

## 色彩画像処理による色分け衣服を装着した人物の姿勢推定法の検討 Study of estimating postures of a human wearing a multiple-colored suit based on color information processing

姜 東完† 大谷 淳†

Kang, Dong-Wan Ohya Jun

### 1. まえがき

仮想コミュニケーション環境実現のためには、実空間中の人物の姿勢を実時間で計測し、その人物の3次元人物モデル(avatar)において再現する技術が重要である。このようなコミュニケーション環境の研究の一環として筆者らは、サイバースシアターの実現を目指している。サイバースシアターは、誰もがネットワークを介して役者、ディレクター、観客になれる環境を提供するものである。本稿では、サイバースシアターにおいて役者として演技する人物のモーションキャプチャの検討を行う。

筆者らは既に、人物とは非接触な3台のカメラ(正面、側面、上面)に加えて必要最少限の小型カメラを人物に装着することにより得られる多視点画像を解析する方式を開発した[1]が、推定可能な姿勢の種類に制限があった。また、人物とは非接触な3台のカメラにより獲得される多視点画像を解析し、人物全身像の姿勢を推定する人物シルエット像の輪郭線のLt-s曲線解析を用いる方法が開発された[2]。しかし、複数の人体パーツのシルエットが重なるような姿勢の推定が困難であるという課題を残していた。

この問題を解決するため、本稿では、色彩情報を用いた人物全身像の姿勢推定法を提案する。本姿勢推定法は、シルエット画像解析に加えて、各人体パーツに対応して異なる色彩をもつよう色彩の配置を制御した衣服を人物が装着し、カメラにより観測される画像中の色彩情報を解析することにより、シルエット解析のみの手法の問題点の解決をはかる。

### 2. 姿勢推定処理の概要

本提案手法のフローチャートを図1に示す。人物のシルエット像の輪郭線から得られるLt-s曲線の極大値が、複数のシルエットの重なりにより消失する場合には、色彩画像処理を行う。消失する直前のフレームの情報から、予想される現フレームにおける特徴点の位置の周辺を探索し、特徴点の存在する人体パーツが他の人体パーツの前にあるか後ろにあるかを判定する。後ろにあると判定された場合には、この画像だけでは特徴点の位置が求められない。前にあると判定された場合には、Nearest Neighbor法により、シルエットに含まれる各画素を色彩情報により分類し、結果として各人体パーツに対応する領域に分割する。追跡対象の領域のスケルトンを求め、Lt-s曲線解析によりスケルトンの端点を求めることに基づき、特徴点の位置を得る。

### 3. 色彩の配置制御を行った衣服

本手法で用いる色彩の配置制御を行った衣服を図2に示す。同図に示すように、9個の人体パーツを考える。即ち、胴体(同図1)、右の上腕(同図8)、下腕(同図9)、左の上腕(同図7)、下腕(同図6)、右の脚の膝上(同図2)と膝下部(同図3)、左の脚の膝上(同図5)と膝下部(同図4)である。各人体パーツ毎に異なった色彩を与える

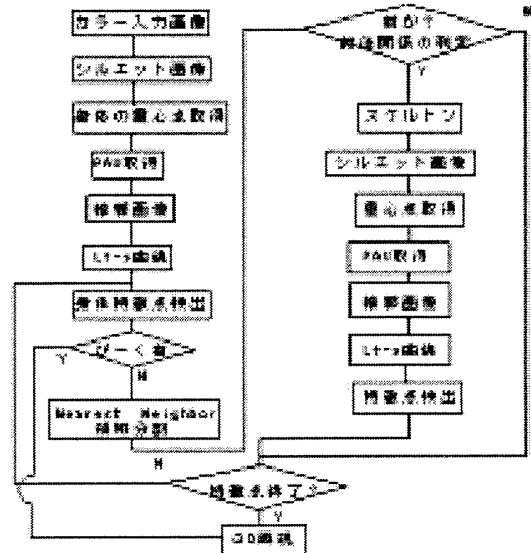


図1: 処理のブロック図

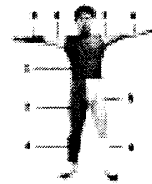


図2: 色分け衣服のシステム

ことにより、シルエット同士が重なった場合でも、容易に位置関係、前後関係が認識できるようにする。

衣服に使用する色はなるべくRGB色彩空間中で、離れて分布しているのが望ましい。しかし、現実には得られる衣服用の色彩の種類には限界があるので、現状使用できるなるべく異なる色、という条件で、図2に示す9色を選んだ。

### 4. 姿勢推定アルゴリズム

まず、衣服を着た人物のシルエット像を背景との差分により得る。図1に示すように、まず人物シルエット像の輪郭線からLt-s曲線を求める。特徴点がLt-s曲線における極大値として得られる場合には、シルエットの重なりは生じていないと判定し、その情報を特徴点として出力する。

Lt-s曲線の極大値が消失した場合には、シルエットが重なったと判定し、シルエットに対応する部分に対して、以下に述べる色彩画像処理を行う。

#### 4.1 色彩領域分割

人物シルエット部分を、前述の人体パーツに対する領域に分割する。この領域分割処理にNearest Neighbor法(最近傍決定法)を用いる。Nearest Neighbor法により、各クラス(本論文の場合には、人体パーツの色)のクラスターを代表する点と、入力データとのRGB空間における距離を

† 早稲田大学大学院国際情報通信研究科

計算し、最も近傍にあるクラスを認識結果としてその画素に割り当て、結果として領域分割結果を得る。

#### 4. 2 前後関係の判断

複数の人体パーツの、カメラに対する前後関係の判定は、どの人体パーツがカメラから見えているかで判定できる[3]。即ち、追跡対象の特徴点が存在する人体パーツの領域番号が4.1の処理(色彩領域分割)の結果、特徴点が存在すると予想される点(例えば、前フレームのLt-s曲線の極値の情報から)の近傍に存在する場合には、その人体パーツが一番手前(カメラに近い)位置に存在すると判断できる。一方、人体パーツの領域番号が存在しない場合には、別の人体パーツに隠されたと判断できる。

#### 4. 3 前に存在する人物パーツの特徴点の検出

4.2節の処理(前後関係の判断)の結果、カメラに対して、他の人体パーツより前に存在すると判定された場合には、さらに特徴点の位置を以下のように推定する。まず、人体パーツに対応する領域のスケルトン(骨格)を求める。スケルトンのLt-s曲線を求め、その極大値を求める。極大値はスケルトンの端点に対応すると考えられる。通常この端点は複数得られるので、特徴点の候補と言える。候補の中から、前フレームの特徴点の位置に最も近い候補を、特徴点の位置の推定結果として出力する。

#### 5. 実験結果と考察

本提案アルゴリズムの有効性を実験により示す。

図3に、種々の異なる姿勢に対応するLt-s曲線を示す。同図は右手が下がり、かつ身体の中央に向かって移動する状態に対応する。右手先点に対応する極大値が、図3の一番上と上から2つ目の姿勢では求められるが、3番目以降の姿勢では、シルエットの重なりとともに消失している様子がわかる。

このように複数の人体パーツが重なった場合には、4.2節で述べたように、複数の人体パーツの前後関係の判定を行う。右手が胴体の前にある場合には、図5のように、右の下腕部が領域として検出されるので、右手が胴体の前であると判定できる。この場合には、同図に示すように、右の下腕部に対応する領域のスケルトンを求め、Lt-s曲線の極大値から、右手先点の位置を検出できることがわかる。

一方、図6のように、左腕が胴体の後ろにある場合には、胴体に対応する領域のみが存在するため、左手先点は求められないと判断されることが明らかである。

別の例として、図4に示す脚が交差する場合がある。このような場合でも、各脚の膝上部、膝下部が領域として正しく検出できていることがわかる。各脚の足先点も同図に示すスケルトンのLt-s曲線の極大値より求められることが確認できる。

#### 6. むすび

本稿では、色彩配置制御された衣服を、姿勢推定対象の人物が装着する方式を提案した。本方式は人体パーツ毎に色分けされた衣服の色彩情報を利用して、人物シルエットを領域分割し、シルエットが重なった場合にも対処し、特徴点の追跡を可能にすることをねらいとしている。実験により、シルエットが重なるオクルージョンの場合にも対処可能なことが確認された。

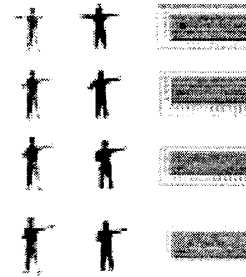


図3：多様な姿勢の推定結果

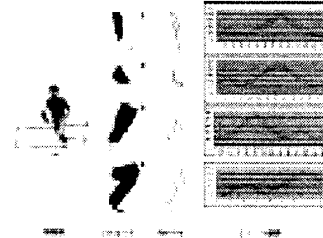


図4：足が交差している姿勢の推定結果

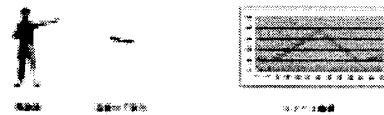


図5：手が胴体の上にある場合



図6：手が胴体の後ろにある場合

全身像の色彩情報に基づく推定手法であるため、照明環境や背景部分の光源などの影響により推定困難な状態もある。また顔や手などの皮膚とが髪の毛などについての対応を進めていく予定である。

本稿では、正面方向からのカメラ1台のみについての検討を行ったが、3次元的に姿勢を推定するため、合計3方向程度(正面、側面、上面等)からカメラにより人物を観測することにより得られる複数視点画像を対象とした検討を行う。

#### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C)(2)13650432の支援を受けて行われた。また、凸版印刷(株)にも実験遂行のためにご協力をいただいたことを感謝する。

#### [参考文献]

- [1] 姜東完, 大谷 淳, “接触・非接触混合型多視点カメラ画像からの人物全身像の姿勢推定法の検討” 電気学会全国大会講演論文集, PP. 48-49 (2002)
- [2] 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一考察”, 電子情報通信学会誌D-II, Vol. J83-D-II, No.5, PP.1305-1314, (2000.5)
- [3] 石井, 上田, 前田, 村瀬, “やさしいパターン認識”, オーム社, ISBN4-274-13149-1, (1998).