

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7010295号
(P7010295)

(45)発行日 令和4年2月10日(2022.2.10)

(24)登録日 令和4年1月17日(2022.1.17)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 T 7/00 (2017.01)

G 0 6 T 7/00 3 5 0 C

G 0 6 T 7/00 6 6 0 Z

G 0 6 T 7/00 5 1 0 D

請求項の数 11 (全22頁)

(21)出願番号 特願2019-539603(P2019-539603)
 (86)(22)出願日 平成30年8月30日(2018.8.30)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2018/032052
 (87)国際公開番号 WO2019/044944
 (87)国際公開日 平成31年3月7日(2019.3.7)
 審査請求日 令和1年12月3日(2019.12.3)
 (31)優先権主張番号 特願2017-165404(P2017-165404)
 (32)優先日 平成29年8月30日(2017.8.30)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)

(73)特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74)代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74)代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (72)発明者 井上 護
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気
 株式会社内
 (72)発明者 バット ジニト
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気
 株式会社内
 審査官 ▲広▼島 明芳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理システム、画像処理方法及び記憶媒体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

命令を記憶するように構成されたメモリと、
 前記命令を実行することにより、
 眼を含む画像から虹彩の外周の側部と白目部分とを含む対象画像を抽出し、
 前記対象画像から前記虹彩の外周の前記側部の輝度と前記白目部分との輝度とを検出し、
 前記検出された前記虹彩の外周の側面部分の輝度と前記白目部分の輝度との変化に基づいて、
 着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っているか否かを判定する、
 ように構成されたプロセッサと、
 を備えることを特徴とする画像処理システム。

【請求項2】

前記対象画像は、前記虹彩の外周の上端及び下端をいずれも含まないことを特徴とする請求項1に記載の画像処理システム。

【請求項3】

前記対象画像の前記眼に対する水平方向の長さが、前記虹彩の外周半径よりも大きいことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理システム。

【請求項4】

前記対象画像は矩形であり、
 前記矩形の一辺は、前記虹彩の外周半径に所定の値を加えた長さであることを特徴とする請求項3に記載の画像処理システム。

【請求項 5】

前記矩形の一辺は、前記虹彩の中心を通過する線分であることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理システム。

【請求項 6】

前記プロセッサは、前記対象画像及び畳み込みニューラルネットワークに基づいて、前記着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っている可能性を示す評価値を算出する、ように更に構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【請求項 7】

前記プロセッサは、前記着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っているか否かについての
前記対象画像に基づく判定に先立って、前記対象画像のピクセル数を所定のピクセル数に変更する、ように更に構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【請求項 8】

前記プロセッサは、前記虹彩の両側の側部をそれぞれ含む 2 つの前記対象画像を抽出する、ように更に構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【請求項 9】

前記プロセッサは、2 つの前記対象画像のそれぞれがいずれも前記着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っていることを示す場合に、前記着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っていると判定する、ように更に構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【請求項 10】

前記プロセッサは、2 つの前記対象画像のうちの少なくとも 1 つが前記着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っていることを示す場合に、前記着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っていると判定する、ように更に構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【請求項 11】

コンピュータが眼を含む画像から虹彩の側部と白目部分とを含む対象画像を抽出するステップと、

前記コンピュータが前記対象画像から前記虹彩の外周の前記側部の輝度と前記白目部分との輝度とを検出するステップと、

前記コンピュータが前記検出された前記虹彩の外周の側面部分の輝度と前記白目部分の輝度との変化に基づいて、着色コンタクトレンズが前記虹彩を覆っているか否かを判定するステップと、

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理システム、画像処理方法及び記憶媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、虹彩画像を用いた個人認証方法が開示されている。当該個人認証方法では、上まぶたの下方にマスク領域を設定し、マスク領域を除外した虹彩領域の画像を用いて認証を行うことにより、まつげが認証精度に及ぼす影響が低減される旨が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2004-206444 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、コンタクトレンズの一部に着色領域が設けられた着色コンタクトレンズが市販されている。着色コンタクトレンズを眼に装用することにより、虹彩の色を変化させたり、虹彩を大きく見せたりする装飾効果が得られることから、着色コンタクトレンズの普及が進んでいる。

【0005】

特許文献1のような虹彩の照合を行う際に、照合対象者が着色コンタクトレンズを装用していると、虹彩の一部の外観が変化する。そのため、適切な照合を行うためには、着色コンタクトレンズを装用しているか否かを検出する必要がある。

10

【0006】

本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであって、照合対象者が着色コンタクトレンズを装用しているか否かを精度良く判定することができる画像処理システム、画像処理方法及び記憶媒体を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一観点によれば、眼を含む画像から虹彩の外周の側部を含む判定対象画像を抽出する抽出部と、前記判定対象画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定する判定部と、を備えることを特徴とする画像処理システムが提供される。

20

【0008】

本発明の他の観点によれば、眼を含む画像から虹彩の側部を含む判定対象画像を抽出するステップと、前記判定対象画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定するステップと、を備えることを特徴とする画像処理方法が提供される。

【0009】

本発明の更に他の観点によれば、コンピュータに、眼を含む画像から虹彩の側部を含む判定対象画像を抽出するステップと、前記判定対象画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定するステップと、を実行させることを特徴とする記憶媒体が提供される。

【発明の効果】

30

【0010】

本発明によれば、照合対象者が着色コンタクトレンズを装用しているか否かを精度良く判定することができる画像処理システム、画像処理方法及び記憶媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係る虹彩照合システムのハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態に係る虹彩照合システムの機能ブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る虹彩照合システムにより行われる処理の概略を示すフローチャートである。

40

【図4】第1実施形態に係る着色コンタクトレンズの装用判定処理を示すフローチャートである。

【図5】第1実施形態に係る判定対象画像の抽出を模式的に示す図である。

【図6】第1実施形態に係る判定対象画像のサイズ変更を模式的に示す図である。

【図7】第1実施形態に係る判定処理を模式的に示す図である。

【図8】第1実施形態に係る照合精度向上処理の第1の例を示すフローチャートである。

【図9】第1実施形態に係る照合精度向上処理の第2の例を示すフローチャートである。

【図10】第1実施形態に係る照合精度向上処理の第3の例を示すフローチャートである。

【図11】第1実施形態に係る照合精度向上処理の第3の例の変形例を示すフローチャー

50

トである。

【図１２】第１実施形態に係る虹彩照合処理を示すフローチャートである。

【図１３】第１実施形態に係る特徴量の抽出範囲の設定を模式的に示す図である。

【図１４】第２実施形態に係る虹彩照合システムの機能ブロック図である。

【図１５】第３実施形態に係る画像処理システムの機能ブロック図である。

【図１６】第４実施形態に係る虹彩照合システムの機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、図面を参照して、本発明の例示的な実施形態を説明する。図面において同様の要素又は対応する要素には同一の符号を付し、その説明を省略又は簡略化することがある。

【００１３】

〔第１実施形態〕

図１は、本発明の第１実施形態に係る虹彩の照合を行う虹彩照合システム１０のハードウェア構成例を示すブロック図である。虹彩照合システム１０は、例えば、携帯電話、スマートフォン、タブレットＰＣ（Personal Computer）、ラップトップＰＣ、デスクトップＰＣ等のコンピュータ又は情報通信端末であり得る。虹彩照合システム１０は生体照合の一種である虹彩照合の機能を備える。虹彩照合システム１０は、照合対象者であるユーザの虹彩を撮影し、登録されている虹彩画像と照合することにより虹彩照合を行う。瞳孔の開口径を調整する虹彩の様子は万人不同かつ終生不変である。そのため、照合時に取得した虹彩の様子をあらかじめ登録されている虹彩の画像と照合することにより本人確認が可能である。以下の説明では、虹彩照合システム１０は、一例としてスマートフォンに搭載されているものとし、虹彩照合は、ユーザのログイン時の本人確認のために行われるものを想定するが、これに限られるものではない。

【００１４】

虹彩照合システム１０は、演算及び記憶を行うコンピュータとしての機能を実現するため、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１０１、ＲＡＭ（Random Access Memory）１０２、ＲＯＭ（Read Only Memory）１０３及びフラッシュメモリ１０４を備える。また、虹彩照合システム１０は、通信Ｉ／Ｆ（インターフェース）１０５、表示装置１０６、入力装置１０７、可視光照射装置１０８、可視光カメラ１０９、赤外線照射装置１１０及び赤外線カメラ１１１を備える。ＣＰＵ１０１、ＲＡＭ１０２、ＲＯＭ１０３、フラッシュメモリ１０４、通信Ｉ／Ｆ１０５、表示装置１０６、入力装置１０７、可視光照射装置１０８、可視光カメラ１０９、赤外線照射装置１１０及び赤外線カメラ１１１は、バス１１２を介して相互に接続される。なお、表示装置１０６、入力装置１０７、可視光照射装置１０８、可視光カメラ１０９、赤外線照射装置１１０及び赤外線カメラ１１１は、これらの装置を駆動するための不図示の駆動装置を介してバス１１２に接続されてもよい。

【００１５】

図１では、虹彩照合システム１０を構成する各部が一体の装置として図示されているが、これらの機能の一部は外付け装置により構成されていてもよい。例えば、可視光照射装置１０８、可視光カメラ１０９、赤外線照射装置１１０又は赤外線カメラ１１１は、ＣＰＵ１０１等を含むコンピュータの機能を構成する部分とは別の外付け装置であってもよい。

【００１６】

ＣＰＵ１０１は、ＲＯＭ１０３、フラッシュメモリ１０４等に記憶されたプログラムに従って所定の動作を行うとともに、虹彩照合システム１０の各部を制御する機能をも有する。ＲＡＭ１０２は、揮発性記憶媒体から構成され、ＣＰＵ１０１の動作に必要な一時的なメモリ領域を提供する。ＲＯＭ１０３は、不揮発性記憶媒体から構成され、虹彩照合システム１０の動作に用いられるプログラム等の必要な情報を記憶する。フラッシュメモリ１０４は、不揮発性記憶媒体から構成され、赤外線カメラ１１１等で撮影された画像、照合対象の画像、特徴量データ等の記憶を行う記憶装置である。

【００１７】

通信 I / F 1 0 5 は、W i - F i (登録商標)、4 G 等の規格に基づく通信インターフェースであり、他の装置との通信を行うためのモジュールである。表示装置 1 0 6 は、液晶ディスプレイ、O L E D (Organic Light Emitting Diode) ディスプレイ等であって、動画、静止画、文字等の表示に用いられる。入力装置 1 0 7 は、ボタン、タッチパネル等であって、ユーザが虹彩照合システム 1 0 を操作するために用いられる。表示装置 1 0 6 及び入力装置 1 0 7 は、タッチパネルとして一体に形成されていてもよい。

【0018】

可視光照射装置 1 0 8 及び可視光カメラ 1 0 9 は、例えば、表示装置 1 0 6 の表示面等に設けられる。可視光照射装置 1 0 8 は、例えば、可視光カメラ 1 0 9 による撮影のための光源として用いられる。また、一部の処理においては、可視光照射装置 1 0 8 は、ユーザの眼に可視光を照射し、対光反射を起こさせることにより、瞳孔を収縮させる処理を行う可視光照射部として用いられ得る。可視光カメラ 1 0 9 は、風景、ユーザの顔、眼等を可視光により撮影し、画像を取得することができる。可視光カメラ 1 0 9 には、撮影後の画像処理に適するように、C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ、C C D (Charge Coupled Device) イメージセンサ等を用いたデジタルカメラが用いられ得る。

【0019】

赤外線照射装置 1 1 0 は、赤外線 L E D 等の赤外光を発する発光素子である。赤外線カメラ 1 1 1 には、赤外線に対して感度を有するように構成された受光素子を備えた C M O S イメージセンサ、C C D イメージセンサ等を用いたデジタルカメラが用いられ得る。赤外線照射装置 1 1 0 から赤外光をユーザの眼に照射し、虹彩で反射した赤外線を赤外線カメラ 1 1 1 で撮影することにより、虹彩照合に用いられる虹彩画像を撮影することができる。虹彩画像を赤外線により取得することにより、虹彩の色によらず高コントラストな画像が得られ、かつ角膜による反射の影響を低減することができる。しかしながら、これらの影響が問題とならない場合には、可視光カメラ 1 0 9 を用いて虹彩画像を撮影してもよい。この場合、赤外線照射装置 1 1 0 及び赤外線カメラ 1 1 1 を省略することができる。また、可視光カメラが可視光に加えて赤外線による画像を取得可能なカメラである場合にも赤外線カメラ 1 1 1 を省略することができる。なお、赤外線照射装置 1 1 0 から照射される赤外線の波長は、例えば、8 0 0 n m 程度の近赤外領域であり得る。

【0020】

なお、図 1 に示されているハードウェア構成は例示であり、これら以外の装置が追加されていてもよく、一部の装置が設けられていなくてもよい。また、一部の装置が同様の機能を有する別の装置に置換されていてもよい。更に、一部の機能がネットワークを介して他の装置により提供されてもよく、本実施形態を構成する機能が複数の装置に分散されて実現されるものであってもよい。例えば、フラッシュメモリ 1 0 4 は、H D D (Hard Disk Drive) に置換されていてもよく、クラウドストレージに置換されていてもよい。

【0021】

図 2 は、第 1 実施形態に係る虹彩照合システム 1 0 の機能ブロック図である。虹彩照合システム 1 0 は、画像取得部 1 2 1、瞳孔検出部 1 2 2、虹彩検出部 1 2 3、判定対象画像抽出部 1 2 4、サイズ変更部 1 2 5、評価値算出部 1 2 6、判定部 1 2 7、処理部 1 2 8、表示部 1 2 9、抽出範囲設定部 1 3 0、特徴量算出部 1 3 1、照合部 1 3 2 及び記憶部 1 3 3 を有する。

【0022】

C P U 1 0 1 は、赤外線照射装置 1 1 0 及び赤外線カメラ 1 1 1 を制御することにより、ユーザの眼の赤外線画像を取得する画像取得部 1 2 1 の機能を実現する。C P U 1 0 1 は、R O M 1 0 3 等に記憶されたプログラムを R A M 1 0 2 にロードして実行することにより、瞳孔検出部 1 2 2、虹彩検出部 1 2 3、判定対象画像抽出部 1 2 4、サイズ変更部 1 2 5、評価値算出部 1 2 6、判定部 1 2 7、処理部 1 2 8、抽出範囲設定部 1 3 0、特徴量算出部 1 3 1 及び照合部 1 3 2 の機能を実現する。これらの各部で行われる処理については後述する。表示部 1 2 9 は、取得した画像、ユーザへのメッセージ等を表示する。C

P U 1 0 1 は、表示装置 1 0 6 を制御することにより表示部 1 2 9 の機能を実現する。記憶部 1 3 3 は、画像取得部 1 2 1 により取得された虹彩画像、あらかじめ登録されている虹彩画像、これらの虹彩画像から算出された特徴量等のデータを記憶する。C P U 1 0 1 は、フラッシュメモリ 1 0 4 を制御することにより記憶部 1 3 3 の機能を実現する。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、第 1 実施形態に係る虹彩照合システム 1 0 により行われる処理の概略を示すフローチャートである。ステップ S 1 0 0 において、虹彩照合システム 1 0 は、ユーザの眼を含む画像に基づいて、ユーザの眼に着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定する。

【 0 0 2 4 】

着色コンタクトレンズとは、レンズの一部に着色部が設けられているコンタクトレンズである。着色コンタクトレンズは、カラーコンタクトレンズ、サークルコンタクトレンズ、コスメティックコンタクトレンズと呼ばれることもある。着色コンタクトレンズを装用することにより、虹彩の色を変化させたり、虹彩を大きく見せたりする装飾効果を得ることができる。多くの場合、着色コンタクトレンズの着色領域は、主として虹彩の外周の近傍に対応する部分に設けられており、瞳孔に対応する部分は透明である。これは、虹彩を大きく見せる装飾効果を得つつ、視界を損なわないようにするためである。

【 0 0 2 5 】

ユーザが着色コンタクトレンズを装用することにより虹彩の模様等が変化するため、虹彩照合の精度に影響を与える場合がある。虹彩の画像の登録は、通常着色コンタクトレンズを装用せずに行われる。そのため、照合時に着色コンタクトレンズを装用していると、登録時と照合時の虹彩の模様等が一致しなくなるためである。そのため、ステップ S 1 0 0 では、虹彩照合に先立って、ユーザの眼を含む画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かの判定を行う。着色コンタクトレンズの装用の有無に基づいて、後続する処理の内容をより適したものにすることができる。

【 0 0 2 6 】

ステップ S 2 0 0 において、虹彩照合システム 1 0 は、照合精度を向上させるための処理を行う。この処理は、主として、ステップ S 1 0 0 において、着色コンタクトレンズが装用されていると判定された場合に、着色コンタクトレンズに起因する虹彩照合の精度劣化を低減するために行われるものである。

【 0 0 2 7 】

ステップ S 3 0 0 において、虹彩照合システム 1 0 は、照合時に撮影したユーザの虹彩を含む画像と、あらかじめ登録されているユーザの虹彩を含む画像とを照合する。本ステップの照合処理において、ステップ S 1 0 0 の着色コンタクトレンズの装用の判定結果に応じて処理内容を変化させることができる。着色コンタクトレンズが装用されている場合には、虹彩照合システム 1 0 は、画像に含まれる虹彩の領域のうち虹彩の外周を含む所定範囲を除いた領域から抽出された特徴量を用いて虹彩の照合を行う。

【 0 0 2 8 】

図 3 に示したステップ S 1 0 0 からステップ S 3 0 0 の処理のすべてを実行することは必須ではなく、一部を省略した実施形態も本発明の範疇に含まれる。例えば、ステップ S 2 0 0 の照合精度向上処理を省略して処理を簡略化してもよい。また、別の装置により着色コンタクトレンズの装用有無をあらかじめ判定しておくこと、あるいはユーザに着色コンタクトレンズの装用有無を入力させることにより、ステップ S 1 0 0 の処理を省略して処理を簡略化してもよい。また、ステップ S 1 0 0 の着色コンタクトレンズの装用を判定する処理を単独で実行する画像処理システムも本発明の範疇に含まれる。また、ステップ S 1 0 0 からステップ S 3 0 0 の処理は複数の装置が協働して実行するものであってもよい。

【 0 0 2 9 】

図 4 乃至図 7 を参照しつつ、図 3 のステップ S 1 0 0 における着色コンタクトレンズの装用判定処理の具体例を説明する。図 4 は、第 1 実施形態に係る着色コンタクトレンズの装用判定処理を示すフローチャートである。図 4 の処理は、図 3 のステップ S 1 0 0 の処理

10

20

30

40

50

をより具体化したものである。

【0030】

ステップS101において、画像取得部121は、ユーザの眼を含む画像を取得する。取得された画像は記憶部133に記憶される。典型的には、この画像は赤外線により取得されたものであるため、グレースケールの画像である。また、画像のサイズは、例えば、横640ピクセル×縦480ピクセルである。ただし、後述の処理によりサイズの変更が行われるので、これ以外のサイズであってもよい。なお、本明細書において、画像の大きさ、対象物の長さ等のサイズを示す用語は、ピクセル数のような規格化された無次元量で規定される場合があり、ミリメートル等の長さの次元を有する単位により規定されるものに限られない。また、ユーザの眼を含む画像は、赤外線により取得されたものに限られず、可視光により取得されたものであってもよい。

10

【0031】

ステップS102において、瞳孔検出部122は、ステップS101で取得された眼を含む画像から、瞳孔を検出し、瞳孔の位置を特定する。特定された瞳孔の位置は、記憶部133に記憶される。瞳孔の形状は、円形として近似することができる。そのため、瞳孔の位置は、例えば、瞳孔の中心座標と半径により表現することができる。なお、瞳孔の領域は、例えば、所定値よりも低い輝度のピクセルを抽出することにより検出することができる。

【0032】

ステップS103において、虹彩検出部123は、ステップS101で取得された眼を含む画像から、虹彩を検出し、虹彩の位置を特定する。特定された虹彩の位置は、記憶部133に記憶される。瞳孔検出部122及び虹彩検出部123はより一般的に検出部と呼ばれることもある。虹彩の形状は、瞳孔を内包する円環形状として近似することができる。そのため、虹彩の位置は、例えば、虹彩の中心座標、外周半径及び内周半径により表現することができる。虹彩の内周半径は、瞳孔の半径に相当するため、虹彩の位置を示す情報から省略してもよい。なお、虹彩は、例えば、虹彩の外周と強膜（いわゆる白目）との境界における輝度変化を抽出することにより検出することができる。ここで検出される虹彩は、ユーザの虹彩自体だけでなく、着色コンタクトレンズに施されている虹彩を模した模様を含む。そのため、本明細書では、虹彩と着色コンタクトレンズに施されている模様を含む、外見上虹彩に見える領域全体を虹彩と呼ぶことがある。なお、ステップS102及びステップS103の順序は逆であってもよい。あるいは、ステップS102及びステップS103は、並行して行われるものであってもよく、1つの処理として行われてもよい。

20

30

【0033】

ステップS104において、判定対象画像抽出部124は、ステップS101で取得された眼を含む画像から虹彩の側部を含む2つの判定対象画像を抽出する。ここで、虹彩の側部とは、虹彩の外周における白目との境界であって、主にまぶたに隠れる上下を除いた左右の部分を目指す。抽出された判定対象画像は記憶部133に記憶される。2つの判定対象画像は、着色コンタクトレンズの装用判定に用いられる。図5を参照して、判定画像の抽出について詳細に説明する。

【0034】

図5は、第1実施形態に係る判定対象画像の抽出を模式的に示す図である。図5には、ステップS101で取得された画像に含まれる眼90、瞳孔91及び虹彩92が模式的に示されている。判定対象画像抽出部124は、眼90の画像から2つの判定対象画像R1、R2を抽出する。なお、判定対象画像抽出部124は、単に抽出部と呼ばれることもある。

40

【0035】

図5に示されるように、判定対象画像R1、R2は、虹彩92の左側の側部及び右側の側部をそれぞれ含むように抽出される。判定対象画像R1、R2は、一辺の長さがS（ピクセル）の正方形である。また、当該正方形の辺のうちの眼90に対して上下方向の一辺は虹彩92の中心を通過する線分である。一辺の長さであるSは、虹彩の外周半径を $I r 1$ （ピクセル）としたとき、 $S = I r 1 + m$ となるように設定される。ここで、mは、判定

50

対象画像 R 1、R 2 が虹彩の側部を含み、かつ虹彩 9 2 の上端及び下端をいずれも含まないように設定された所定の値であり、例えば 3 0 ピクセルに設定される。

【0036】

判定対象画像 R 1、R 2 の位置をこのように設定する理由を説明する。着色コンタクトレンズの模様には、虹彩の外周付近に顕著な特徴がある場合が多い。例えば、着色コンタクトレンズを装用している眼は、虹彩の部分と白目の部分との間の輝度変化が大きい場合が多い。そのため、判定対象画像 R 1、R 2 に、虹彩の外周を含めて判定を行うことにより判別器による着色コンタクトレンズの検出精度が向上する。また、虹彩の上下はまぶた及びまつげにより隠れる場合がある。判定対象画像 R 1、R 2 にまぶた又はまつげが含まれると、判定精度が劣化する場合がある。そのため、判定対象画像 R 1、R 2 の位置は、虹彩の側部を含むようにするとともに、虹彩の上端及び下端をいずれも含まないように設定することが望ましい。また、判定対象画像 R 1、R 2 を広く確保することができるため、正方形の上下方向の一辺を虹彩 9 2 の中心を通過する線分とすることが望ましい。

10

【0037】

なお、判定対象画像 R 1、R 2 は、正方形であることは必須ではない。例えば、判定対象画像 R 1、R 2 は、長方形であり得る。すなわち、判定対象画像 R 1、R 2 の形状は、正方形、長方形に限定されないあらゆる形状であり得るものであり、他の例としては、多角形、扇形、曲線を含む図形であってもよい。判定対象画像 R 1、R 2 が正方形以外の図形の場合、虹彩の側部を含み、かつ虹彩をなるべく広く含むようにするために、判定対象画像 R 1、R 2 の眼 9 0 に対する水平方向の長さが、虹彩 9 2 の外周半径よりも大きいことが望ましい。

20

【0038】

判定対象画像 R 1、R 2 は、虹彩 9 2 の左右から 2 つ取得されているが、いずれか 1 つであってもよい。しかしながら、より精度の高い判定が可能になるため、2 つの判定対象画像 R 1、R 2 を用いることが望ましい。

【0039】

ステップ S 1 0 5 において、サイズ変更部 1 2 5 は、判定対象画像 R 1、R 2 のサイズを変更する。図 6 は、第 1 実施形態に係る判定対象画像のサイズ変更を模式的に示す図である。図 6 に示されるように、サイズ変更部 1 2 5 は、一辺が S ピクセルの判定対象画像 R 1、R 2 を一辺が 3 2 ピクセルの判定対象画像 R 1 a、R 2 a に縮小することにより、判定対象画像 R 1 a、R 2 a を生成する。サイズを変更する理由は、後続の判別の処理に適するように画像を一定のピクセル数とすることにより後述の判別器による処理を効率化するためである。サイズ変更後の判定対象画像 R 1 a、R 2 a は記憶部 1 3 3 に記憶される。一辺が 3 2 ピクセルであることは例示であり、特にこれに限定されるものでない。また、判別器の処理においてサイズを限定することが必須でない場合にはステップ S 1 0 5 の処理は省略してもよい。

30

【0040】

図 7 はステップ S 1 0 6 からステップ S 1 0 9 における判定処理を模式的に示す図である。図 4 と図 7 を相互に参照しつつ以降の処理を説明する。本処理を実行する評価値算出部 1 2 6 は、例えば、畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Network) により構成された判別器を含む。判別器は、着色コンタクトレンズを装用している眼の画像と、着色コンタクトレンズを装用していない眼の画像とを含む多数の画像を教師データとしてあらかじめ機械学習させておくことにより、着色コンタクトレンズの装用の有無を判別できるように構成されている。眼を含む画像を判別器に入力すると、着色コンタクトレンズを装用している可能性を示す評価値を出力する。評価値は、一例として、0 から 1 までの連続値とする。この場合、着色コンタクトレンズを装用していない可能性が高いほど評価値は 0 に近くなり、着色コンタクトレンズを装用している可能性が高いほど評価値は 1 に近くなる。

40

【0041】

ステップ S 1 0 6 において、評価値算出部 1 2 6 の判別器は、2 つの判定対象画像 R 1 a

50

、R 2 aのそれぞれに基づいて、2つの評価値V 1、V 2を算出する。評価値は、記憶部1 3 3に記憶される。

【0 0 4 2】

ステップS 1 0 7からステップS 1 0 9において、判定部1 2 7は、2つの評価値V 1、V 2に基づいて、着色コンタクトレンズの装用の有無を判定する。より具体的には、ステップS 1 0 7において、判定部1 2 7は、評価値V 1と評価値V 2がいずれも0. 9以上であるか否かを判断する。評価値V 1と評価値V 2がいずれも0. 9以上である場合（ステップS 1 0 7においてY E S）、判定部1 2 7は、着色コンタクトレンズが装用されていると判定する（ステップS 1 0 8）。評価値V 1と評価値V 2の少なくとも一方が0. 9未満である場合（ステップS 1 0 7においてN O）、判定部1 2 7は、着色コンタクト

10

【0 0 4 3】

このように、ステップS 1 0 6からステップS 1 0 9における判定処理では、2つの判定対象画像R 1 a、R 2 aによる判定結果がいずれも着色コンタクトレンズを装用していることを示している場合にのみ着色コンタクトレンズを装用していると判定される。着色コンタクトレンズには様々な種類があり、虹彩の模様等にも個人差がある。そのため、十分な量の教師データを用いて学習を行った場合であっても判別器は誤判別することがある。そこで、判定精度を向上させるため、上述のように2つの判定対象画像R 1 a、R 2 aの両方を入力し、これらによる判別結果を総合して判定を行うことが望ましい。

【0 0 4 4】

ステップS 1 0 6からステップS 1 0 9における判定処理を1つの判定対象画像を用いて行う場合の処理の例を説明する。評価値算出部1 2 6の判別器は、1つの判定対象画像から1つの評価値を算出する。その後、判定部1 2 7は、評価値が0. 9以上の場合に着色コンタクトレンズが装用されていると判定し、評価値が0. 9未満の場合に着色コンタクトレンズが装用されていないと判定することにより、装用の有無を判定することができる。このように、判定対象画像は1つであってもよい。

20

【0 0 4 5】

以上のように、本実施形態の着色コンタクトレンズの装用判定処理によれば、虹彩の外周の側部を含む判定対象画像に基づいて判定を行うことにより、精度よく着色コンタクトレンズの装用の有無を判定することができる。

30

【0 0 4 6】

なお、図7に示した判定処理には、畳み込みニューラルネットワークによる判別器が用いられているが、これに限定されるものではなく、例えば、虹彩の外周における白目との境界の部分の輝度変化に基づいて着色コンタクトレンズの装用の判定を行ってもよい。

【0 0 4 7】

また、ステップS 1 0 7の判断は、評価値V 1と評価値V 2の少なくとも一方が0. 9以上である場合に、着色コンタクトレンズが装用されていると判定し、評価値V 1と評価値V 2の両方が0. 9未満である場合に、着色コンタクトレンズが装用されていないと判定するものであってもよい。また、ステップS 1 0 7の判断は、判定対象画像の信頼性等に応じて、評価値V 1、評価値V 2等の複数の評価値の中から1又は2以上の評価値を選択し、判定に用いるものであってもよい。例えば、複数の判定対象画像のうちにノイズ等により信頼性が十分ではないものがある場合には、そのような判定対象画像の評価値を判定の処理から除外することにより判定の精度を向上させることができる。なお、上述の例において、評価値V 1、評価値V 2の判定のための閾値である0. 9はあくまでも一例であり、これ以外のあらゆる値に設定され得る。

40

【0 0 4 8】

次に、図8乃至図1 0を参照しつつ、図3のステップS 2 0 0における照合精度向上処理の具体例を説明する。

【0 0 4 9】

図8は、第1実施形態に係る照合精度向上処理の第1の例を示すフローチャートである。

50

ステップ S 2 0 1 において、処理部 1 2 8 は、ステップ S 1 0 0 の判定結果を参照する。ユーザが着色コンタクトレンズを装用していると判定された場合（ステップ S 2 0 1 において Y E S）、処理はステップ S 2 0 2 に移行する。ユーザが着色コンタクトレンズを装用していないと判定された場合（ステップ S 2 0 1 において N O）、処理は終了する。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 2 0 2 において、処理部 1 2 8 は、可視光照射装置 1 0 8 を制御してユーザの眼に可視光を照射させる。その後、ステップ S 2 0 3 において、処理部 1 2 8 は、画像取得部 1 2 1 に眼を含む画像を再取得させる。

【 0 0 5 1 】

眼の網膜に可視光が照射されると、瞳孔が縮小する対光反射が起こる。そのため、虹彩の領域が広くなり、虹彩の模様を取得できる面積が広がる。したがって、着色コンタクトレンズによる虹彩照合の精度劣化を低減することができる。また、本例では、無意識に起こる反射を利用しているため、照合対象者に何らかの行動を行わせる必要がない。例えば、行政機関での本人確認の場面等において、照合対象者が虹彩照合に協力的でない場合、照合対象者と言葉が通じない場合のように、照合対象者に何らかの行動を行わせることが難しい場合にも本例は適用可能である。

【 0 0 5 2 】

いずれか一方の眼に対して可視光が照射された場合であっても、対光反射による瞳孔の縮小は両方の眼に対して起こる。そのため、可視光を照射させる眼と画像を再取得する眼が異なる眼であってもよい。これにより、照射した可視光の反射による影響を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

図 9 は、第 1 実施形態に係る照合精度向上処理の第 2 の例を示すフローチャートである。図 8 と同様の処理については適宜説明を省略する。ステップ S 2 0 4 において、処理部 1 2 8 は、表示部 1 2 9 に明るいものを見るよう促すメッセージを表示させる。具体的なメッセージの例は、「もう一度認証を行うため、一旦明るいものを見てから再びカメラを見てください」というものであり得る。このメッセージに応じてユーザが明るいものを見た後、ステップ S 2 0 3 において、処理部 1 2 8 は、画像取得部 1 2 1 に眼を含む画像を再取得させる。

【 0 0 5 4 】

本例においても、ユーザが明るいものを見ることにより、対光反射により、瞳孔が縮小し、虹彩の領域が広がる。したがって、着色コンタクトレンズによる虹彩照合の精度劣化を低減することができる。本例では、上述の第 1 の例とは異なり、可視光照射装置 1 0 8 が設けられていなくても対光反射を利用した照合精度向上処理を行うことができる。なお、メッセージは、「もう一度認証を行うため、一旦照明を見てから再びカメラを見てください」のように見るべきものをより具体的に指示する内容であってもよい。

【 0 0 5 5 】

図 8 及び図 9 における瞳孔の縮小を利用した構成において、照合精度がより顕著に向上する例を説明する。ステップ S 1 0 0 において着色コンタクトレンズが装用されていると判定された場合、ステップ S 3 0 0 の虹彩照合において虹彩の外周付近を特徴量の抽出範囲から除外する処理が行われることがある。このとき、特徴量の抽出に寄与する領域が減少し、虹彩照合の精度が低下することが問題となり得る。このような状況において、図 8 及び図 9 における処理を行って瞳孔を縮小させると、虹彩の外周付近ではなく、その反対側である虹彩の内周側の面積を拡大することができる。これにより、虹彩の外周付近が特徴量の抽出範囲から除外された場合にも精度よく虹彩照合を行うことができる。

【 0 0 5 6 】

図 1 0 は、第 1 実施形態に係る照合精度向上処理の第 3 の例を示すフローチャートである。図 8 と同様の処理については適宜説明を省略する。ステップ S 2 0 5 において、処理部 1 2 8 は、表示部 1 2 9 にまばたきをするよう促すメッセージを表示させる。具体的なメッセージの例は、「もう一度認証を行うため、まばたきをしてから再びカメラを見てください」

さい」というものであり得る。このメッセージに応じてユーザがまばたきをした後、ステップS 2 0 6において、処理部1 2 8は、画像取得部1 2 1に眼を含む画像を追加取得させる。

【0 0 5 7】

本例では、ユーザにまばたきをさせることにより着色コンタクトレンズが回転し、着色コンタクトレンズの模様位置がまばたきの前後で変化する。一方、ユーザの眼の虹彩自体の模様はまばたきをしても変化しない。したがって、まばたきの前後に取得した2つの画像の差分を演算することにより、着色コンタクトレンズの模様とユーザの眼の虹彩の模様とを分離することができ、ユーザの眼の虹彩の模様を抜き出すことで精度よく照合を行うことができる。したがって、着色コンタクトレンズによる虹彩照合の精度劣化を低減することができる。

10

【0 0 5 8】

本例においても、精度向上処理を行うことができる。本例では、明るさの変化による対光反射を利用しないため、明るい場所でも効果が減退しない利点がある。

【0 0 5 9】

なお、図1 0のフローチャートの処理は、ステップS 2 0 6の処理を複数回繰り返すことにより画像を複数回取得する処理に変形してもよい。更に、この場合には、ステップS 2 0 5の処理は省略してもよい。人は無意識にまばたきをするので、まばたきを促すメッセージを表示しなくても無意識のまばたきにより着色コンタクトレンズが回転することがある。したがって、メッセージを表示しなくても、繰り返し画像を取得することで、着色コンタクトレンズの模様とユーザの眼の虹彩の模様とを分離するための画像の取得ができることもあり、その場合には上述と同様の効果が得られる。

20

【0 0 6 0】

図1 1は、第1実施形態に係る照合精度向上処理の第3の例の変形例を示すフローチャートである。図1 1のステップS 2 0 7に示されるように、メッセージの内容は、左右を見ることを指示する等、眼を動かすことを促すものであってもよい。具体的なメッセージの例は、「もう一度認証を行うため、一旦左右を見てから再びカメラを見てください」というものであり得る。眼球が動くことにより、着色コンタクトレンズが回転するため、本変形例においても上述のまばたきを促す場合と同様の効果が得られる。

【0 0 6 1】

以上のように、本実施形態の照合精度向上処理によれば、着色コンタクトレンズを装着していることによる虹彩照合の精度劣化を低減することができる。

30

【0 0 6 2】

なお、上述の処理において、種々のメッセージは表示部1 2 9への表示によりユーザに報知されるものとしているが、メッセージの報知方法はこれに限定されるものではない。例えば、音声による報知であってもよい。

【0 0 6 3】

図1 2及び図1 3を参照しつつ、図3のステップS 3 0 0における虹彩照合処理の具体例を説明する。図1 2は、第1実施形態に係る虹彩照合処理を示すフローチャートである。図1 2の処理は、図3のステップS 3 0 0の処理をより具体化したものである。

40

【0 0 6 4】

ステップS 3 0 1において、抽出範囲設定部1 3 0は、ステップS 1 0 0の判定結果を参照する。ユーザが着色コンタクトレンズを装着していると判定された場合（ステップS 3 0 1においてY E S）、処理はステップS 3 0 2に移行する。ユーザが着色コンタクトレンズを装着していないと判定された場合（ステップS 3 0 1においてN O）、処理はステップS 3 0 3に移行する。

【0 0 6 5】

ステップS 3 0 2において、抽出範囲設定部1 3 0は、虹彩の外周付近を除外して特徴量の抽出範囲を設定する。図1 3は、第1実施形態に係る特徴量の抽出範囲の設定を模式的に示す図である。図1 3に示されるように画像中の虹彩の領域は、マスク領域9 3と特徴

50

量抽出領域 9 4 とに区分されている。マスク領域 9 3 は、虹彩の外周及び内周の位置に応じて定められる領域であり、虹彩の領域のうち、後続する照合の処理に用いられる特徴量を抽出しない範囲である。特徴量抽出領域 9 4 は、虹彩の領域のうち、特徴量を抽出する領域であり、マスク領域 9 3 を除く範囲となる。マスク領域 9 3 は、虹彩の外周付近に配される。すなわち、特徴量抽出領域 9 4 は、虹彩の外周を含む所定範囲を除外した範囲となる。

【0066】

マスク領域 9 3 の範囲は、虹彩の外周端部を含み、かつ虹彩の外周から内周に向かって 6 割以上の幅を有する円環として定められる。より具体的には、前記虹彩の外周半径を $I r 1$ 、内周半径を $I r 2$ としたとき、マスク領域 9 3 は、外周半径が $I r 1$ 、内周半径が $\{I r 2 + 0.4 \times (I r 1 - I r 2)\}$ となる円環である。

10

【0067】

マスク領域 9 3 及び特徴量抽出領域 9 4 をこのように定める理由について説明する。着色コンタクトレンズにおいて、虹彩の外周付近に対応する箇所には、着色箇所（模様）が多く配されている。そのため、着色コンタクトレンズを装用している状態で、虹彩の外周付近を含む領域から特徴量を抽出して虹彩認証を行うと、虹彩の模様の上に着色コンタクトレンズの模様が重なった状態で虹彩照合がなされることとなり、照合精度が低下し得るという問題があった。例えば、登録時の着色コンタクトレンズを装用していない虹彩の模様と、照合時の虹彩の模様の上に着色コンタクトレンズの模様が重なった状態の模様とが合致しないため、同一人物を他人と判定することがあり得た。

20

【0068】

特徴量抽出領域 9 4 を虹彩の外周を含む所定範囲を除外した範囲と定めることにより、着色コンタクトレンズの模様がが多く配される虹彩の外周付近が特徴量の抽出から除外される。一方、着色コンタクトレンズの虹彩の内周付近に対応する領域には、視界を確保するために模様が配されていないことが多く虹彩照合には影響を与えにくい。そのため、着色コンタクトレンズを装用していることによる虹彩照合の精度劣化を低減することができる。

【0069】

ユーザが着色コンタクトレンズを装用していない場合におけるステップ S 3 0 3 においては、マスク領域 9 3 は設けられず、虹彩全体に対して特徴量抽出領域 9 4 が設定される。着色コンタクトレンズを装用していない場合には、外周付近を特徴量抽出領域から除外する必要はなく、むしろ除外しない方が特徴量抽出領域を広くすることができるため、照合精度を高くすることができる。そのため、着色コンタクトレンズの装用の有無により、異なる処理を行うことが望ましい。

30

【0070】

ステップ S 3 0 4 において、特徴量算出部 1 3 1 は、設定された特徴量抽出領域 9 4 の画像に含まれる虹彩の模様等を用いて特徴量を算出する。算出された特徴量は、記憶部 1 3 3 に記憶される。

【0071】

ステップ S 3 0 5 において、照合部 1 3 2 は、ステップ S 3 0 4 において取得された特徴量と、あらかじめ記憶部 1 3 3 に登録されているユーザの虹彩の特徴量とを照合する。照合により、同一人物の虹彩であると判定された場合、虹彩照合システム 1 0 は、本人確認ができたものと判断し、ログイン等の処理を行う。

40

【0072】

以上のように、本実施形態の虹彩照合処理によれば、虹彩の外周を含む所定範囲を除外した範囲を特徴量の抽出範囲とすることにより、照合対象者が着色コンタクトレンズを装用している場合の照合精度に対する影響を低減し得る。

【0073】

ステップ S 3 0 2 の手法により虹彩の外周付近を除外して特徴量抽出領域 9 4 を設定する場合には、図 8 及び図 9 を用いて説明した照合精度向上処理のいずれかを組み合わせることがより有効である。ステップ S 3 0 2 の手法では、マスク領域 9 3 の分だけ特徴量抽出

50

領域 94 が狭くなる。図 8 又は図 9 の処理を併用することにより、虹彩の範囲を広くすることができるため、特徴量抽出領域 94 が狭くなった影響を補償することができる。

【0074】

上述の処理では、マスク領域 93 は、着色コンタクトレンズの模様によらず決定されるので、着色コンタクトレンズの模様を検出する処理を行う必要がなく、高速な処理が可能である。しかしながら、処理速度よりも精度を重視する場合には、着色コンタクトレンズの模様とユーザの虹彩自体の模様とを判別することにより着色コンタクトレンズの着色箇所を判定する処理を追加してもよい。この場合、着色コンタクトレンズの着色箇所がマスク領域 93 として設定される。このように、着色コンタクトレンズの着色箇所（模様の形状又は模様が配される領域）を特定できる場合には、虹彩照合を行う際の虹彩の外周付近の領域であるマスク領域 93 を、着色コンタクトレンズの着色箇所に基づいて設定することができる。

10

【0075】

着色コンタクトレンズの模様とユーザの虹彩自体の模様とを判別する処理の例としては、snakes 法、Level Set 法といった動的輪郭モデルを用いて着色コンタクトレンズの模様の輪郭を探索する手法が挙げられる。また、別の例としては、虹彩を複数の矩形領域に分割し、矩形領域ごとに畳み込みニューラルネットワークを用いて着色コンタクトレンズの模様があるか否かを判別する手法、同心円上に規則的な図形があるか否かを検出する手法、放射状の直線があるか否かを検出する手法等も挙げられる。

【0076】

上述の実施形態において説明した装置は以下の第 2 実施形態乃至第 4 実施形態のようにも構成することができる。

20

【0077】

〔第 2 実施形態〕

図 14 は、第 2 実施形態に係る虹彩照合システム 20 の機能ブロック図である。虹彩照合システム 20 は、判定部 201 及び照合部 202 を備える。判定部 201 は、照合対象者の眼を含む画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定する。照合部 202 は、判定部 201 により着色コンタクトレンズが装用されていると判定された場合に、画像に含まれる虹彩の領域のうち虹彩の外周を含む所定範囲を除いた領域から抽出された特徴量を用いて虹彩の照合を行う。

30

【0078】

本実施形態によれば、照合対象者が着色コンタクトレンズを装用している場合の照合精度に対する影響を低減することができる虹彩照合システム 20 を提供することができる。

【0079】

〔第 3 実施形態〕

図 15 は、第 3 実施形態に係る画像処理システム 30 の機能ブロック図である。画像処理システム 30 は、抽出部 301 及び判定部 302 を備える。抽出部 301 は、眼を含む画像から虹彩の外周の側部を含む判定対象画像を抽出する。判定部 302 は、判定対象画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定する。

【0080】

本実施形態によれば、精度よく着色コンタクトレンズの装用の有無を判定することができる画像処理システム 30 を提供することができる。

40

【0081】

〔第 4 実施形態〕

図 16 は、第 4 実施形態に係る虹彩照合システム 40 の機能ブロック図である。虹彩照合システム 40 は、判定部 401 及び処理部 402 を備える。判定部 401 は、照合対象者の眼を含む画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定する。処理部 402 は、判定部 401 により着色コンタクトレンズが装用されていると判定された場合に、虹彩照合の精度を向上させる処理を前記照合対象者に対して行う。

【0082】

50

本実施形態によれば、着色コンタクトレンズを装用していることによる虹彩照合の精度劣化を低減することができる虹彩照合システム40を提供することができる。

【0083】

〔変形実施形態〕

本発明は、上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

【0084】

上述の実施形態の虹彩照合システムは、一例として挙げたログイン時の認証だけでなく、種々の本人確認に用いられ得る。例えば、上述の実施形態の虹彩照合システムは、空港・海港・国境における入出国のための本人確認、行政機関における本人確認、工場・事業所への入退場のための本人確認、イベント会場への入場時の本人確認等に適用され得る。

【0085】

上述の各実施形態において、虹彩照合に用いられる画像の取得は、認証対象者の片目に対して行ってもよく、両目に対して行ってもよい。片目の画像のみを取得する場合、処理速度の向上、記憶容量の削減の効果があり、両目の画像を取得する場合、認証精度が向上する効果がある。

【0086】

上述の各実施形態においては、取得した虹彩の画像の特徴量とあらかじめ登録されている虹彩の特徴量とを照合する場面、すなわち虹彩照合における処理を例示している。しかしながら、上述の各実施形態は、適宜変形を施すことにより、虹彩の画像又は虹彩の特徴量の登録の場面にも適用可能である。具体的にはステップS300の虹彩照合処理を虹彩登録処理に置き換えることにより登録の場面に変形することが可能である。ここで、虹彩登録処理は、例えば、虹彩の画像を取得して特徴量を算出し、虹彩の特徴量を記憶する処理であり得る。

【0087】

上述の各実施形態においては、ステップS201の処理においてユーザが着色コンタクトレンズを装用していると判定された場合には、ステップS202、S204又はS205の処理が行われているが、この処理は例示した以外のものであってもよい。例えば、ユーザが着色コンタクトレンズを装用していると判定された場合に、ユーザに対して着色コンタクトレンズを外すように指示するメッセージを表示するものであってもよい。あるいは、ユーザが着色コンタクトレンズを装用していると判定された場合に、照合又は登録が失敗したものとして扱ってもよい。この場合、処理の失敗をメッセージ、アラーム等でユーザに通知して再度の照合又は登録を促してもよく、処理の失敗を通知して処理を終了してもよい。なお、これらの処理は、ステップS202、S204又はS205の処理に代えて行われるものであってもよく、ステップS202、S204又はS205の処理と並行して行われるものであってもよい。

【0088】

上述のように、着色コンタクトレンズを外す指示又は照合を行う処理又は登録が失敗したものとして扱う処理を行うことによる効果について、虹彩の登録の場面の例で説明する。虹彩の登録の場面では、本人確認の重要性が高いため、登録された虹彩が本人のものであることの確実性を高める必要がある。この確実性の要求は、特に、入国管理又は国民ID (Identification) のような重要な認証を行う場面により顕著である。着色コンタクトレンズを装用した状態で登録がなされてしまうと、本人確認の機能が損なわれる。そのため、着色コンタクトレンズを装用した状態で登録をしようとした場合には、何らかの警告を発するとともに登録できないようにすることで、本人確認の確実性を維持することができる。これにより、虹彩照合システムの精度が向上される。また、着色コンタクトレンズを利用した多重登録を防止することもできる。

【0089】

上述の実施形態の機能を実現するように該実施形態の構成を動作させるプログラムを記憶媒体に記録させ、記憶媒体に記録されたプログラムをコードとして読み出し、コンピュー

10

20

30

40

50

タにおいて実行する処理方法も各実施形態の範疇に含まれる。すなわち、コンピュータ読取可能な記憶媒体も各実施形態の範囲に含まれる。また、上述のプログラムが記録された記憶媒体だけでなく、そのプログラム自体も各実施形態に含まれる。また、上述の実施形態に含まれる1又は2以上の構成要素は、各構成要素の機能を実現するように構成されたASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の回路であってもよい。

【0090】

該記憶媒体としては例えばフロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD (Compact Disk) - ROM、磁気テープ、不揮発性メモリカード、ROMを用いることができる。また該記憶媒体に記録されたプログラム単体で処理

10

を実行しているものに限らず、他のソフトウェア、拡張ボードの機能と共同して、OS (Operating System) 上で動作して処理を実行するものも各実施形態の範疇に含まれる。

【0091】

上述の各実施形態の機能により実現されるサービスは、SaaS (Software as a Service) の形態でユーザに対して提供することもできる。

【0092】

なお、上述の実施形態は、いずれも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

20

【0093】

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

【0094】

(付記1)

眼を含む画像から虹彩の外周の側部を含む判定対象画像を抽出する抽出部と、前記判定対象画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定する判定部と、を備えることを特徴とする画像処理システム。

【0095】

30

(付記2)

前記判定対象画像は、前記虹彩の外周の上端及び下端をいずれも含まないことを特徴とする付記1に記載の画像処理システム。

【0096】

(付記3)

前記判定対象画像の前記眼に対する水平方向の長さが、前記虹彩の外周半径よりも大きいことを特徴とする付記1又は2に記載の画像処理システム。

【0097】

(付記4)

前記判定対象画像は正方形であり、前記正方形の一辺は、前記虹彩の外周半径に所定の値を加えた長さであることを特徴とする付記3に記載の画像処理システム。

40

【0098】

(付記5)

前記正方形の一辺は、前記虹彩の中心を通過する線分であることを特徴とする付記4に記載の画像処理システム。

【0099】

(付記6)

畳み込みニューラルネットワークにより構成された判別器を有し、前記判定対象画像を前記判別器に入力することにより、前記着色コンタクトレンズが装用されている可能性を示

50

す評価値を算出する評価値算出部を更に備える

ことを特徴とする付記 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【0100】

(付記 7)

前記判定部は、前記虹彩の外周における白目との境界の部分の輝度変化に基づいて前記着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定する

ことを特徴とする付記 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【0101】

(付記 8)

前記判定部による判定に先立って、前記判定対象画像のピクセル数を所定のピクセル数に変更するサイズ変更部を更に備えることを特徴とする付記 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【0102】

(付記 9)

前記抽出部は、前記虹彩の両側の側部をそれぞれ含む 2 つの前記判定対象画像を抽出することを特徴とする付記 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【0103】

(付記 10)

前記判定部は、2 つの前記判定対象画像のそれぞれがいずれも前記着色コンタクトレンズが装用されていることを示す場合に、前記着色コンタクトレンズが装用されていると判定する

ことを特徴とする付記 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【0104】

(付記 11)

前記判定部は、2 つの前記判定対象画像のうちの少なくとも 1 つが前記着色コンタクトレンズが装用されていることを示す場合に、前記着色コンタクトレンズが装用されていると判定する

ことを特徴とする付記 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理システム。

【0105】

(付記 12)

眼を含む画像から虹彩の側部を含む判定対象画像を抽出するステップと、
前記判定対象画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定するステップと、
を備えることを特徴とする画像処理方法。

【0106】

(付記 13)

コンピュータに、

眼を含む画像から虹彩の側部を含む判定対象画像を抽出するステップと、
前記判定対象画像に基づいて、着色コンタクトレンズが装用されているか否かを判定するステップと、
を実行させることを特徴とするプログラムが記憶された記憶媒体。

【0107】

この出願は、2017年8月30日に出願された日本出願特願2017-165404を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【符号の説明】

【0108】

10、20、40

虹彩照合システム

30

画像処理システム

90

眼

91

瞳孔

10

20

30

40

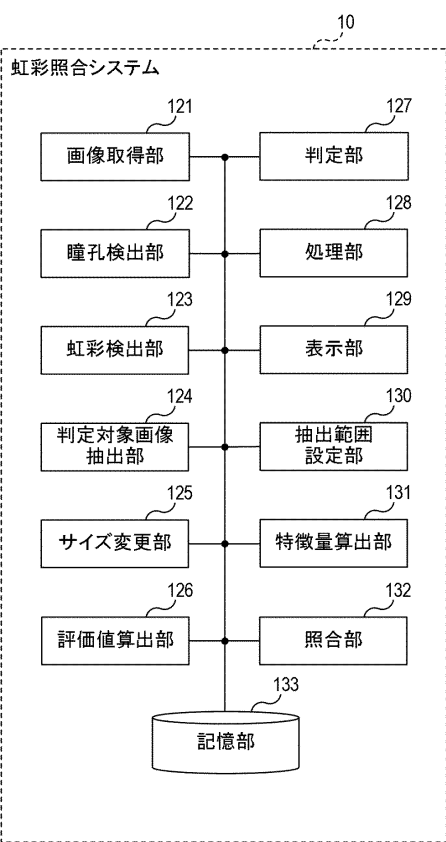
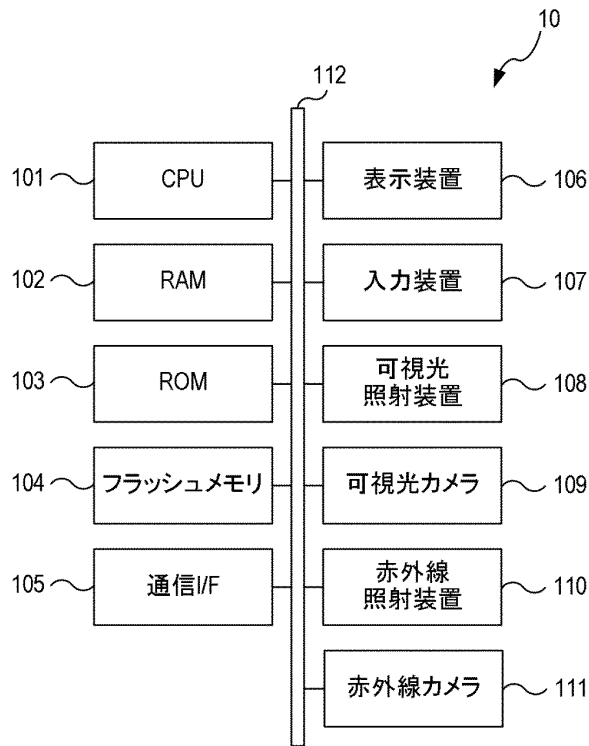
50

9 2	虹彩
9 3	マスク領域
9 4	特徴量抽出領域
1 2 1	画像取得部
1 2 2	瞳孔検出部
1 2 3	虹彩検出部
1 2 4	判定対象画像抽出部
1 2 5	サイズ変更部
1 2 6	評価値算出部
1 2 7、2 0 1、3 0 2、4 0 1	判定部
1 2 8、4 0 2	処理部
1 2 9	表示部
1 3 0	抽出範囲設定部
1 3 1	特徴量算出部
1 3 2、2 0 2	照合部
1 3 3	記憶部
3 0 1	抽出部
R 1、R 2、R 1 a、R 2 a	判定対象画像

【図面】

【図 1】

【図 2】



10

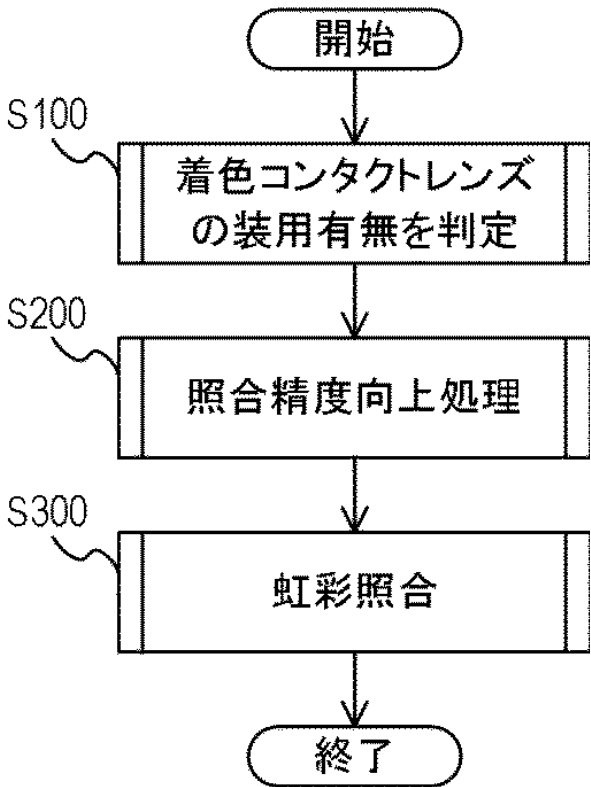
20

30

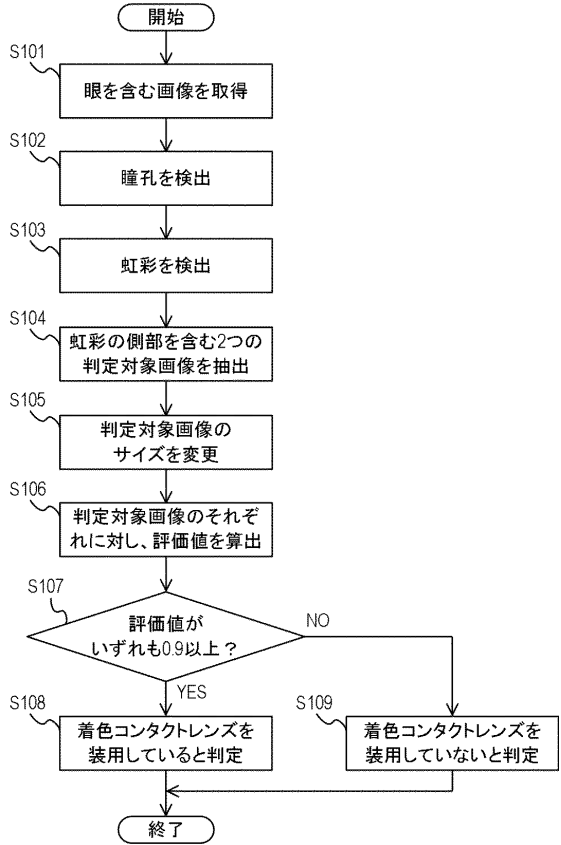
40

50

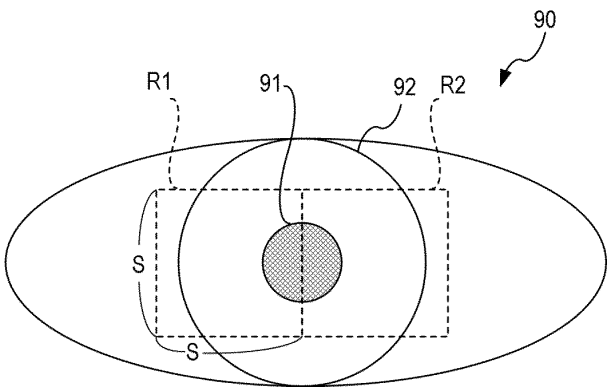
【図 3】



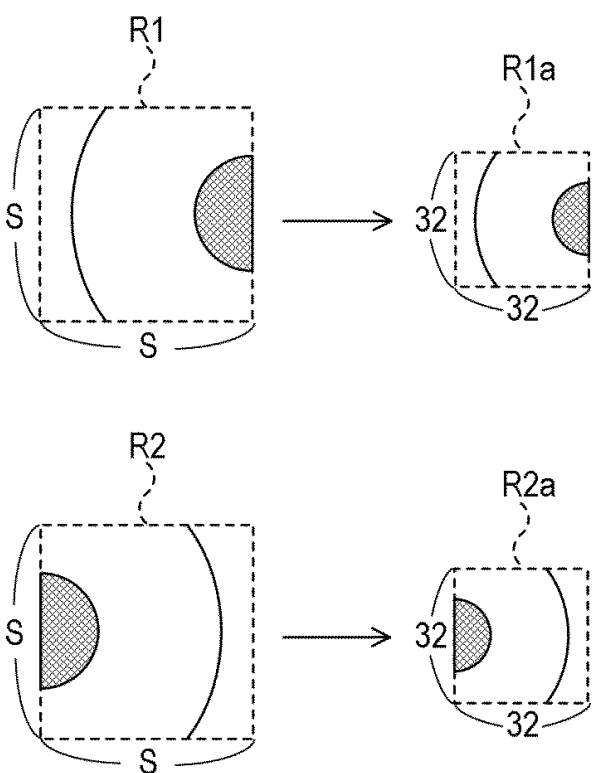
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

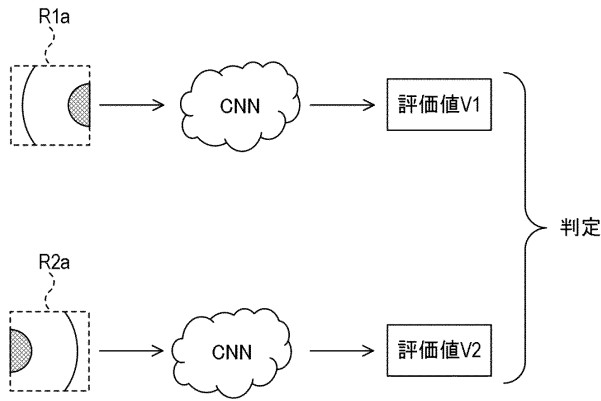
20

30

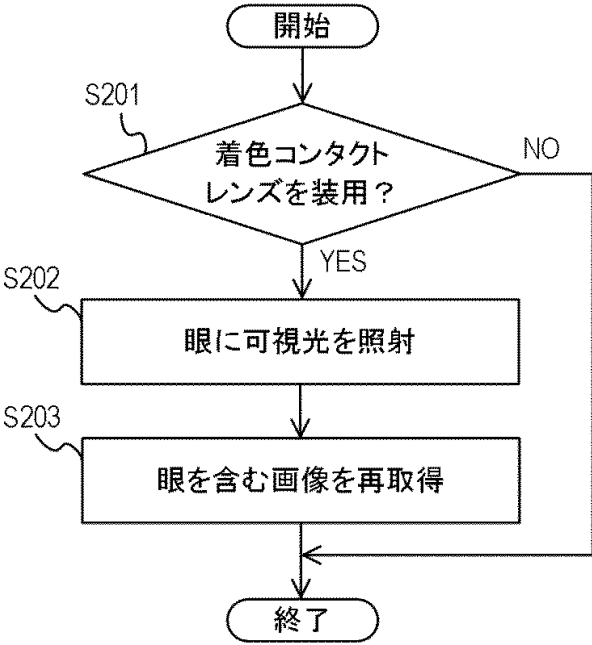
40

50

【図 7】



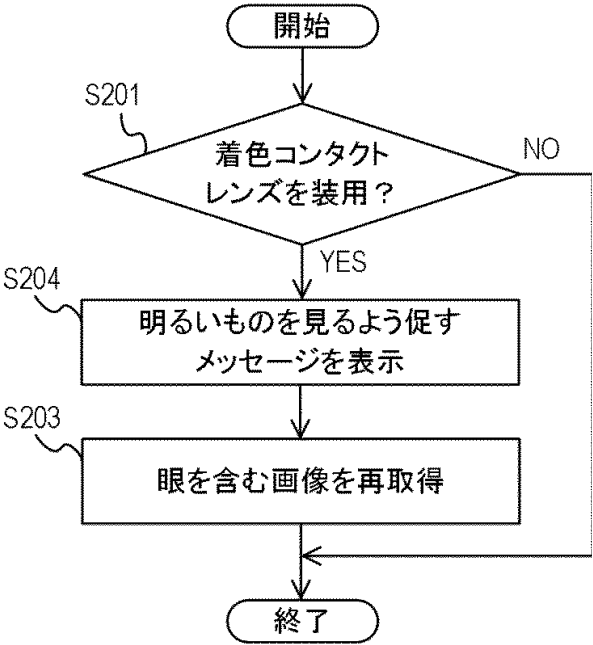
【図 8】



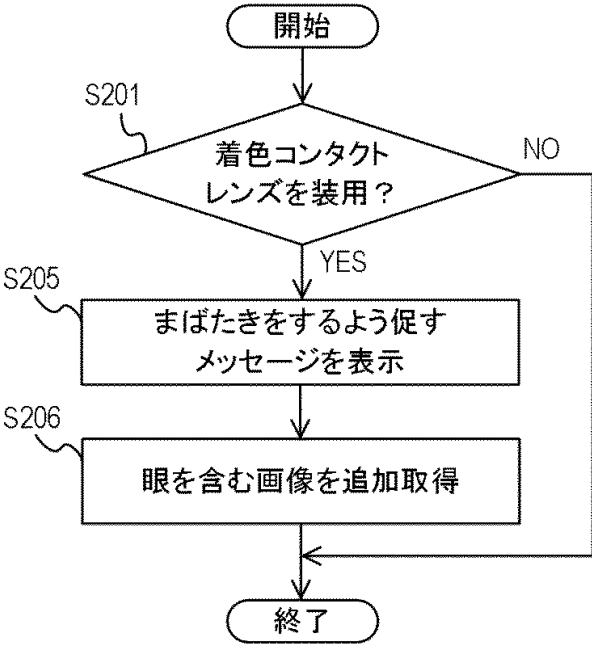
10

20

【図 9】



【図 10】

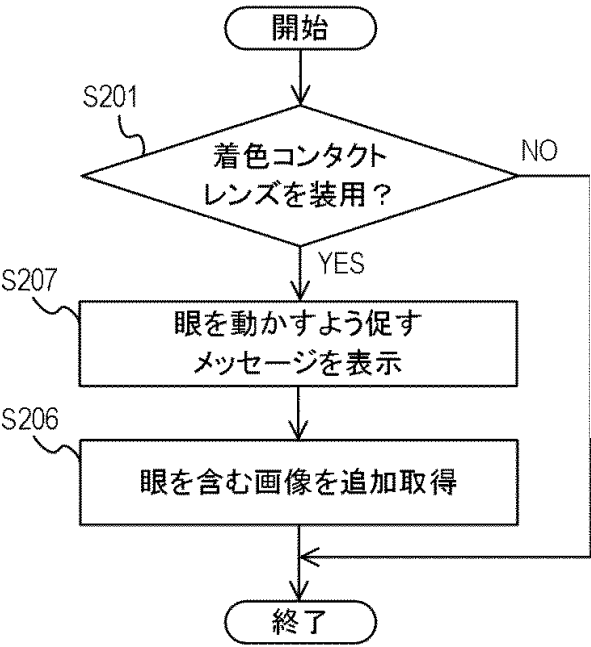


30

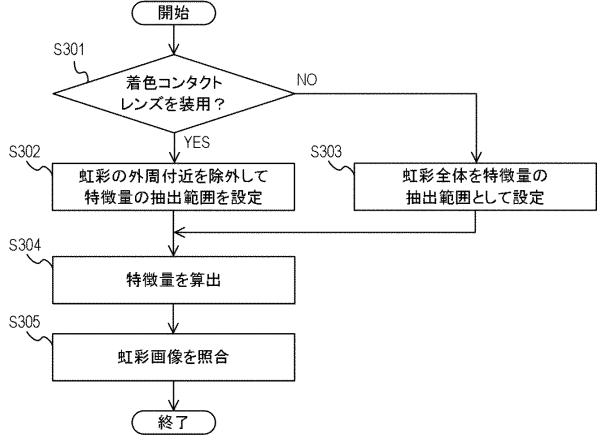
40

50

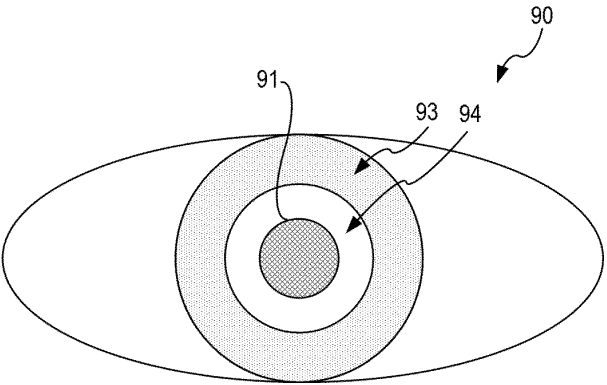
【図 1 1】



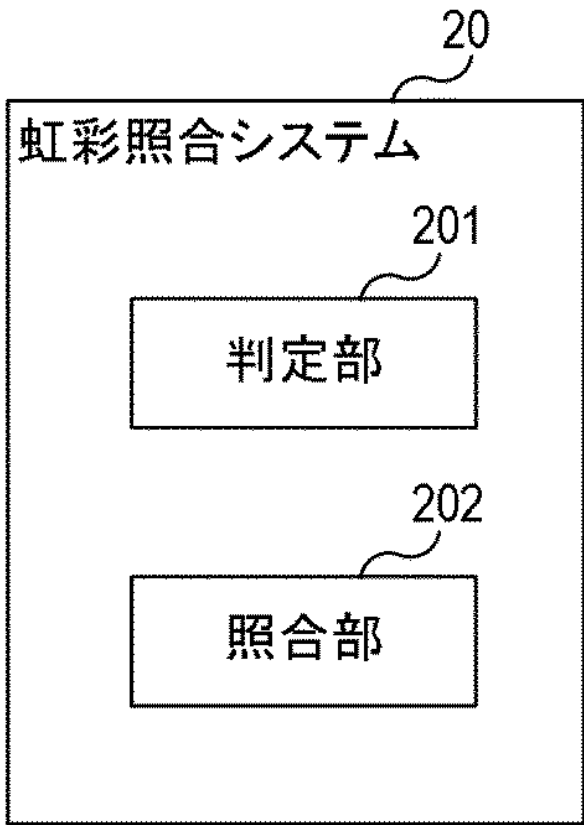
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

20

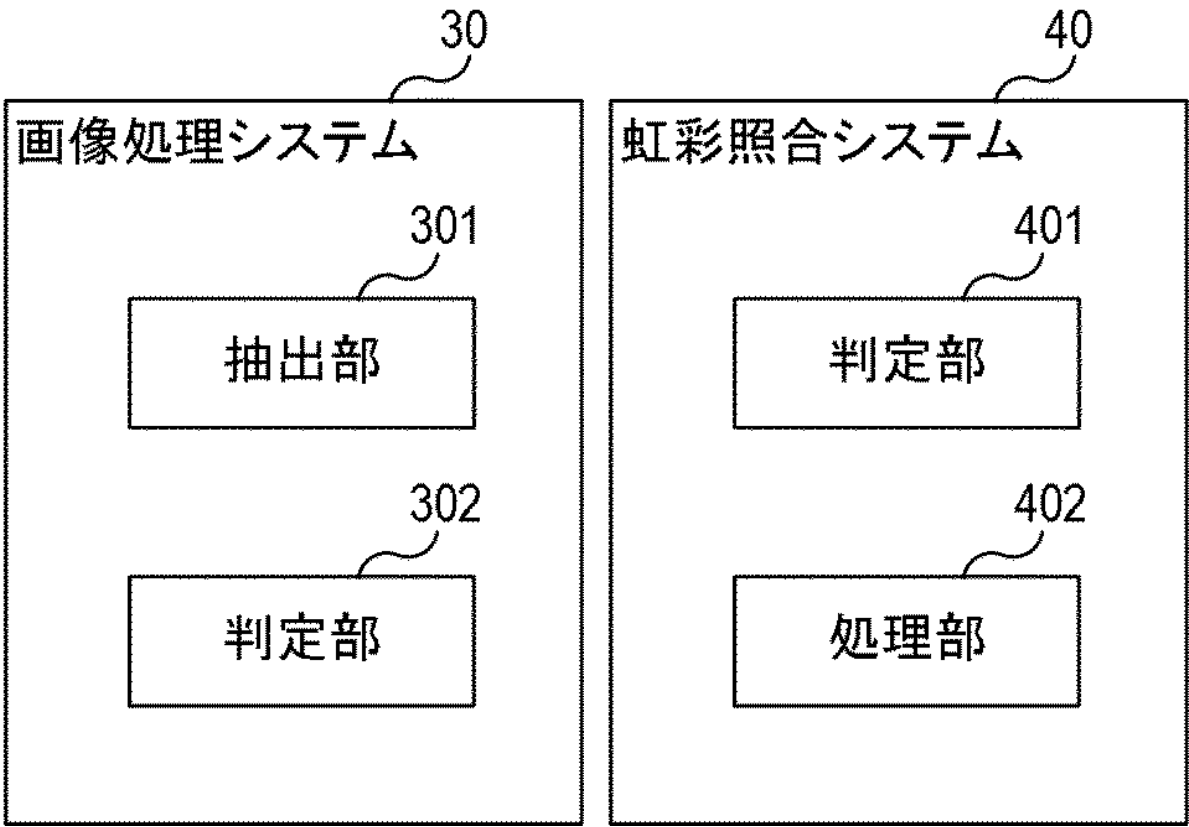
30

40

50

【図 1 5】

【図 1 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開２００２－２７９４０２（ＪＰ，Ａ）
 特開２００６－３４３９９５（ＪＰ，Ａ）
 特表２０１３－５２２７５４（ＪＰ，Ａ）
 特開２００６－３０２２７６（ＪＰ，Ａ）
 特開２０００－１９４８５６（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G 0 6 T 1 / 0 0 - 7 / 9 0