

# 5F-6 開放指向ロボットシミュレータ:ORS

金子俊一、長山清孝、本多庸悟  
東京農工大学工学部

## 1. 目的

本研究は、ロボットの設計及び開発を支援するための、ロボットの動作、及びロボットを取り巻く環境のシミュレーションを行うロボットシミュレータシステム<sup>1)</sup>の試作に関するものである。我々の研究室においては、ロボットメカニズムや制御、3D物体認識、ビジョン、ナビゲーションなどのロボット関連研究を行っている。それらのアプリケーションと容易に結合可能であり、また個別にカスタマイズ可能でもある、開放性に富むソフトウェアとしてのロボットシミュレータを指向している。

## 2. 開放性

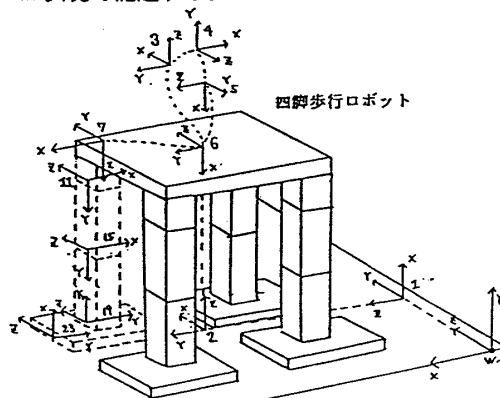
ロボットシミュレータシステムの備えるべき開放性には、利用者、他のアプリケーションプログラム、センサ系や駆動系のような実システムなどに対するものなどが考えられる<sup>2)</sup>。そのための方法論は未だ確立していないと思われるが、本研究ではまず、そのための基本的要求として、次の点を特に検討した。

- ①さまざまなアプリケーションをサポートするための、普遍性をもつデータ表現(ロボット及びその他の環境)、
- ②シミュレータに関するパラメタ(ロボットや環境の形状データ、表示パラメタなど)の外部定義化。

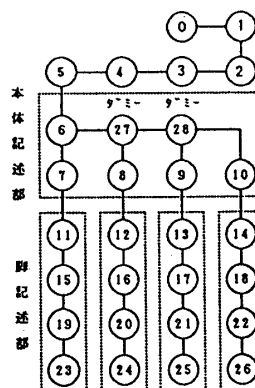
## 3. ロボットの形状及び構造定義

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進木リストを用いる。図1は研究室で独自に開発している4脚歩行ロボットの定義例である。2進木リストは本来2つの子ノードを必ずもつ構造であるが、ここでは、ダミーノードを付加して一般のロボットが定義できるように拡張した。ノードはリンクパラメタ<sup>3)</sup>によって相互に関連付けられた同次座標系に対応し、必ずしも単一のリンクに対応しない。図1の例では、ノード0,1,2,3,4,5は対応するリンクをもたず脚ロボットの基準座標を定めるために定義される。一方、ノード6,7,8,9,10,27,28はすべて本体リンク上の定義され、本体及び各脚の基準座標系を定義している。各ノードは、①隣接するノード(親、子)へのポインタ(隣接しない場合には、NULL)、②リンクの形状、可動性(固定、回転および直動)及び可動範囲などを表現する形状プリミティブ(多面体面モデル)へのポインタ、③ノードの区別(標準ノード、基準ノード、ダミーノードの区別)、④機能プリミティブ(重量、重心、慣性モーメントなどの物理定数、その他の属性)へのポインタ、

などを表現する。形状プリミティブは穴などの定義も可能である。連結している2つの座標系の相対位置・姿勢は、D-H表現で記述する。



(a) ロボットの形状および座標系



(b) 対応する2進木リスト

図1 ロボットの構造の定義

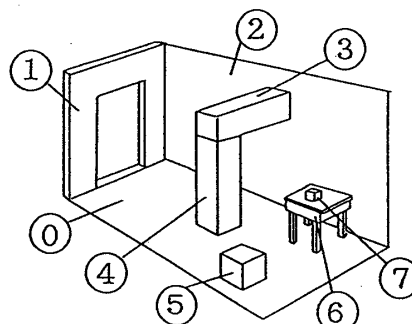


図2(a) 作業環境の例

Open Robot Simulator:ORS

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

4. 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2にその例を示す。各ノードは作業環境に存在する単一の構成物に対応し、①隣接ノードとの関係を表すアークへのポインタ、②形状プリミティブへのポインタ、などを含む。各構成物には同次座標系を設定する。各アークは、隣接するノード（構成物）間の関係を示し、①隣接関係の属性値（自由、固定、可動）、②隣接する構成物への座標変換マトリクスへのポインタ、③アークの始点、終点ノード、などを含む。形状定義は、ロボットと同様な形状プリミティブで表現している。

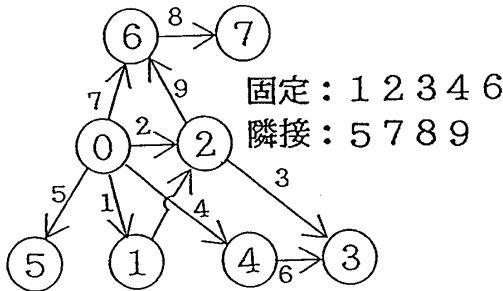


図2(b) 環境を定義する構造グラフ

ロボットおよび環境を定義するデータは、全てテキストファイルの形式でシミュレータの外部に保存しており、可読性を高めるためにその中ではコメント文が使用可能である。

5. 機能

図3にシステム全体の構成を示す。リンク構造をもつロボット及びその作業環境を表現し、各処理は独自のコマンドインタプリタを介して会話的に行う。現在実現している主な機能は、

- ①処理：順問題計算によるロボット及び環境の位置・姿勢計算、連続動作画面の計算、重心位置（全体あるいはリンク毎）の投影、任意の測定点の設定及び位置計算、逆問題解析（ニュートン法による）、など。

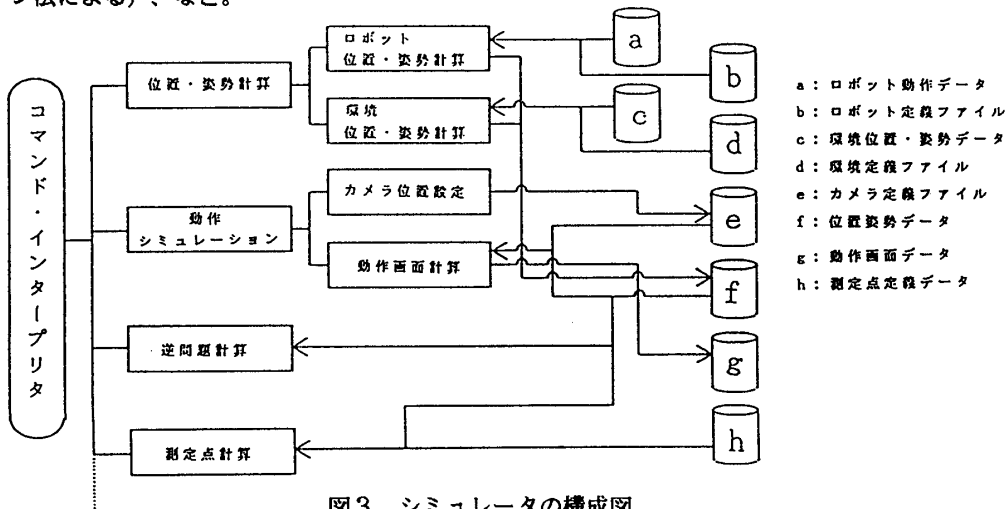


図3 シミュレータの構成図

②表示：透視投影、正投影、測定点の表示、プリミティブの個別表示、複数視点（仮想カメラ）の定義、動作軌跡の表示、などがある。ロボットおよび環境の定義は、別に既存のエディタなどにより行っている。

6. 動作例

4脚歩行ロボットの動作画面の例を図4に示す。

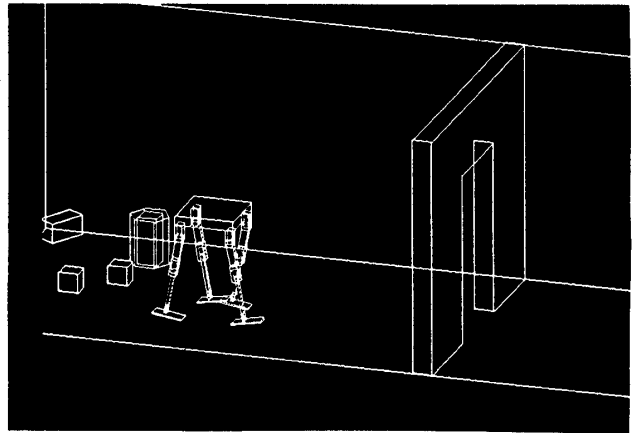


図4 4脚歩行ロボットの動作画面

7. 結論

現在、シミュレータは研究室内で開発中の歩行ロボットの歩容の設計などに利用している。更に、利用者、他のアプリケーション、実システムなどに対する開放性の実現を検討すると共に、逆問題解析機能の精度向上、干渉計算機能の組込みなどを行う予定である。

8. 参考文献

- 1) 本多、他：4脚歩行ロボット、情報処理学会第40回全国大会予稿(1990).
- 2) 松本吉弘：CASE環境の基礎技術、情報処理, vol.31, No.8, pp.1020-1027(1990).
- 3) K.S.Fu、他著、本多、他訳：ロボティクス(1989).