

明 細 書

発明の名称：照合装置、照合システム、及び、照合方法

技術分野

[0001] 本開示は、照合装置、照合システム、及び、照合方法に関する。

背景技術

[0002] 顔認証によって、駅や空港などに設置されるゲートを通過する人の入退出を管理する技術が知られている。特許文献1には、人のゲートへの円滑な通過を実現する技術が開示される。特許文献1の技術は、ゲートの通過前の領域を撮影した撮影画像内の対象の特徴量を抽出し、予め登録されている照合情報（人の特徴量に関する情報など）と、ゲートに近づく人からゲートまでの推定距離とに基づいて、照合判定を行う。特許文献1の技術によれば、推定距離が照合に適した距離になっているか確認した上で、顔認証が行われる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-133364号公報

発明の概要

[0004] ゲートを人が通過する時間は数秒程度であるため、ゲートを通過する人の顔画像によって照合（あるいは認証）する場合、短時間での処理が期待される。

[0005] 本開示の非限定的な実施例は、ゲートのような特定の領域を通過する人の顔画像を用いた照合（以下「顔画像照合」又は「顔画像認証」と略称することがある）の処理速度を向上できる照合装置、照合システム、及び、照合方法の提供に資する。

[0006] 本開示の一実施例に係る照合装置は、人の流れを規制する規制部を備えたゲートで用いられる照合装置であって、第1領域から、前記規制部より上流に位置する第2領域へ向かう人の流れがある経路において、前記第1領域を

撮影した第1画像を用いた第1の顔画像照合の結果によって絞り込まれた第1候補顔画像と、前記第2領域を撮影した第2画像と、を用いて第2の顔画像照合を行う処理部と、前記第2の顔画像照合の結果を出力する通信部と、を備える。

[0007] 本開示の一実施例に係る照合システムは、人の流れを規制する規制部を備えたゲートで用いられる照合システムであって、第1領域から、前記規制部より上流に位置する第2領域へ向かう人の流れにおいて前記第1領域を撮影する第1カメラと、前記第2領域を撮影する第2カメラと、前記第1カメラによって撮影された第1画像を用いた第1の顔画像照合を行う第1照合装置と、前記第1の顔画像照合の結果によって絞り込まれた第1候補顔画像と、前記第2カメラによって撮影された第2画像と、を用いた第2の顔画像照合を行う第2照合装置と、を備える。

[0008] 本開示の一実施例に係る照合方法は、人の流れを規制する規制部を備えたゲートで用いられる照合方法であって、第1領域から、前記規制部より上流に位置する第2領域へ向かう人の流れがある経路において前記第1領域を撮影した第1画像を用いた第1の顔画像照合の結果によって絞り込まれた第1候補顔画像と、前記第2領域を撮影した第2画像と、を用いて第2の顔画像照合を行い、前記第2の顔画像照合の結果を出力する。

[0009] なお、これらの包括的又は具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、又は、記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0010] 本開示の一実施例によれば、特定の領域を通過する人の顔画像照合の処理速度を向上できる。

[0011] 本開示の一実施例における更なる利点及び効果は、明細書及び図面から明らかにされる。かかる利点及び／又は効果は、いくつかの実施形態並びに明細書及び図面に記載された特徴によってそれぞれ提供されるが、1つ又はそれ以上の同一の特徴を得るために必ずしも全てが提供される必要はない。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本開示に係る顔認証システムの構成例を示す図
[図2]顔認証サーバ及び照合装置のハードウェア構成例を示す図
[図3]顔認証サーバ及び照合装置の機能構成例を示す図
[図4]ゲートへの複数のカメラの設置例を示す図
[図5]顔認証システムの動作概要を説明するための図
[図6]顔認証システムの動作例を説明するためのフローチャート
[図7]中距離絞り込み検索処理で照合できない場合の動作例を説明するためのフローチャート
[図8]近距離での顔認証処理に失敗する場合の動作例を説明するためのフローチャート
[図9]遠距離用カメラにより人が撮影される様子を表す図
[図10]中距離用カメラにより人が撮影される様子を表す図
[図11]近距離用カメラにより人が撮影される様子を表す図
[図12]ゲートを通過する人の歩行速度と、顔認証処理との関係性について説明するための図
[図13]ゲートの変形例を説明するための図

発明を実施するための形態

- [0013] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。
- [0014] (実施の形態)

図1は本開示に係る顔認証システムの構成例を示す図である。本実施の形態に係る顔認証システム100は、例えば、空港、駅、イベント会場などの施設の出入り口に設置されるゲート（入場ゲート、改札ゲートなど）を制御するシステムである。本実施の形態に係る顔認証システム100では、例示的に、施設を利用する利用者の入退場の管理が、顔認証によって実行される。例えば、利用者がゲートを通過して施設内へ入場する場合、利用者が施設

内への入場を許可された人物であるか否かが顔認証によって判定される。また、利用者がゲートを通過して施設外へ退場する場合、利用者が施設外への退場を許可された人物であるか否かが顔認証によって判定される。なお、「顔認証」とは、「顔画像を用いた照合」に含まれる概念と捉えてよい。

- [0015] 顔認証システム１００は、ゲート制御装置２０及び顔認証サーバ２００を備える。また、顔認証システム１００は、顔撮影用の複数のカメラ１、ＱＲコード（登録商標）リーダ２、通過管理光電センサ３、開閉ドア機構４、入場案内インジケータ５、通過案内ＬＥＤ（Light Emitting Diode）６、及び、案内表示ディスプレイ７を備える。また、顔認証システム１００は、スピーカ８、インタフェースボード９、インタフェースドライバ１０、ネットワークハブ３０などを備える。
- [0016] ゲート制御装置２０は、ネットワークハブ３０に接続され、ネットワークハブ３０及びネットワーク３００を介して、サーバ２００と通信可能である。サーバ２００は、顔認証に係る処理を行う。そのため、サーバ２００は、顔認証サーバ２００と称されてよい。ゲート制御装置２０は、例えば、空港、駅、イベント会場などの施設に設置されるゲート（入場ゲート、改札ゲートなど）を制御する装置である。例えば、ゲート制御装置２０は、ゲートの開閉ドア機構４を制御する。例えば、顔認証により許可された人については、ゲートが開かれる。一方、顔認証に失敗した人については、ゲートが閉じられる。
- [0017] 顔認証では、例えば数十万人～数千万人のそれぞれの顔画像の情報が用いられる。この情報は、例えば、顔認証サーバ２００に記録されている。以下では、顔認証に用いられる情報を「認証情報」又は「照合情報」と称する場合がある。例えば、認証情報は、顔認証サービスを利用する利用者の利用手続きを通じて、予め、顔認証サーバ２００に登録されてよい。
- [0018] 照合装置２１は、ネットワーク３００を介して、顔認証サーバ２００と通信可能に接続される。照合装置２１は、登録された認証情報に含まれる母集団の顔画像に、ゲートを通過する人の顔画像を照合し、ゲートを通過する人

を認証する。

[0019] 照合とは、事前に登録された顔画像と、ゲートを通過する人の顔画像とを照らし合わせることにより、事前に登録された顔画像とゲートを通過する人の顔画像とが一致するか否か、あるいは、事前に登録された顔画像とゲートを通過する人の顔画像とが同一人物の顔画像であるか否かを判定することである。

[0020] 一方、認証とは、事前に登録された顔画像に一致する顔画像の人が本人であること（別言すると、ゲートの通過を許可してよい人であること）を外部（例えば、ゲート）に証明することである。

[0021] ただし、本開示において、「照合」と「認証」とは相互に可換な用語として用いることがある。

[0022] 例えば、照合処理は、予め登録された個人ごとの顔画像の特徴点と、顔検出処理によって検出された顔画像から抽出された特徴点とを比較して、画像データにおける顔が誰であることを特定する処理である。ゲート制御装置 20 は、この認証の結果に応じて、ゲート（例えば、開閉ドア機構 4 の開閉動作）を制御する。なお、照合装置 21 は、顔認証サーバ 200 と通信可能に配置されていればよく、ゲート制御装置 20 の内部に組み込まれていてもよいし、ゲート制御装置 20 の外部に設けられていてもよい。

[0023] QRコードリーダ 2 は、ゲートを通過する人を識別する情報を含む QRコードの読み取りを行う。例えば、ゲートを通過する人の中で、顔認証を使用しない入退場管理を行う人は、QRコードリーダ 2 に、QRコードを読み取らせることで、認証を行う。

[0024] 通過管理光電センサ 3 は、ゲートに人が進入してきたか否か、および、ゲートの通過を許可された人がゲートを通過し終えたか否かを検出する。例えば、通過管理光電センサ 3 は、ゲートに人が進入してきたか否かを検出する箇所、及び、ゲートを通過し終えたか否かを検出する箇所を含む複数の位置に設けられてよい。通過管理光電センサ 3 は、例えば、インタフェースボード 9 を介して、ゲート制御装置 20 に接続される。なお、人の進入と通過を

検知する方法は、光電センサを用いる方法に限らず、天井等に設置したカメラから撮影した人の動きを監視する等他の方法でも実現できる。すなわち、通過管理のセンサとして光電センサは一例であり、他のセンサを用いてもよい。

- [0025] 開閉ドア機構4は、例えば、インタフェースボード9を介して、ゲート制御装置20に接続される。
- [0026] 入場案内インジケータ5は、ゲート400への通過が許可されたか否かを、報知する。入場案内インジケータ5は、例えば、インタフェースドライバ10を介して、ゲート制御装置20に接続される。
- [0027] 通過案内LED6は、例えばゲート400が通過可能な状態か否かを知らせるため、ゲート400の状態に対応した色で発光する。
- [0028] 案内表示ディスプレイ7は、例えば、通過許否に関する情報などを表示する。
- [0029] スピーカ8は、例えば、通過許否を示す音を発生する。
- [0030] 次に図2を参照して顔認証サーバ200及び照合装置21のハードウェア構成について説明する。図2は顔認証サーバ200及び照合装置21のハードウェア構成例を示す図である。
- [0031] 顔認証サーバ200は、プロセッサ601と、メモリ602と、各種情報の伝送に利用される入出力インタフェース603とを備える。プロセッサ601は、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit) などの演算装置である。メモリ602は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) などを用いて実現される記憶装置である。プロセッサ601、メモリ602及び入出力インタフェース603は、バス604に接続され、バス604を介して、各種情報の受け渡しを行う。プロセッサ601は、例えばROMに記憶されたプログラム、データなどを、RAM上に読み出し、処理を実行することで、顔認証サーバ200の機能を実現する。
- [0032] 照合装置21は、プロセッサ701と、メモリ702と、各種情報の伝送

に利用される入出力インタフェース703とを備える。プロセッサ701は、CPU、GPUなどの演算装置である。メモリ702は、RAM、ROMなどを用いて実現される記憶装置である。プロセッサ701、メモリ702及び入出力インタフェース703は、バス704に接続され、バス704を介して、各種情報の受け渡しを行う。プロセッサ701は、例えばROMに記憶されたプログラム、データなどを、RAM上に読み出し、処理を実行することで、照合装置21の機能を実現する。

[0033] 次に、図3を参照して顔認証サーバ200及び照合装置21の機能を説明し、図4を参照してカメラ1の配置例について説明する。図3は顔認証サーバ200及び照合装置21の機能構成例を示す図である。図4はゲートへの複数のカメラ1の設置例を示す図である。

[0034] ゲート400は、例えば3つのカメラ1（カメラ1-1、カメラ1-2及びカメラ1-3）を備える。

[0035] 3つのカメラ1は、それぞれ、図4の矢印Xの進行方向にゲート400に向かって移動する人を撮影する。図4において、矢印Xは、領域A1（第1領域）から領域A2（第3領域）を経由して領域A3（第2領域）に向かう人の流れを有する経路の人の進行方向を示す。なお、領域A3にゲート400の少なくとも一部が配置される。また、カメラ1から延びる2本の線は、カメラ1の撮影範囲を例示するものである。

[0036] カメラ1-1は、ゲート400から一定距離だけ離れた位置の領域A1に存在する人の顔を撮影する。領域A1は、ゲート400よりも進行方向Xの上流に設けられる。領域A1は、例えば、ゲート400のカメラ1-1及びカメラ1-2を支持する支持部Tから1.5m離れた位置から、支持部Tから3.0m離れた位置までの領域である。カメラ1-1は、ゲート400から比較的離れた領域A1に存在する人を撮影する。以下では、カメラ1-1を「遠距離用カメラ」と称する場合がある。カメラ1-1で撮影された画像は、処理部102に入力される。

[0037] カメラ1-3は、領域A1よりもゲート400に近い領域A3に存在する

人の顔を撮影する第2カメラである。領域A3は、例えば、支持部Tから、人の進行方向Xと反対方向に向かって50cmまでの領域である。以下では、カメラ1-3を「近距離用カメラ」と称する場合がある。

[0038] カメラ1-2は、領域A1と領域A3との間の領域A2に存在する人の顔を撮影する第3カメラである。領域A2は、例えば、支持部Tから1.5mから50cmまでの領域である。以下では、カメラ1-2を「中距離用カメラ」と称する場合がある。

[0039] なお、これらのカメラ1の撮影範囲は、上記の例に限定されるものではない。例えば、各カメラ1の撮影範囲の少なくとも一部は、互いに重複してもよい。例えば、近距離用カメラであるカメラ1-3で撮影される領域は、領域A3の範囲に限定されず、例えば、領域A3の範囲に、領域A2の全体の範囲又は一部の範囲を含めたものでもよい。また、図4では、各カメラ1の撮影範囲が、進行方向（矢印X）において、隣り合う例を示したが、各カメラ1の撮影範囲の間に、隙間があってもよい。

[0040] ただし、領域A3は、ゲート400を通過しようとしている人を認証する領域であるので、ゲート400に人が進入したことが判定される箇所より、進行方向Xの下流の領域としてもよい。例えば、ゲート400が、通過管理光電センサ3によって、人が進入してきたか否かを判定する場合、通過管理光電センサ3が人の進入を検知する箇所より下流を領域A3とする。

[0041] また、図4に例示したカメラ1の撮影範囲は、あくまでも焦点距離及び画角など、各カメラ1が顔照合を実施できる程度に鮮明な画像を取得することのできる範囲を概念的に表現したものであり、当該領域外の部分に相当する映像が映り込むことを除外することは意図していない。

[0042] また、カメラ1の設置位置については、上記の例に限定されない。例えば、遠距離用カメラ（カメラ1-1）は、ゲート400に取り付けられる代わりに、ゲート400から離れた位置に設けられ、領域A1を撮影してよい。また、例えば、中距離用カメラ（カメラ1-2）は、ゲート400に取り付けられる代わりに、ゲート400から離れた位置に設けられ、領域A2を撮

影してよい。また、例えば、近距離用カメラ（カメラ１－３）は、ゲート４００に取り付けられる代わりに、ゲート４００から離れた位置に設けられ、領域Ａ３を撮影してよい。

[0043] また、ゲート４００に取り付けられるカメラ１によって撮影された画像の代わりに、例えば、顔認証サーバ２００及び照合装置２１は、監視カメラ等の他の用途のカメラによって撮影された画像を用いてよい。

[0044] また、例えば、これらのカメラの撮影フレームレート、撮影回数（顔画像の記録回数）、最大顔検出数などは、ゲート４００の種類、カメラの配置場所などによって、設定される。

[0045] 照合装置２１は、ネットワーク３００を介して顔認証サーバ２００との間で通信する通信部１０１と、各種情報を一時的に記録するバッファ１０３と、処理部１０２とを備える。処理部１０２は、ゲート４００を通過し得る人の顔認証、顔照合などの処理を行う。

[0046] 顔認証サーバ２００は、ネットワーク３００を介して照合装置２１との間で通信する通信部２０２と、認証情報を管理する顔登録データベース（ＤＢ）２０３と、処理部２０１とを備える。認証情報は、例えば数十万人～数千万人の利用者のそれぞれの顔画像の情報を含む。

[0047] 次に、顔認証サーバ２００及び照合装置２１の動作概要と動作詳細について説明する。

[0048] 図５は顔認証システム１００の動作概要を説明するための図である。顔認証サーバ２００は、遠距離用カメラで撮影された画像から人の顔の領域（顔画像）を検出し、検出した顔画像を顔登録ＤＢ２０３に含まれる顔画像と照合することによって、顔登録ＤＢ２０３に含まれる顔画像から照合候補を絞り込む。以下、遠距離用カメラで撮影された画像を用いて照合候補を絞り込む処理は、「遠距離絞り込み検索」と記載される場合がある。図５において、遠距離絞り込み検索は、１回目の絞り込み検索（１次絞り込み検索）に相当する。

[0049] 例えば、顔認証サーバ２００は、２つの顔画像の間で、当該２つの顔画像

の類似度を示すスコアを算出し、算出したスコアに基づいて、照合候補を絞り込む。2つの顔画像の間の類似度は、当該2つの顔画像が同一人物の顔画像である可能性の高さを示す。例示的に、スコアが高いほど、当該2つの顔画像が同一人物の顔画像である可能性が高いことを示す。

[0050] 例えば、顔認証サーバ200は、遠距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像と、顔登録DB203に含まれる顔画像との間のスコアを、顔登録DB203に含まれる顔画像のそれぞれについて算出する。そして、顔認証サーバ200は、スコアの高い方から N_1 個（ N_1 は、1以上の整数）の顔画像を、照合候補リストMLにバッファリングする。例えば、図5では、 $N_1 = 6$ の例が示される。なお、遠距離用カメラで撮影された画像から人の顔画像を検出する処理は、照合装置21によって実行されてもよい。

[0051] 遠距離絞り込み検索の結果、照合候補リストMLには、例えば、顔登録DB203の顔画像から絞り込まれた顔画像（候補顔画像）が含まれる。例えば、図5では、遠距離用カメラで撮影された6人の顔画像のそれぞれについて、6つの候補顔画像が含まれる。そして、顔認証サーバ200は、照合候補リストMLを照合装置21へ送信する。照合候補リストMLは、照合装置21へ送信される。照合候補リストMLは、遠距離用カメラによって撮影された顔画像を用いて絞り込まれた照合候補の一例である。

[0052] 照合装置21は、中距離用カメラで撮影された画像から人の顔画像を検出し、検出した顔画像を照合候補リストMLに含まれる顔画像と照合することによって、照合候補リストMLに含まれる顔画像から照合候補を絞り込む。以下、中距離用カメラで撮影された画像を用いて照合候補を絞り込む処理は、中距離絞り込み検索と記載される場合がある。図5において、中距離絞り込み検索は、2回目の絞り込み検索（2次絞り込み検索）に相当する。

[0053] 例えば、照合装置21は、中距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像と、照合候補リストMLに含まれる顔画像との間のスコアを照合候補リストMLに含まれる候補顔画像のそれぞれについて算出する。そして、照合装置21は、スコアの高い方から N_2 個（ N_2 は、1以上の整数）の候補顔

画像を、照合候補リストSLにバッファリングする。例えば、図5では、 $N_2 = 2$ の例が示される。なお、 N_2 は、 N_1 より小さくてよい。

[0054] 中距離絞り込み検索の結果、照合装置21は、照合候補となる N_2 個の候補顔画像を、照合候補リストMLから取得して、照合候補リストSLにバッファリングする。図5の例では、照合候補リストSLには、例えば、中距離用カメラで撮影された2人の顔画像のそれぞれについて、3つの候補顔画像を含む。なお、絞り込み検索ができない場合、照合装置21は、顔認証サーバ200に、絞り込み検索を依頼してもよい。

[0055] 次に、照合装置21は、近距離用カメラで撮影された顔に対応する顔画像を、照合候補リストSLと照合することによって、顔認証処理を行う。顔認証に失敗した場合、照合装置21は、顔認証サーバ200に、絞り込み検索を依頼する。

[0056] このように、顔認証システム100は、人がゲート400へ進入する前に、照合候補の絞り込みを実行する。人がゲート400へ進入する前に照合候補を絞り込むことによって、人がゲート400へ進入したときに実施される顔認証処理において、照合候補が絞られた状態で顔認証処理が実行されたため、顔認証処理を高速化できる。

[0057] なお、図5において、照合候補リストMLには、複数回実施された遠距離絞り込み検索の結果が含まれてよい。例えば、複数時点で遠距離用カメラによって撮影された画像のそれぞれに対して実施された遠距離絞り込み検索の結果が、照合候補リストMLに含まれてよい。

[0058] また、図5において、照合候補リストSLには、複数回実施された中距離絞り込み検索の結果が含まれてよい。例えば、複数時点で中距離用カメラによって撮影された画像のそれぞれに対して実施された遠距離絞り込み検索の結果が、照合候補リストSLに含まれてよい。

[0059] また、照合候補リストMLと照合候補リストSLとに含まれる情報（例えば、顔画像）は、当該情報がリストに追加されてから所定時間経過後に、削除されてもよい。なお、当該情報がリストから削除される条件としては、他

に、通過管理光電センサ３にて当該情報に対応する人がゲートを通過し終えたことが検知された場合などが考えられる。また、ゲート４００が閉じられた空間（建物や公共交通機関など）への入退出を管理するものである場合、当該情報に対応する人物がその閉じられた空間から出たことを検知したタイミングで当該情報を削除してもよい。

[0060] 図６は顔認証システム１００の動作例を説明するためのフローチャートである。照合装置２１は、遠距離用カメラで撮影された画像から顔の検出を行う（ステップＳ１）。照合装置２１は、遠距離顔絞り込み検索の依頼を顔認証サーバ２００へ送信する（ステップＳ２）。遠距離顔絞り込み検索の依頼において、例えば、照合装置２１は、遠距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を顔認証サーバ２００に送信する。なお、照合装置２１は、顔画像のデータを送信してもよいし、顔画像のデータから検索に用いる特徴点に関するデータを抽出し、抽出したデータを送信してもよい。顔画像のデータを送信する場合、顔認証サーバ２００にて顔画像のデータを処理できるので任意の照合方法で顔照合を実施することができる。一方、特徴点に関するデータを抽出して送信する場合、送信すべきデータの容量は抑えられる。

[0061] ステップＳ３において、検索依頼の受信待ちの顔認証サーバ２００の処理部２０１は、依頼を受信し（ステップＳ４）、遠距離絞り込み検索を実行する（ステップＳ５）。処理部２０１は、遠距離絞り込み検索により絞り込まれた候補顔画像を、照合候補リストＭＬにバッファリングする（ステップＳ７）。処理部２０１は、照合候補リストＭＬを照合装置２１へ送信する（ステップＳ８）。

[0062] 照合装置２１は、中距離用カメラで撮影された画像から顔画像の検出を行う（ステップＳ９）。照合装置２１は、中距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を、照合候補リストＭＬの候補顔画像と照合することにより、中距離絞り込み検索を実行する（ステップＳ１０）。照合装置２１は、照合候補リストＭＬから絞り込まれた候補顔画像を、照合候補リストＳＬにバッファリングする（ステップＳ１１）。

- [0063] 照合装置 21 は、近距離用カメラで撮影された画像から顔画像の検出を行う（ステップ S 12）。照合装置 21 は、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を、照合候補リスト S L の候補顔画像と照合することにより、顔認証処理を実施する（ステップ S 13）。
- [0064] 具体的には、照合装置 21 は、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を、照合候補リスト S L の候補顔画像と照合する。照合の結果、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像が照合候補リスト S L 内の顔画像のいずれか 1 つに相当する場合、照合装置 21 は、近距離用カメラで撮影された人はゲート 400 を通過可能と判定する。
- [0065] 照合の結果、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像が照合候補リスト S L 内の顔画像に相当しない場合、照合装置 21 は、近距離用カメラで撮影された人はゲート 400 の通過を許可しないと判定する。
- [0066] 例えば、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像と照合候補リスト S L 内の顔画像とによって算出したスコアの 1 つが閾値以上の場合、照合装置 21 は、閾値以上のスコアに対応する照合候補リスト S L 内の顔画像が近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像に相当すると判定する。
- [0067] なお、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像と照合候補リスト S L 内の顔画像とによって算出したスコアが閾値未満の場合、照合装置 21 は、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像が照合候補リスト S L 内の顔画像に相当しない、と判定してよい。また、閾値以上となるスコアを示す顔画像が複数存在する場合、照合装置 21 は、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像が照合候補リスト S L 内の顔画像に相当しない、と判定してよい。このように、一人に絞り込めない場合が顔照合に成功しないと判定されるので、厳格な判定結果を得ることができる。
- [0068] あるいは、閾値以上となるスコアを示す顔画像が複数存在する場合、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像が照合候補リスト S L 内の顔画像のいずれかに相当する、と判定してよい。この場合、双子などの一人

への絞り込みが難しい人の顔照合が発生した場合であっても、人の流れを止めてしまうことを防ぐができる。なお、この場合であっても、閾値以上のスコアは得られているので、ある程度の信頼性を担保することはできるため、明らかに、照合候補ではない人物（例えば、顔登録DB203に登録されていない顔画像の人物）についてまで顔照合が成功することはない。

[0069] S13における顔認証に成功し、近距離用カメラで撮影された人がゲート400を通過可能な場合（ステップS14, Yes）、照合装置21は、通過可能である旨の結果情報Rを生成する。そして、ゲート制御装置20は、この結果情報Rに基づきゲート開扉指示を行い（ステップS15）、ステップS16において、人がゲート400を通過し終わるまで、ゲート開扉の状態が維持される。人がゲート400を通過した後、ゲート閉扉指示が行われ（ステップS17）、ステップS12以降の処理が繰り返される。

[0070] 近距離用カメラで撮影された人がゲート400を通過できない場合（ステップS14, No）、照合装置21は、通過できない旨の結果情報Rを生成する。そして、ゲート制御装置20は、この結果情報Rに基づき、ステップS17の処理を行う。

[0071] 図6では、照合装置21が、中距離絞り込み検索によって、照合候補リストSLを作成できる例を示すが、照合装置21が、中距離絞り込み検索処理の結果が適切ではなく、照合候補リストSLを作成できない場合がある。中距離絞り込み検索処理の結果が適切ではない場合とは、例えば、中距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像と照合候補リストMLの候補顔画像との間のスコアのそれぞれが、閾値未満の場合を含む。例えば、中距離絞り込み検索処理の結果が適切ではない場合とは、遠距離用カメラの画像に含まれていない人の顔画像が、中距離用カメラの画像に含まれる場合に生じる。

[0072] 図7は、中距離絞り込み検索処理の結果が適切ではない場合の動作例を説明するためのフローチャートである。以下では、図6に示される各ステップ番号の処理と同一の処理については説明を省略し、異なる処理について説明

する。

[0073] 中距離絞り込み検索処理の結果が適切ではない場合（ステップS100, No）、照合装置21は、中距離絞り込み検索依頼を顔認証サーバ200に送信する（ステップS101）。ここで、照合装置21は、中距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を顔認証サーバ200に送信してよい。

[0074] 顔認証サーバ200は、中距離絞り込み検索依頼を受信した場合（ステップS102）、中距離絞り込み検索処理を行い（ステップS103）、中距離絞り込み検索処理の結果を、照合装置21に送信する（ステップS104）。なお、ステップS103での中距離絞り込み検索処理では、顔認証サーバ200は、中距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を、顔登録DB203に含まれる候補顔画像と照合する。

[0075] 照合装置21は、中距離絞り込み検索処理の結果を受信した場合（ステップS105）、この結果を照合候補リストSLにバッファリングする（ステップS106）。

[0076] 中距離絞り込み検索処理ができた場合（ステップS100, Yes）、ステップS106の処理が行われる。

[0077] 図7のフローチャートによって、照合装置21が、中距離絞り込み検索処理の結果が適切ではなく、照合候補リストSLを作成できない場合（例えば、図7のS100にて、Noの場合）であっても、顔認証サーバ200に再検索を依頼することによって、顔認証処理（図6参照）を実施できる。

[0078] なお、照合装置21は、顔認証処理に失敗し、図6のS14の通過判定において、通過可能ではない場合に、顔認証サーバ200に再検索を依頼してもよい。例えば、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像と、照合候補リストSLの顔画像との間のスコアのそれぞれが、閾値未満の場合に、顔認証サーバ200に再検索を依頼してもよい。例えば、中距離用カメラの画像に含まれていない人が、近距離用カメラの画像に含まれる場合には、顔認証サーバ200に再検索を依頼してもよい。なお、照合装置21が、

顔認証サーバ200に再検索を依頼する場合、顔認証サーバ200から照合候補リストを再度取得する通信に要する時間の分、照合装置21における照合は遅延する可能性がある。しかしながら、再検索の依頼が発生する可能性は低いので、このような処理を行ったとしても、絞り込みを全く行わない場合と比べて照合装置21の処理速度は向上する。

[0079] 図8は顔認証処理に失敗する場合の動作例を説明するためのフローチャートである。以下では、図6に示される各ステップ番号の処理と同一の処理については説明を省略し、異なる処理について説明する。

[0080] 近距離用カメラで撮影された人がゲート400を通過可能ではない場合（ステップS14，No）、照合装置21は、近距離検索依頼を顔認証サーバ200に送信する（ステップS201）。照合装置21は、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を顔認証サーバ200に送信してよい。

[0081] 顔認証サーバ200は、近距離検索依頼を受信し（ステップS202）、近距離検索処理を行う（ステップS203）。例えば、顔認証サーバ200は、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を、顔登録DB203に含まれる候補顔画像と照合する。顔認証サーバ200は、照合によって、例えば、スコアが最も高い候補顔画像に相当する1名を特定し、特定した1名の情報を含む処理結果を照合装置21に送信する（ステップS204）。なお、ステップS203での近距離顔絞り込み検索処理では、顔認証サーバ200は、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を、顔登録DB203に含まれる顔画像と照合する。

[0082] 照合装置21は、近距離顔絞り込み検索処理の結果を受信した場合（ステップS205）、この結果に近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像を照合することによって、ステップS13の処理と同様に顔認証処理を実施し、ステップS14と同様に、通過の可否を判定する（ステップS206）。

[0083] その結果、近距離用カメラで撮影された人がゲート400を通過可能な場

合（ステップS 2 0 6, Y e s）、照合装置 2 1 は、通過可能である旨の結果情報 R を生成する。これによりステップ S 1 5 以降の処理が行われる。

[0084] 照合の結果、近距離用カメラで撮影された人がゲート 4 0 0 を通過できない場合（ステップ S 2 0 6, N o）、照合装置 2 1 は、通過できない旨の結果情報 R を生成する。これによりゲート扉は開かない（ステップ S 1 7）。

[0085] なお、図 8 では、近距離用カメラで撮影された人がゲート 4 0 0 を通過可能ではない場合（ステップ S 1 4, N o）、照合装置 2 1 は、近距離検索依頼を顔認証サーバ 2 0 0 に送信する例を示したが、本開示はこれに限定されない。例えば、照合装置 2 1 は、近距離検索依頼を顔認証サーバ 2 0 0 に送信する代わりに、近距離用カメラで撮影された画像から検出した顔画像と、照合候補リスト M L の候補顔画像と照合してもよい。照合候補リスト M L は、照合装置 2 1 にバッファリングされているため、照合候補リスト M L に含まれる候補顔画像の範囲での照合は、顔認証サーバ 2 0 0 との通信を行わなくても実行可能である。したがって、照合候補リスト M L に含まれる候補顔画像の範囲での照合が成功すれば、通信を省略できる分、照合処理を高速化することができる。ただし、照合候補リスト M L は比較的大きなリストであるので、照合装置 2 1 および、ネットワーク 3 0 0 の通信速度によっては、顔認証サーバ 2 0 0 に近距離検索依頼を送信した方が早く処理が完了することもある。そのため、照合候補リスト M L のサイズが可変であれば、その大きさに応じて、近距離検索依頼を送信するか、照合候補リスト M L の候補顔画像との照合を行うかを切り替えてもよい。

[0086] また、図 8 では、近距離検索依頼に対して顔認証サーバ 2 0 0 が返送する情報は、近距離顔絞り込み検索処理の結果であり、照合装置 2 1 は、その結果との照合処理を行っている（ステップ S 2 0 5、S 2 0 6）。しかしながら、顔認証サーバ 2 0 0 の処理能力に余裕があるのであれば、顔認証サーバ 2 0 0 が顔照合の成否の結論を出し、その成否をそのまま送信してもよい。この場合、照合装置 2 1 は、受け取った顔照合の成否の結果に従って、通過の可否を決定し、ゲートの開閉処理を行う。

[0087] 図9は遠距離用カメラにより人が撮影される様子を表す図である。遠距離用カメラ（カメラ1-1）では、ゲート400から一定距離離れた位置の領域A1に存在する人の顔を撮影することができる。そのため、ゲート400へ進入する可能性のある複数の人の顔画像を利用して、登録された母集団の大きい照合情報の中から、ゲート400を通過する可能性のある複数の人を大まかに絞り込むことができる。このように、遠距離用カメラで撮影された顔画像を利用して、事前に絞り込みを行うことにより、人がゲート400へ進入したときに実施される顔認証処理を高速化できる。

[0088] 図10は中距離用カメラにより人が撮影される様子を表す図である。中距離用カメラ（カメラ1-2）では、領域A1よりもゲート400寄りの領域A2に存在する人の顔を撮影することができるため、例えば人がゲート400へ進入する直前に、照合候補リストMLの中から、ゲート400を通過する可能性がより高い、1又は複数の人を絞り込める。この絞り込みにより、人がゲート400へ進入したときに実施される顔認証処理をより高速化できる。また、遠距離用カメラで捉えることができない人が存在する場合でも、図7に示す処理を実行することにより、中距離用カメラを利用した照合が可能である。遠距離用カメラで捉えることができない人は、例えば、ゲート400へ割り込む人、前の旅客の背後に近づいてゲート400へ進入した人などである。

[0089] 図11は近距離用カメラにより人が撮影される様子を表す図である。近距離用カメラ（カメラ1-3）では、ゲート400を通過中の人の顔画像を鮮明に撮影できるため、顔認証処理を精度よく行うことができる。また、予め照合対象が絞り込まれているため、高速に照合を行うことができ、比較的歩行速度が速い人の照合も可能になり得る。また、多くの母集団に対して顔認証処理を行う場合に比べ、顔認証処理の負担が軽減されるため、処理能力が低い安価なCPUを利用可能となる。また顔認証処理の負担が軽減される分、近距離用カメラの解像度を高めることができ、より認証精度を向上できる。

[0090] 図12はゲートGを通過する人の歩行速度と、顔認証処理との関係性について説明するための図である。顔認証によって通過の可否が決定されるゲートの場合、ゲートの長さは、顔認証処理時間と、開閉ドア機構Drの開扉コマンドの発信時点から開扉完了の時点までの時間（性能）との関係によって定まる。以下、この関係について説明を行う。

[0091] 図12における位置SPは、ゲートGを通過する人の顔認証処理が開始される位置を示す。顔認証処理は、ゲートGへ進入していない人の顔によってゲートの通過が許可されてしまうことを防ぐため、この位置は、人がゲートGに進入した後の位置であることが望ましい。例えば、上述したゲート400の場合は、通過管理光電センサ3によって、ゲート400への進入が検知された位置に対応する。また、位置LPは、ゲートGを開閉するコマンドを発行する限界となる位置を示す。物理的な開閉ドア機構Drが設けられるゲートGの場合、この開閉の動作が完了するまでに一定の時間がかかる。この時間（開扉処理時間）は、技術的な性能および安全性の観点から大幅な短縮は困難である。そのため、この時間に標準的な人の歩行速度を反映した長さL2が、開閉の判断にかかる時間がゼロであると仮定した場合のゲートGの最短の長さとなる。一方、本実施の形態のように、顔認証処理の結果に応じて開閉ドア機構4の開閉の判断を行う構成では、遅くとも人が位置LPに到達するまでに顔認証処理を完了させておかななくてはならない。そのため、ゲートGの開閉ドア機構DrからゲートGを通過する人の顔認証処理が開始される位置SPまでの長さは、顔認証処理に要する時間（顔認証処理時間）が反映された長さL1を、長さL2に加えたものとなる。

[0092] 具体的な例としては、歩行速度が3.6km/h、顔認証処理時間が200msec、開扉処理時間が600msecの場合、ゲート端（ゲート入り口）から、開閉ドア機構Drまでの距離を、800mm以上に設定する場合がある。上述したとおり、長さL2を短縮することは困難であるので、ゲート長を短縮するためには長さL1を短くすること、すなわち、顔認証処理に要する時間を短くすることが求められる。

- [0093] また、登録者が100万人～1000万人に達すると、顔照合に遅延が生じるおそれがある。例えば、他人受入率 (False Acceptance Rate: F A R) が0.001%では、10万人に1人、本人とは違う人が候補になる可能性がある。F A Rが0.0001%でも100万人に1人、本人とは違う人が候補になる可能性がある。F A Rを低くするためには、多様な観点からの評価などより複雑な顔照合の処理が必要となるため、顔照合を行う処理時間は長くなる傾向がある。
- [0094] また、改札機のように、2人以上が同時に通行できないような狭い通路を有するゲート400の場合、後ろに列ができていると通過を拒否された人が後退することが難しくなる。そのため、ゲート400に人が入った時点で認証が完了することが理想である。
- [0095] このように、ゲートのサイズを抑えたり、F A Rを下げたり、狭い通路での利便性を確保したりするなどの目的であっても、顔照合の高速化が求められる。
- [0096] 本開示に係る照合装置21によれば、遠距離用カメラを使って、ゲート400に近づく人の顔画像を捉えた上で、当該人がゲート400へ進入する前に、その顔画像を利用して母集団の大きい照合情報の中から絞り込み検索を行うことができる。これにより、近距離用カメラを利用した顔認証処理を高速化できる。
- [0097] 図13はゲートの変形例を説明するための図である。図13に示すアーチ形状のゲート400は、ゲート400を通過する人を識別する情報を含むQ Rコード等のコードの読み取りを行うリーダ500と、共連れ等を検知する検知用カメラ501とを有する。また、図13に示すアーチ形状のゲート400は、遠距離用、中距離用、及び近距離用のそれぞれのカメラを2つ備える。カメラ1-1A及びカメラ1-1Bは、遠距離用の2つのカメラであり、ゲート400の筐体の柱部に左右に分かれて配置される。カメラ1-2A及びカメラ1-2Bは、中距離用の2つのカメラであり、ゲート400の筐体の柱部に左右に分かれて配置される。カメラ1-3A及びカメラ1-3B

は、近距離用の2つのカメラであり、ゲート400の筐体の柱部に左右に分かれて配置される。各距離を撮影するカメラを左右に1つずつ配置することにより、ゲートを通過しようとする人の顔が左右どちらかを向いていたとしてもいずれかのカメラで照合に適した正面顔を撮影することができる。

[0098] なお、図13では遠距離用カメラ、中距離用カメラ、近距離用カメラの全てが左右に1つずつ配置されているが、必ずしもすべての距離について1つずつのカメラを左右に配置する必要はない。例えば、人の向く方向に、ある程度の偏りが予想される環境などであれば、その方向と逆の方向のカメラは補助的な用途に限られるので、遠距離、中距離、近距離が揃っていなくともよい。いずれかの距離用のカメラを左右どちらかで省略する他の例としては、ゲートの形状、ゲートの内部構造、デザインの都合など、左右いずれかにカメラを搭載することが難しい事情がある場合が考えられる。なお、距離が遠ければ遠いほど、顔の向きの差が撮影結果に影響しにくくなるため、左右いずれかのカメラを省略する場合には、より遠い距離用のカメラを省略する方が、影響は少ない。

[0099] このように遠距離用、中距離用、及び近距離用のそれぞれのカメラを複数配置することにより、ゲート400を通過する人の顔が、進行方向とは異なる方向に向いている場合でも、顔の正面を捉えた顔画像が得られやすい。なお、ゲート400の形状、カメラの位置、カメラの数は、上記の実施の形態に限定されるものではない。

[0100] なお、上記の実施の形態では、2回の絞り込み検索処理を行う例を説明したが、1回の絞り込み検索処理（遠距離絞り込み検索処理もしくは中距離絞り込み検索処理）を行うように構成してもよい。

[0101] この構成例によれば、1回の絞り込み検索処理が行われるため、絞り込みの処理時間を短縮できると共に、絞り込み検索処理に使用される画像を撮影するカメラの数を減らすことができる。従って、システムの構成が簡素化され、システムの構築に伴うコストを低減しながら、顔認証処理の高速化が可能である。

- [0102] また、この構成例によれば、顔認証サーバ200で絞り込み検索処理が行われるため、照合装置21に記憶できない膨大な数の照合情報にも対応可能である。また、顔認証サーバ200を、複数の拠点に設定されたゲート400で共有できるため、顔認証処理の高速化とリソースの有効活用とが可能である。
- [0103] なお、この構成例では、絞り込み検索が顔認証サーバ200において1回行われているが、顔認証サーバ200での絞り込み検索の後に、照合装置21で2回目の絞り込み検索処理を実施するように構成してもよい。この場合、照合装置21の処理部102は、領域A1と領域A3との間の領域A2に存在する人の顔を撮影する中距離用カメラで撮影された第3顔画像を用いて、顔認証サーバ200から取得した顔画像の中から、ゲート400を通過し得る人の顔画像をさらに絞り込む。照合装置21の処理部102は、この絞り込まれた当該顔画像に第2顔画像を照合する。例えば、照合候補リストMLのサイズが大きい場合、顔認証サーバ200から照合装置21への送信に時間を要したり、照合装置21の性能では照合候補リストMLを用いた絞り込み検索処理に時間を要したりする場合がある。このような場合、上述した構成により、顔認証処理のより一層の高速化が可能である。なお、照合候補リストMLのサイズが十分に小さい場合は、上記の構成例の通り、顔認証サーバ200が照合装置21へ早い段階から照合候補リストMLを送信し、照合装置21にて2回目の絞り込みを行わせた方が、処理が高速化する場合もある。これらを踏まえ、照合候補リストMLのサイズに応じて、2回目の絞り込み検索処理を顔認証サーバ200で行うか、照合装置21で行うかを切り替えてもよい。
- [0104] 以下では、顔認証サーバ200及び照合装置21における絞り込み検索処理、顔認証処理などの変形例について説明する。
- [0105] なお、上述した図5の遠距離絞り込み検索（1次絞り込み検索）では、顔認証サーバ200が、顔登録DB203に含まれる顔画像のそれぞれについて算出したスコアの高い方から所定の数（例えば、 N_1 ）の顔画像を、照合候

補リストMLにバッファリングする例を説明したが、本開示は、これに限定されない。例えば、顔認証サーバ200は、顔登録DB203に含まれる顔画像のそれぞれについて算出したスコアのうち、第1閾値を超えるスコアに対応する顔画像を、照合候補リストMLにバッファリングしてもよい。

[0106] また、上述した図5の遠距離絞り込み検索（1次絞り込み検索）では、照合装置21が、照合候補リストMLに含まれる顔画像のそれぞれについて算出したスコアの高い方から所定の数（例えば、 N_2 ）の顔画像を、照合候補リストSLにバッファリングする例を示した。

[0107] この構成例によれば、照合候補リストSLにバッファリングする顔画像の上限を規定することができるため、スコアの高い顔画像が多数見つかった場合であってもバッファの溢れを防止することができる。

[0108] しかしながら、本開示は、これに限定されない。例えば、照合装置21は、照合候補リストMLに含まれる顔画像のそれぞれについて算出したスコアのうち、第1閾値より高い第2閾値を超えるスコアに対応する顔画像を、照合候補リストSLにバッファリングしてもよい。

[0109] この構成例によれば、閾値に基づいた絞り込みを行うので、閾値を超えるスコアに対応する顔画像を照合候補から除外されず、閾値未満のスコアに対応する顔画像が照合候補から除外されるため、顔認証処理の高速化と、顔認証処理の精度の向上とが実現できる。

[0110] なお、この構成例では、2次絞り込み検索を実施しているが、2次絞り込み検索を省略することも可能である。この場合の例について説明する。

[0111] 1次絞り込み検索の結果、2次絞り込み検索が実施されなくてよい場合、処理部102は、2次絞り込みを実施せず、顔認証処理を実行してよい。2次絞り込み検索が実施されなくてよい場合とは、例えば、1次絞り込み検索の結果、第1閾値を超えるスコアに対応する顔画像の数が、2次絞り込み検索を実施しなくてもよい数（例えば、1）の場合に相当してよい。あるいは、2次絞り込み検索が実施されなくてよい場合とは、1次絞り込み検索の結果、最も高いスコアとN番目（Nは2以上の整数）に高いスコアとの差が、

所定差以上の場合に相当してよい。

- [0112] この例によれば、2次絞り込み検索を省略できるため、絞り込みの処理時間を短縮でき、顔認証処理の高速化が可能である。
- [0113] なお、前述した1次絞り込み検索と2次絞り込み検索によって、十分に高い照合結果が得られた場合には、顔認証処理を省いてもよい。この場合の例について説明する。
- [0114] 1次絞り込み検索と2次絞り込み検索によって、十分に高い照合結果が得られる場合とは、例えば、2次絞り込み検索の結果、最も高いスコアと2番目に高いスコアとの差が、所定差以上の場合に相当してよい。この場合、処理部102は、顔認証処理を実行せず、2次絞り込み検索の結果を、認証した旨の結果情報Rとして生成してよい。
- [0115] この例によれば、顔認証処理を省略できる場合があるため、顔認証処理による処理時間の削減が可能である。
- [0116] なお、2次絞り込み結果に含まれる、どの顔候補についてもスコアが低すぎる場合には、中距離用カメラで撮影された顔画像を顔認証サーバ200に送り、バッファする候補を取得しなおしてもよい。この場合の構成例について説明する。
- [0117] 2次絞り込みの結果、第2閾値を超えるスコアに対応する顔画像が、第3顔画像と照合できる場合、照合装置21の処理部102は、顔認証サーバ200に複数の第3顔画像を送信せずに顔認証処理を行う。
- [0118] 2次絞り込みの結果、第2閾値を超えるスコアに対応する顔画像が、第3顔画像と照合できない場合、照合装置21の処理部102は、顔認証サーバ200に複数の第3顔画像を送信し、顔認証サーバ200に対して、複数の当該第3顔画像の中からの顔画像の絞り込みを行わせる。照合装置21の処理部102は、当該絞り込みがされた顔画像を顔認証サーバ200から取得し、取得した顔画像の中からゲート400を通過し得る人の顔画像を再度絞り込む。
- [0119] この構成例によれば、中距離用カメラで撮影された顔画像を顔認証サーバ

200に送り、バッファする候補を取得し直すことができる。そのため、2次絞り込み結果に含まれる、どの顔候補についてもスコアが低すぎる場合でも、絞り込みの精度を一定水準以上に確保することができ、顔認証処理の精度の低下を抑制しながら、顔認証処理の高速化が可能である。

[0120] なお、処理部102は、例えば、遠距離用カメラ、中距離用カメラ又は近距離用カメラで撮影された顔画像に含まれる、顔の特徴を示す特徴量を取得し、当該特徴量を用いて、複数の照合情報の中からゲート400を通過し得る人の顔画像を絞り込むように構成してもよい。また、処理部102は、顔認証サーバ200で絞り込まれた顔画像に含まれる、顔の特徴を示す特徴量を取得して、当該特徴量を用いて、複数の照合情報の中からゲート400を通過し得る人の顔画像を絞り込むように構成してもよい。ここで、特徴量の一例としては、顔の色、形、明るさの分布など考えられる。機械学習の分野で使用される、より複雑な処理によって生成される特徴量であってもよい。特徴量を利用することにより、顔認証サーバ200と照合装置21との間でやり取りする情報のサイズを抑制することができる。また、使用する特徴量によっては、実環境で変化し易いパラメータの影響が抑制されるのでロバストな顔認証が可能になる。

[0121] なお、上記の実施の形態では、認証情報が顔認証サーバ200に記録されている例を説明したが本開示はこれに限定されない。例えば、認証情報は、照合装置21又はゲート制御装置20に記録されてもよい。例えば、照合装置21において、大量の顔画像の情報（認証情報）を記録できる大きな記録容量を有すると共に、1次絞り込み検索処理を実行可能な処理能力を有する場合、照合装置21の処理部102は、第1顔画像を用いて、複数の照合情報の中から顔画像を絞り込んでもよい。

[0122] また、顔認証システム100において、複数のカメラ1の数は4以上でもよい。また、絞り込みの回数は例えば3以上でもよい。具体的には、4以上の領域それぞれを4以上のカメラで撮影する構成となる。絞り込みの回数を増やすほど、大人数の顔画像（例えば、顔登録DB203の記憶された数が

多数の場合)に対応することができる。ただし、絞り込みの回数を増やすほど判定に失敗した場合の再検索に要する時間が長くなるおそれがあるため、回数が多くなるほど判定するスコアの閾値を下げてよい。

[0123] また、顔認証サーバ200で2回目の絞り込み検索処理を行ってもよい。特に、照合候補リストMLのサイズが大きい場合、ネットワーク300や照合装置21の性能によっては、照合装置21に照合候補リストMLを送り、ローカルで2回目の絞り込み検索処理を行わせる方が、時間がかかることがある。また、顔認証サーバ200で2回目の絞り込み検索処理を行うか否かを照合候補リストMLのサイズ、ネットワーク300の通信速度、照合装置21のバッファサイズあるいは照合装置21の処理能力に基づいて切り替え可能にしてもよい。スコアが閾値以上の候補を照合候補リストMLに加える場合、照合候補リストMLのサイズは可変であるため、このような切り替えを行うことが有益である。

[0124] また、3回以上の絞り込み検索処理を行う場合についても、何回目の絞り込み検索処理までを顔認証サーバ200で行うべきか同様の観点から決定してよい。

[0125] また、複数のゲート400のそれぞれに近距離用カメラ、中距離用カメラ、及び遠距離用カメラを設けずとも、例えば中距離用カメラ、遠距離用カメラが、複数のゲート400で共用されてもよい。

[0126] また、上記の実施の形態において、各絞り込みに使用する情報、および、認証結果を得る際に使用する情報の種類をそれぞれ異ならせてもよい。例えば、絞り込みには顔の輪郭の特徴量を使い、認証結果を得る際には顔のパーツの特徴量を使うことなどが考えられる。遠距離用カメラと近距離用カメラとでは、撮影される顔画像の大きさも異なるため、それぞれの距離に適した情報を用いることによって、判定の精度をより向上させることができる。また、単純に複数の観点から総合的に評価するという意味でも、異なる情報を用いて絞り込み、および、認証結果を得る処理を行うことで精度の向上が期待できる。

- [0127] 一方、各絞り込みに使用する情報、および、認証結果を得る際に使用する情報の種類として同じ情報を使用してもよい。このようにすると前段の絞り込みと、今回の絞り込み又は顔認証の処理において、同じ観点から評価を行うため、判断結果のずれの発生を抑制することができる。その結果、顔認証の失敗による顔認証サーバ200への依頼が発生する頻度を下げることができるので、顔認証処理の高速化が期待できる。
- [0128] また、上記の実施の形態において、絞り込みの結果得られる照合候補リストに含まれる顔画像は、画像そのものではなくその特徴量（この情報も「候補顔画像」と呼ぶ）であってもよい。特に、顔認証サーバ200から照合装置21に送信される照合候補リストについては特徴量からなるリストの方が通信量を抑制することができる。ただし、特徴量を抜粋した情報では、他の特徴量での照合を実施することは一般的には困難であるため、各段階で異なる特徴量での照合を実施する場合には、照合候補リストのサイズが大きくなったとしても、顔画像そのものを照合候補リストとするとよい。また、顔認証サーバ200内で複数回の絞り込みを行う場合など、照合候補リストのサイズが通信量に影響しにくい状況では顔画像そのものを照合候補リストとし、照合装置21に送信する照合候補リストを作成する際に特徴量を抽出してもよい。
- [0129] また、上記の実施の形態では、ゲート400は、開閉ドア機構4を備えていたが、顔照合が失敗した場合に人の移動を規制する手段（規制部）は、これに限定されない。例えば、サイレン及び／又はアラームなど心理的に規制する機構を採用してもよい。また、ゲートを通過しようとする人本人に対しては通知せず、近隣に配置されたガードマン及び／又はロボットなどに通知を行うことによって、間接的に移動を規制する機構を採用しても良い。なお、どのような規制部を採用するかに応じて、顔照合に失敗してから規制が行われるまでの時間は異なるが、どの手段を用いる場合であっても、人が規制部に到達するまでに顔照合の結果を得るために顔照合の高速化が有用であることは同様である。

- [0130] 別言すると、顔照合が失敗した場合に人の移動を規制する手段（規制部）は、ゲート400における、人の移動経路の途中に設けられる開閉ドア機構4のように、人の移動を物理的に規制（遮断）する例に限らない。例えば、ゲート400には特定の地点（または、特定の範囲）が設定され、ゲート400は、人の移動方向において、特定の地点よりも上流から、特定の地点よりも下流への人の移動を規制してよい。そして、この場合の規制の手段は、上述のように、サイレン及び／又はアラーム等であってもよいし、ガードマン及び／又はロボットなどへの通知であってもよい。この場合、各カメラの撮影範囲は、特定の地点より上流に位置してよい。例えば、特定の位置に近い方から順に、近距離用カメラの撮影範囲（例えば、図4における領域A3）、中距離用カメラの撮影範囲（例えば、図4における領域A2）、遠距離用カメラの撮影範囲（例えば、図4における領域A1）が設けられてよい。
- [0131] また、上記の実施の形態において、照合装置21は、人の移動を規制するゲートで使用される装置として説明したが、これには限られない。遠距離から近づいてくる人の顔認証を行うシステムであれば、任意のシステムに適用できる。その場合、上記実施の形態において、顔認証の処理が行われる領域A3（図4参照）の定義は、当該システムで求められる要件によって異なる。例えば、特定の監視地点を通過した人物を記録する監視カメラを用いる監視システムなどに適用する場合には、当該監視地点の周辺（例えば、当該監視地点より上流の範囲）を領域A3とすることなどが考えられる。
- [0132] 以上に説明したように、照合装置21は、領域A1を撮影する第1カメラによって撮影された第1顔画像を用いて絞り込まれた照合候補と、領域A1から人が移動し得る領域A3を撮影する第2カメラによって撮影された第2顔画像と、を照合する。
- [0133] この構成により、ゲート400に近づく人の顔画像を捉えた上で、当該人がゲート400へ進入する前に、その顔画像を利用して母集団の大きい照合情報の中から絞り込み検索を行うことができる。これにより、中距離用カメラ又は近距離用カメラを利用した顔認証処理を高速化できる。

- [0134] 本開示はソフトウェア、ハードウェア、又は、ハードウェアと連携したソフトウェアで実現することが可能である。
- [0135] 上記実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、部分的に又は全体的に、集積回路であるLSIとして実現され、上記実施の形態で説明した各プロセスは、部分的に又は全体的に、一つのLSI又はLSIの組み合わせによって制御されてもよい。LSIは個々のチップから構成されてもよいし、機能ブロックの一部又は全てを含むように一つのチップから構成されてもよい。LSIはデータの入力と出力を備えてもよい。LSIは、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。
- [0136] 集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路、汎用プロセッサ又は専用プロセッサで実現してもよい。また、LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA (Field Programmable Gate Array) や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリプログラマブル・プロセッサを利用してよい。本開示は、デジタル処理又はアナログ処理として実現されてもよい。
- [0137] さらに、半導体技術の進歩又は派生する別技術によりLSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。
- [0138] 本開示は、通信機能を持つあらゆる種類の装置、デバイス、システム（通信装置と総称）において実施可能である。通信装置は無線送受信機（トランシーバー）と処理／制御回路を含んでもよい。無線送受信機は受信部と送信部、またはそれらを機能として、含んでもよい。無線送受信機（送信部、受信部）は、RF (Radio Frequency) モジュールと1または複数のアンテナを含んでもよい。RFモジュールは、増幅器、RF変調器／復調器、またはそれらに類するものを含んでもよい。通信装置の、非限定的な例としては、電話機（携帯電話、スマートフォン等）、タブレット、パーソナル・コンピュータ（PC）（ラップトップ、デスクトップ、ノートブ

ック等)、カメラ(デジタル・スチル／ビデオ・カメラ等)、デジタル・プレーヤー(デジタル・オーディオ／ビデオ・プレーヤー等)、着用可能なデバイス(ウェアラブル・カメラ、スマートウォッチ、トラッキングデバイス等)、ゲーム・コンソール、デジタル・ブック・リーダー、テレヘルス・テレメディシン(遠隔ヘルスケア・メディシン処方)デバイス、通信機能付きの乗り物又は移動輸送機関(自動車、飛行機、船等)、及び上述の各種装置の組み合わせがあげられる。

[0139] 通信装置は、持ち運び可能又は移動可能なものに限定されず、持ち運びできない又は固定されている、あらゆる種類の装置、デバイス、システム、例えば、スマート・ホーム・デバイス(家電機器、照明機器、スマートメーター又は計測機器、コントロール・パネル等)、自動販売機、その他IoT(Internet of Things)ネットワーク上に存在し得るあらゆる「モノ(Things)」をも含む。

[0140] また、近年、IoT(Internet of Things)技術において、フィジカル空間とサイバー空間の情報連携により新たな付加価値を作り出すという新しいコンセプトであるCPS(Cyber Physical Systems)が注目されている。上記の実施の形態においても、このCPSコンセプトを採用することができる。

[0141] すなわち、CPSの基本構成として、例えば、フィジカル空間に配置されるエッジサーバと、サイバー空間に配置されるクラウドサーバとを、ネットワークを介して接続し、双方のサーバに搭載されたプロセッサにより、処理を分散して処理することが可能である。ここで、エッジサーバまたはクラウドサーバにおいて生成される各処理データは、標準化されたプラットフォーム上で生成されることが好ましく、このような標準化プラットフォームを用いることで、各種多様なセンサ群やIoTアプリケーションソフトウェアを含むシステムを構築する際の効率化を図ることができる。

[0142] 通信には、セルラーシステム、無線LANシステム、通信衛星システム等によるデータ通信に加え、これらの組み合わせによるデータ通信も含まれる

。

[0143] また、通信装置には、本開示に記載される通信機能を実行する通信デバイスに接続又は連結される、コントローラやセンサ等のデバイスも含まれる。例えば、通信装置の通信機能を実行する通信デバイスが使用する制御信号やデータ信号を生成するような、コントローラやセンサが含まれる。

[0144] また、通信装置には、上記の非限定的な各種装置と通信を行う、あるいはこれら各種装置を制御する、インフラストラクチャ設備、例えば、基地局、アクセスポイント、その他あらゆる装置、デバイス、システムが含まれる。

[0145] 以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本開示はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0146] 以上、本開示の具体例を詳細に説明したが、これらは例示にすぎず、請求の範囲を限定するものではない。請求の範囲に記載の技術には、以上に例示した具体例を様々に変形、変更したものが含まれる。

[0147] 2020年2月18日出願の特願2020-025246の日本出願に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

産業上の利用可能性

[0148] 本開示の一実施例は、顔画像による照合（あるいは認証）を行う装置あるいはシステムに好適である。

符号の説明

- [0149] 1、1-1、1-2、1-3 カメラ
2 QRコードリーダー
3 通過管理光電センサ
4 開閉ドア機構
5 入場案内インジケータ

- 6 通過案内LED
- 7 案内表示ディスプレイ
- 8 スピーカ
- 9 インタフェースボード
- 10 インタフェースドライバ
- 20 ゲート制御装置
- 21 照合装置
- 30 ネットワークハブ
- 100 顔認証システム
- 101、202 通信部
- 102、201 処理部
- 103 バッファ
- 200 顔認証サーバ
- 203 顔登録DB
- 300 ネットワーク
- 400 ゲート
- 500 リーダ
- 501 検知用カメラ
- 601、701 プロセッサ
- 602、702 メモリ
- 603、703 入出力インタフェース
- 604、704 バス