

OCT 断面画像を用いた眼底形状の特徴量計測

弘田昌士 玉木徹 金田和文
(広島大学大学院工学研究科)

†曾根隆志 †三嶋弘
†広島鉄道病院)

1. はじめに

日本における大きな失明原因の一つは、緑内障である。これは視神経線維の消失によって視野狭窄がおこる病気であり、一度消失した視神経は回復しないため早期発見と経過観察が重要とされている[3]。

そのために、我々はこれまでに眼底形状の計測[1]やその表示手法の開発[2]を行っている。本研究では、Optical Coherence Tomography(OCT)と呼ばれる装置により撮像される、眼底網膜の断面画像から R/D 比と C/D 比を計測する手法の開発を目的とする。

2. 検出箇所

OCT により撮像された複数の網膜断面画像の一枚を図 1(a)に示す。上半部の暗い部分が眼球内部であり、中央に横に白く広がって写っている部分が網膜である。図 1(a)に示す網膜は、中央付近で大きく窪んでいる(陥凹)。ここが視神経乳頭部であり、その下方に視神経束が伸びている。多くの場合、緑内障の進行過程では陥凹の拡大が見られるため(陥凹拡大)この部位の観察が重要とされる。

網膜のすぐ下に白い層として写っている部分は網膜色素上皮(Retinal Pigment Epithelium, RPE)層であり、視神経束によって途切れている末端部を RPE 末端と呼ぶ。

網膜表面は視神経乳頭部に向かって通常落ち窪んでおり、網膜表面の傾斜が急激に大きくなる。この斜面上に、網膜表面から一定距離下がった点を(両側に)2点とり、斜面の始まりの位置と呼ぶ。

網膜表面上(図 1(b))において、その2点の斜面の始まりの位置を長径とする閉領域 A をとり、また2点の RPE 末端を長径とする閉領域 B をとる。本研究では R/D 比と C/D 比を次のように定義する。

$$R/D \text{ 比} = A \text{ の面積} / B \text{ の面積}$$

$$C/D \text{ 比} = A \text{ の径} / B \text{ の径}$$

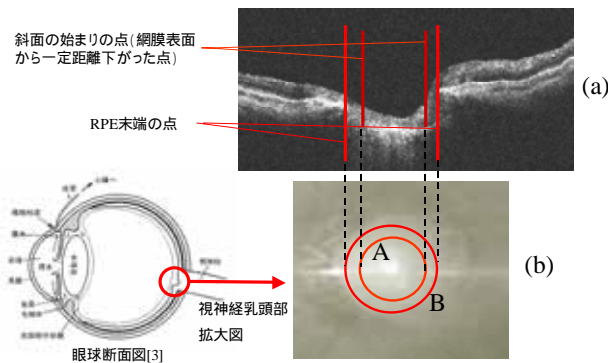


図 1:眼底部の様子

(a)OCT による断面画像 (b)眼底部の網膜表面

3. 斜面の始まり検出手法

OCT により得られる断面画像は、図 2(a)に示すように、視神経乳頭部から眼球内部に伸びる直線を中心とし、等角度の放射状断面を表している。本研究では、網膜表面を球で近似し、斜面の始まりの位置を検出する。具体的には、まず各断面画像において網膜表面を表す曲線を抽出する。次に、それらの曲線を

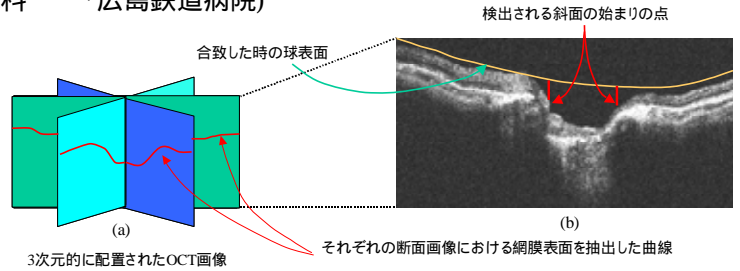


図 2:(a)断面画像の 3 次元配置
(b)球による網膜表面の近似

3 次元空間に配置し、球面の法線方向における球表面と 3 次元曲線の距離を GA を用いて最小化する。

そして、球と各断面画像との 3 次元での交差曲線を各断面画像における網膜表面とする。そして、その近似表面から断面画像の鉛直下方向に一定距離離れた、(視神経乳頭部中の)実際の網膜表面上の点を斜面の始まりの点とする。

4. PRE 末端の検出手法

RPE は断面画像において高輝度領域として表される。そのため、二値化しクロージング処理を施すと、一般に断面画像において RPE 層は左右に 1 つずつ、大きな領域として得られる(図 3 参照)。そこで、画像の左右半分のそれぞれにおいて、最も大きな面積をもち、かつ画像中央をまたいでいない領域を RPE として抽出する。

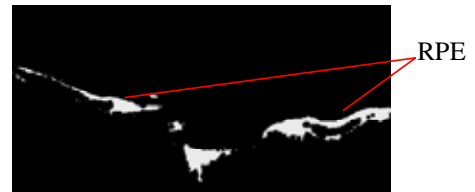


図 3:断面画像の二値化と RPE 領域

5. 検出結果

ある被験者について OCT で得られた、 10° 毎の 18 枚の断面画像(サイズ 1024×512 , 解像度 $2.51 \mu\text{m}/\text{pixel}$)に対して本手法を適用した。RPE 末端をむすんで得られる領域 B は、各断面画像で検出した RPE 末端を楕円で近似し、長・短径と面積を求めた。斜面の始まりの位置をむすんで得られる領域 A は、折れ線で近似し、その多角形の面積を求めた。この際、網膜表面から下がる一定距離は、眼科医が指定した点と最も合致する結果である $330 \mu\text{m}$ とした。

領域 B を近似した楕円と領域 A を表す多角形を重ねて表示したものを図 4 に示す。また、それぞれの値の推定値を表 1 に示す。

R/D 比は 2 節で定義した式より求めた。水平 C/D 比は、図 4 水平方向の断面画像における斜面の始まりの 2 点間の距離を領域 A の径として計算した。また、垂直 C/D 比は図 4 垂直方向の断面画像を用いて同様に計算した。

6. おわりに

本稿では OCT 断面画像から C/D 比と R/D 比を求める手法を

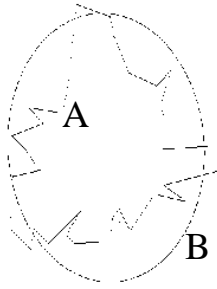


図 4:面積図

表 1:算出結果

A の面積 (μm^2)	0.621
B の面積 (μm^2)	1.007
R/D 比	0.620
水平 C/D 比	0.651
垂直 C/D 比	0.792

開発し、これによって視神経乳頭部の計測が可能となった。今後はさらに多くのデータに対して検証を行うと共に、より頑健に RPE 層を求める手法の開発と、斜面の始まりの位置の検出手法の改良を行う。

参考文献

- [1] 金田和文, 入江将裕, 藤井裕之, 山下 英生, 船津浩彦, 三嶋弘: "CLSO を用いた複数焦点位置画像からの眼底 3 次元形状の高精度再構築", 画像電子学会誌, Vol.25, No.4, pp.351-358, 1996.
- [2] 村上沙織, 桧垣徹, 田中優, 金田和文, 玉木徹, 曾根隆志, 三嶋弘: "スプラッティング法を用いた円形柱状ボリュームデータ表示手法", グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2006 予稿集, pp. 221-226, 2006.
- [3] 管謙治: 眼疾患, 金芳堂, 1988.