(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-540750
(P2024-540750A)
(43)公表日　令和6年11月1日(2024.11.1)

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

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全37頁）

(21)出願番号　特願2024-529154(P2024-529154)
(86)(22)出願日　令和4年11月18日(2022.11.18)
(85)翻訳文提出日　令和6年6月13日(2024.6.13)
(86)国際出願番号　PCT/EP2022/082468
(87)国際公開番号　WO2023/089125
(87)国際公開日　令和5年5月25日(2023.5.25)
(31)優先権主張番号　63/281,207
(32)優先日　令和3年11月19日(2021.11.19)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号　22154694.8
(32)優先日　令和4年2月2日(2022.2.2)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA
最終頁に続く

(71)出願人　590000248
コーニンクレッカ フィリップス エヌヴェ
Ｋｏｎｉｎｋｌｉｊｋｅ Ｐｈｉｌｉｐｓ Ｎ．Ｖ．
オランダ国 ５６５６ アーヘー アインドーフェン ハイテック キャンパス ５２
Ｈｉｇｈ Ｔｅｃｈ Ｃａｍｐｕｓ ５２，５６５６ ＡＧ Ｅｉｎｄｈｏｖｅｎ，Ｎｅｔｈｅｒｌａｎｄｓ
(74)代理人　110001690
弁理士法人Ｍ＆Ｓパートナーズ
(72)発明者　バリキ マーチン エイ．
オランダ国 ５６５６ アーヘー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ５
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　血管内ロボット機器の制御

(57)【要約】
医療機器の動きを制御するための制御デバイス１００が提示される。制御デバイスは、機器１０の限界位置の指標１２を提供するように構成された限界指標提供ユニット１０１であって、限界位置を超えると、機器の位置が限界外であると見なされる、限界指標提供ユニット１０１と、機器の一部分を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから機器の位置１１を提供するように構成された位置提供ユニット１０２とを備える。制御デバイスは、機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標及び機器の位置に基づいて機器の動きを制御するように構成されたコントローラ１０３を更に備える。これにより、医療機器及び他の機器の改善された動き制御が可能になる。

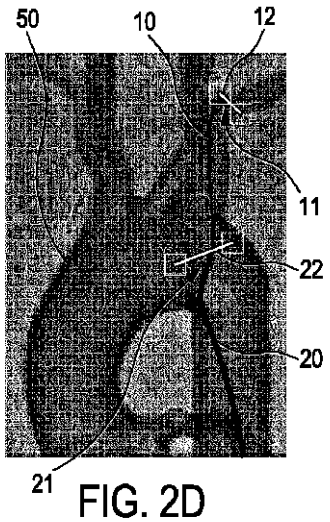


FIG. 2D

【特許請求の範囲】
【請求項１】
医療機器の動きを制御するための制御デバイスであって、前記制御デバイスは、
命令を記憶する非一時的メモリと、
前記命令を実行するプロセッサと
を備え、前記命令は、前記プロセッサによって実行されたとき、前記制御デバイスに、
機器の限界位置の指標を提供することであって、前記限界位置を超えると、前記機器の位置が限界外であると見なされる、限界位置の指標を提供することと、
前記機器の一部分を含む受信画像及び／又は前記機器の取得された動きから前記機器の位置を提供することと、
前記機器の前記位置が前記限界位置に対して所定の関係を維持するように、前記限界位置の前記指標及び前記機器の前記位置に基づいて前記機器の動きを制御することと
を実行させる、制御デバイス。
【請求項２】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、前記限界位置をグラフィック表現するために前記画像内に前記指標の表現を提供させる、請求項１に記載の制御デバイス。
【請求項３】
前記機器は医療機器であり、前記命令は更に、前記制御デバイスに、管状解剖学的構造に沿った前記機器の動きを制御させ、前記管状解剖学的構造の一部分は前記画像に含まれており、前記指標の前記表現は、撮像された管状構造を横断するように提供される、請求項２に記載の制御デバイス。
【請求項４】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、撮像された管状構造を横断するように提供される指標の表現のサイズが、前記撮像された管状構造の幅の潜在的な変化に応じて動的に変化するように、指標の表現を提供させる、請求項３に記載の制御デバイス。
【請求項５】
前記機器は２つの機器のうちの第１の機器であり、前記２つの機器のうちの第２の機器は、前記第２の機器が動かされるときに前記第１の機器に対して運動を誘発する、請求項１から４のいずれか一項に記載の制御デバイス。
【請求項６】
前記２つの機器のうちの前記第２の機器は、手動で駆動されて前記第１の機器に対して運動を誘発し、前記命令は更に、前記制御デバイスに、前記第２の機器が手動で駆動されている間、前記限界位置に対して前記所定の関係を自動的に維持するように前記第１の機器を制御させる、請求項５に記載の制御デバイス。
【請求項７】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、
動かされる前記第２の機器の目標位置を示す目標指標を提供することと、
前記第２の機器の位置である前記第２の位置を提供することと
を実行させる、請求項５又は６に記載の制御デバイス。
【請求項８】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、
前記第２の位置が前記目標位置に接近するように、前記目標指標及び前記第２の位置に基づいて前記第２の機器の動きを制御すること、
前記第２の機器が警告限界を超えて前記目標位置に接近したときにユーザへの警告をトリガすること、
前記第２の位置が接近限界を超えたときに前記第２の機器の動きが減速するように、前記目標指標及び前記第２の位置に基づいて前記第２の機器の前記動きを制御すること、並びに／又は
前記第２の機器若しくは前記第２の機器を駆動するツールに加えられる反作用力を制御することであって、そのような力は、前記第２の機器を手動で駆動するユーザによって加

えられる手動の力に対向し、そのような反作用力は、前記第２の位置が接近限界を超えたときに加えられ、任意選択として、前記接近限界は前記目標位置であり、前記反作用力は、前記ユーザが手動で前記第２の機器を前記目標位置を超えて駆動するのを防ぐのに十分な大きさであり、更に任意選択として、前記反作用力は前記接近限界と前記目標位置との間で徐々に増加する、反作用力を制御すること
を実行させる、請求項７に記載の制御デバイス。
【請求項９】
前記第１の機器及び前記第２の機器は医療機器であり、前記命令は更に、前記制御デバイスに、管状解剖学的構造に沿った前記第１の機器及び前記第２の機器の動きを制御させる、請求項５から８のいずれか一項に記載の制御デバイス。
【請求項１０】
前記第１の機器は内側デバイスであり、前記第２の機器は外側デバイスであり、前記受信画像は、前記第１の機器及び前記第２の機器の一部分の画像と、主枝及び前記主枝から枝分かれした目標枝を含む前記管状解剖学的構造の複数の枝の枝分かれした交点とを含み、前記命令は更に、前記制御デバイスに、コントローラが前記外側デバイスの後退を引き起こすとき、前記外側デバイスの前記後退を補償する量だけ前記内側デバイスを更に前進させることによって、前記管状解剖学的構造の目標枝内の目標点に前記内側デバイスを維持させる、請求項９に記載の制御デバイス。
【請求項１１】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、前記限界位置の前記指標が提供される対象となる前記機器の前記位置と前記限界位置との間の距離を決定させ、前記距離に基づいて前記機器の前記動きを制御させる、請求項１から１０のいずれか一項に記載の制御デバイス。
【請求項１２】
前記限界位置の前記指標が提供される対象となる前記機器の前記位置は、前記機器の一部分の受信画像から提供され、前記限界位置は前記受信画像内の位置を指し、前記距離は前記画像に基づいて決定される、請求項１１に記載の制御デバイス。
【請求項１３】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、前記機器が管状解剖学的構造に沿って動かされる場合の撮像された解剖学的特徴、特に前記機器が入る新しい枝、ユーザ入力を前記画像内の場所に関連付けるユーザインターフェースを通したユーザ入力、及び／又は記憶された既定の設定パラメータに基づいて、前記限界位置の前記指標を提供させる、請求項１から１２のいずれか一項に記載の制御デバイス。
【請求項１４】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、前記指標が提供される対象となる前記機器の前記位置に更に基づいて、前記限界位置の前記指標を提供させる、請求項１３に記載の制御デバイス。
【請求項１５】
前記命令は更に、前記制御デバイスに、前記機器が閾値距離を超えて動くように制御されているにもかかわらず、動かされている前記機器の前記位置が変化しないことを検出させ、そのような場合に前記機器の前記動きを修正させる又はユーザへの警告をトリガさせる、請求項１から１４のいずれか一項に記載の制御デバイス。
【請求項１６】
医療機器を動かすための装置であって、前記装置は、
請求項１から１５のいずれかに記載の制御デバイスと、
動かされる前記機器の動きを駆動するために前記制御デバイスのコントローラによって制御可能な駆動装置と
を備える、装置。
【請求項１７】
２つの機器のうちの第１の機器である前記機器と、前記２つの機器のうちの第２の機器とを更に備え、

ａ）前記第１の機器は、可撓性の細長い誘導機器を指し、前記第２の機器は、前記第１の機器に沿って誘導される機器を指し、且つ／又は
ｂ）前記第２の機器は、可撓性の細長い誘導機器を指し、前記第１の機器は、前記第１の機器に沿って誘導される機器を指す、請求項１６に記載の装置。
【請求項１８】
医療機器の動きを制御するための方法であって、前記方法は、
機器の限界位置の指標を提供するステップであって、前記限界位置を超えると、前記機器の位置が限界外であると見なされる、ステップと、
前記機器の一部分を含む受信画像及び／又は前記機器の取得された動きから前記機器の位置を提供するステップと、
前記機器の前記位置が前記限界位置に対して所定の関係を維持するように、前記限界位置の前記指標及び前記機器の前記位置に基づいて前記機器の動きを制御するステップと
を有する、方法。
【請求項１９】
医療機器の動きを制御するためのコンピュータプログラムであって、前記コンピュータプログラムは、請求項１から１５のいずれか一項に記載の制御デバイスに請求項１８に記載の方法を実行させる命令を含む、コンピュータプログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、医療機器の動きを制御するための制御デバイス、方法、及びコンピュータプログラム、並びに医療機器を動かすための装置、方法、及びコンピュータプログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
医療介入中又は医療介入の準備中に医療機器をナビゲートすることは、困難で時間のかかる作業であり得る。医療機器を所望の目標位置にナビゲートした後に偶発的な状況によって医療機器が所望の目標位置から外れる可能性があり、そのため医療機器の時間のかかる再ナビゲーションが必要になることにより、この作業の複雑さは更に増大する。実際、医療機器の動き制御が不十分であると、追加のナビゲーション手段が必要となり、したがって全体的な介入期間が長くなるだけでなく、患者にとって有害となり得る他の医学的合併症も引き起こす。したがって、医療機器の動き制御を改善する必要がある。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
本発明の目的は、医療機器の改善された動き制御を可能にすることである。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
第１の態様では、本発明は、医療機器の動きを制御するための制御デバイスに関し、制御デバイスは、命令を記憶する非一時的メモリと、命令を実行するプロセッサとを備え、命令は、プロセッサによって実行されたとき、制御デバイスに、
－　機器の限界位置の指標を提供することであって、限界位置を超えると、機器の位置が限界外であると見なされる、限界位置の指標を提供することと、
－　機器の一部分を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから機器の位置を提供することと、
－　機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標及び機器の位置に基づいて機器の動きを制御することと
を実行させる。
【０００５】
上述の「命令」は、本文書の次のセクションで使用されるように、「ユニット」若しく

は「コントローラ」として定義若しくは描写されるか、又は「ユニット」若しくは「コントローラ」によって実施される。

【０００６】

例えば、

「限界指標提供ユニット」は、（この場合）機器の限界位置の指標を提供するように構成される。好ましくは、限界位置を超えると、機器の位置は限界外であると見なされる。

「位置提供ユニット」は、（この場合）機器の一部分を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから機器の位置を提供するように構成される。

「コントローラ」は、（この場合）機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標及び機器の位置に基づいて機器の動きを制御するように構成される。

【０００７】

機器の限界位置の指標、更には機器の位置が提供され、機器の位置は、機器の一部分を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから提供され、好ましくは、限界位置を超えると、機器の位置は限界外であると見なされ、こうした理由から、その限界に対する機器の位置に関する情報が利用可能である。機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標及び機器の位置に基づいて機器の動きが制御されるので、機器の望ましくない運動が限定され得る。したがって、制御デバイスは、医療機器の改善された動き制御を可能にする。

【０００８】

限界指標提供ユニットは、限界位置自体の指標を決定し、決定された指標を提供するか、又は、対応する決定ユニット、命令、プロセッサ、若しくはユーザインターフェースから指標を受信し、更なる処理のためにその指標を提供するように構成され得る（或いは、対応する命令が更に、制御デバイスにこれらを実行させることができる）。追加として又は代替として、限界指標提供ユニットは、任意選択として、限界位置をグラフィック表現するために画像内に指標の表現を提供するように構成される（又は、任意選択として、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。画像は、機器の位置が提供される元となる画像である。画像内の指標の表現は、ユーザ入力に基づいて決定される場合もあれば、決定されない場合もある。ユーザ入力に基づいて決定される場合、ユーザ入力は、具体的には指標の表現が配置される画像位置を示す。

【０００９】

位置提供ユニットは、好ましくは、機器の一部分を含む画像及び／又は機器の取得された動きに基づいて機器自体の位置を決定し、決定された位置を提供するように構成される（或いは、好ましくは、対応する命令が制御デバイスにこれらを実行させる）。画像に基づいて機器の位置を決定するために、位置提供ユニットは、画像区分化を適用するように構成される（又は、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。例えば、Ｕ－Ｎｅｔ畳み込みニューラルネットワークモデルを含む、知られている画像区分化ツールが使用される。

【００１０】

限界位置の指標が提供される対象となる機器は、運動が誘発される機器であり得る。その場合、指標は、機器に対して誘発される運動の限界を限界位置によって示すので、誘発運動限界指標とも呼ばれる。誘発運動は、具体的には、偶発的又は意図しない運動、すなわち、コントローラの動き制御信号に対応する又はそれに基づいて予想される動きと一致しない運動を指す。誘発運動は、静的環境又は参照システムを基準とする機器の誘発運動を指すことがあり、絶対的な誘発運動と呼ばれる。より一般的には、誘発運動は相対的な運動を指すこともあり、その場合、誘発運動は、それ自体を動かす環境又は参照システムに対して相対的に測定される。例えば、誘発運動は、生きている患者の血管構造のような潜在的に動いている解剖学的構造に対して相対的に測定される。この場合、機器の位置と限界位置との間の関係の変化は、例えば、ａ）機器が様々に動かされるか若しくは固定された絶対位置に保持される場合の、限界位置が固定される際に相対する解剖学的構造の動

き、ｂ）限界位置が固定された絶対位置である場合の、解剖学的構造の動きによって機器に対して誘発される運動、及び／又はｃ）機器と相互作用する他の機器の動きによって機器に対して誘発される運動から生じる。

【００１１】

医療機器が所望の目標位置にナビゲートされる導入例では、限界位置、すなわち限界指標によって示される医療機器の限界位置は、特に所望の目標位置に対応する。所望の目標位置は、例えば、ユーザ入力によって決定されるか、又はユーザが機器の制御を誘発した後の最後の既知の位置など、最後の既知の位置に対応する。限界位置は、所望の目標位置自体に対応する、すなわち所望の目標位置に厳密に又は近似的に等しい。しかしながら、限界位置は、既定の許容範囲内でのみ所望の目標位置に対応することもできる。この場合、医療機器に対して誘発される運動は、その運動により医療機器の位置が許容範囲を超えて所望の目標位置から逸脱する程度まで医療機器が目標位置から外れない限り許容される。一方、医療機器が最終的に所望の目標位置自体に到達するのではなく、ある程度の安全マージンまでのみ所望の目標位置に対応する位置に到達するような、医療機器の初期ナビゲーションが既に実行されていることがあり、安全マージンは、医療機器の潜在的な誘発運動を既に予測している。この後者の場合、限界指標によって示される限界位置はやはり、所望の目標位置に厳密に又は近似的に一致する。この例は、特に、機器が固定位置に保持される場合と、限界位置に対する機器の相対位置に関する所定の条件が満たされる限り機器が動いてもよい場合との両方を含め、限界位置に対する機器の位置の所定の関係が幅広く理解されるべきであることを示している。この意味で、限界指標を通じて、機器の誘発運動、場合によってはすべての動きに対する許容範囲が定量化可能となる。したがって、一実施形態では、示された限界位置は、機器の誘発運動に対する限界を暗示又は定義するものとして理解される。しかしながら、限界位置及びその指標は、機器に対して誘発される運動とは独立して定義される。より一般的には、例えば、示された限界位置は、機器のすべての動きに対する限界を暗示又は定義するものとして理解される。

【００１２】

機器の位置は、機器の場所及び／又は向きを指す。特に、機器の位置は、機器の既定の部分の場所及び／又は向きを指す。しかしながら、機器の位置は、機器の複数の部分の場所及び／若しくは向きを指すか、又は平均化などによってそれに基づいて決定されることもある。機器の位置は、ａ）機器の一部分を含む受信画像、及びｂ）機器の取得された動きのうちの少なくとも一方に基づいて決定され得る。したがって、例えば、機器の位置は、機器を示す画像の分析に基づいて、特にその既定の画像特徴に基づいて決定され得る。上述したように、この目的のために、知られている区分化技法が使用される。画像ベースの機器の位置決定に加えて又はその代替として、機器の位置を決定するために、機器の取得された動きが使用される。機器の取得された動きは、コントローラによって送出された以前の動き制御信号から回復された動き制御情報、及び／又は機器の位置を示す現在の制御パラメータ又は動きパラメータを指す。取得された動き、以前の動き又は現在の動きは、好ましくは、機器の運動を駆動するツール、ロボット及び／若しくはモータから測定又は収集された情報から取得される。これは、通常は機器にセンサを埋め込むことを示唆する追跡感知システムに関して好ましいものである。コントローラによる制御の基礎として位置提供ユニットによって（又は制御デバイスにこの位置を提供させる対応する命令によって）提供される機器の位置は、好ましくは機器の現在位置であることが理解されるべきである。

【００１３】

上記で既に示したように、機器の限界位置の指標、したがって暗黙的に限界位置自体も、例えばユーザ入力に基づいて決定される。指標は、限界領域などの複数の限界位置を示すこともできる。例えば、機器の位置が機器の画像に基づいて決定される場合、限界位置又は限界領域は画像とともに示される。この場合、機器に対する動き制御は、画像に基づく。

【００１４】

機器の動きを制御するためにコントローラが受け取る入力のタイプは、使用される指標のタイプ及び機器の位置がどのように決定されるかに応じて異なる。また、コントローラの出力のタイプは、特にコントローラが受け取る入力のタイプに応じて異なる。

【００１５】

好ましくは、機器の位置及び限界位置は、２次元又は３次元の空間次元における位置を指す。通常、少なくとも機器の位置は経時的に動く。したがって、位置提供ユニットは、機器の位置、すなわちその動きを時間内に追跡するように構成される（又は、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。機器の動きを追跡している間、コントローラは、機器の位置が限界位置に関して所定の関係を依然として満たしているかどうかを繰り返し、特に継続的にチェックするように構成される。上記で既に示したように、このチェックは許容範囲を用いて実施される。すなわち、コントローラは、機器が許容範囲内で限界位置に対して所定の関係を維持するように機器の動きを制御するように構成される。例えば、機器の位置が、既定の許容距離未満だけ示された限界位置を超えていると判定された場合、これは許容され、したがって対策を示す制御信号を引き起こさない。コントローラは、制御信号を決定するための時間の許容範囲も考慮する。時間の許容範囲は、例えば、機器の位置が、既定の許容期間未満の間、示された限界位置を超えていると判定された場合、これは許容され、したがって対策を示す制御信号を引き起こさない。許容される期間は、例えば、整数Ｎ秒に対応するように予め定義され得る。

【００１６】

コントローラによる機器の動きの制御は、コントローラが制御信号を提供することを指し、その制御信号に従って機器が物理的に動かされ得る。制御信号は、好ましくは、場合によっては時間内に連続的に又は繰り返し提供される、機器の位置に関する動き命令を含む。機器の物理的な動きは、コントローラによって提供される制御信号に基づくことができ、例えば駆動装置によって実現される。他の実施形態では、コントローラは、駆動装置のような物理的な動き手段を備え、その場合、コントローラは、機器自体を物理的に動かすように構成される。制御信号は、好ましくは機器の位置を指し、機器の位置は、２次元若しくは３次元の空間次元における、更には時間における機器の場所及び／又は向きを指すが、コントローラによって制御可能な機器の自由度は限定されることに留意されたい。例えば、コントローラは、機器の長手方向軸に沿った機器の並進及びこの軸の周りの回転など、機器の単一の並進及び単一の回転自由度のみを制御するように構成される。

【００１７】

コントローラの入力及び／又は出力のタイプに関係なく、コントローラは、機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように機器の動きを制御するように構成される。所定の関係とは、機器の位置と、限界位置、すなわち機器に対する限界位置との間の関係を指す。所定の関係は、上記で既に示したように、所与の限界位置に対する機器の位置によって満たされるべき条件と見なされる。コントローラは、条件が満たされた状態を確実に維持するために、この条件及び機器の位置から、機器をどのように動かすべきか又は動かすことが可能であるかを決定するように構成される。所定の関係は、機器の位置及びその限界位置、又は機器に関連する画像若しくは取得された動きの特徴のようなそれぞれの指標及び限界位置の指標によって定義される対応する限界値を含む不等式の観点から数学的に表現可能である。例えば、所定の関係は、医療機器の特定の部分と特定の解剖学的位置との間の距離が既定の閾値未満に減少するべきではないという条件に数学的に対応する。しかしながら、限界位置に対する機器の位置によって所定の関係が維持されるように機器の動きを制御することは、必ずしも制御が位置ベースであること、特に制御が純粋に位置ベースであることを必要とするわけではない。追加として又は代替として、コントローラは、例えば、場合によっては機器のために提供された位置における機器の速度若しくは機器にかかる力を示す信号又は他の制御量に基づいて機器を制御する。そのような他の制御量に対して限界値も定義され、これらの限界値は、特定の限界位置に変換又は対応する。特定の位置ベースの条件を満たすことは、速度又は力のような他の制御量に基づく対応する条件が満たされることを示唆し、その逆も同様である。したがって、「機器の位置

が限界位置に対して所定の関係を維持するような」制御は、位置ベースではない制御機構を含む。この意味において、本明細書で言及される機器の位置は、必ずしも機器の空間的位置を指すものではなく、場合によっては、例えば速度又は力のような他の制御量の空間内の位置を指すものとして理解される。制御量の空間は、構成空間、すなわちそれぞれの機器の構成の空間とも理解される。

【００１８】

維持される所定の関係又は対応する状態は、場合によっては医療機器のナビゲーションが完了した又は完了したとされた後に始まる所定の時間窓にわたってのみ「有効である」ことが理解される。この時間窓以外では、所定の関係に対応する条件が満たされないことが許容される。例えば、医療機器は、最初に重要な解剖学的点を通過するようにナビゲートされるが、その後、医療機器の誘発運動により、医療機器がこの重要な解剖学的点に再び接近することがあってはならない。

【００１９】

機器の誘発運動は、別の対象の能動的な動きによって又は機器が位置している環境によって引き起こされる受動的な動きとして理解される。例えば、機器を用いて実施される医療処置を患者が受けることによって、又は動きが誘発される機器と組み合わせて更なる機器が使用されることによって、機器に対して運動が誘発される。機器の誘発運動は、機器の能動的な動きを除外するものではない。対照的に、機器は、機器自体が動く、すなわち能動的に動くと同時に、誘導運動を受ける可能性もある。言い換えれば、医療機器の能動的な動きと受動的な動きとが重なり合う可能性がある。具体的には、機器は、誘発運動のような受動的な動きのバランスを取るように能動的に動かされる。更に具体的には、機器の能動的な動きは、機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持しない原因となる受動的な動きを補償するものであると要約される。コントローラによって提供される制御信号の対象となるのは、機器の能動的な動きである。コントローラはまた、機器の受動的な動きに対応する誘発運動を補償する能動的な動きをもたらす代わりに、誘発運動を抑制又は更にはブロックするように構成される。

【００２０】

先ほど示したように、医療処置中に医療機器が患者の体内に挿入される場合、患者の身体の動きは、身体に対して相対的な、例えば特定の解剖学的ランドマークに対して相対的な医療機器の位置に影響を与える。したがって、コントローラは、例えば、医療機器が身体の動きに少なくともある程度従うように医療機器の動きを制御するように構成される。しかしながら、同じく先ほど示したように、機器、特に医療処置に使用される医療機器の誘発運動の別の原因は、更なる機器である可能性がある。したがって、一実施形態では、上記の機器は２つの機器のうちの第１の機器であり、２つの機器のうちの第２の機器は、すなわち第２の機器が動かされたときに第１の機器に対して運動を誘発する。第２の機器は、特に、それ自体の動きによって第１の機器に対して運動を誘発する。言い換えれば、第１の機器の誘発運動は、特に第２の機器の動きによって誘発され得る。これは、第１の機器と第２の機器が両方とも患者の体内に挿入される医療機器である場合に特に該当する。

【００２１】

２つの機器が存在する場合、運動が誘発される機器は以後、第１の機器とも呼ばれ、第１の機器に対して運動を誘発する機器は以後、第２の機器とも呼ばれる。同様に、第１の機器の位置は以後、第１の位置とも呼ばれ、第２の機器の位置は以後、第２の位置とも呼ばれる。

【００２２】

制御デバイスのこれらの命令は更に、制御デバイスに、

－　動かされる第２の機器の目標位置を示す目標指標を提供することと、

－　第２の機器の位置である第２の位置を提供することと

を実行させる。

【００２３】

上述の「命令」は、本文書の次のセクションで使用されるように、「ユニット」若しくは「コントローラ」として定義若しくは図示されるか、又は「ユニット」若しくは「コントローラ」によって実施される。

【００２４】

例えば、

「目標指標提供ユニット」は、（この場合）動かされる第２の機器の目標位置を示す目標指標を提供するように構成され、

「第２の位置提供ユニット」は、（この場合）第２の機器の位置である第２の位置を提供するように構成される。コントローラは、第２の位置が目標位置に接近するように、目標指標及び第２の位置に基づいて第２の機器の動きを制御するように構成される。

【００２５】

したがって、コントローラは、一次的に第２の機器の動きを制御し（又は、命令が更に、制御デバイスに、一次的にこれを実行させ）、第２の機器のこの動きは、偶発的に第１の機器に対する動きを誘発するので、コントローラは、二次的に第１の機器の動きを制御する、すなわち誘発運動を部分的に若しくは完全に補償するか又は制御若しくはブロックする（或いは、命令が更に、制御デバイスに、二次的にこれらを実行させる）。

【００２６】

目標指標は、第１の機器の限界位置の指標と同じタイプとすることができる。すなわち、目標指標は第１の機器の限界位置の指標に対応し、異なる点は、目標指標が第１の機器の限界位置ではなく第２の機器の目標位置を示す点である。２つの画像において、例えば、２つの指標は、画像の場所が異なるだけで、場合によっては向きが異なるだけで、同じ様式で表現される。

【００２７】

同様に、第２の位置は、第１の機器ではなく第２の機器についてのみ、第１の位置のように決定される。特に、機器の位置は、好ましくは、場合によっては画像分析に基づいて又は第２の機器の取得された動きに基づいて決定される機器の現在位置であることが理解されるべきである。

【００２８】

コントローラは、例えばユーザインターフェース経由で受信されたユーザ入力などのユーザ入力に基づいて第２の機器の動きを制御するように構成される。このようなユーザ入力に依存することとは別に、コントローラは、第２の機器の動きを自動的に制御するように構成される。より高度な実施形態では、第２の機器の動きの完全自動制御が、すなわちユーザ入力なしで実施されることも可能である。逆に、原理的には、第２の機器が一次的にユーザによって、すなわち手動で動かされることも可能である。例示的な実施形態では、動作がコントローラによって制御される機器は、２つの機器のうちの第１の機器であり、２つの機器のうちの第２の機器は、手動で駆動され、第１の機器に対して運動を誘発し、したがって、制御デバイスは、第２の機器が手動で駆動されている間、第１の機器が限界位置に対して所定の関係を自動的に維持することを可能にする。その場合、コントローラは、ユーザに触覚フィードバックを提供するように構成される。例えば、コントローラは、ユーザが目標位置を超えて第２の機器を動かすことを許可しないように、且つ／又は、第２の機器を目標位置に接近させるユーザによる第２の機器の任意の動きをサポートするように構成される。コントローラが第２の機器を押し戻すように制御しているため、ユーザは、目標位置を超えて第２の機器を動かすことを「許可されない」。実際、コントローラが第２の機器の動きを制御する際の基礎となるユーザ入力をユーザが提供する半自動実施形態においても、ユーザは、目標位置を超えて第２の機器を動かすことを「許可されない」。その場合、「許可されない」とは、コントローラがそれぞれのユーザ入力を無視することを指す。

【００２９】

したがって、ａ）コントローラが、第２の位置が目標位置に接近するように、目標指標及び第２の位置に基づいて第２の機器の動きを制御するように構成されることに加えて又

はその代替として、コントローラは、ｂ）第２の機器が警告限界を超えて目標位置に接近したときにユーザへの警告をトリガし、ｃ）第２の位置が接近限界を超えたときに第２の機器の動きが減速するように、目標指標及び第２の位置に基づいて第２の機器の動きを制御し、且つ／又はｄ）第２の機器、又は第２の機器を駆動するツールに加えられる反作用力を制御するように構成され、そのような力は、第２の機器を手動で駆動するユーザによって加えられる手動の力に対向し、そのような反作用力は、第２の位置が接近限界を超えたときに加えられ、任意選択として、接近限界は目標位置であり、反作用力は、ユーザが目標位置を超えて第２の機器を手動で駆動するのを防ぐのに十分な大きさであり、更に任意選択として、反作用力は接近限界と目標位置との間で徐々に増加する。

【００３０】

コントローラは、第２の機器の動きに更に基づいて、例えば第２の機器が動く速度に基づいて、第１の機器の動きを制御するように構成されることが好ましい。これにより、誘発運動又は他の望ましくない運動をより適切に補償することができる。更に、コントローラは、第１の機器及び／又は第２の機器の動きを既定の自由度に制限するように構成される。これにより、制御を簡素化することができる。また、必要となる可能性のあるユーザ入力の複雑さも、このようにして軽減され得る。一例では、第１の機器及び／又は第２の機器の動きは、並進運動に限定される、すなわち回転運動は除外される。回転運動は、他の機器に対してより複雑な運動を誘発することが観察されているため、回転運動を除外することにより、動き制御がより容易になる可能性がある。

【００３１】

目標指標も第１の機器に提供される。実際、第１の機器に提供される限界位置の指標は、それ自体が、少なくとも一時的に第１の機器の目標指標として機能することもできる。例えば、コントローラは最初に、第１の機器が、示された目標位置に接近するか又はそれを超えて延在するように第１の機器を制御し、続いて、特に第１の機器に対して潜在的な運動が誘発されている場合でも、第１の機器が目標位置に対して所定の関係、例えば最大距離などを維持するように第１の機器を制御するように構成される。このようなシナリオでは、目標指標は、経時的に限界位置の指標に変わる。

【００３２】

２つの機器のうちのどちらかは、可撓性の細長い誘導機器を指し、それぞれの他方の機器は、細長い誘導機器に沿って誘導される機器を指す。したがって、一実施形態では、ａ）第１の機器は、可撓性の細長い誘導機器を指し、第２の機器は、第１の機器に沿って誘導される機器を指し、且つ／又はｂ）第２の機器は、可撓性の細長い誘導機器を指し、第１の機器は、第１の機器に沿って誘導される機器を指す。

【００３３】

可撓性であることに加えて又はその代替として、反射性誘導機器が、関節接合されている、すなわちコントローラがそれぞれの機器の動きを制御できる１つ又は複数の関節を備える。２つの機器のうちの一方が細長く、２つの機器のうちのそれぞれの他方を物理的接触によって誘導する事例では、誘発運動が、長時間にわたって観察されている、すなわち衝突のような事象に対応する比較的短い運動であると考えられるので、このような事例が特に関連性があることがわかっている。

【００３４】

好ましくは、両方の機器は、細長い機器、特に可撓性の且つ／又は間接接合された細長い機器である。更に、第１の機器及び第２の機器は、好ましくは、第１の機器と第２の機器とが同軸上に配列可能である関節機器、すなわち複合機器を形成し、第２の機器は、内側機器部を形成する第１の機器に沿って滑動するように構成された外側機器部を形成する。

【００３５】

第１の機器の位置（以降、第１の位置とも呼ばれる）は、第１の機器の遠位先端を指し、第２の位置は、第２の機器の遠位先端を指す。機器のいずれかが細長くない場合、それぞれの機器の遠位先端の代わりに、それぞれの機器の他の遠位部が考慮される。

【００３６】
「細長くない」とは、比較的コンパクトな形状を有し、場合によってはすべての次元において比較的等しいサイズであることを特徴とする機器を指すものとして理解されるべきであり、一方「細長い」機器は、１つの次元のサイズが他の２つの次元のそれぞれのサイズに対して相対的に小さい又はあらゆる実用的な目的にとって取るに足らない程度のサイズである機器として理解されるべきである。
【００３７】
「遠位」という用語は、好ましくは、機器の動き手段から離れて機器の長手方向に測定された場合に、それぞれの機器の比較的遠い又は最も遠い部分を指し、「近位」は反対の意味を有する。動き手段は、例えばモータ若しくは駆動装置、又はユーザによる手動の動きアクションを仲介するデバイスに対応し得る。それらがそれぞれの機器の遠位先端又は他の遠位部を指すかどうかに関係なく、第１の位置及び第２の位置は、それぞれの機器の検出可能な要素によって決定される。検出可能な要素は、例えば、金属性のビーズ、リング、若しくは他の形状のもの、及び／又は電磁センサを指す。
【００３８】
第１の機器と第２の機器とはどちらも医療機器であり、コントローラは、管状解剖学的構造に沿った第１の機器の動きを制御するように構成される。任意選択として、コントローラは、患者の体内の管状解剖学的構造に沿った第１の機器及び第２の機器の動きを制御するように構成される。例えば、第１の機器は、場合によってはユーザ入力に基づいて、管状解剖学的構造に沿ってロボットのように駆動され、一方、第２の機器は、同様にロボットのように駆動されるか、又は手動で駆動される。
【００３９】
第１の機器及び／又は第２の機器の動きは、必ずしも管状解剖学的構造内に留まることに限定されない。代わりに、例えば、第１の機器及び第２の機器は、管状解剖学的構造を離れて腫瘍又は治療が適用される体腔に到達するように動かされる。位置限界指標は、管状の場所以外にあり、出口の場所は小孔と考えられ得る。また、解剖学的構造から離れる第１の機器及び／又は第２の機器のそのような動きは、コントローラ及び／又は手動操作によってもたらされる。特定の例によれば、第２の機器はカテーテルを指し、第１の機器はカテーテルのガイドワイヤを指す。典型的なワークフローでは、最初にガイドワイヤが管状解剖学的構造内に伸長される。通常、ガイドワイヤはカテーテルよりもナビゲートしやすい。ガイドワイヤに続いて、カテーテルの軸を中心にガイドワイヤを放射状に取り囲む中空体を備えるカテーテルが、ガイドワイヤを物理的誘導として使用することによって管状解剖学的構造内に伸長される。カテーテルを交換する場合、すなわちカテーテルの機能が限定されることによりしばしば必要となるカテーテル交換の場合、通常、カテーテルを後退させている間、ガイドワイヤは可能な限り定位置に留まるべきである。ガイドワイヤの伸長中とカテーテルの後退中との両方において、それぞれの機器が、偶発的にその機器によって他の機器を引きずる可能性がある。両方の状況において、すなわちガイドワイヤの伸長及びカテーテルの後退において望ましくない動きを抑制するには、上記の選択肢ａ）とｂ）との両方が該当し得る。
【００４０】
より一般的には、制御デバイスのコントローラは、第１の位置、すなわち第１の機器の位置と限界位置の指標とに基づいて第１の距離を決定することであって、第１の距離が第１の機器の位置と第１の機器の限界位置との間の距離を示す、第１の距離を決定すること、及び第１の距離に基づいて第１の機器の動きを制御することを行うように構成される。同様に、コントローラは、第２の機器の位置と目標指標とに基づいて第２の距離を決定することであって、第２の距離が目標位置と第２の機器の位置との間の距離を示す、第２の距離を決定すること、及び第２の距離に基づいて第２の機器の動きを制御することを行うように構成される。それぞれ第１の距離及び第２の距離に基づいて機器の動きを制御することは、例えば、比例制御を指し得る。すなわち、コントローラは、それぞれの距離に比例する駆動力又は動き速度につながる制御信号を決定するように構成される。

【００４１】
第１の距離と第２の距離との両方は、例えば、幾何学的距離尺度、特にユークリッド距離尺度、又は物理的距離尺度などの既定の距離尺度に従って決定され得る。これらの距離測定は、好ましくは３次元、すなわち３次元空間における距離を測定することである。完全な３次元情報が当初から利用できない場合、完全な３次元情報は、校正を通じて２次元情報から埋め合せされ得る。例えば、第１の機器及び第２の機器の位置のうちの一方又は両方が当初から２空間次元でのみ測定可能である場合、具体的にはＸ線画像に基づいてそれぞれの位置を決定する場合に該当するが、３次元空間におけるそれぞれの機器の位置は、それぞれの２次元測定位置と、校正測定値に基づいて決定された校正係数とに基づいて決定され得る。

【００４２】
例示的な距離尺度は、経路又は通路の長さの尺度であり、弧長とも呼ばれる。例えば、第１の機器に関して、コントローラは、この機器の位置と、対応する指標によってこの機器について示される限界位置との間の距離を決定し、その距離に基づいて機器の動きを制御するように構成され、距離は、任意選択として、経路又は通路に沿って定義される。同じ制御を第２の機器に適用することができ、第１の位置及び限界位置の代わりに、第２の位置及び目標位置が考慮される。

【００４３】
したがって、例えば、第１の距離及び第２の距離は、それぞれの位置及びそれぞれの指標から決定されたそれぞれの経路に基づいて決定される。具体的には、第１の経路は、第１の機器の位置と第１の機器の限界位置との間に画定され、第１の距離は、第１の経路に沿って決定される。同様に、第２の経路は、第２の機器の位置と第２の機器の目標位置との間に画定され、第２の距離は、第２の経路に沿って測定される。第１の経路は第１の機器が辿る経路であり、第２の経路は第２の機器が辿る経路である。より具体的な実施形態では、経路は、管状解剖学的構造に沿って位置するように予め定義される。このような実施形態では、制御デバイスのコントローラは、ａ）第１の位置、第１の機器の限界位置の指標、及び管状解剖学的構造に基づいて第１の解剖学的距離を決定することであって、第１の解剖学的距離が管状解剖学的構造に沿った第１の位置と第１の機器の限界位置との間の距離を示す、第１の解剖学的距離を決定すること、及び第１の解剖学的距離に基づいて第１の機器の動きを制御すること、並びに／又はｂ）第２の位置、目標指標、及び管状解剖学的構造に基づいて第２の解剖学的距離を決定することであって、第２の解剖学的距離が管状解剖学的構造に沿った第２の位置と第２の機器の目標位置との間の距離を示す、第２の解剖学的距離を決定すること、及び、第２の解剖学的距離に基づいて第２の機器の動きを制御することを行うように構成される。

【００４４】
第１の距離及び／又は第２の距離、特に第１の解剖学的距離及び／又は第２の解剖学的距離を決定するために、制御デバイスは、管状解剖学的構造並びに／又は第１の機器及び第２の機器の表現を提供するように構成された構造表現提供ユニットを備え（或いは、プロセッサによって実行される対応する命令が制御デバイスにこれを実行させ）、表現において、第１の位置、すなわち第１の機器の位置、第１の機器の限界位置、第２の位置、すなわち第２の機器の位置、及び第２の機器の目標位置が識別可能である。構造表現は、好ましくは、機器の位置決定に使用されるデータに基づいて、すなわち、１つ若しくは複数の機器のそれぞれの部分及び／又はそれぞれの機器の動きを含む受信画像に基づいて決定される。管状解剖学的構造並びに／又は第１の機器及び第２の機器の構造表現は、画像、例えば任意選択として、構造表現自体が決定される際の基礎となる画像、又は場合によっては線分のみからなる更に概略的なバージョンの画像である。しかしながら、構造表現は別の表現、すなわち非画像ベースの表現とすることもできる。例えば、非画像ベースの表現は、画像を生成するために使用され得るが必ずしも使用されるわけではない数値データ、パラメトリックデータ、又は任意の他のデータを指すことができ、データは、管状解剖学的構造並びに／若しくは第１の機器及び第２の機器に対応する線分、又は管状解剖学的

構造並びに／若しくは第１の機器及び第２の機器の画像における画素の場所を示す。構造表現は、好ましくは構造表現が決定される際の基礎となる画像又は動きデータの次元に関係なく、３次元、すなわちボリューム表現とすることができる。

【００４５】

限界指標提供ユニットは、限界位置の指標を管状解剖学的構造の軸方向断面における一部に対して垂直な線分として提供するように構成される（又は、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。同様に、目標指標提供ユニットは、目標指標を管状解剖学的構造の軸方向断面における一部に対して垂直な線分として提供するように構成される（又は、任意選択として、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。具体的には、提供される指標は、管状解剖学的構造のそれぞれの長手方向位置において管状解剖学的構造の中心線に対して垂直に配向された線分とすることができ、線分は、それぞれの長手方向位置における管状解剖学的構造の横方向の広がりよりも短いか又はそれに等しい長さ、すなわち管状解剖学的構造の内側に留まるような長さで提供される。線分の代わりに、限界位置の指標及び目標指標のそれぞれは、例えば、点、円弧、領域、一組の線分、３次元ボリューム、円、又は矩形のいずれかに対応し得る。

【００４６】

したがって、一実施形態では、例えば、第１の機器は、機器の一部分を含む受信画像から位置が決定される医療機器であり、コントローラは、管状解剖学的構造に沿った機器の動きを制御するように構成され、管状解剖学的構造の一部分は画像に含まれており、指標の表現は、撮像された管状構造を横断するように提供される。任意選択として、コントローラは、撮像された管状構造を横断するように提供される指標の表現のサイズが、撮像された管状構造の幅の潜在的な変化に応じて動的に変化するように構成される。

【００４７】

動かされる機器の位置は、画像データに基づいて提供されることが好ましい。例えば、制御デバイスは、第１の機器及び第２の機器のうちの少なくとも一方の画像の画像データを提供するように構成された画像データ提供ユニットを更に備え（又は、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させ）、画像が第１の機器の画像である場合、第１の位置提供ユニットは、画像に基づいて第１の位置を決定するように構成され（又は、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させ）、画像が第２の機器の画像である場合、第２の位置提供ユニットは、画像に基づいて第２の位置を決定するように構成される（又は、対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。画像データは、具体的には、透視データ若しくは他のＸ線データ、磁気共鳴撮像（ＭＲＩ）データ、超音波データ、又は他の医用撮像データであり得る。他の医用画像データには、例えば、電気生理学的誘電体（ＥＰＤ）撮像によって取得された画像データが含まれ、この画像データによって、それぞれの機器が動く際に通る解剖学的環境を基準としてそれぞれの機器が３次元空間内で追跡され得る。撮像モダリティは、第１の機器及び／又は第２の機器が撮像され得るように、すなわちそれぞれの画像内で視認可能となるように第１の機器及び／又は第２の機器に応じて選択され、またその逆も同様である。これは、例えば、それぞれの機器の材質に依存する。任意選択として、選択された撮像モダリティの画像内での視認性のために、機器にマーカーを取り付けることができる。その場合、それぞれの機器の位置は、マーカーの位置に対応する。第１の機器及び／又は第２の機器の視認性を高めるために、画像処理手段を講じることもできる。例えば、機器のいずれかが、画像内で識別されて、ユーザに対して画像内で更に強調表示され得る。この識別は、例えば区分化によって実現され、強調表示は、それぞれの機器、特に動き制御の基礎として取得される機器の位置に視覚的マーカーを重ね合わせることに対応し得る。第１の機器の位置が、第１の機器の一部分の受信画像に基づいて提供され、第１の機器の動きが上記で示された距離に基づいて制御される実施形態では、第１の機器について示される限界位置は受信画像内の位置を指し、距離は画像に基づいて決定される。

【００４８】

一方、第１の位置及び第２の位置のうちの少なくとも一方は、非画像ベースのデータに

基づいて提供される。例えば、ロボットによって各機器を動かすとき、ロボットデータが非画像データとして使用される。過去のユーザ入力及び／又はコントローラによって送出された制御信号などの過去のロボットデータに基づいて、それぞれの機器の以前の動きに関する情報を取得することができ、この情報に基づいて機器の現在位置を決定することができる。

【００４９】

更に、第１の位置及び第２の位置のいずれか又は両方を決定するために、画像ベースのデータと非画像ベースのデータとの組合せも使用される。第１の位置及び第２の位置のうちの一方を決定するために画像データが使用され、第１の位置及び第２の位置のうちの他方を決定するために非画像データが使用される場合、画像データ及び非画像データは互いに位置合せされる。位置合せは、第１の位置と第２の位置との両方が画像データに基づいて決定される場合、例えば、これらの位置のうちの一方を決定するために使用される画像データが他方の位置を決定するために使用される画像データとは異なる撮像モダリティに由来する場合においても実行される。

【００５０】

更に上記で示したように、それぞれの機器の動きを制御する際の基礎となる距離を決定するための基準として経路が採用される場合、この経路は、提供された画像データ及び／又は非画像データに基づいて決定される。画像内で経路を決定することが好ましい。したがって、例えば、示される限界位置は、画像データに対応する画像を指すことができ、経路、すなわち第１の機器を制御するために決定される経路は、画像データに基づいて決定され得る。同様に、第２の機器を制御するために、目標指標によって示される目標位置は、画像データに対応する画像を指し、経路、すなわち第２の機器を制御するために決定される経路は、画像データに基づいて決定され得る。特定の実施形態では、制御デバイスは、管状解剖学的構造の内部の第１の機器及び第２の機器を含む管状解剖学的構造の画像の画像データを提供するように構成された画像データ提供ユニットを備え（又は、プロセッサによって実行される対応する命令が制御デバイスにこれを実行させ）、第１の位置、第１の機器の限界位置、第２の位置、及び第２の機器の目標位置は、画像内の位置を指し、コントローラは、第１の解剖学的距離及び／又は第２の解剖学的距離を画像内で視認可能な管状解剖学的構造に沿った距離としてそれぞれ決定するように構成される。

【００５１】

更に、限界指標提供ユニットは、解剖学的情報に基づいて且つ／又はユーザインターフェース経由で提供されるユーザ入力などのユーザ入力に基づいて限界位置の指標を提供するように構成される（又は、プロセッサによって実行される対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。

【００５２】

解剖学的情報は、限界位置に対して所定の関係を維持しない第１の位置、すなわち第１の機器の位置に関連するリスクを示す。例えば、限界位置の指標は、第１の機器が現在位置している血管又は血管部であり得る既定の血管又は血管部から第１の機器が離れるリスクが最小限に抑えられるような手法で提供される。この目的のための例示的なリスク尺度は、第１の機器の位置から第１の機器が位置している現在の血管の近位、特に最も近い近位の小孔若しくは分岐部までの距離、血管の直径、第１の機器と現在の血管との間の直径の比、ヒューリスティックに決定された量、及び／又は第１の機器が現在の血管に入る際に起点となった前の血管に対する現在の血管の回転半径を含む、現在の血管の回転半径を考慮する。回転半径の代わりに、現在の血管の曲率を示す他の量も考慮され得る。

【００５３】

ユーザ入力に基づいて限界指標を提供することは、ユーザによる限界位置の選択を指すことができる。ユーザが第１の機器の位置を「ピン留め」したい場合、ユーザは実際に位置を選択する必要がなくなる。代わりに、ユーザは、限界位置が第１の機器の現在位置に自動的に設定される専用モードを有効にするだけである。ユーザによって有効及び／又は無効にもされる更なる制御モードでは、限界指標提供ユニットは、経時的に指標を適応さ

せるように構成される（又は、プロセッサによって実行される対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。例えば、第１の機器が枝分かれした管状解剖学的構造を通って動いているとき、第１の機器の限界位置は、第１の機器が管状解剖学的構造の新しい枝に入るたびに、例えばそれぞれの新しい枝又はそれぞれの先行する枝分かれする点の近位位置に適応される。

【００５４】

したがって、限界指標提供ユニットは、機器が管状解剖学的構造に沿って動かされる場合の撮像された解剖学的特徴、特に機器が入る新しい枝、ユーザ入力を画像内の場所に関連付けるように構成されたユーザインターフェースを通したユーザ入力、及び／又は記憶された既定の設定パラメータに基づいて、限界位置の指標を提供するように構成される（或いは、プロセッサによって実行される対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。

【００５５】

更に、限界指標提供ユニットは、限界位置の指標が提供される対象となるそれぞれの機器の位置に更に基づいて、すなわち具体的には、第１の機器の位置である第１の位置に更に基づいて限界位置の指標を提供するように構成される（又は、プロセッサによって実行される対応する命令が制御デバイスにこれを実行させる）。例えば、限界位置の指標は、第１の位置に対して、解剖学的構造の最も近いが好ましくは更に近位の分岐部にある又はそのすぐ遠位にあるように、第１の機器の限界位置を示す。このようにして、第１の機器が解剖学的構造の枝から偶発的に引き抜かれた後に第１の機器を解剖学的構造の枝の中に再挿管することが必要になる可能性なくすことができる。分岐部から枝分かれするいくつかの枝のうちの正しい枝に機器をナビゲートすることは、挿管と呼ばれ、機器を用いて実行されるナビゲーションプロセスにおいて最も困難な部分であり得る。

【００５６】

コントローラは、第１の位置、すなわち第１の機器の位置の変化に基づいて第１の機器の動きを制御するように構成されることが好ましい。特に、第１の機器の動きは、第１の位置の変化に基づいて適応される。例えば、コントローラは、第１の機器が閾値距離を超えて動くように制御されているにもかかわらず第１の位置が変化しないことを検出し、この場合、第１の機器の動きを修正する、特に減速させるか、又はユーザへの警告をトリガするように構成される。これにより、一時的な閉塞によって生じるバネ効果に起因する第１の機器の悪影響を与え得る飛び跳ねを回避することができる。同様に、コントローラは、第２の機器が閾値距離を超えて動くように制御されているにもかかわらず第２の位置が変化しないことを検出し、この場合、第２の機器の動きを修正する、特に減速させるか、又はユーザへの警告をトリガするように構成される。より一般的には、すなわち任意の数の制御される機器について、コントローラは、動かされる機器、すなわちそれぞれの機器が動くように制御されているにもかかわらず、その機器の位置が変化しないことを検出し、この場合、機器の動きを減速させるように構成される。

【００５７】

限界位置の指標及び目標指標のいずれも、グラフィック指標であり、場合によっては、管状解剖学的構造の画像などの画像内に第１の機器及び／若しくは第２の機器とともに又は第１の位置及び／若しくは第２の位置のみで表示される。任意選択として、それぞれの指標は、撮像された血管を横断する区分であり、場合によっては血管の動きとともに動く。指標の幅は、血管の幅の変化に応じて変化し、血管の幅は、例えば血液脈拍及び血管攣縮によって引き起こされる血圧の変化に起因して、又は、実質的には、例えば画像倍率の変化に起因して、物理的に変化する可能性がある。

【００５８】

更に、コントローラは、第１の位置と限界位置との間の距離が減少すると、第１の位置に対する制御の度合いを高めるように構成される。例えば、第１の位置と限界位置との間の距離が減少するとともに、制御の度合いは単調に増加する。特に、第１の位置が限界位置と一致すると判定された場合、第１の機器のあらゆる動き、特に第２の機器の動きによ

って第１の機器に対して誘発されるあらゆる運動が防止されるように、制御の度合いを最大にすることができる。特定の実施態様では、コントローラは、第１の位置が限界位置と交差しないように第１の機器の動きを制御する。

【００５９】

例示的な実施形態では、第１の機器は内側デバイスであり、第２の機器は外側デバイスであり、受信画像は、第１の機器及び第２の機器の一部分の画像と、主枝及び主枝から枝分かれした目標枝を含む解剖学的構造の複数の枝の枝分かれした交点とを含み、コントローラは、コントローラが外側デバイスの後退を引き起こすとき、外側デバイスの後退を補償する量だけ内側デバイスを更に前進させることによって、管状解剖学的構造の目標枝内の目標点に内側デバイスを維持するように更に構成される。

【００６０】

更なる態様では、本発明は、医療機器を動かすための装置に関する。装置は、制御デバイスと、追加として、動かされる機器、すなわち具体的には第１の機器の動きを駆動するために制御デバイスのコントローラによって制御可能な駆動装置とを備える。また、第２の機器の動きは、制御デバイスのコントローラの制御に基づいて駆動装置によって駆動される。

【００６１】

装置は、第１の機器及び第２の機器の画像を捕捉するように構成された撮像デバイスを更に備える。これらの画像は、第１の位置及び第２の位置を決定するために使用される。更に、装置は、第１の機器及び第２の機器を表示するように構成された表示デバイスを備える。この表示デバイスは、ユーザが自身の専門知識及び視覚的判断を使用してユーザ入力をユーザインターフェース経由でコントローラに提供することを決定するために使用される。また、表示デバイス自体がユーザインターフェースとして機能する。この目的のために、表示デバイスは、例えばタッチスクリーンを備える。

【００６２】

別の態様では、本発明は、医療機器の動きを制御するための方法に関し、方法は、ａ）機器の限界位置の指標を提供するステップであって、限界位置を超えると、機器の位置は限界外であると見なされる、ステップと、ｂ）機器の一部分を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから機器の位置を提供するステップと、ｃ）機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標及び機器の位置に基づいて機器の動きを制御するステップとを有する。

【００６３】

更に、本発明の一態様は、医療機器を動かすための方法に関し、方法は、医療機器の動きを制御するための前述の方法に従って機器を制御するステップと、それに応じて第１の機器の動きを駆動するステップとを有する。

【００６４】

本発明の更なる態様は、医療機器の動きを制御するためのコンピュータプログラムであって、プログラムが、制御デバイスに医療機器の動きを制御するための方法を実行させる命令を含む、コンピュータプログラムと、医療機器を動かすためのコンピュータプログラムであって、プログラムが、装置を制御するコンピュータ上でプログラムが実行された場合に、医療機器を動かすための上記の方法に従って機器を上から動かす命令を含む、コンピュータプログラムとに関する。

【００６５】

請求項１に記載の制御デバイス、請求項１７に記載の装置、請求項１８に記載の方法、及び請求項１９に記載のコンピュータプログラムは、特に従属請求項に定義されているように、類似及び／又は同一の好ましい実施形態を有することが理解されるべきである。

【００６６】

本発明の好ましい実施形態はまた、従属請求項又は上記の実施形態とそれぞれの独立請求項との任意の組合せであり得ることが理解されるべきである。

【００６７】

本発明のこれらの態様及び他の態様は、以下に説明する実施形態を参照することにより明らかとなり解明される。

【図面の簡単な説明】

【００６８】

【図１】医療機器の動きを制御するための制御デバイスを概略的に且つ例示的に示す図である。

【図２】カテーテル交換中の異なる段階を図２Ａから図２Ｄによって与えられる４つの部分で概略的に且つ例示的に示す図である。

【図３】医療機器を動かすための装置を概略的に且つ例示的に示す図である。

【図４】医療機器の動きを制御するためのユーザインターフェースを含むディスプレイを概略的に且つ例示的に示す図である。

【図５】医療機器の動きを制御するための方法を概略的に且つ例示的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００６９】

図１は、医療機器の動きを制御するための制御デバイス１００を概略的に且つ例示的に示す。制御デバイス１００は、機器１０の限界位置の指標１２を提供するように構成された限界指標提供ユニット１０１を備える。指標１２は、限界指標とも呼ばれ得る。限界位置を超えると、機器１０の位置は限界外であると見なされる。更に、制御デバイス１００は、機器の一部分を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから機器１０の位置１１を提供するように構成された位置提供ユニット１０２と、機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標１２及び機器の位置に基づいて機器１０の動きを制御するように構成されたコントローラ１０３とを備える。

【００７０】

図２Ａから図２Ｄは、カテーテル交換の状況に適用した特定の実施形態による制御デバイスによって実装される制御機構を示す。この実施形態では、機器１０は医療カテーテル用のガイドワイヤである。ガイドワイヤは第１の医療機器と見なされ、カテーテルは第２の医療機器２０と見なされる。図２Ａは、血管内処置における、ガイドワイヤ及びカテーテルが患者の血管系内の目標位置に到達した状態を示す。目標位置に到達するために、最初にガイドワイヤが患者の体内に血管系を通して挿入され、その後、カテーテルがガイドワイヤの助けを借りて、すなわちガイドワイヤに沿って滑動することによって挿入される。血管内処置ではよくあることであるが、目標位置に到達すると、デバイスの交換が必要になる。図示の事例では、カテーテルを新しいものと交換する必要があり、これは、現在のカテーテルを身体から取り外し、新しいカテーテルをガイドワイヤ上に挿入する必要があることを意味する。カテーテルはガイドワイヤと物理的に接触しているので、ガイドワイヤに沿ったカテーテルの後退又は引き戻しは、ガイドワイヤの偶発的な引き抜き又は他の誘発運動を引き起こす可能性がある。誘発運動が大きくなりすぎる場合、すなわち、交換プロセスの開始前にガイドワイヤが偶発的にその初期位置から遠すぎる位置に再配置される場合、取り付けられる予定の新しいカテーテルでは目標位置に到達できなくなることがある。その後、ガイドワイヤを再び適切な位置に配置し直す必要があり、これによって処置時間が予想以上に長くなる且つ／又は他の医学的合併症を引き起こす可能性がある。特に脳卒中などの緊急事態では、遅延又は他の処置上の合併症が患者の健康に重大な影響を与える可能性がある。実際、誘発運動自体が患者にとって危険になる可能性もある。例えば、弾性ガイドワイヤの末端部が偶発的に血管枝の外へ引かれるときに、弾性ガイドワイヤのスナップ運動がトリガされる。

【００７１】

図示の実施形態では、制御デバイス１００は、この事例ではカテーテルである第２の機器２０の目標位置を示す目標指標２２を提供するように構成された目標指標提供ユニットと、第２の機器２０、すなわちカテーテルの位置である第２の位置２１を提供するように構成された第２の位置提供ユニットとを備える。更に、この事例では、コントローラ１０３は、第１の機器１０、すなわちこの事例ではガイドワイヤの動きを制御するだけでなく

、カテーテルである第２の機器２０の動きも制御するように構成され、第２の機器２０、すなわちカテーテルの動きは、目標指標２２及び第２の位置２１に基づいて、第２の位置２１が目標位置に接近するように制御される。

【００７２】

図２Ａから図２Ｄにかけて、カテーテルは初期位置から目標位置に向かって後退しており、後者は、目標指標２２と画像内にカテーテルとして現れている線との交点によって示される。動きが制御される際の基礎となるカテーテルの関連位置としては、その先端２１が想定される。カテーテル２０の先端２１がガイドワイヤ１０に沿って初期位置から目標位置に向けて動いている間に、ガイドワイヤ１０の先端１１が偶発的に引き抜かれるが、これは誘発運動と見なされ得る。この誘発運動は、位置提供ユニット１０２によってガイドワイヤの先端位置１１が提供されることにより、コントローラ１０３によって認識され、位置提供ユニット１０２は、この目的のために人工ニューラルネットワーク支援画像区分化を使用する。更に、限界指標提供ユニット１０１によって提供される限界指標１２は、図示の実施形態では、カテーテルの目標指標２２に対応する線分２２と同様の線分１２であるが、限界指標１２に対応する線分は、目標指標２２に対して遠位に位置する。第１の機器であるガイドワイヤ１０の位置が指標１２によって示される限界位置に対して維持される所定の関係は、この場合、ガイドワイヤの先端位置１１と線分１２上の任意の位置との間の距離がゼロより大きい、好ましくは所定のマージンだけゼロより大きい状態を保つべきであるという条件として定式化される。このようにして、図２Ｃ及び図２Ｄから理解されるように、コントローラ１０３が所定の関係が維持されないおそれがあることを認識した場合、すなわちガイドワイヤの先端が指標１２に対応する線分と交差しようとしていると判定された場合、コントローラ１０３は、カテーテルの後退する動きによるガイドワイヤの引き抜きを平衡させるか又は阻止することができる。

【００７３】

図２Ａから図２Ｄに示されるようなガイドワイヤは、同じく図２Ａから図２Ｄによって図示されたカテーテルのような第２の機器を誘導できる可撓性の細長い誘導機器の一例として理解され得る。この場合、ガイドワイヤとカテーテルとの間の物理的接触によって誘導が容易になり、これはカテーテルがガイドワイヤに沿って滑動することを意味する。典型的には、カテーテルは、それ自体が可撓性の細長い機器としても理解され、ガイドワイヤを半径方向に取り囲みながらカテーテルがガイドワイヤ上を軸方向に滑動できるのに十分な直径を有するチューブ又はスリーブの形状に設計される。ガイドワイヤは、容易にナビゲート可能であるように特別に設計される。これにより、カテーテル自体がガイドワイヤほど容易にナビゲート可能ではない場合でも、カテーテルをガイドワイヤに沿って押すことによって患者の体内の治療部位までカテーテルをナビゲートすることが可能になる。ガイドワイヤは、カテーテルに対して内側の機器と見なされ、カテーテルは、内側の機器であるガイドワイヤに対して外側の機器と見なされ得る。

【００７４】

カテーテルの動きがガイドワイヤの運動を誘発する可能性がある一方、逆の状況、すなわちガイドワイヤの動きがカテーテルの運動を誘発することも起こり得ることが理解される。前者の状況は、例えば、カテーテル交換のためのカテーテルの後退中に発生し、後者の状況は、例えば、ガイドワイヤが更に伸長される場合、又はカテーテルが既にガイドワイヤ上で部分的若しくは完全に滑動している間にガイドワイヤが後退される場合に発生する。更に、２つの機器の両方が同時に動かされ、その場合、それらのそれぞれの動きが互いに運動を誘発する。特にそのような場合、位置を限定するための指標及び目標指標は、２つの機器のそれぞれについて定義される。

【００７５】

ガイドワイヤ及びカテーテルは医療機器の例であるが、図示の実施形態に関して説明した制御機構は他の機器にも同様に適用可能であることが理解される。特に、コントローラ１０３によって制御可能な機器は必ずしも、図２Ａから図２Ｄによって図示された血管などの患者の体内の管状解剖学的構造に沿って動かされる必要はない。代わりに、コントロ

ーラ１０３は、同様に他の環境における機器の動きを制御するように構成される。

【００７６】

１つ又は複数の機器の動きは、それらのそれぞれの位置並びにそれぞれの限界位置指標及び／又は目標指標に基づいてコントローラ１０３によって制御される。ガイドワイヤが定位置に留まるべきである一方でカテーテル２０が後退している場合を例示している図示の実施形態では、コントローラ１０３は、位置提供ユニット１０２によって提供される画像内のガイドワイヤの先端位置１１と、画像内で視認可能な遠位線分に対応し、限界指標提供ユニット１０１によって提供される指標１２とに基づいて、第１の距離を決定するように構成され、決定された距離は、ガイドワイヤ１０の先端の位置１１とガイドワイヤ１０の限界位置との間の距離を示す。この場合、後者は、血管枝に沿った軸方向位置によって与えられ、画像内ではこの軸方向位置に線分１２が現れる。

【００７７】

原理的には、距離決定のために多くの距離尺度が選択され得る。例えば、画像に現れるガイドワイヤの先端と、線分１２上の点、又は血管構造との交点との間の最短の２次元ユークリッド距離が考慮され得る。しかしながら、コントローラ１０３がガイドワイヤの先端の位置１１と指標１２の位置との間の解剖学的距離を決定できるように、解剖学的距離の尺度が適用されることが好ましい。解剖学的距離は、図示の実施形態における血管構造など、中で１つ又は複数の機器が動かされている解剖学的構造に沿った距離として理解される。したがって、解剖学的距離の決定は、それぞれの解剖学的構造に更に基づく必要がある。解剖学的距離は、解剖学的構造における機器の物理的に可能な通路をより正確に反映する。例えば、非常に湾曲した血管の場合、ガイドワイヤの先端は、線分１２のような限界指標から見られるように「曲がり角の周囲」に位置することがあり、このような場合、ユークリッド距離は、カテーテル先端が「曲がり角を省略する」、すなわち血管から抜け出す通路に対応することになる。

【００７８】

図示の実施形態に適用可能な１つの特定の解剖学的距離の尺度によれば、ガイドワイヤ１０が画像内に曲線として現れる場合、その曲線の弧長が、ガイドワイヤ１０の動きを制御するための基礎として取得され、弧長は、ガイドワイヤの先端位置１１と、ガイドワイヤ１０が画像内に曲線として現れる際のその曲線とガイドワイヤ１０の限界位置の指標に対応する線分１２との交点との間で測定される。したがって、この特定の事例では、限界位置の指標によって示され、動き制御に入る唯一の位置は、交点の位置、すなわち交点の場所となる。この特定の距離尺度は、線分１２を超えて延在するガイドワイヤの一部分がより真っ直ぐに且つ／又はより短くなるほど、ユークリッド距離尺度に近づく結果をもたらすことを理解されたい。解剖学的であるか否かに関係なく、適用可能な距離尺度には、３次元距離尺度が含まれる。３次元距離は、例えば３次元画像データに基づいて決定され得る。

【００７９】

図示の実施形態では、カテーテル２０を後退させるために、コントローラ１０３は、画像に基づいて第２の位置提供ユニットによって提供されるカテーテルの先端２１の位置と、図２Ｂから図２Ｄに見られるより大きな近位線分に対応する目標指標２２とに基づいて第２の距離を決定するように構成される。第２の距離は、第１の距離と比較したとき、すなわちカテーテル及び線分２２と比較したとき、同じ又は異なる距離尺度に基づいて決定され得る。第２の距離は、カテーテル２０の動きを制御するための基礎として使用される。

【００８０】

図２Ａから図２Ｄに示すような画像は、画像モダリティによって取得され、その後、制御デバイス１００、特にコントローラ１０３に画像データとして提供され得る。この目的のために、制御デバイス１００は、画像データを提供するように構成された画像データ提供ユニットを備える。１つ又は複数の画像が取得され、その後、コントローラ１０３によって動かされる機器のみの画像データ提供ユニットによって、又は、更にその動きが動か

される機器に対して運動を誘発する１つ若しくは複数の更なる機器の画像データ提供ユニットによって、画像データとして提供される。図示の実施形態では、両方の機器、すなわちガイドワイヤ１０とカテーテル２０とが、単一の共通画像内に撮像される。この場合、空間的に２次元のＸ線画像が経時的に収集され、図２Ａから図２Ｄはそれぞれ、ある瞬間を示す。Ｘ線とは別に、例えば、ＭＲＩ又は超音波などの様々な撮像モダリティが使用される。

【００８１】

撮像されているいかなる機器についても、機器の位置は少なくとも部分的に画像、すなわち画像に対応する画像データに基づいて決定される。具体的には、例えば、図２Ａから図２Ｄに示す画像におけるガイドワイヤ及びカテーテルの先端の位置は、画像中の先端の画素位置にちょうど対応するように決定される。機器の位置決定は、更に、過去の動きを検索することができる過去の制御データなどの非画像データに基づいてコントローラ１０３によって実行される。しかしながら、多くの場合、図示の実施形態のように画像のみに基づいた機器の位置決定は既に、信頼性の高い動き制御を得られるほどに十分に正確なものである。

【００８２】

上記で説明したように、図２Ａから図２Ｄにおいて、第１の距離及び第２の距離、すなわちガイドワイヤ１０及びカテーテル２０の動きが制御される際の基礎となる距離はそれぞれ、近位側から遠位側に見ときに、それぞれの機器のそれぞれの線分１２、２２を越えて延在する部分の長さにほぼ等しい。これらの長さは、必然的に血管構造に沿ってつながっているので解剖学的距離として理解され、例えば、画像内で視認可能なそれぞれの機器に沿った統合によって、画像データに基づいて測定され得る。したがって、このような統合は必然的に血管構造に沿って実行されるが、これらの長さの公式において解剖学的構造の明示的な参照は必要ない。例えば、ガイドワイヤ１０が内部的に一組の連続する区分として表される場合、その動きを制御するために使用される基礎となる弧長は、限界指標１２を超えて遠位方向に延在する区分の長さの合計として測定され得る。ガイドワイヤ１０が指標１２と交差しなくなるまで引き抜かれた場合、ガイドワイヤの先端が再び指標１２を通過して戻るようにガイドワイヤを制御するために、ガイドワイヤの先端位置と指標１２上の任意の点との間の最も近い距離が使用される。したがって、それぞれの機器が制御される際の基礎となる距離を決定するために使用される距離尺度は、機器のそれぞれの限界位置及び／又は目標位置に対して相対的な機器の位置に依存する。

【００８３】

指標１２は、解剖学的情報に基づいて限界指標提供ユニット１０１によって提供される。解剖学的情報は、この場合もやはり、画像データ、特に機器のうちの１つ又は複数の位置が決定される際の基礎ともなる画像データから導出される。例えば、図２Ａから図２Ｄによって図示されるように、指標１２は、中で第１の機器が動かされる解剖学的構造の一部に対する限界位置を示す。更に、指標１２は、解剖学的構造の幾何学的形状に適応される。例えば、ユーザによって示される又は既定の固定位置に対応する、ガイドワイヤ１０のような第１の機器に対する仮の限界位置を考慮する場合、指標１２は、限界指標提供ユニット１０１によって、大まかにこの仮の位置にあるように決定されるが、大まかな仮の位置を通る第１の機器の物理的に可能なすべての通路に対する限界位置を示すように決定される。例えば、画像内の線分に対応する指標１２の図示の事例では、ユーザが、指標１２を配置したい画像内の大まかな位置を選択し、次いで、限界指標提供ユニット１０１は、ユーザが予め指標１２が存在するよう意図した場所に最も近い領域で血管を完全に閉鎖するような範囲の場所を有するように、対応する線分を固定することができる。

【００８４】

更に、限界指標提供ユニット１０１は、第１の機器１０の位置に更に基づいて指標１２を提供するように構成される。この場合、解剖学的情報及び第１の機器１０の位置は、指標１２が配置されるべき場所を場合によっては既定の基準に従って一意に決定するので、ユーザ入力は必要なくなる。例えば、図２Ａ及び図２Ｂから理解されるように、ガイドワ

イヤの現在の先端位置１１と現在の先端位置１１の近位にある血管構造の最も近い枝との間に位置する線分に指標１２が対応するように、更に、ガイドワイヤ先端１１が位置している血管区分の長手方向軸に対して指標１２が直交するように要求することによって、線分１２は実質的に固定される。

【００８５】

任意選択として、指標１２及び目標指標２２に対応する任意の線分の長さは、それぞれの指標の位置における解剖学的構造の寸法に適合するように選択され、寸法は、好ましくは、それぞれの機器の動き方向に対して直交する方向で測定されるように選択される。次いで、線分は、画像上の重ね合わせとして表示され、画像には１つ又は複数の機器も解剖学的構造内に表示される。例えば、図２Ａから図２Ｄでは、それぞれの機器１０、２０のいずれかの動きが、いつかそれぞれの線分１２、２２と交差する可能性が高くなるように又はほぼ確実に交差するように、指標線分１２、２２はそれぞれの血管部分を横断して延在している。後退中のカテーテル２０の目標指標に対応する線分２２の場合、目標指標の位置の近位にある血管部分の直径は、線分２２が遠位方向における近位の血管部分の想像上の延長部を閉鎖するように、ある程度外挿されている。線分１２、２２はまた、解剖学的構造の時間的変化に従って動かされ、且つ／又はサイズが変更される。例えば、線分１２、２２は、血管系の動きとともに動かされ、且つ／又は、例えば血液脈拍によって引き起こされる血管系の時間的に変化する幅に長さが適合するように修正される。

【００８６】

指標１２によって示される限界位置は、「ピン留め」位置と見なすことができ、指標１２自体は、少なくとも、第１の機器、すなわち図示の実施形態ではガイドワイヤ１０が、例えばその遠位側から既定の位置に接近する場合に、ガイドワイヤ１０をその既定の位置に「アンカー留め」又は「ピン留め」する「仮想アンカー」と見なされる。上記に示したように、指標１２は、自動的に、又は半自動的に、すなわち、例えばユーザ入力に基づくことを上限として自動的に決定され得る。指標１２は、画像、好ましくは医療処置中など機器が動かされている間に取得された画像から導出される解剖学的情報に関連して定義されるが、指標１２は、中で機器が動かされる予定の解剖学的構造の術前モデルからも生成される。

【００８７】

いくつかの他の実施形態では、ガイドワイヤは、ある場所に能動的にアンカー留めされる。例えば、ガイドワイヤが側枝にあり、カテーテルが近位の大きな枝にある場合、カテーテルの運動がガイドワイヤを後退させ始める。これは、熟練した専門家であっても両手だけで両方の介入デバイスを同時に４つの自由度で操作する必要があるので、手動操作では困難を伴う。ロボットデバイスは、画像内の介入デバイスの場所を使用して、ガイドワイヤが側枝内の深さを維持するようにカテーテルに対して相対的にガイドワイヤを前進させることによってこれに対抗する。これは、側方血管内のガイドワイヤの先端の場所をフィードバック測定基準とした、能動的なガイドワイヤのサーボ制御によって達成される。カテーテル運動などの外力によりガイドワイヤの先端が後退すると、ガイドワイヤは、後退量に比例して初期位置から自動的に前進する。これにより、挿管された側枝からガイドワイヤが抜け出る動きが最小限に抑えられる。他の実施形態では、更なる安定化を提供するために、ガイドワイヤが側枝内に更に延出する。

【００８８】

コントローラ１０３はまた、外側デバイスを静止状態に保ちながら、内側デバイスを一定距離だけ外側デバイスを越えて前進させる。コントローラ１０３は、ロボットデバイスをサーボ制御して、外側デバイスを内側デバイスに対して相対的に一定距離だけ後退させて内側デバイスを静止状態に保つ。コントローラは、内側デバイスを外側デバイスに対して相対的に後退させることもできる。コントローラ１０３は、画像に関連して、内側デバイスの先端の初期位置に対して相対的に内側デバイスを能動的に前進及び後退させる。このようにして、コントローラ１０３は、内側デバイスを血管／血管枝にアンカー留めする。外側デバイスを越えて内側デバイスを前進させることは、コントローラ１０３が外側デ

バイスを後退又は回転させているときに実行される。

【００８９】

他のいくつかの実施形態では、挿管された血管内のガイドワイヤの位置がずれており、これが認識されると、カテーテルの動きが自動的に停止され、新たな操作が提案される。追加として、カテーテルが、挿管された血管の反対方向を向いているように正しい向きに回転されない場合、向きの誤りが検出され、修正案とともにユーザに通知される。代替として、向きの誤りが検出されると、修正が自動的に実行される。その結果、カテーテルの向きを自動的に修正することにより、ガイドワイヤは血管に能動的にアンカー留めされる。

【００９０】

更に、指標１２及び目標指標２２は、線分に関してユーザに表示するためにグラフィカルに表現されるが、例えば、円、破線セグメント、矩形、領域、又はボリュームなどによって様々にグラフィック表現される。円、領域、又はボリュームなどのより複雑な形式が、線分から構築され得る。指標１２、２２のグラフィック表現は、コントローラ１０３への入力として提供されるそれらの内部表現に対応することができる。指標１２、２２は、テキストラベル、グリフ、及び／又はアニメーションを含むこともでき、そのうちのいくつかは距離尺度、又は一般的にはそれぞれの測定基準を動的に表現し、この距離尺度に基づいて、第１の機器及び第２の機器の動きが制御される、すなわちロボットの運動について積極的に考慮される。

【００９１】

しかしながら、指標１２、２２のために選択されたグラフィック表現は、制御デバイス１００によって内部的にのみ定義されたより複雑な表現の簡略化されたバージョンとすることもできる。例えば、ガイドワイヤのような機器をピン留めした状態に保つために、矩形領域を使用して所望の領域を画定することができ、この領域は、血管壁と、更に血管を互いに軸方向、すなわち血管軸方向の距離で横断する２本の線とによって境界されるものとしてより正確に画定される。後者のような例は、例えば、矩形を立方体若しくは円柱に、又は線分を正方形若しくは円板状に一般化することによって、３次元グラフィック表現に一般化されることが理解される。

【００９２】

コントローラ１０３は、制御信号を出力として提供することによって１つ又は複数の機器の動きを制御するように構成され、制御信号は駆動装置によって解釈され、駆動装置は、モータとも見なされ、それぞれの動きを実現するために、例えばサーボを備えることができる。このような構成では、特に１つ又は複数の機器が動かされるそれぞれの環境に起因して、実現される実際の動きは、コントローラ１０３によって出力として提供される制御信号に対応する意図された動きに対応しないことがある。意図された動きと実際に実現された動きとの間のそのような不一致は、動いている間に取得された機器の画像において特定され、そのような不一致に関連するリスクを軽減するために予防措置を講じることができる。例えば、コントローラ１０３が機器を動かすように制御しているが、取得された画像で機器の動きが観察されない場合、コントローラ１０３は、機器の動きが実現される速度を駆動装置などによって低下させる。これにより、バネ効果が機器に望ましくない大きな変位を潜在的に生じさせるリスクが軽減され得る。より一般的には、コントローラ１０３によって実行される制御アルゴリズムは、動かされる機器において観察された弛みを考慮に入れる。言い換えれば、制御デバイス１０３は、ガイドワイヤ１０が動くように制御されているにもかかわらずガイドワイヤ先端の位置１１が変化しないことを検出し、この場合にはガイドワイヤ１０の動きを遅くするように構成される。更に、コントローラ１０３は、カテーテル２０が動くように制御されているにもかかわらずカテーテル先端の位置２１が変化しないことを検出し、この場合にはカテーテル２０の動きを遅くするように構成される。

【００９３】

図３は、ガイドワイヤ１０及びカテーテル２０のような１つ又は複数の医療機器を上か

ら動かすための装置２００を概略的に且つ例示的に示す。装置２００は、制御デバイス１００と、１つ又は複数の医療機器の動きを駆動するように制御デバイス１００のコントローラ１０３によって制御可能な駆動装置２１０とを備える。図示のように、装置２００は、１つ又は複数の機器の画像を捕捉するように構成された撮像デバイス２２０を更に備える。装置２００は、１つ又は複数の機器を表示するように構成された表示デバイス２３０も備える。特に、画像は、１つ又は複数の機器１０、２０を使用して実行される進行中の医療処置中に撮像デバイス２２０によって取得され、画像は、１つ又は複数の機器のユーザに対してディスプレイ２３０上に表示される。ユーザは、制御デバイス１００によって決定されるディスプレイ２３０上の表示された画像及び場合によっては更なるグラフィック要素に基づいて、ディスプレイ２３０自体に対応する制御デバイスのユーザインターフェースなど経由してユーザ入力を提供し、駆動装置２１０によって媒介される機器の制御は、ユーザ入力に基づいて実行される。図３の例では、医療処置は、例えば、患者３０に対する血管内処置である。

【００９４】

図４は、図３によって図示された装置２００の表示デバイス２３０上に表示可能な表示画面を概略的に且つ例示的に示す。表示画面の左部には、管状試験構造の内部の、すなわち管状試験構造に挿入された２つの医療機器を表すガイドワイヤ１０及びカテーテル２０の画像が見られ、限界位置の指標１２に対応する線分は、ガイドワイヤ１０の試験構造の左アームに配置されている。この画像は、試験を目的として、ガイドワイヤ１０を摂動させるためにカテーテル２０が後退しながら回転している状態を示している。コントローラ１０３が、ガイドワイヤが線分１２によって示される限界位置に対して所定の関係を維持するようにガイドワイヤの動きを制御し、それによってガイドワイヤの先端を仮想的に「アンカー留め」しているので、ガイドワイヤを摂動させる試みは成功しない。

【００９５】

図４に示された表示画面の右部には、ユーザがガイドワイヤ１０及びカテーテルに対する制御入力を提供する際に経由するユーザインターフェースが表示されている。２つの機器のそれぞれについて、ユーザは、それぞれの機器を前方又は後方に動かすこと、すなわち２つの既定の速度（一重矢印又は二重矢印）のうちの一方で伸長又は後退させること、及び同じく２つの所定の速度（一重矢印又は二重矢印）のうちの一方で機器の長手方向軸の周りを時計回り又は反時計回りに回転させることを求める。機器のそれぞれについて、機器が管状構造内にどれだけ遠くまで挿入されているかを示す距離と、機器の回転状態を示す角度が表示される。特定の並進及び／又は回転の動きを明示的に行うために矢印ボタンを使用して機器を動かすことは、半自動制御と見なされる。対照的に、ユーザは、図４に示される「自動」ボタンを押すことによって、それぞれの機器の完全に自動の動きを開始することができ、開始される動きは、特にそれぞれの他方の機器の動きを示された限界位置に限定している間の、以前に示された目標位置へのそれぞれの機器の動きに対応し得る。安全上の理由から、ユーザは動きを続けるためにそれぞれの「自動」ボタンを押し続ける必要がある。表示画面の上部において、図４に示されたユーザインターフェースは、制御される２つの機器の動きをリンクするための（２つの連結されたチェーン要素によって示された）ボタンを含む。このボタンがクリックされる場合、「自動」ボタンのいずれかをクリックすると、両方の機器の自動の動きがトリガされる。

【００９６】

図５は、医療機器の動きを制御するための方法３００を概略的に且つ例示的に示しており、方法は、ステップ３０１において、機器１０の限界位置の指標１２を提供するステップを有し、好ましくは、限界位置を超えると、機器１０の位置は限界外であると見なされる。方法３００のステップ３０２において、機器の一部を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから、機器１０の位置１１が提供される。更に、方法３０３は、機器１０の位置１１が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標１２及び機器１０の位置１１に基づいて機器１０の動きを制御するステップ３０３を有する。

【００９７】

透視誘導下で血管内機器をナビゲートすることは本質的に困難であり、遅延及び合併症があれば、脳卒中などの緊急事態において患者の健康に重大な影響を与える可能性がある。血管系内の目標場所に到達すると、多くの場合、機器の交換が必要になる。交換プロセス中（例えば、現在のカテーテルを取り外し、ガイドワイヤ上に新しいカテーテルを取り付けている間）に、１つ又は複数の機器が偶発的に目標位置から外れる（例えば、ガイドワイヤが偶発的に後退する）可能性があり、ナビゲーションプロセスを繰り返す必要があるため、処置時間の増加及び／又は合併症につながる。とりわけ、機器のうちの１つ又は複数を血管内の所望の目標位置に維持して機器を血管の場所に効果的にピン留めしながら機器を動かす又は交換するための信頼性の高い自動手段を提供するために、閉ループコントローラにおいて、ロボット制御式の機器及び画像解釈を活用できることが判明している。

【００９８】

好ましい実施形態では、同軸の細長い機器を制御するための以下のシステム（デバイス又は装置）により、別の機器が後退した場合でも、機器の先端を血管内の所望の目標位置に能動的に安定させることができる。システムは、ａ）撮像された同軸の細長い機器を含む２Ｄ　Ｘ線画像を提供するように配置された撮像ユニットであって、同軸可動の細長い機器が内側機器（ガイドワイヤ）及び外側機器（カテーテル）を含む、撮像ユニットと、ｂ）内側機器（又は外側機器）の先端が限界線を超えるように、撮像された内側機器（又は撮像された外側機器）の上に重ね合わせられ且つその機器と交差する線（「限界線」）を提供する（これは「仮想アンカー留め」とも呼ばれる）ように構成された、限界を提供するためのユニットと、ｃ）内側機器及び／又は外側機器の運動中に画像内で、内側機器（又は外側機器）の先端が限界線と交差しているか又は接近しているかを識別し、対応する出力情報を提供するように構成された画像分析用のユニットと、ｄ）内側機器（又は外側機器）を駆動するように配置され、内側機器（又は外側の機器）の先端が可能な限り限界線を超えて留まるように、出力情報に基づいて内側機器（又は外側機器）の運動を適応させるように構成された（ロボット）コントローラとを備える。上記でより詳細に説明したように、限界線は、撮像された血管系に合わせて長さが適応され、血管系の幅にわたって重ね合わせられ、画像内で検出された血管系の運動とともに動かされ得る。更に、限界線は、ユーザインターフェースを通じて、又は解剖学的特徴（例えば、血管の開口部）に基づいてシステムによって自動的に提供され得る。

【００９９】

任意選択として、限界提供ユニットは、外側機器（又は内側機器）の先端が限界線を超えるように、撮像された外側機器（又は撮像された内側機器）の上に重ね合わせられ且つその機器と交差する第２の限界線を提供するように構成され、画像分析ユニットは、内側機器及び／又は外側機器の運動中に画像内で、外側機器（又は内側機器）の先端が第２の限界線と交差しているか又は接近しているかを識別し、対応する第２の出力情報を提供するように構成される。次いで、コントローラは、外側機器（又は内側機器）を駆動し、外側機器（又は内側の機器）の先端が可能な限り限界線を超えて留まるように、第２の出力情報に基づいて外側機器（又は内側機器）の運動を適応させるように配置される。これは、ガイドワイヤを第１の限界線に維持しながらカテーテルを第２の限界線まで後退させる（ロボット制御による）動きを必要とする場合に特に有用である。特に、後退される機器の限界線は、最大でこの線まで後退することが望ましいため、目標線とも見なされ得る。

【０１００】

特定の例では、システムは、神経血管処置における機器ナビゲーションのためのロボットシステムである。その場合、特定の目標場所は、例えば患者の左椎骨動脈である。システムのコントローラは、制御デバイスとも見なされ、一実施形態において次のような制御フローに従う。Ａ．）ユーザがユーザインターフェース上で「カテーテル交換」を選択し、Ｘ線画像が撮影される。Ｂ．）システムは、デバイス追跡情報から、Ｘ線画像内に線分によって表される目標場所を自動的に作成する。１つは（カテーテルが画像から出る場所の遠位にある）カテーテルの目標場所であり、もう１つは（遠位部に垂直な、現在のガイ

ドワイヤ先端の場所にある）ガイドワイヤの目標場所である。ユーザはＧＵＩを通じてこれらを調整することができる。ユーザは、「Ｘ線／ロボット有効化」で表されるボタン又は表示領域を押し、ロボットは、フィードバック制御のためのライブ透視を用いて、２つのデバイスをそれぞれの目標に合わせて自動的に独立してサーボ制御する。Ｃ．）ロボットは、カテーテルをカテーテルの目標まで後退させることによってカテーテルのサーボ制御を継続し、Ｄ．）カテーテルの後退が完了する。カテーテルの後退中、ガイドワイヤの先端は、それ自体の目標まで後退する。ワークフローの全体又は一部にわたって、対応する透視画像上にそれぞれの視覚的手がかりを組み込むことにより、医師はカテーテル内のガイドワイヤ先端の場所を明確に監視することが可能になる。

【０１０１】

画像ベースの場合、機器を動かすためのフィードバック制御方法は、画像空間内のユークリッド幾何学を使用することができる。例えば、画像内の機器は、区分化され、それぞれの限界線又は目標線と同様に順序付けられた線分として表され得る。その場合、制御の目的は、機器のうちの一方を目標線に可能な限り近づくように動かすことである。目標線は、他方の機器の遠位端（先端）に対応する。しかしながら、機器の任意の部分を使用して、例えば、目標線上の最も近い点と、動かされる機器上の最も近い点との間の２Ｄユークリッド距離を算出することができる。次いで、この距離を利用して、線に到達するように機器を伸長することができる。機器が目標線分と交差する場合、交点を越えた機器の長さは、好ましくは、機器を後退させるための測定基準として使用される。目標線の周りのディザリングを最小限に抑えるために、デッドゾーン許容値が使用することができる。

【０１０２】

ガイドワイヤを安定させる事例の場合、目標までの距離は比較的短い可能性があり、したがってサーボ動作は比較的小さくなり、その結果、機器は静止している又は「ピン留めされている」ように見える。しかしながら、カテーテルの後退させる使用事例の場合、目標線がカテーテルの先端から比較的遠いため、目標に到達するまでの運動は速くなる可能性がある。

【０１０３】

好ましい実施形態では、コントローラ又は制御されたロボットが、ガイドワイヤを「ピン留め」すると同時に、交換されるカテーテルを後退させる。しかしながら、例えば３つ以上の機器が関与する場合には、カテーテルがピン留めされる、ガイドワイヤが後退する、又は他の組合せなど、代替の組合せも可能である。すべての機器に対する完全自動制御が可能であるが、ユーザを制御ループに含めることもできる。例えば、ロボットが他の機器を制御している間に、ユーザが１つ又は複数の機器を手動で制御する。一例では、ガイドワイヤの目標が定義されると、ロボットがガイドワイヤを画像内の目標場所に能動的に「ピン留め」している間に、ユーザはカテーテルを（手動又はロボットで）後退させることが可能である。ロボット制御されるカテーテルの場合、カテーテルの自由度は、後退若しくは回転のみに限定されるか、又は両方が可能である。ガイドワイヤが目標場所から急速に遠ざかっている場合、カテーテルコントローラの速度を下げて、ガイドワイヤの目標の安定性を高めることができる。これの拡張機能として、ユーザによって適用される運動のタイプを考慮し、例えば湾曲したカテーテルの高速回転など、ガイドワイヤの長さ／位置の潜在的な大きな変化を補償する。

【０１０４】

上記の実施形態は主に医療用途に関するものであるが、これらの実施形態が、特に患者の血管系のような管状構造とは異なる環境における非医療機器の制御へ一般化されることが理解されよう。

【０１０５】

更に、上記の実施形態では主に１つ又は２つの機器が制御される事例について言及されているが、他の任意の数の機器が制御され得る。すなわち、限界位置及び／又は目標位置の指標は複数の機器について提供され、機器のコントローラは、指標に基づいて複数の機器を制御するように構成される。特に、環境及び／又は２つ以上の他の機器によって２つ

以上の機器に対して誘発される運動は、２つ又は３つ以上の機器について誘発運動限界指標と呼ばれる対応する指標を提供することによって均衡が保たれるか、又は抑制される。また、複数の機器がそれぞれの目標位置に向かって動くよう制御され得るように、誘発運動限界指標に加えて、複数の機器について目標指標が提供される。

【０１０６】

実際、１つ又は複数の機器の制御は、位置ベースであること、特に位置ベースのみに限定されるわけではない。追加として又は代替として、例えば機器の速度及び／又は機器にかかる力が考慮される。したがって、特に、それぞれの機器について提供される限界位置の指標は、この機器の限界位置を他の量を介して間接的に示すこともできる。例えば、限界位置は、機器が既定の限定的な速度を有する位置、又は機器に既定の限定的な力が作用する位置として間接的に定義される。同様に、目標位置が、機器が既定の目標速度を有する位置又は機器に既定の目標力が作用する位置として間接的に定義されるように、それぞれの機器の目標指標は、この機器の目標位置を、機器の速度又は機器にかかる力のような他の量を介して間接的にのみ示す。それぞれの機器の位置を提供するための位置提供ユニットに対応して、それに加えて、又はその代替として、それぞれの速度及び／又は力提供ユニットが制御デバイスに含まれる。制御されるそれぞれの機器によって維持される所定の関係も、間接的に、すなわち、限定的な力若しくは速度、又は目標となる力若しくは速度などの観点での他の量を介して定義される。

【０１０７】

開示された実施形態に対する他の変形は、特許請求された発明を実践する際に、図面、開示、及び添付の特許請求の範囲を検討することにより、当業者によって理解及び実現され得る。

【０１０８】

特許請求の範囲において、「含む」という語は他の要素又はステップを除外するものではなく、単数形の要素は複数を除外するものではない。

【０１０９】

単一のユニット又はデバイスが、特許請求の範囲に記載されているいくつかの項目の機能を果たす。特定の手段が互いに異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの手段の組合せを有利に使用できないことを示すものではない。

【０１１０】

本明細書で使用される場合、提供ユニットは、別のユニット又はデバイスからそれぞれの分量を受信し、受信した分量を提供するように構成された受信ユニットであり得る。しかしながら、提供ユニットは、以前に測定された又は他のやり方で取得された分量が記憶され、その分量を提供する際の起点となるストレージでもあり得る。提供ユニットはまた、以前に分量を測定した若しくは他のやり方で分量を受信したユニット若しくはデバイスであるか又はそれを含み得る。以前に受信又は記憶された分量を提供する前に、その分量は、それぞれの提供ユニットによって処理される。

【０１１１】

１つ若しくはいくつかのユニット又はデバイスによって実行される指標及び位置の提供、動きの制御のような手順は、他の任意の数のユニット又はデバイスによって実行され得る。これらの手順は、コンピュータプログラムのプログラムコード手段として、及び／又は専用ハードウェアとして実装され得る。

【０１１２】

コンピュータプログラムは、他のハードウェアと一緒に又は他のハードウェアの一部として供給される光記憶媒体又はソリッドステート媒体などの好適な媒体に記憶／配布されるが、インターネット又は他の有線若しくは無線通信システムを介するなどの他の形式で配布されてもよい。

【０１１３】

特許請求の範囲におけるいかなる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

【０１１４】
医療機器の動きを制御するための制御デバイスが提示される。制御デバイスは、機器の限界位置の指標を提供するように構成された限界指標提供ユニットであって、限界位置を超えると、機器の位置が限界外であると見なされる、限界指標提供ユニットと、機器の一部分を含む受信画像及び／又は機器の取得された動きから機器の位置を提供するように構成された位置提供ユニットとを備える。制御デバイスは、機器の位置が限界位置に対して所定の関係を維持するように、限界位置の指標及び機器の位置に基づいて機器の動きを制御するように構成されたコントローラを更に備える。これにより、医療機器及び他の機器の改善された動き制御が可能になる。
【０１１５】
本明細書で使用される「ユニット」（例えば、「限界指標提供ユニット」、「位置提供ユニット」、「目標指標提供ユニット」、「第２の位置提供ユニット」）及び／若しくは「コントローラ」のうちの一つ並びに／又はその他は、ハードウェア及び／又はソフトウェアベースの構成要素である。特に、これらのユニット及び／又はコントローラは、コンピュータプログラム又は命令のコードとして見出され、非一時的メモリに記憶され、本発明の様々な実施形態による制御を制御デバイスに実施させるプロセッサによって実行されるように配置される。
【０１１６】
制御デバイスは、少なくとも１つのメモリを含むコンピュータシステム、コンピュータデバイス、又はコンピュータユニットであり、メモリが複数ある場合、コンピュータシステム内のメモリは、バスを介して相互に及びプロセッサと通信する。メモリのうちのいずれか又は複数は、制御デバイスの「その」メモリの代表的な例と見なされ、本明細書に記載の方法及びプロセスのいくつか又はすべての態様を実施するために使用される命令を記憶する。本明細書に記載された本発明によるメモリは、データ及び実行可能ソフトウェア命令を記憶するための有形記憶媒体であり、ソフトウェア命令が記憶されている間は非一時的である。本明細書で使用される場合、「非一時的」という用語は、状態の永遠の特性としてではなく、ある期間継続する状態の特性として解釈されるべきである。「非一時的」という用語は、特に、搬送波若しくは信号又はいつでもどこでも一時的にのみ存在する他の形式の特性などの一過性の特性を否定する。メモリは、製造品及び／又は機械構成要素である。これは、データ及び実行可能ソフトウェア命令がコンピュータ（又はプロセッサ）によって読み取られる際の元となるコンピュータ可読媒体である。メモリは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、読み取り専用メモリ（ＲＯＭ）、フラッシュメモリ、電気的にプログラム可能な読み取り専用メモリ（ＥＰＲＯＭ）、電気的に消去可能でプログラム可能な読み取り専用メモリ（ＥＥＰＲＯＭ（登録商標））、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、テープ、コンパクトディスク読み取り専用メモリ（ＣＤ－ＲＯＭ）、デジタル多用途ディスク（ＤＶＤ）、フロッピーディスク、Ｂｌｕ－ｒａｙ（登録商標）ディスク、又は当技術分野で知られている任意の他の形式の記憶媒体のうちの１つ又は複数として実装され得る。メモリは、揮発性又は不揮発性であり、セキュアであり且つ／又は暗号化されているか、非セキュアであり且つ／又は暗号化されてない。
【０１１７】
「メモリ」は、コンピュータ可読記憶媒体の一例である。コンピュータメモリは、プロセッサに直接アクセス可能な任意のメモリである。コンピュータメモリの例には、ＲＡＭメモリ、レジスタ、及びレジスタファイルが含まれるが、これらに限定されない。「コンピュータメモリ」又は「メモリ」への言及は、複数のメモリである可能性があると解釈されるべきである。メモリは、例えば、同じコンピュータシステム内の複数のメモリである。メモリは、複数のコンピュータシステム又はコンピューティングデバイス間に分散された複数のメモリでもある。
【０１１８】
コンピュータシステム、コンピュータデバイス、又はコンピュータユニットは、例えば、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）、有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）、フラットパネルディ

スプレイ、ソリッドステートディスプレイ、又は陰極線管（ＣＲＴ）などの映像表示ユニットを更に含む。加えて、コンピュータシステム、コンピュータデバイス、又はコンピュータユニットは、キーボード／仮想キーボード、タッチセンサ式入力画面、又は音声認識による音声入力などの入力デバイス、及び、マウス又はタッチセンサ式入力画面若しくはパッドなどのカーソル制御デバイスを含む。コンピュータシステム、コンピュータデバイス、又はコンピュータユニットは、任意選択として、ディスクドライブユニット、スピーカ若しくはリモートコントロールなどの信号生成デバイス、及び／又はネットワークインターフェースデバイスも含む。

【０１１９】

ディスクドライブユニットは、１つ又は複数のソフトウェア命令セット（ソフトウェア）が埋め込まれたコンピュータ可読媒体を含む。ソフトウェア命令セットはコンピュータ可読媒体から読み取られ、プロセッサによって実行される。更に、ソフトウェア命令は、プロセッサによって実行されたとき、本明細書に記載の方法及びプロセスの１つ又は複数のステップを実行する。一実施形態では、ソフトウェア命令は、コンピュータシステム、コンピュータデバイス、又はコンピュータユニットによる実行中、メモリ（例えば、メインメモリ若しくはスタティックメモリ）及び／又はプロセッサ内に全部又は一部が常駐する。更に、ネットワークに接続されたデバイスがネットワーク上で音声、映像、又はデータを通信できるように、コンピュータ可読媒体は、ソフトウェア命令を含むか、又は伝播された信号に応答してソフトウェア命令を受信及び実行する。ソフトウェア命令は、ネットワークインターフェースデバイスを介してネットワーク上で送信又は受信される。

【０１２０】

一実施形態では、特定用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、プログラマブルロジックアレイ、及び他のハードウェア構成要素などの専用ハードウェア実装は、本明細書に記載の方法のうちの１つ又は複数を実装するように構築される。本明細書に記載の１つ又は複数の実施形態は、２つ以上の特定の相互接続されたハードウェアモジュール又はハードウェアデバイスを使用して、モジュール間で及びモジュールを通じて通信できる関連する制御信号及びデータ信号を備えた機能を実装する。したがって、本開示は、ソフトウェア、ファームウェア、及びハードウェアの実装を包含する。本出願のいかなるものも、有形の非一時的なプロセッサ及び／又はメモリなどのハードウェアではなくソフトウェアのみで実装される又は実装可能であると解釈されるべきではない。

【０１２１】

本開示の様々な実施形態によれば、本明細書に記載の方法は、ソフトウェアプログラムを実行するハードウェアコンピュータシステムを使用して実装される。更に、例示的な非限定的な実施形態では、実装は、分散処理、構成要素／オブジェクト分散処理、及び並列処理を含み得る。仮想コンピュータシステム処理は、本明細書に記載の方法又は機能のうちの１つ又は複数を実装し、本明細書に記載のプロセッサは、仮想処理環境をサポートするために使用される。

【図面】
【図１】

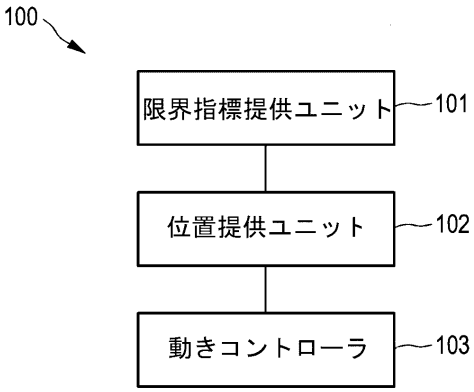


図１

【図２Ａ】

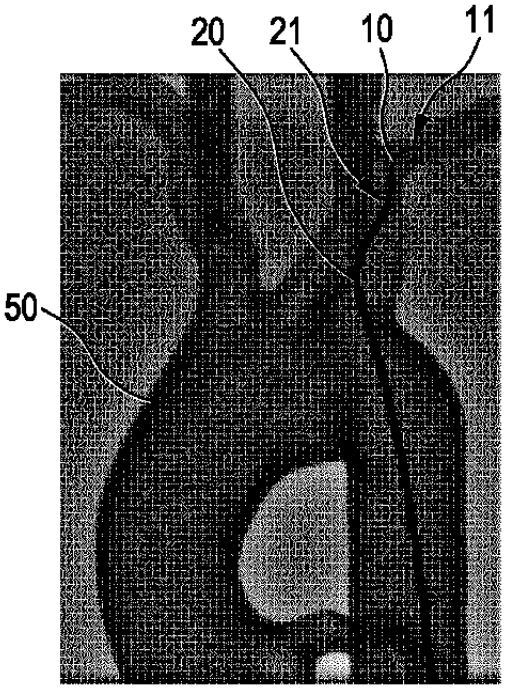


FIG. 2A

【図２Ｂ】

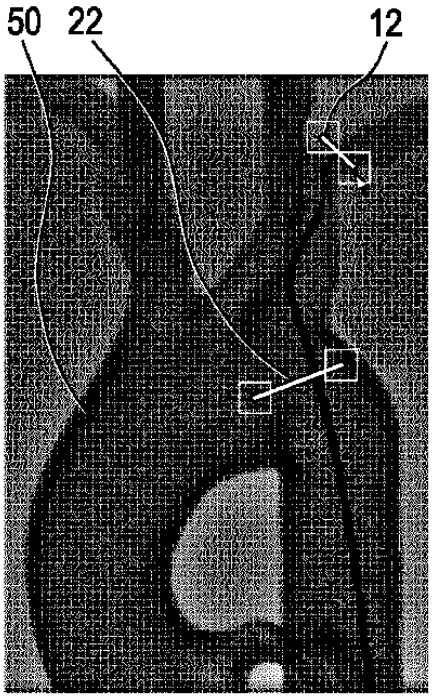


FIG. 2B

【図２Ｃ】

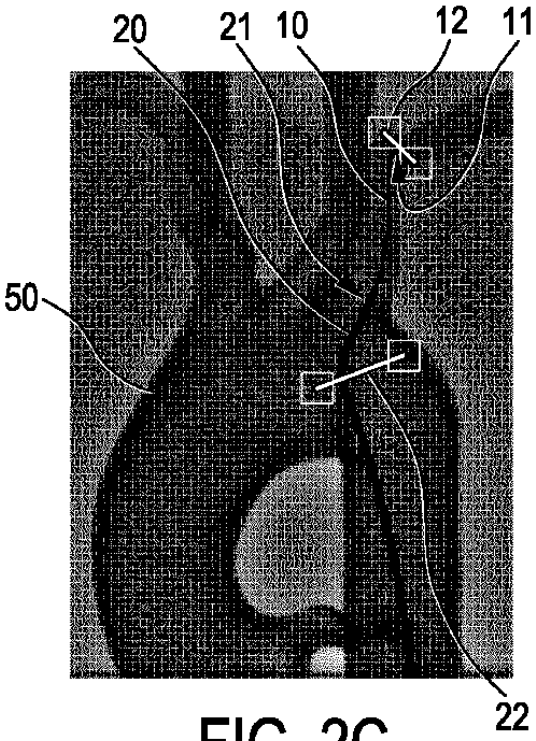


FIG. 2C

【図２Ｄ】

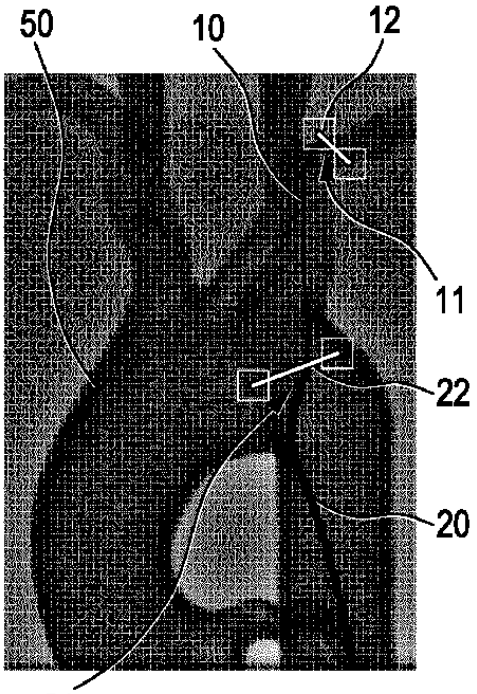


FIG. 2D

【図３】

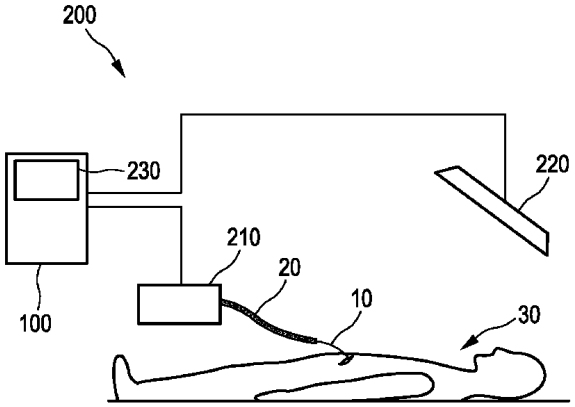


FIG. 3

【図４】

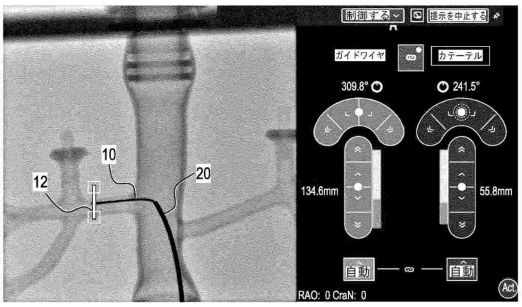

制御する
提示を中止する
ガイドワイヤ
カテーテル
309.8°
241.5°
134.6mm
55.8mm
10
12
20
自動
自動
RAO: 0 CrAN: 0

図４

【図５】

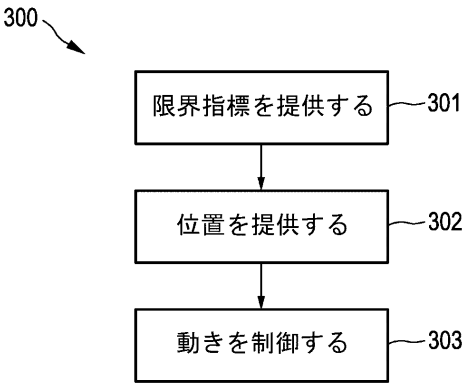

300
限界指標を提供する
301
位置を提供する
302
動きを制御する
303

図５

【国際調査報告】

International application No.
PCT/EP2022/082468

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. [X] Claims Nos.: 18
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210

2. [ ] Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. [ ] Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. [ ] As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. [ ] As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. [ ] As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. [ ] No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims;; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

[ ] No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (2)) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/082468

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B34/10 A61B34/20 A61B34/00 A61B34/32 A61B5/00
G06T7/00
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B G06T

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017/151027 A1 (WALKER SEAN [US] ET AL) 1 June 2017 (2017-06-01) paragraphs [0076], [0113] - [0120], [0135]; figures 9,13,15c	1-17,19
A	US 2021/093406 A1 (BLACKER STEVEN J [US] ET AL) 1 April 2021 (2021-04-01) paragraphs [0027], [0029], [0045], [0050], [0055], [0056], [0062], [0069] - [0071]	1-17,19
L	& WO 2010/025336 A1 (CORINDUS LTD [IL]; WENDEROW TAL [US]; BROMANDER THOMAS [US]) 4 March 2010 (2010-03-04) This documents completes the disclosure of US2021/093406 with respect to the assist module (see Guidelines C-IV, 8).; paragraphs [0056] - [0059]; figure 1	
	-/--	

[x] Further documents are listed in the continuation of Box C. [x] 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	Date of mailing of the international search report
8 March 2023	16/03/2023

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schmidt, Matthias

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/082468

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020/046434 A1 (GRAETZEL CHAUNCEY F [US] ET AL) 13 February 2020 (2020-02-13) paragraphs [0079] - [0081], [0094] - [0097]; figure 7	1-17,19

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2022/082468

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2017151027 A1	01-06-2017	US 2017151027 A1	01-06-2017
		US 2019167367 A1	06-06-2019
		US 2019209252 A1	11-07-2019
		US 2021068911 A1	11-03-2021
US 2021093406 A1	01-04-2021	CN 107205781 A	26-09-2017
		CN 111494008 A	07-08-2020
		EP 3226800 A1	11-10-2017
		EP 3954317 A1	16-02-2022
		JP 7031950 B2	08-03-2022
		JP 2018500971 A	18-01-2018
		JP 2021090802 A	17-06-2021
		US 2021093406 A1	01-04-2021
		WO 2016090270 A1	09-06-2016
US 2020046434 A1	13-02-2020	CN 112804946 A	14-05-2021
		EP 3820373 A1	19-05-2021
		KR 20210042134 A	16-04-2021
		US 2020046434 A1	13-02-2020
		US 2021169588 A1	10-06-2021
		WO 2020033318 A1	13-02-2020

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

International Application No. PCT/EP2022/082468

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.1

Claims Nos.: 18

Method claim 18 defines a method for treatment of the human or animal body by surgery practised on the human or animal body. The claim includes the step of "controlling a movement of the instrument", which can correspond to control of movement of a catheter or guidewire within the human body (see the description and dependent claims), and which is a surgical step. Therefore no search has been performed for the subject-matter of this claim (see Article 17 (2) PCT and Rule 39.1.(iv) PCT) and no written opinion is required for the subject-matter of these method claims (see Rule43bis.1 and Rule 67.1 (iv) PCT).

フロントページの続き

,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,CV,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,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,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

２ フィリップス インターナショナル ビー． ヴィ． インテレクチュアル プロパティー アンド スタンダーズ