

# 多関節系による動作形状の近似

4K-2

精廬 幹人

橋本 周司

早稲田大学工学部応用物理学科橋本研究室

## 1. はじめに

モーションキャプチャ等で得られた人間動作を、人間と異なる関節系を持つモデルで近似を行なう手法を検討している。形状を多関節系で近似する研究はいくつか報告されているが[1][2]、ここでは、多関節アームの3次元CGでの動作表示を想定して $m$ 自由度系から $n$ 自由度系への動作形状の写像システムについて報告する。

## 2. 手法

### 2.1 動作形状の近似

一般に、 $m$ 自由度を持つ多関節系で $n (< m)$ 自由度の多関節系の形状を完全に模倣することは不可能である。

そこで、本システムでは $n$ 自由度多関節系の入力形状と $m$ 自由度多関節系の出力形状の差を関数の値としてもつ「評価関数」を定義し、出力の $m$ 自由度系のとりうる動作形状のうち、この評価関数が最小になるように、動作形状の近似を行なった。

### 2.2 システムの概要

システムの概要は図1に示した通りである。

本システムは大きくわけて、入力モジュール、計算モジュール、そして出力モジュールの三つにわかれ、全体として入力を得て、計算をし、出力をするフィルターである。

入力モジュールの役割は単位時間毎に入力データバッファの内容を書き換えることである。ここでは、入力データはシステム的环境内に仮想ロボットを作り、仮想ロボットの関節角を入力データとして用いている。仮想ロボットの制御はキーボードを通してユーザーが行うことにする。こうして入力バッファに蓄えられたデータは次のスレッド

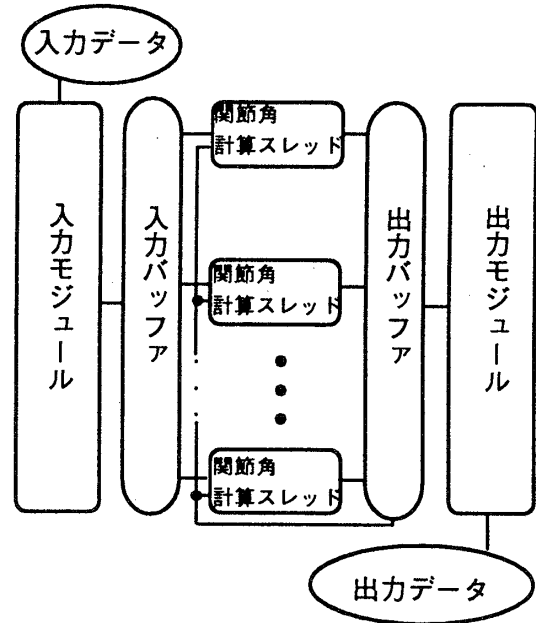


図1 システム概要

群、計算モジュールによって参照される。

計算モジュールは複数のスレッドからなる。本システムでは出力形状の各関節毎に計算モジュールが存在する構成になっている。

計算モジュールは入力バッファの値と現在の出力バッファに貯えられている値を参照し、後に述べる評価関数の極小値をニュートン法で求め、割り当てられている関節の関節角度を設定する作業を繰り返す。

出力モジュールは入力モジュールがそうであるように単位時間毎に出力バッファの内容(出力側アームの関節角度)を出力する。

### 2.3 評価関数

本システムでは動作形状の差分をとるために、以下の条件を入出力の多関節系に仮定する。

- 1) 入力関節系、出力関節系ともに時間によって自由度が変化しない。
- 2) 入力関節系、出力関節系ともに時間によって関節間の距離(アームの長さ)が変化しない。
- 3) 入力関節系、出力関節系ともに分岐はない。

## Shape Approximation using Multi Joint System

Mikito Toguro, Shuji Hashimoto

e-mail: {mit, shuji} @shalab.phys.waseda.ac.jp

Hashimoto Lab. Dept. Applied Physics,

School of Science & Engineering, Waseda Univ.

3-4-1-55N-4-10A Okubo, Shinjuku, Tokyo 169-8555, Japan

Tel: 03-5286-3233, FAX: 03-3202-7523

評価関数  $f$  は動作形状の相違を表わすものであるが、「動作形状の差」として、ここでは定義する。本システムにおいての動作形状の差は「入力形状のアームと出力形状の関節の位置との距離の和」を用いている。これを式で表すと以下のようになる。

$$f(J_{o1}, J_{o2}, \dots, J_{om}) = \sum_{k=0}^m \left\{ \overrightarrow{\text{dis}}(\text{Arm}_k, J_{ok}) \right\}^2$$

$\text{Arm}_k$ : 入力多関節系の  $k$  番目のアーム

$J_{oi}$ : 出力多関節系の  $i$  番目の関節の位置

$\overrightarrow{\text{dis}}(\text{Arm}_k, J_{oi})$ :  $\text{Arm}_k$  と  $J_{oi}$  の距離 (式1 評価関数)

ここで問題になるのがどの入力アームとどの出力関節とが対応させるかであるが、本システムではシステムの初期化時にあらかじめ静的に対応づけをしている。

まず、入力形状の全アームの長さとお出力形状の全アームの長さを正規化し、出力形状の関節の位置に対応している入力形状のアームをその関節の対応するアームとして設定する(図2)。また、アームの途中に分岐が存在すると対応関係の作成ができないためにその制約が本システムには課せられている。

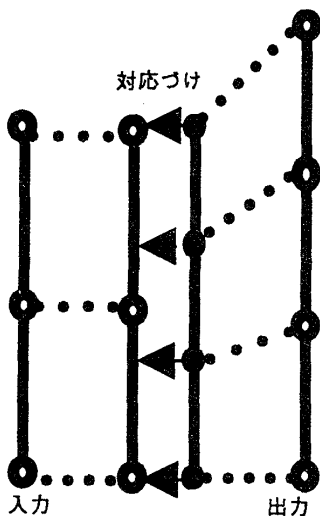


図2. 入力アームと出力アームの対応づけ

## 4. 実験

### 4.1 システムの環境

本システムの実行には以下の環境を用いた。  
Cyrux P150+ 1台, メモリー 32MByte, OS:Linux  
2.0.34

## 4.2 実験結果

3次元空間で4自由度入力2自由度出力結果(図3)および6自由度入力4自由度出力の出力結果(図4)を提示する。

この結果では、評価関数  $f$  の値が最小になるようにアームの関節角が決定されている。

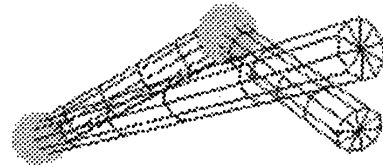


図3. 4自由度多関節系から2自由度関節系への写像結果

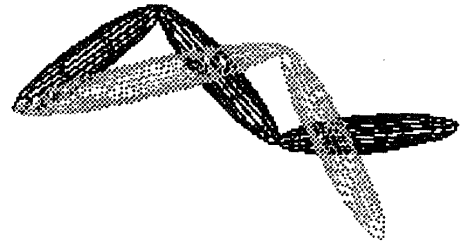


図4. 6自由度多関節系から2自由度多関節系への写像結果

## 5. まとめ

$n$ 自由度の多関節系から  $m$ 自由度の多関節系への写像を行うフィルターを作成した。今後はアームに分岐がある場合に拡張し、モーションキャプチャなどで取得した実際のデータを用い実験をおこないたい。

## 参考文献

- [1] 林, 下川, 尾崎: 到達条件を任意に指定するBスプラインを用いた軌道計画, 第16回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 289-290 (1998)
- [2] 西沢, 高梨: 超多自由度モジュラ型ロボットの運動学, 第15回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp. 3-4 (1997)