

## ヒューマノイドロボットの各種動作実現

### The Realization of Various Movements of Humanoid Robot

○高橋正明\*, 大久保重範\*, 及川一美\*, 高橋達也\*

Masaaki Takahashi\*, Sigenori Okubo\*, Kazumi Oikawa\*, Tatsuya Takahashi\*

\*山形大学

\*Yamagata University

キーワード: 二足歩行ロボット(biped locomotion robot), 静歩行(static walk) 動歩行(dynamic walk)

連絡先: 〒992-8510 山形県米沢市城南4-3-16 山形大学 工学部 機械システム工学科 大久保研究室  
大久保重範, Tel.: (0238)26-3245, E-mail: sokubo@yz.yamagata-u.ac.jp

#### 1. 緒言

近年,ホンダのASIMOやソニーのQRIOに代表されるように多くの企業が踊りを踊ったり二足歩行をするなど特殊な動作を行うロボットを開発しており,将来ロボットは人間のパートナーとして,家庭や職場にやってくる日も近いと想像される.二足歩行ロボットは複雑な環境に適応して移動できるため,スポーツや人間の代わりに災害救助活動をするなどの自律行動を行うことが期待されるが,そのためには様々な動作パターンを実現しなくてはならない.

そこで本研究では小型の二足歩行ロボット用い,歩行を始めとし様々な特殊動作を実現させ,各種動作実現のためのシステムを構築し,その有効性を示す.

#### 2. 二足歩行ロボット

本研究で用いるロボットは近藤科学製の二足歩行ロボットKHR-1を使用する.二足歩行ロボット

の概観を以下の図1に示す.KHR-1は首1自由度,片腕3自由度,片脚5自由度の合計17自由度からなり,人間に近い自由度である.大きさは高さ340(mm)×幅120(mm),重量は1.2(kg)である.ニッカド電池やニッケル水素電池で動作している.

#### 3. サーボモータ

二足歩行ロボットに用いられているサーボモータは同じく近藤科学製のサーボモータである.動作角は最大180度,トルク8.7(kg・cm),スピードは6.16(rad/sec)である.また大きさは41(mm)×35(mm)×21(mm),1個の重量は45(g),使用電圧は6.0(V)である.

#### 4. 使用するソフトウェア

ロボットのモーション作成は付属のソフトウェアを使用する.このソフトウェアでは1つ1つの動作を積み上げていくことで連続した動きを実現するように考えられている.このようにある姿勢から別

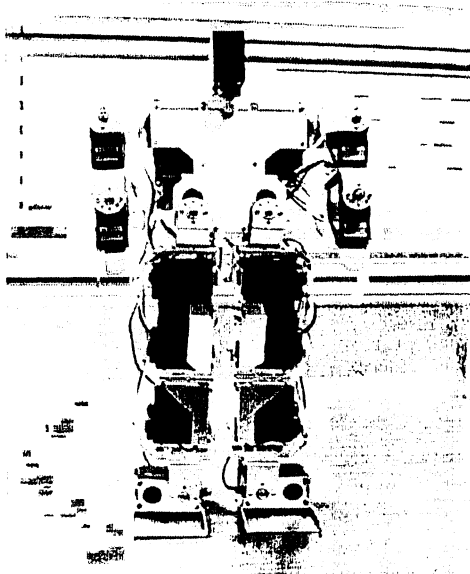


Fig. 1 Biped locomotion robot KHR-1

の姿勢への位置決めをPTP (Point to Point) 方式と呼ぶ。

このソフトウェアではロボットの現在の姿勢(それぞれのサーボの位置)を表す軌道データをポジションと呼び、連続したポジションの集まりのことをモーションと呼ぶ。KHR-1では1つのモーションに100個までポジションの組み合わせができ、複数のモーションを連続して行わせることも可能である。またソフトウェアとKHR-1との通信にはRS-232Cを使用する。ソフトウェアの起動画面を以下のFig.2に示す。

## 5. 具体的な動作方法

実際にロボットに何か動作をさせるにはそれぞれのサーボモータの位置を設定してポジションを作る。そしてそれらを組み合わせてモーションを作成してロボットと通信し、データを送り動作させる。

例えば以下のFig.3のように左手肩のラベルの設定値を変えて3つのポジションから成るモーションを作ってロボットにデータを送り、動作させるとロボットは左手を下ろしている状態から真上に上

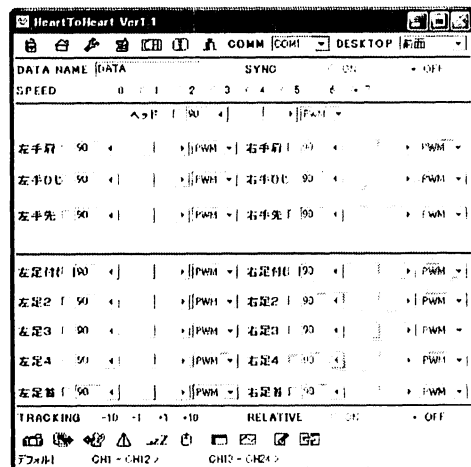


Fig. 2 Software starting screen

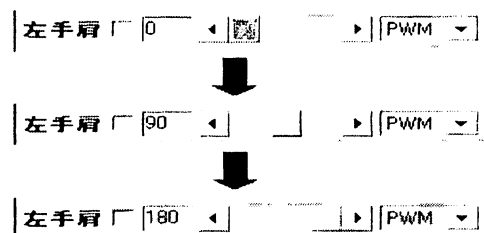


Fig. 3 Concrete movements method

げる動作を行う。

## 6. 二足歩行

普段人間が何気なく行っている二足歩行だが、それをロボットにやらせるのは困難である。なぜなら人間は歩行する時、無意識のうちに体の勢いで重心をたくみに移動させ、バランスを調節しながら歩行しているが、こういった無意識の動作を解明、数値化してロボットに実現させるには複雑なコンピュータ制御が必要とされるためである。

二足歩行の中には「静歩行」と「動歩行」の2種類あり、これらの違いは歩行時の重心の取り方の違いである。

## 6.1 静歩行

静歩行 (Static walk) とは重心が常に接地している 2本の足の接地面にあり, どちらの足が上がっても重心の位置が変わらなく力学的に安定な状態を保ったままゆっくりと歩く歩行方法のことである。

本研究ではこちらの歩行形式で歩行させる。

## 6.2 動歩行

動歩行 (Dynamic walk) は静歩行とは逆にわざと重心をずらしてバランスを崩し, その都度姿勢を制御してバランスを取りながら歩く歩行方法である。人間の歩き方もこの動歩行ある。

この歩行方法なら障害物上や階段の上り下りが可能である。しかしこちらの歩行方法は非常に困難で足の軌道計算や転倒しないための姿勢制御といった高度なコンピューター制御が必要となる。

## 7. 新しい軌道生成システムの開発

これまでいくつかロボットの軌道を生成してきたが, より複雑な動作の生成には数学や, 運動学, 機構学等の知識が必要不可欠であると考えられる。ロボットが一般家庭に普及した際に素人がこれらを考慮して軌道を生成するのは困難であると想像される。そこでどんな人にも簡単にヒューマノイドロボットを動かせるような軌道データ生成を目的としたソフトウェアの開発を行う。

### 7.1 システムの概要

GUI (Graphical User Interface) を用いて感覚的に分かりやすく軌道を生成させる。また汎用性を高めるため, Windowsであればどんなパソコン上でも動作するようなアプリケーションの開発を行う。開発環境には VisualC++ の MFC (Microsoft Foundation

Class) を用い, 3D グラフィックの表現には OpenGL を用いる。

### 7.2 ソフトウェアにおける軌道データの考え方

開発中のソフトウェアの考え方も付属のソフトウェアと同様にある場面におけるロボットの関節角度を与えてやればよいことにする。また作成した軌道データをアニメーションで確認できるようにし, その際滑らかに表現するため各シーン間における関節角度を補間する。補間方法には 3 時補間を用いた。

## 8. 結言

ヒューマノイドロボット KHR-1 を用いていくつかの動作を実現させ, より簡単に複雑ロボットの軌道データを生成させるため新たにソフトウェアの開発を行うことにした。今後の課題としては, 開発中のソフトウェアでロボットの軌道を生成し CSV 形式のファイルで出力できるようにする。また生成した軌道でロボットが転倒するかどうか判別できるようにする。ソフトウェア側でいくつかのロボットの単純な軌道データを用意しておきユーザーがこれらを組み合わせて複雑な軌道を生成できるようにするといったようなソフトウェアの機能の充実を課題とする。

## 参考文献

- 1) 有本卓: ロボットの力学と制御, 朝倉書店 (1990)
- 2) クレイトン・ウォルナム (著), 松田晃一 (訳): Win32 OpenGL プログラミング, ピアソンエデュケーション (1996)
- 3) 河西朝雄: 標準 VisualC++ プログラミングブック, 技術評論社 (2000)