

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6487624号
(P6487624)

(45) 発行日 平成31年3月20日 (2019.3.20)

(24) 登録日 平成31年3月1日 (2019.3.1)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/00

D

A 6 1 B 34/10 (2016.01)

A 6 1 B 34/10

請求項の数 20 外国語出願 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2014-48579 (P2014-48579)
 (22) 出願日 平成26年3月12日 (2014.3.12)
 (65) 公開番号 特開2014-180546 (P2014-180546A)
 (43) 公開日 平成26年9月29日 (2014.9.29)
 審査請求日 平成29年3月8日 (2017.3.8)
 (31) 優先権主張番号 13/839, 224
 (32) 優先日 平成25年3月15日 (2013.3.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 513109016
 コビディエン エルピー
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 O
 2048, マンスフィールド, 15 ハン
 プシャー ストリート
 (74) 代理人 100114775
 弁理士 高岡 亮一
 (74) 代理人 100121511
 弁理士 小田 直
 (74) 代理人 100191086
 弁理士 高橋 香元
 (72) 発明者 マット ダブリュー. ベイカー
 アメリカ合衆国、ミネソタ州 55435
 , イダイナ, 7236 モナード レーン

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 経路計画システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するためのシステムであって、前記システムは、

少なくとも1つのプロセッサを含む計算装置と、

前記計算装置と通信している表示装置と、

前記表示装置上での表示のために構成され、かつ経路計画手順を通してユーザを案内するように構成されたユーザインタフェースであって、前記ユーザインタフェースは、

経路計画を実施するCT画像データを有する患者を選択するためのユーザ入力を受け取るように構成された患者選択ウィンドウと、

前記CT画像データから少なくとも1つの標的を選択するためのユーザ入力を受け取るように構成された標的選択ウィンドウと、

ユーザ入力に応答して前記少なくとも1つの標的から前記解剖学的管腔網の入口点までの少なくとも1つの経路を生成するように構成された気道ファインダーウィンドウと、

拡大された軸方向表示、拡大された冠状方向表示、および拡大された矢状方向表示の中に選択された標的を表示するように構成された標的詳細ウィンドウと、

3次元マップウィンドウおよび選択された計画のために特定された標的の一覧を含む一覧ウィンドウであって、前記一覧ウィンドウは、前記3次元マップウィンドウ内の3次元マップが見直しおよび承認されたか否かならびに現在の計画がエクスポートされたか否かの指標も提供する、一覧ウィンドウと、

10

20

を備える、ユーザインタフェースと、
を備える、システム。

【請求項 2】

前記患者選択ウィンドウは、前記計算装置に関連づけられた少なくとも 1 つのメモリ装置から患者および CT 画像データをインポートするように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記ユーザによって選択された CT 画像データから 3 次元 CT ボリュームを生成するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記表示装置上に表示するために前記ユーザによって選択された CT 画像データから前記患者の気管支樹の 3 次元モデルを生成するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記標的選択ウィンドウは、

前記 CT 画像データのスライスを表示するように構成された CT 画像ウィンドウと、

少なくとも 1 つの肺の画像を表示するように構成されたローカライザーウィンドウであって、前記ローカライザーウィンドウは、前記少なくとも 1 つの肺に対する表示されているスライスの位置を特定するように構成されたローカライザーを含む、ローカライザーウィンドウと、

ユーザ入力に応答して前記標的を前記 CT 画像データの表示されているスライスから選択するように構成された標的選択要素と、
を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記 CT 画像ウィンドウは、ユーザ入力に応答して前記 CT 画像データの少なくとも 1 つの他のスライスを表示するように構成されており、前記ローカライザーは、前記少なくとも 1 つの肺に対する表示されている少なくとも 1 つの他のスライスの位置を特定するために、前記少なくとも 1 つの肺の画像に対して移動するように構成されている、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記気道ファインダーウィンドウは、選択された少なくとも 1 つの標的を含む CT 画像を一時的に表示するように構成されており、前記 CT 画像は、前記ユーザが前記解剖学的管腔網の気道を特定するのを支援するために所定の軸の周りに回転可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記所定の軸は、前記標的から前記解剖学的管腔網の公知の気道まで画定された軸である、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記所定の軸は、前記標的から前記解剖学的管腔網内の気管の一部まで画定された軸である、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記所定の軸は、前記標的から中間地点までの経路によって画定された軸である、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記所定の軸は、第 1 の中間地点から第 2 の中間地点までの経路によって画定された軸である、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記気道ファインダーウィンドウは、前記 CT 画像の前記所定の軸の周りでの回転量を特定するように構成された回転インタフェースをさらに備える、請求項 7 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

医師が患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するのを支援するためのシステムの作動方法であって、前記作動方法は、

ユーザ入力によって選択された患者のCT画像データをインポートする工程と、

前記CT画像データから3次元CTボリュームを生成する工程と、

前記3次元CTボリュームのスライスを表示する工程と、

標的を特定するユーザ入力を受け取る工程と、

特定された標的から前記3次元CTボリュームの公知の気道までの回転軸を定める工程と、

前記3次元CTボリュームのスライスを前記回転軸の周りに回転させる工程と、 10

回転させたスライスの気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、

前記回転させたスライスの気道内に第1の中間地点を設定する工程と、

前記標的から前記第1の中間地点までの第1の経路を生成する工程と、

を含む、作動方法。

【請求項 14】

前記第1の中間地点が前記3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、

前記第1の中間地点が前記公知の気道内に位置している場合、前記第1の中間地点から前記解剖学的管腔網の入口点までの経路を自動的に完成させる工程と、 20

をさらに含む、請求項13に記載の作動方法。

【請求項 15】

前記第1の経路に沿って前記回転軸を定める工程と、

前記3次元CTボリュームのスライスを前記回転軸の周りに回転させる工程と、

回転させたスライスの気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、

前記回転させたスライスの気道内に第2の中間地点を設定する工程と、

前記第1の中間地点から前記第2の中間地点までの第2の経路を生成する工程と、

をさらに含む、請求項13に記載の作動方法。

【請求項 16】

前記第2の中間地点が前記3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、

前記第2の中間地点が前記公知の気道内に位置している場合、前記第2の中間地点から前記解剖学的管腔網の入口点までの経路を自動的に完成させる工程と、

をさらに含む、請求項15に記載の作動方法。

【請求項 17】

プログラムが記憶された非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記プログラムは、プロセッサによって実行されるときに、

ユーザ入力によって選択された患者のCT画像データをインポートする工程と、

前記CT画像データから3次元CTボリュームを生成する工程と、 40

前記3次元CTボリュームのスライスを表示する工程と、

標的を特定するユーザ入力を受け取る工程と、

特定された標的から前記3次元CTボリュームの公知の気道までの回転軸を定める工程と、

前記3次元CTボリュームのスライスを前記回転軸の周りに回転させる工程と、

回転させたスライスの気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、

前記回転させたスライスの気道内に第1の中間地点を設定する工程と、

前記標的から前記第1の中間地点までの第1の経路を生成する工程と、

をコンピュータに行わせる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 18】

前記プログラムは、前記プロセッサによって実行されるときに、

前記第1の中間地点が前記3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、

前記第1の中間地点が前記公知の気道内に位置している場合、前記第1の中間地点から前記患者の解剖学的管腔網の入口点までの経路を自動的に完成させる工程と、

をさらに前記コンピュータに行わせる、請求項17に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 19】

前記プログラムは、前記プロセッサによって実行されるときに、

前記第1の経路に沿って前記回転軸を定める工程と、

前記3次元CTボリュームのスライスを前記回転軸の周りに回転させる工程と、

回転させたスライスの気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、

前記回転させたスライスの気道内に第2の中間地点を設定する工程と、

前記第1の中間地点から前記第2の中間地点までの第2の経路を生成する工程と、

をさらに前記コンピュータに行わせる、請求項17に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 20】

前記プログラムは、前記プロセッサによって実行されるときに、

前記第2の中間地点が前記3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、

前記第2の中間地点が前記公知の気道内に位置している場合、前記第2の中間地点から前記患者の解剖学的管腔網の入口点までの経路を自動的に完成させる工程と、

をさらに前記コンピュータに行わせる、請求項19に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

臨床医は、外科手術中に、患者の管腔網内をナビゲートするための計画または経路を決定するためにCT画像を使用することが多い。しかし、多くの場合、CT画像により典型的に正確なナビゲートに十分な解像度が得られない特に気管支樹のより細かい分岐部では、CT画像のみに基づいて経路を効果的に計画することは臨床医にとって難しい。

【0003】

臨床医が管腔網を通る経路を計画するのに支援するために、CT画像上で指定された標的から患者の入口点、例えば、患者の口、鼻、他の自然な入口点または例えば切開部などの人工の入口点までの経路を自動的に生成する自動化経路計画システムおよび方法が実現されている。自動化経路計画システムおよび方法の一例は、米国特許第8,218,846号に記載されており、その開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0004】

しかし、完全自動化経路計画システムを用いる場合、医療装置は、医療装置の作業端が標的に向かって方向づけられていない向きで経路の末端に到達することがある。この例では、作業端の代わりに医療装置の側面が標的に向かって方向づけられることがあり、臨床医は、作業端で標的にアクセスすることが困難であったり不可能であったりすることがある。特に、気管支樹の細かい気道内をナビゲートする場合、細かい気道を通る医療装置の進行路に対して標的が垂直に位置しているときは、医療装置の作業端を標的に向かって曲げた

10

20

30

40

50

り回したりすることが困難であったり、さらには不可能であったりすることがある。

【発明の概要】

【0005】

患者の解剖学的胸腔網を通る経路を計画するためのシステムおよび方法が提供される。

【0006】

本開示の一態様では、少なくとも1つのプロセッサを含む計算装置と、計算装置と通信している表示装置と、表示装置上に表示するために構成され、かつユーザを経路計画手順を通して案内するように構成されたユーザインタフェースとを備えた、患者の解剖学的胸腔網を通る経路を計画するためのシステムが開示される。ユーザインタフェースは、経路計画を実施するCT画像データを有する患者を選択するためのユーザ入力を受け取るように構成された患者選択ウィンドウと、CT画像データから少なくとも1つの標的を選択するためのユーザ入力を受け取るように構成された標的選択ウィンドウと、ユーザ入力に回答して少なくとも1つの標的から解剖学的胸腔網の入口点までの少なくとも1つの経路を生成するように構成された気道ファインダーウィンドウとを含む。

10

【0007】

本開示の一態様では、患者選択ウィンドウは、計算装置に関連づけられた少なくとも1つのメモリ装置から患者およびCT画像データをインポートするように構成されている。

【0008】

本開示の一態様では、少なくとも1つのプロセッサは、ユーザによって選択されたCT画像データから3次元CTボリュームを生成するように構成されている。

20

【0009】

本開示の一態様では、少なくとも1つのプロセッサは、表示装置上に表示するためにユーザによって選択されたCT画像データから患者の気管支樹の3次元モデルを生成するように構成されている。

【0010】

本開示の一態様では、標的選択ウィンドウは、CT画像データのスライスを表示するように構成されたCT画像ウィンドウと、少なくとも1つの肺に対する表示されているスライスの位置を特定するように構成されたローカライザーを含む、少なくとも1つの肺の画像を表示するように構成されたローカライザーウィンドウと、ユーザ入力に回答してCT画像データの表示されているスライスから標的を選択するように構成された標的選択要素とを含む。

30

【0011】

本開示の一態様では、CT画像ウィンドウは、ユーザ入力に回答してCT画像データの少なくとも1つの他のスライスを表示するように構成されており、ローカライザーは、少なくとも1つの肺に対する表示されている少なくとも1つの他のスライスの位置を特定するために、少なくとも1つの肺の画像に対して移動するように構成されている。

【0012】

本開示の一態様では、気道ファインダーウィンドウは、選択された少なくとも1つの標的を含むCT画像であって、ユーザが解剖学的胸腔網の気道を特定するのに支援するために所定の軸の周りを回転可能なCT画像を表示するように構成されている。

40

【0013】

本開示の一態様では、所定の軸は、標的から解剖学的胸腔網の公知の気道まで画定された軸である。

【0014】

本開示の一態様では、所定の軸は、標的から解剖学的胸腔網内の気管の一部まで画定された軸である。

【0015】

本開示の一態様では、所定の軸は、標的から中間地点までの経路によって画定された軸である。

【0016】

50

本開示の一態様では、所定の軸は、第1の中間地点から第2の中間地点までの経路によって画定された軸である。

【0017】

本開示の一態様では、気道ファインダーウィンドウは、CT画像の最初の回転の向きに対するCT画像の所定の軸の周りでの回転量を特定するように構成された回転インタフェースをさらに含む。

【0018】

本開示の一態様では、ユーザ入力によって選択された患者のCT画像データをインポートする工程と、CT画像データから3次元CTボリュームを生成する工程と、3次元CTボリュームのスライスを表示する工程と、標的を特定するユーザ入力を受け取る工程と、特定された標的から3次元CTボリュームの公知の気道までの回転軸を定める工程と、3次元CTボリュームのスライスを回転軸の周りに回転させる工程と、回転させたスライスの気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、特定された気道内に第1の中間地点を設定する工程と、標的から第1の中間地点までの第1の経路を生成する工程とを含む、患者の解剖学的管腔網を通る経路を計画する方法が開示される。

【0019】

本開示の一態様では、本方法は、第1の中間地点が3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、第1の中間地点が公知の気道内に位置している場合、第1の中間地点から入口点までの経路を自動的に完成させる工程とをさらに含む。

【0020】

本開示の一態様では、本方法は、第1の経路に沿って回転軸を定める工程と、3次元CTボリュームのスライスを回転軸の周りに回転させる工程と、回転させたスライスの気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、特定された気道内に第2の中間地点を設定する工程と、第1の中間地点から第2の中間地点までの第2の経路を生成する工程とをさらに含む。

【0021】

本開示の一態様では、本方法は、第2の中間地点が3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、第2の中間地点が公知の気道内に位置している場合、第2の中間地点から入口点までの経路を自動的に完成させる工程とをさらに含む。

【0022】

本開示の一態様では、プロセッサによって実行されると、ユーザ入力によって選択された患者のCT画像データをインポートする工程と、CT画像データから3次元CTボリュームを生成する工程と、3次元CTボリュームのスライスを表示する工程と、標的を特定するユーザ入力を受け取る工程と、特定された標的から3次元CTボリュームの公知の気道までの回転軸を定める工程と、3次元CTボリュームのスライスを回転軸の周りに回転させる工程と、回転させたスライスの気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、特定された気道内に第1の中間地点を設定する工程と、標的から第1の中間地点までの第1の経路を生成する工程とをユーザインタフェースに行わせるプログラムが記憶された非一時的コンピュータ可読記憶媒体が開示される。

【0023】

本開示の一態様では、本プログラムは、第1の中間地点が3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、第1の中間地点が公知の気道内に位置している場合、第1の中間地点から入口点までの経路を自動的に完成させる工程とをユーザインタフェースにさらにに行わせる。

【0024】

本開示の一態様では、本プログラムは、第1の経路に沿って回転軸を定める工程と、3次元CTボリュームのスライスを回転軸の周りに回転させる工程と、回転させたスライス

10

20

30

40

50

の気道内の新しい中間地点のための位置を示すユーザからの入力を受け取る工程と、特定された気道内に第2の中間地点を設定する工程と、第1の中間地点から第2の中間地点までの第2の経路を生成する工程とをユーザインタフェースにさらに行わせる。

【0025】

本開示の一態様では、本プログラムは、第2の中間地点が3次元CTボリュームの公知の気道内に位置しているか否かを判定する工程と、第2の中間地点が公知の気道内に位置している場合、第2の中間地点から入口点までの経路を自動的に完成させる工程をユーザインタフェースにさらに行わせる。

【0026】

本開示の上記態様および実施形態はいずれも、本開示の範囲を逸脱することなく組み合わせてもよい。

【0027】

本開示のシステムおよび方法の目的および特徴は、添付の図面を参照しながらそれらの様々な実施形態の説明を読めば、当業者には明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本開示の一実施形態に係る経路計画のための計算装置の概略図である。

【図2A】本開示の一実施形態に係る軸方向から撮影した患者の肺のCTスキャン画像図である。

【図2B】本開示の一実施形態に係る軸方向を示す患者の体の斜視図である。

【図2C】本開示の一実施形態に係る冠状方向から撮影した患者の肺のCTスキャン画像図である。

【図2D】本開示の一実施形態に係る冠状方向を示す患者の体の斜視図である。

【図2E】本開示の一実施形態に係る矢状方向から撮影した患者の肺のCTスキャン画像図である。

【図2F】本開示の一実施形態に係る矢状方向を示す患者の体の斜視図である。

【図3】本開示の一実施形態に係る経路計画の4つの段階を示すフローチャートである。

【図4】本開示の一実施形態に係る患者データを選択するためのユーザインタフェースの実例である。

【図5】本開示の一実施形態に係る患者データを選択する方法のフローチャートである。

【図6】本開示の一実施形態に係る標的を経路計画に追加するためのユーザインタフェースの実例である。

【図7】本開示の一実施形態に係る標的を経路計画に追加する方法のフローチャートである。

【図8】本開示の一実施形態に係る追加された標的の標的詳細を編集するためのユーザインタフェースの実例である。

【図9】本開示の一実施形態に係る3Dマップを見直すためのユーザインタフェースの実例である。

【図10】本開示の一実施形態に係る3Dマップを見直す方法のフローチャートである。

【図11A】標的から患者の入口点までの経路を見つけるためのユーザインタフェースの実例である。

【図11B】ユーザインタフェースのCT画像を最初の軸の周りに回転させた後の図11Aのユーザインタフェースの実例である。

【図11C】本開示の一実施形態に係る最初の回転軸を示す、患者の気管支樹の3Dモデルの斜視図である。

【図11D】CT画像を経路の軸の周りに回転させた状態で、中間地点が追加され、かつ標的と中間地点との間の経路が作成された後の図11Bのユーザインタフェースの実例である。

【図11E】第2の中間地点が追加され、かつ中間地点と第2の中間地点との間の第2の経路が作成された後の図11Dのユーザインタフェースの実例である。

10

20

30

40

50

【図 1 1 F】公知の気道を表示するために C T 画像を第 2 の経路の軸の周りに回転させた後の図 1 1 E のユーザインタフェースの実例である。

【図 1 1 G】第 3 の中間地点が公知の気道内に追加され、かつ経路を自動的に完成させた後の図 1 1 F のユーザインタフェースの実例である。

【図 1 2】本開示の一実施形態に係る、公知の気道を見つけ、かつ経路を作成する方法のフローチャートである。

【図 1 3】本開示の一実施形態に係る経路を見直すためのユーザインタフェースの実例である。

【図 1 4】本開示の一実施形態に係る経路を見直す方法のフローチャートである。

【図 1 5】本開示の一実施形態に係る標的および経路を見直し、かつさらなる標的および経路を作成するためのユーザインタフェースの実例である。

【図 1 6】本開示の一実施形態に係る経路計画を見直してエクスポートするためのユーザインタフェースの実例である。

【図 1 7】本開示の一実施形態に係る標的、経路および経路計画を見直してエクスポートする方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0029】

本開示は、具体的な実施形態に関して記載するが、当業者には、本開示の趣旨を逸脱することなく、様々な修正、再構成および置き換えをなし得ることが容易に明らかになるであろう。本開示の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定められている。

【0030】

まず図 1 を参照すると、本開示は一般に、手術中に使用される経路計画システム 10 および患者の解剖学的管腔網を通る経路の計画方法に関する。経路計画システム 10 は、表示装置 102、メモリ 104、1 つ以上のプロセッサ 106 および / または計算装置に典型的に含まれる種類の他の構成要素を有する、例えば、ラップトップ、デスクトップ、タブレットまたは他の同様の装置などの計算装置 100 を備えていてもよい。表示装置 102 は、表示装置 102 を入力および出力装置の両方として機能させることができるタッチセンサ式および / または音声作動式であってもよい。あるいは、キーボード（図示せず）、マウス（図示せず）または他のデータ入力装置を用いてもよい。

【0031】

メモリ 104 は、データおよび / またはプロセッサ 106 によって実行可能であり、かつ計算装置 100 の動作を制御するソフトウェアを格納するためのあらゆる非一時的コンピュータ可読記憶媒体を含む。一実施形態では、メモリ 104 は、フラッシュメモリチップなどの 1 つ以上のソリッドステート記憶装置を含んでもよい。他の実施形態では、メモリ 104 は、大容量記憶装置制御装置（図示せず）および通信バス（図示せず）を介してプロセッサ 106 に接続された大容量記憶装置であってもよい。本明細書に含まれるコンピュータ可読媒体の記載は、ソリッドステート記憶装置を指しているが、当業者には当然のことながら、コンピュータ可読記憶媒体は、プロセッサ 106 がアクセスすることができる任意の入手可能な媒体であってもよい。すなわち、コンピュータ可読記憶媒体は、コンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュールまたは他のデータなどの情報の格納のための任意の方法または技術に実装される非一時的な揮発性および不揮発性の取外し可能および取外し不可能な媒体を含む。例えば、コンピュータ可読記憶媒体としては、RAM、ROM、EPROM、EEPROM、フラッシュメモリもしくは他のソリッドステートメモリ技術、CD-ROM、DVD、または他の光学記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置もしくは他の磁気記憶装置、あるいは所望の情報を格納するために使用することができ、かつ計算装置 100 がアクセスすることができるあらゆる他の媒体が挙げられる。

【0032】

計算装置 100 は、データを他のソースへ / から送信および受信するために、有線もしくは無線接続によって分散ネットワークまたはインターネットに接続されたネットワーク

10

20

30

40

50

モジュール 108 も備えていてもよい。例えば、計算装置 100 は、経路計画中に使用される患者のコンピュータ断層撮影 (CT) 画像を、サーバ、例えば、病院のサーバ、インターネットサーバまたは他の同様のサーバから受信してもよい。また、患者の CT 画像は、取外し可能なメモリ 104 によって計算装置 100 に提供されてもよい。

【0033】

経路計画モジュール 200 は、メモリ 104 に格納され、かつ計算装置 100 のプロセッサ 106 によって実行されるソフトウェアプログラムを含む。以下にさらに詳細に記載するように、経路計画モジュール 200 は、医療処置中に後で使用される経路計画を開発するために、臨床医を一連の工程に案内する。経路計画モジュール 200 は、臨床医に対して表示装置 102 上に視覚的対話型機能を表示し、かつ臨床医の入力を受け取るためのユーザインタフェースモジュール 202 と通信する。

10

【0034】

本明細書に使用されている「臨床医」という用語は、あらゆる医学の専門家 (すなわち、内科医、外科医、看護師など) または本明細書に記載されている実施形態の使用を必要とする医療処置の計画、実行、監視および / または監督に関わる経路計画システム 10 の他のユーザを指す。

【0035】

図 2A ~ 図 2F を一時的に参照すると、実際に標的を特定する最も効果的な方法は、コンピュータ断層撮影 (CT) 画像の使用を必要とする。導入として、診断ツールとしての CT 画像の使用は日常的になっており、CT の結果は、病変部、腫瘍または他の同様の対象となる標的のサイズおよび位置に関する臨床医に利用可能な主要情報源であることが多い。この情報は、生検などの手術処置を計画するために臨床医によって使用されるが、典型的には、処置の開始前に実施者の能力の及ぶ範囲で記憶されなければならない「オフライン」情報としてのみ利用可能である。CT 画像は典型的に、軸方向、冠状方向および矢状方向のそれぞれのスライスとして患者をデジタルで画像化することにより得られる。例えば、図 2A は、軸方向から、すなわち図 2B に示すように患者の脊椎に対して平行に見ているかのように撮影された CT 画像のスライスを示す。図 2C は、冠状方向から、すなわち図 2D に示すように患者の真上から撮影された CT 画像のスライスを示す。図 2E は、矢状方向から、すなわち図 2F に示すような患者の側面から撮影された CT 画像のスライスを示す。臨床医は、標的の特定すなわち発見を試みている際に、各方向からのスライスによって CT 画像データスライスを見直してもよい。

20

30

【0036】

次に図 3 を参照すると、一実施形態では、経路計画モジュール 200 を用いた経路計画は 4 つの別個の段階で実施することができる。第 1 段階 S1 で、臨床医は、経路計画のための患者を選択する。第 2 段階 S2 で、臨床医は、標的を追加する。第 3 段階 S3 で、臨床医は、標的までの経路を作成する。最後に、第 4 段階 S4 で、臨床医は、計画を見直しおよび承認し、医療処置で使用するためにその計画をエクスポートしてもよい。臨床医は、必要に応じて第 2 および第 3 段階 S2 および S3 のいずれか一方または両方を繰り返してさらなる標的を選択し、かつ / または特定の患者のためにさらなる経路を作成してもよい。例えば、臨床医は、さらなる標的を選択して、各標的までの経路を作成してもよい。臨床医は、さらにまたは代わりとして、同じ標的のために複数の経路を作成してもよい。図 4 ~ 図 16 を参照して、段階 S1 ~ S4 のそれぞれについて以下により詳細に記載する。

40

【0037】

本明細書に使用されている「ウィンドウ」という用語は、ユーザインタフェース 202 によって表示装置 102 上に投影または提供されるあらゆる画面、画像、オーバーレイ、ユーザインタフェースまたはそれらの組み合わせを指す。

【0038】

次に図 4 および図 5 を参照すると、段階 S1 で、ユーザインタフェース 202 は、経路計画を実施する患者データ 212 を選択するためのウィンドウ 210 を臨床医に提示する

50

。図4は、ウィンドウ210を含むユーザインタフェース202を示し、図5は、本開示の一実施形態に係る患者データを選択する方法を示す。ユーザインタフェース202は、最初に、臨床医の見直しのためにウィンドウ210を開くことにより、工程S500で患者データを選択する方法を開始する。ウィンドウ210は、経路計画で使用される患者データ212を受け取るソースを臨床医が選択することができるように選択可能なソース位置メニュー214を含む。工程S502で、臨床医は、上記のように、例えば、CD、DVD、ブルーレイ、他の挿入可能な光学式媒体、ユニバーサル・シリアル・バス(USB)メモリ装置、外部もしくは内部ハードドライブ、ソリッドステート記憶装置、または計算装置100に接続されているかデータ通信している任意の他の種類のメモリもしくは記憶装置104などの複数の記憶装置またはメモリ装置からソースを選択する。また、ウィンドウ210は、例えば、ネットワークまたはインターネット上のサーバなどの遠隔位置に格納された患者データ212へのアクセスを提供してもよい。ソース位置メニュー214により、臨床医が患者データの単一のソースを選択することができるようにしたり、臨床医が同時に患者データの複数のソースを選択することができるようにしたりしてもよい。また、ソース位置メニュー214は、全てのソースから患者の一覧を作成するオプションを含んでいてもよい。工程S504で、臨床医は、患者の一覧から検索してもよく、あるいは患者の一覧を、例えば、患者の名前もしくは名字、ID番号、誕生日または他の同様の判別条件などの選択した判別条件を満たすものに絞るために、検索ボックス216に検索用語を入力してもよい。臨床医が選択した所望の患者を有すると、臨床医は工程S506に進む。

【0039】

工程506では、臨床医によって患者が選択されると、患者の入手可能なCT画像220および各CT画像220に対して以前に作成された選択した患者のためのあらゆる経路計画222の一覧を含む患者のためのドロップダウンメニュー218が表示される。臨床医は、「新しい計画を作成する」オプション224を選択し、かつ工程S510に進むことにより、CT画像220に基づいて新しい計画を作成することを選択してもよく、あるいは、選択したCT画像220のために以前に作成された計画が存在する場合、「計画を開く」オプション226を選択し、かつ工程S514に進むことにより、以前に作成された計画を開いてもよい。「新しい計画を作成する」オプション224を選択した場合、CT画像220を好ましくはDICOMフォーマットで経路計画モジュール200内にインポートする。計算装置100は、CT画像220をそれらが撮影された順番に並べて、それらが撮影された際にCTスキャン装置に設定されたスライス間の距離に従ってそれらを離間させることにより、CT画像220を処理して3次元CTボリュームに組み立てる。経路計画モジュール200は、患者の気管支樹の継ぎ目のない3次元(3D)モデルすなわちCTボリュームを作成するためにデータフィル機能を実行してもよい。経路計画モジュール200は、新しく構築されたCTボリュームを使用して、気管支樹内の気道の3次元マップを生成する。3次元マップは、各気道が線として表されるように骨格化してもよく、あるいはそれらの各直径を表す寸法を有する気道を含んでいてもよい。3次元マップを生成している際に、後で使用するために、気道に気流方向の印(吸息、呼息すなわちそれぞれのための別個の矢印)を付けることが好ましい。3次元CTボリュームおよびモデルを生成する技術は、どちらもSummersらに付与された同一出願人による米国特許第6,246,784号および第6,345,112号ならびにそれらの中で引用されている参考文献に記載されており、それらの開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0040】

また、ウィンドウ210は、臨床医が、表示装置102上に示されている現在の画面、例えば、ウィンドウ210の画像をキャプチャし、キャプチャした画像をメモリに保存することができる「画面をキャプチャする」オプション228を含んでいてもよい。また、「画面をキャプチャする」オプション228は、キャプチャした画像から患者に特有データを除去して、患者のプライバシーを保護するように構成されていてもよい。患者に特有

のデータの除去は、臨床医によって選択可能なオプションであってもよく、デフォルトで「オン」に設定されていてもよい。

【0041】

次に図6～図8を参照すると、臨床医がウィンドウ210から「新しい計画を作成する」オプション224を選択した場合、本方法は、工程S512および段階S2に進み、標的を追加する。図6および図8は、ウィンドウ230および244を含むユーザインタフェース202を示し、図7は、本開示の一実施形態に係る標的を追加する方法を示す。段階S2が開始されると、本方法は、工程S700に進み、ユーザインタフェース202は、経路計画を実施する標的232の特定および選択のためのウィンドウ230を開く。ウィンドウ230では、主ウィンドウ236内のCT画像データのスライス234が臨床医に提供される。スライス234は、軸方向、冠状方向および矢状方向のうちのいずれか一方方向からのCT画像データから取り出されたものであってもよい。臨床医は、主ウィンドウ236に示されているスライス234を、軸方向、冠状方向および矢状方向からのスライス234の間をいつでも自由に切り替えることができる。図示されている例では、軸方向のCT画像データからのスライス234が提供されている。一度に単一のスライスおよび方向のみ、例えば、軸方向のCT画像データからのスライス234のみを示すことにより、標的を選択する単純かつ見やすいインタフェースが臨床医に提供されることに留意されたい。臨床医は、主ウィンドウ236内の選択されたスライス234の画像を操作および再配置してもよく、選択されたスライス234を拡大縮小して、選択されたスライス234の特定の部分の拡大または縮小された図を得てもよい。

10

20

【0042】

ウィンドウ230は、臨床医によって使用される患者のCT画像データの一般的な全体像を提供するローカライザー238も含む。図示されている例では、ローカライザー238は、冠状方向からの患者の肺の一般像を含むローカライザーウィンドウ240を提供している。ローカライザーウィンドウ240は、例えば、冠状方向からのCT画像、蛍光透視様画像、または臨床医に患者の肺の像を提供する他の同様の画像を表示してもよい。ローカライザー238は、ローカライザー238によって表示される患者の肺に対する主ウィンドウ236内に表示される選択されたスライス234の位置を臨床医に提供する、ローカライザーウィンドウ240を横切って延びる位置要素242、例えば、線またはバーを含む。位置要素242は、臨床医によって選択可能であり、かつ、臨床医が、主ウィンドウ236上に表示される患者の肺のCT画像スライス内をスクロールすることができるようにローカライザーウィンドウ240に対して移動およびスライド可能である。例えば、CT画像スライスを、CT画像データによって定められた順序でスクロールまたは表示してもよい。臨床医は、さらにまたは代わりとして、ローカライザーウィンドウ240の一部をクリックまたは選択して、ローカライザー238を患者の肺の中の選択した位置まで移動してもよい。臨床医は、さらにまたは代わりとして、ユーザインタフェース202と直接対話することなく、例えばマウスホイールまたは他の装置などの入力装置を介して、主ウィンドウ236に表示されている患者の肺のCT画像スライス内をスクロールしてもよい。主ウィンドウ236上に表示するために別の方向（例えば、冠状方向）を選択した場合、ローカライザー238は、他の方向（例えば、軸方向または矢状方向）のうちの1つの一般像を表示してもよい。ローカライザー238は、特定の病変部または他の標的232が患者の肺の中のどこに位置しているかについての一般参照を臨床医に提供する。また、ローカライザー238は、臨床医の参照のために1つ以上の以前に選択された標的を表示してもよい。

30

40

【0043】

工程S702で、臨床医は、CT画像スライス234内をスクロールして、CT画像上の標的232を特定する。工程S704では、現在のCTスライス234内で標的232が特定されると、臨床医は、標的選択要素243、例えば、十字カーソル、マウスポインタ、手または他の同様の選択要素を用いて主ウィンドウ236から標的232をクリックするか、それ以外の方法で選択してもよい。臨床医は、標的選択要素243を標的232

50

の上に配置するように、例えば、主ウィンドウ 2 3 6 上に表示されている C T 画像をドラッグしてもよく、あるいは、マウス（図示せず）または他の入力装置を用いて標的 2 3 2 をクリックすることにより標的 2 3 2 を直接選択してもよい。表示装置 1 0 2 がタッチセンサ式である場合、臨床医は、表示装置 1 0 2 上の標的 2 3 2 をタッチして標的 2 3 2 を選択してもよい。次いで、「標的を追加する」オプション 2 4 5 を選択することにより、工程 S 7 0 6 で標的 2 3 2 を計画に追加してもよい。

【 0 0 4 4 】

次に図 8 を参照すると、標的 2 3 2 が追加されると、ユーザインタフェース 2 0 2 によって標的詳細ウィンドウ 2 4 4 が表示される。標的詳細ウィンドウ 2 4 4 は、ウィンドウ 2 3 0 をオーバーレイしても置き換えてもよい。標的詳細ウィンドウ 2 4 4 は、軸方向表示 2 4 6、冠状方向表示 2 4 8 および矢状方向表示 2 5 0 の拡大すなわちズームされた型の中に示される選択した標的 2 3 2 を臨床医に提供する。工程 S 7 0 8 で、臨床医は、標的 2 3 2 の幅、高さおよび深さ寸法を入力し、標的 2 3 2 に名前を付け、標的 2 3 2 に関するさらなるコメントを追加してもよい。さらに、標的寸法決め要素 2 5 2、例えば、十字カーソルまたは他の同様の要素を、各表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 内の標的 2 3 2 の上に配置し、臨床医によって、各表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 内の標的 2 3 2 を標的寸法決め要素 2 5 2 内にセンタリングするように操作または移動可能である。標的寸法決め要素 2 5 2 は、臨床医によって標的 2 3 2 の寸法を変更するように操作可能な調整可能境界リング 2 5 4 も含む。例えば、臨床医は、軸方向表示 2 4 6、冠状方向表示 2 4 8 および矢状方向表示 2 5 0 のそれぞれの上の境界リング 2 5 4 のサイズを変更して、標的 2 3 2 の寸法を正確に定めてもよい。境界リング 2 5 4 は、円形、楕円形または他の同様の幾何学形状であってもよく、境界リング 2 5 4 の形状は、標的 2 3 2 の全体寸法に実質的に一致するように調整してもよい。一実施形態では、境界リング 2 5 4 を、臨床医によって非幾何学的に、例えば、境界リング 2 5 4 の自由形状操作で、標的 2 3 2 の非幾何学的な寸法に一致させるように調整してもよい。標的 2 3 2 は、例えば、病変部、腫瘍などの 3 次元の物体であり、かつ各表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 は、異なる方向から撮影されているため、臨床医による表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 のうちの 1 つに対する境界リング 2 5 4 の操作および調整により、残りの表示 2 4 6、2 4 8、2 5 0 の一方または両方の中の境界リング 2 5 4 も変更または調整され得ることに留意されたい。このようにして、臨床医は、標的の寸法および 3 種類の表示全ての中の標的 2 3 2 の位置を正確に選択し、標的を 3 次元の座標空間内の特定の座標および寸法に効果的にマッピングしてもよい。工程 S 7 1 0 では、標的 2 3 2 の寸法および位置が臨床医によって選択されると、臨床医は、「標的を保存する」オプション 2 5 6 を選択し、工程 S 7 1 2 の患者の気管支樹の生成された 3 次元マップの見直しに進む。

【 0 0 4 5 】

次に図 9 および図 1 0 を参照すると、臨床医がウィンドウ 2 3 0 の「標的を保存する」オプション 2 5 6 を選択した後、本方法は工程 S 1 0 0 0 に進み、気管支樹の 3 D マップを見直す。工程 S 1 0 0 0 で、ユーザインタフェース 2 0 2 は、経路計画モジュール 2 0 0 によって生成された 3 次元マップの見直しのためのウィンドウ 2 6 0 を開く。ウィンドウ 2 6 0 は、患者の気管支樹の 3 次元モデル 2 6 4 を表示する 3 次元マップウィンドウ 2 6 2 および臨床医の参照のために軸方向、冠状方向および矢状方向のうちの一方向からの C T 画像を表示するスキャンウィンドウ 2 6 6 を含む。図示されている実施形態では、冠状方向からの C T 画像が表示されている。冠状方向からの C T 画像が表示されているのは、冠状方向により、真上からの患者の気管支樹の画像すなわち正面図が得られ、気管支樹、例えば、主要な気道の主幹および分岐部の認識可能な主要な特徴を臨床医に表示する可能性が高いからである。C T 画像を 3 次元モデル 2 6 4 と比較することにより、臨床医は、3 次元モデル 2 6 4 が患者の気管支樹の認識可能な主要な特徴を含むこと、および C T 画像と比較した場合に 3 次元モデル 2 6 4 内に肉眼的異常が全く存在しないことも判定または確認することができる。工程 S 1 0 0 2 で、臨床医は、3 次元マップウィンドウ 2 6 2 の回転スライダー 2 6 8 を操作して 3 次元モデルを必要に応じて回転させて、3 D マップ

プが承認可能であるか否かを判定する。工程 S 1 0 0 4 では、3 次元モデル 2 6 4 が実質的に正確であり、例えば、主要または中枢の気道が十分に図示されていると臨床医が満足した場合は、臨床医は、「マップを承認する」オプション 2 7 0 を選択し、段階 S 3 および気道ファインダーに進む。3 D マップが承認可能でない場合、臨床医は、工程 S 1 0 0 6 に進み、工程 S 5 0 0 に戻って、新しい患者データ、例えば、新しい患者または同じ患者の新しい C T スキャンを選択する。

【 0 0 4 6 】

次に図 1 1 A ~ 図 1 1 G および図 1 2 を参照すると、臨床医がウィンドウ 2 6 0 の「マップを承認する」オプション 2 7 0 を選択した後、本方法は、段階 S 3 および工程 S 1 2 0 0 に進んで気道ファインダーを開始する。図 1 1 A ~ 図 1 1 B および図 1 1 D ~ 図 1 1 G は、ウィンドウ 2 7 2 を含むユーザインタフェース 2 0 2 を示し、図 1 1 C は、気道ファインダーによって使用される最初の軸「A」を示し、図 1 2 は、本開示の一実施形態に係る気道を見つけて経路を完成させる方法を示す。工程 S 1 2 0 0 では、最初に図 1 1 A ~ 図 1 1 C を参照すると、ユーザインタフェース 2 0 2 は、標的 2 3 2 から患者の入口点、例えば、口もしくは鼻などの自然な開口部または切開部などの人工の入口点までの経路を作成するためのウィンドウ 2 7 2 を開く。ウィンドウ 2 7 2 は、標的 2 3 2 を含む C T 画像 2 7 6 を表示する気道ファインダー 2 7 4 と、C T 画像 2 7 6 の指定軸の周りでの回転を表す回転インタフェース 2 7 8 とを含む。一実施形態では、ウィンドウ 2 7 2 を最初に開くとすぐに、気道ファインダーウィンドウ 2 7 4 の C T 画像 2 7 6 上に標的 2 3 2 のみが示され、回転インタフェース 2 7 8 上の回転インジケータ 2 8 0、例えば、矢印 2 8 0 a および回転バー 2 8 0 b が位置合わせされる。回転インタフェース 2 7 8 は、C T 画像 2 7 6 の指定軸の周りの相対的回転に関する回転情報を提供する。次に図 1 1 B を参照すると、標的マーカ 2 3 2 a が C T 画像 2 7 6 上に表示されており、臨床医に標的 2 3 2 の位置を示すために、標的 2 3 2 の上に配置されている。引き出し線 2 3 2 b は、標的マーカ 2 3 2 a の中心から延びており、ポインタ、マウスまたは他の入力装置の移動により臨床医によって移動可能である。例えば、臨床医による入力装置の移動により、標的 2 3 2 から離れるように延びる引き出し線 2 3 2 b の端部 2 3 2 c を移動させる。臨床医は引き出し線 2 3 2 b を使用して、工程 S 1 2 0 8 に関して以下にさらに詳細に記載するように適当な気道を選択する。

【 0 0 4 7 】

一実施形態では、図 1 1 C を簡単に参照すると、ウィンドウ 2 7 2 を最初に開くとすぐに、工程 S 1 2 0 2 で最初の軸「A」が設定され、標的 2 3 2 から患者の気管内腔の中心部まで引かれた軸に沿って定められる。標的 2 3 2 から気管までの軸に沿った最初の軸「A」を定めることにより、標的 2 3 2 を入口点に繋ぐ標的 2 3 2 の近くの気道を臨床医が見つけることができる可能性が高まる。これは、気管支樹の樹状すなわち分岐的性質によるものである。他の実施形態では、最初の軸「A」を、標的 2 3 2 から患者の気管支樹の任意の他の部分、例えば、気管支樹の最も近い主要分岐部の中心部または患者の気管支樹の 3 D マップの最も近い公知の気道まで引かれた軸に沿って定めてもよい。

【 0 0 4 8 】

工程 S 1 2 0 4 で、臨床医は、例えば、マウスホイールを転がすか、別の入力装置を操作するか、および/またはユーザインタフェース 2 0 2 の一部、例えば、回転インタフェース 2 7 8 を操作することにより、C T 画像 2 7 6 を最初の軸の周りに回転させる。臨床医が C T 画像 2 7 6 を最初の軸の周りに回転させるにつれて、回転インタフェース 2 7 8 上のインジケータ 2 8 0 は、互いに対して移動し、例えば、回転バー 2 8 0 b は、回転インタフェース 2 7 8 に沿って対応する方向に矢印 2 8 0 a に対して移動して、最初の表示に対する回転量を示す。臨床医により同じ方向に連続的に回転させた後に、回転バー 2 8 0 b が回転インタフェース 2 7 8 の端部に到達すると、回転バー 2 8 0 b は回転インタフェース 2 7 8 の端部から消えて、回転インタフェース 2 7 8 の反対側の端部から再び現れ、回転インタフェース 2 7 8 に沿って同じ方向にスライドし続ける。臨床医が C T 画像 2 7 6 を最初の軸の周りにフル回転させると、インジケータ 2 8 0、例えば、矢印 2 8 0 a

および回転バー 280b は、回転インタフェース 278 の中心に再度位置合わせされる。

【0049】

次に図 11B および図 11D を参照すると、CT 画像 276 を最初の軸の周りに回転させると、臨床医は、工程 S1206 で、CT 画像 276 を評価して、標的 232 の近くに気道 282 が存在するか否かを判定する。例えば、標的 232 から離れるように延びるか標的 232 の近くに延びる CT 画像 276 内の暗い領域は、気道 282 が存在するという指標であってもよい。臨床医が気道 282 が存在すると判定した場合、本方法は工程 S1208 に進み、臨床医は、引き出し線 232b の端部 232c を CT 画像 276 上の気道 282 内の決定した位置に配置して、CT 画像 276 上に経路中間地点 282a を作成する。経路計画モジュール 200 は、CT 画像 276 上の標的 232 と経路中間地点 282a との間に経路線 284 を描き、工程 S1210 に進む。このようにして、臨床医は、標的 232 に最も近い気道 282 の一部を定める。気道 282 が全く存在しない場合、臨床医は、工程 S1204 に戻り、CT 画像を指定軸の周りに回転させ続ける。経路中間地点 282a が正確に配置されていない場合または臨床医が別の気道を探すことを望んでいる場合は、臨床医は、経路中間地点 282a を除去して、工程 S1204 または S1208 のいずれか一方に戻ってもよい。

10

【0050】

工程 S1210 で、経路計画モジュール 200 は、臨床医によって選択された経路中間地点 282a が経路計画モジュール 200 によって生成された 3 次元マップの公知の気道内に位置しているか否かを判定する。経路中間地点 282a が 3 次元マップの公知の気道内に位置している場合、本方法は工程 S1214 に進み、図 11G 内の中間地点 282a について以下にさらに示すように、経路中間地点 282a から 3 次元マップの公知の気道を通して気管および患者の入口点まで、経路計画モジュール 200 によって経路を自動的に完成させる。

20

【0051】

経路中間地点 282a が 3 次元マップの公知の気道内に位置していない場合、本方法は工程 S1212 に進む。次に図 11D および図 11E を参照すると、気道ファインダー 274 は、上記のように、標的 232、標的マーカ 232a、経路中間地点 282a、経路線 284 および回転インタフェース 278 を含む CT 画像 286 を表示する。図 11D に示すように、端部 282c を有する引き出し線 282b は、この時、経路中間地点 282a から延びている。

30

【0052】

工程 S1212 では、指定軸が、経路線 284 により画定された軸に設定される。CT 画像 286 は、最初の軸「A」の代わりに経路線 284 の周りを回転可能であり、回転インタフェース 278 は、経路線 284 により画定された軸の周りでの CT 画像 286 の相対的回転を表示する。経路線 284 の周りに回転軸を定めることにより、臨床医が、経路中間地点 282a を含む気道 282 に繋がる CT 画像 286 上の気道を見つける可能性が高まる。指定軸が経路線 284 の軸に設定された後、本方法は工程 S1204 に戻る。CT 画像 286 を、経路線 284 により画定された軸の周りに回転させると、臨床医は、上記のように、CT 画像 286 を評価して、経路中間地点 282a を含む経路に繋がる気道 288 が存在するか否かを判定する。臨床医が工程 S1206 で気道 288 が存在すると判定した場合、本方法は、工程 S1208 に進み、臨床医は、引き出し線 282B の端部 282C を CT 画像 286 上の気道 288 内の決定した位置に配置して、CT 画像 286 上に経路中間地点 288a を作成する。経路計画モジュール 200 は、図 11E に示すように、CT 画像 286 上に経路中間地点 282a から経路中間地点 288a までの経路線 290 を描く。経路中間地点 288a が正確に配置されていない場合または臨床医が別の気道を探すことを望んでいる場合は、臨床医は、経路中間地点 288a を除去して、工程 S1204 または S1208 のいずれか一方に戻ってもよい。

40

【0053】

工程 S1210 では、次に図 11F を参照すると、経路計画モジュール 200 は、臨床

50

医によって選択された経路中間地点 288a が、経路計画モジュール 200 によって生成された 3 次元マップの公知の気道、例えば気道 291 内に位置しているか否かを判定する。経路中間地点 288a が 3 次元マップの公知の気道内に位置していない場合、本方法は工程 S1212 に進み、臨床医は、経路中間地点が 3 次元マップの公知の気道内に位置するまで、上記のようにさらなる経路中間地点を設定し続ける。

【0054】

次に図 11G を参照すると、経路中間地点 291a が気道 291 内に上記の方法で追加されている。この例示では、気道 291 は 3 次元マップの公知の気道である。本方法は工程 S1214 に進み、経路計画モジュール 200 によって、経路中間地点 291a から気道 291 および気管支樹の 3 次元マップの公知の分岐部を通して患者の入口点まで、経路 291b を自動的に完成させる。経路を自動的に完成させると、本方法は工程 S1216 に進み、ユーザインタフェース 202 によって経路完成ウィンドウ 293 が表示され、臨床医に「経路の見直しに進む」オプション 293a および「自動完成を取り消す」オプション 293b を提供する。臨床医は、「経路の見直しに進む」オプション 293a を選択して工程 S1218 に進み、経路の見直しを開始してもよい。あるいは、臨床医が気道ファインダー 274 を用いて中間地点のマッピングを継続することを望んでいる場合、臨床医は、「自動完成を取り消す」オプション 293b を選択し、上記のようにさらなる経路中間地点を作成するために、工程 S1212 に戻ってもよい。

【0055】

このようにして、処置または手術中に臨床医によって後で使用される経路計画が作成される。臨床医は、自動完成前に標的 232 に最も近い経路および経路中間地点を手動で選択および作成することができるため、臨床医は、経路計画の終了時に標的 232 に対する医療装置の最終的な向きを直接制御する経路計画を作成することができる。これにより、臨床医は、医療装置を、患者の細い気道に沿って、医療装置の作業端をほぼ標的 232 に向かって方向づけることができる方向に移動させることができる医療装置のための経路計画を作成することができる。ここで、「ほぼ標的 232 に向かって」とは、臨床医が使用される医療装置の限度内で標的 232 に効果的にアクセスし得るあらゆる向きを含む。

【0056】

次に図 13 および図 14 を参照すると、臨床医が経路を完成した後、本方法は工程 S1400 に進み、ユーザインタフェース 202 は、標的 232 から患者の入口点までの経路を見直すためのウィンドウ 294 を開く。図 13 は、ウィンドウ 294 を含むユーザインタフェース 202 を示し、図 14 は、本開示の一実施形態に係る経路を見直す方法を示す。ウィンドウ 294 は、仮想ウィンドウ 295 および 3 次元マップウィンドウ 296 を含む。3 次元マップウィンドウ 296 は、3 次元マップウィンドウ 262 と同様の患者の気管支樹の 3 次元モデル 298 を表示する。仮想ウィンドウ 295 は、実際の気管支鏡表示と同様のシミュレートされた表示を示す CT に基づく「仮想気管支鏡検査」を表示し、仮想気管支鏡検査表示、局所表示および放射状表示の間で選択するための表示選択タブ 295a を含む。仮想気管支鏡検査の間、臨床医は、必要に応じて仮想表示、局所表示および放射状表示の間を切り替えて経路を見直してもよい。仮想気管支鏡検査表示は、気管支鏡からのビデオ画像に近似した CT データから得られる気道の仮想映像を表示し、局所表示は、現在のナビゲーション位置を通る CT ボリュームの断面の正面斜視図を表示し、放射状表示は、ナビゲーション位置および局所経路部分に垂直な CT ボリュームの断面を表示する。仮想気管支鏡検査技術については、どちらも Summer s らに付与された同一出願人による米国特許第 6,246,784 号および第 6,345,112 号ならびにそれらの中で引用されている参考文献に記載されており、それらの開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0057】

工程 S1402 では、臨床医によって経路が作成されるとすぐに、ユーザは、仮想ウィンドウ 295 上のフライスルー仮想気管支鏡検査に従って、計画、標的および経路を見直す。ユーザインタフェース 202 は、仮想ウィンドウ 295 内に、作成された経路を表す

線 3 0 0 を生成する。臨床医は、入口点から気管を通り、かつ患者の気管支樹の気道を通して、線 3 0 0 が標的 2 3 2 に到達するまで、線 3 0 0 を辿る。明らかなように、臨床医が、患者の気管支樹の次第に細くなっていく気道を通る線 3 0 0 を辿るにつれて、インポートされた C T 画像の解像度の欠如により、経路計画モジュール 2 0 0 が細くなっていく気道を解像する能力が次第に難しくなっていく。この解像度の欠如により、仮想ウィンドウ 2 9 5 に表示されている仮想気管支鏡検査のシミュレートされた表示は、最終的に鮮明な気道内腔を示すことができなくなることがある。いずれにせよ、臨床医が経路計画の目的のために本システムを利用することができるように、標的 2 3 2 および線 3 0 0 は、仮想ウィンドウ 2 9 5 内に表示される。

【 0 0 5 8 】

10

臨床医が、患者の気管支樹を通して標的 2 3 2 までの線 3 0 0 を辿るにつれて、3 次元モデル 2 9 8 に対する仮想ウィンドウ 2 9 5 のシミュレートされた表示の位置を示す対応するマーカ 2 9 8 a は、3 次元モデル 2 9 8 に沿って標的 2 3 2 まで移動する。工程 S 1 4 0 4 では、仮想気管支鏡検査を見直した後、臨床医は、経路が承認可能であるか否かを判定する。経路が承認可能である場合、臨床医は、「承認する」オプション 2 9 9 a を選択してもよく、本方法は工程 S 1 4 0 8 に進む。経路が承認可能でない場合、本方法は工程 S 1 4 0 6 に進み、臨床医は、「経路を廃棄してやり直す」オプション 2 9 9 b を選択して気道ファインダーウィンドウ 2 7 2 に戻り、経路を編集するか新しい経路を作成してもよい。

【 0 0 5 9 】

20

次に図 1 5 ~ 図 1 7 を参照すると、臨床医が経路を見直しおよび承認するとすぐに、本方法は、段階 S 4 および工程 S 1 7 0 0 に進む。図 1 5 および図 1 6 は、ウィンドウ 3 0 2 および 3 1 6 をそれぞれ含むユーザインタフェース 2 0 2 を示し、図 1 7 は、本開示の一実施形態に係る計画を見直す方法を示す。工程 S 1 7 0 0 で、ユーザインタフェース 2 0 2 は、3 次元マップウィンドウ 3 0 4 と、選択した経路を表示する軸方向表示 3 0 6、冠状方向表示 3 0 8 および矢状方向表示 3 1 0 の各表示を含むウィンドウ 3 0 2 を開く。ウィンドウ 3 0 2 は、標的タブ 3 1 2 および経路一覧 3 1 4 を含む。標的タブ 3 1 2 により、臨床医は、さらなる見直しのために、さらなる標的を追加し、かつ既に特定されている標的を選択することができる。経路一覧 3 1 4 により、臨床医は選択した標的タブ 3 1 2 に関連づけられた経路を見直し、かつ選択した標的タブ 3 1 2 のために経路を追加することができる。工程 S 1 7 0 4 で、臨床医は、標的が承認可能であるか否かを判定する。標的が承認可能でない場合、本方法は工程 S 1 7 0 6 に進み、経路計画モジュール 2 0 0 は、臨床医を「標的を追加する」ウィンドウ 2 3 0 に戻して、上記のように新しい標的を追加する。標的が承認可能である場合、本方法は工程 S 1 7 0 8 に進み、臨床医は、経路が承認可能であるか否かを判定する。経路が承認可能でない場合、本方法は工程 S 1 7 1 0 に進み、経路計画モジュール 2 0 0 は、上記のようにさらなる経路を作成するために、臨床医を「気道ファインダー」ウィンドウ 2 7 2 に戻す。標的および経路の両方が承認可能である場合、臨床医は、「終了してエクスポートする」オプション 3 1 5 を選択し、工程 S 1 7 1 6 の計画の見直しに進む。

30

【 0 0 6 0 】

40

次に図 1 6 を参照すると、工程 S 1 7 1 6 では、ユーザインタフェース 2 0 2 は、3 次元マップウィンドウ 3 1 8 および選択した計画のために特定された標的 3 2 0 の一覧を含むウィンドウ 3 1 6 を開く。各標的 3 2 0 は、関連づけられた経路 3 2 2 を表示するために臨床医によって選択可能であり、各経路 3 2 2 は、見直しオプション 3 2 4 の選択により臨床医によって見直し可能である。ウィンドウ 3 1 6 は、3 次元マップが見直しおよび承認されたか否かならびに現在の計画がエクスポートされたか否かの指標も提供する。工程 S 1 7 1 2 では、3 D マップが承認されなかった場合、臨床医は、「3 D マップを見直しする」オプション 3 2 6 を選択することにより、3 次元マップを再度見直してもよい。「3 D マップを見直しする」オプション 3 2 6 が選択された場合、本方法は工程 S 1 7 1 4 に進み、経路計画モジュール 2 0 0 は、臨床医を上記「3 D マップを見直しする」ウィ

50

ンドウ 260 に戻す。3D マップが承認された場合、本方法は工程 S1716 に進み、臨床医は、全体的な計画が承認可能であるか否かを判定する。計画が承認可能でない場合、本方法は工程 S1718 に進み、経路計画モジュール 200 は、臨床医を上記「患者選択」ウィンドウ 210 に戻す。臨床医が計画に満足した場合、本方法は、工程 S1720 に進み、臨床医は、「エクスポート」オプション 328 を選択することにより、外科手術中に使用される計画をエクスポートしてもよい。当該計画を、例えば、装置 100 上のメモリまたは記憶装置、取外し可能な記憶装置などのメモリ 104 ついて上に記載した任意の形態の非一時的コンピュータ可読媒体、メモリまたは記憶装置にエクスポートしてもよく、遠隔すなわちサーバのメモリなどに有線もしくは無線接続を介した送信によりエクスポートしてもよい。

10

【0061】

図 4、図 6、図 15 および図 16 を参照すると、ユーザインタフェース 202 は、上記段階および / または工程のいずれかに戻るかそれらを繰り返すために臨床医によって操作可能な 1 つ以上のナビゲーションバーを含んでいてもよい。例えば、図 4 に示すように、臨床医は、ナビゲーションバー 330 を操作して、段階間を切り替えてもよい。また、ユーザインタフェース 202 のウィンドウのいずれかにおいて前の工程またはウィンドウに戻るためのオプションを臨床医に提供していてもよい。

【0062】

上記のように、本開示は、経路計画のために CT 画像を用いる。また、CT 画像は、ナビゲーション目的のために、医療処置中に臨床医によって典型的に使用される。CT 画像は、それら独自の座標系を有しているため、他の画像診断法にも好ましい。2 つの座標系、例えば、CT 画像の座標系と患者の座標系との一致は一般に、レジストレーションとして知られている。一般に、CT 画像および体表または体内の位置を特定し、両系のそれらの座標を測定することにより、レジストレーションは行われる。

20

【0063】

CT データおよび患者データの手動および半自動化レジストレーション方法については、例えば、Covidien 社に譲渡された米国特許第 7,233,820 号に詳細に記載されており、その開示内容は参照により本明細書に組み込まれる。手動レジストレーションは、やや時間がかかり、複数の工程を必要とするため、多くの実施者は、以下に記載する自動レジストレーション技術に頼る。但し、場合によっては、特に CT 画像データの質が十分でない場合は、なお手動レジストレーションを行うことが必要であったり望ましかったりすることがある。

30

【0064】

上で参照したレジストレーション技術の手動基準点の指定は非常に効果的であるが、サンプリングされる点の数の選択が必ずしも精度と効率とのトレードオフを表すとは限らないため、自動レジストレーションが、大部分の処置での標準となっている。同様に、半自動化技術は実現可能な選択肢であるが、それはカテーテルアセンブリの遠位端に画像センサを必要とし、それによりシステムの複雑さがさらに増してしまう。

【0065】

自動レジストレーション技術については、同一出願人による米国特許出願第 12/780,678 号に詳細に記載されており、その開示内容全体が参照により本明細書に組み込まれる。分岐構造のデジタル画像と分岐構造内部のセンサの位置を表すリアルタイムインジケータとの自動レジストレーションは、その構造内部のデジタル画像を「ペイントする」ためにセンサを用いることにより達成される。十分な位置データが収集されると、レジストレーションが達成される。レジストレーションは、分岐構造を通るナビゲーションにより、必ずしもさらなる位置データが収集されるわけではなく、その結果、レジストレーションが絶えず精製されるという意味で「自動」である。

40

【0066】

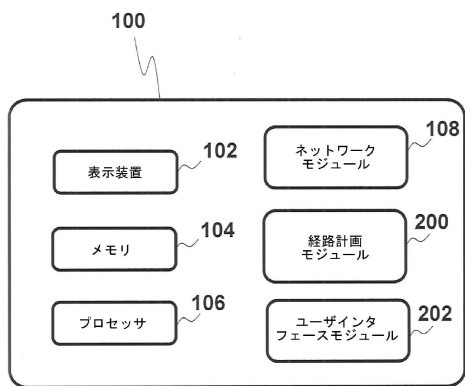
例示および説明のために添付の図面を参照しながら実施形態について詳細に説明してきたが、当然のことながら、本発明の方法および装置はそれらによって限定されるものとし

50

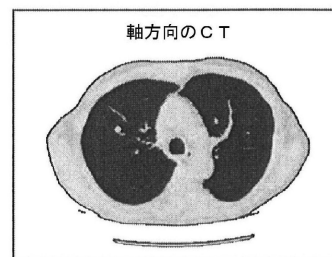
て解釈されるべきではない。本開示の範囲から逸脱することなく、上記実施形態に対する様々な修正が可能であることは当業者には明らかであろう。

【図 1】

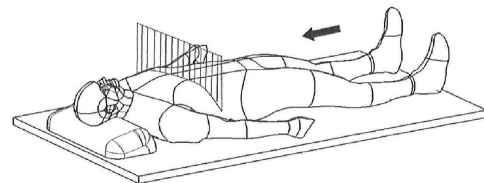
10



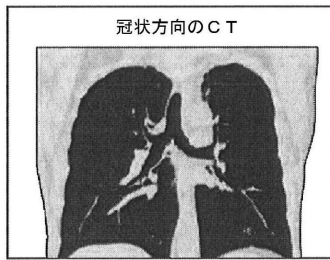
【図 2 A】



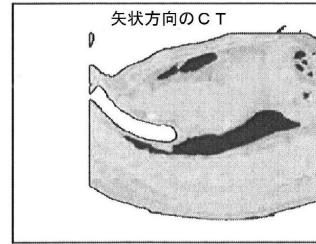
【図 2 B】



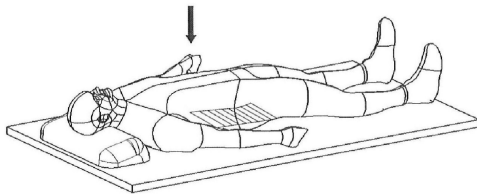
【 図 2 C 】



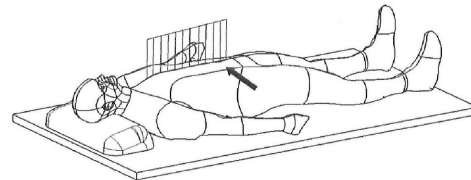
【 図 2 E 】



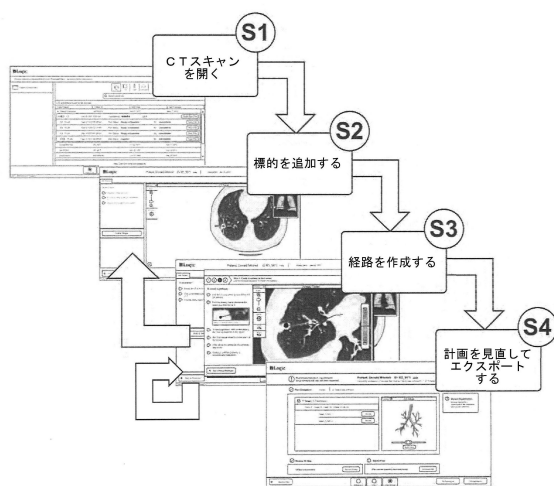
【 図 2 D 】



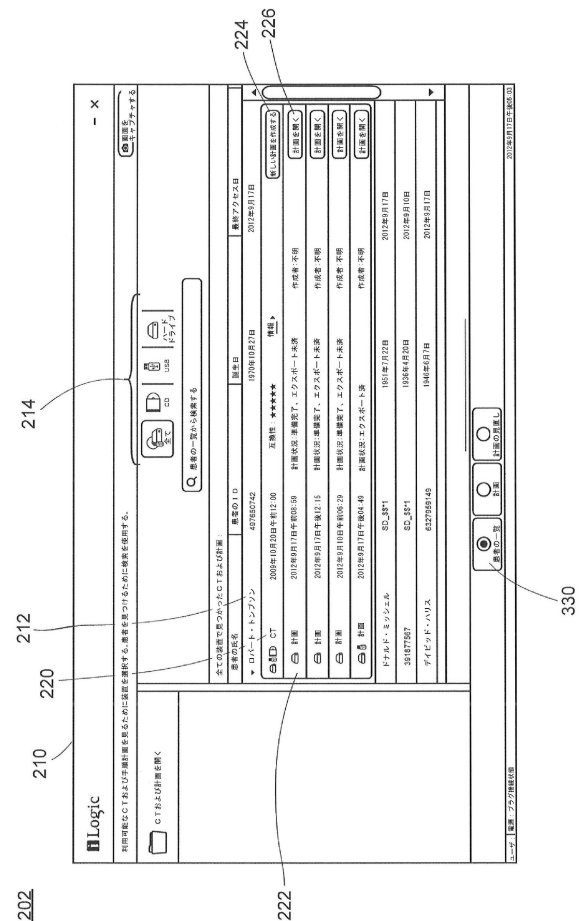
【 図 2 F 】



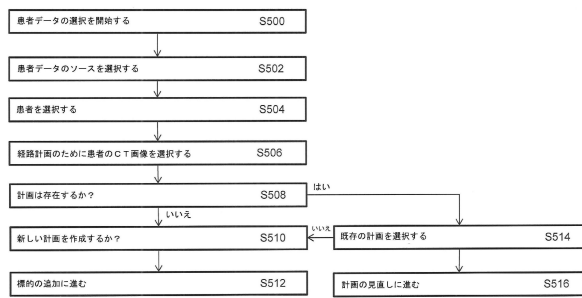
【 図 3 】



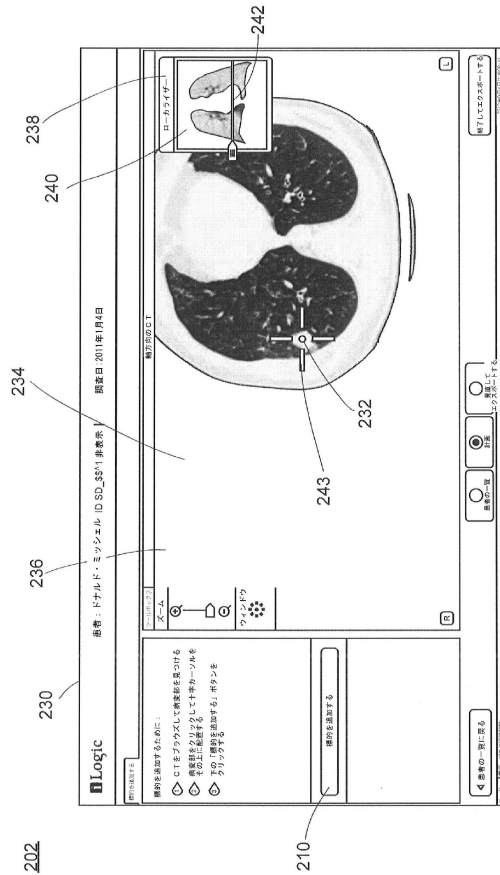
【 図 4 】



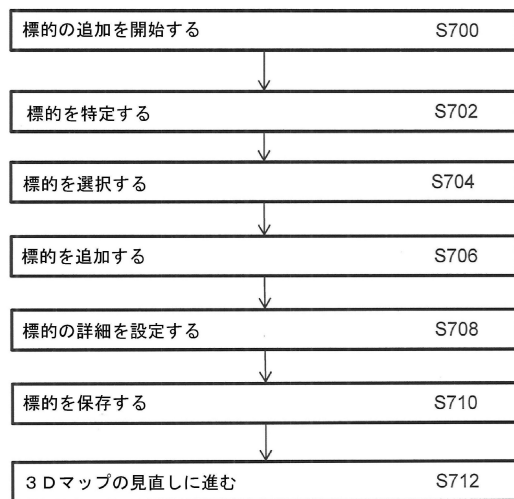
【図 5】



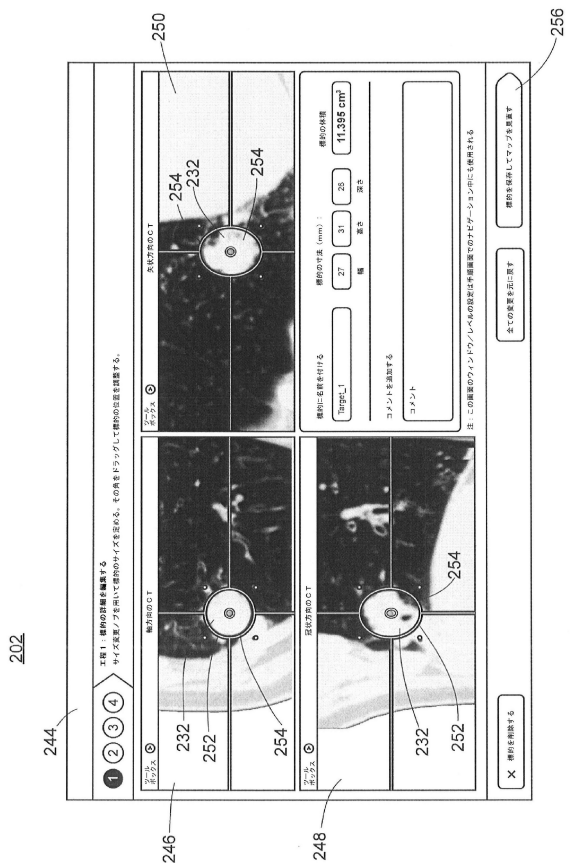
【図 6】



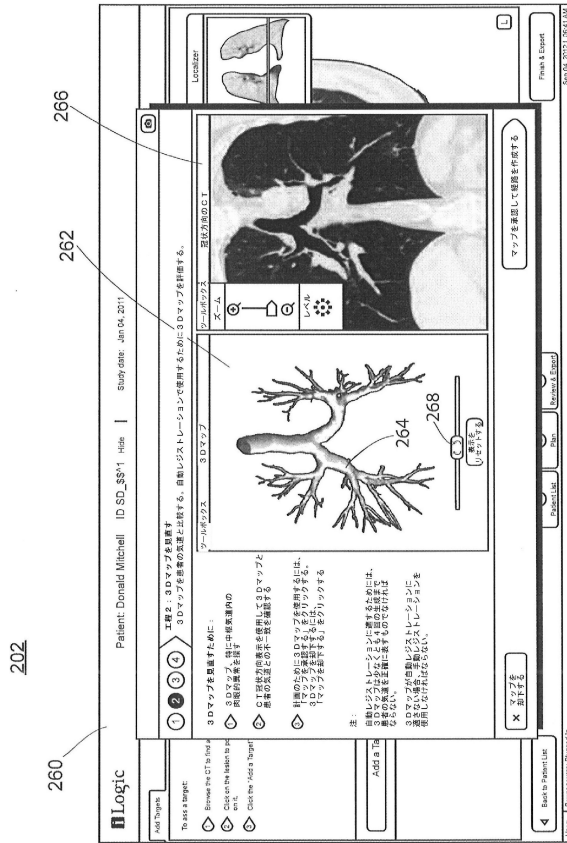
【図 7】



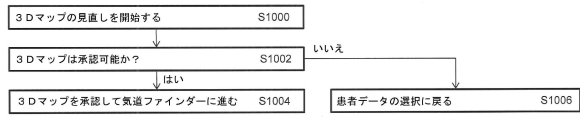
【図 8】



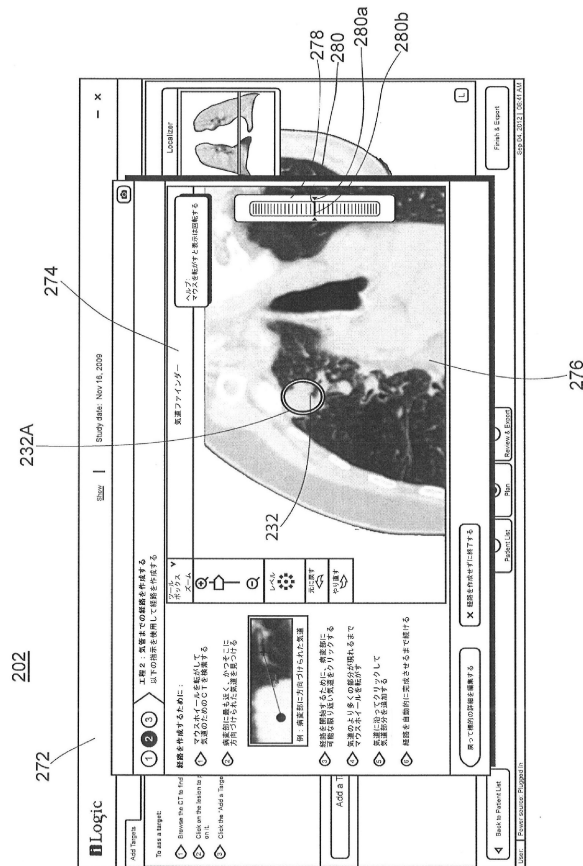
【図 9】



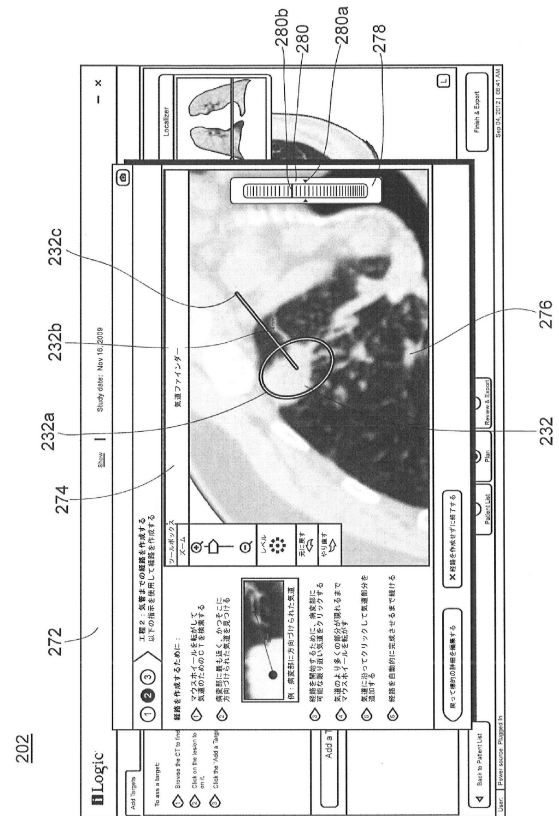
【図 10】



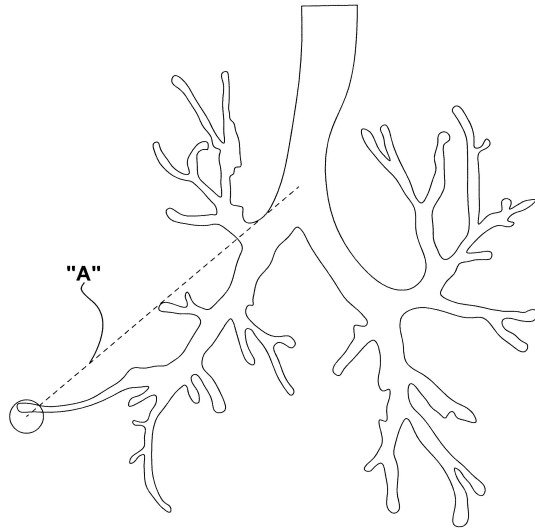
【図 11 A】



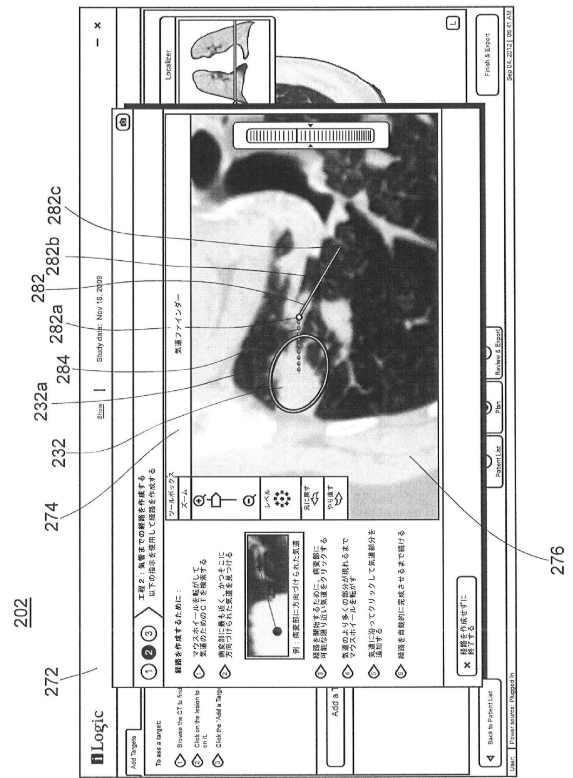
【図 11 B】



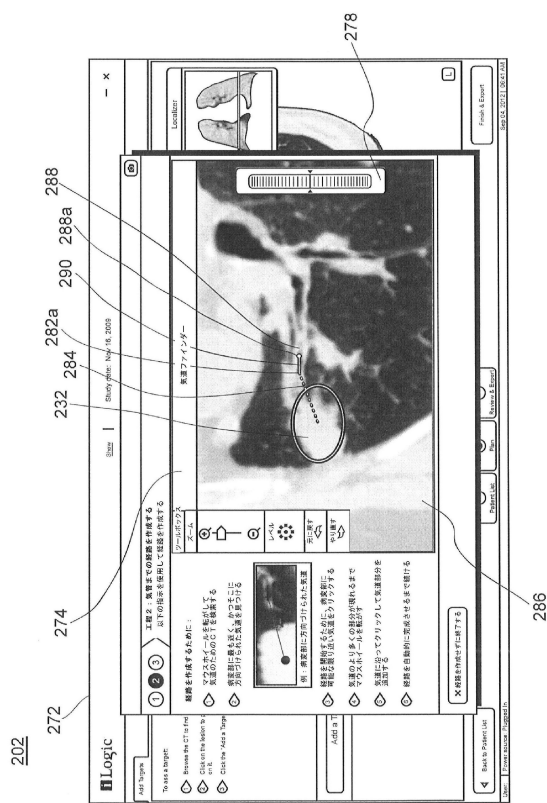
【図 11C】



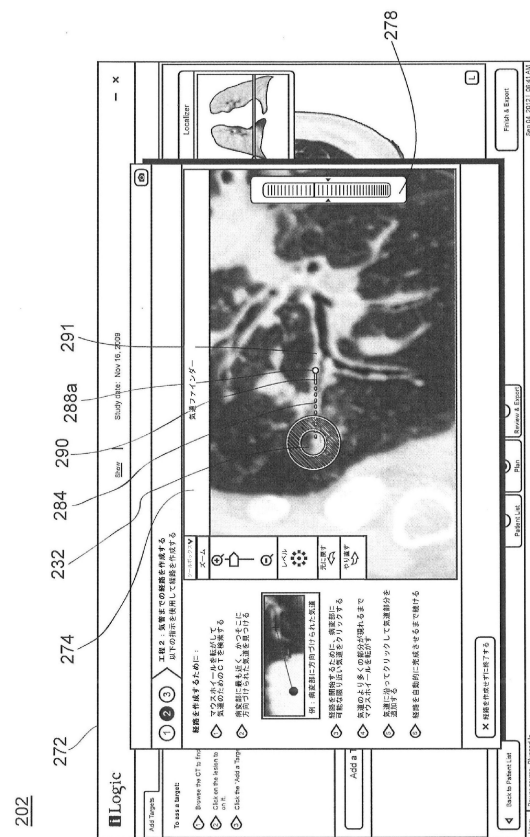
【図 11D】



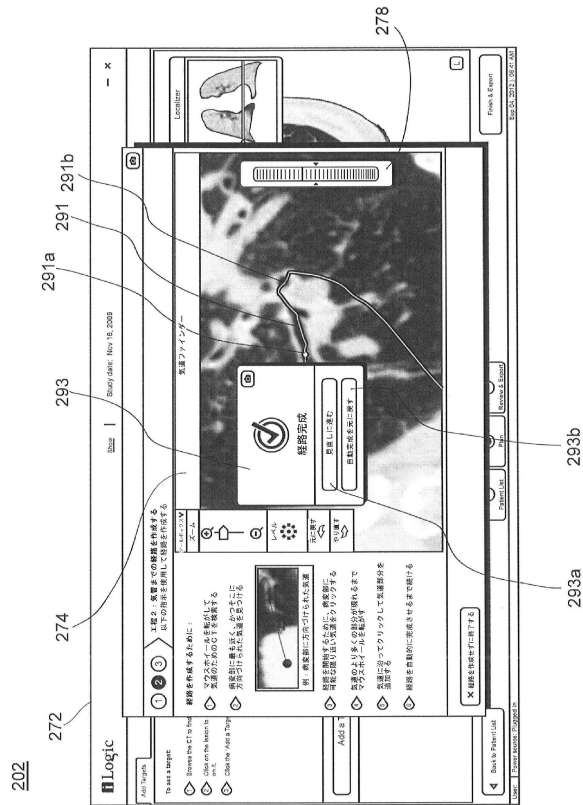
【図 11E】



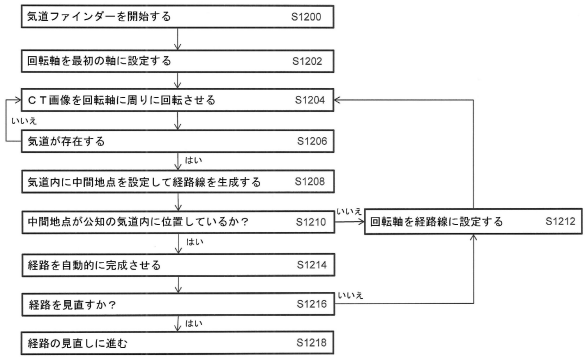
【図 11F】



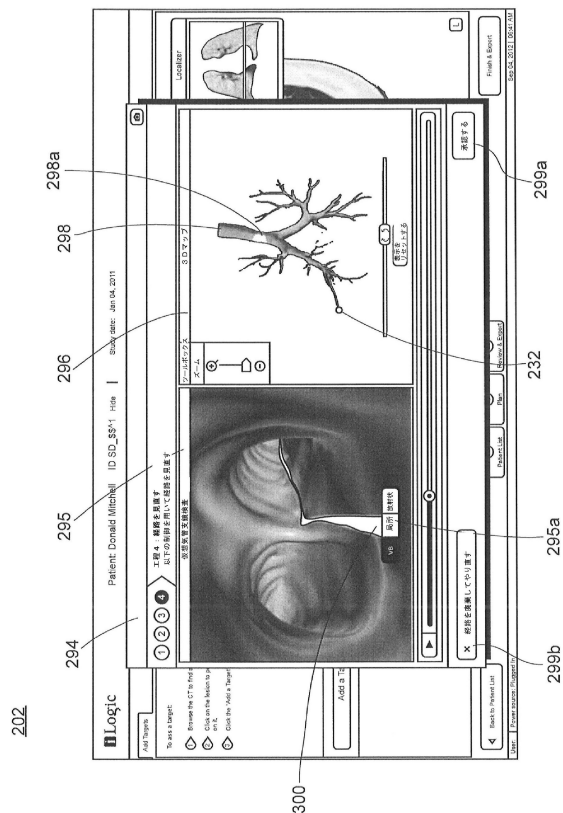
【図 11 G】



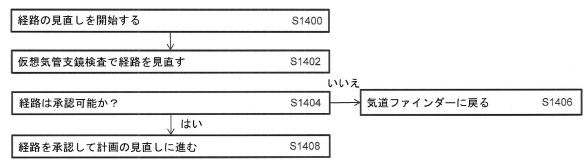
【図 12】



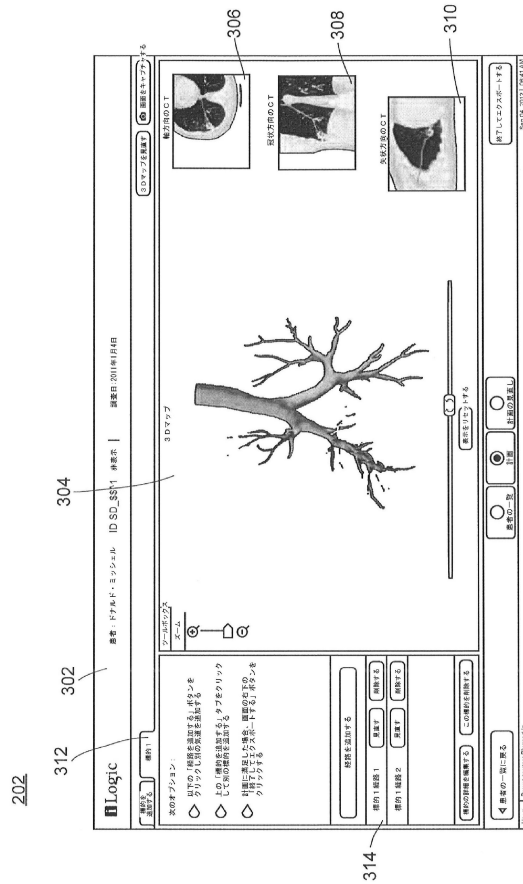
【図 13】



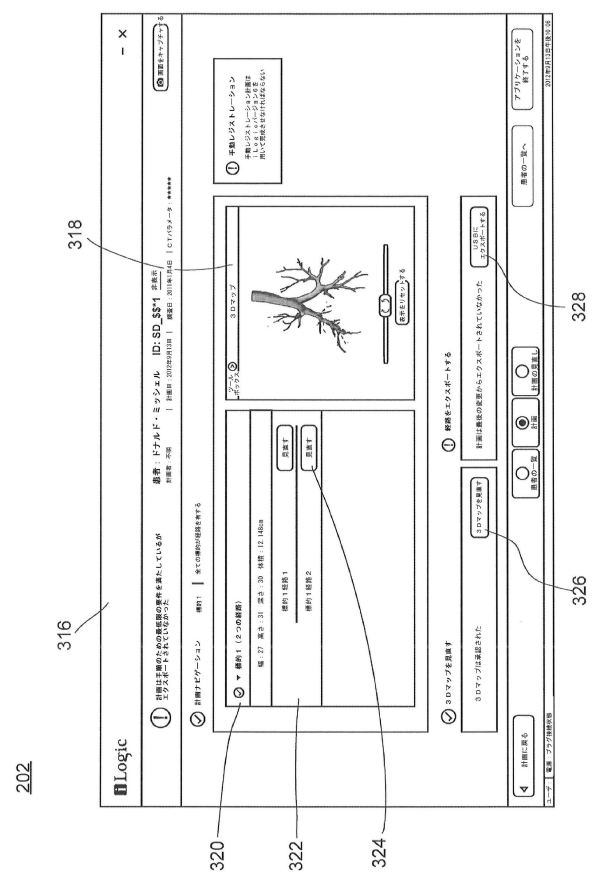
【図 14】



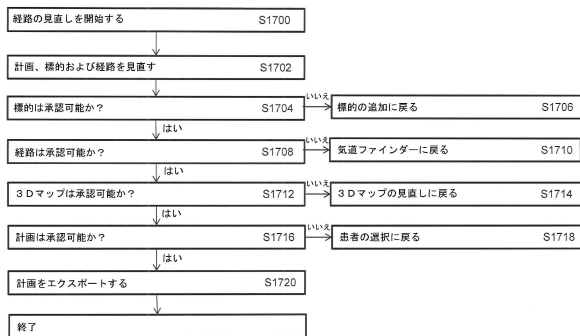
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

審査官 ▲高▼原 悠佑

- (56)参考文献 国際公開第2012/153249(WO, A2)
特開2008-173159(JP, A)
特開2011-092405(JP, A)
特開2006-116318(JP, A)
特開2001-087228(JP, A)
特開2006-192151(JP, A)
国際公開第2013/080131(WO, A1)
米国特許出願公開第2007/0092864(US, A1)
特開2004-254899(JP, A)
特開2005-131317(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/00
A61B 5/055
A61B 6/00-6/03
A61B 34/10