

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-514450

(P2022-514450A)

(43)公表日 令和4年2月14日(2022.2.14)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
A 6 1 B 34/35 (2016.01)	A 6 1 B 34/35	3 C 7 0 7
B 2 5 J 3/00 (2006.01)	B 2 5 J 3/00	A

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全33頁)

(21)出願番号	特願2021-518663(P2021-518663)	(71)出願人	516210894
(86)(22)出願日	令和1年10月3日(2019.10.3)		シーエムアール・サージカル・リミテッ ド
(85)翻訳文提出日	令和3年4月19日(2021.4.19)		CMR SURGICAL LIMITED
(86)国際出願番号	PCT/GB2019/052792		イギリス国, ケンブリッジシャー シー ビー 2 4 9 エヌジー, ケンブリッジ, ミルトン ロード, エヴォリューション ビジネス パーク 1
(87)国際公開番号	WO2020/070501		
(87)国際公開日	令和2年4月9日(2020.4.9)		
(31)優先権主張番号	1816167.9	(74)代理人	100087941
(32)優先日	平成30年10月3日(2018.10.3)		弁理士 杉本 修司
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)	(74)代理人	100112829
			弁理士 堤 健郎
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC, 最終頁に続く	(74)代理人	100142608
			弁理士 小林 由佳
		(74)代理人	100155963
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ロボットシステムのユーザ入力制御装置の操作中におけるパフォーマンスの監視

(57)【要約】

【課題】入力制御装置上の一つ以上のセンサを使用したデータの収集によって、ユーザがロボットシステムの入力制御装置を、制御操作している間のパフォーマンスを監視することが可能な外科手術ロボットシステムを提供する。

【解決手段】

外科手術ロボットと、外科手術ロボットに結合され、外科手術ロボットの動作を制御するように、ユーザによって操作可能なユーザ入力装置であって、ユーザがユーザ入力装置を操作している間に、データを収集するように構成される一つ以上のセンサを備える、ユーザ入力装置と、収集されたデータを分析して、ユーザによる外科手術ロボットの動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定し、パラメータが望ましい作動値を有さないという、収集されたデータによる判定にตอบสนองして、応答行為を取るべきと示す出力信号を生成するように構成される、プロセッサユニットとを備える外科手術ロボットシステム。

【選択図】図1

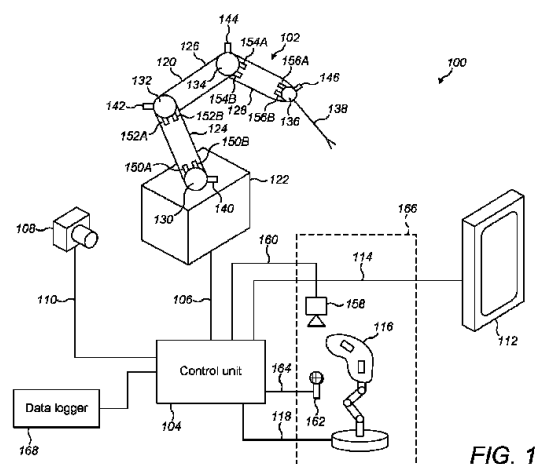


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

外科手術ロボットと、
前記外科手術ロボットに結合され、前記外科手術ロボットの動作を制御するように、ユーザによって操作可能なユーザ入力装置であって、前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作している間に、データを収集するように構成される一つ以上のセンサを備える、ユーザ入力装置と、
プロセッサユニットであって、
前記収集されたデータを分析して、前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定し、
前記パラメータが望ましい作動値を有さないとの、前記収集されたデータによる判定に回答して、応答行為を取るべきと示す出力信号を生成するように構成される、プロセッサユニットと、を備え、
前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられた前記パラメータが、前記ユーザの生理学的パラメータであって、前記一つ以上のセンサが、前記ユーザの生理学的データを収集するように構成される、生理学的パラメータと、
前記ユーザ入力装置の前記ユーザの操作を示すものと、のうちの一つ以上である、外科手術ロボットシステム。

10

【請求項 2】

前記一つ以上のセンサは、前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作して、前記外科手術ロボットの動作を制御している間に、前記ユーザの手と接触するように、前記ユーザ入力装置上に位置付けられる、一つ以上のセンサのセットを備える、請求項 1 に記載の外科手術ロボットシステム。

20

【請求項 3】

前記プロセッサユニットが、前記収集されたデータを分析して、前記ユーザの前記生理学的パラメータが、指定された範囲内の値を有するかを判定し、前記パラメータが前記指定された範囲内の値を有さないという、前記収集されたデータによる判定に回答して、前記出力信号を生成するように構成される、請求項 1 または請求項 2 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 4】

前記プロセッサユニットが、
前記収集されたデータを分析して、指定された期間にわたって前記パラメータの時間平均値を計算し、
前記パラメータの前記時間平均値が、指定された目標範囲内にあるかを判定し、
前記パラメータの前記時間平均値が前記目標範囲内ではないとの、前記収集されたデータによる判定に回答して、前記出力信号を生成するように構成される、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

30

【請求項 5】

前記一つ以上のセンサのセットが、温度、脈拍数、発汗量、汗中のイオン濃度、血圧、手の安定性のうちの一つ以上を測定するように構成される、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

40

【請求項 6】

前記外科手術ロボットが、ジョイントによって相互接続される複数の肢と、前記ジョイントを駆動するように構成されるアクチュエータのセットとを備え、前記出力信号が、前記アクチュエータにブレーキをかけるブレーキ信号である、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 7】

前記外科手術ロボットが外科手術器具を備え、前記出力信号によって前記器具が無効にされる、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 8】

50

前記外科手術ロボットシステムが、前記プロセッサユニットに結合されたスピーカを備え、前記スピーカが、前記プロセッサユニットから前記出力信号を受信するのに応答して、音声警報信号を出力するように構成される、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 9】

前記外科手術ロボットシステムが、前記プロセッサユニットに結合された視覚ディスプレイを備え、前記視覚ディスプレイが、前記プロセッサユニットから前記出力信号を受信するのに応答して、視覚警報信号を出力するように構成される、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 10】

前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられた前記パラメータが、前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記入力装置を操作するときの、前記ユーザ入力装置との前記ユーザの相互作用に関係する、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 11】

前記パラメータが、
前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記入力装置を操作するときに、前記ユーザによって前記ユーザ入力装置へ加えられる力と、
前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作する可動域と、
前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記ユーザによって操作されるとき、
前記ユーザ入力装置の向きと、
前記ユーザによって保持されるとき、前記ユーザ入力装置のハンドコントローラの動きの周波数成分と、
のうちの一つ以上を示す、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 12】

前記一つ以上のセンサが、経時的に前記ハンドコントローラの位置を示すデータを収集するように構成され、前記プロセッサが、前記収集されたデータについて周波数分析を実施して、前記ユーザによって保持されるとき、前記ハンドコントローラの前記動きの前記周波数成分を判定することによって、前記収集されたデータを分析するように構成される、請求項 11 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 13】

前記出力信号が触覚フィードバック信号であり、前記プロセッサユニットが、前記触覚フィードバック信号を前記ユーザ入力装置に伝達するように構成される、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 14】

前記パラメータが、前記ユーザ入力装置上の前記ユーザの握力であり、前記プロセッサユニットが、前記収集されたデータを分析して、前記ユーザの握力が指定された望ましい位置にあるかを判定するように構成される、請求項 10 から 13 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 15】

前記プロセッサユニットによって生成される前記出力信号が、前記指定された望ましい位置を示すフィードバック信号である、請求項 14 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 16】

前記出力信号が触覚フィードバック信号である、請求項 15 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 17】

前記プロセッサが、前記触覚フィードバック信号を前記ユーザ入力装置に伝達するように構成される、請求項 16 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 18】

前記出力信号が視覚フィードバック信号であり、前記プロセッサユニットが、前記視覚フ

10

20

30

40

50

ードバック信号を視覚ディスプレイユニットに伝達して、前記視覚ディスプレイユニットに、前記ユーザの握力の前記指定された望ましい位置を表示させるように構成される、請求項 15 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 19】

前記外科手術ロボットによって行われる外科手術手技中に、前記一つ以上のセンサから収集されるデータのログを取るためのデータロガーをさらに備える、請求項 1 ~ 18 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、入力制御装置上の一つ以上のセンサを使用したデータの収集によって、ユーザがロボットシステムの入力制御装置を、制御操作している間のパフォーマンスを監視することに関する。

【背景技術】

【0002】

外科手術ロボットは、ヒトおよび／または動物に対して医療手技を行うために使用される。外科手術ロボットは典型的に、外科手術器具であるエンドエフェクタを支持する、可動機構（ロボットアーム）を備える。機構は、エンドエフェクタを外科手術部位に移動し、エンドエフェクタを操作して外科手術を行うように再構成することができる。ロボットは典型的に、ロボットに通信連結されるコンソールを操作する、ユーザ（例えば、外科医）によって制御される。コンソールは、データリンクによって外科手術ロボットに連結される、一つ以上のユーザ入力装置（例えば、コントローラ）を備えてもよい。ユーザは、ユーザ入力装置の好適な操作によって、エンドエフェクタの動きを制御できる。例えば、ユーザは、三次元空間でユーザ入力装置を移動して、エンドエフェクタの対応する動きをもたらすことができる。

20

【0003】

手による外科手術と比較して、ロボット外科手術の潜在的に便利な一態様は、外科手術手技のパフォーマンス中に、より簡単にデータを集めることが可能であることである。外科手術ロボットによって実施される手技の安全性および／または有効性を改善するように、データを収集する能力を活用するのが望ましい。

30

【発明の概要】

【0004】

本発明により、添付の特許請求の範囲に記載するような、外科手術ロボットシステムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0005】

ここで、添付図面を参照して、本発明を例として説明する。図は、以下の通りである。

【0006】

【図 1】図 1 は、外科手術ロボットシステムを示す。

【図 2】図 2 は、外科手術ロボットシステムの制御システムを示す。

40

【図 3】図 3 は、外科手術ロボットシステムのロボットアームの動きを制御する、例示的なユーザ入力装置を示す。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本開示は、ロボットアームと、ロボットアームの動作を制御するように、ユーザによって操作可能なユーザ入力装置とを備える、ロボットシステムを対象とする。ユーザ入力装置は、外科手術手技を実施するように、使用中にユーザが立つ、または配置されるコンソールの一部を形成する。コンソールは、外科手術ロボットシステムの使用中、例えば、ユーザがユーザ入力装置を操作している間、ユーザに関するデータを捕捉するための、一つ以上の知覚装置を備える。ユーザに関するデータは、何らかのユーザの状態、例えば、生理

50

学的状態を特徴付けるデータであってもよく、または生理学的パラメータもしくはバイオメトリックパラメータに関連付けられたデータであってもよい。実施例のうちの1セットでは、知覚装置は、ユーザ入力装置の一部を形成しないが、例えば、ロボットシステムの使用中にユーザの画像を捕捉するための画像取り込み装置（例えば、カメラ）、またはユーザの音声データを捕捉するための音声取り込み装置（例えば、マイク）であり得る。

【0008】

実施例のうち別のセットでは、知覚装置は、ユーザ入力装置の一部を形成し、ユーザ入力装置は、ユーザが装置を操作して、ロボットアームの動作を制御している間にデータを収集するための、一つ以上のセンサのセットを備える。データは、ユーザの生理学的データおよびバイオメトリックデータ（例えば、血圧、体温、発汗量など）、もしくは／または例えば、ユーザ入力装置の向き、ユーザが装置を位置付ける可動域、ユーザによってユーザ入力装置へ加えられる力など、ユーザによるユーザ入力装置の操作を特徴付けるデータを含んでもよい。

10

【0009】

収集されたデータは、プロセッサユニットによって分析されて、ユーザによる外科手術ロボットの動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定する。望ましい作動値は、例えば、所定の値であってもよい。望ましい作業値が、安全な作業値を表してもよい。望ましい作動値が、何らかの望ましい作動範囲内に置かれる値であってもよい。望ましい作動値が、ユーザの生理学的および／もしくはバイオメトリックパラメータの値であってもよく、またはユーザによるユーザ入力装置の操作を特徴付ける、パラメータの値であってもよい。望ましい作動値（および適切な場合、望ましい作動範囲）が、プロセッサユニットによってアクセス可能なメモリに記憶されてもよい。

20

【0010】

パラメータが望ましい作動値を有しないと判定された場合、プロセッサユニットは、応答行為を取るべきと示すフィードバック信号を生成および出力する。フィードバック信号が、ロボットシステムのさらなる構成要素に出力されてもよい。フィードバック信号によって、直接ロボットシステムのさらなる構成要素に応答行為を取らせてもよく、またはユーザによる応答行為が必要であると示すように、ロボットシステムのさらなる構成要素に、ユーザへのフィードバック（例えば、音声、視覚、および／または触覚）を提供させてもよい。フィードバック信号のタイプおよび関連する応答行為の実施例を、以下に提供する。ユーザがユーザ入力装置を操作している間にデータを収集し、ユーザによる外科手術ロボットの動作に関連付けられたパラメータが、望ましい値を有しないとデータが示す場合に、出力信号を生成することによって、応答行為を（直接または間接的に）もたらしことができ、それによって外科手術手技の安全性および／または有効性が増大する。

30

【0011】

図1は、100に大まかに示す、外科手術ロボットシステムの実施例を示す。ロボットシステムは、データリンク106によって制御ユニット104に連結された、外科手術ロボット102を備える。システムは、166に大まかに示すユーザコンソール、すなわちユーザ局をさらに備える。コンソール166は、ユーザ入力装置116、画像取り込み装置158（例えば、カメラ）、および音声取り込み装置162（例えば、マイク）を備える。

40

【0012】

制御ユニット104は、データリンク110によって音声出力装置108に、データリンク114によって視覚ディスプレイ装置112に、データリンク118によってユーザ入力装置116に、データリンク160によって画像取り込み装置158に、およびデータリンク164によって音声取り込み装置に連結される。データリンクの各々は、有線通信リンクであってもよい。データリンクの各々は、無線通信リンクであってもよい。データリンクが、有線および無線通信リンクの混合物であってもよい。すなわち、データリンク106、110、114、および118のうちの一つ以上が、有線通信リンクであってもよく、一つ以上が無線通信リンクであってもよい。他の実施例では、データリンクのいず

50

れもが、有線および無線通信リンクの組み合わせであってもよい。

【0013】

音声出力装置108は、音声信号を出力するように構成される。音声出力装置108は、スピーカであってもよい。視覚ディスプレイ装置112は、画像を表示するように構成される。画像は、静止画像または動画であってもよい。視覚ディスプレイ装置は、例えば、画面、すなわちモニターであってもよい。

【0014】

制御ユニット104は、外科手術ロボット102の近くに（例えば、同じ部屋、すなわち手術室内に）置かれてもよく、または遠隔に置かれてもよい。同様に、ユーザ入力装置116は、外科手術ロボット102の近くまたは遠隔に置かれてもよい。音声出力装置108および視覚ディスプレイ装置112は、ユーザ入力装置116の近くに置かれてもよい。装置108および112は、これらの装置からの出力（それぞれ音声および視覚信号）が、外科手術ロボット102を操作するユーザによって検出できるように、ユーザ入力装置116に相対的に近接して置かれてもよい。画像取り込み装置158および音声取り込み装置162は、コンソール166の一部を形成し、そのためユーザ入力装置116の近くに置かれるので、画像取り込み装置158が、外科手術ロボット102を操作するユーザの視像を捕捉でき、音声取り込み装置162が、外科手術ロボット102を操作するユーザから発せられる音を捕捉することができる。これについて、以下でより詳細に説明する。

【0015】

ロボット102は、この例では基部122に装着される、ロボットアーム120を備える。基部122は順に、床に装着、天井に装着、または可動カートもしくは手術台に装着されてもよい。ロボットアーム120は、エンドエフェクタ138で終わる。エンドエフェクタ138は、例えば、内視鏡の外科手術器具であってもよい。外科手術器具は、例えば、切断、把持、照射、または撮像といったいくつかの動作機能を行うための道具である。

【0016】

ロボットアーム120は、連続するジョイント132および134によって相互接続された、一連の剛性部分またはリンク（124、126、128）を備える。すなわち、連続するリンクの各対は、それぞれのジョイントによって相互接続され、つまり、リンクは一連のジョイントによって、互いに対して関節式に連結されている。ロボットは、ロボットアームとの最近位リンク124を基部122と相互接続するジョイント130、および最遠位リンク128を器具138と相互接続するジョイント136をさらに備える。ジョイント130～136は、各々が単軸の周りを回転することを可能にする、一つ以上の回転ジョイントを備えてもよい。ジョイント130～136は、各々が二つの直交軸の周りを回転することを可能にする、一つ以上のユニバーサルジョイントを備えてもよい。

【0017】

ロボットアーム120は、一連の三つの剛性リンクを備えて示しているが、図のアームは単に例示であり、他の実施例でアームは、より大きなまたはより少ない数のリンクを含んでもよいことが理解されるであろうし、一連の連続するリンクの各対は、それぞれのジョイントによって相互接続され、近位リンクは、ジョイントを介して基部に接続され、末端リンクは、ジョイントを介してエンドエフェクタに接続される。

【0018】

外科手術ロボットアーム120は、それぞれジョイント130、132、134、および136の周りで運動を駆動するためのアクチュエータ140、142、144、および146のセットをさらに備える。すなわち、ロボットアームの各ジョイントの周りの運動を、それぞれのアクチュエータによって駆動できる。アクチュエータの動作（例えば、各アクチュエータの駆動およびブレーキ）は、制御ユニット104から伝達される信号によって制御され得る。アクチュエータは、モータ、例えば、電気モータであってもよい。

【0019】

ロボットアーム120はまた、複数のセンサセットを含む。この実施例では、ロボットア

10

20

30

40

50

ーム 120 が、各ジョイントに対する、150 A、B、152 A、B、154 A、B、および 156 A、B と示すセンサセットを含む。この実施例では、各ジョイントに対するセンサセットが、トルクセンサ（接尾辞「A」により示す）、および位置センサ、すなわち、位置エンコーダ（接尾辞「B」により示す）を含む。各トルクセンサ 150 ~ 156 A は、それぞれのジョイントで加えられるトルクを測定する、すなわち、ジョイントの回転軸の周りに加えられるトルクを測定するように構成される。測定されたトルクは、例えば、ロボットアームの重量、もしくはユーザによって加えられる手による力から、ジョイントを駆動するそれぞれのアクチュエータによって提供される、そのジョイントにおいて内部に加えられたトルク、および / またはジョイントにおいて外部に加えられたトルクを含んでもよい。各位置センサ 150 ~ 156 B は、それぞれのジョイントの位置構成を測定する。センサ 150 ~ 156 A、B は、測定されたトルク値およびジョイントの位置構成を示す、検知データを包含するデータリンク 106 上の信号を、制御ユニット 104 に出力できる。

10

【0020】

ユーザ入力装置 116 によって、ユーザが外科手術ロボット 102 を操作することが可能になる。ユーザは、ユーザ入力装置 116 を操作して、ロボットアームの位置および動きを制御する。ユーザ入力装置 116 は、ロボットアーム 120 の望ましい構成を示すデータを包含するユーザ制御信号を、データリンク 118 を介して制御ユニット 104 に出力する。制御ユニット 104 は、次いで、ユーザ入力装置 116 およびロボットアームセンサ 150 ~ 156 A、B から受信した信号に従って、ロボットアームジョイント 130 ~ 136 の周りに望ましい運動をもたらすように、ロボットアーム 120 のアクチュエータ 140 ~ 146 に駆動信号を出力することができる。

20

【0021】

制御ユニット 104 の例示的な構造を図 2 に示す。制御ユニットは、プロセッサユニット 202 およびメモリ 204 を備える。プロセッサユニット 202 は、メモリ 204 に結合される。

【0022】

プロセッサユニット 202 は、ロボットアーム 120 の望ましい構成を示すユーザ制御信号を、入力装置 116 から通信経路 206 を介して受信する。通信経路 206 は、データリンク 118 の一部を形成する。プロセッサユニット 202 からユーザ入力装置への通信経路 208 はまた、データリンク 118 の一部を形成し、プロセッサユニット 202 からユーザ入力装置 116 へ、信号を伝達するのを可能にするが、これについて、以下でより詳細に説明する。

30

【0023】

プロセッサユニット 202 はまた、ロボットアーム 120 のセンサ 150 ~ 156 A、B から、データリンク 106 の一部を形成する通信経路 210 を介して、検知データを包含する信号を受信する。プロセッサユニット 202 が、ロボットアーム 120 のアクチュエータに、通信経路 212 を介して運動制御信号を伝達して、ジョイント 130 ~ 136 の周りに望ましい運動をもたらす。運動制御信号は、ジョイントの周りで運動を駆動する駆動信号、および / またはジョイントの周りで運動を停止するように、アクチュエータにブレーキかけるブレーキ信号を含み得る。通信経路 212 もまた、データリンク 106 の一部を形成する。プロセッサユニット 202 は、ユーザ入力装置 116 から受信した運動制御信号、およびセンサ 150 ~ 156 A、B から受信した検知データを包含する信号に従って、運動制御信号をロボットアーム 120 のアクチュエータに伝達することができる。

40

【0024】

示すように、プロセッサユニット 202 は、データリンク 110 を介する音声出力装置 108 への通信用の信号、データリンク 114 を介する視覚ディスプレイ装置 112 への通信用の信号、およびデータリンク 118 の通信経路 208 を介するユーザ入力装置 116 への通信用の信号を生成する。これらの信号の生成について、以下でより詳細に説明する。

50

【 0 0 2 5 】

メモリ 2 0 4 は、記憶媒体の一例であり、本明細書に記載のプロセスを実施するように、プロセッサユニット 2 0 2 によって実行できる、非一時的方法のコンピュータ可読コードで記憶されてもよい。例えば、コードを実行すると、プロセッサユニット 2 0 2 は、ユーザ入力装置 1 1 6 から受信した信号、およびロボットアームのセンサ 1 5 0 ~ 1 5 6 A、B から受信した信号に従って、ロボットアーム 1 2 0 のアクチュエータへのデータリンク 1 0 6 を介する通信用の運動制御信号を決定する。プロセッサユニット 2 0 2 はまた、メモリ 2 0 4 の中に非一時的形態で記憶されたコードを実行して、データリンク 1 1 0 を介して音声出力装置 1 0 8 に伝達される信号、データリンク 1 1 4 を介して視覚ディスプレイ装置 1 1 2 に伝達される信号、およびデータリンク 1 1 8 の通信経路 2 0 8 を介してユーザ入力装置 1 1 6 に伝達される信号を生成してもよい。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、例示的なユーザ入力装置 1 1 6 のより詳細な図を示す。この実施例では、ユーザ入力装置は、関節式に連結されたリンケージ 3 0 4 によって支持される、コントローラ 3 0 2 を備える。

【 0 0 2 7 】

関節式に連結されたリンケージは、台または基部 3 0 6 に接続される。リンケージ 3 0 4 によって、コントローラ 3 0 2 を、いくらかの自由度を持って空間で動かすことが可能になる。自由度は、少なくとも一つの並進自由度、および / または一つの回転自由度を含んでもよい。自由度の数は、リンケージの配設に従って変化し得るが、いくつかの実施例では、リンケージ 3 0 4 によって、コントローラを六つの自由度（三つの並進移動自由度および三つの回転自由度）で動かすことが可能になり得る。関節式に連結されたリンケージ 3 0 4 は、ジョイントによって相互接続された、複数の剛性リンクを備えてもよい。リンクは剛性であってもよい。リンクの連続する各対は、それぞれのジョイントによって相互接続されてもよい。リンクおよびリンクで相互接続されたものによって、コントローラ 3 0 2 の並進自由度を提供することができる。リンケージは、回転自由度を提供する（例えば、コントローラをピッチ、および / もしくはロール、ならびに / またはヨーで動かすことを可能にする）ための、ジンバル（図 3 には図示せず）をさらに含み得る。代替的に、角自由度は、リンケージのジョイントによって提供されてもよく、例えば、リンケージジョイントのうちの一つ以上は、球面ジョイントであってもよい。

【 0 0 2 8 】

コントローラ 3 0 2 は、ユーザの手の中に保持されるように設計される。ユーザは、三次元空間でコントローラを操作して（例えば、コントローラの並進および / または回転によって）、制御ユニット 1 0 4 に伝達されるユーザ制御信号を生成することができる。コントローラは、グリップ部分 3 0 8 およびヘッド部分 3 1 0 を備える。正しく使用しているとき、グリップ部分 3 0 8 は、ユーザの手の掌の中にある。ユーザの人差し指の一本以上が、グリップ部分に巻き付く。正しく使用しているとき、ユーザの手は、コントローラのヘッド部分 3 1 0 と接触しない。この実施例のグリップ部分 3 0 8 は、コントローラ 3 0 2 の第一の末端部分を形成し、ヘッド部分 3 1 0 は、コントローラ 3 0 2 の第二の末端部分を形成する。第一の末端部分は近位末端部分と呼ばれてもよく、第二の末端部分は遠位末端部分と呼ばれてもよい。

【 0 0 2 9 】

グリップ部分 3 0 8 は、例えば、概して円筒形の任意の便利な形状であってもよい。円形、楕円形、正方形、または不規則な断面を有してもよい。グリップは、一本、二本、または三本の指で握まれるように構成され得る。グリップ部分は、ヘッド部分より細くてもよい。グリップ部分の範囲に対して垂直な断面で、グリップ部分は概して円形であってもよい。

【 0 0 3 0 】

ヘッド部分 3 1 0 は、グリップ部分 3 0 8 に固く取り付けられる。グリップおよびヘッド部分は、コントローラ 3 0 2 の共通筐体の一部であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

コントローラは、ボタン、引き金など、一つ以上のユーザインターフェース入力部を追加的に備えてもよい（明確にするために、図 3 からは省略）。ユーザインターフェース入力部を使用して、ユーザが外科手術ロボットに機能に関する入力を提供することができ、例えば、外科手術器具の動作を制御してもよい。

【 0 0 3 2 】

この実施例では、ユーザ入力装置 1 1 6 は、関節式に連結されたリンケージ 3 0 4 の構成に従って、エンドエフェクタ 1 3 8 の望ましい位置および向きを示すユーザ制御信号を生成する。リンケージ 3 0 4 の構成を使用して、ハンドコントローラ 3 0 2 の位置および向きを計算することができる。リンケージ 3 0 4 の構成は、リンケージ上のセンサ 3 1 2 A、B、C によって検出できる。すなわち、入力装置センサ 3 1 2 A、B、C は、リンケージ 3 0 4 の各リンクの構成を検知するように動作してもよい。例えば、センサ 3 1 2 A、B、C の各々は、関節式に連結されたリンケージ 3 0 4 のそれぞれのジョイントの位置構成を測定してもよく、すなわち、センサ 3 1 2 A、B、C の各々は、リンケージ 3 0 4 のそれぞれのジョイントの位置を測定する位置センサであってもよい。次いで、センサ 3 1 2 A、B、C からの検知データを使用して、ハンドコントローラ 3 0 2 の位置を計算する。リンケージがジンバルを含む場合、ユーザ入力装置 1 1 6 は、ジンバルの角度位置を検知するためのセンサをさらに含み得る。ジンバルセンサからの検知データを使用して、コントローラ 3 0 2 の向きを計算できる。これらの計算は、ユーザ入力装置 1 1 6、例えば、ユーザ入力装置内に収容されたプロセッサによって行われてもよい。代替的に、コントローラの位置および / または向きの計算は、センサにより検知されたリンケージのジョイントおよび / またはジンバル位置から、プロセッサユニット 2 0 2 によって行われてもよい。概して、ユーザ入力装置 1 1 6 は、ハンドコントローラ 3 0 2 の位置および向きを示すユーザ制御信号を、データリンク 1 1 8 を介して制御ユニット 1 0 4 に出力することができる。それらの制御信号は、コントローラ 3 0 2 の位置および向きのデータを包含してもよく（コントローラ 3 0 2 の位置および向きが、ユーザ入力装置 1 1 6 によって計算される場合）、またはリンケージ 3 0 4 のジョイント、および任意選択で、ジンバル位置のデータを包含してもよい（位置および向きが、プロセッサユニット 2 0 2 によって計算される場合）。制御ユニット 1 0 4 は、ユーザ制御信号を受信し、それらの信号からエンドエフェクタ 1 3 8 の望ましい位置および向きを計算する。すなわち、制御ユニット 1 0 4 は、ハンドコントローラ 3 0 2 の位置および向きから、エンドエフェクタ 1 3 8 の望ましい位置および向きを計算してもよい。エンドエフェクタ 1 3 8 の望ましい位置および配向を計算した後、制御ユニット 1 0 4 は、アーム 1 2 0 の構成を計算して、その望ましい位置および向きを実現する。

【 0 0 3 3 】

したがって要約すると、使用しているとき、ユーザは、空間でコントローラ 3 0 2 を動かすことによって、ユーザ入力装置 1 1 6 を操作し、関節式に連結されたリンケージ 3 0 4 の動きを引き起こす。リンケージ 3 0 4 の構成は、リンケージセンサによって検知され、ハンドコントローラ 3 0 2 の位置および向きを計算するように使用することができ、その位置および向きを示す（ひいては、エンドエフェクタ 1 3 8 の望ましい位置および向きを示す）データを包含するユーザ制御信号を、ユーザ入力装置 1 1 6 から制御ユニット 1 0 4 に伝達している。

【 0 0 3 4 】

単一のハンドコントローラ 3 0 2 のみを図 3 に示すが、いくつかの実施例では、ユーザ入力装置 1 1 6 は二つのハンドコントローラを備え得ることは理解されよう。各ハンドコントローラは、上述のコントローラ 3 0 2 の形態を採用してもよい。各ハンドコントローラが、それぞれのリンケージによって支持されてもよい。各ハンドコントローラが、それぞれのエンドエフェクタ、例えば、外科手術道具および内視鏡を制御するよう、制御信号を生成するように構成されてもよい。エンドエフェクタは、単一のロボットアーム上、またはそれぞれのアーム上に置かれてもよい。他の実施例では、各コントローラは、単一のエ

ンドエフェクタを制御するように構成されてもよい。

【0035】

本明細書に記載の実施例によれば、ユーザ入力装置116は、ユーザが装置116を操作している間にデータを収集するように構成された、センサのセットを備え、そのデータは、ユーザによる外科手術ロボット102の動作に関連付けられる。収集されたデータは、プロセッサユニット202に伝達され、そこで分析されて、ユーザによる外科手術ロボットの動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定する。パラメータが望ましい値を有しないと、プロセッサユニットが判定する場合、プロセッサユニット202は、応答行為を取るべきと示す出力信号を生成する。プロセッサユニット202によって生成される出力信号は、行為をなすべきと示すという意味では、フィードバック信号であってもよい。出力信号は、応答行為が、ロボットシステム100の構成要素によって、またはロボットシステム100のユーザによって取られるべきと示してもよい。次に、センサおよびフィードバック信号のタイプの様々な例について説明する。

10

【0036】

プロセッサユニット202によって分析されるデータを測定するセンサのセットは、入力装置センサ312A、B、Cを含み得る。他の実施例では、プロセッサユニット202によって分析されるデータを測定するセンサのセットが、入力装置センサ312A、B、Cに加わるさらなるセンサであってもよく、またはさらなるセンサを含んでもよい。かかるセンサの例示的なセットを、図3の314A、B、Cに示す。

【0037】

20

センサ314は、装置116のユーザの生理学的データを収集するように構成された、一つ以上のセンサを備えてもよい。この実施例では、それらのセンサがセンサ314A、Bである。生理学的データセンサ314A、Bは、装置116の動作中に、ユーザの手から生理学的データを収集するように配設されてもよい。かかるデータ収集を支援するために、生理学的データセンサは、ユーザが入力装置116を操作している間に、ユーザの手と接触するように、装置116上に位置付けられてもよい。すなわち、センサは、外科手術ロボット102の動作を制御するために、ユーザ入力装置116の通常使用中にユーザの手と接触するように、入力装置116上に位置付けられてもよい。「通常使用」は、ユーザの手が入力装置116上の意図する位置、すなわち望ましい位置にある場合を指し得る。意図する、すなわち望ましい位置は、人間工学に基づいた位置であってもよい。通常使用中のユーザの手の位置は、ユーザ入力装置の形状および構成によって異なることが理解されよう。

30

【0038】

図3に示す実施例では、センサ314A、Bは、使用中にユーザの手が掴む、コントローラ302上に位置付けられる。特に、センサ314A、Bは、ユーザがコントローラ302を掴むと、センサがユーザの手と接触するように、コントローラ302のグリップ部分308上に位置付けられる。示す例示的な配設では、センサ314Aは、ユーザがコントローラを掴むと、ユーザの指の下に置かれるように位置付けられ、センサ314Bは、手掌、またはユーザの親指の付け根の下に置かれるように位置付けられる。ユーザの指の下に位置付けるようにセンサを置くことで、ユーザの手の上にある複数の異なる場所から、同時に生理学的データを収集することが便利に可能となり得る。これによって、プロセッサ202によるデータの分析から得られるいかなる結論の正確さも改善すること（例えば、偽陽性の発生率を低減することによって）を可能にし、および/または入力装置116の使用中的数据収集速度を改善し得る。他の実施例では、センサが、コントローラ上の異なる位置に置かれてもよいことが理解されよう。

40

【0039】

便利なことに、センサ314A、Bは、コントローラ302の表面に置かれて、ユーザの手との良好な接触を促進し得る。

【0040】

センサ314A、Bによって収集されてもよい、ユーザの生理学的データのタイプには、

50

例えば、皮膚温度データ、脈拍数データ、血中酸素飽和度データ、発汗量データ、汗中のイオン濃度データ、水和レベルデータ、および血圧データが含まれてもよい。皮膚温度データは、温度センサによって測定されてもよい。ユーザの脈拍数データは、フォトプレチスモグラフィ（PPG）センサまたは心電図（ECG）センサによって測定されてもよい。ECGの場合、ECGセンサは、ユーザ入力装置116の両方のハンドコントローラ上に提供され得る。血中酸素飽和度データは、PPGセンサまたはパルスオキシメトリセンサによって測定されてもよい。発汗量データは、発汗量センサによって測定されてもよく、発汗量センサは、例えば、皮膚コンダクタンスセンサまたは発汗速度センサであってもよい。皮膚コンダクタンスセンサは、発汗に包含される電解質レベルに依存する、コンダクタンスを測定するように構成される、一つ以上の電極を備え得る。発汗速度センサは、皮膚から蒸発する水分を収集するための湿度室と、室内の湿度レベルを測定するように、室内に置かれる一つ以上の湿度センサとを備えてもよい。イオン濃度データは、イオン濃度センサによって測定されてもよい。イオン濃度センサは、イオン濃度レベル（濃度レベルが高いほど、導電率が高い）を示す、皮膚導電率を測定するための一つ以上の電極を含んでもよい。水和レベルデータは、水和センサによって収集され得る。水和センサは、例えば、皮膚弾力性、血糖濃度（光ベースの検出による）、発汗導電率、または皮膚のpHのうちの一つ以上を測定し得る。

10

【0041】

センサ314Aおよび314Bの各々は、異なるタイプの生理学的データを収集し得る。すなわち、センサ314Aが、第一のタイプの生理学的データを収集することができ、センサ314Bが、第二のタイプの生理学的データを収集することができる。他の実施例では、センサ314A、Bの各々が、同じタイプの生理学的データを収集し得る（例えば、両センサが、例えば、温度データを収集し得る）。

20

【0042】

生理学的データを収集する二つのセンサのみが、図3に示す実施例の中に示されているが、ユーザ入力装置116が、ユーザの生理学的データを収集する、任意の好適な数のセンサを含み得ることは理解されよう。ユーザ入力装置は、例えば、生理学的データを収集する三つ、四つ、五つ、またはそれ以上のセンサを含み得る。概して、ユーザ入力装置116は、ユーザの生理学的データを収集する、一つ以上のセンサのセットを含むことができる。ユーザ入力装置が、ユーザの生理学的データを収集する、複数のセンサを含んでもよい。複数のセンサは、一つ以上の異なるタイプの生理学的データを収集し得る。したがって、一実施例では、ユーザ入力装置は、同じタイプの生理学的データを収集するように、各々構成される複数のセンサを備え、別の実施例では、複数のセンサは、複数のタイプの生理学的データを収集し、例えば、複数のセンサの各々が、異なるそれぞれのタイプの生理学的データを収集し得る。

30

【0043】

センサ314A、Bによって収集されるデータは、通信リンク118のデータ経路206を介して、プロセッサユニット202に伝達される。収集されたデータは、プロセッサユニット202にストリーミングされてもよい。代替的に、収集されたデータが、プロセッサユニット202にバーストで伝達されてもよい。

40

【0044】

プロセッサユニット202は、ユーザ入力装置116から受信した、収集されたデータを分析して、ユーザによる外科手術ロボットの動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定するように動作する。収集されたデータが生理学的データである、本実施例を続けると、ユーザによる外科手術ロボットの動作に関連付けられたパラメータは、ユーザによる外科手術ロボットの動作中の、ユーザの生理学的パラメータである。生理学的パラメータは、例えば（収集されたデータによって）、ユーザの体温、ユーザの脈拍数、ユーザの血中酸素飽和度、ユーザの発汗量、ユーザのイオン濃度、ユーザの水和レベルなどであってもよい。

【0045】

50

プロセッサユニット 202 は、収集されたデータ（例えば、脈拍数、ユーザの体温、ユーザの水和レベル、発汗量など）から生理学的パラメータの値を決定し、その生理学的パラメータの値が望ましい値であるかを判定し得る。プロセッサユニット 202 によって、収集されたデータを分析して、ある期間にわたる生理学的パラメータの時間平均値を決定し、その時間平均値が望ましい値であるかを判定してもよい。例えば、センサ 314 A、B から収集されたデータは、生理学的パラメータの値、および各値に関連付けられたタイムスタンプを指定することができる。これらの値をある期間にわたって平均化して、その期間の平均生理学的パラメータ値を計算することができる。

【0046】

望ましい値は、何らかの指定された値であり得る。望ましい値は、所定の値であり得る。望ましいパラメータの作動値は、指定された範囲内の任意の値、または指定された閾値を上回るか、もしくは下回る値であり得る。望ましい作動値は、良好または許容可能な生理学的状態を示す値であり得る。望ましい作動値が、例えば、臨床的に許容可能な値である、「安全な」値、すなわち正常値であってもよい。

10

【0047】

生理学的パラメータの望ましい値、値の範囲、および/または閾値は、制御ユニット 104 のメモリ 204 に記憶され得る。プロセッサユニット 202 は、メモリ 204 に記憶された値にアクセスして、例えば、収集されたデータから決定された生理学的パラメータの値を、メモリ 204 に記憶された望ましい値、値の範囲、または閾値と比較することによって、生理学的パラメータが望ましい作動値を有するかを判定することができる。

20

【0048】

生理学的パラメータが、望ましい作動値を有さない場合、これはユーザが、外科手術ロボット 102 の動作を制御するのに、最適なまたは望ましい状態ではないことを示す可能性がある。例えば、水和レベルは、精神的な能力および集中力に影響を及ぼすことが分かっている。センサ 314 A、B から収集されたデータから判定されるような、ユーザの水和レベルが、望ましいレベルではない（例えば、閾値を下回る）場合、これは、外科手術ロボットを制御する、ユーザの集中または精神能力が損なわれていることを示し得る。他の生理学的パラメータが、外科手術ロボットを制御するユーザの損なわれた能力のバイオマーカーとして機能してもよい。例えば、指定された値を上回る脈拍数は、ユーザが過剰なレベルのストレス下にある、すなわち神経過敏であることを示す可能性がある。指定された値を超える発汗量は、同様に、過剰なストレスまたは不安レベルを示し得る。指定された閾値を上回る皮膚温度は、ユーザの具合が悪い（例えば、発熱している）、または過剰に身体的行使をしていることを示す可能性がある。閾値を下回る酸素飽和率は、ユーザが、頭痛、錯乱、協調運動障害、または視覚障害を含む症状を患っていることを示す可能性がある。生理学的パラメータは、他のタイプの条件に対するバイオマーカーとして機能してもよいことが理解されよう。

30

【0049】

したがって、生理学的パラメータが望ましい値を有しないと検出に回答して、プロセッサユニット 202 は、応答行為を取るべきと示す信号を生成および出力する。この信号を、ロボットシステム 100 の別の構成要素に出力して、その構成要素に専用の応答行為を実施させ得る。この様々な例について、これから説明する。

40

【0050】

一実施例では、プロセッサユニット 202 は、アクチュエータ 140 ~ 146 にブレーキをかけるように、制御信号を出力する。すなわち、プロセッサユニット 202 は、生理学的パラメータが望ましい値を有しないと検出に回答して、アクチュエータ 140 ~ 146 にブレーキ信号を出力する。したがって、プロセッサユニット 202 が出力する信号によって、外科手術ロボット 102 の運動を停止し、ロボットアームの各ジョイント 130 ~ 136 をロックし得る。言い換えれば、プロセッサユニット 202 からの信号出力によって、ロボットアーム 120 を定位置にロックし得る。

【0051】

50

別の実施例では、プロセッサユニット 202 は、制御信号を出力して、エンドエフェクタ 138 の動作を一時停止する。制御信号によって、エンドエフェクタをロックしてもよい。例えば、エンドエフェクタが、一对のグリッパを含む外科手術器具である場合、制御信号によってグリッパを定位置にロックさせ得る。外科手術器具が、切断要素（例えば、刃）を含む場合、制御信号によって切断要素を定位置にロックさせ得る。外科手術器具が焼灼または照射ツールである場合、制御信号によって器具への電力供給を打ち切ってもよい。

【0052】

別の実施例では、プロセッサユニット 202 は、音声出力装置 108 および / または視覚ディスプレイ装置 112 に、警報信号を出力する。警報信号によって、音声出力装置 108 に、例えば、音声アラームといった音声信号を生成させ得る。警報信号によって、視覚ディスプレイ装置 112 に、視像、例えば、警告画像または視覚警報を表示させ得る。音声信号および / または表示される視像は、ユーザの生理学的パラメータが望ましい値を有しないと、入力装置 116 のユーザおよび / または他の個人に注意を喚起するように機能し得る。これによって、ユーザの変更が必要である、またはユーザが外科手術ロボットの動作を中断する必要があることを示し得る。

10

【0053】

上述の実施例では、プロセッサユニット 202 は、望ましい値を有さないユーザの生理学的パラメータに応答して、応答行為を取るべきと示す信号を出力する。入力装置 116 が、異なるタイプの生理学的データセンサ（すなわち、異なるタイプの生理学的データを収集するよう構成されたセンサ）を備える場合、プロセッサユニット 202 は、望ましい値を有さない二つ以上の生理学的パラメータの組み合わせに応答して、応答行為を取るべきと示す信号を出力するように構成され得る。出力信号をトリガするために必要な生理学的パラメータの組み合わせを、予め決定しておくことができる。

20

【0054】

プロセッサユニット 202 は、生理学的パラメータが作動値を有さないとの検出に応答して、単一タイプの信号（すなわち、単一の応答行為を取るべきと示す信号）を出力し得る。代替的に、プロセッサユニット 202 が、それぞれの応答行為を取るべきと各々示す 1 セットの信号を出力することができる。その信号セットは、1) アクチュエータ 140 ~ 146 にブレーキをかける信号、2) エンドエフェクタまたは外科手術器具 138 の動作を一時停止する信号、3) 音声出力装置 108 への警報信号、および 4) 視覚ディスプレイ装置 112 への警報信号のいかなる組み合わせをも含み得る。

30

【0055】

上述の実施例では、センサ 314 A、B は、入力装置 116 のユーザから生理学的データを収集するように配設された、生理学的データセンサとして記載され、プロセッサユニット 202 は、ユーザの少なくとも一つの生理学的パラメータが望ましい値を有さなかったとの、収集されたデータからの判定に応答して、出力信号を生成するように配設された。実施例のうち別のセットでは、ユーザ入力装置 116 は、ユーザによる入力装置の使用に関連付けられたデータを収集するように構成されたセンサを備える。すなわち、入力装置 116 は、ユーザによる入力装置 116 の使用を特徴付けるデータを収集する、センサを備えることができる。言い換えれば、センサは、何らかの方法で、ユーザによる入力装置 116 の操作を特徴付ける、データを収集し得る。次いで、プロセッサユニット 202 は、ユーザ入力装置 116 のユーザ制御を特徴付けるパラメータが望ましい値を有さないとの、収集されたデータからの判定に応答して、応答行為を取るべきと示す出力信号を生成することができる。

40

【0056】

例えば、センサ 314 A、B、C は代わりに、ユーザの接触を検知するように構成された、タッチセンサであり得る。言い換えれば、各タッチセンサは、ユーザと接触しているか否かを検出し得る。タッチセンサは、例えば、静電容量センサであり得る。タッチセンサは、ユーザ入力装置 116 上に空間的に位置付けられ得るため、タッチセンサからのその

50

データは、使用中、ユーザ入力装置 1 1 6 上にあるユーザの手の位置を示す。この実施例では、ユーザによる入力装置 1 1 6 の使用を特徴付けるパラメータは、入力装置 1 1 6 上のユーザの手の位置である。

【 0 0 5 7 】

タッチセンサは、外科手術ロボット 1 0 2 の動作を制御するために、入力装置 1 1 6 の通常使用中にユーザの手と接触するように、入力装置 1 1 6 上に位置付けられる、一つ以上のセンサのうちの第一のサブセットを備えることができる。「通常使用」は、ユーザの手が入力装置 1 1 6 上の意図する位置、すなわち望ましい位置にある場合を指し得る。意図する、すなわち望ましい位置は、例えば、人間工学に基づいた位置といった、指定された位置であってもよい。本実施例では、センサの第一のサブセットは、コントローラ 3 0 2 のグリップ部分 3 0 8 上に位置付けられる、センサ 3 1 4 A、B である。したがって、センサ 3 1 4 A、B は、ユーザがコントローラ 3 0 2 のグリップ部分 3 0 8 を掴むとき、ユーザの手がセンサ 3 1 4 A、B と接触するように位置付けられる。

10

【 0 0 5 8 】

タッチセンサは、入力装置 1 1 6 の通常使用中にユーザの手と接触しないように、入力装置 1 1 6 上に位置付けられる、一つ以上のセンサの第二のサブセットを追加的に備えることができる。言い換えれば、一つ以上のセンサの第二のサブセットは、ユーザの手が入力装置 1 1 6 上の意図する位置にあるとき、手が一つ以上のセンサの第二のサブセットのいずれとも接触しないように位置付けられる。それゆえ、ユーザの手と、センサの第二のサブセットのうちの少なくとも一つとの接触は、ユーザの手が、入力装置 1 1 6 上の意図する位置、すなわち望ましい位置にないことを示す。本実施例を続けると、一つ以上のセンサの第二のサブセットは、センサ 3 1 4 C を含む。センサ 3 1 4 C は、コントローラ 3 0 2 のヘッド部分 3 1 0 上に位置付けられる。したがって、ユーザがコントローラ 3 0 2 のグリップ部分 3 0 8 を掴むとき、ユーザの手はセンサ 3 1 4 C と接触しない。

20

【 0 0 5 9 】

タッチセンサは、センサの第一および第二のサブセットの両方、すなわち、ユーザ入力装置 1 1 6 上のユーザの手について、正しいおよび間違っただけの位置の両方を示すセンサを含んでもよい。代替的に、タッチセンサは、センサの第一および第二のサブセットのうちの一つのみ、すなわち、第一のサブセットのみまたは第二のサブセットのみを含んでもよい。

【 0 0 6 0 】

センサの第一および / または第二のサブセットから収集されたデータは、通信リンク 1 1 8 のデータ経路 2 0 6 を介して、プロセッサユニット 2 0 2 に伝達される。プロセッサユニット 2 0 2 は、タッチセンサから受信した収集されたデータを分析して、ユーザの手が、ユーザ入力装置 1 1 6 上の意図する位置、もしくは望ましい位置、または正しい位置にあるかを判定するように動作することができる。タッチセンサからのデータが、ユーザ入力装置上にあるユーザの手の位置を示すため、プロセッサユニット 2 0 2 は、データを分析して、ユーザによるユーザ入力装置の制御に関連付けられたパラメータ（この実施例では、入力装置 1 1 6 上にあるユーザの手の位置）が、望ましい作動値を有するか（例えば、ユーザの手が意図する位置にある）を判定することができる。これを行うために、プロセッサユニット 2 0 2 は、入力装置 1 1 6 上にあるセンサ 3 1 4 A、B、C と、手の位置とのセンサデータ値の事前に記憶された関係のセットにアクセスしてもよい。これらの関係のセットは、メモリ 2 0 4 に記憶することができる。関係は、センサデータ値と、手の位置、例えば、正しい、すなわち望ましい手の位置、および間違っただけ、すなわち望ましくない手の位置の分類との関連付けのセットを定義してもよい。メモリ 2 0 4 は、一つ以上の望ましいまたは意図する手の位置のセットと、センサデータ値との第一のセット、および / または一つ以上の望ましくない手の位置のセットと、センサデータ値との第二のセットの関連付けを記憶し得る。本実施例では、センサデータ値の第一のセットは、ユーザの手と接触するとき、センサ 3 1 4 A、B によって出力される値であり得る。センサデータ値の第二のセットは、ユーザの手と接触するとき、センサ 3 1 4 C によって出力される値、および / またはユーザの手と接触しないとき、センサ 3 1 4 A、B によって出力される

30

40

50

値であり得る。

【0061】

したがって、要約すると、プロセッサユニット202は、タッチセンサ314A、B、Cから収集されたデータを分析して、以下によって、ユーザの手が、ユーザ入力装置116上の望ましい位置にあるかを判定することができる：

- 検知データと、ユーザ入力装置116上の一つ以上の正しい手の位置のセットに関連付けられた、メモリ204に記憶されるデータ値、および/またはユーザ入力装置116上の一つ以上の間違った手の位置に関連付けられたデータ値との比較、ならびに
- 比較に従った、ユーザの手が、正しいまたは間違っただけの位置にあるとの判定。

【0062】

プロセッサユニット202が、タッチセンサ314A、B、Cから収集されたデータより、ユーザの手が入力装置116上の正しい位置にあると判定する場合、さらなる行為を行わなくてもよい。対照的に、プロセッサユニット202が、収集されたデータより、ユーザの手が正しい位置にないと判定する場合、プロセッサユニット202は、応答行為を取るべきと示す信号を出力する。この信号は、ロボットシステム100の構成要素に、応答行為を取るべきとユーザに示させる（知覚フィードバックの手段によって）、フィードバック信号であり得る。この様々な例について、これから説明する。

【0063】

一実施例では、プロセッサユニット202は、ユーザの手が間違っただけの位置にあると示す音声および/もしくは視覚フィードバックをユーザに提供させる、音声出力装置108ならびに/または視覚ディスプレイユニット112へ、フィードバック信号を出力する。例えば、音声出力装置108は、プロセッサユニット202からフィードバック信号を受信するのに応答して、ユーザの手が間違っただけの位置にあると示す音声信号を出力してもよい。いくつかの実施例では、音声信号によって、ユーザの検知された手の位置に対して行われるべき調整を伝えて、手を正しい位置に戻させてもよい。どのような調整がユーザの手の位置に対して必要かは、プロセッサユニット202によって、センサ314A、B、Cから収集されたデータより判定され得る。これらの調整の表示は、プロセッサユニット202から出力されるフィードバック信号内に含まれ得る。

【0064】

視覚ディスプレイ装置112は、プロセッサユニット202からフィードバック信号を受信するのに応答して、ユーザの手が間違っただけの位置にあると示す視覚ディスプレイを出力してもよい。視覚ディスプレイは、ユーザの手が間違っただけの位置にあるという通知を包含してもよい。代替的に、または加えて、視覚ディスプレイが、ユーザの検知された手の位置を正しい位置に戻すように、手の正しい位置および/またはユーザの手に成すべき調整の図を含んでもよい。どのような調整がユーザの手の位置に対して必要かは、プロセッサユニット202によって、センサ314A、B、Cから収集されたデータより判定され得る。これらの調整の表示は、プロセッサユニット202から出力されるフィードバック信号内に含まれ得る。

【0065】

別の実施例では、プロセッサユニット202は、ユーザ入力装置116にフィードバック信号を出力する。このフィードバック信号によって、ユーザ入力装置116に、ユーザの手が間違っただけの位置にあると示す、触覚および/または視覚フィードバックをユーザへ提供させてもよい。例えば、ユーザ入力装置116は、ユーザへの力または振動フィードバックを提供するように、一つ以上のアクチュエータを含んでもよい（図3には示さず）。アクチュエータ（複数可）は、コントローラ302内に置かれてもよい。一実施例では、アクチュエータが、センサ314A、B、C-のうちの一つ以上の下に置かれてもよい。アクチュエータ（複数可）は、例えば、センサ314Cの下に置かれてもよい。これによって便利なことに、ユーザの手が間違っただけの位置で、コントローラ302のヘッド部分を掴んでいる場合に、ユーザが直接触覚フィードバックを受信することを可能にできる。代替的に、アクチュエータ（複数可）が、センサ314A、Bの下に置かれてもよい。このよう

10

20

30

40

50

に、触覚フィードバックによって、ユーザの手をコントローラ 302 上の正しい配置に誘導することができる。

【0066】

ユーザ入力装置 116 は、ユーザの手が間違った位置にあると示す、視覚フィードバックをユーザに提供するように、一つ以上の光出力装置（図 3 には示さず）を含んでもよい。例えば、コントローラ 302 は、一つ以上の光出力装置によって照らされるように各々配設される、一つ以上のパネルを含み得る。それゆえ、光出力装置はパネルの下に装着され得る。パネルは、正しい位置にあるときのユーザの手と接触する、コントローラ 302 の複数部分内に含まれ、および / または正しい位置にあるときのユーザの手と接触しない、コントローラ 302 の複数部分内に含まれてもよい。言い換えれば、パネルが、ユーザの手の正しいおよび / または間違った位置を示してもよい。プロセッサ 302 からのフィードバック信号によって、正しい位置にあるときのユーザの手と接触する、コントローラの複数部分内のパネルを照らし、および / または正しい位置にあるときのユーザの手と接触しない、コントローラの複数部分内のパネルを照らしてもよい。両タイプのパネルを照らす場合、異なる色で照らされてもよい。正しい位置にあるときのユーザの手と接触しない、コントローラ 302 の複数部分のパネルを照らすことによって、ユーザに手がユーザ入力装置を間違えて保持していると示す。正しい位置にあるときのユーザの手と接触する、コントローラ 302 の複数部分のパネルを照らすことが、ユーザの手の位置を調節するための、ユーザへの視覚ガイドとして機能する。

10

【0067】

プロセッサユニット 202 は、ユーザの手が望ましい位置にないとの、収集されたデータからの検出に応答して、単一タイプのフィードバック信号を出力し得る。代替的に、プロセッサユニット 202 は、フィードバック信号のセットを出力し得る。信号のセットは、ユーザ入力装置にユーザへの触覚および / または視覚フィードバックを提供させるように、1) 音声出力装置 108 へのフィードバック信号、2) 視覚ディスプレイ装置 112 へのフィードバック信号、3) ユーザ入力装置 116 へのフィードバック信号のいかなる組み合わせも含むことができる。

20

【0068】

上述の実施例では、ユーザによる入力装置 116 の使用を特徴付けるためにデータを収集したセンサのセットは、タッチセンサであり、ユーザによる入力装置 116 の使用を特徴付けるパラメータは、入力装置 116 上にあるユーザの手の位置であった。実施例のうち別のセットでは、ユーザによる入力装置 116 の使用または操作を特徴付けるパラメータは、ユーザ入力装置 116 の動きに関係し得る。

30

【0069】

例えば、パラメータは、(i) 入力装置 116 が操作される可動域、および / もしくは (ii) ユーザによって入力装置 116 へ加えられる力、および / もしくは (iii) ユーザによる使用中のユーザ入力装置 116 の向き、ならびに / または (iv) コントローラ 302 の動きの周波数成分を含んでもよい。これらのパラメータの各々が、望ましい、すなわち許容可能な範囲の作動値を有し得る。これらの作動値の範囲は、概して安全なロボットアームの動作を表すことができる。例えば、入力装置の極端な可動域は、典型的な外科手術手技で必要とされそうにない外科手術器具の極端な可動域に対応し得る。同様に、入力装置 116 に過剰な力を加えると、外科手術器具によって患者に、大きな力が不注意に加えられる可能性がある。ハンドコントローラの動きの周波数成分もまた、ユーザがコントローラ 302 を保持するか、または掴んでいるときに、ユーザの手の自然な振戦から生じる、ハンドコントローラ 302 の動きを示す、望ましい範囲を有することができる。コントローラの動きの中の過剰な低周波数成分は、ユーザが疲労しているか、または興奮していることを示す場合がある。コントローラの動きの中の過剰な高周波数成分は、危険なレベルの手の震えを示す場合がある。

40

【0070】

パラメータ (i) を監視するために、センサ 312A、B、C から収集されたデータを使

50

用して、使用中に経時的にハンドコントローラ 302 の位置を計算し、したがって、使用中にコントローラ 302 が操作される可動域を計算し得る。計算された位置は、3次元空間の中の位置であり得る。ハンドコントローラ 302 の位置は、上述のようにセンサ 312 A、B、C によって収集されたデータから、ユーザ入力装置 116 の内部にあるプロセッサによって計算され、制御ユニット 104 内のプロセッサユニット 202 に伝達することができる。代替的に、ハンドコントローラ 302 の位置が、プロセッサユニット 202 によって、センサ 312 A、B、C から検知されたリンケージ 304 のジョイント位置より計算されて得る。いずれにしても、コントローラ 302 の位置を示す信号は、装置 116 からプロセッサユニット 202 に伝達される。これらの信号は、コントローラ 302 に対する位置データ（位置がユーザ入力装置 116 によって計算される場合）、またはリンケージ 304 のジョイントに対するジョイント位置データ（コントローラ 302 の位置が、プロセッサ 202 によって計算される場合）を包含し得る。

10

【0071】

次いで、プロセッサユニット 202 は、ハンドコントローラ 302 の位置を示す受信データを処理して、ハンドコントローラが移動する可動域を監視して、ハンドコントローラ 302 が、指定された作動範囲を超える可動域の中を移動したかを検出し得る。作動の可動域は、範囲の終点位置に関して指定され得る。言い換えれば、ハンドコントローラ 302 の作動する可動域によって、コントローラ 302 を移動できる、空間における 3次元作業体積を画定し得る。コントローラ 302 が検知データより、作業体積内の空間位置にあると計算される場合、プロセッサは、コントローラがその作動の可動域を越えなかったと判定する。コントローラ 302 が、作業体積外側の空間位置にあると計算される場合、プロセッサは、コントローラ 302 がその作動の可動域を超えたと判定する。代替的に、作動の可動域によって、コントローラ 302 が一回の運動で移動できる距離の最大の大きさを指定し得る。これは、コントローラ 302 が、指定された時間間隔内に移動できる距離の、最大の大きさを指定することによって定義され得る。この場合、プロセッサユニット 202 は、コントローラ 302 の受信した位置データを分析して、コントローラ 302 が経時的に移動する距離を監視して、コントローラが指定された最大の大きさを越える距離を移動する、時間間隔があるかを判定し得る。かかる時間間隔の識別に応答して、プロセッサユニット 202 は、コントローラ 302 がその作動の可動域を超えたと判定する。プロセッサユニット 202 は、かかる時間間隔を識別できない場合、コントローラ 302 がその作動の可動域を超えていないと判定する。

20

30

【0072】

パラメータ (i i) を監視するために、ユーザ入力装置 116 は、関節式に連結されたリンケージ 304 のそれぞれの一つ以上のジョイントの周りに加えられるトルクを測定する、一つ以上のトルクセンサを装備し得る。図 3 は例示的なトルクセンサ 316 A、B、C を示す。各トルクセンサは、例えば、ユーザによるコントローラ 302 の操作または使用中に、リンケージ 304 のそれぞれのジョイントの周りに加えられるトルクを測定する。次いで、センサ 316 A、B、C によって収集された検知トルクデータは、データ信号としてデータリンク 118 を介して、制御ユニット 104 のプロセッサユニット 202 に伝達できる。プロセッサユニット 202 は、センサ 316 から受信した検知トルクデータを分析して、コントローラ 302 上にユーザが加える力が、最大作動値または指定された閾値を超えるかを判定することができる。プロセッサユニット 302 は、センサ 316 A、B、C から検知されたトルクが、指定された閾値を超えるかを判定することによって、ユーザが加える力が、指定された閾値を超えたかを判定し得る。これは、いくつかの条件を使用して、例えば、1) トルクセンサ 316 A、B、C から受信された検知データを分析して、センサのうちのいずれか一つにより検知されるトルクが、指定された閾値を超えるかを判定することによって、2) トルクセンサ 316 A、B、C から受信された検知データを分析して、センサ 316 A、B、C により検知された平均トルクが、指定された閾値を超えるかを判定することによって、および 3) トルクセンサ 316 A、B、C から受信された検知データを分析して、センサ 316 A、B、C により検知された総トルクが、指

40

50

定された閾値を超えるかを判定することによって行われ得る。プロセッサユニット 202 は、測定されたトルクが、条件 1) から 3) のうちの一つを使用して、もしくは代替的に、条件 1) から 3) のうちの二つの組み合わせ（例えば、条件 1) および 2)、条件 1) および 3)、または条件 2) および 3)) を使用して、または三つの条件すべてを使用して、測定されたトルクが指定された閾値を超えるかを判定し得る。プロセッサユニット 202 は、必要に応じて条件 1) から 3) のうちの一つ以上から、検知されたトルクが指定された閾値を超えたと判定する場合、コントローラ 302 上にユーザが加える力が、指定された閾値を超えたと判定する。これは、センサ 316 で検知されたトルクが、ユーザによりコントローラ 302 上に加えられる力から生じるという仮定に基づく。プロセッサユニット 202 は、必要に応じて条件 1) から 3) のうちの一つ以上から、センサ 316 A、B、C によって測定されたトルクが、指定された閾値を超えないと判定する場合、コントローラ 302 上にユーザが加える力が、指定された閾値を超えないと判定する。

【0073】

パラメータ (i i) は、代替的に、コントローラ 302 内に収容された一つ以上の加速度計 (図 3 には示さず) を使用して監視され得る。加速度計は、コントローラ 302 の本体と固定されていてもよい。複数の加速度計または各加速度計は、一つ以上の軸に沿って加速度を測定するように、配設され得る。加速度計が、コントローラ 302 の本体と固定されている場合、加速度計は、一つ以上の軸に沿ってコントローラ 302 の加速度を測定でき、したがって、加速度計からの検知データによって、コントローラ 302 へ加えられた力が表示される。検知データは、データリンク 118 に沿ってプロセッサユニット 202 へと提供できる。プロセッサユニット 202 は、加速度計からの検知データを分析して、コントローラ 302 に加えられ付勢されたものが、指定された閾値を超えるかを判定することができる。これは、一つ以上の方向軸に沿って加えられる力、またはコントローラへ加えられる力の大きさであり得る。

【0074】

パラメータ (i i i) を監視するために、リンケージセンサ (例えば、ジンバルセンサ) から収集されたデータを使用して、使用中、経時的にハンドコントローラ 302 の向きを計算し得る。計算される向きは、3 次元空間での向きであってもよい。ハンドコントローラ 302 の向きは、上述のようにセンサによって収集されたデータから、ユーザ入力装置 116 の内部にあるプロセッサによって計算され、制御ユニット 104 内のプロセッサユニット 202 に伝達されるか、または代替的に、センサからの収集されたデータより、プロセッサユニット 202 によって計算することができる。次いで、プロセッサユニット 202 が、ハンドコントローラ 302 の向きを示す、受信されたデータを処理して、コントローラの向きが作動値の指定された範囲内にあるかを検出し得る。作動値の指定された範囲によって、コントローラ 302 の許容可能な向きの範囲を画定し得る。許容可能な向きの範囲は、一軸、二軸、または三軸に対して指定され得る。

【0075】

パラメータ (i v) を監視するために、センサ 312 A、B、C から収集されたデータは、使用中、経時的にハンドコントローラ 302 の位置を示す、位置データを計算するように使用され得る。ハンドコントローラの位置は、ユーザ入力装置 116 の内部にあるプロセッサによって、センサ 312 A、B、C から検知されたリンケージ 304 のジョイント位置より計算することができる。代替的に、ハンドコントローラ 302 の位置は、プロセッサユニット 202 によって、センサ 312 A、B、C から検知されたリンケージ 304 のジョイント位置より計算することができる。いずれにしても、コントローラ 302 の位置を示す信号は、装置 116 からプロセッサユニット 202 に伝達される。これらの信号は、コントローラ 302 に対する位置データ (位置がユーザ入力装置 116 によって計算される場合)、またはリンケージ 304 のジョイントに対するジョイント位置データ (コントローラ 302 の位置が、プロセッサ 202 によって計算される場合) を包含し得る。それゆえ、プロセッサユニット 202 は、ユーザ入力装置 116 から受信された信号を使用して、経時的に空間の中でハンドコントローラ 302 の位置を追跡し得る。

【 0 0 7 6 】

プロセッサユニット 2 0 2 は、コントローラ 3 0 2 に対して位置データの周波数分析（例えば、フーリエ解析）を実施して、コントローラ 3 0 2 の動きの周波数成分を判定し得る。すなわち、プロセッサユニット 2 0 2 は、異なる周波数成分の組み合わせとして、コントローラ 3 0 2 の動きを経時的に（すなわち、時間的領域で）表すように、位置データの周波数分析を実施することができる。次いで、プロセッサユニット 2 0 2 は、コントローラの動きの周波数成分が、許容可能な作動範囲内にあるかを判定し得る。作動範囲は、許容可能な成分周波数のバンドを画定し得る。例えば、バンドの下限を下回る成分周波数は、疲労または興奮を示し得る。バンドの上限を上回る成分周波数は、不安定さ（例えば、震え、すなわち振戦）を示し得る。周波数分析されたコントローラ 3 0 2 の位置データが、指定された閾値（離散周波数成分の最大振幅または最大数に関して画定）を超える、作動周波数バンドの外側にある低周波数成分の量を包含するか、または指定された閾値（離散成分の最大振幅または最大数に関して画定）を超える、作動周波数バンドの外側にある高周波数成分の量を包含する場合、プロセッサ 2 0 2 は、ハンドコントローラの動きの周波数成分が、許容可能な作動範囲内ではないと判定し得る。ハンドコントローラの動きを周波数領域で分析すると、ユーザの動きにおける変則性が、時間的領域においてよりも認識できることが分かっている。例えば、コントローラの動きの低周波数成分（疲労または興奮によって引き起こされる可能性がある）は、時間領域ではコントローラの位置データから見えない可能性があるが、周波数領域では明らかであろう。別の実施例として、コントローラが、複雑な動きのパターンによって操作されている場合、それらの動きの高周波数成分は、時間領域では位置データから見えない可能性があるが、周波数領域では明らかであろう。

【 0 0 7 7 】

プロセッサユニット 2 0 2 は、代替的に、経時的にトルクセンサ 3 1 6 A、B、C によって検知されたデータ、または経時的に加速度計（存在する場合）によって検知されたデータについて、周波数分析を実施し得る。

【 0 0 7 8 】

ユーザ入力装置 1 1 6 の動きに係する、パラメータ (i) から (i v) に関連付けられた望ましい値、もしくは作動値、または範囲は、プロセッサユニット 2 0 2 がアクセスする、メモリ 2 0 4 に記憶することができる。

【 0 0 7 9 】

プロセッサユニット 2 0 2 は、測定されているパラメータ (i) から (i v) のうちのひとつが、望ましい作動値（すなわち、許容可能な作動範囲内の値）を有しないと判定する場合、応答行為を取るべきと示す信号を生成し、出力する。この信号を、ロボットシステム 1 0 0 の別の構成要素に出力して、その構成要素に専用の応答行為を実施させ得る。この様々な例について、これから説明する。

【 0 0 8 0 】

パラメータ (i) が望ましい作動値を有しないと検出に回答して、プロセッサユニット 2 0 2 は、音声出力装置 1 0 8 および / または視覚ディスプレイ装置 1 1 2 に、フィードバック信号を出力し得る。音声出力装置 1 0 8 は、応答で、音声フィードバックをユーザに提供するように、装置 1 1 6 がその望ましい可動域を超えたと示す音声信号を出力し得る。視覚ディスプレイ装置 1 1 2 は、視覚フィードバックをユーザに提供するように、装置 1 1 6 がその作動の望ましい可動域を超えたと示す画像を表示し得る。画像は、絵で表したものか、または文字で書かれたメッセージであり得る。代替的にまたは加えて、プロセッサユニット 2 0 2 は、ユーザが望ましい可動域を超えるような方法で、コントローラ 3 0 2 を操作する場合には、ユーザ入力装置 1 1 6 に触覚フィードバック信号を出力し、ユーザ入力装置 1 1 6 によって、ユーザに触覚フィードバックを提供し得る。そのフィードバックは、振動の形態であるか、または望ましい可動域をさらに超える、コントローラ 3 0 2 の動きに対する抵抗の増大であり得る。

【 0 0 8 1 】

パラメータ (i i) が望ましい作動値を有さないとの検出に応答して、プロセッサユニット 202 は、音声出力装置 108 および / または視覚ディスプレイ装置 112 に、フィードバック信号を出力し得る。音声出力装置 108 は、応答で、音声フィードバックをユーザに提供するように、装置 116 へ加えられた力が、所定の値を超えていたと示す音声信号を出力し得る。視覚ディスプレイ装置 112 は、視覚フィードバックをユーザに提供するように、装置 116 へ加えられた力が、所定の値を超えていたと示す画像を表示し得る。画像は、絵で表したもののか、または文字で書かれたメッセージであり得る。代替的に、または加えて、プロセッサユニット 202 は、ユーザにフィードバックを提供する触覚フィードバック信号を、ユーザ入力装置 116 に出力し得る。そのフィードバックは、コントローラ 302 の振動の形態であり得る。

10

【 0082 】

パラメータ (i i i) が望ましい作動値を有さないとの検出に応答して、プロセッサユニット 202 は、音声出力装置 108 および / または視覚ディスプレイ装置 112 に、フィードバック信号を出力し得る。音声出力装置 108 は、応答で、音声フィードバックをユーザに提供するように、装置 116 が望ましい作動の向きではないと示す音声信号を出力し得る。視覚ディスプレイ装置 112 は、視覚フィードバックをユーザに提供するように、装置 116 が望ましい作動の向きではないと示す画像を表示し得る。画像は、絵で表したもののか、または文字で書かれたメッセージであり得る。代替的にまたは加えて、プロセッサユニット 202 は、ユーザに触覚フィードバックを提供する触覚フィードバック信号を、ユーザ入力装置 116 に出力し得る。そのフィードバックは、振動の形態であるか、またはコントローラ 302 をその作動範囲外の向きにさらに合わせる、コントローラの動きに対する抵抗の増大であり得る。

20

【 0083 】

パラメータ (i v) が望ましい作動値を有さないとの検出に応答して、プロセッサユニット 202 は、音声出力装置 108 および / または視覚ディスプレイ装置 112 に、フィードバック信号を出力し得る。音声出力装置 108 は、応答で、音声フィードバックをユーザに提供するように、コントローラ 302 の発振の頻度が、望ましい周波数範囲内ではないと示す音声信号を出力し得る。視覚ディスプレイ装置 112 は、視覚フィードバックをユーザに提供するように、コントローラ 302 の発振の頻度が、望ましい周波数範囲内ではないと示す画像を表示し得る。画像は、絵で表したもののか、または文字で書かれたメッセージであり得る。代替的に、または加えて、プロセッサユニット 202 は、上述のようにアクチュエータ 140 ~ 146 にブレーキをかける、ブレーキ信号を出力し得る。これによって、ロボットアームが、好適な生理学的状態にないユーザによって、制御されないようにすることができる。

30

【 0084 】

上の説明は、ユーザ入力装置 116 上に置かれるセンサを使用して、ユーザによる外科手術ロボットの操作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定するように、控えめにデータを収集できる方法の様々な例について説明している。ここで、ユーザコンソール 166 の他の知覚装置を使用して、ユーザによる外科手術ロボットの制御に関するデータを、目立たないように収集するための代替的なアプローチの実施例について説明する。

40

【 0085 】

かかる 1 セットの実施例では、画像取り込み装置 158 は、使用中、すなわち、ユーザがユーザ入力装置 116 の操作を通して外科手術ロボット 102 を制御している間に、ユーザの画像を捕捉する。次いで、捕捉された画像は、データリンク 160 を介してプロセッサユニット 202 に伝達される。その後、プロセッサユニット 202 は、捕捉された画像について画像分析を実施して、ユーザの一つ以上の生理学的パラメータを監視し得る。例えば、プロセッサユニット 202 が画像分析を実施して、ユーザの心拍数または呼吸数を判定し得る。呼吸数は、画像取り込み装置 158 から捕捉された画像シーケンスの分析から識別される、ユーザの胸の動きより判定され得る。心拍は、捕捉された画像シーケンス

50

を分析して、血液循環によって引き起こされる顔面皮膚色の変化を検出することによって判定され得る。皮膚色の変化は、独立成分分析（ICA）、主成分分析（PCA）、および高速フーリエ変換（FFT）を含む、画像処理技術を使用して検出され得る。別の実施例として、プロセッサユニット202は、捕捉された画像を分析して、ユーザの瞳孔反射（すなわち、ユーザの瞳孔が散大または収縮する程度）を検出し得る。

【0086】

次いで、プロセッサユニット202は、生理学的パラメータの値が、許容可能な作動値であるか、例えば、許容可能な作動範囲内であるかを判定し得る。例えば、プロセッサユニット202は、ユーザの呼吸および/もしくは心拍が、最小レベル（完全な意識状態を示す）を上回り、かつ最大レベル（場合により望ましくない高レベルのストレスを示す）を下回るか、ならびに/またはユーザの瞳孔の散大レベルが、最小閾値（好適な関与レベルを潜在的に示す）を上回り、かつ最大閾値（望ましくない高いアドレナリンレベル、または薬物による興奮の影響を潜在的に示す）を下回るかを判定し得る。プロセッサユニット202は、メモリ204のパラメータについて記憶された値を使用して、生理学的パラメータの値が望ましい値を有するかを判定し得る。

10

【0087】

ユーザの生理学的パラメータが望ましい値を有さないとの検出に応答して、プロセッサユニット202は、応答行為を取るべきと示すフィードバック信号を生成および出力する。その信号は、上述の信号タイプ、例えば、アクチュエータ140～146にブレーキをかけるブレーキ信号、もしくは音声出力装置108および/もしくは画像ディスプレイ装置112へのフィードバック信号、またはユーザ入力装置116への触覚フィードバック信号のいずれか一つであり得る。

20

【0088】

実施例のうち別のセットでは、音声取り込み装置162によって、音声データ（例えば、ユーザから発せられる音）を捕捉し、捕捉された音を示す音声信号を、データリンク164によってプロセッサ202に伝達する。プロセッサ202のユニットは、捕捉された音の音声分析を実施して、ユーザの状態を監視することができる。例えば、プロセッサユニット202は、捕捉された音の発話分析を実施して、ユーザが発話した単語または語句を識別し得る。これは、応答行為を取る必要がある可能性があることを示す、特定の単語または語句を識別するために行われ得る。例えば、一つまたは複数の罵り言葉は、ユーザが外科手術手技中に誤りを犯したことを示す場合がある。別の実施例として、語句を使用して、例えば、ユーザが疲労しているか、または具合が悪いことを示すことによって、ユーザが支援を必要とすることを示し得る。言い換えれば、プロセッサユニット202は、音声取り込み装置162によって捕捉された音声データについて発話分析を実施して、応答的行為を取るべきことを示唆する、指定された単語および/または語句のセットのうちの 하나가、ユーザによって発話されたかを判定してもよい。代替的に、プロセッサユニット202が、捕捉された音声データについて発話分析を実施して、ユーザの声の調子を指定された調子のセットに従って分類し得る。指定された調子のセットには、例えば、冷静、心配、パニック、ストレス、怒りなどが含まれてもよい。

30

【0089】

プロセッサユニット202は、ユーザが指定された単語もしくは語句のうちの一つを発話したと、分析された音声データより識別するか、またはユーザの声の調子が指定された調子のうちの一つであると、分析から判定する場合、応答行為を取るべきと示すフィードバック信号を生成し、出力する。フィードバック信号は、上述のフィードバック信号のうちのいずれでもあり得る。

40

【0090】

実施例の別のセットでは、ユーザコンソール166は、ユーザの呼吸を分析してアルコールレベルを検出するために、呼気分析計（図1には示さず）を備えることができる。ユーザは、手技を開始する前、すなわち、ユーザ入力装置116を使用してロボットアームを操作できるようになる前に、呼気分析計に息を吹き込むよう要求され得る。例えば、ロボ

50

ットシステムは、ロックモードおよびアクティブモードで動作するように構成することができる。ロックモードでは、ユーザ入力装置 1 1 6 の動きから、対応するロボットアームまたはエンドエフェクタの動きは全く生じない。アクティブモードでは、入力装置 1 1 6 の動きから、対応するロボットアームの動きで、上述のように、エンドエフェクタを望ましい位置および向きに移動させる。プロセッサユニット 2 0 2 は、ロボットシステムがロックモードにあるとき、ユーザの血液中のアルコールレベルを示す信号を、呼気分析計から受信するように構成され得る。次いで、プロセッサユニット 2 0 2 は、受信した信号を分析して、アルコールレベルが指定された閾値を下回るかを判定し得る。アルコールレベルが閾値を下回るとの判定に応答して、プロセッサユニットは、動作モードをロックからアクティブに移行させる信号を、ユーザ入力装置 1 1 6 およびロボットアームに出力し得る。プロセッサユニット 2 0 2 は、アルコールレベルが閾値を超えると判定する場合、ロボットシステムをロックモードのままとする。

【 0 0 9 1 】

代替の配設では、プロセッサ 2 0 2 は、ロボットシステムがアクティブモードのときに、ユーザのアルコールレベルを示す信号を、呼気分析計から受信し得る。プロセッサユニットは、アルコールレベルが指定された閾値を超えると判定する場合、ロボットシステムをロックモードに移行させる信号を出力する。

【 0 0 9 2 】

ロボットシステム 1 0 0 は、任意選択で、ユーザから（例えば、ユーザ入力装置 1 1 6 上のセンサから、ならびに / または画像取り込み装置 1 5 8 および音声取り込み装置 1 6 2 から）収集されたデータのログを取る、データロガー 1 6 8 を備えてもよい。データロガー 1 6 8 は、例えば、（ i ）プロセッサユニットがフィードバック信号を出力する度に、（ i i ）そのフィードバック信号を放出させた作動範囲外に、値を有すると判定された生理学的パラメータのログを取ることによって、経時的にプロセッサユニット 2 0 2 の活動のログを追加的に取り得る。データロガーは、各フィードバック信号が放出された時間など、追加データのログを取り得る。

【 0 0 9 3 】

データロガーは、制御ユニット 1 0 4 に結合されているように、図 1 で示されるが、これは単に例示の配設に過ぎない。他の配設では、データロガー 1 6 8 は、ユーザ入力装置 1 1 6 、ならびに / または画像取り込み装置 1 5 8 および音声取り込み装置 1 6 2 のセンサに直接接続し得る。

【 0 0 9 4 】

データロガー 1 6 8 は、ユーザ入力装置 1 1 6 上のセンサから収集されたデータより、実施されている外科手術手技の段階 / ステップを識別するか、または特徴付けるように構成することができる。例えば、ユーザ入力装置上のセンサから複数の手技にわたって収集されるデータ（例えば、リンケージ 3 0 4 のジョイントの位置データ、および / またはリンケージ 3 0 4 の各ジョイントの周りに加えられるトルク）は、オフラインで分析され、いくつかの別個のステップまたは段階として、いくつかの外科手術手技の一つまたは各々を特徴付けるように使用され得る。データロガー 1 6 8 は、外科手術手技を特徴付けた後、ユーザから収集されたデータ、および処理ユニット 1 0 2 から収集されたデータを使用して、フィードバック信号を外科手術手技のステップに関連付けるように構成され得る。これによって、ユーザの行動のパターンを識別し、外科手術手技のステップに関連付けることを可能することができ、訓練または他の開発の必要性を識別するのに有用であってもよい。

【 0 0 9 5 】

例えば、データロガーは、以下のうちの一つ以上を判定し得る：

（ i ）ユーザが、疲労またはストレスなど、特定の生理学的状態を取る可能性が最も高い、外科手術手技のステップ

（ i i ）ユーザが、疲労またはストレスなど、特定の生理学的状態を取る可能性が最も高い、ユーザが手技の開始となってから時間

10

20

30

40

50

(i i i) エラーが発生するであろう可能性が最も高い手技のステップ (例えば、フィードバック信号が、プロセッサユニット 202 から伝達される可能性が最も高いステップから決定される)

【 0 0 9 6 】

データロガーもまた、例えば以下のように、外科手術手技のためのマーカ―または標的を識別して、好適なパフォーマンスレベルを維持し得る：

(i) データロガーは、手技開始から指定された時間内に手技が完了しない場合、エラーが発生する可能性が、指定された閾値を超えると判定し得る。

(i i) データロガーは、外科手術手技のある特定の段階が、手技開始から指定された時間内に到達されないか、または完了しない場合、エラーが発生する可能性が、指定された閾値を超えると判定し得る。

【 0 0 9 7 】

本明細書によって、本出願人は、本明細書に記載の各個々の特徴および二つ以上のかかる特徴の任意の組み合わせを、かかる特徴または組み合わせが、当業者に共通する一般知識に照らして、全体として本明細書に基づいて行うことができるような程度まで、かかる特徴または特徴の組み合わせが、本明細書に開示する任意の問題を解決するかにかかわらず、かつ特許請求の範囲を限定することなく、分離して開示する。本出願人は、本発明の態様が、任意のかかる個々の特徴または特徴の組み合わせからなり得ることを示している。前述の説明を考慮すると、本発明の範囲内で様々な修正を行うことができることは当業者には明らかであろう。

【 図 面 】

【 図 1 】

【 図 2 】

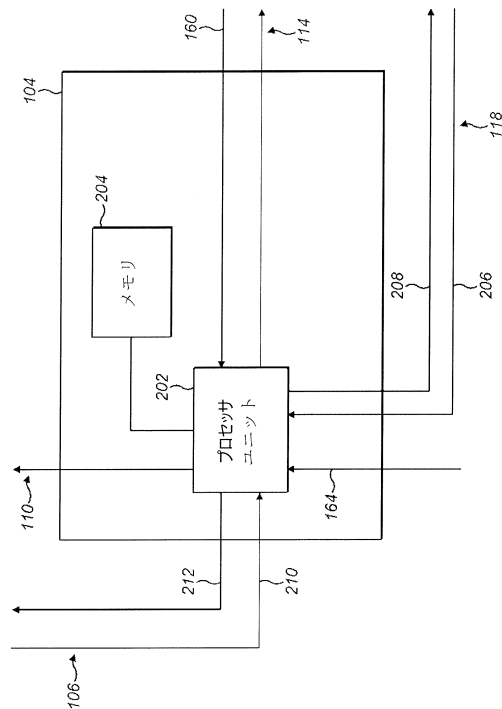
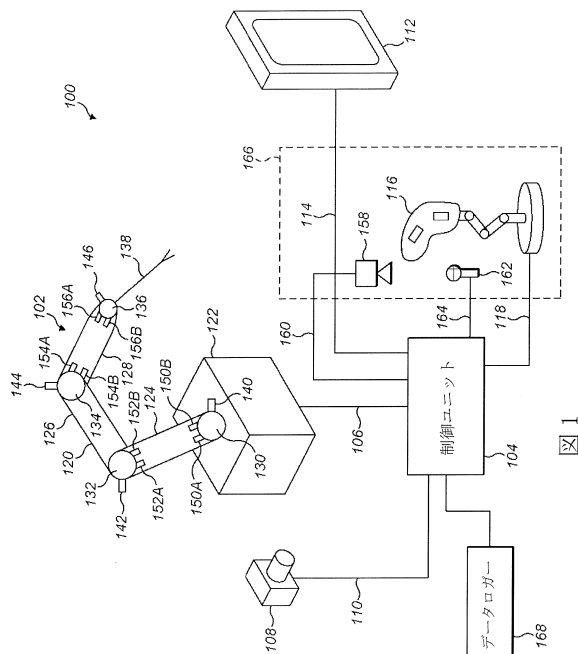


図 2

10

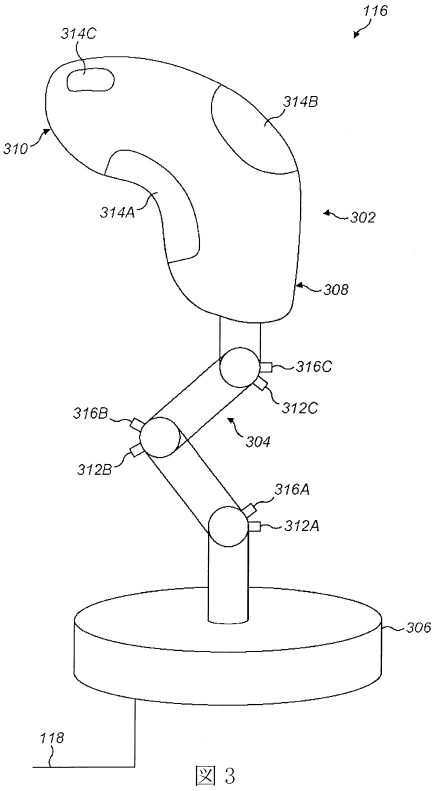
20

30

40

50

【 図 3 】



10

20

30

40

50

【手続補正書】

【提出日】令和3年4月19日(2021.4.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

外科手術ロボットと、

10

前記外科手術ロボットに結合され、前記外科手術ロボットの動作を制御するように、ユーザによって操作可能なユーザ入力装置であって、前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作している間に、データを収集するように構成される一つ以上のセンサを備える、ユーザ入力装置と、

プロセッサユニットであって、

前記収集されたデータを分析して、前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定し、前記判定が、前記収集されたデータを分析して、指定された期間にわたって前記パラメータの時間平均値を計算することと、前記パラメータの前記時間平均値が、指定された目標範囲内にあるかを判定することとを含み、

20

前記パラメータの前記時間平均値が前記目標範囲内ではないという、前記収集されたデータによる判定に应答して、应答行為を取るべきと示す出力信号を生成するように構成される、プロセッサユニットと、を備え、

前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられた前記パラメータが、前記ユーザの生理学的パラメータであって、前記一つ以上のセンサが、前記ユーザの生理学的データを収集するように構成される、生理学的パラメータと、

前記ユーザ入力装置の前記ユーザの操作を示すものと、のうちの一つ以上である、外科手術ロボットシステム。

【請求項2】

前記一つ以上のセンサは、前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作して、前記外科手術ロボットの動作を制御している間に、前記ユーザの手と接触するように、前記ユーザ入力装置上に位置付けられる、一つ以上のセンサのセットを備える、請求項1に記載の外科手術ロボットシステム。

30

【請求項3】

前記プロセッサユニットが、前記収集されたデータを分析して、前記ユーザの前記生理学的パラメータが、指定された範囲内の値を有するかを判定し、前記パラメータが前記指定された範囲内の値を有さないという、前記収集されたデータによる判定に应答して、前記出力信号を生成するように構成される、請求項1または請求項2に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項4】

40

前記プロセッサユニットは、二つ以上の生理学的パラメータの組み合わせが、望ましい作動値を有するかを判定し、前記二つ以上の生理学的パラメータが、望ましい作動値を有さないという判定に应答して、前記出力信号を生成するように構成される、請求項1～3のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項5】

前記一つ以上のセンサのセットが、温度、脈拍数、血中酸素飽和度、発汗量、汗中のイオン濃度、水和レベル、血圧、手の安定性のうちの一つ以上を測定するように構成される、請求項1～4のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項6】

前記外科手術ロボットが、ジョイントによって相互接続される複数の肢と、前記ジョイン

50

トを駆動するように構成されるアクチュエータのセットとを備え、前記出力信号が、前記アクチュエータにブレーキをかけるブレーキ信号である、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 7】

前記外科手術ロボットが外科手術器具を備え、前記出力信号によって前記器具が無効にされる、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 8】

前記外科手術ロボットシステムが、前記プロセッサユニットに結合されたスピーカを備え、前記スピーカが、前記プロセッサユニットから前記出力信号を受信するのに応答して、音声警報信号を出力するように構成される、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

10

【請求項 9】

前記外科手術ロボットシステムが、前記プロセッサユニットに結合された視覚ディスプレイを備え、前記視覚ディスプレイが、前記プロセッサユニットから前記出力信号を受信するのに応答して、視覚警報信号を出力するように構成される、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 10】

前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられた前記パラメータが、前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記入力装置を操作するときの、前記ユーザ入力装置との前記ユーザの相互作用に関係する、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

20

【請求項 11】

前記パラメータが、
前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記入力装置を操作するときに、前記ユーザによって前記ユーザ入力装置へ加えられる力と、
前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作する可動域と、
前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記ユーザによって操作されるとき、
前記ユーザ入力装置の向きと、
前記ユーザによって保持されるとき、前記ユーザ入力装置のハンドコントローラの動きの周波数成分と、
のうちの一つ以上を示す、請求項 1 ~ 10 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

30

【請求項 12】

前記一つ以上のセンサが、経時的に前記ハンドコントローラの位置を示すデータを収集するように構成され、前記プロセッサが、前記収集されたデータについて周波数分析を実施して、前記ユーザによって保持されるとき、前記ハンドコントローラの前記動きの前記周波数成分を判定することによって、前記収集されたデータを分析するように構成される、請求項 11 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 13】

前記出力信号が触覚フィードバック信号であり、前記プロセッサユニットが、前記触覚フィードバック信号を前記ユーザ入力装置に伝達するように構成される、請求項 1 ~ 12 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

40

【請求項 14】

前記パラメータが、前記ユーザ入力装置上の前記ユーザの握力であり、前記プロセッサユニットが、前記収集されたデータを分析して、前記ユーザの握力が指定された望ましい位置にあるかを判定するように構成される、請求項 10 から 13 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 15】

前記プロセッサユニットによって生成される前記出力信号が、前記指定された望ましい位置を示すフィードバック信号である、請求項 14 に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 16】

50

前記ユーザ入力装置が、ユーザに視覚フィードバックを提供するように、一つ以上の光出力装置を備える、請求項 1 ～ 15 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 17】

前記パラメータが、トルクセンサによって検知されるデータ、または一つ以上の加速度計によって検知されるデータの周波数成分を示す、請求項 1 ～ 16 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 18】

前記出力信号が視覚フィードバック信号であり、前記プロセッサユニットが、前記視覚フィードバック信号を視覚ディスプレイユニットに伝達して、前記視覚ディスプレイユニットに、前記ユーザの握力の前記指定された望ましい位置を表示させるように構成される、請求項 15 に記載の外科手術ロボットシステム。

10

【請求項 19】

前記外科手術ロボットによって行われる外科手術手技中に、前記一つ以上のセンサから収集されるデータのログを取るためのデータロガーをさらに備える、請求項 1 ～ 18 のいずれか一項に記載の外科手術ロボットシステム。

【請求項 20】

外科手術ロボットシステムのユーザ入力装置の操作中に、パフォーマンスを監視する方法であって、前記外科手術ロボットシステムは、外科手術ロボットと、前記外科手術ロボットに結合され、前記外科手術ロボットの動作を制御するように、ユーザによって操作可能なユーザ入力装置とを備え、前記ユーザ入力装置は、前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作している間に、データを収集するように構成される一つ以上のセンサを備え、前記方法が、

20

前記ユーザ入力装置によって収集されるデータを分析して、前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定することであって、前記判定が、

前記収集されたデータを分析して、指定された期間にわたって前記パラメータの時間平均値を計算することと、

前記パラメータの前記時間平均値が、指定された目標範囲内にあるかを判定することとを含むことと、

前記パラメータの前記時間平均値が前記目標範囲内ではないという、前記収集されたデータによる判定に応答して、応答行為を取るべきと示す出力信号を生成することとを含み

30

前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられた前記パラメータが、前記ユーザの生理学的パラメータであって、前記ユーザ入力装置の一つ以上のセンサが、前記ユーザの生理学的データを収集するように構成される、生理学的パラメータと、前記ユーザ入力装置の前記ユーザの操作を示すものと、のうちの一つ以上である、方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0097

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0097】

本明細書によって、本出願人は、本明細書に記載の各個々の特徴および二つ以上のかかる特徴の任意の組み合わせを、かかる特徴または組み合わせが、当業者に共通する一般知識に照らして、全体として本明細書に基づいて行うことができるような程度まで、かかる特徴または特徴の組み合わせが、本明細書に開示する任意の問題を解決するかにかかわらず、かつ特許請求の範囲を限定することなく、分離して開示する。本出願人は、本発明の態様が、任意のかかる個々の特徴または特徴の組み合わせからなり得ることを示している。前述の説明を考慮すると、本発明の範囲内で様々な修正を行うことができることは当業者には明らかであろう。

40

50

なお、本発明は、実施の態様として以下の内容を含む。

〔態様 1〕

外科手術ロボットと、

前記外科手術ロボットに結合され、前記外科手術ロボットの動作を制御するように、ユーザによって操作可能なユーザ入力装置であって、前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作している間に、データを収集するように構成される一つ以上のセンサを備える、ユーザ入力装置と、

プロセッサユニットであって、

前記収集されたデータを分析して、前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられたパラメータが、望ましい作動値を有するかを判定し、

10

前記パラメータが望ましい作動値を有さないとの、前記収集されたデータによる判定にตอบสนองして、応答行為を取るべきと示す出力信号を生成するように構成される、プロセッサユニットと、を備え、

前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられた前記パラメータが、前記ユーザの生理学的パラメータであって、前記一つ以上のセンサが、前記ユーザの生理学的データを収集するように構成される、生理学的パラメータと、

前記ユーザ入力装置の前記ユーザの操作を示すものと、のうちの一つ以上である、外科手術ロボットシステム。

〔態様 2〕

前記一つ以上のセンサは、前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作して、前記外科手術ロボットの動作を制御している間に、前記ユーザの手と接触するように、前記ユーザ入力装置上に位置付けられる、一つ以上のセンサのセットを備える、態様 1 に記載の外科手術ロボットシステム。

20

〔態様 3〕

前記プロセッサユニットが、前記収集されたデータを分析して、前記ユーザの前記生理学的パラメータが、指定された範囲内の値を有するかを判定し、前記パラメータが前記指定された範囲内の値を有さないという、前記収集されたデータによる判定にตอบสนองして、前記出力信号を生成するように構成される、態様 1 または態様 2 に記載の外科手術ロボットシステム。

〔態様 4〕

30

前記プロセッサユニットが、

前記収集されたデータを分析して、指定された期間にわたって前記パラメータの時間平均値を計算し、

前記パラメータの前記時間平均値が、指定された目標範囲内にあるかを判定し、

前記パラメータの前記時間平均値が前記目標範囲内ではないとの、前記収集されたデータによる判定にตอบสนองして、前記出力信号を生成するように構成される、態様 1 ~ 3 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

〔態様 5〕

前記一つ以上のセンサのセットが、温度、脈拍数、発汗量、汗中のイオン濃度、血圧、手の安定性のうちの一つ以上を測定するように構成される、態様 1 ~ 4 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

40

〔態様 6〕

前記外科手術ロボットが、ジョイントによって相互接続される複数の肢と、前記ジョイントを駆動するように構成されるアクチュエータのセットとを備え、前記出力信号が、前記アクチュエータにブレーキをかけるブレーキ信号である、態様 1 ~ 5 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

〔態様 7〕

前記外科手術ロボットが外科手術器具を備え、前記出力信号によって前記器具が無効にされる、態様 1 ~ 6 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

〔態様 8〕

50

前記外科手術ロボットシステムが、前記プロセッサユニットに結合されたスピーカを備え、前記スピーカが、前記プロセッサユニットから前記出力信号を受信するのに応答して、音声警報信号を出力するように構成される、態様 1 ~ 7 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 9]

前記外科手術ロボットシステムが、前記プロセッサユニットに結合された視覚ディスプレイを備え、前記視覚ディスプレイが、前記プロセッサユニットから前記出力信号を受信するのに応答して、視覚警報信号を出力するように構成される、態様 1 ~ 8 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 10]

前記ユーザによる前記外科手術ロボットの前記動作に関連付けられた前記パラメータが、前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記入力装置を操作するときの、前記ユーザ入力装置との前記ユーザの相互作用に関係する、態様 1 ~ 9 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 11]

前記パラメータが、

前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記入力装置を操作するときに、前記ユーザによって前記ユーザ入力装置へ加えられる力と、

前記ユーザが前記ユーザ入力装置を操作する可動域と、

前記外科手術ロボットの動作を制御するように、前記ユーザによって操作されるときに、前記ユーザ入力装置の向きと、

前記ユーザによって保持されるときに、前記ユーザ入力装置のハンドコントローラの動きの周波数成分と、のうちの一つ以上を示す、態様 1 ~ 10 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 12]

前記一つ以上のセンサが、経時的に前記ハンドコントローラ的位置を示すデータを収集するように構成され、前記プロセッサが、前記収集されたデータについて周波数分析を実施して、前記ユーザによって保持されるときに、前記ハンドコントローラの前記動きの前記周波数成分を判定することによって、前記収集されたデータを分析するように構成される、態様 11 に記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 13]

前記出力信号が触覚フィードバック信号であり、前記プロセッサユニットが、前記触覚フィードバック信号を前記ユーザ入力装置に伝達するように構成される、態様 1 ~ 12 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 14]

前記パラメータが、前記ユーザ入力装置上の前記ユーザの握力であり、前記プロセッサユニットが、前記収集されたデータを分析して、前記ユーザの握力が指定された望ましい位置にあるかを判定するように構成される、態様 10 から 13 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 15]

前記プロセッサユニットによって生成される前記出力信号が、前記指定された望ましい位置を示すフィードバック信号である、態様 14 に記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 16]

前記出力信号が触覚フィードバック信号である、態様 15 に記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 17]

前記プロセッサが、前記触覚フィードバック信号を前記ユーザ入力装置に伝達するように構成される、態様 16 に記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 18]

前記出力信号が視覚フィードバック信号であり、前記プロセッサユニットが、前記視覚

10

20

30

40

50

フィードバック信号を視覚ディスプレイユニットに伝達して、前記視覚ディスプレイユニットに、前記ユーザの握力の前記指定された望ましい位置を表示させるように構成される、態様 15 に記載の外科手術ロボットシステム。

[態様 19]

前記外科手術ロボットによって行われる外科手術手技中に、前記一つ以上のセンサから収集されるデータのログを取るためのデータロガーをさらに備える、態様 1 ~ 18 のいずれかに記載の外科手術ロボットシステム。

10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2019/052792

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61B34/37 A61B34/00 G05G9/047 B25J13/08 ADD. A61B34/20		
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 G05G B25J		
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) EP0-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 2018/161108 A1 (SAVALL JOAN [US] ET AL) 14 June 2018 (2018-06-14) paragraphs [0027] - [0029], [0041] - [0058], [0075] - [0078]; figures 1A-5 -----	1-3, 5-11, 13-18
X	US 2014/046128 A1 (LEE MIN HYUNG [KR] ET AL) 13 February 2014 (2014-02-13) paragraphs [0046] - [0058], [0082], [0110] - [0113], [0126] - [0131]; figures 1, 2, 13-16 -----	1,2,4,5, 8-13,19
A	US 2018/078319 A1 (NOBLES BRENT MICHAEL [US] ET AL) 22 March 2018 (2018-03-22) paragraphs [0034] - [0048]; figures 1A-2B -----	1-19
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 December 2019		Date of mailing of the international search report 03/01/2020
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Tomelleri, C

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2019/052792

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2018161108 A1	14-06-2018	AU 2017371074 A1	16-05-2019	
		BR 112019010047 A2	03-09-2019	
		CA 3042739 A1	14-06-2018	
		CN 108472083 A	31-08-2018	
		EP 3518802 A1	07-08-2019	
		KR 20190086694 A	23-07-2019	
		US 2018161108 A1	14-06-2018	
		WO 2018107062 A1	14-06-2018	

US 2014046128 A1	13-02-2014	KR 20140020071 A	18-02-2014	
		US 2014046128 A1	13-02-2014	

US 2018078319 A1	22-03-2018	AU 2017330370 A1	07-03-2019	
		BR 112019004136 A2	16-07-2019	
		CA 3035251 A1	29-03-2018	
		CN 108472097 A	31-08-2018	
		EP 3515350 A1	31-07-2019	
		JP 2019528838 A	17-10-2019	
		KR 20190043140 A	25-04-2019	
		US 2018078034 A1	22-03-2018	
		US 2018078319 A1	22-03-2018	
		WO 2018057814 A1	29-03-2018	

10

20

30

40

50

フロントページの続き

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,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,K
G,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,N
I,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,
TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

弁理士 金子 大輔

(74)代理人 100154771

弁理士 中田 健一

(74)代理人 100150566

弁理士 谷口 洋樹

(74)代理人 100213470

弁理士 中尾 真二

(74)代理人 100220489

弁理士 笹沼 崇

(72)発明者 ヘアーズ・ルーク・デイビット・ロナルド

イギリス国, ケンブリッジシャー シービー 2 4 9 エヌジー, ケンブリッジ, ミルトン ロード,
エヴォリューション ビジネス パーク 1, シーエムアール・サージカル・リミテッド内

(72)発明者 ロバーツ・ポール・クリストファー

イギリス国, ケンブリッジシャー シービー 2 4 9 エヌジー, ケンブリッジ, ミルトン ロード,
エヴォリューション ビジネス パーク 1, シーエムアール・サージカル・リミテッド内

F ターム (参考) 3C707 AS35 HS27 JT04 JU02 JU12 KS31 KS33 KS39 KT01 KT06

MS15 MS27