

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6072008号  
(P6072008)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 6/03 (2006.01)  
A 6 1 B 1/00 (2006.01)A 6 1 B 6/03 3 7 7  
A 6 1 B 1/00 3 2 0 A

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-509865 (P2014-509865)  
 (86) (22) 出願日 平成24年5月4日 (2012.5.4)  
 (65) 公表番号 特表2014-512931 (P2014-512931A)  
 (43) 公表日 平成26年5月29日 (2014.5.29)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2012/052241  
 (87) 国際公開番号 WO2012/153249  
 (87) 国際公開日 平成24年11月15日 (2012.11.15)  
 審査請求日 平成27年5月1日 (2015.5.1)  
 (31) 優先権主張番号 61/484,479  
 (32) 優先日 平成23年5月10日 (2011.5.10)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エヌ  
 ヴェ  
 KONINKLIJKE PHILIPS  
 N. V.  
 オランダ国 5656 アーネー アイン  
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5  
 High Tech Campus 5,  
 NL-5656 AE Eindhoven  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニング

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

画像誘導の内視鏡の処置における、ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのためのシステムの作動方法であつて、前記システムのプロセッサが、

術前のCTスキャンからの関心領域を示す2Dの断画像をディスプレイ上に表示するステップと、

第1のユーザ入力に応答して、前記2Dの断画像上において患者の身体管腔内の制御ポイントを定義するステップと、

前記制御ポイントに中心が置かれる新たな画像を提示するステップと、

第2のユーザ入力に応答して、前記身体管腔の長手方向の部分を示すように前記制御ポイントのまわりで視野を回転させることによって視野角を調整するステップと、

第3のユーザ入力に応答して、前記身体管腔内のプランニング絶路上の第2ポイントを特定するステップと、

前記制御ポイントと前記第2ポイントとを接続するプランニング絶路を拡張するステップと、

前記第2ポイントを新たな制御ポイントとして再定義するステップと、

前記提示するステップ、前記調整するステップ、前記特定するステップ、前記拡張するステップ及び前記再定義するステップを、前記プランニング絶路が前記患者の身体内の処置開始ポイントに到達するまで繰り返すステップと

を含む、方法。

10

20

## 【請求項 2】

前記制御ポイント及び前記第 2 ポイントは、前記表示された画像上のボクセルであり、プランニング経路を拡張することは、近隣ボクセルを前記制御ポイントで開始する前記プランニング経路上の最後のボクセルにリンクする、コスト分析を繰り返し実行することを含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記コスト分析は、各近隣ボクセルについて強度属性を分析し、前記プランニング経路上のリンクすべきボクセルおよび各属性に対する重み付けファクタを選択する、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記コスト分析はさらに、各近隣ボクセルについて地理的特性を分析し、前記プランニング経路上のリンクすべきボクセルを選択する、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

プランニング経路を拡張するステップは、勾配関連の特徴及び最適な経路検索関数に基づいて、地理的検索アプリケーションを使用することを含む、請求項 1 の記載の方法。

## 【請求項 6】

介入処置は、ツリー形状の解剖学的構造内において実行され、前記経路は、前記ツリー形状の解剖学的構造を通じてプランニングされる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記内視鏡は気管支鏡であり、前記処置は肺組織の生検であり、前記ツリー形状の解剖学的構造は患者の気管支樹であり、前記制御ポイントは、最初に、CTスキャンからの多断面再構成像の断画像内で特定される疑わしい腫瘍の近くの前記患者の気管支樹の枝に設定される、請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記ツリー形状の解剖学的構造は、患者の血管を備える、請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記プランニング経路は、明暗差のある筋状のものとして示される前記プランニング経路を有する気管支画像の表現として前記ディスプレイ上に提示される、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記内視鏡は気管支鏡であり、前記処置は肺組織の生検であり、前記制御ポイントは、最初に、CTスキャンからの多断面再構成像の断画像内で特定される疑わしい腫瘍の近くの前記患者の気管支樹の枝に設定され、前記患者の気管支樹は、指示された経路セグメントを有する 3 次元画像として前記ディスプレイ上に提示される、請求項 5 に記載の方法。

## 【請求項 11】

作成された経路セグメントは、承認のために前記ディスプレイ上に提示され、承認を受信しないことに応答して、当該方法は、前記制御ポイントから前記第 2 ポイントへの新たな候補経路セグメントを生成するステップをさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記コスト分析は、各近隣ボクセルについて勾配関連の属性を使用して前記プランニング経路上でリンクすべきボクセルを選択し、前記新たな候補経路セグメントは、前記属性又は重み付けファクタのうちの 1 つに対する少なくとも 1 つの変更を有する前記コスト分析を使用して作成される、請求項 11 に記載の方法。

## 【請求項 13】

画像誘導の内視鏡処置におけるユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのためのシステムであって、

プロセッサと、

前記プロセッサに動作可能に接続されるメモリと、

前記プロセッサに動作可能に接続されるディスプレイと、

前記メモリにエンコードされ、前記プロセッサによって実行可能な命令プログラムであ

10

20

30

40

50

って、前記プロセッサによって実行されると、

術前のCTスキャンからの関心領域を示す2Dの断画像をディスプレイ上に表示するステップと、

第1のユーザ入力に応答して、前記2Dの断画像上において患者のツリー形状の解剖学的構造の枝内に制御ポイントを定義するステップと、

前記制御ポイントに中心が置かれる新たな画像を提示するステップと、

第2のユーザ入力に応答して、前記枝の長手方向の部分を示すように、前記制御ポイントのまわりで視野を回転させることによって視野角を調整するステップと、

第3のユーザ入力に応答して、前記枝内のプランニング経路上の第2ポイントを特定するステップと、

前記制御ポイントと前記第2ポイントとを接続するプランニング経路を拡張するステップと、

前記第2ポイントを新たな制御ポイントとして再定義するステップと、

前記提示するステップ、前記調整するステップ、前記特定するステップ、前記拡張するステップ及び前記再定義するステップを、前記プランニング経路が前記患者の身体内の処置開始ポイントに到達するまで繰り返すステップと

を実行させる命令プログラムと

を備えた、システム。

#### 【請求項14】

画像誘導の内視鏡の処置における、ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのためのコンピュータプログラムであって、コンピュータに、

術前のCTスキャンからの関心領域を示す2Dの断画像をディスプレイ上に表示することと、

第1のユーザ入力に応答して、前記2Dの断画像上において患者の身体管腔内の制御ポイントを定義することと、

前記制御ポイントに中心が置かれる新たな画像を提示することと、

第2のユーザ入力に応答して、前記身体管腔の長手方向の部分を示すように、前記制御ポイントのまわりで視野を回転させることによって視野角を調整することと、

第3のユーザ入力に応答して、前記身体管腔内のプランニング経路上の第2ポイントを特定することと、

前記制御ポイントと前記第2ポイントとを接続するプランニング経路を拡張することと、

前記第2ポイントを新たな制御ポイントとして再定義することと、

前記の提示することと、前記の調整することと、前記の特定することと、前記の拡張することと、前記の再定義することとを、前記プランニング経路が前記患者の身体内の処置開始ポイントに到達するまで繰り返すことと

を実行させる、コンピュータプログラム。

#### 【請求項15】

前記制御ポイント及び前記第2ポイントは、前記表示された画像上のボクセルであり、プランニング経路を拡張することは、近隣ボクセルを前記制御ポイントで開始する前記プランニング経路上の最後のボクセルにリンクする、コスト分析を繰り返し実行することを含む、請求項14に記載のコンピュータプログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、画像誘導の医学的介入の分野に関し、より具体的には、介入処置のためのユーザ操作されるオンザフライの経路プランニング(user-steered on-the-fly path planning)の方法及びシステムに関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

肺がんは、米国及び世界中において、何年もの間、がんによる死亡の主な原因となっている。肺がんの標準的な診断手法は、胸部全体に対する術前のコンピュータ断層撮影（CT）スキャンを必要とし、その後に、気管支鏡検査法又は経皮的針生検のいずれかを通じて、疑いのある関心領域（ROI）をサンプリングする。気管支鏡検査法は、患者の回復期間が早い低侵襲的処置であるので好ましいことが多く、肺がんの診断及び病期分類の安全かつ効果的な手法として認識されている。

#### 【0003】

CTスキャンの後、気管支鏡検査法を用いるROIのサンプリング前に、予備ではあるが重要なステップは、患者の気管支樹を通って、生検を行うROIに十分近い位置に到達するための、気管支鏡検査法の実現可能経路（道すじ）を見つけることである。伝統的には、医師は最初に診断用のCTスキャンを検討して、疑いのあるROIを検出する。各ROIについて、医師は、ROIに近い位置から始めて、2Dの断画像、通常は軸スライス（axial slice）において患者の気管支樹の可視のキーをトレースする。キーは、2D画像における気管支の部分であり、これは明るいエリア（軟組織の気管支壁）で囲われた楕円の暗い領域として現れる。

10

#### 【0004】

これらの可視のキーを使用して、医師は、実現可能経路を再構成し、気管支鏡検査法により、患者の気管支樹を通って、疑わしいROIに十分近い位置に到達し、そして適切な生検処置を行うことが可能になる。しかしながら、医師は、この処置の前に、その経路を頭の中で再構成して、個々のROIに対する各経路を記憶しなければならない。したがって、コンピュータによる支援のない経路プランニングは、医師にとって厄介なことであり、また豊富な技術と経験を必要とする。

20

#### 【0005】

CT及び介入誘導技術の開発では、気管支鏡の処置（例えば、Broncus Lung Point（登録商標）仮想気管支鏡ナビゲーションシステム、Superdimension i-logicシステム（商標））をプランニングし、誘導するための画像ベース又は電磁気ベースのナビゲーションシステムを開発する、相当の取り組みが行われている。これらの手法において、経路プランニングは、外科的な処置のリアルタイムのガイドンスに先立つ重要なステップとしてシステムに統合され、ほぼ自動的に個々のROIに到達する光学経路又は経路候補を提供するように駆動される。

30

#### 【0006】

これらの既存の自動化手法は、気管支鏡の処置に先立って、高解像度のCTスキャンを必要とする。強力なセグメンテーション方法により、CT画像から完全なヒトの気管支樹構造、及びインテリジェントな光学的経路検索プロセスを抽出する。これらの要件は、ささいな問題ではない。CTスキャンからのヒトの気管支樹構造の完全なセグメント化は難しく、時間がかかる。このことは本質的に、周辺のROIに対処する際に小さな気道の気管支が必要とされるときに、当てはまる。セグメント化は、かなりの処理時間を要し、またヒトの対話も要することがある。さらに、セグメント化の結果は、術前のCT画像の品質に大いに依存する。高い処理時間により、これらの自動化手法は、患者が台上にいるときに実施可能ではない。

40

#### 【0007】

良好な気管支樹のセグメント化を用いたとしても、光学経路プランニング手法は、実現可能経路を生成するために各ROIに到達するのに使用される内視鏡のパラメータも考慮しなければいけない。しかしながら、内視鏡のパラメータは、経路のプランニングが実行される時に取得可能でないことがあり、医師は、処置中に内視鏡を変更することがある。

#### 【0008】

自動化された経路プランニング手法の結果として、通常は複数の経路候補が得られ、医師は、各候補を検討して、これらの複数の候補の中から実現可能経路を選ぶ。ときどき、これらの候補のいずれもが実現可能な経路でなく、医師は、選択した経路に従う代わりに、自身の経験に頼る必要がある。また、複数の経路候補の生成は、顕著な処理負荷を表す

50

。

## 【0009】

したがって、自動化された経路プランニング手法では、(1)十分なデータ(例えば、高解像度のCT及び内視鏡パラメータ)が存在しないときに取得できないことがあり、(2)ほとんどの実際の臨床的適用において好ましい、進行中の診断及びプランニングに実現可能でなく、(3)気管支鏡処置が、しばしば1から3のROIに対処するのに実行され、医師が、処置用の経路をプランニングする気管支のキューに依拠することを好むことがあるので、上記自動化された経路プランニング方法が必要でないことがあり、(4)複数の又は信頼できない経路を提供することがある。

## 【発明の概要】

10

## 【0010】

本発明は、画像誘導の内視鏡介入処置(endoscopic intervention)を支援する方法、システム及びプログラムを提供する。本発明の諸実施形態は、医師が、ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングを、高解像度のCTスキャン又は気道樹(airway-tree)のセグメント化を必要とせずに行うことを可能にする。結果として、患者がスキャナ台にいるときに、経路をプランニングすることができる。

## 【0011】

一実施形態によると、画像誘導の内視鏡処置における、ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのための方法が提供される。この方法は、ディスプレイ上に、術前のCTスキャンからの関心領域を示す2Dの断画像を提示するステップと、第1のユーザ入力に応答して、2Dの断画像上において患者の身体管腔内の制御ポイントを定義するステップと、制御ポイントを中心に置くステップと、第2のユーザ入力に応答して、身体管腔の長手方向の部分を示すように制御ポイントについて視野角を調整するステップと、第3のユーザ入力に応答して、身体管腔内のプランニング経路上の第2ポイントを特定するステップと、制御ポイントと第2ポイントとを接続するプランニング経路を拡張するステップと、第2ポイントを新たな制御ポイントとして再定義するステップと、提示するステップ、調整するステップ、特定するステップ、拡張するステップ及び再定義するステップを、プランニング経路が患者の身体内の処置開始ポイントに到達するまで繰り返すステップとを含む。

20

## 【0012】

30

一実施形態によると、制御ポイント及び第2ポイントは、表示された画像上のボクセルであり、プランニング経路を作成することは、近隣ボクセルを制御ポイントで開始するプランニング経路上の最後のボクセルにリンクする、コスト分析を繰り返し実行することを含む。一実施形態によると、プランニング経路を拡張するステップは、勾配関連の特徴及び最適な経路検索関数に基づいて、地理的検索アプリケーションを使用することを含む。

## 【0013】

一実施形態によると、コスト分析は、各近隣ボクセルについて強度属性を分析し、プランニング経路上のリンクすべきボクセル及び各属性に対する重み付けファクタを選択する。一実施形態において、コスト分析はさらに、各近隣ボクセルについて地理的特性を分析し、プランニング経路上のリンクすべきボクセルを選択する。

40

## 【0014】

一実施形態において、内視鏡は気管支鏡であり、処置は肺組織の生検であり、制御ポイントは、最初に、CTスキャンからの多断面再構成像の断画像内で特定される疑わしい腫瘍の近くの患者の気管支樹の枝に設定される。

## 【0015】

オプションとして、プランニング経路は、明暗差のある筋状のもの(contrast imaging thread)として示されるプランニング経路を有する気管支画像の表現として、ディスプレイ上に提示される。

## 【0016】

50

一実施形態によると、内視鏡は気管支鏡であり、処置は肺組織の生検であり、制御ポイントは、最初に、CTスキャンからの多断面再構成像の断画像内で特定される疑わしい腫瘍の近くの患者の気管支樹の枝に設定され、患者の気管支樹は、指示された経路セグメントを有する3次元画像としてディスプレイ上に提示される。

【0017】

一実施形態において、作成された経路セグメントは、承認のためにディスプレイ上に提示され、承認を受信しないことに応答して、本方法は、制御ポイントから第2ポイントへの新たな候補経路セグメントを生成するステップをさらに含む。

【0018】

一実施形態によると、コスト分析は、各近隣ボクセルについて勾配関連の属性を使用してプランニング経路上でリンクすべきボクセルを選択し、新たな候補経路セグメントは、属性又は重み付けファクタのうちの1つに対する少なくとも1つの変更を有するコスト分析を使用して作成される。

【0019】

一実施形態によると、画像誘導の内視鏡処置におけるユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのためのシステムが提供される。本システムは、プロセッサと、プロセッサに動作可能に接続されるメモリと、プロセッサに動作可能に接続されるディスプレイと、メモリにエンコードされ、プロセッサによって実行可能な命令プログラムとを備える。命令プログラムはプロセッサによって実行されると、術前のCTスキャンからの関心領域を示す2Dの断画像をディスプレイ上に提示する。命令プログラムはまた、第1のユーザ入力に応答して、2Dの断画像上において患者のツリー形状の解剖学的構造の枝内に制御ポイントを定義し、制御ポイントに中心が置かれる新たな画像を提示する。命令プログラムは、第2のユーザ入力に応答して、枝の長手方向の部分を示すように制御ポイントについて視野角を調整する。命令プログラムは、第3のユーザ入力に応答して、枝内のプランニング経路上の第2ポイントを特定する。次いで、命令プログラムは、制御ポイントと第2ポイントとを接続するプランニング経路を拡張し、第2ポイントを新たな制御ポイントとして再定義する。命令プログラムは、上記提示するステップと、上記調整するステップ、上記特定するステップ、上記拡張するステップ及び上記再定義するステップを、プランニング経路が患者の身体内の処置開始ポイントに到達するまで繰り返す。

【0020】

一実施形態によると、画像誘導の内視鏡の処置における、ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのためのプログラムコードを備えるコンピュータプログラム。上記プログラムコードは、術前のCTスキャンからの関心領域を示す2Dの断画像をディスプレイ上に提示するためのプログラムコードと、第1のユーザ入力に応答して、2Dの断画像上において患者の身体管腔内の制御ポイントを定義するためのプログラムコードと、制御ポイントに中心が置かれる新たな画像を提示するためのプログラムコードと、第2のユーザ入力に応答して、身体管腔の長手方向の部分を示すように制御ポイントについて視野角を調整するためのプログラムコードと、第3のユーザ入力に応答して身体管腔内のプランニング経路上の第2ポイントを特定するためのプログラムコードと、制御ポイントと第2ポイントとを接続するプランニング経路を拡張するためのプログラムコードと、第2ポイントを新たな制御ポイントとして再定義するためのプログラムコードと、上記提示することと、上記調整することと、上記特定することと、上記拡張することと、上記再定義することとを、プランニング経路が患者の身体内の処置開始ポイントに到達するまで繰り返すためのプログラムコードとを含む。

【0021】

一実施形態によると、コスト分析のプログラム命令はさらに、各近隣ボクセルについて地理的特性を分析し、プランニング経路上のリンクすべきボクセルを選択するための命令を含む。一実施形態によると、プランニング経路を拡張するためのプログラム命令は、勾配関連の特徴及び最適経路検索関数に基づいて、地理的検索アプリケーションを使用するための命令を含む。

10

20

30

40

50

## 【0022】

一実施形態によると、内視鏡は気管支鏡であり、処置は肺組織の生検であり、制御ポイントを設定するためのプログラム命令は、最初に、CTスキャンからの多断面再構成像の断画像内で特定される疑わしい腫瘍の近くの患者の気管支樹の枝に制御ポイントを設定するためのプログラム命令を含む。一実施形態によると、プログラム命令は、プランニング経路を、明暗差のある筋状のものとして示されるプランニング経路を有する気管支画像の表現としてディスプレイ上に提示するためのプログラム命令をさらに含む。

## 【0023】

一実施形態によると、内視鏡は気管支鏡であり、処置は肺組織の生検であり、制御ポイントは、最初に、CTスキャンからの多断面再構成像の断画像内で特定される疑わしい腫瘍の近くの患者の気管支樹の枝に設定され、プログラム命令は、患者の気管支樹を、指示された経路セグメントを有する3次元画像としてディスプレイ上に提示するためのプログラム命令をさらに含む。

10

## 【0024】

本発明の特徴及び利点は、好適な実施形態の以下の詳細な説明を添付の図面と関連して読むと、より明確に理解されるであろう。図面には下記の図が含まれる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0025】

【図1】患者の気管、気管支及びがんを示す断面図とともに、気管支鏡処置を受けている患者の等角図を示す図である。

20

【図2】がん及び経路プランニングに使用可能な気管支キューを示す、CTスキャンからの多断面再構成像(MPR: multi-planar reconstruction)を示す図である。

【図3】本発明の一実施形態による、画像誘導の気管支鏡処置における、ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのためのシステムを示すブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態による、介入処置に関する、ユーザ操作されるオンザフライのプランニングの方法を示すブロック図である。

【図5】本発明の一実施形態にしたがって、制御ポイントと第2ポイントとを接続するプランニング経路を拡張する方法を示すフロー図である。

【図6A】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

30

【図6B】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

【図6C】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

【図6D】本発明の一実施形態による、患者の気管支樹の3D画像上の個々の経路セグメントを示す図である。

【図7A】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

【図7B】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

40

【図7C】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

【図7D】本発明の一実施形態による、患者の気管支樹の3D画像上の個々の経路セグメントを示す図である。

【図8A】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

【図8B】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

【図8C】本発明の一実施形態にしたがって、経路セグメントを形成する方法の逐次段階を示す図である。

50

【図8D】本発明の一実施形態による、患者の気管支樹の3D画像上の個々の経路セグメントを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明は、画像誘導の内視鏡処置における、ユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのための方法、システム及びプログラムを提供する。一実施形態によると、内視鏡は、生検を行うために使用される気管支鏡である。ROIに近接し、かつ気管支の内部にある位置において開始して、ユーザは、CTスキャンから生成された画像における適切な経路を定義する。数回のマウスクリックによりユーザは、2Dの局所的な断画像を操作することができ、動的に計算される候補経路のセグメントを対話的に選択することができる。処理は、ターゲットのROIに通じる気管支の構造のキーを探索することによる、気管支鏡検査法の外科的プランニングの標準的なワークフローに従う。ユーザフレンドリなインターフェース設定は、従来的な横軸（すなわち軸）のビュー、冠状のビュー及び矢状のビューの代わりに、柔軟に方向付けられる2Dの断面図を提供することによって、選択された3Dサブボリューム内の気道樹の最善の提示を可能にする。ユーザは容易に、このケースを検討又はレビューすることができ、同時に適切な経路を定義することができる。

【0027】

図1は、気管支鏡処置を受けている患者10を示す。医師は、気管支鏡20を、患者の気管12を通じて、関心領域（ROI）16に近接する気管支14内へと誘導する。次いで、気管支壁を通じてROI16において生検が行われる。術前のCTスキャンは、気管支14を通じてROI16へと気管支鏡20を誘導する際に使用するために行われる。図2に示されるように、気管支鏡処置に関して、CTスキャンは、患者の胸部の進行性の軸断面図30、32、34、36、38として提示される。図2は、それぞれ拡張図33、35、37及び39を提供するように拡張される断面図32、34、36及び38の部分を示す。ROI16の画像は、拡張図39において特定される。

【0028】

従来のプランニング手法において、医師は、第1のキー91を、拡張された断面図39上のROI16の近くで特定する。図示される実施形態において、第1のキー91は、画像の平面を横切る軸を有する気管支14である。次いで、医師は、キー93、95、97を、それぞれ連続する拡張図37、35、33において特定し、気管からROI16に通じる気管支鏡介入のための経路を定義する。医師は、気管支樹に関する自身の知識に依拠してキーを接続し、頭の中で各ROIへの経路を構築し、記憶する。

【0029】

本発明の一実施形態において、医師は、第1のキー91をディスプレイ上で特定し、ユーザインタフェースを通じて、この第1のキーを第1の制御ポイントとして定義する。システムは、この制御ポイントをディスプレイの中心に置く。医師は、制御ポイントの周りの視野角を調整する。次いで、医師は、プランニングされた経路上の第2ポイントを特定する。システムは、患者の気道内において、制御ポイントと第2ポイントとを接続する経路セグメントを生成する。システムは、第2ポイントを新たな制御ポイントとして定義し、この点をディスプレイの中心に置く。経路セグメントはその後、プランニングされた経路上の第3のポイントを特定することによって、プランニングされた経路に追加される。新たなセグメントは、プランニングされた経路が、患者の気管などの処置の開始ポイントに到達するまで追加される。

【0030】

図3は、本発明の実施形態にかかる、内視鏡的介入のためのユーザ操作されるオンザフライの経路プランニングのシステムを示すブロック図である。処理部300は、メモリ320に動作可能に接続されるプロセッサ310を備える。一実施形態によると、プロセッサとメモリはバス330を通じて接続される。プロセッサ310は、1つ又は複数のマイクロプロセッサなど、プログラム命令を実行することが可能な任意のデバイスとすることができます。メモリは、取り外し可能ディスク、ハードドライブ、CD、ランダムアクセス

10

20

30

40

50

メモリ (RAM)、読み取り専用メモリ (ROM) などの任意の揮発性又は非揮発性のメモリデバイスとすることができる。

【0031】

ディスプレイ34もプロセッサ310に動作可能に接続される。ディスプレイは、医用画像を提示することが可能なグラフィカルユーザインターフェース (GUI) を提示するのに適切な任意のモニタ、スクリーン、又は同等のものとすることができます。

【0032】

システムは、CTスキャンをプロセッサ310にインポートするための手段も備える。この手段は、CTスキャンをインターネット又はイントラネットを介してインポートするためのネットワーク接続とすることができます。あるいはまた、この手段は、CDドライブなどのストレージドライブ、フラッシュドライブを挿入するのに適切なUSBポートとすることもできる。さらに別の実施形態では、この手段は、CTスキャンを実行するCアームへの直接有線接続又は無線接続とすることができます。

10

【0033】

図示された実施形態において、内視鏡は、気管支鏡システム200である。気管支鏡システム200は、カメラ220が取り付けられる気管支鏡210を備え、介入処置中に気管支気道の内側の可視化を提供する。カメラ220は、気管支の画像を医師に提示するディスプレイ240に動作可能に接続される。

【0034】

メモリ320は、プロセッサ310によって実行可能な命令プログラムをエンコードしている。命令プログラム322は、プロセッサ310によって実行されると、以下で実施例を説明する、介入内視鏡処置のユーザ操作されるオンザフライのプランニング方法を提供する。

20

【0035】

図4は、内視鏡処置のためのユーザ操作されるオンザフライのプランニングの方法のフロー図である。この例において、処置は、気管支鏡を使用する生検である。

【0036】

命令プログラム322は、術前のCTスキャンを受信する(ステップ402)。CTスキャンは、図2に示される30及び32~39などの一連の断画像から生成することができる、3Dの画像空間の形式にすることができる。

30

【0037】

命令プログラム322は、ROI16を示しているディスプレイ430上の断画像(図6Aの600)を提示する(ステップ410)。断画像600を、図2に示される画像32などの複数の断画像から選択することができる。図示される例では、断画像600は軸断画像である。

【0038】

医師は、従来のプランニング方法においてキュ-91を特定するのと同様に、表示された画像600上で、ROI16の近くの気管14内にある制御ポイントを選択する。医師は、例えば、マウスを操作することによって十字線を第1のキュ-91に移し、マウスクリックにより第1のキュ-91を第1の制御ポイントとして選択することができる。

40

【0039】

医師の制御ポイントの選択動作に応答して、命令プログラム322は、断画像600上の指示された位置で制御ポイント610を定義する(ステップ420)。制御ポイント610は、断画像600の平面上に配置される3次元空間の点に対応する、断画像内のボクセルである。

【0040】

命令プログラムは、制御ポイント610に中心が置かれた新たな画像を提示する(ステップ430)。すなわち、制御ポイント610をディスプレイ340上の中心に置くように視野が変換される。

【0041】

50

ユーザ入力に応答して、命令プログラム 322 は、制御ポイント 610 について視野角を調整し、図 6B に示されるように、身体の管腔（気管支）の長手方向の断面を示す、新たな画像 602 を提示する（ステップ 440）。医師は、プロセッサ 310 に動作可能に接続されるキーパッド（図示せず）の矢印キー又はマウスカーソル（図示せず）を使用して、例えば、固定された制御ポイント 610 のまわりで視野を左右及び上下に回転させることができる。この入力に応答して、プロセッサ 310 は、新たな視野角での 3D 画像空間の断面に対応する画像 602 を計算し、ディスプレイ 340 に提示することができる。この角度では、気管支気道は、2 つの明るい領域（気管支壁）14B の間の暗いチャネル 14A として現れる。

## 【0042】

10

医師は、図 6C に示されるように、気管支気道 14 内で第 2 ポイントを特定する。医師は、例えば、マウスを操作することによって、ディスプレイ上の視野の端付近の気道内の或る点に十字線を移動させて、マウスクリックにより、十字線に合わせた点を第 2 ポイント 620 として選択することができる。

## 【0043】

この第 3 の入力に応答して、命令プログラムは、気管支内のプランニングされた経路上の、十字線が置かれている指示されたボクセル上の第 2 ポイント 620 を定義することができる（ステップ 450）。

## 【0044】

20

定義されたプランニング経路上の制御ポイント 610 と第 2 ポイント 620 を用いて、命令プログラムは、制御ポイント 610 と第 2 ポイント 620 とを接続する経路セグメント 630 を作成する（ステップ 460）。経路セグメント 630 は、以下でさらに詳述されるコスト分析を使用して気道 14A 内に作成される。

## 【0045】

経路セグメント 630 が作成されると、第 2 ポイント 620 は、図 7A に示されるディスプレイの視野内の中心に置かれ（ステップ 464）、第 2 ポイント 620 は、新たな制御ポイント 610A として再定義される（ステップ 470）。新たな制御ポイント 610A が、患者の気管などのプランニング経路の開始ポイントにある場合、医師は、経路が完成したことを示す入力を提供することができ、命令プログラムは終了する（ステップ 480）。

30

## 【0046】

命令のプログラムは、ユーザ入力をモニタリングすることによって完成を検査してもよく（ステップ 475）、あるいは所定の時間期間の間に入力を受信しない場合にタイムアウトしてもよく、あるいは完成について任意の他の適切な検査を使用してもよい。

## 【0047】

経路が完成していない場合、命令プログラム 322 は、経路が完成するまで、図 7B に示されるように気道 14A を示す十字線 702 を提供するよう視野角を調整するステップ（ステップ 440）と、図 7C に示されるような新たな第 2 ポイント 620A を特定するステップ（ステップ 450）と、図 7C に示されるような新たな経路セグメント 640 を作成するステップ（ステップ 460）と、新たな第 2 ポイント 620A を中心に置いて、図 8A に示されるような新たな画像 800 を提供するステップと、新たな第 2 ポイント 620A を第 3 の制御ポイント 610B として再定義するステップ（ステップ 470）とを繰り返す。

40

## 【0048】

図 8C に示されるように、第 3 の制御ポイント 610B において経路が完成しない場合、視野角は再び調整されて、気道 14A を示す横断面 802 を提供する。次いで、第 3 の第 2 ポイント 620B が定義され（ステップ 450）、第 3 の制御ポイント 610B を第 3 の第 2 ポイント 620B に接続する第 3 の経路セグメント 650 が生成される（ステップ 460）。

## 【0049】

50

オプションとして、命令プログラム 322 は、患者の気管支樹を、図 6D、7D 及び 8D に示されるような気管支樹上に指示される経路セグメント 630、640、650 を用いた 3 次元表現でディスプレイ 340 上に提示することができる。

【0050】

図 5 は、本発明の一実施形態にしたがって、制御ポイントと第 2 ポイントとを接続するプランニング経路を拡張する方法のフロー図である。命令プログラム 322 は、プランニング経路上の定義された 2 つのポイントの間の経路候補を動的に検索するためのプログラム命令を備える。このプログラム命令は、勾配関連の特徴 (gradient relatevant feature) に基づくコスト関数を使用して、グラフィック検索に対する (気道壁の内側の経路がわかる) 境界問題を低減する。

10

【0051】

2 次元の画像 600、602、700、702、800、802 は、それぞれ単一のボクセル層で構成される (ピクチャ要素は、3 次元空間のポイントを表している)。プランニングされた経路上のボクセルは、経路要素 P として定義され、各経路要素 P は、制御ポイント 610 を開始ポイントとして使用して、前の経路要素上に構築されて経路セグメント 630、640、650 を形成する。新たな経路要素 P は、局所コスト 1 を、8 つの近隣のボクセル r の各々と比較することによって決定される。経路要素 P 及び 8 つのその近隣ボクセル r は、近傍 (neighborhood) N を形成する。各近隣ボクセル r は、1 つの候補経路要素である。

【0052】

20

制御ポイント 610、610A、610B は、第 1 の経路要素として定義される (ステップ 461)。命令プログラム 322 は、近隣ボクセル r のコスト属性を決定する (ステップ 462)。コスト属性は、画像内のボクセルの勾配関連の特徴である。本発明の様々な実施形態に応じて、コスト属性は、次のうちの 1 つ又は複数の関数を含む。すなわち、近隣ボクセルに対する光強度  $f_I(r)$ 、近隣ボクセルの近傍に対する光強度の平均値  $f_\mu(r)$ 、近隣ボクセルの近傍に対する光強度の標準偏差  $f_\sigma(r)$ 、近隣ボクセルに中心を置き、及び気管支壁を横切る最小円の半径  $f_R(r)$ 、のうちの 1 つ又は複数の関数を含む。

【0053】

30

さらに、コスト属性は、経路要素 P と、近隣の提案される経路要素 r との間の類似性の関数を含む。例えば、コスト要素は、強度の類似性の関数  $f_{II}(p, r)$  と、経路要素 P に中心を置く最小円の半径と、提案される経路要素 r に中心を置く最小円の半径との類似性の関数  $f_{RR}(p, r)$  とを含んでもよい。ここで、

$$f_{II}(p, r) = ||p - r|| \quad (1)$$

$$f_{RR}(p, r) = |Rp - Rr| \quad (2)$$

である。

【0054】

30

コスト属性はさらに、経路において折り返すことからプランニング経路の尤度を低減する特徴の関数  $f_D(r)$  を含んでもよい。この関数  $f_D(r)$  において、前の経路要素のボクセルは、他の近隣ボクセルよりも高い値を有するであろう。

40

【0055】

コスト属性は、前の経路要素 P の近隣の各ボクセルについて、特定の属性に応じて測定及び / 又は計算することができる。

【0056】

命令プログラムは、それぞれのコスト属性毎に、ユーザ供給される重み付けのファクタ  $w_I$ 、 $w_\mu$ 、 $w$ 、 $w_R$ 、 $w_{II}$ 、 $w_{RR}$ 、 $w_D$  受信する (ステップ 463)。医師は、経路プランニングのときに重み付けファクタを選択してもよく、或いは重み付けファクタを、特定のアプリケーション用の最適化に基づく設定に格納し、意図されたアプリケーションにより特定される設定として選択することができる。アプリケーションは、ROI が配置される気管支樹の特定の部分、気管支鏡のスタイル、他の関連するアプリケーション

50

の詳細又はこれらの組み合わせとすることができます。さらに、重み付けファクタのセットは、特定のアプリケーションについて導出された、最適化された値とすることができます。

#### 【0057】

命令プログラム322は、最も最近の経路要素Pの各近隣ボクセルrについてコスト分析を実行して、rとPをリンクするための局所コストL(p, r)を計算する(ステップ464)。ここで、

$$L(P, r) = w_1 f_1(r) + w_\mu f_\mu(r) + w_f f(r) + w_R f_R(r) + w_{11} f_{11}(P, r) + w_{RR} f_{RR}(P, r) + w_{DfD}(P, r) \quad (3)$$

である。

#### 【0058】

最低コスト値を有する近隣のボクセルrは、次の経路要素P<sub>next</sub>として定義され、前の経路要素Pにリンクされて経路セグメント630、640、650を拡張する(ステップ465)。

#### 【0059】

次の経路要素P<sub>next</sub>を、第2ポイント620、620A、620Bと比較して、経路セグメント630、640、650が第2ポイント620、620A、620Bに到達しているか否かを決定する(ステップ466)。

#### 【0060】

次の経路要素P<sub>next</sub>が、第2ポイント620、620A、620Bでない場合(ステップ466でNに分岐する場合)、次いで、命令プログラム322は、次の経路要素P<sub>next</sub>の近隣ボクセルrのコスト属性を決定し(ステップ462)、重み付けファクタを受信し(ステップ463)、次の経路要素P<sub>next</sub>の近隣ボクセルrについて新たなコスト分析を実行し(ステップ464)、最低コストの近隣要素rを次の経路要素P<sub>next2</sub>として定義し、この次の経路要素P<sub>next2</sub>を第2ポイント620、620A、620Bと比較して、経路セグメント630、640、650が第2ポイント620、620A、620Bに到達しているか否かを決定する(ステップ466)。このループ(ステップ462～466)は、次の経路セグメントが第2ポイントとなるまで(ステップ466においてYに分岐するまで)繰り返される。

#### 【0061】

経路セグメント630、640、650が第2ポイント620、620A、620Bに到達している場合(ステップ466でYに分岐する場合)、次いで命令プログラム322は、制御ポイント610、610A、610Bと第2ポイント620、620A、620Bとを接続する新たに生成された経路セグメントを、2D画像6C、7C、8C上の候補経路セグメントとしてディスプレイ340に提示する(ステップ467)。

#### 【0062】

医師は、候補経路セグメントを承認しても、承認しなくてもよい。医師は、自身の承認/非承認を、マウスクリックによって、又は任意の他の適切な入力手段によって入力することができる。命令プログラム322は、承認を受信したか否かを判断する(ステップ468)。命令プログラム322が承認を受信した場合(ステップ468でYに分岐する場合)、次いで命令プログラム322は、経路セグメントを生成し(ステップ469)、第2ポイントをディスプレイ430の視野の中心に置く(図4のステップ464)。

#### 【0063】

候補経路が承認されない場合(ステップ468でNに分岐する場合)、次いで、命令プログラム322は、再び制御ポイント610、610A、610Bにおいて開始し(ステップ461)、コスト分析を使用して新たな候補経路セグメントを生成する(ステップ462～469)。新たなコスト分析において、重み付けファクタが、医師又は命令プログラムにいずれかによって変更されることがある。コスト属性は、コスト属性の追加及び/又は削除によって変更されることがある。

#### 【0064】

本発明は、有形媒体上にエンコードされるプログラム命令の形式をとることができる。

10

20

30

40

50

したがって、本発明は、全体としてハードウェアの実施形態とすることができる、全体としてソフトウェアの実施形態とすることができる、あるいはハードウェアとソフトウェアの要素の双方を含む実施形態とすることもできる。例示的な実施形態において、本発明は、限定ではないがファームウェア、常住ソフトウェア、マイクロコードなどを含む、ソフトウェアにおいて実装される。

#### 【 0 0 6 5 】

さらに、本発明は、コンピュータ又は任意の命令実行システム若しくはデバイスによって、又はこれらに関連してプログラムコードを提供する、コンピュータ使用可能媒体又はコンピュータ読取可能媒体からアクセス可能な非揮発性のコンピュータプログラム製品の形式をとることができる。この説明の目的で、コンピュータ使用可能媒体又はコンピュータ読取可能媒体は、命令実行システム、装置又はデバイスによって、又はこれらとの関連で使用するためにプログラムを含むか、格納することができる任意の装置とことができる。

10

#### 【 0 0 6 6 】

前述の方法を、コンピュータなどのマシンによって実行されると方法のステップを実行するマシン実行可能な命令プログラムを有する、命令マシン読取可能媒体を備えるコンピュータ製品によって実現することができる。このプログラム製品を、限定ではないがコンパクトディスク、フロッピー（登録商標）ディスク、ＵＳＢメモリデバイスなどの様々な公知のマシン読取可能媒体のいずれかに格納することができる。

20

#### 【 0 0 6 7 】

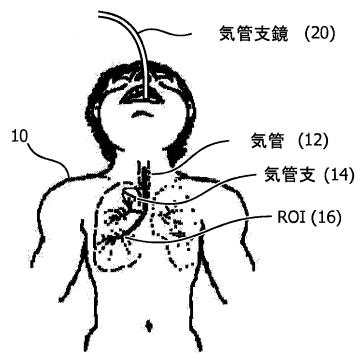
媒体は、電子、磁気、光、電磁気、赤外線、又は半導体システム（又は装置若しくはデバイス）とすることができます。コンピュータ読取可能媒体の例には、半導体若しくはソリッドステートメモリ、磁気テープ、取り外し可能コンピュータディスクケット、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、読み取り専用メモリ（ＲＯＭ）、硬性の磁気ディスク、光ディスクが含まれる。現在の光ディスクの例には、コンパクトディスク読み取り専用メモリ（ＣＤ-ＲＯＭ）、ＣＤ-Ｒ／Ｗ及びＤＶＤなどが含まれる。

#### 【 0 0 6 8 】

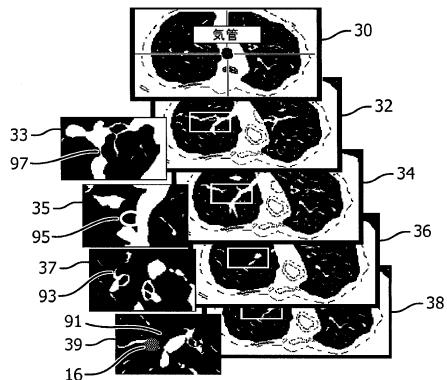
以上の説明及び添付の図面は、例示であり、本発明を限定するものではないことが意図されている。本発明の範囲は、特許請求の範囲の全範囲に対する均等な変形及び構成を包含することが意図されている。

30

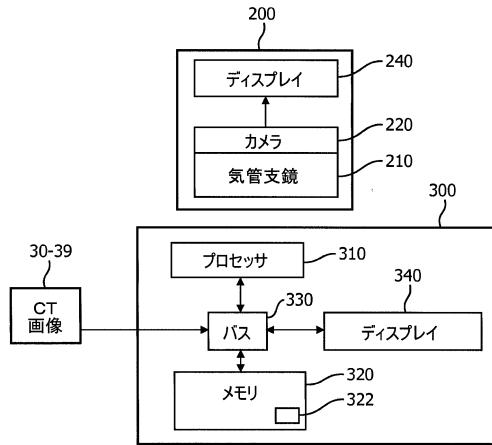
【図1】



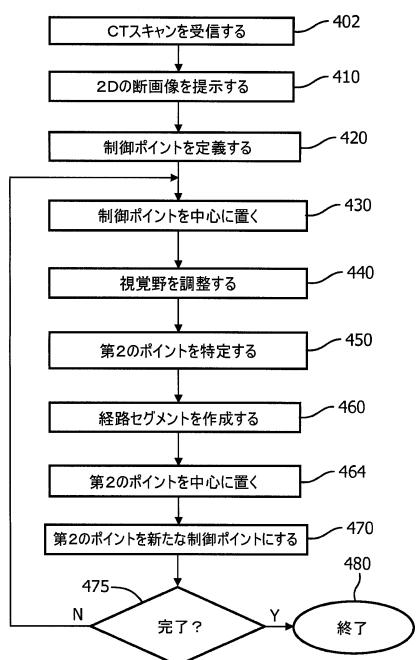
【図2】



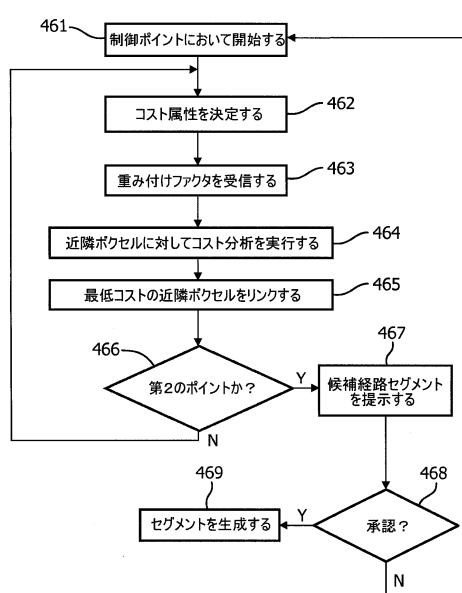
【図3】



【図4】



【図5】



【図6A】



FIG. 6A

【図 6 B】

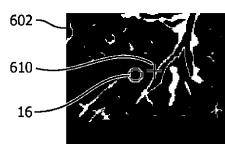


FIG. 6B

【図 7 B】



FIG. 7B

【図 6 C】



FIG. 6C

【図 7 C】



FIG. 7C

【図 6 D】



FIG. 6D

【図 7 D】



FIG. 7D

【図 7 A】



FIG. 7A

【図 8 A】



FIG. 8A

【図 8 B】



FIG. 8B

【図 8 C】



FIG. 8C

【図 8 D】



FIG. 8D

---

フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(72)発明者 ル, コンクオ

オランダ国, 5656 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング

44

(72)発明者 ヴィームカー, ラファエル

オランダ国, 5656 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング

44

審査官 田邊 英治

(56)参考文献 特開2005-304937 (JP, A)

特表2010-517633 (JP, A)

特表2001-511031 (JP, A)

米国特許出願公開第2005/0182295 (US, A1)

特開2005-211535 (JP, A)

米国特許出願公開第2007/0024617 (US, A1)

特表2001-502197 (JP, A)

特開2006-020874 (JP, A)

米国特許出願公開第2006/0084860 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 6 / 03

A 61 B 1 / 00 - 1 / 32

专利名称(译)	用户操作的即时路线规划		
公开(公告)号	<a href="#">JP6072008B2</a>	公开(公告)日	2017-02-01
申请号	JP2014509865	申请日	2012-05-04
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	ルコンクオ ヴィームカーラファエル		
发明人	ル,コンクオ ヴィームカ-,ラファエル		
IPC分类号	A61B6/03 A61B1/00		
CPC分类号	A61B10/02 A61B34/10 G06T7/0012 G06T7/162 G06T19/003 G06T2207/10081 G06T2210/41 G06T2219/028 A61B1/00009 A61B1/0002 A61B1/0005 A61B1/2676 A61B5/066 A61B6/032		
FI分类号	A61B6/03.377 A61B1/00.320.A		
代理人(译)	伊藤忠彦		
优先权	61/484479 2011-05-10 US		
其他公开文献	JP2014512931A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

提供了一种方法，系统和程序产品，用于在图像引导的内窥镜过程中的用户操纵的飞行路径规划，包括：在显示器上呈现显示来自术前CT的兴趣区域的2D截面图像。扫描；响应于第一用户输入，在患者体腔内的2D截面图像上定义控制点；使控制点居中；调节围绕控制点的视角，以响应第二用户输入显示体腔的纵向截面；响应于第三用户输入识别体腔内的计划路径上的第二点；延伸连接控制点和第二点的计划路径；重新定义第二点作为新的控制点；并且重复呈现调整，识别，延伸和重新定义步骤，直到计划路径到达患者体内的过程起始点。

(10)日本国特許庁(JP)	(12)特許公報(B2)	(11)特許番号 特許第6072008号 (P6072008)
(45)発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)	F I	(24)登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)
(51)Int.Cl. A61B 6/03 (2006.01) A61B 1/00 (2006.01)	A 61 B 6/03 3 7 7 A 61 B 1/00 3 2 0 A	
請求項の数 15 (全 16 頁)		
<p>(21)出願番号 特願2014-509865 (P2014-509865)      (22)出願日 平成24年5月4日 (2012.5.4)      (23)公表番号 特表2014-512931 (P2014-512931A)      (24)公表日 平成26年5月29日 (2014.5.29)      (25)国際出願番号 PCT/IB2012/052241      (26)国際公開番号 WO2012/153249      (27)国際公開日 平成24年11月15日 (2012.11.15)      (28)審査請求日 平成27年5月1日 (2015.5.1)      (31)優先権主張番号 61/484,479      (32)優先日 平成23年5月10日 (2011.5.10)      (33)優先権主張国 米国(US)</p> <p>(73)特許権者 590000248      コーニンクリッカ フィリップス エヌ      ヴェ KONINKLIJKE PHILIPS      N. V.      オランダ国 5 6 5 6 アーネー アイン      ドーフェン ハイテック キャンパス 5      High Tech Campus 5,      NL-5656 AE Eindhoven      n      (74)代理人 100107766      弁理士 伊東 忠重      (74)代理人 100070150      弁理士 伊東 忠彦</p>		
最終頁に続く		
(54)【発明の名称】ユーザ操作されるオンラインの経路プランニング		