

A3-3 色抽出処理における色空間の射影平面に基づくノイズ除去手法

福井大学 工学部 知能システム工学科 進化ロボット研究室

傍島 俊輔 (指導教官: 前田 陽一郎)

1 緒言

画像処理の色抽出処理による2値化処理は物体認識において有効であるが、実環境では対象物体を完全に抽出することは困難である。色抽出処理による2値化処理では色空間の各軸方向の上限と下限に閾値を設けるものが一般的である。しかし、このような閾値設定では単純なモデルとなり、ノイズ含む可能性がある。

そのため、色抽出処理において適切な閾値を設定する研究は、これまでに多数提案されている。研究例として、色空間を輝度により正規化し最適な閾値を決定する方法 [1] が提案されている。また、ソフトコンピューティング手法により自動的に閾値を決定する手法 [2, 3] も提案されている。これらの手法では特殊な色空間などを使用しているが、最終的な抽出条件は上限下限の閾値であるため抽出モデルは単純なものとなる。このため前述同様不必要な情報までモデルに含んでしまい、前処理の性能が十分発揮できていないと見られる。また、閾値を設けない手法として抽出色をモデル化する手法 [4] があり、この手法では多量のサンプル画像が必要となる。

そこで本研究は1枚の画像の色情報をYUV色空間に置き、射影平面を利用することにより効率の良い色抽出処理が可能な手法を提案する。本論文では色抽出における処理手法を提案し、検証実験を行った。その結果について報告する。

2 射影平面に基づく色抽出処理

本手法では、まず画像から対象物体を任意の領域で選択し、領域内の色情報を取得する。この取得した色情報をYUV色空間に置く。YUV色空間に置いた色情報をYU面、YV面、UV面の各面に射影する。色情報を射影した各面に対し様々な処理を行い、処理された射影平面から色抽出モデルを生成し色抽出処理を行う。これらの射影平面に対する処理として、対象物体の抽出に必要な色情報を強調する処理と、選択範囲外のノイズとして抽出された点を除去する手法をそれぞれ数種類ずつ提案する。そして、これらの手法により対象物体を抽出する。各手法の評価には式(1)を用いた。

$$E = \frac{s}{S} - w \frac{n}{U - S} \quad (1)$$

s	選択領域内の抽出点数	S	選択領域内の画素数
n	選択領域外の抽出点数	U	画像の全画素数
w	重み係数	E	評価値

2.1 ノイズ除去手法

提案する射影平面の処理手法のうちの一つがノイズ除去手法である。これは選択領域外のノイズ除去に着目した処理である。この処理を射影平面に行うことにより、ノイズを減らし色抽出の精度を向上することができる。本研究ではこのノイズ除去手法を7手法提案する。処理手法は表1の通りである。

手法N1、手法N2のノイズ除去手法は一般的に画像処理で用いられるノイズ除去手法である。手法N3は射影平面における色情報の分布を上下左右の四辺を直

線で絞り込んでいき、閾値を超えたラインから外側の情報を除去する。手法N4は手法N3とは逆に、ノイズの重心を始点として、上下左右に直線を移動させ囲いを広げる処理である。但し、手法N4は手法N3と違い、囲まれた部分を除去する。手法N5の処理は射影平面のノイズに該当する点を中心に円形の幅を持たせて除去する処理である。手法N6、手法N7は手法N5と似ているが、手法N5が固定半径なのに対し、手法N6は重心からノイズまでの距離(ユークリッド)により半径を変化させる。手法N7はこのユークリッド距離の代わりにマハラノビス距離を使用した。手法N6、手法N7ともに重心から遠くなるほど除去半径は大きくなる。実験では、N5は半径を0pixel(ノイズの該当点のみ除去)、2pixel、4pixelに設定し除去処理を行った。

表 1. 使用した射影平面のノイズ除去手法

手法 N1	メディアン・フィルタによるノイズ除去
手法 N2	膨張収縮によるノイズ除去
手法 N3	直線によるノイズ除去
手法 N4	直線によるノイズ除去 (ノイズの重心を始点)
手法 N5	固定半径円によるノイズ除去
手法 N6	可変半径円によるノイズ除去 (Euclid)
手法 N7	可変半径円によるノイズ除去 (Mahalanobis)

2.2 領域化手法

もう一方の射影平面処理手法が領域化手法である。対象物体の色情報を各面に射影し抽出を行うが、本手法ではサンプル画像から抽出した色情報の射影平面における分布は隙間のある点の集合になる。この隙間の空いた射影平面から生成した抽出モデルでは対象物体の色情報を十分に反映しているとは言い難く、このような不十分なモデルでは環境が微妙に変化するだけで対象物体を抽出できなくなる。そこで、本手法では射影平面の情報を補間し、点ではなく面、もしくは点の密な集合にする。この処理をここでは領域化と呼ぶ。この領域化を行った射影平面から抽出モデルを生成することにより環境の変化に対応することが可能となる。本研究では領域化手法を7種類提案する。

手法R1、R2は一般的なノイズ除去に用いる手法であるが、パラメータを調整することにより分布の概形を求めることができる。手法R1は射影平面の分布をぼかすことにより隙間を埋める。手法R2は膨張収縮の比率を調整することにより分布の概形をとることができる。手法R3は分布の点を中心とし、設定した半径の円に拡大する。手法R4、手法R5は手法R3と似ているが分布の重心からの距離により半径の大きさが変動し、半径の大きさは重心から遠いほど小さくなる。また、手法R4は半径の決定に利用する距離にはユークリッド距離を、手法R5はマハラノビス距離を利用する。手法R6は射影平面の分布をマハラノビス距離を利用して楕円形に近似する。手法R7は任意の多角形に近似し領域化する。これらの処理により色空間において複雑な色抽出モデルの生成が可能である。実験ではR3は半径を2pixelと4pixel、R6はマハラノビス距離1を閾値に、R7は8角形に近似した。

表 2. 使用した射影平面の領域化手法

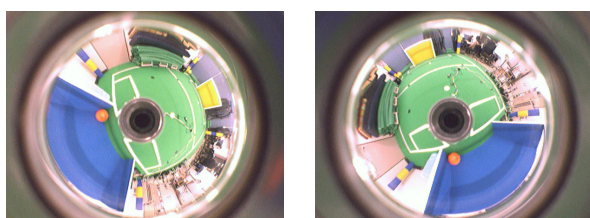
手法 R1	平滑化による領域化
手法 R2	膨張収縮による領域化
手法 R3	固定半径円による領域化
手法 R4	可変半径円による領域化 (Euclid)
手法 R5	可変半径円による領域化 (Mahalanobis)
手法 R6	楕円近似 (Mahalanobis)
手法 R7	多角形近似

3 色抽出実験

本手法を検証するために RoboCup 中型ロボットリーグのミニチュアサッカーフィールドにてボールの抽出実験を行った。この結果について報告する。

対象物体を選択するためのモデル生成用画像 (図 1(a)) とモデル生成用画像から生成したモデルにて抽出を行う抽出用画像 (図 1(b)) を用意した。画像は 24bitRGB、640×480(pixel) で全方位カメラで撮影したものを使用した。

まず対象物体をモデル生成用画像から半径 15pixel の円領域で選択し射影平面処理を行う。この処理した射影平面から色抽出モデルを生成し抽出用画像で抽出を行った。まず、射影平面の処理をノイズ除去手法のみを行う実験と領域化手法のみを行う実験をし、各射影平面処理手法の性能を検討した。その射影平面処理手法の性能比較が表 3 である。ノイズ除去、領域化において性能が上位であった 2 手法は、それぞれ N6、N7 と R1、R7 であった。



(a) モデル生成用画像 (b) 抽出用画像

図 1. 使用した画像

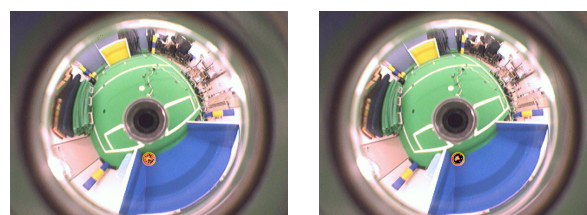
表 3. 各射影面処理手法の性能比較

ノイズ除去手法	平均評価値	領域化手法	平均評価値
未処理	-1.379191	未処理	-1.379191
N1	-0.048699	R1	-0.044893
N2	-0.240961	R2	-0.071824
N3	-0.121206	R3-2(pixel)	-24.807679
N4	-1.159443	R3-4(pixel)	-84.055753
N5-0(pixel)	-0.098289	R4	-0.719306
N5-2(pixel)	-0.044876	R5	-0.556093
N5-4(pixel)	-0.023438	R6	-0.724477
N6	0.026235	R7(8角形近似)	-0.011584
N7	0.050152		

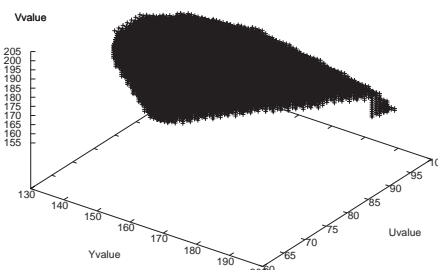
次に、これらの性能の良かった処理手法の組み合わせ抽出実験を行う。射影平面の処理手法の組み合わせは、両処理回数をあわせて 3 回までとする。順列はノイズ除去 領域化、領域化 ノイズ除去、ノイズ除去 領域化、領域化 ノイズ除去、領域化 ノイズ除去 領域化の 4 通りであり、それぞれの組み合わせを検討した。この結果、ノイズ除去 領域化という順に処理を行う方法の精度が比較的良かったため、射影平面の処理は手法 N7 手法 R7 という順で行った。このモデル生成用画像、抽出用画像は共にブルーゴール付近の画像を使用した。処理結果は以下の通りである。また、処理結果の比較のために、射影平面に対し処理を加えずに抽出した結果 (未処理) も表 4 に示す。

表 4. 提案手法の組み合わせによる抽出結果

手法	抽出点数	ノイズ点数	評価値
未処理	107	41	0.017224
提案手法	273	0	0.386686



(a) 未処理 (b) 提案手法



生成された色空間中の色抽出モデル

図 2. 抽出結果

これらの実験の結果から、射影平面に対する処理として色情報の分布を絞り込むことが重要であることがわかった。色情報をノイズ除去手法により絞った後、領域化手法により色情報を補間する方法が色抽出処理において最も良好な性能を示すことも確認された。

4 結言

本研究では、画像処理における色抽出処理を効率的に行うために射影平面の処理手法をいくつか提案し、これらの射影平面処理手法を組み合わせることにより、色空間中で複雑な領域のモデルを生成することを可能にした。これにより、不要な点を色抽出条件に含むことを防ぎ、ノイズを軽減することができた。今後は更なる抽出精度の向上を目指す。また、抽出モデルの環境変化に対する柔軟性を検証するために動画像による色抽出処理も現在検討中である。

参考文献

- [1] 中田 康之, 安藤 護俊, “色抽出と固有空間法を用いた読唇処理,” 電子情報通信学会論文誌, DII Vol.J85-D-II, No.12, pp.1818-1822 (2002)
- [2] 福田 善彦, 満倉 靖恵, 福見 稔, “ニューラルネット学習に基づいた閾値決定法による高速領域探索,” 信学技報, NC 2001-103, pp.163-169 (2002)
- [3] 石川 雅史, 前田 陽一郎, “遺伝的アルゴリズムを用いた自動しきい値調整による色抽出手法,” 第 22 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.179-184 (2006)
- [4] 呉 海元, 陳 謙, 谷内田 正彦 “ファジィパターン照合を用いた色彩画像からの顔検出システム,” 電子情報通信学会論文誌, DII Vol.J80-DII, No.7, pp.1774-1785 (1997)