読者の方々は、おそらく、電子やプログラムの専門家であり、メカの設計には不慣れであると思います。そこで、メカの設計および開発の負担を減らすために、市販のホビー用ロボット・アームのキットを使用しました。

このキットは、精度と可搬重量の制限で、簡単な作業しか行わせることができませんが、ロボットを学ぶためには十分な要素が含まれています。ちなみに、台車とアームを組み合わせたこのようなロボットを、『モバイル・マニピュレータ』と呼びます。

3. ロボットの設計手順

ロボットを設計・製作する方法は、人によりさまざまですが、一例としては以下のような流れが挙げられます。

- (1) 目標と制限の明確化
- (2) アイデアの検討

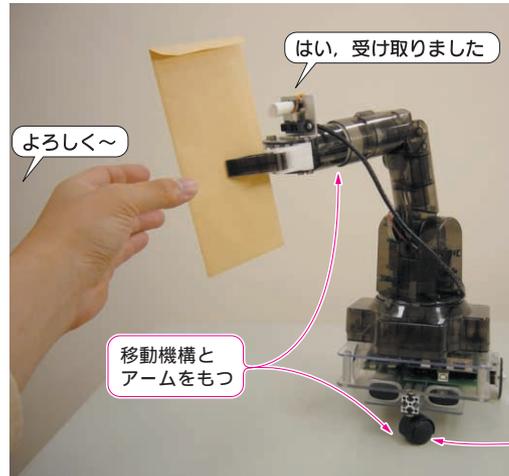


写真2 開発したTlrobo01-CQ

- 各部分の制御はサブモジュールが担当
- オープンかつわかりやすい
- 頭脳となる部分にはNetBSDを使用
- ロボットだけでなく、さまざまな分野に応用できる

- (3) 仕様の決定, 設計
 - (4) 部品の発注, 加工, 組み立て
 - (5) ソフトウェアの開発
 - (6) 性能評価 (4)に戻る
- 以上の項目について、詳しく述べていきます。

目標と制限の明確化

まずは、ロボットが満たさなければならない条件をよく検討します。コンテスト用のロボットなどは、比較的是っきりした目標があります。しかし、一般的にロボットを作るときには、「あれもしたいこれもやりたい!」と目標があいまいになることが多々あります。

今回のTlrobo01-CQに関しては、読者の皆さんにロボットのしくみを伝えることを目標にしているので、かなりあいまいな状態から始まりました。最終的には、人から人へ物を渡す作業を目標としました。これはセンサを搭載したモバイル・マニピュレータらしい作業を考えたからです。

アイデアの検討

先の制限の中で、どうすれば確実に、すばやく、簡単に目的が達成できそうかという観点から、ロボットのアイデアを出します。そして、それが妥当であるかを検討します。

Tlrobo01-CQの場合、人から人へ渡すためには、どのようなメカやセンサが必要かというアイデアを出して、それが妥当かどうかを検討しました。

たとえば、センサについては、人や障害物の検出のために、焦電型赤外線センサとPSD距離センサを使用することを、この時点で決定しました。

仕様の決定, 設計

次に、アイデアの段階から、より具体的な仕様を決定していく段階に入ります。なお、仕様を決定していく過程の一例を、

注1:ここでは、各機能をすべてモジュール化し、“モジュール”という単位でとらえることとした。