



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2004329929 A**(43) Date of publication of application: **25.11.04**(51) Int. Cl. **A61B 6/03**(21) Application number: **2004134250**(22) Date of filing: **28.04.04**(30) Priority: **30.04.03 DE 2003 10319546**(71) Applicant: **SIEMENS AG**(72) Inventor: **HORNEGGER JOACHIM
PRUEMMER MARCUS**(54) **METHOD AND APPARATUS FOR
AUTOMATICALLY DETECTING ABNORMALITY IN
BLOOD VESSEL STRUCTURE**

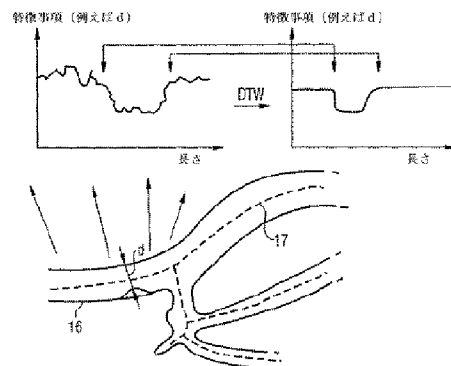
corresponding to abnormality.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To fully automatically identify abnormality of an optional blood vessel structure included in a three-dimensional volume data set.

SOLUTION: The three-dimensional volume data set forming the image of the blood vessel structure 16 is prepared, and the blood vessel structure is identified and skeletonized by an evaluation device. Feature items important for abnormality to be detected are acquired along a skeletonized path 17 to acquire one or more feature item sets which are compared with a reference feature item set and classified. In the case of different expansion of the blood vessel structure relative to the known blood pressure structure of the reference feature item set, in order to adjust the expansion of the blood vessel structure to that of the known blood vessel structure before making each comparison, nonlinear mapping of the acquired feature item set is performed by dynamic time warping (DTW) to facilitate identification of classification



(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2004-329929

(P2004-329929A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int. Cl.⁷

A61B 6/03

F I

A61B 6/03 360G

A61B 6/03 360J

テーマコード(参考)

4C093

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-134250(P2004-134250)
 (22) 出願日 平成16年4月28日(2004.4.28)
 (31) 優先権主張番号 10319546.7
 (32) 優先日 平成15年4月30日(2003.4.30)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 390039413
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
 Siemens Aktiengesellschaft
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
 (74) 代理人 100075166
 弁理士 山口 巖
 (72) 発明者 ヨアヒム ホルネッガー
 ドイツ連邦共和国 91096 メーレンドルフ アンデアマルター 10
 (72) 発明者 マルクス ブリュンマー
 ドイツ連邦共和国 74653 クリースバッハ タイヒシュトラーセ 21
 最終頁に続く

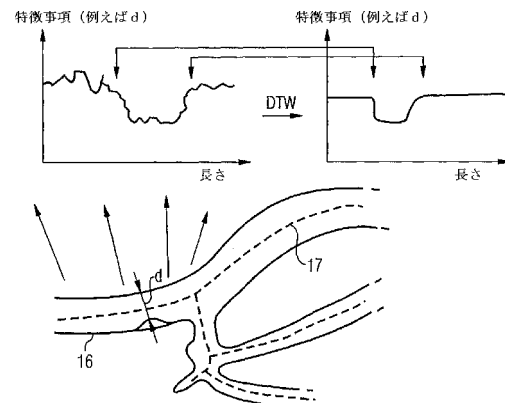
(54) 【発明の名称】 血管構造物における異常の自動検出方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 3Dボリュームデータセットに含まれている任意の血管構造物の異常を全自動にて識別することを可能にする方法および付属の装置を提供する。

【解決手段】 血管構造物16の画像を形成する3Dボリュームデータセットが準備され、評価装置によって、血管構造物を識別し骨格化して、骨格化経路17に沿って、検出すべき異常にとって重要である特徴事項を求め、1つ又は複数の特徴事項セットをえ、求められた特徴事項セットを、基準特徴事項セットと比較することによって分類し、基準特徴事項セットの既知の血管構造物に対して相対的に血管構造物の異なる伸張の場合に、それぞれ比較の前に、血管構造物の伸張をそれぞれ既知の血管構造物の伸張に整合させるべく、求められた特徴事項セットの非線形写像を動的計画法(DTW)により行なって、異常に応じた分類を識別しやすくする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

血管構造物(16)の画像を形成する3D測定の3Dボリュームデータセットが準備され、評価装置(13、4)によって、

3Dボリュームデータセットにおいて血管構造物(16)を識別し骨格化して、骨格化経路(17)の3次元経過を得ること、

骨格化経路(17)に沿って、血管構造物(16)の特性量を、検出すべき異常にとって重要である特徴事項として求め、1つ又は複数の特徴事項セットを得ること、

求められた特徴事項セットを、種々の異常を有する血管構造物と異常のない血管構造物とを含む既知の血管構造物の種々の分類について求められた基準特徴事項セットと比較することによって分類し、基準特徴事項セットの既知の血管構造物に対して相対的に血管構造物の異なる伸張の場合に、それぞれ比較の前に、血管構造物の伸張をそれぞれ既知の血管構造物の伸張に整合させるべく、求められた特徴事項セットの非線形写像を行なうこと

10

、異常に応じた分類を識別しやすくすること
を特徴とする血管構造物における異常の自動検出方法。

【請求項 2】

非線形写像を動的計画法によって行なうことを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項 3】

識別された異常を、血管構造物(16)の画像表示において識別しやすくすることを特徴とする請求項1又は2記載の方法。

20

【請求項 4】

異常を画像表示においてカラーで強調することを特徴とする請求項3記載の方法。

【請求項 5】

識別された異常を、分類を決定する基準特徴事項セットとの一致度に基づいて算定された異常存在の信頼性尺度と一緒に示すことを特徴とする請求項1乃至4の1つに記載の方法。

【請求項 6】

特徴事項セットをパターン識別法を用いて基準特徴事項セットと比較することを特徴とする請求項1乃至5の1つに記載の方法。

30

【請求項 7】

読込まれた3Dボリュームデータセットにおいて血管構造物(16)を識別し、血管構造物(16)を骨格化し、1つ又は複数の骨格化経路に沿って血管構造物の予め与え得る特性量を特徴事項として求めるべく構成されている血管検出モジュール(13)と、

血管構造物(16)の伸張を局部的に基準血管構造物の伸張に整合させるべく、求められた特徴事項セットを非線形写像し、分類に応じた異常を識別しやすく表示すべく、非線形写像された特徴事項セットを基準特徴事項セットとの比較によって分類するように構成されている段階分けおよび比較モジュール(14)と

を有するデータ処理装置を備えていることを特徴とする請求項1乃至6の1つに記載の方法を実施するための装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、血管構造物の画像を形成する3D測定の3Dボリュームデータセットが準備され、血管構造物の特性量が異常を識別するために求められるような血管構造物における異常の自動検出方法および装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

医学分野における現代の3次元画像形成法は、患者の血管構造物の検出および表示を3次元表示でも任意に選択可能な断面における断面表示でも可能にする。画像形成法により

50

得られた3Dボリュームデータセットの定量評価によって血管構造物が測定され、これらの血管構造物の重要な特性量が求められる。この種の特性量は、例えば血管断面積の経過、血管部分長、血管分岐または血管曲率である。これらの特性量はデータ処理手段により自動的にボリュームデータセットから得られ、血管を病理学診断により識別するために使用される。この場合に、血管狭窄（狭窄症）および血管拡大（動脈瘤）が重要である。

【0003】

人体または動物の血管撮影法に基づいて狭窄症のような異常の検出の問題点については既に取り組みされている（例えば特許文献1参照）。この特許文献1の対象は、勿論、異常の検出ではなく、2次元血管造影画像からの血管構造物の骨格化並びに血管構造物に沿った血管構造物の幅の検出である。この特許文献1において提案されている方法は、血管のこれらの特徴事項をできるだけ正確に自動化して求めることを可能にする。

10

【0004】

画像における曲線、特に医用画像における解剖学的構造物の自動的な位置決めおよび抽出方法において、動的計画法（Dynamic Programming）の技術を曲線の位置決めを使用することは既に公開されている（例えば特許文献2参照）。しかしながら、この方法により血管構造物における異常の検出を行なうことはできない。

【0005】

CTシステムを使用した患者の管状構造物の可視化方法により、CT画像内の管状構造物の中心線を求め、それに基づいて管状構造物の種々の画像表示を行なうことは公知である（例えば特許文献3）。この特許文献3も血管構造物における異常検出には取り組んでいない。

20

【0006】

3Dボリュームデータセットから血管構造物における異常を検出するためには、異常の存在もしくは非存在について決定すべく、求められた特性量と基準量とを比較することが必要である。従来応用においては、使用者によって決定された血管部分の例えば狭窄度の如き定量化を行なうことを可能にするために、これらの基準量は手動で求められなければならない。しかしながら、画像データに基づくこの従来において用いられた異常検出技術は非常に高価である。

【特許文献1】西独特許出願公開第69522844号明細書

【特許文献2】国際公開第00/45326号パンフレット

【特許文献3】米国特許第5891030号明細書

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、使用者にとって短縮された時間で実施することができる血管構造物における異常の自動検出方法および装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

方法に関する課題は、本発明によれば、血管構造物の画像を形成する3D測定の3Dボリュームデータセットが準備され、評価装置によって、

40

3Dボリュームデータセットにおいて血管構造物を識別して骨格化し、骨格化経路の3次元経過を得ること、

骨格化経路に沿って、血管構造物の特性量を検出すべき異常にとって重要である特徴事項として求め、1つ又は複数の特徴事項セットを得ること、

求められた特徴事項セットを、種々の異常を有する血管構造物と異常のない血管構造物とを含む既知の血管構造物の種々の分類について求められた基準特徴事項セットと比較することによって分類し、基準特徴事項セットの既知の血管構造物に対して相対的に血管構造物の異なる伸張の場合に、それぞれ比較の前に、血管構造物の伸張をそれぞれ既知の血管構造物の伸張に整合させるべく、求められた特徴事項セットの非線形写像を行なうこと

50

異常に応じた分類を識別しやすくすること
によって解決される。

装置に関する課題は、本発明によれば、読込まれた3Dボリュームデータセットにおいて血管構造物を識別して、血管構造物を骨格化し、1つ又は複数の骨格化経路に沿って血管構造物の予め与え得る特性量を特徴事項として求めるべく構成されている血管検出モジュールと、

血管構造物(16)の伸張を局部的に基準血管構造物の伸張に整合させるべく、求められた特徴事項セットを非線形写像し、分類に応じた異常を識別しやすく表示すべく、非線形写像された特徴事項セットを基準特徴事項セットとの比較によって分類するように構成されている段階分けおよび比較モジュールと

10

を有するデータ処理装置を備えていることによって解決される。

方法および装置の有利な実施態様は、従属請求項の対象であり、以下の説明並びに実施例から引き出すことができる。

【0009】

本発明による血管構造物における異常の自動検出方法においては、まず血管構造物の画像を形成する3D測定で3Dボリュームデータセットが準備される。次のステップは全自動で、例えばデータ処理装置の一部であってよい評価装置によって実施される。まず、ボリュームデータセットにおける血管構造物を例えば密度値に基づいて識別し骨格化して、骨格化経路の3次元経過を得る。骨格化経路に沿って、血管構造物の特性量を、検出すべき異常にとって重要である特徴事項として求め、1つ又は複数の特徴事項セットを得る。求められた特徴事項セットは、既知の血管構造物(種々の異常を有する血管構造物および異常のない血管構造物)の種々の分類について求められた基準特徴事項セットとの比較によって分類される。この比較の際に、検査すべき血管構造物の血管部分と基準特徴事項セットについての血管構造物の血管部分との局部的な種々の伸張を整合させるために、求められた特徴事項セットが非線形写像される。非線形写像はその特徴事項セットおよび基準特徴事項セットに基づいて行なわれる。最後に異常に応じた分類が使用者に直ぐ分かるようにされる。

20

【0010】

本発明による方法を実施するための装置は、読込まれた3Dボリュームデータセットにおいて血管構造物を識別してこれを骨格化し、骨格化経路に沿って血管構造物の予め定められた特性量を特徴事項として求めて特徴事項セットとして用意する検出モジュールを備えたデータ処理装置を含む。更に、データ処理装置は段階分けおよび比較モジュールを含む。段階分けおよび比較モジュールにおいては、検査された血管構造物の伸張を局部的に基準血管構造物の伸張に合わせるため、および、求められた特徴事項セットを分類し分類に応じて異常を直ぐ分かるようにすべく、段階分けされた特徴事項セットを基準特徴事項セットと比較するために、求められた特徴事項セットが非線形写像され、もしくは段階分けされる。データ処理装置は、基準特徴事項セットが記憶されているメモリユニットを有するか、またはそれに相当する外部のメモリユニットに接続されている。

30

【0011】

本発明による方法およびこれに付属した装置により、狭窄症および動脈瘤が3Dボリュームデータセットから全自動で検出される。本発明による方法および装置は、ボリュームデータセットに含まれている全ての血管構造物の評価を使用者の介入なしに可能にする。使用者は特性量を求めるのに基準量を手動で定めたり選択したりする必要がない。血管構造物全体を使用者の助けなしに解析し、段階分けすることができる。それゆえ、本発明による方法およびこれに付属した装置は使用者の作業労力を著しく低減し、病院のワークフローの顕著な改善をもたらす。

40

【0012】

本発明による方法および装置は、特に、任意の血管構造物において病気の血管部分と健全な血管部分との区別を可能にするという利点を提供する。本発明による方法および装置の優れた実施態様においては、このようにして検出された異常が3D表示においてカラー

50

によって識別しやすくされる。しかしながら、他の様式の強調法も実現可能である。他の有利な実施態様においては、検出された各異常に対して、検出された異常が存在する信頼性尺度が示される。この信頼性尺度は求められた特徴事項セットと、段階分けが行なわれたところの最も近くの基準特徴事項セットとの一致度に基づいて算定される。

【0013】

任意の血管構造物の評価に必要な非線形写像は、特に動的計画法(DTW = Dynamic Time Warping、非線形時間伸縮)により行なわれる。この技術によって、自動的に任意の健全な血管を病気の血管から区別することができる。これは、従来、使用者の手作業による検査によってしかできなかった。動的計画法の技術は言語処理分野から専門家に知られており、また例えば、Paulus, Dietrich W. R. および Hornegger, Joachim による本「Applied Pattern Recognition: Algorithms and Implementation in C++; Vieweg Verlag, 第4版, 2003年」から読み取ることができる。

10

【0014】

段階分けに必要な基準特徴事項セットは、前段階において代表的なデータに基づいて作成される。この基準特徴事項セットは既知の血管構造物の特徴空間から求めた基準パターンである。病気の所見ありの血管と病気の所見なしの血管との区別を可能にするために、病気の所見ありおよび所見なしの既知の血管の種々の分類が作成される。このために、既知の狭窄症度を有する血管と健全な血管の3D撮影が使用される。基準パターンが作成されている場合、これは例えば、基準の「健全」、「狭心症度X」および「動脈瘤」に従って設定される。本発明による方法によって異常を自動識別する際、血管構造物における異常位置が、たった今説明した段階分けおよび場合によってはこの自動的な診断に対する信頼性尺度と一緒に表示される。

20

【0015】

求められた特徴事項セットと基準特徴事項セットもしくは基準パターンとの比較は、画像を形成するデータ処理の公知のパターン識別方法により実施することができる。これに相当する方法は当業者に知られている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下において図面を参照しながら実施例に基づいて本発明による方法並びに付属の装置を更に簡潔に説明する。

30

図1は本発明による方法を例示する流れ図、

図2は本発明による方法を実施するための装置構成例の概略図、

図3はDTW技術の具体例を説明するための血管構造物の一部を示す部分図である。

【0017】

本発明による方法を実施する際、先ず、血管構造物を含む3Dボリュームデータセットが用意される。このボリュームデータセットは、例えば血管構造物を含む患者身体範囲の先行する磁気共鳴測定、コンピュータ断層撮影測定またはCアーム形CT測定を介して作成することができる。図1に示された流れ図のステップ1における3Dボリュームデータセットの読み込みの後に、動脈瘤および狭窄症の自動検出のために必要な特性量が決定される。その場合に血管構造物が先ず3Dボリュームデータセット内において識別され、血管構造物内において血管軸線が求められ、構造的な関連付け(骨格化)がなされなければならない。これは流れ図のステップ2で行なわれる。血管構造物の識別は閾値法を介して行なわれる。というのは、血管はデータセット内において特徴的な密度値を有するからである。場合によっては有り得る欠落部を埋めるために補間法を適用し、そして血管構造物の表面を算定した後に、血管と垂直に交差する面における血管重心の決定を介して骨格化経路を算定する。その後ステップ3において、骨格化経路(中心線)に沿って、異常(特に動脈瘤および狭窄症)の識別のために意義のある多数の特性量が求められる。この種の特性量の例は、骨格化経路に対して直交する最小および最大の血管直径、骨格化経路の局部

40

50

的曲率、血管壁周囲長さ、血管壁周囲長さの曲率、並びに経路長と血管直径または血管壁周囲長さとの比である。これらの特性量の全てがデータ処理装置の評価ユニットによって3Dボリュームデータセットから自動的に求められる。求められた特性量から血管構造物の解析のための特性ベクトルのセットが発生させられる。特性ベクトルは、それぞれ骨格化経路の一点における血管の種々の特性量を含む。一連の特性ベクトル、すなわち特徴事項セットは骨格化経路に沿った血管の経過を特徴付ける。

【0018】

検査された血管構造物の分類を行なうことができるように、データバンク9に段階分けされた基準特徴事項セットが用いられる。この基準特徴事項セットは、既知の血管構造物の特徴事項空間から求められた基準パターンである。データバンクは、基準の「健全」、
10 「狭窄症度X」および「動脈瘤」に基づいて分類されている所見ありおよび所見なしの既知の血管もしくは血管構造物の多数のこのような基準パターンを含む。

【0019】

これらの分類された基準パターンもしくは基準特徴事項セットとの比較の際に、3Dボリュームデータセット内に含まれている未知の血管構造物とその都度適切に非線形写像される。なぜならば、3Dボリュームデータセット内に含まれている未知の血管構造物は一般に基準特徴事項セットの基礎をなしている血管構造物とは異なる伸張を有するからである。この適合化は図1のステップ4における血管構造物の求められた特徴事項セットの非線形写像によって行なわれる。この例では特徴事項セットのこの非線形写像は動的計画法(DTW)によって行なわれる。非線形写像は基準特徴事項セットとの各個別比較の際に行なわれる。ステップ5において、非線形写像された特徴事項セットと分類された基準特徴事項セットとを比較することによって、今問題にしている血管構造物に対する基準特徴事項セットの分類が受け取られる。この受け取られる基準特徴事項セットの分類は、今問題にしている血管構造物との一致性が最も高い度数を有する(ステップ6)。3Dボリュームデータセット内に含まれている血管構造物全体またはこの血管構造物からの予め与えられた一部分に対するこのステップの実行後に、これが部分的または全体的にステップ7においてモニタ15に表示され、その際に異常を決定された血管部分は相応にカラー表示で識別しやすくされている。従って、使用者には狭窄症または動脈瘤を含む血管構造物範囲が即座に見える。選択的に、異常を有する個々の血管部分に対して、それぞれの異常を決定した信頼性に関する指示を使用者に与える信頼性尺度を出力させることができる(ステップ8)。この信頼性尺度は、分類に対応した基準特徴事項セットとの一致度から簡単に得られる。最も近いところにくる基準特徴事項セットとの一致度が小さいほどますます信頼性尺度は低下し、一致度が大きいほどますます信頼性尺度は高くなる。

【0020】

図2は本発明による方法を実施するための本発明による装置12の原理的構成例を示す。データ処理装置として構成されたこの装置12は処理すべき3Dボリュームデータセットを含むメモリ装置11に接続されている。ボリュームデータセットは、血管撮影装置、CT装置またはMR装置10内の患者を検査する際に作成される。それぞれの3Dボリュームデータセットの読み込み後に図1のステップ2およびステップ3が検出モジュール13で実行される。検出モジュール3は相応の特性ベクトルを準備し、データ処理装置12の
40 段階分けおよび比較装置14に送る。この段階分け(スケーリング)および比較装置14において、分類された基準特徴事項セットを備えたデータバンク9を頼ることによってステップ4~8が実行される。血管構造物は少なくとも部分的にモニタ15に表示され、識別された異常は表示において相応に識別しやすくされる。

【0021】

図3は血管構造物16の経過例を部分図にて示す。この図3には、検出モジュール13によって求められた骨格化経路17も示されている。図3は、骨格化経路に沿った血管部分の直径dの算定結果が例示されている。左側上部のグラフには、3Dボリュームデータから求められたこの直径の経過が骨格化経路の長さに関係して示されている。右側上部のグラフには、この特性量(直径d)が基準血管構造物の血管部分の長さに対して示されて
50

いる。特徴事項のこの基準パターンは狭窄症すなわち血管狭窄を示すが、しかしこれは、基準血管構造物に比べて今問題にしている血管構造物の同じでない伸張により少ない長さを有する。従って、ここで使用されるDTW技術により、直径の測定された経過の不確かな特徴事項が、基準パターンとの比較を実行できるように非線形写像される。これは、図においてグラフ間を延びている2つの矢印によって示されている。DTWは測定されたグラフにおける長さの圧縮をもたらすので、2つの特徴事項の比較が高い一致度を与える。従って、この方法および付属の装置により、この例では狭窄症が被観察血管構造物において識別しやすくされる。それゆえ、特徴事項としての直径の検出だけによって、この範囲において狭窄症が高い信頼性をもって識別される。勿論、本発明による方法において、既に列挙したように他の特性量を比較に加えることもできる。相応の非線形写像が同じように例えば全ての特徴事項について行なわれる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明による方法を例示する流れ図

【図2】本発明による方法を実施するための装置構成例の概略図

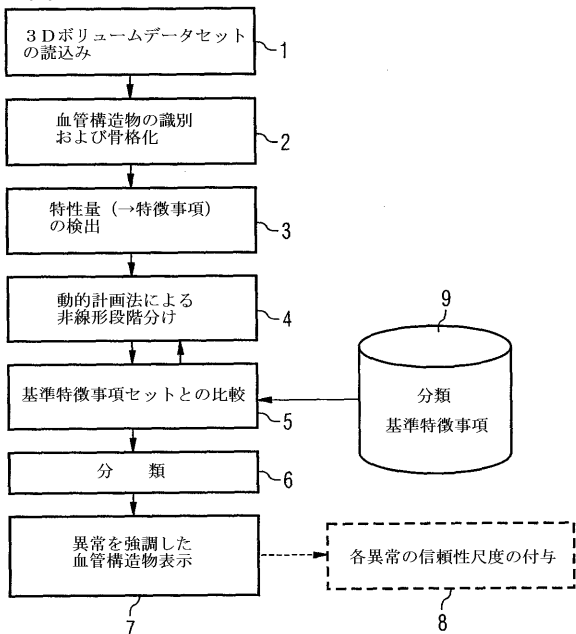
【図3】DTW技術の具体例を説明するための血管構造物の一部を示す部分図

【符号の説明】

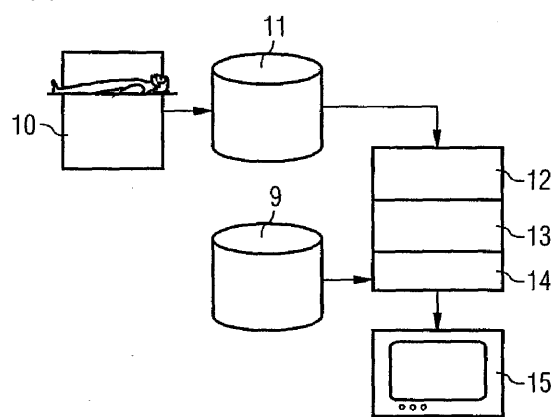
【0023】

- | | | |
|----|--------------------------|----|
| 1 | 3Dボリュームデータセットの読み込み | |
| 2 | 血管構造物の識別および骨格化 | 20 |
| 3 | 骨格化経路に沿った特性量の算定 | |
| 4 | 特徴事項セットの非線形写像 | |
| 5 | 特徴事項セットと基準特徴事項セットとの比較 | |
| 6 | 最も似ている基準特徴事項セットに基づく分類 | |
| 7 | 識別しやすくした異常を有する血管構造物の表示 | |
| 8 | 異常の存在についての信頼性尺度の表示 | |
| 9 | 分類された基準特徴事項セットを有するデータバンク | |
| 10 | X線CTまたはMR装置または血管撮影装置 | |
| 11 | 3Dボリュームデータセットを備えたデータバンク | |
| 12 | データ処理装置 | 30 |
| 13 | 識別モジュール | |
| 14 | 段階分けおよび比較モジュール | |
| 15 | モニタ | |
| 16 | 血管構造物 | |
| 17 | 骨格化経路 | |

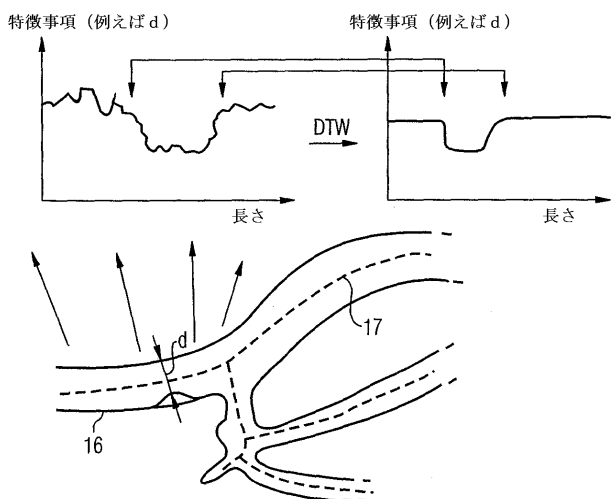
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4C093 AA26 CA23 DA02 FF17 FF22 FF42 FG01 FG11