

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-94381
(P2010-94381A)

(43) 公開日 平成22年4月30日 (2010.4.30)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 3/12 (2006.01)	A 6 1 B 3/12	E
A 6 1 B 3/14 (2006.01)	A 6 1 B 3/14	Z

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2008-269186 (P2008-269186)
(22) 出願日 平成20年10月17日 (2008.10.17)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. イーサネット

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康徳

(74) 代理人 100112508
弁理士 高柳 司郎

(74) 代理人 100115071
弁理士 大塚 康弘

(74) 代理人 100116894
弁理士 木村 秀二

(74) 代理人 100130409
弁理士 下山 治

(74) 代理人 100134175
弁理士 永川 行光

最終頁に続く

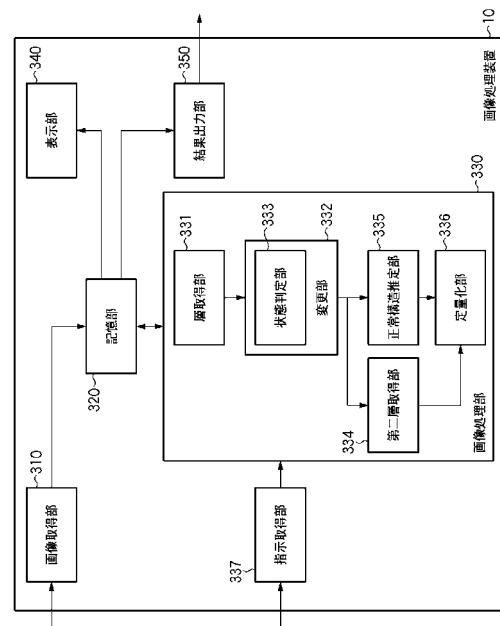
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 ユーザの負担を増やすことなく、複数種の疾病を診断するための眼部の診断情報データを、眼部の断層像から適応的に取得する為の技術を提供すること。

【解決手段】 層取得部331は、眼部の断層像から所定の層領域を取得し、変更部332は、眼部の診断に用いるための情報である診断情報データを断層像から取得する為のアルゴリズムを、層領域から抽出した情報データに基づいて変更する。定量化部336は、変更されたアルゴリズムに基づいて、断層像から診断情報データを取得する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

眼部の断層像を処理する画像処理装置であって、
前記断層像から所定の層領域を取得する層取得手段と、
眼部の診断に用いるための情報である診断情報データを前記断層像から取得する為のアルゴリズムを、前記層領域から抽出した情報データに基づいて変更する変更手段と、
前記変更手段により変更されたアルゴリズムに基づいて、前記断層像から前記診断情報データを取得する手段と
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

更に、
前記断層像を取得する画像取得手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記変更手段は、前記層取得手段が取得した層領域に基づいて当該層の状態を判定する状態判定手段を備え、
前記状態判定手段による判定の結果に応じて前記アルゴリズムを変更することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記状態判定手段は、前記所定の層の状態が正常であるか否かを判定することを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

更に、
前記診断情報データを取得するための情報として第二の層領域を前記断層像から取得する第二層取得手段を備え、
前記変更手段は、前記状態判定手段による判定の結果に応じて前記第二層取得手段による前記第二の層領域の取得を行うか否かを決定することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

更に、
前記診断情報データを取得するための情報として、前記断層像上における前記層の正常構造を推定する正常構造推定手段を備え、
前記変更手段は、前記状態判定手段によって当該層の状態が正常でないとして判定された場合に、前記正常構造推定手段による正常構造の推定の実行を決定することを特徴とする請求項 3 乃至請求項 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記変更手段は、前記状態判定手段によって当該層の状態が正常でないとして判定された場合に、当該層の異常部位の位置、面積もしくは体積、形状に基づいて、前記診断情報データを取得するための画像処理の対象領域、処理する方向、順序、処理間隔を変更することを特徴とする請求項 3 乃至請求項 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

更に、
前記層取得手段によって得られた層領域の形状および層厚のいずれかによって当該層の状態を定量化する定量化手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

更に、
前記層取得手段によって得られた層領域と、前記正常構造推定手段が推定した当該層の正常構造との差異が示す厚みの分布、面積、体積、濃度特徴のいずれかによって当該層の状態を定量化する定量化手段を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

更に、

前記層取得手段による取得の結果を保存するか否かの指示を外部から取得する指示取得手段と、

保存するという指示を前記指示取得手段が取得した場合に、前記層取得手段による取得の結果を出力する出力手段と

を備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記所定の層は、内境界膜から内網状層の範囲に存在する層のうちの少なくとも 1 つの層であって、

前記状態判定手段は、前記層取得手段によって検出された層の厚み、陥凹形状を表す指標もしくはそれらの統計量の少なくとも 1 つの情報を用いて当該層の状態が正常であるか否かを判定することを特徴とする請求項 3 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 12】

前記所定の層は、外境界膜から網膜色素上皮層の範囲に存在する層のうちの少なくとも 1 つの層であって、

前記状態判定手段は、前記層取得手段によって検出された層の有無、層厚、検出された層を構成する点列の極値、変曲点の数、曲率もしくは角度に関する統計量の少なくとも 1 つの情報を用いて当該層の状態が正常であるか否かを判定することを特徴とする請求項 3 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 13】

前記所定の層は網膜層全体であって、前記状態判定手段は、前記層取得手段によって検出された層の有無、層厚を用いて当該層の状態が正常であるか否かを判定することを特徴とする請求項 3 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 14】

前記所定の層は、内境界膜から内網状層の範囲に存在する層のうちの少なくとも 1 つの層であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 15】

前記所定の層は、外境界膜から網膜色素上皮層の範囲に存在する層のうちの少なくとも 1 つの層であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

30

【請求項 16】

前記所定の層は、網膜層全体であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 17】

眼部の断層像を処理する画像処理装置が行う画像処理方法であって、

前記断層像から所定の層領域を取得する層取得工程と、

眼部の診断に用いるための情報である診断情報データを前記断層像から取得する為のアルゴリズムを、前記層領域から抽出した情報データに基づいて変更する変更工程と、

前記変更工程で変更されたアルゴリズムに基づいて、前記断層像から前記診断情報データを取得する工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

40

【請求項 18】

コンピュータを、請求項 1 乃至 16 の何れか 1 項に記載の画像処理装置が有する各手段として機能させるためのコンピュータプログラム。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のコンピュータプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼部の画像診断を支援する為の技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

生活習慣病や失明原因の上位を占める疾病の早期診断を目的として、眼部の検査が広く行われている。光干渉断層計(OCT; Optical Coherence Tomography)等の眼部断層像撮像装置は、網膜層内部の状態を3次元的に観察することが可能である。そのため、眼部断層像撮像装置は、疾病の診断をよりの確に行うのに有用であると期待されている。

【0003】

図1は、OCTで撮影した網膜の黄斑部の断層像の模式図である。OCTによる眼部の断層像は3次元的に得られるものであるが、説明や図示を簡単にする為に、図1ではその一断面を2次元的に表記している。図1において、1は網膜色素上皮層、2は神経線維層、3は内境界膜を表している。例えば、このような断層像が入力された場合、神経線維層2の厚み(図1(a)のT2)を計測をすることができれば、緑内障などの疾病の進行度や治療後の回復具合を定量的に診断することが可能となる。

【0004】

これらの層の厚みを定量的に計測するために、コンピュータを用いて断層像から網膜の各層の境界を検出し、各層の厚みを計測する技術が特許文献1に開示されている。例えば図1(b)に示すように、内境界膜3と神経線維層2とその下部の層との境界(神経線維層境界4)とを検出して、神経線維層2の厚みを計測する。

【0005】

また、加齢黄斑変性のような疾病においては、病状に応じて網膜色素上皮層1の形状が凹凸に変形する。そのため、その変形の度合いを定量化することが病状の把握に有効である。

【0006】

図1(c)は、加齢黄斑変性における網膜の層構造の模式図を表している。加齢黄斑変性における網膜色素上皮層1は、領域の一部が上下に波打った形状となっている。OCTを用いた加齢黄斑変性の診断方法としては、次のようなものがある。即ち、断層像上で観察可能な網膜色素上皮層1の境界5(実線)と、正常時であれば存在したであろう網膜色素上皮層1の境界の推定位置6(破線:以下では正常構造と呼ぶ)との差異(図1(d)の斜線部分)のなす面積やそれらの和(体積)等を求める。これにより、病気の状態が定量化される。

【0007】

一方、検診などにおいては、1回の検査で緑内障や加齢黄斑変性など複数種の眼疾患を検出することが望まれる。これに対し胸部CT像やX線像を用いる分野では、解析部位に応じた診断支援アルゴリズムを並列に実行して異常部位候補を検出して異常部位の疾患タイプを判定する技術が開示されている。

【0008】

なお、本明細書では、上記のような計測によって取得される眼部の診断に用いるための情報(すなわち、所定の層の厚みや、正常構造との差異を定量化した値)を総称して、「眼部の診断情報データ」、若しくは単に「診断情報データ」と呼称する。

【特許文献1】特開2008-073099号公報

【特許文献2】特開2007-275318号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、複数種の疾病検出に対応するための層境界の検出方法については開示されておらず、固定の解析方法で処理するか、操作者が各々の症例に適した解析方法を指定して計測する必要があった。そして、適切な処理結果が得

10

20

30

40

50

られなかった場合は、解析方法を変更したり、画像処理のパラメータを変更して再度計測しなければならなかった。

【0010】

また、特許文献2に記載の技術では、複数のCADアルゴリズムを並列に実行するため無駄な処理が多く、計算量が必要以上に多くなるという課題があった。

【0011】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、ユーザの負担を増やすことなく、複数種の疾病を診断するための眼部の診断情報データを、眼部の断層像から適応的に取得する為の技術を提供することを目的とする。

【0012】

特に、眼部の断層像から複数種の疾病に対応する病変を検出し、さらに、病変の進行度や治療の回復具合を定量的に解析する為の技術を提供することを目的とする。

【0013】

また、別の目的としては、眼部の断層像から効率的に病変の検出や定量解析を行う為の技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。

【0015】

即ち、眼部の断層像を処理する画像処理装置であって、前記断層像から所定の層領域を取得する層取得手段と、眼部の診断に用いるための情報である診断情報データを前記断層像から取得する為のアルゴリズムを、前記層領域から抽出した情報データに基づいて変更する変更手段と、前記変更手段により変更されたアルゴリズムに基づいて、前記断層像から前記診断情報データを取得する手段とを備えることを特徴とする。

【0016】

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の画像処理方法は以下の構成を備える。

【0017】

即ち、眼部の断層像を処理する画像処理装置が行う画像処理方法であって、前記断層像から所定の層領域を取得する層取得工程と、眼部の診断に用いるための情報である診断情報データを前記断層像から取得する為のアルゴリズムを、前記層領域から抽出した情報データに基づいて変更する変更工程と、前記変更工程で変更されたアルゴリズムに基づいて、前記断層像から前記診断情報データを取得する工程とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明の構成によれば、ユーザの負担を増やすことなく、複数種の疾病を診断するための眼部の診断情報データを、眼部の断層像から適応的に取得することができる。

【0019】

また、眼部の断層像から複数種の疾病に対応する病変を検出し、さらに、病変の進行度や治療後の回復具合を定量的に解析することができる。

【0020】

また、眼部の断層像を用いて効率的に病変の検出や定量的な解析を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、添付図面を参照し、本発明の好適な実施形態について説明する。なお、以下説明

10

20

30

40

50

する実施形態は、本発明を具体的に実施した場合の一例を示すもので、特許請求の範囲に記載の構成の具体的な実施例の1つである。

【0022】

[第1の実施形態]

本実施形態に係る画像処理装置は、披検眼(検査対象である眼)の黄斑部の断層像を取得し、取得した断層像中に映っている所定の層の解析処理を実行し、病変の定量化を行う。例えば、所定の層の解析処理によって網膜色素上皮層が正常と判定された場合には、緑内障等の検査のための解析処理を行う。即ち、図1(b)に示すように、内境界膜3、神経線維層境界4、網膜色素上皮層1の境界5(以下、網膜色素上皮層境界5と呼称する)を断層像から検出し、診断情報データを取得するために、神経線維層2の厚みや網膜層全体の厚みを計測する。一方、所定の層の解析処理によって網膜色素上皮層1が異常と判定された場合には、加齢黄斑変性等の検査のための解析処理を行う。すなわち、図1(d)に示すように、内境界膜3及び網膜色素上皮層境界5を断層像から検出し、さらに、網膜色素上皮層境界5の正常構造6を推定する。そして、診断情報データとして、網膜層全体の厚みを計測すると共に、網膜色素上皮層1の乱れを定量化する。

10

【0023】

なお、本実施形態では網膜色素上皮層1の計測を行う場合について説明するが、網膜色素上皮層境界5の代わりに他の網膜深層の境界(外境界膜(不図示)や視細胞内節外節境界(不図示)、網膜色素上皮層の内層側境界(不図示)等)を用いて計測してもよい。

【0024】

また、内境界膜3と神経線維層境界4との間の距離を計測する代わりに、内境界膜3と内網状層の外層側境界4aとの間の距離を計測しても同様の診断情報データが得られるとされている。

20

【0025】

従って、本実施形態を含む、以降の各実施形態では、神経線維層厚を計測する場合について説明するが、神経線維層境界4の代わりに内網状層の外層側境界4aを計測しても良い。

【0026】

図2は、本実施形態に係る画像処理装置を含むシステムの構成例を示すブロック図である。図2に示す如く、本実施形態に係る画像処理装置としての画像処理装置10は、断層像撮像装置20及びデータサーバ40と、イーサネット等によるローカル・エリア・ネットワーク(LAN)30を介して接続されている。なお、それぞれの機器間の接続はLANを介した接続に限定するものではなく、USBやIEEE1394等のインターフェイスを介した接続であっても良い。また、インターネット等の外部ネットワークを介した接続であっても良い。

30

【0027】

断層像撮像装置20は、眼部の断層像を撮像する装置であり、例えばタイムドメイン方式のOCTやフーリエドメイン方式のOCTからなる。断層像撮像装置20は、操作者による操作に応じて、披検眼の黄斑部の断層像を3次的に撮像する。そして、断層像撮像装置20は、撮像した断層像をLAN30を介して画像処理装置10に送信する。

40

【0028】

データサーバ40は、披検眼の断層像や、この断層像に基づいて画像処理装置10が解析した結果(層の境界や定量化した数値データなど)、正常眼データ(層厚の正常範囲など)を保持するサーバである。データサーバ40へのデータの格納制御は画像処理装置10が行う。例えば、画像処理装置10は、断層像撮像装置20から受けた断層像をそのまま若しくはこの断層像に対して何らかの処理を施してデータサーバ40に格納したり、この断層像を用いて行った解析処理の結果をデータサーバ40に格納したりする。また、データサーバ40は、画像処理装置10からの要求に応じて適宜、披検眼に関する過去の様々なデータを画像処理装置10へと送信する。

【0029】

50

次に、図3を用いて、本実施形態に係る画像処理装置10の機能構成を説明する。図3は、画像処理装置10の機能構成例を示すブロック図である。図3に示す通り、画像処理装置10は、画像取得部310、記憶部320、画像処理部330、表示部340、結果出力部350、指示取得部337を有する。

【0030】

画像取得部310は、断層像撮像装置20に対して断層像の送信を要求すると共に、係る要求に応じて断層像撮像装置20が送信した断層像を受信(取得)する。なお被検者の識別番号や検査対象が右眼であるか左眼であるかを表す識別子といった、披検眼を同定する情報を断層像撮像装置20が保持している場合には、断層像と共にこの情報を断層像撮像装置20から取得してもよい。以下の説明では、画像取得部310が取得した断層像には、断層像の撮像に関する各種のパラメータが情報として付帯しているものとする。

10

【0031】

記憶部320は、画像取得部310が取得した断層像を一時的に保持する。更に、記憶部320は、画像処理部330による断層像の解析結果を一時的に保持する。記憶部320が保持するデータは必要に応じて、画像処理部330、表示部340、結果出力部350に送出される。

【0032】

画像処理部330は、記憶部320が保持している断層像を取得し、この断層像に映っている所定の層の状態判定を行い、その結果に応じて疾病候補を絞り、その疾病に適した画像処理を実行する。画像処理部330は、層取得部331、変更部332、第二層取得部334、正常構造推定部335、定量化部336、を有する。

20

【0033】

層取得部331は、記憶部320から取得した断層像から、内境界膜3、網膜色素上皮層境界5等、所定の層(層領域)を検出する。層取得部331が実行する具体的な処理の内容については、後に詳しく説明する。

【0034】

変更部332は、状態判定部333を有している。状態判定部333は、層取得部331が検出した所定の層の状態判定を行う。変更部332は、状態判定部333による状態判定結果に応じて画像解析アルゴリズムを変更し、その旨を各部に通知する。変更部332が実行する具体的な処理の内容については、後に詳しく説明する。

30

【0035】

第二層取得部334は、状態判定部333によって網膜色素上皮層1が正常と判定された場合、変更部332によって指示された処理内容に従って、断層像から、第二の層(第二の層領域)として神経線維層境界4を検出する。第二層取得部334が実行する具体的な処理の内容については、後に詳しく説明する。

【0036】

正常構造推定部335は、状態判定部333によって網膜色素上皮層1が異常と判定された場合、変更部332によって指示された処理内容に従って、網膜色素上皮層境界5の正常構造(図1(d)の正常構造6)を推定する。一方、状態判定部333による判定が正常と判定された場合、正常構造推定部335は、変更部332の指示に従い、何も処理を実行しない。正常構造推定部335が実行する具体的な処理の内容については、後に詳しく説明する。

40

【0037】

定量化部336は、層取得部331が検出した所定の層から、網膜層全体の厚みを定量化する。また、第二層取得部334によって神経線維層境界4が検出されている場合には、神経線維層2の厚みを定量化する。一方、正常構造推定部335によって網膜色素上皮層境界5の正常構造6が推定されている場合には、層取得部331が検出した網膜色素上皮層境界5と正常構造推定部335が推定した正常構造6との差異(即ち、網膜色素上皮層1の乱れ)を定量化する。定量化部336が実行する具体的な処理の内容は、後に詳しく説明する。

50

【 0 0 3 8 】

表示部 3 4 0 は、画像処理部 3 3 0 によって得られる層の境界や、正常構造に関する情報等を、断層像に重畳して表示する。また、定量化した各種の数値データについても表示する。

【 0 0 3 9 】

結果出力部 3 5 0 は、検査日時、披検眼を同定する情報、披検眼の断層像、画像処理部 3 3 0 によって得られた解析結果とを関連付けて、保存すべき情報としてデータサーバ 4 0 に送信する。

【 0 0 4 0 】

指示取得部 3 3 7 は、外部から入力された（例えばユーザにより入力された）指示を受け、これを後段の画像処理部 3 3 0 に送出する。

10

【 0 0 4 1 】

なお、図 3 に示した各部は全てハードウェアでもって構成しても良いし、記憶部 3 2 0、表示部 3 4 0 を除くその他の各部をソフトウェアで実装しても良い。即ち何れの場合であっても同様の装置を実現することができる。後者の場合、記憶部 3 2 0、表示部 3 4 0 をハードウェアとして有するコンピュータにおいて、このコンピュータが有するメモリ上にこのソフトウェアをインストールする。そして、このコンピュータが有する CPU がこのソフトウェアを実行することで、各部をハードウェアで構成した装置と同様の装置を実現することができる。

【 0 0 4 2 】

図 1 5 は、記憶部 3 2 0、表示部 3 4 0 に相当するハードウェアを有し、且つその他の各部をソフトウェアとして保持し、実行するコンピュータのハードウェア構成例を示すブロック図である。

20

【 0 0 4 3 】

CPU 1 5 0 1 は、RAM 1 5 0 2 や ROM 1 5 0 3 に格納されたプログラムやデータを用いてコンピュータ全体の制御を行うと共に、画像処理装置 1 0 が行うものとして後述する各処理を実行する。

【 0 0 4 4 】

RAM 1 5 0 2 は、外部記憶装置 1 5 0 4 からロードされたプログラムやデータを一時的に記憶する為のエリアを備えると共に、CPU 1 5 0 1 が各種の処理を行うために必要とするワークエリアを備える。即ち、RAM 1 5 0 2 は、各種のエリアを適宜提供することができる。図 3 に示した記憶部 3 2 0 は、この RAM 1 5 0 2 でもって実装しても良い。

30

【 0 0 4 5 】

ROM 1 5 0 3 は、一般にコンピュータの BIOS や設定データ等を格納している。

【 0 0 4 6 】

外部記憶装置 1 5 0 4 は、ハードディスクドライブなどの大容量情報記憶装置として機能する装置である。外部記憶装置 1 5 0 4 には、OS（オペレーティングシステム）や、画像処理装置 1 0 が行うものとして後述する各処理を CPU 1 5 0 1 に実行させるためのコンピュータプログラムやデータが格納されている。このコンピュータプログラムには、画像取得部 3 1 0、画像処理部 3 3 0、結果出力部 3 5 0、指示取得部 3 3 7、のそれぞれの機能を CPU 1 5 0 1 に実現させるためのコンピュータプログラムが含まれている。また、このデータには、以降の説明において既知の情報（予め作成された情報）として取り扱うものについても含まれているものとする。外部記憶装置 1 5 0 4 に保存されているコンピュータプログラムやデータは、CPU 1 5 0 1 による制御に従って適宜 RAM 1 5 0 2 にロードされ、CPU 1 5 0 1 による処理対象となる。

40

【 0 0 4 7 】

モニタ 1 5 0 5 は、液晶ディスプレイなどにより構成されている。図 3 に示した表示部 3 4 0 は、このモニタ 1 5 0 5 でもって実装しても良い。

【 0 0 4 8 】

50

キーボード1506、マウス1507は入力デバイスの一例として用いられるもので、ユーザはこのような入力デバイスを用いて各種の指示をCPU1501に対して入力することができる。なお、このような入力デバイスを用いて入力された様々な指示は、指示取得部337に対応するコンピュータプログラムによってCPU1501に通知される。

【0049】

インターフェイス1508は、画像処理装置10と外部機器との間で各種のデータのやりとりを行うためのものであり、IEEE1394やUSB、イーサネットポート等によって構成される。インターフェイス1508を介して取得したデータは、RAM1502や外部記憶装置1504に取り込まれる。画像取得部310や結果出力部350は、インターフェイス1508を介してデータのやり取りを行う。

10

【0050】

バス1509には、上記各部が接続されている。

【0051】

次に、図4のフローチャートを参照して、本実施形態の画像処理装置10が実行する具体的な処理について説明する。なお、以下では説明を分かり易くするために、図3に示した各部を処理の主体として説明するが、実際には、これら各部に対応するコンピュータプログラムを実行するCPU1501が処理の主体である。また、もちろんではあるが、以下の処理を実行するために必要なコンピュータプログラムやデータは、図4のフローチャートに従った処理を開始する前には既に、外部記憶装置1504からRAM1502にロードされている。

20

【0052】

<ステップS410>

ステップS410において、画像取得部310は、断層像撮像装置20に対して断層像の取得要求を送信する。断層像撮像装置20は、この取得要求を受けると、係る要求に対応する断層像を送信するので、画像取得部310は、断層像撮像装置20からLAN30を介して送信されたこの断層像を受信する。そして画像取得部310は、この受信した断層像を記憶部320に格納する。

【0053】

<ステップS420>

ステップS420において、表示部340は、ステップS410で記憶部320に格納された断層像を表示する。例えば、図1(a)や図1(c)で模式的に示すような画像が表示される。ここで、断層像は3次元データであるので、実際に表示部340に表示されるのは、この3次元データから何れかの注目断面を切り出した2次元断層像となる。表示する断面は、GUI等を介して任意に選択することが望ましい。また、過去に撮影した各種のデータ(断層像やその解析結果など)を並べて表示できる構成であってもよい。

30

【0054】

<ステップS430>

ステップS430において、層取得部331は、ステップS410において記憶部320に格納された断層像を取得する。そして層取得部331は、この断層像から、内境界膜3、網膜色素上皮層境界5を検出する。また、層取得部331は、黄斑部の中心である中心窩の座標をこの断層像から検出する。そして層取得部331は、このようにして検出したそれぞれを記憶部320に格納する。

40

【0055】

ここで、層の境界検出を行う為の具体的な処理について説明する。ここでは、処理対象である3次元断層像を2次元断層像(Bスキャン像)の集合と考え、夫々の2次元断層像に対して以下の処理を実行する。

【0056】

まず、着目する2次元断層像に平滑化フィルタ処理を行い、ノイズ成分を除去する。そして、2次元断層像からエッジ成分を検出し、その連結性に基づいて何本かの線分を層境界の候補として抽出する。そして、これらの候補の中から、一番上の線分を内境界膜3と

50

して選択する。また、一番下の線分を、網膜色素上皮層境界 5 として選択する。

【 0 0 5 7 】

さらに、これらの線分を初期値として、Snakesやレベルセット法等の変形状モデルを適用することで、検出精度の向上を図ってもよい。また、グラフカット法のような手法を用いて層の境界を検出してもよい。なお、変形状モデルやグラフカットを用いた境界検出は、3次元断層像を対象として3次元的に行ってもよいし、3次元断層像を2次元断層像の集合と考え、それぞれの2次元断層像に対して2次元的に適用してもよい。なお、層の境界を検出する方法はこれらに限定されるものではなく、眼部の断層像から層の境界を検出可能な方法であれば、いずれの方法を用いてもよい。

【 0 0 5 8 】

層取得部 3 3 1 はさらに、内境界膜 3 を利用して中心窩の座標を検出する。具体的には、検出した内境界膜 3 のz座標が断層像の中心付近において最大となる座標位置を中心窩の座標位置とする。

【 0 0 5 9 】

<ステップ S 4 4 0 >

ステップ S 4 4 0 において、状態判定部 3 3 3 は、ステップ S 4 3 0 で層取得部 3 3 1 が検出した網膜色素上皮層境界 5 に基づいて、網膜色素上皮層 1 が正常であるか否かを判定する。そして、その判定結果を記憶部 3 2 0 へと出力する。例えば、検出した網膜色素上皮層境界 5 を構成する制御点列の曲率の最大値が予め定めた閾値以上であった場合、もしくは角度の最小値が予め閾値以下であった場合に、網膜色素上皮層 1 が異常であると判定する。

【 0 0 6 0 】

なお、網膜色素上皮層 1 が正常であるか否かの判定は、網膜色素上皮層境界 5 の極値の数が閾値以上であるか否かや、変曲点の数、曲率の分散値などの統計値によって判定してもよい。なお、これらの処理は、異常が生じやすい中心窩の近傍付近における網膜色素上皮層境界 5 のみを対象として行ってもよい。

【 0 0 6 1 】

<ステップ S 4 5 0 >

ステップ S 4 5 0 において、変更部 3 3 2 は、ステップ S 4 4 0 において状態判定部 3 3 3 が行った判定結果に応じて処理の分岐（即ち、アルゴリズムの変更）を行う。ステップ S 4 4 0 における判定結果が「正常」である場合、変更部 3 3 2 は、第二層取得部 3 3 4 に対して、対応する処理の実行を指示する。そして処理はステップ S 4 6 0 に進む。

【 0 0 6 2 】

一方、ステップ S 4 4 0 における判定結果が「異常」である場合、変更部 3 3 2 は、正常構造推定部 3 3 5 に対して、対応する処理の実行を指示する。そして処理はステップ S 4 6 5 に進む。

【 0 0 6 3 】

<ステップ S 4 6 0 >

ステップ S 4 6 0 において、画像処理部 3 3 0 は、所定の層が正常である時の解析処理を実行する。また、表示部 3 4 0 はその解析結果の表示を行う。本ステップの処理については、図 5 に示すフローチャートを用いて後に詳しく説明する。

【 0 0 6 4 】

<ステップ S 4 6 5 >

ステップ S 4 6 5 において、画像処理部 3 3 0 は、所定の層が異常である時の解析処理を実行する。また、表示部 3 4 0 はその解析結果の表示を行う。本ステップの処理については、図 6 に示すフローチャートを用いて後に詳しく説明する。

【 0 0 6 5 】

<ステップ S 4 7 0 >

ステップ S 4 7 0 において、指示取得部 3 3 7 は、披検眼に関する今回の処理の結果を、データサーバ 4 0 へ保存するか否かの指示を外部から取得する。この指示は、例えばキ

10

20

30

40

50

ーボード1506やマウス1507を介して、操作者によって入力される。そして、保存が指示された場合はステップS480へと処理を進め、保存が指示されなかった場合はステップS490へと処理を進める。

【0066】

<ステップS480>

ステップS480において、結果出力部350は、検査日時と、披検眼を同定する情報と、披検眼の断層像と、画像処理部330によって得られた解析結果とを関連付けて、保存すべき情報としてデータサーバ40へと送信する。

【0067】

<ステップS490>

ステップS490において、指示取得部337は、画像処理装置10による断層像の解析処理を終了するか否かの指示を外部から取得する。この指示は、キーボード1506やマウス1507を介して、操作者によって入力される。処理を終了する指示を取得した場合には、画像処理装置10はその処理を終了する。一方、処理を継続する指示を取得した場合には、ステップS410に処理を戻して、次の披検眼に対する処理（あるいは、同一披検眼に対する再処理）を実行する。

【0068】

次に、図5を参照して、ステップS460で実行される処理の詳細について説明する。

【0069】

<ステップS510>

ステップS510において、第二層取得部334は、神経線維層境界4を断層像から取得する。神経線維層境界4の取得方法としては、例えば、内境界膜3のz座標値からz軸の正の向きにスキャンし、輝度値もしくはエッジが閾値以上の点を接続するなどの方法が考えられる。

【0070】

<ステップS520>

ステップS520において、定量化部336は、ステップS510で取得した神経線維層境界4に基づいて、神経線維層2の厚みと、網膜層全体の厚みを定量化する。まず、xy平面上の各座標点において、神経線維層境界4と内境界膜3とのz座標の差を求めることで、神経線維層2の厚み（図1(a)のT1）を計算する。同様に、網膜色素上皮層境界5と内境界膜3とのz座標の差を求めることで、網膜層全体の厚み（図1(a)のT2）を計算する。また、夫々のy座標ごとにx軸方向の各座標点での層厚を加算することで、夫々の断面における各層（神経線維層2及び網膜層全体）の面積を計算する。さらに、求めた面積をy軸方向に加算することで、各層の体積を計算する。そして、これらの結果を記憶部320に格納する。

【0071】

<ステップS530>

ステップS530において、表示部340は、ステップS510で検出した神経線維層境界4を、断層像に重畳して表示する。図1(b)に示すように、層の境界を線で示す場合には、夫々の境界に対して予め定めた色の線を用いることが望ましい。例えば、内境界膜3は赤色の線、神経線維層境界4は黄色の線、網膜色素上皮層境界5は緑色の線を用いて提示する。また、層境界を明示的に示さずに、層の領域に半透明の色をつけて提示してもよい。例えば、神経線維層2以外の網膜層全体を表す領域を緑色に、神経線維層2を表す領域を赤色に着色して提示してもよい。なお、これらの表示を行う際には、着目する断面をGUI等によって選択可能な構成であることが望ましい。また3次元データとしての断層像を、公知のボリュームレンダリングの技術を用いて、3次元的に表示してもよい。

【0072】

表示部340はさらに、ステップS520で定量化した層厚に関する情報を表示する。この表示は、3次元断層像全体(xy平面)に対する層厚の分布マップとして提示してもよいし、上記の検出結果の表示と連動させて注目断面における各層の面積を表示してもよい

10

20

30

40

50

。また、全体の体積を表示してもよいし、操作者がxy平面上において指定した領域における体積を算出して表示してもよい。

【0073】

以上説明したステップS510からステップS530における処理を実行することで、上記ステップS460における処理を実現する。なお、本実施形態では、ステップS460では、神経線維層2と網膜層全体の厚みのみを調べているが、もちろん視細胞層や外境界膜など他の層の解析を行うようにしても良い。

【0074】

次に図6を参照して、ステップS465で実行される処理の詳細について説明する。

【0075】

<ステップS610>

ステップS610において、正常構造推定部335は、ステップS430で取得した網膜色素上皮層境界5から、その正常構造6を推定する。ここでは、処理対象として入力した3次元断層像を2次元断層像(Bスキャン像)の集合と考え、夫々の2次元断層像に対して正常構造の推定を行う場合について説明する。具体的には、各2次元断層像内で取得されている網膜色素上皮層境界5を表す座標点群に2次関数を当てはめることで、正常構造6を推定する。ここで、 i を、網膜色素上皮層境界5の層境界データの*i*番目の点のz座標 z_i と、正常構造6のデータの*i*番目の点のz座標 z'_i との差と定義すると、近似関数を求めるための評価式は例えば以下のように表される。

【0076】

$$M = \min_i \left(\sum_j w_j (z_j - z'_j)^2 \right)$$

ここで \sum_i は*i*についての総和を表す。また、 w_j は重み関数である。図7に、3種類の重み関数の例を示す。図7において、横軸がx、縦軸が $w(x)$ である。重み関数は図7に示したものが全てではなく、どのような関数を設定しても良い。上記の式において、評価値Mが最小になるように関数を推定する。

【0077】

なお、ここでは入力した3次元断層像を2次元断層像(Bスキャン像)の集合と考え、夫々の2次元断層像に対して正常構造6を推定する方法を示した。しかし、正常構造6の推定方法はこの方法に限定されるものではなく、3次元断層像に対して直接処理を行ってもよい。この場合、ステップS430で取得した層境界の3次元的な座標点群に、上記と同様な重み関数の選択基準を用いて楕円あてはめを行えばよい。また、正常構造6を近似する形状は2次の関数に限定されるものではなく、他の次数の関数を用いて推定しても良い。

【0078】

<ステップS620>

ステップS620において、定量化部336は、ステップS430で取得した層の境界に基づいて、網膜層全体の厚みを定量化する。また、ステップS430で取得した網膜色素上皮層境界5と、ステップS610で推定した正常構造6との差異に基づいて、網膜色素上皮層1の乱れを定量化する。なお、網膜層全体の厚みの定量化についても行うのであるが、係る処理については、ステップS520の処理と同様であるので、詳細な説明は省略する。そして、これらの結果を記憶部320に格納する。

【0079】

網膜色素上皮層1の乱れを表す特徴量は、取得した網膜色素上皮層境界5とその正常構造6との差異を定量化するものであれば、何れのものであっても良い。例えば、差異のなす領域の特徴として、求めた差異(厚み)の統計量(分布・最大値・平均値・中央値・分散・標準偏差・閾値以上の点の数やその割合など)を求めてもよい。また、差異領域の特徴として、濃度ヒストグラム、平均濃度値、濃度分散値、コントラスト等の濃度特徴を求めてもよい。

【0080】

<ステップS630>

10
20
30
40
50

ステップS 6 3 0において、表示部3 4 0は、ステップS 4 3 0で取得した網膜色素上皮層境界5と、ステップS 6 1 0で推定した正常構造6とを、断層像に重畳して表示する。また、これに合わせて、ステップS 6 2 0で定量化した情報を表示する。これらの表示はステップS 5 3 0における処理と同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0081】

以上説明したステップS 6 1 0からステップS 6 3 0における処理を実行することで、上記ステップS 4 6 5における処理を実現する。

【0082】

以上の説明により、本実施形態によれば、画像処理装置10は、被検眼の網膜色素上皮層1が正常であるか否かを判定し、それぞれの場合に適した診断情報データの取得を行う。すなわち、網膜色素上皮層1が正常な場合には、眼部の診断情報データとして、網膜層厚だけでなく、神経線維層2の厚みを計測する。また、網膜色素上皮層1が異常な場合には、眼部の診断情報データとして、網膜色素上皮層1の形状の乱れを定量化する。その結果、ユーザの負担を増やすことなく、複数種の疾病を診断するための眼部の診断情報データを、眼部の断層像から適応的に取得することが可能となる。

10

【0083】

(変形例1)

本実施形態では、層の取得や第二層の取得、計測を黄斑部について行っていた。しかし、これらの層の取得及び計測の対象部位は黄斑部に限定されるものではない。例えば、層の取得を視神経乳頭部で行ってもよい。

20

【0084】

また、黄斑部で層を取得した後、状態判定部333によって網膜深層が正常と判定された場合に視神経乳頭部について第二層を取得する。そして、神経線維層の厚みや図8に示すような視神経乳頭部の陥凹形状を示す指標801, 802(例えば陥凹部の面積若しくは体積)を計測しても良い。

【0085】

(変形例2)

本実施形態では、ステップS 4 3 0にて内境界膜3、網膜色素上皮層境界5を取得し、状態判定部333によって正常と判定された場合に、ステップS 4 6 0にて神経線維層境界4を取得していた。しかし、これらの層の取得は一括して層取得部331で実施しても良い。すなわち、ステップS 4 3 0にて内境界膜3、神経線維層境界4、網膜色素上皮層境界5を取得し、第二層取得部334では何もしない(もしくは画像処理部330は第二層取得部334を含まない)ようにしても良い。

30

【0086】

内境界膜3、神経線維層境界4、網膜色素上皮層境界5を層取得部331で取得する方法としては、例えば断層像のエッジ情報を基に検出した何本かの層境界候補から一番上の線分を内境界膜3として選択する。また、内境界膜3の直下にある線分を神経線維層境界4として選択する。さらに、一番下の線分を網膜色素上皮層境界5として選択する。

【0087】

(変形例3)

変更部332による画像処理アルゴリズムの変更方法については上記の例に限定するものではない。例えば、状態判定部333によって求められた網膜深層状態により、画像処理モード(画像処理パラメータや処理可能な疾病候補)に優先順位を付け、操作者が選択できるようにしてもよい。具体的には、例えば網膜深層状態が異常と判定された場合に網膜深層異常時処理モードの優先順位が高く、網膜深層正常時処理モードの優先順位が低くなるように表示部340にリストを表示する。そして、指示取得部337を介して操作者が画像処理モードを選択する構成であってもよい。このとき操作者による指示がなければ優先度の高い画像処理モードをそのまま実行してよい。

40

【0088】

(変形例4)

50

本実施形態では、変更部 332 により決定される画像処理アルゴリズムは、眼部の断層像のみに対して適用されていたが、これに限定されるものではない。例えば、眼底カメラによる眼底像を取得する眼底像取得部を更に画像処理装置 10 に加え、眼底像と断層像とを用いて眼部の診断情報データを求める画像処理装置を構成する場合に、変更部 332 によって眼底像の画像処理アルゴリズムを変更してもよい。例えば、網膜深層に微小な凹凸があり、状態判定部 333 により求められた網膜深層の状態が正常と異常の境界付近である場合に、網膜深層の異常を示唆する特徴の有無を調べる処理を眼底像に対して施すように指示（アルゴリズムを変更）してもよい。すなわち、眼底像からドルーゼンの有無を確認する為の表示を表示部 340 に行わせるか、例えば下記の文献に示すような画像処理手法を用いてドルーゼンの検出を行う処理を眼底像に対して行うような構成としてもよい。

10

【0089】

「岩崎 拓郎他：”眼底写真からのドルーゼン自動抽出の検討”，信学技報，MI 2003-10，pp. 17-22，2004。」

[第2の実施形態]

第1の実施形態に係る画像処理装置 10 は、状態判定部 333 が層状態を判定し、その結果に応じて画像処理アルゴリズムを決定していた。本実施形態に係る画像処理装置 10 も状態判定部 333 が層状態を判定する点は第1の実施形態と同じである。ただし、本実施形態では、想定している症例が糖尿病性黄斑浮腫であり、状態判定部 333 による層状態の判定が複数回実行される点が第1の実施形態と異なっている。

20

【0090】

図9は、本実施形態に係る画像処理装置としての画像処理装置 900 の機能構成例を示すブロック図である。図9に示した構成は、図3に示した構成から第二層取得部 334、正常構造推定部 335 を省いたものとなっており、その他については第1の実施形態と同じである。また、この画像処理装置 900 を含むシステムの構成についても第1の実施形態と同じである。

【0091】

次に、図10を参照しながら、本実施形態での画像処理の内容を説明する。

【0092】

黄斑浮腫では網膜層厚が異常値を示すため、眼部の断層像上で網膜層厚を計測する。ただし、黄斑浮腫症例の中には視細胞層の欠損 1002 が生じている可能性があるため、視細胞欠損の有無を調べることも有用と考えられる。また、視細胞層の欠損部位が中心窩 1001 に近いほど視力回復の妨げになる可能性があるため、欠損部位が発生している場合には欠損部位の中心窩 1001 からの距離 1003（x軸方向の距離）を計測することが有用と考えられる。

30

【0093】

なお、視細胞層は網膜色素上皮層の上部に隣接する層であり、正確には外境界膜 1004 から網膜色素上皮層の上側の境界までを含む。しかし、現在の眼部の断層像撮像装置では外境界膜の視認や認識は難しい場合が多い。そのため、本実施形態では、視細胞層厚の計測の際に外境界膜の代わりに視細胞内節外節境界という外境界膜のやや下部に存在する境界（不図示）を取得して網膜色素上皮との間の厚みを計測する。もちろん、xz平面内の解像度が高い眼部断層像の場合には、直接外境界膜を計測して良い。また、網膜層厚や視細胞層厚の正常値範囲のデータは予めデータサーバ 40 から記憶部 320 にロードされているものとする。

40

【0094】

画像処理装置 900 が行う具体的な処理は、基本的には図4に示したフローチャートに従った処理となるが、以下に説明する点のみが異なる。

【0095】

<ステップ S430>

ステップ S430 において、層取得部 331 は、内境界膜 3 と網膜色素上皮層境界 5 を断層像から検出する。

50

【 0 0 9 6 】

<ステップ S 4 4 0 >

ステップ S 4 4 0 において、状態判定部 3 3 3 は、ステップ S 4 3 0 で検出された内境界膜 3 と網膜色素上皮層境界 5 とに基づいて、網膜層の層厚が正常であるか否かの判定を行う。より具体的には先ず、状態判定部 3 3 3 は、記憶部 3 2 0 から網膜層厚の正常値範囲を示すデータを取得する。次に、状態判定部 3 3 3 は、ステップ S 4 3 0 にて取得された内境界膜 3 と網膜色素上皮層境界 5 との間の距離が正常値範囲に含まれているか調べ、正常値範囲に含まれている場合には正常、正常値範囲から外れている場合には異常と判定する。

【 0 0 9 7 】

<ステップ S 4 5 0 >

ステップ S 4 5 0 において、変更部 3 3 2 は、ステップ S 4 4 0 における判定の結果に応じて処理の分岐（すなわち、アルゴリズムの変更）を行う。すなわち、網膜層厚が正常であると判定した場合には、定量化部 3 3 6 に処理の実行を指示する（処理はステップ S 4 6 0 へと進む）。一方、網膜層厚が異常であると判定した場合には、層取得部 3 3 1 に処理の実行を指示する（処理はステップ S 4 6 5 へと進む）。

【 0 0 9 8 】

<ステップ S 4 6 0 >

ステップ S 4 6 0 は、網膜層厚が正常時の処理である。以下、本ステップにおける処理の詳細を、図 1 1 を用いて説明する。

【 0 0 9 9 】

<ステップ S 1 1 1 0 >

ステップ S 1 1 1 0 において、定量化部 3 3 6 は、層取得部 3 3 1 で取得した層の境界に基づいて、網膜層全体の厚みを計測する。なお、ステップ S 1 1 1 0 における網膜層厚計測は、ステップ S 5 2 0 における網膜層厚計測と同様であるので、本ステップにおける処理の詳細については説明を省略する。

【 0 1 0 0 】

<ステップ S 1 1 2 0 >

ステップ S 1 1 2 0 において、表示部 3 4 0 は、ステップ S 1 1 1 0 における網膜層厚取得の結果を断層像に重畳して表示する。なお、ステップ S 1 1 2 0 における処理は、ステップ S 5 3 0 における網膜層厚の表示処理と同様であるので、本ステップにおける処理の詳細については説明を省略する。

【 0 1 0 1 】

以上説明したステップ S 1 1 1 0 , S 1 1 2 0 の処理を実行することで、上記ステップ S 4 6 0 における処理を実現することができる。

【 0 1 0 2 】

<ステップ S 4 6 5 >

ステップ S 4 6 5 は、網膜層厚が異常時の処理である。以下、本ステップにおける処理の詳細を、図 1 2 を用いて説明する。

【 0 1 0 3 】

<ステップ S 1 2 1 0 >

ステップ S 1 2 1 0 において、層取得部 3 3 1 は、視細胞内節外節境界（不図示）と網膜色素上皮層の上側境界（不図示）を断層像から取得する。例えば A スキャン方向（y 方向）の輝度値やエッジ情報等を用いてこれらの境界の取得を行うことができる。

【 0 1 0 4 】

<ステップ S 1 2 2 0 >

ステップ S 1 2 2 0 において、状態判定部 3 3 3 は、視細胞内節外節境界（不図示）と網膜色素上皮層の上側境界（不図示）との距離を求め、求めた距離が記憶部 3 2 0 より取得した視細胞層の正常値より小さくなっている場合には異常と判定する。そして、その異常部位の座標と距離を記憶部 3 2 0 に格納する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 5 】

<ステップ S 1 2 3 0 >

ステップ S 1 2 3 0 において、変更部 3 3 2 は、ステップ S 1 2 2 0 における判定の結果に応じて処理の分岐を行う。すなわち、正常と判定した場合には、表示部 3 4 0 に処理を指示する（処理はステップ S 1 2 4 0 へと進む）。一方、異常と判定した場合には、定量化部 3 3 6 に処理を指示する（処理はステップ S 1 2 4 5 へと進む）。

【 0 1 0 6 】

<ステップ S 1 2 4 0 >

ステップ S 1 2 4 0 において、表示部 3 4 0 は、ステップ S 1 2 1 0 における取得の結果を断層像に重畳して表示する。

10

【 0 1 0 7 】

<ステップ S 1 2 4 5 >

ステップ S 1 2 4 5 において、定量化部 3 3 6 は、記憶部 3 2 0 から異常部位の座標と視細胞層厚を取得し、中心窩 1 0 0 1 と異常部位間との間の x 軸方向の距離を計測する。異常部位と中心窩との間の距離が閾値以下であれば、表示部 3 4 0 に異常部位の位置と層厚を表示する。

【 0 1 0 8 】

以上説明した、ステップ S 1 2 1 0 からステップ S 1 2 4 5 の処理を実行することで、上記ステップ S 4 6 5 における処理を実現することができる。

【 0 1 0 9 】

以上説明したように、本実施形態によれば、画像処理装置 9 0 0 は、被検眼の網膜層厚が正常であるか否かを判定し、それぞれの場合に適した診断情報データの取得を行うことができる。

20

【 0 1 1 0 】

すなわち、本実施形態では、当該層が異常な場合には、眼部の診断情報データとして、視細胞層の厚み（または視細胞内節外節境界から網膜色素上皮層までの厚み）を計測する。そして、視細胞層の厚みが正常であるか否かを判定し、異常な場合には、視細胞層が薄くなっている部位の中心窩からの距離を、眼部の診断情報データとして計測する。

【 0 1 1 1 】

[第 3 の実施形態]

第 1 の実施形態に係る画像処理装置 1 0 は、状態判定部 3 3 3 が層状態を判定し、その結果に応じて変更部 3 3 2 が画像処理アルゴリズムを決定していた。本実施形態に係る画像処理装置も状態判定部 3 3 3 による層状態の判定結果によって画像処理アルゴリズムを決定する点は第 1 の実施形態と同じである。ただし、変更部 3 3 2 が状態判定部 3 3 3 による判定結果に応じて、画像処理アルゴリズムとして画像処理パラメータを変更する点が第 1 の実施形態とは異なっている。

30

【 0 1 1 2 】

また、本実施形態に係る画像処理装置は、第 2 の実施形態に係る画像処理装置 9 0 0 と同じであり、システムの構成については第 1 の実施形態と同じである。

【 0 1 1 3 】

本実施形態では、視神経乳頭部に対して円形走査を行い、神経線維層厚計測を行う場合を考える。神経線維層厚の正常値範囲はあらかじめデータサーバ 4 0 から記憶部 3 2 0 にロードされているものとする。

40

【 0 1 1 4 】

本実施形態に係る画像処理装置（画像処理装置 9 0 0）が行う具体的な処理は、基本的には図 4 に示したフローチャートに従った処理となるが、以下に説明する点のみが異なる。

【 0 1 1 5 】

<ステップ S 4 3 0 >

ステップ S 4 3 0 において、層取得部 3 3 1 は、内境界膜 3 と神経線維層境界 4 とを断

50

層像から検出する。

【0116】

<ステップS440>

ステップS440において、状態判定部333は、ステップS430で検出した結果に基づいて、神経線維層2の層厚が正常であるか否かの判定を行う。より具体的にはまず、状態判定部333は、記憶部320から神経線維層厚の正常値範囲を取得する。次に、ステップS430で検出した内境界膜3と神経線維層境界4とに基づいて、神経線維層厚が正常値範囲に含まれるか否かの判定を行う。ここで、神経線維層厚の解剖学的な対称性を考慮し、図13に示すような異常部位1305の線対称領域1306（視神経乳頭1301と黄斑部1302を結ぶ線分1303に関して対称な領域）における層厚との比または差の値によって判定しても良い。神経線維層2の状態に関する判定結果と、神経線維層厚異常部位が存在する場合にはその位置と面積・層厚と、を記憶部320に格納する。

10

【0117】

<ステップS450>

ステップS450において、変更部332は、ステップS440で得た判定に応じて処理の分岐（すなわち、アルゴリズムの変更）を行う。すなわち、神経線維層厚が正常であると判定した場合には、変更部332は、定量化部336に処理の実行を指示する信号を送信する（処理はステップS460へと進む）。一方、神経線維層厚が異常であると判定した場合には、変更部332は、異常部位の位置や面積・層厚に応じて画像処理パラメータを変更した上で、層取得部331に処理の実行を指示する信号を送信する（処理はステップS465へと進む）。

20

【0118】

<ステップS460>

ステップS460は、神経線維層厚が正常時の処理である。本ステップにおける処理の内容はステップS520と同様であるので、本ステップについての説明は省略する。

【0119】

<ステップS465>

ステップS465は神経線維層厚が異常時の処理である。本ステップにおける処理の詳細を、図14を用いて説明する。

30

【0120】

<ステップS1410>

ステップS1410において、変更部332は、記憶部320から神経線維層厚異常部位の座標・面積・層厚を取得する。次に、画像処理パラメータ（解析パラメータ）の変更方法として、例えば画像処理を行う空間的範囲や処理間隔を以下のように再設定する。すなわち、異常部位が画像処理対象領域に十分含まれる（異常部位が画像処理対象領域の境界付近に存在しない）よう、眼部の断層像の撮像領域を超えない範囲で画像処理対象領域を拡大する。また、異常部位が存在する場合はこの異常部位を含む領域を詳細に解析できるように、処理間隔を細かく設定する。

【0121】

<ステップS1420>

ステップS1420において、層取得部331は、ステップS1410にて再設定した画像処理パラメータを用いて神経線維層厚を再計測し、神経線維層厚異常部位が存在する場合はその異常部位の座標・面積・層厚を記憶部320に格納する。

40

【0122】

<ステップS1430>

ステップS1430において、表示部340は、ステップS1420における神経線維層厚取得の結果を断層像に重畳して表示する。

【0123】

このように、ステップS1410～ステップS1430の処理を実行することで、上記ステップS465における処理を実現する。

50

【 0 1 2 4 】

以上の説明により、本実施形態によれば、画像処理装置は、被検眼の神経線維層厚が正常であるか否かを判定し、それぞれの場合に適した診断情報データの取得を行うことができる。すなわち、当該層が異常な場合には、神経線維層が菲薄化している位置や面積等に応じて画像処理の空間的範囲や処理する間隔、方向、順序、などの画像処理パラメータを変更し、神経線維層厚などの診断情報データを計測する。

【 0 1 2 5 】

(変形例 1)

変更部 3 3 2 による画像処理パラメータの変更方法は上記の例に限定されるものではない。例えば、眼底カメラによる眼底像を取得する眼底像取得部を更に画像処理装置に加え、眼底像と断層像とを用いて眼部の診断情報データを求める画像処理装置を構成する場合を考える。状態判定部 3 3 3 によって断層像処理対象領域の端に病変部位が存在することが判明した場合、変更部 3 3 2 が眼底像の処理対象領域を当該病変部位が含まれるように眼底像の画像処理パラメータの変更を指示してよい。また変更部 3 3 2 が当該病変部位付近の処理間隔が細くなるように眼底像の画像処理パラメータの変更を指示して眼底像の処理を行うような構成としてもよい。

10

【 0 1 2 6 】

(変形例 2)

変更部 3 3 2 による画像処理アルゴリズムの変更方法として、第 1 の実施形態から第 3 の実施形態で説明してきたそれぞれの方法は必ずしも独立して行う必要はなく、組み合わせ実施しても良い。例えば、第 2 の実施形態のように、層状態の判定を複数回行いながら、その状態判定結果に応じて第 3 の実施形態のように画像処理パラメータを変更するよう変更部 3 3 2 が指示しても良い。また、第 1 の実施形態と第 2 の実施形態とを組み合わせ実施することも可能である。その他、何れの実施形態を組み合わせ実施することも可能であることは、言うまでもない。

20

【 0 1 2 7 】

[その他の実施形態]

また、本発明の目的は、以下のようにすることによって達成されることはいうまでもない。即ち、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコード（コンピュータプログラム）を記録した記録媒体（または記憶媒体）を、システムあるいは装置に供給する。係る記憶媒体は言うまでもなく、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。そして、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（または CPU や MPU）が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行する。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。

30

【 0 1 2 8 】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行う。その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

40

【 0 1 2 9 】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれたとする。その後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わる CPU などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【 0 1 3 0 】

本発明を上記記録媒体に適用する場合、その記録媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 1 3 1 】

【 図 1 】 OCTで撮影した網膜の黄斑部の断層像の模式図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理装置を含むシステムの構成例を示すブロック図である。

【 図 3 】 画像処理装置 1 0 の機能構成例を示すブロック図である。

【 図 4 】 本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 0 が実行する処理のフローチャートである。

【 図 5 】 ステップ S 4 6 0 で実行される処理の詳細を示すフローチャートである。

【 図 6 】 ステップ S 4 6 5 で実行される処理の詳細を示すフローチャートである。

【 図 7 】 3 種類 の 重み関数 の 例 を 示 す 図 である。

10

【 図 8 】 視 神 経 乳 頭 部 の 例 を 示 す 図 である。

【 図 9 】 本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理装置としての画像処理装置 9 0 0 の機能構成例を示すブロック図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 2 の実施形態での画像処理の内容を説明する図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 2 の実施形態に係るステップ S 4 6 0 の処理の詳細を示すフローチャートである。

【 図 1 2 】 本発明の第 2 の実施形態に係るステップ S 4 6 5 の処理の詳細を示すフローチャートである。

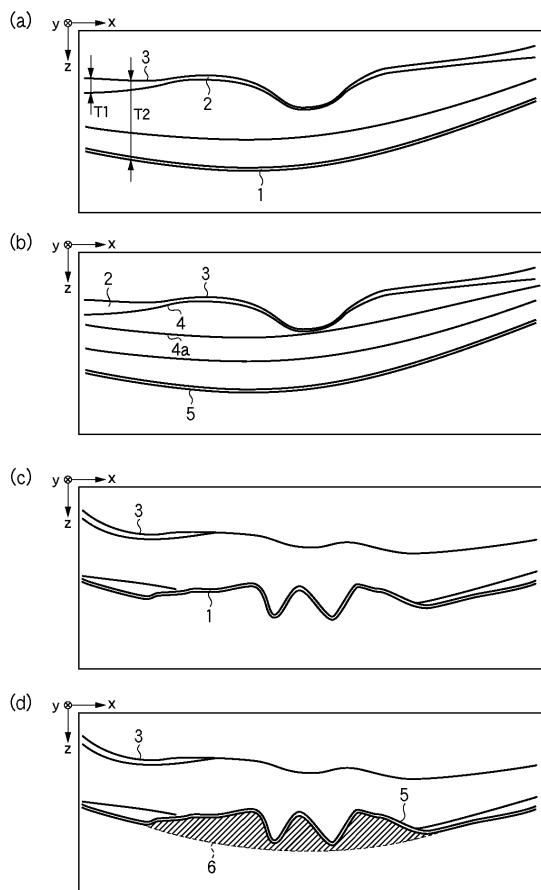
【 図 1 3 】 本発明の第 3 の実施形態に係るステップ S 4 4 0 における処理を説明するための図である。

20

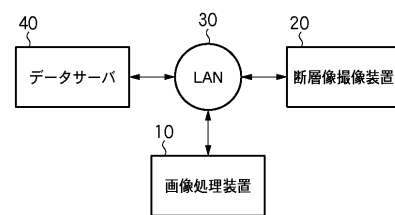
【 図 1 4 】 本発明の第 3 の実施形態に係るステップ S 4 6 5 の処理の詳細を示すフローチャートである。

【 図 1 5 】 記憶部 3 2 0 、 表示部 3 4 0 に相当するハードウェアを有し、且つその他の各部をソフトウェアとして保持し、実行するコンピュータのハードウェア構成例を示すブロック図である。

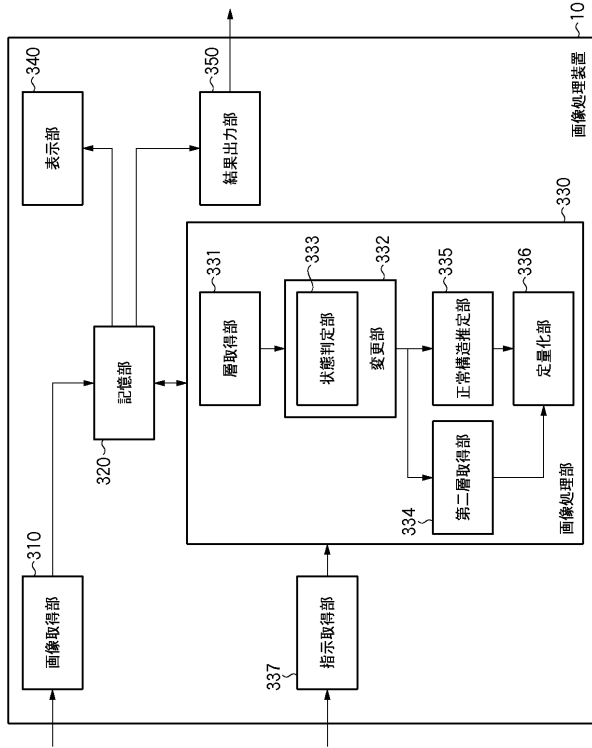
【 図 1 】



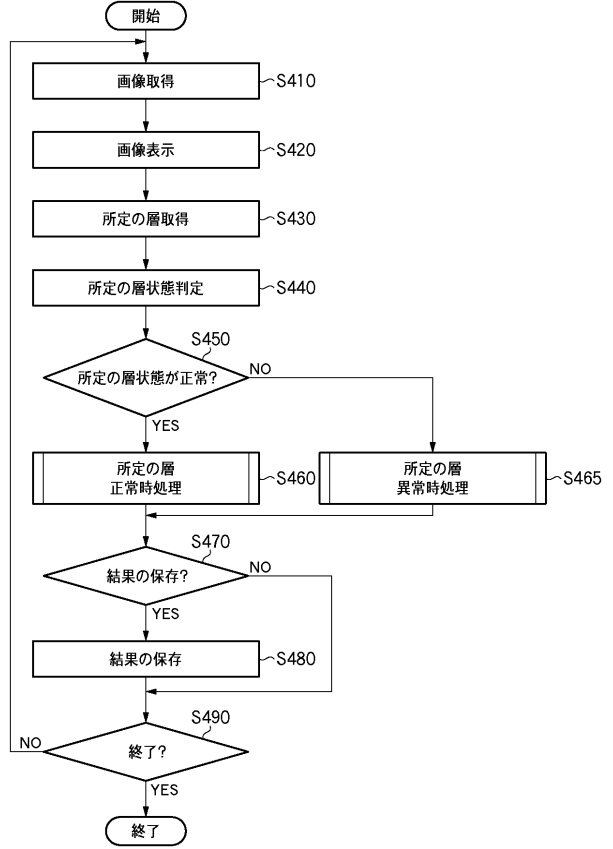
【 図 2 】



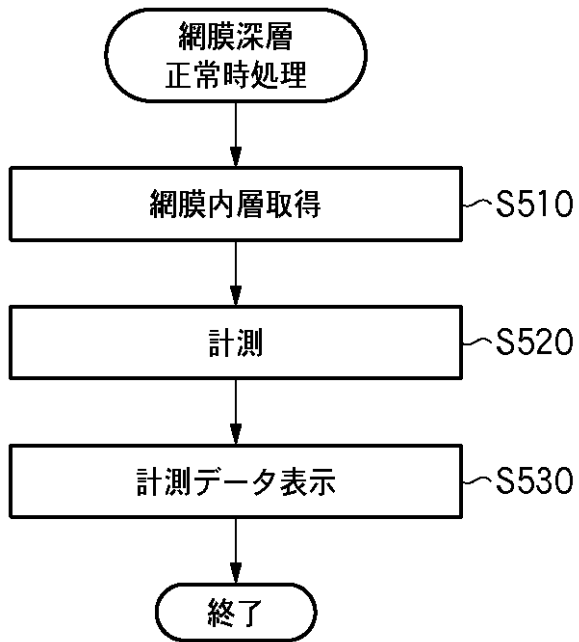
【図3】



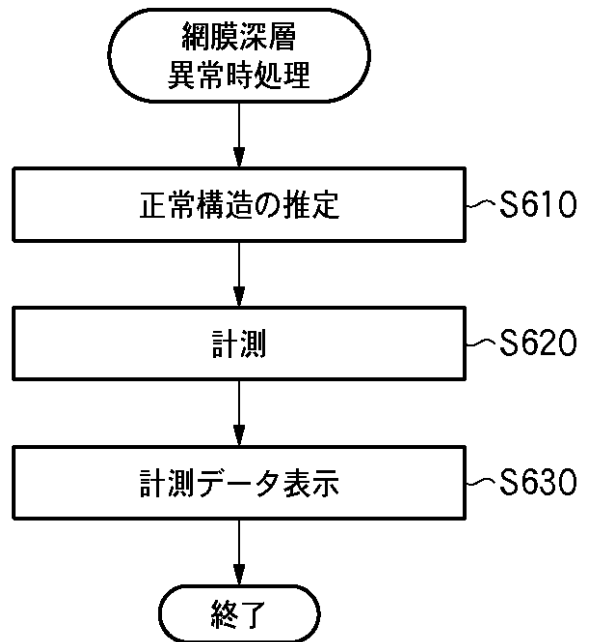
【図4】



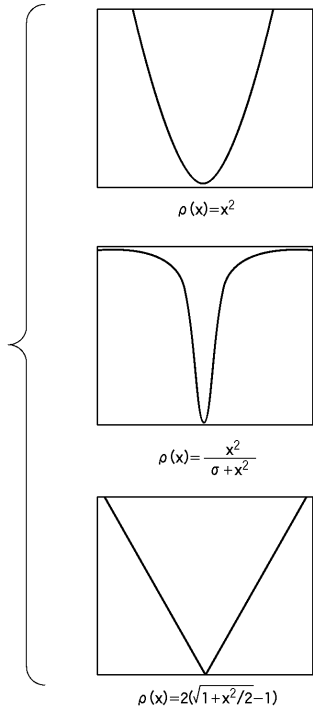
【図5】



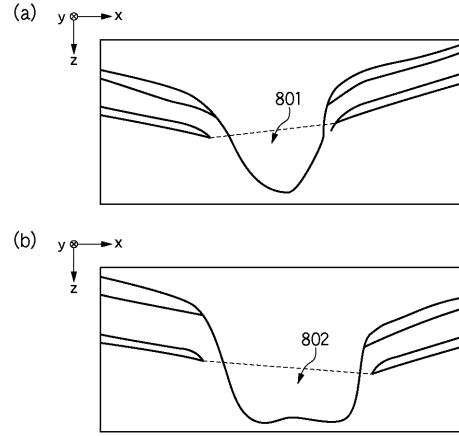
【図6】



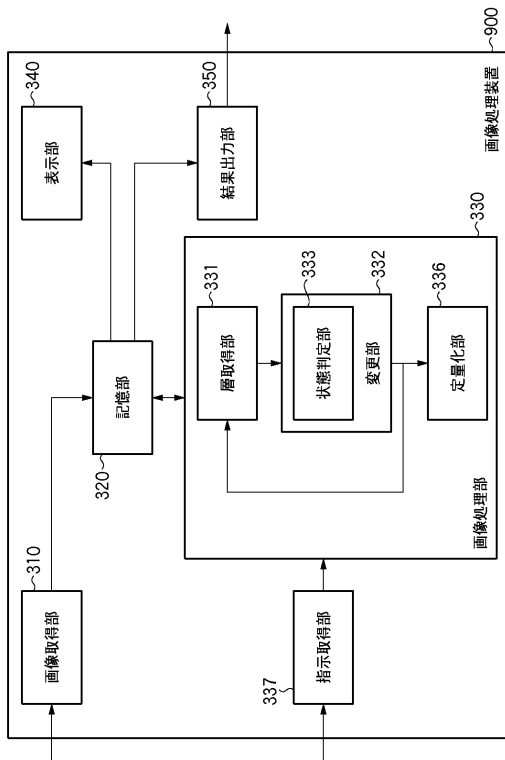
【 図 7 】



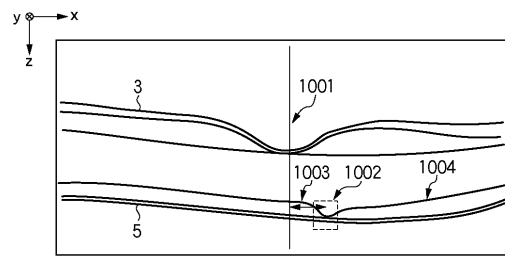
【 図 8 】



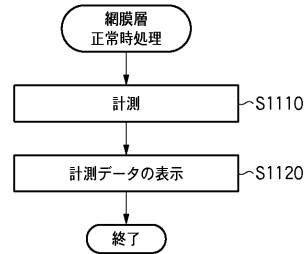
【 図 9 】



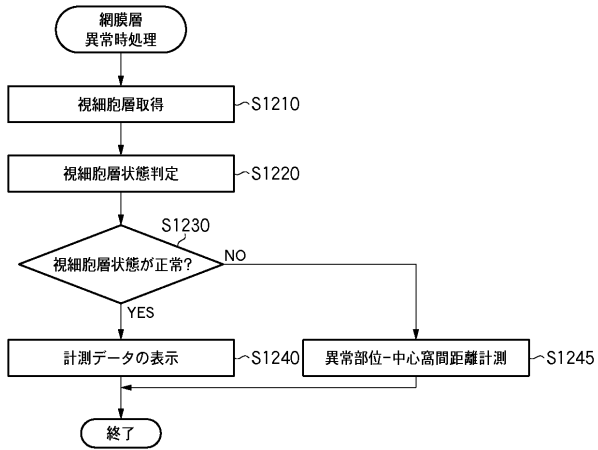
【 図 10 】



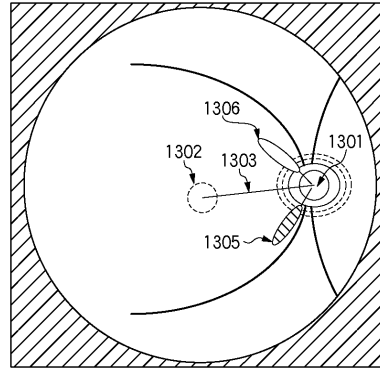
【 図 11 】



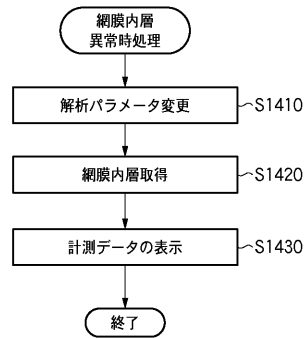
【 図 1 2 】



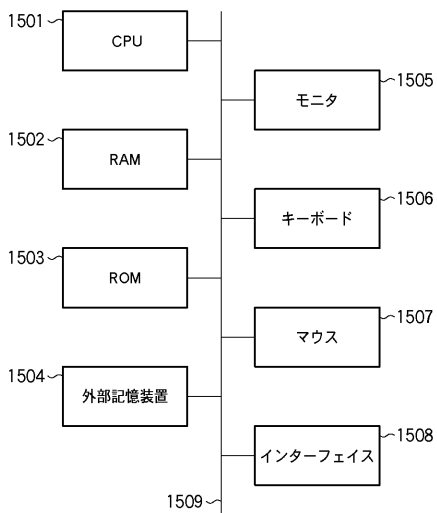
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

- (72)発明者 今村 裕之
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 岩瀬 好彦
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 佐藤 清秀
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 片山 昭宏
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内