

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-58243

(P2010-58243A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 5 J 15/08 (2006.01)	B 2 5 J 15/08	Z 3 C 0 0 7
B 2 5 J 13/08 (2006.01)	B 2 5 J 15/08	J 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	B 2 5 J 13/08	A
	B 2 5 J 15/08	W
	G 0 6 T 1/00	3 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-228144 (P2008-228144)
 (22) 出願日 平成20年9月5日 (2008.9.5)

(71) 出願人 000006622
 株式会社安川電機
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 (72) 発明者 一丸 勇二
 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
 株式会社安川電機内

F ターム (参考) 3C007 DS01 ES04 ES07 KS33 KS36
 KT01 KT11 KX07 KX08 LT06
 LV06
 5B057 AA05 BA02 DA08 DB03 DC09
 DC22

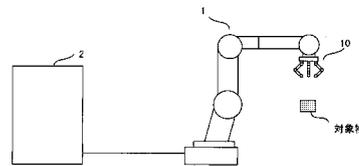
(54) 【発明の名称】 ピッキング装置

(57) 【要約】

【課題】照明装置の搭載によるハンドユニットの肥大化を抑えつつ、照明条件を容易に変更することができ、高速に対象物の三次元形状を計測するとともに形状を認識して対象物を把持することができるピッキング装置を提供する。

【解決手段】多指多関節ハンド10は、各指の先端にそれぞれ照明装置15を備え、ベース部11にカメラ12を備える。多指多関節ハンド10は、対象物に対し各指先端の照明装置15を1つずつ照射させると共に対象物からの反射光を都度カメラ12によって撮像し、照度差ステレオ法によって対象物の形状および位置・姿勢認識を行い、認識結果に従って各指を駆動して対象物を把持する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ロボットのアーム先端に把持機構を有し、対象物をピックアップするピックアップ装置において、

前記把持機構は多指多関節ハンドであって、前記多指多関節ハンドは、各指の先端にそれぞれ照明装置を備え、ベース部にカメラを備えることを特徴とするピックアップ装置。

【請求項 2】

前記多指多関節ハンドは、少なくとも 3 本の指を備えることを特徴とする請求項 1 記載のピックアップ装置。

【請求項 3】

前記多指多関節ハンドは、前記対象物に対し各指先端の前記照明装置を 1 つずつ照射させると共に前記対象物からの反射光を都度前記カメラによって撮像し、照度差ステレオ法によって前記対象物の形状および位置・姿勢認識を行い、認識結果に従って各指を駆動して前記対象物を把持することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のピックアップ装置。

【請求項 4】

前記多指多関節ハンドは、前記多指多関節ハンドの各関節を駆動することによって前記対象物の形状に合わせて各指先端の前記照明装置の位置を変更することを特徴とする請求項 1 または 2 記載のピックアップ装置。

【請求項 5】

前記照明装置は、LED 照明であることを特徴とする請求項 1 記載のピックアップ装置。

【請求項 6】

前記照明装置は、ハロゲン照明であることを特徴とする請求項 1 記載のピックアップ装置

【請求項 7】

前記多指多関節ハンドは、前記対象物をピックアップする際に前記対象物と接触する各指先端の部分に圧力センサを備えることを特徴とする請求項 1 記載のピックアップ装置。

【請求項 8】

前記ロボットは、垂直多関節ロボットであることを特徴とする請求項 1 記載のピックアップ装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はピックアップ装置に関し、特にロボットにより対象物を把持するピックアップ装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

ロボットによるピックアップ装置では、先端に取り付けたハンドで対象物を把持する構成となっているものが多い。対象物が整列していない状態において対象物をハンドリングする場合は単純なティーチングプレイバック方式では対象物をハンドリングすることは不可能であり、事前に何らかの計測を行って対象物の位置と姿勢を把握しなければならない。

そこで従来のロボットによるピックアップシステムでは、光切断法や複眼ステレオ法などにより把持対象物の三次元形状を計測するものがあった。また照度差ステレオ法を適用して対象物の三次元形状を計測する手法がある（例えば特許文献 1、特許文献 2）。照度差ステレオ法は、複眼ステレオ法のような画像間のマッチング処理が不要で高速に処理が可能であり、使用する光源は光切断法のようなレーザ光でなく一様な光を照射する照明で人体に対しても無害である。照度差ステレオ法では、3 方向以上から照明を対象物へ照射させカメラで撮像する必要がある。

一方、計測装置を対象物に近づけて正確な計測を行おうとすると、ロボットの手先付近にこうした計測装置を設ける必要がある。ハンドリングロボットに関して手先部分にカメラや照明装置を設けたものとして特許文献 3 や特許文献 4 があった。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2004-279187号公報

【特許文献2】特開2007-206797号公報

【特許文献3】特開2005-297100号公報

【特許文献4】特開平9-70786号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、ロボットの手先付近に計測装置を搭載するとハンドユニットが肥大化してしまう問題があった。特に照度差ステレオ法では、3方向以上から照明を対象物へ照射させる必要があり、複数の照明装置をそのままピックアップ装置に組み込むと装置が肥大化してしまふ。ハンドが肥大化すると、対象物に接近した際に周辺と干渉する虞があり、さらにはハンドを先端に取り付けるロボットを大型化しなければならなくなる。1つの照明装置を移動させて計測する手法も考えられるが、照明装置が移動する時間だけ計測時間が長くなるといった問題がある。

10

特許文献4では、ハンドユニットの肥大化を抑えるために手の平部にカメラを設置し、対象物を撮像して位置を求めピックアップを行っている。またハンドと照明を一体化させている。しかし特許文献4の照明は単に対象物をカメラで捉え易くするための手段に過ぎず、特許文献4の発明では対象物の三次元形状を計測することができないため、形状が未知の対象物については対応できない。

特許文献3の照明も対象物までの距離を計測するためのもので、特許文献3、特許文献4は共に照度差ステレオ法を行おうとする技術的思想を持つものではない。

20

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、照明装置の搭載によるハンドユニットの肥大化を抑えつつ、照明条件を容易に変更することができ、高速に対象物の三次元形状を計測するとともに形状を認識して対象物を把持することができるピックアップ装置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】

【0004】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したのである。

請求項1に記載の発明は、ロボットのアーム先端に把持機構を有し、対象物をピックアップするピックアップ装置において、前記把持機構は多指多関節ハンドであって、前記多指多関節ハンドは、各指の先端にそれぞれ照明装置を備え、ベース部にカメラを備えることを特徴とする。

30

請求項2に記載の発明は、前記多指多関節ハンドは、少なくとも3本の指を備えることを特徴とする。

請求項3に記載の発明は、前記多指多関節ハンドは、前記対象物に対し各指先端の前記照明装置を1つずつ照射させると共に前記対象物からの反射光を都度前記カメラによって撮像し、照度差ステレオ法によって前記対象物の形状および位置・姿勢認識を行い、認識結果に従って各指を駆動して前記対象物を把持することを特徴とする。

請求項4に記載の発明は、前記多指多関節ハンドは、前記多指多関節ハンドの各関節を駆動することによって前記対象物の形状に合わせて各指先端の前記照明装置の位置を変更することを特徴とする。

40

請求項5に記載の発明は、前記照明装置は、LED照明であることを特徴とする。

請求項6に記載の発明は、前記照明装置は、ハロゲン照明であることを特徴とする。

請求項7に記載の発明は、前記多指多関節ハンドは、前記対象物をピックアップする際に前記対象物と接触する各指先端の部分に圧力センサを備えることを特徴とする。

請求項8に記載の発明は、前記ロボットは、垂直多関節ロボットであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0005】

請求項1に記載の発明によると、対象物の三次元計測に使用する照明を多指多関節ハン

50

ドの各指先に内蔵し、カメラをベース部に配置するため、ハンドユニットの肥大化を抑制できる。

請求項 2、3 に記載の発明によると、多指多関節ハンドを対象物に接近させれば照度差ステレオ法による対象物の三次元形状計測が可能となり、複眼ステレオ法のような画像間のマッチングが不要で処理時間を短縮できる。

請求項 4 に記載の発明によると、多関節指を駆動することにより照明の照射角度条件を変更することが可能となり、対象物の形状に応じて照明の照射方向を適切に容易に設定することが可能となる。

請求項 5 に記載の発明によると、LED 照明を使用することで消費電力を低減できる。また、照明装置の長寿命化が可能となる。

請求項 6 に記載の発明によると、ハロゲン照明を使用することで照明強度が強くなる。また、照明装置の長寿命化が可能となる。

請求項 7 に記載の発明によると、各指先に圧力センサを備えることにより対象物を確実に把持したことを検出可能となる。

請求項 8 に記載の発明によると、多指多関節ハンドを垂直多関節ロボット先端部に取り付けることにより、ハンドの位置や姿勢を自在に変更し様々な位置・姿勢の対象物に対応することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例 1】

【0007】

図 1 は、本発明のピッキング装置の全体構成を表す図である。多関節ロボット 1 の先端に多指多関節ハンド 10 が取り付けられており、ロボット 1 を動作させることでピッキングを行う対象物に合わせて多指多関節ハンド 10 の位置や姿勢を変化させることができる。

多関節ロボット 1 および多指多関節ハンド 10 は制御装置 2 によって制御される。

図 2 は、多指多関節ハンド 10 およびその制御に関する部位の構成を示す図である。多指多関節ハンドのベース部 11 にはピッキングの対象物を撮像するカメラ 12 が内蔵されている。

13a~13j は多関節指を駆動する駆動部である。14a~14c は、ハンドにて対象物を把持した際にその把持力を計測する圧力センサである。圧力センサの出力が変化することにより対象物の把持を検出することができる。

15a~15c は、対象物をカメラ 12 にて撮像する際に対象物へ光を照射する照明装置であって各指の先端部に内蔵されている。照明装置 15a~15c には、LED 照明やハロゲン照明の適用が考えられる。

なお本実施例では指の各関節に駆動用のモータが内蔵される構成となっているが、これに限定されるものではなく、指の各関節を駆動させるモータをベース部 11 に内蔵してもよい。また、指の本数も 3 本に限定されず、4 本や 5 本であってもよい。

【0008】

カメラ 12 で撮像した画像は画像処理部 16 で処理され対象物が抽出される。17 は多関節指の駆動部 13a~13j の動作を制御するハンド制御部である。18 は多関節指駆動部の動作角度を記憶しておくハンド記憶部であって、対象物の大きさや配置に応じた適切な照明装置の位置関係が記憶される。画像処理部 16、ハンド制御部 17、ハンド記憶部 18 はいずれも制御装置 2 内部に存在する。

また図示していないが制御装置 2 内にはこれらの他にもロボット 1 を制御するためのロボット制御部、予め教示されたロボットの動作を記憶する記憶部などが存在することは言うまでもない。

さらに本実施例では画像処理部 16、ハンド制御部 17、ハンド記憶部 18 とロボット 1 を制御するためのロボット制御部などが共に制御装置 2 内に配置されているが、画像処

10

20

30

40

50

理部 16、ハンド制御部 17、ハンド記憶部 18 などとロボット制御部などが別体となっていてよい。

【0009】

図3は、本発明のピックング装置が異なるサイズの対象物に対応する様子を示した図である。

図3(a)は高さが低い対象物19に対してピックング動作を行う場合であり、図3(b)は高さが高い対象物20に対してピックング動作を行う場合である。

照明装置15a~15cから照射される光が対象物19に対して適切に照射されるように、ハンド制御部17で多関節指の駆動部13a~13jを駆動し調節する。対象物に対して適切な照射を行うためには、カメラ12と照明装置15a~15cとの位置関係、対象物と照明装置15a~15cとの距離、対象物に対する照明装置15a~15cの光の照射方向を調整する必要がある。

図3(a)と(b)とを比較すると、図3(b)では対象物の高さに合わせて3(a)に比べて指先すなわち照明装置15a~15cが高い位置に引き上げられているのが分かる。図3では対象物の高さが異なる例を示したが、仮に対象物の横幅が異なる場合であれば、指先すなわち照明装置15a~15cの位置もそれに合わせて横方向に広がることとなる。

対象物の高さの高低については、カメラ12で撮影した対象物の外形を画像処理部16で認識し、その撮像面における面積によって検出したり、ベース部11にカメラ12の視線と同じ方向を向くよう距離センサを取り付け、その距離センサによって検出したりすればよい。またカメラ12とは別に対象物を撮影するカメラを設け、そのカメラで検出してもよい。

照明装置15a~15cの位置と照射角度が決定したら、多関節指の駆動部13a~13jの角度情報をハンド制御装置17からハンド記憶装置18へ送信し、ハンド記憶装置18で保存する。

【0010】

続いて、図4のフローチャートを参照して、照度差ステレオ法による対象物の三次元形状計測の処理手順を説明する。なお、図4のフローチャートを実行する前にハンド10はロボット1によって対象物をピックングできる適切な位置に予め移動が完了しているものとする。

ステップ101では、ハンド記憶部18に保存しておいた多関節指の駆動部13a~13jの角度情報を読み出しハンド制御部17に転送する。

ステップ102では、ハンド制御部17がハンド記憶部18よりロードした角度情報をもとに多関節指の駆動部13a~13jを駆動し、多関節指の姿勢を再現する。ステップ103では、対象物に対して照明装置15aのみを照射して、ステップ104にて照明装置15aが照射された状態の対象物をカメラ12で撮像し第1画像を得る。

続いてステップ105で対象物に対して照明装置15bのみを照射して、ステップ106にて照明装置15bが照射された状態の対象物をカメラ12で撮像し第2画像を得る。

最後にステップ107で対象物に対して照明装置15cのみを照射して、ステップ108にて照明装置15cが照射された状態の対象物をカメラ12で撮像し第3画像を得る。

第1~3画像は画像処理部16に一時的に蓄積される。

続くステップ109にて、ステップ104、106、108で得た3枚の画像に対し照度差ステレオ法を適用し、面の法線ベクトルを求め三次元形状を求める。

【0011】

図5は、照度差ステレオ法を説明する一般的な図である。図5において、21は対象物へ光を照射する照明装置である。22は計測点における計測面の法線方向を示す。23は照明装置21から照射され計測面で反射した光を受光するカメラである。24は照明装置21から計測点へ照射させる照射方向と計測点の面の法線方向とがなす角である。25は計測面を示す。

本発明の照明装置15a~15cが照明装置21に相当し、本発明のカメラ12がカメラ

10

20

30

40

50

23に相当する。また本発明の対象物の表面が計測面25に相当する。

【0012】

計測点の面の法線方向22を示すベクトルを n 、照明装置21の照射方向を示すベクトルを S 、カメラ23にて受光した反射光の強度を L とする。照明装置21の照射方向ベクトル S は事前にキャリブレーション作業にて求めておく。対象物表面の反射係数を ρ とし、照射方向ベクトル S と面の法線ベクトル n とがなす角を θ とすると、次の式(1)が成立する。

【0013】

$$L = \rho \cdot \cos \theta \quad \dots (1)$$

10

【0014】

θ はベクトル S とベクトル n とのなす角であるから、内積の関係式から式(1)は式(2)のように置き換えられる。

【0015】

$$L = \rho \cdot S \cdot n \quad \dots (2)$$

【0016】

第1光源の方向ベクトルを S_1 とし、第1光源を照射した際にカメラ12で受光した対象物からの反射光の強度を L_1 とする、第2光源、第3光源についても同様に、光源の方向ベクトルを S_2 、 S_3 、カメラで受光した反射光の強度を L_2 、 L_3 とし、それぞれを次の式のように表す。

20

【0017】

$$S_1 = (S_{1x}, S_{1y}, 1) \quad \dots (3)$$

$$S_2 = (S_{2x}, S_{2y}, 1) \quad \dots (4)$$

$$S_3 = (S_{3x}, S_{3y}, 1) \quad \dots (5)$$

$$n = (n_x, n_y, 1) \quad \dots (6)$$

30

【0018】

式(2)～式(6)から式(7)が成立する。

【0019】

$$\begin{pmatrix} L_1 \\ L_2 \\ L_3 \end{pmatrix} = \rho \begin{pmatrix} S_{1x} & S_{1y} & 1 \\ S_{2x} & S_{2y} & 1 \\ S_{3x} & S_{3y} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} n_x \\ n_y \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

40

【0020】

式(7)を解くことで、計測点の面の法線ベクトル n が求まる。同様にして、計測面全体の面の法線ベクトルを求める。法線ベクトルが求めれば、積分処理により対象物の三次元形状が求まる。ステップ110では、画像処理部16にて三次元形状から対象物の位置と姿勢を求める。画像処理部16にて求めた位置・姿勢のデータ値は、ハンド制御部17へと転送される。ステップ111では、ハンド制御部17にて、予め求めておいたカメラ座標系とロボット座標系との座標変換パラメータを使用して対象物の位置・姿勢のデータ

50

をロボット座標系のデータ値へ変換する。その後ハンド制御部 17にてハンドの各指を駆動してロボット座標系へ変換した位置データをもとに移動させ、姿勢データをもとに対象物の姿勢に合わせ把持動作を行ってピッキングを完了する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明のピッキング装置の全体構成を表す図

【図2】多指多関節ハンドの構成を示す図

【図3】本発明のピッキング装置が異なるサイズの対象物に対応する様子を示す図

【図4】本発明の処理手順を示すフローチャート図

【図5】照度差ステレオ法による三次元形状計測手法を説明する図

10

【符号の説明】

【0022】

1 多関節ロボット

2 制御装置

10 多指多関節ハンド

11 ベース部

12 カメラ

13 多関節指駆動部

14 圧力センサ

15 照明装置

20

16 画像処理部

17 ハンド制御部

18 ハンド記憶部

19 計測対象物(低)

20 計測対象物(高)

21 照明装置

22 計測点の面の法線方向

23 カメラ

24 照明装置の照射方向と計測点の面の法線方向とがなす角

25 計測面

30

101 多関節指駆動部の角度データ読み込ステップ

102 多関節指駆動ステップ

103 第1照明照射ステップ

104 第1画像撮像ステップ

105 第2照明照射ステップ

106 第2画像撮像ステップ

107 第3照明照射ステップ

108 第3画像撮像ステップ

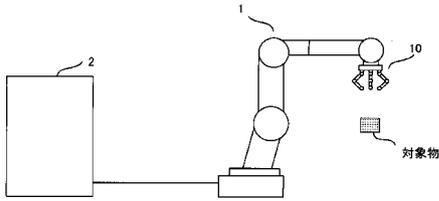
109 三次元形状計測ステップ

110 位置・姿勢認識ステップ

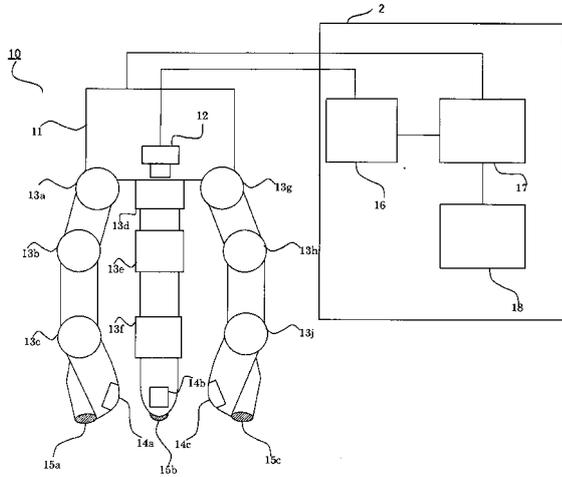
40

111 対象物把持ステップ

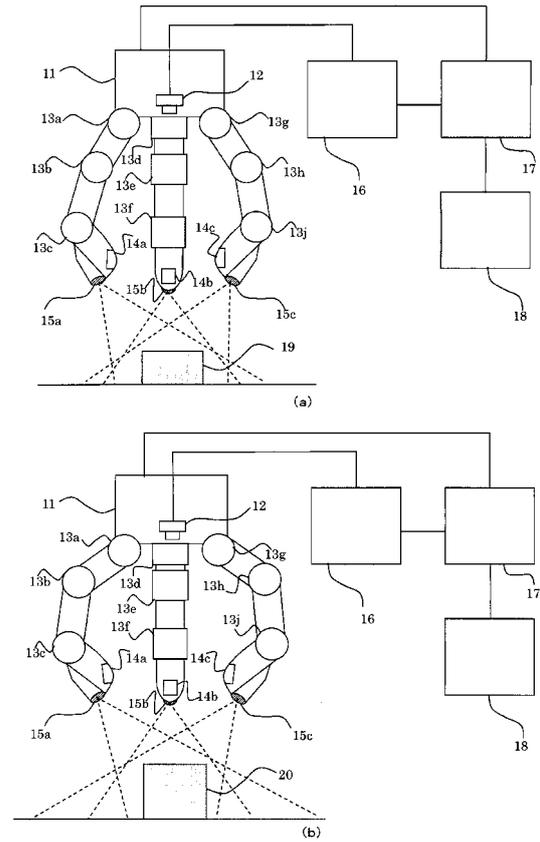
【図1】



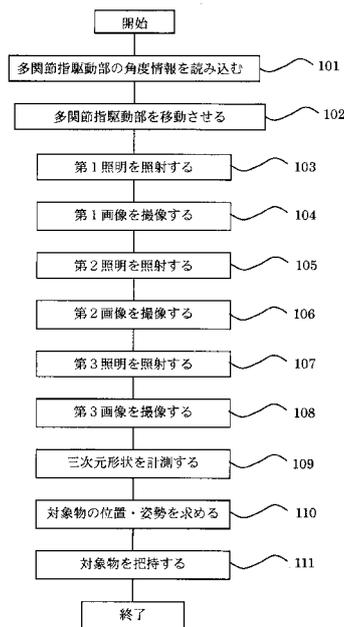
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

