

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 10 月 27 日 (27.10.2005)

PCT

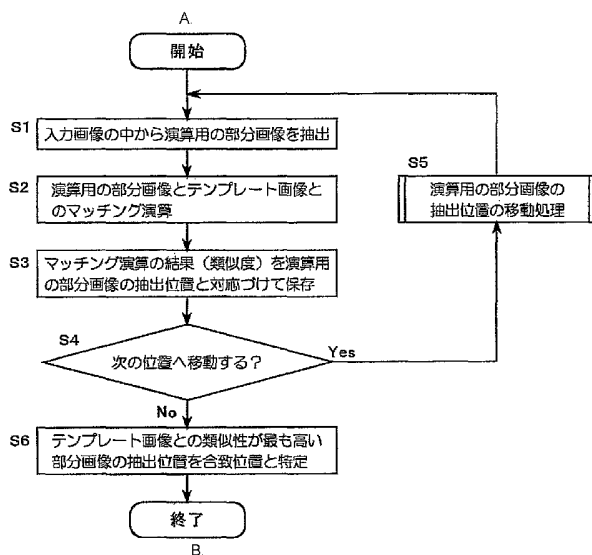
(10) 国際公開番号
WO 2005/101313 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G06T 7/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 阿部 啓之 (ABE, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007487
- (22) 国際出願日: 2005 年 4 月 13 日 (13.04.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-117979 2004 年 4 月 13 日 (13.04.2004) JP
特願2004-117980 2004 年 4 月 13 日 (13.04.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 義雄 (INOUE, Yoshio); 〒1030027 東京都中央区日本橋 3 丁目 1 番 4 号画廊ビル 3 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: TEMPLATE MATCHING DEVICE

(54) 発明の名称: テンプレートマッチング装置



- A. START
S1. EXTRACT PARTIAL IMAGE FOR CALCULATION FROM INPUT IMAGE
S2. MATCHING CALCULATION BETWEEN PARTIAL IMAGE FOR CALCULATION AND TEMPLATE IMAGE
S3. CORRELATE RESULT OF MATCHING CALCULATION (SIMILARITY) WITH EXTRACTION POSITION OF PARTIAL IMAGE FOR CALCULATION AND STORE THEM
S4. SHIFT TO THE NEXT POSITION?
S5. SHIFT OF EXTRACTION POSITION OF PARTIAL IMAGE FOR CALCULATION
S6. SPECIFY EXTRACTION POSITION OF PARTIAL IMAGE HAVING HIGHEST SIMILARITY WITH THE TEMPLATE IMAGE AS THE MATCHED POSITION
B. END

(57) Abstract: A template matching device includes: extraction means for extracting a partial image signal for calculation from an input image signal while successively changing the extraction position; calculation means for calculating an index concerning similarity between the partial image signal and a known template signal each time the partial image signal is extracted by the extraction means; and specification means for specifying a matched position with the template signal in the input image signal according to the index concerning the similarity at a plurality of positions of the input image signal. The extraction means decides a shift amount from the current extraction position to the next extraction position considering the index concerning the similarity in the current extraction position calculated by the calculation means.

(57) 要約: テンプレートマッチング装置は、入力画像信号の中から、順次抽出位置を変えて演算用の部分画像信号を抽出する抽出手段と、該抽出手段により該部分画像信号が抽出される毎に、該部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似性に関する指標を求める演算手段と、該入力画像信号の複数の位置での該類似性に関する指標に基づいて、該入力画像信号の中の該テンプレート信号との合致位置を特定する特定手段とを備えている。抽出手段は、演算手段が求めた現在の抽出位置における類似性に関する指標を考慮して、現在の抽出位置から次の抽出位置への移動量を決定する。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

テンプレートマッチング装置

5 技術分野

本発明は、画像情報または音声情報などを含む入力画像信号に対してテンプレートマッチングを行うテンプレートマッチング装置に関する。

背景技術

- 10 テンプレートマッチングは、入力画像信号の中から既知のテンプレート信号に合致する部分画像信号（ターゲット）を探索して、ターゲットの位置（合致位置）を特定する処理である。この処理では、入力画像信号の中から抽出した演算用の部分画像信号と既知のテンプレート信号とのマッチング演算が、演算用の部分画像信号の抽出位置を少しずつ移動させながら、繰り返し行われる。そして、入力
- 15 画像信号の中の各位置でのマッチング演算の結果を大小比較することで、合致位置が特定される。なお、マッチング演算には、周知の相互相関法や残差逐次検定法などが用いられる。

- また、演算用の部分画像信号の抽出位置を少しずつ移動させる際、その移動は、入力画像信号の全体または所定範囲内において、予め設定した間隔で一様に行わ
- 20 れる（例えば特開 2 0 0 0 - 7 6 4 4 4 号公報、特開平 7 - 2 2 0 0 7 6 号公報を参照）。すなわち、テンプレートマッチングを開始する前に設定した一定の間隔で、演算用の部分画像信号の抽出位置の移動が行われる。上記した特開 2 0 0 0 - 7 6 4 4 4 号公報、特開平 7 - 2 2 0 0 7 6 号公報には、まず、予め設定した大きな移動間隔で一様に粗いテンプレートマッチングを行い、合致位置を含む
- 25 所定範囲に絞り込んだ後、その範囲内において予め設定した小さな移動間隔で一様に細かいテンプレートマッチングを行い、合致位置を特定することが提案され

ている。

しかしながら、予め設定した移動間隔で一様にテンプレートマッチングを行う
上記の方法には、その移動間隔を適切な一定値に設定することが難しいという問
題がある。移動間隔の適切な一定値とは、入力画像信号の中の合致位置を短時間
5 で正確に効率よく特定できるような値であり、入力画像信号やテンプレート信号
に応じて異なる。

ちなみに、移動間隔の設定値が適切な一定値より小さいと、合致位置の特定（ま
たは合致位置を含む所定範囲の絞り込み）は正確に行えるが、マッチング演算の
繰り返し回数が多くなるため余計な時間が掛かってしまう。また逆に、移動間隔
10 の設定値が適切な一定値より大きいと、マッチング演算の繰り返し回数が少なく
なるため時間を短縮できるが、合致位置の特定（または合致位置を含む所定範囲
の絞り込み）を正確に行えるとは限らず、疑似マッチングやマッチング不可能に
なることがある。

15 発明の開示

本発明の目的は、確実に時間を短縮して効率よく合致位置を特定できるテンプレ
ートマッチング装置を提供することにある。

本発明のテンプレートマッチング装置は、入力画像信号の中から、順次抽出位
置を変えて演算用の部分画像信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段により抽
20 出された前記部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似度の演算を行う
第1の演算手段と、前記第1の演算手段が求めた前記類似度を大小比較すること
により、前記入力画像信号の中の前記テンプレート信号との合致位置を特定する
特定手段と、前記抽出手段により前記部分画像信号が抽出される毎に、該部分画
像信号と既知のテンプレート信号との類似性に関する指標を求める第2の演算手
25 段とを備え、さらに、前記第2の演算手段が求めた現在の抽出位置における前記
類似性に関する指標を考慮して、前記現在の抽出位置から次の抽出位置への前記

抽出手段における移動量を決定する移動量決定手段と、前記第 2 の演算手段による演算結果に基づいて、前記第 1 の演算手段で前記部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似度の演算を行うか否かを判断する判断手段との少なくとも 1 つを備えたことを特徴とする。

- 5 本発明によれば、確実に時間を短縮して効率よく合致位置を特定することができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、観察装置 10 の概略図である。

- 10 図 2 は、入力画像 21、テンプレート画像 22、ターゲット 23、演算用の部分画像 24 を説明する図である。

図 3 は、第 1 実施形態のテンプレートマッチングにおける全体的な処理手順を示すフローチャートである。

図 4 は、図 3 のステップ S5 における処理手順を示すフローチャートである。

- 15 図 5 A と図 5 B とはそれぞれ、テンプレート画像 22 の位置 (m, n) における濃度値 A_{mn} と演算用の部分画像 24 の位置 (m, n) における濃度値 B_{mn} とを説明する図である。

図 6 A、図 6 B は、合致位置 $(X1, Y1)$ との位置関係に応じた移動間隔（移動量 M_x ）の大小変化を説明する図である。

- 20 図 7 は、第 2 実施形態のテンプレートマッチングにおける処理手順の一部を示すフローチャートである。

図 8 A、図 8 B は、図 7 の処理による抽出位置 $(X2, Y2)$ の移動について説明する図である。

- 25 図 9 A、図 9 B、図 9 C は、濃度ヒストグラムに基づくマッチング演算について説明する図である。

図 10 は、本実施形態のテンプレートマッチングの処理手順を示すフローチャ

ートである。

図11A、図11B、図11Cは、濃度ヒストグラムの分布形状の非対称性と歪度 (skewness) との関係を説明する図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を用いて本発明の実施形態を詳細に説明する。第1実施形態から第4実施形態は、テンプレートマッチング処理を類似度判定に基づきステップ制御するものである。第5実施形態は、テンプレートマッチング処理を類似度判定に基づきマッチング演算処理をカット制御するものである。第6実施形態は、第1
10 ～第4実施形態の処理と第5実施形態の処理とを組合せた制御をするものである。

(第1実施形態)

ここでは、第1実施形態のテンプレートマッチング装置および方法について、図1に示す観察装置10を例に説明する。観察装置10には、ステージ11と光学系12とカメラ13と画像処理部14とが設けられる。ステージ11は、試料
15 10Aを支持する。光学系12は、試料10Aの局所領域の光像を形成する。カメラ13は、不図示の撮像素子により試料10Aの光像を撮像し、撮像信号を画像処理部14に出力する。

画像処理部14は、カメラ13から撮像信号を取り込むと、これを所定ビット
20 (例えば8ビット) のデジタル画像に変換し、入力画像として不図示のメモリに記憶させる。そして、入力画像に対して後述のテンプレートマッチングを行う。試料10Aは、例えば、半導体ウエハや液晶基板、プリント基板、生物標本(例えば細胞)などである。観察装置10を用いて、試料10Aの観察や検査や位置合わせなどが行われる。

25 次に、画像処理部14におけるテンプレートマッチングについて説明する。テンプレートマッチングは、例えば図2に示す入力画像21の中から既知のテンプレ

レート画像 2 2 に合致する部分画像であるターゲット 2 3 を探索して、ターゲット 2 3 の位置（以下「合致位置(X_1 , Y_1)」という）を特定する処理である。

この処理では、入力画像 2 1 の中から抽出した演算用の部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 とのマッチング演算が、演算用の部分画像 2 4 の抽出位置(X_2 , Y_2)を少しずつ移動させながら、繰り返し行われる。また、抽出位置(X_2 , Y_2)の移動は、入力画像 2 1 の図中左上端から右下端に向けて、複数の走査線からなるラスタ走査の方向に沿って行われる。ここでは、各々の走査線が X 方向に平行であるとし、走査線に平行な X 方向を「横方向」、走査線に垂直な Y 方向を「縦方向」という。

10 なお、入力画像 2 1 は、「画像情報を含む入力画像信号」に対応する。テンプレート画像 2 2 は、「画像情報を含むテンプレート信号」に対応する。演算用の部分画像 2 4 は、「画像情報を含む演算用の部分画像信号」に対応する。

第 1 実施形態のテンプレートマッチングは、図 3 に示すフローチャートの手順（ステップ S 1 ～ S 6）にしたがって画像処理部 1 4 が行う。また、図 3 のステップ S 5 の処理（つまり演算用の部分画像 2 4 の抽出位置(X_2 , Y_2)の移動処理）は、図 4 に示すフローチャートの手順（ステップ S 1 1 ～ S 1 5）にしたがって行われる。さらに、第 1 実施形態のテンプレートマッチングでは、このテンプレートマッチングを開始する前までに、演算用の部分画像 2 4 の抽出位置(X_2 , Y_2)の移動間隔を適切な一定値に設定しておく必要がない。このような前処理を行わずに、入力画像 2 1 を取り込むと直ぐに図 3 の処理を開始することができる。

図 3 のステップ S 1 において、画像処理部 1 4 は、入力画像 2 1 の中から演算用の部分画像 2 4 を抽出する。1 回目の抽出は、入力画像 2 1 の例えば左上端（図 2）の初期位置から行われる。なお、演算用の部分画像 2 4 は、テンプレート画像 2 2 と縦横各々同じ大きさ（画素数）の矩形状である。図 2 にはテンプレート画像 2 2 の縦横の大きさ（画素数）を T_x , T_y で示した。部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 は、共に、入力画像 2 1 より小さい（画素数が少ない）。

次に（ステップS 2）、画像処理部1 4は、ステップS 1で抽出した演算用の部分画像2 4とテンプレート画像2 2とのマッチング演算を行う。ここでは、マッチング演算の一例として、周知の相互相関法を用いる。この場合のマッチング演算は、図5に示す部分画像2 4の位置(m, n)における濃度値 B_{mn} と、テンプレート画像2 2の同じ位置(m, n)における濃度値 A_{mn} とを用い、次の式(1)により行われる。

$$C = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \overline{A})(B_{mn} - \overline{B})}{\sqrt{\left[\sum_m \sum_n (A_{mn} - \overline{A})^2 \right] \left[\sum_m \sum_n (B_{mn} - \overline{B})^2 \right]}} \quad \dots (1)$$

$\overline{A}$: A_{mn} の平均値 , $\overline{B}$: B_{mn} の平均値

マッチング演算の結果は、正規化された相互相関係数Cであり ($-1 \leq C \leq 1$)、演算用の部分画像2 4とテンプレート画像2 2との類似度に相当する。類似度は、部分画像2 4とテンプレート画像2 2との「類似性に関する指標」の1つである。傾向としては、類似度に相当する相互相関係数Cが大きい（つまり「1」に近い）ほど、部分画像2 4とテンプレート画像2 2との類似性が高く、部分画像2 4の抽出位置(X_2, Y_2)が合致位置(X_1, Y_1)に近いことが多い。

上記のマッチング演算が終了すると、画像処理部1 4は、次のステップS 3において、マッチング演算の結果である類似度すなわち、相互相関係数Cを、部分画像2 4の抽出位置(X_2, Y_2)と対応づけて画像処理部1 4内のメモリに保存する。これらのステップS 1～S 3の処理を経て、入力画像2 1の中の1つの抽出位置(X_2, Y_2)に対する処理が終わる。そして、演算用の部分画像2 4の抽出位置(X_2, Y_2)を次の位置へ移動させる場合すなわち、ステップS 4がYesの場合には、ステップS 5の処理に進む。

ステップS 5の処理は、演算用の部分画像2 4の抽出位置(X_2, Y_2)の移動処理であり、図4に示すフローチャートの手順（ステップS 11～S 15）にしたがって行われる。まず（ステップS 11）、画像処理部1 4は、次の位置への移動

方向が、横方向（走査線に平行な方向）か否かを判断する。この判断には、入力画像 2 1 の中での現在の位置の X 座標（つまり走査線上での位置座標）が用いられる。そして、現在の位置の X 座標が、入力画像 2 1 の右端（つまり走査線の終点）に相当するとき以外は「横方向」と判断する（S 1 1 が Y e s）。

- 5 演算用の部分画像 2 4 の抽出位置 (X_2, Y_2) を横方向に移動させる場合、画像処理部 1 4 は、ステップ S 1 2 の処理に進み、現在の位置での類似度（相互相関係数 C）を考慮して、現在の位置から次の位置への移動量 M_x を計算する。具体的には、現在の位置での類似度（相互相関係数 C）を次の式 (2) の“類似度”に代入することにより、移動量 M_x を計算する。このような移動量 M_x の計算は非常に簡単なものである。

$$M_x = \text{floor} [(T_x / 4) \times (1 - k_1 \times \text{類似度})] \quad \dots (2)$$

- 式 (2) には、テンプレート画像 2 2 の横方向の画素数 T_x （図 2 参照）が含まれる。この画素数 T_x は、演算用の部分画像 2 4 の横方向の画素数と同じである。係数 k_1 は、 $0 < k_1 \leq 1$ を満たす範囲で定めた経験値（例えば $1/2$ ）である。floor
- 15 は、抽出位置 (X_2, Y_2) の移動を入力画像 2 1 の画素単位で行うために、小数点以下を切り捨てて整数化するという意味である。

- 式 (2) によって求められる移動量 M_x は、現在の位置での類似度（相互相関係数 C）が小さく（つまり「0」に近く）、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性が低く、部分画像 2 4 の抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) から離れているほど、大きくなることが多い。移動量 M_x の最大値は、類似度が「0」
- 20 の場合であり、 $\text{floor} (T_x / 4)$ となる。移動量 M_x の最小値は、類似度が「1」の場合であり、 $\text{floor} [(T_x / 4) \times (1 - k_1)]$ となる。移動量 M_x が“0 画素”と求められた場合には、実際の移動量を“1 画素”とする。

- 画像処理部 1 4 は、上記の移動量 M_x の計算が終了すると、次のステップ S 1
- 25 3 において、演算用の部分画像 2 4 の抽出位置 (X_2, Y_2) を現在の位置から横方向に移動量 M_x だけ離れた次の位置へ移動させる。その後、図 3 のステップ S 1 の

処理に戻り、新たな抽出位置(X_2, Y_2)において、演算用の部分画像24の抽出(S1)→テンプレート画像22とのマッチング演算(S2)→結果保存(S3)を繰り返す。

上記したステップS1→S2→S3→S4→S5 (S11→S12→S13)→S1…の繰り返しによって、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2, Y_2)が走査線の終点(つまり入力画像21の右端)に到達し、この抽出位置(X_2, Y_2)に対するステップS1～S3の処理が終了した後、さらに次の位置へ移動させる場合(S4がYes)、画像処理部14は、図4のステップS11にて、次の位置への移動方向を「縦方向(走査線に垂直な方向)」と判断する(ステップS11がNo)。

演算用の部分画像24の抽出位置(X_2, Y_2)を縦方向に移動させる場合、画像処理部14は、ステップS14の処理に進み、現在の走査線上の各位置での類似度(相互相関係数C)を考慮して、現在の走査線から次の走査線への移動量Myを計算する。具体的には、現在の走査線上の各位置での類似度(相互相関係数C)をメモリから読み出し、それらの類似度の平均値を次の式(3)の“類似度の行平均”に代入することにより、移動量Myを計算する。現在の走査線上の各位置とは、例えば、現在の走査線上の全ての位置(現在の位置を含む)である。このような移動量Myの計算は非常に簡単なものである。

$$My = \text{floor} [(Ty / 4) \times (1 - k_2 \times \text{類似度の行平均})] \quad \dots (3)$$

式(3)には、テンプレート画像22の縦方向の画素数Ty(図2参照)が含まれる。この画素数Tyは、演算用の部分画像24の縦方向の画素数と同じである。係数 k_2 は、 $0 < k_2 \leq 1$ を満たす範囲で定めた経験値(例えば1/2)である。

式(3)によって求められる移動量Myは、現在の走査線における平均的な類似度(相互相関係数C)が小さく(つまり「0」に近く)、各位置で抽出された部分画像24とテンプレート画像22との類似性が平均的に低く、現在の走査線が合致位置(X_1, Y_1)から離れているほど、大きくなる。移動量Myの最大値は、類

似度の平均値が「0」の場合であり、 $\text{floor}(T_y / 4)$ となる。移動量 M_y の最小値は、類似度の平均値が「1」の場合であり、 $\text{floor}[(T_y / 4) \times (1 - k_2)]$ となる。移動量 M_y が“0画素”と求められた場合には、実際の移動量を“1画素”とする。

- 5 画像処理部 14 は、上記の移動量 M_y の計算が終了すると、次のステップ S 15 において、演算用の部分画像 24 の抽出位置 (X_2, Y_2) を現在の走査線から縦方向に移動量 M_y だけ離れた次の走査線へ移動させると共に、横方向には入力画像 21 の左端（すなわち、次の走査線の始点）に移動させる。その後、図 3 のステップ S 1 の処理に戻り、新たな走査線の抽出位置 (X_2, Y_2) において、演算用の部分画像 24 の抽出（S 1）→テンプレート画像 22 とのマッチング演算（S 2）
10 →結果保存（S 3）を繰り返す。

- このようにして、ステップ S 1→S 2→S 3→S 4→S 5（S 11→S 12→S 13 または S 11→S 14→S 15）→S 1…の処理を繰り返すことにより、演算用の部分画像 24 の抽出位置 (X_2, Y_2) を複数の走査線からなるラスト走査
15 の方向に沿って移動させながら、複数の走査線上の各位置で演算用の部分画像 24 を順に抽出することができる。また、演算用の部分画像 24 を抽出する毎に、テンプレート画像 22 とのマッチング演算を行い、その結果を保存する。

- そして、演算用の部分画像 24 の抽出位置 (X_2, Y_2) が最後の走査線の終点（つまり入力画像 21 の右下端）に到達し、そこでのステップ S 1～S 3 の処理が終了すると、画像処理部 14 は、次の位置への移動を行わずに（S 4 が No）、ステップ S 6 の処理に進む。ステップ S 6 では、入力画像 21 の中の異なる複数の位置での類似度（相互相関係数 C）を大小比較することにより、その値が最も大きく、テンプレート画像 22 との類似性が最も高い部分画像 24 の抽出位置 (X_2, Y_2) を合致位置 (X_1, Y_1) と特定する。以上で入力画像 21 に対するテンプレート
20 マッチングの処理は終了となる。

- 25 上記のように、第 1 実施形態のテンプレートマッチングでは、演算用の部分画

像 2 4 の抽出位置 (X_2, Y_2) を少しずつ移動させる際、現在までに求めた類似度 (現在の位置での類似度を含む) のうち少なくとも 1 つを考慮して、式 (2) または式 (3) により、現在の位置から次の位置への移動量 M_x, M_y を計算する (図 4 のステップ S 1 2, S 1 4 参照)。

- 5 したがって、例えば抽出位置 (X_2, Y_2) を横方向に移動させる場合、現在の位置での類似度が小さければ式 (2) の結果 (移動量 M_x) が大きくなるため、合致位置 (X_1, Y_1) から離れたところでは、抽出位置 (X_2, Y_2) を大きな間隔で効率よく適切に移動させることができる。また逆に、現在の位置での類似度が大きければ式 (2) の結果 (移動量 M_x) が小さくなるため、合致位置 (X_1, Y_1) に近づいたところでは、抽出位置 (X_2, Y_2) を小さな間隔で適切に移動させることができる。特に、
10 合致位置 (X_1, Y_1) の近傍に到達した場合は、抽出位置 (X_2, Y_2) を “1 画素” に相当する間隔で適切に移動させることができる。

- このような合致位置 (X_1, Y_1) との位置関係に応じた移動間隔 (移動量 M_x) の大小変化を図示すると、例えば図 6 A、図 6 B のようになる。図 6 A には、抽出
15 位置 (X_2, Y_2) と合致位置 (X_1, Y_1) との位置関係のステップ変化を時間順に並べて示した。図 6 A において、縦方向に隣り合う抽出位置 (X_2, Y_2) どうしのズレ量が、移動間隔 (移動量 M_x) に相当する。また、図 6 B には、抽出位置 (X_2, Y_2) の軌跡を “・” で示した。これらの図においても、抽出位置 (X_2, Y_2) の移動は、合致位置 (X_1, Y_1) から離れたところで大きく、合致位置 (X_1, Y_1) に近づくほど小
20 さくなることが分かる。

- 一方、抽出位置 (X_2, Y_2) を縦方向に移動させる場合も同様であり、現在の走査線での平均的な類似度が小さければ式 (3) の結果 (移動量 M_y) が大きくなるため、合致位置 (X_1, Y_1) から離れたところでは、抽出位置 (X_2, Y_2) を大きな間隔で効率よく適切に移動させることができる。また逆に、現在の走査線での平均的な
25 類似度が大きければ式 (3) の結果 (移動量 M_y) が小さくなるため、合致位置 (X_1, Y_1) に近づいたところでは、抽出位置 (X_2, Y_2) を小さな間隔で適切に移動させ

ることができる。

第1実施形態のテンプレートマッチングによれば、現在までに求めた類似度（現在の位置での類似度を含む）のうち少なくとも1つをフィードバックして、合致位置 (X_1, Y_1) から離れたところで大きく部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) を移動させるため、マッチング演算の繰り返し回数を減らすことができ、テンプレートマッチングの処理時間を短縮できる。さらに、合致位置 (X_1, Y_1) に近づくほど小さく部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) を移動させるため（ここで、移動量の最小単位は“1画素”である）、正確に合致位置 (X_1, Y_1) を特定することができる。

したがって、第1実施形態のテンプレートマッチングによれば、従来のように部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) を少しずつ移動させる際の間隔を予め適切な一定値に設定しなくても、テンプレートマッチングの最中に合致位置 (X_1, Y_1) との位置関係に応じて移動間隔（移動量 M_x, M_y ）を設定するため、入力画像21の中の合致位置 (X_1, Y_1) を短時間で正確に効率よく特定できる。また、従来のような移動間隔を予め適切な一定値に設定するという難しい前処理が不要なため、入力画像21を取り込むと直ぐにテンプレートマッチング（図3の処理）を開始することができ、処理が簡単化する。

さらに、第1実施形態のテンプレートマッチングによれば、演算用の部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) を予め定めた方向（例えばラスタ走査の方向）に沿って移動させると共に、少なくとも現在の位置での類似度を考慮して（例えば式(2)または式(3)を用いて）次の位置への移動量 M_x, M_y を計算するため、テンプレートマッチングの最中に合致位置 (X_1, Y_1) との位置関係に応じて簡単に適切な移動間隔を設定できる。各位置で逐次行われる移動量 M_x, M_y の計算は非常に簡単なものであり、この計算を追加したことによってテンプレートマッチングの処理が複雑化することはない。

また、第1実施形態のテンプレートマッチングによれば、例えば式(2)、(3)

のように、次の位置への移動量 M_x , M_y を計算する際にテンプレート画像22の大きさ(画素数 T_x , T_y :ここで、テンプレート画像の大きさは画素数で表わすものとする)を考慮するため、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2 , Y_2)をテンプレート画像22の大きさを基準にして効率よく移動させることができる。

- 5 さらに、第1実施形態のテンプレートマッチングによれば、移動量 M_x , M_y の最大値をテンプレート画像22の大きさ(画素数 T_x , T_y)の $1/4$ に設定するため、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2 , Y_2)を大きく移動させる際に、部分画像24がターゲット23を通り過ぎてしまうといった事態を回避できる。

- 10 さらに、第1実施形態のテンプレートマッチングによれば、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2 , Y_2)をラスタ走査の方向に沿って移動させると共に、現在の走査線上の各位置(例えば全ての位置)での類似度を考慮して次の走査線への移動量 M_y を計算するため、テンプレートマッチングの最中に合致位置(X_1 , Y_1)との位置関係に応じて簡単に適切な走査線間隔を設定できる。

- 15 また、第1実施形態のテンプレートマッチングによれば、現在の走査線上の各位置(例えば全ての位置)での類似度の平均値に基づいて次の走査線への移動量 M_y を計算するため(例えば式(3)を用いて)、ノイズの影響を受けることなく安定して適切な走査線間隔を設定できる。

(第2実施形態)

- 20 上記した第1実施形態では、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2 , Y_2)を横方向に移動させる際、現在までに求めた類似度のうち「現在の位置での類似度」のみを考慮して次の位置への移動量 M_x を計算したが、本発明はこれに限定されない。第2実施形態では、現在の位置での類似度に加えて「現在の位置より1つ前の位置での類似度」をも考慮する場合について一例を説明する。

- 25 第2実施形態のテンプレートマッチングは、既に説明した図4のフローチャートのステップS13に代えて、図7に示すフローチャートのステップS21～S25の処理を行うものである。画像処理部14は、図4のステップS12におい

て、現在の位置での類似度を考慮して次の位置への移動量 M_x を計算し終わると、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2, Y_2)を実際に移動させる前に、図7のステップS21～S23の処理を行う。

ステップS21において、画像処理部14は、入力画像21の中での現在の位置が走査線の始点（つまり入力画像21の左端）に相当するか否かを判断する。そして走査線の始点に位置する場合（すなわち、S21がYesの場合）、ステップS24に進んで、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2, Y_2)を横方向に移動量 M_x だけ移動させる（図8A参照）。その後、図3のステップS1の処理に戻る。

10 一方、走査線の始点に位置しない場合（すなわち、S21がNoの場合）には、ステップS22に進み、現在の位置での類似度（相互相関係数C）に基づいて、次の条件式(4)を満足するか否かの判定を行う。この条件式(4)のうち係数 k_1 は、上記した式(2)の係数 k_1 と同じである。閾値 T_s は、入力画像21の全体から求めた統計値（つまり平均濃度および濃度範囲）を用いて、次の式(5)により
15 計算したものである。

$$(1 - k_1 \times \text{現在の類似度}) < T_s \quad \dots(4)$$

$$T_s = \text{平均濃度/濃度範囲} \quad \dots(5)$$

ステップS22の条件式(4)を満足する場合とは、現在の類似度に相当する相互相関係数Cが大きく（つまり「1」に近く）、現在の位置で抽出された部分画像24とテンプレート画像22との類似性が高く、現在の抽出位置(X_2, Y_2)が合致位置(X_1, Y_1)の近傍に到達した場合である。そして、ステップS22における判定の結果、現在の位置での類似度が「抽出位置(X_2, Y_2)は合致位置(X_1, Y_1)の近傍に到達した」ことを示す場合（すなわち、S22がYesの場合）、次のステップS23に進む。

25 ステップS23では、現在の位置での類似度と「現在の位置より1つ前の位置での類似度」とに基づいて、次の条件式(6)を満足するか否かの判定を行う。こ

の条件式(6)のうち係数 k_3 は、 $0 < k_3 \leq 1$ を満たす範囲で定めた経験値である。
 閾値 T_B は、入力画像21の全体から求めた統計値(つまり標準偏差および濃度
 範囲)を用いて、次の式(7)により計算したものである。

$$(\text{現在の類似度} - 1\text{つ前の類似度}) \times k_3 > T_B \quad \cdots(6)$$

$$T_B = \text{標準偏差/濃度範囲} \quad \cdots(7)$$

ステップS23の条件式(6)を満足する場合とは、現在の類似度が1つ前の類似度と比較して大きく上昇した場合である。つまり、1つ前の類似度が現在の類似度と比較して極端に小さかった場合である。このため、条件式(6)を満足する場合とは、1つ前の類似度に相当する相互相関係数Cが小さく(つまり「0」に
 10 近く)、1つ前の位置で抽出された部分画像24とテンプレート画像22との類似性が低く、1つ前の抽出位置(X_2, Y_2)が合致位置(X_1, Y_1)から離れている場合と考えられる。そして、ステップS23における判定の結果、1つ前の位置での類似度が「抽出位置(X_2, Y_2)は合致位置(X_1, Y_1)から離れている」ことを示す場合(すなわち、S23がYesの場合)は、次のステップS25に進む。

15 ステップS22の条件式(4)を満足し、且つ、ステップS23の条件式(6)を満足する場合とは、1つ前の小さな類似度を考慮して抽出位置(X_2, Y_2)を大きく移動させたところ現在の位置で急激に類似度が大きくなった場合であり、例えば入力画像21の真っ黒の背景(濃度値が最小)に含まれる白い点(濃度値が最大)を探索するようなテンプレートマッチングで起こりうる。条件式(4)、(6)を満
 20 足する場合、仮に現在の大きな類似度を考慮して抽出位置(X_2, Y_2)を小さく移動させても、このまま前進させると合致位置(X_1, Y_1)を通り過ぎてしまう可能性がある。

このため、ステップS25の処理では、次の位置を現在の位置と1つ前の位置との間に設定し(図8B参照)、抽出位置(X_2, Y_2)を1つ前の位置に戻してから
 25 移動量 M_x だけ前方に移動させる。つまり、前回(1つ前の位置→現在の位置)の移動量 M_x の計算結果と、今回(現在の位置→次の位置)の移動量 M_x の計算結果

との差分に応じて、抽出位置(X_2, Y_2)を後方に移動させる。その後、図3のステップS1の処理に戻る。

なお、上記の条件式(4)を満足しない場合(すなわち、S22がNoの場合)と、条件式(4)は満足するが条件式(6)を満足しない場合(すなわち、S23が
5 Noの場合)には、ステップS25ではなく、ステップS24に進み、抽出位置(X_2, Y_2)を前方に移動量 M_x だけ移動させる。その後、図3のステップS1の処理に戻る。

したがって、第2実施形態のテンプレートマッチングによれば、演算用の部分
10 画像24がターゲット23を通り過ぎてしまう、つまり抽出位置(X_2, Y_2)が合致位置(X_1, Y_1)を通り過ぎてしまうといった事態を確実に回避することができる。このため、入力画像21の中の合致位置(X_1, Y_1)を確実に特定できる。第2実施形態のテンプレートマッチングでも、上記した第1実施形態のテンプレートマッチングと同様、合致位置(X_1, Y_1)の特定を短時間で正確に効率よく行えるのは言うまでもない。

15 (第3実施形態)

上記した第1実施形態では、図3のステップS2において相互相関法によるマッチング演算(式(1)参照)を行う例で説明したが、本発明はこれに限定されない。第3実施形態では、残差逐次検定法(SSDA法)によりマッチング演算を行う場合について一例を説明する。

20 残差逐次検定法によるマッチング演算は、図5に示す部分画像24の位置(m, n)における濃度値 B_{mn} と、テンプレート画像22の同じ位置(m, n)における濃度値 A_{mn} とを用い、次の式(8)または式(9)により行われる。式(8)のDは濃度差の絶対値和である。式(9)のEは濃度差の二乗和である。マッチング演算の結果D, Eは、部分画像24とテンプレート画像22との類似度に相当し、その値
25 (つまり残差)が小さいほど、部分画像24とテンプレート画像22との類似性が高く、抽出位置(X_2, Y_2)が合致位置(X_1, Y_1)に近いことを表す。残差逐次検定

法によるマッチング演算は、その計算量が少ないため、さらなる高速化が可能となる。

$$D = \sum_m \sum_n |A_{mn} - B_{mn}| \quad \dots (8)$$

$$E = \sum_m \sum_n (A_{mn} - B_{mn})^2 \quad \dots (9)$$

また、残差逐次検定法によるマッチング演算を図3のステップS2で行う場合、
 5 図4のステップS12, S14における移動量 M_x, M_y の計算には、次の式(10), (11)を用いればよい。

$$M_x = \text{floor} [(T_x / 4) \times (k_1 \times \text{類似度})] \quad \dots (10)$$

$$M_y = \text{floor} [(T_y / 4) \times (k_2 \times \text{類似度の行平均})] \quad \dots (11)$$

移動量 M_x を計算する際には、現在の位置での類似度（マッチング演算の結果
 10 D, E ）を正規化し、正規化した値（0～1）を式(10)の“類似度”に代入する。移動量 M_y を計算する際には、現在の走査線上の各位置での類似度（マッチング演算の結果 D, E ）を正規化し、正規化した値（0～1）の平均値を式(11)の“類似度の行平均”に代入する。このような計算により、上記と同様、テンプレートマッチングの最中に合致位置 (X_1, Y_1) との位置関係に応じて簡単に適切
 15 な移動間隔（移動量 M_x, M_y ）を設定できる。

さらに、残差逐次検定法によるマッチング演算を図3のステップS2で行う場合、図7のステップS22, S23における判定（つまり抽出位置 (X_2, Y_2) を1つ前の位置に戻すか否かの判定）には、次の条件式(12), (13)を用いればよい。

$$20 \quad (k_1 \times \text{現在の類似度}) < T_s \quad \dots (12)$$

$$(1 \text{ つ前の類似度} - \text{現在の類似度}) \times k_3 > T_b \quad \dots (13)$$

この場合にも、上記と同様、類似度（マッチング演算の結果 D, E ）を正規化し、正規化した値（0～1）を条件式(12), (13)に代入する。ちなみに、条件式(12)を上記条件式(4)の代わりに用い、条件式(13)を上記条件式(6)の

代わりに用いる。条件式(12)の閾値 T_s は上記式(5)と同じである。条件式(13)の閾値 T_b は上記式(7)と同じである。このような条件式(12),(13)を用いることにより、上記と同様、演算用の部分画像24がターゲット23を通り過ぎてしまう(つまり抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) を通り過ぎてしまう)といった事態を確実に回避できる。

(第4実施形態)

図3のステップS2におけるマッチング演算としては、上記した相互相関法や残差逐次検定法に限らず、濃度ヒストグラムまたは慣性モーメントなどの特徴量を用いることもできる。第4実施形態では、濃度ヒストグラム及び慣性モーメントに基づいてマッチング演算を行う場合について一例を説明する。

濃度ヒストグラムに基づくマッチング演算では、例えば図9Aに示す通り、テンプレート画像22の濃度ヒストグラム H_{22} が予め作成され、演算用の部分画像24が抽出される毎に、その部分画像24の濃度ヒストグラム H_{24} が作成される。濃度ヒストグラム H_{24} , H_{22} の横軸は濃度値、縦軸は画素数である。

そして、2つの濃度ヒストグラム H_{24} , H_{22} の重なり部分(図9Bの斜線部分)の画素数を集計することで、マッチング演算が行われる。この場合のマッチング演算の結果としての集計値 F は、部分画像24とテンプレート画像22との類似度に相当し、その値が大きいほど、部分画像24とテンプレート画像22との類似性が高く、抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) に近いことを表す。

慣性モーメントとは下記式(14)～(16)に示すように画像内のある領域のすべての画素のその領域の原点からの距離 (x_i, y_i) と濃度値 w_i を原点周りの慣性モーメントの式に代入した値である。

$$\text{原点周りの慣性モーメント} = \sum (x_i^2 + y_i^2) w_i \quad \cdots (14)$$

$$\text{各軸周りの慣性モーメント} = \sum x_i^2 \cdot w_i \quad \text{、又は} \quad \cdots (15)$$

$$\text{各軸周りの慣性モーメント} = \sum y_i^2 \cdot w_i \quad \cdots (16)$$

慣性モーメントに基づくマッチング演算では、例えばテンプレート画像 2 2 の慣性モーメント I_{22} が予め作成され、演算用の部分画像 2 4 が抽出される毎に、その部分画像 2 4 の慣性モーメント I_{24} が作成される。2 つの慣性モーメント I_{24} , I_{22} の差分の絶対値が演算されその値が小さいほど、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性が高く、抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) に近いことを表す。

図 9 A、図 9 B に説明されているような、濃度ヒストグラムによるマッチング演算や慣性モーメントによるマッチング演算を図 3 のステップ S 2 で行う場合、図 4 のステップ S 1 2, S 1 4 における移動量 M_x , M_y の計算には、上記式 (2), (3) を用いればよい。

移動量 M_x を計算する際には、現在の位置での類似度である集計値 F を正規化し、正規化した値 (0 ~ 1) を式 (2) の“類似度”に代入する。移動量 M_y を計算する際には、現在の走査線上の各位置での類似度である集計値 F を正規化し、正規化した値 (0 ~ 1) の平均値を式 (3) の“類似度の行平均”に代入する。このような計算により、上記と同様、テンプレートマッチングの最中に合致位置 (X_1, Y_1) との位置関係に応じて簡単に適切な移動間隔 (移動量 M_x , M_y) を設定できる。

また、図 9 A、図 9 B に説明されているように、濃度ヒストグラムによるマッチング演算を図 3 のステップ S 2 で行う場合、図 7 のステップ S 2 2, S 2 3 における判定 (つまり抽出位置 (X_2, Y_2) を 1 つ前の位置に戻すか否かの判定) には、上記条件式 (4), (6) を用いればよい。

この場合にも、上記と同様、類似度 (集計値 F) を正規化し、正規化した値 (0 ~ 1) を条件式 (4), (6) に代入する。この場合にも、上記と同様、演算用の部分画像 2 4 がターゲット 2 3 を通り過ぎてしまう (つまり抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) を通り過ぎてしまう) といった事態を確実に回避できる。

さらに、濃度ヒストグラムに基づくマッチング演算は、例えば図 9 A に示す 2

つの濃度ヒストグラム H_{24} , H_{22} の差分の絶対値（図 9 C の斜線部分）の画素数を集計することにより行ってもよい。この場合のマッチング演算の結果である集計値 G は、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似度に相当し、その値が小さいほど、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性が高く、抽出位置 (X_2 , Y_2) が合致位置 (X_1 , Y_1) に近いことを表す。

図 9 A、図 9 C に説明されているように、濃度ヒストグラムによるマッチング演算を図 3 のステップ S 2 で行う場合、図 4 のステップ S 1 2, S 1 4 における移動量 M_x , M_y の計算には、上記式 (1 0), (1 1) を用いればよい。

移動量 M_x を計算する際には、現在の位置での類似度（集計値 G ）を正規化し、
 10 正規化した値（0～1）を式 (1 0) の“類似度”に代入する。移動量 M_y を計算する際には、現在の走査線上の各位置での類似度（集計値 G ）を正規化し、正規化した値（0～1）の平均値を式 (1 1) の“類似度の行平均”に代入する。このような計算により、上記と同様、テンプレートマッチングの最中に合致位置 (X_1 , Y_1) との位置関係に応じて簡単に適切な移動間隔（移動量 M_x , M_y ）を設定できる。
 15

また、図 9 A、図 9 C に説明されているように、濃度ヒストグラムによるマッチング演算を図 3 のステップ S 2 で行う場合、図 7 のステップ S 2 2, S 2 3 における判定（つまり抽出位置 (X_2 , Y_2) を 1 つ前の位置に戻すか否かの判定）には、上記条件式 (1 2), (1 3) を用いればよい。ただし、条件式 (1 3) の閾値 T_B は、
 20 次の式 (1 7) により計算する。

$$T_B = (\text{標準偏差}) \times 2 / \text{濃度範囲} \quad \dots (1 7)$$

この場合にも、上記と同様、類似度（集計値 G ）を正規化し、正規化した値（0～1）を条件式 (1 2), (1 3) に代入する。したがって、上記と同様、演算用の部分画像 2 4 がターゲット 2 3 を通り過ぎてしまう（つまり抽出位置 (X_2 , Y_2) が合致位置 (X_1 , Y_1) を通り過ぎてしまう）といった事態を確実に回避できる。
 25

なお、上記した実施形態 1～4 では、演算用の部分画像 2 4 の抽出位置 (X_2 ,

Y_2)を少しずつ移動させる際、テンプレート画像22の大きさ(画素数 T_x, T_y)を考慮し、その $1/4$ に相当する大きさを移動量 M_x, M_y の最大値としたが、本発明はこれに限定されない。移動量 M_x, M_y の最大値を“画素数 T_x, T_y の $1/4$ ”以外の値(例えば画素数 T_x, T_y の $1/2$)に設定してもよい。移動量 M_x, M_y の最大値の設定をマッチング演算の種類に応じて変更してもよい。例えば、濃度ヒストグラムに基づくマッチング演算の際には、相互相関法や残差逐次検定法と比較して、移動量 M_x, M_y の最大値を大きく設定することができる。このため、さらなる高速化が可能となる。

また、上記した実施形態では、ラスタ走査の次の走査線への移動量 M_y を計算する際に、現在の走査線上の各位置(例えば全ての位置)での“類似性に関する指標”を考慮したが、本発明はこれに限定されない。全ての位置に限らず、現在の走査線上の一部(例えば1つ置き)の位置を選択的に考慮する場合にも、本発明を適用できる。その場合、現在の位置での“類似性に関する指標”が考慮されなくても構わない。

さらに、上記した実施形態では、ラスタ走査の次の走査線への移動量 M_y を計算する際に、現在の走査線上の各位置(少なくとも一部の位置)での平均的な“類似性に関する指標”を考慮したが、本発明はこれに限定されない。平均値に限らず、現在の走査線上の各位置(全部または一部)で最も大きい“類似性に関する指標”を考慮する場合にも、本発明を適用できる。

また、上記した実施形態では、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2, Y_2)をラスタ走査の方向に沿って移動させる例を説明したが、本発明はこれに限定されない。その他の予め定めた方向(例えば一次元方向など)に沿って抽出位置(X_2, Y_2)を移動させる場合にも、上記と同様の移動量の計算式(例えば式(2))を用いることで、同様の効果を得ることができる。

さらに、上記した実施形態では、抽出位置(X_2, Y_2)の移動方向を予め定めておく例(例えばラスタ走査の方向に沿って移動させる例)を説明したが、本発明は

これに限定されない。抽出位置(X_2 , Y_2)の移動方向を予め定めず、現在までに求めた“類似性に関する指標”のうち少なくとも1つを考慮して、抽出位置(X_2 , Y_2)の移動方向と移動量との双方を決定しても構わない。その場合、現在の位置での“類似性に関する指標”を考慮しなくても構わない。

5 (第5実施形態)

第1実施形態から第4実施形態は、テンプレートマッチング処理を類似度判定に基づきステップ制御するものであるが、第5実施形態は、テンプレートマッチング処理を類似度判定に基づきマッチング演算処理をカット制御するものである。

- 10 本実施形態のテンプレートマッチングは、図10に示すフローチャートの手順(ステップS1～S8)にしたがって行われる。

図10の処理では、入力画像21の中から抽出した演算用の部分画像24とテンプレート画像22とのマッチング演算(S4)が、演算用の部分画像24の抽出位置(X_2 , Y_2)を少しずつ移動させながら、必要に応じて繰り返し行われる。な

- 15 お、入力画像21は、「画像情報を含む入力信号」に対応する。テンプレート画像22は、「画像情報を含むテンプレート信号」に対応する。演算用の部分画像24は、「画像情報を含む演算用の部分信号」に対応する。

- また、本実施形態のテンプレートマッチングでは、マッチング演算(S4)を行うか否かの判断処理(S3)の1回目までに、テンプレート画像22の歪度 S_{22} を計算する。この場合の歪度 S_{22} は、テンプレート画像22の濃度ヒストグラムの分布形状の非対称性を示す統計的な尺度(skewness)である。具体的には、次の式(18)の“ X_{mn} ”に、図5Aに示すテンプレート画像22の位置(m, n)における濃度値 A_{mn} を代入することより、テンプレート画像22の歪度 S_{22} の計算が行われる。式(18)のNはテンプレート画像22の画素の総数、 σ は標準偏差
- 20
- 25 である。

$$S = \frac{\sum_m \sum_n (X_{mn} - \bar{X})^3}{N \sigma^3} \quad \dots (18)$$

$\bar{X}$: X_{mn} の平均値

テンプレート画像 2 2 の歪度 S_{22} について、図 1 1 A 乃至図 1 1 C に示す濃度ヒストグラムを用いて説明する。図 1 1 A－図 1 1 C に示す濃度ヒストグラムの横軸は濃度値、縦軸は画素数である。図 1 1 A に示す濃度ヒストグラムのように

5 分布形状が左右対称の場合、歪度 $S_{22} = 0$ となる。図 1 1 B に示す濃度ヒストグラムのように分布形状が非対称で左側に偏っている（すなわち、濃度小の画素が多い）場合、歪度 $S_{22} < 0$ となる。図 1 1 C に示す濃度ヒストグラムのように分布形状が非対称で右側に偏っている（すなわち、濃度大の画素が多い）場合、歪度 $S_{22} > 0$ となる。テンプレート画像 2 2 の歪度 S_{22} の計算は、上記の通り、マッチング演算（S 4）を行うか否かの判断処理（S 3）の 1 回目までに行われる。

10

図 1 0 の処理（S 1～S 8）について順に説明する。

ステップ S 1 において、画像処理部 1 4 は、入力画像 2 1 の中から演算用の部分画像 2 4 を抽出する。演算用の部分画像 2 4 は、テンプレート画像 2 2 と縦横各々同じ大きさ（画素数）の矩形状である。演算用の部分画像 2 4 とテンプレート

15 画像 2 2 は、共に、入力画像 2 1 より小さい（画素数が少ない）。

次に（ステップ S 2）、画像処理部 1 4 は、ステップ S 1 で抽出した演算用の部分画像 2 4 の歪度 S_{24} を計算する。この場合の歪度 S_{24} は、部分画像 2 4 の濃度ヒストグラムの分布形状の非対称性を示す統計的な尺度（skewness）である。具体的には、上記の式（1）の“ X_{mn} ”に、図 5 B に示す部分画像 2 4 の位置（m, n）における濃度値 B_{mn} を代入することより、演算用の部分画像 2 4 の歪度 S_{24} の

20 計算が行われる。この場合、式（1）の N は部分画像 2 4 の画素の総数、 σ は標準偏差である。

部分画像 2 4 の歪度 S_{24} も、テンプレート画像 2 2 の歪度 S_{22} と同様、図 1 1

Aに示す濃度ヒストグラムのように分布形状が左右対称の場合、歪度 $S_{24} = 0$ となる。図11Bに示す濃度ヒストグラムのように分布形状が非対称で左側に偏っている（濃度小の画素が多い）場合、歪度 $S_{24} < 0$ となる。図11Cに示す濃度ヒストグラム(c)のように分布形状が非対称で右側に偏っている（濃度大の画素が多い）場合、歪度 $S_{24} > 0$ となる。

次に（ステップS3）、画像処理部14は、ステップS2で計算した部分画像24の歪度 S_{24} と既に計算済みのテンプレート画像22の歪度 S_{22} との比較により、歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ を計算する。歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ は、テンプレート画像22の濃度ヒストグラムと部分画像24の濃度ヒストグラムとの類似性に関する指標である。2つの濃度ヒストグラムの類似性が高いほど、歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ は小さな値を示す。逆に、2つの濃度ヒストグラムの類似性が低いほど、歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ は大きな値を示す。

さらに、歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ が大きな値を示し、2つの濃度ヒストグラムの類似性が低い場合、テンプレート画像22と部分画像24とは、明かに類似性が低い（相違している）と考えられる。逆に、歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ が小さな値を示し、2つの濃度ヒストグラムの類似性が高い場合、テンプレート画像22と部分画像24との類似性は高い可能性がある。つまり、類似性が低い可能性もあるが、類似性が高い可能性もある。したがって、歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ は、テンプレート画像22と部分画像24との類似性に関する概略値と考えられる。

画像処理部14は、歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ を計算した後、これを予め定めた閾値 α (> 0)と大小比較する。そして、次の条件式(19)を満足するか否かの判断（ステップS3）を行う。

$$|S_{22} - S_{24}| < \alpha \quad \cdots (19)$$

条件式(19)を満足しない場合（S3がNo）、上記のようにテンプレート画像22と部分画像24とは明かに類似性が低い（相違している）ため、マッチン

グ演算 (S 4) によって、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性に関する正確な指標 (つまり類似度) を求める必要がない。したがって、条件式 (1 9) を満足しない場合 (S 3 が N o) にはマッチング演算 (S 4) を省略し、後述のステップ S 6 に進む。

- 5 一方、条件式 (1 9) を満足する場合 (すなわち、S 3 が Y e s の場合)、上記のようにテンプレート画像 2 2 と部分画像 2 4 との類似性は高い可能性があるため、マッチング演算 (S 4) によって、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性に関する正確な指標 (つまり類似度) を求める意味がある。したがって、条件式 (1 9) を満足する場合 (S 3 が Y e s) にはステップ S 4 に進み、マ
10 ッチング演算 (S 4) を実行する。

 このように、本実施形態のテンプレートマッチング (図 1 0) では、ステップ S 3 において、演算用の部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性に関する概略値 (つまり歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$) に基づいて、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 とのマッチング演算 (S 4) を行うか否かを判断する。ステッ
15 プ S 3 の判断処理は、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性を大雑把に判断する処理である。したがって、この演算処理は、マッチング演算よりも短い時間で行うことができる。つまり、演算速度が速い。そして、マッチング演算を「行わない」と判断した場合にはその演算を省略し、「行う」と判断した場合のみその演算を実行する。

- 20 ステップ S 3 の条件式 (1 9) を満足する場合、画像処理部 1 4 は、ステップ S 4 において、演算用の部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 とのマッチング演算 (類似度の演算) を行う。ここでは、マッチング演算の一例として、周知の相互相関法を用いる。この場合のマッチング演算は、図 5 B に示す部分画像 2 4 の位置 (m, n) における濃度値 B_{mn} と、図 5 A に示すテンプレート画像 2 2 の同じ位置
25 (m, n) における濃度値 A_{mn} とを用い、次の式 (2 0) により行われる。

$$C = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\left(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2 \right) \left(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2 \right)}} \quad \cdots (20)$$

$\bar{A}$: A_{mn} の平均値 , $\bar{B}$: B_{mn} の平均値

マッチング演算の結果は、正規化された相互相関係数Cであり ($-1 \leq C \leq 1$)、演算用の部分画像24とテンプレート画像22との類似度に相当する。類似度は、部分画像24とテンプレート画像22との「類似性に関する指標」の1つであり、

5 「類似性に関する正確な指標」である。傾向としては、類似度に相当する相互相関係数Cが大きい (つまり「1」に近い) ほど、部分画像24とテンプレート画像22との類似性が高く、部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) に近いことを表す。

上記のマッチング演算が終了すると、画像処理部14は、次のステップS5において、マッチング演算の結果である類似度 (相互相関係数C) を、部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) と対応づけてメモリに保存する。これらのステップS1～S5の処理を経て、入力画像21の中の1つの抽出位置 (X_2, Y_2) に対する処理が終わる。そして、演算用の部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) を次の位置へ移動させる場合 (すなわち、ステップS6がYesの場合) には、ステップS7の処理

10

15

に進む。

ステップS7の処理は、演算用の部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) の移動処理である。画像処理部14は、部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2) を現在の位置から次の位置へ移動させる。その後、ステップS1の処理に戻り、新たな抽出位置 (X_2, Y_2) において、演算用の部分画像24の抽出 (S1) →歪度 S_{24} の計算 (S2) →マッチング演算の実行/省略の判断 (S3) → [必要に応じてマッチング演算 (S4) →結果保存 (S5)] を繰り返す。

20

このようにして、ステップS1→S2→S3→[S4→S5]→S6→S7→S1…の処理を繰り返すことにより、演算用の部分画像24の抽出位置 (X_2, Y_2)

を少しずつ移動させながら、各々の位置で部分画像 2 4 を順に抽出し、部分画像 2 4 を抽出する毎に、マッチング演算 (S 4) を行うか否かを判断することができる。また、その判断の内容が「行う」ことを示す場合のみテンプレート画像 2 2 とのマッチング演算を行い、その結果を保存する。

- 5 そして、演算用の部分画像 2 4 の抽出位置 (X_2 , Y_2) が終点に到達し、そこでのステップ S 1 ~ S 5 の処理が終了すると、画像処理部 1 4 は、次の位置への移動を行わずに (S 6 が No)、ステップ S 8 の処理に進む。ステップ S 8 では、入力画像 2 1 の中の異なる複数の位置で実際に求められた類似度 (相互相関係数 C) を大小比較することにより、その値が最も大きく、テンプレート画像 2 2 との類似性が最も高い部分画像 2 4 の抽出位置 (X_2 , Y_2) を合致位置 (X_1 , Y_1) と特定する。以上で入力画像 2 1 に対するテンプレートマッチングの処理は終了となる。

- 15 上記のように、本実施形態のテンプレートマッチングでは、演算用の部分画像 2 4 を抽出する毎に、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 とのマッチング演算を行うか否かを判断し、「行わない」と判断した場合にはマッチング演算を省略する。そして、「行う」と判断した場合のみマッチング演算を実行する。このため、確実に時間を短縮して効率よく合致位置 (X_1 , Y_1) を特定できる。つまり、テンプレートマッチングの処理速度が飛躍的に向上する。

- 20 また、本実施形態のテンプレートマッチングでは、演算用の部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性に関する概略値 (つまり歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$) に基づいて、マッチング演算を行うか否かを判断する。このため、テンプレート画像 2 2 と部分画像 2 4 とが明かに相違している場合 (すなわち、明かに類似性が低い場合) の不要なマッチング演算を効率よく省略することができる。

- 25 条件式 (1 9) の閾値 α は、例えば、テンプレート画像 2 2 のコントラストを変化させた場合の各々において、歪度 (skewness) の計算を行い、得られた計算結果のレンジ値 (= 最大歪度 - 最小歪度) を考慮して設定することが好ましい。

一例として、閾値 α = レンジ値とすることが考えられる。また、閾値 α = レンジ値 $\times$ 係数 k としてもよい。この場合の係数 k は、 $1/2 \sim 1$ の任意の値である。

ちなみに、閾値 α の設定値が大きすぎると、マッチング演算の省略率が減って処理速度の向上が望めなくなる。逆に、閾値 α の設定値が小さすぎると、演算用の部分画像 24 のコントラスト変化やノイズなどの影響を受けて正確な合致位置 (X_1, Y_1) の特定が難しくなる。

なお、上記した実施形態 5 では、演算用の部分画像 24 とテンプレート画像 22 との類似性に関する概略値として歪度の絶対差 $|S_{22} - S_{24}|$ を用い、マッチング演算を行うか否かを判断したが、本発明はこれに限定されない。マッチング演算よりも短い時間で演算を行うことができ、類似性を判断できるのであれば、他の演算でもよい。

その他、次の式 (21) によりテンプレート画像 22 の 3 次のモーメント M_{22} を計算し、同様に、演算用の部分画像 24 の 3 次のモーメント M_{24} を計算し、これらのモーメント M_{22}, M_{24} の絶対差 $|M_{22} - M_{24}|$ を上記の概略値として用い、マッチング演算を行うか否かを判断してもよい。また、3 次に限らず、 n 次 (n は 5 以上の奇数) のモーメントを用いてもよい。奇数次のモーメントは、既に説明した歪度 (skewness) と同様、濃度ヒストグラムの偏り方向 (左側または右側) を示すため、マッチング演算を行うか否かを判断する際の良好な指標となる。

$$M = \sum_m \sum_n (X_{mn} - \bar{X})^3 \quad \dots (21)$$

特に、3 次のモーメントを用いる場合、歪度 (skewness) と比較して計算量が少ないため、マッチング演算の要不要の判断を高速に行うことができる。そのため、マッチング演算を計算量の少ない方法 (例えば後述の残差逐次検定法など) により行う場合でも、確実に処理速度の向上に対応できる。

さらに、上記の概略値の他の具体例としては、テンプレート画像 22 の平均濃度と部分画像 24 の平均濃度との比較により求めた「平均濃度の絶対差」を用い

することもできる。この場合には、さらに計算量が少なく、上記の概略値を簡単に計算できる。その結果、さらなる高速化が実現する。

また、上記した本実施形態では、図 10 のステップ S 4 において相互相関法によるマッチング演算（式（20）参照）を行う例で説明したが、本発明はこれに限定されない。その他、残差逐次検定法（SSDA法）によりマッチング演算を行ってもよいし、濃度ヒストグラムまたは慣性モーメントなどの特徴量を用いてマッチング演算を行ってもよい。

残差逐次検定法によるマッチング演算は、図 5 B に示す部分画像 24 の位置 (m, n) における濃度値 B_{mn} と、テンプレート画像 22 の同じ位置 (m, n) における濃度値 A_{mn} とを用い、次の式（22）または式（23）により行われる。式（22）の D は濃度差の絶対値和である。式（23）の E は濃度差の二乗和である。マッチング演算の結果 D, E は、部分画像 24 とテンプレート画像 22 との類似度に相当し、その値（つまり残差）が小さいほど、部分画像 24 とテンプレート画像 22 との類似性が高く、抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) に近いことを表す。

残差逐次検定法によるマッチング演算は、その計算量が少ないため、さらなる高速化が可能となる。

$$D = \sum_m \sum_n |A_{mn} - B_{mn}| \quad \cdots \quad (22)$$

$$E = \sum_m \sum_n (A_{mn} - B_{mn})^2 \quad \cdots \quad (23)$$

濃度ヒストグラムに基づくマッチング演算では、例えば図 9 A に示す通り、テンプレート画像 22 の濃度ヒストグラム H_{22} が予め作成され、演算用の部分画像 24 が抽出される毎に、その部分画像 24 の濃度ヒストグラム H_{24} が作成される。濃度ヒストグラム H_{24} , H_{22} の横軸は濃度値、縦軸は画素数である。

そして、2つの濃度ヒストグラム H_{24} , H_{22} の重なり部分（図 9 B の斜線部分）の画素数を集計することで、マッチング演算が行われる。この場合のマッチング演算の結果（集計値 F）は、部分画像 24 とテンプレート画像 22 との類似度に

相当し、その値が大きいほど、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性が高く、抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) に近いことを表す。

さらに、濃度ヒストグラムに基づくマッチング演算は、例えば図 9 A に示す 2 つの濃度ヒストグラム H_{24}, H_{22} の差分の絶対値 (図 9 C の斜線部分) の画素数を集計することにより行ってもよい。この場合のマッチング演算の結果 (集計値 G) は、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似度に相当し、その値が小さいほど、部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 との類似性が高く、抽出位置 (X_2, Y_2) が合致位置 (X_1, Y_1) に近いことを表す。

(第 6 実施形態)

10 本発明の第 6 実施形態は、第 1 ～ 4 実施形態と第 5 実施形態とを併せたものである。第 6 実施形態のテンプレートマッチング装置は、第 5 実施形態に開示されたマッチング演算のカット制御と、第 1 ～ 4 実施形態に開示するテンプレートマッチング処理のステップ制御とを組合せたものである。

15 具体的には、第 6 実施形態のテンプレートマッチング処理は、図 10 のステップ S1 からステップ S8 までの処理 (マッチング演算カット制御) を行うが、その際に図 10 のステップ S7 の「演算用の部分画像の抽出位置の移動処理」は、図 4 のステップ S11 からステップ S15 の処理 (ステップ制御) を実行する。

これにより、両実施形態の効果が相乗され、飛躍的にテンプレートマッチング処理の高速化が達成される。

20 また、上記した実施形態 1 ～ 6 では、演算用の部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 の形状が矩形状である例を説明したが、本発明はこれに限定されない。部分画像 2 4 とテンプレート画像 2 2 は、その形状と大きさ (画素数) が同一であれば、矩形状である必要はない。他の形状でも本質的な処理は同じである。

さらに、上記した実施形態 1 ～ 6 では、図 1 の観察装置 10 のような光学顕微鏡装置を例にテンプレートマッチングの説明を行ったが、本発明はこれに限定されない。その他、試料の局所領域を電子線で走査して画像を取り込む電子顕微鏡

装置にも、本発明を適用できる。試料の局所領域の画像に限らず、試料の全面の画像を一括で取り込む装置にも、本発明を適用できる。観察装置 10 などに接続された外部のコンピュータを用いた場合でも、同様の効果を得ることができる。

- また、上記した実施形態 1～6 では、図 1 の観察装置 10 のカメラ 13 から取り込んだ入力画像（画像情報を含む入力画像信号）に対してテンプレートマッチングを行う例について説明したが、本発明はこれに限定されない。その他、音声情報を含む入力画像信号（入力音声）に対してテンプレートマッチングを行う場合（信号処理）にも、本発明を適用できる。入力音声のような一次元の入力画像信号を対象とする場合、上述の「画像の濃度」を「信号の強度」に置き換えて考えればよい。「平均濃度」は「強度の平均値」に対応する。

請 求 の 範 囲

1. 入力画像信号の中から、順次抽出位置を変えて演算用の部分画像信号を抽出する抽出手段と、

- 5 前記抽出手段により前記部分画像信号が抽出される毎に、該部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似性に関する指標を求める演算手段と、

前記入力画像信号の複数の位置での前記類似性に関する指標に基づいて、前記入力画像信号の中の前記テンプレート信号との合致位置を特定する特定手段とを備え、

- 10 前記抽出手段は、前記演算手段が求めた現在の抽出位置における前記類似性に関する指標を考慮して、前記現在の抽出位置から次の抽出位置への移動量を決定する

ことを特徴とするテンプレートマッチング装置。

- 15 2. 入力画像信号の中から、順次抽出位置を変えて演算用の部分画像信号を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により前記部分画像信号が抽出される毎に、該部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似性に関する指標を求める演算手段と、

- 20 前記入力画像信号の複数の位置での前記類似性に関する指標に基づいて、前記入力画像信号の中の前記テンプレート信号との合致位置を特定する特定手段と、

前記複数の位置での前記類似性に関する指標を記憶する記憶手段とを備え、

前記抽出手段は、前記記憶手段に記憶された、前記演算手段が現在までに求めた前記類似性に関する指標のうちの少なくとも1つを考慮して、次の抽出位置への移動量を決定することを特徴とするテンプレートマッチング装置。

25

3. 請求項2に記載のテンプレートマッチング装置において、

前記抽出手段は、少なくとも前記現在の位置での前記類似性に関する指標を考慮すると共に、前記テンプレート信号の大きさを考慮して、前記現在の抽出位置から前記次の抽出位置への移動量を決定することを特徴とするテンプレートマッチング装置。

5

4. 請求項 1 または請求項 2 に記載のテンプレートマッチング装置において、

前記抽出手段は、前記現在の位置での前記類似性に関する指標が「前記抽出位置は前記合致位置の近傍に到達した」ことを示す場合で、且つ、前記現在の位置より 1 つ前の位置での前記類似性に関する指標が「前記抽出位置は前記合致位置から離れている」ことを示す場合に、前記次の抽出位置を前記現在の抽出位置と前記 1 つ前の抽出位置との間に決定する

10

ことを特徴とするテンプレートマッチング装置。

5. 請求項 1 または請求項 2 に記載のテンプレートマッチング装置において、

15

前記入力画像信号と前記部分画像信号と前記テンプレート信号は、各々、画像情報を含み、

前記抽出手段は、前記抽出位置を複数の走査線からなるラスト走査の方向に沿って移動させながら前記部分画像信号を順に抽出すると共に、前記抽出位置を現在の走査線から次の走査線へ移動させる際、前記現在の走査線上の各位置での前記類似性に関する指標を考慮して、前記現在の走査線から前記次の走査線への移動量を計算し、該移動量に基づいて前記抽出位置を移動させることを特徴とするテンプレートマッチング装置。

20

6. 請求項 3 に記載のテンプレートマッチング装置において、

25

前記入力画像信号と前記部分画像信号と前記テンプレート信号は、各々、画像情報を含み、

前記抽出手段は、前記抽出位置を複数の走査線からなるラスト走査の方向に沿って移動させながら前記部分画像信号を順に抽出すると共に、前記抽出位置を現在の走査線から次の走査線へ移動させる際、前記現在の走査線上の各位置での前記類似性に関する指標を考慮して、前記現在の走査線から前記次の走査線への移動量を計算し、該移動量に基づいて前記抽出位置を移動させることを特徴とするテンプレートマッチング装置。

7. 請求項4に記載のテンプレートマッチング装置において、

前記入力画像信号と前記部分画像信号と前記テンプレート信号は、各々、画像情報を含み、

前記抽出手段は、前記抽出位置を複数の走査線からなるラスト走査の方向に沿って移動させながら前記部分画像信号を順に抽出すると共に、前記抽出位置を現在の走査線から次の走査線へ移動させる際、前記現在の走査線上の各位置での前記類似性に関する指標を考慮して、前記現在の走査線から前記次の走査線への移動量を計算し、該移動量に基づいて前記抽出位置を移動させることを特徴とするテンプレートマッチング装置。

8. 入力画像信号の中の異なる複数の位置から演算用の部分画像信号を順に抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出された前記部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似度の演算を行う第1の演算手段と、

前記第1の演算手段が求めた前記類似度を大小比較することにより、前記入力画像信号の中の前記テンプレート信号との合致位置を特定する特定手段と、

前記抽出手段により抽出される複数の前記部分画像信号ごとに、該部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似性を判断するために、前記第1の演算手段が行う演算よりも演算速度が速い簡易マッチング演算を行う第2の演算手段と、

前記第 2 の演算手段による演算結果に基づいて、前記第 1 の演算手段で前記部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似度の演算を行うか否かを判断する判断手段とを備えた ことを特徴とするテンプレートマッチング装置。

5 9. 請求項 8 に記載のテンプレートマッチング装置において、

前記第 2 の演算手段は、前記抽出手段により前記部分画像信号が抽出される毎に、該部分画像信号と既知のテンプレート信号との類似性に関する指標を求めることを特徴とするテンプレートマッチング装置。

10 10. 請求項 8 に記載のテンプレートマッチング装置において、

前記第 2 の演算手段は、前記部分画像信号の歪度と前記テンプレート信号の歪度との比較により類似性に関する値を求め、

前記判断手段は、前記類似性に関する値に基づいて、前記第 1 の演算手段での演算を行うか否かを判断する

15 ことを特徴とするテンプレートマッチング装置。

11. 請求項 8 に記載のテンプレートマッチング装置において、

前記第 2 の演算手段は、前記部分画像信号の強度の平均値と前記テンプレート信号の強度の平均値との比較により類似性に関する値を求め、

20 前記判断手段は、前記類似性に関する値に基づいて、前記第 1 の演算手段での演算を行うか否かを判断する

ことを特徴とするテンプレートマッチング装置。

12. 入力画像信号の中から、順次抽出位置を変えて演算用の部分画像信号を

25 抽出する抽出手段と、

前記抽出手段により抽出された前記部分画像信号と既知のテンプレート信号

との類似度の演算を行う第 1 の演算手段と、

前記第 1 の演算手段が求めた前記類似度を大小比較することにより、前記入力画像信号の中の前記テンプレート信号との合致位置を特定する特定手段と、

前記抽出手段により前記部分画像信号が抽出される毎に、該部分画像信号と既
5 知のテンプレート信号との類似性に関する指標を求める第 2 の演算手段と、

前記第 2 の演算手段が求めた現在の抽出位置における前記類似性に関する指標を考慮して、前記現在の抽出位置から次の抽出位置への前記抽出手段における移動量を決定する移動量決定手段と、

前記第 2 の演算手段による演算結果に基づいて、前記第 1 の演算手段で前記部
10 分画像信号と既知のテンプレート信号との類似度の演算を行うか否かを判断する判断手段とを備えた ことを特徴とするテンプレートマッチング装置。

1/8

図 1

10

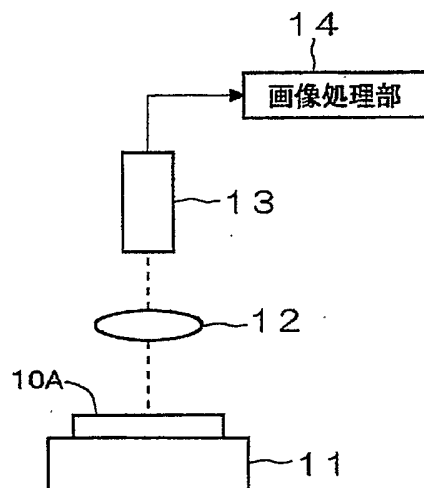


図 2

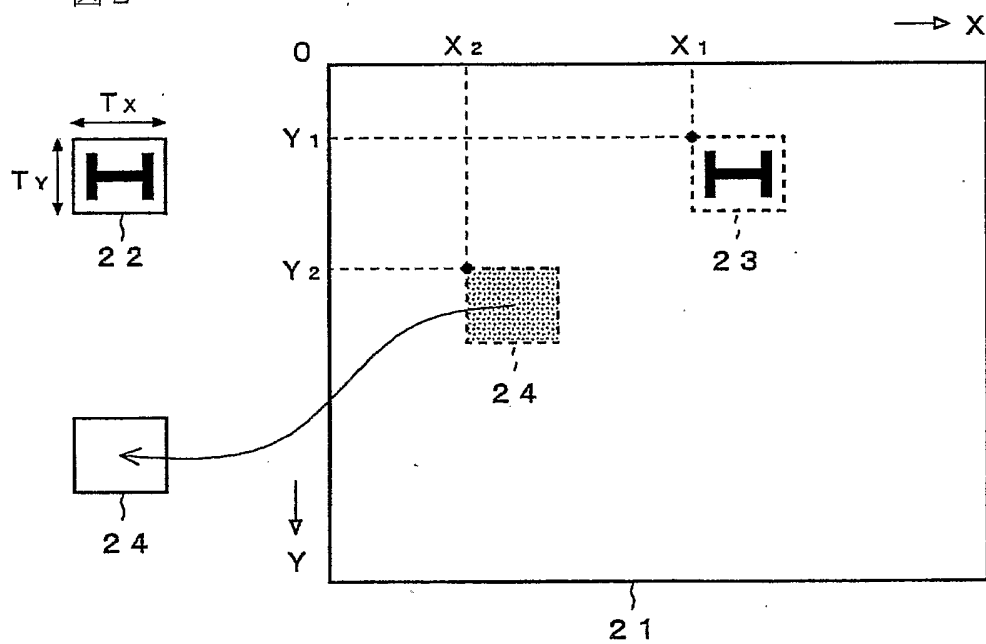


図 3

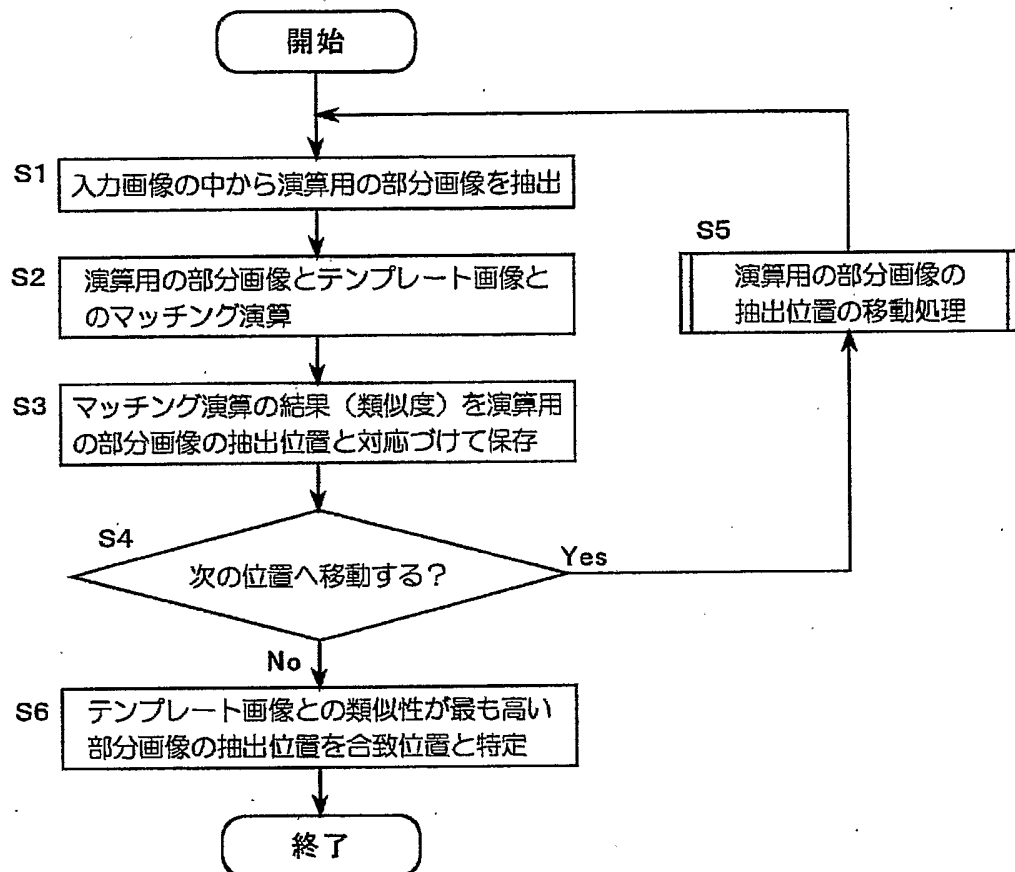


図 4

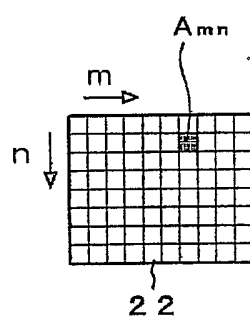
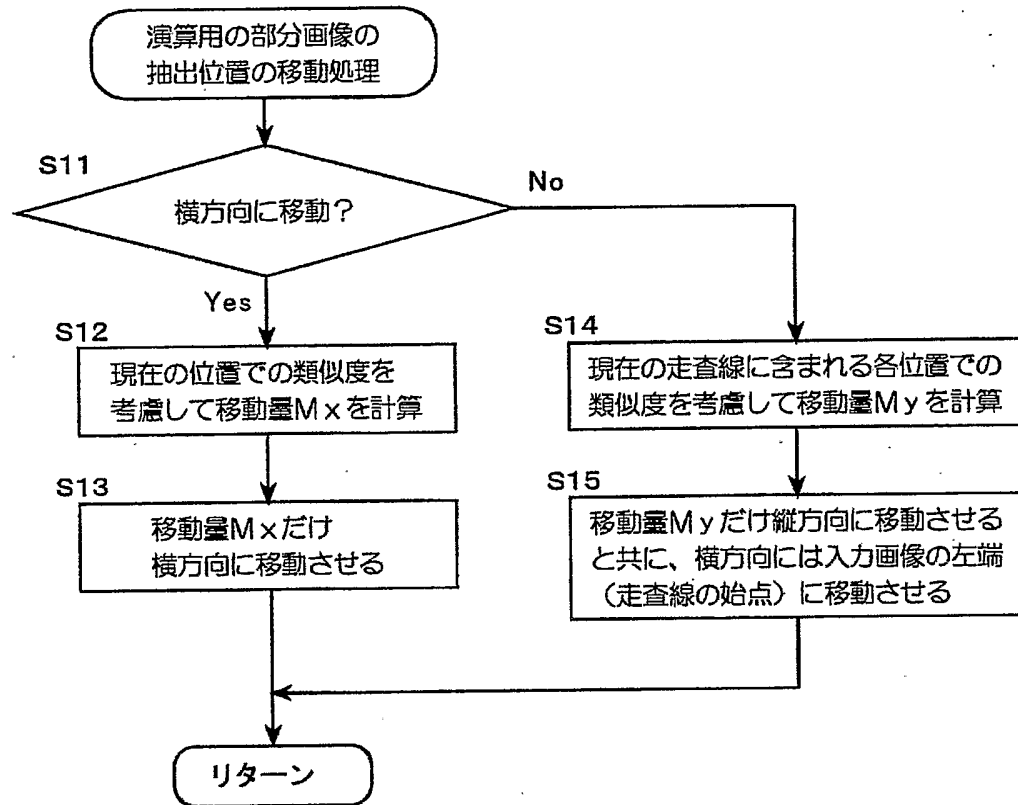


図 5 A

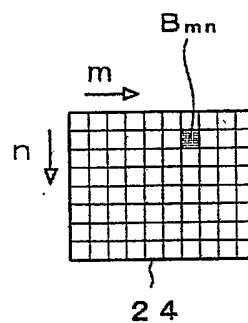


図 5 B

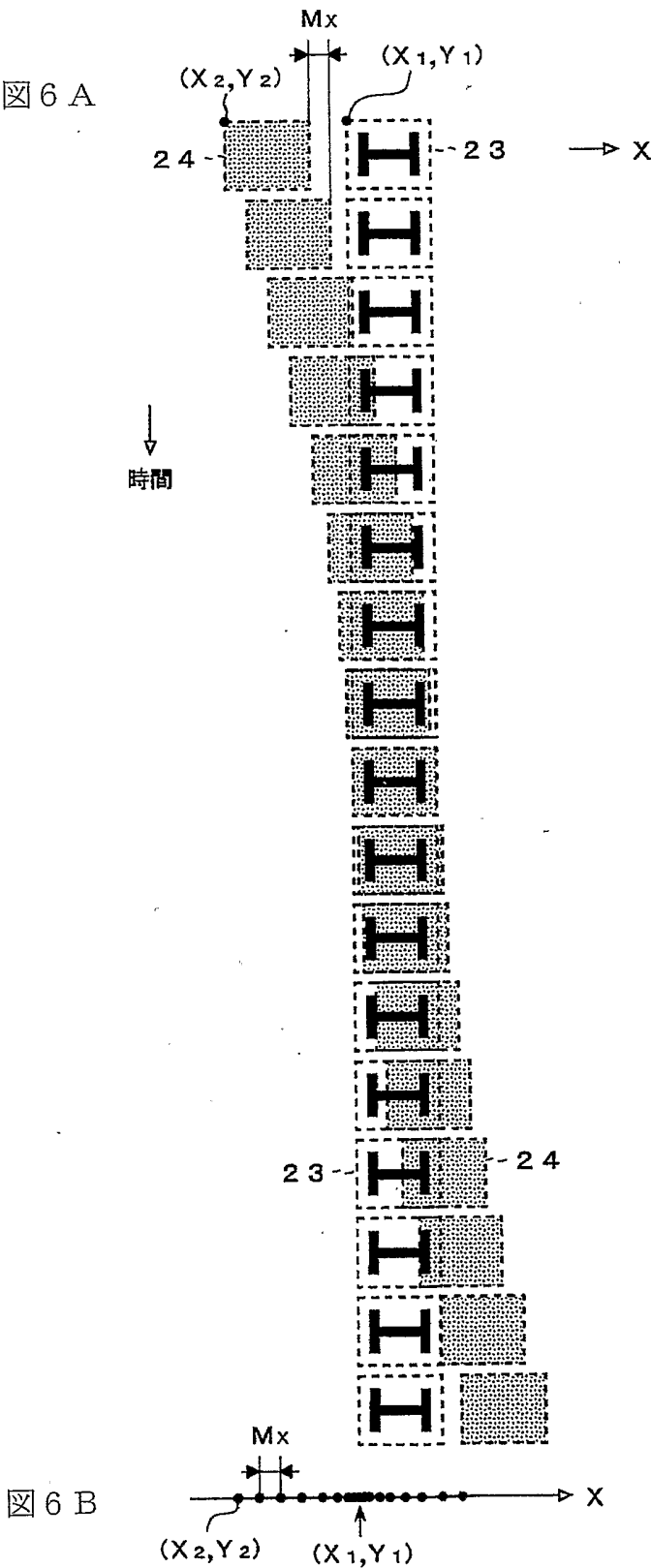


図 7

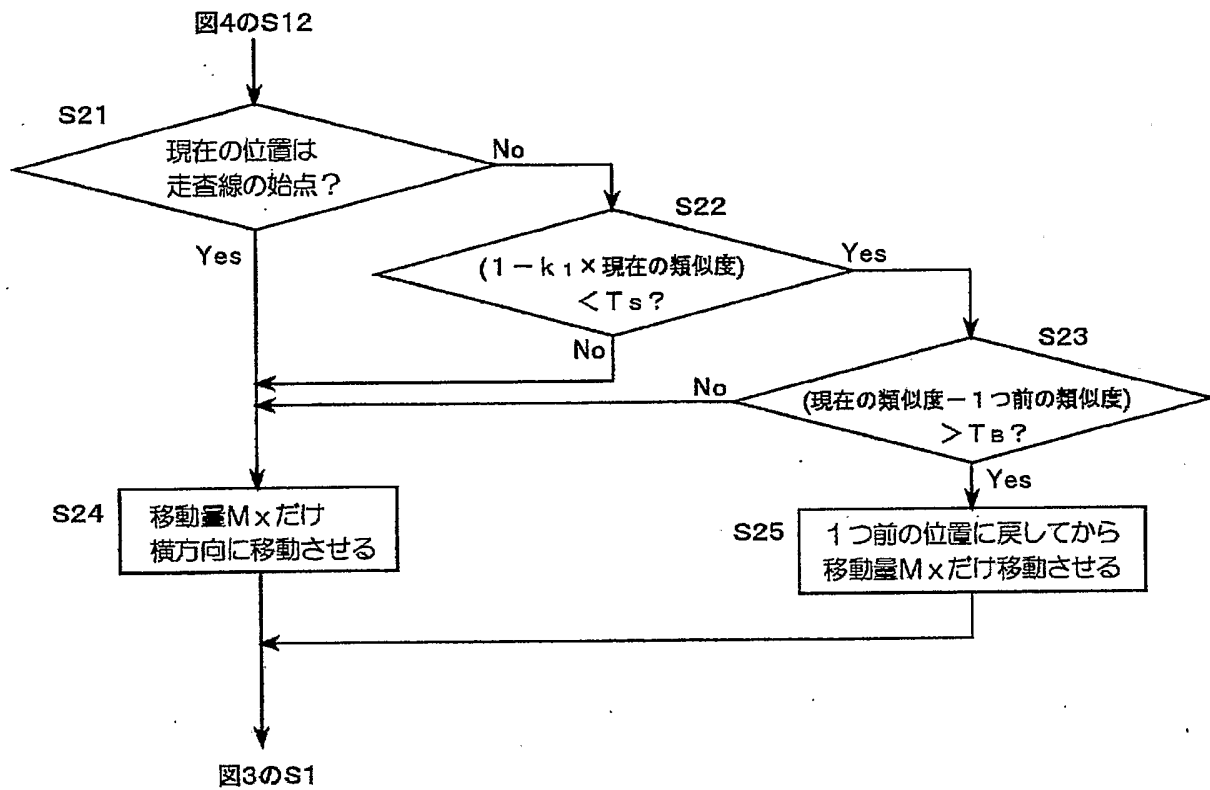


図 8 A

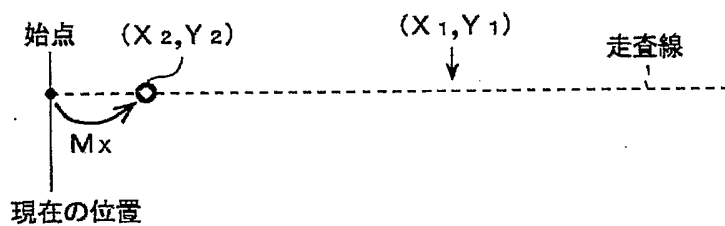


図 8 B

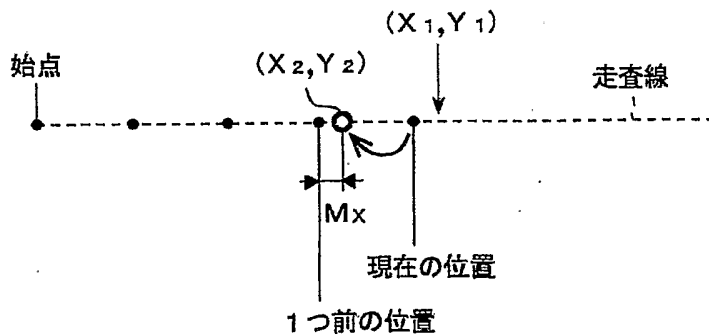


図 9 A

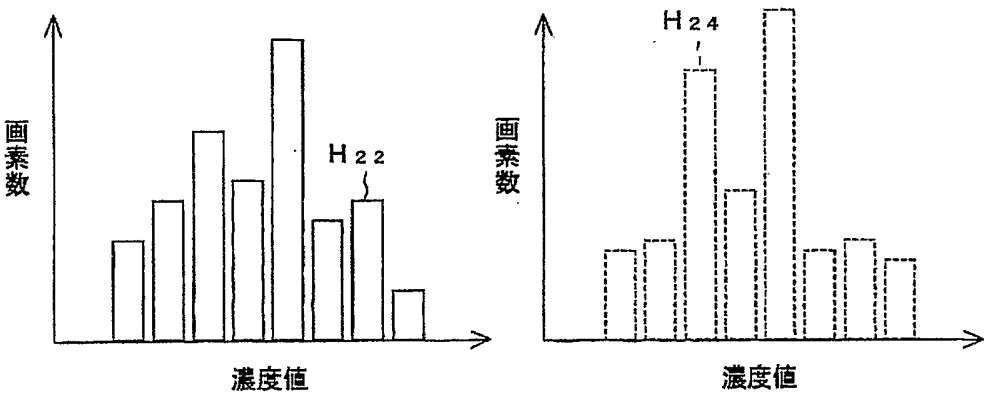


図 9 B

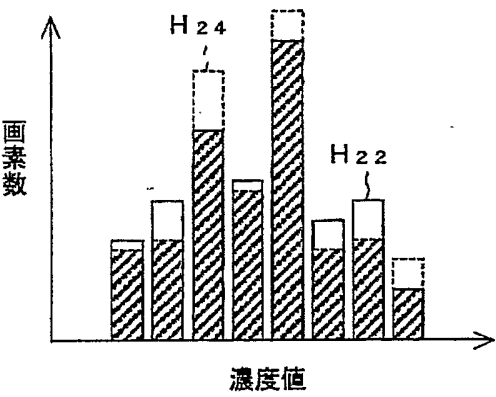


図 9 C

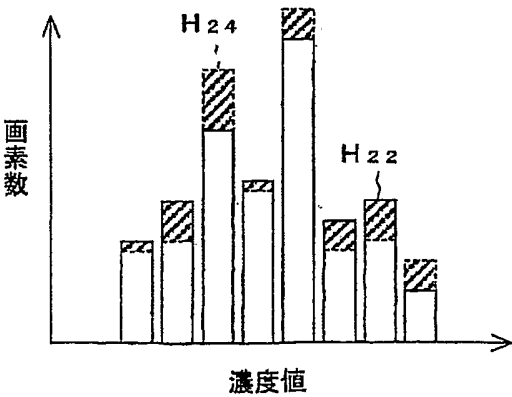


図 10

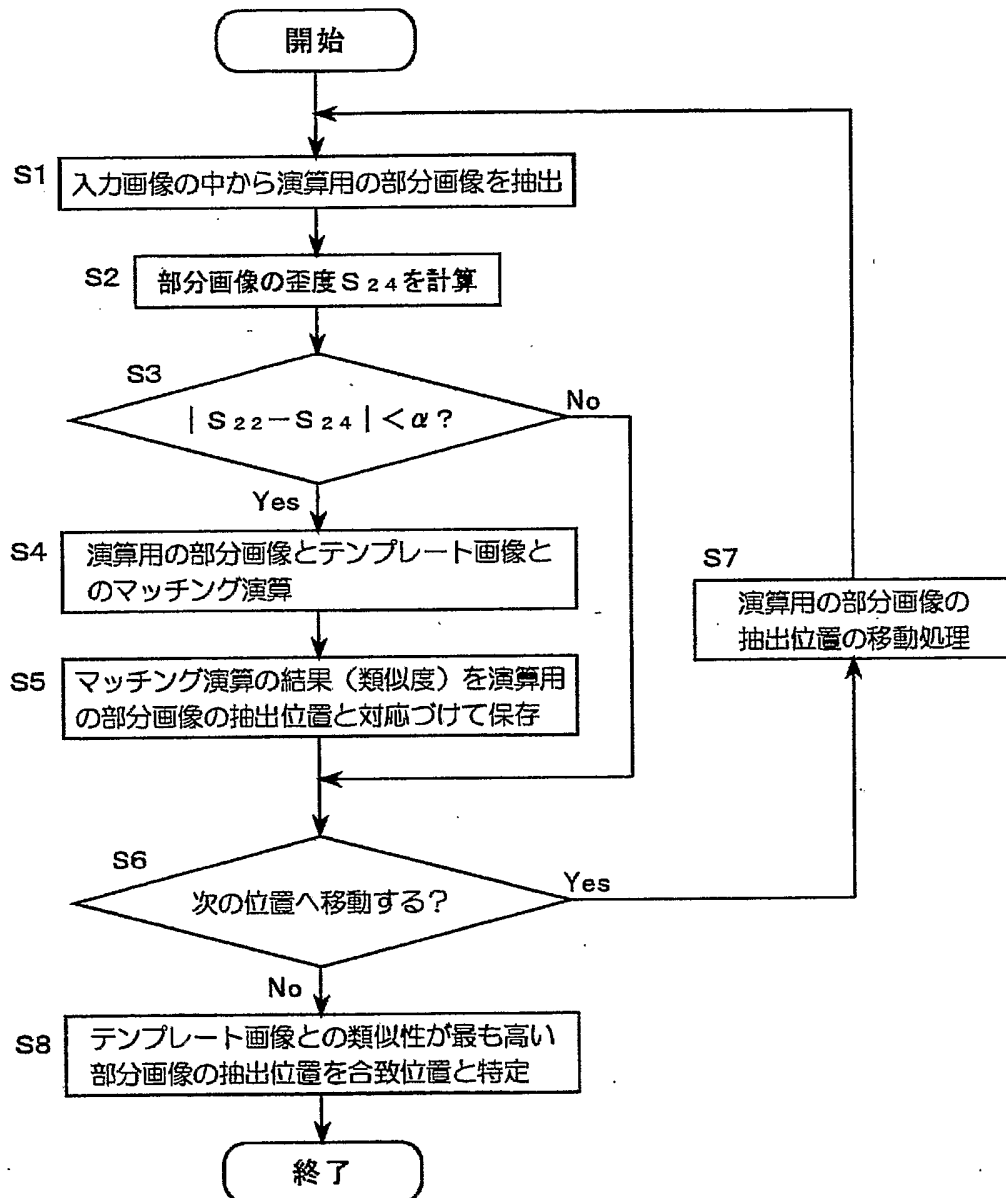


図 1 1 A

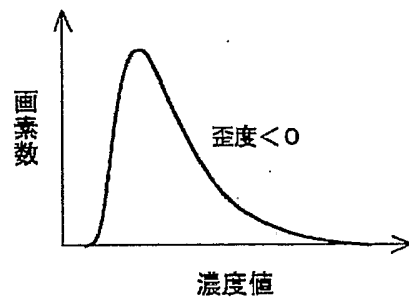
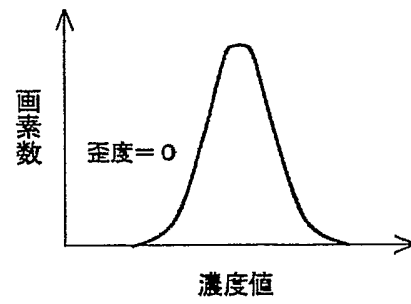


図 1 1 B

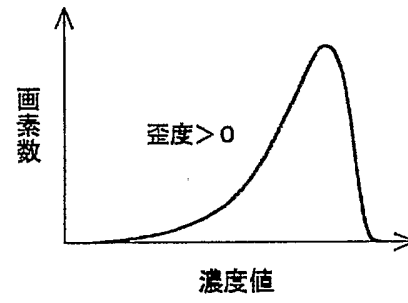


図 1 1 C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁷ G06T7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁷ G06T7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 10-31741 A (Omron Corp.), 03 February, 1998 (03.02.98), Claim 1 (Family: none)	8, 9 10, 11 1-7, 12
Y	JP 11-110559 A (NEC Corp.), 23 April, 1999 (23.04.99), Full text & US 6333993 B1 & US 2002-39443 A1 & CA 2249140 A1	10
Y	JP 9-22406 A (Yamatake-Honeywell Co., Ltd.), 21 January, 1997 (21.01.97), Par. No. [0007] & US 5915034 A1 & EP 741368 A1 & CN 1139246 A	11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 May, 2005 (19.05.05)

Date of mailing of the international search report

07 June, 2005 (07.06.05)

 Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007487

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-298923 A (TEKTRONIX, INC.) , 29 October, 1999 (29.10.99) , Full text; all drawings & US 6295083 B1 & EP 939557 A2 & DE 69911279 T	1-7, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007487

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-7, 12 relate to detection of a shift amount.
The inventions of claims 8-11 relate to a simplified matching.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G06T7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G06T7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-31741 A (オムロン株式会社) 1998.02.03, 【請求項 1】 (ファミリーなし)	8, 9
Y		10, 11
A		1-7, 12
Y	JP 11-110559 A (日本電気株式会社) 1999.04.23, 全文 & US 6333993 B1 & US 2002-39443 A1 & CA 2249140 A1	10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.05.2005

国際調査報告の発送日 07.6.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新井 則和

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

5H

3247

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 9-22406 A (山武ハネウエル株式会社) 1997.01.21, 【0007】 & US 5915034 A1 & EP 741368 A1 & CN 1139246 A	1-1
A	JP 11-298923 A (テクトロニクス・インコーポレイテッドTEKTRONIX, INC.) 1999.10.29, 全文、全図 & US 6295083 B1 & EP 939557 A2 & DE 69911279 T	1-7, 12

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1－7、12に係る発明は、移動量の検出に関するものである。

請求の範囲8－11に係る発明は、簡易マッチングに関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。