(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3572205号
(P3572205)
(45)発行日　平成16年9月29日(2004.9.29)　(24)登録日　平成16年7月2日(2004.7.2)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G07D 5/02	G07D	5/02	104
G07D 5/00	G07D	5/00	

請求項の数 6　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平10-251564
(22)出願日　平成10年9月4日(1998.9.4)
(65)公開番号　特開2000-82159(P2000-82159A)
(43)公開日　平成12年3月21日(2000.3.21)
審査請求日　平成14年2月21日(2002.2.21)

(73)特許権者　000002233
株式会社三協精機製作所
長野県諏訪郡下諏訪町５３２９番地
(74)代理人　100087468
弁理士　村瀬　一美
(72)発明者　馬場　勉
長野県諏訪郡原村１０８０１番地の２　株式会社三協精機製作所　諏訪南工場内
(72)発明者　矢島　正男
長野県諏訪郡原村１０８０１番地の２　株式会社三協精機製作所　諏訪南工場内
(72)発明者　松田　守
長野県諏訪郡原村１０８０１番地の２　株式会社三協精機製作所　諏訪南工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】円形パターンの識別方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
円形パターンの画像データを読み取り、この読み取った画像データを１画素ずつシフトさせてそれぞれもとのデータとの相関係数を求め、この相関係数により構成される相関データを前記円形パターンの識別データとして用いて前記円形パターンの識別をするようにしたことを特徴とする円形パターンの識別方法。
【請求項２】
前記相関データは、前記円形パターンの画像データの１画素ずつのシフトを半分まで行って構成したものであることを特徴とする請求項１記載の円形パターンの識別方法。
【請求項３】
前記円形パターンは、ラインデータが複数集合して構成された２次元配列のデータであり、各ラインデータごと前記相関データを求めて比較データとしてなることを特徴とする請求項１または２記載の円形パターンの識別方法。
【請求項４】
円形パターンの画像データを１画素ずつシフトさせてもとのデータとの相関係数を求め、この相関係数により構成される相関データを基準のテンプレートとして用意しておき、比較すべき円形パターンの画像データを１画素ずつシフトさせてもとのデータとの相関係数を求め、この相関係数により構成される相関データを前記テンプレートと比較することにより前記円形パターンの識別をするようにしたことを特徴とする円形パターンの識別方法。

【請求項５】
分類すべき円形パターンの種類ごとに前記基準のテンプレートを用意してなることを特徴とする請求項４記載の円形パターンの識別方法。
【請求項６】
サンプルとして前記相関データを複数求め、それらを用いて前記円形パターンの特徴を的確に示している代表的なものを求め、それを前記基準のテンプレートとして採用することを特徴とする請求項４または５記載の円形パターンの識別方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、円形パターンの識別方法に関する。更に詳述すると、本発明は、特に外形が円形の対象物を識別するために使用される円形パターンの識別方法の改良に関する。
【０００２】
【従来の技術】
外形が円形である対象物を識別するため、円形パターンの画像を用いた以下の識別方法が実用化されている。
【０００３】
まず、対象物の円形パターンの中心から円形状またはリング状に画像の一部を抽出し、帯状画像（２次元配列）に展開し、このデータに必要な処理を行って一定のサイズのデータを得る。そして得られた一定サイズの画像を、同サイズの基準テンプレート画像とパターンマッチングさせ、このテンプレートに対する類似度を求めて対象物を識別している。
【０００４】
このように円形物を識別対象とする場合、回転による画像の傾きがあるからテンプレートと識別対象の画像が必ずしも同じ傾きになるとは限らない。そして調整しきれずに生じる傾きは、抽出された帯状画像（２次元配列）では左右のずれとして表れる。そのため、このような場合には判別対象画像を横方向に１画素ずつシフトさせながらその都度テンプレートに対するパターンマッチングを行い、０～２πまでシフトさせたマッチング結果の中からもっとも類似度の高いシフト位置を探し出し、その結果をもとに識別をしている。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、このように各対象画像をシフトさせながらパターンマッチングを行う方法では、画像全体を角度座標に関して１画素ずつ２πまでシフトさせなければならず、識別対象が増えた場合、テンプレートの増加に伴い処理時間が増加してしまって目標処理速度がクリアできなくなる問題がある。
【０００６】
そこで本発明は、処理すべき情報量を少なくして処理時間を短縮することができる円形パターンの識別方法を提供することを目的とする。また本発明は、併せて、作成が容易なテンプレートを利用して円形パターンを識別する方法を提供することを目的とする。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
かかる目的を達成するため、請求項１記載の発明では、円形パターンの画像データを読み取り、この読み取った画像データを１画素ずつシフトさせてそれぞれもとのデータとの相関係数を求め、この相関係数により構成される相関データを円形パターンの識別データとして用いて円形パターンの識別をするようにしている。
【０００８】
ここで、画像データは画素の数だけ成分を有するベクトルとして表されており、相関係数は、２つの画像データの内積と、各画像データの大きさの積との比で表される。このような場合、円形パターンを円周上のどの位置から切り出したとしてもこの相関係数は変化することがないから、円形パターンの位置合わせをする必要がなく、円形対象物の回転量に影響されることなく相関データを求めることができる。

【０００９】
請求項２記載の発明では、請求項１記載の円形パターンの識別方法において、相関データは、円形パターンの画像データの１画素ずつのシフトを半分まで行って構成している。この場合、相関係数から得られる相関データは、画像データを１画素ずつシフトして半回転した後は対称なデータとなることから、半回転シフトしただけで１回転したのと同様の相関データを求めることができる。したがって、対象物を識別するときの処理すべき情報量が少ない。
【００１０】
請求項３記載の発明では、請求項１または２記載の円形パターンの識別方法において、円形パターンは、ラインデータが複数集合して構成された２次元配列のデータであり、各ラインデータごと相関データを求めて比較データとしている。したがってこの場合、多くの相関データを用いて対象物を識別することが可能であり、それにもかかわらず、処理すべき情報量は少ない。
【００１１】
請求項４記載の発明の円形パターンの識別方法では、円形パターンの画像データを１画素ずつシフトさせてもとのデータとの相関係数を求め、この相関係数により構成される相関データを基準のテンプレートとして用意しておき、比較すべき円形パターンの画像データを１画素ずつシフトさせて比較すべきパターンのもとのデータとの相関係数を求め、この相関係数により構成される相関データをテンプレートと比較することにより円形パターンの識別をするようにしている。
【００１２】
この場合、円形パターンを円周上のどの位置から切り出したとしてもこの相関係数は変化しないから位置合わせをする必要がなく、しかもこの相関係数から得られる相関データは画像データを１画素ずつ半回転シフトさせれば求められるものだから、基準のテンプレートを容易に作成することができる。
【００１３】
請求項５記載の発明では、請求項４記載の発明の円形パターンの識別方法において、分類すべき円形パターンの種類ごとに基準のテンプレートを用意している。この場合、基準のテンプレートの作成が容易であるから、円形パターンの識別に必要となる数のテンプレートを用意する作業も簡単となる。
【００１４】
請求項６記載の発明では、請求項４または５記載の円形パターンの識別方法において、サンプルとして相関データを複数求め、それらを用いて円形パターンの特徴を的確に示している代表的なものを求め、それを基準のテンプレートとして採用している。このように、基準テンプレートは、その分類カテゴリーにおけるパターンを特徴的に表すものとして選択されたものであるから、これを用いることにより対象物である円形パターンを正確に識別することができる。
【００１５】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の構成を図面に示す実施の形態の一例に基づいて詳細に説明する。
【００１６】
図１～図６に、本発明の円形パターンの識別方法の一実施形態を示す。本発明は、対象物である円形パターン１の画像データＤを読み取り、この読み取った画像データＤを１画素ずつシフトさせてそれぞれもとの画像データD_0　との相関係数ｒを求め、この相関係数ｒにより構成される相関データ２を円形パターン１の識別データとして用いて円形パターン１の識別をするものである。
【００１７】
まず、図１または図４に示すように、円形パターン１の画像データを読み取って円形パターン１の中心を検出し、円形パターン１の中心から等距離に円形状もしくはリング状に画像の一部を抽出し、帯状画像（１次元または２次元配列）に展開して画像データＤを構成

する。抽出するリングが１リングの場合は線状データ（この場合は１次元配列）に展開し、このデータに必要な処理を行って一定のサイズを得る。本実施形態では、図１ではリング状に横一列の１２８画素からなる１ラインを切り出して帯状データとして展開し、図４ではリング状に複数のラインを切り出し、２次元の帯状データとして展開している。

【００１８】

そしてこのように切り出された画像データＤを１２８の画素からなる１２８次元のベクトルとみなし、１画素ずつシフトさせながらもとの画像データD_0との相関係数ｒを求める。即ち、図２に示すように、もとの画像データD_0つまりベクトル$F_0=(f_0, f_1, f_2, f_3, \cdots, f_{127})$に対し、１画素シフトさせた画像データ$D_1$（この場合、右端の画素$f_{127}$を左端の先頭にもってきている）を表すベクトル$F_1=(f_{127}, f_0, f_1, f_2, \cdots, f_{126})$を求め、$F_0$と$F_1$との相関係数$r_1$を求める。

【００１９】

この相関係数r_1は、数式１で

【００２０】

【数１】

$$r_1=\frac{\mathbf{F}_0\cdot\mathbf{F}_1}{|\mathbf{F}_0||\mathbf{F}_1|}=\frac{x_0y_0+x_1y_1+,\ldots,+x_{127}y_{127}}{\sqrt{x_0^2+x_1^2+,\ldots,+x_{127}^2}\sqrt{y_0^2+y_1^2+,\ldots,+y_{127}^2}}=\frac{\sum x_iy_i}{\sum x_i^2\sum y_i^2}$$

$$\mathbf{F}_0=(f_0,f_1,\ldots,f_{127})=(x_0,x_1,\ldots,x_{127})$$
$$\mathbf{F}_1=(f_{127},f_0,\ldots,f_{126})=(y_0,y_1,\ldots,y_{127})$$

【００２１】

求められる値、つまり２つのベクトルの内積を各ベクトルの大きさの積で除したものである。このように求められる相関係数ｒは両ベクトルの類似度を表しており、まったく異なることを示す０から同一を示す１までの間の値を示すものである。なお、r_0はF_0とF_0との相関係数であるから、同一を示す１となる。

【００２２】

相関係数r_1を求めたら、更に１画素シフトして画像データD_2を表すベクトル$F_2=(f_{126}, f_{127}, f_0, f_1, \cdots, f_{125})$を求め、$F_0$と$F_2$との相関係数$r_2$を求める。そして、このようなシフトと演算を続けて行い、r_{64}までを求める。

【００２３】

このようにして求められたr_0～r_{64}の相関係数ｒは、図３に示すように、グラフに相関データ２として表される。ここで、画像データＤを１２８回シフトすれば１２８個の相関係数r_0～r_{127}が出力されることになるが、r_{65}～r_{127}の相関係数は、グラフに表したとしても、r_{64}を境としてr_0～r_{63}と対称なグラフになるため、このr_{65}から先はデータをとる必要がない。したがって、上述した相関データ２は、円形パターン１の画像データＤの１画素ずつのシフトを半分まで行って構成することとしている。

【００２４】

そして、図３に示される相関データ２を一つのベクトルＳ＝（$r_0, r_1, r_2, \cdots, r_{64}$）で表すとすると、このベクトルＳは、外形が円形である識別対称物の種類ごとに固有の特徴を有するベクトルとなるから、いいかえれば種類ごとに固有の傾向を示す波形が得られることとなる。

【００２５】

また、このようにして得られる配列データは、回転にまったく影響を受けない特徴量である。これは、数式１で示したように、相関係数ｒを求めるときの分子の内積、分母の大きさの積とも回転による影響を受けないものであり、この２つの比である相関係数ｒももちろん対象物の回転位置とは無関係であることによる。したがって、円形パターン１のどの

位置から画像データＤを切り出したとしてもまったく同一の相関データ２を得ることができる。

【００２６】

相関係数ｒを求める式の分子、分母ともに回転による影響を受けないことについて詳述すれば、以下のようになる。例えば数式１における分子のF_0 ・F_1 は、F_0とF_1の内積を表す量であり、同式のように、この内積はそれぞれ対応する成分の積の和という形で求められている。そして、仮に、対象物が回転してしまっていて、異なる位置から画像データＤが切り出されていたとした場合、F_0、F_1とも同量ずつ画素がずれることとなる。例えばF_0が３画素ずれていて$F_0'=(f_3, f_4, f_5, f_6, \cdots, f_2)$だとすれば、$F_1'=(f_2, f_3, f_4, f_5, \cdots, f_1)$となる。そして両者の内積は、数式２のようになる。

【００２７】

【数２】

$$F_0' \cdot F_1' = x_0y_0+x_1y_1+x_2y_2+\cdots+x_{127}y_{127}$$
$$= f_2\times f_3+f_3\times f_4+f_4\times f_5+\cdots+f_1\times f_2$$

この場合、画素順はずれているが、F_0とF_1の各成分の対応関係には変化がない。したがって、この結果として得られるr_1に影響はなく、まったく同一の変化量を得ることができる。

【００２８】

以上が、１つの識別対象物から円形パターン１を利用して相関データ２を得るまでの過程である。

【００２９】

なお、上述した方法では、１２８×１画素のラインを１本とった場合について説明したが、複数のラインを抽出することもできる。即ち、例えば図４に示すように、１２８×１０画素の２次元配列の画像データＤを得た場合にあっては、この画像データＤを１２８×１のラインデータ３，…，３が１０本まとまったものとみなし、上述したように、各ラインデータ３，…，３について１画素ずつシフトさせながらもとのラインデータ３，…，３との相関係数ｒをその都度求めていくようにすれば良い。この場合、相関係数ｒとシフト量との関係を示す相関データ２，…，２が、図５に示すように全部で１０本得られる。

【００３０】

次に、種類判別の基準となるテンプレートを作成し、この作成されたテンプレートを利用して円形パターン１を識別する場合について説明する。

【００３１】

円形パターン１の画像データＤを１画素ずつシフトさせてもとの画像データD_0との相関係数ｒを求めるまでは上述した過程と同じであり、このように相関係数ｒを求めて複数の相関データ２，…，２が得られたら、これらをサンプルとして用意しておく（図６）。そして、用意されたサンプルデータをもとに、その分類カテゴリーの特徴を的確に表す代表的な配列データを決定し、基準のテンプレート４として用意しておく。

【００３２】

識別対称となる対象物つまり円形プレート１がどの種類に分類されるかは、この基準テンプレート４を用いて行う。つまり、基準テンプレート４は各種類別に作成された代表的な配列データであり、この配列との類似度（あるいは非類似度）を求めて円形パターン１の種類を分類することができる。

【００３３】

なお、このようにして代表的な配列データを決定するにあたっては、得られた配列データを１次元配列のベクトルとみなし、主成分分析を用いて基準テンプレート４となる代表的なベクトルを決定するようにしても良い。

【００３４】

ここまで説明した本発明の識別方法を用いれば、以下のように、少ない処理時間で円形プ

レート１を識別できるようになる。即ち、これまで実用されている識別方法では、画像データＤが１２８×１０の画素からなれば、その画像全体を横方向に１２８回シフトさせなければならなかったのに対し、本発明によれば、相関係数ｒを求める計算を（６４＋１）回、つまりベクトルＳの演算回数６４回と、基準テンプレート４とのマッチング回数１回で済ますことができる。マッチング回数１回はテンプレートの枚数だけ必要となるものであるが、ベクトルＳの演算回数に比して少ないものである。

【００３５】

なお、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例ではあるがこれに限定されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。例えば本実施形態で説明した識別方法において、エッジ強調フィルタを使用することによって、グラフの増減を強調してより明確に識別できるようにしても良い。例えば図７に示すように、r_2を基準とした前後２つずつの画素r_0，r_1，r_3，r_4に対してそれぞれ１，１，－１，－１を乗じ、和をとってr'_2とする。このとき、r_2より左側（r_1のある側）が小さく、右側（r_3のある側）が急激に大きくなっていればr'_2はマイナス方向に大きく振れることとなる。一方、r_2より左側が大きく、右側が急激に小さくなっていればr'_2は逆にプラス方向へ大きく振れることとなる。また、r_2を中心に左右の値に差がない場合、r'_2は０に近い値となる。この結果、左右の値が大きく変化するエッジ部分が強調され、相関係数ｒの変化の様子が認識し易くなる。

【００３６】

また、本発明の応用としては、例えば、経験的に同一種類のサンプルのベクトルを複数重ね合わせて平均をとり、その代表波形をテンプレートとしても良いし、ニューロ技術の一手法であるＬＶＱを用いて代表波形を求め、これをテンプレートとしても良い。

【００３７】

また、基準テンプレート４となるべきベクトルが、より代表的なベクトルに類似したものになるように、この代表的なベクトルを基準としてレベル変換を行うようにしても良い。この変換により排除すべきベクトルはより類似度が低くなり、排除が容易になる。

【００３８】

【数３】

$$r_1=\frac{(x_0-\bar{x})(y_0-\bar{y})+(x_1-\bar{x})(y_1-\bar{y})+,\ldots,+(x_{127}-\bar{x})(y_{127}-\bar{y})}{\sqrt{(x_0-\bar{x})^2+(x_1-\bar{x})^2+,\ldots,+(x_{127}-\bar{x})^2}\sqrt{(y_0-\bar{y})^2+(y_1-\bar{y})^2+,\ldots,+(y_{127}-\bar{y})^2}}$$
$$=\frac{\sum(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sum(x_i-\bar{x})^2\sum(y_i-\bar{y})^2}=\frac{\Delta\mathbf{F}_0\cdot\Delta\mathbf{F}_1}{|\Delta\mathbf{F}_0||\Delta\mathbf{F}_1|}$$

$$\mathbf{F}_0=(f_0,f_1,\ldots,f_{127})=(x_0,x_1,\ldots,x_{127})$$
$$\mathbf{F}_1=(f_{127},f_0,\ldots,f_{126})=(y_0,y_1,\ldots,y_{127})$$
$$\bar{x}=\frac{x_0+x_1+,\ldots,+x_{127}}{128}\quad(f_0,f_1,\ldots,f_{127}\text{の平均})$$
$$\bar{y}=\frac{y_0+y_1+,\ldots,+y_{127}}{128}\quad(f_{127},f_0,\ldots,f_{126}\text{の平均})$$

【００３９】

また、相関係数ｒを求める際には、数式３を用いて、正確で変動が少ない計算を行うようにしても良い。ここで、この式を用いたときの相関係数をr_g、これ以外の式を用いたときの相関係数r_bとすると、この２つのうちのどちらを適用するかについては図８に示すように４種類の組み合わせが考えられ、◎部分が有効的である。なお、r_b-r_b（ともにr_b）の場合は計算式に変動要素が入るためマッチング結果のばらつきが大きくなり、これに対しては上述したレベル変換を行うことにより変動要素をなくすことができる。また、r_g-r_gの場合は結果に特に問題ないが、原則的にはr_g-r_b、r_b-r_g、同

じ結果になると考えられるので、計算量が多くなる点で他の組み合わせに比べ不利になる。

【００４０】

また、類似度を計算する方法として、例えばベクトル間のユークリッド距離ｄを求めて計算する方法があり、本実施形態において説明したような相関係数を求める方法に特に限定されることはない。

【００４１】

また、隣接しているか否かにかかわらず、複数のリングを切り出して上述した実施形態と同様の処理を行うようにしても良い。これによれば、重要な特徴が含まれていると思われる部分を抽出することも可能である。

【００４２】

【発明の効果】

以上の説明より明らかなように、請求項１記載の発明によれば、円形パターンを円周上のどの位置から切り出したとしても相関係数は変化しないから、円形パターンの位置合わせ作業が不要となり、円形対象物の回転量に影響されることなく相関データを求めることができる。したがって、円形パターンを識別するときに要する処理時間を短縮することができる。

【００４３】

また請求項２記載の発明では、画像データを１画素ずつシフトして半回転すれば１回転分の相関データを求められるから、対象物を識別するときの処理すべき情報量が少なく、処理時間が短縮できる。

【００４４】

更に請求項３記載の発明によれば、円形パターンを複数のラインデータから構成しているので、多くの相関データを用いて対象物を識別することが可能であり、しかも、処理すべき情報量を少なくすることができる。

【００４５】

請求項４記載の発明によれば、円形パターンの位置合わせが不要なことに加え、画像データを半回転シフトすれば相関データを得られることから、テンプレートの作成が容易である。またこれにより、基準のテンプレートを用いて円形パターンを識別するときの処理時間を短縮できる。

【００４６】

また請求項５記載の発明では、円形パターンの識別に必要となるテンプレートの用意作業が容易であり、これらを用いて対象物の円形パターンを正確に識別することができる。

【００４７】

そして請求項６記載の発明では、分類カテゴリーにおけるパターンを特徴的に表すものを基準テンプレートとして採用しているから、対象物である円形パターンを正確に識別することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態を示す図であり、円形パターンから画像の一部をリング状に切り出して画像データとする様子を示す。

【図２】画像データを１画素ずつシフトさせ、それぞれについてもとのデータとの相関係数ｒを求める様子を示す図である。

【図３】求めた相関係数とシフト量との関係を示す相関データの一例を示す図である。

【図４】円形パターンから画像の一部をリング状に切り出し、画像データとして複数のラインを抽出する様子を示す図である。

【図５】１０ラインからなる相関データの一例を示す図である。

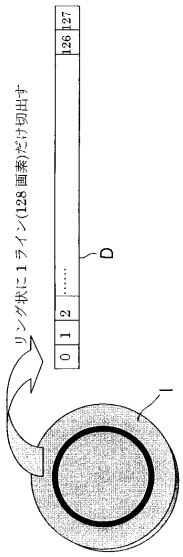
【図６】複数のサンプルデータの中から基準のテンプレートを選択する様子を示す図である。

【図７】エッジ強調フィルタによるエッジ強調の様子を示す図である。

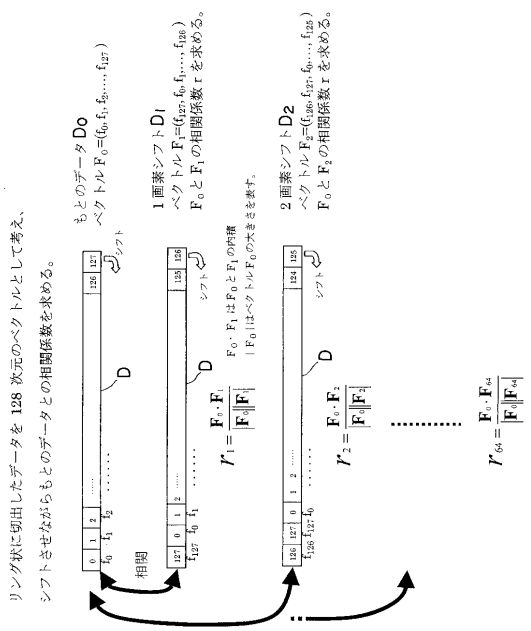
【図８】相関係数r_bとr_gとの組み合わせの有効性を示す表である。

【符号の説明】
1　円形パターン
2　相関データ
3　ラインデータ
4　基準のテンプレート
D　画像データ
D_0　もとの画像データ
r　相関係数

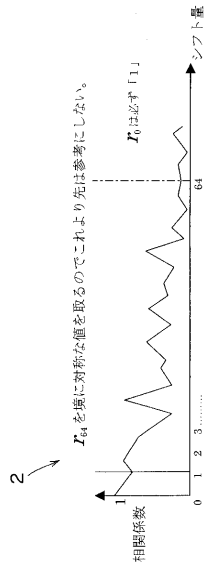
【図１】



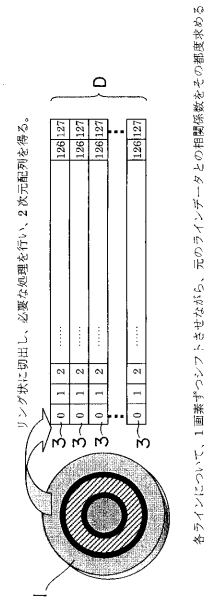
【図２】



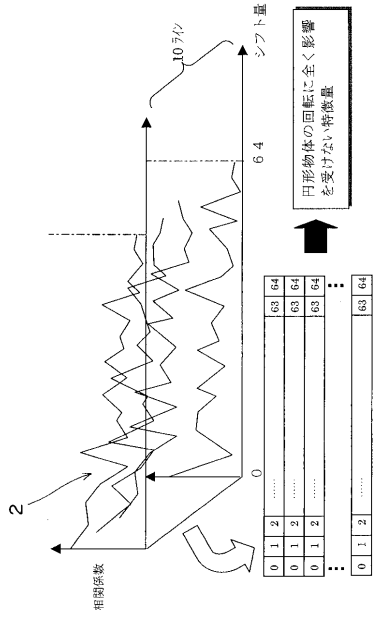
【図３】


r_{64}を境に対称な値を取るのでこれより先は参考にしない。
r_0は必ず「1」
シフト量
相関係数
0 1 2 3 64

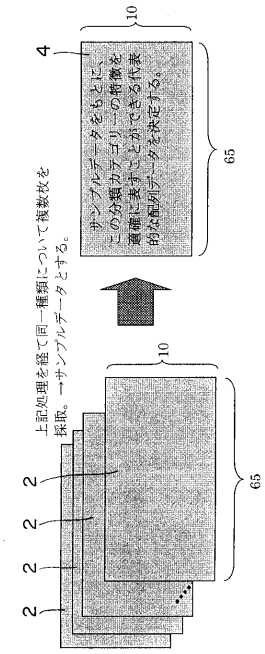
【図４】


リング状に切出し、必要な処理を行い、2次元配列を得る。
D
各ラインについて、1画素ずつシフトさせながら、元のラインデータとの相関係数をその都度求める

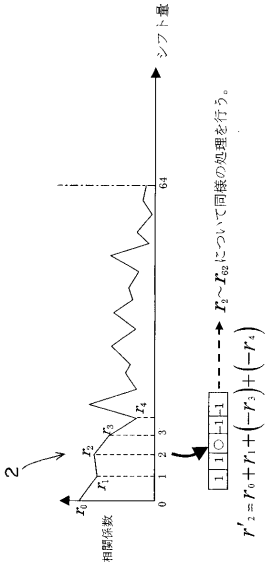
【図５】


10ライン
シフト量
64
円形物体の回転に全く影響を受けない特徴量
相関係数

【図６】


上記処理を経て同一種類について複数枚を採取。→サンプルデータとする。
サンプルデータをもとに、この分類カテゴリーの特徴を適確に表すことができる代表的な配列データを決定する。
10
65

【図７】



【図８】

		シフト相関に適用	
		r_b	r_g
マッチングに適用	r_b	△	◎
	r_g	◎	○

フロントページの続き

(72)発明者　中村　宏
長野県諏訪郡原村１０８０１番地の２　株式会社三協精機製作所　諏訪南工場内

審査官　岩田　洋一

(56)参考文献　特開平０７－０３７０８９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２３６４７１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２７９０６２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G07D　5/02　104
G07D　5/00