

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-128557

(P2023-128557A)

(43)公開日 令和5年9月14日(2023.9.14)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 V 40/145(2022.01)	G 0 6 V 40/145	4 C 0 3 8
G 0 6 V 40/13 (2022.01)	G 0 6 V 40/13	
G 0 6 F 21/32 (2013.01)	G 0 6 F 21/32	
A 6 1 B 5/1171(2016.01)	A 6 1 B 5/1171 1 0 0	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-32968(P2022-32968)	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22)出願日	令和4年3月3日(2022.3.3)	(74)代理人	110001678 藤央弁理士法人
		(72)発明者	松田 友輔 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	三浦 直人 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	長坂 晃朗 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
		(72)発明者	野々村 洋

最終頁に続く

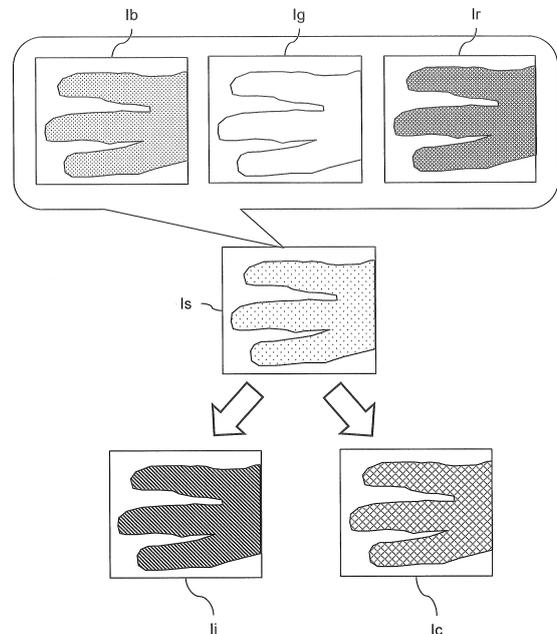
(54)【発明の名称】 撮影装置および認証装置

(57)【要約】

【課題】鮮明な波長分離画像データを取得すること。

【解決手段】撮影装置は、波長が異なる複数の波長の光を生体へ照射する照射部と、前記照射部によって照射された前記生体を撮影して、前記生体の画像データを生成する撮影部と、前記撮影部によって生成された画像データに基づいて、前記複数の波長を分離した複数の波長分離画像データを生成する画像処理部と、前記画像データと、前記画像処理部によって生成された複数の波長分離画像データと、に基づいて、前記複数の波長の光の照射光量を制御する制御部と、を有する。

【選択図】図1



10

20

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

波長が異なる複数の波長の光を生体へ照射する照射部と、  
前記照射部によって照射された前記生体を撮影して、前記生体の画像データを生成する撮影部と、

前記撮影部によって生成された画像データに基づいて、前記複数の波長を分離した複数の波長分離画像データを生成する画像処理部と、

前記画像データと、前記画像処理部によって生成された複数の波長分離画像データと、  
に基づいて、前記複数の波長の光の照射光量を制御する制御部と、  
を有することを特徴とする撮影装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の撮影装置であって、

前記制御部は、前記画像データの輝度および前記波長分離画像データの輝度が所定の範囲内に収まるように、前記複数の波長の光の照射光量を制御する、  
ことを特徴とする撮影装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の撮影装置であって、

前記画像データは、属性が異なる複数の属性画像データにより構成される、  
ことを特徴とする撮影装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の撮影装置であって、

前記制御部は、前記複数の属性画像データのうち、少なくとも前記照射部が照射する前記複数の波長の光の感度の総和が最大となる特定の属性画像データの輝度が所定の範囲内に収まるように、前記複数の波長の光の照射光量を制御する、  
ことを特徴とする撮影装置。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載の撮影装置であって、

前記制御部は、前記複数の波長分離画像データのうち、認証精度への寄与率の高い特定の波長分離画像データの輝度が所定の範囲に収まるように、前記複数の波長の光の照射光量を制御する、

ことを特徴とする撮影装置。

30

**【請求項 6】**

請求項 4 に記載の撮影装置であって、

前記制御部は、前記複数の属性画像データのうち、前記複数の波長の光の各々の感度と前記照射部から照射されずに前記撮影部が受光した他の波長の光の感度との総和が最大となる特定の属性画像データの輝度が、所定の範囲に収まるように、前記複数の波長の光の照射光量を制御する、

ことを特徴とする撮影装置。

**【請求項 7】**

請求項 1 に記載の撮影装置であって、

前記生体は複数の指であり、

前記制御部は、前記複数の指についての前記画像データおよび前記複数の波長分離画像データに含まれる一部の指の領域に基づいて、前記複数の波長の光の照射光量を制御する、

ことを特徴とする撮影装置。

40

**【請求項 8】**

波長が異なる複数の波長の光を生体へ照射する照射部と、

前記照射部によって照射された前記生体を撮影して、前記生体の画像データを生成する撮影部と、

前記撮影部によって生成された画像データに基づいて、前記複数の波長を分離した複数の

50

の波長分離画像データを生成する画像処理部と、

前記画像データと、前記画像処理部によって生成された複数の波長分離画像データと、に基づいて、前記複数の波長の光の照射光量を制御する制御部と、

前記複数の波長分離画像データの各々から生体特徴データを抽出する抽出部と、

前記抽出部によって抽出された複数の生体特徴データの各々を既登録の生体特徴データと照合する照合部と、

を有することを特徴とする認証装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体を撮影する撮影装置および生体を撮影して認証する認証装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光源からの光を生体に照射し、その反射光を撮影した生体画像により生体認証をおこなう生体認証技術がある。近赤外光を照射光として選択されると、血管中のヘモグロビンとその他の生体組織の近赤外光の吸収特性との違いを利用して撮影した血管画像による生体認証が実現できる。また、可視光である緑や青の波長帯の光を照射光として選択することで、個人の識別が可能な指紋や関節のしわなどの皮膚の表面に存在する凹凸を撮影した表皮画像による生体認証が実現できる。

【0003】

指の血管画像や表皮画像といった生体画像を用いた認証技術を同一の装置構成で実現するための生体撮影方法として反射型方式がある。反射型方式は、光源と撮像部とを近接して配置し、光源からの照射光を生体に照射して反射する光を撮像して生体画像を取得する方法である。

【0004】

特許文献1は、光音響イメージング (Photoacoustic Imaging : PAI) で得られる情報中における、測定対象外の成分の影響を低減する被検体情報取得装置を開示する。この被検体情報取得装置は、第1の波長  $\lambda_1$  である第1の光と、第2の波長  $\lambda_2$  である第2の光を照射する光源と、被検体から発生する光音響波を検出信号に変換する検出手段と、検出信号から特性情報を取得する信号処理手段と、被検体に照射される入射光強度を取得する光強度取得手段を有し、信号処理手段は、第1の光がヘモグロビンに吸収されて発生する信号と、第2の光がヘモグロビンに吸収されて発生する信号との差し引き処理により特性情報を取得し、第1と第2の波長はそれぞれ  $780 \sim 810 \text{ nm}$ 、 $840 \sim 920 \text{ nm}$  であり、第1と第2の光の入射光強度をそれぞれ  $I_1$ 、 $I_2$  とするとき、 $I_1 > I_2$  を満たし、かつ、 $I_1$  と  $I_2$  との差が所定範囲内になるように調整される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2017-23705号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

複数の波長の光を同時に生体に照射して鮮明な生体画像を撮影しようとする場合、RGB画像データのいずれかの成分の画像データの生体部位において輝度が飽和したり、小さすぎると、その生体部位では生体情報が失われる。したがって、RGB画像データの分光処理により生成される波長分離画像データにおいても生体部位の生体情報が失われてしまう可能性がある。また、RGB画像データが適切な明るさ(輝度)となるように複数の波長の光の光量を調整したとしても、生成される波長分離画像データが適切な明るさ(輝度)になるとは限らない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 7 】

本発明は、鮮明な波長分離画像データを取得することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

本願において開示される発明の一側面となる撮影装置は、波長が異なる複数の波長の光を生体へ照射する照射部と、前記照射部によって照射された前記生体を撮影して、前記生体の画像データを生成する撮影部と、前記撮影部によって生成された画像データに基づいて、前記複数の波長を分離した複数の波長分離画像データを生成する画像処理部と、前記画像データと、前記画像処理部によって生成された複数の波長分離画像データと、に基づいて、前記複数の波長の光の照射光量を制御する制御部と、を有する。

10

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 9 】

本発明の代表的な実施の形態によれば、鮮明な波長分離画像データを取得することができる。前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 0 】

【図 1】図 1 は、生体認証例を示す説明図である。

【図 2】図 2 は、実施例 1 にかかる撮影装置および認証装置の構成例を示すブロック図である。

20

【図 3】図 3 は、実施例 1 にかかる撮影装置および認証装置のブロック構成例 1 を示すブロック図である。

【図 4】図 4 は、実施例 1 にかかる撮影装置および認証装置のブロック構成例 2 を示すブロック図である。

【図 5】図 5 は、実施例 1 にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。

【図 6】図 6 は、近赤外光量と R 成分画像データの輝度との関係を示すグラフである。

【図 7】図 7 は、緑光量と差分との関係を示すグラフである。

【図 8】図 8 は、実施例 2 にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。

30

【図 9】図 9 は、実施例 3 にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。

【図 10】図 10 は、実施例 4 にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【実施例 1】

## 【 0 0 1 1 】

< 生体認証例 >

図 1 は、生体認証例を示す説明図である。図 1 では、3本の指を撮像して生体認証を行う例を示す。認証装置は、多波長の光を出力する光源から照射された指を撮像して、指の撮影画像データ  $I_s$  を生成する。指の撮影画像データ  $I_s$  は、R成分画像データ  $I_r$ 、G成分画像データ  $I_g$ 、およびB成分画像データ  $I_b$  を含むRGB画像データである。ここでは、一例として、光源から照射する波長の光が、近赤外の波長の光および緑光の波長の光を含んでおり、G成分画像データ  $I_g$  の輝度が最も高く、輝度飽和が生じやすい場合について説明する。

40

## 【 0 0 1 2 】

このため、認証装置は、波長分離により、撮影画像データ  $I_s$  から、近赤外波長分離画像データ  $I_i$  と緑光波長分離画像データ  $I_c$  とを生成する。認証装置は、R成分画像データ  $I_r$ 、G成分画像データ  $I_g$ 、およびB成分画像データ  $I_b$  の中で最も高輝度のG成分画像データ  $I_g$  を用いて、近赤外波長分離画像データ  $I_i$  および緑光波長分離画像データ

50

I c の各々の輝度が目標輝度となるように光源の光量を制御する。

【0013】

具体的には、たとえば、認証装置は、

(A) R成分画像データ I r の輝度と、近赤外波長分離画像データ I i および緑光波長分離画像データ I c の各々の輝度との関係

(B) G成分画像データ I g の輝度と、近赤外波長分離画像データ I i および緑光波長分離画像データ I c の各々の輝度との関係

(C) B成分画像データ I b の輝度と、近赤外波長分離画像データ I i および緑光波長分離画像データ I c の各々の輝度との関係

に基づいて、G成分画像データ I g の輝度が所定範囲内で、かつ、近赤外波長分離画像データ I i および緑光波長分離画像データ I c の各々の輝度が目標輝度となるように光源の光量を調整する。これにより、撮影した画像データ I s の輝度飽和抑制と近赤外波長分離画像データ I i および緑光波長分離画像データ I c の各輝度の安定化との両立を図る。

10

【0014】

< 撮影装置および認証装置の構成例 >

図2は、実施例1にかかる撮影装置および認証装置の構成例を示すブロック図である。撮影装置200は、被写体として筐体200Aの上面板部200B上方にかざされた手210の指を撮影する。実施例1では、例として、人差し指211、中指212および薬指213を被写体(撮像対象)とする。ただし、被写体となる指211~213は、両手210の10本の指のうち2本以上含まれればよい。なお、指211~213の手210の甲側の面を指211~213のオモテ面と称し、指211~213の手210のひら側の面を指211~213のウラ面と称す。

20

【0015】

図2では、撮影装置200は、筐体200Aと、撮像部201と、光源202と、データメモリ206と、を有する。撮影装置200にコントローラ207が接続された装置が認証装置208である。筐体200Aは、たとえば、設置面220に取り付けまたは載置(以下、総称して「設置」)される。設置面220は、地面、天井面または机など地面に平行な台の表面でもよく、壁など地面に垂直な面でもよい。なお、設置面220に直交する軸をZ軸とし、Z軸において設置面220から離間する方向を+Z方向とし、設置面220に近接する方向を-Z方向とする。また、設置面220は、XY平面に平行である。XY平面はX軸とY軸とにより張られる平面である。

30

【0016】

図2に示したように、手210が上面板部200Bにかざされるように、撮影装置200および認証装置208は設置される。この場合、X軸は、手210が提示されたときの指の長手方向である。Y軸は、指211~213の配列方向である。

【0017】

筐体200A内部に撮像部201と複数の光源202(図1では、光源202-1、202-2)とを含む。光源202-1、202-2を区別しない場合は、単に光源202と表記する。また、撮像部201と筐体200Aの上面板部200Bとの間には、第1光学フィルタ203が設けられる。

40

【0018】

撮像部201は、第1光学フィルタ203を通過した被写体光を受光する。被写体光は、光源202からの照射光が被写体に反射された光(反射光)である。第1光学フィルタ203は特定の波長の光のみを透過させる。これにより、余計な光を撮像部201が受光することを防ぎ、撮影した画像データ I s にノイズが発生するのを抑えることができる。撮像部201および筐体200Aの上面板部200Bは、提示される手210と対向する。

【0019】

また、撮像部201から+Z方向に存在する上面板部200Bの領域には、光源202の照射光が指211~213のような生体で反射した光を透過させる透光板205が設け

50

られる。透光板 205 は、たとえば、アクリルやガラスなどの透明な部材で構成される。また、透光板 205 に、特定の波長の光のみを通過させるフィルムが貼着されてもよい。これにより、撮影装置 200 内部を外部から視認しにくい状態にすることができる。

#### 【0020】

また、第 1 光学フィルタ 203 および第 2 光学フィルタ 204 は、偏光フィルタでもよい。これにより、指 211 ~ 213 のような生体に照射して反射された光成分のうち、皮膚表面での鏡面反射成分を低減することができる。したがって、撮影装置 200 は、生体の血管像をより鮮明に撮像することができる。また、第 2 光学フィルタ 204 は、光源 202 からの照射光の特定の波長のみを透過する帯域フィルタでもよい。これにより、撮像部 201 はより効率的に特定の波長の光を受光することができる。

10

#### 【0021】

撮像部 201 は、たとえば、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサや CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサのようなカラー撮像素子により構成され、RGB などの複数色の画像データを生成する。撮像部 201 の撮像面は、上面板部 200B に対向する。

#### 【0022】

撮像部 201 は、筐体 200A 外から上面板部 200B の透光板 205 および第 1 光学フィルタ 203 を介して入射されてくる光を撮像面で受光し、光電変換する。撮像部 201 は、データメモリ 206 に接続されており、光電変換した画像データ Is をデータメモリ 206 に格納する。

20

#### 【0023】

画像データ Is は、指の血管や、指紋のような皮膚表面の凹凸、メラニンや角質といった皮膚組織の吸光特性の違いに基づく皮膚表面の色情報などの複数の生体情報を含む指画像データである。指の血管のみを示す画像データ Is (指血管画像データ) でもよく、指紋のような皮膚表面の凹凸や、メラニンや角質といった皮膚組織の吸光特性の違いに基づく皮膚表面の色情報のみを表す画像データ Is (指表面画像データ) でもよい。以降では、指画像データおよび指血管画像データ、指表面画像データを総称して、指画像データ Is と称す。データメモリ 206 は、コントローラ 207 に接続される。

#### 【0024】

光源 202 は、第 2 光学フィルタ 204 を介して、上面板部 200B から +Z 方向に存在する被写体に光を照射する。指の血管を撮影する場合には、光源 202 からの照射光は、たとえば、近赤外光となる。また、指の皮膚表面を撮影する場合には、光源 202 からの照射光は、たとえば、緑や青といった可視光となる。

30

#### 【0025】

光源 202 は、筐体 200A 外のコントローラ 207 に接続される。コントローラ 207 は、光源 202 から照射される光量を制御する。また、コントローラ 207 は、指 211 ~ 213 の位置を検出したり、指画像データから指 211 ~ 213 内の血管や指紋の特徴を抽出したりする。また、コントローラ 207 は、データメモリ 206 に記憶された複数の指画像データを認証してもよい。

40

#### 【0026】

具体的には、たとえば、コントローラ 207 は、指画像データ Is を 2 つデータメモリ 206 から取得し、指の血管の特徴や指の皮膚表面の特徴から両指画像データ Is の人差し指 211、中指 212、および薬指 213 が同一人物の人差し指 211、中指 212、および薬指 213 であるかを認証する。

#### 【0027】

図 3 は、実施例 1 にかかる撮影装置 200 および認証装置 208 のブロック構成例 1 を示すブロック図である。撮影装置 200 は、光源制御部 300 を有する。光源制御部 300 は、光源 202 からの照射光の光量を制御する。光源制御部 300 は、図 2 に示したコントローラ 207 に含まれる。コンピュータ 310 は、認証機能を含む。コンピュータ 3

50

10は、図1に示したコントローラ207に含まれる。

【0028】

コンピュータ310は、プロセッサ311と、記憶デバイス312と、入力デバイス313と、出力デバイス314と、通信インターフェース(通信IF)315と、を有する。プロセッサ311、記憶デバイス312、入力デバイス313、出力デバイス314、および通信IF315は、バス316により接続される。プロセッサ311は、コンピュータ310を制御する。記憶デバイス312は、プロセッサ311の作業エリアとなる。また、記憶デバイス312は、各種プログラムやデータを記憶する非一時的なまたは一時的な記録媒体である。記憶デバイス312としては、たとえば、ROM(Read Only Memory)、RAM(Random Access Memory)、HDD 10 (Hard Disk Drive)、フラッシュメモリがある。入力デバイス313は、データを入力する。入力デバイス313としては、たとえば、キーボード、マウス、タッチパネル、テンキー、スキャナがある。出力デバイス314は、データを出力する。出力デバイス314としては、たとえば、ディスプレイ、プリンタ、スピーカがある。通信IF315は、ネットワークと接続し、データを送受信する。

【0029】

上述した記憶デバイス312に記憶されたプログラムとしては、たとえば、画像処理プログラムや光源制御プログラム、認証プログラムがある。画像処理プログラムは、プロセッサ311に、撮像部201からの出力信号に基づいて画像データを生成させるプログラムである。光源制御プログラムは、プロセッサ311に、光源202からの照射光量を増減させるプログラムである。認証プログラムは、プロセッサ311に、記憶デバイス312に記憶された指画像データIsの同一性を認証させるプログラムである。なお、画像処理、光源制御および認証の各機能についてソフトウェアでの実現例について説明したが専用回路により、画像処理、光源制御および認証の各機能が実現されてもよい。 20

【0030】

すなわち、光源制御部300が含まれない撮影装置200は、図2に示した撮影装置200であり、光源制御部300が含まれた撮影装置200は、図3に示した撮影装置200である。また、画像処理、光源制御および認証の各機能を有する認証装置208は、光源制御部300およびコンピュータ310を含み、図2および図3の認証装置208に対応する。 30

【0031】

図4は、実施例1にかかる撮影装置200および認証装置208のブロック構成例2を示すブロック図である。図4に示す撮影装置200および認証装置208は、コンピュータ310を内蔵する。データメモリ206は、記憶デバイス312により実現される。光源制御部300は、記憶デバイス312に記憶されたプログラムをプロセッサ311に実行させることにより実現される。また、認証機能は、記憶デバイス312に記憶されたプログラムをプロセッサ311に実行させることにより実現される。コンピュータ310に認証機能がなければ撮影装置200であり、コンピュータ310に認証機能があれば認証装置208である。 40

【0032】

認証の前段階で、コンピュータ310は、入力デバイス313によりユーザIDおよび暗証番号を受け付けたり、通信IF315によりICチップやユーザが所持する通信端末からユーザIDおよび暗証番号をワイヤレス受信したりすることにより、記憶デバイス312に、ユーザIDおよび暗証番号を、当該ユーザの指画像データIsと関連付けて登録してもよい。 40

【0033】

また、コンピュータ310は、上述のように入力デバイス313または通信IF315からユーザIDおよび暗証番号と、指画像データIsと、を取得することにより、記憶デバイス312に記憶されているユーザIDおよび暗証番号に関連付けられる指画像データIsを特定し、両指画像データIsを認証してもよい(いわゆる1対1認証)。認証の前 50

段階で暗証番号によってユーザIDを特定し、ユーザIDに関連付けられた指画像データIsと認証することで、より正確な認証が可能となる。なお、コンピュータ310は、記憶デバイス312に記憶されている指画像データ群から、今回入力された指画像データIsと一致する指画像データIsを特定してもよい(いわゆる1対N認証)。

#### 【0034】

図2～図4における光源202からの照射光は、それぞれ異なる複数の波長の光を含む。指の血管を撮影する場合には、光源202からの照射光は、たとえば、近赤外光となる。また、指の指紋のような皮膚表面の生体情報を撮影するための光として、たとえば、青または緑といった波長の光を用いることができる。光源202からの複数の波長の照射光は、それぞれ独立に制御して照射する光量を調整することができる。したがって、光源202からの複数の波長の照射光は同時に照射することができ、また、それぞれの波長を異なるタイミングで個別に照射することもできる。

10

#### 【0035】

<生体画像撮影処理>

図5は、実施例1にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。図5では、一例として実行主体を認証装置208とするが、撮影装置200であってもよい。

#### 【0036】

ステップS501で撮影処理が開始されると、認証装置208は、ステップS502の光源制御により光源202を制御し、光の照射を行う。このとき、光源202は、複数の波長の光を同時に照射する。

20

#### 【0037】

つぎに、認証装置208は、ステップS503で画像撮影を行い、取得した画像データIsに対してステップS504で波長分離処理を施す。これにより、画像データIsは、照射した各波長の光の成分に相当する複数の波長分離画像データIi、Icに分離される。ここでは2つの波長分離画像データに分離する例について説明するが、さらにもう1つの波長を設定し、3つの波長分離画像データに分離することもできる。たとえば、青の波長の光に対応する波長分離画像データを用いることで、生体特徴の種類を増やし、認証精度を高めることが可能となる。

#### 【0038】

つぎに、認証装置208は、ステップS505で、ステップS503で取得した画像データIsおよびステップS504で生体した波長分離画像データIi、Icに対して画像処理を施すことで、指の検出処理を行う。指の検出処理の一例として、画像データの各画素の輝度に対する閾値処理で手の領域を2値化し、2値化した画像データの輪郭線の形状に基づいて指を検出する処理がある。

30

#### 【0039】

認証装置208は、ステップS506の指の検出判定において、ステップS505の指検出処理の結果に基づいて、指が検出されたか否かを判定する。指の検出判定(ステップS506)で、指が検出されないと判定した場合(ステップS506:No)、ステップ402の光源制御に戻り、指検出処理を繰り返す。

#### 【0040】

一方、指が検出されたと判定した場合(ステップS506:Yes)、ステップS507の指領域の輝度算出の処理に移行し、認証装置208は、ステップS503で取得した画像データIsおよびS504で生成した波長分離画像データIi、Icの指領域内の輝度算出を行う。

40

#### 【0041】

ステップS508では、認証装置208は、ステップS507で算出した指領域の輝度に基づいて、次回撮影時における複数の光源202の各光量値を計算する。

#### 【0042】

ステップS509の撮影終了判定では、認証装置208は、たとえば、認証が完了したか否か、撮影時間のタイムアウトが発生したか否か、といった撮影を終了するか否かの判

50

定を行う。撮影が終了すると判定された場合（ステップ S 5 0 9 : Y e s ）、認証装置 2 0 8 は、ステップ S 5 1 0 で撮影が終了し、撮影が終了しないと判定された場合（ステップ S 5 0 9 : N o ）、ステップ S 5 0 2 に戻り、光源制御を繰り返す。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 5 0 2 の光源制御では、ステップ S 5 0 8 において各光源 2 0 2 の光量値が計算されている場合、認証装置 2 0 8 は、計算された光量値で各光源 2 0 2 を照射するようにし、ステップ S 5 0 3 の画像取得を行う。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 5 0 7 の指領域の輝度算出では、認証装置 2 0 8 は、ステップ S 5 0 3 で撮影した R G B 成分を含む画像データ I s およびステップ S 5 0 4 で生成した複数の波長分離画像データ I i 、 I c に対して、ステップ S 5 0 5 の指検出処理で検出した指領域の中の、特に生体特徴の抽出を行う領域の輝度情報を求める。

10

【 0 0 4 5 】

輝度情報とは、たとえば、指領域内の特に生体特徴の抽出を行う領域の画素の輝度平均値である。指の検出本数が複数ある場合には、検出したすべての指領域の輝度平均を輝度情報としてもよい。また、生体の個体差や手の姿勢変動が大きく、一部の指領域の輝度が大きすぎたり小さすぎたりする可能性がある。

【 0 0 4 6 】

このように、すべての指を一律に適正な範囲内の輝度に調整することが難しい場合、認証装置 2 0 8 は、一部の指を除外した上で輝度算出を行うことで、認証精度の低下を抑えることが可能となる。たとえば、認証装置 2 0 8 は、複数本の指が検出されている中で、輝度飽和が発生した上限輝度以上の指や下限輝度以下の指を除外し、残りの指の指領域の輝度平均を用いて、ステップ S 5 0 8 の各光源 2 0 2 の光量値計算を行う。これにより、すべての指領域の輝度を適正な範囲内の輝度に調整することが難しい場合でも、一部の指を除いた残りの指の輝度を適正な範囲内にすることで、高い認証精度を維持することができる。

20

【 0 0 4 7 】

なお、適正な範囲とは、たとえば、輝度飽和しない輝度の上限値（上限輝度）から、生体情報が欠落しない輝度の下限値（下限輝度）までの所定範囲である。下限輝度の一例としては、画像データ中の血管領域において輝度の明暗のコントラストが十分に観測可能な範囲の下限の輝度とすることができる。

30

【 0 0 4 8 】

また、ステップ S 5 0 8 における各光源 2 0 2 の光量値計算については、複数の波長の光を同時に照射して撮影した R G B 画像データ I s の各色成分画像データ I r 、 I g 、 I b の輝度 L r 、 L g 、 L b および、波長分離画像データ I i 、 I c の輝度 L i 、 L c が輝度情報として用いられる。

【 0 0 4 9 】

認証装置 2 0 8 は、撮影した R G B の指画像データ I s の中で、同時に照射した各波長の光に対する感度の総和が最大となる色成分画像データ（たとえば、画像データ I g ）の輝度 L g が適正な範囲内の輝度となるように光量を調整する。その上で、各波長分離画像データ I i 、 I c についても同様に、認証装置 2 0 8 は、輝度 L i 、 L c が適正な範囲内の輝度となるように各光源 2 0 2 の光量値を調整する。

40

【 0 0 5 0 】

以下では、光源 2 0 2 の照射光は、近赤外光および緑の光とする。この 2 つの波長の光を光源 2 0 2 から同時に指に照射し、近赤外光および可視光に感度を持つ撮像部 2 0 1 で取得した R G B 画像データ I s を利用する場合の各光源 2 0 2 の光量値計算（ステップ S 5 0 8 ）の一例を示す。

【 0 0 5 1 】

撮影した R G B 画像データ I s の各色成分画像データ I r 、 I g 、 I b の指領域内の画素の輝度 L r 、 L g 、 L b は、光源 2 0 2 が照射する近赤外光の波長分離画像データ I i

50

および緑光の波長分離画像データ  $I_c$  の画素の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  の関数として、下記式 (1) ~ (3) 式で表すことができる。

【0052】

$$L_r = F_r(L_i, L_c) \cdots (1)$$

$$L_g = F_g(L_i, L_c) \cdots (2)$$

$$L_b = F_b(L_i, L_c) \cdots (3)$$

【0053】

関数  $F_r$ 、 $F_g$ 、 $F_b$  は、波長分離画像データ  $I_i$  および波長分離画像データ  $I_c$  の指領域内の画素の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  を入力とする関数である。また、波長分離画像データ  $I_i$  および波長分離画像データ  $I_c$  は、RGB画像データ  $I_s$  の各色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の指領域内の画素の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  に基づいて認証装置208が波長分離処理(S504)を実行することで得られる。波長分離画像データ  $I_i$  および波長分離画像データ  $I_c$  の指領域内の画素の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  は、それぞれ光源202の照射する近赤外光量  $Q_i$ 、緑光量  $Q_c$  の関数として、下記式(4)、(5)で表すことができる。

【0054】

$$L_i = F_i(Q_i) \cdots (4)$$

$$L_c = F_c(Q_c) \cdots (5)$$

【0055】

関数  $F_i$ 、 $F_c$  は、それぞれ近赤外光量  $Q_i$ 、緑光量  $Q_c$  の値を入力とする関数である。認証装置208は、RGB画像データ  $I_s$  の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の指領域内の画素の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  を用いて上記(1)~(3)の連立方程式を解くことで、2つの未知数である波長分離画像データ  $I_i$  および波長分離画像データ  $I_c$  の指領域内の画素の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  を求めることができる。

【0056】

認証装置208は、上記式(4)、(5)より、2つの波長の光の各照射光量  $Q_i$ 、 $Q_c$  と、波長分離画像データ  $I_i$  および波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  と、の関係を求める。そして、認証装置208は、観測したR、G、Bの色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の各画素の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  が適正な範囲内にあり、かつ波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  がそれぞれ所定の輝度となるように、各光源202の照射光量 ( $Q_i$ 、 $Q_c$ ) を調整する。所定の輝度としては、たとえば、輝度飽和しない輝度の上限輝度と血管領域やその他の生体領域において輝度の明暗のコントラストが十分に観測可能な輝度の下限の間にある輝度とすることができる。

【0057】

上記式(4)、(5)での輝度  $L_i$ 、 $L_c$  は、指領域内の画素群の代表値(平均値、最大値、最小値、中央値、最頻値)でもよい。

【0058】

たとえば、色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  のうち光源202から同時に指に照射した近赤外光の感度と緑光の感度との総和が最大となる色成分画像データが、G成分画像データ  $I_g$  であったとする。光源202から近赤外光と緑光を同時に照射して撮影した場合、G成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  が最も大きく、輝度飽和が生じるなどの生体情報が欠落する状態になりやすい。G成分画像データ  $I_g$  の生体情報が欠落した状態では、G成分画像データ  $I_g$  を用いて生成される波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  においても同様に生体情報が欠落する可能性がある。

【0059】

したがって、認証装置208は、少なくとも光源202の照射する複数の光の感度の総和が最大となる色成分画像データ(この例は、G成分画像データ  $I_g$ )の輝度が適正な範囲に収まる状態にしつつ、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  がそれぞれ所定の輝度となるように各光源202の照射光量 ( $Q_i$ 、 $Q_c$ ) を調整する。これにより、鮮明な波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  が得られる。所定の輝度としては、たとえば、輝度飽和しない輝度の上限輝度と血管領域やその他の生体領域において輝度の明暗のコントラ

10

20

30

40

50

ストが十分に観測可能な輝度の下限の間にある輝度とすることができる。

【0060】

同時に指に照射した近赤外光と緑光の感度の総和が最大となるのがG成分画像データI<sub>g</sub>の場合の例においては、認証装置208は、少なくともG成分画像データI<sub>g</sub>の輝度L<sub>g</sub>を利用して光源202の光量を調整する。この場合、認証装置208は、R成分画像データI<sub>r</sub>やB成分画像データI<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>b</sub>も併用して光源202の光量を調整してもよい。波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>を生成するために必要となるRGB画像データI<sub>s</sub>の各色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>をすべて適正な範囲内に収めることでより鮮明な波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>が得られる。

【0061】

つぎに、観測したRGB画像データI<sub>s</sub>から得られる色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>が複数の波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>の輝度L<sub>i</sub>、L<sub>c</sub>の線形結合によって表現できると仮定した場合の、光源制御方法の一例を説明する。色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>は、光源202の照射する近赤外光の成分に相当する波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>の輝度L<sub>i</sub>、L<sub>c</sub>と線形性があるとして、下記式(6)~(8)式で表すことができる。

【0062】

$$L_r = A_r \times (R \times L_i + G \times L_c) \dots (6)$$

$$L_g = A_g \times (G \times L_i + B \times L_c) \dots (7)$$

$$L_b = A_b \times (B \times L_i + R \times L_c) \dots (8)$$

【0063】

上記式(6)~(8)のA<sub>r</sub>、A<sub>g</sub>、A<sub>b</sub>は、任意の値をとる係数である。R、G、Bは、近赤外光の波長において撮像部201で撮影したRGB画像データI<sub>s</sub>の各色成分R、G、Bの受光感度を表す既知の係数である。R、G、Bは、緑光の波長においてRGB画像データI<sub>s</sub>の各色成分R、G、Bの受光感度を表す既知の係数である。また、近赤外光の波長分離画像データI<sub>i</sub>の輝度L<sub>i</sub>と近赤外光量Q<sub>i</sub>との関係は下記式(9)により、緑光の波長分離画像データI<sub>c</sub>の輝度L<sub>c</sub>と緑光量Q<sub>c</sub>との関係は下記式(10)により表すことができる。

【0064】

$$L_i = i \times Q_i \dots (9)$$

$$L_c = c \times Q_c \dots (10)$$

【0065】

iは、近赤外光量Q<sub>i</sub>と波長分離画像データI<sub>i</sub>の輝度L<sub>i</sub>との関係を表す係数である。cは、緑光量Q<sub>c</sub>と波長分離画像データI<sub>c</sub>の輝度L<sub>c</sub>との関係を表す係数である。近赤外光量Q<sub>i</sub>および緑光量Q<sub>c</sub>は、輝度L<sub>i</sub>および輝度L<sub>c</sub>を観測したときの認証装置208において設定した光源202の光量の値として読み取ることが可能な既知の値である。近赤外光量Q<sub>i</sub>および観測した輝度L<sub>i</sub>の関係から上記式(9)により係数iが求められ、緑光量Q<sub>c</sub>および観測した輝度L<sub>c</sub>の関係から上記式(10)により係数cが求められる。

【0066】

認証装置208は、観測したRGB画像データI<sub>s</sub>の色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>と、既知であるRGB画像データI<sub>s</sub>の各色成分R、G、Bの受光感度R、G、B、R、G、Bと、を用いて、上記(6)~(8)の連立方程式を解くことで、2つの未知数である波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>の輝度L<sub>i</sub>、L<sub>c</sub>を求めることができる。

【0067】

また、認証装置208は、上記式(9)、(10)の関係より、現在の撮影フレームにおいて設定した近赤外光量Q<sub>i</sub>および上記(6)~(8)の連立方程式を解いて求めた輝度L<sub>i</sub>の関係から係数iを求める。そして、認証装置208は、緑光量Q<sub>c</sub>および上記(6)~(8)の連立方程式を解いて求めた輝度L<sub>c</sub>の関係から係数cを求める。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 8 】

次の撮影フレームにおいて、認証装置 2 0 8 は、算出された波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  が所定の輝度となるように、それぞれ近赤外光量  $Q_i$ 、緑光量  $Q_c$  を調整する。所定の輝度は、たとえば、血管領域や生体領域の輝度の明暗のコントラストが十分に観測できる値とする。認証装置 2 0 8 は、少なくとも 2 つの光源 2 0 2 の波長の光の色成分ごとの受光感度の総和  $\{ (R + R), (G + G), (B + B) \}$  のうち、最大である G 成分画像データ  $I_g$  ( $(G + G)$  が最大) において輝度飽和などが発生しないように適正な範囲内の輝度になるように、かつ、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  がそれぞれ適正な範囲内の輝度になるように、次の撮影フレームにおける各光源 2 0 2 の照射光量 ( $Q_i$ 、 $Q_c$ ) を調整する。適正な範囲内の輝度は、た

10

## 【 0 0 6 9 】

これにより、輝度飽和が発生しやすい G 成分画像データ  $I_g$  の輝度飽和の発生を抑制しつつ、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  を適正な範囲内の輝度値にすることが可能となる。さらに、G 成分画像データ  $I_g$  だけでなく、R 成分画像データ  $I_r$  および B 成分画像データ  $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_b$  についても適正な範囲内の輝度となるように光源制御を行うことで波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の鮮明さをより高めることが可能である。

## 【 0 0 7 0 】

つぎに、光源 2 0 2 の照射する複数の波長の光と撮影した RGB 画像データ  $I_s$  の関係性を簡潔にして、より効率的に光源制御を行う方法の一例を説明する。これまでの説明と同様に、認証装置 2 0 8 は、光源 2 0 2 により近赤外光および緑光を照射光として同時に指に照射し、撮像部 2 0 1 により近赤外光および可視光に感度を持つ撮像部 2 0 1 で RGB 画像データ  $I_s$  を撮影する。

20

## 【 0 0 7 1 】

撮像部 2 0 1 の RGB の各色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の感度特性の特徴として、近赤外光に対しては、R 成分画像データ  $I_r$ 、G 成分画像データ  $I_g$ 、B 成分画像データ  $I_b$  のすべてにおいてほぼ同等の感度を持つ場合を仮定する。

## 【 0 0 7 2 】

また、緑光に対しては G 成分画像データ  $I_g$  が最も感度が大きく、R 成分画像データ  $I_r$  においては感度をほぼ持たない場合を仮定する。

30

## 【 0 0 7 3 】

これらの仮定を踏まえると、上記式 (6)、(7) においては  $R = G$  とみなすことができ、上記式 (6) においては  $R = 0$  とみなすことができる。また任意変数について  $A_r = A_g = 1$  とすると、上記式 (6) で表された R 成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  は、下記式 (11) のように波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  のみによって表現でき、上記式 (7) で表された G 成分画像データ  $I_g$  は、下記式 (12) のように、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  の線形結合で表現できる。

## 【 0 0 7 4 】

$$L_r = R \times L_i \cdots (11)$$

$$L_g = R \times L_i + G \times L_c \cdots (12)$$

40

## 【 0 0 7 5 】

近赤外光と緑光を同時に指に照射した場合に、両方の波長の光に感度を持ち、R 成分画像データ  $I_r$  よりも輝度が大きくなる G 成分画像データ  $I_g$  において、認証装置 2 0 8 は、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  が輝度飽和などが生じない適正な範囲内の輝度となるように光源 2 0 2 の光量制御を行い、近赤外光量  $Q_i$  および緑光量  $Q_c$  を再設定する。

## 【 0 0 7 6 】

この例では、R 成分画像データ  $I_r$  は近赤外光にのみ感度  $R$  を持つため、認証装置 2

50

08は、はじめに上記式(11)に基づき、観測した輝度 $L_r$ および既知の係数 $R$ から輝度 $L_i$ を求める。次に、認証装置208は、上記式(9)に基づき、現在の撮影フレームにおいて設定した近赤外光量 $Q_i$ および上記式(11)で求めた輝度 $L_i$ の関係から係数 $i$ を求める。認証装置208は、上記式(9)で求めた係数 $i$ および上記式(11)に基づき、波長分離画像データ $I_i$ の輝度 $L_i$ および $R$ 成分画像データ $I_r$ の輝度 $L_r$ が所定の範囲の輝度となるように、次の撮影フレームにおける近赤外光量 $Q_i$ を決定する。

【0077】

上記式(11)により $R$ 成分画像データ $I_r$ の輝度 $L_r$ と波長分離画像データ $I_i$ の輝度 $L_i$ の関係性を示す感度 $R$ を先に求めておくことで、認証装置208は、上記式(12)において波長分離画像データ $I_i$ の影響を差し引いた上での $G$ 成分画像データ $I_g$ の輝度 $L_g$ と波長分離画像データ $I_c$ の輝度 $L_c$ との関係性を示す感度 $G$ を求めることができる。

10

【0078】

つぎに上記(12)および上記式(10)に基づき、認証装置208は、 $G$ 成分画像データ $I_g$ の輝度 $L_g$ と波長分離画像データ $I_c$ の輝度 $L_c$ とを用いて緑光の光量計算を行う。具体的には、たとえば、認証装置208は、 $G$ 成分画像データ $I_g$ の輝度 $L_g$ が適正な範囲内に収まり、かつ波長分離画像データ $I_c$ の輝度 $L_c$ が適正な範囲内の所定の輝度となるときの緑光量 $Q_c$ を、上記式(12)式および上記式(10)に基づいて算出する。所定の輝度としては、たとえば、輝度飽和しない輝度の上限輝度と血管領域や生体領域において輝度の明暗のコントラストが十分に観測可能な輝度の下限の間にある輝度とすることができる。

20

【0079】

このように、2つの波長の光を同時に照射して被写体を撮影した場合でも、その $RGB$ 画像データ $I_s$ と照射した波長の光との関係性を簡潔化したことで、認証装置208は、近赤外光と緑光との光源制御を個別に行うことができ、それぞれの波長光量を効率的に制御することができる。

【0080】

上記式(1)~(12)で説明した色成分画像データ $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$ の輝度 $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$ や波長分離画像データ $I_i$ 、 $I_c$ の輝度 $L_i$ 、 $L_c$ と、光源202の照射光量との関係性は、認証装置208に提示される指の位置や姿勢の変化に伴い、リアルタイムに変動すると考えられる。

30

【0081】

したがって、上記式(1)~(12)の関係性は、連続的に撮影して同一フレーム( $RGB$ 画像データ $I_s$ )から得られる色成分画像データ $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$ および波長分離画像データ $I_i$ 、 $I_c$ ごとに計算を行う。そして、上記式(1)~(12)の関係性を毎フレーム計算した上で、次のフレームの撮影において、認証装置208は、鮮明な色成分画像データ $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$ および波長分離画像データ $I_i$ 、 $I_c$ が得られるように各光源202の光量を調整する。

【0082】

このように、色成分画像データ $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$ の輝度 $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$ および波長分離画像データ $I_i$ 、 $I_c$ の輝度 $L_i$ 、 $L_c$ と光源202の照射光量との関係性をリアルタイムに更新しながら計算することによって、指の位置や姿勢の変化に対応して鮮明な色成分画像データ $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$ および波長分離画像データ $I_i$ 、 $I_c$ を取得することが可能となる。

40

【0083】

つぎに、連続的に撮影するフレームごとに色成分画像データ $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$ の輝度 $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$ および波長分離画像データ $I_i$ 、 $I_c$ の輝度 $L_i$ 、 $L_c$ と光源202の照射光量との関係性を求め、次のフレームの撮影時の各光源202の照射光量の計算方法について述べる。

50

## 【 0 0 8 4 】

ここでは、R成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  が上記式 ( 1 1 ) で、G成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  が上記式 ( 1 2 ) で表現できる場合を例に説明する。上記式 ( 1 1 ) よりR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  は、近赤外光の波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  に比例し、上記式 ( 9 ) より波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  は近赤外光量  $Q_i$  と比例関係にあるため、R成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  は近赤外光量  $Q_i$  と比例関係にある。

## 【 0 0 8 5 】

したがって、R成分画像データ  $I_r$  中の指領域内の輝度  $L_r$  の平均輝度  $L_{rav}$  を算出すると、 $L_{rav} = a \times$  近赤外光量  $Q_i$  の関係性より係数  $a$  ( 比例定数 ) が求められる。上記式 ( 1 1 ) より、R成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  と波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  は線形性を持つ関係である。そこで、予め波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  の目標輝度  $T L_i$  を設定しておき、R成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  と波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  との関係から、波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  が目標輝度  $T L_i$  となるときのR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  を目標輝度  $T R$  として定める。

10

## 【 0 0 8 6 】

図 6 は、近赤外光量  $Q_i$  とR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  との関係を示すグラフである。図 6 に示すように、近赤外光量  $Q_i = I R 1$  と近赤外光量  $I R 1$  で照射した場合に観測したR成分画像データ  $I_r$  の指領域の平均輝度  $L_{rav} = R 1$  との関係は直線近似できる ( $R 1 = a \times I R 1$ )。認証装置 2 0 8 は、この関係性からR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  を目標輝度  $T R$  にするための近赤外光量  $Q_i = T I R$  を推定し、次回撮影時の照射光量とすることができる。

20

## 【 0 0 8 7 】

つぎに、認証装置 2 0 8 は、緑光量  $Q_c$  の調整を行う。ここで、上記式 ( 1 2 ) から上記式 ( 1 1 ) を引き算することで下記式 ( 1 3 ) が得られる。

## 【 0 0 8 8 】

$$L_g - L_r = G \times L_c \cdots ( 1 3 )$$

## 【 0 0 8 9 】

G成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  とR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  との差分 ( $L_g - L_r$ ) は、緑光の波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  に比例し、上記式 ( 1 0 ) より波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  は緑光量  $Q_c$  に比例する。このため、G成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  とR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  との差分 ( $L_g - L_r$ ) は、緑光量  $Q_c$  に比例することがわかる。

30

## 【 0 0 9 0 】

つまり、G成分画像データ  $I_g$  とR成分画像データ  $I_r$  との指領域内の輝度差分 ( $L_g - L_r$ ) を  $D_{av}$  とすると、 $D_{av} = b \times$  緑光量  $Q_c$  の関係性より係数  $b$  ( 比例定数 ) が求められる。このように、上記式 ( 1 3 ) および上記式 ( 1 0 ) に基づき、観測したG成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  とR成分画像データ  $I_r$  の輝度の差分 ( $L_g - L_r$ ) と緑光量  $Q_c$  との関係性が求まる。これにより、認証装置 2 0 8 は、G成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  および波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  が適正な大きさとなるように緑光量  $Q_c$  を調整することができる。

40

## 【 0 0 9 1 】

具体的には、たとえば、予め、G成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  が適正な範囲に収まりつつ、波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  が適正な範囲内の目標輝度  $T L_c$  を設定しておく。また、G成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  とR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  との輝度差分  $D_{av}$  と波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  との関係から、波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  が目標輝度  $T L_c$  となるときのG成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_g$  とR成分画像データ  $I_r$  の輝度  $L_r$  との輝度差分  $D_{av}$  を輝度差分目標値  $T D$  として定める。

## 【 0 0 9 2 】

図 7 は、緑光量  $Q_c$  と輝度差分  $D_{av}$  との関係を示すグラフである。図 7 に示すように、緑光量  $Q_c$  が  $Q_c = G 1$  のときに観測したG成分画像データ  $I_g$  とR成分画像データ  $I$

50

rの指領域の輝度差分値D1と、緑光量G1との関係は、直線で近似できる( $D1 = b \times G1$ )。この関係性から、認証装置208は、G成分画像データI<sub>g</sub>の輝度L<sub>g</sub>とR成分画像データI<sub>r</sub>の輝度L<sub>r</sub>との輝度差分D<sub>av</sub>を輝度差分目標値とするための緑光量Q<sub>c</sub> = TGを推定し、次回撮影時の照射光量とする。

【0093】

このように、認証装置208は、近赤外光量Q<sub>i</sub>、緑光量Q<sub>c</sub>の順番で、次のフレーム撮影時の光量値を求め、光源制御を行うことで、指の位置や姿勢が変動した場合でも、その変動に対応して鮮明な色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>および波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>を得ることができるようになる。

【0094】

今回の例では、色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>および波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>の輝度L<sub>i</sub>、L<sub>c</sub>が線形性を持ち、いくつかの近似により光量計算が簡略化できる場合について説明した。しかし、上記式(1)~(5)において色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>および波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>の輝度L<sub>i</sub>、L<sub>c</sub>との関係が線形性を持たない場合においても、フレーム毎に光源202の光量値と色成分画像データI<sub>r</sub>、I<sub>g</sub>、I<sub>b</sub>の輝度L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>および波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>の輝度L<sub>i</sub>、L<sub>c</sub>との関係性が求められれば、指の位置や姿勢が変動に対応した光源制御を行うことができることは言うまでもない。

【実施例2】

【0095】

実施例2は、実施例1において、すべての波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>が同時に適正な範囲内の輝度に調整できない場合に、高い認証精度を実現するために光源制御を行う例である。実施例1と同一構成には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0096】

実施例1では、認証装置208は、複数の波長の光を指に同時に照射して撮影したRGB画像データI<sub>s</sub>から生成する複数の波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>が鮮明となるように各光源の照射光量を制御する。ここで、すべての波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>を同時に目標輝度にしようとする、生体の個人差や、指の姿勢変動などによりRGB画像データI<sub>s</sub>の中の一部の色成分画像データで輝度飽和が生じる可能性がある。

【0097】

輝度飽和が発生すると波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>の指領域において生体情報が欠落するため、認証精度が低下してしまう。そこで、高い認証精度を維持するため、複数の波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>のうち、高精度化に寄与する割合が大きい波長分離画像データの輝度を適正にすることを優先する。複数の波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>のすべての輝度を適正にできない場合でも、より高精度化に寄与する波長分離画像データの輝度を優先して適正な値にすることで、高い認証精度を維持することができる。

【0098】

図8は、実施例2にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。図8では、一例として実行主体を認証装置208とするが、撮影装置200であってもよい。

【0099】

ステップS801で撮影処理が開始されると、認証装置208は、ステップS802の光源制御により光源202を制御し、光の照射を行う。このとき、光源202は、複数の波長の光を同時に照射する。つぎに、認証装置208は、ステップS803で画像撮影を行って画像データI<sub>s</sub>を取得し、ステップS804で画像データI<sub>s</sub>に対して波長分離処理を施す。これにより、認証装置208は、ステップS803の撮影で得られた画像データI<sub>s</sub>を、照射した複数の波長の光の各波長成分で分離して、複数の波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>を生成する。

【0100】

つぎに、認証装置208は、ステップS805で、ステップS803で取得した画像データI<sub>s</sub>またはステップS804で生成した波長分離画像データI<sub>i</sub>、I<sub>c</sub>に対して画像

10

20

30

40

50

処理を施すことで、指領域の検出処理を行う。

【0101】

ステップS806の指の検出判定では、認証装置208は、ステップS805の指検出処理の結果に基づいて、指が検出されたか否かを判定する。指の検出判定(ステップS805)で、指が検出されないと判定した場合(ステップS806:No)、ステップ602の光源制御に戻り、指検出処理を繰り返す。

【0102】

指の検出判定(ステップS805)で、指が検出されたと判定した場合(ステップS806:Yes)、ステップS807の指領域の輝度算出の処理に移行し、認証装置208は、ステップS803で取得した画像データIsの色成分画像データIr、Ig、Ibの指領域内の輝度Lr、Lg、Lbと、ステップS804で生成した波長分離画像データIi、Icの指領域内の輝度Li、Lcを算出する。

10

【0103】

ステップS808では、認証装置208は、ステップS807で算出した指領域内の輝度と光源202の光量値に基づいて、画像データの輝度調整可否判定を行う。そして、認証装置208は、光源制御によってすべての波長分離画像データIi、Icが同時に適正な範囲内の輝度に調整可能か否かを判定する。

【0104】

すべての波長分離画像データIi、Icが調整可能と判定した場合(ステップS808:Yes)、ステップS809の各光源の第1光量値計算に進む。そして、認証装置208は、ステップS807で算出した指領域の輝度に基づいて、ステップS803で取得した画像データIsおよびすべての波長分離画像データIi、Icが適正な範囲内の輝度になるように、次回撮影時における複数の光源202の各光量値を計算する。

20

【0105】

画像データIsおよびすべての波長分離画像データIi、Icが調整不可能と判定した場合(ステップS808:No)、ステップS810の各光源202の第2光量値計算(ステップS810)に進む。そして、認証装置208は、高精度化に寄与する割合の高い波長分離画像データを優先して、適正な範囲内の輝度になるように次回撮影時における複数の光源202の各光量値を計算する。

【0106】

優先する波長分離画像データは、実験から事前に求めた高精度化への寄与の割合に基づいて決定される。たとえば、波長分離画像データIiを用いた場合の誤認証率および波長分離画像データIcを用いた場合の誤認証率をそれぞれ実験で求めて記憶デバイス312に格納しておく。

30

【0107】

認証装置208は、記憶デバイス312から誤認証率を取得して、誤認証率の低い方の波長分離画像データを優先する。また、認証装置208は、過去の認証結果(履歴情報)を用いて、波長分離画像データIi、Icごとに誤認証率を算出して、記憶デバイス312に上書きしてもよい。これにより、認証装置208は、記憶デバイス312から最新の誤認証率を取得して、誤認証率の低い方の波長分離画像データを優先する。これにより、より高精度な認証を実現することが可能となる。

40

【0108】

ステップS811の撮影終了判定では、認証装置208は、たとえば、認証が完了したか否かや、撮影時間のタイムアウトが発生したか否かといった撮影の終了判定を行う。撮影が終了すると判定された場合(ステップS811:Yes)、ステップS812で撮影が終了する。一方、撮影が終了しないと判定された場合(ステップS811:No)、ステップS802に戻り、認証装置208は、光源制御を行う。

【0109】

ステップS802の光源制御では、ステップS808において、各光源202の光量値が計算されている場合、認証装置208は、各光源202が計算された光量値で照射する

50

ようにし、ステップ S 8 0 3 の画像取得を行う。

【 0 1 1 0 】

ステップ S 8 0 8 の画像データの輝度調整可否判定では、ステップ S 8 0 3 で取得した画像データ I s が R G B 画像データの場合、認証装置 2 0 8 は、たとえば、いずれかの色成分画像データ I r、I g、I b において指領域で輝度飽和が発生したり、しきい値以下の輝度となるときに、ステップ S 8 0 4 で生成したすべての波長分離画像データ I i、I c を同時に適正な範囲内の輝度にできないと判定する。

【 0 1 1 1 】

ステップ S 8 0 3 で取得した R G B 画像データ I s のいずれの色成分画像データ I r、I g、I b も適正な範囲内の輝度であっても、ステップ S 8 0 9 の第 1 光量値計算によって算出された光量値で各光源 2 0 2 を照射すると、次の撮影において取得される R G B 画像データ I s のいずれの色成分画像データ I r、I g、I b において、輝度飽和が発生したり、しきい値以下の輝度となることがある。このような場合についても、認証装置 2 0 8 は、画像データの輝度調整が不可能と判定することができる。

【 0 1 1 2 】

また、ステップ S 8 0 8 の画像データの輝度調整可否判定では、認証装置 2 0 8 は、連続的に撮影する複数フレームにまたがって判定を行うことで、より正確に輝度の調整可否判定ができるようになる。たとえば、複数フレームで連続的にステップ S 8 0 9 の各光源の第 1 光量値計算を行った場合に、撮影する R G B 画像データ I s および生成した波長分離画像データ I i、I c が同程度の輝度で安定するが、R G B 画像データ I s の一部の色成分画像データで輝度飽和が発生したり、輝度がしきい値以下になるといった場合がある。このような場合、認証装置 2 0 8 は、画像データの輝度調整が不可能であると判定することができる。

【 0 1 1 3 】

ステップ S 8 0 9 の各光源 2 0 2 の第 1 光量値計算は、すべての波長分離画像データ I i、I c が適正な範囲内の輝度に調整可能と判断された場合の光量値計算である。したがって、実施例 1 の図 4 のフローチャートにおける S 5 0 8 の各光源の光量値計算と同じであり、実施例 2 では説明を割愛する。

【 0 1 1 4 】

ステップ S 8 1 0 の各光源 2 0 2 の第 2 光量値計算は、複数の波長分離画像データ I i、I c のうち、高精度化に寄与する割合の高い波長分離画像の輝度が適正な範囲内の輝度になるように優先的に光源 2 0 2 の光量値を調整する処理である。具体的には、優先する波長分離画像データ（優先画像データ）および波長分離画像データ I i、I c を生成するために、認証装置 2 0 8 は、生成元となる R G B 画像データ I s の色成分画像データ I r、I g、I b の輝度 L r、L g、L b が適正な範囲内の輝度となるように各光源 2 0 2 の光量調整を行う。

【 0 1 1 5 】

優先画像データ以外の波長分離画像データの輝度については、優先画像データおよび R G B 画像データ I s が適正な範囲内の輝度である目標輝度から所定範囲外に逸脱しないという条件付きで、認証装置 2 0 8 は、適正な範囲内の輝度である目標輝度から所定範囲内の輝度となるように、各光源 2 0 2 の光量調整を行う。

【 実施例 3 】

【 0 1 1 6 】

実施例 3 は、実施例 1 および実施例 2 において、太陽光や室内照明などの外光の影響が大きい場合で、より鮮明に生体撮影するために光源制御を行う例である。実施例 1 と同一構成には同一符号を付し、その説明を省略する。

【 0 1 1 7 】

実施例 1 および実施例 2 においては、撮影した R G B 画像データ I s の色成分画像データ I r、I g、I b のうち光源 2 0 2 から照射する複数の波長の光の色成分ごとの受光程度の総和 { ( R + R )、( G + G )、( B + B ) } のうちが最大となる色成

分画像データを用いて、光源制御を行い鮮明な画像撮影を行う方法について説明した。

【0118】

撮像部201の照射する波長の光の感度特性は予め分かるため、RGB画像データIsのうちどの色成分画像データの輝度が大きくなりやすいかは撮影する前に判断できることを前提としている。しかし、特定の波長帯の光が非常に強い室内灯などの影響によって、撮影したRGB画像データIsの色成分画像データIr、Ig、Ibのうち最も明るくなる色成分画像データが変動する可能性が考えられる。このように撮影時の環境光（外光）の影響を考慮した場合の光源制御方法について説明する。

【0119】

図9は、実施例3にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。図9では、一例として実行主体を認証装置208とするが、撮影装置200であってもよい。ステップS901の撮影開始からステップS907の画像データからの指領域の輝度算出までは、実施例1における図5のフローチャートにおけるステップS501からステップS507と同じ処理であるため、説明を割愛する。

【0120】

ステップS908では、認証装置208は、ステップS907で算出したRGB画像データIsの各色成分画像データIr、Ig、Ibの指領域の平均輝度などの輝度情報を算出する。そして、認証装置208は、光源202の照射光および外光の影響により最も輝度が大きくなる色成分画像データを決定する。

【0121】

ステップS909では、認証装置208は、ステップS910で決定した最高輝度を持つ色成分画像データの輝度を少なくとも利用し、ステップS907で算出した指領域の輝度に基づいて、次回撮影時における複数の光源202の各光量値を計算する。

【0122】

ステップS902における光源制御およびステップS909における各光源202の光量値計算については、認証装置208は、複数の波長の光を同時に照射して撮影したRGB画像データIsの各色成分画像データIr、Ig、Ibの輝度Lr、Lg、Lb、および、波長分離画像データIi、Icの輝度Li、Lcを用いる。

【0123】

撮影した指画像データIsの中で、同時に照射した各波長の光の色成分ごとの受光感度の総和{(R+R)、(G+G)、(B+B)}のうち最大となる色成分画像データIr、Ig、Ibの輝度Lr、Lg、Lbが大きすぎず、小さすぎず、適正な範囲内の輝度になるように光量を調整する。その上で、各波長分離画像データIi、Icについても同様に、輝度Li、Lcが適正な範囲内の輝度となるように各光源202の光量値を調整する。

【0124】

実施例3においては、光源202の照射光は、近赤外光および緑の光とする。そして、この2つの光を同時に指に照射して近赤外光および可視光に感度を持つ撮像部201で取得されたRGB画像データIsを利用した、ステップS909の各光源202の光量値計算の一例を示す。

【0125】

撮影した各色成分画像データIr、Ig、Ibの輝度Lr、Lg、Lbは、光源202の照射する近赤外光の成分に相当する波長分離画像データIiの輝度Liおよび緑光の成分に相当する波長分離画像データIcの輝度Lc、そして特定の波長の外光成分に相当する波長分離画像データIoの輝度Loの関数として、下記式(14)~(16)で表すことができる。

【0126】

$$L_r = F_r^2(L_i, L_c, L_o) \cdots (14)$$

$$L_g = F_g^2(L_i, L_c, L_o) \cdots (15)$$

$$L_b = F_b^2(L_i, L_c, L_o) \cdots (16)$$

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 7 】

関数  $F_{r2}$ 、 $F_{g2}$ 、 $F_{b2}$  は、波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$ 、波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  および波長分離画像データ  $I_o$  の輝度  $L_o$  を入力とする関数である。観測した各  $R$ 、 $G$ 、 $B$  の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  を基に上記式 (14) ~ (16) の連立方程式を解くことで、3つの未知数である各波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$ 、 $I_o$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$ 、 $L_o$  が求められる。また、波長分離処理で得られる近赤外光の波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  および緑光の波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  は、それぞれ近赤外光量  $Q_i$ 、緑光量  $Q_c$  の関数として、下記式 (17)、(18) で表すことができる。

## 【 0 1 2 8 】

$$L_i = F_{i2}(Q_i) \cdots (17)$$

$$L_c = F_{c2}(Q_c) \cdots (18)$$

## 【 0 1 2 9 】

関数  $F_{i2}$ 、 $F_{c2}$  はそれぞれ、近赤外光量  $Q_i$ 、緑光量  $Q_c$  を入力とする関数である。さらに、外光を特定の範囲の波長帯に限定しているため、観測した各  $R$ 、 $G$ 、 $B$  の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  を基に外光成分の波長帯に分離した波長分離画像データ  $I_o$  の輝度  $L_o$  は、外光の関数として下記式 (19) で表すことができる。

## 【 0 1 3 0 】

$$L_o = F_n(L_o) \cdots (19)$$

## 【 0 1 3 1 】

関数  $F_n$  は外光の光量値を入力とする関数であるが、基本的に外光は未知であり光量制御不能なため、上記式 (19) の関係を求めたり、外光成分の波長分離画像データ  $L_o$  の輝度  $L_o$  を調整したりすることはできない。したがって、認証装置 208 は、光源 202 の各波長の光の照射光量および外光と、色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  および波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$ 、 $I_o$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$ 、 $L_o$  の関係 (上記式 (14) ~ (18)) を求める。そして、認証装置 208 は、観測した色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  が適正な範囲内にあり、かつ、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  が適正な範囲内の輝度となるように、各光源 202 の照射光量を調整する。

## 【 0 1 3 2 】

このとき、RGB画像データ  $I_s$  の各色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  のうち同時に指に照射した近赤外光、緑光および外光の感度の総和  $\{(a_r + b_r + c_r)$ 、 $(a_g + b_g + c_g)$ 、 $(a_b + b_b + c_b)\}$  のうち最大となる色成分画像データが、仮に  $B$  成分画像データ  $I_b$  であったとする ( $(a_b + b_b + c_b)$  が最大値)。  $a_r$ 、 $b_r$ 、 $c_r$ 、 $a_g$ 、 $b_g$ 、 $c_g$ 、 $a_b$ 、 $b_b$ 、 $c_b$  については、下記式 (20) ~ (22) で後述する。

## 【 0 1 3 3 】

この場合、 $B$  成分画像データ  $I_b$  の輝度  $L_b$  が最も大きく、輝度  $L_b$  が飽和するなどの生体情報が欠落する状態になりやすい。したがって、少なくとも光源 202 の照射する近赤外光および緑光の感度と外光の感度の総和が最大となる  $B$  成分画像データ  $I_b$  の輝度  $L_b$  が適正な範囲に収まる状態にしつつ、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  が適正な範囲内の輝度となるように各光源 202 の照射光量を調整することで、鮮明な波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  が得られる。

## 【 0 1 3 4 】

同時に指に照射した近赤外光および緑光の感度と外光の感度の総和が最大となるのが  $B$  成分画像データ  $I_b$  の場合の例においては、少なくとも  $B$  成分画像データ  $I_b$  の輝度  $L_b$  を利用して光源 202 の光量を調整するが、認証装置 208 は、その他の  $R$  成分画像データ  $I_r$  や  $G$  成分画像データ  $I_g$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$  も併用して光源 202 の光量を調整してもよい。波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  を生成するために必要な RGB画像データ  $I_s$  の

10

20

30

40

50

各色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  をすべて適正な範囲内に収めることでより鮮明な波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  を得ることができる。

【0135】

つぎに、観測した RGB 画像データ  $I_s$  の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  が複数の波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の線形結合によって表現できると仮定した場合の、光源制御方法の一例を説明する。撮影した各 R、G、B の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  は光源 202 の照射する近赤外光の成分に相当する波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$ 、緑光の成分に相当する波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  および近赤外光成分に相当する波長分離画像データ  $I_o$  の輝度  $L_o$  と線形性があるとして、下記 (20) ~ (22) で表すことができる。

10

【0136】

$$L_r = B_r \times (a_r \times L_i + b_r \times L_c + c_r \times L_o) \cdots (20)$$

$$L_g = B_g \times (a_g \times L_i + b_g \times L_c + c_g \times L_o) \cdots (21)$$

$$L_b = B_b \times (a_b \times L_i + b_b \times L_c + c_b \times L_o) \cdots (22)$$

【0137】

$B_r$ 、 $B_g$ 、 $B_b$  は、任意の値をとる係数である。 $a_r$ 、 $a_g$ 、 $a_b$  は、近赤外光の波長における撮像部 201 で撮影した RGB 画像データ  $I_s$  の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の受光感度を表す既知の係数である。 $b_r$ 、 $b_g$ 、 $b_b$  は、緑光の波長における RGB 画像データ  $I_s$  の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の受光感度を表す既知の係数である。

20

【0138】

$c_r$ 、 $c_g$ 、 $c_b$  は、外光の波長における RGB 画像データ  $I_s$  の色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の受光感度を表す既知の係数である。上記式 (20) ~ (22) の連立方程式を解くことで、未知の輝度  $L_i$ 、 $L_c$ 、 $L_o$  を求めることができる。また、近赤外光の波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  と近赤外光量  $Q_i$  との関係は下記式 (23) により、緑光の波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  と緑光量  $Q_c$  との関係は下記式 (24) により表すことができる。

【0139】

$$L_i = A_i \times Q_i \cdots (23)$$

$$L_c = B_c \times Q_c \cdots (24)$$

30

【0140】

$A_i$  は、近赤外光量  $Q_i$  と近赤外光の波長分離画像データ  $I_i$  の輝度  $L_i$  との関係を表す係数である。 $B_c$  は、緑光量  $Q_c$  と緑光の波長分離画像データ  $I_c$  の輝度  $L_c$  との関係を表す係数である。

【0141】

このように、外光成分の輝度  $L_o$  の影響を考慮しながら上記 (20) ~ (22) で表される RGB 画像データ  $I_s$  の輝度が最大となる色成分画像データ  $I_r$ 、 $I_g$ 、 $I_b$  の輝度  $L_r$ 、 $L_g$ 、 $L_b$  が適正な範囲に収まる状態にしつつ、波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  の輝度  $L_i$ 、 $L_c$  がそれぞれ適正な範囲内の輝度となるように各光源 202 の照射光量を調整することで、鮮明な波長分離画像データ  $I_i$ 、 $I_c$  が得られる。

40

【実施例 4】

【0142】

実施例 4 は、実施例 1 ~ 実施例 3 において、光源制御により各光源 202 の照射光量を調整した上で得られた各波長分離画像データを用いた複数の生体特徴データの照合方法について説明する。

【0143】

各光源 202 の照射光量を調整して撮影した RGB 画像データ  $I_s$  から生成する波長分離画像データは、波長ごとに異なる生体情報を含む。認証装置 208 は、それぞれの波長分離画像データから異なる生体特徴データを抽出する抽出部と、抽出部によって抽出された複数の生体特徴データ (マルチモーダル生体特徴データ) の照合を行う照合部と、を有

50

する。抽出部および照合部はそれぞれ、記憶デバイス 3 1 2 に記憶された抽出プログラムおよび照合プログラムをプロセッサ 3 1 1 に実行させることにより実現される機能である。これにより、単一の生体特徴データを用いる場合と比べて高精度な認証が実現される。

【0144】

実施例 4 では、照合部は、複数の光源 2 0 2 の光量調整後に得られた各波長分離画像データの輝度に基づいて、波長分離画像データ（モダリティ）ごとに信頼度を算出する。たとえば、波長分離画像データごとに輝度が飽和せず、血管領域の輝度の明暗のコントラスト等の生体特徴をより正確に捉えることが可能な輝度が、目標輝度として予め記憶デバイス 3 1 2 に格納される。

【0145】

光量調整後に得られた各波長分離画像データの輝度と上述した目標輝度との差分が小さいほど、信頼度が高くなるように設定する。そして、照合部は、モダリティごとに算出した信頼度の比率に基づいて各モダリティの生体特徴データの照合結果を合成する際の比率を決定する。たとえば、波長分離画像データが 2 つ存在する場合、照合部は、それぞれの波長分離画像データから抽出した生体特徴データ 1 および生体特徴データ 2 を予め登録されている生体特徴と照合して、類似度に相当する照合スコア 1 および照合スコア 2 を算出する。

【0146】

2 つの照合スコア 1 , 2 を線形結合などによって 1 つの照合スコアに合成する際に、波長分離画像データごとに算出した信頼度の大きさの比率に基づいて線形結合時の照合スコアの重みを決定する。これにより、より信頼度の高い波長分離画像データの照合スコアを合成後のスコアに反映することができる。したがって、血管領域における輝度の明暗のコントラスト等の生体特徴をより正確に捉えた波長分離画像データの信頼度を高く設定し、より高精度な認証が実現される。

【0147】

図 1 0 は、実施例 4 にかかる生体画像撮影処理手順例を示すフローチャートである。図 1 0 では、一例として実行主体を認証装置 2 0 8 とするが、撮影装置 2 0 0 であってもよい。ステップ S 1 0 0 1 の撮影開始からステップ S 1 0 0 8 の各光源の光量値計算までは、実施例 1 における図 5 のフローチャートにおけるステップ S 5 0 1 からステップ S 5 0 8 と同じ処理であるため、説明を割愛する。

【0148】

ステップ S 1 0 0 9 では、認証装置 2 0 8 は、各光源 2 0 2 の光量値および撮影した RGB 画像データ I s および各波長分離画像データの輝度に基づいて光源制御の終了判定を行う。光源制御が終了したと判定した場合（ステップ S 1 0 0 9 : Y e s ）、認証装置 2 0 8 は、次のステップ S 1 0 1 0 で撮影終了判定を行う。光源制御が終了していないと判定した場合（ステップ S 1 0 0 9 : N o ）、ステップ S 1 0 0 2 の光源制御に戻る。

【0149】

ステップ S 1 0 1 0 の撮影終了判定では、認証装置 2 0 8 は、たとえば、撮影開始から数えてタイムアウト時間に到達したか否かを判定する。タイムアウト時間に到達した場合などの撮影が終了判定された場合（ステップ S 1 0 1 0 : Y e s ）、認証装置 2 0 8 は、ステップ S 1 0 1 1 で撮影を終了する。撮影が終了判定されない場合（ステップ S 1 0 1 0 : N o ）、認証装置 2 0 8 は、抽出部での生体特徴データの抽出により（ステップ S 1 0 1 2 ）、各波長分離画像データの各指領域から照合を行うための生体特徴データを抽出する。

【0150】

つぎに、認証装置 2 0 8 は、上述したように、照合部により、各波長分離画像データの信頼度算出を行う（ステップ S 1 0 1 3 ）。認証装置 2 0 8 は、照合部により、ステップ S 1 0 1 2 で各波長分離画像データ（近赤外画像データおよび緑光画像データ）の各指領域から抽出したマルチモーダル生体特徴データを、予めデータベースに登録されているマルチモーダル生体特徴データと照合し、照合スコアを算出する（ステップ S 1 0 1 4 ）。

10

20

30

40

50

データベースは、記憶デバイス 312 またはコンピュータ 310 と通信可能な他のコンピュータの記憶デバイス 312 により実現される。照合スコアは、たとえば、テンプレートマッチングや特徴点マッチングなどの照合により算出される。

【0151】

ステップ S1015 の認証処理では、認証装置 208 は、ステップ S1013 で求めた各波長分離画像データ（モダリティ）の信頼度に基づいて、ステップ S1014 で算出したマルチモーダル生体特徴データの各モダリティの生体特徴データの照合スコアを合成し、合成した照合スコアに対して認証可否判定を行う。

【0152】

認証可否判定では、認証装置 208 は、照合スコアが予め設定した閾値より大きい場合には、認証成功、閾値以下の場合には認証失敗と判定する。照合スコアの合成は、たとえば、各モダリティの照合スコアの線形結合である。この線形結合における各モダリティの照合スコアの係数は、上述の様にステップ S1013 で求めた信頼度に基づき決定される。これにより、合成時に信頼度の高いモダリティの照合スコアの比率を高め、認証精度を向上することができる。

【0153】

ステップ S1016 の認証完了判定では、認証装置 208 は、ステップ S1015 で照合スコアに基づいて認証処理を行った結果、認証が終了するか否かを判定する。認証が終了すると判定した場合（ステップ S1016：Yes）、認証装置 208 は、ステップ S1011 で撮影を終了し、認証がまだ終了しないと判定した場合（ステップ S1016：No）、ステップ S1002 の光源制御に戻る。

【0154】

ステップ S1009 の光源制御の終了判定では、認証装置 208 は、撮影した RGB 画像データ Is の輝度および各波長分離画像データの輝度が適正な範囲内に収まっているか否かに基づいて判定することができる。また、認証装置 208 は、連続する複数フレームにまたがって光源制御の終了判定を行うようにしてもよい。複数フレームで連続して、各波長分離画像の輝度が適正な範囲に収まっている状態で光源制御を終了するようにすることで、より正確かつ安定して光源制御の終了判定ができるようになる。またすべての波長分離画像データの輝度が適正な範囲内に収まらない場合でも、連続的に輝度値が安定している状態を光源制御の終了条件とすることも可能である。

【0155】

ステップ S1013 の各波長分離画像データの信頼度算出では、認証装置 208 は、各波長分離画像データの輝度が適正な値に近いかなどの指標に基づいて、各波長分離画像データの信頼度を算出する。指の検出本数が複数ある場合には、各波長分離画像データの算出した信頼度を、検出したすべての指に適用することができる。また、検出した指ごとに異なる信頼度としてもよい。このように、認証装置 208 は、波長分離画像データごとに検出した各指領域の輝度平均等の輝度情報を基に、信頼度を計算することができる。

【0156】

また、生体の個体差や手の姿勢変動が大きく、一部の指領域の輝度が大きすぎたり小さすぎたりする可能性がある。このように、すべての指を一律に適正な範囲内の輝度に調整することが難しい場合は、認証装置 208 は、より適正な範囲内の輝度である指の信頼度を高くし、適正な範囲から外れた輝度である指の信頼度を低くすることで、認証精度を向上することができる。

【0157】

なお、本発明は前述した実施例に限定されるものではなく、添付した特許請求の範囲の趣旨内における様々な変形例及び同等の構成が含まれる。たとえば、前述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに本発明は限定されない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えてもよい。また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えてもよい。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加、削除、または置換をしてもよ

10

20

30

40

50

い。

【0158】

また、前述した各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、たとえば集積回路で設計する等により、ハードウェアで実現してもよく、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し実行することにより、ソフトウェアで実現してもよい。

【0159】

各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、又は、IC (Integrated Circuit) カード、SDカード、DVD (Digital Versatile Disc) の記録媒体に格納することができる。

【0160】

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、実装上必要な全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、ほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてよい。

【符号の説明】

【0161】

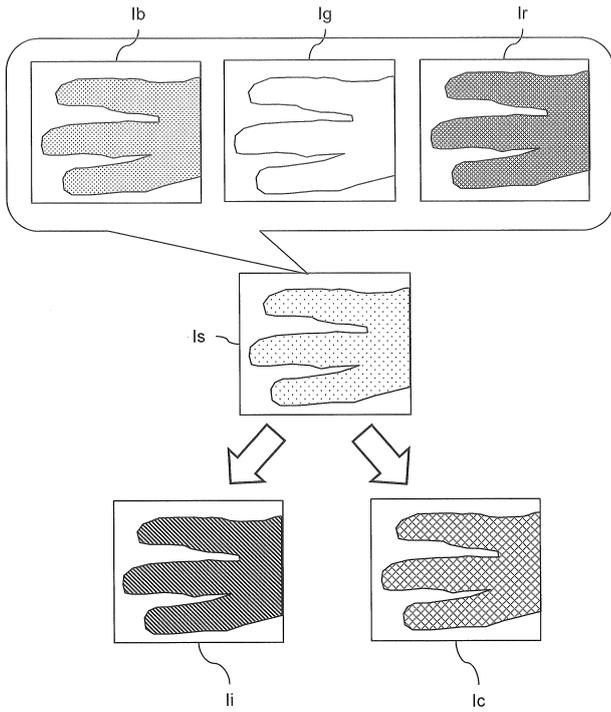
200	撮影装置	
200A	筐体	
200B	上面板部	20
201	撮像部	
202	光源	
203	第1光学フィルタ	
204	第2光学フィルタ	
205	透光板	
206	データメモリ	
207	コントローラ	
208	認証装置	
220	設置面	
300	光源制御部	30
310	コンピュータ	
311	プロセッサ	
312	記憶デバイス	
313	入力デバイス	
314	出力デバイス	

40

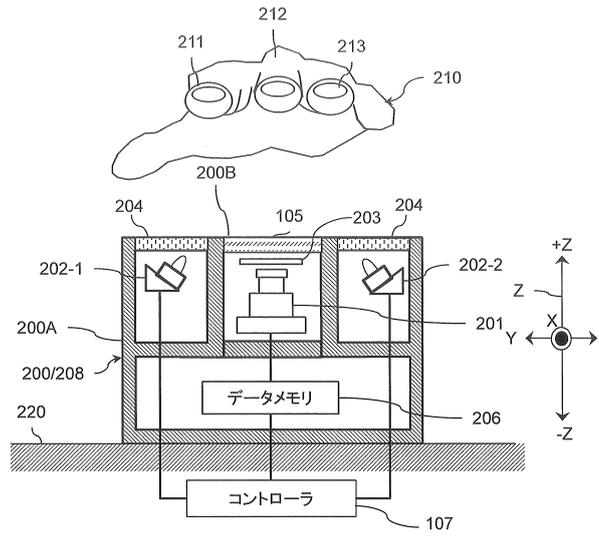
50

【図面】

【図 1】



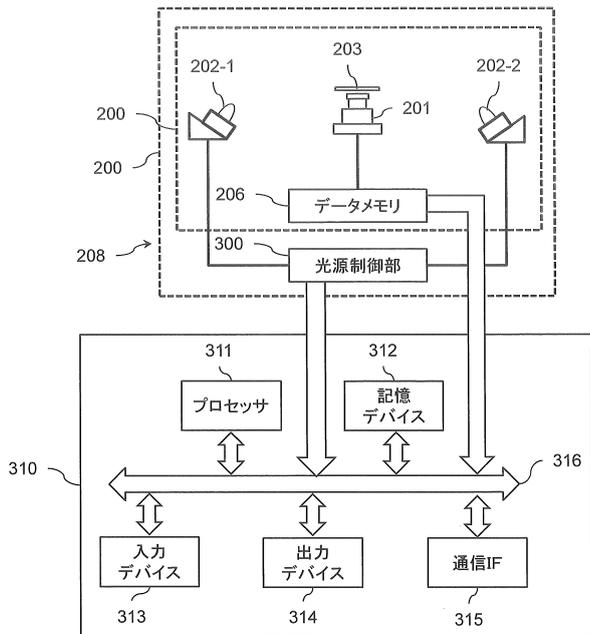
【図 2】



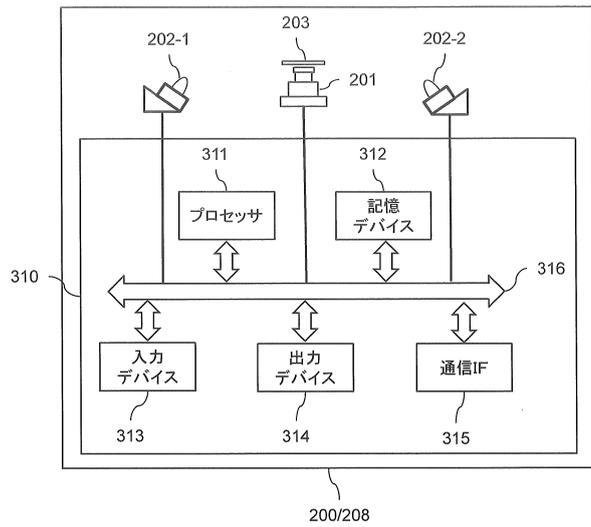
10

20

【図 3】



【図 4】

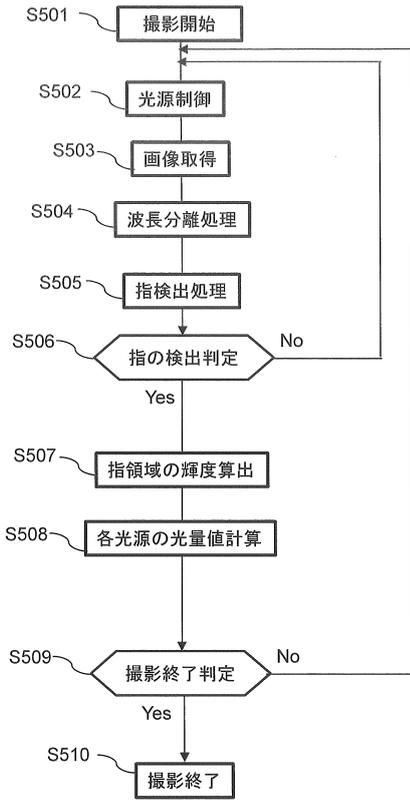


30

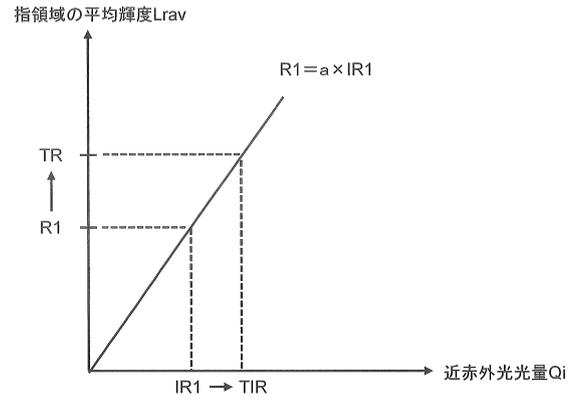
40

50

【 図 5 】



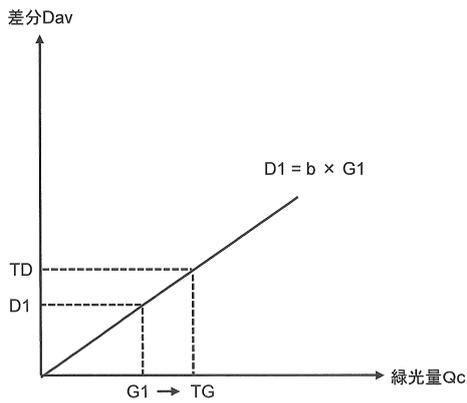
【 図 6 】



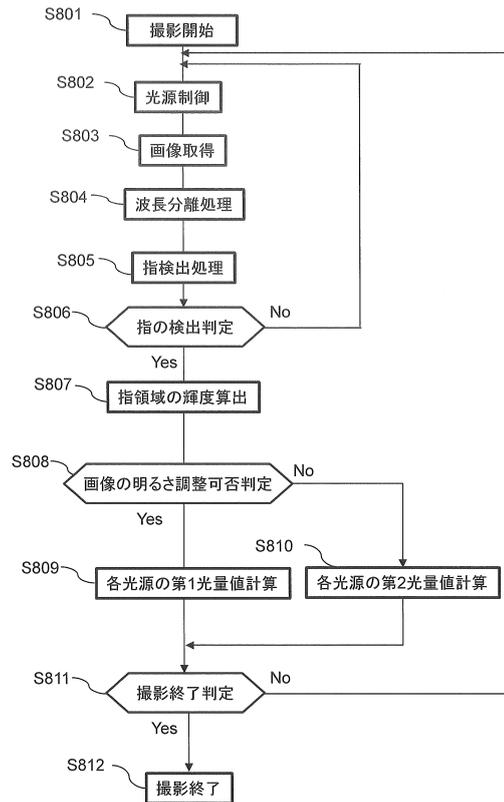
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

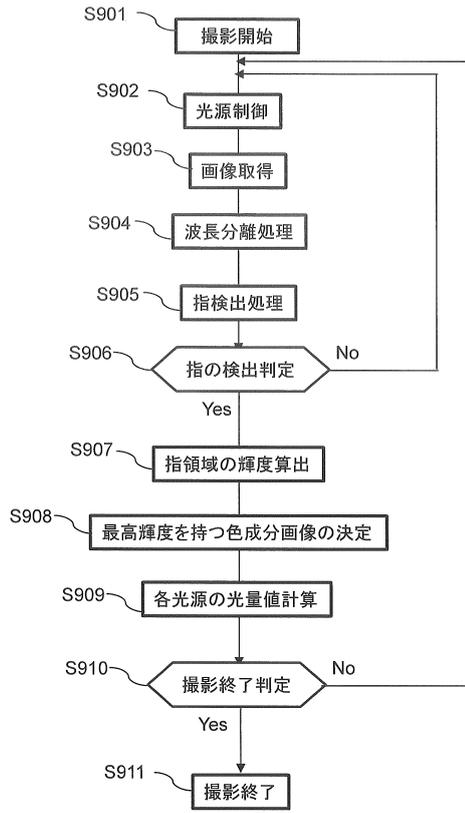


30

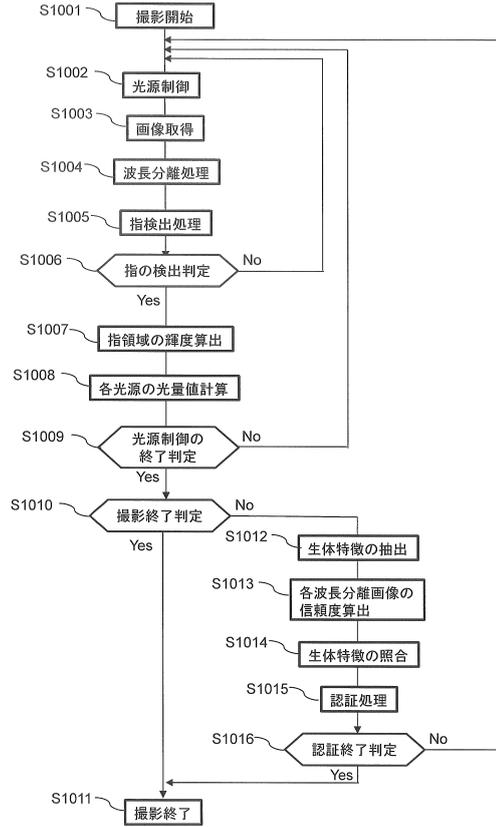
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内  
(72)発明者 中崎 溪一郎  
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内  
(72)発明者 加藤 雅弘  
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内  
Fターム(参考) 4C038 VA07 VB13 VC01