

5X-02 剛体モデルを利用した注目点自動追跡法

福井 貴直 大西 忠博 諸角 建

拓殖大学工学部情報工学科

1. はじめに

本研究では、パーソナルコンピュータで運動解析ができるシステム開発¹⁾を行っており、本論文はこの運動解析システムの一機能について言及したものである。まず、本研究では運動者の映像から運動データを抽出するために、運動者の身体の各部分の座標データを取得する。この座標データを取得する身体の各部分を本研究では注目点と呼ぶ。注目点は関節と呼ばれる部分である首、両肩、両肘、両手首、腰、両膝、両足首の12点と身体の端である頭、両指先、両爪先の5点を加えた合計17点としている。注目点データ取得画面を図1に示す。



図1 注目点データ取得画面

本運動解析システムでは、この注目点データの取得をマウスによる手作業で行ってきた。しかし、このマウスによる注目点座標データ取得は非常に複雑な作業となる。例えば、NTSC方式のビデオ映像から運動解析を行うとすると、最低でも1秒間に10フレームのデータを取得する必要がある。また、一連の運動動作は5秒程度の時間で完了する。よってこの運動データの注目点データを取得する場合、1秒間に170回のマウスクリックが必要で、これが5秒分だから合計850回のマウスクリックが必要になる。加えてマウスカーソルの移動も必要になるため、この作業は非常に複雑になってしまう。そこで本論文ではこの注目点データ取得を自動で行う方法について検討したので報告する。

2. ヒトの運動の特徴

物体の運動において最も簡単な例を挙げると、剛体の運動が考えられる。ここで剛体とは外部からどんな力を加えても形状、体積が変わらない物体のことを指す。この剛体の両端に任意の2点を設定すると、一方の点を基準点にしたときもう一方の点は基準点を中心とした球面上に存在すると考えられる。この考え方を剛体仮説という。この剛体仮説によって剛体に設定した点の運動を予測することが出来る。例えば、棒状の剛体を放り投げたときの運動を考えると、剛体全体は等加速度運動をする。また、剛体上の基準点が明らかであるならば、もう一方の点は等加速度運動をする基準点を中心とした球面上に必ず存在する。このことより剛体上のもう一方の点の位置を推定できる。

ヒトの運動は前述した単純な剛体の運動として扱うことは出来ない。しかし、本研究では注目点を身体の端と関節部分に設定しているため注目点間を剛体としてみなすことが出来る。例えば、頭と首を両端にした部分、肘と手首を両端にした部分が剛体とみなせる。よってヒトの運動は連なった剛体の運動と考えることが出来、剛体仮説から各注目点位置を予測することが出来る。

3. 注目点色情報

前述した剛体仮説によって注目点座標の推定が行えることが判った。しかし、推定は出来るものの正確な位置を確定することは困難である。そこで、注目点の特徴から正確な位置を確定する方法として、注目点の色情報を利用する。本研究における運動解析には一般的な運動画像を使用している。そのため、運動者の服装は特定なものにならずTシャツやジャージといったものになる。この服装の違いが注目点の色の特徴となる。運動者の服装の特徴の例を図2に示す。

図2において注目点の色情報は肌の露出している部分は肌色、Tシャツの部分は白、パンツの部分は黒となる。背景部分がこれとは違った色なので注目点であると考えられる部分は限定される。また、注目点毎にも色が異なるため注目点を判別することも出来る。

Automatically tracing method of observation points using a rigid body model

Takanao Fukui, Tadahiro Onishi and Tatsuru Morozumi

Takushoku University

815-1 Tatemachi, Hachioji-shi, Tokyo 193, Japan

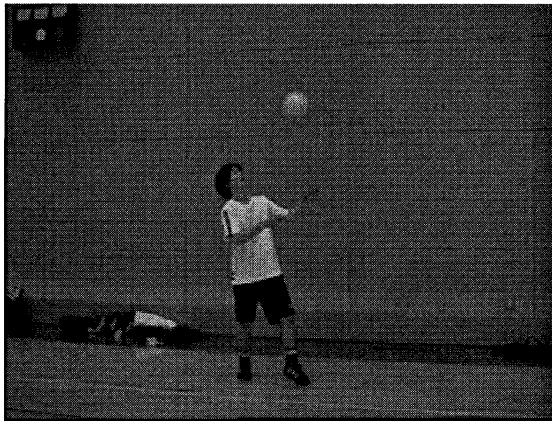


図2 運動者の服装の特徴

4. 注目点色情報の利用法

注目点毎に持っている色の特徴が異なることは前述した通りであるが、注目点の色をそのまま特徴として利用すると判別には非常に厳しい条件が必要となる。色の情報は一般的に RGB 値によって表現される。RGB 値それぞれに 8 bit を使用していると全部で 1677 万色程度の色を表現できる。この中の 1 色を注目点色情報として利用すると、その注目点とみなすことが出来る色は 1/1677 万色となる。本研究で使用している運動画像は一般的なものなので、照明や、カメラの性能によって一連の運動画像でも色情報は微妙に異なる。そのため、注目点色情報をそのまま利用すると注目点認識が困難である。本研究では注目点色情報を輝度に変換して利用する。輝度変換に使用する式は以下の通りである。

$$L = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

この輝度情報に加えて注目点の周囲 8 点の輝度情報を加算し、その平均値を注目点の判別に利用する。この平均値を利用することによって注目点の周りの色の特徴も反映出来る。

5. 基準点の認識

注目点の自動追跡に剛体仮説と色情報を併用することを述べてきたが、剛体仮説における基準点を確定しなければ注目点を推定することが出来ない。ヒトの運動の場合、腰がすべての剛体の基準点になる。つまり、腰の位置が確定すれば剛体仮説より連なった剛体の注目点も推定することが可能になるのである。この基準点である腰の認識をするために身体の輪郭と色情報を利用する。腰は身体の輪郭に挟まれた部分に位置し、立っている場合は横微分の処理を行うことによって輪

郭を検出することが出来る。この方法で全体の基準点である腰を認識する。

6. 結果

前述の方法を組み合わせた自動追跡法において図 2 の追跡結果を図 3 に示す。図 3 は図 2 の一つ前のフレームにおいて注目点データを手動入力し、そこで得られた剛体情報、注目点色情報、基準点情報を基に注目点自動追跡を行ったものである。

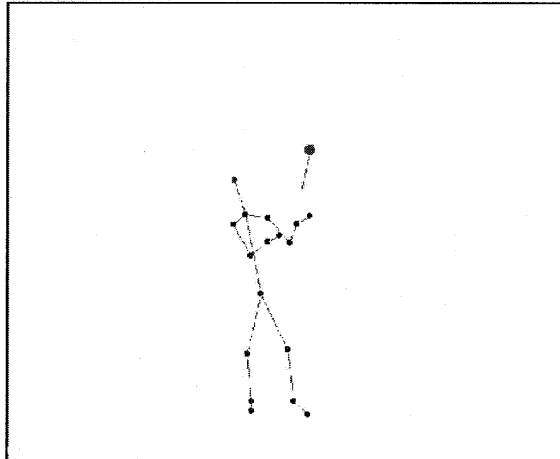


図3 自動追跡結果

7. まとめ

追跡結果から見て取れるように剛体仮説と色情報を併用することによって注目点の自動追跡が行える。また、この方法を応用することによりボールなどの道具の自動追跡も同時に行うことが出来る。

本研究における注目点の自動追跡法は、一般画像を対象としており、運動画像撮影時に特別な服を着用したり、マーカなどを装着する必要はない。そのため、運動解析にはどんな映像も使用できるが、その反面、運動映像によって認識率が大きく変動する。例に挙げた画像は運動者と背景との色の違いがはっきりしているが、背景と運動者の色が近い場合は認識率も低くなる。今後はこういった認識率への影響を少なくする方法の確立が研究課題となる。

8. 参考文献

- 1) 福井貴直, 諸角建, “運動解析のための Windows アプリケーションの開発”, 情報処理学会第 59 回全国大会講演論文集(2), 5M-07, pp309-310, 1999
- 2) 中島正之, 山本正信, “グラフィックスとビジョン”, オーム社