

# 動的周辺特徴抽出による眼底画像内の病変部検出方式

## Detection of lesions in fundus images by adaptive peripheral feature extraction

平松 義崇<sup>†</sup> 永吉 洋登<sup>†</sup> 影広 達彦<sup>†</sup> 水野 康生<sup>††</sup> 日間賀 充寿<sup>††</sup> 酒匂 裕<sup>†</sup>  
 佐藤 伸平<sup>†††</sup> 福島 はるみ<sup>†††</sup> 加藤 聡<sup>†††</sup>

Yoshitaka Hiramatsu, Hiroto Nagayoshi, Tatsuhiko Kagehiro, Yasuo Mizuno, Mitsutoshi Himaga, and Hiroshi Sako  
 Shimpei Sato, Harumi Fukushima, and Satoshi Kato

### 1. 緒言

先進国の労働力人口における主な失明原因は、現在、糖尿病網膜症である。その診断には、眼底カメラで撮影した眼底画像が用いられる。近年の健康管理意識の高まりに伴い健康診断受診者の数が増加し、医師が診断する眼底画像の数も増加している。そのため、医師の負担が問題となってきている。負担低減対策として、眼底画像内の糖尿病網膜症によって生じる病変を自動的に検出し、その結果を診断のセカンドオピニオンとして医師に提示する技術が求められている。

糖尿病網膜症病変の自動検出方式[1]では、通常、病変候補を抽出した後、その中から真の病変を検出する。病変候補は、一般的に、周囲との明るさの差を用いて検出しているため、明るさ変化の大きい血管周辺では、病変候補が多く抽出される傾向がある。そのため、候補領域から真の病変を検出する時、確率的に虚報 (False Positive: FP) が多くなる。この問題に対して、我々は、病変候補を血管周辺にあるものとそれ以外とに分け、病変の識別を別々に実行することで、虚報の低減を実現した[2]。

本報告では、糖尿病網膜症病変のうち暗色調病変について、血管周辺での虚報をさらに低減する方法を述べる。提案方法では、病変候補とその周辺血管の接触度合いと、病変候補の形状により動的に明るさ判定を切り替えて、暗色調病変と正常部位を識別する。なお、最後に本方法を使った評価実験を行い、手法の有効性を示す。

### 2. 課題とアプローチ

糖尿病網膜症検出の信頼性を高めるためには、緒言で説明したように、血管周辺に出現する虚報を抑える必要がある。血管周辺に現れる虚報には、以下の2つの正常部が含まれる場合が多い。

- (1) コントラストが不明瞭な血管 (図1(a))
- (2) 周囲より暗い背景網膜部 (図1(b))

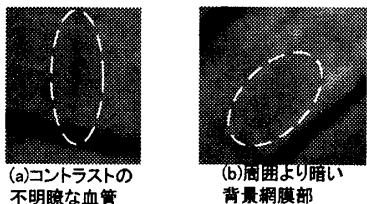


図1: コントラストが不明瞭な血管と周囲より暗い背景網膜部

<sup>†</sup> (株) 日立製作所中央研究所  
<sup>††</sup> 日立オムロン技術ソリューションズ (株)  
<sup>†††</sup> 東京大学大学院眼科・視覚矯正科

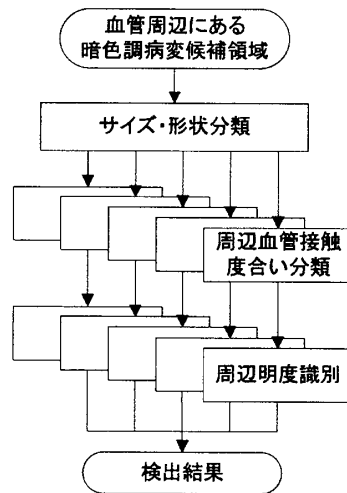


図2: 血管周辺にある暗色調病変候補の識別

コントラストが不明瞭な血管には、以下の3つの特徴がみられた。

- (a) 形状が線状である
- (b) 周辺の血管より明るい
- (c) 周辺血管との接触度合いが大きい

また、周囲より暗い背景網膜部には上記(b)と同じ特徴がみられた。そこで、これらの特徴を用いて病変と正常部を識別する。

### 3. 動的周辺特徴抽出による暗色調病変検出

上記アプローチに基づいて血管周辺にある暗色調病変検出手法を構成した。血管周辺にある暗色調病変の候補抽出には、永吉らの方法[2]を用いた。

#### 3.1 構成

検出手法を図2に示し、各処理を以下に述べる。

#### サイズ・形状分類部

表1のように、サイズと形状が異なると虚報となる正常部の傾向が異なる。そこで、面積、円形度、扁平率の3つの特徴量を用いて、まず、病変候補进行分类する。

表1: サイズと形状に関する病変候補の特徴

サイズ	形状	傾向
小	—	正常部が多い
中	円状	周辺血管との接触度合いが大きいものは、虚報となる正常部(1)が多い
大	円状	正常部はほぼない
大	線状	周辺血管との接触度合いが大きいものは、虚報となる正常部(1)が多い

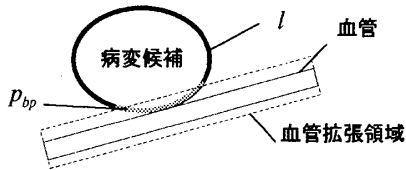


図3：病変候補とその周辺にある血管

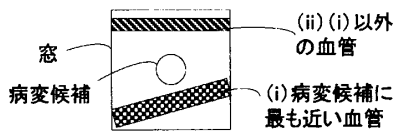


図4：病変候補に最も近い血管とそれ以外の血管

周辺血管接触度合い分類部

周辺血管接触度合い分類部では、以下の式で算出する特徴量  $R_{bp}$  を用いて、前記の特徴(c)をもつものを候補から除く。

$$R_{bp} = p_{bp} / l \quad (式1)$$

$l$  は、病変候補の周囲長を表し、 $p_{bp}$  は血管を拡張した血管拡張領域 (図3) と病変候補の輪郭との重なり画素数を表す。

周辺明度識別部

虚報となる正常部(1)は、病変候補の周辺で最も近い血管 (図4(i)) に比べて明るい傾向がある。そこで、病変候補の周辺で最も近い血管との濃度差を用いて、前記特徴(b)を持つものを候補から除く。この特徴量は、緑成分画像において、病変候補の平均濃度と病変候補に最も近い血管 (図4(i)) の平均濃度との差により求める。

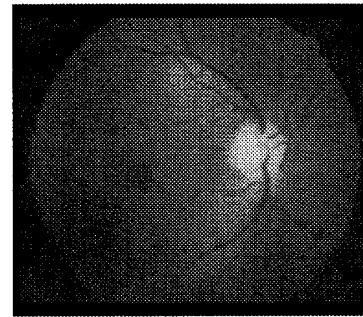
虚報となる正常部(1)に最も近い血管のコントラストがやや不明瞭な場合、上記傾向と逆に虚報となる正常部(1)は最も近い血管に比べて暗くなる。けれども、最も近い血管以外の血管 (図4(ii)) に比べると、明るい傾向が見られる。そこで、病変候補周辺の血管との濃度差を用いる。この特徴量は、緑成分画像において、病変候補の平均濃度と病変候補の周辺血管すべて (図4(ii)) の平均濃度との差により求める。これらの特徴量で虚報となっていた候補を除去した後、病変候補周囲との濃度差で真の病変を検出する。

サイズ・形状分類、周辺血管接触度合い分類、周辺明度識別の各しきい値は、予備実験により、健常画像で虚報が出ないように定めた。

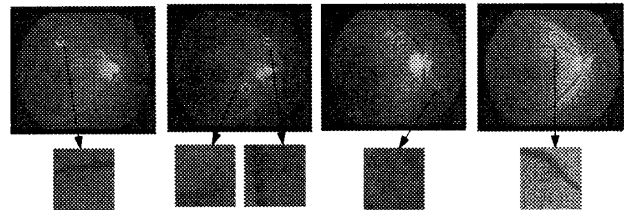
4. 実験

4.1 実験条件

病変画像 55 枚、健常画像 223 枚を用いて、提案した手法の効果を確認した。図5(a)に実験に用いた眼底画像の例を示す。病変検出精度の評価には、画像あたりの



(a)眼底画像



(b) 従来手法では虚報となっていたが、提案手法で正常部と判定した例

図5：実験に用いた眼底画像と従来虚報となっていたもので今回正常部と判定した例

Sensitivity と画像あたりの Specificity を用いた。Sensitivity は病変のある眼底画像を病変と判定した (病変を一つ以上検出した) 割合であり、Specificity は健常画像を健常と判定した (病変を一つもなかった) 割合である。

4.2 実験結果

提案手法と従来手法[1]で、Sensitivity が同等の値のときの精度比較を表2に示す。表2より19ポイントの改善が見られる。図5(b)に従来虚報となっていたもので今回正常部と判定した例を示す。

表2：提案手法と従来手法の精度比較

#	Sensitivity	Specificity
従来手法[1]	98%	62%
提案手法	98%	81%

5. 結言

本報告では、糖尿病網膜症病変の暗色調病変において、血管周辺での虚報を低減する方法を述べた。その方法では、病変候補の周辺血管との接触度合いと、病変候補の形状により、動的に明るさ判定を切り替えて虚報を少なくした。評価実験により、手法の有効性が明らかになった。

今後の課題としては、明色調病変検出での虚報を減らすことがある。そのために、虚報の原因を特定し、識別特徴量を検討していくことが必要である。

参考文献

[1] D. Usher, et al, "Automated Detection of Diabetic Retinopathy in Digital Retinal Images: a Tool for Diabetic Retinopathy Screening", Diabetic Medicine, Vol. 21, Iss. 1, pp. 84-90, Jan. 2004  
 [2] 永吉他, "眼底画像からの糖尿病網膜症病変部の検出方式", 信学技報, PRMU2005-11, pp61-66, 2005