

# 四足歩行型ロボットを用いたモーション開発に関する研究

教科・領域教育専攻

生活・健康系コース（技術）

指導教員 伊藤陽介

## 1. はじめに

近年、ロボット技術の急速な発展とともに、コンピュータ制御された自律歩行型ロボットの教育への利用が期待されている。しかし、高度な情報技術が必要な歩行制御に関する内容を教材化することは一般に困難である。そのため、四足歩行型ロボットを用いた情報技術教育に関する研究が行われ、多様な歩行運動データを表計算ソフトウェアで作成し、容易に歩行実験できる歩行制御用ソフトウェアが開発された。

本論文では、歩行制御用ソフトウェアを用いて歩行運動させた場合に発生する制御誤差の計測方法について述べ、客観的に歩行運動の安定性を評価する。さらに、歩行制御用ソフトウェアを改良し、複数のモーションを再生できるモーション再生用ソフトウェアを用いて連続性を有するモーションを開発する方法について述べる。最後に、教育的な利用を前提とした発展的なモーションの開発事例を示す。

## 2. 必要な機材とソフトウェア環境

本研究では、機械的な完成度並びに制御用ソフトウェア環境を考慮して SONY 製イヌ型ロボット ERS-7 を用いる。歩行制御及びモーション再生用ソフトウェアは、ロボット制御プログラム開発環境 (OPEN-R) を用いて開発する。モーションを構成するデータは、表計算ソフトウェアを用いて作成し、時系列的な脚部先

端の3次元座標値と関節角度からなる。

## 3. 脚部の制御誤差

ロボットを用いて歩行データを再生する場合、ロボット本体の重量と重心の偏りにより、指示された座標位置に脚部先端が正しく制御されていないことが歩行実験結果から明らかとなっている。この制御誤差を統計的に評価するために、関節角度に指示した値と関節部に具備されているポテンシオメータに基づいて評価指数を定義する。

12 種類の歩行データを用いて歩行実験を行い評価指数を求めた後、最適な歩行データを選択した。他の歩行データと比較して、選択された歩行データによる歩行運動は、高い安定性をもつことが確認できた。

## 4. 連続性を有するモーションの開発

歩行制御を拡張し、脚部に加え頸部、尻尾部の関節角を制御できるようにモーション再生用ソフトウェアを開発した。ここで、モーション・データは、歩行データと追加した関節角データである。本ソフトウェアは、異なるモーションを指定された回数だけ繰り返し、連続的に再生する機能をもつ。

本節では、図1に示すように、静止した状態(①)から滑らかに歩行形態に遷移し(②)、クロール歩容による四足歩行(③)の後、停止に至り(④)、再び静止(⑤)する連続性を有するモーションの開発方法について述べる。

①と⑤の静止パターンでは、各脚部先端の

座標をすべて同じとする。各脚部について①の静止座標から歩行パターン(③)の始点までを線形補間した遷移パターンでは、滑らかな連続性を得ることはできない。そのため、歩行パターンの遊脚相と接地相を考慮する必要がある。遷移パターンAでは、③の接地相に合致するように接地時間を決定した後、遊脚相の部分を作成する。静止状態から歩行を開始するため慣性力が安定性を保つように働く。そのため、本パターンの調整は遊脚相の部分のみで十分である。また、歩行している状態から静止する遷移パターンBにおいても、遷移パターンAと同様に作成できる。

しかし、一定の速度でクロール歩容しているロボットを安定して停止させる場合、慣性力により不安定な体形となりやすい。さらに、重心位置の偏りにより、遊脚相の部分と想定された状態において脚が地面から離れない場合がある。そのため、遷移パターンBの作成では、各座標組ごとに1本の遊脚と3本の接地脚で安定した体形が保持できるように座標

位置を調整する。この結果、得られた遷移パターンBを図2に示す。ここで、 $x$ 軸はロボット本体の前後方向、 $z$ 軸は上下方向を示す。

以上の方法により開発したモーションを再生した実験結果から、滑らかな連続性と安定した歩行の開始と停止が目視により確認できた。

### 5. 異なる動きの連続再生を応用したモーション例

歩行運動を主体とするモーションをさらに発展させ、異なる動きを連続再生するモーションを開発する。その一例として、鎮座した状態で両手を交互に振るシャドーボクシング、仰向け状態で立つブリッジ、ブリッジ状態で歩行するスパイダーウォーク、前脚と頭部で支える逆立ち、及び、阿波踊り(男踊り、女踊り)を作成した。これらのモーションは、鳴門教育大学附属中学校で実施されたオープンスクール(平成17年11月)の「生活とロボットとの関わり」に関する授業内容において有効活用された。

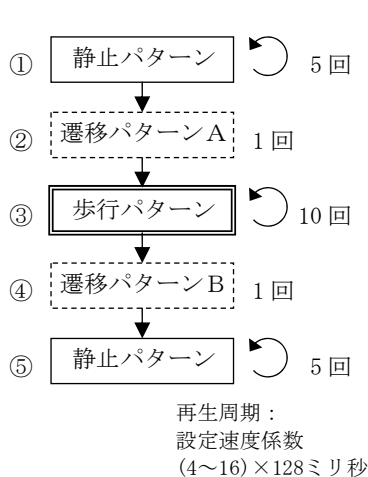


図1 静止した状態から歩行した後、停止する歩行モーションの構成(○の数字はモーション番号を示し、指定された回数だけ繰り返す。)

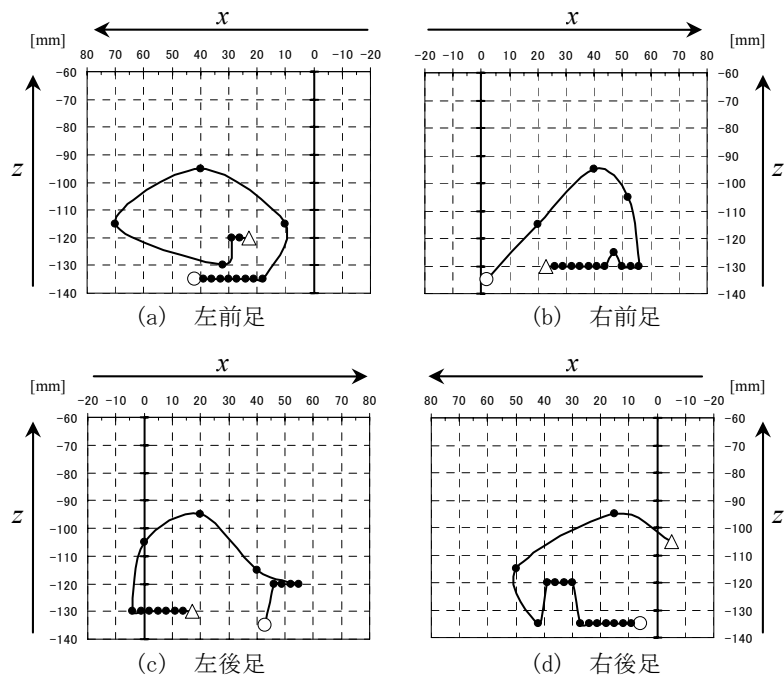


図2 遷移パターンBにおける脚部先端の軌跡(○:始点, △:終点)