

(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2018-536476

(P2018-536476A)

(43) 公表日 平成30年12月13日(2018.12.13)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/00 (2006.01) A 6 1 B 5/00 G 4 C 1 1 7

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2018-523492 (P2018-523492)
 (86) (22) 出願日 平成28年11月9日 (2016.11.9)
 (85) 翻訳文提出日 平成30年5月30日 (2018.5.30)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/061155
 (87) 国際公開番号 WO2017/083401
 (87) 国際公開日 平成29年5月18日 (2017.5.18)
 (31) 優先権主張番号 62/253,566
 (32) 優先日 平成27年11月10日 (2015.11.10)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 513030879
 ハートフロー, インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 940
 63, レッドウッド シティ, シーボ
 ート プールバード 1400, ビルデ
 イング ビー
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹
 (74) 代理人 100181674
 弁理士 飯田 貴敏
 (74) 代理人 100181641
 弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処置からの情報を使用した解剖モデリングのためのシステム及び方法

(57) 【要約】

本開示の様々な実施形態は、概して、医療用撮像及び関連する方法に関する。医療処置中に取得される情報を使用した解剖モデリングのためのシステム及び方法が、本明細書に開示され、それによって、最初の解剖モデルが生成または取得され、最初のモデルと、侵襲的または非侵襲的処置からの追加のデータ及び/または測定値との対応関係が特定され、最初のモデルと追加データとの間に不一致が見つかった場合、解剖モデルは、追加データを組み込み、不一致を減少させるように、更新される。

【選択図】 図 1

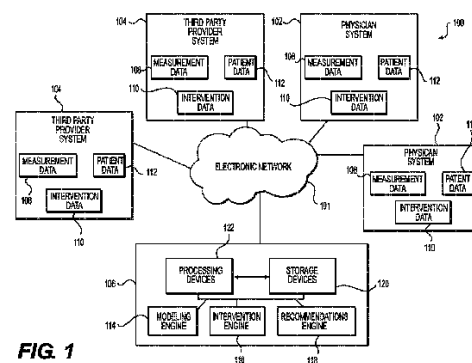


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

心血管モデルを自動的に更新する方法であって、

プロセッサにおいて、患者固有の、少なくとも 1 つの心臓血管の 3 次元解剖モデルを受信することと、

前記プロセッサにおいて、前記 3 次元解剖モデルに関連する少なくとも 1 つの特性を受信することと、

前記プロセッサを使用して、前記 3 次元解剖モデルまたは前記少なくとも 1 つの関連する特性のうちの少なくとも 1 つの表現を表示ユニットに送信することと、

前記プロセッサにおいて、医療処置からの前記 3 次元解剖モデルに関する追加の患者固有データを受信することと、

前記プロセッサを使用して、前記追加の患者固有データと、前記 3 次元解剖モデルまたは前記少なくとも 1 つの関連する特性のうちの少なくとも 1 つとの対応関係を特定することと、

前記プロセッサを使用して、前記追加の患者固有データと、前記 3 次元解剖モデルまたは前記少なくとも 1 つの関連する特性のうちの少なくとも 1 つとの不一致を識別することと、

前記プロセッサを使用して、前記不一致を減少させるように前記 3 次元解剖モデルまたは前記少なくとも 1 つの関連する特性のうちの少なくとも 1 つを修正することと、

前記プロセッサを使用して、前記 3 次元解剖モデルまたは前記少なくとも 1 つの関連する特性のうちの少なくとも 1 つの更新済みの表現を前記表示ユニットに送信することと、を含む、前記方法。

【請求項 2】

前記プロセッサを使用して、前記解剖モデルに対するインターベンションまたはインターベンションの一部をモデル化することと、

前記プロセッサを使用して、モデル化された前記インターベンションまたはモデル化された前記インターベンションの一部の表現を前記表示ユニットに送信することと、をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記プロセッサを使用して、前記 3 次元解剖モデルまたは前記少なくとも 1 つの関連する特性のうちの少なくとも 1 つに基づいて、前記患者に対するインターベンションの少なくとも 1 つの推奨を生成することと、

前記プロセッサを使用して、前記少なくとも 1 つの推奨を前記表示ユニットに送信することと、をさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記インターベンションが、内視鏡デバイス、腹腔鏡デバイス、ステント、人工インプラント、移植組織、または針の挿入、バイパス移植術、ロータブレーション、アテレクトミー、血管形成術、動脈内膜切除術、経皮的冠動脈インターベンション、頸動脈インターベンション、末梢血管インターベンション、腎血行再建、腸間膜血行再建、または、動静脈アクセス術のうちの 1 つまたは複数を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記医療処置が、侵襲的処置である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記医療処置が、診断処置である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの関連する特性が、血流特性、1 つまたは複数の病変または閉塞の位置、または、1 つまたは複数のインターベンションデバイスの位置である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記追加の患者固有データが、血管造影図からのデータ、光干渉断層撮影からのデータ

10

20

30

40

50

、静脈内超音波検査からのデータ、血圧データ、冠動脈血流量データ、心収縮力データ、ブランク測定値、局所心臓バイアビリティ、閉塞が完全かまたは部分的かを示すデータ、患者の生理学的状態に関するデータ、心筋壁運動に関するデータ、ステント位置データ、または経皮的冠動脈インターベンションからのデータのうちの少なくとも1つを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記プロセッサを使用して、前記追加の患者固有データと、前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの対応関係を特定することが、前記プロセッサを使用して、前記追加の患者固有データが適用され得る前記解剖モデルの位置を特定することを含む、請求項1に記載の方法。

10

【請求項10】

前記表示ユニットが、医療施設に位置する、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

解剖モデルを自動的に更新するコンピュータ実装された方法であって、
プロセッサにおいて、非侵襲的画像データから生成される患者固有の解剖モデルを受信することと、

前記プロセッサにおいて、前記解剖モデルに関連する少なくとも1つの特性を受信することと、

前記プロセッサを使用して、前記解剖モデル及び前記少なくとも1つの関連する特性の表現を、表示デバイスに送信することと、

20

前記プロセッサにおいて、インターベンション処置からの追加の患者固有データを受信することと、

前記プロセッサを使用して、前記患者固有データと前記解剖モデルとの対応関係を特定することと、

前記プロセッサを使用して、前記追加の患者固有データと、前記解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの不一致の位置を特定することと、

前記プロセッサを使用して、前記不一致を減少させるように前記解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを更新することと、

前記プロセッサを使用して、前記解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を、前記表示デバイスに送信することと、を含む、前記方法。

30

【請求項12】

前記少なくとも1つの関連する特性が、血流特性である、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記プロセッサを使用して、前記解剖モデルに従うインターベンションをモデル化することと、

前記プロセッサを使用して、モデル化された前記インターベンションの表現を前記表示ユニットに送信することと、をさらに含む、請求項11に記載の方法。

40

【請求項14】

前記プロセッサを使用して、前記解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つに基づいて、前記患者に対するインターベンションの少なくとも1つの推奨を生成することと、

前記プロセッサを使用して、前記少なくとも1つの推奨を前記表示ユニットに送信することと、をさらに含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記プロセッサにおいて、前記インターベンション処置からの、リフレッシュされた追加の患者固有データを周期的に受信することと、

前記プロセッサを使用して、リフレッシュされた前記患者固有データと、前記解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの新たな不一致を

50

モニタリングすることと、

新たな不一致が見つかった場合に、

前記プロセッサを使用して、前記新たな不一致を減少させるように前記解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを更新し、

前記プロセッサを使用して、前記解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を、前記表示デバイスに送信することと、

をさらに含む、請求項11に記載の方法。

【請求項16】

プロセッサを備える解剖モデリングシステムであって、前記プロセッサが、

患者固有の、少なくとも1つの心臓血管の3次元解剖モデルを受信し、

前記解剖モデルに関連する少なくとも1つの特性を受信し、

前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの表現を表示ユニットに送信し、

医療処置からの前記解剖モデルに関する追加の患者固有データを受信し、

前記追加の患者固有データと、前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの対応関係を特定し、

前記患者固有データと、前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの不一致を識別し、

前記不一致を減少させるように、前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを修正し、

前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を前記表示ユニットに送信するように構成されている、前記システム。

【請求項17】

前記プロセッサが、

前記インターベンション処置からの、リフレッシュされた追加の患者固有データを周期的に受信し、

リフレッシュされた前記患者固有データと、前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの新たな不一致をモニタリングし、

新たな不一致が見つかった場合に、

前記新たな不一致を減少させるように、前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを更新し、

前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を前記表示デバイスに送信するようにさらに構成されている、請求項16に記載のシステム。

【請求項18】

前記少なくとも1つの関連する特性が、血流特性である、請求項16に記載のシステム。

【請求項19】

前記プロセッサが、

前記解剖モデルに従うインターベンションのモデルを生成し、

モデル化された前記インターベンションの表現を前記表示ユニットに送信するようにさらに構成されている、請求項17に記載のシステム。

【請求項20】

前記プロセッサが、

前記3次元解剖モデルまたは前記少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つに基づいて、前記患者に対するインターベンションの少なくとも1つの推奨を生成し、

前記少なくとも1つの推奨を前記表示ユニットに送信するようにさらに構成されている、請求項19に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

優先権

本出願は、2015年11月10日に出願された米国仮出願第62/253,566号の優先権の利益を主張し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【 0 0 0 2 】

技術分野

本開示の様々な実施形態は、概して、医療用撮像及び関連する方法に関する。より詳細には、本開示の特定の実施形態は、医療処置から取得される情報を使用した解剖モデリングのためのシステム及び方法に関する。

【 背景技術 】

10

【 0 0 0 3 】

冠動脈疾患などの心臓疾患は、心臓へ、及び/または心臓から血液を供給する血管に狭窄（血管が異常に狭くなること）などの冠動脈病変を引き起こすことがある。その結果、心臓への血流が制限される場合がある。冠動脈疾患を患っている患者は、胸痛を経験することがあり、慢性の安定狭心症（労作中）、または不安定狭心症（患者の安静時）と呼ばれる。疾患のより深刻な徴候は、心筋梗塞、または心臓発作に至ることがある。

【 0 0 0 4 】

非侵襲的撮像による解剖モデリングは、医師が疾患の重症度及び考えられる治療または複数の治療を特定するのを支援することによって患者に恩恵を与え得る。このような非侵襲的撮像及び解剖モデリングは、例えば、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、Charles A. Taylorによって2011年1月25日に出願された米国特許番号第8,315,812号に記載されたシステム及び方法を使用して行われ得る。このような解剖モデリングは、非侵襲的に評価された冠動脈の解剖学的構造を分析することによって、及び、非侵襲的に評価された冠動脈の解剖学的構造を分析することにより、特定の患者用にカスタマイズまたは個人専用化された心臓移植片または他のインターベンションを自動的に設計し、定義し、または識別することによって、例えば、複数の実行可能な治療選択肢（例えば、全ての考えられる経皮的冠動脈インターベンション（PCI）または冠動脈バイパス術（CABG）の選択肢）からの治療選択肢の自動識別を伴ってもよい。例えば、推奨される治療選択肢は、例えば、その双方の全体が参照により本明細書に組み込まれる、Ryan Spilkerらによって2014年7月3日に出願された米国特許番号第9,449,146号、またはLeo Gradyらによって2014年4月16日に出願された米国特許番号第9,043,190号に記載されたもののうち1つまたは複数などの自動化システムによって生成され得る。

20

30

【 0 0 0 5 】

冠動脈の解剖学的構造をモデル化して評価するために用いられ得る非侵襲的撮像を受けることに加えて、胸痛を患う、及び/または冠動脈疾患の症状を見せる患者は、冠動脈病変及び/または心臓の解剖学的構造に関連する、補足的で、より正確な、及び/またはより最新のデータを提供し得る、1つまたは複数の侵襲的または非侵襲的処置を受け得る。このような処置は、例えば、心電図、血液検査からのバイオマーカー評価、トレッドミル試験、心エコー検査、単一光子放射型コンピュータ断層撮影（SPECT）、陽電子放射断層撮影（PET）、及び冠動脈コンピュータ断層撮影血管造影（CCTA）を含み得る。さらに、患者が、インターベンション治療を必要とすると特定された場合、インターベンション処置中の侵襲的または非侵襲的な方法によって（例えば、血管造影図、ブレッシャワイヤ、光干渉断層撮影（OCT）、血管内超音波検査（IVUS）、流量計、血管内光学撮像、インターベンシオナルスイートまたは手術室内の外部カメラなどによって）、追加の測定値が取られ得る。

40

【 0 0 0 6 】

患者の心血管の血流を改善するために適当なインターベンションが必要かどうかを特定するときに、心臓専門医及びその他の健康管理の専門家は、インターベンション及び/または診断処置の前に取得される、画像、モデル、及び/または他のデータを分析し得る。

50

しかしながら、このようなデータが、インターベンション及び／または診断処置の前に取得されるとき、その正確性及び／または精度は、例えば、患者の身体の変化または年齢につれて時間の経過とともに変化し得る。インターベンション及び／または診断処置中に取得されるデータは、これに対して、より正確で、及び／またはより最新であり得るが、患者の身体全体の像を提供しない場合がある。さらに、心臓専門医及びその他の医療専門家が、診断及び／またはインターベンション処置を同時に実行しつつ、このようなデータの評価を行い、及びこのようなデータに基づくさらなるインターベンショナルな尺度についての決定を行うためにこのようなデータの分析及び解釈を行うことができないことがある。

【0007】

医療処置中に取得される情報を使用した解剖モデリングに対する必要性が存在する。さらに、医療処置中に取得される情報を使用して、更新された解剖モデル、1つまたは複数のモデル化されたインターベンション処置、更新された解剖モデルに基づく1つまたは複数の推奨される処置、及び／または1つまたは複数のモデル化されたインターベンション処置を、医療処置中に医師またはその他の医療専門家に提供するためのシステム及び方法に対する必要性が存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第8,315,812号明細書

【特許文献2】米国特許第9,449,146号明細書

【特許文献3】米国特許第9,043,190号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示のいくつかの実施形態では、医療処置中に取得される情報を使用した解剖モデリングのためのシステム及び方法が開示される。いくつかの実施形態では、心血管モデルを自動的に更新する方法は、少なくとも1つの心臓血管の解剖モデルを受信することと、解剖モデルに関連する少なくとも1つの特性を受信することと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの表現を表示ユニットに送信することと、医療処置からの解剖モデルに関する追加の患者固有データを受信することと、追加の患者固有データと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの対応関係を特定することと、追加の患者固有データと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの不一致を識別することと、不一致を減少させるように、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを修正することと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を表示ユニットに送信することと、を含む。

【0010】

いくつかの実施形態では、本方法は、解剖モデルに従うインターベンションまたはインターベンションの一部をモデル化することと、モデル化されたインターベンションまたはモデル化されたインターベンションの一部の表現を表示ユニットに送信することと、を含む。いくつかの実施形態では、本方法は、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つに基づいて、患者に対するインターベンションの少なくとも1つの推奨を生成することと、少なくとも1つの推奨を表示ユニットに送信することと、を含む。いくつかの実施形態では、インターベンションは、内視鏡デバイス、腹腔鏡デバイス、ステント、人工インプラント、移植組織、または針の挿入、バイパス移植術、ロータブレーション、アテレクトミー、血管形成術、動脈内膜切除術、経皮的冠動脈インターベンション、頸動脈インターベンション、末梢血管インターベンション、腎血行再建、腸間膜血行再建、または、動静脈アクセス術のうちの1つまたは複数である。いくつかの実施形態では、医療処置は、侵襲的処置である。いくつかの実施形態では、医療処置は

10

20

30

40

50

、診断処置である。

【0011】

いくつかの実施形態では、少なくとも1つの関連する特性は、血流特性、1つまたは複数の病変または閉塞の位置、または、1つまたは複数のインターベンションデバイスの位置である。いくつかの実施形態では、追加の患者固有データは、血管造影図からのデータ、光干渉断層撮影からのデータ、静脈内超音波検査からのデータ、血圧データ、冠動脈血流量データ、心収縮力データ、ブランク測定値、局所心臓バイアビリティ、閉塞が完全かまたは部分的かを示すデータ、患者の生理学的状態に関するデータ、心筋壁運動に関するデータ、ステント位置データ、または経皮的冠動脈インターベンションからのデータのうちの少なくとも1つを含む。いくつかの実施形態では、追加の患者固有データと、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの対応関係を特定することは、追加の患者固有データが適用され得る解剖モデルの位置を特定することを含む。いくつかの実施形態では、表示ユニットは、医療施設に位置する。

10

【0012】

本開示のいくつかの実施形態では、解剖モデルを自動的に更新するコンピュータ実装された方法は、非侵襲的画像データから生成される患者固有の解剖モデルを受信することと、解剖モデルに関連する少なくとも1つの特性を受信することと、解剖モデル及び少なくとも1つの関連する特性の表現を、表示デバイスに送信することと、インターベンション処置からの追加の患者固有データを受信することと、患者固有データと解剖モデルとの対応関係を特定することと、追加の患者固有データと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの不一致の位置を特定することと、不一致を減少させるように、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを更新することと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を表示デバイスに送信することと、を含む。

20

【0013】

いくつかの実施形態では、少なくとも1つの関連する特性が、血流特性である。いくつかの実施形態では、コンピュータ実装された方法は、解剖モデルに対するインターベンションをモデル化することと、モデル化されたインターベンションの表現を表示ユニットに送信することと、をさらに含む。いくつかの実施形態では、コンピュータ実装された方法は、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つに基づいて、患者に対するインターベンションの少なくとも1つの推奨を生成することと、少なくとも1つの推奨を表示ユニットに送信することと、をさらに含む。いくつかの実施形態では、コンピュータ実装された方法は、インターベンション処置からの、リフレッシュされた追加の患者固有データを周期的に受信することと、リフレッシュされた患者固有データと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの新たな不一致をモニタリングすることと、新たな不一致が見つかった場合に、新たな不一致を減少させるように、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを更新することと、解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を表示デバイスに送信することと、をさらに含む。

30

【0014】

本開示のいくつかの実施形態では、解剖モデリングシステムは、患者固有の、少なくとも1つの心臓血管の3次元解剖モデルを受信し、解剖モデルに関連する少なくとも1つの特性を受信し、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの表現を表示ユニットに送信し、医療処置からの解剖モデルに関する追加の患者固有データを受信し、追加の患者固有データと、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの対応関係を特定し、患者固有データと、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの不一致を識別し、不一致を減少させるように、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを修正し、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を表示ユニットに送信するように構成された

40

50

、プロセッサを含む。

【0015】

いくつかの実施形態では、プロセッサは、インターベンション処置からの、リフレッシュされた追加の患者固有データを周期的に受信し、リフレッシュされた患者固有データと、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つとの新たな不一致をモニタリングし、新たな不一致が見つかった場合に、新たな不一致を減少させるように、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つを更新し、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つの更新済み表現を表示デバイスに送信するようにさらに構成されている。いくつかの実施形態では、少なくとも1つの関連する特性は、血流特性である。いくつかの実施形態では、プロセッサは、解剖モデルに対するインターベンションのモデルを生成し、モデル化されたインターベンションの表現を表示ユニットに送信するようにさらに構成されている。いくつかの実施形態では、プロセッサは、3次元解剖モデルまたは少なくとも1つの関連する特性のうちの少なくとも1つに基づいて、患者に対するインターベンションの少なくとも1つの推奨を生成し、少なくとも1つの推奨を表示ユニットに送信するようにさらに構成されている。

10

【0016】

開示される実施形態の追加の目的及び利点は、続く説明において一部記載され、及び説明から一部明らかとなり、または開示される実施形態の実施によって学習され得る。開示される実施形態の目的及び利点は、添付の特許請求の範囲において特に指摘される要素及び組み合わせによって、実現され達成されることとなる。

20

【0017】

前述の全体的な説明及び以下の詳細な説明の双方が、例示的かつ説明的なものに過ぎず、特許請求されるように、開示される実施形態を限定するものではないと理解されるべきである。

【0018】

本明細書に組み込まれ、及び本明細書の一部を構成する添付の図面は、様々な例示的な実施形態を説明と共に示し、開示される実施形態の原理を説明する役割を果たす。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】医療処置からの情報を用いて解剖モデルを作成及び更新するための例示的なシステム及びネットワークの概略図を示す。

30

【図2】医療処置からの情報を用いて解剖モデルを作成及び更新するための例示的なシステム及びネットワークのより詳細な概略図を示す。

【図3】医療処置からの情報を用いて解剖モデルを作成及び更新するための例示的な方法のフロー図を示す。

【図4A】医療処置からの情報を用いて解剖モデルを作成及び更新するための別の例示的な方法のフロー図を示す。

【図4B】医療処置からの情報を用いて解剖モデルを作成及び更新するための別の例示的な方法のフロー図を示す。

40

【発明を実施するための形態】

【0020】

ここで、その例が添付図面に示されている本発明の例示的な実施形態への参照が、詳細に行われる。可能な限り、同一の参照番号が、同一または類似の部分に参照するように図面全体を通して使用される。

【0021】

本開示は、診断またはインターベンション冠動脈処置からの情報を使用した冠動脈解剖モデリングなどの、医療処置からの情報を使用した解剖モデリングを対象とする。さらに、本開示は、医療処置からの情報を使用したインターベンション治療をモデル化することを対象とする。さらに、開示は、治療処置中に（例えば、ステント留置またはバイパスの

50

結果として)発生する解剖学的及び/または生理学的変化をモニタリングし、変化を反映するように解剖学的及び/または生理学的モデルを更新するためのシステム及び方法を含み得る。医師が患者を治療する際に決定を行うことを助けるために患者の解剖及び/または生理学的モデルを更新することに応じて、治療の推奨、及び/または治療順位も更新され得る。

【0022】

より詳細には、本開示は、侵襲的または非侵襲的医療処置によって取得される解剖データを使用して、更新された解剖モデル及び治療選択肢を提供するためのシステム及び方法を対象とする。本開示のシステム及び方法は、(例えば、患者に対して行われる医療用撮像によって)患者情報を受信し、患者情報に基づく血管、血流、及び/または病理の患者固有の幾何形状を生成し、医療処置中に取得される追加の画像、測定値、またはデータに基づいてそのような患者固有の幾何形状を更新し得る。さらに、本開示のシステム及び方法は、更新済みの患者固有の幾何形状に対するインターベンション処置をモデル化してもよく、及び/または、更新済みの患者固有の幾何形状及び/または更新済みの患者固有の幾何形状に対するモデル化されたインターベンション処置に基づいて、推奨される治療選択肢を提供してもよい。

10

【0023】

例えば、本開示によれば、最初の解剖モデルが、例えば、非侵襲的撮像を用いて生成または取得されてもよく、最初のモデルと、後続の侵襲的または非侵襲的処置中に取得される追加のデータ及び/または測定値との対応関係が特定されてもよく、最初のモデル及び追加のデータが、モデルと追加のデータとの不一致について再調査されてもよい。不一致が見つかった場合、解剖モデルは、追加のデータを組み込み、不一致を減少させるように、更新されてもよい。このような方法、及びこのような方法を実行するためのシステムは、疑いのある疾患を有する患者のために診断し、計画し、治療を行う心臓専門医及びその他の医療専門家に恩恵をもたらし得る。

20

【0024】

別の実施例として、本開示によれば、解剖モデルが、例えば、非侵襲的撮像を用いて生成または取得され、インターベンションは、解剖モデルに関係する部位において患者に対し実行される。追加のデータ及び/または測定値は、解剖モデルに関係する部位におけるインターベンションによって生じる1つまたは複数の変化を反映するインターベンション中、及び/またはインターベンション後に、取得される。解剖モデルは、インターベンションによって生じる変化を組み込むように更新される。

30

【0025】

さらなる実施例として、本開示によれば、システム及び方法が、更新済みの解剖モデル、1つまたは複数のモデル化されたインターベンション処置、更新済みの解剖モデルに基づく1つまたは複数の推奨される処置、及び/または、1つまたは複数のモデル化されたインターベンション処置を、医療処置中に取得された情報を使用して、医師またはその他の医療専門家に医療処置中に提供するために開発され得る。それによって、医師またはその他の医療専門家は、インターベンション処置を実行しつつ、そのような更新済み解剖モデル、更新済み解剖モデルに基づくインターベンション処置のモデル、及び/または更新済み解剖モデルに基づく推奨される処置を利用可能となり得る。

40

【0026】

ここで図面を参照すると、図1は、医療処置からの情報を使用した解剖モデリングのための例示的なシステム及びネットワークの高度な概略図を示す。具体的には、図1は、複数の医師システム102、及び複数の第三者プロバイダシステム104を示し、その任意のものが、電子ネットワーク101に接続され得る。電子ネットワーク101は、例えば、インターネット、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク、または当技術分野において既知の任意の他のコンピュータネットワーク構成などの、コンピュータプロセッサ、電子記憶デバイスなどの有線または無線ネットワークであってもよい。複数の医師システム102、及び第三者システム104は、例えば、測定データ108、インターベン

50

ションデータ 110、及び患者データ 112 などの様々な種類のデータを収容し得る。このようなデータのカテゴリは、心臓などの人体の特定の解剖学的部位、及び/または心血管系などの人体の特定の系統、及び/または心臓及び近接する血管系などの人体の特定の系統の一部に関連してもよい。

【0027】

1つまたは複数のサーバシステム 106 は、また、電子ネットワーク 101 に接続され、例えば、電子ネットワーク 101 を介して医師システム 102 及び/または第三者システム 104 から受信した画像及びデータを記憶し、作成し、及び操作するための様々な電子デバイス及びプロセッサを含み得る。サーバシステム 106 は、例えば、画像及びデータを記憶するための記憶デバイス 120 と、記憶デバイス 122 に記憶された画像及びデータを処理及び操作するための処理デバイス 122 と、を含み得る。サーバシステム 106 は、また、以下でさらに説明するように、電子ネットワーク 101 を介して受信した、及び/または記憶デバイス 120 に記憶された、及び/または処理デバイス 122 で処理された、画像及びデータを使用して、解剖モデルを作成及び/または更新し得るモデリングエンジン 114 を含み得る。サーバシステム 106 は、また、例えば、モデリングエンジン 114 によって生成及び/または更新された解剖モデルに対するインターベンション処置候補をモデル化し得るインターベンションエンジン 116 と、モデリングエンジン 114 及び/またはインターベンションエンジン 116 によって生成及び/または更新された解剖及び/または生理学的モデルに基づいて医療処置の1つまたは複数の推奨を生成及び/または更新し得る推奨エンジン 118 と、を含み得る。サーバシステム 106 内のデバイス及びエンジンのうちの任意のものが、また、電子ネットワーク 101 を介してデータを送信及び/または受信し得る。

10

20

【0028】

より具体的には、医師システム 102 は、例えば、診療所、病院、及び/または医療クリニックにおいてデータ及び医療記録を収集及び記憶するシステム、及び医師によって使用される診断機械及びシステムを含み得る。データを収集し得る医師システム 102 の実施例は、心拍数及び血圧モニタ、血液分析機器、心電図 (ECG) 機械、磁気共鳴撮像 (MRI) 機械、コンピュータ断層撮影 (CT) 機械、PET スキャナ、SPECT スキャナ、OCT 機械、IVUS 機械、プレッシャワイヤ、及び他の撮像デバイスを含む。データを記憶し得る医師システム 102 の実施例は、医師患者データベース、コンピュータ、電子患者管理システム、及び医療記録保管システムを含む。

30

【0029】

第三者プロバイダシステム 104 は、例えば、付加的な施設においてデータ及び医療記録を記録するシステム、例えば、診断研究所、学術研究機関、保険会社、医療器具及び/またはインプラント製造業者などによって管理されるシステムなどを含み得る。第三者プロバイダシステム 104 は、また、撮像デバイス及び/または実験機器を含み得る。医師システム 102 及び/または第三者プロバイダシステム 104 は、例えば、患者の予約、患者の検査、医療画像、医療記録、医療インターベンション、アンケート、臨床検査、保険記録、製品カタログ、及び医療データベースからデータを収集し得る。

40

【0030】

医師システム 102 及び/または第三者プロバイダシステム 104 の測定データ 108 は、例えば、CT スキャン、MRI 処置、PET スキャン、SPECT スキャン、及び/または CCTA によって取得された患者の解剖学的構造の 2 次元及び 3 次元画像などの、医療測定デバイスを使用して患者から侵襲的及び/または非侵襲的に取られたデータを含み得る。CCTA は、胸痛を伴う患者の撮像に用いられてもよく、CT 技術を使用して造影剤の静脈注入後に心臓及び冠動脈を撮像することを伴う。医療測定デバイスを使用して患者から取られる追加のデータは、例えば、血圧、血液粘度、心拍数、ECG、血小板数、赤血球数、バイオマーカー評価、トレッドミル試験、心エコー検査、血管造影図、プレッシャワイヤ測定、OCT 画像及び/またはデータ、IVUS 画像及び/またはデータ、流量測定、血管内光学撮像、インターベンショナルスイート/手術室内の外部カメラなどを

50

含み得る。

【0031】

医師システム102及び/または第三者プロバイダシステム104のインターベンションデータ110は、例えば、インターベンションなどの医療処置の前後または医療処置中に取得される任意のデータ、例えば、インターベンションアプローチ処置、インターベンションのための適当な場所、インターベンションのための指標、患者及び/または患者の集団に対して行われたインターベンションの回数、成功率、コスト、リスク要因、インターベンションを行う方法、例えば、ステント、ワイヤなどのインターベンションツールのサイズ及び/または形状などを含み得る。

【0032】

医師システム102及び/または第三者プロバイダシステム104の患者データ112は、年齢、性別、体重、人種、民族、身長、家族歴、医療記録など、患者に関する追加の情報を含み得る。

【0033】

医師システム102及び/または第三者プロバイダシステム104は、例えば、上述のデータの任意のものを、互いに及び/またはサーバシステム106に、電子ネットワーク101を介して送信し得る。サーバシステム106は、1つまたは複数の有線または無線電子接続を介して相互接続され得る、1つまたは複数のコンピュータプロセッサ及び/または記憶デバイスであり得る。サーバシステム106は、医師システム102及び/または第三者プロバイダシステム104から受信される、例えば、画像を含むデータを1つまたは複数の記憶デバイス120に記憶し得る。

【0034】

記憶デバイス120は、1つまたは複数のコンピュータ、コンピュータプロセッサ、ハードドライブ、クラウドベースの記憶システム、及び/または、データ及び/または画像を電子的に記憶するように構成された他のシステムであり得る。記憶デバイス120は、例えば、1つまたは複数のデータベース、デジタルファイルシステム、及び/またはクラウドベースの記憶システムに、受信したデータを記憶し得る。さらに、サーバシステム106は、1つまたは複数の処理デバイス122において受信したデータを処理し得る。処理デバイス122は、例えば、受信したデータをカタログすること、患者、解剖学的特徴、インターベンション、測定デバイス、作成日、受信日などの1つまたは複数のカテゴリによりデータをソートすることによって、データを処理し得る。このような処理は、データを分析すること、及び/または、モデリングエンジン114、インターベンションエンジン116、及び/または推奨エンジン118に送信するデータを選択することも含み得る。記憶デバイス120及び/または処理デバイス122は、受信したデータを、それが記憶され、及び/または処理される前または後に、モデリングエンジン114、インターベンションエンジン116、及び/または推奨エンジン118に送信し得る。

【0035】

記憶デバイス120、処理デバイス122、モデリングエンジン114、インターベンションエンジン116、及び推奨エンジン118は、それぞれ、または全て、例えば、1つまたは複数のコンピュータプロセッサ、コンピュータ記憶デバイス、及び/またはこれらの組み合わせであってもよい。モデリングエンジン114は、以下でさらに詳細に説明される方法によって、記憶デバイス120及び/または処理デバイス122から受信した関連データを使用して、3次元解剖モデルを生成及び/または更新し得る。インターベンションエンジン116は、これもまた以下でさらに詳細に説明される方法によって、記憶デバイス120及び/または処理デバイス122から受信した関連データを使用して、及び/または、モデリングエンジン114によって作成または更新された解剖モデルを使用して、3次元解剖モデルに対するインターベンションをモデル化し得る。推奨エンジン118は、記憶デバイス120及び/または処理デバイス122から受信したデータ、モデリングエンジン114によって作成または更新された解剖モデル、及び/または、インターベンションエンジン116によってモデル化された1つまたは複数のインターベンショ

10

20

30

40

50

ンに少なくとも一部基づいて、１つまたは複数の推奨されるインターベンションを生成し得る。

【００３６】

モデリングエンジン１１４、インターベンションエンジン１１６、及び推奨エンジン１１８は、全て、それらが本明細書に記載される機能を実行することを可能にし得る任意のハードウェア上に位置し得る。例えば、モデリングエンジン１１４、インターベンションエンジン１１６、及び推奨エンジン１１８は、全て、単一のコンピュータ上で動作してもよく、または、例えば、直列または並列で動作するネットワーク化コンピュータのセットであってもよい。さらなる実施形態では、モデリングエンジン１１４、インターベンションエンジン１１６、及び推奨エンジン１１８の機能は、２つの計算機械、または４つ以上の計算機械によって共有され得る。

10

【００３７】

図２は、医療処置からの情報を用いて解剖モデルを生成及び／または更新するための例示的なシステム２００の別の概略図である。システム２００は、その全てが１つまたは複数の有線または無線接続を介して（例えば、電子ネットワーク１０１を通じて）相互接続され得る、モデリングエンジン１１４、インターベンションエンジン１１６、及び推奨エンジン１１８に、データ及び画像を送信するように構成され得る、例えば、記憶デバイス１２０及び処理デバイス１２２を含み得る。１つまたは複数のインターベンション及び／または測定デバイス２０４は、また、記憶デバイス１２０、処理デバイス１２２、モデリングエンジン１１４、インターベンションエンジン１１６、及び／または推奨エンジン１１８に接続され得る。モデリングエンジン１１４、インターベンションエンジン１１６、及び／または推奨エンジン１１８は、また、有線または無線接続を介して、少なくとも１つの端末２０６に電子的に接続され得る。端末２０６は、モデルディスプレイ２１０、及び推奨ディスプレイ２０８を含み得る。いくつかの実施形態では、システム２００は、１つまたは複数のサーバシステム１０６を含み得る。

20

【００３８】

インターベンション及び／または測定デバイス２０４は、患者に対してインターベンションを行い、及び／または、患者から測定値及び／または読み取り値を取るように構成される任意の医療デバイスであり得る。例えば、インターベンションデバイスは、例えば、内視鏡デバイス、腹腔鏡デバイス、ステント、人工インプラント（例えば、人工弁）、移植組織、及び針を含み得る。測定デバイスの実施例は、例えば、イメージインテンシファイア、血管造影図、プレッシャワイヤ、ＯＣＴデバイス、ＩＶＵＳデバイス、近赤外線分光（ＮＩＲＳ）デバイス、ラマン分光（ＲＳ）デバイス、ドップラーワイヤ、流量計、超音波デバイス、血管内光学撮像デバイス、心拍数及び血圧モニタ、血液分析機器（例えば、血液粘度、血小板数、赤血球数、及び／またはバイオマーカーを測定するための機器）、心電図（ＥＣＧ）機械、磁気共鳴撮像（ＭＲＩ）機械、コンピュータ断層撮影（ＣＴ）機械、ＰＥＴスキャナ、ＳＰＥＣＴスキャナ、心エコー検査機械、トレッドミル試験機器、及び／または、インターベンショナルスイートまたは手術室内の外部カメラを含み得る。インターベンション及び／または測定デバイス２０４は、また、測定値を取ること及び／または記録すること、及び／または、測定値を記憶デバイス１２０、処理デバイス１２２、モデリングエンジン１１４、インターベンションエンジン１１６、及び／または推奨エンジン１１８に送信することを支援し得る、１つまたは複数のコンピュータプロセッサであってもよく、または、１つまたは複数のコンピュータプロセッサを含んでもよい。インターベンション及び／または測定デバイス２０４は、必要に応じてシステムに追加され、またはシステムから除去され得る。

30

40

【００３９】

システム２００の端末２０６は、例えば、医療処置の場所、即ち医師の診療室、病院、検査室、または他の場所に位置してもよい。端末２０６は、例えば、コンピュータプロセッサと、テレビジョン、コンピュータ画面、タブレット画面、または他のモバイルデバイス画面などの少なくとも１つのディスプレイ画面とを含み得る。いくつかの実施形態では

50

、端末 206 は、患者を診断及び / または治療するために解剖モデリングが使用されている患者の近隣に位置してもよい。さらなる実施形態では、端末 206 は、医師の診療室に位置してもよい。さらなる実施形態では、端末 206 は、ウェブブラウザベースの端末であってもよく、例えば、パーソナルコンピュータ上でユーザによってアクセス可能であってもよい。このような実施形態では、ブラウザベースの端末は、セキュリティ保護されていてもよく、例えば、ログイン、または見るための他の資格証明書が必要であってもよい。さらなる実施形態では、システム 200 は、1 つより多くの端末 206 を含んでもよく、それぞれの端末 206 が、異なる場所に位置していてもよい (例えば、1 つは患者の近隣に位置してもよく、別の 1 つは医師の診療室に位置してもよく、別の 1 つは、ブラウザベースの端末であってもよい、など)。

10

【0040】

モデルディスプレイ 210 は、例えば、モデリングエンジン 114 及び / またはインターベンションエンジン 116 から受信されるモデルの視覚的ディスプレイであってもよい。いくつかの実施形態では、モデルディスプレイ 210 は、3 次元モデルの 2 次元視覚的表現であってもよい。いくつかの実施形態では、モデルディスプレイ 210 は、端末 206 から、または他の場所から操作可能であってもよい。例えば、医師などのユーザは、キーボード、マウス、またはタッチスクリーン入力を使用して、モデルディスプレイ 210 を回転、ズームイン、ズームアウトし、またはモデルディスプレイ 210 の一部についての細部を見てもよい。いくつかの実施形態では、例えば、1 つまたは複数の血流特性、1 つまたは複数の病変または閉塞の位置、及び / または、例えば、ステント、人工弁、移植組織などの 1 つまたは複数のインターベンションデバイスの位置などの、様々な特性及び測定値が、モデルディスプレイ 210 上においてテキスト形式でラベル付けされてもよい。いくつかの実施形態では、モデルディスプレイは、例えば、端末 206 の画面上のデジタルウィンドウ内であってもよい。さらなる実施形態では、例えば、端末 206 の一部であり、例えば推奨ディスプレイ 208 の画面とは別の、分離した画面上に、モデルディスプレイ 210 があってもよい。

20

【0041】

推奨ディスプレイ 208 は、例えば、推奨エンジン 216 から受信した医学的治療についての 1 つまたは複数の推奨の視覚的表示であってもよい。いくつかの実施形態では、例えば、推奨ディスプレイは、インターベンションについての 1 つまたは複数の推奨のリストであってもよい。このような実施形態では、推奨ディスプレイは、リスト内の各エントリ毎に、推奨されるインターベンションの種類、及び / またはインターベンションが推奨される部位の名称を示してもよい。いくつかの実施形態では、推奨ディスプレイは、また、どのインターベンション物質 (例えば、ステントまたは他のインプラント) が必要かを示してもよい。いくつかの実施形態では、推奨ディスプレイは、モデルディスプレイ 210 に隣接して位置するデジタルウィンドウディスプレイであってもよい。さらなる実施形態では、推奨ディスプレイは、モデルディスプレイ 210 に統合されてもよく、例えば、インターベンションエンジン 116 によって生成される 1 つまたは複数の推奨されるインターベンションのモデルを、モデルディスプレイ 210 上に表示してもよい。さらなる実施形態では、推奨ディスプレイは、例えば、インターベンションについての 1 つまたは複数の推奨の選択可能なリストを含んでもよく、選択されると、そのそれぞれが、モデルディスプレイ 210 上の視覚的モデル内に表示されてもよい。

30

40

【0042】

本開示の一実施形態は、患者の心臓画像を使用して、患者の心臓、血管系の患者固有の解剖モデル、及び / またはその特徴を導き出し、1 つまたは複数のインターベンション及び / または測定デバイスから受信される追加のデータを使用して、幾何モデルを更新する。例えば、図 3 は、処置からの情報を使用した解剖モデリングの例示的な方法 300 のブロック図を示す。図 3 に示される例示的な方法は、例えば、サーバシステム 106 によって実行され得る。具体的には、図 3 に示されるように、医療処置からの情報を使用した解剖モデリングのための 1 つの方法 300 は、解剖モデル及び関連する特性を、例えば電子

50

的形式で受信すること（ステップ 302）を含む。方法 300 は、モデル及び関連する特性の表現を表示すること（ステップ 304）をさらに含み得る。方法 300 は、モデル及び関連する特性に基づいて、1つまたは複数の推奨される治療選択肢を表示すること（ステップ 306）をさらに含み得る。このような推奨される治療選択肢は、例えば、推奨エンジン 118 によって生成されてもよく、端末 206 上のモデル 210 の表示に隣接して推奨ディスプレイ 208 上に表示されてもよい。方法 300 は、また、1つまたは複数のインターベンション及び/または測定デバイス 204 からの、追加の測定値、患者固有のデータ、及び/またはインターベンションデータなどの追加のデータを受信すること（ステップ 308）を含み得る。方法 300 は、モデルと追加のデータとの対応関係を特定すること（ステップ 310）をさらに含み得る。このような対応関係は、例えば、追加のデータの1つまたは複数の点をモデルの1つまたは複数の態様に関連付けることを含み得る。方法 300 は、モデル及び関連する特性と、追加のデータとの不一致をモニタリングすること（ステップ 312）をさらに含み得る。このような不一致は、例えば、追加のデータの1つまたは複数の点と、モデルの対応する態様との不整合であってもよい。不一致が見つからなかった場合、モニタリングステップが継続され得る。不一致が見つかった場合、モデル及び関連する特性は、不一致を除去または減少させるように更新され得る（ステップ 314）。モデル及び関連する特性を更新することは、例えば、不一致が検出された追加のデータの1つまたは複数の点に対応するモデルの態様を調整することを含み得る。方法 300 は、例えば、端末 206 上に、更新済みモデル及び関連する特性の表現を表示すること（ステップ 316）をさらに含み得る。方法 300 は、1つまたは複数の、表示されるべき更新済みの推奨される治療選択肢を表示すること（ステップ 318）をさらに含み得る。このような更新済みの推奨される治療選択肢は、例えば、推奨エンジン 118 から取得されてもよく、推奨エンジン 118 は、更新済みモデル及び/または関連する特性に少なくとも一部基づいて、更新済み治療選択肢を生成してもよい。モニタリングステップ 312 は、更新済みモデル及び/または更新済みの推奨される治療選択肢の表現の表示中または表示完了後に繰り返されてもよい。

10

20

【0043】

方法 300 は、ここで、図 3 を参照して以下でより詳細に説明され、特定の例示的な特徴及び例示的なステップを含む。

【0044】

一実施形態では、ステップ 302 に従って受信される解剖モデル及び関連する特性は、例えば、心血管系などの系統の少なくとも一部の患者固有のモデルであってもよい。例えば、解剖モデルは、例えば、冠動脈、頸動脈、脳血管、末梢血管、腎血管、内臓脈管構造、大動脈、内側及び外側の血管壁、ブランク構造、左心室心筋、心臓全体、筋組織、及び/または内臓組織を含む、任意の血管系、解剖学的構造、または副系統の表現を含んでもよい。解剖モデルは、上記系統、解剖学的構造、または副系統のいずれかの患者固有の幾何形状などの、系統の様々な患者固有の態様を表現し得る。このような幾何形状は空間内の点のリストとして（場合によっては、各点についての隣接点のリストと共に）表現されてもよく、そのリストにおいては、空間が、点の間の空間単位（例えば、ミリメートル）にマッピングされ得る。一実施形態では、解剖モデルは、例えば、3次元モデルであってもよい。

30

40

【0045】

ステップ 302 に従って受信される、関連する特性は、例えば、患者の年齢または患者の性別などの、例えば、1つまたは複数の推定による、または既知の、患者の生理学的または表現型パラメータを含み得る。関連する特性は、また、1つまたは複数の血流特性、心血管リスク、及び/または解剖モデル内の1つまたは複数の位置における生体力学的特性を含み得る。このような特性及び/またはリスクの実施例は、部分冠血流予備量比（FFR）、冠血流予備能（CFR）、圧力、流量、流速、軸方向ブランク応力、壁面せん断応力、振動せん断指数、ブランク力、心機能（例えば、一回拍出量、駆出率など）、壁運動、心臓、筋肉または臓器灌流、心臓電気生理学特性（例えば、電気伝播）、ブランク破

50

裂リスク、心筋リスク、心臓及び／または組織灌流、ブランク進展または退縮の可能性、合併症の可能性、及び／または脈動流を含む。関連する特性は、例えば、医師システム 102、第三者システム 104、記憶デバイス 120、及び／または処理デバイス 122 から受信されてもよく、及び／または、生成された解剖モデルを使用してモデリングエンジン 114 及び／またはインターベンションエンジン 116 によって生成されてもよい。

【0046】

関連する特性は、また、受信した解剖モデルに基づく計算によって特定され得る。例えば、血流特性などの特性は、解剖モデルを用いて、3次元血流シミュレーション、次数低減モデルの血流シミュレーション（例えば、1次元の血流シミュレーション）、有限要素計算、生体力学シミュレーション、電気生理学シミュレーション、データベースからの機械学習を使用した、シミュレートされた量及び／またはリスクの推定などを行うことによって特定されてもよい。

10

【0047】

解剖モデル及び関連する特性は、例えば、モデリングエンジン 114 によって、記憶デバイス 120 に記憶されたデータ（例えば、画像）、処理デバイス 122 によって処理されたデータ、及び／または、1つまたは複数の医師システム 102 及び／または第三者プロバイダシステム 104 から受信した任意の測定データ 108、インターベンションデータ 110、及び／または患者データ 112 を使用して、生成及び／または更新され得る。例えば、モデリングエンジン 114 は、記憶デバイス 120、処理デバイス 122、医師システム 102、及び／または第三者システム 104 からデータを受信してもよく、受信したデータを使用して、患者固有の解剖モデルを構築し、関連する特性を特定してもよい。いくつかの実施形態では、このようなデータは、例えば、CT または CCTA 処置、MRI、または任意の他の非侵襲的処置によって非侵襲的に取得される患者の解剖学的構造の画像を含み得る。一実施形態では、このようなデータは、CCTA データであってもよく、患者の心臓のいくつかの「スライス」または断面図に関する画像及び／またはデータのセットであってもよい。このとき、モデリングエンジン 114 は、受信したスライスを用いて患者の心臓の3次元画像を構築してもよい。モデリングエンジン 114 は、患者の心臓の解剖モデルをさらに構築し、及び／または解剖モデルについての1つまたは複数の関連する特性を生成するために、3次元画像に対する FFR-CT（部分血流予備量比コンピュータ断層撮影）分析をさらに実行し得る。FFR-CT 分析は、例えば、その全体が参照により本明細書に組み込まれる、Charles A. Taylor によって 2011 年 1 月 25 日に出願された米国特許番号第 8,315,812 号において、より徹底的に論じられている。モデリングエンジン 114 は、患者の心臓の解剖モデルをさらに構築し、及び／または解剖モデルについての1つまたは複数の関連する特性を生成するために、3次元画像に対する CPR（曲面任意多断面再構成）分析を代替的に、または追加的に実行し得る。

20

30

【0048】

代替的には、磁気共鳴撮像（MRI）または超音波（US）などの他の非侵襲的撮像方法、またはデジタルサブトラクション血管造影（DSA）などの侵襲的撮像方法が、患者の解剖学的構造の画像を生成するために使用され得る。当該撮像方法は、解剖学的構造の識別を可能にするために、患者の静脈内に造影剤を注入することを伴い得る。結果として得られる画像データ（例えば、CCTA、MRI などによって提供される）は、放射線実験室または心臓専門医などの第三者システム 104 から、または患者の医師システム 102 などによって提供され得る。画像データは、モデリングエンジン 114 によって受信されるだけでなく、記憶デバイス 120 によって記憶され、及び／または処理デバイス 122 によって処理され得る。このようなモデルを作成し、関連する特性を特定する方法は、例えば、その全体が参照により本明細書に組み込まれる米国特許番号第 8,315,812 号において、より完全に説明されている。解剖モデルは、例えば、1つのデジタルファイル、または複数のデジタルファイルなどの電子記憶媒体において受信され得る。

40

【0049】

50

ステップ 304 に従ってモデルの表現を表示することは、例えば、端末 206 のモデルディスプレイ 210 上にモデルの表現を表示することを含み得る。いくつかの実施形態では、モデルの表現は、例えば、3次元レンダリング、カラーリング、シェーディング、プロットなどを用いて、所望の角度及び/または断面から見られるモデルの視覚的表現であってもよい。いくつかの実施形態では、視覚的表現は、例えば、内腔表面、外壁表面、ブランク、ブランク構造、閉塞、心臓、心筋組織、及び/または、他の筋肉または臓器を含む、解剖モデルの3次元レンダリングを含み得る。いくつかの実施形態では、解剖モデルの表現は、入力方法によって操作可能であってもよい。例えば、端末 206 は、キーボード、マウス、タッチスクリーンインタフェース、または、ユーザ入力を受信するように構成される他のハードウェアを備えてもよく、モデルディスプレイ 210 上の解剖モデルの表現は、回転され、拡大され、縮小され、または様々な断面から見ることも可能であってもよい。別の実施形態では、解剖モデルの表現を表示することは、同時または順次のいずれかで、複数の角度からモデルを表示することを含み得る。別の実施形態では、ステップ 304 に従って表示される表現は、解剖モデルの簡略化バージョン、例えば、簡略図形、概略表現、及び/またはこれらの組み合わせであってもよい。

10

20

30

40

50

【0050】

ステップ 304 に従って表示される関連する特性は、例えば、ステップ 302 に従って受信される関連する特性、及び/または、モデリングエンジン 114 及び/またはインターベンションエンジン 116 によって生成される任意の関連する特性のいずれかであってもよい。関連する特性は、例えばモデルディスプレイ 210 上にモデルの統合部分として、及び/または、モデルディスプレイ 210 上か、例えば端末 206 における別の画面上かのいずれかに、解剖モデルの表現への注釈として、及び/または解剖モデルとは別のリストとして、表示され得る。例えば、冠動脈解剖モデル内のブランクの位置、サイズ、及び形状が、解剖モデルの表現上の幾何形状によって表現されてもよい。別の実施例として、血管損傷は、場合によっては損傷の種類を記述する注釈及びテキストと共に、損傷の部位に対応する解剖モデルの表現の部分上にマーキングすることによって表現されてもよい。さらなる実施例として、レイノルズ数、ウォルムズリ (Wolmsley) 数、及び/または局所流量は、それらが適用される部位においてモデル上の注釈によって表現されてもよい。代替的には、1つまたは複数のこのような特性は、モデルディスプレイ 210 上のモデルの表現とは別のリストによって表現されてもよい。

【0051】

ステップ 306 に従って表示される、推奨される治療選択肢は、受信した解剖モデル及び関連する特性に少なくとも依存して変化し得る。治療選択肢候補は、例えば、考えられるステント位置、バイパス位置、ロータブレーション、アテレクトミー、血管形成術、動脈内膜切除術、PCI、冠動脈バイパス術 (CABG)、頸動脈及び/または末梢血管インターベンション、腎臓及び/または腸間膜血行再建、動静脈アクセス術、ペースメーカーリードの位置、切除部位などを含み得る。

【0052】

いくつかの実施形態では、推奨される治療選択肢は、例えば、推奨エンジン 118 によって、例えば、医師システム 102、第三者システム 104、記憶デバイス 120、処理デバイス 122、及び/またはインターベンションエンジン 116 などの1つまたは複数のソースから受信される複数の治療選択肢候補に基づいて生成され得る。1つまたは複数のソースのうちの任意のものが、薬品、外科的処置、及び/または診断処置などの複数の治療選択肢を記憶し得る。各治療選択肢は、治療選択肢、リスク要因、コスト、成功可能性、及び/または、医師システム 102 または第三者システム 104 から受信され得る任意のインターベンションデータ 110、についての標識などの、1つまたは複数の種類のインターベンションデータに関連付けられ得る。

【0053】

いくつかの実施形態では、推奨エンジン 118 は、モデリングエンジン 114 から解剖モデル及び関連する特性を受信してもよく、複数の治療選択肢候補、受信した解剖モデル

、及び／または関連する特性に基づいて、推奨される治療選択肢のリストを生成してもよい。推奨される治療選択肢は、推奨エンジン 118 が対象であるものとしてカテゴライズし得る、解剖モデル内の特定の特性に対応し得る。例えば、推奨エンジン 118 は、解剖モデル内の所与の場所において表現される最適未満の血流量を認識してもよく、治療選択肢が所与の場所で血流量を増加させるように計画されることを示すインターベンションデータを有する推奨される治療選択肢を生成してもよい。別の実施例として、推奨エンジン 118 は、解剖モデル内のある位置においてブランクの増大を認識してもよく、ブランクを除去するように計画される 1 つまたは複数の推奨される治療選択肢を追加してもよい。

【0054】

いくつかの実施形態では、推奨エンジン 118 は、ステップ 302 に従って受信した解剖モデルに基づいて、治療選択肢候補のインターベンションモデル及び関連する特性を生成するようにインターベンションエンジン 116 に問い合わせることによって、推奨される治療選択肢を特定し得る。インターベンションエンジン 116 は、例えば、受信した解剖モデルに従う治療選択肢候補をモデル化してもよく、受信した解剖モデルに従う治療選択肢候補の生成済みモデルに基づいて、受信した解剖モデルの関連する特性への 1 つまたは複数の変更を計算してもよい。推奨エンジン 118 は、治療候補が解剖モデルに改善をもたらすかどうかを特定するために、生成されたインターベンションモデル及び関連する特性を分析してもよく、その分析に基づいて、治療選択肢候補を推奨される治療選択肢として指定してもよく、またはしなくてもよい。

10

【0055】

さらなる実施形態では、推奨エンジン 118 は、患者にもたらすリスクのレベル、治療の成功率などの治療選択肢候補に関連付けられたインターベンションデータに基づいて、1 つまたは複数の治療選択肢候補を評価し得る。推奨エンジン 118 は、また、治療選択肢候補の上記分析のうちの任意のものの組み合わせに基づいて、1 つまたは複数の治療選択肢候補を評価し得る。

20

【0056】

さらなる実施形態では、1 つまたは複数の治療選択肢は、例えば、その双方の全体が参照により明細書に組み込まれる、Ryan Spilker らによって 2014 年 7 月 3 日に出願された米国特許番号第 9,449,146 号、または Leo Grady らによって 2014 年 4 月 16 日に出願された米国特許番号第 9,043,190 号に記載されたものなどの、完全または部分的に自動化されたシステムによって生成され得る。いくつかの実施形態では、推奨エンジン 118 は、1 つまたは複数の、このような完全または部分的に自動化されたシステムを含み得る。

30

【0057】

さらなる実施形態では、1 つまたは複数の治療選択肢は、医師またはその他の医療専門家によって提案され、または所望されてもよく、1 つまたは複数の推奨される治療選択肢に手動で追加されてもよい。

【0058】

推奨される治療選択肢は、端末 206 上に表示されるモデルの統合された部分として表示され得る。例えば、ステップ 304 に従って表示される解剖モデルの表現は、解剖モデルに従う 1 つまたは複数のインターベンション候補の表現と重ね合わされてもよく、またはそれと置換されてもよい。解剖モデルに従う 1 つまたは複数のインターベンション候補の表現は、例えば、インターベンションエンジン 116 によって生成され得る。複数の推奨される治療選択肢が、解剖モデルの表現上に同時に表示されてもよく、または 1 度に 1 つ表示されてもよい。代替の実施形態では、推奨される治療選択肢は、例えば、選択可能なエントリのリストとして、推奨ディスプレイ 208 上に別々に表示されてもよい。いくつかの実施形態では、推奨ディスプレイ 208 上のそれぞれの選択可能なエントリが、選択時にモデルディスプレイ 210 上に表示される解剖モデル上で見られてもよい。

40

【0059】

いくつかの実施形態では、推奨される治療選択肢は、それぞれの可能な治療の最適性を

50

反映するように採点され得る。可能な治療の最適性は、例えば、患者の年齢などの患者データ、インターベンションの成功率、インターベンションの容易性、患者に対するストレス要因などのインターベンションデータ、及び／または、可能な治療から生じ得る、解剖モデルへの見込みのある改善に基づいてもよい。例えば、インターベンションエンジン 116 は、解剖モデルにおけるステント位置候補をモデル化してもよく、遠位血管の場合は 0.8 のカットオフ値より大きな FFR を達成すると計算してもよい。推奨エンジン 118 は、次いで、それにしたがってステント位置候補を採点してもよく、及び／または最適性の順序で、他の治療選択肢候補の中のステント位置候補をランク付けしてもよい。いくつかの実施形態では、1 つまたは複数の推奨される治療選択肢の最適性が、ステップ 306 に従って 1 つまたは複数の推奨される治療選択肢の表示と共に表示され得る。例えば、1 つまたは複数の推奨される治療選択肢が、最適性の順序でステップ 306 に従って表示されてもよい。

10

【0060】

ステップ 308 に従って受信される追加のデータは、解剖モデル、関連する特性、及び／または患者に関する任意の追加のデータであってもよく、例えば、1 つまたは複数のインターベンション及び／または測定デバイス 204 から受信されるデータを含む。追加のデータは、例えば、画像（例えば、血管造影図）の視野角、解剖モデル内の 1 つまたは複数の位置における内腔サイズ、ある位置における圧力または FFR、ある位置における血流量、心拍数、心収縮力、ブランク位置または構造、壁運動、心臓または他の臓器のサイズ及び形状、壊死または血流不全の形跡、電気的情報（例えば、電圧、電流、抵抗など）、患者の生理学的状態、心機能（例えば、一回拍出量、駆出率など）、壁面せん断応力または軸方向ブランク応力、ブランク、血管壁、筋肉、または臓器にかかる力、患者の動き、バイパス移植、または、受信した解剖モデルに関連する任意の他の特性に関係し得る。

20

【0061】

いくつかの実施形態では、インターベンション及び／または測定デバイス 204 は、追加のデータを、測定値の形式、画像の形式、及び／または他の形式で、モデリングエンジン 114、インターベンションエンジン 116、及び／または推奨エンジン 118 に送信するように構成され得る。例えば、インターベンション及び／または測定デバイス 204 は、測定値、画像、及び／または他のデータを、（図 1 に示すような）医師システム 102 または第三者プロバイダシステム 104 に送信するように構成され得る。医師システム 102 または第三者プロバイダシステム 104 は、次いで、例えば、電子ネットワーク 101 を介して、モデリングエンジン 114、インターベンションエンジン 116、及び／または推奨エンジン 118 にデータを送信し得る。さらなる実施形態では、インターベンション及び／または測定デバイスは、測定値、画像、及び／または他のデータを、（図 1 に示すような）医師システム 102 または第三者プロバイダシステム 104 に送信するように構成され得る。医師システム 102 または第三者プロバイダシステム 104 は、次いで、（例えば、電子ネットワーク 101 を介して）処理デバイス 120 及び／または記憶デバイス 122 にデータを送信し得る。処理デバイス 120 及び／または記憶デバイス 122 は、次いで、モデリングエンジン 114、インターベンションエンジン 116、及び／または推奨エンジン 118 にデータを送信し得る。

30

40

【0062】

さらなる実施形態では、医師または他の実施者は、インターベンション及び／または測定デバイスから受信されるデータ及び／または測定値を、医師システム 102 の一部であるコンピュータなどのデバイス上に取り出してもよく、デバイスは、次いで、このようなデータ及び／または測定値を、記憶デバイス 120、処理デバイス 122、モデリングエンジン 114、インターベンションエンジン 116、及び／または推奨エンジン 118 のうちの 1 つまたは複数に送信してもよい。

【0063】

ステップ 310 に従ってモデルと追加のデータとの対応関係を特定することは、例えば、処理デバイス 122、モデリングエンジン 114、及び／またはインターベンションエ

50

ンジン 1 1 6 によって実行され得る。対応関係を特定することは、例えば、追加のデータにより影響を受ける解剖モデル及び / または関連する特性の特徴または複数の特徴を識別することを含み得る。いくつかの実施形態では、対応関係は、受信した解剖モデルの部位に対する追加のデータ、または受信した解剖モデルの追加の特性の登録を実行することによって特定され得る。例えば、医師、インターベンション及び / または測定デバイス 2 0 4、処理デバイス 1 2 2、モデリングエンジン 1 1 4、及び / またはインターベンションエンジン 1 1 6 は、追加データに場所を割り当ててもよく、その場所は、受信した解剖モデル上の位置に対応する。さらなる実施形態では、対応関係は、追加データを解剖モデル内の目印から取るために使用されるインターベンション及び / または測定デバイス 2 0 4 の距離（例えば、大動脈口からのプレッシャワイヤの距離）を知ることによって特定され得る。

10

【 0 0 6 4 】

いくつかの実施形態では、複数種類の追加データが、1つまたは複数のインターベンション及び / または測定デバイス 2 0 4、または他のソースから受信され得る。例えば、追加データは、例えば、プレッシャワイヤと血管造影図の双方から受信され得る。このような実施形態では、受信した解剖モデルと追加データとの対応関係を特定するステップが、追加データの各タイプ毎に実行され得る。

【 0 0 6 5 】

ステップ 3 1 2 に従って解剖モデル及び関連する特性と追加のデータとの不一致をモニタリングすることは、例えば、モデリングエンジン 1 1 4、インターベンションエンジン 1 1 6、及び / または処理デバイス 1 2 2 によって実行され得る。不一致は、例えば、追加データと解剖モデルとの間で特定される対応関係に基づく、追加データの1つまたは複数の点と、受信した解剖モデルの構成との不整合であってもよい。モニタリングステップ 3 1 2 は、例えば、インターベンションまたは診断処置の間中ずっと継続されてもよい。複数種類の追加データが受信される実施形態では、モニタリングステップ 3 1 2 は、追加データの各種類及び解剖モデルに関して実行されてもよい。モニタリングステップは、断続的に、または連続的に実行されてもよく、方法 3 0 0 の他のステップ、例えば、ステップ 3 1 4 ~ 3 1 8 のうちの任意のものを同時に実行しながら実行されてもよい。

20

【 0 0 6 6 】

ステップ 3 1 4 に従って不一致を除去するようにモデルを更新することは、見つかった不一致に依存する、モデルへの多様な変更を含み得る。例えば、血管造影図、OCT、またはIVUSから受信される追加データが、受信した解剖モデル内の病変サイズと比較した、病変サイズの不一致を検出する結果となる場合、解剖モデルは、侵襲的に検出された病変サイズを反映するように更新されてもよい。

30

【 0 0 6 7 】

さらなる実施例として、プレッシャワイヤからの血圧測定値の形式の追加データが、受信した解剖モデルにおいて示される血圧とは異なる場合、解剖モデルは、プレッシャワイヤによって測定された血圧を含むように更新されてもよい。

【 0 0 6 8 】

別の実施例として、ドップラーワイヤによって検出または予測された冠動脈血流測定値の形式の追加データが、受信した解剖モデルにおける冠動脈血流量とは異なる場合、解剖モデルは、ドップラーワイヤによって測定または予測された冠動脈血流量が含まれるように更新されてもよい。

40

【 0 0 6 9 】

さらなる実施例として、追加データが、解剖モデルにおいて使用されるパラメータとは異なる心収縮力を示す場合、解剖モデルは、測定された心収縮力を含むように更新されてもよい。

【 0 0 7 0 】

さらなる別の実施例として、追加データが、受信した解剖モデルのブランク構造、サイズ、及び / または形状とは異なる、測定されたブランク構造、サイズ、及び / または形状

50

を示す場合、解剖モデルのブランクサイズ、構造、形状、力計算、破裂リスク、予測されるブランク進展または退縮、及び／または危険な状態の心筋が、追加データにおいて受信した、測定されたブランク構造、サイズ、及び／または形状を反映するように更新されてもよい。

【0071】

さらなる別の実施例として、追加データが、受信した解剖モデルにおける局所心臓バイアビリティとは異なる、測定された局所心臓バイアビリティを示す場合、局所心臓バイアビリティ及び電気生理学予測が、不一致を減少させるように解剖モデルにおいて更新されてもよい。

【0072】

さらなる実施例として、追加データが、解剖モデルにおいて完全閉塞としてモデル化されている病変が実際には部分的であると示す場合、解剖モデルの境界条件及び血流特性が、再計算されてもよい。

【0073】

さらなる別の実施例として、追加データが、患者の生理学的状態（例えば、充血、安静など）を表す場合、解剖モデルについての境界条件が更新されてもよく、血流特性が再計算されてもよい。

【0074】

さらなる別の実施例として、心筋壁運動に関する追加データが、組織バイアビリティの低下、運動の差異、または硬直を示す場合、心機能、灌流評価、電気生理学パラメータ、及び／または、血流特性計算のための境界条件が再計算され得るように、解剖モデルが更新されてもよい。

【0075】

別の実施例として、インターベンション処置の間ステントが配備され、ステント配備を反映する追加データが受信される場合、解剖モデルは、例えば、FFRコンピュータ断層撮影計算（FFR-CT）における圧力差を変更することによって、ステントの存在を反映するように更新されてもよい。

【0076】

さらなる別の実施例として、例えば、経皮的冠動脈インターベンション（PCI）の間に受信される追加データが、解剖モデルにおけるFFR及び内腔直径値とは異なるFFR及び内腔直径値を示す場合、解剖モデルについてのFFR-CT計算の入力が、不一致を減少させるように調整されてもよい。例えば、追加のFFR-CT値によって、血管セグメントにわたる狭窄率が組み込まれる結果となってもよい。

【0077】

関連する特性を更新することは、例えば、新たな、または更新済みの血流特性、生体力学的特性、及び／または、更新済みモデルに基づくリスクスコアを特定することを含み得る。例えば、更新済みの血流特性、生体力学的特性、及び／またはリスクスコアは、更新済みの解剖モデルを用いて、3次元血流シミュレーション、次数低減モデルの血流シミュレーション（例えば、1次元の血流シミュレーション）、有限要素計算、生体力学シミュレーション、電気生理学シミュレーション、データベースからの機械学習を使用した、シミュレートされた量及び／またはリスクの推定を行うことによって計算されてもよい。

【0078】

ステップ316に従って更新済みのモデル及び関連する特性の表現を表示することは、例えば、ステップ304に従って最初の受信したモデル及び関連する特性の表現を表示することに関する、上述した方法のうちの任意のものによって達成され得る。追加的には、更新済みモデルの表現を表示することは、例えば、イメージインテンシファイアまたは血管造影図からの視野角などの、追加データによってもたらされる視野角を合致させることを含み得る。

【0079】

ステップ318に従って表示されるべき1つまたは複数の更新済みの推奨される治療選

10

20

30

40

50

択肢は、更新済みの解剖モデルに基づいて特定され得る。このような更新済みの推奨される治療選択肢は、例えば、推奨エンジン 118 によって特定され得る。推奨エンジン 118 は、ステップ 306 に関して上述したように、更新済みモデル及び / または関連する特性に少なくとも一部基づいて、更新済み治療選択肢を生成し得る。例えば、追加のデータが、解剖モデルにおいて更新済みの病変サイズ、導管サイズ、病変構造をもたらす場合、推奨エンジン 118 は、更新済み解剖モデルに基づいて、治療選択肢または機器選択（例えば、更新済みの大動脈及び / または冠動脈の解剖学的構造または構成に基づく、カテーテル構成、カテーテル形状選択）を再計算し得る。さらなる実施例として、推奨エンジン 118 は、更新済みモデルに基づいて、1 つまたは複数の推奨される治療選択肢の最適性を再評価してもよい。例えば、解剖モデルに表された 2 つの連続病変のうちの 1 つにステントが置かれたことを、追加データが表す場合、推奨エンジン 118 は、第 2 の連続病変へのステント留置の有益性を評価または再評価（例えば、任意で、インターベンションエンジン 116 を使用して、第 2 の連続病変におけるステント留置と、血流特性などの、更新済み解剖モデルの 1 つまたは複数の特性に対する留置の効果とをモデル化すること）してもよい。

10

【0080】

方法 300 のステップは、繰り返して実行されてもよく、または、例えば、インターベンションまたは診断処置の間、同時に、繰り返して、及び / またはリアルタイムで実行されてもよい。いくつかの実施形態では、方法 300 の全てのステップが実行されなくともよい。さらなる実施形態では、方法 300 のステップのサブセットが、繰り返し実行されてもよく、一方、他のステップは、1 回だけ実行されるか、または実行されない。

20

【0081】

図 4A ~ 4B は、処置からの情報を使用した解剖モデリングのためのより詳細な例示的な方法 400 のブロック図を示す。ステップ 402 によれば、患者固有の血管及び / または解剖モデルが、例えば、電子記憶媒体において受信され得る。このような血管及び / または解剖モデルは、本明細書に記載される方法のうちの任意のものに従って（例えば、CCTA からの画像を使用して）、例えば、モデリングエンジン 114 によって生成及び / または更新されてもよく、及び / または、記憶デバイス 120 及び / または処理デバイス 122 から取り出されてもよい。ステップ 402 によれば、1 つまたは複数の血流特性、心血管リスク、及び / または、血管及び / または解剖データに関する生体力学的特性が、受信され得る。このような血流特性、心血管リスク、及び / または生体力学的特性は、例えば、医師システム 102、第三者プロバイダシステム 104、記憶デバイス 120、及び / または処理デバイス 122 から受信されてもよく、及び / または、ステップ 402 に従って受信される血管及び / または解剖モデルを使用して、モデリングエンジン 114 によって生成及び / または計算されてもよい。例えば、1 つまたは複数の血流特性は、解剖モデルに従う FFR - CT 分析、及び / または、例えば、医師システム 102、第三者プロバイダシステム 104、記憶デバイス 120、及び / または処理デバイス 122 から受信される画像及び / またはデータを使用して、モデリングエンジン 114 によって計算され得る。

30

【0082】

ステップ 406 によれば、モデル及び関連する血流特性、心血管リスク、及び / または生体力学的特性の表現が表示され得る。このような表示は、例えば、端末 206、モデルディスプレイ 210、及び / または推奨ディスプレイ 208 を使用して、例えば、方法 300 に関して本明細書に記載される表示方法のうちの任意のものに従ってもよい。ステップ 408 によれば、1 つまたは複数のインターベンション選択肢の表現は、また、本明細書で前述した方法のうちの任意のものを使用して、モデル上に表示され得る。

40

【0083】

ステップ 410 によれば、患者の血管及び / または解剖データに関する追加情報が、1 つまたは複数の測定デバイスから受信され得る。例えば、本明細書で前述したように、追加情報は、1 つまたは複数のインターベンション及び / または測定デバイス 204 から受

50

信され得る。ステップ 4 1 2 によれば、本明細書で前述したように、モデルと追加情報との対応関係が特定され得る。ステップ 4 1 4 によれば、追加情報及びモデルは、例えば、モデリングエンジン 1 1 4、処理デバイス 1 2 2、インターベンションエンジン 1 1 6、または他のプロセッサによって、2つの間の不一致についてモニタリングされ得る。不一致が発見されると、ステップ 4 1 6 に従って、例えば、モデリングエンジン 1 1 4 を使用することによって、モデルは、不一致を除去または減少させるように更新され得る。ステップ 4 1 8 によれば、更新済みモデル及び/または追加情報に基づく新たな血流特性、生体力学的特性、及び/またはリスクスコアが、特定され得る。例えば、更新済みモデルを使用して、モデリングエンジン 1 1 4 は、新たな血流特性、生体力学特性、及び/またはリスクスコアを取得するために、更新済みモデルを使用して新たな F F R - C T 分析を実行してもよい。ステップ 4 2 0 によれば、例えば、端末 2 0 6 のモデルディスプレイ 2 0 8 上のモデルの表現の表示が、更新済みモデルに基づいて更新され得る。ステップ 4 2 2 によれば、新たな血流特性、生体力学特性、及び/またはリスクスコアが、例えば、端末 2 0 6 または記憶デバイス 1 2 0 などの、電子ディスプレイ及び/または電子記憶デバイスに出力され得る。ステップ 4 2 4 によれば、表示（例えば、モデルディスプレイ 2 1 0）が、解剖学的構造、計算された血流特性、生体力学特性、及び/またはリスクスコアの変化を反映するように更新され得る。ステップ 4 2 6 によれば、1つまたは複数のインターベンション選択肢の表現は、例えば、インターベンションエンジン 1 1 6 によって、モデルに基づいて更新され得る。ステップ 4 2 8 によれば、推奨される治療選択肢または機器選択は、モデルに基づいて更新され得る。例えば、推奨エンジン 1 1 8 は、例えば、更新済みモデル、及び/または、解剖学的構造、血流特性、生体力学特性、及び/またはリスクスコアの変化に基づいて、複数の推奨される治療選択肢または機器選択を生成または更新してもよい。さらなる追加的な情報が、ステップ 4 1 4 に従って受信されてもよく、それに対してステップ 4 1 6 ~ 4 2 8 が適用されてもよい。

10

20

30

40

50

【0084】

方法 4 0 0 のステップは、繰り返して実行されてもよく、または、例えば、インターベンションまたは診断処置の間、同時に、繰り返して、及び/またはリアルタイムで実行されてもよい。いくつかの実施形態では、方法 4 0 0 の全てのステップが実行されなくともよい。さらなる実施形態では、方法 4 0 0 のステップのサブセットが、繰り返し実行されてもよく、一方、他のステップは、1回だけ実行されるか、または実行されない。

【0085】

いくつかの実施形態では、方法 3 0 0 及び 4 0 0 のステップは、追加的に、医師またはその他の医療専門家などのユーザが、例えば、キーボード、マウス、及び/またはタッチスクリーンインタフェースなどの、端末 2 0 6 と連結した入力デバイスを使用して、1つまたは複数の受信した解剖モデル及び/または関連する特性、表示された推奨される治療選択肢、更新済みの解剖モデル及び/または関連する特性、及び/または更新済みの推奨される治療選択肢を、記憶及び/または取り出すことを可能にし得る。

【0086】

代替の実施形態では、モデリングエンジン 1 1 4、インターベンションエンジン 1 1 6、及び推奨エンジン 1 1 8 の機能は、別々の分離したカテゴリに分割されなくともよいが、その代わりに、1つまたは複数のコンピュータプロセッサによって共有及び実行されてもよい。

【0087】

本明細書の開示の例示的な形態を、ここで説明する。ブランク及び/または血管壁の部分血流予備量比コンピュータ断層撮影（F F R - C T）マップ及び/または曲面任意多断面再構成（C P R）画像を示す、電子記憶媒体（例えば、ネットワークドライブ、ハードドライブ、クラウドドライブ、モバイルフォン、タブレットなど）内の患者固有の血管及び/または解剖モデルが、受信され得る。次いで、1つまたは複数のステントが、医療専門家によって選択される位置及び順番で、患者固有の血管及び/または解剖モデルによって表される患者の解剖学的構造内に導入され得る。F F R - C T マップ及び/または C P

R 画像を示す患者固有の血管及び／または解剖モデルは、コンピュータモニタなどの画像スクリーン上に表示され得る。ステントの存在と、モデルに表される脈管構造及び／または解剖学的構造に対するその影響（FFR - CTマップ内の圧力差の変化）とを反映するように、各ステントが配備されるとモデルが更新され得る。モデルは、ディスプレイ上で周期的に回転されてもよく、モデルがリアルタイムの物理的变化（例えば、1つまたは複数のステントの留置）と同期するように、常に、及び／またはモデルの回転毎に更新されてもよい。処置の品質及び／または速度、及び／または処置の成果を改善するための処置の選択肢のリストが、1つまたは複数のステントの挿入中にリアルタイムで提供され得る。この更新は、ユーザがステント留置ソリューションを予測するために仮想ステント留置を行うことを可能にすること、ユーザがステント留置の選択肢を記憶し、取り出し、及び／または表示することを可能にすること、ユーザが処置の進行中に随意にステント留置ソリューションを実行することを可能にすること、及び／または、それぞれの新たなステントが配備され、定位置に置かれた後で固定され得る「現在の状況」ソリューションを更新すること、を含み得るが、これらに限定されない。

10

【0088】

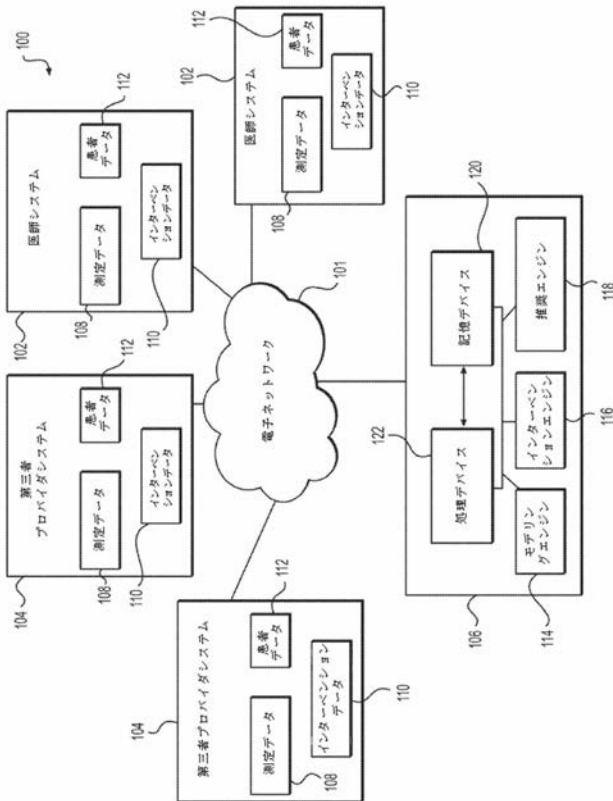
本明細書で説明した任意の実施形態において記載された任意の態様は、本明細書に記載された任意の他の実施形態と共に使用され得る。本明細書に記載されたあらゆる方法ステップは、任意の単一のコンピュータプロセッサ及び／またはサーバ、または、コンピュータサーバ及び／またはプロセッサの組み合わせによって実行されてもよく、任意の適当なコンピュータプロセッサ、コンピュータプロセッサの組み合わせ、インタラクティブなディスプレイまたは複数のディスプレイ、モニタ（複数可）、またはスクリーン（複数可）上の所与の位置に局所的に、またはリモートで完成されてもよい。

20

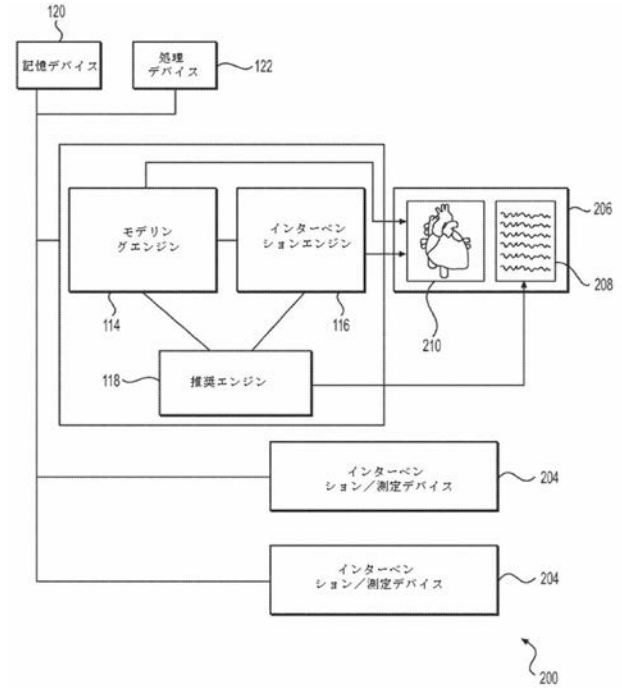
【0089】

様々な修正及び変形が、本開示の範囲から逸脱することなく、開示されたシステム及びプロセスにおいて行われ得ることは、当業者には明らかである。他の実施形態は、本明細書の考察及び本明細書に開示された開示の実施から、当業者には明らかである。明細書及び実施例は、単なる例示と考えられることを意図するものであり、本開示の正確な範囲及び趣旨は、以下の特許請求の範囲によって示されている。

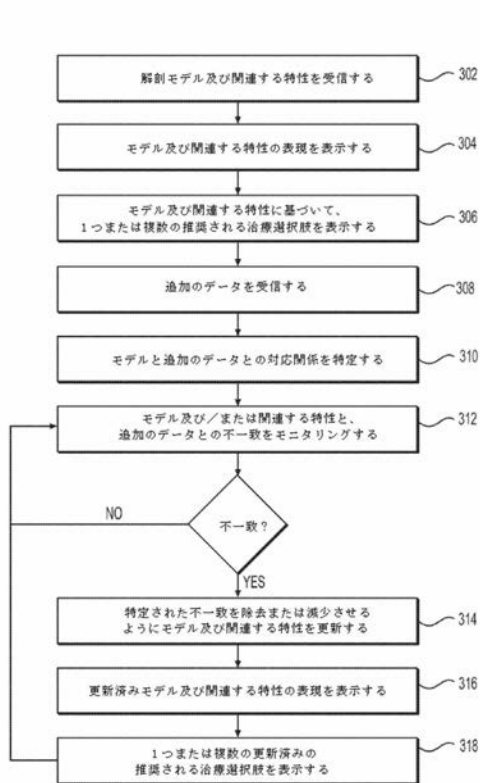
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4 A】

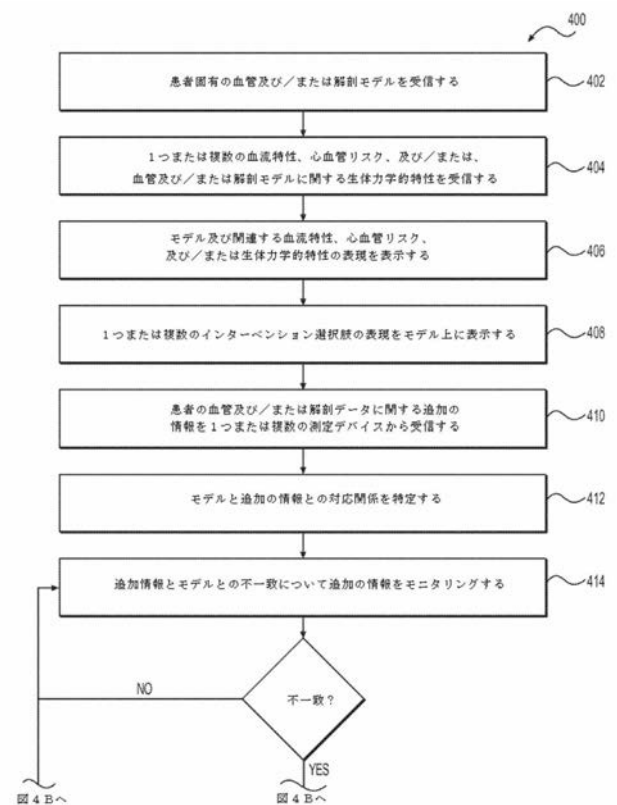
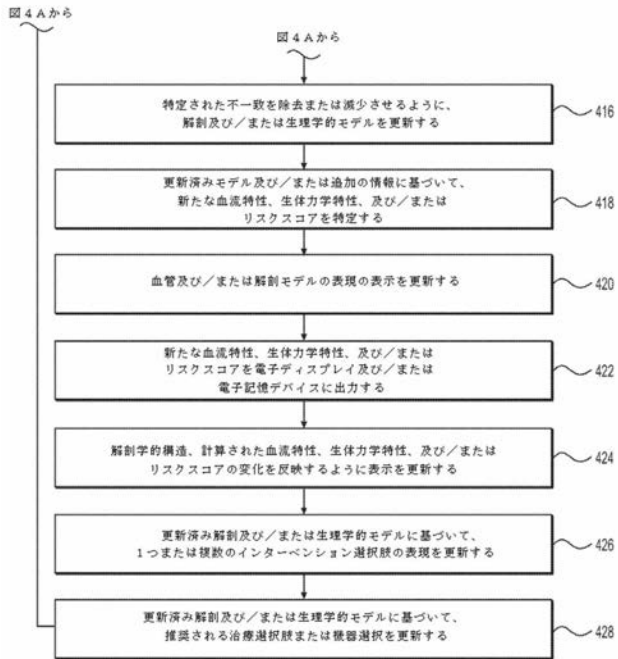


図 4 Bへ

図 4 Bへ

【図 4 B】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2016/061155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G06F19/00
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)

G06F

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/022250 A1 (MANSI TOMMASO [US] ET AL) 23 January 2014 (2014-01-23) paragraph [0005] - paragraph [0007] paragraph [0020] - paragraph [0072] -----	1-20
A	US 2012/084064 A1 (DZENIS YURIS [US] ET AL) 5 April 2012 (2012-04-05) paragraph [0010] - paragraph [0011] -----	1-20
A	US 9 058 692 B1 (GRADY LEO [US] ET AL) 16 June 2015 (2015-06-16) column 2, line 40 - column 4, line 50 -----	1-20
A	US 2015/199478 A1 (BHATIA VIVEK NARESH [US] ET AL) 16 July 2015 (2015-07-16) paragraph [0008] - paragraph [0012] -----	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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 2017

Date of mailing of the international search report

06/02/2017

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

Rinelli, Pietro

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2016/061155

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014022250	A1	23-01-2014	NONE

US 2012084064	A1	05-04-2012	NONE

US 9058692	B1	16-06-2015	EP 3132419 A1 22-02-2017
			US 9058692 B1 16-06-2015
			US 2015302631 A1 22-10-2015
			US 2016275716 A1 22-09-2016
			WO 2015160763 A1 22-10-2015

US 2015199478	A1	16-07-2015	AU 2015204800 A1 16-06-2016
			CA 2934288 A1 16-07-2015
			CN 106062755 A 26-10-2016
			EP 3092587 A1 16-11-2016
			KR 20160078509 A 04-07-2016
			US 2015199478 A1 16-07-2015
			US 2015269718 A1 24-09-2015
			US 2016217569 A1 28-07-2016
			WO 2015105944 A1 16-07-2015

フロントページの続き

(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, DJ, 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, KW, 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

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 グラディー , レオ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 2 5 , ミルブレー , ラスエン ドライブ 1 3 2 0

(72)発明者 テイラー , チャールズ エー .

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 2 5 , メンロー パーク , シャロン パーク ドライブ 3 5 0 , ナンバー 5 2 3

(72)発明者 ロジャース , キャンベル

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 2 8 , ポートラ バレー , ウエストリッジ ドライブ 1 6 0

(72)発明者 ザリンス , クリストファー ケー .

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 2 5 , メンロー パーク , セミナリー ドライブ 1 9 9

(72)発明者 チョイ , ギルウー

アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 4 0 , マウンテン ビュー , パッケッティ ウェイ 1 0 5

Fターム(参考) 4C117 XA01 XB20 XD24 XD25 XE43 XE44 XE45 XE46 XG14 XJ01
XJ12 XJ48 XN04 XQ02

专利名称(译)	使用来自治疗的信息进行解剖建模的系统和方法		
公开(公告)号	JP2018536476A	公开(公告)日	2018-12-13
申请号	JP2018523492	申请日	2016-11-09
[标]申请(专利权)人(译)	哈特弗罗公司		
申请(专利权)人(译)	心脏流，公司		
[标]发明人	グラディーレオ テイラーチャールズエー ロジャースキャンベル ザリンスクリストファーケー チョイギルウー		
发明人	グラディー，レオ テイラー，チャールズ エー. ロジャース，キャンベル ザリンス，クリストファー ケー. チョイ，ギルウー		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	G16H50/50		
FI分类号	A61B5/00.G		
F-TERM分类号	4C117/XA01 4C117/XB20 4C117/XD24 4C117/XD25 4C117/XE43 4C117/XE44 4C117/XE45 4C117/XE46 4C117/XG14 4C117/XJ01 4C117/XJ12 4C117/XJ48 4C117/XN04 4C117/XQ02		
代理人(译)	夏木森下 飯田TakashiSatoshi 石川大介 山本健作		
优先权	62/253566 2015-11-10 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

具体实施方式本公开的各种实施例总体上涉及医学成像和相关方法。本文公开了一种使用在医疗过程期间获取的信息进行解剖建模的系统和方法，由此生成或获得第一解剖模型以及第一模型和侵入性或非侵入性模型。如果识别出与侵入性程序的附加数据和/或测量结果的对应，并且在初始模型和附加数据之间发现差异，则解剖模型结合附加数据并减少不一致性所以它更新了。点域1

