

I-23 モデル知識を用いた遺伝的アルゴリズムによる人間の姿勢推定 Human Posture Estimation using Genetic Algorithms based on Knowledge of Models

坂木和則 † 有澤博 ‡
Kazunori Sakaki Hiroshi Arisawa

1. まえがき

近年の計算機技術の発達により、複雑な形状をもったさまざまな3次元オブジェクトを計算機上で自由に表現することが可能となってきた。そこで、現実世界で実際に起きた時空間的な出来事を何らかの方法により計算機上に忠実に取り込みかつ再現することが期待され、特に現実世界から人間の姿勢や動作を推定することができれば、スポーツ医学、労働作業評価などの分野で応用が期待できる。

しかし、人体は多関節からなる複雑な動きをするため、センサーなどの直接的な計測デバイスを使わない限り、人間の姿勢推定は困難であるが、一般的に計測するまでの準備に時間がかかる。そのため、実際に患者の動作を計測することは、患者に負担がかかるため使用することができない。また、実際に試合をしているスポーツ選手の動作を取得することができない。

そこで本研究では、多方向からの同期ビデオ映像だけを用いて、あらかじめ被計測者のサイズに合わせた3次元人体モデル(モックアップモデル)との比較を行うことに姿勢を推定する手法を提案する。ここにおいて問題となるのは、多方向からの画像のすべてにマッチするようなモックアップ姿勢を計算することである。この問題について我々は遺伝的アルゴリズムを用いる。

2. 姿勢推定人体モデル

人間は関節の角度を自由に变化させることによりさまざまな姿勢をとることが可能となる。そこで、本研究では人間を多関節からなる剛体として考える。

この剛体関節モデル(モックアップモデル)は腰を親とした階層構造をなしている。個々のパーツは手首と足首を抜かした全12パーツで構成されており、これを任意の回転軸で回転させることにより、実際の人間と同じ姿勢をとらせることが可能となる。

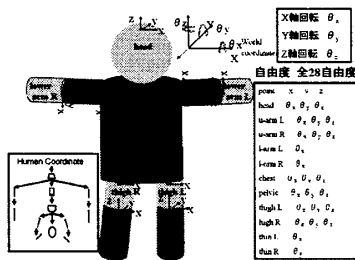


図1 モックアップモデル

本研究では、被写体の大きさに合わせたモックアップモデルをあらかじめ作成しておき、これと複数の視点から得られるカメラ画像とのマッチングを行うことで、その時点の姿勢を得る。

† 横浜国立大学大学院環境情報学府情報

‡ 横浜国立大学大学院環境情報研究院

3. GAによる姿勢推定アルゴリズム

2章より、人間の1姿勢を決めるためのパラメータは、モックアップモデルの腰の位置(x, y, z)と図1に示した28間接自由度の全31パラメータである。これと、複数の視点から得られるカメラ画像とのマッチングを行うことによりパラメータの値を求める。しかし、この全31パラメータのすべての値の組み合わせは非常に膨大となり、これも組み合わせ最適化問題の1つであるといえる。そこで、本研究では組み合わせ最適化問題を解く手法として有力な遺伝的アルゴリズムを用いる。

3.1 遺伝的アルゴリズムの適用

本研究で求めるパラメータは、位置と間接自由度である。このような設計変数値が実数値である連続関数最適化問題の場合、染色体のコーディングに実数値ベクトルを用いる実数値GAが、ビットストリングGAと比較して、効率的な解探索が可能である。

そこで本研究では、実数値GAを用いる。また、世代交代モデルには、Minimal Generation Gap(MGG)、交叉法は、単峰性正規分布交叉(Unimodal Normal Distribution Crossover: UNDX)を用いる。

3.2 適応度の評価

モックアップモデルと画像とのマッチングを行うが、その評価値には、本当にマッチしていれば、最も高い値を示す必要がある。しかし、人間のような多関節からなるオブジェクトの場合、個々のオブジェクト同士によるオクルージョンや似た姿勢が多いことからその評価値が問題となる。そこで、本研究では以下の2つの評価値を用いる。

- モックアップモデル主体の評価
任意の点が全ての多視点カメラ画像のオブジェクト領域内に含まれる割合
- カメラ画像主体の評価
各カメラ画像において投影されたモックアップモデルのピクセル領域とオブジェクト領域の重なり度

この2つの評価値をそれぞれ正規化し、それぞれ重み付けをして足し合わせた値を適応度とした。従って、適応度の最大はそれぞれの重みが1とすると2.0となる。

3.3 致死遺伝子

染色体中の各パラメータは、交差後には実際の人間がとりえない姿勢になることがある。これを致死遺伝子と呼ぶ。この致死遺伝子を検出するために、次の2つの作業を行う。

- 各パラメータ値が、実際の人間の関節稼動域以内にあるかを調べる
- 各オブジェクト同士が重なっていないかを、ポリゴンの衝突検出を行うことで調べる

特に 2 番目の作業を行うことで、例えば腕などにおいて間接稼動域以内にはあるが、その腕が違うパーツにめり込んでいる状態を避けることができる。

これにより検出された致死遺伝子はそのときの評価に加ええないことで次世代にもち越さないようにする。

4. 実験

本研究の妥当性を示す実験として、2 つの実験を行った。

4. 1 実験 1

実験 1 としては、正面、右横、左前方の 3 視点からのカメラ画像を用いる。被写体の姿勢としては、全ての間接がなるべく重ならないようにした。この実験により、そもそも本手法で姿勢パラメータが得られるのかを検証した。個体数は 100、また、1 世代における交叉数は 200、世代数は、10000 世代まで行った。

世代数と適応度の関係を図 2 に示す。ここで、手動で現画像とモックアップモデルを合わせたところ、約 1.7 程度の適応度であった。

この結果、10000 世代目のできた結果を図 3 に示す。図 2 より、初期の収束率が高いが、中盤以降の適応度はなかなか上がらなかった。従って、全体的には、図 3 のようにほぼマッチしているが、末端のパーツほど、誤差が大きかった。この原因として、モックアップの構造が階層構造にしたことが考えられる。

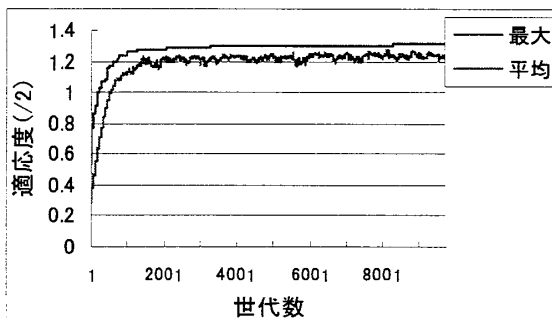


図 2 実験 1 の世代数と適応度の関係

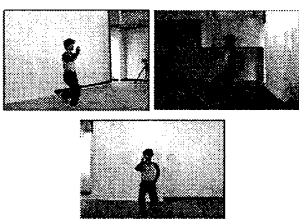


図 3 実験 1 カメラ画像

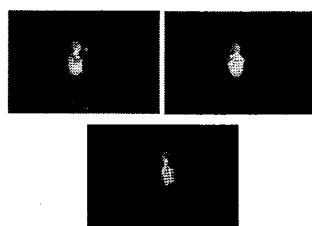


図 4 実験 1 マッチング結果

4. 2 実験 2

次の実験として、5 つの視点（上、正面、左側面、右前方、左前方）のカメラ画像を用いた。被写体にはバットを持ち、ボールを打つ姿勢をさせた。この姿勢について本手法を用いることにより、被写体以外のオブジェクトがあっても、姿勢パラメータが得られるのかを検証した。

個体数は 100、1 世代における交叉数は 200、世代数は、5000 世代まで行った。適応度の評価値においてカメラ画像

主体の評価値を 2 倍にしている。手動でカメラ画像とモックアップモデルを合わせたところ、約 1.9 程度であった。

世代数と適応度の関係を図 4 に、この結果 5000 世代目のできた結果を図 5 に示す。図 6 の画像より、腕のマッチングが低く、期待した姿勢が得られなかった。

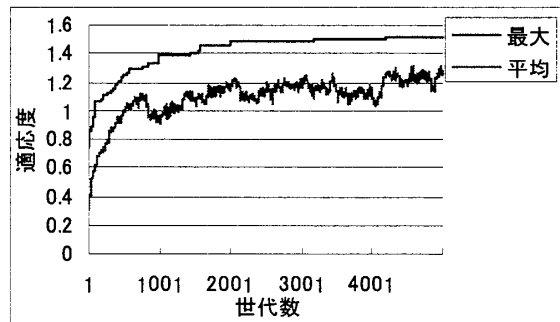


図 5 実験 2 の世代数と適応度の関係

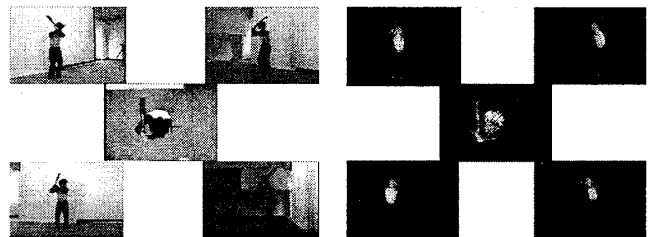


図 6 実験 2 カメラ画像

図 7 実験 2 マッチング結果

5. まとめと考察

本研究では、多方向からの同期ビデオ映像だけを用いて、あらかじめ用意されたモックアップモデルとの比較を、遺伝的アルゴリズムを用いることにより、姿勢を推定する手法を提案した。評価としては、5 視点からなるビデオ映像をもとに実際に姿勢の推定を行った。これにより、大まかな姿勢を得ることができた。また、およそ 2000 世代で収束率が安定することが確認できた。これにより、マッチングの初期段階において、おおよその姿勢を得るために使うことが有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 坂木, 今井, 富井, 有澤: "多視点映像を用いた時空間オブジェクトの解析とモデリング", 電子情報通信学会, 第 11 回データ工学ワークショップ(DEWS2000)論文集, 2000. 3
- 2) 佐藤浩, 小野功, 小林重信: 遺伝的アルゴリズムにおける世代交代モデルの提案と評価, 人工知能学会誌, Vol. 12, No. 5, pp. 734-744 (1997)
- 3) 小野功, 佐藤浩, 小林重信: 単峰性正規分布交叉 UNDX を用いた実数値 GA による関数最適化, Vol. 14, No. 6, pp. 1146-1155 (1999)
- 4) 大谷淳, 岸野文郎: 遺伝的アルゴリズムを用いた多眼画像からの人物の姿勢のモデルベース推定, 映像情報メディア学会誌 Vol. 51, No. 12, pp. 2107-2115 (1997)