

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005年11月24日 (24.11.2005)

PCT

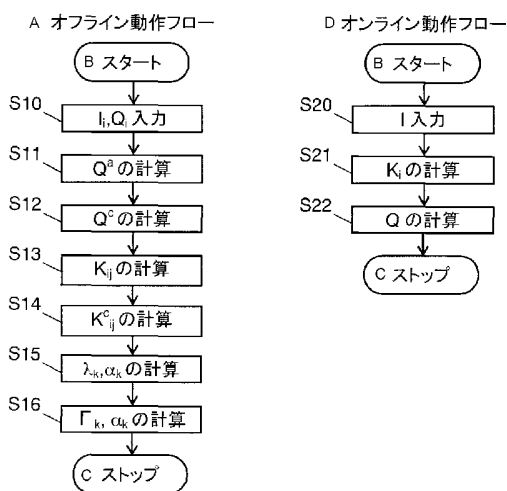
(10) 国際公開番号  
WO 2005/111936 A1

- (51) 国際特許分類: G06T 7/00, 1/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/008006
- (22) 国際出願日: 2005年4月27日 (27.04.2005)
- (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2004-144504 2004年5月14日 (14.05.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 長尾悦子 (NAGAO, Etsuko) (発明者(死亡)の相続人).
- (72) 発明者: 長尾健司 (NAGAO, Kenji) (死亡).
- (74) 代理人: 岩橋文雄, 外(IWAHASHI, Fumio et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内 Osaka (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, 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.
- (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,

[続葉有]

(54) Title: PARAMETER ESTIMATION METHOD, PARAMETER ESTIMATION DEVICE, AND CORRELATION METHOD

(54) 発明の名称: パラメタ推定方法、パラメタ推定装置および照合方法



- A OFFLINE OPERATION FLOW
- B START
- S10 INPUT  $I_i, Q_i$
- S11 CALCULATE  $Q^a$
- S12 CALCULATE  $Q^c$
- S13 CALCULATE  $K_{ij}$
- S14 CALCULATE  $K^c_{ij}$
- S15 CALCULATE  $\lambda_k, \alpha_k$
- S16 CALCULATE  $\Gamma_k, \alpha_k$
- C STOP
- D ONLINE OPERATION FLOW
- S20 INPUT I
- S21 CALCULATE  $K_i$
- S22 CALCULATE Q

(57) Abstract: There is provided a parameter estimation method for estimating a parameter by estimating maximum posterior probability for input data. Calculation for the input data is expressed by an inner product for the input data and the inner product is replaced by a Kernel function. By using the calculation result of the Kernel function, a parameter is estimated. The method includes: a step (offline operation) for learning correlation between a plurality of learning input data in which the parameter to be estimated is known; and a step (online operation) for estimating the parameter for the estimation input data in which the parameter to be estimated is unknown, by using learned correlation.

(57) 要約: 入力データに対して最大事後確率推定を行いパラメタを推定するパラメタ推定方法において、入力データに関する演算を入力データに関する内積で表し、内積をカーネル関数に置き換え、カーネル関数の計算結果を用いてパラメタを推定する。推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データと学習用入力データのそれぞれに対応するパラメタとの相関を学習するステップ(オフライン動作)と、推定すべきパラメタが未知である推定用入力データに対するパラメタを学習した相関を用いて推定するステップ(オンライン動作)とを有する。

WO 2005/111936 A1



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

パラメタ推定方法、パラメタ推定装置および照合方法

技術分野

[0001] 本発明は、入力データから特定のパラメタを推定するパラメタ推定方法、パラメタ推定装置およびこれを用いた照合方法に関する。

背景技術

[0002] 入力された画像から特定のパラメタを推定する処理は、パターン情報処理において一般的な処理である。例えば人物顔画像から目や鼻の位置を取り出す処理や、車両画像からナンバープレートの位置を抽出する処理がそれにあたる。

[0003] 従来、このような処理に対してもっともポピュラーな方法はテンプレートを用いて比較照合する照合フィルター法と言われるもので、多くの使用例が提案されている。このような方法にもとづく顔の特徴抽出方法の一例が、R. Brunelli, T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Template", IEEE Trans. Patt. Anal. Machine Intell., vol. PAMI-8, pp. 34-43, 1993 に詳しく報告されている。

[0004] これら従来の方法における課題はコンピュータの処理時間が長い、あるいはそれともなると処理コストが高くなることである。正規化相関を類似度基準とする場合、入力画像の画素数をS、テンプレートの画素数をTとすると、乗算を単位演算として $2 \times T \times S$ 回の演算が必要となる。これを顔画像の特徴点抽出にあてはめると、 $S = 150 \times 150 = 22500$  (pel)、 $T = 50 \times 20 = 1000$  (pel) の場合、乗算だけで $2 \times 1000 \times 22500 = 4500$ 万回となり、いくらコンピュータの演算速度が向上したといえ莫大な演算コストを要することになる。

[0005] また、照合に用いるテンプレートとしては全学習データの平均等のデータを用いることが多く、環境によってうまく照合できない場合が多い。このため入力画像に応じてテンプレートを複数用意して類似度計算を行う手法がある。しかしながら、テンプレートの数に応じて処理量が増大するため、コンピュータの処理時間がさらに大きくなってしまふという問題があった。

## 発明の開示

[0006] 本発明のパラメタ推定方法、パラメタ推定装置および照合方法はこれらの課題に鑑みなされたものであり、短い処理時間あるいは少ない処理コストで入力データに対するパラメタを正確に推定することを目的とする。

[0007] 上記課題を解決するため、本発明のパラメタ推定方法は、入力データに対して最大事後確率推定を行う演算方法を入力データに関する内積で表し、内積をカーネル関数に置き換え、カーネル関数の計算結果を用いてパラメタを推定することを特徴とする。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は本発明の実施の形態1におけるパラメタ推定装置のブロック図である。

[図2]図2は本発明の実施の形態1におけるパラメタ推定装置のフローチャートである。

[図3]図3は本発明の実施の形態2における顔画像照合装置のブロック図である。

[図4]図4は本発明の実施の形態2における顔画像照合装置のフローチャートである。

[図5]図5はユーザにより入力された顔の特徴点の一例を示す図である。

[図6]図6は本発明の実施の形態2において抽出された目位置のいくつかの例を示す図である。

[図7A]図7Aは本発明の実施の形態2における顔画像照合装置の撮像距離を変化させたときの目位置推定の感度を示す図である。

[図7B]図7Bは本発明の実施の形態2における顔画像照合装置の撮像角度を変化させたときの目位置推定の感度を示す図である。

[図8A]図8Aは正面から撮影した顔画像の画面内での顔位置の移動に対する目位置推定の感度を示す図である。

[図8B]図8Bは斜めから撮影した顔画像の画面内での顔位置の移動に対する目位置推定の感度を示す図である。

[図9]図9は反復回数と目位置推定の感度を示す図である。

[図10]図10は本発明の実施の形態3における顔画像照合装置のブロック図である。

[図11]図11は本発明の実施の形態3および4における顔画像照合装置のフローチャートである。

### 符号の説明

- [0009] 10 データ入力部  
20 CPU  
22 学習カーネル行列計算手段  
23 固有値計算手段  
26 推定カーネル計算手段  
27 パラメタ算出手段  
30 メモリ  
40 二次記憶装置  
50 ディスプレイ  
60 マウス  
90 システムバス  
100 パラメタ推定装置  
110, 115 (ビデオ)カメラ  
140 顔画像データベース  
200, 300 顔画像照合装置

### 発明を実施するための最良の形態

[0010] 本発明のパラメタ推定方法は、入力データに対して最大事後確率推定を行う演算方法を入力データに関する内積で表し、内積をカーネル関数に置き換え、カーネル関数の計算結果を用いてパラメタを推定することを特徴とする。この方法により、短い処理時間あるいは少ない処理コストで入力データに対するパラメタを正確に推定することが可能となる。

[0011] また、本発明のパラメタ推定方法は、推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データと学習用入力データのそれぞれに対応するパラメタとの相関を学習するステップと、推定すべきパラメタが未知である推定用入力データに対するパラメタを学習した相関を用いて推定するステップとを有し、学習するステップは、推定すべき

パラメタが既知である複数の学習用入力データを用いて学習カーネル行列を計算するステップと、学習カーネル行列の逆行列の固有値および固有ベクトルを求めるステップとを有し、推定するステップは、推定すべきパラメタが未知である推定用入力データと学習用入力データとを用いて推定カーネルを計算するステップと、学習カーネル行列、学習カーネル行列の逆行列の固有値とその固有ベクトルとを用いて推定用入力データのパラメタを推定するステップとを有する。この方法により、コンピュータシステムを用いて、短い処理時間あるいは少ない処理コストで入力データに対するパラメタを正確に推定することが可能となる。

[0012] また、本発明のパラメタ推定装置は、推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データと学習用入力データのそれぞれに対応するパラメタとの相関を学習する学習手段と、推定すべきパラメタが未知である推定用入力データのパラメタを学習した相関を用いて推定する推定手段とを備え、学習手段は、推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データを用いて学習カーネル行列を計算する学習カーネル行列計算手段と、学習カーネル行列の逆行列の固有値および固有ベクトルを求める固有値計算手段とを備え、推定手段は、推定すべきパラメタが未知である推定用入力データと学習用入力データとを用いて推定カーネルを計算する推定カーネル計算手段と、学習カーネル行列、学習カーネル行列の逆行列の固有値、その固有ベクトルとを用いて推定用入力データのパラメタを算出するパラメタ算出手段とを備えたことを特徴とする。この構成により、短い処理時間あるいは少ない処理コストで入力データに対するパラメタを正確に推定するパラメタ推定装置を実現することが可能となる。

[0013] また、本発明のパラメタ推定装置は、推定用入力データおよび学習用入力データが顔を含む画像であり、推定すべきパラメタが顔の特徴点の座標であってもよい。この構成により、顔照合装置に適したパラメタ推定装置を提供できる。

[0014] また、本発明の照合方法は、本発明のパラメタ推定装置と顔画像データベースとを用いた照合方法であって、パラメタ推定装置を用いて照合すべき顔画像に対する顔の特徴点の座標を推定した後、顔の特徴点の座標にもとづき顔領域を切り出し、顔画像データベースに登録されている顔画像と切り出された顔領域とを照合する。この

方法により、短い処理時間あるいは少ない処理コストで顔画像から顔照合に用いる顔領域を切り出すことが可能となる。

[0015] また、本発明の照合方法は、本発明のパラメタ推定装置と顔画像データベースとを用いた照合方法であって、パラメタ推定装置を用いて顔の特徴点の座標を推定し顔の特徴点の座標にもとづき画像領域を正規化する顔画像正規化動作を複数回繰り返した後、顔の特徴点の座標にもとづき顔領域を切り出し、顔画像データベースに登録されている顔画像と切り出された顔領域とを照合する。この方法により、画面内で顔位置が大きく移動している顔画像に対しても精度よく特徴点の座標を推定することが可能となる。

[0016] また、本発明のパラメタ推定装置は、推定用入力データおよび学習用入力データが顔を含む画像であり、推定すべきパラメタが顔画像の高さ情報であってもよい。この構成により、2次元顔画像から3次元の立体的な顔情報を推定できる。

[0017] また、本発明の照合方法は、本発明のパラメタ推定装置と顔画像データベースとを用いた照合方法であって、パラメタ推定装置を用いて照合すべき顔画像に対する高さ情報を推定した後、顔画像の高さ情報にもとづき顔画像データベースに登録されている顔画像と同一の角度から見た2次元画像を合成し照合する。この方法により、任意の方向を向いた顔画像であっても正面あるいは横向きの顔画像として登録された顔画像データベースとの照合が可能となる。

[0018] また、本発明の照合方法は、請求項7に記載のパラメタ推定装置と顔画像データベースとを用いた照合方法であって、パラメタ推定装置を用いて顔画像データベースに登録されている顔画像に対する高さ情報を推定した後、登録されている顔画像以外の角度から見た2次元画像を合成して、顔画像データベースに追加登録する。この方法によれば、入力した顔画像と顔画像データベースに登録されている顔画像とを直接照合することができるので高速に照合することができる。

[0019] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1におけるパラメタ推定装置のブロック図であり、コンピュータシステムで実現したものである。パラメタ推定装置100は、外部機器とのデータのやりとりを行うデータ入力部10、データ処理を行うCPU20、プログラム格納用お

よびワーク用のメモリ30、パラメタ推定用入力データや相関データ等、大規模なデータを保存するための二次記憶装置(ハードディスクや光磁気ディスク等)40、システムコンソールとしてのディスプレイ50、マンーマシンインターフェースとしてのマウス60を備え、上記各ブロックはシステムバス90に接続されている。

[0020] CPU20は、対応するプログラムを実行することにより、学習手段の学習カーネル行列計算手段22、固有値計算手段23として働き、また、推定手段の推定カーネル計算手段26、パラメタ算出手段27として働く。二次記憶装置40には、後述する各種のデータを記憶する領域が確保されている。

[0021] パラメタ推定装置100は、推定対象である入力データと推定すべきパラメタとの間に相関関係があることにもとづいている。すなわち、推定すべきパラメタのわかっている多くの学習用入力データに対して、入力データとパラメタとの相関をあらかじめ学習しておき、この相関関係を用いて任意の入力データに対するパラメタを推定するようにしたものである。

[0022] まず、学習サンプルを用いて入力データとパラメタとの相関を学習するステップ(以下、「オフライン処理」と記す)の動作について説明する。あらかじめ推定すべきパラメタのわかっている入力データを $n$ 次元の入力ベクトル $I$ 、入力ベクトル $I$ に対するパラメタを $m$ 次元のパラメタベクトル $Q$ とし、学習サンプルの総数を $N$ とする。

[0023] 図2は本発明の実施の形態1におけるパラメタ推定装置100のフローチャートである。なお、CPU20がメモリ30に格納されたプログラムを実行することで以下のフローを実行する。

[0024] まず、データ入力部10には、 $N$ 個の入力ベクトル $I_i$  ( $i=1\sim N$ )とパラメタベクトル $Q_i$ を入力し、二次記憶装置40に格納する(S10)。

[0025] 次に、CPU20は、(数式1)にしたがって、 $N$ 個のパラメタベクトル $Q_i$ から平均パラメタベクトル $Q^a$ を求め、二次記憶装置40に転送し格納する(S11)。

[0026] [数1]

$$Q^a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_i$$

[0027] 続いてCPU20は、(数式2)にしたがい、 $N$ 個のパラメタベクトル $Q_i$ のそれぞれに対

して、平均パラメタベクトル $Q^a$ からの偏差パラメタベクトル $Q_i^c$ を求め、二次記憶装置40に転送し格納する(S12)。

[0028] [数2]

$$Q_i^c = Q_i - Q^a$$

[0029] 次にCPU20は学習カーネル行列計算手段22として、入力ベクトル $I_i, I_j$ から学習カーネル行列 $K_{ij}$  ( $i, j=1\sim N$ )を求める。カーネルとしては多項式カーネル、シグモイドカーネル等が使用できるが、本実施の形態においては(数式3)に示すガウスカーネルを使用した。求めた学習カーネル行列 $K_{ij}$ は二次記憶装置40に転送し格納する(S13)。

[0030] [数3]

$$K(I_i, I_j) = K_{ij} = \exp\left(-\frac{\|I_i - I_j\|^2}{2\sigma^2}\right)$$

[0031] 続いて、平均値のまわりの偏差学習カーネル行列 $K_{ij}^c$ を(数式4)にもとづいて求め、求めた偏差学習カーネル行列 $K_{ij}^c$ を二次記憶装置40に転送し格納する(S14)。

[0032] [数4]

$$K_{ij}^c = K_{ij} - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \{K_{ik} + K_{jk}\} + \frac{1}{N^2} \sum_{k,l=1}^N K_{kl}$$

[0033] 次にCPU20は固有値計算手段23として、偏差学習カーネル行列 $K_{ij}^c$ の固有方程式(数式5)を解き、固有値 $\lambda_k$  ( $k=1\sim M$ )および固有ベクトル $\alpha^k$ を求める。求めた固有値 $\lambda_k$  および固有ベクトル $\alpha^k$ を二次記憶装置40に転送し格納する(S15)。ここでMは独立な固有ベクトルの数を示しており、最大は学習サンプルの数Nに等しい。

[0034] [数5]

$$K^c \alpha^k = \lambda_k \alpha^k$$

[0035] ここで、 $K^c$ は偏差学習カーネル行列を表す。以上で、入力ベクトル $I_i$ とパラメタベクトル $Q_i$ との相関を表すために必要なデータはそろったが、後の推定するステップにおける計算を簡略化するために、さらに次の計算を行う。上記で求めた偏差パラメタベ

クトル $Q_i^c$ 、偏差学習カーネル行列 $K_{ij}^c$ 、固有値 $\lambda_k$  および固有ベクトル $\alpha^k$ を用いて、(数式6)にもとづきM個のm次元定数ベクトル $\Gamma_k$ を求め、さらに、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、学習カーネル行列 $K_{ij}$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ を用いて、(数式7)にしたがってm次元定数ベクトル $\Omega$ を求める。これら定数ベクトル $\Gamma_k$ 、定数ベクトル $\Omega$ は二次記憶装置40に格納される(S16)。

[0036] [数6]

$$\Gamma_k = \frac{1}{N} \lambda_k^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N Q_i^c \alpha_j^k K_{ij}^c$$

[0037] [数7]

$$\Omega = \sum_{i=1}^M \Gamma_i \sum_{j=1}^N \alpha_j^i \left( -\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N K_{jk} + \frac{1}{N^2} \sum_{l,m} K_{lm} \right)$$

[0038] 以上が、パラメタ推定装置100のオフラインで実行する処理であり、二次記憶装置40には、上述の処理で求めた平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ が格納されている。このようにオフライン処理においてはCPU20は学習手段として働く。

[0039] つぎに、パラメタを推定すべき入力データに対して、実際にパラメタを推定するステップ(以下、「オンライン処理」と記す)について説明する。なお、オンライン処理においてもCPU20がメモリ30に格納されたプログラムを実行することで以下のフローを実行する。

[0040] まず、データ入力部10には、パラメタを推定すべき入力データを入力ベクトル $I$ として入力し、二次記憶装置40に格納する(S20)。

[0041] 次にCPU20は推定カーネル計算手段26として、(数式8)にもとづいて、推定カーネル $K_i$  ( $i=1 \sim N$ )を求める。求めた推定カーネル $K_i$ は二次記憶装置40に転送し格納する(S21)。

[0042] [数8]

$$K_i = \exp \left( -\frac{\|I - I_i\|^2}{2\sigma^2} \right)$$

[0043] そして、CPU20はパラメタ算出手段27として、オフライン処理で求めた平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_i$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ 、およびステップS21で求めた推定カーネル $K$ を二次記憶装置40から読出し、(数式9)を用いて推定すべきパラメタを示すパラメタベクトル $Q$ を計算する。そして、推定されたパラメタベクトル $Q$ を二次記憶装置40に格納する(S22)。

[0044] [数9]

$$Q = Q^a + \Omega + \sum_{i=1}^M \Gamma_i \left\{ \sum_{j=1}^N \alpha_j^i \left( K_j - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N K_k \right) \right\}$$

[0045] このようにオンライン処理においてはCPU20は推定手段として働く。以上の説明の中ではガウスカーネルのスケール $\sigma$ について言及しなかったが、推定対象である入力ベクトルおよび推定すべきパラメタによりスケール $\sigma$ の最適値が異なる。したがって、パラメタ推定実験を行いながら値を決めることが望ましい。

[0046] ここで、(数式1)～(数式9)を用いた計算によってパラメタの推定が可能な理由を説明する。

[0047] 以前より本発明者らは画像信号からパラメタを推定する方法としてMAP(maximum a posteriori)推定法について検討してきた。入力画像 $I$ と推定すべきパラメタ $Q$ の同時分布がガウス分布にしたがうランダムベクトルである場合、パラメタ $Q$ の最適推定値は(数式10)を用いて求めることができる。

[0048] [数10]

$$Q = Q^a + \Sigma_{qi} \Sigma_i^{-1} (I - I^a)$$

[0049] ここで、 $\Sigma_{qi}$ はクロス共分散行列、 $\Sigma_i^{-1}$ は分散共分散行列の逆行列である。

[0050] (数式10)はいわゆる重回帰分析に用いられる数式と類似のものである。しかしながら入力画像 $I$ と推定すべきパラメタ $Q$ との関係がより複雑となり、それらの同時分布がガウス分布で表せない場合には、この単純な数式ではうまく推定できないことが実験的に明らかになってきた。

[0051] そこで本発明者らは、サポートベクタマシンと呼ばれる画像認識手法に対して導入され、良好な結果が得られている「カーネルトリック」と呼ばれる新しい考え方につい

て注目した。これは、入力ベクトルを非線形変換してその空間で線形の識別を行う方法である。本発明者らは、MAP推定法に「カーネルトリック」を導入する検討を行った結果、KMAPと称する新規なパラメタ推定方法を確立した。以下にその詳細について説明する。

[0052] (数式11)に示すように、非線形関数  $\phi$  を用いて入力ベクトル  $I_i$  を非線形変換する。ここで、変換された入力ベクトル  $\phi(I_i)$  とパラメタ  $Q$  との同時分布がガウス分布になると仮定すると、パラメタ  $Q$  は、(数式12)で表される。ここで  $\phi(I_i)$  を  $\phi_i$  と略記した。

[0053] [数11]

$$\phi : I \mapsto \phi(I)$$

[0054] [数12]

$$Q = Q^a + \Sigma_{\phi} \Sigma_{\phi}^{-1} (\phi(I) - \phi^a)$$

[0055] (数式12)を計算する上で、非線形に変換された統計量をそのまま計算しようとする、より高次元空間での莫大な計算が必要となる。しかしながら、変換された入力ベクトル  $\phi_i$  に関する演算を内積の形  $\phi_i \cdot \phi_j$  にまとめることができれば、これをカーネル  $K(\phi_i, \phi_j)$  に置き換えることができ、計算量を大幅に減らすことができる。

[0056] まず、分散共分散行列の逆行列  $\Sigma_{\phi}^{-1}$  が(数式13)のように展開できることに注目する。ここで、 $\Phi = [\Phi_k]$ 、 $\Lambda = \text{diag}[\lambda_k]$  はそれぞれ  $\Sigma_{\phi}^{-1}$  の固有ベクトル、固有値行列である。一方、固有値  $\lambda_k$  は(数式14)に示すように偏差学習カーネル行列  $K_{ij}^c = K^c(\phi_i, \phi_j)$  の固有値でもある。

[0057] [数13]

$$\Sigma_{\phi}^{-1} = \Phi \Lambda^{-1} \Phi^T$$

[0058] [数14]

$$K^c \alpha^k = \lambda_k \alpha^k$$

[0059] そして固有ベクトル  $\Phi_k$  は変換された入力ベクトル  $\phi_i$  を用いて(数式15)のように展開できる。また、このときの展開係数  $\alpha^k$  は偏差学習カーネル行列  $K_{ij}^c$  の  $k$  番目の固有ベクトルとして得られる。したがって、これらを代入することにより、分散共分散行列の

逆行列  $\Sigma_{\phi}^{-1}$  を(数式16)のように書換えることができる。

[0060] [数15]

$$\Phi_k = \sum_{j=1}^N \alpha_j^k \phi_j^c$$

[0061] [数16]

$$\Sigma_{\phi}^{-1} = \sum_{k=1}^M \lambda_k^{-1} \left( \sum_{j=1}^N \alpha_j^k \phi_j^c \right) \left( \sum_{j=1}^N \alpha_j^k \phi_j^c \right)^T$$

[0062] つぎに、クロス共分散行列  $\Sigma_{Q\phi}$  は(数式17)で得られる。そこで、(数式16)と(数式17)を(数式12)に代入し計算順序を入れ替えて、内積  $\phi_i \cdot \phi_j$  を学習カーネル行列  $K_{ij}$  で置き換えることにより、(数式9)が得られる。

[0063] [数17]

$$\Sigma_{Q\phi} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q^c \phi_i^c \phi_i^{c,T}$$

[0064] したがって、あらかじめN個の学習サンプルを用いて、平均パラメタベクトル  $Q^a$ 、定数ベクトル  $\Omega$ 、定数ベクトル  $\Gamma_k$ 、固有ベクトル  $\alpha^k$  を求めておき、推定対象である入力ベクトルが入力されたとき、(数式6)～(数式9)を用いてパラメタQを推定することができる。

[0065] カーネルとしては、多項式カーネル、シグモイドカーネル、ガウスカーネル等を用いることができるが、どのようなカーネルを用いるかについては、推定対象である入力ベクトルおよび推定すべきパラメタにより依存するので、パラメタ推定実験を行いながらカーネルを決定することが望ましい。

[0066] (実施の形態2)

本発明の実施の形態2では、実施の形態1におけるパラメタ推定装置100を用いて顔画像の中から特徴点の座標を推定した顔画像照合装置について説明する。

[0067] 図3は、本発明の実施の形態2における顔画像照合装置のブロック図である。パラメタ推定装置100は実施の形態1と同様に、コンピュータシステムで構成され、各ブロックには実施の形態1と同じ符号を付して説明を省略する。顔画像照合装置200には、人物の顔画像を撮影するためのビデオカメラ110が接続されている。さらに、あらか

じめ登録された人物の顔画像を集めた顔画像データベース140も接続されている。

[0068] 顔画像照合装置200は、まず実施の形態1におけるパラメタ推定装置100を用いて、入力された顔画像の中から目、鼻、眉、口等の特徴点の座標を見出す。つぎに顔画像照合装置200は、特徴点の座標をもとに顔照合に用いる顔領域を切り出す。具体的には、例えば、鼻の座標を中心として一辺の長さが両目の間隔の2倍であり上下の辺が両目を結ぶ直線と平行であるような正方形領域を顔領域とする。そして、切り出された顔領域と顔画像データベース140に登録されている顔画像とを照合する。照合の方法としては、例えば統計的手法である主成分分析を利用した固有顔法等の手法を用いることができる。

[0069] 以下に、入力された顔画像の中から目、鼻、眉、口等の特徴点の座標を見出すパラメタ推定装置100の動作について詳しく説明する。

[0070] まず、学習用顔画像を用いて、入力画像と特徴点の座標との相関を学習するオフライン処理の動作について説明する。学習用顔画像の総数をNとし、i番目の学習用顔画像の各画素の値をラスタスキャン順に並べたn次元のベクトルを入力ベクトル $I_i$ 、各特徴点の位置座標をm次元のパラメタベクトル $Q_i$ とする。

[0071] 図4は本発明の実施の形態2における顔画像照合装置200に用いられているパラメタ推定装置100のフローチャートである。まず、カメラ110はN人分の学習用顔画像を撮影する。そしてデータ入力部10は、それぞれの顔画像の各画素の値をラスタスキャン順に並べて学習用入力ベクトル $I_i$  ( $i=1\sim N$ )を作成し、二次記憶装置40に転送し格納する(S30)。つぎに、二次記憶装置40に記憶した学習用顔画像(すなわち学習用入力ベクトル $I_i$ )をディスプレイ50に1枚ずつ表示する。そして、ユーザがこの学習用顔画像を見ながらマウス60を用いて手動で顔の特徴点を入力する。図5はユーザが入力した顔の特徴点の一例を示す図である。顔画像の原点を基準に、右眉、右目、左眉、左目、鼻および口のそれぞれのX座標、Y座標が特徴点座標としてユーザにより入力される。CPU20は、それぞれの学習用顔画像に対して入力された各特徴点の座標値を順に並べて連結して学習用パラメタベクトル $Q_i$ とし、二次記憶装置40に格納する(S31)。

[0072] 次にCPU20は、(数式1)～(数式7)を用いて平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル

ル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ を求め、二次記憶装置40に格納する(S32)。以上が、パラメタ推定装置100のオフラインで実行する処理である。

[0073] 次に、オンライン処理について説明する。

[0074] まず、データ入力部10は、照合すべき顔画像を入力し、顔画像の各画素の値をラスタスキャン順に並べて入力ベクトルIに変換し二次記憶装置40に転送する(S40)。次にCPU20は、(数式8)にもとづいて、推定カーネル $K_i$  ( $i=1\sim N$ )を求め、二次記憶装置40に転送し格納する(S41)。そして、オフライン処理で求めた平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ 、およびステップS41で求めた推定カーネル $K_i$ を二次記憶装置40から読出し、(数式9)を用いて推定すべきパラメタを示すパラメタベクトルQを計算する。そして、推定されたパラメタベクトルQを二次記憶装置40に格納する(S42)。次にCPU20は、パラメタベクトルQを特徴量の座標データに分解し、入力顔画像とともにディスプレイ上に表示する(S43)。ここまですぐに入力された顔画像の中から目、鼻、眉、口等の特徴点の座標を見出す動作である。

[0075] その後、上述したように、特徴点の座標をもとに顔認証に用いる顔領域を切り出し、切り出された顔領域と顔画像データベース140に登録されている顔画像とを照合する。

[0076] つぎに、実施の形態2における顔画像照合装置200において、KMAPを用いた特徴点推定、特に顔画像の中から目の位置を推定した実験とその結果を示す。被験者2000人に対して角度と距離を変えて撮影した顔画像7200枚を用いて、本発明の実施の形態2におけるKMAPの推定精度およびその安定性を評価した。比較のために、(i)ガウス分布を使用した最大推定値(maximum likelihood)を基本とするテンプレートマッチング(以下、「MLG」と記す)、(ii)Eigenface法(以下、「EF」と記す)、(iii)ガウス分布を使用した従来のMAP推定法(以下、「TMAP」と記す)を用いた推定を同時に行った。

[0077] 図6は本発明の実施の形態2において抽出された目位置のいくつかの例を示す図である。図6には、抽出された目の位置を入力画像上に×印で示してある。

[0078] 図7は本発明の実施の形態2における顔画像照合装置の目位置推定の感度を示

す図であり、図7Aは撮影する距離を変化させたときの図、図7Bは撮影する角度を変化させたときの図である。横軸は推定した目位置の誤差を画素単位で示し、縦軸は累積抽出率(横軸に示す誤差を許容した場合における、推定した目位置座標の正しさ)を示している。したがって、誤差が小さい範囲で累積抽出率が大きくなるほど目位置推定の感度が高いことを示す。このように、いずれの場合においてもKMAPによる推定方法が他の方法に比べて優れていることが実証できた。

[0079] 図8は画面内での顔位置の移動に対する目位置推定の感度を示す図であり、図8Aは正面から撮影した顔画像に対するもの、図8Bは斜め方向から撮影した顔画像に対するものである。移動画像は回転対象ガウス分布を使用して人為的に作成した。移動量の分散は、0, 10, 20, 30画素とし、回転角度の分散は45度、縮小率の平均が1倍、分散が0.5倍とした。図8A、図8Bには各移動量の分散に対するそれぞれの方法における目位置推定の感度を示している。MLG法、およびEF法の性能は移動量の変化に影響されないため移動量の分散0に対する結果のみを示している。図8A、図8Bともに、移動量の分散が20画素程度までならKMAP法が他の方法より優れており、30画素を超えるとMLG法がKMAP法をわずかに上回っていることがわかる。これらの結果より、移動量の分散が大きくなるにつれ、KMAP法の性能は低下し、MLGを利用した従来の方法が一見優れているように見受けられる。しかしながら、つぎに述べるように、KMAP法を反復的に用いることで、よい性能が得られることがわかった。

[0080] KMAP法を反復的に用いる方法は以下のとおりである。まずKMAP法を使用して目位置を推定し、つぎに推定した目位置を使用して画像領域を正規化する。そして正規化した顔画像を用いて再びKMAP法により目位置を推定する。このようにKMAP法をn回反復する方法をKMAP(n)と記することにする。図9は、移動量の分散が30画素である顔画像に対するKMAP(1)=KMAP、KMAP(2)、KMAP(3)、MLGのそれぞれによる目位置推定の感度を示すグラフである。このように反復回数nが増すにつれてKMAP(n)の性能が改善されることを実証できた。

[0081] KMAPによる目位置推定の速度は、1画像あたり0.8秒であった。MLG法では1画像あたり6秒であった(ペンティアムIV(登録商標)相当のプロセッサ使用時)。この

ように、KMAP法によれば推定精度が向上するだけでなく、計算時間も大幅に短縮することができた。このように、短い処理時間、したがって少ない処理コストで入力データの特徴点を正確に求めることが可能となった。

[0082] (実施の形態3)

本発明の実施の形態3では、実施の形態1におけるパラメタ推定装置100を用いて顔画像の高さ情報を推定した顔画像照合装置について説明する。

[0083] 図10は本発明の実施の形態3における顔画像照合装置のブロック図である。顔画像照合装置300は実施の形態2と同様にコンピュータシステムで構成されている。顔画像照合装置200のブロック図と異なるところは、2方向からの顔画像を撮影するために、2台のカメラ110、115を備えている点である。

[0084] この顔画像照合装置300は、まずパラメタ推定装置100を用いて入力された顔画像の高さ情報を推定する。つぎに、推定された3次元の顔画像情報をもとに、顔画像データベース140に登録されている顔画像と同一の角度から見た2次元顔画像を合成し、これと登録されている顔画像とを照合するものである。3次元顔画像情報から2次元顔画像を合成する方法としては、例えばCG(コンピュータグラフィックス)におけるレンダリング等の既知の方法を用いることができる。また顔画像の照合には、例えば統計的手法である主成分分析を利用した固有顔法等の手法を適用できる。

[0085] 以下に、上記顔画像照合装置300を用いて、入力された顔画像の高さ情報を推定する動作について説明する。まず、学習用顔画像を用いて、入力画像と入力画像の高さ情報との相関を学習するオフライン処理の動作について説明する。高さ情報の学習方法としては、入力画像の各画素のそれぞれに対して独立に高さ情報を学習することも可能ではあるが、入力画像を複数の領域に分割し各領域毎の平均の高さ情報を学習してもよい。この場合、推定すべきパラメタベクトルの次元を減らすことができるので、より実用的である。

[0086] 本実施の形態においても実施の形態2と同様に、学習用顔画像の総数をNとする。そして、 $i$ 番目の学習用顔画像の各画素の値をラスタスキャン順に並べた $n$ 次元のベクトルを入力ベクトル $I_i$ 、学習用顔画像の各画素あるいは各領域の高さ情報をラスタスキャン順に準じて並べたものを $m$ 次元のパラメタベクトル $Q_i$ とする。

- [0087] 図11は本発明の実施の形態3における顔画像照合装置300に用いられているパラメタ推定装置100のフローチャートである。まず、異なった方向から顔を撮影する2台のカメラ110およびカメラ115がN人分の学習用顔画像を撮影する。データ入力部10はこれらの顔画像を二次記憶装置40に転送し格納する。このうち一方のカメラ110で撮影した学習用顔画像は、各画素の値をラスタスキャン順に並べ学習用入力ベクトル $I_i$ として用いられる(S50)。つぎに、CPU20は、二次記憶装置40に記憶した2枚の学習用顔画像にもとづいて顔画像の3次元情報を作成する。これはCGを用いたレンダリング等の既知の方法を用いて実行する。各画素あるいは各領域の高さ情報は順に並べて連結してひとつのベクトルとし、これを学習用パラメタベクトル $Q_i$ とする。学習用パラメタベクトル $Q_i$ は二次記憶装置40に格納される(S51)。
- [0088] つぎに、CPU20は、(数式1)～(数式7)を用いて平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ を求め、二次記憶装置40に格納する(S52)。以上が、パラメタ推定装置100のオフラインで実行する処理である。
- [0089] つぎに、オンライン処理について説明する。まず、データ入力部10は、照合すべき顔画像を入力し、顔画像の各画素の値をラスタスキャン順に並べて入力ベクトル $I$ に変換し二次記憶装置40に転送する(S60)。つぎにCPU20は、(数式8)にもとづいて、推定カーネル $K_i$  ( $i=1\sim N$ )を求め二次記憶装置40に転送し格納する(S61)。そして、オフライン処理で求めた平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ 、およびステップS61で求めた推定カーネル $K_i$ を二次記憶装置40から読出し、(数式9)を用いて推定すべきパラメタを示すパラメタベクトル $Q$ を計算する。そして、推定されたパラメタベクトル $Q$ を二次記憶装置40に格納する(S62)。つぎにCPU20はパラメタベクトルを顔画像の高さ情報に変換する(S63)。ここまですが入力された顔画像の高さ情報を推定する動作である。
- [0090] このようにして照合すべき顔画像に対して推定した高さ情報を加え、3次元顔情報とする。その後、上述したように、3次元の顔画像情報をもとに、顔画像データベース140に登録されている顔画像と同一の角度から見た2次元顔画像を合成し、これと登録されている顔画像とを照合する特徴点の座標をもとに顔認証に用いる顔領域を切り出し、切り出された顔領域と顔画像データベース140に登録されている顔画像とを

照合する。

- [0091] 以上のように本発明の実施の形態3によれば、任意の方向を向いた2次元の顔画像を用いて正面の顔画像、あるいは他の方向を向いた顔画像を合成することができる。したがって、任意の方向を向いた顔画像であっても、正面あるいは横向き顔画像として登録された顔画像データベースとの照合が可能となる。
- [0092] なお、実施の形態3においては、照合すべき顔画像に対してその高さ情報を推定することによって、顔画像データベースに登録されている顔画像と同一の角度から見た2次元顔画像を合成し、照合を行うものであった。しかし、本発明のパラメタ推定装置を応用して上記以外の顔画像照合装置を構成することも、もちろん可能である。例えば、顔画像データベースにすでに登録されている正面向きの顔画像に対してその高さ情報を推定し、いくつかの方向を向いた顔画像をデータベースとして新たに登録しておき、それらと照合すべき顔画像とを照合するという形式にて顔画像照合装置を構成してもよい。以下に実施の形態4としてその詳細について説明する。
- [0093] (実施の形態4)
- 本発明の実施の形態4における顔画像照合装置のブロック図は実施の形態3と同様にコンピュータシステムで構成されており、ブロック図も実施の形態3と同様であるため説明を省略する。また、以下では、図11に示したフローチャートを用いて本発明の実施の形態4における顔画像照合装置の動作を説明する。
- [0094] 学習用顔画像を用いて入力画像と入力画像の高さ情報との相関を学習するオフライン処理の動作についても実施の形態3と同様である。
- [0095] すなわち、まず、異なった方向から顔を撮影する2台のカメラ110およびカメラ115がN人分の学習用顔画像を撮影する。データ入力部10はこれらの顔画像を二次記憶装置40に転送し格納する。このうち一方のカメラ110で撮影した学習用顔画像は、各画素の値をラスタスキャン順に並べ学習用入力ベクトル $I_i$ として用いられる(S50)。つぎに、CPU20は、二次記憶装置40に記憶した2枚の学習用顔画像にもとづいて顔画像の3次元情報を作成する。各画素あるいは各領域の高さ情報は順に並べて連結してひとつのベクトルとし、これを学習用パラメタベクトル $Q_i$ とする。学習用パラメタベクトル $Q_i$ は二次記憶装置40に格納される(S51)。そしてCPU20は、(数式1)～

(数式7)を用いて平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ を求め、二次記憶装置40に格納する(S52)。

[0096] つぎに、顔画像データベース140にすでに登録されている正面向きの顔画像のおののに対して、いくつかの方向を向いた顔画像を合成しデータベースとして新たに登録する。具体的には、まず、データ入力部10は、顔画像データベース140にすでに登録されている正面向きの顔画像の各画素の値をラスタスキャン順に並べて入力ベクトルIに変換し二次記憶装置40に転送する(S60)。つぎにCPU20は、(数式8)にもとづいて、推定カーネル $K_i$  ( $i=1\sim N$ )を求め二次記憶装置40に転送し格納する(S61)。そして、オフライン処理で求めた平均パラメタベクトル $Q^a$ 、定数ベクトル $\Omega$ 、定数ベクトル $\Gamma_k$ 、固有ベクトル $\alpha^k$ 、およびステップS61で求めた推定カーネル $K_i$ を二次記憶装置40から読出し、(数式9)を用いて推定すべきパラメタを示すパラメタベクトルQを計算し二次記憶装置40に格納する(S62)。つぎにCPU20はパラメタベクトルを顔画像の高さ情報に変換する。そして、登録されている顔画像に対して推定した高さ情報を加え3次元顔情報とする(S63)。その後、3次元の顔画像情報をもとに、右方向、斜め右方向、斜め左方向、左方向、斜め上方向、斜め下方向等の角度から見た2次元顔画像を合成し、これらの合成画像を顔画像データベース140に新たに登録する。1方向から見た顔画像しか持たない登録顔画像のそれぞれについて以上の処理を行い、各方向から見た2次元顔画像を合成しデータベースとして登録する。

[0097] 以上の準備を顔画像照合装置300のオフラインで実行しておく、オンライン処理が以下のように非常に簡素化される。顔画像照合装置300は、カメラ110を用いて照合すべき顔画像を撮影する。そして、照合する特徴点の座標をもとに顔認証に用いる顔領域を切り出し、切り出された顔領域と顔画像データベース140に登録されている顔画像とを照合する。

[0098] 以上のように本発明の実施の形態4によれば、顔画像データベースに登録すべき顔画像の数は増えるが、オンライン処理において入力した顔画像と顔画像データベースに登録されている顔画像とを直接照合することができるので高速に照合を行うことができる。

[0099] なお、実施の形態1～4においては、CPUがプログラムを読み込むことで、フローチャートに示した動作を行う構成とした。しかし、学習手段、学習カーネル行列計算手段、固有値計算手段、推定手段、推定カーネル計算手段、パラメタ算出手段等を実行する専用のプロセッサを備えた構成であってもよい。

[0100] また、本発明を実施するコンピュータをプログラムするために使用できる命令を含む記憶媒体であるコンピュータプログラム製品が本発明の範囲に含まれる。これらの記憶媒体は、フレキシブルディスク、光ディスク、CDROM、磁気ディスク等のディスク、ROM、RAM、EPROM、EEPROM、磁気光カード、メモ리카ード、DVD等である。

[0101] また、実施の形態2～4においては本発明のパラメタ推定装置を画像照合に用いた例を示したが、入力データとして画像以外のデータを入力することで画像照合以外の照合装置に用いることができる。例えば、入力データとして音声データを入力することで音声照合装置に用いることができる。

[0102] 本発明によれば、短い処理時間あるいは少ない処理コストで入力データに対するパラメタを正確に推定することができるパラメタ推定方法、パラメタ推定装置および照合方法を提供することができる。

#### 産業上の利用可能性

[0103] 本発明は、短い処理時間あるいは少ない処理コストで入力データに対するパラメタを正確に推定することができるパラメタ推定方法、パラメタ推定装置および照合方法を提供することができるので、入力データから特定のパラメタを推定するパラメタ推定方法、パラメタ推定装置およびこれを用いた照合方法等に有効である。

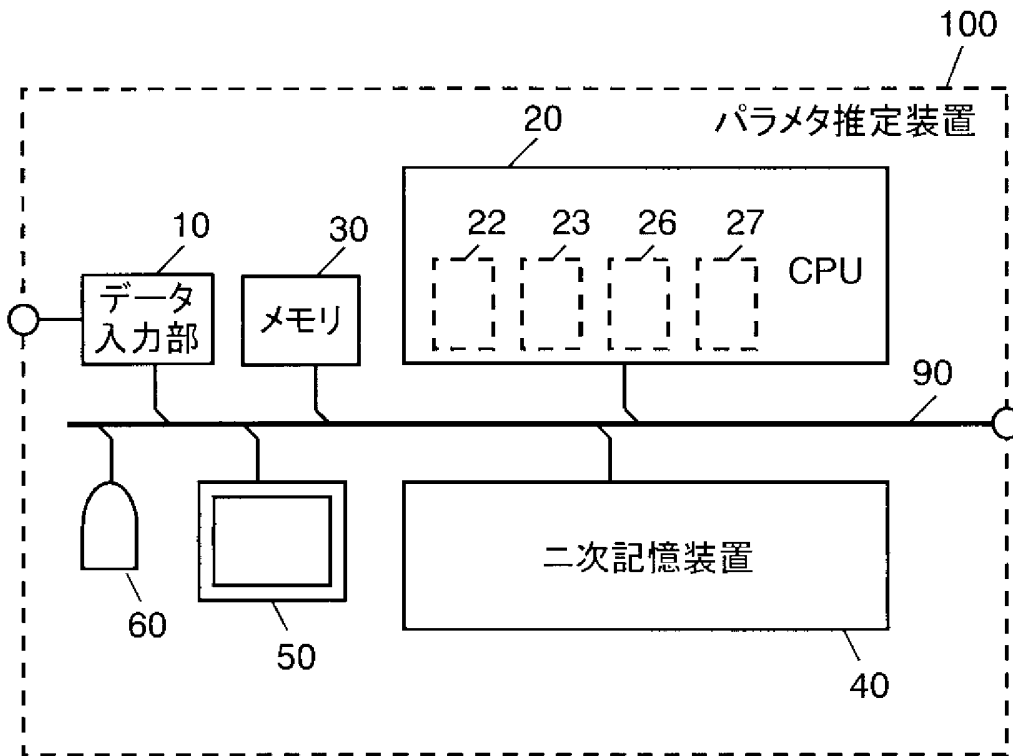
### 請求の範囲

- [1] 入力データに対して最大事後確率推定を行う演算方法を前記入力データに関する内積で表し、前記内積をカーネル関数に置き換え、前記カーネル関数の計算結果を用いてパラメタを推定するパラメタ推定方法。
- [2] 推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データと前記学習用入力データのそれぞれに対応するパラメタとの相関を学習するステップと、推定すべきパラメタが未知である推定用入力データに対するパラメタを前記学習した相関を用いて推定するステップとを有し、前記学習するステップは、前記推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データを用いて学習カーネル行列を計算するステップと、前記学習カーネル行列の逆行列の固有値および固有ベクトルを求めるステップとを有し、前記推定するステップは、前記推定すべきパラメタが未知である推定用入力データと前記学習用入力データとを用いて推定カーネルを計算するステップと、前記学習カーネル行列、前記学習カーネル行列の逆行列の固有値、その固有ベクトルとを用いて前記推定用入力データのパラメタを推定するステップとを有することを特徴とするパラメタ推定方法。
- [3] 推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データと前記学習用入力データのそれぞれに対応するパラメタとの相関を学習する学習手段と、推定すべきパラメタが未知である推定用入力データのパラメタを前記学習した相関を用いて推定する推定手段とを備え、前記学習手段は、前記推定すべきパラメタが既知である複数の学習用入力データを用いて学習カーネル行列を計算する学習カーネル行列計算手段と、前記学習カーネル行列の逆行列の固有値および固有ベクトルを求める固有値計算手段とを備え、前記推定手段は、前記推定すべきパラメタが未知である推定用入力データと前記学習用入力データとを用いて推定カーネルを計算する推定カーネル計算手段と、前記学習カーネル行列、前記学習カーネル行列の逆行列の固有値、その固有ベクトルとを用いて前記推定用入力データのパラメタを算出するパラメタ算出手段とを備えたことを特徴とするパラメタ推定装置。

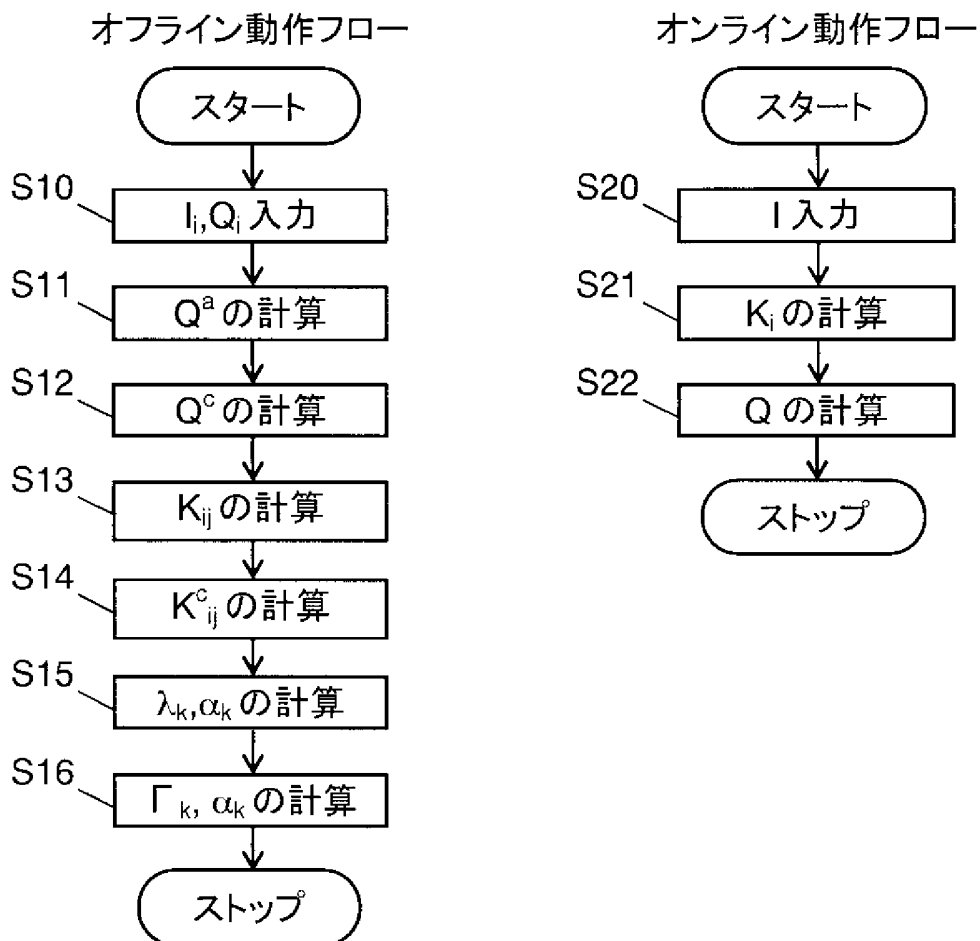
- [4] 前記推定用入力データおよび前記学習用入力データは顔を含む画像であり、推定すべきパラメタは顔の特徴点の座標であることを特徴とする請求項3に記載のパラメタ推定装置。
- [5] 請求項4に記載のパラメタ推定装置と、顔画像データベースとを用いた照合方法であって、  
前記パラメタ推定装置を用いて照合すべき顔画像に対する顔の特徴点の座標を推定した後、前記顔の特徴点の座標にもとづき顔領域を切り出し、前記顔画像データベースに登録されている顔画像と前記切り出された顔領域とを照合することを特徴とする照合方法。
- [6] 請求項4に記載のパラメタ推定装置と、顔画像データベースとを用いた照合方法であって、  
前記パラメタ推定装置を用いて顔の特徴点の座標を推定し前記顔の特徴点の座標にもとづき画像領域を正規化する顔画像正規化動作を複数回繰り返した後、前記顔の特徴点の座標にもとづき顔領域を切り出し、前記顔画像データベースに登録されている顔画像と前記切り出された顔領域とを照合することを特徴とする照合方法。
- [7] 前記推定用入力データおよび前記学習用入力データは顔を含む画像であり、推定すべきパラメタは顔画像の高さ情報であることを特徴とする請求項3に記載のパラメタ推定装置。
- [8] 請求項7に記載のパラメタ推定装置と顔画像データベースとを用いた照合方法であって、  
前記パラメタ推定装置を用いて照合すべき顔画像に対する高さ情報を推定した後、前記顔画像の高さ情報にもとづき前記顔画像データベースに登録されている顔画像と同一の角度から見た2次元画像を合成し照合することを特徴とする照合方法。
- [9] 請求項7に記載のパラメタ推定装置と顔画像データベースとを用いた照合方法であって、  
前記パラメタ推定装置を用いて前記顔画像データベースに登録されている顔画像に対する高さ情報を推定した後、前記登録されている顔画像以外の角度から見た2次元画像を合成して、前記顔画像データベースに追加登録したことを特徴とする照合

方法。

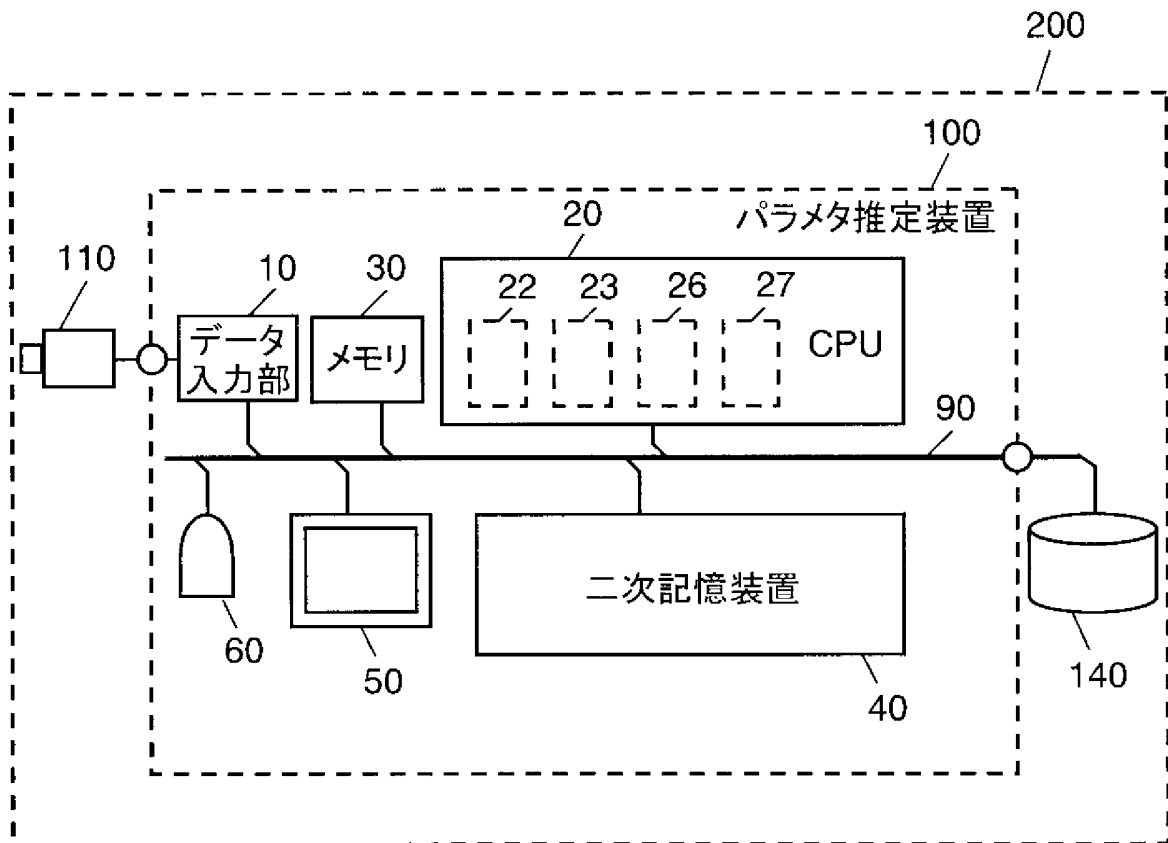
[図1]



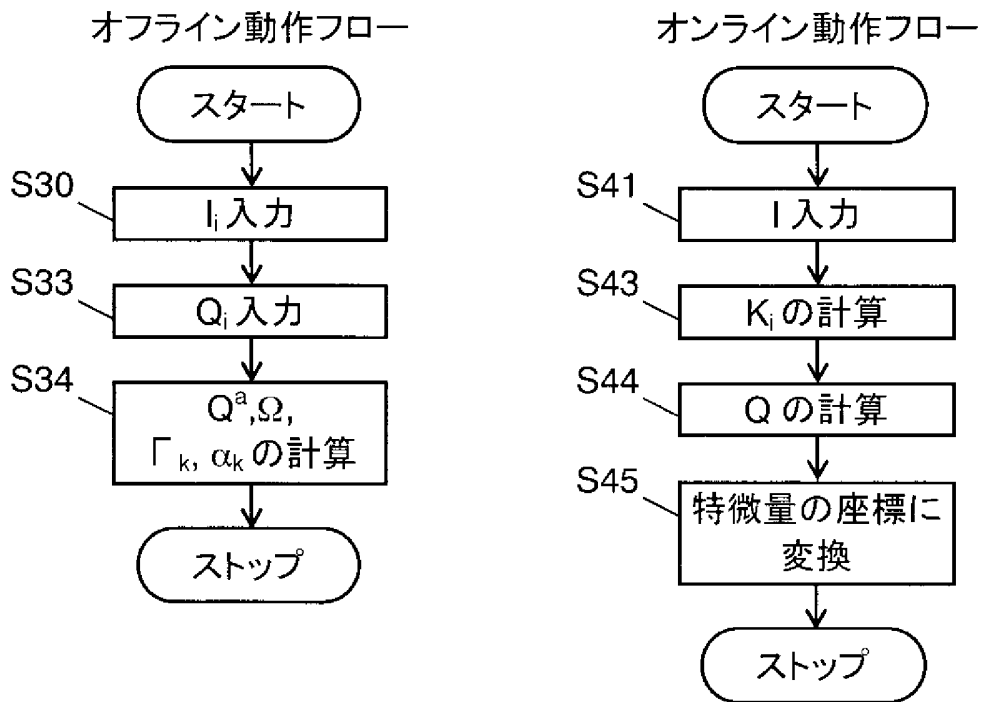
[図2]



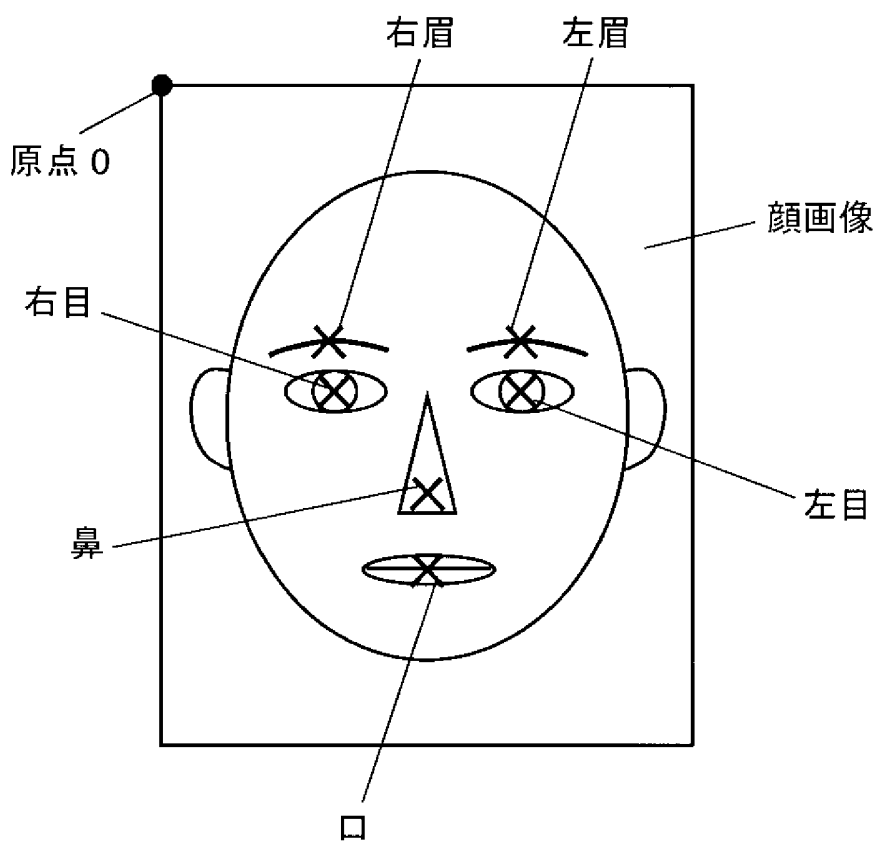
[図3]



[図4]



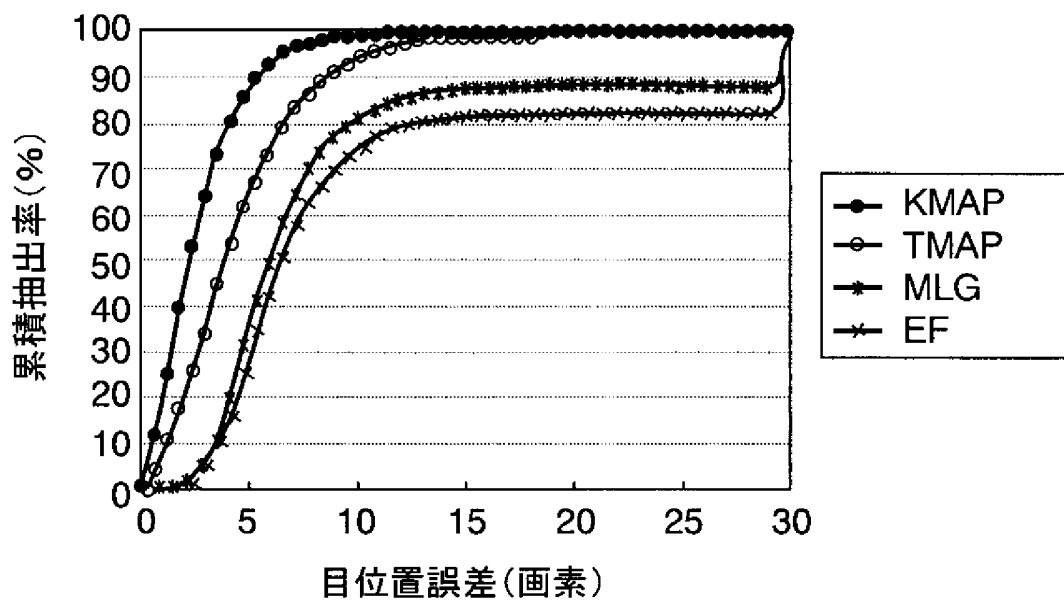
[図5]



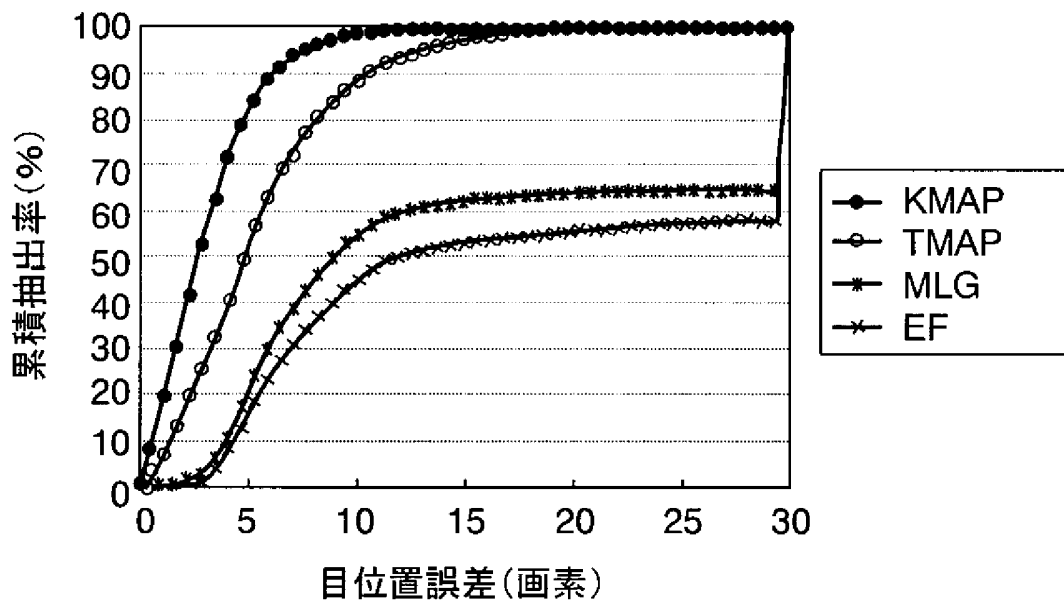
[図6]



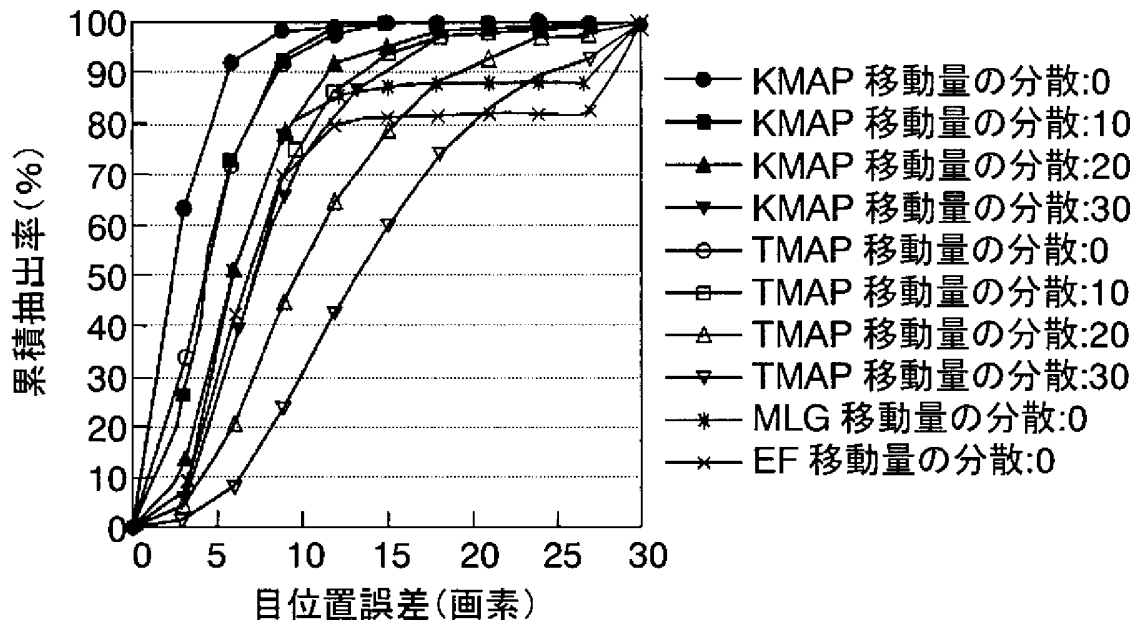
[図7A]



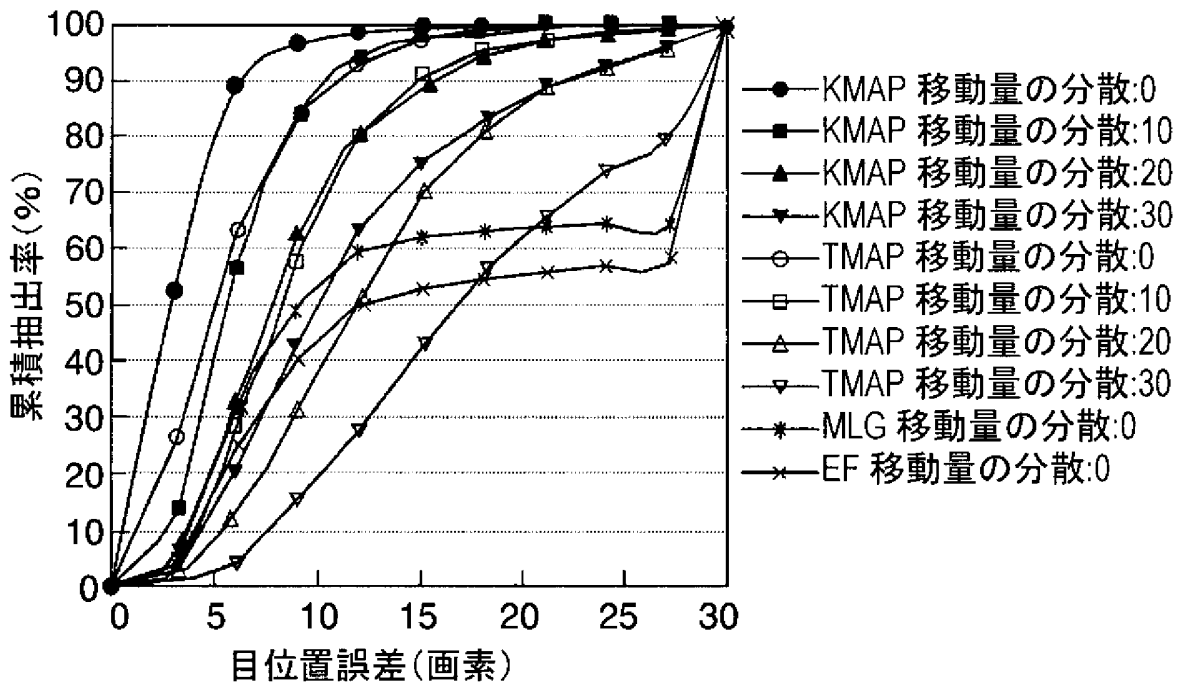
[図7B]



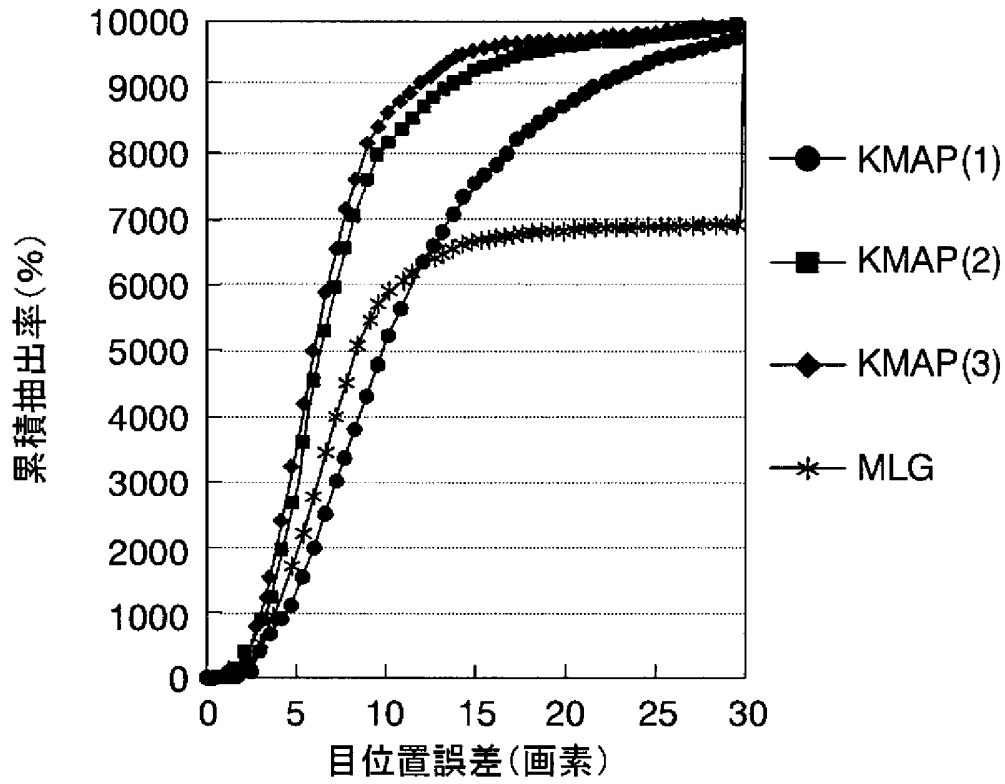
[図8A]



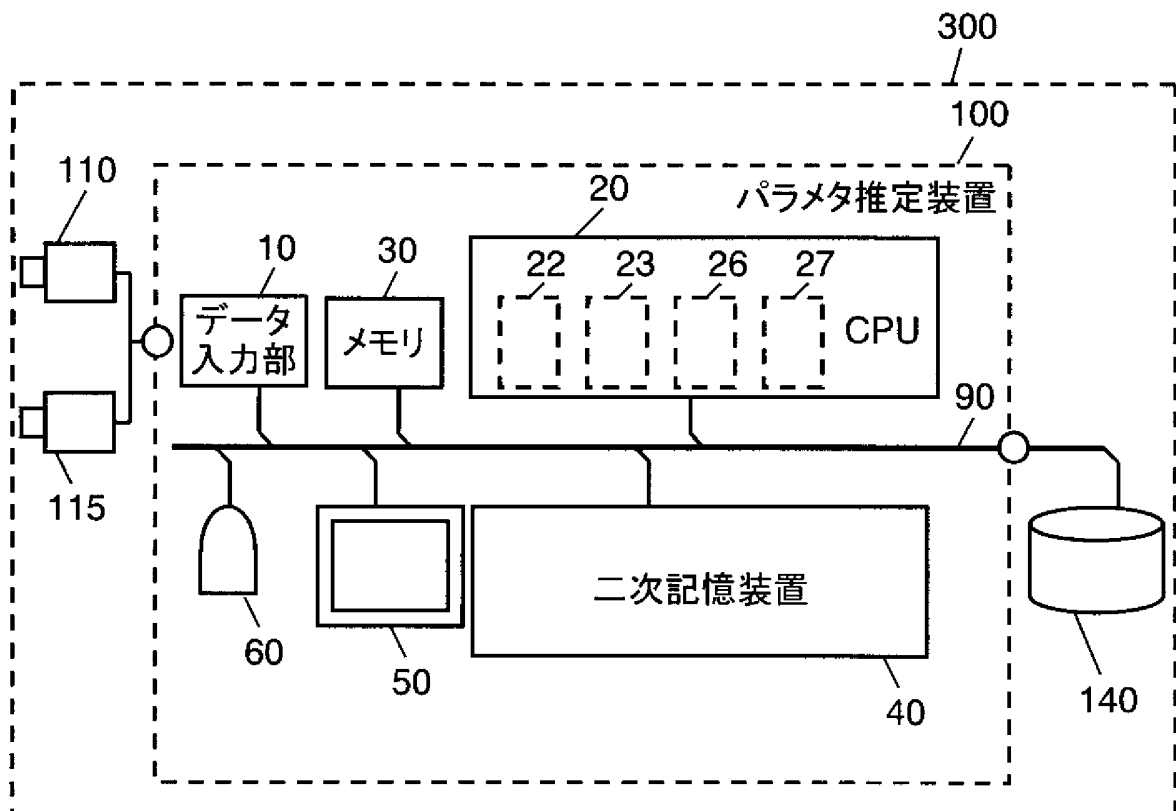
[図8B]



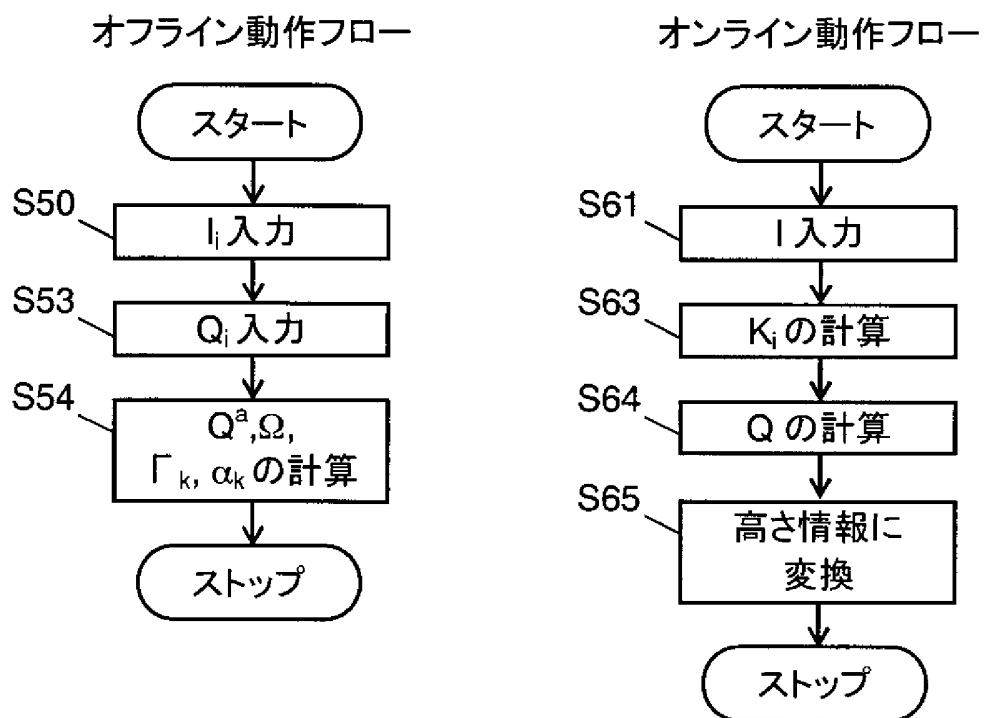
[図9]



[図10]



[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> G06T7/00, 1/00		
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 <sup>7</sup> G06T7/00, 1/00		
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.
A	JP 2001-266145 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 September, 2001 (28.09.01), Full text; all drawings (Family: none)	3-9
A	JP 2003-173444 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 June, 2003 (20.06.03), Full text; all drawings & US 2004/022432 A1 & EP 1431915 A1 & WO 2003/027956 A1	3-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 06 July, 2005 (06.07.05)		Date of mailing of the international search report 26 July, 2005 (26.07.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008006

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 2004-30552 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 January, 2004 (29.01.04), Full text; all drawings & US 2004/022432 A1 & EP 1431915 A1 & WO 2003/027956 A1	3-9
A	JP 2000-90274 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 31 March, 2000 (31.03.00), Full text; all drawings (Family: none)	3-9
A	Shintaro IZOE et al., "Gazo no Fractal-sei ni Motozuita Kernel Shuseibun Bunseki ni yoru Shahei Ryoiki no Gengazo Suitei", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Gijutsu Kenkyu Hokoku, Vol.101, No.362, 11 October, 2001 (11.10.01), pages 55 to 62	3-9
A	Eisaku MAEDA, "Tsukai! Support Vector Machine", Joho Shori, Vol.42, No.7, IPSJ MAGAZINE, 15 July, 2001 (15.07.01), pages 676 to 683	3-9
A	Hiroharu TSUDA, Support Vector Machine towa Nanika", The Journal of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Vol.83, No.6, 25 June, 2000 (25.06.00), pages 460 to 466	3-9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008006

**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.: 1, 2  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:  
What is disclosed in claim 1, 2 are mathematical theories which do not require search by the International Search Authority.
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:

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.<sup>7</sup> G06T7/00, 1/00

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.<sup>7</sup> G06T7/00, 1/00

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
A	JP 2001-266145 A (松下電器産業株式会社) 2001.09.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3-9
A	JP 2003-173444 A (松下電器産業株式会社) 2003.06.20, 全文, 全図 & US 2004/022432 A1 & EP 1431915 A1 & WO 2003/027956 A1	3-9
A	JP 2004-30552 A (松下電器産業株式会社) 2004.01.29, 全文, 全図 & US 2004/022432 A1 & EP 1431915 A1 & WO 2003/027956 A1	3-9

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日  
06.07.2005

国際調査報告の発送日  
26.07.2005

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
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  
5H 8937  
電話番号 03-3581-1101 内線 3531

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
A	JP 2000-90274 A (日本電信電話株式会社) 2000.03.31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3-9
A	井添慎太郎 外2名, 画像のフラクタル性に基づいたカーネル主成分分析による遮へい領域の原画像推定, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.101 No.362, 2001.10.11, p.55-62	3-9
A	前田英作, 痛快! サポートベクトルマシン, 情報処理 第42巻 第7号 IPSJ MAGAZINE, 2001.07.15, p.676-683	3-9
A	津田宏治, サポートベクターマシンとは何か, 電子情報通信学会誌 第83巻 第6号, 2000.06.25, p.460-466	3-9

## 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1,2 \_\_\_\_\_ 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、請求の範囲1,2は、数学の理論であり、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。
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の国際調査機関は認めた。

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。