

① 日本国特許庁 (JP)

① 特許出願公開

② 公開特許公報 (A)

昭59—111575

⑤ Int. Cl.³
G 06 K 9/00
9/46

識別記号 庁内整理番号
C 6619—5B
6619—5B

④ 公開 昭和59年(1984)6月27日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 6 頁)

④ 重畳物体における特徴点の分割認識方式

京都市右京区花園土堂町10番地
立石電機株式会社内

① 特 願 昭57—221288

① 出 願 人 立石電機株式会社

② 出 願 昭57(1982)12月16日

京都市右京区花園土堂町10番地

⑦ 発 明 者 久野敦司

⑦ 代 理 人 弁理士 鈴木由充 外 1 名

明 細 書

1. 発明の名称

重畳物体における特徴点の分割認識方式

2. 特許請求の範囲

被検出物モデルにおける特徴点につき他の特徴点との間の距離を算出して特徴点間距離モデルを形成した後、被検出物における特徴点につき他の特徴点との間の距離を算出し各算出データを前記特徴点間距離モデルと対応させると共に、特徴点間距離モデルと対応関係のある特徴点間距離をもつ各特徴点につき夫々親和値を求めて、同一物体にかかる特徴点を認識することを特徴とする重畳物体における特徴点の分割認識方式。

3. 発明の詳細な説明

<発明の技術分野>

本発明は、物体の角部の如く、被検出物の形状的特徴に関与する点(以下特徴点という)に着目し、例えば任意の向きをなす被検出物の位置や姿勢等を特徴点を利用して検出する

技術に関連し、殊に本発明は、被検出物が他の被検出物と接触若しくは重畳する場合に、各被検出物を他の被検出物より分割して認識する重畳物体における特徴点の分割認識方式に関する。

<発明の背景>

近年、例えばベルトコンベヤにて搬送する物体につき、物体の特徴点を検出して、被検出物モデルにおける特徴点と対応させることによつて、ベルトコンベヤ上における物体の位置や姿勢等を検出する技術が提案されている。ところがこの種の技術において、2以上の物体が重畳するとき、検出した特徴点がいずれの物体にかかるものであるかが不明であり、これがため物体の認識処理に支障をきたす。従つてベルトコンベヤ上の各物体は独立した状態下にあることが条件となつており、これがためベルトコンベヤ上への物体の供給方法に一定の制約が生じ、この種技術の活用に大きな障害となつている。

＜発明の目的＞

本発明は、上記問題を解消するため、被検出物を重畳する他の被検出物より分割して認識する新規方法を提供することにより、特徴点を利用した物体認識技術の向上を並びにこの種技術の活用をはかることを目的とする。

＜発明の構成および効果＞

上記の目的を達成するため、本発明では、被検出物の特徴点を検出して他の特徴点との間の距離を算出し各算出データを特徴点間距離モデルと対応させると共に、特徴点間距離モデルと対応関係にある特徴点間距離をもつ各特徴点につき親和値を求めて、同一物体にかかる特徴点を認識するようにした。

本発明によれば、2以上の被検出物が相互に接触若しくは重畳する場合において、各被検出物を他の被検出物より分割して認識することが可能となり、従つてベルトコンベヤ等への物体の供給方法等における各種制約を解除でき、物体認識技術の向上並びに活用をは

(3)

ヤ1の上流位置に配備され、被検出物Aの平面形状を画像化して、複数個の特徴点を検出する。カメラ装置4の出力は、インターフェイス5を介してマイクロコンピュータ等における演算制御手段6（以下単に「CPU」という）に取り込まれ、前記各特徴点の位置は座標データとして画像メモリ7へストアされる。CPU6は、かかるデータの読込みや読出しを制御すると共に、物体認識にかかるプログラムを解読実行して、被検出物Aの位置および向きをチェックし、これに基づきロボット制御装置8の動作を制御する。

また第3図中メモリ9には、前記プログラムの他に、被検出物モデルの全特徴点 $P_1 \sim P_{10}$ および特徴点間の距離に関するデータが特徴点間距離モデルとしてストアされている。

第4図は、被検出物Aに対し、他の被検出物Bが重畳する状態を示しており、この場合各被検出物A、Bが有する固有の特徴点と、両被検出物A、Bの各辺が交叉することによ

(5)

かることが可能となつた。

＜実施例の説明＞

第1図は被検出物の搬送状況を示すものであり、ベルトコンベヤ1上の被検出物Aは搬送下流端に設けたロボット2にて1個ずつ撮み上げられて、つぎの処理、若しくは加工工程へ移される。

第2図は被検出物モデルを示すもので、平面形状において角部をなす合計14個の特徴点 P_1, P_2, \dots, P_{14} を有する。

前記の被検出物Aは、ベルトコンベヤ1において任意の方向を向いており、前記ロボット2の指先部3が各検出物Aの位置やその向きに応じて回動し、指辺 $3a, 3b$ を被検出物Aの一定箇所当てて、被検出物Aを把持し、これを撮み上げる。

前記ロボット指先部3は、第3図に示す装置をもつて被検出物Aの位置および向きがチェックされて、回動方向や角度等が制御される。第3図中、カメラ装置4はベルトコンベ

(4)

り生ずる特徴点（例えば Q_9, Q_{30} 等）とが、合計31個（ Q_1, Q_2, \dots, Q_{31} ）検出されることになる。

本考案は、これらの特徴点の内、例えば被検出物A固有の特徴点を他の特徴点と分割して認識することを内容とし、その認識結果に基づき被検出物Aの位置、向き等が把握される。

第5図は被検出物モデルについての特徴点間距離モデルを示す。第5図中、距離ランクは特徴点 P_1, P_2, \dots, P_N 相互間の全ての距離を値の小さな順に $d_1, d_2, \dots, d_K, \dots, d_N$ と配列したものである。また許容巾 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_K, \dots, \alpha_N$ は、第6図に示す如く、各距離ランクにおけるデータの許容範囲を示すものであり、例えば特徴点 P_r, P_s 間の距離 $\overline{P_r P_s}$ と、これに対応する距離ランク d_K との関係は次式のようなになる。

$$(1 - \alpha_K) \cdot d_K \leq \overline{P_r P_s} < (1 + \alpha_K) \cdot d_K \dots \dots \textcircled{1}$$

(6)

但し許容巾 α_K は、 $0 < \alpha_K < 1$ である。

更に第5図中、ラベル集合とは、各距離ランクと関連する特徴点の集合を指称し、その集合を $\lambda(d_1), \lambda(d_2), \dots, \lambda(d_K), \dots, \lambda(d_N)$ の如くに表わしてある。

第7図は画像メモリ7中に形成される被検出物の親和値マトリクスを示す。

今重畳する被検出物A, Bから多数個の特徴点 $Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_j, \dots, Q_M$ が検出されたと仮定する。この場合、親和値マトリクス中には、各特徴点間距離が特徴点間距離モデルのいずれかの距離ランクに対応するとき、両特徴点は同一物体のものである可能性が強く、親和値「1」が仮設定され、一方対応する距離ランクが存在しないとき、両特徴点は異なる物体のものであると判定され、親和値「0」が設定される。例えば特徴点 Q_i の座標を (x_i, y_i) 、特徴点 Q_j の座標を (x_j, y_j) とすると、特徴点 Q_i, Q_j 間の距離 $\overline{Q_i Q_j}$ は次式で表わされる。

(7)

内容が一致するか否かをチェックする。例えば特徴点 Q_i, Q_j が同一物体の特徴点であれば、親和値 f_{ik} と f_{jk} は「0」または「1」で共通するはずであり、従つてかかるチェック処理をもつて親和値 $f_{ij} = 1$ の内容を裏付けできる。斯くて他の全ての特徴点につき同様の処理を実行して、次式による判定値 φ_{ij} を算出する。

$$\varphi_{ij} = M - \sum_{K=1}^M (f_{ik} \oplus f_{jk}) \quad \dots\dots \textcircled{4}$$

尚④式中、Mは全特徴点数を示し、符号 \oplus は排他的論理和を意味する。

上記の演算結果において、判定値 φ_{ij} が全特徴点数Mの値に近い程、特徴点 Q_i, Q_j が同一物体にかかる特徴点である確率が高くなり、一方判定値 φ_{ij} が零に近い程、特徴点 Q_i, Q_j が異なった物体の特徴点である確率が高くなる。

斯くて上記判定値 φ_{ij} と一定の基準値 θ との大小を比較して、 $\varphi_{ij} > \theta$ のとき、 $f_{ij} = 1$ 、

(9)

$$\overline{Q_i Q_j} = \{ (x_i - y_i)^2 + (y_i - y_j)^2 \}^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots \textcircled{2}$$

そしてこの距離 $\overline{Q_i Q_j}$ が特徴点間距離モデル中、距離ランク d_K に対応すると仮定すると、つぎの③式が成立する。

$$(1 - \alpha_K) \cdot d_K \leq \overline{Q_i Q_j} < (1 + \alpha_K) \cdot d_K \quad \dots\dots \textcircled{3}$$

従つてかかる実例においては、特徴点 Q_i, Q_j 間の親和値 f_{ij} は、 $f_{ij} = 1$ となる。同様に全ての特徴点につき、特徴点間距離を特徴点間距離モデルと対照させ、親和値 f_{ij} を「1」または「0」のいずれかに設定して、親和値マトリクスの内容を完成させる。

つぎに上記親和値マトリクスにおいて、親和値 f_{ij} として「1」が仮設定されたものにつき、その親和度を算出し、その算出結果に基づき親和値 $f_{ij} = 1$ の裏付けを行なう。

例えば特徴点 Q_i, Q_j 間の親和値 f_{ij} が「1」である場合、夫々特徴点 Q_i, Q_j と他の特徴点 Q_K 間の親和値 f_{ik} と f_{jk} とを対比し、その

(8)

$\varphi_{ij} \leq 0$ のとき、 $f_{ij} = 0$ と判定し、この判定結果に基づき前記親和値マトリクスの内容を再設定する。

尚図示例は単一の親和値マトリクスを仮設定および本設定の両処理に兼用しているが、各処理毎に夫々別個のマトリクスを形成しても可い。

第8図は、上記の親和値マトリクスの内容から各特徴点間の親和性を図示した例である。同図において、実線は親和度が高く、また破線は親和度が低いことを意味し、実線で結ばれている各特徴点は同一物体にかかる特徴点となる。

第9図は、各特徴点 $Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_j, \dots, Q_M$ に対し、物体番号 $b_1, b_2, \dots, b_i, \dots, b_j, \dots, b_M$ を付与するための画像メモリ7のメモリ構成を示す。この物体番号の各エリアには、最初、全て0がセットされており、CPU6が第10図に示すプログラムを実行することにより、同一物体にかかる特徴点には

(10)

同一の物体番号(例えば「1」)が設定される。

第10図において、まずステップ10ではCPU6が有するカウンタOBJの内容がクリアされ、更に行カウンタiおよび列カウンタjに1がセットされる。CPU6は、行および列カウンタi,jの内容に基づき前記親和値マトリクスを順次走査するもので、最初両カウンタi,jの内容が一致するから、ステップ11の判定が“NO”となつて、ステップ12へ進み、列カウンタjの内容が1加算される。つぎのステップ13で列カウンタjの内容が全特徴点数Mに達していないことを確認した後、走査が第1行目の第2列以後へ進むと、ステップ11の「i≠j」が“YES”となり、つぎのステップ14で親和値fijが1か否かがチェックされる。そして親和値fijが0である限り、ステップ14,12,13をとおるルートが繰り返され、走査過程において、ステップ14の「fij=1」の判定が“YES”とな

(11)

「0」が付与されており、これにより被検出物A,Bを分割して認識することが可能となっている。そして最後に物体番号「1」が付与された特徴点の数Tが被検出物モデルにおける特徴点数S以下であることを確認した後、引き続き特徴点のラベリング処理、更には被検出物の位置や向き認識処理へ移行する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は被検出物の搬送状況を示す説明図、第2図は被検出物モデルの形状を示す平面図、第3図は被検出物の向き等をチェックする装置例のブロック図、第4図は重畳する被検出物を示す平面図、第5図は特徴点間距離モデルを示す説明図、第6図は距離ランクを示す説明図、第7図は親和値マトリクスを示す説明図、第8図は特徴点間の親和性を示す説明図、第9図は特徴点と物体番号との対応を示す説明図、第10図は物体番号の付与動作を示すフローチャートである。

A, B …… 被検出物 fij …… 親和値

(13)

つたとき、ステップ15へ進む。ステップ15およびつぎのステップ16において、物体番号は全て0に初期設定されているから、いずれの判定も“YES”となり、ステップ17に進み、カウンタOBJに1がセットされ、同様に対応する特徴点Qi, Qjの物体番号bi, bjに1が付与される。以下同じ行中において、親和値fij=1が存在する場合は、ステップ15の「bj=0」は“YES”となるが、ステップ16の「bi=0」は“NO”となるから、ステップ18へ進み、物体番号bjに1が付与される。斯くて最初の行の走査が完了すると、ステップ13の「j>M」が“YES”となつてステップ19へ進み、列カウンタjを1に戻すと共に、行カウンタiの内容を1加算する。

2行目以降について同様の処理が実行されると、ステップ20の「i>M」が“YES”となる走査完了時点では、例えば被検出物Aにかかる特徴点には物体番号として「1」が付与され、その他の特徴点には物体番号として

(12)

図1

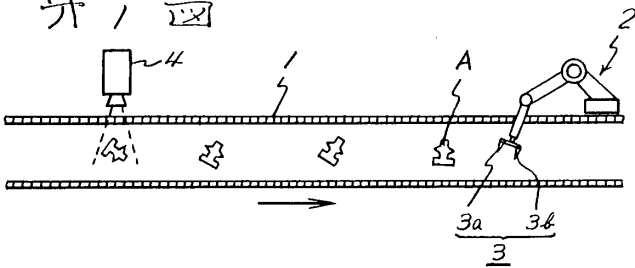


図5

距離	許容巾	ラベル無合
d_1	d_1	$\lambda(d_1)$
d_2	d_2	$\lambda(d_2)$
...
d_k	d_k	$\lambda(d_k)$
...
d_N	d_N	$\lambda(d_N)$

図2

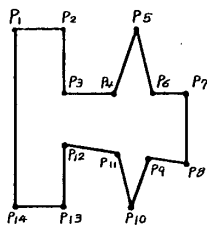


図4

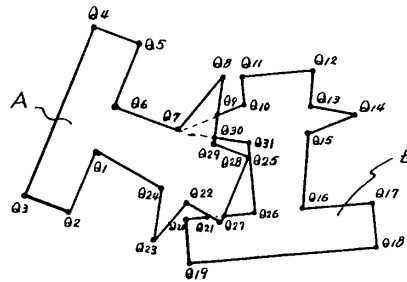


図6

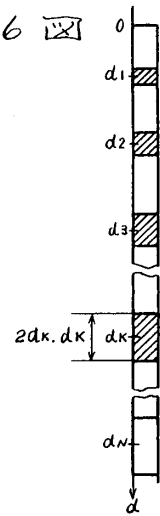


図3

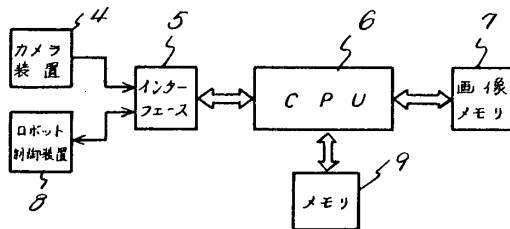


図7

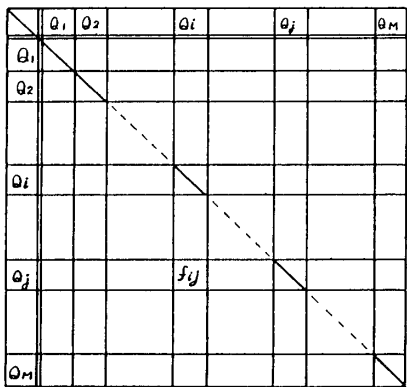


図8

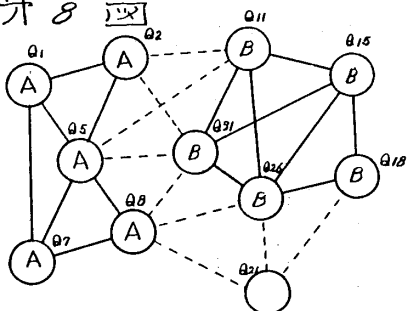


図9

特徴点番号	Q ₁	Q ₂	Q ₃	.....	Q _i	.....	Q _j	.....	Q _{M-1}	Q _M
物体番号	b ₁	b ₂	b ₃	.....	b _i	.....	b _j	.....	b _{M-1}	b _M

図10

