

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許出願公告番号

特公平7-104935

(24) (44) 公告日 平成7年(1995)11月13日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00			G 0 6 F 15/ 62	4 1 5

発明の数1(全 6 頁)

(21) 出願番号	特願昭60-119398	(71) 出願人	999999999 オムロン株式会社 京都府京都市右京区花園土堂町10番地
(22) 出願日	昭和60年(1985) 5月31日	(72) 発明者	久野 敦司 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立 石電機株式会社内
(65) 公開番号	特開昭61-278981	(72) 発明者	山口 芳徳 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立 石電機株式会社内
(43) 公開日	昭和61年(1986)12月9日	(72) 発明者	政木 俊道 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立 石電機株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 鈴木 由充
		審査官	麻野 耕一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元物体認識装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】平坦な設置面上に安定した姿勢で設置することが可能な物体を観測対象物として認識処理する3次元物体認識装置であって、前記設置面から一定高さを有する設置面に平行な光を前記観測対象物に向けて放射して、観測対象物の表面に観測対象物の輪郭に沿う前記放射光との交わり線を生成する投光手段と、観測対象物に向けて配備された前記交わり線の2次元画像を得る撮像手段と、前記観測対象物を前記放射光の高さで水平に切断して得られる切断面の輪郭形状を記憶する記憶手段と、前記撮像手段で得られた前記交わり線の2次元画像を前記記憶手段に記憶された輪郭形状と比較することにより3次元物体の認識処理を実行する認識処理手段とを備え

2

て成る3次元物体認識装置。

【請求項2】前記認識処理手段は、2次元画像の座標データを3次元空間での平行移動および回転の影響を受けない他の座標データに変換して、この変換後の座標により前記2次元画像と輪郭形状との比較処理を実行する特許請求の範囲第1項記載の3次元物体認識装置。

【発明の詳細な説明】

発明の技術分野

この発明は、ロボットの視覚等に用いられる物体認識装置に関連し、殊にこの発明は、例えば生産工程において、機械部品のような3次元物体を自動選別するのに好適な3次元物体認識装置に関する。

発明の概要

この発明は、観測対象物を設置する設置面と平行な光を観測対象物に放射して、観測対象物の表面に前記放射光

との交わり線を生成し、この交わり線の2次元画像を撮像手段で得た後、これを観測対象物を前記放射光の高さで切断して得られた切断面の輪郭形状と比較することにより、3次元物体の認識処理を実行している。これにより1台の撮像手段でもって3次元物体の認識処理を可能とし、これに加えて物体観測時間の減少並びに物体モデルのデータ量の減少をはかっている。

#### 発明の背景

従来この種物体認識技術には、観測対象物を真上より観測して、その平面画像を求め、さらにこの画像を2値化して2次元図形を得た後、この2次元図形とモデル図形とを照合することにより、観測対象物を分類したり、観測対象物の位置や姿勢を計測する等の方式が存在する。ところがこの方式の場合、観測対象物の厚みが大きいと、観測対象物を置く位置によっては、画像化した2次元図形に大きな差異が生じるため、前記の分類や計測等が困難となる等の問題がある。

そこで先般、上記問題を解消するためのいくつかの3次元物体認識技術が提案された。

第9図は、2台のテレビカメラを用い、3角測量の原理から観測対象物までの距離を計測する「両眼視法」と称される方式を示す。図中、 $F_1, F_2$ は各テレビカメラの焦点であって、今空間中の点Pが左画面 $C_1$ には像 $P_1$ として映り、また右画面 $C_2$ には像 $P_2$ として映った状態を示している。この場合において、各像の画面上での位置がわかったとすると、点Pの3次元位置は2直線 $F_1P_1$ と $F_2P_2$ の交点として求めることができる。ところがこの方式の場合、テレビカメラが少なくとも2台は必要であり、しかも各テレビカメラで得た画像につき、対応する点を決定することが容易でない等の問題がある。

第10図は、上記対応点の決定が問題とならない「投光法」と称される方式を示す。この方式は、レーザのような投光装置21から例えばスポット光(スポット光に代えてスリット光を用いる方法もある)を観測対象物22に投影し、その反射光をPSD(Position Sensitive Device)等のセンサ23で受けて、3角測量の原理から空間中の点Pの3次元位置を求めるものである。そして多数の点の距離情報を得るのに、スポット光の投光路に鏡24を配置し、この鏡24を回転させることにより、スポット光を振るようになっている。

ところが上記投光法の場合、投光パターンが照射されている観測対象物の部分は、画像解析するまでわからず、しかも観測対象物の特徴部分のデータを得るためには、観測対象物の観測可能な表面全域についてのデータを抽出する必要がある。そして観測できた特徴部分を物体モデルと比較して、観測対象物の分類や位置・姿勢の計測を行う場合には、前記観測にかかる特徴部分に対応する部分を物体モデルとして確保しておくことが必要であり、このためには物体の全部分の物体モデルを保持しておく必要がある。その結果、観測対象物の観測に長時間

を必要とするばかりでなく、物体モデルのデータ量が異常に多くなる等の問題がある。この問題を解消し得る方法として、先般、物体に上方よりスリット光を当て、物体の輪郭に沿って生成されたスリット光の交わり線を撮像手段により撮像して認識処理する方式が提案された(特願昭57-168384号)。しかしながらこの方式では、観測対象物が単純な形態なものであればよいが、複雑な形態の物体については、観測対象物が設置されている位置に応じて観測対象物上のスリット光の交わり線の位置が変化するため、交わり線の形状が変化する。これがため観測対象物を正確かつ厳密に位置決めする必要があり、作業効率が低下するという問題がある。

#### 発明の目的

この発明は、上記問題を一挙に解消するためのものであって、平坦な設置面上に安定した姿勢で設置することが可能な観測対象物であれば、その観測対象物を正確かつ厳密に位置決めすることなく、1台のテレビカメラでもって3次元物体の認識が可能であり、しかも物体観測時間の減少並びに物体モデルのデータ量の減少をはかった3次元物体認識装置を提供することを目的とする。

#### 発明の構成および効果

この発明は、平坦な設置面上に安定した姿勢で設置することが可能な物体を観測対象物として認識処理する3次元物体認識装置であって、前記設置面から一定高さを有する設置面に平行な光を前記観測対象物に向けて放射して、観測対象物の表面に観測対象物の輪郭に沿う前記放射光との交わり線を生成する投光手段と、観測対象物に向けて配備された前記交わり線の2次元画像を得る撮像手段と、前記観測対象物を前記放射光の高さで水平に切断して得られる切断面の輪郭形状を記憶する記憶手段と、前記撮像手段で得られた前記交わり線の2次元画像を前記記憶手段に記憶された輪郭形状と比較することにより3次元物体の認識処理を実行する認識処理手段とを備えたものである。

この発明によれば、観測対象物の表面に生成される放射光との交わり線は、観測対象物が設置面上で平行移動したり、回転したりしても、その観測対象物を放射光の高さで切断して得られる観測対象物の切断面の輪郭線に一致する。このためこの切断面の輪郭線の形状を保持しておき、その形状を前記交わり線とを比較することにより、安定して物体認識を行うことができる。しかも前記輪郭線および交わり線は、ある高さにおける平面上の曲線または連続直線であるので、データ量が少なく済み、このため交わり線の検出や輪郭形状との照合に要する時間をきわめて短くできる。さらに放射光の高さは既知であるから、交わり線上の点の高さは正確に求まり、1台のテレビカメラによる単眼立体視が可能であると共に、特に側面に特徴のある3次元曲面物体の認識処理を高速に実行できる。さらにまた観測対象物が所定の観測位置から位置ずれまたは回転移動している場合でも、そ

の観測対象物が平坦な設置面上に安定した姿勢で設置することが可能な物体であれば、前記交わり線の形状を記憶された輪郭形状と比較することが可能であるから、観測対象物が設置面上のどの位置に移動していても正確な認識結果を得ることができる。このため観測対象物を正確かつ厳密に位置決めする必要がなく、作業効率が向上する等、発明目的を達成した顕著な効果を奏する。

実施例の説明

第1図は、この発明にかかる3次元物体認識装置の全体構成例を示すもので、2次元CCD等より成るテレビカメラ1が支柱2の上端に傾動可能に支持されている。図示のテレビカメラ1は、観測対象物3に向けてやや下向きに固定され、また観測対象物3は水平且つ平坦な床等の設置面4上に置かれている。

同じ設置面4上のテレビカメラ1の下方位置には、投光装置5が配備されている。この投光装置5は、設置面4と平行をなす板状の水平光6を観測対象物3へ放射し、これにより観測対象物3の表面に前記水平光6との交わり線7を生成するためのものである。この交わり線7は、第2図に示す如く、観測対象物3の輪郭に沿って形成され、設置面4上の所定高さ、すなわち板状水平光6の投光路高さhに位置するものである。

第3図および第4図は、前記投光装置5の構成例を示す。図中、レーザスキャナ8は、レーザ光源9を発したレーザビーム10を鏡11により下方へ反射させるものであって、前記鏡11はXステージ12に沿い平行移動させて、レーザビーム10を第3図中、矢印方向へ平行移動できるようになっている。このレーザビーム10は、シリンダリカルレンズ13により扇状の光14に変換され、さらにこの光14を鏡15に反射させて、設置面4と平行をなす板状の水平光6を生成している。

この水平光6は、観測対象物3の表面に前記交わり線7を生成し、この交わり線7は、前記テレビカメラ1によって撮像される。テレビカメラ1の撮像面には、交わり線7の2次元画像が輝線として現れるもので、この2次元画像はビデオ信号17としてマイクロコンピュータより成る制御処理装置16へ送られる。

この制御処理装置16は、取り込んだ画像入力に2値化処理を施して、前記輝線(交わり線)を抽出した後、以下に詳述する解析を実施して、観測対象物3の認識処理を実行する。

第5図は、上記制御処理装置16の制御動作、すなわち3次元物体の認識処理動作の流れを示している。

まず同図のステップ1(図中、「ST1」で示す)で、制御処理装置16が、投光装置5を作動させると、水平光6が観測対象物3に投射され、観測対象物3の表面には交わり線7が生成される。そしてテレビカメラ1は、この交わり線7を撮像し、その画像は制御処理装置16に取り込まれる(ステップ2)。制御処理装置16では、入力画像に2値化等の処理を施し、これにより画像上で交わり

線が抽出される(ステップ3)。つぎに制御処理装置16は、ステップ4において、交わり線7上の各点qの3次元座標を計測する。

第6図はこの座標の計測に際して実施される単眼立体視の原理を示したものである。まずテレビカメラ1の撮像面18上の像点Qにつきその3次元座標を求めた後、この像点Qとテレビカメラ1のレンズ中心点Rとを結ぶ直線19を得る。つぎにこの直線19を延長して、像点Qに対応する交わり線7上の点qを得、さらに点Q,Rの既知座標からこの点Qの3次元座標(xq,yq,h)を算出する。同様の座標算出演算を全ての像点について実施することにより、交わり線7を構成する各点の3次元座標を得ることができる(ステップ4)。

つぎにステップ5は、上記で得た交わり線7の構成データを、制御処理装置16内のメモリ(図示せず)に予め格納してある各物体モデルのデータと照合して、この観測対象物3がどの物体モデルに対応するのかを判断する。この場合、前記物体モデルのデータは、各物体モデルを高さhで水平に切断したときの、その切断面の輪郭線を表すデータである。

ところでこの実施例では、上記照合処理に先立ち、交わり線7を構成するxy座標系の各データを、3次元空間での平行移動や回転の影響を受けないような他の座標系(この場合、φS座標系)のデータに変換しており、これにより照合処理の容易化をはかっている。

すなわちこの実施例では、第7図に示す如く、交わり線7上の各点qiにつきその点(例えばq2)とつぎの点(例えばq3)とを結ぶ線の外角(例えばθ23)を求めてその累計値をφ(qi)とし、また各点間の距離(例えばL23)を求めてその累計値をS(qi)とし、これらφ(qi),S(qi)を各点qiにつきつぎの原理式(ただしこの式では、i=2)から求めて、データ変換を行っている。

$$\varphi(q_i) = \sum_{k=0}^{i-1} \theta_{k, k+1} \dots \dots \textcircled{1}$$

$$S(q_i) = \sum_{k=0}^{i-1} L_{k, k+1} \dots \dots \textcircled{2}$$

第8図は、上記変換の具体例を示し、交わり線7を構成するk番目の点のxy座標(x(k),y(k))がφS座標系において座標(S(k),φ(k))に変換されている。

つぎの各式は、前記①②式を一層具体的に表したものであり、k番目の点につきこれら各式の演算を実行することによって、上記の変換データφ(k),S(k)を得ることができる。

(1) k=0のとき

$$S(0) = 0$$

$$\varphi(0) = 0$$

(2) k = 1 のとき

$$S(1) = \sqrt{(x(1) - x(0))^2 + (y(1) - y(0))^2}$$

$\varphi(1) = 0$

$$S(k) = S(k-1) + \sqrt{(dx_1)^2 + (dy_1)^2}$$

$$\varphi(k) = \varphi(k-1) + \tan^{-1} \left( \frac{dy_1 \, dx_2 - dy_2 \, dx_1}{dx_1 \, dx_2 + dy_1 \, dy_2} \right)$$

ただし上記の  $dx_1, dx_2, dy_1, dy_2$  はつぎのとおりである。

- $dx_1 = x(k) - x(k-1)$
- $dx_2 = x(k-1) - x(k-2)$
- $dy_1 = y(k) - y(k-1)$
- $dy_2 = y(k-1) - y(k-2)$

上記によって変換されたデータは、ステップ5で物体モデルのデータと照合され、いずれかモデルのデータと一致すると、制御処理装置16はその物体モデルに対応して観測対象物3の種類を分類する(ステップ6)。ついで制御処理装置16は、ステップ7において、物体モデルのデータに対する交わり線7の構成データの差異から、観測対象物3の位置や姿勢を算出する。

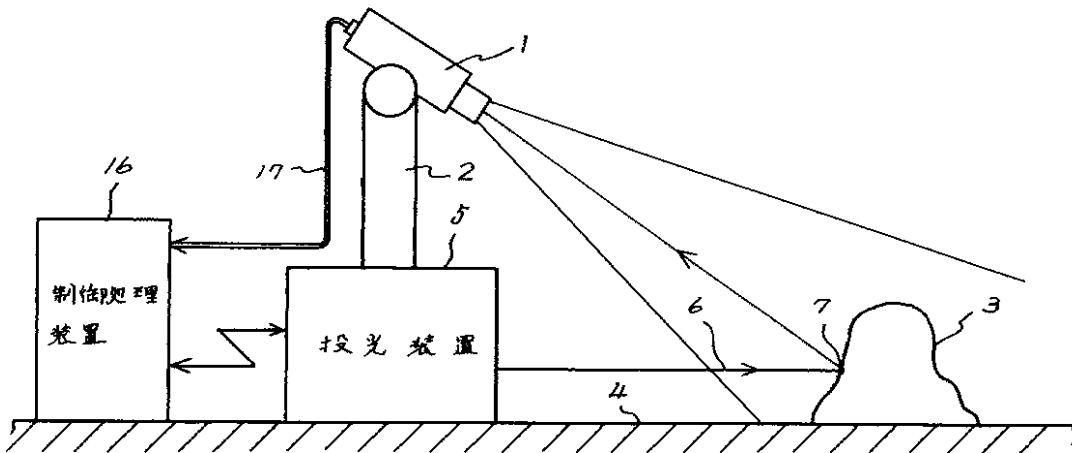
【図面の簡単な説明】

第1図はこの発明にかかる3次元物体認識装置の全体構成図、第2図は観測対象物表面の交わり線を示す図、第3図および第4図は投光装置の構造説明図、第5図は物体認識処理の流れを示すフローチャート、第6図は単眼立体視の原理説明図、第7図はデータ変換の原理説明図、第8図はデータ変換例を示す図、第9図および第10図は従来例の説明図である。

- 1.....テレビカメラ、3.....観測対象物
- 4.....設置面、5.....投光装置
- 6.....水平光、16.....制御処理装置

【第1図】

この発明の3次元物体認識装置の全体構成図

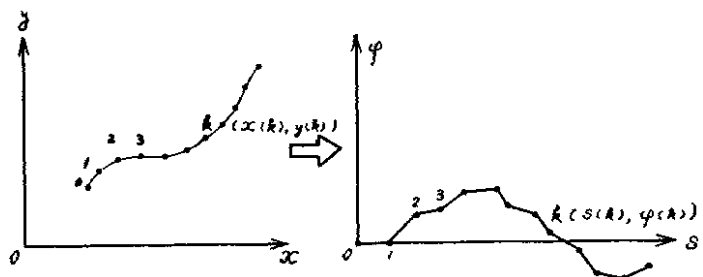
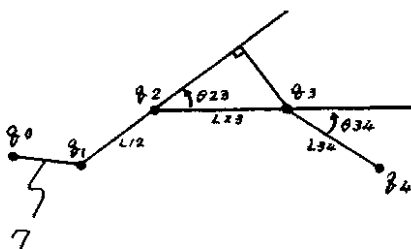


【第7図】

【第8図】

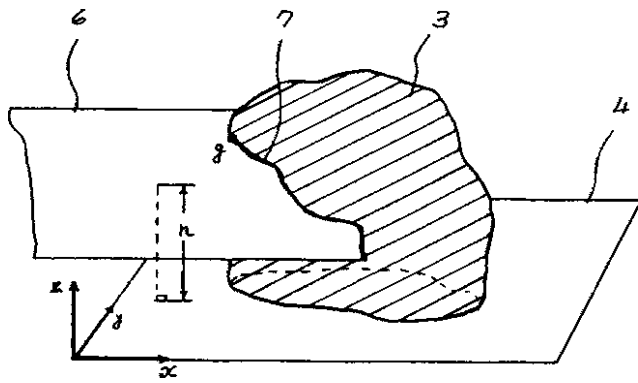
データ変換の原理説明図

データ変換例を示す図



【第2図】

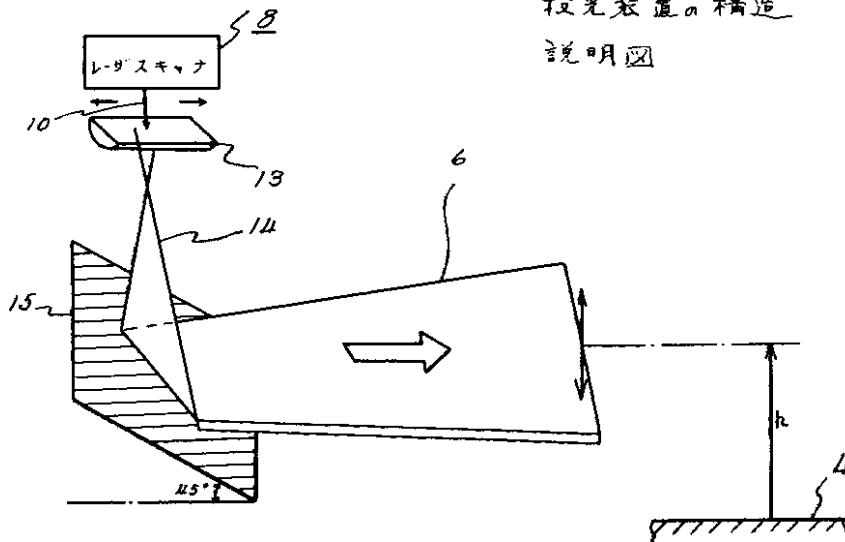
観測対象物表面の交わり線を示す図



- 1... テレビカメラ
- 3... 観測対象物
- 4... 設置面
- 5... 投光装置
- 6... 水平光
- 16... 制御処理装置

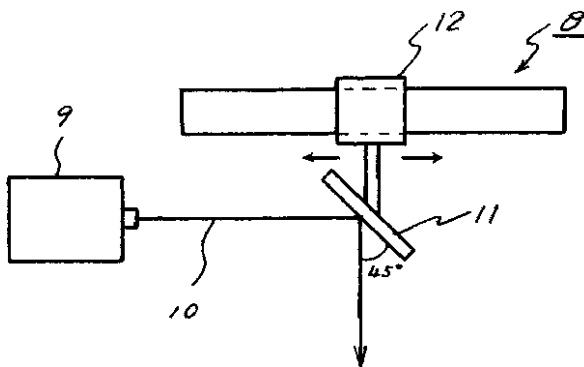
【第3図】

投光装置の構造  
説明図



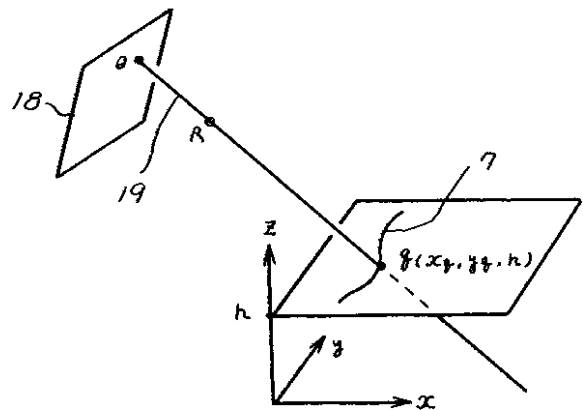
【第4図】

投光装置の構造説明図



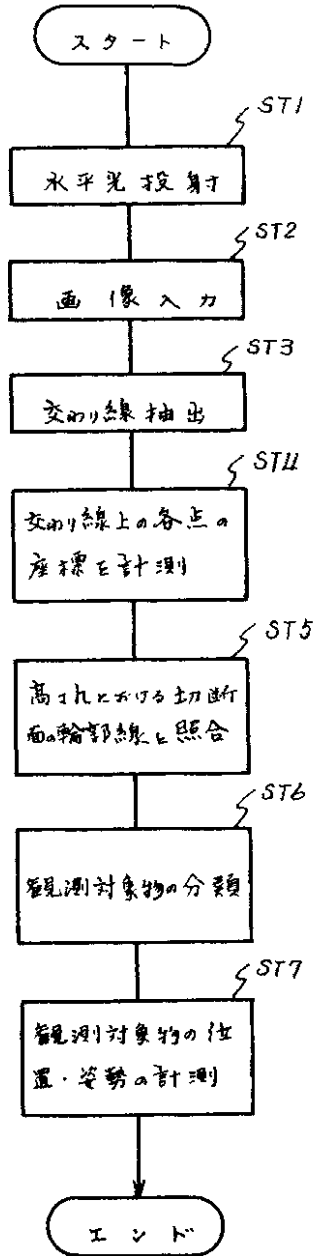
【第6図】

単眼立体視の原理図



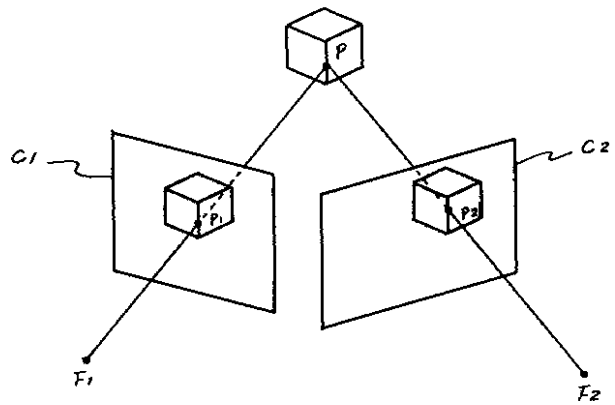
【第5図】

物体認識処理の流れを示すフローチャート



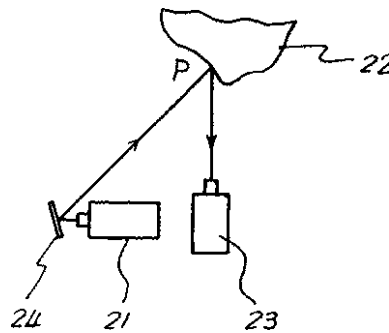
【第9図】

従来例の説明図



【第10図】

従来例の説明図



フロントページの続き

(72)発明者 坂 和彦

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 立  
石電機株式会社内

(56)参考文献 特開 昭60-11105 (JP, A)  
特開 昭60-49475 (JP, A)  
特開 昭57-168384 (JP, A)