

カプセル内視鏡画像解析のための表色系と前処理の評価

末永 雅人*¹ 藤田 悠介*² 橋本 真一*² 寺井 崇二*² 坂井田 功*² 浜本 義彦*²*¹ 山口大学 工学部知能情報工学科*² 山口大学 大学院医学系研究科

1. はじめに

カプセル内視鏡は、従来の胃カメラや大腸カメラでは届かない小腸を撮影する手段として開発された。カプセル内視鏡では一度の検査で数万枚の画像を撮影するため、すべての画像を医師が診断するのは不可能である。そこで、診断支援を目的として、特に画像内の領域検出の研究がなされてきた。しかし、カプセル内視鏡画像を対象として、領域検出にはいかなる表色系、前処理が有効かについては十分な研究がなされていない。本研究では、カプセル内視鏡画像内の領域検出のための最適な表色系と前処理を領域検出の検出精度の観点から調査し、報告する。

2. 評価方法

一般に色情報をもとに画素単位で当該画素が特定領域の画素か否かの識別が行われる。本研究では医師が診断可能な領域を可視領域と呼ぶ。この可視領域以外を医師が診断不可能な不可視領域とする。可視領域と不可視領域の2クラス問題において、与えられた画素が可視領域に属するか否かを識別する。このとき、教師あり学習から予め医師が定めた可視領域を正解領域として識別器の学習を行い、未学習の画像内の可視領域に対する検出精度を誤識別率により評価する。この誤識別率を用い、表色系 RGB と前処理なしの組合せを基準として様々な表色系、前処理系の組合せと比べる。

2.1 識別

識別器に用いる特徴は画素の画像情報とし、画素を3次元パターン x として表す。例えば、表色系がRGBであれば、R, G, Bの輝度値が特徴値となる。訓練サンプルとして学習画像の可視領域内の画素、そして不可視領域内の画素を用いる。

訓練サンプルを用いて可視領域、不可視領域それぞれの平均ベクトルと共分散行列を推定し、この推定値を用いて Bayes 識別器を構成する[1]。Bayes 識別器を用いて未学習のテスト画像内の画素をテストサンプルとして識別し、誤識別率を求める。

2.2 対のある検定

ある画像 $i(i=1,2,\dots,n)$ に対して基準となる表色系として RGB と前処理なしの組合せの誤識別率を x_i とし、比較対象の組合せの誤識別率を y_i とする。 x_i と y_i は対のある測定値であり、対のある検定[2]に用いるために統計量 Z を式(1)で定義する。

$$\left. \begin{array}{l} Z_1 = x_1 - y_1 \\ Z_2 = x_2 - y_2 \\ \vdots \\ Z_n = x_n - y_n \end{array} \right\} \dots \text{式(1)}$$

基準に比べ比較対象の組合せの方が優れていることを想定しているので、右側検定を考える。もし両者に差がなければ $Z=0$ となり、これを帰無仮説とする。

n 枚の画像を用いて得られた (Z_1, Z_2, \dots, Z_n) は中心極限定理により十分大きな n に対しては標本平均 Z が正規分布に従うことが知られている。ここで、仮説 $H_0: \mu = 0$ (表色系 RGB+前処理なしと比較対象が同等である)

とする。この帰無仮説を検定するために以下の統計量 V を求める。

$$V = \frac{\bar{Z}}{\sigma / \sqrt{n}} \dots \text{式(2)}$$

ここで、 σ は Z_1, Z_2, \dots, Z_n の標本標準偏差である。帰無仮説 H_0 を検定するには、式(2)で計算される V の実現値 v が有意水準5%で定まるしきい値(1.64)よりも大きければ帰無仮説 H_0 は棄却される。このとき、RGB+前処理なしの組合せよりも比較対象の組合せの方が優れていると考える。

Evaluation of Preprocessing System and Color System for Capsule Endoscopy Image Analysis

Masato SUENAGA*¹

Yusuke FUJITA*² Shinich HASHIMOTO*² Shuji TERAJ*²

Isao SAKAIDA*² Yoshihiko HAMAMOTO*²

*¹Department of Information Science and Engineering, Yamaguchi University

*²Graduate School of Medicine, Yamaguchi University

3. 実験

3.1 画像データ

解像度が 576 x 576, 階調が 256 のカプセル内視鏡画像 60 枚を実験に用いる. 前述したように, これらの画像には予め医師により正解となる可視領域が与えられている. 実験には 60 枚の画像をランダムに学習画像 30 枚, テスト画像 30 枚に分割して用いる.

3.2 実験方法

用いる表色系と前処理は以下の通りとした.

(1) 表色系

用いる表色系は, RGB, HSV の 2 種類である [3]. HSV は, RGB で前処理を施したデータを変換して用いた.

(2) 前処理

用いる前処理はメディアンフィルタ, ガウシアンフィルタの 2 種類とする [3]. 上記のフィルタのパラメータには予備実験を行って, 最適化されたパラメータ値を用いた.

3.3 結果と考察

表 1 に比較した表色系と前処理の組合せを示す.

表 1. 表色系と前処理の組合せ一覧

前処理 \ 表色系	RGB	HSV
前処理なし	基準	③
メディアン	①	④
ガウシアン	②	⑤

図 1 に検定の結果を数直線上に示す. 実現値が正の場合は基準である表色系 RGB と前処理なしの組合せより比較対象の方が良い結果であることを, また負の場合は基準よりも悪い結果であることを意味している.

上記の結果より, 実現値 v の値が最も大きかったのは表色系 RGB に前処理メディアンフィルタの組合せであり, このとき実現値 v の値は 5.99 であった. よって表色系 RGB に前処理メディアンフィルタを施した組合せが比較した中では最も優れていると言える.

本実験で用いた前処理であるメディアンフィルタ, ガウシアンフィルタは平滑化を行う前処理である. 図 1 の結果より表色系 RGB に平滑化処理の前処理を施すことは有効であり, このことから他の平滑化処理の前処理も有効であると考えられる.

4. おわりに

本研究では平滑化の前処理を加えることがカプセル内視鏡画像を用いた領域検出の精度向上につながる事が明らかになった. 今後, 比較する表色系や前処理の組合せを増やして実験を行う予定である.

5. 文献

[1] 浜本義彦, 統計的パターン認識入門, 森北出版(2009)
 [2] 青木, 吉原, 統計学要論, 培風館(1978)
 [3] 奥富正敏 他編, デジタル画像処理, (財)画像情報教育振興会 (CG-ARTS 協会) (2009)

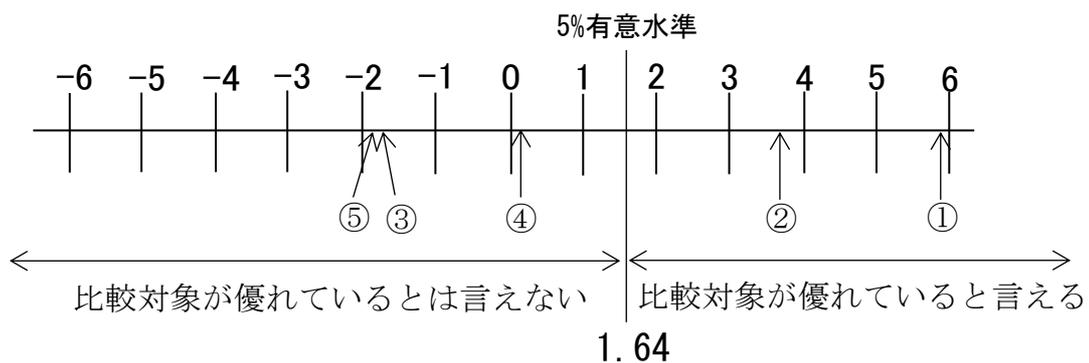


図 1. 組合せの評価結果