

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7312079号
(P7312079)

(45)発行日 令和5年7月20日(2023.7.20)

(24)登録日 令和5年7月11日(2023.7.11)

(51)国際特許分類 F I
G 0 6 T 7/00 (2017.01) G 0 6 T 7/00 6 6 0 B

請求項の数 12 (全28頁)

(21)出願番号	特願2019-184712(P2019-184712)	(73)特許権者	000003551 株式会社東海理化電機製作所 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地
(22)出願日	令和1年10月7日(2019.10.7)	(73)特許権者	000232092 NECソリューションイノベータ株式会社 東京都江東区新木場一丁目18番7号
(65)公開番号	特開2021-60815(P2021-60815A)	(74)代理人	110001416 弁理士法人信栄事務所
(43)公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(72)発明者	原田 久光 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地 株式会社東海理化電機製作所内
審査請求日	令和4年7月27日(2022.7.27)	(72)発明者	塚原 靖典 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、およびコンピュータプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付ける受付部と、
前記画像データに基づいて、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位を推定する処理部と、
を備えており、

前記処理部は、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出し、

前記第一特徴点および前記第二特徴点の間の距離が閾値よりも小さい場合に、より小さい尤度が付与された前記第一特徴点と前記第二特徴点の一方に対応する前記特徴的部分を、前記隠れ身体部位として推定し、

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体を中心軸に対して左右対称に位置している、

画像処理装置。

【請求項2】

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付ける受付部と、

前記画像データに基づいて、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位を推定する処理部と、

を備えており、

前記処理部は、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定し、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出し、

前記少なくとも一つの第一特徴点を含む第一領域を生成し、

前記少なくとも一つの第二特徴点を含む第二領域を生成し、

前記第一領域および前記第二領域の重複度が閾値よりも大きい場合、または前記第一領域に含まれる代表点と前記第二領域に含まれる代表点の間の距離が閾値よりも小さい場合に、前記顔が右方を向いていると推定されたときは前記第一特徴点に対応する前記特徴的部分を前記隠れ身体部位として推定し、前記顔が左方を向いていると推定されたときは前記第二特徴点に対応する前記特徴的部分を前記隠れ身体部位として推定し、

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体

の中心軸に対して左右対称に位置している、

画像処理装置。

【請求項 3】

前記処理部は、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定し、

前記少なくとも一つの第一特徴点を含む第一領域を生成し、

前記少なくとも一つの第二特徴点を含む第二領域を生成し、

前記第一領域および前記第二領域の重複度が閾値よりも大きい場合、または前記第一領域に含まれる代表点と前記第二領域に含まれる代表点の間の距離が閾値よりも小さい場合に、前記顔が右方を向いていると推定されたときは前記第一特徴点に対応する前記特徴的部分を前記隠れ身体部位として推定し、前記顔が左方を向いていると推定されたときは前記第二特徴点に対応する前記特徴的部分を前記隠れ身体部位として推定する、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記処理部は、前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果と前記顔の向きに基づかず得られた前記隠れ身体部位の推定結果が異なる場合、前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果を採用する、

請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付ける受付部と、

前記画像データに基づいて、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位を推定する処理部と、

を備えており、

前記処理部は、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出し、

前記画像データに基づいて前記人物の身体のねじれ方向を推定し、当該身体のねじれ方向が右方であると推定されたときは前記第一特徴点に対応する前記特徴的部分を前記隠れ身体部位として推定し、当該身体のねじれ方向が左方であると推定されたときは前記第二特徴点に対応する前記特徴的部分を前記隠れ身体部位として推定し、

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体

の中心軸に対して左右対称に位置している、

画像処理装置。

【請求項 6】

画像処理装置の処理部により実行されるコンピュータプログラムであって、

10

20

30

40

50

実行されることにより、前記画像処理装置に、

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付けさせ、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出させ、

前記第一特徴点および前記第二特徴点の間の距離が閾値より小さい場合に、より小さい尤度が付与された前記第一特徴点と前記第二特徴点の一方に対応する前記特徴的部分を、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位として推定させ、

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体を中心軸に対して左右対称に位置している、
コンピュータプログラム。

10

【請求項 7】

画像処理装置の処理部により実行されるコンピュータプログラムであって、

実行されることにより、前記画像処理装置に、

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付けさせ、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出させ、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定させ、

前記少なくとも一つの第一特徴点を含む第一領域を生成させ、

前記少なくとも一つの第二特徴点を含む第二領域を生成させ、

前記第一領域および前記第二領域の重複度が閾値よりも大きい場合、または前記第一領域に含まれる代表点と前記第二領域に含まれる代表点の間の距離が閾値よりも小さい場合に、前記顔が右方を向いていると推定されたときは前記第一特徴点に対応する前記特徴的部分を前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位として推定させ、前記顔が左方を向いていると推定されたときは前記第二特徴点に対応する前記特徴的部分を当該隠れ身体部位として推定させ、

20

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体を中心軸に対して左右対称に位置している、
コンピュータプログラム。

30

【請求項 8】

実行されることにより、前記画像処理装置に、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定させ、

前記少なくとも一つの第一特徴点を含む第一領域を生成させ、

前記少なくとも一つの第二特徴点を含む第二領域を生成させ、

前記第一領域および前記第二領域の重複度が閾値よりも大きい場合、または前記第一領域に含まれる代表点と前記第二領域に含まれる代表点の間の距離が閾値よりも小さい場合に、前記顔が右方を向いていると推定されたときは前記第一特徴点に対応する前記特徴的部分を前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位として推定させ、前記顔が左方を向いていると推定されたときは前記第二特徴点に対応する前記特徴的部分を当該隠れ身体部位として推定させる、

40

請求項 6 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 9】

前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果と前記顔の向きに基づかずに得られた前記隠れ身体部位の推定結果が異なる場合、前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果を採用させる、

請求項 8 に記載のコンピュータプログラム。

【請求項 10】

画像処理装置の処理部により実行されるコンピュータプログラムであって、

50

実行されることにより、前記画像処理装置に、

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付けさせ、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出させ、

前記画像データに基づいて前記人物の身体のねじれ方向を推定させ、

前記身体のねじれ方向が右方であると推定されたときは前記第一特徴点に対応する前記特徴的部分を前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位として推定させ、前記身体のねじれ方向が左方であると推定されたときは前記第二特徴点に対応する前記特徴的部分を当該隠れ身体部位として推定させ、

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体

の中心軸に対して左右対称に位置している、

コンピュータプログラム。

【請求項 1 1】

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付ける受付部と、

前記画像データに基づいて、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位を推定する処理部と、

を備えており、

前記処理部は、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点、および前記人物の人体の中心に対応する中心特徴点を検出し、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定し、

前記顔が後方を向いていると推定された場合に、前記第一特徴点と前記第二特徴点の各々が前記中心特徴点を含む中心領域内に位置しているかを判断し、

前記中心領域内に位置していると判断された前記第一特徴点と前記第二特徴点の少なくとも一方に対応する前記特徴的部分を、前記隠れ身体部位として推定し、

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体

の中心軸に対して左右対称に位置している、

画像処理装置。

【請求項 1 2】

画像処理装置の処理部により実行されるコンピュータプログラムであって、

実行されることにより、前記画像処理装置に、

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付けさせ、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点、および前記人物の人体の中心に対応する中心特徴点を検出させ、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定させ、

前記顔が後方を向いていると推定された場合に、前記第一特徴点と前記第二特徴点の各々が前記中心特徴点を含む中心領域内に位置しているかを判断させ、

前記中心領域内に位置していると判断された前記第一特徴点と前記第二特徴点の少なくとも一方に対応する前記特徴的部分を、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記

画像に写り込まない隠れ身体部位として推定させ、

前記第一特徴点と前記第二特徴点は、被写体として正面を向いたときの前記人物の身体

の中心軸に対して左右対称に位置している、

コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置、および当該画像処理装置の処理部により実行されるコンピュ

10

20

30

40

50

ータプログラムに関連する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献1に開示されているように、撮像装置により取得された画像に写り込んだ被写体に人体を模した骨格モデルを適用することにより、当該被写体の骨格や姿勢などの判別を行なう技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2017-091377号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、撮像装置により取得された画像に写り込んだ被写体の判別精度を高めることである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の目的を達成するための一態様は、画像処理装置であって、人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付ける受付部と、前記画像データに基づいて、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位を推定する処理部と、を備えており、前記処理部は、

20

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出し、

前記第一特徴点および前記第二特徴点の間の距離に基づいて、前記隠れ身体部位を推定する。

【0006】

上記の目的を達成するための一態様は、画像処理装置の処理部により実行されるコンピュータプログラムであって、

30

実行されることにより、前記画像処理装置に、

人物が写り込んだ画像に対応する画像データを受け付けさせ、

前記画像データに基づいて、前記人物の左肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第一特徴点と、当該人物の右肢に含まれる特徴的部分に対応する少なくとも一つの第二特徴点を検出させ、

前記第一特徴点および前記第二特徴点の間の距離に基づいて、前記人物の身体の一部に遮られることにより前記画像に写り込まない隠れ身体部位を推定させる。

【0007】

撮像装置により取得される画像に写り込む被写体としての人物は、常に撮像装置に対して正面を向いているとは限らない。当該人物の姿勢によっては、当該人物の身体の一部に遮られて画像に写り込まない隠れ身体部位が生じうる。上記のような処理によれば、そのような隠れ身体部位を推定できるので、撮像装置により取得された画像に写り込んだ被写体の判別精度を高めることができる。

40

【0008】

上記の画像処理装置は、以下のように構成されうる。

前記処理部は、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定し、

前記距離と前記顔の向きに基づいて、前記隠れ身体部位を推定する。

【0009】

50

上記のコンピュータプログラムは、以下のように構成されうる。

実行されることにより、前記画像処理装置に、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定させ、

前記距離と前記顔の向きに基づいて、前記隠れ身体部位を推定させる。

【0010】

上記の画像処理装置は、以下のように構成されうる。

前記処理部は、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定し、

前記少なくとも一つの第一特徴点を含む第一領域を生成し、

前記少なくとも一つの第二特徴点を含む第二領域を生成し、

前記第一領域および前記第二領域の重複度と、前記顔の向きとに基づいて、前記隠れ身体部位を推定する。

10

【0011】

上記のコンピュータプログラムは、以下のように構成されうる。

実行されることにより、前記画像処理装置に、

前記画像データに基づいて、前記人物の顔の向きを推定させ、

前記少なくとも一つの第一特徴点を含む第一領域を生成させ、

前記少なくとも一つの第二特徴点を含む第二領域を生成させ、

前記第一領域および前記第二領域の重複度と、前記顔の向きとに基づいて、前記隠れ身体部位を推定させる。

20

【0012】

人物の顔の向きは、当該人物の胴体の正面が向く方向との関連性が高い。したがって、上記のような処理によれば、被写体としての人物の姿勢によって生じうる隠れ身体部位の推定精度を高めることができる。

【0013】

上記の画像処理装置は、以下のように構成されうる。

前記処理部は、前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果と前記顔の向きに基づかず得られた前記隠れ身体部位の推定結果が異なる場合、前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果を採用する。

【0014】

上記のコンピュータプログラムは、以下のように構成されうる。

前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果と前記顔の向きに基づかず得られた前記隠れ身体部位の推定結果が異なる場合、前記顔の向きに基づいて得られた前記隠れ身体部位の推定結果を採用させる。

30

【0015】

上記のような処理によれば、人物の胴体の向きとの関連性が比較的高い顔の向きに基づいた推定結果が優先されるので、隠れ身体部位の推定精度を高めることができる。

【0016】

上記の画像処理装置は、以下のように構成されうる。

前記処理部は、前記画像データに基づいて前記人物の身体のねじれ方向を推定し、当該身体のねじれ方向に基づいて前記隠れ身体部位を推定する。

40

【0017】

上記のコンピュータプログラムは、以下のように構成されうる。

実行されることにより、前記画像処理装置に、

前記画像データに基づいて前記人物の身体のねじれ方向を推定させ、

前記身体のねじれ方向に基づいて前記隠れ身体部位を推定させる。

【0018】

被写体としての人物が身体のねじれを伴う姿勢をとった場合にも、隠れ身体部位が生じる可能性がある。上記のような処理によれば、身体のねじれによって生じうる隠れ身体部位も推定の対象に加えることができる。

50

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、撮像装置により取得された画像に写り込んだ被写体の判別精度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】一実施形態に係る画像処理システムの機能構成を例示している。

【図2】図1の画像処理システムが車両に搭載された例を示している。

【図3】図1の画像処理装置が使用する骨格モデルを例示している。

【図4】複数の被写体に図3の骨格モデルが適用された例を示している。

10

【図5】図3の骨格モデルにおける人体の中心を定める手法の一例と中心領域を定める手法の一例を示している。

【図6】図3の骨格モデルにおける人体の中心を定める手法の一例と中心領域を定める手法の一例を示している。

【図7】被写体に図3の骨格モデルを適用する処理の流れを例示している。

【図8】被写体に図3の骨格モデルを適用する処理の流れを例示している。

【図9】被写体に図3の骨格モデルを適用する処理の流れを例示している。

【図10】被写体に図3の骨格モデルを適用する処理の流れを例示している。

【図11】被写体としての人物の身体のねじれを推定する処理を説明する図である。

【図12】被写体としての人物の隠れ身体部位を推定する処理を説明する図である。

20

【図13】被写体としての人物の隠れ身体部位を推定する処理を説明する図である。

【図14】被写体としての人物の隠れ身体部位を推定する処理を説明する図である。

【図15】被写体としての人物の隠れ身体部位を推定する処理を説明する図である。

【図16】被写体としての人物の隠れ身体部位を推定する処理を説明する図である。

【図17】被写体としての人物の隠れ身体部位を推定する処理を説明する図である。

【図18】被写体としての人物の隠れ身体部位を推定する処理を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

添付の図面を参照しつつ、実施形態の例について以下詳細に説明する。図1は、一実施形態に係る画像処理システム10の機能構成を例示している。画像処理システム10は、撮像装置11と画像処理装置12を含んでいる。

30

【0022】

撮像装置11は、予め定められた撮像領域の画像を取得する装置である。撮像装置11としては、カメラやイメージセンサが例示される。撮像装置11は、取得した画像に対応する画像データDIを出力するように構成されている。画像データDIは、アナログデータでもよいし、デジタルデータでもよい。

【0023】

画像処理装置12は、受付部121、処理部122、及び出力部123を備えている。

【0024】

受付部121は、画像データDIを受け付けるインターフェースとして構成されている。画像データDIがアナログデータである場合、受付部121は、A/Dコンバータを含む適宜の変換回路を含みうる。

40

【0025】

処理部122は、デジタルデータの形態である画像データDIを処理の対象とする。処理部122によって行なわれる処理の詳細については後述する。処理部122は、当該処理の結果に基づいて、出力部123からの制御データDCの出力を許容する。制御データDCは、各種の被制御装置の動作を制御するデータである。制御データDCは、デジタルデータでもよいし、アナログデータでもよい。制御データDCがアナログデータである場合、出力部123は、D/Aコンバータを含む適宜の変換回路を含みうる。

【0026】

50

画像処理システム 10 は、例えば図 2 に示されるように、車両 20 に搭載されうる。この場合、上記の制御データ DC により動作を制御される被制御装置の例としては、車両 20 におけるドアの開閉装置、ドアの施錠装置、空調装置、照明装置、映像音響設備などが挙げられる。

【0027】

撮像装置 11 は、所望の撮像領域に応じて車両 20 における適宜の位置に配置される。画像処理装置 12 は、車両 20 内の適宜の位置に配置される。本例においては、撮像装置 11 は、車両 20 の右側部に配置されており、車両 20 の右側方に撮像領域 A を規定している。換言すると、撮像装置 11 は、撮像領域 A の画像を取得している。

【0028】

撮像領域 A 内には様々な被写体 30 が進入しうる。撮像領域 A に被写体 30 が進入すると、撮像装置 11 により取得される画像に被写体 30 が写り込む。画像に写り込んだ被写体 30 は、画像データ DI に反映される。

【0029】

画像処理システム 10 は、被写体 30 が人物である場合において、当該人物の骨格を推定する機能を有している。

【0030】

上記の機能を実現するために処理部 122 は、撮像装置 11 により取得された画像に写り込んだ被写体 30 に骨格モデルを適用する処理を、画像データ DI に対して行なうように構成されている。

【0031】

具体的には、図 3 に例示される骨格モデル M が採用されている。骨格モデル M は、モデル人体の中心に対応する中心特徴点 C を含む中心領域 CA を含んでいる。骨格モデル M は、左上肢グループ LU、右上肢グループ RU、左下肢グループ LL、および右下肢グループ RL を含んでいる。

【0032】

左上肢グループ LU は、モデル人体の左上肢における特徴的な複数の部位に対応する複数の特徴点を含んでいる。具体的には、左上肢グループ LU は、左肩特徴点 LU1、左肘特徴点 LU2、および左手首特徴点 LU3 を含んでいる。左肩特徴点 LU1 は、モデル人体の左肩に対応する点である。左肘特徴点 LU2 は、モデル人体の左肘に対応する点である。左手首特徴点 LU3 は、モデル人体の左手首に対応する点である。

【0033】

右上肢グループ RU は、モデル人体の右上肢における特徴的な複数の部位に対応する複数の特徴点を含んでいる。具体的には、右上肢グループ RU は、右肩特徴点 RU1、右肘特徴点 RU2、および右手首特徴点 RU3 を含んでいる。右肩特徴点 RU1 は、モデル人体の右肩に対応する点である。右肘特徴点 RU2 は、モデル人体の右肘に対応する点である。右手首特徴点 RU3 は、モデル人体の右手首に対応する点である。

【0034】

左下肢グループ LL は、モデル人体の左下肢における特徴的な複数の部位に対応する複数の特徴点を含んでいる。具体的には、左下肢グループ LL は、左腰特徴点 LL1、左膝特徴点 LL2、および左足首特徴点 LL3 を含んでいる。左腰特徴点 LL1 は、モデル人体の腰の左部に対応する点である。左膝特徴点 LL2 は、モデル人体の左膝に対応する点である。左足首特徴点 LL3 は、モデル人体の左足首に対応する点である。

【0035】

右下肢グループ RL は、モデル人体の右下肢における特徴的な複数の部位に対応する複数の特徴点を含んでいる。具体的には、右下肢グループ RL は、右腰特徴点 RL1、右膝特徴点 RL2、および右足首特徴点 RL3 を含んでいる。右腰特徴点 RL1 は、モデル人体の腰の右部に対応する点である。右膝特徴点 RL2 は、モデル人体の右膝に対応する点である。右足首特徴点 RL3 は、モデル人体の右足首に対応する点である。

【0036】

10

20

30

40

50

左上肢グループLUは、左上骨格線LUSを介して中心領域CAに接続されている。右上肢グループRUは、右上骨格線RUSを介して中心領域CAに接続されている。左下肢グループLLは、左下骨格線LLSを介して中心領域CAに接続されている。右下肢グループRLは、右下骨格線RLSを介して中心領域CAに接続されている。すなわち、骨格モデルMにおいては、モデル人体の中心特徴点Cにモデル人体の四肢に対応する複数の特徴点が接続されている。

【0037】

より具体的には、骨格モデルMは、顔特徴点Fと首特徴点NKを含んでいる。顔特徴点Fは、モデル人体の顔に対応する点である。首特徴点NKは、モデル人体の首に対応する点である。顔特徴点F、左上肢グループLU、および右上肢グループRUは、首特徴点NKを經由して中心領域CAと接続されている。顔特徴点Fは、頭特徴点Hに置き換えられる。頭特徴点Hは、モデル人体の頭中心に対応する点である。

10

【0038】

本明細書で用いられる「骨格モデルを適用する処理」という語は、撮像装置11により取得された画像に写り込んだ被写体において当該骨格モデルにおいて規定された複数の特徴点を検出し、当該複数の特徴点同士を当該骨格モデルにおいて規定された複数の骨格接続線で接続することを意味する。

【0039】

図4は、撮像装置11により取得された画像Iに写り込んだ被写体30としての複数の人物31、32に骨格モデルMが適用された例を示している。

20

【0040】

上記のように人体の中心に対応する中心特徴点Cに人体の四肢に対応する複数の特徴点が接続されている骨格モデルMを採用することにより、より現実に近い人物の骨格の推定が可能になる。より現実に近い骨格が推定されることにより、例えば、画像Iに写り込んだ人物の姿勢や動作を推定しようとする場合において、より正確な推定結果を提供できる。したがって、撮像装置11により取得された画像Iに写り込んだ被写体30の判別精度を高めることができる。

【0041】

図5に例示されるように、モデル人体の中心特徴点Cの位置は、モデル人体の四肢に対応する複数の特徴点の位置に基づいて定められている。具体的には、中心特徴点Cの位置は、以下の手順で定められる。

30

【0042】

撮像装置11により取得された画像Iにおける左右方向と上下方向をそれぞれX方向、Y方向と規定した場合、左肩特徴点LU1と右肩特徴点RU1の間のX方向に沿う距離に対応する寸法X1を有する短辺と、左肩特徴点LU1と左腰特徴点LL1の間（または右肩特徴点RU1と右腰特徴点RL1の間）のY方向に沿う距離に対応する寸法Y1を有する長辺とによって形成される矩形Rが設定される。続いて、矩形Rの短辺の中点を通ってY方向に延びる直線と、矩形Rの長辺の中点を通ってX方向に延びる直線の交点が、中心特徴点Cの位置として定められる。

【0043】

このような構成によれば、比較的検出が容易な四肢に対応する複数の特徴点に基づいて中心特徴点Cの位置が定められる。換言すると、上記のように判別精度を高めることが可能な骨格モデルMを適用するために、中心特徴点Cの位置を特徴点として検出する必要がない。したがって、画像処理装置12の処理負荷の増大を抑制しつつ、被写体30の判別精度を高めることができる。

40

【0044】

なお、中心特徴点Cの位置を定めるために用いられるY方向に延びる直線は、必ずしも矩形Rの短辺の中点を通ることを要しない。同様に、中心特徴点Cの位置を定めるために用いられるX方向に延びる直線は、必ずしも矩形Rの長辺の中点を通ることを要しない。これらの直線が矩形Rの短辺および長辺と交わる点は、適宜に変更される。

50

【 0 0 4 5 】

首特徴点 N K もまた、四肢に対応する複数の特徴点の位置に基づいて定められうる。例えば、首特徴点 N K は、左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 を結ぶ直線の中点として定められうる。すなわち、骨格モデル M の適用に際しては、首特徴点 N K を検出する必要がない。このことによっても、画像処理装置 1 2 の処理負荷の増大を抑制できる。

【 0 0 4 6 】

図 6 に例示されるように、中心特徴点 C は、図 5 に示される矩形 R を用いなくとも定められうる。本例においては、左肩特徴点 L U 1、右肩特徴点 R U 1、左腰特徴点 L L 1、および右腰特徴点 R L 1 を頂点とする四角形 Q が設定される。続いて、四角形 Q の重心が、中心特徴点 C の位置として定められる。

10

【 0 0 4 7 】

このような構成によれば、中心特徴点 C を定めるにあたっての被写体 3 0 の姿勢に係る制約が緩和されうる。

【 0 0 4 8 】

図 5 に例示されるように、モデル人体の中心領域 C A の大きさは、モデル人体の四肢に対応する複数の特徴点間の距離に基づいて定められている。本例においては、中心領域 C A は、矩形形状を有している。中心領域 C A の短辺の寸法 X 2 は、矩形 R の短辺の寸法 X 1 の半分とされている。中心領域 C A の長辺の寸法 Y 2 は、矩形 R の長辺の寸法 Y 1 の半分とされている。

【 0 0 4 9 】

なお、寸法 X 2 の寸法 X 1 に対する比率と、寸法 Y 2 の寸法 Y 1 に対する比率は、個別かつ適宜に定められうる。

20

【 0 0 5 0 】

上記のように定められた中心特徴点 C は、画像 I に写り込んだ被写体 3 0 としての人物の胴体内に位置している。中心領域 C A は、被写体 3 0 としての人物の実際の胴体の広がりやを反映した面積を有する。単に中心特徴点 C の位置を定めるだけでなく、中心特徴点 C を含む中心領域 C A を設定することによって、より現実の人体に近い骨格モデル M を提供できる。したがって、撮像装置 1 1 により取得された画像 I に写り込んだ被写体 3 0 の判別精度を、さらに高めることができる。

【 0 0 5 1 】

例えば、現実の胴体は広がりを有しているため、被写体 3 0 としての人物の姿勢によっては、胴体に遮られて画像 I に写り込まない隠れ身体部位が生じうる。検出される特徴点と中心領域 C A の位置関係に基づいて、そのような隠れ身体部位の推定精度を高めることができる。

30

【 0 0 5 2 】

図 6 に例示されるように、人体の中心領域 C A は、必ずしも矩形形状であることを要しない。本例においては、中心領域 C A は、楕円形状を有している。この場合、楕円形状の X 方向に沿う寸法 X 2 と Y 方向に沿う寸法 Y 2 が、先に定められた四角形 Q (あるいは図 5 に例示される矩形 R) の大きさに基づいて適宜に定められうる。

【 0 0 5 3 】

左上肢グループ L U に含まれる特徴点に対応する身体部位と特徴点の数は、適宜に定められうる。中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準となる特徴点も、適宜に定められうる。しかしながら、左上肢グループ L U には左肩特徴点 L U 1 が含まれることが好ましい。左肩特徴点 L U 1 は、左上肢の状態によらず比較的高い安定性をもって検出されうる特徴点だからである。同様の理由により、中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準として左肩特徴点 L U 1 が使用されることが好ましい。

40

【 0 0 5 4 】

右上肢グループ R U に含まれる特徴点に対応する身体部位と特徴点の数は、適宜に定められうる。中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準となる特徴点も、適宜に定められうる。しかしながら、右上肢グループ R U には右肩特徴点 R U 1 が含まれることが好

50

ましい。右肩特徴点 R U 1 は、右上肢の状態によらず比較的高い安定性をもって検出される特徴点だからである。同様の理由により、中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準として右肩特徴点 R U 1 が使用されることが好ましい。

【 0 0 5 5 】

左下肢グループ L L に含まれる特徴点に対応する身体部位と特徴点の数は、適宜に定められうる。中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準となる特徴点も、適宜に定められうる。しかしながら、左下肢グループ L L には左腰特徴点 L L 1 が含まれることが好ましい。左腰特徴点 L L 1 は、左下肢の状態によらず比較的高い安定性をもって検出される特徴点だからである。同様の理由により、中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準として左腰特徴点 L L 1 が使用されることが好ましい。

10

【 0 0 5 6 】

右下肢グループ R L に含まれる特徴点に対応する身体部位と特徴点の数は、適宜に定められうる。中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準となる特徴点も、適宜に定められうる。しかしながら、右下肢グループ R L には右腰特徴点 R L 1 が含まれることが好ましい。右腰特徴点 R L 1 は、右下肢の状態によらず比較的高い安定性をもって検出される特徴点だからである。同様の理由により、中心特徴点 C や中心領域 C A を定めるための基準として右腰特徴点 R L 1 が使用されることが好ましい。

【 0 0 5 7 】

図 7 から図 1 0 を参照しつつ、撮像装置 1 1 により取得された画像 I に写り込んだ被写体 3 0 に骨格モデル M が適用される処理の一例を説明する。

20

【 0 0 5 8 】

画像処理装置 1 2 の処理部 1 2 2 は、受付部 1 2 1 が受け付けた画像データ D I に基づいて、画像 I 中に含まれる人物である尤度が高い物体を検出する処理を実行する。当該処理は、周知の手法を用いて適宜に行なわれうるので、詳細な説明は省略する。図 7 における枠 F 0 は、画像 I 内において特定された、人物である尤度が高い物体が含まれている領域を表している。

【 0 0 5 9 】

続いて、処理部 1 2 2 は、被写体 3 0 が人物であるとの仮定に基づき、複数の実特徴点を検出する。画像 I に写り込んだ被写体 3 0 から特徴的な複数の身体部位に対応する複数の実特徴点を検出する処理は、周知の手法を用いて適宜に行なわれうるので、詳細な説明は省略する。

30

【 0 0 6 0 】

本例においては、前述した左肩特徴点 L U 1、左肘特徴点 L U 2、左手首特徴点 L U 3、右肩特徴点 R U 1、右肘特徴点 R U 2、右手首特徴点 R U 3、左腰特徴点 L L 1、左膝特徴点 L L 2、左足首特徴点 L L 3、右腰特徴点 R L 1、右膝特徴点 R L 2、右足首特徴点 R L 3 に加えて、左目特徴点 L Y、右目特徴点 R Y、鼻特徴点 N S、口特徴点 M S、左耳特徴点 L A、および右耳特徴点 R A が検出されている。左目特徴点 L Y は、人体の左目に対応する特徴点である。右目特徴点 R Y は、人体の右目に対応する特徴点である。鼻特徴点 N S は、人体の鼻に対応する特徴点である。口特徴点 M S は、人体の口に対応する特徴点である。左耳特徴点 L A は、人体の左耳に対応する特徴点である。右耳特徴点 R A は、人体の右耳に対応する特徴点である。

40

【 0 0 6 1 】

続いて図 8 に例示されるように、処理部 1 2 2 は、検出された複数の実特徴点を、骨格モデル M において規定されている複数のグループに分類する。換言すると、所定の実特徴点を含むように複数のグループが形成される。

【 0 0 6 2 】

本例においては、左肩特徴点 L U 1、左肘特徴点 L U 2、および左手首特徴点 L U 3 を含むように、左上肢グループ L U が形成されている。右肩特徴点 R U 1、右肘特徴点 R U 2、および右手首特徴点 R U 3 を含むように、右上肢グループ R U が形成されている。左腰特徴点 L L 1、左膝特徴点 L L 2、および左足首特徴点 L L 3 を含むように、左下肢グ

50

ループ L L が形成されている。右腰特徴点 R L 1、右膝特徴点 R L 2、および右足首特徴点 R L 3 を含むように、右下肢グループ R L が形成されている。

【 0 0 6 3 】

さらに、処理部 1 2 2 は、各グループに含まれる複数の実特徴点同士を骨格線で接続する処理を行なう。

【 0 0 6 4 】

加えて、左目特徴点 L Y、右目特徴点 R Y、鼻特徴点 N S、口特徴点 M S、左耳特徴点 L A、および右耳特徴点 R A に基づいて、顔特徴点 F が定められている。これに加えてあるいは代えて、頭特徴点 H が定められてもよい。顔特徴点 F は、顔の位置や向きに係る情報を提供しうる。頭特徴点 H は、頭を中心部の推定位置を表しうる。人体の左目特徴点 L Y、右目特徴点 R Y、鼻特徴点 N S、口特徴点 M S、左耳特徴点 L A、および右耳特徴点 R A に基づいて顔特徴点 F や頭特徴点 H を定める処理は、周知の手法を用いて適宜に行なわれうるので、詳細な説明は省略する。

10

【 0 0 6 5 】

続いて図 9 に例示されるように、処理部 1 2 2 は、中心特徴点 C を定める処理を行なう。本例においては、図 5 を参照して説明した矩形 R が用いられている。加えて、処理部 1 2 2 は、首特徴点 N K を定める処理を行なう。本例においては、左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 を結ぶ直線の中点が、首特徴点 N K として定められている。

【 0 0 6 6 】

続いて図 1 0 に例示されるように、処理部 1 2 2 は、中心領域 C A を定める処理を行なう。本例においては、図 5 を参照して説明した手法が用いられている。

20

【 0 0 6 7 】

続いて、処理部 1 2 2 は、中心特徴点 C と四肢に対応する複数のグループの各々を骨格線で接続する処理を行なう。具体的には、左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 が、首特徴点 N K を経由して中心特徴点 C に接続される。左腰特徴点 L L 1 と右腰特徴点 R L 1 の各々は、中心特徴点 C に直接的に接続される。顔特徴点 F と頭特徴点 H の少なくとも一方は、首特徴点 N K と接続される。

【 0 0 6 8 】

所定の実特徴点の検出や、検出された複数の実特徴点の複数のグループへの分類、および骨格線による複数の実特徴点の接続の少なくとも一つが実行不能である場合、実特徴点同士を接続できない骨格線が生じる。全ての骨格線のうち、閾値比率を上回る数の骨格線による接続が不能である場合、処理部 1 2 2 は、被写体 3 0 に骨格モデル M が適合しないと判断しうる。閾値比率は適宜に設定されうる。すなわち、処理部 1 2 2 は、複数の実特徴点に骨格モデル M が適合するかに基づいて、被写体 3 0 が人物であるかを判断しうる。

30

【 0 0 6 9 】

このような構成によれば、人物ではない被写体 3 0 に対して骨格モデル M に基づく無用の処理が行なわれる可能性を抑制できる。したがって、被写体 3 0 の判別精度をさらに高めるとともに、画像処理装置 1 2 の処理負荷の増大を抑制できる。

【 0 0 7 0 】

撮像装置 1 1 により取得される画像 I に写り込む被写体 3 0 としての人物は、常に撮像装置 1 1 に対して正面を向いているとは限らない。画像処理装置 1 2 の処理部 1 2 2 は、受付部 1 2 1 が受け付けた画像データ D I に基づいて、画像 I に写り込んだ人物の身体のねじれの有無を推定するように構成されている。

40

【 0 0 7 1 】

具体的には、図 1 1 に例示されるように、処理部 1 2 2 は、左肩特徴点 L U 1 と顔特徴点 F の X 方向に沿う距離 D 1 と、右肩特徴点 R U 1 と顔特徴点 F の X 方向に沿う距離 D 2 を取得する。左肩特徴点 L U 1 は、第一特徴点の一例である。右肩特徴点 R U 1 は、第二特徴点の一例である。顔特徴点 F は、第三特徴点の一例である。距離 D 1 は、第一の値の一例である。距離 D 2 は、第二の値の一例である。

【 0 0 7 2 】

50

続いて、処理部 1 2 2 は、距離 D_1 と距離 D_2 の比率に基づいて、画像 I に写り込んだ人物の身体のねじれの有無を推定する。具体的には、当該比率と 1 との差分が閾値を超えている場合に、身体がねじれていると推定する。被写体 3 0 としての人物が撮像装置 1 1 に対して正面を向いている場合、左肩特徴点 $L U_1$ と右肩特徴点 $R U_1$ は、顔特徴点 F に対して左右方向（ X 方向）に対称に位置している蓋然性が高い。したがって、距離 D_1 と距離 D_2 の比率は 1 に近づく。換言すると、当該比率が 1 から離れるほど、顔の正面と上半身の正面が別方向を向いている蓋然性が高い。

【 0 0 7 3 】

したがって、上記のような処理によれば、被写体 3 0 としての人物の顔と上半身の間のねじれの有無を推定できる。これにより、撮像装置 1 1 により取得された画像 I に写り込んだ被写体 3 0 の判別精度を高めることができる。

10

【 0 0 7 4 】

図 1 1 に例示されるように、身体のねじれの有無の推定に際しては、左肩特徴点 $L U_1$ と顔特徴点 F の間の距離 D_1' と、右肩特徴点 $R U_1$ と顔特徴点 F の間の距離 D_2' が取得され、これらの値の比率が直接的に求められてもよい。この場合、距離 D_1' は第一の値の一例であり、距離 D_2' は第二の値の一例である。

【 0 0 7 5 】

顔特徴点 F に対する距離が取得される特徴点は、左肩特徴点 $L U_1$ と右肩特徴点 $R U_1$ に限られない。被写体 3 0 としての人物の左上肢に含まれる特徴的部分に対応する点であれば、適宜の点が第一特徴点として採用されうる。同様に、被写体 3 0 としての人物の右上肢に含まれる特徴的部分に対応する点であれば、適宜の点が第二特徴点として採用されうる。但し、左肘特徴点 $L U_2$ と右肘特徴点 $R U_2$ のように、被写体 3 0 としての人物が撮像装置 1 1 に対して正面を向いたときに顔特徴点 F に対して左右対称に位置する二つの点を選ばれる必要がある。

20

【 0 0 7 6 】

しかしながら、左肩特徴点 $L U_1$ の位置と右肩特徴点 $R U_1$ の位置は、両上肢の状態によらず比較的安定しており、かつ顔特徴点 F に近いので、左肩特徴点 $L U_1$ と右肩特徴点 $R U_1$ を第一特徴点と第二特徴点として採用することは、顔と上半身のねじれの有無を精度よく推定する上では有利である。

【 0 0 7 7 】

被写体 3 0 としての人物の顔に含まれる特徴的部分に対応していれば、顔特徴点 F 以外の特徴点を、第三特徴点として採用できる。但し、鼻特徴点 $N S$ や口特徴点 $M S$ のように、被写体 3 0 としての人物が撮像装置 1 1 に対して正面を向いたときに第一特徴点と第二特徴点に対して左右対称の関係が成立する点を選ばれる必要がある。

30

【 0 0 7 8 】

処理部 1 2 2 は、1 に対する距離 D_1 と距離 D_2 の比率の大小関係に基づいて、被写体 3 0 としての人物の身体のねじれ方向を推定しうる。

【 0 0 7 9 】

具体的には、図 1 1 に例示されるように、当該比率が 1 よりも大きい場合（ D_1 が D_2 よりも大きい場合）、処理部 1 2 2 は、顔が上半身に対して左方にねじれていると推定する。当該比率が 1 よりも小さい場合（ D_2 が D_1 よりも大きい場合）、処理部 1 2 2 は、顔が上半身に対して右方にねじれていると推定する。

40

【 0 0 8 0 】

このような処理によれば、身体のねじれの有無だけでなく、ねじれ方向も推定できるので、被写体 3 0 としての人物の姿勢をより正確に判別できる。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 に例示されるように、処理部 1 2 2 は、被写体 3 0 としての人物の肩幅に対応する値を取得する。本例においては、左肩特徴点 $L U_1$ と右肩特徴点 $R U_1$ の間の X 方向に沿う距離 D_3 が、肩幅に対応する値として取得されている。加えて、処理部 1 2 2 は、左腰特徴点 $L L_1$ と右腰特徴点 $R L_1$ の間の X 方向に沿う距離 D_4 を取得する。左腰特徴点

50

LL1は、第一特徴点の一例である。右腰特徴点RL1は、第二特徴点の一例である。距離D3は、第一の値の一例である。距離D4は、第二の値の一例である。

【0082】

続いて、処理部122は、距離D3と距離D4の比率に基づいて、画像Iに写り込んだ人物の身体のねじれの有無を推定する。具体的には、距離D4に対する距離D3の比率が所定の閾値範囲に収まらない場合、身体がねじれていると推定する。例えば、閾値範囲は、1以上2以下の値として設定される。被写体30としての人物が撮像装置11に対して正面を向いている場合、肩幅に対応する距離D3は、腰幅に対応する距離D4よりも大きい。したがって、距離D4に対する距離D3の比率は、上記の閾値範囲内に収まる。他方、被写体30としての人物の上半身の正面と下半身の正面が別方向を向いていると、肩幅に対応する距離D3が腰幅に対応する距離D4を下回る場合がある。あるいは、肩幅に対応する距離D3が腰幅に対応する距離D4を大きく上回る場合がある。すなわち、当該比率が上記の閾値範囲に収まらない場合、上半身の正面と下半身の正面が別方向を向いている蓋然性が高い。

10

【0083】

したがって、上記のような処理によれば、被写体30としての人物の上半身と下半身の間のねじれの有無を推定できる。これにより、撮像装置11により取得された画像Iに写り込んだ被写体30の判別精度を高めることができる。

【0084】

図11に例示されるように、身体のねじれの有無の推定に際しては、左肩特徴点LU1と右肩特徴点RU1の間の距離D3'と、左腰特徴点LL1と右腰特徴点RL1の間の距離D4'が取得され、これらの値の比率が直接的に求められてもよい。この場合、距離D3'は第一の値の一例であり、距離D4'は第二の値の一例である。

20

【0085】

肩幅との比較に供される特徴点は、左腰特徴点LL1と右腰特徴点RL1に限られない。被写体30としての人物の左下肢に含まれる特徴的部分に対応する点であれば、適宜の点が第一特徴点として採用されうる。同様に、被写体30としての人物の右下肢に含まれる特徴的部分に対応する点であれば、適宜の点が第二特徴点として採用されうる。但し、左膝特徴点LL2と右膝特徴点RL2のように、被写体30としての人物が撮像装置11に対して正面を向いたときに身体を中心軸に対して左右対称に位置する二つの点を選ばれる必要がある。

30

【0086】

しかしながら、左腰特徴点LL1の位置と右腰特徴点RL1の位置は、両下肢の状態によらず比較的安定しているので、左腰特徴点LL1と右腰特徴点RL1を第一特徴点と第二特徴点として採用することは、上半身と下半身のねじれの有無を精度よく推定する上では有利である。

【0087】

前述のように、撮像装置11により取得される画像Iに写り込む被写体30としての人物は、常に撮像装置11に対して正面を向いているとは限らない。当該人物の姿勢によっては、当該人物の身体の一部に遮られて画像Iに写り込まない隠れ身体部位が生じうる。図12に示される例においては、被写体30としての人物の右上肢と腰の左部が画像Iに写り込んでおらず、右肩特徴点RU1、右肘特徴点RU2、右手首特徴点RU3、および左腰特徴点LL1が検出されていない。骨格モデルの適用を通じて人物の姿勢を推定する際には、隠れ身体部位を正確に認識することもまた重要である。

40

【0088】

近年、深層学習等を用いて骨格モデルを構成する複数の特徴点を検出する技術が普及しつつある。当該技術に基づく、実際には身体の一部に遮られて画像に写り込んでいない隠れ身体部位であるにも関わらず、身体の一部に遮られることなく画像に写り込んでいる非隠れ身体部位であるかのように特徴点が検出される場合がある。図13に例示される画像Iにおいては、被写体30としての人物における右肩特徴点RU1、右肘特徴点RU2

50

、右手首特徴点 R U 3、および左腰特徴点 L L 1 が検出されている。

【 0 0 8 9 】

画像処理装置 1 2 の処理部 1 2 2 は、受付部 1 2 1 が受け付けた画像データ D I に基づいて、画像 I に写り込んだ人物の隠れ身体部位を推定するように構成されている。

【 0 0 9 0 】

具体的には、処理部 1 2 2 は、被写体 3 0 としての人物の左肢に含まれる特徴点と右肢に含まれる特徴点の距離を取得する。例えば、左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 の間の X 方向に沿う距離が取得される。当該距離が閾値よりも小さい場合、処理部 1 2 2 は、隠れ身体部位を推定するための処理を実行する。当該閾値は、人物が撮像装置 1 1 に対して正面を向いているときの左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 の間の距離よりも小さな適宜の値として設定される。左肩特徴点 L U 1 は、第一特徴点の一例である。右肩特徴点 R U 1 は、第二特徴点の一例である。

10

【 0 0 9 1 】

人物の胴体の正面が撮像装置 1 1 に対して斜め方向あるいは側方を向いている場合、隠れ身体部位が生じやすくなる。このとき、当該人物の胴体が撮像装置 1 1 に対して正面を向いている場合よりも、左肢に含まれる特徴点と右肢に含まれる特徴点の間の距離が短くなるのが一般的である。したがって、左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 の間の X 方向に沿う距離が閾値よりも小さい場合、左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 の一方が隠れ身体部位に含まれている蓋然性が高い。

【 0 0 9 2 】

深層学習等により人体の特徴点が検出される場合、当該特徴点には尤度を示すデータが付与されることが一般的である。尤度とは、検出の確からしさを示す指標である。尤度は、周知の手法を用いて適宜に取得されうるので、詳細な説明は省略する。

20

【 0 0 9 3 】

左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 の間の X 方向に沿う距離が閾値よりも小さい場合、処理部 1 2 2 は、左肩特徴点 L U 1 に付与された尤度と右肩特徴点 R U 1 に付与された尤度を比較し、より小さい尤度が付与された特徴点が隠れ身体部位に含まれていると推定する。図 1 3 に示される例においては、左肩特徴点 L U 1 に付与された尤度が 2 2 0 であり、右肩特徴点 R U 1 に付与された尤度が 2 0 5 である。したがって、処理部 1 2 2 は、右肩特徴点 R U 1 が隠れ身体部位に含まれていると推定する。

30

【 0 0 9 4 】

これに加えてあるいは代えて、左上肢に含まれる他の特徴点と右上肢に含まれる他の特徴点の間の距離が取得されうる。但し、人物が撮像装置 1 1 に対して正面を向いたときに人体の中心軸に対して左右対称に位置する特徴点の間の距離が取得される。例えば、左肘特徴点 L U 2 と右肘特徴点 R U 2 の間の距離、および左手首特徴点 L U 3 と右手首特徴点 R U 3 の間の距離の少なくとも一方が取得される。左肘特徴点 L U 2 と左手首特徴点 L U 3 の各々は、第一特徴点の一例である。右肘特徴点 R U 2 と右手首特徴点 R U 3 の各々は、第二特徴点の一例である。

【 0 0 9 5 】

図 1 3 に示される例においては、左肘特徴点 L U 2 に付与された尤度が 2 2 0 であり、右肘特徴点 R U 2 に付与された尤度が 2 0 0 である。したがって、処理部 1 2 2 は、右肘特徴点 R U 2 が隠れ身体部位に含まれていると推定する。同様に、左手首特徴点 L U 3 に付与された尤度が 2 2 0 であり、右手首特徴点 R U 3 に付与された尤度が 2 1 0 である。したがって、処理部 1 2 2 は、右手首特徴点 R U 3 が隠れ身体部位に含まれていると推定する。

40

【 0 0 9 6 】

なお、同じグループに属する複数の特徴点の一つが隠れ身体部位に含まれていると推定された場合、処理部 1 2 2 は、同じグループに属する他の特徴点も隠れ身体部位に含まれていると推定してもよい。例えば、右上肢グループ R U に属する右肩特徴点 R U 1、右肘特徴点 R U 2、および右手首特徴点 R U 3 のうち、右肩特徴点 R U 1 が隠れ身体部位に含

50

まれていると推定された場合、処理部 1 2 2 は、右肘特徴点 R U 2 と右手首特徴点 R U 3 もまた隠れ身体部位に含まれていると推定しうる。この場合、左肩特徴点 L U 1 と右肩特徴点 R U 1 が基準とされることが好ましい。これらの特徴点の間の距離は、上肢の状態に依らず、胴体の正面の向きを比較的高い安定性で反映するからである。

【 0 0 9 7 】

上記の推定結果は、図 1 4 に例示されるように反映される。本例においては、隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点が白丸で表されている。その後、処理部 1 2 2 は、複数の特徴点同士を複数の骨格線で接続する処理を行なう。複数の骨格線は、隠れ身体部位に対応する隠れ骨格線と、非隠れ身体部位に対応する非隠れ骨格線を含む。図 1 4 においては、隠れ骨格線が破線で示されており、非隠れ骨格線が実線で示されている。処理部 1 2 2 は、骨格線により接続される二つの特徴点の少なくとも一方が隠れ身体部位に含まれている場合、隠れ骨格線で当該二つの特徴点を接続する。換言すると、骨格線により接続される二つの特徴点の双方が非隠れ身体部位に含まれている場合のみ、当該二つの特徴点が非隠れ骨格線により接続される。

10

【 0 0 9 8 】

図 1 4 に示される例においては、ともに隠れ身体部位に対応すると推定された右肩特徴点 R U 1 と右肘特徴点 R U 2 が、隠れ骨格線により接続されている。この場合、右上腕は隠れ身体部位であると推定される。同様に、ともに隠れ身体部位に対応すると推定された右肘特徴点 R U 2 と右手首特徴点 R U 3 が、隠れ骨格線により接続されている。この場合、右下腕は隠れ身体部位であると推定される。

20

【 0 0 9 9 】

したがって、上記のような処理によれば、被写体 3 0 としての人物の姿勢によって生じうる隠れ身体部位を推定できる。これにより、撮像装置 1 1 により取得された画像 I に写り込んだ被写体 3 0 の判別精度を高めることができる。

【 0 1 0 0 】

図 1 3 と図 1 4 を参照したこれまでの説明は、左下肢グループ L L に属する左腰特徴点 L L 1、左膝特徴点 L L 2、および左足首特徴点 L L 3、および右下肢グループ R L に属する右腰特徴点 R L 1、右膝特徴点 R L 2、および右足首特徴点 R L 3 にも同様に適用されうる。すなわち、左腰特徴点 L L 1、左膝特徴点 L L 2、および左足首特徴点 L L 3 の各々は、第一特徴点の一例になりうる。同様に、右腰特徴点 R L 1、右膝特徴点 R L 2、および右足首特徴点 R L 3 の各々は、第二特徴点の一例になりうる。

30

【 0 1 0 1 】

図 1 5 は、画像 I に写り込んだ人物の隠れ身体部位を推定するために処理部 1 2 2 が行なう処理の別例を示している。

【 0 1 0 2 】

本例においては、処理部 1 2 2 は、被写体 3 0 としての人物の顔の向きを推定する。当該推定は、例えば、顔特徴点 F の位置に基づいて行なわれうる。

【 0 1 0 3 】

加えて、処理部 1 2 2 は、左上肢グループ L U に対応する枠 F 1 と右上肢グループ R U に対応する枠 F 2 を生成する。枠 F 1 は、左肩特徴点 L U 1、左肘特徴点 L U 2、および左手首特徴点 L U 3 を含むように生成される。枠 F 1 は、第一領域の一例である。枠 F 2 は、右肩特徴点 R U 1、右肘特徴点 R U 2、および右手首特徴点 R U 3 を含むように生成される。枠 F 2 は、第二領域の一例である。

40

【 0 1 0 4 】

例えば、枠 F 1 の上端縁は、左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点のうち最も上側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 1 の下端縁は、左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点のうち最も下側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 1 の左端縁は、左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点のうち最も左側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 1 の右端縁は、左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点のうち最も右側に位置する特徴点と重なるように定められる。

50

【 0 1 0 5 】

同様に、枠 F 2 の上端縁は、右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点のうち最も上側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 2 の下端縁は、右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点のうち最も下側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 2 の左端縁は、右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点のうち最も左側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 2 の右端縁は、右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点のうち最も右側に位置する特徴点と重なるように定められる。

【 0 1 0 6 】

続いて、処理部 1 2 2 は、枠 F 1 と枠 F 2 の重複度を取得する。例えば、重複度は、枠 F 1 と枠 F 2 のうちより小さい方の面積に対する枠 F 1 と枠 F 2 が重なっている部分の面積の比率として算出されうる。処理部 1 2 2 は、当該重複度が閾値よりも大きい場合、処理部 1 2 2 は、隠れ身体部位を推定するための処理を実行する。

10

【 0 1 0 7 】

人物の胴体の正面が撮像装置 1 1 に対して斜め方向あるいは側方を向いている場合、隠れ身体部位が生じやすくなる。このとき、当該人物の胴体が撮像装置 1 1 に対して正面を向いている場合よりも、左肢に含まれる特徴点と右肢に含まれる特徴点の間の距離が短くなるのが一般的である。左肢に含まれる特徴点と右肢に含まれる特徴点が近づくにつれて、枠 F 1 と枠 F 2 は重なる傾向を持つ。したがって、枠 F 1 と枠 F 2 の重複率が閾値よりも大きい場合、枠 F 1 に対応する左上肢グループ L U と枠 F 2 に対応する右上肢グループ R U の一方が隠れ身体部位に対応している蓋然性が高い。

20

【 0 1 0 8 】

枠 F 1 と枠 F 2 の重複率が閾値よりも大きい場合、処理部 1 2 2 は、先に推定された顔の向きを参照し、左上肢グループ L U と右上肢グループ R U のいずれが隠れ身体部位に対応しているのかを推定する。

【 0 1 0 9 】

具体的には、図 1 5 に例示されるように顔が左方を向いていると推定された場合、処理部 1 2 2 は、右上肢グループ R U が隠れ身体部位に対応していると推定する。結果として、図 1 4 に例示されるように、右上肢グループ R U に含まれる右肩特徴点 R U 1、右肘特徴点 R U 2、および右手首特徴点 R U 3 が隠れ身体部位に含まれていると推定され、これらの特徴点が隠れ骨格線により接続される。顔が右方を向いていると推定された場合、処理部 1 2 2 は、左上肢グループ L U が隠れ身体部位に対応していると推定する。

30

【 0 1 1 0 】

人物の顔の向きは、当該人物の胴体の正面が向く方向との関連性が高い。したがって、上記のような処理によれば、被写体 3 0 としての人物の姿勢によって生じうる隠れ身体部位の推定精度を高めることができる。このとき、各特徴点に付与された尤度の参照は必須でない。

【 0 1 1 1 】

隠れ身体部位の推定に係る上記の処理は、必ずしも枠 F 1 と枠 F 2 の重複度に基づくことを要しない。例えば、枠 F 1 における代表点と枠 F 2 における代表点の間の距離が閾値よりも小さい場合に、顔の向きを参照して隠れ身体部位が推定されてもよい。例えば、枠 F 1 の X 方向に沿う中点と枠 F 2 の X 方向に沿う中点が、代表点として採用されうる。枠 F 1 における代表点と枠 F 2 における代表点の間の距離は、第一特徴点と第二特徴点の間の距離の一例となりうる。

40

【 0 1 1 2 】

図 1 5 を参照したこれまでの説明は、左下肢グループ L L に属する左腰特徴点 L L 1、左膝特徴点 L L 2、および左足首特徴点 L L 3、および右下肢グループ R L に属する右腰特徴点 R L 1、右膝特徴点 R L 2、および右足首特徴点 R L 3 にも同様に適用されうる。

【 0 1 1 3 】

すなわち、処理部 1 2 2 は、左下肢グループ L L に対応する枠 F 3 と右下肢グループ R L に対応する枠 F 4 を生成する。枠 F 3 は、左腰特徴点 L L 1、左膝特徴点 L L 2、およ

50

び左足首特徴点 L L 3 を含むように生成される。枠 F 3 は、第一領域の一例である。枠 F 4 は、右腰特徴点 R L 1、右膝特徴点 R L 2、および右足首特徴点 R L 3 を含むように生成される。枠 F 4 は、第二領域の一例である。

【 0 1 1 4 】

例えば、枠 F 3 の上端縁は、左下肢グループ L L に含まれる複数の特徴点のうち最も上側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 3 の下端縁は、左下肢グループ L L に含まれる複数の特徴点のうち最も下側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 3 の左端縁は、左下肢グループ L L に含まれる複数の特徴点のうち最も左側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 3 の右端縁は、左下肢グループ L L に含まれる複数の特徴点のうち最も右側に位置する特徴点と重なるように定められる。

10

【 0 1 1 5 】

同様に、枠 F 4 の上端縁は、右下肢グループ R L に含まれる複数の特徴点のうち最も上側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 4 の下端縁は、右下肢グループ R L に含まれる複数の特徴点のうち最も下側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 4 の左端縁は、右下肢グループ R L に含まれる複数の特徴点のうち最も左側に位置する特徴点と重なるように定められる。枠 F 4 の右端縁は、右下肢グループ R L に含まれる複数の特徴点のうち最も右側に位置する特徴点と重なるように定められる。

【 0 1 1 6 】

続いて、処理部 1 2 2 は、枠 F 3 と枠 F 4 の重複度を取得する。例えば、重複度は、枠 F 3 と枠 F 4 のうちより小さい方の面積に対する枠 F 3 と枠 F 4 が重なっている部分の面積の比率として算出されうる。処理部 1 2 2 は、当該重複度が閾値よりも大きい場合、処理部 1 2 2 は、隠れ身体部位を推定するための処理を実行する。

20

【 0 1 1 7 】

枠 F 3 と枠 F 4 の重複率が閾値よりも大きい場合、処理部 1 2 2 は、先に推定された顔の向きを参照し、左下肢グループ L L と右下肢グループ R L のいずれが隠れ身体部位に対応しているのかを推定する。

【 0 1 1 8 】

具体的には、顔が左方を向いていると推定された場合、処理部 1 2 2 は、右下肢グループ R L が隠れ身体部位に対応していると推定する。顔が右方を向いていると推定された場合、処理部 1 2 2 は、左下肢グループ L L が隠れ身体部位に対応していると推定する。

30

【 0 1 1 9 】

隠れ身体部位の推定に係る上記の処理は、必ずしも枠 F 3 と枠 F 4 の重複度に基づくことを要しない。例えば、枠 F 3 における代表点と枠 F 4 における代表点の間の距離が閾値よりも小さい場合に、顔の向きを参照して隠れ身体部位が推定されてもよい。例えば、枠 F 3 の X 方向に沿う中点と枠 F 4 の X 方向に沿う中点が、代表点として採用されうる。枠 F 3 における代表点と枠 F 4 における代表点の間の距離は、第一特徴点と第二特徴点の間の距離の一例となりうる。

【 0 1 2 0 】

処理部 1 2 2 は、図 1 3 を参照して説明した処理と図 1 5 を参照して説明した処理の双方を実行し、両処理によって得られた推定結果同士を比較してもよい。両結果が相違する場合、処理部 1 2 2 は、顔の向きに基づく処理による推定結果を採用する。

40

【 0 1 2 1 】

例えば、図 1 2 に示される例においては、右腰特徴点 R L 1 が検出されていない。この場合、図 1 3 に例示される処理においては、左腰特徴点 L L 1 と右腰特徴点 R L 1 の間の距離が閾値を下回り、より低い尤度が付与されている右腰特徴点 R L 1 が隠れ身体部位に対応すると推定されうる。

【 0 1 2 2 】

他方、図 1 5 に例示される処理においては、左下肢グループ L L に対応する枠 F 3 と右下肢グループ R L に対応する枠 F 4 は、重複度が低い。したがって、右下肢グループ R L に含まれる右腰特徴点 R L 1、右膝特徴点 R L 2、および右足首特徴点 R L 3 は、非隠れ

50

身体部位と推定され、図 1 4 に例示されるように、非隠れ骨格線により接続される。この場合、右腰特徴点 R L 1 は、非隠れ身体部位に対応すると推定される。

【 0 1 2 3 】

このように顔方向に基づく処理で得られた推定結果と顔方向に基づかない処理で得られた推定結果が相違する場合、前者が採用される。したがって、本例の場合、右腰特徴点 R L 1 は、隠れ身体部位であると推定される。

【 0 1 2 4 】

このような構成によれば、人物の胴体の向きとの関連性が比較的高い顔の向きに基づいた推定結果が優先されるので、隠れ身体部位の推定精度を高めることができる。

【 0 1 2 5 】

図 1 1 を参照して説明した身体のねじれ方向を推定する処理は、隠れ身体部位の推定に使用されうる。図 1 6 に例示されるように、顔の正面方向と胴体の正面方向が比較的大きくなるように身体がねじれている場合、隠れ身体部位が生じる可能性がある。

【 0 1 2 6 】

図 1 1 を参照して説明した処理に基づけば、図 1 6 に示される例においては、顔が上半身に対して左方にねじれていると推定される。この場合、処理部 1 2 2 は、ねじれ方向と逆方向の上肢が隠れ身体部位に対応すると推定する。本例においては、被写体 3 0 としての人物の右上肢が、隠れ身体部位に対応すると推定されている。

【 0 1 2 7 】

図 1 6 に例示される姿勢を被写体 3 0 としての人物がとっている場合、図 1 3 を参照して説明した処理や図 1 5 を参照して説明した処理では、隠れ身体部位を正しく推定できない場合がある。胴体の正面の向きが撮像装置 1 1 に対する正面に比較的近く、左上肢に含まれる特徴点と右上肢に含まれる特徴点の距離が比較的大きくなるからである。上記のような処理によれば、身体のねじれによって生じうる隠れ身体部位も推定の対象に加えることができる。

【 0 1 2 8 】

図 1 7 に例示される姿勢を被写体 3 0 としての人物がとっている場合、すなわち人物が撮像装置 1 1 に対して背中を向けている場合、上肢の一部が胴体に遮られて隠れ身体部位が生じる可能性がある。この場合においても左上肢に含まれる特徴点と右上肢に含まれる特徴点の距離が比較的大きくなり、かつ身体がねじれていないので、図 1 3 から図 1 6 を参照して説明したいずれの処理においても、隠れ身体部位を正しく推定できない場合がある。

【 0 1 2 9 】

画像処理装置 1 2 の処理部 1 2 2 は、被写体 3 0 としての人物の顔が撮像装置 1 1 に対して後方を向いていると推定される場合、図 3 を参照して説明した骨格モデル M における中心領域 C A 内に左肘特徴点 L U 2 と左手首特徴点 L U 3 の少なくとも一方が位置しているかを判断する。同様に、処理部 1 2 2 は、中心領域 C A 内に右肘特徴点 R U 2 と右手首特徴点 R U 3 の少なくとも一方が位置しているかを判断する。処理部 1 2 2 は、中心領域 C A 内に位置していると判断された特徴点を、隠れ身体部位に含まれていると推定する。

【 0 1 3 0 】

図 1 7 に示される例においては、左手首特徴点 L U 3 が、中心領域 C A 内に位置している。したがって、左手首特徴点 L U 3 が隠れ身体部位に対応すると推定される。前述の接続規則に基づき、左手首特徴点 L U 3 と左肘特徴点 L U 2 を接続する骨格線は、隠れ骨格線とされる。これにより、被写体 3 0 としての人物の左下腕部が、隠れ身体部位であると推定される。

【 0 1 3 1 】

このような処理によれば、撮像装置 1 1 に対して背を向けている人物の胴体に遮られた隠れ身体部位の推定精度を高めることができる。

【 0 1 3 2 】

図 1 3 を参照して説明したように、各特徴点に付与された尤度を参照して隠れ身体部位

10

20

30

40

50

の推定が行なわれる結果として、図 18 に例示されるように、左上肢グループ L U と右上肢グループ R U の双方について、隠れ身体部位の存在が推定される場合がある。前記した骨格線の接続規則に基づけば、比較的近い位置にある左上肢と右上肢の双方に隠れ身体部位の存在が推定されることになる。このような姿勢の現実性は低い。

【 0 1 3 3 】

画像処理装置 1 2 の処理部 1 2 2 は、左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点のうち少なくとも一つが隠れ身体部位に含まれていると推定されており、かつ右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点のうち少なくとも一つが隠れ身体部位に含まれていると推定されている場合、両グループの一方に含まれる複数の特徴点の全てを隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱い、他方に含まれる複数の特徴点の全てを非隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱う。左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点は、複数の第一特徴点の一例である。右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点は、複数の第二特徴点の一例である。

10

【 0 1 3 4 】

図 18 に例示される例においては、左上肢グループ L U に含まれる全ての特徴点が、非隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱われている。結果として、左上肢グループ L U に含まれる全ての特徴点が、非隠れ骨格線により接続されている。他方、右上肢グループ R U に含まれる全ての特徴点が、隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱われている。結果として、右上肢グループ R U に含まれる全ての特徴点が、隠れ骨格線により接続されている。

20

【 0 1 3 5 】

特徴点に対する隠れ身体部位に係る推定結果の上記のような切り替えは、例えば、各特徴点に付与された尤度の代表値を取得することによってなされうる。代表値の例としては、平均値、中間値、最頻値、合計値などが挙げられる。処理部 1 2 2 は、左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点に付与された複数の尤度の代表値と右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点に付与された複数の尤度の代表値とを比較する。処理部 1 2 2 は、より小さい代表値に対応付けられたグループに含まれる複数の特徴点の全てを、隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱う。処理部 1 2 2 は、より大きい代表値に対応付けられたグループに含まれる複数の特徴点の全てを、非隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱う。

【 0 1 3 6 】

図 18 に示される例においては、左上肢グループ L U と右上肢グループ R U の各々について複数の尤度の平均値が取得されている。左上肢グループ L U における複数の尤度の平均値は、第一代表値の一例である。右上肢グループ R U における複数の尤度の平均値は、第二代表値の一例である。左上肢グループ L U における複数の尤度の平均値が右上肢グループ R U における複数の尤度の平均値よりも大きい。したがって、左上肢グループ L U に含まれる全ての特徴点が、非隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱われており、右上肢グループ R U に含まれる全ての特徴点が、隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱われている。

30

【 0 1 3 7 】

あるいは、特徴点に対する隠れ身体部位に係る推定結果の上記のような切り替えは、各グループにおいて隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数を計数することによってなされうる。処理部 1 2 2 は、左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点のうち隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数と、右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点のうち隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数とを比較する。左上肢グループ L U に含まれる複数の特徴点のうち隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数は、第一の値の一例である。右上肢グループ R U に含まれる複数の特徴点のうち隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数は、第二の値の一例である。

40

【 0 1 3 8 】

処理部 1 2 2 は、隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数がより多いグループに含まれる複数の特徴点の全てを、隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱う。処理

50

部 1 2 2 は、隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数がより少ないグループに含まれる複数の特徴点の全てを、非隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱う。

【 0 1 3 9 】

図 1 8 に示される例においては、左上肢グループ L U において隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数が、右上肢グループ R U において隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数よりも少ない。したがって、左上肢グループ L U に含まれる全ての特徴点が、非隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱われており、右上肢グループ R U に含まれる全ての特徴点が、隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱われている。

【 0 1 4 0 】

上記のような処理によれば、隠れ身体部位に係る不自然な推定結果を是正することができる。したがって、撮像装置 1 1 により取得された画像 I に写り込んだ被写体 3 0 の判別精度を高めることができる。

10

【 0 1 4 1 】

これら二つの処理は組み合わせて実行されてもよい。例えば、隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数に基づく処理が先に行なわれ、両グループの計数結果が同じである場合に、尤度の代表値に基づく処理が行なわれてもよい。相対的に負荷の低い処理と相対的に精度の高い処理が組み合わされることにより、隠れ身体部位に係る推定を効率よく遂行できる。

【 0 1 4 2 】

特徴点に対する隠れ身体部位に係る推定結果の上記のような切り替えは、被写体 3 0 としての人物の顔の向きに基づいて行なわれてもよい。例えば、撮像装置 1 1 により取得された画像 I 内に写り込んだ人物の顔が左方を向いている場合、当該人物の右上肢に含まれる複数の特徴点の全てが隠れ身体部位に含まれる特徴点として扱われうる。

20

【 0 1 4 3 】

図 1 8 を参照して説明したこれまでの説明は、左下肢グループ L L に含まれる複数の特徴点と右下肢グループ R L に含まれる複数の特徴点にも同様に適用されうる。この場合、左下肢グループ L L に含まれる複数の特徴点は、複数の第一特徴点の一例である。右下肢グループ R L に含まれる複数の特徴点は、複数の第二特徴点の一例である。左下肢グループ L L における複数の尤度について得られる代表値は、第一代表値の一例である。右下肢グループ R L における複数の尤度について得られる代表値は、第二代表値の一例である。左下肢グループ L L に含まれる複数の特徴点のうち隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数は、第一の値の一例である。右下肢グループ R L に含まれる複数の特徴点のうち隠れ身体部位に含まれていると推定された特徴点の数は、第二の値の一例である。

30

【 0 1 4 4 】

上記のような機能を有する処理部 1 2 2 は、汎用メモリと協働して動作する汎用マイクロプロセッサにより実現されうる。汎用マイクロプロセッサとしては、CPU、MPU、GPU が例示されうる。汎用メモリとしては、ROM や RAM が例示されうる。この場合、ROM には、上述した処理を実行するコンピュータプログラムが記憶されうる。ROM は、コンピュータプログラムを記憶している記憶媒体の一例である。汎用マイクロプロセッサは、ROM 上に記憶されたプログラムの少なくとも一部を指定して RAM 上に展開し、RAM と協働して上述した処理を実行する。上記のコンピュータプログラムは、汎用メモリにプリインストールされてもよいし、通信ネットワークを介して外部サーバからダウンロードされて汎用メモリにインストールされてもよい。この場合、外部サーバは、コンピュータプログラムを記憶している記憶媒体の一例である。

40

【 0 1 4 5 】

処理部 1 2 2 は、マイクロコントローラ、ASIC、FPGA などの上記のコンピュータプログラムを実行可能な専用集積回路によって実現されてもよい。この場合、当該専用集積回路に含まれる記憶素子に上記のコンピュータプログラムがプリインストールされる。当該記憶素子は、コンピュータプログラムを記憶している記憶媒体の一例である。処理部 1 2 2 は、汎用マイクロプロセッサと専用集積回路の組合せによっても実現されうる。

50

【 0 1 4 6 】

上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするための例示にすぎない。上記の実施形態に係る構成は、本発明の趣旨を逸脱しなければ、適宜に変更・改良されうる。

【 0 1 4 7 】

画像処理システム 1 0 は、車両 2 0 以外の移動体にも搭載されうる。移動体の例としては、鉄道、航空機、船舶などが挙げられる。当該移動体は、運転者を必要としなくてもよい。撮像装置 1 1 の撮像領域 A は、移動体の内部に設定されてもよい。

【 0 1 4 8 】

画像処理システム 1 0 は、車両 2 0 などの移動体に搭載されることを要しない。画像処理システム 1 0 は、住宅や施設における監視装置、施錠装置、空調装置、照明装置、映像音響設備などの動作を制御するために使用されうる。

10

【符号の説明】

【 0 1 4 9 】

1 0 : 画像処理システム、1 1 : 撮像装置、1 2 : 画像処理装置、1 2 1 : 受付部、1 2 2 : 処理部、2 0 : 車両、3 0 : 被写体、C : 中心特徴点、C A : 中心領域、D I : 画像データ、I : 画像、M : 骨格モデル、L U : 左上肢グループ、L U 1 : 左肩特徴点、L U 2 : 左肘特徴点、L U 3 : 左手首特徴点、L L : 左下肢グループ、L L 1 : 左腰特徴点、L L 2 : 左膝特徴点、L L 3 : 左足首特徴点、R U : 右上肢グループ、R U 1 : 右肩特徴点、R U 2 : 右肘特徴点、R U 3 : 右手首特徴点、R L : 右下肢グループ、R L 1 : 右腰特徴点、R L 2 : 右膝特徴点、R L 3 : 右足首特徴点

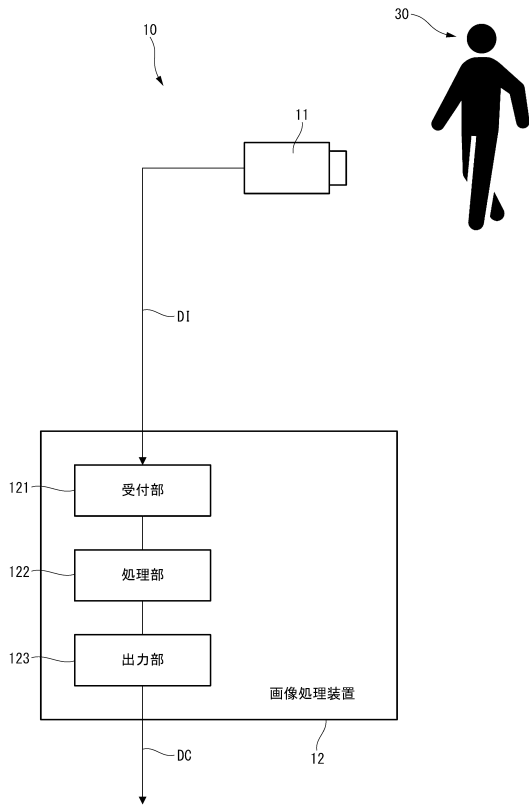
20

30

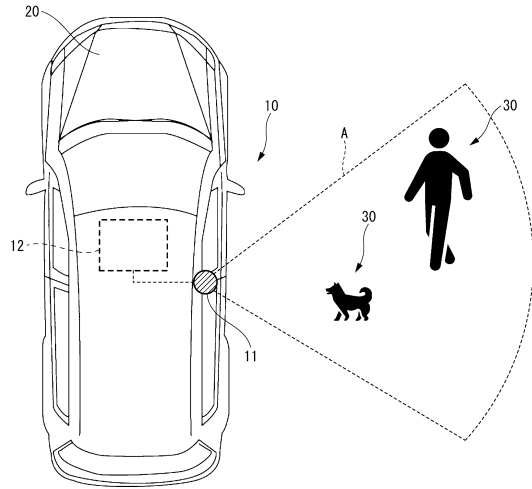
40

50

【図面】
【図 1】



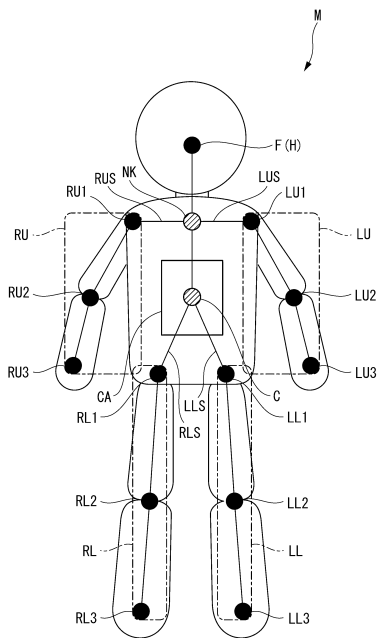
【図 2】



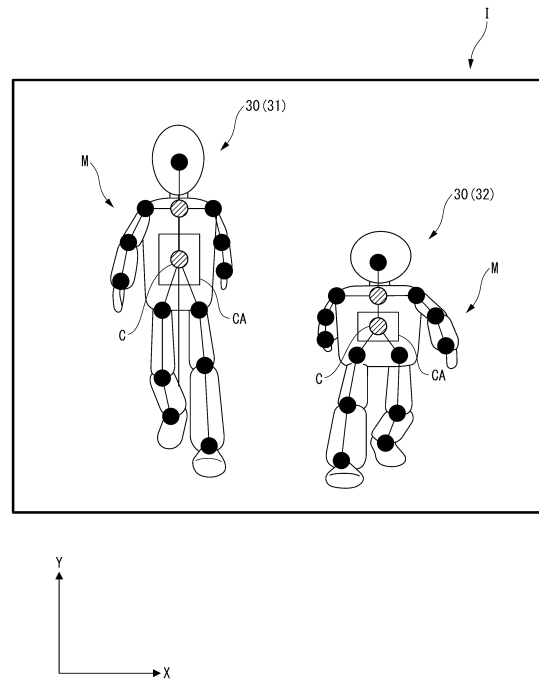
10

20

【図 3】



【図 4】

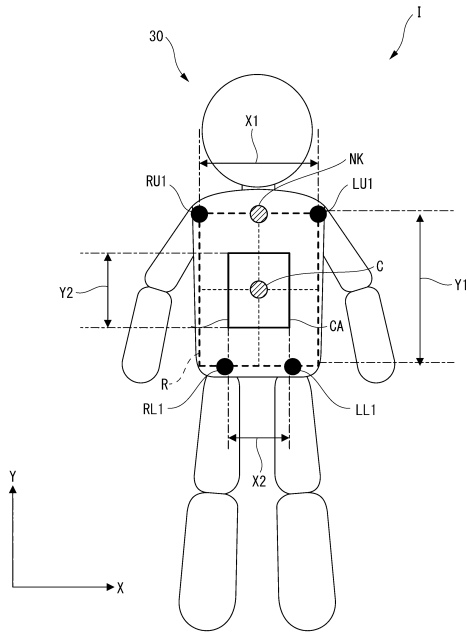


30

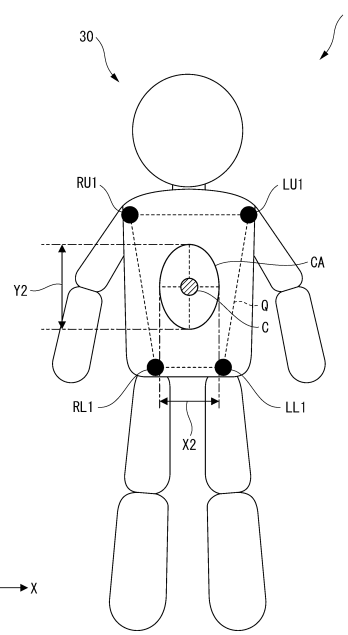
40

50

【 図 5 】



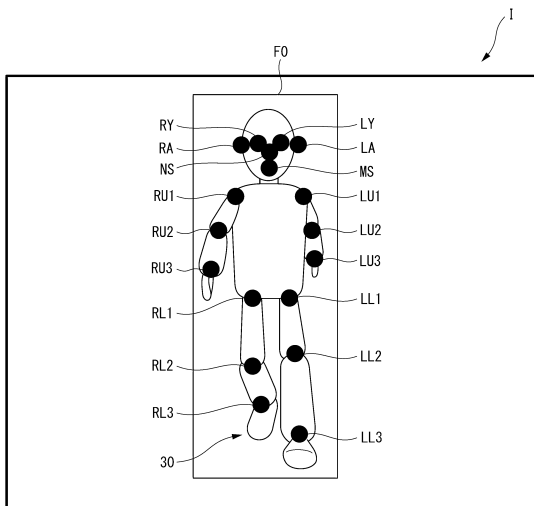
【 図 6 】



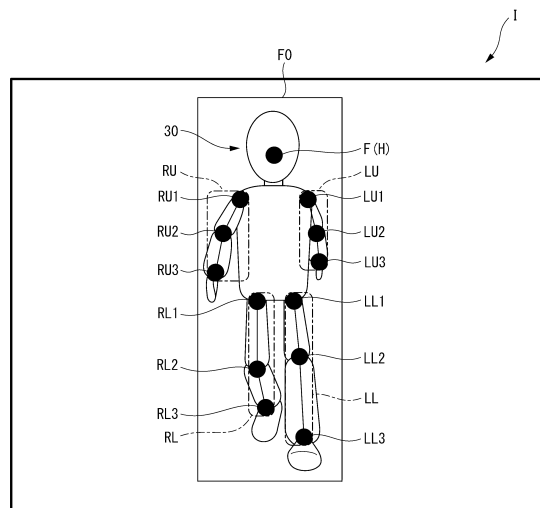
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

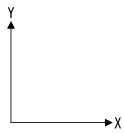
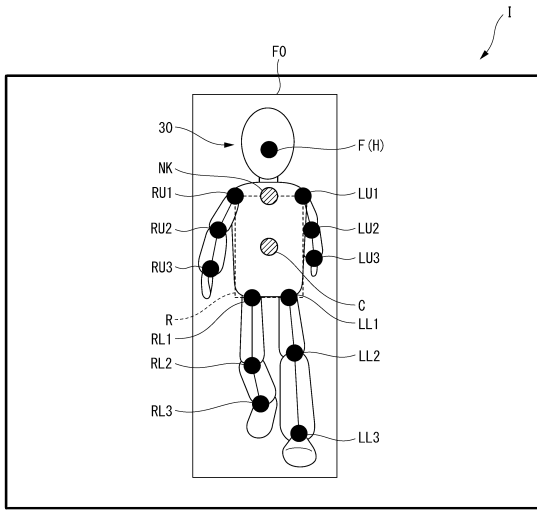


30

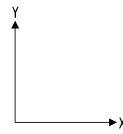
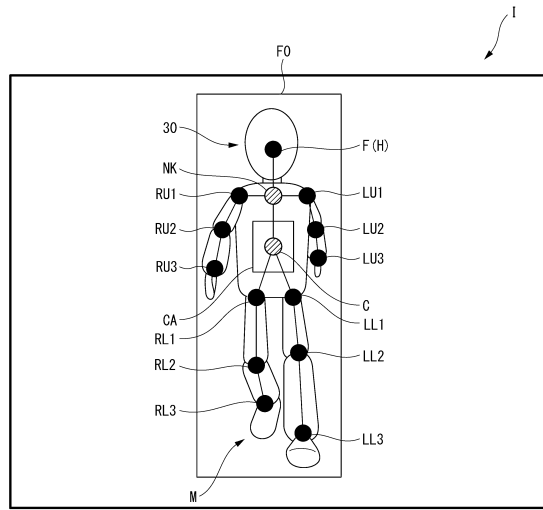
40

50

【 図 9 】



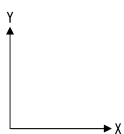
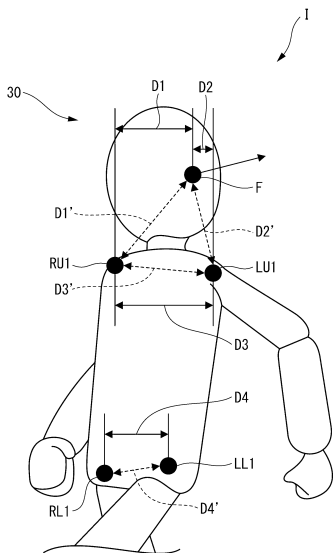
【 図 10 】



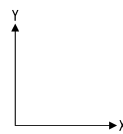
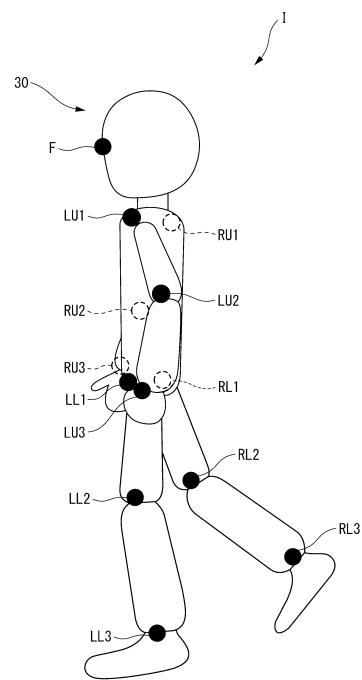
10

20

【 図 11 】



【 図 12 】

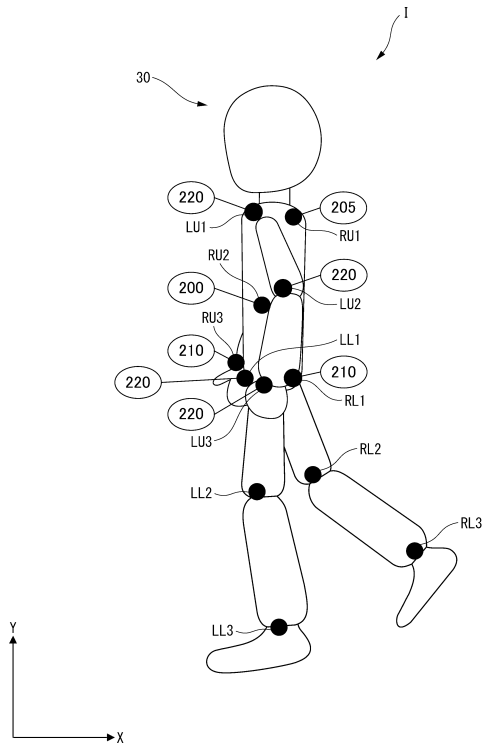


30

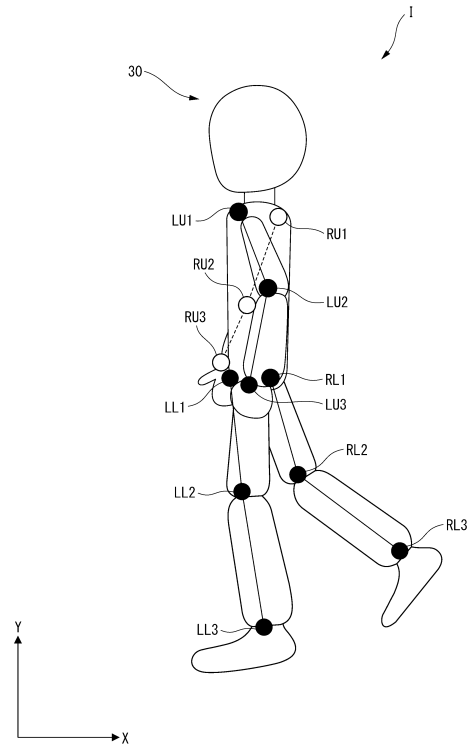
40

50

【図 13】



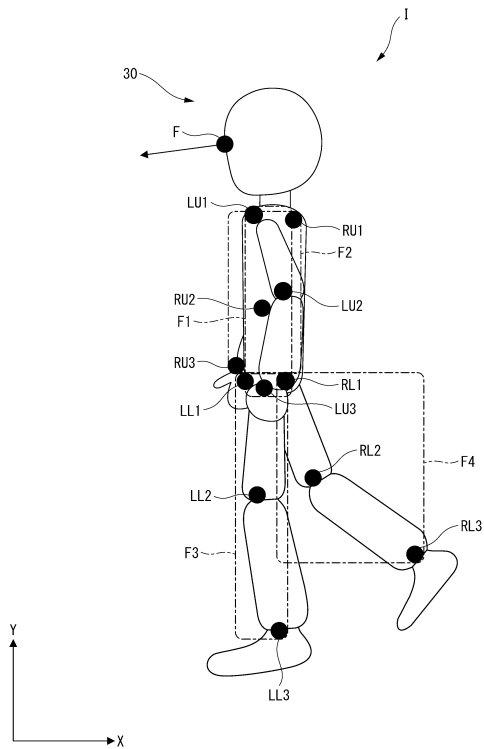
【図 14】



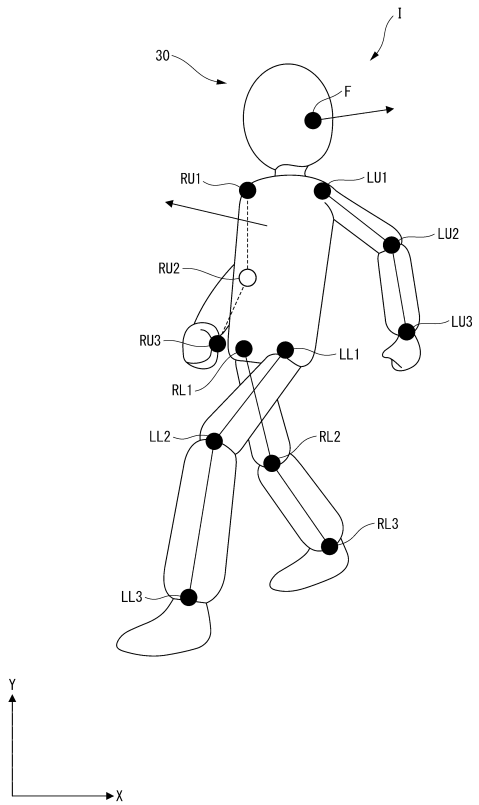
10

20

【図 15】



【図 16】

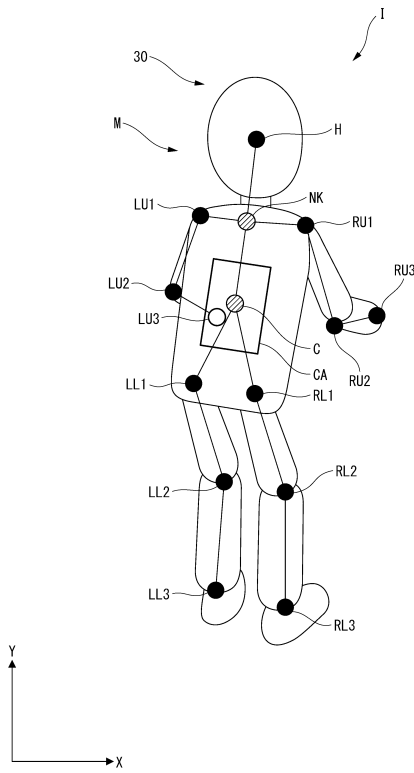


30

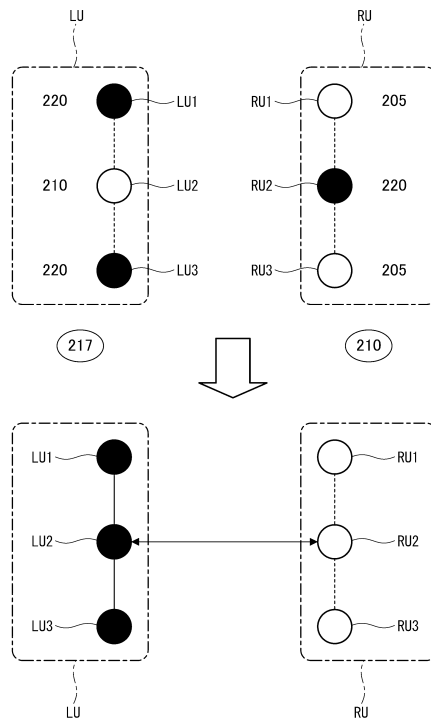
40

50

【 17 】



【 18 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 地 株式会社東海理化電機製作所内
- (72)発明者 梶田 基貴
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地 株式会社東海理化電機製作所内
- (72)発明者 関原 忠
東京都江東区新木場一丁目18番7号 NECソリューションイノベータ株式会社内
- (72)発明者 北原 絵里奈
東京都江東区新木場一丁目18番7号 NECソリューションイノベータ株式会社内
- (72)発明者 深谷 安利
東京都江東区新木場一丁目18番7号 NECソリューションイノベータ株式会社内
- 審査官 山田 辰美
- (56)参考文献 特開2011-123733(JP,A)
特開2012-155391(JP,A)
特許第6562437(JP,B1)
特表2012-518857(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06T 7/00-7/90