

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6557222号
(P6557222)

(45) 発行日 令和1年8月7日(2019.8.7)

(24) 登録日 令和1年7月19日(2019.7.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 7/00 510D

G06T 1/00 (2006.01)

G06T 1/00 400H

A61B 5/1171 (2016.01)

A61B 5/1171 300

請求項の数 38 (全 48 頁)

(21) 出願番号 特願2016-521721 (P2016-521721)
 (86) (22) 出願日 平成26年10月8日 (2014.10.8)
 (65) 公表番号 特表2017-502366 (P2017-502366A)
 (43) 公表日 平成29年1月19日 (2017.1.19)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/059607
 (87) 國際公開番号 WO2015/102704
 (87) 國際公開日 平成27年7月9日 (2015.7.9)
 審査請求日 平成29年10月2日 (2017.10.2)
 (31) 優先権主張番号 61/888,130
 (32) 優先日 平成25年10月8日 (2013.10.8)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73) 特許権者 519009057
プリンストン アイデンティティ イン
ク
アメリカ合衆国 08691 ニュージャ
ージー州、 ハミルトン、 ホライズン
ドライブ 300、 スイート304
(74) 代理人 110001380
特許業務法人東京国際特許事務所
(72) 発明者 ペルナ, スティーブン エヌ.
アメリカ合衆国 08648 ニュージャ
ージー州, ローレンスヴィル, ベイカーズ
・ペイジン・ロード, 266

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】虹彩生体認識モジュールおよびアクセス制御アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基台と、

前記基台に支持されたアイリス撮影アセンブリと、

前記基台に支持されるとともに前記アイリス撮影アセンブリと電気通信するプロセッサと、

前記基台に支持されるとともに前記プロセッサにより読み取り可能な非一時的な記憶媒体であって、前記プロセッサによって実行可能な複数の命令であって、自機に：

前記アイリス撮影アセンブリによって、捕捉区域で検出された被験体の目のアイリスの部分を少なくとも描出するアイリス画像を撮影し；

前記プロセッサによって、前記撮影したアイリス画像を示すデータと参照アイリスデータとを比較し；

前記プロセッサによって、前記撮影したアイリス画像を示す前記データと前記参照アイリスデータとの前記比較結果にもとづいて、アイリス一致判定結果を示す信号を出力する；

動作をさせるための複数の命令を記憶した非一時的な記憶媒体と、
を備え、前記アイリス撮影アセンブリは、照明部と撮影部とを備え、
前記命令は、

焦点スイープ技術を用いて、前記照明部のパルス照明と前記撮影部のアイリス画像撮影

10

20

とを実質的に同期させるように実行可能な命令である、

虹彩生体認識モジュール。

【請求項 2】

前記捕捉区域は、グランドプレーンから 3 フィートから 4 フィートの範囲の垂直高さを有する領域を含む、

請求項 1 記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項 3】

前記命令は、

自機に、前記被験体が動いている間に前記アイリス画像を撮影させ、このアイリス画像を示すデータと前記参照アイリスデータとを比較させ、この比較にもとづいて、アイリス一致判定結果を示す信号を出力するように実行可能である、

請求項 1 または 2 に記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項 4】

前記アイリス撮影アセンブリは、狭視野撮影部を備え、

前記命令は、

前記被験体の目のアイリスに焦点をあわせるよう前記狭視野撮影部を設定するように実行可能である、

請求項 1 または 2 に記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項 5】

前記アイリス撮影アセンブリは、前記基台に対して枢動可能に接続され、

前記命令は、

前記アイリス撮影アセンブリが基台に対して枢動させるように実行可能である、

請求項 1 または 2 に記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項 6】

前記アイリス撮影アセンブリは、広視野撮影部を備え、

前記命令は、

前記広視野撮影部に、前記被験体の顔を検出させ、グランドプレーンに対する前記被験体の前記顔の位置を推定させ、この推定した位置にもとづいて、前記アイリス撮影アセンブリの枢動量を決定するように実行可能である、

請求項 5 記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項 7】

基台と、

前記基台に支持されたアイリス撮影サブシステムと、

前記基台に支持されるとともに前記アイリス撮影サブシステムと電気通信するプロセッサと、

前記基台に支持されるとともに前記プロセッサにより読み取り可能な非一時的な記憶媒体であって、前記プロセッサによって実行可能な複数の命令であって、自機に：

捕捉区域の被験体の目のアイリスの画像を撮影し；

前記撮影したアイリス画像を示すデータと参照アイリスデータとを比較し；

アイリス一致判定結果を示す信号を出力する；

動作をさせるための複数の命令を記憶した非一時的な記憶媒体と、

を備え、

前記アイリス撮影アセンブリは、照明部と撮影部とを備え、

前記命令は、

焦点スイープ技術を用いて、前記照明部のパルス照明と前記撮影部のアイリス画像撮影とを実質的に同期させるように実行可能な命令である、

虹彩生体認識モジュール。

【請求項 8】

前記アイリス撮影サブシステムは、前記基台に支持されたアイリス撮影アセンブリを備えた、

10

20

30

40

50

請求項7記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項9】

前記アイリス撮影アセンブリは、

赤外アイリス照明アセンブリと、このアイリス照明アセンブリに隣接する狭視野撮影部と、を備えた、

請求項8記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項10】

前記赤外アイリス照明アセンブリは、複数の赤外発光ダイオードを備えた、

請求項9記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項11】

前記赤外発光ダイオードと前記狭視野撮影部との間に配設されたバッフル、

をさらに備えた、

請求項10記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項12】

前記赤外アイリス照明アセンブリの前記赤外発光ダイオードを覆うディフューザ、

をさらに備えた、

請求項11記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項13】

前記赤外アイリス照明アセンブリは、第1の配置で配置された赤外発光ダイオードおよび第2の配置で配置された赤外発光ダイオードを備え、

前記狭視野撮影部は、前記第1の配置の発光ダイオードと前記第2の配置の発光ダイオードの間に配設された、

請求項9ないし12のいずれか1項に記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項14】

前記アイリス撮影アセンブリは、前記狭視野撮影部に隣接する合図用照明部をさらに備えた、

請求項9ないし12のいずれか1項に記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項15】

前記アイリス撮影アセンブリは、前記基台に対して枢動可能に接続された、

請求項9ないし12のいずれか1項に記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項16】

前記アイリス撮影アセンブリに対して枢動可能に連結されたモータ、

をさらに備えた、

請求項15記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項17】

前記アイリス撮影サブシステムは、

前記基台に支持されたアイリス撮影アセンブリと、前記基台に支持された顔撮影アセンブリと、を備えた、

請求項7、8、9、10、11、12、16のいずれか1項に記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項18】

前記顔撮影アセンブリは、

赤外顔照明アセンブリと、前記赤外顔照明アセンブリに隣接する広視野撮影部と、を備えた、

請求項17記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項19】

前記赤外顔照明アセンブリは、

凹形状の取り付け基台に支持された複数の赤外発光ダイオードを備えた、

請求項18記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項20】

10

20

30

40

50

前記顔撮影アセンブリは、前記アイリス撮影アセンブリに隣接し、

前記アイリス撮影アセンブリは、前記基台に対して駆動可能に接続され、

前記顔撮影アセンブリは、前記基台に対して駆動不可に接続された、

請求項1_7記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項2_1】

前記顔撮影アセンブリおよび前記アイリス撮影アセンブリは、単一の撮影デバイスに構成された、

請求項1_7記載の虹彩生体認識モジュール。

【請求項2_2】

機械可読な1以上の非一時的な記憶媒体と、この1以上の機械可読な非一時的な記憶媒体で具体化されたアイリス画像撮影モジュールと、アイリス画像処理およびマッチングモジュールと、を含む複数のモジュールを備え、

前記アイリス画像撮影モジュールは、

_____ 顔撮影部により、前記顔撮影部の視野によって少なくともその一部が定義される捕捉区域内に存在する人の顔を検出し、

_____ 前記捕捉区域内の前記人の顔が検出されると、前記検出された人の顔のアイリスとアイリス撮影部のレンズとを位置合わせし、

_____ 前記アイリスを照明する照明部を駆動し、

_____ 前記アイリスの複数のデジタル画像を生成するよう前記アイリス撮影部を駆動するとともに、前記捕捉区域を通して前記複数のデジタル画像を迅速に連続して撮影するよう、前記照明部は前記アイリス撮影部のフレームレートと同期して前記アイリスの照明を変化させるように動作され、

前記アイリス画像処理およびマッチングモジュールは、

_____ マッチング用に1以上の前記アイリス画像を選択し、

_____ 前記選択したアイリス画像のそれから利用可能な部分を抽出し、

_____ 前記選択したアイリス画像のそれから抽出した部分と参照アイリス画像とを比較し、

前記選択したアイリス画像から抽出した部分と前記参照アイリス画像との比較結果に応じて、アクセス制御機構を動作させ、

前記複数のモジュールの少なくとも1つは、

焦点スイープ技術を用いて、前記照明部のパルス照明と前記撮影部のアイリス画像撮影とを実質的に同期させる、

虹彩生体アクセス制御システム。

【請求項2_3】

前記アイリス画像撮影モジュールは、

モータを駆動することにより、前記検出された人の顔のアイリスとアイリス撮影部とを位置合わせする、

請求項2_2記載の虹彩生体アクセス制御システム。

【請求項2_4】

前記アイリス画像撮影モジュールは、

前記アイリスの前記複数のデジタル画像を生成するよう、前記照明部および前記アイリス撮影部を実質的に同期させて駆動する、

請求項2_2または2_3に記載の虹彩生体アクセス制御システム。

【請求項2_5】

筐体と、

前記筐体に支持されたドアロック機構と、

前記筐体に支持され、前記ドアロック機構と通信するアイリス生体認識モジュールと、を備え、

アイリス生体認識モジュールは、

その視野によって少なくともその一部が定義される捕捉区域内に存在する人の顔を

10

20

30

40

50

検出し、

前記検出された人の顔のアイリスとアイリス撮影部のレンズとを位置合わせし、

前記アイリスを照明する照明部を駆動し、

前記アイリスの複数のデジタル画像を生成するとともに、前記捕捉区域を通して前記複数のデジタル画像を迅速に連続して撮影するよう、前記照明部は前記アイリス撮影部のフレームレートと同期して前記アイリスの照明を変化させるように動作され、

マッチング用に1以上の前記アイリス画像を選択し、

前記選択したアイリス画像のそれぞれから利用可能な部分を抽出し、

前記選択したアイリス画像のそれぞれから抽出した部分と参照アイリス画像とを比較し、

前記選択したアイリス画像から抽出した部分と前記参照アイリス画像との比較結果に応じて、前記ドアロック機構を動作させ、

焦点スイープ技術を用いて、前記照明部のパルス照明と前記撮影部のアイリス画像撮影とを実質的に同期させる、

ドアロックアセンブリ。

【請求項26】

前記筐体に結合されたカバーを備え、

前記カバーと前記筐体によって内部領域が定義され、

前記アイリス生体認識モジュールは前記内部領域に設けられる、

請求項25記載のドアロックアセンブリ。

【請求項27】

前記カバーは、前記アイリス生体認識モジュールに隣接する位置に窓を備え、

前記窓は、赤外光を透過する材料により形成された、

請求項26記載のドアロックアセンブリ。

【請求項28】

前記アイリス生体認識モジュールは電源を備え、

アイリス撮影アセンブリと、このアイリス撮影アセンブリと通信するアイリス撮影部制御モジュールと、は前記電源から電力を供給される、

請求項25ないし27のいずれか1項に記載のドアロックアセンブリ。

【請求項29】

枢動支持部と、

前記枢動支持部と枢動可能に連結された電気モータと、

を備え、

前記アイリス生体認識モジュールは、前記枢動支持部により支持される、

請求項28記載のドアロックアセンブリ。

【請求項30】

前記アイリス撮影アセンブリは、

赤外照明部と、この赤外照明部に隣接する狭視野撮影部と、を備えた、

請求項28記載のドアロックアセンブリ。

【請求項31】

前記アイリス撮影アセンブリは、

前記赤外照明部と前記狭視野撮影部との間に配設されたバッフルを備えた、

請求項30記載のドアロックアセンブリ。

【請求項32】

前記筐体に支持された顔撮影アセンブリ、

をさらに備え、

前記顔撮影アセンブリは、

広視野撮影部と、前記広視野撮影部に隣接する赤外照明部とを備えた、

請求項28記載のドアロックアセンブリ。

【請求項33】

10

20

30

40

50

前記筐体に支持された電源、

をさらに備え、

前記電源は、

前記ドアロック機構および前記アイリス生体認識モジュールと動作可能に接続された、
請求項2 5記載のドアロックアセンブリ。

【請求項34】

前記筐体に支持されたハンドル、

をさらに備え、

前記ハンドルは、前記ドアロック機構に動作可能に接続された、

請求項2 5、2 6、2 7、2 9、3 0、3 1、3 2、3 3のいずれか1項に記載のドア 10
ロックアセンブリ。

【請求項35】

ドアロックアセンブリにより実行される、アイリス生体認識に応じたドアロックの動作方法であって、

被験体が前記ドアロックに近づいてくることを検出するステップであって、前記被験体が前記ドアロックに近づいてくる間に、

前記被験体の顔の位置を決定するよう顔撮影アセンブリを動作させるステップと、
前記被験体の眼のアイリスを照明する照明部を駆動し、

迅速に連続して複数のアイリス画像を撮影するようアイリス撮影アセンブリを動作させるステップであって、前記照明部は前記アイリス撮影アセンブリのフレームレートと同期して前記アイリスの照明を変化させるように動作され、前記複数のアイリス画像のそれぞれのアイリス画像は前記被験体の前記アイリスの部分を少なくとも描出したものであるステップと、 20

前記複数のアイリス画像からアイリス画像を選択するステップと、

前記選択されたアイリス画像の少なくとも一部分と参照画像との比較結果に応じて前記ドアロックを動作させるステップと、

を有し、 30

さらに、

焦点スイープ技術を用いて、前記照明部のパルス照明と前記撮影部のアイリス画像撮影とを実質的に同期させるステップを有する方法。

【請求項36】

前記顔撮影アセンブリを動作させるステップは、

前記顔撮影アセンブリの赤外照明部を動作させるステップと、

前記顔撮影アセンブリの広視野撮影部を動作させるステップと、

を有する、

請求項3 5記載の方法。

【請求項37】 40

前記アイリス撮影アセンブリを動作させるステップは、

前記アイリス撮影アセンブリの複数の赤外照明部の動作と、前記アイリス撮影アセンブリのアイリス撮影部の動作と、を連係させるステップである、

請求項3 5記載の方法。

【請求項38】

前記ドアロックから少なくとも約45cm離れた範囲で前記被験体が検出されたことに応じて前記顔撮影アセンブリを動作させるステップをさらに有する、

請求項3 5記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】 50

【0001】**関連出願の相互参照**

本出願は、出願日2013年10月8日の米国仮特許出願第61/888,130を基礎として、この出願から優先の利益を享受する。本出願は、この出願を参照することで、同出願の内容の全てを含む。

【背景技術】**【0002】**

多くの従来の虹彩（アイリス）認識ベースの生体認識デバイスは、アイリス生体解析の要求を満たすよう、アイリス画像撮影に対して厳しい条件を課す。たとえば、多くの従来のデバイスは、明瞭で正面から見込んだアイリス画像しか利用できない。

10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

従来のデバイスでは、この種の画像を取得するために、被験体は一般に、静止していなければならぬとともにアイリス画像撮影デバイスの非常に近くに位置していなければならぬ。

【課題を解決するための手段】**【0004】**

本発明の一実施形態に係る虹彩生体認識モジュールは、上述した課題を解決するために、基台と、前記基台に支持されたアイリス撮影アセンブリと、前記基台に支持されるとともに前記アイリス撮影アセンブリと電気通信するプロセッサと、前記基台に支持されるとともに前記プロセッサにより読み取り可能な非一時的な記憶媒体を備えたものである。記憶媒体には、前記プロセッサによって実行可能な複数の命令であって、自機に：前記アイリス撮影アセンブリによって、自機から少なくとも約45cm離れた領域を含む捕捉区域で検出された被験体の目のアイリスの部分を少なくとも描出するアイリス画像を撮影し；前記プロセッサによって、前記撮影したアイリス画像を示すデータと参照アイリスデータとを比較し；前記プロセッサによって、前記撮影したアイリス画像を示す前記データと前記参照アイリスデータとの前記比較結果にもとづいて、アイリス一致判定結果を示す信号を出力する；動作をさせるための複数の命令が記憶される。

20

【0005】

30

本開示は、図面とともに例として示すものであって何らの限定をするものではない。図面は、それぞれ単独あるいは複数の組合せによって、1以上の実施形態を例示する。図面で例示したエレメントは、正確な寸法で描かれているとは限らない。同一または類似のエレメントには、図面間で同一符号を繰り返し付す場合がある。

【図面の簡単な説明】**【0006】**

【図1】プリプロセッサを含む生体アイリスマッチング用アイリスプロセッサの少なくとも1つの実施形態を示す簡略的なプロック図。

【図2】図1に示すアイリスプロセッサのプリプロセッサの少なくとも1つの実施形態を示す簡略的なプロック図。

40

【図3A】瞳孔とアイリスの強度に対するカメラ照明の効果を示す簡略的なプロットグラフ。

【図3B】図2に示すプリプロセッサの動作結果を示す図。

【図3C】代替画像を用いて図2に示すプリプロセッサの他の動作結果を示す図。

【図3D】さらなる代替画像を用いて図2に示すプリプロセッサのさらなる他の動作結果を示す図。

【図4A】図1に示すアイリスプロセッサにより実行され得るエッジ検出方法の少なくとも1つの実施形態を示す簡略的なフロー図。

【図4B】瞳孔輪郭曲線候補の一例を示す簡略図。

【図4C】図1に示すアイリスプロセッサにより実行され得る角膜歪み補正方法の少なく

50

とも 1 つの実施形態を示す簡略的なフロー図。

【図 4 D】縮小補正の結果を示す簡略図。

【図 5】コード化プロセッサの少なくとも 1 つの実施形態を示す簡略的なブロック図。

【図 6】多重分解能アイリスコードの少なくとも 1 つの実施形態の一例を示す簡略図。

【図 7】マッチングプロセッサの少なくとも 1 つの実施形態を示す簡略的なブロック図。

【図 8】図 7 に示すマッチングプロセッサにより実行され得るアイリスコードマッチング処理の少なくとも 1 つの実施形態の一例を示す簡略図。

【図 9】アイリスコードの流動場(流れ場)を推定するための粗密アルゴリズムの概略的な説明図。

【図 10】2 つのアイリスコード間の流動場の推定方法の少なくとも 1 つの実施形態を説明するための簡略的なフロー図。 10

【図 11】2 つのアイリスコード間の流動場の推定方法の少なくとも 1 つの実施形態を説明するための簡略的なフロー図。

【図 12】図 1 に示すアイリスプロセッサを実現するコンピュータシステムの少なくとも 1 つの実施形態の概略図。

【図 13】ある動作シナリオ例における図 1 に示すアイリスプロセッサの少なくとも 1 つの実施形態を示す図。

【図 14】ある動作環境例における、アイリス生体認識対応のアクセス制御アセンブリの少なくとも 1 つの実施形態の簡略外観図。

【図 15】アイリス生体認識モジュールの少なくとも 1 つの実施形態を含み、アクセス制御構造の切り捨て部分との関係を示す、図 14 に示すアクセス制御アセンブリの簡略的な分解斜視図。 20

【図 16】図 15 に示すアイリス生体認識モジュールの簡略的な組み立て斜視図。

【図 17】図 16 に示すアイリス生体認識モジュールの分解斜視図。

【図 18】図 14 に示すアクセス制御アセンブリの環境下における、アイリス生体認識モジュールとアクセス制御モジュールの構成要素を示す概略図。

【図 19】図 14 に示すアクセス制御アセンブリの 1 以上の構成要素により実行され得るアイリス生体認識対応のアクセス制御方法の少なくとも 1 つの実施形態を示す簡略的なフロー図。

【図 20】アイリス生体認識モジュールを含むシステムの少なくとも 1 つの実施形態を示す簡略的なブロック図。 30

【発明を実施するための形態】

【0007】

本開示の概念は様々な変更や置き換えが可能である。以下、図面を参照して実施の形態について詳細に説明する。本開示は、発明の範囲を限定することを意図したものではなく、むしろ、本開示と添付の請求項に矛盾しない変更や均等物、置換物の全てをカバーすることを意図している。

【0008】

図 1 - 13 は、2013 年 12 月 9 日出願の米国特許出願第 14/100,615 に開示された主題に関連する。本出願は、この出願を参照することで、同出願の内容の全てを含む。 40

【0009】

図 1 は、本発明の実施形態に係る生体アイリスマッチング用のアイリスプロセッサ 100 のブロック図である。アイリスプロセッサ 100 は、プリプロセッサ 102、コード化プロセッサ 104 およびマッチングプロセッサ 106 を含む。アイリスプロセッサ 100 は、入力としてたとえば入力画像 101 を受け、一致アイリス 108 をリモートまたはローカルのデータベースから出力する。当業者であれば、このデータベースは、インターネット接続を介して直接にアクセスされる「クラウド」サービスなどでもよいことは自明である。プリプロセッサ 102、コード化プロセッサ 104 およびマッチングプロセッサ 106 は、単一のデバイス上で実行されてもよいし、アイリスプロセッサ 100 を囲む破線

で示すように、異なるデバイス、サーバ、クラウドサービスなどで実行されてもよい。アイリスプロセッサ 100 はモジュールであってもよく、各プロセッサはたとえば単一のデバイスまたは複数のデバイスで実行され、あるいはクラウド上のサービスとして実行されてもよい。たとえばプリプロセッサ 102、コード化プロセッサ 104 およびマッチングプロセッサ 106 のいずれの構成要素も、互いに独立に実行されあるいは互いに独立に利用される。

【0010】

本発明の一実施形態によれば、入力画像 101 は赤外線画像であり、アイリスプロセッサ 100 に接続された赤外線撮影デバイス（図 1 に図示せず）によって撮影される。赤外線撮影デバイスとしては、当業者に知られているあらゆる種類の赤外線撮影デバイスを用いることができる。他の例としては、入力画像 101 は、赤、緑、青（RGB）画像などであってもよい。入力画像 101 には、少なくとも部分的に視認可能なアイリスと瞳孔をもつ目が含まれ、アイリスプロセッサ 100 は、この目と、ローカルまたはリモートの目画像のデータベース内の目画像のアイリスとの照合を試みる。一実施形態によれば、アイリスは、2つのコード化されたアイリス画像間のハミング距離にもとづいて照合される。

【0011】

最初に、入力画像 101 はプリプロセッサ 102 によって処理される。プリプロセッサ 102 は、入力画像 101 中のアイリスを分割して正規化する。入力画像 101 では、アイリス / 瞳孔およびアイリス / 強膜の様々なコントラストや、小さい開眼領域のほか、アイリスが正面に向いていない場合もある。プリプロセッサ 102 による処理の結果、明確に描かれたアイリス境界線と、擬似的に正面を向くよう合成された修正アイリス画像が得られる。たとえば、入力画像 101 中のアイリスが上下左右に回転している場合、プリプロセッサ 102 は、入力画像 101 のアイリスをあたかも正面に位置するかのように合成する。同様に、入力画像 101 の斜めや回転した瞳孔には、正面に位置した瞳孔が合成される。

【0012】

コード化プロセッサ 104 は、一様とはいえない解像度、線質および焦点の状態などの、入力画像 101 に含まれるアイリスの構造的な情報が、ロバストに表わされるように、所定の空間スケール範囲でプリプロセッサ 102 によって生成されたアイリス画像のアイリス情報を解析し、コード化する。生じるコードの情報量は、入力画像 101 の特性に依存して変わる。コード化プロセッサ 104 によって生成された入力画像 101 を表わすコードによって、空間的な内挿が可能となり、マッチングプロセッサ 106 によるアイリスコード調整が容易となる。

【0013】

コード化プロセッサ 104 から出力されるコードは、マッチングプロセッサ 106 に与えられる。マッチングプロセッサ 106 は、プリプロセッサ 102 によるアイリス画像の正規化の限界を補うために、記憶されたアイリス画像と入力画像 101 から得られたアイリスコードとの間のアイリス構造情報の束縛アクティブアライメントを組込む。マッチングプロセッサ 106 は、コード化プロセッサ 104 によって生成されたコードの推定残留歪みにもとづいて、生成されたコードと記憶されたアイリスコードテンプレートとが一致するようにコードの局所シフト処理またはワーピングを行なうことにより、アライメントを行なう。いくつかの実施形態では、アライメントを行なうために「バレルシフト」アルゴリズムが用いられる。この結果、構造的な対応関係が登録されて、マッチングプロセッサ 106 は、マッチが存在するかどうか判断するためにアライメントしたコードを比較する。マッチが見つかると、マッチングプロセッサは一致アイリスデータ（matched iris data）108 を返す。

【0014】

一致アイリスデータ 108 は、多くの場面に適用する事ができ、たとえば、金融取引における認可に利用されてもよい。プリプロセッサ 102 は、携帯電話、カメラ、タブレットなどのモバイルデバイス上で実行されるアプリケーションであってもよい。モバイルデ

10

20

30

40

50

バイス上のプリプロセッサ 102 は、たとえばデバイスのカメラを使用してユーザの目の画像を撮影し、モバイルデバイス上でプリプロセッシングを行ない、次に、コード化プロセッサ 104 に対してバンドルされ暗号化されたリクエストを送信するとよい。このリクエストは、たとえば金融機関のリモートサーバー上のクラウドサービスを介してアクセスされてもよい。他の実施形態では、モバイルデバイスのアプリケーションにはさらに、コード化プロセッサ 104 を含み、アイリスのコード化をモバイルデバイス上で行なってもよい。いくつかの実施形態では、プリプロセッサ 102 が自動預金受払機 (ATM) と協働し、ユーザのアイリスがスキャンされてプリプロセッサ 102 による処理を経て、ユーザが認証されてもよい。また、プリプロセッサ 102 は ATM のソフトウェアとして存在してもよい。また、サーバに存在するプリプロセッサ 102 でプリプロセッシングを実行するために ATM がカメラで撮影した画像をサーバに与えてもよい。

【0015】

コード化プロセッサ 104 は、マッチングプロセッサ 106 に送信されるアイリスコードを生成する。マッチングプロセッサ 106 は、金融機関のサーバ上でホスト化されてもよいし、あるいは、ユーザのアイリス画像にもとづくユーザ認証を複数の金融機関に利用可能に提供するリモートの第三者のサービスであってもよい。一旦ユーザが認証されれば、金融取引はユーザと金融機関の間で実行されうる。同様に、アイリスプロセッサ 100 は、たとえばソーシャルネットワークやメッセージングサービスなどにサインインする場合など、様々な場面でユーザ認証に利用されうる。

【0016】

アイリスプロセッサ 100 は、たとえばアイリス識別にもとづいてマーケティングデータを収集してターゲットを絞るために用いられてもよい。たとえば、食料雑貨店の消費者を検出し、この消費者のアイリスをローカルまたはリモートのデータベースに記憶させておく。この消費者がこの店か、あるいはこの店と関連のある店であってアイリス情報を共有している店に再び訪れると、アイリス検出と注視トラッキングによって、店は、この消費者がよく買うものは何か、よく閲覧するものは何かなどの消費者のプロファイルを構築することができる。これらのマーケティングプロファイルは、店自身がプロダクトプレイスメントの際に利用してもよいし、あるいはマーケティングデータとして第三者のマーケティングサービスによって利用されてもよい。他の実施形態では、カスタマー・プロファイルは識別情報と一致させることができる。この場合、消費者が使用するウェブサイトがこの店が広告を出しているウェブサイトである場合や、アイリスデータにアクセスできるウェブサイトである場合は、ウェブサイトは消費者を識別して、消費者に的を絞ったマーケティングを行なう。

【0017】

アイリスプロセッサ 100 は、携帯電話デバイスのユーザの認証に用いられて、位置情報データなどと協働して携帯電話デバイスが盗まれたか否かを判定してもよい。この実施形態では、万が一デバイスが盗まれて他人に使用されることを防ぐために、携帯電話デバイスの購入に際して、ユーザのアイリス情報に基づいてデバイスにユーザの識別情報を「刻み込んで」おいてもよい。認可処理は職場や個人的な環境に拡張することもできる。こういった場面では、アイリスプロセッサ 100 は、認可されたユーザまたは検知されたユーザが特定の場所への入場を許可されているか否かを判定するために利用されてもよい。たとえば、情報管理のしっかりした職場環境では、写真をとることは大多数の従業員に対して禁止される一方で、認可された従業員に対してはこの禁止を無効としてカメラ利用を可能にできる。この場合、従業員の携帯型デバイスは従業員の画像を撮影するために用いられ、アイリスプロセッサ 100 は、この従業員が認可されていることを示す従業員プロファイルを抽出するために、従業員のアイリスのマッチングを行なう。

【0018】

医療分野では、アイリスプロセッサ 100 は、薬や器具などの特定の医療資源に近づく人が、これらの資源に近づくことが許されるかどうか判断するために使用されてもよい。アイリスプロセッサ 100 は、この録画装置は、医療用キャビネットに近づく者のビデオ

10

20

30

40

50

を撮影する録画装置と結び付けることができ、この近づく者が医療用キャビネットから医療資源をとることが認められているかを判定することができる。

【0019】

アイリスプロセッサ100は、財源に制限のある小さな会社でセキュリティシステムおよび認証装置として使用されてもよい。電気／機械的な施錠システムにカメラその他の画像撮影デバイスを単に接続するだけで、会社は、ドア、オフィス、地下室などへのアクセスを認可された人に限定することができる。コード化プロセッサ104によって生成されたアイリスコードは、たとえば、航空会社搭乗券を認可するために使用することができる。旅行（航空会社、列車、バスなど）のチケット購入時に、コード化プロセッサ104は、購入者のアイリスコードを生成し、搭乗券に刷り込み用のアイリスコードを保存しておく。旅行者が飛行機、バス、または列車に乗るとき、旅客輸送会社は、搭乗券を提示している旅行者から生成したアイリスコードと搭乗券上のアイリスコードとを一致させるためにマッチングプロセッサ106を起動するとよい。マッチした場合、旅行者はバス、列車または飛行機に乗ることを許可される。

【0020】

図2は、本発明の一実施形態に係るアイリスプロセッサ100のプリプロセッサのプロック図である。プリプロセッサは、入力画像101を受け、修正アイリス画像220を出力する。修正アイリス画像220は、周囲の照明状況、一様ではない照明配置、狭い開眼領域、提示角度（傾斜）などのような制御できない撮影シナリオのために修正する。修正アイリス画像220は、様々な不一致のために修正する。

10

20

【0021】

プリプロセッサ200は、分割部（セグメンテーション部）202および補正部204を含む。分割部202はさらに瞳孔分割部206、アイリス分割部208およびエッジ検出部209を含む。分割部202は、低コントラストな瞳孔とアイリス境界線を正すよう入力画像を修正する。その後、分割部202によって生成された画像は、さらなる補正用の補正部204に与えられる。補正部204は、チルト補正部210および角膜補正部212を含む。分割部202の詳細について後述する。

【0022】

図3Aは、照明配置が異なることにより瞳孔の見え方が変わることを示している。図3Aには、瞳アイリス強度差を、距離の関数（たとえば、1メートルおよび2メートル）、瞳孔サイズの関数（たとえば、2.4mmおよび4.0mm）、およびカメラ／照明間距離の関数（たとえば、6～16cm）として示した。カメラ／照明器間の距離が増加すると、瞳孔-アイリス強度差は減少する。瞳孔のコントラストは、照明器の配置位置の関数および瞳孔直径の関数としても大幅に変化するように、カメラと被験体との距離の関数としても大幅に変化する。距離に応じた変化は、照明器とカメラ軸との角距離が、短い距離（たとえば1m程度）では長い距離に比べて大きいことが原因である。照明器とカメラ軸が接近するほど、網膜で反射した光がより多く瞳孔を通過してカメラのレンズによってとらえられてしまう。これは、通常の写真では赤目の原因となり、赤外線写真では瞳孔が高輝度化する原因となる。典型的な照明器は、2006年1月19日出願の発明者Mateyによる米国特許第7,542,628号明細書の「Method and Apparatus for Providing Strobed Image Capture」、および2009年4月24日出願の発明者Mateyによる米国特許第7,657,127号明細書の「Method and Apparatus for Providing Strobed Image Capture」に記載されている。本出願は、これらの出願を参考することで、これらの出願の内容の全てを含む。

30

40

【0023】

分割部202および補正部204は、ターゲットマークティング、店などの消費者トラッキングで、医療分野で、たとえば使用されてもよい。図2、図3A-3Dを参照して説明するように、たとえば、瞳孔およびアイリス挿入は、人がかかりうる疾病を分析するための診断ツールとして、医療分野でアイリスプロフィルに基づいてプリプロセッサ120によって行なわれてもよい。

50

【0024】

図3Bは、本発明の典型的な実施形態に従って一致するアイリスおよび瞳孔境界の例を示す。いくつかの実施形態によれば、アイリス直径はアイリス分割部208によって正規化される。サイズ正規化は、画像を撮影するカメラのオートフォーカスのセッティングに由来した範囲推定を使用して行なわれる。画像300は、瞳孔分割部206によって計算された瞳孔境界304を示す。その後、瞳孔分割部206は画像300中の瞳孔境界304に人工の暗い瞳孔を挿入する。その後、画像300はアイリス分割部208に与えられてアイリス分割部208によりアイリス境界が計算される。図3Cおよび3Dは、挿入された人工瞳孔およびアイリス境界の例を示す。図3Cにおいて、入力画像320はプリプロセッサ200に与えられる。その後、瞳孔境界領域326を計算するために、入力画像320は瞳孔分割部206によって分けられる。その後、瞳孔セグメンテーションモジュールは瞳孔境界領域326に黒色の人工瞳孔を挿入する。さらに、傾斜したアイリスおよび瞳孔は円となるように曲げられる(ワーピングされる)。瞳孔境界領域326の人工瞳孔の挿入はたとえば、カメラによって捕らえられた画像中の赤い目結果を削除するために使用されてもよい。分割部202は瞳孔とアイリス領域を分けるために使用することができる。また、瞳孔は人工瞳孔の挿入によって赤目が訂正され得る。セグメンテーションとワーピングのこのプロセスはより詳細に後述する。

【0025】

図3Dは同様のプロセスを示すが、画像350に示すようにアイリスが下方に向いている点が異なる。瞳孔境界356は、画像352中のまぶたによって閉塞されるにもかかわらずまだ検知される。瞳孔およびアイリスは両方ともセグメンテーションを支援するよう、円形領域を形成するように曲げられる。瞳孔分割部206は画像352に黒い盤状の人工瞳孔を挿入し、アイリス分割部208に画像352を与える。アイリス分割部208はアイリス境界358を決定する。結局、画像354に示されるように、アイリスと瞳孔の境界は様々な照明状況に応じて修正される。ここで部位360には人工瞳孔が含まれる。いくつかの実施形態によれば、人工瞳孔は必ずしも黒い必要はなく、第三者(サードパーティ)による虹彩認識ソフトウェアとの適合性に応じた別の適切な色でもよい。

【0026】

瞳孔境界(たとえば304、326、356)、およびアイリス境界(アイリス/強膜境界領域、たとえば306、328、358)は、1つの実施形態によれば、ハフ変換を使用して計算される。瞳孔分割部206およびアイリス分割部208は、エッジマップを生成するためにエッジ検出部209を使用してエッジ検出する。エッジマップは、エッジコントラストが低い場合を含め、グレースケールの瞳孔のスケールを変化させるために用いられる。一旦瞳孔分割部206がセグメンテーションされた瞳孔領域を決定して瞳孔輪郭が決定され、瞳孔とアイリスが円形領域を形成するために曲げられたならば、暗い瞳孔の外観をシミュレートするために、セグメンテーションされた瞳孔領域は黒いか暗い盤と取り替えられる。

【0027】

図4Aは、本発明の一実施形態に係るエッジ検出のための方法400を示すフロー図である。方法400は、瞳孔とアイリスの境界を検知するために用いられるエッジ検出部209の動作の一例である。

【0028】

方法はステップ402で始まり、ステップ404に進む。ステップ404では、エッジマップは、目の画像(たとえば入力画像101)から生成される。図4Bの画像420には、明るく照らされたアイリス画像用の典型的なエッジマップを示した。画像422は明るく照らされなかったアイリス画像用のエッジマップであり、不明瞭な瞳孔のエッジは、画像420中のものほど明らかには確認できない。

【0029】

ステップ406では、瞳孔輪郭候補は与えられたエッジマップ用に構築される。ステップ406はサブステップ406Aおよび406Bから成る。サブステップ406Aでは、

図 4 B の画像 420 に示すように、最良フィッティング円から瞳孔輪郭の第 1 候補が作成される。たとえば、エッジ点と重なる円上の点の割合が最も大きいという意味でのエッジマップ中で最大レベルのサポートを受ける円を探す方法として、ハフ変換や R A N S A C (R A N d o m S A m p l e C o n s e n s u s) 法を用いることができる。ステップ 406 B では、瞳孔輪郭の第 2 候補は、図 4 B の画像 422 に示されるような最良の内接円から作成される。当業者であれば、内接円とはエッジ点が 1 つも (あるいは特定の小さい数以上のエッジ点が) 当該円の内側 に位置しないように、エッジマップの領域で描くことができる円であることがわかるだろう。1 つの実施形態によれば、最良の内接円は、瞳孔の領域で見つけることができるような最大の内接円である。その後、方法はステップ 408 に移り、方法 400 は、第 1 候補と第 2 候補からエッジマップのための最良の瞳孔輪郭候補を決定する。1 つの実施形態によれば、ベストマッチは、最良フィッティング円にサポートのレベルを割りあて、このレベルがしきい値より上であれば最良フィッティング円をベストマッチとして選択することにより決定される。最良フィッティング円のサポートのレベルがしきい値未満である場合、最良の内接円がベストマッチとして選択される。

【 0030 】

1 つの実施形態によれば、どの輪郭候補を選択するか決定するために、最良適合輪郭 (円) がエッジ輪郭マップの中でどれくらいよくエッジ輪郭と一致するかに基づいた自動処理が使用される。たとえば、上述の、最もサポートされた円については、候補円の一部となっているエッジ点と角度方向が一致しているエッジ点のみを、エッジ点の部分集合として抽出できる。換言すれば、エッジ点の方向が候補円の推定中心からの方向にほぼ垂直なエッジ点だけが含まれることになる。このプロセスは、円の一部である正確な位置に偶然存在するが実際の円輪郭に対応するものではないエッジ点を考慮対象から除外する。そのような選択されたエッジ点の比率が、円を構成する点の数に対してある特定の割合 (たとえば 20 % など) より大きい場合、その円のサポートのレベルは十分であると考えられ、最良フィッティング円が選択される。選択されたエッジ点によるサポートのレベルがこの閾値未満である場合、最良フィッティング円ではサポートが不十分であると判断されて、かわりに最良内接円が選択される。概して言えば、最良適合輪郭候補は明るい瞳孔画像中の正確な瞳孔セグメンテーションを提供する。図 4 B の画像 420 に示すように、このとき、明るく色付けされた目のエッジマップが最良の内接円 430 および最良フィッティング円 432 で重畳される。その後、ベストマッチな瞳孔輪郭候補が見つかると、方法はステップ 412 で終了する。

【 0031 】

いくつかの実例では、アイリス画像は一連の傾斜した視角条件で撮影される場合がある。この場合、たとえば、図 3 D に示すように、鼻側の注視角度の偏差は 0 から 40 度まで変動する。チルト補正部 210 は、この傾斜 (チルト) に関して画像を修正して、チルトを訂正された画像を生成する。1 つの実施形態によれば、チルトを訂正された画像は、チルトの大きさおよび方向 / 傾斜角の推定または決定をしてから、アイリス画像に対して傾斜した視角を補償するために幾何学的な変換を適用することにより生成されうる。アイリスが平面盤である時に、この変換の最も単純な形式は、アイリスと画像面とのなす角によって引き起こされた縮みを補うように、チルトの方向に画像を引き延ばすことである。そのような異方性ストレッチングは、アフィン変換として数学上表わされる。この幾何学的なチルト補償 (de-titling) をより正確に行なうには、アフィン変換にかえて、平坦な傾斜平面上に画像を表すパターンをより良好に表わす射影変換を用いる。

【 0032 】

補正部 204 にはアイリスプロセッサ 100 の他のコンポーネントと無関係のいくつかの用途がある。たとえば、補正部 204 は、人の目の 1 つ以上のフレームを捕らえることで人の注視を検知するかあるいは人の注視を連続的に追跡するために使用されてもよい。チルト補正部 210 は、たとえば、連続的にユーザのモバイルデバイス上の注視を追跡し、ドキュメントのスクロールやスワイプ処理などに用いられてもよい。このチルト検出は、たとえば、図 1 のマッチングプロセッサ 106 と無関係に、モバイルデバイスのディス

10

20

30

40

50

プレイを利用するか否かの決定に用いられてもよい。

【0033】

いくつかの実施形態では、補正部204は、入力画像101上的人工瞳孔盤を確立するセグメンテーションモジュールに先立って入力画像101を修正する。いくつかの実例では、チルト補正しても、まだアイリスの鼻側の部分の明白な偏心的な瞳圧縮のような歪みが残り、その結果格納されたアイリス画像との生体マッチングが難しくなることがある。歪みは、人間の目の角膜および前眼房の光学的作用によって引き起こされる。これは、アイリスがこれら2つの部位を通して撮影されるためである。これらの2つの構造は同様の屈折率を有するため(前眼房を満たす房水は1.336、角膜は1.376)、これらの光学的作用は、アイリスに接する水で満たされた単一の平凸レンズによる光学的作用とほぼ同じといえる。斜めからそのようなレンズを見込むと、ある領域では圧縮され、ある領域では拡大されて、アイリス画像中に非対称な歪みが生じてしまう。チルト補正部210によって生成されたチルトを訂正された画像は、角膜補正部212に与えられて、上述の角膜の歪みが修正される。

【0034】

図4Cは、本発明の一実施形態に係る角膜の歪補正のための方法440を示すフロー図である。方法440は、エッジ検出部209の動作の典型的な実例である。方法はステップ442で始まり、ステップ444に進む。ステップ444では、チルト補正部210は、カメラの向きに対するアイリスの傾斜角を推定する。チルトは、瞳孔中心を検出し、この瞳孔中心と、アイリス撮影で使用される近赤外線照明器によって引き起こされた角膜内の明るい反射との間の距離を測定することにより荒く推定することができる。当業者に既知のチルト推定の他の方法を使用してもよい。チルト推定のどのような方法もここに代用されうる。

【0035】

方法はステップ446に進み、画像の遠近法の歪み、つまり、アイリスの縮みが修正される。縮みの影響は、撮影画像の当該方向への単純圧縮またはチルトとして近似することができる。したがって、この影響は、チルト推定ステップで導出した方向に単に画像を伸ばすことにより補正することができる。より正確に縮みの影響を捕らえる射影変換を使用すれば、より正確な補正を行なうことができる。

【0036】

最後に、ステップ448では、方法440は傾いた角膜を見ることにより生じた光学歪みの影響を修正する。1つの実施形態によれば、上述の光学歪みのための近似の補正は瞳孔偏心および瞳孔伸びの影響の測定および修正により達成することができる。方法はステップ450で終了する。

【0037】

図4Dの画像460に示すように、チルト推定に基づいて縮みを補正した後、瞳孔は、まだアイリスの中心に対して左へずれて見える。また、瞳孔は、水平方向に延ばされたように見える。これらの結果は角膜の光学的作用によって引き起こされる。角膜補正部212は、この歪みの原因となった光学素子のモデリングを行なうことなく、アイリス輪郭466および瞳孔468が同心円になるようにアイリス領域を非直線的に曲げてこれらの歪みを修正する。角膜補正部212は、spoak470を定義し、各spoakを、合成円形瞳孔輪郭472を同心の円形アイリス／強膜輪郭474に接続する点にマッピングすることで、この非線形の伸縮関数を作成する。spoak470は、非円形の瞳孔輪郭468上の点と、非円形のアイリス／強膜輪郭466の対応する点とを結ぶ。その後、上述の変換は、基礎となる画像460に適用される。このマッピング(適切な補間を伴う)の結果を画像476に示す。瞳孔およびアイリス領域が同心円にシフトした後は、コード化処理は、より正確に行なうことができ、よりよいマッチング結果を得ることができる。

【0038】

上述したように訂正された画像が構築された後、標準的なコントロール条件下で撮影されたアイリス画像に対して適用されうる所望のアイリス生体アルゴリズムを用いてアイリ

10

20

30

40

50

スのコード化およびマッチングを行なうことができる。たとえば Daugman の古典的な方法を適用することが可能である (Daugman, J., "High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 15 (11), pp 1148-1161 (1993))。

【0039】

図5は、本発明の一実施形態に係るコード化プロセッサ500のブロック図である。コード化プロセッサ500は座標部502および抽出部506を含む。座標部502は、レジスターへもたらされるアイリス画像をえることから抽出されたアイリス情報を許可する不变式座標系画像表現のための不变式座標系を構築する。その結果、対応する空間的情報は比較することができる。抽出部506は、2つの目イメージが統計的に独立したパターンを表わすという仮説の強い棄却のサポートのためにアイリス画像から情報を抽出する。コード化プロセッサ500は、他のアイリス画像との正確なマッチングのためにセグメント化して補正したアイリス画像220を準備し、アイリス画像の取得方法に自由度を与える。たとえば、画像サイズと焦点は、距離に応じて変わるとともに、個々のアイリス構造によっても変わり、アイリス構造の空間情報に含まれる照明波長の違いによっても変わる。一般に、アイリスコーディングは、約15～40サイクル/2あるいは1つのサイクル当たり2.5～6ピクセルの間の角周波数に基づく。一実施形態によれば、本願は、コード化プロセッサ500によって生成されたコードにより、アイリス直径当たりおよそ40ピクセルの小ささまでロバストなマッチングを達成している。

【0040】

1つの実施形態によれば、コード化プロセッサ500は、Daugmanのローカルの位相表示の変形を使用する。それは、解析の単一尺度を選ぶことではなく多重分解能コーディング・アプローチを包含する。より低い周波数成分はより低い解像度画像において利用可能なままで、焦点がずらされた画像あるいはそうでなければその画像が墮落した画像の損害を受けやすい。1つの実施形態では、Daugmanのローカルの位相表示の変形は、重要な吸収が生じるかもしれないアイリス画像に対処する場合、有用な濃厚なコーディングを考慮に入れる。上記のロバストな区分化および修正の過程は、様々なアイリス符号化および照合アルゴリズムと共に使用可能な補正済みのアイリス画像を生成するが、一部の状況では標準アルゴリズムの特性を保つ利点がある。Daugman型の位相符号化手法の1つの利点は、アイリス画像の入手可能な全部分を表す符号を生成することである。これは、遮蔽され、さもなければ合致されるべき特定の画像内で入手できない場合があるまばらな局所的特徴を用いる手法とは対照的である。さらに、多重分解能位相手法を使用することにより、既存の位相に基づく表現との符号レベルの互換性を実現する可能性を保つ。多重スケール情報を含むことに加え、作成される符号は、比較前のアイリス符号の整列および局所構造情報の空間的補間の推定を助ける追加情報を含む。

【0041】

図5に示されるように、コード化プロセッサ500は座標部502を含む。座標部502は修正アイリス画像220を極座標のアイリス画像504に転換する。この極座標のアイリス画像504では、瞳孔境界が頂点にあらわれ（生体スキャナの照明器列の正反射に注意する）、アイリス強膜境界領域が最下段にあらわれる。角度寸法は、画像の左で3時から右回りにかわる。また、左から右にかけて、下まぶたから上眼瞼があらわれている。画像504では上眼瞼から瞳孔にむけてまつ毛が伸びていることに注意する。

【0042】

続いて、修正アイリス画像を極座標画像に変換した後、画像504は抽出部506に与えられる。抽出部506は、多重分解能アイリスコード表現520を生成するために、極座標のアイリス画像504をフィルタして副標本をとる。その一例は図6に示される。典型的な実施形態によれば、典型的な具体化によれば、1セットのフィルタされた画像を生成するために、画像504は一連のバンドパスフィルタを通される。図6には、極座標のアイリス画像620がフィルタ621（フィルタ1～5）によってフィルタされてから、フィルタされたバンド600、602、604、606および608（600から608

10

20

30

40

50

に向けて、高周波数がドメインのバンドから低周波がドメインのバンド)を含むアイリスコード 622 が生成される様子の一例を示す。この 5 つのバンドは、アイリスのまわりの 200 のピクセルでサンプリングされた極座標の画像に関して 6 つ、8 つの、12、16 および 24 ピクセルのキャリア周波数のガボールフィルタ(調和解析、ウェーブレット分解およびエッジ検出に使用された線形フィルタ)に相当する。したがって、周波数は、2 当たり 33、25 の、16、12 および 8 サイクルの角度の空間周波数にほぼ相当する。

【0043】

高い方の周波数は、一般的なアイリスマッチングアルゴリズムで使用される周波数に匹敵する。マスク 610 は 2 つのマスクの結合である。1 つのマスク(すべてのバンドに共通)は、入力された極座標アイリス画像 504 の強度解析にもとづき、正反射領域とまぶたとまつ毛の近傍領域をマスクする。もう 1 つのマスクは、ガボールフィルタされた画像の信号強度にもとづき、局所位相測定が不安定な領域をマスクする。アイリスコード 622 に示されるような多重分解能表現は、異なるカメラ - 被験体距離の画像の情報を表現できる。この結果、図 2-4D を参照して説明した傾斜したカメラの視界によって生じる縮みや圧縮と同様に、アイリス画像ごとに、アイリスにおける単位距離あたりのピクセル数が異なることになる。

【0044】

アイリスコード表現 520 の他の重要な特性は、フィルタ特性、空間サンプリング、表現、および量子化の完全記述である。フィルタ特性は、中心周波数、帯域幅、関数の種類(たとえばログガボール)、および配向調整のうちの 1 つまたは複数を含む。空間サンプリングは、フィルタの種類ごとに正規化画像の放射軸および角度軸に沿った間隔の 1 つまたは複数を含み、量子化は、それぞれの値が表わされる数のレベルまたはそれに割り当てられるビット数を明示する。例示的実施形態によれば、アイリスコード表現 520 および例示的アイリスコード 622 は、サブナイキスト空間サンプリングを使用することによる補間を可能にする、歪めることができる符号であり、生成を行うフィルタ 621 内の各フィルタ 1-5 の要件は、正確に補間するのに十分なサンプリングの基準を与える。サブナイキスト空間サンプリングは、Daugman 型の符号化で使用される複素位相成分当たり 1 ビットよりも微細な明度の量子化と組み合わせられる。たとえば、複素位相成分ごとに 4 ビットを使用する場合、これはおよそ位相角の 64 ステップ、従って /32 ラジアンまたは 6 度未満の最大補間誤差に相当する。

【0045】

いくつかの実施形態では、独自の複雑なバンドパスフィルタ出力が量子化なしで格納される場合、量子化されていないアイリスコードをマッチしてもよい。1 つの実施形態では、各々が単位円上で複素数を表わすように、フィルタ出力は大きさを正規化される。データマスクは遮蔽および局所的な複素振幅にもとづいて生成される。Daugman アイリスコードの標準ハミング距離手段の最も類似のマッチ測定は、位相差ヒストグラムにもとづく。このヒストグラムは、比較対象となる 2 つのコードの位相ベクトル間の角度を計算するとともに(図 6 参照)、- から までの位相差のヒストグラム(有効なデータマスク処理にさらされる)をコンパイルすることにより、構築される。これらの位相差は、コードが同じ目を表わす場合は小さく、コードが統計的に独立した目を表わす場合は多かれ少なかれ一様に分散する。

【0046】

そのような 2 つのヒストグラムの一例を図 7 に示す。左側のヒストグラムは偽マッチ、および右側のヒストグラムは本物のマッチにそれぞれ対応する。予想通りに、本物の分布は、絶対値で /2 より大きな位相差値の割合は小さく、ゼロ移相シフトのまわりにしっかりと集中している。対照的に、偽ヒストグラムは多くの大きな位相差を示すとともに、ゼロ値の周囲への明らかな集中は認められない。/2 より大きな値の割合は、望まれるのであれば、たとえば Daugman コードハミング距離の挙動に非常によく似たマッチ統計量の生成に利用することができる。しかしながら、偽の分布を区別するために中央集

10

20

30

40

50

中度と分布度を測定する方法には、以下で説明する通り他にも多くの方法がある。さらに、偽および本物のヒストグラムを含む十分なトレーニングセットを得ることができれば、判別分析、サポートベクターマシン、ニューラルネット、あるいはあるクラスのデータのための最適決定手続きを構築するロジスティック回帰などの、統計分類法または機械学習に有用である。

【0047】

位相差ヒストグラム、およびその先端部のまわりの分散の代表値の測定は、位相差がアンダルで、したがって、ヒストグラムがそうであるという事実が閉鎖式循環を上に分配したことを見入れる。通常、中間、また、分散は測定する（あるいは高次モーメント、場合、必要）正確に角度データのための所望性状を表わさない。フォンミーゼス分布は、過ヨウ素酸ドメイン上に分配されたデータの特性を推定する、よく特徴づけられた方法を提供する。フォンミーゼス平均は、分布の集中の推定中心、集中度合いのパラメータ、広がりの推定を与える。位相差がユニット複素数として表わされる場合、両方の量は容易に計算することができる。この場合、平均の推定値は、単に複素数の試料平均に対応する角度である。また、集中パラメータは、単純に試料平均の複素数の大きさと関係がある。

10

【0048】

別の実施形態によれば、データは円調和を計算するためにフーリエ級数展開を使用することにより、周期的なドメインに関して分析される。フォンミーゼスパラメータのように、相対的な大きさが低オーダーの円調和は、データの集中の程度に関する情報を与える。円調和を使用するヒストグラムデータの変換は、決定手順を構築する学習手法の使用に先立って有益である。

20

【0049】

位相差ヒストグラムは、2つのコード間のマッチレベルの解析を支援するものの、2つのコードの比較に関連する情報のすべてを表わすとは限らない。位相差値が絶対位相の関数として変わる場合、たとえ強い関係があつてもヒストグラムは低濃度（つまり、広範囲の分散）を示す。1つの実施形態によれば、相互情報量あるいは他の条件つきエントロピー性状はこの問題を防ぐために使用される。それは、別の確率変数の値についての1つの確率変数を与えられた知識のエントロピーのリダクションを測定する。変数に相関がなくても、このより完全な特徴づけによって関連性を検知することができる。

30

【0050】

位相差ヒストグラムのもう1つの制限は、ヒストグラムが全体統計なので空間情報を完全に抑制することである。しかし、位相差の局所的若しくはパッチ式の均一性または他の検出可能な関連性も符号が無関係ではないと結論付けるには十分である。この局所的解析は、局所的ヒストグラム解析、相互情報量、または空間相関解析を使用して実現することができる。

【0051】

図7は、本発明の例示的な実施形態に係るマッチングプロセッサ700のブロック図である。マッチングプロセッサ106は、アラインメント部702およびフロー推定部704を含む。例示的実施形態によれば、図5に示すコード化プロセッサ500によって生成されるアイリスコード520が、アラインメント部702に結合される。アラインメント部702は、以下に記載する照合アルゴリズムに基づきアイリスコード520に対して様々な整列を行う。アラインメント部702は、アイリスコード520をフロー推定部704にさらに結合し、マッチング（照合）を支援するための推定流動ベクトルを生成する。アラインメント部702は、アイリスコード520をデータベース708のアイリスコード706と比較して合致の有無を判定する。合致（マッチング）がない場合、データベース708からのさらに多くのアイリスコードがアイリスコード520と比較される。合致スコア（マッチスコア）を求め、合致スコアが所定の閾値を満たしましたはそれを下回る場合は合致がある。例示的実施形態によれば、合致スコアとしてハミング距離が使用される。最終的に、合致したアイリスデータ108がマッチングプロセッサ700によって返される。他的一部の実施形態によれば、未知のアイリスコード520および記憶されている

40

50

アイリスコード 706 から得られる情報に対して流動推定が適用される。この情報は、それ自体がアイリスコード 520 の一部でもそうでなくても良い。結果として生じるフロー推定部 704 からの流動場を使用して修正済みアイリスコードを生成し、マッチングプロセッサ 700 がこの修正済みアイリスコードを参照アイリスコードと照合してマッチスコア 720 を生成する。

【0052】

2 値のコンテキストの中で、つまり、アイリスコードの比較では、2 つの二値画像間で異なるビット数を計算するための XOR 演算に基づく二値距離をハミング距離が表す。例示的実施形態によれば、アラインメント部 702 がアイリスコードに対して Dawn バレルシフトを行い、即ち比較されているアイリスコード間の最良合致を与えるアイリスコードの循環を見つける。一実施形態では、マッチングプロセッサ 700 が使用する照合アルゴリズムが、バレルシフト位置の組ごとのハミング距離 (HD) を使用し、最も低いハミング距離をその符号の対のスコアとして取る修正済みアルゴリズムである。スコアが（符号によって表わされる統計的な自由度の推定数に基づいて調節することができる）何らかの閾値を下回る場合、未知の符号が合致と見なされる。HD が閾値を上回る場合、未知の符号が偽物とラベル付けされる。一実施形態では、閾値がアイリスコードの構造の詳細および合致シナリオの統計的要件によって決まる。

【0053】

アラインメント部 702 が使用する修正済みアルゴリズムは、比較されているアイリスコードをバレルシフトし、さらにアイリスコードを互いに局所的に整列して、補正されていない光学的歪みまたはアイリスの膨脹および収縮の複雑さに起因するアイリス画像の正規化における不正確さを補償する。アラインメント部 702 が行う局所的整列機能は、アイリスの全体にわたって均一ではない入力アイリス画像内の歪みを補償できるようにする。この機能は、コード（符号）の局所領域をシフトして、それらの領域を参照コードの対応する領域とより正確に整列させることによって達成される。しかしながら、非常に狭い推定領域を使用してこの処理を実行する場合、事実上どんなアイリスコードも他の任意のアイリスコードに合致させることができ、それにより誤った合致が作り出されることになる。推定流動場に対して適切な平滑度条件を課すことによって、この誤ったマッチングの問題を回避することができる。たとえば、比較的広い推定領域を使用して局所変換推定を行うことによって流動場を推定する場合、局所流動推定がこの比較的広い領域にわたる平均運動を表す。

【0054】

かかる領域が重複し、付近の位置の流動ベクトルを計算するために使用する領域がほぼ同じ内容を含む場合、変位推定は位置と共に徐々に変化し、誤ったマッチングが防がれる。あるいは、狭い推定領域を用いて行った局所変位推定を空間フィルタリングによって平滑化し、局所変位の急激な変化をなくすことができる。さらなる代替策として、次数の低い多項式級数や打切りフーリエ級数等の大域パラメトリック表現を使用することができ、このパラメトリック表現のパラメータは直接推定され、または局所推定に適合される。かかるパラメトリック表現は、局所シフトにおける急激過ぎる変化が生じるのを防ぐ固有の平滑特性を有する。各アイリスコードは複数の周波数帯を含むので、アラインメント部 702 は、たとえばアイリスコード 520 とアイリスコード 706 との比較ごとに複数の合致スコアを更に生成する。

【0055】

図 8 は、本発明の一実施形態に係るマッチングプロセッサ 700 によって行われるアイリスコードのマッチング処理を示す図である。標準的なアイリスコードのマッチングと同じく、照合しようとする第 1 のコード 800 および第 2 のコード 802 は、角座標および正規化された動径座標から成る、修正された（たとえば偏光された）アイリス画像の座標系上の値として表される。局所変位関数または流動場が図 7 のマッチング機器のフロー推定部 704 によって計算され、幾らかの平滑度またはパラメトリック拘束を条件として、第 1 のアイリスコード 800 内の構造を第 2 のコード 802 内の対応する構造に最も上手

10

20

30

40

50

く整列させるアラインメント部 702 に結合される。この流動場推定は、標準的なバ렐シフト整列の効果を含むことができ、または別のステップとして実行可能なバ렐シフト整列の効果を含み得る。この流動場内のベクトルは、第1のコード 800 内の画像構造が第2のコード 802 内の構造に最も良く合致する正規化画像座標系内の変位をそれぞれ明示する。

【0056】

第1のアイリスコード 800 内の各帯を、この変位関数を用いて変換して整列アイリスコードを生成し、この整列アイリスコードと第2のコード 802 の対応する帯との間のハミング距離を計算する。平滑であるように変換が制約されるので、以下で説明するように、偽物符号が真正符号に変換されることはない。

10

【0057】

フロー推定部 704 は、流動場を低減された分解能でアイリスコードごとに計算し、流動場を平滑に補間して最終推定を生成する。一実施形態によれば、フロー推定部 704 が、ピラミッドに基づく粗から微への流動推定技法を使用するが、他の技法を代わりに使用しても良い。アラインメント部 702 は、第1のアイリスコード 800 および第2のアイリスコード 802 のそれぞれの1つの帯の中に小さな局所シフトを取り入れる。局所シフトは角度方向にあり、全ての半径方向位置において等しい。変位シフトも角度方向に平滑に変化する。この時点でハミング距離を計算すると、非合致という結果になる。たとえば Daugman 型のマッチングアルゴリズムを使用する場合、33 を上回るハミング距離は非合致を意味する。フロー推定部 704 は、粗から微へのアルゴリズムを使用して、コード 800 とコード 802 との間の流動場を符号の低分解能帯から推定する。

20

【0058】

次いで、アラインメント部 702 が推定流動場の分だけコード 800 を歪ませ、高信頼度の合致を示唆する大幅に低減されたハミング距離をもたらす。Daugman 型の照合器では、ハミング距離 < .3 は高信頼度の合致を意味する。高信頼度の合致と見なされる様々なハミング距離値に様々な合致が対応し得ることを当業者なら理解されよう。別の実施形態によれば、マッチングプロセッサ 700 は、比較される符号の位相角に基づく相互情報量測度、並びに位相角の局所的な違いに基づく測度を使用することにより、2つのアイリスコードを照合することができる。

30

【0059】

図9は、本発明の一実施形態に係るアイリスコードの流動場（流れ場）を推定するための上述の粗から微へのアルゴリズムを説明するための図である。図9に示すように、粗から微への修正は、入力画像 900 および 902 のそれぞれについて、本質的にはバンドパスフィルタされた 904 - 1 ~ 904N および 906 - 1 ~ 906 - N の集合である「ピラミッド」構造に対して、動作する。

【0060】

最も低い周波数帯 904 - 1 および 906 - 1 から開始し、ピラミッド内の各レベルにおいて前のレベルで推定した変位 908 - 1 から 908 - N を使用して現在のレベルの画像を歪ませ、次いで歪ませたレベルと他の画像内の対応するピラミッドレベルとの間の残差に基づいて増分変位を計算する。最高レベルに到達し、結果が最終推定流動場 910 であるまで、このプロセスは継続する。

40

【0061】

多重分解能アイリスコードそれ自体が、アラインメントが望まれる画像のバンドパスフィルタされたものの集合であるので、1つの実施形態によれば、アラインメント部 702 は、これらのバンド自体を、アラインメントプロセスを推し進めるために使用してもよい。この結果、真に「自己整列」したアイリスコードが生成される。このアプローチでは、多重分解能アイリスコード構造の一部として追加のアラインメントデータを格納する必要はない。

【0062】

図10は、本発明の一実施形態に係る2つのアイリスコード間の流動場（流れ場）を推

50

定する方法 1000 を示すフロー図である。この方法はフロー推定部 704 の具体化である。方法はステップ 1002 で始まり、ステップ 1004 に進む。

【0063】

ステップ 1004 において、フロー推定部 704 は、帯域フィルタを用い、第 1 の入力画像（すなわち第 1 のアイリスコード）から第 1 の複数の画像、第 2 の入力画像（すなわちマッチング対象の第 2 のアイリスコード）から第 2 の複数の画像を生成する。第 1 の複数の画像および第 2 の複数の画像は、低周波帯から高周波帯におよび画像を含む。

【0064】

続いてステップ 1006 に進み、ステップ 1006 では、フロー推定部 704 は、処理されていない、すなわち前の流動場推定がない、最も低い周波数帯の第 1 の複数の画像から画像を選択する。ステップ 1008 において、フロー推定部 704 は、第 1 の複数の画像と第 2 の複数の画像との間で、低周波帯内の流動場が推定されているか否かを判定する。低周波帯内の流動場が推定されている場合は、ステップ 1010 に進み、低周波帯の流動場推定を使用して被選択画像を歪ませる。低周波帯内の流動場推定が推定されていない場合は、ステップ 1012 に進み、歪められた画像と第 2 の複数の画像からの同じ周波数帯にある第 2 の画像との間の残差にもとづいて、フロー推定部 704 が流動場を推定する。

10

【0065】

続いてステップ 1014 に進む。ステップ 1014 において、フロー推定部 704 は、全ての周波数帯が処理されているかどうかを判定する。処理されていない場合はステップ 1006 に戻り、全ての周波数帯が処理されるまで次に高い周波数帯を処理する。全ての周波数帯を処理する（すなわち低周波の流動場推定によって歪ませる）と、この方法は、最後の流動場推定をマッチングプロセッサ 700 に返すステップ 1016 に進む。この方法はステップ 1018 で終了する。

20

【0066】

図 11 は、本発明の一実施形態に係る 2 つのアイリスコード間の流動場を推定する方法 1100 を示すフロー図である。この方法はアイリスプロセッサ 100 を具体化したものである。方法はステップ 1102 で始まり、ステップ 1104 に進む。

【0067】

ステップ 1104 で、プリプロセッサ 102 が、目を含む画像を前処理し、瞳孔およびアイリスの境界が修正され、傾斜および角膜歪みが補正された修正済みアイリス画像を生成する。

30

【0068】

次にステップ 1106 に進み、ステップ 1106 において、コード化プロセッサ 104 は、修正済みアイリス画像を多重分解能アイリスコードへと符号化する。アイリスコードは、修正済みアイリス画像の偏光バージョンの多重周波数帯表現を含む。次いでこの方法はステップ 1108 に進み、ステップ 1108 では、多重分解能アイリスコードをデータベース内の 1 組の記憶済みのアイリスコードと比較してアイリスコードがデータベース内に含まれているかどうかを判定し、合致したアイリスに関連するデータを返す。この方法はステップ 1110 で終了する。

40

【0069】

図 12 は、本発明の例示的実施形態に係る、アイリスプロセッサ 100 を実装するためのコンピュータシステムを示す。コンピュータシステム 1200 は、プロセッサ 1202、様々な支援回路 1205、およびメモリ 1204 を含む。コンピュータシステム 1200 は、プロセッサ 1202 と同様の、当技術分野で知られている 1 つまたは複数のマイクロプロセッサを含むことができる。プロセッサ 1202 用の支援回路 1205 は、従来のキャッシュ、電源供給、クロック回路、データレジスタ、入出力インターフェース 1207 等を含む。入出力インターフェース 1207 は、メモリ 1204 に直接結合されても、支援回路 1205 を介して結合されても良い。入出力インターフェース 1207 は、ネットワーク装置、様々な記憶装置、マウス、キーボード、ディスプレイ、映像および音声セ

50

ンサ、可視赤外カメラ等、入力装置および／または出力装置と通信するように構成することができる。

【0070】

メモリ1204またはコンピュータ可読媒体は、プロセッサ1202によって実行されかつ／または使用され得る、非一時的なプロセッサ実行可能命令および／またはデータを記憶する。これらのプロセッサ実行可能命令は、ファームウェア、ソフトウェア等、またはその何らかの組合せを含み得る。メモリ1204内に記憶されるプロセッサ実行可能命令を有するモジュールは、アイリスプロセッサ1206を含む。アイリスプロセッサ1206は、前処理部1208、コード化部1210、およびマッチング部1212をさらに含む。メモリ1204は、データベース1214をさらに含むことができるが、データベース1214は、アイリスプロセッサ1206と同じ物理メモリ1204内になくても良い。データベース1214は、クラウドサービスを介してアイリスプロセッサ1206によって遠隔的にアクセスされても良い。さらにアイリスプロセッサ1206は、メモリ1204上に共同設置することができない幾つかの構成要素を有しても良い。たとえば一部の実施形態では、前処理部1208がコンピュータシステム1200にとってローカルであるのに対し、コード化部1210およびマッチング部1212は、有線または無線ネットワーク経由でクラウドサービスとしてアクセスされ得る。他の例では、マッチング部1212だけがネットワーク経由でアクセスされる。各モジュール間の通信は、データがネットワーク上を移動するとき暗号化され得る。

【0071】

コンピュータシステム1200は、いくつかある既知のプラットフォームの中で特に、OS/2、Java(登録商標)バーチャルマシン、Linux(登録商標)、SOLARIS、UNIX(登録商標)、HPUX、AIX、WINDOWS(登録商標)、WINDOWS(登録商標)95、WINDOWS(登録商標)98、WINDOWS(登録商標)NT、WINDOWS(登録商標)2000、WINDOWS(登録商標)ME、WINDOWS(登録商標)XP、WINDOWS(登録商標)SERVER、WINDOWS(登録商標)8、Mac OSX、IOS、ANDROID(登録商標)を含み得る、1つまたは複数のオペレーティングシステム1220(概してオペレーティングシステム(OS)と呼ばれる)でプログラムされ得る。オペレーティングシステムの少なくとも一部を、メモリ1204内に配置することができる。

【0072】

メモリ1204は、後述するランダムアクセスメモリ、読み専用メモリ、磁気抵抗読み／書き込みメモリ、光読み／書き込みメモリ、キャッシュメモリ、磁気読み／書き込みメモリ等、並びに後述する信号保持媒体のうちの1つまたは複数を含み得る。

【0073】

コンピュータシステム1200は、たとえば携帯電話やタブレット装置等のモバイル装置とすることができます。モバイル装置はカメラを含み、アイリスプロセッサ1206をアプリケーションとしてメモリ上に記憶しても良い。一部の実施形態では、アイリスプロセッサ1206をオペレーティングシステム1220の一部とすることができます。一部の実施形態では、アイリスプロセッサ1206が独立したプロセッサでも良く、またはプロセッサ1202とは異なるチップ上に記憶されても良い。たとえば、多くの場合にモバイル装置はカメラ処理モジュールおよびアイリスプロセッサ1206を有し、またはアイリスプロセッサ1206の一部がカメラ処理モジュール上にあっても良く、カメラ内の撮影装置はCCDまたはCMOS撮影装置である。一部の例では、幾つかのセンサ、その種のカメラ撮影装置等を含むようにモバイル装置をカスタマイズすることができる。

【0074】

図13は、例示的動作シナリオにあるアイリスプロセッサ100を示す。この事例では、廊下を歩く複数の人物を識別するために、アイリスプロセッサ100を含む顔追跡および可動型／自動焦点式のアイリス捕捉装置の組合せを使用する。本発明の機能を有する装置を使用する場合、捕捉装置は、たとえば廊下の端などに、邪魔にならないに配置するこ

10

20

30

40

50

とができ、一連の表示角をもたらす広範囲の捕捉距離において動作することができる。アイリスバイオメトリクから得た識別情報を人物追跡システムからの追跡情報と組み合わせることによって、アクティブ捕捉領域を通過する各人物に識別情報を関連させる（または識別情報を割り出すことができない）ことが可能である。

【0075】

図14に示すように、アイリス生体認識に対応するアクセス制御センブリ1412は設備1400のアクセス制御構造1416に設置される。実例としてのアクセス制御センブリ1412は、アクセス制御構造1416がドアであるドアロックセンブリとして具体化される。ドア1416は、設備1400に関して進入と退出への障害を提供する、たとえば蝶番のあるドアや、スライドドア、回転ドアなどの任意のタイプのドアとして具体化される。他の実施形態では、アクセス制御構造1416は、たとえばアクセス制御センブリ1412によってセキュリティが高まるコンテナの蓋、あるいはアクセス制御センブリ1412によってセキュリティが高まる引き出しや小部屋として具体化されてもよい。アクセス制御構造1416の動作（たとえば開閉）は、手動あるいは自動（たとえば空気圧や電子制御）で行われる。実例となる設備1400はビルディングあるいはビルディング内の空間として具体化される。他の実施形態では、しかしながら、設備1400は、人または物が少なくとも一時的に待機しうる車両、キャビネット、貯蔵コンテナ（たとえば金庫または貸し金庫など）あるいは他の構造として具体化される。ドア1416はサポート構造1418に支援される。実例となるサポート構造1418は設備1400の壁である。たとえば他の実施形態では、サポート構造1418は、自動車のドアであれば自動車のフレームあるいはシャーシの一部や、コンテナ、ドロアまたはキャビネットの本体でもよい。

10

【0076】

例示的なドアロックセンブリ1412は、それと一体的に、アイリス生体認識モジュール1414を含む。本開示の目的のために必須ではないが、ドアロックセンブリ1412はまた、ハンドル1410を含む。ドアロックセンブリ1412およびアイリス生体認識モジュール1414のさらなる実施形態の詳細は、図15-17を参照して後述する。動作中は、生体認識モジュール1414は、捕捉区域1420内の人間1424の存在を検出する。捕捉領域1420は、生体認識モジュール1414から距離D1のところに位置し、幅W1幅、高さH1高さの物理領域（たとえば、3次元領域）を含む。捕捉領域1420の寸法D1、W1、H1は、少なくとも部分的に生体認識モジュール1414のための構成要素の選択によって定義することができる。たとえば、生体認識モジュール1414に電力を供給するためにより強力な電源を使用すると、距離D1を増加させることができ、またその逆も可能である。代替的に又は追加的に、異なる種類の撮影装置、照明装置、または光学系を使用すると、捕捉領域1420の寸法を変えることができる。たとえば、広い視野を有する撮影装置を用いると、捕捉領域1420のサイズを増大可能であり、またその逆も可能である。いくつかの実施形態では、距離D1は、生体認識モジュール1414の位置に対して少なくとも約45-75センチメートルの範囲内である。他の実施形態では、距離D1は45センチメートル以下であり、さらに他の実施形態では生体認識モジュール1414の位置に対して75センチメートル以上である。いくつかの実施形態では、幅W1は、生体認識モジュール1414に対して少なくとも約2フィートから約4フィートの幅（たとえば、生体認識モジュール1414の両側からそれぞれ約1から約2フィートの幅など）である。他の実施形態では幅W1は4フィート以上であり、さらに他の実施形態では幅W1は2フィート以下である。

20

30

【0077】

捕捉領域1420はまた、地面（たとえば床）1422の上の垂直方向の高さH1に位置する領域を含む。いくつかの実施形態では、垂直高さH1は、地面1422から少なくとも約3フィートから約7フィートの範囲にある（たとえば、H1の範囲は、子供から大人までの人間の身長の典型的な範囲を含む）。他の実施形態では、垂直高さH1は、地面1422に対して3フィート以下である。さらに他の実施形態では、垂直高さH1は、接

40

50

地プレーン 1422 に対して 7 フィート以上である。

【0078】

動作中は、以下により詳細に説明されるように、アイリス生体認識モジュール 1414 は、撮影装置（たとえば、1 または複数のデジタルカメラ）を用いて、人間 1444 の顔および目の画像を取得する。顔および目の画像の 1 つまたは複数の特徴量（たとえば、ピクセルサイズ、または画像全体に対する顔または目の描写を構成するピクセル数）にもとづいて、アイリス生体認識モジュール 1414 は、距離 D1 を推定する（これは、動作中は、アイリス生体認識モジュール 1414 から人間 1424 の顔、目、またはアイリスまでの直線距離である）。また、アイリス生体認識モジュール 1414 は、少なくとも 1 つの被写体 1424 のアイリスを含むより狭い視野の捕捉領域 1426 に、撮影装置をフォーカスさせる。アイリス生体認識モジュール 1414 は、たとえば、人間 1424 の身元またはセキュリティ証明書を評価するため、被写体 1424 のアイリスの 1 つまたは複数の画像を撮影し、たとえば上述のアイリス処理方法を用いて撮影されたアイリス画像を処理し、たとえば上述のアイリスマッチング方法を用いて照合処理を実行する。アイリス生体認識モジュール 1414 は、アイリスマッチング動作の結果を示す電気信号（たとえば、人間の被写体 1424 が明確に識別されたか、または必要なセキュリティ証明書を持っているかどうかを示す情報）を出力する。アクセス制御センブリ（たとえば、ドアロックセンブリ）1412 は、アイリス生体認識モジュール 1414 によって出力されたアイリス一致判定（マッチング判定）情報を用いて、アクセス制御デバイス（たとえば、ドア）1416 をロックするか、またはロック解除するかどうかを判定する。他の実施形態では、アイリスマッチング動作およびマッチング決定は、アイリス生体認識モジュール 1414 以外で（たとえば、「クラウド」内のサーバコンピュータ上で）行われる。それらの実施形態では、アイリスの一致判定結果は、マッチング動作を実行するモジュール外装置（たとえばサーバ）から、アイリス生体認識モジュール 1414 および／または別の装置（たとえばドアロックセンブリ）に、通信により戻される。

10

【0079】

図 15 を参照すると、アクセス制御センブリ 1412 のドアロックセンブリの実施形態 1500 が、アクセス制御構造（たとえば、ドア）1416 の切り欠き部分 1526 に関連して、分解図でより詳細に示されている。ドアロックセンブリ 1500 は内側センブリ 1552 および外側センブリ 1510 を含み、これらはそれぞれ、アクセス制御構造 1526 の両側に設置されている。アイリス生体認識モジュール 1414 の一実施形態 1514 は、外側センブリ 1510 によって支持されている。アイリス生体認識モジュール 1514 の構成要素の詳細については、図 16 - 17 を参照して後述する。アイリス生体認識モジュール 1514 は、ガスケット 1516 および関連する締結具（たとえば図示しないねじまたはボルト）によって外側センブリ 1510 に固定されている。図示したガスケット 1516 は、あらゆる種類の環境（たとえば、様々な気象条件、照明条件など）においてアイリス生体認識モジュール 1514 の使用を可能にするための耐候性シールを提供する。

30

【0080】

外側センブリ 1510 は、外側センブリ 1510 の上面に旋回可能に取り付けられているハンドル 1512 を含む。図示したハンドル 1512 は、ピボット形式のハンドルであるが、プッシュハンドル、ノブ、および／またはその他のものを含む、任意の適切な形式のハンドルを用いることができる。本開示の目的のために必須ではないが、図示した外側センブリ 1510 は、たとえば身元確認および／またはアクセス許可目的のための個人識別番号（PIN）などを人間が入力することができるキーパッド 1524 を含む。カバー窓 1518 が外側センブリ 1510 に取り付けられており、その取り付け後にアイリス生体認識モジュール 1514 の上に嵌合される。窓 1518、または窓 1518 のうち少なくともアイリス生体認識モジュール 1514 を覆う部分は、少なくとも赤外スペクトルの電磁放射（たとえば、約 700 nm から約 1 ミクロンの範囲の、可視光スペクトルの赤色端の波長より大きいがマイクロ波の波長より短い波長を有する電磁放射）に対し

40

50

て透明であるプラスチック材料で構成される。たとえば、窓 1518 は、LEXAN(登録商標)のポリカーボネートシートのような熱可塑性ポリカーボネート材料で構成されてもよい。

【0081】

外側アセンブリ 1510 および内側アセンブリ 1552 はそれぞれ、アクセス制御構造 1526 に(たとえば、ねじまたは他の締結具、スナップフィット機構などによって)結合され、かつ支持される。開口部または窓 1542、1544、1546 は、ガスケット 1516、外側アセンブリ 1510、およびアクセス制御構造 1526 にそれぞれ形成されるとともに、アイリス生体認識モジュール 1514 の電気コネクタ(たとえば、電気ケーブル) 1522 が開口部 1542、1544、1546 を通過してドアロックアセンブリ制御基板 1540 と接続することができるよう、互いに整列される。したがって、アイリス生体認識モジュール 1514 によって生成された電気出力信号(たとえば、アイリス一致判定データ信号)は、電気コネクタ 1522 を介して、アイリス生体認識モジュール 1514 からドアロックアセンブリ制御基板 1540 に送信することができる。設置後、アイリス生体認識モジュール 1514 は、開口部 1542、1544、1546 によって形成された空間内に配置される。いくつかの実施形態では、アイリス生体認識モジュール 1514 は、ドアロックアセンブリ 1500 に取り外し可能に結合される(たとえば、ラッチもしくは戻り止め機構、または他の適切な締結具によって保持される)。他の実施形態では、アイリス生体認識モジュール 1514 は、取り外し不可能なように、または些細ではない人間の力または道具の使用によって取り外し可能なように、ドアロックアセンブリ 1500 にしっかりと固定されてもよい。

10

20

【0082】

アクセス制御構造 1526 はまた、その中に画定された開口部 1548、1550 を含む。

ハンドル 1512 は、アクセス制御構造 1526 の開口部 1548 を通してデッドボルト/ラッチアセンブリ 1520 のラッチシャフト 1534 と結合する。ドアラッチ/デッドボルトアセンブリ 1531 は、開口部 1550 内に配置される。ドアラッチ/デッドボルトアセンブリ 1531 は、デッドボルト 1532 およびラッチ 1530 を含む。デッドボルト 1532 およびラッチ 1530 のそれぞれは、ロック位置とアンロック位置との間で移動可能である。内側ハンドル 1513(取り付け後、内側アセンブリ 1552 のハンドル 1512 とは反対側に位置される)もまた、内側アセンブリ 1552 およびラッチシャフト 1534 に結合される。ラッチ 1530 は、たとえば、ハンドル 1512 またはハンドル 1513 のいずれかがドアラッチ/デッドボルトアセンブリ 1531 の本体内の開口部 1523 を通してラッチシャフト 1534 を駆動することによって、手動で作動される。この結果、ラッチ 1530 はアンロック位置からロック位置に(またはその逆に)移動する。

30

【0083】

デッドボルト駆動シャフト 1533 は、ドアロック制御基板 1540 に(たとえば図示しない絶縁配線によって)電気的に接続されているモータ 1536 によって操作される。電源コンパートメント 1537 は、電源 1538(たとえば、市販の NiCad、「AA」または「AAA」電池などの1つまたは複数の電池)を収容可能に構成される。ドアロックアセンブリ 1500 の異なる実施形態では、電源 1538 は取り外し可能または取り外し不能であり得る。

40

【0084】

デッドボルト 1532 は、モータ 1536 がデッドボルト/ラッチアセンブリ 1531 の本体内の開口部 1521 を介してデッドボルト駆動シャフト 1533 を駆動することによって作動され、それによってデッドボルト 1532 をアンロック位置からロック位置に(またはその逆に)移動させる。アイリス生体認識モジュール 1514 とドアロックアセンブリ制御基板 1540 との間の(たとえばコネクタ 1522 による)電気通信リンクにより、デッドボルト駆動シャフト 1533 の動作は、ドアロックアセンブリ制御基板 15

50

40がアイリス生体認識モジュール1514から受信したアイリス一致判定信号に応じて制御することができる。たとえば、図1に戻り、アイリス生体認識モジュール1514が、対象の人間1424のアイリスの画像から導出した「アイリスコード」が参照アイリスコードの集合内のいずれのアイリスコードとも一致しないと判定した場合、ドアロックアセンブリコントローラ1540は、モータ1536を作動させて、デッドbolt駆動シャフト1533を介して、デッドbolt1532をロック位置に移動させることができる。反対に、アイリス生体認識モジュール1514が、対象の人間1424のアイリスコードが参照アイリスコードと一致すると判定した場合、ドアロックアセンブリコントローラ1540は、モータ1536を作動させて、デッドbolt駆動シャフト1533を介して、デッドbolt1532をアンロック位置に移動させる。もちろん、反対の機能は他の実施形態でも実施される。すなわち、ドアロックコントローラ1540は、アイリスの一致が検出された場合にデッドbolt1532がドア(たとえばドア1416)をロックし、アイリスの一致が検出されなかった場合にドア1416をアンロックするように構成されてよい。

10

【0085】

外側アセンブリ1510、アクセス制御構造1526、内側アセンブリ1552などのドアロックアセンブリ1500の構成要素は、その構成要素の対応する機能に応じて適切な材料で作られる(たとえば、プラスチック製、またはラッチ1530およびbolt1532の場合はステンレス鋼または他の金属製など)。ドアロックアセンブリ1500が完全に組み立てられると、アイリス生体認識モジュール1514を含む図15に示す構成要素は、單一デバイスに収容される。この單一デバイスは、アクセス制御構造(たとえばドア)1416、または他の形態の入口/出口制御装置、あるいは他の任意のタイプの装置もしくはシステムなど、アイリス生体認識技術の使用から利益を得ることができるものに設けることができる。

20

【0086】

ここで、アイリス生体認識モジュール1514がより詳細に示された図16-17を参考して説明する。図16に示すように、組み立てられたとき、アイリス生体認識モジュール1514は自己完結型の單一モジュールである。このように、アイリス生体認識モジュール1514は、ドアロックアセンブリだけでなく、アイリス生体認識技術の応用から利益を得ることができる任意の他の種類の装置、装置、物品、またはシステムに組み込むことができる。アイリス生体認識モジュール1514は、アイリス生体認識コントローラ1724が取り付けられた支持台1610を含む。たとえばポスト1612、1613、1614、1616などの多数の支持ポストが(たとえば、対応する数のネジまたは他の留め具1730、1731、1732、1733によって、ただし1733は図示せず)支持台1610に結合されている。支持ポスト1612、1613、1614、1616は、ピボットマウントベース1618に接続されてこれを支持する。

30

【0087】

アイリスイメージアセンブリ1626および顔イメージアセンブリ1628は、ピボットマウントベース1618に結合され、それによって支持されている。いくつかの実施形態では、アイリスイメージアセンブリ1626および顔イメージアセンブリ1628は同じ装置であるか、または1つまたは複数の同じ構成要素(たとえば同じ撮影装置)を利用する。しかし、一実施形態では、アイリスイメージアセンブリ1626および顔イメージアセンブリ1628は、異なる構成要素を利用する別々のアセンブリである。以下により詳細に説明されるように、顔イメージアセンブリ1628は、広視野レンズを取り付けられた顔撮影装置1648を使用して、人間の被写体のデジタル画像、より詳細には被写体の顔および目の画像を撮影する。一方、アイリスイメージアセンブリ1626は、狭視野レンズを取り付けられたアイリス撮影装置1644を使用して、人間の被写体の眼のアイリスのデジタル画像を撮影する。いくつかの実施形態では、顔撮影装置1648とアイリス撮影装置1644の両方が、異なるレンズを装備した、同じタイプのイメージャ(たとえば、Omnivisionモデル番号OV02643-A42Aなど

40

50

のデジタルカメラ)を利用する。たとえば、顔撮影装置1648にはSenviewモデル番号TN01920Bが取り付けられ、アイリス撮影装置1644にはJA HWA Electronics Co. 製のモデル番号JHV-8M-85が取り付けられる。他の実施形態では、アイリス撮影装置1644および顔撮影装置1648の機能を実行するため、(異なるレンズを有する2つのカメラの組み合わせではなく)単一の高解像度イメージヤ(たとえば16+メガピクセルデジタルカメラ)を広視野レンズとともに使用してもよい。

【0088】

図示したアイリスイメージヤアセンブリ1626は、軸1622によってピボットマウントベース1618に旋回可能に連結されている。軸1622は、たとえばピボット溝1620内に着脱自在に取り付けられる。ピボット溝1620は、ピボットマウントベース1618内に画定される。アイリスイメージヤアセンブリ1626の構成要素は、アイリスピボットマウントベース1630に取り付けられている。アイリスピボットマウントベース1630は、軸1622および支持タブ1734に結合されている。支持タブ1734は、ピボットリンク1728によってレバーアーム1726に結合されている。レバーアーム1726は、制御アーム1722に連結されている。制御アーム1722は、モータ1720の出力軸の回転によって駆動される。モータ1720は、たとえば、磁気誘導ブラシレスサーボモータのようなサーボモータ(たとえば、LTAIRモデル番号D03013など)として具現化することができる。モータ1720が動作すると、制御アーム1722が回転し、レバーアーム1726の直線運動を引き起こして、支持タブ1734の直線運動をもたらす。支持タブ1734の直線運動は、ピボット溝1620内で軸1622を回転させる。モータ1720の出力軸の回転方向に応じて、この回転の結果生じるピボット溝1620内の軸1622の回転が、アイリスピボットマウントベース1630をピボットマウントベース1618に対して一方向または他方向に傾斜させる。たとえば、モータ出力軸の時計回りの回転は、アイリスピボットマウントベース1630を顔撮影装置1628に向かって上向きの方向に傾斜させる。その逆も同様である。アイリスピボットマウントベース1630のこのピボット能力は、小さい子供から高い大人までの範囲の潜在的に広く変化する高さの人間の被写体(たとえば、人間の被写体1424)に適応するように、アイリスイメージングアセンブリ1626の位置を機械的に調整することを可能にする。しかしながら、他の実施形態では、アイリスイメージヤアセンブリ1626はピボットマウントベース1618に対して静的であり、高さが大きく異なる人間の被検体のアイリスを検出する能力は他の手段、たとえばソフトウェアによって、またはマウントベース1618に結合されつつ垂直方向に配列された複数のアイリス撮影装置1644の列によって、提供される。

【0089】

アイリスイメージヤアセンブリ1626の構成要素は、アイリス撮影装置1644と、アイリス撮影装置1644上に配置されるかまたはそれを覆うフィルタ1646と、それぞれがアイリス撮影装置1644の近傍、たとえばそれぞれがアイリス撮影装置1644の反対側、に配置された一対のアイリス照明アセンブリ1710、1712と、アイリス照明アセンブリ1710、1712とアイリス撮影装置1644との間にそれぞれ配置された一対のバッフルまたはライトガイド1636、1638と、を含む。図示したアイリス照明アセンブリ1710、1712のそれぞれは、1つまたは複数の赤外線光源、たとえば赤外線発光ダイオード(LED)、を含む。例示的実施形態では、各アイリス照明アセンブリ1710、1712は、「N」個の照明器1711を含み、Nは正の整数である。例示的実施形態では両方のアイリス照明アセンブリ1710、1712についてN=4であるが、必要であれば、またはアイリス生体認識モジュール1514の特定の設計にとって望ましい場合には、Nはアセンブリ1710、1712ごとに異なってもよい。N個の照明器の各組は、追加の光ガイドまたはシールド1714、1716によって境界が定められている。拡散器1632、1634は、それぞれ、アイリス照明アセンブリ1710、1712を覆っている。たとえば、拡散器1632、1634は、シールド17

10

20

30

40

50

14、1716に(たとえば、接着材料によって)それぞれ結合されてもよい。例示的実施形態では、拡散器1632、1634は、照明器1711によって放射される光の固有の不均一性(たとえば、不均一な照明)を補正する。この不均一性は、たとえば、照明器1711内の製造上の不規則性に起因し得る。より高品質の照明器(または異なる種類の照明器)1711が使用される実施形態では、拡散器1632、1634は必要とされないことがある。

【0090】

本開示の目的には特に必要ではないが、図示したアイリスイメージングセンブリ1626は、可視光スペクトルの波長を有する光のエミッタ(たとえば有色光LED)として具現化される一対の視覚的キュ(cue)イルミネータ1640、1642をさらに含む。バッフル1636、1638およびシールド1714、1716は、照明センブリ1710、1712(およびそれに関しては視覚的キュLED1640、1642)によって放射される迷光がアイリス撮影1644の動作に干渉することを防止するように構成される。すなわち、バッフル1636、1638およびシールド1714、1716は、赤外光が照明センブリ1710、1712によって放射されたときに、アイリス撮影装置1644が人間の被写体(たとえば人間の被写体1424)の眼によって反射される放射光のみを確実にキャプチャするのを助ける。さらに、フィルタ1646は、アイリス撮影装置1644のレンズを覆う。フィルタ1646は、さらに、あらゆる外部光がアイリス撮影装置1644のレンズに入るのを阻止する。フィルタ1646は、たとえば、840nmナローバンドフィルタとして具体化されてアイリス撮影装置1644のレンズセンブリに埋め込まれてもよい。他の実施形態では、照明センブリ1710、1712用に選択された照明器の種類に応じて、他の種類のフィルタを使用することができる。言い換えれば、フィルタ1646の選択は、いくつかの実施形態では、照明センブリ1710、1722の種類または構成に依存し得る。

10

20

30

40

【0091】

図示した顔イメージセンサセンブリ1628は、顔撮影装置マウントベース1631を含む。図示した顔撮影装置マウントベース1631は、ピボットマウントベース1618に枢動不能に結合されている。しかしながら、他の実施形態では、顔撮影装置マウントベース1631は、アイリス生体認識モジュール1514の特定の設計によって望まれるまたは必要とされるように、ピボットマウントベース1618に枢動可能に結合されてもよい(たとえば、顔イメージセンブリ1628およびアイリスイメージセンブリ1626は両方ともピボットマウント1630に取り付けられてもよい)。顔イメージセンサセンブリ1628は、顔撮影装置1648と、顔イメージセンサセンブリ1628に隣接して位置する顔照明センブリ1650とを含む。アイリス生体認識モジュール1514が(ドア1416のような)垂直構造に取り付けられたときに、顔イメージセンブリ1628がアイリスイメージセンブリ1626の鉛直方向情報に位置するように、顔イメージセンサセンブリ1628およびアイリスイメージセンブリ1626がピボットマウントベース1618の第1の端部に隣接して配置され、アイリスイメージセンブリ1626が第1の端部と反対側にある他の端部に隣接して配置されるように、顔イメージセンブリ1628およびアイリスイメージセンブリ1626が配置される。

30

40

【0092】

顔撮影装置1648は、ブラケット1633によって顔撮影装置マウントベース1631に固定される。顔照明センブリ1650は、凹形状の照明マウントベース1740に取り付けられた1つまたは複数の赤外光源1649(たとえば、赤外LED)を含む。例示的実施形態では、顔照明センブリ1650は、「N」個の照明器1649を含み、ここで、Nは正の整数(たとえばN=4)である。マウントベース1740の構成は、捕捉区域の所望の部分(たとえば、人間の被検体1424の予想母集団の目の高さの垂直方向の高さH1の範囲)を照明するために、照明器1649を互いに角度をつけて配置することを可能にする。顔照明センブリ1650の照明器1649およびアイリス証明セン

50

プリ 1710、1712 の照明器 1711 はそれぞれ、高出力 840 nm 赤外線エミッタ (たとえば、OSRAM Opto Semiconductors から入手可能なモデル番号 OV02643-A42A) として具現化され得る。

【0093】

図示したアイリス生体認識コントローラ 1724 は、マイクロプロセッサ (たとえば、Freescale Semiconductor から入手可能なモデル番号 MCIMX655EVM10AC) を含む集積回路基板として具体化される。アイリス生体認識コントローラ 1724 は、単独で、またはアイリス生体認識モジュール 1514 の他の構成要素と組み合わせて、顔照明センブリ 1650、顔撮影装置 1648、アイリス照明センブリ 1710、1712、およびアイリス撮影装置 1644 の動作を制御および調整するように構成される。

10

【0094】

図 18 には、アイリスバイオメトリック対応アクセス制御システムの実施形態 1800 が示されている。アイリスバイオメトリック対応アクセス制御システム 1800 は、アイリス生体認識モジュール 1514 の動作中に作成され得る環境 1810 (たとえば、物理的および / または仮想的実行または「ランタイム」環境) のもと (in the context of an environment 1810) で示されている。環境 1810 に示すように、上述のハードウェア構成要素に加えて、アイリス生体認識モジュール 1514 は、それが機械可読な命令、モジュール、データ構造、および / または他の要素として実現されるいくつかのコンピュータプログラム構成要素 1818 を含む。これらの構成要素は、たとえば、制御基板 1724 のメモリ内のコンピュータハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはそれらの組み合わせとして実現することができる。

20

【0095】

アイリス生体認識モジュールのコンピュータプログラム構成要素 1818 は、アイリス画像撮影モジュール 1820 を含む。図示したアイリス画像撮影モジュール 1820 は、顔検出モジュール 1822 と、アイリス検出モジュール 1824 と、顔 / アイリス撮影装置制御モジュール 1826 と、を含む。動作中、顔 / アイリス撮影装置制御モジュール 1826 は、追跡捕捉区域 1802 に入ってくるまたはその中に位置する人間の被写体 1804 のデジタル画像を撮影するため、顔撮影装置制御信号 1842 を顔 / アイリス撮影装置制御 1812 に送信することにより顔 / アイリス撮影装置 1812 (たとえば、顔撮影装置 1648 および / またはアイリス撮影装置 1644) を制御する。いくつかの実施形態において、アイリス生体認識モジュール 1514 は、追跡捕捉区域 1802 内の人間の被写体 1804 を検出することができるモーションセンサを備えていてもよい。これらの実施形態では、顔 / アイリス撮影装置制御モジュール 1826 は、モーションセンサから受信した動き検出信号に応答して、顔 / アイリス撮影装置 1812 の動作を開始させることができる。他の実施形態では、顔 / アイリス撮影装置 1812 の視野内の顔を認識する画像処理ルーチンを使用して、人間の被写体 1804 の存在を検出することができる。上述のように、アイリス生体認識モジュール 1514 は、動いている対象を撮影したアイリス画像、および / またはアイリス撮影装置からたとえば 45 cm よりも離れた距離にある対象から撮影されたアイリス画像を利用することができる。

30

【0096】

図示した顔検出モジュール 1822 は、顔認識アルゴリズム (たとえば OpenCV の FaceRecognizer) を実行して、顔 / アイリス撮影装置 1812 によって (たとえば広視野カメラによって) 撮影された画像が人間の顔を含むかどうかを判定する。顔検出モジュール 1822 が人間の顔を検出した場合、顔検出モジュール 1822 は、顔の位置 1848、たとえばキャプチャされた画像内の検出された顔の境界ボックス座標を返す。顔検出に応答して、顔 / アイリス撮影装置制御モジュール 1826 は、検出された顔のアイリスの画像を取り込むように顔 / アイリス撮影装置 1812 を設定する。これを行うために、図示した顔 / アイリス撮影装置制御モジュール 1826 は、検出された顔の境界ボックス座標にもとづいて、アイリスイメージセンブリ 1626 を傾けるための

40

50

傾斜角度を計算することができる。これは、顔 / アイリス撮影装置 1812 の位置および視野が分かっている場合、顔 / アイリス撮影装置 1812 から検出された顔までの直線距離を概算することによって行うことができる。たとえば、顔 / アイリス撮影装置 1812 の適切な傾斜角は、顔 / アイリス撮影装置 1812 の位置と、検出された顔のバウンディングボックスの上端と下端とを接続して形成される三角形の幾何学的形状から導くことができる。

【0097】

顔 / アイリス撮影装置 1812 の傾斜角が決定されると、求められた顔 / アイリス撮影装置 1812 の傾斜角を達成するよう、顔 / アイリス撮影装置制御モジュール 1826 はモータ 1720 を動作させる。顔 / アイリス撮影装置 1812 が検出された顔に対して適切に位置すると、アイリス検出モジュール 1824 は、目・アイリス検出アルゴリズム（たとえば図 1-13 を参照して上述したアルゴリズム）を実行することによって、人間の顔の上の目の位置を特定してから目のアイリスの位置を特定する。アイリス検出モジュール 1824 からアイリス位置情報 1850 を受けると、顔 / アイリス撮影装置制御モジュール 1826 は、アイリス撮影装置制御信号 1842 を顔 / アイリス撮影装置 1812 に送信することによって、アイリスの画像を取り込むプロセスを開始する。これらのアイリス検出および画像撮影プロセスは、たとえば図 1-13 を参照して上述した技法を使用して実行することができる。

10

【0098】

検出された人物の顔およびアイリスの画像を取り込む際に、アイリス画像撮影モジュール 1820 は、顔 / アイリス照明制御モジュール 1828 と協調して、顔 / アイリス撮影装置 1812 と顔 / アイリス照明器 1818 とを、たとえば同期信号 1852 により同期させるなどして連動させる。顔画像撮影プロセス中、制御モジュール 1826、1828 は、顔照明アセンブリ 1650 の動作を顔撮影装置 1648 による顔画像の撮影と同期させる。これは、周囲の照明条件に関係なく、顔画像の一貫した品質を保証するのに貢献する。言い換れば、顔画像撮影と顔照明アセンブリ 1650 の動作との連動は、可視光ではなく赤外光を使用しているものの、従来のフラッシュ写真撮影に類似している。さらに、アイリス画像を取り込むプロセスの間、制御モジュール 1826、1828 は、アイリス照明器 1816（たとえば、アイリス照明アセンブリ 1710、1712）の動作を、アイリス撮影装置 1644 によるアイリス画像の取り込みと同期させる。被写体 1804 が動いている可能性に対処するために、アイリス撮影装置制御モジュール 1826 は、複数の（たとえば 10-15 以上の）アイリスの画像が迅速に連続して（たとえば毎秒約 5 フレームの範囲のシャッター速度で）撮影される焦点スイープ技術を使用して、アイリス撮影装置 1644 を動作させる。同時に、アイリス照明制御モジュール 1828 は、同じ速度 / 周波数でアイリス照明器 1710、1712 をパルス / ストロボする。これは、周囲の照明条件や、被写体が動いているかどうか、あるいはアイリスに対する視野が妨げられているか歪んでいるかなどにかかわらず、少なくとも 1 つの良質なアイリス画像を確実に得るのに貢献する。言い換れば、アイリス画像撮影とアイリス照明器 1710、1712 の動作との連動は、アイリスの画像がアイリス照明器 1710、1712 によるパルス / ストロボが完了した後ではなく（そしてまた、可視光ではなく赤外線照明器を用いて）パルス / ストロボと同時に撮られることを除いて、伝統的な「赤目軽減」フラッシュ写真撮影に類似している。

20

30

40

【0099】

アイリス画像撮影モジュール 1820 は、結果として得られたアイリス画像 1854 をアイリス画像処理 / マッチング部 1830 に出力するか、利用可能にする。アイリス画像処理 / マッチング部 1830 は、たとえばまぶたとまつげを描写する画像の部分を除去し、拡大された瞳孔を調整し、たとえば図 1-13 を参照して上述した方法で「アイリスコード」を生成して、画像を処理する。アイリス画像処理 / マッチング部 1830 は、処理されたアイリス画像 1854 またはその使用可能な部分またはアイリスコードを、参照画像データ 1836 と比較して、キャプチャされたアイリス画像 1854 のいずれかが参照

50

画像 1836 に格納された画像と一致するかどうか判定する。参照画像データ 1836 は、たとえば登録手順によって事前に取得されたアイリス画像サンプルおよび / または関連データを含む。アイリス画像 1854 が参照画像データ 1836 内の画像のいずれとも一致しない場合、アイリス画像処理 / マッチング部 1830 は登録手順を開始してもよい。すなわち、アイリス生体認識モジュール 1514 は、特定の実施形態のために必要であるかまたは所望であれば、デバイスにおいて直接アイリス画像登録を実行するように構成され得る。これを行うため、アイリス画像処理 / マッチング部 1830 は、収集されたアイリス画像 1862 をアイリス画像登録部 1834 に渡す。登録プロセスを完了するために、図示したアイリス画像登録部 1834 は、1 つまたは複数の参照画像候補 1862 に対して画質解析を実行することができる。画像品質分析が、画像が参照画像としての使用に適していることを示している場合、アイリス画像を参照画像データ 1836 に追加してもよい。画質分析を実行する際に、アイリス画像登録部 1834 は、画像に写っているアイリスの量（たとえば人が目をくらませたりまばたきしたりしていない）、画像の鮮明さ、あるいは画像の中のアーティファクトの数（たとえばまつげの数、鏡面反射光など）、様々な異なる画質要因を分析することができる。

【0100】

アイリス画像処理 / マッチング部 1830 によって実行されるアイリス画像処理およびマッチングの結果として、アイリス生体認識モジュール 1514 は、アイリス一致判定 1856 を出力するか、利用可能にする。アイリス一致判定 1856 は、単純な「ポジティブ」または「ネガティブ」表示として具体化してもよいし、他の情報（一致したアイリス画像に関連する個人識別情報など）を代替的にまたは追加的に含めてもよい。図示したアクセス制御システム 1800 では、アクセス制御部 1832（たとえばドアロックコントローラ 1540）は、たとえばコンピュータプログラムロジックとして符号化されたビジネスロジックを実行して、アクセス制御システム 1800 がアイリス一致判定データ 1856 にどのように応答すべきか、または応答すべきか否かをも、決定する。たとえば、アクセス制御システム 1800 は、（モータ 1536 などの）アクセス制御機構にロック信号またはロック解除信号を送信することができる。代替的にまたは追加的に、アクセス制御部 1832 は他の装置またはシステムに電子通知を発行することができる。たとえば、アクセス制御部 1832 は、建物のセキュリティシステムに警報を送ってもよいし、同じ施設内の他のドアロックアセンブリにロック信号を送信してもよい。また、アクセス制御部 1832 は、アイリス一致判定 1856 に応じて、デバイスの他の特定の電子機能を有効または無効にしてもよい。一例として、アクセス制御部 1832 は、肯定的なアイリス一致結果に応じて、たとえば肯定的なアイリス一致結果に関連付けられた個人プロファイル情報にもとづいて、自動車のドアのロックを解除し、車両インフォテインメント（vehicle infotainment）システムの機能を設定することができる。同様に、アクセス制御部 1832 は、否定的なアイリス一致結果に応じて、金庫、酒の保管庫や冷蔵庫を施錠し、住宅所有者の個人用電子機器（たとえばスマートフォンまたはタブレットコンピュータ）に通知を送信することができる。

【0101】

図 19 には、アイリス生体認識モジュール 1514 の 1 つまたは複数の構成要素によって実行可能な方法 1900 の一例が示されている。方法 1900 は、アイリス生体認識モジュール 1514 および / またはアイリス生体認識モジュール 1514 と通信可能な 1 つもしくは複数の他のシステムもしくはシステムの、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で実現され得るコンピュータ化プログラム、ルーチン、論理および / または命令として具現化され得る。プロック 1910 において、アイリス生体認識モジュール 1514 は、アイリス生体認識モジュール 1514 に接近している人間を検出する。これを行うために、モジュール 1514 は、広視野カメラ（たとえば顔撮影装置 1648）から受信した信号を分析してもよいし、アイリス生体認識モジュール 1514 の捕捉区域を監視しているモーションセンサから受信した信号を分析してもよい。プロック 1912 において、モジュール 1514 は、地面とアイリス生体認識モジュー

10

20

30

40

50

ル 1 5 1 4 に対する接近対象の顔および目の位置を特定する。これを行うために、モジュール 1 9 1 4 は、ブロック 1 9 1 4 において、人間の被写体、より具体的には被検体の顔、が検出される領域を（赤外光で）照明するように顔照明器 1 6 4 9 を制御することができる。

【0102】

被写体（対象）の顔が突き止められると、ブロック 1 9 1 6 において、モジュール 1 5 1 4 は、接近している対象の眼球のアイリスの画像を収集するようにアイリス撮影装置 1 6 4 4 を設定する。上述のように、アイリス撮影装置を設定することは、アイリス撮影装置が取り付けられている台を傾けるようにモータを動作させることを含み得る。代替として、設定は、たとえばレンズフォーカスやアイリス撮影装置の視野を制御するソフトウェアで実行されてもよい。いずれにせよ、ブロック 1 9 1 6 の手順では、アイリス撮影装置を接近する被写体の目（またはより詳細にはアイリス）と位置合わせする。

10

【0103】

いくつかの実施形態では、ブロック 1 9 1 8 において、モジュール 1 5 1 4 は、視覚的キューライト 1 6 4 0、1 6 4 2 を作動させて、対象の注意または視覚的焦点をアイリス生体認識モジュール 1 5 1 4 に向けるよう試みる。視覚的キューライト 1 6 4 0、1 6 4 2 は、通常、被写体の眼をアイリスカメラと一致させるために、被写体の顔が検出されてアイリス撮影装置が設定された（たとえば機械的に位置決めされた）後に起動される。

【0104】

被写体の顔および目が検出されると、アイリス生体認識モジュール 1 5 1 4 はループ 1 9 2 0 に入り、モジュール 1 5 1 4 はアイリス照明器とアイリス撮影装置の動作を連動させ、すばやい連続撮影でアイリスの複数の画像を取得する（たとえば、アイリス撮影装置のフレームレートおよびアイリス照明器の短期間のパルス周波数は連動／同期されている）。より具体的には、ブロック 1 9 2 2 において、モジュール 1 5 1 4 は、アイリス照明器アセンブリに短パルスの高強度赤外光を発生させる。図 1 - 1 3 を参照して上述したように、モジュール 1 5 1 4 のいくつかの実施形態では、所定の信号対雑音（S / N）比を維持するために、ストロボ照射中の照明源の平均放射照度を安全しきい値以下に維持しつつ、ストロボの間に照明源（たとえば照明器 1 7 1 1 ）の光強度を増加させる。実質的に同時に、モジュール 1 5 1 4 は、（たとえば「焦点スイープ」技術を使用して）アイリス撮影装置にパルス照射されたアイリスの一連の画像を撮影させる。すなわち、アイリス画像の撮影は、短い高強度の照射パルスと実質的に一致するようにタイミングがとられ、その結果、対象が動いている場合でも対象に対して「フリーズ」効果が生じる。他の実施形態では、焦点スイープ技術にかえて、たとえば、対象が所定時間静止している場合には目標スポットへのオートフォーカス、または大きな固定焦点領域を提供する固定レンズを使用することができる。

20

30

【0105】

ブロック 1 9 2 6 において、モジュール 1 5 1 4 は、キャプチャされたアイリス画像が登録目的に使用される候補であるかどうかを判定する。アイリス画像が登録に使用される候補である場合、ブロック 1 9 2 8 において、モジュール 1 5 1 4 は、その画像に対してアイリス画像品質分析を実行し、品質分析が成功した場合、アイリス画像の参照データベースを更新する。

40

【0106】

ブロック 1 9 3 0、1 9 3 2、および 1 9 3 4 において、モジュール 1 5 1 4 は、たとえば図 1 - 1 3 を参照して上述した技法に従って、アイリス画像処理およびマッチングを実行する。ブロック 1 9 3 0 において、モジュール 1 5 1 4 は、画像内に描かれたアイリスの画質、サイズ、および／または他の要因にもとづいて、キャプチャされたアイリス画像のサブセットをマッチング用に選択する。ブロック 1 9 3 2 において、モジュール 1 5 1 4 は、（たとえば上述したセグメンテーション技術を使用して）ブロック 1 9 3 0 において選択されたアイリス画像の部分のうちの使用可能部分を識別する。いくつかの実施形態では、アイリス画像の「使用可能部分」はアイリスコードに対応する。ブロック 1 9 3

50

4において、モジュール1514は、ブロック1932において識別されたアイリス画像の使用可能部分を1つまたは複数の参照画像（たとえば参照画像1836）と比較する。ブロック1936において、モジュール1514は、ブロック1934において実行された比較がアイリスの一致をもたらすかどうかを判定する。

【0107】

モジュール1514によって決定される「アイリスの一致（アイリスマッチ）」は、とりわけ、取り込まれたアイリス画像が特定の人物の既知のアイリス画像に対応する確率を表す数値スコアを参照することができる。「アイリスマッチ」パラメータは調整可能であり、たとえばモジュール1514の特定の実装の精度要請（たとえば、既知の対象の個性と一致するとして対象を許容するためのテストがどれほど厳格であるか）にもとづいて設定することができる。図1-13を参照して上述したように、図示したモジュール1514は、撮影されたアイリス画像を表すアイリスコードと参照アイリス画像を表すアイリスコードとの間のハミング距離を計算する。情報理論では、等しい長さの2つの文字列間のハミング距離は、対応する文字が異なる位置の数を表す。換言すれば、ハミング距離は、ある文字列を別の文字列に変換するのに必要な最小置換数、またはある文字列を別の文字列に変換したエラー数を測定している。したがって、たとえばモジュール1514が0.35のハミング距離を使用する場合、それは1:133,000の他人誤認率に対応する。同様に、モジュール1514が0.28のハミング距離を使用するように構成されている場合、他人誤認率は1:10E+11である。

【0108】

モジュール1514がブロック1936においてアイリスが一致すると判定した場合、ブロック1538において、モジュール1514は、肯定的な一致のためのアクセス制御ロジック（たとえばドア1416のロック解除）を開始するために、アクセス制御アセンブリによって使用され得る一致信号を出力する。ブロック1936においてアイリスの一致がないとモジュール1514が判断した場合、モジュール1514は、否定的な一致のためのアクセス制御ロジック（たとえばドア1416のロック）を開始するために、アクセス制御アセンブリによって使用され得る「一致しない」信号を出力する（または信号がないことを一致しない旨の指示として使用することもできる）。

【0109】

（使用場面例）

本開示技術は、ある場所にいる、対象物にアクセスする、施設に入るなどのユーザおよび／または対象が、様々な理由によりその時にその場所で正確に認証、検証、識別、またはバイオメトリック記録されることができれば有益である多数の用途が存在する。これらの実例の多くは、その時には人物が誰であるかをわかっている必要がない。今日まで、これは、バイオメトリック記録を作成することおよび／またはユーザまたは対象を既存のテンプレートに正確に一致させることの面倒な性質のために不可能であった。

【0110】

今日、ある時点におけるある場所での個人の存在をリアルタイムに文書化／記録することは、通常、複数の質疑を介して他の人によって視覚的に識別された個人、および／または個人によって提示されたパスポート、運転免許証、従業員バッジなど（これは検証されている必要がある）などの信用証明書を検査する人、あるいはその場所でその個人のビデオまたは写真を記録する人によって管理されている。これらのアプローチのどれも、完全に正確ではない。信用証明書を検査するプロセスは、提示された信用証明書を検証するにすぎず、これらの信用証明書を保持している人物が実際に信用証明書に記載されている人物であることを検証するものではない。さらに、ビデオや写真は、特定の場所にいる人物の存在を不正確に記録またはごまかすために簡単に操作されてしまう。

【0111】

眼のセーフリミットを超える連続波のストロボ照明を使用するアイリスバイオメトリック収集装置（固定式または移動式電子装置などの別の種類の装置に組み込まれてもよい）を使用してユーザまたは対象の存在を記録可能とする機能は、まさにその人物がその場所

10

20

30

40

50

にいた、アイテムにアクセスした、サービスを使用した、または特定の時間に利益を得たという文書化を許可しうる。眼のセーフリミットを超える連続波のストロボ照明の使用は、すべての照明条件（屋内、屋外、明るい日光、極端な暗さ）で、対象またはユーザが静止していることを必要とせずにバイオメトリック画像の収集を可能にする。既存のバイオメトリックアイリス読み取り装置とは異なり、本開示装置は、装置に最新のデータを維持するために有線および／または無線接続を備えることができる。生体認証を有効にするためにアイリスを使用することは、指紋のように対象に触れることなく身元を決定することを可能にし、他の生体識別モダリティより邪魔にならない。本明細書に開示された実施態様は、秘密裏の動作を含め、協力的または非協力的な被写体についての高品質記録の収集を可能にする。特定の時間にある場所でその人のアイリスを記録することは、その特定の人が特定の場所にいたことの検証可能な証明として利用することができる。関連する位置情報も（たとえば全地球測位システムまたは携帯端末の位置基準のシステムによって）取得することができ、アイリス画像および／または関連情報とともに記憶することができる。本開示のバイオメトリック収集デバイスは、単独で使用されてもよく、または複数レベルの認証が望まれる場合、他の収集および認証技術（たとえばPIN、パターン、異なるバイオメトリック）とあわせて使用されてもよい。

【0112】

特定の時間にその場所への人の存在またはアクセスを記録／記録する機能が動作するイベント、活動または場所の例は以下の通りである：金庫と貸し金庫；遊園地；動物タグ付けおよびトラッキング（家庭内、野外、水中など）；電化製品（冷凍器、オーブン、運動器具）；介護施設；自動預金受払機；自動ゲート制御；素性調査；献血者／赤十字；証券口座；カジノ；現金化業者；子どもデイケア施設；商用出荷設備；観光船；データセンター保管庫；解毒センター；ドキュメント検査アクティビティ；ドライバー車両登録；薬物検査収集場所；娯楽設備（クラブ、劇場、コンサート・ホール、スカイボックス、競技場など）；エンターテイメント・プログラム・アクティビティ；ezパス認可；消防演習；イベントを保守する第1応答者；銃へのアクセス；山小屋；ヘルスクラブ／体育館／鉱泉地；病院；ホテル／モーテル；保険金請求の確認；大規模な臨床研究；法執行アクティビティ；ライブラリ；医学の研究所（探究／検査（labcorp））；採掘作業；仮釈放トラッキング；患者の病歴；ペイ・パー・ユース；刑務所；財産保管場所；コンピュータ利用者のリアルタイム監視；避難トラッキング；リハビリテーション・クリニック；リゾート；小売業務；学校；顧客忠誠心；スキーリフト；スポーツイベント；税金の準備および支払いサービス；遠隔医療サービス；見本市／協議会；サービスマンの検証；車両管理；投票と申し立て；労働力管理、または他のもの。

【0113】

（実施例）

図20には、アイリス生体認識可能化システム2000の概略的なブロック図が示されている。図示した実施形態2000は複数の構成要素および装置を含む場合の例が示されているが、システム2000は単独でまたは他の装置と組み合わせて単一の装置を構成することができる。システム2000は、アイリス生体認識モジュール2010、アイリス生体情報制御機構2050、1つまたは複数の他のデバイスおよび／またはシステム2062、ならびにサーバ装置2070を含む。デバイス／システム2010、2050、2062、2070のそれぞれまたはいずれかは、1つまたは複数の電子通信リンク2048を介して互いに通信することができる。

【0114】

システム2000またはその一部は、図示したように複数のコンピューティングデバイスにわたって分散され得る。しかしながら、他の実施形態では、システム2000の全ての構成要素は、たとえばアイリス生体認識モジュール2010または装置2050、2062、2070のうちの1つに配置されてもよい。いくつかの実施形態では、システム2000の一部を他のシステムまたはコンピュータアプリケーションに組み込むことができる。そのようなアプリケーションまたはシステムは、たとえば市販の既成品（COTS）

または特注開発の、カメラ、オペレーティングシステム、認証システム、またはアクセス制御システムを含み得る。本明細書で使用されるとき、「アプリケーション」または「コンピュータアプリケーション」は、とりわけ、ソフトウェア、ハードウェア、またはそれらの組合せで実装されるかどうかにかかわらず、任意のタイプのコンピュータプログラムまたはコンピュータプログラムのグループを指すことができ、自己完結型、垂直型、および/または市販のパッケージソフトウェアアプリケーション、分散型およびクラウドベースのアプリケーションなどを含む。コンピュータアプリケーションの一部は、ファームウェアとして、またはオペレーティングシステム、ランタイムライブラリ、アプリケーションプログラミングインターフェース（A P I）の1つまたは複数の構成要素として、または自己完結型ソフトウェアアプリケーションとして、または他のソフトウェアアプリケーションのコンポーネントとして、実装することができる。

10

【0115】

図示したアイリス生体認識モジュール2010は、少なくとも1つのプロセッサ2012（たとえばマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタルシグナルプロセッサなど）、メモリ2014、および入出力（I/O）サブシステム2016を含む。モジュール2010は、本明細書に記載されている機能を実行することができる任意の種類の電子デバイスまたは電気機械デバイスとして実施することができる。具体的には示していないが、I/Oサブシステム2016は、とりわけ、I/Oコントローラ、メモリコントローラ、および1つまたは複数のI/Oポートを含むことができる。プロセッサ2012およびI/Oサブシステム2016は、メモリ2014に通信可能に接続されている。メモリ2014は、固定および/または取り外し可能なメモリ装置（たとえばランダムアクセスメモリの一形態としての揮発性メモリ、またはランダムアクセスメモリと読み取り専用メモリとの組み合わせ、またはSDカードなどのメモリカード、メモリスティック、ハードドライブ、および/またはその他など）を含む任意の種類の適切なコンピュータメモリ装置として具現化され得る。

20

【0116】

I/Oサブシステム2016は、いくつかのハードウェア構成要素および/またはソフトウェア構成要素に通信可能に結合される。この種のハードウェア構成要素および/またはソフトウェア構成要素は、図18に示すコンピュータプログラムコンポーネント1818またはその一部、照明器2030（たとえば顔およびアイリス照明器1816）、撮影サブシステム2032（これは互いに独立した顔およびアイリス撮像器2034、2036を含み得る）、モータ2038、および1つまたは複数の運動および/または位置センサ2040を含む。本明細書で使用されるとき、「撮影装置」または「カメラ」は、実世界環境の一部の二次元（2D）または三次元（3D）静止画またはビデオ画像を取得および記録することができる任意のデバイスを指すことができる。また、「撮影装置」または「カメラ」は、1つ以上の固定カメラパラメータを有するカメラおよび/または1つ以上の可変パラメータを有するカメラ、固定位置カメラ（壁または天井に設置される「スタンダオフ」カメラなど）、および/またはモバイルカメラ（たとえばラップトップコンピュータ、スマートフォン、タブレットコンピュータ、ウェアラブル電子機器などの民生用電子機器と統合されているカメラ）を含み得る。

30

【0117】

I/Oサブシステム2016はまた、1つまたは複数のデータ記憶部2020、通信サブシステム2028、ユーザインターフェースサブシステム2042、および電源2044（たとえば電池）に通信可能に結合されている。ユーザインターフェースサブシステム2042は、たとえば、ハードウェアまたはソフトウェアのボタンまたはアクチュエータ、キーパッド、表示装置、視覚的キー照明器、および/またはその他を含み得る。上述の構成要素および/またはシステムのそれぞれは、モジュール2010と統合されてもよいし、（たとえばネットワークまたはバス接続を介して）I/Oサブシステム2016と通信する別個の構成要素またはシステムあってもよい。いくつかの実施形態では、U Iサブシステム2042は、上述のアイリス画像登録プロセスを開始するためのプッシュボタ

40

50

ンまたはプッシュボタンと似た機構を含む。他の実施形態では、アイリス画像登録プロセスは、モジュール 2010 の外部、たとえばデスクトップコンピューティング装置などの別の装置で行われる。代替的にまたは追加的に、アイリス画像登録機能は、「中央」モジュールまたはサーバコンピュータで提供され、次いで、たとえば通信ネットワークを介して、他のモジュール 2010 に与えられてもよい。たとえば、アクセス制御アプリケーションでは、登録処理は施設または警備センターへの正面玄関で行われてもよい。特権 (privileges) は、中央のモジュールまたはサーバで決定してから、施設内の個々のドアロックアセンブリに送出され、あるいはダウンロードされる。

【0118】

データ記憶部 2020 は、1つまたは複数のハードドライブまたは他の適切なデータ記憶装置 (たとえばフラッシュメモリ、メモリカード、メモリスティック、および / または他のもの) を含み得る。いくつかの実施形態では、データまたは格納された情報を含むシステム 2000 の部分は、少なくとも一時的に記憶部 2020 に存在する。この種のデータまたは格納された情報は、参照画像のデータベース 1836、アイリスマッチングデータ / 規則 2024 (たとえばアイリスマッチングがいつ生じたか、およびアイリス一致が生じたときまたは生じないときに何をすべきかを決定するためのアクセス制御ロジックまたはビジネスロジック)、アイリス撮影装置設定データ / 規則 2026 (たとえばマッピングテーブルまたはアイリス撮影装置の傾斜角をモータ制御パラメータにマッピングするための関数)、および / または他のデータを含む。たとえばアイリス画像データベース 2022、アイリスマッチングデータ / 規則 2024、アイリス撮影装置設定データ / 規則 2026、および / または他のデータなどのシステム 2000 の一部は、より速い処理のためまたは他の理由のために、モジュール 2010 の動作中にメモリ 2014 にコピーされてもよい。

10

【0119】

通信サブシステム 2028 は、モジュール 2010 を、たとえば1つまたは複数の他の装置、またはシステム、またはたとえばローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、パーソナルクラウド、エンタープライズクラウド、パブリッククラウド、および / またはインターネットなどの通信ネットワークに通信可能に結合する。したがって、通信サブシステム 2028 は、モジュール 2010 の特定の実施形態の仕様および / または設計に従って必要とされれば、データバス、データリンク、1つまたは複数の有線または無線ネットワークインターフェースソフトウェア、ファームウェア、またはハードウェアを含んでもよい。

20

【0120】

アイリス生体情報制御機構 2050、他の装置 / システム 2062、およびサーバ装置 2070 はそれぞれ、上述の種類の装置または他の電子装置のうちのいずれかなどの、本明細書に記載の機能を実行可能な任意の適切な種類のコンピューティング装置、電子装置、または電気機械装置として実施することができる。たとえば、いくつかの実施形態では、サーバ装置 2070 は、参照画像 1836、アイリスマッチングデータ / 規則 2024、および / またはアイリスイメージ構成データ / 規則 2026 をデータ記憶部 2080 に記憶させることによって、またはモジュール 2010 の他の機能を実行することによって、アイリス生体認証コンピュータプログラムコンポーネント 1818 の「バックエンド」部分として動作することができる。一般に、上述のモジュール 2010 の構成要素 (たとえばプロセッサ 2072、メモリ 2074、I / O サブシステム 2076) と同様の名称を有するサーバ装置 2070 の構成要素も同様に具体化することができる。図示されたサーバ装置 2070 はまた、ユーザインターフェースサブシステム 2082、通信サブシステム 2084、およびアイリス画像登録システム 2078 (上述のアイリス画像登録部 1834 と同様に、登録目的でアイリス画像をキャプチャし評価することができる) を含む。

30

【0121】

さらに、機構 / デバイス / システム 2050、2062 のそれぞれは、モジュール 20

40

50

10 および / またはサーバ装置 2004、または別の種類の電子装置（携帯用電子機器、組み込みシステム（たとえば車両インフォテインメントシステムまたはスマートアプライアンスシステム）など）に関連して上述したものと同様の構成要素を含むことができる。たとえばアイリス生体情報制御機構 2050 は、1つまたは複数のプロセッサ 2052、メモリ 2054、I/O サブシステム 2056（プロセッサ 2012、メモリ 2014、I/O サブシステム 2016 と同様）、オンボード電源 2058（たとえばバッテリ）、および、（たとえばモジュール 2010 によって行われたアイリス一致判定に応答してアクセス制御ロジックを実行するために）アクセス制御部 1832 を含む。システム 2000 は、説明を明確にするために図 20 には図示していない他の構成要素、サブ構成要素、およびデバイスを含み得る。一般に、システム 2000 の構成要素は、図 20 に示すように 1つまたは複数の電子通信リンク 2048 によって通信可能に結合されている。電子通信リンク 2048 はたとえば信号の経路であり、それぞれの装置と構成要素との間の通信を促進することができる任意の種類の有線または無線信号経路として実現される。この通信は、直接接続、公衆および / または私設ネットワーク接続（たとえばイーサネット（登録商標）、インターネットなど）、またはそれらの組み合わせを含み、短距離（たとえば近距離無線通信）および長距離（たとえば Wi-Fi や携帯電話網）の無線通信リンクを含む。

【0122】

（追加例）

本明細書に開示した技術を説明するための実例を以下に示す。本技術の一実施形態は、以下に示す例の種々の組み合わせをも含む。

【0123】

第 1 例では、虹彩生体認識モジュールは、基台と、前記基台に支持されたアイリス撮影センプリと、前記基台に支持されるとともに前記アイリス撮影センプリと電気通信するプロセッサと、前記基台に支持されるとともに前記プロセッサにより読み取り可能な非一時的な記憶媒体であって、前記プロセッサによって実行可能な複数の命令であって、自機に：前記アイリス撮影センプリによって、自機から少なくとも約 45 cm 離れた領域を含む捕捉区域で検出された被験体の目のアイリスの部分を少なくとも描出するアイリス画像を撮影し；前記プロセッサによって、前記撮影したアイリス画像を示すデータと参照アイリスデータとを比較し；前記プロセッサによって、前記撮影したアイリス画像を示す前記データと前記参照アイリスデータとの前記比較結果にもとづいて、アイリス一致判定結果を示す信号を出力する；動作をさせるための複数の命令を記憶した非一時的な記憶媒体と、を含む。

【0124】

第 2 例は第 1 例の主題を含むとともに、前記捕捉区域は、グランドプレーンから 3 フィートから 4 フィートの範囲の垂直高さを有する領域を含む。第 3 例は、第 1 例または第 2 例の主題を含むとともに、前記命令は、自機に、前記被験体が動いている間に前記アイリス画像を撮影させ、このアイリス画像を示すデータと前記参照アイリスデータとを比較させ、この比較にもとづいて、アイリス一致判定結果を示す信号を出力させるように実行可能である。第 4 例は、第 1 - 3 例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影センプリは、狭視野撮影部を含み、前記命令は、前記被験体の目のアイリスに焦点をあわせるよう前記狭視野撮影部を設定するように実行可能である。第 5 例は、第 1 - 4 例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影センプリは、前記基台に対して枢動可能に接続され、前記命令は、前記アイリス撮影センプリが基台に対して枢動させるように実行可能である。第 6 例は、第 5 例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影センプリは、広視野撮影部を含み、前記命令は、前記広視野撮影部に、前記被験体の顔を検出させ、グランドプレーンに対する前記被験体の前記顔の位置を推定させ、この推定した位置にもとづいて、前記アイリス撮影センプリの枢動量を決定させるように実行可能である。第 7 例は、第 1 - 6 例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影センプリは、照明部と撮影部とを含み、前記命令は、焦点スイープ技術を用いて、前記照明部のパルス照明と前記撮影部のアイリス

10

20

30

40

50

画像撮影とを実質的に同期させるように実行可能である。

【0125】

第8例では、虹彩生体認識モジュールは、基台と、前記基台に支持されたアイリス撮影サブシステムと、前記基台に支持されるとともに前記アイリス撮影サブシステムと電気通信するプロセッサと、前記基台に支持されるとともに前記プロセッサにより読み取り可能な非一時的な記憶媒体であって、前記プロセッサによって実行可能な複数の命令であって、自機に：捕捉区域の被験体の目のアイリスの画像を撮影し；前記撮影したアイリス画像を示すデータと参照アイリスデータとを比較し；アイリス一致判定結果を示す信号を出力する；動作をさせるための複数の命令を記憶した非一時的な記憶媒体と、を含む。

【0126】

第9例は第8例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影サブシステムは、前記基台に支持されたアイリス撮影アセンブリを含む。第10例は、第9例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影アセンブリは、赤外アイリス照明アセンブリと、このアイリス照明アセンブリに隣接する狭視野撮影部と、を含む。第11例は第10例の主題を含むとともに、前記赤外アイリス照明アセンブリは、複数の赤外発光ダイオードを含む。第12例は第11例の主題を含むとともに、前記赤外発光ダイオードと前記狭視野撮影部との間に配設されたバッフル、をさらに含む。第13例は第12例の主題を含むとともに、前記赤外アイリス照明アセンブリの前記赤外発光ダイオードを覆うディフューザ、をさらに含む。第14例は第10-13例の主題を含むとともに、前記赤外アイリス照明アセンブリは、第1の配置で配置された赤外発光ダイオードおよび第2の配置で配置された赤外発光ダイオードを含み、前記狭視野撮影部は、前記第1の配置の発光ダイオードと前記第2の配置の発光ダイオードの間に配設される。第15例は第10-14例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影アセンブリは、前記狭視野撮影部に隣接する合図用照明部をさらに含む。第16例は第10-15例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影アセンブリは、前記基台に対して駆動可能に接続される。第17例は第16例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影アセンブリに対して駆動可能に連結されたモータ、をさらに含む。第18例は第8-17例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影サブシステムは、前記基台に支持されたアイリス撮影アセンブリと、前記基台に支持された顔撮影アセンブリと、を含む。第19例は第18例の主題を含むとともに、前記顔撮影アセンブリは、赤外顔照明アセンブリと、前記赤外顔照明アセンブリに隣接する広視野撮影部と、を含む。第20例は第19例の主題を含むとともに、前記赤外顔照明アセンブリは、凹形状の取り付け基台に支持された複数の赤外発光ダイオードを含む。第21例は第18-20例の主題を含むとともに、前記顔撮影アセンブリは、前記アイリス撮影アセンブリに隣接し、前記アイリス撮影アセンブリは、前記基台に対して駆動可能に接続され、前記顔撮影アセンブリは、前記基台に対して駆動不可に接続される。第22例は第18-21例の主題を含むとともに、前記顔撮影アセンブリおよび前記アイリス撮影アセンブリは、単一の撮影デバイスに構成される。

【0127】

第23例では、虹彩生体アクセス制御システムは、機械可読な1以上の非一時的な記憶媒体と、この1以上の機械可読な非一時的な記憶媒体で具体化されたアイリス画像撮影モジュールと、アイリス画像処理およびマッチングモジュールと、を含み、前記アイリス画像撮影モジュールは、顔撮影部により、前記顔撮影部の視野によって少なくともその一部が定義される捕捉区域内に存在する人の顔を検出し、前記捕捉区域内の前記人の顔が検出されると、前記検出された人の顔のアイリスとアイリス撮影部のレンズとを位置合わせし、前記アイリスを照明する照明部を駆動し、複数のデジタル画像を生成するよう前記アイリス撮影部を駆動し、前記アイリス画像処理およびマッチングモジュールは、マッチング用に1以上の前記アイリス画像を選択し、前記選択したアイリス画像のそれぞれから利用可能な部分を抽出し、前記選択したアイリス画像のそれぞれから抽出した部分と参照アイリス画像とを比較し、前記選択したアイリス画像から抽出した部分と前記参照アイリス画像との比較結果に応じて、アクセス制御機構を動作させる。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 8 】

第24例は第23例の主題を含むとともに、前記アイリス画像撮影モジュールは、モータを駆動することにより、前記検出された人の顔のアイリスとアイリス撮影部とを位置合わせする。第25例は第23例または第24例の主題を含むとともに、前記アイリス画像撮影モジュールは、前記アイリスの前記複数のデジタル画像を生成するよう、前記照明部および前記アイリス撮影部を実質的に同期させて駆動する。

【 0 1 2 9 】

第26例では、ドアロックアセンブリは、筐体と、前記筐体に支持されたドアロック機構と、前記筐体に支持され、前記ドアロック機構と通信するアイリス生体認識モジュールと、を含む。

10

【 0 1 3 0 】

第27例は、第26例の主題を含むとともに、前記筐体に結合されたカバーを含み、前記カバーと前記筐体によって内部領域が定義され、前記アイリス生体認識モジュールは前記内部領域に設けられる。第28例は、第27例の主題を含むとともに、前記カバーは、前記アイリス生体認識モジュールに隣接する位置に窓を含み、前記窓は、席外交を透過する材料により形成される。第29例は、第26 - 28例の主題を含むとともに、前記アイリス生体認識モジュールは電源を含み、アイリス撮影アセンブリと、このアイリス撮影アセンブリと通信するアイリス撮影部制御モジュールと、は前記電源から電力を供給される。第30例は、第29例の主題を含むとともに、枢動支持部と、前記枢動支持部と枢動可能に連結された電気モータと、を含み、前記アイリス生体認識モジュールは、前記枢動支持部により支持される。第31例は、第29例または第30例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影アセンブリは、赤外照明部と、この赤外照明部に隣接する狭視野撮影部と、を含む。第32例は、第31例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影アセンブリは、前記赤外照明部と前記狭視野撮影部との間に配設されたバッフルを含む。第33例は、第29 - 32例の主題を含むとともに、前記筐体に支持された顔撮影アセンブリ、をさらに含み、前記顔撮影アセンブリは、広視野撮影部と、前記広視野撮影部に隣接する赤外照明部とを含む。第34例は、第26例の主題を含むとともに、前記筐体に支持された電源、をさらに含み、前記電源は、前記ドアロック機構および前記アイリス生体認識モジュールと動作可能に接続される。第35例は、第26 - 34例の主題を含むとともに、前記筐体に支持されたハンドル、をさらに含み、前記ハンドルは、前記ドアロック機構に動作可能に接続される。

20

【 0 1 3 1 】

第36例は、ドアロックアセンブリにより実行される、アイリス生体認識に応じたドアロックの動作方法であって、被験体が前記ドアロックに近づいてくることを検出するステップであって、前記被験体が前記ドアロックに近づいてくる間に、前記被験体の顔の位置を決定するよう顔撮影アセンブリを動作させるステップと、複数のアイリス画像を撮影するようアイリス撮影アセンブリを動作させるステップであって、前記複数のアイリス画像のそれぞれのアイリス画像は前記被験体の目のアイリスの部分を少なくとも描出したものであるステップと、前記複数のアイリス画像からアイリス画像を選択するステップと、前記選択されたアイリス画像の少なくとも一部分と参照画像とを比較するステップと、を含む前記被験体が前記ドアロックに近づいてくることを検出するステップと、前記選択されたアイリス画像の少なくとも一部分と参照画像との比較結果に応じて前記ドアロックを動作させるステップと、を含む。

30

【 0 1 3 2 】

第37例は、第36例の主題を含むとともに、前記顔撮影アセンブリを動作させるステップは、前記顔撮影アセンブリの赤外照明部を動作させるステップと、前記顔撮影アセンブリの広視野撮影部を動作させるステップと、を含む。第38例は、第36例または第37例の主題を含むとともに、前記アイリス撮影アセンブリを動作させるステップは、前記アイリス撮影アセンブリの複数の赤外照明部の動作と、前記アイリス撮影アセンブリのアイリス撮影部の動作と、を連係させるステップである。第39例は、第38例の主題を含

40

50

むとともに、前記アイリス撮影部による焦点スイープ動作の実行ステップと、前記複数の赤外照明部のパルス照明動作の実行ステップと、をほぼ同時に実行するステップをさらに含む。第40例は、第36-39例の主題を含むとともに、前記ドアロックから少なくとも約45cm離れた範囲で前記被験体が検出されたことに応じて前記顔撮影アセンブリを動作させるステップをさらに含む。

(全般的な考察)

【0133】

上記説明では、本開示の理解の助けとすべく、多くの詳細な情報や例示、仮想シナリオについて述べた。しかし、ここに開示された実施形態は、このような詳細な情報なしでも実行しうる。また、これらの例示やシナリオは説明のために用いたものであって何らの限定も意図していない。当業者であれば、特に実験をしなくても、上述の説明によって適当な機能を実施可能である。

10

【0134】

明細書中の「実施形態」等の文言は、実施形態が何らかの技術的特徴や構造、特性を含んでも良いし含まなくて良いことを示している。これらの表現は、必ずしも同一の実施形態を意味するものではない。さらに、技術的特徴や構造、特性が、ある実施形態に関連付けられて説明されているときであっても、当業者であれば、特段の説明をせずともこれらの特徴等を他の実施形態にも適用するものと考える。

【0135】

開示された実施形態は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェアあるいはその任意の組合せで実施されうる。また、実施形態は、1以上のプロセッサにより読み取りおよび実行が可能な機械可読の1以上の媒体を用いて記憶させた命令として実施されてもよい。機械可読な媒体は、機械によって読み取り可能な形式で情報を記憶あるいは送信するものであればあらゆる機構を含みうる(たとえば、計算機や、計算機上で実現される1以上の「仮想計算機」など)。たとえば、機械可読な媒体は、あらゆる適切な形式の揮発性メモリまたは不揮発性メモリを含む。

20

【0136】

モジュール、データ構造、ブロックなどは、議論のしやすさのためにそういうものとして説明したに過ぎず、特別に詳細な実施方法が必要であると示唆するように意図したものではない。たとえば、上述の説明で用いたモジュールやデータ構造は、組み合わせてもよいし、設計事項や実行時の要請に従ってデザインサブモジュールやサブプロセッサまたは他のコンピュータコードやデータの単位に分割してもよい。図面では、記述の便宜上、構成要素の特定の配置や順序を示してある。しかし、このような構成要素の特定の順序や配置、手順の順序や処理の分け方などは、全ての実施形態において必要とされると示唆することを意図したものではない。一般に、命令ブロックやモジュールを表すために用いられる概略的な構成要素は、あらゆる適切な形式の機械可読な命令によって実現されてもよいし、このような命令はあらゆる適切な形式のプログラミング言語、ライブラリ、アプリケーションプログラミングインターフェース(API)および/または他のソフトウェア開発支援ツールやフレームワークを用いて実現されてもよい。同様に、データや情報を表すために用いられる概略的な構成要素は、あらゆる適切な形式の電子配列やデータ構造を用いて実現されてもよい。さらに、構成要素間の接続、関係、結合は、説明がわかりにくくならないように、簡略化され、あるいは省略されうる。本開示は、例示であって何らの制限の意図はなく、また本開示の精神の範囲内にある全ての変更や変形の保護が望まれる。

30

【符号の説明】

【0137】

1412、1500 ドアロックアセンブリ

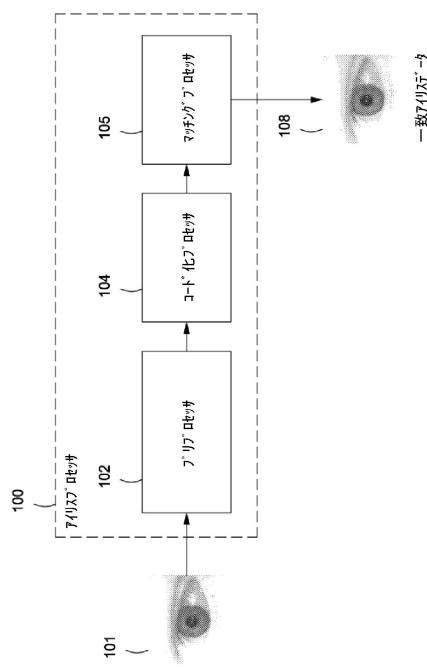
1414、1514、2010 虹彩生体認識モジュール

1626 アイリス撮影アセンブリ

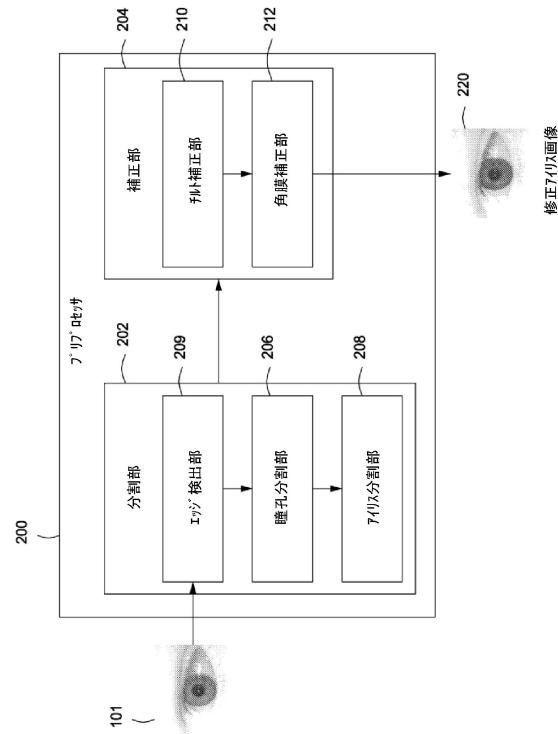
1628 顔撮影アセンブリ

40

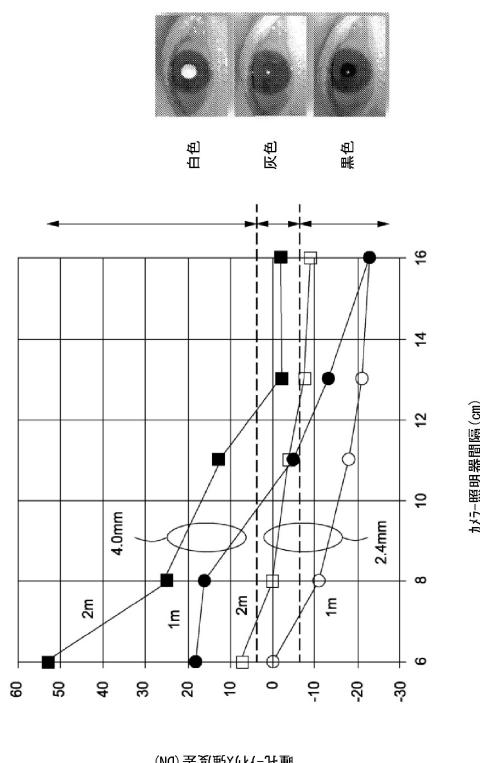
【 四 1 】



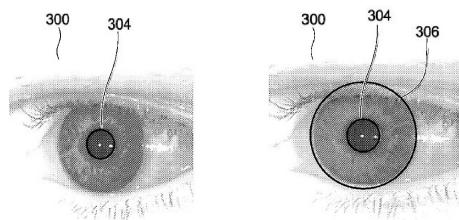
【 図 2 】



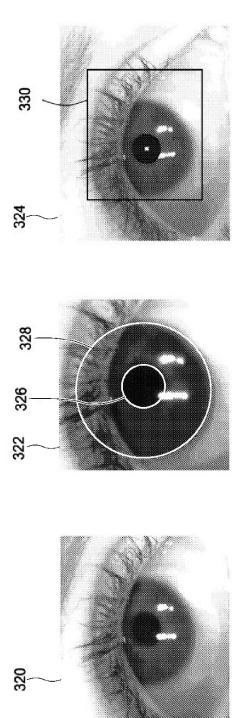
【図3A】



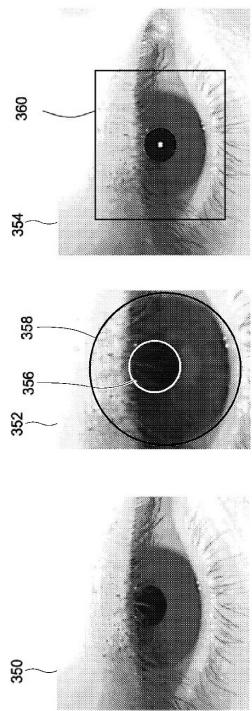
【図3B】



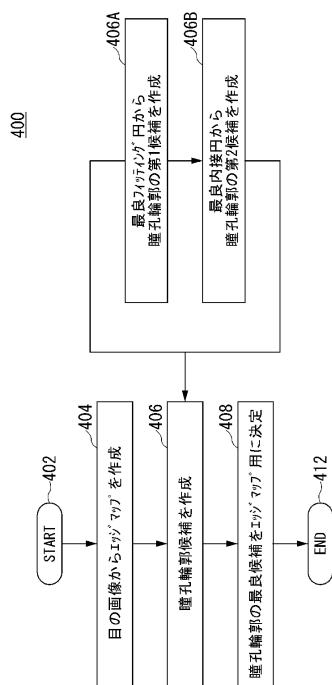
【図 3 C】



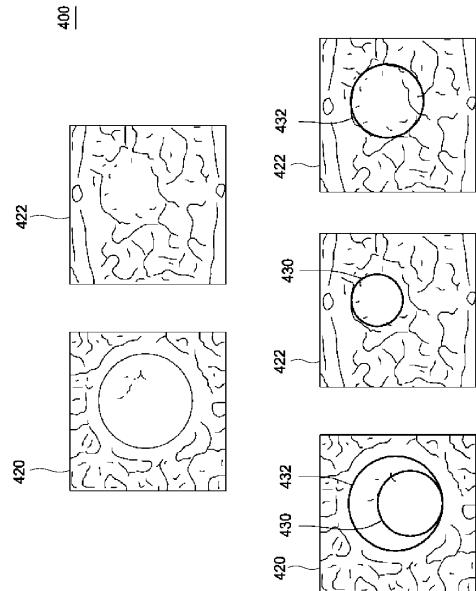
【図 3 D】



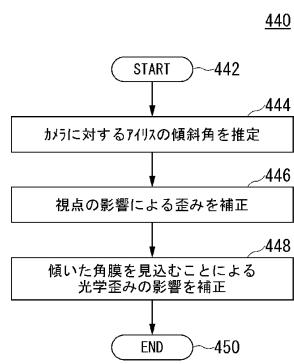
【図 4 A】



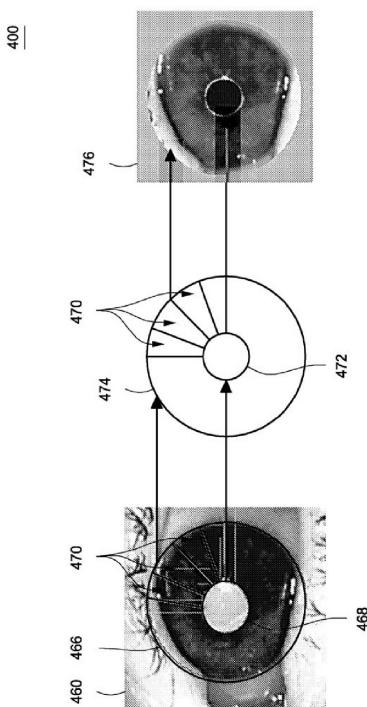
【図 4 B】



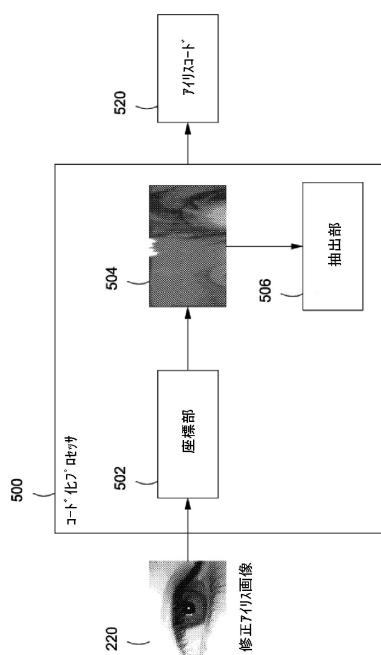
【図 4 C】



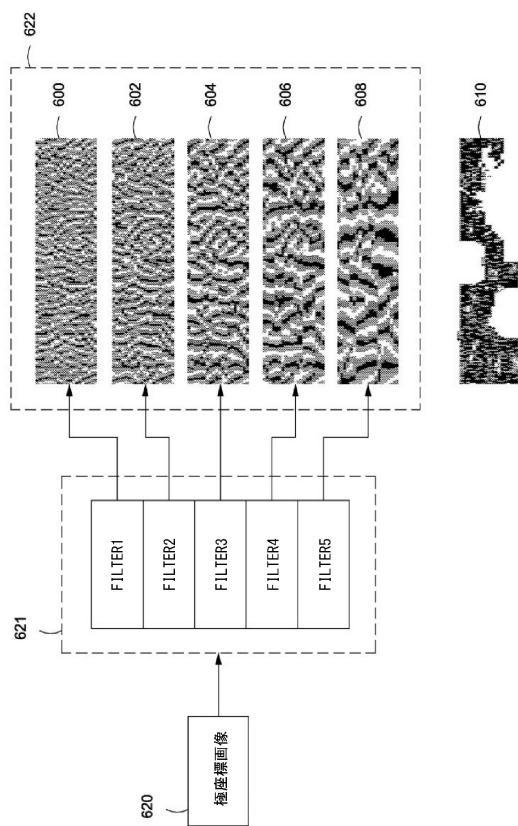
【図 4 D】



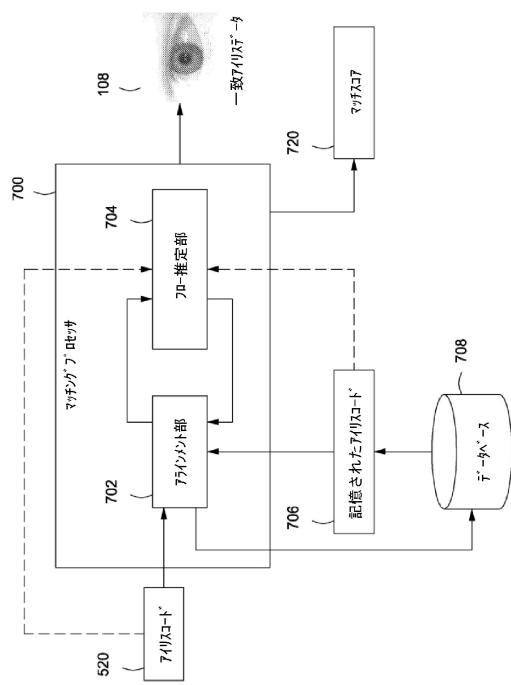
【図 5】



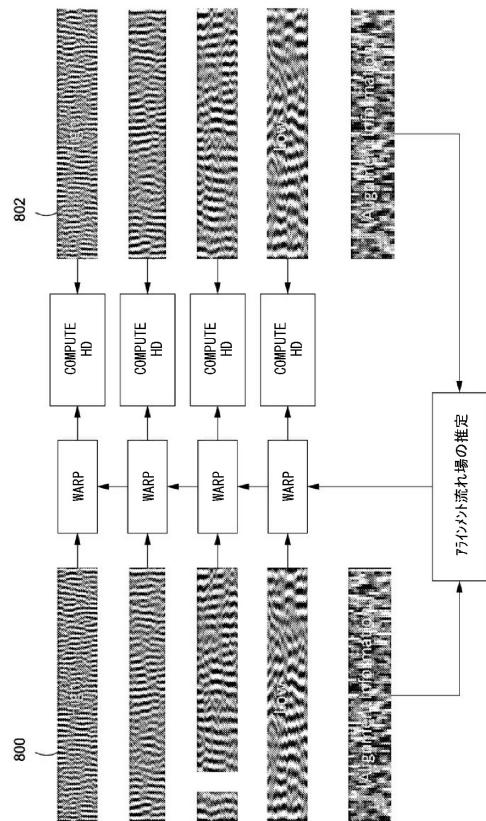
【図 6】



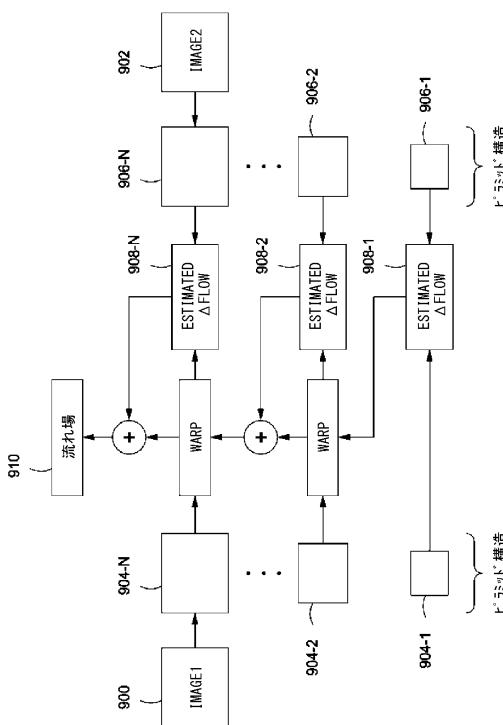
【図7】



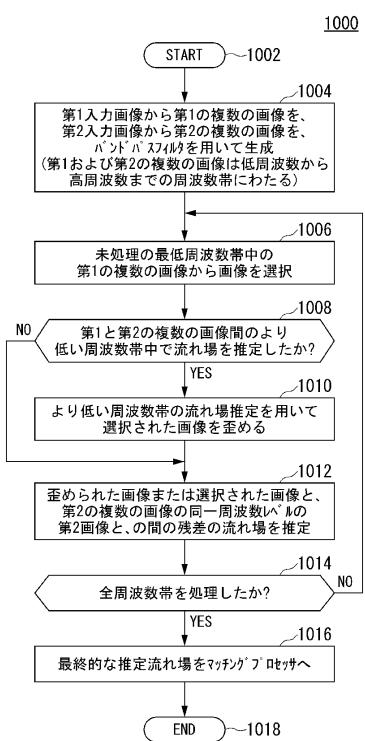
【図8】



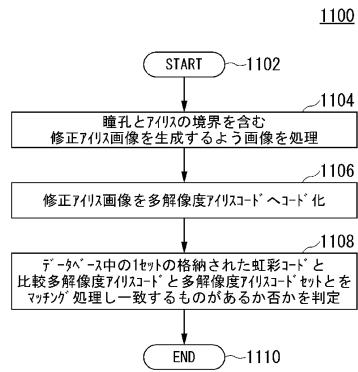
【図9】



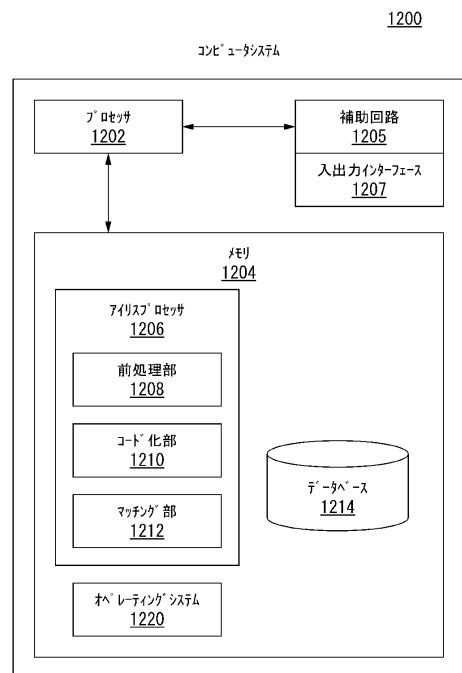
【図10】



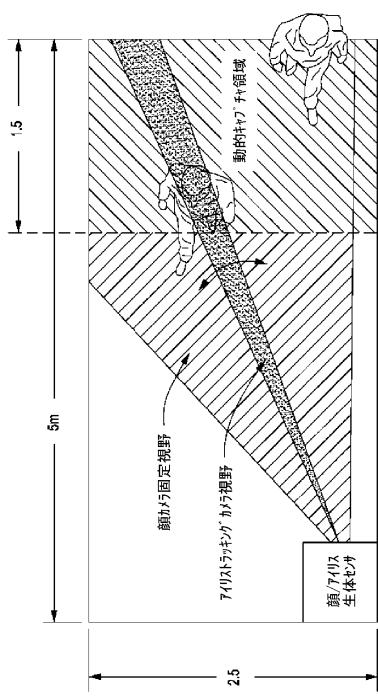
【図 1 1】



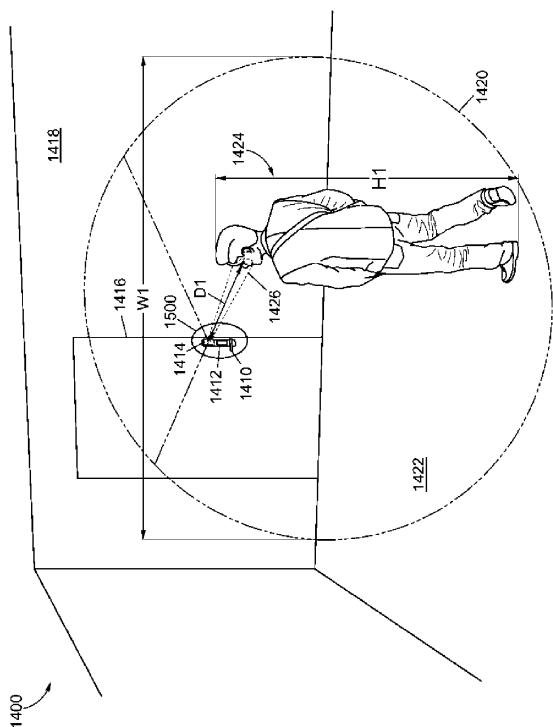
【図 1 2】



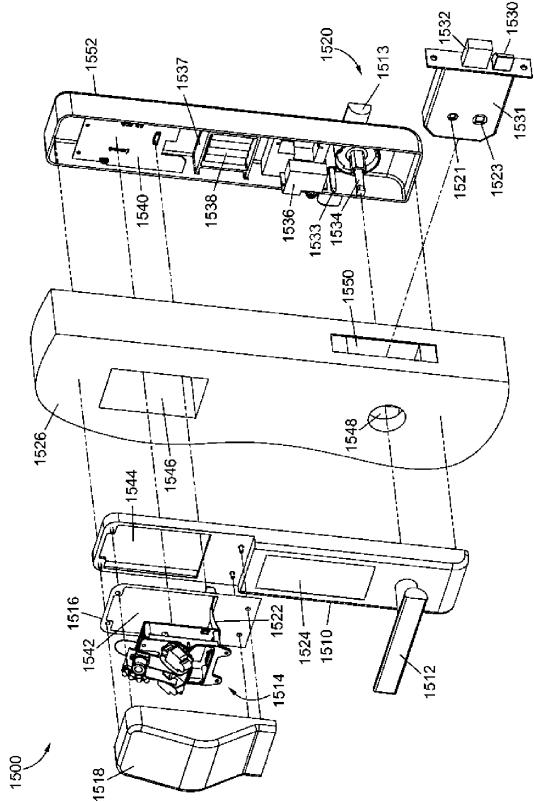
【図 1 3】



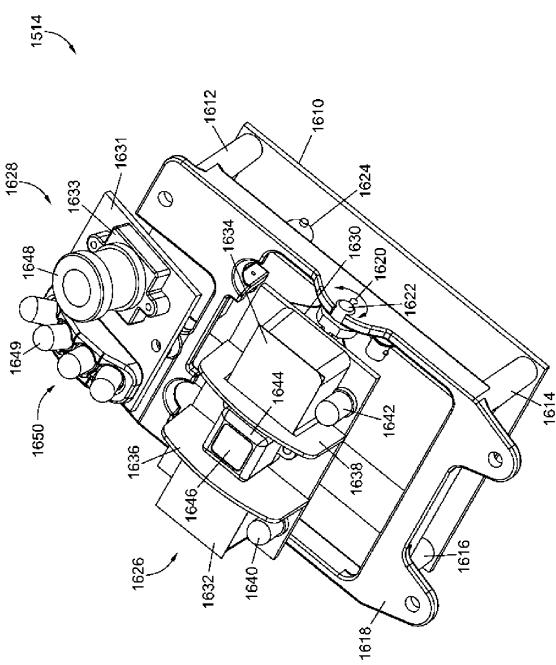
【図 1 4】



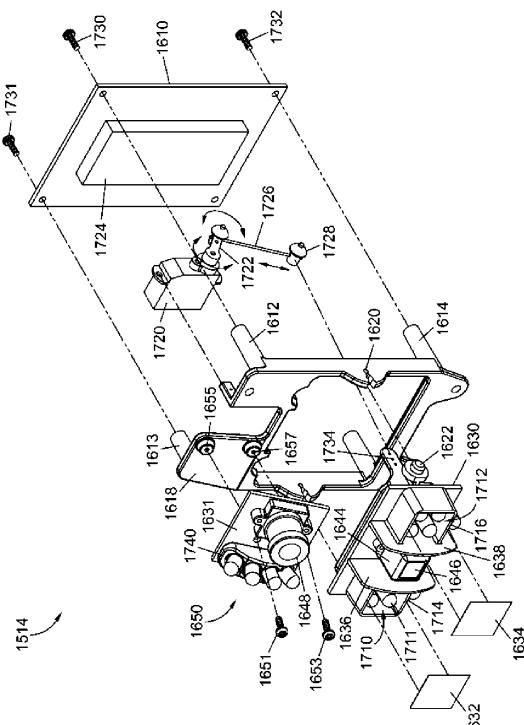
【 図 1 5 】



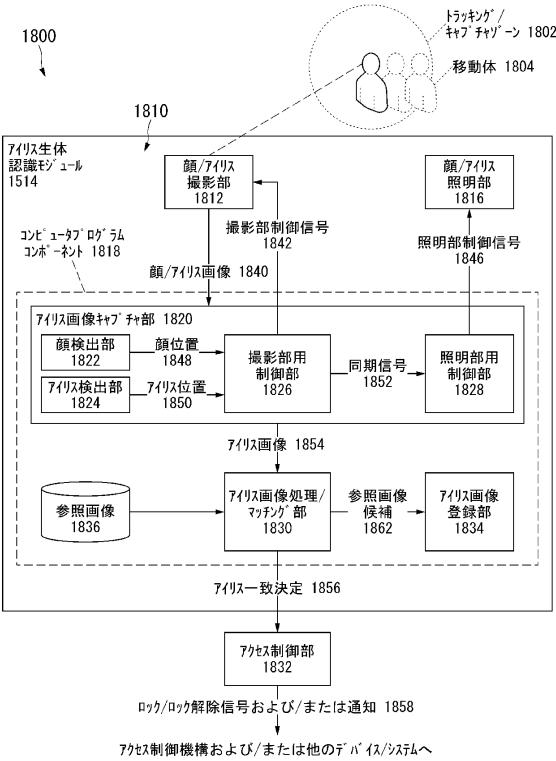
【図16】



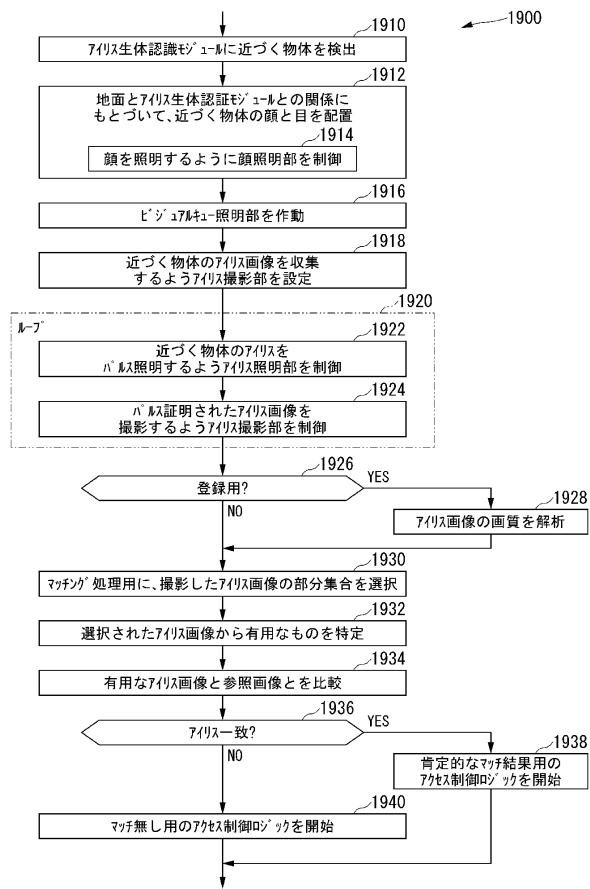
【図17】



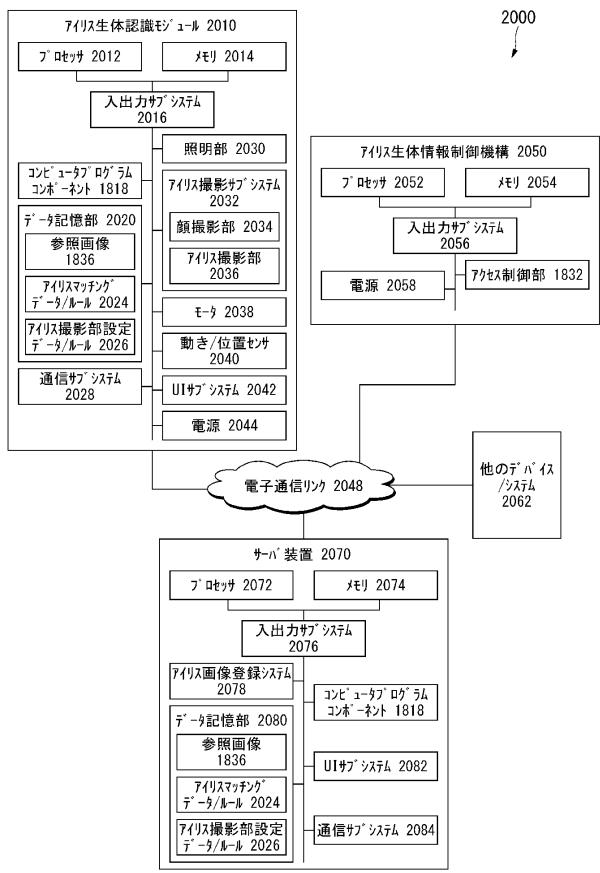
【 図 1 8 】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 クリフトン, マーク エイ.
アメリカ合衆国 08724 ニュージャージー州, ブリック, ロビンズ・ストリート, 33

(72)発明者 キム, ジョンジン
アメリカ合衆国 08520 ニュージャージー州, イースト・ウインザー, ピカソ・コート, 9

(72)発明者 マーペン, パリー イー.
アメリカ合衆国 06378 コネチカット州, ストーニングトン, エルム・ストリート, 324

(72)発明者 アッカーマン, デイヴィド エイ.
アメリカ合衆国 08525 ニュージャージー州, ホープウェル, イースト・プロスペクト・ストリート, 7

(72)発明者 ランジロット, アン - マリー
アメリカ合衆国 08638 ニュージャージー州, ローレンスヴィル, オリアンダー・コート, 23

(72)発明者 デイヴィス, ティモシー ジェイ.
アメリカ合衆国 08022 ニュージャージー州, コロンバス, ホワイト・パイン・ロード, 321

(72)発明者 ヴァン サント, グレン ジェイ.
アメリカ合衆国 19047 ペンシルベニア州, ラングホーン, バリー・ロード, 414

(72)発明者 ベルゲン, ジェームス アール.
アメリカ合衆国 08525 ニュージャージー州, ホープウェル, イースト・プロスペクト・ストリート, 57

(72)発明者 マージシン, ジョン エム.
アメリカ合衆国 19047 ペンシルベニア州, ラングホーン, ダンビー・ウェイ, 53

(72)発明者 フライシュ,マイケル ピー.
アメリカ合衆国 07726 ニュージャージー州, マナラパン, コンスティトゥーション・コート, 21

(72)発明者 ピロ, スティーブン ジェイ.
アメリカ合衆国 08057 ニュージャージー州, ムーアズタウン, ニュー・オールバニー・ロード, 540

(72)発明者 ウエイド, デイヴィド ジェイ.
アメリカ合衆国 06378 コネチカット州, ストーニングトン, ブライア・パッチ・ロード, 37

(72)発明者 ヴェルマ, ボビー エス.
アメリカ合衆国 08540 ニュージャージー州, プリンストン, ケンジントン・コート, 21

(72)発明者 リチャーズ, ケビン イー.
アメリカ合衆国 02882 ロードアイランド州, ナラガンセット, バーチウッド・ドライブ, 59

(72)発明者 バーングライ, ジテンドラー ジェイ.
アメリカ合衆国 07751 ニュージャージー州, モーガンヴィル, サドベリー・ロード, 7

審査官 岡本 俊威

(56)参考文献 米国特許出願公開第2010/0290668(US, A1)
特開2006-259828(JP, A)
国際公開第2008/041414(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 T	1 / 0 0
G 06 T	7 / 0 0

A 6 1 B 5 / 1 1 7 1