

ロボットモデルによる人間行動の動画像感性計測*

6D-6

近藤 拓也・山際 貴志・山中 光司・原 裕之・山本 正信†

新潟大学 工学部 情報工学科‡

1 まえがき

これまでの動画像解析では、もっぱら剛体の運動パラメータや3次元構造といった物理的・幾何学的情報の推定が中心課題であった。これに対して、本論文では動作の個性といった感性情報 [1] の定量的把握を目指すものである。この課題は次のように行なわれる。人体の構造をCADモデルで記述する。また、人体の動きをロボットモデルにより表現する。人間の様々な動きについて、その動きをロボットモデルの運動パラメータとして、動画像から測定する。コンピュータグラフィックス（以下CG）上に作成された標準の人間をモデルに、人間の行動を再現させそれらの観察により美しさや上手さといった動きの個性を探る。

2 人間動作の解析と再現

人間の体を多関節ロボットでモデル化する。このモデルは、CADモデリングシステム上に実寸で作成される。このロボットモデルと動画像中の実際の人間を照合する。画像を1フレームずつ進めていくことにより、人間の動きを逐次ロボットの運動パラメータとして定量化する [2]。

2.1 勾配法による運動パラメータの推定

人体上の点 (x, y, z) は、画像上の点 (X, Y) へ原点を中心に透視変換式 $X = x/z, Y = y/z$ で中心投影されるとする。画面上の速度ベクトル (V_X, V_Y) と人体上の3次元速度ベクトル (v_x, v_y, v_z) は

$$(V_X, V_Y) = \left(\frac{1}{z}(v_x - v_z X), \frac{1}{z}(v_y - v_z Y) \right)$$

で関係付けられる。また画面上の速度ベクトルは次の時空間勾配法の式に拘束されることが知られている。

$$E_X V_X + E_Y V_Y + E_t = 0 \quad (1)$$

ここで (E_X, E_Y) は明るさの空間勾配で、 E_t は時間勾配である。この式に (V_X, V_Y) を代入して整理すると、次の方程式が得られる。

$$\frac{E_X}{z} v_x + \frac{E_Y}{z} v_y - \frac{1}{z}(X E_X + Y E_Y) v_z + E_t = 0 \quad (2)$$

一方、人体を多関節ロボットアームでモデル化したとき、人体上の位置 $p = (x, y, z)^t$ はアームの関節角などをパラメータ $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)^t$ として次の関係式で表される。

$$p = f(q) \quad (3)$$

f は一般に非線型であるが q の時間変化率 \dot{q} に対する速度ベクトル $\dot{p} = (v_x, v_y, v_z)^t$ はヤコビ行列 $J = \partial f / \partial q$ を使い、次の線形式で関係付けられる。

$$\dot{p} = J \dot{q} \quad (4)$$

\dot{q} は人間の動作を表す運動パラメータとみなせる。この式を (2) 式に代入すれば運動パラメータ \dot{q} を推定する式が得られる。ロボットモデル上の点で得られた推定式を連立させて最小二乗法により運動パラメータの最適解を推定する。

2.2 動きの再構成

解析処理によって人間の動作が運動パラメータの時系列として抽出することができる。ついで、CG上にあらかじめ作成しておいた人間の標準モデルに、抽出されたパラメータを与えることにより動画像中の人間と全く同じ動きがCG上で忠実に再現される。

3 動きの観察

人間は同じ動作をしていても各個人により動きに微妙な違いがある。別々の人間に同じ動作をしてもらい、それを動画像により解析し、CG上で標準の人間モデルを動かすことにより美しい動作や上手な動作といった感性的な情報を識別し把握することができる。動きの違いを比較するために伝統芸能とスポーツの動作についてそれぞれ実験を行った。

*Measurement of Kansei in Human Action Based on A Robot Model

†Takuya KONDO, Takashi YAMAGIWA, Koji YAMANAKA, Hiroyuki HARA and Masanobu YAMAMOTO

‡Faculty of Engineering, Niigata University

3.1 日本舞踊

日本舞踊の中でも新舞踊という分野に属する踊りを対象とした。3人の踊り手に同一の曲に合わせて踊ってもらい、その曲の中の一部(数秒間)を抽出し、解析するデータとした。今回は「師範」「名取」「指導員」というレベルの異なる踊り手にそれぞれ踊ってもらった。そのうち、「師範」と「指導員」の踊りの解析結果をそれぞれ図1、図2に示す。人体の3次元モデルが、画像上に白線で重ね合わされている。また、CGにより動作を再構成した結果をそれぞれ図3、図4に示す。

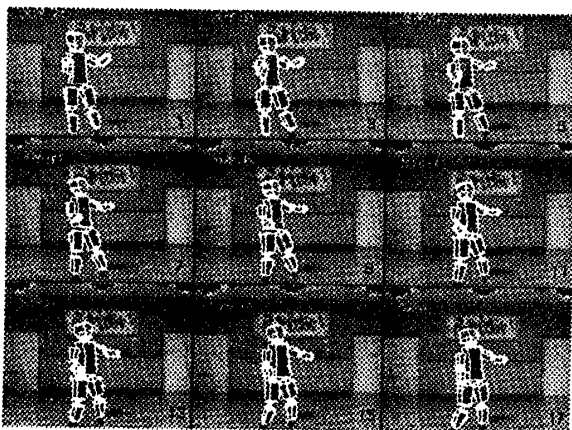


図1: 解析結果: 師範

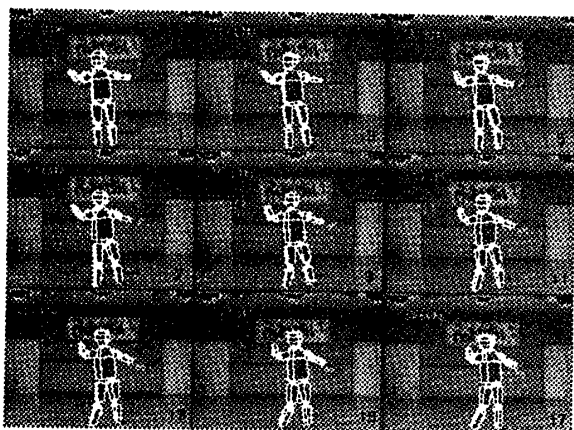


図2: 解析結果: 指導員

3.2 インラインスケート

インラインスケートを上級者と初心者それぞれ滑ってもらい上手な動きとそうでない動きはどのような滑りかたにより生じるのかを調べた。

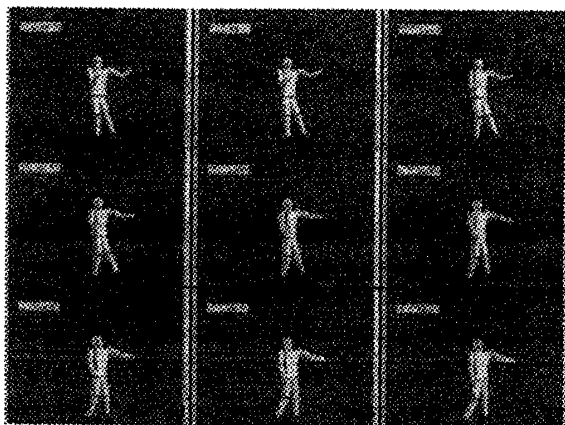


図3: CGによる再現: 師範

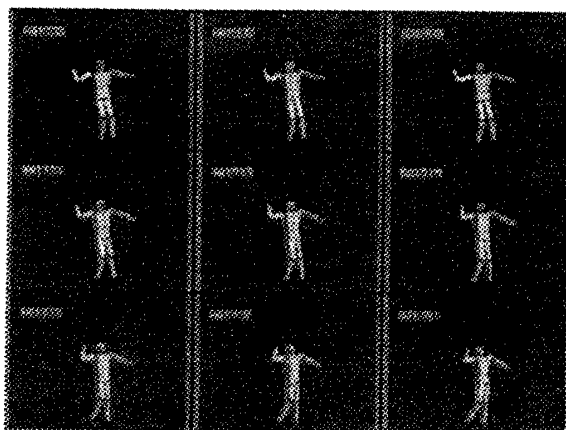


図4: CGによる再現: 指導員

4 あとがき

動画像により人間の動きの個性を抽出する方法を提案した。動きに十分個性が含まれることを確認した。

謝辞

動画像データの撮影にご協力戴きました日の出舞踊団・奥田流の皆さんに感謝致します。本研究は、一部科研費(06212208)の補助を受けた。

参考文献

- [1] 辻三郎: 感性情報処理, 日本学術会議編「感性と情報処理」, 共立出版 1993
- [2] M.Yamamoto and K.Koshikawa: *Human motion analysis based on a robot arm model*, 1991 IEEE CVPR'91 pp.664-665, 1991