

# パッシブロボティクスに基づく人間支援ロボット

ひらた やすひさ  
平田 泰久 (東北大学 大学院工学研究科 准教授)

## パッシブロボティクス?

みなさんが何かの機会に「ロボットを作ってみよう!」と言われたら、どのような材料(特にどのようなアクチュエータ)でロボットを作りますか? ロボコンマガジンでも多くのロボットが紹介されていますが、その多くはモータを使っています。

通常、ロボットでは、関節や車輪に駆動力を発生させるためサーボモータを用いており、それらをうまくコンピュータで制御することによって、ロボットにいろいろな機能を実現しています。しかし、今回この記事で紹介するのはサーボモータを一切使わないロボットです。モータは通常、電流を加えると駆動力を発生するのでアクティブ(能動的)に動作するといわれますが、今回紹介するのはモータを一切使わないのでアクティブに動作しない、すなわちパッシブ(受動的)なロボットと呼びます。このような駆動力を発生しないロボットの運動を制御するロボット技術がパッシブロボティクスであり、ここではその技術の一端を紹介いたします。

## なぜパッシブロボット?

通常、人間と隔離されて使われてきた産業用ロボットや人を楽しませてくれるエンターテイメントロボットなどでは、サーボモータをはじめとしたアクティブに動作するアクチュエータを利用することが非常に有効です。また、本誌でも多くの特集がなされているROBO-ONEやロボットコンテストにおけるロボットでもサーボモータは非常に有効なアクチュエータとして利用されています。

しかし、今後、高齢化社会において人間の生活環境内で何らかの支援を行うロボ

ットを開発する場合はどうでしょうか? 確かに、サーボモータを使ったロボットは非常に多くの機能を実現してくれます。遠くにあるものを取ってきてくれたり、人間のパワーを増幅してくれたり、人間の歩行の支援をしてくれたり様々です。ただし、このような人間生活環境内で必要とされる作業は、ロボットにある程度のパワーを要求するものが多いので、ロボットには高出力のサーボモータが取り付けられます。

しかし、高出力のサーボモータを取り付けられたロボットは安全性に関しては問題が残ってしまいます。なぜなら、もしコントローラがうまく動かなかった場合にはサーボモータが最高出力で回転してしまい、人が意図した動作とかけ離れた動作を行ってしまう場合があります。自分でロボットを作ったことがある読者であれば、開発途中にこのような経験をよくしたのではないのでしょうか。もちろん、サーボモータを使うことができれば多くの機能を実現することができるので、人間生活を豊かにしてくれるロボットの開発に期待が高まります。ただし、その実用化に関しては、安全性を最優先に考えると、まだ解決すべき課題がたくさんあるというのが現状です。

そこで我々が注目したのが、パッシブロボティクスという技術です。「パッシブロボティクス」という言葉は、アメリカの研究者によって提案された言葉で、スプリングやダンパーで構成されたロボットアームを制御する場合に、それらの構成要素の物理的なパラメータ(スプリングの硬さやダンパーの粘性)をロボットアームに加わる力に基づいて変化させることにより、そのアームにいろいろな運動を実現させるという技術を表しています。車好きの読者であれば想像しやすいかもしれませんが、このロボットアームの制御手法は、車のサスペンションのスプリングやダンパーの特性を

変化させることによって、状況に応じて乗り心地や運動性能を変化させることに似ています。実際、このロボットにはサーボモータが取り付けられておらず、ロボットに加わる力に基づいてのみ適切にその運動を制御しています。

我々のこのような概念に基づいて、特に移動ロボットにおけるパッシブロボティクスを実現し、その運動制御技術の開発に成功しました。そして、そのパッシブ型移動ロボットを歩行支援ロボットや物体搬送ロボットの基盤技術として利用しています。次に、これらのロボットをもう少し詳しく説明していきます。

## 歩行支援ロボット RT Walker

パッシブロボティクスの概念に基づいて我々が最初に開発したロボットは歩行支援ロボットです。図1に示されるように、よく病院などで見られる歩行器を発展させたものです。通常、ロボット研究者がこのような歩行支援ロボットを開発しようと考えた場合、ロボットの車輪にサーボモータ



図1 パッシブ型歩行支援ロボット RT Walker