

状態遷移を用いた 6 足歩行ロボットの歩行制御

Control of hexapod walking robot using state transition

○学 百垣 愛弓 (弓削商船), 学 藤田 和友 (弓削商船), ©正 前田 弘文 (弓削商船)
Ayumi MOMOGAKI, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Kazutomo FUJITA, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Hirofumi MAEDA, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Key Words: Robot Contest, Hexapod Walking Robot, State Transition, Robot Control, Modularization

1. 緒言

1988 年から NHK, NHK エンタープライズ, 高等専門学校連合会主催(高等専門学校連合会については 2000 年より主催)によるアイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト(以下, 高専ロボコン)が毎年開催されている⁽¹⁾. 高専ロボコンの大会ルールについては毎年変更されるものの, 近年の傾向として歩行機構を搭載したロボットを出場させることが多くなっている. また, これまで我々はモビリティロボットや 2 足歩行ロボットの研究を行ってきた⁽²⁾⁽³⁾.

高専ロボコンの歩行ロボットには, 2, 4, 6 足歩行機構が多く用いられ, 2012 年度においてもこの 3 種類から選ぶことが可能であった. そこで我々は静的安定な状態が作りやすい 6 足歩行機構を採用した. 6 足歩行機構は脚や関節数の関係上, 制御が複雑化しやすい. さらに不整地での自律移動であれば, ロボット本体重心位置を位置指令型インピーダンス制御するなどの工夫が必要となるが, 高専ロボコンにおいては平坦な場所で扱うことが多く, さらに操縦者が目視していることから操縦者そのものがフィードバックの役割を果たすため複雑な制御を必要としない. そのため, 歩行パターンをあらかじめ設定しておき, 状態遷移によって切り替えることは有効な手段と成り得る. さらに, その制御部分を切り離しモジュール化することは, 汎用性が高まり再利用の面からも有効性が増す.

そこで本研究では, マイコンボードによる状態遷移を用いた 6 足歩行ロボットの歩行制御について述べる.

2. システム構成

図 1 にシステム構成図を示す. 本ロボットは, 2 関節 6 本脚の 12 自由度の 6 足歩行である.

制御コントロールには, SH2 を搭載した株式会社ベストテクノロジー社製の BTC080 を使い, 4bit の入力信号を読み取ることで, 状態遷移から各モータへの角度指令を算出する. 算出された角度指令をシリアルによって, 米国 Pololu 社製のマクロシリアルサーボコントローラに送信することで, 各モータへの PWM 信号を発生させる. なお各モータには, 近藤科学株式会社製の KRS-4032HV ICS を PWM モードで使用している. また, バッテリーは同社の ROBO パワーセル HVD タイプを使用している.

次に脚の構造を図 2 に示す. 脚には平行リンクを用いることで, 上下運動が可能となっている.

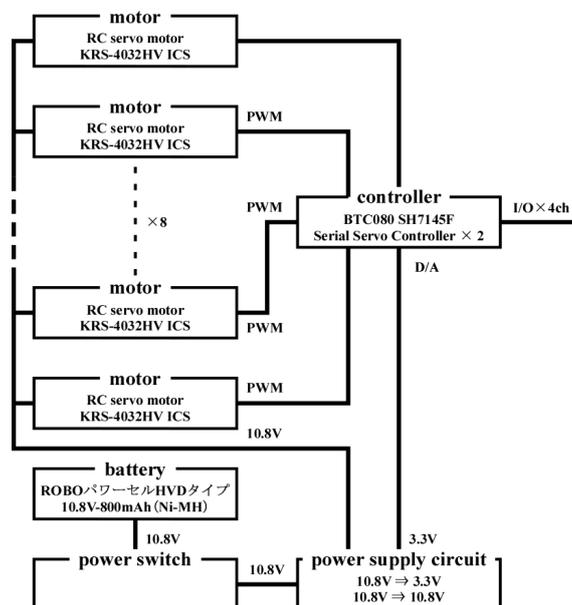


Fig. 1 System Configuration

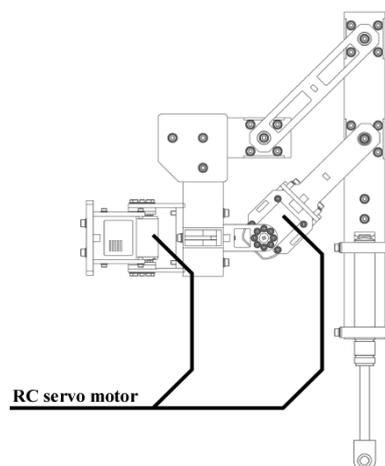


Fig. 2 Leg Structure

3. ソフトウェア

状態遷移を図3に示す。図3に示す数字はI/Oからの入力信号を2進数表記したもので、入力信号によって各状態に移行する。また、状態変移が行われない場合は、0010と0100のとき以外において状態がループする。ただし、一定時間入力信号が更新されない場合(図3の時間)については、状態が通常状態へ移行した後、初期状態に移行する。また、前進後進に0010と0011、0100と0101の2種類が存在するのは、歩行前の姿勢が通常状態かすでに歩行している状態かによって、一歩目の脚の出し方に違いが出るからである。

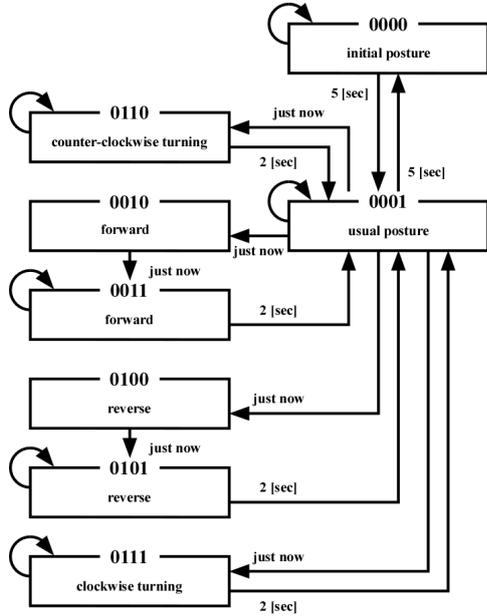


Fig. 3 State Transition

次にBTC080に組み込んだプログラムのアルゴリズムを図4に示す。I/Oからの入力信号は、IRQに同期して読み取りを行う。また、状態遷移による指令値については、1次元配列によって格納している。結果、IRQで読み取った指令値に対応した1次元配列を送信することで、PWM信号を発生させる。

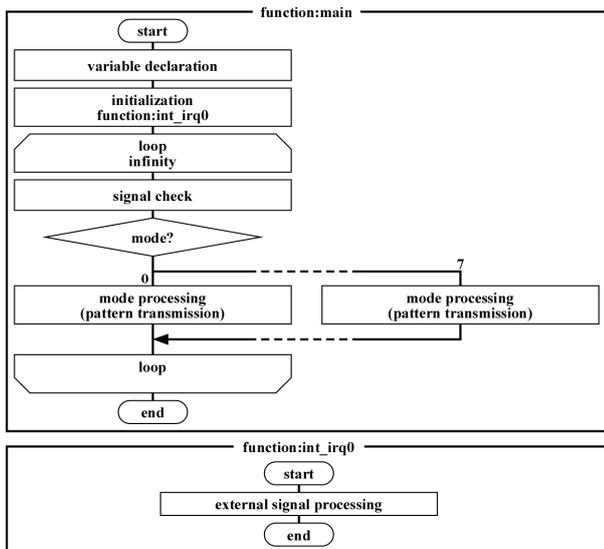


Fig. 4 Algorithm

4. 実機

作成した6足歩行ロボットを図5に示す。各脚は図2のCADデータと同じもので、胴体部には回路およびバッテリーが搭載可能となっている。サイズは約722 [mm] (W)×519 [mm] (D)×334 [mm] (H)で、重量は約7 [kg]である。

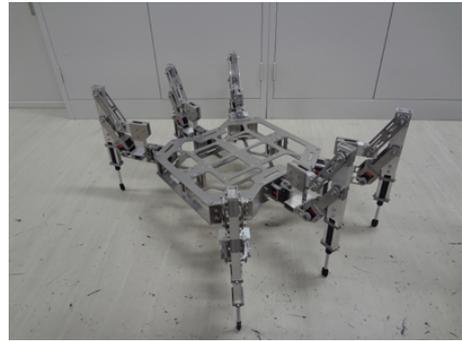


Fig. 5 Hexapod Walking Robot

また、図3の1000~1111のreserve部分を使用することで、表情や発射姿勢などの状態遷移を拡張し、図6に示す高専ロボコン用のロボットを製作した。



Fig. 6 Robot for Robot Contest

5. 結言

本研究では、状態遷移を用いた6足歩行ロボットについて述べた。また、実装するためのシステム構成とアルゴリズムについても触れた。今後は自由度を増やし、ロボット本体重心位置を位置指令型インピーダンス制御することで、安定性を高めていく予定である。

文献

- (1) NHK ENTERPRISES. INC., “高専ロボコン公式サイト”, <http://www.official-robocon.com/jp/kosen/kosen2011/index.html>.
- (2) 藤田 和友, 小林 貴史, 前田 弘文, “チェビシェフ・平行リンク機構を用いた歩行シミュレータの構築”, 日本機械学会中国四国学生会第42回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集(2012), 904.
- (3) 小林 貴史, 藤田 和友, 前田 弘文, “超信地旋回を用いた昇降機構の開発”, 日本機械学会中国四国学生会第42回学生員卒業研究発表講演会講演前刷集(2012), 1109.