

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 13 日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/121137 A1

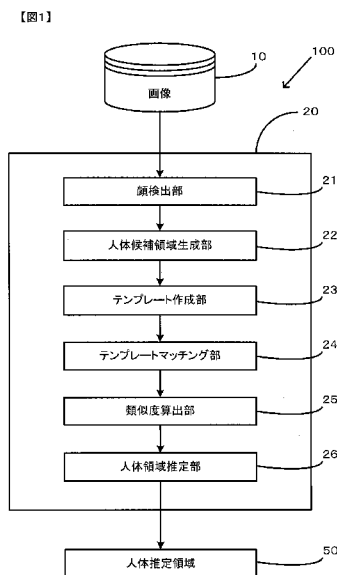
- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2006.01) **G06T 1/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055351
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 2 日(02.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-047525 2011 年 3 月 4 日(04.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西 岳 志 (NISHI, Takeshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀, 外(NAGAI, Fuyuki et al.); 〒1000011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号 富国生命ビル 永井特許事務所 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置および画像処理プログラム

【図1】



- 10 Image
21 Face detector
22 Human body candidate region generator
23 Template creating unit
24 Template matching unit
25 Similarity calculator
26 Human-body-region-deducing unit
50 Deduced region of human body

(57) Abstract: This image processing device is provided with: a face detector for detecting the face of an animal from an image; a candidate-region-setting unit for setting a candidate region of the body of an animal within an image on the basis of results of the face detection performed by the face detector; a reference-image-acquiring unit for acquiring a reference image; a similarity computer for dividing into a plurality of small regions the candidate region of the body of the animal set by the candidate-region-setting unit, and computing the similarity between the reference image and each of the images of the plurality of small regions; and a body-region-deducing unit for deducing the region of the body of an animal from among candidate regions of the body of an animal on the basis of the similarity of each of the plurality of small regions computed by the similarity computer.

(57) 要約: 画像の中から動物の顔を検出する顔検出部と、顔検出部による顔検出結果に基づいて、画像の中の動物の体の候補領域を設定する候補領域設定部と、基準画像を取得する基準画像取得部と、候補領域設定部により設定された動物の体の候補領域を複数の小領域に分割し、複数の小領域の画像のそれぞれについて基準画像との類似度をそれぞれ演算する類似度演算部と、類似度演算部により演算された複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、動物の体の候補領域の中から動物の体の領域を推定する体領域推定部とを備える。

WO 2012/121137 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 画像処理装置および画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は画像処理装置および画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 人体の顔と肌色を中心として人体位置を特定し、人体のモデルを用いて人体の姿勢を推定する方法が知られている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第4 2 9 5 7 9 9号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した従来の方法では、肌色が検出できない場合、人体位置の検出能力が著しく低下するという問題がある。

課題を解決するための手段

[0005] (1) 本発明の第1の態様による画像処理装置は、画像の中から動物の顔を検出する顔検出部と、顔検出部による顔検出結果に基づいて、画像の中の動物の体の候補領域を設定する候補領域設定部と、基準画像を取得する基準画像取得部と、候補領域設定部により設定された動物の体の候補領域を複数の小領域に分割し、複数の小領域の画像のそれぞれについて基準画像との類似度をそれぞれ演算する類似度演算部と、類似度演算部により演算された複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、動物の体の候補領域の中から動物の体の領域を推定する体領域推定部とを備える。

(2) 本発明の第2の態様によると、第1の態様による画像処理装置において、候補領域設定部は、顔検出部により検出された動物の顔の大きさと傾きに応じて画像の中に動物の体の候補領域を設定するのが好ましい。

(3) 本発明の第3の態様によると、第1または第2の態様による画像処

理装置において、顔検出部は、画像の中の動物の顔の位置に動物の顔の大きさと傾きに応じた矩形枠を設定し、候補領域設定部は、顔検出部により設定された矩形枠と同一の矩形枠を所定個数並べて動物の体の候補領域を設定するのが好ましい。

(4) 本発明の第4の態様によると、第3の態様による画像処理装置において、類似度演算部は、動物の体の候補領域を構成する複数の矩形枠の中をそれぞれ複数の領域に分割して複数の小領域とするのが好ましい。

(5) 本発明の第5の態様によると、第4の態様による画像処理装置において、基準画像取得部は、それぞれの矩形枠の内側に複数の小領域と同じ大きさの第2の小領域をさらに設定し、複数の第2の小領域の画像をそれぞれ基準画像として取得し、類似度演算部は、複数の小領域の画像のそれぞれと複数の第2の小領域の画像のそれぞれとの類似度をそれぞれ演算するのが好ましい。

(6) 本発明の第6の態様によると、第5の態様による画像処理装置において、基準画像処理部は、それぞれの前記矩形枠の中央に前記第2の小領域を設定するのが好ましい。

(7) 本発明の第7の態様によると、第1～6の態様のいずれかによる画像処理装置において、類似度演算部は、動物の体の候補領域内の複数の小領域のそれぞれと顔検出部により検出された動物の顔との距離が近いほど類似度に大きな重み付けを行うのが好ましい。

(8) 本発明の第8の態様によると、第1～7の態様のいずれかによる画像処理装置において、類似度演算部は、小領域の画像と基準画像との間で輝度、周波数、輪郭、色差、色相のいずれか1または複数の比較し、類似度を演算するのが好ましい。

(9) 本発明の第9の態様によると、第1～8の態様のいずれかによる画像処理装置において、基準画像取得部は、予め記憶されている画像を基準画像として用いるのが好ましい。

(10) 本発明の第10の態様によると、第1～9の態様のいずれかによ

る画像処理装置において、顔検出部は画像の中から動物の顔として人の顔を検出し、候補領域設定部は、顔検出部による顔検出結果に基づいて、画像の中の人の体の候補領域を動物の体の候補領域として設定し、類似度演算部は、候補領域設定部により設定された人の体の候補領域を複数の小領域に分割し、複数の小領域の画像のそれぞれと基準画像との類似度を演算し、体領域推定部は、類似度演算部により演算された複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、人の体の候補領域の中から人の体の領域を動物の体の領域として推定するのが好ましい。

(11) 本発明の第11の態様によると、第10の態様による画像処理装置において、人の体の上半身の領域を推定し、上半身の領域の推定結果を用いて人の体の下半身の領域を推定するのが好ましい。

(12) 本発明の第12の態様によると、画像処理装置は、画像の中から動物の顔を検出する顔検出部と、顔検出手段による顔検出結果に基づいて、画像中の動物の体の候補領域を設定する候補領域設定部と、候補領域設定手段により設定された体の候補領域内に複数の基準領域を設定し、候補領域内の小領域の画像と、各基準領域の基準画像との類似度を演算する類似度演算部と、類似度演算手段により演算されたそれぞれの小領域の類似度に基づいて、体の候補領域の中から動物の体の領域を推定する体領域推定部とを備える。

(13) 本発明の第13の態様によると、画像処理プログラムは、画像の中から動物の顔を検出する顔検出処理と、顔検出処理による顔検出結果に基づいて、画像の中の動物の体の候補領域を設定する候補領域設定処理と、基準画像を取得する基準画像取得処理と、候補領域設定処理により設定された動物の体の候補領域を複数の小領域に分割し、複数の小領域の画像のそれぞれと基準画像との類似度をそれぞれ演算する類似度演算処理と、類似度演算処理により演算された複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、動物の体の候補領域の中から動物の体の領域を推定する体領域推定処理とをコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、動物の体の領域を正確に推定することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、第1の実施の形態の画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、第1の実施の形態の画像処理プログラムを示すフローチャートである。

[図3]図3は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図4]図4は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図5]図5は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図6]図6は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図7]図7は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図8]図8は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図9]図9は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図10]図10は、第1の実施の形態の画像処理例を示す図である。

[図11]図11は、顔位置に設定された矩形ブロックと人体候補領域に並置された矩形ブロックを示す図である。

[図12]図12は、一例として矩形ブロック $B_s(0,0)$ （左上隅の矩形ブロック）を拡大してテンプレート $T_p(0,0)$ を示す図である。

[図13]図13は、第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。

[図14]図14は、第3の実施の形態の構成を示すブロック図である。

[図15]図15は、第4の実施の形態の構成を示すブロック図である。

[図16]図16は、第5の実施の形態の構成を示すブロック図である。

[図17]図17は、第5の実施の形態の構成を示すブロック図である。

[図18]図18は、第5の実施の形態の構成を示すブロック図である。

[図19]図19は、プログラム製品を提供するために用いる機器の全体構成を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0008] 《発明の第 1 の実施の形態》

図 1 は第 1 の実施の形態の画像処理装置の構成を示すブロック図である。
図 2 は第 1 の実施の形態の画像処理プログラムを示すフローチャートである。
また、図 3 ～図 10 は第 1 の実施の形態の画像処理例を示す図である。これらの図を参照して発明の第 1 の実施の形態を説明する。

[0009] 第 1 の実施の形態の画像処理装置 100 は、記憶装置 10 と CPU 20 を備えている。CPU（制御部、制御装置）20 は、ソフトウェア形態による顔検出部 21、人体候補領域生成部 22、テンプレート作成部 23、テンプレートマッチング部 24、類似度算出部 25、人体領域推定部 26 などを有し、記憶装置 10 に記憶されている画像に各種の処理を施して人体推定領域 50 を検出する。

[0010] 記憶装置 10 には、図示しない入力装置により入力された画像が記憶されている。これらの画像は、カメラなどの撮像装置から直接入力した画像の他に、インターネットを介して入力した画像などが含まれる。

[0011] 図 2 のステップ S1 において、CPU 20 の顔検出部 21 は顔認識アルゴリズムにより画像の中に写っている人体の顔を検出し、画像上に顔の大きさに応じた矩形のブロックを設定する。図 3 に画像上に顔の大きさに応じた矩形ブロックを設定した例を示す。図 3 において、顔検出部 21 は、画像に写っている 2 人の人物の顔を検出し、画像上の顔の大きさと顔の傾きに依拠して矩形ブロック、ここでは正方形のブロックを設定する。なお、顔の大きさに応じた矩形ブロックは正方形に限定されず、長方形あるいは多角形であってもよい。

[0012] なお、顔検出部 21 は、顔の傾きを顔認識アルゴリズムにより検出して、その顔の傾きに依拠して矩形ブロックを傾けて設定する。図 3 に示す例では、画像左側の人物の顔はほぼ垂直方向（画像の縦方向）に向いているため、顔の大きさに応じた矩形ブロックが垂直方向に設定されている。一方、画像右側の人物の顔は垂直方向に対して少し左に傾いているため、顔の大きさに依拠した矩形ブロックが顔の傾きに依拠して左に傾いて設定されている。

[0013] 次に、図2のステップS2において、CPU20の人体候補領域生成部22は、ステップS1の顔検出結果を用いて人体候補領域を生成する。一般に、大凡の人体の大きさは顔の大きさに基づいて推定することができる。また顔に続く人体の向きや傾きは顔の傾きに基づいて推定することができる。そこで、この一実施の形態では、人体候補領域生成部22は、顔検出部21が顔の大きさに応じて設定した顔の矩形ブロック（図3参照）と同一の矩形ブロックを人体が存在すると想定される画像上の領域に並べる。なお、人体候補領域生成部22が生成する矩形ブロックは、顔検出部21が設定した顔の矩形ブロックと実質的に同一であればよい。

[0014] 図4は、人体候補領域生成部22が図3の画像に対して人体候補領域を生成（設定）した例を示す。図4の画像上の2人の人物の内の左側の人物については、顔がほぼ垂直方向に向いているため、人体候補領域生成部22は顔の下に垂直方向に人体があると推定する。そこで、人体候補領域生成部22は、水平方向に5個、垂直方向に4個、計20個の矩形ブロックを左側の人物の顔の下に並べ、これらの20個の矩形ブロックで表す領域を人体候補領域とする。一方、図4の画像上の右側の人物は顔が垂直方向に対して少し左に傾いているため、人体候補領域生成部22は顔に続く人体も垂直方向に対して少し左に傾いていると推定する。人体候補領域生成部22は、図4に示すように顔の矩形ブロックの傾きと同じ傾きに、右上がり横方向に5個、左に傾斜した縦方向に4個、計19個の矩形ブロックを並べ（右端の矩形ブロックは画像からはみ出すので省略）、これらの19個の矩形ブロックで表す領域を人体候補領域とする。以下では、左側の人物に対する画像処理例を説明するが、右側の人物に対する画像処理も同様であり、図示と説明を省略する。

[0015] なお、上述した例では人体候補領域生成部22が顔の矩形ブロックと同一の矩形ブロックを縦横に所定個数並べて人体候補領域を生成した。上述したように、人体の領域は顔の大きさと向きに応じた位置になる確率が高いため、上記の人体候補領域の生成方法によれば、人体の領域を正しく設定できる

確率が高くなる。しかし、人体候補領域に並べる矩形ブロックの大きさと形状、および個数は上述した方法に限定されるものではない。

[0016] 図 1 1 は顔位置に設定された矩形ブロックと人体候補領域に並置された矩形ブロックを示す。図 1 1 に示すように、人体候補領域 B の各矩形ブロック B_s に対して、左上隅の矩形ブロック $B_s(0, 0)$ から右下隅の矩形ブロック $B_s(3, 4)$ までアドレスを設定すると、人体候補領域 B と各矩形ブロック $B_s(i, j)$ は (1) 式に示すように行列で表現することができる。

[数 1]

【数 1】

$$B = \begin{bmatrix} B_{s(0,0)} & \cdots & B_{s(0,j-1)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{s(i-1,0)} & \cdots & B_{s(i-1,j-1)} \end{bmatrix} \quad B_{s(i,j)} = \begin{bmatrix} \text{pix}(a, b) & \cdots & \text{pix}(a, b + \lambda - 1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{pix}(a + \kappa - 1, b) & \cdots & \text{pix}(a + \kappa - 1, b + \lambda - 1) \end{bmatrix} \quad \cdots (1)$$

(1) 式において、 $B_s(i, j)$ は人体候補領域 B 内の矩形ブロック B_s のアドレス (行, 列) を示し、 $\text{pix}(a, b)$ は各矩形ブロック B_s 内の画素のアドレス (行, 列) を示す。

[0017] 次に、CPU 20 の人体候補領域生成部 22 は、人体候補領域 B を構成する各矩形ブロック B_s を図 5 に示すように 4 分割し、各矩形ブロック B_s を 4 個のサブブロックに分ける。

[0018] 図 2 のステップ S3 において、CPU 20 のテンプレート作成部 23 は、各矩形ブロック B_s の中央に上記サブブロックと同じ大きさのテンプレート領域を設定し、各矩形ブロック B_s のテンプレート領域の画像データを用いてテンプレートを生成する。ここで、テンプレートとは、後述するテンプレートマッチング処理において参照される基準画像のことである。図 6 は、テンプレート作成部 23 が各矩形ブロック B_s ごとに設定したテンプレート領域 (各矩形ブロック B_s の中央にハッチングで示す矩形領域) を示す。

[0019] 図 1 2 は、一例として矩形ブロック $B_s(0, 0)$ (左上隅の矩形ブロック) を拡大してテンプレート $T_p(0, 0)$ を示す。矩形ブロック $B_s(0, 0)$ は 4 個の “サブブロック” $B_{sDiv1}(0, 0)$ 、 $B_{sDiv1}(0, 1)$ 、 $B_{sDiv1}(1, 0)$ 、 $B_{sDiv1}(1, 1)$

, 1)に分割され、さらに中央に4個のサブブロックと同じ大きさのテンプレート領域が設定され、このテンプレート領域の画像データを用いてテンプレート $T_p(0, 0)$ が生成される。

[0020] テンプレートは(2)式に示すように行列で表すことができる。

[数2]

【数2】

$$T = \begin{bmatrix} T_{p(0,0)} & \dots & T_{p(0,J-1)} \\ \dots & \dots & \dots \\ T_{p(i-1,0)} & \dots & T_{p(i-1,J-1)} \end{bmatrix} \quad T_{p(i,j)} = \begin{bmatrix} \text{pix}(y,x) & \dots & \text{pix}(y,x+\beta-1) \\ \dots & \dots & \dots \\ \text{pix}(y+\alpha-1,x) & \dots & \text{pix}(y+\alpha-1,x+\beta-1) \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

(2)式において、 T は人体候補領域 B のすべてのテンプレートの行列であり、 $T_p(i, j)$ は各矩形ブロック B_s ごとのテンプレートの行列である。

[0021] 図2のステップS4において、CPU20のテンプレートマッチング部24は、テンプレート作成部23が作成した各テンプレート $T_p(i, j)$ を取得する。そして、テンプレートマッチング部24は、その各テンプレート $T_p(i, j)$ ごとに、すべての矩形ブロック B_s のすべてのサブブロック B_{sDiv} に対してテンプレートマッチング処理を行う。テンプレートマッチング処理において、この実施の形態では、テンプレートマッチング部24はテンプレート T_p とマッチング対象のサブブロック B_{sDiv} の画素ごとの輝度の差分を演算する。

[0022] 例えば、図7に示すように、まずテンプレートマッチング部24は、左上隅の矩形ブロック $B_s(0, 0)$ のテンプレート $T_p(0, 0)$ を用いて、すべての矩形ブロック B_s のすべてのサブブロック B_{sDiv} に対してテンプレートマッチング処理を行う。次に、テンプレートマッチング部24は、矩形ブロック $B_s(0, 1)$ のテンプレート $T_p(0, 1)$ を用いて、すべての矩形ブロック B_s のすべてのサブブロック B_{sDiv} に対してテンプレートマッチング処理を行う。同様に、テンプレートマッチング部24は、テンプレート T_p を変えてすべての矩形ブロック B_s のすべてのサブブロック B_{sDiv} に対してテンプレートマッチング処理を行った後、図8に示すように、最後に右下隅の矩形ブロック

B_s(3,4)のテンプレートT_p(3,4)を用いて、すべての矩形ブロックB_sのすべてのサブブロックB_{sDiv}に対してテンプレートマッチング処理を行う。

[0023] 図2のステップS5において、CPU20の類似度算出部25は、テンプレートマッチング処理結果の差分の絶対値を積算して類似度S_(m,n)を算出するとともに、類似度の平均値S_{ave}を算出する。

[数3]

$$\begin{aligned} \text{【数3】} \quad S_{(m,n)} &= \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{l=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{K-1} |BsDiv_{k(m,n)} - Tp_{(l,j)}| \\ S_{ave} &= \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} S_{(m,n)}}{M * N * K^2} \quad \dots(3) \end{aligned}$$

(3)式において、Mは行方向の全体のサブブロック個数、Nは列方向の全体のサブブロック個数、Kはテンプレート個数である。

[0024] ところで、人体候補領域Bを構成する複数の矩形ブロックB_sの中で、人体候補領域Bを構成する矩形ブロックB_sが顔の矩形ブロックに近いほど人体候補領域である確率が高い。そこで、類似度算出部25は、顔の矩形ブロックに近い矩形ブロックB_sのテンプレートマッチング処理結果に、顔の矩形ブロックから遠い位置にある矩形ブロックB_sよりも大きな重み付けを行う。これにより、CPU20は、より正確な人体候補領域を識別できる。具体的には、(4)式により類似度算出部25は、類似度S_(m,n)と類似度の平均値S_{ave}を算出する。

[数4]

【数4】

$$S_{(m,n)} = \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{i=0}^{I-1} \sum_{k=0}^{K-1} |BsDiv_{k(m,n)} - Tp_{(i,j)}| * W_{(i,j)}$$

$$S_{ave} = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} S_{(m,n)}}{M * N * K^2}$$

$$W_{(i,j)} = \begin{bmatrix} 1 & \dots & w_1 & w_0 & w_1 & \dots & 1 \\ 1 & \dots & w_2 & w_0 & w_2 & \dots & 1 \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \\ 1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

(4)式において、 $W(i, j)$ は重み行列である。

[0025] 図9は、人体候補領域BのすべてのサブブロックBsDivに対する類似度 $S(m, n)$ の演算結果を示す。図9において、濃くハッチングされたサブブロックBsDivは人体候補領域Bの全体に対する差異が少なく、類似度が高いことを示す。

[0026] 図2のステップS6において、CPU20の人体領域推定部26は、各サブブロックBsDivの類似度 $S(m, n)$ を平均値 S_{ave} と比較し、類似度 $S(m, n)$ が平均値 S_{ave} よりも低いサブブロックBsDivを人体領域と推定する。

[数5]

$$\text{【数5】} \quad Act(\mu, \varphi) = \begin{cases} 1 & (S_{ave} \geq BsDiv_{k(m,n)}) \\ 0 & (S_{ave} < BsDiv_{k(m,n)}) \end{cases} \quad \dots (5)$$

人体領域推定部26が類似度の平均値 S_{ave} をしきい値として人体領域を推定する場合、確率密度関数を用いてもよいし、SVM(Support Vector Machine)のような学習しきい値判別手法を用いてもよい。図10は人体領域の推定結果の一例を示す。図10において、ハッチングで示すサブブロックBsDivが人体領域と推定されたサブブロックである。

[0027] 《発明の第2の実施の形態》

上述した第1の実施の形態では、テンプレートとマッチング対象のサブブ

ロックとの間で画素ごとの輝度を比較し、テンプレートマッチング処理を行う例を示した。第2の実施の形態では、輝度の比較以外に、テンプレートとマッチング対象のサブブロックとの間で周波数スペクトラム、輪郭（エッジ）、色差、色相などを比較したり、それらの組み合わせどうしを比較してテンプレートマッチング処理を行う。

[0028] 図13は第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。図13において、図1に示す第1の実施の形態の構成要素と同様なものに対しては同一の符号を付して相違点を中心に説明する。第2の実施の形態の画像処理装置101は、記憶装置10とCPU121を備えている。CPU121は、コンピュータのソフトウェア形態による特徴量算出部31を有している。この特徴量算出部31は、テンプレートとマッチング対象のサブブロックとの間で輝度以外に周波数、輪郭（エッジ）、色差、色相などを比較し、あるいはそれらのパラメーターを複数組み合わせで比較する。そして、特徴量算出部31はテンプレートマッチング処理、すなわち上述したようにテンプレートとマッチング対象のサブブロックとの間の比較パラメーターの差分を演算する。なお、第2の実施の形態は特徴量算出部31によるテンプレートマッチング処理以外の構成および動作は上述した第1の実施の形態の構成および動作と同様であり、それらの説明を省略する。

[0029] 《発明の第3の実施の形態》

上述した第1の実施の形態では人体の領域を推定する例を示した。第3の実施の形態は、人体の領域に加え、人体の重心を推定する。図14は第3の実施の形態の構成を示すブロック図である。図14において、図1に示す第1の実施の形態の構成要素と同様なものに対しては同一の符号を付して相違点を中心に説明する。第3の実施の形態の画像処理装置102は、記憶装置10とCPU122を備えている。CPU122はコンピュータのソフトウェア形態による人体推定重心算出部32を有しており、人体推定重心算出部32により推定結果の人体領域の重心を算出する。この人体推定重心51と顔の重心から人体の傾きを検出することができる。なお、第3の実施の形態

は人体推定重心算出部 32 による人体重心算出動作以外の構成および動作については上述した第 1 の実施の形態の構成および動作と同様であり、それらの説明を省略する。

[0030] 《発明の第 4 の実施の形態》

上述した第 1 の実施の形態では各サブブロックの中央にテンプレート領域を設定してテンプレートを生成し、これを用いてテンプレートマッチング処理を行う例を示した。第 4 の実施の形態は、予め人体の領域を判別するためのテンプレートを教師データとして記憶しており、このような教師データを用いてテンプレートマッチング処理を行うようにしてもよい。

[0031] 図 15 は第 4 の実施の形態の構成を示すブロック図である。図 15 において、図 1 に示す第 1 の実施の形態の構成要素と同様なものに対しては同一の符号を付して相違点を中心に説明する。第 4 の実施の形態の画像処理装置 103 は、記憶装置 10 と CPU 123 を備えている。CPU 123 のテンプレートマッチング部 27 は、教師データ記憶装置 33 に予めテンプレートとして記憶されている教師データを取得する。そして、テンプレートマッチング部 27 は、その教師データと各サブブロックとの間でテンプレートマッチング処理を行う。なお、第 4 の実施の形態は、教師データ記憶装置 33 の教師データを用いたテンプレートマッチング処理以外の構成および動作については上述した第 1 の実施の形態の構成および動作と同様であり、それらの説明を省略する。

[0032] 上述した各実施の形態では画像の一部をテンプレートに採用したが、このようなテンプレートによる人体領域の推定においては、人体領域を推定するための情報として画像上に存在する情報のみに限定されるため、推定精度や推定内容に限界がある。しかし、第 4 の実施の形態の画像処理装置 103 は、教師データとして多くの情報を盛り込むことができ、人体領域の推定精度を向上させることができる上に、推定内容を拡大することができる。例えば、第 4 の実施の形態の画像処理装置 103 は種々の色や形の服を着た人体領域でも正確に推定することができる。

[0033] あるいは、第４の実施の形態の画像処理装置１０３の適用範囲は、人体領域の推定だけに限定されず、例えば犬や猫などのペットを含む動物、自動車などの物体、ビルなどの建造物の物体領域の推定にも拡大することができる。その結果、第４の実施の形態の画像処理装置１０３は、あらゆる物体の領域を正確に推定することも可能になる。

[0034] 《発明の第５の実施の形態》

第５の実施の形態は、顔検出結果に基づいて人体の上半身の領域を推定し、推定結果の上半身推定領域に基づいて人体の下半身の領域を推定する。図１６は第５の実施の形態の構成を示すブロック図である。図１６において、図１に示す第１の実施の形態の構成要素と同様なものに対しては同一の符号を付して相違点を中心に説明する。

[0035] 図１６は第５の実施の形態の画像処理装置１０４の全体構成を示すブロック図である。第５の実施の形態の画像処理装置１０４は、記憶装置１０とＣＰＵ１２４とを備えている。ＣＰＵ１２４はコンピュータのソフトウェア形態による顔検出部２１、上半身推定部４１および下半身推定部４２を有し、人体の領域を推定する。

[0036] 図１７は上半身推定部４１の構成を示すブロック図である。上半身推定部４１は、コンピュータのソフトウェア形態による人体候補領域生成部２２、テンプレート作成部２３、テンプレートマッチング部２４、類似度算出部２５および人体領域推定部２６を備え、顔検出部２１により検出された顔領域情報５２に基づいて人体の上半身の領域を推定し、上半身推定領域５３を出力する。

[0037] 図１８は下半身推定部４２の構成を示すブロック図である。下半身推定部４２は、コンピュータのソフトウェア形態による人体候補領域生成部２２、テンプレート作成部２３、テンプレートマッチング部２４、類似度算出部２５および人体領域推定部２６を備え、上半身推定部４２により推定された上半身推定領域５３に基づいて人体の下半身の領域を推定し、下半身推定領域５４を出力する。

- [0038] この第5の実施の形態は、人体の領域を推定する際に、上半身の領域の推定結果を下半身の領域の推定に用いて、人体全体の領域を正確に推定することができる。
- [0039] なお、上述した各実施の形態の画像処理プログラムにおいて、人体領域が検出できなかった場合には、CPUは人体候補領域を変更または拡大して上述した処理を行うようにしてもよい。
- [0040] 上述した実施の形態では、顔領域検出部21が画像の中から人の顔を検出し、顔の検出結果に基づいて画像の中の人体の領域を推定する例を示したが、本発明の画像処理装置は人体領域の推定に限定されず、例えば犬や猫などのペットを含む動物、自動車などの物体、ビルなどの建造物の物体領域の推定にも適用することができる。特に、関節を持つ動物はその動きが複雑になるため、従来はそれらの体の領域や姿勢を検出することが難しいとされていた。しかし、本発明の画像処理装置によれば、画像の中から動物の顔を検出し、顔の検出結果に基づいて画像の中の動物の体の領域を正確に推定することができる。とりわけ、サル目（霊長類）ヒト科の動物である人は、手足の複雑な関節により複雑な動きをするが、本発明の画像処理装置により人体領域を正確に推定でき、その推定結果からさらに姿勢検出や重心検出なども可能になる。
- [0041] 上述した実施の形態とその変形例では、画像処理装置として実現する一例を示したが、一般的なパーソナルコンピュータに本発明の画像処理プログラムをインストールして実行し、パソコン上で上述した画像処理を行ってもよい。なお、本発明の画像処理プログラムはCD-ROMなどの記録媒体に記録して提供してもよいし、インターネットを介してダウンロード可能にしてもよい。あるいは、本発明の画像処理装置または画像処理プログラムをデジタルカメラやビデオカメラに搭載し、撮像した画像に対して上述した画像処理を実行するものであってもよい。図19はその様子を示す図である。パーソナルコンピュータ400は、CD-ROM404を介してプログラムの提供を受ける。また、パーソナルコンピュータ400は、通信回線401との

接続機能を有する。コンピュータ402は、上記プログラムを提供するサーバコンピュータであり、ハードディスク403などの記録媒体にプログラムを格納する。通信回線401は、インターネット、パソコン通信などの通信回線、あるいは専用通信回線などである。コンピュータ402はハードディスク403を使用してプログラムを読み出し、通信回線401を介してプログラムをパーソナルコンピュータ400へ送信する。すなわち、プログラムをデータ通信（搬送波）などの種々の形態のコンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品として供給できる。

[0042] なお、上述した実施の形態とそれらの変形例において、実施の形態どうし、または実施の形態と変形例とのあらゆる組み合わせが可能である。

[0043] 上述した実施の形態とその変形例によれば以下のような作用効果を奏することができる。まず、顔検出部21が画像の中から動物の顔を検出する。そして、その顔検出結果に基づいて人体候補領域生成部22が画像の中の動物（人）の体の候補領域（矩形ブロック）を設定する。テンプレートマッチング部24、27は、それぞれテンプレート作成部23または教師データ記憶装置33から基準画像（テンプレート）を取得する。そして、人体候補領域生成部22は、動物の体の候補領域を複数の小領域（サブブロック）に分割する。そして、テンプレートマッチング部24、27と類似度算出部25は、複数の小領域の画像のそれぞれについて基準画像との類似度をそれぞれ演算する。人体領域推定部26は、それら複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、動物の体の候補領域の中から動物の体の領域を推定するようにした。したがって、画像処理装置は、動物の体の領域を容易かつ正確に検出することができる。

[0044] また、上述した実施の形態とその変形例によれば、図4に示すように、人体候補領域生成部22が動物の顔の大きさと傾きに応じて画像の中に動物の体の候補領域を設定するようにした。動物の体の領域は顔の大きさと傾きに応じた位置になる確率が高い。したがって、画像処理装置は、体の候補領域を真の体の領域に設定できる確率が高くなり、体の領域の推定精度を向上さ

せることができる。

[0045] 上述した実施の形態とその変形例によれば、顔検出部 2 1 が画像の中の動物の顔の位置に動物の顔の大きさと傾きに応じた矩形ブロックを設定する。そして、図 4 に示すように、人体候補領域生成部 2 2 がその矩形ブロックと同一の矩形ブロックを所定個数並べて動物の体の候補領域を設定するようにした。動物の体の領域は顔の大きさと傾きに応じた位置と大きさになる確率が高い。したがって、画像処理装置は、体の候補領域を真の体の領域に設定できる確率が高くなり、体の領域の推定精度を向上させることができる。

[0046] 上述した実施の形態とその変形例によれば、人体候補領域生成部 2 2 が動物の体の候補領域を構成する複数の矩形ブロックの中をそれぞれ複数の領域に分割して小領域（サブブロック）とした。したがって、画像処理装置は、体の領域を推定するための類似度を正確に求めることができる。

[0047] 上述した実施の形態とその変形例によれば、テンプレート作成部 2 3 がそれぞれの矩形ブロックの中央にサブブロックと同じ大きさのテンプレート領域を設定し、このテンプレート領域の画像をテンプレートとした。したがって、画像処理装置は、体の領域を推定するための類似度を正確に求めることができる。

[0048] 上述した実施の形態とその変形例によれば、類似度算出部 2 5 が候補領域内のサブブロックと動物の顔との距離が近いほど類似度に大きな重み付けを行うようにした。したがって、画像処理装置は、動物の体の領域を正確に推定することができる。

[0049] 上述した実施の形態とその変形例によれば、CPU がサブブロックの画像とテンプレートとの間で輝度、周波数、輪郭、色差、色相のいずれか 1 または複数の比較し、類似度を演算するようにした。したがって、画像処理装置は、体の領域を推定するための類似度を正確に求めることができる。

[0050] 上述した第 4 の実施の形態とその変形例によれば、テンプレートマッチング部 2 7 がサブブロックの画像の代わりに教師データ記憶装置 3 3 に予め記憶されている画像をテンプレートとして用いるようにした。その

ため、画像処理装置は体の領域を推定するための情報として画像上に存在する情報のみに制約されず、多くの情報を盛り込むことができる。その結果、画像処理装置は人体領域の推定精度を向上させることができる上に、推定内容を拡大することができる。

[0051] 上述した第5の実施の形態とその変形例によれば、上半身推定部41が人の体の上半身の領域を推定する。そして、下半身推定部42が上半身の領域の推定結果を用いて人の体の下半身の領域を推定するようにした。したがって、画像処理装置は体全体の領域を正確に推定することができる。

[0052] 上述した実施の形態とその変形例によれば、テンプレートマッチング部24、27は、テンプレート領域の画像または教師データをテンプレートとした。しかし、画像処理装置は人体候補領域生成部22が設定したサブブロックの画像またはサブブロックと同じ大きさの矩形ブロックの一部の画像をテンプレートとして設定してもよい。

[0053] 上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

[0054] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願2011年第047525号（2011年3月4日出願）

請求の範囲

- [請求項1] 画像の中から動物の顔を検出する顔検出部と、
 前記顔検出部による顔検出結果に基づいて、前記画像の中の前記動物の体の候補領域を設定する候補領域設定部と、
 基準画像を取得する基準画像取得部と、
 前記候補領域設定部により設定された前記動物の体の候補領域を複数の小領域に分割し、前記複数の小領域の画像のそれぞれについて前記基準画像との類似度をそれぞれ演算する類似度演算部と、
 前記類似度演算部により演算された前記複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、前記動物の体の候補領域の中から前記動物の体の領域を推定する体領域推定部とを備える画像処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の画像処理装置において、
 前記候補領域設定部は、前記顔検出部により検出された前記動物の顔の大きさと傾きに応じて前記画像の中に前記動物の体の候補領域を設定する画像処理装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の画像処理装置において、
 前記顔検出部は、前記画像の中の前記動物の顔の位置に前記動物の顔の大きさと傾きに応じた矩形枠を設定し、
 前記候補領域設定部は、前記顔検出部により設定された前記矩形枠と同一の矩形枠を所定個数並べて前記動物の体の候補領域を設定する画像処理装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の画像処理装置において、
 前記類似度演算部は、前記動物の体の候補領域を構成する複数の前記矩形枠の中をそれぞれ複数の領域に分割して前記複数の小領域とする画像処理装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の画像処理装置において、
 前記基準画像取得部は、それぞれの前記矩形枠の内側に前記複数の小領域と同じ大きさの第2の小領域をさらに設定し、複数の前記第2

の小領域の画像をそれぞれ前記基準画像として取得し、

前記類似度演算部は、前記複数の小領域の画像のそれぞれと複数の前記第2の小領域の画像のそれぞれとの類似度をそれぞれ演算する画像処理装置。

[請求項6] 請求項5に記載の画像処理装置において、

前記基準画像取得部は、それぞれの前記矩形枠の中央に前記第2の小領域を設定する画像処理装置。

[請求項7] 請求項1～6のいずれか一項に記載の画像処理装置において、

前記類似度演算部は、前記動物の体の候補領域内の前記複数の小領域のそれぞれと前記顔検出部により検出された前記動物の顔との距離が近いほど前記類似度に大きな重み付けを行う画像処理装置。

[請求項8] 請求項1～7のいずれか一項に記載の画像処理装置において、

前記類似度演算部は、前記小領域の画像と前記基準画像との間で輝度、周波数、輪郭、色差、色相のいずれか1または複数の比較し、前記類似度を演算する画像処理装置。

[請求項9] 請求項1～8のいずれか一項に記載の画像処理装置において、

前記基準画像取得部は、予め記憶されている画像を前記基準画像として用いる画像処理装置。

[請求項10] 請求項1～9のいずれか一項に記載の画像処理装置において、

前記顔検出部は画像の中から前記動物の顔として人の顔を検出し、
前記候補領域設定部は、前記顔検出部による顔検出結果に基づいて、前記画像の中の人の体の候補領域を前記動物の体の候補領域として設定し、

前記類似度演算部は、前記候補領域設定部により設定された前記人の体の候補領域を複数の小領域に分割し、前記複数の小領域の画像のそれぞれと前記基準画像との類似度を演算し、

前記体領域推定部は、前記類似度演算部により演算された前記複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、前記人の体の候補領域の中

から前記人の体の領域を前記動物の体の領域として推定する画像処理装置。

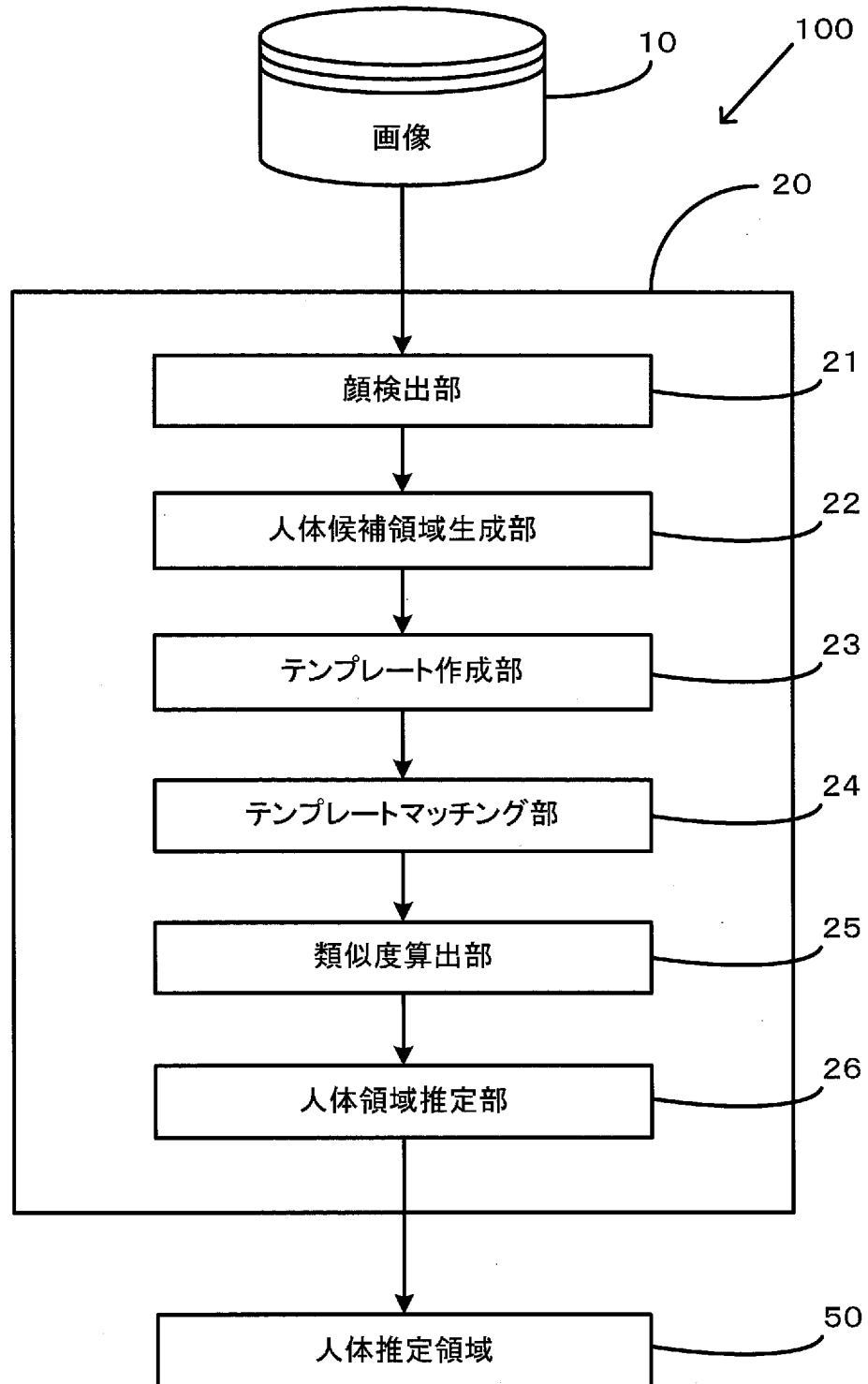
[請求項11] 請求項10に記載の画像処理装置において、
前記人の体の上半身の領域を推定し、前記上半身の領域の推定結果を用いて前記人の体の下半身の領域を推定する画像処理装置。

[請求項12] 画像の中から動物の顔を検出する顔検出部と、
前記顔検出手段による顔検出結果に基づいて、前記画像中の前記動物の体の候補領域を設定する候補領域設定部と、
前記候補領域設定手段により設定された前記体の候補領域内に複数の基準領域を設定し、前記候補領域内の小領域の画像と、前記各基準領域の基準画像との類似度を演算する類似度演算部と、
前記類似度演算手段により演算されたそれぞれの前記小領域の類似度に基づいて、前記体の候補領域の中から前記動物の体の領域を推定する体領域推定部とを備える画像処理装置。

[請求項13] 画像の中から動物の顔を検出する顔検出処理と、
前記顔検出処理による顔検出結果に基づいて、前記画像の中の前記動物の体の候補領域を設定する候補領域設定処理と、
基準画像を取得する基準画像取得処理と、
前記候補領域設定処理により設定された前記動物の体の候補領域を複数の小領域に分割し、前記複数の小領域の画像のそれぞれと前記基準画像との類似度をそれぞれ演算する類似度演算処理と、
前記類似度演算処理により演算された前記複数の小領域のそれぞれの類似度に基づいて、前記動物の体の候補領域の中から前記動物の体の領域を推定する体領域推定処理とをコンピュータに実行させる画像処理プログラム。

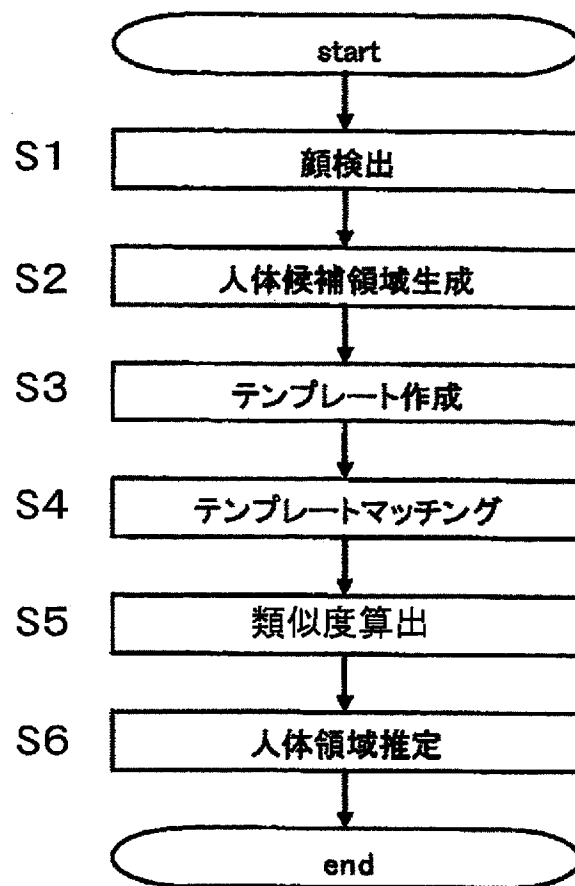
[図1]

【図1】



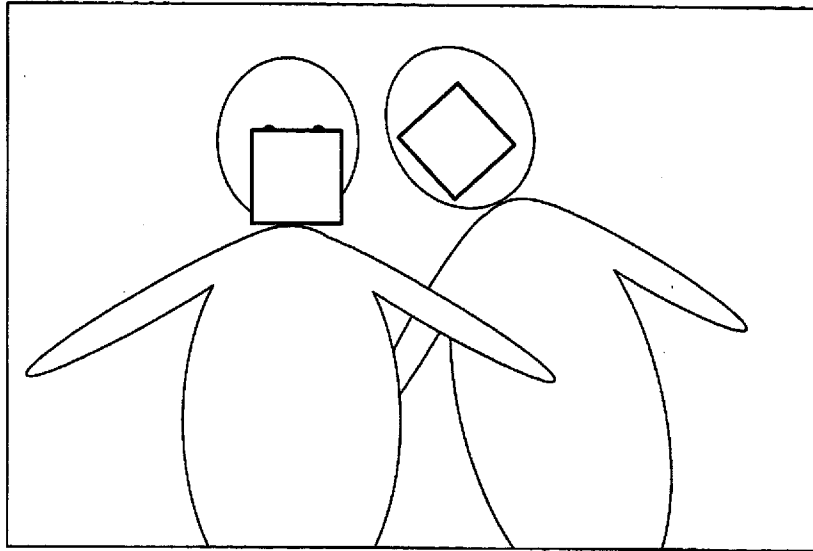
[図2]

【図2】



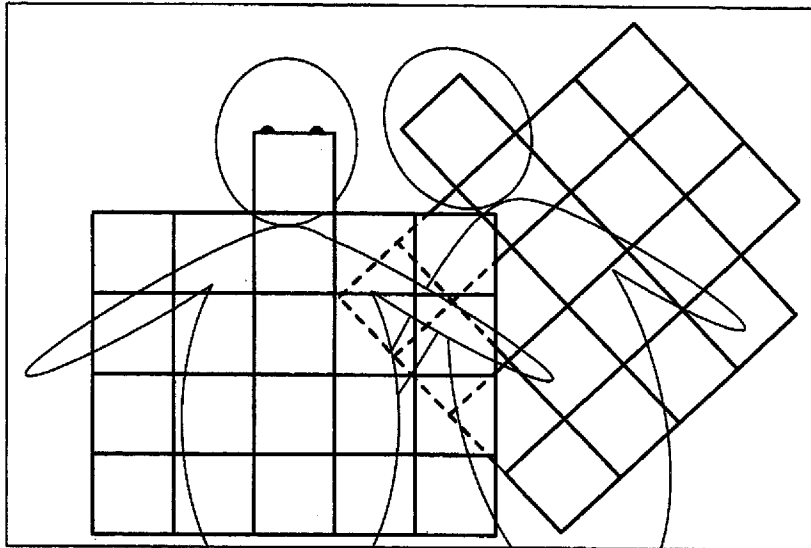
[図3]

【図3】



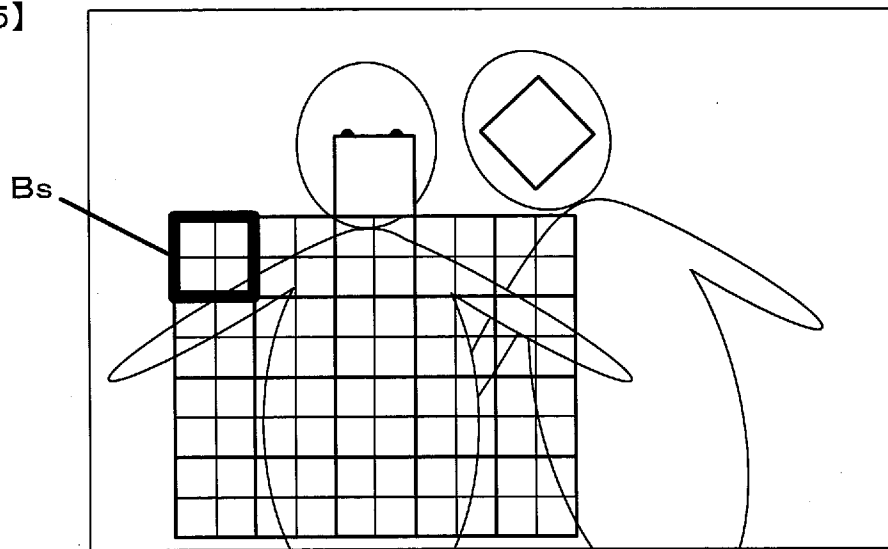
[図4]

【図4】



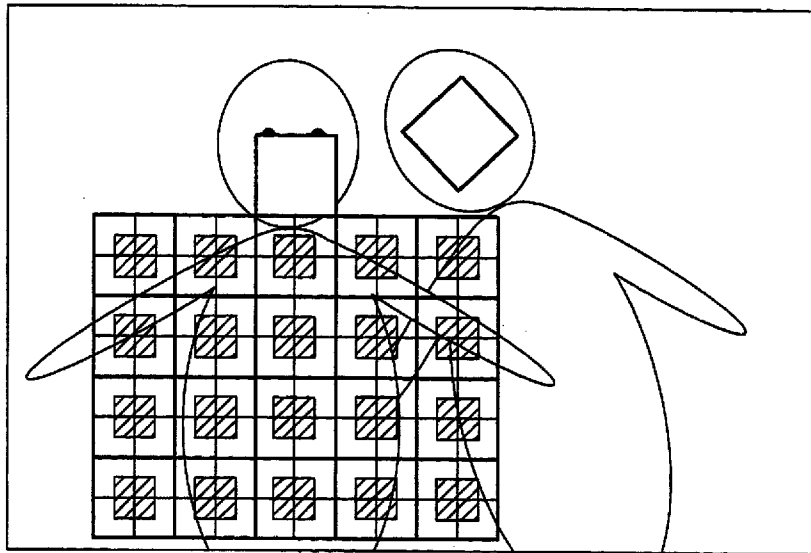
[図5]

【図5】



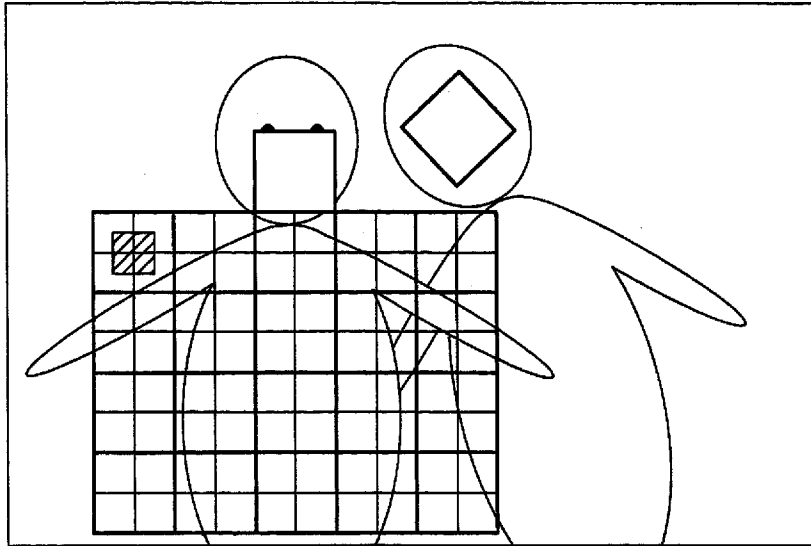
[図6]

【図6】



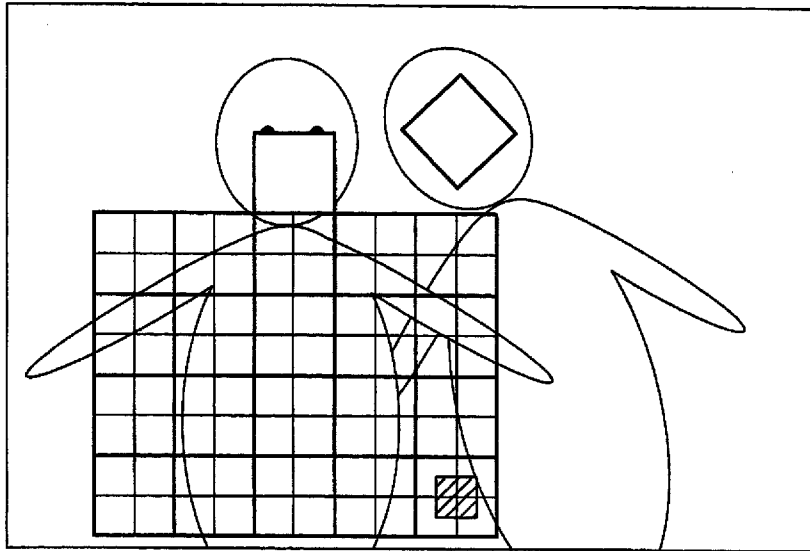
[図7]

【図7】



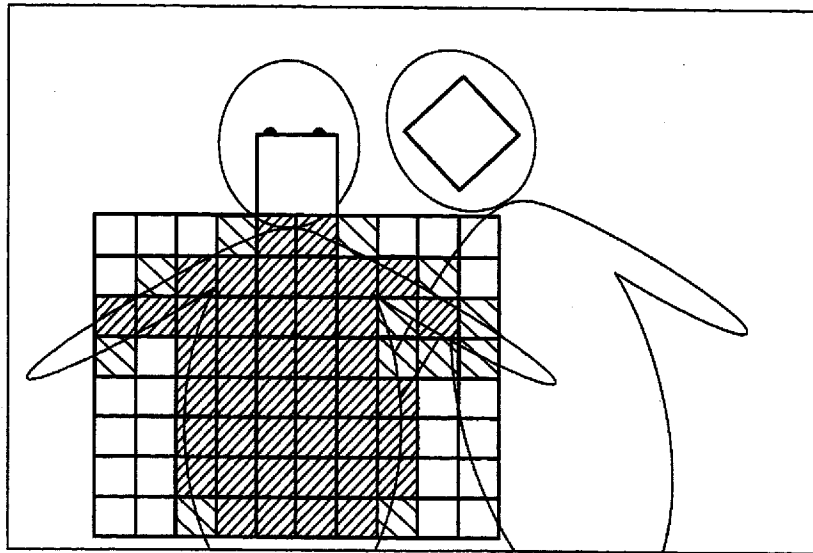
[図8]

【図8】



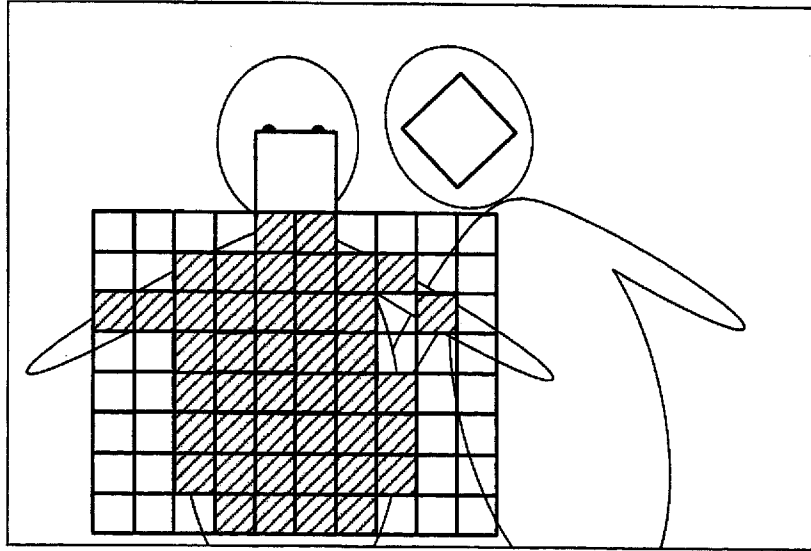
[図9]

【図9】



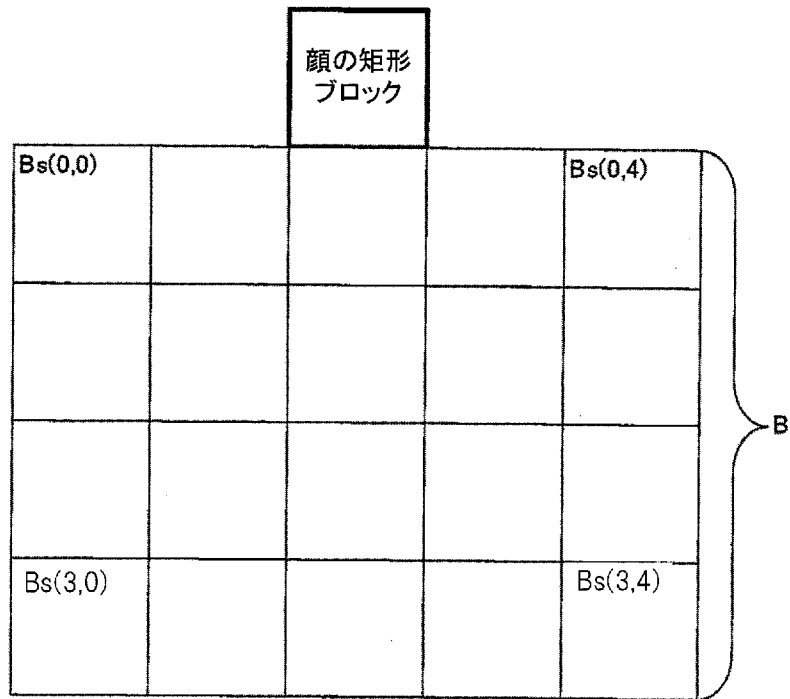
[図10]

【図10】



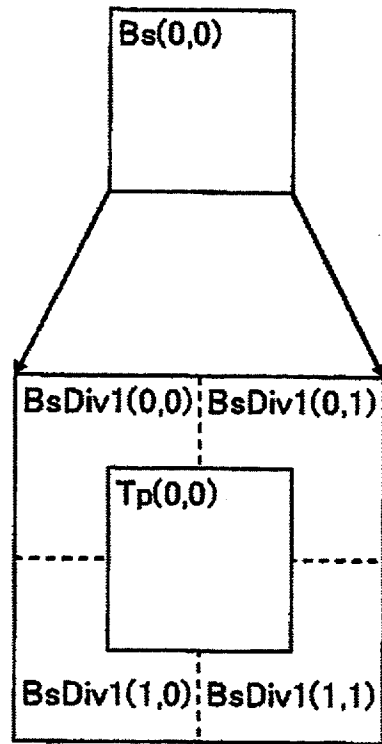
[図11]

【図11】



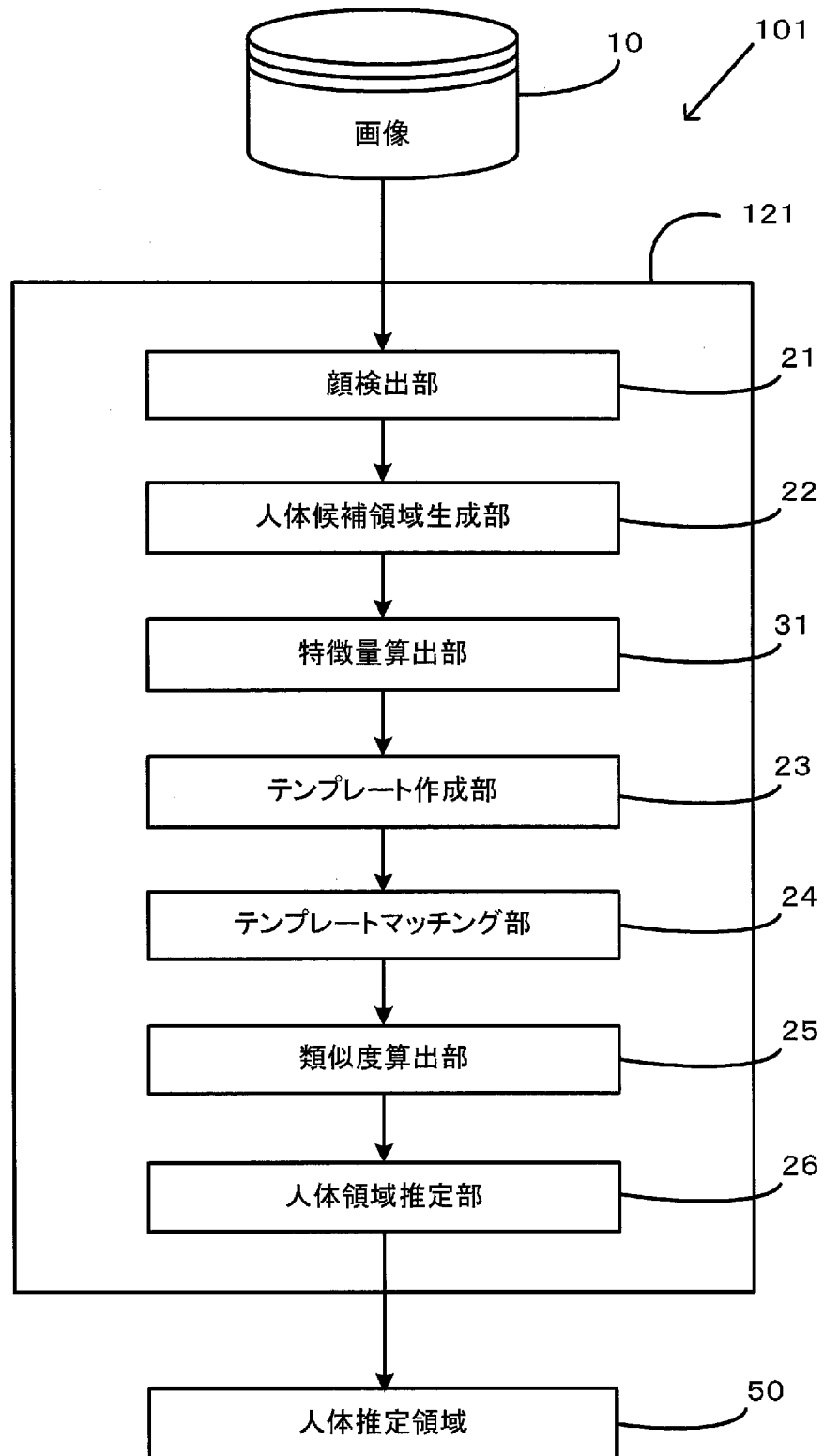
[図12]

【図12】

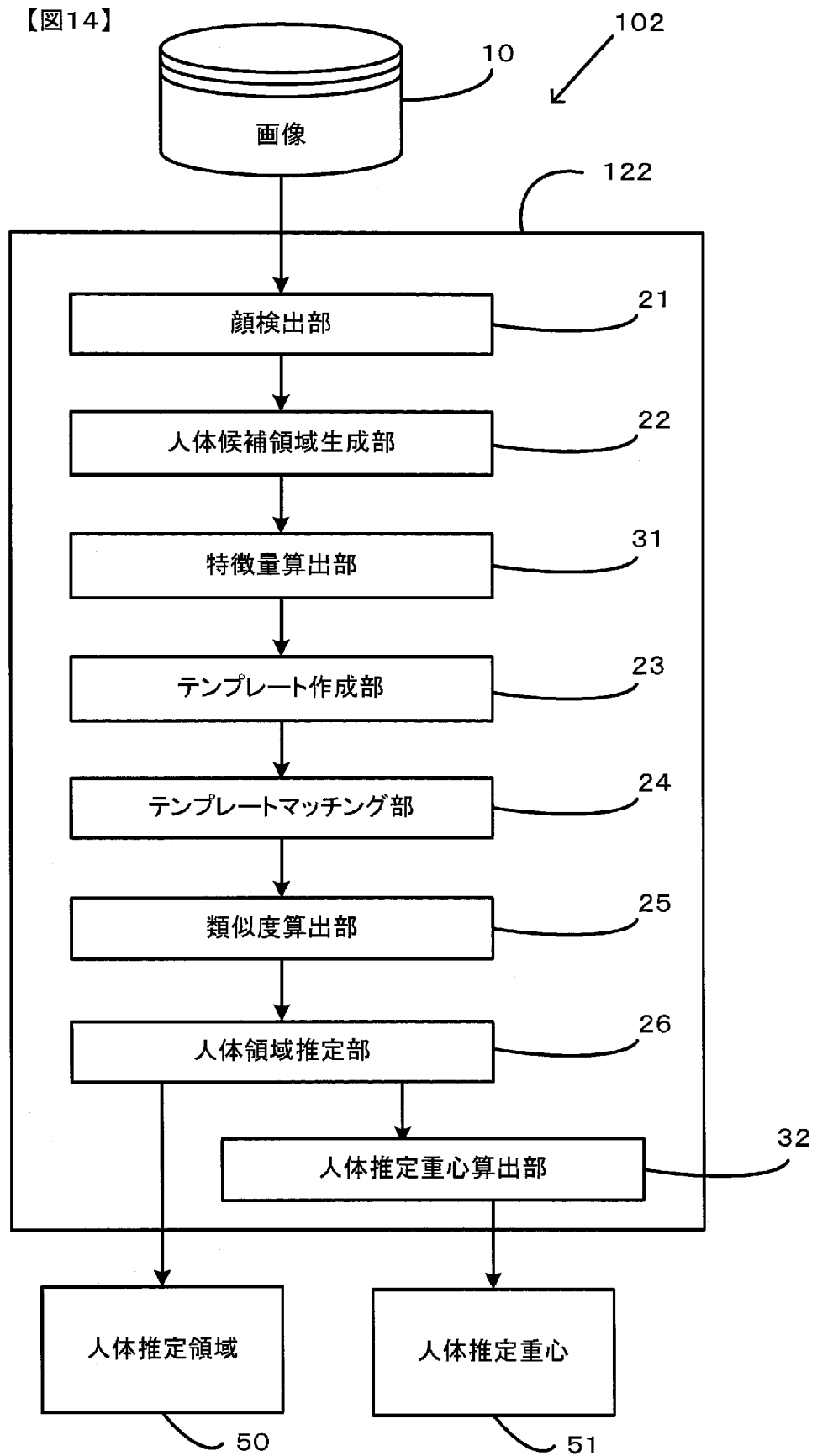


[図13]

【図13】

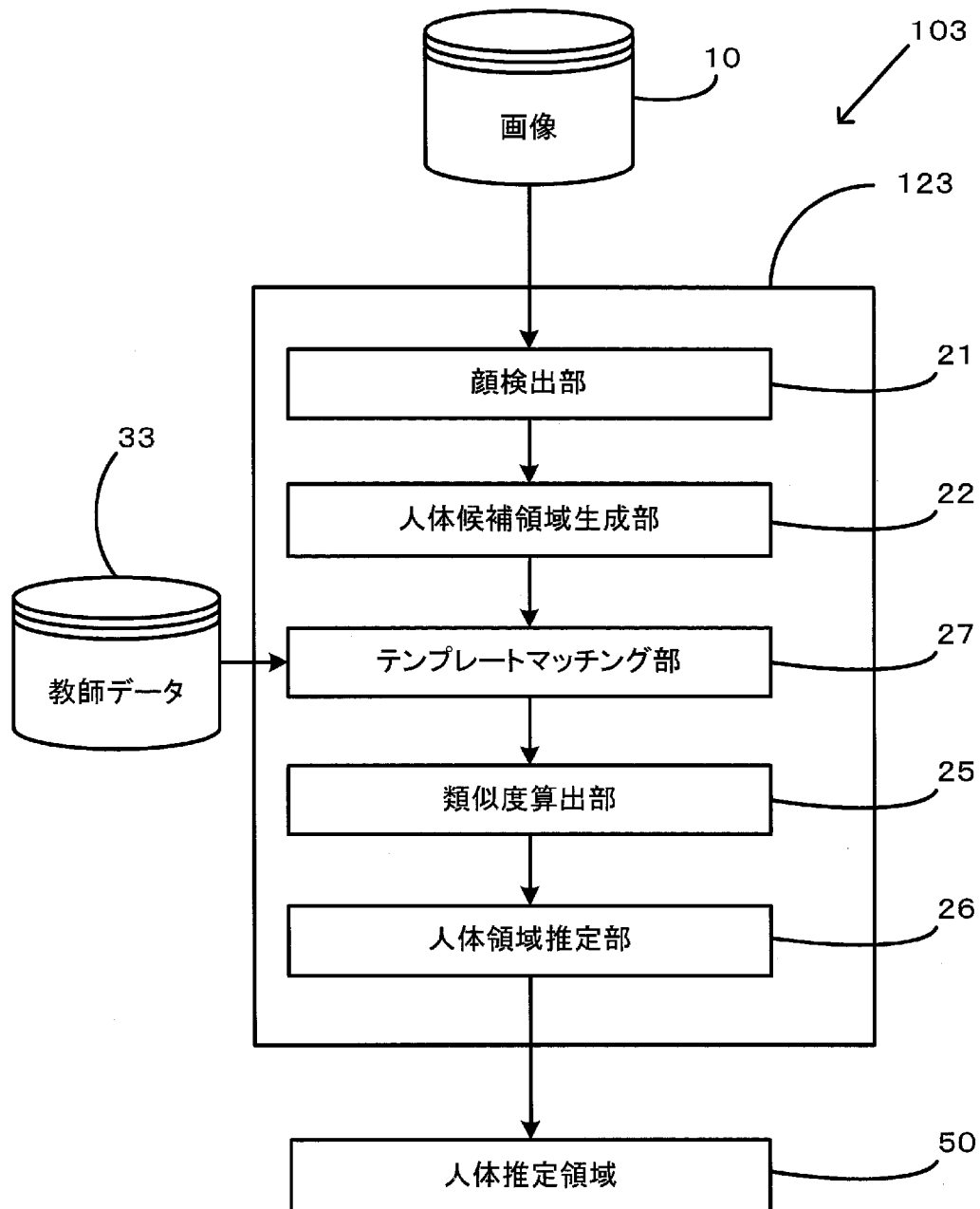


【図14】



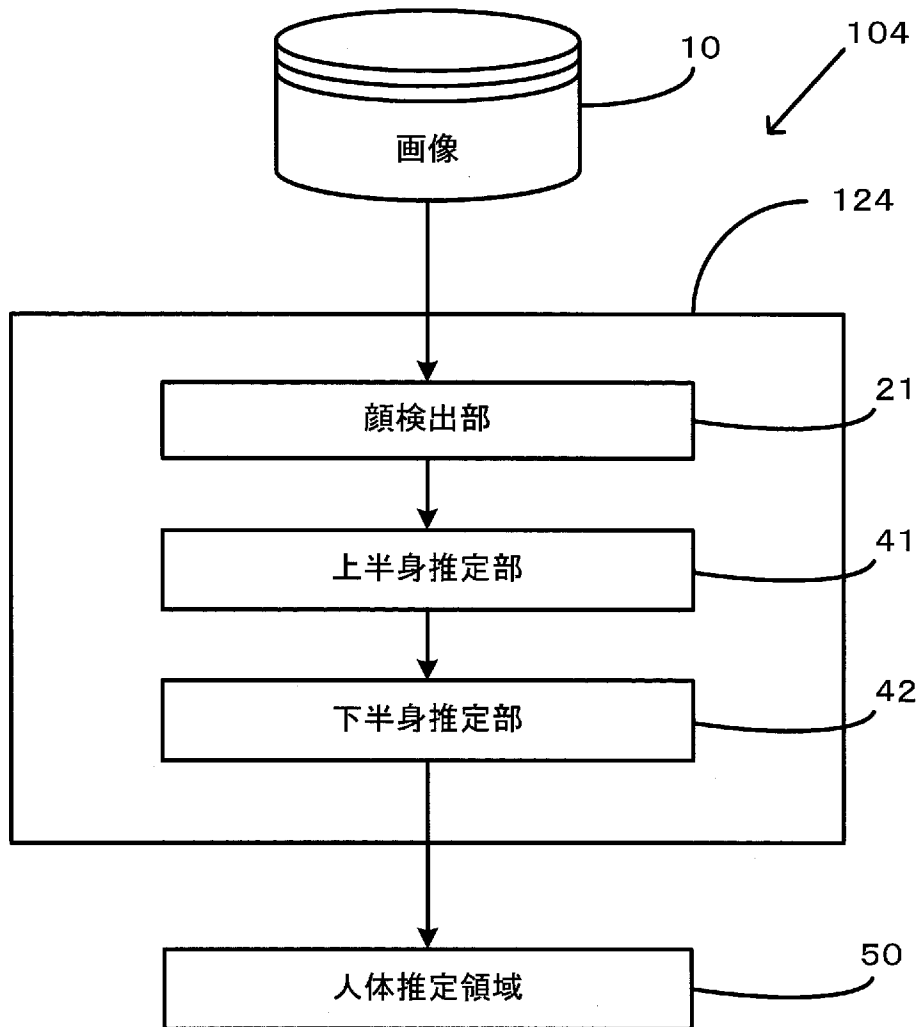
[図15]

【図15】



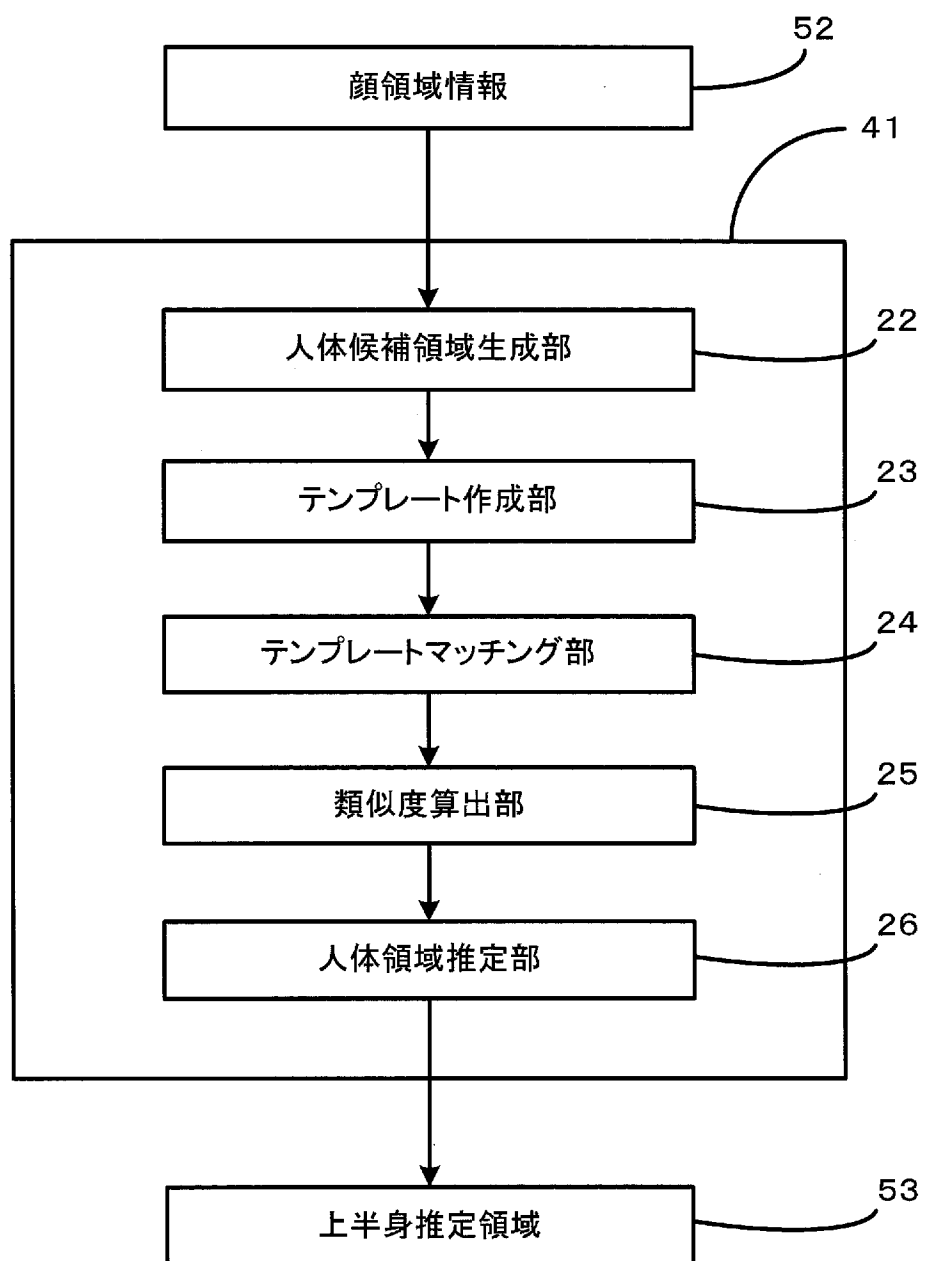
[図16]

【図16】



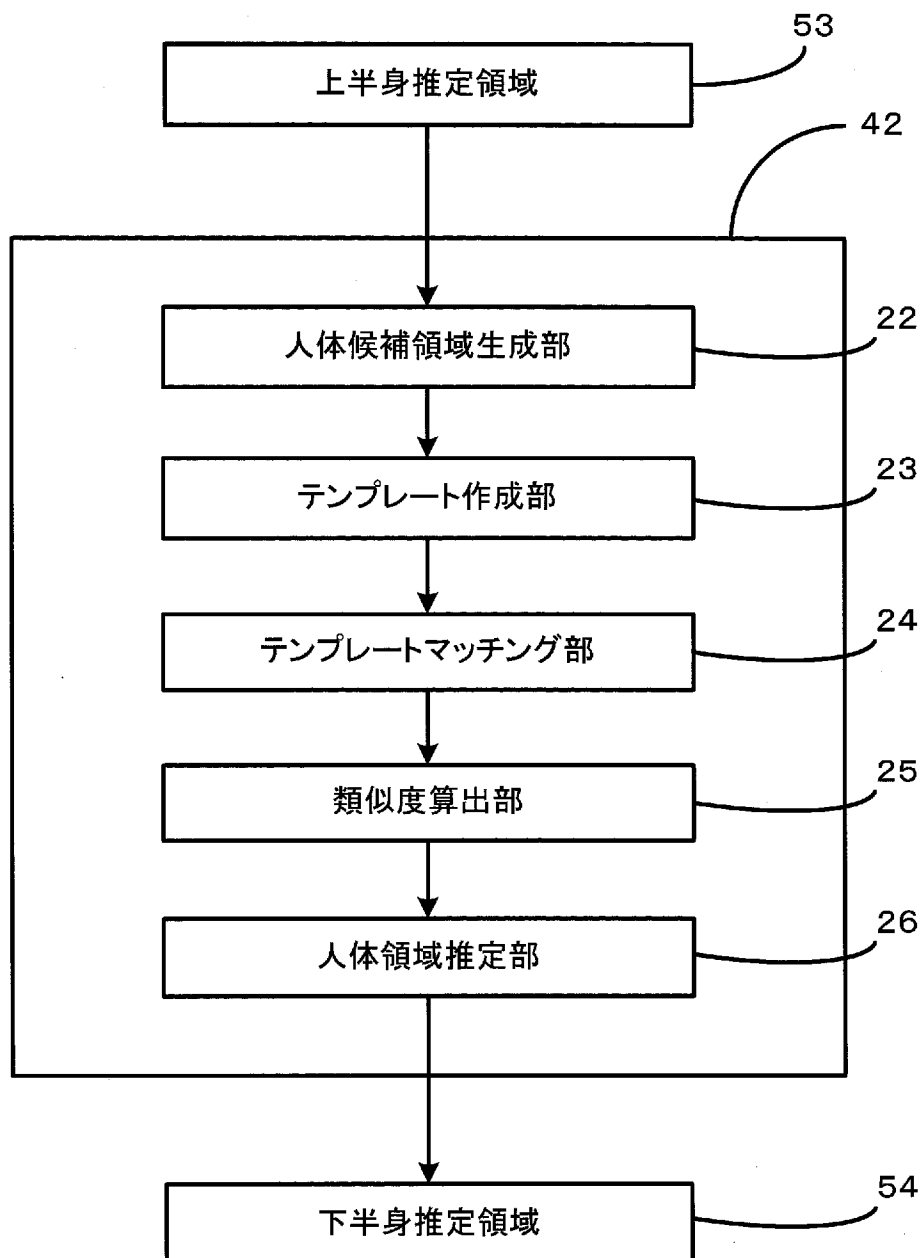
[図17]

【図17】



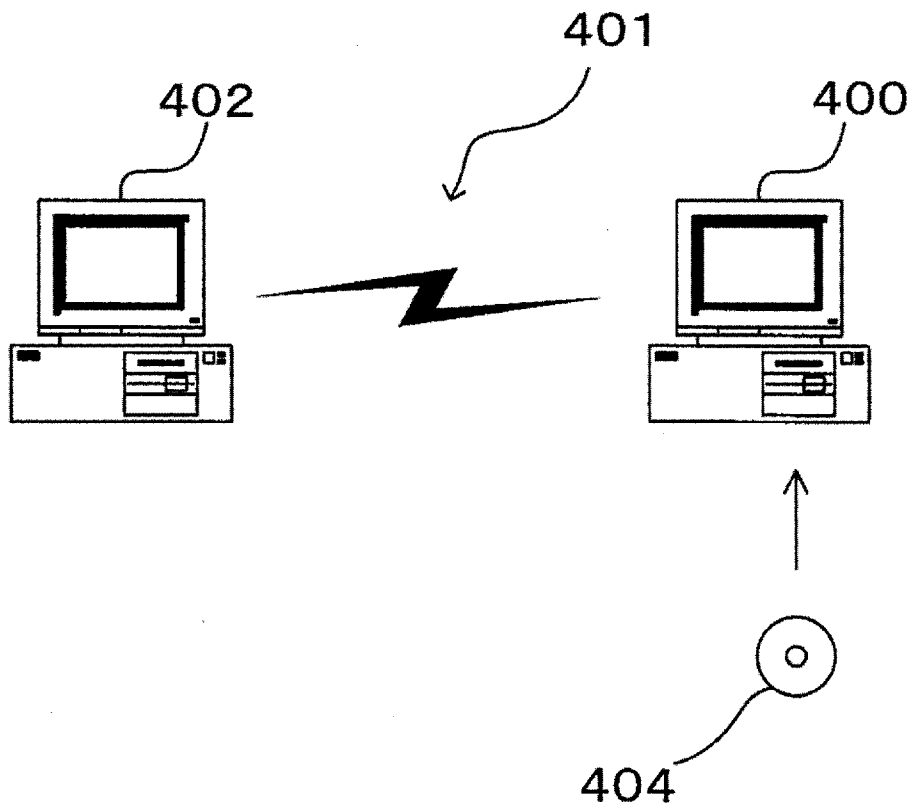
[図18]

【図18】



[図19]

【図19】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00(2006.01) i, G06T1/00(2006.01) i

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)

G06T7/00, G06T1/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2007-128513 A (Sony United Kingdom Ltd.), 24 May 2007 (24.05.2007), paragraphs [0051] to [0060]; fig. 3B, 4A & GB 2431717 A & GB 2431718 A & GB 522182 D0	1-13
A	JP 2007-96379 A (Casio Computer Co., Ltd.), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraph [0125] (Family: none)	1-13

☐ 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
05 April, 2012 (05.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06T7/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. G06T7/00, G06T1/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 請求項の番号
A	JP 2007-128513 A (ソニー・ユナイテッド・キングダム・リミテッド) 2007.05.24, 【0051】 - 【0060】, 【図3B】, 【図4A】 & GB 2431717 A & GB 2431718 A & GB 522182 D0	1 - 1 3
A	JP 2007-96379 A (カシオ計算機株式会社) 2007.04.12, 【0125】 (ファミリーなし)	1 - 1 3

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

0 5 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

佐藤 実

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 1

5 H

3 2 4 7