(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-501263
(P2025-501263A)
(43)公表日　令和7年1月17日(2025.1.17)

(51)国際特許分類　FI
Ａ６１Ｂ　34/20　(2016.01)　Ａ６１Ｂ　34/20
Ａ６１Ｂ　34/10　(2016.01)　Ａ６１Ｂ　34/10

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全30頁）

(21)出願番号　特願2024-539633(P2024-539633)
(86)(22)出願日　令和4年12月16日(2022.12.16)
(85)翻訳文提出日　令和6年7月24日(2024.7.24)
(86)国際出願番号　PCT/IB2022/062376
(87)国際公開番号　WO2023/126753
(87)国際公開日　令和5年7月6日(2023.7.6)
(31)優先権主張番号　63/295,516
(32)優先日　令和3年12月31日(2021.12.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,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
最終頁に続く

(71)出願人　518083032
オーリス ヘルス インコーポレイテッド
アメリカ合衆国、９５０５４ カリフォルニア州、サンタ・クララ、グレート・アメリカ・パークウェイ ５４９０
(74)代理人　100088605
弁理士　加藤 公延
(74)代理人　100130384
弁理士　大島 孝文
(72)発明者　アイバリ・エリフ
アメリカ合衆国、９４０６５ カリフォルニア州、レッドウッド・シティ、ショアライン・ドライブ １５０
(72)発明者　イブラギモフ・ボラート
アメリカ合衆国、９４０６５ カリフォルニア
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　二次元画像位置合わせ

(57)【要約】
本開示は、二次元画像を拡張するためのシステム、デバイス、及び方法に関する。

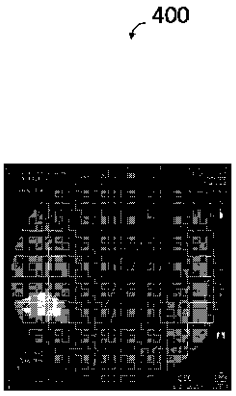


FIG. 4

【特許請求の範囲】
【請求項１】
器具の位置情報を用いて二次元画像を拡張し得る医療システムであって、前記医療システムが、
位置センサ座標フレームに対応する二次元画像データを生成する、１つ以上の撮像デバイスと、
コンピュータ実行可能命令を記憶するメモリであって、前記コンピュータ実行可能命令が、制御回路によって実行された場合に、前記制御回路に、
前記二次元画像データ内の解剖学的構造の第１のセグメントを、前記解剖学的構造の一部に対応するものとして識別することであって、前記二次元画像データが、二次元画像データ座標フレームに対応する、ことと、
位置センサから前記器具の位置センサデータを取得することであって、前記位置センサデータが、第１の期間にわたって前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示す、ことと、
前記位置センサデータ及び前記解剖学的構造の前記第１のセグメントを使用して、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の変換を決定することと、
前記位置センサから生成された追加の位置センサデータを使用して、前記器具の更新された位置を決定することと、
前記変換を使用して、前記更新された位置を示すデータを、前記二次元画像内に表示させることと、を実行させる、メモリと、を備える、医療システム。
【請求項２】
前記１つ以上の撮像デバイスが、蛍光透視装置を含む、請求項１に記載の医療システム。
【請求項３】
前記解剖学的構造が、腎臓を含む、請求項１に記載の医療システム。
【請求項４】
前記一部が、尿管、腎盂、又は腎杯のうちの１つである、請求項３に記載の医療システム。
【請求項５】
前記位置センサが、電磁センサ、形状検知ファイバ、ジャイロスコープ、加速度計、又は磁力計のうちの少なくとも１つを含む、請求項１に記載の医療システム。
【請求項６】
前記二次元撮像データが、腎盂像である、請求項１に記載の医療システム。
【請求項７】
前記二次元撮像データが、手術前に取得される、請求項１に記載の医療システム。
【請求項８】
前記位置センサデータが、手術中に取得される、請求項７に記載の医療システム。
【請求項９】
前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、
前記位置センサデータを使用して、腎臓マップを生成することと、
前記二次元撮像データと前記腎臓マップとを位置合わせすることと、を更に含む、請求項１に記載の医療システム。
【請求項１０】
前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、
前記解剖学的構造に対する前記１つ以上の撮像デバイスに関連付けられた角度を取得することと、
前記角度に基づいて、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとを整列させることと、を実行させる、請求項９に記載の医療システム。

【請求項１１】
前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスから前記角度を受信することを更に含む、請求項１０に記載の医療システム。
【請求項１２】
前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスの所望の角度を決定することを更に含む、請求項１０に記載の医療システム。
【請求項１３】
前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、前記二次元画像データの三次元表現を生成することを更に含む、請求項１に記載の医療システム。
【請求項１４】
前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、
前記二次元画像データを取得した後のある期間に、前記１つ以上の撮像デバイスから、非造影二次元データを取得することと、
器具形状を決定することと、
前記器具形状に基づいて、前記第１のセグメントの表現と共に、前記非造影二次元データをディスプレイデバイス上にレンダリングさせることと、を実行させる、請求項１に記載の医療システム。
【請求項１５】
前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、
前記器具の追加の位置センサデータを取得することを実行させ、前記追加の位置センサデータが、第２の期間にわたって、前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示し、前記器具形状を決定することが、前記追加の位置センサデータに基づく、請求項１４に記載の医療システム。
【請求項１６】
前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、
前記非造影二次元画像データ内の第２のセグメントを前記器具に対応するものとして識別することを実行させ、前記器具形状を決定することが、前記第２のセグメントに基づく、請求項１４に記載の医療システム。
【請求項１７】
命令が記憶されている非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令が、実行された場合に、デバイスのプロセッサに、少なくとも、
医療システムの１つ以上の撮像デバイスによって生成された二次元画像データを取得することであって、前記二次元画像データが、位置センサ座標フレームに対応する、ことと、
前記二次元画像データ内の解剖学的構造の第１のセグメントを、前記解剖学的構造の一部に対応するものとして識別することであって、前記二次元画像データが、二次元画像データ座標フレームに対応する、ことと、
位置センサから器具の位置センサデータを取得することであって、前記位置センサデータが、第１の期間にわたって前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示す、ことと、
前記位置センサデータ及び前記解剖学的構造の前記第１のセグメントを使用して、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の変換を決定することと、
前記位置センサから生成された追加の位置センサデータを使用して、前記器具の更新された位置を決定することと、
前記変換を使用して、前記更新された位置を示すデータを、前記二次元画像内に表示させることと、を行わせる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項１８】
前記１つ以上の撮像デバイスが、蛍光透視装置を含む、請求項１７に記載の非一時的コ

ンピュータ可読記憶媒体。
【請求項１９】
前記解剖学的構造が、腎臓を含む、請求項１７に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２０】
前記一部が、尿管、腎盂、又は腎杯のうちの１つである、請求項１９に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２１】
前記位置センサが、電磁センサ、形状検知ファイバ、ジャイロスコープ、加速度計、又は磁力計のうちの少なくとも１つを含む、請求項１７に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２２】
前記二次元撮像データが、腎盂像である、請求項１７に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２３】
前記二次元撮像データが、手術前に取得される、請求項１７に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２４】
前記位置センサデータが、手術中に取得される、請求項２３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２５】
前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、
前記位置センサデータを使用して、腎臓マップを生成することと、
前記二次元撮像データと前記腎臓マップとを位置合わせすることと、を更に含む、請求項１７に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２６】
前記命令が、前記プロセッサに、更に、
前記解剖学的構造に対する前記１つ以上の撮像デバイスに関連付けられた角度を取得することと、
前記角度に基づいて、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとを整列させることと、を行わせる、請求項２５に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２７】
前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスから前記角度を受信することを更に含む、請求項２６に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２８】
前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスの所望の角度を決定することを更に含む、請求項２６に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項２９】
前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、前記二次元画像データの三次元表現を生成することを更に含む、請求項１７に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項３０】
前記命令が、前記プロセッサに、更に、
前記二次元画像データを取得した後のある期間に、前記１つ以上の撮像デバイスから、非造影二次元データを取得することと、
器具形状を決定することと、
前記器具形状に基づいて、前記第１のセグメントの表現と共に、前記非造影二次元データをディスプレイデバイス上にレンダリングさせることと、を行わせる、請求項１７に記

載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項３１】
前記命令が、前記プロセッサに、更に、
前記器具の追加の位置センサデータを取得させ、前記追加の位置センサデータが、第２の期間にわたって、前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示し、前記器具形状を決定することが、前記追加の位置センサデータに基づく、請求項３０に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項３２】
前記命令が更に、前記プロセッサに、前記非造影二次元画像データ内の第２のセグメントを前記器具に対応するものとして識別させ、前記器具形状を決定することが、前記第２のセグメントに基づく、請求項３０に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。
【請求項３３】
器具の位置情報を用いて、二次元画像を拡張する方法であって、前記方法が、
医療システムの１つ以上の撮像デバイスによって生成された二次元画像データを取得することであって、前記二次元画像データが、位置センサ座標フレームに対応する、ことと、
前記二次元画像データ内の解剖学的構造の第１のセグメントを、前記解剖学的構造の一部に対応するものとして識別することであって、前記二次元画像データが、二次元画像データ座標フレームに対応する、ことと、
位置センサから前記器具の位置センサデータを取得することであって、前記位置センサデータが、第１の期間にわたって前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示す、ことと、
前記位置センサデータ及び前記解剖学的構造の前記第１のセグメントを使用して、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の変換を決定することと、
前記位置センサから生成された追加の位置センサデータを使用して、前記器具の更新された位置を決定することと、
前記変換を使用して、前記更新された位置を示すデータを、前記二次元画像内に表示させることと、を含む、方法。
【請求項３４】
前記１つ以上の撮像デバイスが、蛍光透視装置を含む、請求項３３に記載の方法。
【請求項３５】
前記解剖学的構造が、腎臓を含む、請求項３３に記載の方法。
【請求項３６】
前記一部が、尿管、腎盂、又は腎杯のうちの１つである、請求項３５に記載の方法。
【請求項３７】
前記位置センサが、電磁センサ、形状検知ファイバ、ジャイロスコープ、加速度計、又は磁力計のうちの少なくとも１つを含む、請求項３３に記載の方法。
【請求項３８】
前記二次元撮像データが、腎盂像である、請求項３３に記載の方法。
【請求項３９】
前記二次元撮像データが、手術前に取得される、請求項３３に記載の方法。
【請求項４０】
前記位置センサデータが、手術中に取得される、請求項３９に記載の方法。
【請求項４１】
前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、
前記位置センサデータを使用して、腎臓マップを生成することと、
前記二次元撮像データと前記腎臓マップとを位置合わせすることと、を更に含む、請求項３３に記載の方法。

【請求項４２】
前記解剖学的構造に対する前記１つ以上の撮像デバイスに関連付けられた角度を取得することと、
前記角度に基づいて、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとを整列させることと、を更に含む、請求項４１に記載の方法。
【請求項４３】
前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスから前記角度を受信することを更に含む、請求項４２に記載の方法。
【請求項４４】
前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスの所望の角度を決定することを更に含む、請求項４２に記載の方法。
【請求項４５】
前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、前記二次元画像データの三次元表現を生成することを更に含む、請求項３３に記載の方法。
【請求項４６】
前記二次元画像データを取得した後のある期間に、前記１つ以上の撮像デバイスから、非造影二次元データを取得することと、
器具形状を決定することと、
前記器具形状に基づいて、前記第１のセグメントの表現と共に、前記非造影二次元データをディスプレイデバイス上にレンダリングさせることと、を更に含む、請求項３３に記載の方法。
【請求項４７】
前記器具の追加の位置センサデータを取得することを更に含み、前記追加の位置センサデータが、第２の期間にわたって、前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示し、前記器具形状を決定することが、前記追加の位置センサデータに基づく、請求項４６に記載の方法。
【請求項４８】
前記非造影二次元画像データ内の第２のセグメントを、前記器具に対応するものとして識別することを更に含み、前記器具形状を決定することが、前記第２のセグメントに基づく、請求項４６に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
（関連出願の相互参照）
本出願は、２０２１年１２月３１日に出願された、米国特許仮出願第６３／２９５，５１６号、発明の名称「ＴＷＯ－ＤＩＭＥＮＳＩＯＮＡＬ　ＩＭＡＧＥ　ＲＥＧＩＳＴＲＡＴＩＯＮ」の優先権を主張するものであり、その開示は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。
【背景技術】
【０００２】
様々な医療処置は、人体解剖学的構造を貫通して治療部位に到達するように構成された、１つ以上のデバイスの使用を伴う。特定の動作プロセスは、患者内の医療器具の位置を特定し、患者内の関心領域を視覚化することを、含み得る。そうするために、多くの医療器具は、器具の位置を追跡するためのセンサを含んでもよく、埋め込み型カメラ又は視覚プローブとの互換性のある使用等の視覚能力を、含んでもよい。
【図面の簡単な説明】
【０００３】
種々の実施形態を説明を目的として添付図面に示すが、決して本開示の範囲を限定するものと解釈するべきではない。なお、開示した異なる実施形態の種々の特徴を組み合わせ

て、本開示の一部である更なる実施形態を、形成し得る。図面の全体を通して、参照番号を、参照要素間の対応関係を示すために再使用する場合がある。
【図１】本開示の態様による様々な医療処置を実行するための、例示的な二次元画像位置合わせシステムを示す、ブロック図である。
【図２】１つ以上の実施形態による、拡張二次元画像を示す図である。
【図３】例示的実施形態による、器具の位置情報を二次元画像に追加する方法を示す、フローチャートである。
【図４】例示的実施形態による、セグメント化データを有する二次元画像の例を示す、図である。
【図５】例示的実施形態による、例示的な拡張非造影画像を示す、図である。
【発明を実施するための形態】
【０００４】
本明細書で提供される進行方向は、便宜的なものに過ぎず、必ずしも開示の範囲又は意味に影響を及ぼすものではない。特定の例示的実施形態を以下に開示するが、本主題は、具体的に開示した実施形態を越えてその他の代替的な実施形態及び／又は使用まで、並びに変更及びその均等物にまで及ぶ。したがって、本明細書から生じ得る特許請求の範囲は、以下に記載される特定の実施形態のうちのいずれかによって限定されるものではない。例えば、本明細書で開示した任意の方法又はプロセスにおいて、方法又はプロセスの行為又は動作は、任意の好適な順序で行ってもよく、必ずしも何らかの特定の開示した順序に限定されるものではない。様々な動作が、特定の実施形態を理解することに役立ち得る方法で、複数の別個の動作として順々に説明され得るが、しかしながら、説明の順序は、これらの動作が順序に依存することを含意するように解釈されるべきではない。更に、本明細書に記載の構造体、システム、及び／又はデバイスは、統合された構成要素又は別個の構成要素として、具体化され得る。様々な実施形態を比較する目的で、これらの実施形態の特定の態様及び利点について説明する。必ずしも全てのこのような態様又は利点が、任意の特定の実施形態によって実現されるわけではない。したがって、例えば、様々な実施形態が、本明細書で同様に教示又は示唆され得るその他の態様又は利点を必ずしも実現することなく、本明細書で教示される１つの利点又は利点の群を実現又は最適化する方法で、行われ得る。
【０００５】
概要
本開示は、二次元画像を、位置センサからの三次元データ、又はロボットデータ（例えば、挿入コマンド、後退コマンド、関節運動等）などの任意のその他の好適な三次元システムデータで拡張するための、システム、デバイス、及び方法に関する。
【０００６】
二次元画像位置合わせシステム
図１は、本開示の態様に従って様々な医療処置を実行するための、例示的な二次元画像位置合わせシステム１００を示す、ブロック図である。二次元画像位置合わせシステム１００は、患者１３０に対して処置を行うために、医療器具１２０と係合する及び／又は医療器具を制御するように構成された、ロボットシステム１１０を、含む。二次元画像位置合わせシステム１００はまた、ロボットシステム１１０とインターフェースし、処置に関する情報を提供する、及び／又はその他の様々な操作を実行するように構成された、制御システム１４０を、含む。例えば、制御システム１４０は、医師１６０を支援するために、特定の情報を提示するディスプレイ（複数可）１４２を、含み得る。ディスプレイ（複数可）１４２は、モニタ、スクリーン、テレビ、仮想現実ハードウェア、拡張現実ハードウェア、三次元撮像デバイス（例えば、ホログラムデバイス）等、又はそれらの組み合わせであってもよい。二次元画像位置合わせシステム１００は、患者１３０を保持するように構成された台１５０を、含み得る。システム１００は、ロボットシステム１１０の１つ以上のロボットアーム１１２によって保持され得るか、あるいは独立型デバイスであり得る、電磁（electromagnetic、ＥＭ）場発生器１８０を更に含み得る。実施例では、二

次元画像位置合わせシステム１００はまた、Ｃアームに一体化される、及び／又は蛍光透視法タイプの処置などの処置中に、撮像を提供するように構成され得る、撮像デバイス１９０を、含み得る。

【０００７】

いくつかの実装形態では、二次元画像位置合わせシステム１００は、経皮的処置を実行するために、使用され得る。例えば、患者１３０が、尿路を通して除去するには大きすぎる腎石を有する場合、医師１６０は、患者１３０上の経皮的アクセス点を通して腎石を除去するための処置を、実行し得る。例示するために、医師１６０は、制御システム１４０と対話して、ロボットシステム１１０を制御し、医療器具１２０（例えば、スコープ）を、尿道から膀胱を通して尿管を上昇させ、結石が位置する腎臓内に前進させて、ナビゲートし得る。制御システム１４０は、医師１６０が医療器具１２０をナビゲートすることを支援するために、それを用いて取り込まれたリアルタイム（実時間）画像などの、医療器具１２０に関する情報を、ディスプレイ（複数可）１４２を介して提供し得る。

【０００８】

腎石の（例えば、腎杯内の）部位になると、医療器具１２０を使用して、腎臓に経皮的にアクセスするために、医療器具１７０（例えば、針）の標的位置（例えば、腎臓にアクセスするための所望の点）を、指定／タグ付けし得る。腎臓及び／又はその周囲の解剖学的構造への損傷を最小限に抑えるために、医師１６０は、医療器具１７０で腎臓内へと進入するための標的位置として、特定の乳頭を指定し得る。しかし、その他の標的位置を指定又は決定し得る。医師が特定の乳頭を通して患者１３０内へと医療器具１７０を駆動することを支援するために、制御システム１４０は、位置センサデータ、ロボットデータ、画像データなどのシステムからの三次元データに基づいて拡張された、二次元画像データのレンダリングを含み得る、視覚化インターフェース１４４を、提供し得る。より詳細に説明されるように、可視化インターフェース１４４は、医療器具１７０を標的位置に駆動する際に役立つ情報を、オペレータに提供してもよい。一実施形態による視覚化インターフェース２００の一実施例が、図２に示されている。例えば、視覚化インターフェース２００は、器具の位置を二次元画像内の位置にマッピングする視覚インジケータを、含んでもよい。例えば、オペレータは、器具の特定の位置を目的の位置として「タグ付け（ｔａｇ）」又はその他の方法で、マーク付け若しくは指定してもよい。例えば、腎結石除去において、オペレータは、エンドスコープを異なる腎杯に移動させ、エンドスコープが目的の腎杯に到達した場合に、それらの位置にタグを付けてもよい。視覚化インターフェース２００は、タグ付けされた位置２１０ａ、２１０ｂ、２１０ｃを含む。可視化インターフェースはまた、現在位置インジケータ２２０などによって、内視鏡の現在位置を表す視覚インジケータを、レンダリングしてもよい。更に、処置の過程でスコープがどこを移動したかをオペレータが理解することが、有用であり得る。これは、内視鏡が、解剖学的構造に対してどこにあったかの視覚的インジケータを提供する、追跡インジケータ２３０によって、示されている。二次元画像内のスコープの位置の配置は、位置センサ空間内の位置を二次元画像内の位置にマッピングするために、本明細書で説明される位置合わせ技術を使用し得ることが、理解されよう。

【０００９】

引き続き図１を参照すると、器具１７０が標的に到達すると、医師１６０は、医療器具１７０及び／又は別の医療器具を使用して、腎結石を患者１３０から摘出し得る。このような器具の１種は、経皮カテーテルであってもよい。経皮カテーテルは、器具１２０と同様に、操縦能力を有する器具であってもよいが、いくつかの実施形態では、専用カメラ又は位置センサがなくてもよい。いくつかの実施形態は、拡張視覚化インターフェース１４４を使用して、解剖学的構造内で経皮カテーテルを駆動するのに役立つ拡張画像を、レンダリングしてもよい。

【００１０】

上記の経皮的処置及び／又はその他の処置は、医療器具１２０を使用する文脈で考察されているが、いくつかの実装形態では、経皮的処置が医療器具１２０の支援を伴わずに、

実行され得る。更に、二次元画像位置合わせシステム１００は、その他の様々な処置を行うために、使用され得る。

【００１１】

更に、多くの実施形態では、医師１６０が医療器具１７０を使用すると記述されているが、医療器具１７０は、代替的に、二次元画像位置合わせシステム１００の構成要素によって、使用され得る。例えば、医療器具１７０は、ロボットシステム１１０（例えば、１つ以上のロボットアーム１１２）によって保持／操作され得るが、本明細書で考察される技術は、医療器具１７０を適切な姿勢（又は配向又は配置等の姿勢の態様）で挿入して標的位置に到達させるために、ロボットシステム１１０を制御するように、実装され得る。

【００１２】

図１の実施例では、医療器具１２０は、スコープとして実装され、医療器具１７０は、針として実装される。こうして、考察を容易にするために、医療器具１２０は、「スコープ１２０（the scope 120）」又は「管腔ベースの医療器具１２０（the lumen-based medical instrument 120）」と称され、医療器具１７０は、「針１７０（the needle 170）」又は「経皮的医療器具１７０（the percutaneous medical instrument 170）」と称される。しかしながら、医療器具１２０及び医療器具１７０は、それぞれ、例えば、スコープ（「内視鏡（endoscope）」と称される場合もある）、針、カテーテル、ガイドワイヤ、腎石砕石器、バスケット回収デバイス、鉗子、バキューム、針、メス、撮像プローブ、顎部、ハサミ、把持部、針ホルダ、マイクロ切開器具、ステープルアプライヤ、タッカ、吸引／灌注ツール、クリップアプライヤ等を含む、好適なタイプの医療器具として、実装され得る。いくつかの実施形態では、医療器具は操縦可能デバイスであり、その他の実施形態では、医療器具は非操縦可能デバイスである。いくつかの実施形態では、手術ツールは、針、外科用メス、ガイドワイヤなどの、人体構造を穿刺するか、あるいは人体構造を通して挿入されるように構成された、デバイスを指す。しかし、手術ツールはその他のタイプの医療器具を指し得る。

【００１３】

いくつかの実施形態では、スコープ１２０及び／又は針１７０などの医療器具は、別のデバイスに送信され得るセンサデータを生成するように構成されているセンサを含む。実施例では、センサデータは、医療器具の位置／向きを示し得る、及び／又は医療器具の位置／向きを決定するために使用され得る。例えば、センサは、導電性材料のコイルを有する電磁（ＥＭ）センサを、含み得る。ここで、ＥＭ場発生器１８０などのＥＭ場発生器は、医療器具上のＥＭセンサによって検出されるＥＭ場を、提供し得る。磁界は、ＥＭセンサのコイル内に小電流を誘導し得、小電流を解析して、ＥＭセンサとＥＭ場発生器との間の距離及び／又は角度／向きを、決定し得る。更に、医療器具は、例えばカメラ、範囲センサ、レーダデバイス、形状検知ファイバ、加速度計、ジャイロスコープ、衛星ベースの測位センサ（例えば、地球測位システム（Global Positioning System、ＧＰＳ））、無線周波数トランシーバ等のうちのいずれか１つ以上のセンサデータを生成するように構成された、その他のタイプのセンサを、含み得る。いくつかの実施形態では、センサは、医療器具の遠位端部上に位置決めされるが、その他の実施形態では、センサは、医療器具上の別の位置に位置決めされる。いくつかの実施形態では、医療器具上のセンサは、センサデータを制御システム１４０に提供し得、制御システム１４０は、医療器具の位置及び／又は向きを決定／追跡するために、１つ以上の位置特定技術を実行し得る。

【００１４】

いくつかの実施形態では、二次元画像位置合わせシステム１００は、医療処置中に生成されるランタイム（実行時間）データを記録又は別様に追跡してもよい。このランタイムデータは、システムデータと称される場合がある。例えば、二次元画像位置合わせシステム１００は、データストア１４５Ａ（例えば、コンピュータ可読メモリ、データベース、ファイルシステム等のコンピュータ記憶システム）内の器具（例えば、スコープ１２０及び針１７０）からのセンサ読み取り値（例えば、センサデータ）を、追跡又は別様に記録してもよい。センサデータになお、二次元画像位置合わせシステム１００は、その他のタ

イプのシステムデータを、データストア１４５に記憶し得る。例えば、図１の文脈では、システムデータは、スコープ１２０によって取り込まれたビデオ画像の時系列データ、ロボットシステム１１０のステータス、Ｉ／Ｏデバイス（複数可）（例えば、以下で説明するＩ／Ｏデバイス（複数可）１４６）からのコマンドデータ、オーディオデータ（例えば、医療器具上のマイクロフォン、ロボットアーム、又は二次元画像位置合わせシステム１００内のその他の位置等、二次元画像位置合わせシステム内に埋め込まれたオーディオキャプチャデバイスによって取り込まれ得る）、外部（患者に対して）撮像デバイス（ＲＧＢカメラ、ＬＩＤＡＲ撮像センサ、蛍光透視撮像センサ等）、及び撮像デバイス１９０からの撮像データ、等を更に含み得る。

【００１５】

図１に示されるように、制御システム１４０は、三次元システムデータを用いて二次元画像データの拡張表現を生成するために、システムデータ及びケースデータストア１４５に記憶された二次元画像データに対して動作するように構成された制御回路であり得る拡張モジュール１４１を、含む。以下でより詳細に説明するように、拡張モジュール１４１は、機械学習技術を用いて、二次元画像内に存在する解剖学的構造又は器具に従って、二次元画像データをセグメント化してもよい。いくつかの実施形態では、二次元画像データがセグメント化されると、拡張モジュール１４１は、二次元画像データを、システム１００からの三次元データで拡張してもよい。

【００１６】

「スコープ（ｓｃｏｐｅ）」又は「内視鏡（ｅｎｄｏｓｃｏｐｅ）」という用語は、本明細書では、それらの広義及び通常の意味に従って使用され、また任意のタイプの細長い医療機器であって、画像生成、視認、及び／又は取り込み機能を有し、身体の任意のタイプの臓器、体腔、管腔、室、及び／又は空間内に導入されるように構成された医療機器を、指し得る。例えば、本明細書におけるスコープ又は内視鏡への言及は、（例えば、尿路にアクセスするための）尿管鏡、腹腔鏡、（例えば、腎臓にアクセスするための）腎盂尿管鏡、（例えば、気管支などの気道にアクセスするための）気管支鏡、（例えば、結腸にアクセスするための）結腸鏡、（例えば、関節にアクセスするための）関節部鏡、（例えば、膀胱にアクセスするための）膀胱鏡、ボアスコープなどを、指し得る。

【００１７】

スコープは、解剖学的構造の画像を取り込むために患者の解剖学的構造内に挿入されるように構成されている、チューブ状及び／又は可撓性の医療器具を、備え得る。いくつかの実施形態では、スコープは、光学アセンブリ及びスコープの遠位端部との間で信号を転送するために、ワイヤ及び／又は光ファイバを収容し得、スコープは、光学カメラなどの撮像デバイスを含み得る。カメラ／撮像デバイスは、肝臓の標的腎杯／乳頭などの内部解剖学的空間の画像を取り込むために、使用され得る。スコープは、発光ダイオードなどの近位に位置する光源からスコープの遠位端部まで光を搬送するために、光ファイバを収容するように、更に構成され得る。スコープの遠位端部は、カメラ／撮像デバイスを使用する場合に、解剖学的空間を照明するための、光源用のポートを含み得る。いくつかの実施形態では、スコープは、ロボットシステム１１０などのロボットシステムによって制御されるように、構成されている。撮像デバイスは、光ファイバ、ファイバアレイ、及び／又はレンズを、備え得る。光学構成要素は、スコープの先端部と共に移動し得るため、スコープの先端部の移動が、撮像デバイスによって取り込まれた画像に、変化をもたらす。

【００１８】

スコープは、スコープの少なくとも遠位側部分などに対して関節運動可能であり得るため、スコープは、人体解剖学的構造内で操縦され得る。いくつかの実施形態では、スコープは、例えば、Ｘ、Ｙ、Ｚ座標移動、並びにピッチ、ヨー、及びロールを含む、例えば、５又は６自由度で関節運動されるように、構成されている。スコープの位置センサ（複数可）は、同様に、それらが作成／提供する位置情報に関して、同様の自由度を有し得る。スコープは、内側リーダ部分及び外側シース部分などの伸縮部品を含み得るが、これらの伸縮部品は、スコープを伸縮自在に延伸するように、操作され得る。スコープは、いくつ

かの事例では、剛性又は可撓性チューブを備え得、外側シース、カテーテル、導入器、又はその他の管腔型デバイス内を通過するように寸法決めされ得るか、あるいはこのようなデバイスを伴わずに、使用され得る。いくつかの実施形態では、スコープは、スコープの遠位端部において動作区域に対し、医療器具（例えば、砕石器、バスケットデバイス、鉗子等）、灌注、及び／又は吸引を展開するための作業チャネルを、含む。

【００１９】

ロボットシステム１１０は、医療処置の実行を少なくとも部分的に容易にするように、構成され得る。ロボットシステム１１０は、特定の処置に応じて、種々の方式で配列され得る。ロボットシステム１１０は、処置を実行するためにスコープ１２０と係合する、及び／又はそれを制御するように構成された１つ以上のロボットアーム１１２を、含み得る。示されるように、各ロボットアーム１１２は、関節部に結合された複数のアームセグメントを含み得るが、これによって、複数の移動度を提供し得る。図１の実施例では、ロボットシステム１１０は、患者１３０の脚に近接して位置決めされ、ロボットアーム１１２は、患者１３０の尿道などのアクセス点へのアクセスのために、スコープ１２０と係合して位置決めするように、作動される。ロボットシステム１１０が適切に位置決めされると、スコープ１２０は、ロボットアーム１１２を使用してロボットで、医師１６０によって手動で、又はそれらの組み合わせで、患者１３０に挿入され得る。ロボットアーム１１２はまた、ＥＭ場発生器１８０に接続され得るが、これは、患者１３０の腎臓に近接範囲内などの、治療部位の近くに位置決めされ得る。

【００２０】

ロボットシステム１１０はまた、１つ以上のロボットアーム１１２に結合された支持構造体１１４体を含み得る。支持構造体１１４は、制御電子機器／回路、１つ以上の電源、１つ以上の空気圧、１つ以上の光源、１つ以上のアクチュエータ（例えば、１つ以上のロボットアーム１１２を移動させるモータ）、メモリ／データ記憶装置、及び／又は１つ以上の通信インターフェースを、含み得る。いくつかの実施形態では、支持構造体１１４は、ロボットシステム１１０を制御するためのユーザ入力などの入力を受信すること、及び／又はグラフィカルユーザインターフェース（Graphical User Interface、ＧＵＩ）、ロボットシステム１１０に関する情報、処置に関する情報などの出力を提供すること、を行うように構成された、入力／出力（Input/Output、Ｉ／Ｏ）デバイス（複数可）１１６を、含む。Ｉ／Ｏデバイス（複数可）１１６は、ディスプレイ、タッチスクリーン、タッチパッド、プロジェクタ、マウス、キーボード、マイクロフォン、スピーカなどを含み得る。いくつかの実施形態では、ロボットシステム１１０は、移動可能である（例えば、支持構造体１１４は、ホイールを含む）ため、ロボットシステム１１０は、処置に適切な又は所望される位置に、位置決めされ得る。その他の実施形態では、ロボットシステム１１０は、固定システムである。更に、いくつかの実施形態では、ロボットシステム１１２は、台１５０に一体化されている。

【００２１】

ロボットシステム１１０は、制御システム１４０、台１５０、ＥＭ場発生器１８０、スコープ１２０、及び／又は針１７０などの二次元画像位置合わせシステム１００の任意の構成要素に、連結し得る。いくつかの実施形態では、ロボットシステムは、制御システム１４０に通信可能に連結されている。一実施例では、ロボットシステム１１０は、制御システム１４０から制御信号を受信して、特定の方法でロボットアーム１１２を位置決めする、スコープ１２０を操作するなどの動作を実行するように、構成され得る。それに応答して、ロボットシステム１１０は、ロボットシステム１１０の構成要素を制御し、動作を実施し得る。別の実施例では、ロボットシステム１１０は、患者１３０の内部の解剖学的構造を描写する画像をスコープ１２０から受信する、及び／又は画像を制御システム１４０に送信するように構成され、次に、その画像は、ディスプレイ（複数可）１４２上に表示され得る。更に、いくつかの実施形態では、ロボットシステム１１０は、制御システム１４０などの二次元画像位置合わせシステム１００の構成要素に、流体、光学系、電力などをそこから受信することを可能にするように、連結されている。ロボットシステム１１

０の例示的な詳細が、図１２を参照して以下で更に詳細に考察される。

【００２２】

制御システム１４０は、医療処置の実施を支援するための様々な機能を提供するように、構成され得る。いくつかの実施形態では、制御システム１４０は、ロボットシステム１１０に連結され、ロボットシステム１１０と協働して動作して、患者１３０に対して医療処置を実施し得る。例えば、制御システム１４０は、（例えば、ロボットシステム１１０及び／又はスコープ１２０を制御するため、スコープ１２０などによって取り込まれた画像（複数可）を受信するために）無線接続又は有線接続を介してロボットシステム１１０と通信し、１つ以上の流体チャネルを介してロボットシステム１１０に流体を提供し、１つ以上の電気接続を介してロボットシステム１１０に電力を提供し、１つ以上の光ファイバ又はその他の構成要素などを介して、ロボットシステム１１０に光学系を提供し得る。更に、いくつかの実施形態では、制御システム１４０は、針１７０及び／又はスコープ１７０と通信して、針１７０及び／又は内視鏡１２０から（ロボットシステム１１０を介して、及び／又は針１７０及び／又は内視鏡１２０から直接）、センサデータを受信し得る。更に、いくつかの実施形態において、制御システム１４０は、台１５０と通信して、台１５０を特定の配向に位置決めするか、あるいは別様に台１５０を制御し得る。更に、いくつかの実施形態では、制御システム１４０は、ＥＭ場発生器１８０と通信して、患者１３０の周囲のＥＭ場の生成を、制御し得る。

【００２３】

制御システム１４０は、医師１６０又はその他の者が医療処置を実行することを支援するように構成された、様々なＩ／Ｏデバイスを含む。この実施例では、制御システム１４０は、患者１３０内でスコープ１２０をナビゲートするなど、スコープ１２０を制御するために医師１６０又はその他のユーザによって用いられるＩ／Ｏデバイス（複数可）１４６を、含む。例えば、医師１６０は、Ｉ／Ｏデバイス（複数可）１４６を介して入力を提供し得るが、それに応答して、制御システム１４０は、スコープ１２０を操作するために、制御信号をロボットシステム１１０に送信し得る。Ｉ／Ｏデバイス（複数可）１４６は、図１の実施例ではコントローラとして例示されているが、Ｉ／Ｏデバイス（複数可）１４６は、タッチスクリーン、タッチパッド、マウス、キーボード、外科医又は内科医のコンソール、仮想現実ハードウェア、拡張ハードウェア、マイクロフォン、スピーカ、触覚デバイス等の様々なタイプのＩ／Ｏデバイスとして、実装され得る。

【００２４】

図１にも示されるように、制御システム１４０は、処置に関する様々な情報を提供するために、ディスプレイ（複数可）１４２を含み得る。上述のように、ディスプレイ（複数可）１４２は、経皮的アクセス処置（例えば、標的部位に向かって針１７０を操作すること）において医師１６０を支援するために、可視化インターフェース１４４を、提示し得る。ディスプレイ（複数可）１４２はまた、スコープ１２０に関する情報を（例えば、可視化インターフェース１４４及び／又は別のインターフェースを介して）提供し得る。例えば、制御システム１４０は、スコープ１２０によって取り込まれたリアルタイム画像を受信し、ディスプレイ（複数可）１４２を介して、リアルタイム画像を表示し得る。追加的又は代替的に、制御システム１４０は、患者１３０と関連付けられた医療モニタ及び／又はセンサから、信号（例えば、アナログ、デジタル、電気、音響／音波、空気圧、触感、油圧等）を受信し得るが、ディスプレイ（複数可）１４２は、患者１３０の健康又は環境に関する情報を、提示し得る。このような情報は、例えば、心拍数（例えば、心電図（electrocardiogram、ＥＣＧ）、心拍変動（Heart Rate Variability、ＨＲＶ）等）、血圧／レート、筋生体信号（例えば、筋電図（electromyogram、ＥＭＧ））、体温、血中酸素飽和度（例えば、酸素飽和度（saturation of percutaneous oxygen、ＳｐＯ２））、ＣＯ２、脳波（例えば、脳電図（electroencephalogram、ＥＥＧ））、環境及び／又は局所若しくはコア体温等を含む、医療モニタを介して表示される情報を、含み得る。

【００２５】

制御システム１４０の機能を容易にするために、制御システム１４０は、様々な構成要素（「サブシステム（subsystems）」と称され得る）を、含み得る。例えば、制御システム１４０は、制御電子機器／回路、並びに１つ以上の電源、空気圧、光源、アクチュエータ、メモリ／データ記憶デバイス、及び／又は通信インターフェースを含み得る。いくつかの実施形態では、制御システム１４０は、実行されると、様々な動作を実装させる、実行可能な命令を記憶するように構成された、コンピュータベースの制御システムを含む、制御回路を含む。いくつかの実施形態では、図１に示されるように、制御システム１４０は移動可能であるが、その他の実施形態では、制御システム１４０は、固定システムである。様々な機能及び構成要素が制御システム１４０によって実装されるものとして考察されているが、この機能及び／又は構成要素のうちのいずれも、ロボットシステム１１０、台１５０、及び／又はＥＭ発生器１８０（又は更にはスコープ１２０及び／又は針１７０）等のその他のシステム及び／又はデバイスに一体化され、及び／又はそれらによって、実行され得る。制御システム１４０の例示的な詳細が、図１３を参照して以下で、更に詳細に考察される。

【００２６】

撮像デバイス１９０は、１つ以上のＸ線又はＣＴ画像等、処置中に、患者１３０の１つ以上の画像を取り込み／生成するように、構成され得る。実施例では、撮像デバイス１９０からの画像は、医師１６０が処置を実行することを支援するために、患者１３０内の、解剖学的構造及び／又はスコープ１２０及び／又は針１７０などの医療器具を視認するように、リアルタイムで提供され得る。撮像デバイス１９０を使用して、（例えば、患者１３０内で造影剤を用いた）蛍光透視法又は別のタイプの撮像技術を、実行し得る。

【００２７】

二次元画像位置合わせシステム１００の様々な構成要素は、ネットワーク上で相互に通信可能に連結し得るが、これは、無線ネットワーク及び／又は有線ネットワークを含み得る。例示的なネットワークとしては、１つ以上のパーソナルエリアネットワーク（Personal Area Network、ＰＡＮ）、ローカルエリアネットワーク（Local Area Network、ＬＡＮ）、ワイドエリアネットワーク（Wide Area Network、ＷＡＮ）、インターネットエリアネットワーク（Internet Area Network、ＩＡＮ）、セルラーネットワーク、インターネット等が挙げられる。更に、いくつかの実施形態では、二次元画像位置合わせシステム１００の構成要素は、１つ以上の支持ケーブル、チューブ等を介して、データ通信、流体／ガス交換、電力交換などのために、接続されている。

【００２８】

様々な技術及びシステムが、ロボット支援処置（例えば、二次元画像位置合わせシステム１００を少なくとも部分的に使用する処置）として実装されるものとして考察されているが、これらの技術及びシステムは、完全ロボット医療処置、人間のみの処置（例えば、ロボットシステムを含まない）などのその他の処置で、実装され得る。例えば、二次元画像位置合わせシステム１００は、医師が医療器具を保持／操作することなく、処置（例えば、完全ロボット処置）を実行するために、使用され得る。すなわち、スコープ１２０及び針１７０などの、処置中に使用される医療器具は、それぞれ、ロボットシステム１１０のロボットアーム（複数可）１１２などの二次元画像位置合わせシステム１００の構成要素によって、保持／制御され得る。

【００２９】

二次元画像位置合わせ方法及び動作

例示的な二次元画像位置合わせシステムの方法及び動作の詳細について、説明する。本明細書に開示される方法及び動作は、図１に示される二次元画像位置合わせシステム１００に関連して、説明される。しかしながら、方法及び動作は、本明細書で考察される構成要素のいずれかによって、単独で、又は組み合わせて実行され得ることを理解されたい。

【００３０】

上述したように、二次元画像位置合わせシステムは、二次元画像（例えば、蛍光透視装置から取得された画像）の座標フレームを、ロボットシステムの三次元データと、位置合

わせし得る。場合によっては、位置合わせに使用される二次元画像は、医療処置の後の段階で取得することが困難であるか、あるいは望ましい追加情報を含む場合がある。これは、造影剤を用いて取得された蛍光透視画像を含むが、非造影蛍光透視画像では見えないか、あるいは少なくとも見えにくい解剖学的構造を、識別することができる。位置合わせされると、二次元画像位置合わせシステムは、ロボットシステムの三次元データから導出された情報を用いて、二次元画像をレンダリングしてもよい。このようにして、二次元画像位置合わせシステムは、二次元画像が取得された場合と器具の位置が決定された場合との間に時間差がある場合であっても、器具の現在位置に関する情報を有する位置合わせされた二次元画像を、オペレータに提供してもよい。

【００３１】

図３は、例示的実施形態による、器具の位置情報を二次元画像に追加する方法３００を示す、フローチャートである。本明細書で使用されるように、「位置情報（positional information）」は、位置又は配向等の姿勢の任意の好適な構成要素又は組み合わせを、指してもよい。図３が示すように、方法３００は、ブロック３１０で開始され得るが、ここで、二次元画像位置合わせシステムは、二次元画像位置合わせシステムの１つ以上の撮像デバイスによって生成された二次元画像データを、取得する。例えば、医療処置中に、蛍光透視装置は、患者の解剖学的構造の表現を含む画像を、捕捉し得る。場合によっては、造影剤が患者に導入され、蛍光透視装置によって捕捉される解剖学的構造の詳細を、増加させてもよい。これは、蛍光透視装置が、尿管、腎盂、又は腎杯などの腎の内部形態を取得することを可能にする、腎盂像の場合であってもよい。

【００３２】

ブロック３２０において、二次元画像位置合わせシステムは、二次元画像データ内の第１のセグメントを、解剖学的構造の一部に対応するものとして、識別してもよい。限定ではなく単なる例として、二次元画像が腎盂像である場合、解剖学的構造の一部は、尿管、腎盂、又は腎杯のうちの少なくとも１つに対応し得る。しかしながら、解剖学的構造の一部は、腎臓以外の解剖学的構造のための解剖学的構造の任意の好適な一部を、指し得る。

【００３３】

ブロック３２０において、二次元画像位置合わせシステムは、第１のセグメント以外の追加のセグメントを識別してもよいことを理解されたい。例えば、二次元画像位置合わせシステムは、腎盂撮内の複数のセグメントを識別してもよく、複数のセグメントのそれぞれは、尿管、腎盂、又は腎杯などの解剖学的構造の異なる一部に対応する。

【００３４】

二次元画像位置合わせシステムは、様々な技術に従って、二次元画像データからセグメントを識別し得る。例えば、一実施形態では、二次元画像位置合わせシステムは、目的の解剖学的構造を定義する一貫した強度パターンを学習したニューラルネットワーク（例えば、Ｕネットアーキテクチャを有する畳み込みニューラルネットワーク）を、利用してもよい。別の実施例として、二次元画像位置合わせシステムは、解剖学的構造の一部の境界上でユーザ入力を受け取るユーザインターフェースを、提供してもよい。このようなユーザ入力は、場合によっては、境界自体を定義することができる、又はその他の場合には、ニューラルネットワーク処理に基づいて、二次元画像位置合わせシステムによって自動的に生成されたセグメントを補正するか、又は別の方法で修正することができる。

【００３５】

図４は、例示的実施形態による、セグメント化データ４００を有する二次元画像の例を示す、図である。セグメント化データは、腎尿管を識別するためのセグメント化４０２と、腎盂及び腎杯を識別するためのセグメント化４０４と、を含んでもよい。

【００３６】

図３に戻って参照すると、ブロック３３０において、二次元画像位置合わせシステムは、器具の位置センサデータを取得してもよい。位置センサデータは、第１の期間にわたって解剖学的構造内で移動する器具の位置を、示してもよい。例えば、位置センサデータは、ＥＭセンサ（電磁気センサ、Electromagnetic sensor）、形状検知ファイバ、加速

度計、磁力計、ジャイロスコープ等から導出されたセンサデータであり得る。このような位置センサデータは、撮像デバイスの座標フレームとは異なる座標フレームに従って表され得ることを理解されたい。ブロック３３０に関連して、第１の期間は、システムが二次元画像データの取得に対する位置データの収集を最初に開始する時であってもよい。別の実施例では、第１の期間は、オペレータが特定の解剖学的特徴を運転して「タグ付け（tags）」する期間に、対応し得る。

【００３７】

いくつかの実施形態では、二次元画像位置合わせシステムは、器具の位置に関する追加データを取得してもよい。例えば、二次元画像位置合わせシステムは、ロボットデータ（例えば、ロボットアームの命令された動きから導出される運動学的データ）を、取得してもよい。代替的又は追加的に、二次元画像位置合わせシステムは、タグ付けされたデータを取得してもよい。タグ付けされたデータは、決定可能な解剖学的構造を有する位置センサ空間内の特定の位置を指定する、自動／ユーザ開始データを、指してもよい。例えば、オペレータは、特定の腎杯に触れるように器具スコープを駆動してもよく、オペレータからの入力に応答して、システムは、位置センサ空間内で特定の腎杯として識別された位置を、タグ付けしてもよい。

【００３８】

ブロック３４０において、二次元画像位置合わせシステムは、位置センサデータ及び第１のセグメントを使用して、位置センサ座標フレームと二次元画像データ座標フレームとの間の変換を、決定する。本明細書で使用される場合、変換は、１つの座標フレームを別の座標フレームにマッピングする、データ又は論理であってもよい。ブロック３４０の場合、変換は、位置センサ座標フレームから二次元画像データ座標フレームに、位置をマッピングしてもよい。二次元画像位置合わせシステムがブロック３４０を完了し、位置センサ及び二次元画像の座標フレームが互いに位置合わせされると、二次元画像位置合わせシステムは、器具からの位置を二次元画像にマッピングすることができる。

【００３９】

以下でより詳細に説明するが、自動位置合わせのための最初の工程は、二次元画像及び三次元位置センサデータを、同じ次元に移動させることである。二次元データを三次元に移動させるために、システム１００は、二次元画像にダミー次元を追加してもよいが、問題として、三次元位置センサデータを、二次元画像を表す三次元平面と整列させることになる。

【００４０】

位置センサデータを二次元に移動させるために、システムは、二次元画像が撮影された角度を決定する。１つの解決策は、撮像デバイスから明示的に角度を得ることである。代替的な解決策は、二次元画像が「可視（visibility）」角度から取られたと仮定することであり、したがって、位置センサデータを「可視」角度に方向付ける、すなわち、ＥＭ点をそれらの固有値に従って方向付ける。位置合わせ次元が統一されると、位置センサデータは、ＡＩベースの腎盂像注釈、３Ｄ点群の剛体及び非剛体整列（例えば、コヒーレント点ドリフト）、管状構造体の強調及びセグメント化のための画像フィルタ（例えば、Ｆｒａｎｇｉフィルタアルゴリズム）、並びに任意のその他の好適な技術を組み合わせることによって、二次元画像に位置合わせされる。

【００４１】

「可視」角度を決定することに関して、システムは、任意の数の技術を使用してもよい。例えば、いくつかのシステムは、術前にＣＴを見て、ベッドに対する腎臓平面の角度を見ることができる。角形成が１０度前方であると、仮定する。非定型仰臥位では、患者を１５度傾斜させて、脇腹を露出させてもよい。次に、視野角は、それらの関数、例えば１０＋１５＝２５度であってもよい。その他のシステムは、代わりに、（基本的に平面を位置センサデータに適合させる）腎臓平面を見つけるために、位置センサトレースにおいて、主軸を見つけ得る。システムは、位置センサ空間に対してベッドがどこにあるかを知り得る（カートがベッドに平行であり、ロボットがＣＦＧを保持している）。

【００４２】
位置センサ座標フレーム及び二次元画像座標フレームが位置合わせされると、二次元画像位置合わせシステムは、器具の位置に関する情報を用いて、二次元画像を拡張し始めてもよい。例えば、ブロック３５０において、二次元画像位置合わせシステムは、位置センサから生成された追加の位置センサデータに基づいて、器具の更新された位置を決定してもよい。いくつかの実施形態では、追加の位置センサデータは、第１の期間の後の期間に生成されてもよく、直近の期間を参照してもよい。
【００４３】
ブロック３６０において、二次元画像位置合わせシステムは、更新された位置を示すデータを、ブロック３４０において生成された変換に基づいて、二次元画像内に表示させてもよい。上述したように、更新された位置は、位置センサの座標フレームと二次元画像とが位置合わせされた後の器具の位置を、指してもよい。場合によっては、更新された位置は、器具の最新の位置を指してもよい。したがって、ブロック３６０の終わりに、二次元画像位置合わせシステムは、器具の現在位置データで、二次元画像を拡張している。これは、二次元画像が、器具が更新された位置にある場合と一致する時間に二次元画像が取り直される場合に、通常存在しない追加の詳細（例えば、造影剤）を含み得るので、有益であり得る。いくつかの実施形態は、更新された位置を示すデータを、器具のモデルとして表示してもよい。その他の実施形態は、更新された位置を示すデータを、位置及び／又は向きなどの位置情報を表すアイコンとして、表示してもよい。
【００４４】
更新された位置以外の位置が、ブロック３４０で生成された変換に基づいて二次元画像内に表示され得ることを理解されたい。例えば、二次元画像位置合わせシステムのいくつかの実施形態は、ブロック３４０で生成された変換に基づいて、器具の履歴位置を二次元画像内に表示させてもよい。例えば、二次元画像位置合わせシステムが、ブロック３４０で変換を生成すると、二次元画像位置合わせシステムは、ブロック３３０で取得された位置センサデータの一部又は全部を、二次元画像内に表示させ得る。このようにして、解剖学的構造を通る器具の履歴経路を、二次元画像内に表し得る。
【００４５】
二次元画像位置合わせシステムは、様々な方法のグラフィカル・アイコンを使用して、二次元画像内の位置データを表してもよい。例えば、二次元画像位置合わせシステムは、位置データを、場合によっては周波数に従って間隔を空けて配置されたドット、四角形、矢印、又は任意のその他のグラフィカル・アイコンなどの離散的なグラフィカル・アイコンとして表してもよく、それによって、より近くに間隔を空けて配置されたグラフィカル・アイコンは、より遅い速度で経路に沿って移動する器具を、表す。追加的又は代替的に、二次元画像位置合わせシステムは、経路を指定する線として、位置データを表してもよい。これらの実施形態のいずれにおいても、二次元画像位置合わせシステムは、処置の異なる態様を区別するために、異なる特性を使用してもよい。例えば、二次元画像位置合わせシステムは、第１のタイプのグラフィカル・アイコンを使用して、第１の器具を指定し、第２の異なるタイプのグラフィカル・アイコンを使用して、第２の器具を指定してもよい。なお、二次元画像位置合わせシステムは、１つのタイプのグラフィカル・アイコンを使用して器具の経路を表し、別のグラフィカル・アイコンを使用して、ユーザが解剖学的構造にタグ付けすること、器具が特定の状態にあること（例えば、レージング、生検取得、治療剤の送達）などの、ユーザ又はシステム駆動事象を表してもよい。
【００４６】
図２は、器具の経路を表す１つのタイプのグラフィカル・アイコン（例えば、ドット）と、オペレータによってタグ付けされた腎杯を表す別のタイプのグラフィカル・アイコン（例えば、十字線）とを示す例示的実施形態を、提供する。
【００４７】
位置合わせ
方法３００は、ブロック３４０において、位置センサデータ及び第１のセグメントを使

用して、位置センサ座標フレームと二次元画像データ座標フレームとの間の変換を生成することを、説明する。このプロセスは位置合わせと称される場合がある。次に、位置合わせの例示的実施形態について、より詳細に説明する。本明細書で説明される実施形態の文脈において、位置合わせは、三次元位置センサデータを、二次元透視画像データと整列させることとして、定義されてもよい。位置合わせには、以下のようないくつかの工程が含まれ得る：（１）二次元画像に示された、解剖学的構造のセグメント化工程、（２）セグメント化結果から解剖学的構造レベルセットを生成する工程、及び（３）レベルセットベースの距離マップを使用して、三次元位置センサデータを、二次元画像と整列させる工程。これらの工程の説明を簡略化するために、実施形態は腎臓の解剖学的構造の文脈で説明されるが、これらのアプローチを使用して任意の適切な解剖学的構造をセグメント化することができることを理解されたい。更に、以下の説明は、位置センサデータに焦点を当てているが、その他の実施形態は、ロボットデータなどの、器具の位置及び位置決めを識別するための任意の追加のシステムデータを、含んでもよい。

【００４８】

ｉ．セグメント化

腎臓組織のセグメント化は、二次元画像位置合わせシステムによって用いられる機械学習方法に、基づき得る。造影を有する腎臓透視のデータベースが収集され、目的の全ての組織で、手動で注釈が付けられる。これらの蛍光透視画像は、強度変動、ノイズ、異なる解像度などを補償するために正規化される。本明細書で「セグメント化ネットワーク（segmentation network）」と称される、ピクセル単位の画像セグメント化のために設計されたエンコーダ－デコーダニューラルネットワーク（encoder-decoder neural network）が、データベースからの正規化された画像上で訓練されて、腎臓組織の外観を学習する。

【００４９】

新たな蛍光透視を、経皮腎症処置のための準備として得る。この蛍光透視画像は正規化され、その後、以前に訓練されたセグメント化ネットワークによって、処理される。セグメント化ネットワークの結果は、新しい蛍光透視画像のために生成された尿管、腎盂、及び腎杯のマスクである。結果として得られるセグメント化マスクは、新しい蛍光透視と同じサイズである。

【００５０】

ｉｉ．レベルセット

腎臓レベルセットは、腎臓組織セグメント化から生成される。腎臓組織の外側境界に対応する全てのピクセルは、レベルセット上で０の値を有する。セグメント化された腎臓組織の外側の全てのピクセルは、腎臓セグメント化境界に属する最も近いピクセルまでの負の距離を符号化する、負の値を有することになる。腎臓組織セグメント化内に位置する全てのピクセルは、腎臓セグメント化境界に属する最も近いピクセルまでの距離を符号化する、正の値を有することになる。ピクセルが腎臓の「より深い内側（deeper inside）」にあるほど、レベルセットにおけるその値はより高い。

【００５１】

ｉｉｉ．整列

三次元センサデータの二次元蛍光透視との整列は、腎臓レベルセットを使用する。本発明の目的は、センサ座標点が最も高い総和を有するレベルセットの画素を通過するように、三次元センサデータを位置決めすることである。これを達成するために、二次元画像位置合わせシステムは、以下を含むいくつかの工程を実行してもよい。

【００５２】

Ａ．二次元画像位置合わせシステムは、センサが現在腎臓内に位置する初期推測から開始されてもよい。この初期推測を達成し得る、いくつかの方法がある。例えば、二次元画像位置合わせシステムは、蛍光透視上の尿管の最低点など、解剖学的構造内の周知の位置に、初期推測を設定し得る。あるいは、二次元画像位置合わせシステムは、オペレータに、器具を解剖学的構造内の周知の位置に位置決めするように、指示し得る。

【００５３】
Ｂ．次に、二次元画像位置合わせシステムは、許容可能な変換のセットを、定義してもよい。二次元画像にわたるセンサデータの許容可能な平行移動は、無制限であり得る。センサデータの許容可能な面内回転及び面外回転は、患者、ロボット、及び蛍光透視情報の標準的な位置決めを使用して、制限される。制限された回転は、三次元センサデータが回転できないことを意味するのではなく、二次元画像位置合わせシステムは、三次元センサデータがこの手順中に１８０°回転しないように、可能な回転に対していくつかの制限を有し得ることに、留意されたい。スケーリングは、描かれたオブジェクトの標準的な位置決めによってもまた、制限される。
【００５４】
初期推測を使用して、二次元画像位置合わせシステムは、三次元センサデータを二次元蛍光透視に投影する、すなわち、蛍光透視線に沿って配向された次元を、除去する。次に、二次元画像位置合わせシステムは、腎臓レベルセットにわたって投影された全てのセンサポイントの合計値を、計算する。次に、二次元画像位置合わせシステムは、投影された三次元点の位置決めを改善するために、許容可能な変換に従って、初期推測を更新する。更新は、全ての投影されたセンサポイントの合計値を最大化する勾配降下アルゴリズムを使用して、実行され得る。
【００５５】
後続の二次元画像の拡張
造影二次元画像から解剖学的構造に関するセグメント化データを生成することは、処置のための追加の用途を有してもよい。例えば、二次元画像位置合わせシステムは、処置の後の方で二次元画像を取得することができるが、これらの後続の二次元画像は、患者に造影剤を投与することなく撮影され得るので、これらの後続の二次元画像は、セグメント化された二次元画像に見出される解剖学的構造の詳細を欠く場合がある。同時に、このような非造影二次元画像は、可視的な器具を有し得る。二次元画像位置合わせシステムは、セグメント化された解剖学的構造を使用して、解剖学的構造セグメント化から得られた解剖学的詳細と描写された器具とを重ね合わせることによって、非造影二次元画像を増強してもよい。そうするために、二次元画像位置合わせシステムは、（１）非造影画像から器具（及びスコープ先端部などの構成要素部分）をセグメント化してもよく、（２）蛍光透視の解剖学的解像度を推定してもよく、（３）造影のない蛍光透視のセグメント化された器具に対して、造影を有する以前に取得された蛍光透視を、位置合わせしてもよい。
【００５６】
ｉ．器具セグメント化
スコープ及び場合によってはその構成要素部分（例えば、器具先端部）のセグメント化は、解剖学的構造のセグメント化について上述したものと同様の方法論を、含んでもよい。例えば、非造影二次元画像は、二次元画像内の器具を識別する注釈付き二次元画像のデータベースで訓練されたニューラルネットワークによって、処理されてもよい。
【００５７】
セグメント化の結果は器具マスクであり、器具先端部の座標及び向きが得られる。
【００５８】
ｉｉ．解剖学的解像度の推定
示された構造体の解像度をミリメートル／ピクセルで推定するために、二次元画像位置合わせシステムは、最初に器具セグメント化の中心線を決定する。器具の中心線に沿った点に対して、二次元画像位置合わせシステムは、法線方向、すなわち中心線に直交する方向を見つける。法線方向に沿って器具としてセグメント化された最も離れた点の間の距離は、中心線点におけるスコープの半径として、二次元画像位置合わせシステムによって、解釈される。全ての中心線点について、器具の半径を計算することによって、二次元画像位置合わせシステムは、ピクセルで測定され得るように、器具の平均半径を決定する。この平均半径を器具の周知の半径に正規化することによって、二次元画像位置合わせシステムは、解剖学的対蛍光解像度、すなわち、腎臓組織の何ミリメートルが１ピクセル内にあ

るかを決定する。一実施形態では、二次元画像位置合わせシステムは、器具がロボットアームにドッキングされる場合に制御システムに送信される較正パラメータを介して、器具の周知の半径を取得してもよい。その他の実施形態では、二次元画像位置合わせシステムは、オペレータから受け取った器具の識別と、器具を器具測定値などの特性にマッピングするルックアップテーブルとに基づいて、周知の半径を取得してもよい。その他の実施形態では、二次元位置合わせシステムは、周知の器具特性及び先端セグメント化結果から、器具先端部のサイズ及び形状を、比較し得る。この情報は、解像度推定の精度を改善するために、半径解析と組み合わされ得る。

【００５９】

ｉｉｉ．セグメント化されたデータの位置合わせ

非造影画像内のセグメント化された器具は、患者の解剖学的構造の内側に収まるべきである。組織の弾性と、造影蛍光透視取得と器具取得を伴う非造影蛍光透視との間で経過した時間と、を考慮すると、器具は、造影画像から導出されたセグメント化された解剖学的構造の、可能な限り内側に位置決めされることが、期待される。いくつかの実施形態では、二次元画像位置合わせシステムは、（例えば、腎臓、尿管の文脈において）器具の可能な関節部及び解剖学的構造の一般的な形状を利用して、解剖学的構造内の器具の可能な位置を、制限してもよい。この位置決めは、上述した三次元位置センサから二次元画像への位置合わせのための、アルゴリズムの簡略版を使用して、得られる。簡略化は、セグメント化された機器が、三次元位置センサデータとは対照的に、既に二次元であるという事実に、由来する。二次元画像位置合わせシステムは、これを使用して、許容可能な変換を制限し得る。特に、二次元画像位置合わせシステムは、１）面外回転を制限することと、２）撮像デバイスが処置中に移動されなかったという仮定に基づいて、面内回転を制限すること、とに基づいて、スケーリングを制限し得る。これに基づいて、二次元画像位置合わせシステムは、最終的に、平行移動並びにいくつかの小さなスケーリング及び面内回転を伴う場合がある。

【００６０】

ｉｖ．拡張非造影画像のレンダリング

セグメント化された器具を、セグメント化された解剖学的構造と位置合わせした後に、二次元画像位置合わせシステムは、以前に取得された解剖学的構造セグメント化を用いて、非造影二次元画像を拡張してもよい。次に、この拡張された非造影二次元画像は、二次元画像位置合わせシステムのオペレータのために、ディスプレイデバイス（表示装置）上にレンダリングされる。増強された非造影二次元画像は、解剖学的組織の境界が器具に対してどこに位置するかを、オペレータに示す。別の潜在的な利点は、非造影蛍光解析が、二次元画像位置合わせシステムが上述した蛍光位置合わせのための初期推測を改善し得ることである。図５は、例示的実施形態による、例示的な拡張非造影画像５００を示す、図である。拡張非造影画像５００は、二次元画像データ５０２に、解剖学的セグメント化データ５０４が重ね合わされた二次元画像データ５０２を含んでもよい。説明したように、解剖学的構造セグメント化データ５０４は、システムが解剖学的構造をセグメント化する、対比された二次元画像データから導出されたデータであってもよい。

【００６１】

実装システム及び用語

本明細書で開示される実装形態は、二次元画像を拡張するためのシステム、方法、及び装置を提供する。本明細書に記載される様々な実装形態は、医療処置を実行する１つ以上の医療器具の改善された視覚化を、提供する。

【００６２】

二次元画像位置合わせシステム１００は、その他の様々な構成要素を含み得る。例えば、二次元画像位置合わせシステム１００は、１つ以上の制御回路、電源、空気圧、光源、アクチュエータ（例えば、ロボットアームを動かすためのモータ）、メモリ、及び／又は通信インターフェース（例えば、別の装置と通信するためのもの）を、含み得る。いくつかの実施形態では、メモリは、コンピュータ実行可能命令を記憶し得、コンピュータ実行

可能命令は、制御回路によって実行された場合に、制御回路に、本明細書で考察される動作のうちのいずれかを実行させる。例えば、メモリは、コンピュータ実行可能命令を記憶し得るが、コンピュータ実行可能命令は、制御回路によって実行された場合に、制御回路に、ロボットアームの操作に関する入力及び／又は制御信号を受信させ、それに応答して、ロボットアームを制御して、特定の配列で位置決めする。

【００６３】

二次元画像位置合わせシステム１００の種々の構成要素を、制御回路の一部でないとすることができるか、あるいは一部でなくてもよい特定の接続回路／デバイス／機能部を用いて、電気的に、かつ／又は通信可能に、連結し得る。例えば、接続特徴部（複数可）は、二次元画像位置合わせシステム１００の種々の構成要素／回路のうちの少なくとも一部の取り付け及び／又は相互接続を容易にするように構成された、１つ以上のプリント回路基板を、含み得る。いくつかの実施形態では、制御回路、データ記憶装置／メモリ、通信インターフェース、電源ユニット（複数可）、及び／又は入力／出力（Ｉ／Ｏ）構成要素（複数可）のうちの２つ以上は、互いに電気的及び／又は通信可能に、連結され得る。

【００６４】

「制御回路（control circuitry）」という用語は、本明細書では、その広義及び通常の意味に従って使用され、以下のものの任意の集合を指し得る：１つ以上のプロセッサ、処理回路、処理モジュール／ユニット、チップ、ダイ（例えば、１つ以上の能動デバイス及び／若しくは受動デバイス及び／若しくは接続回路を含む半導体ダイ）、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ、マイクロコンピュータ、中央演算処理ユニット、グラフィックス処理ユニット、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ、プログラマブル論理回路、ステートマシン（状態機械、例えば、ハードウェアステートマシン）、論理回路、アナログ回路、デジタル回路、並びに／又は回路及び／若しくは動作命令のハードコーディングに基づいて信号（アナログ及び／又はデジタル）を操作する、任意のデバイス。制御回路は更に、１つ以上の記憶デバイスを含み得るが、これは、単一のメモリデバイス、複数のメモリデバイス、及び／又はデバイスの埋め込み回路において、具体化され得る。このようなデータ記憶装置としては、読み出し専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、スタティックメモリ、ダイナミックメモリ、フラッシュメモリ、キャッシュメモリ、データ記憶装置レジスタ、及び／又はデジタル情報を記憶する任意のデバイスが、挙げられ得る。制御回路が、ハードウェアステートマシンを含み（及び／又はソフトウェアステートマシンを実装し）、アナログ回路、デジタル回路、及び／又は論理回路を含む実施形態では、任意の関連付けられた動作命令を記憶するデータ記憶装置（複数可）／レジスタ（複数可）は、ステートマシン、アナログ回路、デジタル回路、及び／又は論理回路を含む回路の内部に又はその外部に埋め込まれ得ることに、留意されたい。

【００６５】

用語「メモリ（memory）」は、本明細書では、その広義及び通常の意味に従って使用され、任意の好適な又は望ましいタイプのコンピュータ可読媒体を、指し得る。例えば、コンピュータ可読媒体としては、１つ以上の揮発性データ記憶装置、不揮発性データ記憶装置、取り外し可能なデータ記憶装置、及び／又は取り外し不可能なデータ記憶装置であって、任意の技術、レイアウト、及び／又はデータ構造（複数可）／プロトコルを用いて実装されるものが挙げられ得るが、これらは、任意の好適な又は望ましいコンピュータ可読命令、データ構造、プログラムモジュール、又はその他のタイプのデータを含む。

【００６６】

本開示の実施形態により実装され得るコンピュータ可読媒体としては、限定するものではないが、相変化メモリ、スタティック・ランダム・アクセス・メモリ（Static Random-Access Memory、ＳＲＡＭ）、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ（Dynamic Random-Access Memory、ＤＲＡＭ）、その他のタイプのランダムアクセスメモリ（Random Access Memory、ＲＡＭ）、読み出し専用メモリ（Read-Only Memory、ＲＯＭ）、電気的消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（Electrically

Erasable Programmable Rread-Only Memory、ＥＥＰＲＯＭ）、フラッシュメモリ若しくはその他のメモリ技術、コンパクトディスク読み出し専用メモリ（Compact Disk Read-Only Memory、ＣＤ－ＲＯＭ）、デジタル多用途ディスク（Digital Versatile Disk、ＤＶＤ）若しくはその他の光記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置若しくはその他の磁気記憶装置、又は任意のその他の非一時的媒体であって、コンピューティングデバイスによるアクセスのための情報を記憶するために使用できるものが、挙げられる。本明細書において特定の文脈で用いる場合、コンピュータ可読媒体は全般的に、変調データ信号及び搬送波などの通信媒体を含まない場合がある。したがって、コンピュータ可読媒体は全般的に、非一時的媒体を指すと理解しなければならない。

【００６７】

更なる実施形態

実施形態に応じて、本明細書に記載のアルゴリズム又はプロセスのうちのいずれかの特定の行為、事象、又は機能は、異なる順序で行われ得、追加され、マージされ、又は完全に除外され得る。したがって、特定の実施形態では、説明した行為又は事象の全てがプロセスの実行にとって必要なわけではない。

【００６８】

とりわけ、「し得る（can）」、「し得る（could）」、「することができる（might）」、「してもよい（may）」、「例えば（e.g.）」、及び同等物などの本明細書で使用される条件的文言は、別途具体的に記述されない限り、又は使用される文脈内で別途理解されない限り、その通常の意味で意図され、全般的に、特定の実施形態が、特定の特徴、要素、及び／又は工程を含むが、その他の実施形態が含まないことを伝達することを、意図している。したがって、このような条件的文言は、一般的に、特徴、要素、及び／又は工程が、１つ以上の実施形態のために任意の方法で必要とされること、又は１つ以上の実施形態が、オーサ入力若しくはプロンプティングの有無を問わず、これらの特徴、要素、及び／若しくは工程が任意の特定の実施形態に含まれるか、あるいは実施されるかどうかを決定するための論理を必ず含むことを含意することを、意図しない。「備える（comprising）」、「含む（including）」、「有する（having）」などの用語は、同意語であり、それらの通常の意味で使用され、非限定的な様式で包括的に使用され、更なる要素、特徴、行為、動作などを除外しない。また、「又は（or）」という用語は、使用される場合、例えば、要素の列挙を接続するために、「又は」という用語は、列挙された要素のうちの１つ、いくつか、又は全てを意味するように、その包含的な意味で（かつその排他的な意味ではなく）使用される。別途具体的に記述されない限り、「Ｘ、Ｙ及びＺのうちの少なくとも１つ（at least one of X,Y,and Z,）」という語句などの接続言語は、項目、用語、要素などがＸ、Ｙ、又はＺのいずれかであり得ることを伝えるために、一般的に使用されるような文脈で理解される。したがって、このような接続言語は、全般的に、特定の実施形態が、Ｘのうちの少なくとも１つ、Ｙのうちの少なくとも１つ、及びＺのうちの少なくとも１つが、それぞれ存在することを要求することを暗示することを、意図しない。

【００６９】

実施形態の上記の説明では、様々な特徴は、時として、本開示を合理化し、様々な発明の態様のうちの１つ以上の理解を補助する目的で、単一の実施形態、図、又はその説明においてグループ化されることを理解されたい。しかしながら、本開示の方法は、任意の請求項がその請求項に明示的に記載されているよりも多くの特徴を必要とするという意図を反映すると解釈されるべきではない。更に、本明細書の特定の実施形態に例解及び／又は記載される任意の構成要素、特徴、又は工程は、任意のその他の実施形態（複数可）に適用され得るか、あるいはそれと共に使用され得る。更に、いずれの構成要素、特徴、工程、又は構成要素、特徴、若しくは工程の群も、各実施形態のために必要又は不可欠ではない。したがって、本開示の範囲は、上記の特定の実施形態によって限定されるべきではなく、以下の特許請求の範囲の公正に読むことによってのみ決定されるべきであることが意

図される。
【００７０】
特定の序数用語（例えば、「第１」又は「第２」）が参照を容易にするために提供される場合があり、必ずしも物理的特性又は順序付けを含意するわけではないことを理解されたい。したがって、本明細書で使用される場合、構造体、構成要素、動作などの要素を修正するために使用される序数用語（例えば、「第１」、「第２」、「第３」など）は、必ずしも任意のその他の要素に関して要素の優先順位又は順序を示すわけではなく、むしろ、全般的に、要素を（序数用語の使用を別として）同様又は同一の名称を有する別の要素と区別し得る。なお、本明細書で使用される場合、不定冠詞（「ａ」及び「ａｎ」）は、「１つ」ではなく「１つ以上」を示し得る。更に、条件又は事象に「基づいて（based on）」実施される動作はまた、明示的に列挙されていない１つ以上のその他の条件又は事象に基づいて実施され得る。
【００７１】
別途定義されない限り、本明細書で使用されている全ての用語（技術的及び科学的用語を含む）は、実施形態例が属する分野の当業者によって一般的に理解されるものと同じ意味を有している。一般的に使用される辞書で定義されているものなどの用語は、関連技術の文脈におけるそれらの意味と一致する意味を有するものとして解釈されるべきであり、本明細書で明示的にそのように定義されない限り、理想的な意味又は過度に形式的な意味で解釈されるべきではないことを更に理解されたい。
【００７２】
「外側」、「内側」、「上側」、「下側」、「下方」、「上方」、「垂直」、「水平」という空間的に相対的な用語、及び同様の用語は、図面に例解されるような１つの要素又は構成要素と別の要素又は構成要素との間の関係を説明するための説明を容易にするために、本明細書で使用され得る。空間的に相対的な用語は、図面に描写される配向になお、使用又は動作時のデバイスの異なる配向を包含することを意図していると理解されたい。例えば、図面に示すデバイスが反転される場合、別のデバイスの「下方（below）」又は「下に（beneath）」位置決めされたデバイスは、別のデバイスに「上方（above）」に、位置決めされ得る。したがって、「下方」という例解的用語は、下側及び上側位置の両方を含んでもよい。デバイスはまた、その他の方向に配向される場合があり、したがって、空間的に相対的な用語は、配向に応じて異なって解釈されてもよい。
【００７３】
別途明記されない限り、「より少ない（less）」、「より多い（more）」、「より大きい（greater）」等の比較的及び／又は定量的用語は、平等の概念を包含することを、意図している。例えば、「より少ない」は、厳密な数学的意味での「より少ない」だけではなく、「以下（less than or equal to）」もまた意味し得る。
【００７４】
〔実施の態様〕
（１）　器具の位置情報を用いて、二次元画像を拡張する方法であって、前記方法が、
医療システムの１つ以上の撮像デバイスによって生成された二次元画像データを取得することであって、前記二次元画像データが、位置センサ座標フレームに対応する、ことと、
前記二次元画像データ内の解剖学的構造の第１のセグメントを、前記解剖学的構造の一部に対応するものとして識別することであって、前記二次元画像データが、二次元画像データ座標フレームに対応する、ことと、
位置センサから前記器具の位置センサデータを取得することであって、前記位置センサデータが、第１の期間にわたって前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示す、ことと、
前記位置センサデータ及び前記解剖学的構造の前記第１のセグメントを使用して、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の変換を決定することと、

前記位置センサから生成された追加の位置センサデータを使用して、前記器具の更新された位置を決定することと、
前記変換を使用して、前記更新された位置を示すデータを、前記二次元画像内に表示させることと、を含む、方法。
（２） 前記１つ以上の撮像デバイスが、蛍光透視装置を含む、実施態様１に記載の方法。
（３） 前記解剖学的構造が、腎臓を含む、実施態様１に記載の方法。
（４） 前記一部が、尿管、腎盂、又は腎杯のうちの１つである、実施態様３に記載の方法。
（５） 前記位置センサが、電磁センサ、形状検知ファイバ、ジャイロスコープ、加速度計、又は磁力計のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１に記載の方法。
【００７５】
（６） 前記二次元撮像データが、腎盂像である、実施態様１に記載の方法。
（７） 前記二次元撮像データが、手術前に取得される、実施態様１に記載の方法。
（８） 前記位置センサデータが、手術中に取得される、実施態様７に記載の方法。
（９） 前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、
前記位置センサデータを使用して、腎臓マップを生成することと、
前記二次元撮像データと前記腎臓マップとを位置合わせすることと、を更に含む、実施態様１に記載の方法。
（１０） 前記解剖学的構造に対する前記１つ以上の撮像デバイスに関連付けられた角度を取得することと、
前記角度に基づいて、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとを整列させることと、を更に含む、実施態様９に記載の方法。
【００７６】
（１１） 前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスから前記角度を受信することを更に含む、実施態様１０に記載の方法。
（１２） 前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスの所望の角度を決定することを更に含む、実施態様１０に記載の方法。
（１３） 前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、前記二次元画像データの三次元表現を生成することを更に含む、実施態様１に記載の方法。
（１４） 前記二次元画像データを取得した後のある期間に、前記１つ以上の撮像デバイスから、非造影二次元データを取得することと、
器具形状を決定することと、
前記器具形状に基づいて、前記第１のセグメントの表現と共に、前記非造影二次元データをディスプレイデバイス上にレンダリングさせることと、を更に含む、実施態様１に記載の方法。
（１５） 前記器具の追加の位置センサデータを取得することを更に含み、前記追加の位置センサデータが、第２の期間にわたって、前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示し、前記器具形状を決定することが、前記追加の位置センサデータに基づく、実施態様１４に記載の方法。
【００７７】
（１６） 前記非造影二次元画像データ内の第２のセグメントを、前記器具に対応するものとして識別することを更に含み、前記器具形状を決定することが、前記第２のセグメントに基づく、実施態様１４に記載の方法。
（１７） 器具の位置情報を用いて二次元画像を拡張し得る医療システムであって、前記医療システムが、
位置センサ座標フレームに対応する二次元画像データを生成する、１つ以上の撮像デバイスと、
コンピュータ実行可能命令を記憶するメモリであって、前記コンピュータ実行可能命令

が、制御回路によって実行された場合に、前記制御回路に、
前記二次元画像データ内の解剖学的構造の第１のセグメントを、前記解剖学的構造の一部に対応するものとして識別することであって、前記二次元画像データが、二次元画像データ座標フレームに対応する、ことと、
位置センサから前記器具の位置センサデータを取得することであって、前記位置センサデータが、第１の期間にわたって前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示す、ことと、
前記位置センサデータ及び前記解剖学的構造の前記第１のセグメントを使用して、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の変換を決定することと、
前記位置センサから生成された追加の位置センサデータを使用して、前記器具の更新された位置を決定することと、
前記変換を使用して、前記更新された位置を示すデータを、前記二次元画像内に表示させることと、を実行させる、メモリと、を備える、医療システム。
（１８） 前記１つ以上の撮像デバイスが、蛍光透視装置を含む、実施態様１７に記載の医療システム。
（１９） 前記解剖学的構造が、腎臓を含む、実施態様１７に記載の医療システム。
（２０） 前記一部が、尿管、腎盂、又は腎杯のうちの１つである、実施態様１９に記載の医療システム。
【００７８】
（２１） 前記位置センサが、電磁センサ、形状検知ファイバ、ジャイロスコープ、加速度計、又は磁力計のうちの少なくとも１つを含む、実施態様１７に記載の医療システム。
（２２） 前記二次元撮像データが、腎盂像である、実施態様１７に記載の医療システム。
（２３） 前記二次元撮像データが、手術前に取得される、実施態様１７に記載の医療システム。
（２４） 前記位置センサデータが、手術中に取得される、実施態様２３に記載の医療システム。
（２５） 前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、
前記位置センサデータを使用して、腎臓マップを生成することと、
前記二次元撮像データと前記腎臓マップとを位置合わせすることと、を更に含む、実施態様１７に記載の医療システム。
【００７９】
（２６） 前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、
前記解剖学的構造に対する前記１つ以上の撮像デバイスに関連付けられた角度を取得することと、
前記角度に基づいて、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとを整列させることと、を実行させる、実施態様２５に記載の医療システム。
（２７） 前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスから前記角度を受信することを更に含む、実施態様２６に記載の医療システム。
（２８） 前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスの所望の角度を決定することを更に含む、実施態様２６に記載の医療システム。
（２９） 前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、前記二次元画像データの三次元表現を生成することを更に含む、実施態様１７に記載の医療システム。
（３０） 前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、
前記二次元画像データを取得した後のある期間に、前記１つ以上の撮像デバイスから、非造影二次元データを取得することと、
器具形状を決定することと、
前記器具形状に基づいて、前記第１のセグメントの表現と共に、前記非造影二次元デー

タをディスプレイデバイス上にレンダリングさせることと、を実行させる、実施態様１７に記載の医療システム。

【００８０】

（３１）　前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、

前記器具の追加の位置センサデータを取得することを実行させ、前記追加の位置センサデータが、第２の期間にわたって、前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示し、前記器具形状を決定することが、前記追加の位置センサデータに基づく、実施態様３０に記載の医療システム。

（３２）　前記コンピュータ実行可能命令が、更に、前記制御回路に、

前記非造影二次元画像データ内の第２のセグメントを前記器具に対応するものとして識別することを実行させ、前記器具形状を決定することが、前記第２のセグメントに基づく、実施態様３０に記載の医療システム。

（３３）　命令が記憶されている非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令が、実行された場合に、デバイスのプロセッサに、少なくとも、

医療システムの１つ以上の撮像デバイスによって生成された二次元画像データを取得することであって、前記二次元画像データが、位置センサ座標フレームに対応する、ことと、

前記二次元画像データ内の解剖学的構造の第１のセグメントを、前記解剖学的構造の一部に対応するものとして識別することであって、前記二次元画像データが、二次元画像データ座標フレームに対応する、ことと、

位置センサから器具の位置センサデータを取得することであって、前記位置センサデータが、第１の期間にわたって前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示す、ことと、

前記位置センサデータ及び前記解剖学的構造の前記第１のセグメントを使用して、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の変換を決定することと、

前記位置センサから生成された追加の位置センサデータを使用して、前記器具の更新された位置を決定することと、

前記変換を使用して、前記更新された位置を示すデータを、前記二次元画像内に表示させることと、を行わせる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（３４）　前記１つ以上の撮像デバイスが、蛍光透視装置を含む、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（３５）　前記解剖学的構造が、腎臓を含む、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【００８１】

（３６）　前記一部が、尿管、腎盂、又は腎杯のうちの１つである、実施態様３５に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（３７）　前記位置センサが、電磁センサ、形状検知ファイバ、ジャイロスコープ、加速度計、又は磁力計のうちの少なくとも１つを含む、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（３８）　前記二次元撮像データが、腎盂像である、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（３９）　前記二次元撮像データが、手術前に取得される、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（４０）　前記位置センサデータが、手術中に取得される、実施態様３９に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【００８２】

（４１）　前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、

前記位置センサデータを使用して、腎臓マップを生成することと、

前記二次元撮像データと前記腎臓マップとを位置合わせすることと、を更に含む、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（４２）　前記命令が、前記プロセッサに、更に、

前記解剖学的構造に対する前記１つ以上の撮像デバイスに関連付けられた角度を取得することと、

前記角度に基づいて、前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとを整列させることと、を行わせる、実施態様４１に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（４３）　前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスから前記角度を受信することを更に含む、実施態様４２に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（４４）　前記角度を取得することが、前記１つ以上の撮像デバイスの所望の角度を決定することを更に含む、実施態様４２に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

（４５）　前記位置センサ座標フレームと前記二次元画像データ座標フレームとの間の前記変換を決定することが、前記二次元画像データの三次元表現を生成することを更に含む、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【００８３】

（４６）　前記命令が、前記プロセッサに、更に、

前記二次元画像データを取得した後のある期間に、前記１つ以上の撮像デバイスから、非造影二次元データを取得することと、

器具形状を決定することと、

前記器具形状に基づいて、前記第１のセグメントの表現と共に、前記非造影二次元データをディスプレイデバイス上にレンダリングさせることと、を行わせる、実施態様３３に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

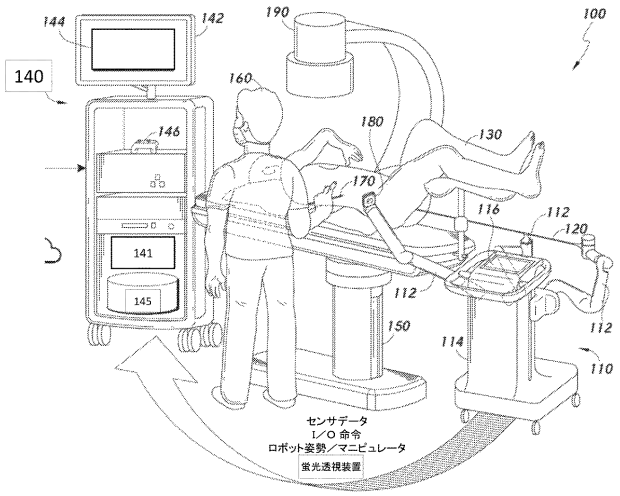
（４７）　前記命令が、前記プロセッサに、更に、

前記器具の追加の位置センサデータを取得させ、前記追加の位置センサデータが、第２の期間にわたって、前記解剖学的構造内で移動する前記器具の位置を示し、前記器具形状を決定することが、前記追加の位置センサデータに基づく、実施態様４６に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

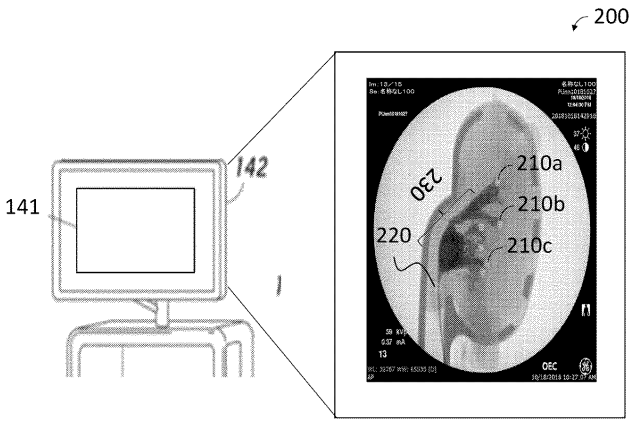
（４８）　前記命令が更に、前記プロセッサに、前記非造影二次元画像データ内の第２のセグメントを前記器具に対応するものとして識別させ、前記器具形状を決定することが、前記第２のセグメントに基づく、実施態様４６に記載の非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【図面】

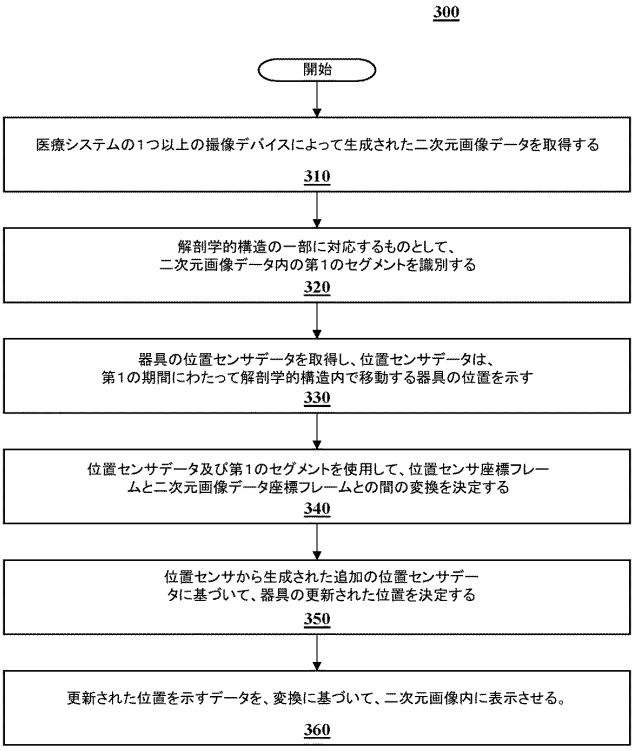
【図１】



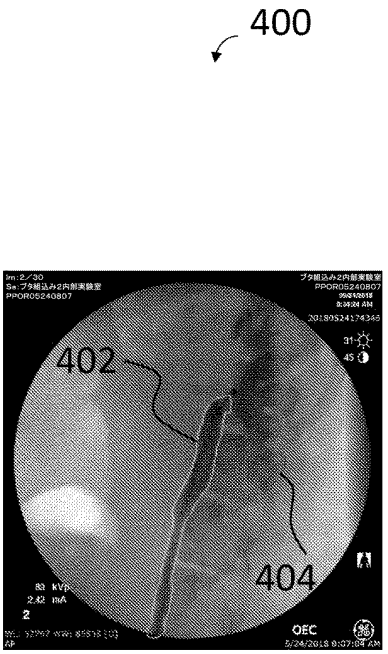
【図２】



【図３】


300
開始
医療システムの1つ以上の撮像デバイスによって生成された二次元画像データを取得する
310
解剖学的構造の一部に対応するものとして、
二次元画像データ内の第1のセグメントを識別する
320
器具の位置センサデータを取得し、位置センサデータは、
第1の期間にわたって解剖学的構造内で移動する器具の位置を示す
330
位置センサデータ及び第1のセグメントを使用して、位置センサ座標フレームと二次元画像データ座標フレームとの間の変換を決定する
340
位置センサから生成された追加の位置センサデータに基づいて、器具の更新された位置を決定する
350
更新された位置を示すデータを、変換に基づいて、二次元画像内に表示させる。
360

【図４】


400
402
404

【図５】

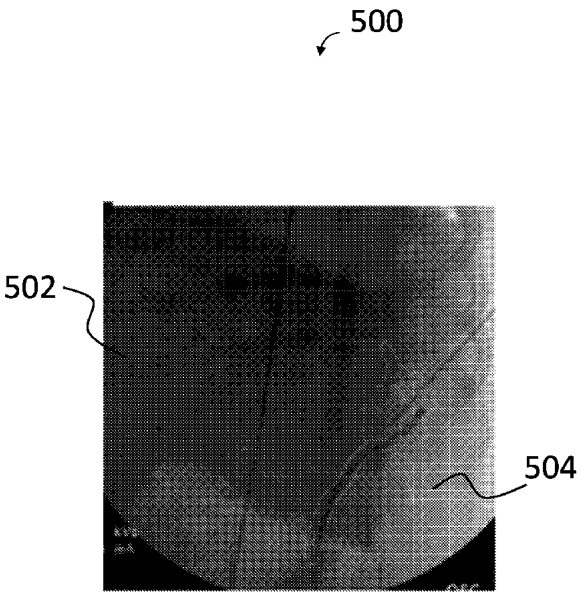

500
502
504

FIG. 5

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2022/062376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 90/00(2016.01)i; **A61B 34/20**(2016.01)i; **G06T 7/30**(2017.01)i

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)

A61B 90/00(2016.01); A61B 34/10(2016.01); A61B 34/20(2016.01); A61B 34/30(2016.01); A61B 46/20(2016.01); A61B 5/00(2006.01); G06F 3/01(2006.01); G06T 15/20(2011.01); G06T 19/20(2011.01); G06T 7/73(2017.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: augment, two-dimensional image registration, segment, location sensor, display, transform

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020-0305985 A1 (VUZE MEDICAL LTD.) 01 October 2020 (2020-10-01) claim 135	1-48
A	US 2021-0132687 A1 (IMMERSIVETOUCH, INC.) 06 May 2021 (2021-05-06) whole document	1-48
A	US 2020-0375546 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 03 December 2020 (2020-12-03) whole document	1-48
A	US 2018-0200018 A1 (WASHINGTON UNIVERSITY) 19 July 2018 (2018-07-19) whole document	1-48
A	US 2021-0290310 A1 (PROJECT MORAY, INC.) 23 September 2021 (2021-09-23) whole document	1-48

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
30 March 2023	**31 March 2023**
Name and mailing address of the ISA/KR **Korean Intellectual Property Office** **189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon** **35208, Republic of Korea** Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Authorized officer **HEO, Joo Hyung** Telephone No. **+82-42-481-5373**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2022/062376

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2020-0305985 A1	01 October 2020	EP 3429475 A2	23 January 2019
		EP 3429475 B1	15 December 2021
		EP 3988027 A1	27 April 2022
		US 10716631 B2	21 July 2020
		US 11452570 B2	27 September 2022
		US 11490967 B2	08 November 2022
		US 2019-0350657 A1	21 November 2019
		US 2022-0249175 A1	11 August 2022
		WO 2017-158592 A2	21 September 2017
US 2021-0132687 A1	06 May 2021	US 11416069 B2	16 August 2022
US 2020-0375546 A1	03 December 2020	CN 112022201 A	04 December 2020
		US 10881353 B2	05 January 2021
US 2018-0200018 A1	19 July 2018	EP 3432780 A1	30 January 2019
		EP 3432780 A4	23 October 2019
		US 10258426 B2	16 April 2019
		US 2020-0107904 A1	09 April 2020
		US 2021-0113293 A9	22 April 2021
		WO 2017-165301 A1	28 September 2017
US 2021-0290310 A1	23 September 2021	EP 3893797 A1	20 October 2021
		EP 3893797 A4	07 September 2022
		WO 2020-123671 A1	18 June 2020
		WO 2020-123671 A9	27 August 2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

フロントページの続き

,MC,ME,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,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,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,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ルニア州、レッドウッド・シティ、ショアライン・ドライブ １５０