

専攻分野	工学
専攻区分	機械工学

氏名：菊地 賢

テーマ名：線形倒立振子モードを用いた動的二足歩行ロボット

キーワード科目名：制御工学

1. 諸 言

近年、ROBO-ONE などエンターテインメントとしての二足歩行ロボットから、ホンダ社の ASIMO などの人間との協調・共存を目指す人間型ロボットまで研究・開発が盛んに行われている。その中で提案された歩行の手法として、特にジャイロセンサや加速度センサを必要とせず、運動方程式も簡単に集中質量系として扱える線形倒立振子モードに基づいた動歩行制御がある。そこで本研究では、R/C サーボモータを使った二足歩行ロボットを製作し、PC からインターフェースを介して二足歩行ロボットを線形倒立振子モードに基づいて制御することで、この制御手法の有効性と安定な二足歩行について検討した。



Fig.1 二足歩行ロボット

2. 実験装置システムおよび歩行アルゴリズム

本研究で製作した二足歩行ロボットを Fig.1 に示す。全長 308mm，全重量 1.11kg で、片足 5 自由度，両足で計 10 自由度のロボットである。本研究の歩行アルゴリズムは、線形倒立振子モードに基づいて設計した水平方向($x-z$ 平面)の関節の軌道の計算と、その軌道に同期した左右方向($x-y$ 平面)の軌道に関する軌道関数の設計の、二段階に分かれている。第一段階では、ピッチ方向に回転するサーボモータ(腰、膝、足首)に対する計算で、支持脚は線形倒立振子モードに基づく重心の運動から幾何学的に求められ、遊脚は足首の軌道に正弦波関数を適用することで幾何学的に求められる。第二段階では、ロール方向に回転するサーボモータ(腰、足首)に対する計算で、左右方向の重心移動の軌道関数は、最初に加速し、重心が支持脚に乗るまでに減速するような関数を考え設計し、その関数内の設計パラメータ a ， b ， $\alpha_{\max}$ を操作することで軌道を変化できるようにした。

3. 歩行実験

実際にアルゴリズムにしたがって各関節角度を求め、歩行実験を行ったところ、安定した二足歩行を実現できた。左右方向の重心移動の軌道の設計パラメータを変化させ、左右方向の重心移動の軌道を変えた場合の影響について検証した。その結果を Fig.2 に示す。図は加減速の緩急は異なるが、いずれも安定に歩行した軌道の例である。

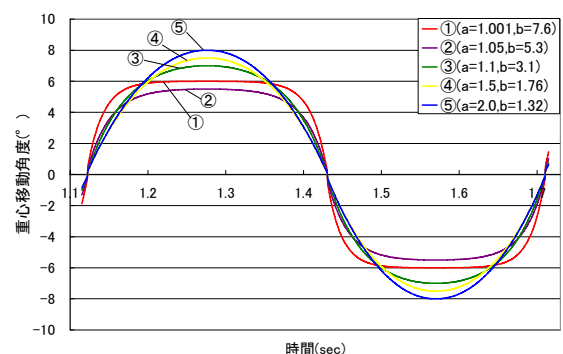


Fig.2 左右の関節軌道の比較

4. 結 言

歩行実験が成功したことにより、二次元線形倒立振子を用いた動歩行制御、および、提案した遊脚の軌道は有効であり、本研究で設計した左右方向への重心移動の軌道も有効であったことが確認された。また、比較実験の結果から、左右方向に関する軌道関数の設計パラメータが歩行の際の安定性に大きく影響し、左右の軌道の加減速の緩急により、最大重心移動角度を調節する必要があることが確認できた。