

交差角度特徴を用いた投票型実時間物体認識

北海道大学工学部 ○矢澤龍太 近藤司 金子俊一 五十嵐悟

要旨

本研究は、2次元単画像のみを用いて3次元物体の認識を行うことを目的としている。本報では、認識対象物からの高速なエッジ特徴抽出を行い、その交差角度及び投票型アルゴリズムを用いることによる実時間物体認識の手法を述べる。また、シミュレーション実験を行った結果について報告する。

1. はじめに

画像理解機能をロボットの知的制御などの分野において広く利用するためには、基本的メカニズムをも含めた高速化を進め、実時間処理向きの認識手法を確立する必要がある。また実環境において稼動するシステムにおいては、ノイズや不良条件に対してロバストな性能が重要となる。モデル照合による投票型物体認識法であるGeometric Hashing法[1]およびその改良法[2][3]はそのような特長をもつ3次元物体の識別手法である。今回は新たに、「交差角度特徴」に基づく1次元Hash表を用いた識別アルゴリズムについて、原理およびシミュレーション結果などについて報告する。

2. Geometric Hashing 法[2][3]

認識対象物の3次元的な形状に関する情報を知識として利用できる場合に、投票と多数決の原理に基づいて物体を認識する方法である。投票を行う前段階として、対象物の様々な姿勢を登録しておき、特徴抽出処理により抽出された特徴から投票処理を行い、多数決の原理により物体の認識を行う。投票処理を用いることにより高速化が可能になり、多数決処理最頻選択を用いることにより不完全な情報からの物体認識をすることが可能となる。Geometric Hashing 法では、あらゆる姿勢に対して不変となる特徴の集合として形状を表現する。この不変特徴として、一般的には特徴点が用いられる。あらかじめ認識する対象物の不変特徴を抽出し、不変特徴自身により張られた Hash Table と呼ばれる離散化された空間に登録する。そして認識対象画像から抽出された特徴点をこの Hash Table に投票し、対象画像と対象物のマッチングを取ることで実現をする。つまりその処理は、登録と学習の2段階に分かれている。このため、対象とするモデルの登録はオフラインで行える。実際の認識処理では、投票による認識だけで行えばよく、高速な認識が実現される。

3. 特徴点抽出

今回は平面上に描かれたランドマーク状の図形から直線部分を検出する処理について述べる。図1に特徴直線抽出処理までの流れを示す。Sobel微分フィルタによる1次微分画像を用いて特徴点候補点の抽出を行い、その抽出した候補点の中でさらに次式の輝度勾配方向変化値の最大の値を取る点を特徴点とする。

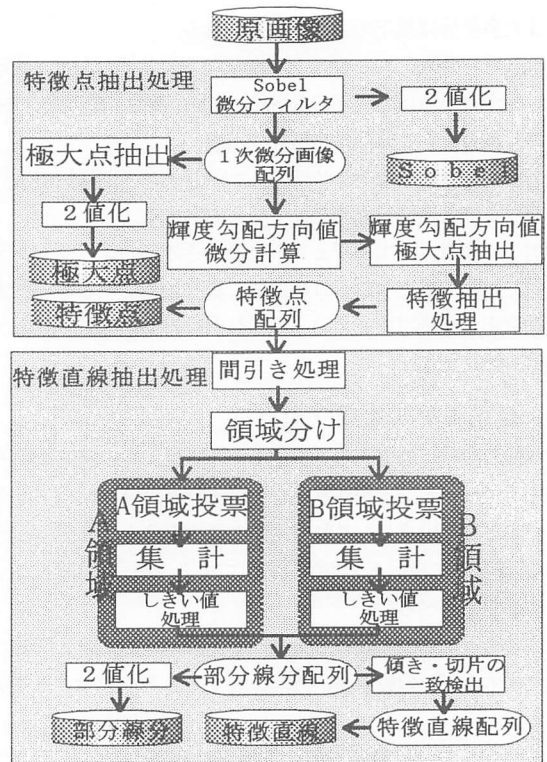


図1. 特徴直線抽出

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{\partial f / \partial y}{\partial f / \partial x} \right)$$

式を、x及びyで微分をして、絶対値の和を求める。

$$\dot{\varphi}(x, y) = \left| \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right| + \left| \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right|$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{1}{1 + \left(\frac{\partial f / \partial y}{\partial f / \partial x} \right)^2} \cdot \frac{-\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial f}{\partial y}}{\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2}$$

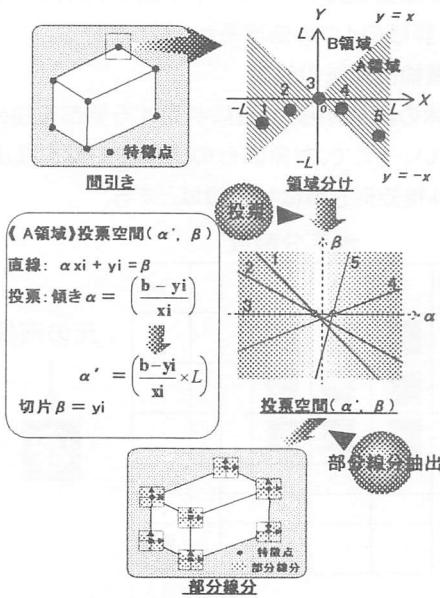
$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{1}{1 + \left(\frac{\partial f / \partial y}{\partial f / \partial x} \right)^2} \cdot \frac{\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial f}{\partial y} - \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \cdot \frac{\partial f}{\partial x}}{\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2}$$

4. 特徴直線抽出

ここでは、傾き・切片を用いた直線表現に基づく局所的 Hough 変換を用いた最頻選択アルゴリズムを提案する。流れを図 2 で示す。特徴直線抽出においては、まず抽出した特徴点近傍において、Sobel 微分フィルタによる 1 次微分画像の輝度値極大点(3×3 近傍)を用いることにより、部分線分の抽出(3)を行う。その後、各々の特徴点において抽出した部分線分の傾き及び切片の一致を求めて特徴直線の抽出を行う。

(3)部分線分

抽出した特徴点において、x, y 座標 ±L を張りその座標系内に存在する輝度値極大点をそれぞれ α-β 領域に投票を行い、最頻値に対応する傾き α, 切片 β の直線を抽出する。



5. 交差角度特徴

図 3 に交差角度計算例を示す。抽出した特徴直線から、BE (Base Edge) とする特徴直線を 1 本選択する。次に選択をした BE とそれ以外の特徴直線がなす角度で、用意した Hash Table に登録を行う。登録時(a)及び認識時(b)において、エッジ方向による交差角度の違いを避けるため用いる角度は、狭角と決める。

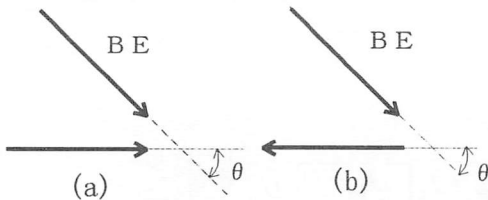


図 3. 交差角度

6. 実験

特徴直線抽出として図 4 に示す対象物(シミュレーション画像 200×200pixel)を用いて実験を行った。図 5 に特徴直線抽出画像を示す。特徴直線抽出時間は、0.228 秒であった。

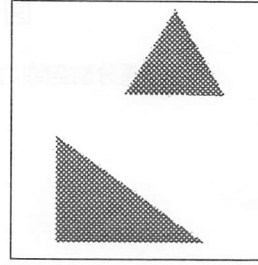


図 4. シミュレーション画像

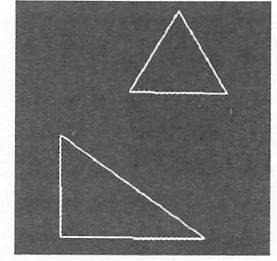


図 5. 特徴直線

GH 法の実験は、カメラ x, y 軸まわりに ±5 度変化させた画像 9 枚を用意した時の Hash Table の登録状況(表 1)及び x, y 軸まわり θ=45 度, Φ=45 度を中心とした登録画像を認識した結果(表 2)を示す。認識結果は、登録されているエッジ(22 本)の 8 割以上及び 7 割以上の得票を得て認識をした場所を示す。

表 1. Hash Table 登録状況

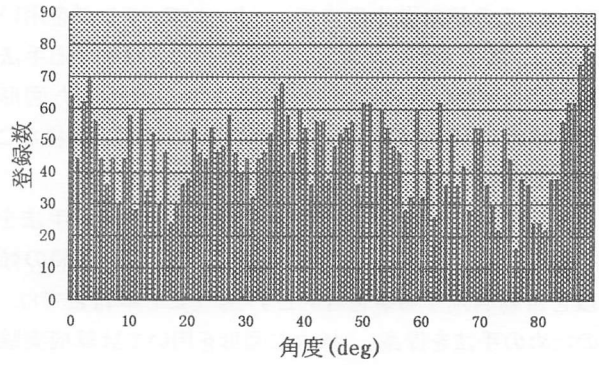
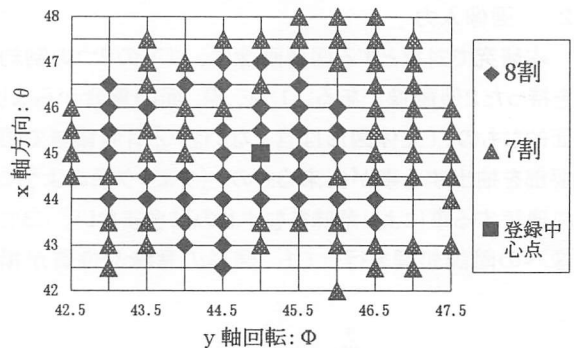


表 2. 認識結果



7. まとめ

2 次元単画像を用いた認識物体の特徴直線抽出を高速に行う手法を提案し実験により、その有効性を確かめた。今後の課題として、より精度の高い認識を行うために投票時の重み付けについて検討をする必要がある。

参考文献

- [1] Y. Lamdam and H, j, Wolfson: "Geometric Hsahing: A general and Efficient Model-based Recognition Scheme" pp. 238-249 (1988)
- [2] 柴田, 金子, 本多: 画像の認識理解シンポジウム, 2-81/87, (1994)
- [3] 田中, 小野, 他: "空間ポインティングと注目制御型視覚認識", 第10回ヒューマンインタフェースシンポジウム (1994)