

自己オクルージョンを含む人物姿勢の距離画像による推定

村上 智基[†] 久米 出[†] 上野 敦志[†] 河野 恭之[†] 木戸出 正継[†]

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科[†]

1. はじめに

近年家庭内で動くロボットが登場し、日常生活環境で人とロボットが接する機会が増えることが予想されている。それに伴い人物の存在確認、姿勢・動作認識のニーズが高まりつつある。本研究ではカメラをモバイルロボットに載せて移動しても動作することを将来的な目標に、一台のステレオカメラから人物の姿勢を推定し、姿勢変化のトラッキングを目指す。対象とする人物の姿勢は立っている状態で、身体のある部分領域が他の領域によって隠れているという自己オクルージョンの状態も含む。自己オクルージョンのある姿勢を推定する研究として GA を用いる手法[1]、三方向にカメラを設置し自己オクルージョンを回避する手法[2]があるが、それぞれ、計算時間がかかる、複数台のカメラを設置しなければならないという問題がある。そこで今回は自己オクルージョンが腕部と脚部で発生していることに着目し、距離の連続性で腕部と脚部の対応付けを行うことで姿勢の推定を行うことを目標とする。本研究では三眼ステレオカメラである DigiClops[3]を入力デバイスとして利用し、これにより得られたカラー画像と距離画像を利用して姿勢推定を行う。

2. 姿勢推定の流れ

本システムでは人物姿勢推定を次の手順で行う。

2.1 人物領域の切り出し

カメラの位置が固定されている場合は、カラー画像の背景差分により人物領域を決定する。すなわち背景画像と入力画像を比較し、RGB の各値の差が閾値以上である領域を人物領域とする。カメラが移動可能な場合は距離画像を用い、距離の連続性を利用した切り出しを行う。これはまず距離画像に対して円検出 Hough 変換を行い、頭部を検出する。そして頭部と奥行き方向の距離が閾値以下の領域を 4 近傍で探索し領域を拡張して、拡張された領域を人物領域とする。

2.2 上半身と脚部の領域分割

切り出した人物領域を色ヒストグラムを用いて

Estimation of Human Posture with Self-Occlusion from 3-D Camera Images

[†] Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

腕部を含む上半身領域と脚部領域に分割する。ここで対象となる人物は半袖のシャツを着用し、上半身と異なる色の長ズボンを着用していることとする。

2.3 脚部の姿勢推定

脚部の姿勢推定は次のように行う。

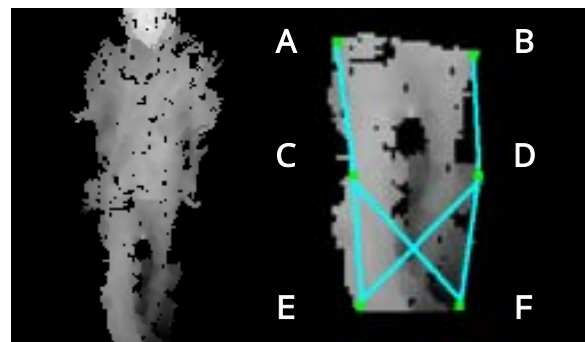


図1 全身の距離画像と脚部の距離画像

関節の位置決め：脚部領域の距離画像について、左右から探索し、股関節(図 1:A,B)、膝(C,D)、足首(E,F)の候補としてそれぞれ左右両点で代表する。

特別な姿勢の処理：股関節間 A-B で三次元距離を求める。その距離が閾値より小さければ、カメラに向かって人物が横向きの姿勢であると判断して各点を中点にまとめ、片方の点を胴幅だけ奥に配置する。膝と足首については、それぞれ C-D 間と E-F 間で三次元距離を求める。それらの距離が閾値より小さければ関節が重って自己オクルージョンの状態であると判断し各点を中点にまとめる。

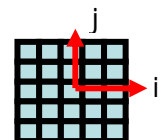
各関節での左右間の対応付け：股関節、膝、足首について、左右両脚のどちらに対応するかを決める。股関節と膝の対応付けは距離画像に対し 5×5 のマスクを設定し、A-C, A-D, B-C, B-D のそれぞれの直線について式(1)で誤差を計算する。そして、その誤差が最小の直線に対応付けした関節とする。膝と足首も同様に C-E, C-F,

$$\frac{1}{|S|} \sum_{(x,y) \in S} \min \left\{ \sqrt{(d_{x,y} - d_{x+i,y+j})^2 + i^2 + j^2} \mid i, j = -2, -1, 0, 1, 2 \right\} \quad (1)$$

S: 始点と終点を結ぶ直線を距離画像に写像したピクセルの集合

l: 直線上の距離

d: 距離画像上の距離



D-E, D-F について対応する関節を決定する。
 姿勢の決定：以上の手順で求めた対応付けから、オクルージョンのない領域を切り出し、細線化後三次元 Hough 変換を行い、三次元空間での直線を求め脚部の姿勢とする。オクルージョンのある領域は隠された部分の距離情報が欠落しており、上記の手法が用いられないため、逆運動学によりその部分の姿勢を推定する。

2.4 腕部の姿勢推定

腕部の姿勢推定は次のように行う。

肩検出：頭部の検出で得た頭部位置と脚部の姿勢推定で得た胴幅を元に、距離画像を用い頭部位置から胴幅まで輪郭線をスキャンし肩の位置を決める。

肌色領域抽出：カラー画像を用い C1, C2 の色空間で閾値処理をして肌色を抽出する[4]。姿勢の推定が困難である肌色領域が 1 個の場合は後述する端点の候補点の数で場合分けを行う。

端点の数による姿勢の分類：端点の候補点は、肌色領域の重心から輪郭線までの距離を計算し、山登り法で距離の極大点として求める。そして端点の候補点の数により、図 2 の 7 種類の何れかに腕部の姿勢を分類し端点を決定する。

端点と肩との対応付け：脚部の姿勢推定と同様に、決定された端点と両肩の候補点を結ぶ直線について式(1)で誤差を計算する。この誤差が最小な直線で肩、肘、手が左右両腕のどちらに対応するかを決定し、腕部の姿勢とする。

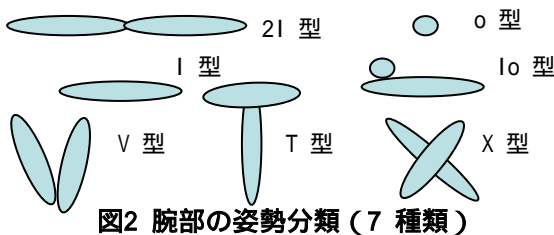


図2 腕部の姿勢分類 (7 種類)

3. 結果とまとめ

図 3, 4 に姿勢推定の例を示す。これらの画像は研究室で人物の全体像を撮影して得られたものである。姿勢推定の出力は手、肘、肩、股、膝、足首の各関節の三次元位置である。図中の線は推定された各関節の三次元位置間の直線として表現されており、おおむね正しく推定されていることが分かる。

本研究では一台のステレオカメラからカラー画像と距離画像を入力とし自己オクルージョンのある人物の姿勢推定を行った。姿勢推定にかかる時間は Dual Pentium3 1GHz で約 5 秒である。その大半が Digiclops に付属する SDK での距離画像生成

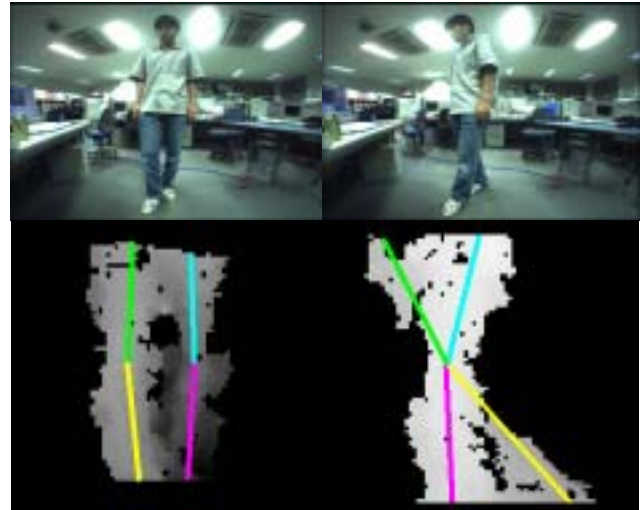


図3 脚部の姿勢推定結果

(上：カラー画像，下：脚部の距離画像と姿勢)



図4 腕部の姿勢推定結果

(左：カラー画像，右：腕部の距離画像と姿勢)

に要する時間であり、姿勢推定に特化した距離画像の生成を行えば処理時間の短縮が期待できる。また今後、カラー画像のみを用いた手、肘、肩、股、膝、足首の特徴点追跡によるトラッキングと本稿で述べた姿勢推定を並列に行うことによりリアルタイムの人物動作追跡を目指す。

参考文献

- [1] 北嶋啓至, 萩原将文, “ 遺伝的アルゴリズムとファジー推論を用いた単一静止画からの人物の姿勢推定 ”, 電子情報通信学会論文誌, D-II Vol.J82-D-II No.2, pp.196-204, 1999 .
- [2] 高橋和彦, 坂口竜己, 大谷淳, “ 実時間非接触非装着型 3 次元人物姿勢推定法に関する一考察 ”, 電子情報通信学会論文誌, D-II Vol.J83-D-II No.5, pp1305-1314, 2000 .
- [3] Digiclops: Point Grey Research, Inc. <http://www.ptgrey.com/>
- [4] 田中昭二, 田中聡, “ 照明条件の変化にロバストな顔部位領域の追跡 ”, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS-2001-45, IE-2001-184, pp.73-78, 2002 .