

Log-polar 画像における把持オブジェクトの抽出手法の提案

山口 友之[†] 橋本 周司[†] Fabio Berton[‡] Giulio Sandini[‡]

早稲田大学理工学術院[†] DIST, University of Genova[‡]

1. はじめに

Retina-like sensor は、センサの中心部の解像度が高く、周辺部に向かって徐々に解像度が低い特徴を持ち、Retina-like sensor から得られる画像は、Log-polar 画像である。Retina-like sensor を視覚として装備したロボットが自分の手でオブジェクトを持った場合に Log-polar 画像上では、センサの中心がオブジェクトに含まれる場合とそうでない場合で、Log-polar 画像の様相は大きく変化する。上述の Log-polar 画像の特徴を考慮し、本稿では自分の手でオブジェクトを持ち、かつオブジェクトがセンサの中心にある場合に、オブジェクトを抽出する手法を提案する。また、実画像を用いた実験により提案手法の有効性を確認する。

2. 提案手法の流れ

Log-polar 画像は Retina-like sensor [1]から直接、或は Log-polar 変換することで得られる。

まず、Log-polar 画像において、エッジ検出を行う。エッジ画像は 256 階調のグレースケール画像とする。次に、エッジ画像において、オブジェクトの外郭エッジの抽出処理を行う。外郭エッジの抽出が成功した際に、各画素がオブジェクトに属するか否かの評価を行い、オブジェクトとそれ以外の 2 値画像を生成する。最後に、Log-polar 変換の逆変換を行い、Retina-like 画像を生成する。

3. Log-polar 変換

3.1 Log-polar 変換の概要

Log-polar 変換は霊長類における視覚野と網膜との関係をモデル化するものであり、網膜の不均一構造を模している。Log-polar 変換及びその逆変換の数学的表現は次のように表現される。

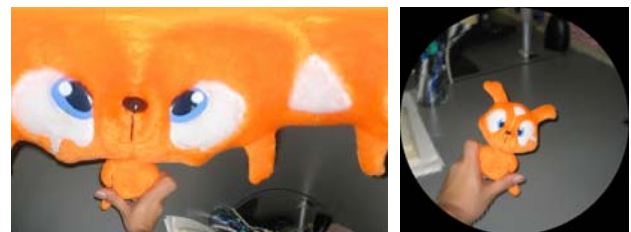
また、 (x, y) をデカルト平面、 (ρ, θ) を網膜平面、 (ξ, η) を Log-polar 平面とする[1]。

$$\begin{cases} \eta = q \cdot \theta \\ \xi = k \cdot \log_a \frac{\rho}{\rho_0} \end{cases} \quad (1)$$

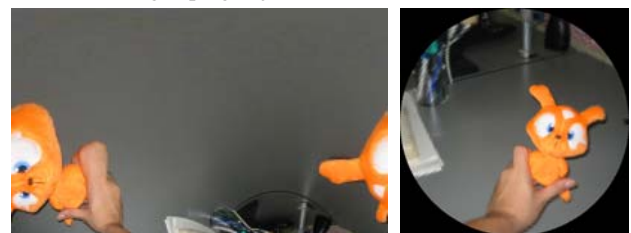


(a) Cartesian (b) Log-polar (c) Retina-like

Figure 1: Log-polar mapping and retina-like mapping.



(a) The grasping object is located in the center area



(b) The grasping object is not located in the center area

Figure 2: Differences of the grasping object positions.

$$\begin{cases} x = \rho_0 \cdot a^{\rho/k} \cdot \cos \frac{\theta}{q} \\ y = \rho_0 \cdot a^{\rho/k} \cdot \sin \frac{\theta}{q} \end{cases} \quad (2)$$

ここで、 ρ_0 対数部分の最小の円の半径であり、 a は対数値、 k はスケール係数、 q は角度分解能係数である。また、Log-polar 変換、及びその逆変換を図 1 に示す。

3.2 Log-polar 変換の特徴

Log-polar 変換の特徴には、回転不変、スケール不変、画像データの圧縮が挙げられる。これらは、Log-polar 変換がデカルト座標の原点を基準とした変換であることに起因する。この特徴に着目し、デカルト座標の原点領域にオブジェクトが存在することを仮定する。図 2(a)に、このときの様子を示す。Log-polar 画像上でオブジェクトは左から右に繋がり、オブジェクトを掴む手は、対数軸方向に延長する。一方、図 2(b)では、オブジェクトを掴む手は、図 2(a)と同様に対

A proposal of grasping object extraction in log-polar image
[†] Tomoyuki Yamaguchi, Shuji Hashimoto • Faculty of Science and Engineering, Waseda University
[‡] Fabio Berton, Giulio Sandini • DIST, University of Genova

数軸方向に延長するが、オブジェクトは中心領域に存在しないため、Log-polar 画像では分裂もしくは孤立する。本研究では、把持したオブジェクトをセンサの中心領域に位置させ、オブジェクトが画像上で左端から右端に繋がる特徴を利用する。

4. 把持オブジェクトの抽出方法

2章の流れに基づき、把持オブジェクトの抽出手法を述べる。図3に抽出の様子を示す。

(1) エッジ検出

エッジ検出は、オブジェクトの外郭エッジを抽出する前処理として必要となる。本研究では、RGB カラーの各チャンネルでモルフォロジカルエッジフィルタをかけ、チャンネル毎のエッジ画像 $E_R(i, j)$, $E_G(i, j)$, $E_B(i, j)$ を得る。次に、3つのエッジ画像を用いて、次式を算出し、256階調のグレースケール画像 $E(i, j)$ を得る。

$$E(i, j) = \max\{E_R(i, j), E_G(i, j), E_B(i, j)\} \quad (3)$$

(2) 把持オブジェクトの外郭エッジ抽出

3.2節で、センサの中心領域に位置するオブジェクトは画像の左端から右端へ繋がると述べた。従って、エッジに関しても同等のことが言え、Log-polar 画像を下から捜査し、画像の左から右へ最初に繋がるエッジが外郭エッジとなる。この外郭エッジを抽出するために、本研究では、Percolation 処理[2]を用いる。このとき、オブジェクトは把持されているため、抽出されたエッジには手のエッジが含まれる。

(3) 把持オブジェクト領域の抽出

把持オブジェクトの外郭エッジを抽出すると、外郭エッジを基準に、上方向をオブジェクト領域、下方向をそれ以外の領域と区別することが可能となる。そこで、エッジ抽出画像を細線化し、塗りつぶし処理により、下方向から外郭エッジまでの各画素を非オブジェクト領域とする。さらに、非オブジェクト領域に囲まれた領域とエッジも塗りつぶし、オブジェクト領域のみを抽出する。

5. 実験

提案手法の把持オブジェクト抽出法の有効性を確認するために実験を行った。実験で用いた画像は、通常画像：800 x 800 [pixels]、Log-polar 画像：252 x 152 [pixels]、Retina-like 画像：800 x 800 [pixels]とし、それぞれ図4(a), (b), (c)に示す。また、提案手法により、把持オブジェクトを抽出した結果を図4(d)に示す。図4(d)から、提案手法は、手を検出せずオブジェクトのみを抽出できていることが確認できる。

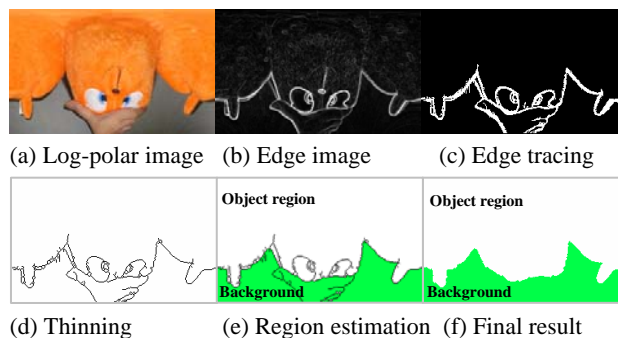
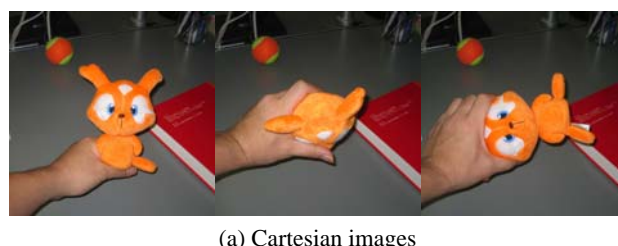


Figure 3: Procedures of grasping object extraction.



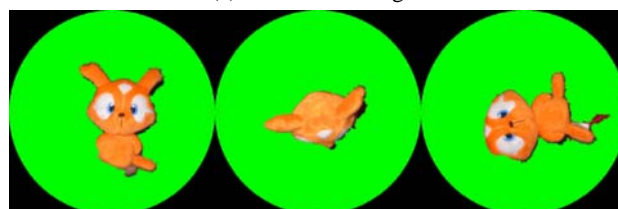
(a) Cartesian images



(b) Log-polar images



(c) Retina-like images



(d) Extracted grasping objects

Figure 4: Experiment results.

6. おわりに

本稿では、Log-polar 画像上でオブジェクトを抽出する手法について述べた。提案手法では、オブジェクトを自分の手でセンサの中心に位置するように移動させることにより、把持したオブジェクトを抽出することが可能である。本手法は Retina-like sensor の出力を直接処理する場合に特に有効である。現在はロボットの視覚系としての応用を検討している。

参考文献

- [1] F. Berton, G. Sandini, G. Metta, "Anthropomorphic Visual Sensors", *Encyclopedia of Sensors*, vol. X, pp.1-16, 2005.
- [2] T. Yamaguchi, S. Hashimoto, "Image processing based on percolation model," *IEICE Trans. Info. and Sys.*, vol. E89-D, no. 7, pp.2044-2052, 2006