

採点ミス発見支援システムにおける分離抽出精度向上に向けた改良

村本 幸次郎[†] 松尾 賢一^{††}

[†] 奈良工業高等専門学校 専攻科 システム創成工学専攻 情報システムコース

^{††} 奈良工業高等専門学校 情報工学科

1. はじめに

西川らは採点者の負担軽減を目的とした採点ミス発見支援システムを開発した[1]. 本システムでは, 事前に取得した採点用のペンの色情報の値域を用いて採点済み答案画像から採点記号パターンを分離抽出しているため, 未知な色情報をもつペンで書かれた採点記号の分離抽出処理が困難であった.

本研究では, 事前のペン色の色情報の値域に依存しない答案画像からの採点記号パターンの抽出手法の提案し, 抽出精度実験から提案手法の有効性を明らかにする.

2. 答案の色分散

図1にHS(色相彩度)分布図における採点済み答案画像の色クラスタ分布を示す.

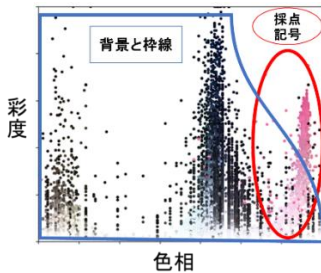


図1 HS分布図での答案画像の色クラスタ分布

図1において模擬答案での背景と枠線の色クラスタは, その分散が大きく, 採点色の色クラスタ分布への混在が見られ, 両者の線形分離が困難な状態である. これに対して, 色クラスタの分散を小さくすることで線形分離を容易にする手法を提案する.

3. 提案手法

図2に提案手法の処理手順を示す.

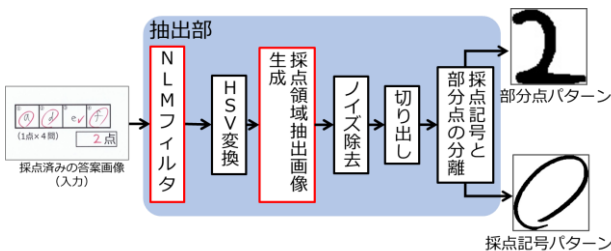


図2 提案手法の処理手順

図2の処理において, 提案手法は, 採点領域抽出画像生成処理で自動的に採点領域を決定する. この処理以前に前処理としてNLMフィルタを導入して答案画像内の色の分散を小さくさせることで, HS分布図上で背景や枠線と採点記号の色クラスタの混在を現状させ, 両者の色クラスタ間の線形分離を容易にさせる効果を得る. NLMフィルタは, 画像中のパターンの冗長性を利用し, ノイズ信号の類似した実測値を平均化することで高品質な画像ノイズ除去の効果が得られる[3].

NLMフィルタは, 出力値 \hat{x} を, 注目画素値 x_i , 探索領域内の画素 x_j , ノイズ除去パラメータ h , 類似度 $w(i, j)$ から

$$\hat{x} = \frac{\sum_{j=\Omega} w(i, j)y(j)}{\sum_{j=\Omega} w(i, j)} \quad w(i, j) = e^{-\frac{\|x_i - x_j\|}{h^2}} \quad (1)$$

よって算出する.

NLMフィルタでは, 注目画素を中心とした対象ブロックと, 類似性の高い参照ブロックの中心画素をかき集め, その画素値をブロック間の類似度に応じた荷重で加重平均したものを出力する雑音除去手法である[2]. そのため, それぞれの領域で平滑化されノイズが低減される. その後, フィルタリング処理済みのRGBの答案画像に対してHSV変換し採点領域抽出画像生成をする.

採点領域抽出画像生成では, 無彩色と有彩色でクラスタリングを行う. その後, 黒枠との重畳により無彩色に分類された採点記号の抽出を行う. 重畳箇所の抽出は, 有彩色に分類されたものの色相範囲と黒色枠線と重畳部の彩度の2値化より抽出を行う. 抽出し有彩色の領域と重畳箇所の領域を組み合わせることで採点領域抽出画像生成をする. 採点領域抽出画像に対してノイズ除去を行い一文字単位で切り出し, 採点記号と部分点を分離し結果を出力する.

4. 結果

本提案手法の赤ペン・青ペンに対する抽出精度を検証するために, 赤色のみで採点された模擬答案の採点パターン1008個と青色のみで採点された模擬答案の採点パターン214個に対して抽出実験を行った. 表1に提案手法の採点記号・部分点の抽出率の結果を示す.

表1 採点記号・部分点抽出精度

	採点パターン数[個]	抽出成功数[個]	抽出率[%]
赤色	1008	925	91.7
青色	214	190	92.5

赤色と青色の抽出精度がともに90%以上の結果が得られた. この結果から, 既存システムの課題であった多種のペンへの抽出が可能になると考えられる.

5. おわりに

本研究では, 先行システムで課題となっていた色条件に関する制約の緩和を目的とした, 赤色・青色採点記号の抽出精度調査の結果, 赤色に対し1008個中925個で91.7%, 青色に対して214個中190で92.5%の抽出精度が得られた. 今後本手法を用い抽出した採点記号部分点に対して認識処理し精度を求めるとともに, システム全体の性能評価をする. また, 様々なテスト用紙についての抽出率の検証の必要がある.

謝辞

本研究は, JSPS 科研費(課題番号:20K03143)の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] 西川雅清, 松尾賢一 “採点ミス発見支援システムの開発～部分点と採点記号の認識を用いた採点ミス発見手法”, 情報科学技 (FIT:Forum on Information Technology), (2015).
- [2] A. BUADES, B. COLL, AND J.M. MOREL :A REVIEW OF IMAGE DENOISING ALGORITHMS, WITH A NEW ONE. Multiscale Model Simul., 4, 490- 530, 2005