

4脚歩行ロボット

4Q-5

本多庸悟、金子俊一、佐々木晋一、長山清孝
東京農工大学

1. 目的

本研究は、人体とほぼ同程度の寸法で、かつなるべく簡単に軽量の構造をもつ4脚歩行ロボットのメカニズム、制御システムと、その解析、操作のサポート技術としてのロボットシミュレータの試作に関するものである。

脚をもつ歩行ロボットの歴史は案外に古く、すでに1980年代には欧米で試みがあり、同じく日本でも2脚(早大・加藤研)、6脚(東工大・森研)、8脚(慶大)などが試みられている。筆者の一人(本多)は1980年代末に上記6脚ロボットにヒントを得て4脚ロボットのモデルを試作し¹⁾、その後の機械技研の4脚ロボット研究の発端となった。脚歩行ロボットは、実行化の進んでいるロボットアームや車輪駆動のロボットカートに比べると困難が大きい、脚ならではの独特のメリットもあるので、メカニズムそのものから新しく構想し、試作しているものである。

2. ロボットのハードウェア構成

2.1 メカニズム

ロボット本体及びその構造を図1、図2に示す。主な特徴は次のようである。(a)脚1本当たり3自由度である(足首関節は現在は受動的可動)。(b)少ない関節数で、多様な歩容パターンを生み出せ、方向転換も容易である。(c)主な構造材として積極的に木材(主として米桐)を採用し、軽量化をはかっている(現在、18.5kg)。(d)脚の寸法は人間(成人)のものと同程度である。(e)各関節のアクチュエータには、DCモータを用いている。

2.2 制御ハードウェアシステム

制御ハードウェアシステムの構成図を図3に示す。まず計算機のCPUバス信号を、独自のインタフェース回路によって次に述べるユニットコントローラ用のバス信号に変換する。ドライブ回路及びセンサ検出回路のコントローラは、拡張性、保守性を重視する観点から各関節に1対1に対応するユニット型の構成とした(ユニットコントローラ)。各ユニットコントローラは、①レジスタへの読出し/書込

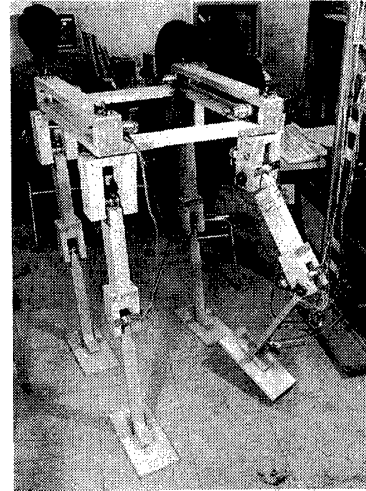


図1 4脚歩行ロボット

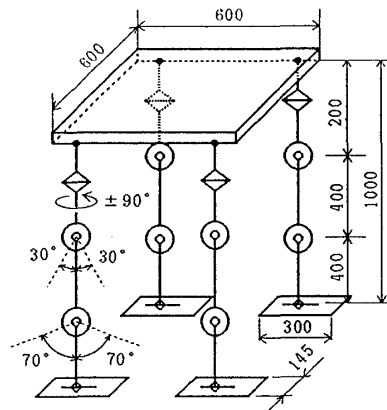


図2 4脚歩行ロボット本体の構造

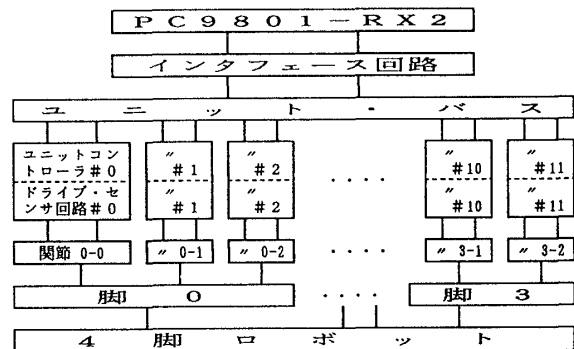


図3 制御ハードウェアの構成図

Quadruped Walking Robot

Tsunenori Honda, Shun'ichi Kaneko, Shin'ichi Sasaki, Kiyotaka Nagayama
Tokyo University of Agriculture and Technology

み、②ドライブ及びセンサ回路に対する制御信号の出力、③各種内界センサのデータ検出、などを掌る。DCモータの駆動にはPWM制御を用いており、パルス幅のデューティ比は8段階に設定可能である。位置検出は、各モータの回転軸に取り付けた光学式ロータリエンコーダによる。

3. ロボットシミュレータ

上記の4脚ロボットを1つのモデルとして、その設計や解析のサポートを目的としてロボットシミュレータを開発している。シミュレータ画面を、図4に示す。

3.1 機能

リンク構造をもつロボット及びその作業環境を表現し、機構学的及び運動学的解析や干渉チェックなどの計算を行う。その主な機能は、①定義：ロボット、対象物などの記述、②処理：位置・姿勢計算、軌道設定、任意の観測点の設定及び位置計算、③表示：複数の視点定義、連続動作表示、などである。

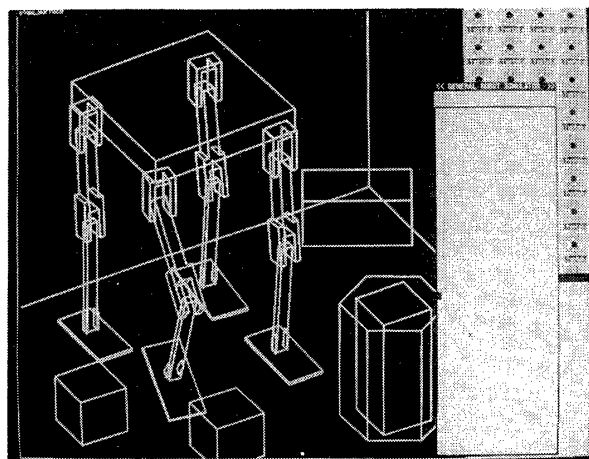


図4 シミュレータ画面

3.2 ロボットの形状及び構造定義

一般の開リンク構造をもつロボットの形状及び構造を記述するために、2進木リストを用いており、図5 (a)はその例である。各ノードは1つのリンクに対応し、①親ノード、子ノードへのポインタ、②形状プリミティブへのポインタ、③重心、慣性モーメントなどの機能データへのポインタ、④各種属性値（標準リンク、基準リンク、ダミーリンク）、などを含む。形状定義は多面体プリミティブ（面モデル）により行ない、穴などの定義も可能である。連結している2つのリンク間の相対位置・姿勢は、いわゆるD-H表現で記述している。

3.3 作業環境の形状及び構造定義

作業環境の形状及び構造の記述には有向グラフを用いており、図5 (b)にその例を示す。各ノードは、作業環境

を構成する1つの構成物に対応し、①隣接ノードとの関係を表す矢印へのポインタ、②形状プリミティブへのポインタ、などを含む。各矢印は、隣接ノードとの関係を示し、①各種属性値（隣接、固定、可変）、②座標変換マトリクスへのポインタ、③始点、終点ノードなどを含んでいる。形状定義は、ロボットと同様である。隣接する環境物間の相対位置は、いわゆる同次座標表現で記述している。

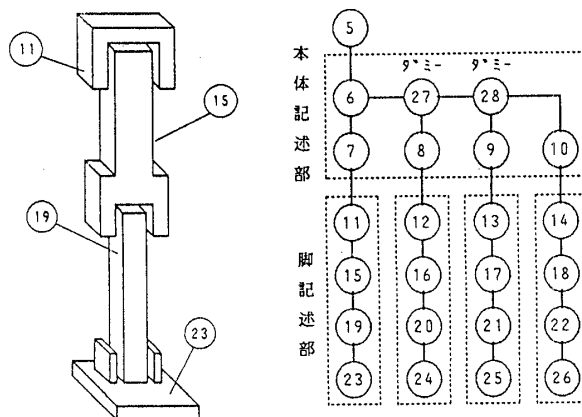
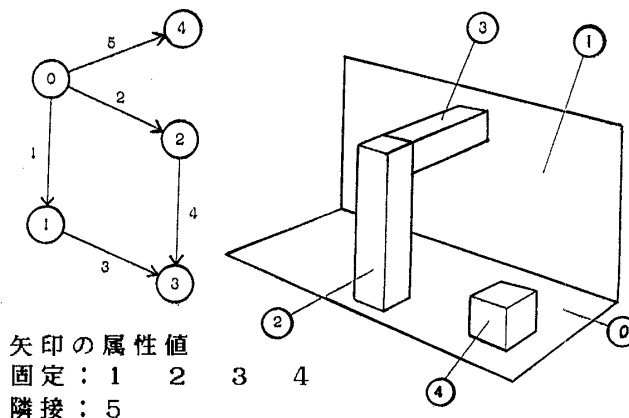


図5 (a) ロボットの構造の定義の例



矢印の属性値
 固定：1 2 3 4
 隣接：5

図5 (b) 作業環境の構造の定義の例

4. 結論

ロボット本体、制御システム、シミュレータとも基本的動作の見通しが得られている。現在、静歩行の実現を目標としている。終わりに、63年度卒業研究における長田康秀氏（現・本田技研）の協力に謝意を表す。

参考文献

- 1) 本多：自動機械工場への系譜(9)－ロボット(その1)－、機械の研究、25-12、pp.1553/1556、(1973)。