

(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
2011 年 8 月 18 日(18.08.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/099072 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/000848
- (22) 国際出願日: 2010 年 2 月 10 日(10.02.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 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): 服部 寛 (HATTORI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 薦田 璋子, 外(TSUTADA, Akiko et al.); 〒5410051 大阪府大阪市中央区備後町 1 丁目 7 番 10 号 ニッセイ備後町ビル 9 階 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, 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, RO, RS, RU, 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, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PATTERN DISCRIMINATION DEVICE

(54) 発明の名称: パターン識別装置

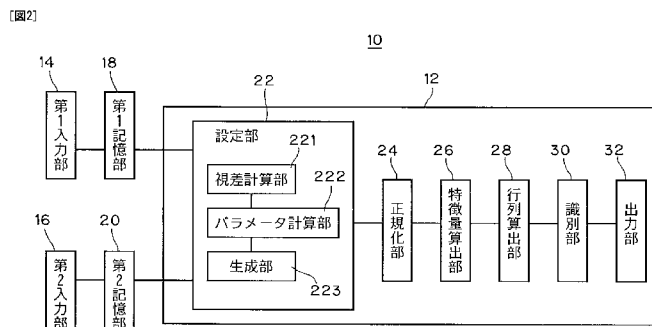


FIG. 2:
14 FIRST INPUT UNIT
16 SECOND INPUT UNIT
18 FIRST STORAGE UNIT
20 SECOND STORAGE UNIT
22 SETTING UNIT
221 DISPARITY CALCULATION UNIT
222 PARAMETER CALCULATION UNIT
223 GENERATION UNIT
24 NORMALIZATION UNIT
26 FEATURE VALUE CALCULATION UNIT
28 MATRIX CALCULATION UNIT
30 DISCRIMINATION UNIT
32 OUTPUT UNIT

(57) Abstract: The disclosed pattern discrimination device is provided with a setting unit for setting at least one area within a three-dimensional space in three-dimensional image data; a feature value calculation unit for calculating a pixel feature value for each pixel of the three-dimensional image data; a matrix calculation unit for (1) obtaining at least one three-dimensional point within the area for which the position is displaced by a specific mapping from a three-dimensional point of interest within the area, and (2) calculating a co-occurrence matrix representing the occurrence frequency of a combination of a pixel feature value of the point of interest within the area and a pixel feature value of each of the mapped points; and a discrimination unit for recognizing, on the basis of the combination of the specific mapping and the co-occurrence matrix, and a training sample of an object to be detected that has been learned beforehand, whether or not the object to be detected has been captured within the area.

(57) 要約: パターン識別装置は、3次元画像データにおける3次元空間中に少なくとも一つの領域を設定する設定部と、前記3次元画像データの画素毎に画

素特徴量を算出する特徴量算出部と、(1) 前記領域内の3次元座標上の注目点から特定の写像によって位置が変位する前記領域内の3次元座標上の点を少なくとも1つ求め、(2) 前記領域内の前記注目点の画素特徴量と、前記写像した各点の画素特徴量との組み合わせの発生頻度を表す共起行列を算出する行列算出部と、前記特定の写像と前記共起行列との組合せと、予め学習した検出対象物の学習サンプルに基づいて、前記領域内に前記検出対象物が撮像されているか否かを識別する識別部とを有する。

明 細 書

発明の名称： パターン識別装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像に含まれる物体の識別を行うパターン識別技術に関する。

背景技術

[0002] 非特許文献1には、画像から人間とそれ以外を区別するためのパターン認識（パターン識別）における特徴量抽出方法が開示されている。より詳細には、画像を複数の格子状の領域に分割し、領域毎に算出した輝度勾配方向のヒストグラムを特徴量としている。

[0003] また、特許文献1及び非特許文献2には、テクスチャ画像の種類を分類するための特徴量抽出方法が記載されている。特許文献1の技術は、画像の濃度 i の点から一定の距離と方向に平行移動した点の濃度が j である組み合わせの数 $P(i, j)$ を要素とする同時生起行列を特徴量としている。テクスチャ画像では等距離毎に類似した模様が繰り返し現れるため、等距離離れた2点における濃度値の同時生起を表す特徴量はテクスチャの識別に有効である。非特許文献2の技術は、画像の濃度値の代わりに、輝度勾配方向の同時生起行列を用いることで、照明変動に対してロバストな特徴量を抽出している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-207566号公報

非特許文献1：Navneet Dalal, and Bill Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," CVPR 2005, vol. 1, pp. 886-893, 2005.

非特許文献2：Rami Rautkorpi and Jukka Iivarinen, "A Novel Shape Feature for Image Classification and Retrieval," Proceedings of the International Conference on Image Analysis and Recognition, LNCS 3211, Part I, pages 753-760, Porto, Portugal, September 29-October 1, 2004.

非特許文献3 : T. Watanabe, S. Ito, K. Yokoi "Co-occurrence Histograms of Oriented Gradients for Pedestrian Detection Third Pacific Rim Symposium", PSIVT 2009 pp. 37-47

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 非特許文献 1 の技術では、格子状に区切った領域毎に輝度勾配分布を算出するので、領域内のテクスチャの構造情報が特徴量に反映されない。例えば、同一格子内において上下反対の模様であっても、その領域からは全く同一の特徴量が算出されることになり、識別に有効な情報が失われるという問題点があった。

[0006] また、特許文献 1 及び非特許文献 2 の技術で算出される特徴量は、空間位置が異なる 2 点の輝度あるいは輝度勾配に基づくので、構造に関する情報もある程度反映される。しかしながら、2 次元の画像に基づく特徴量であるため、物体の 3 次元形状を記述した特徴量でないという問題点があった。

[0007] そこで本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、3 次元画像データに対してより高い識別性能を有するパターン識別装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様に係るパターン識別装置は、3 次元画像データにおける 3 次元空間中に少なくとも一つの領域を設定する設定部と、前記 3 次元画像データの画素毎に画素特徴量を算出する特徴量算出部と、(1) 前記領域内の 3 次元座標上の注目点から特定の写像によって位置が変位する前記領域内の 3 次元座標上の点を少なくとも 1 つ求め、(2) 前記領域内の前記注目点の画素特徴量と、前記写像した各点の画素特徴量との組み合わせの発生頻度を表す共起行列を算出する行列算出部と、前記特定の写像と前記共起行列との組合せと、予め学習した検出対象物の学習サンプルに基づいて、前記領域内に前記検出対象物が撮像されているか否かを識別する識別部とを有する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、3次元画像データに対して高い識別性能を有する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施例を示すパターン識別装置の適用例の説明図。

[図2]パターン識別装置の構成図。

[図3]ステレオ画像の例を説明するための図。

[図4]候補矩形生成法を説明するための第1の図。

[図5]座標系を説明するための図。

[図6]視差計算を説明するための図。

[図7]候補矩形生成法を説明するための第2の図。

[図8]領域に対して定義するメッシュを説明するための図。

[図9]輝度勾配方向を説明するための図。

[図10]変位ベクトルを説明するための図。

[図11]輝度勾配方向の画像内の共起ヒストグラムを説明するための図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の一実施例のパターン識別装置10について図面を参照して説明する。

[0012] 本実施例では、図1に示すように、自動車の前方に2台のカメラを搭載し、自車の進行方向に存在する歩行者を検出することを想定している。

[0013] パターン識別装置10の構成について図2を参照して説明する。図2は、パターン識別装置10のブロック図を示す。パターン識別装置10は、第1入力部14、第2入力部16、第1記憶部18、第2記憶部20、特徴抽出装置12とを有する。特徴抽出装置12は、設定部22、正規化部24、特徴量算出部26、行列算出部28、識別部30、出力部32を有する。

[0014] 第1入力部14、第2入力部16は、2台のカメラを用いて撮影視点が異なるステレオ画像を入力する。撮像視野に重なりがあれば複数のカメラの互いの位置や方向は任意であるが、本実施例では、同一の2台のカメラを左右平行に配置してステレオ画像を撮影するものとする。

[0015] 図5に本実施例で使用する座標系を示す。座標系は、ステレオカメラ座標系と画像座標系からなる。

[0016] ステレオカメラ座標系は、3次元座標であり、その原点Oを右カメラの視点（レンズ中心）にとり、左右カメラの視点を結ぶ直線をX軸、鉛直下向きにY軸、カメラの光軸方向にZ軸を設定する。カメラ間の距離（基線長）をBとする。左カメラの位置は、 $(-B, 0, 0)$ と表せる。簡単のため、道路面を平面でモデル化し、かつ、水平方向の傾斜が微小であるとして無視すると、道路平面は、ステレオカメラ座標系において $Y = \alpha Z + \beta$ と表記される。 α は、ステレオカメラから見た道路平面の傾斜を表し、 β は、ステレオカメラの路面からの高さを表す。以下では、 α 、 β を合わせて路面パラメータと呼ぶ。一般に道路の傾斜は場所毎に異なり、かつ、車両走行時にはカメラが振動するため、路面パラメータは車両の移動に伴って時々刻々変化する。

[0017] 画像座標系は、2次元座標であり、各画像に設定するものである。画像座標系は、右画像の水平方向にx軸、垂直方向にy軸を設定し、同様に、左画像の水平方向にx'軸、垂直方向にy'軸を設定し、左右画像の水平方向x軸、x'軸は、X軸方向と一致するものとする。このような場合、右画像上の点 (x, y) の左画像上の対応点を (x', y') とすると、 $y = y'$ となるので、水平方向の位置の違いのみを考えれば良い。以下ではこの水平方向の違いを「ステレオ視差」と呼び、右画像を基準画像として、視差 $d = x' - x$ と表記する。ステレオ視差は、以下では単に「視差」という

第1記憶部18、第2記憶部20は、第1入力部14、第2入力部16で取得した2枚のステレオ画像のデータを記憶する。

[0018] 設定部22は、図2に示すように、視差計算部221、パラメータ計算部222、生成部223を有し、道路上に存在する立体物を候補領域として抽出する。候補領域は図3の点線矩形が示すように、立体物をどちらか一方の画像上で、もしくは、左右両方の画像上で抽出する。以下にその詳細を説明する。

[0019] 視差計算部 221 は、第 1 記憶部 18、第 2 記憶部 20 で記憶しているステレオ画像間の視差 d を計算する。

[0020] 図 6 に示すように、視差計算部 221 は、基準画像である右画像の任意の点 $x = (x, y)$ に対し、左画像上の同一の走査線上を探索して対応点 $x' = (x', y) \text{ }^T = (x + d, y)$ を求める。この場合の視差 d は、非負、すなわち、 $d \geq 0$ となるので、視差計算部 221 は、探索の際には同一座標より右側のみを調べれば良い。より具体的には、図 6 のように、視差計算部 221 は、右画像上の点 x の周囲にウィンドウを設定し、その内部の輝度パターンと最も類似した輝度パターンを同じサイズのウィンドウ内に持つ点を左画像の同一走査線から求める。輝度パターンの類似性の評価尺度としては、例えば正規化相互相関 C を用いる。視差計算部 221 が、探索ウィンドウのサイズを $(2w + 1) \times (2w + 1)$ 画素と設定し、左右画像に設定したウィンドウ内の輝度を各々 $f(\xi, \eta)$ 、 $g(\xi, \eta)$ と表現すると、正規化相互相関 C は次の式 (1) で与えられる。

[数1]

$$C = \frac{1}{N} \times \frac{1}{\sigma_1 \sigma_2} \sum_{\eta=-w}^w \sum_{\xi=-w}^w (f(\xi, \eta) - \bar{f}) \times (g(\xi, \eta) - \bar{g}) \quad (1)$$

[0021] $N = (2w + 1)^2$ はウィンドウ内の画素数、 $\bar{f}$ 、 $\bar{g}$ はウィンドウ内の輝度の平均、 σ_1^2 、 σ_2^2 は各ウィンドウ内の輝度の分散を表し、次の式 (2)、式 (3) で与えられる。なお、バー記号 $\bar{\cdot}$ の付された文字 f 、 g は、本文中では「 $\bar{f}$ 」、「 $\bar{g}$ 」と表記する。

[数2]

$$\bar{f} = \frac{1}{N} \sum_{\eta=-w}^w \sum_{\xi=-w}^w f(\xi, \eta), \quad \bar{g} = \frac{1}{N} \sum_{\eta=-w}^w \sum_{\xi=-w}^w g(\xi, \eta) \quad (2)$$

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{N} \sum_{\eta=-w}^w \sum_{\xi=-w}^w \{f(\xi, \eta) - \bar{f}\}^2, \quad \sigma_2^2 = \frac{1}{N} \sum_{\eta=-w}^w \sum_{\xi=-w}^w \{g(\xi, \eta) - \bar{g}\}^2 \quad (3)$$

[0022] 視差計算部 221 は、基準画像上の任意の点に対して、正規化相互相関 C

を用いて対応点を探索すれば、全ての点に対する視差 d 、すなわち、視差マップを得る。

[0023] パラメータ計算部 222 は、視差計算部 221 で計算した視差マップを用いて路面パラメータ $p = (\alpha, \beta)$ を算出する。

[0024] まず、パラメータ計算部 222 が、基準画像上の点 (x, y) の視差 d から、その点の 3 次元位置 (X, Y, Z) を求める方法について説明する。3 次元空間中の点 (X, Y, Z) と、その左右画像への投影像 (x', y) 、 (x, y) の間には、次の式 (4) が成り立つ。

[数3]

$$\begin{cases} x = X/Z \\ y = Y/Z \\ d = x' - x = B/Z \end{cases} \quad (4)$$

[0025] 式 (4) を X, Y, Z について解くと、

[数4]

$$X = \frac{B}{d}x, \quad Y = \frac{B}{d}y, \quad Z = \frac{B}{d} \quad (5)$$

[0026] を得る。パラメータ計算部 222 は、視差 d が得られた基準画像上の点における 3 次元位置を上記の式 (5) を用いて求める。パラメータ計算部 222 は、これらの計測値の内、道路面と距離が近い点を選択して、道路面の方程式 $Y = \alpha Z + \beta$ に代入すれば路面パラメータ $p = (\alpha, \beta)$ を得る。道路面に近い点は、次の式 (6) の条件を満たす点として抽出される。

[数5]

$$|Y_p - Y| \leq \Delta Y \quad (6)$$

[0027] ここで、 ΔY は閾値であり、適当な値を予め設定しておく。 Y_p は、点 (X, Y, Z) を通って Y 軸に平行な直線と基準道路面との交点の Y 座標を表す

。基準道路面の路面パラメータ p は、例えば、車両が停止しているときに平坦な道路で計測する。基準道路面の路面パラメータを $\alpha^{\wedge}$ 、 $\beta^{\wedge}$ とすると、 Y_p は、次の式（７）により与えられる。なお、ハット記号 $\wedge$ の付された文字 α 、 β は、本文中では「 $\alpha^{\wedge}$ 」、「 $\beta^{\wedge}$ 」と表記する。

[数6]

$$Y_p = \hat{\alpha}Z + \hat{\beta} \quad (7)$$

[0028] 生成部 223 は、次の手順に従って歩行者が含まれる領域を生成する。

[0029] まず、生成部 223 は、視差マップ上の任意の点（ x ， y ）に対し、図 4 に示すように、その点を下辺の中点とする矩形を設定する。矩形の下辺は道路面とほぼ接しており、また、矩形の大きさは検出対象物である人間の縦横のサイズを考慮して決められる。例えば、人間の身長と横幅の代表値を各々 H ， W とした場合、その高さ h と幅 w は、次のように求めることができる。道路面の方程式 $Y = \alpha Z + \beta$ と式（４）から、

[数7]

$$1/Z = (y - \alpha)/\beta \quad (8)$$

[0030] となるので、高さ h と幅 w は、次の式（９）から計算できる。

[数8]

$$w = \frac{W}{Z} = \frac{W}{\beta}(y - \alpha), \quad h = \frac{H}{Z} = \frac{H}{\beta}(y - \alpha) \quad (9)$$

[0031] このように画像上の縦方向の位置、すなわち y 座標によって画像上の矩形のサイズは変化する。また、人間の様々な大きさに対応するため、図 4 のように、生成部 223 は、画像上の各点（ x ， y ）に対し、複数種類の矩形を用意する。図 4 では 3 種類の矩形を例示している。

[0032] 次に、生成部 223 は、このようにして各点（ x ， y ）に設定した矩形内

の視差 d から、図 7 (a) のように矩形 R 内に人間（歩行者）が含まれる可能性を評価する。矩形 R 内に人間が含まれる場合、矩形 R 内のカメラからの距離、すなわち奥行きがほぼ一様となるので、視差も一様となる。また、その視差 d_p は、点 (x, y) が道路面と接するので、式 (10) により与えられる。

[数9]

$$d_p = \frac{B}{\beta}(y - \alpha) \quad (10)$$

[0033] したがって、矩形 R 内の任意の点の視差 d_i とすると、視差の均一性は、

[数10]

$$|d_i - d_p| \leq \Delta d \quad (11)$$

[0034] を満たす点の数 N で評価できる。矩形 R の大きさによる影響を考慮するため、矩形 R の面積 $S = w \times h$ で正規化し、生成部 223 は、次の式 (12) を満たす矩形 R を候補領域として登録する。

[数11]

$$\hat{N} = N/S \geq N_{min} \quad (12)$$

[0035] N_{min} は閾値であり、予め適切な値を設定しておく。なお、図 7 (b) に示すように対象よりも小さい矩形 R でも矩形 R 内の視差は均一となるので、 $\hat{N}$ が大きな値となり、上記の条件を満たす場合がある。したがって、ある点に対し複数サイズの矩形が上記を満たす場合には、最も大きな矩形 R だけを候補領域 R として選択しても良い。

[0036] 次に、上記の処理によって、生成部 223 は、 N 個 ($N \geq 0$) の候補領域 $R_1 \sim R_N$ を生成する。図 3 には、3 個の候補領域 R_1, R_2, R_3 を示す。さらに、これらの左画像における対応領域 $R'_1 \sim R'_N$ を抽出しても良い。各矩形 R の下辺は道路面と接触しており、その視差が式 (10) により与えられ

るため、対応領域 $R'_1 \sim R'_N$ は各矩形 R の下辺の y 座標から生成することができる。

[0037] なお、視差計算部 221、パラメータ計算部 222、生成部 223 を有する設定部 22 は、図 3 の点線矩形が示すようにステレオ画像間で対応する領域を設定しても良いし、どちらか一方の領域を設定しても良い。以下では、設定部 22 は、右画像を基準画像とし、右画像上で N 個の領域 $R_1 \sim R_N$ を抽出するものとする。

[0038] 正規化部 24 は、設定部 22 によって設定された N 個の領域 $R_1 \sim R_N$ を予め定めたサイズに正規化する。正規化のサイズは任意であるが、本実施例では 48×24 画素の縦長の矩形に揃えるものとする。

[0039] 特徴量算出部 26 は、正規化部 24 によって正規化された領域の画像データの画素特徴量を画素毎に算出する。

[0040] 画素特徴量としては、例えば、輝度勾配方向を用いる。輝度勾配方向は照明変動等に対してロバストな画素特徴量であり、明るさの変化が大きい環境下でも有効な画素特徴量である。明るさの変化が比較的小さい場合には、輝度の値自身を画素特徴量として用いても良いし、輝度の階調数を減らしても良い。以下の説明では、画素特徴量として輝度勾配方向を用いた場合について説明する。

[0041] 特徴量算出部 26 は、算出した輝度勾配方向は適当な範囲の離散値、例えば、図 9 に示すような 8 方向に量子化する。なお、図 9 では、各方向に対応するように、それぞれ 1 ～ 8 の数字が付されている。

[0042] 行列算出部 28 は、正規化された領域毎に共起特徴を抽出して出力する。本実施例の場合には、共起特徴は、特徴ベクトル λ である。

[0043] まず、行列算出部 28 は、正規化部 24 によって正規化された各領域を図 8 のようなメッシュ状に区切り、メッシュ毎に共起ヒストグラムを算出する。メッシュ数は任意であるが、例えば図 8 に示すように縦、横を 8×4 個に分割する。領域全体が 48×24 画素であるから、メッシュの 1 区画が、 6×6 の画素から構成される。以下に共起ヒストグラムについて説明する。

- [0044] 図10は、図8のメッシュの1区画を拡大表示し、第1の軸を横 x 、第2の軸を縦 y に定義し、さらに第3の軸として視差 d を定義したものである。各ブロック（すなわち、各画素）は画像位置 (x, y) と視差 d の組み合わせである3次元座標 (x, y, d) で表現される。
- [0045] 視差 d は1画素につき1つずつ計算されるので、ある画素 (x, y) に対して、どれか1つの視差 d しかデータがないこととなるが、未定義の3次元位置に対しては、未定義を表すラベルを格納しておく。
- [0046] ある注目点（ある注目する画素） $r = (x, y, d)$ （図10の中央の点）と、その注目点から変位ベクトル $\delta = (\delta_x, \delta_y, \delta_d)$ だけ離れた点、すなわち、注目点 r を変位ベクトル δ で写像した写像点 $r + \delta$ を複数考える。例えば、行列算出部28が、 D 種類（例えば、20通り）の変位ベクトル δ を予め記憶しておき、20通りの写像点 $r + \delta$ を求める。図10の実線矢印は変位ベクトル $\delta = (-2, 2, 2)$ の場合を示している。注目点 r の画素特徴量と写像点 $r + \delta$ の画素特徴量をそれぞれ i, j として、図11(a)に示すような共起行列を定義する。図11(a)の縦軸と横軸の矢印と数字は、図9の矢印と数字に対応する。注目点 r の画素特徴量 i と写像点 $r + \delta$ の画素特徴量 j の組み合わせが $(i, j) = (0, 1)$ の場合には、共起行列の要素 $h_{0,1}$ に対応する。一般に共起行列 $h_{i,j}$ を次の式(13)のように定義する。

[数12]

$$h_{ij} = \#\{x | I(x) = i, I(x + \delta) = j\} \quad (13)$$

- [0047] ここで $\#$ は中括弧内が表示集合の要素数（発生頻度）を示す。また、 $I(x)$ 等は画像上の点 x における画素特徴量を示す。すなわち、式(13)の共起行列 $h_{i,j}$ は、変位ベクトル δ によって定義される2つの点（注目点と写像点）における画素特徴量 i, j の組み合わせに関して、メッシュの1区画内での分布を示す2次元のヒストグラムである。なお、メッシュの1区画内での分布を求めるために、メッシュの1区画内の3次元座標上の全ての点（

画素)を順番に注目点 r として設定し、共起行列 h_{ij} を求める。共起行列 h_{ij} は 1 つの変位ベクトル δ に対して定義されるため、 D 種類の変位ベクトル δ を用いた場合には、 D 枚の 2 次元ヒストグラムが生成される。この 2 次元ヒストグラムが、共起ヒストグラムである。

[0048] 図 11 (b) は、注目点 r からチェビシェフ距離が 1 の 2 次元の変位ベクトル δ を示す。これらの 2 次元ベクトルを各奥行きに対して定義する。ここで、例えば、 $\delta = (-1, 0)$ は、注目点と写像点を入れ替えれば $\delta = (1, 0)$ で代用可能であるため、チェビシェフ距離が 1 の 2 次元の変位ベクトル δ は $\delta_1 \sim \delta_4$ の 4 種類存在する。

[0049] 図 10 に示すように奥行き (視差 d) を注目点の前後に 5 段階とした場合、変位ベクトル δ の種類は $D = 4 \times 5 = 20$ 種類となる。輝度勾配方向が 8 段階であるので、図 8 のメッシュの 1 区画につき、 $8 \times 8 \times 20 = 1280$ 次元の特徴ベクトルが算出される。

[0050] この例では、メッシュ総数が $8 \times 4 = 32$ 個だから、1 つの領域から $1280 \times 32 = 40960$ 次元の特徴ベクトル λ が生成される。 N 個の領域に対して同様の処理を行って得た N 本の特徴ベクトル λ を識別部 30 に出力する。

[0051] 識別部 30 は、行列算出部 28 が算出した N 本の特徴ベクトル λ を用いて識別処理を行う。

[0052] 具体的には、特徴ベクトル λ に対して線形な関数 $g(\lambda)$ を式 (14) のように定義して、その関数 $g(\lambda)$ の出力の大小によって検出対象物 (本実施例では歩行者) か否かを判定する。例えば、関数 $g(\lambda)$ の値が閾値より大きければ歩行者であると識別する。

[0053]
$$g(\lambda) = w^T \lambda + b \quad \cdots (14)$$

但し、「 w 」は λ と同じ次元数を持つベクトルであり、「 b 」は定数項である。また、「 T 」はベクトルの転移を表す。 w と b は、検出対象物 (本実施例では歩行者) の学習サンプルを用いて予め学習しておく。学習方法としては、例えばサポートベクターマシンを用いればよい。

- [0054] 出力部 32 は、識別部 30 が行った識別処理の結果、すなわち、歩行者であるか否かの結果を出力する。
- [0055] 本実施例によれば、物体の 3 次元形状を反映した画素特徴量を算出することにより、高い精度のパターン識別を実現できる。
- [0056] 本実施例では、車両の前方に設置したカメラを用いて進行方向に存在する歩行者を検出する場合について説明した。しかし、車両の側方や後方にカメラを設置しても良いし、車両ではなく他の移動体、例えばロボットにカメラを搭載する場合にも適用可能である。また、カメラを設置するのが移動体に限定されることはなく、監視カメラのような場合であっても良い。
- [0057] また、本実施例では、人間を検出する場合について説明した。しかし、検出対象物はこれに限定されるものではなく、他の検出対象物であっても適用可能である。また、人間と車両の同時検出といった複数クラスの物体を検出する場合であっても良い。
- [0058] また、本実施例では、2 台のカメラを左右平行に並べた場合のステレオ視について説明した。しかし、2 台以上であればカメラの台数は任意であり、また、視野に重なりがあればそれら複数のカメラをどのように配置しても良い。
- [0059] また、本実施例では、特徴量算出部 26 によって算出する画素特徴量として、輝度勾配方向を 8 段階に量子化した場合を説明した。しかし、輝度勾配を上下（2 と 6）、左右（0 と 4）等を同一視した 4 方向に量子化しても良いし、輝度勾配の方向ではなく、大きさを用いても良い。あるいは、ガウシアンフィルタ、ソーベルフィルタ、ラプラシアンフィルタ等のフィルタの出力値を用いても良い。さらに、これらの内のいくつかを組み合わせ、各画素について複数種類の画素特徴量を算出しても良い。
- [0060] また、本実施例では、ステレオカメラを入力部 16、18 として、奥行き復元処理を行う方式について説明した。しかし、直接、3 次元画像を入力可能な撮影装置を用いても良い。このような装置としては、例えば、医療分野で使われる CT 装置や MRI 装置の 3 次元ボクセルデータ等がある。

- [0061] また、本実施例では、行列算出部 28 は 2 つの画素における特徴の共起を算出する場合について説明した。しかし、一般に N 個の画素 (N は 3 以上の任意の整数) における共起特徴を算出しても良い。2 つの画素における画素特徴量の共起により生成される共起ヒストグラムが 2 次元であるのに対し、 N 個の画素における画素特徴量の共起を表現するためには N 次元の共起ヒストグラムが必要となる。
- [0062] また、本実施例では、行列算出部 28 は同一種類の特徴 (輝度勾配方向) の共起を算出する場合について説明した。しかし、輝度勾配方向と輝度など、異なる画像特徴量同士の共起を算出しても良い。複数の画像特徴量を用いることで識別精度を向上させることが可能である。
- [0063] また、本実施例では、行列算出部 28 における変位ベクトルを $\delta = (\delta_x, \delta_y, \delta_d)$ とした平行移動で写像点を求める方法について複数記載した。しかし、これに限らず、変位ベクトルとして回転移動ベクトル、その他の写像を行うベクトルを用いても良い。
- [0064] なお、本発明は上記実施例そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施例に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施例に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

- [0065] 10・・・パターン識別装置、12・・・特徴抽出装置、14・・・第1入力部、16・・・第2入力部、18・・・第1記憶部、20・・・第2記憶部、22・・・設定部、24・・・正規化部、26・・・特徴量算出部、28・・・行列算出部、30・・・識別部、32・・・出力部

請求の範囲

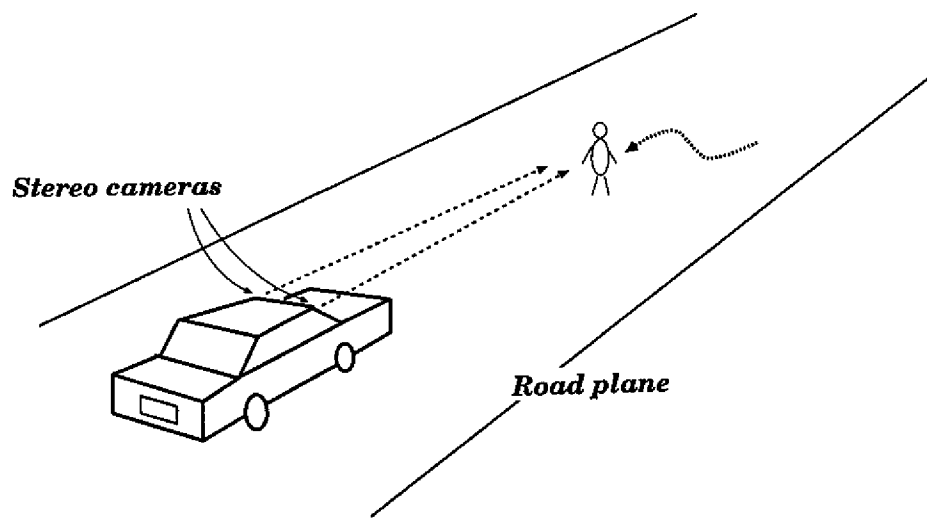
- [請求項1] 3次元画像データにおける3次元空間中に少なくとも一つの領域を設定する設定部と、
- 前記3次元画像データの画素毎に画素特徴量を算出する特徴量算出部と、
- (1) 前記領域内の3次元座標上の注目点から特定の写像によって位置が変位する前記領域内の3次元座標上の点を少なくとも1つ求め、
- (2) 前記領域内の前記注目点の画素特徴量と、前記写像した各点の画素特徴量との組み合わせの発生頻度を表す共起行列を算出する行列算出部と、
- 前記特定の写像と前記共起行列との組合せと、予め学習した検出対象物の学習サンプルに基づいて、前記領域内に前記検出対象物が撮像されているか否かを識別する識別部と、
- を有することを特徴とするパターン識別装置。
- [請求項2] 視点の異なる複数の2次元画像データを入力する入力部と、
- 前記2次元画像データ間の視差を計算する視差計算部と、
- をさらに有し、
- 前記設定部は、前記2次元画像データのうちの一枚の画像上の2次元座標で表した前記視差が求められた点と、前記視差が求められた点における前記視差とを有する前記3次元画像データの3次元空間に前記領域を設定し、
- 前記特徴量算出部は、前記3次元画像データの前記画素毎に前記画素特徴量を算出する、
- ことを特徴とする請求項1に記載のパターン識別装置。
- [請求項3] 前記設定部は、前記視差と特定の値との差の大きさが基準よりも小さい前記視差が求められた点の数が、閾値より多い前記3次元空間中に前記領域を設定する、
- ことを特徴とする請求項2に記載のパターン識別装置。

[請求項4] 前記画素特徴量が、輝度勾配方向、輝度勾配の大きさ、又は、輝度である、

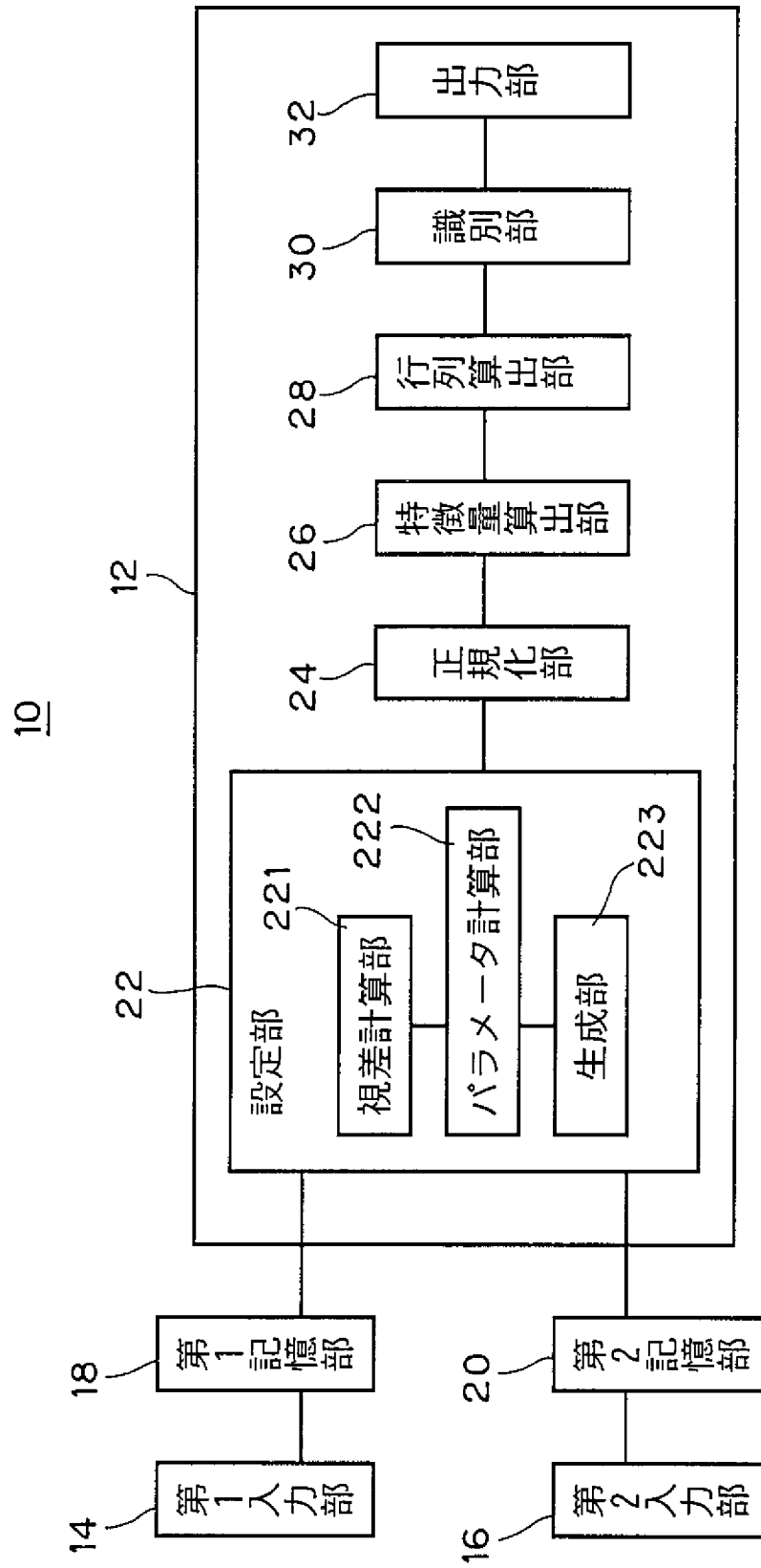
ことを特徴とする請求項 3 に記載のパターン識別装置。

[請求項5] 前記 3 次元画像データが、3 次元ボクセルデータである、
ことを特徴とする請求項 1 に記載のパターン識別装置。

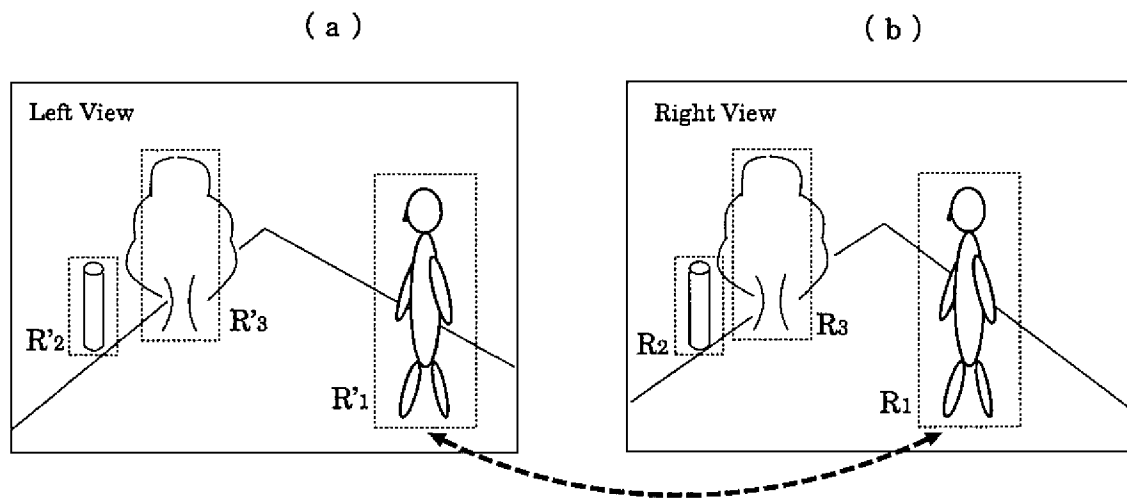
[図1]



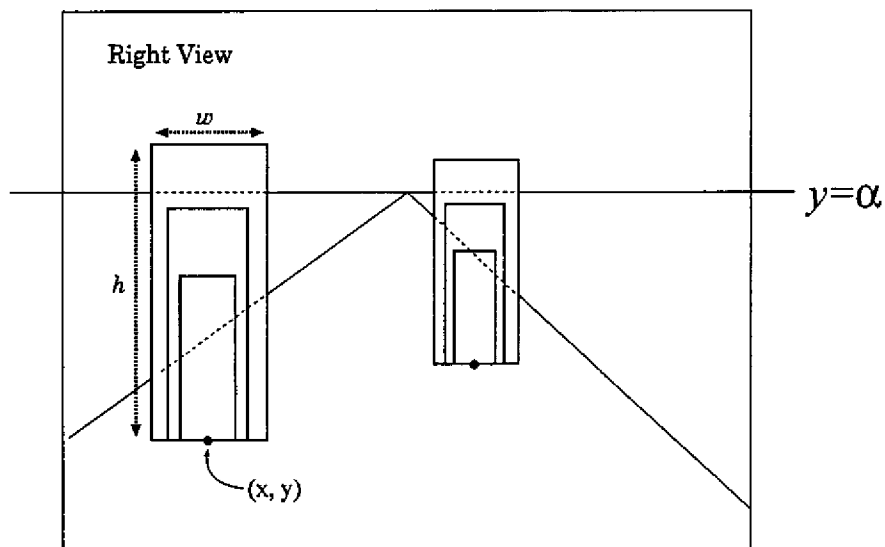
[図2]



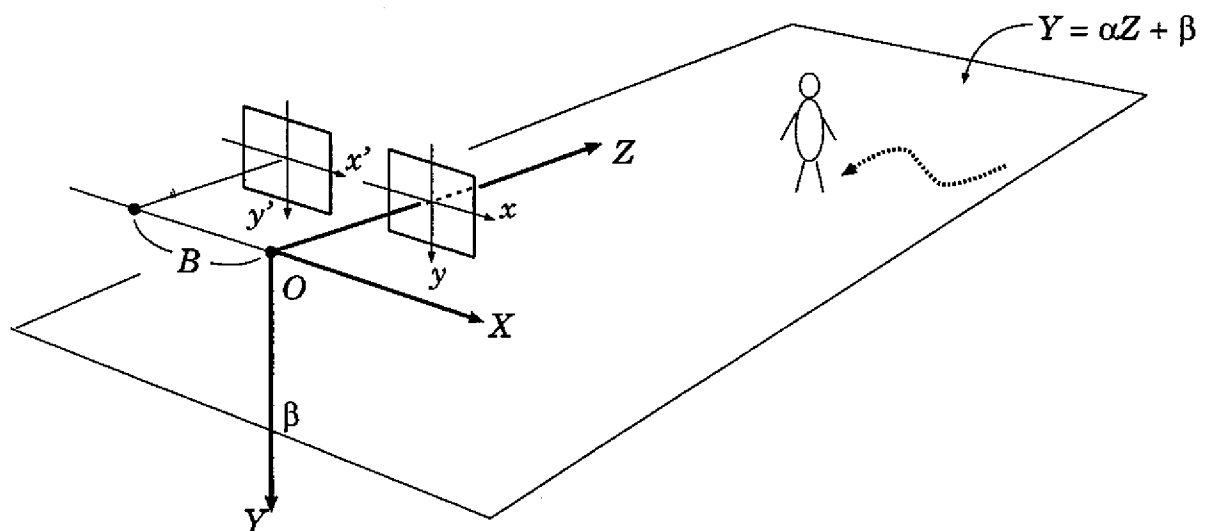
[図3]



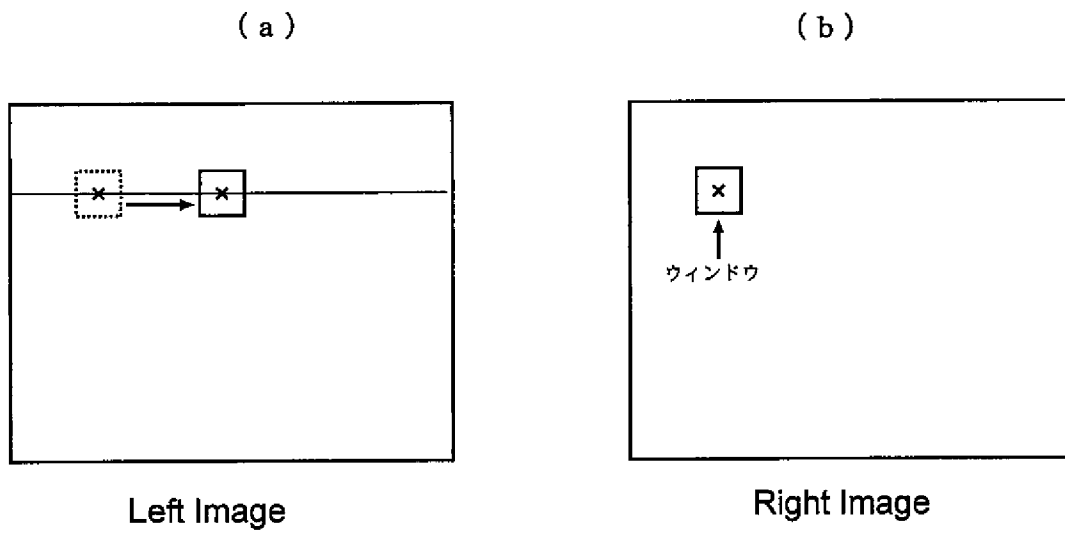
[図4]



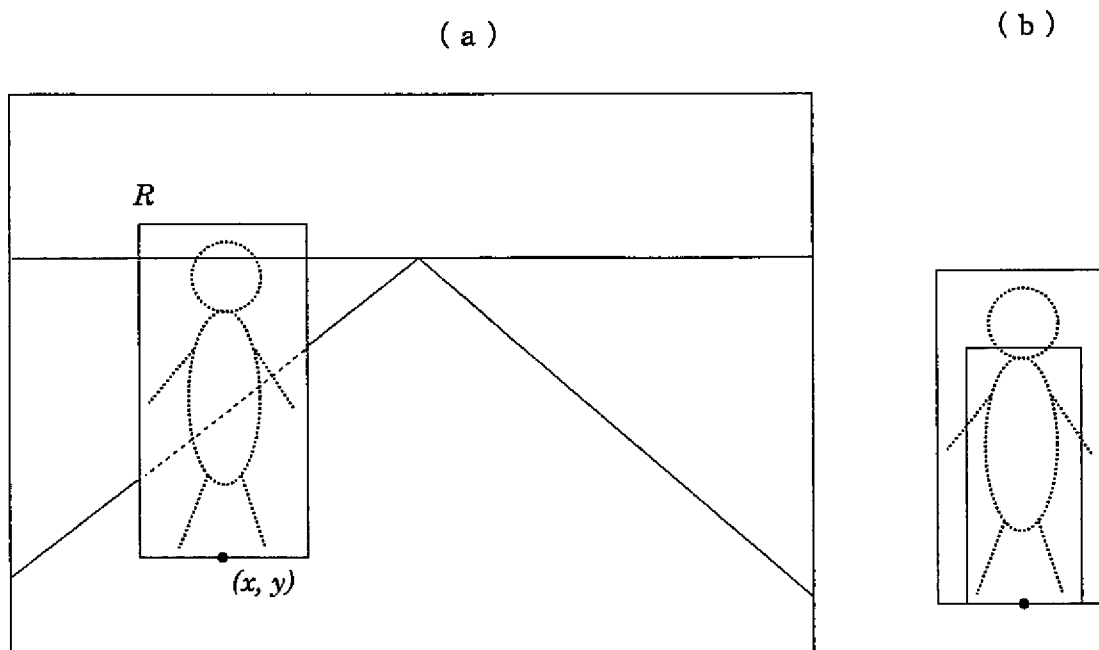
[図5]



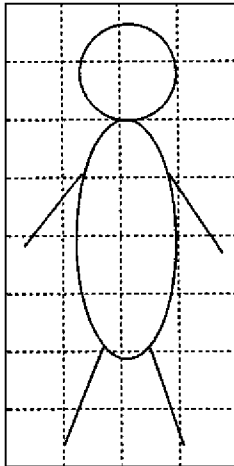
[図6]



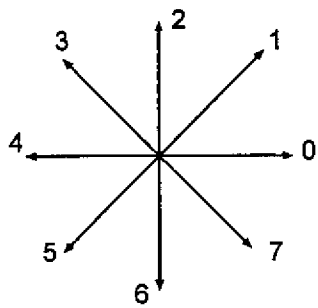
[図7]



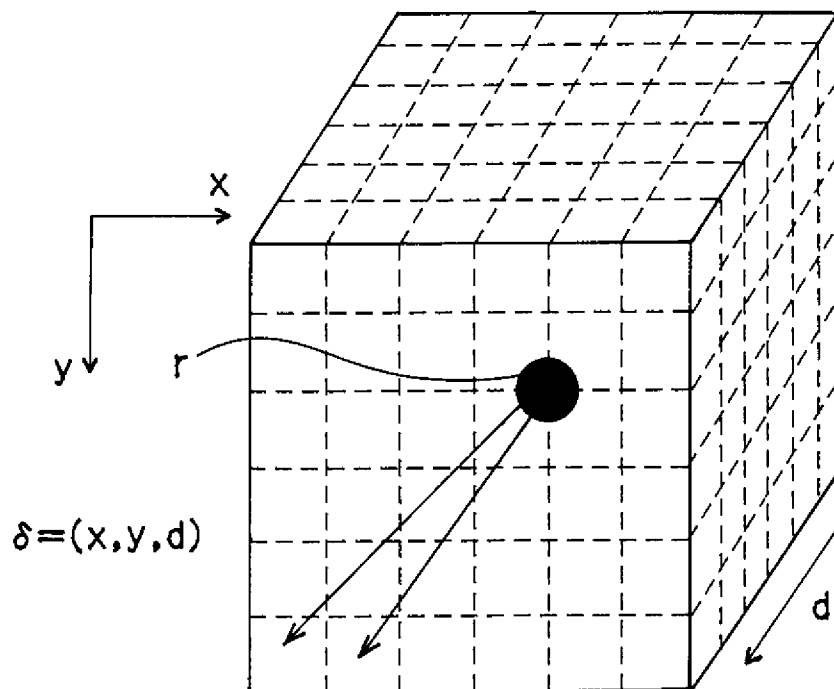
[図8]



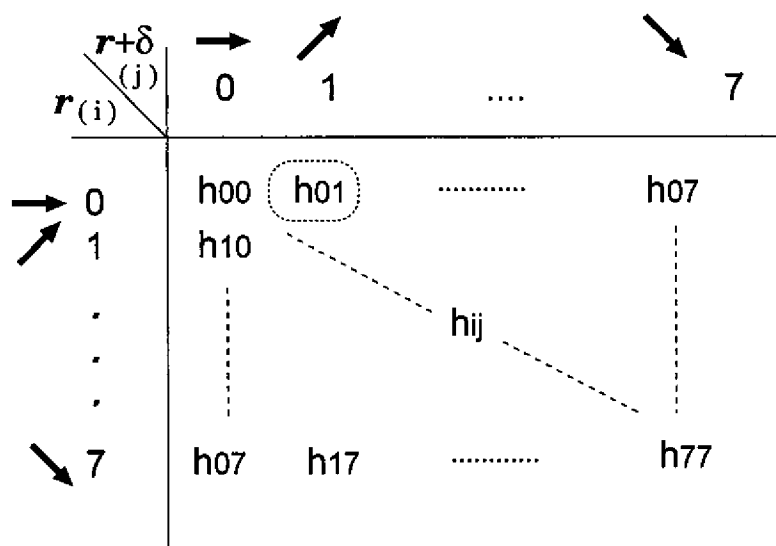
[図9]



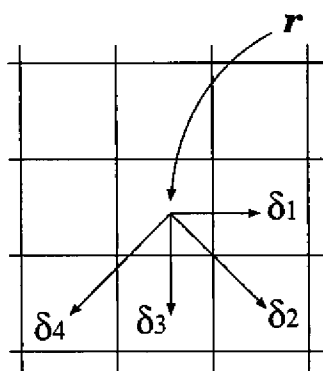
[図10]



[図11]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/000848

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/00 (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

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2009-055139 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraphs [0038] to [0057]; fig. 3 to 10 & US 2009/0052739 A1	1-5
A	JP 2008-175588 A (Kagawa University), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraphs [0026] to [0036] (Family: none)	1-5
A	JP 2002-132823 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 10 May 2002 (10.05.2002), paragraphs [0024] to [0025] (Family: none)	1-5



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
23 February, 2010 (23.02.10)

Date of mailing of the international search report
09 March, 2010 (09.03.10)

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

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

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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2009-055139 A (株式会社日立国際電気) 2009. 03. 12, 段落【0038】 - 【0057】, 第 3-10 図 & US 2009/0052739 A1	1-5
A	JP 2008-175588 A (国立大学法人香川大学) 2008. 07. 31, 段落【0026】 - 【0036】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2002-132823 A (日本電信電話株式会社) 2002. 05. 10, 段落【0024】 - 【0025】 (ファミリーなし)	1-5

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

2 3 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 3 . 2 0 1 0

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）

松尾 俊介

5 H

9 7 4 9

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