

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2021-520007
(P2021-520007A)

(43) 公表日 令和3年8月12日(2021.8.12)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/00 610C 5L096

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2021-501138 (P2021-501138)
(86) (22) 出願日 平成31年3月24日 (2019. 3. 24)
(85) 翻訳文提出日 令和2年11月25日 (2020. 11. 25)
(86) 国際出願番号 PCT/IL2019/050327
(87) 国際公開番号 WO2019/186531
(87) 国際公開日 令和1年10月3日 (2019. 10. 3)
(31) 優先権主張番号 15/940, 172
(32) 優先日 平成30年3月29日 (2018. 3. 29)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(71) 出願人 520375077
ユーヴアイ リミテッド
U V e y e L t d .
イスラエル国 6706712 テルアヴ
イヴ, アミナダフ ストリート 21
(74) 代理人 110001302
特許業務法人北青山インターナショナル
(72) 発明者
ヘバー, アミー
イスラエル国 6937915 テルアヴ
イヴ, グリーンバード ストリート 9
(72) 発明者
ヘバー, オハド
イスラエル国 7178061 モディイ
ン, シブテイーイスラエル ストリート
17

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両画像の比較方法とそのシステム

(57) 【要約】

車両画像比較のシステムおよび方法が提供され、その方法は、車両の少なくとも一部をキャプチャする入力画像を取得するステップと；入力画像を、1つまたは複数の機械的構成要素に対応する1つまたは複数の入力セグメントにセグメント化するステップと；参照画像のセットを検索し、それによって、各入力セグメントに対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得するステップと；1以上の入力セグメントに対応する1以上の差分マップを生成し、各入力セグメントについて、比較モデルを使用して入力セグメントをその対応する各参照セグメントと比較し、それぞれが所与の入力セグメントと対応する参照セグメントの間にDOIが存在する確率を示す差分マップ候補のセットを生じさせるステップと；差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供するステップとを含む。

【選択図】 図 1

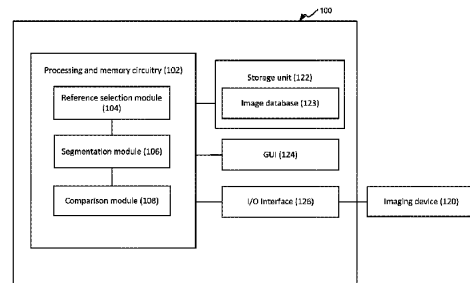


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両画像比較のコンピュータ化された方法であって：

車両の少なくとも一部をキャプチャする撮像装置によって取得された入力画像を取得するステップと；

セグメンテーションモデルを使用して、前記車両の少なくとも一部に含まれる 1 つまたは複数の機械的構成要素に対応する 1 つまたは複数の入力セグメントに入力画像をセグメント化するステップと；

参照画像のセットを検索するステップであって、このセット内の各参照画像は、1 つまたは複数の入力セグメントのうちの 1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の参照セグメントを含んでおり、それによって、前記 1 以上の入力セグメントの各入力セグメントについて対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得する、ステップと；

前記 1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の差分マップを生成するステップであって、所与の入力セグメントごとに：

比較モデルを使用して、前記所与の入力セグメントを、その参照セグメントのそれぞれのセット内の対応する各参照セグメントと比較し、前記所与の入力セグメントと前記対応する参照セグメントとの間の関心の差 (difference of interest : DOI) の存在の確率をそれぞれ示す差分マップ候補のセットを生成し、ここで前記 DOI は車両の物理的变化を表し、

前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、前記所定の入力セグメントに対応する差分マップを提供し、当該差分マップは、前記所定の入力セグメントにおける DOI の存在の確率を示す、ステップとを含む方法。

【請求項 2】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、さらに、前記 1 以上の差分マップを、前記入力画像に DOI が存在する確率を示す複合差分マップに組み合わせるステップを含む方法。

【請求項 3】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、前記入力画像は、第 1 の撮像条件で前記撮像装置によって取得され、前記参照画像のセット内の 1 以上の参照画像は、前記第 1 の撮像条件とは異なる第 2 の撮像条件で取得され、それによって前記第 1 および第 2 の撮像条件の違いに起因する前記入力画像と前記 1 以上の参照画像との間の誤警報 (false alarm : FA) 差が生じる、方法。

【請求項 4】

請求項 3 のコンピュータ化された方法において、前記第 1 および第 2 の撮像条件は、前記車両と撮像装置との間の相対位置、照明条件、および前記車両の速度のうちの 1 つまたは複数を含む、方法。

【請求項 5】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、前記参照画像のセットは、前記入力画像内の車両を一意に識別するインスタンス記述子を使用して検索される、方法。

【請求項 6】

請求項 5 のコンピュータ化された方法において、前記参照画像のセットは、前記車両と同じインスタンスをキャプチャした画像の第 1 のセットと、前記車両に類似のインスタンスをキャプチャした画像の第 2 のセットとを含むグループから選択される、方法。

【請求項 7】

請求項 6 のコンピュータ化された方法において、前記画像の第 2 のセットは、エンコーディングモデルを使用して前記入力画像と候補の参照画像のそれぞれのベクトル表現を取得するステップと、前記入力画像と候補の参照画像のそれぞれのベクトル表現の間の類似性メトリックを使用して前記第 2 の画像セットを選択するステップとによって選択される、方法。

【請求項 8】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、前記セグメンテーションモデルは、そこに含まれる機械的構成要素に従って事前にセグメント化された車両画像のセットを含むトレーニングデータセットを使用してトレーニングされたセグメンテーション深層学習モデルである、方法。

【請求項 9】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、前記比較モデルは、DOI を識別し、各画像ペア間の差分マップ内の FA の差を除外できるように、それぞれがターゲット画像と参照画像を含む画像ペアのセットを含むトレーニングデータセットを使用してトレーニングされた比較深層学習モデルである、方法。

【請求項 10】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、前記所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントの間に DOI が存在するセグメントごとの確率を示し、前記提供は、前記セット内の各差分マップ候補の確率ランクに従って、前記差分マップ候補のセットから差分マップを選択することを含む、方法。

【請求項 11】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、前記所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントの間に DOI が存在するピクセルごとの確率を示し、前記提供は、前記セット内の各差分マップ候補の対応するピクセル値に基づいて各ピクセル値が決定される差分マップを生成することを含む、方法。

【請求項 12】

請求項 11 のコンピュータ化された方法において、前記差分マップのピクセルの少なくとも一部は、異なる参照画像との比較から生じる、方法。

【請求項 13】

請求項 1 のコンピュータ化された方法において、前記セット内の各参照画像は、1 つまたは複数の参照セグメントを含み、前記方法がさらに、各参照画像について、前記入力セグメントと参照セグメントとの間のマッチングを実行して、1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の参照セグメントを識別するステップを含む、方法。

【請求項 14】

請求項 13 のコンピュータ化された方法において、さらに、前記マッチングで DOI が存在すると識別された 1 つまたは複数の非マッチング入力セグメントをマーキングするステップを含む、方法。

【請求項 15】

車両画像比較のコンピュータ化されたシステムであって、当該システムは、I/O インターフェースに機能的に接続されたプロセッサおよびメモリ回路 (PMC) を具え、

前記 I/O インターフェースは、車両の少なくとも一部をキャプチャする撮像装置によって取得された入力画像を取得するように構成され、

前記 PMC は：

セグメンテーションモデルを用いて、前記入力画像を、車両の少なくとも一部に含まれる 1 つまたは複数の機械的構成要素に対応する 1 つまたは複数の入力セグメントにセグメント化し；

参照画像のセットを検索し、ここで当該セット内の各参照画像は 1 つまたは複数の入力セグメントのうち 1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の参照セグメントを含み、それによって前記 1 以上の入力セグメントのうち各入力セグメントについて対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得し；

前記 1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の差分マップを生成し、所与の入力セグメントごとに：

比較モデルを使用して、前記所与の入力セグメントを、その参照セグメントのそれぞれのセット内の対応する各参照セグメントと比較し、前記所与の入力セグメントおよび

10

20

30

40

50

対応する参照セグメントとの間の関心の差 (DOI) の存在の確率をそれぞれ示す差分マップ候補のセットを生成し、ここで前記DOIは車両の物理的变化を表し；

前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、前記所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供し、ここで前記差分マップは、前記所与の入力セグメントにおけるDOIの存在の確率を示す、ように構成されているコンピュータ化されたシステム。

【請求項16】

請求項15のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記PMCがさらに、前記1以上の差分マップを、前記入力画像にDOIが存在する確率を示す複合差分マップに組み合わせるように構成されているシステム。

10

【請求項17】

請求項15のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記入力画像は、第1の撮像条件で前記撮像装置によって取得され、前記参照画像のセット内の1以上の参照画像は、前記第1の撮像条件とは異なる第2の撮像条件で取得され、それによって前記第1および第2の撮像条件の違いに起因する前記入力画像と前記1以上の参照画像との間の誤警報 (false alarm: FA) の差が生じる、システム。

【請求項18】

請求項17のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記第1および第2の撮像条件は、前記車両と撮像装置との間の相対位置、照明条件、および前記車両の速度のうちの一つまたは複数を含む、システム。

20

【請求項19】

請求項15のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記PMCはさらに、前記参照画像のセットを、前記入力画像内の車両を一意に識別するインスタンス記述子を使用して検索するように構成されている、システム。

【請求項20】

請求項19のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記参照画像のセットは、前記車両と同じインスタンスをキャプチャした画像の第1のセットと、前記車両に類似のインスタンスをキャプチャした画像の第2のセットとを含むグループから選択される、システム。

【請求項21】

請求項20のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記参照画像のセットは前記画像の第2のセットとして選択され、前記画像の第2のセットは、エンコーディングモデルを使用して前記入力画像と候補の参照画像のそれぞれのベクトル表現を取得することと、前記入力画像と候補の参照画像のそれぞれのベクトル表現の間の類似性メトリックを使用して前記第2の画像セットを選択することによって選択される、システム。

30

【請求項22】

請求項15のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記セグメンテーションモデルは、そこに含まれる機械的構成要素に従って事前にセグメント化された車両画像のセットを含むトレーニングデータセットを使用してトレーニングされたセグメンテーション深層学習モデルである、システム。

40

【請求項23】

請求項15のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記比較モデルは、DOIを識別し、各画像ペア間の差分マップ内のFAの差を除外できるように、それぞれがターゲット画像と参照画像を含む画像ペアのセットを含むトレーニングデータセットを使用してトレーニングされた比較深層学習モデルである、システム。

【請求項24】

請求項15のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、前記所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントの間にDOIが存在するセグメントごとの確率を示し、前記提供は、前記セット内の各差分マップ候補の確率ランクに従って、前記差分マップ候補のセットから差分マップを選択するこ

50

とを含む、システム。

【請求項 25】

請求項 15 のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、前記所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントの間に D O I が存在するピクセルごとの確率を示し、前記提供は、前記セット内の各差分マップ候補の対応するピクセル値に基づいて各ピクセル値が決定される差分マップを生成することを含む、システム。

【請求項 26】

請求項 25 のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記差分マップのピクセルの少なくとも一部は、異なる参照画像との比較から生じる、システム。

10

【請求項 27】

請求項 15 のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記セット内の各参照画像は、1 つまたは複数の参照セグメントを含み、前記 P M C がさらに、各参照画像について、前記入力セグメントと参照セグメントとの間のマッチングを実行して、1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の参照セグメントを識別するように構成されている、システム。

【請求項 28】

請求項 27 のコンピュータ化されたシステムにおいて、前記 P M C がさらに、前記マッチングで D O I が存在すると識別された 1 つまたは複数の非マッチング入力セグメントをマーキングするように構成されている、システム。

【請求項 29】

コンピュータによって実行されると前記コンピュータに車両画像比較の方法を実行させる命令を含む非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、前記方法が：

20

車両の少なくとも一部をキャプチャする撮像装置によって取得された入力画像を取得するステップと、

セグメンテーションモデルを使用して、前記入力画像を、前記車両の少なくとも一部に含まれる 1 つまたは複数の機械的構成要素に対応する 1 つまたは複数の入力セグメントにセグメント化するステップと、

参照画像のセットを検索するステップであって、前記セット内の各参照画像は、前記 1 つまたは複数の入力セグメントのうちの 1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の参照セグメントを含み、それによって、前記 1 以上の入力セグメントのうちの各入力セグメントの対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得するステップと、

30

前記 1 以上の入力セグメントに対応する 1 以上の差分マップを生成するステップであって、所与の入力セグメントごとに、

比較モデルを使用して、前記所与の入力セグメントを、その参照セグメントのそれぞれのセット内の対応する各参照セグメントと比較し、前記所与の入力セグメントと対応する参照セグメントとの間の関心の差 (D O I) の存在の確率をそれぞれ示す差分マップ候補のセットを生成し、前記 D O I は車両の物理的变化を表す、ステップと、

前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、前記所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供するステップとを含み、前記差分マップは、前記所与の入力セグメントにおける D O I の存在の確率を示す、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0 0 1] ここに開示する主題は、一般に、車両画像分析の分野に関し、より具体的には、車両画像の比較方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

[0 0 2] 自動車の検査は、通常、技術者がマニュアルで行っている。このマニュアル検

50

査プロセスを支援し、検査の視覚エビデンスを提供する目的で、車両の画像がキャプチャされることがある。このプロセスは通常、面倒で時間がかかる。

【 0 0 0 3 】

[0 0 3] 場合によっては、車両の画像がキャプチャされ、検査目的で分析される。参照画像に対して画像を分析するときに一般に画像の見当合わせが用いられる。この態様での公知の方法は、一般に非効率的でエラーが発生し易く、計算コストがかかる。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 4 】

[0 0 4] ここに開示する主題の特定の態様によれば、車両画像比較のコンピュータ化された方法が提供され、当該方法は：車両の少なくとも一部をキャプチャする撮像装置によって取得された入力画像を取得するステップと；セグメンテーションモデルを使用して、前記車両の少なくとも一部に含まれる1つまたは複数の機械的構成要素に対応する1つまたは複数の入力セグメントに入力画像をセグメント化するステップと；参照画像のセットを検索するステップであって、このセット内の各参照画像は、1つまたは複数の入力セグメントのうち1以上の入力セグメントに対応する1以上の参照セグメントを含んでおり、それによって、前記1以上の入力セグメントの各入力セグメントについて対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得する、ステップと；前記1以上の入力セグメントに対応する1以上の差分マップを生成するステップであって、所与の入力セグメントごとに、比較モデルを使用して、前記所与の入力セグメントを、その参照セグメントのそれぞれのセット内の対応する各参照セグメントと比較し、前記所与の入力セグメントと前記対応する参照セグメントとの間の関心の差(DOI)の存在の確率をそれぞれ示す差分マップ候補のセットを生成し、ここで前記DOIは車両の物理的变化を表し、そして、差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、前記所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供し、前記差分マップは、前記所与の入力セグメントにおけるDOIの存在の確率を示す、ステップとを含む。

10

20

【 0 0 0 5 】

[0 0 5] 上記の特徴に加えて、ここに開示する主題のこの態様による方法は、技術的に可能な任意の所望の組み合わせまたは順序で、以下に列挙する特徴(i)~(xiiii)のうち1つまたは複数を含むことができる：

(i) この方法はさらに、前記入力画像にDOIが存在する確率を示す複合差分マップに1以上の差分マップを組み合わせるステップを含むことができる。

30

(ii) 前記入力画像は、第1の撮像条件で前記撮像装置によって取得することができ、前記参照画像のセット内の1以上の参照画像は、前記第1の撮像条件とは異なる第2の撮像条件で取得することができ、それによって前記第1および第2の撮像条件の違いに起因する前記入力画像と前記1以上の参照画像との間の誤警報(FA)差が生じる。

(iii) 前記第1および第2の撮像条件は、前記車両と撮像装置との間の相対位置、照明条件、および前記車両の速度のうち1つまたは複数を含むことができる。

(iv) 前記参照画像のセットは、前記入力画像内の車両を一意に識別するインスタンス記述子を使用して検索することができる。

(v) 前記参照画像のセットは、前記車両と同じインスタンスをキャプチャした画像の第1のセット、および前記車両に類似のインスタンスをキャプチャした画像の第2のセットを含むグループから選択することができる。

40

(vi) 前記画像の第2のセットは、エンコーディングモデルを使用して前記入力画像と候補の参照画像のそれぞれのベクトル表現を取得するステップと、前記入力画像と候補の参照画像のそれぞれのベクトル表現との間の類似性メトリックを使用して前記第2の画像セットを選択するステップとによって選択することができる。

(vii) 前記セグメンテーションモデルは、そこに含まれる機械的構成要素に従って事前にセグメント化された車両画像のセットを含むトレーニングデータセットを使用してトレーニングされたセグメンテーション深層学習モデルであり得る。

(viii) 前記比較モデルは、DOIを識別し、各画像ペア間の差分マップ内のFA差

50

を除外できるように、それぞれがターゲット画像と参照画像を含む画像ペアのセットを含むトレーニングデータセットを使用してトレーニングされた比較深層学習モデルであり得る。

(ix) 前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントの間にDOIが存在するセグメントごとの確率を示すことができる。この提供は、前記セット内の各差分マップ候補の確率ランクに従って、前記差分マップ候補のセットから差分マップを選択することを含むことができる。

(x) 前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、前記所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントの間にDOIが存在するピクセルごとの確率を示すことができる。この提供は、前記セット内の各差分マップ候補の対応するピクセル値に基づいて各ピクセル値が決定される差分マップを生成することを含むことができる。

(xi) 前記差分マップのピクセルの少なくとも一部は、異なる参照画像との比較から生じ得る。

(xii) 前記セット内の各参照画像は、1つまたは複数の参照セグメントを含むことができ、前記方法がさらに、各参照画像について、前記入力セグメントと参照セグメントとの間のマッチングを実行して、1以上の入力セグメントに対応する1以上の参照セグメントを識別することを含むことができる。

(xiii) 前記方法はさらに、前記マッチングでDOIが存在すると識別された1つまたは複数の不一致入力セグメントをマークすることを含むことができる。

【0006】

[006]ここに開示する主題の他の態様によれば、車両画像比較のコンピュータ化されたシステムが提供され、このシステムは、I/Oインターフェースに機能的に接続されたプロセッサおよびメモリ回路(PMC)を具え、ここで前記I/Oインターフェースは、車両の少なくとも一部をキャプチャする撮像装置によって取得された入力画像を取得するように構成され、前記PMCは、セグメンテーションモデルを用いて、前記入力画像を、車両の少なくとも一部に含まれる1つまたは複数の機械的構成要素に対応する1つまたは複数の入力セグメントにセグメント化し；参照画像のセットを検索し、ここで当該セット内の各参照画像は1つまたは複数の入力セグメントのうちの1以上の入力セグメントに対応する1以上の参照セグメントを含み、それによって前記1以上の入力セグメントのうちの各入力セグメントについて対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得し；そして、前記1以上の入力セグメントに対応する1以上の差分マップを生成し；当該差分マップは：所与の入力セグメントごとに、比較モデルを使用して、前記所与の入力セグメントを、その参照セグメントのそれぞれのセット内の対応する各参照セグメントと比較し、前記所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントとの間の関心の差(DOI)の存在の確率をそれぞれ示す差分マップ候補のセットを生成し、ここで前記DOIは車両の物理的变化を表し；そして、前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、前記所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供し、前記差分マップは、前記所定の入力セグメントにおけるDOIの存在の確率を示す。

【0007】

[007]開示される主題のこの態様は、技術的に可能である任意の所望の組み合わせまたは順序において、必要な変更を加えて、方法に関して上記に列挙された特徴(i)から(xiii)のうちの1つ以上を含み得る。

【0008】

[008]ここに開示する主題の他の態様によれば、コンピュータに実行されると、コンピュータに車両画像比較の方法を実行させる命令のプログラムを具体的に体现する非一時的なコンピュータ可読記憶媒体が提供され、当該方法は、車両の少なくとも一部をキャプチャする撮像装置によって取得された入力画像を取得するステップと、セグメンテーションモデルを使用して、前記入力画像を、前記車両の少なくとも一部に含まれる1つまたは複数の機械的構成要素に対応する1つまたは複数の入力セグメントにセグメント化するステップと、参照画像のセットを検索するステップであって、前記セット内の各参照画像は

10

20

30

40

50

、前記1つまたは複数の入力セグメントのうち1以上の入力セグメントに対応する1以上の参照セグメントを含み、それによって、前記1以上の入力セグメントのうち各入力セグメントに対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得するステップと、前記1以上の入力セグメントに対応する1以上の差分マップを生成するステップであって、当該差分マップは、所与の入力セグメントごとに、比較モデルを使用して、前記所与の入力セグメントを、その参照セグメントのそれぞれのセット内の対応する各参照セグメントと比較し、前記所与の入力セグメントと対応する参照セグメントとの間の関心の差(DOI)の存在の確率をそれぞれ示す差分マップ候補のセットを生成し、前記DOIは車両の物理的变化を表す、ステップと、前記差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、前記所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供するステップとを含み、前記差分マップは、前記所与の入力セグメントにおけるDOIの存在の確率を示す。

10

【0009】

[009] 開示された主題のこの態様は、技術的に可能である任意の所望の組み合わせまたは順序において、必要な変更を加えて、方法に関して上記に列挙された特徴(i)から(xiii)のうち1つ以上を含み得る。

【図面の簡単な説明】

【0010】

[0010] 本発明を理解し、それが実際にどのように実行され得るかを理解するために、複数の実施形態を、非限定的な例としてのみ、添付の図面を参照して説明する。

【図1】 [0011] 図1は、ここに開示する主題の特定の実施形態による、車両画像を比較することができるコンピュータ化されたシステムのブロック図を概略的に示す。

20

【図2】 [0012] 図2は、ここに開示する主題の特定の実施形態による、車両画像比較の一般化されたフローチャートを示す。

【図3】 [0013] 図3は、ここに開示する主題の特定の実施形態による、参照選択の一般化されたフローチャートを示す。

【図4】 [0014] 図4は、ここに開示する主題の特定の実施形態による、入力画像および対応するセグメントの例を示す。

【図5】 [0015] 図5は、ここに開示する主題の特定の実施形態による、複合差分マップおよび対応する入力画像の例を示す。

【発明を実施するための形態】

30

【0016】

[0016] 以下の詳細な説明では、本発明の完全な理解を提供するために、多くの特定の詳細が示されている。しかしながら、ここに開示する主題は、これらの特定の詳細なしで実施され得ることが当業者によって理解されるであろう。他の例では、ここに開示する主題を曖昧にしないように、周知の方法、手順、構成要素、および回路は詳細に説明されていない。

【0017】

[0017] 特に明記しない限り、以下の記載から明らかなように、明細書の説明を通して、「取得する」、「比較する」、「取得する」、「キャプチャする」、「セグメント化する」、「生成する」、「使用する」、「検索する」、「提供する」、「組み合わせる」、「同定する」、「生じさせる」、「エンコードする」、「選択する」、「トレーニングする」、「除外する」、「ランク付けする」などは、データを操作および/または他のデータに変換するコンピュータの動作および/またはプロセスをいい、前記データは、物理的なもの、例えば電子的なもの、量、および/または前記物理的なものを表すデータとして表され、前記データは、前記物理的なものを表す。「コンピュータ」という用語は、非限定的な例として、本願に開示される車両画像比較システムと、その処理およびメモリ回路(PMC)とを含む、データ処理機能を備えたあらゆる種類のハードウェアベースの電子デバイスを包含すると広範に解釈されるべきである。

40

【0018】

[0018] 本明細書の教示による動作は、所望の目的のために特別に構築されたコンピ

50

ュータによって、または、非一時的コンピュータ可読記憶媒体に記憶されたコンピュータプログラムによって所望の目的のために特別に構成された汎用コンピュータによって、実行することができる。

【0014】

[0019] 本明細書で使用される「非一時的メモリ」、「非一時的記憶媒体」および「非一時的コンピュータ可読記憶媒体」という用語は、ここに開示する主題に適した揮発性または不揮発性コンピュータメモリを包含するように広範に解釈されるべきである。

【0015】

[0020] ここに開示する主題の実施形態は、特定のプログラミング言語を参照して説明されていない。本明細書に記載されるように、ここに開示する主題の教示を実施するために、様々なプログラミング言語を使用できることが理解されよう。

10

【0016】

[0021] 本明細書で使用される場合、「例えば」、「～といった」、「など」という句およびその変形は、ここに開示する主題の非限定的な実施形態を説明するものである。本明細書における「ある場合」、「いくつかの場合」、「他の場合」またはそれらの変形への言及は、実施形態に関連して説明される特定の特徴、構造または特徴が、ここに開示された主題1以上の実施形態に含まれることを意味する。したがって、「ある場合」、「いくつかの場合」、「他の場合」またはそれらの変形という句の出現は、必ずしも同じ実施形態を指すとは限らない。

【0017】

[0022] 特に明記しない限り、別個の実施形態の文脈で説明される、ここに開示する主題の特定の特徴もまた、単一の実施形態で組み合わせて提供され得ることが理解される。逆に、単一の実施形態の文脈で説明される、ここに開示する主題の様々な特徴は、別個に、または任意の適切なサブコンビネーションで提供することもできる。以下の詳細な説明では、方法および装置の完全な理解を提供するために、多くの特定の詳細が示されている。

20

【0018】

[0023] 本開示の主題の実施形態では、図示される1つまたは複数の工程は、異なる順序で実行することができ、および/または工程の1つ以上のグループは、同時に実行されてもよく、逆もまた同様である。

30

【0019】

[0024] これを念頭に置いて、ここに開示する主題の特定の実施形態による、車両画像を比較できるコンピュータ化されたシステムのブロック図を概略的に示す図1に注意が向けられる。

【0020】

[0025] 図1に示されるシステム100は、コンピュータベースの車両画像比較システムである。システム100は、ハードウェアベースのI/Oインターフェース120を介して、撮像装置120によって取得された入力画像(ターゲット画像とも呼ばれる)を取得するように構成することができる。入力画像は、車両の少なくとも一部をキャプチャする。本明細書で使用される用語「車両(vehicle)」とは、自動車、バス、オートバイ、トラック、列車、および飛行機などを含むがこれらに限定されないあらゆる種類の乗り物を包含するように広範に解釈されるべきであることに留意されたい。本開示は、特定の車両のタイプおよび使用法によっても、静止または動いている車両の状態によっても制限されない。

40

【0021】

[0026] 撮像装置120は、任意の種類 of 画像取得デバイス、または特定の解像度および周波数で車両画像をキャプチャするために利用可能な画像取得機能を備えた汎用デバイス、例えば、画像および/またはビデオ録画機能を備えるデジタルカメラであり得る。いくつかの実施形態では、撮像装置は、車両に対して所与の相対位置に配置された1つの画像取得デバイスを指すことができる。入力画像は、いくつかの実施形態では、所与の視

50

点から所与の画像取得デバイスによってキャプチャされた1つまたは複数の画像をいうことができる。いくつかの実施形態では、撮像装置は、様々な視点から画像をキャプチャするために車両に対して異なる相対位置に配置され得る複数の画像取得ユニットをいうことができる。そのような場合、入力画像は、図2を参照して以下でさらに詳細に説明されるように、複数の画像取得ユニットのそれぞれまたは少なくともいくつかによって取得される、1つまたは複数の画像を指すと理解されるべきである。

【0022】

[0027] 図示のように、システム100は、I/Oインターフェース126および記憶ユニット122に機能的に接続された処理およびメモリ回路(PMC)102を具え得る。PMC102は、オペレーティングシステム100に必要なすべての処理を提供するように構成されており、これが図2-3を参照してさらに詳細に説明される。PMC102は、プロセッサ(別個に図示せず)およびメモリ(別個に図示せず)を具える。PMC102のプロセッサは、PMCに含まれる非一時的コンピュータ可読メモリに実装されたコンピュータ可読命令に従って、いくつかの機能モジュールを実行するように構成することができる。このような機能モジュールは、以下、PMCに含まれるものとする。本明細書でいうプロセッサという用語は、データ処理機能を備えた任意の処理回路をカバーするように広範に解釈されるべきであり、本開示は、そのタイプまたはプラットフォーム、またはそこに含まれる処理コアの数に限定されないことに留意されたい。場合によっては、システム100は、1つまたは複数の外部データリポジトリ(別個に図示せず)に機能的に接続することができる。

10

20

【0023】

[0028] ストレージユニット122は、以前に処理された(例えば、セグメント化された)車両インスタンスの複数の以前のスキャン/画像を格納するように構成され得る画像データベース123を含むことができる。入力画像と比較する目的でPMC102によって検索することができる参照画像として、そこから特定の画像を選択することができる。任意選択で、画像データベースは、システム100の外部、例えば、外部データリポジトリの1つ、または外部システムまたはプロバイダに常駐することができ、参照画像は、I/Oインターフェース120を介して取得することができる。場合によっては、入力画像を事前に取得して、PMCによって取得することができる画像データベース123に格納することができる。

30

【0024】

[0029] 特定の実施形態では、PMC102に含まれる機能モジュールは、参照選択モジュール104、セグメンテーションモジュール106、および比較モジュール108を含み得る。PMCに含まれる機能モジュールは、相互に機能的に接続されている。参照選択モジュール104は、図3を参照して以下でさらに詳細に説明するように、画像データベースから、所与の入力画像に関して比較するために検索される参照画像のセットを選択するように構成することができる。セグメンテーションモジュール106は、セグメンテーションモデルを使用して、車両の少なくとも一部に含まれる1つまたは複数の機械的構成要素に対応する1つまたは複数の入力セグメントへと入力画像をセグメント化するように構成することができる。いくつかの実施形態では、参照画像のセットは、同様の方法で以前に(例えば、これもセグメンテーションモジュール106によって)セグメント化されている。したがって、参照画像の検索時に、それぞれの所与の参照画像は、1つまたは複数の入力セグメントのうち1以上の入力セグメントに対応する1以上の参照セグメントを含み、それにより、1以上の入力セグメントのうち各入力セグメントについての対応する参照セグメントのそれぞれのセットを取得する。

40

【0025】

[0030] 入力セグメントおよび対応する参照セグメントの入力を使用して、比較モジュール108は、1以上の入力セグメントに対応する1以上の差分マップを生成するように構成することができる。具体的には、比較モジュール108は比較モデルを使用して、所与の入力セグメントごとに、当該所与の入力セグメントを、参照セグメントのそれぞれ

50

のセット内の対応する各参照セグメントと比較し、それぞれが所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントの間に関心のある差異 (difference of interest : DOI) が存在する確率を示す差分マップ候補のセットを生成するように構成できる。DOIは、車両の物理的変化を表す。次に、比較モジュール108は、差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供することができる。提供された差分マップは、所与の入力セグメントにDOIが存在する確率を示している。セグメンテーションと比較の詳細については、図2を参照して以下でさらに詳しく説明する。

【0026】

[0031] I/Oインターフェース120は、入力として、撮像装置からの入力画像および/または画像データベース/データリポジトリからの参照画像を取得し、出力として、その中にDOIが存在する確率を示す1以上の入力セグメントに対応する1以上の差分マップを提供するように構成することができる。任意選択で、システム100は、入力および/または出力をユーザに表示するためにレンダリングするように構成されたグラフィカルユーザインターフェース (GUI) 124をさらに備えることができる。任に選択で、GUIは、オペレーティングシステム100に対してユーザ指定の入力を可能にするように構成することができる。

【0027】

[0032] システム100は、例えば、異常の検査および検出、定期的な点検および保守などのような様々な目的および用途のための車両画像の比較に使用することができる。例として、セキュリティの目的で、システム100は、違法な密輸品、潜在的な爆発物、および車両に対する目に見える機械的変更の検出に使用することができる。別の例として、一般的な自動車の目的のために、システム100は、例えば、錆、油漏れ、部品の欠落、タイヤ状態の変化、および凹みや引っかき傷などの機械的損傷の検出に使用することができる。これらの比較および検出アプリケーションは、同じ車両の以前のスキャン、または同様の車両のスキャン (図3を参照して説明) のいずれかに関して実行することができる。本開示は、システムの特定の使用法に制限されないことを理解されたい。

【0028】

[0033] 車両の入力画像を以前の参照のいずれかと比較する場合、比較結果に2種類の差異が表示され得る (例えば、差異マップで表される)。一方のタイプの差異は、損傷、異常、構成要素の不一致、色の変化など、車両自体の実際の物理的変化 (参照と比較して) を反映するDOIの差異である。他方のタイプの差異は、車両の実際の変化を示すのではなく、2つの画像 (すなわち入力画像と参照画像) が異なる撮像条件下で取得されるという事実に起因する誤警報 (false alarm : FA) の差異をいう。FAタイプの差異を生じ得る撮像条件は、車両と撮像装置との間の相対位置、照明状態、車両の速度、および撮像装置上に加わったスポット (例えば、汚れ) など、の1以上を含み得る。

【0029】

[0034] 一例として、撮像装置が車両下回りの画像を撮影する地下カメラである場合、車両が2つの異なる相対位置で (例えば、二度目と比較して一度目は車両がカメラのわずかに右側を通過している)、および/または異なる速度でカメラを通過し、取得画像が下回りを異なってキャプチャする可能性がある (例えば、画像が異なる角度/視点からとられ、および/または特定の要素/物体が一方の画像には現れるが他方には現れないことから、寸法、スケール、形状などについて同じ構成要素が2つの画像で異なって見える場合がある)。別の例として、2つの画像が撮影される照明条件が異なると、2つの画像の同じ要素の明るさが異なるため、比較結果に影響を与え得る。したがって、車両画像の比較は、上記の要因のために、他のタイプの画像比較と比べて、多くの技術的課題が課される場合がある。

【0030】

[0035] 本明細書で開示されている比較の1つの目標は、比較結果からFAの差異を除外しながら、差異のDOIタイプを識別できるようにすることである。前述のように、

10

20

30

40

50

画像の見当合わせが一般的に画像分析と比較で用いられている。しかしながら、既知の画像の見当合わせ技術はかなり面倒であり、車両画像比較の特定の場合に生じ得る上記の特定の問題を適切に解決することができない。例えば、これらの場合、同じ車両要素が2つの画像で非常に異なって見え、したがって適切に一致/見当合わせされない場合があるため、既知の画像登録手法が適切に機能しない場合がある。

【0031】

[0036] 以下に図2を参照して説明するように、セグメンテーションおよび比較ステップを実行し、任意選択で、以下の図3を参照して説明する参照選択プロセスを実行することにより、より効率的な比較プロセスとより良好な比較結果(すなわち、FAの差異を除外しながらDOIを特定する)を得ることができる。

10

【0032】

[0037] また、図1に示されるシステムは、分散コンピューティング環境で実装することができ、図1に示す前述の機能モジュールは、いくつかのローカルおよび/またはリモートデバイスに分散させ、通信ネットワークを介してリンクさせることができる。

【0033】

[0038] 当技術分野に精通している者は、ここに開示する主題の教示が、図1に示されているシステムに拘束されないことを容易に理解するであろう。等価および/または変更された機能を、別の方法で統合または分割することができ、ソフトウェアとファームウェアおよびハードウェアの適切な組み合わせで実装することができる。図1のシステムは、スタンドアロン型のネットワークエンティティにしてもよいし、他のネットワークエンティティと完全にまたは部分的に統合してもよい。当業者はまた、その中のデータリポジトリまたはストレージユニットが他のシステムと共有されてもよいし、第三者の機器を含む他のシステムによって提供されてもよいことを容易に理解するであろう。

20

【0034】

[0039] 必ずしもそうではないが、システム100の動作プロセスは、図2~3に関して説明された方法の一部または全部の工程に対応し得る。同様に、図2~3に関して記載された方法およびそれらの可能な実装例は、システム100に実装することができる。したがって、図2~3に関して説明した方法に関連して説明した実施形態は、必要な変更を加えて、システム100の様々な実施形態として実装することもでき、その逆も可能である。

30

【0035】

[0040] 図2を参照すると、ここに開示する主題の特定の実施形態による車両画像比較の一般化されたフローチャートが示されている。

【0036】

[0041] 撮像装置によって取得された入力画像を取得することができる(例えば、図1に示すように、I/Oインターフェイス126を介してPMC102によって、または画像データベース123から)。この入力画像は、車両の少なくとも一部をキャプチャしている。

【0037】

[0042] 本明細書で使用される「入力画像」または「ターゲット画像」という用語は、1つまたは複数の視点から取得された1つまたは複数の静止画像、所与の視点を構成する映像から取得されたシーケンス/一連の画像/フレーム、および上記いずれかに基づいて生成されたステッチ画像/合成画像、のいずれかを指すように広義に解釈されるべきである。

40

【0038】

[0043] 前述のように、いくつかの実施形態では、入力画像は、例えば、車両の正面、側面(例えば、左側または右側)、背面、平面、および下面などの所与の視点/ビュー/角度から1つの画像取得デバイスによってキャプチャされた1つまたは複数の画像をいう。したがって、入力画像は、画像が取得される特定の視点、および画像取得デバイスと車両との間の相対位置に応じて、車両外部の少なくとも一部をカバーし得る。例として、

50

車両が通過する通路の地下に埋め込まれた撮像装置は、所与の時間間隔（例えば、毎秒 100～250フレーム）で複数の足回り画像をキャプチャすることができる。視野が重なっている複数の下部構造画像を組み合わせ、車両下部構造の単一のステッチ画像を形成することができる。このようなステッチ画像は、通常、比較的高解像度であり、入力画像として使用できる。場合によっては、そのようなステッチ画像は 3D 画像であり得る。

【0039】

[0044]いくつかの実施形態では、入力画像は、車両に対して異なる相対位置に配置された複数の画像取得ユニットのそれぞれによって取得された 1 つまたは複数の画像を意味し得る。例として、複数の静止画像を異なる視点から取得することができ、システム 100 への入力画像として使用し得る複数の静止画像に基づいて 1 つの合成画像を生成することができる。例えば、車両を囲むカメラを使用することで、3D 車両モデルを作成し、入力画像として使用することができる。3D モデル、ならびに上記の 3D 画像は、撮像装置に対するピクセルの相対的または絶対的な深度測定値を示す各ピクセルの追加情報を含むモデルまたは画像を意味し得る。場合により、キャプチャされた複数の 2D 画像に基づいて 3D モデルまたは画像を作成することができ、1 つまたは複数の合成 2D 画像を 3D モデルまたは画像から抽出することができる。そのような合成 2D 画像は、キャプチャされた 2D 画像ではなく、本明細書に開示されるような比較システム 100 の入力として使用することができる。合成 2D 画像は、参照画像に近い / 類似した推定された視点から生成できるため、これは、視点の違い（すなわち、視点によって引き起こされる違い）を補正する目的で有利な場合があり、FA タイプの差異を減少することができる。

10

20

【0040】

[0045]任意選択で、上記のようなステッチ画像または合成画像、またはその少なくとも一部を生成する機能を、PMC 102 内に統合することができる。あるいは、そのような機能が撮像装置によって提供され、ステッチ画像または合成画像が I/O インターフェースを介して PMC に送信されてもよい。

【0041】

[0046]本開示は、撮影される入力画像の数、タイプ、範囲、および視点によっても、その方法の特定の生成によっても制限されないことを理解されたい。

【0042】

[0047]入力画像が取得されると、この入力画像は、セグメンテーションモデルを用いて、車両の少なくとも一部に含まれる 1 つまたは複数の機械的構成要素に対応する 1 つまたは複数の入力セグメントに（例えば、PMC 102 のセグメンテーションモジュール 106 によって）セグメント化（204）することができる。車両の機械的構成要素への分割は多様であり得ることに留意されたい。例えば、特定の機械的構成要素をさらにサブ構成要素に分割することもできる。したがって、入力セグメントと機械的構成要素との間の対応 / マッピングは固定されず、それに応じて適合させることができることを理解されたい。例えば、1 つの入力セグメントは、1 つまたは複数の機械的構成要素に対応することができ、あるいは、1 つの機械的構成要素が、1 つまたは複数の入力セグメントに対応し得る。本開示は、機械的構成要素の特定の分割、および / または入力セグメントと機械的構成要素との間の対応によって限定されない。

30

40

【0043】

[0048]図 4 は、ここに開示する主題の特定の実施形態による入力画像および対応するセグメントの例を示している。図示のように、例示的な入力画像 404 は、車両の下部構造をキャプチャしている。この入力画像 404 は、402 に示されるように、複数の入力セグメントにセグメント化される。このセグメンテーションは、402 のセグメントが、排気、燃料タンク、エンジン、ホイール、サスペンション、およびシャーシなどの例示的な機械的構成要素に対応するように実行される。セグメント 406 を例にとると、本例では、排気コンポーネント全体に対応する 1 つのセグメント 406 が存在する。しかしながら、他の例では、排気は、例えば 1 つまたは複数の排気管などのサブコンポーネント / 部品にさらに分割することができ、これらのセグメントは、サブコンポーネントまたはコ

50

ンポーネット全体に対応してもよい。

【0044】

[0049] いくつかの実施形態では、セグメンテーションモデルは機械学習に基づくことができる。例として、セグメンテーションモデルは、例えば、深層学習ニューラルネットワーク（深層ニューラルネットワーク、またはDNNとも呼ばれる）などのセグメンテーション深層学習モデルとして実装することができる。セグメンテーション深層学習モデルは、PMC102のセグメンテーションモジュール106に含まれていると見なすことができる。

【0045】

[0050] 本明細書で言及されるDNNは、それぞれのDNNアーキテクチャに従って編成された複数の層を含む教師ありまたは教師なし（supervised or unsupervised）DNNを意味し得る。非限定的な例として、DNNの層は、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）アーキテクチャ、リカレントニューラルネットワークアーキテクチャ、再帰型ニューラルネットワークアーキテクチャ、GANアーキテクチャなどに従って編成することができる。任意選択で、少なくともいくつかの層は、複数のDNNサブネットワークに編成することができる。DNNの各層は、当技術分野で通常次元、ニューロン、またはノードと呼ばれる複数の基本的な計算要素（CE）を含むことができる。

10

【0046】

[0051] 一般に、所与の層のCEは、前の層および/または後続の層のCEと接続することができる。前の層のCEと次の層のCEの間の各接続は、重み付け値に関連付けられている。所与のCEは、それぞれの接続を介して前の層のCEから入力を受け取ることができる。所与の各接続は、所与の接続の入力に適用できる重み付け値に関連付けられている。重み付け値は、接続の相対的な強度を決定し、したがって、特定のCEの出力に対するそれぞれの入力の相対的な影響を決定できる。所与のCEは、活性化値（入力の加重和など）を計算し、計算された活性化に活性化関数を適用することによって出力をさらに導出するように構成できる。活性化関数は、例えば、アイデンティティ関数、決定論的関数（例えば、線形、シグモイド、閾値など）、確率関数または他の適切な関数であり得る。所与のCEからの出力は、それぞれの接続を介して後続の層のCEに送信できる。同様に、上記のように、CEの出力での各接続は、後続の層のCEの入力として受け取られる前に、CEの出力に適用され得る重み値に関連付けられ得る。重み付け値に加えて、接続とCEに関連付けられたしきい値（制限機能を含む）があってもよい。

20

30

【0047】

[0052] DNNの重み付けおよび/またはしきい値は、トレーニング前に最初に選択でき、トレーニング中にさらに繰り返し調整または変更して、トレーニングされたDNNで重み付けおよび/またはしきい値の最適なセットを実現することができる。各反復の後、DNNによって生成された実際の出力と、それぞれのトレーニングデータセットに関連付けられたターゲット出力との差を特定することができる。この差がエラー値と呼ばれる。エラー値を示すコスト関数が所定の値よりも小さい場合、または反復間のパフォーマンスの変化が限定された場合に、トレーニングが完了したと判断することができる。任意選択で、DNN全体をトレーニングする前に、DNNサブネットワークの少なくとも一部（存在する場合）を個別にトレーニングしてもよい。

40

【0048】

[0053] 深層ニューラルネットワークの重み/しきい値を調整するために使用されるDNN入力データのセットは、以降、トレーニングセットまたはトレーニングデータセットまたはトレーニングデータと呼ばれる。

【0049】

[0054] ここに開示する主題の教示は、上記のようなDNNアーキテクチャによって限定されないことに留意されたい。

【0050】

[0055] いくつかの実施形態では、セグメンテーション深層学習モデル（例えば、セ

50

グメンテーションDNN)は、そこに含まれる機械的構成要素に従って、事前にセグメント化された車両画像のセットを含むトレーニングデータセットを使用してトレーニングすることができる。トレーニング画像とセグメント化されたラベルは、トレーニングのためにセグメンテーションDNNに入力される。トレーニングプロセスは、モデルを最適化して、入力画像のセグメンテーションラベル(ピクセル単位のセグメンテーションラベルなど)を正しく予測できるようにすることである。場合によっては、様々なタイプの車両の画像をカバーする様々なトレーニングデータセットを提供して、実行時に入力される様々なタイプの車両をセグメント化できるようにモデルをトレーニングする必要がある。

【0051】

[0056] 図2のフローを続けると、参照画像のセットを検索することができる(206)(例えば、PMC102の参照選択モジュール104によって)。

10

【0052】

[0057] ここで図3を参照すると、ここに開示する主題の特定の実施形態による参照選択の一般化されたフローチャートが示されている。

【0053】

[0058] 参照画像のセットは、インスタンス記述子を用いて選択される。インスタンス記述子は、画像内の車両インスタンスの一意の識別子であり得る。例として、インスタンス記述子は、ナンバープレート認識を使用して取得/生成することができる。別の例として、識別子の手動入力をインスタンス記述子として使用することができる。場合によっては、画像内の車両インスタンスの特定の特徴を表すフィンガープリントを作成して、インスタンス記述子として使用することができる。例として、この特定の特徴は、例えば、形状、サイズ、要素の位置、および要素間の幾何学的関係および相対位置など、画像内の要素/コンポーネント/パターンの1つまたは複数の構造的特徴に関連し得る。追加的または代替的に、入力画像の取得の場所および時間も、識別子情報の一部として使用することができる。したがって、上記の方法のいずれかを使用して、入力画像に対して特定のインスタンス記述子が取得される(301)。

20

【0054】

[0059] 特定のインスタンス記述子の検索が、画像データベース(例えば、図1の画像データベース123)で実行され(302)、ここには様々な車両インスタンス(すなわち、候補参照画像)の以前のスキャンがそれに関連付けられた固有のインスタンス記述子とともに保存されている。この検索は、入力画像内の特定の車両インスタンス(特定のインスタンス記述子によって表される)がデータベース内で見つかるかどうか(304)を判別するためである。特定のインスタンスが見つかった場合、同じ特定のインスタンス記述子に関連付けられ、したがって同じ車両インスタンスをキャプチャした第1の画像セットが取得され、入力画像と比較するための参照画像として使用される(306)。特定のインスタンスが見つからない場合(あるいは、参照が少なすぎる、参照のスキャン品質が低い、ビューの視点が悪いなど、306で見つかった参照が不十分な場合)、類似性メトリックを用いて代替または追加の参照(すなわち、類似の車両インスタンスをキャプチャする2番目の画像セット)を探すことができる。

30

【0055】

[0060] 具体的には、エンコーディングモデルを使用して、入力画像および候補参照画像のそれぞれのベクトル表現を取得することができる(308)。いくつかの実施形態では、エンコーディングモデルは、機械学習に基づくことができる。例として、エンコーディングモデルは、例えば、エンコーディングDNNなどのエンコーディング深層学習モデルとして実装することができる。エンコーディングDNNは、PMC102の参照選択モジュール104に含まれると見なすことができる。DNNアーキテクチャと実装の一般的な説明は上記で詳細に説明されているため、説明を簡潔かつ簡潔にするために、ここでは繰り返さないことにする。

40

【0056】

[0061] 入力画像のベクトル表現と各候補参照画像との間の類似性メトリックを使用

50

して、類似の車両インスタンスをキャプチャする画像の第2のセットを選択することができる(310)。類似性メトリックは、任意の距離関数(例えば、L1ノルム、L2ノルムなど)など、2つのオブジェクト/インスタンス間の類似性を定量化するために使用できる任意の既知の尺度または関数であり得る。具体的には、エンコーディングDNNは、すべての類似インスタンスのベクトル表現間の距離が、非類似インスタンスまでの距離よりも小さくなるようにトレーニングおよび最適化できる。

【0057】

[0062] 車両画像比較の上記の技術的課題のため、入力画像が第1の撮像条件で撮像装置によって取得され、参照画像のセット内の1以上の参照画像が第1の撮像条件とは異なる第2の撮像条件で取得されたものと認識することができ、それによって、第1の撮像条件と第2の撮像条件との違いに起因する入力画像と1以上の参照画像との間に誤警報(F A)の差が生じる。このため、理想的な比較結果を得るには、F Aの差を排除してD O Iを特定する必要がある。

10

【0058】

[0063] 選択された参照画像のセットは、そこに含まれる機械的構成要素に対応する参照セグメントへと前もってセグメント化されているため、場合によっては、所与の参照画像の参照セグメントが入力画像の入力セグメントに正確に対応しない可能性がある。例えば、対応する参照セグメントを持たない1以上の入力セグメントが存在する場合や、その逆の場合がある。このような場合、参照セグメントと入力セグメントの間でマッチングを実行する必要がある。非マッチングセグメントから生じる不一致をD O Iの差として同定することができる。例えば、マッチングで同定された非マッチング入力セグメント(例えば、参照セグメントと比較した場合の入力画像内の欠落または余分な入力セグメント)を、D O Iの存在としてマークし、ユーザに報告するために比較結果に含めることができる(例えば、ブロック208を参照して生成された差分マップと組み合わせることによって)。

20

【0059】

[0064] マッチング後に、セット内の各参照画像は、1つまたは複数の入力セグメント(入力画像に含まれる)の1以上の入力セグメントに対応する1以上の参照セグメントを含む。したがって、1以上の入力セグメントの各入力セグメントについて、対応する参照セグメントのそれぞれのセットが得られる。

30

【0060】

[0065] 図2のフローチャートに戻ると、1以上の入力セグメントに対応する1以上の差分マップを生成することができる(例えば、PMC102の比較モジュール108によって)。具体的には、1以上の差分マップの生成は、所与の入力セグメントごとに、比較モデルを使用して、当該所与の入力セグメントを、その参照セグメントのそれぞれのセット内の対応する各参照セグメントと比較して(210)、それぞれが所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントとの間のD O Iの存在の確率を示す差分マップ候補のセットを生成し、差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補の確率に従って、所与の入力セグメントに対応する差分マップを提供する(212)。このD O Iは、ユーザが関心を持つ差異の種類を指す。いくつかの実施形態では、D O Iは、例えば引っかけ傷のような損傷、疑わしいオブジェクトといった異常、色の変化などを含むがこれらに限定されない、車両自体の物理的变化を表し得る。212で得られた差分マップは、特定の入力セグメントにD O Iが存在する確率を提供し得る。

40

【0061】

[0066] 特に、所与の入力セグメントに対応する各参照セグメントと比較する場合、比較モデルが使用される。いくつかの実施形態では、比較モデルは機械学習に基づくことができる。例として、比較モデルは、例えば、比較DNNなどの比較深層学習モデルとして実装することができる。例えば、比較DNNはシャムニュートラルネットワークとして実装できる。比較DNNは、PMC102の比較モジュール108に含まれていると見なすことができる。DNNアーキテクチャと実装の一般的な説明は上記で詳細に説明されて

50

いるため、説明を簡潔かつ簡潔にするために、ここでは繰り返さない。

【0062】

[0067] 比較DNNは、DOIの差異が事前に同定されているターゲット画像と参照画像をそれぞれ含む画像ペアのセットで構成されるトレーニングデータセットを使用してトレーニングすることができる。このモデルは、DOIを識別し、各画像ペア間で生成された差分マップでFAの差異を除外できるようにトレーニングされている。いくつかの実施形態では、トレーニングプロセスに提供されるターゲット画像は、合成シミュレーション画像を含み得る。このシミュレーション画像は、疑わしいオブジェクトなど、ターゲット画像に埋め込まれる様々な種類のDOIをシミュレートする目的で生成されるため、ランタイムにそのような異常を識別するようにモデルをトレーニングすることができる。

10

【0063】

[0068] いくつかの実施形態では、差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントとの間のDOIの存在のセグメントごとの確率を示し得る。そのような場合、ブロック212で提供される差分マップは、セット内の各差分マップ候補の確率のランク付けに従って、差分マップ候補のセットから選択される。例として、セグメントごとの確率は、[0, 1]の範囲内の数値で表すことができ、1は所与の入力セグメントにDOIが存在する可能性が最も高いことを示し、0はそうでないことを示す。上記の代わりに、確率および/または範囲の他の種類の表現を使用してもよいことが理解されよう。

20

【0064】

[0069] いくつかのさらなる実施形態では、差分マップ候補のセット内の各差分マップ候補は、所与の入力セグメントおよび対応する参照セグメントとの間にDOIが存在するピクセル単位の確率を示すことができる。そのような場合、ブロック212で提供される差分マップは、差分マップ候補のセットに基づいて生成される。差分マップの各ピクセル値は、セット内の各差分マップ候補の対応するピクセル値に基づいて決定され得る。同様に、ピクセル単位の確率は、所与の入力セグメントの各ピクセルについて[0, 1]の範囲内の数値で表すことができ、1は特定のピクセルにDOIが存在する可能性が最も高いことを示し、0はそうでないことを示す。例として、差分マップ内の所与のピクセル値を、差分マップ候補内のすべての対応するピクセル値から、最良の確率を示すピクセル値として選択することができる。別の例として、ピクセル値を、対応するピクセル値のすべてまたは一部に対して平均化アルゴリズムを使用して生成することができる。この平均化アルゴリズムは、平均、中央値、最頻値などの値のセット間で平均化できる既知の平均化スキームに基づくことができる。そのような場合、各入力セグメントに対して生成された差分マップは、少なくともいくつかのピクセルが異なる参照画像との比較から生じる複合比較結果である可能性がある。例えば、差分マップ内の所与のピクセル値が最良の確率を示す対応するピクセルとして選択される上記の場合、実際には、差分マップ内の各ピクセルは、最高の確率を与えるそれぞれの参照セグメント内の対応するピクセルとの比較から生じる。

30

【0065】

[0070] 例示のみを目的として、入力画像内の所与の入力セグメントAに対して参照セグメント1~5のセットが存在すると仮定する。5つの参照のそれぞれと比較した後、DOIの存在のピクセル単位の確率を示す5つの差分マップ候補が生成される。5つの候補に基づいて差分マップを生成する場合、各ピクセルは、5つの候補の中の5つの対応するピクセルから選択するか、または5つの対応するピクセル値に基づいて生成することができる。前者の場合、得られる差分マップでは、参照3との比較から得られた候補3の対応するピクセルからピクセル1が、そのピクセルがDOIの最高の確率を示すことから選択され、一方で参照5との比較から得られた候補5の対応するピクセルからピクセル2を選択される、などとすることができる。

40

【0066】

[0071] 各入力セグメントについて差分マップが生成されると、1以上の差分マップ

50

の各差分マップを個別にユーザに（例えば、GUI 124を介して）提示するか、あるいは、1以上の差分マップを組み合わせて入力画像全体にDOIが存在する確率を示す複合差分マップへと変換し、この複合差分マップをユーザに提示することができる。場合によっては、上記のマッチングプロセスで識別された非マッチング入力セグメントがある場合、これらの非マッチング入力セグメントを複合差分マップと組み合わせて、レビューのためにユーザに提供することができる。

【0067】

[0072] 図5は、ここに開示する主題の特定の実施形態による、複合差分マップおよび対応する入力画像の例を示す。

【0068】

[0073] 例示的な入力画像504が図2に示されるフローを通過した後、セグメント/構成要素に対応する1つまたは複数の差分マップが生成され、次いで、複合差分マップ502に結合される。図示のように、2つのDOI506と508を、（二乗された）入力画像内の2つの疑わしいオブジェクトに対応する複合差分マップから識別することができる。

【0069】

[0074] 本説明の比較を参照して例示された例および実施形態は、決してすべての可能な代替案を含むものではなく、非限定的な例のみを例示することを意図していることが理解されよう。

【0070】

[0075] 本発明は、その適用において、本明細書に含まれる、または図面に示される説明に記載される詳細に限定されないことを理解されたい。本発明は、他の実施形態が可能であり、様々な方法で実施および実施することができる。したがって、本明細書で使用される表現および用語は、説明を目的とするものであり、限定的なものとは見なされるべきではないことを理解されたい。したがって、当業者は、本開示の基礎となる概念が、ここに開示する主題のいくつかの目的を実行するための他の構造、方法、およびシステムを設計するための基礎として容易に利用できることを理解するであろう。

【0071】

[0076] 本発明によるシステムは、少なくとも部分的に、適切にプログラムされたコンピュータ上に実装され得ることも理解されよう。同様に、本発明は、本発明の方法を実行するためにコンピュータによって読み取り可能であるコンピュータプログラムを企図する。本発明はさらに、本発明の方法を実行するためにコンピュータによって実行可能な命令のプログラムを具体的に体现する非一時的コンピュータ可読メモリまたは記憶媒体を企図する。

【0072】

[0077] プロセッサに本発明の態様を実行させる非一時的なコンピュータ可読記憶媒体は、命令実行デバイスによって使用するための命令を保持および記憶することができる有形のデバイスであり得る。コンピュータ可読記憶媒体は、例えば、これらに限定されないが、電子記憶装置、磁気記憶装置、光記憶装置、電磁記憶装置、半導体記憶装置、またはこれらの任意の適切な組み合わせであり得る。

【0073】

[0078] この技術分野の当業者は、添付の特許請求の範囲で規定された範囲から逸脱することなく、前述のように本発明の実施形態に様々な修正および変更を適用できることを容易に理解するであろう。

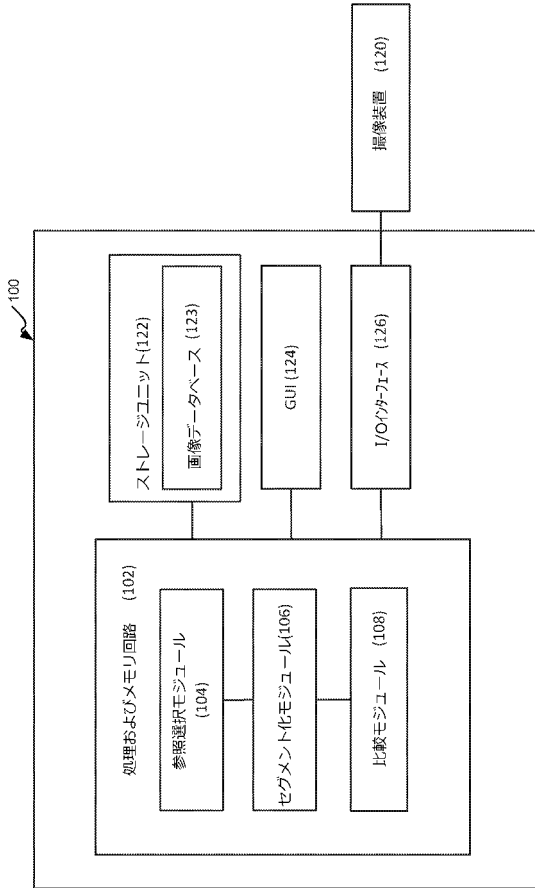
10

20

30

40

【 図 1 】



【 図 2 】

FIG. 1

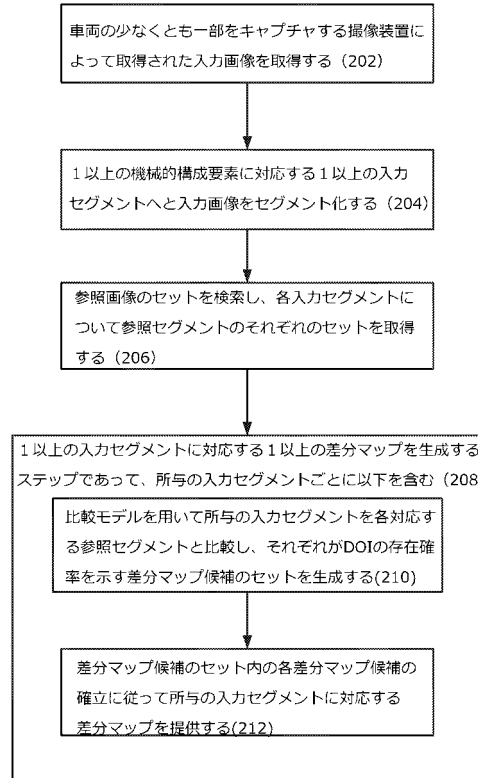


FIG. 2

【 図 3 】

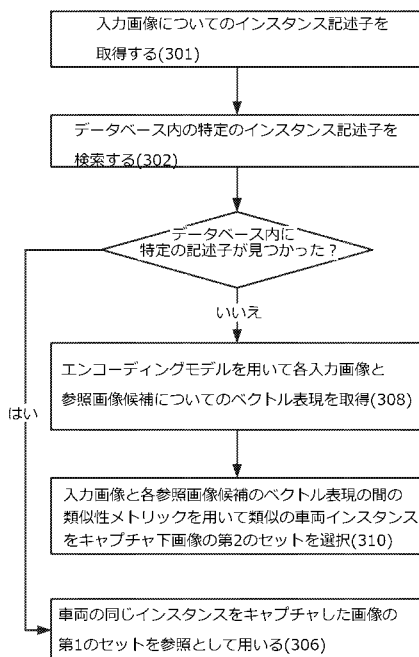


FIG. 3

【 図 4 】

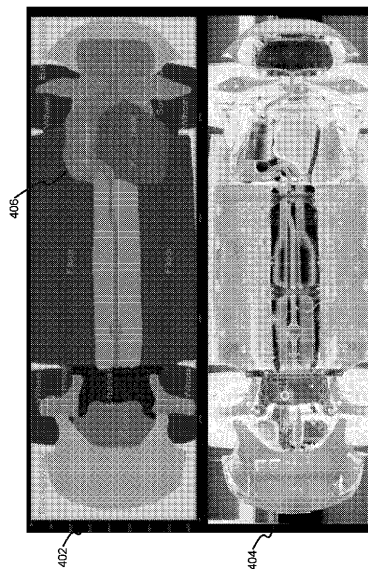


FIG. 4

【 図 5 】

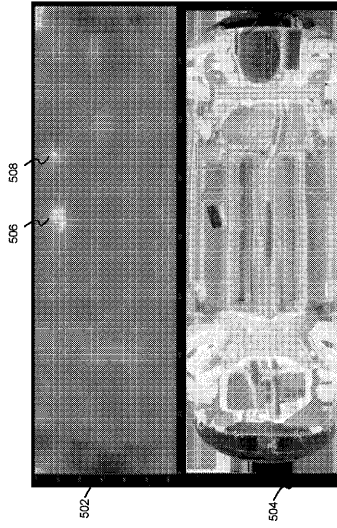


FIG. 5

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IL2019/050327
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC (20190101) G06T 1/00, G06T 7/00, G06T 7/11, G06K 9/46, G06K 9/66, G06Q 10/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC (20190101) G06T 1/00, G06T 7/00, G06T 7/11, G06K 9/46, G06K 9/66, G06Q 10/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Databases consulted: Esp@cenet, Google Patents, Google Scholar, Orbit Search terms used: vehicle image comparison inspection pixel probability deep learning segment engine parts		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017293894 A1 TALIWAL et al. 12 Oct 2017 (2017/10/12) The whole document	1-29
X	EP 2911112 A1 WIPRO LIMITED KARNATAKA [IN] 25 Aug 2018 (2018/08/25) The whole document	1-29
A	US 2016178790 A1 LI et al. 23 Jun 2016 (2016/06/23) The whole document	1-29
A	US 2017213112 A1 SACHS et al. 27 Jul 2017 (2017/07/27) The whole document	1-29
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 Jun 2019		Date of mailing of the international search report 01 Jul 2019
Name and mailing address of the ISA: Israel Patent Office Technology Park, Bldg.5, Malcha, Jerusalem, 9695101, Israel Facsimile No. 972-2-5651616		Authorized officer DRUCKER Ekaterina Telephone No. 972-73-9327221

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/IL2019/050327
--

Patent document cited search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication Date
US 2017293894 A1	12 Oct 2017	US 2017293894 A1	12 Oct 2017
		US 2018260793 A1	13 Sep 2018
		WO 2017176304 A1	12 Oct 2017
EP 2911112 A1	25 Aug 2018	EP 2911112 A1	26 Aug 2015
		EP 2911112 B1	17 Apr 2019
		US 2015242686 A1	27 Aug 2015
		US 9633050 B2	25 Apr 2017
US 2016178790 A1	23 Jun 2016	US 2016178790 A1	23 Jun 2016
		US 10007020 B2	26 Jun 2018
		BR 102015031569 A2	21 Jun 2016
		CN 105787495 A	20 Jul 2016
		EP 3035087 A1	22 Jun 2016
		RU 2015153575 A	20 Jun 2017
		RU 2626042 C2	21 Jul 2017
		SG 10201510360X A	28 Jul 2016
US 2017213112 A1	27 Jul 2017	US 2017213112 A1	27 Jul 2017
		US 9773196 B2	26 Sep 2017
		US 2017344860 A1	30 Nov 2017
		US 9978003 B2	22 May 2018

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 ボゴモルニー , イリヤ

イスラエル国 6 9 9 7 2 3 5 テルアヴィヴ , グルニマン ストリート 3 2

Fターム(参考) 5L096 AA06 BA03 BA04 CA02 DA01 FA19 GA30 HA09 HA11 JA03

JA11 JA18 KA04 KA15