

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7250489号
(P7250489)

(45)発行日 令和5年4月3日(2023.4.3)

(24)登録日 令和5年3月24日(2023.3.24)

(51)国際特許分類

F I
B 2 5 J 13/06 (2006.01) B 2 5 J 13/06
B 2 5 J 13/08 (2006.01) B 2 5 J 13/08

A

請求項の数 14 (全16頁)

(21)出願番号	特願2018-220482(P2018-220482)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成30年11月26日(2018.11.26)	(74)代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(65)公開番号	特開2020-82274(P2020-82274A)	(74)代理人	100121511 弁理士 小田 直
(43)公開日	令和2年6月4日(2020.6.4)	(72)発明者	野綱 俊介 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
審査請求日	令和3年11月25日(2021.11.25)	(72)発明者	キヤノン株式会社内 長 元気
		(72)発明者	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(72)発明者	キヤノン株式会社内 岡 寛人
		(72)発明者	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置およびその制御方法、プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影画像を取得する第1の取得手段と、

前記第1の取得手段により取得された画像のうち、所定の画像処理を行う領域である画像処理領域を設定するための設定画面を表示装置に表示する表示制御手段と、

前記所定の画像処理の結果に基づいて動作が制御される作業用装置の可動範囲を示す可動範囲情報を取得する第2の取得手段と、を備え、

前記作業用装置はアーム部を含み、前記撮影画像は、前記アーム部に取り付けられた撮像装置または前記アーム部に取り付けられたツール部に取り付けられた撮像装置により撮像され、

前記表示制御手段は、前記第2の取得手段により取得された前記可動範囲情報に基づき、前記画像において前記作業用装置が動作できない範囲をユーザが識別できるよう、前記設定画面の表示を制御する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記第2の取得手段は、移動コマンドまたは移動の確認コマンドを用いて、前記作業用装置が指定する位置に移動可能であるか否かを確認する

ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記第2の取得手段は、前記作業用装置の型式に対応する可動範囲を表す3Dモデルを

参照して前記可動範囲情報を取得する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 2 の取得手段は、前記作業用装置の姿勢の情報が指定された場合、指定された姿勢における前記作業用装置の可動範囲情報を取得する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記第 1 の取得手段は 3 次元撮影画像のデータを取得し、前記第 2 の取得手段は前記作業用装置が 3 次元座標の位置へ移動可能であるか否かを判定する
ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記表示制御手段は、前記第 1 の取得手段により取得された撮影画像とともに前記作業用装置の可動範囲を前記設定画面に表示するよう制御する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記表示制御手段は、前記第 1 の取得手段により取得された撮影画像と、前記作業用装置の可動範囲を重畳して表示するよう制御する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記表示制御手段は、前記画像処理領域の形状を設定するためのアイテムを前記設定画面に表示するよう制御する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記表示制御手段は、前記画像処理領域として設定可能な領域を、前記作業用装置の可動範囲内に制限するよう制御する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記表示制御手段は、前記作業用装置の可動範囲外の領域が前記画像処理領域として設定される場合、通知を出力するよう制御する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記表示制御手段は、前記アーム部に前記ツール部が取り付けられている場合、前記画像処理領域の設定において前記ツール部の姿勢を指定するためのアイテムを表示するよう制御する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

前記表示制御手段は、前記アーム部に前記ツール部が取り付けられている場合、前記画像処理領域の設定において前記ツール部の姿勢を考慮するか否かを選択するためのアイテムを表示するよう制御する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

作業用装置が備えるアーム部に取り付けられた撮像装置または該アーム部に取り付けられたツール部に取り付けられた撮像装置により、撮影画像を取得する工程と、所定の画像処理の結果に基づいて動作が制御される前記作業用装置の可動範囲を示す可動範囲情報を取得する工程と、

取得された画像のうち、前記所定の画像処理を行う領域である画像処理領域を設定するための設定画面を表示装置に表示する制御を行う表示制御工程と、を有し、前記表示制御工程では、取得された前記可動範囲情報を基づき、前記画像において前記作業用装置が動作できない範囲をユーザが識別できるよう、前記設定画面の表示が制御される
ことを特徴とする画像処理装置の制御方法。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

請求項13に記載の各工程を画像処理装置のコンピュータに実行させる
ことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ロボット等の作業用装置と連携動作する画像処理装置の画像処理の設定を支援する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

撮像装置とロボット装置を使用して製品の生産や品質確認、運搬等を行うシステムでは、対象（以下、ワークという）の把持機構、ロボットアーム、アクチュエータや搬送機構等の制御が行われる。撮像装置でワークを撮像し、画像処理を行ってワークの位置を計測したり、検査を行ったりすることで、ロボット装置の制御指示の切り換えや動作補正が可能となるので、より多様な作業を行うシステムを構築することができる。

【0003】

ロボット装置と連携する画像処理装置はロボットビジョンとも称され、撮影画像からワークの有無を検知し、位置や姿勢等を計測する目的で利用されることが多い。例えば産業用途では、ロボットの動作補正のための画像処理として、パターンマッチングやエッジ検出等が使われる。その処理時間の効率化のために、画像処理の対象とする画像中の領域（以下、画像処理領域という）が指定される。画像処理後に、計算されたワークの位置や姿勢等のデータをロボット座標系に変換する処理が実行され、ロボットがピックアップ等の動作を行う。

【0004】

特許文献1には、画像処理装置がロボットや撮像装置を制御することで、カメラ座標系からロボット座標系へ変換する方法が開示されている。ユーザが複雑なロボット動作制御プログラムを作成することなく、撮影画像で検出したワークの位置・姿勢のデータをロボット座標系のデータに変換できる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】****【文献】特開2016-120567号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ところで、ロボットの可動範囲には制限があるので、画像処理で計測したワークの位置データをロボット座標系のデータに変換した後、次のロボット動作（ワークの把持等）が常に実行可能であるとは限らない。例えば、撮像装置でワークを撮像して画像内にワークを認識し、その位置や姿勢を計測できたとしても、そのワークの位置や姿勢がロボットの可動範囲外である場合にロボットはその位置に移動できない。

本発明は、作業用装置と連携動作する画像処理装置における画像処理領域の設定を支援して効率的な設定処理を行え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】**【0007】**

本発明の実施形態の画像処理装置は、撮影画像を取得する第1の取得手段と、前記第1の取得手段により取得された画像のうち、所定の画像処理を行う領域である画像処理領域を設定するための設定画面を表示装置に表示する表示制御手段と、前記所定の画像処理の結果に基づいて動作が制御される作業用装置の可動範囲を示す可動範囲情報を取得する第2の取得手段と、を備える。前記作業用装置はアーム部を含み、前記撮影画像は、前記アーム部に取り付けられた撮像装置または前記アーム部に取り付けられたツール部に取り付

10

20

30

40

50

けられた撮像装置により撮像され、前記表示制御手段は、前記第2の取得手段により取得された前記可動範囲情報に基づき、前記画像において前記作業用装置が動作できない範囲をユーザが識別できるよう、前記設定画面の表示を制御する。

【発明の効果】

【0008】

本発明の画像処理装置によれば、作業用装置と連携動作する画像処理装置における画像処理領域の設定を支援して効率的な設定処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態の画像処理装置を含むシステムの全体構成図である。

10

【図2】実施形態の画像処理装置を主体とするブロック図である。

【図3】フローチャート作成画面の例を表す図である。

【図4】画像処理領域の設定を支援する画面例を示す図である。

【図5】全画素からロボットの可動範囲を取得する処理のフローチャートである。

【図6】全画素から特定の姿勢におけるロボットの可動範囲を取得する処理のフローチャートである。

【図7】一定間隔でサンプリングした画素に対してロボットの可動範囲を取得する処理のフローチャートである。

【図8】画素のサンプリングとロボットの可動範囲の取得を説明する図である。

【図9】ロール角、ピッチ角、ヨー角を用いた回転処理を表す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、図面を参照して、本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。本実施形態ではロボットの制御によって作業を行うシステムの例を示すが、マニプレータや搬送装置等の作業用装置を備える各種システムへの適用が可能である。

【0011】

図1は画像処理装置を含むシステムの全体構成図である。ロボット制御装置101は外部装置からの制御指示にしたがってロボット102の各軸やハンドを制御する。本実施形態のロボット制御装置101は、画像処理装置103から制御指示を受けとることとするが、とりうるシステム構成や指示形態はこの限りではない。また、ロボット制御装置101や画像処理装置103はロボット102と同一の筐体に格納される場合もあるが、本実施形態では別体の装置として説明する。

30

【0012】

画像処理装置103は任意の手順にしたがって所定の撮影パラメータの設定で撮像装置104による撮像動作を制御し、撮像された画像の処理や処理結果の出力を行う。撮像装置104はロボット102に取り付けられた形態としているが、分離して設置してもよい。

【0013】

システムの動作は画像処理装置103がロボット制御装置101に制御指示を出すことにより開始する。ロボット制御装置101は制御指示を受け付け、ロボット102を制御して作業台105上のワーク106を撮影できるようにロボット102の姿勢（以下、撮影姿勢という）を変更する。ロボット102の姿勢が撮影姿勢になると、画像処理装置103は撮像装置104を用いてワーク106を撮影する。画像処理装置103は撮影された画像のデータを用いて画像処理を行い、ワーク106の位置や姿勢を計測する。この際、画像処理装置103は必要に応じて、ワーク106の種類を判別したり、ワーク106の品質に問題がないかを検査したりしてもよい。画像処理装置103はこれらの処理を完了すると、計測した位置や姿勢のデータをカメラ座標系からロボット座標系のデータに変換してロボット制御装置101へ送信する。

40

【0014】

ロボット制御装置101は画像処理装置103からデータを受信すると、ロボット102の可動範囲107内（点線枠内）で動作の軌道データを生成し、軌道データに基づいて

50

ロボットを動作させる。さらに、ロボット制御装置 101 はロボット 102 のハンド（エンドエフェクタ）でワーク 106 を把持する制御を行う。続いて、配置台 109 上の指定位置へロボット 102 を移動させて、ハンドによるワークの把持を解除する制御が行われ、ワーク 106 が移動する。これ以外にも、ハンドで把持したワークを別のワークに組み付ける作業が続けられる場合もある。

【0015】

図 1 のように、ロボット 102 に撮像装置 104 が取り付けられる場合、ロボット 102 を撮影姿勢に変更してから、撮像装置 104 の撮影パラメータを調整して撮影が行われる。ユーザは作業台 105 の上方の位置を撮影用の教示点としてロボット 102 に予め教示しておき、それ以降には教示点を用いて繰り返し撮影や画像処理が行われる。

10

【0016】

教示点およびこれに対応する撮影パラメータまたは撮影パラメータの決定方法（固定値利用や自動露出、自動焦点調節等）を画像処理装置 103 が記憶しており、撮影パラメータを用いて以降の撮影が行われる。教示点のデータはロボット 102、ロボット制御装置 101、または画像処理装置 103 等に記憶される。また、画像処理の撮影パラメータは画像処理装置 103 に記憶される。

【0017】

図 2 は、画像処理装置 103 を主体とするブロック図である。画像処理装置 103 は複数のインターフェース部 203 を介してロボット制御装置 101、撮像装置 104 と接続されている。入出力表示装置 201 と操作入力装置 202 はインターフェース部 203 を介して画像処理装置 103 と接続された、ユーザ・インターフェース用の装置である。各装置は画像処理装置 103 の内部バス上に配置された各インターフェース部 203 を介して接続される。各インターフェース部 203 は通信に適した規格に基づき、接続対象に応じたネットワークインターフェース部、シリアル通信インターフェース部等から構成される。

20

【0018】

入出力表示装置 201 は、画像を表示する陰極管や液晶パネル等の表示デバイスを備える。操作入力装置 202 は、キーボードやポインティングデバイス、タッチパネル、入力操作コントローラ、ジェスチャ入力装置等により構成される。

30

【0019】

画像処理装置 103 と接続される撮像装置 104 には、撮影のために必要に応じて照明装置 218 を併設してもよい。照明装置 218 はハロゲンランプや発光ダイオード等の光源を備え、インターフェース部 203 を介して画像処理装置 103 と接続される。また画像処理装置 103 に外部記憶装置を接続して、記憶容量を拡大してもよい。

【0020】

ロボット制御装置 101 は、ネットワークやケーブル等を介して画像処理装置 103 に接続される。ロボット制御装置 101 は、ロボット 102 の動作の軌道データを生成し、またロボット 102 の可動範囲 107 に関する情報を有する。

40

【0021】

画像処理装置 103 は、画像処理の制御主体となる汎用マイクロプロセッサとして構成された C P U（中央演算処理装置）や画像処理プロセッサ等により構成される演算部 204 を有する。演算部 204 は内部バス（データバス、アドレスバス、他の制御線等）を介して記憶部 205 と接続される。

【0022】

記憶部 205 は、例えば R O M、R A M、外部記憶装置上のファイル領域や仮想記憶領域等によって構成することができる。R O M は“R e a d O n l y M e m o r y”、R A M は“R a n d o m A c c e s s M e m o r y”的略号である。記憶部 205 は、処理データ保存領域 206 およびプログラム記憶領域を有する。処理データ保存領域 206 は記憶部 205 中の R A M 領域や、外部記憶装置のファイル領域や仮想記憶領域等によって構成される。処理データ保存領域 206 は、処理データを一時的に記憶する他、画像処理の

50

設定パラメータ等の記憶領域として使用される。

【 0 0 2 3 】

記憶部 2 0 5 のプログラム記憶領域には、本実施形態の画像処理を実行するための画像処理プログラム 2 0 7 が記憶される。画像処理プログラム 2 0 7 は、操作入力装置 2 0 2 によって行われた各種操作に応じて、画像処理の設定変更や所定の画像処理を実行するプログラムである。また変更内容について、処理データ保存領域 2 0 6 へのデータの保存や、データの削除が可能である。

【 0 0 2 4 】

画像処理プログラム 2 0 7 は、各種の機能を実現するソフトウェアモジュールから構成される。例えば画像処理モジュール 2 0 8 は画像処理を実現するプログラムの本体部分である。画像処理モジュール 2 0 8 が行う画像処理には画像処理ライブラリ 2 0 9 が用いられる。画像処理ライブラリ 2 0 9 は、例えば静的または動的にリンクされるライブラリとして記憶部 2 0 5 に実装される。画像処理設定モジュール 2 1 0 は画像処理プログラム 2 0 7 の振舞いを決定する。画像処理設定は操作入力装置 2 0 2 によって行われた各種操作に応じて行われる。

10

【 0 0 2 5 】

さらに、画像処理プログラム 2 0 7 には、次の機能を実現する I / O (入出力) 用サブルーチンが含まれる。例えば、外部デバイス制御サブルーチン 2 1 1、保存データ生成サブルーチン 2 1 2、ロボット制御装置 1 0 1 からの制御指令を受け付けるための指令受付サブルーチン 2 1 3 がある。また R A M 領域や演算部 2 0 4 のキャッシュ領域等を使用する一時記憶サブルーチン 2 1 4、表示画面生成サブルーチン 2 1 5 がある。保存データ出力サブルーチン 2 1 6 は処理データ保存領域 2 0 6 に保存されたデータを読み出して出力するプログラムであり、操作受付サブルーチン 2 1 7 は操作入力装置 2 0 2 からの操作指示を受け付けるためのプログラムである。各機能は、アプリケーション (ユーティリティ) プログラムや、静的または動的にリンクされるライブラリとして構成されたサブルーチン、といった形態で記憶部 2 0 5 に実装される。

20

【 0 0 2 6 】

画像処理装置 1 0 3 の演算部 2 0 4 の C P U は画像処理プログラム 2 0 7 を実行することにより、撮像装置 1 0 4 の制御と画像処理を行う。また、操作入力装置 2 0 2 により、操作受付サブルーチン 2 1 7 を通じてユーザの操作指示を受け付ける処理や、指令受付サブルーチン 2 1 3 を通じてロボット制御装置 1 0 1 から制御指令を受け付ける処理が実行される。演算部 2 0 4 は操作指示や制御指令に応じて、画像処理プログラム 2 0 7 の各機能モジュールやライブラリを呼び出して演算処理を行い、画像処理結果のデータをロボット制御装置 1 0 1 に送信する。また、画像処理結果のデータを外部記憶装置に送信して蓄積 (ロギング) することができる。さらには、プログラムによって予め記憶されている画面構成と画像処理結果とを画面上で合成し、入出力表示装置 2 0 1 に表示する処理が実行される。

30

【 0 0 2 7 】

図 3 は、画像処理プログラム 2 0 7 を作成するためのフローチャート作成画面の例を示す図である。この画面は入出力表示装置 2 0 1 に表示される。本実施形態に係る画像処理プログラム 2 0 7 は、ユーザが画像処理装置 1 0 3 を用いて作成したフローチャートに従って実行されるものとする。その他の実施形態として、ユーザが図 1 に示していない画像処理プログラム作成装置を使用して画像処理プログラム 2 0 7 を作成する形態がある。この場合、作成された画像処理プログラム 2 0 7 が画像処理装置 1 0 3 の記憶部 2 0 5 に転送されて記憶される。また、機能別または目的別に予め定型で用意された組合せ済みの画像処理フローチャートを内包したパッケージ機能を用いる形態でもよい。この場合、ユーザは G U I (グラフィカル・ユーザ・インターフェース) 上で所望の機能を選択し、パラメータ等の調整を行うことができる。

40

【 0 0 2 8 】

パーティリスト 3 0 1 は、フローチャートを構成する各処理パートのリストである。ユー

50

ザは矩形枠内に示す各種の処理や、菱形枠内に示す条件分岐処理を指定することができる。例えばユーザは操作入力装置 202 を用いて、パーティリスト 301 から所望の処理パーティを指定する。ポインティングデバイス等でドラッグ & ドロップ操作を行い、フローチャート領域 302 に配置した複数の処理パーティ同士を線で結合することにより、フローチャートの作成が可能である。

【0029】

複数の処理パーティから構成されるフローチャート 303 は、ロボット 102 によってワーク 106 を作業台 105 からピックアップし、配置台 109 にプレイスする処理を記述した例である。処理開始後、ロボット移動 304 で作業台 105 の上方にロボット 102 を移動させる姿勢制御が行われる。撮影 305 はワーク 106 を撮影する処理である。次のワーク位置計算 306 はワーク 106 の位置や位相を算出する計算処理である。ロボット補正移動 307 は、ワーク位置計算 306 で算出されたワーク 106 の位置と位相に従ってロボット 102 の補正制御を行い、ワーク位置の上方にロボット 102 のハンドを移動させたり回転させたりする処理である。

10

【0030】

次のロボット移動 317 は、ロボット 102 のハンドでワーク 106 の把持が可能な位置、例えばワーク 106 の直上の位置までロボット 102 を移動させる処理である。ロボットハンド制御 308 は、ハンドの開閉を制御してワーク 106 を把持（ピッキング）する処理である。次のロボット移動 309 は配置台 109 の上方へのロボット移動を行う処理であり、さらにロボット移動 310 はロボット 102 のハンドを配置台 109 に向けて降下させる処理である。ここで、ロボット移動 309 と 310 を 1 つの処理パーティにまとめて行ってもよい。その場合の処理パーティは配置台 109 の上方位置を経由してからハンドを配置台 109 に移動させるロボット移動パーティとなる。

20

【0031】

ロボットハンド制御 311 では、ハンドの開閉を制御してワーク 106 を配置（プレイス）する処理が実行される。次のロボット移動 312 はロボット 102 を初期位置に移動させる処理であり、その後にフローチャートに示す一連の処理を終了する。

【0032】

処理パーティ 304 から 312、317 の枠内に表示された文言については、フローチャートのパーティリスト 301 と同じ文言である必要はない。例えば、処理パーティ 309 を「配置台の上方へ移動」と表示し、処理パーティ 310 を「配置台へ移動」と表示してもよい。ユーザがフローチャート 303 に記述された処理パーティのいずれかをダブルクリックすると、その処理パーティの詳細な処理を設定するための設定画面（以下、詳細設定画面という）の表示処理に遷移する。ユーザは詳細設定画面を参照して、画像処理のパラメータや画像処理領域の調整を行うことができる。またユーザがOKボタン 313 のクリック操作を行うと、画像処理装置 103 はフローチャート 303 に記述された処理を実行する画像処理プログラム 207 を作成して記憶部 205 に保存する。

30

【0033】

フローチャートを作成する際には、ロボット 102 がワーク 106 の位置や姿勢に対応した様々な位置へ移動する必要があるので、それらの動作が実行可能か否かを確認することが必要である。しかしながら画像処理で設定した画像処理領域がロボット 102 の可動範囲と常に一致するとは限らない。そのため、画像処理領域をロボット 102 の可動範囲内に収める設定が必要となる。このような画像処理領域を設定するための設定支援機能について、図 4 から図 9 を参照して詳細に説明する。

40

【0034】

図 4 は、図 3 のワーク位置計算 306 の処理パーティに関する詳細設定画面の例を示す。この詳細設定画面は、画像処理領域の設定支援を行うユーザ・インターフェース用の画面である。ワーク位置計算 306 ではパターンマッチングを用いた画像処理方法でワークの位置や姿勢を計算する例を説明する。

【0035】

50

図4の選択部401は、ユーザが設定用画像を登録する際に使用される。ユーザが選択部401を操作すると、画像処理装置103の記憶部205に予め保存されている画像のファイル名および「カメラ画像」という文字列がリスト形式で選択肢として表示される。ユーザがリストから所望の画像を選択すると、選択された画像が設定用画像として登録される。また、ユーザが「カメラ画像」を選択した場合、使用カメラ402に登録されたカメラ(図4ではカメラ1)で撮影が行われる。

【0036】

画像表示領域407は設定支援用の表示領域である。設定用画像である撮影画像が登録されると、画像表示領域407に設定用画像が表示される。この時、画像処理装置103はロボットの可動範囲107のデータを取得し、設定用画像に重畠表示する処理を実行する。ロボットの可動範囲107の取得方法については図5から図8を用いて後述する。図4の例ではロボットの可動範囲107が破線で表示されているが、領域の内側または外側を透過や色付けで表示し、あるいは点滅で表示する等、表示方法は限定されない。

10

【0037】

画像表示領域407の下方にあるチェックボックス412は、ロボットの可動範囲107の取得する際に、ハンド姿勢を指定するかどうかを判断するためのチェックボックスである(チェック有りで指定)。ロボット102が特定のハンド姿勢でなければワーク106を把持する等の動作ができない場合に、ユーザはチェックボックス412をチェック状態にする。これにより、設定入力部411にロール角、ピッチ角、ヨー角を設定することができる。図9を参照して具体的に説明する。

20

【0038】

まずロボット座標系をXYZ座標系とする。X, Y, Zは3次元直交座標系の各軸を表す。ロボット座標系を基準としてロール角、ピッチ角、ヨー角を用いた回転を加え、ロボット102のハンドの取り付け面の中心が原点となるように並進移動したツール座標系をX'Y'Z'座標系と定義する。ロール角、ピッチ角、ヨー角をそれぞれ、と表記する。図9(A)はロール角による回転を表し、図9(B)はピッチ角による回転を表し、図9(C)はヨー角による回転を表す。回転はこの順で実行されるものとする。このとき、ハンドの位置と姿勢はツール座標系に固定されていることとする。ハンド姿勢についてはオイラー角を用いた表現等でもよい。設定入力部411によるハンド姿勢の指定方法としては、数値を直接入力する方法と、カウントアップ/カウントダウン用の操作ボタンを設けて、ユーザが操作ボタンを押下することで調整する方法等がある。

30

【0039】

画像表示領域407に重畠表示されるロボットの可動範囲107のデータは、設定入力部411で指定された値を使用して取得され、ハンド姿勢の設定項目の入力に従って随時更新される。設定入力部411にてハンド姿勢の設定項目が空欄の場合には、その設定項目に関しては現状の回転角度を維持することとする。

【0040】

次に、ユーザが画像表示領域407内の画像処理領域108を設定する処理について説明する。領域形状403はスピンコントロール付きボックスであり、ユーザは領域形状403の選択操作を行う。領域形状としては、矩形、円、橢円、円環等の形状が選択肢として提示される。または、これらの形状の組み合わせによる領域の加算、除外の処理や、ポインティングデバイス等を使用して作成した自由な形状を設定する処理でもよい。図4の例は、矩形の画像処理領域108が設定された場合を示す。設定入力部404には矩形領域の設定項目として、矩形の左上のx座標およびy座標、右下のx座標およびy座標を示している。ここでは撮影画像の左上を原点とし、水平方向をx軸方向とし、垂直方向をy軸方向とする画像座標系を用いる。矩形領域の設定項目の指定方法としては、数値を直接入力する方法と、カウントアップ/カウントダウン用の操作ボタンを設けて、ユーザが操作ボタンを押下することで調整する方法等がある。画像表示領域407内には画像処理領域108が重畠表示され、同時に表示更新が行われる。

40

【0041】

50

ユーザは画像表示領域 407 に表示される設定用画像と、ロボットの可動範囲 107 を確認しながら、所望の画像処理領域 108 を設定できる。つまり画像処理領域 108 がロボットの可動範囲 107 に包含されるように画像処理領域 108 を指定すればよい。なお、ユーザの直接操作により画像処理領域 108 を任意の位置に指定する例を説明したが、他の方法でもよい。例えばロボットの可動範囲 107 をそのまま画像処理領域 108 として利用する方法や、画像処理領域 108 をロボットの可動範囲 107 の内部に限定する方法がある。後者的方法では、例えば画像処理領域 108 の境界を表す枠が可動範囲 107 の内部に制限される。これら的方法によれば、ユーザの誤操作により画像処理領域 108 がロボットの可動範囲 107 の外部にはみ出すことを回避できる。

【0042】

10

次に、画像処理領域 108 に対して実行されるパターンマッチングの設定手順について説明する。選択部 405 はパターンマッチング用のパターンを設定する際に使用される。パターンはワークの強度勾配や濃淡、位置位相情報等の特徴情報に基づいて生成され、画像処理装置 103 の記憶部 205 に予め保存されている。選択部 405 によってユーザが所望のパターンを設定する操作を行うと、パターン表示領域 406 にマッチング用のパターンが表示される。その際、マッチングの閾値等のパラメータを設定項目として設けてよい。

【0043】

操作ボタン 408 はテスト実行ボタンであり、ユーザが操作ボタン 408 を押下すると、使用カメラ 402 で選択されたカメラ（図 4 ではカメラ 1）を使用して撮影が行われる。撮像装置 104 が 1 台のみ使用可能であれば、予めそれを選択しておけばよいが、複数台の場合には使用するカメラを指定する必要がある。

20

【0044】

撮像装置 104 により取得された画像において、指定された画像処理領域 108 の内部に対してパターンマッチング処理が行われ、ワーク 106 の位置や姿勢等が計測される。その後、ユーザがOKボタン 409 を操作すると、設定済みの画像処理領域 108 の設定値やパターンマッチングの設定値等のデータが画像処理装置 103 の記憶部 205 に画像処理プログラム 207 等と紐付けて保存される。これらのデータは、プログラムの実行時や設定画面を再度表示する際に読み出されて使用される。またユーザがキャンセルボタン 410 を操作すると、画像処理領域 108 の設定値やパターンマッチングの設定値等で変更されたデータが破棄される。

30

【0045】

図 5 は、ロボットの可動範囲 107 を取得する処理を説明するフローチャートである。撮影画像内の全画素を用いてロボットの可動範囲 107 を取得することを想定する。以下の処理は画像処理装置 103 およびロボット制御装置 101 の CPU がプログラムを実行することにより実現される。

【0046】

S601 でロボットの可動範囲 107 を取得するための設定用画像が指定される。設定用画像は図 4 の画像表示領域 407 に表示される画像である。S602 では、S601 で指定された設定用画像の全画素について、画像座標系における 2 次元座標データを取得する処理が行われる。

40

【0047】

S603 で画像処理装置 103 は画像座標系からロボット座標系への変換処理を行う。S602 で取得された画像座標系における 2 次元座標データから、ツール座標系のデータ、つまり X' 軸、Y' 軸、Z' 軸の各座標値が算出される。例えば、2 次元撮影画像データを取得する撮像装置を想定する。撮影画像の画素と、画素の計測平面上（作業台 105 上）の実距離との対応関係や、計測平面と撮像装置の撮影位置との対応関係を予め定めておき、画像座標系からツール座標系に変換する処理が行われる。あるいは、色情報または濃淡情報と 3 次元座標データを取得できる撮像装置の場合、平面情報を用いた座標変換ではなく、3 次元撮影画像を取得して画素と撮像装置の 3 次元座標との対応関係に基づいてツー

50

ル座標系への変換処理が行われる。さらにツール座標系からロボット座標系への、3次元座標変換が行われる。この変換では、ロボット座標系におけるハンドの位置とアームの姿勢等の情報を使用して行列演算が行われる。

【0048】

S604では、S603で得たロボット座標系における3次元座標の位置へロボット102が移動可能か否かを判定する処理が実行される。判定処理はロボット制御装置101内で移動確認コマンド等を用いて実行される。移動確認コマンドとは、ロボット102が指定した座標に移動可能か否かを画像処理装置103からロボット制御装置101に問合せる場合に使用されるコマンドである。なお、ロボット制御装置101が移動確認コマンドを持たない場合には、画像処理装置103が移動コマンドを用いてロボット制御装置101に移動指示を出し、指定の3次元座標に移動可能か否かを確認する。その後、ロボット102の移動を停止して元の位置姿勢に戻す処理が行われる。

10

【0049】

また、ロボットの可動範囲107を表す3Dモデルを利用可能なシステムの場合、3Dモデルのデータを予め読み込み、このデータを参照してロボット座標系における指定された座標に移動可能かどうかを判断することができる。3Dモデルのデータについては、画像処理装置103の操作入力装置202を用いて、ロボット102の型式やモデル名によって参照することができる。3Dモデルのデータは、ロボット制御装置101の記憶部または画像処理装置103の記憶部205に保存されているか、あるいはネットワーク上のストレージ等を検索して参照することができる。またロボット102の各軸の可動範囲を入力して仮想的な3Dモデルを生成する機能を設けてもよい。

20

【0050】

S605では、図4にてロボットの可動範囲107が画像表示領域407内に表示される。S604でロボットが移動可能と判断された全ての点（画素位置）に関し、S601で指定された画像において対応する座標（表示位置）にロボットの可動範囲107が重畳表示される。

【0051】

図6は、図4においてハンド姿勢の設定入力部411による指定に基づいてロボットの可動範囲107を取得する処理を説明するフローチャートである。図4のチェックボックス412にて、ユーザがチェックマークを指定し、設定入力部411にロール角、ピッチ角、ヨー角を設定した場合に以下の処理が実行される。設定入力部411による情報を用いて、所望の位置や姿勢においてロボットの可動範囲107を取得することにより、特定のハンド姿勢でロボット102を動作させたい場合に対応できる。S701～S703の処理はそれぞれ、図5のS601～S603と同様の処理であるため、それらの説明を省略する。

30

【0052】

S704では、S703で得られたロボット座標系における3次元座標の位置へ、設定入力部411により指定されたハンド姿勢でのロボット移動が可能であるか否かを判定する処理が行われる。S705では、S705の判定処理の結果に基づいて、移動可能な位置に対応する全画素が画像表示領域407内に重畳表示され、ロボットの可動範囲107がユーザに提示される。

40

【0053】

図7および図8を参照して、ロボットの可動範囲107のデータを、さらに効率的に取得する方法を説明する。図7は、画像から一定の間隔でサンプリングした画素を用いて、ロボットの可動範囲107を効率的に取得する処理を説明するフローチャートである。図7に示すS801、S804の処理はそれぞれ図5のS601、S603と同様の処理であるので、それらの詳細な説明を省略して相違点を説明する。図8は、画素のサンプリングとロボットの可動範囲の取得について説明する図である。

【0054】

図7のS802では、S801で指定された画像から一定の間隔で画素のサンプリング

50

処理が行われる。図 8 を参照して具体的に説明する。図 8 (A) は、 12×16 [p i × e 1] の画像を対象として、2 画素ごとにサンプリングを行う例を表す模式図である。黒色で示す画素はサンプリングされた画素（以下、対象画素という）を表している。S 8 0 3 では、S 8 0 2 で対象画素から画像座標系における 2 次元座標データが取得される。

【 0 0 5 5 】

S 8 0 4 の次に S 8 0 5 では、S 6 0 4 または S 7 0 4 と同様に、ロボット座標系における 3 次元座標の位置へのロボット移動が可能かどうかについて判定される。図 8 (B) は、図 8 (A) に黒色で示す画素群のうち、S 8 0 5 でロボットの可動範囲 1 0 7 内であると判断された画素を斜線のハッチングで表した模式図である。

【 0 0 5 6 】

S 8 0 6 では、S 8 0 5 での判定結果に基づいて、サンプリングされなかった画素、つまり、図 8 (B) に斜線で示す画素を着目画素としたときの周辺画素に関して、ロボットの可動範囲 1 0 7 内であるか否かが判定される。図 8 (C) は判定結果を示す模式図である。着目画素がロボットの可動範囲 1 0 7 内であれば、その周囲の画素は可動範囲 1 0 7 内と判定され、また着目画素がロボットの可動範囲 1 0 7 外であれば、その周囲の画素は可動範囲 1 0 7 外と判定される。図 8 (C) に示すように着目画素の周辺画素を含む範囲が、ロボットの可動範囲 1 0 7 として取得される処理結果を表している。図 7 の S 8 0 7 では、S 8 0 6 で得られたロボットの可動範囲 1 0 7 を画像表示領域 4 0 7 に重畠表示する処理が実行される。

【 0 0 5 7 】

このように、サンプリングによって対象画素の数を削減することで、ロボットの可動範囲 1 0 7 のデータを取得する時間が短縮される。例えば図 8 のように 2 画素ごとのサンプリングを適用すれば、全画素を処理する場合と比較して処理時間をおよそ 4 分の 1 に短縮できる。なお、着目画素周辺の補間方法については、図 8 の例に限らず、スプライン補間や局所的な多項式近似等の方法で行ってもよい。

【 0 0 5 8 】

またロボットの可動範囲 1 0 7 の境界を探索することで、ロボットの可動範囲 1 0 7 を効率的に取得する方法がある。この方法では、まずロボットの可動範囲 1 0 7 を取得するための画像が指定される。この画像の各行について画像処理装置 1 0 3 は左から右方向にロボットの可動範囲 1 0 7 の境界となる画素を探索する処理を実行する。境界となる画素が見つかると、その行に対する処理を終了する。同様に各行の右から左方向、各列の上から下方向、下から上方向に対してもロボットの可動範囲 1 0 7 の境界となる画素が探索される。画像処理装置 1 0 3 は探索された画素の位置に基づいて複数の境界を合成することでロボットの可動範囲 1 0 7 を算出する。この他にも、画像処理装置 1 0 3 がロボットの可動範囲 1 0 7 の境界の一部を探索した後、その周辺の画素から、ロボットの可動範囲 1 0 7 の境界を探索していくことで、ロボットの可動範囲 1 0 7 を取得する方法等がある。また、画像から一定の間隔で画素のサンプリングを行った後、それらに対してロボットの可動範囲 1 0 7 の境界を探索する方法を用いてもよい。

【 0 0 5 9 】

本実施形態では画像処理領域 1 0 8 の設定支援処理により、画像処理領域 1 0 8 の設定時にユーザがロボットの可動範囲 1 0 7 を確認できる。よってユーザは、ロボットの可動範囲 1 0 7 を容易に把握しつつ、画像処理領域 1 0 8 を効率的に設定することができる。このとき、画像処理領域 1 0 8 をロボットの可動範囲 1 0 7 の内部に限定することにより、ロボットの可動範囲 1 0 7 の外部に画像処理領域 1 0 8 を設定されてしまうことを回避できる。ロボットの可動範囲 1 0 7 を可視化することで、画像計測結果に基づいてロボット移動を補正する際に、可動範囲外で作業指示が出されることを抑制でき、効率的に画像処理領域を設定できる。

【 0 0 6 0 】

また、ロボットの可動範囲 1 0 7 の取得方法として、対象画素がロボットの可動範囲 1 0 7 であるか否かを判断する際、画像内の全画素を対象とする方法を説明した。この方法

10

20

30

40

50

に対して、画素のサンプリングを行う方法と、ロボットの可動範囲 107 の境界を探索する方法を採用すれば、ロボットの可動範囲 107 のデータをより効率的に取得できる。

【0061】

また、ロボット座標系における任意の座標についてロボットの可動範囲 107 の内部であるか否かを判断する方法には、ロボット 102 の移動確認コマンドを利用する方法以外に 3D モデルを参照する方法がある。3D モデルまたはその諸元となるデータを有するロボットに対しては、移動確認コマンド等を座標ごとに実行する必要がない。よって、ロボット制御装置 101 の応答性能によっては効率良くロボットの可動範囲 107 のデータを取得することができる。

【0062】

本実施形態によれば、撮影画像と併せてロボットの可動範囲に関する情報をユーザに提示して画像処理領域の設定を支援することができる。よって、ユーザは可視化されたロボットの可動範囲を確認しつつ、ロボットの可動範囲の内部に画像処理領域を効率的に設定することができる。

【0063】

【その他の実施形態】

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、A S I C）によっても実現可能である。

【符号の説明】

【0064】

- 101 ロボット制御装置
- 102 ロボット
- 103 画像処理装置
- 104 撮像装置
- 107 可動範囲

10

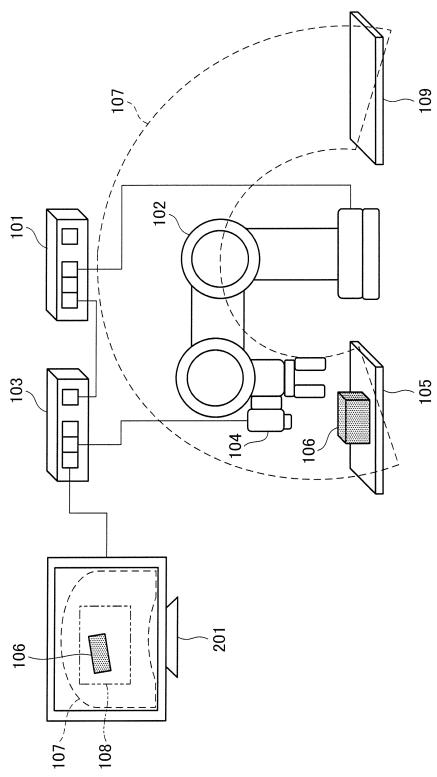
20

30

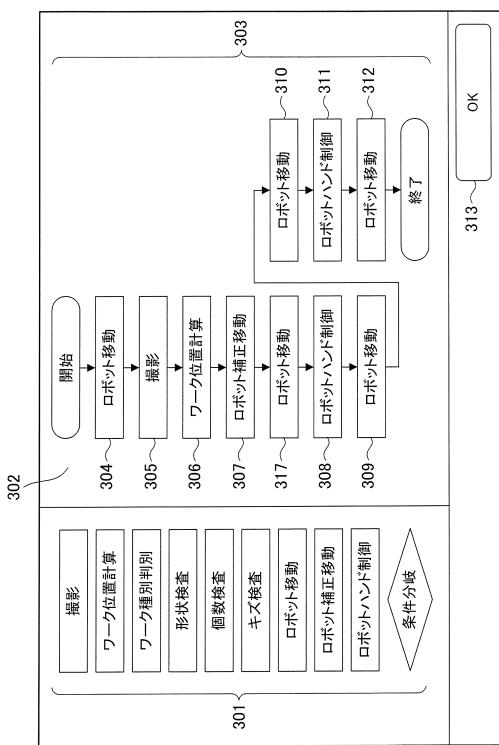
40

50

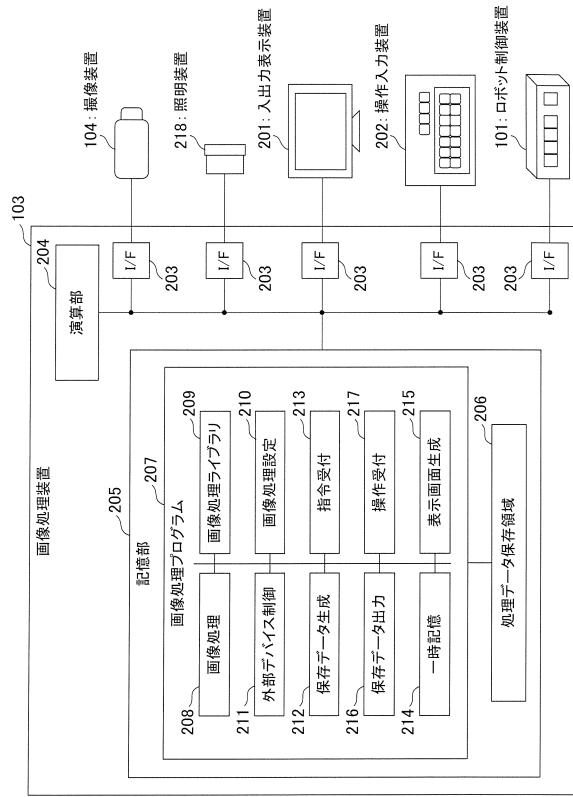
【図1】



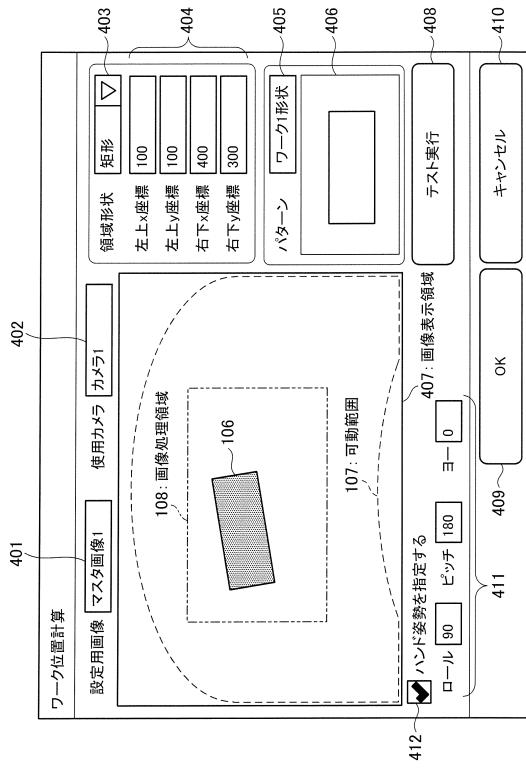
【図3】



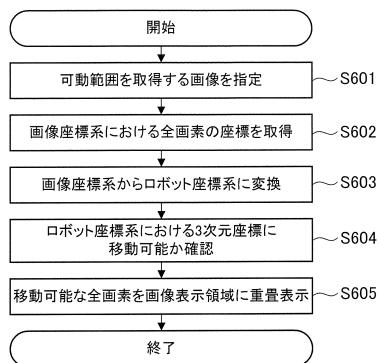
【図2】



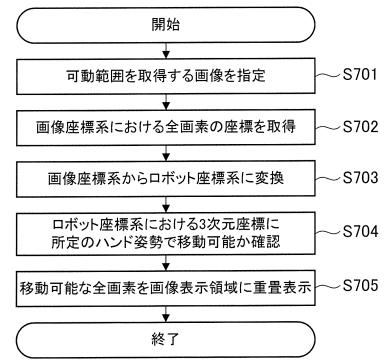
【図4】



【図 5】

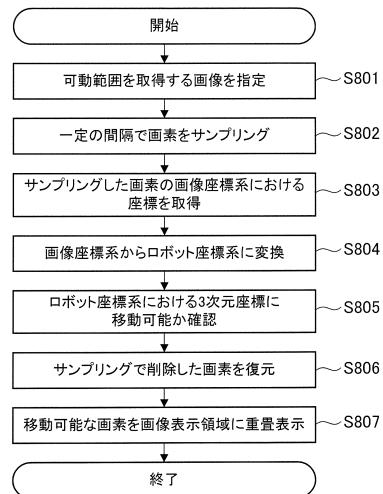


【図 6】

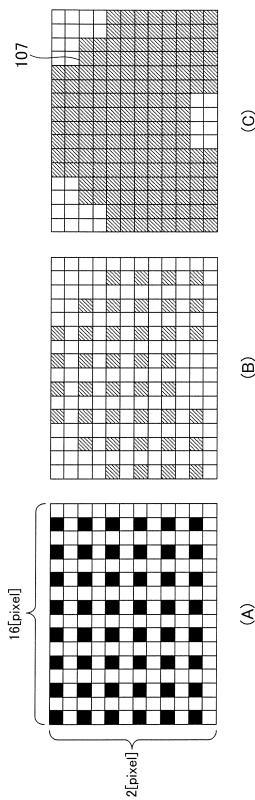


10

【図 7】



【図 8】



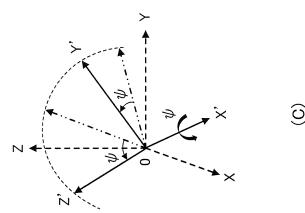
20

30

40

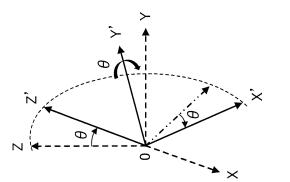
50

【図9】

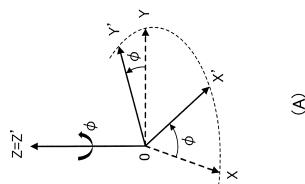


(C)

10



(B)



(A)

20

30

40

50

フロントページの続き

キヤノン株式会社内

審査官 國武 史帆

(56)参考文献

特開2016-001768 (JP, A)
特開昭60-195613 (JP, A)
特開昭61-013309 (JP, A)
特開2018-008347 (JP, A)
特開2012-218119 (JP, A)
特開2018-001393 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B25J 1/00 - 21/02