

検便検査における画像分割による有害菌判別の精度向上

山崎 佑磨 小嶋 和徳 伊藤 慶明

岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科

1 はじめに

近年、検便検査は感染症等の無症状病原体保有者や、集団感染の感染経路を特定するために行われている。特に集団感染の感染経路の迅速な特定が重要であり、腸管出血性大腸菌(EHEC) [1] である O157 等の感染拡大を防ぐため、病原体の迅速な判別が求められている。

現在、検便検査による菌の判定は、全工程人手で行われている。通常一人の被験者から取得した検体に対して、8種類の選択分離培地を用いて判定を行う。多いときは1人の検査員当たり何百もの検体を検査しなければならぬため、時間と労力が掛かり、コストを要する。この問題に対し梅津らの研究[2]では、色相解析の技術を用いた菌集落判定の自動化を目的とし、色相解析の結果から菌種判定の実現性を示している。しかし、判別できる可能性を示しただけであり、実際の判別精度についての考察は行われていない。

本研究では、負担軽減と菌種判別の安定化のため、菌種の判別自動化を目指し、培養された選択分離培地の撮影画像を入力するだけで菌種判別が可能なシステムの構築を目的とする。本研究では撮影条件として、机の上に置いた状態で遮光などもせずに撮影した場合に対して、撮影画像を分割し、選択分離培地ごとに注目菌種の有無の判別する方法について検討した。

2 菌種判定

選択分離培地は、検便検査により得られる複数種の菌が混在した検体から、特定の菌の存在を確認する目的で調製された培地である。目的の菌が生育しやすく、目的外の菌が生育し難いように工夫されている。

検査によって得られた検体はまず、使用する8種類の選択分離培地に塗抹される。これらを培養すると菌集落が発育し、発育した菌集落の色を元に目視により菌の候補を判別する。その後、これら複数種類の培地の判別結果を統合し、元の検体が感染している菌の候補を選出する。選出された候補を元に、生化学的性状の確認や免疫診断用血清による型別、毒素検査等の追加検査を行い、感染している菌の特定まで導く。そのため人手による判別は時間と労力が掛かる。また、判定者により判定誤差が生じることも問題点として挙げられる。

3 提案手法

本研究では、培養された選択分離培地を撮影し、撮影画像に対して等分割処理を行い、分割された画像を入力画像とする。入力画像に対し、HSV表色系情報を特徴量としてLIBSVMにより判別を行う。

3.1 撮影条件

本研究で使用する画像の撮影環境として机上にA3用

紙を敷き、その上に培地を乗せ、蛍光灯や外光の影響を極力受けない角度から撮影した(図1左)。撮影された画像に対し、図1右のように、画像1枚に一つの選択分離培地となるように切り取る。

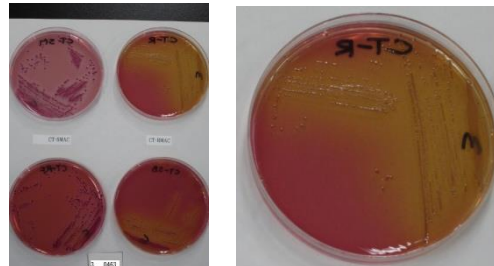


図1 元画像と切り取り画像

3.2 画像分割

撮影環境が一定ではないため、図1右の画像に対して分割処理を行う。分割処理を行うことで菌種の色相情報を詳細に見ることができる。分割数を 8×8 とする場合、外周部及び淵部部分の分割画像は使用せず、培地、菌の含まれている32枚の分割画像を使用する。

3.3 判別方法

分割された選択分離培地画像のHSVのヒストグラムを算出する。感染している菌種は感染していない菌種と比較すると、色相情報が異なる。また、今回の撮影環境は統一されていないため、斜光が存在する画像も存在する。そこで分割された撮影画像の明度情報を利用し、LIBSVMを用いて判別を行う。

4 実験

4.1 実験条件

選択分離培地 CT-RMAC (以下 RMAC) について実験を行った。RMACは塗抹し、培養された菌の中にO26が含まれている場合、無色の菌集落を発育、それ以外は赤色の菌集落を発育する特徴を持つ。実験用の画像は岩手県環境保健研究センターから入手した。無色集落発育画像32枚、赤色集落発育画像98枚、発育無画像32枚を用いる。

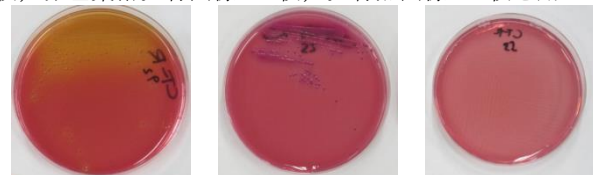


図2 無色、赤色、発育無画像

入手した画像データを3.1で示した撮影条件に合致するように切り出した。

4.2 ラベル

本研究で使用する分割画像に対するラベルとして、無色集落発育画像に「異常有」、赤色集落発育画像と発育無画像に対し「異常無」のラベルを付与する。

4.3 ヒストグラム調整

異常無における集落、培地の色である赤色は量子化したHの値では0~10、170~180の範囲となる。また無色における変色部では10~20の範囲に現れる。そのため、

赤色の表れる箇所が両端に現れる．そのためヒストグラムの全体を調整し，70～90 の範囲が赤色となるようにする．

4.4 文字領域の削除

分割画像においてシャーレ上部に黒いペンで記入された文字部分が存在する．文字の影響により異常有，異常無による判別の誤差を生むため文字領域の削除を行う．V における 150 以下の範囲は黒色の領域であるためその個所を 0 にすることで文字領域の削除を行う．

4.5 使用データ

使用する分割画像枚数は「異常無」「異常有」とともに学習・評価画像をそれぞれ 312 枚ずつ，計 624 枚の分割画像を使用する．使用する特徴量は「H+V」の相対度数ヒストグラムを使用する．「H+V」を使用する理由として，「Hのみ」・「H+S」・「H+V」・「H+S+V」における分割画像に対する判別結果として「H+V」が最も高い判別精度を出したためである．表 1 に実験に使用した分割画像枚数を示す．

表 1 実験使用画像枚数

	異常有	異常無	計
学習	312	312	624
評価	312	312	624
計	624	624	1224

5 実験結果

4.5 に示した 624 枚の評価用画像に対し，SVM を使用し，分割画像の菌集落が異常有，異常無の 2 値判定を行った．判別のパターンとして「調整無」・「ヒストグラム調整(①)のみ」・「文字領域の削除(②)のみ」・「①+②」の条件を適用した計 4 パターンによる判別を行った．正解判別率を図 3 に示す．

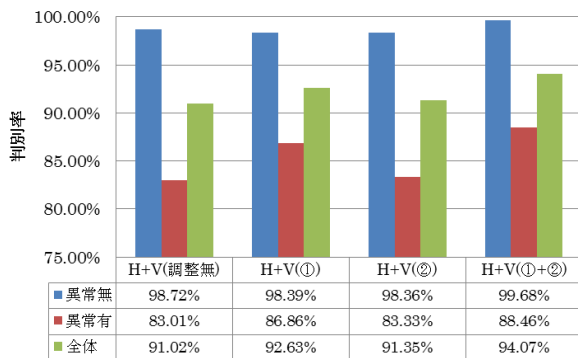


図 3 SVM による正解判別率

図 3 における判別率は「正解が異常無における異常無判定の判別精度」，「正解が異常有における異常有判定の判別精度」，「全体における判別精度」を示す．実験の結果，①+②における全体の判別精度が調整無における結果より 3.05 ポイント高い 94.07% を出すことができた．「正解が異常有判定であるが SVM による結果が異常無判定」となった画像のヒストグラムと「正解が異常有における SVM による結果が異常有判定」となった画像の平均ヒストグラムの比較を図 4 および図 5 に示す．

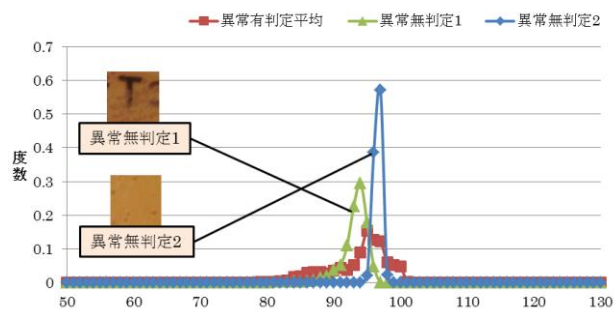


図 4 異常有における異常無判定画像のヒストグラム H

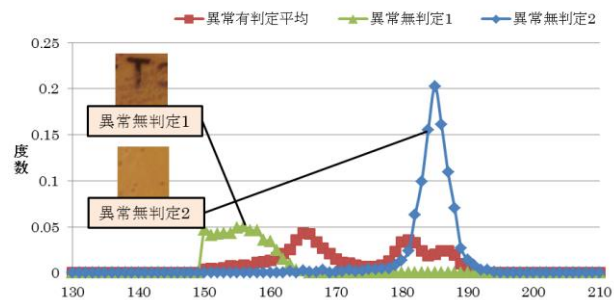


図 5 異常有における異常無判定画像のヒストグラム V

ヒストグラムの比較結果より H と V の発生している度数に差がみられる．H の値が異常無判定の画像において文字領域の有無により差が表れた．異常有判定の出された平均と比較すると，異常有における異常無判定の出された H のヒストグラムにおいて平均より±2～3 のずれがある．また，V においても，文字領域の含まれている画像におけるヒストグラムが平均と比較すると差が生じていることが分かる．

文字領域の含まれている画像は異常有と異常無における色相の差だけではなく，明度にも差がみられた．文字領域の有無により H，V による判別の差別化が可能であると考えられる．

6 終わりに

本研究では，検便検査で使用されている選択分離培地 RMAC における有害菌集落の異常有，異常無の判別を色相情報 H と V を利用し，ヒストグラム調整および文字領域削除を行い，LIBSVM を用いて学習・判別を行った．その結果，分割画像に対し全体の判別精度が 94.07% という精度を得ることができた．

今回は異常有と異常無の判別を行ったが今後は，異常無における発育されている菌集落存在の有無にも取り組んでいく必要がある．また，今回使用した選択分離培地は RMAC のみである．他の選択分離培地の分析及び判別方法の考察を進めていきたい．

参考文献

- [1] 厚生労働省- 腸管出血性大腸菌による食中毒 (http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryo/shokuhin/syokuchu/daichoukin.html / 2018.01.08 閲覧)
- [2] 梅津千安希, 那須潜思, 中川 弘
腸内細菌検査における培地上の集落の色相を利用した自動判定の試み 第 36 回日本食品微生物学会学術総会, (2015/11/12)