

RGB-D カメラと非同期型 DP マッチングによる 3 次元解析

角淳之介 * 内田誠一 *

* 九州大学

kado@human.ait.kyushu-u.ac.jp

1 はじめに

人体の姿勢の動特性解析は、スポーツや介護など、様々な応用が考えられる。例えば、ゴルフクラブのグリップエンドに専用の器具をつけてスイングの解析を行う PIXELA 社の「プレーンアナライザー」がある。

解析の一つの方法は、基準となる姿勢系列との照合、すなわちマッチングである。このうち本稿で用いる弾性マッチングでは、基準と入力それぞれのいくつかの関節角からなる特徴ベクトルの時系列パターンとして、一方のパターンを時間的に非線形収縮させながら最適整合を行う。ただし、人の動作は複雑で、各関節の動きには時間的なずれがある。この場合、従来の弾性マッチングのように全身の姿勢を一括して扱うと正しいマッチングができない可能性がある。さらに姿勢解析においては、そのずれそのものが重要な意味を持つ場合もある。すなわち、例えば何らかのスポーツ動作において手足がある時間的關係を満たさなくてはならないはずが、そうっていない状況であることを把握できれば、その補正などの確かなコーチングが可能になる。

そこで、本研究では非同期型 DP マッチング [1] を利用する。この方法は標準パターンの特徴を独立して扱い、マッチングしたものである。その結果、標準パターンが変形するという性質を持ち、上述の手足の時間的ずれを吸収しながら、適切なマッチングが得られる。

実験では Microsoft 社の Kinect v1 を用いて、野球のバッティング動作の姿勢の個人間の違いを検証した。Kinect v1 により人体の姿勢動特性は Depth センサーにより 20 個の関節角の時系列として表現される。このうち本実験では、野球のバッティング動作（以下「スイング」と呼ぶ）の両肩と両膝の回転のずれに着目して、非同期 DP マッチングを行った。

2 方法

2.1 特徴抽出

マッチングでは、まず特徴抽出を行う必要がある。本実験では初めに、Kinect から得た各時刻 i の各関節の 3 次元座標から図 1 のように両肩・腰の 3 点に垂直なベクトルの地面と水平な成分 \vec{n}_{si} 及び、両膝・尻の 3 点から同様にベクトル \vec{n}_{ki} を取得する。ただし、それぞれのベクトルは正規化された単位ベクトルとする。そして、スイングの前の姿勢（以下「構え」と呼ぶ）で得たベクトル ($i = 0$) とスイングの各時刻 j におけるベクトル ($i = j$) の角度を肩 θ_{sj} 、膝 θ_{kj} それぞれ求め、これらを肩、膝（尻）の回転角とし、特徴とする。つまり、回転角 θ_{sj}, θ_{kj} は (1) 式で得られる。

$$\theta_{sj} = \arccos(\vec{n}_{s0} \cdot \vec{n}_{sj}), \quad \theta_{kj} = \arccos(\vec{n}_{k0} \cdot \vec{n}_{kj}) \quad (1)$$

2.2 非同期型 DP マッチング

非同期型 DP マッチングでは、標準パターンの時系列データを特徴毎に分解し、それぞれ入力パターンとマッチングされる。つまり本実験では、肩、膝の回転角の時系列データを独立に考えるため、マッチングの探索空間は 3 次元空間となる。したがって、 x 軸を入力パターンの時刻、 y 軸を標準パターンの肩の時刻、 z 軸を標準パターンの膝の時刻とすると、局所コストは $d(x, y, z)$ と表現できる。局所コス

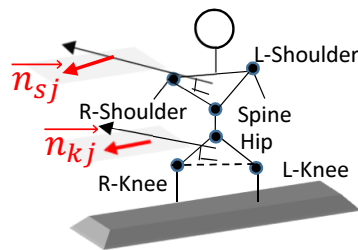


図 1: 各ベクトルの向き

トの計算はユークリッド距離を用い、以下の (2) 式で求められる。ただし、 θ_{Jj} ($J = s, k$) は標準パターンの回転角、 ϕ_{Jj} ($J = s, k$) は入力パターンの回転角である。

$$d(x, y, z) = \sqrt{(\phi_{sx} - \theta_{sy})^2 + (\phi_{kx} - \theta_{kz})^2} \quad (2)$$

以上の手法で非同期 DP マッチングを行うと、出力は入力パターンに対する標準パターンの肩、膝の回転角の対応関係が求まる。また、単純に回転のみを情報として扱っているため、個人差である体格の差、動作時間の差による影響を取り扱うことができ、二者のスイングでの肩、膝が回るタイミングの比較が期待できる。

3 実験

本手法に基づき、野球経験者（標準パターン）、野球未経験者（入力パターン）の二人のスイングを非同期 DP マッチングで比較した。以下の図 2 に得られた結果のグラフを示す。このグラフは縦軸が膝、横軸が肩の回転角、破線で示す部分が経験者のスイングとなっているため、未経験者のスイングは経験者に比べて膝が回るタイミングが早いことが分かった。

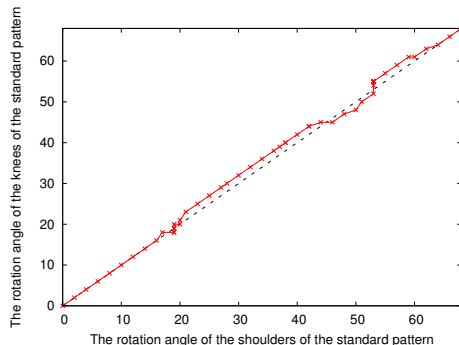


図 2: 入力パターンに対応した標準パターンの時系列

4 まとめ

以上より、非同期 DP マッチングを用いて二人のスイングの比較をすることができた。今後の課題としては、特徴量として回転角は適切だったのかを調べていくこと、特徴量の増加及びそれに伴う計算量の増大に対する対処、野球だけでなく他のスポーツへの応用などがあげられる。

参考文献

- [1] 二矢川和也, 内田誠一, 迫江博昭, “パターンマッチングにおける特徴量の非同期化の影響 オンライン文字認識を例として,” PRMU, pp.37-42, 2006.