

色・距離情報に基づくカラーリーチヒストグラムを用いた3次元物体探索

3D Object Search by Color Reach Histogram based on Color and Distance

北大 ○和田直史 武口智行 金子俊一

要旨

本論文では、カラーリーチヒストグラムに基づく物体探索法を提案する。さまざまな物体が置かれ、多くの色が存在する情景の中から、目的とする物体を正確に見つけ出すために、色の頻度情報だけでなく、その位置情報を含め色ヒストグラムを拡張したカラーリーチヒストグラムを用いて、登録モデルと情景中の局所領域との比較を行う。ここでは、2次元及び3次元物体認識への応用を示し、実験によりこの手法の有効性を確認する。

1. はじめに

本論文の目的は、2次元及び3次元物体の識別やトラッキングを行うために、色ヒストグラム法に基づく識別力の高い安定な手法を開発しその実応用における可能性について検討することである。色ヒストグラム法は、対象パタンの画素群の位置（配置）情報を用いないため、特に、多様な色のある背景などにおいては誤認識を引き起こしやすい欠点をもつ。

そこで本論文では、色ヒストグラムに基づくアプローチにおいて、対象物の形状情報を有効に導入する方法について検討する。その際、従来の2次元形状のみでなく、3次元のいわゆる距離画像における3次元形状をも対象とすることを可能としたい。色コード別の特徴量の頻度列というヒストグラムの基本構造を保ちながら、新たに形状に感度をもつ評価量を設計し、同時にヒストグラム法のもつ高速性を損なわないように工夫する。具体的には、カラーリーチヒストグラム（Color Reach Histogram: CRH）と呼ぶ、新しいヒストグラムを提案し、その実応用における可能性を調べることにする。

2. カラーリーチヒストグラム照合法

2.1 CRHの作成

ここでは、2次元画像についてCRHを作成する例を示す。CRHを作成する際の表色系として、RGB表色系を用いる。RGB空間の各軸を P 分割し、CRHの色階級を c_i ($i = 1, 2, \dots, P^3$)とする。また、ある画像の中心からの距離を元に Q 個の円環領域に分割し、距離階級 d_j ($j = 1, 2, \dots, Q$)となるような j を定義し、これをリーチコードと呼ぶ。図1では $Q = 3$ としたときの各画素のもつリーチコードの例を示す。このようにして、図2のような i, j 空間にお

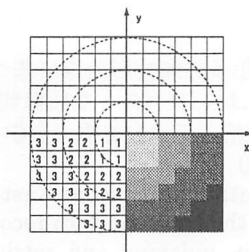


図1: 2次元リーチコードの設定

る2次元のCRHを作成することができ、これを $H = h_{i,j}$ とする。この各要素 $h_{i,j}$ は色階級 c_i 、リーチコード j をもつ距離階級 d_j に属する画素数を表すことになる。また、

$H_0 = h_{i,0}$ として、単純な色ヒストグラムも計算しておく。

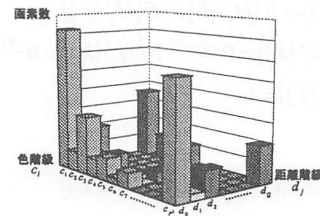


図2: CRHの例

2.2 照合と高速化

あらかじめ目標となる物体を撮影したモデル画像に対してCRHを用意し、情景画像からモデル画像と同じ大きさの部分画像を抜き出し、同様にCRHを作成して、それぞれのCRHに基づいて照合を行う。ここで、2つのCRHの類似度を計る尺度として、ヒストグラム交差値[1]を用いる。ただし本研究では、図の例のようにリーチコードを作成すると、各円環領域の画素数に違いがあり、2つのCRHの類似度は最も画素数の多い円環領域に大きく依存することになってしまう。そこで、各円環領域ごとの類似度（リーチ交差値）を算出し、それらの平均値を比較することによって、より安定な照合が可能である。

このとき、モデル画像の各画素のリーチコードを保存しておき、情景部分画像のCRHを作成するために参照表として用いる。この処理によって、情景部分画像のCRHの作成においては距離計算が不要となり、従来の色ヒストグラム法とほとんど変わらない速度で処理を行うことが可能となる。さらに、CRHの $H_0 = h_{i,0}$ の部分にアクティブ探索法[2][3]を適用することによって、探索を高速化することが可能となる。

3. 3次元物体認識への応用

距離情景内において高速に目標物体を探索する技術の基礎として、上記のCRH照合法を用いることができると考える。レンジファインダ或いはレンジセンサと呼ばれる最近の距離センサにおいては、奥行き情報と併せて情景内の色（反射率）情報を取得可能である。この色情報と距離情報を元にCRHを作成する。この場合、座標系を x, y, z の3軸とし、距離階級の3次元リーチコードを作成すると、上で述べた2次元と同様に3次元物体の認識をCRH照合法を用いて行うことが可能である。奥行き情報を加えることによって拡大・縮小などにも対応したより安定な照合が可

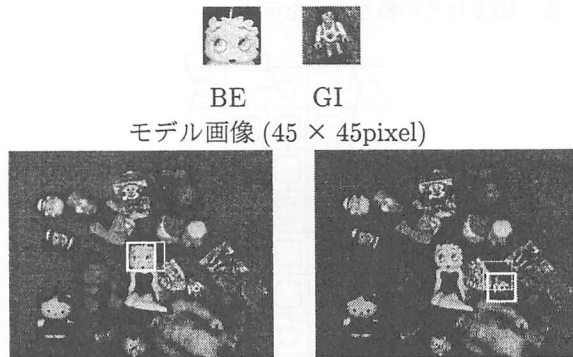
能になる。

4. 実験

実験 1 では 2 次元画像に対してベクトル量子化 [3] されていない一般的な色ヒストグラム (Color Histogram : CH) 法及び CRH 照合法について実験を行った。実験 2 では 3 次元物体の照合特徴について検討した。以下の実験では、 $P = 8$, $Q = 5$ とした。

4.1 実験 1

ここでは、2 つのモデル画像を用いた例を示した。図 3(a), (b) 中の細線の四角形は CH 法、太線の四角形は CRH 照合法による位置結果を示している。どちらも、CRH 照合法ではより正確な位置に結果が表示されている。



(a)BE を用いた結果 (b)GI を用いた結果
探索結果 (情景画像 : 400 × 320pixel)

図 3 : 実験結果

4.2 実験 2

実験 2 では、3 次元物体認識に CRH 照合法を応用するための基礎実験として、図 4 の物体の 3 次元情報から作成される CRH をモデルとして、図 5(a)~(f) のそれぞれの CRH との類似度を計算し、それを表 1 に示した。3 次元データは非接触 3 次元デジタイザ VIVID300 を用いて取得した。この実験により、CRH の 3 次元物体認識への応用が可能となることが期待できる。

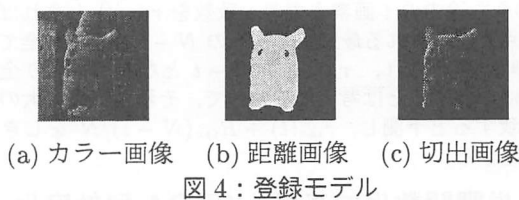


図 4 : 登録モデル

5. まとめ

2 次元及び 3 次元距離情報を含め、従来の色ヒストグラムを拡張したカラーリーチヒストグラムに基づく画像照合法を提案した。距離情報を用いることによって、より安定な照合ができることを実験で示した。さらに、実距離データに基づく 3 次元物体認識手法として、CRH 照合法を用いることの有効性を示した。

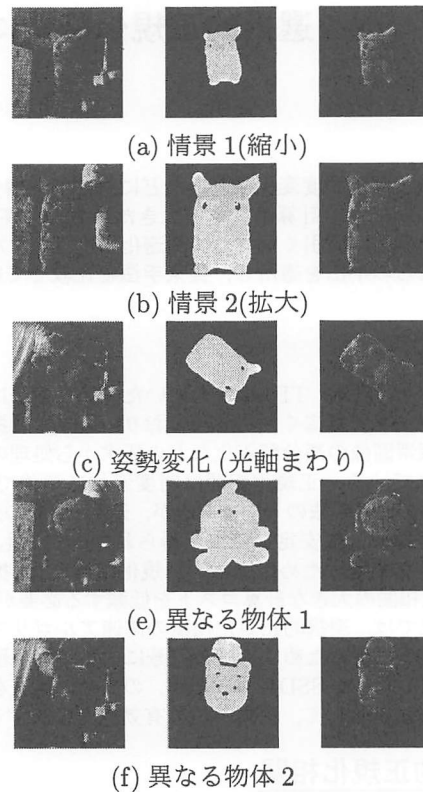


図 5 : モデルと比較する物体の画像

表 1: 類似度

実験画像	類似度
(a)	0.719
(b)	0.859
(c)	0.426
(e)	0.029
(f)	0.273

参考文献

1. M.J.Swain, D.H.Ballard : "Indexing Via Color Histograms", Proceedings of Image Understanding Workshop, pp.623-630, 1990.
2. V.V.Vinod, H.Murase : "Focused color intersection with efficient searching for object extraction", Pattern Recognition, Vol.30, No.10, pp.1787-1797, 1997
3. 川西隆仁, 村瀬洋 : "色ヒストグラム特徴とパン・チルト・ズームカメラを用いた高速物体探索法 -動的アクティブ探索法-", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J84-D-II, No.8, pp.1722-1730, 2001.