

カメラによる遺伝子検査ツール STH-PAS の読み取り手法の開発

白田 光[†] Prima Oky Dicky A.[†] 伊藤 久祥[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

近年、医療・食品分野における各種遺伝子検査を簡易・迅速・安価に行うための手法の、STH (Single-strand Tag Hybridization) 法が開発されている。本検査手法は、試薬を印字した 60mm×2mm の PAS (Printed Array-Strip) に、検査対象物の成分を付着させ、成分ごとに反応した色の濃淡とその位置から遺伝子を特定する。しかし、これらの検査結果の判定は目視では困難であり、正確に読み取るには一定の経験が求められるという課題がある。

本研究では、カメラで撮影した検査後の PAS 画像を入力として、色の濃淡とその表出位置を検出する手法を開発する。提案手法により、遺伝子特定の自動化に加え、検査者による個人差を軽減すると共に、検査時間の短縮が期待できる。

2. 従来の検査方法

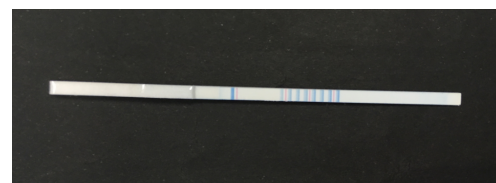
現在、検査後の PAS をスキャナーで読み取り、PAS 画像を解析するソフトウェア (ATTO CS Analyzer) が開発されている。当該ソフトウェアでは、PAS 画像の断面図から PAS の濃淡の変動を可視化することができるが、成分ごとに反応した色の濃淡を定量化するためには、手動による作業を要している。具体的には、まず PAS 画像の断面図から、極大値の地点を結び、地点間の断面図が占めた面積を求める。次に、一定以上の面積を抽出した後、成分ごとに PAS を定量化する。これらの作業は手動で行われるため、最終の検査結果に個人差が大きく影響する。さらに、一連の検査作業に長時間がかかっており、実用的とはいえない。

3. 提案手法

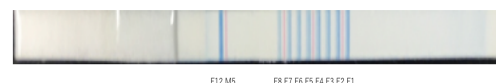
本研究では、スキャナーの代わりに携帯端末のカメラを利用し、従来の検査方法を簡易化する。さらに一連の検査を自動化し、検査に要する時間を短縮するとともに、検査結果の信頼性を向上させようとする。以下、PAS 画像の読み取りから、PAS の定量化までの手法を述べる。

3.1 LSD を用いた PAS 検出手法

撮影した PAS に対して、線分検出 (line segment detection; LSD¹⁾) を適用し、PAS 画像の 4 つのエッジを自動抽出する。これらのエッジをもとに射影変換を行い、PAS 画像を正面化する (図 1)。



(a) 携帯端末で撮影した PAS 画像



(b) 正規化した PAS 画像

3.2 PAS 画像の断面図の生成

撮影した環境光によって、PAS 画像の側面に影が

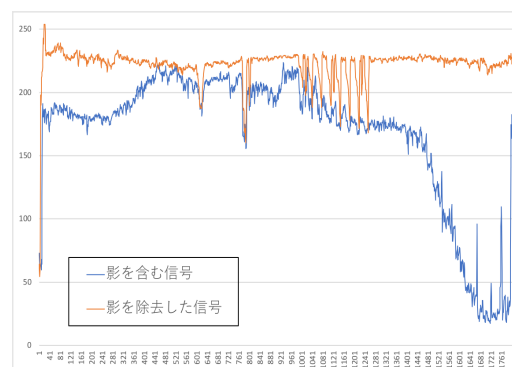


図2 影除去後の信号

発生する場合があるため、PAS 画像の断面図を作成する際に、これらの影を除去する必要がある。本研究では、PAS 画像の中央部のみの濃淡を断面方向に平均し、影の影響を最小限にする。図2は、影が含まれた場合の断面図と影を除去した断面図の違いを示す。

3.3 PASの定量化

PAS 画像の断面図に対して凹領域の面積を求めることで、PAS を定量化する。本研究では、埋谷法²⁾を利用して凹領域を埋め、埋谷前後の断面図を積分することで、埋谷量を求める。図3は、埋谷法によって求められた PAS の成分ごとに反応した色の濃淡とその位置を示す。青線は元の PAS 画像の断面図、赤線は埋谷した断面図を示す。

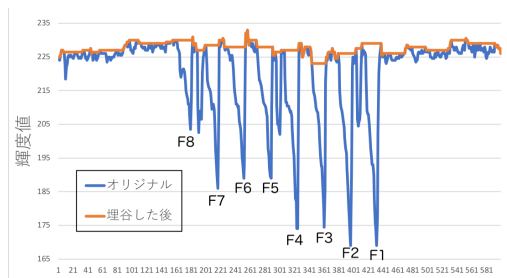


図3 PAS断面の輝度分布図

4. 実験

携帯端末で撮影した PAS 画像 21 枚に対して埋谷法により PAS を定量化し、PAS の最も上部のマーカー (赤) からそれぞれの検出ライン (青) の立ち上がり、立ち下がりまでの長さと PAS 製造時の設計図から計算されたそれぞれの長さを比較する。

5. 結果と考察

提案する埋谷法による PAS 定量化実験の結果を図4,5に示す。F12の平均誤差が0.06mmと小さいのに対し、F1では0.11mmと誤差が大きいことが分かる。また全てのデータにF12側(PAS 上部)よりF1側(PAS 下部)の方が埋谷される位置のばらつきが大きいことが分かる。これは、PAS 撮影時にカメラを持つ手の影が映り込むことと環境光に PAS 検出精度左右されることが原因と考えられる。

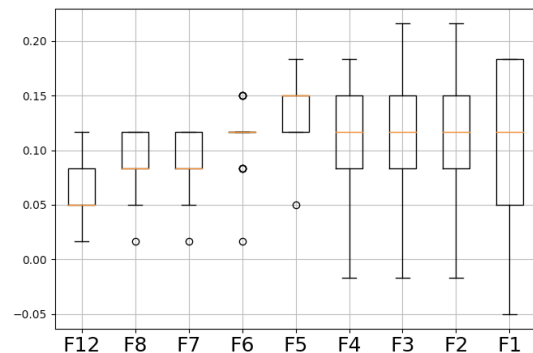


図4 立ち上がりの定量化の精度

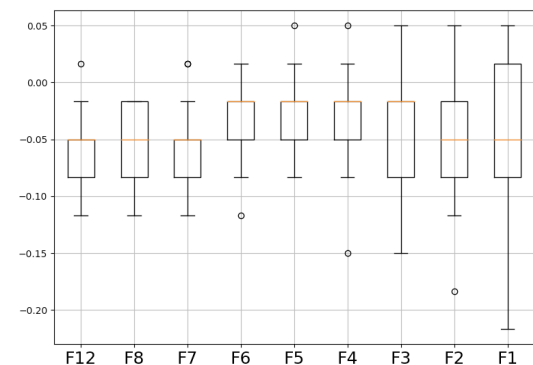


図5 立ち下がり定量化の精度

6. おわりに

本研究では、カメラを用いた遺伝子検査ツール STH-PAS の読み取り手法について提案した。正確なデータの定量化にはある程度の撮影経験が必要になることがわかった。今後は、誰でも環境光に左右されず撮影できるような仕組みを導入することでより高精度の PAS 解析システムの構築を目指したい。

7. 謝辞

本研究において株式会社 TBA にご協力いただきました。謹んで感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Rafael Grompone von Gioi, Jérémie Jakubowicz, Jean-Michel Morel, Gregory Randall LSD: a Line Segment Detector, Image Processing On Line, 2 pp. 35–55(2012)
- 2) 藤井 紀之, 地形判読への接峰面図の活用, 日本応用地質学会, 第43巻, 第2号, 101-109 頁, (2002)