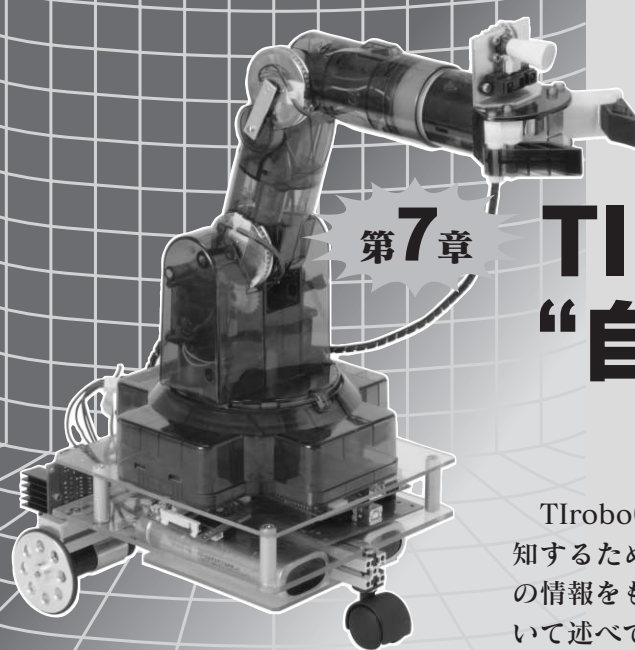




自動的に人を検出して動くようにしたい

第7章

TIrobo01-CQ “自律化”への道

林原 靖男

TIrobo01-CQのアーム部は、外界の状態（ここでは人がいるかどうか）を検知するための感覚器（センサ）を備えている。本章では、これらの感覚器からの情報をもとに、アーム部が自律的に行動できるようになるまでの道のりについて述べていく。

（編集部）

1. “自律化”の条件とは

● 似て非なるもの——“自律化”と“自立化”

さて、“自律化”と同じようなことばに“自立化”というものがあります。“自立化”とは、ほかの助けを借りずに存在することなので、厳密に考えると非常に難しい課題です。

これに対して、“自律化”というのは、自分の規範に沿って行動することを指します(図1)。ここでは、“自律化”するための方法を、周辺の知識や技術を含めながら解説していきます。

ちなみに、AIBOなど最近のロボットは、人の手を借りずに充電するなど、自立し始めているような気もします。ただし、行動を記述するプログラムを人の手で書いている限りは、自立していないという意見もあります。このあたりの判断は難しいところです。

● アーム部がもつ機能

自律化に関して検討する前に、このアームがもつ機能を考え

ます。一般的にロボットは、運動機能と感覚機能があります。ここで、今回のロボットの機能をリストアップします。これらの機能を適切に組み合わせて、自律的な動きを作り出します。

▶ 運動機能

- 関節の回転

▶ 感覚機能

- 関節角の検出
- 人の有無の検出
- 距離の検出

これらの機能を統括制御モジュールで、うまく組み合わせて処理の流れを作ることで、自律的な動作を行わせます。

● 環境との相互作用

さらに、自律的な動きを作り出すためには、環境との相互作用が重要となります。ロボットが運動することで、環境に対してどのような影響を及ぼすか。また、ロボットが環境からどのような影響を受けるか。このような検討が必要です。

このように、ロボットと環境が相互作用しながら、ある目標を達成するという考えは、実体をもつロボットでは重要です。以上のことを念頭に置いて、以下の項目に関して検討します。

作業目標の設定

作業環境を想定

ロボットの機能をどのように組み合わせるかの検討

● 作業目標の設定

まずロボット・アームの作業目標を設定します。移動台車を含むロボット TIrobo01-CQ は、

『人を見つけて、物を受け取る』

という作業が作業目標の一つです。ここでも、それにない、人の手先を見つけて、ものを受け取ることを目標とします。ただし、アーム部単体の作業領域はあまり広くありません。そのため、人の手先を検出して、その方向に手先を伸ばして、ハンドで掴むのが、実際の作業になります。

人の手先を見つけて受け取る



図1 ロボットの“自律化”

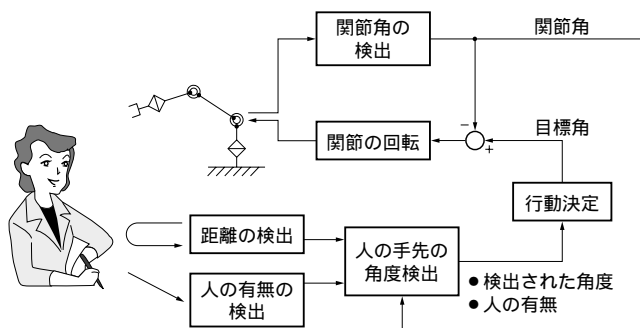


図2 処理の流れの概要

● 作業環境を想定

次に作業環境を想定します。アーム部だけ見れば、移動機構はないので、テーブルの上で作業することを想定します。

いま、テーブルの近くに人がいて、その人がアームに向けて、軽くて小さいものを差し出しているとします。アーム部が手先を伸ばして、ハンドを広げるので、人はハンドの中に物を入れるとします。

Tlrobo01-CQは、さほど多くのセンサを搭載していないので、相互作用が比較的少ない作業となります。

2. “動かし方”を検討

● ロボットの機能をどのように組み合わせるか

このような条件の下、ロボットの機能をどのように組み合わせ、作業目標を達成するかを検討します。まずは大まかに、処理の流れを図2に示します。まず、各センサの出力を用いて、人の手先がある方向を検出します。次に、得られた角度に基づいて、アームの手先を制御します。さらに、ハンドを制御して、人からものを受け取ります。

● 関節角の角度制御

アームでは、関節角を指定の角度にするために、角度制御を用います。これは、関節角を検出する機能と、モータで関節を回転させる機能を組み合わせることで実現できます。この角度制御を、ベース関節、肩関節、肘関節で行います。

● 人の手先の検出

人の手先の検出は、距離の検出、人の有無の検出、関節角の検出を組み合わせることで行います。ロボットは、距離データと関節角のデータに基づいて、人の手先がどこにあるかを推定します。ただし、それが本当に人の手であるかどうかは、人の有無を検出するセンサの出力に基づいて判断します。

3. 運動学と逆運動学

機能を組み合わせて望みの行動をさせるためには、各機能に関しての知識を得ることが重要です。ロボットは、メカニクス、

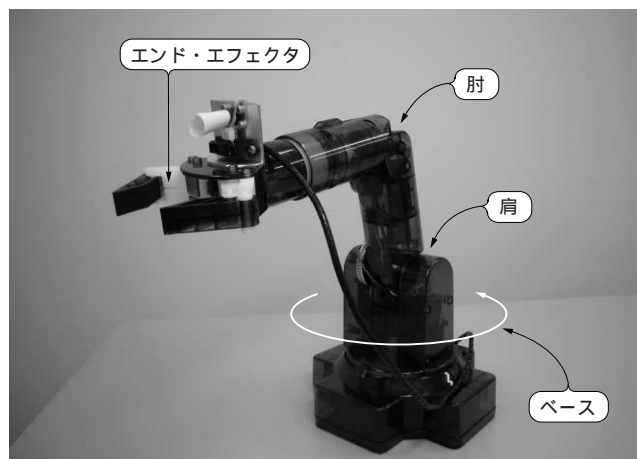


写真1 エンド・エフェクタ

エレクトロニクス、コンピュータ・プログラミングの複合体です。適切なプログラムを作成するためには、前提となるこれらの知識をある程度得て、応用できるようにすることが必要です。ここでは、各機能に関して、その背景となる知識も含めて解説します。

● 関節を回転する機能——運動機能

アーム部は、モータを駆動することで関節を回転します。これにより、アームの姿勢が変化し、エンド・エフェクタ(写真1)のある手先の位置が変化します。エンド・エフェクタとはアームの手先に付ける装置のことで、今回はハンドがそれに相当します。

溶接ロボットなどでは、溶接を行う装置などがエンド・エフェクタとなります。このように、アームにおいては、実際に作業を行う手先の位置が重要です。

● 関節角の変化による手先の位置の変化

関節角の変化により、手先がどのように変化するかについて解説します。ロボット工学では、このような問題を運動学(kinematics, 順運動学ともいう)と呼びます。機構学(機構学)の一種で

