

(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
2014年5月15日(15.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/073366 A1

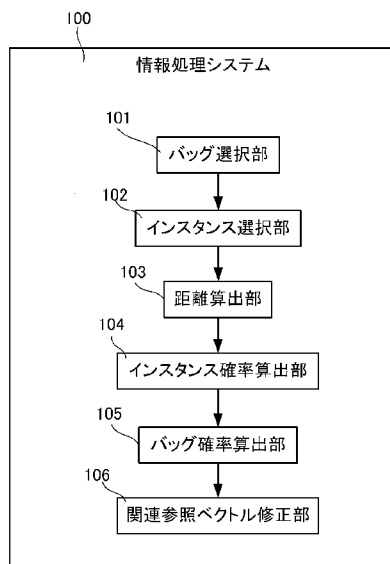
- (51) 国際特許分類:
G06N 3/00 (2006.01) *G06N 5/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078567
- (22) 国際出願日: 2013年10月22日(22.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-248722 2012年11月12日(12.11.2012) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 細井 利憲(HOSOI Toshinori); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 加藤 卓士(KATO Takashi); 〒1620818 東京都新宿区築地町4 神楽坂テクノス5F 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION PROCESSING SYSTEM, RECOGNITION DICTIONARY LEARNING METHOD, AND RECOGNITION DICTIONARY LEARNING PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理システム、認識辞書学習方法および認識辞書学習プログラム

[図1]



- 100 Information processing system
101 Bag selection unit
102 Instance selection unit
103 Distance calculation unit
104 Instance probability calculation unit
105 Bag probability calculation unit
106 Relevant reference vector correction unit

(57) Abstract: An information processing system for creating a highly accurate recognition dictionary with regard to an input vector (instance) used in learning. The information processing system comprises: a bag selection means which selects, as an input vector for learning, one bag from a bag group in which a plurality of bags representing a set of instances have been aggregated; an instance selection means which selects one instance from within the selected bag; a distance calculation means which calculates the distance between a plurality of reference vectors and the selected instance; an instance probability calculation means which calculates, on the basis of the calculated distance, an instance correct probability that is the probability that the category of the instance is correct; a bag probability calculation means which calculates, on the basis of the instance correct probabilities pertaining to the plurality of instances included in the bag, a bag correct probability that is the probability that the category of the bag is correct; and a reference vector correction means which corrects a plurality of reference vectors on the basis of the bag correct probability.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/073366 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】学習に用いる入力ベクトル（インスタンス）について、高精度の認識辞書を作るため、情報処理システムであって、学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択手段と、選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択手段と、複数の参照ベクトルと選択されたインスタンスとの距離を算出する距離算出手段と、算出された距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出手段と、バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出手段と、バッグ正解確率に基づいて、複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正手段と、を備えた。

明 細 書

発明の名称：

情報処理システム、認識辞書学習方法および認識辞書学習プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、認識辞書の学習技術に関する。

背景技術

[0002] 非特許文献 1 には、参照ベクトルを用いた認識辞書学習手法として、Learning Vector Quantization (L V Q) が開示されている。この L V Q の特長は、パーセプトロン型ニューラルネットワークやサポートベクトルマシンといった他の参照ベクトルを使わない統計的パターン認識手法と比較して、非常に短時間で学習処理を完了できることにある。また、L V Q によれば、参照ベクトルの数を自由に設計できるためその数を削減するだけで学習処理と認識処理の双方を高速化できる。さらに、L V Q によれば、認識処理が距離計算処理だけで実現でき、かつ並列型の計算にすることも容易である。そのため、容易に、ソフトウェアのプログラミングや I C チップによって認識処理を実現できる。

[0003] 特許文献 1 には、この L V Q を改良した手法の一例が記載されている。非特許文献 2 には、特許文献 1 に記載された方式の 1 種について具体的な効果が記載されている。これらでは、複数の入力ベクトルを学習データとして用いて自動的に参照ベクトルの値を設定する。さらに、特許文献 2 には、特許文献 1 における距離値変換手段を備えない方式が記載されている。

[0004] 一方、非特許文献 3 には L V Q をベースとしながらも、識別が正解である確率を最大化するよう学習式が定式化されており、特許文献 1、特許文献 2、非特許文献 1、非特許文献 2 よりも高い識別率を得られる学習技術が記載されている。この技術が特許文献 1 と異なる点は、学習のモデルとして確率を直接取り扱っていることである。これを実現するために、入力ベクトルと最近傍の参照ベクトルとの距離のみを使うのではなく、全ての参照ベクトル

との距離を考慮して正確に確率を算出するよう設計されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第3452160号

特許文献2：特開平5-124550号

特許文献3：特願2011-158339

非特許文献

[0006] 非特許文献1：T.Kohonen著、「The Neural Phonetic Typewriter」、IEEE Computer, Vol.21、No.3、pp.11-22

非特許文献2：A.Sato、K.Yamada著、「Generalized Learning Vector Quantization」、Advances In Neural Information Processing Systems, Vol.8、pp.423-429、MIT Press、1996年

非特許文献3：宮野博義、石寺永記著「裾野の重たい分布関数を用いた学習ベクトル量子化手法」電子情報通信学会、信学技報、vol.110、no.187、PRMU2010-81、pp.185-192、2010年9月。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1、非特許文献1、非特許文献2、非特許文献3に記載の方式では、学習に用いる全ての入力ベクトルについて、それが属するカテゴリを正しく付与しておく必要がある。しかし、このように事前に正しいカテゴリを付与するには手間や時間がかかったり、そもそも事前に正しいカテゴリを付与できないことがある。

[0008] これに対して特許文献3では、Multiple Instance Learning（以下、MIL）と呼ばれる概念を用いて、インスタンスが正解カテゴリらしい確率とバッグが正解カテゴリらしい確率の計算を追加し、さらに参照ベクトルを更新する。しかし、特許文献3では、学習用の入力ベクトルと最近傍の参照ベクトルとの距離情報のみを用いて、学習データが正解カテゴリである確率を算

出する。さらに、確率の算出式は算出根拠が特になく、単に0.0以上1.0以下の数値に変換する式である。つまり、インスタンスが正解である確率を非常に粗く推定している。

[0009] すなわち、上記技術では、学習に用いる入力ベクトルが属するカテゴリについて完全ではない情報のみ与えられた場合、高い識別精度を持つ認識辞書を学習できるとは限らない。

[0010] 本発明の目的は、上述の課題を解決する技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するため、本発明に係るシステムは、

学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択手段と、

選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択手段と、

複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出手段と、

算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出手段と、

バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出手段と、

前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正手段と、

を備えた。

[0012] 上記目的を達成するため、本発明に係る認識辞書学習方法は、

学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択ステップと、

選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択ステップと、

複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出ステップと、

算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出ステップと、

バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出ステップと、

前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正ステップと、

を含む。

- [0013] 上記目的を達成するため、本発明に係る認識辞書学習プログラムは、
- 学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択ステップと、
- 選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択ステップと、
- 複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出ステップと、
- 算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出ステップと、
- バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出ステップと、
- 前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正ステップと、
- をコンピュータに実行させる。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、学習に用いる入力ベクトルが属するカテゴリが完全にはわかっていない場合にも、認識辞書を高精度に学習できる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]本発明の第1実施形態に係る情報処理システムの構成を示す図である。
- [図2]参照ベクトルを用いた認識辞書学習手法（L V Q）を模式的に表現した図である。
- [図3]本発明の実施形態の第1前提技術としての認識辞書学習システムの構成を示すブロック図である。
- [図4]本発明の実施形態の第2前提技術としての認識辞書学習システムの構成を示すブロック図である。
- [図5]入力ベクトルに対するカテゴリの付与の仕方のルールを説明する図である。
- [図6]本発明の実施形態の第3前提技術としての認識辞書学習システムの構成を示すブロック図である。
- [図7]本発明の第2実施形態に係る情報処理システムの機能構成を示す図である。
- [図8]本発明の第2実施形態に係る情報処理システムのハードウェア構成を示す図である。
- [図9]本発明の第2実施形態に係る情報処理システムの処理の流れを示すフローチャートである。
- [図10]本発明の第2実施形態に係る認識システムの機能構成を示す図である。
- [図11]本発明の第2実施形態に係る認識システムの処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0016] 以下に、図面を参照して、本発明の実施の形態について例示的に詳しく説明する。ただし、以下の実施の形態に記載されている構成要素はあくまで例示であり、本発明の技術範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

[0017] [第1実施形態]

本発明の第1実施形態としての情報処理システム100について、図1を

用いて説明する。情報処理システム１００は、バッグ選択部１０１とインスタンス選択部１０２と距離算出部１０３とインスタンス確率算出部１０４とバッグ確率算出部１０５と参照ベクトル修正部１０６を有する。

[0018] バッグ選択部１０１は、学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、１つのバッグを選択する。インスタンス選択部１０２は、選択されたバッグ内から１つのインスタンスを選択する。距離算出部１０３は、複数の参照ベクトルと選択されたインスタンスとの距離を算出する。

[0019] インスタンス確率算出部１０４は、算出された距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出する。バッグ確率算出部１０５は、バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出する。参照ベクトル修正部１０６は、バッグ正解確率に基づいて、複数の参照ベクトルを修正する。

[0020] 本実施形態によれば、インスタンスが正解カテゴリである確率を計算し、さらにそのバッグが正解カテゴリである確率を計算する。そして、インスタンスが属するバッグが正解カテゴリである確率を使って、参照ベクトルを修正する。これにより、学習に用いる入力ベクトルが属するカテゴリが完全にはわかっていない場合にも、認識辞書を高精度に学習できる。

[0021] [第２実施形態]

《前提技術》

本発明の第２実施形態について説明する前に、参照ベクトルを用いた認識辞書学習手法（ＬＶＱ）について説明する。図２は、参照ベクトルを用いた認識辞書学習手法（ＬＶＱ）を模式的に表現したものである。

[0022] 認識辞書はあるカテゴリＡに属する参照ベクトル２１１～２１ｎと別のカテゴリＢに属する参照ベクトル２２１～２２ｎを含んでいる。カテゴリを認識処理したいインスタンス２０３がある場合、カテゴリＡに属する参照ベクトル２１１～２１ｎのなかでインスタンス２０３と最近接の参照ベクトル２

1 2 を特定し、その距離 d_1 を計算する。また、カテゴリ B に属する参照ベクトル 2 2 1 ~ 2 2 n のなかで、インスタンス 2 0 3 と最近接の参照ベクトル 2 2 2 を特定し、その距離 d_2 を計算する。そして、最も近い参照ベクトル 2 1 2 が属するカテゴリにインスタンス 2 0 3 も属すると判断する。図 2 の場合、 $d_1 < d_2$ のため、インスタンス 2 0 3 はカテゴリ A に属すると判断する。

[0023] このように、認識辞書と呼ばれる参照ベクトル群と入力ベクトルとの距離計算に基づいて入力ベクトルに最も近い参照ベクトルが属するカテゴリをその入力ベクトルの認識結果とする場合、参照ベクトルの値によって認識精度が変化する。このため、どのように参照ベクトルの値を設定するかが認識精度を上げる上で重要である。

[0024] (第 1 前提技術)

本実施形態の第 1 前提技術としての認識辞書学習システム 3 0 0 の構成を図 3 に示す。図 3 に示すように、データ処理装置 3 1 0 と記憶装置 3 2 0 とを備える。データ処理装置 3 1 0 は、入力部 3 1 1 と参照ベクトル検索部 3 1 2 と距離値変換部 3 1 3 と修正係数算出部 3 1 4 と参照ベクトル修正部 3 1 5 と終了判定部 3 1 6 とを含み、記憶装置 3 2 0 は、参照ベクトル記憶部 3 2 1 を含む。

[0025] 入力部 3 1 1 は、学習用に用意された入力ベクトル群のなかから 1 つの入力ベクトルを選択する。参照ベクトル検索部 3 1 2 は、入力ベクトルと同一のカテゴリに属する参照ベクトルのうち、入力ベクトルとの距離が最小となる第 1 の参照ベクトル W_1 およびその第 1 の距離値 d_1 を求める。また、入力ベクトルと異なるカテゴリに属する参照ベクトルのうち、入力ベクトルとの距離が最小となる第 2 の参照ベクトル W_2 およびその第 2 の距離値 d_2 を求める。

[0026] 距離値変換部 3 1 3 は距離値を変換する。修正係数算出部 3 1 4 は、第 1 の距離値 d_1 および第 2 の距離値 d_2 を使って参照ベクトルの修正量を算出する。参照ベクトル修正部 3 1 5 は、入力ベクトルを用いて第 1 の参照ベクトル W_1 と第 2 の参照ベクトル W_2 とを修正する。終了判定部 3 1 6 は、参

照ベクトルの学習の終了を判定する。

[0027] 参照ベクトル記憶部 3 2 1 は、認識辞書である参照ベクトル群の情報を記憶する。具体的には、個々の参照ベクトルと、それが属するカテゴリ情報とを記憶する。

[0028] このような構成を有する認識辞書学習システムは次のように動作する。

[0029] まず入力部 3 1 1 は、学習のために用意された入力ベクトル群の中から 1 つを選択する。入力部 3 1 1 は、例えば 1 から N までの一様な乱数を用いて入力ベクトルを選択する。次に参照ベクトル検索部 3 1 2 は、選択された入力ベクトルと同じカテゴリの参照ベクトル全てとのベクトル間距離計算を行い、最も距離値が最小の参照ベクトル W_1 とその距離値 d_1 を求める。さらに選択された入力ベクトルと異なるカテゴリの参照ベクトル全てとユークリッド距離計算を行い、最も距離値が最小の参照ベクトル W_2 とその距離値 d_2 を求める。次に、距離値変換部 3 1 3 は、距離値 d_1 と d_2 を所定の値 k を用いて k 乗することで変換された距離値を求める。修正係数算出部 3 1 4 は、変換された距離値と参照ベクトルの修正回数に依存した関数で表現される所定の変換式に基づいて参照ベクトルの修正係数を計算する。参照ベクトル修正部 3 1 5 が、修正係数を用いて参照ベクトル W_1 、 W_2 を修正する。その次に終了判定部 3 1 6 によって参照ベクトルの学習を終えるかどうかを判定し、終了しない場合は入力部 3 1 1 による入力ステップに戻って処理を続ける。

[0030] (第 2 前提技術)

本実施形態の第 2 前提技術としての認識辞書学習システム 4 0 0 の構成を図 4 に示す。図 3 で説明した構成と同じ構成については同じ符号を付して説明を省略する。図 4 に示すように、認識辞書学習システム 4 0 0 は、データ処理装置 4 1 0 と記憶装置 3 2 0 とを備える。データ処理装置 4 1 0 は、入力部 3 1 1 と参照ベクトル群距離算出部 4 1 2 と正解確率算出部 4 1 3 と修正係数算出部 4 1 4 と参照ベクトル群修正部 4 1 5 と終了判定部 3 1 6 とを含む。

[0031] 参照ベクトル群距離算出部412は、選択された入力ベクトル x と個々の参照ベクトル W_i 全てとの距離値 d_i をそれぞれ求める。正解確率算出部413は、全ての距離値から入力ベクトルが正解である確率（正解確率）を算出する。修正係数算出部414は、算出した正解確率を使って参照ベクトルの修正係数を算出する。そして、参照ベクトル群修正部415は、修正係数に基づいて個々の参照ベクトル全てを修正する。

[0032] ここでは第1前提技術と異なり、学習のモデルとして確率を直接取り扱っている。これを実現するために、入力ベクトルと最近傍の参照ベクトルとの距離のみを使うのではなく、全ての参照ベクトルとの距離を考慮して確率を算出している。

[0033] (M I Lの説明)

次に、統計的パターン認識の分野で、カテゴリの付与の仕方のルールを規定するMultiple Instance Learning（以下、M I Lと表記する）と呼ばれる概念について説明する。この概念では、入力ベクトルのことを「インスタンス」、インスタンスの集合を「バッグ」と呼び、全てのインスタンス1つずつにカテゴリ付与するのではなく、バッグにのみカテゴリを付与する。

[0034] 図5は、バッグとインスタンスの概念を図示したものである。カテゴリとして「ポジティブ」と「ネガティブ」の2種類のみがある場合について説明する。バッグの中にポジティブインスタンスが1つでも存在すれば、そのバッグのカテゴリを「ポジティブ」、バッグの中にネガティブインスタンスのみが存在すれば、そのバッグのカテゴリを「ネガティブ」と定義する。

[0035] このカテゴリの定義に基づくと、 i 番目のバッグ内の j 番目のインスタンスがポジティブである確率を p_{ij} とし、バッグ内の1つ以上のインスタンスがポジティブである確率つまりバッグがポジティブである確率を p_i とすると、 p_i は以下の数式（1）によって導き出される。

[数1]

$$p_i = 1 - \left\{ \prod_j \{1 - p_{ij}\} \right\} \cdots (1)$$

例えば、「ポジティブ」「ネガティブ（非ポジティブ）」という２種類のカテゴリに分類する場合、インスタンス n 個の集合のうちどれか１個が「ポジティブ」であるという不完全な情報があっても、うまく学習できない。参照ベクトルを更新する係数を求めるには、学習に用いる全てのインスタンスとそれぞれのインスタンスが属するカテゴリとを１対１に対応付ける必要があり、完全でないカテゴリの情報があっても学習処理に適用できないためである。

[0036] つまり学習処理をする前に、学習に用いる入力ベクトル全てについてカテゴリに関する情報を完全に付与しておく必要がある。しかし、このための作業には手間や時間がかかってしまう。また、入力ベクトルのカテゴリを正確に定義することが難しい場合、そもそもカテゴリに関する情報を完全に付与しておくことは困難である。例えば、画像パターンを入力ベクトルとし「顔」と「顔でない」という２種類をカテゴリとする場合、顔の目・鼻・口だけを含むパターンや、顔の輪郭だけでなく首や肩まで含まれているパターンのカテゴリの判断が難しい。

[0037] （第３前提技術）

本実施形態の第３前提技術としての認識辞書学習システム 600 の構成を図 6 に示す。図 3 で説明した構成と同じ構成については同じ符号を付して説明を省略する。図 6 に示すように、認識辞書学習システム 600 は、データ処理装置 610 と記憶装置 320 とを備える。データ処理装置 610 は、バッグ選択部 611 とインスタンス選択部 612 と参照ベクトル検索部 613 とインスタンス確率算出部 614 とバッグ確率算出部 615 と確率ベース修正係数算出部 616 と参照ベクトル群修正部 617 と終了判定部 316 とを備える。

[0038] まずバッグ選択部 611 が、学習に用いる全バッグから１つのバッグを選択する。次に、インスタンス選択部 612 は、選択されたバッグの中から１つのインスタンス（１つの入力ベクトル）を選択する。

[0039] 次に、参照ベクトル検索部 312 は、選択されたインスタンスと同一の力

テゴリに属する参照ベクトルのうち、そのインスタンスとの距離が最小となる参照ベクトルおよびその距離値を求める。また、選択されたインスタンスと異なるカテゴリに属する参照ベクトルのうち、入力ベクトルとの距離が最小となる参照ベクトルおよびその距離値を求める。

[0040] インスタンス確率算出部 614 は、学習用の入力ベクトルと最近傍の参照ベクトルとの距離情報に基づいて、インスタンスが正解のカテゴリらしい正解確率を推定する。ここで、正解のカテゴリとは、インスタンスが属するバッグに付与されたカテゴリのことを指す。

[0041] バッグ確率算出部 615 は、各バッグの中の個々のインスタンスの正解確率から、バッグが正解カテゴリらしい正解確率を算出する。

[0042] 確率ベース修正係数算出部 616 は、インスタンスの正解確率とインスタンスが属するバッグの正解確率とに基づいて、参照ベクトルを更新するための確率ベースの修正係数を個々のインスタンスごとに算出する。そして、参照ベクトル群修正部 315 は、修正係数に基づいて個々の参照ベクトル全てを修正する。

[0043] このように、第3前提技術は、インスタンスが正解カテゴリらしい確率とバッグが正解カテゴリらしい確率の計算を追加し、さらに参照ベクトルを更新する係数を確率ベース修正係数算出部 616 で導出することで、MILの概念を概ね実現している。

[0044] しかし認識辞書学習システム 600 では、学習データが正解カテゴリである確率を算出するのに、学習用の入力ベクトルと最近傍の参照ベクトルとの距離情報しか使わない。つまり、インスタンスが正解である確率を非常に粗く推定している。

[0045] (本実施形態に係るシステム)

次に、本実施形態に係る認識辞書学習システム 700 について説明する。以下では、説明のために、1つのインスタンスを x 、参照ベクトルを $w_h (h=1, \dots, H)$ と表記する。

[0046] 図7を参照すると、認識辞書学習システム 700 は、データ処理装置 71

0と、記憶装置720とを備える。

- [0047] データ処理装置710は、バッグ選択部711とインスタンス選択部712と参照ベクトル群距離算出部713とインスタンス確率算出部714とバッグ確率算出部715と確率ベース修正係数算出部716と参照ベクトル群修正部717と終了判定部718とを有する。記憶装置720は、参照ベクトル記憶部721を有する。
- [0048] 参照ベクトル記憶部721には、認識辞書である参照ベクトル群の情報が記憶される。具体的には、個々の参照ベクトルと、それが属するカテゴリー情報が記憶される。参照ベクトルが修正され、その結果、学習された参照ベクトルが得られる。
- [0049] バッグ選択部711は、学習に用いる全バッグから1つのバッグ i を選択する。インスタンス選択部712は、バッグ選択部711で選択されたバッグ i の中から1つのインスタンス（1つの入力ベクトル）として j 番目の x_{ij} を選択する。
- [0050] 参照ベクトル群距離算出部713は、インスタンス選択部712で選択されたインスタンス x_{ij} と、参照ベクトル記憶部721に保持される個々の参照ベクトルとのベクトル間距離 $d(x_{ij}, w_k)$ を全て計算する。
- [0051] インスタンス確率算出部714は、全てのベクトル間距離の値からインスタンスが正解のカテゴリらしい正解確率 p_{ij} を推定する。ここで、正解のカテゴリとは、インスタンス j が属するバッグ i に付与されたカテゴリのことを指す。なお、この p_{ij} を推定する方式は任意の方式で構わない。
- [0052] 以下、正解確率 p_{ij} を推定する方法の1例を説明する。正解確率 p_{ij} は、数式(2)のように表現できるが、インスタンスの正解カテゴリらしさを η_{ij} 、値域が $[0, 1]$ の任意の単調増加関数を $R(-)$ とすると、数式(3)のようにも書ける。インスタンスの正解カテゴリらしさ（インスタンス正解確率） η_{ij} については様々な導出方式が考えられるが、例えば数式(4)に基づいて求めることができる。ここで、 $c(w_h)$ は参照ベクトル w_h が所属するカテゴリの番号、 κ は入力ベクトルが属するカテゴリの番号、 δ はベクトルの次元数

、 ν は1以上の定数である。この数式(4)によれば、入力ベクトルと同じカテゴリに属する参照ベクトルの距離のべき乗の逆数の総和と、入力ベクトルと異なるカテゴリに属する参照ベクトルの距離のべき乗の逆数の総和とを用いてインスタンス正解確率を算出する。

[0053] なお、数式(4)では D_k と $D_{k'}$ との計算に ξ を用いるため δ と ν とが必要となるが、 $\xi = 1$ とした調和平均の計算式を用いてもよい。つまり、インスタンスと同じカテゴリに属する参照ベクトルの距離の調和平均と、インスタンスと異なるカテゴリに属する参照ベクトルの距離の調和平均とを用いてインスタンス正解確率を算出してもよい。

[0054] また、単調増加関数 $R(-)$ としては、例えば数式(5)を用いればよい。あるいは、参照ベクトルの学習を繰り返すほど認識の信頼性があがることを考慮すると、参照ベクトルの学習回数 t を用いた数式(6)を使ってもよいし、参照ベクトルの学習回数 t と任意の定数 γ_0 と γ_1 とを用いた数式(7)を使ってもよい。数式(6)、または数式(7)によれば、参照ベクトルの学習回数 t が増加するにつれて、インスタンスのカテゴリの正解確率が高くなる。

[数2]

$$p_{ij} = r(\bar{w}_1, \dots, \bar{w}_H, \bar{x}) \quad \dots (2)$$

[数3]

$$p_{ij} = R(\eta_{ij}) \quad \dots (3)$$

[数4]

$$\eta = \xi \cdot (\log D_k - \log D_{k'}) \quad \dots (4)$$

$$D_k \equiv \left(\sum_{c(\mathbf{w}_h)=k} \frac{1}{d(\bar{x}_{ij}, \bar{w}_h)^\xi} \right)^{-\frac{1}{\xi}}$$

$$D_{k'} \equiv \left(\sum_{c(\mathbf{w}_h) \neq k} \frac{1}{d(\bar{x}_{ij}, \bar{w}_h)^\xi} \right)^{-\frac{1}{\xi}}$$

$$\xi = \frac{\delta + \nu}{2}$$

[数5]

$$p_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-\mu}} \quad \dots (5)$$

[数6]

$$p_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-\mu \cdot t}} \quad \dots (6)$$

[数7]

$$p_{ij} = \frac{1}{1 + e^{-\mu(\gamma_0 + \gamma_1 t)}} \quad \dots (7)$$

[0055] バッグ確率算出部 715 は、バッグ i の中の個々のインスタンスの正解カテゴリらしい正解確率 p_{ij} から、バッグ i が正解カテゴリらしい正解確率 q_i を算出する。つまり、バッグに含まれるインスタンスのうち少なくとも 1 つ以上が正解カテゴリである確率を算出する。この計算式は数式 (8) で表現される。

[数8]

$$q_i = \begin{cases} 1 - \prod_{j=1}^{N_i} (1 - p_{ij}) & \text{if } pos. \\ \prod_{j=1}^{N_i} p_{ij} & \text{if } neg. \end{cases} \quad \dots (8)$$

[0056] 確率ベース修正係数算出部 716 は、インスタンスの正解確率 p_{ij} とインスタンスが属するバッグ i の正解確率 q_i とに基づいて、参照ベクトルを更新するための確率ベースの修正係数 u_{ij} を個々のインスタンスごとに算出する。修正係数 u_{ij} は、認識結果が尤もらしいことを意味する尤度 L を確率 q_i に基づいて定義し、それを最大化するように求めればよい。

[0057] 例えば、 L を数式 (9) で定義すると考えると、修正係数 u_{ij} を数式 (10-1) または数式 (10-2) のように計算すればよい。

[0058] 数式 (10-1) では、インスタンス j がポジティブであれば、そのカテゴリ正解確率 p_{ij} とインスタンス j が属するバッグ i のカテゴリ不正解確率 ($1 - q_i$) との積を、バッグ i のカテゴリ正解確率 q_i で除算した値が修正係数となる。一方、インスタンス j がネガティブであれば、そのカテゴリ不正解確率 ($1 - p_{ij}$) を修正係数とする。

[0059] 一方、数式 (10-2) では、ポジティブインスタンス j が属するバッグ i のカテゴリが不正解である確率 ($1 - q_i$) とインスタンス j のカテゴリが正解である確率 p_{ij} との積が修正係数となる。一方、インスタンス j がネガティブであれば、そのインスタンスのカテゴリが不正解である確率 ($1 - p_{ij}$) とインスタンスが属するバッグのカテゴリが正解である確率 q_i との積を修正係数とする。

[数9]

$$L = \prod_{i=1}^M q_i \quad \dots (9)$$

[数10]

$$u_{ij} = \begin{cases} \frac{1-q_i}{q_i} p_{ij} & \text{if } pos. \\ (1-p_{ij}) & \text{if } neg. \end{cases} \quad \dots (10-1)$$

$$u_{ij} = \begin{cases} (1-q_i) p_{ij} & \text{if } pos. \\ q_i (1-p_{ij}) & \text{if } neg. \end{cases} \quad \dots (10-2)$$

[0060] 参照ベクトル群修正部 7 1 7 は、確率ベース修正係数算出部 7 1 6 で得られた確率ベース修正係数 u_{ij} に基づいて、参照ベクトル記憶部 7 2 1 に記憶された参照ベクトル全てを修正する。この修正式は、数式 (1 1) のように表現できる。なお、非特許文献 3 の更新式では、 $1/D_k$ の代わりに $D_{k'}/(D_k + D_{k'})$ を、 $1/D_{k'}$ の代わりに $D_k/(D_k + D_{k'})$ を用いた計算式となっているが、その計算式にさらに u_{ij} を乗じた修正式を用いても同様の効果を得られる。

[数11]

$$\begin{cases} \bar{w}_h \leftarrow \bar{w}_h + \alpha \cdot u_{ij} \cdot \frac{1}{D_k} \cdot \frac{\partial D_k}{\partial d_h} \cdot (\bar{x}_{ij} - \bar{w}_h) & \text{if } c(w_h) = k \\ \bar{w}_h \leftarrow \bar{w}_h - \alpha \cdot u_{ij} \cdot \frac{1}{D_{k'}} \cdot \frac{\partial D_{k'}}{\partial d_h} \cdot (\bar{x}_{ij} - \bar{w}_h) & \text{if } c(w_h) \neq k \end{cases} \quad \dots (11)$$

$$\begin{cases} \frac{\partial D_k}{\partial d_h} = D_k \cdot D_k^{\xi} \cdot d_h^{-(\xi+1)} \\ \frac{\partial D_{k'}}{\partial d_h} = D_{k'} \cdot D_{k'}^{\xi} \cdot d_h^{-(\xi+1)} \end{cases}$$

終了判定部 7 1 8 は、参照ベクトルの学習（修正）の終了を判定する。

[0061] (ハードウェア構成)

次に、本実施形態に係る認識辞書学習システム 7 0 0 のハードウェア構成について図 8 を用いて説明する。認識辞書学習システム 7 0 0 は、CPU (Central Processing Unit) 8 1 0、ROM (Read Only Memory) 8 2 0、無線通信部 8 3 0、RAM (Random Access Memory) 8 4 0、ストレージ 8 5 0、および入出力インタフェース 8 6 0 を備えている。

[0062] CPU 810は中央処理部であって、様々なプログラムを実行することにより認識辞書学習システム700全体を制御する。ROM 820は、CPU 810が最初に実行すべきブートプログラムの他、各種パラメータ等を記憶している。また、RAM 840は、参照ベクトル841と選択されたバッグを表わす選択バッグ842と選択されたインスタンスを表わす選択インスタンス843とベクトル間距離844と算出されたインスタンス正解確率845とバッグ正解確率846とを保存する。さらに、RAM 840は、参照ベクトル群を修正するために算出された修正係数847を保存する。

[0063] 一方、ストレージ850は、複数の参照ベクトルを含む参照ベクトルデータベース851と認識辞書学習プログラムを記憶している。認識辞書学習プログラムは、バッグ選択モジュール852とインスタンス選択モジュール853と参照ベクトル群距離算出モジュール854とインスタンス確率算出モジュール855とバッグ確率算出モジュール856とを含む。さらに、認識辞書学習プログラムは、確率ベース修正係数算出モジュール857と参照ベクトル群修正モジュール858と終了判定モジュール859とを含む。

[0064] これらのモジュールは、プログラムモジュールであって、CPU 810に実行されることにより、それぞれ、図7に示した各構成部分711～718として機能する。

[0065] 入出力インタフェース860は、入出力機器との入出力データを中継する。入出力インタフェース860には、キーボード861、マウス862、表示部863などが接続される。

[0066] (全体の処理)

次に、図9のフローチャートを参照して本実施の形態の全体の動作について詳細に説明する。

[0067] 以下の説明では、学習に用いるバッグ i の個数を M 、バッグ i 内のインスタンスの個数を N_i とする。

[0068] なお、動作させる前に、学習に用いるインスタンス（入力ベクトル）を用意し、1個以上のインスタンスで構成されるバッグ i を用意しておく。実際

のデータ構造としては、インスタンスにバッグ i の番号を対応付けておけば十分である。また、全てのバッグ i にはカテゴリを付与しておく。

[0069] はじめに、バッグ選択部 711 を実行することで学習用のバッグ群から 1 つのバッグ i を選択する（ステップ S901）。

[0070] 次に、選択されたバッグ i 内にある全てのインスタンスについて、インスタンス選択部 712 と参照ベクトル群距離算出部 713 とインスタンス確率算出部 714 とが繰返し各処理を実行することで、バッグ i 内の個々のインスタンスが正解である確率 p_{ij} を計算する（ステップ S903、ステップ S905、ステップ S907）。

[0071] 次にバッグ確率算出部 715 を実行して選択されたバッグ i が正解である確率 q_i を計算する（ステップ S911）。

[0072] 次に、選択されたバッグ i 内にある全てのインスタンスについて、確率ベース修正係数算出部 716 と参照ベクトル群修正部 717 を繰返し実行することで、参照ベクトル記憶部 721 に記憶されている参照ベクトルを修正する（ステップ S913～S917）。

[0073] 次に、ステップ S901 に戻って、ステップ S901 からステップ S919 までの処理を全ての学習用のバッグ i について繰返し実行する。

[0074] 参照ベクトルの学習を終了するか否かは、例えば、あらかじめ決められた所定の回数だけ繰返し実行したら終了するようにすればよい。

[0075] 次に、本実施の形態の効果について説明する。

[0076] 本実施の形態では、バッグ i が正解カテゴリである確率を算出するバッグ確率算出部 715 と、バッグ i が正解カテゴリである確率から導出される尤もらしさ L を最大化するように確率ベース修正係数を算出する確率ベース修正係数算出部 716 を備え、参照ベクトルを修正する参照ベクトル群修正部 717 を備えるように構成されているため、インスタンスではなくバッグ i に付与されたカテゴリの情報のみでも学習を実行することができる。

[0077] 確率ベース修正係数算出部 116 で計算される u_{ij} を用いることで、バッグ i が正解カテゴリである確率から導出される尤もらしさ L を最大化できる。

[0078] P_{ij} を数式(5)、 L を数式(8)のように定義する場合について、最急降下法で最大化することを考える。この場合、単調関数である対数関数を用いて最小化すべき関数 S を数式(12)のように定義できる。

[数12]

$$S = -\sum_{i=1}^M \log q_i \quad \dots (12)$$

[0079] 最急降下法では、一般に参照ベクトル W_k の更新式は定数 α を用いて数式(13)のように表される。この右辺第2項を展開すると数式(14)となり、さらにこの式の一部は数式(5)を用いると数式(15)、数式(16)、数式(17)のように展開される。これらを用いると数式(10)が導かれる。

[数13]

$$\bar{w}_h \leftarrow \bar{w}_h - \alpha \frac{\partial S}{\partial \bar{w}_h} \quad \dots (13)$$

[数14]

$$\begin{cases} \frac{\partial S}{\partial \bar{w}_h} = \frac{\partial S}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial p_{ij}} \frac{\partial p_{ij}}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial D_k} \frac{\partial D_k}{\partial d_h} \frac{\partial d_h}{\partial \bar{w}_h} & \text{if } c(w_h) = k \\ \frac{\partial S}{\partial \bar{w}_h} = \frac{\partial S}{\partial q_i} \frac{\partial q_i}{\partial p_{ij}} \frac{\partial p_{ij}}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial D_k} \frac{\partial D_k}{\partial d_h} \frac{\partial d_h}{\partial \bar{w}_h} & \text{if } c(w_h) \neq k \end{cases} \quad \dots (14)$$

[数15]

$$\frac{\partial S}{\partial q_i} = -\frac{1}{q_i} \quad \dots (15)$$

[数16]

$$\frac{\partial q_i}{\partial p_{ij}} = \begin{cases} \frac{(1-q_i)}{(1-p_{ij})} & \text{if } pos. \\ \frac{q_i}{p_{ij}} & \text{if } neg. \end{cases} \dots (16)$$

[数17]

$$\frac{\partial p_{ij}}{\partial \eta} = p_{ij}(1-p_{ij}) \dots (17)$$

[0080] なお、本実施形態では「正解である確率」を用いて動作を記載しているが、「ポジティブ」と「ネガティブ（非ポジティブ）」という2カテゴリであれば、「不正解である確率」または「ポジティブである確率」または「ネガティブである確率」から「正解である確率」は自明であるため、これらの確率を用いているともいえる。

[0081] （認識システムの構成）

次に、本実施形態に係る認識辞書学習システム700により学習された参照ベクトル群を用いた認識システム1000について図10および図11を参照して説明する。

[0082] 本実施形態により学習された識別パラメータを用いた認識システム1000は、データ処理装置1010と記憶装置1020とを含む。

[0083] データ処理装置1010は参照ベクトル群距離算出部1011と、確率算出部1012とを有する。記憶装置1020は、参照ベクトル群を保持する参照ベクトル記憶部1021を有する。

[0084] 図11は、学習された参照ベクトル群を用いた認識システム1000の動作を示すフローチャートである。

[0085] まず、参照ベクトル群距離算出部1011で、認識対象のパターンであるベクトル（入力ベクトル）と参照ベクトル記憶部1021に保持された全ての参照ベクトルとの距離を計算する（ステップS1101）。次に確率算出

部 1 0 1 2 で、識別すべき各カテゴリの確率を算出する（ステップ S 1 1 0 3）。この確率が最大となるカテゴリが認識結果である。

[0086] 本実施形態では、インスタンスが正解カテゴリである確率を計算し、さらにそのバッグが正解カテゴリである確率を計算する。そして、インスタンスが属するバッグが正解カテゴリである確率を使って、参照ベクトルを修正する。このようにすることで、インスタンスが属するカテゴリが完全に明確ではなくても、学習処理（つまり参照ベクトルの修正）を行なうことができる。

[0087] また、本実施形態では、バッグが正解である確率に基づいて確率ベース修正係数を算出することで、学習するバッグ全体についての正解らしさ（評価尺度）を最大化する学習処理を行う。これにより、学習に用いる全ての入力ベクトルそれぞれに対応するカテゴリの情報がない場合でも、学習に用いる入力ベクトル（インスタンス）の集合（バッグ）に対応するカテゴリの情報のみから高精度に認識できる認識辞書を作ることができる。

[0088] また、本実施形態では、学習データが正解カテゴリである確率を算出するのに、学習用の入力ベクトルと全ての参照ベクトルとの距離情報を使って確率を精緻に算出する。これにより、「インスタンスが正解である確率」をより正確に推定でき、その結果としてバッグが正解カテゴリである確率を正しく最大化する。特に、確率を扱うタイプの M I L では、インスタンスが正解である確率からバッグが正解である確率や最適化すべき指標が計算されるため、本実施形態の方法によれば、より相乗効果が大きく、より高い認識精度を得られる。

[0089] また、本実施形態によれば、映像から特定の物体を精度良く検出したり、映像から人物や物体を精度良く同定し認証したりすることができる。特に膨大なデータを学習して認識に利用しようとする場合、物体の正解カテゴリを完全に付与することが困難だが、本実施形態によれば、データの集合に対してのみ正解カテゴリを付与すればよいと、実用的に適用できる。

[0090] [他の実施形態]

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。また、それぞれの実施形態に含まれる別々の特徴を如何様に組み合わせたシステムまたは装置も、本発明の範疇に含まれる。

[0091] また、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用されてもよいし、単体の装置に適用されてもよい。さらに、本発明は、実施形態の機能を実現する情報処理プログラムが、システムあるいは装置に直接あるいは遠隔から供給される場合にも適用可能である。したがって、本発明の機能をコンピュータで実現するために、コンピュータにインストールされるプログラム、あるいはそのプログラムを格納した媒体、そのプログラムをダウンロードさせるWWW (World Wide Web) サーバも、本発明の範疇に含まれる。

[0092] [実施形態の他の表現]

上記の実施形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

(付記1)

学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択手段と、

選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択手段と、

複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出手段と、

算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出手段と、

バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出手段と、

前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照

ベクトル修正手段と、

を備えた情報処理システム。

(付記 2)

前記バッグ正解確率に基づいて、参照ベクトルを修正するための係数を算出する修正係数算出手段をさらに備えた付記 1 に記載の情報処理システム。

(付記 3)

前記修正係数算出手段は、インスタンスのカテゴリが正解である確率とインスタンスが属するバッグのカテゴリが不正解である確率との積を、バッグのカテゴリが正解である確率で除算した値、および、インスタンスのカテゴリが不正解である確率の値に基づいて、修正係数を算出する付記 2 に記載の情報処理システム。

(付記 4)

前記修正係数算出手段は、インスタンスのカテゴリが正解である確率とインスタンスが属するバッグのカテゴリが不正解である確率との積、および、インスタンスのカテゴリが不正解である確率とインスタンスが属するバッグのカテゴリが正解である確率との積により、前記修正係数を算出する付記 2 に記載の情報処理システム。

(付記 5)

前記修正係数算出手段は、前記入力ベクトルと同じカテゴリに属する前記参照ベクトルの距離の調和平均と、入力ベクトルと異なるカテゴリに属する参照ベクトルの距離の調和平均とを用いて修正係数を算出する付記 2 に記載の情報処理システム。

(付記 6)

前記インスタンス確率算出手段は、前記入力ベクトルと同じカテゴリに属する前記参照ベクトルの距離のべき乗の逆数の総和と、前記入力ベクトルと異なるカテゴリに属する参照ベクトルの距離のべき乗の逆数の総和とを用いて前記インスタンス正解確率を算出する付記 4 に記載の情報処理システム。

(付記 7)

前記インスタンス確率算出手段は、参照ベクトルの学習回数が増加するにつれて、インスタンスのカテゴリの正解確率が高くなるよう算出する付記 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

(付記 8)

前記バッグ確率算出手段は、バッグに含まれるインスタンスのうち少なくとも 1 つ以上が正解カテゴリである確率を算出する付記 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

(付記 9)

学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1 つのバッグを選択するバッグ選択ステップと、

選択されたバッグ内から 1 つのインスタンスを選択するインスタンス選択ステップと、

複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出ステップと、

算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出ステップと、

バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出ステップと、

前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正ステップと、

を含む認識辞書学習方法。

(付記 10)

学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1 つのバッグを選択するバッグ選択ステップと、

選択されたバッグ内から 1 つのインスタンスを選択するインスタンス選択ステップと、

複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距

離算出ステップと、

算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出ステップと、

バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出ステップと、

前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正ステップと、

をコンピュータに実行させるための認識辞書学習プログラム。

この出願は、2012年11月12日に出願された日本出願特願2012-248722を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

請求の範囲

- [請求項1] 学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択手段と、
- 選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択手段と、
- 複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出手段と、
- 算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出手段と、
- バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出手段と、
- 前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正手段と、
- を備えた情報処理システム。
- [請求項2] 前記バッグ正解確率に基づいて、参照ベクトルを修正するための係数を算出する修正係数算出手段をさらに備えた請求項1に記載の情報処理システム。
- [請求項3] 前記修正係数算出手段は、インスタンスのカテゴリが正解である確率とインスタンスが属するバッグのカテゴリが不正解である確率との積を、バッグのカテゴリが正解である確率で除算した値、および、インスタンスのカテゴリが不正解である確率の値に基づいて、修正係数を算出する請求項2に記載の情報処理システム。
- [請求項4] 前記修正係数算出手段は、インスタンスのカテゴリが正解である確率とインスタンスが属するバッグのカテゴリが不正解である確率との積、および、インスタンスのカテゴリが不正解である確率とインスタンスが属するバッグのカテゴリが正解である確率との積により、前記

修正係数を算出する請求項2に記載の情報処理システム。

[請求項5] 前記修正係数算出手段は、前記入力ベクトルと同じカテゴリに属する前記参照ベクトルの距離の調和平均と、入力ベクトルと異なるカテゴリに属する参照ベクトルの距離の調和平均とを用いて修正係数を算出する請求項2に記載の情報処理システム。

[請求項6] 前記インスタンス確率算出手段は、前記入力ベクトルと同じカテゴリに属する前記参照ベクトルの距離のべき乗の逆数の総和と、前記入力ベクトルと異なるカテゴリに属する参照ベクトルの距離のべき乗の逆数の総和とを用いて前記インスタンス正解確率を算出する請求項4に記載の情報処理システム。

[請求項7] 前記インスタンス確率算出手段は、参照ベクトルの学習回数が増加するにつれて、インスタンスのカテゴリの正解確率が高くなるよう算出する請求項1乃至6のいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項8] 前記バッグ確率算出手段は、バッグに含まれるインスタンスのうち少なくとも1つ以上が正解カテゴリである確率を算出する請求項1乃至7のいずれか1項に記載の情報処理システム。

[請求項9] 学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択ステップと、

選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択ステップと、

複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出ステップと、

算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出ステップと、

バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を

算出するバッグ確率算出ステップと、

前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正ステップと、

を含む認識辞書学習方法。

[請求項10]

学習用の入力ベクトルとしてのインスタンスの集合を表わすバッグが複数集まったバッグ群から、1つのバッグを選択するバッグ選択ステップと、

選択されたバッグ内から1つのインスタンスを選択するインスタンス選択ステップと、

複数の参照ベクトルと選択された前記インスタンスとの距離を算出する距離算出ステップと、

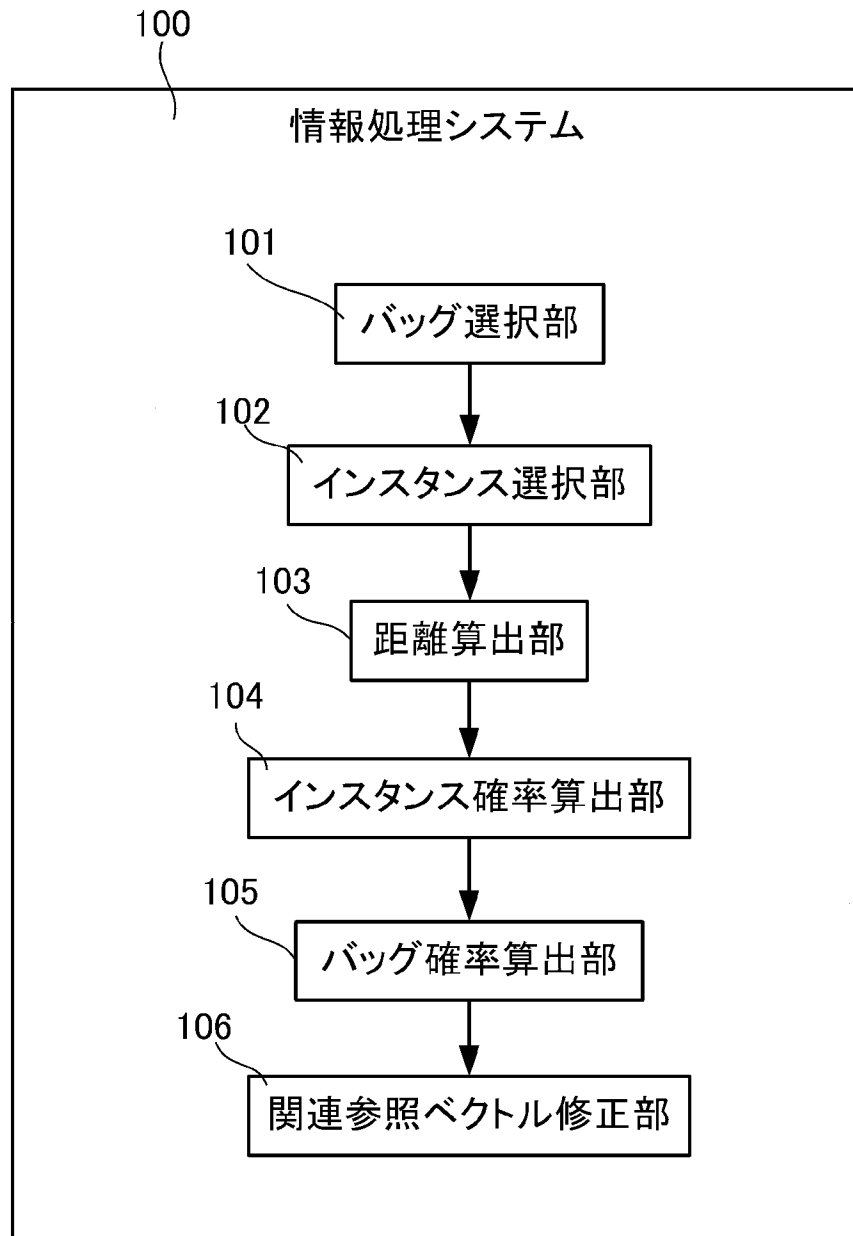
算出された前記距離に基づいて、インスタンスのカテゴリが正解であるインスタンス正解確率を算出するインスタンス確率算出ステップと、

バッグに含まれる複数のインスタンスに関するインスタンス正解確率に基づいて、そのバッグのカテゴリが正解であるバッグ正解確率を算出するバッグ確率算出ステップと、

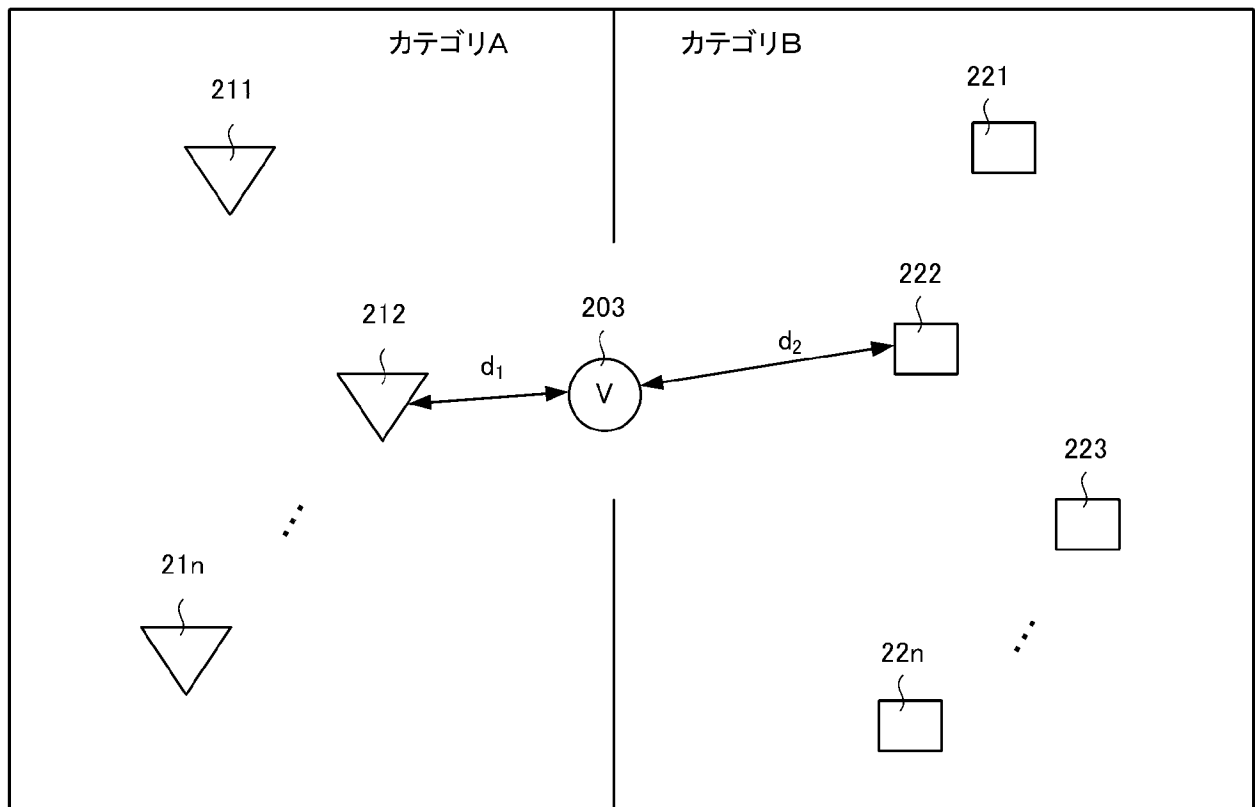
前記バッグ正解確率に基づいて、前記複数の参照ベクトルを修正する参照ベクトル修正ステップと、

をコンピュータに実行させる認識辞書学習プログラム。

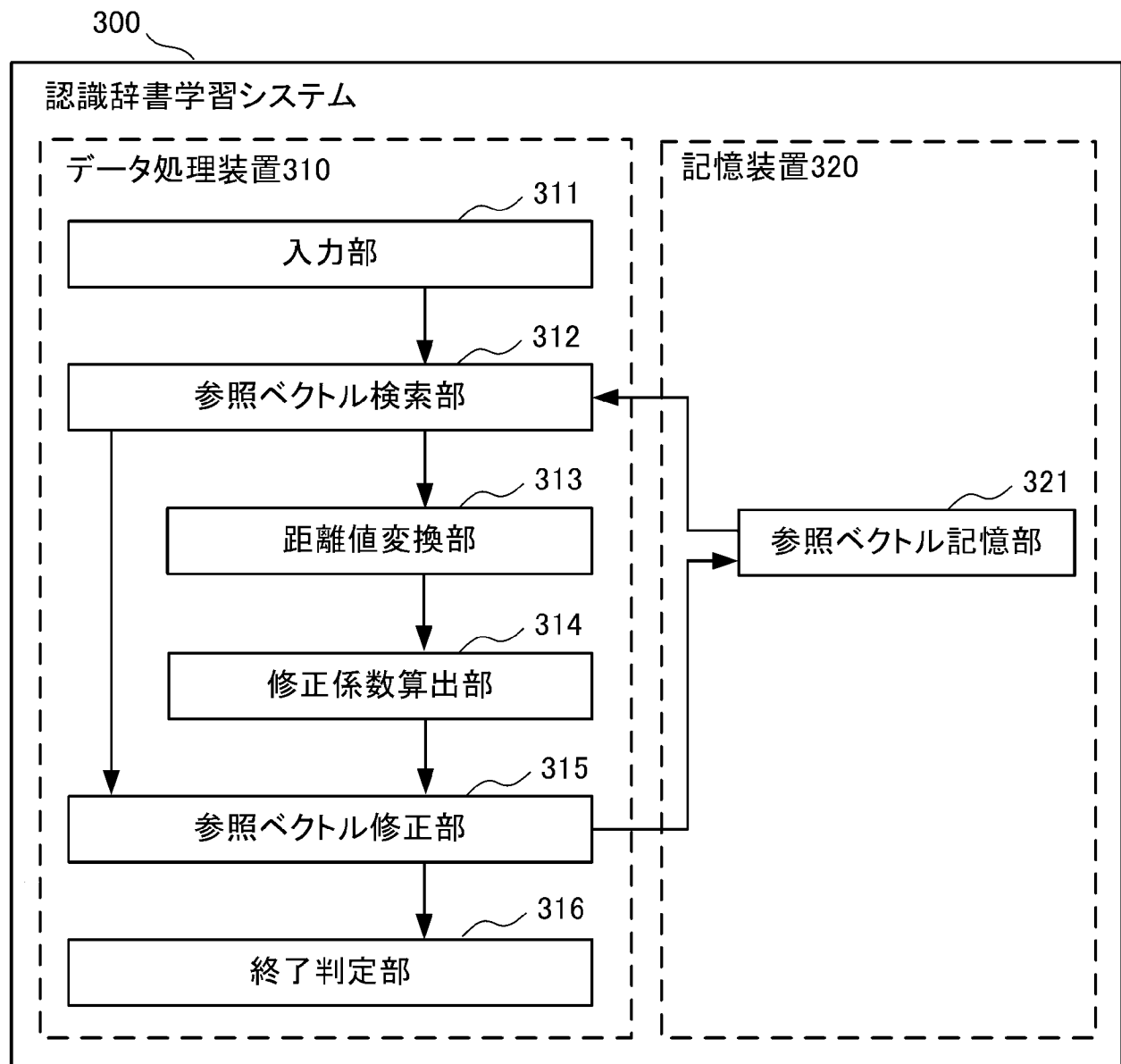
[図1]



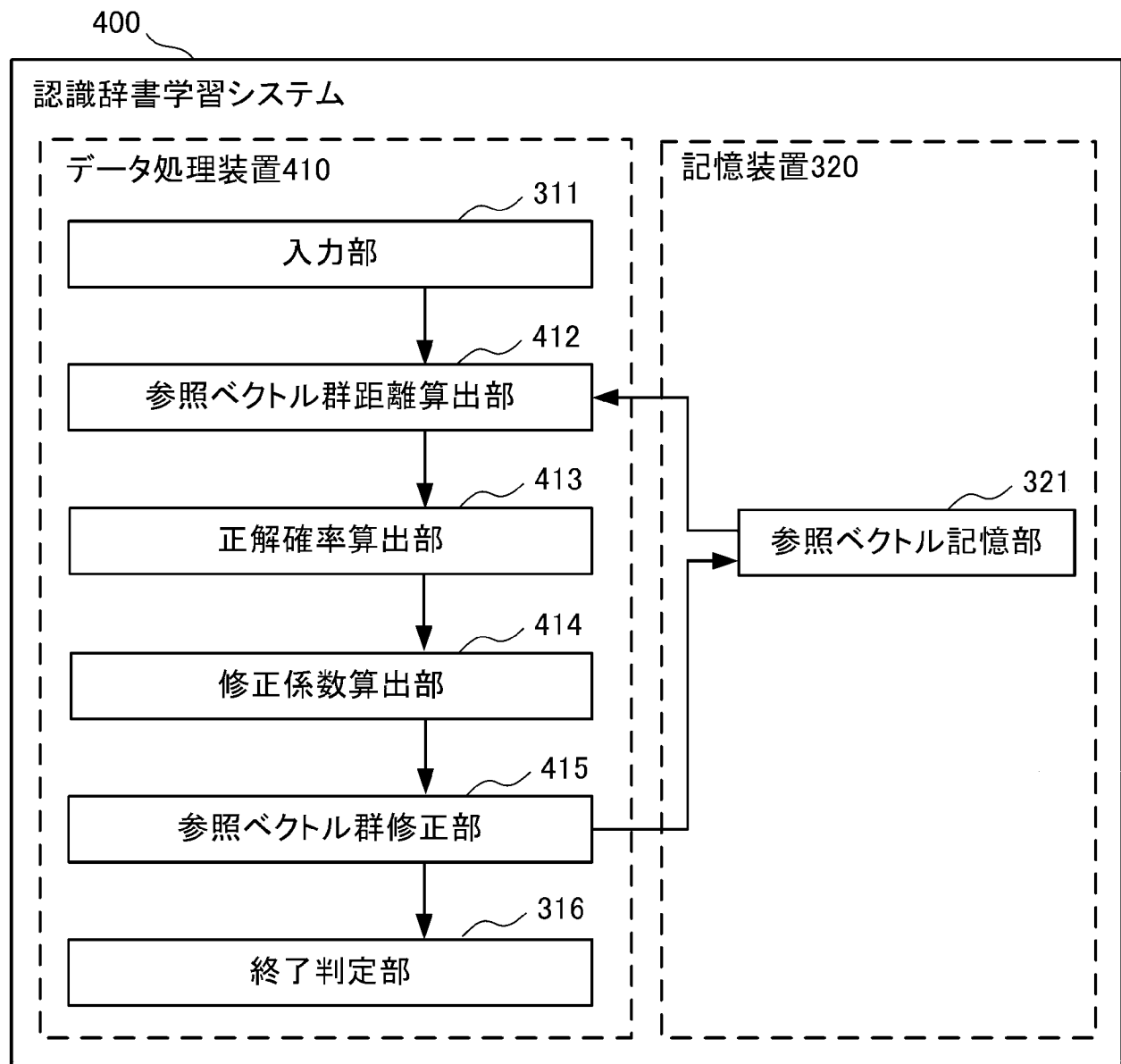
[図2]



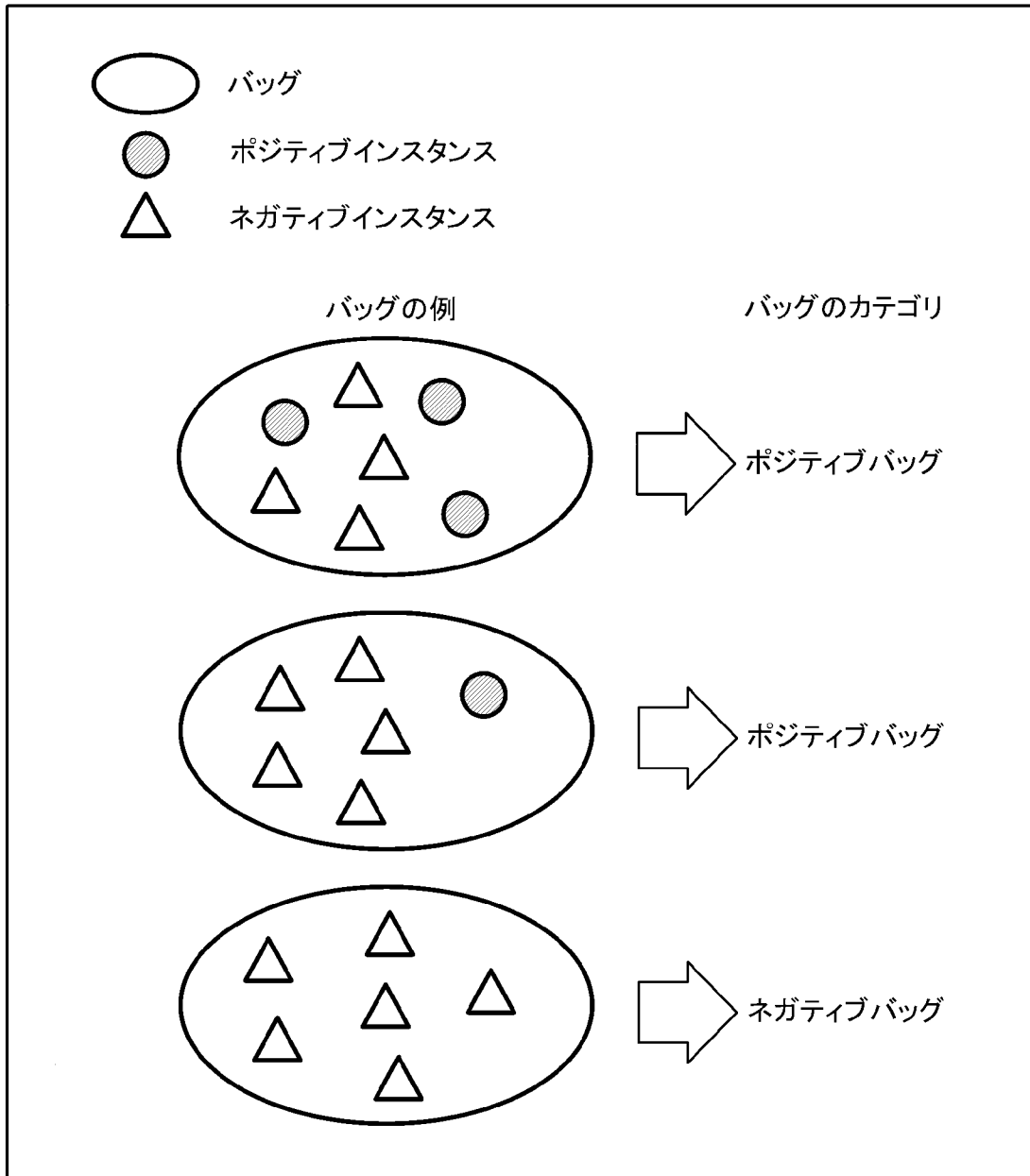
[図3]



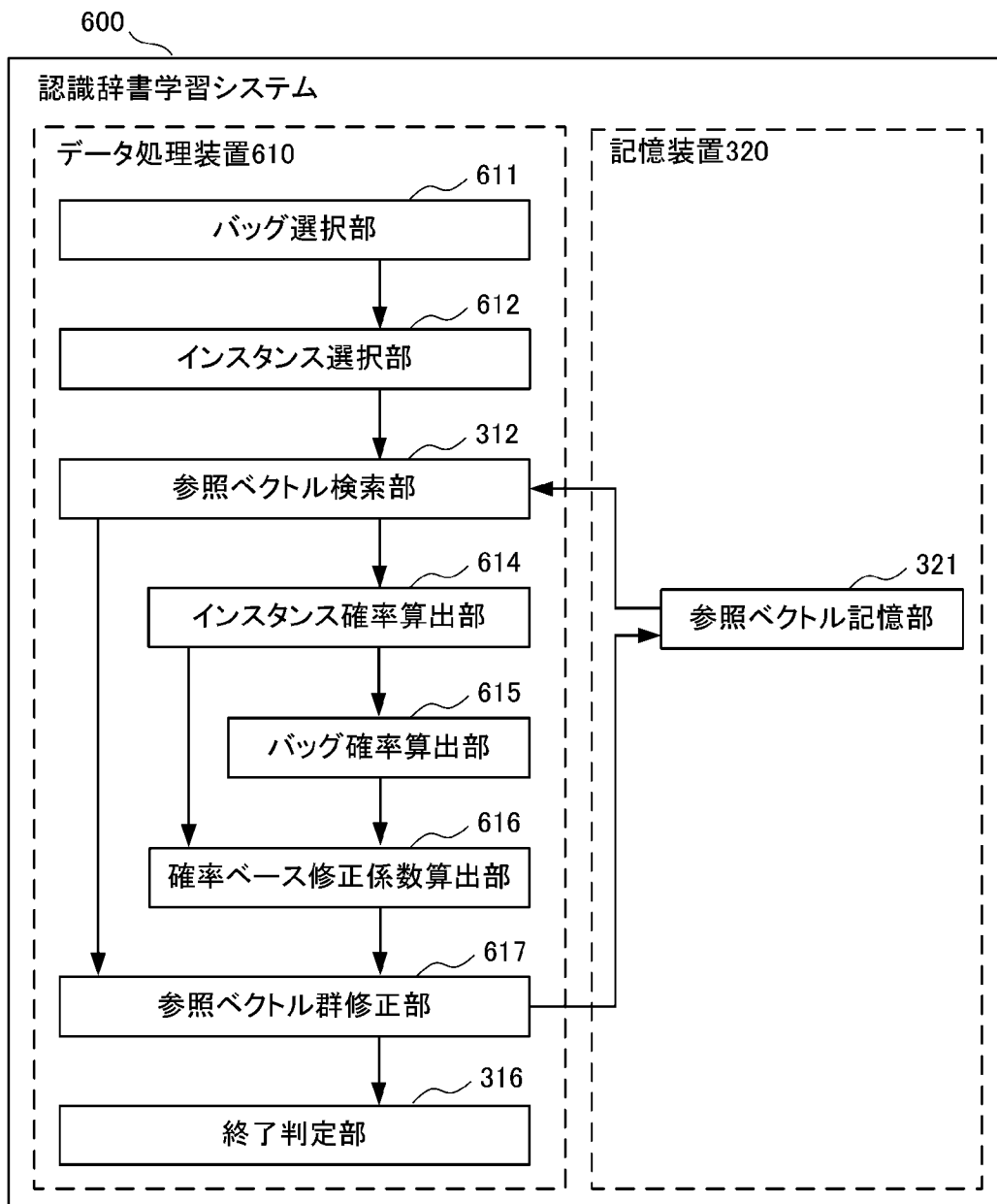
[図4]



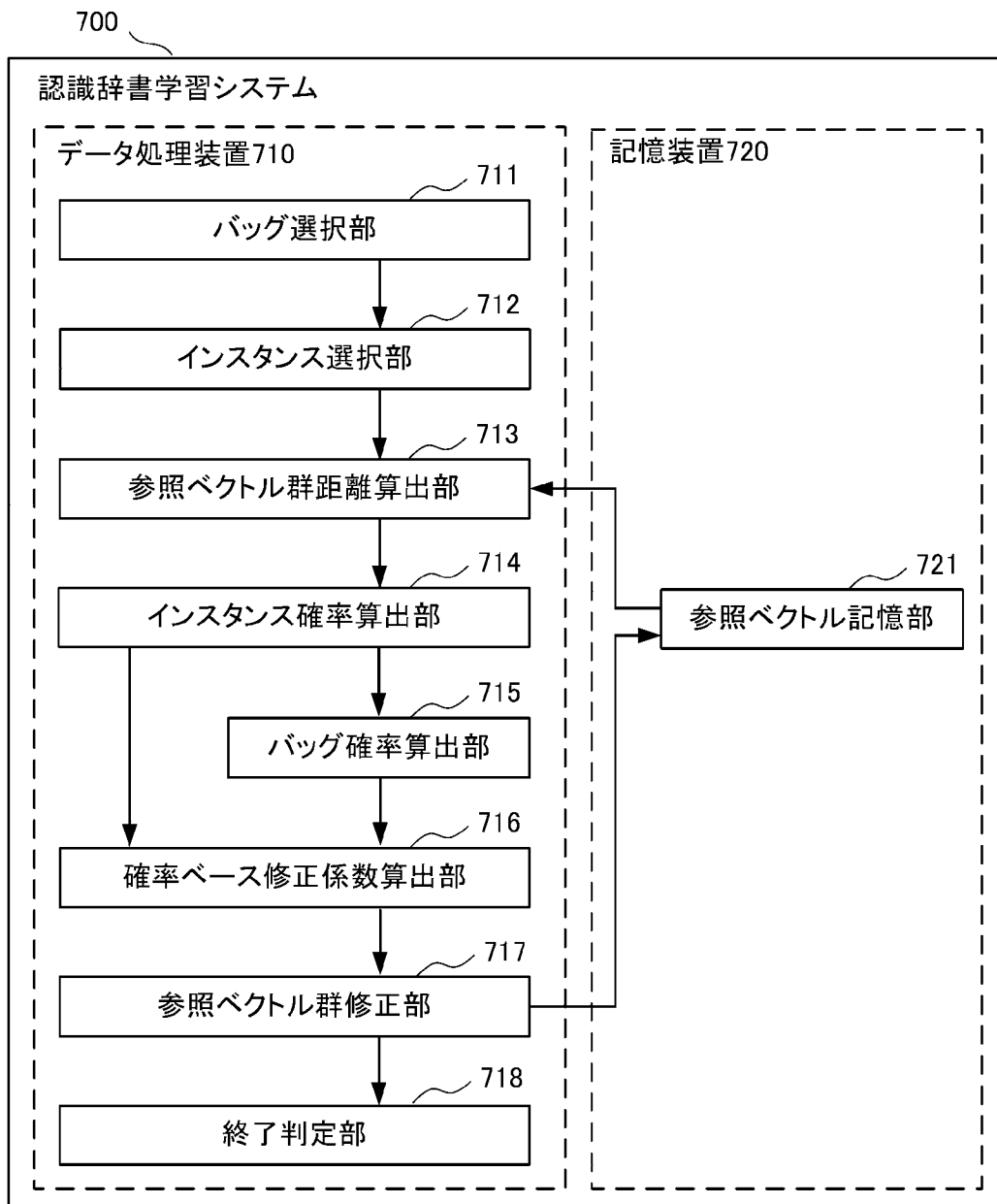
[図5]



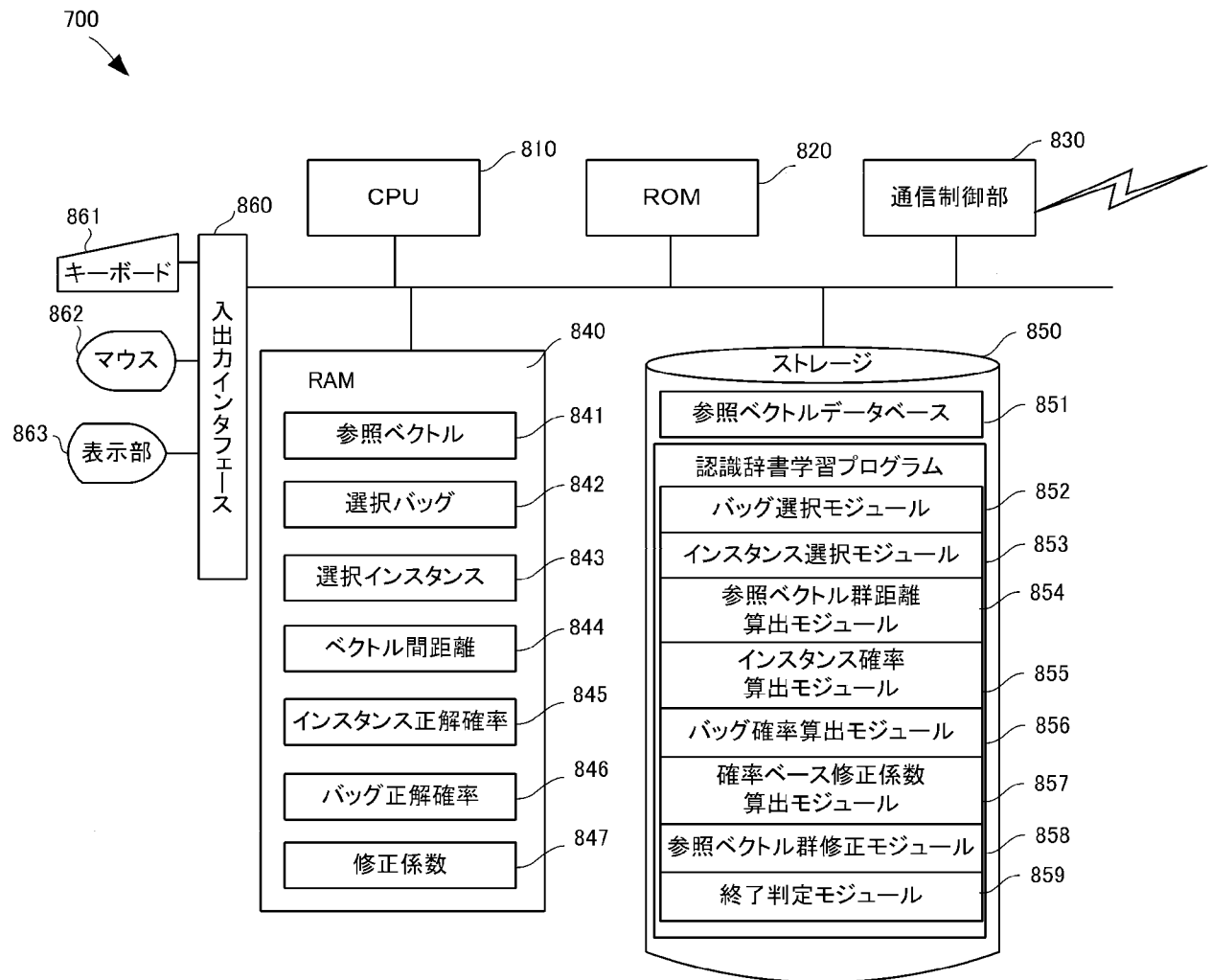
[図6]



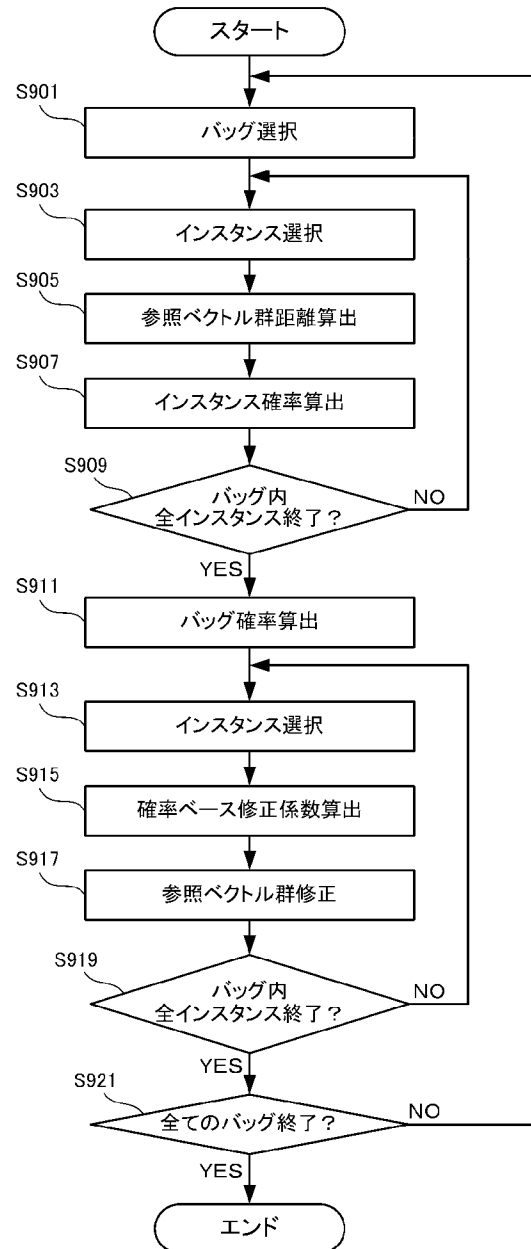
[図7]



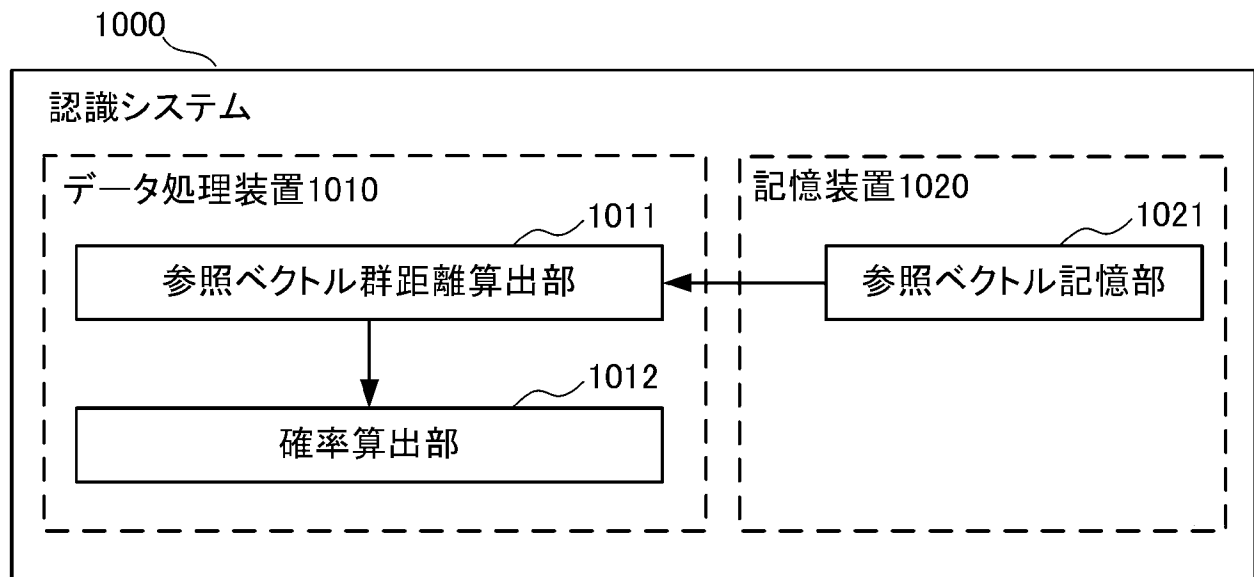
[図8]



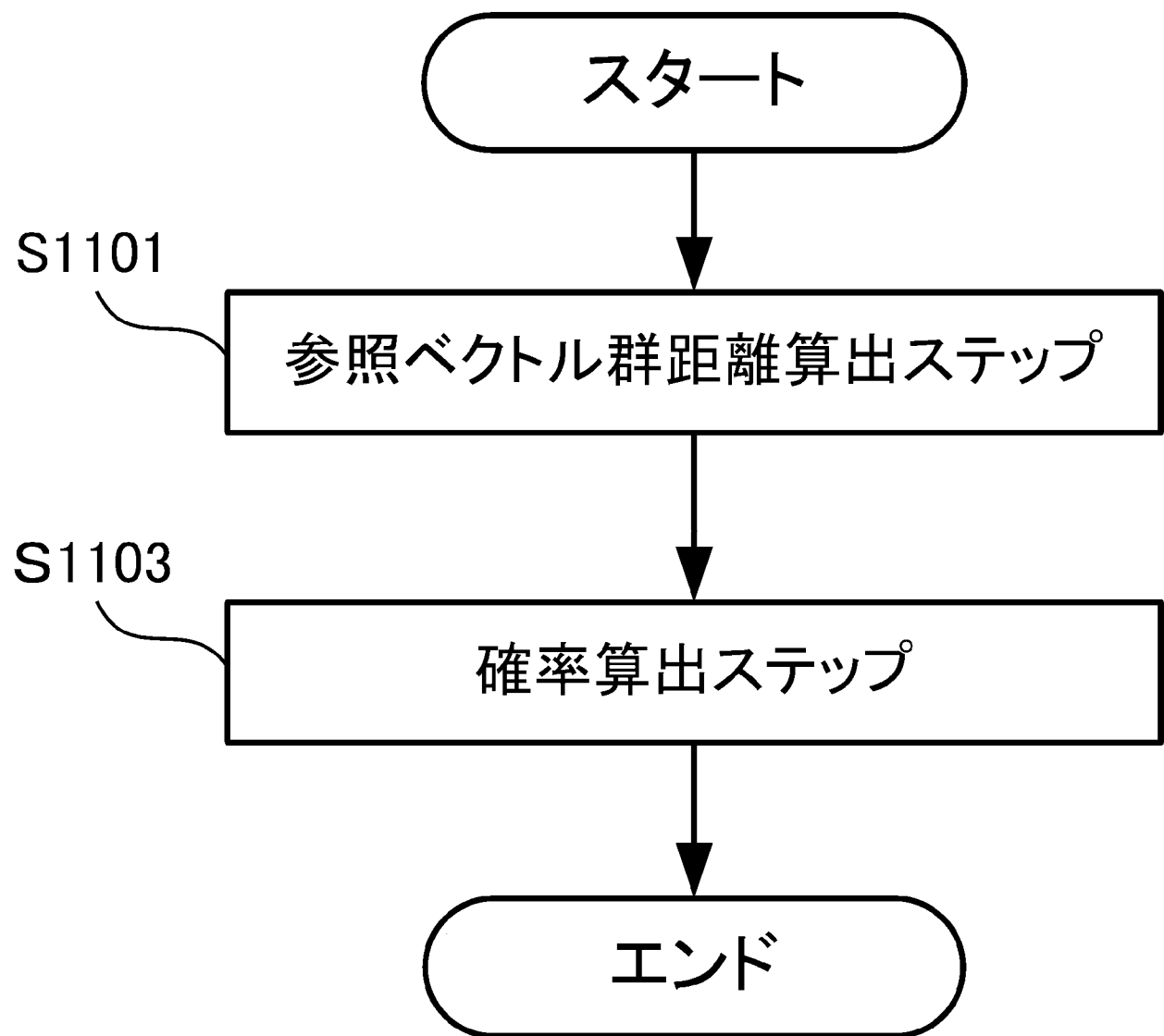
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078567

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06N3/00(2006.01)i, G06N5/04(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)

G06N3/00, G06N5/04

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Toshinori HOSOI, "Object Detection based on Multiple Instance LVQ", IPSJ SIG Notes 2011 (Heisei 23) Nendo, 15 October 2011 (15.10.2011), pages 3 to 4	1-2, 8-9 3-7

☐ 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

"I" 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
12 November, 2013 (12.11.13)

Date of mailing of the international search report
19 November, 2013 (19.11.13)

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. G06N3/00(2006.01)i, G06N5/04(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. G06N3/00, G06N5/04

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X A	細井 利憲, Multiple Instance LVQによる 物体検出, 情報処理学会研究報告 2 0 1 1 (平成23) 年度, 2011.10.15, p p. 3 - 4	1 - 2, 8 - 9 3 - 7

☐ 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

1 2 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 9 . 1 1 . 2 0 1 3

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）

塚田 肇

5 B

3 6 5 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 5