

異なる画像解像度下におけるフィルタバンクを用いた眼底画像解析 Analysis of fundus image using filter bank under different image resolution

○松田 充夫¹, 徳高 平蔵², 佐藤 秀昭³, 但馬 文昭⁴, 川田礼治⁵

○Nobuo Matsuda¹, Heizo Tokutaka², Hideaki Sato³, Fumiaki Tajima⁴, Reiji Kawata⁵

¹豊田工業高等専門学校 ²SOM ジャパン, ³佐藤秀昭内科医院 ⁴横浜国立大学, ⁵川田クリニック

¹National Institute of Technology, Toyota College, ² SOM Japan Ltd., ³Sato Hideaki Internist Clinic, ⁴Yokohama National University, ⁵ Kawata Clinic

Abstract: This paper shows the influence of the image resolution on performances of recognition in image analysis using a filter bank. Based on true color images with medium resolution, conducted, subspace dimension for recognition were firstly examined. Afterwards, a series of the analysis concerning accuracies were conducted in the cases of high resolution images. The effects on classification performances for high resolution images were compared with the performances for medium resolution images. In the image analysis using the filter bank, the influence of the image resolution was small.

1. はじめに

近年、画像処理による緑内障の早期発見のための眼底画像の診断システムの提案がいくつかなされている[1-3]。

一般的に使われる識別手法として、近年ではSVM[4]が使われることが多い。しかし現実の医療データの認識精度では、個人差の相違、いわゆる個体差によるクラス内の相違の方が、正常・異常のクラス間の相違を上回ることがあり、識別手法の認識精度の優劣よりも、特徴空間の選択や前処理の適切さが重要になるケースも多い。そこで、パラメータ数の選択が少なく精度の高い部分空間法[5]に着目した手法を提案している[6, 7]。

この画像解析において、フィルタの前処理は識別精度の改善に効果があることが見出された[7, 8]。また、単一フィルタよりも複数のフィルタを組合せたフィルタバンクを用いる方が識別精度の高くなることも判明した[9]。

ところで、これまではあまり眼底画像の解像度については検討していなかった。しかし、遠隔地の患者の診断をする場合、必ずしも解像度の良い画像を使うことができない場合が生じる。本研究は、マルチスケール、マルチ方向のフィルタバンクを用いた画像解析において、画像の解像度の識別精度に及ぼす影響を検討したので、その検討結果を報告する。

2. 部分空間法

部分空間法[6]は、クラスごとにそのクラスを表現する部分空間を用意し、未知パターンがどの部分空間で最もよく近似表現できるかを比較して、未知パターンを識別する。辞書ベクトルはカテゴリごとに定義され、 S もカテゴリご

とに計算する。カテゴリごとに計算された類似度について、最大類似度をとるカテゴリを認識結果とする。

3. フィルタバンク

解析に用いたLM (The Leung-Malik Filter Bank) フィルタバンク[10]は、図1に示す48個のフィルタからなるマルチスケール、マルチ方向のフィルタバンクである。

このLM フィルタバンクは、6方向3スケールの1次及び2次のガウシアンフィルタ、8個のLOGフィルタと4個のガウシアンフィルタから構成される。

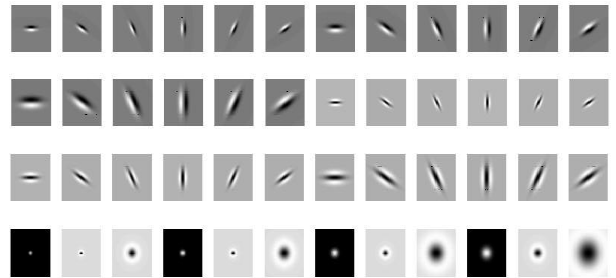


Figure 1 The LM filter bank

5. 解析データと解析方法

5. 1 解析データ

画像データの採取には、共著者である医師から提供された眼底画像を用いた。画像データは91枚の正常者と42枚の異常者の合計133枚から採取した。2種類の解像度を検討するため、1つは1216×1208サイズ、24ビットの高解像度画像(図2a)、もう一つは256×256サイズの24ビットの中解像度画像(図2b)を準備した。

フィルタバンクの解析に用いる入力データの作成は、フ

フィルタバンクによるフィルタ処理画像 (図2 (c) の画像) から同時生起行列[11]を求め、エントロピーを算出した。

5. 2 解析方法

5. 2. 1 識別精度

特徴抽出の実験から決定した特徴量を用いて交差検証を行い、部分空間法による識別精度を求める。交差検証は、各特徴量データを10分割して3つの識別精度を求める。精度は異常眼に対する検出精度 (Sensitivity) と正常眼に対する検出精度 (Specificity), 全体の検出精度 (Accuracy) を3つの精度を求める。

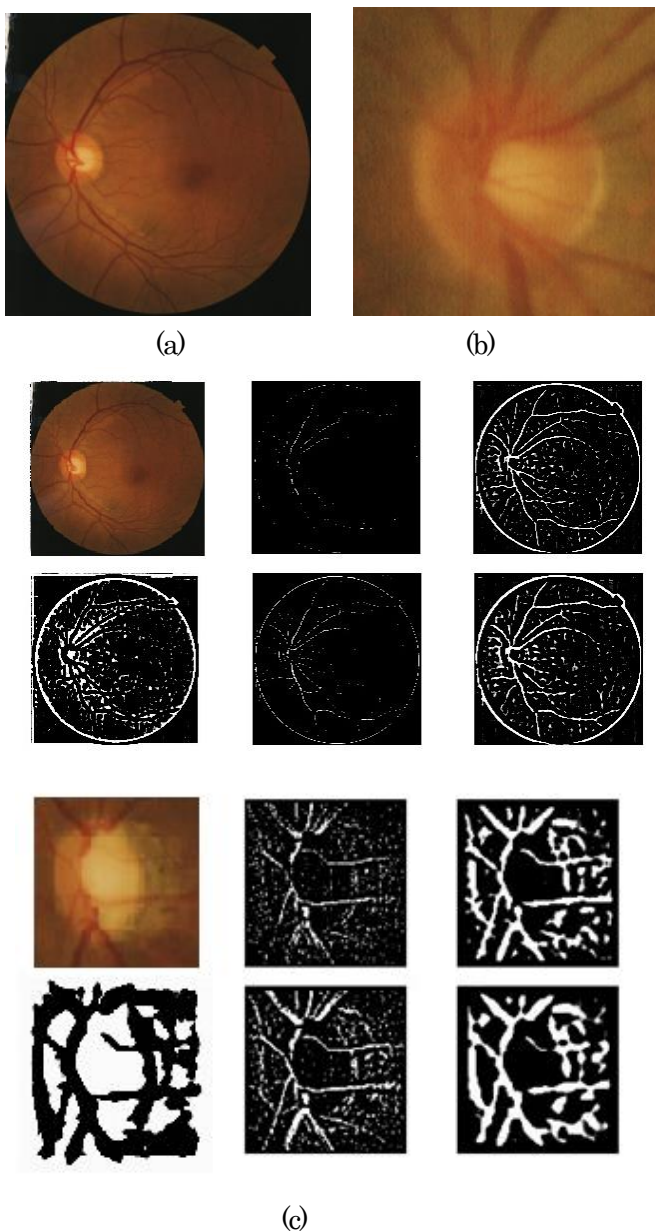


Figure 2 (a) Original image, (b) Low resolution image,

(c) Images filtered by the LM filter set bank

5. 2. 2 フィルタバンク処理

多数のフィルタを組み合わせさせたフィルタバンクの入力データは、LM フィルタバンクにより得られた図2 (c) の画像から同時生起行列を作成し、その行列からエントロピーを算出して入力データとした。このフィルタバンクは、6方向3スケールの1次及び2次のガウシアンフィルタ、8個のLOGフィルタと4個のガウシアンフィルタから構成されているので、作成された各データの次元数は48次元である。入力データは同時生起行列の変位 d と角度 θ の異なる3種類の同時生起行列を算出し、3つのエントロピー値を準備した。

6. 解析結果

6. 1 学習データの解析

図2は次元数 r を変化させたときのG画素の学習データの交差検証の結果である。フィルタバンク処理をすると、高い次元数 (r) の範囲で最高精度を持つ傾向を示し、その次元数の広い範囲で精度が高いことから識別性能の信頼度は大きい。

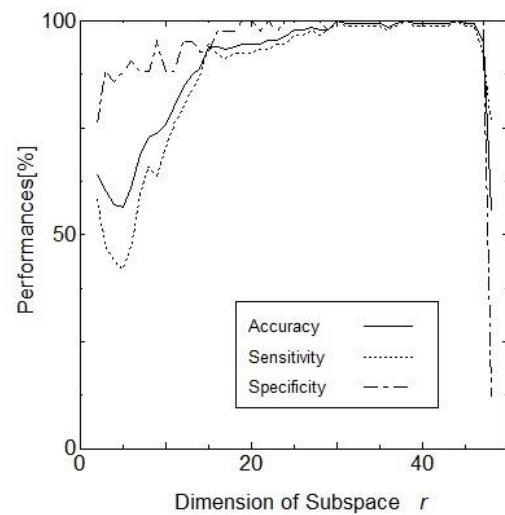


Figure 3 Performances for learning data of G Channel.

6. 2 フィルタバンク処理の精度

表1と2は、特徴量にエントロピーを選択した場合のLMフィルタバンク処理に対するG画素とB画素の中解像度の識別性能である。

Entropy 1 - 3の違いは、同時生起行列の変位 d と角度 θ

の確率による。Entropy 1は $(d, \theta) = (1, 0^\circ)$, Entropy 2は $(d, \theta) = (1, 90^\circ)$, Entropy 3は $(d, \theta) = (1, 0^\circ)$ と $(1, 90^\circ)$ の合成値になる。また各欄の数値は、上段が平均で、下段は標準偏差になっている。

フィルタバンク処理は、単一フィルタの場合よりも識別精度(省略)は高く、識別精度の改善にフィルタバンクの前処理は有効な効果をもつ[9]。また、フィルタバンクの前処理の画像解析において、同時生起行列から算出したエントロピーは有効な特徴量になる。

Table 1 Performances for G Channel [%]

Feature	Accuracy	Specificity	Sensitivity
Entropy1	79.75	83.56	71.50
	8.75	11.91	28.58
Entropy2	83.55	82.44	85.51
	6.68	10.65	26.71
Entropy3	80.41	82.31	75.50
	6.19	7.54	26.40

Table 2 Performances for B Channel[%]

Feature	Accuracy	Specificity	Sensitivity
Entropy1	84.84	92.33	69.50
	6.25	10.51	19.07
Entropy2	86.57	90.11	79.00
	5.58	9.72	16.92
Entropy3	85.90	95.78	79.00
	5.67	7.22	11.65

Table 3 Performances for G Channel of High Resolution images [%]

Feature	Accuracy	Specificity	Sensitivity
Entropy1	82.12	84.67	73.50
	12.11	22.28	19.07
Entropy2	発表時に公表		
Entropy3			

表 1 と 2 を比較すると明らかにB画素の特徴量は最高の精度 (Accuracy) を示すことがわかる。しかしB画素では傾向として Sensitivity が劣る。したがって、医療の診断

にはG画素を用いた画像解析の識別の結果を用いるのが妥当である。

表 3 から、高解像度画像と中解像度画像の結果を比較すると、フィルタバンクの前処理を行うと識別性能はほぼ同等であると推察される。

7. まとめ

部分空間法を用いた眼底画像解析において、画像の解像度の識別精度に及ぼす影響を検討し、次の結果を得た。

- (1) フィルタバンクを用いた前処理では、画像の解像度の影響は少ない。
- (2) フィルタバンク前処理を用いた画像解析において、同時生起行列から算出したエントロピーは有効な特徴量になる。
- (3) フィルタバンクによる前処理では、処理画像の同時生起行列の変位 d と角度 θ に識別精度は依存しており、 $(d, \theta) = (1, 90^\circ)$ の場合が最も識別精度が高かった。

謝辞

本研究の一部は科学研究費 基盤研究 (C) (課題番号 K1500416) を用いて行われた。

参考文献

- [1]但馬文昭, 宮武直樹, 佐藤秀昭, 松田充夫: “眼底部解析装置および眼底部解析方法”, 公開公報, 特開 2005-253796
- [2]松田充夫, Jorma LAAKSONEN, 但馬文昭, 宮武直樹, 佐藤秀昭: “学習ベクトル量子化法を用いた眼底画像の解析と観察者評価の比較”, 第23回ファジィシステムシンポジウム講演論文概要集, PP.415-418, 2007.
- [3].西山裕之, 平石広典, 岩瀬愛子, 溝口文雄: “データマイニングによる緑内障診断システム的设计”, 3A1-4 The 20th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2006.
- [4]C.Cortes and V. N .Vapin: Support vector networks, Machine Learning, Vol. 20, pp.273-295, 1995.
- [5]Watanabe, S. and Pakvasa, N., “Subspace method of pattern recognition”, 11th International Joint Conference of Pattern Recognition Proceeding, pp.25-32,1973.
- [6]N.Matsuda, J.Laaksonen, F.Tajima, N. Miyatake and H. Sato: Fundus Image Analysis using Subspace Classifier and its Performance, Proceedings of the Joint 5th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, pp.146-151, 2010.
- [7]N.Matsuda, F.Tajima, N. Miyatake and H. Sato:

Low-pass Filter's Effects on Image Analysis using Subspace Classifier, Proceedings of the 14th International Symposium on Advanced Intelligent Systems ISIS2013, F5d-5, pp.1530-1539, 2013.

- [8]N.Matsuda, F.Tajimaand H. Sato: Filtering Effects for Image Data Types in Image Analysis using Subspace Classifier, Proceedings of 2016 Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 2016 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems , pp.817-821, 2016
- [9]N.Matsuda, H. Sato, F.Tajimaand: Image Analysis of Fundus using Filter Bank and Subspace Classifier, Proceedings of 2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence, pp.753-757,2016
- [10].Leung,T. and J.Malik: Representing and Recognizing the Visual Appearance of Materials using Three-dimensional Textons',International Journal of Computer Vision 43(1), 29-44,2001.
- [11]高木幹雄, 下田陽久:新板 画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, pp.1261-1267, 2011.

連絡先

〒471-8525 豊田市栄生町 2-1

国立高等専門学校機構 豊田工業高等専門学校

電気・電子システム工学科

Tel/Fax 0565-36-5843