

K-033

色彩画像処理と時系列情報による人物の3次元姿勢推定に関する検討

Study of Estimating Three Dimensional Postures of a Human Using Color Information Processing and Time Series Information Processing

小沼 裕一†
Yuichi Onuma

姜 東完† 大谷 淳†
Dong-Wan Kang Jun Ohya

1. まえがき

筆者らは、高橋らの Lt-s 曲線による人物のシルエット像の輪郭線解析に基づく手法[1]をベースに色彩画像処理を加えて、推定可能な姿勢の種類の制限の緩和を目指している[2]。多視点画像におけるある画像において人体の特徴点にオクルージョンが発生した場合、オクルージョンが生じていない他の画像からの情報を利用する必要がある。また、これまで単一のフレームについて画像処理を行ってきたが、精度向上のため人体モデルと時系列情報を導入することとする。時系列情報としては、対応点検索を行う必要が無く計算量が小さい時空間勾配法を用いる。

2. 提案手法

2.1 基本概念

図1に提案手法の処理の基本的な流れを示す

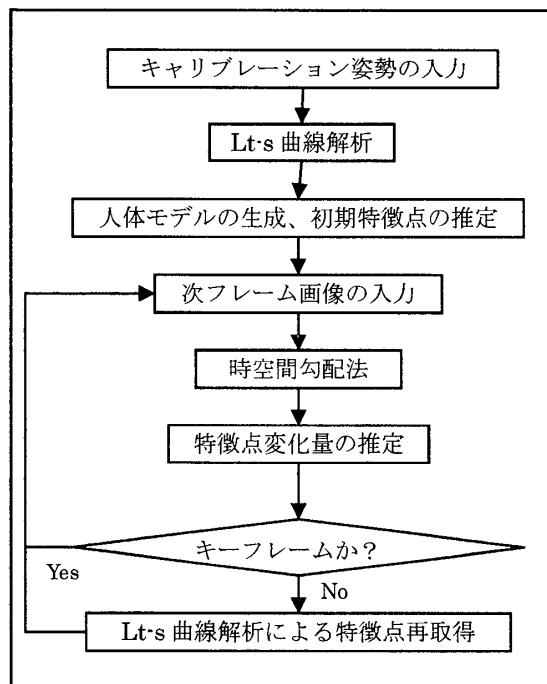


図1 基本的な処理の流れ

本報告では、筆者らがこれまで提案してきた Lt-s 曲線による人物の輪郭線解析と色分け衣服による色彩情報による画

像処理に加えて、人体モデルの利用[3]と時空間勾配法[4]による人物の動作推定を加えることを提案する。まず色分け衣服を着た被撮影者にキャリブレーションとして特徴点の取得が容易な姿勢を取らせることで人体モデルの生成と特徴点の初期値の推定を行う。そして順次各フレームの画像を入力として時空間勾配法で特徴点の変化量を推定していく。また推定誤差の蓄積の影響を避けるために、適当な間隔でキーフレームをとり Lt-s 曲線解析を行うことで再度特徴点を取得する。以下では、それぞれの処理の流れについて見ていく。

2.2 キャリブレーション

画像処理を用いたモーションキャプチャでは身体に接触することなく測定できる反面、オクルージョンなどに弱い。そのため人体モデルを知識として用意することとする。また、時空間勾配法では特徴点の変化量を推定することはできるがその初期値を求めることは出来ない。そのため、はじめにキャリブレーションが必要となってくる。

キャリブレーション用の姿勢にはシルエットの重なりが生じたりしない特徴点の取得が容易な姿勢ならばどのようなものでも構わないが、本報告では図2のようなカメラに対して正対して手を広げて立つ姿勢を採用した。

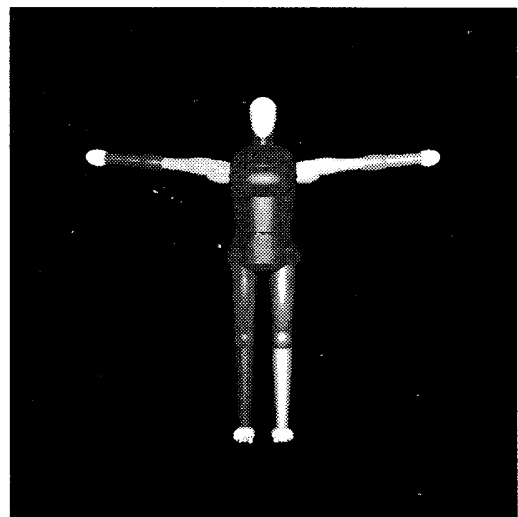


図2 キャリブレーション姿勢の例

また人体モデルとしてはスティックモデルや多面体モデル、超楕円体モデルなどがあるが、本報告では扱いの簡単なスティックモデルを用いることとした。Lt-s 曲線解析によって特徴点を取得し、カメラに対して正対していることからキャリブレーション姿勢において特徴点の z 座標は一樣で

†早稲田大学大学院 国際情報通信研究科

あるとして、それを人体モデルの各関節位置に対応付けする。

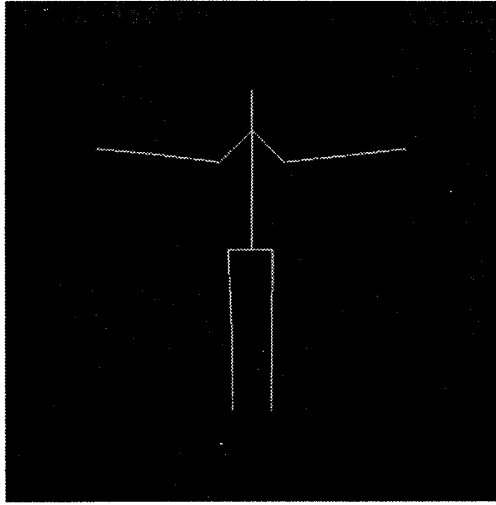


図3 スティックモデル

2.3 Lt-s 曲線解析

ここでは Lt-s 曲線解析について説明する。Lt-s 曲線とは、入力画像から抽出した人物のシルエット画像に対して、図4左に示すような輪郭と重心 G を通る上半身主軸の交点 P を求め、P を起点として輪郭線上を反時計方向に進む点列 {s} 上の点 A に対して、以下の関数で与えられる曲線を Lt-s 曲線と呼ぶ。

$$Lt(s) = \sqrt{AP^2 + AG^2} \quad (1)$$

図4右に示すように Lt-s 曲線には極大点が発生する。即ち、図4右に示される人物の姿勢の場合、特徴点がそれぞれ Lt-s 曲線中に示された極大値にそれぞれ対応する。

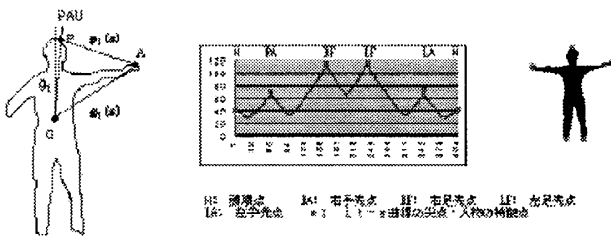


図4 Lt-s 曲線

Lt-s 曲線解析はシルエットの輪郭線を利用するため、キャリブレーション姿勢において、手先や足先、頭頂部は推定することが出来るが、肘や膝、足の付け根などを求めることは出来ない。そこで色分け衣服の色彩情報を利用して、各々の人体部分を抽出して各部分毎に Lt-s 曲線解析を行うことで各関節の特徴点を求める。

2.4 時空間勾配法

ここでは人物の動作推定に用いる時空間勾配法について説明する。時空間勾配法とは、“物体上の点の明るさは移動後も変化しない”という仮定から対象の動きを推定する方法である。n フレーム目における特徴点の座標 (x, y) の

輝度値を $I(x, y, n)$ とし、次フレームに特徴点が $u = (\Delta x, \Delta y)$ だけ移動したとすると

$$I(x, y, n) = I(x + \Delta x, y + \Delta y, n+1) \quad (2)$$

が成り立つ。局所領域内の各点のオプティカルフロー u が等しいと仮定すると、特徴点近傍の各点においても上記の関係式が成り立つ。よって特徴点近傍において f を最小とするような $u = (\Delta x, \Delta y)$ を特徴点の変化量と推定する。

$$f = \sum_x \sum_y \Delta I^2 \quad (3)$$

$$\Delta I = I(x + \Delta x, y + \Delta y, n+1) - I(x, y, n)$$

2.5 動作推定

人物の動作の推定には、制約条件としてキャリブレーション時に生成した人物モデルの各パーツの長さを用い、それを満たすように時空間勾配法を用いて特徴点の変化量を推定する。また、人体モデルにおいてあるパーツが別のパーツの後ろにあると判定されたときはオクルージョンが生じたと判定し、別のカメラからの情報を用いることとする。

2.6 キーフレーム

本報告においてキーフレームは一定間隔でとることとする。ただしオクルージョンが生じていると判定された場合は、そのカメラのオクルージョンを生じているパーツについての情報は採用しない。

3. 実験結果

本報告ではノイズによる外乱の影響を避けるため 3D アバターを用いたシミュレーションを行った。人体モデルと時系列情報の導入により、以前の手法では判定できなかったオクルージョンの有無を判定することが可能となった。

4. まとめ

本報告では人体モデルと時系列情報を用いることで推定可能な姿勢の制限を緩和できることを示した。今後の課題として人体モデルのより良い近似への拡張が挙げられる。

参考文献

- [1] 高橋、坂口、大谷：実時間非接触型非装着型 3 次元人物姿勢推定に関する考察、電子情報通信学会誌 D-II、Vol.J83-D-II、NO.5、pp1305-1314 (2000.5)
- [2] Kang, Dong-Wan and Ohya, Jun “Estimating Postures of a Human Wearing a Multiple Colored Suit Based on Color Information Processing”, 2003 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME2003), 4 pages (CD-ROM Proceedings), 2003
- [3] 山本正信：コンピュータビジョン技術による次世代モーションキャプチャ、情報処理学会論文誌：コンピュータビジョンとイメージメディア、Vol.43、No.SIG4 (CVIM 4)、pp1-9
- [4] 星野准一、斉藤啓史：ビデオ映像と CG の合成によるヴァーチャルファッションの実現、情報処理学会論文誌、Vol.42、No.5、pp1182-1193