

簡易モーションキャプチャにおけるマーカ追跡手法

川澄裕一[†] 宮岡伸一郎[‡]東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科メディアサイエンス専攻[†]東京工科大学メディア学部メディア学科[‡]

1 はじめに

モーションキャプチャはユーザの姿勢や動作の情報を取得する技術であり、アニメーション、映画、ゲームなどのコンテンツ制作に用いられる。一般に、モーションキャプチャは大規模な装置や広い空間、高いコスト、煩雑な作業などが必要となるため、一般ユーザが気軽に使用することは難しい。

著者らは個人利用のための簡易モーションキャプチャを提案してきた^[1]。簡易モーションキャプチャは 2 台の Web カメラによって、カラーマーカを装着したユーザの上半身を撮影する。カラーマーカは部位によって同じ色を複数使用できることとした。これは、特徴のある色のマーカを装着部位の数だけ用意することが個人利用において大きな制約となるためである。

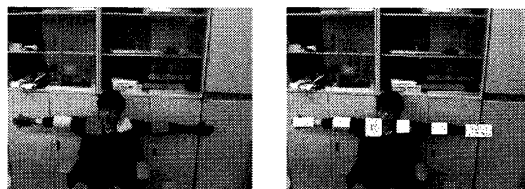
本稿では、簡易モーションキャプチャにおけるマーカ追跡手法を述べる。カラーマーカの追跡にはパーティクルフィルタを利用する。さらに、マーカの追跡では追跡失敗時に正しい追跡に回復する処理や、同色マーカ使用時の誤追跡を防ぐために使用パーティクルを限定する処理を加える。マーカの座標はパーティクルを用いて算出した重み付き重心とする。実験では算出したマーカ座標の軌跡を示し、追跡の妥当性を確認する。また、本手法によりモーションキャプチャを行った結果について報告する。

2 マーカの追跡

2.1 パーティクルフィルタによる追跡

カラーマーカの追跡にはパーティクルフィルタを用いる。これは状態を持った多数のパーティクルを用いた予測とそれに対する観測、観測結果による複製・削除によって動作物体の追跡を行う手法である^[2]。本研究で用いるパーティクルの状態は座標と速度とする。

マーカ追跡を始める前に使用するマーカ色を設定する。マーカの追跡開始時にはユーザは腕を横に広げた姿勢をし、設定したマーカ色の画



(a)ユーザの初期姿勢 (b)発生させたパーティクル

図 1. 初期パーティクルの発生

素が集まる箇所をパーティクル発生領域とおく。図 1 はユーザの初期姿勢と発生させたパーティクルを白い画素で表したものである。

パーティクルの発生後、マーカの追跡を行う。まず、パーティクルの予測を行う。予測はパーティクル座標と速度を用いた等速運動にノイズを加えて行う。

予測したパーティクルを用いて観測を行う。観測ではパーティクル座標における画像の HSV と YCrCb を取得する。これとあらかじめ設定しておいた HSV, YCrCb とのユークリッド距離 d を求め、式(1)からパーティクルの尤度を求める。

$$w_t = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

対象マーカを追跡するすべてのパーティクルの尤度算出後、尤度の総和が 1 となるように正規化を行う。これを重みとし、追跡するパーティクルの重み付き重心を求め、マーカ座標とする。マーカ座標算出後、重みに応じて各パーティクルの複製と削除を行う。重みが大きいパーティクルは多数複製し、重みの小さいパーティクルは少数の複製や削除を行う。これにより、設定色と似ている色をもつ座標のパーティクルが多数残る。次フレームは複製したパーティクルを用いて以上の処理を行う。

2.2 誤追跡時の回復処理

マーカ追跡は等速運動を基本としているため、運動に大きな変化が起こった場合、追跡に誤りが出る可能性がある。追跡を誤った場合、次フレーム以降も正しい追跡ができない可能性がある。そのため、追跡を失敗した際に追跡回復処理を行う。

同色を他の部位に使用しないマーカの誤追跡を考える。誤追跡が行われた場合、多くのパーティクルがマーカ以外の箇所であり、マーカの設定色と類似した色を観測するパーティクルは少なくなると考え

Marker Tracking for Simple Motion Capture

[†]Yuichi KAWASUMI, [‡]Shinichiro MIYAOKA[†]Graduate School of Bionics, Computer and Media Sciences, Tokyo University of Technology[‡]School of Media Sciences, Tokyo University of Technology

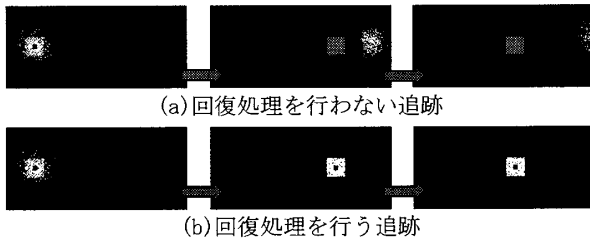


図 2. 回復処理の有無による追跡の違い

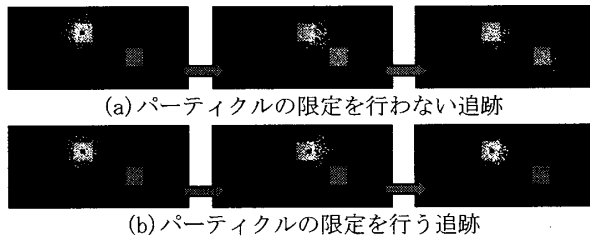


図 3. パーティクルの限定の有無による追跡の違い

られる。そこで、観測時の尤度が一定値以下のパーティクル数を調べる。このパーティクルが多い場合、追跡に失敗していると判断する。

追跡に失敗している場合、追跡の回復を行う。回復処理では対象のマーカを追跡するすべてのパーティクルを削除し、領域の再設定とパーティクルの再発生を行う。図 2 は左右に往復するマーカを追跡した様子である。回復処理を行わない場合、正しい追跡が行われないのに対し、処理を行うことでマーカを正しく追跡することが確認できる。

2.3 同色マーカの追跡

同色マーカの使用により、他のマーカの影響を受け、正しい追跡が行われないことが考えられる。本研究では、同色マーカの追跡に使用するパーティクルを限定することで問題の解決を図る。この処理では、予測したパーティクルと前フレームで算出した両マーカの座標との距離を調べ、他の同色マーカ座標の方が近い場合、パーティクルの尤度を 0 とする。尤度が 0 となったパーティクルはマーカ座標の算出や次フレーム以降のマーカ追跡に使用されない。図 3 は左右に往復する上側のマーカを追跡する様子である。処理を行わない場合はパーティクルが他のマーカにもあらわれるが、処理を行うことで対象マーカのみを追跡することができる。

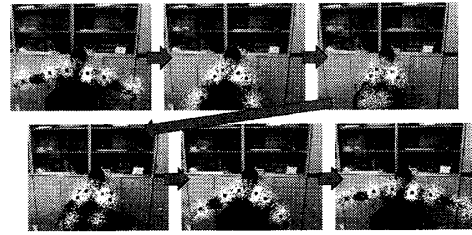
3 実験と評価

3.1 マーカ追跡の妥当性の検証

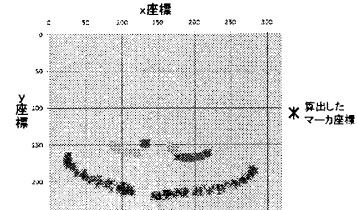
ユーザの肩・肘・手に装着したマーカの追跡を行った。ユーザの動作を追跡した結果を図 4 に示す。図 4(a) でパーティクルがそれぞれのマーカ付近にあることを確認でき、図 4(b) に示すマーカ座標の軌跡はユーザの腕動作と同じようなものとなった。これより、マーカを正しく追跡することが確認できた。

3.2 モーションキャプチャへの利用

本稿で示したマーカ追跡手法を簡易モーションキ



(a) ユーザの動作とマーカ追跡の様子



(b) 算出したマーカ座標の軌跡

図 4. 装着マーカの追跡結果

ャプチャに用いて、アバターの動作制御を行った。モーションキャプチャでは 2 つの撮影画像におけるマーカ座標から 3 次元座標を復元し、アバターの姿勢を決

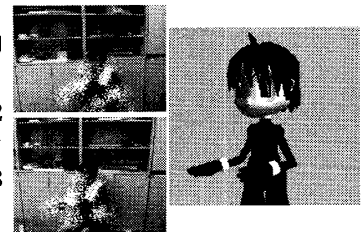


図 5. アバター姿勢の決定

定する^[1]。ユーザの姿勢とアバターの姿勢を図 5 に示す。ユーザの動きによってアバターの動作制御を妥当に行え、本稿で提案した追跡手法は簡易モーションキャプチャに有効であることを確認した。

4 まとめ

本稿では、簡易モーションキャプチャに用いるマーカ追跡手法について述べた。マーカ追跡にはパーティクルフィルタに、追跡失敗の際の回復処理と同色マーカ追跡における使用パーティクルの限定処理を加えた方法を提案した。追跡の回復では、追跡失敗時にマーカ領域を再取得し、その領域にパーティクルを再発生させる方法を提案した。同色マーカ追跡時には前フレームのマーカ座標とパーティクル座標の距離を算出し、他のマーカに近いものを使用しない方法を提案した。実験では、これらの処理によるマーカ追跡が簡易モーションキャプチャの利用に対し、十分な精度であること確認した。

参考文献

- [1] 川澄裕一, 宮岡伸一郎: “個人利用を想定した簡易モーションキャプチャシステム”, 情報処理学会研究報告, 2008-CVIM-164-(17), pp. 99-106, 2008
- [2] Michael Isard, Andrew Blake: “Condensation—Conditional Density Propagation for Visual Tracking”, International Journal of Computer Vision, vol29, pp.5-28, 1998