

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7454177号
(P7454177)

(45)発行日 令和6年3月22日(2024.3.22)

(24)登録日 令和6年3月13日(2024.3.13)

(51)国際特許分類 F I
G 0 6 T 7/00 (2017.01) G 0 6 T 7/00 6 5 0 A

請求項の数 4 (全16頁)

(21)出願番号	特願2020-31043(P2020-31043)	(73)特許権者	000000011 株式会社アイシン 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(22)出願日	令和2年2月26日(2020.2.26)	(73)特許権者	502178001 学校法人梅村学園 愛知県名古屋市昭和区八事本町101番地 地の2
(65)公開番号	特開2021-135721(P2021-135721 A)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(43)公開日	令和3年9月13日(2021.9.13)	(72)発明者	上田 康貴 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイ シン精機株式会社内
審査請求日	令和5年1月16日(2023.1.16)	(72)発明者	足立 淳 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイ シン精機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 周辺監視装置、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に備えられる撮像部によって前記車両の周囲を撮像して得られる撮像画像を取得する取得部と、

前記撮像画像に含まれる汚れ画像を検出し、かつ前記汚れ画像をマスクする検出部と、
前記撮像画像のうち第1撮像画像と、当該第1撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像と、の間における、前記汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第1撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第1復元画像を生成し、前記撮像画像のうち前記第1撮像画像より後の第2撮像画像と、当該第2撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像のうち前記第1撮像画像を除く前記撮像画像と、前記第1復元画像と、の間における前記欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第2撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第2復元画像を復元する復元部と、を備える周辺監視装置。

10

【請求項2】

前記欠損領域の外縁近傍を、復元対象範囲に設定する設定部をさらに備え、
前記復元部は、前記設定部により設定される前記復元対象範囲を復元する請求項1に記載の周辺監視装置。

【請求項3】

前記設定部は、前記車両が直進している場合、前記撮像部によって前記車両の前方を撮

20

像して得られる前記撮像画像の前記欠損領域が、前記撮像画像の中央に近づくに従って、前記復元対象範囲を狭める請求項 2 に記載の周辺監視装置。

【請求項 4】

コンピュータを、

車両に備えられる撮像部によって前記車両の周囲を撮像して得られる撮像画像を取得する取得部と、

前記撮像画像に含まれる汚れ画像を検出し、かつ前記汚れ画像をマスクする検出部と、

前記撮像画像のうち第 1 撮像画像と、当該第 1 撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像と、の間における、前記汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第 1 撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第 1 復元画像を生成し、前記撮像画像のうち前記第 1 撮像画像より後の第 2 撮像画像と、当該第 2 撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像のうち前記第 1 撮像画像を除く前記撮像画像と、前記第 1 復元画像と、の間における、前記欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第 2 撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第 2 復元画像を復元する復元部と、

として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、周辺監視装置、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

動画を構成するフレーム（撮像画像の一例）の欠損領域をオプティカルフローおよびGAN（Generative Adversarial Network）により生成する技術が開発されている。具体的には、当該技術は、動画を構成するフレームのうち復元対象のフレームおよびその前後の数フレーム間のオプティカルフローを推定し、推定したオプティカルフローに基づいて復元対象のフレームの欠損領域を復元し、かつ、欠損領域のうちオプティカルフローに基づいて復元できない領域をGANにより生成する技術である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【文献】Xu,R., Li,X., Zhou, B., and Loy,C.C. (2019). Deep flow-guided video inpainting. In Proceedings of 2019 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pages 3723-3732.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記の技術では、復元対象のフレームの欠損領域の復元に際し、時系列的に連続する複数のフレーム間のオプティカルフローしか利用していないため、欠損領域が広がると、フレームにおいて、オプティカルフローに基づく欠損領域の復元に適用可能な部分が少なくなり、複数のフレーム間のオプティカルフローに基づいて復元する画像の信頼度が低くなる可能性がある。

【0005】

そこで、実施形態の課題の一つは、複数のフレーム間のオプティカルフローに基づいて復元する復元画像の信頼度を向上させることを可能とする周辺監視装置、およびプログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

実施形態の周辺監視装置は、一例として、車両に備えられる撮像部によって前記車両の

10

20

30

40

50

周囲を撮像して得られる撮像画像を取得する取得部と、前記撮像画像に含まれる汚れ画像を検出し、かつ前記汚れ画像をマスクする検出部と、前記撮像画像のうち第1撮像画像と、当該第1撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像と、の間における、前記汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第1撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第1復元画像を生成し、前記撮像画像のうち前記第1撮像画像より後の第2撮像画像と、当該第2撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像のうち前記第1撮像画像を除く前記撮像画像と、前記第1復元画像と、の間における前記欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第2撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第2復元画像を復元する復元部と、を備える。よって、一例として、撮像画像内の欠損領域が広がった場合でも、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づいて復元する画像の信頼度を向上させることができる。

10

【0007】

また、実施形態の周辺監視装置は、一例として、前記欠損領域の外縁近傍を、復元対象範囲に設定する設定部をさらに備え、前記復元部は、前記設定部により設定される前記復元対象範囲を復元する。よって、一例として、復元画像の復元精度を向上させることができる。

【0008】

また、実施形態の周辺監視装置は、一例として、前記設定部は、前記車両が直進している場合、前記撮像部によって前記車両の前方を撮像して得られる前記撮像画像の前記欠損領域が、前記撮像画像の中央に近づくに従って、前記復元対象範囲を狭める。よって、一例として、復元画像の復元精度を向上させることができる。

20

【0009】

実施形態のプログラムは、一例として、コンピュータを、車両に備えられる撮像部によって前記車両の周囲を撮像して得られる撮像画像を取得する取得部と、前記撮像画像に含まれる汚れ画像を検出し、かつ前記汚れ画像をマスクする検出部と、前記撮像画像のうち第1撮像画像と、当該第1撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像と、の間における、前記汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第1撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第1復元画像を生成し、前記撮像画像のうち前記第1撮像画像より後の第2撮像画像と、当該第2撮像画像と時系列的に連続する前記撮像画像のうち前記第1撮像画像を除く前記撮像画像と、前記第1復元画像と、の間における、前記欠損領域のオプティカルフローを推定し、当該推定したオプティカルフローに基づいて、前記第2撮像画像内の前記欠損領域の少なくとも一部を復元した第2復元画像を復元する復元部と、として機能させる。よって、一例として、撮像画像内の欠損領域が広がった場合でも、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づいて復元する画像の信頼度を向上させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、本実施形態の周辺監視装置が搭載される車両の模式的な平面図である。

40

【図2】図2は、本実施形態の周辺監視装置を含む車両制御システムの構成の例示的なブロック図である。

【図3】図3は、本実施形態の車両が有する車両制御システムの機能構成を例示的に示すブロック図である。

【図4】図4は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元画像の生成処理の一例を説明するための図である。

【図5】図5は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元対象範囲の設定処理の一例を説明するための図である。

【図6】図6は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元対象範囲の設定処理の一例を説明するための図である。

50

【図 7】図 7 は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元対象範囲の設定処理の他の例を説明するための図である。

【図 8】図 8 は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元対象範囲の設定処理の他の例を説明するための図である。

【図 9】図 9 は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元画像の生成処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の例示的な実施形態が開示される。以下に示される実施形態の構成、ならびに当該構成によってもたらされる作用、結果、および効果は、一例である。本発明は、以下の実施形態が開示される構成以外によっても実現可能であるとともに、基本的な構成に基づく種々の効果や、派生的な効果のうち、少なくとも一つを得ることが可能である。

【0012】

本実施形態の周辺監視装置は、例えば、車両に搭載された撮像部のレンズに汚れが付着して、撮像画像に汚れが写り込んでいた場合、この汚れを取り除いたかのような画像、つまり汚れが存在しない状態を復元した復元画像を生成する。そして、復元画像を用いることで、周辺監視装置における周辺監視機能を向上する。

【0013】

図 1 は、本実施形態の周辺監視装置が搭載される車両の模式的な平面図である。車両 10 は、例えば、内燃機関（エンジン、図示されず）を駆動源とする自動車（内燃機関自動車）であってもよいし、電動機（モータ、図示されず）を駆動源とする自動車（電気自動車、燃料電池自動車等）であってもよいし、それらの双方を駆動源とする自動車（ハイブリッド自動車）であってもよい。また、車両 10 は、種々の変速装置を搭載することができるし、内燃機関や電動機を駆動するのに必要な種々の装置（システム、部品等）を搭載することができる。また、車両 10 における車輪 12（前輪 12F、後輪 12R）の駆動に関わる装置の方式、個数、及び、レイアウト等は、種々に設定することができる。

【0014】

図 1 に例示されるように、車両 10 には、複数の撮像部 14 として、例えば四つの撮像部 14a ~ 14d が設けられている。撮像部 14 は、例えば、CCD（Charge Coupled Device）や CIS（CMOS image sensor）等の撮像素子を内蔵するデジタルカメラである。撮像部 14 は、所定のフレームレートで動画データ（撮像画像）を出力することができる。撮像部 14 は、それぞれ、広角レンズまたは魚眼レンズを有し、水平方向には例えば 140° ~ 220° の範囲を撮影することができる。また、例えば、車両 10 の外周部に配置される撮像部 14（14a ~ 14d）の光軸は斜め下方に向けて設定されている場合もある。よって、撮像部 14（14a ~ 14d）は、車両 10 が移動可能な路面や路面に付されたマーク（矢印や区画線、駐車スペースを示す駐車枠、車線分離線等）や物体（障害物として、例えば、歩行者、他車両等）を含む車両 10 の外部の周辺環境を逐次撮影し、撮像画像として出力する。

【0015】

撮像部 14a は、例えば、車両 10 の前側、すなわち車両前後方向の前方側で車幅方向のほぼ中央の端部、例えばフロントバンパ 10a やフロントグリル等に設けられて、車両 10 の前端部（例えばフロントバンパ 10a）を含む前方画像を撮像可能である。また、撮像部 14b は、例えば、車両 10 の後側、すなわち車両前後方向の後方側で車幅方向のほぼ中央の端部、例えばリヤバンパ 10b の上方位置に設けられて、車両 10 の後端部（例えばリヤバンパ 10b）を含む後方領域を撮像可能である。また、撮像部 14c は、例えば、車両 10 の右側の端部、例えば右側のドアミラー 10c に設けられて、車両 10 の右側方を中心とする領域（例えば右前方から右後方の領域）を含む右側方画像を撮像可能である。撮像部 14d は、例えば、車両 10 の左側の端部、例えば左側のドアミラー 10d に設けられて、車両 10 の左側方を中心とする領域（例えば左前方から左後方の領域）を含む左側方画像を撮像可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

例えば、撮像部 1 4 a ~ 1 4 d で得られた各撮像画像データは、それぞれ演算処理や画像処理を実行することで、車両 1 0 の周囲それぞれの方向における画像を表示したり周辺監視を実行したりすることができる。また、各撮像画像に基づいて、演算処理や画像処理を実行することで、より広い視野角の画像を生成したり、車両 1 0 を上方や前方、側方等から見た仮想的な画像（俯瞰画像（平面画像）や側方視画像、正面視画像等）を生成して表示したり、周辺監視を実行したりすることができる。

【 0 0 1 7 】

各撮像部 1 4 で撮像された撮像画像データは、上述したように、車両 1 0 の周囲の状況を運転者等の利用者に提供するために、車室内の表示装置に表示される。また、撮像画像は、各種検出や検知を行う処理装置（処理部）に提供され、車両 1 0 を制御するために利用することができる。

10

【 0 0 1 8 】

図 2 は、本実施形態の周辺監視装置を含む車両制御システムの構成の例示的なブロック図である。

【 0 0 1 9 】

車両 1 0 の車室内には、表示装置 1 6 や、音声出力装置 1 8 が設けられている。表示装置 1 6 は、例えば、LCD（Liquid Crystal Display）や、OLED（Organic Electroluminescent Display）等である。音声出力装置 1 8 は、例えば、スピーカである。また、表示装置 1 6 は、例えば、タッチパネル等、透明な操作入力部 2 0 で覆われている。使用者（例えば、運転者）は、操作入力部 2 0 を介して表示装置 1 6 の表示画面に表示される画像を視認することができる。また、利用者は、表示装置 1 6 の表示画面に表示される画像に対応した位置で、手指等で操作入力部 2 0 を触れたり押したり動かしたりして操作することで、操作入力を実行することができる。これら表示装置 1 6 や、音声出力装置 1 8、操作入力部 2 0 等は、例えば、車両 1 0 のダッシュボードの車幅方向すなわち左右方向の例えば中央部に位置されたモニタ装置 2 2 に設けられている。モニタ装置 2 2 は、スイッチや、ダイヤル、ジョイスティック、押しボタン等の不図示の操作入力部を有することができる。モニタ装置 2 2 は、例えば、ナビゲーションシステムやオーディオシステムと兼用されうる。

20

【 0 0 2 0 】

また、図 2 に例示されるように、車両制御システム 1 0 0（周辺監視装置を含む）は、撮像部 1 4（1 4 a ~ 1 4 d）やモニタ装置 2 2 に加え、ECU（Electronic Control Unit）2 4、車輪速センサ 2 6、舵角センサ 2 8、情報取得部 3 0 等が含まれる。車両制御システム 1 0 0 において、ECU 2 4 やモニタ装置 2 2、車輪速センサ 2 6、舵角センサ 2 8、情報取得部 3 0 等は、電気通信回線としての車内ネットワーク 3 2 を介して電氣的に接続されている。車内ネットワーク 3 2 は、例えば、CAN（Controller Area Network）として構成されている。ECU 2 4 は、車内ネットワーク 3 2 を通じて制御信号を送ることで、各種システムの制御が実行できる。また、ECU 2 4 は、車内ネットワーク 3 2 を介して、操作入力部 2 0 や各種スイッチの操作信号等、車輪速センサ 2 6、舵角センサ 2 8 等の各種センサの検出信号等、情報取得部 3 0 が取得可能な位置情報等の情報を、受け取ることができる。なお、車内ネットワーク 3 2 には、車両 1 0 を走行させるための種々のシステム（操舵システム、ブレーキシステム、駆動システム等）や種々のセンサが接続されているが、図 2 において、本実施形態の周辺監視装置で必須ではない構成は図示を省略するとともに、その説明を省略する。

30

40

【 0 0 2 1 】

ECU 2 4 は、撮像部 1 4 から取得した撮像画像データに基づいて生成した周辺画像等や音声に関するデータをモニタ装置 2 2 へ送信する。ECU 2 4 は、例えば、CPU（Central Processing Unit）2 4 a や、ROM（Read Only Memory）2 4 b、RAM（Random Access Memory）2 4 c、表示制御部 2 4 d、音声制御部 2 4 e、SSD（Solid State Drive、フラッシュメモリ）2 4 f 等を有している。

50

【 0 0 2 2 】

C P U 2 4 a は、R O M 2 4 b 等の不揮発性の記憶装置に記憶された（インストールされた）プログラムを読み出し、当該プログラムに従って演算処理を実行する。R O M 2 4 b は、各プログラム及びプログラムの実行に必要なパラメータ等を記憶する。R A M 2 4 c は、C P U 2 4 a が復元画像の復元処理を実行する際のワークエリアとして使用されるとともに、C P U 2 4 a での演算で用いられる各種のデータ（撮像部 1 4 で逐次（時系列的（時間的）に連続して）撮像される撮像画像等）の一時的な格納エリアとして利用される。また、表示制御部 2 4 d は、E C U 2 4 での演算処理のうち、主として、表示装置 1 6 で表示される画像データの合成等を実行する。また、音声制御部 2 4 e は、E C U 2 4 での演算処理のうち、主として、音声出力装置 1 8 で出力される音声データの処理を実行する。S S D 2 4 f は、書き換え可能な不揮発性の記憶部であって、E C U 2 4 の電源がオフされた場合にあってもデータを記憶することができる。なお、C P U 2 4 a や、R O M 2 4 b、R A M 2 4 c 等は、同一パッケージ内に集積されうる。また、E C U 2 4 は、C P U 2 4 a に替えて、D S P（Digital Signal Processor）等の他の論理演算プロセッサや論理回路等が用いられる構成であってもよい。また、S S D 2 4 f に替えて H D D（Hard Disk Drive）が設けられてもよいし、S S D 2 4 f や H D D は、E C U 2 4 とは別に設けられてもよい。

10

【 0 0 2 3 】

車輪速センサ 2 6 は、車輪 1 2 の回転量や単位時間当たりの回転数を検出するセンサである。車輪速センサ 2 6 は、各車輪 1 2 に配置され、各車輪 1 2 で検出した回転数を示す車輪速パルス数をセンサ値として出力する。車輪速センサ 2 6 は、例えば、ホール素子などを用いて構成されうる。C P U 2 4 a は、車輪速センサ 2 6 から取得した検出値に基づいて車両 1 0 の車速や加速度等を演算し、各種制御を実行する。C P U 2 4 a は、各車輪速センサ 2 6 の検出値に基づいて車両 1 0 の車速を算出する場合、四輪のうち最も小さな検出値の車輪 1 2 の速度に基づき車両 1 0 の車速を決定し、各種制御を実行する。なお、車輪速センサ 2 6 は、図示を省略したブレーキシステムに設けられている場合もある。その場合、C P U 2 4 a は、車輪速センサ 2 6 の検出値をブレーキシステムを介して取得してもよい。

20

【 0 0 2 4 】

舵角センサ 2 8 は、例えば、ステアリングホイール等の操舵部の操舵量を検出するセンサである。舵角センサ 2 8 は、例えば、ホール素子などを用いて構成される。C P U 2 4 a は、運転者による操舵部の操舵量や、例えば駐車支援を実行する際の自動操舵時の前輪 1 2 F の操舵量等を、舵角センサ 2 8 から取得して各種制御を実行する。

30

【 0 0 2 5 】

情報取得部 3 0 は、G P S（Global Positioning System）等から送信される G P S 信号を受信することで車両 1 0 の現在の位置を取得したり、外部の情報センタ等が送信する気象情報等を取得したりすることが可能で、取得した情報を各種制御に利用する。なお、車両 1 0 の位置情報や外部情報等は、モニタ装置 2 2 がナビゲーションシステムを供える場合、ナビゲーションシステム側で取得してもよい。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では、E C U 2 4 は、ハードウェアとソフトウェア（制御プログラム）が協働することにより、撮像部 1 4 で撮像された撮像画像に汚れが存在する場合、その撮像画像から汚れを取り除いたかのような画像、つまり、汚れが存在しない状態を復元した「復元画像」の生成処理（復元処理）を司る。

40

【 0 0 2 7 】

図 3 は、本実施形態の車両が有する車両制御システムの機能構成を例示的に示すブロック図である。

【 0 0 2 8 】

E C U 2 4（周辺監視装置の一例）は、撮像画像に存在する汚れを取り除いたかのような復元画像を生成する復元処理機能を実現するための各種モジュールを含む。例えば、E

50

ＣＵ２４は、画像取得部３４１、汚れ画像検出部３４２、オプティカルフロー推定部３４３、画像復元部３４４、復元対象範囲判定部３４５、および自車位置情報取得部３４６等を含む。これらのモジュールは、ＣＰＵ２４ａ（プロセッサの一例）がＲＯＭ２４ｂ等の記憶装置に記憶されるプログラムを実行することにより実現されても良いし、専用のハードウェアとして構成されても良い。ＥＣＵ２４には、実際に周辺監視処理として、障害物検出や白線検出等を実行するためのモジュールが含まれるが、図３においては、復元処理機能に必要なモジュール以外は、図示を省略するとともに、その説明を省略する。

【００２９】

ＲＯＭ２４ｂは、ＣＰＵ２４ａで実行される各種プログラム等を記憶する。また、ＲＡＭ２４ｃは、ＥＣＵ２４で復元画像を生成する場合に利用する撮像画像として、時系列的に連続して撮像された複数の撮像画像を一時的に格納しておく、撮像画像格納部３４０を含む。また、ＳＳＤ２４ｆは、画像復元部３４４により復元される復元画像を記憶する記憶部の一例である。

10

【００３０】

画像取得部３４１は、各撮像部１４によって、車両１０の周囲を撮像して得られる撮像画像を取得する。そして、画像取得部３４１は、取得した撮像画像を、ＲＡＭ２４ｃの撮像画像格納部３４０に保存する。

【００３１】

本実施形態では、画像取得部３４１は、車両１０（ＥＣＵ２４）の電源がＯＮの場合に撮像部１４の撮像により得られる撮像画像を取得する。そして、画像取得部３４１は、各撮像部１４（１４ａ～１４ｄ）の撮像により得られる撮像画像を、撮像部１４毎に識別して取得して、撮像画像格納部３４０に保存する。

20

【００３２】

したがって、撮像画像格納部３４０には、各撮像部１４毎に時間的（時系列的）に連続する撮像画像（フレーム）が保存される。撮像画像格納部３４０は、一定期間、例えば、３～５秒分の撮像画像が格納可能で、逐次新しい撮像画像を上書きする。本実施形態では、撮像画像格納部３４０は、復元画像を生成する撮像画像（以下、対象画像と言う）を基準として、当該対象画像の前後の複数の撮像画像を記憶する。または、撮像画像格納部３４０は、車両１０が一定距離走行する間の撮像画像を記憶するようにしてもよい。

【００３３】

汚れ画像検出部３４２は、撮像画像格納部３４０に記憶される撮像画像に含まれる汚れ画像を検出する。次いで、汚れ画像検出部３４２は、撮像画像のうち、当該検出した汚れ画像をマスク（例えば、除去）する。本実施形態では、汚れ画像検出部３４２が、検出部の一例として機能する。

30

【００３４】

本実施形態では、汚れ画像検出部３４２は、Attentive Recurrent Networkに入力して、画像取得部３４１により取得される各撮像画像のAttention Mapを生成する。次いで、汚れ画像検出部３４２は、生成したAttention Mapを二値化することにより、撮像画像から汚れ画像（例えば、雨滴の画像）を検出する。そして、汚れ画像検出部３４２は、撮像画像内において、当該検出した汚れ画像の領域をマスクする。

40

【００３５】

オプティカルフロー推定部３４３は、撮像画像格納部３４０に記憶される撮像画像のうち対象画像と、当該対象画像と時系列的に連続する撮像画像と、の間における欠損領域のオプティカルフローを推定する。ここで、欠損領域は、撮像画像のうち、汚れ画像をマスクした領域である。

【００３６】

本実施形態では、オプティカルフロー推定部３４３は、深層学習を用いて、対象画像と、当該対象画像と時系列的に連続する撮像画像と、の間の欠損領域のオプティカルフローを推定する。例えば、オプティカルフロー推定部３４３は、対象画像と、その前後の予め設定された数の撮像画像と、の間の欠損領域のオプティカルフローを推定する。

50

【 0 0 3 7 】

具体的には、オプティカルフロー推定部 3 4 3 は、汚れ画像を含む撮像画像と、汚れ画像を示すマスク画像と、を Deep Flow Completion Network に入力して、撮像画像内においてマスクによって欠損した欠損領域のオプティカルフローを推定する。または、オプティカルフロー推定部 3 4 3 は、撮像画像内の欠損領域の周囲のオプティカルフローを推定し、その推定結果に基づいて、欠損領域のオプティカルフローを推定することも可能である。

【 0 0 3 8 】

しかしながら、時系列的に連続する複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づいて、対象画像内の欠損領域を復元する場合、欠損領域が広がると、撮像画像内において、オプティカルフローに基づく欠損領域の復元に適用可能な箇所が少なくなる。そのため、撮像画像内の欠損領域が広がると、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づいて復元する画像の信頼度が低くなる可能性がある。また、撮像画像内の欠損領域が広がると、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づく画像の復元を繰り返しても、欠損領域が広いままとなる可能性がある。

10

【 0 0 3 9 】

そこで、本実施形態では、オプティカルフロー推定部 3 4 3 は、対象画像と、当該対象画像と時系列的に連続する撮像画像と、後述する画像復元部 3 4 4 により復元済みの復元画像と、の間における欠損領域のオプティカルフローを推定する。言い換えると、オプティカルフロー推定部 3 4 3 は、撮像画像格納部 3 4 0 に記憶される撮像画像のうち対象画像と、当該対象画像に時系列的に連続する撮像画像と、当該対象画像より前の撮像画像の復元画像と、の間の欠損領域のオプティカルフローを推定する。

20

【 0 0 4 0 】

これにより、画像取得部 3 4 1 により取得される撮像画像における欠損領域が広がった場合でも、復元画像において当該汚れ画像の領域が復元されていれば、欠損領域のオプティカルフローの推定に用いる画像において、欠損領域の復元に適用可能な箇所を増やすことができる。その結果、撮像画像内の欠損領域が広がった場合でも、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づいて復元する画像の信頼度を向上させることができる。また、撮像画像内の欠損領域が広がった場合でも、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づく画像の復元を繰り返すことにより、欠損領域が広いままとなる可能性を低減できる。

30

【 0 0 4 1 】

画像復元部 3 4 4 は、オプティカルフロー推定部 3 4 3 によって推定した欠損領域のオプティカルフローに基づいて、対象画像内の欠損領域の少なくとも一部を復元した復元画像を生成する。

【 0 0 4 2 】

本実施形態では、画像復元部 3 4 4 は、欠損領域のオプティカルフローに基づいて、Flow Guided Frame Inpainting によって、欠損領域を復元（修復）することによって、復元画像を生成する。また、本実施形態では、画像復元部 3 4 4 は、対象画像が含む欠損領域のうち、後述する復元対象範囲判定部 3 4 5 により設定される復元対象範囲を復元する。したがって、本実施形態では、オプティカルフロー推定部 3 4 3 および画像復元部 3 4 4 が、復元部の一例として機能する。

40

【 0 0 4 3 】

また、画像復元部 3 4 4 は、生成した復元画像を、SSD 2 4 f 等の記憶部に保存する。さらに、画像復元部 3 4 4 は、SSD 2 4 f 等の記憶部に記憶される復元画像を表示装置 1 6 に表示させる。

【 0 0 4 4 】

自転車位置情報取得部 3 4 6 は、車両 1 0 の現在の位置を示す自転車位置情報を取得する。本実施形態では、自転車位置情報取得部 3 4 6 は、情報取得部 3 0 により取得される車両 1 0 の現在の位置を示す情報を、自転車位置情報として取得する。

50

【 0 0 4 5 】

復元対象範囲判定部 3 4 5 は、対象画像の欠損領域のうち当該欠損領域の外縁近傍を、復元対象範囲に設定する設定部の一例として機能する。これにより、欠損領域に含まれる画素のうち、オプティカルフローの推定精度が高い画素のオプティカルフローに基づいて、欠損領域を復元することが可能となる。その結果、復元画像の復元精度を向上させることができる。

【 0 0 4 6 】

また、復元対象範囲判定部 3 4 5 は、自転車位置情報取得部 3 4 6 により取得される自転車位置情報に基づいて、復元対象範囲を設定する。これにより、欠損領域のオプティカルフローの推定結果の信頼性を考慮して、復元対象範囲を設定することが可能となるので、復元画像の復元精度を向上させることができる。

10

【 0 0 4 7 】

具体的には、復元対象範囲判定部 3 4 5 は、自転車位置情報に基づいて、車両 1 0 が直進しているか否かを判断する。そして、復元対象範囲判定部 3 4 5 は、車両 1 0 が直進していると判断した場合、撮像部 1 4 (例えば、撮像部 1 4 a) によって車両 1 0 の前方を撮像して得られる撮像画像の欠損領域が、当該撮像画像の中央に近づくに従って、復元対象範囲を狭める。言い換えると、復元対象範囲判定部 3 4 5 は、車両 1 0 が直進していると判断した場合、撮像部 1 4 によって車両 1 0 の前方を撮像して得られる撮像画像の欠損領域が、当該撮像画像の中央から離れるに従って、復元対象範囲を大きくする。

【 0 0 4 8 】

これにより、車両 1 0 が直進している場合に、撮像画像に含まれる欠損領域のうちオプティカルフローの推定結果の信頼性が低くなる当該撮像画像の中央近傍の欠損領域については、復元対象範囲を狭めることが可能となるので、復元画像の復元精度を向上させることができる。

20

【 0 0 4 9 】

図 4 は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元画像の生成処理の一例を説明するための図である。

【 0 0 5 0 】

次に、図 4 を用いて、ECU 2 4 による復元画像の生成処理の一例について説明する。

【 0 0 5 1 】

ECU 2 4 の電源が ON されると、画像取得部 3 4 1 は、撮像部 1 4 の撮像により得られる撮像画像の取得を開始する。そして、画像取得部 3 4 1 は、取得した撮像画像を、撮像画像格納部 3 4 0 に保存する。

30

【 0 0 5 2 】

次いで、汚れ画像検出部 3 4 2 は、対象画像、および当該対象画像の前後の撮像画像を含む複数の撮像画像 $F_0 (= (f_{-3k}, \dots, f_0, \dots, f_{3k+1}))$ のそれぞれから汚れ画像を検出する。次いで、汚れ画像検出部 3 4 2 は、複数の撮像画像 F_0 のそれぞれに含まれる汚れ画像をマスクする。

【 0 0 5 3 】

次に、オプティカルフロー推定部 3 4 3 は、複数の撮像画像 F_0 間における、汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定する。そして、画像復元部 3 4 4 は、複数の撮像画像 F_0 間における欠損領域のオプティカルフローに基づいて、対象画像 f_0 の欠損領域を復元した復元画像 f'_0 を生成する。

40

【 0 0 5 4 】

続いて、汚れ画像検出部 3 4 2 は、対象画像 f_0 よりも時系列的に後の対象画像 f_1 、当該対象画像 f_1 の前後の撮像画像、および復元画像 f'_0 を含む複数の撮像画像 $F_1 (= (f_{-3k+1}, \dots, f'_0, f_1, \dots, f_{3k+2}))$ のそれぞれから汚れ画像を検出する。次いで、汚れ画像検出部 3 4 2 は、複数の撮像画像 F_1 のそれぞれに含まれる汚れ画像をマスクする。

【 0 0 5 5 】

50

次に、オプティカルフロー推定部 343 は、複数の撮像画像 F_1 間における、汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定する。そして、画像復元部 344 は、複数の撮像画像 F_1 間における欠損領域のオプティカルフローに基づいて、対象画像 f_1 の欠損領域を復元した復元画像 f'_1 を生成する。

【0056】

続いて、汚れ画像検出部 342 は、対象画像 f_1 よりも時系列的に後の対象画像 f_2 、当該対象画像 f_2 の前後の撮像画像、および復元画像 f'_0, f'_1 を含む複数の撮像画像 $F_2 (= (f_{-3k+2}, \dots, f'_0, f'_1, f_2, \dots, f_{3k+3}))$ のそれぞれから汚れ画像を検出する。次いで、汚れ画像検出部 342 は、複数の撮像画像 F_2 のそれぞれに含まれる汚れ画像をマスクする。

10

【0057】

次に、オプティカルフロー推定部 343 は、複数の撮像画像 F_2 間における、汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定する。そして、画像復元部 344 は、複数の撮像画像 F_2 間における欠損領域のオプティカルフローに基づいて、対象画像 f_2 の欠損領域を復元した復元画像 f'_2 を生成する。

【0058】

このように、復元画像の生成を繰り返す毎に、対象画像の欠損領域のオプティカルフローの推定に用いる復元画像が増え、複数の撮像画像内においてオプティカルフローの推定を適用可能な箇所を増やすことができる。その結果、複数の撮像画像間のオプティカルフローに基づいて復元できる欠損領域が大きくなることができる。

20

【0059】

図 5 は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元対象範囲の設定処理の一例を説明するための図である。

【0060】

次に、図 5 を用いて、ECU 24 による復元対象範囲の設定処理の一例について説明する。

【0061】

復元対象範囲判定部 345 は、図 5 に示すように、複数の時刻（例えば、時刻 $T - Y$ 、時刻 T 、時刻 $T + Y$ ）における自車位置情報に基づいて、車両 10 が直進しているか否かを判断する。そして、車両 10 が直進していると判断した場合、復元対象範囲判定部 345 は、図 5 に示すように、対象画像 G 内における予め設定される画像領域毎のオプティカルフローの推定結果の信頼性を考慮して、欠損領域 R_1, R_2 に対して、復元対象範囲 R_1', R_2' を設定する。

30

【0062】

具体的には、車両 10 が直進している場合、対象画像 G の中央と比較して、対象画像 G の端側のオプティカルフローが長くなり、オプティカルフローの推定結果の信頼性が高くなる。そのため、復元対象範囲判定部 345 は、対象画像 G の中央付近に存在する欠損領域 R_1 に設定する復元対象範囲 R_1' より、対象画像 G の端側に存在する欠損領域 R_2 に設定する復元対象範囲 R_2' を大きくする。

【0063】

これにより、車両 10 が直進している場合に、対象画像 G に含まれる欠損領域 R_1, R_2 のうちオプティカルフローの推定結果の信頼性が低くなる当該対象画像 G の中央近傍の欠損領域 R_1 については、復元対象範囲 R_1' を狭めることが可能となるので、復元画像の復元精度を向上させることができる。

40

【0064】

図 6 は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元対象範囲の設定処理の一例を説明するための図である。

【0065】

復元対象範囲判定部 345 は、図 6 に示すように、対象画像 G に含まれる欠損領域 R （汚れ画像）の重心 O （中心）と、当該欠損領域 R の外縁 S と、の間の距離に基づいて、復

50

元対象範囲 R' を設定する。

【0066】

具体的には、復元対象範囲判定部345は、図6に示すように、重心Oと、外縁Sの任意の点Pと、を結ぶ線の距離（ユークリッド距離）Dを、所定比率H（ $= X : Y$ ）で分割する。ここで、所定比率Hは、予め設定される比率であり、距離Dのうち、外縁S側の距離D2が、重心O側の距離D1より長くなるように設定されているものとする。復元対象範囲判定部345は、自車両位置情報および対象画像G内における欠損領域Rの位置に応じて、所定比率Hを変更することも可能である。具体的には、復元対象範囲判定部345は、車両10が直進している場合、対象画像G内における欠損領域Rの位置が中央に近づくに従って、外縁S側の距離D2が短くなるように所定比率Hを設定する。

10

【0067】

そして、復元対象範囲判定部345は、欠損領域Rの外縁Sから重心Oに向かって、距離D2までの範囲を、復元対象範囲 R' に設定する。これにより、欠損領域Rに含まれる画素のうち、オプティカルフローの推定精度が高い画素のオプティカルフローに基づいて、欠損領域Rを復元することが可能となる。その結果、復元画像の復元精度を向上させることができる。

【0068】

図7, 8は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元対象範囲の設定処理の他の例を説明するための図である。

【0069】

復元対象範囲判定部345は、図7に示すように、対象画像G内の欠損領域R（汚れ画像）の外縁Sから、当該欠損領域Rの重心Oに向かって、所定距離Zの範囲を、復元対象範囲 R' に設定することも可能である。これにより、欠損領域Rに含まれる画素のうち、オプティカルフローの推定精度が高い画素のオプティカルフローに基づいて、欠損領域Rを復元することが可能となる。その結果、復元画像の復元精度を向上させることができる。

20

【0070】

例えば、復元対象範囲判定部345は、図8に示すように、対象画像G内の欠損領域Rの各画素について、当該欠損領域Rの外縁Sからの最小距離を算出する距離変換処理を実行する。そして、復元対象範囲判定部345は、図8に示すように、欠損領域Rの画素のうち、最小距離が所定距離Zの範囲内に存在する画素からなる領域を、復元対象範囲 R' に設定する。

30

【0071】

ここで、所定距離Zは、予め設定される距離である。復元対象範囲判定部345は、自車両位置情報および対象画像G内における欠損領域Rの位置に応じて、所定距離Zを変更することも可能である。具体的には、復元対象範囲判定部345は、車両10が直進している場合、対象画像G内における欠損領域Rの位置が中央に近づくに従って、所定距離Zを短くする。

【0072】

図9は、本実施形態にかかる車両が有する車両制御システムにおける復元画像の生成処理の流れの一例を示すフローチャートである。

40

【0073】

次に、図9を用いて、ECU24による復元画像の生成処理の流れの一例について説明する。

【0074】

ECU24の電源がONされると、画像取得部341は、撮像部14の撮像により得られる撮像画像の取得を開始する（ステップS901）。そして、画像取得部341は、取得した撮像画像を、撮像画像格納部340に保存する（ステップS902）。

【0075】

汚れ画像検出部342は、画像取得部341により取得される撮像画像に含まれる汚れ画像を検出する（ステップS903）。また、汚れ画像検出部342は、撮像画像のうち

50

、当該検出した汚れ画像をマスクする（ステップS904）。

【0076】

オプティカルフロー推定部343は、画像取得部341により取得される複数の撮像画像間における、汚れ画像をマスクした欠損領域のオプティカルフローを推定する（ステップS905）。その際、オプティカルフロー推定部343は、画像復元部344により復元済みの復元画像が存在する場合、オプティカルフロー推定部343は、画像取得部341により取得される複数の撮像画像と、復元画像と、の間における欠損領域のオプティカルフローを推定する。

【0077】

画像復元部344は、オプティカルフロー推定部343により推定した欠損領域のオプティカルフローに基づいて、対象画像内の欠損領域の少なくとも一部を復元した復元画像を生成する（ステップS906）。そして、画像復元部344は、生成した復元画像を、SSD34f等の記憶部に保存する（ステップS907）。

10

【0078】

このように、本実施形態にかかる車両10によれば、画像取得部341により取得される撮像画像における欠損領域が広がった場合でも、復元画像において当該汚れ画像の領域が復元されていれば、欠損領域のオプティカルフローの推定に用いる画像において、欠損領域の復元に適用可能な箇所を増やすことができる。その結果、撮像画像内の欠損領域が広がった場合でも、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づいて復元する画像の信頼度を向上させることができる。また、撮像画像内の欠損領域が広がった場合でも、複数の撮像画像間の欠損領域のオプティカルフローに基づく画像の復元を繰り返すことにより、欠損領域が広いままとなる可能性を低減できる。

20

【符号の説明】

【0079】

- 10 車両
- 14 撮像部
- 24 ECU
- 24a CPU
- 24b ROM
- 24c RAM
- 24f SSD
- 30 情報取得部
- 340 撮像画像格納部
- 341 画像取得部
- 342 汚れ画像検出部
- 343 オプティカルフロー推定部
- 344 画像復元部
- 345 復元対象範囲判定部
- 346 自転車位置情報取得部

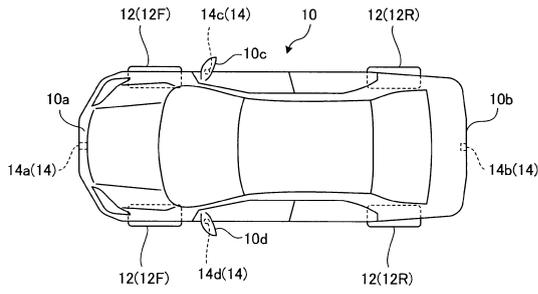
30

40

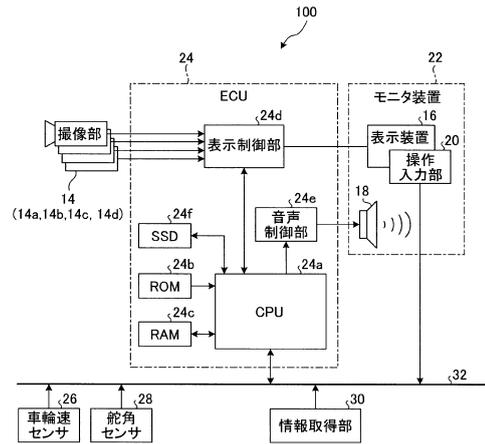
50

【図面】

【図 1】



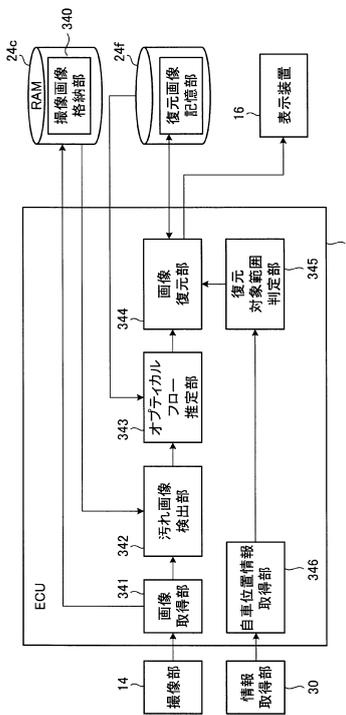
【図 2】



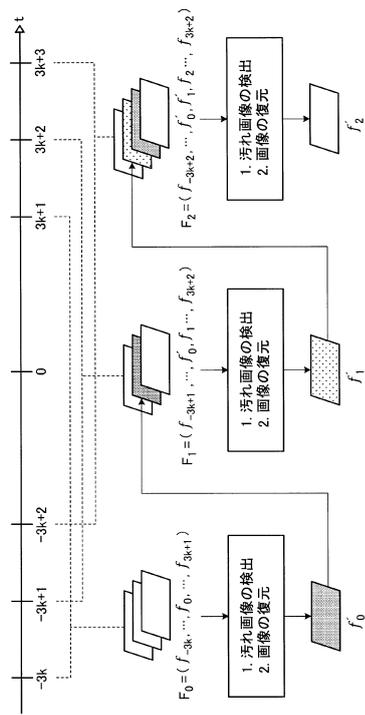
10

20

【図 3】



【図 4】

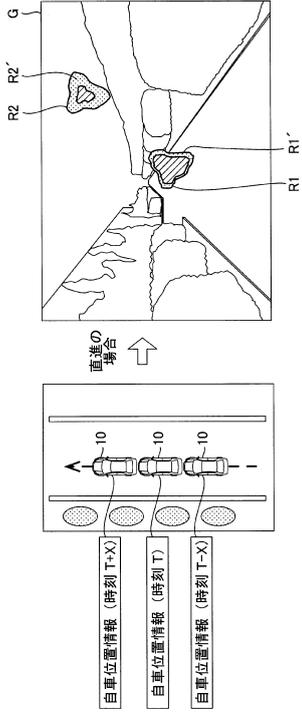


30

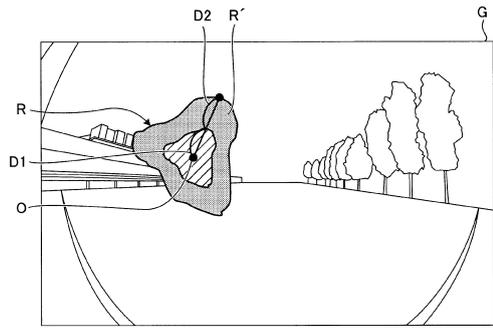
40

50

【 図 5 】

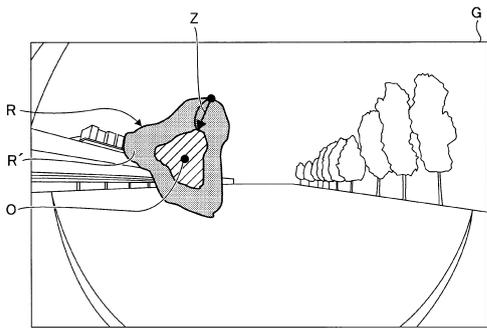


【 図 6 】



10

【 図 7 】



【 図 8 】

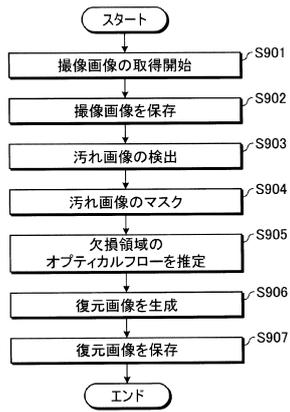


30

40

50

【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 目加田 慶人
愛知県名古屋市昭和区八事本町101番地の2 中京大学内
- (72)発明者 道満 恵介
愛知県名古屋市昭和区八事本町101番地の2 中京大学内
- (72)発明者 井上 博記
愛知県名古屋市昭和区八事本町101番地の2 中京大学内
- 審査官 片岡 利延
- (56)参考文献 特開2019-023794(JP,A)
特開2010-237798(JP,A)
稲葉洋 外2名, 降雨時の車載カメラ映像に対するフレーム間の対応付けに基づく雨滴部の
修繕, 信学校報(ITS2010-57, IE2010-132), 2011年02月
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06T 7/00