

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-515197

(P2018-515197A)

(43) 公表日 平成30年6月14日(2018.6.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61B 1/045 (2006.01)	A61B 1/045 618	4C161
A61B 1/313 (2006.01)	A61B 1/045 619	5B057
G06T 1/00 (2006.01)	A61B 1/045 620	5L096
G06T 7/55 (2017.01)	A61B 1/045 610	
G06T 7/00 (2017.01)	A61B 1/045 614	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-556702 (P2017-556702)
 (86) (22) 出願日 平成27年4月29日 (2015. 4. 29)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年12月21日 (2017.12.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/028120
 (87) 国際公開番号 W02016/175773
 (87) 国際公開日 平成28年11月3日 (2016.11.3)

(71) 出願人 517291346
 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
 ヴェアナー-フォン-シーメンス-シュトラッセ 1
 Werner-von-Siemens-Str. 1, D-80333 Muenchen, Germany
 (74) 代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
 (74) 代理人 100098501
 弁理士 森田 拓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 腹腔鏡および内視鏡による2D/2.5D画像データにおけるセマンティックセグメンテーションのための方法およびシステム

(57) 【要約】

腹腔鏡および内視鏡による2D/2.5D画像データにおけるセマンティックセグメンテーションのための方法およびシステムが開示される。2D/2.5Dの腹腔鏡画像または内視鏡画像の2D画像チャンネルと2.5D奥行きチャンネルとを統合する統計的画像フィーチャが、画像中の各画素について抽出される。この場合、トレーニング済み分類器を用いて、腹腔鏡画像または内視鏡画像のセマンティックセグメンテーションが実施されて、抽出された統計的画像フィーチャに基づき、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して、画像中の各画素が分類される。腹腔鏡画像シーケンスまたは内視鏡画像シーケンスの複数のフレームのセマンティックセグメンテーションの結果得られたセグメンテーションされた画像のマスクを用いて、ターゲット器官の3Dモデルを生成するために、器官固有の3Dフレームスティッチングをガイドすることができる。

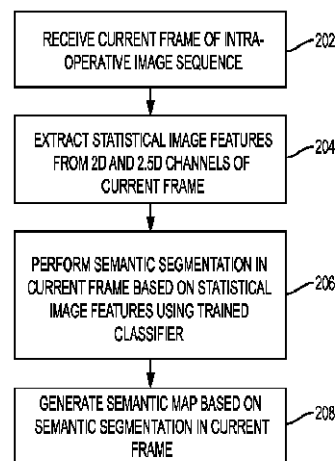


FIG. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

術中画像のセマンティックセグメンテーションのための方法であって、当該方法は、

- ・ 2 D 画像チャンネルと 2 . 5 D 奥行きチャンネルとを含む術中画像を受け取るステップと

、

- ・ 前記術中画像における複数の画素各々について、前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出するステップと、

- ・ 前記術中画像における前記複数の画素各々を、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類するステップと、

10

を含む、

術中画像のセマンティックセグメンテーションのための方法。

【請求項 2】

前記術中画像における複数の画素各々について、前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記術中画像における前記複数の画素各々について、前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから前記統計的フィーチャを抽出するステップ、

を含む、

請求項 1 記載の方法。

20

【請求項 3】

前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから前記統計的フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとを統合する少なくとも 1 つの画像フィーチャを抽出するステップ、

を含む、

請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとを統合する少なくとも 1 つの画像フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとの間の共分散を抽出するステップ、

を含む、

請求項 3 記載の方法。

30

【請求項 5】

前記術中画像は、R G B 画像と対応する奥行き画像とを含む R G B - D 画像であり、前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから前記統計的フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 R G B 画像のカラーチャンネルと前記奥行き画像の奥行きデータとを含む一連のフィーチャチャンネルを統合する統計的フィーチャを計算するステップ、

を含む、

請求項 2 記載の方法。

40

【請求項 6】

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 R G B 画像のカラーチャンネルと前記奥行き画像の奥行きデータとを含む一連のフィーチャチャンネルを統合する統計的フィーチャを計算する前記ステップは、

- ・ 前記画像パッチ内におけるフィーチャチャンネル各々について個々の平均を計算するステップと、

- ・ 前記画像パッチ内における前記フィーチャチャンネルの各ペア間の共分散を計算するス

50

テップと、
を含む、

請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記一連のフィーチャチャンネルはさらに、1つまたは複数のフィルタを用いた、前記 R G B 画像または前記奥行き画像のうち少なくとも一方のフィルタレスポンスを含む、

請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記術中画像における前記複数の画素各々を、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する前記ステップは、

前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率を、前記術中画像における前記複数の画素各々について、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算するステップを含む、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率を、前記術中画像における前記複数の画素各々について、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算する前記ステップは、

前記術中画像における前記複数の画素各々について、前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスと、1つまたは複数の他のセマンティックオブジェクトクラスとに対する個々の確率を、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算するステップ、
を含む、

請求項 8 記載の方法。

【請求項 10】

前記トレーニング済み分類器は、トレーニング済みのランダムフォレスト分類器である

、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

当該方法はさらに、

前記トレーニング済み分類器により前記術中画像における前記複数の画素について計算された前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率と、前記術中画像から抽出された前記ターゲット器官に対する優勢な器官境界とに基づき、グラフベースの方法を用いて、前記術中画像における前記複数の画素の前記分類を精密化することによって、前記術中画像に対する精密化されたセマンティックマップを生成するステップ、

を含む、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 12】

前記術中画像は、腹腔鏡画像または内視鏡画像のうち的一方である、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 13】

術中画像を受け取る前記ステップと、統計的フィーチャを抽出する前記ステップと、前記術中画像における前記複数の画素各々を分類する前記ステップは、外科手術中の前記術中画像の取得に回答して、リアルタイムで実行される、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記ターゲット器官は肝臓である、
請求項 1 記載の方法。

【請求項 15】

術中画像シーケンスからターゲット器官の 3D モデルを生成する方法であって、当該方法は、

- ・ 術中画像シーケンスの複数のフレームを受け取るステップと、ただし各フレームは、2D 画像チャンネルと 2D 奥行きチャンネルとを含む 2D / 2.5D 画像であり、
 - ・ 前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類するステップと、
 - ・ 個々の前記フレーム内で前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された各画素間の対応関係を用いて、前記複数のフレームの個々のフレームを互いにスティッチングすることにより、解剖学的ターゲットオブジェクトの 3D モデルを生成するステップと、
- を含む、

術中画像シーケンスからターゲット器官の 3D モデルを生成する方法。

【請求項 16】

前記術中画像シーケンスは、腹腔鏡画像シーケンスまたは内視鏡画像シーケンスのうち的一方であり、前記複数のフレームは、腹腔鏡または内視鏡のうち一方を用いた前記ターゲット器官のスキャンに対応する、

請求項 15 記載の方法。

【請求項 17】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記ステップは、

前記術中画像シーケンスの前記複数のフレーム各々について、

- ・ 前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2D 画像チャンネルと前記 2.5D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出するステップと、
 - ・ 前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類するステップと、
- を含む、

請求項 15 記載の方法。

【請求項 18】

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2D 画像チャンネルと前記 2.5D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2D 画像チャンネルからの情報と前記 2.5D 奥行きチャンネルからの情報とを統合する前記統計的フィーチャを抽出するステップ、

を含む、

請求項 17 記載の方法。

【請求項 19】

前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する前記ステップは、

前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率を、前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算するステップを含む、

請求項 17 記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 0】

前記トレーニング済み分類器は、トレーニング済みのランダムフォレスト分類器である

請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 1】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記ステップはさらに、

前記トレーニング済み分類器により前記術中画像における前記複数の画素について計算された前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率と、前記術中画像から抽出された前記ターゲット器官に対する優勢な器官境界とに基づき、グラフベースの方法を用いて、前記術中画像における前記複数の画素の前記分類を精密化するステップ、

を含む、

請求項 1 7 記載の方法。

【請求項 2 2】

当該方法はさらに、

・前記ターゲット器官の術前 3 D モデルを、前記ターゲット器官の生成された前記 3 D モデルと位置合わせするステップと、

・前記術中画像シーケンスの新たなフレームを受け取るステップと、

・前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前 3 D モデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせるステップと、

を含む、

請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 2 3】

前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前 3 D モデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせる前記ステップは、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、前記新たなフレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して分類するステップと、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレーム内の前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された前記画素に基づき、前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前 3 D モデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに合わせてアライメントするステップと、

を含む、

請求項 2 2 記載の方法。

【請求項 2 4】

前記ターゲット器官は肝臓である、

請求項 1 5 記載の方法。

【請求項 2 5】

術中画像のセマンティックセグメンテーションのための装置であって、

・2 D 画像チャンネルと 2 . 5 D 奥行きチャンネルとを含む術中画像を受け取る手段と、

・前記術中画像における複数の画素各々について、前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する装置と、

・前記術中画像における前記複数の画素各々を、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する装置と、

を含む、

術中画像のセマンティックセグメンテーションのための装置。

【請求項 2 6】

10

20

30

40

50

前記術中画像における複数の画素各々について、前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記手段は、

前記複数の画素各々の周囲の個々の画像パッチ内における前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから前記統計的フィーチャを抽出する手段、を含む、

請求項25記載の装置。

【請求項27】

前記複数の画素各々の周囲の個々の画像パッチ内における前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから前記統計的フィーチャを抽出する前記手段は、

前記複数の画素各々の周囲の前記個々の画像パッチ内における前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとを統合する少なくとも1つの画像フィーチャを抽出する手段、

を含む、

請求項26記載の装置。

【請求項28】

当該装置はさらに、

前記トレーニング済み分類器により前記術中画像における前記複数の画素について計算された前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率と、前記術中画像から抽出された前記ターゲット器官に対する優勢な器官境界とに基づき、前記術中画像における前記複数の画素の前記分類を精密化することによって、前記術中画像に対する精密化されたセマンティックマップを生成する手段、

を含む、

請求項25記載の装置。

【請求項29】

術中画像シーケンスからターゲット器官の3Dモデルを生成する装置であって、

・術中画像シーケンスの複数のフレームを受け取る手段と、ただし各フレームは、2D画像チャンネルと2D奥行きチャンネルとを含む2D/2.5D画像であり、

・前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する手段と、

・個々の前記フレーム内で前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された各画素間の対応関係を用いて、前記複数のフレームの個々のフレームを互いにスティッチングすることにより、解剖学的ターゲットオブジェクトの3Dモデルを生成する手段と、

を含む、

術中画像シーケンスからターゲット器官の3Dモデルを生成する装置。

【請求項30】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記手段は、

・各フレーム内の前記複数の画素各々について、前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する手段と、

・各フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する手段と、

を含む、

請求項29記載の装置。

【請求項31】

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記手段は、

10

20

30

40

50

各フレーム内の前記複数の画素各々の周囲の個々の画像パッチ内における前記2D画像チャンネルからの情報と前記2.5D奥行きチャンネルからの情報とを統合する前記統計的フィーチャを抽出する手段、を含む、

請求項30記載の装置。

【請求項32】

術中画像のセマンティックセグメンテーションのためのコンピュータプログラム命令を記憶する非一時的コンピュータ読み取り可能媒体であって、

前記コンピュータプログラム命令は、プロセッサにより実行されると、該プロセッサに以下のオペレーションを実施させる、すなわち、

・2D画像チャンネルと2.5D奥行きチャンネルとを含む術中画像を受け取るオペレーションと、

・前記術中画像における複数の画素各々について、前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出するオペレーションと、

・前記術中画像における前記複数の画素各々を、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類するオペレーションと、を実施させる、

非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項33】

前記術中画像における複数の画素各々について、前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記オペレーションは、

前記術中画像における前記複数の画素各々について、前記画素の周囲の1つの画像パッチ内における前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから前記統計的フィーチャを抽出するオペレーション、

を含む、

請求項32記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項34】

前記画素の周囲の1つの画像パッチ内における前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから前記統計的フィーチャを抽出する前記オペレーションは、

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとを統合する少なくとも1つの画像フィーチャを抽出するオペレーション、を含む、

請求項33記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項35】

前記術中画像における前記複数の画素各々を、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する前記オペレーションは、

前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率を、前記術中画像における前記複数の画素各々について、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算するオペレーションを含む、

請求項32記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項36】

前記トレーニング済み分類器により前記術中画像における前記複数の画素について計算された前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率と、前記術中画像から抽出された前記ターゲット器官に対する優勢な器官境界とに基づき、グラフベースの方法を用いて、前記術中画像における前記複数の画素の前記分類を精密化することによって、前記術中画像に対する精密化されたセマンティックマップを生成するオペレーション、をさらに含む、

10

20

30

40

50

請求項 3 2 記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 3 7】

術中画像シーケンスからターゲット器官の 3 D モデルを生成するためのコンピュータプログラム命令を記憶する非一時的コンピュータ読み取り可能媒体であって、

前記コンピュータプログラム命令は、プロセッサにより実行されると、該プロセッサに以下のオペレーションを実施させる、すなわち、

・術中画像シーケンスの複数のフレームを受け取るオペレーションと、ただし各フレームは、2 D 画像チャンネルと 2 D 奥行きチャンネルとを含む 2 D / 2 . 5 D 画像であり、

・前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類するオペレーションと、

・個々の前記フレーム内で前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された各画素間の対応関係を用いて、前記複数のフレームの個々のフレームを互いにスティッチングすることにより、解剖学的ターゲットオブジェクトの 3 D モデルを生成するオペレーションと、

を実施させる、

非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 3 8】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記オペレーションは、

前記術中画像シーケンスの前記複数のフレーム各々について、

・前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出するオペレーションと、

・前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類するオペレーションと、を含む、

請求項 3 7 記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 3 9】

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記オペレーションは、

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルからの情報と前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルからの情報とを統合する前記統計的フィーチャを抽出するオペレーション、を含む、

請求項 3 8 記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 4 0】

前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する前記オペレーションは、

前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率を、前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算するオペレーションを含む、

請求項 3 8 記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項 4 1】

前記オペレーションはさらに、

・前記ターゲット器官の術前 3 D モデルを、前記ターゲット器官の生成された前記 3 D モデルと位置合わせするオペレーションと、

10

20

30

40

50

・前記術中画像シーケンスの新たなフレームを受け取るオペレーションと、
 ・前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前3Dモデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせるオペレーションと、
 を含む、

請求項37記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項42】

前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前3Dモデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせる前記オペレーションは、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、前記新たなフレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して分類するオペレーションと、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレーム内の前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された前記画素に基づき、前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前3Dモデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに合わせてアライメントするオペレーションと、
 を含む、

請求項41記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の背景

本発明は、腹腔鏡画像データまたは内視鏡画像データにおける解剖学的オブジェクトのセマンティックセグメンテーションに関するものであり、さらに詳しくは、2D/2.5Dの腹腔鏡画像データまたは内視鏡画像データから解剖学的ターゲットオブジェクトの3Dモデルをセグメンテーションすることに関する。

【0002】

低侵襲性の外科手術において、画像シーケンスは、外科手術をガイドするために取得された腹腔鏡画像または内視鏡画像である。この場合、複数の2D画像を取得し、それらを互いにスティッチングして、観察対象器官の3Dモデルを生成することができる。しかしながら、カメラと器官の動きが複雑であることに起因して、正確な3Dスティッチングは難度が高い。それというのも、かかる3Dスティッチングのためには、複数の腹腔鏡画像または複数の内視鏡画像から成るシーケンスの連続する各フレーム間の対応について、ロバストな推定が必要とされるからである。

【0003】

発明の概要

本発明によれば、腹腔鏡画像または内視鏡画像などのような術中画像におけるセマンティックセグメンテーションのための方法およびシステムが提供される。本発明の実施形態によれば、術中画像シーケンスの個々のフレームのセマンティックセグメンテーションが提供され、これによって、捕捉された画像シーケンス内の解剖学的構造の複雑な動きを理解できるようになる。かかるセマンティックセグメンテーションによって、構造固有の情報が提供され、この情報を用いて、術中画像シーケンスの複数のフレームを互いにスティッチングすることにより生成された、解剖学的ターゲット構造の精密な3Dモデルを改善することができる。本発明の実施形態によれば、セマンティックセグメンテーションを実施するために、2D外観や2.5D奥行きの情報など、腹腔鏡デバイスまたは内視デバイスにより供給されるチャンネルの種々の下位水準のフィーチャが用いられる。

【0004】

本発明の1つの実施形態によれば、2D画像チャンネルと2.5D奥行きチャンネルとを含む術中画像が受け取られる。術中画像における複数の画素各々について、2D画像チャンネルと2.5D奥行きチャンネルとから、統計的フィーチャが抽出される。術中画像における複数の画素各々が、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して、複数

10

20

30

40

50

の画素各々について抽出された統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類される。

【0005】

本発明の別の実施形態によれば、術中画像シーケンスの複数のフレームが受け取られ、ただし各フレームは、2D画像チャンネルおよび2D奥行きチャンネルを含む2D/2.5D画像である。術中画像シーケンスの各フレームにおいて、セマンティックセグメンテーションが実施されて、各フレーム内の複数の画素各々が、ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類される。個々のフレーム内においてターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに分類された各画素間の対応関係を用いて、複数のフレームにおける個々のフレームを互いにスティッチングすることによって、解剖学的ターゲットオブジェクトの3Dモデルが生成される。

10

【0006】

以下の詳細な説明および添付の図面を参照すれば、本発明のこれらの利点およびその他の利点が、当業者にとって明確なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の1つの実施形態による、2D/2.5D術中画像から解剖学的ターゲットオブジェクトの術中3Dモデルを生成する方法を示す図である。

【図2】本発明の1つの実施形態による2D/2.5D術中画像のセマンティックセグメンテーションを実施する方法を示す図である。

20

【図3】肝臓スキャンの一例および肝臓スキャンにより得られた対応する2D/2.5Dフレームを示す図である。

【図4】肝臓の腹腔鏡画像の一例を示す図である。

【図5】肝臓の腹腔鏡画像のセマンティックセグメンテーション結果の一例を示す図である。

【図6】本発明を実装可能なコンピュータを示す上位水準のブロック図である。

【0008】

詳細な説明

本発明は、腹腔鏡画像データおよび内視鏡画像データにおけるセマンティックセグメンテーションのための、およびこのセマンティックセグメンテーションに基づく3Dオブジェクトスティッチングのための、方法およびシステムに関する。セマンティックセグメンテーションおよび3Dオブジェクトスティッチングのための方法を視覚的に理解できるように、ここで本発明の実施形態について説明する。1つのデジタル画像は、1つまたは複数のオブジェクト（または形状）の複数のデジタル表現から成ることが多い。ここで1つのオブジェクトのデジタル表現は、オブジェクトの識別および操作に関して記述されることが多い。かかる操作は、コンピュータシステムのメモリまたは他の回路/ハードウェアにおいて達成される仮想的な操作である。よって、本発明の実施形態は、コンピュータシステム内に記憶されたデータを用いて、コンピュータシステム内で実施可能である、と理解されたい。

30

【0009】

本発明の1つの実施形態によれば、2.5D画像データ（奥行きデータ）により拡充された2Dの腹腔鏡画像または内視鏡画像から成るシーケンスが、入力として受け取られ、画像領域内の各画素についてセマンティッククラスの確率が出力される。次いで、セグメンテーションされたこのセマンティック情報を用いて、1つまたは複数の解剖学的ターゲットオブジェクトの3Dモデルへの、2D画像データのスティッチングを改善することができる。2Dの腹腔鏡画像または内視鏡画像における関連画像領域のセグメンテーションに基づき、スティッチング手順を、特定の器官およびそれらの運動特性に合わせて整合することによって、改善することができる。本発明の実施形態によれば、トレーニングフェーズとテストフェーズとが用いられる。トレーニングフェーズは、教師あり機械学習コンセプトを使用して、ラベリングされたトレーニングデータに基づき分類器をトレーニング

40

50

し、テストフェーズ中、トレーニングされた分類器を適用し、腹腔鏡画像または内視鏡画像を新たに入力して、セマンティックセグメンテーションを実行する。トレーニングとテストの双方のために、抽出された一連のフィーチャを学習することができ、効率的なランダム決定木分類器または他の何らかの機械学習技術を用いて、それらを分類することができる。これらのパワフルな分類器は本質的に多クラスであり、外科手術中、テストフェーズのためのリアルタイム能力を提供することができる。本発明の実施形態を、腹腔鏡画像または内視鏡画像などのような2Dの術中画像に適用することができ、それらの画像は、各画像に対応づけられた相応の2.5D奥行き情報を有する。ここで理解されたいのは、用語「腹腔鏡画像」および「内視鏡画像」は、本明細書では区別なく交換可能に用いられ、用語「術中画像」は、腹腔鏡画像および内視鏡画像を含め、外科手術中または外科的介入中に取得される何らかの医用画像のことを指す、という点である。

10

20

30

40

50

【0010】

図1には、本発明の1つの実施形態による、2D/2.5D術中画像から解剖学的ターゲットオブジェクトの術中3Dモデルを生成する方法が示されている。図1の方法によれば、患者の解剖学的構造を表す術中画像データが、この術中画像データの各フレームのセマンティックセグメンテーションを実施するために変換され、解剖学的ターゲットオブジェクトの3Dモデルが生成される。ターゲット器官において実施される外科手術をガイドするために、図1の方法を適用してターゲット器官の術中3Dモデルを生成することができる。1つの例示的な実施形態によれば、図1の方法を使用して、たとえば肝臓から腫瘍または病巣を除去するために肝臓を切除するなど、肝臓における外科手術のガイダンスのために、患者の肝臓の術中3Dモデルを生成することができる。

【0011】

図1を参照すると、ステップ102において、術中画像シーケンスの複数のフレームを受け取る。たとえば術中画像シーケンスを、腹腔鏡を介して取得された腹腔鏡画像シーケンスまたは内視鏡を介して取得された内視鏡画像シーケンスとすることができる。1つの有利な実施形態によれば、術中画像シーケンスの各フレームは2D/2.5D画像である。つまり、術中画像シーケンスの各フレームは、複数の画素各々についての一般的な2D画像外観情報を提供する2D画像チャンネルと、この2D画像チャンネルにおける複数の画素各々に対応する奥行き情報を提供する2.5D奥行きチャンネルとを含んでいる。たとえば、術中画像シーケンスの各フレームは、RGB-D（赤、緑、青+奥行き）画像データを含むことができ、このデータは、各画素が1つのRGB値を有するRGB画像と、奥行き画像（奥行きマップ）とを含んでおり、奥行き画像において各画素の値は、奥行きまたは画像取得デバイス（たとえば腹腔鏡または内視鏡）のカメラからの画素の距離に相応する。術中画像の取得に用いられる画像取得デバイス（たとえば腹腔鏡または内視鏡）は、各時間フレームについてRGB画像を取得するためのカメラまたはビデオカメラを装備することができる。さらに同様に、各時間フレームについて奥行き情報を取得するための奥行きセンサも装備することができる。画像取得デバイスから直接、術中画像シーケンスのフレームを受け取ることができる。たとえば1つの有利な実施形態によれば、術中画像シーケンスのフレームを、画像取得デバイスによってそれらが取得されたときに、リアルタイムで受け取ることができる。別の選択肢として、術中画像シーケンスのフレームを、事前に取得されコンピュータシステムのメモリまたはストレージデバイスに記憶された術中画像をロードすることによって、受け取ることができる。

【0012】

本発明の1つの実施形態によれば、術中画像シーケンスの複数のフレームを、ユーザ（たとえば医師、技師等）が画像取得デバイス（たとえば腹腔鏡または内視鏡）を用いてターゲット器官の完全なスキャンを実施することによって、取得することができる。このケースでは、術中画像のフレームがターゲット器官の表面全体をカバーするように、画像取得デバイスが画像（フレーム）を連続的に取得している間、ユーザが画像取得デバイスを移動させる。目下の変形状態でターゲット器官の画像全体を取得するために、これを外科手術開始時に実施することができる。

【0013】

ステップ104において、トレーニング済み分類器を用いて術中画像シーケンスの各フレームにおいて、セマンティックセグメンテーションが実施される。ある特定の2D/2.5D術中画像のセマンティックセグメンテーションによって、画像領域内の各画素について、セマンティッククラスの確率が決定される。たとえば、ターゲット器官の1つの画素である画像フレーム内の各画素の確率を決定することができる。セマンティックセグメンテーションは、各画素について2D画像外観情報と2.5D奥行き情報とから抽出された統計的画像フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて実施される。

【0014】

図2は、本発明の1つの実施形態による2D/2.5D術中画像のセマンティックセグメンテーションを実施する方法が示されている。図2の方法を用いて、図1のステップ104を実現することができる。たとえば、図1のステップ104のところで、ターゲット器官の完全なスキャンの結果得られた術中画像シーケンスの複数のフレーム各々について別個に、図2による方法を実施することができる。1つの有利な実施形態によれば、術中画像のフレームを受け取るたびに、図2による方法をリアルタイムまたはほぼリアルタイムで実施することができる。ただし、図2による方法はかかる使用に限られるものではなく、任意の2D/2.5D術中画像のセマンティックセグメンテーションを実施するために適用することができる。

【0015】

図2を参照すると、ステップ202において、術中画像シーケンスの目下のフレームを受け取る。1つの可能な実現形態によれば、術中画像シーケンスの目下のフレームを、腹腔鏡または内視鏡などの画像取得デバイスから、外科手術中にリアルタイムで受け取ることができる。目下のフレームは、2D画像チャンネルと2.5D奥行きチャンネルとを含む2D/2.5D画像である。たとえば、目下のフレームのためのRGB-D画像データには、各画素が1つのRGB値を有するRGB画像と、対応する奥行き画像とを含めることができ、この奥行き画像において各画素の値は、奥行きまたは画像取得デバイスのカメラからの距離に相応する。RGB画像および奥行き画像における画素は、RGB値と奥行き値とが目下のフレームにおける各画素に対応づけられるように、互いに対応している。図2のステップ202との関連ですでに述べたように、目下のフレームを、ターゲット器官の完全なスキャン中に得られた術中画像シーケンスの複数のフレームのうちの1つ、とすることができる。図3には、肝臓スキャンの一例および肝臓スキャンの結果得られた対応する2D/2.5Dフレームが示されている。図3に示されているように画像300は、腹腔鏡が複数のポジション302, 304, 306, 308および310にポジショニングされた肝臓スキャンの一例を示しており、この場合、各ポジションにおいて、腹腔鏡は肝臓312に対して配向され、肝臓312の相応の腹腔鏡画像(フレーム)が取得される。画像320は、RGBチャンネル322と奥行きチャンネル324とを有する複数の腹腔鏡画像から成る1つのシーケンスを示している。腹腔鏡画像シーケンス320の各フレーム326, 328, 330は、RGB画像326a, 328aおよび330aと、対応する奥行き画像326b, 328bおよび330bとを、それぞれ含んでいる。

【0016】

図2を参照すると、ステップ204において、目下のフレームの2D画像チャンネルと2.5D奥行きチャンネルとから、統計的画像フィーチャが抽出される。本発明の実施形態によれば、ランダムフォレスト分類器などのようなトレーニング済み分類器を用いて学習し評価した複数の統計的画像フィーチャの組み合わせが用いられる。この分類のために統計的画像フィーチャを使用できる理由は、それらは画像データの統合された下位水準のフィーチャ階層間の分散および共分散を捕捉しているからである。有利な実施形態によれば、二次までの統計(すなわち平均および分散/共分散)を計算する目的で、目下のフレームのRGB画像のカラーチャンネルと、目下のフレームの奥行き画像からの奥行き情報とが、目下のフレームの各画素の周囲の1つの画像パッチ内において統合される。たとえば、この画像パッチ内における平均および分散などの統計を、個々のフィーチャチャンネル各々に

10

20

30

40

50

ついて計算することができ、この画像パッチ内における各フィーチャチャンネルペア間の共分散を、複数のチャンネルペアを考慮することによって計算することができる。特に、関与する各チャンネル間の共分散によって、たとえば肝臓セグメンテーションにおける弁別力もたらされ、この場合、テキストとカラーとの相関は、周囲の胃の領域から可視の肝臓セグメントを弁別するために役立つ。奥行き情報から計算された統計的フィーチャによって、目下の画像中の表面特性に関連する付加的な情報もたらされる。RGB画像のカラーチャンネルと、奥行き画像からの奥行きデータとに加えて、RGB画像および/または奥行き画像を種々のフィルタによって処理することができ、フィルタレスポンスを統合して、各画素について付加的な統計的フィーチャ（たとえば平均、分散、共分散）を計算するために使用することもできる。フィルタは、たとえば微分フィルタ、フィルタバンクなどである。たとえば、純然たるRGB値に対する操作に加え、任意の種類フィルタリング（たとえば微分フィルタ、フィルタバンク等）を用いることができる。一体構造を用いて統計的フィーチャを効率的に計算することができ、たとえばグラフィック処理ユニット（GPU）または汎用GPU（GPGPU）などのような大規模並列処理アーキテクチャを用いるなどして、並列化することができる。このようなアーキテクチャによって、セマンティックセグメンテーションのためのインタラクティブなレスポンスタイムを実現することができ、これによれば図2に示した方法を用いて、外科手術中に取得される術中画像のリアルタイムまたはほぼリアルタイムのセマンティックセグメンテーションを提供することができる。1つの所定の画素を中心とする画像パッチに対する複数の統計的フィーチャが合成されて、1つのフィーチャベクトルが形成される。各画素についてベクトル化されたフィーチャ記述子は、その画素を中心とする画像パッチを表す。

【0017】

図4には、肝臓の腹腔鏡画像の一例が示されている。図4に示されているように、画像402および404は、肝臓の外観を示す腹腔鏡画像の具体例である。この場合、共分散フィーチャを用いて、弁別力のためにRGB、フィルタレスポンスおよび奥行き情報といった様々な下位水準のフィーチャチャンネルを統合することができる。かかるフィーチャを、各画素の周囲の画像パッチから抽出することができ、各画素ごとに個々のフィーチャベクトルとしてまとめることができる。

【0018】

再び図2を参照すると、ステップ206において、トレーニング済み分類器を用いて、抽出された統計的画像フィーチャに基づき、目下のフレームのセマンティックセグメンテーションが実行される。トレーニング済み分類器は、アノテーションが付けられたトレーニングデータに基づき、オフライントレーニングフェーズ中にトレーニングされる。画素レベルの分類であることから、トレーニングデータのアノテーションまたはラベリングを、マウスまたはタッチスクリーンといった入力デバイスをユーザが使用し、ストローク入力を用いて器官にアノテーションを付けることで、迅速に達成することができる。分類器のトレーニングに用いられるトレーニングデータは、それぞれ異なる視点や照明等のように、種々の取得から得られた種々のシーン特性を有する複数のトレーニング画像を含むのが望ましい。上述の統計的画像フィーチャは、トレーニング画像中の様々な画像パッチから抽出され、分類器のトレーニングのために画像パッチに対するフィーチャベクトルが用いられる。トレーニング中、フィーチャベクトルにセマンティックラベル（たとえば肝臓の画素対背景など）が割り当てられ、機械学習ベースの分類器をトレーニングするために用いられる。1つの有利な実施形態によれば、トレーニングデータに基づきランダム決定木分類器がトレーニングされるけれども、本発明はこれに限定されるものではなく、他のタイプの分類器も同様に使用することができる。トレーニング済み分類器は、たとえばコンピュータシステムのメモリまたはストレージデバイスに記憶され、オンラインテスト中、所定の画像に対してセマンティックセグメンテーションを実施するために用いられる。

【0019】

術中画像シーケンスの目下のフレームのセマンティックセグメンテーションを実施する目的で、ステップ204においてすでに説明したとおり、目下のフレームの各画素の周囲

の1つの画像パッチについて、1つのフィーチャベクトルが抽出される。トレーニング済み分類器は、各画素に対応づけられたフィーチャベクトルを評価し、各画素について各セマンティックオブジェクトクラスの確率を計算する。計算された確率に基づき、ラベル（たとえば肝臓または背景）を各画素に割り当てることもできる。1つの実施形態によれば、トレーニング済み分類器を、ターゲット器官または背景という2つのオブジェクトクラスだけを有する2値分類器としてもよい。たとえば、トレーニング済み分類器は、計算された確率に基づき各画素について、肝臓の画素であることの確率を計算して、各画素を肝臓または背景として分類することができる。1つの択一的な実施形態によれば、トレーニング済み分類器を多クラス分類器とすることができ、この分類器は、複数の異なる解剖学的構造と背景とに対応する複数のクラスについて、各画素ごとに確率を計算する。たとえば、各画素を胃と肝臓と背景とにセグメンテーションするために、ランダムフォレスト分類器をトレーニングすることができる。

10

【0020】

図5には、肝臓の腹腔鏡画像のセマンティックセグメンテーション結果の一例が示されている。図5に示されているように、画像500は肝臓の腹腔鏡画像であり、画像510は、腹腔鏡画像500を肝臓と背景とに2値セグメンテーションするための、トレーニング済み分類器の画素レベルレスポンスを示す。画像510に示されているように、画像中の各画素が肝臓512または背景514に分類される。

【0021】

再び図2を参照すると、ステップ208において、目下のフレームのセマンティックセグメンテーションに基づきセマンティックマップが生成される。トレーニング済み分類器を用いて各セマンティッククラスの確率が計算され、各画素にセマンティッククラスがラベリングされると、グラフベースの方法を用いて、器官境界などのようなRGB画像構造に関する画素のラベリングを精密化することができる一方、各セマンティッククラスについて各画素の信頼度（確率）が考慮される。グラフベースの方法を、条件付き確率場方式（CRF）に基づくものとして行うことができ、これは目下のフレーム内の画素について計算された確率と、他のセグメンテーション技術を用いて目下のフレームにおいて抽出された器官境界とを使用して、目下のフレーム内の画素のラベリングを精密化する。目下のフレームのセマンティックセグメンテーションを表すグラフが生成される。このグラフには、複数のノードと、それらのノードを結合する複数のエッジとが含まれている。グラフのノードは、目下のフレーム内の画素と、各セマンティッククラスに関して対応する信頼度を表す。エッジの重み付けは、2.5Dの奥行きデータと2DのRGBデータとに基づき実施される境界抽出手順から導出される。グラフベースの方法によって、各ノードがセマンティックラベルを表すグループに分類され、各ノードについてのセマンティッククラスの確率とノードを結合するエッジの重み付けとに基づく、エネルギー関数を最小化するための最良のノードのグループ分けがを見つけ出される。その際、エッジの重み付けは、抽出された器官境界を横断するノードを結合するエッジに対するペナルティ関数として振る舞う。その結果、目下のフレームに対し精密化されたセマンティックマップが得られる。図5を参照すると、図5の画像510は、肝臓の2値セグメンテーション問題についてトレーニング済み分類器の未処理の画素レベルレスポンスを示しているのに対し、画像520は、優勢な器官境界に関して画素レベルのセマンティックセグメンテーション510のグラフベースの精密化を用いて生成された、セマンティックマップを示している。画像520に示されているように、セマンティックマップ520によって、肝臓522および背景524としてラベリングされた画素が、画素レベルのセマンティックセグメンテーション510に対して精密化されている。

20

30

40

【0022】

3Dスティッチング手順を用いることに加えて、ステップ208により得られたセマンティックマップおよび/またはステップ206により得られた画素レベルのセマンティックセグメンテーションを含むセマンティックセグメンテーション結果を、出力することができ、たとえばコンピュータシステムのディスプレイ装置にセマンティックセグメンテ

50

ション結果を表示するなどして、出力することができる。上述のように図2による方法を、1つの術中画像シーケンスの複数のフレームについて反復することができる。1つの可能な実現形態によれば、フレームからフレームへの動きが比較的少ないケースでは、画像内容に関する付加的な事前情報を用いて、セマンティックセグメンテーションを精密化し改善することができ、たとえばその際に、オンラインの学習および適応化の技術が用いられる。

【0023】

再び図1を参照すると、ステップ106において、セマンティックセグメンテーション結果に基づき術中画像シーケンスのフレームをスティッチングすることによって、ターゲット器官の術中3Dモデルが生成される。ターゲット器官の完全なスキャンに対応する1つの術中画像シーケンスの複数のフレームが取得され、各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションが実施されたならば、ターゲット器官の術中3Dモデルを生成するために、セマンティックセグメンテーション結果を用いて、フレームの3Dスティッチングをガイドすることができる。それぞれ異なるフレームにおける対応関係に基づき、個々のフレームを相互にアライメントすることによって、3Dスティッチングを実施することができる。1つの有利な実現形態によれば、セマンティックにセグメンテーションされたフレームにおけるターゲット器官の画素の結合領域（たとえば肝臓の画素の結合領域）を用いて、各フレーム間の対応関係を推定することができる。したがって、各フレームにおけるターゲット器官のセマンティックにセグメンテーションされた結合領域に基づき、複数のフレームを互いにスティッチングすることによって、ターゲット器官の術中3Dモデルを生成することができる。スティッチングされた術中3Dモデルを、考慮された各オブジェクトクラスの確率によってセマンティックに拡充することができ、3Dモデルを生成するために用いられたスティッチングされたフレームのセマンティックセグメンテーション結果から得られた3Dモデルに、それらの確率がマッピングされる。1つの例示的な実現形態によれば、クラスラベルを各3Dポイントに割り当てることにより、3Dモデルを「カラー化」するために、確率マップを用いることができる。このことは、スティッチングプロセスにより知られている3Dから2Dへの投影を用いたクイックルックアップによって、行うことができる。これによって、クラスラベルに基づき各3Dポイントに1つのカラーを割り当てることできる。

【0024】

ステップ108において、ターゲット器官の術中3Dモデルが出力される。たとえば、ターゲット器官の術中3Dモデルを、コンピュータシステムのディスプレイ装置にターゲット器官の術中3Dモデルを表示することによって、出力することができる。

【0025】

たとえば外科手術の開始時、ターゲット器官の術中3Dモデルが生成されたときに、ターゲット器官の術前3Dモデルを、ターゲット器官の術中3Dモデルに対し位置合わせすることができる。術前3Dモデルを、コンピュータトモグラフィ（CT）または磁気共鳴イメージング（MRI）といった画像診断法に基づき生成することができ、これによれば術中画像と比較してさらに付加的な詳細がもたらされる。ターゲット器官の術前3Dモデルと、ターゲット器官の術中3Dモデルとを、リジッドな位置合わせを計算し、ついで非線形の変形を行うことによって、位置合わせすることができる。たとえばこの位置合わせ手順によって、外科手術中の腹部のガス吸入前のターゲット器官（たとえば肝臓）の3D術前モデルが、外科手術中の腹部のガス吸入に起因してターゲット器官が変形した後の、ターゲット器官の術中3Dモデルと位置合わせされる。1つの可能な実現形態によれば、術中3Dモデルに対してマッピングされたセマンティッククラスの確率を、この位置合わせ手順において用いることができる。ターゲット器官の術前3Dモデルが、ターゲット器官の術中3Dモデルに位置合わせされたならば、変形された術前3Dモデルが、新たに取得された術中画像（すなわち新たに取得された術中画像シーケンスのフレーム）上に重ね合わせられ、それによって外科手術を実施するユーザにガイダンスが提供される。本発明の1つの有利な実施形態によれば、図2に示した方法を用いて、外科手術中に新たに取得

10

20

30

40

50

された術中画像各々に対し、セマンティックセグメンテーションを実施することができ、各術中画像に対するセマンティックセグメンテーション結果を用いて、変形された術前3Dモデルを目下の術中画像に合わせてアライメントすることができ、それによって目下の術中画像上への術前3Dモデルの重ね合わせがガイドされる。次いで、外科手術をガイドするために、重ね合わせられた画像をユーザに表示することができる。

【0026】

解剖学的オブジェクトの3Dモデルのセマンティックセグメンテーションおよび生成のための上述の方法を、周知のコンピュータプロセッサ、メモリユニット、ストレージデバイス、コンピュータソフトウェアおよび他の構成要素を用いて、コンピュータ上で実装することができる。図6には、かかるコンピュータの上位水準のブロック図が示されている。コンピュータ602はプロセッサ604を含み、このプロセッサ604は、コンピュータ602のすべてのオペレーションを規定するコンピュータプログラム命令を実行することで、かかるオペレーションを制御する。コンピュータプログラム命令を、ストレージデバイス612（たとえば磁気ディスク）に記憶しておくことができ、コンピュータプログラム命令の実行が望まれるときに、メモリ610にロードすることができる。したがって図1および図2に示した方法の各ステップを、メモリ610および/またはストレージデバイス612に記憶されたコンピュータプログラム命令によって規定することができ、それらのコンピュータプログラム命令を実行するプロセッサ604によって制御することができる。コンピュータ602に画像データを入力するために、腹腔鏡、内視鏡等の画像取得デバイス620を、コンピュータ602と接続することができる。画像取得デバイス620とコンピュータ602とが、ネットワークを介してワイヤレスで通信し合うようにすることができる。さらにコンピュータ602には、ネットワークを介して他のデバイスと通信するための1つまたは複数のインタフェース606も含まれている。さらにコンピュータ602には、コンピュータ602とのユーザインタラクションを可能にする他の入/出力デバイス608も含まれている（たとえばディスプレイ、キーボード、マウス、スピーカ、ボタン等）。かかる入/出力デバイス608を一連のコンピュータプログラムと連携させて、画像取得デバイス620から受け取ったボリュームにアノテーションを付与するアノテーションツールとして用いることができる。当業者であれば、実際のコンピュータの実装にさらに別の構成要素も同様に含めることができること、また、図6は、例示を目的として、かかるコンピュータの構成要素のいくつかを上位水準で表現したものであること、を理解するであろう。

【0027】

ここで理解されたいのは、これまで述べてきた詳細な説明は、あらゆる点で例示的なものであり具体例であって、何ら限定的なものではないことであり、本明細書で開示した本発明の範囲は、詳細な説明に基づき決定されるべきものではなく、特許法によって認められる範囲全体に従って解釈される各請求項に基づき決定されるべきものである。さらに理解されたいのは、本明細書で示し説明した実施形態は、本発明の原理を例示したものにすぎないこと、当業者であれば本発明の範囲および着想を逸脱することなく様々な変更を実現できることである。当業者であるならば、本発明の範囲および着想を逸脱することなく、さらに別の様々な特徴の組み合わせを実現できるであろう。

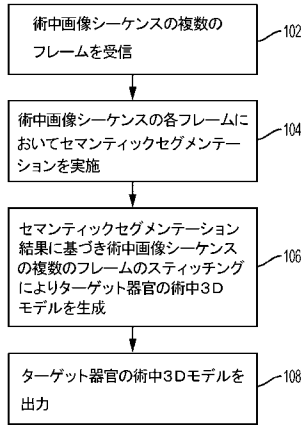
10

20

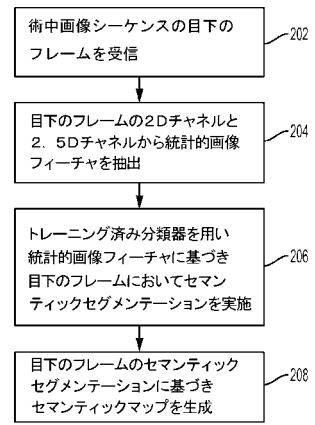
30

40

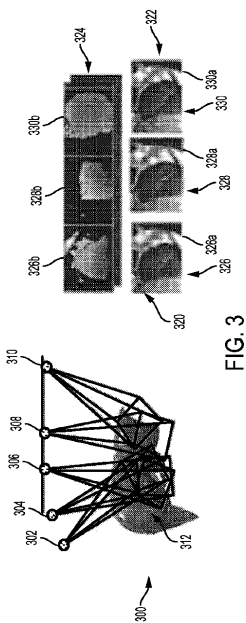
【 図 1 】



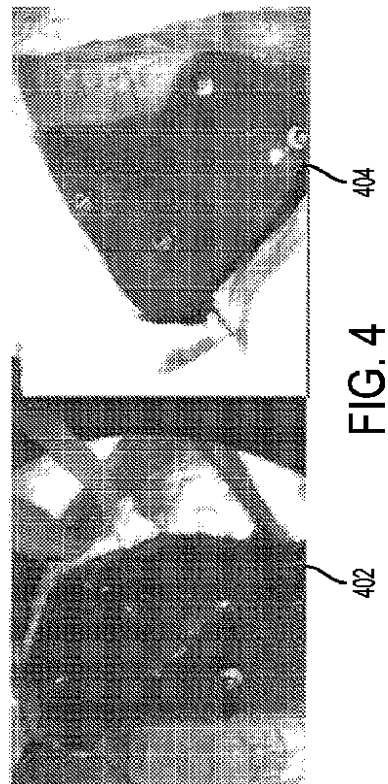
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

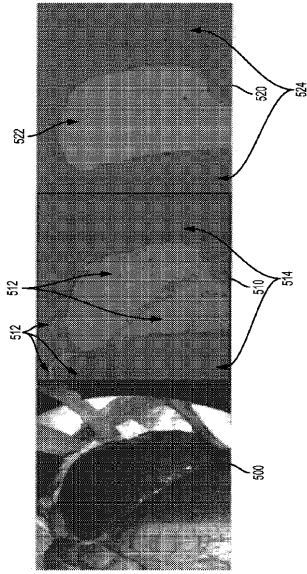
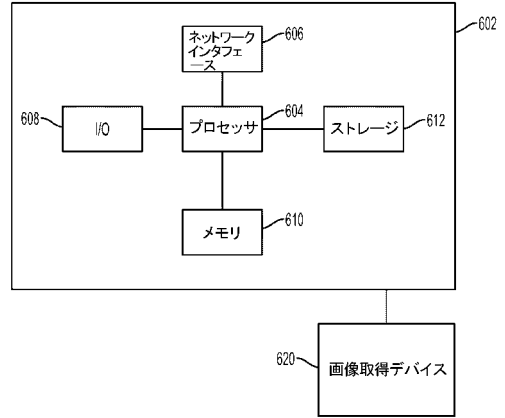


FIG. 5

【 図 6 】



【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成29年12月21日 (2017.12.21)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

術中画像シーケンスからターゲット器官の3Dモデルを生成する方法であって、当該方法は、

- ・ 術中画像シーケンスの複数のフレームを受け取るステップと、ただし各フレームは、2D画像チャンネルと2D奥行きチャンネルとを含む2D/2.5D画像であり、前記複数のフレームは、前記ターゲット器官に関して複数の配向で取得され、

- ・ 前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類するステップと、

- ・ 個々の前記フレーム内で前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された各画素間の対応関係を用いて、前記ターゲット器官に関して複数の配向で取得された前記複数のフレームの個々のフレームを互いにスタイチングすることにより、解剖学的ターゲットオブジェクトの3Dモデルを生成するステップと、

を含む、

術中画像シーケンスからターゲット器官の3Dモデルを生成する方法。

【 請求項 2 】

前記術中画像シーケンスは、腹腔鏡画像シーケンスまたは内視鏡画像シーケンスのうち

の一方であり、前記複数のフレームは、腹腔鏡または内視鏡のうち一方を用いた前記ターゲット器官のスキャンに対応する、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記ステップは、

前記術中画像シーケンスにおける前記複数のフレーム各々について、

・前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出するステップと、

・前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類するステップと、

を含む、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルからの情報と前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルからの情報とを統合する前記統計的フィーチャを抽出するステップ、

を含む、

請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルからの情報と前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルからの情報とを統合する 前記統計的フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルと前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルとの間の共分散を抽出するステップ、

を含む、

請求項 4 記載の方法。

【請求項 6】

前記術中画像 シーケンスの各フレームは、RGB 画像と対応する奥行き画像とを含む RGB - D 画像であり、前記画素の周囲の 1 つの画像パッチ内における前記 2 D 画像チャンネルからの情報と前記 2 . 5 D 奥行きチャンネルからの情報とを統合する前記統計的フィーチャを抽出する前記ステップは、

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 RGB 画像のカラーチャンネルと前記奥行き画像の奥行きデータとを含む一連のフィーチャチャンネルを統合する統計的フィーチャを計算するステップ、

を含む、

請求項 4 記載の方法。

【請求項 7】

前記画素の周囲の前記画像パッチ内における前記 RGB 画像のカラーチャンネルと前記奥行き画像の奥行きデータとを含む一連のフィーチャチャンネルを統合する統計的フィーチャを計算する前記ステップは、

・前記画像パッチ内におけるフィーチャチャンネル各々について個々の平均を計算するステップと、

・前記画像パッチ内における前記フィーチャチャンネルの各ペア間の共分散を計算するステップと、

を含む、

請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記一連のフィーチャチャンネルはさらに、1つまたは複数のフィルタを用いた、前記 RGB 画像または前記奥行き画像のうち少なくとも一方のフィルタレスポンスを含む、請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する前記ステップは、

前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率を、前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算するステップを含む、

請求項 3 記載の方法。

【請求項 10】

前記トレーニング済み分類器は、トレーニング済みのランダムフォレスト分類器である、

請求項 3 記載の方法。

【請求項 11】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記ステップはさらに、

前記トレーニング済み分類器により前記フレームにおける前記複数の画素について計算された前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率と、前記術中画像から抽出された前記ターゲット器官に対する優勢な器官境界とに基づき、グラフベースの方法を用いて、前記術中画像シーケンスの各フレームにおける前記複数の画素の前記分類を精密化するステップ、

を含む、

請求項 3 記載の方法。

【請求項 12】

当該方法はさらに、

・前記ターゲット器官の術前 3D モデルを、前記ターゲット器官の生成された前記 3D モデルと位置合わせするステップと、

・前記術中画像シーケンスの新たなフレームを受け取るステップと、

・前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前 3D モデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせるステップと、

を含む、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 13】

前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前 3D モデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせる前記ステップは、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、前記新たなフレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して分類するステップと、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレーム内の前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された前記画素に基づき、前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前 3D モデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに合わせてアライメントするステップと、

を含む、

請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】

前記ターゲット器官は肝臓である、
請求項 1 記載の方法。

【請求項 15】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記ステップは、外科手術中の前記術中画像シーケンスの各フレームの取得に応答して、リアルタイムで実行される、
請求項 1 記載の方法。

【請求項 16】

術中画像シーケンスからターゲット器官の 3D モデルを生成する装置であって、
・術中画像シーケンスの複数のフレームを受け取る手段と、ただし各フレームは、2D 画像チャンネルと 2D 奥行きチャンネルとを含む 2D / 2.5D 画像であり、前記複数のフレームは、前記ターゲット器官に関して複数の配向で取得され、
・前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する手段と、
・個々の前記フレーム内で前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された各画素間の対応関係を用いて、前記ターゲット器官に関して複数の配向で取得された前記複数のフレームの個々のフレームを互いにスティッチングすることにより、解剖学的ターゲットオブジェクトの 3D モデルを生成する手段と、
を含む、
術中画像シーケンスからターゲット器官の 3D モデルを生成する装置。

【請求項 17】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記手段は、
・各フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2D 画像チャンネルと前記 2.5D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する手段と、
・各フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する手段と、
を含む、
請求項 16 記載の装置。

【請求項 18】

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記 2D 画像チャンネルと前記 2.5D 奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記手段は、
各フレーム内の前記複数の画素各々の周囲の個々の画像パッチ内における前記 2D 画像チャンネルからの情報と前記 2.5D 奥行きチャンネルからの情報とを統合する前記統計的フィーチャを抽出する手段、
を含む、
請求項 17 記載の装置。

【請求項 19】

術中画像シーケンスからターゲット器官の 3D モデルを生成するためのコンピュータプログラム命令を記憶する非一時的コンピュータ読み取り可能媒体であって、
前記コンピュータプログラム命令は、プロセッサにより実行されると、該プロセッサに以下のオペレーションを実施させる、すなわち、
・術中画像シーケンスの複数のフレームを受け取るオペレーションと、ただし各フレームは、2D 画像チャンネルと 2D 奥行きチャンネルとを含む 2D / 2.5D 画像であり、前記複数のフレームは、前記ターゲット器官に関して複数の配向で取得され、

・前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類するオペレーションと、

・個々の前記フレーム内で前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された各画素間の対応関係を用いて、前記ターゲット器官に関して複数の配向で取得された前記複数のフレームの個々のフレームを互いにスティッチングすることにより、解剖学的ターゲットオブジェクトの3Dモデルを生成するオペレーションと、
を実施させる、

非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項20】

前記術中画像シーケンスの各フレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、各フレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官のセマンティックオブジェクトクラスに関して分類する前記オペレーションは、

前記術中画像シーケンスの前記複数のフレーム各々について、

・前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出するオペレーションと、

・前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類するオペレーションと、
を含む、

請求項19記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項21】

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記2D画像チャンネルと前記2.5D奥行きチャンネルとから統計的フィーチャを抽出する前記オペレーションは、

前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記画素の周囲の画像パッチ内の前記2D画像チャンネルからの情報と前記2.5D奥行きチャンネルからの情報とを統合する前記統計的フィーチャを抽出するオペレーション、
を含む、

請求項20記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項22】

前記フレーム内の前記複数の画素各々を、ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、トレーニング済み分類器を用いて分類する前記オペレーションは、

前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに対する確率を、前記フレーム内の前記複数の画素各々について、前記複数の画素各々について抽出された前記統計的フィーチャに基づき、前記トレーニング済み分類器を用いて計算するオペレーションを含む、

請求項20記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項23】

前記オペレーションはさらに、

・前記ターゲット器官の術前3Dモデルを、前記ターゲット器官の生成された前記3Dモデルと位置合わせするオペレーションと、

・前記術中画像シーケンスの新たなフレームを受け取るオペレーションと、

・前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前3Dモデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせるオペレーションと、
を含む、

請求項19記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【請求項24】

前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前3Dモデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに重ね合わせる前記オペレーションは、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームにおいてセマンティックセグメンテーションを実施して、前記新たなフレーム内の複数の画素各々を、前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに関して分類するオペレーションと、

・前記術中画像シーケンスの前記新たなフレーム内の前記ターゲット器官の前記セマンティックオブジェクトクラスに分類された前記画素に基づき、前記ターゲット器官の位置合わせされた前記術前3Dモデルを、前記術中画像シーケンスの前記新たなフレームに合わせてアライメントするオペレーションと、
を含む、

請求項 2 3 記載の非一時的コンピュータ読み取り可能媒体。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2015/028120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G06T7/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06T		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JOCHEN PENNE ET AL: "Time-of-Flight 3-D Endoscopy", 20 September 2009 (2009-09-20), MEDICAL IMAGE COMPUTING AND COMPUTER-ASSISTED INTERVENTION - MICCAI 2009, SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, BERLIN, HEIDELBERG, PAGE(S) 467 - 474, XP019130353, ISBN: 978-3-642-04267-6 abstract page 468 - page 469 page 473 ----- -/--	1-42
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier application or patent but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *&* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 27 January 2016		Date of mailing of the international search report 03/02/2016
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Millet, Christophe

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2015/028120

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	XAVIER MAURICE ET AL: "A structured light-based laparoscope with real-time organs' surface reconstruction for minimally invasive surgery", 2012 ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY, 1 August 2012 (2012-08-01), pages 5769-5772, XP055063282, DOI: 10.1109/EMBC.2012.6347305 ISBN: 978-1-42-444120-4 abstract -----	1-42
Y	STEFAN KLUCKNER ET AL: "Semantic Classification in Aerial Imagery by Integrating Appearance and Height Information", 23 September 2009 (2009-09-23), COMPUTER VISION - ACCV 2009, SPRINGER BERLIN HEIDELBERG, BERLIN, HEIDELBERG, PAGE(S) 477 - 488, XP019141300, ISBN: 978-3-642-12303-0 abstract page 2 page 4 - page 7 -----	1-42
A	OKTAY OZAN ET AL: "Biomechanically Driven Registration of Pre- to Intra-Operative 3D Images for Laparoscopic Surgery", 22 September 2013 (2013-09-22), GRID AND COOPERATIVE COMPUTING - GCC 2004 : THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE, WUHAN, CHINA, OCTOBER 21 - 24, 2004 IN: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE , ISSN 0302-9743 ; VOL. 3251; [LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE , ISSN 1611-3349], SPRINGER VERLAG,, XP047042088, ISSN: 0302-9743 ISBN: 978-3-642-24907-5 abstract -----	1-42

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)

A 6 1 B	1/313		
G 0 6 T	1/00	3 1 5	
G 0 6 T	7/55		
G 0 6 T	7/00	3 5 0 B	

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一

(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880
弁理士 上島 類

(72)発明者 シュテファン クルックナー
ドイツ連邦共和国 ベルリン ズュートオストアレー 1 6 4

(72)発明者 アリ カーマン
アメリカ合衆国 ニュージャージー スキルマン ラ コスタ コート 1 5

(72)発明者 テレンス チェン
アメリカ合衆国 ニュージャージー プリンストン スカーレット オーク ドライブ 1 8

F ターム(参考) 4C161 AA24 CC06 HH51 JJ09 JJ17 NN05 SS23 WW02 WW04
5B057 AA07 CA13 CA16 CB08 CB13 CB16 CE06 CE10 CF04 CH20
DA07 DA16 DB03 DB09 DC09 DC14 DC36 DC40
5L096 AA09 BA06 BA13 CA04 DA01 EA39 FA02 FA32 FA33 FA66
FA69 GA30 GA34 GA40 GA55 JA11 KA04 MA07

专利名称(译)	用于腹腔镜和内窥镜的2D / 2.5D图像数据中的语义分割的方法和系统		
公开(公告)号	JP2018515197A	公开(公告)日	2018-06-14
申请号	JP2017556702	申请日	2015-04-29
[标]申请(专利权)人(译)	西门子公司		
申请(专利权)人(译)	西门子激活日元Gezerushiyafuto		
[标]发明人	シュテファンクルックナー アリカーメン テレンスチエン		
发明人	シュテファン クルックナー アリ カーメン テレンス チエン		
IPC分类号	A61B1/045 A61B1/313 G06T1/00 G06T7/55 G06T7/00		
CPC分类号	G06T7/11 G06K9/3233 G06T7/13 G06T7/344 G06T2207/10028 G06T2207/10068 G06T2207/30004		
FI分类号	A61B1/045.618 A61B1/045.619 A61B1/045.620 A61B1/045.610 A61B1/045.614 A61B1/313 G06T1/00.315 G06T7/55 G06T7/00.350.B		
F-TERM分类号	4C161/AA24 4C161/CC06 4C161/HH51 4C161/JJ09 4C161/JJ17 4C161/NN05 4C161/SS23 4C161/WW02 4C161/WW04 5B057/AA07 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CB08 5B057/CB13 5B057/CB16 5B057/CE06 5B057/CE10 5B057/CF04 5B057/CH20 5B057/DA07 5B057/DA16 5B057/DB03 5B057/DB09 5B057/DC09 5B057/DC14 5B057/DC36 5B057/DC40 5L096/AA09 5L096/BA06 5L096/BA13 5L096/CA04 5L096/DA01 5L096/EA39 5L096/FA02 5L096/FA32 5L096/FA33 5L096/FA66 5L096/FA69 5L096/GA30 5L096/GA34 5L096/GA40 5L096/GA55 5L096/JA11 5L096/KA04 5L096/MA07		
代理人(译)	前川純一 二宮和也HiroshiYasushi		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了用于腹腔镜和内窥镜2D / 2.5D图像数据语义分割的方法和系统。针对图像中的每个像素，提取将2D / 2.5D腹腔镜或内窥镜图像的2D图像通道与2.5D深度通道集成在一起的统计图像功能。在这种情况下，基于提取的统计图像特征，针对目标器官的语义对象类别的图像中的每个像素，使用训练有素的分类器对腹腔镜或内窥镜图像执行语义分割。被分类。特定于器官的3D帧缝合，可使用分割图像的掩模生成目标器官的3D模型，该掩模是由腹腔镜或内窥镜图像序列的多个帧进行语义分割而得到的可以指导。

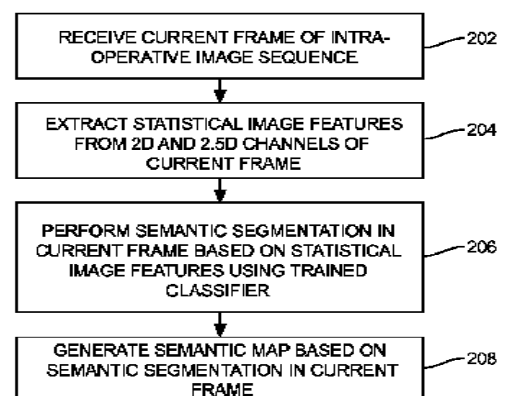


FIG. 2