

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6427973号
(P6427973)

(45) 発行日 平成30年11月28日 (2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日 (2018.11.9)

(51) Int. Cl. F I
G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/00 250
 G06T 7/00 300F

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-121908 (P2014-121908)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成26年6月12日 (2014.6.12)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-1450 (P2016-1450A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成28年1月7日 (2016.1.7)		動堂町801番地
審査請求日	平成29年2月14日 (2017.2.14)	(74) 代理人	100085006
			弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100096873
			弁理士 金井 廣泰
		(74) 代理人	100123319
			弁理士 関根 武彦
		(74) 代理人	100125357
			弁理士 中村 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像認識装置及び画像認識装置への特徴量データ登録方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のオブジェクトに対応する複数のクラスが設定され、且つ、各クラスに対応するオブジェクトの画像から得られる特徴量データが登録されているデータベースと、

未知のオブジェクトの画像から得られる特徴量データと前記データベースに登録されている前記複数のクラスそれぞれの特徴量データとの間の類似度を評価することにより、前記未知のオブジェクトの識別を行う識別部と、

前記データベースに特徴量データを登録する特徴量データ登録部と、
 を有する画像認識装置であって、

前記データベースは、同じオブジェクトに対し1つ以上のクラスを設定可能であり、

前記特徴量データ登録部は、

前記データベースに既に登録されている第1のオブジェクトについて新規の特徴量データを追加する際に、

前記新規の特徴量データと所定の類似条件を満たす第2のオブジェクトが前記データベースに存在した場合には、前記第1のオブジェクトに対し既存のクラスとは別の新規のクラスを設定し、前記新規の特徴量データを前記新規のクラスに登録し、

前記第1のオブジェクトに対し2つ以上のクラスが設定されている場合には、前記識別部は、未知のオブジェクトの特徴量データとの間の類似度を前記2つ以上のクラスのそれぞれについて求め、前記2つ以上のクラスのうちのいずれかのクラスが、前記データベースに登録されている前記複数のクラスのうち最も類似度が高いクラスに該当する場合に、

10

20

前記未知のオブジェクトが前記第1のオブジェクトであるという識別結果を出力することを特徴とする画像認識装置。

【請求項2】

前記所定の類似条件は、前記新規の特徴量データと前記第2のオブジェクトのクラスの特徴量データとの類似度が、前記新規の特徴量データと前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスの特徴量データとの類似度よりも高い、という条件を含むことを特徴とする請求項1に記載の画像認識装置。

【請求項3】

前記所定の類似条件は、前記新規の特徴量データと前記第2のオブジェクトのクラスの特徴量データとの類似度が閾値よりも高い、という条件を含むことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像認識装置。

10

【請求項4】

前記所定の類似条件は、前記新規の特徴量データを前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスに追加した場合に前記既存のクラスの分散が増加する、という条件を含むことを特徴とする請求項2又は3に記載の画像認識装置。

【請求項5】

前記所定の類似条件は、前記新規の特徴量データを前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスに追加した場合に、前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスのクラス内分散が増加し、且つ、前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスと前記第2のオブジェクトのクラスのあいだのクラス間分散が減少する、という条件を含むことを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項に記載の画像認識装置。

20

【請求項6】

前記所定の類似条件は、前記新規の特徴量データを前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスへ追加した場合に、前記第1のオブジェクトと前記第2のオブジェクトとのあいだの前記識別部による識別性が低下する、という条件であることを特徴とする請求項1に記載の画像認識装置。

【請求項7】

前記所定の類似条件は、前記識別部によって前記新規の特徴量データが前記第2のオブジェクトの特徴量データであると誤って識別される、という条件であり、

前記特徴量データ登録部は、前記識別部による識別結果が正解であるか否かをユーザに問い合わせることにより、前記新規の特徴量データが前記所定の類似条件を満たすかを判断する

30

ことを特徴とする請求項1に記載の画像認識装置。

【請求項8】

前記オブジェクトは、人の顔である

ことを特徴とする請求項1～7のうちいずれか1項に記載の画像認識装置。

【請求項9】

複数のオブジェクトに対応する複数のクラスが設定され、且つ、各クラスに対応するオブジェクトの画像から得られる特徴量データが登録されているデータベースと、未知のオブジェクトの画像から得られる特徴量データと前記データベースに登録されている前記複数のクラスそれぞれの特徴量データとの間の類似度を評価することにより、前記未知のオブジェクトの識別を行う識別部と、を有する画像認識装置であって、第1のオブジェクトに対し2つ以上のクラスが設定されている場合に、前記識別部は、未知のオブジェクトの特徴量データとの間の類似度を前記2つ以上のクラスのそれぞれについて求め、前記2つ以上のクラスのうちのいずれかのクラスが、前記データベースに登録されている前記複数のクラスのうち最も類似度が高いクラスに該当する場合に、前記未知のオブジェクトが前記第1のオブジェクトであるという識別結果を出力する、画像認識装置に対し、特徴量データを登録する方法であって、

40

コンピュータが、前記データベースに既に登録されている前記第1のオブジェクトについて新規の特徴量データを取得するステップと、

50

コンピュータが、前記新規の特徴量データと所定の類似条件を満たす第2のオブジェクトが前記データベースに存在した場合には、前記第1のオブジェクトに対し既存のクラスとは別の新規のクラスを設定し、前記新規の特徴量データを前記新規のクラスに登録するステップと、
を含むことを特徴とする画像認識装置に対する特徴量データ登録方法。

【請求項10】

請求項9に記載の特徴量データ登録方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、画像認識装置に関し、特に、画像認識装置に対して特徴量データを登録するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

画像認識とは、画像から特徴量データを抽出し、そのデータをデータベースに予め登録されている既知オブジェクトの特徴量データと照合することで、画像中の被写体の識別（同定）を行う技術である。画像認識は、例えば、顔画像等のバイオメトリクス画像を用いた本人認証や個人識別、侵入者や不審物を検出する監視システム、生産ライン等におけるワーク検査、交通インフラにおける歩行者や通行車両の識別など、多種多様な分野に適用されている。

20

【0003】

図8(a)は、データベースに登録された特徴量データとクラス概念を説明する図である。通常、1枚の画像からは複数個の特徴量が抽出され、特徴量データは複数個の特徴量からなる多次元のベクトル（特徴ベクトルと呼ばれる）で表現される。特徴ベクトルで張られる空間は特徴空間と呼ばれる。図8(a)は特徴空間を模式的に表したものであり、点 $A_1 \sim A_4$ がオブジェクトAの特徴量データ、点 $B_1 \sim B_4$ がオブジェクトBの特徴量データ、点 $C_1 \sim C_4$ がオブジェクトCの特徴量データを示している。通常、特徴量データはオブジェクトごとに分類され、オブジェクトごとにひとまとまりのデータセット（「クラス」と呼ばれる）として登録・管理されている。図8(a)の例ではオブジェクトA～オブジェクトCに対応する3つのクラス $K_A \sim K_C$ が定義されている。

30

【0004】

ここで、未知のオブジェクトXの特徴量データXが与えられたとき、オブジェクトXの識別（同定）は、特徴量データXがクラス $K_A \sim K_C$ のいずれに属するか（又はいずれにも属しないか）を判定する問題として捉えることができる。例えば、特徴量データXと各クラスの特徴量データとの類似度を計算し、最も類似度の高いクラスに特徴量データXを帰属させる。図8(a)の例では、特徴量データXはクラス K_B に最も近いので、オブジェクトXはオブジェクトBであるという識別結果が得られることとなる。

【0005】

ところで、画像認識ではカメラで撮影した画像を使用するため、その時々撮影条件（オブジェクトの状態（顔の場合は、向き、表情、装身具の有無、化粧、髪型など）や照明状態など）によって、抽出される特徴量にバラツキがでることは避けられない。そこで、撮影条件の違いに対するロバスト性を高め、認識精度を向上するための対策として、同じオブジェクトについて撮影条件の異なる複数の画像から抽出した複数の特徴量データを登録しておくという方法が一般に採られている。言い換えると、データベースに登録する特徴量データのバリエーションを高めることが、画像認識の精度を向上するためには望ましい。

40

【0006】

しかしながら、本発明者らの検討の中で、特徴量データのバリエーションが画像認識の精度を低下させる場合があることが分かってきた。図8(b)にその一例を示す。図8(c)

50

b) は、図 8 (a) のデータベースに対し、オブジェクト A の特徴量データ A_5 を新たに追加した例である。例えば、人物の顔を撮影したときに、表情、化粧、陰影などにより、他人と良く似た画像が得られることがある。そのような画像を用いた場合、図 8 (b) に示すように、オブジェクト A の特徴量データ A_5 であるにもかかわらず、他のオブジェクト B の特徴量データ $B_1 \sim B_4$ に近い特徴量データ A_5 が抽出されることがあり得る。このような特徴量データ A_5 をクラス K_A に追加すると、特徴空間上でクラス K_A とクラス K_B とが近接ないし重複し、二つのクラスの識別性 (分離性) が低下してしまう。例えば、未知オブジェクトの特徴量データ X として図 8 (a) と同じものが入力されたとする。このとき、図 8 (c) に示すように、特徴量データ X がクラス K_A とクラス K_B のいずれに属するのか判然としないうえ、未知オブジェクトに対しオブジェクト A であるという誤った識別結果が出力される可能性がある。

10

【 0 0 0 7 】

なお、特徴量データのデータベースの構造を工夫した先行例として、例えば、特許文献 1 が挙げられる。特許文献 1 では、動画像に登場する人物の顔を分類し、人物顔データベースを構築する際に、同一人物の顔を顔向きごとに別クラスに細分類することで、より良いクラスタリング結果を得る方法が提案されている。しかし、特許文献 1 では異なるオブジェクト (人物顔) のあいだにおける識別性 (分離性) については何ら考慮されていないため、この方法を適用したとしても、図 8 (c) で説明したような誤認識は解決することができない。

【 先行技術文献 】

20

【 特許文献 】

【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 7 7 5 3 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、既登録のオブジェクトに対し新規の特徴量データを追加するときに、他のオブジェクトとのあいだの識別性の低下を抑制するための技術を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するために本発明では、他のオブジェクトとのあいだの識別性の低下を招く可能性がある特徴量データを追加するときは、既登録のデータとはクラスを分けて登録する、という構成を採用する。

【 0 0 1 1 】

具体的には、本発明に係る画像認識装置は、複数のオブジェクトに対応する複数のクラスが設定され、且つ、各クラスに対応するオブジェクトの画像から得られる特徴量データが登録されているデータベースと、未知のオブジェクトの画像から得られる特徴量データと前記データベースに登録されている前記複数のクラスそれぞれの特徴量データとの間の類似度を評価することにより、前記未知のオブジェクトの識別を行う識別部と、前記データベースに特徴量データを登録する特徴量データ登録部と、を有する画像認識装置であって、前記データベースは、同じオブジェクトに対し 1 つ以上のクラスを設定可能であり、前記特徴量データ登録部は、前記データベースに既に登録されている第 1 のオブジェクトについて新規の特徴量データを追加する際に、前記新規の特徴量データと所定の類似条件を満たす第 2 のオブジェクトが前記データベースに存在した場合には、前記第 1 のオブジェクトに対し既存のクラスとは別の新規のクラスを設定し、前記新規の特徴量データを前記新規のクラスに登録し、前記第 1 のオブジェクトに対し 2 つ以上のクラスが設定されている場合には、前記識別部は、未知のオブジェクトの特徴量データとの間の類似度を前記 2 つ以上のクラスのそれぞれについて求め、前記 2 つ以上のクラスのうちのいずれかのクラスが、前記データベースに登録されている前記複数のクラスのうち最も類似度が高いク

40

50

ラスに該当する場合に、前記未知のオブジェクトが前記第1のオブジェクトであるという識別結果を出力することを特徴とする。

【0012】

この構成によれば、第1のオブジェクトの特徴量データのうち、第2のオブジェクトと類似するデータとそれ以外のデータとが別々のクラスに分類される。それゆえ、第1のオブジェクトのすべての特徴量データを包含する単一のクラスを設定するのに比べ、第1のオブジェクトのクラスと第2のオブジェクトのクラスのあいだの特徴空間上での近接ないし重複が生じにくくなる。したがって、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトのあいだの識別性の低下（例えば、第2のオブジェクトの特徴量データを第1のオブジェクトのものと誤認識する可能性）を抑制することができる。加えて、新規の特徴量データの追加により第1のオブジェクトの特徴量データのバリエーションが増すため、第1のオブジェクトに対する識別精度の向上が期待できる。

10

【0013】

「所定の類似条件」には様々な条件を設定し得る。例えば、「前記新規の特徴量データと前記第2のオブジェクトのクラスの特徴量データとの類似度が、前記新規の特徴量データと前記第1のオブジェクトの前記既存クラスの特徴量データとの類似度よりも高い」という条件を含むとよい。第1のオブジェクトの既登録データよりも第2のオブジェクトの既登録データの方に近い特徴量データを追加すると、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトのあいだの識別性が低下する可能性が高いからである。上記条件に「前記新規の特徴量データと前記第2のオブジェクトのクラスの特徴量データとの類似度が閾値よりも高い」という条件を組み合わせてもよい。第1のオブジェクトの既登録データと第2のオブジェクトの既登録データのいずれとも類似度が低い場合には、そのような特徴量データを追加しても、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトのあいだの識別性に与える影響は小さいからである。

20

【0014】

あるいは、第1のオブジェクトの既登録データとの類似度と第2のオブジェクトの既登録データとの類似度の相対評価を行うのではなく、単純に、「前記新規の特徴量データと前記第2のオブジェクトのクラスの特徴量データとの類似度が閾値よりも高い」かどうかという条件のみで判断してもよい。第2のオブジェクトとの類似度が非常に高い場合には、（第1のオブジェクトの既登録データとの類似度の大きさによらず）第1のオブジェクトと第2のオブジェクトのあいだの識別性が低下する可能性が高いからである。

30

【0015】

また、「前記新規の特徴量データを前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスに追加した場合に前記既存のクラスの分散が増加する」という条件を組み合わせたたり、さらには「前記新規の特徴量データを前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスに追加した場合に、前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスのクラス内分散が増加し、且つ、前記第1のオブジェクトの前記既存のクラスと前記第2のオブジェクトのクラスのあいだのクラス間分散が減少する」という条件を組み合わせてもよい。分散は、新規の特徴量データの追加がクラス全体に及ぼす影響を評価できるため、類似度よりもより妥当な結果を得られると期待できる。

40

【0016】

また、所定の類似条件は、「前記識別部によって前記新規の特徴量データが前記第2のオブジェクトの特徴量データであると誤って識別される」という条件でもよい。識別部の識別結果の正誤を条件とすることで、第1のオブジェクトと第2のオブジェクトのあいだの識別性の低下（つまり、第2のオブジェクトの特徴量データを第1のオブジェクトのものと誤認識する可能性）を正確に評価できるからである。例えば、前記特徴量データ登録部は、前記識別部による識別結果が正解であるか否かをユーザに問い合わせることにより、前記新規の特徴量データが前記所定の類似条件を満たすかを判断することができる。

【0017】

本発明において、「オブジェクト」とは、画像認識の対象物をいう。画像特徴量による

50

認識が可能でありさえすれば、どのようなものも本発明の「オブジェクト」になり得る。一例を挙げると、人や動物の個体認識の場合には、バイオメトリクス情報と呼ばれる、顔、眼底、瞳、指紋、掌紋、耳、上半身、全身などがオブジェクトになり得るし、一般物体認識の場合には、物体やその一部などがオブジェクトになり得る。

【 0 0 1 8 】

なお、本発明は、上記構成ないし機能の少なくとも一部を有する画像認識装置、又は、画像認識装置に対して特徴量データの登録を行う登録装置、又は、画像認識装置を備えた電子機器として捉えることができる。また、本発明は、上記処理の少なくとも一部を含む画像認識方法、又は、画像認識装置に対する特徴量データ登録方法、又は、斯かる方法を画像認識装置（コンピュータ）に実行させるためのプログラム、又は、そのようなプログラムを非一時的に記録したコンピュータ読取可能な記録媒体として捉えることもできる。上記構成及び処理の各々は技術的な矛盾が生じない限り互いに組み合わせて本発明を構成することができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、既登録のオブジェクトに対し新規の特徴量データを追加するときに、他のオブジェクトとのあいだの識別性の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の実施形態に係る顔認証システムの機能構成を模式的に示す図。

20

【図 2】データベースに登録された特徴量データの例を模式的に示す図。

【図 3】顔認証処理の流れを示すフローチャート。

【図 4】第 1 実施形態のデータ登録処理の流れを示すフローチャート。

【図 5】第 2 実施形態のデータ登録処理の流れを示すフローチャート。

【図 6】第 3 実施形態のデータ登録処理の流れを示すフローチャート。

【図 7】第 4 実施形態のデータ登録処理の流れを示すフローチャート。

【図 8】従来技術の問題を説明するための模式図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について説明する。以下の実施形態では、画像認識により人の顔を識別する顔認証システムに本発明を適用した例を説明する。

30

【 0 0 2 2 】

< 第 1 実施形態 >

(システム構成)

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る顔認証システム（画像認識装置）の機能構成を模式的に示す図である。顔認証システム 1 は、顔画像を用いて照合対象者の本人認証又は個人識別を行う装置である。本人認証とは、照合対象者が本人であるか否かを確認する処理（一対一の照合）であり、個人識別とは、照合対象者がデータベースに登録されている登録者のうちの誰であるかを同定する処理（一対多の照合）である。これらの顔認証技術は、例えば、電子機器（コンピュータ、スマートフォン、タブレット端末を含む）におけるセキュリティ装置、侵入者検知を行う監視システム、入退室管理やドアの錠制御を行うゲートシステムなどの様々な用途に応用可能である。

40

【 0 0 2 3 】

顔認証システム 1 は、図 1 に示すように、画像取得部 10、顔検出部 11、特徴量抽出部 12、特徴量データベース 13、識別部 14、特徴量データ登録部 15 などの機能要素を備えている。顔認証システム 1 は、例えば、プロセッサ（CPU）、メモリ、補助記憶装置、入力装置、表示装置、カメラなどのハードウェア資源を備えたコンピュータシステムにより構成でき、図 1 に示す各機能要素は、プロセッサがプログラムを実行し、補助記憶装置、入力装置、表示装置、カメラなどを適宜制御することで実現されるものである。ただし、これらの機能要素の全部又は一部を専用のチップ（ロジック回路）で構成しても

50

構わない。また、一つのコンピュータではなく、複数のコンピュータの組み合わせ又はクラウドコンピューティングにより顔認証システム 1 を構成することもできる。

【 0 0 2 4 】

画像取得部 1 0 は、カメラから画像データを取り込む機能である。顔検出部 1 1 は、画像から顔を検出し、顔の位置や大きさ等を特定する機能である。ここで検出された顔部分の画像を顔画像とよぶ。顔検出処理には既存のどのような技術が適用されてもよい。例えば、テクスチャー情報を用いたパターンマッチング、輪郭や顔の器官（目、鼻、口など）に基づくモデルフィッティングによって顔を検出する方法、肌の色や濃淡の分布に基づき顔を検出する方法などがある。

【 0 0 2 5 】

特徴量抽出部 1 2 は、顔画像から特徴量データを抽出する機能である。特徴量にはどのような種類のものを用いてもよい。例えば、顔の中に設定した特徴点（目、鼻、口の中心や端点など）の位置関係、特徴点近傍の濃淡値やその周期性・方向性、色分布などを特徴量として採用できる。また顔画像自体を特徴量データとして用いることもできる。特徴量の個数は期待する認識精度に応じて任意に設定できるが、一般的には、一つの顔画像から数十から数万個以上の特徴量が抽出される。このように抽出された特徴量の組（特徴量データ又は特徴ベクトルと呼ぶ）は、画像に写っている顔の特徴を数値化したものといえる。人によって顔の特徴が相違するのと同様、人によって特徴量データに有意な差がでる。

【 0 0 2 6 】

特徴量データベース 1 3 は、顔認証システム 1 により認識可能な人物の情報を記憶するデータベースであり、アルバムデータや辞書データと呼ばれることもある。特徴量データベース 1 3 には、複数の人物の特徴量データがラベル情報（個人の ID や名称など）とともにクラス分けして登録されている。顔の向き、表情、髪型、化粧、撮影時期（年齢）、照明状態などが違うと、同じ人物であっても特徴量データにバラツキが生じる。したがって、特徴量データベース 1 3 には、同じ人物に対し、撮影条件や撮影時期などが異なる複数の顔画像の特徴量データを登録できるようにしている。また、詳しくは後述するが、特徴量データベース 1 3 には、同じ人物に対し複数のクラスを設定することができる。図 2（a）は、特徴量データベース 1 3 に登録されている特徴量データを特徴空間にマッピングした模式図である。人物 A、人物 B、人物 C に対応する 3 つのクラス K_A 、 K_B 、 K_C の特徴量データの例を示している。なお、図示の便宜から 2 次元の特徴空間を示しているが、実際のシステムでは、数十から数万次元以上の特徴空間が用いられる。

【 0 0 2 7 】

識別部 1 4 は、特徴量データを比較することにより未知の人物を識別（同定）する機能である。また、特徴量データ登録部 1 5 は、所定の条件に従って特徴量データベース 1 3 に対し特徴量データを登録する機能である。これらの機能の詳細については、顔認証処理及びデータ登録処理のフローとともに説明する。

【 0 0 2 8 】

（顔認証処理）

図 3 は、顔認証システム 1 の顔認証処理の流れを示すフローチャートである。

【 0 0 2 9 】

まず、画像取得部 1 0 が、照合対象者（未知の人物）の画像をカメラから取り込む（ステップ S 3 0）。取り込まれた画像は、必要に応じて、ユーザによる確認のために表示装置に表示される。次に、顔検出部 1 1 が、画像から顔部分を検出する（ステップ S 3 1）。もし顔が検出されなければ、画像の取り込みからやり直す。顔が検出された場合は、特徴量抽出部 1 2 が、検出された顔部分の画像から特徴量データの抽出を行う（ステップ S 3 2）。

【 0 0 3 0 】

続いて、識別部 1 4 が、ステップ S 3 2 で抽出された照合対象者の特徴量データと、各クラスの特徴量データとのあいだの類似度を計算する（ステップ S 3 3）。類似度にはどのような指標を用いてもよい。例えば、特徴空間上における、照合対象者の特徴量データ

10

20

30

40

50

とクラスの特徴量データのあいだの距離（ユークリッド距離など）又はベクトルの内積を類似度として用いることができる。クラス内に複数の特徴量データが存在する場合には、それぞれの特徴量データに対する類似度を求め、それらの合計値又は代表値（最大値、平均など）を計算すればよい。あるいは、クラスを代表する特徴量データ（クラス分布の中心など）を求め、その代表特徴量データに対する類似度を求めてもよい。マハラビノス距離などを用いて、照合対象者の特徴量データとクラス分布とのあいだの類似度を求めることもできる。

【0031】

その後、識別部14は、すべてのクラスの中で最大の類似度を示したクラスを選択し、その類似度の値が所定の下限值を超えているかチェックする（ステップS34）。下限値を超える類似度をもつクラスが検出できた場合には、識別部14は、そのクラスに関連付けられたラベル（個人のIDや名称など）を識別結果として出力する（ステップS35）。下限値を超える類似度をもつクラスが存在しない場合には、照合対象者は「不明（Unknown）」という識別結果を出力する（ステップS36）。

10

【0032】

（データ登録処理）

次に、図4を参照して、新たな特徴量データを顔認証システム1に登録する処理について説明する。図4は、データ登録処理の流れを示すフローチャートである。

【0033】

まず、画像取得部10が、新規の登録用画像をカメラから取り込む（ステップS40）。取り込まれた画像は、必要に応じて、ユーザによる確認のために表示装置に表示される。次に、顔検出部11が、画像から顔部分を検出する（ステップS41）。もし顔が検出されなければ、画像の取り込みからやり直す。顔が検出された場合は、特徴量抽出部12が、検出された顔部分の画像から特徴量データの抽出を行う（ステップS42）。以下、登録用画像から抽出された特徴量データを新規データと呼ぶ。ここまでの処理は顔認証処理のステップS30～S32と実質的に同じである。

20

【0034】

次に、識別部14が、ステップS42で抽出された新規データと、特徴量データベース13に登録されている各クラスの特徴量とのあいだの類似度を計算する（ステップS43）。そして、すべてのクラスの中で最大の類似度を示したクラスを選択し、その類似度の値が所定の下限值を超えているかチェックする（ステップS44）。ここまでの処理は顔認証処理のステップS33～S34と実質的に同じである。

30

【0035】

識別部14による識別結果に応じて、特徴量データ登録部15が以降の処理を行う。まず、ステップS44において下限値を超える類似度をもつクラスが検出できた場合、特徴量データ登録部15は、その識別結果が正解であるかをユーザに問い合わせる（ステップS45）。例えば、「人物A」という識別結果が得られた場合であれば、ステップS40で取り込んだ登録用画像とともに「Aさんとして登録しますか？ YES/NO」というような確認メッセージを出力し、ユーザ入力を促す。ユーザが「YES」を入力した場合、すなわち、識別結果が正解であった場合には、特徴量データ登録部15は、この登録用画像から抽出した新規データを、人物Aの既登録データと同じクラス K_A に追加する（ステップS460）。図2(b)は新規データNを既存のクラス K_A に追加した場合の特徴空間を示している。

40

【0036】

次に、識別結果が不正解であった場合の処理を説明する。例えば、人物Aの登録用画像であったにもかかわらず、「人物B」という識別結果が得られたケースを想定する。このような誤識別は、新規データNと人物Bの既登録データ $B_1 \sim B_4$ との類似度が、新規データNと人物Aの既登録データ $A_1 \sim A_4$ との類似度よりも高い場合に発生する。人物Aと人物Bの顔立ちが元々似ている場合や、撮影時の表情や顔向きなどによりたまたま人物Bの顔に似た画像が得られた場合などに、このような誤識別が起こる可能性がある。

50

【 0 0 3 7 】

上記と同様、特徴量データ登録部 15 は、登録用画像（人物 A の画像）とともに「B さんとして登録しますか？ YES / NO」という確認メッセージを出力する（ステップ S 4 5）。ここでユーザが「NO」を選択した場合、特徴量データ登録部 15 はユーザに正解の入力を促す（ステップ S 4 7）。例えば、登録済みの人物名リストを提示しその中から選択させてもよいし、人物名を入力させてもよい。ユーザにより正解「人物 A」が教示されたら、特徴量データ登録部 15 は、「人物 A」が特徴量データベース 13 に既に登録されている人物かどうかをチェックする（ステップ S 4 8）。既登録の人物であった場合、図 2（c）に示すように、特徴量データ登録部 15 は、人物 A に対し既存のクラス K_A とは別の新規のクラス K_{A_2} を設定し、登録用画像から抽出した新規データ N を新規のクラス K_{A_2} に登録する（ステップ S 4 6 1）。

10

【 0 0 3 8 】

一方、既登録の人物でなかった場合（例えば、登録用画像が人物 D の画像であった場合）には、特徴量データ登録部 15 は、特徴量データベース 13 に新規の人物のクラスを設定し、そこに登録用画像から抽出した新規データを登録する（ステップ S 4 6 2）。なお、ステップ S 4 4 において下限値を超える類似度をもつクラスが検出できなかった場合（つまり、識別結果が不明（Unknown）であった場合）にも、ステップ S 4 7 に進み、新規の人物として登録される。

【 0 0 3 9 】

（本実施形態の利点）

20

以上述べたデータ登録処理によれば、同じ人物（A）の特徴量データ（N）であっても、他人（B）の既登録データ（ $B_1 \sim B_4$ ）との類似度の方が本人（A）の既登録データ（ $A_1 \sim A_4$ ）との類似度よりも高い場合には、新規の特徴量データ（N）は既登録データ（ $A_1 \sim A_4$ ）とは異なるクラス（ K_{A_2} ）に分けて登録される。なお、二つのクラス K_A 、 K_{A_2} は同じ人物 A に対応するクラスであるため、ラベル情報は同じものが割り当てられる。

【 0 0 4 0 】

このような特徴量データベース 13 を用いて顔認証処理を行うと、次のような利点がある。第一に、すべての特徴量データを包含する単一のクラス（図 8（b）参照）を設定するのに比べ、人物 A のクラス K_A 、 K_{A_2} と人物 B のクラス K_B のあいだの特徴空間上での近接ないし重複が生じにくくなる（図 2（c）参照）。したがって、顔認証処理において人物 A と人物 B のあいだの識別性（分離性）の低下を抑制でき、例えば、図 8（c）のような特徴量データ X が入力された場合でも「人物 B」という正しい識別結果を得ることができる。第二に、人物 A の特徴量データのバリエーションが増すため、人物 A に対する識別精度の向上も期待できる。すなわち、人物 A の顔認証を行う際には、撮影条件によって、クラス K_A に近い特徴量データとクラス K_{A_2} に近い特徴量データのどちらも入力される可能性があるが、本実施形態のデータベースを用いることでいずれの場合でも「人物 A」という正しい識別結果を得ることができる。

30

【 0 0 4 1 】

なお、本実施形態のデータ登録処理におけるステップ S 4 5 以降の処理を、図 3 で述べた顔認証処理に続けて実行してもよい。すなわち、顔認証処理が失敗したとき（識別結果が不正解又は不明（Unknown）のとき）に新規の特徴量データを特徴量データベース 13 に追加していくことにより、データベースの自動学習が実現できる。

40

【 0 0 4 2 】

< 第 2 実施形態 >

第 2 実施形態も、他人の既登録データとの類似度の方が本人の既登録データとの類似度よりも高い場合に、新規の特徴量データを本人の既登録データとは別のクラスに登録する、という点で第 1 実施形態と基本的な考え方は同じである。ただし、第 1 実施形態では、顔認証処理が不正解であった場合に正しいラベル（人物）をユーザが教示したのに対し、第 2 実施形態では、登録用画像とともに正解のラベル情報を事前に入力する点が異なる。

50

【 0 0 4 3 】

図5のフローチャートを参照して、第2実施形態のデータ登録処理の流れを説明する。なお、システム構成及び顔認証処理の流れについては第1実施形態と同様のため説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

まず、画像取得部10が、新規の登録用画像をカメラから取り込む(ステップS50)。取り込まれた画像は、必要に応じて、ユーザによる確認のために表示装置に表示される。次に、顔検出部11が、画像から顔部分を検出する(ステップS51)。もし顔が検出されなければ、画像の取り込みからやり直す。顔が検出された場合は、特徴量抽出部12が、検出された顔部分の画像から特徴量データの抽出を行う(ステップS52)。

10

【 0 0 4 5 】

次に、特徴量データ登録部15が、登録用画像のラベル情報(人物のID、名称など)を取得する(ステップS53)。例えば、タッチパネル等の入力デバイスを用いてユーザにIDや名称などを入力させればよい。なお、ステップS50及びS53の処理は、画像データベースなどから顔画像データとラベル情報を読み込む処理に置き換えることもできる。例えば、バッチ処理で多数の登録用画像をデータベース登録する場合には、後者の処理の方が好適である。

【 0 0 4 6 】

続いて、特徴量データ登録部15は、ステップS53で取得したラベル情報で特定される人物の特徴量データが特徴量データベース13に存在するかどうかをチェックする(ステップS54)。本人の既登録データが存在しない場合には(ステップS54のNO)、特徴量データ登録部15は、特徴量データベース13に新規の人物のクラスを設定し、そこにステップS52で抽出した特徴量データを登録する(ステップS552)。

20

【 0 0 4 7 】

本人の既登録データが存在する場合には(ステップS54のYES)、特徴量データ登録部15は、新規の特徴量データと他人の既登録データのあいだの類似度 S_e をクラスごとに計算し、その中の最大値 $S_{e_{max}}$ を求める(ステップS56)。また、特徴量データ登録部15は、新規の特徴量データと本人の既登録データのあいだの類似度 S_i を計算する(ステップS57)。なお、本人のクラスが複数存在する場合には、類似度 S_i の最大値を求めるとよい。ここでの類似度 S_e 、 S_i は、第1実施形態で述べた顔認証処理での類似度と同じ指標を用いることができる(したがって、ステップS56、S57の処理には識別部14の機能を利用してもよい)。

30

【 0 0 4 8 】

続いて、特徴量データ登録部15は、ステップS56、S57で求めた類似度 $S_{e_{max}}$ 、 S_i を評価し、新規の特徴量データが、本人の既登録データに近いのか($S_{e_{max}} < S_i$)、それとも、本人の既登録データよりも他人の既登録データの方に近いのか($S_{e_{max}} > S_i$)を判断する(ステップS58)。新規の特徴量データが本人の既登録データの方に近い場合(ステップS58のYES)、特徴量データ登録部15は、新規の特徴量データを本人の既登録データと同じクラスに追加する(ステップS550。図2(b)参照)。なお、本人のクラスが複数存在する場合には、最も類似度の高いクラスに新規の特徴量データを追加すればよい。一方、新規の特徴量データが本人の既登録データよりも他人の既登録データの方に近い場合(ステップS58のNO)、特徴量データ登録部15は、既存の本人クラスとは別に新規のクラスを設定し、新規の特徴量データを新規のクラスに登録する(ステップS551。図2(c)参照)。

40

【 0 0 4 9 】

以上述べた本実施形態のデータ登録処理によっても、第1実施形態と同様の作用効果を奏することができる。

【 0 0 5 0 】

なお、ステップS58では、本人の既登録データに対する類似度 S_i と他人の既登録データに対する類似度 $S_{e_{max}}$ の相対評価(比較)により、既存クラスに追加するかクラ

50

スを分割するかを判断したが、より単純な方法として、他人の既登録データに対する類似度 $S_{e_{max}}$ が所定の閾値 Th_1 よりも高いかどうか ($S_{e_{max}} > Th_1$) という条件のみで、既存クラスに追加するかクラスを分割するかを判断しても構わない。他人の既登録データに対する類似度 $S_{e_{max}}$ が非常に高い場合には、(本人の既登録データとの類似度 S_i の大きさにかかわらず) 本人と他人の識別性の低下を招く可能性があるからである。

【0051】

あるいは、本人の既登録データに対する類似度 S_i より他人の既登録データに対する類似度 $S_{e_{max}}$ の方が大きい場合であっても、その類似度 $S_{e_{max}}$ が閾値 Th_2 に満たない場合には ($S_i < S_{e_{max}} < Th_2$)、クラス分割は行わず既存クラスにデータを追加してもよい。本人と他人のいずれとも類似度が低いデータを追加しても、本人と他人のあいだの識別性に与える影響は小さいからである。

10

【0052】

< 第3実施形態 >

前述した第1及び第2実施形態では、本人の既登録データに対する類似度 S_i と他人の既登録データに対する類似度 S_e を評価したのに対し、第3実施形態では、本人の既登録データの分散²の変化と他人の既登録データに対する類似度 S_e とを評価することにより、既存クラスに追加するかクラスを分割するかを判断する。

【0053】

図6のフローチャートを参照して、第3実施形態のデータ登録処理の流れを説明する。なお、システム構成及び顔認証処理の流れについては第1実施形態と同様のため説明を省略する。

20

【0054】

ステップS60～S64、S652の処理は、第2実施形態(図5)のステップS50～S54、S552の処理と同じである。

【0055】

本人の既登録データが存在する場合には(ステップS64のYES)、特徴量データ登録部15は、新規の特徴量データと他人の既登録データのあいだの類似度 S_e をクラスごとに計算し、その中の最大値 $S_{e_{max}}$ を求める(ステップS66)。ステップS66の処理も第2実施形態のステップS56と実質的に同じである。

30

【0056】

次に、特徴量データ登録部15は、本人クラスの分散₁²と、新規の特徴量データを本人クラスに追加した場合の分散₂²とをそれぞれ計算し、分散の変化量² = ₂² - ₁² を求める(ステップS67)。なお、本人クラスが複数存在する場合には、分散の変化量²の最小値を求めるとよい。

【0057】

続いて、特徴量データ登録部15は、ステップS66、S67で求めた類似度 $S_{e_{max}}$ と分散の変化量²を評価する(ステップS68)。新規の特徴量データが他人の既登録データに対し非常に近く ($S_{e_{max}} > \text{閾値} Th_3$)、且つ、新規の特徴量データの追加により本人クラスの分散が増加する (₂² > 0、又は、₂² > 閾値 Th_4) 場合には(ステップS68のYES)、特徴量データ登録部15は、既存の本人クラスとは別に新規のクラスを設定し、新規の特徴量データを新規のクラスに登録する(ステップS651。図2(c)参照)。一方、新規の特徴量データに類似する他人の既登録データが無いか ($S_{e_{max}} < \text{閾値} Th_3$)、新規の特徴量データの追加が本人クラスの分散に影響を与えない (₂² = 0、又は、₂² < 閾値 Th_4) 場合には(ステップS68のNO)、特徴量データ登録部15は、新規の特徴量データを本人の既登録データと同じクラスに追加する(ステップS650。図2(b)参照)。なお、本人のクラスが複数存在する場合には、分散の変化量が最も小さいクラスに新規の特徴量データを追加すればよい

40

以上述べた本実施形態のデータ登録処理によっても、第1及び第2実施形態と同様の作用効果を奏することができる。

50

【 0 0 5 8 】

< 第 4 実施形態 >

前述した第 3 実施形態では、本人の既登録データの分散 σ^2 の変化と他人の既登録データに対する類似度 S_e とを評価に用いたのに対し、第 4 実施形態では、新規の特徴量データを追加する前と後での、クラス内分散とクラス間分散の変化を評価することにより、既存クラスに追加するかクラスを分割するかを判断する。

【 0 0 5 9 】

図 7 のフローチャートを参照して、第 4 実施形態のデータ登録処理の流れを説明する。なお、システム構成及び顔認証処理の流れについては第 1 実施形態と同様のため説明を省略する。

10

【 0 0 6 0 】

ステップ S 7 0 ~ S 7 4、S 7 5 2 の処理は、第 2 実施形態 (図 5) のステップ S 5 0 ~ S 5 4、S 5 5 2 の処理と同じである。

【 0 0 6 1 】

本人の既登録データが存在する場合には (ステップ S 7 4 の Y E S)、特徴量データ登録部 1 5 は、他人クラスの中で新規の特徴量データに最も近いもの (すなわち、新規の特徴量データを追加することで本人クラスとのあいだの識別性が低下する可能性が最も高い他人クラス) を選択する (ステップ S 7 6)。この処理は、第 2 実施形態 (図 5) のステップ S 5 6 と同じように新規の特徴量データと各クラスのあいだの類似度を求めることにより行うことができる。

20

【 0 0 6 2 】

次に、特徴量データ登録部 1 5 は、本人クラスのクラス内分散 σ_1^2 と、新規の特徴量データを本人クラスに追加した場合のクラス内分散 σ_2^2 とをそれぞれ計算し、分散の変化量 $\Delta\sigma^2 = \sigma_2^2 - \sigma_1^2$ を求める (ステップ S 7 7)。なお、本人クラスが複数存在する場合には、分散の変化量 $\Delta\sigma^2$ が最も小さい本人クラスを選択する。

【 0 0 6 3 】

次に、特徴量データ登録部 1 5 は、本人クラスとステップ S 8 6 で選ばれた他人クラス (以下、対象他人クラスと呼ぶ) のあいだのクラス間分散 σ_{B1}^2 と、新規の特徴量データを本人クラスに追加した場合の本人クラスと対象他人クラスのあいだのクラス間分散 σ_{B2}^2 とをそれぞれ計算し、クラス間分散の変化量 $\Delta\sigma_B^2 = \sigma_{B2}^2 - \sigma_{B1}^2$ を求める (ステップ S 7 8)。

30

【 0 0 6 4 】

続いて、特徴量データ登録部 1 5 は、ステップ S 7 7、S 7 8 で求めたクラス内分散の変化量 $\Delta\sigma^2$ とクラス間分散の変化量 $\Delta\sigma_B^2$ を評価する (ステップ S 7 9)。新規の特徴量データを追加したことで、クラス内分散が増加し ($\Delta\sigma^2 > 0$ 、又は、 $\Delta\sigma^2 > \text{閾値 } Th_5$)、且つ、クラス間分散が減少する ($\Delta\sigma_B^2 < 0$ 、又は、 $\Delta\sigma_B^2 < \text{閾値 } Th_6$) 場合には (ステップ S 7 9 の Y E S)、特徴量データ登録部 1 5 は、既存の本人クラスとは別に新規のクラスを設定し、新規の特徴量データを新規のクラスに登録する (ステップ S 7 5 1。図 2 (c) 参照)。一方、新規の特徴量データを追加しても、クラス内分散が増加しないか、クラス間分散が減少しない場合には (ステップ S 7 9 の N O)、特徴量データ登録部 1 5 は、新規の特徴量データを本人の既登録データと同じクラスに追加する (ステップ S 7 5 0。図 2 (b) 参照)。なお、本人のクラスが複数存在する場合には、分散の変化量が最も小さいクラスに新規の特徴量データを追加すればよい。

40

【 0 0 6 5 】

以上述べた本実施形態のデータ登録処理によっても、第 1 及び第 2 実施形態と同様の作用効果を奏することができる。特に本実施形態の方法によれば、新規の特徴量データを本人クラスへ追加した場合に、本人とよく似た他人とのあいだの識別性 (分離性) が低下するかどうかを、クラス内分散とクラス間分散というより直接的な指標で評価できるため、より妥当なサイズのクラスが形成できると期待される。

【 0 0 6 6 】

50

なお、本実施形態のステップS79では、クラス内分散の変化とクラス間分散の変化を別個に評価したが、クラス内分散とクラス間分散の比（一方を他方で割った値）の変化を評価してもよい。例えば、 $\frac{\sigma_2^2}{B_2} < \frac{\sigma_1^2}{B_1}$ 、又は、 $(\frac{\sigma_2^2}{B_2} - \frac{\sigma_1^2}{B_1}) < \text{閾値Th}_7$ という評価式を用いることにより、クラス間分散の増加とクラス内分散の減少を判定できる。分母と分子を入れ替えた式、つまり、 $\frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2} > \frac{B_1}{B_2}$ 、又は、 $(\frac{B_2}{\sigma_2^2} - \frac{B_1}{\sigma_1^2}) > \text{閾値Th}_8$ という評価式でも同様にクラス間分散の増加とクラス内分散の減少を判定できる。

【0067】

<その他の実施形態>

上述した各実施形態は本発明の一具体例を示したものにすぎない。例えば、本発明の実施形態として以下のような構成も採り得る。

【0068】

上記第1及び第2実施形態では、類似度（特徴量データ同士の距離など）を評価に用い、第3実施形態では、本人クラスについては分散を、他人クラスに対しては類似度を評価に用い、第4実施形態では、本人クラスについてはクラス内分散を、他人クラスに対してはクラス間分散を評価に用いたが、これら以外の指標を用いても構わない。また類似度と分散にはそれぞれ異なるメリットがあるので、両者を組み合わせて用いてもよい。例えば、類似度は、分散に比べて計算コストが小さく、高速に処理できるという利点がある。また、特徴量データのデータ数が少ないときでも利用できるという利点もある（言い換えると、分散は、ある程度のデータ数がなければ信頼性が低い）。一方、分散は、新規のデータの追加がクラス全体に及ぼす影響を評価するため、（データ数が多ければ）類似度よりも妥当な結果を得られると期待できる。例えば、新規のデータが本人クラスの平均からかなり外れた位置にあった場合、類似度による評価方法では、本人クラスが分割される可能性が高い。そうすると、特徴量データのばらつきが大きい人の場合、クラスが細分化されすぎる可能性もある。これに対し、第3実施形態のように分散を評価に用いると、新規のデータが本人クラスの平均からかなり外れた位置にあったとしても、新規のデータの追加による分散の変化が小さければ、本人クラスの分割は不要と判断され、妥当なサイズの本人クラスが形成されることとなる。

【0069】

上記実施形態では顔認証システムを例示したが、本発明は顔認証システム以外にもあらゆる画像認識装置に適用可能である。また、顔以外にも、眼底、瞳、指紋、掌紋、耳、上半身、全身を認識対象（オブジェクト）とすることもできるし、人や動物といった生体だけでなく、工業製品や車両や食品などの一般物体を認識対象とすることもできる。要するに、画像特徴量による認識が可能なオブジェクトであれば、本発明を適用することが可能である。

【符号の説明】

【0070】

- 1：顔認証システム
- 10：画像取得部
- 11：顔検出部
- 12：特徴量抽出部
- 13：特徴量データベース
- 14：顔認証部
- 15：特徴量データ登録部

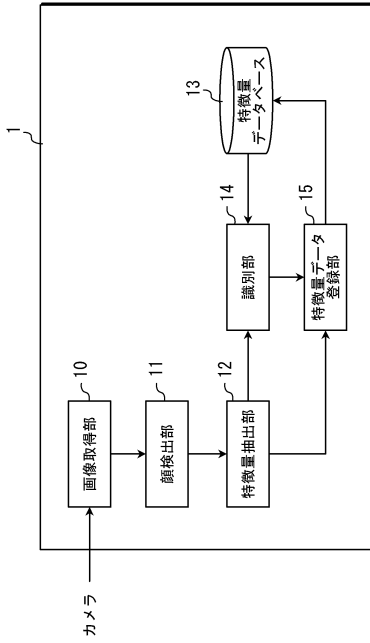
10

20

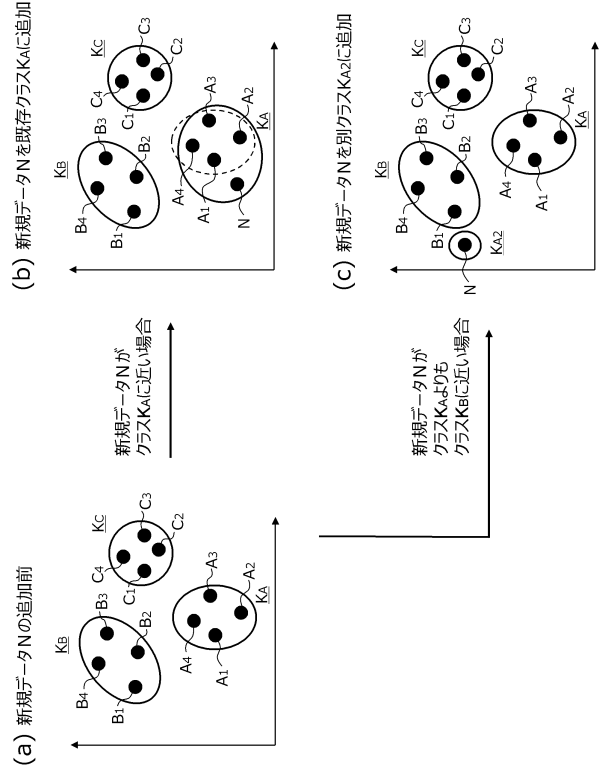
30

40

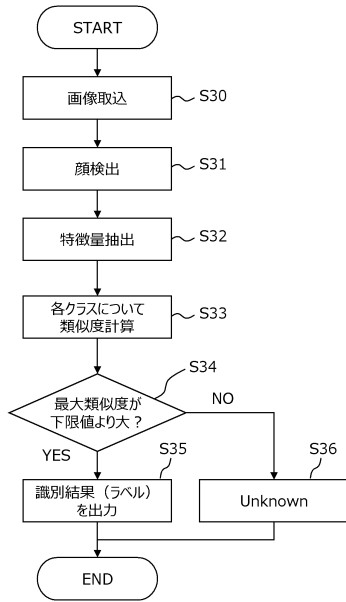
【図1】



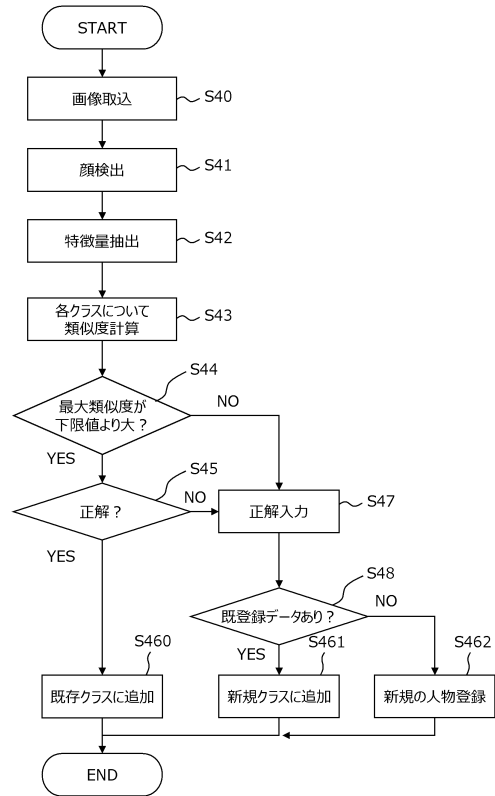
【図2】



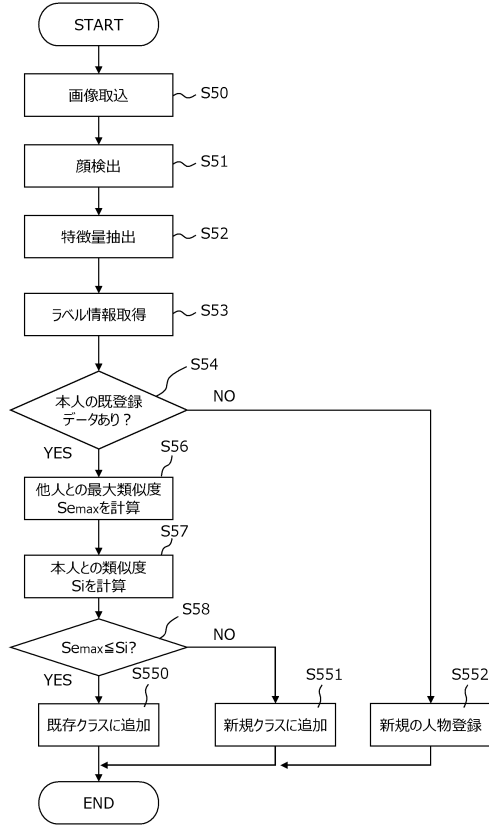
【図3】



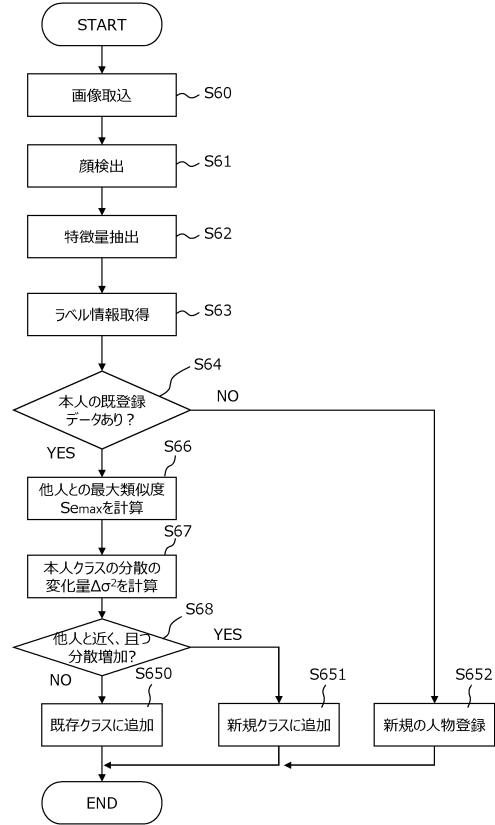
【図4】



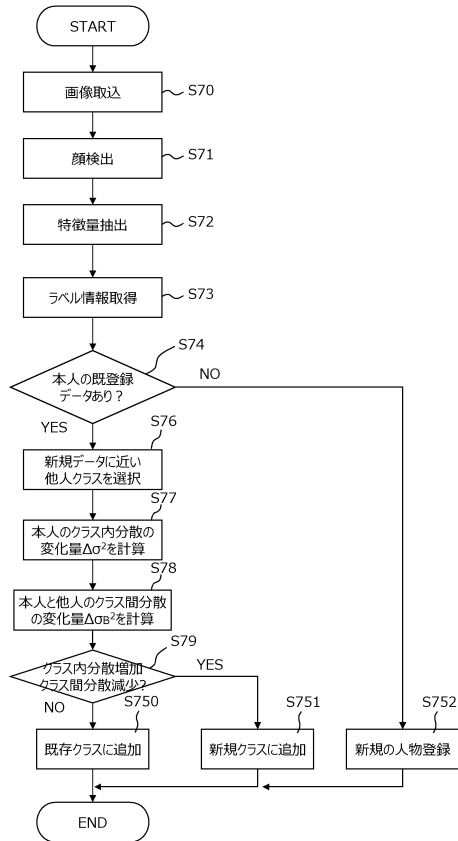
【図5】



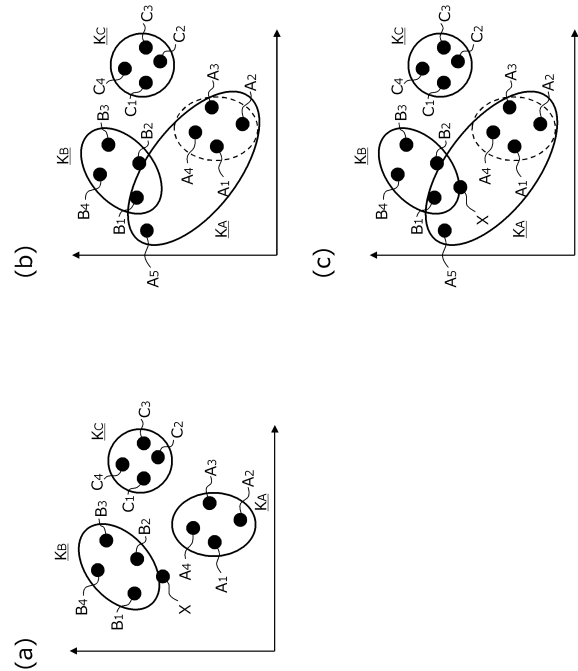
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(74)代理人 100123098

弁理士 今堀 克彦

(74)代理人 100138357

弁理士 矢澤 広伸

(72)発明者 入江 淳

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 井上 宏一

(56)参考文献 特開2009-186243(JP, A)

米国特許出願公開第2010/0066822(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/00