

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第1部門第2区分

【発行日】平成27年3月12日(2015.3.12)

【公表番号】特表2014-534889(P2014-534889A)

【公表日】平成26年12月25日(2014.12.25)

【年通号数】公開・登録公報2014-071

【出願番号】特願2014-541362(P2014-541362)

【国際特許分類】

A 6 1 B 8/06 (2006.01)

A 6 1 B 6/03 (2006.01)

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

【F I】

A 6 1 B 8/06

A 6 1 B 6/03 3 6 0 G

A 6 1 B 5/05 3 8 0

A 6 1 B 8/00

【手続補正書】

【提出日】平成27年1月23日(2015.1.23)

【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】

冠動脈と心臓の患者固有の解剖学的モデルを患者の医療画像データから生成するステップと、

冠循環のマルチスケール機能モデルを患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するステップと、

少なくとも1つの冠動脈の少なくとも1つの狭窄領域の血流を、前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いてシミュレーションするステップと、

を含む、方法。

【請求項2】

冠動脈と心臓の患者固有の解剖学的モデルを患者の医療画像データから生成するステップは、

前記冠動脈の4D形状モデルを4D医療画像データから生成するステップと、

心臓の4D解剖学的モデルを前記4D医療画像データから生成するステップと、

を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記冠動脈の4D形状モデルを4D医療画像データから生成するステップは、

前記冠動脈を、前記4D医療画像データの複数のフレームの各々にセグメント化するステップと、

前記4D医療画像データの前記複数のフレームの各々におけるセグメント化された前記冠動脈に関する形状面モデルを生成するステップと、

を含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

心臓の4D解剖学的モデルを前記4D医療画像データから生成するステップは、

複数の心臓組織の各々の個々のモデルを前記 4 D 医療画像データの複数のフレームの各々において抽出するステップと、

前記個々のモデルの間のメッシュ点対応を確立することによって、前記 4 D 医療画像データの前記複数のフレームの各々における前記複数の心臓組織の前記個々のモデルを統合するステップと、

を含む、請求項 2 に記載の方法。

#### 【請求項 5】

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するステップは、

前記冠動脈における 1 つまたは複数の狭窄領域ごとに 3 D 計算モデルを生成するステップと、

前記冠動脈と大動脈の非狭窄領域の 1 D 計算モデルを生成するステップと、

0 D 集中モデルを用いて微小血管を表現するステップと、

を含む、請求項 1 に記載の方法。

#### 【請求項 6】

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデルは剛壁 3 D モデルであり、狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデルと各狭窄領域に隣接する前記冠動脈の非狭窄領域ごとの前記 1 D 計算モデルの間の 0 D インタフェース・モデルが、前記狭窄領域の弾性コンプライアンスを高める、請求項 5 に記載の方法。

#### 【請求項 7】

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するステップが、前記患者の血管樹の木構造モデルを生成するステップをさらに含む、請求項 5 に記載の方法。

#### 【請求項 8】

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するステップが、低次元の心臓モデルを完全次元の心臓の解剖学的な血流力学モデルから生成するステップをさらに含む、請求項 5 に記載の方法。

#### 【請求項 9】

低次元の心臓モデルを完全次元の心臓の解剖学的な血流力学モデルから生成するステップが、

1 つまたは複数の心臓組織の動きおよび機械パラメータを前記心臓の解剖学的な血流力学モデルに基づいて推定するステップと、

計算流体力学シミュレーションの境界条件を、前記 1 つまたは複数の心臓組織の前記動きおよび機械パラメータに基づいて決定するステップと、

を含む、請求項 8 に記載の方法。

#### 【請求項 10】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの冠動脈の少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするステップが、

前記冠動脈および心臓の前記解剖学的モデルから決定した境界条件に基づいて、前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて、前記少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするステップ

を含む、請求項 1 に記載の方法。

#### 【請求項 11】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの冠動脈の少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするステップが、

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデルおよび前記 1 D 計算モデルで計算流体力学 ( CFD ) シミュレーションを実施するステップと、

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するステップと、

を含む、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 1 2】**

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するステップが、

大動脈を表現する 1 D 計算モデルを心臓モデルの左心室に結合することによって、システム木モデルの流入境界条件を導出するステップ

を含む、請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 3】**

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するステップが、

前記医療画像データから抽出した 3 D 歪マップを用いて、心外膜冠状血管の 1 D 計算モデルに心収縮の影響を表す境界条件を課すステップ、

を含む、請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 4】**

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するステップが、

前記 0 D 集中モデルを用いて、冠状血管の 1 D 計算モデルに適用される細胞外圧を前記冠状血管の位置に基づいて決定するステップ

を含む、請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 5】**

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するステップが、

壁せん断応力項を介して前記 1 D 計算モデルを前記 0 D 集中モデルに結合するステップを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 6】**

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するステップが、

0 D インタフェース・モデルを用いて、前記 3 D 計算モデルを近傍 1 D 計算モデルに結合するステップ

を含む、請求項 1 1 に記載の方法。

**【請求項 1 7】**

前記少なくとも 1 つの狭窄領域を通るシミュレートした前記血流に基づいて血流量を計算し、前記少なくとも 1 つの狭窄領域の機能的重要性を決定するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 1 8】**

前記少なくとも 1 つの狭窄領域を通るシミュレートした前記血流に基づいて血流量を計算し、前記少なくとも 1 つの狭窄領域の機能的重要性を決定するステップが、

前記少なくとも 1 つの狭窄領域を通る計算した前記血流に基づいて、前記少なくとも 1 つの狭窄領域の血流予備量比 ( F F R ) を計算するステップ

を含む、請求項 1 7 に記載の方法。

**【請求項 1 9】**

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの狭窄領域における仮想治療介入をシミュレートするステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 2 0】**

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの狭窄領域における仮想治療介入をシミュレートするステップが、

前記冠循環のマルチスケール機能モデルにおける前記少なくとも 1 つの狭窄領域から仮想的に障害物を減少させることによってバルーン拡張をシミュレートし、前記少なくとも 1 つの狭窄領域を通る前記血流を再シミュレートするステップ

を含む、請求項 1 9 に記載の方法。

**【請求項 2 1】**

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも1つの狭窄領域における仮想治療介入をシミュレートするステップが、

仮想ステントモデルを前記冠循環のマルチスケール機能モデルにおける少なくとも1つの狭窄領域に導入することによってステント移植をシミュレートし、前記少なくとも1つの狭窄領域を通る前記血流を再シミュレートするステップ

を含む、請求項19に記載の方法。

#### 【請求項22】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも1つの狭窄領域における仮想治療介入をシミュレートするステップが、

前記冠循環のマルチスケール機能モデルにおける前記少なくとも1つの狭窄領域に隣接するバイパス血管を追加することによって冠動脈バイパス手術（CABG）をシミュレートし、前記少なくとも1つの狭窄領域を通る前記血流を再シミュレートするステップ

を含む、請求項19に記載の方法。

#### 【請求項23】

冠動脈と心臓の患者固有の解剖学的モデルを患者の医療画像データから生成するための手段と、

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するための手段と、

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて、少なくとも1つの冠動脈の少なくとも1つの狭窄領域の血流をシミュレートするための手段と、

を備える、装置。

#### 【請求項24】

冠動脈と心臓の患者固有の解剖学的モデルを患者の医療画像データから生成する手段は、

前記冠動脈の4D形状モデルを4D医療画像データから生成するための手段と、

心臓の4D解剖学的モデルを前記4D医療画像データから生成するための手段と、

を備える、請求項23に記載の装置。

#### 【請求項25】

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するための手段は、

前記冠動脈における1つまたは複数の狭窄領域ごとに3D計算モデルを生成するための手段と、

前記冠動脈と大動脈の非狭窄領域の1D計算モデルを生成するための手段と、

0D集中モデルを用いて微小血管を表現するための手段と、

を備える、請求項23に記載の装置。

#### 【請求項26】

狭窄領域ごとの前記3D計算モデルは剛壁3Dモデルであり、狭窄領域ごとの前記3D計算モデルと各狭窄領域に隣接する前記冠動脈の非狭窄領域ごとの前記1D計算モデルの間の0Dインターフェース・モデルが前記狭窄領域の弾性コンプライアンスを高める、請求項25に記載の装置。

#### 【請求項27】

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するための手段は、低次元の心臓モデルを完全次元の心臓の解剖学的な血流力学モデルから生成するための手段をさらに備える、請求項25に記載の装置。

#### 【請求項28】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも1つの冠動脈の少なくとも1つの狭窄領域の血流をシミュレートするための手段が、

前記冠動脈および心臓の前記解剖学的モデルから決定した境界条件に基づいて、前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて前記少なくとも1つの狭窄領域の血流をシミュレートするための手段

を備える、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの冠動脈の少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするための手段が、

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデルおよび前記 1 D 計算モデルで計算流体力学 ( CFD ) シミュレーションを実施するための手段と、

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するための手段と、

を備える、請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 3 0】

前記少なくとも 1 つの狭窄領域を通るシミュレートした前記血流に基づいて血流量を計算し、前記少なくとも 1 つの狭窄領域の機能的重要性を決定するための手段をさらに備える、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 3 1】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの狭窄領域における仮想治療介入をシミュレートするための手段をさらに備える、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 3 2】

プロセッサで実行されたときに前記プロセッサに、

冠動脈と心臓の患者固有の解剖学的モデルを患者の医療画像データから生成するステップと、

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するステップと、

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて、少なくとも 1 つの冠動脈の少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするステップと、

を含む動作を実行させるコンピュータ・プログラム命令を格納した、非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 3 3】

冠動脈と心臓の患者固有の解剖学的モデルを患者の医療画像データから生成するステップが、

前記冠動脈の 4 D 形状モデルを 4 D 医療画像データから生成するステップと、

心臓の 4 D 解剖学的モデルを前記 4 D 医療画像データから生成するステップと、

を含む、請求項 3 2 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 3 4】

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するステップが、

前記冠動脈における 1 つまたは複数の狭窄領域ごとに 3 D 計算モデルを生成するステップと、

前記冠動脈と大動脈の非狭窄領域の 1 D 計算モデルを生成するステップと、

0 D 集中モデルを用いて微小血管を表現するステップと、

を含む、請求項 3 2 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 3 5】

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデルは剛壁 3 D モデルであり、狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデルと各狭窄領域に隣接する前記冠動脈の非狭窄領域ごとの前記 1 D 計算モデルの間の 0 D インタフェース・モデルが、前記狭窄領域の弾性コンプライアンスを高める、請求項 3 4 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 3 6】

冠循環のマルチスケール機能モデルを前記患者固有の解剖学的モデルに基づいて生成するステップが、

低次元の心臓モデルを完全次元の心臓の解剖学的な血流力学モデルから生成するステップ

をさらに含む、請求項 3 4 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 3 7】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの冠動脈の少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするステップが、

前記冠動脈および心臓の前記解剖学的モデルから決定した境界条件に基づいて、前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて前記少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするステップ

を含む、請求項 3 2 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 3 8】

前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの冠動脈の少なくとも 1 つの狭窄領域の血流をシミュレートするステップが、

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデルおよび前記 1 D 計算モデルで計算流体力学 ( CFD ) シミュレーションを実施するステップと、

狭窄領域ごとの前記 3 D 計算モデル、前記 1 D 計算モデル、および前記 0 D 集中モデルを結合するステップと、

を含む、請求項 3 4 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 3 9】

前記動作が、前記少なくとも 1 つの狭窄領域を通るシミュレートした前記血流に基づいて血流量を計算し、前記少なくとも 1 つの狭窄領域の機能的重要性を決定するステップをさらに含む、請求項 3 2 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。

【請求項 4 0】

前記動作が、前記冠循環のマルチスケール機能モデルを用いて少なくとも 1 つの狭窄領域における仮想治療介入をシミュレートするステップをさらに含む、請求項 3 2 に記載の非一時的なコンピュータ読取可能記憶媒体。