

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5497977号
(P5497977)

(45) 発行日 平成26年5月21日(2014.5.21)

(24) 登録日 平成26年3月14日(2014.3.14)

(51) Int.Cl.

A61B 6/03 (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)

F 1

A61B 6/03 360G
G06T 1/00 290B

請求項の数 38 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-314315 (P2006-314315)
 (22) 出願日 平成18年11月21日 (2006.11.21)
 (65) 公開番号 特開2007-167629 (P2007-167629A)
 (43) 公開日 平成19年7月5日 (2007.7.5)
 審査請求日 平成21年10月29日 (2009.10.29)
 (31) 優先権主張番号 11/287,161
 (32) 優先日 平成17年11月23日 (2005.11.23)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 506389034
 バイタル イメージズ, インク.
 VITAL IMAGES, INC.
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55343
 , ミネトンカ, オウパス パークウェイ
 5850, スイート 300
 (74) 代理人 100074099
 弁理士 大菅 義之
 (72) 発明者 マレック ブレール
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55347
 , イーデン ブレイリー, ウェリントン
 ドライブ 13947

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】結腸の特徴経路の位置合わせ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンピューター支援による複数の経路を位置合わせする方法であって、
 第1および第2の経路を受領することと、
 前記第1および第2の経路をパラメーター化することと、
 エネルギー関数を最小化することによって前記第1および第2の経路間の対応を評価することとを含み、

前記エネルギー関数は誤差項とばね項とを含み、該誤差項は、前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の位置の差、前記第1の経路を位置で微分した関数である第1の導関数、並びに前記第1の経路内における個別の細分間隔に対応する前記第2の経路を位置で微分した関数である第2の導関数のうちの1つ以上からなる関数であり、前記ばね項は前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の長さの関数である、方法。

【請求項 2】

前記第1および第2の経路を平滑化することを含む、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

前記平滑化は、前記第1および第2の経路に沿ってガウス核を適用することを含む、請求項2項記載の方法。

【請求項 4】

前記第1および第2の経路間の対応を表わすデータを返すことを含む、請求項1記載の

方法。

【請求項 5】

前記データは、開始点と一連の調整された長さの値とを含む、請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記データは、対応する長さの値に対応する一組の誤差値を含む、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記パラメーター化は、

前記経路の長さに関連した関数として各経路を決定することと、

前記経路を正規化することと、

前記経路を分割することと、

を含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

前記経路の正規化は、

短い経路と長い経路を判断することと、

該短い経路を単位値に正規化することと、

該短い経路に関係して前記長い経路を目盛分けすることと、

を含む、請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

前記経路の前記分割は、前記短い経路を一組の個別の細分間隔に分割することを含み、
上記各細分間隔は長さの値を有している、請求項 7 記載の方法。

【請求項 10】

前記短い経路を分割することにおいて、該短い経路は等しい大きさの細分間隔に分割される、請求項 9 記載の方法。

【請求項 11】

前記短い経路を分割することにおいて、前記経路は該経路に沿った相対的な最大値または最小値に基づいて分割される、請求項 9 記載の方法。

【請求項 12】

前記短い経路を分割することにおいて、前記短い経路は該経路に沿った相対的な最大曲率または最小曲率に基づいて分割される、請求項 9 記載の方法。

【請求項 13】

前記対応を評価することが、

前記エネルギー関数に対して 1 つまたはそれ以上のパラメーターを初期化することと、
部分最適の対応を計算するために前記エネルギー関数を最小化することと、

前記部分最適の対応が全体最適の対応よりも最適であるかどうかを判定することと、

前記部分最適の対応が前記全体最適の対応よりも最適であるときは、前記部分最適の対応を保存することと、

を含む、請求項 1 記載の方法。

【請求項 14】

前記 1 つまたはそれ以上のパラメーターを初期化することは、

前記長い経路上の地点である開始点の値を定義することと、

分割された短い経路に写像される 1 つまたはそれ以上の最初の長さの 1 組の値を決定することと、

を含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

前記エネルギー関数を最小化することは、前記エネルギー関数の部分最小値を求める最小化関数を用いることを含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 16】

前記最小化関数は、レーベンベルグ - マルカート法である、請求項 15 記載の方法。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記エネルギー関数に対する前記1つまたはそれ以上のパラメーターを調整することと、
 前記最小化を再度実施することができるかどうかを判定することと、
 前記最小化を再度実施することができる場合は、前記エネルギー関数を新しい部分最適対応を計算するために適用することと、
 前記新しい部分最適対応が前記全体最適対応よりも最適であるときは、前記新しい部分最適対応を格納することと、
 を含む、請求項13記載の方法。

【請求項18】

前記1つまたはそれ以上のパラメーターを調整することは、
 前記長い経路上の地点である現在の開始点の値を決定することと、
 前記現在の開始点の値とは異なる、前記長い経路上の地点の値である新しい開始点の値を決定することと、
 前記1つまたはそれ以上のパラメーターにおける前記新しい開始点の値を前記エネルギー関数に用いることと、
 を含む、請求項13記載の方法。

【請求項19】

前記新しい開始点の値を決定することは、前記短い経路の或る長さの部分を前記現在の開始点の値に加えることを含む、請求項18記載の方法。

【請求項20】

前記長さの関数は、該長さの比率である、請求項1記載の方法。

【請求項21】

前記誤差項またはばね項に対応する1つまたはそれ以上の重み値を用いることを含む、請求項1記載の方法。

【請求項22】

コンピューターで実施されたときに、
 第1および第2の経路を受け取ることと、
 前記第1および第2の経路をパラメーター化することと、

エネルギー関数を最小化することによって前記第1および第2の経路間の対応を評価することとによって、複数の経路を位置合わせする命令を含むコンピューター読み取り可能な媒体であって、

前記エネルギー関数は誤差項とばね項とを含み、該誤差項は、前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の位置の差、前記第1の経路を位置で微分した関数である第1の導関数、並びに前記第1の経路内における個別の細分間隔に対応する前記第2の経路を位置で微分した関数である第2の導関数のうちの1つ以上からなる関数であり、前記ばね項は前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の長さの関数である、コンピューター読み取り可能な媒体。

【請求項23】

前記経路に沿ってガウス核を適用して前記第1および第2の経路を平滑化する命令を含む、請求項22記載のコンピューター読み取り可能な媒体。

【請求項24】

対応関係を表わすデータを返す命令を含み、該データは最初の地点および調整された一連の長さの値を含み、該データが各長さの値に対応する一組の誤差値を含む、請求項22記載のコンピューター読み取り可能な媒体。

【請求項25】

前記パラメーター化の命令は、
 各経路を前記経路の前記長さに関する関数として定義する命令と、
 該経路を正規化する命令と、
 該経路を分割する命令と、
 を含む、請求項22記載のコンピューター読み取り可能な媒体。

10

20

30

40

50

【請求項 2 6】

前記経路の前記正規化は、
 短い経路と長い経路を判断する命令と、
 該短い経路を単位値に正規化する命令と、
 該長い経路を該短い経路に関連付けて目盛分けする命令と、
 を含む、請求項 2 5 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。

【請求項 2 7】

前記経路の分割は、前記短い経路を、各细分間隔が長さの値を持っている 1 組の個別の該细分間隔に分割する命令を含む、請求項 2 6 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。
 10

【請求項 2 8】

前記対応の評価は、
 前記エネルギー関数に対する 1 つまたはそれ以上のパラメーターを初期化する命令と、
 部分最適の対応を計算するために前記エネルギー関数を最小化する命令と、
 前記部分最適対応が全体最適対応であるかどうかを判定する命令と、
 前記新しい部分最適対応が前記全体最適対応よりもより最適であるときは、前記部分最適対応を保存することを含む、請求項 2 2 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。

【請求項 2 9】

前記 1 組のパラメーターを初期化することは、
 前記長い経路上の地点である開始点の値を定義することと、
 分割された短い経路に写像される 1 組の 1 つ以上の最初の長さの値を定義することと、
 を含む、請求項 2 8 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。
 20

【請求項 3 0】

前記エネルギー関数を最小化することは、該エネルギー関数の部分最適を求めるための最小化関数を用いることを含む、請求項 2 8 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。

【請求項 3 1】

前記エネルギー関数に対する前記 1 組のパラメーターを調整することと、
 前記最小化を再度実施することが可能かどうかを判定することと、
 前記最小化を再度実施することができる場合は、前記エネルギー関数を新しい部分最適対応を計算するために適用することと、
 前記新しい部分最適対応が前記全体最適対応よりも望ましいときは、前記新しい部分最適対応を格納することと、
 を含む、請求項 2 8 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。
 30

【請求項 3 2】

前記 1 組のパラメーターを調整することは、
 前記長い経路上の地点である現在の開始点の値を決定することと、
 前記現在の開始点の値とは異なる、前記長い経路上の地点の値である新しい開始点の値を決定することと、
 前記 1 組のパラメーターにおける前記新しい開始点の値を前記エネルギー関数に用いることと、
 を含む、請求項 3 1 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。
 40

【請求項 3 3】

前記誤差項またはばね項に対応する 1 つまたはそれ以上の重み値を用いる命令を含む、請求項 2 2 記載のコンピューター読み取り可能な媒体。

【請求項 3 4】

複数の特徴的経路間の最適対応を計算する装置であって、
 複数の経路の位置合わせが実施可能なプロセッサーで、該位置合わせは、エネルギー関数の最小コストを見出すための最小化関数を用い、該エネルギー関数は誤差項とばね項とを含み、該誤差項は、第 1 および第 2 の経路内における対応する個別の细分間隔の位置の差、前記第 1 の経路を位置で微分した関数である第 1 の導関数、並びに前記第 1 の経路内
 50

における個別の細分間隔に対応する前記第2の経路を位置で微分した関数である第2の導関数のうちの1つ以上からなる関数であり、前記ばね項は前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の長さの関数である、プロセッサーと、

前記プロセッサーに接続され、データを格納するように動作可能なメモリーと、

前記プロセッサーを用いてユーザーが前記メモリーから情報を格納および抽出することを可能にするユーザーインターフェースと、

を含む装置。

【請求項35】

前記プロセッサーは、前記エネルギー関数を用いて、最初のパラメーターを変化させて1回以上の位置合わせを計算し、該1回以上の位置合わせから最適な位置合わせを決定する、請求項34記載の装置。

10

【請求項36】

前記プロセッサーは前記メモリーを用いて前記ユーザーインターフェースに位置合わせ結果を供する、請求項34記載の装置。

【請求項37】

コンピューター支援による複数の経路を位置合わせする方法であって、

第1および第2の経路を受け取ることと、

前記第1および第2の経路をパラメーター化することと、

エネルギー関数を最小化することによって前記第1および第2の経路間の対応を評価することと、を含み、

20

前記エネルギー関数が、肝臓または脾臓の屈曲部を定義する1つ以上の特徴部を参照することなく定義され、

前記エネルギー関数は、誤差項とばね項とを含み、該誤差項は、前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の位置の差、前記第1の経路を位置で微分した関数である第1の導関数、並びに前記第1の経路内における個別の細分間隔に対応する前記第2の経路を位置で微分した関数である第2の導関数のうちの1つ以上からなる関数であり、前記ばね項は前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の長さの関数である、方法。

【請求項38】

コンピューター支援による複数の経路を位置合わせする方法であって、

30

第1および第2の経路を受け取ることと、

前記第1および第2の経路をパラメーター化することと、

エネルギー関数を最小化することによって前記第1および第2の経路間の対応を評価することと、を含み、

前記エネルギー関数が、仮想の容積測定の対象を記述する1つ以上の幾何学的条件を参照することなく定義され、該幾何学的条件は仮想の容積測定対象の半径、周囲長、または表面曲率を含み、

前記エネルギー関数は、誤差項とばね項とを含み、該誤差項は、前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の位置の差、前記第1の経路を位置で微分した関数である第1の導関数、並びに前記第1の経路内における個別の細分間隔に対応する前記第2の経路を位置で微分した関数である第2の導関数のうちの1つ以上からなる関数であり、前記ばね項は前記第1および第2の経路内における対応する個別の細分間隔の長さの関数である、方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本書面は、一般的に、生体または同様の対象物の容積測定的な画像生成に関し、特に、制限する目的ではないが、3次元の仮想対象物を通る複数の経路を正確に位置合わせする(register)システムおよび方法に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

典型的に癌の前兆と考えられている結腸内のポリープの早期発見は、患者が結腸癌から生き残るチャンスを大きく増大することができる。残念なことに、多くの患者は手技の不快さと体内に侵襲するという理由から、従来の結腸鏡検査には失望している。“仮想結腸鏡検査”は、従来の結腸鏡検査のいくつかの侵襲性を回避し、結腸癌の早期発見の確率を増すことができる。

【 0 0 0 3 】

一般的に、“仮想内視鏡検査”は、コンピューターで生成される解剖学的構造の3次元画像の“フライスルー（flythrough）”を用いて行われる。これらの方は、コンピューターCTスキャンと、コンピューター画像処理ソフトを用いる。3次元モデルの作成は、仮想結腸鏡検査、仮想気管支鏡検査、仮想血管鏡検査を含む、さまざまな臨床的アプリケーションにおいて用いられてきた。典型的なフライスルーにおいては、ユーザーは再構成された立体対象物を通して視点を移動させ、解剖学的モデル内壁の疑わしい形成物をさらに検討するためにある一点に留めることができる。仮想結腸鏡検査は、小さなポリープを検出するのに効果的であることが示されている。しかし、1回の走査だけでは、異質な物質が存在して障害を生じる可能性がある。

10

【 0 0 0 4 】

大便や水などの異質な物質は、擬陽性、偽陰性の両方を起こす可能性がある。3D結腸モデルの質感や色は表現されていないため、異質な物質の存在はポリープの形をした形成物の識別をより困難にする。これらの種類の異物は本当のポリープを覆い隠し、偽陰性を起こす可能性がある。逆に、異物はポリープと見間違われ、この場合、術者はポリープもどきと認定して擬陽性を表明してしまう。例えばうつぶせと仰向けの2つの走査を使えば、これらの問題は回避できる。異物は、うつぶせと仰向けの走査の間でしばしばその位置を変化させるので、術者は真のポリープと偽ポリープを検出し識別するために両方の走査を用いることが出来る。術者は、また、1回の走査で物質によって以前覆い隠されたポリープを検出することができる。

20

【 0 0 0 5 】

フライスルーの間中、術者は、仮想結腸の内部の部分をさらに検討するために、一方の走査から他方の走査へと視点を変えることを選択することができる。この視点の変更の後に、効率化のために、術者の視点を結腸内の同じ位置に置いておくことが理想である。しかし、典型的には、うつぶせと仰向けの走査の間の結腸の形状および寸法は比較的大きい可能性がある。このことが走査間の対応する位置をマニュアルで決定することを困難にする。

30

【 0 0 0 6 】

一般的に、位置合わせすること（registration）が2つ以上の走査の間での対応点のセットを決定する1つの方法である。位置合わせの1つの方法は術者によるマニュアルの位置合わせである。典型的には、術者は両方の走査と一緒に見て、参照基準線を生成するために特徴的な解剖学的な目標点を見つけ出すよう試みる。この最初の位置合わせ後、疑わしい形成部を術者が発見したときに、その参照基準線を用いて対応する走査画面中に自分を位置させ、自分が同じ位置の近くに来るまで付近の画像に眼を通していく。この方法は、退屈で不正確で、また費用がかかる。

40

【発明の開示】**【 0 0 0 7 】**

うつぶせと仰向けの結腸走査画面の自動的な位置合わせが望まれている。1つの方法は、うつぶせと仰向けのデータセット内の同じような特徴を最初に決定することである。特徴は、座標軸のいずれかにおいて部分的な最大値または最小値である。この方法は、参照地点として、両方のデータセットに対して結腸の中心軸経路に沿った、比較的静的な地点を利用する。これらの地点を、うつぶせあるいは仰向けの経路を延ばしたり、および／または縮めたりして合致させる。1つの例では、この方法は、肝臓や脾臓の屈曲点の場所が比較的固定していることに頼っている。したがって、屈曲点を表わすポイントが位置合わ

50

せ上の参照点として用いられる特徴点を示す。うつぶせおよび仰向けの経路間で参照点を相関させた後、経路上に上記地点を近似するために線形変換が使用される。

【0008】

しかし、この方法は、充分な識別可能な特徴がない場合は失敗する可能性がある。また、位置合わせが無くて案内を不十分にさせるような誤差を生じるケースよりは良いが、特徴の正しい合致と正確さを可能にするには殆ど完全なうつ伏せ走査と、殆ど完全な仰向け走査を必要とする。

【0009】

結腸は、患者が位置を変えると曲がったり移動したりするので、仮想結腸鏡検査を行う時は正確な位置合わせが重要である。特徴マップを使用する自動的な方法は、位置合わせのマニュアルの方法からの自然な進歩である。しかし、器官の特徴点が移動し、また形を劇的に変化させてしまうときは、特徴点に依存するのは信頼性が無い。

10

【0010】

他の方法は、複数の経路を位置合わせするための幾何学的、または解剖学的な情報を使用する。いくつかの方法では、経路間の相対的な対応を測定するときに走査対象の形状に関する半径、円周長、または表面の曲線のような幾何学的情報が使用される。ある1つの方法では、中心線ポイント周辺の平均半径が経路を相関させるための動的プログラミングとともに使用される。しかし、ある例においては、経路中のある与えられた地点周りの半径を決定するには、処理は容積測定データを考慮しなければならない。一般的に、容積測定データを処理することは、高度なコンピューター処理である。本発明の方法は、容積測定データを必要としないことによって、より高い計算効率を達成する。

20

【0011】

本書面は、他の物のなかで、仮想3次元物質の複数の特徴的な経路の位置合わせを効率的に計算するシステムおよび方法を述べる。1つの例において、第1および第2の経路が入力として受け取られる。個別地点の各々の経路が、経路長の関数として一辺毎の線形のパラメーター表現に変換される。経路は平滑化され、正規化される。より短い経路は、多くの個別の細分間隔に分割される。最初の構成としては、短い方の経路が長い方の経路の位置に直接写像(map)される。コスト関数が定義され、コスト関数は誤差項(error term)と、ばね項(spring term)を含んでいる。誤差項は、対応する細分間隔の間のx y z平面内の位置の差、および傾斜の差の関数である。ばね項は、対応する細分間隔間の長さの比の関数である。短い経路の細分間隔は、部分的に最適な位置合わせの結果を示すコスト関数を最小化する最小化関数を用いて、長い経路に沿った対応する曲がった間隔上にマッピングされる。短い方の経路は長い方の経路に沿って漸進的に位置合わせされ、各位置で最小化が行われる。短い方の経路をそれ以上変位させることができないときは、全体の最適位置合わせが結果として戻される。

30

【0012】

この要約は、本特許出願の、ある命題の概略を示す意図のものである。これは、本発明の唯一の、また全ての説明を意図するものではない。本特許出願の命題に関してさらなる情報をもたらすために、詳細な説明を行う。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0013】

図は必ずしも一定の縮尺比で描かれておらず、図中、例えば数字はいくつかの図の中で実質的に同じ要素を示している。異なった添字を有する数字は、同様の要素の異なった場面を表わしている。図は、一般的に限定を意図するものではなく、例示を意図として、本書面で述べられるさまざまな実施例を示す。

【0014】

以下の詳細な記述において、その部分を示す添付図を参照するが、それは本発明が実施される、図に特定した実施例として示されている。これらの実施例は、当業者が本発明を実施することが出来るように充分詳細に述べられ、また、実施例は組み合わせることが可能で、または他の実施例が使用可能で、また、本発明の範囲を離れることなく構造的、論

50

理的および電気的な変更が可能であると理解されるべきである。したがって、以下の記述は、限定の意味に取られるべきでなく、本発明の範囲は添付の請求項およびその均等物によって定義される。本書面において、単数形の語は、特許文献において通常であるように、1つ以上のものを含む。本書面において、“または”という語は、特に示されなければ非限定的な“または”、を表わす。さらに、本書面で参照されるすべての刊行物、特許、および特許文献は、参照によって個別に含まれるかのように、参照によってその全体として含まれている。本書面と参照によって含まれるそれらの文献との間で調和しない使用法がある場合は、含めた参照文献の使用法は本書面の使用法の補足と考え、矛盾する使用法に関しては本書面の使用法が支配するものとする。

【0015】

10

以下の詳細記述のいくつかの部分は、コンピューターメモリー内のデータービットによる動作のアルゴリズムおよび記号表現言語で表わされる。これらのアルゴリズム記述や表現は、データ処理に詳しい人がその仕事の内容を他の同様の人に効率よく伝えるために用いられる方法である。アルゴリズムは、所望の結果に導く理路整然としたシーケンスを含む。ステップは、物理量を物理的に操作することを要するものである。通常、必ずということではないが、これらの数量は電気的または磁気的な形態を取り、記憶され、送信され、組み合わされ、比較され、またさもなければ操作される。これらの信号は、主には共通使用のために、ビット、値、要素、記号、文字、言葉、数等を示すことがしばしば便利であることが証明されている。しかし、これら全ておよび同様の言語は、適切な物理量と関連していなければならず、また、これらはそれら数量に適用される単なる便利な標識であることを頭に置かなければならぬ。以下の記述から明らかな以外に特別に述べられていないければ、“処理”“コンピューター処理”“計算”“決定”“表示”などの言葉は、コンピューターシステム、または同様のコンピューター装置の動作や処理を示し、それらは、物理（例えば電気的）量として表現されるデータを操作し、また、コンピューターシステムのレジスターやメモリー内にあるそれらを、そのコンピューターシステムメモリーやレジスター、また他のそのような情報記憶装置、送信または表示装置内で、同様に物理量として表わされる他のデータに変換する。

20

【0016】

導入

本発明者は、複数の経路を位置合わせするために特徴点や解剖学的なデータに依存することがしばしば非効率で、誤差含みで限定的であることを認識した。他の物の中で、本書面は特徴点の同定、または解剖学的データへの依存の必要なく複数の経路の位置合わせを決定する正確な方法を述べる。経路の1例としては、限定はされないが、中心線経路または特徴的な経路を含む。特徴的な経路は対象の完全なる中心を必ずしも与えるものではなく、したがって、必ずしも中心線を構成しない。にもかかわらず、特徴的な経路は、典型的には充分に対象体を代表するものになり、対象体のうつぶせ走査を対象体の仰向け走査に対して位置合わせすることを可能にする。

30

【0017】

図1は、この特徴的な経路データを用いるシステムの例を示す。この例において、患者100は、典型的な医用画像スキャナー102によって走査される。医用画像スキャナー102の例は、限定はしないが、CTスキャナーおよび磁気共鳴画像スキャナー（MRI）を含む。スキャナー102は、典型的には例えばデータ経路104によって記憶システム106に接続されている。データ経路104は、典型的にはローカルエリアネットワーク（LAN）であり、記憶システム106は典型的には画像サーバーである。この例では記憶システム106は、第2のデータ経路、典型的にはLANによって、典型的には1つ以上の画像処理ステーション110A, 110B, 110C, … 110Nに接続されている。

40

【0018】

図2は、典型的な画像処理ステーション110を示す。この例では、画像処理ステーション110は、マウス200やキーボード202のような1つ以上の入力装置410と、

50

ディスプレー 204 やプリンター 206 のような 1 つ以上の出力装置 412、および、プロセッサー、装置内メモリーおよび内部および外部の装置間の通信を制御するための他のハードウェアを含む制御ユニット 208 を有する。画像処理ステーションは、記憶システム 106 に記憶された画像を使って区域分けを計算する。区域分けは、差別化するために、例えば画像強度またはその他の情報を使って、近傍の対象物から関心の対象（例えば結腸）を表わすデータを分離する。ユーザーは、区域分けを用いて特徴的な経路を生成することを含む方法を実施するために画像処理ステーション 110 を用いることが出来る。うつぶせの患者の結腸の特徴的な経路、および仰向け患者の結腸の特徴的な経路のような、複数の特徴的な経路を生成することができる。複数の特徴的な経路の自動的な位置合わせを以下に述べる。

10

【0019】

図 3 は、2 つの仮想の 3D 対象物を同時に示している。この例において、各々の 3D 仮想対象物は、仰向け走査およびうつ伏せ走査のような異なった走査を表わしたものである。例えば、仮想結腸鏡検査において、残っている大便がうつぶせおよび仰向けの間で移動し、診断技師にとって 1 つまたは他の走査をより望ましいものとして、しばしば結腸のうつぶせ、および仰向けの走査を取ることが望ましい。しかし、うつぶせ走査の同じ位置を仰向け走査の同じ位置に移すために、うつ伏せと仰向けの走査の位置合わせが助けになる。診断技術者は、例えば結腸の仮想のフライスルームの間、うつ伏せと仰向けを切り替えることを望むかもしれない。代わりに、仮想の結腸フライスルームの間、1 つの画面 300（例えばうつぶせ）において対象の仮想内部を通して診断技術者が意図的にその視点を変えるにつれて、他の画面 302（例えば仰向け）は用意された位置合わせを使って同時に追尾できる。

20

【0020】

実施例

図 4 は、特徴点とは関係なく複数の経路の効率的な位置合わせが可能なシステム 110 の部分を示す。この例において、プロセッサー 400 は相互作用のためにメモリー 402 と接続されている。あり得るプロセッサーとメモリーの組み合わせの広範なアレイは入手可能である。プロセッサー 400 は、商業部品（例えばペンティアム（登録商標）、モトローラ 68000 シリーズ、PowerPC）、または特定のアプリケーションに使用するために作られた専用ユニットなどを含む。メモリー 402 は、固体、磁気、または光媒体などのいかなるメモリーも含む。

30

【0021】

ユーザーインターフェース 408 は、典型的にはプロセッサー - メモリー組み合せ 406 に接続されている。このユーザーインターフェース 408 は、典型的には入力装置 410 および出力装置 412 を含む。入力装置 410 は、1 つまたはそれ以上のキーボード、マウス、タッチパッド、マイク、検知装置、表示装置、または、コンピューターがユーザーからの命令や入力データを受け取ることを可能にするいかなる他の種類の装置を含む。出力装置 412 は、モニター、プリンター、スピーカー、または、システムがユーザーに結果のデータを示すことができる他のいかなる種類の装置を含む。

40

【0022】

1 つの例において、ユーザーは入力装置 410 を用いて、典型的には各々うつ伏せ走査および仰向け走査を示す 2 つの特徴的な経路を含む命令を入力することが出来る。2 つの経路は、プロセッサー - メモリー組み合せ 406 によって複数経路の類似ポイントのマッピング（すなわち位置合わせ）を決定するために使用される。

【0023】

最初に、2 つの経路はパラメーター表示され、平滑化され、経路準備モジュール 414 によって分割される。次に、誤差最小化関数のための入力パラメーターが予備入力（Prep Input）モジュール 416 内で形成される。最後に、位置合わせモジュール 418 がコスト（すなわちエネルギー）関数を最小化することによって最適な解を決定する。次に、1 つの例においては、その結果がユーザーのために出力装置 412 に表示される。

50

【0024】

入力の受け取り

図5は、2つの特徴経路の位置合わせのための方法500の例を示す。最初のステップ501で入力を読み取る。この例において、入力はうつ伏せと仰向けの2つの特徴的な経路を含む。各経路は3D空間内で一辺ずつの空間曲線を定義しているポイントのつながりで記述されている。特徴的な経路は、 $C = (C_0, C_1, \dots, C_n)$ のように直線区間のつながりによって表わされる。ここで、 C_i は (x, y, z) 座標の3連値である。ここで、複数の経路は、 $C_a = (C_{a0}, C_{a1}, \dots, C_{an})$ および $C_b = (C_{b0}, C_{b1}, \dots, C_{bm})$ （例えばうつ伏せおよび仰向け特徴経路）として表わすことができる。ここで、患者がうつ伏せから仰向けまたはその逆に位置を変えると、結腸が伸びたり縮んだりして一つの経路が他方よりも短かい、または長いという可能性があり、 C_a C_b （ C は C の長さ）である。

【0025】

この例においては、システム110は経路が結腸走査を表わすものとして認識するよう 10 に初期化されており、唯一の入力は経路である。しかし、他の例においては、本方法の実施を制御するために追加の、または他のパラメーターを使用できる。この例においては、経路は平滑化されず、互いに大体軸合わせされる（例えば、両経路が、同じ向きである直腸と盲腸を表わす）。もし経路が大体でも軸合わせ出来ないときは、互いに経路の向きを合わせるために事前処理のルーチンが使用される。また、この例において、

$$C_a \tilde{\subseteq} C_b$$

20

であるとする（ C_a のドメインはおよそ C_b のドメインの部分集合である）。他の例においては、 C_a の大部分が C_b 上に写像されず、この場合、 C_b の先端または終端への最良の適合を試みるために、 C_a の先頭または終端を切り詰める技術が用いられる。

【0026】

経路のパラメーター化

502において、一連の特徴的経路のポイントがパラメーター化される。この例において、各特徴的経路は3D空間の一組のポイントによって定義される。

【0027】

30

パラメーター化は、この個別的な表現を代表的な数学関数に変換する処理である。この例において、信号サンプルのシーケンス $C = (C_0, C_1, \dots, C_n)$ が与えられると、関数 $c(t)$ （特徴経路の長さの関数としての C の一辺毎の線形パラメーター表現）が、以下のポイントとして定義され、間にある全ての値について線形補間される。

【0028】

【数1】

$$c(0) = C_0$$

$$c(\|C_1 - C_0\|) = C_1$$

40

$$c(\|C_1 - C_0\| + \|C_2 - C_1\|) = C_2$$

...

...

$$c(\|C\|) = C_n, \text{ where } \|C\| = \sum_{i=1}^n \|C_i - C_{i-1}\|$$

これを入力されたシーケンス C_a および C_b に適用すると、パラメーター化された信号 $c_a(t)$ および $c_b(t)$ となる。

50

【0029】

経路の平滑化

503において、ノイズは濾過除去され、パラメーター化された信号が平滑化される。

【0030】

一般的に、この例において、位置合わせする間対応点を決める時の1つのファクターとして用いられる、より意味のある傾斜値を生成するために、平滑化された経路が好ましい。ある例においては、信号は、パラメーターによって定義されるガウスモデルを用いて平滑化される。 $\sigma = \min(\dots, \min(C))$ とし、ここで、 $\min(C)$ は C 内の最小の、ゼロでない線分（入力信号ポイント）を表わす。標準偏差が

10

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\delta}$$

【0031】

で与えられ、その半径 =

$$\lceil 3\bar{\sigma} \rceil$$

20

である1次元の不連続なガウス核

$$G_{\bar{\sigma}}$$

と、新たな信号ポイントのシーケンス $C' = (c(0), c(\dots), c(2\dots), c(3\dots), \dots, c(C))$ が計算される。

30

【0032】

渦積分によって平滑化された信号サンプルのシーケンス

$$\tilde{C} = G_{\bar{\sigma}} * C_{\delta}$$

が生成され、したがって平滑化されたパラメーター関数

$$\tilde{c}(t)$$

40

が生成される。平滑化関数を適用することによって平滑信号

$$\tilde{c}_a(t)$$

および

$$\tilde{c}_b(t)$$

を得る。

【0033】

経路の正規化

504において、経路が正規化される。この例において、2つの経路のうち短い経路 C_a は単位測定値に目盛分けされ、間隔 $[0, 1]$ にわたって

10

$$\bar{c}_a(t) = \frac{c_a(t \cdot \|C_a\|)}{\|C_a\|}$$

のように定義される。長いほうの経路 C_b は、目盛分けされ間隔

$$[0, \frac{\|C_b\|}{\|C_a\|}]$$

20

にわたって

$$\bar{c}_b(t) = \frac{c_b(t \cdot \|C_a\|)}{\|C_a\|}$$

のように定義される。次に、信号はそのスタート点および / または終端において僅かに位置がずれる可能性があるので、 $t < 0$ に対して

30

$$\bar{c}_b(t) = \tilde{c}_b(0)$$

$$t > \frac{\|C_b\|}{\|C_a\|}$$

40

に対して

$$\bar{c}_b(t) = \tilde{c}_b\left(\frac{\|C_b\|}{\|C_a\|}\right)$$

と定義することによって

\bar{c}_b

の範囲が総体の実際のラインとなるように延伸される。処理工程のこの時点で、

 $\bar{c}_a(t)$

10

および

 $\bar{c}_b(t)$

は平滑化され、正規化された経路 C_a および C_b を表わす。この例において、記述を簡易化するために、 $c_a(t)$ はこれ以後、平滑化され、正規化された信号

20

 $\bar{c}_a(t)$

を表わし、 $c_b(t)$ はこれ以後、平滑化された信号

 $\bar{c}_b(t)$.

30

を表わす。

【0034】

経路の分割

505において、短い方の経路が多くのサンプルに分割され、対応点の発見を試みて長い方の経路の部分と個々に比較される。ここで、 C_a を定義している間隔は細分化された間隔に分割され、狭義増加終端のシーケンス、すなわち分割 $P = (t_0 = 0, t_1, \dots, t_{k-1}, t_k = 1)$ として定義することが出来る。この例においては、同じ大きさの15の個別の細分間隔の任意の数値が使用される。他の例では、位置合わせのためにより多くの、または少ない細分間隔が使用される。さらに他の例では、分割を定義するために経路に沿った x, y, z 軸に関する最大値または最小値を用いることも出来る。なおまた他の例では、最初の分割の終点を選択するために、中心線に沿った最大および/または最小の曲線の点を用いる。同じ大きさの細分間隔を用いる1つの優位点は、特徴的経路の動静や特徴によらずに位置合わせが実行可能であることである。

40

【0035】

位置合わせの操作は、固定的分割 $P = (t_0 = 0, t_1, \dots, t_{k-1}, t_k = 1)$ と、 c_b のドメインの細分割である曲線分割 $P' = (t'_0 = 0, t'_1, \dots, t'_{k'})$ との間の対応を定義する。この対応付けは $c_b(w(t))$ によって定義される c_b の曲がりを導き出す。ここで、 $w(t)$ は、 $w(t) = t'_{i-1} + \frac{t - t_{i-1}}{t_i - t_{i-1}}$ で定義され、 i は $t_{i-1} < t < t_i$ であるように選択される。この例において、 w は元の細分間隔に対する曲がった細分間隔の比率である。

50

【0036】

P から P' への対応を決定するときに、結腸の各部分が互いに独立して伸びたり縮んだりする様子を反映するために、連の中で後に起こる t'_{i+1} の値の変更は、どの区割りの長さにも影響してはならない。

【0037】

図 6 は、経路のある部分を定義する最初の終端のセット 600 と、 t_2 が最初の値から少なくなっている第 2 の終端セット 601 と、 t_2 が最初の値から大きくなっている第 3 の終端セット 620 の図である。610 において、間隔 $[t_1, t_2]$ は適切に縮小しているが、 $[t_2, t_3]$ は結果的に不適切に増大している。同様に、620 において、間隔 $[t_1, t_2]$ は適切に増大しているが、 $[t_2, t_3]$ は結果的に不適切に減少している。1つの解決法は、この例で用いているように、経路を終端値の代わりに始点と一組の長さの値で表わすことである。しがって、 $l'_{i+1} = t'_{i+1} - t'_{i+1} \{1, 2, \dots, k\}$ とする。

10

【0038】

図 7 は、経路のある部分を定義する 1 組の終端 700 と、対応する最初の長さのセットからなる経路の同じ部分 710 と、 l'_{i+2} が最初の値から少なくなっている調整された経路 720 と、 l'_{i+2} が最初の値から大きくなっている他の調整された経路 730 の図である。経路をこのように表わすことによって、長さ l'_{i+1} の増減は以後のいずれの長さにも影響を与えない。しかし、 l'_{i+1} の変化は経路の全体の長さを変化させる。この表現方法を用いれば各部分が伸縮したときの結腸の動きを正確に反映することは確実である。

20

【0039】

“エネルギー”関数を可変に構成する

506 において、誤差最小化関数の最初の解が形成される。始めに、この例では、結腸にはなんの伸縮も起きないと仮定し、したがって、最初は $l'_{i+1} = l_1, \dots, l'_{i+k} = l_k$ のように曲がった経路は直接短い経路に写像される。また、直腸の位置はずれが無いという前提なので、 $l_0 = t'_{i+0} = t_0 = 0$ である。

【0040】

最適な対応を見つける

507 において、固定分割 P と曲線分割 P' 間の最適な対応が見出される。この例において、対応関係は、2つの細分間隔間の提示された対応におけるいずれかの誤差に関連するコストを表わすエネルギー関数 E を用いて測定される。ある例において、エネルギー関数は2つの部分、誤差項 e と、ばね項 s を有し、2つの経路にまたがる全ての細分間隔にわたって計算される。

30

【0041】

エネルギー関数は P' に沿った各間隔で次のように計算される。

$$E(P') = (E_0(P'), E_1(P'), \dots, E_k(P')) \quad \text{ここで、}$$

$$E_0(P') = \sum_{i=1}^k e_i$$

40

および

$$E_j(P') = (1 - t_{j-1}) \cdot s(\phi_j) + \sum_{i=j}^k e_i$$

、ただし $j \geq 1$ である。ここで、

$$\phi_j = \frac{t'_j - t'_{j-t}}{t_j - t_{j-1}} = \frac{l'_j}{l_j}$$

であり、元の細分間隔の長さに対する曲がった細分間隔の長さの比を表わす。ばね項は経路の伸び縮みに対する補償を表わし、一般的に経路が綺麗に形成されることを確実にするのを助ける。エネルギー関数において、項 $(1 - t_{j-i})$ は、ばね項を誤差項の合計と同じ大きさに目盛分けする。ばね項は、元の細分間隔の長さに対する曲がった細分間隔の長さの比の関数として定義される。

【0042】

【数2】

$$s(\phi) = \begin{cases} \omega_3 \cdot [\csc\left(\max(\varepsilon, \frac{\pi\phi}{2})\right) - 1] & \phi \leq 1 \\ \omega_3 \cdot [\csc\left(\max(\varepsilon, \frac{\pi}{2\phi})\right) - 1] & \phi < 1 \end{cases}$$

10

上記関数は、連続的であり、かつ全ての

20

$$\phi \geq \frac{2\varepsilon}{\pi}$$

で分割可能である。また、上記関数は

$$s(\phi) = s\left(\frac{1}{\phi}\right)$$

30

のように逆対称的である。言い換えれば、

$$\frac{1}{\phi}$$

の係数分間隔が縮んだ結果によるばねエネルギーは、の係数分間隔が伸びた結果によるばねエネルギーに等しい。

40

【0043】

誤差項 e は、2つの主たる要素、すなわち、 x , y , z 位置の差異と、各対応する細分間隔の x , y , z 傾斜の差異から成っている。誤差項 e_i は、次のように表わされる。

【0044】

【数3】

$$e_i = \omega_1 \left(\Delta_{ix} + \Delta_{iy} + \Delta_{iz} \right) + t_1 \max(0, -t'_0) + (1 - t_{k-1}) \max(0, t'_k - \frac{\|c_a\|}{\|c_b\|}) + \omega_2 \left(\Delta'_{ix} + \Delta'_{iy} + \Delta'_{iz} \right)$$

誤差の最初の項は、2つの経路要素の値の間の位置の差を表わす。これは、各要素に関する分割の各細分間隔内で $c_a(t)$ と $c_b(w(t))$ (c_b は曲げ後)との間の差を

50

積分して計算される。

【0045】

【数4】

$$\Delta_{ix} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} |c_a(t)_x - c_b(w(t))_x| dt \quad (\Delta_{iy} \text{ と } \Delta_{iz} \text{ は類似})$$

曲線化関数 $w(t)$ は、 $c_a(t)$ と $c_b(t)$ の間の一辺ごとの線形変換を定義する。 上述したように、対応する間隔 $w_i : [t_{i-1}, t_i] \rightarrow [t'_{i-1}, t'_{i-1}]$ の間での均一な曲線化は、 $w_i(t) = t'_{i-1} + \phi_i(t - t_{i-1})$ によって定義される。その導関数は、単純に

$$\frac{d}{dt}(w_i(t)) = \phi_i$$

である。

【0046】

第2および第3の項、 $\max(0, -t_0)$ および $(1 - t_{k-1})$

$$(1 - t_{k-1}) \max(0, t'_k - \frac{\|C_b\|}{\|C_a\|})$$

は、どちらかの端のずれを合致させる試みをした時の補償項である。

【0047】

最後の項は、曲線化の後に2つの要素経路の導関数を比較することで両者の形状の差を評価する。それは、各要素に関する分割の各細分間隔内で、

$$\frac{d}{dt}(c_a(t))$$

と

$$\frac{d}{dt}(c_b(w(t)))$$

(曲線化後の c_b の導関数) の間の差を積分して計算される。

【0048】

【数5】

$$\Delta'_{ix} = \int_{t_{i-1}}^{t_i} \left| \frac{d}{dt}(c_a(t))_x - \frac{d}{dt}(c_b(w(t)))_x \right| dt = \int_{t_{i-1}}^{t_i} \left| c'_a(t)_x - \phi_i \cdot c'_b(w(t))_x \right| dt$$

($'_{iy}$ および $'_{iz}$ は類似)

エネルギー関数の各項は変数 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ を用いて重み付けされる。この例では、これらの変数には、 $\alpha_1 = 1.0, \alpha_2 = 0.1, \alpha_3 = 0.0004$ を与える。他の例

10

20

30

40

50

においては、最良の結果を得るために異なった重みが必要であるかもしれない。

【0049】

この例においては、位置および傾斜における差異を分析するのに、3つの座標全てを使用している。他の例では、誤差関数でただ1つまたは2つの座標のみを調べることができる。また、この例においては、誤差項において各座標は均等に重み付けされている。他の例では、ある選択に基づいて座標に異なった重み付けをすることが出来る。また、この例では、細分間隔は不均一には伸び縮みしないと仮定している。

【0050】

一度エネルギー関数が定義され、最初の値が計算されると、部分最小値を決定するために最小化関数が使用される。この例では、エネルギー関数 E における、最小のエネルギーコストを求めるために、 t'_0 点から始めて、長さ ($l'_{i-1} = l_1, \dots, l'_{k-1} = l_k$) を使用して、レーベンベルグ - マルカート法が用いられる。他の例では、ガウス - ニュートン法のような他の最小化法を用いることも出来る。レーベンベルグ - マルカート法の適用の結果、部分最適化された長さの連と、関連する誤差値のセットを得る。

10

【0051】

図8は、長さ l'_{i-1} を持った間隔 $[t'_{i-1}, t'_i]$ にわたって固定経路 800 および曲線化経路 802 の細分間隔の最初の位置合わせを示している。レーベンベルグ - マルカート法は、色々な解法を試み、図9に示すように曲線化経路 900 を縮めたり、図10に示すように曲線化経路 1000 を伸ばしたりする。図9を見ると、縮められた曲線経路 900 は固定経路 800 とは劇的にずれている。この例において、これは最適解ではない。図10を見ると、伸ばされた曲線経路 1000 は同様に固定経路 800 からずれており、最適解をもたらさない。図11は、可能性のある最適解を示しており、曲線経路 1100 は固定経路 800 と大体合っている。この例において、レーベンベルグ - マルカート法は図8から図11に概略示したように、全ての細分間隔を同時に最適化するよう試みる。

20

【0052】

508において、現在の最適誤差値のセットが、予め格納されたいかなる誤差値のセットとも比較される。もし現在のセットがより最適であるとすれば、それが記憶され、以前のすべての結果は廃棄される。 c_a が c_b の部分集合である場合は、0 から

30

$$\frac{\|c_b\|}{\|c_a\|} - 1$$

の範囲のさまざまな種値 (seed value) を用いて対応を計算することによって、最良の全体的な解は、最高のあり得る合致である。509において、もし可能ならば、シフトさせた開始値 t'_0 を使って最小化関数を再び走らせる。このシフトは、短い経路の長さを因子として用いて、または長い経路の長さを因子として用いて、または任意の値やパーセンテージを用いて、または他の方法によって行うことが出来る。この例において、 c_a は c_b に沿って

40

$$t'_0 = t'_0 + \frac{\|c_a\|}{4}$$

と設定することによって c_a の $1/4$ の長さの距離だけシフトする。もし c_a を c_b の終端を越えて延伸することなくシフトさせることができない時は、最小誤差に対応する値のセットが最良位置合わせとして出力される。もしそうでなければ、新しい開始値 t'_0 を用いて対応位置の測定 507 が再び実行される。もし新しく計算された誤差値が格納さ

50

れているそれよりも良ければ、格納されていた値に入れ替える。最良の解を見つけるために、 c_a が c_b に沿ってシフトが可能である限り、シフトと再計算が行われる。

【0053】

510において、この方法から最適な合致が結果として戻される。この例においては、 c_a と c_b の間の最適な合致、すなわち位置合わせを表す開始点 t'_0 、および一連の長さの値 (l_1, l_2, \dots, l'_k) が結果として戻される。

【0054】

上記の記述は例示として意図したものであり、限定としてではない。例えば、上述の実施例（および／またはその態様）は、互いを組み合わせて用いることが出来る。上記の記述を見た上で、当業者にとっては多くの他の実施例が明らかであろう。本発明の範囲は、したがって、添付請求項、およびその請求項が権利を有する均等の全範囲と関連して決定される。添付請求項の中で、“を含む”や“その中で”という語は、それぞれ“を包含する”や“その中において”的平易な英語の均等な語として用いられている。また、請求項の中で“を含む”や“を包含する”という語は可変的であり、すなわち、システム、装置、物、またはプロセスなどの語に続いてリストされる要素に追加される要素を含むそれらの語は、依然として当該請求項の範囲内にあるものとみなされる。さらに、請求項において、“第1の”“第2の”“第3の”等の語は単に標識として用いられ、その対象物に数値的な必要性を負わせるものではない。

10

【0055】

本開示書の要約は、読者がこの技術開示の性格をすばやく確かめることができるよう²⁰に要請された 37 C . F . R . § 1 . 72 (b) に準拠して用意されている。それは、要約が請求項の範囲や意味を解釈し、または制限するために使用されないという理解の下に提出されている。加えて、上述の詳細な説明において、開示を能率化するためにさまざまな構成を一緒にグループ化することが出来る。この開示方法は、請求されている内容が各請求項に明記された以上の構成を必要とするという意図を反映すると解釈されなければならない。むしろ、請求項がそれを反映しているように、発明対象事項は単一の開示実施例の全ての構成よりも少ない中に存在する。したがって、請求内容は詳細な説明の中に組み入れられており、各請求項は個別の実施例として自立している。

【図面の簡単な説明】

【0056】

30

【図1】図1は、医用スキャナー、画像記憶装置、および1つ以上の処理ステーションを示す。

【図2】図2は、画像処理ステーションの1例の概略図である。

【図3】図3は、ディスプレースクリーンの詳細図である。

【図4】図4は、複数の特性経路を位置合わせするために用いるシステムの概略図である。

【図5】図5は、2つの特性経路の位置合わせを決定するプロセスを一般的に示したフローチャートである。

【図6】図6は、終端によって表わされるいくつかの経路の例の概略図である。

【図7】図7は、終端および長さによって表わされるいくつかの経路の例の概略図である。

40

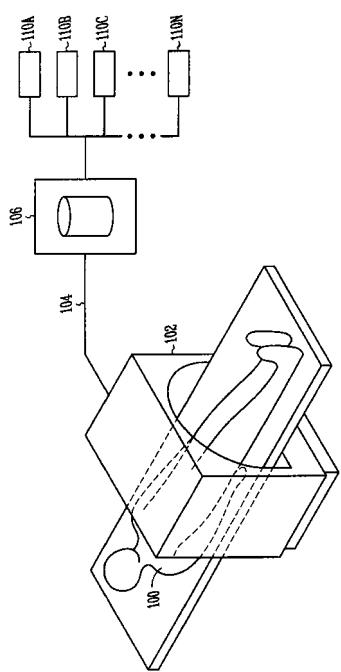
【図8】図8は、初期の位置における固定経路と曲線経路のグラフである。

【図9】図9は、亞最適の位置における固定経路と縮小曲線経路のグラフである。

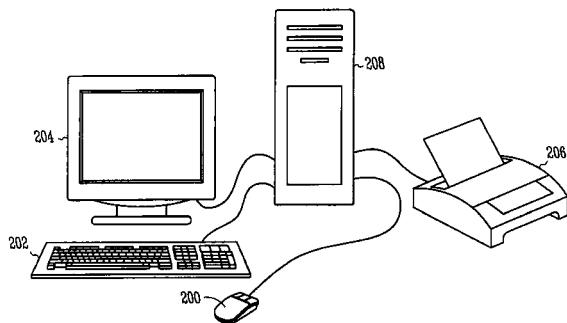
【図10】図10は、亞最適の位置における固定経路と延伸曲線経路のグラフである。

【図11】図11は、最適の位置における固定経路と縮小曲線経路のグラフである。

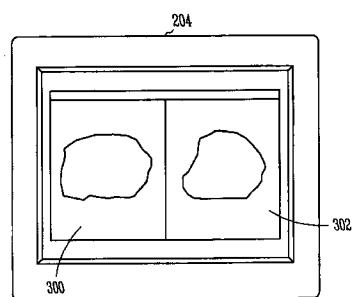
【図1】



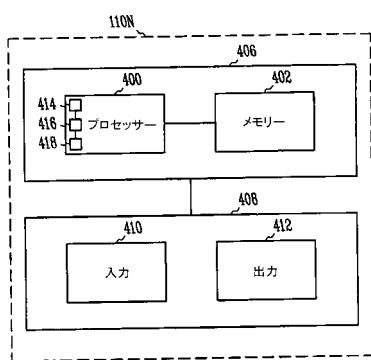
【図2】



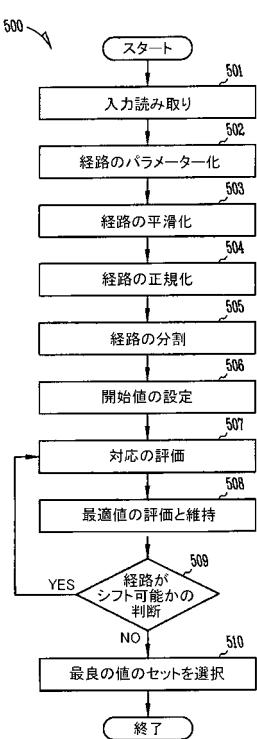
【図3】



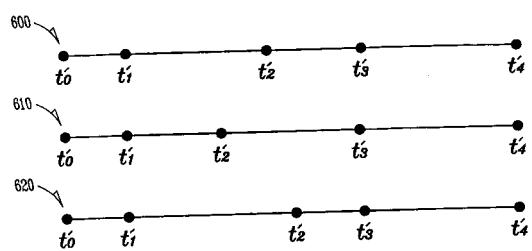
【図4】



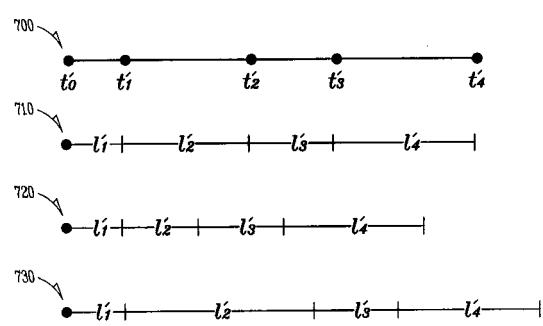
【図5】



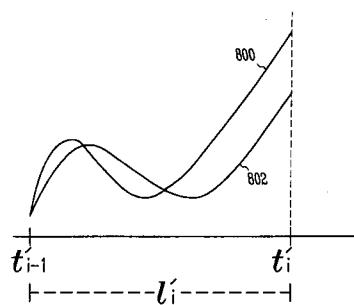
【図6】



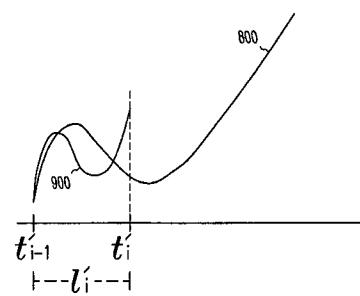
【図7】



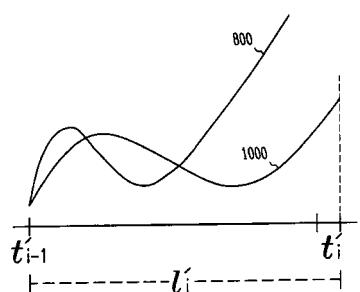
【図8】



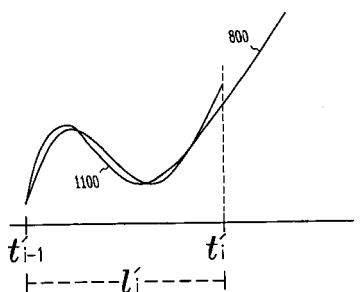
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 サムエル ダブリュー. ピーターソン

アメリカ合衆国, ミネソタ州 55104, セント ポール, モントローズ ブレイス #5 2
21

(72)発明者 シーチャンク ツアオ

アメリカ合衆国, ミネソタ州 55343, ホプキンス, ケンブリッジ ストリート #405
1301

審査官 伊藤 昭治

(56)参考文献 国際公開第2005/020151 (WO, A2)

特表2001-511031 (JP, A)

特開2005-013729 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 6 / 03

G 06 T 1 / 00

专利名称(译)	结肠特征路径的排列		
公开(公告)号	JP5497977B2	公开(公告)日	2014-05-21
申请号	JP2006314315	申请日	2006-11-21
[标]申请(专利权)人(译)	重要的影像		
申请(专利权)人(译)	重要的影像 , 油墨.		
当前申请(专利权)人(译)	重要的影像 , 油墨.		
[标]发明人	マレックブレール サムエルダブリューピーターソン シーチャンクツアオ		
发明人	マレック ブレール サムエル ダブリュー.ピーターソン シーチャンク ツアオ		
IPC分类号	A61B6/03 G06T1/00		
CPC分类号	A61B5/4255 A61B5/055 A61B5/415 A61B5/416 A61B6/03 G06T7/30 G06T2207/30028		
FI分类号	A61B6/03.360.G G06T1/00.290.B G06T7/00.612 G06T7/13 G06T7/149 G06T7/60.250.C		
F-TERM分类号	4C093/CA23 4C093/DA01 4C093/FF42 5B057/AA09 5B057/CA08 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CB06 5B057/CB13 5B057/CB16 5B057/CE05 5B057/CF05 5B057/CH08 5B057/CH20 5B057/DA07 5B057/DA16 5B057/DA17 5B057/DB03 5B057/DB09 5B057/DC07 5B057/DC16 5L096/AA06 5L096/AA09 5L096/BA06 5L096/EA06 5L096/EA13 5L096/EA22 5L096/FA12 5L096/FA13 5L096/GA59		
审查员(译)	伊藤商事		
优先权	11/287161 2005-11-23 US		
其他公开文献	JP2007167629A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种系统和方法，用于通过CT扫描仪在虚拟内窥镜检查中有效地计算三维虚拟对象的两个或更多个特征路径的定位。解决方案：离散点的每个路径被转换为线性每一侧的参数作为路径长度的函数。对路径进行平滑处理并将其标准化。较短的路径被分成许多离散的子间隔。使用最小化函数将子间隔映射到较长路径，最小化成本函数，以获得部分最佳定位。较短的路径沿着较长的路径逐渐定位，并且在每个点处尝试优化。当较短的路径不能再进一步移动时，结果返回整个最佳配准。

$$\bar{c}_a(t) = \frac{c_a(t \cdot \|C_a\|)}{\|C_a\|}$$