

人物モデル当てはめによる人物の位置決め*

5 E - 8

玉木 徹[†] 山村 毅[‡] 大西 昇[‡]

[†]名古屋大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 [‡]愛知県立大学 情報科学部

1 はじめに

画像中の人物の動作を認識するために、姿勢推定や動作追跡の研究が広く行われている。その一つにオプティカルフローを用いてモデルを変化させる手法 [1, 2] があるが、それらの多くはモデルの初期位置を手動で与えている。本稿では、オプティカルフローを用いて、二次元回転運動におけるモデルの位置を決定する手法を提案する。

2 フローの rotation を用いた回転部分の抽出

ベクトル場を $\dot{p}(x) = (u, v, w)$; $x = (x, y, z)$ とすると、その回転 (rotation) は次の式で与えられる。

$$\nabla \times \dot{p}(x) = \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right)$$

rotation は次の性質を持つ。任意の定数ベクトル x_0 と任意の定数ベクトル場 $t(x)$ に対して、

$$\nabla \times \{\dot{p}(x - x_0) + t(x)\} = \nabla \times \dot{p}(x)$$

オプティカルフローをベクトル場として考え、その rotation を計算する。すると、その性質から、物体の回転中心や、並進運動によるフローに関係なく、回転物体の領域を求めることができる。

図 1 のように関節無しの腕が回転した場合を考え、そのオプティカルフローが求められたとする。ここでは画像平面に平行な面上の二次元の回転運動のみ、かつ正射影を考えることとする。腕上の点を p とすると、

$$p = (r \cos(\omega_1 t), r \sin(\omega_1 t), 0) \quad 0 \leq r \leq r_1$$

$$\dot{p} = \partial_t p$$

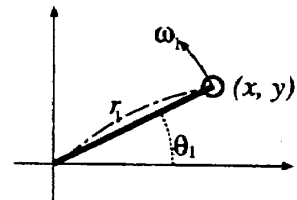


図 1: 関節無し剛体回転運動。

$$= (-\omega_1 r \sin(\omega_1 t), \omega_1 r \cos(\omega_1 t), 0)$$

$$= (-\omega_1 y, \omega_1 x, 0)$$

$$\nabla \times \dot{p} = (0, 0, 2\omega)$$

\dot{p} の z 成分は一定値 2ω をとるので、角速度 ω で回転運動をしている領域が決定できる。

3 回転中心の計算

回転物体のオプティカルフローは、回転中心から勾配 ω で線形に増加するので、フローを z 軸にとった三次元空間では、回転中心 (c_x, c_y) を頂点とした二次錐面が形成される (図 2)。したがって、点 (x, y) でのフローの値 $f(x, y)$ は、以下のようになる。

$$f(x, y) = \frac{1}{\omega} \sqrt{(x - c_x)^2 + (y - c_y)^2}$$

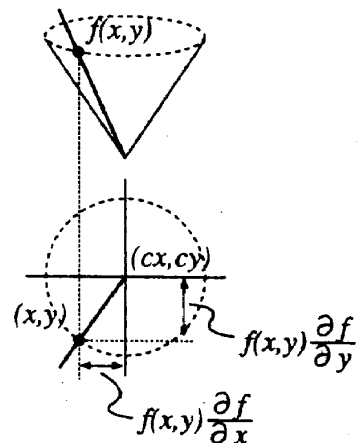


図 2: フローを z 軸にとった二次錐面の点と勾配の関係。その頂点が回転中心 (c_x, c_y) に一致する。

*"Localization of human model using optical flow": Toru Tamaki, Tsuyoshi Yamamura, Noboru Ohnishi

[†]Department of Information Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8603 Japan.

[‡]Faculty of Information Science and Technology, Aichi Prefectural University, 1522-3 Aza Ibaragabasama, Oaza Kumabari, Nagakute-cho Aichi-gun, Aichi, 480-1198 Japan.

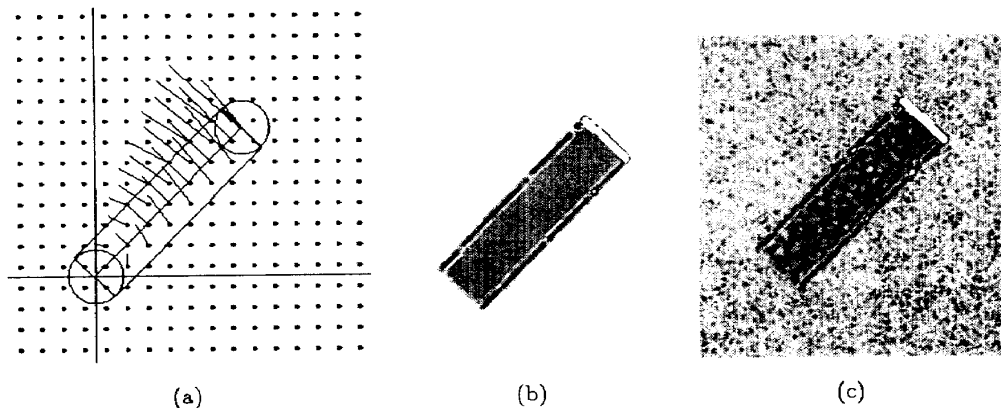


図 3: (a) シミュレーションで生成したオプティカルフロー (\vec{p})。15ドット毎に円を起点にしてフローを描画している。回転中心の座標は (128,128)、角速度 $\omega_1 = 0.4$ [rad/s]、腕の長さ $r_1 = 150$ [dot]、腕の幅 20 [dot]、腕の位置 $\theta_1 = 0.8$ [rad]。 (b) フローの rotation ($\nabla \times \vec{p}$)。値が大きいほど黒く表示している。腕の部分に相当する灰色の部分の値は $0.80 \sim 0.79 \approx 2\omega_1$ 。 (c) 生成したフローに縦横 ± 5 の一様乱数を加え、ガウスフィルター ($\sigma = 2$) で平滑化した後、rotation を計算した。

点 (x, y) の勾配 $\nabla f = (\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y})$ は、必ず錐面の中心方向と反対に向く。このため、その点を通りベクトル $(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, 1)$ に平行な直線が $z = 0$ の平面と交わる点は、回転中心に一致する。点 (x, y) でのフローの値 $f(x, y)$ と勾配 ∇f はフローから求められるので、回転中心 $(c_x, c_y, 0)$ は図 2 から次のように求められる。

$$(c_x, c_y) = \left(x - f(x, y) \frac{\partial f}{\partial x}, y - f(x, y) \frac{\partial f}{\partial y} \right)$$

4 合成画像による実験

シミュレーションで生成したオプティカルフローとその rotation を図 3 に示す。図 3(b) から、回転しているフローの領域が抽出できることがわかる。ノイズがある場合、rotation は図 3(c) のようになるが、テクスチャによる領域分割を行えば回転物体の領域が分離できる。

前節で述べた方法で回転中心を求めても、量子化誤差の影響のため、ばらつきが生じる。ここでは、領域の各点について (c_x, c_y) を求め、位置に対する投票を行い、最も値の大きい位置を回転中心とした。その結果を図 4 に示す。求められた回転物体の回転中心は (132,132) であり、真の中心から 4ドットずれているが、この位置に決定されたモデルと画像とのマッチングにおいて修正することができる範囲である。

5 おわりに

本稿ではオプティカルフローを用いて回転しているモデルの位置を決定する手法を提案した。本手法を実装し

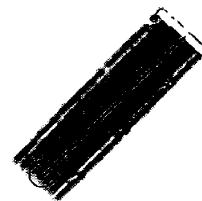


図 4: 求められた回転中心を円で示す。斜線は領域の主軸。

てシミュレーションによって実験を行い、二次元の回転に限定したノイズのない環境において本手法がモデルの位置決めにも有効であることを示した。

今後の課題として、ノイズのある場合や実画像を用いて実験を行うこと、視軸から傾いた平面で回転する三次元の場合についての考察、関節でつながれた二本の腕についての検討などが挙げられる。

参考文献

- [1] 山本正信, 川田聡, 近藤拓也, 越川和忠: “ロボットモデルに基づく人間動作の 3 次元動画追跡,” 信学論 D-II, Vol.J79-D-II, No.1, pp.71-83 (1996).
- [2] Daniel D. Morris, James M. Rehg: “Singularity Analysis for Articulated Object Tracking,” *Proc. of CVPR'98*, pp.289-296 (1998).