(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4198602号
(P4198602)

(45)発行日　平成20年12月17日(2008.12.17)　(24)登録日　平成20年10月10日(2008.10.10)

(51)Int.Cl.　F I
G06T 7/00 (2006.01)　G06T 7/00 300E
G06T 7/00 510B

請求項の数 27　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願2003-582704(P2003-582704)
(86)(22)出願日　平成15年4月4日(2003.4.4)
(65)公表番号　特表2005-521975(P2005-521975A)
(43)公表日　平成17年7月21日(2005.7.21)
(86)国際出願番号　PCT/IB2003/001298
(87)国際公開番号　WO2003/085589
(87)国際公開日　平成15年10月16日(2003.10.16)
審査請求日　平成18年3月29日(2006.3.29)
(31)優先権主張番号　10/116,839
(32)優先日　平成14年4月5日(2002.4.5)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　504371170
アイデンティクス・インコーポレーテッド
ＩＤＥＮＴＩＸ　ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国　ミネソタ州５５３４３　ミネトンカ，ローランド・ロード，５６００
(74)代理人　110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72)発明者　デリーン・ブルーノ・シー.
スペイン国　イー－アノドーラ，アンドーラ・ラ・ベラ，６イー，ロック・エスコルス・エディフ・２，アベニダ・マリクセル・ナンバー２０

最終頁に続く

(54)【発明の名称】映像を用いたオペレーティング方法およびシステム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
取得画像が、参照画像と適合するか否かを判定する方法であって、
コンピュータが、参照画像と比較するためのデジタル画像を取得する工程と、
コンピュータが、前記取得画像内の画素群を特定する工程と、
コンピュータが、前記取得画像内の前記画素群と最もよく適合する前記参照画像内の画素群を選択する工程と、
コンピュータが、少なくとも１つのさらなる画素群に対して、前記先の工程を繰り返す工程と、
コンピュータが、前記参照画像内の前記複数の選択画素群と、前記取得画像内の前記複数の画素群との相対位置を比較する工程と、
コンピュータが、前記相対位置がランダムに出現した確率を決定する工程と、
を備える、方法。
【請求項２】
請求項１に記載の方法であって、さらに、
コンピュータが、前記ランダムな適合の確率を、前記画像の適合を結論づけるための確率の閾値と比較する工程を備える、方法。
【請求項３】
請求項２に記載の方法であって、
前記確率の閾値は、結論を誤る可能性を任意の低い数値に低減するよう設定される、方

法。
【請求項４】
請求項１に記載の方法であって、
前記最も近い画素群を探す工程は、前記参照画像内の前記画素群と、前記取得画像内の前記選択された画素群との差分に関する最小二乗計算を用いる、方法。
【請求項５】
請求項１に記載の方法であって、さらに、
コンピュータが、前記参照画像と前記取得画像とを取得する際に、前記さらなる工程を完了する前に前記画像をフィルタリングする工程を備える、方法。
【請求項６】
請求項５に記載の方法であって、
前記フィルタリング工程は、
コンピュータが、画素の輝度を、近傍画素の値の平均値に基づいて決定する工程と、
コンピュータが、前記画素の前記輝度の値を、閾値と比較する工程と、
コンピュータが、前記輝度が前記閾値よりも低い場合に、前記画素の前記フィルタリングされた値を０に設定する工程と、
コンピュータが、前記輝度が前記閾値以上であった場合に、前記画素の前記フィルタリングされた値を１に設定する工程と、
を有する、方法。
【請求項７】
請求項６に記載の方法であって、さらに、
コンピュータが、前記取得画像と前記参照画像とを、所定の位置に既知の特徴を配置することにより標準化する工程を備える、方法。
【請求項８】
請求項１に記載の方法であって、
前記画像を取得する工程は、映像オペレーティングシステムを備えた映像処理システムによって実現される、方法。
【請求項９】
請求項１に記載の方法であって、さらに、
コンピュータが、前記取得画像を、２以上の参照画像と比較する工程を備える、方法。
【請求項１０】
請求項１に記載の方法であって、
前記取得画像の前記画素群と前記参照画像の前記画素群との前記相対位置を比較する工程は、
コンピュータが、前記取得画像の第１の画素群と、前記取得画像の第２の画素群との間に、第１のベクトルを規定する工程と、
コンピュータが、前記参照画像の前記第１の画素群と、前記参照画像の前記第２の画素群との間に、第２のベクトルを規定する工程と、
コンピュータが、前記第１のベクトルと前記第２のベクトルとの差分の絶対値を算出する工程と、
を有する、方法。
【請求項１１】
請求項１０に記載の方法であって、さらに、
コンピュータが、さらなる画素群に対して、前記算出工程を繰り返す工程を備える、方法。
【請求項１２】
請求項１に記載の方法であって、さらに、
コンピュータが、前記ランダムな適合の確率を、前記画像の適合を結論づけるための確率の閾値と比較する工程と、
コンピュータが、異なる参照画像に対して、前記工程を繰り返す工程と、

コンピュータが、前記複数の参照画像の１つへの適合が実現しないうちは、無制限の回数の不適合を許容する工程と、
を備える、方法。
【請求項１３】
請求項１に記載の方法であって、さらに、
コンピュータが、適合を判定する際に、前記取得画像を参照画像のデータベースに追加して、将来の照合を容易にする工程を備える、方法。
【請求項１４】
取得画像が、参照画像と適合するか否かを判定するためのシステムであって、
参照画像と比較するためのデジタル画像を取得するためのカメラと、
前記取得画像内の画素群を特定するための特定モジュールと、
前記取得画像内の前記画素群と最もよく適合する前記参照画像内の画素群を選択するための選択モジュールと、
少なくとも１つのさらなる画素群に対して、前記先の工程を繰り返し、前記参照画像内の前記複数の選択画素群と、前記取得画像内の前記複数の画素群との相対位置を比較するための比較モジュールと、
前記相対位置がランダムに出現した確率を決定するための計算部と、
を備える、システム。
【請求項１５】
請求項１４に記載のシステムであって、さらに、
前記ランダムな適合の確率を、前記画像の適合を結論づけるための確率の閾値と比較するための照合モジュールを備える、システム。
【請求項１６】
請求項１５に記載のシステムであって、
前記確率の閾値は、結論を誤る可能性を任意の低い数値に低減するよう設定される、システム。
【請求項１７】
請求項１４に記載のシステムであって、
前記最も近い画素群を探す工程は、前記参照画像内の前記画素群と、前記取得画像内の前記選択された画素群との差分に関する最小二乗計算を用いる、システム。
【請求項１８】
請求項１４に記載のシステムであって、さらに、
前記さらなる工程を完了する前に前記画像をフィルタリングするためのフィルタを備える、システム。
【請求項１９】
請求項１８に記載のシステムであって、
前記フィルタリングは、画素の輝度を近傍画素の輝度の平均値に基づいて決定する工程と、前記画素の前記輝度の値を閾値と比較する工程と、前記輝度が前記閾値よりも低い場合に、前記画素の前記フィルタリングされた値を０に設定する工程と、前記輝度が前記閾値以上であった場合に、前記画素の前記フィルタリングされた値を１に設定する工程とを有する、システム。
【請求項２０】
請求項１９に記載のシステムであって、さらに、
前記取得画像と前記参照画像とを、所定の位置に既知の特徴を配置することにより標準化するための標準化モジュールを備える、システム。
【請求項２１】
請求項１４に記載のシステムであって、
前記画像を取得する工程は、映像オペレーティングシステムを備えた映像処理システムによって実現される、システム。
【請求項２２】

請求項１４に記載のシステムであって、さらに、
前記取得画像を、２以上の参照画像と比較するための比較モジュールを備える、システム。
【請求項２３】
請求項１４に記載のシステムであって、
前記取得画像の前記画素群と前記参照画像の前記画素群との前記相対位置を比較する工程は、
前記取得画像の第１の画素群と、前記取得画像の第２の画素群との間に、第１のベクトルを規定する工程と、
前記参照画像の前記第１の画素群と、前記参照画像の前記第２の画素群との間に、第２のベクトルを規定する工程と、
前記第１のベクトルと前記第２のベクトルとの差分の絶対値を算出する工程と、
を有する、システム。
【請求項２４】
請求項１４に記載のシステムであって、
前記計算部は、前記ランダムな適合の確率を、前記画像の適合を結論づけるための確率の閾値と比較し、
前記システムは、さらに、
異なる参照画像に対して、前記工程を繰り返すための参照画像取得モジュールと、を備え、
前記システムは、前記複数の参照画像の１つへの適合が実現しないうちは、無制限の回数の不適合を許容する、システム。
【請求項２５】
請求項１４に記載のシステムであって、さらに、
適合を判定する際に、前記取得画像を参照画像のデータベースに追加して、将来の照合を容易にするための画像格納モジュールを備える、システム。
【請求項２６】
請求項１に記載の方法であって、
前記取得デジタル画像は、肌の部分に対応する、方法。
【請求項２７】
画像を解析する方法であって、
コンピュータが、解析すべき人間の画像の表面位置の第１の表面領域を取得する工程と、
コンピュータが、参照画像の同じ表面位置の第２の表面領域を取得する工程と、
コンピュータが、前記第１の表面領域内の第１の画素群を特定する工程と、
コンピュータが、前記第１の画素群に最もよく適合する第２の画素群を前記第２の表面領域から選択する工程と、
コンピュータが、前記第１および第２の表面領域内の少なくとも１つのさらなる画素群に対して、上述の工程を繰り返す工程と、
コンピュータが、前記第１および第２の表面領域内の前記画素群の相対位置を比較する工程と、
コンピュータが、前記相対位置がランダムに出現した確率を決定する工程と、
コンピュータが、前記第１および第２の表面領域が同じ人間に由来する可能性を示すスコアを算出する工程と、を備える、方法。
【発明の詳細な説明】
【背景技術】
【０００１】
コンピュータシステムは、サーバ、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、大型汎用コンピュータなどの汎用コンピュータから、幅広い電気製品、ツール、その他の装置に組み込まれた特殊用途向け集積回路やプロセッサなどの特定用途の素子まで、

ほぼ至る所に存在するようになった。コンピュータは、通常、キーボード、マウス、マイクロフォン、カメラ、センサなど、一般的なインターフェースから入力を行う。しかしながら、特殊用途コンピュータについては一連の入力装置が知られている一方、汎用コンピュータのための処理システムでは、現在、２つのタイプの入力に重点が置かれている。すなわち、キーボード、マウス、タッチスクリーンなどからの文字およびカーソルを用いた入力と、（音声認識用の）マイクロフォンからの音声を用いた入力である。それらのコンピュータには多くの用途があるが、ある状況では、必要な入力を行うことが、ユーザにとって困難なことがある。例えば、子供や老人は、正しいキーボードまたは音声コマンドの提供に十分に慣れていないことがあるが、助けを求める身振りなど、認識可能な意味を有する身振りを行うことはできるかもしれない。他の状況では、利用可能なユーザがいないかもしれず、そのような場合、音声または文字を用いた命令は役に立たない。それにもかかわらず、与えられた環境における変化が、それに関連する動作の要求を引き起こすのに十分な映像データを与えることがある（例えば、室内の煙が、警報の要求を引き起こす）。したがって、画像すなわち映像入力だけに基づいて、または、その入力と従来の入力とを組み合わせて、受信および動作を実行する汎用処理システムに対する要請がある。

【０００２】

映像入力を役立てることができる分野として、顔認識が挙げられる。顔認識技術は、周知の技術である。その技術では、画像を処理することにより、防犯などの目的で、ある顔が、１以上の参照顔と適合する否かを判定する。かかる技術は、例えば、ユーザが、家、職場、または、同様の環境への入場を許可されているか否かを判定するために用いられ得る。現在の顔認識の方法は、通例、複数の画像間での顔特徴の比較と、適合の程度を評価する計算とを含んでいるが、いくつかの問題がある。問題の１つは、かかるシステムが、フォルスポジティブ適合を引き起こす傾向を持つことである。例えば、フォルスポジティブの結果として、無許可のユーザが、家への入場を許可されることがある。フォルスポジティブ適合を引き起こす傾向があることから、通常は、認識を求めるユーザが認識を試みる回数が制限される。しかしながら、システムは、フォルスネガティブを引き起こすこともあるため、フォルスポジティブを防止するのに必要な制限を行うと、正規のユーザが、多くの場合にアクセスを拒絶されるほどにまで、フォルスネガティブの数が増大する傾向がある。したがって、フォルスポジティブ適合の生じる可能性を任意の低レベルに抑えることで、不許可のユーザが入場を許可される恐れ無しに、認識を試みるユーザが、所望の回数だけ認識される試みを行うことを可能にするシステムに対する要請がある。

【発明の開示】

【０００３】

本明細書では、環境から画像を取り込み、（状況に応じて、ユーザが、さらなる入力または操作を行う必要無く）その画像を処理して、画像の内容に基づいた動作を実行できる映像処理システムが提供されている。実施形態では、家や職場などの環境への入場を管理する目的で、顔画像を処理する。別の実施形態では、例えば、安全のために、画像を用いて環境を監視する。本明細書では、幅広い実施形態が開示されているが、各実施形態は、キーボードやマウスによるユーザ入力を介すること無く、画像を直接的に処理することができるという利点を有する。

【０００４】

また、本明細書では、顔の画像が参照画像と適合するか否かを確認するための方法およびシステムであって、フォルスポジティブの可能性を任意に低くすることができる方法およびシステムが提供されている。したがって、かかる方法およびシステムは、無許可のユーザがアクセスを許可される恐れ無しに、認識を求めるユーザが、適合が実現するまで所望の回数だけ試行することを可能にする。

【０００５】

実施形態では、取得された画像が参照画像に適合するか否かを判定するための方法およびシステムが提供されている。かかる方法およびシステムは、参照画像と比較するためのデジタル画像を取得する工程と、取得画像内の画素群を特定する工程と、取得画像内の画

素群と最もよく適合する参照画像内の画素群を選択する工程と、少なくとも１つのさらなる画素群に対して先の工程を繰り返す工程と、参照画像内の選択された画素群と取得画像内の画素群との相対位置を比較する工程と、相対位置がランダムに出現した確率を決定する工程と、を提供する。

【０００６】

一部の実施形態では、上述の方法およびシステムは、ランダムな適合の確率を、画像の適合を結論づけるための確率の閾値と比較する。閾値は、フォルスポジティブの確率が任意に低くなるように設定可能である。

【０００７】

一部の実施形態では、画素の輝度を近傍画素の輝度の平均値に基づいて決定し、画素の輝度の値を閾値と比較し、輝度が閾値よりも低い場合には画素のフィルタリングされた値を０に設定し、輝度が閾値以上である場合には画素のフィルタリングされた値を１に設定することにより、画像がフィルタリングされる。一部の実施形態では、画像は、目などの既知の特徴を、既知の座標に配置することにより標準化（ｎｏｒｍａｌｉｚｅ）される。

【０００８】

一部の実施形態では、取得画像の画素群と参照画像の画素群との適合を判定するための方法およびシステムは、取得画像の第１の画素群と取得画像の第２の画素群との間に第１のベクトルを規定する工程と、参照画像の第１の画素群と参照画像の第２の画素群との間に第２のベクトルを規定する工程と、第１のベクトルと第２のベクトルとの差分の絶対値を算出する工程と、を備える。この算出は、所望の数の画素群に対して実行することができる。

【０００９】

一部の実施形態では、上述の方法およびシステムは、ランダムな適合の確率を、画像の適合を結論づけるための確率の閾値と比較する工程と、異なる参照画像について比較工程を繰り返す工程と、複数の参照画像の内の１つへの適合が実現しないうちは、無制限の回数の不適合を許容する工程と、を備える。適合を判定する際に、取得画像を参照画像のデータベースに追加して、将来の照合に役立てることもできる。

【００１０】

一部の実施形態では、上述の方法およびシステムは、画像オペレーティングシステムを有するプロセッサシステムを備える。そのシステムは、ある環境内に配置されたカメラと、カメラとデータをやり取りすると共に、カメラによって取得された画像データに応じてコンピュータシステムを作動させることができるオペレーティングシステムを有するコンピュータシステムと、を備えてよい。そのオペレーティングシステムは、画像データだけに基づいて、コンピュータシステムを作動させることが可能であってよい。そのシステムは、オペレーティングシステムによって実行された動作に応じて、コンピュータシステムから命令を受信することができる他のシステムを備えてもよい。他のシステムは、例えば、防犯システム、警報システム、通信システム、現金自動預け払い機、銀行取引システム、安全装置、他のカメラシステム、スピーカシステム、マイクロフォン、コンピュータ、サーバ、ラップトップ、ハンドヘルドコンピュータ、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ利用可能な装置、娯楽システム、テレビ、レコーダ、電気製品、ツール、自動車のシステム、輸送システム、車両システム、センサ、エミッタ、送信機、トランシーバ、アンテナ、トランスポンダ、ゲームシステム、コンピュータネットワーク、家庭内ネットワーク、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク、インターネット、ワールドワイドウェブ、衛星システム、ケーブルシステム、遠隔通信システム、モデム、電話、および、携帯電話であってよい。

【００１１】

一部の実施形態では、オペレーティングシステムは、画像内の特徴を識別し、その特徴に基づく動作を実行することができる。その特徴は、例えば、適合する顔、適合するコード、動き、生体特徴、非適合要素、環境内の構造、顔の表情、環境内の物品の存在、環境内の物品の不在、物品の移動、画像内での新しい物品の出現、煙、炎、水、漏れ、環境へ

の損傷、人物の動作、ペットの動作、子供の動作、老人の動作、顔、身振り、カメラの前での顔の配置、画像の変化、前記画像内での顔の検出、音声、唇の動き、指の動き、手の動き、腕の動き、脚の動き、体の動き、頭の動き、首の動き、肩の動き、および、歩様であってよい。一部の実施形態では、特徴は、顔の照合であり、動作は、防犯システムの解除である。

【００１２】

上述の方法およびシステムは、例えば、空港、飛行機、輸送施設、バス、バス停、列車、鉄道の駅、レンタカー施設、車、トラック、バン、作業場、施設、入場券の必要な施設、運動競技場、コンサート会場、スタジアム、運動施設、コンサート施設、博物館、店舗、家、プール、ジム、ヘルスクラブ、ゴルフクラブ、テニスクラブ、クラブ、駐車場、コンピュータ、ラップトップ、電子商取引環境、ＡＴＭ、保管場所、貸金庫、銀行、および、職場など、多くの環境内に設置可能である。

【００１３】

動作を許可するために顔を照合するシステムは、鍵の提供、コードの入力、カードの挿入、音声の認識、指紋の認識、および、他の生体特徴の認識など、さらなる確認を必要としてもよい。

【００１４】

上述の方法およびシステムは、さらに、環境内にカメラを配置する工程と、環境のイベントの画像を含む環境の画像を取り込む工程と、画像を処理するための映像オペレーティングシステムを準備する工程と、画像を処理してイベントの特徴を識別する工程と、その特徴に基づいて動作を実行する工程と、を備えてよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

図１には、幅広い環境に設置可能なシステム１００が示されている。システム１００は、カメラ１０２または同様の画像取り込み設備と、映像処理システム１０４と、を含むいくつかの異なる構成要素を備えてよい。システム１００は、必要に応じて、データ格納設備１０８や他のコンピュータ装置１１０など、さらなる構成要素を備えてよい。

【００１６】

カメラ１０２は、デジタルカメラ、フィルムカメラ、ビデオカメラ、スチルカメラ、映画用カメラ、ベータレコーダ、手持ちカメラ、固定カメラ、動作検知カメラなど、画像データを取り込むことができる任意の装置であってよい。カメラ１０２は、環境内の画像を取り込んで、映像処理システム１０４に送信することができる。一部の実施形態では、画像は、画素を含む画像の形式のデジタルデータとして送信されてよい。別の実施形態では、画像は、カメラによって、非デジタルの形式で取得され、映像処理システム１０４によって、処理のためにデジタルの形式に変換されてもよい。カメラ１０２には、その動作を実現するためのインターフェースが備えられてよい。インターフェースは、ユーザが、カメラのオンオフ、画像データの記録、レンズの位置決め、レンズの設定変更、ズームインまたはアウト、記録などを実行できるようにする一連のボタンやダイアルなど、人間のユーザが利用する直接ユーザインターフェースであってよい。また、インターフェースは、コンピュータなどの別のシステムによってアクセスされる、または、別のシステムを介してアクセスされるインターフェースであってもよい。好ましい実施形態では、映像処理システム１０４は、カメラ１０２のインターフェースにアクセスして、カメラ１０２を制御してもよい。

【００１７】

データ格納設備１０８は、ＲＡＭまたはＲＯＭメモリ、ファイル、スマートメディアカード、ディスケット、ハードディスクドライブ、ディスク、データベース、Ｚｉｐドライブ、データウェアハウス、サーバ、大型汎用コンピュータ、または、その他の適切なデジタルデータ格納設備など、任意の適切なデータ格納設備であってよい。データ格納手設備１０８は、映像処理システムまたはユーザが、データ格納設備を用いて、任意の従来の目的のためにデータを格納、操作、取得することを可能にするためのインターフェースを備

えてよい。

【００１８】

ここで、映像処理システム１０４について、詳細に説明する。映像処理システム１０４は、カメラ１０２から画像データを取得して、それらの画像に対して適切な動作を実行してよい。一部の実施形態では、映像処理システム１０４は、データ格納設備１０８とやり取りして、データの格納、操作、または取得を実行してもよい。別の実施形態では、映像処理システム１０４は、他の装置１１０またはカメラ１０２とやり取りしてもよい。一部の実施形態では、映像処理システム１０４は、他の装置１１０またはカメラ１０２の起動や位置決めなどを実行するために、他の装置１１０またはカメラ１０２に制御信号を送信してよい。別の実施形態では、他の装置１１０またはカメラ１０２は、映像処理システム１０４に信号を送信して、対話式、すなわち、センサフィードバックループを実現してもよい。その場合、それらシステムは、環境内のイベントまたは条件や、１または複数のシステムとユーザとの対話に基づいて、やり取りを行う。

【００１９】

一部の実施形態では、通信設備１１４が、カメラ１０２および映像処理システム１０４に接続されてよい。別の実施形態では、カメラ１０２および映像処理システム１０４は、１つの装置として一体化されてもよい。通信設備１１４は、ケーブル、ワイヤ、ネットワーク、無線通信設備、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ設備、８０２．１１装置、赤外線、レーザ、光ファイバ、無線、電磁気、音波、または、その他の通信設備など、任意の適切なデータ送信設備であってよい。

【００２０】

他の装置１１０は、第２の通信設備１１２などを介して映像処理システム１０４と通信可能な任意の他の装置であってよい。第２の通信設備１１２は、上述の通信設備１１４に関して説明した任意の種類のいずれかであってよい。他の装置１１０は、幅広い装置から選択されてよい。かかる装置は、警報システム、音響システム、センサ、娯楽システム、映像表示システム、防犯システム、錠、門、記録システム、測定装置、医療機器、投薬のためのシステム、電気製品、オーブン、洗濯機、ドライヤ、ストーブ、食器洗い機、冷蔵庫、冷凍庫、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、ＰＤＡ、ハンドヘルドコンピュータ、サーバ、大型汎用コンピュータ、テレビ、クライアントコンピュータ、ＤＶＤプレーヤ、ステレオシステム、ＶＣＲ、コンパクトディスクプレーヤ、パーソナルテレビレコーダ、電話、テレビ電話を含むが、それらに限定されない。一部の実施形態では、映像処理システム１０４は、これらの装置や他のプロセッサベースの装置のいずれかと一体化されてもよいし、組み込まれてもよい。

【００２１】

図２は、映像処理システム１０４の構成要素の一実施形態を示す説明図２００である。映像処理システム１０４は、プロセッサ２０２、映像オペレーティングシステム２０４、通信設備２０８、データ操作設備２１０、および画像処理モジュール２１２など、様々な要素を備えてよい。

【００２２】

プロセッサ２０２は、マイクロプロセッサ、チップ、集積回路、特殊用途向け集積回路、ボード、回路、マイクロコントローラ、ソフトウェア、ファームウェア、または、それらの組み合わせなど、任意の従来の処理機能実行設備であってよい。一実施形態では、プロセッサ２０２は、ペンティアムベースのプロセッサであり、例えば、パーソナルコンピュータを動作させるために用いられる。

【００２３】

ここで、映像オペレーティングシステム２０４について、詳細に説明する。主に、キーパッド、マウス、クロックから生じるイベントや、同様のイベントに応答する従来のオペレーティングシステムと異なり、映像オペレーティングシステムは、従来のオペレーティングシステムへの入力となりうるイベントの代わりとして、または、かかるイベントに加えて、画像の形式の入力を取得するよう構成されている。したがって、映像オペレーティ

ングシステムは、画素にデジタル化される画像を処理して、画像の内容に応じた動作を実行するための設備を備える。

【００２４】

通信設備２０８は、映像処理システム１０４が、映像処理システム１０４の外部にある別のシステムや装置と通信またはやり取りすることを可能にするための任意の適切な設備であってよい。したがって、通信設備２０８は、ハードウェア（例えば、モデム、ＤＳＬモデム、コネクタ、バス、ポート、シリアルポート、ＵＳＢポート、ネットワークカードなど）、ソフトウェア（通信ソフトウェア、ネットワークソフトウェアなど）、ファームウェア、または、それらの組み合わせを含んでよい。

【００２５】

データ操作設備２１０は、他の同様のデータ操作設備のハードウェア構成要素（ＲＡＭ、ＲＯＭ、ハードディスク、メモリカード、スマートメディアカードなど）と、オペレーティングシステム２０４がデータ格納設備１０８とやり取りするために必要なデータ関連のタスクを処理するためのソフトウェア構成要素（データベースソフトウェアなど）とを備えてよい。

【００２６】

画像処理モジュール２１２は、映像オペレーティングシステム２０４の制御下で様々なアルゴリズムおよびサブプロセスを実行するための設備を含む画像を処理するためのハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、または、それらの組み合わせを備え、画像処理モジュール２１２へ入力されるデジタル画像を格納、操作、取得したり、デジタル画像に応じて動作を実行したりしてよい。画像処理モジュール２１２は、入力として画像を取得し、各種信号のいずれかを出力する。かかる信号は、映像オペレーティングシステムへの命令、データを格納、操作、または取得するための命令、通信設備１１２、１１４のためのメッセージまたは他の通信、画像、テキスト、音声、もしくは、その他の信号を含む。以下では、好ましい実施形態の画像処理モジュール２１２の機能について説明する。

【００２７】

図３は、映像オペレーティングシステム２０４の一実施形態の詳細を示す説明図３００である。この実施形態では、映像オペレーティングシステム２０４は、映像処理システム１０４の主オペレーティングシステムとして機能し、それにより、環境から映像処理システム１０４への主要な入力は、画像、または、映像に基づくその他のデータになる。映像オペレーティングシステム２０４は、必要に応じて副オペレーティングシステムを制御してよい。副オペレーティングシステムは、映像オペレーティングシステム２０４からの信号に応答する従来のオペレーティングシステム３０２であってよい。従来のシステムは、既存のＷｉｎｄｏｗｓ（登録商標）、Ｍａｃ、Ｕｎｉｘ（登録商標）、Ｌｉｎｕｘ、または、その他の従来のオペレーティングシステムや、将来開発されるオペレーティングシステムであってよく、映像処理システム１０４におけるイベントまたは条件に応じて動作を実行する。したがって、例えば、映像オペレーティングシステムは、Ｗｉｎｄｏｗｓ（登録商標）オペレーティングシステムにおけるループ実行によって選出されたイベントを開始することで、他の態様の映像処理システム１０４を制御したり、内部または外部の別の要素に信号を送信したりすることができる。

【００２８】

図４は、別の実施形態を示す説明図４００である。別の実施形態では、映像オペレーティングシステム２０４と従来のオペレーティングシステム３０２との役割が、図３の構成と逆になってよい。図４の実施形態では、従来のオペレーティングシステム３０２が映像オペレーティングシステムを制御して、映像オペレーティングシステムがサブシステムとして動作する。このシステムでは、従来のオペレーティングシステムは、画像や他の映像データを含む特定の入力すなわちイベントを認識し、それらの入力を映像オペレーティングシステム２０４に転送してよい。従来のオペレーティングシステム３０２は、適切なイベントすなわち信号（Ｗｉｎｄｏｗｓ（登録商標）のイベントなど）の形式を有する映像オペレーティングシステムからの出力に応答してよい。したがって、従来のオペレーティ

ングシステム３０２は、入力としての画像を処理するために映像オペレーティングシステムを用いて、映像処理システム１０４を制御してよい。

【００２９】

図５は、映像オペレーティングシステム２０４を用いる映像処理システム１０４の処理の概要を示すフローチャート５００である。工程５０２において、映像処理システム１０４は、画像すなわち画像に基づくデータを取得する。工程５０４において、映像オペレーティングシステム２０４または画像処理モジュール２１２は、画像データを、システムに入力された画像と関連するイベントを示す信号に変換する。工程５０８において、映像オペレーティングシステム２０４は、前の工程で画像と関連付けられたイベントに基づいて動作を実行する。

【００３０】

図６は、本明細書に記載のシステム１００によって実現できるさらなる処理を示すフローチャート６００である。工程６０２において、システム１００は、カメラ１０２などの画像取得設備を環境内に設置してよい。工程６０４において、環境内で画像イベントが生じてよい。このイベントは、動作であってもよいし、顔や体の一部などの特定の特徴を有する画像や、その他の意味のある画像の存在であってもよい。また、イベントは、文字、数、単語、サイン、または、その他の記号など、画像における任意の種類の記号の存在であってもよい。また、イベントは、画像内に通常存在する物品の不在や、動作が予期される画像からの動作の不在など、画像における不在であってもよい。工程６０４において認識できる画像イベントには限定がなく、好ましい実施形態において処理される特定の画像イベントについては、後に説明する。画像イベントが工程６０４において生じると、工程６０８において、画像イベントは、カメラ１０２によって取り込まれてよい。

【００３１】

次に、工程６１０において、画像は、映像オペレーティングシステム２０４の制御下で、画像処理モジュール２１２によって処理されてよい。工程６１２において、映像オペレーティングシステム２０４は、処理工程６１０で決定されたように、画像の特徴を反映する信号を出力してよい。工程６１２の出力信号は、従来のオペレーティングシステム３０２によって処理するためのイベント、他の装置１１０を制御するための信号、カメラ１０２を制御するための信号、画像処理モジュール２１２によってさらなる処理を行うための別の画像、または、工程６０８で取り込まれた画像の特徴を反映する他の信号または画像など、任意の形式をとってよい。処理工程６１０の特定の好ましい実施形態については、後に説明する。工程６１４において、システム１００は、工程６１２で確立された信号の内容に基づいて、動作を実行してよい。

【００３２】

工程６０４で処理しうる画像イベントは、カメラ１０２の前への顔の配置、動作の検出、画像の内容の変更、特定の場所（例えば、窓）における画像内の顔の検出、話している人物の画像の検出、体の一部（例えば、唇、手、脚など）の画像、頭、手、指、または体の他の部分による身振りの画像の検出、顔の特徴、記号、文字、単語、数字、または、映像処理システム１０４を用いるために意味をなす情報となりうる他の画像の検出を含んでよい。

【００３３】

処理工程６１０では、幅広い画像特徴が解析されてよい。例えば、処理工程６１０は、画像内のオブジェクトが何であるか、例えば、顔、人物、体の一部、記号、サイン、または、その他の特徴であるか否かを判定してよい。同様に、処理工程６１０は、画像内のオブジェクトと、別の画像の別のオブジェクトとの照合、例えば、顔画像と、参照となる顔画像とを照合してもよい。また、処理工程６１０は、コードなど別のオブジェクトと、参照画像内のコードとを照合してもよい。照合は、様々な目的で、コード、身振り、顔、体の一部、生体特徴、動作、サイン、記号、その他の特徴について実行されてよく、その適合の有無は、工程６１２の出力信号に反映されてよい。また、処理工程６１０は、環境の構造の特徴を処理してもよい。例えば、予期される場所における物品（例えば、カメラ１

０２によって監視されている部屋の貴重品）の有無を処理してもよいし、損傷していないことを確認するために、窓、屋根、またはドアなどの物理的な状態を処理してもよい。また、処理工程６１０は、特定の顔の動きや配置によって表される感情など、顔の特徴を処理してもよい。また、処理工程６１０は、環境内で動きが生じているか否かを処理して、任意の動きまたは特定の動きが生じているか否かを表す信号を出力してもよい。それにより、例えば、防犯環境内の動きを監視したり、患者が時々動いていることを確かめるために医療環境内で患者の動きを監視したりできる。また、処理工程６１０は、画像を処理して、環境内に新しい物品が現れたか否かを判定してもよく、さらに、新しい物品を分析して性質を決定してもよい。処理工程６１０において、システム１００は、システムからメッセージや警報を送信すべきことを示唆する煙、炎、蒸気、水、または、その他の画像特徴など、特定の環境特徴を識別してもよい。一部の実施形態では、処理工程６１０は、画像内の子供、ペット、または、その他の実体の画像を処理して、例えば、ストーブや目の届かないプールのような危険な物への子供の接近など、動きの性質に基づいて、動作を実行してもよい。一部の実施形態では、処理工程６１０は、上述またはそれ以外の画像特徴またはイベントの任意の組み合わせに基づいて動作を実行してもよいし、それらの１以上と、別の装置またはシステムからの入力との組み合わせ（例えば、防犯目的での、キーパッドによる暗証番号の手動入力と、顔および参照画像間の照合との組み合わせなど）に基づいて動作を実行してもよい。処理工程６１０に関する上述の実施形態は、識別およびさらなる動作のために処理可能な多くの異なる画像特徴の代表的なものにすぎず、それ以外の画像特徴もすべて、本開示に包含されることを理解されたい。

【００３４】

動作工程６１４では、多くの異なる種類の動作を実行できる。例えば、メッセージやその他の通信の送信、装置またはシステムのオンオフ、他の装置の動作の開始、映像処理システム１０４、カメラ１０２、または他の装置１１０の動作の勧誘や制御、防犯環境への入場の許可、解錠、「警報解除」信号の送信、および、環境への入場の禁止などが挙げられる。もちろん、動作工程６１４は、任意の他の装置１１０によって実行可能な任意の動作を開始してよいため、動作の種類と性質は、潜在的には無数に存在する。

【００３５】

映像処理システムを利用しうる環境は、数多く存在する。図７は、かかる環境の一例として家７００を示している。多くの家での利用が可能である。かかる利用では、カメラ１０２が、家７００のドア７０２に設置されてよく、家の住人などのユーザ７０４が、顔認識のためにカメラ１０２をのぞき込んでよい（詳細は後述する）。カメラ１０２は、ユーザの顔の画像が、データ格納設備１０８に格納された１以上の参照顔画像と適合するか否かを判断するために、映像処理システムを内蔵してもよいし、別個の映像処理システム１０４に接続されていてもよい。適合する場合には、ドア７０２の錠７０８を解除して、入場を許可してよい。別の実施形態では家７００は、スイミングプール７１０を有してよく、スイミングプール７１０には、プール環境の監視のためにプール用カメラ７１２が設置されてよい。プール用カメラ７１２は、子供７１４の画像を取り込んでもよいし、映像処理システム１０４を介して、子供７１４がプール７１０に接近しすぎた場合に警報機７１８を作動させてもよい。カメラと警報機とのかかる組み合わせは、子供またはペットが、危険な物（ストーブ、オーブン、暖炉、薪ストーブ、作業台など）あるいは壊れやすい物（陶磁器、水晶、花瓶、その他の貴重品など）に接近したことを、親や他の大人に警告するために用いることもできる。

【００３６】

図８は、映像処理システム１０４およびカメラ１０２を設置可能な別の環境として、交通環境（この例では、空港ターミナル警備環境８００）を示している。その環境は、金属探知機８０２と、手荷物検査装置８０４とを備えてよい。それらの装置はいずれも、乗客や手荷物を検査するために空港で用いられる様々な従来型の装置の１つである。その環境８００では、カメラは、乗客８０８の画像を取り込み、乗客の顔画像を参照画像と照合することにより、警備のために乗客の身元を確認してよい。バス、鉄道、船のターミナルな

ど、他の交通警備環境、または、車、バス、トラック、飛行機、列車、船、ボートなどの乗り物にも、同様のシステムを設置することができる。一実施形態では、交通環境は、駐車場であってよく、車が動かされたり傷つけられたりしていないことを確認するために、カメラ１０２と映像プロセッサ１０４とを備えるシステム１００を用いて、車の画像を監視してよい。車の画像が、所定の期間内に変化した場合、システム１００は、車の所有者または警備員に対して、警報音を鳴らしたり警報を送ったりしてよい。システム１００は、さらに、車の所有者または運転手の顔を認識するための設備を備えてもよく、その場合、当該人物は、警報音または警報を始動させることなしに、車に乗り込み動かすことができる。また、システム１００は、専用駐車場の利用を監視するために用いてもよい。それにより、その場所に駐車する人物の顔が、参照画像と適合しない場合に、専用駐車場の無許可利用が生じた旨のメッセージが、駐車場の管理者に送信されるようになる。

【００３７】

図９は、映像処理システム１０４およびカメラ１０２が有利に機能しうる別の環境として、乗り物（この例では、車９００）を示している。カメラ１０２は、運転手９０２の顔の画像を取得し、画像を参照データベースと照合して、運転手９０２が車の運転を許可されていることを確認できる。参照データベースは、運転手が車の所有者であること、運転手が免許を持っていること、運転手が交通違反などで運転を禁止されていないこと、運転手がその車を借りた人物であることなどを確認するためのデータを格納してよい。映像処理システム１０４は、照合を行った上で、ドアの解錠または施錠、エンジン始動の許可または禁止、または、車の他のシステムの作動の許可または禁止など、様々な動作を実行できる。図９には車９００が示されているが、ボート、トラック、ミニバン、タクシー、バス、船、飛行機、ジェット機、スクータ、単車など、その他の乗り物において、同様のシステムを用いることができる。

【００３８】

図１０は、別の実施形態として、建物１０００（例えば、オフィスビル、作業場など）を示している。家と同様に、建物１０００の外部または内部のドア１００２におけるアクセスを警備するために、カメラ１０２および映像処理システム１０４を用いてよい。同様に、カメラ１０２および映像プロセッサ１０４は、建物１０００内の１または複数の物品について、盗難の防止や、建物内での所在の監視など、それらの物を監視するために用いられてもよい。例えば、映像処理システム１０４は、物品の形状、または、物品に付けられたコードや画像（ブランドやロゴなど）に基づいて、倉庫内での在庫品の所在を判断してもよい。次に、映像処理システム１０４は、在庫管理システムなど、別のコンピュータシステムとやり取りすることができる。別の実施形態では、人物に意識があって怪我をしていないことを確認するための安全確保の目的、または、さらなる動作を行う前提条件として、特定の動作が起きたか否かを判断するなど、他の目的のために、カメラ１０２および映像処理システム１０４を用いて、人物１００８の動作を監視してもよい。例えば、システム１００は、画像がデータベースの参照画像と適合する物品が、前処理の位置から、さらなる処理のための位置に到達したことを確認して、物品の準備が整った旨のメッセージをユーザ１００８に送信することができる。映像処理システム１０４が備える映像オペレーティングシステム２０４の作業場での利用に関しては、多くの他の例が考えられる。それらも、本明細書に包含されることを理解されたい。

【００３９】

図１１は、カメラ１０２および映像処理システム１０４を利用できる環境として、コンピュータ１１００（パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、携帯情報端末、ハンドヘルドコンピュータなど）を含む環境を示している。カメラ１０２は、コンピュータ１１００の環境において画像（ユーザ１１０２の画像など）を取り込んでよい。映像処理システム１０４は、カメラ１０２、コンピュータ１１００、または、それらの外部の別のコンピュータに搭載されてよく、カメラ１０２によって取得された画像（ユーザ１１０２の画像など）を処理することができる。例えば、映像処理システム１０４は、ユーザ１１０２の顔を、１組の参照画像と照合して、ユーザ１１０２の身元を確認してよい。し

たがって、システムは、パスワードなどの他のセキュリティ対策の代わりとして、または、かかるセキュリティ対策に加えて、セキュリティのために用いることができる。別の実施形態では、ユーザ１１０２が、コンピュータ１１００を用いて、電子商取引、ゲーム、調査、娯楽などのために、サイト（インターネットサイトなど）とやり取りしてもよい。電子商取引において、ユーザ１１０２は、映像処理システム１０４を用いて、ユーザの身元を確認してよい。そうすれば、電子商取引での処理（商品やサービスのオンライン購入でのクレジットカード利用など）におけるセキュリティを確保できる。

【００４０】

図１２によると、別の実施形態では、システム１００のカメラ１０２および映像処理システム１０４は、現金自動預け払い機（ＡＴＭ）１２００など、現金または他の貴重品などの保管場所を提供する環境に設置されてよい。そのとき、システム１００は、現金の引き出し、残高の確認、または、口座振替などの取引を許可する前に、ユーザ１２０２の身元を確認するために用いられてよい。同様に、システム１００は、貸金庫からの引き出し、金庫からの貴重品の引き出し、または、任意のサイズの施錠された保管庫からの物品の取り出しの際に、身元確認を実行するために用いてもよい。一実施形態において、システム１００は、身元確認の機能に加えて、例えば、設備内に保管された物品の画像を監視して、取り出し、移動、または損傷されていないことを確認するなど、別の機能を備えてもよい。

【００４１】

図１３によると、カメラ１０２および映像処理システム１０４を備えるシステム１００は、門１３０２、または、入場を制限する同様の設備を備える施設１３００を含む環境に設置されてもよい。施設１３００は、中央コンピュータシステムを有してよい。あるいは、システム１００をそれぞれ備えた門にコンピュータ機能を持たせてもよい。システム１００は、カメラ１０２によって取得された画像を照合するために、画像の参照データベースにアクセスしてよい。そうすることで、施設１３００への入場を求めるユーザ１３０４が、許可されたユーザであることを確認することが可能になり、例えば、ユーザ１３０４が、施設でのイベントの入場券を購入したこと、または、ユーザ１３０４が、施設に入ることを許可された従業員もしくは請負業者であることを確認できる。かかる施設としては、多くの様々な施設を想定することができるが、例えば、フットボール、バスケットボール、サッカー、ホッケー、野球、ゴルフ場などのスポーツイベント会場、映画館、劇場、イベント会場、コンサート会場、オペラハウスなどの公演会場、ホテル、モーテル、カジノ、バー、会議場、レストランなどの収容会場、および、その他多くの施設が挙げられる。

【００４２】

図１４は、本発明の一実施形態の工程の概要を示すフローチャート１４００である。その実施形態では、家などの環境への入場を管理するために、システム１００が用いられている。工程１４０２において、システム１００は、ユーザの顔（もしくは、その他の識別可能な特徴）の画像を取り込んでよい。次に、工程１４０４において、システムは、その画像を、データ格納設備に格納された１または複数の参照画像と比較してよい。次いで、工程１４０８において、システムは、それらの画像が、適合するか否かを判定してよい（詳細については後述する）。適合しない場合には、システムは、画像取り込み工程１４０２に戻って、再試行してよい。適合する場合には、工程１４１０において、システムは、環境への入場を許可してよい。

【００４３】

図１５は、本発明の一実施形態の工程を示すフローチャート１５００である。その実施形態では、画像に取り込んだ身振りを識別した上で動作を実行するために、映像処理システム１０４が、カメラ１０２からの画像を処理する。工程１５０２において、カメラ１０２は、潜在的に身振りを含む画像を取り込んで、映像処理システム１０４に送信する。工程１５０４において、映像処理システム１０４の画像処理モジュール２１２は、取り込んだ画像が、格納されている身振りに適合する身振りを含むか否かを判定するために、取り

込んだ画像を、身振りの画像のデータベースと比較する。次に、工程１５０８において、画像処理モジュール２１２は、適合したか否かを判定する。適合しない場合には、処理は、工程１５０２に戻り、さらなる画像の取り込みを行う。工程１５０８において適合した場合には、工程１５１０において、システムは、どの身振りに適合したかを判定すると共に、各身振りまたは一連の身振りと動作とを関連付けて格納されている規則を参照して、どの動作が適切であるか判断する。次に、工程１５１０において、システムは、識別された身振りに基づく動作を開始する。一部の例では、その動作は、さらなる身振りを待つ動作であってよく、それにより、システムは、各身振りに基づく動作だけでなく、身振りの組み合わせに基づく動作を行うことができるようになる。例えば、システムは、患者を監視すると共に、患者の体調がよいか否かを尋ねる質問を行うことができる。患者が、「親指を立てる」身振りを示した場合には、システムは、患者の体調がよい旨のメッセージを看護士に送信してよい。同様に、システムは、手を振る身振りなどを取り込んで、警報音や警告を始動させるべき状態であることを示してもよい。１組の完全な規則を作成することにより、映像処理システム１０４は、キーパッド、マウス、または音声入力によって始動せずに任意の動作を開始できるようになる。したがって、映像処理システム１０４は、身振り制御によって、従来のコンピュータオペレーティングシステムに置き換わる、もしくは、補うことができる。

【００４４】

図１６は、システム１００を用いて環境を監視し、適切な動作を実行するための工程の概要を示すフローチャート１６００である。工程１６０２において、システムは、環境の画像を取り込む。次に、工程１６０４において、システムは、取り込んだ画像を、参照画像のデータベースと比較して、適合するか否かを判定する。工程１６０８において適合しなかった場合には、処理は、さらなる画像取り込みのために工程１６０２に戻る。工程１６０８において適合した場合には、システムは、工程１６１０において、画像の識別結果に応じて実行すべき動作を決定する複数の規則にアクセスする。次に、工程１６１２において、システムは、規則に基づいて動作を開始してよい。照合できる画像の例としては、動きを示す画像、特定の物品に接近する動きを示す画像、独特の特徴（例えば、煙、炎、水など）を含む画像、２つの物品が互いに接近することを示す画像（例えば、衝突防止に用いる）、動きがないことを示す画像などが挙げられる。画像が、これらの内の１つに適合すると、規則によって、動作を決定できる。例えば、煙、炎、または水が、本来存在しない場所で検出された場合に、警報やメッセージが、オペレータまたは救急サービスに送信されてよい。２つの物（２つのボートなど）が接近しすぎた場合に、オペレータに対して警報音が鳴らされてよい。子供が、プールやストーブに近付きすぎた場合には、親に対して、警報音が鳴らされ、メッセージが送信されてよい。画像から物品が無くなった場合には、警備員や、その物品の監視に対して責任のある他の人物に、警報が送信されてよい。したがって、画像と始動規則とを適合させることで、システムは、幅広い目的で任意の環境を監視することができる。

【００４５】

図１７は、製品の認識のために用いられる一実施形態において本発明を利用するための工程の概要を示すフローチャート１７００である。工程１７０２において、カメラ１０２を用いて、製品の画像が取り込まれてよい。例えば、在庫管理の目的で倉庫内において、または、価格を調べるために陳列棚において、製品の画像が取り込まれてよい。次に、工程１７０４において、製品の画像は、データ格納設備に格納された画像と比較されてよい。工程１７０８において、システムは、適合がしたか否かを判定してよい。適合しない場合には、システムは、工程１７０２に戻り、適合を検出する試行を続けてよい。適合した場合には、工程１７１０において、システムは、取り込んだ画像の製品の性質を決定し、その製品に関連付けて格納されている１組の規則を参照して、動作を決定する。例えば、システムは、その物品が、特定ブランドのシリアルの箱であると決定し、値段を取得するための規則に従って、シリアルの箱の値段を取得してよい。次に、工程１７１２において、システムは、画像の判定に基づいて、例えば、シリアルの値段を勘定に付ける動作や、

特定の物品が特定の位置にあるというデータを格納する動作などを開始してよい。

【００４６】

家庭用防犯システムを介して家への入場を許可することなどを目的として、顔を照合して、システム１００のユーザの身元を確認するためのシステムについて、詳細に説明する。図７に示したように、システム１００をドア７０２または通路で用いることで、錠７０８または同様の機構を介して家７００へのアクセスを管理することができる。図１４のフローチャート１４００に示したように、このシステムを用いることで、データ格納設備の１または複数の参照画像に対して顔の照合を行うことができる。図１と同様に、顔照合システムは、より一般的な映像処理システム１００と同様の構成要素、例えば、カメラ１０２、映像処理システム１０４、データ格納設備１０８、および、電子解錠システムのような他のシステム１１０を備えてよい。

【００４７】

図１８は、顔照合システムの一実施形態のための工程を示すフローチャート１８００である。まず、工程１８０２において、システムは、例えば、ユーザがカメラ１０２の前に顔を配置することにより、顔の画像を取得する。次に、工程１８０４において、映像処理システム１０４の画像処理モジュール２１２は、初期画像をフィルタリングして、照合するのに適切なフィルタリング済みの画像を取得する。フィルタリング工程の詳細については、図１８の「Ａ」につながる図１９のフローチャート１９００に示されている。フィルタリング工程は、画像を画素行列に分解し、各画素に関して近傍画素の輝度を平均した後に、所与の画素に関する平均値が２値の閾値を超えるか否かに基づいて、画像を画素に分割する。工程１８０４において画像がフィルタリングされると、照合処理は、さらなる工程に進む。工程１８０８において、システムは、フィルタリングされた画像を、複数の画素群すなわちブロックに分割してよい。工程１８０８は、顔における目などの特徴を、参照画像の目と同じ配置にする工程など、画像を標準化する（ｎｏｒｍａｌｉｚｅ）前処理工程を、必要に応じて備えてよい。列と、行すなわちラインとを有する画像を、複数のブロック（例えば、寸法ｎの正方形のブロック）に分割することができる。かかるブロックの数は、２つの要素の積、すなわち、列の数をｎで割った数と、ラインの数をｎで割った数との積である。かかる正方形は、画素（ｉ，ｊ）を中心にすると考えることができる。ここで、ｉおよびｊは、ｎの整数倍であり、それぞれ、０から列数Ｃｏｌｕｍｎまでの範囲、０からライン数Ｌｉｎｅｓまでの範囲をとる。次に、工程１８１０において、システムは、データ格納設備１０８から参照画像を取得する。それら参照画像は、ローカルに格納されても、リモートホストに格納されてもよい。次いで、工程１８１２において、システムは、第１の参照画像を検索する。工程１８１０および１８１２については、任意の多数の参照画像に対して、この順序の繰り返しを並列に実行することができる。例えば、日焼けの有無など、異なる条件のユーザを示す異なる画像が格納されてよい。次に、工程１８１４において、システムは、１または複数のアルゴリズム（詳細は後述）を用いて、取り込まれた画像と参照画像との差分を決定する。さらなる工程については、フローチャート１８００の「Ｂ」につながる図２２に示されている。工程１８１４において差分が算出されると、工程１８１８において、適合するか否かが判定される。適合を評価して判定するための工程については、フローチャート１８００の「Ｃ」につながる図２３に詳細が示されている。適合と判定されると、システムは、工程１８２０において、動作を開始してよい。それらの動作は、施設へのアクセスを許可する動作を含んでよく、さらに、今後の照合のために、新しく取り込んだ画像を参照データベースに格納する動作を、必要に応じて含んでもよい。適合しない場合には、システムは、上述の工程を繰り返すことができる。適合の閾値は、任意に厳しくすることができるので、フォルスポジティブ適合の可能性を任意に低くすることも可能であり、そうすれば、多数回の照合の試行、さらには、無制限の試行を許しても差し支えない。この点で、不正なアクセスを許容するフォルス適合の可能性が増大するために、多数回の試行を禁止しなければならない多くの従来システムと異なる。

【００４８】

図１９は、図１８のフローチャート１８００の「Ａ」につながるフローチャート１９００であり、図１８の工程１８０４において画像のフィルタリングを実行するための工程を示している。まず、工程１９０２では、画像を数学的に表すために、画像を画素$p_{i,j}$の行列であると考えることができる。画素とは、複数の色（通常は、赤青緑）の重ね合わせであるため、各$p_{i,j}$を、ベクトル空間R^3の要素と見なすことができる。画素の３つの成分は、これら基本色に従った色の分解を表す。簡単のため、各成分の個々の特徴を無視して、あらゆる色のあらゆるニュアンスが可能であると見なすことができる。したがって、ｎラインおよびｐ列の画像は、行列$A \in M_{np}(R^3)$と記述することができる。

【００４９】

次に、工程１９０４において、各画素の輝度ＬをＲ^{3}からＲへの一次関数、例えば、Ｌ：（ｒ，ｇ，ｂ）→０．３ｒ＋０．５９ｇ＋０．１１ｂとして定義することができる。次に、工程１９０８において、周囲の画素の輝度に基づいて、画素の平均値を定めることができる。例えば、平均値Ａｖｅｒａｇｅを、画素$p_{i,j}$の近傍画素の関数として定義し、以下に示すように、画素$p_{k,l}$（ただし、$i-r \leqq k \leqq i+r$、$j-r \leqq l \leqq j+r$）すべての輝度の相加平均を与えることができる。

【００５０】

【数１】

$$\text{That is: Average}(i,j,r) = \frac{\sum_{k=i-r}^{i+r}\sum_{l=j-r}^{j+r} L(p_{k,l})}{(2r+1)^2}$$

【００５１】

関数Ｌの離散畳み込みや、非線形関数、またはその他の関数など、多くの他の関数が、上述の関数と同じ役割を実現しうる。

【００５２】

次に、近傍画素の平均値に基づいて、画素にフィルタを適用してよい。したがって、工程１９１０において、以下に示すように、Ａｖｅｒａｇｅの値に関する２値フラグであるフィルタを定義できる。

【００５３】

【数２】

$$\text{Filter}(i,j,r,\text{threshold}) = \begin{cases} 1 \text{ if Average}(i,j,r) - L(p_{i,j}) > \text{threshold} \\ 0 \text{ if Average}(i,j,r) - L(p_{i,j}) \leq \text{threshold} \end{cases}$$

【００５４】

このように、色および輝度が異なる複数の画素を、値１および０の画素によって定められる白黒の画像に変換できる。なお、１および０の値は、周囲の画素が、所与の閾値を超える輝度を有するか否かによって決定される。工程１９１０において、システムは、フィルタリングされた画像を出力してよい。フィルタは、画像のコントラストを強くすることで、傷跡やほくろなど、重要な顔特徴について、よりよい照合を実現できるようにする。図２０および２１には、図１９に示したようなフィルタリング処理の適用前（図２０）および適用後（図２１）の顔の画像が示されている。

【００５５】

図２２は、取得された画像と参照画像との比較を行うための工程を示すフローチャート２２００であり、「Ｂ」において図１８のフローチャート１８００につながる。以下では、参照画像に関する量には１のインデックスを、取得画像に関しては２のインデックスを付与する。２つの画像Ｉ１およびＩ２について、それらの画像は、同じフォーマットの列

数×ライン数で分割されている。それらの画像は、例えば、目が、両者において同じ位置に存在し、標準的なパターンで配置されるように、すでに標準化されている。画像は両方とも、図１９のフローチャート１９００の工程によって、フィルタリングされ、実質的に同じサイズの２つの２値画像になっている。本質的に、画像の比較は、２つの画像の２つの正方形ブロックに対して、どの程度異なるかを判定するための誤差関数として理解できる。以下では、寸法ｎの正方形ブロックのフォーマットを選択した場合を考える。フローチャート１８００の工程１８０８において、第１の画像は、すでに、画素の正方形ブロックに分割されており、それらのブロックは、完全に分離している。（列数／ｎ×ライン数／ｎ）個の正方形ブロックが存在する。各正方形は、画素（ｉ１，ｊ１）を中心とする$B_{i1,j1}$と表すことができる。ここで、ｉ１およびｊ１は、ｎの整数倍であり、それぞれ、０から列数までの範囲、および０からライン数までの範囲をとる。本明細書に記載された方法は、他の形状のブロック（円形、長方形など）でも機能することに注意されたい。本明細書では、説明の簡単のために、正方形ブロックを用いている。

【００５６】

工程２２０２において、計算を開始し、いくつかの誤差関数に従って、第１の画像の各正方形ブロックについて、第２の画像において最もよく適合するものを求める。工程２２０４において、取得画像内の第１の画素ブロックについて、その画素ブロックの画素と、各参照画像内の画素ブロック各々の画素との差分の２乗の和からなる誤差関数を計算する。参照画像の画素ブロックは、工程２２０８において、第１の画素ブロックの「最良の」適合として選択される。次に、工程２２１０において、システムは、第１の画素ブロックに対する参照画像の最良適合画素ブロックの位置を、ローカルに格納する。次に、工程２２１２において、システムは、解析すべき画素ブロックがさらに存在するか否かを判断する。存在する場合には、すべての画素ブロックに関して、参照画像内の最良適合が識別され、その位置が決定されるまで、工程２２０４ないし２２１０が繰り返される。終了すると、処理は、「Ｂ」に示すように、フローチャート１８００に戻る。

【００５７】

工程２２０８において最良適合を決定する工程は、様々な技術によって実現できる。例えば、差分の合計を最小化する技術、最小二乗法、および、その他同様の差分算出技術によって実現されてよい。処理が完了すると、第１の画像内の（i_1，j_1）を中心とするブロック$B_{i1,j1}$に最もよく対応する第２の画像内の（i_2，j_2）を中心とするブロックを特定できる。このブロックが、$B_{i1,j1}$の「全体的最良適合」である。

【００５８】

図２３は、カメラ１０２によって取り込まれた第１の画像が、データ格納設備１０８から取得された第２の画像と適合するか否かを評価するための工程を示すフローチャート２３００である。図２３の処理は、映像プロセッサ２０４の制御下で、画像処理モジュール２１２によって実行されてよい。

【００５９】

図２３に示した照合処理は、連続性、特に、照合すべき顔画像の特有の連続性の原理を利用する。一般に、同じ顔の２つの画像を比較する際に、それらの画像内における特定の点（第１の画像においてはＭ１、第２の画像においてはＭ２と呼ぶ）に着目すると、第１の画像内でＭ１のすぐ右にある点Ｎ１は、第２の画像においてＭ２のすぐ右にある点Ｎ２に対応すると予測できる。したがって、Ｍｉに対するＮｉの相対位置は、両方の像において、同一またはほぼ同一であると予測される。（２つの像は、画像を何らかの方法で変換することによって互いから近似的に導かれると考えてもよい）。２つの画像における点Ｍｉの対応が不確かであっても、近傍のＮｉが、両方の画像において同一の相対位置を有していれば、画像の適合が高いと考えられる。すなわち、１回よりも２回確認する方が、対応関係の判断を誤る可能性が低くなる。

【００６０】

解析を続けると、以下に示すような２つの相反する仮説が得られる。すなわち、「２人の異なる人物」の２つの画像が存在するという仮説Ｈ０と、「同一人物」の２つの画像が

存在するという仮説Ｈ１である。

【００６１】

（i_1，j_1）の近傍ブロックｎｅｉｇｈｂｏｒは、（k_1，l_1）と定義できる。実際には、‖‖で示される適切なノルムに関して、近傍とは、‖（i_1-k_1，j_1-l_1）‖≦１であることを意味し、（i_1，j_1）の全体的最良適合を（i_2，j_2）、（k_1，l_1）の全体的最良適合を（k_2，l_2）とすることができる。次に、基本的な確率的仮説について説明する。同一人物の複数画像を扱うという仮説（Ｈ１）（これは、連続性の根拠となる）では、‖（$k_2-i_2+i_1-k_1$，$l_2-j_2+j_1-l_1$）‖が０に近いという意味で、（k_2，l_2）は、（i_2，j_2）の「ｎｅｉｇｈｂｏｒ」であることが「期待」される。逆に、画像が２人の異なる人物のものであるという仮説（Ｈ０）では、（k_2，l_2）は、等しい確率で解析領域の任意の場所に位置することが「期待」される。例えば、（k_1，l_1）と、可能な（k_2，l_2）との誤差基準は、独立していると共に同じ法則を有する一連のランダム値であると推測できる。これらの値の最大値自体は、解析領域に一様に分布することが好ましい。

【００６２】

まず、工程２３０２において、システムが最良適合を求めるサイズＳの領域を定める。次に、工程２３０４において、許容誤差のパラメータｔを定め、両方の画像内の２つのブロックの相対位置を与えるベクトル$V_1=(i_1-\underline{k}_1, j_1-l_1)$および$V_2=(i_2-k_2, j_2-l_2)$を特定する。Ｖ１およびＶ２は、同一人物を扱う場合（Ｈ１）には近くなり、それとは逆に、異なる人物の場合（Ｈ０）には、独立していると共に一様な法則を有すると考える。

【００６３】

ここで、イベント{$\|V_1-V_2\|<t/2$}に注目する。なお、このイベントは、「ｃｏｎｆｉｒｍａｔｉｏｎ」と定義できる。このイベントは、第２の画像における（i_1，j_1）および（k_1，l_1）の全体的最良適合の「ｃｏｎｔｉｎｕｉｔｙ（連続性）」のイベントに対応する。同等に、このイベントは、（k_1，l_1）の全体的最良適合が、（$i_2+k_1-i_1$，$\underline{j}_2+l_1-j_1$）の周囲の小さい領域のみを対象に求められた（k_1，l_1）の「局所的」最良適合と一致するイベントとして説明してもよい。このイベントは、V_2が取りうる値の$(t-1)^2$倍に正確に対応する。前述のように、このイベントは、異なる人物であるという仮説（Ｈ０）においては、起きる可能性が低い。V_2が取りうる値の総数は、Ｓである。仮説（Ｈ０）では、一様性の仮説に従って、以下の式を得る。

【００６４】

【数３】

$$P((k_2,l_2)\text{ “confirms” }(i_1,j_1)\,|\,H0) = P(\|V_1 - V_2\| < t/2 \,|\, H0) = (t-1)^2/S$$

【００６５】

（i_1，j_1）の他の近傍ブロックに同様の計算を行うことは、これら近傍ブロックに対するＩ２内の最良適合すべてが、独立して配置された場所が、常にランダムで一様な法則に従うことを仮定すれば、可能である。

【００６６】

ｐ個のうち、（i_1，j_1）のｋ個の近傍ブロックが、画像Ｉ１内の位置と同じ画像Ｉ２内の相対位置（許容誤差を法とする）に最良適合を有する確率は、（i_2，j_2）の位置に対する条件付きで、以下のようになる。

【００６７】

【数４】

$$P(\text{k ‘confirmations’ among neighbors of }(i_1,j_1)\,|\,H0) = [(t-1)^2/S]^k\,[1-(t-1)^2/S]^{p-k}\,C_p^k$$

【００６８】
例えば、以下の数値を代入する。（ｔ－１）^{2}／Ｓ＝１０％、ｋ＝３、および、ｐ＝４。ｋ個のｃｏｎｆｉｒｍａｔｉｏｎの確率は、０．３６％となる。画像が異なるという仮定の下で、４個のうち、（i_1，j_1）の３個の近傍ブロックを見つけたことにより、このイベントの確率は、極めて低いことになる、すなわち、そのイベントは、確信しがたい。
【００６９】
以上では、画像Ｉ１の１つのブロック$B_{i1,j1}$と、すぐ近傍のブロックのみを扱った。この解析は、近傍ブロックの最良適合が、解析領域に均一に分布しうることを仮定した。同様の処理を、$B_{i1,j1}$から開始せずに、他のブロック（例えば、$B_{i1',j1'}$）から始めると、まず、画像Ｉ２における完全な最良適合（（$i_{2'}$，$j_{2'}$）と呼ぶことができる）を見つけることができる。同様に、次ぎに、（$i_{2'}$，$j_{2'}$）を中心とする解析領域で$B_{i1',j1'}$の近傍ブロックの局所的最良適合を探すことができる。
【００７０】
画像Ｓの全体の面に比べて、解析対象の局所的な面（ｔ－１）^{2}が非常に小さいことに注意すれば有益である。それは、実際的には、面（ｔ－１）^{2}において検索された局所的最良適合の一部が、画像全体の全体的最良適合になる可能性が低いことを意味する。
【００７１】
ここで、位置（$i_{1,1}$，$j_{1,1}$）、（$i_{1,2}$，$j_{1,2}$）、．．．（$i_{1,N}$，$j_{1,N}$）を中心として、画像Ｉ１の全ブロックについて、一般的に表すことができる。第１のブロックについて、（$i_{1,1}$，$j_{1,1}$）の近傍ブロックの間にk_1個の「ｃｏｎｆｉｒｍａｔｉｏｎ」が存在する尤度、第２のブロックについて、k_2個の「ｃｏｎｆｉｒｍａｔｉｏｎ」を有する尤度．．．最後のブロックについて、k_N個の「ｃｏｎｆｉｒｍａｔｉｏｎ」を有する尤度。ここで、εは、（ｔ－１）^{2}／Ｓを表す。
【００７２】
【数５】

$$\mathbf{P(k_1\ 'confirmations'\ of\ (i_{1,1},j_{1,1}),\ ...\ k_N\ 'confirmations'\ of\ (i_{1,N},j_{1,N})\ |H0) =}$$

$$\prod_{q=1}^{N} C_p^{k_q}(\varepsilon)^{k_q}(1-\varepsilon)^{p-k_q}$$

【００７３】
この計算はすべて、２つの画像が２つの異なる人物のものである仮説に沿って実行される。上述の計算により、すべてのブロックの間でのｃｏｎｆｉｒｍａｔｉｏｎのイベントの結合規則が与えられる。これは、実際的には、フォルスポジティブ適合、すなわち、高い類似度が２人の異なる人物の２つの画像であることに起因すると考えられる可能性を、正確に評価できることを意味する。実際的には、認識を誤る可能性は、ほとんどない。
【００７４】
連続性の原理を用いると、ランダムに生じた近傍の画素ブロックの適合と、画素ブロックを含む複数の顔が同一であるために生じる実際の一貫した対応関係による適合とを区別するための判別規則を構築することが可能であり、適合を判定するためのフローチャート２３００の処理を完結させることができる。工程２３０６において、システムは、各画素ブロックに対して最良適合を算出する。次に、工程２３０８において、システムは、すべての「ｃｏｎｆｉｒｍａｔｉｏｎ」イベントの出現を考慮して、総合的な統計指標を決定する。次いで、工程２３１０において、システムは、上述の統計指標が、工程２３０４で定められた閾値よりも大きい場合には適合を宣言し、逆の場合には非適合を宣言する。真の適合に起因する場合と異なり、Ｈ０においては、偶然に、統計指標が閾値よりも大きくなる可能性がある。したがって、閾値を定めることにより、任意に厳しい適合基準を定めて、フォルスポジティブを任意に低いレベルに低減することが可能である。
【００７５】
本明細書では、いくつかの好ましい実施形態を開示しているが、本発明は、特許請求の

範囲によってのみ限定されるため、当業者が想到しうる他の実施形態も包含する。本明細書で参照した特許、特許出願、および、その他の文書は、参照により本明細書に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【００７６】

【図１】映像システムのシステム構成要素の概要を示す説明図。

【図２】映像処理システムの構成要素を示す説明図。

【図３】図２の映像処理システムのさらなる構成要素を示す説明図。

【図４】映像処理システムの別の実施形態を示す説明図。

【図５】映像オペレーティングシステムを用いる映像処理システムの処理の概要を示すフローチャート。

【図６】映像処理システムのさらなる処理を示すフローチャート。

【図７】映像処理システムを利用可能な家の環境を示す図。

【図８】映像処理システムを利用可能な交通環境を示す図。

【図９】映像処理システムを利用可能な車の環境を示す図。

【図１０】映像処理システムを利用可能な建物の環境を示す図。

【図１１】映像処理システムを利用可能なコンピュータ環境を示す図。

【図１２】映像処理システムを利用可能な保管場所の環境を示す図。

【図１３】映像処理システムを利用可能な施設の環境を示す図。

【図１４】映像処理システムを用いて家への入場を管理するための工程の概要を示すフローチャート。

【図１５】映像処理システムを用いて身振りの画像を処理するための工程の概要を示すフローチャート。

【図１６】映像処理システムを用いて環境を監視するための工程を示すフローチャート。

【図１７】映像処理システムを用いて製品の認識を行うための工程を示すフローチャート。

【図１８】映像処理システムを用いて顔の画像を参照画像と照合するための工程を示すフローチャート。

【図１９】図１８の顔照合処理の画像フィルタリング処理の工程を示すフローチャート。

【図２０】図１９に示されたフィルタリング処理適用前の顔の画像を示す図。

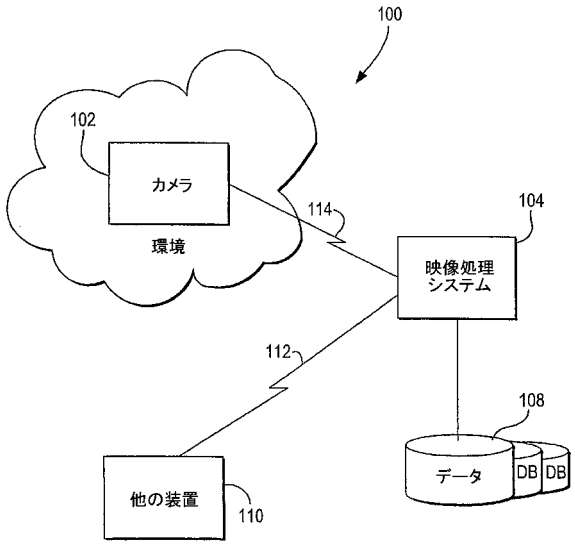
【図２１】図１９に示されたフィルタリング処理適用後の顔の画像を示す図。

【図２２】顔の画像と参照画像とを比較する工程を示すフローチャート。

【図２３】顔の画像が参照画像と適合するか否かを確認する工程を示すフローチャート。

【図１】

FIG. 1



【図２】

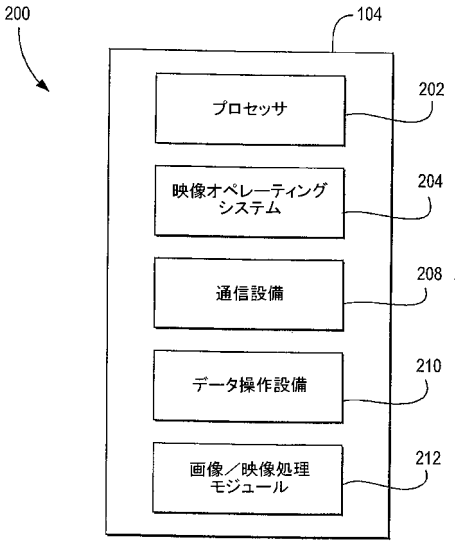


FIG. 2

【図３】

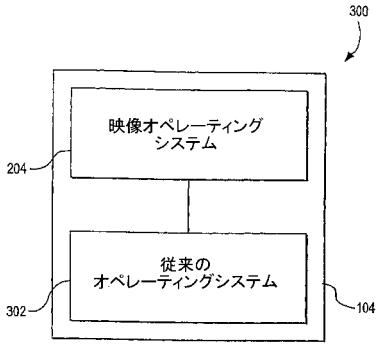


FIG. 3

【図４】

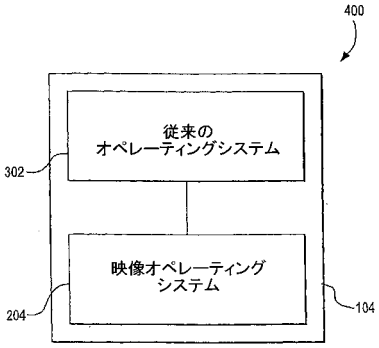


FIG. 4

【図５】

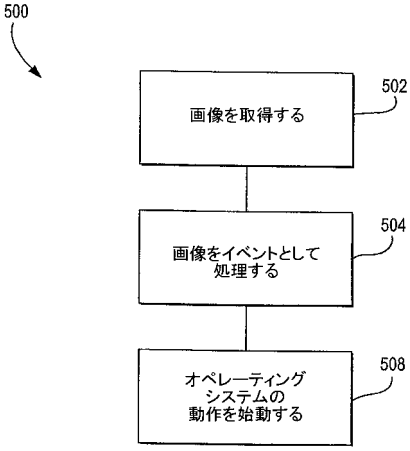


FIG. 5

【図６】

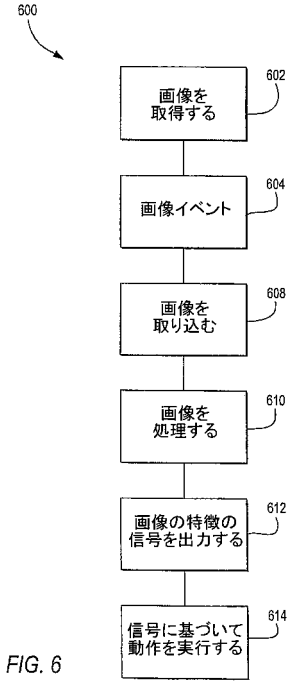


FIG. 6

【図７】

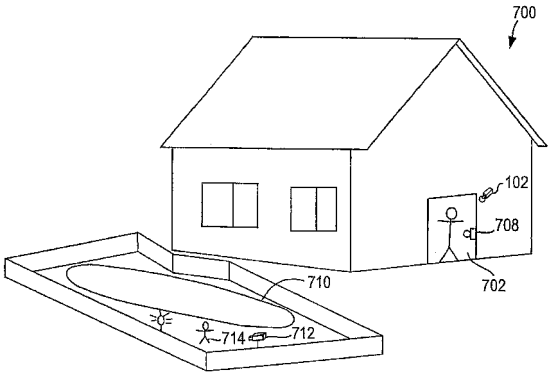


FIG. 7

【図８】

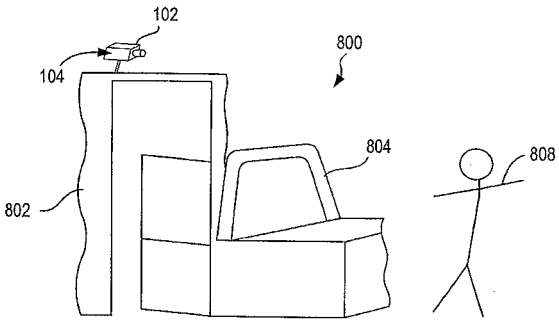


FIG. 8

【図９】

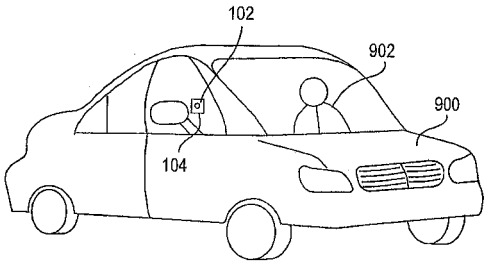


FIG. 9

【図１０】

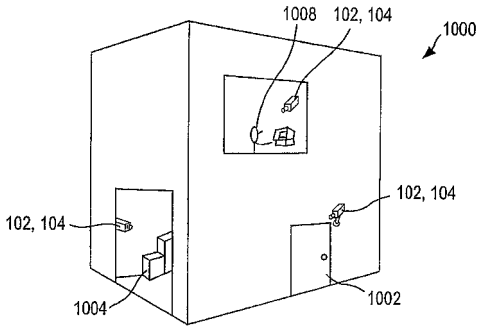


FIG. 10

【図１１】

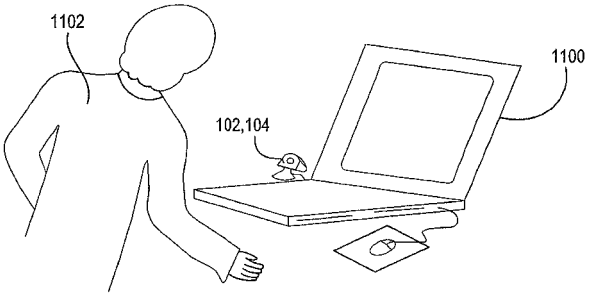


FIG. 11

【図１２】

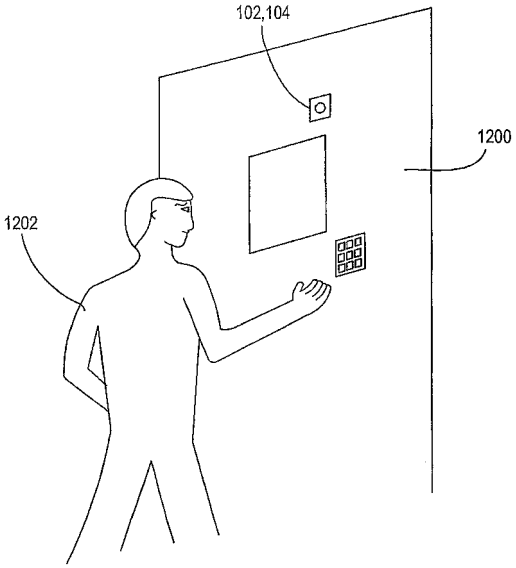


FIG. 12

【図１３】

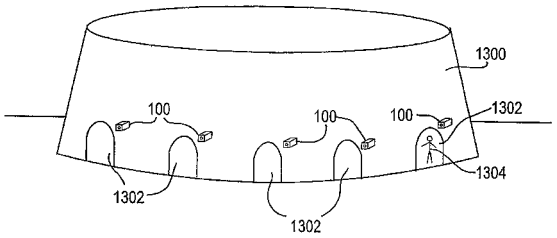


FIG. 13

【図１４】

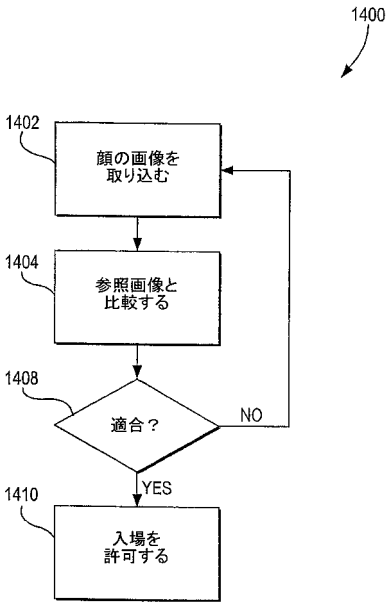


FIG. 14

【図１５】

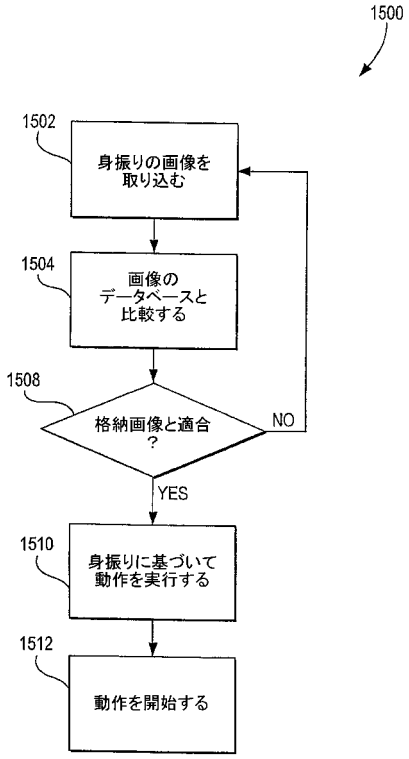


FIG. 15

【図１６】

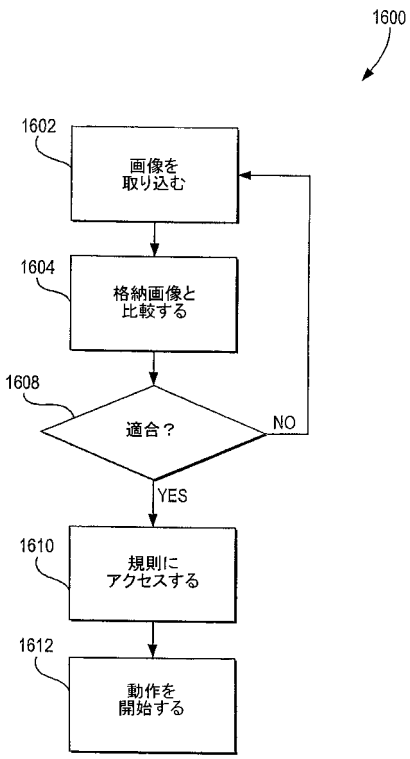


FIG. 16

【図１７】

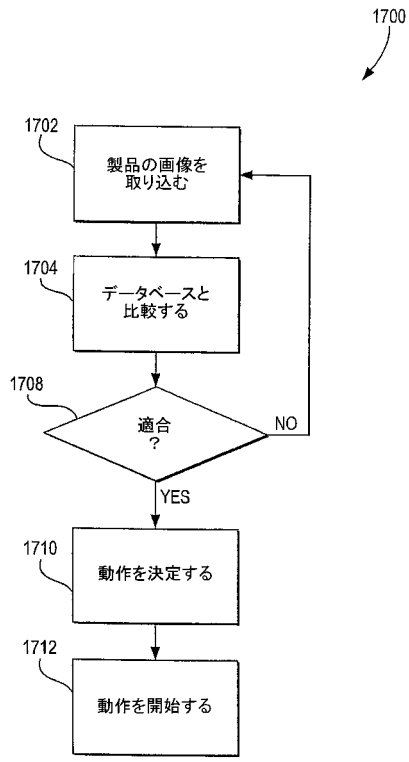


FIG. 17

【図１８】

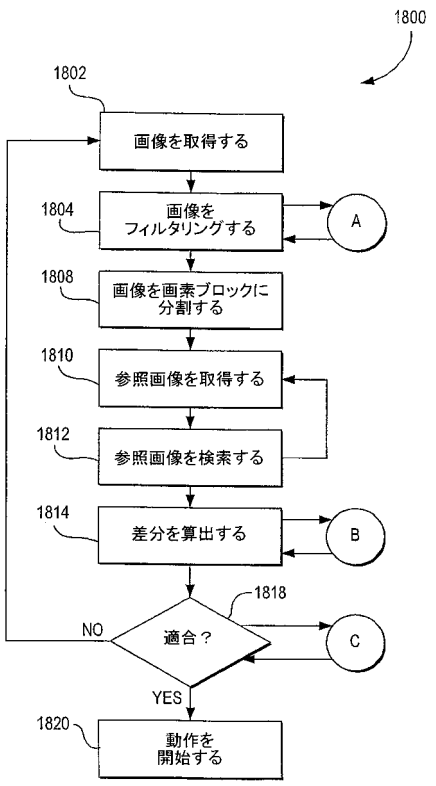


FIG. 18

【図１９】

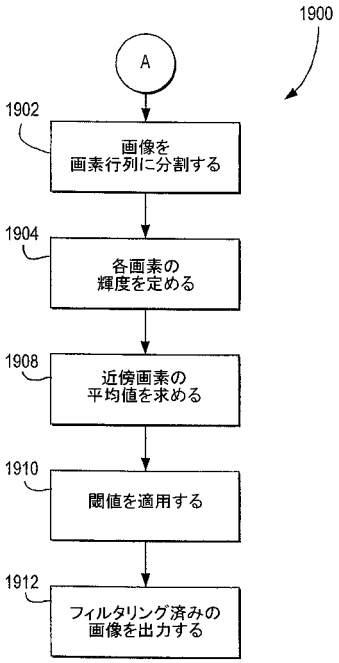


FIG. 19

【図２０】

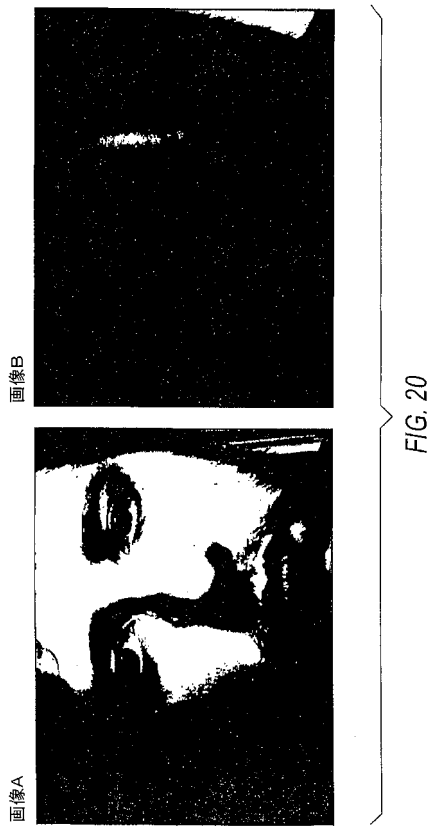


FIG. 20

【図２１】

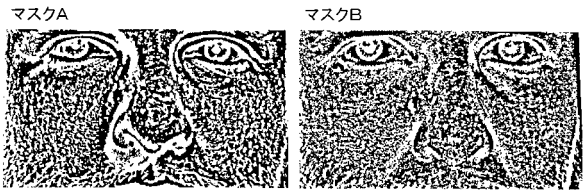
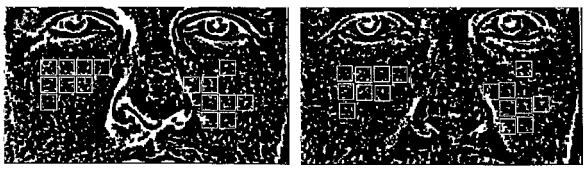


FIG. 21

両画像の再構築。四角は、類似が認められた画素ブロックを示す。



この例では、類似したブロックの数は20である。
この試行で用いられた検索および許容の範囲のパラメータでは、
2つの顔が異なる確率は、1／1010未満である。

【図２２】

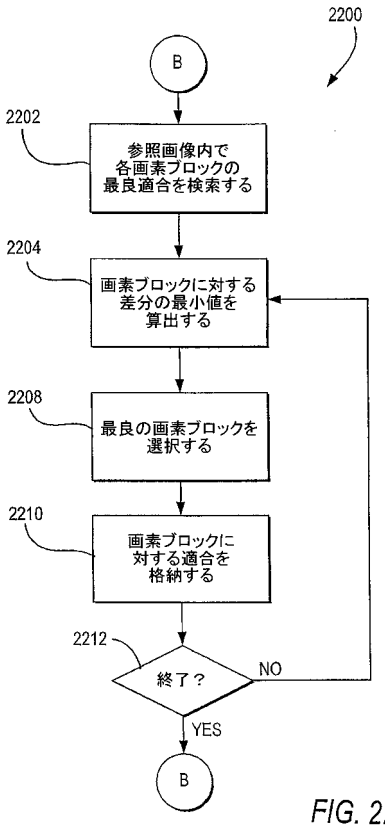


FIG. 22

【図２３】

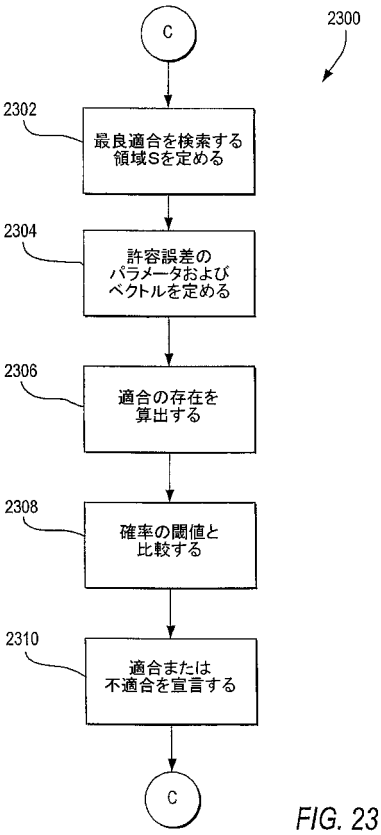

C
2300
2302
最良適合を検索する
領域Sを定める
2304
許容誤差の
パラメータおよび
ベクトルを定める
2306
適合の存在を
算出する
2308
確率の閾値と
比較する
2310
適合または
不適合を宣言する
C

FIG. 23

フロントページの続き

審査官　松尾　俊介

(56)参考文献　特開平１１－１３４５００（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G06T7/00～7/60