

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6041996号
(P6041996)

(45) 発行日 平成28年12月14日 (2016.12.14)

(24) 登録日 平成28年11月18日 (2016.11.18)

(51) Int. Cl.	F I
G 0 6 T 7/00 (2006.01)	G 0 6 T 7/00 3 5 0 Z
	G 0 6 T 7/00 3 0 0 F

請求項の数 20 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2015-542750 (P2015-542750)	(73) 特許権者	000001007
(86) (22) 出願日	平成25年11月13日 (2013.11.13)		キヤノン株式会社
(65) 公表番号	特表2016-504656 (P2016-504656A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公表日	平成28年2月12日 (2016.2.12)	(74) 代理人	100076428
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/069917		弁理士 大塚 康德
(87) 国際公開番号	W02014/078432	(74) 代理人	100112508
(87) 国際公開日	平成26年5月22日 (2014.5.22)		弁理士 高柳 司郎
審査請求日	平成27年5月14日 (2015.5.14)	(74) 代理人	100115071
(31) 優先権主張番号	61/727,564		弁理士 大塚 康弘
(32) 優先日	平成24年11月16日 (2012.11.16)	(74) 代理人	100116894
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 木村 秀二
(31) 優先権主張番号	61/727,602	(74) 代理人	100130409
(32) 優先日	平成24年11月16日 (2012.11.16)		弁理士 下山 治
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 視覚的属性を修正する装置、システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

属性スコアを修正する方法であって、

第1の複数の被写体画像中の被写体画像ごとに、被写体画像の画像特徴に基づいて複数の属性の各属性スコアを生成するステップと、

前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像の画像特徴または前記生成した属性スコアの少なくとも一方に基づいて、前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像の対ごとに各被写体類似性尺度を生成するステップと、

前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像の対の前記被写体類似性尺度及び前記複数の属性の属性相関のうち1つ以上と、前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像の前記属性スコアと、に基づいて、前記被写体画像の修正された属性スコアを生成するステップと

を有することを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記各被写体類似性尺度を生成するステップは、被写体類似性グラフを生成するステップを含み、

前記修正された属性スコアを生成するステップは、前記被写体類似性グラフに沿ったランダムウォークを実行するステップを含む

ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

前記修正された属性スコアに基づき、前記第 1 の複数の被写体画像における被写体の対ごとの修正された被写体類似性尺度を生成するステップを更に有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記被写体画像の修正された属性スコアと、前記修正された被写体類似性尺度に基づき、前記被写体画像の更なる修正された属性スコアを生成するステップを更に有することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記修正された属性スコアに基づき、前記第 1 の複数の被写体画像ごとに第 1 の群属性スコアを生成するステップと、

前記第 1 の複数の被写体画像における被写体画像の画像特徴に基づき、前記第 1 の複数の被写体画像ごとの第 1 の群特徴を生成するステップと、

前記第 1 の群特徴と、第 2 の複数の被写体画像の第 2 の群特徴とに基づく群類似性尺度を生成するステップと、

前記第 1 の複数の被写体画像の第 1 の群属性スコア、前記第 2 の複数の被写体画像の第 2 の群属性スコア、前記群類似性尺度、及び、前記複数の属性の相関に基づき、前記第 1 の複数の被写体画像ごとの修正された群属性スコアを生成するステップと

を更に有することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の群属性スコアを生成するステップは、

前記第 1 の複数の被写体画像における被写体画像の修正された属性スコアの加重平均または中央値を発見するステップ、前記第 1 の複数の被写体画像の中で最も信頼性の高い推定値を使用するステップ、属性統計モデルに基づいて修正された属性スコアの最大尤度又は最大事後評価を使用するステップの 1 以上を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

属性スコアを修正するシステムであって、

コンピュータ可読記憶媒体と、

前記コンピュータ可読記憶媒体と結合される 1 以上のプロセッサとを有し、

前記 1 以上のプロセッサは前記システムに、

複数の被写体画像における被写体画像ごとに、当該被写体画像の画像特徴に基づき、複数の属性の各属性スコアを生成させ、

前記複数の被写体画像中の被写体画像の対ごとに、当該複数の被写体画像中の被写体画像の画像特徴または前記生成した属性スコアの少なくとも一方に基づいて、対被写体類似性尺度を生成させ、

前記複数の被写体画像中の被写体画像の前記属性スコア、前記複数の被写体画像中の被写体画像の対の前記被写体類似性尺度に基づいて、前記被写体画像の修正された属性スコアを生成させる

ことを特徴とするシステム。

【請求項 8】

前記 1 以上のプロセッサは、前記システムに、前記複数の属性の属性相関に基づき、更に修正した属性スコアを生成させることを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記 1 以上のプロセッサは、前記システムに、前記修正された属性に基づき前記複数の被写体画像における被写体画像の対ごとに、修正された対被写体類似性尺度を生成させることを特徴とする請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記 1 以上のプロセッサは、前記システムに、前記被写体画像の前記修正された属性スコアと、前記被写体画像の対の前記修正された被写体類似性尺度に基づき、前記被写体画像の更なる修正された属性スコアを生成させることを特徴とする請求項 9 に記載のシステ

10

20

30

40

50

ム。

【請求項 1 1】

前記 1 以上のプロセッサは、前記システムに、収束条件が満たされるまで、更なる修正された属性スコア、及び、更なる修正された被写体類似性尺度を生成させることを特徴とする請求項 1 0 に記載のシステム。

【請求項 1 2】

前記 1 以上のプロセッサは、前記システムに、前記被写体類似性尺度に基づき被写体類似性グラフを生成させることを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記 1 以上のプロセッサは、前記システムに、前記被写体画像の前記修正された属性スコアに基づき、前記複数の被写体画像中の被写体画像を検索させることを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

10

【請求項 1 4】

前記被写体画像の前記修正された属性スコアに基づき前記複数の被写体画像中の被写体画像を検索させるため、前記 1 以上のプロセッサは、前記システムに、前記被写体画像の修正された属性スコアに重みを割り当てることを特徴とする請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

1 以上の演算デバイスによって実行されたとき、前記 1 以上の演算デバイスに以下の演算を行なわせるための命令を記憶した 1 以上のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であって、前記 1 以上の演算デバイスに、

20

複数の被写体画像における被写体画像ごとに、当該被写体画像の画像特徴に基づき、複数の属性の各属性スコアを生成させ、

前記複数の被写体画像中の被写体画像の対ごとに、当該複数の被写体画像中の被写体画像の画像特徴または前記生成した属性スコアの少なくとも一方に基づいて、対被写体類似性尺度を生成させ、

前記複数の被写体画像中の被写体画像の対の前記被写体類似性尺度及び前記複数の属性の属性相関の 1 以上と、前記複数の被写体画像中の被写体画像の前記属性スコアと、に基づき、前記被写体画像の修正された属性スコアを生成させる

演算処理を実行させるための命令を記憶した 1 以上のコンピュータ可読記憶媒体。

30

【請求項 1 6】

前記属性相関は、不変の属性又は持続性の属性の相関であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の 1 以上のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 7】

前記属性相関は、属性アフィニティマトリクスで定義されることを特徴とする請求項 1 5 に記載の 1 以上のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 8】

前記演算処理は、被写体画像ごとに、前記複数の属性の各属性スコアの確率を生成することを含むことを特徴とする請求項 1 5 に記載の 1 以上のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 1 9】

40

前記演算処理は、

前記複数の被写体画像における、少なくとも前記被写体画像の前回の属性スコアに基づき前記被写体画像の更なる修正された属性スコアを反復して生成させることを含み、

前記前回の属性スコアは、更なる修正された属性スコアを生成する第 1 の繰り返しにおける修正された属性スコアであることを特徴とする請求項 1 5 に記載の 1 以上のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 2 0】

前記更なる修正された属性スコアを反復して生成させる演算処理は、属性スコア部分区間に投影する演算処理を含むことを特徴とする請求項 1 9 に記載の 1 以上のコンピュータ可読記憶媒体。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この出願は、2012年11月16日出願の米国仮出願第61/727564号、2012年11月16日出願の米国仮出願第61/727602号、及び、2013年11月11日出願の米国出願第14/077079号の優先権を主張するものである。

【0002】

そして本発明は、一般に画像の視覚的解析に関する。

【発明の背景】

【0003】

画像解析の分野では、画像データ中の人物及び物体を認識可能なシステムの設計が試みられてきた。画像データは、例えばビデオシーケンス、複数のカメラで撮影した画像、人間の目には見えない光のスペクトルに含まれるデータ及びコンピューショナルカメラから取得された多次元データなどの多くの形態をとることができる。

【発明の概要】

【0004】

一実施形態において、方法は、第1の複数の被写体画像中の被写体画像ごとに複数の属性の各属性スコアを生成するステップと、前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像の画像特徴に基づいて、前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像対ごとに各被写体類似性尺度を生成することと、前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像の前記属性スコア、前記第1の複数の被写体画像中の被写体画像対の前記被写体類似性尺度及び前記複数の属性の属性相関のうち1つ以上に基づいて、前記被写体画像の修正された属性スコアを生成することを含む。

【0005】

一実施形態において、システムは、コンピュータ可読記憶媒体と、前記コンピュータ可読記憶媒体と結合される1以上のプロセッサとを有し、前記1以上のプロセッサは前記システムに、複数の被写体画像における各被写体画像ごとに、当該被写体画像に基づき、複数の属性の各属性スコアを生成させ、前記複数の被写体画像中の被写体画像の対ごとに、対被写体類似性尺度を生成させ、前記複数の被写体画像中の被写体画像の前記属性スコア、前記複数の被写体画像中の被写体画像の対の前記被写体類似性尺度に基づいて、前記被写体画像の修正された属性スコアを生成させることを特徴とする。

【0006】

一実施形態において、1以上のコンピュータ可読記憶媒体は、1以上の演算デバイスによって実行されたとき、前記1以上の演算デバイスに以下の演算を行なわせるための命令を記憶した1以上のコンピュータが読み取り可能な記憶媒体であって、前記1以上の演算デバイスに、複数の被写体画像における各被写体画像ごとに、当該被写体画像に基づき、複数の属性の各属性スコアを生成させ、前記複数の被写体画像中の被写体画像の対ごとに、対被写体類似性尺度を生成させ、前記複数の被写体画像中の被写体画像の前記属性スコア、前記複数の被写体画像中の被写体画像の対の前記被写体類似性尺度、及び、前記複数の属性の属性相関の1以上に基づき、前記被写体画像の修正された属性スコアを生成させる演算処理を実行させる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】画像属性を修正するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す図。

【図2】重み付き領域に分割された顔画像の例示的な一実施形態を示す図。

【図3】被写体類似性グラフの例示的な一実施形態を示す図。

【図4】属性スコアの修正動作の流れの例示的な一実施形態を示す図。

【図5】画像属性を修正するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す図。

10

20

30

40

50

【図 6】被写体類似性尺度を修正するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す図。

【図 7】属性スコアを修正する動作の流れの例示的な一実施形態を示す図。

【図 8】協調被写体検証システムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す図。

【図 9】協調被写体検証の動作の流れの例示的な一実施形態を示す図。

【図 10】修正された属性スコアを生成するシステムの例示的な一実施形態を示す図である。

【図 11 A】修正された属性スコアを生成するシステムの例示的な一実施形態を示す図である。

【図 11 B】修正された属性スコアを生成するシステムの例示的な一実施形態を示す図である。

【図 12】属性の例を示す図である。

【図 13】属性の例を示す図である。

【図 14】画像属性を修正するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す図である。

【図 15】属性スコアを修正する動作の流れの例示的な一実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下の開示は、説明のための特定の実施形態を説明する。他の実施形態は、代替構成、同等の構成及び変形を含んでもよい。更に、以下の説明のための実施形態は、いくつかの新規な特徴を含むが、本明細書において説明される装置、システム及び方法のいくつかの実施形態では、特定の特徴が不可欠ではない場合もある。

【0009】

図 1 は、視覚的属性を修正 (refine) するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す。説明の便宜上、図 1 は、いくつかの特定のモジュールのみを示すが、システムは他の構成要素も含む。モジュールは、論理、コンピュータ可読データ又はコンピュータ実行可能命令を含み、ソフトウェア (例えば、Assembly、C、C++、C#、Java、BASIC、Perl、Visual Basic)、ハードウェア (例えば、カスタマイズ回路) 及びソフトウェアとハードウェアとの組み合わせで実現されてもよい。いくつかの実施形態では、システムのモジュールの数はこれより多いか又は少ない場合もあり、モジュールは更に少数のモジュールとして組み合わせられるか、あるいは更に多くのモジュールに分割される。モジュールを実行する 1 つ以上の演算デバイスが動作を実行するが、説明の便宜上、1 つのモジュールが 1 つ以上の動作を実行するものとして説明する。

【0010】

また、本明細書において説明される例示的な実施形態のうちいくつかにおいて、被写体は顔であるが、いくつかの実施形態では、被写体は他の被写体 (例えば、建物、車両、動物、植物、ランドマーク、岩石、ファブリック) である。

【0011】

視覚的属性は、機械により検出可能であり、人間により理解可能であり且つ複数のカテゴリにわたり共有可能な表現であり、視覚的属性はシーン、カテゴリ又は被写体を記述できる。また、視覚的属性は、画像認識、画像分類、属性利用画像検索及び画像記述を含む多様な用途で有用である。視覚的属性スコア 193 (本明細書においては「属性スコア」とも呼ばれる) は、被写体画像 192 中で発見される対応する属性の信頼性を示す。視覚的属性の例を表 1 に挙げる。

【0012】

表 1：属性の例

「男性」「巻き髪」「弓形の眉」「顎ひげなし」「口を大きく開けている」

「アジア人」「ウェーブ」「茶色い瞳」「眼鏡類なし」「歯は見えない」

「白人」「直毛」「涙袋」「眼鏡」「微笑み」
「黒人」「生え際が後退」「大きい鼻」「サングラス」「しかめ面」
「インド人」「前髪あり」「先が尖った鼻」「ネクタイ着用」「目を引く男性」
「乳児」「額が完全に見える」「大きな唇」「ネックレス着用」「目を引く女性」
「小児」「額の一部が見える」「高い頬骨」「イヤリング着用」「ぼやけている」
「青少年」「額は見えない」「赤い頬」「帽子着用」「強い照明」
「中年」「つや肌」「丸い顎」「口紅使用」「フラッシュ」
「高齢者」「青白い肌」「二重顎」「濃い化粧」「ソフトな照明」
「禿げている」「卵形の顔」「深い人中」「赤ら顔」「屋外」
「黒髪」「四角い顔」「口ひげ」「目を細めている」「カラー写真」
「金髪」「丸顔」「長いもみあげ」「目を見開いている」「ポーズ写真」
「茶色の髪」「丸ぼちゃ」「ヤギひげ」「口を閉じている」
「白髪混り」「濃い眉毛」「目立つ無精ひげ」「口を少し開けている」

10

また、図 1 2 及び図 1 3 は、属性の更なる例を示す。

【0013】

システムは、例えば、1 対の顔を成す 2 つの顔が同一の人物に属する場合は被写体類似性スコアを増加し且つ 1 対の顔を成す 2 つの顔が異なる人物に属する場合は類似性スコアを減少することにより、視覚的属性スコア 1 9 3 及び被写体類似性尺度 1 9 6（例えば、被写体類似性スコア、被写体類似性グラフ）の正確度を修正又は改善しようと試みる。また、視覚的属性スコア 1 9 3 は被写体類似性尺度 1 9 6 を生成するのに有用であり且つ被写体類似性尺度 1 9 6 は視覚的属性スコア 1 9 3 を生成するのに有用であると思われるので、例えば共同学習により、視覚的属性スコア 1 9 3 の改善と被写体類似性尺度 1 9 6 の改善とを互いに連携させてもよい。

20

【0014】

第 1 に、視覚的属性スコア 1 9 3 は、被写体類似性尺度 1 9 6 を生成するのに有用である。例えば、2 つの顔の見かけが似ている場合でも、性別属性により 2 つの顔を容易に判別できるので、ある人物の見かけが環境変化によって変わってしまったとしても、いくつかの視覚的属性スコアにより、同一の人物の被写体画像を互いに結び付けることができる。

30

【0015】

第 2 に、被写体類似性尺度 1 9 6 は、視覚的属性スコア 1 9 3 を生成するのに有用である。例えば、1 人の人物の顔の数枚の画像から抽出されたいくつかの属性の属性スコア 1 9 3 は一致しているべきであり（例えば、性別、民族性）、属性スコア 1 9 3 の不一致は、何らかの誤りがありうることを示すと考えられる。従って、システムは、被写体類似性尺度 1 9 6（例えば、被写体画像から学習された固有空間における被写体類似性グラフ中のユークリッド距離）により示される類似する被写体画像の属性スコア 1 9 3 に基づいて、1 つの被写体画像の属性スコア 1 9 3 を修正することができる。従って、属性スコア 1 9 3 のうち 1 つ以上のスコアに従って目標顔の性別が女性であると予測される場合、最も類似性の高い近傍の顔の大半が属性スコア 1 9 3 のうち 1 つ以上に従って男性であると予測されるのであれば、その目標顔は男性である確率がより高いはずである。

40

【0016】

更に、属性スコアを修正するために、属性間の相関が使用できる。例えば、アジア人の髪の色は通常黒く、女性及び乳児には通常は口ひげ、顎ひげがない。同様に、口ひげ又は顎ひげのある顔は通常は大人の男性とすべきであり、これは、属性「口ひげ」と属性「男性」との強い相関及び「口ひげ」と「年齢」との強い相関を示す。

【0017】

更に、時間に関する属性の感度を、属性の記述から解析できる。例えば、性別、民族性などのいくつかの属性は、その人物の寿命が尽きるまで変化することはないので安定している。年齢、眼鏡の有無、顔の特徴及び髪の特徴などのいくつかの属性は、短期間のうち

50

は安定しているので一貫した属性であり、表情のようないくつかの属性は、一瞬で数値が変化してしまう可能性があるので一時的属性である。従って、多くの場合、一時的属性は顔の類似性を判定するのに有効ではない。また、同一の人物の画像では、安定した属性及び一貫した属性は強い相関を持つと考えるべきである。従って、本明細書において説明されるシステム、装置及び方法のいくつかの実施形態においては、同一人物に関して、ある関連時間フレームの中で安定した属性及び一貫した属性のスコアは一致すると想定するので、安定した属性又は一貫した属性のいずれか、あるいはその双方のみが考慮される。そのため、システムのいくつかの実施形態は、属性相関に基づいて属性スコア絞り込みを実行する。

【0018】

10

従って、 m 個の被写体画像 ($f_1, f_2, \dots, f_m$) が取得された場合、実施形態のシステムは、次の一般的タスクの1つ以上を実行する。そのタスクは、(1) 属性分類器 191 を使用して当初生成された属性スコア 193 (例えば、属性スコアベクトル A^{f_p} 中の) 品質を改善するタスク、及び (2) 被写体類似性尺度 196 (例えば、各対の顔 f_p 及び f_q に含まれる2つの顔の被写体類似性スコア S_{pq}) の品質を改善するタスクである。

【0019】

図1のシステムは、被写体検出モジュール100、属性スコア生成モジュール105、特徴抽出モジュール110、被写体比較モジュール115及び属性修正モジュール120を含む1つ以上の演算デバイスを含む。被写体検出モジュール100は、1つ以上の取得画像 190 から1つ以上の被写体画像 192 を検出し且つ抽出する。被写体検出モジュール100のいくつかの実施形態は、画像 190 中の顔及びそれらの顔の基準点を検出し、アフィンアライメントを形成する。例えば、いくつかの実施形態は顔検出器ツールキットを適用し、このツールキットは目の中心及び口などのいくつかの基準位置の場所を返送する。それらの基準点を使用して、被写体画像を位置合わせできる。

20

【0020】

また、特徴抽出モジュール110は、被写体画像 192 を取得し且つそれらの被写体画像 192 から被写体特徴 194 を抽出する。被写体特徴 194 は、低レベルの視覚的特徴であってもよく、ガボールフィルタ特徴、HSV特徴、ローカルバイナリパターン (LBP) 特徴、SIFT特徴、SURF特徴などであってもよい。多くの低レベル視覚的特徴の次元数は高いので、特徴の次元数を減少するために、次元数減少技術 (例えば、PCA) を適用できる。

30

【0021】

特徴抽出モジュール110のいくつかの実施形態は、各画素に隣接する 3×3 個の画素を中心画素値と比較し且つその結果を8ビットバイナリストリングであると考えることにより画像の画素ごとにラベルを割り当てるLBP演算子 (LBP operator) を使用する。8ビットバイナリストリングは、 $[0, 255]$ の範囲内に入る10進値に変換される。この10進値をラベルと考えることができ、ラベルのヒストグラムをテクスチャ記述子として使用可能である。顔を記述するためにLBP演算子を使用する実施形態において、被写体画像 192 は $n \times n$ 個の矩形領域に分割され、各領域でLBP記述子が抽出される。顔の類似性を検出する場合、各領域の重大度はそれぞれ異なるので、いくつかの実施形態は、異なる領域にそれぞれ異なる重みを割り当てる。図2は、複数の重み付き領域に分割された被写体画像 192 の例示的な実施形態を示す。図2に示されるように、被写体画像 192 は 7×7 個の領域に分割され、異なる領域の重みは多様である (色が明るいほど、その領域に割り当てられる重みは高くなる)。

40

【0022】

更に、属性スコア生成モジュール105は、被写体画像 192 を取得し、被写体画像 192 及び属性分類器 191 に基づいて各被写体画像 192 の属性スコア 193 を生成する。属性分類器 191 は、視覚的属性のスコアを生成するためにトレーニングされる。例えば、いくつかの実施形態において、「黒髪」、「大きな鼻」、「眼鏡着用」などの人間の

50

顔の視覚的属性のスコアを生成するために、属性分類器 191 はトレーニングされる。属性分類器 191 は、例えば視覚的属性（例えば、民族性、顔特徴、アクセサリ、画質）を予測する SVM 分類器、神経回路分類器又は決定木分類器であってもよい。いくつかの実施形態は、収集された大量の被写体画像データをダウンロードし且つ手動操作によりこれらの画像のグラウンドトゥルースにラベル付けすることによって大規模なトレーニングデータセットを構成することにより、属性ごとに SVM 分類器をトレーニングする。その後、被写体の低レベル視覚的特徴が抽出され、SVM 分類器をトレーニングするために入力として使用される。属性分類器 191 のトレーニングが終了した後、新たな被写体画像 192 に対して属性スコア 193 を生成するために、トレーニング済み属性分類器 191 を使用できる。

10

【0023】

被写体比較モジュール 115 は、被写体特徴 194 及びいくつかの実施形態においては属性スコア 193 を取得し、取得した被写体特徴 194 及び視覚的属性スコア 193 のうち 1 つ以上に基づいて被写体類似性尺度 196（例えば、被写体類似性グラフ、被写体類似性スコア）を生成する。被写体類似性尺度 196 を生成するために、被写体比較モジュール 115 は、被写体対に含まれる 2 つの被写体（例えば、顔、建物、車両）の間の対ごとの類似性をこれらの被写体の視覚的特徴の類似性又は他の情報に基づいて判定する。例えば、被写体画像 192 の被写体特徴 194 が LBP 記述子の集合により表現される実施形態では、2 つの被写体に関する被写体類似性スコア（被写体類似性尺度 196 の一例である）は、被写体画像 192 の LBP 記述子の間の重み付き距離を計算することにより取得される。また、いくつかの実施形態は別の類似性尺度、例えば余弦距離を使用する。更に、被写体画像 192 の被写体類似性尺度 196 を計算するために、コンテキスト情報（例えば、撮像時間、場所、画像シーケンス、被写体共起性、追跡情報）も使用可能である。例えば、バースデーパーティーの連続写真のように短い時間フレーム内で撮影された連続写真は、同一の被写体を表す確率が高いだろう。従って、被写体特徴 194 並びに他の情報（例えば、コンテキスト情報）に基づいて、被写体類似性尺度 196 を生成できる。

20

【0024】

被写体類似性尺度 196 に関して、いくつかの実施形態は、被写体類似性スコア（例えば、顔類似性スコア）及び被写体類似性グラフ G（例えば、顔類似性グラフ G）を生成する。また、行列 S は、すべての被写体対（例えば、顔対）の間の類似性を規定し、各要素 S_{pq} は、被写体画像 f_p と被写体画像 f_q との類似性を示す。被写体類似性グラフ G は m 個のノードを含み、各ノードは、m 個の被写体画像 192 のうち 1 つの画像を表し且つ各エッジは、対応する被写体対に含まれる被写体の間の類似性を表す。

30

【0025】

図 3 は、被写体類似性グラフ G の例示的な一実施形態を示す。被写体画像 192 を表す被写体ノード f_p 392 間のエッジ値は、それらの画像の類似性を示す。また、各被写体ノード f_p 392 には、対応する被写体画像 192 の属性スコアを含む属性スコアベクトル A^{f_p} 399 がそれぞれ割り当てられている。属性スコアベクトル A^{f_p} 399 における属性スコアの初期値は、属性分類器 191 から取得される。一実施例において、属性スコアベクトル A^{f_p} 399 は 73 次元のベクトル（73 の属性）であり、属性スコアベクトル $A_i^{f_p}$ の各要素は、被写体ノード f_p 392 に対応する被写体画像 192 の i 番目の属性の値を示す。また、いくつかの実施形態は、被写体類似性グラフ G を明示して生成するのではなく、被写体類似性グラフ G を生成せずに被写体類似性スコアを使用する。

40

【0026】

再び図 1 を参照して説明すると、属性修正モジュール 120 は、被写体類似性尺度 196、属性相関 195 及びいくつかの実施形態においては属性スコア 193 を取得する。属性相関 195 は、1 つの画像中の 1 つの属性と別の画像中の同一の属性（例えば、1 つの画像中の人物の性別と別の画像中の同一の人物の性別、1 つの画像中の人物の顔の表情と別の画像中の同一の人物の顔の表情）との相関、1 つの画像中の 1 つの属性と同一の画像中の他の属性（例えば、1 つの画像中の 1 人の人物の性別とひげ）との相関及び 1 つの画

50

像の1つの属性と他の画像の他の属性（例えば、1つの画像中の1人の人物の性別及びひげと別の画像中の同一の人物の性別及びひげ）との相関のうち1つ以上の相関を記述する。属性修正モジュール120は、被写体類似性尺度196のうち1つ以上（例えば、被写体類似性グラフG中で特定の範囲又は閾値内のエッジ値を有する類似被写体ノード392の属性スコアベクトル399）、属性スコア193及び属性相関195に基づいて、被写体画像192の修正された属性スコア197を生成する（例えば、被写体ノード392の属性スコアベクトル399を修正する）。

【0027】

例えば、いくつかの実施形態において、特定の被写体 f_p の i 番目の属性の視覚的属性スコア $A_i^{f_p}$ は、他方の被写体 f_q ($1 \leq q \leq N$) の i 番目の属性のスコア $A_i^{f_q}$ により影響を受ける。別の被写体 f_q の影響は、他方の被写体 f_q と特定の被写体 f_p との類似性により判定される。別の被写体 f_q の類似性スコア S_{qp} が高いほど、影響は強くなる。いくつかの実施形態において、他方の被写体 f_q は、影響を及ぼすための閾値に適合するか又はそれを超える類似性スコア S_{qp} を有していなければならない。類似性スコア S_{qp} は正規化されてもよく、この場合の正規化類似性スコア $\hat{S}_{qp}$ は次の通りである。

【数1】

$$\hat{S}_{qp} = S_{qp} / \left(\sum_q S_{qp} \right) \quad (\text{式1})$$

【0028】

いくつかの実施形態において、類似性スコア S_{qp} 又は正規化類似性スコア $\hat{S}_{qp}$ は、被写体類似性グラフGのエッジ値を定義するために使用される。更に、属性修正モジュール120のいくつかの実施形態は、以下の式に従って特定の被写体画像 f_p の i 番目の属性のスコア $A_i^{f_p}$ を修正する。

【数2】

$$A_i^{f_p} \leftarrow \alpha \sum_{\forall q \neq p} A_i^{f_q} \hat{S}_{qp} + (1 - \alpha) A_i^{f_p} \quad (\text{式2})$$

式(2)において、被写体画像 f_p の属性スコア $A_i^{f_p}$ は、2つの部分で更新される。一方の部分は、他の被写体画像 f_q により他の被写体画像 f_q の正規化類似性スコア $\hat{S}_{qp}$ に基づいて影響を受け、他方の部分は、他の被写体画像 f_q とは無関係な属性スコア $A_i^{f_p}$ の値である。パラメータ α は、交差検証によって選択可能なそれら2つの部分の重みを判定する。パラメータ α は、1つの被写体画像 f_p の属性スコア $A_i^{f_p}$ と他の被写体画像 f_q の属性スコア $A_i^{f_q}$ との相関の強さを選択するために使用されてもよい。

【0029】

異なる画像の同一の属性のスコアの関係（例えば、属性スコア $A_i^{f_p}$ と属性スコア $A_i^{f_q}$ との関係）に加えて、いくつかの異なる属性は、従ってそれらの属性スコアも、強く相関している。例えば、アジア人の髪の色は通常黒い。そのため、「アジア人」の属性スコアが大きい顔は、高い「黒髪」属性スコアを持つ傾向にある。また、例えば「乳児」と「高齢者」のように互いに矛盾する属性もいくつかある。1つの顔が同時に乳児と高齢者であることは不可能なので、一方の属性のスコアが大きい場合、それは他方の属性が低い又はマイナスであることを示唆する。属性修正モジュール120は、属性相関195に含まれるこれらの相関を使用して、修正された属性スコア197を生成することも可能である。

【0030】

被写体画像192（又はその被写体ノード392）の属性スコア193（例えば、属性スコアベクトル399）をAとし、各要素 A_i が i 番目の属性のスコアを示し、且つ属性間のアフィニティマトリクスをPとし（「属性アフィニティマトリクスP」ともいう）、

各要素 P_{ij} が j 番目の属性が存在する場合の i 番目の属性の存在の確率を示す場合、 $P_{ij} = \text{Prob}(A_i > 0 \mid A_j > 0)$ と表すことができる。 P_{ij} の値は、例えばベイズの原理を使用する統計的解析により学習されてもよいが、例えばドメイン知識（例えば、小児には口ひげがない）を考慮することにより事前に定義されてもよい。

【0031】

属性修正モジュール120は、属性アフィニティマトリクス P を使用し、以下の反復式に従って、相関する属性の属性スコア A_j に基づいて i 番目の属性の属性スコア A_i を修正してもよい。式中、 β は、相関する属性の影響係数を示すパラメータである。一般に、

【数3】

$$A_i^{(t)} = \beta \sum_j A_j^{(t-1)} P_{ij} + (1 - \beta - \gamma) A_i^{(t-1)} + \gamma A_i^{(0)} \quad (\text{式3})$$

10

【0032】

これは、 i 番目の属性スコア A_i がそれと相関する属性のスコア並びにその属性スコア自体の値により判定されることを示す。パラメータ β 及 γ は、それら3つの部分の重みを判定する。従って、被写体画像 f_p ごとに、属性修正モジュール120は、その被写体画像 f_p の属性スコア193（例えば、属性スコアベクトル A_{399} ）を修正するために式（3）を実行できる。この処理は、 t の値に従って1回以上繰り返されてもよい。いくつかの実施形態において、上記の演算を以下の式に従って実現することが可能である。

20

【数3b】

$$A_i^{(t)} = \beta \sum_j A_j^{(t-1)} P_{ij} + \gamma A_i^{(0)} \quad (\text{式3b})$$

【0033】

上記の実施形態において、項 $(1 - \beta - \gamma) A_i^{(t-1)}$ は項 P_{ii} に組み込まれる。例えば、 $P_{ii} = (1 - \beta - \gamma) / \beta$ 。また、いくつかの実施例において、アフィニティマトリクス P のエントリは、正の値及び負の値の双方を含む。更に、属性アフィニティマトリクス P の対角線上にない要素は、1つの属性スコアをその他の属性スコアを使用して推定する回帰係数として、属性ラベル付けデータの集合体から学習されることが可能だろう。更に、上記の線形属性修正の実施形態に加えて、同一の画像の他の属性スコアに基づき且つ類似する画像の属性スコアに基づいて属性スコアを修正するために、非線形方法が使用されることも可能だろう。

30

【0034】

いくつかの実施形態において、属性の相関によって属性スコア（例えば、属性スコアベクトル A_{399} ）は、まず属性部分空間に投影され（例えば、PCA又はICAを使用して）、次に当初の属性空間に戻されて再構成される。これにより、属性間雑音が除去されると共に、再構成後の属性スコアの一貫性が向上する。

【0035】

従って、属性修正モジュール120は、修正された属性スコア197を生成するために被写体類似性及び属性相関を活用してもよい。また、属性修正モジュール120のいくつかの実施形態は、被写体類似性尺度196及び属性相関195の双方を、例えば以下の式に従って考慮に入れる属性修正演算を実現することにより、修正された属性スコア197を生成する。

40

【数 4】

$$\left\{ \begin{array}{l} A_i^{fp}(0) = \ddot{A}_i^{fp} \\ A_i^{fp}(2t-1) = \alpha \sum_{f_q \rightarrow f_p} A_i^{fq}(2t-2) \hat{S}_{qp} + (1-\alpha) A_i^{fp}(0) \\ A_i^{fp}(2t) = \beta \sum_j A_j^{fp}(2t-1) \mathcal{P}_{ij} + (1-\beta-\gamma) A_i^{fp}(2t-1) + \gamma A_i^{fp}(0) \end{array} \right. \quad (\text{式 4})$$

【0036】

10

これらの演算は、特定の被写体 f_p （例えば、顔）の i 番目の属性のスコア A_i^{fp} を繰り返し修正する。最初に、第 1 の部分式に従って属性分類器から取得される原属性スコア：

$$\ddot{A}_i^{fp}$$

に従って、初期スコア $A_i^{fp}(0)$ が割り当てられる。これに続く t 回の反復の中で（各回の反復 t は 1 回以上の反復を表してもよい）、特定の被写体画像 f_p の i 番目の属性の属性スコア A_i^{fp} は改訂属性スコア $A_i^{fp}(1)$ に更新される。この改訂属性スコアは、初期属性スコア $A_i^{fp}(0)$ 及び特定の被写体画像 f_p に類似する他の被写体画像 f_q の i 番目の属性の属性スコア A_i^{fq} に基づいて、第 2 の部分式により記述される。また、次の反復回において、第 3 の部分式は、属性スコア A_i^{fp} を修正するために相関する属性スコア A_j^{fp} を使用する（いくつかの実施形態において、第 2 の部分式及び第 3 の部分式を実行する順序は変更されてもよい）。第 2 の部分式及び第 3 の部分式を実現する演算は、例えば $t = 2, 3, \dots, n$ に対して繰り返されてもよい（合わせて t 回の反復）。従って、被写体類似性尺度及び属性相関に基づいて、特定の被写体 f_p の i 番目の属性スコア A_i^{fp} を繰り返し修正することができる。対応する修正された属性スコア 197 を生成するために、これらの演算を属性ごとに実行できる。

20

【0037】

属性部分空間 X 内で動作する属性修正モジュール 120 のいくつかの実施形態は、以下の式に従って修正された属性スコア 197 を生成する。

【数 4b】

30

$$\left\{ \begin{array}{l} X_i^{fp}(0) = F \ddot{A}_i^{fp} \\ X_i^{fp}(t) = \alpha \sum_{f_q \rightarrow f_p} X_i^{fq}(t-1) \hat{S}_{qp} + (1-\alpha) X_i^{fp}(0) \\ A_i^{fp}(n) = (F^T F)^{-1} F^T X_i^{fp}(n) \end{array} \right. \quad (\text{式 4b})$$

式中、 F は投影属性スコア X_i^{fp} を生成するために属性スコア：

$$\ddot{A}_i^{fp}$$

40

を属性部分空間 X に投影する部分空間投影行列であり、投影された部分空間 X 属性スコアを更新するために、投影行列に沿って反復が実行される。 n 回の反復の後の最後の演算において、原空間で修正された属性スコア $A_i^{fp}(n)$ 197 が再構成される。

【0038】

しかし、例えば顔検証、属性利用被写体検索などの他の用途では、異なる属性スコア 193 又は修正された属性スコア 197 が多様に分布しているために、状況によっては、属性スコア 193 及び修正された属性スコア 197 を直接活用できないこともある。そこで、例えば属性修正モジュール 120 により、属性スコア 193 又は修正された属性スコア 197 が正規化されてもよい。また、属性スコア 193 又は修正された属性スコア 197 は、属性スコア確率にマッピングされてもよい。例えば、被写体ごとの修正された属性ス

50

コア 197 がワイブル分布 (Weibull distribution) に当てはめられ、属性スコア確率を定義するために累積密度関数 (CDF) が直接使用されてもよい。ワイブル当てはめからパラメータ k 及び λ が発見されたならば、CDF を計算できる。そこで、被写体 f_p の i 番目の属性スコア確率 $AP_i^{f_p}$ を以下の式に従って計算できる。

【数 5】

$$AP_i^{f_p} = F\left(A_i^{f_p}; k_{p,i}, \lambda_{p,i}\right) = 1 - e^{-\left(\frac{A_i^{f_p}}{\lambda_{p,i}}\right)^{k_{p,i}}} \quad (\text{式 5})$$

10

【0039】

属性スコア 193 又は修正された属性スコア 197 をワイブル分布に当てはめることにより、正規化属性スコア 193 又は正規化され修正された属性スコア 197 として CDF を使用できる。また、取得された属性スコア確率 AP^{f_p} は、被写体 f_p に関する修正された属性スコア確率であってもよい。従って、いくつかの実施形態において、修正された属性スコア 197 は属性スコア確率 AP を含む。

【0040】

従って、システムは、原属性スコア 193 の修正と校正とを組み合わせてもよい。修正は、被写体類似性グラフに沿ったランダムウォークを含んでもよく且つ属性スコアを活用してもよい。修正により、属性スコア 193 の正確度を改善できると共に、1 つ以上の属性スコア 193 が欠落している被写体画像 192 に関する推定属性スコアを改善できる。システムは、属性スコア 193 を分布 (例えば、ワイブル分布) にマッピングし且つそれらの属性スコアの属性スコア確率として CDF を計算してもよい。実数値スコアから確率への変換により、属性スコアは視覚的類似性の計算に更に適する形になる。

20

【0041】

図 4 は、属性スコアを修正する動作の流れの例示的な一実施形態を示す。この動作流れ及び本明細書において説明される他の動作流れのブロックは、例えば本明細書において説明されるシステム及び装置のような 1 つ以上の演算デバイスにより実行されてもよい。また、この動作流れ及び本明細書において説明される他の動作流れは特定の順序でそれぞれ提示されるが、いくつかの実施形態は、それらの動作のうち少なくともいくつかを提示される順序とは異なる順序で実行してもよい。実行可能な異なる順序の例は、並列、重複、再配列、同時、増補及び交換配列による順序付けを含む。従って、この動作流れ及び本明細書において説明される他の動作流れの他の実施形態では、ブロックの省略、ブロックの追加、ブロックの順序の変更、ブロックの組み合わせ又はより多くのブロックへの分割があってもよい。

30

【0042】

流れはブロック 400 から開始され、ブロック 400 において、画像の集合から被写体画像が抽出される。例えば、画像の集合から、顔、鳥又は家の画像が抽出されてもよい。次に、ブロック 410 において、被写体画像及び属性分類器に基づいて、それらの被写体画像の各属性スコアが生成される。流れは次にブロック 420 へ進み、被写体画像から被写体特徴 (例えば、低レベル被写体特徴) が抽出される。いくつかの実施形態は、更に被写体特徴の次元数を減少させる。次に、ブロック 430 において、被写体特徴及び属性スコアのうち 1 つ以上に基づいて、被写体類似性尺度が生成される。最後に、ブロック 440 において、被写体類似性尺度、属性スコア及び属性相関のうち 1 つ以上に基づいて、属性スコア及びいくつかの実施形態においては被写体類似性尺度が修正される。

40

【0043】

図 5 は、画像属性を修正するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す。説明の便宜上、図 5 は特定のモジュールのみを示すが、システムは他の構成要素を含む。システムは、被写体検出モジュール 500、属性スコア生成モジュール 505、特徴抽出モジュール 510、被写体比較モジュール 515、属性修正モジュール 520 及び比較

50

修正モジュール 5 2 5 を含む 1 つ以上の演算デバイスを含む。

【0044】

被写体検出モジュール 5 0 0 は、1 つ以上の取得画像 5 9 0 から 1 つ以上の被写体画像 5 9 2 を検出し且つ抽出する（画像 5 9 0 は 2 つ以上の被写体を示す場合もある）。属性スコア生成モジュール 5 0 5 は、取得された被写体画像 5 9 2 ごとに属性スコア 5 9 3（例えば、属性スコアベクトル）をそれぞれ生成し、いくつかの実施形態は、属性スコア 5 9 3 に含まれる属性スコア確率を生成する。特徴抽出モジュール 5 1 0 は、被写体画像 5 9 2 から被写体特徴 5 9 4（例えば、低レベル特徴）を抽出する。

【0045】

被写体比較モジュール 5 1 5 は、被写体特徴 5 9 4 及びいくつかの実施形態においては属性スコア 5 9 3 に基づいて被写体類似性尺度 5 9 6 を生成する。各被写体画像 5 9 2 を最も確率の高い近傍の画像と連携させるために、厳密類似性閾値が選択されてもよい。被写体比較モジュール 5 1 5 は、例えば従来の方法を使用することにより、被写体類似性スコアを生成するか又は被写体類似性グラフを生成してもよい。一般に、被写体類似性スコアを計算するために、被写体を表現するように、 $V F^{f_p}$ と示される特定の被写体 f_p の低レベル視覚的特徴が抽出される（例えば、LBP 特徴、HSV 特徴）。低レベル視覚的特徴 $V F^{f_p}$ の次元数を減少させるために、次元数減少技術（例えば、PCA）を適用できる。その後、被写体対に含まれる被写体の間の被写体類似性スコアをその低レベル視覚的特徴 $V F$ に基づいて計算するために、類似性測定値（例えば、余弦類似性）を使用できる。更に、被写体類似性尺度を計算するために、コンテキスト情報を使用可能である。

【0046】

被写体類似性スコアが生成された後、被写体類似性グラフ G が生成されてもよい。行列 S は、すべての被写体対に含まれる 2 つずつの被写体の間の類似性を記述し、各要素 S_{pq} は、被写体画像 f_p と被写体画像 f_q との類似性を示す。従って、被写体類似性グラフ G は m 個のノードを含み（ m は被写体画像 5 9 2 の数である）、各ノードは 1 つの被写体画像を表し、各エッジは対応する被写体対の類似性を表す。また、いくつかの実施形態において、関連する被写体の属性スコア 5 9 3 を含む属性スコアベクトルが各被写体ノードに割り当てられる。

【0047】

次に、属性修正モジュール 5 2 0 は、被写体類似性尺度 5 9 6、属性スコア 5 9 3 及び属性相関 5 9 5 に基づいて修正された属性スコア 5 9 7 を生成する。その後、比較修正モジュール 5 2 5 は、修正された属性スコア 5 9 7 を取得し且つ少なくとも一部で修正された属性スコア 5 9 7 に基づいて、修正された類似性尺度 5 9 8 を生成する。例えば、比較修正モジュール 5 2 5 は、識別能力を向上させた低次元部分空間に高次元特徴データを投影するために修正された属性スコア確率（属性修正モジュール 5 2 0 により生成されてもよい）に対して確率的 R - LDA モデルを使用し、次に低次元特徴データを使用して、被写体類似性を再計算し且つ修正された類似性尺度 5 9 8 を生成してもよい。

【0048】

続いて、次の反復回において、属性修正モジュール 5 2 0 は、修正された類似性尺度 5 9 8 を使用して修正された属性スコア 5 9 7 を生成し、比較修正モジュール 5 2 5 は、最新の修正された属性スコア 5 9 7 を使用して修正された類似性尺度 5 9 8 を生成する。属性修正モジュール 5 2 0 及び比較修正モジュール 5 2 5 は、収束条件（例えば、最新の反復回と比較した場合に属性スコア又は類似性スコアの変化が閾値より少ない）に適合するまで、又は定義された最大回数の反復が実行され終わるまで、又は別の基準が満たされるまで、上記の演算（破線のブロックの中に示される）を繰り返す。

【0049】

更に、システムのいくつかの実施形態は、被写体の属性の間の識別情報を最もよく捕捉する被写体画像の低次元表現を生成する目的で低レベル特徴と属性スコア確率とを組み合わせるために、正規化線形判別解析（regularized linear discriminant analysis: R - LDA）又は他の技術を使用する。

【0050】

図6は、被写体類似性尺度を修正するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す。このシステムは他の構成要素も含むが、説明の便宜上、図6は、比較修正モジュール625、R-LDAモジュール626及び類似性モジュール628のみを示す。いくつかの実施形態において、システムは、被写体画像の属性の間の判別情報を捕捉する被写体画像の低次元表現を生成するために、R-LDA又は他の技術を使用して、低レベル特徴と属性スコア確率とを組み合わせる。異なる被写体画像間の判別情報を含む低次元部分空間へ高次元特徴を投影するために、R-LDAが使用されてもよい。一般に、LDAモデル又はR-LDAモデルの入力は高次元入力データ及びクラスラベルであり、出力は低次元部分空間への高次元空間の投影である。

10

【0051】

本実施形態の比較修正モジュール625は、クラスラベルとして修正された属性スコア697（又は修正前の属性スコア）を使用し、抽出された高次元低レベル被写体特徴694を入力として使用して、最適変換を学習する。R-LDAモジュール626は、修正された属性スコア697を取得し、属性スコア697が属性スコア確率を含まない場合、それらの属性スコアを使用して属性スコア確率を生成する。従って、R-LDAの本実施形態は、ソフト属性ラベル（例えば、0から1の範囲内に入る確率を有する属性ラベル）と共に機能する。R-LDAモジュール626は、被写体特徴694を更に取得し、属性スコア確率及び被写体特徴694に基づいて改訂被写体特徴627を生成する。次に、類似性モジュール628は、改訂被写体特徴627に基づいて改訂被写体類似性スコア629を生成する。また、比較修正モジュール625は、少なくとも改訂被写体類似性スコア629に基づいて修正された類似性尺度698を生成してもよい。

20

【0052】

例えば、被写体特徴694は、被写体画像 f_p から抽出された n 次元視覚的特徴ベクトル VF^{f_p} ($VF_1^{f_p}, VF_2^{f_p}, \dots, VF_n^{f_p}$) を含んでもよい。被写体画像 f_p の修正された属性スコア697に基づいて、比較修正モジュール625は、被写体画像 f_p が i 番目の属性を示す確率を表す修正された属性スコア確率 $AP_i^{f_p}$ ($1 \leq i \leq c$) を生成する。ここで c は属性の総数である。

【0053】

次に、R-LDAモジュール626のいくつかの例示的な実施形態は、次元数を減少させた視覚的特徴ベクトルのバージョン VF^{f_p} ($VF_1^{f_p}, VF_2^{f_p}, \dots, VF_n^{f_p}$) を生成するための最適変換を計算する。1つのサンプルが「ハード」割り当ての方式で1つのクラスラベルのみと連携する従来のLDAとは異なり、本実施形態は、一種の「ソフト」ラベル情報として属性スコア確率 $AP_i^{f_p}$ ($1 \leq i \leq c$) を使用する。対応する属性スコア確率 $AP_i^{f_p}$ により割り当てられた強さを有する複数の属性と1つの被写体画像 f_p を連携させることができる。いくつかの実施形態は、被写体特徴694及び修正された属性スコア697が既に取得されている m 個の被写体画像に対して以下の式に従って c 個の属性すべての平均ベクトル u_i ($1 \leq i \leq c$) を計算する。

30

【数6】

$$u_i = \frac{1}{\sum_{p=1}^m AP_i^{f_p}} \sum_{p=1}^m AP_i^{f_p} \cdot VF^{f_p}$$

40

また、 m 個の被写体画像に対して c 個の属性の平均ベクトル u を以下の式に従って計算されてもよい。

【数 7】

$$u = \frac{1}{\sum_{i=1}^c \sum_{p=1}^m AP_i^{fp}} \sum_{i=1}^c \sum_{p=1}^m AP_i^{fp} \cdot VF^{fp}$$

【0054】

更に、R - LDA モジュール 626 のいくつかの実施形態は、クラス間散乱行列 S_b 及びクラス内散乱行列 S_w を生成する。それらの行列は次のように計算されてもよい。

【数 8】

10

$$S_b = \frac{1}{\sum_{i=1}^c \sum_{p=1}^m AP_i^{fp}} \sum_{i=1}^c \left(\sum_{p=1}^m AP_i^{fp} \right) (u_i - u)(u_i - u)^T$$

$$S_w = \frac{1}{\sum_{i=1}^c \sum_{p=1}^m AP_i^{fp}} \sum_{i=1}^c \sum_{p=1}^m AP_i^{fp} (u_i - VF^{fp})(u_i - VF^{fp})^T$$

【0055】

20

また、R - LDA モジュール 626 のいくつかの実施形態は、クラス内散乱を最小限に抑える一方でクラス間散乱を最大化する変換を計算する。

【数 9】

$$\varphi = \operatorname{argmax}_{\varphi} \frac{|\varphi^T S_b \varphi|}{|\varphi^T S_w \varphi|}$$

【0056】

更に、R - LDA モジュール 626 の実施形態は、以下の一般固有値問題を解くことにより最適変換を求めてもよい。

30

$$S_b \varphi = \lambda S_w \varphi$$

クラス内散行列 S_w が非特異ではない場合、いくつかの実施形態は、行列 $S_w^{-1} S_b$ の固有値を計算し、 d 個の最大固有値 ($1 \leq d \leq c-1$) に対応する d 個の固有ベクトル ($\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_d$) を取得する。従って、最適変換は、 $\psi = [\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_d]$ であってもよい。被写体認識において時折見られる状況のようにクラス内散乱行列 S_w が特異である場合、部分空間分解技術によって最適変換 ϕ を発見できる。被写体画像の視覚的特徴ベクトル VF^{fp} が与えられれば、低次元特徴表現 LF^{fp} を次のように計算できる。

40

$$LF^{fp} = \varphi^T \cdot VF^{fp}$$

低次元特徴表現 LF^{fp} は、改訂被写体特徴 627 として使用されてもよい。

【0057】

次に、類似性モジュール 628 は、改訂被写体特徴 627 (低次元特徴表現 LF^{fp} 及び低次元特徴表現 LF^{fq}) に基づいて改訂被写体類似性スコア 629 (例えば、被写体 f_p と被写体 f_q との間の被写体類似性 S_{pq}) を計算する。例えば余弦類似性、ユークリッド距離などの多くの類似性測定値を使用可能だろう。次に、比較絞り込みモジュール 625 は、改訂被写体類似性スコア 629 に基づいて修正された類似性尺度 698 を生成する。

50

【0058】

従って、R-LDAモデルを使用することにより、比較修正モジュール625は、被写体特徴694中の高次元特徴データを、判別属性情報を維持する更に低次元の部分空間へ投影し、次に、取得された低次元特徴データに基づいて改訂被写体類似性スコア629を生成する。最後に、比較修正モジュール625は、改訂被写体類似性スコア629に基づいて修正された類似性尺度698を生成する。

【0059】

図7は、属性スコアを修正動作の流れの例示的な一実施形態を示す。流れはブロック700で開始され、ブロック700において、被写体画像から被写体特徴（例えば、高次元被写体特徴、低次元被写体特徴）が抽出される。流れは次にブロック710へ進み、被写体画像及び属性分類器に基づいて被写体画像の各視覚的属性スコアが生成される。次に、ブロック720において、被写体特徴及びいくつかの実施形態においては属性スコアに基づいて被写体類似性尺度（例えば、被写体類似性グラフ、被写体類似性スコア）が生成される。

10

【0060】

流れは次にブロック730へ進み、最新の被写体類似性尺度、最新の属性スコア又は属性相関に基づいて修正された属性スコアが生成される。従って、ブロック730の演算が最初に行われる場合、最新の被写体類似性尺度は、ブロック720で生成された被写体類似性尺度になり、且つ最新の属性スコアは、ブロック710で生成された属性スコアになる。

20

【0061】

流れは次にブロック740へ進み、被写体類似性尺度が修正されるか否かが判定される。これは、例えば、所定の最大回数の反復が実行されたか否か又は収束条件が満たされているか否かを判定することを含んでもよい。実行されていないか又は満たされていない場合（ブロック740＝NO）、流れはブロック770へ進む。実行されたか又は満たされている場合（ブロック740＝YES）、流れはブロック750へ進み、ブロック730で生成された最新の属性スコアに基づいて修正された被写体類似性尺度が生成される。

【0062】

次に、ブロック760において、属性スコアが修正されるか否かが判定される。これも、所定の最大回数の反復が実行されたか否か又は収束条件が満たされているか否かを判定することを含んでもよい。実行されていないか又は満たされていない場合（ブロック760＝NO）、流れはブロック770へ進む。実行されたか又は満たされている場合（ブロック760＝YES）、流れはブロック730に戻り、最新の被写体類似性尺度及びいくつかの実施形態においては最新の属性スコアに基づいて修正された属性スコアが生成される。流れがブロック730に戻る場合、最新の被写体類似性尺度は、ブロック750で生成された修正された被写体類似性尺度になり、且つ最新の属性スコアは、ブロック730の直前の反復回で生成された修正された属性スコアになる。

30

【0063】

最後に、流れがブロック770へ進んだ時点で、ブロック730で生成された最新の属性スコア、あるいはブロック720又はブロック750で生成された最新の被写体類似性尺度が出力される。

40

【0064】

図8は、2つの被写体画像が同一の被写体の画像であるか否か（すなわち同一の被写体の異なる画像であるか否か）を判定する協調被写体検証システムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す。説明の便宜上、図8は特定のモジュールのみを示すが、システムは図示される構成要素以外の構成要素を含む。図8のシステムは、属性スコア生成モジュール805、特徴抽出モジュール810、被写体比較モジュール815、属性修正モジュール820、比較修正モジュール825及び検証モジュール830を含む1つ以上の演算デバイスを含む。特徴抽出モジュール810は、被写体画像892を取得し且つ被写体画像892から被写体特徴894を抽出する。属性スコア生成モジュール805は、被写

50

体画像 892 を取得し且つ被写体画像 892 及び属性分類器 891 に基づいて被写体画像の各属性スコア 893 を生成する。

【0065】

被写体比較モジュール 815 は、被写体特徴 894 及びいくつかの実施形態においては視覚的属性スコア 893 を取得し、且つ被写体特徴 894 及びいくつかの実施形態においては視覚的属性スコア 893 に基づいて被写体類似性尺度 896（例えば、被写体類似性スコア、被写体類似性グラフ）を生成する。属性修正モジュール 820 は、被写体類似性尺度 896、属性相関 895 及びいくつかの実施形態においては属性スコア 893 を取得する。属性修正モジュール 820 は、属性スコア 893、被写体類似性尺度 896 及び属性相関 895 のうち 1 つ以上に基づいて被写体合像 892 の修正属性スコア 897 を生成する。

10

【0066】

次に、比較修正モジュール 825 は、修正された属性スコア 897 を取得し且つ修正された属性スコア 897 に基づいて修正された被写体類似性尺度 898（例えば、修正された被写体類似性スコア、修正された類似性グラフ）を生成する。続いて、次の反復回において属性修正モジュール 820 は、修正された類似性尺度 898 を使用して修正された属性スコア 897（属性スコア確率を含んでもよい）を生成し、且つ比較修正モジュール 825 は、最新の修正された属性スコア 897 を使用して修正された類似性尺度 898 を生成する。属性修正モジュール 820 及び比較修正モジュール 825 は、収束条件（例えば、最前の反復回と比較して、属性スコア又は類似性スコアの変化が閾値より小さい）が満たされるまで、定義された最大回数の反復が実行され終わるまで、検証モジュール 830 により報知されるまで又は別の基準が満たされるまで、上記の動作を繰り返してもよい（破線のブロックに示されるように）。

20

【0067】

検証モジュール 830 は、目標被写体画像 892 及び 1 つ以上の参照被写体画像 892 を示す選択画像 831 を取得し、且つ修正された類似性尺度 898 に基づいて検証結果 832 を生成する。検証結果 832 は、目標被写体画像 892 が 1 つ以上の参照被写体画像 892 と同一の被写体を示すか否かを示し、同一の被写体画像を示す場合、目標被写体画像は検証される。例えば、検証結果 832 は、目標被写体画像が検証されるか否かを示す 2 進標識（例えば、肯定又は否定、1 又は 0）を含んでもよく、目標被写体画像が検証される確率を示すスコア（例えば、0 から 1 までの数）を含んでもよく、あるいは目標被写体画像と 1 つ以上の他の参照被写体画像との間の最新の被写体類似性スコアを含んでもよい。検証モジュール 830 は、属性修正モジュール 820 及び比較修正モジュール 825 の反復動作中に生成される修正された類似性尺度 898 を受信してもよい。検証モジュール 830 は、修正された類似性尺度 898 が検証条件、例えば収束条件を満たすか否か、あるいは目標被写体画像と 1 つ以上の参照被写体画像との間の修正された類似性尺度 898 が閾値に満たないか又は閾値を超えるかを判定する。条件が満たされれば、検証モジュール 830 は検証結果 832 を出力する。

30

【0068】

図 9 は、協調被写体検証の動作の流れの例示的な一実施形態を示す。流れはブロック 900 で開始され、ブロック 900 において、被写体画像及び属性分類器に基づいて被写体画像の各属性スコアが生成される。流れは次にブロック 910 へ進み、被写体画像から被写体特徴（例えば、低レベル被写体特徴）が抽出される。いくつかの実施形態は被写体特徴の次元数を更に減少させる。次に、ブロック 920 において、被写体特徴及び属性スコアのうち 1 つ以上に基づいて被写体類似性尺度（例えば、被写体類似性グラフ、被写体類似性スコア）が生成される。続いて、ブロック 930 において、被写体類似性尺度、属性スコア及び属性相関に基づいて、属性スコア及び被写体類似性尺度が修正される。次に、ブロック 940 において、目標被写体画像の選択肢が取得される。また、いくつかの実施形態は 1 つ以上の参照被写体画像の選択肢を取得する。最後に、ブロック 950 において、修正された被写体類似性尺度に基づいて被写体検証結果が生成される。検証結果は、例

40

50

えば目標画像に最も類似している被写体画像（例えば、参照被写体画像の選択肢を含まない実施形態の場合）、1つ以上の参照画像に対する目標被写体画像の類似性が閾値を超えるか否か、あるいは目標被写体画像が1つ以上の参照被写体画像と同一の被写体を示す確率を含んでもよい。

【0069】

図10は、修正された属性スコアを生成するシステムの例示的な一実施形態を示す。システムは、修正デバイス1010及び画像記憶デバイス1020を含む。修正デバイス1010は、1つ以上のプロセッサ（CPU）1011、入出力（I/O）インタフェース1012及び記憶装置／メモリ1013を含む。CPU1011は、マイクロプロセッサ（例えば、シングルコアマイクロプロセッサ、マルチコアマイクロプロセッサ）又は他の回路を含む1つ以上の中央処理ユニットを含み、CPU1011は、記憶装置又はメモリ（例えば、記憶装置又はメモリに記憶されたモジュール）に記憶された命令などのコンピュータ実行可能命令を読み取り且つ実行するように構成される。コンピュータ実行可能命令は、本明細書において説明される動作を実行するための命令を含んでもよい。I/Oインタフェース1012は、キーボード、ディスプレイ、マウス、印刷装置、タッチスクリーン、ライトペン、光記憶デバイス、スキャナ、マイク、カメラ、ドライブ及びネットワーク（有線又は無線のいずれか）を含む入力デバイス及び出力デバイスに対する通信インタフェースを含む。

【0070】

記憶装置／メモリ1013は、1つ以上のコンピュータ可読媒体又はコンピュータ書き込み可能媒体、例えばコンピュータ可読記憶媒体を含む。単なる一時的な伝搬信号とは異なり、コンピュータ可読媒体は、例えば磁気ディスク（例えば、フロッピーディスク、ハードディスク）、光ディスク（例えば、CD、DVD、Blu-ray）、光磁気ディスク、磁気テープ及び半導体メモリ（例えば、不揮発性メモリカード、フラッシュメモリ、ソリッドステートドライブ、SRAM、DRAM、EPROM、EEPROM）のような有形製造物品を含む。記憶装置／メモリ1013は、コンピュータ可読データ（例えば、属性アフィニティマトリクスP、属性分類器）又はコンピュータ実行可能命令を記憶するように構成される。修正デバイス1010の各構成要素は、バスを介して通信する。

【0071】

修正デバイス1010は、被写体検出モジュール1014、特徴抽出モジュール1015、属性スコア生成モジュール1016、被写体比較モジュール1017及び修正モジュール1018を更に含む。いくつかの実施形態において、修正デバイス1010は、これより多い又は少ない数のモジュールを含むか、モジュールがより少ない数のモジュールとして組み合わされるか、あるいはモジュールが更に多くの数のモジュールに分割される。被写体検出モジュール1014は、実行された場合、1つ以上の演算デバイスに画像の集合体の中から被写体画像（例えば、ボートの画像、自動車の画像、顔の画像、帽子の画像、犬の画像）を検出させるコンピュータ可読命令を含む。特徴抽出モジュール1015は、実行された場合、1つ以上の演算デバイスに被写体画像を含む画像から特徴を抽出させる。

【0072】

属性スコア生成モジュール1016は、実行された場合、1つ以上の演算デバイスに画像及び属性分類器に基づいて画像（例えば、被写体画像）の属性スコア及びいくつかの実施形態においては属性スコア確率を生成させるコンピュータ可読命令を含む。被写体比較モジュール1017は、実行された場合、1つ以上の演算デバイスに被写体の画像（例えば、被写体の画像から抽出された特徴）及びいくつかの実施形態においては属性スコアに基づいて被写体類似性尺度（例えば、被写体類似性スコア、被写体類似性グラフ）を生成させるコンピュータ可読命令を含む。

【0073】

最後に、修正モジュール1018は、実行された場合、1つ以上の演算デバイスに修正された属性スコアを生成させる（被写体類似性尺度、属性相関及び以前の属性スコアのう

10

20

30

40

50

ち1つ以上に基づいて)か、又は修正された被写体類似尺度を生成させる(以前の被写体類似性尺度、属性相関及び修正された属性スコアのうち1つ以上に基づいて)コンピュータ可読命令を含む。いくつかの実施形態において、修正モジュール1018は、図1の属性修正モジュール120、図5の属性修正モジュール520、図5の比較修正モジュール525、図6の比較修正モジュール625、図8の属性修正モジュール820及び図8の比較修正モジュール825のうち1つ以上のモジュールの機能を実現する。

【0074】

画像記憶デバイス1020は、CPU1022、記憶装置/メモリ1023、I/Oインタフェース1024及び画像記憶装置1021を含む。画像記憶装置1021は、画像を記憶するように構成された1つ以上のコンピュータ可読媒体を含む。画像記憶デバイス1020及び修正デバイス1010は、ネットワーク1090を介して通信する。

10

【0075】

図11Aは、修正された属性スコアを生成するシステムの例示的な一実施形態を示す。システムは、画像記憶デバイス1120、被写体検出デバイス1110及び修正デバイス1140を含み、これらのデバイスはネットワーク1190を介して通信する。画像記憶デバイス1120は、1つ以上のCPU1121、I/Oインタフェース1122、記憶装置/メモリ1123及び画像記憶装置1124を含む。被写体検出デバイス1110は、1つ以上のCPU1111、I/Oインタフェース1112、記憶装置/メモリ1113、被写体検出モジュール1114、特徴抽出モジュール1115及び属性スコア生成モジュール1116を含む。修正デバイス1140は、1つ以上のCPU1141、I/Oインタフェース1142、記憶装置/メモリ1143、被写体比較モジュール1144、属性修正モジュール1145及び比較修正モジュール1146を含む。

20

【0076】

図11Bは、修正された属性スコアを生成するシステムの例示的な一実施形態を示す。システムは修正デバイス1150を含む。修正デバイス1150は、1つ以上のCPU1151、I/Oインタフェース1152、記憶装置/メモリ1153、画像記憶モジュール1154、被写体検出モジュール1155、特徴抽出モジュール1156、属性スコア生成モジュール1157、比較モジュール1158及び属性修正モジュール1159を含む。比較モジュール1158は、実行された場合、1つ以上の演算デバイスに被写体の画像及びいくつかの実施形態においては属性スコアに基づいて被写体類似性尺度を生成させ且つ以前の被写体類似性尺度、属性相関及び修正された属性スコアのうち1つ以上に基づいて修正された被写体類似性尺度を生成させるコンピュータ可読命令を含む。いくつかの実施形態において、比較モジュール1158は、図1の被写体比較モジュール115、図5の被写体比較モジュール515、図5の比較修正モジュール525、図6の比較修正モジュール625、図8の被写体比較モジュール815及び図8の比較修正モジュール825のうち1つ以上のモジュールの機能を実現する。従って、修正デバイス1150の例示的な本実施形態の場合、単一のデバイスで上記のすべての動作を実行し且つ適用可能なすべての情報を記憶する。更に、修正デバイスのいくつかの実施形態は、検証モジュールを含む。

30

【0077】

図14は、画像属性を修正するシステムにおける動作の流れの例示的な一実施形態を示す。システムは、複数の被写体画像群1471、例えば被写体画像1~4を含む第1の被写体画像群1471Aと、被写体画像A~Dを含む第2の被写体画像群1471とに対して動作する。いくつかの実施形態において、被写体画像群1471は、複数の画像から取り出されたトラック、例えばビデオである。トラック中の被写体画像は、カメラの視野全体にわたる被写体(例えば、人間、自動車)の動きを示す。群属性スコア自体は、被写体画像群の中の個別の被写体画像のフレームごとの被写体画像属性スコアから推定可能である。

40

【0078】

これらの被写体画像群1471(例えば、トラック)の個別の被写体画像中の被写体は

50

同一の被写体であると想定できるので、連続する被写体画像中の被写体は同一の被写体であるという仮定に基づいて、1つの被写体画像群に含まれる個別の被写体画像の被写体類似性尺度1472を生成できる。例えば、第1の被写体画像群1471A中の個別の被写体画像に対して、被写体類似性尺度1472Aが生成され、図示される実施形態の被写体類似性尺度1472Aは、被写体類似性グラフを含む。被写体画像群1471A中の連続する被写体画像は、同一の被写体を示すと想定され、従って、被写体類似性グラフにおけるエッジ値は、隣接する被写体画像間で強い類似性を示す。これにより、システムは、個別の被写体画像の属性スコア推定値に影響を及ぼす可能性がある被写体のビューの変化（例えば、被写体が回転する、通り過ぎる、表情を変える）を考慮に入れることができる。

【0079】

10

被写体画像群1471中の個別の被写体画像ごとに属性スコアがそれぞれ生成される。次に、例えば図1及び図4～図9に示されるシステム及び動作を使用して、被写体画像群1471中の個別の被写体画像ごとに、修正された属性スコア1473が生成される。従って、第2の被写体画像群1471B中の個別の被写体画像の修正された属性スコア1473Bは、画像Aの修正された属性スコア1473、画像Bの修正された属性スコア1473、画像Cの修正された属性スコア1473及び画像Dの修正された属性スコア1473を含む。

【0080】

群属性スコア生成モジュール1435は、修正された属性スコア1473を取得し、修正された属性スコア1473に基づいて群属性スコア1475を生成する。群属性スコア1475は、1つの被写体画像群1471中の個別の被写体画像の属性スコアを1つのまとめりとして示す。従って、第1の被写体画像群1471A中の被写体画像の群属性スコア1475は、第1の被写体画像群1471Aの属性スコアを1つのまとめりとして含むが、第1の被写体画像群1471A中の個別の被写体画像ごとの属性スコアを含むのではない。群属性スコア1475は、例えば、1つの被写体画像群1471中の個別の被写体画像の修正された属性スコア1473の加重平均又は中央値を発見すること、その群の中で最も信頼性の高い推定値を使用すること及び属性統計モデルに基づいて属性の最大尤度又は最大事後評価を使用することにより生成されてもよい。例えば、第1の被写体画像群1471の属性「金髪」の群属性スコア1475は、画像1～4の「金髪」属性スコアを平均することにより生成されてもよい。従って、群属性スコア1475は、ある被写体画像群1471が1つの被写体画像であるかのようにして計算された、その被写体画像群1471の属性スコアを表すと考えてもよい。例えば、被写体画像群1471中の個別の被写体画像の属性スコアベクトルに基づいて、その被写体画像群1471の単一の属性スコアベクトルが生成されてもよい。

20

30

【0081】

更に、システムは、被写体画像群ごとに群特徴1474をそれぞれ生成する。群特徴1474は低レベル特徴であってもよく、対応する被写体画像群1474中の個別の被写体画像の低レベル特徴の重心を発見すること、低レベル特徴の1つ以上の重心に最も近接する低レベル特徴を選択すること、低レベル多重画像特徴（例えば、人間の歩容記述子）を使用すること、トラック中の被写体画像の個別の低レベル特徴から作成されたフィッシャーベクトルを使用することなどの方法により生成されてもよい。従って、群特徴1474は、1つの被写体画像群1471が1つの被写体画像であるかのようにして計算された、その被写体画像群1471の被写体特徴を表すと考えてもよい。また、被写体比較モジュール1415は、群特徴1474及びいくつかの実施形態においては群属性スコア1475に基づいて群類似性尺度1415を生成する。例えば、群属性尺度1415は、少なくとも一部でトラッカー信頼性、画質及び視覚的類似性のうち1つ以上に基づいて生成されてもよい。

40

【0082】

更に、属性修正モジュール1420は、被写体画像群1471の修正された群属性スコア1497を生成し、比較修正モジュール1425は、被写体画像群1471の修正され

50

た群類似性尺度1498を生成する。従って、図14のシステムは、各被写体画像群が1つの被写体画像であるかのようにして計算された複数の被写体画像群（例えば、ビデオ、連続写真）の群属性スコア及び群類似性尺度を修正することができる。例えば、群属性スコア1475は、図1の属性スコア193、図5の属性スコア593及び図8の属性スコア893として使用可能である。更に、群特徴1474は、例えば図1の被写体特徴194、図5の被写体特徴594及び図8の被写体特徴894として使用可能である。

【0083】

図15は、属性スコアを修正する動作の流れの例示的な一実施形態を示す。ブロック1500において、被写体画像群中の個別の被写体画像及び属性分類器に基づいて、個別の被写体画像の属性スコアがそれぞれ生成される。次に、ブロック1510において、被写体画像群中の個別の被写体画像の被写体特徴に基づいて、個別の被写体画像の被写体類似性尺度が生成される。流れは次にブロック1520へ進み、被写体画像群中の個別の被写体画像の属性スコア、個別の被写体画像の被写体類似性尺度及び属性相関に基づいて、個別の被写体画像の修正された属性スコアが生成される。

【0084】

続いて、ブロック1530において、被写体画像群中の個別の被写体画像の修正された属性スコアに基づいて、被写体画像群の群属性スコアが生成される。更に、ブロック1540において、被写体画像群中の個別の被写体画像の被写体特徴に基づいて、被写体画像群の群特徴が生成される。次に、ブロック1550において、被写体画像群の群特徴に基づいて、被写体画像群の群類似性尺度が生成される。流れは次にブロック1560へ進み、被写体画像群の各群属性スコア、被写体画像群の群類似性尺度及び属性相関に基づいて、被写体画像群の修正された群属性スコアがそれぞれ生成される。更に、本明細書において説明された他の実施形態（例えば、図5図7及び図8の実施形態）と同様に、図15の動作流れのいくつかの実施形態は、被写体画像群の修正された群類似性尺度を更に生成し、被写体画像群に対して修正された群属性スコア及び修正された群類似性尺度を繰り返し生成する。

【0085】

以上説明した装置、システム及び方法は、以上説明した動作を実現するためのコンピュータ実行可能命令を含む1つ以上のコンピュータ可読媒体をそのコンピュータ実行可能命令を読み取り且つ実行するように構成された1つ以上の演算デバイスに提供することにより実現可能である。従って、システム又は装置は、そのコンピュータ実行可能命令を実行する場合、以上説明した実施形態の動作を実行する。また、1つ以上のシステム又はデバイスにおけるオペレーティングシステムは、以上説明した実施形態の動作のうち少なくとも一部の動作を実現してもよい。従って、コンピュータ実行可能命令又はコンピュータ実行可能命令を含む1つ以上のコンピュータ可読媒体は、1つの実施形態を構成する。

【0086】

適用可能なコンピュータ可読媒体（例えば、磁気ディスク（フロッピーディスク、ハードディスクを含む）、光ディスク（CD、DVD、Blu-rayディスクを含む）、光磁気ディスク、磁気テープ及び半導体メモリ（フラッシュメモリ、DRAM、SRAM、ソリッドステートドライブ、EPROM、EEPROMを含む））は、いずれもコンピュータ実行可能命令を記憶するコンピュータ可読媒体として使用可能である。コンピュータ実行可能命令は、デバイスに差し込まれる機能拡張ボード又はデバイスに接続される機能拡張ボードで提供されるコンピュータ可読記憶媒体に記憶されてもよく、且つ機能拡張ボード又はユニットで提供されるCPUは、以上説明した実施形態の動作の少なくとも一部を実現してもよい。

【0087】

特許請求の範囲の範囲は、以上説明した実施形態に限定されず、種々の変形及び同等の構成を含む。また、本明細書において使用される場合の接続詞「又は」は、一般に包括的な意味の「又は」を表すが、「又は」は排他的な意味の「又は」を表してもよく、明示される場合又は文脈上そう解釈される場合、「又は」は排他的な意味の「又は」でなければ

10

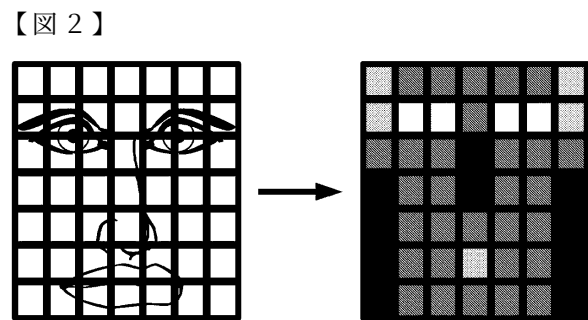
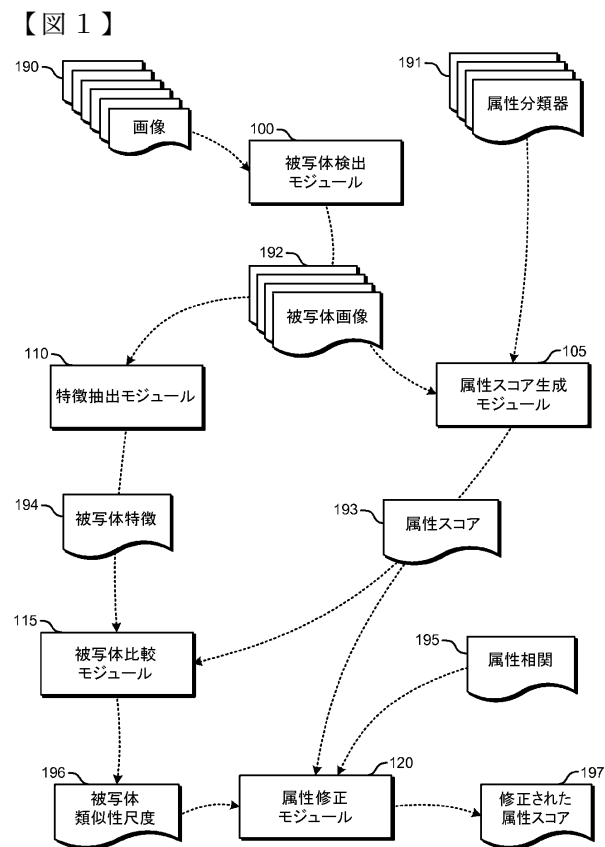
20

30

40

50

ならない。



【図 3】

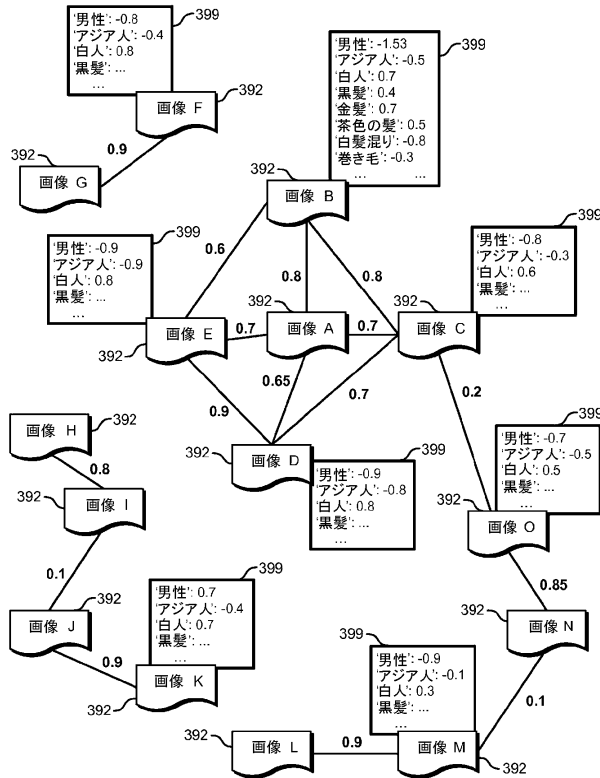


FIG. 3

【図 4】

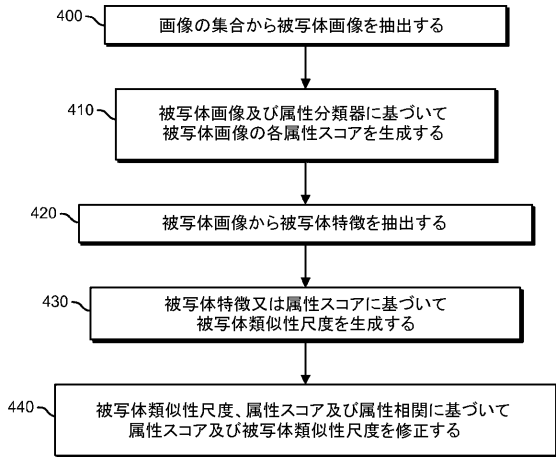


FIG. 4

【図 5】

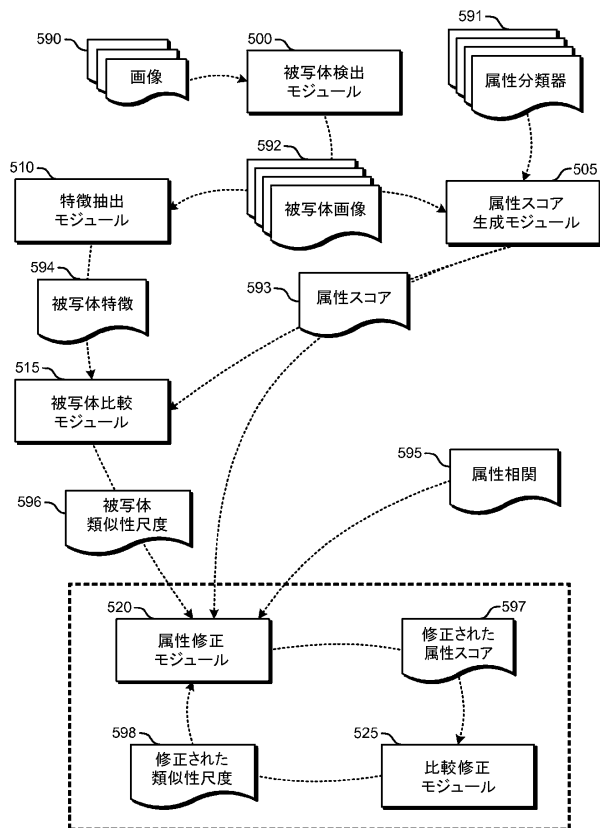


FIG. 5

【図 6】

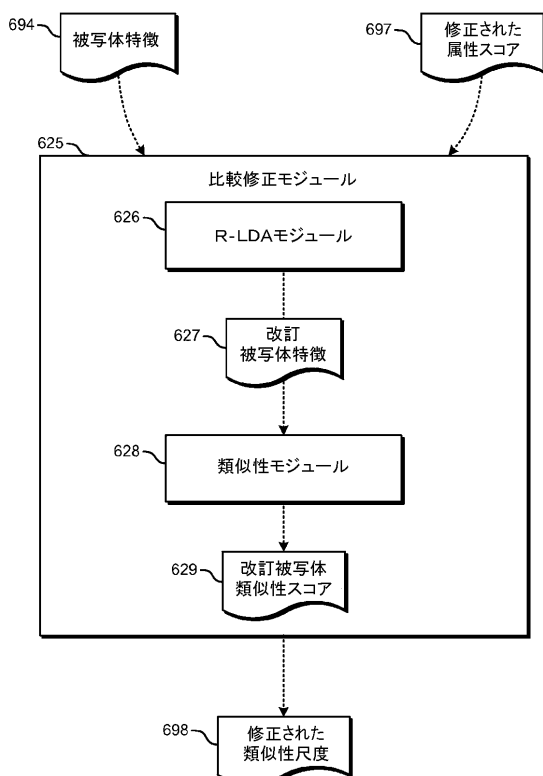


FIG. 6

【図 7】

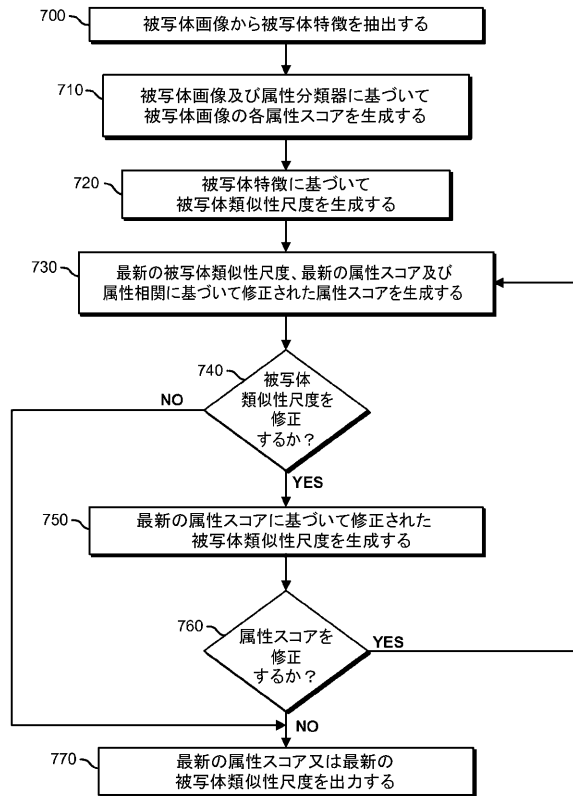


FIG. 7

【図 8】

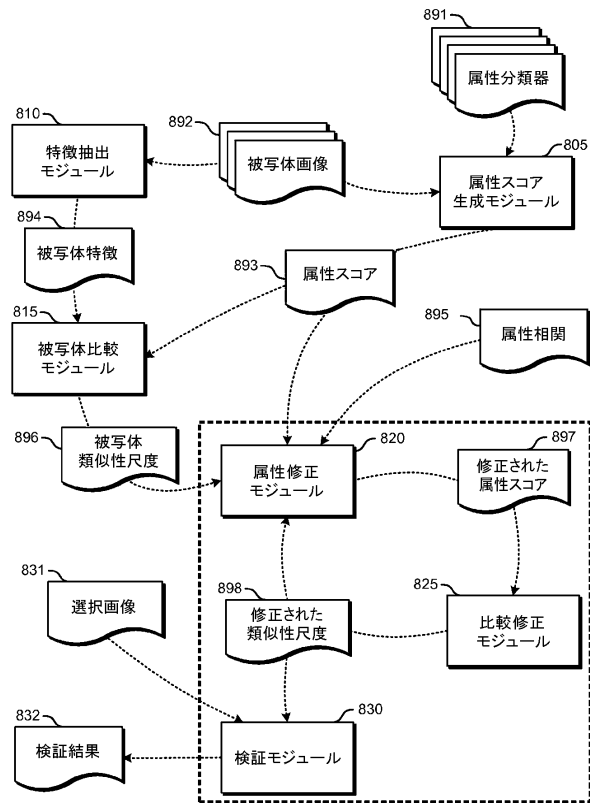


FIG. 8

【図 9】

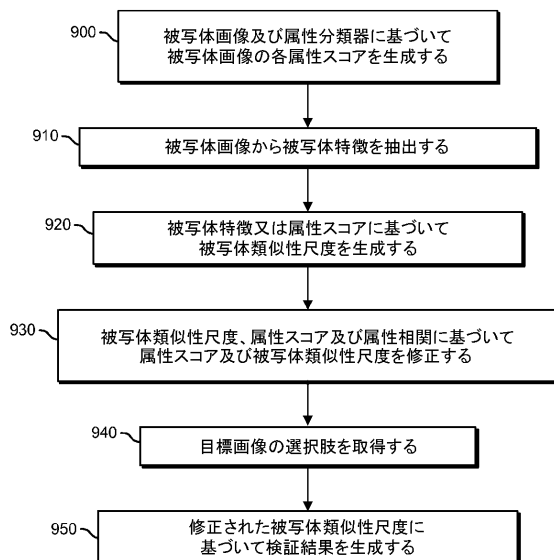


FIG. 9

【図 10】

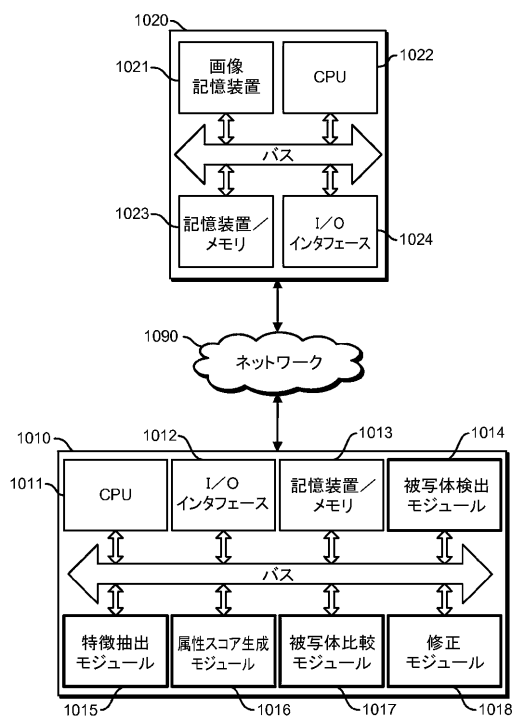


FIG. 10

【図 1 1 A】

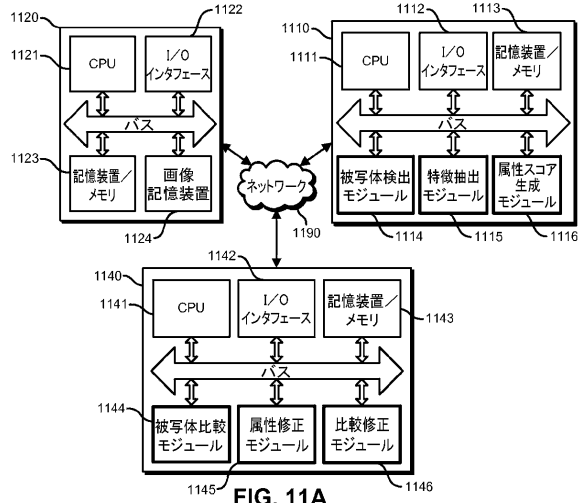


FIG. 11A

【図 1 1 B】

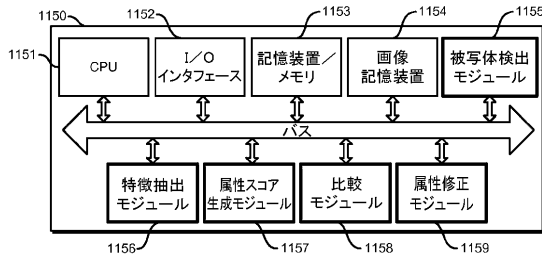


FIG. 11B

【図 1 2】

人間の属性の例	
女性	小児
男性	中年
薄茶色の髪	高齢者
濃い茶色の髪	帽子
金髪	コート
黒髪	ネクタイ
赤髪	スカート
茶色の瞳	正装
青色の瞳	制服
緑色の瞳	ビジネス服
眼鏡	カジュアルビジネス服
刺青	カジュアルウェア
傷跡	時計
ごく色白	イヤリング
色白	ネックレス
標準的な肌色	高身長
オリーブ色	中背
小麦色	低身長
褐色	上着の色
黒褐色	ボトムの色

車両の属性の例	
2ドア	トラクター
4ドア	2軸
ハッチバック	3軸
マイクロカー	4軸
コンパクトカー	5軸以上
中型車	乗車中
大型車	上部の色
小型トラック	下部の色
スポーツカー	トレーラー1台
ステーションワゴン	トレーラー2台
バン	トレーラー3台以上
SUV	貨物トラック
オートバイ	タイヤ
バス	メタルトラック

FIG. 12

【図 1 3】

手荷物の属性の例	
帽子入れ	横置き構造、ハードシェル
メッセンジャーバッグ/ボックス/パッケージ	縦置き構造、柔らかな材質
アート・ポートフォリオ	横置き構造、ソフトシェル
チューブ	縦置き構造、硬い材質
化粧ケース	ブリーフケース
犬/ペット用キャリーケース	ファスナー付き
アイスボックス	ファスナーなし
工具箱/釣り道具箱	書類入れ
ゴルフバッグ	ダッフルバッグ
チャイルドシート	ランドリーバッグ
ベビーカー	段ボール箱
荷物運搬用台車	プラスチック容器
ラップトップ収納バッグ	バックパック/リュックサック
車輪付き	車輪なし
伸縮ハンドル付き	伸縮ハンドルなし

FIG. 13

【図 1 4】

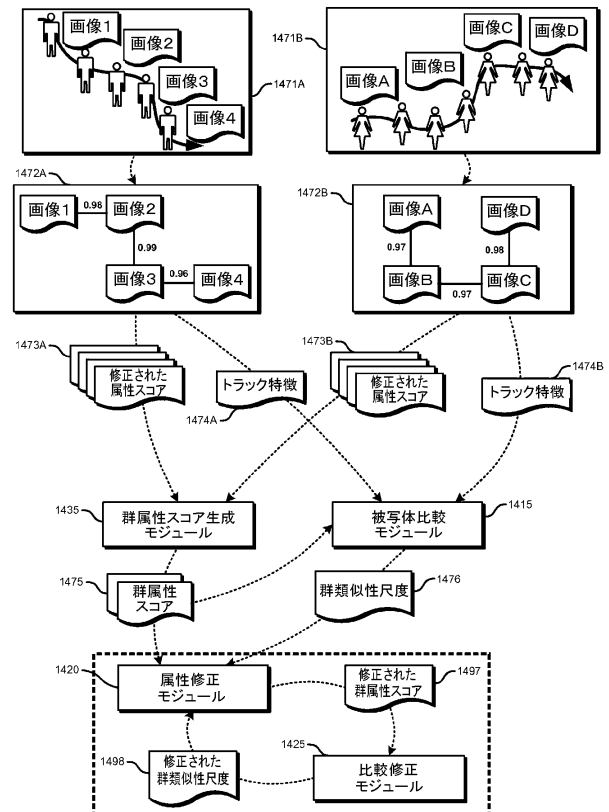


FIG. 14

【図 15】

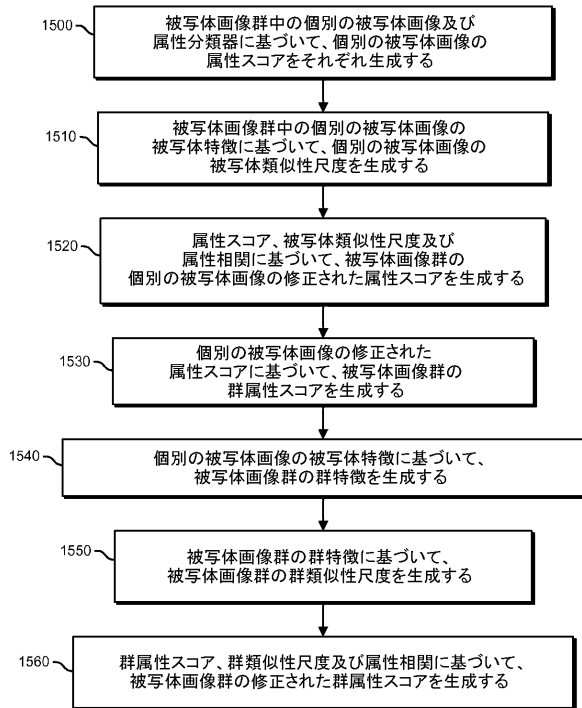


FIG. 15

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 14/077,079

(32)優先日 平成25年11月11日(2013.11.11)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 シャン, リーヤン

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 11042, レイク サクセス, ワン キヤノン プラザ
, キヤノン ユーエスエー, インコーポレイテッド内

(72)発明者 ルー, ジュウエイ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 11042, レイク サクセス, ワン キヤノン プラザ
, キヤノン ユーエスエー, インコーポレイテッド内

(72)発明者 デニー, ブラッドリー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 11042, レイク サクセス, ワン キヤノン プラザ
, キヤノン ユーエスエー, インコーポレイテッド内

(72)発明者 ダスバーガー, ダリューズ

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 11042, レイク サクセス, ワン キヤノン プラザ
, キヤノン ユーエスエー, インコーポレイテッド内

審査官 佐藤 実

(56)参考文献 特開平09-101970 (JP, A)

特開2011-233023 (JP, A)

米国特許第7961986 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 7/00 - 7/60

G06F 17/30