

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5701494号
(P5701494)

(45) 発行日 平成27年4月15日(2015.4.15)

(24) 登録日 平成27年2月27日(2015.2.27)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 3/14 (2006.01)
G 0 6 T 1/00 (2006.01)A 6 1 B 3/14 M
G 0 6 T 1/00 2 9 0 Z

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2009-240879 (P2009-240879)
 (22) 出願日 平成21年10月19日(2009.10.19)
 (65) 公開番号 特開2011-83555 (P2011-83555A)
 (43) 公開日 平成23年4月28日(2011.4.28)
 審査請求日 平成24年10月12日(2012.10.12)

(73) 特許権者 000135184
 株式会社ニデック
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4
 (72) 発明者 小林 正彦
 愛知県蒲郡市拾石町前浜 3 4 番地 1 4 株
 式会社ニデック拾石工場内

審査官 島田 保

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 眼底画像処理装置、及び眼底画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検眼の視神経乳頭部を含んだ第 1 の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のディスクリンとカップラインを決定し、該決定された前記ディスクリン及びカップラインにより第 1 の C / D 比を所要の経線方向に対して求めるための第 1 C / D 比取得手段と、
 前記被検眼の視神経乳頭部を含んだ第 2 の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のディスクリンとカップラインを決定し、該決定された前記ディスクリン及びカップラインにより前記第 1 の C / D 比の経時変化である第 2 の C / D 比を前記第 1 の C / D 比と同じ経線方向に対して求めるための第 2 C / D 比取得手段と、
 前記第 1 C / D 比取得手段にて決定される前記ディスクリンを記憶する記憶手段と、
 を有し、
 前記第 2 C / D 比取得手段は、前記第 1 眼底撮影画像に設定された特徴点と前記第 2 眼底撮影画像に設定された特徴点とを一致させるように前記第 2 眼底撮影画像の表示状態を補正し、前記第 2 眼底撮影画像の表示状態を前記第 1 眼底撮影画像の表示状態に一致させると共に、前記記憶手段に記憶された前記ディスクリンを呼び出し前記第 2 眼底撮影画像上における視神経乳頭部のディスクリンとして決定する、ことを特徴とする眼底画像処理装置。

【請求項 2】

被検眼の視神経乳頭部を含んだ第 1 の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のディスクリンとカップラインを決定し、該決定された前記ディスクリン及びカップラインにより第

10

20

1 の C / D 比を所要の経線方向に対して求める第 1 ステップと、
前記被検眼の視神経乳頭部を含んだ第 2 の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のディスクラインとカップラインを決定して、該決定された前記ディスクライン及びカップラインにより前記第 1 の C / D 比の経時変化である第 2 の C / D 比を、前記第 1 の C / D 比と同じ経線方向に対して求めるステップであって、前記第 1 眼底撮影画像に設定された特徴点と前記第 2 眼底撮影画像に設定された特徴点とを一致させるように前記第 2 眼底撮影画像の表示状態を補正し、前記第 2 眼底撮影画像の表示状態を前記第 1 眼底撮影画像の表示状態に一致させると共に、該ステップにて決定される前記ディスクラインは前記第 1 ステップにて決定されたディスクラインを同一形状でコピーすることにより決定する第 2 ステップと、

10

を有することを特徴とする眼底画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼底画像から視神経乳頭部の検出解析を行う眼底画像の解析方法、及び眼底画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

視機能障害の一つに緑内障がある。緑内障の検査としては、眼底像による視神経乳頭部（以下、単に乳頭という）の観察が重要であるといわれている。近年、画像解析技術の進歩により、乳頭を定量的に計測することが可能になっている。このような乳頭の計測においては、例えば、眼底カメラによる眼底の撮影画像から、カップと呼ばれる乳頭の陥凹の外縁の直径と、ディスクと呼ばれる乳頭の外縁の直径（または半径）との比である C / D 比やカップとディスクとの面積比を求め、求めた C / D 比（或いは面積比）の値によって被検眼の状態を知る技術が知られている。（例えば、特許文献 1 参照）

20

また、緑内障の進行に伴いカップが拡大することが知られているため、C / D 比の経時変化を確認することによって緑内障の進行の程度を客観的に評価することが提案されている（例えば、特許文献 2 参照）

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 280411 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 125876 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような C / D 比を用いて被検眼の状態を検者が診断するためには、より効率よく正確に被検眼の状態を把握することが求められる。また、被検眼に対して経時変化を確認する場合には、基準となる眼底画像と比較対照となる眼底画像、並びに対応する C / D 比の変化とを見比べる必要があり、乳頭のディスクとカップとの比率の変化がよりの確に確認

40

【0005】

そこで、本発明は上記従来技術の問題点に鑑み、C / D 比等の情報を対応する眼底撮影画像と共に的確に素早く確認することのできる眼底画像処理装置、及び眼底画像処理方法を提供することを技術課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明は以下のような構成を備えることを特徴とする。

【0007】

（1）被検眼の視神経乳頭部を含んだ第 1 の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のデ

50

ィスクラインとカップラインを決定し、該決定された前記ディスクライン及びカップラインにより第1のC/D比を所要の経線方向に対して求めるための第1C/D比取得手段と、前記被検眼の視神経乳頭部を含んだ第2の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のディスクラインとカップラインを決定し、該決定された前記ディスクライン及びカップラインにより前記第1のC/D比の経時変化である第2のC/D比を前記第1のC/D比と同じ経線方向に対して求めるための第2C/D比取得手段と、

前記第1C/D比取得手段にて決定される前記ディスクラインを記憶する記憶手段と、を有し、

前記第2C/D比取得手段は、前記第1眼底撮影画像に設定された特徴点と前記第2眼底撮影画像に設定された特徴点とを一致させるように前記第2眼底撮影画像に対して回転、歪み、大きさを補正し、前記第2眼底撮影画像の表示状態を前記第1眼底撮影画像の表示状態に一致させると共に、前記記憶手段に記憶された前記ディスクラインを呼び出し前記第2眼底撮影画像上における視神経乳頭部のディスクラインとして決定する、ことを特徴とする。

10

(2) 被検眼の視神経乳頭部を含んだ第1の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のディスクラインとカップラインを決定し、該決定された前記ディスクライン及びカップラインにより第1のC/D比を所要の経線方向に対して求める第1ステップと、前記被検眼の視神経乳頭部を含んだ第2の眼底撮影画像から前記視神経乳頭部のディスクラインとカップラインを決定して、該決定された前記ディスクライン及びカップラインにより前記第1のC/D比の経時変化である第2のC/D比を、前記第1のC/D比と同じ経線方向に対して求めるステップであって、前記第1眼底撮影画像に設定された特徴点と前記第2眼底撮影画像に設定された特徴点とを一致させるように前記第2眼底撮影画像に対して回転、歪み、大きさを補正し、前記第2眼底撮影画像の表示状態を前記第1眼底撮影画像の表示状態に一致させると共に、該ステップにて決定される前記ディスクラインは前記第1ステップにて決定されたディスクラインを同一形状でコピーすることにより決定する第2ステップと、を有することを特徴とする眼底画像処理方法。

20

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、C/D比等の情報を対応する眼底撮影画像と共に的確に素早く確認することができる。

30

【発明を実施するための形態】

【0009】

本実施形態で用いる眼底画像処理装置を以下に説明する。図1は、眼底画像処理装置等の構成をブロック図で示したものである。眼底画像処理装置20は、被検者眼の眼底を撮影するための眼科撮影装置10と通信ケーブル30を介して接続されており、眼科撮影装置10にて撮影された眼底撮影画像(以下、眼底画像と記す)を受け取り、受け取った眼底画像のファイリング、や眼底画像における視神経乳頭部(以下、単に乳頭と記す)のC/D比、R/D比を算出する役目を果たす。

40

【0010】

なお、本実施形態でいうC/D比とは、乳頭の内側に形成される乳頭陥凹(カップ)の外縁を構成するカップラインの半径を乳頭(ディスク)の外縁を構成するディスクラインの半径で除算した値(比)として求められる。なお、本実施形態では、後述する演算により乳頭の縁(ディスクライン)に外接する四角形(長方形)の中心Oを乳頭中心として算出し、中心Oからディスクラインまでの線分をディスクラインの半径とし、中心Oからカップラインまでの線分をカップラインの半径として定義する。また、R/D比とは、乳頭の外縁と乳頭陥凹の外縁との間の領域として定義されるリム領域の幅と、乳頭中心を通過する乳頭径の比として求められる。ここでのR/D比は中心Oから乳頭の外縁までの線分と、中心Oから乳頭陥凹の外縁までの線分を基準として算出されるものとする。

50

【0011】

被検者眼の眼底を撮影する眼科撮影装置10は、被検者眼の眼底撮影を行うための撮影部11、撮影部11を用いて撮影を行うためのトリガ信号を入力させる撮影スイッチ12、装置全体の制御や他の装置との通信を行うための制御部14を有する。撮影部11は眼底を撮影するための撮像素子を含む撮影光学系を持つ。眼科撮影装置10からの撮影画像は、USBケーブル等の通信ケーブル30を介して眼底画像処理装置20へと入力される。本実施形態では、眼底画像をUSBケーブルを用いて眼底画像処理装置20側に送るものとしているが、これに限るものではなく、LAN(ローカルエリアネットワーク)やインターネット等の通信手段を介したデータの受け渡しや、USBメモリ等の記憶媒体を用いたデータの受け渡しであってもよい。

10

【0012】

また、本実施形態に用いる眼科撮影装置10としては、眼底カメラ等の既存の眼科撮影装置を使用することができる他、撮影部内蔵型のスリットランプ(細隙灯顕微鏡)など、被検者眼の眼底像を撮影し撮影画像をデジタルデータとして眼底画像処理装置20に渡すことができるものであればよい。なお、眼科撮影装置10自体に本実施形態で説明する眼底画像処理装置20の機能を持たせることも可能である。

【0013】

眼底画像処理装置20は、パーソナルコンピュータ等の既存の画像を処理することのできる装置が用いられる。眼底画像処理装置20は、被検者眼のC/D比、R/D比を算出するための眼底画像処理プログラム、及び眼科撮影装置10で撮影された多数の画像データが記憶されるハードディスクである記憶部21と、眼底画像処理プログラムの入出力画面である眼底画像処理画面及び眼底画像が表示される表示部であり、液晶ディスプレイ等からなるモニタ22と、モニタ22に表示された眼底画像処理画面上での各種操作を行うための入力手段(ポインティングデバイス)であるマウス23と、眼底画像処理装置20の全体の駆動を制御するためのCPUや通信回路等からなる制御部24と、から構成される。制御部24は、モニタ22の表示制御やプログラムの実行、マウス23等の入力手段からの入力信号に基づく装置の制御、画像処理等を行う。なお、図示はしないが各種設定や入力を行うための入力手段となるキーボードも備えている。また、記憶部21に記憶されている眼底画像等の多数の画像データには撮影日時等の各種撮影条件や被検者情報等が付されており、これらの情報を用いて多数の画像データを管理することができるようになっている。なお、本実施形態の眼底画像処理プログラムはこれらの画像データを一元で管理することのできるファイリングプログラムとしての機能を含む。

20

30

【0014】

マウス23はクリック用の左右ボタンと、マウスホイールとを持つ。なお、モニタ22にタッチパネルが設置されている場合には、ポインティングデバイスとしてタッチペン等を使用することができる。なお、眼底画像処理画面の詳細な説明については後述する。

【0015】

次に、以上のような構成を備える眼底画像処理装置を用いた眼底画像の処理方法を図2乃至図4のフローチャートに基づき説明する。なお、図2は被検眼のC/D比、R/D比の経時変化を算出する手順を示したフローチャート、図3は経時変化を求める際に基準となる眼底画像(基準画像)の設定についてのフローチャート、図4は経時変化の演算についてのフローチャートを示す。

40

【0016】

まず、ステップ100で検者は眼科撮影装置10と眼底画像処理装置20とを起動させる。眼底画像処理装置20のモニタ22の初期画面には、眼底画像処理プログラムを立ち上げるための図示を略すアイコンと、マウス23による入力操作を行うための図示を略すカーソルが表示されている。検者によるカーソルの操作によりアイコンがダブルクリックされると、制御部24は眼底画像処理プログラムを起動させて、モニタ22上に眼底画像処理画面を表示させる。なお、眼底画像処理画面の初期画面としては、図示を略す患者一覧画面が表示されるので、検者は該当する患者IDを選択する。この状態で、眼科撮影装

50

置 10 で取得された撮影画像を取り込むための図示を略す撮影アイコンが選択されると、モニタ 22 上に画像取込画面 200 が表示される。

【0017】

図 5 は画像取込画面 200 の例である。画像取込画面 200 の上部にはコントロールバー 210 と、中央部には眼科撮影装置 10 で撮影された眼底画像が表示される表示エリア 220 が用意されている。コントロールバー 210 には、眼底画像を保存するための保存アイコン 202、眼底画像を削除するための削除アイコン 203、後述する C/D 比、R/D 比を算出するためのフォローアップ画面に切り替える画面切換アイコン 204 等、各種条件設定を行うための複数のアイコンが用意されている。

【0018】

ステップ 110 で検者は被検者の眼底撮影を行う。検者は眼科撮影装置 10 の撮影部 11 と被検者眼との位置合わせを行い、撮影スイッチ 12 を押して眼底を撮影する。制御部 14 はスイッチ 12 からの入力信号に基づき、撮影部 11 を駆動させて被検者眼の眼底の画像データを得る。

【0019】

次に、ステップ 120 で制御部 24 は眼底像の画像データを画像処理装置 20 の記憶部 21 に記憶させる。眼科撮影装置 10 により取得された画像データは、通信ケーブル 30 を介して画像処理装置 20 側に自動的に送信される。画像処理装置 20 で画像データが受信されると、制御部 24 は表示エリア 220 に眼底画像 F を表示する。検者は眼底画像 F を確認して保存する場合には保存アイコン 202 を選択する。削除する場合には削除する場合に削除アイコン 203 を選択する。制御部 24 は保存アイコン 202 からの信号に基づき、画像データを記憶部 21 に記憶させる。また、眼科撮影装置 10 がメモリを有する場合に、外部記憶媒体を介して画像処理装置 20 側の記憶部 21 に画像データが入力されるようにしても良い。

【0020】

このように、ステップ 110 とステップ 120 とを適宜繰り返し行うことによって、同一被検者（被検者眼）における撮影日時の異なる複数の眼底画像を取得することができる。撮影日時としては最初に撮影した眼底画像に対して、例えば 1 ヶ月後、3 ヶ月後、6 ヶ月後、1 年後等、被検者眼底の経時的な変化を知る上で必要とされる間隔であればよい。また、撮影された眼底画像は撮影日時や被検者情報（例えば被検者識別用の ID 情報や左右眼情報等）とともに記憶部 21 に記憶される。

【0021】

次に、ステップ 130 で検者は経時変化を求める際に基準となる眼底画像（以下、基準画像と記す）の設定を行う。図 3 の基準画像設定のフローチャートにおいて、まず、検者は画面切換アイコン 204 を選択する。制御部 24 はアイコン 204 の選択による入力信号に基づき、モニタ 22 の表示を画像取込画面 200 からフォローアップ画面 300 に切り変える。

【0022】

図 6 はフォローアップ画面 300 の例である。ここで、画面 300 の構成を説明する。フォローアップ画面 300 の上部に用意されたコントロールバー 310 には、ディスク領域の境界線（ディスクライン）D の設定を行うためのディスクアイコン 311、カップ領域の境界線（カップライン）C の設定を行うためのカップアイコン 312、基準画像のディスクライン D を基準ライン（ベースライン）としてコピーするためのコピーアイコン 313、後述する経過観察のグラフ表示の種類を切り替えるグラフ切換アイコン 314、C/D 比等を算出するための解析アイコン 315 等、各種条件設定を行うための複数のアイコンが用意されている。

【0023】

画面 300 の左側に用意されたサムネイルリスト 320 には、記憶部 21 に記憶された眼底画像のうち、患者の ID 情報によって抽出されたサムネイルの一覧が時系列で表示される。なお、切換タブ 320a が選択されることでサムネイルリスト 320 の表示状態を

10

20

30

40

50

両眼、左眼、右眼とで切り替えることができる。ここでは、切換タブ 3 2 0 a により両眼が選択された場合が示されている。

【 0 0 2 4 】

画面 3 0 0 の中央部の表示領域 3 3 0 にはサムネイルリスト 3 2 0 で選択された眼底画像が表示される。また、表示領域 3 3 0 は左側の表示欄 3 3 1 と右側の表示欄 3 3 2 とから構成され、登録された基準画像は必ず左側の表示欄 3 3 1 に表示される。右側の表示欄 3 3 2 には、基準画像との比較により経時観察を行うための眼底画像（以下、経過画像と記す）が表示される。なお、表示欄を 3 つ以上設けることにより、経過画像が一度に複数枚表示されるようにしても良い。

【 0 0 2 5 】

表示欄 3 3 1、3 3 2 がマウス 2 3 でダブルクリックされると、サムネイルリスト 3 2 0 の下側には、眼底画像の全体が表示されるパンウィンドー 3 2 1 が現れる。パンウィンドー 3 2 1 の下方に用意された倍率調節バー 3 2 1 a が調節されることによって、表示領域 3 3 0 に表示された眼底画像が拡大・縮小される。なお、表示欄 3 3 1 又は 3 3 2 の眼底画像の表示範囲はパンウィンドー 3 2 1 の表示範囲 R で確認することが出来る。

【 0 0 2 6 】

画面 3 0 0 の下側には、グラフ表示領域 3 4 0 が用意されている。グラフ表示領域 3 4 0 には、表示領域 3 3 0 の設定に基づき算出された C / D 比、R / D 比、中心 O からディスクライン D までの距離、中心 O からカップライン C までの距離の演算結果が曲線としてグラフ表示される。表示領域 3 4 0 の下側にはサムネイルリスト 3 2 0 とグラフの演算結果との対応関係を示すためのコメント欄 3 4 1 が用意されている。ここでは、表示領域 3 4 0 にグラフ表示される曲線は、演算結果ごとに異なる色で表示されるようになっている。そこで、コメント欄 3 4 1 にグラフの色と画像データとの対応関係を示すことで、グラフと眼底画像との対応関係を視覚的に分かり易くしている。

なお、グラフ切換アイコン 3 1 4 が選択されると、グラフ表示領域 3 4 0 の表示形式が切り替えられるようになっている。

【 0 0 2 7 】

このように、表示領域 3 3 0 の眼底画像とグラフ表示領域 3 4 0 の C / D 比等の演算結果とが同時に表示されるので、検者は基準画像と経過画像、及び C / D 比を見比べることで、乳頭のディスクとカップとの比率の変化をよりの確に確認することができるようになる。

【 0 0 2 8 】

このような画面 3 0 0 を用いてステップ 1 3 0 で示す基準画像の設定を行う。ステップ 1 3 0 はさらに図 3 に示すステップ 1 3 1 ~ 1 3 5 により構成される。初めにステップ 1 3 1 で、検者は経過観察の基準とする画像（基準画像）を選択する。サムネイルリスト 3 2 0 からサムネイルが選択されると、制御部 2 4 は記憶部 2 1 から該当する画像データを呼び出して、表示欄 3 3 1 に眼底画像を表示させる（図 8 参照）。

【 0 0 2 9 】

次に検者はパンウィンドー 3 2 1 を利用して、表示欄 3 3 1 に眼底画像の乳頭付近が拡大表示されるように、倍率と表示位置を調節する。なお、表示欄 3 3 1 に表示されている画像をマウス 2 3 でドラッグさせることでも表示位置の調節ができる。

【 0 0 3 0 】

次に、ステップ 1 3 2 にて、検者によるカーソルの操作でディスクライン D を設定する。図 7 はディスクライン D とカップライン C の設定の説明図である。ディスクアイコン 3 1 1 が選択されると、ディスク領域の境界線を指定するポイント p の設定が可能になる。なお、眼底の赤色に比べて、ディスク領域（乳頭）はピンク色から黄橙色の明るい色合いをしている。その為、検者は眼底画像から色合いの境界を読み取ることによってポイント p の位置を決定していく。

【 0 0 3 1 】

図 7 (a) に示すように、検者は目視によりディスクの縁を判断しながら、この縁上に

10

20

30

40

50

ポイント p を複数形成させる。ポイント p はディスク縁にカーソルを位置させマウスの左クリックにより形成させる。マウスからのクリック信号により、制御部 24 はカーソルが位置するディスク縁上にポイント p (ここでは、「×印」マーク) を表示させると共に、ポイント p の位置 (座標) を記憶部 21 に記憶させる。同様にマウス 23 の操作でディスク縁をなぞるように複数のポイント p を指定して、記憶部 21 に各ポイント p の座標を記憶させる。なお、ここでは最初に指定されたポイント p が緑色であるのに対し、2 番目以降に指定された他のポイント p は白色で表示される。始点と他の点とを異なる色で表示させることにより、ポイント p の始点を視覚的に分かり易くしている。

【0032】

ディスク縁に沿ってポイント p を複数形成させていき、最後に再び緑色のポイント p (始点) が選択されると、制御部 24 は指定された各ポイント p がスプライン曲線による滑らかな曲線で接続されるように、ディスクライン D の演算を行う。また、制御部 24 は各ポイント p の表示に変えて、算出されたディスクライン D をモニタ 22 上の眼底画像に重ねて表示させる (図 7 (b) 参照)。各ポイント p をスプライン曲線で接続することで、歪な形状のディスク領域であっても、ディスクライン D をより実際の境界線に近似させた形状にすることができる。

【0033】

なお、ここでは各ポイント p をスプライン曲線で接続することとしたが、これ以外にも、周知の平滑化処理演算によりディスクライン D を決定するようにしても良い。なお、上記の演算によってディスクラインが正しく演算されるためには、ディスクの境界線上に少なくとも 4 点以上のポイントが選択されるようにする。

【0034】

更には、タッチパネルを有するモニタ 22 が使用される場合には、ポインティングデバイスとして使用されるタッチペンの操作によってディスクライン D が直接描かれるようにしても良い (後述のカップライン C についても同様に直接描かれるようにしても良い。)

次に、ステップ 133 で、以上のように算出されたディスクライン D をベースラインとして記憶部 21 に登録させる。基準画像のサムネイルをサムネイルリスト 320 で選択した状態で、マウス 32 の右クリックをすると、図示を略すポップアップメニューが表示される。ポップアップメニューにはベースライン登録のためのコマンド用意されている。カーソルにより該当するコマンドが選択されると、制御部 24 はディスクライン D (形状) をベースラインとして記憶部 21 に記憶させる。なお、ここでは、ディスクライン D を設定してから基準画像として登録するようにしているが、基準画像を登録してからディスクライン D を設定するようにしても良い。

【0035】

次に、ステップ 134 でカップ縁であるカップライン C を設定する。カップアイコン 312 が選択されると、カーソルの操作によってカップ縁の位置を示すポイント p の設定が可能になる。なお、カップ領域は乳頭 (ディスク) の中でも、更に明るい色合いの薄いピンクがかった白色部分 (蒼白部分) として捉えられる。つまり、カップライン C の設定には蒼白部分の境界線上にポイント p が指定されるようにすれば良い。

【0036】

図 7 (c) に示すように、検者はディスクライン D の設定と同様の方法で、カップ領域 (蒼白部分) の境界線上に複数のポイント p を指定する。そして、再び始点のポイント p が選択されると、図 7 (d) に示すように、制御部 24 は指定された各ポイント p をスプライン曲線で接続してカップライン C を決定する。

【0037】

次に、ステップ 135 で、制御部 24 は基準画像での C / D 比を求める。解析アイコン 315 がカーソルにより選択されると、制御部 24 はディスクライン D の上下左右方向に外接する四角形 (長方形) の図形を想定してその中心 O を求める。さらに制御部 24 は中心 O の座標とディスクライン D の座標により求められる線分 a と、中心 O の座標とカップライン C の座標により求められる線分 b とを所定の角度毎に求め、線分 b を線分 a で除算

10

20

30

40

50

することで角度毎にC/D比を求めて記憶部21に記憶させる。例えば、C/D比の演算は1～5度ステップで、中心Oを中心として360度方向で行われる。360度方向でのC/D比が求めら得ることで、乳頭全体のC/D比の経時変化だけでなく、乳頭（ディスク）の特定の箇所でのC/D比の変化を確認出来るようになる。また、制御部24は、中心Oを通る水平方向のライン（軸）AX1と、垂直方向のライン（軸）AX2とを表示欄331上に表示させる。この水平方向と垂直方向の軸AX1、AX2によりディスク領域は4分割され、ここでは、軸AX1の右端を原点（0°）として、反時計回りに軸AX1の右端がT=0°、軸AX2の上端がS=90°、軸AX1の左端がN=180°、軸AX2の下端がI=270°と定義される（図7（d）参照）。

【0038】

以上のように、360度の経線方向でのC/D比が算出されると、制御部24はグラフ表示領域340に縦軸がC/D比（ここでは0～1の値）、横軸が経線方向の角度（0～360度）のC/D比のグラフ上に360°方向のC/D比を表した曲線Aを表示させる。なお、グラフ表示領域340は表示欄331と対応付けて4つの領域に分割されており、各軸（T、S、N、I）は表示欄331の各軸（T、S、N、I）に対応している。これにより、検者は表示欄331とグラフ表示領域340の（記号）を確認するだけで、グラフ表示領域340と表示欄331との対応関係を簡単に把握できるようになる。

【0039】

同様に、R/D比についてもベースライン（ディスク）DとカップラインCの経線方向の座標に基づき、所定の角度毎に演算が行なわれることで、グラフ表示領域340には360度方向での演算結果が曲線Bとして表示される。このときの縦軸はR/D比（0～1）である。また、同様にグラフ上には中心OからカップラインC又はディスクラインDまでの距離の変化を示す変化量Cも表示され、他端の縦軸には中心Oからの距離が示される。

【0040】

以上のように基準画像の設定・演算が行なわれた後に、基準画像と後日に撮影された眼底画像との比較から、C/D比及びR/D比の経時変化を求める。図2のステップ140で、検者は前述と同様の手順でモニタ22にフォローアップ画面300を表示させる。このとき、制御部24は記憶部21から基準画像として登録された画像データを自動的に呼び出して、水平・垂直のラインと共に表示欄331に表示させる。

【0041】

前述したステップ100からステップ120の繰り返しにより、新たな眼底の画像データが記憶部21に記憶されていると、サムネイルリストには新しく追加された眼底画像のサムネイルも表示される。

【0042】

図4のステップ141で、サムネイルリスト320から経過観察をしたい眼底画像（基準画像と同じ側の眼）のサムネイルが選択されると、制御部24は、記憶部21から画像データを読み出して、サムネイルリスト320上に選択された経過画像を表示させる。次に、検者は前述と同様に、画面330上に表示されたパンウィンドー321の操作によって、表示欄332上に表示された経過画像が所望の表示状態になるようにする。

【0043】

次に、表示欄331の眼底画像（基準画像）と表示欄332の眼底画像（経過画像）との整合性を取るために、表示欄332の眼底画像の補正を行う。図8はディスクコピーによる画像補正についての説明図である。

【0044】

ステップ142で、ディスクコピーアイコン313が選択されると、表示欄331の基準画像のディスクラインD上に複数箇所の特徴点chを指定できる状態となる。ここでは特徴点chは4箇所指定されるように記憶部21に予め設定されているとする。図8（a）に示すように、検者によるカーソルの操作で4箇所の特徴点chが指定されると、制御部24は各特徴点chの座標を記憶部21に記憶させる。なお、特徴点chとしてはディ

10

20

30

40

50

スクラインD上に位置する血管等、経時変化に関わらず位置・形状が固定されているものが選択されれば良い。なお、各特徴点c hには指定した順番を示す番号が付けられている。なお、特徴点c hは少なくとも3箇所以上入力されれば良い。少なくとも3箇所の特徴点c hが入力されることで、眼底画像の拡大縮小、回転だけでなく、歪の補正ができるようになる。

【0045】

次に、ステップ143で、表示欄332の経過画像に、ベースライン上に指定した4箇所の特徴点c hと同じ位置となるように特徴点c hを指定する。この時、基準画像の特徴点c hの番号を参照しながら、同じ順番で特徴点c hが指定されるようにする。図8(a)に示すように、4箇所の特徴点c hが指定されると、制御部24はフォローアップ画面300上にディスクコピーの有無を確認するための図示を略すコメントを表示させる。

10

【0046】

同一被検者の乳頭の大きさ(ディスクラインD)は経時的に変わらないことが経験的に知られている。制御部24は、先ず基準画像側にて設定した4つの特徴点c hに基づく相互の位置関係情報と、経過画像側にて設定した4つの特徴点に基づく相互の位置関係情報と相関するように基準画像に対する経過画像全体の回転、歪み等を補正するとともに、基準画像で設定されたディスクラインDの形状を経過画像におけるディスクラインDとして適用する。

【0047】

ステップ144で、ディスクコピーが実行されると、制御部24はベースラインの画像データを記憶部21から呼び出し、ベースラインの特徴点c hの各座標と、経過画像上に指定された特徴点c hの各座標とを一致させるように、表示欄332の経過画像上にコピーをする。

20

【0048】

そして、ステップ145で、制御部24は、表示欄332の経過画像の表示状態を表示欄331の基準画像に合わせるために、経過画像の回転、歪み、大きさ等を補正する演算を自動的に行う。これにより、表示欄331の基準画像の表示状態と表示欄332の経過画像の表示状態とが自動的に一致される共に、表示欄332には自動的にディスクラインDが設定される。

【0049】

30

次に、ステップ146で、前述と同様の手順で経過画像のカップ領域の境界線上に複数のポイントpを指定することによりカップラインCが設定されると、図8(b)に示すように、表示欄332にも表示欄331と同様に、中心Oを通る水平方向と垂直方向の軸が表示される。そして、ステップ147で、ステップ144で設定されたディスクラインDとステップ146で設定されたカップラインCとに基づき、前述のステップ135と同様の方法でC/D比が求められる。

【0050】

以上のように基準画像と経過画像でのC/D比が演算されたら、ステップ150で、所定の角度ステップ毎に算出された基準画像と経過画像のそれぞれのC/D比及びR/D比等が同じグラフ表示領域340上に曲線にてグラフ表示される(図8(b)参照)。

40

【0051】

このとき、フォローアップ画面330上の分割領域とグラフ表示領域340の分割領域とが対応しているので、検者は眼底画像とグラフ領域との対応関係を簡単に確認することができる。また、中心Oを中心とした360度方向でのC/D比の演算結果が表示されるので、所定の経線方向に対するC/D比等の経時変化を詳細に把握できるようになる。

【0052】

なお、前述したように、グラフ表示領域340には演算結果ごとに色分けされた曲線がグラフ表示されるので、より経時変化を簡単に正確に把握しやすくなっている。例えば、ここでは、基準画像のC/D比が赤色、経過画像のC/D比が緑色で表示される。また、このとき、サムネイル表示欄320において該当するサムネイルの枠色を各グラフ

50

と対応付けて同じ色で表示することで、より眼底画像とグラフとの対応関係を更に視覚的に分かり易くできる。

【 0 0 5 3 】

このようにグラフの色分け表示をすることで、グラフ表示領域 3 4 0 に 3 つ以上の複数のグラフ（曲線）が表示されても、検者は眼底画像とグラフとの対応関係を簡単に理解できるようになり、正しく経時変化を認識することができるようになる。

【 0 0 5 4 】

また、グラフ表示領域 3 4 0 の眼底画像毎に表示されるグラフは、線種（ライン）を変えることで区別されるようにしても良い。これ以外にも検者が視覚的に区別できるような表示方法で撮影画像毎にグラフの表示状態が切り替えられれば良い。

10

【 0 0 5 5 】

また、グラフ表示領域 3 4 0 にグラフが表示された状態で、グラフ切換アイコン 3 1 4 が選択されると、図 9 に示すような数値表示画面 3 4 0 b に切り替えられる。画面 3 4 0 b の上側には画面 3 4 0 b に表示させる内容を C / D 比、R / D 比等で切り替えるための選択欄 3 4 1 が、中央部には各軸（T、S、N、I）方向での演算結果の一覧表 3 4 2 が表示されている。一覧表 3 4 2 の数値表示によって、検者は各軸方向での C / D 比の経時変化をより詳細に確認できるようになる。

【 0 0 5 6 】

更に、記憶部 2 1 に C / D 比の判定基準（例えば、C / D 比 = 0 . 7）が予め記憶されていると便利である。なお、C / D 比の判定基準は緑内障の診断結果などに基づき経験的に設定しても良く、図示を略す C / D 比の判定基準の入力欄を設けることによって、検者の経験に基づき設定されるようにしてもよい。

20

【 0 0 5 7 】

この場合、制御部 2 4 は判定基準よりも C / D 比の数値が大きい場合には、該当する数値欄 s の色を変えて表示させる（例えば、赤色で表示させる）。このようにすると、検者は画面 3 4 0 b を見るだけでディスクライン D のどの方向の演算結果が基準値よりも上回っているかを簡単に確認することができる。これにより、緑内障が進行している危険箇所を簡単に把握することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 8 】

30

【図 1】眼底画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】経時変化の算出手順を示したフローチャートである。

【図 3】基準画像の設定についてのフローチャートである。

【図 4】経時変化の演算についてのフローチャートである。

【図 5】画像取込画面の例である。

【図 6】フォローアップ画面の例である。

【図 7】ディスクラインとカップラインの設定の説明図である。

【図 8】ディスクコピーによる画像補正についての説明図である。

【図 9】数値表示画面の例である。

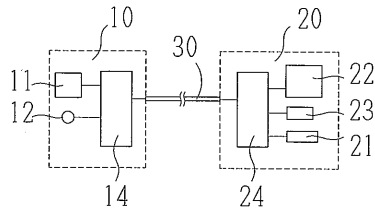
【符号の説明】

40

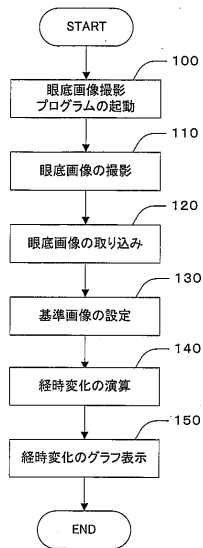
【 0 0 5 9 】

- 1 0 眼科撮影装置
- 1 4、2 4 制御部
- 2 0 眼底画像処理装置
- 2 1 記憶部
- 2 2 モニタ
- 2 3 マウス

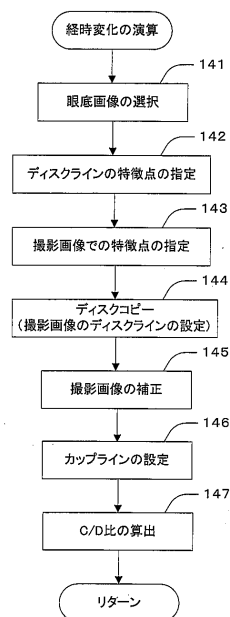
【図 1】



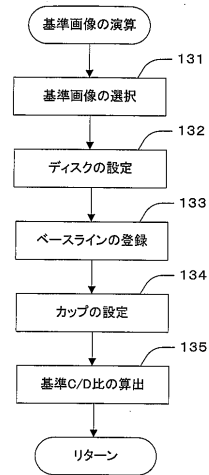
【図 2】



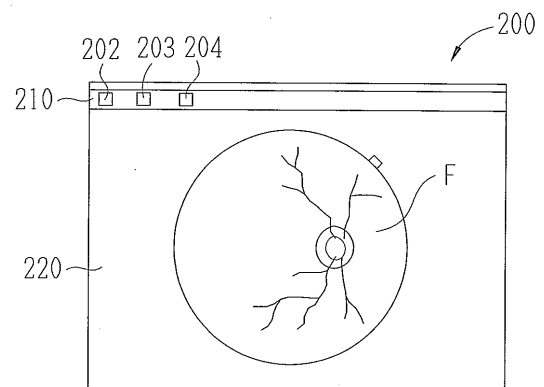
【図 4】



【図 3】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-022506(JP,A)
特表2009-523563(JP,A)
特開2008-154951(JP,A)
特開2006-280411(JP,A)
特開平06-125876(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 3/14

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)