

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4220920号
(P4220920)

(45) 発行日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(24) 登録日 平成20年11月21日(2008.11.21)

(51) Int. Cl. F I
G06T 1/00 (2006.01) G06T 1/00 300
B25J 9/10 (2006.01) B25J 9/10 A

請求項の数 2 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-64124 (P2004-64124)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成16年3月8日 (2004.3.8)		ファナック株式会社
(65) 公開番号	特開2005-251086 (P2005-251086A)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
(43) 公開日	平成17年9月15日 (2005.9.15)		〇番地
審査請求日	平成17年5月19日 (2005.5.19)	(74) 代理人	100082304
			弁理士 竹本 松司
		(74) 代理人	100088351
			弁理士 杉山 秀雄
		(74) 代理人	100093425
			弁理士 湯田 浩一
		(74) 代理人	100102495
			弁理士 魚住 高博
		(72) 発明者	渡邊 淳
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社 内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 視覚センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

カメラを使用して物体の第1の特徴部及び第2の特徴部を含む2以上の特徴部を検出して計測を行なう視覚センサであって、

移動手段に搭載された計測用のカメラ並びに前記計測用のカメラとは別の確認用のカメラと、

前記確認用のカメラにより取得した画像の満たすべき条件を設定、記憶する手段と、

前記確認用のカメラにより取得した画像が、前記設定された条件を満たす場合のみ、前記計測用のカメラの画像での計測結果を有効にする手段とを備え、

前記移動手段によって、前記計測用のカメラを前記確認用のカメラと共に、前記第1の特徴部の検出を行った位置から、前記第2の特徴部の検出を行う位置へ向けて移動させるために実行される移動過程において、前記確認用のカメラによる逐次撮影によって複数個の画像が取得され、

前記条件は、前記逐次撮影によって取得された複数個の画像のそれぞれにおいて、前記物体の一部が捕えられていることであり、

前記条件を満たすことが、前記移動過程が前記計測用カメラを前記第2の特徴部を視野に収め得る位置に到達させるものであることを表していることを特徴とする視覚センサ。

【請求項2】

カメラを使用して物体の第1の特徴部及び第2の特徴部を含む2以上の特徴部を検出して計測を行なう視覚センサであって、

10

20

移動手段に搭載された同一のカメラにより少なくとも計測用と確認用の2種類の画像を取得する手段と、

前記確認用の画像の満たすべき条件を設定、記憶する手段と、

前記確認用の画像が前記設定された条件を満たす場合のみ、前記計測用の画像での計測結果を有効にする手段とを備え、

前記移動手段によって、前記同一のカメラを、前記第1の特徴部の検出を行った位置から、前記第2の特徴部の検出を行う位置へ向けて移動させるために実行される移動過程で前記確認用の画像が前記同一のカメラによる逐次撮影によって複数個取得され、

前記条件は、前記逐次撮影によって取得された複数個の確認用の画像のそれぞれにおいて、前記物体の一部が捕えられていることであり、

前記条件を満たすことが、前記移動過程が前記同一のカメラを前記第2の特徴部を視野に収め得る位置に到達させるものであることを表していることを特徴とする視覚センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば生産ラインにおいてロボットと組み合わせて使用され、ロボットが作業対象とするワークの位置ずれを認識し、それに基づいてロボットがずれ量を補って作業を行なうアプリケーションに好適な視覚センサに関する。

【背景技術】

【0002】

生産ラインにおいて必要とされることが多い一般的な工程の1つとして、整列されていない多数の部品を順次取出し、次工程へ搬送する工程がある。この工程を自動化するために、ロボットと視覚センサを組み合わせたロボット-視覚センサシステムを用いる試みが種々提案されている。一般に、視覚センサは画像取得を行なうセンサヘッドと、同センサヘッドの制御及び画像処理等を行なう画像処理装置を含み、センサヘッドにはカメラ、あるいは、カメラに加えてパターン光（スリット光、スポット光など）の投光器が設けられる。また、センサヘッドはロボットの先端部付近に取り付けられて使用されることが多いが、ロボットの周辺に固定した状態で使用されることもある。

【0003】

ところで、上記の提案を信頼性のある形で実用化することは簡単でなく、少し前までは条件をうまく設定することで一部実用化にこぎつけていた程度であったのであるが、最近では試験段階から普及段階に入ろうとしており、様々なアプリケーションへの適用の拡大が見られるようになってきた。例えば下記特許文献1に開示されているように、従来実現していなかったシステムも、現実的に稼動し始めている。

【0004】

しかし、作業対象のワークの中には、照明などの外部環境や、ワークに個体差があったり、似たような特徴が本来求めたい特徴の近傍にあったりするなどの理由により、検出結果が不安定となることも多い。そのため、未検出（検出されるべきワークが検出されない）が起きたり、誤検出（本来求めたい特徴以外の特徴を本来求めたい特徴と誤認する）が起きたりして、ラインを停止させてしまうことがある。

【0005】

これら事態に対する対策の1つとして、例えば下記特許文献2に示されているように、未検出や誤検出が起きそうな画質を判断して画質が良くない場合に警告を発する（特許文献2中ではコントラストで判断）、または、画質低下時用の処理に切り替える、というような提案がなされている。ところが未検出や誤検出の理由は、先に述べたように画質によるものだけではなく、すべての未検出や誤検出が除去できないケースは珍しくない。

【0006】

【特許文献1】特開2003-34430号公報

【特許文献2】特開2001-160146号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、未検出と誤検出を比較した場合、未検出である場合は視覚センサ自身でその状態がわかるので、リトライなどの例外処理を組むなどして、ラインの停止を回避する手段を講じ易い。一方、誤検出の場合は、視覚センサ自身でその状態が把握できないため、例外処理を行いにくい上、誤検出によってロボットの誤動作を誘発し、衝突など影響の大きいトラブルでラインを停止させてしまう危険性も大きい。そこで本発明は、特にこのように影響の大きい誤検出を防ぐことのできる視覚センサを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、カメラを利用して取得した画像に基づく視覚センサによる計測について、それが正しい計測であるかを判定できるようにして、誤検出の発生を防ぐものである。計測結果の妥当性の判断は、計測用のカメラと確認用のカメラ（1台で兼用することもあり得る）、または、計測用の画像と確認用の画像、といった複数の入力により得られる複数の結果を参照して行なわれる。

【0009】

より具体的に言えば、請求項1に記載された発明では、カメラを使用して物体の第1の特徴部及び第2の特徴部を含む2以上の特徴部を検出して計測を行なう視覚センサに、移動手段に搭載された計測用のカメラ並びに前記計測用のカメラとは別の確認用のカメラと、前記確認用のカメラにより取得した画像の満たすべき条件を設定、記憶する手段と、前記確認用のカメラにより取得した画像が、前記設定された条件を満たす場合のみ、前記計測用のカメラの画像での計測結果を有効にする手段が設けられる。そして、前記移動手段によって、前記計測用のカメラを前記確認用のカメラと共に、前記第1の特徴部の検出を行った位置から、前記第2の特徴部の検出を行う位置へ向けて移動させるために実行される移動過程で前記確認用のカメラによる逐次撮影によって複数個の画像が取得される。また、前記条件は、前記逐次撮影によって取得された複数個の画像のそれぞれにおいて、前記物体の一部が捕えられていることであり、前記条件を満たすことが、前記移動過程が前記計測用カメラを前記第2の特徴部を視野に収め得る位置に到達させるものであることを表している。

【0010】

また、請求項2に記載された発明では、カメラを使用して物体の第1の特徴部及び第2の特徴部を含む2以上の特徴部を検出して計測を行なう視覚センサに、移動手段に搭載された同一のカメラにより少なくとも計測用と確認用の2種類の画像を取得する手段と、前記確認用の画像の満たすべき条件を設定、記憶する手段と、前記確認用の画像が前記設定された条件を満たす場合のみ、前記計測用の画像での計測結果を有効にする手段が設けられる。そして、前記移動手段によって、前記同一のカメラを、前記第1の特徴部の検出を行った位置から、前記第2の特徴部の検出を行う位置へ向けて移動させるために実行される移動過程で前記確認用の画像が前記同一のカメラによる逐次撮影によって複数個取得される。また、前記条件は、前記逐次撮影によって取得された複数個の確認用の画像のそれぞれにおいて、前記物体の一部が捕えられていることであり、前記条件を満たすことが、前記移動過程が前記同一のカメラを前記第2の特徴部を視野に収め得る位置に到達させるものであることを表している。

【発明の効果】

【0013】

請求項1及び請求項2の発明により、複数箇所の計測が必要な比較的大型のワークでの誤検出を防ぐことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について、参考形態と共に説明する。先ず図1には本発明の実施形態における全体構成図が示されている。但し、この全体構成は、参考

10

20

30

40

50

態様における処理においても利用されるものである。図1を参照すると、符号1はロボットコントローラ5で制御されるロボットで、ケーブル12で相互に接続されている。その先端部周辺には2台のカメラ2、3とハンド9が装着されている。2台のカメラ2、3の内の一方のカメラは計測用のカメラであり、他方のカメラは確認用のカメラである。ここでは、カメラ2が計測用、カメラ3が確認用とするが、逆であっても構わない。また、後述するように、ロボット1をカメラの移動手段に用いて1台のカメラ2（又は3）を計測用と確認用に兼用することも可能である。

【0015】

カメラ2、3は各々ケーブル7、8を用いてパーソナルコンピュータ4に接続されており、ハンド9はケーブル10を用いてロボットコントローラ5に接続されている。パーソナルコンピュータ4は、視覚センサの制御/画像処理部を構成するもので、視覚センサのセンサヘッドを構成するカメラ2、3の撮像動作を制御するとともに、各カメラ2、3による撮像で取得された画像を取り込み、画像処理を行ない、それに基づき所要の検出（特徴部検出）と計測を行なう。

【0016】

なお、カメラ2、3のキャリブレーション及びロボット座標系とセンサ座標系の結合は、周知の手法により完了しているものとする。視覚センサによる計測としては、ここではワーク20の特徴部の1つに対応する所定箇所21の2次元位置の計測を想定する。以下、この所定箇所を適宜特徴部とも言う。

【0017】

パーソナルコンピュータ4とロボットコントローラ5は、ネットワーク回線6で接続されており、パーソナルコンピュータ4での検出・計測結果（所定箇所21の位置計測結果）に基づいてロボット1及びハンド9を動作させる。ここに示された例は2次元視覚センサであり、視線の位置・方向を求めることはできるが、最終的に3次元位置を求めるには情報不足である。これを補う情報としては、例えば特徴部21の高さ（ロボット座標系b上でのZ座標値）が既知であればそれを利用できる。また、視覚センサが3次元視覚センサ（例えばセンサヘッドにスリット光あるいはスポット光を投射する投光部を更に備えた3次元視覚センサ）であれば、当然、3次元位置が求められる。なお、ワーク20の姿勢が知りたい場合には、例えば検出すべきワーク毎の特徴部を複数個としてそれらの3次元位置から姿勢を求めれば良い。

【0018】

図2は、図1に示した構成を利用して参考形態で実行される処理を示したフローチャートである。各ステップの要点を記せば次のようになる。なお、処理開始時点において、ロボット1はカメラ2、3でワーク20の全体を視野に入れた初期位置に位置決めされているものとする。

【0019】

ステップS1；カメラ2を用いて計測用の撮像を行い、ワーク20の画像（計測用の画像）を取得する。

ステップS2；ステップS1で得た画像を処理して、ワーク20の所定箇所21の検出を行なう。但し、後述するように、この所定箇所21以外の箇所を誤検出している可能性がある。既述の通り、ワーク20の所定箇所21には例えば穴、突起、輪郭の稜線などの特徴部が選ばれ、その検出には同特徴部21を表わす基準画像をテンプレートに用いた周知のパターンマッチングの手法を用いることができる。なお、視覚センサが例えばスリット光投光器を加えた3次元視覚センサの場合には、スリット光の投光によってワーク20上に形成される輝線の画像から特徴部21を抽出することで、所定箇所21を検出する。

【0020】

ステップS3；ステップS2で検出された所定箇所21について計測を行なう。前述したように、2次元視覚センサでは3次元位置を求めることはできないが、視線の位置・方向を求めることはできる。そこで、ここでは図3に示したように、カメラ2の代表点（レンズ中心）から所定箇所21の代表点21aに向かう視線23を計算するものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

但し、もしも所定箇所 2 1 の検出が誤検出であった場合には、別の箇所へ向かう視線が計算されることになる。その例を図 4 に示した。図 3、図 4 において、所定箇所（特徴部）2 1 は、円形の穴で例示されており、代表点 2 1 a はその中心である。誤検出は、別の円形の穴（特徴部）2 2 を誤認して起ったもので、その代表点（穴の中心）を 2 2 a とする。図 4 に示した誤検出時には、視線 2 3 ではなく視線 2 5（図 4 参照）が計算されることになる。なお、3 次元視覚センサを用いた場合には、誤検出でなければ特徴部 2 1 の代表点 2 1 a の 3 次元位置が計算され、誤検出時には特徴部 2 2 の代表点 2 2 a の 3 次元位置が計算される。

【 0 0 2 2 】

ステップ S 4；カメラ 3 を用いて確認用の撮像を行い、ワーク 2 0 の画像（確認用の画像）を取得する。なお、ロボット 1 はカメラ 2 による撮像を行なった位置のままで良い。但し、確認用の画像と計測用の画像の差異をより明瞭にするために、ロボットを移動させて位置決めしても構わない。なお、計測用のカメラ 2 を確認用のカメラ 3 に兼用する場合には、確認用の画像と計測用の画像が同一にならないように、ロボットを移動させてから確認用の画像を取得することもある。

【 0 0 2 3 】

ステップ S 5；ステップ S 4 で得た確認用の画像を処理して、ワーク 2 0 の所定箇所 2 1 の検出を行なう。なお、ここでも誤検出が起る可能性はあり、その場合は、他の箇所（例えば特徴部 2 2）が検出される。

ステップ S 6；ステップ S 5 で検出された所定箇所 2 1 について計測を行なう。ここでは図 3 に示したように、カメラ 3 の代表点（レンズ中心）から所定箇所 2 1 の代表点 2 1 a に向かう視線 2 4 を計算するものとする。但し、もしも所定箇所 2 1 の検出（確認用）が誤検出であった場合には、別の箇所へ向かう視線（例えば視線 2 7；図 4 参照）が計算されることになる。3 次元視覚センサを用いた場合には、所定箇所 2 1 の代表点 2 1 a の 3 次元位置（正しい検出時）、あるいは、他の箇所の代表点（例えば点 2 2 a）の 3 次元位置（誤検出時）が計算されることになる。

【 0 0 2 4 】

ステップ S 7；ステップ S 3 における計測結果と、ステップ S 6 における計測結果を比較、照合して、同一箇所の検出・計測を行なったか否か判断する。この判断のためのアルゴリズムについては、後述する。同一箇所の検出・計測を行なっていれば誤検出でないと判断してステップ S 8 へ進み、そうでなければステップ S 9 へ進む。なお、元々「誤検出」の確率がある程度低く抑えられている限り、ステップ S 3 における計測結果と、ステップ S 6 における計測結果の両方が誤検出に基づくケース（視線 2 5、2 7 の組み合わせ）は極く稀にしか起こり得ないと考えられる。

【 0 0 2 5 】

ステップ S 8；ステップ S 3 における計測結果を正しい計測結果として記憶し、ロボットコントローラ 5 に計測結果を送って、処理を終了する。ロボットコントローラ 5 は、この計測結果をロボット 1、ハンド 9 の制御に利用する。

ステップ S 9；誤検出の場合の例外処理を実行する。誤検出の場合の例外処理には種々考えられるが、例えばロボット位置を変更してからのリトライがある。

【 0 0 2 6 】

図 5 には、上記ステップ S 7 で行なう判断のためのアルゴリズムの一例を示した。各ステップの要点を記せば次のようになる。

ステップ Q 1；ステップ S 3、S 6 で求めた各視線間の距離、即ち、ステップ S 3 で求めた視線上の任意の点と、ステップ S 6 で求めた視線上の任意の点との間の距離の内最小のものを求める。これを d で表わす。両視線が交点を持てば $d = 0$ となる（両視線の一致はあり得ない）。

【 0 0 2 7 】

ステップ Q 2；距離 d が基準値 未満であるか否か判断する。ここで基準値 には、誤

10

20

30

40

50

差範囲内で両視線が実質的に交わっているかいないかの識別に用いられる値が予め設定される。まず、 d であれば両視線が実質的に交わっていないと判断する。両視線が実質的に交わっていないことは、ステップ S 2、S 5 で共に誤検出のない図 3 のケースではあり得ないので、誤検出に該当すると考え、ステップ Q 5 へ進む。ステップ S 2 では誤検出はなく、ステップ S 5 のみで誤検出のケース（視線 2 3 と視線 2 7 の組み合わせ）もあり得るが信頼性がないと考え、計測は無効とする。

【0028】

$d <$ の場合は、ステップ Q 3 へ進み、交点が点 2 1 a に該当するか判断する。これは、ステップ S 2、S 4 の少なくとも一方で誤検出があっても、両視線（2 5 と 2 6、2 5 と 2 7、あるいは 2 3 と 2 7）が交点を持つこともあり得るからである。なお、距離 d は理想的には $d = 0$ となるべきものであり、この d の値を記憶して検出ずれ（同じ点 2 1 a を検出しているが検出位置にずれがあり、視線 2 3、2 4 が 2 1 a で完全に交わらないこと）の指標として用いても良い。は同一箇所の検出がなされたかどうかをチェックする基準であり、検出ずれを「誤検出」と区別できる程度の大きさに定めることが好ましい。例えば最大の検出ずれが 1 mm 程度と想定される場合、はそれよりやや大きく 2 mm に設定する。

10

【0029】

ステップ Q 3；予め適当に設定した補助基準を用いて視線の交点が点 2 1 a に該当するか判断する。補助基準としては例えば点 2 1 a の Z 座標値（ロボット座標系 b 上）が収まるであろう座標値範囲（高さ位置範囲）を指定しておき、その範囲内なら交点は点 2 1 a に該当すると判断し、ステップ Q 4 へ進む。そうでなければ点 2 1 a に該当しないと判断し、ステップ Q 5 へ進む。なお、ステップ S 2、ステップ S 5 で共に点 2 2 a を誤検出した場合、この補助基準では排除できないが、前述した通り、それは稀にしか起らないと考える。

20

【0030】

ステップ Q 4；計測は正しい（誤検出なしで計測は有効）と判定する（ステップ S 8 へ進む）。

ステップ Q 5；計測は信頼できない（誤検出あり、計測は無効）と判定する（ステップ S 9 へ進む）。

なお、3次元視覚センサを使用した場合、ステップ S 3、S 6 の計測結果は3次元位置で与えられるから、それらが不一致（誤差範囲以上）ならば無条件に「誤検出で計測無効」とし、一致（誤差範囲未満）ならば、上記ステップ Q 3 と同様の補助基準（点 2 1 a の Z 座標値範囲）によりその一致点は、「点 2 1 a」に該当するか否かを判断する。そして、該当していれば「計測有効」、そうでなければ「計測無効」とする。

30

【0031】

以上説明した処理により、誤検出から導出された計測結果にも拘らず、それに基づくロボット制御やハンド制御が行なわれ、衝突事故等で生産ラインが停止する頻度を大幅に減らすことができるようになる。なお、確認用の撮像は、カメラの数をさらに増やす、あるいは、ロボット1の位置をさらに変更するなどして、複数箇所から行われても良い。その場合、計測用の計測結果（ステップ S 3）と、複数の確認用の画像に基づく複数の計測結果が、すべて同一の箇所の検出に基づくものであると判断された場合に「誤検出なし」と判断すれば良い。

40

【0032】

さて、上記した参考形態では、ワーク 2 0 は比較的小サイズでロボット 1 の移動を行わなくて済む程度の範囲内に検出・計測箇所が存在している。ところが、例えば自動車の車体部品のように大型のワークについては、ワークの位置や姿勢の計測精度を確保するために、ロボット移動しなければ検出・計測が行えないような離れた2箇所以上を計測する必要がある。図 6 は、そのような事例を用いて本発明の実施形態について説明する図である。

【0033】

50

同図において、符号 200 は大サイズのワークを表わし、代表点 31 で代表される特徴部（第 1 の所定箇所）30 と、代表点 41 で代表される特徴部（第 2 の所定箇所）40 の計測を行なうものとする。また、図示したように、特徴部 40 の近傍には特徴部 40 と類似した特徴部 50 が存在し、この特徴部 50 は検出・計測されるべき箇所ではないとする。このようなワーク 200 について、今、ワーク 200 が特徴部 30 側の周囲部がラフにクランプされており、特徴部 40 がある反対側の周囲部は、かなりの範囲で自由に動くケースを考える。

【0034】

この場合、特徴部 30 側ではワーク 200 の位置には多少のばらつきはあるものの、ロボット 1 がある位置（一定の位置）を取った場合に、計測用カメラ 2 の視野 201 内に特徴部 30 を確実に捉えられる。しかし、特徴部 40 がある反対側では、ワーク 200 がかなりの範囲で自由に動くため、いつも同じロボット位置で検出・計測を行なおうとすると、計測用カメラ 2 の視野 202 から特徴部 40 が消えてしまい、その代わりに非計測対象の特徴部 50 が現れる現象が発生する。このような視野を符号 203 で表わしている。

【0035】

今、図示の都合上、ワーク 200 を図示した位置・姿勢に固定し、且つ、ロボットの移動経路を視野の移動で描示すると、上記の現象（特徴部 40 に代えて特徴部 50 が現れる現象）が生じた場合には、ロボットが同じ教示経路をとったとしても、符号 204 で示した経路になったり、符号 205 で示した経路になったりすることが起こり得る。符号 204 で示した経路をとれば、特徴部 30 を視野 202 で捉えられるので誤検出は起り難いが、符号 205 で示した経路をとったケースでは、本来は検出・計測すべきでない特徴部 50 を視野 203 で捉えて検出する誤検出が起ることになる。

【0036】

そこで、確認用カメラ 3 を使って、ロボット 1 の移動（即ち、カメラ 2、3 の移動）がワーク 200 に対してどのような相対位置をとりながら行なわれていくのかを逐一確認して行くことで、視野 202 が得られる位置に到達する経路 204 を辿っているか否かを確認することができる。図 6 において、符号 206 ~ 209 は、経路 204 の途中で確認用カメラ 3 で得られる視野を表わしている。一方、間違った経路 205 をたどると、例えば、確認用カメラ 3 は 210 ~ 213 のような視野となるものとする。

【0037】

このような状況では、確認用カメラ 3 で、ワーク 200 の一部（ここでは、線が 2 本）が観測しつづけられれば、自分が正しい経路（ワーク 200 に対する相対経路）を通っていると判断でき、結果として、視野 202 を得られると言える。更に言えば、観測対象であるワーク 200 の一部が、常に視野の真中に来るような補正を加えながら移動していけば、より安定的に視野 202 を得る位置に到達させることができる。

【0038】

図 7 は、このような前提で、「所定の条件」を満たした経路が実現しているかどうかを確認して計測の有効/無効を決定する処理手順の概略をフローチャートで表わしたものである。「所定の条件」は予め、パーソナルコンピュータ 4 に設定しておくもので、ここでは経路 204 のような経路をとることを表現する条件として、「ワーク 200 の輪郭線が 2 本見えること」を採用するがこれは一例であり、一般にはワークの形状と視野の経路の関係を検討して定めるものである。なお、以下の説明では、視野 201 が得られるロボット位置を「ロボット位置 A」と呼び、視野 202 が得られたり視野 203 が得られたりするロボット位置を「ロボット位置 B」と呼ぶことにする。各ステップの要点を記せば次のようになる。

【0039】

ステップ R1 ; ロボット 1 を位置 A に移動させる。

ステップ R2 ; 計測用カメラ 2 による撮像で特徴部 30 を含む画像を得て、特徴部 30 を検出する。この検出には、前述の例と同様、例えばパターンマッチングの手法を用いる。

10

20

30

40

50

ステップ R 3 ; 特徴部 3 0 の代表点 3 1 の計測を行なう。前述したように、2次元視覚センサの場合、例えば代表点 3 1 を通る視線が求められる。3次元視覚センサの場合、代表点 3 1 の3次元位置が求められる。

【 0 0 4 0 】

ステップ R 4 ; ロボット位置 B へ移動開始。

ステップ R 5 ; ステップ R 2 の撮像時点の位置から距離 D 1 以上移動したかチェックする。ここで、距離 D 1 は、条件チェック (2 本線が見えるか否か) で経路の正常 / 異常が判別できるようになるまでの最小移動距離より若干大きく設定する。

【 0 0 4 1 】

ステップ R 6 ; 確認用カメラ 3 による撮像で確認用の画像を得て、ワーク 2 0 0 の輪郭線を検出する。 10

ステップ R 7 ; 画像の条件 (ここでは輪郭線が 2 本検出できること) が満たされたか判定する。イエスならステップ R 8 へ進み、ノーならステップ R 1 2 へ進む。

【 0 0 4 2 】

ステップ R 8 ; ロボット位置 B の手前の距離 D 2 の位置に到達したか否かチェックする。ここで距離 D 2 は、条件チェック (2 本線が見えるか否か) で経路の正常 / 異常が判別できなくなる位置とロボット位置 B の間の距離より若干大きく設定する。到達していなければステップ R 6 へ戻り、以降の処理を繰り返す。到達していればステップ R 9 へ進む。

ステップ R 9 ; ロボット位置 B へ到達させる。

ステップ R 1 0 ; 特徴部 4 0 (2 箇所目の所定箇所) のための計測用の撮像を行ない、特徴部 4 0 を検出する。 20

ステップ R 1 1 ; 特徴部 4 0 の代表点 4 1 の計測を行う。この計測結果とステップ R 3 で得た計測結果とを正しい計測結果として記憶し、ロボットコントローラ 5 に計測結果を送って、処理を終了する。ロボットコントローラ 5 は、この計測結果をロボット 1、ハンド 9 の制御に利用する。

【 0 0 4 3 】

ステップ R 1 2 ; 未検出の場合の例外処理を実行する。即ち、このステップ R 1 2 へ進んだということは、「輪郭線が 2 本観測されること (ワーク 2 0 0 を横断して一部が見えつづけること) 」が満たされなくなったことを意味するので、これを、「軌道が外れていること」の証拠と見なし、未検出とする。そして、適宜未検出用の例外処理を実行する。 30

【 0 0 4 4 】

以上の処理により、特徴部 5 0 を特徴部 4 0 と誤認 (誤検出) して誤った計測結果を採用してしまう危険性が解消される。なお、本例においてはステップ R 2 での計測用の撮像とステップ R 6 での確認用の撮像は、計測用カメラ 2 と確認用カメラ 3 をそれぞれ用意して行なったが、計測用のカメラ 2 を確認用に兼用して、計測用カメラ 2 だけで撮像を行なってもよい。また、これらで行われた計測は、ワークに応じて、2次元計測でも良いし、3次元計測でも良い。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】本発明の実施形態における全体構成図を示したものである。なお、この構成は参考形態においても利用される。 40

【 図 2 】参考形態で実行される処理の一例を示したフローチャートである。

【 図 3 】視覚センサが 2次元視覚センサである場合に、計測用のカメラと確認用のカメラが同一の箇所を正しく所定箇所として検出したケースについて説明する図である。

【 図 4 】視覚センサが 2次元視覚センサである場合に、計測用のカメラが誤検出を起こし、確認用のカメラは正しく所定箇所を検出したケースについて説明する図である。

【 図 5 】視覚センサが 2次元視覚センサである場合について、図 2 に示したフローチャート中のステップ S 7 の具体例について説明するフローチャートである。

【 図 6 】計測対象の物体のサイズが大きいケースを用いて、実施形態について説明する図である。 50

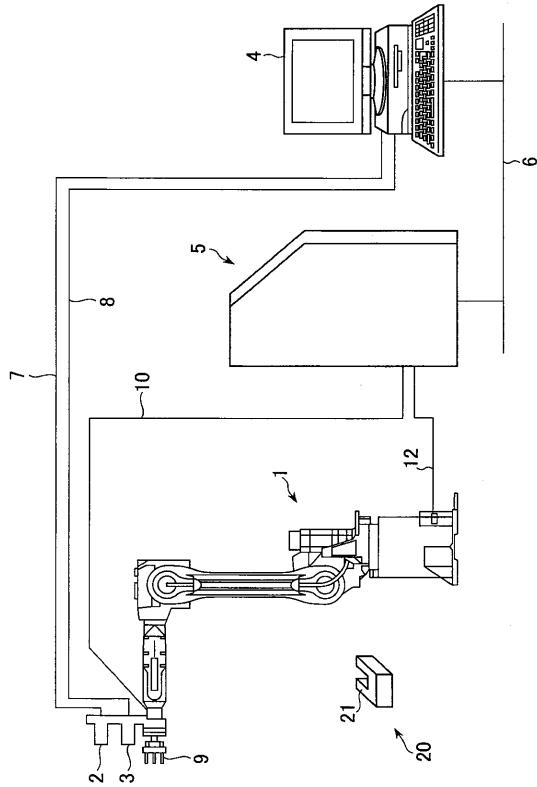
【図7】図6に示したケースに関連して、実施形態で実行される処理の例を示したフローチャートである。

【符号の説明】

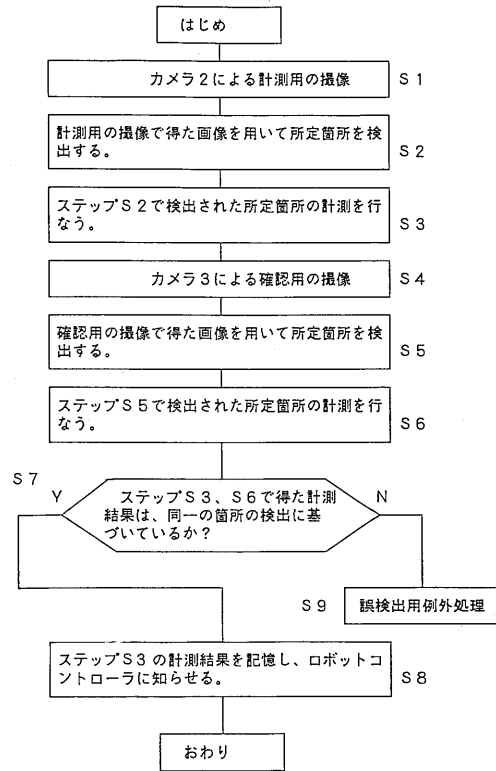
【0046】

- 1 ロボット
- 2 計測用カメラ（但し、確認用カメラとの兼用のケースあり）
- 3 確認用カメラ
- 4 パーソナルコンピュータ（視覚センサの制御／画像処理部）
- 5 ロボットコントローラ
- 6 ネットワーク回線 10
- 7、8 ケーブル（視覚センサ用）
- 9 ハンド
- 10 ケーブル（ハンド - ロボットコントローラ用）
- 12 ケーブル（ロボット用）
- 20、200 ワーク
- 21 所定箇所（特徴部）
- 21a 特徴部21の代表点
- 22 検出予定でない特徴部（丸穴）
- 22a 特徴部22の中心
- 23～27 視線 20
- 30 第1の所定箇所（特徴部）
- 31 第1の所定箇所（特徴部）の代表点
- 40 第2の所定箇所（特徴部）
- 41 第2の所定箇所（特徴部）の代表点
- 50 特徴部（検出・計測対象外）
- 201～203、206～213 視野
- 204 適正な移動経路
- 205 不適正な移動経路

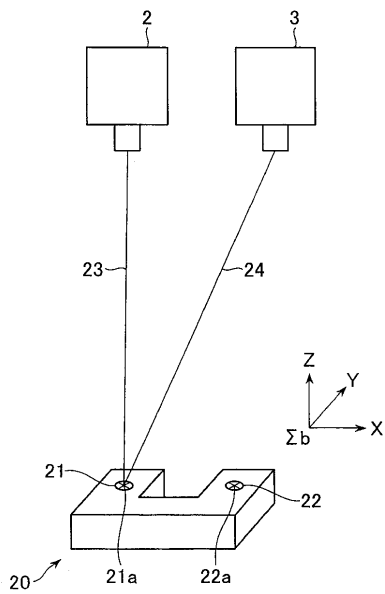
【図1】



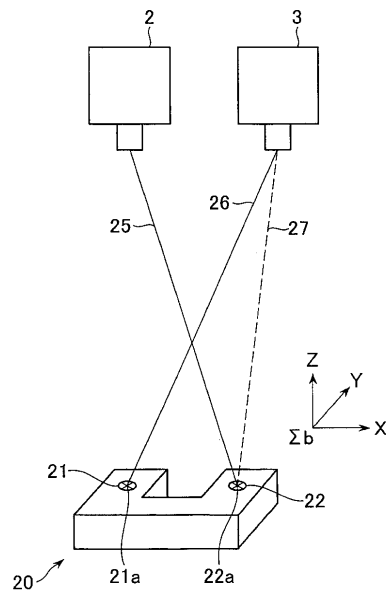
【図2】



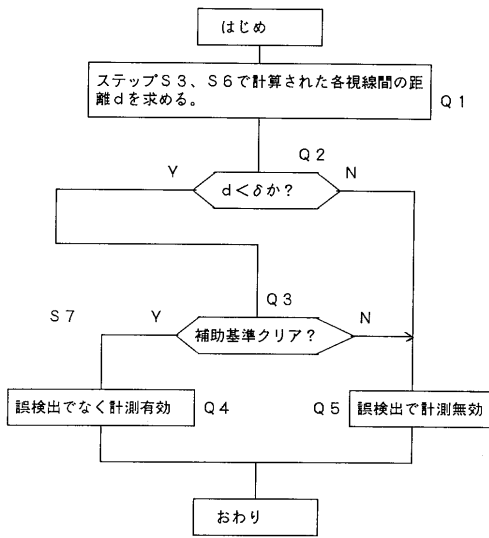
【図3】



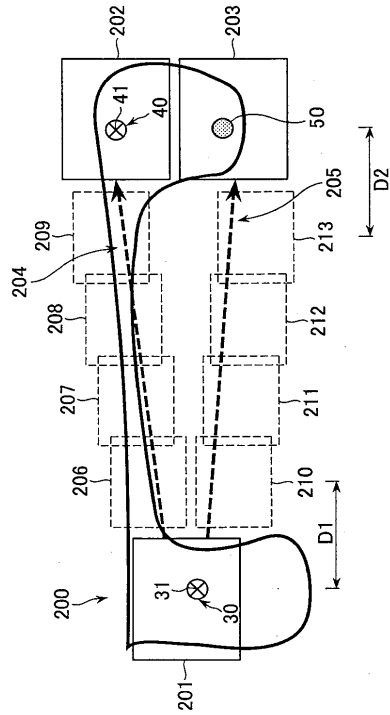
【図4】



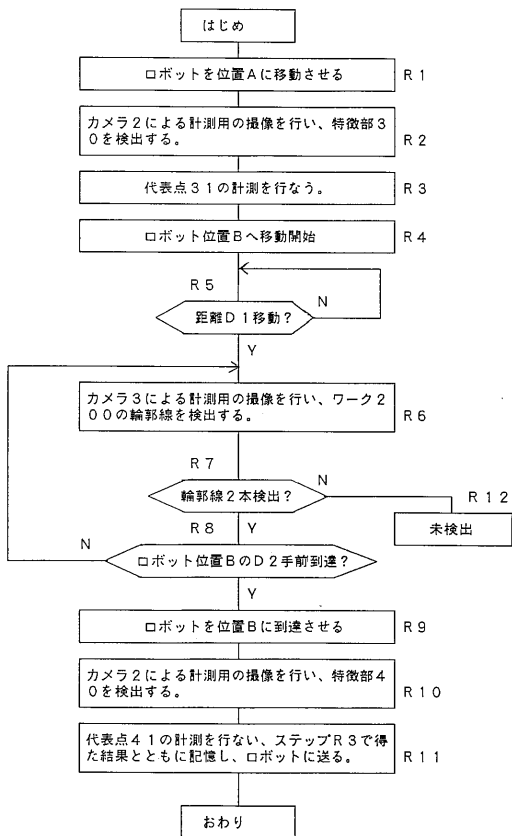
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 伴 一訓

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内

(72)発明者 菅野 一郎

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社 内

審査官 岡本 俊威

(56)参考文献 特開2002-090113(JP,A)

特開2004-053407(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00

B25J 9/00-9/22