

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5998493号
(P5998493)

(45) 発行日 平成28年9月28日 (2016. 9. 28)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 3/14 (2006. 01)

A 6 1 B 3/14 M

A 6 1 B 3/10 (2006. 01)

A 6 1 B 3/14 A

G 0 6 T 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 3/10 R

G 0 6 T 1/00 2 9 0 Z

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2012-19307 (P2012-19307)
 (22) 出願日 平成24年1月31日 (2012. 1. 31)
 (65) 公開番号 特開2013-154120 (P2013-154120A)
 (43) 公開日 平成25年8月15日 (2013. 8. 15)
 審査請求日 平成27年1月23日 (2015. 1. 23)

(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 加納 徹哉
 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
 (72) 発明者 佐竹 倫全
 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 宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】眼科画像処理装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼科撮影装置によって取得された基準正面画像の画像データと、該基準正面画像と異なるタイミングで取得された他の正面画像の画像データと、を記憶部から取得し、モニタに表示すると共に、

該基準正面画像上の特徴部分を操作入力部から入力される操作信号に基づいて選択可能とすると共に、該基準正面画像において選択された特徴部分に対応する特徴部分を該他の正面画像において画像処理により探索し、該基準正面画像における特徴部分と、該他の正面画像において探索された特徴部分に基づいて、該基準正面画像と該他の正面画像とのマッチング処理を画像処理により行う画像処理部を有し、眼科撮影装置によって取得された異なる画像データ間の位置合わせを行う眼科画像処理装置であって、

前記基準正面画像は、光干渉断層計によって取得された第1の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記他の正面画像は、光干渉断層計によって取得され第1の三次元断層画像とは異なるタイミングで取得された第2の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記画像処理部は、

前記基準正面画像と前記他の正面画像とのマッチング結果に基づいて、前記第1の三次元断層画像の解析結果を示す第1のマップと、前記第2の三次元断層画像の解析結果を示す第2のマップとの位置合わせを行うことを特徴とする眼科画像処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 の眼科画像処理装置において、

前記第 1 のマップは、前記第 1 の三次元断層画像の層厚解析結果を示す第 1 の層厚マップであって、

前記第 2 のマップは、前記第 2 の三次元断層画像の層厚解析結果を示す第 2 の層厚マップであって、

前記画像処理部は、

前記第 1 のマップと前記第 2 のマップとの間の比較結果を示す差分マップを作成することを特徴とする眼科画像処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 ～ 2 のいずれかの眼科画像処理装置において、

前記他の正面画像は、前記基準正面画像を取得した眼科撮影装置とは異なる眼科撮影装置によって取得される眼科画像処理装置。

【請求項 4】

眼科撮影装置によって取得された異なる画像データ間の位置合わせを行うための眼科画像処理装置プログラムにおいて、

眼科撮影装置によって取得された基準正面画像の画像データと、該基準正面画像と異なるタイミングで取得された他の正面画像の画像データと、を記憶部から取得する工程と、

前記基準正面画像上の特徴部分を操作入力部から入力される操作信号に基づいて、選択可能とする工程と、

前記基準正面画像において選択された特徴部分に対応する特徴部分を前記他の正面画像において画像処理により探索する工程と、

前記基準正面画像における特徴部分と、前記他の正面画像において探索された特徴部分とに基づいて、該基準正面画像と該他の正面画像とのマッチング処理を画像処理により行う画像処理工程と、

をコンピュータに実行させる眼科画像処理プログラムであって、

前記基準正面画像は、光干渉断層計によって取得された第 1 の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記他の正面画像は、光干渉断層計によって取得され第 1 の三次元断層画像とは異なるタイミングで取得された第 2 の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記画像処理工程は、

前記基準正面画像と前記他の正面画像とのマッチング結果に基づいて、前記第 1 の三次元断層画像の解析結果を示す第 1 のマップと、前記第 2 の三次元断層画像の解析結果を示す第 2 のマップとの位置合わせを行うことを特徴とする眼科画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼科撮影装置によって取得された異なる画像データ間の位置合わせを行う眼科画像処理装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

眼科用光干渉断層計（OCT：optical coherence tomography）、眼底カメラ、レーザ走査検眼鏡（SLO：scanning laser ophthalmoscope）、等の眼科撮影装置において、異なる日時において同一部位における画像を取得し、撮影画像間の位置合わせを行い、撮影画像間の比較を行う場合がある。例えば、眼科用OCTの場合、眼底の断層画像が複数回に亘って取得され、断層画像の変化から病変部の経過が観察される（特許文献1）。

【0003】

撮影画像の位置合わせは、例えば、CPUが一方の撮影画像中より血管抽出や部位の分岐点等の特徴部分を検出するとともに、もう一方の撮影画像中で同様の特徴部分を検出する。そして、それらの特徴部分をマッチングすることによって、画像の位置合わせを行っている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-246904号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

撮影画像間の比較を行う場合、精度良く撮影画像間の位置合わせを行うことが重要である。従来、位置合わせは自動的に行う場合が多い。しかしながら、自動位置合わせに失敗をする場合がある。

10

【0006】

例えば、数年間に亘って経過観察を行う場合、複数年が経過していると、装置の仕様や撮像方式が大きく変更されている場合がありうる。また、共通の装置であっても、バージョンアップされた場合や後継機においては、装置に搭載される機能や所定の画像の取得手段が変更されている場合がありうる。このため、撮影画像間の位置合わせが精度良く行えない場合がある。

【0007】

また、撮影位置が極端に異なる場合や撮影画像の画質が悪い場合には、自動位置合わせに失敗をすることがある。例えば、撮影画像の画質が悪い場合、特徴部分の検出が困難となり、位置合わせを行う撮影画像間で異なる特徴部分を設定してしまうことによって、位置合わせに失敗する場合がある。

20

【0008】

このように自動位置合わせに失敗した場合、各撮影画像中の特徴部分を検者がそれぞれ指定し、位置合わせを行う方法がある。しかしながら、手動位置合わせは、検者の目視によって特徴部分を指定することになるため、各撮影画像において異なる部分を特徴部分として選択してしまう可能性があった。また、位置合わせを行う撮影画像が複数ある場合、各撮影画像上で特徴部分を指定していくことは、検者にとって大きな負担であった。

【0009】

本発明は、上記問題点を鑑み、容易に精度良く画像データ間の位置合わせを行うことができる眼科画像処理装置及びプログラムに関する。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

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。

【0011】

(1) 本開示の第1態様に係る眼科画像処理装置は、眼科撮影装置によって取得された基準正面画像の画像データと、該基準正面画像と異なるタイミングで取得された他の正面画像の画像データと、を記憶部から取得し、モニタに表示すると共に、

該基準正面画像上の特徴部分を操作入力部から入力される操作信号に基づいて選択可能とすると共に、該基準正面画像において選択された特徴部分に対応する特徴部分を該他の正面画像において画像処理により探索し、該基準正面画像における特徴部分と、該他の正面画像において探索された特徴部分に基づいて、該基準正面画像と該他の正面画像とのマッチング処理を画像処理により行う画像処理部を有し、眼科撮影装置によって取得された異なる画像データ間の位置合わせを行う眼科画像処理装置であって、

40

前記基準正面画像は、光干渉断層計によって取得された第1の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記他の正面画像は、光干渉断層計によって取得され第1の三次元断層画像とは異なるタイミングで取得された第2の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記画像処理部は、

前記基準正面画像と前記他の正面画像とのマッチング結果に基づいて、前記第1の三次元断層画像の解析結果を示す第1のマップと、前記第2の三次元断層画像の解析結果を示

50

す第２のマップとの位置合わせを行うことを特徴とする。

(２) 本開示の第２態様に係る眼科画像処理プログラムは、眼科撮影装置によって取得された異なる画像データ間の位置合わせを行うための眼科画像処理装置プログラムにおいて、

眼科撮影装置によって取得された基準正面画像の画像データと、該基準正面画像と異なるタイミングで取得された他の正面画像の画像データと、を記憶部から取得する工程と、

前記基準正面画像上の特徴部分を操作入力部から入力される操作信号に基づいて、選択可能とする工程と、

前記基準正面画像において選択された特徴部分に対応する特徴部分を前記他の正面画像において画像処理により探索する工程と、

前記基準正面画像における特徴部分と、前記他の正面画像において探索された特徴部分とに基づいて、該基準正面画像と該他の正面画像とのマッチング処理を画像処理により行う画像処理工程と、

をコンピュータに実行させる眼科画像処理プログラムであって、

前記基準正面画像は、光干渉断層計によって取得された第１の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記他の正面画像は、光干渉断層計によって取得され第１の三次元断層画像とは異なるタイミングで取得された第２の三次元断層画像に対応付けされた正面画像であって、

前記画像処理工程は、

前記基準正面画像と前記他の正面画像とのマッチング結果に基づいて、前記第１の三次元断層画像の解析結果を示す第１のマップと、前記第２の三次元断層画像の解析結果を示す第２のマップとの位置合わせを行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

本発明によれば、容易に精度良く撮影画像の位置合わせを行うことができる。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

本発明に係る装置を実施するための形態を図面に基づいて説明する。図１は、本実施例の眼科画像処理装置に係るシステムの一例について説明する図であり、図２は、眼科画像処理装置の構成について説明するブロック図である。

【００１４】

< 概要 >

本発明の実施形態に係る眼科画像処理装置の概要について説明する。本実施形態において、眼科画像処理装置１は、操作入力部（操作部）９０、モニタ７５、表示制御部、画像処理部を有する。制御部（ＣＰＵ）７０は、例えば、表示制御部、画像処理部として用いられる。

【００１５】

制御部７０は、眼科撮影装置によって取得された基準正面画像の画像データと、基準正面画像と異なるタイミングで取得された他の正面画像の画像データと、を記憶部（メモリ）７２から取得する。

【００１６】

制御部７０は、例えば、表示制御部として、基準正面画像と、操作入力部９０から入力される操作信号に基づいて基準正面画像上で移動可能なポインタ６０をモニタ７５上に表示する。

【００１７】

制御部７０は、例えば、画像処理部として、基準正面画像２０における特徴部分（例えば、基準点ａ）を基準正面画像２０上におけるポインタ６０の位置情報に基づいて、検者が選択可能とする。制御部７０は、基準正面画像２０において選択された特徴部分に対応

10

20

30

40

50

する特徴部分（例えば、対応点 a'）を他の正面画像 30 において画像処理により探索する。制御部 70 は、基準正面画像における特徴部分の位置座標と、他の正面画像において探索された特徴部分の位置座標とに基づいて、該基準正面画像と該他の正面画像とのマッチング処理を画像処理により行う。マッチング処理では、例えば、基準正面画像と他の正面画像との位置合わせ、位置ずれ方向及び位置ずれ量の検出などが行われる。

【0018】

これにより、基準正面画像における画像的特徴部分が検者によって確実に選択されると共に、基準正面画像において選択された特徴部分に対応する特徴部分を他の正面画像において制御部 70 による画像処理により探索し特定される。このため、自動位置合わせが不十分な場合であっても、検者によって選択された基準正面画像での特徴部分を利用して良好な画像間のマッチングをスムーズに行うことができる。

10

【0019】

操作部 90 は、検者によって操作される。操作部 90 には、例えば、マウス、トラックボール、タッチパネルなどのユーザーインターフェースが用いられる。

【0020】

モニタ 75 には複数の正面画像が表示される。モニタ 75 には、例えば、PC に設けられたディスプレイ、眼科撮影装置に設けられたディスプレイが用いられる。モニタ 75 は、タッチパネルであってもよい。

【0021】

なお、操作部 90 を用いた、基準正面画像上における特徴部分の選択は、ポインタ 60 による方法に限定されない。基準正面画像上の特徴部分を操作部 90 から入力される操作信号に基づいて、検者が選択可能としてもよい。例えば、モニタ 75 がタッチパネルである場合に、検者がモニタ上の特徴部分をタッチすることによって、特徴部分の選択が行われることが考えられる。

20

【0022】

記憶部（メモリ）72 は、眼科撮影装置によって取得された基準正面画像の画像データと、基準正面画像と異なるタイミングで取得された他の正面画像の画像データと、を記憶する。記憶部（メモリ）72 としては、例えば、PC に設けられたハードディスク、外部サーバー、USB メモリ等が用いられる。メモリ 72 には、例えば、少なくとも 1 つ以上の眼科撮影装置によって取得された複数の正面画像の画像データが記憶される。複数の正面画像は、例えば、各正面画像が異なるタイミングで取得されている。

30

【0023】

眼科撮影装置としては、例えば、レーザ走査型検眼装置（SLO）、光干渉断層計（OCT 撮影装置）、眼底カメラ等が考えられる。レーザ走査型検眼装置は、被検眼上でレーザ光を走査し、眼からの反射光を共焦点開口を介して受光して正面画像を得る装置である。OCT 撮影装置は、被検眼で OCT 測定光を走査し、眼からの反射光と参照光とが合成された光を受光して正面画像を得る装置である。眼底カメラは、被検眼に対して照明光を一体的に照射し、眼からの反射光を二次元撮像素子で受光して正面画像を得る装置である。

【0024】

検者は、操作部 90 を操作し、メモリ 72 に記憶された複数の正面画像の比較を行う。例えば、メモリ 72 に記憶された複数の正面画像がモニタ 75 上に表示される。検者は、操作部 90 を操作し、モニタ 75 上に表示された複数の正面画像から、位置合わせを行う正面画像を選択する。例えば、検者が 2 つの正面画像を選択すると、モニタ 75 上には、2 つの正面画像が表示される。このとき、例えば、一方の正面画像を基準正面画像とし、もう一方の正面画像を他の正面画像とする。なお、基準正面画像と他の正面画像を撮影する眼科撮影装置は異なってもよい。

40

【0025】

初めに、制御部 70 は、メモリ 72 に記憶された複数の正面画像（基準正面画像と他の正面画像）をモニタ 75 上に表示する。検者は、モニタ 75 上に表示された基準正面画像

50

20 上において、操作部 90 を操作し、正面画像上の特徴部分（例えば、血管の分岐等に基づく特徴点、乳頭部分を含む画像領域）を指定する。検者によって、特徴部分が選択されると、制御部 70 は、モニタ 75 上に表示された基準正面画像 20 上における特徴部分において、操作部 90 から入力される操作信号に基づいて、基準正面画像における特徴部分（例えば、基準点 a）を選択する（図 4 参照）。

【0026】

例えば、制御部 70 は、基準正面画像 20 上で選択された特徴部分の位置座標と、他の正面画像 30 上において探索された特徴部分の位置座標とに基づいて、基準正面画像 20 と他の正面画像 30 における特徴部分を画像処理によって一致させることにより、基準正面画像 20 と他の正面画像 30 との位置合わせを行う。

10

【0027】

例えば、制御部 70 は、基準点 a の位置座標と対応点 a' の位置座標に基づいて、アフィン変換処理を行い、正面画像間の位置合わせを行う。もちろん、画像処理としては、剛体変換であるアフィン変換ではなく、非剛体変換を用いてもよい。なお、位置合わせの画像処理としては、例えば、正面画像のコントラストを同期させる処理を行ってもよい。

【0028】

なお、位置合わせを行う際に、より多くの基準点を設定し、位置合わせを行うとより好ましい。制御部 70 は、基準正面画像 20 上で選択された複数の特徴部分の位置座標と、他の正面画像 30 上において探索された複数の特徴部分の位置座標と、に基づいて、基準正面画像 20 と他の正面画像 30 とのマッチングを画像処理によって行う。これにより、正面画像間の位置関係（平行移動量、回転角度、倍率等）を算出することが可能となるため、精度良く位置合わせを行うことができる。

20

【0029】

特徴部分として、特徴点を用いる場合、制御部 70 は、例えば、基準正面画像上で指定された複数の基準点の位置座標と、他の正面画像上で複数の基準点に対応する複数の対応点の位置座標と、に基づいて、基準点と対応点が一致又は誤差が最小となるように、基準正面画像と他の正面画像との位置合わせを画像処理によって行う。

【0030】

特徴部分を探索する場合、制御部 70 は、基準正面画像 20 上で選択された特徴部分の位置座標に基づいて、他の正面画像 30 上において対応する特徴部分をマッチング法にて探索（検出）する。マッチング法としては、例えば、テンプレートマッチングや位相限定相関法が考えられる。

30

【0031】

なお、位置合わせを行う正面画像は、複数の正面画像であってもよい。例えば、3 枚以上の正面画像の位置合わせを行う場合、基準となる基準正面画像が選択されるとともに、基準正面画像上で基準点が設定されると、その他の複数の正面画像上で基準点に対応する対応点がそれぞれ設定される。そして、それらの情報に基づいて、複数の正面画像の位置合わせを行う。

【0032】

なお、本実施形態におけるシステムは、自動的に位置合わせを行った後に行うとより好ましい。例えば、制御部 70 は、検者によって特徴部分が選択される前段階において、基準正面画像 20 と他の正面画像 30 との第 1 のマッチング処理を画像処理によって行う。

40

【0033】

制御部 70 は、第 1 のマッチング処理後、基準正面画像 20 における特徴部分を基準正面画像 20 上におけるポインタ 60 の位置情報に基づいて選択可能とすると共に、基準正面画像 20 において選択された特徴部分に対応する特徴部分を他の正面画像 30 において画像処理により探索し、基準正面画像 20 における特徴部分の位置座標と、他の正面画像 30 において探索された特徴部分の位置座標とに基づいて、基準正面画像 20 と他の正面画像 30 との第 2 のマッチング処理を画像処理により行う。

【0034】

50

上記手法は、自動的に位置合わせを行った際に位置合わせに失敗した場合（位置合わせ精度が良くない場合、位置合わせができなかった場合）に有利である。このように、自動的な位置合わせに失敗したときにのみ、本実施形態のセミオート位置合わせを用いることによって、効率よく位置合わせを行うことができ、また、位置合わせの失敗を少なくすることができる。

【0035】

以上のようにして、容易に精度良く位置合わせを行うことができる。そして、正面画像間の位置合わせを精度良く行うことによって、異なるタイミングで取得された画像データ間の比較（例えば、経過観察）を精度良く行うことができる。

【0036】

制御部70は、正面画像同士を直接比較してもよいし、各正面画像に対応するOCT画像データを比較するようにしてもよい。

【0037】

OCT画像データ間の比較処理は、例えば、解析マップ等を作成し、それを用いることによって行われる。例えば、異なるタイミングで取得された各OCT画像データにおける眼底の層情報に基づいて、層厚に関する二次元分布を示す各層厚マップが作成され、層厚マップ間の差分結果である差分マップが作成される。

【0038】

なお、マップ（グラフ）化される眼底の層厚の情報としては、深さ方向（Z方向）における眼底の層の厚さに関する情報であればよく、例えば、各層の厚みの他、複数の層の厚さを足し合わせたときの層の厚さであってもよい。例えば、神経線維層の厚み、網膜表面から脈絡膜までの厚み、等が考えられる。

【0039】

なお、解析マップとしては差分マップに限定されない。眼底上の異常部位の位置を二次元的に示すマップが考えられる。例えば、各位置の層厚を計測し、計測結果が正常眼データベースにおける所定範囲（例えば、正常眼の計測値に対応する正常範囲）内であるかを判定する。すなわち、各層の層厚判定、形状判定、所定部位（例えば、乳頭、黄斑）のサイズ判定等を行い、眼底の眼底の正常／異常等の判定を行う。そして、眼底の眼底の正常／異常部位に関する二次元分布データを検出する構成としてもよい。

【0040】

層情報の取得は、光干渉断層計によって取得される三次元断層画像から検出を行う必要がある。このため、各正面画像の取得とともに、光干渉断層計によって取得される三次元断層画像を取得しておく必要がある。すなわち、各正面画像の層情報の取得は、各正面画像と対応付けされた三次元断層像を解析することによって行われる。なお、正面画像と三次元断層画像の対応付けは、解析に用いた三次元断層像からOCT正面画像を生成し、生成されたOCT正面画像と正面画像とを重畳させることによって、両データを対応付けして、行われる。

【0041】

そして、各正面画像間の位置合わせによって、各層情報の比較を行うことができ、解析マップを作成することができる。例えば、基準正面画像は、光干渉断層計によって取得された第1の三次元断層画像に対応付けされている。また、他の正面画像は、光干渉断層計によって取得された第2の三次元断層画像に対応付けされている。制御部70は、基準正面画像と他の正面画像との位置合わせ結果に基づいて、第1の三次元断層画像と第2の三次元断層画像とを対応付ける。これによって、各光干渉断層計の三次元断層画像と正面画像がマッチングされているため、各正面画像と層情報との関連付けが可能となり、各正面画像間の位置合わせによって、各層情報の比較を行うことができる。

【0042】

以上のようにして、精度良く位置合わせを行った状態で、解析データを取得することによって、誤った解析マップの取得や解析マップの取得失敗を低減させることができる。

【0043】

なお、本発明は、正面画像間において、一部でも共通の部位が取得されていれば、適用することができる。例えば、複数の正面画像を並べることによって広範囲の正面画像を取得するパノラマ画像に用いることができる。この場合、正面画像のパノラマ合成処理を手動に行う際の補助ツールとして用いることができる。

【 0 0 4 4 】

なお、位置合わせ終了後、位置合わせ結果確認画面を確認することによって、検者は、正面画像間の位置合わせが精度良く行われたか否かを確認することができる。例えば、検者によって操作部 90 が操作されることによって、制御部 70 は、モニタ 75 上の表示を位置合わせ結果確認画面に移行させる。

【 0 0 4 5 】

位置合わせ結果確認画面において、制御部 70 は、眼科撮影装置によって取得された基準正面画像（第 1 正面画像）20 の画像データと基準正面画像 20 と同一の撮影領域に関して基準正面画像 20 と異なるタイミングで取得された他の正面画像（第 2 正面画像）の画像データとをメモリ 72 から取得する。そして、制御部 70 は、位置合わせを行った基準正面画像 20 における一部の画像データである第 1 画像データを基準正面画像の画像データから抽出し、基準正面画像から抽出した画像データとは異なる部分の第 2 画像データを他の正面画像 30 の画像データから抽出する。制御部 70 は、抽出した各画像データを合成処理することによって、基準正面画像 20 と他の正面画像 30 との位置ずれを確認するための合成正面画像を作成し、作成した合成正面画像 25 をモニタ 75 上に表示する。すなわち、制御部 70 は、画像処理部として画像の合成処理を行い、表示制御部として合成正面画像 25 をモニタ 75 上に表示する（図 5 参照）。なお、第 1 画像データ及び第 2 画像データとしては、例えば、静止画データが用いられる。もちろん、各画像データとしては、動画データ等が用いられてもよい。

【 0 0 4 6 】

なお、合成正面画像 25 としては、例えば、制御部 70 は、第 1 画像データと第 2 画像データが交互に繰り返して配置されるように、第 1 画像データと第 2 画像データを抽出し、合成処理することによって、合成正面画像 25 を作成することが考えられる。例えば、制御部 70 は、1 フレームの合成正面画像 25 中において、第 1 画像データと第 2 画像データが交互に繰り返して配置されるパターンとして、第 1 画像データと第 2 画像データがチェック柄パターンの表示形式で交互に繰り返して配置されるように、第 1 画像データと第 2 画像データを抽出し、合成処理を行うことが考えられる。また、第 1 画像データと第 2 画像データがボーダーパターン等の表示形式で交互に繰り返して配置されたものが考えられる。チェック柄パターンの表示形式の場合、第 1 画像データと第 2 画像データが 5 × 5 の分割領域で構成される（図 5 参照）。なお、分割領域は、その分割数を変更が可能である（例えば、3 × 4 や 6 × 6 等）。また、検者が任意に分割数を設定できる構成でもよい。

【 0 0 4 7 】

なお、位置合わせ結果確認画面において、基準正面画像 20 の画像データと他の正面画像 30 の画像データとの位置合わせを画像処理により行った後、制御部 70 は、画像処理によって位置合わせが行われた後の状態における基準正面画像 20 と他の正面画像 30 とから第 1 画像データ及び第 2 画像データを抽出し、合成正面画像を作成するようにしたがこれに限定されない。位置合わせ終了前の正面画像間を合成して合成正面画像を作成してもよい。この場合、合成正面画像の各画素位置に対応する位置の画像データが各正面画像から抽出され、合成正面画像が作成される。

【 0 0 4 8 】

なお、合成正面画像において、カラー正面画像とグレースケールの正面画像を合成処理する際、どちらか一方の正面画像のカラーを変更して、もう一方のカラーへ変更するようにすると比較が行いやすくなる。例えば、カラーの正面画像をグレースケールの正面画像に変更し、合成処理を行う。

【 0 0 4 9 】

なお、合成正面画像においては、複数の正面画像の合成処理によって作成されてもよい。例えば、3枚以上の正面画像の合成処理を行う場合、3枚以上の正面画像が順に配置されるようにすることが挙げられる。

【0050】

なお、合成正面画像を形成している複数の正面画像でそれぞれ異なる色にて、色付けを行い、合成正面画像上に表示するようにしてもよい。例えば、合成正面画像において、基準正面画像の画像データの部分には、色付けをしない。また、合成正面画像において、他の正面画像の画像データの部分には、色付けを行う。そして、それぞれの画像データを異なる色にて表示させる。これによって、各画像データのずれが少ない場合等の画像データ間の境界がわかりづらい場合に、各画像データの境界がはっきりと認識できるため、位置合わせの確認が行いやすくなる。

10

【0051】

なお、合成画像として、正面画像の合成画像を表示する構成としたがこれに限定されない。三次元断層画像と三次元断層画像とを合成処理して合成三次元断層画像を表示するようにしてもよい。この場合、第1の三次元断層画像の画像データ(斜線部)と第2の三次元断層画像の画像データ(白紙部)が交互に並べて配置される(図7参照)。

【0052】

<実施例>

図1は、本実施例に係る眼科画像処理装置の一例について説明する図である。本実施例では、眼科画像処理装置1によって、経過観察を行う場合を例に挙げて説明をする。

20

【0053】

眼科画像処理装置1は、例えば、画像処理装置10、第1の眼科撮影装置A(撮影装置A)、第2の眼科撮影装置B(撮影装置B)、で構成されている。なお、各装置は、各部はネットワーク(バス、LAN等)を介して接続されており、相互に画像データ等を送受信することが可能である。なお、眼科画像処理装置1は、撮影装置A、撮影装置Bを同時に備える必要は必ずしもなく、長期的な経過観察において、断層像撮影装置が、ある撮影装置から別の撮影装置に変更される構成も含まれる。

【0054】

撮影装置A、撮影装置Bは、それぞれ断層像撮像光学系(例えば、光断層干渉計(Optical Coherence Tomography:OCT))を有するOCTデバイスである。各OCTデバイスは、光源から出射された光束を測定光と参照光に分割し、測定光束を被検眼眼底に導き、参照光を参照光学系に導いた後、前記眼底から反射された測定光と参照光との干渉状態を検出器により検出する。そして、検出器から出力される受光信号に基づいて画像処理により三次元断層画像を取得する。

30

【0055】

なお、本実施形態において、各撮影装置A、Bは、互いに異なる正面撮像光学系を有する。

【0056】

例えば、撮影装置Aは、光源から発せられた測定光(例えば、赤外光)を眼底上で二次元的に走査させる光スキャナと、眼底と略共役位置に配置された共焦点開口を介して眼底反射光を受光する受光素子を備え、いわゆるレーザ走査型検眼装置(Scanning Laser Ophthalmoscope:SLO)の装置構成を持つ。そして、眼底正面像を取得する際、SLOの受光素子から出力される受光信号に基づいて眼底正面像(SLO画像)を取得する。なお、OCTの走査位置とSLO画像取得の際の走査位置は、予め、共通の領域を走査するように設定されている。これにより、SLO画像に対応する位置における、三次元断層画像がOCTによって取得されており、眼底正面像と三次元断層画像がマッチングされている。

40

【0057】

撮影装置Bは、眼底正面像を取得する際、OCT正面像撮像光学系を用いて、OCTの干渉信号に基づいて眼底正面像を取得する。例えば、本装置は、測定光を二次元的に走査させ、XY各点について受光素子からの干渉信号のスペクトル強度を積算することにより

50

ＯＣＴ正面像を得る。なお、眼底正面像は、断層像に基づいて取得されているため、眼底正面像の各位置とＯＣＴによって取得された断層像は対応づけされている。

【００５８】

また、ＯＣＴによって取得された３次元データを解析することによって、眼底の所定組織に関する分布状態を含む画像データ（例えば、血管、乳頭、黄斑、等）を画像処理により作成し、作成された画像データを正面像として用いるようにしてもよい。例えば、取得タイミングの異なる層厚マップを取得し、それらの層厚マップの血管に対応する部分を用いて、位置合わせを行うような構成であっても、本実施形態の技術が適用される。

【００５９】

画像処理装置１０は、例えば、各撮影装置によって撮影された画像データをネットワークを介して取得し、各画像データ（例えば、三次元断層画像データ、正面画像データ等）を記憶し、管理する。そして、画像処理装置１０は、各装置において、異なる画像取得方法にて、取得された画像の解析を行い、画像の解析結果を表示する（詳細は後述する）。

10

【００６０】

なお、各撮影装置は、それぞれが取得した画像データをネットワークによって自動的又は手動で転送する。

【００６１】

図２は、画像処理装置１０の構成について説明するブロック図である。

【００６２】

20

図２に示すように、画像処理装置１０は、画像処理部（制御部）７０、操作部９０、表示部（モニタ等）７５、記憶部（メモリ）７２から構成されている。

【００６３】

制御部７０は、各装置から取得される画像データのデータ管理において、制御部７０、モニタ７５、メモリ７２の動作を統括的に制御する。各装置によって取得された画像データは、メモリ７２に記憶される（詳細は後述する）。

【００６４】

また、制御部７０は、画像解析機能を備えており、メモリ７２に記憶された第１画像データと第２画像データとに基づいて演算処理を行う。各画像データが解析され、各画像データの解析後、経過観察のために、画像データ間の比較解析が行われる。比較解析の際には、画像データにおける各正面画像に基づいて各画像データ間の位置合わせが行われ、解析結果が比較される。制御部７０は、例えば、眼底上の各位置における層情報を二次元的に示すマップ（以下、層厚マップと記載）等を作成する。

30

【００６５】

操作部９０は、検者によって操作が行われた場合に、検者からの各種指示を取り込むための各種スイッチ、マウス等によって構成されている。

【００６６】

モニタ７５は、解析の行われた画像データを表示可能なものである。

【００６７】

メモリ７２には、画像データや、各部の動作を制御するための、各種制御プログラム等が記憶されている。メモリ７２には、眼科撮影装置によって、取得された正面画像と関連付けられた三次元断層画像とを含む画像データが記憶される。

40

【００６８】

< 制御動作 >

図３は、眼科画像処理装置１の制御動作を示すフローチャートである。以下、フローチャートを用いて、より具体的に眼科画像処理装置１の制御動作について説明する。

【００６９】

本実施形態においては、過去に、撮影装置Ａによって、眼底撮影が行われ、その眼底正面像が取得されていた場合に、その後、他の装置にて眼底の経過観察をしていく場合を例として、説明していく。

50

【 0 0 7 0 】

< 画像の取得 >

初めに、撮影装置 A 及び撮影装置 B によって、正面画像及び三次元断層画像を含む画像データが取得され、画像処理装置 10 へ転送される。例えば、撮影装置 A によって、S L O を用いて撮影された被検眼の第 1 正面画像と、光干渉技術を用いて撮影された被検眼の三次元断層画像であって第 1 正面画像と関連付けられた第 1 の三次元断層画像と、を含む第 1 画像データが取得され、画像処理装置 10 へ転送される。また、撮影装置 B によって、O C T 正面像撮像光学系を用いて撮影された被検眼の第 2 正面画像と、光干渉技術を用いて撮影された被検眼の三次元断層画像であって第 2 正面画像と関連付けられた第 2 の三次元断層画像と、を含む第 2 画像データが取得され、画像処理装置 10 へ転送される。画像処理装置 10 へ転送された各画像データは、メモリ 7 2 に記憶される。

10

【 0 0 7 1 】

< 自動による位置合わせ >

次いで、画像処理装置 10 によって、自動的に正面画像間の位置合わせを行う。画像処理装置 10 の制御部 7 0 は、メモリ 7 2 に記憶されている画像データを用いて、撮影画像間の位置合わせ処理を行う。例えば、メモリ 7 2 に複数の画像データが記憶されている場合、検者は、操作部 9 0 を操作し、複数の画像データから経過観察を行う画像データを選択する。本実施例においては、上記記載の第 1 画像データと第 2 画像データが取得されたものとする。

【 0 0 7 2 】

制御部 7 0 は、検者によって選択された画像データをメモリ 7 2 から呼び出し、位置合わせを行う。位置合わせには、画像データの正面画像が用いられる。制御部 7 0 は、検者によって選択された画像データの内、基準となる正面画像を設定し、基準正面画像に対する他の正面画像の位置ずれ量を検出する。なお、本実施例において、第 1 画像データと第 2 画像データの内、第 1 画像データの第 1 正面画像を基準正面画像とする。

20

【 0 0 7 3 】

制御部 7 0 は、第 1 正面画像（基準正面画像）と第 2 正面画像（他の正面画像）との位置ずれ量を検出し、基準正面画像に対して他の正面画像の位置合わせを行う。すなわち、基準正面画像と他の正面画像を比較して、基準正面画像に対する他の正面画像の位置ずれ方向及び位置ずれ量を画像処理により検出する。

30

【 0 0 7 4 】

ずれ量の検出方法としては、種々の画像処理手法（各種相関関数を用いる方法、フーリエ変換を利用する方法、特徴点のマッチングに基づく方法）を用いることが可能である。

【 0 0 7 5 】

例えば、基準正面画像又は他の正面画像を 1 画素ずつ位置ずれさせ、基準正面画像と他の正面画像を比較し、両データが最も一致したとき（相関が最も高くなる時）の両データ間の位置ずれ方向及び位置ずれ量を検出する手法が考えられる。また、所定の基準正面画像及び他の正面画像から共通する特徴点を抽出し、抽出された特徴点の位置ずれ方向及び位置ずれ量を検出する手法が考えられる。

【 0 0 7 6 】

本実施例においては、基準正面画像に対する他の正面画像を 1 画素単位でずらしながら、相関値（値が大きいほど画像間の相関が高くなる（最大 1））を逐次算出する。そして、制御部 7 0 は、相関値が最大となるときの画素の偏位量（ずらした画素数）を位置ずれ量とし、また、ずらした方向を位置ずれ方向として検出する。

40

【 0 0 7 7 】

制御部 7 0 は、検出した位置ずれ量及び位置ずれ方向に基づいて、基準正面画像と他の正面画像の位置合わせを行う。正面画像間の位置合わせ終了後、制御部 7 0 は、正面画像間の比較を行い、解析マップの取得を行う。

【 0 0 7 8 】

例えば、制御部 7 0 は、撮影装置 A と撮影装置 B によって取得された三次元断層画像を

50

解析し、眼底上における層厚を二次元的に示す層厚マップをそれぞれ作成する（詳細は後述する）。このとき、各装置の三次元断層画像と正面画像は、マッチングされているため、正面画像と層厚マップとの関連付けが可能である。これにより、各撮影装置によって取得された層厚マップの位置合わせを行うことができる。制御部 70 は、撮影装置 A と撮影装置 B にて取得した正面画像において共通の領域において、層厚マップ間の差分結果を示す解析マップ（差分マップ）を作成する。

【0079】

ここで、正面画像間の撮影位置が極端に異なる場合や正面画像の画質が悪い場合には、位置合わせの精度が悪くなることや位置合わせに失敗することがある。そして、正面画像の比較を行った場合に、解析マップが取得できない場合や異常な結果の解析マップを取得してしまう場合がある。

10

【0080】

<セミオート位置合わせ>

以下、上記の自動位置合わせが失敗した場合の位置合わせ処理について説明する。例えば、検者は、取得した解析マップを観察し、解析マップを取得できなかった場合や解析マップの結果が異常であった場合に操作部 90 を操作することによって、セミオート位置合わせモードにモード切換えを行う。もちろん、制御部 70 によってモード切換えに関する制御動作が行われてもよい。例えば、制御部 70 は、解析マップが取得できなかった場合又は解析マップが異常な結果を示した場合に、セミオート位置合わせモードにモード切換えを行う。また、制御部 70 は、モード切換えを行った方がよい旨をモニタ 75 上に表示してもよい。

20

【0081】

以下、セミオート位置合わせについて説明する。セミオート位置合わせモードにモード切換えが行われると、制御部 70 は、セミオートによって位置合わせを行うためのセミオート位置合わせ画面を表示させる。図 4 は、モニタ 75 上に表示されるセミオート位置合わせ画面の一例を示す図である。

【0082】

モニタ 75 には、第 1 正面画像（基準正面画像）20、第 2 正面画像（他の正面画像）30、ポインタ 60 が表示される。制御部 70 は、操作部 90 の操作信号に基づいて、モニタ 75 上でポインタ 60 を移動させる。ポインタ 60 は、例えば、十字マークやペンマーク等で表示される。

30

【0083】

初めに、検者は、操作部 90 を操作して、基準正面画像 20 上でポインタ 60 を移動させ、眼底部位の特徴点（特徴的な部分）を指定する。特徴点としては、血管数が多い部位や血管の分岐地点等が好ましい。検者によって、特徴点が指定されると、制御部 70 は、特徴点を位置合わせの基準点 a として設定する。そして、制御部 70 は、基準点 a に対応する対応点 a' を他の正面画像上から探索する。

【0084】

制御部 70 は、対応点 a' を探索するために、基準正面画像 20 上に対応点 a' を探索するためのテンプレート画像 T を設定する。テンプレート画像 T は、基準点 a の位置座標に基づいて、基準点 a を中心に所定領域が抽出されることによって設定される。所定領域としては、例えば、予め、画像サイズの 5 % 等に設定される。そして、例えば、制御部 70 は、他の正面画像上で、設定されたテンプレート画像を 1 画素単位でずらしながら、相関値（値が大きいほど画像間の相関が高くなる（最大 1））を探索する。そして、制御部 70 は、相関値が最大となるときの位置を判定し、判定結果から対応点 a' を設定する。なお、基準点 a の位置座標に基づいて、他の正面画像上においても、所定の探索領域を設定し、設定した探索領域内でテンプレート画像の相関値を検出し、対応点 a' の設定を行ってもよい。

40

【0085】

なお、設定された対応点 a' を変更することも可能である。検者は、操作部 90 を操作

50

し、ポインタ60を他の正面画像上に移動させ、ポインタ60を設定された対応点a'の位置合わせる。そして、検者は、対応点a'の位置でドラックし、移動させることによって、対応点a'を移動させ、調整を対応点a'の位置を調整することができる。

【0086】

以上のようにして、基準点a及び対応点a'が設定される。検者は、同様にして、複数の基準点を指定する。本実施例においては、3つの基準点が指定されたものとする。基準点及び対応点が設定されると、制御部70は、各基準点の位置座標と各対応点の位置座標に基づいて、各基準点と各対応点が一致又は誤差が最小となるように、他の正面画像30のアフィン変換（平行移動、回転移動、相対倍率変更）が行われる。もちろん、アフィン変換の内いずれかの移動又は変換のみが行われる構成としてもよい。これによって、正面画像間の位置合わせを行うことができる。

10

【0087】

なお、位置合わせを開始する設定を設けてもよい。例えば、基準点が所定数設定された場合に、制御部70が位置合わせを開始するようにする。所定数は、例えば、変換処理を行うための、情報が算出できる数にて設定される。本実施例の場合、少なくとも3つ以上の基準点を設定して、位置合わせ処理を行う。

【0088】

以上のように、セミオート位置合わせによって、特徴量の大きな部位を選択して指定できるため、対応点を設定する際に、誤った対応点を設定する可能性を減少させることができる。また、容易に、基準点として設定された位置と同一の位置を対応点として設定することができ、検者による対応点の選択失敗や検者の手間を省くことができる。このため、容易に精度良く画像間の位置合わせを行うことができる。

20

<位置合わせ結果の確認>

なお、本実施例において、位置合わせが精度良く行われたか否かを確認する位置合わせ確認モードがある。検者は、操作部90を操作することによって、位置合わせ確認モードにモード切換えを行う。

【0089】

以下、位置合わせ確認モードについて説明する。位置合わせ確認モードにモード切換が行われると、制御部70は、位置合わせが精度良く行われたか否かを確認するための位置合わせ確認画面を表示させる。図5は、モニタ75上に表示される位置合わせ確認画面の一例を示す図である。

30

【0090】

モニタ75には、基準正面画像20、他の正面画像30、ポインタ60、合成正面画像25が表示される。基準正面画像20と他の正面画像30上には、位置合わせの基準として用いられた基準点a1～a3と対応点a'1～a'3が表示される。合成正面画像25は、基準正面画像20と他の正面画像30から少なくとも一部の画像データを抽出し、合成処理し作成された画像である。

【0091】

以下、合成正面画像の作成について説明する。制御部70は、位置合わせが行われた基準正面画像の静止画データと他の正面画像の静止画データが交互に繰り返して配置されるように、基準正面画像と他の正面画像を合成処理する。例えば、交互に繰り返す配置のパターンとしては、基準正面画像20と他の正面画像30が格子状の領域で抽出され、交互に配置されたチェック柄パターンの表示形式がある。

40

【0092】

図6は、チェック柄パターンの表示形式である合成正面画像を作成する際の画像データの配置について説明する図である。図6に示されるように、例えば、制御部70は、画像間の位置合わせが完了した正面画像F1と正面画像F2が合成処理され、チェック柄パターンの表示形式である合成正面画像Cを作成する。制御部70は、正面画像F1の静止画データから一部の画像データを抽出し、配置する。また、制御部70は、正面画像F2の静止画データから一部の画像データを抽出し、配置する。このとき、正面画像F1と正面

50

画像 F 2 から抽出される画像データに重複する部分がないように画像データを抽出する。例えば、図 6 に示されるように、合成正面画像 C を構成する画像データは、正面画像 F 1 の画像データ（斜線部）と正面画像 F 2 の画像データ（白紙部）がチェック柄パターンの表示形式上に交互に並べて配置される。以上のようにして、合成正面画像が作成される。合成正面画像は、2 つの画像データが交互に配置されているため、各正面画像間の位置合わせにずれが生じている場合には、隣り合う画像間で血管の走行位置等がずれて表示される。このため、検者は、合成正面画像 2 5 内の隣り合う画像を比較して、血管等の走行状態のずれを観察することによって、合成正面画像 2 5 から血位置合わせを行った正面画像間のずれを確認することができる。

【 0 0 9 3 】

10

なお、画像間のずれを定量的に表示するようにしてもよい。制御部 7 0 は、合成正面画像より画像類似度情報を取得し、モニタ 7 5 上に表示する。例えば、画像類似度情報は、正規化相互相関や相互情報量等が挙げられる。このようにすることによって、検者は、合成正面画像の目視による観察と定量的な判断を行うことができるため、正面画像間のずれの把握を行いやすくなる。

【 0 0 9 4 】

なお、画像データの配置位置においては、変更が可能である。検者は、操作部 9 0 を操作し、スライダバー 3 5 を移動させることによって、チェック柄パターンの表示状態を変更できる。例えば、検者によって、スライダバー 3 5 が左右方向に移動されるに伴って、チェック柄パターンが反転する。この場合、正面画像 F 1 と正面画像 F 2 の画像データの配置位置が逆となる。

20

【 0 0 9 5 】

なお、画像データを配置した場合には、位置合わせや画像サイズによっては、画像が表示されない部位（スペース）が生じる。この場合、表示されない状態を維持してもよいし、スペースに画像データが補間されるように、相対倍率を変更して、画像データのサイズを調整してもよい。

【 0 0 9 6 】

以下、位置合わせ確認画面上における制御動作について説明する。位置合わせ確認モードにモード切替が行われると、制御部 7 0 は、位置合わせに用いた各正面画像から合成正面画像 2 5 を作成し、モニタ 7 5 上に表示させる。検者は、作成された合成正面画像 2 5 を観察し、位置合わせ結果を確認する。このとき、位置合わせ結果が好ましくない場合には、基準正面画像 2 0、他の正面画像 3 0、合成正面画像 2 5 のいずれかの画像上でポイント 6 0 を操作して、位置合わせの調整を行う。

30

【 0 0 9 7 】

例えば、検者が操作部 9 0 を操作し、他の正面画像 3 0 中の対応点 a ' 1 を移動させることによって、制御部 7 0 に操作信号が入力される。制御部 7 0 は、モニタ 7 5 に表示信号を出力することによって、対応点 a ' 1 の位置を変更させる。制御部 7 0 は、対応点 a ' 1 の位置を移動させるとともに、モニタ 7 5 に表示されている合成正面画像 2 5 上において、他の正面画像 3 0 から抽出した画像データに対応する部分の画像を変更する。

【 0 0 9 8 】

40

他の正面画像 3 0 から抽出した画像データに対応する部分の画像を変更について、より具体的に説明する。制御部 7 0 は、移動後の対応点 a ' 1 と基準点 a 1 との位置座標の関係から、位置合わせをやり直す。すなわち、対応点が変更されると、制御部 7 0 は、各基準点の位置座標と各対応点（変更された対応点とその他の対応点）の位置座標に基づいて、他の正面画像のアフィン変換を行い、静止画データをメモリ 7 2 に記憶させる。そして、制御部 7 0 は、新たに位置合わせを行った後の他の正面画像と基準正面画像とによって、新たな合成正面画像 2 5 を作成し、モニタ 7 5 上に表示する。これによって、対応点を変更することによって、合成正面画像 2 5 中における他の正面画像部分の画像データが変更される。

【 0 0 9 9 】

50

なお、上記説明においては、対応点の変更によって、合成正面画像の変更を行う構成としたがこれに限定されない。例えば、基準点を変更してもよい。基準点を変更した場合、基準点と対応点の位置情報に基づいて、他の正面画像がアフィン変換され、合成正面画像上での他の正面画像の部分が変更される。もちろん、基準正面画像がアフィン変換される構成としてもよい。また、合成正面画像中の領域をドラックし、移動させることによって、他の正面画像又は基準正面画像を移動させる構成としてもよい。

【0100】

検者は、合成正面画像を観察しながら、対応点を移動させ、合成正面画像中の画像が一致するように、位置合わせの調整をする。例えば、検者は、合成正面画像中の血管部分等のずれが少なくなるように位置合わせを行う。

10

【0101】

以上のように、位置合わせ確認モードによって、位置合わせの確認及び調整を行うことによって、精度良く位置合わせを行うことができる。また、合成正面画像によって、血管等のずれから正面画像間のずれが容易に観察であるため、精度良く位置合わせを行うことができる。

<位置合わせ終了後>

正面画像間の位置合わせ終了後、制御部70は、正面画像間の比較を行い、解析マップの取得を行う。制御部70は、撮影装置Aと撮影装置Bによって取得された三次元断層画像を解析し、眼底上における層厚を二次元的に示す層厚マップをそれぞれ作成する。なお、本実施形態において、位置合わせ終了後に、解析マップを作成する構成としたがこれに

20

【0102】

以下、層厚マップの作成について説明する。制御部70は、取得された眼底正面画像における眼底の層情報を画像処理により検出する。そして、検出結果は、メモリ72に画像データと共に記憶される。

【0103】

層を検出する場合、例えば、三次元断層画像の画像データ中のXY平面における断層画像が用いられる。そして、断層画像の輝度レベルが検出され、所定の網膜層（例えば、網膜表面と網膜色素上皮層）に相当する層境界が画像処理により抽出される。そして、層境界の間隔が計測されることにより、層厚が計測される。

30

【0104】

そして、制御部70は、各断層画像に関して網膜各層（例えば、網膜表層、網膜色素上皮層）の厚みを算出する。本実施例において、制御部70は、取得された解析結果に基づいて、各断層像の解析結果をグラフィックにて示す層厚マップを作成する。層厚マップは、例えば、眼底の層厚に関する二次元分布データを示す。制御部70は、層厚マップを作成した後、メモリ72に層厚マップを記憶させる。制御部70は、各正面画像の層厚マップを作成する。

【0105】

以上のようにして、層厚マップが作成されると、制御部70は、層厚マップ間の比較結果を示す差分マップを作成する。もちろん、制御部70は、差分マップを作成することなく、各装置における層厚マップのデータをモニタ75に送信し、表示してもよい。

40

【0106】

ここで、各装置の三次元断層画像と正面画像は、マッチングされているため、正面画像と層厚マップとの関連付けが可能である。これにより、各撮影装置によって取得された正面画像の位置合わせを行うことで、層厚マップの位置合わせを行うことができる。制御部70は、撮影装置Aと撮影装置Bにて取得した正面画像において共通の領域において、層厚マップ間の差分結果を示す差分マップを作成する。

【0107】

以上のように、撮影装置Aと撮影装置Bで、眼底正面画像の取得手段が異なった場合においても、眼底正面像の差分マップを取得することができ、撮影装置間での観察を行うこ

50

とができる。これによって、前回の観察から複数年経過しており、装置の仕様や測定原理が大きく変更されている場合があっても、眼底の変化を検出することが可能となり、経過観察を行うことができる。

【0108】

なお、上記のようにして正面画像として利用されたデータは、異なる撮影装置間における走査位置の調整に用いるようにしてもよい。例えば、撮影装置Bは、撮影装置Aで取得されたSLO画像と、三次元断層画像に対応する走査位置情報をメモリ（データベース）から取得する。そして、撮影装置Bによって取得されるOCT正面像とSLO画像との位置ずれを画像処理により検出する。そして、メモリから取得された走査位置情報を、検出された位置ずれによって補正するように光スキャナを制御することにより、同一部位に対する位置合わせを行う。

10

【0109】

なお、本実施形態においては、眼科画像処理装置1について、断層像の取得手段においては、各装置とも共通の手段にて取得おり、眼底正面画像の取得手段においては、それぞれ異なった手段にて取得を行っている撮影装置を用いて説明したが、これに限定されない。画像の種類が共通のものを取得する装置であれば適用可能である。例えば、本実施形態で用いたスペクトルメータを用いたスペクトルドメインOCT間だけの適用でなく、波長可変光源を備えるSwept-source OCT (SS-OCT) やTime-domain OCT (TD-OCT) であってもよい。

【0110】

20

この場合、例えば、各三次元断層画像を形成する単位ピクセル当たりの実寸法データ（深さ方向及び横方向）を用いて、第1三次元断層画像と第2三次元断層画像の実寸が同じ大きさになるように、深さ方向に関して倍率が調整されると共に、深さ方向に垂直なXY二次元方向に関して倍率が調整される。

【0111】

なお、本実施形態においては、眼底正面画像及び眼底断層画像を撮像する眼底撮影装置を例として挙げたがこれに限定されない。例えば、前眼部正面画像及び前眼部断層画像を撮像する前眼部撮影装置においても、本発明は適用可能である。この場合、SLOは、被検眼前眼部上でレーザ光を走査し、前眼部からの反射光を共焦点開口を介して受光して前眼部正面画像を得る。また、OCT正面像撮像光学系では、被検眼前眼部上でOCT測定光を走査し、前眼部からの反射光と参照光とが合成された光を受光して前眼部正面画像を得る。また、眼底カメラ光学系では、被検眼前眼部に対して照明光を一体的に照射し、前眼部からの反射光を二次元撮像素子で受光して前眼部正面画像を得る。

30

【0112】

なお、本発明においては、本実施形態に記載した装置に限定されない。例えば、上記実施形態の機能を行う眼科画像処理ソフトウェア（プログラム）をネットワークや各種記憶媒体を介して、システムあるいは装置に供給する。そして、システムあるいは装置のコンピュータ（例えば、CPU等）がプログラムを読み出し、実行することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0113】

40

【図1】本実施形態に係る眼科画像処理装置の一例について説明する図である。

【図2】画像処理装置の構成について説明するブロック図である。

【図3】眼科画像処理装置の制御動作を示すフローチャートである。

【図4】モニタ上に表示されるセミオート位置合わせ画面の一例を示す図である。

【図5】モニタ上に表示される位置合わせ確認画面の一例を示す図である。

【図6】チェック柄パターンの表示形式である合成正面画像を作成する際の画像データの配置について説明する図である。

【図7】合成三次元断層画像の一例を示す図である。

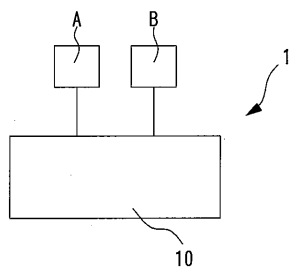
【符号の説明】

【0114】

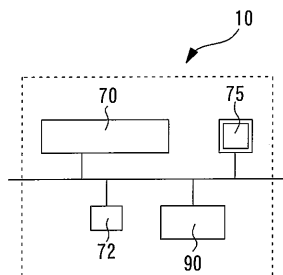
50

- 1 眼科画像処理装置
- 10 画像処理装置
- 25 合成正面画像
- 70 制御部
- 72 記憶部（メモリ）
- 75 モニタ
- 90 操作入力部

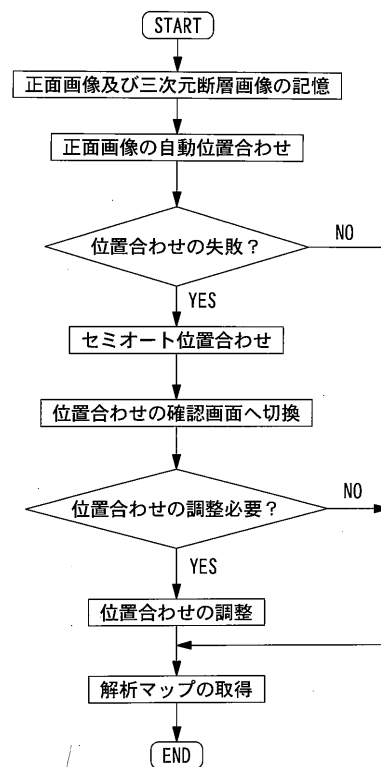
【図 1】



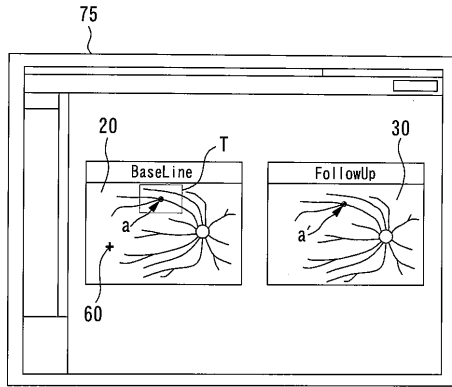
【図 2】



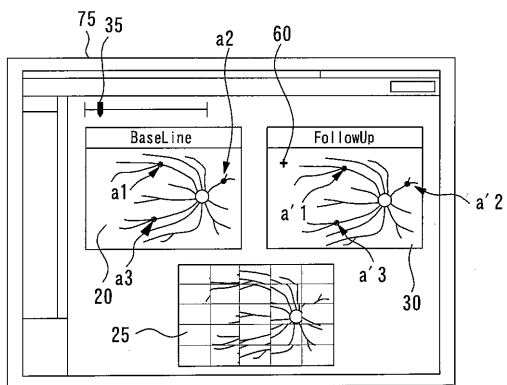
【図 3】



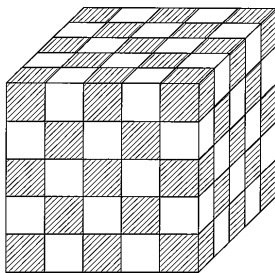
【図 4】



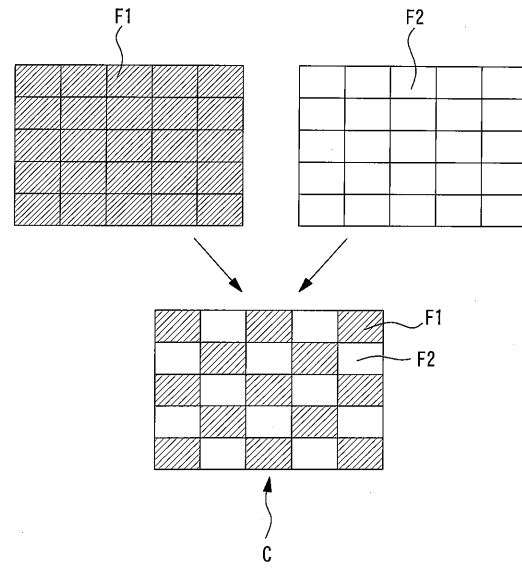
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-050430(JP,A)
特開2012-018811(JP,A)
特開2011-115507(JP,A)
特開平4-336677(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | | | |
|------|------|---|------|
| A61B | 3/00 | - | 3/18 |
| G06T | 1/00 | | |