

# オプティカルフローと色情報を用いた 腕の動作の 3 次元追跡

6N-06

安部 光生† 杉山 岳弘‡ 阿部 圭一††  
† 静岡大学大学院情報学研究所 ‡ 静岡大学 情報学部

## 1 はじめに

人物の動作追跡の研究においてはステレオ視を用いることが多い, しかし本研究では, 応用によっては腕の正確な 3 次元位置の測定・追跡は要しないという設定の下で, 単眼視によってどの程度腕の 3 次元的動作の追跡が行えるかを検証することを目的とする.

## 2 追跡手法の概要

本研究の追跡アプローチは, 対象人物の位置・姿勢を示す 3 次元モデルを設定し, 画像上の手がかり情報をもとに 3 次元モデルを移動させ, 最も妥当な位置を追跡結果とする. このさい一般に 1 台のカメラ画像から奥行き情報を得ることは難しい. つまり腕が胴体の前にあるのか後ろにあるのか判断することができない. そこで本研究では追跡位置決定処理のさいに 3 次元モデルを画像面に投影するのに透視投影を用いる. 透視投影を用いることで腕が胴体の前にある場合と後ろにある場合での投影されたモデルの大きさが異なる. この違いを用いて一意に決定する. ここで 3 次元モデルとは各腕が上腕・下腕・手からなる 3 つの楕円体で構成したものであり, 楕円体の大きさは, 初期画像から対象人物に合わせた長さで設定する. 提案手法の処理は, 大きく分けて図 1 に示す 3 つの処理から成る. 以下で各処理の詳細を述べる.

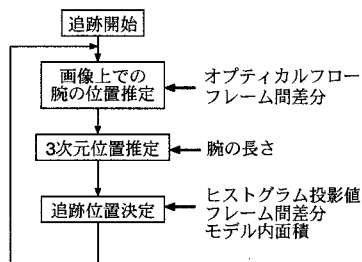


図 1: 追跡手法の流れ

## 3 腕の移動位置推定

本研究ではオプティカルフローを用いて腕の移動位置を推定する. オプティカルフロー算出には太田が提案した手法 [3] を用いる. この手法は勾配法において小領域中の移動ベクトルは一定であるという拘束を用いてオプティカルフローを導出するとともに, 得ら

れたフローに対して信頼性という指標を定義している. 本研究ではまずフレーム間差分情報を用いて画像中の運動領域を得る. そして運動領域内部の信頼性の高いオプティカルフローのみを推定に用いる. 図 2 にオプティカルフローの推定結果の例を示す.

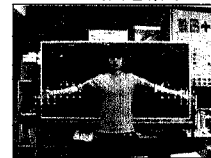


図 2: オプティカルフローの推定の例

## 4 腕の 3 次元位置推定

前節で推定された腕の移動位置は画像上での位置であり, ここから 3 次元位置を推定する必要がある. しかし先に述べたように一般に 1 台のカメラ画像からは 3 次元空間情報を得ることはできない. 従って画像から得られる何らかの情報を用いて腕の 3 次元位置を推定する必要がある. 本研究ではその手がかり情報に腕の長さを用いる. つまり, フローにより推定された画像位置での腕の長さ, あらかじめ動作追跡に入る前に求めておいた対象人物の腕の正確な長さを用いて腕の 3 次元位置を推定する (図 3).

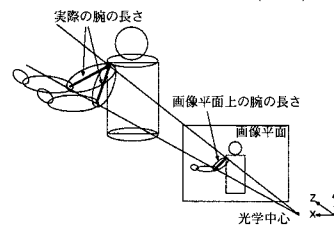


図 3: 画像面位置と 3 次元位置の関係

図 3 からわかるように, 長さの関係から腕の 3 次元位置を一意に決定することはできず, 複数の候補が存在する. また, 腕の位置推定に用いたオプティカルフローの方向・大きさは誤差を含んでいる可能性があるため, 実際は推定された 3 次元位置の近傍も候補とする.

## 5 追跡位置決定

推定された腕の 3 次元位置候補の中からただ 1 つの追跡位置を決定する. 追跡位置決定処理の流れは,

まず推定した腕の3次元位置に3次元モデルを配置する。そしてその3次元モデルを透視投影を用いて画像平面に投影し、画像上の3つの手がかり情報を用いて評価する。この処理を全ての3次元位置候補に対して施し、一番高い評価となる3次元位置を追跡位置とする。画像上での手がかり情報としては、モデル内腕領域含有率、フレーム間差分、モデル面積の3つを用いる。モデル内腕領域含有率とは画像上に投影された3次元モデルの内部領域を占める腕領域の面積の割合である。ここで、腕領域を示す情報にはColor Indexing法[2]のヒストグラム投影値を用いる。ヒストグラム投影値とは、画像中の各画素の色が対象の持つ色である割合を示す指標である。本研究では特に対象人物の腕領域の持つ色である割合を示す腕モデルヒストグラム投影値を用いる(図4)。

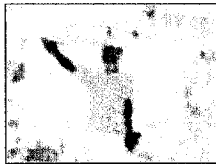


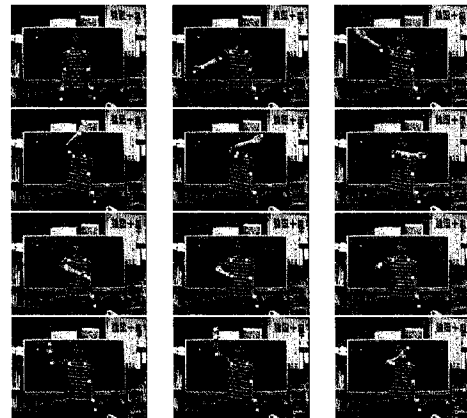
図4: 腕モデルヒストグラム投影画像の例

このモデル内腕領域含有率の目的は画像上で腕領域を含む候補を追跡位置とすることである。しかし、この情報は画像に投影されたモデルの面積が小さいほど含有率が高くなりやすいため、誤って面積が小さい候補を追跡位置としてしまう。これは腕の位置のみに着目し、腕領域全体を正しく見ていないからと言える。そこで残り2つの手がかり情報を用いてこの傾向を是正する。1つめのフレーム間差分は腕領域全体を正しく見るために用いる。フレーム間差分は画像中の運動領域が得られる情報であり、本研究では特に運動量が多い手の位置が得られる。手の位置を含む候補を選択することで、腕領域全体を包含した候補を得る。そしてモデル面積は画像に投影された3次元モデルの面積に重みを置くことで含有率におけるモデル面積が小さいほど有利となる欠点を打ち消す。

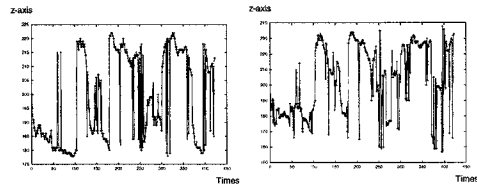
上述の3つの手がかり情報を用いて、画像上に投影された各候補を評価する。以下でその評価の流れを簡単に説明する。まずフレーム間差分情報による候補の選別を行う。つまり推定された候補の中で画像に投影されたとき、下腕や手のモデル内部を見て、ある面積以上の運動領域を占める候補のみを選ぶ。そして選別された候補に対してモデル内含有率とモデル面積を求める。得られたモデル内含有率の最大値の90%以上の含有率を持つ候補の中でモデル面積が最大となる候補を最終的な追跡位置とする。

## 6 追跡結果

今回提案した手法を用いて人物の腕の動作を追跡した結果を図5に示す。図5中の(a)は画像平面上での追跡結果(x-y座標値)であり、そして(b)は時間の推移における右肘と右手の奥行推定値(z座標値)のグラフである。図5から画像上ではほぼ的確に腕の動作を追跡出来ているが、奥行推定に関しては腕の前後判定の精度が低い結果を示していると言える。従って、本研究で用いた奥行推定情報についてさらに検討する必要がある。



(a) 画像面上での追跡結果



右肘の奥行座標      右手の奥行座標  
(b) 推定された奥行座標の時間変化

図5: 追跡結果

## 7 まとめ

オプティカルフローと色情報を用いて、1台のカメラによる腕動作の3次元追跡を実現した。今後は画像上での追跡精度の向上を目指すとともに、奥行推定について考察していく方針である。

## 参考文献

- [1] 萩本 憲俊, 杉山 岳弘, 阿部 圭一, 佐治 斉, 中谷 広正, “色と動き情報を用いた人物の腕の動作追跡,” 信学技報, PRMU99-104, pp.25-30 (1999).
- [2] Michael J. Swain, Dana H. Ballard, “Color Indexing,” International Journal of Computer Vision, Vol.7, No.1, pp.11-32(1991).
- [3] 太田 直哉, “信頼性指標を持つ移動ベクトルの検出,” コンピュータビジョン'90 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol.90, No.2, pp.21-30, (1990).