

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6945493号
(P6945493)

(45) 発行日 令和3年10月6日 (2021. 10. 6)

(24) 登録日 令和3年9月16日 (2021. 9. 16)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 6/03 3 6 0 J

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2018-90345 (P2018-90345)
 (22) 出願日 平成30年5月9日 (2018. 5. 9)
 (65) 公開番号 特開2019-195426 (P2019-195426A)
 (43) 公開日 令和1年11月14日 (2019. 11. 14)
 審査請求日 令和2年8月12日 (2020. 8. 12)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 110001519
 特許業務法人太陽国際特許事務所
 (72) 発明者 武井 瑞希
 東京都港区赤坂9丁目7番3号 富士フイルム株式会社内

審査官 佐々木 創太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医用画像処理装置、方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の脳画像を取得する画像取得部と、
 標準的な脳画像である標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出する脳槽領域抽出部と、
 前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布、および前記標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布のそれぞれを、予め定められた確率密度関数にフィッティングして、前記第1の信号値分布についての第1の確率分布および前記第2の信号値分布についての第2の確率分布を算出し、前記第1の確率分布と前記第2の確率分布との相違を表す指標値を算出し、該算出した指標値が予め定められたしきい値を超える前記脳画像から抽出した脳槽領域を出血領域に特定する出血領域特定部とを備えた医用画像処理装置。

【請求項 2】

前記標準脳画像の各画素に対して、前記脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなり、前記出血領域特定部は、さらに前記確率値に基づいて、前記標準脳画像と位置合わせされた前記脳画像の各画素の画素値を重み付けして、前記第1の信号値分布を算出する請求項 1 に記載の医用画像処理装置。

【請求項 3】

被検体の脳画像を取得する画像取得部と、
 標準的な脳画像である標準脳画像であって、各画素に対して脳槽領域であることの確か

10

20

らしさを表す確率値が設定されてなる標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出する脳槽領域抽出部と、

前記確率値に基づいて前記標準脳画像と位置合わせされた前記脳画像の各画素の画素値を重み付けして、前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布を算出し、前記第1の信号値分布および前記標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する出血領域特定部とを備えた医用画像処理装置。

【請求項4】

被検体の脳画像を取得する画像取得部と、

標準的な脳画像である標準脳画像であって、各画素に対して脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなる標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出し、前記脳槽領域をさらに複数の解剖学的領域に分割する脳槽領域抽出部と、

10

前記確率値に基づいて前記標準脳画像と位置合わせされた前記脳画像の各画素の画素値を重み付けして、前記複数の解剖学的領域毎に前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布を算出し、前記第1の信号値分布および前記標準脳画像における前記複数の解剖学的領域のそれぞれに対応する領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する出血領域特定部とを備えた医用画像処理装置。

【請求項5】

前記出血領域特定部は、前記複数の解剖学的領域のそれぞれにおいて異なるパラメータを用いて前記出血領域を特定する請求項4に記載の医用画像処理装置。

20

【請求項6】

前記出血領域特定部は、前記複数の解剖学的領域のそれぞれについての前記第1の信号値分布および前記第2の信号値分布に基づく特徴量を入力とし、前記出血領域であるか否かの判別結果を出力する判別器を備えた請求項4に記載の医用画像処理装置。

【請求項7】

前記脳画像は、CT装置により取得されたCT画像である請求項1から6のいずれか1項に記載の医用画像処理装置。

【請求項8】

前記出血領域が特定されたことを表す情報を表示部に表示する表示制御部をさらに備えた請求項1から7のいずれか1項に記載の医用画像処理装置。

30

【請求項9】

被検体の脳画像を取得し、

標準的な脳画像である標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出し、

前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布、および前記標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布のそれぞれを、予め定められた確率密度関数にフィッティングして、前記第1の信号値分布についての第1の確率分布および前記第2の信号値分布についての第2の確率分布を算出し、前記第1の確率分布と前記第2の確率分布との相違を表す指標値を算出し、該算出した指標値が予め定められたしきい値を超える前記脳画像から抽出した脳槽領域を出血領域に特定する医用画像処理方法。

40

【請求項10】

被検体の脳画像を取得し、

標準的な脳画像である標準脳画像であって、各画素に対して脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなる標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出し、

前記確率値に基づいて前記標準脳画像と位置合わせされた前記脳画像の各画素の画素値を重み付けして、前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布を算出し、前記第1の信号値分布および前記標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第

50

2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する医用画像処理方法。

【請求項11】

被検体の脳画像を取得し、

標準的な脳画像である標準脳画像であって、各画素に対して脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなる標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出し、前記脳槽領域をさらに複数の解剖学的領域に分割し、

前記確率値に基づいて前記標準脳画像と位置合わせされた前記脳画像の各画素の画素値を重み付けして、前記複数の解剖学的領域毎に前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布を算出し、前記第1の信号値分布および前記標準脳画像における前記複数の解剖学的領域のそれぞれに対応する領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する医用画像処理方法。

10

【請求項12】

被検体の脳画像を取得する手順と、

標準的な脳画像である標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出する手順と、

前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布、および前記標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布のそれぞれを、予め定められた確率密度関数にフィッティングして、前記第1の信号値分布についての第1の確率分布および前記第2の信号値分布についての第2の確率分布を算出し、前記第1の確率分布と前記第2の確率分布との相違を表す指標値を算出し、該算出した指標値が予め定められたしきい値を超える前記脳画像から抽出した脳槽領域を出血領域に特定する手順とをコンピュータに実行させる医用画像処理プログラム。

20

【請求項13】

被検体の脳画像を取得する手順と、

標準的な脳画像である標準脳画像であって、各画素に対して脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなる標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出する手順と、

前記確率値に基づいて前記標準脳画像と位置合わせされた前記脳画像の各画素の画素値を重み付けして、前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布を算出し、前記第1の信号値分布および前記標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する手順とをコンピュータに実行させる医用画像処理プログラム。

30

【請求項14】

被検体の脳画像を取得する手順と、

標準的な脳画像である標準脳画像であって、各画素に対して脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなる標準脳画像と前記脳画像とを位置合わせして、前記脳画像から脳槽領域を抽出し、前記脳槽領域をさらに複数の解剖学的領域に分割する手順と、

前記確率値に基づいて前記標準脳画像と位置合わせされた前記脳画像の各画素の画素値を重み付けして、前記複数の解剖学的領域毎に前記脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布を算出し、前記第1の信号値分布および前記標準脳画像における前記複数の解剖学的領域のそれぞれに対応する領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する手順とをコンピュータに実行させる医用画像処理プログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、頭部のCT(Computed Tomography)画像等の脳画像を用いて、くも膜下出血が疑われる出血領域を抽出する医用画像処理装置、方法およびプログラムに関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

近年、ＣＴ装置およびＭＲＩ（Magnetic Resonance Imaging）装置等の医療機器の進歩により、より質の高い高解像度の医用画像を用いての画像診断が可能となってきた。とくに、対象部位を脳とした場合において、ＣＴ画像およびＭＲＩ画像等を用いた画像診断により、脳梗塞および脳出血等の血管障害を起こしている領域を特定することができるため、特定した結果に基づいて適切な治療が行われるようになってきている。

【0003】

ところで、くも膜下出血等の救急疾患が疑われる患者に対しては、頭部のＣＴ画像を用いた画像診断が第一選択とされるケースが多い。このため、ＣＴ画像を用いて疾患の状況を正確に診断することが、早期治療を実現する上で非常に重要である。一般に、出血領域はＣＴ画像上において周囲の領域と比較して高いＣＴ値を示す。このため、頭部のＣＴ画像における出血領域を特定するための各種手法が提案されている。例えば、特許文献１には、基準スライスとＣＴスキャンスライスとをセグメント化し、最初のセグメント化されたＣＴスキャンスライスを生成し、ＣＴスキャンデータにおける出血性スライスを識別する手法が提案されている。また、非特許文献１においては、患者のＣＴ画像と、脳の標準モデルとなるＣＴ画像とを位置合わせし、脳の全体においてＣＴ値を比較することにより、通常と大きく異なっている出血領域を検出する手法が提案されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献１】特表２０１１－５１４８２２号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献１】Automated delineation of stroke lesions using brain CT images NeuroImage: Clinical, Volume 4, 2014, Pages 540-548

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一方、くも膜下出血では一般的な脳内出血とは異なり、出血領域が脳実質と同程度のＣＴ値しか示さない症例が存在する。この場合、ＣＴ画像において、出血領域と出血領域の周囲の領域とは、同程度のＣＴ値で表示されることとなる。脳の専門医であれば、脳に対する十分な解剖学的知見を有するため、そのような症例であっても、ＣＴ画像を見れば出血領域を特定することができる。しかしながら、くも膜下出血の患者は病院に救急搬送されることが多く、当直医等の脳の専門家ではない医師が最初に診断に当たる場合が多い。上述したように、くも膜下出血では、出血領域が脳実質と同程度のＣＴ値しか示さない症例が存在する。このため、脳の非専門医が診断した場合、出血領域を見落とし、治療開始が遅れる、または治療がなされない事態が起こりうる。

30

【0007】

上記特許文献１および非特許文献１に記載された手法によれば、脳における出血領域を特定できる。しかしながら、いずれの手法も脳の全領域を対象としているため、本来くも膜下出血が発症し得ない領域を誤検出してしまう可能性がある。

40

【0008】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、頭部のＣＴ画像等の脳画像を用いて、くも膜下出血が疑われる出血領域を精度よく抽出できるようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明による医用画像処理装置は、被検体の脳画像を取得する画像取得部と、標準的な脳画像である標準脳画像と脳画像とを位置合わせして、脳画像から脳槽領域を抽出する脳槽領域抽出部と、

50

脳画像から抽出した脳槽領域の信号値の分布である第1の信号値分布、および標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する出血領域特定部とを備える。

【0010】

標準脳画像とは、平均的な脳の構造を表す画像であり、複数の健常者の頭部をCT装置およびMRI装置等の撮影装置により撮影することにより取得された複数の医用画像から脳の領域を抽出し、抽出された複数の脳の領域を平均することにより作成される。また、標準脳画像は、コンピュータグラフィックス等により作成されたものであってもよい。また、一人の健常者の脳画像を標準脳画像として用いてもよい。

【0011】

なお、本発明による医用画像処理装置においては、出血領域特定部は、第1の信号値分布および第2の信号値分布のそれぞれを、予め定められた確率密度関数にフィッティングして、第1の信号値分布についての第1の確率分布および第2の信号値分布についての第2の確率分布を算出し、第1の確率分布と第2の確率分布との相違を表す指標値を算出し、算出した指標値が予め定められたしきい値を超える脳画像から抽出した脳槽領域を、出血領域に特定するものであってもよい。

【0012】

また、本発明による医用画像処理装置においては、出血領域特定部は、第1の信号値分布および第2の信号値分布に基づく特徴量を入力とし、出血領域であるか否かの判別結果を出力する判別器をさらに備えるものであってもよい。

【0013】

また、本発明による医用画像処理装置においては、標準脳画像の各画素に対して、脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなり、出血領域特定部は、さらに確率値に基づいて、標準脳画像と位置合わせされた脳画像の各画素の画素値を重み付けして、第1の信号値分布を算出するものであってもよい。

【0014】

また、本発明による医用画像処理装置においては、脳槽領域抽出部は、脳槽領域をさらに複数の解剖学的領域に分割し、

出血領域特定部は、複数の解剖学的領域のそれぞれの第1の信号値分布、および標準脳画像における複数の解剖学的領域のそれぞれに対応する領域の第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定するものであってもよい。

【0015】

また、本発明による医用画像処理装置においては、出血領域特定部は、複数の解剖学的領域のそれぞれにおいて異なるパラメータを用いて出血領域を特定するものであってもよい。

【0016】

また、本発明による医用画像処理装置においては、出血領域特定部は、複数の解剖学的領域のそれぞれについての第1の信号値分布および第2の信号値分布に基づく特徴量を入力とし、出血領域であるか否かの判別結果を出力する判別器をさらに備えるものであってもよい。

【0017】

また、本発明による医用画像処理装置においては、標準脳画像の各画素に対して、脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなり、出血領域特定部は、さらに確率値に基づいて、標準脳画像と位置合わせされた脳画像の各画素の画素値を重み付けして、複数の解剖学的毎に第1の信号値分布を算出するものであってもよい。

【0018】

また、本発明による医用画像処理装置においては、脳画像は、CT装置により取得されたCT画像であってもよい。

【0019】

また、本発明による医用画像処理装置においては、出血領域が特定されたことを表す情

10

20

30

40

50

報を表示部に表示する表示制御部をさらに備えるものであってもよい。

【0020】

本発明の医用画像処理方法は、被検体の脳画像を取得し、

標準的な脳画像である標準脳画像と脳画像とを位置合わせして、脳画像から脳槽領域を抽出し、

脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布、および標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する。

【0021】

なお、本発明による医用画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして提供してもよい。

10

【0022】

本発明による他の医用画像処理装置は、コンピュータに実行させるための命令を記憶するメモリと、

記憶された命令を実行するよう構成されたプロセッサとを備え、プロセッサは、

被検体の脳画像を取得し、

標準的な脳画像である標準脳画像と脳画像とを位置合わせして、脳画像から脳槽領域を抽出し、

脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布、および標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する処理を実行する。

20

【発明の効果】

【0023】

くも膜下出血は、脳における脳槽に出血が生じる。正常な脳の脳画像においては、脳槽領域は髄液で満たされているため、医用画像の種類に応じた特有の値（例えばCT画像であれば低いCT値）を示すことから、周囲にある脳実質の領域と比較して異なるCT値で表示される。このため、脳の医用画像すなわち脳画像において脳槽領域の位置を特定することにより、くも膜下出血が疑われる領域を高精度で抽出することができる。

【0024】

本発明によれば、標準的な脳画像である標準脳画像と脳画像とが位置合わせされ、被検体の脳の脳画像から脳槽領域が抽出され、脳画像から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布と、標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布とに基づいて、出血領域が特定される。このため、脳画像においては、くも膜下出血により出血が疑われる領域を精度よく特定した上で、出血の有無を確認することができる。したがって、頭部の脳画像を用いてのくも膜下出血の診断を精度よく行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施形態による医用画像処理装置を適用した、診断支援システムの概要を示すハードウェア構成図

【図2】第1の実施形態による医用画像処理装置の概略構成を示す図

【図3】標準脳画像を示す図

40

【図4】被検体の脳画像を示す図

【図5】脳画像から抽出された脳槽領域を示す図

【図6】出血領域の特定を説明するための図

【図7】ディスプレイに表示された脳画像を示す図

【図8】本実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図9】脳槽領域における複数の解剖学的領域を説明するための図

【図10】第3の実施形態による医用画像処理装置の概略構成を示す図

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の第1の実

50

施形態による医用画像処理装置を適用した、診断支援システムの概要を示すハードウェア構成図である。図 1 に示すように、診断支援システムでは、本実施形態による医用画像処理装置 1、3 次元画像撮影装置 2、および画像保管サーバ 3 が、ネットワーク 4 を経由して通信可能な状態で接続されている。

【0027】

3 次元画像撮影装置 2 は、被検体の診断対象となる部位を撮影することにより、その部位を表す 3 次元画像を医用画像として生成する装置であり、具体的には、CT 装置、MRI 装置、および PET (Positron Emission Tomography) 装置等である。3 次元画像撮影装置 2 により生成された医用画像は画像保管サーバ 3 に送信され、保存される。なお、本実施形態においては、被検体である患者の診断対象部位は脳であり、3 次元画像撮影装置 2 は CT 装置であり、被検体の脳を含む頭部の CT 画像を 3 次元の脳画像 B 0 として生成する。

10

【0028】

画像保管サーバ 3 は、各種データを保存して管理するコンピュータであり、大容量外部記憶装置およびデータベース管理用ソフトウェアを備えている。画像保管サーバ 3 は、有線あるいは無線のネットワーク 4 を介して他の装置と通信を行い、画像データ等を送受信する。具体的には 3 次元画像撮影装置 2 で生成された脳画像 B 0 の画像データを含む各種データをネットワーク経由で取得し、大容量外部記憶装置等の記録媒体に保存して管理する。なお、画像データの格納形式およびネットワーク 4 経由での各装置間の通信は、DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) 等のプロトコルに基づいて

20

【0029】

医用画像処理装置 1 は、1 台のコンピュータに、本発明の医用画像処理プログラムをインストールしたものである。コンピュータは、診断を行う医師が直接操作するワークステーションまたはパーソナルコンピュータでもよいし、それらとネットワークを介して接続されたサーバコンピュータでもよい。医用画像処理プログラムは、DVD (Digital Versatile Disc) あるいは CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 等の記録媒体に記録されて配布され、その記録媒体からコンピュータにインストールされる。または、ネットワークに接続されたサーバコンピュータの記憶装置、もしくはネットワークストレージに、外部からアクセス可能な状態で記憶され、要求に応じて医師が使用するコンピュータにダウンロードされ、インストールされる。

30

【0030】

図 2 は、コンピュータに医用画像処理プログラムをインストールすることにより実現される医用画像処理装置の概略構成を示す図である。図 2 に示すように、医用画像処理装置 1 は、標準的なワークステーションの構成として、CPU (Central Processing Unit) 11、メモリ 12 およびストレージ 13 を備えている。また、医用画像処理装置 1 には、ディスプレイ 14、並びにキーボードおよびマウス等の入力部 15 が接続されている。なお、ディスプレイ 14 が表示部に対応する。

【0031】

ストレージ 13 には、ネットワーク 4 を経由して画像保管サーバ 3 から取得した、被検体の脳画像、並びに処理に必要な情報を含む各種情報が記憶されている。

40

【0032】

また、メモリ 12 には、医用画像処理プログラムが記憶されている。医用画像処理プログラムは、CPU 11 に実行させる処理として、被検体の脳画像 B 0 を取得する画像取得処理、標準的な脳画像である標準脳画像と脳画像 B 0 とを位置合わせして、脳画像 B 0 から脳槽領域を抽出する脳槽領域抽出処理、脳画像 B 0 から抽出した脳槽領域の信号値分布である第 1 の信号値分布、および標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第 2 の信号値分布に基づいて、出血領域を特定する出血領域特定処理、並びに出血領域が特定されたことを表す情報をディスプレイ 14 に表示する表示制御処理を規定する。

【0033】

50

そして、CPU 11 がプログラムに従いこれらの処理を実行することで、コンピュータは、画像取得部 21、脳槽領域抽出部 22、出血領域特定部 23 および表示制御部 24 として機能する。なお、本実施形態においては、CPU 11 が医用画像処理プログラムによって、各部の機能を実行するようにしたが、ソフトウェアを実行して各種の処理部として機能する汎用的なプロセッサとしては、CPU 11 の他、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるプログラマブルロジックデバイス (Programmable Logic Device: PLD) を用いることができる。また、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等により、各部の処理を実行するようにしてもよい。

10

【0034】

1つの処理部は、これら各種のプロセッサのうちの1つで構成されてもよいし、同種または異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGA、またはCPUとFPGAの組み合わせ等）で構成されてもよい。また、複数の処理部を1つのプロセッサで構成してもよい。複数の処理部を1つのプロセッサで構成する例としては、第1に、クライアントおよびサーバ等のコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアとの組み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第2に、システムオンチップ (System On Chip: SoC) 等に代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を1つのIC (Integrated Circuit) チップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサを1つ以上用いて構成される。

20

【0035】

さらに、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路 (circuitry) である。

【0036】

画像取得部 21 は、被検体の脳の脳画像 B0 を画像保管サーバ 3 から取得する。なお、脳画像 B0 が既にストレージ 13 に記憶されている場合には、画像取得部 21 は、ストレージ 13 から脳画像 B0 を取得するようにしてもよい。

【0037】

脳槽領域抽出部 22 は、標準的な脳画像である標準脳画像と脳画像 B0 とを位置合わせして、脳画像 B0 から脳槽領域を抽出する。標準脳画像は、複数の健常者の頭部をCT装置により取得した複数のCT画像から脳領域を抽出して複数の脳画像を生成し、複数の脳画像を平均することにより生成された脳画像である。なお、脳領域としては、本実施形態においては、脳実質および頭蓋骨を含むものとするが、脳実質のみを含むものであってもよい。図3は標準脳画像を示す図である。なお、標準脳画像は脳を表す3次元画像であるが、説明のために図3においては、ある断面における脳の断層画像を示している。図3に示すように、標準脳画像 Bs には、頭蓋骨 30 および脳実質 31 が含まれ、脳実質 31 に脳槽領域 32 が含まれる。なお、実際には、脳実質 31 には脳室等の他の解剖学的領域が含まれるが、図3には脳槽領域 32 のみを示す。また、標準脳画像 Bs の画像データは、

30

40

【0038】

なお、標準脳画像 Bs は、コンピュータグラフィックス等により作成されたものであってもよい。また、一人の健常者の脳画像を標準脳画像 Bs として用いてもよい。

【0039】

図3に示すように、標準脳画像 Bs においては、頭蓋骨 30 は非常に高いCT値を有するために白く示され、脳実質 31 はグレーで示される。また、脳槽領域 32 は髄液が満たされているため非常に低いCT値を有することから黒く示されている。

【0040】

50

ここで、頭部の形状および大きさは、被検体に応じて異なる。例えば図 4 に示すように、被検体の脳画像 B 0 に含まれる脳の形状および大きさは、図 3 に示す標準脳画像 B s に含まれる脳の形状および大きさと異なる。なお、図 4 においては頭蓋骨 4 0 および脳実質 4 1 のみを示し、脳槽は省略している。

【 0 0 4 1 】

脳槽領域抽出部 2 2 は、脳画像 B 0 から脳槽の領域（以下脳槽領域とする）を抽出するために、脳画像 B 0 と標準脳画像 B s との位置合わせを行う。位置合わせは、3 次元の脳画像 B 0 および 3 次元の標準脳画像 B s 間において行われる。位置合わせの手法としては、標準脳画像 B s および脳画像 B 0 間でのランドマークを用いた第 1 の位置合わせをまず行う。そして、第 1 の位置合わせを行った後に、標準脳画像 B s および脳画像 B 0 間での全領域を用いた第 2 の位置合わせを行う。なお、ランドマークとしては、具体的には脳に含まれる脳溝および脳室等の特徴的な領域の少なくとも 1 つを用いることができる。

10

【 0 0 4 2 】

脳槽領域抽出部 2 2 は、標準脳画像 B s および脳画像 B 0 間において、対応するランドマークを一致させるように第 1 の位置合わせを行う。本実施形態において、第 1 の位置合わせは相似変換による位置合わせである。具体的には、脳画像 B 0 を平行移動、回転および相似に拡大縮小することによる位置合わせである。脳槽領域抽出部 2 2 は、標準脳画像 B s に含まれるランドマークと、脳画像 B 0 に含まれる標準脳画像 B s のランドマークと対応するランドマークとの相関が最大となるように、脳画像 B 0 を相似変換して、第 1 の位置合わせを行う。

20

【 0 0 4 3 】

脳槽領域抽出部 2 2 は、このようにランドマークを用いた第 1 の位置合わせを行った後、標準脳画像 B s および脳画像 B 0 間での全領域を用いた第 2 の位置合わせを行う。本実施形態において、第 2 の位置合わせは非線形変換による位置合わせである。非線形変換による位置合わせとしては、例えば B スプラインおよびシンプレートスプライン (Thin Plate Spline) 等の関数を用いて画素位置を非線形に変換することによる位置合わせが挙げられる。脳槽領域抽出部 2 2 は、第 1 の位置合わせ後の脳画像 B 0 の各画素位置を、標準脳画像 B s に含まれる対応する画素位置に非線形変換することにより、第 2 の位置合わせを行う。

【 0 0 4 4 】

このように位置合わせを行うことにより、脳画像 B 0 における脳槽領域と、標準脳画像 B s における脳槽領域とを対応づけることができる。そして、脳槽領域抽出部 2 2 は、脳画像 B 0 における標準脳画像 B s の脳槽領域と対応づけられた領域を、脳画像 B 0 の脳槽領域 4 2 として抽出する。図 5 は脳画像 B 0 から抽出された脳槽領域を示す図である。図 5 に示すように、脳画像 B 0 においては、脳槽領域 4 2 が抽出されている。なお、図 5 においては、脳槽領域 4 2 を黒色で示している。

30

【 0 0 4 5 】

出血領域特定部 2 3 は、出血領域を特定する。具体的には、脳画像 B 0 から抽出した脳槽領域 4 2 の信号値分布である第 1 の信号値分布と、標準脳画像 B s の脳槽領域（以下、脳槽領域についても参照番号として 3 2 を用いる）3 2 の信号値分布である第 2 の信号値分布とに基づいて、出血領域を特定する。一般に、出血領域は C T 画像上において高い C T 値を示す。しかしながら、くも膜下出血では一般的な脳内出血とは異なり、出血領域が脳実質と同程度の C T 値しか示さない症例が存在する。一方、くも膜下出血においては、脳槽領域内において出血が見られる。

40

【 0 0 4 6 】

出血領域特定部 2 3 は、脳画像 B 0 から抽出した脳槽領域 4 2 と、脳槽領域 4 2 に対応する標準脳画像 B s における脳槽領域 3 2 の各画素値（C T 値）の分布、すなわち信号値分布を比較する。このために、出血領域特定部 2 3 は、脳画像 B 0 の脳槽領域 4 2 内の各画素値（C T 値）の分布、すなわち信号値分布である第 1 の信号値分布と、標準脳画像 B s の脳槽領域 3 2 内の信号値分布である第 2 の信号値分布とを、正規分布の確率密度関数に

50

フィッティングする。なお、第1の信号値分布は脳槽領域42内の画素値のヒストグラム、第2の信号値分布は脳槽領域32内の画素値のヒストグラムを用いる。

【0047】

ここで、脳槽領域32、42内の全画素のCT値をサンプルとして集計すると、脳槽領域32、42内の画素値の平均値および分散値を算出することができる。平均値および分散値が求めれば、正規分布の確率密度関数を一意に定義することができる。このため、出血領域特定部23は、脳画像B0から抽出した脳槽領域42内の画素値に基づいて、脳槽領域42についての確率密度関数（以下、第1の確率密度関数とする）を算出する。また、標準脳画像Bsから抽出した脳槽領域32内の画素値に基づいて、脳槽領域32についての確率密度関数（以下、第2の確率密度関数とする）を算出する。

10

【0048】

したがって、出血領域特定部23は、第1の信号値分布を第1の確率密度関数にフィッティングし、第2の信号値分布を第2の確率密度関数にフィッティングする。さらに、出血領域特定部23は、フィッティングされた第1の信号値分布とフィッティングされた第2の信号値分布との正規分布の相違を表す指標値を算出する。相違を表す指標値としては、例えばKL(Kullback-Leibler)-divergence（カルバック・ライブラー情報量）を用いることができる。そして、算出した指標値が予め定められたしきい値Th1を超えた場合に、脳画像B0の脳槽領域42を出血領域に特定する。

【0049】

図6は出血領域の特定を説明するための図である。図6に示すように、脳画像B0の脳槽領域42は比較的低CT値の領域42Aおよび脳実質41とほぼ同一CT値の領域42Bとが含まれる。この場合、領域42Bについては、出血があるために脳実質41とほぼ同一CT値となっている。このため、上述したように算出した指標値はしきい値Th1を超えることとなる。したがって、出血領域特定部23は、脳槽領域42を出血領域に特定する。

20

【0050】

表示制御部24は、出血領域が特定されたことを表す情報をディスプレイ14に表示する。図7はディスプレイに表示された脳画像B0を示す図である。図7に示すように、ディスプレイ14には、脳槽領域42が出血領域であることを表すテキスト50が、出血領域が特定されたことを表す情報として表示されている。このように脳槽領域42が出血領域であることを表すテキスト50をディスプレイ14に表示することにより、医師は被検体の脳画像B0における脳槽領域42を注意深く観察することができるため、出血領域を容易に認識することができる。

30

【0051】

なお、出血領域が特定されたことを表す情報としては、テキスト50に限定されるものではなく、記号およびアイコン等のテキスト以外の情報であってもよい。

【0052】

次いで、第1の実施形態において行われる処理について説明する。図8は第1の実施形態において行われる処理を示すフローチャートである。まず、画像取得部21が、被検体の脳画像B0を取得する（ステップST1）。次いで、脳槽領域抽出部22が、標準脳画像Bsと脳画像B0とを位置合わせして、脳画像B0から脳槽領域を抽出する（ステップST2）。そして、出血領域特定部23が、脳画像B0から抽出した脳槽領域の信号値分布である第1の信号値分布、および標準脳画像の脳槽領域の信号値分布である第2の信号値分布に基づいて出血領域を特定し（ステップST3）、さらに表示制御部24が、出血領域が特定されたことを表す情報をディスプレイ14に表示し（ステップST4）、処理を終了する。

40

【0053】

このように、第1の実施形態においては、標準脳画像Bsと脳画像B0とを位置合わせして脳槽領域42を抽出し、脳画像B0から抽出した脳槽領域42の信号値分布である第1の信号値分布と、標準脳画像Bsの脳槽領域32の信号値分布である第2の信号値分布

50

とに基づいて出血領域を特定するようにしたものである。このため、脳画像 B 0 においては、くも膜下出血により出血が疑われる領域を精度よく特定した上で、出血の有無を確認することができる。したがって、脳画像を用いてのくも膜下出血の診断を精度よく行うことができる。

【 0 0 5 4 】

なお、上記第 1 の実施形態において、標準脳画像 B s の各画素に対して、脳槽領域であることの確からしさを表す確率値を設定してもよい。確率値は以下のようにして算出する。すなわち、標準脳画像 B s を生成した複数の脳画像と標準脳画像 B s との位置合わせを行う。そして、標準脳画像 B s の脳槽領域 3 2 内の各画素に対して、複数の脳画像の脳槽領域がどの程度含まれるかを表す割合を確率値として算出する。具体的には、標準脳画像 B s の脳槽領域 3 2 内の各画素に対して、複数の脳画像のうちの脳槽領域が含まれる脳画像の数をカウントし、カウントした数を全ての脳画像の数により除した値を確率値とすればよい。

10

【 0 0 5 5 】

この場合、出血領域特定部 2 3 は、さらに確率値に基づいて、標準脳画像 B s と位置合わせされた脳画像 B 0 の各画素の画素値を重み付けして、第 1 の信号値分布を算出する。具体的には、脳槽領域 4 2 内の各画素に対応する脳槽領域 3 2 内の各画素において算出された確率値を、脳槽領域 4 2 内の各画素の C T 値に乗算する。そして、確率値を乗算した C T 値から第 1 の信号値分布を算出し、算出された第 1 の信号値分布を用いて、出血領域を特定する。このように出血領域を特定することにより、脳画像 B 0 における、より脳槽らしい領域において、出血領域を特定することができる。このため、くも膜下出血の診断をより適切に行うことができる。

20

【 0 0 5 6 】

ところで、脳槽は、大脳縦裂、シルビウス裂、シルビウス谷、脳底槽および迂回槽等の複数の解剖学的領域に分割することができる。このため、脳槽領域抽出部 2 2 において、抽出した脳槽領域 4 2 を複数の解剖学的領域に分割してもよい。以下、脳槽領域 4 2 を複数の解剖学的領域に分割する実施形態を第 2 の実施形態として説明する。なお、本発明の第 2 の実施形態による医用画像処理装置の構成は、図 2 に示す第 1 の実施形態による医用画像処理装置の構成と同一であるため、ここでは装置についての詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 7 】

第 2 の実施形態においては、脳槽領域抽出部 2 2 は、図 9 に示すように、抽出した脳槽領域 4 2 を、大脳縦裂 4 3、シルビウス裂 4 4、シルビウス谷 4 5、脳底槽 4 6 および迂回槽 4 7 の解剖学的領域に分割する。なお、解剖学的領域への分割は、標準脳画像 B s の脳槽領域 3 2 内の各画素に対して各解剖学的領域のラベルを付与しておき、脳画像 B 0 の脳槽領域 4 2 と標準脳画像 B s の脳槽領域 3 2 とを位置合せした際に、脳槽領域 3 2 の各画素に付与されたラベルを、脳槽領域 4 2 内の対応する各画素に付与することにより行えばよい。さらに、第 2 の実施形態においては、シルビウス裂 4 4 に注目し、シルビウス裂 4 4 を左シルビウス裂 4 4 L および右シルビウス裂 4 4 R に分割する。

30

【 0 0 5 8 】

第 2 の実施形態においては、出血領域特定部 2 3 は、分割した解剖学的領域毎に出血領域を特定する。例えば、上記第 1 の実施形態と同様に、脳画像 B 0 の脳槽領域 4 2 内の第 1 の信号値分布と、標準脳画像 B s の脳槽領域 3 2 内の第 2 の信号値分布との確率分布間の相違を表す指標値を、分割した解剖学的領域毎に算出する。そして、算出した指標値が予め定められたしきい値 T h 2 を超える解剖学的領域を出血領域に特定する。これにより、脳槽の解剖学的領域毎に出血の有無を確認することができる。

40

【 0 0 5 9 】

この際、標準脳画像 B s の各画素に対して、脳槽領域であることの確からしさを表す確率値を設定し、確率値を用いて脳画像 B 0 における脳槽領域 4 2 の解剖学的領域毎に第 1 の信号値分布を算出してもよい。

【 0 0 6 0 】

50

また、第2の実施形態のように脳槽を複数の解剖学的領域に分割した場合、分割した解剖学的領域のそれぞれにおいて異なるパラメータを用いて出血領域を特定するようにしてもよい。例えば、分割した解剖学的領域のそれぞれにおいて算出された指標値がしきい値 Th_2 を超える場合に、その解剖学的領域を出血領域に特定する場合を考える。この場合において、しきい値 Th_2 をパラメータとする。ここで、第2の実施形態において使用する標準脳画像 B_s は、複数の健常者の脳画像を用いて作成される。その際に、複数の脳画像に含まれる脳槽領域の解剖学的領域毎に、CT値の分散を算出しておく。そして、CT値の分散が大きい解剖学的領域ほど、しきい値 Th_2 を大きく設定する。このように、解剖学的領域毎に異なるパラメータを用いて出血領域を特定することにより、CT値のバラツキが大きい解剖学的領域においては、出血領域を特定する際の条件がより厳しいものとなる。これにより、脳槽の解剖学的領域毎の出血領域をより精度よく特定することができる。

10

【0061】

また、上記第1の実施形態において、出血領域特定部23が、第1の信号値分布および第2の信号値分布に基づく特徴量を入力とし、出血領域であるか否かの判別結果を出力する判別器を備えるものとしてもよい。以下これを第3の実施形態として説明する。なお、図10は本発明の第3の実施形態による医用画像処理装置の構成を示す概略ブロック図である。なお、図10において図2と同一の構成については同一の参照番号を付与し、詳細な説明は省略する。

【0062】

20

第3の実施形態においては、出血領域特定部23は、脳画像 B_0 から抽出した脳槽領域32の第1の信号値分布と、標準脳画像 B_s から抽出した脳槽領域42の第2の信号値分布とに基づく特徴量を入力とし、出血領域であるか否かの判別結果を出力する判別器25を備える。なお、第3の実施形態において、特徴量としては、脳画像 B_0 から抽出した脳槽領域32の第1の信号値分布と、標準脳画像 B_s から抽出した脳槽領域42の第2の信号値分布との差分を用いるものとする。

【0063】

第3の実施形態においては、判別器25の機械学習のために、出血領域であることが分かっている脳槽領域の第1の信号値分布と第2の信号値分布との差分、および出血領域でない脳槽領域の第1の信号値分布と第2の信号値分布との差分が多数用意される。そして、これらの多数の差分を用いて機械学習を行って判別器25を生成する。なお、機械学習の手法としては、ロジスティック回路およびサポートベクターマシン等の公知の任意の手法を用いることができる。このように学習がなされることにより、判別器25は、脳画像 B_0 から抽出した脳槽領域32の第1の信号値分布と、標準脳画像 B_s から抽出した脳槽領域42の第2の信号値分布との差分が入力されると、脳槽領域32が出血領域であるか否かの判別結果を出力するものとなる。

30

【0064】

第3の実施形態のように、脳画像 B_0 から抽出した脳槽領域32の第1の信号値分布と、標準脳画像 B_s から抽出した脳槽領域42の第2の信号値分布とに基づく特徴量を入力とし、脳槽領域32が出血領域であるか否かの判別結果を出力する判別器25を用いることによっても、出血領域を特定することができる。

40

【0065】

また、上記第2の実施形態においても、出血領域特定部23が判別器を備えるものとしてもよい。第2の実施形態においては、複数の解剖学的領域毎の第1の信号値分布と第2の信号値分布との差分を特徴量として入力し、解剖学的領域が出血領域であるか否かの判別結果を出力するように機械学習を行って判別器を作成すればよい。このように、第2の実施形態においても判別器を用いて出血領域を特定することができる。

【0066】

なお、上記各実施形態においては、被検体のCT画像を脳画像として用いているが、MRI画像およびPET画像等のCT画像以外の医用画像においても、正常な脳槽領域と出

50

血した脳槽領域とで画素値が異なるものとなる。このため、ＣＴ画像以外の医用画像を脳画像として用いてもよい。

【００６７】

以下、本実施形態の作用効果について説明する。

【００６８】

標準脳画像の各画素に対して、脳槽領域であることの確からしさを表す確率値が設定されてなる場合、さらに確率値に基づいて、標準脳画像と位置合わせされた脳画像の各画素の画素値を重み付けして第１の信号値分布を算出することにより、脳槽領域についてより適切な信号値分布を第１の信号値分布として算出することができる。したがって、出血領域をより精度よく特定することができる。

10

【００６９】

脳槽は、大脳縦裂、シルビウス裂、シルビウス谷、脳底槽および迂回槽等の解剖学的領域に分割することができる。このため、脳槽領域を複数の解剖学的領域に分割し、複数の解剖学的領域のそれぞれについての第１の信号値分布および第２の信号値分布に基づいて出血領域を特定することにより、脳槽の解剖学的領域における出血の有無を確認することができる。

【００７０】

分割した解剖学的領域毎に異なるパラメータを用いて出血領域を特定することにより、脳槽の解剖学的領域毎の出血領域をより精度よく特定することができる。

20

【符号の説明】

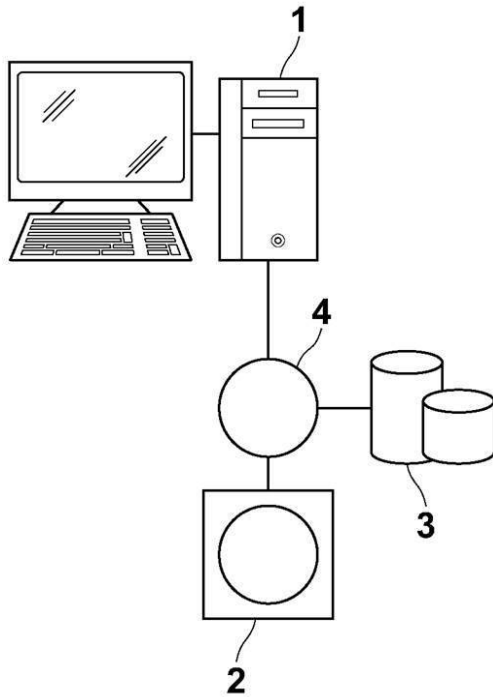
【００７１】

- １ 医用画像処理装置
- ２ ３次元画像撮影装置
- ３ 画像保管サーバ
- ４ ネットワーク
- １１ ＣＰＵ
- １２ メモリ
- １３ ストレージ
- １４ ディスプレイ
- １５ 入力部
- ２１ 画像取得部
- ２２ 脳槽領域抽出部
- ２３ 出血領域特定部
- ２４ 表示制御部
- ２５ 判別器
- ３０，４０ 頭蓋骨
- ３１，４１ 脳実質
- ３２，４２ 脳槽領域
- ４３ 大脳縦裂
- ４４ シルビウス裂
- ４４Ｌ 左シルビウス裂
- ４４Ｒ 右シルビウス裂
- ４５ シルビウス谷
- ４６ 脳底槽
- ４７ 迂回槽
- ５０ テキスト
- Ｂ０ 脳画像
- Ｂｓ 標準脳画像

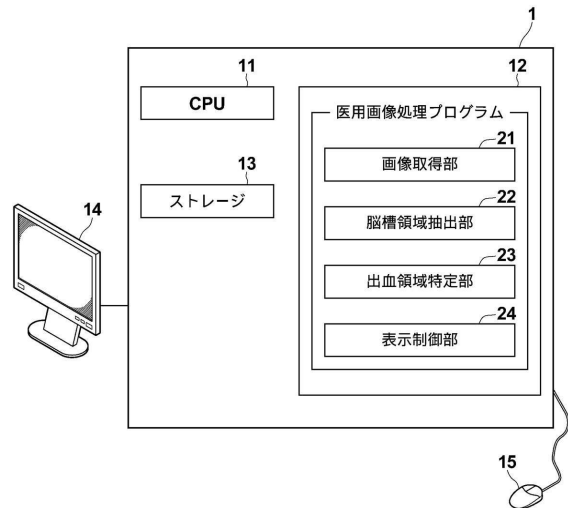
30

40

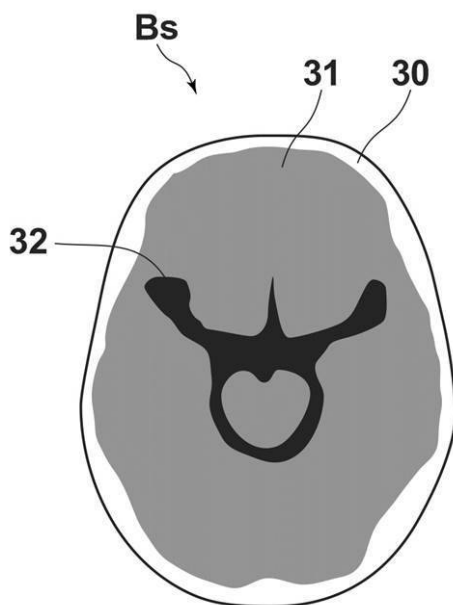
【図 1】



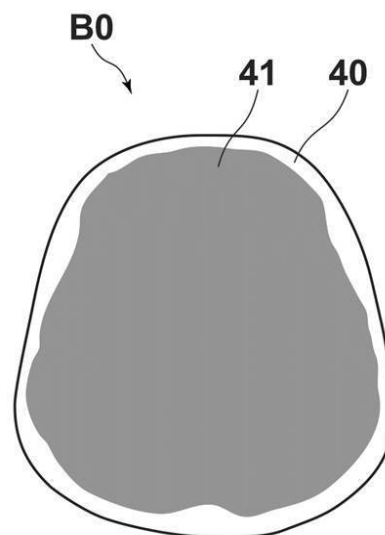
【図 2】



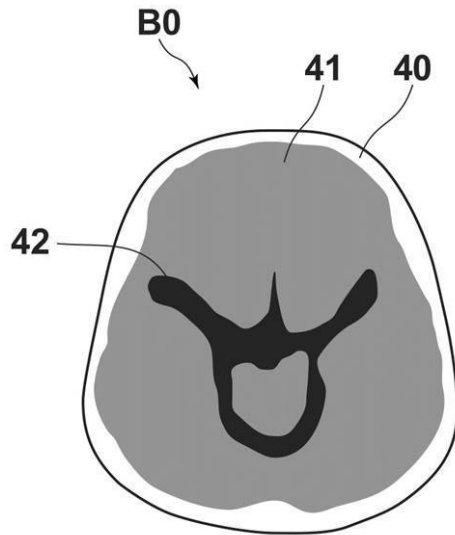
【図 3】



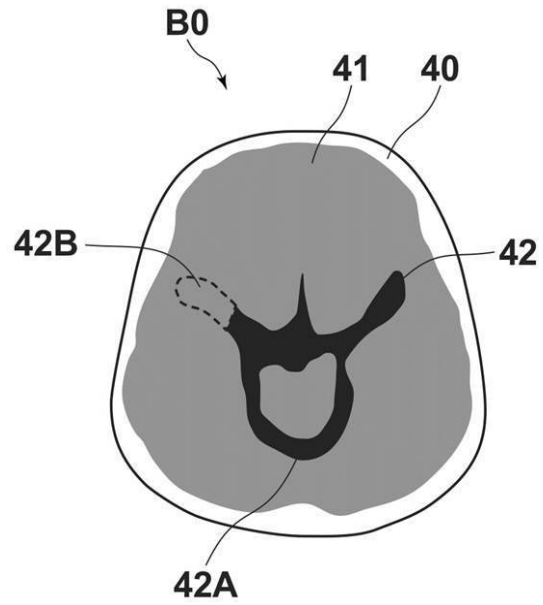
【図 4】



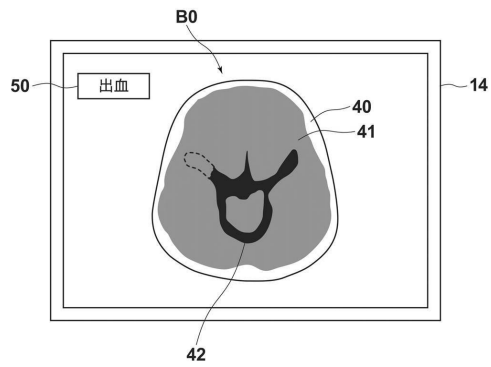
【図5】



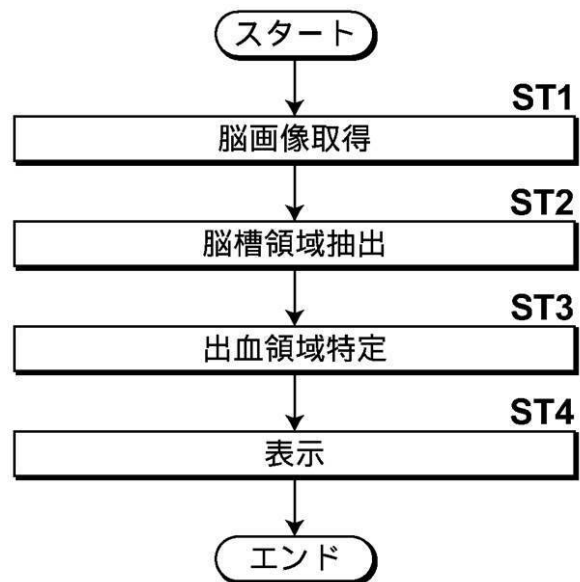
【図6】



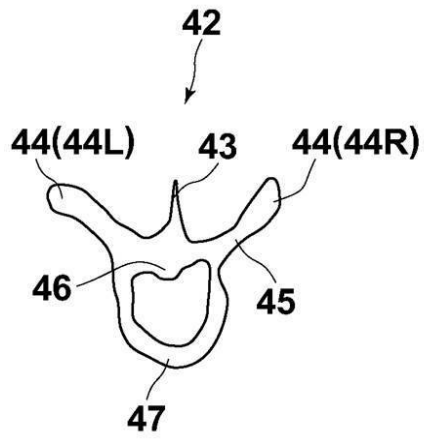
【図7】



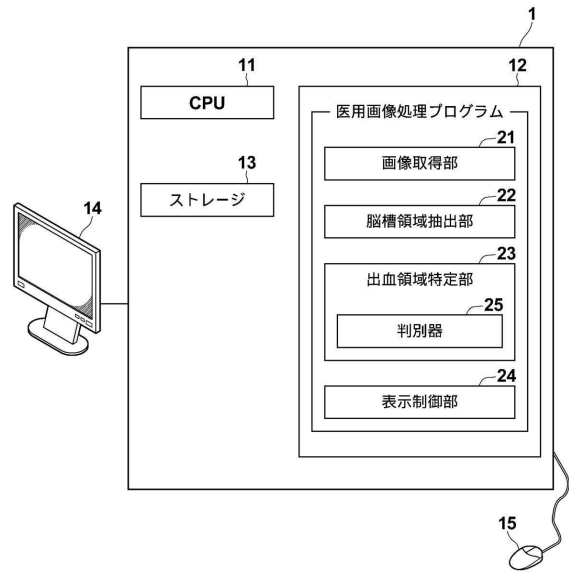
【図8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0028403 (US, A1)

特開2006-043200 (JP, A)

A.M. Boers, "Automatic Quantification of Subarachnoid Hemorrhage on Noncontrast CT", A
JNR Am J Neuroradiol., 2014年12月, Vol.35, No.12, pp.2279-2286

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 6/00 - 6/14

A61B 5/055