

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6171457号
(P6171457)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl.

B25J 13/08 (2006.01)

F 1

B 25 J 13/08

A

請求項の数 13 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2013-62839 (P2013-62839)
 (22) 出願日 平成25年3月25日 (2013.3.25)
 (65) 公開番号 特開2014-184543 (P2014-184543A)
 (43) 公開日 平成26年10月2日 (2014.10.2)
 審査請求日 平成28年3月7日 (2016.3.7)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 110000198
 特許業務法人湘洋内外特許事務所
 (72) 発明者 丸山 健一
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 恩田 健至
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 審査官 木原 裕二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ロボット制御装置、ロボットシステム、ロボット、ロボット制御方法及びロボット制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロボットの操作対象物を撮像部により複数回撮像して取得した複数の撮像画像を用いて、前記操作対象物の3次元情報を取得するロボットシステムであって、

前記操作対象物を任意の視点から見た俯瞰画像を表示部の第1の表示領域に表示するとともに、前記撮像部が前記操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記撮像部が前記操作対象物を前記第1の方向とは異なる方向である第2の方向から撮像した第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報とを、前記俯瞰画像に重畠表示し、

前記第2の撮像画像を前記表示部の第2の表示領域に表示するとともに、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記第2の撮像画像に重畠表示する

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項 2】

第1の撮像部と、

ロボットと、

前記ロボットの操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像と、前記操作対象物を前記第1の撮像部が前記第1の方向とは異なる方向から撮像した画像である第2の撮像画像とを取得する画像取得部と、

表示部と、

前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情

10

20

報とを前記表示部に表示させる表示制御部と、を備え、

前記表示制御部は、

前記操作対象物を任意の視点から見た俯瞰画像を前記表示部の第1の表示領域に表示するとともに、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報を及び前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記俯瞰画像に重畳表示し、

前記第2の撮像画像を前記表示部の第2の表示領域に表示するとともに、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記第2の撮像画像に重畳表示することを特徴とするロボットシステム。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のロボットシステムにおいて、

10

前記第2の撮像画像は、時間的に連続したライブビュー画像であることを特徴とするロボットシステム。

【請求項4】

請求項1から3のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記第2の撮像画像は、前記第1の撮像画像を取得した後で取得されることを特徴とするロボットシステム。

【請求項5】

請求項2に記載のロボットシステムにおいて、

前記表示制御部は、前記ロボットを示す画像及び前記第1の撮像部を示す画像を前記表示部に表示させる

20

ことを特徴とするロボットシステム。

【請求項6】

請求項2から5のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記ロボット、前記第1の撮像部及び前記操作対象物を仮想空間内に配置し、当該仮想空間における任意の視点から前記仮想空間内に配置された前記ロボット、前記第1の撮像部及び前記操作対象物を見た画像である前記俯瞰画像を生成する俯瞰画像生成部を備えることを特徴とするロボットシステム。

【請求項7】

請求項2から6のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を、異なる色で表示することを特徴とするロボットシステム。

30

【請求項8】

請求項2から6のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を、異なる形状で表示することを特徴とするロボットシステム。

【請求項9】

請求項2から6のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示することを特徴とするロボットシステム。

40

【請求項10】

請求項2から6のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の撮像画像の撮像範囲を、当該第1の撮像画像の撮像範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示することを特徴とするロボットシステム。

【請求項11】

請求項2から6のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

50

前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示することを特徴とするロボットシステム。

【請求項12】

請求項2から6のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の撮像画像の撮像範囲を、当該第2の撮像画像の撮影範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示することを特徴とするロボットシステム。

【請求項13】

10

請求項2から6のいずれか一項に記載のロボットシステムにおいて、

前記表示制御部は、前記第1の撮像部の光軸を表示することを特徴とするロボットシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボット制御装置、ロボットシステム、ロボット、ロボット制御方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

20

特許文献1には、少なくともロボット、ワーク及び視覚センサー装置の撮像部の3次元モデルを画面に配置して同時に表示し、ロボットの動作シミュレーションを行うシミュレーション装置において、撮像部の視野を3次元形状で画面上に表示する手段を備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-135278号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

実際にロボットを使用する現場で、作業対象物を撮像した画像に基づいてビジョン制御を実施するには、作業対象物の3次元情報を撮像した画像から取得して作業対象物の位置等を把握する。作業対象物の3次元情報を取得するには、作業対象物を異なる複数の方向から撮像した少なくとも2枚の画像が必要となる。

【0005】

この少なくとも2枚の画像のうちの2枚目以降の画像を取得するときに、すでに取得した画像の撮像範囲等が分からぬ場合には、作業者は、実際に撮像した結果を確認しないと、複数の画像の撮像範囲が適切に重なっているか、すなわち作業対象物の3次元情報が取得できるか否かを判断することができない。したがって、作業者は、実際に複数枚の画像を取得してみて、複数の画像の撮像範囲が適切に重なっているかを確認して、複数の画像の撮像範囲が適切に重なっていない場合には画像を取得しなおす、といった試行錯誤を繰り返さなければならず、作業者の負荷が重くなるという問題がある。

40

【0006】

特許文献1に記載の発明は、カメラを1つ用いて1枚の画像を撮像する場合に、視野の3次元形状を把握するという課題を解決するためになされたものであるため、1枚の画像については撮像範囲を知ることができる。しかしながら、特許文献1に記載の発明は、複数の画像を撮像することは考慮されておらず、作業対象物の3次元情報を取得するという課題については示唆されていない。

【0007】

50

そこで、本発明は、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができるロボット制御装置、ロボットシステム、ロボット、ロボット制御方法及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するための第一の態様は、ロボット制御装置システムであって、ロボットの操作対象物を撮像部により複数回撮像して取得した複数の撮像画像を用いて、前記操作対象物の3次元情報を取得するロボットシステムであって、前記撮像部が前記操作対象物を第1の方向から撮像した撮像範囲を示す情報と、前記撮像部が前記操作対象物を前記第1の方向とは異なる方向である第2の方向から撮像した撮像範囲を示す情報を表示部に表示することを特徴とする。10

【0009】

第一の態様によれば、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。なお、本発明の撮像は、仮想的な撮像と実際の撮像とを含む概念である。特に仮想的に撮影をする場合には、実際にロボットを動かすことなく、適切なステレオ画像が撮像できるカメラの位置及び姿勢を少ない試行錯誤で知ることができる。

【0010】

上記課題を解決するための第二の態様は、ロボットシステムであって、第1の撮像部と、ロボットと、前記ロボットの操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像と、前記操作対象物を前記第1の撮像部が前記第1の方向とは異なる方向から撮像した画像である第2の撮像画像とを取得する画像取得部と、表示部と、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記表示部に表示させる表示制御部と、を備えることを特徴とする。20

【0011】

第二の態様によれば、ロボットの操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像と、操作対象物を第1の撮像部が第1の方向とは異なる方向から撮像した画像である第2の撮像画像とを取得し、第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を表示部に表示させる。なお、本発明の撮像は、仮想的な撮像と実際の撮像とを含む概念である。これにより、ステレオ画像を撮像する前に画像の撮像範囲を知ることができる。したがって、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。特に仮想的に撮影をする場合には、実際にロボットを動かすことなく、適切なステレオ画像が撮像できるカメラの位置及び姿勢を少ない試行錯誤で知ることができる。30

【0012】

ここで、第2の撮像画像は、時間的に連続したライブビュー画像であってもよい。これにより、実際に静止画を撮像する前に撮像範囲を知ることができ、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

【0013】

ここで、第2の撮像画像は、第1の撮像画像を取得した後で取得されてもよい。これにより、複数の画像を画像の順番に撮像する場合に、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。40

【0014】

ここで、前記表示制御部は、前記ロボットを示す画像及び前記第1の撮像部を示す画像を前記表示部に表示させてよい。これにより、ロボットや第1撮像部の位置と、撮像範囲との関係を確認することができる。

【0015】

ここで、前記ロボット、前記第1の撮像部及び前記操作対象物を仮想空間内に配置し、当該仮想空間における任意の視点から前記仮想空間内に配置された前記ロボット、前記第1の撮像部及び前記操作対象物を見た画像である俯瞰画像を生成する俯瞰画像生成部を備50

え、前記表示制御部は、前記俯瞰画像を前記表示部に表示し、かつ前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報及び前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記俯瞰画像に重畠表示してもよい。これにより、仮想空間内の位置関係を知ることができる俯瞰画像に1枚目の画像の撮像範囲を示す情報と2枚目の画像の撮像範囲を示す情報とが表示されるため、複数の画像の撮像範囲がどのように異なるかを容易に把握することができる。

【0016】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第2の撮像画像を前記表示部に表示し、かつ前記第2の撮像画像に前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報を重畠表示してもよい。これにより、撮像した2枚目の撮像画像に、撮像された1枚目の画像の撮像範囲を示す情報が表示されるため、1枚目の撮像範囲と2枚目の撮像範囲とがどの程度重なっているか、どの範囲で重なっているかを容易に把握することができる。10

【0017】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を異なる色で表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0018】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を異なる形状で表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。20

【0019】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0020】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の画像の撮像範囲を、当該第1の画像の撮像範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0021】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。30

【0022】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の画像の撮像範囲を、当該第2の画像の撮影範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0023】

ここで、前記表示制御部は、前記表示制御部は、前記第1の撮像部の光軸を表示してもよい。これにより、撮像画像の撮像方向を容易に把握することができる。40

【0024】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す立体图形を表示してもよい。これにより、撮像範囲をより容易に把握することができる。

【0025】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す立体图形を表示してもよい。これにより、撮像範囲をより容易に把握することができる。特に、第1の撮像画像の撮像範囲と、前記第2の撮像画像の撮像範囲とを立体图形で表示する場合には、撮像範囲の差異を容易に比較することができ50

る。

【0026】

ここで、前記第1の撮像画像及び前記第2の撮像画像の撮像範囲に関する情報である撮像情報を取得する撮像情報取得部を備えてもよい。これにより、撮像範囲を表示することができる。

【0027】

ここで、前記第1の撮像部は、前記ロボットの頭部及び前記ロボットのアームの少なくとも一方に設けられてもよい。これにより、ロボットに設けられたカメラで画像を撮像することができる。

【0028】

ここで、前記ロボットは、複数のアームを有し、前記第1の撮像部は、前記複数のアームのうちの一本のアームに設けられ、前記複数のアームのうちの前記一本のアーム以外のアームには、前記第1の撮影画像を撮影する第2の撮像部が設けられてもよい。これにより、複数のアームを用いて画像を撮像することができる。

【0029】

ここで、前記ロボットは、前記第1の撮像部の撮像範囲を変える撮像制御部を有してもよい。これにより、同じ撮像部で複数の画像を撮像することができる。

【0030】

ここで、前記ロボット以外に設けられ、前記第1の撮像画像を撮像する第2の撮像部を備えてもよい。これにより、ロボットに設けられてないカメラを用いて画像を撮像することができる。

【0031】

ここで、前記第1の撮像画像を撮像する第2の撮像部を備え、前記第2の撮像部は、前記ロボットの頭部及び前記ロボットのアームの少なくとも一方に設けられてもよい。これにより、ロボットに設けられたカメラで画像を撮像することができる。

【0032】

ここで、前記第1の撮像画像を撮像する第2の撮像部を備え、前記ロボットは、複数のアームを有し、前記第2の撮像部は、前記複数のアームのうちの一本のアームに設けられ、前記複数のアームのうちの前記一本のアーム以外のアームには、前記第1の撮像部が設けられてもよい。これにより、複数のアームを用いて画像を撮像することができる。

【0033】

ここで、前記ロボットは、前記第2の撮像部の撮像範囲を変える撮像制御部を有してもよい。これにより、同じ撮像部で複数の画像を撮像することができる。

【0034】

ここで、前記第1の撮像部は、前記ロボット以外に設けられてもよい。これにより、ロボットに設けられてないカメラを用いて画像を撮像することができる。

【0035】

上記課題を解決するための第三の態様は、操作対象物を撮像部により複数回撮像して取得した複数の撮像画像を用いて、前記操作対象物の3次元情報を取得するロボットであって、前記撮像部が前記操作対象物を第1の方向から撮像した撮像範囲を示す情報と、前記撮像部が前記操作対象物を前記第1の方向とは異なる方向である第2の方向から撮像した撮像範囲を示す情報を表示部に表示することを特徴とする。したがって、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。なお、本発明の撮像は、仮想的な撮像と実際の撮像とを含む概念である。特に仮想的に撮影をする場合には、実際にロボットを動かすことなく、適切なステレオ画像が撮像できるカメラの位置及び姿勢を少ない試行錯誤で知ることができる。

【0036】

上記課題を解決するための第四の態様は、ロボットであって、第1の撮像部と、操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像と、前記操作対象物を前記第1の撮像部が前記第1の方向とは異なる方向から撮像した画像である第2の撮像画像とを取得する画像

10

20

30

40

50

取得部と、表示部と、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記表示部に表示させる表示制御部と、を備えることを特徴とする。これにより、ステレオ画像を撮像する前に画像の撮像範囲を知ることができる。したがって、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

【0037】

ここで、第2の撮像画像は、時間的に連続したライブビュー画像であってもよい。これにより、実際に静止画を撮像する前に撮像範囲を知ることができ、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

【0038】

ここで、第2の撮像画像は、第1の撮像画像を取得した後で取得されてもよい。これにより、複数の画像を画像の順番に撮像する場合に、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

10

【0039】

ここで、前記表示制御部は、前記ロボットを示す画像及び前記第1の撮像部を示す画像を前記表示部に表示させてよい。これにより、ロボットや第1撮像部の位置と、撮像範囲との関係を確認することができる。

【0040】

ここで、前記第1の撮像部及び前記操作対象物を仮想空間内に配置し、当該仮想空間における任意の視点から前記仮想空間内に配置された前記撮像部及び前記操作対象物を見た画像である俯瞰画像を生成する俯瞰画像生成部を備え、前記表示制御部は、前記俯瞰画像を前記表示部に表示し、かつ前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報及び前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記俯瞰画像に重畠表示してもよい。これにより、仮想空間内の位置関係を知ることができる俯瞰画像に1枚目の画像の撮像範囲を示す情報と2枚目の画像の撮像範囲を示す情報とが表示されるため、複数の画像の撮像範囲がどのように異なるかを容易に把握することができる。

20

【0041】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第2の撮像画像を前記表示部に表示し、かつ前記第2の撮像画像に前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報を重畠表示してもよい。これにより、撮像した2枚目の撮像画像に、撮像された1枚目の画像の撮像範囲を示す情報が表示されるため、1枚目の撮像範囲と2枚目の撮像範囲とがどの程度重なっているか、どの範囲で重なっているかを容易に把握することができる。

30

【0042】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を、異なる色で表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0043】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を、異なる形状で表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

40

【0044】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0045】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の画像の撮像範囲を、当該第1の画像の撮像範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

50

【 0 0 4 6 】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【 0 0 4 7 】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の画像の撮像範囲を、当該第2の画像の撮影範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【 0 0 4 8 】

ここで、前記表示制御部は、前記表示制御部は、前記第1の撮像部の光軸を表示してもよい。これにより、撮像画像の撮像方向を容易に把握することができる。

【 0 0 4 9 】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す立体図形を表示してもよい。これにより、撮像範囲をより容易に把握することができる。

【 0 0 5 0 】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す立体図形を表示してもよい。これにより、撮像範囲をより容易に把握することができる。特に、第1の撮像画像の撮像範囲と、前記第2の撮像画像の撮像範囲とを立体図形で表示する場合には、撮像範囲の差異を容易に比較することができる。

【 0 0 5 1 】

ここで、前記第1の撮像画像及び前記第2の撮像画像の撮像範囲に関する情報である撮像情報を取得する撮像情報取得部を備えてもよい。これにより、撮像範囲を表示することができる。

【 0 0 5 2 】

ここで、前記第1の撮像部は、前記ロボットの頭部及び前記ロボットのアームの少なくとも一方に設けられてもよい。これにより、ロボットに設けられたカメラで画像を撮像することができる。

【 0 0 5 3 】

ここで、複数のアームを有し、前記第1の撮像部は、前記複数のアームのうちの一本のアームに設けられ、前記複数のアームのうちの前記一本のアーム以外のアームには、前記第1の撮像画像を撮像する第2の撮像部が設けられてもよい。これにより、複数のアームを用いて画像を撮像することができる。

【 0 0 5 4 】

ここで、前記第1の撮像部の撮像範囲を変える撮像制御部を有してもよい。これにより、同じ撮像部で複数の画像を撮像することができる。

【 0 0 5 5 】

ここで、前記第1の撮像画像を撮像する第2の撮像部を備え、前記第2の撮像部は、前記ロボットの頭部及び前記ロボットのアームの少なくとも一方に設けられてもよい。これにより、ロボットに設けられたカメラで画像を撮像することができる。

【 0 0 5 6 】

ここで、前記第1の撮像画像を撮像する第2の撮像部と、複数のアームと、を備え、前記第2の撮像部は、前記複数のアームのうちの一本のアームに設けられ、前記複数のアームのうちの前記一本のアーム以外のアームには、前記第1の撮像部が設けられてもよい。

【 0 0 5 7 】

ここで、前記第2の撮像部の撮像範囲を変える撮像制御部を有してもよい。これにより、同じ撮像部で複数の画像を撮像することができる。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

上記課題を解決するための第五の態様は、ロボットの操作対象物を撮像部により複数回撮像して取得した複数の撮像画像を用いて、前記操作対象物の3次元情報を取得する画像表示装置であって、前記撮像部が前記操作対象物を第1の方向から撮像した撮像範囲を示す情報と、前記撮像部が前記操作対象物を前記第1の方向とは異なる方向である第2の方向から撮像した撮像範囲を示す情報とを表示部に表示することを特徴とする。これにより、ステレオ画像を撮像する前に画像の撮像範囲を知ることができる。したがって、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

【0059】

上記課題を解決するための第六の態様は、画像表示装置において、ロボットの操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像と、前記第1の方向とは異なる方向からの撮像画像である第2の撮像画像とを取得する画像取得部と、表示部と、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報とを前記表示部に表示させる表示制御部と、を備えることを特徴とする。これにより、ステレオ画像を撮像する前に画像の撮像範囲を知ることができる。したがって、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

10

【0060】

ここで、第2の撮像画像は、時間的に連続したライブビュー画像であってもよい。これにより、実際に静止画を撮像する前に撮像範囲を知ることができ、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

20

【0061】

ここで、第2の撮像画像は、第1の撮像画像を取得した後で取得されてもよい。これにより、複数の画像を画像の順番に撮像する場合に、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

【0062】

ここで、前記表示制御部は、前記ロボットを示す画像及び前記第1の撮像部を示す画像を前記表示部に表示させててもよい。これにより、ロボットや第1撮像部の位置と、撮像範囲との関係を確認することができる。

【0063】

ここで、前記第1の撮像部及び前記操作対象物を仮想空間内に配置し、当該仮想空間における任意の視点から前記仮想空間内に配置された前記撮像部及び前記操作対象物を見た画像である俯瞰画像を生成する俯瞰画像生成部を備え、前記表示制御部は、前記俯瞰画像を前記表示部に表示し、かつ前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報及び前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を前記俯瞰画像に重畳表示してもよい。これにより、仮想空間内の位置関係を知ることができる俯瞰画像に1枚目の画像の撮像範囲を示す情報と2枚目の画像の撮像範囲を示す情報とが表示されるため、複数の画像の撮像範囲がどのように異なるかを容易に把握することができる。

30

【0064】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第2の撮像画像を前記表示部に表示し、かつ前記第2の撮像画像に前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報を重畳表示してもよい。これにより、撮像した2枚目の撮像画像に、撮像された1枚目の画像の撮像範囲を示す情報が表示されるため、1枚目の撮像範囲と2枚目の撮像範囲とがどの程度重なっているか、どの範囲で重なっているかを容易に把握することができる。

40

【0065】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を、異なる色で表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0066】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と、前記第2の

50

撮像画像の撮像範囲を示す情報を、異なる形状で表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0067】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0068】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第1の画像の撮像範囲を、当該第1の画像の撮像範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。10

【0069】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の撮像画像の撮像範囲を線で表示した枠として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。

【0070】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として、前記第2の画像の撮像範囲を、当該第2の画像の撮影範囲以外の範囲と識別可能な色で塗りつぶした図形として表示してもよい。これにより、複数の画像の撮像範囲の差異を容易に把握することができる。20

【0071】

ここで、前記表示制御部は、前記表示制御部は、前記第1の撮像部の光軸を表示してもよい。これにより、撮像画像の撮像方向を容易に把握することができる。

【0072】

ここで、前記表示制御部は、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す立体图形を表示してもよい。これにより、撮像範囲をより容易に把握することができる。

【0073】

ここで、前記表示制御部は、前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報として前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す立体图形を表示してもよい。これにより、撮像範囲をより容易に把握することができる。特に、第1の撮像画像の撮像範囲と、前記第2の撮像画像の撮像範囲とを立体图形で表示する場合には、撮像範囲の差異を容易に比較することができる。30

【0074】

ここで、前記第1の撮像画像及び前記第2の撮像画像の撮像範囲に関する情報である撮像情報を取得する撮像情報取得部を備えてもよい。これにより、撮像範囲を表示することができる。

【0075】

上記課題を解決するための第七の態様は、画像表示方法であって、a. 口ボットの操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像を取得するステップと、b. 前記第1の方向とは異なる方向からの撮像画像である第2の撮像画像を取得するステップと、c. 前記第1の撮像画像及び前記第2の撮像画像の撮像範囲に関する情報である撮像情報に基づいて、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報とを表示部に表示させるステップと、を有することを特徴とする。したがって、口ボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。40

【0076】

ここで、前記b及び前記cのステップを繰り返し行うようにしてもよい。これにより、ステレオ画像の2枚目の静止画を撮像する前に画像の撮像範囲を知ることができます。

【0077】

10

20

30

40

50

上記課題を解決するための第八の態様は、画像表示プログラムであって、a. ロボットの操作対象物を第1の方向から撮像した第1の撮像画像を取得するステップと、b. 前記第1の方向とは異なる方向からの撮像画像である第2の撮像画像を取得するステップと、c. 前記第1の撮像画像及び前記第2の撮像画像の撮像範囲に関する情報である撮像情報に基づいて、前記第1の撮像画像の撮像範囲を示す情報と前記第2の撮像画像の撮像範囲を示す情報を表示部に表示させるステップと、を演算装置に実行させることを特徴とする。したがって、ロボットの作業対象物の3次元情報を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

【0078】

ここで、前記b及び前記cのステップを繰り返し行う処理を、演算装置に実行させてよい。これにより、ステレオ画像を撮像する前に画像の撮像範囲を知ることができる。 10

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の第1の実施形態におけるロボットシステム1の構成の一例を示す図である。

【図2】アームの構成の一例を示す図である。

【図3】ロボットシステム1の機能構成の一例を示すブロック図である。

【図4】制御部20のハードウェア構成の一例を示す図である。

【図5】撮像位置決定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図6】ロボットシステム1の表示画面の一例を示す図である。 20

【図7】ロボットシステム1の表示画面の一例を示す図である。

【図8】ロボットシステム1の表示画面の一例を示す図である。

【図9】ロボットの変形例の一例を示す図である。

【図10】ロボットシステム1の表示画面の変形例を示す図である。

【図11】ロボットシステム1の表示画面の変形例を示す図である。

【図12】本発明の第2の実施形態におけるロボットシステム2の撮像位置決定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0080】

本発明の一実施形態について、図面を参照しながら説明する。 30

【0081】

<第1の実施形態>

【0082】

図1は、本発明の一実施形態におけるロボットシステム1の構成の一例を示すシステム構成図である。本実施形態におけるロボットシステム1は、主として、ロボット10と、制御部20と、第1撮像部30と、第2撮像部31と、第1天井撮像部40と、第2天井撮像部41と、を備える。

【0083】

ロボット10は、2本のアームを有するアーム型のロボットである。本実施の形態では、2本のアームである右アーム11R及び左アーム11L（以下、右アーム11R及び左アーム11Lをまとめて表す場合に、アーム11という）を備えた双腕ロボットを例に説明するが、ロボット10のアーム11の数は1本でも構わない。 40

【0084】

図2は、アーム11の詳細を説明する図である。図2においては、右アーム11Rを例示しているが、右アーム11Rと左アーム11Lとは同一の構成である。以下、右アーム11Rを例に説明し、左アーム11Lについては説明を省略する。

【0085】

右アーム11Rは、複数のジョイント（関節）12と、複数のリンク13と備える。

【0086】

右アーム11Rの先端には、ロボット10の操作対象物であるワークAを持持したり、

10

20

30

40

50

道具を把持して対象物に対して所定の作業を行ったりすることが可能なハンド14（いわゆるエンドエフェクター又は手先効果器）が設けられる。

【0087】

ジョイント12及びハンド14には、それらを動作させるためのアクチュエーター（図示せず）が設けられる。アクチュエーターは、例えば、サーボモーターやエンコーダーなどを備える。エンコーダーが出力するエンコーダー値は、制御部20によるロボット10のフィードバック制御に使用される。

【0088】

ハンド14の内部又はアーム11の先端等には、力覚センサー（図示せず）が設けられる。力覚センサーは、ハンド14に加わる力を検出する。力覚センサーとしては、例えば並進3軸方向の力成分と、回転3軸回りのモーメント成分の6成分を同時に検出することができる6軸力覚センサーを用いることができる。また、力覚センサーで使用される物理量は、電流、電圧、電荷量、インダクタンス、ひずみ、抵抗、電磁誘導、磁気、空気圧、光等である。力覚センサーは、所望の物理量を電気信号に変換することにより、6成分を検出可能である。なお、力覚センサーは、6軸に限らず、例えば3軸でもよい。また、力覚センサーを設ける位置は、ハンド14に加わる力を検出できるのであれば、特に限定されるものではない。

【0089】

また、右アーム11Rの先端には、右ハンドアイカメラ15Rが設けられる。本実施の形態では、右ハンドアイカメラ15Rは、右ハンドアイカメラ15Rの光軸15Raとアーム11の軸11aとが直交（少しずれている場合を含む）するように設けられている。ただし、右ハンドアイカメラ15Rは、光軸15Raと軸11aとが平行になるように設けられてもよいし、光軸15Raと軸11aとが任意の角度となるように設けられてもよい。なお、光軸とは、ハンドアイカメラ15等の撮像部に含まれるレンズの中心を通り、レンズ面に垂直な直線を意味する。右ハンドアイカメラ15R及び左ハンドアイカメラ15Lは、本発明の撮像部、及び第1の撮像部又は第2の撮像部に相当する。

【0090】

なお、ロボット10の構成は、本実施形態の特徴を説明するにあたって主要構成を説明したのであって、上記の構成に限られない。一般的な手持ロボットが備える構成を排除するものではない。例えば、図1では6軸のアームが示されているが、軸数（ジョイント数）をさらに増加させてもよいし、減らしてもよい。リンクの数を増減させてもよい。また、アーム、ハンド、リンク、ジョイント等の各種部材の形状、大きさ、配置、構造等も適宜変更してよい。また、エンドエフェクターはハンド14に限られない。

【0091】

図1の説明に戻る。制御部20は、ディスプレイ（本発明の表示部に相当する）等の出力装置26を備え、ロボット10の全体を制御する処理を行う。制御部20は、ロボット10の本体とは離れた場所に設置してもよいし、ロボット10等に内蔵してもよい。制御部20がロボット10の本体と離れた場所に設置されている場合には、制御部20は、有線又は無線でロボット10と接続される。

【0092】

第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は、ロボット10の作業領域付近をそれぞれ異なる角度から撮像して、画像データを生成するユニットである。第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は、例えば、カメラを含み、作業台、天井、壁などに設けられる。本実施の形態では、第1撮像部30及び第2撮像部31は作業台に設けられ、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は天井に設けられる。第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41としては、可視光カメラ、赤外線カメラ等を採用することができる。第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は、本発明の撮像部及び第2の撮像部に相当する。

【0093】

10

20

30

40

50

第1撮像部30及び第2撮像部31は、ロボット10がビジュアルサーボを行う時に用いる画像を取得する撮像部である。第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は、作業台の上の物品の配置等を把握するための画像を取得する撮像部である。

【0094】

第1撮像部30及び第2撮像部31と、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は、それぞれ、奥行き方向の情報も得ることができるように、撮像する画像の画角の一部が重なるように設けられる。

【0095】

第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は、それぞれ制御部20に接続され、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41により撮像された画像は制御部20に入力される。なお、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は、制御部20ではなくロボット10に接続されるようにしてもよい。この場合には、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41により撮像された画像は、ロボット10を介して制御部20に入力される。10

【0096】

次に、ロボットシステム1の機能構成例について説明する。図3は、制御部20の機能ブロック図の一例である。制御部20は、主として、ロボット制御部201と、画像処理部202と、画像取得部203とを有する。

【0097】

ロボット制御部201は、主として、駆動制御部2011と、撮像制御部2012とを有する。20

【0098】

駆動制御部2011は、アクチュエーターのエンコーダー値、及びセンサーのセンサー値等に基づいてアーム11及びハンド14を制御する。例えば、駆動制御部2011は、制御部20から出力された移動方向及び移動量でアーム11(ハンドアイカメラ15)を移動させるように、アクチュエーターを駆動させる。

【0099】

撮像制御部2012は、ハンドアイカメラ15を制御して、任意のタイミングで任意の回数だけ画像を撮像する。ハンドアイカメラ15で撮像される画像は、静止画でもよいし、ライブビュー画像でもよい。なお、ライブビュー画像とは、静止画を所定のフレームレートで時間的に連続して取得する画像である。30

【0100】

画像取得部203は、ハンドアイカメラ15、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41が撮像した画像を取得する。画像取得部203が取得した画像は、画像処理部202に出力される。

【0101】

画像処理部202は、主として、カメラパラメーター取得部2021と、3次元モデル情報取得部2022と、俯瞰画像生成部2023と、ライブビュー画像生成部2024と、表示制御部2025とを有する。40

【0102】

カメラパラメーター取得部2021は、ハンドアイカメラ15、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41の内部カメラパラメーター(焦点距離、画素サイズ)及び外部カメラパラメーター(位置姿勢)を取得する。ハンドアイカメラ15、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41は内部カメラパラメーター及び外部カメラパラメーター(以下、カメラパラメーターという)に関する情報を保持しているため、カメラパラメーター取得部2021は、ハンドアイカメラ15、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41からこれらの情報を取得することができる。カメラパラメーター取得部2021は、本発明の撮像情報取得部に相当する。また、カメラパラメーターは、本発明の撮像50

情報に相当する。

【0103】

3次元モデル情報取得部2022は、ロボット10、作業台、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40、第2天井撮像部41、ワークA等の3次元モデルの情報を取得する。3次元モデルとは、例えばC A D (Computer Aided Design) ソフトウェアを用いて作成されたデータファイル(3次元C A Dデータ)である。この3次元モデルは、各構造点(頂点)を結んでできる多角形(例えば三角形)からなるポリゴンを多数組み合わせて構成されている。3次元モデル情報取得部2022は、制御部20に接続された図示しない外部機器に記憶された3次元モデルの情報を直接又はネットワークを介して取得する。なお、3次元モデル情報取得部2022は、メモリー22や外部記憶装置23(図4参照)に記憶された3次元モデルの情報を取得するようにしてもよい。10

【0104】

なお、3次元モデル情報取得部2022が3次元モデルの情報を取得する代わりに、制御部20に導入されたC A Dソフトウェアを用いて3次元モデルを作成するようにしてもよい。

【0105】

俯瞰画像生成部2023は、カメラパラメーター取得部2021、3次元モデル情報取得部2022が取得した情報、画像取得部203から入力された画像データ等に基づいて、ロボット10、作業台、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40、第2天井撮像部41、及びワークA等の3次元モデルを仮想空間内に配置する。各3次元モデルの配置位置は、画像取得部203から入力された画像データ等に基づいて定めることができる。20

【0106】

そして、俯瞰画像生成部2023は、仮想空間内に配置された3次元モデルを、仮想空間内の任意の視点位置から見た画像である俯瞰画像を生成する。俯瞰画像生成部2023が3次元モデルを仮想空間内に配置する処理、及び俯瞰画像生成部2023が俯瞰画像を生成する処理は、すでに公知の様々な技術を用いることができるため、詳細な説明を省略する。俯瞰画像生成部2023は、本発明の俯瞰画像生成部に相当する。

【0107】

ライブビュー画像生成部2024は、俯瞰画像生成部2023が生成した俯瞰画像と、カメラパラメーター取得部2021が取得したカメラパラメーターとに基づいて、仮想空間内に配置されたハンドアイカメラ15、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41が仮想空間内で撮像を行ったときに得られる撮像画像(以下、仮想撮像画像)を生成する。仮想撮像画像は、静止画でもよいし、ライブビュー画像でもよい。ライブビュー画像生成部2024は、本発明の画像取得部に相当する。30

【0108】

表示制御部2025は、俯瞰画像生成部2023が生成した俯瞰画像、ライブビュー画像生成部2024が生成した仮想撮像画像を出力装置26に出力する。また、表示制御部2025は、カメラパラメーター取得部2021が取得したカメラパラメーターに基づいて、俯瞰画像及び仮想撮像画像にハンドアイカメラ15の撮像範囲を示す画像を表示する。表示制御部2025は、本発明の表示制御部に相当する。40

【0109】

図4は、制御部20の概略構成の一例を示すブロック図である。図示するように、例えばコンピューターなどで構成される制御部20は、演算装置であるC P U (C e n t r a l Processing Unit) 21と、揮発性の記憶装置であるR A M (Random Access Memory) や不揮発性の記憶装置であるR O M (Read only Memory) からなるメモリー22と、外部記憶装置23と、ロボット10等の外部の装置と通信を行う通信装置24と、マウスやキーボード等の入力装置25と、ディスプレイ等の出力装置26と、制御部20と他のユニットを接続するインターフェイス(I/F)27とを備える。50

【0110】

上記の各機能部は、例えば、CPU21が外部記憶装置23等に格納された所定のプログラムをメモリー22等に読み出して実行することにより実現される。なお、所定のプログラムは、例えば、予め外部記憶装置23等にインストールされてもよいし、通信装置24を介してネットワークからダウンロードされてインストール又は更新されてもよい。

【0111】

以上のロボットシステム1の構成は、本実施形態の特徴を説明するにあたって主要構成を説明したのであって、上記の構成に限られない。例えば、ロボット10が制御部20や第1撮像部30及び第2撮像部31を備えていてもよい。また、一般的なロボットシステムが備える構成を排除するものではない。

10

【0112】

次に、本実施形態における、上記構成からなるロボットシステム1の特徴的な処理について説明する。

【0113】

図5は、画像処理部202が行うシミュレーション処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、任意のタイミングで、例えば、図示しないボタン等を介してシミュレーションの開始指示が入力されることにより開始される。

【0114】

本実施の形態では、ワークAの位置、形状等の3次元情報を取得するため、右ハンドアイカメラ15Rを用いてワークAを異なる角度から撮像した2枚の画像（以下、ステレオ画像という）を取得する場合を例に説明する。

20

【0115】

俯瞰画像生成部2023は俯瞰画像を生成し（ステップS100）、ライブビュー画像生成部2024はハンドアイカメラ15、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41の仮想撮像画像をライブビュー画像として生成する。（ステップS102）。

【0116】

表示制御部2025は、ステップS100で生成された俯瞰画像と、ステップS102で生成された仮想撮像画像とが含まれる表示画像Pを生成し、出力装置26に出力する（ステップS104）。

30

【0117】

図6は、ステップS104で生成された表示画像Pの表示例である。図6に示すように、表示画像Pの上部に、俯瞰画像を表示する俯瞰画像表示領域P1が設けられる。

【0118】

俯瞰画像表示領域P1の下方向には、第1天井撮像部40の仮想撮像画像が表示される仮想撮像画像表示領域P2が設けられ、その横に第2天井撮像部41の仮想撮像画像が表示される仮想撮像画像表示領域P3が設けられる。また、俯瞰画像表示領域P1の下方向には、左ハンドアイカメラ15Lの仮想撮像画像が表示される仮想撮像画像表示領域P42が設けられ、その横に右ハンドアイカメラ15Rの仮想撮像画像が表示される仮想撮像画像表示領域P5が設けられる。さらに、俯瞰画像表示領域P1の下方向には、第1撮像部30の仮想撮像画像が表示される仮想撮像画像表示領域P6が設けられ、その横に第2撮像部31の仮想撮像画像が表示される仮想撮像画像表示領域P7が設けられる。

40

【0119】

なお、ステップS102で仮想撮像画像においてライブビュー画像として生成されているため、ステップS104において、表示制御部104は、ライブビュー画像が更新される都度、各仮想撮像画像表示領域P2～P7の表示を適宜変更する。すなわち、ステップS102及びステップS104の処理は、図5に示す処理が終了するまで継続的に行われる。なお、ライブビュー画像に応じて表示を適宜変更する方法は、すでに公知であるため、説明を省略する。

【0120】

50

ライブビュー画像生成部 2024 は、ステップ S102 で生成された右ハンドアイカメラ 15R の仮想撮像画像に基づいて、ステレオ画像のうちの 1 枚目の仮想撮像画像を静止画として仮想的に撮像する（ステップ S106）。仮想的な画像の撮影は、作業者が入力装置 25 を介して撮像指示を入力することにより行うこともできるし、ライブビュー画像生成部 2024 が自動的に行うこともできる。例えば、ライブビュー画像生成部 2024 が自動的に行う場合には、画像の所定範囲にワーク A が含まれたときに仮想的な撮影を行うようにしてもよい。

【0121】

ライブビュー画像生成部 2024 は、ステップ S102 で生成された右ハンドアイカメラ 15R の仮想撮像画像に基づいて、ステレオ画像のうちの 2 枚目の仮想撮像画像の、ライブビュー画像としての 1 枚目の画像を仮想的に撮像する（ステップ S108）。

【0122】

なお、ステップ S106 で取得した仮想撮像画像と、ステップ S108 で取得した仮想撮像画像とでは右ハンドアイカメラ 15R のカメラパラメーターを変更する必要がある。カメラパラメーターの変更は、作業者が入力装置 25 を介してカメラパラメーターを適宜入力することにより行うこともできるし、ライブビュー画像生成部 2024 が自動的に行うこともできる。例えば、ライブビュー画像生成部 2024 が自動的に行う場合には、ステップ S106 で取得した仮想撮像画像を取得した時に右ハンドアイカメラ 15R の位置から、あらかじめ定められた大きさだけ右方向（左方向でもよいし、上方向でもよいし、下方向でもよいし、斜め方向でもよい）に移動させることにより、カメラパラメーターを変更してもよい。

【0123】

右ハンドアイカメラ 15R のカメラパラメーターを変更すると、自動的に右アーム 11R の位置等が変わるため、俯瞰画像も変更する必要がある。したがって、カメラパラメーターが変更される度に、俯瞰画像生成部 2023 はステップ S100 の処理を行い、表示制御部 2025 は俯瞰画像表示領域 P1 の表示を変更する。

【0124】

表示制御部 2025 は、表示画像 P の各表示領域 P1 ~ P7 に表示された画像に、ステップ S106 で仮想的に撮像された仮想画像の撮像範囲を示す画像と、ステップ S108 で仮想的に撮像された仮想画像の撮像範囲を示す画像とを重畳表示する（ステップ S110）。

【0125】

図 6 は、ステレオ画像の 1 枚目の仮想撮像画像と、2 枚目の仮想撮像画像との撮像範囲がほとんど一致している場合の表示画像 P である。

【0126】

ステップ S106 で仮想的に撮像されたステレオ画像の 1 枚目の仮想画像の撮像範囲を示す画像として、表示画像 P に矩形の枠 F1 が表示される。また、ステップ S108 で仮想的に撮像されたステレオ画像の 2 枚目の仮想撮像画像仮想画像の撮像範囲を示す画像として、表示画像 P に矩形の枠 F2 が表示される。図 6 では、枠 F1 の位置と枠 F2 の位置とがほぼ同じであるため、枠 F2 が省略されている。ただし、枠 F2 を省略しなくてもよいし、枠 F2 の代わりに枠 F1 を省略するようにしてもよい。

ここで、表示制御部 2025 が枠 F1、F2 を生成し、表示する方法について説明する。

【0127】

表示制御部 2025 は、カメラパラメーター取得部 2021 が取得したカメラパラメーターに基づいて、右ハンドアイカメラ 15R の視野を示す四角錐を、仮想空間内に生成する。例えば、表示制御部 2025 は、右ハンドアイカメラ 15R のピクセル比に基づいて四角錐の底辺の四角形の縦横比を決定する。そして、表示制御部 2025 は、右ハンドアイカメラ 15R の焦点距離に基づいて、頂点からの距離に対する底面の大きさを決定する。

【 0 1 2 8 】

次に、表示制御部 2025 は、仮想空間内において、生成した四角錐と、作業台、ワーク A 等とが交わったところに、枠 F1、F2 を生成する。このように枠 F1、F2 を生成することで、処理を軽くすることができる。

【 0 1 2 9 】

そして、表示制御部 2025 は、仮想空間内の枠 F1、F2 の位置に基づいて枠 F1、F2 を表示画像 P に表示する。これにより、表示画像 P の各表示領域 P1～P7 に表示された画像に枠 F1、F2 が重畳表示される。なお、本実施の形態では、枠 F1 と枠 F2 とが識別できるように、枠 F1 は太線で、枠 F2 は細線で表示されている。ただし、枠 F1 と枠 F2 とは、識別できるように、異なる形状又は異なる色で表示されればよく、線の太さを変える形態には限らない。10

【 0 1 3 0 】

図 7 は、図 6 に示す場合に対し、右アーム 11R（すなわち、右ハンドアイカメラ 15R）を仮想空間内で右方向に移動させた場合の表示画像 P である。図 7 においては、右アーム 11R が大きく移動されているため、俯瞰画像表示領域 P1、仮想撮像画像表示領域 P2 及び仮想撮像画像表示領域 P7 においては、枠 F1 と枠 F2 とが異なる位置に表示されている。

【 0 1 3 1 】

また、仮想撮像画像表示領域 P5 においては、図 6 に示す場合には、仮想撮像画像表示領域 P5 の周辺近傍に枠 F1 が一辺だけ表示されているのに対し、図 7 に示す場合においては、仮想撮像画像表示領域 P5 の中央近くに枠 F1 が表示される。20

【 0 1 3 2 】

図 8 は、図 7 に示す場合に対し、右アーム 11R を仮想空間内で上方向（作業台から遠ざかる方向）に移動させた場合の表示画像 P である。図 8 においては、右アーム 11R と作業台との距離が、図 7 に示す場合に比べて遠ざかっているため、枠 F2 の大きさが図 7 より大きくなっている。

【 0 1 3 3 】

このように、俯瞰画像表示領域 P1、仮想撮像画像表示領域 P2 及び仮想撮像画像表示領域 P7（特に、俯瞰画像表示領域 P1）に枠 F1 と枠 F2 とが表示されるため、複数の画像の撮像範囲がどのように異なるかを容易に把握することができる。また、2枚目の撮像画像を表示する仮想撮像画像表示領域 P5 に枠 F1 が表示されることで、1枚目の撮像範囲と2枚目の撮像範囲とがどの程度重なっているか、どの範囲で重なっているかを容易に把握することができる。30

【 0 1 3 4 】

なお、図 6～8 では、枠 F1、F2 と同時に、右ハンドアイカメラ 15R の光軸 X を重畳表示している。これにより、カメラの位置や撮像画像の撮像方向を容易に把握することができる。

【 0 1 3 5 】

表示制御部 2025 は、ステレオ画像のうちの2枚目の仮想撮像画像の、ライブビュー画像の撮像を終了するか否かを判断する（ステップ S112）。表示制御部 2025 は、入力装置 25 等を介して終了指示が入力された場合に、ライブビュー画像の撮像を終了すると判断することができる。または、表示制御部 2025 は、ステップ S110 で表示された枠 F1 と枠 F2 との位置関係に基づいてライブビュー画像の撮像を終了するか否かを判断することもできる。例えば、枠 F1 と枠 F2 との重なる領域が、枠 F1、F2 の大きさの8割程度である場合に、ライブビュー画像の撮像を終了するか否かを判断してもよい。40

【 0 1 3 6 】

ライブビュー画像の撮像を終了しない場合（ステップ S112 で NO）は、ライブビュー画像生成部 2024 は、ステップ S102 で生成された右ハンドアイカメラ 15R の仮想撮像画像に基づいて、ステレオ画像のうちの2枚目の仮想撮像画像の、ライブビュー画50

像としての次のフレームの画像を仮想的に撮像する（ステップS114）。その後、ステップS110を行う。このステップS110では、仮想画像表示領域P5の表示をステップS114で取得された画像に変更し、かつ、表示画像Pの各表示領域P1～P7に表示された画像に、ステップS106で仮想的に撮像された仮想画像の撮像範囲を示す画像と、ステップS114で仮想的に撮像された仮想画像の撮像範囲を示す画像とを重畳表示する。

【0137】

ライブビュー画像の撮像を終了する場合（ステップS112でYES）は、ライブビュー画像生成部2024は、ステップS108で仮想的に撮像したライブビュー画像を、2枚目の仮想撮像画像の静止画として仮想的に撮像する（ステップS116）。その後、処理を終了する。10

【0138】

本実施の形態によれば、シミュレーションにおいて、ステレオ画像を撮像する前に画像の撮像範囲を知ることができる。特に、本実施の形態では、仮想空間内の位置関係を知ることができる画像（本実施の形態では俯瞰画像表示領域P1）に1枚目の画像の撮像範囲を示す画像と2枚目の画像の撮像範囲を示す画像とが表示されるため、複数の画像の撮像範囲がどのように異なるかを容易に把握することができる。したがって、シミュレーションにおいてステレオ画像を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。

【0139】

また、本実施の形態では、仮想的に撮像した2枚目の撮像画像に、仮想的に撮像された1枚目の画像の撮像範囲を示す画像を表示するため、1枚目の撮像範囲と2枚目の撮像範囲とがどの程度重なっているか、どの範囲で重なっているかをシミュレーションにおいて容易に把握することができる。20

【0140】

特に、本実施の形態では、シミュレーションによりステレオ画像を撮像するときに、すでに撮像した画像の撮像範囲を知ることができるために、実際にロボットを動かすことなく、適切なステレオ画像が撮像できるカメラの位置及び姿勢を少ない試行錯誤で知ることができる。

【0141】

なお、本実施の形態では、ワークAの3次元情報を取得するステレオ画像を右ハンドアイカメラ15Rで仮想的に撮像したが、ステレオ画像を撮像するのはハンドアイカメラに限られない。例えば、図9に示すように、ロボット10Aの頭に相当する部分に撮像部16を設け、撮像部16でステレオ画像を撮像してもよい。30

【0142】

また、本実施の形態では、ステレオ画像の1枚目の画像及び2枚目の画像の両方を右ハンドアイカメラ15Rを用いて仮想的に撮像したが、ステレオ画像の1枚目の画像を撮像する撮像部と、2枚目の画像を撮像する撮像部とが異なってもよい。例えば、1枚目の画像は第2天井撮像部41を用いて仮想的に撮像し、2枚目の画像を右ハンドアイカメラ15Rを用いて仮想的に撮像してもよい。また、例えば、右アーム11Rに複数のカメラを設け、それぞれの画像をそれぞれ異なるカメラで仮想的に撮像してもよい。例えば、焦点距離が異なる2つのカメラを右アーム11Rに設け、1枚目の画像を焦点距離が長いカメラで仮想的に撮像し、2枚目の画像を焦点距離が短いカメラで仮想的に撮像してもよい。40

【0143】

また、本実施の形態では、ステレオ画像の撮像範囲を示す情報として、枠F1、F2を表示したが、ステレオ画像の撮像範囲を示す情報は枠に限定されない。例えば、図10に示すように、仮想空間内において、撮像範囲を示す四角錐と、作業台やワークA等とが交わったところにおける撮像範囲内に含まれる部分を、他の部分とは異なる色で塗りつぶした四角形（図形）である図形F3を表示することにより、表示制御部2025がステレオ画像の撮像範囲を示してもよい。なお、枠や色で塗りつぶした図形の形状は、四角形に限50

られない。また、図形F3は、四角形の内部を一色で塗りつぶしたが画像であるが、枠を塗りつぶす形態はこれに限られない。例えば、四角形の内部に市松模様等の模様を付したり、四角形の内部にハッチングを掛けたりすることにより、四角形の内部を塗りつぶすようにもよい。

【0144】

また、例えば、図11に示すように、俯瞰画像に撮像範囲を示す四角錐F4を重ねて表示することにより、表示制御部2025がステレオ画像の撮像範囲を示してもよい。これにより、撮影範囲をより容易に把握することができる。なお、撮像範囲を示す四角錐は、光軸上の任意の点と、枠F2（または枠F1）の頂点とを結ぶ線を引くことにより、生成することができる。立体図形としては、四角錐に限らず、四錐台でもよい。

10

【0145】

また、本実施の形態では、ステレオ画像の撮像範囲を示す情報として、枠F1、F2と共に光軸Xを表示したが、光軸の表示は必須ではない。例えば、枠F1、F2等の図形のみでもよい。又は、枠F1、F2等の図形に変えて、仮想撮像画像を撮像するカメラの光軸Xのみを表示するようにしてよい。ただし、枠F1、F2と共に光軸Xを表示する場合は、その他の場合に比べて、多くの情報を得ることができるという効果がある。

【0146】

また、本実施の形態では、ステレオ画像の1枚目の画像と2枚目の画像とを順番に取得したが、この1枚目の画像、2枚目の画像は便宜上のものであり、2つの撮像部を用いて2枚の画像を同時に撮像するようにしてよい。この場合には、2枚の画像のそれについて、ライブビュー画像を撮影しながら、2枚の画像の撮像範囲を示す情報を重畠表示させるようにすればよい。

20

【0147】

また、本実施の形態では、ステレオ画像の1枚目の画像を静止画で取得し、ステレオ画像の2枚目の画像をライブビュー画像として取得したが、静止画及びライブビュー画像は撮像の一形態として例示したものであり、ステレオ画像の1枚目の画像及び2枚目の画像の撮像形態はこれに限られない。本発明の撮像とは、シャッター（レリーズ）を切って静止画又は動画を取得する場合や、シャッター（レリーズ）を切らずにライブビュー画像を取得する場合を含む概念である。

【0148】

30

また、本実施の形態では、すでにロボット10、第1撮像部30、第2撮像部31、第1天井撮像部40及び第2天井撮像部41等が配置された状態で、ワークAの位置、形状等を知るためにステレオ画像を撮像したが、ステレオ画像を撮像する目的はこれに限られない。例えば、第1撮像部30、第2撮像部31の配置位置が決まっていない状態で、仮想空間内で第1撮像部30、第2撮像部31を仮に配置して、第1撮像部30、第2撮像部31の撮像範囲を俯瞰画像に重畠表示し、これを見ながら第1撮像部30、第2撮像部31の配置位置を決定してもよい。

また、本実施の形態では、2枚の画像からなるステレオ画像を例に説明したが、ステレオ画像を構成する画像の枚数は2枚には限られない。

【0149】

40

<第2の実施の形態>

本発明の第1の実施の形態は、ステレオ画像をシミュレーションにより仮想的に撮像するときに撮像範囲を示す画像を表示する形態であるが、撮像範囲を示す画像を表示するにはシミュレーションにより画像を撮像する場合に限られない。

【0150】

本発明の第2の実施の形態は、実際の画像を撮像するときに撮像範囲を示す画像を表示する形態である。以下、第2の実施の形態のロボットシステム2について説明する。なお、ロボットシステム2の構成は、ロボットシステム1の構成と同一であるため、説明を省略する。また、ロボットシステム2の作用についても、第1の実施の形態と同一の部分については、同一の符号を付し、説明を省略する。

50

【0151】

図12は、実際に撮像した画像に基づいて画像処理部202が撮像画像の範囲を示す画像を表示する処理の流れを示すフローチャートである。この処理は、例えば、実際にステレオ画像の1枚目の画像が撮像されることにより開始される。

【0152】

撮像制御部2012が右ハンドアイカメラ15Rを制御して静止画の撮像指示を出力すると、画像取得部203は、右ハンドアイカメラ15Rが撮像した静止画を取得し、画像処理部202に出力する(ステップS200)。

【0153】

撮像制御部2012が右ハンドアイカメラ15Rを制御してライブビュー画像の撮像指示を出力すると、画像取得部203は、右ハンドアイカメラ15Rが撮像したライブビュー画像のうちの最初のフレームの画像を取得し、画像処理部202に出力する(ステップS202)。

【0154】

表示制御部2025は、右ハンドアイカメラ15Rが撮像したライブビュー画像が取得されたら、取得された画像を出力装置26に出力する(ステップS204)。これにより、出力装置26にライブビュー画像が表示される。本実施の形態では右ハンドアイカメラ15Rで撮像を行っているため、この時に表示されるライブビュー画像は、図6等における仮想撮像画像表示領域P5に示すような画像とほぼ同等である。

【0155】

表示制御部2025は、ライブビュー画像における、ステップS200で取得された1枚目の画像の位置に、枠F1を表示する(ステップS206)。枠F1の位置は、例えば、右アーム11Rの移動量や、右ハンドアイカメラ15Rのカメラパラメーターから算出することができる。また、枠F1の位置は、ステップS200で撮像した画像と、俯瞰画像生成部2023が生成した俯瞰画像とに基づいて算出することができる。

【0156】

表示制御部2025は、ステレオ画像のうちの2枚目の撮像画像の、ライブビュー画像の撮像を終了するか否かを判断する(ステップS208)。表示制御部2025は、第1の実施の形態と同様、入力装置25等を介して終了指示が入力された場合に、ライブビュー画像の撮像を終了すると判断することができる。または、表示制御部2025は、第1の実施の形態と同様、1枚目の画像の撮像範囲と2枚目の画像の撮像範囲との位置関係に基づいてライブビュー画像の撮像を終了するか否かを判断することもできる。

【0157】

ライブビュー画像の撮像を終了しない場合(ステップS208でNO)は、撮像制御部2012は、右ハンドアイカメラ15Rを介してステレオ画像のうちの2枚目の仮想撮像画像の、ライブビュー画像としての次のフレームの画像を撮像し、画像取得部203がこれを取得する(ステップS210)。その後、ステップS204を行う。

ライブビュー画像の撮像を終了する場合(ステップS208でYES)は、表示制御部2025は、処理を終了する。

【0158】

本実施の形態によれば、実際にステレオ画像を撮像する前に、画像の撮像範囲を知ることができる。したがって、ステレオ画像の2枚目以降の画像を取得する際の試行錯誤を減らし、作業者の負荷を低減することができる。特に、撮像した2枚目の撮像画像に、撮像された1枚目の画像の撮像範囲を示す情報が表示されるため、1枚目の撮像範囲と2枚目の撮像範囲とがどの程度重なっているか、どの範囲で重なっているかを容易に把握することができる。

【0159】

なお、本実施の形態では、ステレオ画像の1枚目の画像、2枚目の画像共に、実際に右ハンドアイカメラ15Rを用いて撮像したが、ステレオ画像の1枚目の画像のみを実際に右ハンドアイカメラ15Rを用いて撮像し、その後はシミュレーションにより表示画像P

10

20

30

40

50

及び枠 F 1、F 2 の表示を行う（図 5 に示すステップ S 106 の代わりにステップ S 200 を行う）ようにしてもよい。また、ステレオ画像の 1 枚目の画像はシミュレーションにより取得し、2 枚目の画像は実際の撮像する（図 5 に示すステップ S 106 の次に図 10 のステップ S 204 を行う）ようにしてもよい。

【 0 1 6 0 】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者には明らかである。また、そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。特に、第 1、第 2 の実施の形態では、ロボットと、ロボット制御部が別に設けられたロボットシステムを提供する場合を例示したが、ロボットと、ロボット制御部とが別に設けられたロボットシステムとして提供してもよいし、ロボットにロボット制御部等が含まれたロボットとして提供してもよいし、ロボット制御部のみ、又はロボット制御部及び撮像部からなるロボット制御装置として提供してもよい。また、本発明は、ロボット等を制御するプログラムやプログラムを記憶した記憶媒体として提供することもできる。10

【 0 1 6 1 】

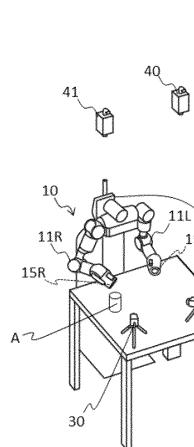
そして、ロボット制御部として提供する場合には、1. ロボット制御部に撮像部が含まれる場合、2. ロボット制御部に撮像部が含まれない場合、の 2 通りが本発明の技術的範囲に含まれる。また、ロボットシステム及びロボットとして提供する場合には、1. ロボットに撮像部及びロボット制御部が含まれる場合、2. ロボットに撮像部が含まれ、ロボット制御部は含まれない場合、3. ロボットにロボット制御部が含まれ、撮像部は含まれない場合、4. ロボットに撮像部とロボット制御部とが含まれず、撮像部とロボット制御部とが異なる筐体に、もしくは撮像部とロボット制御部とが同一の筐体に含まれる場合、の 4 通りが本発明の技術的範囲に含まれる。20

【 符号の説明 】

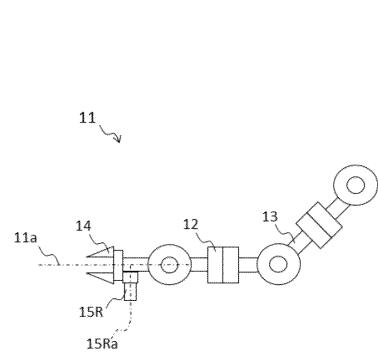
【 0 1 6 2 】

1、2：ロボットシステム、10、10A：ロボット、11：アーム、11L：左アーム、11R：右アーム、11a：軸、12：ジョイント、13：リンク、14：ハンド、15：ハンドアイカメラ、15L：左ハンドアイカメラ、15R：右ハンドアイカメラ、15a：光軸、16：撮像部、20：制御部、21：CPU、22：メモリー、23：外部記憶装置、24：通信装置、25：入力装置、26：出力装置、30：第 1 撮像部、31：第 2 撮像部、40：第 1 天井撮像部、41：第 2 天井撮像部、200：画像取得部、201：ロボット制御部、202：画像処理部、203：画像取得部、2011：駆動制御部、2012：撮像制御部、2021：カメラパラメーター取得部、2022：3 次元モデル情報取得部、2023：俯瞰画像生成部、2024：ライブビュー画像生成部、2025：表示制御部30

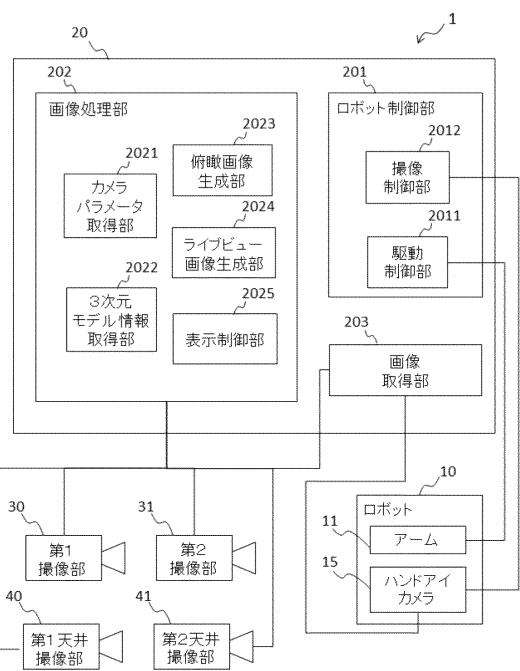
【図1】



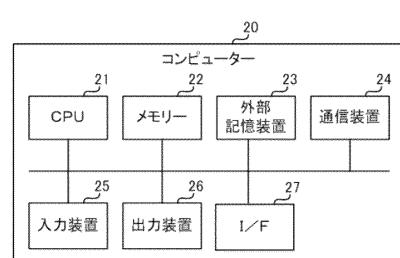
【図2】



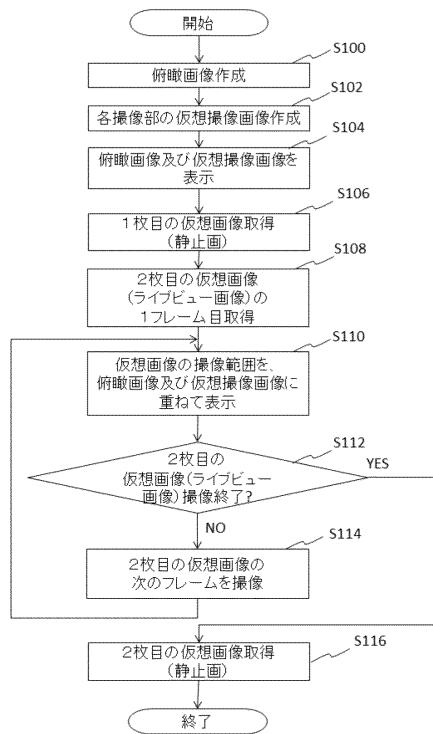
【図3】



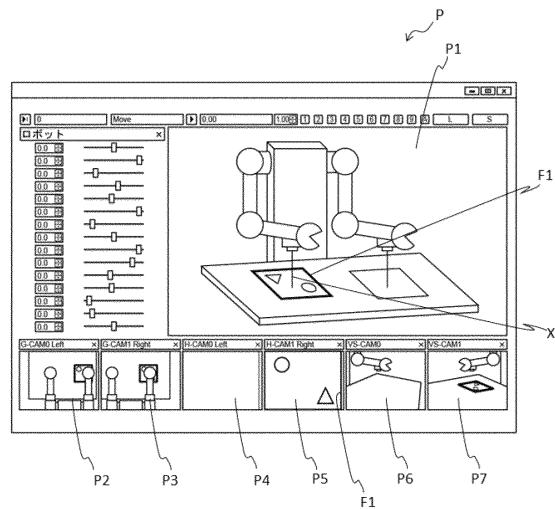
【図4】



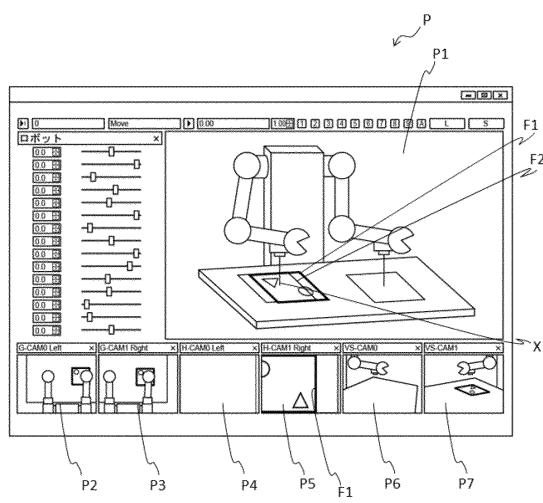
【図5】



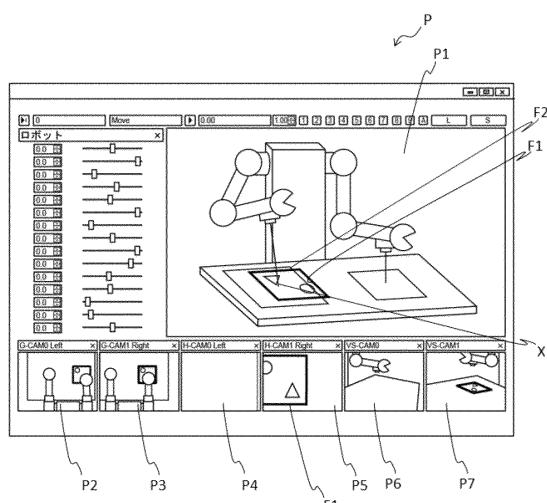
【図6】



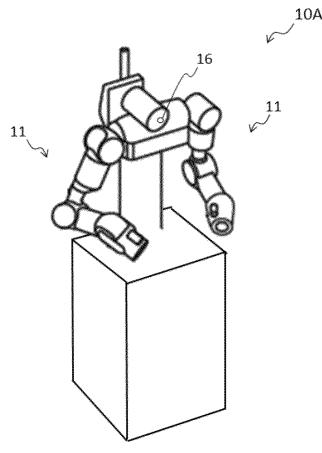
【図7】



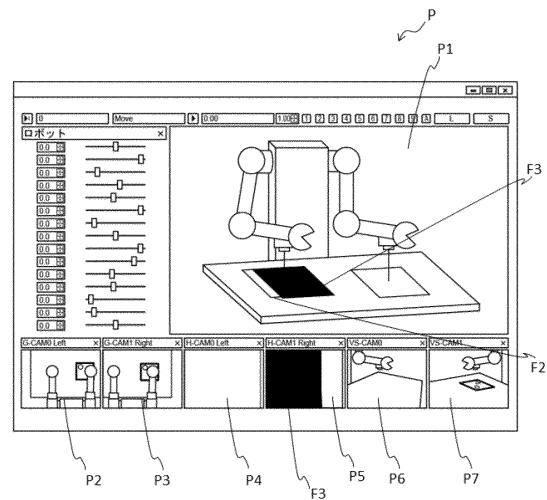
【図8】



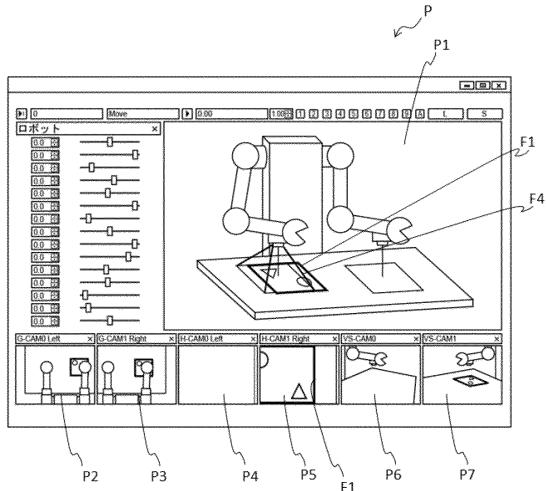
【図9】



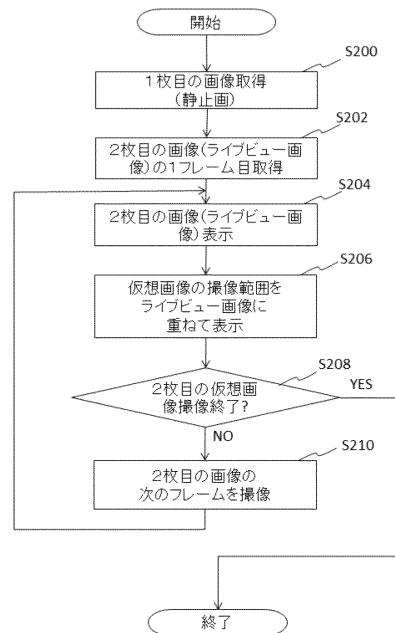
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平05-080836(JP,A)
特開2012-192466(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J 1/00 - 21/02