(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年7月2日(02.07.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/137176 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 19/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/043408

(22) 国際出願日： 2019年11月6日(06.11.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-248505 2018年12月28日(28.12.2018) JP

(71) 出願人:京セラドキュメントソリューションズ株式会社 (**KYOCERA DOCUMENT SOLUTIONS INC.**) [JP/JP]; 〒5408585 大阪府大阪市中央区玉造１丁目２番２８号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 森口 航平 (**MORIGUCHI Kohei**); 〒5408585 大阪府大阪市中央区玉造１丁目２番２８号 京セラドキュメントソリューションズ株式会社内 Osaka (JP).

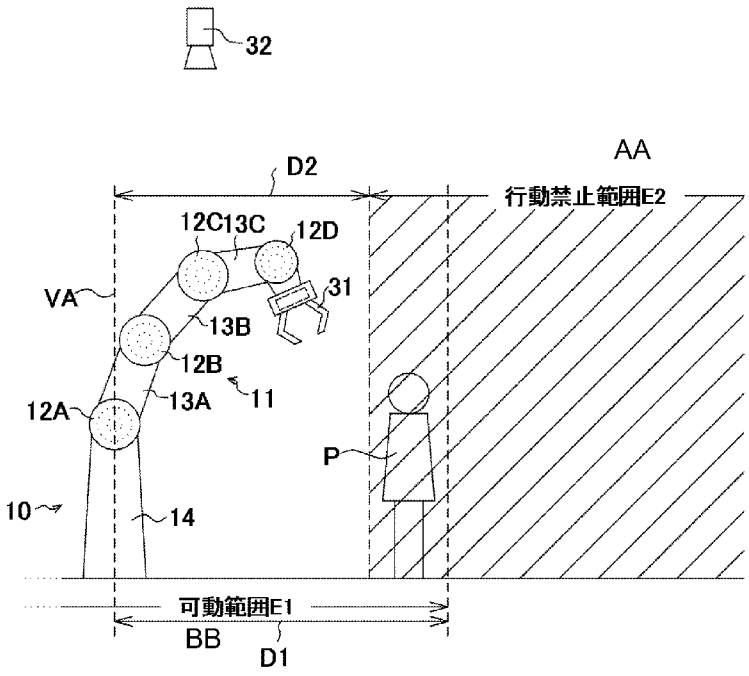
(74) 代理人: 田中 米藏 (**TANAKA Yonezo**); 〒5300044 大阪府大阪市北区東天満２－９－４ 千代田ビル東館６階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

WO 2020/137176 A1

(54) **Title:** CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 制御装置



AA Action prohibition range E2
BB Movement-possible range E1

(57) **Abstract:** This control device (20) comprises, in a control unit (21): a detection part (214) that detects a trespasser (P) to a movement-possible range (E1) of an arm (11); and a control part (215) that, when the detection part (214) detects a trespasser (P) to the movement-possible range (E1), sets an action prohibition range (E2) of the arm (11) to a range such that the arm (11) does not come into contact with the trespasser P, and controls the action of the arm accordingly.

［続葉有］

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:制御装置(２０)は制御ユニット(２１)に、アーム(１１)の可動範囲(Ｅ１)への侵入者(Ｐ)を検出する検出部(２１４)と、検出部(２１４)が可動範囲(Ｅ１)への侵入者(Ｐ)を検出した場合、アーム(１１)が侵入者Ｐに接触しない範囲に、アーム(１１)の行動禁止範囲(Ｅ２)を設定して、アームの行動を制限する制限部(２１５)と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットのアームを構成する各関節の駆動を制御する制御装置に関する。

背景技術

[0002] 作業者がロボットと協働して作業を行っている時、アームが作業者に接触することにより事故が発生する可能性がある。このような事故を防止する方法として、作業者がロボットに接近した時にロボットの動作を減速させる、又は停止させる方法が提案されている（下記の特許文献１を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－１８８４５８号公報

発明の概要

[0004] しかしながら、作業者がロボットに接近するたびに、ロボットの動作を減速又は停止させると、作業効率が悪化し、生産性が大きく低下するおそれがある。

[0005] 本発明は、上記の事情に鑑みなされたものであり、作業者とロボットとが接近する状況になったときに、生産性を大きく低下させることなく、作業者の安全性を確保できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一局面に係る制御装置は、複数の関節を有し、一方端がベースに支持され、三次元空間を自在に移動可能なアームと、前記複数の関節それぞれに設けられた、前記関節を駆動する駆動部と、を備えるロボットの動作を制御する制御装置であって、前記アームの行動計画を生成する行動計画部と、前記行動計画部により生成された行動計画に従って、前記駆動部の駆動を制御する制御部と、前記ロボットの作業環境を監視する監視部から得られる

作業環境情報に基づいて、前記アームの可動範囲への侵入者を検出する検出部と、前記検出部が前記可動範囲への前記侵入者を検出した場合、前記アームが前記侵入者に接触しない範囲に、前記アームの行動禁止範囲を設定して、前記アームの行動を制限する制限部と、を備え、前記行動計画部は、前記制限部により前記行動禁止範囲が設定された場合には、前記行動禁止範囲で前記アームが行動しない計画に、行動計画を生成し直し、前記制御部は、前記行動計画部が生成し直した行動計画に従って、前記駆動部の駆動を制御する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、アームの可動範囲へ人間が侵入すると、行動禁止範囲が設定され、アームの行動が制限されるので、人間とアームとの接触事故を防止することができる。また、従来のように、アームの動作を減速や停止させることはないので、生産性が大きく低下するのを回避することが可能となる。従って、生産性を大きく低下させることなく、作業者の安全性を確保することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の一実施形態に係る制御装置を含んで構成されるロボット制御システムの主要内部構成を概略的に示す機能ブロック図である。

[図2]制御の対象となるロボットを模式的に示す外観図である。

[図3]アームの可動範囲を説明するための説明図である。

[図4]アームの行動禁止範囲を説明するための説明図である。

[図5]第１実施形態に係る制御装置の制御ユニットで行われる処理動作の一例を示すフローチャートである。

[図6A]行動禁止範囲が段階的に切り替えられることを説明するための説明図である。

[図6B]行動禁止範囲が段階的に切り替えられることを説明するための説明図である。

[図7]第２実施形態に係る制御装置の制御ユニットで行われる処理動作の一例

を示すフローチャートである。

[図8]第３実施形態に係る制御装置を含んで構成されるロボット制御システムの主要内部構成を概略的に示す機能ブロック図である。

[図9]第４実施形態に係る制御装置を含んで構成されるロボット制御システムの主要内部構成を概略的に示す機能ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の一実施形態に係る制御装置について図面を参照して説明する。図１は、第１実施形態に係る制御装置を含んで構成されるロボット制御システムの主要内部構成を概略的に示す機能ブロック図である。図２は、制御の対象となるロボットを模式的に示す外観図である。

[0010] ロボット制御システム１は、ロボット１０と、ロボット１０の動作を制御する制御装置２０と、を含んで構成される。

[0011] ロボット１０は、図２に示すように、人間の腕と同様の運動機能を持つマニピュレーターで、三次元空間を自在に移動可能なアーム（ロボットアーム）１１を備え、アーム１１の一方端はベース（土台）１４に支持されている。アーム１１は、複数の関節１２Ａ乃至１２Ｄ（以降、まとめて「関節１２」とも称す）と、関節１２どうしをつなぐリンク１３Ａ乃至１３Ｃとを有する。

[0012] また、アーム１１は、その先端部１５にエンドエフェクターが着脱交換可能に構成されている。図２中では、エンドエフェクターとして、対向して配置された２つの指部３１Ａ，３１Ｂを有するハンド３１が取り付けられている。ハンド３１は、例えば、把持対象物であるワークを掴んで（ピッキング動作）、掴んだワークを任意の場所まで運ぶこと（プレース動作）に使用される。また、ハンド３１には、指部３１Ａ，３１Ｂを駆動するハンド駆動部３１Ｃが内蔵されている。

[0013] ロボット１０は、関節１２それぞれに設けられた、関節１２を駆動する駆動部（関節駆動部）１６Ａ乃至１６Ｄ（以降、まとめて「駆動部１６」とも称す）と、関節１２それぞれに設けられた、関節１２の回転角を検出する関

節角検出部１７Ａ乃至１７Ｄ（以降、まとめて「関節角検出部１７」とも称す）と、を備える。また、ロボット１０の上方には、ロボット１０の作業環境を監視するカメラ３２が設置されている。なお、駆動部１６、及び関節角検出部１７としてはそれぞれ、例えば、モーター、エンコーダーが挙げられる。また、カメラ３２は、特許請求の範囲における監視部の一例である。

[0014] アーム１１の先端部１５の位置は、関節１２Ａ乃至１２Ｄすべての角度から割り出すことができる。そのため、関節角検出部１７は、アーム１１の先端部１５の位置を検出する位置検出部としての役割を果たす。なお、ロボット１０の全体を撮影するカメラ３２を、上記位置検出部として利用することも可能である。

[0015] 制御装置２０は、制御ユニット２１と、操作部２２と、表示部２３と、記憶部２４と、外部インターフェイス部（外部Ｉ／Ｆ）２５と、を備える。

[0016] 操作部２２は、キーボードやマウス等から構成され、制御ユニット２１にコマンドや文字を入力したり、表示部２３における画面上のポインターを操作したりする。表示部２３は、例えば、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ：Liquid Crystal Display）や有機ＥＬ（ＯＬＥＤ：Organic Light-Emitting Diode）ディスプレイなどの表示装置であり、制御ユニット２１からの応答やデータ結果を表示する。操作部２２は、例えば、アーム１１に行わせる作業の指示入力に用いられ、アーム１１の先端部１５の目標到達位置（例えば、ワークを掴む位置や、掴んだワークを運んで放す位置）などの指示入力に用いられる。ワークを掴む位置は、ピッキング動作の終点となり、ワークを放す位置は、プレース動作の終点になる。

[0017] 記憶部２４は、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）などの記憶装置であり、制御装置２０の動作に必要なプログラムやデータを記憶し、行動計画記憶部２４１を含む。行動計画記憶部２４１に記憶されるのは、後述する行動計画部２１２で生成されるアーム１１の行動計画である。

[0018] 外部インターフェイス部２５は、外部装置と接続するためのもので、制御装置２０は、外部インターフェイス部２５を介して、ロボット１０を構成す

る駆動部１６及び関節角検出部１７と、カメラ３２と接続され、更に、ロボット１０を介して、ハンド駆動部３１Ｃと接続されている。

[0019] 制御ユニット２１は、プロセッサー、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、及び専用のハードウェア回路を含んで構成される。プロセッサーは、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、又はＭＰＵ（Micro Processing Unit）等である。制御ユニット２１は、制御部２１１と、行動計画部２１２と、検出部２１４と、制限部２１５と、を備えている。

[0020] 制御ユニット２１は、記憶部２４に記憶されている制御プログラムに従った上記プロセッサーによる動作により、制御部２１１、行動計画部２１２、検出部２１４、及び制限部２１５として機能する。但し、制御ユニット２１等の上記の各構成は、制御ユニット２１による制御プログラムに基づく動作によらず、それぞれハードウェア回路により構成することも可能である。以下、特に触れない限り、各実施形態について同様である。

[0021] 制御部２１１は、制御装置２０の全体的な動作制御を司る。制御部２１１は、操作部２２、表示部２３、記憶部２４、及び外部インターフェイス部２５と接続されており、接続されている上記各構成の動作制御や、各構成との間での信号またはデータの送受信を行う。

[0022] 行動計画部２１２は、操作部２２を介してユーザーによって指示された作業を実現する計画として、アーム１１の行動計画を生成する。例えば、行動計画部２１２は、アーム１１の先端部１５の目標軌道や、目標軌道上の作業点、作業点での作業内容等を生成する。なお、目標軌道の生成には、ＲＲＴ（Rapidly exploring random tree）など、種々の生成アルゴリズムを適用することができる。

[0023] 制御部２１１は、更に、行動計画部２１２により生成された行動計画に従って、駆動部１６の駆動を制御する。例えば、制御部２１１は、行動計画部２１２により生成された目標軌道（例えば、目標位置）と、アーム１１の先端部１５の位置とに基づいて、当該先端部１５を目標軌道に追従させるよう

に、駆動部１６の駆動を制御する。なお、アーム１１の先端部１５の位置は、関節角検出部１７により検出されるすべての角度から割り出すことができる。

[0024] 検出部２１４は、カメラ３２から得られる作業環境情報に基づいて、アーム１１の可動範囲Ｅ１（図３を参照）への侵入者を検出する。例えば、検出部２１４は、カメラ３２が撮影することによって得られた画像データを解析して、アーム１１以外の動く物体を、侵入者として検出する。また、検出部２１４は、カメラ３２から得られる作業環境情報に基づいて、可動範囲Ｅ１からの侵入者の退出や、侵入者の移動の有無を検出すること、侵入者の存在位置を検出することが可能である。

[0025] 図３は、アーム１１の可動範囲Ｅ１を説明するための説明図である。アーム１１の可動範囲Ｅ１は、アーム１１を水平に延ばしたときの、ベース１４に支持されるアーム１１の一方端を通る鉛直軸ＶＡからエンドエフェクターであるハンド３１の先端までの範囲である。また、距離Ｄ１は、鉛直軸ＶＡから可動範囲Ｅ１の境界線までの距離を示している。

[0026] 制限部２１５は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者を検出した場合、アーム１１が侵入者に接触しない範囲に、アーム１１の行動禁止範囲Ｅ２（図４を参照）を設定して、アーム１１の行動を制限する。

[0027] 図４は、アーム１１の行動禁止範囲Ｅ２を説明するための説明図である。行動禁止範囲Ｅ２（図中斜線部）は、アーム１１が可動範囲Ｅ１へ侵入した侵入者Ｐに接触しないように、可動範囲Ｅ１の一部（侵入者Ｐの存在位置及びその周辺）を含む。また、距離Ｄ２は、鉛直軸ＶＡから行動禁止範囲Ｅ２の境界線までの距離を示し、距離Ｄ２は距離Ｄ１よりも短い。

[0028] 制限部２１５により行動禁止範囲Ｅ２が設定されると、行動計画部２１２は、行動禁止範囲Ｅ２でアーム１１が行動しない計画に、行動計画を生成し直す。そして、制御部２１１は、行動計画部２１２が生成し直した行動計画に従って、駆動部１６の駆動を制御する。

[0029] 次に、第１実施形態に係る制御装置２０における制御ユニット２１で行わ

れる処理動作の一例について、図５に示すフローチャートに基づいて説明する。例えば、上記処理動作は、ピッキングアンドプレース等の作業を繰り返す場合に行われる処理動作である。

[0030] 制御部２１１が、行動計画部２１２により生成された行動計画に従って、駆動部１６の駆動制御を行い、ユーザーによって指示された作業を開始すると（Ｓ１）、制御部２１１は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出したか否かを判断する（Ｓ２）。

[0031] 制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出したと判断した場合（Ｓ２でＹＥＳ）、制限部２１５は、アーム１１の行動禁止範囲Ｅ２を設定し、アーム１１の行動を制限し（Ｓ３）、行動計画部２１２は、行動禁止範囲Ｅ２でアーム１１が行動しない計画に、上記作業を実現するための行動計画を生成し直す（Ｓ４）。その際、行動計画部２１２は、元の行動計画を行動計画記憶部２４１に保存する。なお、行動禁止範囲Ｅ２の設定方法としては、例えば、以下の３つが挙げられる。

[0032] １．検出部２１４が、可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出すると、制限部２１５が、予め定められた行動禁止範囲Ｅ２を設定する。

[0033] ２．鉛直軸ＶＡから侵入者Ｐまでの距離Ｄ３（図６Ａ及び図６Ｂを参照）に応じた、行動禁止範囲Ｅ２を予め複数用意しておき、検出部２１４が、鉛直軸ＶＡから侵入者Ｐまでの距離Ｄ３を検出し、制限部２１５が、距離Ｄ３に応じて、行動禁止範囲Ｅ２を決定して設定する。すなわち、行動禁止範囲Ｅ２は、距離Ｄ３に応じて段階的に切り替わる。

[0034] 図６Ａ及び図６Ｂはそれぞれ、行動禁止範囲Ｅ２が段階的に切り替えられることを説明するための説明図である。鉛直軸ＶＡから侵入者Ｐまでの距離Ｄ３が距離Ｄ３１の時には、図６Ａに示すように、行動禁止範囲Ｅ２は、鉛直軸ＶＡから距離Ｄ２１離れた行動禁止範囲Ｅ２１となり、鉛直軸ＶＡから侵入者Ｐまでの距離Ｄ３が距離Ｄ３２（＜Ｄ３１）の時には、図６Ｂに示すように、行動禁止範囲Ｅ２は、鉛直軸ＶＡから距離Ｄ２２（＜Ｄ２１）離れた行動禁止範囲Ｅ２２となり、アーム１１の行動が許可される範囲が狭くな

る。

[0035] ３．検出部２１４が、侵入者Ｐの存在位置を検出し、制限部２１５が、侵入者Ｐの存在位置及びその周辺を、行動禁止範囲Ｅ２に決定して設定する。

[0036] なお、ここでは制限部２１５が行動禁止範囲Ｅ２を設定する場合について説明しているが、鉛直軸ＶＡから侵入者Ｐまでの距離Ｄ３が予め定められた閾値以下になると（すなわち、侵入者Ｐがアーム１１に接近し過ぎた場合には）、制御部２１１が、アーム１１の動作を停止させてもよい。

[0037] 続いて、制御部２１１は、行動計画部２１２が生成し直した行動計画に従って、駆動部１６の駆動制御を行い、上記作業を実行し（Ｓ５）、その後、制御部２１１は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出したか否かを判断する（Ｓ６）。

[0038] 制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出したと判断した場合（Ｓ６でＹＥＳ）、制限部２１５は、アーム１１の行動禁止範囲Ｅ２の設定を解除し（Ｓ７）、制御部２１１は、行動計画記憶部２４１に記憶されている元の行動計画に従って、駆動部１６の駆動制御を行い、上記作業を実行し（Ｓ８）、その後、処理はＳ２に戻る。

[0039] 一方、制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出していないと判断した場合（Ｓ６でＮＯ）、制御部２１１は、上記作業の全てが完了したか否かを判断する（Ｓ９）。例えば、予定されていた回数のピッキングアンドプレースが終了した場合や、把持対象物が無くなった場合、制御部２１１は、作業の全てが完了したと判断する。なお、把持対象物が無くなったか否かは、カメラ３２からの画像データを解析することによって判断することが可能である。

[0040] 制御部２１１が、上記作業の全てが完了したと判断した場合（Ｓ９でＹＥＳ）、この処理動作を終了し、制御部２１１が、上記作業の全ては完了していないと判断した場合（Ｓ９でＮＯ）、処理はＳ６に戻る。

[0041] また、Ｓ２において、制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出していないと判断した場合（Ｓ２でＮＯ）、制御部２１１は

、上記作業の全てが完了したか否かを判断し（Ｓ１０）、制御部２１１が、上記作業の全てが完了したと判断した場合（Ｓ１０でＹＥＳ）、この処理動作を終了し、制御部２１１が、上記作業の全ては完了していないと判断した場合（Ｓ１０でＮＯ）、処理はＳ２に戻る。

[0042] 上記第１実施形態によれば、アーム１１の可動範囲Ｅ１へ人間が侵入すると、行動禁止範囲Ｅ２が設定され、アーム１１の行動が制限されるので、人間とアーム１１との接触事故を防止することができる。また、従来のように、アーム１１の動作を減速や停止させるのではないので、生産性が大きく低下するのを回避することが可能となる。従って、生産性を大きく低下させることなく、作業者の安全性を確保ことが可能である。

[0043] また、アーム１１の行動を制限する際には、その旨を侵入者Ｐへ通知するのが好ましい。例えば、スピーカーを設け、行動禁止範囲Ｅ２を設定する前に、制御部２１１がスピーカーから「危険領域に作業者がいるので、ロボットの行動範囲を制限します」といった案内や「ロボットの行動範囲を制限します。都合が悪ければ、後ろに下がってください」といった案内を流す。

[0044] 次に、第２実施形態に係る制御装置２０における制御ユニット２１で行われる処理動作の一例について、図７に示すフローチャートに基づいて説明する。例えば、上記処理動作は、ピッキングアンドプレース等の作業を繰り返す場合に行われる処理動作である。

[0045] 制御部２１１が、行動計画部２１２により生成された行動計画に従って、駆動部１６の駆動制御を行い、ユーザーによって指示された作業を開始すると（Ｓ１１）、制御部２１１は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出したか否かを判断する（Ｓ１２）。

[0046] 制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出したと判断した場合（Ｓ１２でＹＥＳ）、制御部２１１は、アーム１１の動作を一旦停止させる（Ｓ１３）。

[0047] 続いて、制御部２１１は、検出部２１４が侵入者Ｐの停止を検出したか否かを判断する（Ｓ１４）。例えば、検出部２１４は、予め定められた時間継

続して、侵入者Ｐの動く範囲が微小である場合、侵入者Ｐは停止していると判定する。

[0048] 制御部２１１が、検出部２１４が侵入者Ｐの停止を検出したと判断した場合（Ｓ１４でＹＥＳ）、制限部２１５は、検出部２１４が検出した侵入者Ｐの存在位置（すなわち、侵入者Ｐの停止位置）に基づいて、行動禁止範囲Ｅ２を決定して設定し、アーム１１の行動を制限し（Ｓ１５）、行動計画部２１２は、行動禁止範囲Ｅ２でアーム１１が行動しない計画に、上記作業を実行するための行動計画をし直す（Ｓ１６）。その際、行動計画部２１２は、元の行動計画を行動計画記憶部２４１に保存する。

[0049] 続いて、制御部２１１は、行動計画部２１２が生成し直した行動計画に従って、駆動部１６の駆動制御を行い、上記作業を再開し（Ｓ１７）、その後、制御部２１１は、検出部２１４が侵入者Ｐの移動を検出したか否かを判断する（Ｓ１８）。

[0050] 制御部２１１が、検出部２１４が侵入者Ｐの移動を検出したと判断した場合（Ｓ１８でＹＥＳ）、制御部２１１は、アーム１１の動作を一旦停止させ（Ｓ１９）、その後、制御部２１１は、検出部２１４が侵入者Ｐの停止を検出したか否かを判断する（Ｓ２０）。

[0051] 制御部２１１が、検出部２１４が侵入者Ｐの停止を検出したと判断した場合（Ｓ２０でＹＥＳ）、処理はＳ１５に移り、制限部２１５は、検出部２１４が検出した侵入者Ｐの存在位置（停止位置）に基づいて、行動禁止範囲Ｅ２を決定して設定し（Ｓ１５）、アーム１１の行動を制限する。

[0052] 一方、制御部２１１は、検出部２１４が侵入者Ｐの停止を検出していないと判断した場合（Ｓ２０でＮＯ）、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出したか否かを判断する（Ｓ２１）。

[0053] そして、制御部２１１は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出したと判断した場合（Ｓ２１でＹＥＳ）、アーム１１の動作が一連の作業の途中であるか否かを判断する（Ｓ２２）。

[0054] 例えば、ピッキングアンドプレースの作業が繰り返し行われている場合で

あれば、１回分のピッキングアンドプレースの動作中のとき、制御部２１１は、アーム１１の動作が一連の作業の途中であると判断する。

[0055] 制御部２１１が、アーム１１の動作が一連の作業の途中でないと判断した場合（Ｓ２２でＮＯ）、制限部２１５は、アーム１１の行動禁止範囲Ｅ２の設定を解除し（Ｓ２３）、制御部２１１は、行動計画記憶部２４１に記憶されている元の行動計画に従って、駆動部１６の駆動制御を行い、上記作業を再開し（Ｓ２４）、その後、処理はＳ１２に戻る。

[0056] 一方、制御部２１１が、アーム１１の動作が一連の作業の途中であると判断した場合（Ｓ２２でＹＥＳ）には、一連の作業が終了してから（Ｓ２２でＮＯ）、制限部２１５は、アーム１１の行動禁止範囲Ｅ２の設定を解除する（Ｓ２３）。

[0057] また、Ｓ２１において、制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出していないと判断した場合（Ｓ２１でＮＯ）、処理はＳ２０に戻る。

[0058] また、Ｓ１８において、制御部２１１が、検出部２１４が侵入者Ｐの移動を検出していないと判断した場合（Ｓ１８でＮＯ）、制御部２１１は、上記作業の全てが完了したか否かを判断し（Ｓ２５）、制御部２１１が、上記作業の全てが完了したと判断した場合（Ｓ２５でＹＥＳ）、この処理動作を終了し、制御部２１１が、上記作業の全ては完了していないと判断した場合（Ｓ２５でＮＯ）、処理はＳ１８に戻る。

[0059] また、Ｓ１４において、制御部２１１が、検出部２１４が侵入者Ｐの停止を検出していないと判断した場合（Ｓ１４でＮＯ）、制御部２１１は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出したか否かを判断する（Ｓ２６）。

[0060] 制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退出を検出したと判断した場合（Ｓ２６でＹＥＳ）、制御部２１１は、上記作業を再開し（Ｓ２７）、その後、処理はＳ１２に戻る。

[0061] 一方、制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１からの侵入者Ｐの退

出を検出していないと判断した場合（Ｓ２６でＮＯ）、処理はＳ１４に戻る。

[0062] また、Ｓ１２において、制御部２１１が、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出していないと判断した場合（Ｓ１２でＮＯ）、制御部２１１は、上記作業の全てが完了したか否かを判断し（Ｓ２８）、制御部２１１が、上記作業の全てが完了したと判断した場合（Ｓ２８でＹＥＳ）、この処理動作を終了し、制御部２１１が、上記作業の全ては完了していないと判断した場合（Ｓ２８でＮＯ）、処理はＳ１２に戻る。

[0063] 上記第２実施形態によれば、アーム１１の可動範囲Ｅ１へ人間が侵入すると、まずはアーム１１の動作を停止させるので、作業者の安全性をより確実に確保することが可能である。また、行動禁止範囲Ｅ２は侵入者Ｐの停止位置に基づいて決定されるので、行動禁止範囲Ｅ２を極力小さくすることができ、作業者の安全を確保しつつ、生産性の低下を最小限に抑えることが可能となる。

[0064] また、ここでは可動範囲Ｅ１へ人間が侵入すると、制御部２１１が、アーム１１の動作を停止させる場合について説明しているが、別の実施形態では、制御部２１１が、アーム１１の動作速度を落とすようにしてもよい。

[0065] また、更に別の実施形態では、検出部２１４は、カメラ３２から得られる作業環境情報に基づいて、可動範囲Ｅ１周辺の予め定められた注意領域への人間の侵入を検出し、検出部２１４が上記注意領域への人間の侵入を検出した場合、制御部２１１が、アーム１１の動作速度を落とすようにしてもよい。例えば、検出部２１４が注意領域への人間の侵入を検出していないときのアーム１１の動作速度よりも遅い動作速度に落とす。

[0066] 図８は、第３実施形態に係る制御装置を含んで構成されるロボット制御システムの主要内部構成を概略的に示す機能ブロック図である。上記第３実施形態に係る制御装置は、図１に示した制御装置と制御ユニット２１が算出部２１６を備える点で相違する。

[0067] 算出部２１６は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出した場

合、この検出時点で実行中の行動計画と侵入者Ｐの存在位置とに基づいて、アーム１１と侵入者Ｐとの接触までの猶予時間Ｔを算出する。

[0068] 制限部２１５は、算出部２１６が算出した猶予時間Ｔが予め定められた時間Ｔ１（例えば、５分）以下になると、行動禁止範囲Ｅ２を設定して、アーム１１の行動を制限するが、猶予時間Ｔが予め定められた時間Ｔ１以下になるまでは、アーム１１の行動を制限しない。すなわち、可動範囲Ｅ１へ人間が侵入したとしても、時間的猶予がある場合には、制限部２１５は、アーム１１の行動を制限しない。

[0069] 上記第３実施形態によれば、猶予時間Ｔが予め定められた時間Ｔ１以下になるまでに、侵入者Ｐが可動範囲Ｅ１から退出すれば、アーム１１の行動は制限されないので、生産性の低下を防止することができる。

[0070] 図９は、第４実施形態に係る制御装置を含んで構成されるロボット制御システムの主要内部構成を概略的に示す機能ブロック図である。上記第４実施形態に係る制御装置は、図１に示した制御装置と制御ユニット２１が判断部２１７及び変更部２１８を備える点で相違する。

[0071] 判断部２１７は、検出部２１４が可動範囲Ｅ１への侵入者Ｐを検出した場合、この検出時点で実行中の行動計画と侵入者Ｐの存在位置とに基づいて、アーム１１と侵入者Ｐとの接触の可能性の有無を判断する。

[0072] 制限部２１５は、判断部２１７がアーム１１と侵入者Ｐと接触の可能性が無いと判断した場合には、行動禁止範囲Ｅ２を設定しない。

[0073] 更に、判断部２１７は、アーム１１と侵入者Ｐとの接触の可能性が有ると判断した場合、この判断時点で実行中の作業とは別の作業の行動計画と侵入者Ｐの存在位置とに基づいて、当該別の作業の行動計画を実行したときのアーム１１と侵入者Ｐとの接触の可能性の有無を判断する。なお、別の作業の行動計画については、事前に生成して、行動計画記憶部２４１に保存しておけばよい。

[0074] 変更部２１８は、判断部２１７が別の行動計画を実行したときのアーム１１と侵入者Ｐとの接触する可能性は無いと判断した場合、実行する作業を上

記別の作業に変更する。

[0075] 制限部２１５は、変更部２１８が実行する作業を変更した場合には、行動禁止範囲Ｅ２を設定しない。

[0076] 上記第４実施形態によれば、行動禁止範囲Ｅ２を設定しなくても、アーム１１と侵入者Ｐとの接触の可能性が無い場合には、アーム１１の行動は制限されない。一方、アーム１１と侵入者Ｐとの接触の可能性が有る場合には、上記接触の可能性の無い別の作業への変更が行われる。従って、作業者の安全性を確保しつつ、生産性の低下を防止することができる。

[0077] また、行動禁止範囲Ｅ２や当該行動禁止範囲Ｅ２を設定するタイミングを学習する学習部を更に備え、学習部が侵入者Ｐの行動パターン等を学習し、その学習結果に基づいて、行動禁止範囲Ｅ２や当該行動禁止範囲Ｅ２を設定するタイミングを適宜調整するようにしてもよい。

[0078] 本発明は上記実施の形態の構成に限られず種々の変形が可能である。また、上記実施形態では、図１乃至図９を用いて上記実施形態により示した構成及び処理は、本発明の一実施形態に過ぎず、本発明を当該構成及び処理に限定する趣旨ではない。

請求の範囲

[請求項1] 複数の関節を有し、一方端がベースに支持され、三次元空間を自在に移動可能なアームと、

前記複数の関節それぞれに設けられた、前記関節を駆動する駆動部と、を備えるロボットの動作を制御する制御装置であって、

前記アームの行動計画を生成する行動計画部と、

前記行動計画部により生成された行動計画に従って、前記駆動部の駆動を制御する制御部と、

前記ロボットの作業環境を監視する監視部から得られる作業環境情報に基づいて、前記アームの可動範囲への侵入者を検出する検出部と、

前記検出部が前記可動範囲への前記侵入者を検出した場合、前記アームが前記侵入者に接触しない範囲に、前記アームの行動禁止範囲を設定して、前記アームの行動を制限する制限部と、を備え、

前記行動計画部は、前記制限部により前記行動禁止範囲が設定された場合には、前記行動禁止範囲で前記アームが行動しない計画に、行動計画を生成し直し、

前記制御部は、前記行動計画部が生成し直した行動計画に従って、前記駆動部の駆動を制御する制御装置。

[請求項2] 前記検出部は、前記一方端を通る鉛直軸から前記侵入者までの距離を検出し、

前記制限部は、前記距離に応じて、前記行動禁止範囲を決定して設定する請求項１に記載の制御装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記距離が予め定められた閾値以下である場合、前記アームの動作を停止させる請求項２に記載の制御装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記検出部が前記可動範囲への前記侵入者を検出した場合、前記アームの動作を中断し、前記侵入者が停止すると、前記動作を再開し、

前記検出部は、前記侵入者の停止位置を検出し、

前記制限部は、前記検出部が検出した前記侵入者の停止位置に基づいて、前記行動禁止範囲を決定して設定する請求項１に記載の制御装置。

[請求項5] 前記検出部は、前記可動範囲からの前記侵入者の退出を検出し、

前記制限部は、前記検出部が前記可動範囲からの前記侵入者の退出を検出した場合、前記行動禁止範囲の設定を解除するが、前記アームの動作が一連の作業の途中である場合には、当該一連の作業が終了してから、前記行動禁止範囲の設定を解除する請求項１に記載の制御装置。

[請求項6] 前記検出部は、前記侵入者の存在位置を検出し、

前記検出部が前記可動範囲への前記侵入者を検出した場合、当該検出時点で実行中の行動計画と前記侵入者の存在位置とに基づいて、前記アームと前記侵入者との接触までの猶予時間を算出する算出部を更に備え、

前記制限部は、前記算出部が算出した前記猶予時間が予め定められた時間以下になると、前記行動禁止範囲を設定して、前記アームの行動を制限するが、前記猶予時間が前記予め定められた時間以下になるまでは、前記アームの行動を制限しない請求項１に記載の制御装置。

[請求項7] 前記検出部は、前記侵入者の存在位置を検出し、

前記検出部が前記可動範囲への前記侵入者を検出した場合、当該検出時点で実行中の行動計画と前記侵入者の存在位置とに基づいて、前記アームと前記侵入者との接触の可能性の有無を判断する判断部を更に備え、

前記制限部は、前記判断部が前記接触の可能性が無いと判断した場合には、前記行動禁止範囲を設定しない請求項１に記載の制御装置。

[請求項8] 前記判断部は、前記接触の可能性が有ると判断すると、当該判断時点で実行中の作業とは別の作業の行動計画と前記侵入者の存在位置と

に基づいて、前記別の作業の行動計画を実行したときの前記アームと前記侵入者との接触の可能性の有無を判断し、

前記判断部が前記別の行動計画を実行したときの前記アームと前記侵入者との接触する可能性は無いと判断した場合、実行する作業を前記別の作業に変更する変更部を更に備え、

前記制限部は、前記変更部が実行する作業を変更した場合には、前記行動禁止範囲を設定しない請求項７に記載の制御装置。

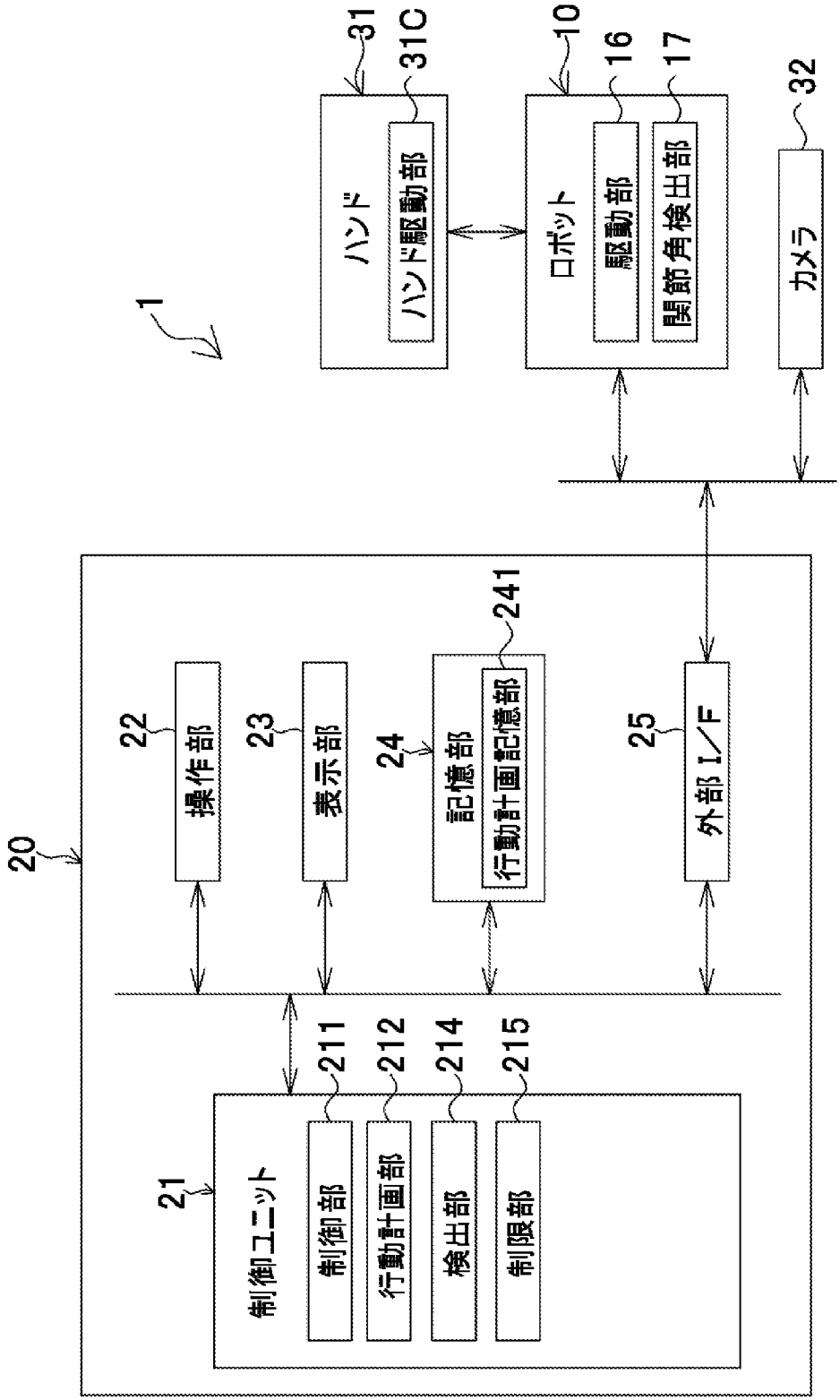
[請求項9] 前記監視部はカメラであり、

前記検出部は、前記カメラが撮影することによって得られた画像データを解析して、前記アーム以外の動く物体を、前記侵入者として検出する請求項１に記載の制御装置。

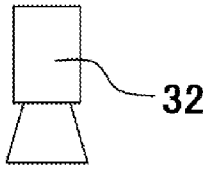
[請求項10] 前記検出部は、前記監視部から得られる作業環境情報に基づいて、前記アームの可動範囲の周辺の予め定められた注意領域への人間の侵入を検出し、

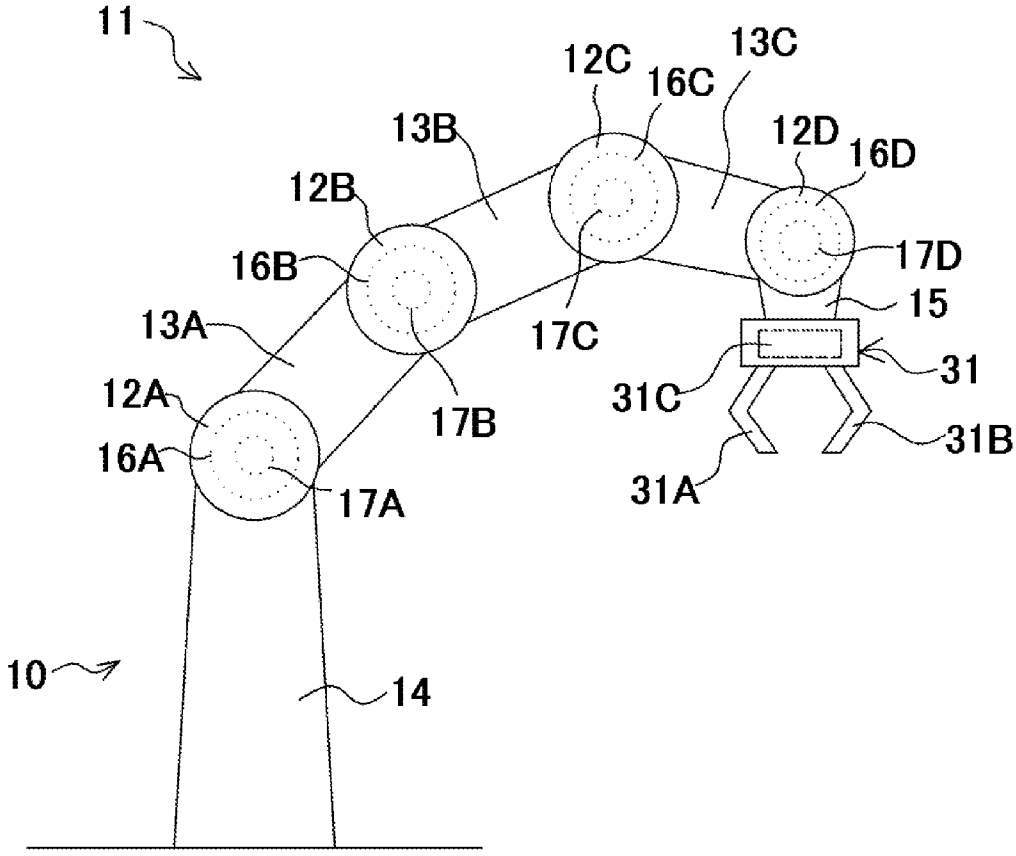
前記制御部は、前記検出部が前記注意領域への人間の侵入を検出した場合、前記アームの動作速度を、当該検出部が当該注意領域への人間の侵入を検出していないときの前記アームの動作速度よりも遅い動作速度に落とす請求項１に記載の制御装置。

[図1]

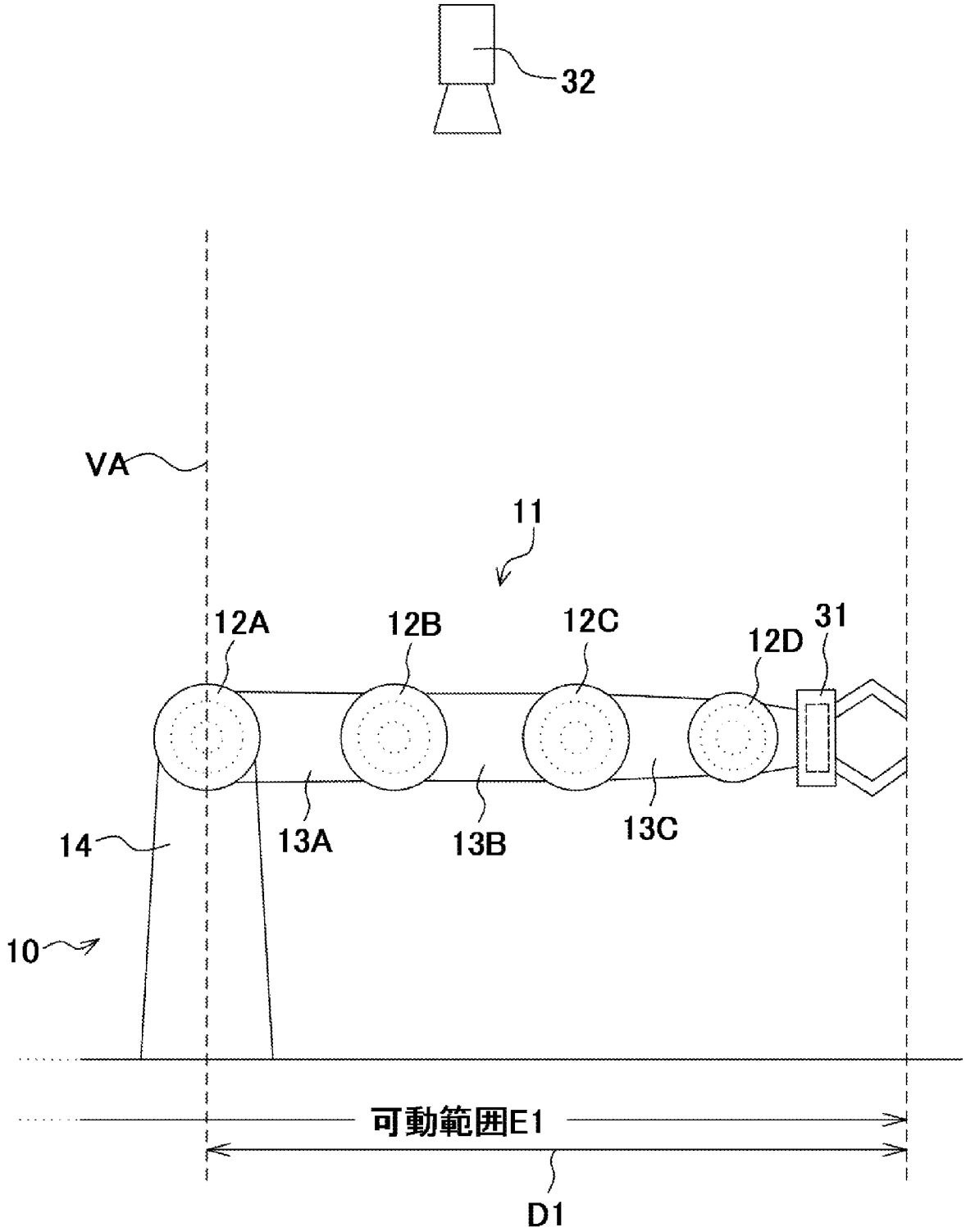

1
ハンド
ハンド駆動部
31
31C
ロボット
駆動部
関節角検出部
10
16
17
カメラ
32
20
操作部
表示部
記憶部
行動計画記憶部
241
外部I／F
22
23
24
25
制御ユニット
制御部
行動計画部
検出部
制限部
21
211
212
214
215

[図2]

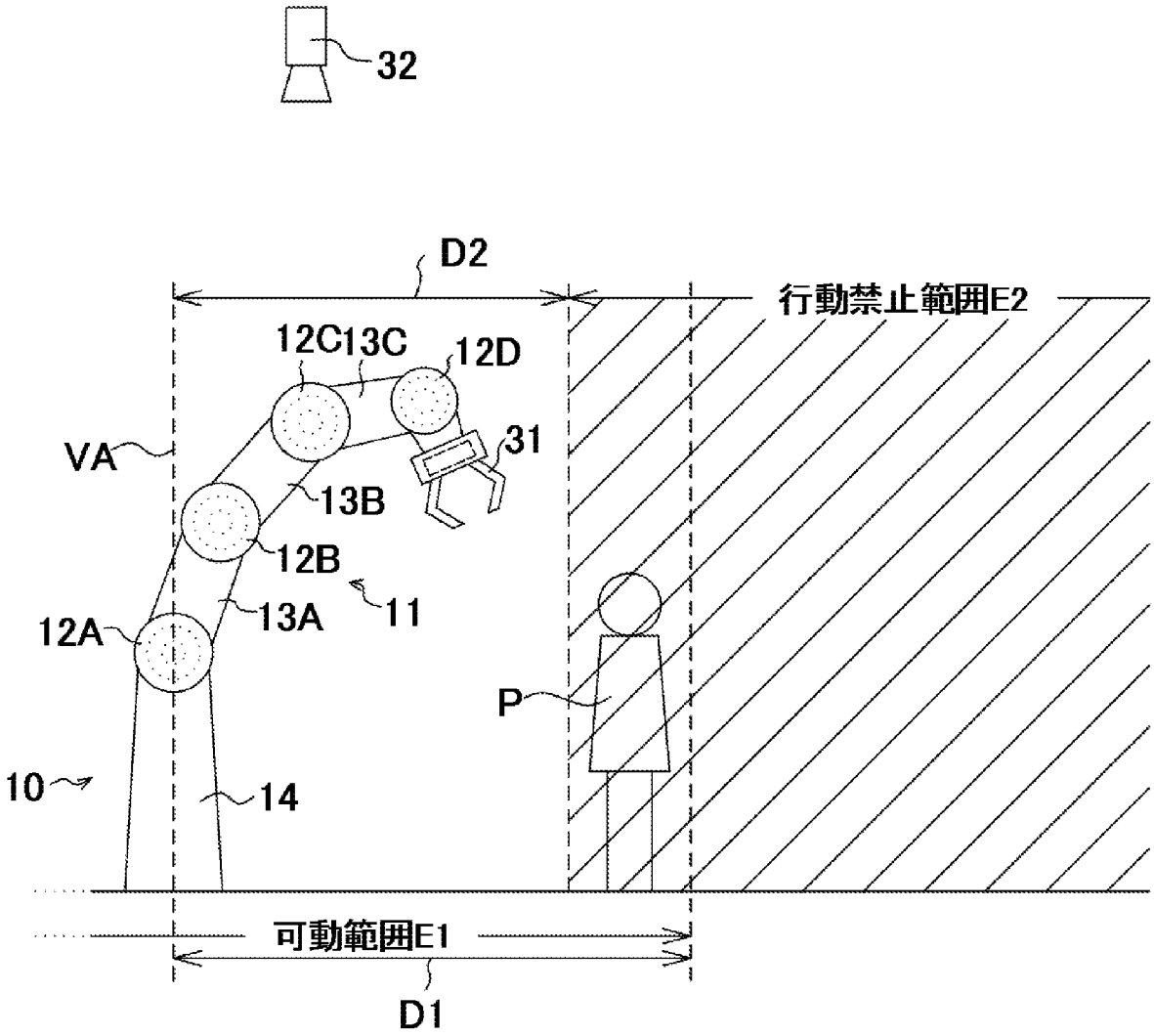

32


11
12C
16C
13C
13B
12D
16D
12B
17D
16B
15
13A
17C
31
12A
31C
17B
31B
16A
31A
17A
10
14

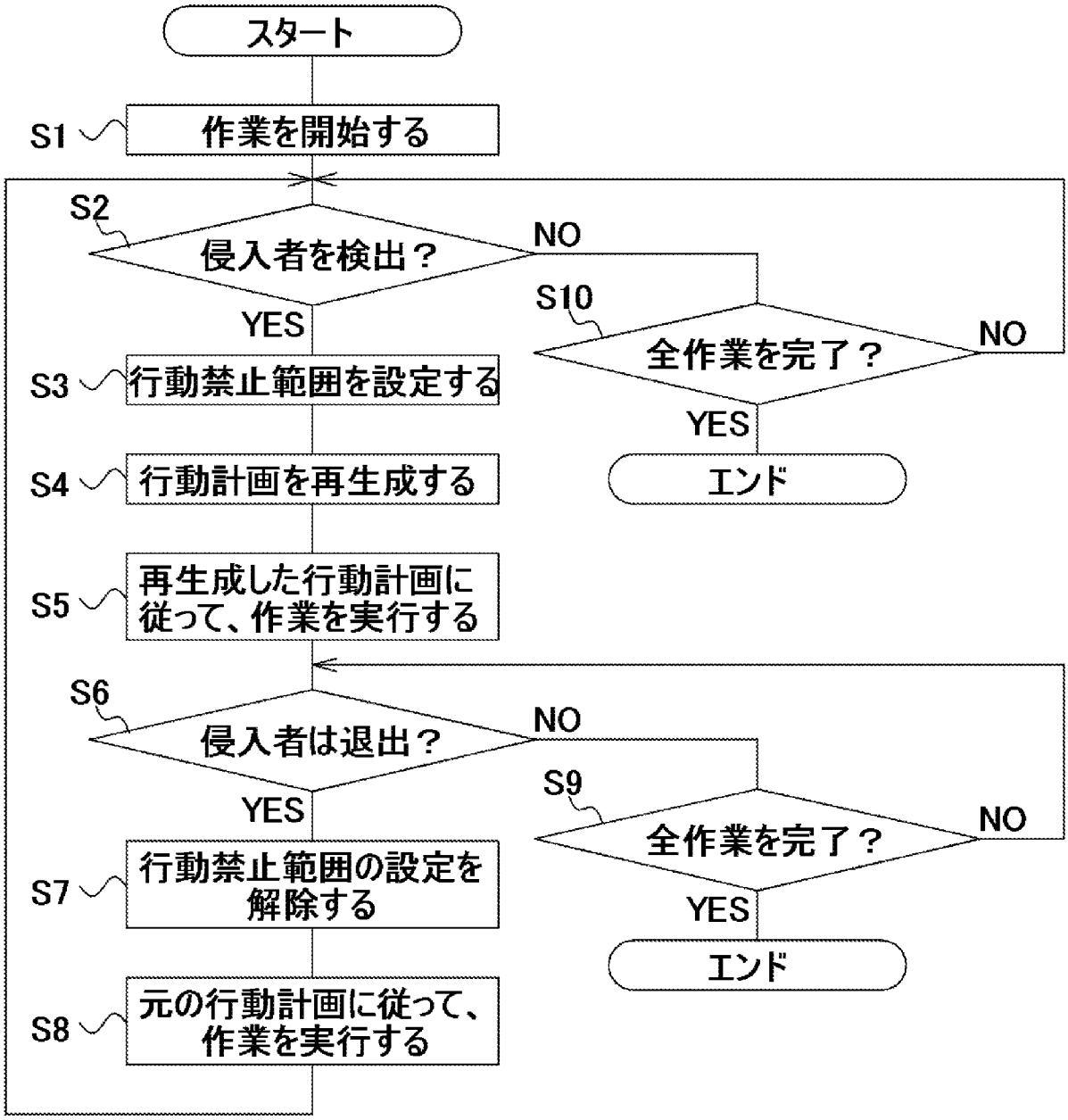
[図3]



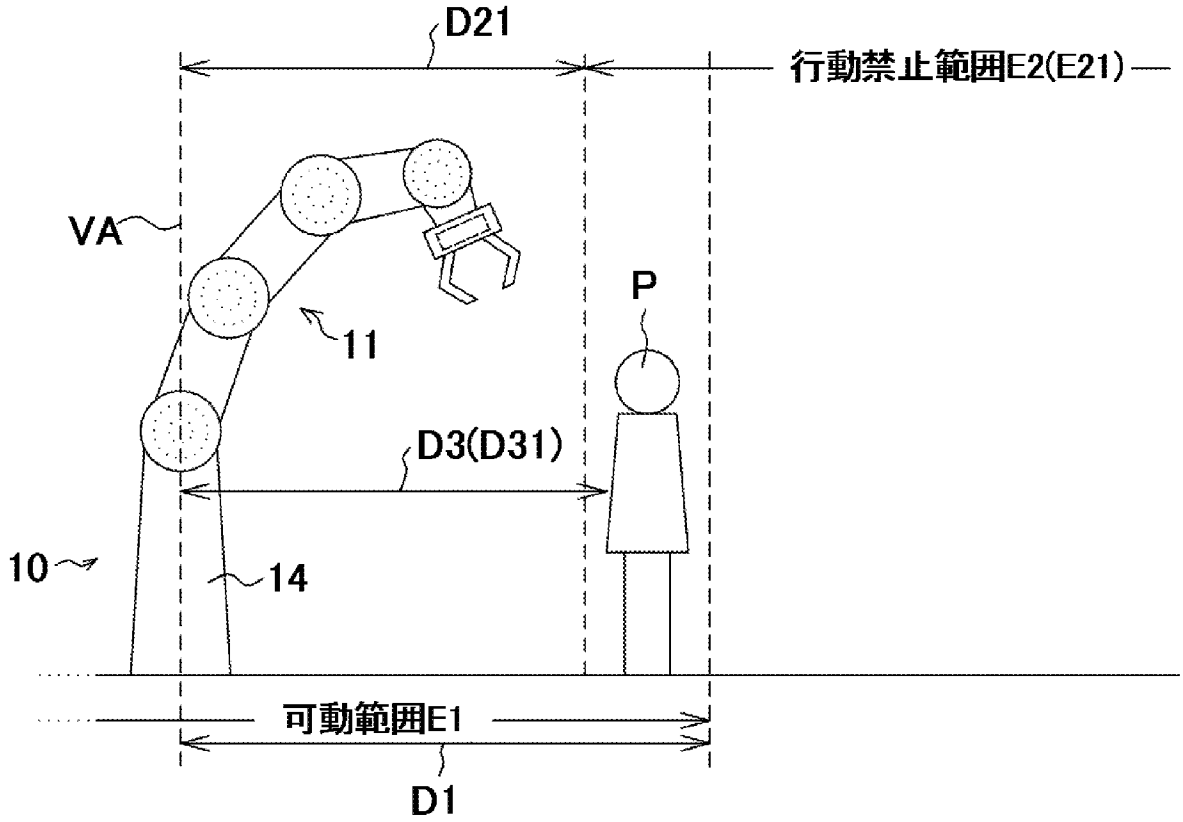
[図4]


32
D2
行動禁止範囲E2
12C13C
12D
31
VA
13B
12B
11
13A
12A
P
10
14
可動範囲E1
D1

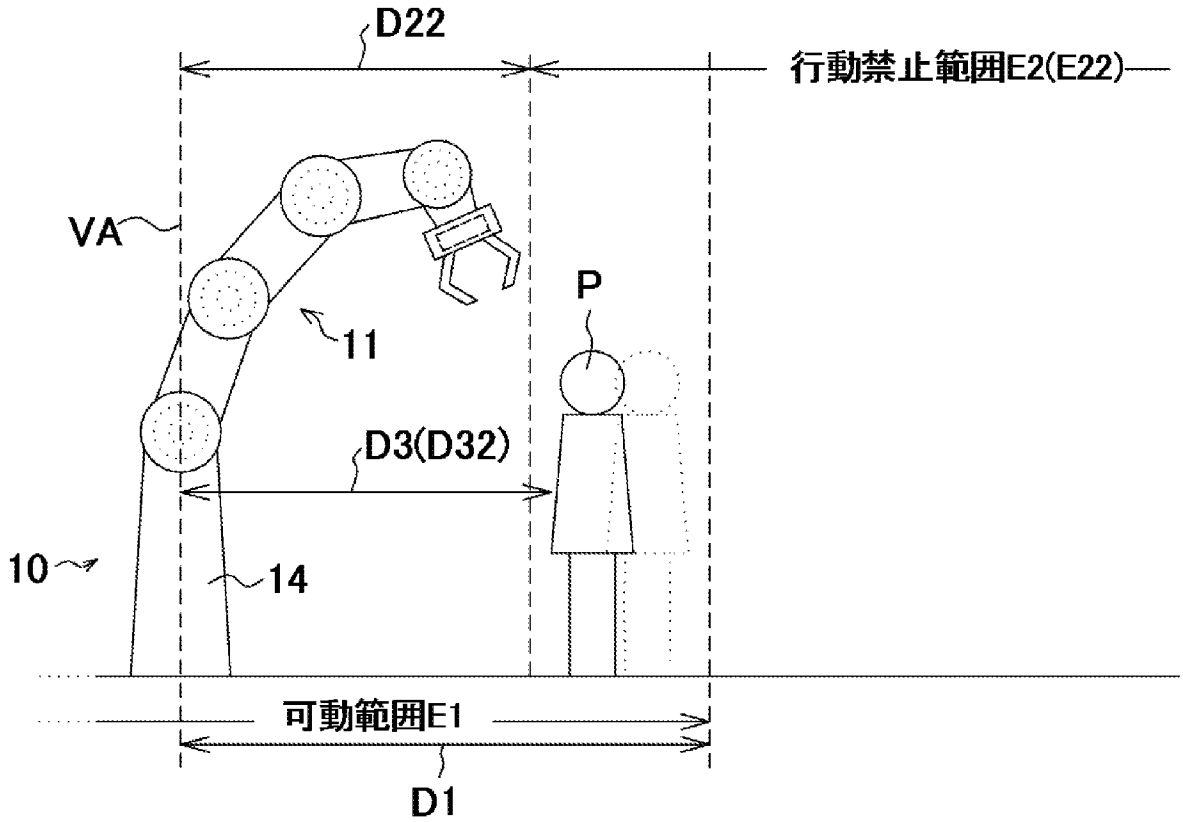
[図5]


スタート
S1
作業を開始する
S2
侵入者を検出？
NO
YES
S10
全作業を完了？
NO
YES
エンド
S3
行動禁止範囲を設定する
S4
行動計画を再生成する
S5
再生成した行動計画に従って、作業を実行する
S6
侵入者は退出？
NO
YES
S9
全作業を完了？
NO
YES
エンド
S7
行動禁止範囲の設定を解除する
S8
元の行動計画に従って、作業を実行する

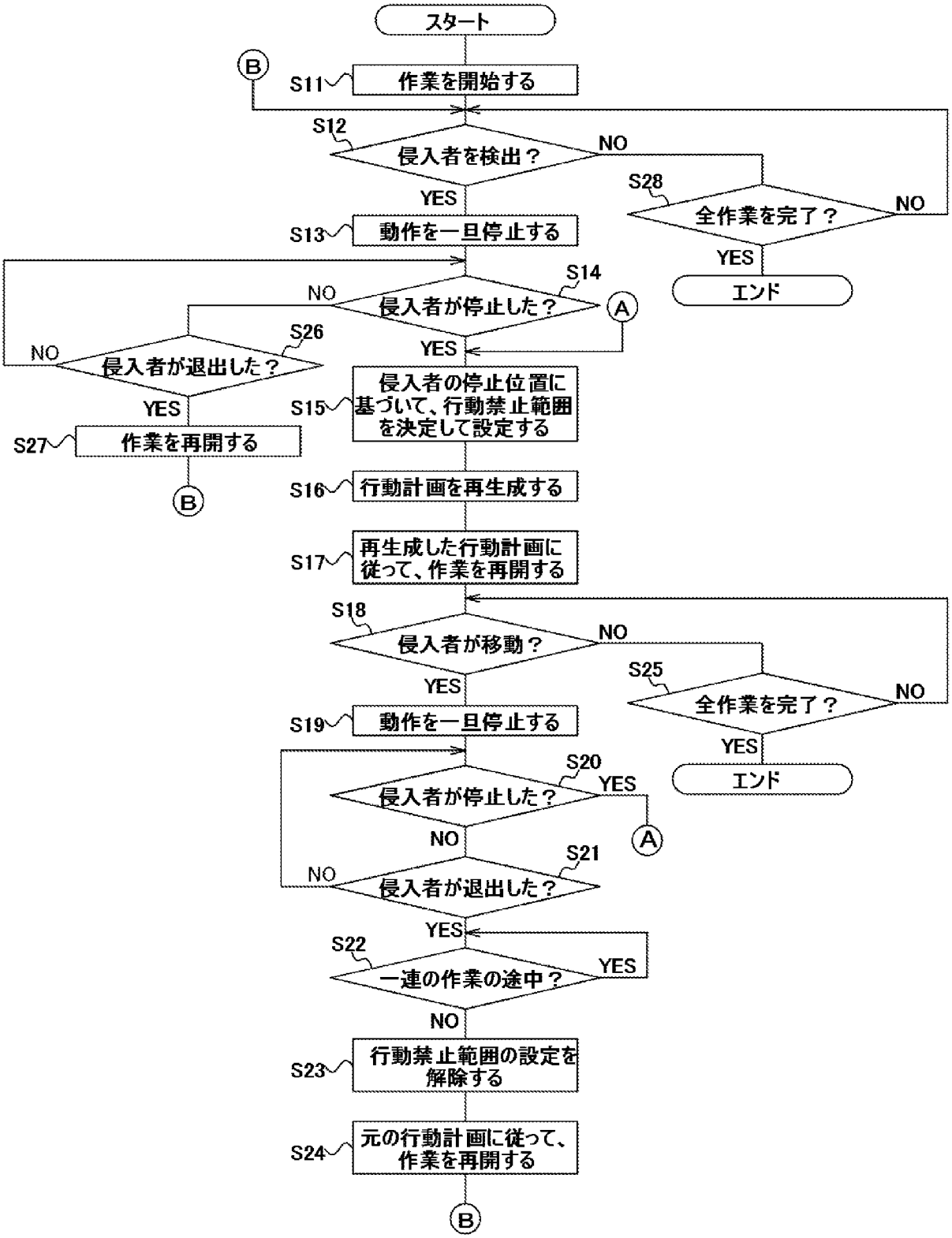
[図6A]


D21
行動禁止範囲E2(E21)
VA
11
P
D3(D31)
10
14
可動範囲E1
D1

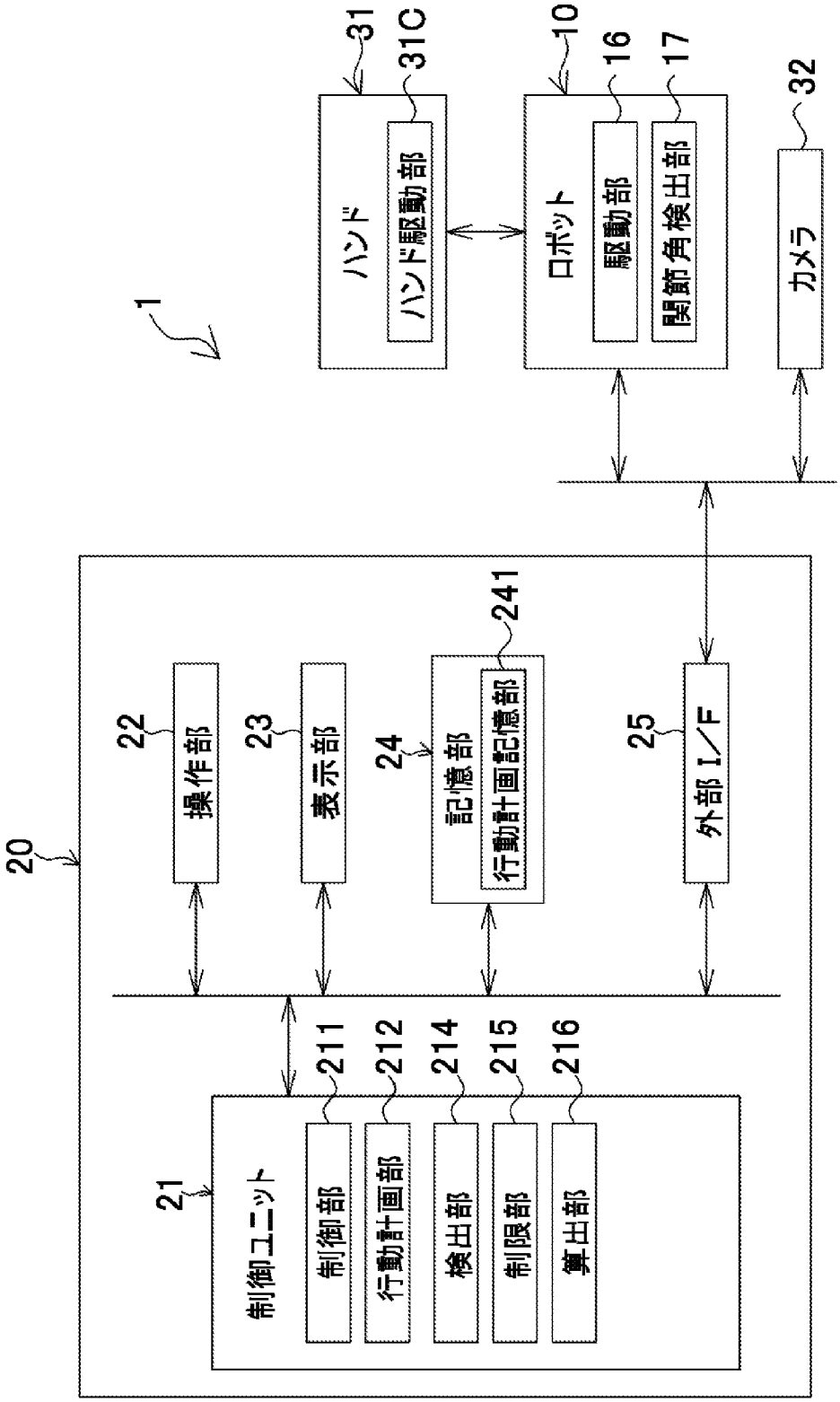
[図6B]


D22
行動禁止範囲E2(E22)
VA
11
P
D3(D32)
10
14
可動範囲E1
D1

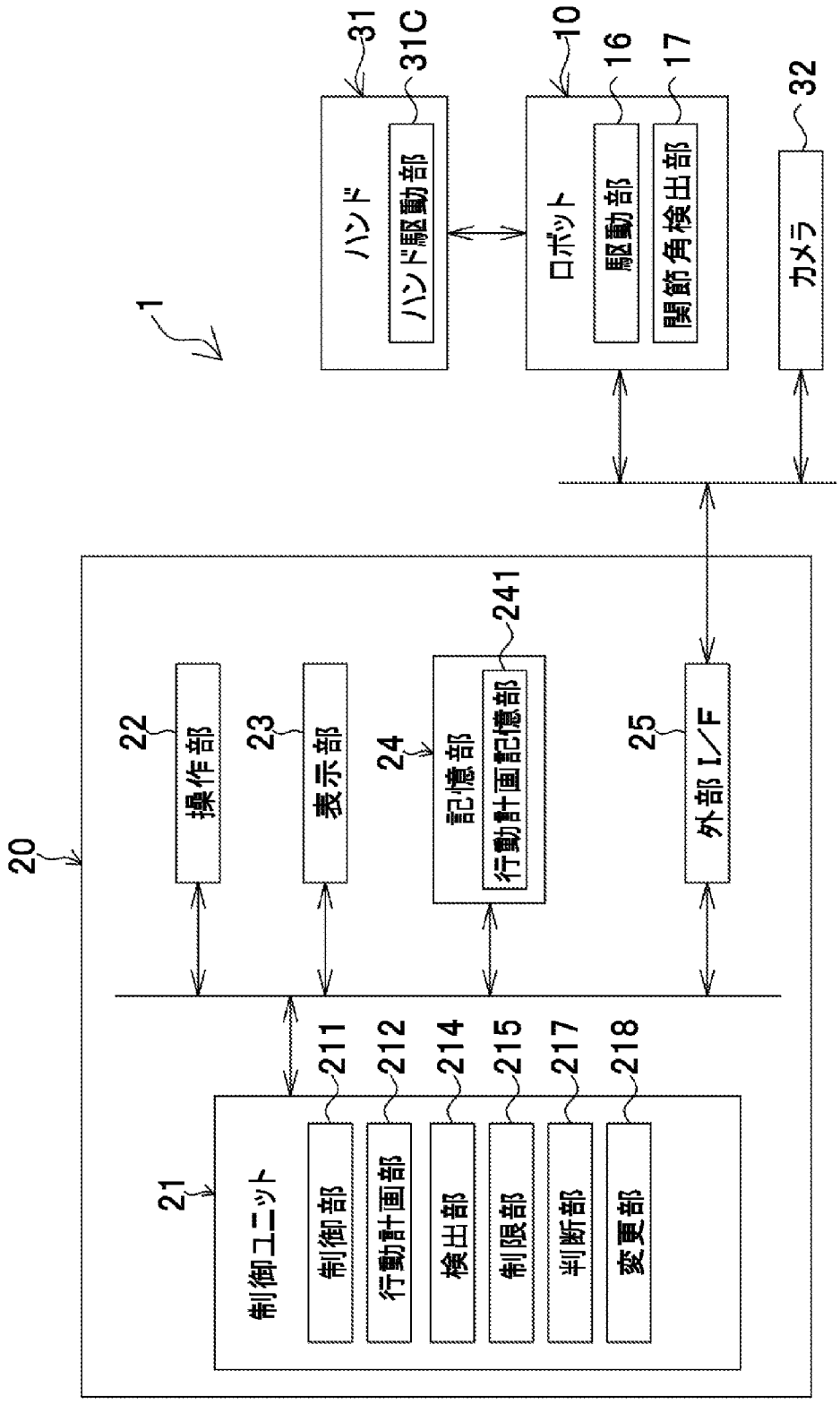
[図7]


スタート
B
S11
作業を開始する
S12
侵入者を検出？
NO
YES
S28
全作業を完了？
NO
YES
エンド
S13
動作を一旦停止する
S14
侵入者が停止した？
NO
A
YES
S26
侵入者が退出した？
NO
YES
S27
作業を再開する
B
S15
侵入者の停止位置に基づいて、行動禁止範囲を決定して設定する
S16
行動計画を再生成する
S17
再生成した行動計画に従って、作業を再開する
S18
侵入者が移動？
NO
YES
S25
全作業を完了？
NO
YES
エンド
S19
動作を一旦停止する
S20
侵入者が停止した？
YES
A
NO
S21
侵入者が退出した？
NO
YES
S22
一連の作業の途中？
YES
NO
S23
行動禁止範囲の設定を解除する
S24
元の行動計画に従って、作業を再開する
B

[図8]


1
ハンド
31
ハンド駆動部
31C
ロボット
10
駆動部
16
関節角検出部
17
カメラ
32
20
操作部
22
表示部
23
記憶部
24
行動計画記憶部
241
外部I／F
25
制御ユニット
21
制御部
211
行動計画部
212
検出部
214
制限部
215
算出部
216

[図9]


1
20
21
制御ユニット
211
制御部
212
行動計画部
214
検出部
215
制限部
217
判断部
218
変更部
22
操作部
23
表示部
24
記憶部
241
行動計画記憶部
25
外部I／F
31
ハンド
31C
ハンド駆動部
10
ロボット
16
駆動部
17
関節角検出部
32
カメラ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/043408

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B25J19/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. B25J1/00-21/02

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 5-285881 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 02 November 1993, paragraphs [0010]-[0015], fig. 1-4 (Family: none)	1, 5, 7, 9 10 2-4, 6, 8
Y	JP 2018-130793 A (OMRON CORPORATION) 23 August 2018, paragraphs [0048]-[0050], fig. 11 & US 2018/0232593 A1, paragraphs [0072]-[0074], fig. 10 & EP 3363602 A1 & CN 108426160 A	10

☒ 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	Date of mailing of the international search report
27.11.2019	10.12.2019

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/043408

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-180725 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 29 September 2014, entire text, all drawings & US 2014/0288707 A1, entire text, all drawings & EP 2781318 A2 & CN 104057445 A	1-10
A	JP 2007-283450 A (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 01 November 2007, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	WO 2017/060989 A1 (OKURA YUSOKI CO., LTD.) 13 April 2017, entire text, all drawings & US 2018/0297201 A1, entire text, all drawings & EP 3360655 A1 & CN 108136602 A & KR 10-2018-0061268 A	1-10
A	JP 2016-209953 A (DENSO WAVE INC.) 15 December 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-10

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０４３４０８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25J19/06(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25J1/00-21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 5-285881 A（日産自動車株式会社）1993.11.02, 段落［００１０］－［００１５］，第１－４図（ファミリーなし）	1,5,7,9 10 2-4,6,8
Y	JP 2018-130793 A（オムロン株式会社）2018.08.23, 段落［００４８］－［００５０］，第１１図 & US 2018/0232593 A1，段落［００７２］－［００７４］，第１０図 & EP 3363602 A1 & CN 108426160 A	10

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２７．１１．２０１９	国際調査報告の発送日 １０．１２．２０１９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｕ　３６２９ 貞光　大樹 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2014-180725 A (株式会社安川電機) 2014.09.29, 全文, 全図 & US 2014/0288707 A1, 全文, 全図 & EP 2781318 A2 & CN 104057445 A	1-10
A	JP 2007-283450 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2007.11.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2017/060989 A1 (オークラ輸送機株式会社) 2017.04.13, 全文, 全図 & US 2018/0297201 A1, 全文, 全図 & EP 3360655 A1 & CN 108136602 A & KR 10-2018-0061268 A	1-10
A	JP 2016-209953 A (株式会社デンソーウェーブ) 2016.12.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10