

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3914864号  
(P3914864)

(45) 発行日 平成19年5月16日(2007.5.16)

(24) 登録日 平成19年2月9日(2007.2.9)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G06T 7/00 (2006.01)</b>	G06T 7/00 300A
	G06T 7/00 300F

請求項の数 9 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2002-351820 (P2002-351820)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成14年12月3日(2002.12.3)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2003-242509 (P2003-242509A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成15年8月29日(2003.8.29)	(74) 代理人	100059225
審査請求日	平成16年6月1日(2004.6.1)		弁理士 蔦田 璋子
(31) 優先権主張番号	特願2001-380676 (P2001-380676)	(74) 代理人	100076314
(32) 優先日	平成13年12月13日(2001.12.13)		弁理士 蔦田 正人
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100112612
			弁理士 中村 哲士
		(74) 代理人	100112623
			弁理士 富田 克幸
		(72) 発明者	山口 修
			神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株 株式会社東芝 研究開発センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン認識装置及びその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

認識対象物が撮影された画像と、予め登録したモデルとを比較して、前記認識対象物の認識を行うパターン認識装置であって、

前記認識対象物が撮影された画像を入力する画像入力手段と、

前記入力した画像中から複数の特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、

前記抽出された複数の特徴点の中から3点の特徴点の組み合わせを選択する特徴点選択手段と、

前記選択された3点の特徴点の中の一つの特徴点を原点して他の2点の特徴点への2つの基準ベクトルと、これら2つの基準ベクトルの間の角度を含む基底を計算する基底計算手段と、

前記計算された各基底における前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さL1、L2を同じ長さに変換し、前記角度を直角に変換して、前記認識対象物の部分パターンを前記画像から抽出する部分パターン抽出手段と、

2つの基準ベクトルの長さL1、L2の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度からなるインデックスパラメータに基づいて分割された複数の登録場所から構成され、かつ、前記モデルの部分パターンが、その部分パターンに関するインデックスパラメータである前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さL1、L2の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度に対応した登録場所にハッシュ関数によって登録されたテーブルを記憶するテーブル記憶手段と、

10

20

前記抽出された認識対象物の部分パターンに対応する前記基底の2つの基準ベクトルについて同じ長さに変換する前のそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記角度に基づいて、前記記憶されたテーブルの登録場所をハッシュ関数によって決定するインデックス検索手段と、

前記決定されたテーブルの登録場所に登録された前記モデルの部分パターンと、前記認識対象物の部分パターンの類似度とを判定するパターン類似度計算手段と、

を有する

ことを特徴とするパターン認識装置。

【請求項2】

前記テーブルへ登録しようとするモデルのモデル画像を入力する画像入力手段と、

前記入力した画像中から複数の特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、

前記抽出された複数の特徴点の中から3点の特徴点の組み合わせを選択する特徴点選択手段と、

前記選択された3点の特徴点の中の一つの特徴点を原点して他の2つの特徴点への2つの基準ベクトルと、これら2つの基準ベクトルの間の角度を含む基底を計算する基底計算手段と、

前記計算された各基底における前記2つの基準ベクトルの長さ $L_1$ 、 $L_2$ を同じ長さに変換し、前記角度を直角に変換して、前記各基底に対応するモデルの部分パターンを前記モデル画像から抽出する部分パターン抽出手段と、

前記モデルの部分パターンに対応する前記基底の2つの基準ベクトルについて同じ長さに変換する前のそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記角度をインデックスパラメータとして、前記テーブルの登録場所をハッシュ関数によって決定するインデックス決定手段と、

前記決定されたテーブルの登録場所へ前記モデルの部分パターンを登録するテーブル登録手段と、

を有する

ことを特徴とする請求項1記載のパターン認識装置。

【請求項3】

前記認識対象物が画像中のどの位置に存在かを表す仮説情報を前記两部分パターンの類似度に基づいて生成し、その生成した仮説情報を仮説空間にそれぞれ投票する仮説情報生成手段と、

前記各仮説空間に投票された仮説情報の投票数に基づいて、前記認識対象物の識別、位置、姿勢を決定する物体認識手段と、

を有する

ことを特徴とする請求項1記載のパターン認識装置。

【請求項4】

前記仮説情報生成手段は、

前記テーブルの検索場所における前記各モデルに対応した各特徴点に属する前記两部分パターンの類似度を仮説情報として、前記仮説空間の中の前記各特徴点毎に設けられた仮説投票箱にそれぞれ投票することにより、前記各特徴点毎の投票数を求め、

前記物体認識手段は、

前記仮説投票箱における投票数が閾値を越えた特徴点を前記認識対象物に対応する特徴点であるとする

ことを特徴とする請求項3記載のパターン認識装置。

【請求項5】

前記仮説情報生成手段は、

前記テーブルの検索場所における前記認識対象物の存在位置に属する前記两部分パターンの類似度を含む情報を仮説情報として、前記仮説空間の中の前記各存在位置毎に設けられた仮説投票箱にそれぞれ投票することにより、前記各存在位置毎の投票数を求め、

前記物体認識手段は、

10

20

30

40

50

前記仮説投票箱における投票数が閾値を越えた存在位置を前記認識対象物に対応する存在位置であるとする

ことを特徴とする請求項 3 記載のパターン認識装置。

【請求項 6】

前記仮説情報生成手段は、

前記テーブルの検索場所における前記認識対象物の種類毎に属する前記两部分パターンの類似度を含む情報を仮説情報として、前記仮説空間の中の前記認識対象物の種類毎に設けられた仮説投票箱にそれぞれ投票することにより、前記各特徴点毎の投票数を求め、

前記物体認識手段は、

前記仮説投票箱における投票数が閾値を越えた種類を前記認識対象物に対応する種類であるとする

ことを特徴とする請求項 3 記載のパターン認識装置。

【請求項 7】

前記テーブル登録手段は、

同じ性質を持つ複数のモデルを併合可能である

ことを特徴とする請求項 2 記載のパターン認識装置。

【請求項 8】

認識対象物が撮影された画像と、予め登録したモデルとを比較して、前記認識対象物の認識を行うパターン認識方法であって、

前記認識対象物が撮影された画像を入力する画像入力ステップと、

前記入力した画像中から複数の特徴点を抽出する特徴点抽出ステップと、

前記抽出された複数の特徴点の中から3点の特徴点の組み合わせを選択する特徴点選択ステップと、

前記選択された3点の特徴点の中の一つの特徴点を原点して他の2つの特徴点への2つの基準ベクトルと、これら2つの基準ベクトルの間の角度を含む基底を計算する基底計算ステップと、

前記計算された各基底における前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さ  $L_1$ 、 $L_2$  を同じ長さに変換し、前記角度 を直角に変換して、前記認識対象物の部分パターンを前記画像から抽出する部分パターン抽出ステップと、

2つの基準ベクトルの長さ  $L_1$ 、 $L_2$  の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度 からなるインデックスパラメータに基づいて分割された複数の登録場所から構成され、かつ、前記モデルの部分パターンが、その部分パターンに関するインデックスパラメータである前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さ  $L_1$ 、 $L_2$  の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度 に対応した登録場所にハッシュ関数によって登録されたテーブルを記憶するテーブル記憶ステップと、

前記抽出された認識対象物の部分パターンに対応する前記基底の2つの基準ベクトルについて同じ長さに変換する前のそれぞれの長さ  $L_1$ 、 $L_2$  の比と、前記角度 に基づいて、前記記憶されたテーブルの登録場所をハッシュ関数によって決定するインデックス検索ステップと、

前記決定されたテーブルの登録場所に登録された前記モデルの部分パターンと、前記認識対象物の部分パターンの類似度とを判定するパターン類似度計算ステップと、

を有する

ことを特徴とするパターン認識方法。

【請求項 9】

認識対象物が撮影された画像と、予め登録したモデルとを比較して、前記認識対象物の認識を行うパターン認識方法をコンピュータによって実現するプログラムであって、

前記認識対象物が撮影された画像を入力する画像入力機能と、

前記入力した画像中から複数の特徴点を抽出する特徴点抽出機能と、

前記抽出された複数の特徴点の中から3点の特徴点の組み合わせを選択する特徴点選択機能と、

前記選択された3点の特徴点の中の一つの特徴点を原点して他の2つの特徴点への2つの基準ベクトルと、これら2つの基準ベクトルの間の角度を含む基底を計算する基底計算機能と、

前記計算された各基底における前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ を同じ長さに変換し、前記角度を直角に変換して、前記認識対象物の部分パターンを前記画像から抽出する部分パターン抽出機能と、

2つの基準ベクトルの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度からなるインデックスパラメータに基づいて分割された複数の登録場所から構成され、かつ、前記モデルの部分パターンが、その部分パターンに関するインデックスパラメータである前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度に対応した登録場所にハッシュ関数によって登録されたテーブルを記憶するテーブル記憶機能と、

前記抽出された認識対象物の部分パターンに対応する前記基底の2つの基準ベクトルについて同じ長さに変換する前のそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記角度に基づいて、前記記憶されたテーブルの登録場所をハッシュ関数によって決定するインデックス検索機能と、

前記決定されたテーブルの登録場所に登録された前記モデルの部分パターンと、前記認識対象物の部分パターンの類似度とを判定するパターン類似度計算機能と、

を実現する

ことを特徴とするパターン認識方法のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パターン認識方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

画像から特定の物体の位置、姿勢、形状を検出、認識する技術は、コンピュータビジョンの中で重要である。従来より、複雑な背景の下で対象の位置、大きさを正しく検出するための様々な方法が考えられている（非特許文献1参照）。

【0003】

この中の特徴点ベースの対象検出法として、ジオメトリックハッシング法（Geometric Hashing）（非特許文献2参照）がある。

【0004】

このジオメトリックハッシング法は、複数の特徴点の集合によって幾何学的な対象を表現し、平行移動、拡大、回転に不変な構造表現を用いてモデルの記述を行う。そして、ハフ（Hough）変換（非特許文献3参照）に類似した、対象モデルに関して仮説の投票と多数決原理によって、対象を検出するというものである。この方法では、対象の識別と検出を同時に行うことができる。

【0005】

なお、ここでハッシングとは、複数の検索対象に対して高速な検索を行うために、ハッシュ関数による索引を付加することで、検索対象を効率的にメモリ上に分散させ、高速な対象へのアクセスを可能とするアルゴリズムの名称である。

【0006】

一方、見え方指向（Appearance based）の考え方として、濃淡情報のテンプレートマッチングを基本としたいいくつかの方法がある（非特許文献4参照）。

【0007】

この中の濃淡情報を用いたマッチングは、パターン全体の大域的な情報を用いているため、ノイズに対してロバストである。

【0008】

【非特許文献1】

10

20

30

40

50

L.G.Brown: "A Survey of Image Registration Techniques", ACM Computing Surveys, Vol. 24, No. 4, pp. 325-376 (白井(訳):「画像の位置合わせ手法の概観」, コンピュータサイエンス acm computing surveys '92 bit別冊, pp. 77-120)

【0009】

【非特許文献2】

Lamdan, Y. and Wolfson, H. J.: "Geometric Hashing: a general and efficient model-based recognition scheme", Proceeding of International Conference Computer Vision, pp. 238-249, 1988

【0010】

【非特許文献3】

P. V. C. Hough, "Method and means for recognizing complex patterns." U.S. Patent 3069654, 1962.

【0011】

【非特許文献4】

H. A. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, "Rotational Invariant Neural Network-Based Face Detection", in Proceedings, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 38-44, 1998

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

ジオメトリックハッシング法は、様々な拡張がなされてきた。しかし、幾何学的な対象を検出する方法には適しているが、テクスチャを持つ対象、例えば、図2-201に示した顔のように、目、鼻、口などといった部品や頬の陰影などの濃淡情報をもつ複雑な対象では困難となる。

【0013】

例として、図2-202のように特徴点検出を行って、図2-203の特徴点集合から検出を行うといった場合を考える。この場合、点集合だけでは顔のモデルを表現することが困難であり、複雑な背景下ではさらに余分な候補点が増加しエラーを引き起こすことになる。

【0014】

一方、見え方指向の考え方においても、文献4の顔検出の例からわかるように、予め回転させたテンプレートを複数個用意するなどの、モデル表現を多重にする必要や、複数の(テンプレート)マッチングを数段階のピラミッド画像に対して行う必要がある。すなわち、複数の変形(変換)に対するテンプレートを多重にもつ必要がある。また、全体的なパターンの類似度の評価にはロバストであるが、部分的な変形の発見や局所的なノイズには弱いといった側面もある。さらには、従来顔領域検出で行われているように、検出精度を向上させるために、誤認識パターンを利用する方法がある。その面においても、誤認識パターンをどのようにして収集するのがよいかという問題が残る。

【0015】

従来これらの検出法を改善するために、要求される性質としては、

- ・部分的な情報の登録とモデルの多重記述
- ・姿勢を規定しないための不変量に基づいたモデルの記述法
- ・ノイズに強い検出メカニズム

などが挙げられる。

【0016】

そこで、本発明では、これらの性質を満たすように、ハッシュテーブルを用いた部分画像の分散モデル表現と効率的なパターン検索により、高速かつ正しい精度のよい物体認識、物体抽出を行うことを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

本発明は、認識対象物が撮影された画像と、予め登録したモデルとを比較して、前記認

10

20

30

40

50

識対象物の認識を行うパターン認識装置であって、前記認識対象物が撮影された画像を入力する画像入力手段と、前記入力した画像中から複数の特徴点を抽出する特徴点抽出手段と、前記抽出された複数の特徴点の中から3点の特徴点の組み合わせを選択する特徴点選択手段と、前記選択された3点の特徴点の中の1点の特徴点を原点として他の2点の特徴点への2つの基準ベクトルと、これら2つの基準ベクトルの間の角度を含む基底を計算する基底計算手段と、前記計算された各基底における前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ を同じ長さに変換し、前記角度を直角に変換して、前記認識対象物の部分パターンを前記画像から抽出する部分パターン抽出手段と、2つの基準ベクトルの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度からなるインデックスパラメータに基づいて分割された複数の登録場所から構成され、かつ、前記モデルの部分パターンが、その部分パターンに関するインデックスパラメータである前記2つの基準ベクトルのそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記2つの基準ベクトルの間の角度に対応した登録場所にハッシュ関数によって登録されたテーブルを記憶するテーブル記憶手段と、前記抽出された認識対象物の部分パターンに対応する前記基底の2つの基準ベクトルについて同じ長さに変換する前のそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ の比と、前記角度に基づいて、前記記憶されたテーブルの登録場所をハッシュ関数によって決定するインデックス検索手段と、前記決定されたテーブルの登録場所に登録された前記モデルの部分パターンと、前記認識対象物の部分パターンの類似度とを判定するパターン類似度計算手段と、を有することを特徴とするパターン認識装置である。

10

【0026】

20

本発明であると、テーブルを用いた部分パターンによる分散モデル表現と効率的なパターン検索が可能となる。

【0027】

また、部分パターンを高速に検索し、複数の検索結果を用いて、正しい物体の位置、姿勢を検出、また対象の識別が可能である。

【0028】

また、ノイズ、隠れを含んだ対象の検出、識別も安定して行うことが可能となる。

【0029】

また、テーブル登録手段での効率的なモデルの保存が可能となり、検索時の時間短縮などの効果がある。

30

【0030】

【発明の実施の形態】

(第1の実施例)

以下、本発明の第1の実施例のパターン認識装置について図面に基づいて説明する。

【0031】

本実施例は、ある画像中から対象とする物体の位置と姿勢を検出する方法である。認識対象物とする物体はどのようなものでも構わないが、本実施例では、図4-401のような、模様を持った(一つの面に「A」の文字が記載された)直方体の箱の場合を説明に用いる。

【0032】

40

本実施例では、この箱の任意の位置と任意の姿勢を写した画像を一つのモデルとして、様々な位置や姿勢の箱に関する画像を複数のモデルとして登録する。

【0033】

そして、同じ箱が撮影された検出対象画像について、どのモデルと類似しているかを判断して、その検出対象画像に撮影された箱の位置と姿勢を認識するものである。

【0034】

そこで、以下の説明では「モデルの登録」と「投票によるモデルの検出と識別」の2つのフェーズに分けて説明する。

【0035】

(1) パターン認識装置の構成

50

図 1 は、本実施例のパターン認識装置の構成図である。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すように、パターン認識装置は、画像入力部 1、特徴点抽出部 2、特徴点選択部 3、基底計算部 4、部分パターン構成部 5、インデックス計算部 6、テーブル登録部 7、パターン類似度計算部 8、仮説情報生成部 9 及び物体認識部 10 から構成される。

【 0 0 3 7 】

このうち画像入力部 1 は、CCDカメラなどによって構成され、その他の特徴点抽出部 2、特徴点選択部 3、基底計算部 4、部分パターン構成部 5、インデックス計算部 6、テーブル登録部 7、パターン類似度計算部 8、仮説情報生成部 9 及び物体認識部 10 の各機能は、パソコンなどのコンピュータに記憶されているプログラムによって実現される。

10

【 0 0 3 8 】

( 2 ) モデルの登録

認識対象物のモデルの登録方法について図 1、図 3、図 4 を用いて説明する。

【 0 0 3 9 】

( 2 - 1 ) モデル登録の処理の流れ

処理の流れを図 3 のフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 4 0 】

まず、図 1 の画像入力部 1 において、認識対象物を含む画像を入力する(図 3 のステップ 301)。

【 0 0 4 1 】

次に、特徴点抽出部 2 において、その画像に対して、特徴点の検出を行う(図 3 のステップ 302)。

20

【 0 0 4 2 】

この特徴点の検出の手法としては、非特許文献 5〔福井 和広、山口 修：“形状情報とパターン照合の組合せによる顔特徴点抽出”，信学論(D-II),vol.J80-D-II No.8(1997)〕で提案している分離度フィルタによるものでよい。また、角点(コーナー)を検出する Harris のフィルタ〔非特許文献 6 参照：C.J.Harris and M.Stephens,A combined corner and edge Detector.In Proc.4th Alvey Vision Conference,Manchester,pages 147-151,1988.〕のようなものを用いてもよく、用途や認識対象物に合わせて方式を選択すればよい。

30

【 0 0 4 3 】

次に、特徴点選択部 3 において、認識対象物を含む部分の特徴点を選択するが、ここでは、特徴点の中から、3 つの点の組み合わせを全て求める(図 3 のステップ 303)。

【 0 0 4 4 】

そして、その組み合わせ毎に部分パターンの登録を行う。それぞれの 3 点の組み合わせから、基底計算部 4 にて、2 つのベクトルを決定し、それに基づいた基底情報を用いて、部分パターン構成部 5 において、周辺の領域の部分濃淡パターンを切り出す(図 3 のステップ 305)。

【 0 0 4 5 】

それぞれの切り出された部分濃淡パターンは、インデックス計算部 6 において、ハッシュ関数によって登録場所が計算され(図 3 のステップ 306)、テーブル登録部 7 が管理するハッシュテーブルに登録される(図 3 のステップ 307)。

40

【 0 0 4 6 】

これを繰り返し、全ての組み合わせが求めた時点で一つのモデルの登録が終了する(図 3 のステップ 304)。

【 0 0 4 7 】

複数のモデルを登録する場合には、上記処理を繰り返す。

【 0 0 4 8 】

( 2 - 2 ) モデル登録の具体例

モデル対象である箱が撮影された図 4 - 401 の画像をモデル登録する場合について説明

50

する。

【0049】

モデル対象である箱の特徴点を検出した結果を図4 - 402に示す。

【0050】

これら特徴点の中から、予め主要な点（以下、着目点という）を選択しておき、それらの点の3点の組み合わせを全て求める。この選択した3点の特徴点の組み合わせを特徴点グループという。

【0051】

図4 - 403は、これら特徴点グループの中から1つの特徴点グループを図示したもので、その3点の特徴点から2つの基準ベクトルを求める。

10

【0052】

図4 - 404は、2つの基準ベクトルで張られる基底を示したもので、2つの基準ベクトルのそれぞれの長さ $L_1$ 、 $L_2$ とその間の角度を計算しておく。

【0053】

なお、「基底」とは、いくつかの基準ベクトルから、座標系を構成するもので、原点と座標軸の情報をもつものである。ここでは、2つの基準ベクトルの始点を原点とし、各基準ベクトルの方向を座標軸の方向とする。そして、特徴点グループの定義して、特徴点 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ でグループを形成する場合に、特徴点 $F_1$ を原点したものと、特徴点 $F_2$ を原点としたものとは異なるグループを形成するものとする。

【0054】

20

次に、その基底に対して、その原点と2つの基準ベクトルの周辺の画像パターンを切り出す（図4 - 405）。切り出しを行う場合、2つの基準ベクトルが張る基底の座標系を直交座標系に変換して画像パターンを切り出す。

【0055】

この画像を切り出すために、2つの基準ベクトルが張る基底の座標系を直交座標系に変換する。すなわち、基準ベクトルのなす角度は直角に、2つの基準ベクトルの長さは同じになるように、画像全体を変形させる。

【0056】

その後、基底の原点を中心とした、予め決められた範囲の濃淡画像（ $m \times n$ ピクセルの画像）を部分パターンとして切り出す。

30

【0057】

切り出された濃淡画像は、各種の幾何学的変換に対して不変な形式となる。このように濃淡画像に対して予め座標変換を行って登録、検索することで、後のパターン同士の比較の際に、濃淡画像に対する幾何学的変換を行うことなく類似性を判断することが可能となる。

【0058】

図4 - 406が、切り出された部分濃淡画像を表しており、本実施例では、正方形の濃淡画像を表している。

【0059】

切り出された部分画像は、基準ベクトルの長さ、方向によっては、歪んだ見え方になる場合がある。

40

【0060】

図4 - 407は、同様に別の3点の組み合わせから、基底の構成と部分パターンの切り出しを行ったものである。

【0061】

それぞれの切り出された部分パターンは、ハッシュ関数によって計算されたテーブル（以下、ハッシュテーブルという）の所定の登録場所に登録する。この登録内容は、部分濃淡画像に加え、着目点の種類や、認識対象物全体における部分パターンの相対的な位置情報などを同時に含んでもよい。これについては後述する。

【0062】

50



## (2-3) ハッシュテーブルへの登録

ハッシュ関数の持つ性質として、与えた基底に対して、平行移動、回転、拡大縮小変換に対しての不変性を利用する。ある同じ条件の基底を持つものは、これらの変換を施したとしても、同じ返り値を返す関数を定義する。

## 【0063】

ここで、基底を構成する2つの基準ベクトル間の角度と2つのベクトルの長さの比については、平行移動、回転、拡大、縮小といった幾何学的変換に対して不変であるため、この不変性を用いたハッシュ関数の構成を考える。すなわち、2つの基準ベクトル間の角度と2つのベクトルの長さの比を、幾何学的変換に関して不変なパラメータ（以下、インデックスパラメータという）として、ハッシュテーブルの登録場所を決定する。

10

## 【0064】

ハッシュ関数Hは、以下のように3点の特徴点  $p_1$  ,  $p_2$  ,  $p_3$  を引数として与え、インデックスパラメータである長さの比  $R_{axs}$  と角度  $\theta_{axs}$  を求めた後、量子化し、ハッシュテーブルの位置を返す。ここで、 $p_1$ 、 $p_2$ 、 $p_3$ の各位置は、絶対座標系の原点を基準にして表されている。また、基底における原点は、特徴点  $p_1$  とする。

## 【0065】

## 【数1】

$$H(p_1, p_2, p_3) = \{\theta_{axs}, R_{axs}\}$$

20

$$\theta_{axs} = \cos^{-1} \frac{(\vec{p}_2 - \vec{p}_1, \vec{p}_3 - \vec{p}_1)}{|\vec{L}_1| |\vec{L}_2|}$$

$$R_{axs} = \frac{|\vec{L}_2|}{|\vec{L}_1|}$$

$$L_1 = \|\vec{p}_2 - \vec{p}_1\|$$

$$L_2 = \|\vec{p}_3 - \vec{p}_1\|$$

30

図4-408は、2次元的にハッシュテーブルを表しており、縦軸は2つの基準ベクトルの長さの比  $R_{axs}$ 、横軸は2つの基準ベクトルのなす角度  $\theta_{axs}$  を表すものとする。

## 【0066】

ここで、各基底毎に求めた2つのベクトルの間の角度  $\theta_{axs}$ 、長さの比  $R_{axs}$  を求め、その値が示すハッシュテーブルの位置に、切り出した部分濃淡パターンなどを登録する。

## 【0067】

なお、これらの  $\theta_{axs}$ 、 $R_{axs}$  については、誤差も考慮して、適当な量子化を行ってよい。

40

## 【0068】

各ハッシュテーブル上の（登録される）実体は、次のように表現する。なお、この形式、種類に限定されるものではない。

## 【0069】

## 【数2】

**(Ars, Label, Inv, Rel, SPat)**

A x s は、3つの特徴点に基づいた座標系情報を表す。具体的には3点の座標位置、2つの基底ベクトルの情報などを含む。

【0070】

L a b e l は、3つの特徴点がどの着目点に対応しているかを表す。具体的には、図7-707で示されるように、各頂点にラベル(F1~F12)がつけられており、A x s で示される3点のそれぞれが、どのラベルに対応しているかを記述しておく。

【0071】

I n v は、変換に対する不変量であり、先に示した  $a_{x s}$ 、 $R_{a_{x s}}$  などが含まれる。

【0072】

R e l は、物体を囲む領域を表現した点集合を相対的に表現したもので、検出結果の場所を示すためや再度その領域を抽出することなどに利用される。具体例としては、図9のような矩形を表すための頂点集合の4点の座標位置で記述する。

【0073】

S P a t は、特徴点に囲まれた局所画像であり、切り出した部分濃淡パターンを示す。

【0074】

それぞれの組み合わせ全てに対して同様の処理を行い、モデルを登録する。

【0075】

これまで1枚の画像に対しての処理を述べたが、同じ認識対象物で撮影条件が異なる別の画像を用いて、同様に登録を行うことで、さまざまな環境で撮影された認識対象物の認識が可能となる。

【0076】

(2-4) ハッシングアルゴリズムにおける衝突の対応

しかし、このような登録を逐次行っていった場合、ある3点の組み合わせにより同じハッシュ関数の値を持つ場合、その部分パターンが同じ場所に登録されてしまうことになる。すなわち、一般のハッシングアルゴリズムにおける“衝突”(collision)が発生する。

【0077】

図5-501のようにハッシュテーブルの各位置には、複数の候補パターンをリスト構造としてつなげて複数個持てるようにし、衝突が発生した場合には、図5-502のように新たな照合の候補として複数個を持つ。この方法は一般にチェーン法と呼ばれている。照合の候補が多くなった場合には、図5-503のように、多数の候補が存在することとなる。

【0078】

ここで、同じ認識対象物の複数のモデルの登録を行った場合、各照合データのパターンの類似度を判断し、その類似度が高い場合は、一つのモデルとして併合してしまうことを考える。

【0079】

例えば、図5-504のように、パターン同士の類似度が似ているなどの条件を満たす場合には、新たなモデルのパターンを用意し、一つにまとめる。まとめ方としては、複数のモデルの平均パターンを作成するなどが一例として挙げられる。また、一つにまとめる場合に、導入した平均パターンが元のモデルとの類似度が低い場合は、別のモデルとして別に扱うようにしてもよい。

【0080】

10

20

30

40

50

### (3) 投票によるモデルの検出と識別

次に、画像中から認識対象物を検出する方法について説明する。

#### 【0081】

認識対象物の検出アルゴリズムをわかりやすく説明するために、ハッシュテーブルを用いたモデルの選択、仮説の生成と、仮説の統合、検証による認識とに分けて説明する。

#### 【0082】

(3-1) ハッシュテーブルを用いたモデルの選択

(3-1-1) モデルの選択処理の説明

ハッシュテーブルを用いたモデルの選択の処理の流れについて図6に基づいて説明する。

#### 【0083】

まず、認識対象物とする画像を、図1の画像入力部1に画像を読み込む(図6のステップ601)。

#### 【0084】

次に、特徴点抽出部2において、認識対象物とする画像に対して特徴点の抽出を行う(図6のステップ602)。

#### 【0085】

次に、検出された特徴点から、特徴点選択部3において、検出された特徴点の組合わせを選び(図6のステップ603)、組み合わせが全て選ばれるまで(図6のステップ604)、逐次行われる。

#### 【0086】

各組み合わせに対して、基底計算部4にて基底を計算する(図6のステップ605)。

#### 【0087】

そして、その基底におけるハッシュ関数のインデックスパラメータをインデックス計算部6にて計算する(図6のステップ606)。

#### 【0088】

テーブル登録部7において、そのインデックスパラメータに対応するハッシュテーブルの登録場所を検索する(図6のステップ607)。

#### 【0089】

これは、登録パターンが存在するかどうかにより判断が分かれる(図6のステップ608)。

#### 【0090】

登録パターンが存在する場合は、部分パターン構成部5で、周辺の部分パターンを切り出し、登録パターンと部分パターンとの類似度をパターン類似度計算部8において計算して比較する。なお、パターン同士の類似度の計算法については、一般の濃淡パターンに対する類似度の計算法、例えば、正規化相関、SSD、単純類似度などでもよい。このパターン同士の類似度計算の方法については問わない。

#### 【0091】

登録パターンが存在しない場合は、モデルが存在しないため、類似度の計算は行われない(図6のステップ608)。

#### 【0092】

モデルの選択が行われた後、3点の組み合わせによる周辺領域の部分パターンが類似している場合、検出したい対象領域の一部である可能性を持っていることから、仮説情報生成部9において、検出対象領域の仮説情報を生成する。これを全ての検出された特徴点の組合わせについて行い、仮説情報の生成処理を繰り返す。これについては、後述する。

#### 【0093】

(3-1-2) モデルの選択処理の具体例

これまでの手順を図7を用いて具体的に説明する。

#### 【0094】

本処理の目的は、入力した画像に基づいて、先に説明したモデル登録で登録を行った箱の位置、姿勢の検出を行うことである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 5 】

図 7 - 7 0 1 が、認識対象物である箱が撮影された入力画像である。この画像からモデル登録と同様に特徴点検出を行う（図 7 - 7 0 2）。

## 【 0 0 9 6 】

次に、特徴点の中からモデル登録と同様にある 3 点を選択する。

## 【 0 0 9 7 】

その 3 点に基づいて作成した基底情報により、周辺の領域の濃淡パターンを切り出す（図 7 - 7 0 3）。

## 【 0 0 9 8 】

次に、基底情報の不変量に対応するハッシュテーブル（図 7 - 7 0 4）の場所を検索する 10

## 【 0 0 9 9 】

登録パターンが存在し、かつ、類似度が設定した閾値を超えた場合、仮説が生成される。

## 【 0 1 0 0 】

図 7 - 7 0 5 のように、3 つの適合するパターンがあった場合、3 つのそれぞれの仮説が生成される。

## 【 0 1 0 1 】

（ 3 - 2 ）仮説情報の生成

仮説情報の内容としては、特徴点の場所の情報、位置や大きさの情報、濃淡パターン情報、モデルパターンとの類似度などの情報を含む。一例として仮説を次の 3 つ組で定義する 20

## 【 0 1 0 2 】

【数 3】

$(TRel, TLabel, Psim)$

$TRel$  は、相対的な位置情報である  $Rel$  を選択した 3 点にしたがって変換した位置情報であり、画像中での物体の存在領域を表している。 30

## 【 0 1 0 3 】

$TLabel$  は、特徴点の中で、どの着目点に対応するのかを記述するためのものである。

## 【 0 1 0 4 】

$Psim$  は、モデルとして登録されている濃淡パターンと選択された部分パターンとの類似度を表す。

## 【 0 1 0 5 】

検出時に選択された 3 点から決定されるパターン情報をハッシュテーブルに記述されているものと同様に次のように表す。 40

## 【 0 1 0 6 】

【数 4】

$(Ars_x, \phi, Inv_x, Rel_x, SPat_x)$

なお、 $\emptyset$  は空集合を表し、 $Label_x$  がとなっているのは、着目点の情報は3点の選択だけでは決定しないためである。

【0107】

また、同じハッシュ関数の値を持つ部分に存在する部分モデルを

【数5】

$$(Axs_m, Label_m, Inv_m, Rel_m, SPat_m)$$

10

とする。

【0108】

すなわち、検索の結果で同じ場所にあるため、 $Inv_x = Inv_m$  が成立している。仮説情報を生成するためには、以下のような3つの関数によってそれぞれの要素が計算される。

【0109】

【数6】

$$TLabel = FuncLab(Axs_m, Axs_x, Label_m)$$

20

$$TRel = FuncGeom(Axs_x, Rel_m)$$

$$Psim = FuncSim(SPat_m, SPat_x)$$

$FuncLab$ は、対応する着目点のラベルを計算する関数である。 $FuncLab$ は、 $Axs_x$ の各点に対し、 $Axs_m$ の順序に対応した $Label_m$ のラベルを $TLabel$ として返す。

【0110】

$FuncGeom$ は、選択された基底に基づいて物体の存在位置を計算する関数である。

30

【0111】

具体的には、以下の式で計算される。ここで $(\cdot, \cdot)$ は座標を表す。

【0112】

【数7】

$A_{x_{s_2}} = \{(px_1, py_1), (px_2, py_2), (px_3, py_3)\}, [A_u, A_v], [B_u, B_v]$   
 $[A_u, A_v], [B_u, B_v]$  は、2つの基底ベクトルを表し、3点  $(px_1, py_1), (px_2, py_2), (px_3, py_3)$   
 から構成される。

$$A_u = (px_2 - px_1), A_v = (py_2 - py_1)$$

$$B_u = (px_3 - px_1), B_v = (py_3 - py_1)$$

また、 $Rel_m = \{(rx_1, ry_1), (rx_2, ry_2), (rx_3, ry_3), (rx_4, ry_4)\}$  が矩形を表す4点で示さ  
 れるとき、

$$TRel = \{(px_1 + rx_1A_u + ry_1B_u, py_1 + rx_1A_v + ry_1B_v),$$

$$(px_1 + rx_2A_u + ry_2B_u, py_1 + rx_2A_v + ry_2B_v),$$

$$(px_1 + rx_3A_u + ry_3B_u, py_1 + rx_3A_v + ry_3B_v),$$

$$(px_1 + rx_4A_u + ry_4B_u, py_1 + rx_4A_v + ry_4B_v)\}$$

となる。

【0113】

FuncSim は、濃淡パターン同士の類似度を計算する関数である。パターン同士の類  
 似度を求める方法には、前述したように様々なものがあるが、例えば、単純類似度の場  
 合は以下の式で計算される。

【0114】

【数8】

$SPat_m, SPat_x$  は  $k = (m \times n)$  次元のベクトルであり、

$SPat_m = \{im_1, im_2, im_3 \dots im_k\}$

$SPat_x = \{ix_1, ix_2, ix_3 \dots ix_k\}$

$$Psim = \frac{(SPat_m, SPat_x)}{\|SPat_m\| \|SPat_x\|}$$

なお、 $\|\cdot\|$  はベクトルのノルムを表す。

10

20

各ハッシュテーブルに登録されている部分モデルの内容に基づき、それぞれの仮説の内容を計算する。なお、先に類似度  $Psim$  の値に対して閾値を設定するように説明したが、類似度値は低いものについても、すべて仮説情報を生成するという使い方でよい。

【0115】

30

各仮説情報は、検出対象領域の一部であるという情報をもっているため、これらの情報を統合することによって物体の認識が行える。

【0116】

(3-3) 仮説情報の統合、検証による認識

部分パターンの類似度を用いて、検出対象領域の一部であるという仮説情報を前述のように生成し、全ての仮説情報を仮説空間に投票し、結果を統合する。これは、物体認識部10において処理される。

【0117】

本実施例では、モデルの登録時に設定した着目点の場所を特定できるような検出方法について説明を行う。

40

【0118】

(3-3-1) 仮説投票処理の具体例

仮説情報を投票するための仮説空間は、物体認識部10に含まれる仮説統合部で管理される。図7-706は、仮説空間を図的に表したものである。図7-707は、モデルの登録の際に指定した着目点の場所を表しており、仮説空間は、それぞれの着目点に対応したそれぞれの仮説投票箱により構成される。

【0119】

図7-703に示した3点が選ばれた場合の仮説として、図7-705のようにパターンの類似度が閾値を超えたものが、3つの存在する場合を考える。それぞれの仮説情報はどの着目点の組み合わせで得られたものであるかを記述している。例えば、着目点F8、F

50

4、F 5である。

【0120】

それぞれの着目点F 1、F 2、・・・、F 12に対応する仮説投票箱に、パターンの類似度値だけ投票を行う。すなわち、L a b e lに記述されている仮説投票箱にP s i mの示す類似度値を加算する。

【0121】

なお、通常、同じ着目点に対しての投票については、複数の別の特徴点位置を持つものが存在する。この場合、各仮説投票箱で、異なる座標値をもつものは、それぞれの座標ごとに投票値を管理しておく。これは、複数の物体を検出する際や間違った検出内容を削除する際に有用である。

【0122】

このように、全ての組み合わせに関する全ての仮説情報に対して、投票を行う。

【0123】

次に、投票値の多かったものを組み合わせから、順に得票値の高いものを各特徴点の検出結果として、その座標値を出力する(図7-708)。この座標値が、認識対象物の画像に撮影されている箱の特徴点の座標値となる。

【0124】

これについては、ある閾値を設定し、その設定値以上の得票値を得たもののみを出力するなどの処理を行って良い。図7の例では、3つの特徴点を選択され、その位置に着目点として指定されている特徴点を検出されている。

【0125】

なお、選択された特徴点の組み合わせから、全体のパターンの位置がどこにあるのかを計算し、それを出力としてよい(図7-709)。この場合は、物体の存在位置を示すT R e lの情報を組み合わせた結果とすればよい。

【0126】

(3-3-2) 仮説投票処理の説明

図8は、仮説統合部の処理フローチャートを示す。

【0127】

図8のステップ801で、一つの仮説情報を受け取ると、その仮説情報を構成する3つの特徴点それぞれの着目点の種類に対し、各着目点の座標値が既に同じものがあるかどうかを調べる(図8のステップ802)。

【0128】

同じものがある場合は、その仮説投票箱の投票値に先に求めた類似度を加算し、投票値を更新する(図8のステップ803)。

【0129】

同じものがない場合は、結果となる座標が異なるため、その仮説投票箱のなかに別のカウンターを用意し(図8のステップ804)、類似度を加算して更新を開始する。全ての仮説情報の投票が終了したかどうかを判定し(図8のステップ805)、終了していなければ、仮説情報の投票を繰り返す。

【0130】

終了した場合、それぞれの仮説投票箱の投票値の中から、得票値の高いものを出力し、検出結果とする(図8のステップ806)。

【0131】

(第2の実施例)

次に、第2の実施例に図9, 10に基づいて説明する。

【0132】

第2の実施例では、部分的な画像に加えて、大域的な画像の切り出しを行ったパターンを併用した検出方法について述べる。

【0133】

(1) 顔領域検出に対する大域画像を利用した認識法

10

20

30

40

50



図9は、顔領域検出に対する大域画像を利用した認識法に関して、各種のデータについて図示したものである。

【0134】

図9-901は顔を含む画像である。着目点として、3つの特徴点（両鼻孔と片側の口端）が選択されており、大域画像（顔全体）の領域を表す矩形を示している。

【0135】

図9-902は、その3点から張られる基底を表し、その間の角度、ベクトルの長さ比は、ハッシュテーブルのインデックスとして利用する。

【0136】

図9-903は、その3点から張られる基底により、切り取られる周辺の濃淡パターンを表す。

【0137】

これに加え同時に図9-904のように、顔領域全体の濃淡パターンも切り出しておく。この場合のテーブルへの登録内容は、

【数9】

*(Ars, Label, Inu, Rel, SPat, GPat)*

10

20

となり、全体の濃淡パターンGPatを追加したものとなる。

【0138】

さらに、その基底情報によって生成される座標系によって、顔全体の領域を表す矩形を図9-905から図9-906のように表現を替え、各頂点の相対的な座標Relを計算しておく。これは、検出された場合に相対的な全体領域の位置がどのようになるかを求めるために利用する。

【0139】

モデルの登録時には、前述した方法では、部分パターン（図9-903）を登録していたが、これに追加して全体パターン（図9-904）と図9-906で示した全体領域の相対座標位置も追加する。

30

【0140】

認識時には、同様に、部分パターンを切り出すが、それと同時に全体領域の切り出しを行うことも必要となる。選択された基底情報に対して、全体領域の相対座標位置を計算し、実際の画像上の座標位置をもとめ、その領域の濃淡パターンを全体パターン候補として利用する。

【0141】

全体パターンの利用法としては、モデルの検索の際に、部分パターン同士の類似度に加え、全体パターン同士の類似度計算の結果を利用することが挙げられる。

【0142】

(2) 顔認識の具体例

40

顔認識を例にすると、図10のように、(a)(b)は異なる仮説情報によって基底が選択されている様子（図10-1001, 1002）を示し、それぞれ部分パターンSPatと全体パターンGPatが切り出されている。このとき、2つの異なる仮説が同じ認識対象物を示しているかどうかの判断を行うために、検出内容の示す全体パターン同士を比較することで判断を行うことができる。

【0143】

(a)(b)については、全体パターンとしては、類似した場所が切り出されている（図10-1004, 1005）。さらに異なる仮説情報からなる検出内容(c)を示す図10-1003では、図10-1006のように異なる全体パターンが切り出され、このパターンと図10-1004, 1005のパターンを比較することで、この仮説情報が適当

50

でないことが判断できる。

【0144】

これは、モデルと認識対象物とのパターン比較ではなく、既に仮説情報として登録されているもの同士の間でのパターン比較により、同一認識対象物であるかどうかの検証に利用できる。

【0145】

(第3の実施例)

次に、第3の実施例について説明する。

【0146】

第3の実施例では、認識対象物を同定、識別する実施例である。

10

【0147】

認識対象物の姿勢がある程度規定されている場合には、同様のハッシュテーブルによるモデル表現の考え方によって認識対象物の識別が可能である。

【0148】

例えば、図11のように物体A(図11-1101)、物体B(図11-1101)に対して、特徴点抽出(図11-1103, 1104)を行い、その全ての組み合わせにより、部分パターンを切り出し、ハッシュテーブルに登録する。この際、Labelに対して登録時に物体の名称についても登録しておく(図11-1105)。

【0149】

認識時には、同様の手順を行い、投票された特徴点を含む物体の名称を出力することで、どの物体が存在するかという認識対象物の同定も可能となる。

20

【0150】

例えば、人物認識を行う場合には、複数の人物の顔データをテーブルに登録しておき、最も得票値を得た人物を、その人物の認識結果とするなどにも応用できる。

【0151】

(第4の実施例)

次に、画像中から複数の対象を認識し、それらの名称とその存在領域を結果とする認識の実施例について、図12に基づいて説明する。

【0152】

図12-1201のように2つの物体A、B(図12-1204, 1205)があり、それらの位置と名称を見つけることを目的とする。ハッシュテーブルには、いくつかの物体が予め登録されており、その名称をアルファベットで識別することにする。

30

【0153】

まず、これまでの実施例と同様に、入力画像に対して(図12-1202)に対し、特徴点抽出を行う。

【0154】

次に、任意の3点の特徴点を選択し、基底と部分パターンを計算する(図12-1203)。

【0155】

基底に対して計算される不変量からハッシュテーブルの検索位置(図12-1207)を決定し、そこに登録されているモデルとの比較を行う。

40

【0156】

図12-1208に示すように、この例では、4つのモデルが登録されているとする。これらの登録内容は、各部分パターンと、どの物体であるかという名称のラベル、そして相対的に表した場合の、存在領域を表すための点集合Relが記述されている。

【0157】

今、4つの登録内容と、図12-1206に示した部分パターンとの比較を行い、パターン同士の類似度が設定した閾値を越える場合に仮説情報が生成される。

【0158】

図12では、図12-1209に対応する部分パターンからのみ仮説情報が生成された場

50

合を示し、そのパターン類似度  $S_{im}$  が仮説投票箱に投票される。

【0159】

投票を行うための仮説空間（図12-1211）は、存在が仮定される領域毎に仮説投票箱をもつ。初期状態では、仮説投票箱は存在せず、ある仮説情報が生成された時点で、その存在位置と名称毎に仮説投票箱が用意される。

【0160】

図12-1211では、既に5つの仮説投票箱が存在しているが、異なる場所、名称の仮説情報が新たに生成される場合には、新たな仮説投票箱が用意される。また同じ場所、名称の仮説投票箱が既に存在しており、同じ場所、名称の仮説情報が生成された場合には、仮説投票箱には、その類似度の積算のみを行う。

10

【0161】

図12-1209から生成された仮説情報では、既に同じ位置、名称の仮説投票箱  $R_3$  が存在しているため、類似度  $S_{im}$ （図12-1210）を  $R_3$  の値に積算する。

【0162】

このように投票を順次行い、すべての特徴点の組み合わせについて行った結果、図12-1211の投票結果から、2つの物体の検出結果を得る。図12-1212はその結果を示し、2つの物体の位置と名称を得ることができる。

【0163】

ここで、仮説情報の仮説空間（図12-1211）において、 $R_2$  と  $R_3$  は、ほぼ同じ位置に同じ物体があるが、仮説情報を逐次的に生成する仮定で、2つの仮説投票箱が用意されてしまっている。このような場合には、2つを統合もしくは、いずれかを選択するという処理を行うことで、一つの結果を出力すればよい。また、 $R_4$  と  $R_5$  のように、同じ位置で異なる名称の仮説情報が存在する場合には、投票値の高いものを選択する処理を行い、結果とする。

20

【0164】

（変更例）

（1）変更例1

上記実施例では、認識対象物として箱を例に説明を行ったが、認識対象物に対してはこれを問わない。例えば、人間の顔、車両など、さまざまな物体の認識に利用可能である。複数の対象を見つけるようにも変更できる。複数の対象を見つける場合には、仮説統合部に  
て、空間的な位置のことなる複数の物体に対して、別々に得票値の結果をチェックすることにより実現できる。

30

【0165】

（2）変更例2

また、特徴点の組み合わせに用いた点の数は、3点に限定するものではない。その際、ハッシュ関数に用いたような長さ比や角度などの不変量の種類、数、算出法についても限定しない。例えば、透視変換に対する不変量として、5点の組み合わせから計算される複比（compound ratio）などを用いることもできる。

【0166】

例えば、前述した実施例では2つの不変量を用いたが、1つだけとして、一次元のハッシュテーブルでもよいし、3つめの不変量を採用し、3次元のハッシュテーブルを利用して  
もよい。

40

【0167】

また、ハッシュテーブルに用いるインデックスパラメータが全てが不変量である必要はない。例えば、物体の大きさの変化や方向の変化が限定されているような状況では、長さの情報や方向の情報をインデックスパラメータとして利用することが高速な検索が可能になる。

【0168】

（3）変更例3

ハッシュテーブルへの登録時に、誤差を考慮して、各テーブルの登録場所の近傍に重複し

50

て登録しておいてもよい。

【0169】

また、逆に登録はそのまま、認識時にハッシュ関数で計算された場所とその近傍を検索するようにしてもよい。

【0170】

(4) 変更例 4

上記実施例では、濃淡パターンを用いたが、その濃淡パターンを別のパターン変化させたものでもよい。

【0171】

例えば、フーリエ変換、log-polar変換などを施すといったものや、エッジ画像、そのほかのパターンを用いて類似性を比較してもよい。

10

【0172】

また、濃淡画像を対象としたが、カラー画像にも適用できる。カラー画像がRGBカラー表現の場合、各R、G、Bに対して同様の処理を行うといった適用方法や、別の色表現に変換した後、その色表現でのパターンを用いたものでもよい。

【0173】

さらに、類似性の比較の際に色情報を用いることができる。例えば、非特許文献7〔M. S wain and D. Ballard, "Color indexing," Int. Journal of Computer vision, vol. 22, pages 11-32, December 1991〕で提案されている色ヒストグラムを用いて、領域内の色ヒストグラム同士を比較してもよい。

20

【0174】

(5) 変更例 5

高速化についてもさまざまな変更が考えられる。

【0175】

例えば、ランダムハフ変換で採用されているように、特徴点をランダムに選択し、投票を行うのと同様な手法をとることができる。この場合、特徴点をランダムに選択するだけでなく、生成する仮説情報をランダムに選択するなどの方法もある。

【0176】

(6) 変更例 6

また、高速化のために基底情報を構成するベクトルの長さ、角度、などに対する、いろいろな制約を利用してもよい。

30

【0177】

例えば、路面を走行する車を検出する場合に、車が180°回転した姿勢を探索することは必要がないため、探索範囲、パラメータに対する制限を行うことで検索の効率化ができる。

【0178】

また、仮説情報の生成、投票などは、並列化が可能であるため、複数の計算機構（並列計算機、グリッド環境、PCクラスタ）を用いた実装などを行ってもよい。

【0179】

(7) 変更例 7

特徴点抽出部2については、分離度フィルタを用いた検出、コーナー点検出を実施例で示したが、点だけでなく、線、領域、円、円弧といった幾何学的対象でもよい。その場合、それぞれの幾何学的対象に応じた特徴点を用意し、特徴点選択部3に渡せばよい。

40

【0180】

例えば、区分的な直線検出を行い、その両端の2点を特徴点としたり、また、直線の中央点を特徴点とするといったように、幾何学的対象の検出を利用してもよい。

【0181】

このとき、特徴点に対しての複数の種類が選択可能な場合には、その特徴点の種類をキーとして検索を行ってもよい。例えば、円形の特徴点(E)と角点の特徴点(K)を検出可能な場合、モデル登録の際に3点を選択したとき、その組み合わせが8通り発生する。

50

## 【0182】

(E, E, E, ) (E, E, K) (E, K, K) (E, K, E) (K, E, E) (K, K, E) (K, E, K) (K, K, K)

この情報を用いて、認識時に3点の選択を行った場合に、その組み合わせが同じかどうかを用いて、モデル選択を行ってもよい。これは、モデルの選択を高速にするだけでなく、部分パターン周辺の、どのような特徴点が存在しているかを正しく評価することができるため、認識精度も向上する。もちろん、特徴点の種類、数は限定しない。

## 【0183】

(8) 変更例8

テーブル登録部7において、実施例では、衝突が起こった際のモデルのデータ構造について、リスト構造として複数のモデルをもつことを示したが、このデータ構造に関してはこの限りではない。

10

## 【0184】

例えば、ツリー構造にすることで、同じインデックスパラメータをもつ複数のモデルの探索を効率化することができる。

## 【0185】

また、この同一のインデックスパラメータをもつモデルに対して、何らかの順序構造を定義して、検索の際の効率化を向上させることも可能である。

## 【0186】

(9) 変更例9

本実施例では、正解パターンとの類似性のみを利用した。マッチングの際に、非正解パターンを利用することで、誤認識を軽減できる。具体例としては、非正解パターンとの類似度を投票空間から減算するなどの方法がある。

20

## 【0187】

以上、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で種々変更して実施することが可能である。

## 【0188】

## 【発明の効果】

本発明は、局所的な画像情報と効率的な登録方法に基づいた、認識認識対象物の検出を行う新しい方式である。従来の見え方指向の方法に対して、計算コストの削減が可能となる。

30

## 【0189】

また、高速に類似度を検知することが可能になり、検出精度が向上する。

## 【0190】

さらに、部分的な情報を用いているため、オクルージョンにも強い。またハッシュテーブルを利用した効率的なモデル探索が行われるため、高速な検索への適用が可能となった。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す物体認識装置の構成図である。

【図2】特徴点検出処理を施した画像である。

【図3】モデルの登録時のフローチャートである。

【図4】モデルの登録方法である。

40

【図5】モデルの衝突に関する処理方法である。

【図6】検出時のフローチャート(仮説情報の生成)である。

【図7】検出方法である。

【図8】統合のフローチャートである。

【図9】部分パターン情報についての図である。

【図10】第2の実施例における大域パターン情報の利用についての図である。

【図11】認識対象物の識別の図である。

【図12】第4の実施例における説明図である。

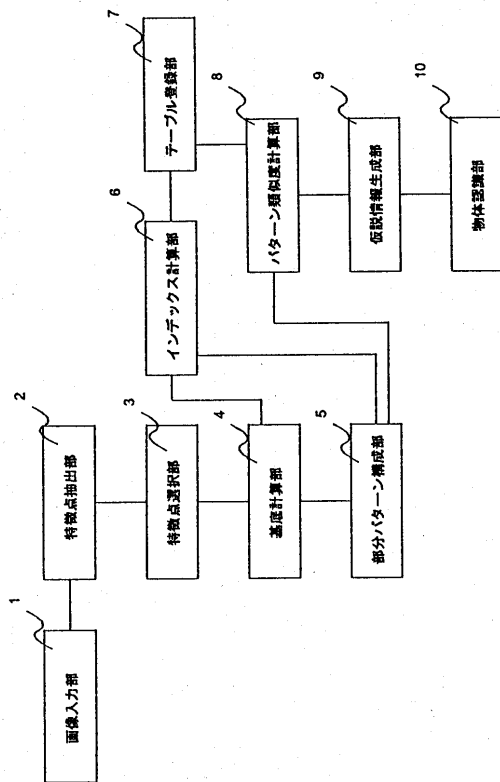
## 【符号の説明】

1 画像入力部

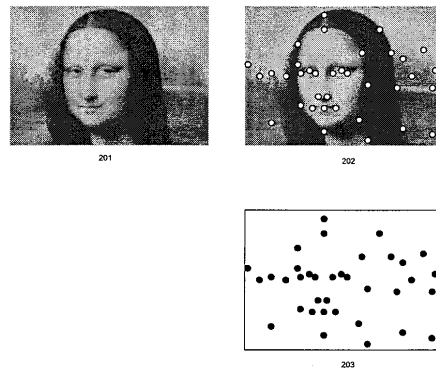
50

- 2 特徴点抽出部
- 3 特徴点選択部
- 4 基底計算部
- 5 部分パターン構成部
- 6 インデックス計算部
- 7 テーブル登録部
- 8 パターン類似度計算部
- 9 仮説情報生成部
- 10 物体認識部

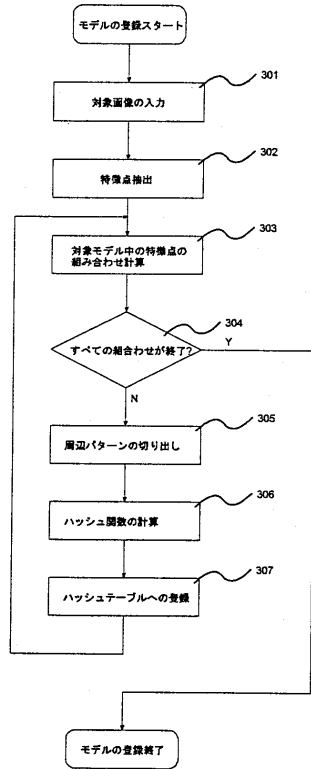
【 図 1 】



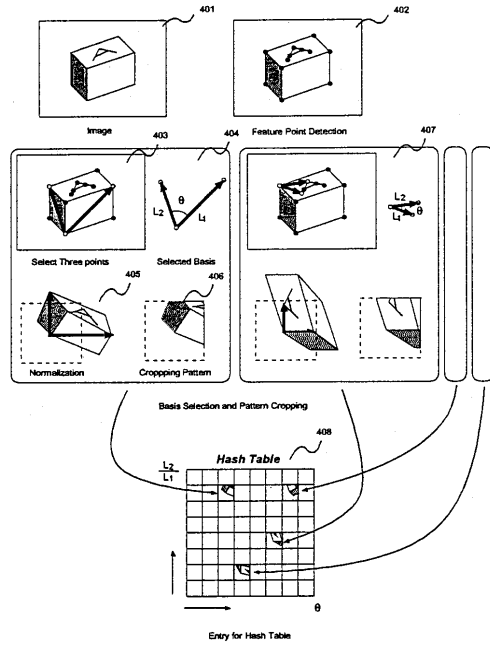
【 図 2 】



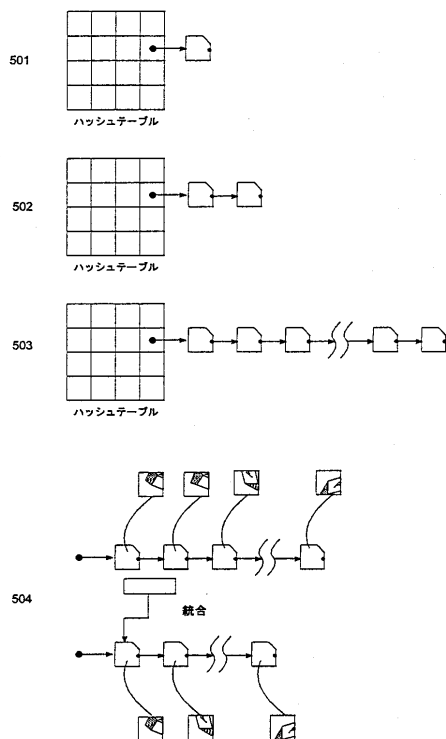
【 図 3 】



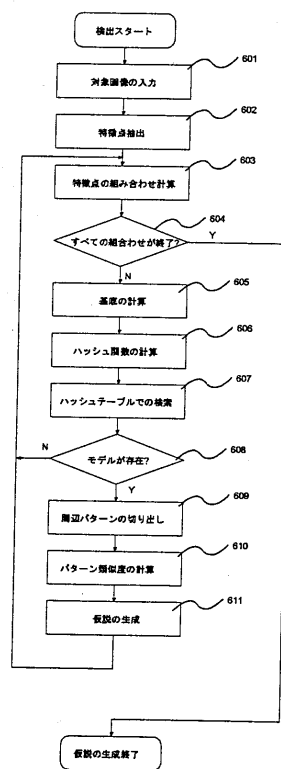
【 図 4 】



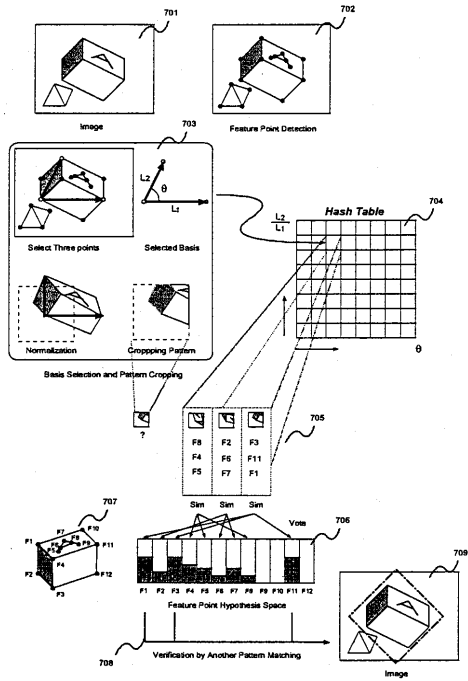
【 図 5 】



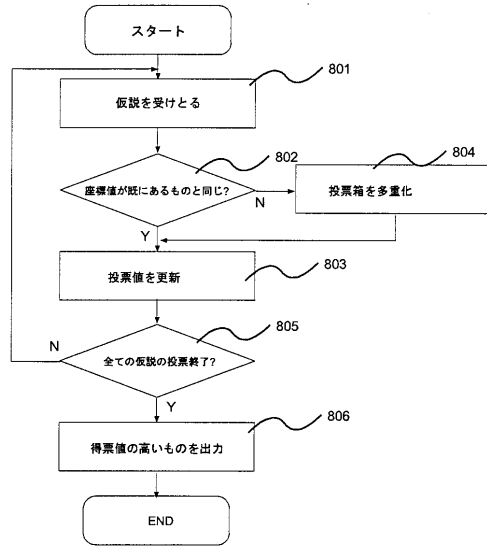
【 図 6 】



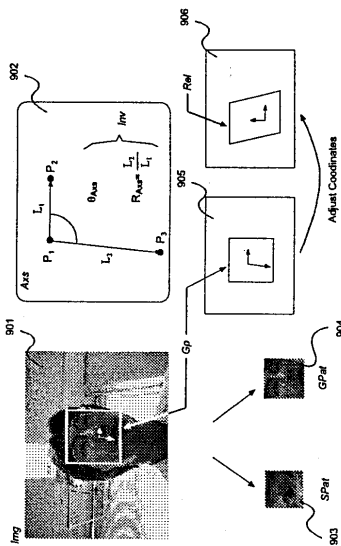
【 図 7 】



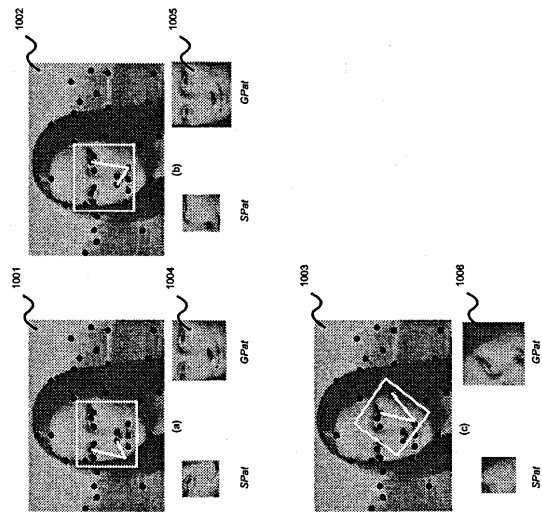
【 図 8 】



【 図 9 】

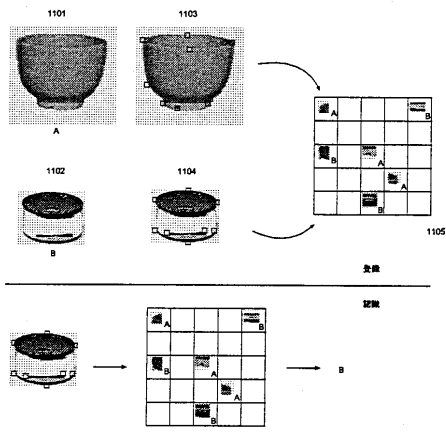


【 図 10 】

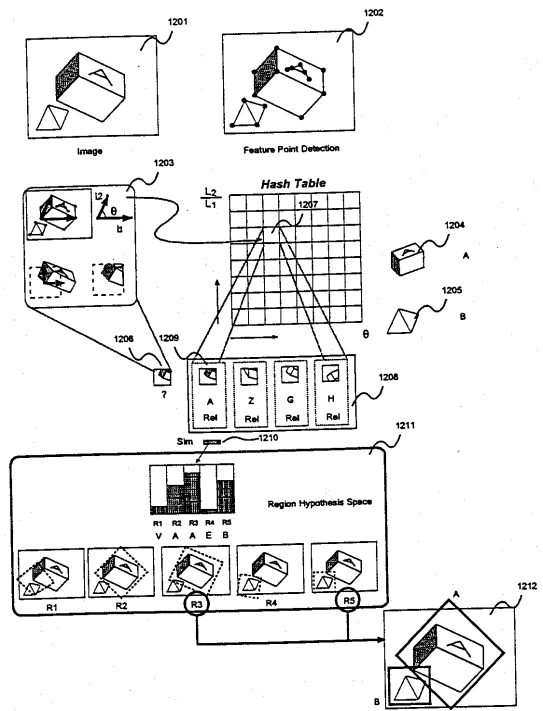




【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

審査官 西山 昇

- (56)参考文献 特開2000-215315(JP,A)  
特開2001-060265(JP,A)  
特開平08-123963(JP,A)  
特開平05-225344(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G06T 7/00