

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6601201号
(P6601201)

(45) 発行日 令和1年11月6日 (2019. 11. 6)

(24) 登録日 令和1年10月18日 (2019. 10. 18)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 5 J 13/02 (2006. 01)

B 2 5 J 13/02

G 0 6 F 3/0484 (2013. 01)

G 0 6 F 3/0484 1 7 O

G 0 6 F 3/0488 (2013. 01)

G 0 6 F 3/0488

請求項の数 10 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2015-243152 (P2015-243152)
 (22) 出願日 平成27年12月14日 (2015. 12. 14)
 (65) 公開番号 特開2016-175174 (P2016-175174A)
 (43) 公開日 平成28年10月6日 (2016. 10. 6)
 審査請求日 平成30年6月18日 (2018. 6. 18)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-56504 (P2015-56504)
 (32) 優先日 平成27年3月19日 (2015. 3. 19)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

(73) 特許権者 501428545
 株式会社デンソーウェーブ
 愛知県知多郡阿久比町大字草木字芳池 1
 110000567
 (74) 代理人 特許業務法人 サトー国際特許事務所
 (72) 発明者 菅野 淳子
 愛知県知多郡阿久比町大字草木字芳池 1
 株式会社デンソーウェーブ内
 (72) 発明者 當眞 博太
 愛知県知多郡阿久比町大字草木字芳池 1
 株式会社デンソーウェーブ内

審査官 白井 卓巳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボット操作装置、及びロボット操作プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ユーザからのタッチ操作及びドラッグ操作の入力を受けるタッチパネルと、
 前記タッチパネルに対する前記タッチ操作及び前記ドラッグ操作を検出可能な操作検出部と、

前記操作検出部の検出結果に基づいてロボットを動作させるための動作指令を生成する動作指令生成部と、を備え、

前記動作指令生成部は、

前記ロボットの動作方向を決定する動作方向決定処理と、

前記動作方向決定処理が行われた後に前記操作検出部が前記タッチパネルに対する特定の直線方向における正又は負方向へのドラッグ操作を検出した場合に、そのドラッグ操作の操作方向の正負を前記ロボットの動作方向に影響させずに当該ドラッグ操作の操作速度の絶対値に基づいて、前記動作方向決定処理で決定された動作方向へ前記ロボットを動作させるための動作速度を決定する動作速度決定処理と、を行うことができる、

ロボット操作装置。

【請求項 2】

前記動作方向決定処理は、前記ドラッグ操作の開始直後の操作方向が前記特定の直線方向における正方向である場合に前記ロボットの動作方向を正方向に決定し、前記ドラッグ操作の開始直後の操作方向が前記特定の直線方向における負方向である場合に前記ロボットの動作方向を負方向に決定する処理を含む、

10

20

請求項 1 に記載のロボット操作装置。

【請求項 3】

前記特定の直線方向は、前記タッチパネル上の任意の直線方向である第 1 方向と、前記第 1 方向に直交する直線方向である第 2 方向と、で構成され、

前記動作指令生成部は、前記操作検出部で検出した前記ドラッグ操作の操作方向が前記第 1 方向である場合に前記ロボットの駆動軸又は駆動軸の組み合わせによる前記ロボットの動作態様を第 1 動作態様に決定し、前記ドラッグ操作の操作方向が前記第 2 方向である場合に前記ロボットの動作態様を第 2 動作態様に決定する動作態様決定処理を行うことができる、

請求項 1 又は 2 に記載のロボット操作装置。

10

【請求項 4】

図形の表示が可能なディスプレイと、

前記ディスプレイの表示内容を制御する表示制御部と、を更に備え、

前記表示制御部は、前記操作検出部が前記タッチ操作を検出した場合に、前記タッチ操作のタッチ位置を基準として前記特定の直線方向を示す方向図形を前記ディスプレイに表示させる方向図形表示処理を行うことができる、

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のロボット操作装置。

【請求項 5】

図形の表示が可能なディスプレイと、

前記ディスプレイの表示内容を制御する表示制御部と、を更に備え、

前記表示制御部は、前記操作検出部が前記特定の直線方向への前記ドラッグ操作を検出した場合に、前記ドラッグ操作の現在位置の移動に伴って形態が変化する操作図形を前記ディスプレイに表示させる操作図形表示処理を行うことができる、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のロボット操作装置。

20

【請求項 6】

前記操作図形は、

前記特定の直線方向へ延びる直線状に形成されたバーと、

前記ドラッグ操作に伴って前記バーに沿って移動可能であり前記バーに対する前記ドラッグ操作の現在位置を示すスライダと、を有している、

請求項 5 に記載のロボット操作装置。

30

【請求項 7】

前記ドラッグ操作の操作速度を一定のサンプリング周期で記憶することができる記憶領域を更に備え、

前記動作速度決定処理は、

ドラッグ操作の操作速度の絶対値を補正した補正值を算出し、その補正值に基づいて前記動作速度を決定する処理を含み、

現在のドラッグ操作の操作速度を第 1 操作速度とし、現在に対して所定サンプリング周期前のドラッグ操作の操作速度を第 2 操作速度とした場合において、

前記第 1 操作速度の絶対値が前記第 2 操作速度の絶対値の $1/2$ 未満である場合には、前記補正值を 0 にし、

40

前記第 1 操作速度の絶対値が前記第 2 操作速度の絶対値の $1/2$ 以上である場合には、前記補正值を、前記第 1 操作速度の絶対値から前記第 1 操作速度の絶対値と前記第 2 操作速度の絶対値との差分の絶対値を引いた値にする、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のロボット操作装置。

【請求項 8】

前記ドラッグ操作の操作速度を一定のサンプリング周期で記憶することができる記憶領域を更に備え、

前記動作速度決定処理は、過去の複数個の前記操作速度の絶対値の移動平均値に基づいて前記ロボットの動作速度を決定する処理を含んでいる、

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のロボット操作装置。

50

【請求項 9】

前記移動平均値は、加重移動平均値又は指数移動平均値である、
請求項 8 に記載のロボット操作装置。

【請求項 10】

ユーザからのタッチ操作及びドラッグ操作の入力を受けるタッチパネルと、
前記タッチパネルに対する前記タッチ操作及び前記ドラッグ操作を検出可能な操作検出部と、

前記操作検出部の検出結果に基づいてロボットを動作させるための動作指令を生成する動作指令生成部と、

を備えるロボット操作装置に組み込まれたコンピュータに実行されるロボット操作プログラムであって、

前記コンピュータに、

前記ロボットの動作方向を決定する動作方向決定処理と、

前記動作方向決定処理が行われた後に前記操作検出部が前記タッチパネルに対する特定の直線方向における正又は負方向へのドラッグ操作を検出した場合に、そのドラッグ操作の操作方向の正負を前記ロボットの動作方向に影響させずに当該ドラッグ操作の操作速度の絶対値に基づいて、前記動作方向決定処理で決定された動作方向へ前記ロボットを動作させるための動作速度を決定する動作速度決定処理と、

を実行させることができるロボット操作プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットを手動操作する際に用いられるロボット操作装置、及びそのロボット操作装置に用いられるロボット操作プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば産業用のロボットシステムでは、ロボットを手動で動作させるマニュアル動作が可能である。マニュアル動作は、例えば教示作業（ティーチング）などを行う際に利用される。この場合、ユーザは、ロボットを制御するコントローラに接続されたティーチングペンダントなどを用いて、手動でロボットの操作（手動操作又はマニュアル操作と称する）を行うことになる。

【0003】

ティーチングペンダントの多くは、タッチ操作が可能なタッチパネルを備えている。そして、タッチパネルを備えたティーチングペンダントの中には、ユーザが、いわゆるドラッグ操作と称される操作、すなわちタッチパネル上を指や専用のペン等でなぞるような操作を行うことで、ロボットのマニュアル操作を行うことができるものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 11 - 262883 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、タッチパネルに対するドラッグ操作は、平坦なタッチパネル上をユーザの指等でなぞる操作であるため、機械的な操作キーを操作する場合における操作キーの押圧や傾倒等といった物理的な変化が無い。そのため、ユーザは、タッチパネルに対してドラッグ操作を行うティーチングペンダントにおいては、機械的な操作キーを操作するものに比べて、操作感覚を得にくく、直感的な操作がし難い。

【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、タッチパネルにドラッグ

10

20

30

40

50

操作を入力してロボットの手動操作を行うものにおいて、直感的な操作を可能にしてユーザの操作性の向上を図ることができるロボット操作装置、及びそのロボット操作装置に用いられるロボット操作プログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

(請求項1)

請求項1に記載のロボット操作装置は、ユーザからのタッチ操作及びドラッグ操作の入力を受けるタッチパネルと、前記タッチパネルに対する前記タッチ操作及び前記ドラッグ操作を検出可能な操作検出部と、前記操作検出部の検出結果に基づいてロボットを動作させるための動作指令を生成する動作指令生成部と、を備える。つまり、ロボット操作装置は、ロボットの手動操作をタッチ操作及びドラッグ操作により実現するものである。

10

【0008】

ここで、タッチ操作とは、ユーザの指やペンデバイス等(以下、指等と称する)でタッチパネルに触るつまりタッチする操作を言う。また、ドラッグ操作とは、タッチ操作に続けて行われるもので、ユーザの指等を、タッチパネルを触った状態のままその指等をタッチパネル上に沿って移動させる操作を言う。すなわち、ドラッグ操作は、ユーザの指等がタッチパネルに接触した状態で一定距離連続して移動させる操作である。

【0009】

また、このロボット操作装置において、動作指令生成部は、動作方向決定処理と、動作速度決定処理と、を行うことができる。動作方向決定処理は、ロボットの動作方向を決定する処理である。動作速度決定処理は、動作方向決定処理が行われた後に操作検出部がタッチパネルに対する特定の直線方向における正又は負方向へのドラッグ操作を検出した場合に、そのドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に基づいて、動作方向決定処理で決定された動作方向へロボットを動作させるための動作速度 V_r を決定する処理である。

20

【0010】

すなわち、この構成において、ロボットの動作速度 V_r は、ロボットの動作方向が決定され、かつタッチパネル上において特定の直線方向に対する正又は負方向へのドラッグ操作が行われた場合に、そのドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に基づいて決定される。つまり、ロボットの動作速度 V_r を決定するために行われるドラッグ操作において、そのドラッグ操作の正負方向は、ロボットの動作方向に影響しない。したがって、ユーザは、タッチパネル上において特定の直線上を往復するように、すなわちタッチパネルを指等で擦るようにドラッグ操作を行うことで、そのドラッグ操作の操作速度に応じた動作速度 V_r でロボットを動作させ続けることができる。

30

【0011】

例えば、ユーザが一定の方向へ速い操作速度で往復するようにドラッグ操作をし続けた場合、つまりユーザが指等によってタッチパネルを速い速度で擦り続けた場合には、ロボットは、その速い操作速度に対応した速い動作速度 V_r で動作し続ける。一方、ユーザが一定の方向へ遅い速度で往復するようにドラッグ操作をし続けた場合、つまりユーザが指等によってタッチパネルを遅い速度で擦り続けた場合には、ロボットは、その遅い操作速度に対応した遅い動作速度 V_r で動作し続ける。そして、ユーザがドラッグ操作を停止すれば、ロボットも停止する。

40

【0012】

この様に、本ロボット操作装置によれば、ユーザは、自己の指等を動かし続けることによって、ロボットを動作させ続けることができ、自己の指等を止めることによって、ロボットを停止させることができる。そして、ユーザは、自己の指等の移動速度を調整することで、ロボットの動作速度 V_r を調整することができる。これにより、ユーザは、自己のドラッグ操作による指等の動きと、ロボットの動作とが関連しているとの印象を受け易い。したがって、ユーザは、自己が行っているドラッグ操作と、そのドラッグ操作によって行われるロボットの動作との関連性を直接的で直感的に判断することができ、その結果、

50

ユーザの操作性の向上を図ることができる。

【 0 0 1 3 】

更に、本ロボット操作装置によれば、ユーザがタッチパネル上を往復するように継続してドラッグ操作を行うことで、ロボットの動作を継続させることができる。このため、ユーザは、タッチパネルの画面サイズに制限されずに、ロボットを動作させるためのドラッグ操作を継続することができる。したがって、タッチパネルの画面サイズに制限されてドラッグ操作が継続できなくなることにより、ロボットの動作が不本意に停止されること等を回避することができる。これにより、操作性の向上が図られる。そして、ロボットを動作させるためのドラッグ操作の継続は、タッチパネルの画面サイズに制限されないため、タッチパネルを小型化することができる。

10

【 0 0 1 4 】

また、本ロボット操作装置によれば、ロボットの動作距離は、ロボットの動作速度 V_r に、ドラッグ操作を行っている時間つまり操作時間を乗じたものとなる。そして、ロボットの動作速度 V_r は、ドラッグ操作の操作速度と相関している。すなわち、ロボットの動作距離は、ドラッグ操作の操作速度にドラッグ操作の操作時間を乗じたもの、つまりドラッグ操作による指等の移動距離に相関する。この場合、例えばドラッグ操作による指等の移動距離が短いときは、ロボットの動作距離が短くなり、ドラッグ操作による指等の移動距離が長くなれば、ロボットの動作距離も長くなる。つまり、ユーザは、例えば小刻みに往復するようなドラッグ操作を行って指等の移動距離を短くすることで、ロボットの動作距離を短くできる。また、ユーザは、例えば大きく往復するようなドラッグ操作を行って指等の移動距離を長くすることで、ロボットの動作距離を長くできる。

20

【 0 0 1 5 】

このように、本ロボット操作装置によれば、ユーザは、自己のドラッグ操作による指等の移動距離を調整することで、ロボットの動作距離を調整することができる。これによれば、ユーザは、自己のドラッグ操作による指等の移動距離を、ロボットの動作距離に反映させているような印象を受け易くなる。すなわち、自己が行っているドラッグ操作と、そのドラッグ操作によって行われるロボットの動作との関連性を直接的で直感的に判断することができ、その結果、ユーザの操作性の向上を図ることができる。

【 0 0 1 6 】

(請求項 2)

請求項 2 に記載のロボット操作装置において、動作方向決定処理は、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が特定の直線方向における正方向である場合にロボットの動作方向を正方向に決定し、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が特定の直線方向における負方向である場合にロボットの動作方向を負方向に決定する処理を含んでいる。すなわち、ロボットの動作方向は、ドラッグ操作の開始直後の操作方向によって決定される。そして、その後継続して行われるドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ によって、ロボットの動作速度 V_r が決定される。これによれば、ユーザは、ロボットの動作方向を決定するための操作を別途行う必要が無く、一連のドラッグ操作によって、ロボットの動作方向を決定する操作と動作速度 V_r を決定する操作との両方を行うことができる。その結果、操作の手数を削減することができて操作性の向上が図られる。

30

40

【 0 0 1 7 】

(請求項 3)

請求項 3 に記載のロボット操作装置において、特定の直線方向は、タッチパネル上の任意の直線方向である第 1 方向と、第 1 方向に直交する直線方向である第 2 方向と、で構成されている。そして、動作指令生成部は、動作態様決定処理を行うことができる。動作態様決定処理は、操作検出部で検出したドラッグ操作の操作方向が第 1 方向である場合にロボットの駆動軸又は駆動軸の組み合わせによるロボットの動作態様を第 1 動作態様に決定し、ドラッグ操作の操作方向が第 2 方向である場合にロボットの動作態様を第 2 動作態様に決定する処理である。これによれば、ユーザは、ドラッグ操作を、第 1 方向と第 2 方向とで使い分けることで、ロボットの 2 つの動作態様について手動操作することができる。

50

したがって、ロボットの動作態様を選択するための操作を削減することができ、その結果、操作の手数を削減して操作性の向上が図られる。

【 0 0 1 8 】

また、第 1 方向と第 2 方向とは直交している。この場合、第 1 方向と第 2 方向との成す角度は、これら第 1 方向と第 2 方向との成す角度が取り得る範囲の中で最も大きい直角である。そのため、ユーザは、第 1 方向へのドラッグ操作と、第 2 方向へのドラッグ操作と、を区別して操作し易い。したがって、ユーザが、ドラッグ操作の操作方向を間違えて操作したり、ドラッグ操作がユーザの意図しない操作方向となってしまうことを低減することができる。その結果、ドラッグ操作の誤操作が低減され、操作性の更なる向上や安全性の向上が図られる。

10

【 0 0 1 9 】

(請求項 4)

請求項 4 に記載のロボット操作装置は、図形の表示が可能なディスプレイと、ディスプレイの表示内容を制御する表示制御部と、を更に備えている。表示制御部は、方向図形表示処理を行うことができる。方向図形表示処理は、操作検出部がタッチ操作を検出した場合に、タッチ操作のタッチ位置を基準として特定の直線方向を示す方向図形を前記ディスプレイに表示させる処理である。これによれば、ユーザが、ドラッグ操作をするためにタッチパネルをタッチ操作した場合に、ディスプレイ上に、特定の直線方向を示す方向図形が表示される。この特定の直線方向は、ロボットの動作速度 V_r を決定する際に行うドラッグ操作の操作方向である。したがって、ユーザは、ドラッグ操作を開始する前に、ディ

20

【 0 0 2 0 】

(請求項 5)

請求項 5 に記載のロボット操作装置は、図形の表示が可能なディスプレイと、ディスプレイの表示内容を制御する表示制御部と、を更に備えている。表示制御部は、操作図形表示処理を行うことができる。操作図形表示処理は、操作検出部が特定の直線方向へのドラッグ操作を検出した場合に、ドラッグ操作の現在位置の移動に伴って形態が変化する操作図形をディスプレイに表示させる処理である。これによれば、ユーザは、自己のドラッグ操作による指等の移動つまり現在位置の移動に伴って変化する操作図形を見ることで、自己のドラッグ操作が適切に行われているか否か等を目視で判断することができる。その結果、直感的な操作が可能になってユーザの操作感覚の向上を図ることができ、ひいては操作性の向上を図ることができる。

30

【 0 0 2 1 】

(請求項 6)

請求項 6 に記載のロボット操作装置において、操作図形は、バーと、スライダと、を有している。バーは、特定の直線方向へ延びる直線状に形成されている。スライダは、ドラッグ操作に伴ってバーに沿って移動可能であり、バーに対するドラッグ操作の現在位置を示すものである。これによれば、ユーザは、自己のドラッグ操作に伴って移動するスライダの位置を見ることで、自己のドラッグ操作が適切に行われているか否か等を、目視で容

40

【 0 0 2 2 】

(請求項 7)

ここで、ロボットの動作速度が、現在のドラッグ操作の操作速度を単純に参照しただけの値である場合、つまり操作速度の絶対値を単純に比例させただけの値である場合には、次のような問題が生じ得る。すなわち、例えばユーザが意図しない急激なドラッグ操作を入力してしまうと、その急激なドラッグ操作がそのままロボットの動作速度に反映されて

50

しまう。すると、ロボットが、ユーザの意図しない態様で動作し得ることになる。

【 0 0 2 3 】

そこで、請求項 7 に記載のロボット操作装置は、前記ドラッグ操作の操作速度を一定のサンプリング周期で記憶することができる記憶領域を更に備える。前記動作速度決定処理は、ドラッグ操作の操作速度の絶対値を補正した補正値を算出し、その補正値に基づいて前記動作速度を決定する処理を含んでいる。前記動作速度決定処理は、現在のドラッグ操作の操作速度を第 1 操作速度とし、現在に対して所定サンプリング周期前のドラッグ操作の操作速度を第 2 操作速度とした場合において、前記第 1 操作速度の絶対値が前記第 2 操作速度の絶対値の $1/2$ 未満である場合には、前記補正値を 0 にし、前記第 1 操作速度の絶対値が前記第 2 操作速度の絶対値の $1/2$ 以上である場合には、前記補正値を、前記第 1 操作速度の絶対値から前記第 1 操作速度の絶対値と前記第 2 操作速度の絶対値との差分の絶対値を引いた値にする。

10

【 0 0 2 4 】

これによれば、補正値は、常に、0 以上であってかつ第 1 操作速度の絶対値以下となる。したがって、現在の操作速度である第 1 操作速度の絶対値を超える値に基づいてロボットの動作速度が決定されることがない。つまり、例えばユーザの意図しない急激なドラッグ操作が入力されたとしても、補正値は、現在の操作速度である第 1 操作速度の絶対値以下の値となる。したがって、ユーザの意図しない急激なドラッグ操作がそのままロボットの動作速度に反映されてしまうことを防止することができる。すなわち、これによれば、ユーザの操作に依存してロボットの動作速度が決定されるようなタッチパネル操作において、その初期入力時の加速を抑えることができる。これにより、ユーザの意図しない態様でロボットが動作することを極力防ぐことができ、その結果、安全性の向上が図られる。

20

【 0 0 2 5 】

また、補正値は、常に第 1 操作速度の絶対値以下となることから、ロボットを減速させる際、ロボットは、ユーザの操作速度の減速分よりも早く減速する。したがって、例えばユーザがロボットの動作を停止させたいような場合、ユーザは、ロボットを直ぐに停止させることができて安全である。このように、本構成によれば、加速時には、ユーザの操作速度に対してロボットの加速を抑えることができ、減速時には、ユーザの操作速度に対してより早くロボットを減速させることができる。したがって、ロボットの加速時及び減速時の両方において安全性の向上が図られる。

30

【 0 0 2 6 】

(請求項 8)

ロボットを扱う現場においては、油や汚れなどがロボット操作装置のタッチパネルやユーザの指に付着することが想定される。例えば油がタッチパネルやユーザの指に付着すると、ドラッグ操作を行うユーザの指が滑り易くなる。そして、ドラッグ操作を行う際にユーザの指が滑ると、ドラッグ操作の操作速度が急激に変化してしまう可能性がある。また、例えば汚れがタッチパネルやユーザの指に付着すると、ドラッグ操作を行うユーザの指が滑り難くなる。すると、ドラッグ操作を行うユーザの指にいわゆるビビリが生じて、ドラッグ操作の操作速度が振動的に変化してしまう可能性がある。このような事情において、ロボットの動作速度が、現在のドラッグ操作の操作速度を単純に参照しただけの値である場合、つまり操作速度の絶対値を単純に比例させただけの値である場合には、その急激なドラッグ操作の速度変化や振動的なドラッグ操作の速度変化がそのままロボットの動作速度に反映されてしまう。すると、ロボットが、ユーザの意図しない態様で動作し得ることになる。

40

【 0 0 2 7 】

そこで、請求項 8 に記載のロボット操作装置は、前記ドラッグ操作の操作速度を一定のサンプリング周期で記憶することができる記憶領域を更に備える。そして、前記動作速度決定処理は、過去の複数個の前記操作速度の絶対値の移動平均値に基づいて前記ロボットの動作速度を決定する処理を含んでいる。これによれば、ドラッグ操作の速度変化を平均化つまり平滑化することができる。したがって、例えばユーザの指が滑ってドラッグ操作

50

に急激な速度変化が生じたとしても、その急激な速度変化を平滑化した移動平均値つまり急激な速度変化を低減させた値に基づいてロボットの動作速度を決定することができる。また、例えばユーザの指にビビリが生じてドラッグ操作に振動的な速度変化が生じたとしても、その振動的な速度変化を平滑化して滑らかにした移動平均値に基づいてロボットの動作速度を決定することができる。これらにより、ドラッグ操作の急激な速度変化や振動的な速度変化が、ロボットの動作速度に直接的に反映されることを抑制することができる。その結果、ユーザの意図しない態様でロボットが動作することを極力防ぐことができ、安全性の向上が図られる。

【 0 0 2 8 】

(請求項 9)

移動平均の代表例としては、単純移動平均、加重移動平均、及び指数移動平均がある。この場合、単純移動平均値は、過去の複数個の操作速度の絶対値を合計し、その合計値をその操作速度の個数で割った平均値である。この単純移動平均値においても、ドラッグ操作の操作速度の急激な速度変化をある程度平滑化できる。そのため、この単純移動平均値においても、ドラッグ操作の急激な速度変化や振動的な速度変化をロボットの動作速度に直接的に反映させない、といった作用効果がある程度奏する。しかしながら、単純移動平均値は、平均化する複数の操作速度の中に急激な速度変化となる値が含まれなくなった瞬間に、平均化されていない実際の操作速度に戻そうとして大きく変動する。すると、ドラッグ操作の操作速度が大きく変化していないにもかかわらず、単純移動平均値が大きく変化することになる。その結果、例えばユーザが一定速度で操作しているにも関わらずロボットの動作速度が突発的に変動する、といった事態が生じるおそれがある。すると、ロボットの動作がユーザの意図に反したものとなって、ユーザの違和感の原因やユーザの混乱を招く原因となり得る。そのため、単純移動平均では、ドラッグ操作の急激な速度変化への対策としては十分でない。

【 0 0 2 9 】

そこで、請求項 9 に記載のロボット操作装置において、前記移動平均値は、加重移動平均値又は指数移動平均値である。すなわち、前記動作速度決定処理は、過去の複数個の前記操作速度の絶対値の加重移動平均値又は指数移動平均値に基づいて前記ロボットの動作速度を決定する。加重移動平均値及び指数移動平均値は、過去の複数個の操作速度の絶対値を所定の係数によって重み付けし、その重み付けした操作速度の絶対値の合計値をその操作速度の個数で割った平均値である。この場合、加重移動平均における係数は、過去の操作速度になるにつれて線形的に減少する係数である。また、指数移動平均における係数は、過去の操作速度になるにつれて指数関数的に減少する係数である。

【 0 0 3 0 】

加重移動平均値及び指数移動平均値は、平均化する値に重み付けをするため、平均化する複数の操作速度の中に急激な速度変化となる値が含まれなくなった場合であっても、滑らかな変化を示す。したがって、本構成によれば、ドラッグ操作の操作速度が大きく変化していないにもかかわらず、ロボットの動作速度が大きく変化するという現象を抑制することができる。その結果、例えばユーザが一定速度で操作しているにも関わらずロボットの動作速度が突発的に変動するといった事態が生じることを防ぎ、ユーザは、意図した通りに違和感無くロボットを動作させることができる。

【 0 0 3 1 】

(請求項 1 0)

請求項 1 0 に記載のロボット操作プログラムは、請求項 1 に記載のロボット操作装置を実現するものである。このロボット操作プログラムを、例えばタッチパネルディスプレイを備える汎用のタブレット P C やスマートフォン等によって実行することで、汎用のタブレット P C やスマートフォン等に、上述したロボット操作装置としての機能を付加することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 2 】

【図 1】第 1 実施形態について、4 軸型の水平多関節ロボットを用いたロボットシステムの一例を示す全体構成図

【図 2】第 1 実施形態について、6 軸型の垂直多関節ロボットを用いたロボットシステムの一例を示す全体構成図

【図 3】第 1 実施形態によるティーチングペンダントの電氣的構成の一例を示すブロック図

【図 4】第 1 実施形態について、制御部が行う各種処理の内容の一例を示すフローチャート（その 1）

【図 5】第 1 実施形態について、制御部が行う各種処理の内容の一例を示すフローチャート（その 2）

10

【図 6】第 1 実施形態について、手動操作を開始した直後のタッチパネルディスプレイの表示内容の一例を示す図

【図 7】第 1 実施形態について、タッチ操作の検出によってタッチパネルディスプレイに方向図形を表示させた場合の一例を示す図

【図 8】第 1 実施形態について、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向でかつ正方向である場合においてタッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図

【図 9】第 1 実施形態について、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向でかつ正方向である場合において、スライダを往復移動させた場合にタッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図（その 1）

【図 10】第 1 実施形態について、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向でかつ正方向である場合において、スライダを往復移動させた場合にタッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図（その 2）

20

【図 11】第 1 実施形態について、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 2 方向でかつ負方向である場合においてタッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図

【図 12】第 1 実施形態について、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 2 方向でかつ負方向である場合において、スライダを往復移動させた場合にタッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図（その 1）

【図 13】第 1 実施形態について、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 2 方向でかつ負方向である場合において、スライダを往復移動させた場合にタッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図（その 2）

30

【図 14】第 1 実施形態について、ドラッグ操作の操作速度とロボットの動作速度との関係を示すもので、(a) はドラッグ操作の操作速度を示す図、(b) は (a) の操作速度に対応するロボットの動作速度 V_r を示す図

【図 15】第 2 実施形態について、制御部が行う各種処理の内容の一例を示すフローチャート

【図 16】第 2 実施形態について、タッチパネルディスプレイに表示される 4 軸ロボット用の動作態様選択画面の一例を示す図

【図 17】第 2 実施形態について、タッチパネルディスプレイに表示される 6 軸ロボット用の動作態様選択画面の一例を示す図

40

【図 18】第 2 実施形態について、4 軸ロボット用の動作態様選択画面に対するタッチ操作の一例を示す図

【図 19】第 2 実施形態について、タッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図（その 1）

【図 20】第 2 実施形態について、タッチパネルディスプレイに表示される表示内容の一例を示す図（その 2）

【図 21】第 3 実施形態について、記憶領域に記憶される操作速度のデータの概念を示す図

【図 22】第 3 実施形態について、ドラッグ操作の操作速度の絶対値と、その絶対値に基づく補正值との経時的な変化の一例を示す図（その 1）

50

【図 2 3】第 3 実施形態について、ドラッグ操作の操作速度の絶対値とその絶対値に基づく補正值との経時的な変化の一例を示す図（その 2）

【図 2 4】第 4 実施形態について、ドラッグ操作の操作速度の絶対値とその絶対値に基づく単純移動平均値と加重移動平均値と指数移動平均値との経時的な変化の一例を示す図

【図 2 5】第 4 実施形態について、図 2 4 の X 2 5 部分を拡大して示す図

【図 2 6】第 4 実施形態について、図 2 4 の X 2 6 部分を拡大して示す図

【図 2 7】第 4 実施形態について、図 2 4 の X 2 7 部分を拡大して示す図

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下、本発明の複数の実施形態について説明する。なお、各実施形態において実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

【0034】

（第 1 実施形態）

以下、本発明の第 1 実施形態について図 1 ～ 図 1 4 を参照しながら説明する。

図 1 及び図 2 は、一般的な産業用ロボットのシステム構成を示している。ロボットシステム 10 は、例えば図 1 に示す 4 軸型の水平多関節ロボット 20（以下、4 軸ロボット 20 と称する）や、図 2 に示す 6 軸型の垂直多関節ロボット 30（以下、6 軸ロボット 30 と称する）等を動作させるものである。なお、ロボットシステム 10 の動作対象となるロボットは、上述の 4 軸ロボット 20 や 6 軸ロボット 30 に限られない。

【0035】

まず、図 1 に示す 4 軸ロボット 20 の概略構成について説明する。4 軸ロボット 20 は、固有のロボット座標系（X 軸、Y 軸および Z 軸からなる三次元直交座標系）に基づいて動作する。本実施形態において、ロボット座標系は、ベース 21 の中心を原点 O とし、作業台 P の上面を X - Y 平面とし、その X - Y 平面と直交する座標軸を Z 軸として定義されている。作業台 P の上面は、4 軸ロボット 20 を設置するための設置面である。この場合、その設置面が動作基準面に相当する。なお、動作基準面としては、設置面に限らずともよく、任意の平面であってもよい。

【0036】

4 軸ロボット 20 は、ベース 21、第 1 アーム 22、第 2 アーム 23、シャフト 24、及びフランジ 25 を有している。ベース 21 は、作業台 P の上面（以下、設置面とも称する）に固定される。第 1 アーム 22 は、ベース 21 の上部に対して、Z 軸（垂直軸）方向の軸心を持つ第 1 軸 J 21 を中心に水平方向に回転可能に連結されている。第 2 アーム 23 は、第 1 アーム 22 の先端部の上部に対して、Z 軸方向の軸心を持つ第 2 軸 J 22 を中心に回転可能に連結されている。シャフト 24 は、第 2 アーム 23 の先端部に対して、上下動可能で且つ回転可能に設けられている。また、シャフト 24 を上下動させる際の軸が第 3 軸 J 23 であり、シャフト 24 を回転させる際の軸が第 4 軸 J 24 である。フランジ 25 は、シャフト 24 の先端部つまり下端部に着脱可能に取り付けられている。

【0037】

ベース 21、第 1 アーム 22、第 2 アーム 23、シャフト 24、及びフランジ 25 は、4 軸ロボット 20 のアームとして機能する。アーム先端であるフランジ 25 には、図示はしないが、エンドエフェクタ（手先）が取り付けられる。例えば 4 軸ロボット 20 を用いて部品の検査などが行われる場合、上記エンドエフェクタとしては、対象となる部品を撮影するためのカメラなどが用いられる。4 軸ロボット 20 に設けられる複数の軸（J 21 ～ J 24）はそれぞれに対応して設けられるモータ（図示せず）により駆動される。各モータの近傍には、それぞれの回転軸の回転角度を検出するための位置検出器（図示せず）が設けられている。

【0038】

多関節型のロボットを手動操作する場合、その動作は、各駆動軸を個別に駆動させる各軸系の動作と、複数の駆動軸を組み合わせ駆動させることでロボットの手先を任意の座標系上で移動させる手先系の動作と、がある。この場合、4 軸ロボット 20 は、各軸系の

10

20

30

40

50

動作において、各駆動軸 J 2 1 ~ J 2 4 を個別に駆動させることができる。また、4 軸ロボット 2 0 は、手先系の動作において、例えば第 1 軸 J 2 1 と第 2 軸 J 2 2 とを組み合わせた X - Y 平面方向への動作と、第 3 軸 J 2 3 による Z 方向への動作と、第 4 軸 J 2 4 による R z 方向への動作と、を行うことができる。

【 0 0 3 9 】

次に、図 2 に示す 6 軸ロボット 3 0 の概略構成について説明する。6 軸ロボット 3 0 も、4 軸ロボット 2 0 と同様に、固有のロボット座標系 (X 軸、Y 軸および Z 軸からなる三次元直交座標系) に基づいて動作する。6 軸ロボット 3 0 は、ベース 3 1、ショルダ部 3 2、下アーム 3 3、第 1 上アーム 3 4、第 2 上アーム 3 5、手首 3 6、及びフランジ 3 7 を有している。ベース 3 1 は、作業台 P の上面に固定される。ショルダ部 3 2 は、ベース 3 1 の上部に対して、Z 軸 (垂直軸) 方向の軸心を持つ第 1 軸 J 3 1 を中心に水平方向に回転可能に連結されている。下アーム 3 3 は、ショルダ部 3 2 に対して上方へ延びるように設けられている。下アーム 3 3 は、ショルダ部 3 2 に対して、Y 軸方向の軸心を持つ第 2 軸 J 3 2 を中心に垂直方向に回転可能に連結されている。

【 0 0 4 0 】

第 1 上アーム 3 4 は、下アーム 3 3 の先端部に対して、Y 軸方向の軸心を持つ第 3 軸 J 3 3 を中心に垂直方向に回転可能に連結されている。第 2 上アーム 3 5 は、第 1 上アーム 3 4 の先端部に対して、X 軸方向の軸心を持つ第 4 軸 J 3 4 を中心に捻り回転可能に連結されている。手首 3 6 は、第 2 上アーム 3 5 の先端部に対して、Y 軸方向の軸心を持つ第 5 軸 J 3 5 を中心に垂直方向に回転可能に連結されている。そして、フランジ 3 7 は、手首 3 6 に対し、X 軸方向の軸心を持つ第 6 軸 J 3 6 を中心に捻り回転可能に連結されている。

【 0 0 4 1 】

ベース 3 1、ショルダ部 3 2、下アーム 3 3、第 1 上アーム 3 4、第 2 上アーム 3 5、手首 3 6 及びフランジ 3 7 は、ロボット 3 0 のアームとして機能する。アーム先端であるフランジ 3 7 (手先に相当) には、図示はしないが、例えばエアチャックなどのツールが取り付けられる。6 軸ロボット 3 0 に設けられる複数の軸 (J 3 1 ~ J 3 6) は、と 4 軸ロボット 2 0 と同様、それぞれに対応して設けられるモータ (図示せず) により駆動される。また、各モータの近傍には、それぞれの回転軸の回転位置を検出するための位置検出器 (図示せず) が設けられている。

【 0 0 4 2 】

6 軸ロボット 3 0 は、各軸系の動作において、各駆動軸 J 3 1 ~ J 3 6 を個別に駆動させることができる。また、6 軸ロボット 3 0 は、手先系の動作において、4 軸ロボット 2 0 が行う得る動作に加え、その手先を、Z 軸とは異なる 2 つの軸回りに回転する動作を行うことができる。上記 2 つの軸とは、設置面 P に対して水平な互いに直交する 2 つの軸 (X 軸及び Y 軸) である。この場合、X 軸回りの回転方向を R x 方向とし、Y 軸回りの回転方向を R y 方向としている。すなわち、6 軸ロボット 3 0 は、手先系の動作において、例えば、第 1 軸 J 3 1 と第 2 軸 J 3 2 と第 3 軸 J 3 3 とを組み合わせた X - Y 平面方向への動作と、第 2 軸 J 3 2 及び第 3 軸 J 3 3 を組み合わせた Z 方向への動作と、第 4 軸 J 3 4 による R x 方向への動作と、第 5 軸 J 3 5 による R y 方向への動作と、第 6 軸による R z 方向への動作と、を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

また、図 1 及び図 2 に示すロボットシステム 1 0 は、ロボット 2 0、3 0 の他、コントローラ 1 1 及びティーチングペンダント 4 0 (ロボット操作装置に相当) を備えている。コントローラ 1 1 は、各ロボット 2 0、3 0 を制御するものである。コントローラ 1 1 は、接続ケーブルを介してロボット 2 0、3 0 に接続されている。ティーチングペンダント 4 0 は、接続ケーブルを介してコントローラ 1 1 に接続されている。コントローラ 1 1 とティーチングペンダント 4 0 との間では、データ通信が行われる。これにより、ユーザの操作に応じて入力される各種の操作情報が、ティーチングペンダント 4 0 からコントローラ 1 1 に送信される。また、コントローラ 1 1 は、ティーチングペンダント 4 0 に対し、

各種の制御信号や表示用の信号などを送信するとともに、駆動用の電力を供給する。なお、ティーチングペンダント４０とコントローラ１１とは、無線通信によって接続されていてもよい。

【００４４】

コントローラ１１は、ティーチングペンダント４０から手動動作を指令する信号が与えられると、ロボット２０、３０を手動で動作させる制御を行う。また、コントローラ１１は、ティーチングペンダント４０から自動動作を指令する信号が与えられると、予め記憶されている自動プログラムを起動することにより、ロボット２０、３０を自動動作させる制御を行う。

【００４５】

ティーチングペンダント４０は、例えばユーザが携帯したり手に所持したりして操作可能な程度の大きさである。ティーチングペンダント４０は、例えばケース４１と、タッチパネルディスプレイ４２と、スイッチ４３と、を有している。ケース４１は、例えば薄型の略矩形箱状であって、ティーチングペンダント４０の外殻を構成している。タッチパネルディスプレイ４２は、ケース４１の表面側の大部分を占めるように設けられている。タッチパネルディスプレイ４２は、図３に示すように、タッチパネル４２１とディスプレイ４２２とを有し、これらタッチパネル４２１とディスプレイ４２２とを重ねて配置したものである。

【００４６】

タッチパネルディスプレイ４２は、タッチパネル４２１によってユーザからのタッチ操作及びドラッグ操作の入力を受けるとともに、ディスプレイ４２２によって文字や数字、記号、及び図形等の画像の表示が可能である。スイッチ４３は、例えば物理的なスイッチであり、タッチパネルディスプレイ４２の周囲に設けられている。なお、スイッチ４３は、タッチパネルディスプレイ４２に表示させたボタンで代用してもよい。ユーザは、タッチパネルディスプレイ４２やスイッチ４３を操作することで、種々の入力操作を実行する。

【００４７】

ユーザは、ティーチングペンダント４０を用いてロボット２０、３０の運転や設定などの各種機能を実行可能であり、予め記憶されている制御プログラムを呼び出して、ロボット２０、３０の起動や各種のパラメータの設定などを実行できる。また、ロボット２０、３０をマニュアル操作すなわち手動操作で動作させて各種の教示作業も実行可能である。そして、タッチパネルディスプレイ４２には、例えばメニュー画面、設定入力画面、状況表示画面などが必要に応じて表示される。

【００４８】

次に、ティーチングペンダント４０の電気的な構成について図３を参照して説明する。

ティーチングペンダント４０は、タッチパネルディスプレイ４２、スイッチ４３に加え、通信インターフェース（Ｉ／Ｆ）４４、制御部４５、操作検出部４６、動作指令生成部４７、及び表示制御部４８を有している。通信インターフェース４４は、ティーチングペンダント４０の制御部４５と、コントローラ１１とを通信可能に接続している。

【００４９】

制御部４５は、例えばＣＰＵ４５１や、ＲＯＭ、ＲＡＭ、及び書き換え可能なフラッシュメモリなどの記憶領域４５２を有するマイクロコンピュータを主体に構成されており、ティーチングペンダント４０の全体を制御する。記憶領域４５２は、ロボット操作プログラムを記憶している。制御部４５は、ＣＰＵ４５１においてロボット操作プログラムを実行することにより、操作検出部４６、動作指令生成部４７、及び表示制御部４８等を、ソフトウェアによって仮想的に実現する。なお、これら操作検出部４６、動作指令生成部４７、及び表示制御部４８は、例えば制御部４５と一体の集積回路としてハードウェア的に実現してもよい。

【００５０】

操作検出部４６は、タッチパネル４２１に対するタッチ操作及びドラッグ操作を検出す

10

20

30

40

50

ることができる。操作検出部 46 は、タッチ操作の検出として、ユーザの指等が、タッチパネルディスプレイ 42 に接触したかどうか、及びその接触した指等の位置（タッチ位置）を検出することができる。また、操作検出部 46 は、ドラッグ操作の検出として、ドラッグ操作に係る指等の現在位置、移動方向、移動速度、及び移動量を検出することができる。

【0051】

動作指令生成部 47 は、操作検出部 46 の検出結果に基づいてロボット 20、30 を動作させるための動作指令を生成する。動作指令生成部 47 により生成された動作指令は、通信インターフェース 44 を通じてコントローラ 11 に与えられる。表示制御部 48 は、スイッチ 43 に対する操作や、操作検出部 46 の検出結果等に基づいて、ディスプレイ 42 2 に表示させる表示内容を制御する。このような構成のティーチングペンダント 40 を用いることにより、ユーザは、ロボット 20、30 の手動操作を、タッチ操作及びドラッグ操作によって行うことができる。

【0052】

次に、制御部 45 で行われる制御内容について、図 4～図 14 を参照して説明する。なお、以下の説明において、ロボット 20、30 の動作態様と称した場合には、ロボット 20、30 の駆動軸又は駆動軸の組み合わせによるロボット 20、30 の動作態様を意味するものとする。この場合、ロボット 20、30 の動作態様には、上述した手先系や各軸系といった動作系において、その動作系における正（+）方向又は負（-）方向への移動方向は含まないものとする。また、以下の説明では、ロボット 20、30 手先系の動作において、X-Y 平面方向に対する手動操作を同一の画面上で行う場合を示している。なお、ティーチングペンダント 40 においては、上述した手先系の X-Y 平面方向への動作態様に限られず、各軸系及び手先系の任意の動作態様でロボット 20、30 を手動操作することができる。

【0053】

ティーチングペンダント 40 の制御部 45 は、ロボット 20、30 の手動操作を開始すると、図 4 及び図 5 に示す制御内容を実行する。具体的には、制御部 45 は、手動操作に係る処理を開始すると、まず、図 4 のステップ S11 において、操作検出部 46 の検出結果に基づいて、タッチパネルディスプレイ 42 に対してタッチ操作が行われたか否かを判断する。タッチ操作がされていない場合（ステップ S11 で NO）、制御部 45 は、図 6 に示すようにタッチパネルディスプレイ 42 に何も表示させないまま待機する。一方、図 7 に示すように、ユーザが指 90 等でタッチパネルディスプレイ 42 上の任意の点をタッチ操作すると、制御部 45 は、タッチ操作が行われたと判断し（ステップ S11 で YES）、図 4 のステップ S12 を実行する。

【0054】

ステップ S12 において、制御部 45 は、方向図形表示処理を実行する。方向図形表示処理は、操作検出部 46 がタッチ操作を検出した場合に、図 7 に示すように、タッチ操作のタッチ位置 P0 を基準として、タッチパネルディスプレイ 42 上における特定の直線方向を示す方向図形、この場合第 1 方向及び第 2 方向を示す方向図形 50 を表示させる処理である。方向図形 50 は、第 1 方向図形 51、第 2 方向図形 52、及びサークル図形 53 を有している。第 1 方向図形 51 は、タッチパネルディスプレイ 42 に対する第 1 方向を示す図形である。第 2 方向図形 52 は、タッチパネルディスプレイ 42 に対する第 2 方向を示す図形である。本実施形態において、第 1 方向は、タッチパネルディスプレイ 42 の長手方向に設定されている。また、第 2 方向は、第 1 方向に対して直交する方向に設定されている。なお、第 1 方向及び第 2 方向は、任意に設定することができる。

【0055】

サークル図形 53 は、タッチ位置 P0 を基準にして第 1 方向及び第 2 方向を示すものである。サークル図形 53 は、円形に形成され、その円の内側は、特定の直線方向の数の 2 倍の数に等分されている。この場合、サークル図形 53 の円の内側は、第 1 方向及び第 2 方向の数である 2 の倍数つまり 4 つに等分されている。そして、4 等分されたサークル図

形 5 3 の内側の各領域は、第 1 方向の正 (+) 方向を示す第 1 領域 5 3 1 と、第 1 方向の負 (-) 方向を示す第 2 領域 5 3 2 と、第 2 方向の正 (+) 方向を示す第 3 領域 5 3 3 と、第 2 方向の負 (-) 方向を示す第 4 領域 5 3 4 と、に設定されている。

【 0 0 5 6 】

方向図形表示処理において、制御部 4 5 は、タッチ操作によるタッチ位置 P 0 を、第 1 方向図形 5 1、第 2 方向図形 5 2、及びサークル図形 5 3 の中心位置 P 0 に設定する。そして、制御部 4 5 は、第 1 方向図形 5 1 と第 2 方向図形 5 2 とを直交させるとともに、これら第 1 方向図形 5 1 と第 2 方向図形 5 2 とにサークル図形 5 3 を重ねた状態で、タッチパネルディスプレイ 4 2 に表示させる。なお、本実施形態の場合、第 1 方向の正負方向については、第 1 方向図形 5 1 の中心位置 P 0 に対して、紙面右側を第 1 方向の正 (+) 方向とし、紙面左側を第 1 方向の負 (-) 方向とする。また、第 2 方向の正負方向については、第 2 方向図形 5 2 の中心位置 P 0 に対して、紙面上側を第 2 方向の正 (+) 方向とし、紙面下方を第 2 方向の負 (-) 方向とする。

10

【 0 0 5 7 】

第 1 方向及び第 2 方向へのドラッグ操作には、ロボット 2 0、3 0 の任意の動作態様が割り当てられる。本実施形態の場合、第 1 方向のドラッグ操作には、手先系の X 方向の動作態様が割り当てられている。また、第 2 方向のドラッグ操作には、手先系の Y 方向の動作態様が割り当てられている。そして、ロボット 2 0、3 0 の動作態様及び動作方向は、ステップ S 1 1 で検出されたタッチ操作に続けて行われるドラッグ操作の開始直後の操作方向によって決定される。

20

【 0 0 5 8 】

この場合、ユーザは、ドラッグ操作の開始直後の操作方向を第 1 方向図形 5 1 に沿った (+) 正方向つまり中心位置 P 0 に対して紙面右方とすることで、ロボット 2 0、3 0 を X 方向の動作態様において正 (+) 方向へ動作させることができる。また、ユーザは、ドラッグ操作の開始直後の操作方向を第 1 方向図形 5 1 に沿った負 (-) 方向つまり中心位置 P 0 に対して紙面左方とすることで、ロボット 2 0、3 0 を X 方向の動作態様において負 (-) 方向へ動作させることができる。一方、ユーザは、ドラッグ操作の開始直後の操作方向を第 2 方向図形 5 2 に沿った正 (+) 方向つまり中心位置 P 0 に対して紙面上方とすることで、ロボット 2 0、3 0 を Y 方向の動作態様において正 (+) 方向の動作させることができる。また、ユーザは、ドラッグ操作の開始直後の操作方向を第 2 方向図形 5 2 に沿った負 (-) 方向つまり中心位置 P 0 に対して紙面下方とすることで、ロボット 2 0、3 0 を Y 方向の動作態様において負 (-) 方向へ動作させることができる。

30

【 0 0 5 9 】

具体的には、制御部 4 5 は、図 4 のステップ S 1 2 で方向図形 5 0 を表示させると、ステップ S 1 3 において、ステップ S 1 1 で検出したタッチ操作に続けてドラッグ操作が行われたか否かを判断する。ドラッグ操作の検出が無かった場合 (ステップ S 1 3 で N O)、制御部 4 5 は、図 5 のステップ S 2 7 を実行する。一方、ドラッグ操作の検出が有った場合 (ステップ S 1 3 で Y E S)、制御部 4 5 は、ステップ S 1 4 を実行する。制御部 4 5 は、ステップ S 1 4 において、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向又は第 2 方向のいずれであるかを判断する。

40

【 0 0 6 0 】

ドラッグ操作の開始直後の操作方向は、例えば次のようにして定めることができる。すなわち、ドラッグ操作の開始直後の操作方向は、ステップ S 1 1 で検出されたタッチ操作に係るタッチ位置 P 0 と、ステップ S 1 1 でタッチ操作が検出された後初めて指 9 0 等の現在位置 P 1 がタッチ位置 P 0 と異なる位置となった場合におけるその指 9 0 等の現在位置 P 1 と、を結んだ直線方向とすることができる。また、ドラッグ操作の開始直後は、例えば操作検出部 4 6 が特定の直線方向における正又は負方向へのドラッグ操作を検出した時点から、そのドラッグ操作の正負方向が逆方向へ変更されるまでの期間を含んでもよい。

【 0 0 6 1 】

50

ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第1方向である場合（ステップS14で第1方向）、制御部45は、ステップS15、S16を実行する。一方、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第2方向である場合（ステップS14で第2方向）、制御部45は、ステップS17、S18を実行する。なお、ステップS14の判断においては、第1方向又は第2方向における正負は問題としない。

【0062】

制御部45は、ステップS15、S17において、動作指令生成部47の処理により、動作態様決定処理を実行する。動作態様決定処理は、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第1方向である場合に（ステップS14で第1方向）、ロボット20、30の動作態様を第1動作態様に決定し、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第2方向である場合に（ステップS14で第2方向）、ロボット20、30の動作態様を第2動作態様に決定する処理である。

10

【0063】

この場合、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が、図7に示すサークル図形53の第1領域531側又は第2領域532側へ向かう方向、例えば図8の矢印A1で示すような第1方向図形51に沿った第1方向であれば（ステップS14で第1方向）、制御部45は、ステップS15において、ロボット20、30の動作態様を、第1動作態様である手先のX方向への動作に決定する。一方、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が、サークル図形53の第3領域533側又は第4領域534側へ向かう方向、例えば図11の矢印B1で示すような第2方向図形52に沿った第2方向であれば（ステップS14で第2方向）、制御部45は、ステップS17において、ロボット20、30の動作態様を、第2動作態様である手先のY方向への動作に決定する。

20

【0064】

次に、制御部45は、ステップS16、S18において、表示制御部48の処理により、操作図形表示処理を実行する。操作図形表示処理は、図8又は図11に示すように、第1操作図形61又は第2操作図形62を、タッチパネルディスプレイ42上に表示させる処理である。この場合、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が、サークル図形53の第1領域531側又は第2領域532側へ向かう方向、つまり第1方向図形51に沿った第1方向であれば（ステップS14で第1方向）、制御部45は、図8に示すように、第1方向へ延びる第1操作図形61をタッチパネルディスプレイ42上に表示させる（ステップS16）。一方、ドラッグ操作の操作方向が第2方向図形52に沿った第2方向であれば（ステップS15で第2方向）、制御部45は、図11に示すように、第2方向へ延びる第2操作図形62をタッチパネルディスプレイ42上に表示させる（ステップS19）。

30

【0065】

第1操作図形61及び第2操作図形62は、操作図形の一例である。第1操作図形61は、第1方向図形51に重ねて表示され、第2操作図形62は、第2方向図形52に重ねて表示される。なお、第1操作図形61又は第2操作図形62のいずれか一方を表示することに伴って、サークル図形53はタッチパネルディスプレイ42上から消去される。

【0066】

第1操作図形61及び第2操作図形62は、ドラッグ操作の現在位置P1の移動に伴って形態が変化する図形である。第1操作図形61は、例えば手先のX方向の動作態様に対応している。また、第2操作図形62は、例えば手先のY方向の動作態様に対応している。第1操作図形61及び第2操作図形62は、対応するロボット20、30の動作態様、及び表示される向きが異なることを除いて、基本的構成は同様である。

40

【0067】

第1操作図形61は、図8に示すように、第1バー611と、第1スライダ612と、を有している。第1バー611は、特定の直線方向（この場合第1方向）へ向かって直線状に形成された図形である。この場合、第1バー611は、ドラッグ操作の開始位置P0を基点として第1方向に沿う横長の矩形状に形成されている。第1スライダ612は、ドラッグ操作に伴い第1バー611に沿って移動可能である。第1スライダ612は、第1バー

50

6 1 1 に対するドラッグ操作の現在位置 P 1 を示す図形である。すなわち、第 1 方向へのドラッグ操作が入力された場合、そのドラッグ操作による現在位置 P 1 の移動に伴って、第 1 スライダ 6 1 2 の表示位置が移動する。第 1 操作図形 6 1 の形態の変化は、第 1 バー 6 1 1 に対する第 1 スライダ 6 1 2 の相対的な位置関係の変化を含むものとする。つまり、第 1 方向へのドラッグ操作による現在位置 P 1 の移動に伴って、第 1 操作図形 6 1 の形態が変化する。

【 0 0 6 8 】

同様に、第 2 操作図形 6 2 は、図 1 1 に示すように、第 2 バー 6 2 1 と、第 2 スライダ 6 2 2 と、を有している。第 2 バー 6 2 1 は、特定の直線方向（この場合第 2 方向）へ向かって直線状に形成された図形である。この場合、第 2 バー 6 2 1 は、ドラッグ操作の開始位置 P 0 を基点として第 2 方向に沿う縦長の矩形状に形成されている。第 2 スライダ 6 2 2 は、ドラッグ操作に伴い第 2 バー 6 2 1 に沿って移動可能である。第 2 スライダ 6 2 2 は、第 2 バー 6 2 1 に対するドラッグ操作の現在位置 P 1 を示す図形である。すなわち、第 2 方向へのドラッグ操作が入力された場合、そのドラッグ操作の現在位置 P 1 の移動に伴って、第 2 スライダ 6 2 2 の表示位置が移動する。第 2 操作図形 6 2 の形態の変化は、第 2 バー 6 2 1 に対する第 2 スライダ 6 2 2 の相対的な位置関係の変化を含むものとする。つまり、第 2 方向へのドラッグ操作による現在位置 P 0 の移動に伴って、第 2 操作図形 6 2 の形態が変化する。

【 0 0 6 9 】

次に、制御部 4 5 は、図 5 のステップ S 1 9 を実行し、ドラッグ操作の操作方向が第 1 方向又は第 2 方向における正方向又は負方向のいずれであるかを判断する。そして、制御部 4 5 は、ステップ S 2 0 又はステップ S 2 1 において、動作指令生成部 4 7 の処理により、動作方向決定処理を実行する。動作方向決定処理は、ロボット 2 0、3 0 の動作方向を決定する処理である。動作方向決定処理は、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向又は第 2 方向における正方向である場合に、ロボット 2 0、3 0 の動作方向を正方向に決定し、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向又は第 2 方向における負方向である場合に、ロボット 2 0、3 0 の動作方向を負方向に決定する処理を含んでいる。

【 0 0 7 0 】

例えば、本実施形態において、ドラッグ操作の操作方向が第 1 方向（この場合 X 方向）でかつ正方向である場合（ステップ S 1 4 で第 1 方向、かつステップ S 1 9 で正方向）、制御部 4 5 は、ロボット 2 0、3 0 の動作態様を手先系の X 方向に決定し、その動作態様における動作方向を正方向に決定する。また、ドラッグ操作の操作方向が第 1 方向（この場合 X 方向）でかつ負方向である場合（ステップ S 1 4 で第 1 方向、かつステップ S 1 9 で負方向）、制御部 4 5 は、ロボット 2 0、3 0 の動作態様を手先系の X 方向に決定し、その動作態様における動作方向を負方向に決定する。

【 0 0 7 1 】

同様に、ドラッグ操作の操作方向が第 2 方向（この場合 Y 方向）でかつ正方向である場合（ステップ S 1 4 で第 2 方向、かつステップ S 1 9 で正方向）、制御部 4 5 は、ロボット 2 0、3 0 の動作態様を手先系の Y 方向に決定し、その動作態様における動作方向を正方向に決定する。そして、ドラッグ操作の操作方向が第 2 方向（この場合 Y 方向）でかつ負方向である場合（ステップ S 1 4 で第 2 方向、かつステップ S 1 9 で負方向）、制御部 4 5 は、ロボット 2 0、3 0 の動作態様を手先系の Y 方向に決定し、その動作態様における動作方向を負方向に決定する。

【 0 0 7 2 】

次に、制御部 4 5 は、ステップ S 2 2 において、ドラッグ操作の操作速度を測定する。そして、制御部 4 5 は、ステップ S 2 3 において、動作速度決定処理を実行する。動作速度決定処理は、ステップ S 2 2 で測定されたドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に基づいて、ステップ S 2 0、2 1 で決定された動作方向へロボット 2 0、3 0 を動作させるための動作速度 V_r を決定する処理である。

【 0 0 7 3 】

この場合、ロボット 20、30 の動作速度 V_r の決定には、ドラッグ操作の操作方向の正負は考慮されない。すなわち、第 1 方向又は第 2 方向へのドラッグ操作において、正方向つまり紙面右方へのドラッグ操作の操作速度は正 (+) の値となり、負方向つまり紙面左方へのドラッグ操作の操作速度は負 (-) の値となる。したがって、例えば図 9 及び図 10 で示すように矢印 A 2、A 3 方向への移動を繰り返すようなドラッグ操作や、図 12 及び図 13 で示すように矢印 B 2、B 3 方向への移動を繰り返すようなドラッグ操作のように、バー 611、621 上でスライダ 612、622 を往復させるようなドラッグ操作を行うと、そのドラッグ操作の操作速度 V_d は、図 14 (a) に示すように、正の値と負の値とを交互に繰り返す。制御部 45 は、図 14 (b) に示すように、正負の値が交互に生じるドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に基づいて、ロボット 20、30 の動作速度 V_r を決定する。

10

【0074】

次に、制御部 45 は、ステップ S 24 において、動作指令生成処理を実行し、動作態様決定処理 (ステップ S 15、S 17) で決定したロボット 20、30 の動作態様と、動作方向決定処理 (ステップ S 20、S 21) で決定したロボット 20、30 の動作方向と、動作速度決定処理 (ステップ S 23) で決定したロボット 20、30 の動作速度 V_r とに基づいて、ロボット 20、30 を動作させるための動作指令を生成する。そして、制御部 45 は、ステップ S 25 において、ステップ S 24 で生成した動作指令をコントローラ 11 へ送信する。コントローラ 11 は、ティーチングペンダント 40 から受信した動作指令に基づいて、ロボット 20、30 を動作させる。

20

【0075】

次に、制御部 45 は、ステップ S 26 において、操作図形表示処理を実行し、ドラッグ操作の現在位置 P 1 に合わせて、ステップ S 16 で表示された第 1 操作図形 61 又はステップ S 18 で表示された第 2 操作図形 62 の形態を変更して表示する。この場合、ステップ S 16 の実行によってタッチパネルディスプレイ 42 に第 1 操作図形 61 が表示されていれば、制御部 45 は、ドラッグ操作の現在位置 P 1 に合わせて第 1 操作図形 61 の第 1 スライダ 612 を移動させる。また、ステップ S 18 の実行によってタッチパネルディスプレイ 42 に第 2 操作図形 62 が表示されていれば、制御部 45 は、ドラッグ操作の現在位置 P 1 に合わせて第 2 操作図形 62 の第 2 スライダ 622 を移動させる。これにより、タッチパネルディスプレイ 42 に表示されている操作図形 61、62 のスライダ 612、622 は、ドラッグ操作に追従するように移動する。

30

【0076】

また、本実施形態の場合、図 8 又は図 11 に示すように、制御部 45 は、表示制御部 48 の処理により、動作表示 65 をタッチパネルディスプレイ 42 に表示する。動作表示 65 は、現在設定されているロボット 20、30 の動作態様及び動作方向を表示するものである。すなわち、動作表示 65 は、ステップ S 15、S 17 で決定された動作態様、及びステップ S 20、21 で決定された動作方向を示すものである。

【0077】

次に、制御部 45 は、ステップ S 27 を実行し、操作検出部 46 の検出結果に基づいて、操作が終了されたか否かを判断する。この場合、操作の終了とは、ユーザの指 90 等がタッチパネルディスプレイ 42 から離間したことをいう。つまり、ドラッグ操作の操作速度が 0 になっただけでは、操作の終了とは判断されない。

40

【0078】

ドラッグ操作が継続している場合 (ステップ S 27 で NO)、制御部 45 は、ステップ S 22 へ移行し、ステップ S 22 ~ S 27 を繰り返す。なお、ステップ S 22 ~ S 27 の処理は、例えば 0.5 秒毎に繰り返される。そのため、ドラッグ操作の入力と、ロボット 20、30 の動作と、スライダ 612、622 の移動との間には、大きな時差は生じない。したがって、ユーザは、略リアルタイムでロボット 20、30 を手動操作していると印象を受け得る。

【0079】

50

また、ユーザは、ステップ S 1 5、S 1 7 で動作態様が決定され、かつステップ S 2 0、S 2 1 で動作方向が決定された後は、図 9 と図 1 0 又は図 1 2 と図 1 3 で示すような往復方向へのドラッグ操作を継続することで、その動作態様及び動作方向でロボット 2 0、3 0 の動作を継続させることができる。そして、制御部 4 5 は、操作検出部 4 6 の検出結果に基づいて、ドラッグ操作が終了したと判断すると（ステップ S 2 7 で Y E S）、ステップ S 2 8、S 2 9 を実行する。

【 0 0 8 0 】

制御部 4 5 は、ステップ S 2 8 において、上述した処理で決定したロボット 2 0、3 0 の動作態様及び動作方向の設定を解除つまり初期化する。これにより、ロボット 2 0、3 0 の動作が終了する。そして、制御部 4 5 は、ステップ S 2 9 において、表示制御部 4 8 の処理により、方向図形 5 0 及び操作図形 6 1、6 2 をタッチパネルディスプレイ 4 2 上から消去して、画面の表示内容を初期化する。これにより、一連の処理が終了する。そして、制御部 4 5 は、図 4 のステップ S 1 1 へ戻り、再度ステップ S 1 1 ~ S 2 9 の処理を実行する。これにより、ユーザは、新たな動作態様及び動作方向による手動操作が可能になる。すなわち、ユーザは、ロボット 2 0、3 0 の動作態様及び動作方向を変更することができるようになる。

【 0 0 8 1 】

本実施形態によれば、制御部 4 5 は、動作指令生成部 4 7 の処理により、動作方向決定処理と、動作速度決定処理と、を行うことができる。動作方向決定処理は、ロボット 2 0、3 0 の動作方向を決定する処理である。動作速度決定処理は、動作方向決定処理が行われた後に操作検出部 4 6 がタッチパネルディスプレイ 4 2 に対する特定の直線方向、この場合第 1 方向又は第 2 方向における正又は負方向へのドラッグ操作を検出した場合に、そのドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に基づいて、動作方向決定処理で決定された動作方向へロボット 2 0、3 0 を動作させるための動作速度 V_r を決定する処理である。

【 0 0 8 2 】

すなわち、上述した構成において、ロボット 2 0、3 0 の動作速度 V_r は、ロボット 2 0、3 0 の動作方向が決定され、かつタッチパネルディスプレイ 4 2 上において第 1 方向又は第 2 方向に対する正又は負方向へのドラッグ操作が行われた場合に、そのドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に基づいて決定される。つまり、ロボット 2 0、3 0 の動作速度 V_r を決定するために行われるドラッグ操作において、そのドラッグ操作の正負方向は、ロボット 2 0、3 0 の動作方向に影響しない。したがって、ユーザは、タッチパネルディスプレイ 4 2 上において第 1 方向又は第 2 方向へ向かって直線的に往復するように、すなわちタッチパネルディスプレイ 4 2 を指 9 0 等で擦るようにドラッグ操作を行うことで、そのドラッグ操作の操作速度 V_d に応じた動作速度 V_r でロボット 2 0、3 0 を動作させ続けることができる。

【 0 0 8 3 】

例えば、ユーザが第 1 方向又は第 2 方向へ速い操作速度 V_d で往復するようにドラッグ操作をし続けた場合、つまりユーザが指 9 0 等によってタッチパネルディスプレイ 4 2 を速い速度で擦り続けた場合には、ロボット 2 0、3 0 は、その速い操作速度 V_d に対応した速い動作速度 V_r で動作し続ける。一方、ユーザ第 1 方向又は第 2 方向へ遅い速度で往復するようにドラッグ操作をし続けた場合、つまりユーザが指 9 0 等によってタッチパネルを遅い速度で擦り続けた場合には、ロボット 2 0、3 0 は、その遅い操作速度 V_d に対応した遅い動作速度 V_r で動作し続ける。そして、ユーザがドラッグ操作を停止すれば、ロボット 2 0、3 0 も停止する。

【 0 0 8 4 】

この様に、本実施形態のティーチングペンダント 4 0 によれば、ユーザは、自己の指 9 0 等を動かし続けることによって、ロボット 2 0、3 0 を動作させ続けることができ、自己の指等を止めることによって、ロボット 2 0、3 0 を停止させることができる。そして、ユーザは、自己の指 9 0 等の移動速度 V_d を調整することで、ロボット 2 0、3 0 の動

作速度 V_r を調整することができる。これにより、ユーザは、自己のドラッグ操作による指 90 等の動きと、ロボット 20、30 の動作とが関連しているとの印象を受け易い。したがって、ユーザは、自己が行っているドラッグ操作と、そのドラッグ操作によって行われるロボット 20、30 の動作との関連性を直感的に判断することができ、その結果、ユーザの操作性の向上を図ることができる。

【0085】

更に、本実施形態のティーチングペンダント 40 によれば、ユーザがタッチパネルディスプレイ 42 上を往復するように継続してドラッグ操作を行うことで、ロボット 20、30 の動作を継続させることができる。このため、ユーザは、タッチパネルディスプレイ 42 の画面サイズに制限されずに、ロボット 20、30 を動作させるためのドラッグ操作を継続することができる。したがって、ドラッグ操作がタッチパネルディスプレイ 42 の画面サイズに制限されて継続できなくなることにより、ロボット 20、30 の動作が不本意に停止されること等を回避することができる、その結果、操作性の向上が図られる。また、ロボット 20、30 を動作させるためのドラッグ操作の継続は、タッチパネルディスプレイ 42 の画面サイズに制限されないため、タッチパネルディスプレイ 42 を小型化することができる。例えばティーチングペンダント 40 を、ユーザの腕に装着可能な腕時計型のウェアラブル端末で構成した場合であっても、ユーザは、ウェアラブル端末上の小さな画面で適切にロボット 20、30 の手動操作を行うことができる。

【0086】

また、本実施形態のティーチングペンダント 40 によれば、ロボット 20、30 の動作距離は、ロボット 20、30 の動作速度 V_r に、ドラッグ操作を行っている時間つまり操作時間を乗じたものとなる。そして、ロボット 20、30 の動作速度 V_r は、ドラッグ操作の操作速度と相関している。すなわち、ロボット 20、30 の動作距離は、ドラッグ操作の操作速度 V_d にドラッグ操作の操作時間を乗じたもの、つまりドラッグ操作による指等の移動距離に相関する。この場合、例えばドラッグ操作による指等の移動距離が短いときは、ロボット 20、30 の動作距離が短くなり、ドラッグ操作による指等の移動距離が長くなれば、ロボット 20、30 の動作距離も長くなる。つまり、ユーザは、例えば小刻みに往復するようなドラッグ操作を行って指等の移動距離を短くすることで、ロボット 20、30 の動作距離を短くできる。また、ユーザは、例えば大きく往復するようなドラッグ操作を行って指等の移動距離を長くすることで、ロボット 20、30 の動作距離を長く

【0087】

このように、本実施形態のティーチングペンダント 40 によれば、ユーザは、自己のドラッグ操作による指等の移動距離を調整することで、ロボット 20、30 の動作距離を調整することができる。これによれば、ユーザは、自己のドラッグ操作による指等の移動距離を、ロボット 20、30 の動作距離に反映させているような印象を受け易くなる。すなわち、自己が行っているドラッグ操作と、そのドラッグ操作によって行われるロボット 20、30 の動作との関連性を直接的で直感的に判断することができ、その結果、ユーザの操作性の向上を図ることができる。

【0088】

動作方向決定処理は、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向又は第 2 方向における正方向である場合にロボット 20、30 の動作方向を正方向に決定し、ドラッグ操作の開始直後の操作方向が第 1 方向又は第 2 方向における負方向である場合にロボット 20、30 の動作方向を負方向に決定する処理を含んでいる。すなわち、ロボット 20、30 の動作方向は、ドラッグ操作の開始直後の操作方向によって決定される。そして、その後継続して行われるドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ によって、ロボット 20、30 の動作速度 V_r が決定される。これによれば、ユーザは、ロボット 20、30 の動作方向を決定するための操作を別途行う必要が無く、一連のドラッグ操作によって、ロボット 20、30 の動作方向を決定する操作と動作速度 V_r を決定する操作との両方を行うことができる。その結果、操作の手数を削減することができて操作性の向上が図られる。

【 0 0 8 9 】

また、制御部 4 5 は、動作指令生成部 4 7 の処理により、動作態様決定処理を行うことができる。動作態様決定処理は、操作検出部 4 6 で検出したドラッグ操作の操作方向が第 1 方向である場合にロボット 2 0、3 0 の動作態様を第 1 動作態様に決定し、ドラッグ操作の操作方向が第 2 方向である場合にロボット 2 0、3 0 の動作態様を第 2 動作態様に決定する処理である。これによれば、ユーザは、ドラッグ操作を、第 1 方向と第 2 方向とで使い分けることで、ロボット 2 0、3 0 の 2 つの動作態様について手動操作することができる。したがって、ロボット 2 0、3 0 の動作態様を選択するための操作を削減することができ、その結果、操作の手数を削減して操作性の向上が図られる。

【 0 0 9 0 】

また、第 1 方向と第 2 方向とは直交している。この場合、第 1 方向と第 2 方向との成す角度は、これら第 1 方向と第 2 方向との成す角度が取り得る範囲の中で最も大きい直角である。そのため、ユーザは、第 1 方向へのドラッグ操作と、第 2 方向へのドラッグ操作と、を区別して操作し易い。したがって、ユーザが、ドラッグ操作の操作方向を間違えて操作したり、ドラッグ操作がユーザの意図しない操作方向となってしまうたりすることを低減することができる。その結果、ドラッグ操作の誤操作が低減され、操作性の更なる向上や安全性の向上が図られる。

【 0 0 9 1 】

ティーチングペンダント 4 0 は、図形の表示が可能なタッチパネルディスプレイ 4 2 と、タッチパネルディスプレイ 4 2 の表示内容を制御する表示制御部 4 8 と、を更に備えている。制御部 4 5 は、表示制御部 4 8 の処理により、方向図形表示処理を行うことができる。方向図形表示処理は、操作検出部 4 6 がタッチ操作を検出した場合に、タッチ操作のタッチ位置 P 0 を基準として第 1 方向及び第 2 方向を示す方向図形 5 0 をタッチパネルディスプレイ 4 2 に表示させる処理である。これによれば、ユーザが、ドラッグ操作をするためにタッチパネルディスプレイ 4 2 をタッチ操作した場合に、タッチパネルディスプレイ 4 2 上に、第 1 方向及び第 2 方向を示す方向図形 5 0 が表示される。第 1 方向及び第 2 方向は、ロボット 2 0、3 0 の動作速度 V r を決定する際に行うドラッグ操作の操作方向である。したがって、ユーザは、ドラッグ操作を開始する前に、タッチパネルディスプレイ 4 2 上の方向図形 5 0 を見ることで、どの方向へドラッグ操作を行えばよいかの判断がし易くなる。その結果、操作性が更に向上する。

【 0 0 9 2 】

制御部 4 5 は、表示制御部 4 8 の処理により、操作図形表示処理を行うことができる。操作図形表示処理は、操作検出部 4 6 が第 1 方向又は第 2 方向へのドラッグ操作を検出した場合に、ドラッグ操作の現在位置 P 1 の移動に伴って形態が変化する操作図形 6 1、6 2 をタッチパネルディスプレイ 4 2 に表示させる処理である。これによれば、ユーザは、自己のドラッグ操作による指 9 0 等の移動つまり現在位置 P 1 の移動に伴って変化する操作図形 6 1、6 2 を見ることで、自己のドラッグ操作が適切に行われているか否かを目視で判断することができる。その結果、直感的な操作が可能になってユーザの操作感覚の向上を図られ、ひいては操作性の向上を図ることができる。

【 0 0 9 3 】

また、本実施形態によるロボット操作プログラムを、例えばタッチパネルディスプレイを備える汎用のタブレット P C やスマートフォン等によって実行することで、汎用のタブレット P C やスマートフォン等に、上述したティーチングペンダント 4 0 と同等の機能を付加することができる。

【 0 0 9 4 】

また、上記実施形態において、ユーザは、タッチパネルディスプレイ 4 2 に対するタッチ操作及びドラッグ操作によって、ロボット 2 0、3 0 を動作させることができる。これによれば、ユーザは、物理的な操作キーを操作する場合に比べて、直感的で容易にマニュアル操作を行うことができる。更に、これによれば、例えばマニュアル操作を行うための物理的な操作キーを削減することができる。その結果、ティーチングペンダント 4 0 の小

10

20

30

40

50

型化やタッチパネルディスプレイ 4 2 の画面サイズの拡大、低価格化などを実現できるといった効果が期待できる。

【 0 0 9 5 】

なお、図 7 に示す方向図形 5 0 のサークル図形 5 3 は、円形に限られず、例えば多角形等であっても良い。また、本実施形態において、方向図形 5 0 は、少なくとも第 1 方向図形 5 1 と第 2 方向図形 5 2、又はサークル図形 5 3 のいずれか一方を有していれば良い。第 1 方向図形 5 1 と第 2 方向図形 5 2、又はサークル図形 5 3 の少なくとも一方をタッチパネルディスプレイ 4 2 に表示することで、ユーザに対して、第 1 方向及び第 2 方向を提示することができるからである。したがって、本実施形態においては、第 1 方向図形 5 1 と第 2 方向図形 5 2、又はサークル図形 5 3 のいずれか一方を非表示として省略することができる。

10

【 0 0 9 6 】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について、図 1 5 ~ 図 2 0 を参照して説明する。

本実施形態では、制御部 4 5 は、ドラッグ操作とは異なる方法により、ロボット 2 0、3 0 の動作態様及び動作方向を決定することができる。つまり、本実施形態では、図 4 のステップ S 1 5、1 7 における動作態様決定処理、及び図 5 のステップ S 2 0、2 1 における動作方向決定処理の具体的な内容が、上記第 1 実施形態と異なる。すなわち、制御部 4 5 は、手動操作が開始されて図 1 5 のステップ S 3 1 が実行されると、表示制御部 4 8 の処理によって、図 1 6 又は図 1 7 に示す動作態様選択画面 7 0、8 0 をタッチパネルディスプレイ 4 2 上に表示させる。動作態様選択画面 7 0、8 0 は、ユーザが、タッチ操作により、ロボット 2 0、3 0 の動作態様を選択するためのものである。

20

【 0 0 9 7 】

例えば図 1 6 に示す動作態様選択画面 7 0 は、4 軸ロボット 2 0 用であり、各軸系の選択部 7 1 と、手先系の選択部 7 2 と、を有している。選択部 7 1、7 2 の外形は円形に形成されている。選択部 7 1、7 2 の円の内側は、各動作系の駆動態様の数で等分されている。4 軸ロボット用の動作態様選択画面 7 0 の場合、各選択部 7 1、7 2 の円の内側は、それぞれ 4 軸ロボット 2 0 の各動作系における駆動態様の数である 4 個に等分されている。そして、4 等分された選択部 7 1、7 2 の内側の各領域は、それぞれ各軸系の選択領域 7 1 1 ~ 7 1 4 と、手先系の選択領域 7 2 1 ~ 7 2 4 とに設定されている。

30

【 0 0 9 8 】

この場合、各軸系の選択部 7 1 において、選択領域 7 1 1 は第 1 軸 J 2 1 の動作態様に割り当てられ、選択領域 7 1 2 は第 2 軸 J 2 2 の動作態様に割り当てられ、選択領域 7 1 3 は第 3 軸 J 2 3 の動作態様に割り当てられ、選択領域 7 1 4 は第 4 軸 J 2 4 の動作態様に割り当てられている。また、手先系の選択部 7 2 において、選択領域 7 2 1 は X 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 7 2 2 は Y 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 7 2 3 は Z 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 7 2 4 は R z 方向への動作態様に割り当てられている。これにより、ユーザは、選択領域 7 1 1 ~ 7 1 4、7 2 1 ~ 7 2 4 のいずれかの領域をタッチ操作することにより、その領域に割り当てられた動作態様でロボット 2 0 を動作させることができる。

40

【 0 0 9 9 】

また、例えば図 1 7 に示す動作態様選択画面 8 0 は、6 軸ロボット用であり、各軸系の選択部 8 1 と、手先系の選択部 8 2 と、を有している。選択部 8 1、8 2 の外形は円形に形成されている。選択部 8 1、8 2 の円の内側は、各動作系の駆動態様の数で等分されている。6 軸ロボット用の動作態様選択画面 8 0 の場合、各選択部 8 1、8 2 の円の内側は、それぞれ 6 軸ロボット 3 0 の各動作系における駆動態様の数である 6 個に等分されている。そして、6 等分された選択部 8 1、8 2 の内側の各領域は、それぞれ各軸系の選択領域 8 1 1 ~ 8 1 6 と、手先系の選択領域 8 2 1 ~ 8 2 6 とに設定されている。

【 0 1 0 0 】

この場合、各軸系の選択部 8 1 において、選択領域 8 1 1 は第 1 軸 J 3 1 の動作態様に

50

割り当てられ、選択領域 8 1 2 は第 2 軸 J 3 2 の動作態様に割り当てられ、選択領域 8 1 3 は第 3 軸 J 3 3 の動作態様に割り当てられ、選択領域 8 1 4 は第 4 軸 J 3 4 の動作態様に割り当てられ、選択領域 8 1 5 は第 5 軸 J 3 5 の動作態様に割り当てられ、選択領域 8 1 6 は第 6 軸 J 3 6 の動作態様に割り当てられている。また、手先系の選択部 8 2 において、選択領域 8 2 1 は X 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 8 2 2 は Y 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 8 2 3 は Z 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 8 2 4 は R z 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 8 2 5 は R y 方向への動作態様に割り当てられ、選択領域 8 2 6 は R x 方向への動作態様に割り当てられている。これにより、ユーザは、選択領域 8 1 1 ~ 8 1 6、8 2 1 ~ 8 2 6 のいずれかの領域をタッチ操作することにより、その領域に割り当てられた動作態様でロボット 3 0 を動作させることができる。

10

【 0 1 0 1 】

制御部 4 5 は、図 1 5 のステップ S 3 2 において、操作検出部 4 6 の検出結果に基づいて、選択領域 7 1 1 ~ 7 1 4、7 2 1 ~ 7 2 4 のいずれか又は選択領域 8 1 1 ~ 8 1 6、8 2 1 ~ 8 2 6 のいずれかに対して操作があったか否かを判断する。いずれの選択領域に対してもタッチ操作がされていない場合（ステップ S 3 2 で N O）、制御部 4 5 は、動作態様選択画面 7 0、8 0 を表示させたまま待機する。一方、いずれかの選択領域に対してタッチ操作があった場合（ステップ S 3 2 で Y E S）、制御部 4 5 は、ステップ S 3 3 へ移行する。そして、制御部 4 5 は、ステップ S 3 3 を実行すると、動作指令生成部 4 7 の処理によって、手動操作によるロボット 2 0、3 0 の動作態様をステップ S 3 2 で選択された動作態様に決定する。例えば、図 1 8 に示すように、4 軸ロボット 2 0 の動作態様選択画面 7 0 において、ユーザが各軸系の選択部 7 1 の選択領域 7 1 1 をタッチ操作した場合、制御部 4 5 は、ロボット 2 0 の動作態様を、各軸系の第 1 軸 J 2 1 を駆動させる動作態様に決定する。

20

【 0 1 0 2 】

次に、制御部 4 5 は、図 1 5 のステップ S 3 4 を実行し、表示制御部 4 8 の処理によって、図 1 9 に示すように、第 3 操作図形 6 3、動作表示 6 6、正方向ボタン 5 5、及び負方向ボタン 5 6 をタッチパネルディスプレイ 4 2 に表示する。第 3 操作図形 6 3 は、第 1 操作図形 6 1 及び第 2 操作図形 6 2 と同様の構成であって、第 3 バー 6 3 1 及び第 3 スライダ 6 3 2 を有している。この場合、第 3 操作図形 6 3 は、第 1 操作図形 6 1 と同様に、タッチパネルディスプレイ 4 2 に対して横長となるように配置されている。しかしこれに限られず、第 2 操作図形 6 2 と同様に、タッチパネルディスプレイ 4 2 に対して縦長となるように配置してもよいし、その他の態様で配置してもよい。

30

【 0 1 0 3 】

また、動作表示 6 6 は、第 1 実施形態の動作表示 6 5 と同様に、ロボット 2 0、3 0 の動作態様及び動作方向を示すものである。図 1 9 に示す動作表示 6 6 は、ロボット 2 0、3 0 の動作態様が第 1 軸 J 2 1 を駆動させる態様に決定されているが、その動作方向が未だ決まっていない状態を示している。この場合、動作表示 6 6 は、各軸系の第 1 軸 J 2 1 の駆動を示す「J 2 1」と表示される。

【 0 1 0 4 】

正方向ボタン 5 5 は、ロボット 2 0、3 0 の正方向への動作に対応している。負方向ボタン 5 6 は、ロボット 2 0、3 0 の負方向への動作に対応している。ユーザは、正方向ボタン 5 5 をタッチ操作した状態で、第 3 バー 6 3 1 に沿って第 3 スライダ 6 3 2 を往復移動させることで、ロボット 2 0、3 0 を、ステップ S 3 3 で決定した動作態様で正方向へ動作させることができる。また、ユーザは、負方向ボタン 5 6 をタッチ操作した状態で、第 3 バー 6 3 1 に沿って第 3 スライダ 6 3 2 を往復移動させることで、ロボット 2 0、3 0 を、ステップ S 3 3 で決定した動作態様で負方向へ動作させることができる。

40

【 0 1 0 5 】

すなわち、制御部 4 5 は、ステップ S 3 5 において、操作検出部 4 6 の検出結果に基づいて、方向ボタン 5 5、5 6 に対してタッチ操作が行われたか否かを判断する。タッチ操

50

作がされていない場合（ステップS35でNO）、制御部45は、図19の状態で待機する。一方、例えば図20に示すように、正方向ボタン55又は負方向ボタン56のいずれか一方がタッチ操作されると、制御部45は、タッチ操作が行われたと判断し（ステップS35でYES）、ステップS36を実行する。

【0106】

制御部45は、ステップS36において、動作方向決定処理を実行する。制御部45は、正方向ボタン55がタッチ操作されていれば、ロボット20、30の動作方向を正方向に決定し、負方向ボタン56がタッチ操作されていれば、ロボット20、30の動作方向を負方向に決定する。なお、例えば図20に示すように、各軸系の第1軸J21の動作態様が選択された状態において、負方向ボタン56がタッチ操作されると、動作表示66は、各軸系の第1軸J21の動作態様を示す「J21」に負方向への動作を示す「（-）」を追加したものとなる。また、詳細は図示しないが、各軸系の第1軸J21の動作態様が選択された状態において、正方向ボタン55がタッチ操作されると、動作表示66は、各軸系の第1軸J21の動作態様を示す「J21」に正方向への動作を示す「（+）」を追加したものとなる。

10

【0107】

その後、制御部45は、ステップS37において、第3操作図形63の第3スライダ632に対するドラッグ操作が行われたか否かを判断する。制御部45は、第3スライダ632に対するドラッグ操作の検出が無い場合（ステップS37でNO）、ドラッグ操作が行われるまで待機する。そして、制御部45は、第3スライダ632に対するドラッグ操作が検出されると（ステップS37でYES）、図5のステップS22以降を実行する。これにより、ユーザは、第3操作図形63に対するドラッグ操作を継続することで、ユーザの選択した動作態様及び動作方向で、ロボット20、30を動作させ続けることができる。

20

【0108】

これによれば、ユーザは、3以上の動作態様を切り替えて手動操作できるため、上記第1実施形態とは異なった観点における操作性の向上を図ることができる。また、選択部71、72、81、82は、円形に形成されており、その円の内側は、ロボット20、30の動作態様の数に応じて等分されている。そして、その等分された円の内側の領域には、ロボット20、30の各動作態様が割り当てられている。これによれば、ユーザは、どの選択領域にどの動作態様が割り当てられているかを認識し易く、その結果、操作性の更なる向上を図ることができる。

30

【0109】

（第3実施形態）

次に、第3実施形態について、図21～図23も参照して説明する。

本実施形態によるロボットシステム10は、動作速度決定処理によるロボット20、30の動作速度 V_r の決定方法に特徴を備えている。すなわち、ロボット20、30の動作速度 V_r が、ドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ を単純に比例させただけの値である場合には、次のような問題が生じ得る。この場合、例えばユーザが意図しない急激なドラッグ操作を入力してしまうと、その急激なドラッグ操作がそのままロボット20、30の動作速度 V_r に反映されてしまう。すると、ロボット20、30が、ユーザの意図しない態様で動作し得ることになる。そこで、本実施形態において、動作速度決定処理は、ユーザによって入力されるドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ を所定の方法で補正し、その補正值 V_{dx} に基づいて、ロボット20、30の動作速度 V_r の決定する処理を含んでいる。

40

【0110】

具体的には、制御部45は、ドラッグ操作の操作速度 V_d を、一定のサンプリング周期で、図3に示す記憶領域452に記憶させる。本実施形態の場合、サンプリング周期は、例えば数～数十m秒に設定されている。記憶領域452は、例えば n 個の操作速度 V_d のデータを記憶することができる。図21は、ある時点において記憶領域452に記憶され

50

ている操作速度 V_d のデータを示している。記憶領域 452 は、過去の所定のサンプリング周期に亘って n 個の操作速度 V_d のデータを記憶している。

【0111】

この場合、図 21 に示すように、現在に対して i サンプリング周期前に記憶された操作速度 V_d を $V_d(i)$ とする。すなわち、図 21 中の i は任意の正の整数であり、記憶領域 452 に記憶されている操作速度 V_d のデータの新旧を表している。つまり、 i の値が大きくなるほどその操作速度 $V_d(i)$ が取得された時期が古いことを示し、 i の値が小さくなるほどその操作速度 $V_d(i)$ が取得された時期が新しいことを示している。この場合、 $i = 1$ の場合における操作速度 $V_d(1)$ のデータが、記憶領域 452 に記憶されている操作速度 $V_d(i)$ の中で最新のものとなる。

10

【0112】

制御部 45 は、操作速度 $V_d(i)$ のデータを、いわゆる先入れ先出し方式で記憶領域 452 に記憶させる。すなわち、制御部 45 は、最新の操作速度 $V_d(i)$ を取得すると、その最新の操作速度 $V_d(i)$ を操作速度 $V_d(1)$ として記憶領域 452 に記憶させる。そして、制御部 45 は、1 サンプリング周期前における $V_d(1)$ 、 $V_d(2) \cdots$ を、 $V_d(2)$ 、 $V_d(3) \cdots$ に繰り下げて記憶領域 452 に記憶させる。このようにして、制御部 45 は、記憶領域 452 に記憶されている操作速度 $V_d(i)$ のデータを 1 サンプリング周期毎に更新する。

【0113】

ここで、現在の操作速度 $V_d(1)$ を第 1 操作速度とし、現在に対して所定サンプリング周期前例えば 1 サンプリング周期前の操作速度 $V_d(2)$ を第 2 操作速度とする。なお、第 2 操作速度は、第 1 操作速度に隣接したつまり第 1 操作速度と連続したサンプリング周期のものでなくてもよい。すなわち、第 2 操作速度は、例えば第 1 操作速度から数サンプリング周期離れた操作速度 $V_d(i)$ であってもよい。

20

【0114】

動作速度決定処理は、ドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ を補正した補正值 V_{dx} を算出し、その補正值 V_{dx} に基づいて前記動作速度 V_r を決定する処理を含んでいる。補正值 V_{dx} は、第 1 操作速度 $V_d(1)$ の絶対値 $|V_d(1)|$ と第 2 操作速度 $V_d(2)$ の絶対値 $|V_d(2)|$ とに基づいて算出される。具体的には、動作速度決定処理は、次の式 (1) に示すように、第 1 操作速度 $V_d(1)$ の絶対値 $|V_d(1)|$ が第 2 操作速度 $V_d(2)$ の絶対値 $|V_d(2)|$ の $1/2$ 未満である場合には、補正值 V_{dx} を 0 にする。

30

【数 1】

$$0 \leq |V_d(1)| < \frac{|V_d(2)|}{2} \quad \cdots \text{式(1)}$$

【0115】

また、動作速度決定処理は、次の式 (2) に示すように、第 1 操作速度 $V_d(1)$ の絶対値 $|V_d(1)|$ が第 2 操作速度 $V_d(2)$ の絶対値 $|V_d(2)|$ の $1/2$ 以上である場合には、次の式 (3) に基づいて、補正值 V_{dx} を算出する。この場合、補正值 V_{dx} は、第 1 操作速度 $V_d(1)$ の絶対値 $|V_d(1)|$ から第 1 操作速度 $V_d(1)$ の絶対値 $|V_d(1)|$ と第 2 操作速度 $V_d(2)$ の絶対値 $|V_d(2)|$ との差分の絶対値を引いた値になる。

40

【数 2】

$$|V_d(1)| \geq \frac{|V_d(2)|}{2} \quad \cdots \text{式(2)}$$

【数 3】

$$Vdx = |Vd(1)| - \left| |Vd(1)| - |Vd(2)| \right| \quad \cdots \text{式(3)}$$

【0116】

すなわち、制御部45は、図5のステップS23において、動作速度決定処理を実行すると、上述した式(1)～(3)に従って補正した補正值Vdxを算出する。そして、制御部45は、この補正值Vdxに応じた大きさ、例えばこの補正值Vdxに所定の係数を乗じた値にロボット20、30の動作速度Vrを決定する。

【0117】

10

ここで、第1操作速度Vd(1)の絶対値|Vd(1)|と第2操作速度Vd(2)の絶対値|Vd(2)|との大小関係は、次の3通りが考えられる。

|Vd(1)| > |Vd(2)| ……条件(1)

|Vd(1)| = |Vd(2)| ……条件(2)

|Vd(1)| < |Vd(2)| ……条件(3)

【0118】

また、第2操作速度Vd(2)の絶対値|Vd(2)|は、現在に対して所定サンプリング周期前つまり直前に操作されたドラッグ操作の操作速度Vdの絶対値|Vd|を意味する。そのため、上記の条件(1)で示すように、第2操作速度Vd(2)の絶対値|Vd(2)|よりも第1操作速度Vd(1)の絶対値|Vd(1)|の方が大きいということは、ドラッグ操作の操作速度Vdの絶対値|Vd|が増加しているということ、つまりドラッグ操作が加速していることを意味する。この場合、上述した式(3)によると、補正值Vdxは、次の式(4)で表すことができる。つまりこの場合、補正值Vdxは、第2操作速度Vd(2)の絶対値|Vd(2)|に等しくなる。

20

【数 4】

$$\begin{aligned} Vdx &= |Vd(1)| - \left(|Vd(1)| - |Vd(2)| \right) \\ &= |Vd(2)| \quad \cdots \text{式(4)} \end{aligned}$$

30

【0119】

また、上記の条件(2)で示すように、第1操作速度Vd(1)の絶対値|Vd(1)|と第2操作速度Vd(2)の絶対値|Vd(2)|とが等しいということは、ドラッグ操作の操作速度Vdの絶対値|Vd|が変化していないということ、つまりドラッグ操作が一定速度で行われていることを意味する。この場合、上述した式(3)によると、補正值Vdxは、次の式(5)で表すことができる。つまりこの場合、補正值Vdxは、第1操作速度Vd(1)の絶対値|Vd(1)|に等しくなる。

【数 5】

$$\begin{aligned} Vdx &= |Vd(1)| - \left(|Vd(1)| - |Vd(1)| \right) \\ &= |Vd(1)| \quad \cdots \text{式(5)} \end{aligned}$$

40

【0120】

そして、上記の条件(3)で示すように、第2操作速度Vd(2)の絶対値|Vd(2)|よりも第1操作速度Vd(1)の絶対値|Vd(1)|の方が小さいということは、ドラッグ操作の操作速度Vdの絶対値|Vd|が減少しているということ、つまりドラッグ操作が減速していることを意味する。この場合、補正值Vdxは、上述した式(3)に基づく、次の式(6)で表すことができる。

【数 6】

$$\begin{aligned} Vdx &= |Vd(1)| - (|Vd(2)| - |Vd(1)|) \\ &= 2|Vd(1)| - |Vd(2)| \quad \dots \text{式(6)} \end{aligned}$$

【0121】

このように、条件(1)に示すように、第2操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ よりも第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ の方が大きい場合つまりドラッグ操作が加速している場合、上述した式(4)によれば、補正值 Vdx は、第2操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ に等しい。また、条件(2)に示すように、第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ と第2操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ とが等しい場合つまりドラッグ操作が一定速度で行われている場合、上述した式(5)によれば、補正值 Vdx は、第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ に等しい。したがって、この両者の場合において、補正值 Vdx は、0以上の値となる。

10

【0122】

一方、条件(3)に示すように、第2操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ よりも第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ の方が小さい場合つまりドラッグ操作が減速している場合、上述した式(6)によると、補正值 Vdx は、負の値を取り得る。そのため、制御部45は、上述した式(6)に基づいて算出した補正值 Vdx が負の値となった場合、補正值 Vdx を0に設定する。補正值 Vdx が負の値になるのは、次の式(7)で示すように、第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ が第2操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ の1/2未満である場合である。つまり、第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ が第2操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ の半分未満になるような急激な減速が行われた場合に、上述した式(6)において補正值 Vdx が負の値になり得る。

20

【数 7】

$$\begin{aligned} 2|Vd(1)| - |Vd(2)| &< 0 \\ 2|Vd(1)| &< |Vd(2)| \\ |Vd(1)| &< \frac{|Vd(2)|}{2} \quad \dots \text{式(7)} \end{aligned}$$

30

【0123】

次に、図22及び図23も参照して上記構成の作用効果について説明する。図22及び図23に示す破線C1は、ある態様のドラッグ操作が入力された場合において、そのドラッグ操作の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ を時系列的に示したものである。実線C2は、破線C1で示す絶対値 $|Vd|$ に基づいて算出した補正值 Vdx を示すものである。

40

【0124】

図22に示すように、ドラッグ操作が加速している区間(以下、加速区間と称する)では、上述した式(4)の通り、補正值 Vdx は第2操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ になる。したがって、この加速区間において、補正值 Vdx は、現在のドラッグ操作の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ である第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ を超えることはない。また、ドラッグ操作が一定速度で行われている区間(以下、一定区間と称する)では、上述した式(5)の通り、補正值 Vdx は第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ になる。したがって、この一定区間においても、補正值 Vdx は、現在のドラッグ操作の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ である第1操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ を超えることはない。

50

【 0 1 2 5 】

そして、ドラッグ操作が減速している区間（以下、減速区間と称する）では、 $|Vd(1)| < |Vd(2)|$ である。この場合、上述した式（ 6 ）に基づくと、補正值 Vdx と第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ との関係は次の式（ 8 ）になる。すなわち、この減速区間において、補正值 Vdx は、第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ よりも小さくなる。したがって、この減速区間においても、補正值 Vdx は、現在のドラッグ操作の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ である第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ を超えることはない。つまり、補正值 Vdx は、加速区間、一定区間、減速区間の全ての区間において、第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ を超えることはない。

10

【 数 8 】

$$\begin{aligned} Vdx &= 2|Vd(1)| - |Vd(2)| \\ &< 2|Vd(1)| - |Vd(1)| \\ &< |Vd(1)| \quad \dots \text{式(8)} \end{aligned}$$

【 0 1 2 6 】

このように、本実施形態によれば、動作速度決定処理は、第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ が第 2 操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ の $1/2$ 未満である場合には、補正值 Vdx を 0 にする。動作速度決定処理は、第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ が第 2 操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ の $1/2$ 以上である場合には、補正值 Vdx を、第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ から第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ と第 2 操作速度 $Vd(2)$ の絶対値 $|Vd(2)|$ との差分の絶対値を引いた値にする。

20

【 0 1 2 7 】

これによれば、図 2 2 に示すように、加速区間、一定区間、減速区間の全ての区間において、補正值 Vdx は、第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ 以下となる。したがって、現在の操作速度 Vd である第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ を超える値に基づいてロボット 2 0、3 0 の動作速度 Vr が決定されることがない。つまり、例えば図 2 3 に示すように、ユーザの意図しない急激なドラッグ操作が入力されたとしても、補正值 Vdx は、現在の操作速度 Vd である第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ 以下の値となる。したがって、タッチパネル 4 2 1 に対して、ユーザが、自己の操作に依存してロボット 2 0、3 0 の動作速度 Vr が決定されるような操作を行う場合において、その初期入力時の加速を抑えることができる。これにより、ユーザの意図しない急激なドラッグ操作がそのままロボット 2 0、3 0 の動作速度 Vr に反映されてしまうことを防止することができる。したがって、ユーザの意図しない態様でロボット 2 0、3 0 が動作することを極力防ぐことができ、その結果、安全性の向上が図られる。

30

【 0 1 2 8 】

また、補正值 Vdx は、常に第 1 操作速度 $Vd(1)$ の絶対値 $|Vd(1)|$ 以下となることから、ロボット 2 0、3 0 を減速させる際、ロボット 2 0、3 0 は、ユーザの操作速度 Vd の減速分よりも早く減速する。したがって、例えばユーザがロボット 2 0、3 0 の動作を停止させたいような場合、ユーザは、ロボット 2 0、3 0 を直ぐに停止させることができ、安全である。このように、本実施形態によれば、加速時には、ユーザの操作速度 Vd に対してロボット 2 0、3 0 の加速を抑えることができ、減速時には、ユーザの操作速度 Vd に対してより早くロボット 2 0、3 0 を減速させることができる。したがって、ロボット 2 0、3 0 の加速時及び減速時の両方において安全性の向上が図られる。

40

【 0 1 2 9 】

（第 4 実施形態）

50

次に、第４実施形態について、図２４～図２７も参照して説明する。

本実施形態によるロボットシステム１０も、動作速度決定処理によるロボット２０、３０の動作速度 V_r の決定方法に特徴を備えている。すなわち、ロボット２０、３０を扱う現場においては、油や汚れなどがティーチングペンダント４０のタッチパネル４２１やユーザの指に付着することが想定される。

【０１３０】

例えば油がタッチパネル４２１やユーザの指に付着すると、ドラッグ操作を行うユーザの指が滑り易くなる。そして、ドラッグ操作を行う際にユーザの指が滑ると、ドラッグ操作の操作速度 V_d が急激に変化してしまう可能性がある。また、例えば汚れがタッチパネル４２１やユーザの指に付着すると、ドラッグ操作を行うユーザの指が滑り難くなる。すると、ドラッグ操作を行うユーザの指にいわゆるビビリが生じて、ドラッグ操作の操作速度 V_d が振動的に変化してしまう可能性がある。このような事情において、ロボット２０、３０の動作速度 V_r が、現在のドラッグ操作の操作速度 V_d を単純に参照しただけの値である場合、つまり操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ を単純に比例させただけの値である場合には、その急激なドラッグ操作の速度変化や振動的なドラッグ操作の速度変化がそのままロボット２０、３０の動作速度 V_r に反映されてしまう。すると、ロボット２０、３０が、ユーザの意図しない態様で動作し得ることになる。

【０１３１】

そこで、本実施形態のロボットシステム１０は、上述した第３実施形態と同様に、ドラッグ操作の操作速度 V_d を一定のサンプリング周期で記憶することができる記憶領域４５２を備えている。そして、動作速度決定処理は、過去の複数個例えば n 個の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ の移動平均値を補正值 V_{dx} とし、その補正值 V_{dx} に基づいてロボット２０、３０の動作速度を決定する処理を含んでいる。

【０１３２】

ここで、移動平均の代表例としては、単純移動平均、加重移動平均、及び指数移動平均がある。この場合、単純移動平均による補正值 V_{dx} を単純移動平均値 V_{dS} とし、加重移動平均による補正值 V_{dx} を加重移動平均値 V_{dW} とし、指数移動平均による補正值 V_{dx} を指数移動平均値 V_{dE} とする。単純移動平均値 V_{dS} 、加重移動平均値 V_{dW} 、及び指数移動平均値 V_{dE} は、それぞれ次の式（９）～式（１２）によって算出される。

【数９】

$$V_{dS} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n |V_d(i)|$$

$$= \frac{(|V_d(1)| + |V_d(2)| + \dots + |V_d(i-1)| + |V_d(i)|)}{n} \quad \dots \text{式(9)}$$

【数１０】

$$V_{dW} = \frac{\sum_{i=1}^n ((n+1-i) \times |V_d(i)|)}{\sum_{i=1}^n i}$$

$$= \frac{(n \times |V_d(1)| + (n-1) \times |V_d(2)| + \dots + 2 \times |V_d(n-1)| + |V_d(n)|)}{1+2+\dots+(n-1)+n} \quad \dots \text{式(10)}$$

【数 1 1】

$$VdE = \alpha \times \sum_{i=1}^n ((1-\alpha)^{i-1} \times |Vd(i)|)$$

$$= \alpha \times (|Vd(1)| + (1-\alpha) \times |Vd(2)| + \dots + (1-\alpha)^{n-1} \times |Vd(n)|) \quad \dots \text{式(11)}$$

【数 1 2】

$$\alpha = \frac{2}{n+1} \quad \dots \text{式(12)}$$

10

【0 1 3 3】

上述した式(9)に示すように、単純移動平均値 VdS は、過去の複数個この場合 n 個の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ を合計し、その合計値をその操作速度 Vd の個数 n で割った値である。この単純移動平均値 VdS によれば、ドラッグ操作の操作速度 Vd の急激な速度変化をある程度平滑化できる。そのため、この単純移動平均値 VdS においても、ドラッグ操作の急激な速度変化や振動的な速度変化をロボット 20、30 の動作速度 Vr に直接的に反映させない、といった作用効果がある程度奏する。しかしながら、単純移動平均値 VdS は、平均化する複数の操作速度 Vd の中に急激な速度変化となる値が含まれなくなった瞬間に、平均化されていない実際の操作速度 Vd に戻そうとして大きく変動する。すると、ドラッグ操作の操作速度 Vd が大きく変化していないにもかかわらず、単純移動平均値 VdS が大きく変化することになる。その結果、例えばユーザが一定速度で操作しているにも関わらずロボット 20、30 の動作速度 Vr が突発的に変動する、といった事態が生じるおそれがある。すると、ロボット 20、30 の動作がユーザの意図に反したものとなって、ユーザの違和感の原因やユーザの混乱を招く原因となり得る。

20

【0 1 3 4】

そこで、本実施形態において、補正值 Vdx は、単純移動平均値 VdS よりも、加重移動平均値 VdW 又は指数移動平均値 VdE の方が好ましい。すなわち、動作速度決定処理は、過去の複数個の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ の加重移動平均値 VdW 又は指数移動平均値 VdE に基づいてロボット 20、30 の動作速度 Vr を決定することが好ましい。加重移動平均値 VdW 及び指数移動平均値 VdE は、上述した式(10)、式(11)に示すように、過去の複数個この場合 n 個の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ を所定の係数によって重み付けすることで算出される。この場合、加重移動平均値 VdW における係数は、過去の操作速度になるにつれて線形的に減少する係数である。また、指数移動平均における係数は、過去の操作速度になるにつれて指数関数的に減少する係数である。

30

【0 1 3 5】

次に、図 2 4 ~ 図 2 7 も参照して上記構成の作用効果について説明する。図 2 4 ~ 図 2 7 に示す破線 D 1 は、ある態様のドラッグ操作が入力された場合において、そのドラッグ操作の操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ を時系列的に示したものである。実線 D 2 は、破線 D 1 で示す絶対値 $|Vd|$ に基づいて算出した単純移動平均値 VdS を示すものである。一点鎖線 D 3 は、破線 D 1 で示す絶対値 $|Vd|$ に基づいて算出した加重移動平均値 VdW を示すものである。そして、二点鎖線 D 4 は、破線 D 1 で示す絶対値 $|Vd|$ に基づいて算出した指数移動平均値 VdE を示すものである。

40

【0 1 3 6】

図 2 5 ~ 図 2 7 に示すように、破線 D 1 で示す操作速度 Vd の絶対値 $|Vd|$ は、地点 P 1 ~ P 3 において急激に変化している。この場合、図 2 5 ~ 図 2 7 から分かるように、各移動平均値 VdS 、 VdW 、 VdE は、それぞれ地点 P 1 ~ P 3 で生じた操作速度 Vd の急激な変化を抑制している。また、図 2 5 ~ 図 2 7 における地点 P 4 ~ P 6 は、平均

50

化する n 個の操作速度 V_d の中に急激な速度変化となる値つまり各地点 $P_1 \sim P_3$ における操作速度 V_d が含まれなくなった地点である。この場合、実線 D_2 で示す単純移動平均値 V_{dS} は、各地点 $P_4 \sim P_6$ において比較的大きな変化を示している。

【0137】

すなわち、加重移動平均値 V_{dW} 及び指数移動平均値 V_{dE} は、操作速度 V_d に急激に変化が生じた直後つまり地点 $P_1 \sim P_3$ 直後の段階では単純移動平均値 V_{dS} よりも大きくなっているものの、その後、大きな変化が生じること無く滑らかに操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に接近し追従していく。一方、単純移動平均値 V_{dS} は、操作速度 V_d に急激に変化が生じた直後の段階では加重移動平均値 V_{dW} 及び指数移動平均値 V_{dE} よりも小さくなっている。そして、単純移動平均値 V_{dS} は、暫くの期間は操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ と並行に推移し、その後、地点 $P_4 \sim P_6$ に到達する以前に、加重移動平均値 V_{dW} 及び指数移動平均値 V_{dE} と逆転する。そして、単純移動平均値 V_{dS} は、平均化する n 個の操作速度 V_d の中に急激な速度変化となる値が含まれなくなると、つまり各地点 $P_1 \sim P_3$ に到達すると、操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ に接近するように大きく変化する。

10

【0138】

このように、本実施形態によれば、制御部 45 は、過去の複数個の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ の移動平均値に基づいてロボット 20、30 の動作速度 V_r を決定する。これによれば、ドラッグ操作の操作速度 V_d を平均化つまり平滑化することができる。したがって、例えばユーザの指が滑ってドラッグ操作に急激な速度変化が生じたとしても、その急激な速度変化を平滑化した移動平均値つまり急激な速度変化を低減させた値に基づいてロボット 20、30 の動作速度 V_r を決定することができる。また、例えばユーザの指にビビリが生じてドラッグ操作に振動的な速度変化が生じたとしても、その振動的な速度変化を平滑化して滑らかにした移動平均値に基づいてロボット 20、30 の動作速度 V_r を決定することができる。これらにより、ドラッグ操作の急激な速度変化や振動的な速度変化が、ロボット 20、30 の動作速度 V_r に直接的に反映されることを抑制することができる。その結果、ユーザの意図しない態様でロボットが動作することを極力防ぐことができ、安全性の向上が図られる。

20

【0139】

また、本実施形態によれば、制御部 45 は、ドラッグ操作の操作速度 V_d の絶対値 $|V_d|$ についての加重移動平均値 V_{dW} 又は指数移動平均値 V_{dE} に基づいてロボット 20、30 の動作速度 V_r を決定する。これによれば、加重移動平均値 V_{dW} 及び指数移動平均値 V_{dE} は、平均化する値に重み付けをするため、平均化する複数の操作速度 V_d の中に急激な速度変化となる値が含まれなくなった場合であっても、滑らかな変化を示す。したがって、この実施形態によれば、ドラッグ操作の操作速度 V_d が大きく変化していないにもかかわらず、ロボット 20、30 の動作速度 V_r が大きく変化するという現象を抑制することができる。その結果、ユーザは、意図した通りに違和感無くロボットを動作させることができる。

30

【0140】

(その他の実施形態)

40

なお、本発明の実施形態は、上記し且つ図面に記載した各実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更することができる。本発明の実施形態は、例えば次のような変形または拡張が可能である。

上記各実施形態において、タッチパネル 421 及びディスプレイ 422 は、タッチパネルディスプレイ 42 として一体に構成されている。しかし、タッチパネル及びディスプレイは、それぞれ別体に分離した構成であってもよい。この場合、特定の直線方向を示す方向図形は、印刷等によって予めタッチパネルに設けることもできる。

【0141】

また、上記実施形態によるティーチングペンダント 40 の操作対象となるロボットは、4 軸ロボット 20 又は 6 軸ロボット 30 に限られない。例えば、いわゆる X - Y ステージ

50

(2 軸ステージ) の上に 4 軸ロボット 2 0 又は 6 軸ロボット 3 0 を設置したものでよい。また、ティーチングペンダント 4 0 の操作対象となるロボットには、例えば 1 つの駆動軸を有する直線型ロボットや、複数の駆動軸を有する直交型のロボットも含まれる。この場合、駆動軸には、機械的な回転軸に限られず、例えばリニアモータによって駆動する方式も含まれる。

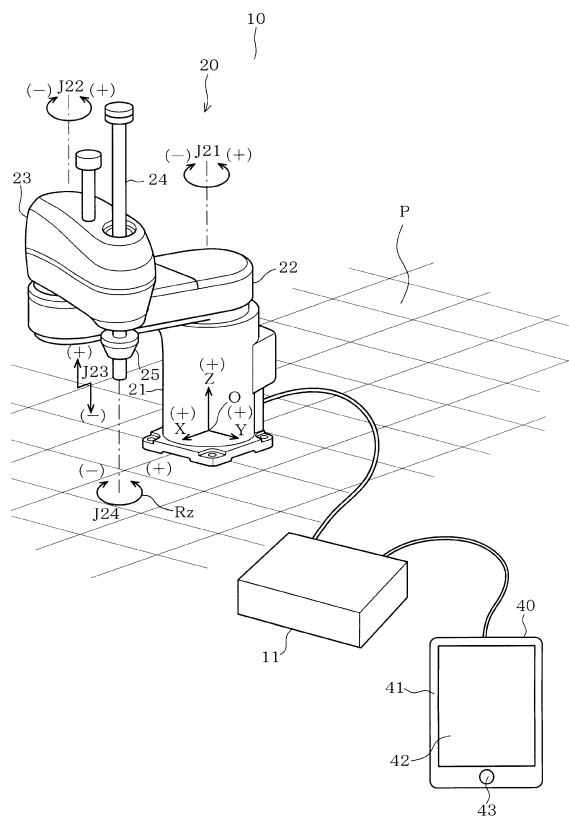
【符号の説明】

【 0 1 4 2 】

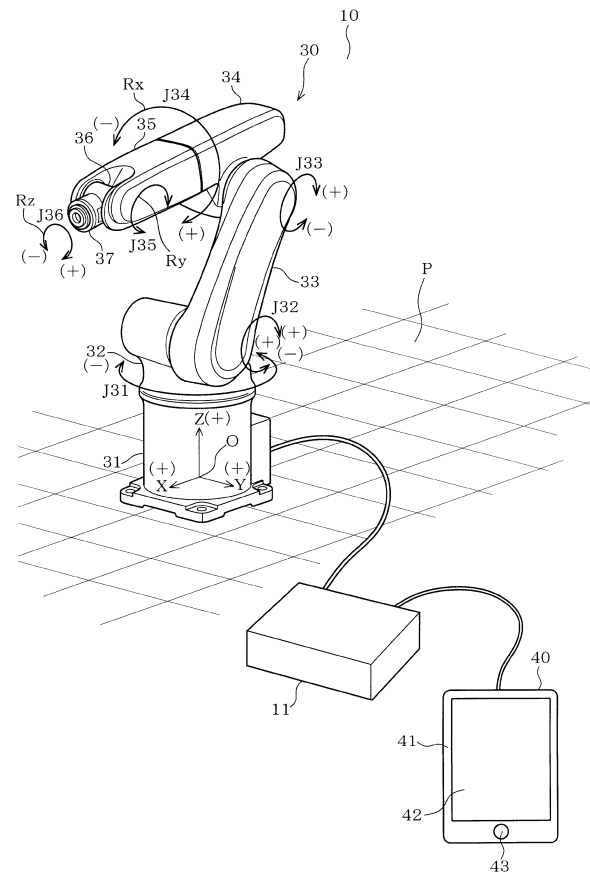
図面中、10はロボットシステム、20は4軸型の水平多関節ロボット(ロボット)、30は6軸型の垂直多関節ロボット(ロボット)、40はティーチングペンダント(ロボット操作装置)、42はタッチパネルディスプレイ、421はタッチパネル、422はディスプレイ、452は記憶領域、46は操作検出部、47は動作指令生成部、48は表示制御部、50は方向図形、51は第1方向図形(方向図形)、52は第2方向図形(方向図形)、53はサークル図形(方向図形)、61は第1操作図形(操作図形)、611は第1バー(バー)、612は第1スライダ(スライダ)、62は第2操作図形(操作図形)、621は第2バー(バー)、622は第2スライダ(スライダ)、63は第3操作図形(操作図形)、631は第3バー(バー)、632は第3スライダ(スライダ)を示す。

10

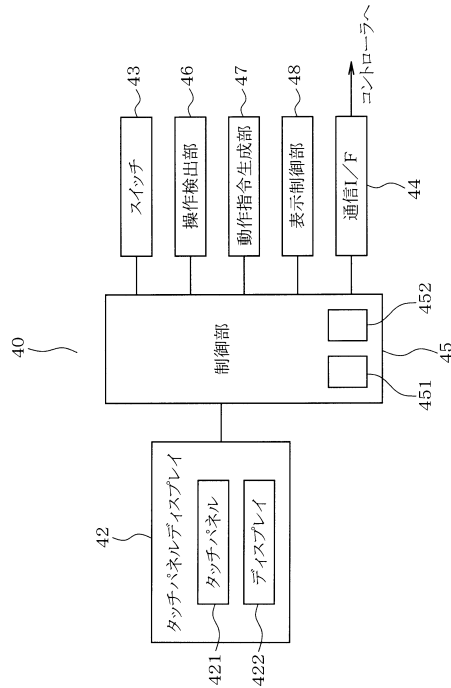
【図 1】



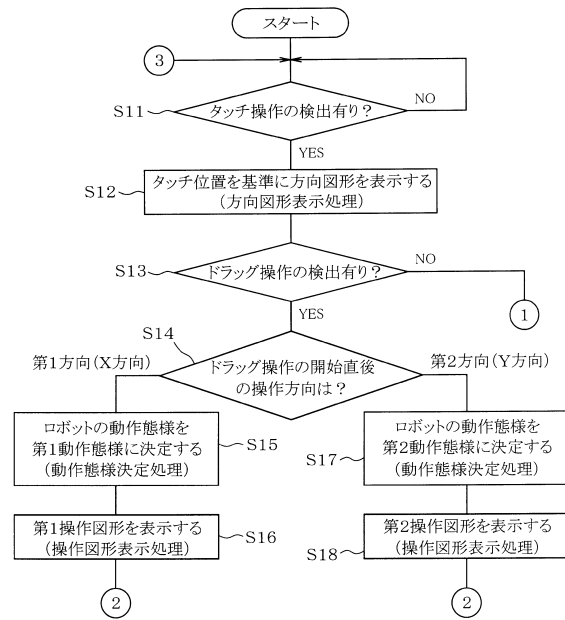
【図 2】



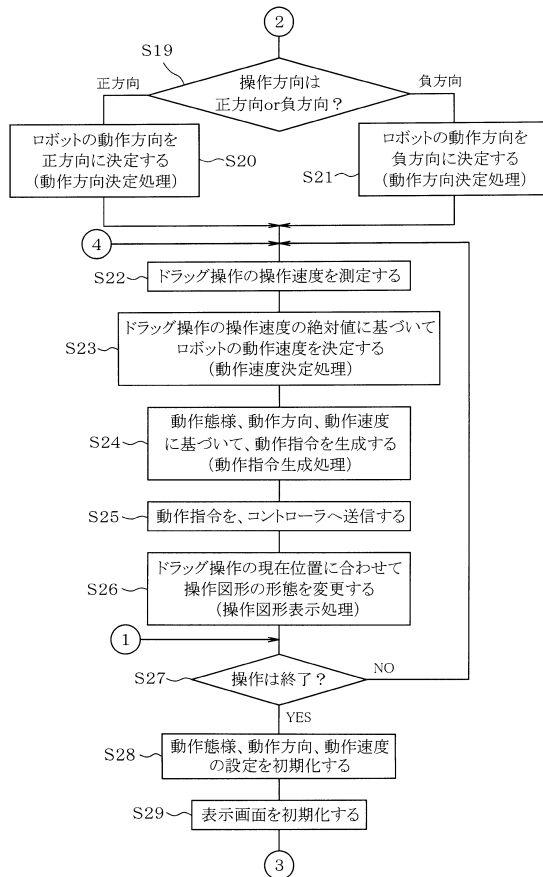
【図 3】



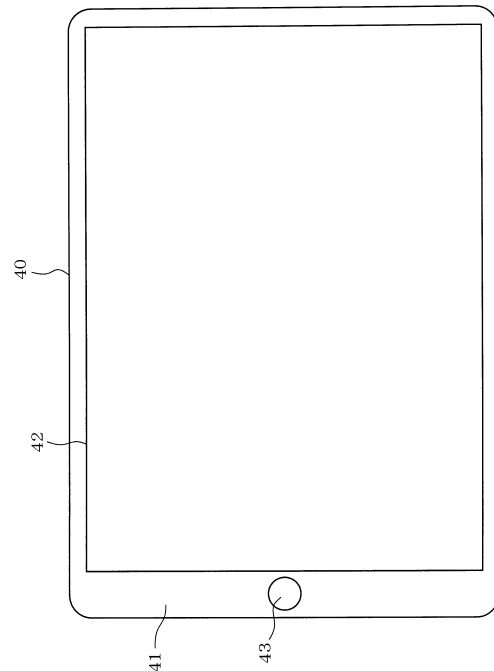
【図 4】



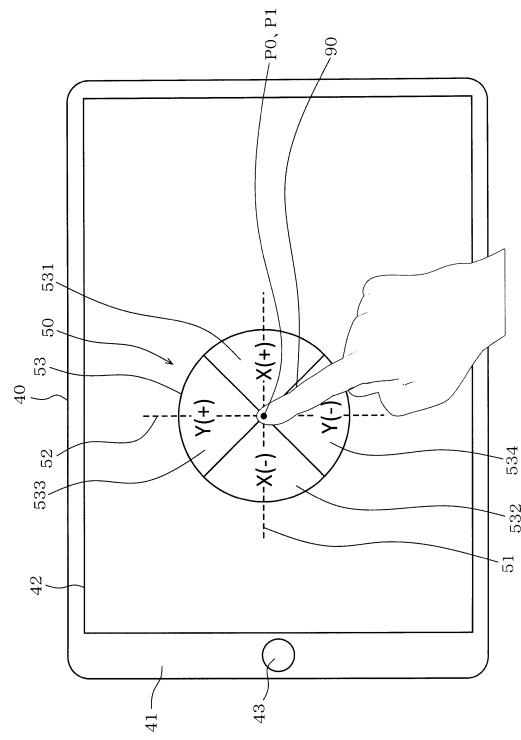
【図 5】



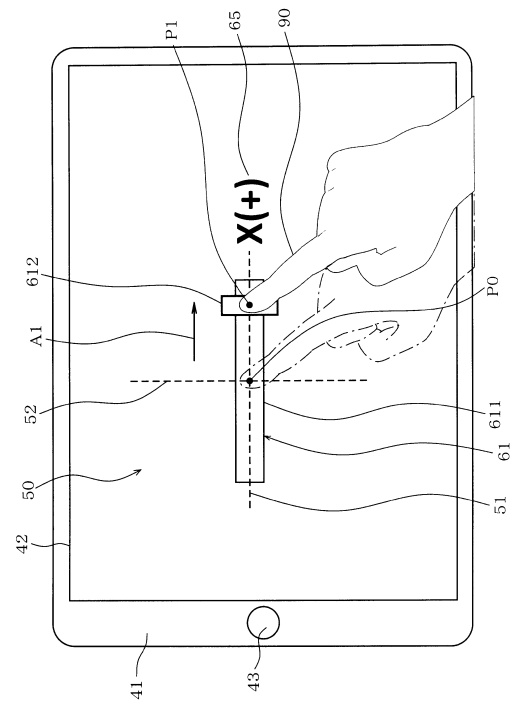
【図 6】



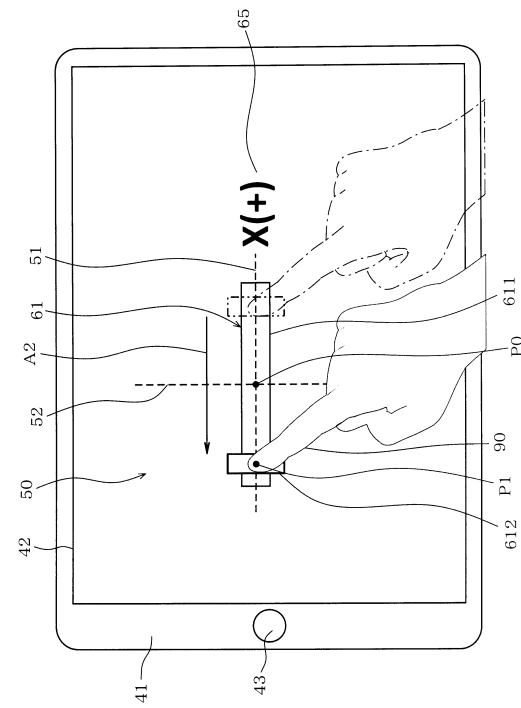
【図 7】



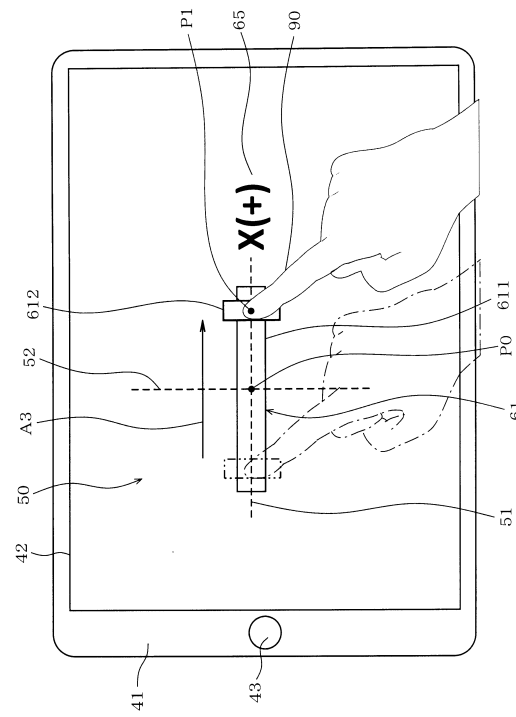
【図 8】



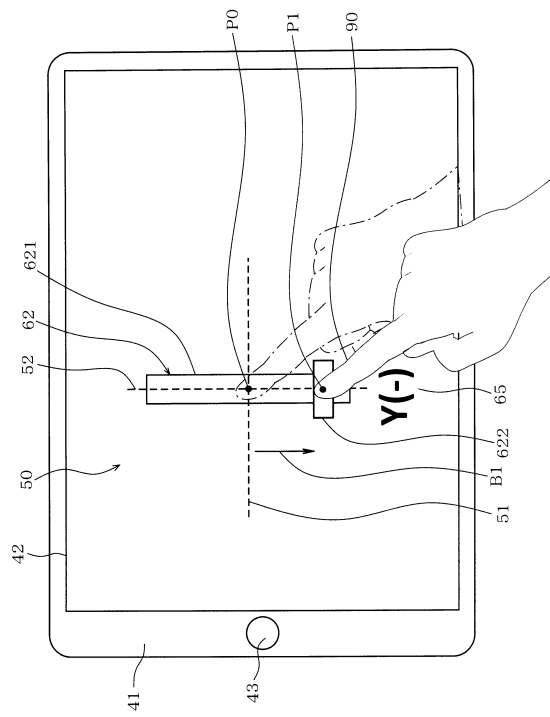
【図 9】



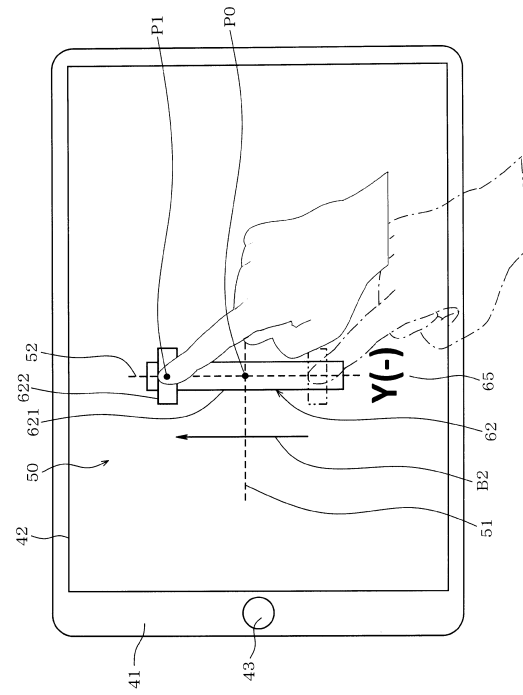
【図 10】



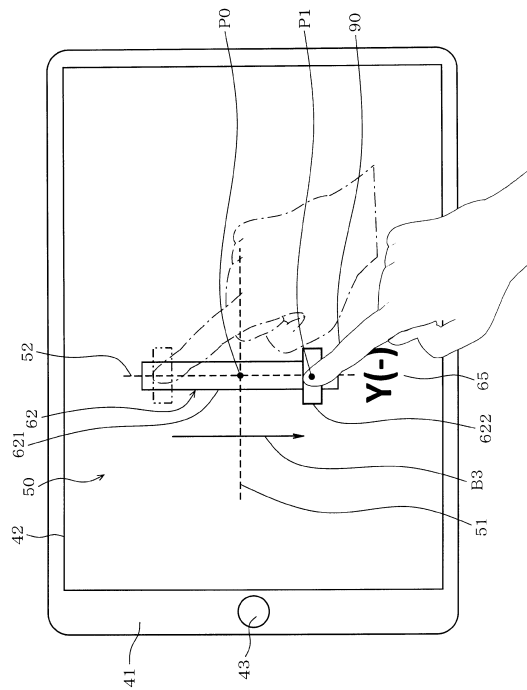
【図 1 1】



【図 1 2】

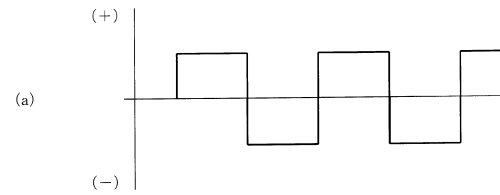


【図 1 3】

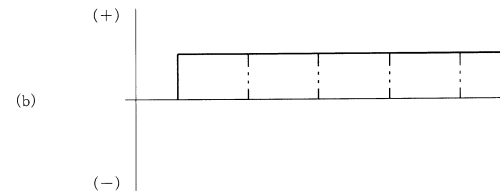


【図 1 4】

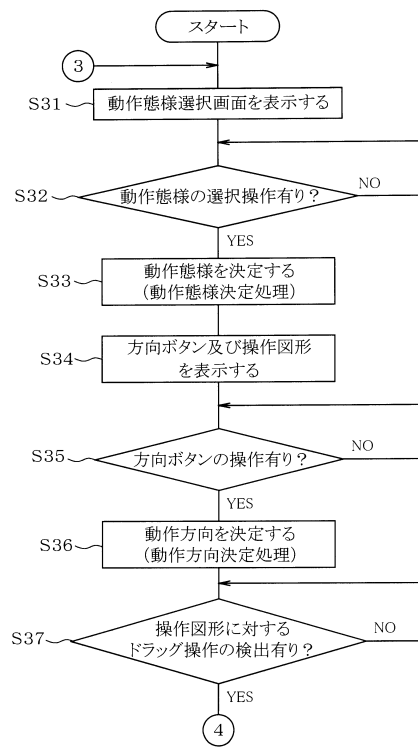
ドラッグ操作の操作速度Vd



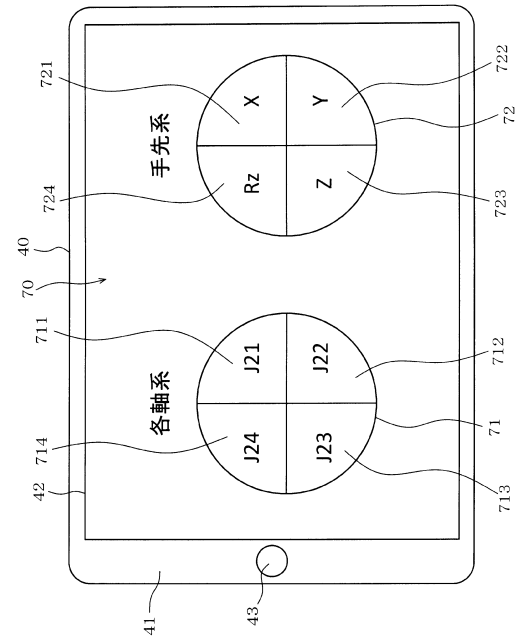
ロボットの動作速度Vr



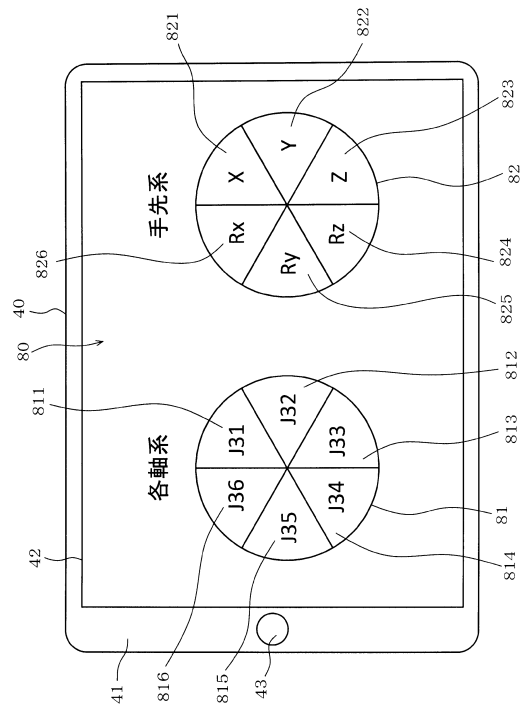
【図 15】



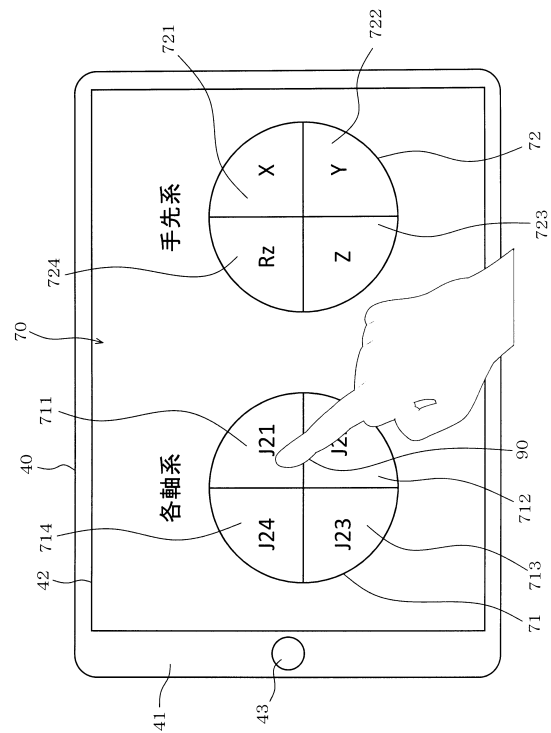
【図 16】



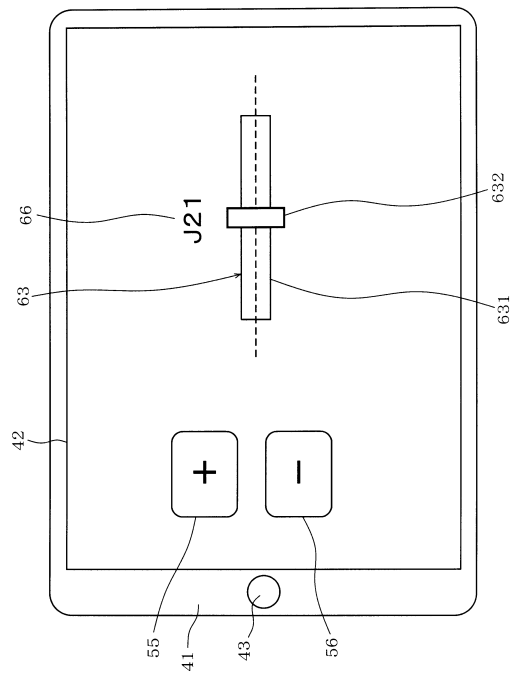
【図 17】



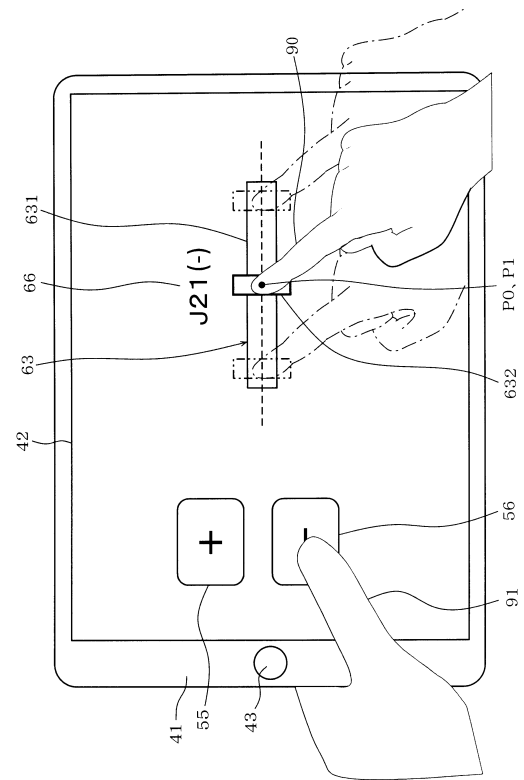
【図 18】



【図 19】



【図 20】

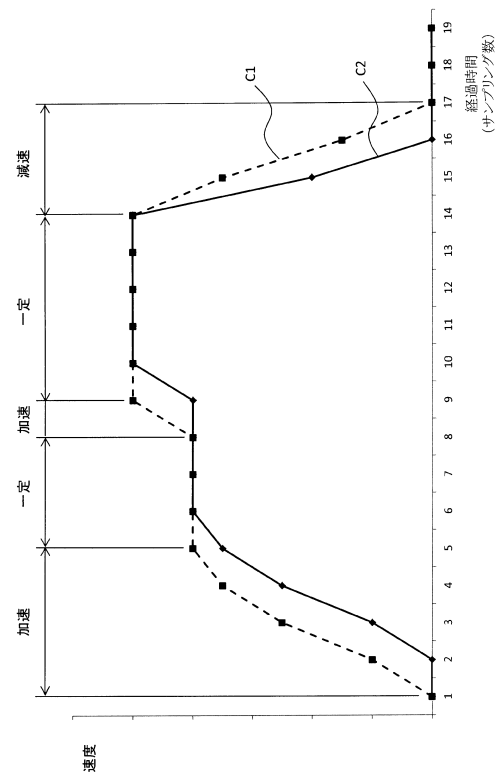


【図 21】

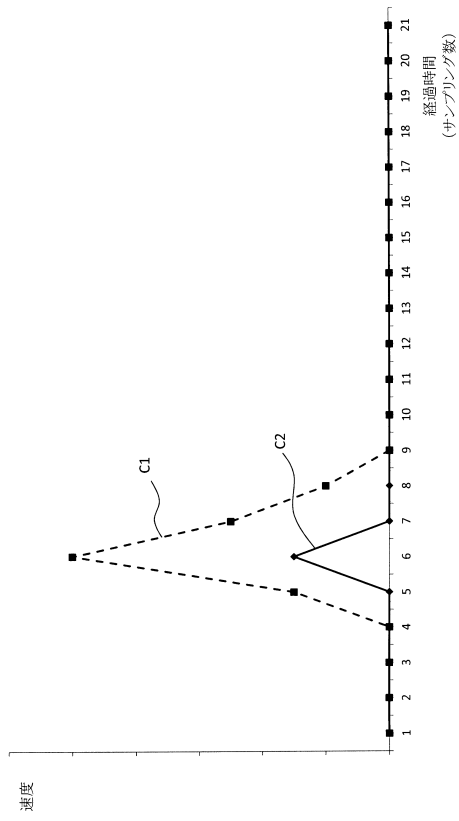
データ (サンプリング周期)	操作速度 $V_d(i)$
$i=1$	$V_d(1)$
$i=2$	$V_d(2)$
$i=3$	$V_d(3)$
$i=4$	$V_d(4)$
$\vdots$	$\vdots$
$i=n$	$V_d(n)$

← 現在
 ← 1サンプリング周期前
 ← $(n-1)$ サンプリング周期前

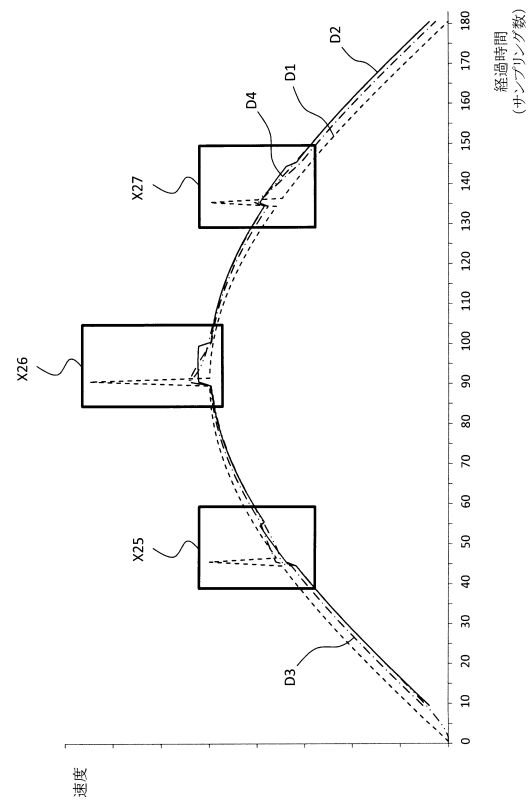
【図 22】



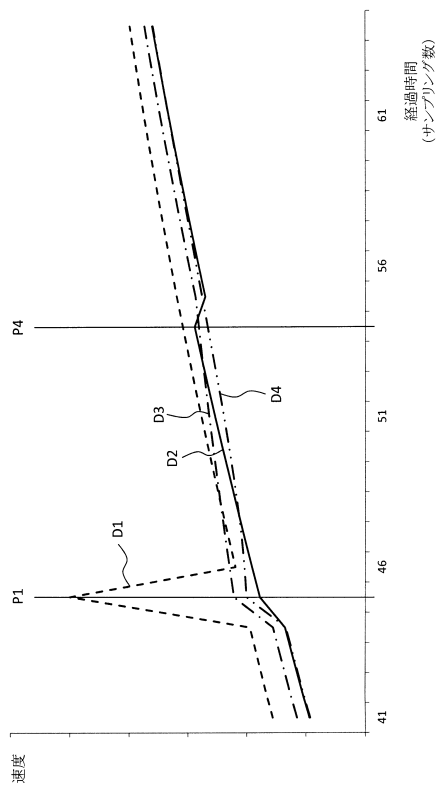
【図 23】



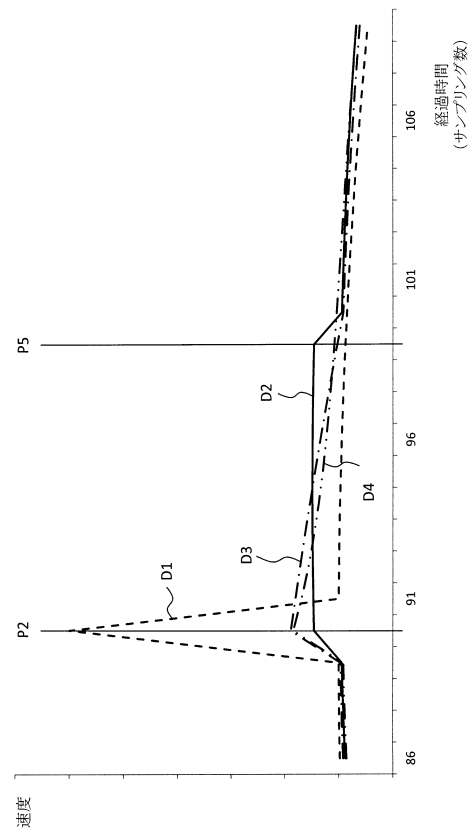
【図 24】



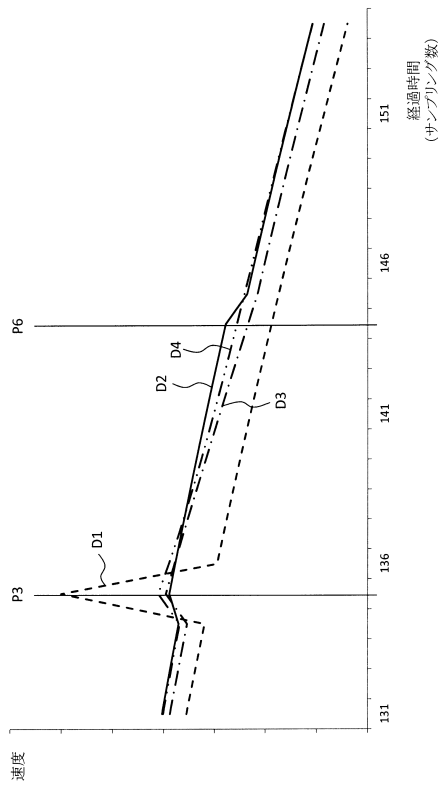
【図 25】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 6 2 8 8 3 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 0 3 9 7 8 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 2 3 5 6 2 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 5 7 5 5 3 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 0 4 7 6 0 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 5 2 8 5 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 3 9 3 2 1 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 5 0 6 0 2 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 3 6 1 3 1 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 1 8 4 4 9 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 0 6 1 0 9 7 (WO , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 0 5 0 5 9 1 (US , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 0 4 5 9 5 1 (US , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 5 J 1 3 / 0 0 - 1 3 / 0 8
G 0 5 B 1 9 / 4 0 9
G 0 6 F 3 / 0 0 - 3 / 1 4