(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年5月19日(19.05.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/101982 A1

(51) 国際特許分類:
G01S 13/86 (2006.01)　*H04N 7/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2020/041927

(22) 国際出願日：　2020年11月10日(10.11.2020)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

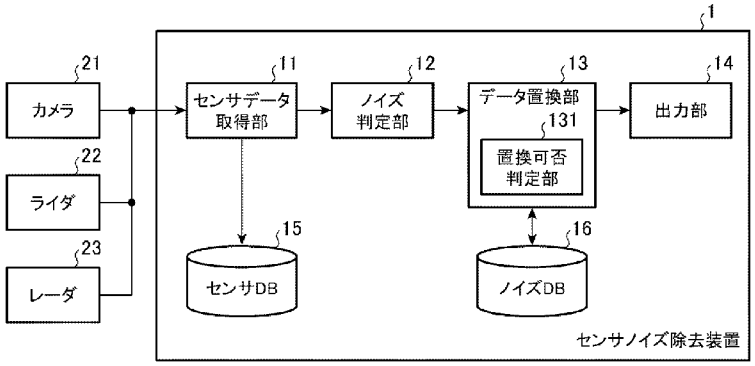
(72) 発明者: 柴田　博彬 (**SHIBATA, Hiroyoshi**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 井對貴之(**ITSUI, Takayuki**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 若林 瑞保(**WAKABAYASHI, Mizuho**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 三浦 紳(**MIURA, Shin**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人山王内外特許事務所 (**SANNO PATENT ATTORNEYS OFFICE**); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目１２番４号 赤坂山王センタービル５階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** SENSOR NOISE REMOVAL DEVICE AND SENSOR NOISE REMOVAL METHOD

(54) 発明の名称： センサノイズ除去装置およびセンサノイズ除去方法



1 Sensor noise removal device
11 Sensor data acquisition unit
12 Noise assessment unit
13 Data substitution unit
14 Output unit
15 Sensor database
16 Noise database
21 Camera
22 Lidar
23 Radar
131 Substitution possibility assessment unit

(57) **Abstract:** The present invention is provided with: a sensor data acquisition unit (11) for acquiring sensor data relating to circumstances around a vehicle; a noise assessment unit (12) for assessing whether or not noise is present in the sensor data acquired by the sensor data acquisition unit (11); and a data substitution unit (13) that, with regards to sensor data with regards to which it has been assessed by the noise assessment unit (12) that noise is present therein, estimates sensor data in which noise is not present and generates substitution data corresponding to a noise portion, and substitutes the noise portion with the generated substitution data.

(57) 要約：車両の周辺状況に関するセンサデータを取得するセンサデータ取得部（１１）と、センサデータ取得部（１１）によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定するノイズ判定部（１２）と、ノイズ判定部（１２）によってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、ノイズが発生していないセンサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分を置換するデータ置換部（１３）とを備えた。

WO 2022/101982 A1

［続葉有］

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： センサノイズ除去装置およびセンサノイズ除去方法

技術分野

[0001] 本開示は、センサノイズ除去装置およびセンサノイズ除去方法に関するものである。

背景技術

[0002] センサから取得したセンサデータに基づく処理において、当該処理が適切に行われるためには、取得したセンサデータが信頼できるものであることが望ましい。例えば、取得したセンサデータにノイズが発生していると、当該センサデータは信頼度が低いセンサデータとなり、処理が適切に行われなくなる可能性がある。

従来、センサから取得したセンサデータに基づく処理を行う場合、取得したセンサデータのうち、ノイズの少ないセンサデータを使用する技術が知られている（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０２０－９１２８１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一方、センサデータに基づく処理には、当該処理が行われる際、取得したセンサデータを、欠けることなく必要とするものがある。例えば、カメラから取得した画像を使用した処理が行われる際は、取得した画像が欠けることなく必要とされる。この場合、取得したセンサデータがノイズによって信頼度の低いものであっても、当該センサデータをそのまま使用するしかないという課題があった。

なお、上述したような従来の技術は、ノイズが発生しているセンサデータを使用しないようにする技術であるため、従来の技術では、上記課題を解決

することができない。

[0005] 本開示は上記のような課題を解決するためになされたもので、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることを可能としたセンサノイズ除去装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係るセンサノイズ除去装置は、車両の周辺状況に関するセンサデータを取得するセンサデータ取得部と、センサデータ取得部によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定するノイズ判定部と、ノイズ判定部によってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、ノイズが発生していないセンサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データで前記ノイズ部分を置換するデータ置換部とを備えたものである。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置の構成例を示す図である。

[図2]実施の形態１において、データ置換部が、第１距離データまたは第２距離データに基づいて行う置換の一例のイメージを説明するための図であって、図２Ａは、データ置換部が第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換を行う前の、ノイズが発生していると判定された撮像画像の一例のイメージを示す図であり、図２Ｂは、データ置換部が第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換を行った後の置換後撮像画像の一例のイメージを示す図である。

[図3]実施の形態１において、データ置換部が、第１距離データまたは第２距離データに基づいて行う置換のその他の一例のイメージを説明するための図であって、図３Ａは、データ置換部が第１距離データまたは第２距離データ

に基づいて置換を行う前の、ノイズが発生していると判定された撮像画像の一例のイメージを示す図であり、図３Ｂは、データ置換部が第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換を行った後の、置換後センサデータとしての置換後撮像画像の一例のイメージを示す図である。

[図4]実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置の動作を説明するためのフローチャートである。

[図5]図４のステップＳＴ４０３におけるデータ置換部の動作について詳細に説明するためのフローチャートである。

[図6]図６Ａ，図６Ｂは、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図7]実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置の構成例を示す図である。

[図8]実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置の動作について説明するためのフローチャートである。

[図9]実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置の構成例を示す図である。

[図10]実施の形態３に係る学習装置の構成例を示す図である。

[図11]ニューラルネットワークの一例について説明するための図である。

[図12]実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置の動作について説明するためのフローチャートである。

[図13]実施の形態３に係る学習装置の動作について説明するためのフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

実施の形態１．

図１は、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１の構成例を示す図である。

実施の形態１において、センサノイズ除去装置１は、車両に搭載されることを想定している。また、センサノイズ除去装置１は、車両に搭載されてい

る複数の種類のセンサと接続され、複数の種類のセンサによってそれぞれ取得された、車両の周辺状況に関する複数のセンサデータを取得する。

センサによって取得された、車両の周辺状況に関するセンサデータは、車両に関する種々の処理に使用される。

[0010] センサデータを使用する処理には、使用するセンサデータを他のセンサデータに代替することができないものがある。この場合、仮に、処理に使用するセンサデータにノイズが発生しており、他のセンサデータはノイズが発生していない正常なセンサデータであったとしても、他のセンサデータを使用したのでは、処理が適切に行われないことになる。

従来は、他のセンサデータに代替することができないセンサデータを使用する処理が行われる際、使用するセンサデータにノイズが発生していたとしても、当該処理は、ノイズが発生しているセンサデータを使用するしかなかった。

例えば、車両後方を撮像しているカメラ、または、ドライブレコーダに搭載されているカメラによって取得された画像を車両に搭載されているディスプレイに表示する処理において、取得された画像にノイズが発生していたとしても、当該画像をそのまま表示するしかなかった。

また、例えば、あるセンサデータをインプットとした人工知能を用いた処理が行われる場合、インプットとなるセンサデータにノイズが発生していたとしても、当該センサデータをそのままインプットとするしかなかった。

[0011] そこで、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１は、取得した複数のセンサデータの中にノイズが発生しているセンサデータがある場合、当該センサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータとする。具体的には、センサノイズ除去装置１は、ノイズが発生していないセンサデータを推測して、ノイズが発生している部分（以下「ノイズ部分」という。）に対応するデータ（以下「置換用データ」という。）を生成し、生成した置換用データで、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分を置換する。以下の実施の形態１において、ノイズが発生しているセンサデータにお

けるノイズ部分をノイズが発生してない状態のセンサデータにすることを、単に「置換」ともいう。

[0012] 実施の形態１において、センサノイズ除去装置１が、ノイズが発生していない状態となるよう置換を行った後のセンサデータを、「置換後センサデータ」という。なお、センサノイズ除去装置１は、置換において、ノイズ部分を置換用データに置換するが、当該置換は、置換前のデータの特性を変更するものではない。

[0013] センサノイズ除去装置１は、少なくとも、それを使用した処理が行われる際に他のセンサデータに代替することができないセンサデータについて、ノイズが発生している場合に、置換を行うようになっていればよい。

[0014] 実施の形態１では、図１に示すように、複数のセンサは、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３を想定している。なお、実施の形態１では、センサノイズ除去装置１に接続されるセンサは３つとしているが、これは一例に過ぎない。センサノイズ除去装置１に接続されるセンサは２つ、または、４つ以上であってもよいし、１つであってもよい。

カメラ２１は、車両周辺を撮像する。カメラ２１は、車両の周辺を撮像した画像（以下「撮像画像」という。）を、センサノイズ除去装置１に出力する。

ライダ２２は、レーザ光を車両周辺に照射して得られた点群データを距離データ（以下「第１距離データ」という。）としてセンサノイズ除去装置１に出力する。点群データは、レーザ光を反射した地点ごとに距離ベクトルと反射強度とを示す。

レーダ２３は、ミリ波を車両周辺に走査して発信し、受信した電波に基づいて得られた距離データ（以下「第２距離データ」という。）をセンサノイズ除去装置１に出力する。第２距離データは、ミリ波を反射した地点ごとに距離ベクトルを示す。

カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３が車両の周辺状況を検知する範囲は、互いに重複しているものとする。例えば、カメラ２１は、車両の

後方を撮像する。ライダ２２およびレーダ２３は、車両の後方に存在する物体を検知する。

[0015] 実施の形態１では、カメラ２１から取得される撮像画像は、当該撮像画像を使用した処理が行われる際に、ライダ２２から取得された第１距離データ、または、レーダ２３から取得された第２距離データに代替することができないものとする。また、カメラ２１に、ノイズの原因となる事象が生じる場合があることを前提とする。

カメラ２１にノイズの原因となる事象が生じた場合、撮像画像にノイズが発生することになる。ノイズの原因となる事象とは、例えば、カメラ２１のレンズに水滴、汚れ、または、虫が付着するという事象である。この場合、撮像画像には、ノイズとしてボケが発生する。センサノイズ除去装置１は、撮像画像にノイズが発生している場合、当ノイズが発生していない撮像画像を推測してノイズ部分の画素に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データで、ノイズが含まれている撮像画像のノイズ部分を置換する。

[0016] なお、実施の形態１では、ライダ２２およびレーダ２３には、ノイズの原因となる事象が生じないことを前提とする。すなわち、第１距離データおよび第２距離データにはノイズが発生していないものとする。

センサノイズ除去装置１による置換の詳細については、後述する。

[0017] 図１に示すように、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１は、センサデータ取得部１１、ノイズ判定部１２、データ置換部１３、出力部１４、センサＤＢ（データベース）１５、および、ノイズＤＢ１６を備える。データ置換部１３は、置換可否判定部１３１を備える。

[0018] センサデータ取得部１１は、車両の周辺状況に関するセンサデータを取得する。具体的には、センサデータ取得部１１は、カメラ２１によって撮像された撮像画像、ライダ２２によって取得された第１距離データ、および、レーダ２３によって取得された第２距離データを取得する。

センサデータ取得部１１は、取得した撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データを、ノイズ判定部１２に出力する。

また、センサデータ取得部１１は、取得した撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データを、センサＤＢ１５に記憶する。このとき、センサデータ取得部１１は、例えば、撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データを、それぞれ、データ取得日時に関する情報と対応付けて、センサＤＢ１５に記憶する。

[0019] ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定する。

具体的には、実施の形態１では、ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１によって取得された撮像画像にノイズが発生しているか否かを判定する。

例えば、ノイズ判定部１２は、既知の画像認識処理を用いて、撮像画像上にボケが発生しているか否かを判定する。ノイズ判定部１２は、撮像画像上にボケが発生している場合、撮像画像にノイズが発生していると判定する。なお、例えば、ノイズ判定部１２は、撮像画像上の１画素でもボケが発生していれば、当該撮像画像にノイズが発生していると判定するものとする。ノイズ判定部１２は、撮像画像上にボケが発生していない場合、撮像画像にはノイズは発生していないと判定する。

[0020] ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１から取得した撮像画像を、ノイズが含まれているか否かの判定結果とともに、データ置換部１３に出力する。このとき、ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１から取得した、第１距離データおよび第２距離データについても、データ置換部１３に出力する。

[0021] データ置換部１３は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、ノイズが発生していないセンサデータを推測して、当該センサデータのノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分を置換する。実施の形態１では、データ置換部１３は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像について、ノイズが発生していない撮像画像を推測して、ノイ

ズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データで、ノイズ部分を置換する。

[0022] 具体的には、まず、データ置換部１３の置換可否判定部１３１が、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータにおいてノイズ部分の置換を可能とする条件（以下「置換可能条件」という。）を満たすか否かを判定することで、ノイズが発生していると判定された撮像画像について、置換を行うことが可能か否かを判定する。

データ置換部１３は、置換可否判定部１３１が、置換を行うことが可能と判定した場合に、置換用データを生成し、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のノイズ部分を、生成した置換用データで置換する。

[0023] ここで、置換可能条件には、第１置換可能条件と第２置換可能条件が含まれる。

第１置換可能条件には、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータのみから当該センサデータにおけるノイズ部分の置換を可能とする条件が設定されている。

第１置換可能条件は、例えば、ノイズが発生しているセンサデータが撮像画像である場合、ノイズが発生している画素数が予め設定されている閾値（以下「置換可否判定用閾値」という。）以下であること、である。

[0024] 第２置換可能条件には、センサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータのうち、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していないと判定されたセンサデータに基づいて、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータにおけるノイズ部分の置換を可能とする条件が設定されている。

第２置換可能条件は、例えば、ノイズが発生しているセンサデータにおいてノイズが発生している範囲に対応する実空間に対して取得された、ノイズが発生していない他のセンサデータがあること、である。

[0025] 置換可否判定部１３１は、まず、第１置換可能条件を満たすか否かを判定

する。

例えば、第１置換可能条件が上述した例のような内容であったとすると、置換可否判定部１３１は、まず、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像において、ノイズが発生している画素数が置換可能判定用閾値以下であるか否かを判定する。

置換可否判定部１３１は、ノイズが発生している画素数が置換可能判定用閾値以下である場合、第１置換可能条件を満たしており、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のみから当該撮像画像におけるノイズ部分の置換が可能と判定する。

置換可否判定部１３１は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のみから置換が可能である旨の情報を、データ置換部１３に出力する。

置換可否判定部１３１は、ノイズが発生している画素数が置換可能判定用閾値より大きい場合は、第１置換可能条件を満たしていないため、ノイズが発生していると判定された撮像画像のみからでは、当該撮像画像におけるノイズ部分の置換は不可能と判定する。ノイズが発生している部分が大きい場合、ノイズ部分にはノイズが発生していないとするとどのような撮像画像となるか、推測することが難しいためである。

[0026] 置換可否判定部１３１は、第１置換可能条件を満たさないと判定した場合、第２置換可能条件を満たすか否かを判定する。

例えば、第２置換可能条件が上述した例のような内容であったとすると、置換可否判定部１３１は、撮像画像においてノイズが発生している範囲の実空間に対して取得された第１距離データまたは第２距離データがあるか否かを判定する。

なお、上述のとおり、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３が車両の周辺状況を検知する範囲は、互いに重複している。また、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３の設置位置と、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３が車両の周辺状況を検知可能な範囲は、予めわかってい

るものとする。そうすると、置換可否判定部１３１は、撮像画像においてノイズが発生している範囲に対応する第１距離データまたは第２距離データは、特定可能である。

[0027] 置換可否判定部１３１は、撮像画像においてノイズが発生している範囲に対応する第１距離データまたは第２距離データがある場合、第２置換可能条件を満たしており、センサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータのうち、ノイズ判定部１２がノイズは発生していないと判定したセンサデータ、言い換えれば、第１距離データまたは第２距離データ、に基づき、置換を行うことが可能であると判定する。

置換可否判定部１３１は、センサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータのうち、ノイズ判定部１２がノイズは発生していないと判定したセンサデータ、言い換えれば、第１距離データまたは第２距離データに基づき置換が可能である旨の情報を、データ置換部１３に出力する。

[0028] 置換可否判定部１３１は、第１置換可能条件および第２置換可能条件のいずれも満たさないと判定した場合、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像について、置換は不可能であると判定する。置換可否判定部１３１は、置換が不可能である旨の情報を、データ置換部１３に出力する。

[0029] データ置換部１３は、置換可否判定部１３１から、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のみから置換が可能である旨の情報が出力された場合、ノイズが発生していると判定された撮像画像に基づきノイズが発生していない撮像画像を推測して置換用データを生成する。そして、データ置換部１３は、生成した置換用データで撮像画像のノイズ部分を置換する。

具体的には、例えば、データ置換部１３は、ノイズ部分に含まれる画素について、当該画素に近接する、ノイズが発生していない画素（以下「近接画素」という。）から置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分の画素を置換する。

より詳細には、データ置換部１３は、例えば、ノイズが発生していない撮像画像では、ノイズ部分は近接画素に近い画素値となるであろうと推測し、近接画素の画素値の平均値を画素値とする置換用データを生成する。なお、どの範囲の画素までを近接画素とするかは、予め決められている。また、例えば、データ置換部１３は、近接画素それぞれについてノイズ部分の画素値の平均値との差分をとり、当該差分が予め設定されている閾値未満である近接画素を抽出して、抽出した近接画素の画素値の平均値を画素値とする置換用データを生成するようにしてもよい。これにより、データ置換部１３は、ノイズ部分の画素値とより関連性が高いと推測される近接画素に基づいて置換用データを生成することができる。また、例えば、データ置換部１３は、ノイズが発生していない撮像画像では、ノイズ部分の隣の画素値と同じ画素値が連続するであろうと推測し、隣の画素値と同じ画素値の置換用データを生成するようにしてもよい。また、例えば、データ置換部１３は、ノイズ部分が１画素等、狭い範囲である場合、ノイズ部分の画素に対して既知の超解像技術を用いてノイズを除去した置換用データを生成してもよい。

このように、データ置換部１３は、近接画素またはノイズ部分の画素に基づいて置換用データを生成し、当該置換用データでノイズ部分の画素を置換することで、ノイズ部分を、ノイズが発生していない状態で撮像されたと推測される画像とした、置換後センサデータとしての撮像画像（以下「置換後撮像画像」という。）を生成することができる。

[0030] 一方、データ置換部１３は、置換可否判定部１３１から、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していないと判定された第１距離データまたは第２距離データに基づき置換が可能である旨の情報が出力された場合、センサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータのうち、第１距離データまたは第２距離データに基づきノイズが発生していない撮像画像を推測して置換用データを生成する。そして、データ置換部１３は、生成した置換用データで、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のノイズ部分を置換する。

[0031] データ置換部１３が、第１距離データまたは第２距離データに基づいて行う置換のイメージについて、説明する。

図２は、実施の形態１において、データ置換部１３が、第１距離データまたは第２距離データに基づいて行う置換の一例のイメージを説明するための図である。

図２Ａは、データ置換部１３が第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換を行う前の、ノイズが発生していると判定された撮像画像の一例のイメージを示す図であり、図２Ｂは、データ置換部１３が第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換を行った後の置換後撮像画像の一例のイメージを示す図である。

図２Ａに示す撮像画像において、２０１～２０３で示す範囲が、ノイズによってボケが発生している範囲である。

[0032] データ置換部１３は、まず、第１距離データまたは第２距離データに基づいて、撮像画像のノイズ部分、言い換えれば、図２Ａの２０１～２０３に示す範囲それぞれにおいて、物体が検出されるか否かを推測する。例えば、データ置換部１３は、第１距離データまたは第２距離データにおいて、撮像画像のノイズ部分に対応する実空間に存在する物体が検出されている場合、撮像画像においても物体が検出されると推測する。データ置換部１３は、第１距離データまたは第２距離データにおいて、撮像画像のノイズ部分に対応する実空間に存在する物体が検出されていない場合、撮像画像においても物体は検出されないと推測する。

一例として、第１距離データおよび第２距離データにおいて、物体は検出されていないとする。そうすると、データ置換部１３は、撮像画像のノイズ部分において、物体は検出されないと推測する。

この場合、データ置換部１３は、例えば、ノイズ部分に含まれる画素について、当該画素に近接する、ノイズが発生していない近接画素から置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分の画素を置換する。ノイズが発生していない近接画素から置換用データを生成し、生成した置換用デ

ータでノイズ部分の画素を置換する詳細については説明済みであるため、重複した説明を省略する。

[0033] これにより、データ置換部１３は、例えば、図２Ｂに示すように、図２Ａで２０１～２０３で示したノイズが発生している範囲を、ボケのない画像とした置換後撮像画像を生成する。図２Ｂにおいて、図２Ａで２０１～２０３で示した部分の画素は、物体がない状態である場合の撮像画像と推測される、ボケが発生していない画素で置換されている。

なお、図２Ｂにおいて、便宜上、図２Ａにて２０１～２０３で示したノイズ部分の外枠を点線にて示すようにしている。

[0034] 上述の例では、データ置換部１３は、撮像画像のノイズ部分において、物体は検出されないと推測したとしたが、これは一例に過ぎない。

データ置換部１３が、撮像画像のノイズ部分において物体が検出されると推測した場合の、データ置換部１３による置換の一例のイメージについて説明する。

図３は、実施の形態１において、データ置換部１３が、第１距離データまたは第２距離データに基づいて行う置換のその他の一例のイメージを説明するための図である。

図３Ａは、データ置換部１３が第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換を行う前の、ノイズが発生していると判定された撮像画像の一例のイメージを示す図であり、図３Ｂは、データ置換部１３が第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換を行った後の、置換後センサデータとしての置換後撮像画像の一例のイメージを示す図である。

[0035] データ置換部１３は、例えば、第１距離データまたは第２距離データにおいて、撮像画像のノイズ部分に対応する実空間に存在する物体が検出されている場合は、撮像画像においても物体が検出されていると推測する。この場合、データ置換部１３は、検出されたと推測した物体が示されるよう、置換用データを生成するようにする。

ここでは、例えば、第１距離データまたは第２距離データでは、図３Ａの

３０１で示したノイズ部分に対応する実空間において人が検出されているとする。また、例えば、第１距離データまたは第２距離データでは、図３Ａの３０２で示したノイズ部分に対応する実空間において車が検出されているとする。この場合、データ置換部１３は、撮像画像の、図３Ａの３０１で示したノイズ部分には人が検出されており、図３Ａの３０２で示したノイズ部分には車が検出されていると推測し、図３Ａの３０１で示したノイズ部分において人、図３Ａの３０２で示したノイズ部分において車が示されるよう、置換用データを生成する。

その際、データ置換部１３は、第１距離データまたは第２距離データにおいて検出された物体を厳密に再現するよう置換用データを生成する必要はない。データ置換部１３は、検出された物体の位置、当該物体の種類、または、当該物体の向きがわかるデータとして置換用データを生成すればよい。データ置換部１３は、例えば、検出された物体の色までわかるデータとして置換用データを生成する必要はない。

[0036] これにより、データ置換部１３は、例えば、図３Ｂに示すように、図３Ａで３０１～２０３で示した、ノイズが発生している範囲をボケのない画像とした置換後撮像画像を生成する。

図３Ｂにおいて、図３Ａにて３０１で示したノイズ部分にはボケが発生しておらず、人が描画されている（図３Ｂの３０４参照）。また、図３Ｂにおいて、図３Ａにて３０２で示したノイズ部分にはボケが発生しておらず、車が描画されている（図３Ｂの３０５参照）。

なお、図３Ａにおいて３０３で示したノイズ部分は、データ置換部１３が、物体が検出されないと推測したため、物体がない状態である場合の撮像画像と推測される、ボケが発生していない画素で置換されている。

図３Ｂにおいて、便宜上、図３Ａにて３０１～３０３で示したノイズ部分の外枠を点線にて示すようにしている。

[0037] 図２および図３を用いて説明したように、データ置換部１３は、第１距離データまたは第２距離データに基づいて置換用データを生成し、当該置換用

データでノイズ部分の画素を置換することで、ノイズ部分を、ノイズが発生していない状態で撮像されたと推測される画像とした置換後撮像画像を生成することができる。

[0038] また、データ置換部１３は、置換可否判定部１３１から、置換が不可能である旨の情報が出力された場合は、ノイズＤＢ１６に、ノイズが発生していると判定された撮像画像と、当該撮像画像は置換不可である旨の情報と、当該撮像画像においてノイズが発生しているノイズ部分を特定可能な情報とを対応付けた情報を、置換不可情報として記憶する。

置換不可情報を記憶しておくことで、次回、置換可否判定部１３１は、当該置換不可情報を参照することで、撮像画像は置換が行えるか否かを判定することができる。

[0039] データ置換部１３は、撮像画像について置換を行った場合、置換後撮像画像を、出力部１４に出力する。データ置換部１３は、撮像画像について置換を行わなかった場合、センサデータ取得部１１が取得した撮像画像を、出力部１４に出力する。また、データ置換部１３は、センサデータ取得部１１が取得した第１距離データおよび第２距離データを、出力部１４に出力する。

[0040] 出力部１４は、データ置換部１３から出力されたセンサデータを出力する。具体的には、出力部１４は、データ置換部１３から出力された置換後撮像画像または撮像画像と、第１距離データと、第２距離データを、出力する。

各センサデータの出力先は、センサデータを使用した処理を行う装置である。例えば、車両に搭載されているディスプレイ（図示省略）が撮像画像の表示を行っている場合、出力部１４は、置換後撮像画像または撮像画像を、当該ディスプレイに出力する。

[0041] センサＤＢ１５は、センサデータ取得部１１が取得したセンサデータを記憶する。

なお、ここでは、図１に示すように、センサＤＢ１５は、センサノイズ除去装置１に備えられるものとするが、これは一例に過ぎない。センサＤＢ１５は、センサノイズ除去装置１の外部の、センサノイズ除去装置１が参照可

能な場所に備えられるようにしてもよい。

[0042] ノイズＤＢ１６は、置換不可情報を記憶する。

ノイズＤＢ１６には初期データとして、車両の車種ごとに走行シミュレーションを行った際に生成した撮像画像、または、試験走行時にカメラ２１から取得された撮像画像が記憶されているようにしてもよい。

ノイズＤＢ１６に上述したような初期データが記憶されている場合、データ置換部１３は、置換を行う際、ノイズＤＢ１６に記憶されている撮像画像に基づいて、置換用データを生成するようにしてもよい。例えば、データ置換部１３は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のノイズ部分において、物体は検出されていないと推測した場合、当該ノイズ部分に対応する範囲の初期データを抽出し、置換用データとして生成する。また、例えば、データ置換部１３は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のノイズ部分において、物体が検出されていると推測した場合、当該ノイズ部分に対応する範囲の初期データを抽出し、検出されていると推測した物体を重畳させて、置換用データを生成する。

なお、ここでは、図１に示すように、ノイズＤＢ１６は、センサノイズ除去装置１に備えられるものとするが、これは一例に過ぎない。ノイズＤＢ１６は、センサノイズ除去装置１の外部の、センサノイズ除去装置１が参照可能な場所に備えられるようにしてもよい。

[0043] 実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１の動作について説明する。

図４は、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１の動作を説明するためのフローチャートである。

[0044] センサデータ取得部１１は、車両の周辺状況に関するセンサデータを取得する（ステップＳＴ４０１）。具体的には、センサデータ取得部１１は、カメラ２１によって撮像された撮像画像、ライダ２２によって取得された第１距離データ、および、レーダ２３によって取得された第２距離データを取得する。

センサデータ取得部１１は、取得した撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データを、ノイズ判定部１２に出力する。

また、センサデータ取得部１１は、取得した撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データを、センサＤＢ１５に記憶する。

[0045] ノイズ判定部１２は、ステップＳＴ４０１にてセンサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定する（ステップＳＴ４０２）。

具体的には、ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１によって取得された撮像画像にノイズが発生しているか否かを判定する。

ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１から取得した撮像画像を、ノイズが含まれているか否かの判定結果とともに、データ置換部１３に出力する。このとき、ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１から取得した、第１距離データおよび第２距離データについても、データ置換部１３に出力する。

[0046] データ置換部１３は、ステップＳＴ４０２にてノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、ノイズが発生していないセンサデータを推測して、当該センサデータのノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データで、ノイズ部分を置換する（ステップＳＴ４０３）。具体的には、データ置換部１３は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像について、ノイズが発生していない撮像画像を推測して、ノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データで、ノイズ部分を置換する。

データ置換部１３は、撮像画像について置換を行った場合、置換後撮像画像を、出力部１４に出力する。データ置換部１３は、撮像画像について置換を行わなかった場合、センサデータ取得部１１が取得した撮像画像を、出力部１４に出力する。また、データ置換部１３は、センサデータ取得部１１が取得した第１距離データおよび第２距離データを、出力部１４に出力する。

[0047] 出力部１４は、ステップＳＴ４０３にてデータ置換部１３から出力された

センサデータを出力する（ステップＳＴ４０４）。具体的には、出力部１４は、データ置換部１３から出力された置換後撮像画像または撮像画像と、第１距離データと、第２距離データを、出力する。

[0048] 図５は、図４のステップＳＴ４０３におけるデータ置換部１３の動作について詳細に説明するためのフローチャートである。

[0049] 置換可否判定部１３１は、図４のステップＳＴ４０２にてノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像について、第１置換可能条件を満たすか否かを判定することで、ノイズが発生していると判定された撮像画像のみから、当該撮像画像におけるノイズ部分の置換が可能か否かを判定する（ステップＳＴ５０１）。

[0050] ステップＳＴ５０１にて、置換可否判定部１３１は、第１置換可能条件を満たしていると判定した場合、すなわち、ノイズが発生していると判定された撮像画像のみから、当該撮像画像におけるノイズ部分の置換が可能であると判定した場合（ステップＳＴ５０１の“ＹＥＳ”の場合）、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のみから置換が可能である旨の情報を、データ置換部１３に出力する。

[0051] データ置換部１３は、ノイズが発生していると判定された撮像画像に基づきノイズが発生していない撮像画像を推測して置換用データを生成する。そして、データ置換部１３は、生成した置換用データで撮像画像のノイズ部分を置換する（ステップＳＴ５０２）。

[0052] 一方、ステップＳＴ５０１にて、第１置換可能条件を満たしていないと判定した場合、すなわち、ノイズが発生していると判定された撮像画像のみから、当該撮像画像におけるノイズ部分の置換が不可能と判定した場合（ステップＳＴ５０１の“ＮＯ”の場合）、置換可否判定部１３１は、ステップＳＴ５０３の動作を行う。

ステップＳＴ５０３において、置換可否判定部１３１は、第２置換可能条件を満たすか否かを判定することで、図４のステップＳＴ４０１にてセンサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータのうち、第１距離データま

たは第２距離データに基づき、撮像画像のノイズ部分の置換を行うことが可能であるか否かを判定する（ステップＳＴ５０３）。

[0053] ステップＳＴ５０３にて、置換可否判定部１３１は、第２置換可能条件を満たしていると判定した場合、すなわち、第１距離データまたは第２距離データに基づき、撮像画像のノイズ部分の置換を行うことが可能であると判定した場合（ステップＳＴ５０３の“ＹＥＳ”の場合）、第１距離データまたは第２距離データに基づき置換が可能である旨の情報を、データ置換部１３に出力する。

[0054] データ置換部１３は、図４のステップＳＴ４０１にてセンサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータのうち、ノイズ判定部１２がノイズは発生していないと判定した第１距離データまたは第２距離データに基づきノイズが発生していない撮像画像を推測して置換用データを生成する。そして、データ置換部１３は、生成した置換用データで、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像のノイズ部分を置換する（ステップＳＴ５０４）。

[0055] ステップＳＴ５０３にて、第２置換可能条件を満たしていないと判定した場合、すなわち、第１距離データまたは第２距離データに基づき、撮像画像のノイズ部分の置換を行うことが不可能であると判定した場合（ステップＳＴ５０３の“ＮＯ”の場合）、置換可否判定部１３１は、置換が不可能である旨の情報を、データ置換部１３に出力する。

[0056] データ置換部１３は、ノイズＤＢ１６に置換不可情報を記憶する（ステップＳＴ５０５）。

[0057] このように、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１は、車両の周辺状況に関するセンサデータ（撮像画像）にノイズが発生していると判定した場合、ノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、ノイズが発生していないセンサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した前記置換用データによって、ノイズ部分を置換する。これにより、センサノイズ除去装置１は、ノイズにより信頼度が低くなったセ

ンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

[0058] 以上の実施の形態１では、データ置換部１３は、ノイズが発生していると判定された撮像画像に基づき置換用データを生成し、生成した置換用データで撮像画像のノイズ部分を置換する機能（以下「第１置換機能」という。）と、ノイズが発生していないと判定した第１距離データまたは第２距離データに基づき置換用データを生成し、置換用データで撮像画像のノイズ部分を置換する機能（以下「第２置換機能」という。）とを備えるものとしたが、これは一例に過ぎない。データ置換部１３は、第１置換機能または第２置換機能のいずれか一方を備えるようにしてもよい。

データ置換部１３が第１置換機能のみを有する場合、置換可否判定部１３１は、第１置換可能条件を満たすか否かの判定のみ行う。

この場合、図５を用いて説明したセンサノイズ除去装置１の動作について、ステップＳＴ５０３～ステップＳＴ５０４の動作は省略される。

また、データ置換部１３が第２置換機能のみを有する場合、置換可否判定部１３１は、第２置換可能条件を満たすか否かの判定のみ行う。

この場合、図５を用いて説明したセンサノイズ除去装置１の動作について、ステップＳＴ５０１～ステップＳＴ５０２の動作は省略される。

[0059] また、以上の実施の形態１において、データ置換部１３は置換可否判定部１３１を備えるものとしたが、置換可否判定部１３１は必須ではない。例えば、データ置換部１３が置換可否判定部１３１の機能を有するものとし、データ置換部１３が、置換を行う際に、置換可能条件を満たすか否か判定するようにしてもよい。

[0060] また、以上の実施の形態１では、撮像画像にノイズが発生し得ることを前提としたが、これは一例に過ぎない。実施の形態１において、第１距離データおよび第２距離データにノイズが発生し得ることを前提としてもよい。

ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１が取得する全てのセンサデータについて、ノイズが発生しているか否かを判定することができる。

例えば、ノイズ判定部１２は、第１距離データまたは第２距離データにノイズが発生しているか否かを判定することができる。具体的には、ノイズ判定部１２は、例えば、第１距離データ、より詳細には、第１距離データに含まれる点群データ、のうちのいずれか１つでも「０」を示している場合、当該第１距離データにはノイズが発生していると判定する。また、ノイズ判定部１２は、第２距離データが「０」を示している場合、当該第２距離データにはノイズが発生していると判定する。

センサデータが画像以外であった場合の第１置換可能条件としては、例えば、センサデータが第１距離データである場合、レーザ光を車両周辺に照射して得られた点群データのうち、「０」を示すデータが予め設定されている閾値以下であること、が設定されている。この場合、例えば、第１置換可能条件を満たしたとして、置換可否判定部１３１から、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された第１距離データのみから置換が可能である旨の情報が出力されたとする。そうすると、データ置換部１３は、点群データのうち、ノイズ部分に含まれるデータについて、ノイズが発生していないデータから置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分のデータを置換する。

[0061] また、以上の実施の形態１において、ノイズ判定部１２は、センサデータの特性に基づいて、センサデータにノイズが発生しているか否かを判定するようにしてもよい。

センサデータは、環境等によって影響を受ける特性を有することがある。環境等によって影響を受けると、センサデータは、正常な値を示さない場合がある。

例えば、センサデータが撮像画像である場合、当該撮像画像は、対向車のハイビーム、または、街灯の光等による影響を受ける特性を有する。対向車のハイビーム、または、街灯の光等があると、撮像画像において、当該ハイビームまたは街灯の光等を受けた部分に、いわゆる白飛びが発生する。ノイズ判定部１２は、撮像画像において、明るさが予め設定されている閾値以上

となる画素がある場合、ハイビームまたは街灯の光等の影響を受けたとし、当該白飛びが発生している部分を、ハイビーム等の影響を受けたノイズ部分と判定する。

また、例えば、撮像画像は、天候または時間帯による影響を受ける特性を有する。例えば、霧が発生している等の悪天候である場合、または、夜間である場合、撮像画像は、不鮮明な撮像画像となり得る。ノイズ判定部１２は、撮像画像において鮮明度が予め設定されている閾値以下となる画素がある場合、天候または時間帯による影響を受けたとし、鮮明度が閾値以下の画素の部分を、ノイズ部分と判定する。ノイズ判定部１２は、天候に関する情報を、例えば、天候に関する情報が格納されている天候ＤＢ（図示省略）、または、ウェブサイトから取得すればよい。また、ノイズ判定部１２は、時間帯に関する情報を、例えば、車両に搭載されている時計（図示省略）から取得すればよい。

[0062] また、例えば、第１距離データおよび第２距離データは、水による影響を受ける特性を有する。センサデータが第１距離データまたは第２距離データである場合、例えば、車両の周辺に滝があると、ライダ２２から照射されたレーザ光、または、レーダ２３から発信されたミリ波は、滝を通過してしまい、第１距離データおよび第２距離データが正しく取得されない。ノイズ判定部１２は、例えば、車両の周辺に滝がある場合、第１距離データおよび第２距離データは、当該滝に影響を受けたとし、第１距離データおよび第２距離データにノイズが発生していると判定する。なお、ノイズ判定部１２は、車両の周辺に滝がある旨の情報を、例えば、地図情報ＤＢ（図示省略）から取得すればよい。

[0063] センサデータ毎に、どのような環境等であれば影響を受けるかに関する情報（以下「特性定義情報」という。）が、予め設定され、ノイズ判定部１２が参照可能な場所に記憶されている。ノイズ判定部１２は、特性定義情報を参照して、センサデータに対して考慮すべき環境等を判定する。そして、ノイズ判定部１２は、環境等を考慮して、センサデータにノイズが発生してい

るか否かを判定する。

[0064] このように、センサノイズ除去装置１において、センサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータの特性に基づいて、センサデータにノイズが発生しているか否かを判定するようにすることもできる。これにより、センサノイズ除去装置１は、センサデータの特性を考慮して、センサデータにノイズが発生しているか否かを判定することができる。

[0065] 図６Ａ，図６Ｂは、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１のハードウェア構成の一例を示す図である。

実施の形態１において、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３と、出力部１４の機能は、処理回路６０１により実現される。すなわち、センサノイズ除去装置１は、取得したセンサデータにノイズが発生している場合、当該ノイズが発生しているセンサデータついて、ノイズが発生していないセンサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した前記置換用データでノイズ部分を置換する制御を行うための処理回路６０１を備える。

処理回路６０１は、図６Ａに示すように専用のハードウェアであっても、図６Ｂに示すようにメモリ６０５に格納されるプログラムを実行するＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）６０４であってもよい。

[0066] 処理回路６０１が専用のハードウェアである場合、処理回路６０１は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｓｐｅｃｉｆｉｃ　Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ－Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）、またはこれらを組み合わせたものが該当する。

[0067] 処理回路６０１がＣＰＵ６０４の場合、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３と、出力部１４の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、または、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせ

により実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ６０５に記憶される。処理回路６０１は、メモリ６０５に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３と、出力部１４の機能を実行する。すなわち、センサノイズ除去装置１は、処理回路６０１により実行されるときに、上述の図４のステップＳＴ４０１～ステップＳＴ４０４が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ６０５を備える。また、メモリ６０５に記憶されたプログラムは、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３と、出力部１４の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。ここで、メモリ６０５とは、例えば、ＲＡＭ、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、フラッシュメモリ、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｒｅａｄ　Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＥＥＰＲＯＭ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ　Ｅｒａｓａｂｌｅ　Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｒｅａｄ－Ｏｎｌｙ　Ｍｅｍｏｒｙ）等の、不揮発性もしくは揮発性の半導体メモリ、または、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、ＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ　Ｄｉｓｃ）等が該当する。

[0068] なお、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３と、出力部１４の機能について、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。例えば、センサデータ取得部１１と、出力部１４については専用のハードウェアとしての処理回路６０１でその機能を実現し、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３については処理回路６０１がメモリ６０５に格納されたプログラムを読み出して実行することによってその機能を実現することが可能である。

また、センサＤＢ１５とノイズＤＢ１６は、メモリ６０５を使用する。なお、これは一例であって、センサＤＢ１５とノイズＤＢ１６は、ＨＤＤ、Ｓ

ＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）、または、ＤＶＤ等によって構成されるものであってもよい。

また、センサノイズ除去装置１は、カメラ２１、ライダ２２、または、レーダ２３等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置６０２および出力インタフェース装置６０３を備える。

[0069] 以上のように、実施の形態１によれば、センサノイズ除去装置１は、車両の周辺状況に関するセンサデータを取得するセンサデータ取得部１１と、センサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定するノイズ判定部１２と、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、ノイズが発生していないセンサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分を置換するデータ置換部１３とを備えるように構成した。そのため、センサノイズ除去装置１は、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

[0070] また、センサノイズ除去装置１は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータにおいてノイズ部分の置換が可能か否かを判定する置換可否判定部１３１を備え、データ置換部１３は、置換可否判定部１３１が、置換が可能と判定した場合に、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータのノイズ部分を、置換用データで置換するようにした。置換可否判定部１３１は、置換不可と判定した場合、次回、その旨の置換不可情報を参照することで、ノイズが発生していると判定されたセンサデータは置換が行えるか否かを判定することができる。

[0071] また、センサノイズ除去装置１において、センサデータ取得部１１は複数のセンサデータを取得し、データ置換部１３は、センサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータのうち、ノイズ判定部１２がノイズは発生していないと判定したセンサデータに基づきノイズが発生していないセンサデー

タを推測して置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータのノイズ部分を置換する。そのため、センサノイズ除去装置１は、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

[0072] また、センサノイズ除去装置１において、データ置換部１３は、ノイズ判定部１２がノイズは発生していないと判定したセンサデータに基づき、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータのノイズ部分において物体が検出されるか否かを推測し、当該物体が検出されると推測した場合、当該物体の位置、当該物体の種類、または、当該物体の向きがわかるデータとして置換用データを生成する。そのため、センサノイズ除去装置１は、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズは発生していないと判定されたセンサデータに基づき、ノイズ部分において物体が検出されていると推測される場合に当該物体があらわれるよう、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

[0073] また、センサノイズ除去装置１において、データ置換部１３は、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータに基づきノイズが発生していないセンサデータを推測して置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータのノイズ部分を置換する。そのため、センサノイズ除去装置１は、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

[0074] また、センサノイズ除去装置１において、ノイズ判定部１２は、センサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータの特性に基づいて、センサデータにノイズが発生しているか否かを判定する。そのため、センサノイズ除去装置１は、センサデータの特性を考慮して、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

[0075] 実施の形態２．

センサノイズ除去装置において、実施の形態１にて説明した機能に加え、取得したセンサデータに基づいて物体を検出し、複数のセンサデータにおいて検出された物体の妥当性を判定する機能を有するようにしてもよい。

実施の形態２では、複数のセンサデータにおいて検出された物体の妥当性を判定する機能を有する実施の形態について説明する。

[0076] 図７は、実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置１ａの構成例を示す図である。

実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置１ａは、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１同様、車両に搭載され、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３と接続される。

図７において、実施の形態１にて図１を用いて説明したセンサノイズ除去装置１の構成と同様の構成については、同じ符号を付して重複した説明を省略する。

実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置１ａは、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１とは、物体検出部１７と、検出結果判定部１８と、検出結果修正部１９を備える点が異なる。

[0077] 物体検出部１７は、センサデータ取得部１１が取得したセンサデータ毎に物体を検出する。実施の形態２では、物体検出部１７は、センサデータ取得部１１が取得した撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データについて、それぞれ、物体を検出する。

物体検出部１７は、既知の技術を用いて物体を検出すればよい。

物体検出部１７は、センサデータ毎に、物体の検出結果に関する情報（以下「物体検出結果情報」という。）を、検出結果判定部１８に出力する。物体検出結果情報には、少なくとも、物体を検出したセンサデータ、検出した物体の位置、当該物体の種類、および、当該物体の向きを特定可能な情報が含まれている。

[0078] 検出結果判定部１８は、物体検出部１７から出力された物体検出結果情報

に基づき、物体検出部１７による物体の検出結果の妥当性を判定する。

例えば、今、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３の物体検知範囲に、人の絵が描画されている車が存在しているとする。そして、物体検出部１７は、撮像画像に基づいて人を検出し、第１距離データに基づいて車を検出し、第２距離データに基づいて車を検出したとする。

[0079] 例えば、検出結果判定部１８は、第１距離データおよび第２距離データからは車が検出されたのに対し、撮像画像からは人が検出されていることに基づき、第１距離データおよび第２距離データが車を検出した検出結果の妥当性は高く、撮像画像が人を検出した検出結果の妥当性は低いと判定する。

このように、検出結果判定部１８は、複数のセンサデータから検出された物体を比較し、例えば、あるセンサデータから検出された物体が、他の複数のセンサデータから検出された物体と異なる場合、あるセンサデータに基づく物体の検出結果の妥当性は低いと判定する。なお、このとき、他の複数のセンサデータから検出された物体は同じである。

例えば、複数のセンサデータから検出された物体が全て異なる場合、検出結果判定部１８は、物体の検出結果は判定不能とする。例えば、上述の例でいうと、物体検出部１７が、撮像画像に基づいて人を検出し、第１距離データに基づいて車を検出し、第２距離データに基づいて看板を検出したとする。この場合、検出結果判定部１８は、物体の検出結果は判定不能とする。

例えば、検出結果判定部１８は、複数のセンサデータから検出された全ての物体の数に対して、ある物体が検出された数の割合が予め設定された閾値以上である場合、当該ある物体を検出した検出結果の妥当性は高いと判定するようにしてもよい。

[0080] また、検出結果判定部１８は、検出された物体の種類の比較によって、物体の検出結果の妥当性を判定してもよい。例えば、物体検出部１７が、撮像画像に基づいてトラックを検出し、第１距離データに基づいて軽自動車を検出し、第２距離データに基づいて軽自動車を検出したとする。この場合、物体検出部１７は、撮像画像に基づく物体の検出結果の妥当性は低いと判定し

、第１距離データおよび第２距離データに基づく物体の検出結果の妥当性は高いと判定する。

[0081] 検出結果判定部１８は、物体検出部１７から出力された物体検出結果情報に、物体の検出結果の妥当性が高いと判定したか、物体の検出結果の妥当性が低いと判定したか、または、物体の検出結果は判定不能と判定したかに関する情報（以下「妥当性判定結果情報」という。）を付与して、検出結果修正部１９に出力する。

[0082] 検出結果修正部１９は、検出結果判定部１８から出力された物体検出結果情報に付与されている妥当性判定結果情報に基づき、検出結果判定部１８が妥当性は低いと判定した物体の検出結果について、検出結果判定部１８が妥当性は高いと判定した物体の検出結果に修正する。

具体例を挙げると、例えば、撮像画像に関する物体検出結果情報において人が検出され、当該物体検出結果情報に付与されている妥当性判定結果情報において、妥当性は低いとされているとする。また、第１距離データおよび第２距離データに関する物体検出結果情報において車が検出され、当該物体検出結果情報に付与されている妥当性判定結果情報において、妥当性は高いとされているとする。この場合、検出結果修正部１９は、撮像画像に関する物体検出結果情報において、検出された物体に関する情報を、人に関する情報から、第１距離データおよび第２距離データに関する物体検出結果情報において設定されている車に関する情報に、修正する。このとき、検出結果修正部１９は、撮像画像に関する物体検出結果情報において、検出された物体に関する情報を修正したことを特定可能な情報を付与しておくようにする。

[0083] 検出結果修正部１９は、妥当性は高いとされた物体検出結果情報と、妥当性は低いとされていたものの検出された物体に関する情報を修正した物体検出結果情報を、出力部１４に出力する。

検出結果修正部１９は、物体の検出結果の判定は判定不能とされた物体検出結果情報については、ノイズＤＢ１６に記憶するようにする。

[0084] 出力部１４は、検出結果修正部１９から出力された物体検出結果情報を出

力する。出力部１４が物体検出結果情報を出力する出力先の装置は、予め決められているものとする。

[0085] 実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置１ａの動作について説明する。

図８は、実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置１ａの動作について説明するためのフローチャートである。

実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置１ａは、実施の形態１において図４および図５を用いて説明したセンサノイズ除去装置１の動作に加えて、以下の図８のフローチャートを用いて説明する動作を行う。実施の形態１において図４および図５を用いて説明した動作については、重複した説明を省略する。

なお、図４のステップＳＴ４０２～ステップＳＴ４０４の動作と、図８のステップＳＴ８０１～ステップＳＴ８０４の動作は、並行して行われてよい。

[0086] 物体検出部１７は、センサデータ取得部１１が取得した（図４のステップＳＴ４０１参照）センサデータを取得し、取得したセンサデータ毎に物体を検出する（ステップＳＴ８０１）。

物体検出部１７は、センサデータ毎に、物体の検出結果に関する物体検出結果情報を、検出結果判定部１８に出力する。

[0087] 検出結果判定部１８は、ステップＳＴ８０１にて物体検出部１７から出力された物体検出結果情報に基づき、物体検出部１７による物体の検出結果の妥当性を判定する（ステップＳＴ８０２）。

検出結果判定部１８は、物体検出部１７から出力された物体検出結果情報に、物体の検出結果の妥当性が高いと判定したか、物体の検出結果の妥当性が低いと判定したか、または、物体の検出結果は判定不能と判定したかに関する妥当性判定結果情報を付与して、検出結果修正部１９に出力する。

[0088] 検出結果修正部１９は、ステップＳＴ８０２にて検出結果判定部１８から出力された物体検出結果情報に付与されている妥当性判定結果に基づき、検出結果判定部１８が妥当性は低いと判定した物体の検出結果について、検出

結果判定部１８が妥当性は高いと判定した物体の検出結果に修正する（ステップＳＴ８０３）。

検出結果修正部１９は、妥当性は高いとされた物体検出結果情報と、妥当性は低いとされていたものの検出された物体に関する情報を修正した物体検出結果情報を、出力部１４に出力する。

検出結果修正部１９は、物体の検出結果の判定は判定不能とされた物体検出結果情報については、ノイズＤＢ１６に記憶するようにする。

[0089] 出力部１４は、ステップＳＴ８０３にて検出結果修正部１９から出力された物体検出結果情報を出力する（ステップＳＴ８０４）。

[0090] このように、センサノイズ除去装置１ａは、取得した複数のセンサデータ毎に物体を検出し、物体の検出結果の妥当性を判定する。センサノイズ除去装置１ａは、物体の検出結果の妥当性が低いと判定した場合、妥当性は低いと判定した物体の検出結果について、妥当性は高いと判定した物体の検出結果に修正する。

センサノイズ除去装置１ａは、他のセンサデータを活用して、物体検出の誤りを検出することができる。

[0091] なお、以上の実施の形態２では、物体検出部１７は、センサデータ取得部１１が取得したセンサデータであって、ノイズ判定部１２によるノイズ判定前のセンサデータに対して物体検出処理を行うものとしたが、これは一例に過ぎない。例えば、物体検出部１７は、ノイズ判定部１２がノイズ判定を行った結果、ノイズが発生していないと判定されたセンサデータに対して物体検出処理を行うようにしてもよいし、データ置換部１３によって置換が行われた後、データ置換部１３から出力されるセンサデータに対して物体検出処理を行うようにしてもよい。

[0092] 実施の形態２に係るセンサノイズ除去装置１ａのハードウェア構成は、実施の形態１において図６Ａおよび図６Ｂを用いて説明したセンサノイズ除去装置１のハードウェア構成と同様であるため、図示を省略する。

実施の形態２において、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と

、データ置換部１３と、出力部１４と、物体検出部１７と、検出結果判定部１８と、検出結果修正部１９の機能は、処理回路６０１により実現される。すなわち、センサノイズ除去装置１ａは、取得したセンサデータにノイズが発生している場合、当該ノイズが発生しているセンサデータついて、ノイズが発生していないセンサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した前記置換用データでノイズ部分を置換するとともに、センサデータに基づいて物体を検出し、検出した物体の妥当性を判定する制御を行うための処理回路６０１を備える。

処理回路６０１は、メモリ６０５に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３と、出力部１４と、物体検出部１７と、検出結果判定部１８と、検出結果修正部１９の機能を実行する。すなわち、センサノイズ除去装置１ａは、処理回路６０１により実行されるときに、上述の図４のステップＳＴ４０１～ステップＳＴ４０４、および、図８のステップＳＴ８０１～ステップＳＴ８０４が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ６０５を備える。また、メモリ６０５に記憶されたプログラムは、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２と、データ置換部１３と、出力部１４と、物体検出部１７と、検出結果判定部１８と、検出結果修正部１９の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。

センサノイズ除去装置１ａは、カメラ２１、ライダ２２、または、レーダ２３等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置６０２および出力インタフェース装置６０３を備える。

[0093] 以上のように、実施の形態２によれば、センサノイズ除去装置１ａにおいて、センサデータ取得部１１が取得した複数のセンサデータ毎に物体を検出する物体検出部１７と、物体検出部１７による物体の検出結果の妥当性を判定する検出結果判定部１８と、検出結果判定部１８が妥当性は低いと判定した検出結果について、検出結果判定部１８が妥当性は高いと判定した検出結果に修正する検出結果修正部１９を備えるようにした。

そのため、センサノイズ除去装置１ａは、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができるとともに、他のセンサデータを活用して、物体検出の誤りを検出することができる。

[0094] 実施の形態３．

実施の形態１では、センサノイズ除去装置は、既知の技術を用いてセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定していた。また、センサノイズ除去装置は、第１置換機能または第２置換機能において、予め決められたルールに基づいて、置換を行っていた。具体的には、例えば、センサノイズ除去装置は、第１置換機能において、ノイズ部分に含まれる画素について、ノイズが発生していない近接画素から置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分の画素を置換するようにしていた。また、例えば、センサノイズ除去装置は、第２置換機能において、ノイズが発生していない第１距離データまたは第２距離データからノイズ部分に物体が検出されているかを推測し、推測結果に基づいてノイズ部分に検出されていると推測される物体が示されるよう置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分の画素を置換するようにしていた。

実施の形態３では、センサノイズ除去装置が、機械学習における学習済みのモデル（以下「機械学習モデル」という。）に基づいて、ノイズ判定および置換を行う実施の形態について説明する。

[0095] 実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂは、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１同様、車両に搭載され、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３と接続される。実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂは、さらに、学習装置３と接続される。学習装置３の詳細については、後述する。

[0096] 実施の形態３でも、実施の形態１同様、カメラ２１から取得される撮像画像は、当該撮像画像を使用した処理が行われる際に、ライダ２２から取得された第１距離データ、または、レーダ２３から取得された第２距離データに

代替することができないものとする。

また、カメラ２１に、ノイズの原因となる事象が生じる場合があることを前提とする。ライダ２２およびレーダ２３には、ノイズの原因となる事象が生じないことを前提とする。すなわち、第１距離データおよび第２距離データにはノイズが発生していないものとする。

[0097] 図９は、実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂの構成例を示す図である。

実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂの構成について、実施の形態１にて図１を用いて説明したセンサノイズ除去装置１と同じ構成には、同じ符号を付して重複した説明を省略する。

実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂは、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１とは、モデル記憶部３０を備えるようにした点が異なる。

また、実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂにおけるノイズ判定部１２ａおよびデータ置換部１３ａの具体的な動作が、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１におけるノイズ判定部１２およびデータ置換部１３の具体的な動作とは異なる。

[0098] センサノイズ除去装置１ｂのモデル記憶部３０は、第１機械学習モデル３０１および第２機械学習モデル３０２を記憶する。第２機械学習モデル３０２は、第１置換機能用機械学習モデル３０２１と、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を含む。

第１機械学習モデル３０１は、センサデータを入力とし、当該センサデータにノイズが発生しているか否かを示す情報を出力する機械学習モデルである。

第１置換機能用機械学習モデル３０２１は、ノイズが発生しているセンサデータを入力とし、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを出力する機械学習モデルである。

第２置換機能用機械学習モデル３０２２は、ノイズが発生しているセンサデータと、ノイズが発生していないセンサデータとを入力とし、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを出力する機械学習モデルである。

[0099] モデル記憶部３０が記憶する第１機械学習モデル３０１および第２機械学習モデル３０２は、学習装置３によって生成される。学習装置３の詳細については、後述する。

なお、ここでは、図９に示すように、モデル記憶部３０はセンサノイズ除去装置１ｂに備えられるものするが、これは一例に過ぎない。例えば、モデル記憶部３０は、センサノイズ除去装置１ｂの外部の、センサノイズ除去装置１ｂが参照可能な場所に備えられるようにしてもよい。

[0100] ノイズ判定部１２ａは、第１機械学習モデル３０１を用いて、センサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定する。具体的には、実施の形態３では、ノイズ判定部１２ａは、第１機械学習モデル３０１を用いて、センサデータ取得部１１によって取得された撮像画像にノイズが発生しているか否かを判定する。

[0101] データ置換部１３ａは、第２機械学習モデル３０２を用いて、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、当該センサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを取得する。これにより、データ置換部１３ａは、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータの置換を行う。実施の形態３では、データ置換部１３ａは、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像について、ノイズ部分が、ノイズが発生していない画素に置換された後の撮像画像を取得する。

[0102] より詳細には、データ置換部１３ａは、置換可否判定部１３１から、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定されたセンサデータ、言い換えれば、撮像画像のみから置換が可能である旨の情報が出力された場合

、第１置換機能用機械学習モデル３０２１を用いて、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、当該センサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを取得する。

[0103] また、データ置換部１３ａは、置換可否判定部１３１から、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していないと判定されたセンサデータ、言い換えれば、第１距離データまたは第２距離データに基づき置換が可能である旨の情報が出力された場合、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を用いて、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、当該センサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを取得する。

[0104] 実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂの動作については後述し、次に、実施の形態３に係る学習装置３の構成例について説明する。

図１０は、実施の形態３に係る学習装置３の構成例を示す図である。

学習装置３は、図９に示すように、センサノイズ除去装置１ｂと接続される。

学習装置３は、教師データを用いたいわゆる教師あり学習により、第１機械学習モデル３０１および第２機械学習モデル３０２を生成する。第２機械学習モデル３０２は、具体的には、第１置換機能用機械学習モデル３０２１および第２置換機能用機械学習モデル３０２２である。

[0105] 学習装置３は、データ取得部３１とモデル生成部３２を備える。

データ取得部３１は、第１モデル用データ取得部３１１と、第１置換モデル用データ取得部３１２と、第２置換モデル用データ取得部３１３を備える。

モデル生成部３２は、第１モデル生成部３２１と、第１置換モデル生成部３２２と、第２置換モデル生成部３２３を備える。

[0106] データ取得部３１は、学習用データを取得する。

データ取得部３１の第１モデル用データ取得部３１１は、第１機械学習モ

デル３０１を生成するための学習用データ（以下「第１モデル学習用データ」という。）を取得する。

第１モデル学習用データは、センサデータと教師ラベルとが対応付けられたデータである。教師ラベルは、ノイズが発生しているか否かを示す情報である。センサデータは、ノイズが発生しているセンサデータと、ノイズが発生していないセンサデータを含む。第１モデル学習用データは、管理業者等によって、予め大量に準備されている。

[0107] データ取得部３１の第１置換モデル用データ取得部３１２は、第１置換機能用機械学習モデル３０２１を生成するための学習用データ（以下「第１置換モデル学習用データ」という。）を取得する。

第１置換モデル学習用データは、ノイズが発生しているセンサデータと教師ラベルとが対応付けられたデータである。なお、ノイズが発生しているセンサデータは、例えば、センサにノイズの原因となる事象が生じることでノイズが発生したことを想定したセンサデータの他、環境等の影響を受けてノイズが発生したことを想定したセンサデータが含まれるようにしてもよい。教師ラベルは、対応付けられているセンサデータのノイズ部分をノイズが発生していない状態として生成されたセンサデータである。第１置換モデル学習用データは、管理業者等によって、予め大量に準備されている。

[0108] データ取得部３１の第２置換モデル用データ取得部３１３は、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成するための学習用データ（以下「第２置換モデル学習用データ」という。）を取得する。

第２置換モデル学習用データは、ノイズが発生しているセンサデータと、当該センサデータとは異なる、ノイズが発生していないセンサデータと、教師ラベルとが対応付けられたデータである。教師ラベルは、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分をノイズが発生してない状態として生成されたセンサデータである。第２置換モデル学習用データは、管理業者等によって、予め大量に準備されている。なお、ノイズが発生しているセンサデータとノイズが発生していないセンサデータは、同じ状況下で同じ検知範囲に

対して取得されたセンサデータとする。

[0109] データ取得部３１は、取得した学習用データをモデル生成部３２に出力する。具体的には、データ取得部３１は、第１モデル用データ取得部３１１が取得した第１モデル学習用データ、第１置換モデル用データ取得部３１２が取得した第１置換モデル学習用データ、および、第２置換モデル用データ取得部３１３が取得した第２置換モデル学習用データを、モデル生成部３２に出力する。

なお、データ取得部３１は、第１モデル学習用データ、第１置換モデル学習用データ、および、第２置換モデル学習用データについて、それぞれ、学習用データに含まれているセンサデータの種類に応じて、当該学習用データがどの種類のセンサデータに応じて生成された学習用データであるかわかるようにしておく。

[0110] モデル生成部３２は、第１機械学習モデル３０１、第１置換機能用機械学習モデル３０２１、および、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成する。

モデル生成部３２の第１モデル生成部３２１は、ニューラルネットワークを用いて、データ取得部３１から出力された第１モデル学習用データを入力とし、ノイズが発生しているか否かの情報を出力する第１機械学習モデル３０１を生成する。

第１モデル生成部３２１は、第１機械学習モデル３０１を生成する際、第１モデル学習用データに対して特徴量抽出等の前処理を行う。具体的には、例えば、センサデータが撮像画像である場合、第１モデル生成部３２１は、１ピクセル単位の画像に分割する。また、例えば、第１モデル生成部３２１は、物体検出あり等のラベルを付ける。なお、この前処理は、第１モデル用データ取得部３１１が行うようにし、第１モデル用データ取得部３１１が、前処理後のデータを学習用データとしてモデル生成部３２に出力するようにしてもよい。

[0111] ニューラルネットワークは、複数のニューロンからなる入力層、複数のニ

ューロンからなる中間層（隠れ層）、および、複数のニューロンからなる出力層で構成される。中間層は、１層であってもよいし、２層以上であってもよい。

図１１は、ニューラルネットワークの一例について説明するための図である。

例えば、図１１に示すような３層のニューラルネットワークであれば、複数の入力が入力層（Ｘ１－Ｘ３）に入力されると、その値に重みＷ１（ｗ１１－ｗ１６）を掛けて中間層）Ｙ１－Ｙ２）に入力され、その結果にさらに重みＷ２（ｗ２１－ｗ２６）を掛けて出力層（Ｚ１－Ｚ３）から出力される。出力結果は、重みＷ１とＷ２の値によって変わる。

[0112] 実施の形態３において第１モデル生成部３２１は、第１モデル学習用データに基づいて、いわゆる教師あり学習により、上述したようなニューラルネットワークで構成された第１機械学習モデル３０１に学習させる。

第１機械学習モデル３０１は、出力層からより正解を多く出力するように重みＷ１とＷ２を調整することで学習する。

第１モデル生成部３２１は、上述のようにして第１機械学習モデル３０１を生成し、モデル記憶部３０（図９参照）に出力する。

[0113] なお、第１モデル生成部３２１は、第１モデル学習用データに含まれているセンサデータの種類に応じて、第１機械学習モデル３０１を生成し、生成した第１機械学習モデル３０１がどの種類のセンサデータに応じて生成された機械学習モデルかわかるようにしておく。

[0114] 第１置換モデル生成部３２２は、ニューラルネットワークを用いて、データ取得部３１から出力された第１置換モデル学習用データを入力とし、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを出力する第１置換機能用機械学習モデル３０２１を生成する。

第１置換モデル生成部３２２は、第１置換機能用機械学習モデル３０２１を生成する際、第１置換モデル学習用データに対して特徴量抽出等の前処理

を行う。具体的には、例えば、センサデータが撮像画像である場合、第１置換モデル生成部３２２は、１ピクセル単位の画像に分割する。また、例えば、第１置換モデル生成部３２２は、物体検出あり等のラベルを付ける。なお、この前処理は、第１置換モデル用データ取得部３１２が行うようにし、第１置換モデル用データ取得部３１２が、前処理後のデータを学習用データとしてモデル生成部３２に出力するようにしてもよい。

[0115] 実施の形態３において第１置換モデル生成部３２２は、第１置換モデル学習用データに基づいて、いわゆる教師あり学習により、上述したようなニューラルネットワーク（図１１参照）で構成された第１置換機能用機械学習モデル３０２１に学習させる。

第１置換機能用機械学習モデル３０２１は、出力層からより正解を多く出力するように重みＷ１とＷ２を調整することで学習する。

[0116] 第１置換機能用機械学習モデル３０２１のイメージとしては、センサデータにおいて発生しているノイズを、当該ノイズが発生していない状態のセンサデータとするイメージである。具体的には、例えば、カメラ２１が撮像した撮像画像にノイズが発生していたとする。第１置換機能用機械学習モデル３０２１は、ノイズが発生している撮像画像を入力とし、当該ノイズが発生してない状態の撮像画像を出力する。

第１置換モデル生成部３２２は、上述のようにして第１置換機能用機械学習モデル３０２１を生成し、モデル記憶部３０（図９参照）に出力する。

[0117] なお、第１置換モデル生成部３２２は、第１置換モデル学習用データに含まれている、ノイズが発生しているセンサデータの種類に応じて、第１置換機能用機械学習モデル３０２１を生成し、生成した第１置換機能用機械学習モデル３０２１がどの種類のセンサデータに応じて生成された機械学習モデルかわかるようにしておく。

[0118] 第２置換モデル生成部３２３は、ニューラルネットワークを用いて、データ取得部３１から出力された第２置換モデル学習用データを入力とし、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセ

ンサデータに置換された後のセンサデータを出力する第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成する。

第２置換モデル生成部３２３は、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成する際、第２置換モデル学習用データに対して特徴量抽出等の前処理を行う。具体的には、例えば、センサデータが撮像画像である場合、第２置換モデル生成部３２３は、１ピクセル単位の画像に分割する。また、例えば、第２置換モデル生成部３２３は、物体検出あり等のラベルを付ける。なお、この前処理は、第２置換モデル用データ取得部３１３が行うようにし、第２置換モデル用データ取得部３１３が、前処理後のデータを学習用データとしてモデル生成部３２に出力するようにしてもよい。

[0119] 実施の形態３において第２置換モデル生成部３２３は、第２置換モデル学習用データに基づいて、いわゆる教師あり学習により、上述したようなニューラルネットワーク（図１１参照）で構成された第２置換機能用機械学習モデル３０２２に学習させる。

第２置換機能用機械学習モデル３０２２は、出力層からより正解を多く出力するように重みＷ１とＷ２を調整することで学習する。

[0120] 第２置換機能用機械学習モデル３０２２のイメージとしては、センサデータにおいて発生しているノイズを、他のセンサデータに基づいて、当該ノイズが発生していない状態のセンサデータとするイメージである。具体的には、例えば、センサデータを、カメラ２１が撮像した撮像画像、ライダ２２が取得した第１距離データ、レーダ２３が取得した第２距離データであったとする。このうち、撮像画像にはノイズが発生しているとする。第１距離データおよび第２距離データにはノイズが発生していない。この場合、第２置換機能用機械学習モデル３０２２は、ノイズが発生している撮像画像と、ノイズが発生してない第１距離データおよび第２距離データとを入力とし、ノイズが発生していない状態の撮像画像を出力する。

第２置換モデル生成部３２３は、上述のようにして第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成し、モデル記憶部３０（図９参照）に出力する。

[0121] なお、第２置換モデル生成部３２３は、第２置換モデル学習用データに含まれている、ノイズが発生しているセンサデータの種類に応じて、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成し、生成した第２置換機能用機械学習モデル３０２２が、どの種類のセンサデータに応じて生成された機械学習モデルかわかるようにしておく。

[0122] 実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂの動作について説明する。

図１２は、実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂの動作について説明するためのフローチャートである。

センサデータ取得部１１は、車両の周辺状況に関するセンサデータを取得する（ステップＳＴ１２０１）。具体的には、センサデータ取得部１１は、カメラ２１によって撮像された撮像画像、ライダ２２によって取得された第１距離データ、および、レーダ２３によって取得された第２距離データを取得する。

センサデータ取得部１１は、取得した撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データを、ノイズ判定部１２に出力する。

また、センサデータ取得部１１は、取得した撮像画像、第１距離データ、および、第２距離データを、センサＤＢ１５に記憶する。

[0123] ノイズ判定部１２ａは、ステップＳＴ１２０１にてセンサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定する（ステップＳＴ１２０２）。

具体的には、ノイズ判定部１２ａは、第１機械学習モデル３０１を用いて、センサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定する。実施の形態３では、ノイズ判定部１２ａは、第１機械学習モデル３０１を用いて、センサデータ取得部１１によって取得された撮像画像にノイズが発生しているか否かを判定する。

ノイズ判定部１２ａは、センサデータ取得部１１から取得した撮像画像を、ノイズが含まれているか否かの判定結果とともに、データ置換部１３ａに出力する。このとき、ノイズ判定部１２ａは、センサデータ取得部１１から

取得した、第１距離データおよび第２距離データについても、データ置換部１３ａに出力する。

[0124] データ置換部１３ａは、ステップＳＴ１２０２にてノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、ノイズが発生してない状態のセンサデータに置換する（ステップＳＴ１２０３）。

具体的には、データ置換部１３ａは、第２機械学習モデル３０２を用いて、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、当該センサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを取得する。実施の形態３では、データ置換部１３ａは、ノイズ判定部１２によってノイズが発生していると判定された撮像画像について、ノイズ部分が、ノイズが発生していない画素に置換された後の撮像画像を取得する。

[0125] より詳細には、データ置換部１３ａは、置換可否判定部１３１から、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータ、言い換えれば、撮像画像のみから置換が可能である旨の情報が出力された場合、第１置換機能用機械学習モデル３０２１を用いて、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定された撮像画像について、当該撮像画像のノイズ部分が、ノイズが発生していない画素に置換された後の置換後撮像画像を取得する。

また、データ置換部１３ａは、置換可否判定部１３１から、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していないと判定されたセンサデータ、言い換えれば、第１距離データまたは第２距離データに基づき置換が可能である旨の情報が出力された場合、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を用いて、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定された撮像画像について、当該撮像画像のノイズ部分が、ノイズが発生していない画素に置換された後の置換後撮像画像を取得する。

[0126] データ置換部１３ａは、撮像画像について置換を行った場合、置換後撮像画像を、出力部１４に出力する。データ置換部１３ａは、撮像画像について

置換を行わなかった場合、センサデータ取得部１１が取得した撮像画像を、出力部１４に出力する。また、データ置換部１３は、センサデータ取得部１１が取得した第１距離データおよび第２距離データを、出力部１４に出力する。

[0127] 出力部１４は、ステップＳＴ１２０３にてデータ置換部１３ａから出力されたセンサデータを出力する（ステップＳＴ１２０４）。具体的には、出力部１４は、データ置換部１３から出力された置換後撮像画像または撮像画像と、第１距離データと、第２距離データを、出力する。

[0128] 実施の形態３に係る学習装置３の動作について説明する。

図１３は、実施の形態３に係る学習装置３の動作について説明するためのフローチャートである。

[0129] データ取得部３１は、学習用データを取得する（ステップＳＴ１３０１）。

データ取得部３１の第１モデル用データ取得部３１１は、第１モデル学習用データを取得する。データ取得部３１の第１置換モデル用データ取得部３１２は、第１置換モデル学習用データを取得する。データ取得部３１の第２置換モデル用データ取得部３１３は、第２置換モデル学習用データを取得する。

データ取得部３１は、取得した学習用データをモデル生成部３２に出力する。

[0130] モデル生成部３２は、第１機械学習モデル３０１、第１置換機能用機械学習モデル３０２１、および、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成する（ステップＳＴ１３０２）。

具体的には、モデル生成部３２の第１モデル生成部３２１は、ステップＳＴ１３０１にてデータ取得部３１から出力された第１モデル学習用データを入力とし、ノイズが発生しているか否かの情報を出力する第１機械学習モデル３０１を生成する。第１モデル生成部３２１は、生成した第１機械学習モデル３０１をモデル記憶部３０に出力する。

モデル生成部３２の第１置換モデル生成部３２２は、ステップＳＴ１３０１にてデータ取得部３１から出力された第１置換モデル学習用データを入力とし、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを出力する第１置換機能用機械学習モデル３０２１を生成する。第１置換モデル生成部３２２は、生成した第１置換機能用機械学習モデル３０２１をモデル記憶部３０に出力する。

モデル生成部３２の第２置換モデル生成部３２３は、ステップＳＴ１３０１にてデータ取得部３１から出力された第２置換モデル学習用データを入力とし、ノイズが発生しているセンサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していないセンサデータに置換された後のセンサデータを出力する第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成する。第２置換モデル生成部３２３は、生成した第２置換機能用機械学習モデル３０２２をモデル記憶部３０に出力する。

[0131] 実施の形態３に係るセンサノイズ除去装置１ｂのハードウェア構成は、実施の形態１において図６Ａおよび図６Ｂを用いて説明したセンサノイズ除去装置１のハードウェア構成と同様であるため、図示を省略する。

実施の形態３において、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２ａと、データ置換部１３ａと、出力部１４の機能は、処理回路６０１により実現される。すなわち、センサノイズ除去装置１ｂは、取得したセンサデータにノイズが発生している場合、当該ノイズが発生しているセンサデータついて、第１機械学習モデル３０１、第１置換機能用機械学習モデル３０２１、または、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を用いてノイズが発生していないセンサデータを取得する制御を行うための処理回路６０１を備える。

処理回路６０１は、メモリ６０５に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２ａと、データ置換部１３ａと、出力部１４の機能を実行する。すなわち、センサノイズ除去装置１ｂは、処理回路６０１により実行されるときに、上述の図１２

のステップＳＴ１２０１～ステップＳＴ１２０４が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ６０５を備える。また、メモリ６０５に記憶されたプログラムは、センサデータ取得部１１と、ノイズ判定部１２ａと、データ置換部１３ａと、出力部１４の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。

また、センサＤＢ１５とノイズＤＢ１６とモデル記憶部３０は、メモリ６０５を使用する。なお、これは一例であって、センサＤＢ１５とノイズＤＢ１６は、ＨＤＤ、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）、または、ＤＶＤ等によって構成されるものであってもよい。

センサノイズ除去装置１ｂは、カメラ２１、ライダ２２、レーダ２３、または、学習装置３等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置６０２および出力インタフェース装置６０３を備える。

[0132] 実施の形態３に係る学習装置３は、実施の形態１に係るセンサノイズ除去装置１と同様のハードウェア構成を有する（図６Ａ、図６Ｂ参照）。

実施の形態３において、データ取得部３１とモデル生成部３２の機能は、処理回路６０１により実現される。すなわち、学習装置３は、取得した学習用データに基づいて第１機械学習モデル３０１、第１置換機能用機械学習モデル３０２１、および、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を生成するための処理回路６０１を備える。

処理回路６０１は、図６Ａに示すように専用のハードウェアであっても、図６Ｂに示すようにメモリ６０５に格納されるプログラムを実行するＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ　Ｕｎｉｔ）６０４であってもよい。

[0133] 処理回路６０１が専用のハードウェアである場合、処理回路６０１は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ　Ｓｐｅｃｉｆｉｃ　Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ　Ｃｉｒｃｕｉｔ）、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ－Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）、またはこれらを組み合わ

せたものが該当する。

[0134] 処理回路６０１がＣＰＵ６０４の場合、データ取得部３１とモデル生成部３２の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、または、ソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアは、プログラムとして記述され、メモリ６０５に記憶される。処理回路６０１は、メモリ６０５に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、データ取得部３１とモデル生成部３２の機能を実行する。すなわち、学習装置３は、処理回路６０１により実行されるときに、上述の図１３のステップＳＴ１３０１～ステップＳＴ１３０２が結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ６０５を備える。また、メモリ６０５に記憶されたプログラムは、データ取得部３１とモデル生成部３２の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるとも言える。ここで、メモリ６０５とは、例えば、ＲＡＭ、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、フラッシュメモリ、ＥＰＲＯＭ（Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、ＥＥＰＲＯＭ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ－Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）等の、不揮発性もしくは揮発性の半導体メモリ、または、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、ＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ Ｄｉｓｃ）等が該当する。

[0135] なお、データ取得部３１とモデル生成部３２の機能について、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。例えば、データ取得部３１については専用のハードウェアとしての処理回路６０１でその機能を実現し、モデル生成部３２については処理回路６０１がメモリ６０５に格納されたプログラムを読み出して実行することによってその機能を実現することが可能である。

また、学習装置３は、センサノイズ除去装置１ｂ等の装置と、有線通信または無線通信を行う入力インタフェース装置６０２および出力インタフェー

ス装置６０３を備える。

[0136] 以上の実施の形態３では、学習装置３は、センサノイズ除去装置１ｂの外部に設けられ、センサノイズ除去装置１ｂとネットワークを介して接続されるものとしたが、これは一例に過ぎない。

学習装置３は、センサノイズ除去装置１ｂに備えられるようにしてもよい。

[0137] また、以上の実施の形態３では、データ置換部１３ａは、第１置換機能用機械学習モデル３０２１を用いてノイズが発生していないセンサデータを取得する機能と、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を用いてノイズが発生していないセンサデータを取得する機能とを備えるものとしたが、これは一例に過ぎない。データ置換部１３ａは、第１置換機能用機械学習モデル３０２１を用いてノイズが発生していないセンサデータを取得する機能、または、第２置換機能用機械学習モデル３０２２を用いてノイズが発生してないセンサデータを取得する機能のいずれか一方を備えるようにしてもよい。

データ置換部１３ａが第１置換機能用機械学習モデル３０２１を用いてノイズが発生していないセンサデータを取得する機能のみを有する場合、置換可否判定部１３１は、第１置換可能条件を満たすか否かの判定のみ行う。なお、この場合、学習装置３は、第２置換機能用機械学習モデル３０２２の生成を必須としない。

また、データ置換部１３ａが第２置換機能用機械学習モデル３０２２を用いてノイズが発生していないセンサデータを取得する機能のみを有する場合、置換可否判定部１３１は、第２置換可能条件を満たすか否かの判定のみ行う。なお、この場合、学習装置３は、第１置換機能用機械学習モデル３０２１の生成を必須としない。

[0138] また、以上の実施の形態２において、データ置換部１３ａは置換可否判定部１３１を備えるものとしたが、置換可否判定部１３１は必須ではない。例えば、データ置換部１３ａが置換可否判定部１３１の機能を有するものとし、データ置換部１３ａが、置換を行う際に、置換可能条件を満たすか否か判

定するようにしてもよい。

[0139] また、以上の実施の形態３では、撮像画像にノイズが発生し得ることを前提としたが、これは一例に過ぎない。実施の形態３において、第１距離データおよび第２距離データにノイズが発生し得ることを前提としてもよい。

ノイズ判定部１２ａは、センサデータ取得部１１が取得する全てのセンサデータについて、ノイズが発生しているか否かを判定することができる。

例えば、ノイズ判定部１２ａは、第１機械学習モデル３０１を用いて第１距離データまたは第２距離データにノイズが発生しているか否かを判定することができる。

[0140] 以上のように、実施の形態３によれば、センサノイズ除去装置１ｂは、車両の周辺状況に関するセンサデータを取得するセンサデータ取得部１１と、センサデータを入力とし、当該センサデータにノイズが発生しているか否かを示す情報を出力する第１機械学習モデル３０１を用いて、センサデータ取得部１１によって取得されたセンサデータにノイズが発生しているか否かを判定するノイズ判定部１２ａと、第２機械学習モデル３０２を用いて、ノイズ判定部１２ａによってノイズが発生していると判定されたセンサデータについて、当該センサデータのノイズ部分が、ノイズが発生していない状態のセンサデータに置換された後のセンサデータを取得するデータ置換部１３ａとを備えるように構成した。そのため、センサノイズ除去装置１ｂは、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができる。

[0141] 以上の実施の形態１～３では、カメラ２１、ライダ２２、および、レーダ２３は、車両に搭載されているものとし、置換を行う際に用いられる、ノイズが発生していないセンサデータは、車両に搭載されているライダ２２またはレーダ２３から取得されたセンサデータとした。しかし、これは一例に過ぎない。

例えば、以上の実施の形態１～３において、置換を行う際に用いられる、ノイズが発生していないセンサデータは、自車両以外の、他車両、クラウド

、または、道路に設置されている装置等から取得されるものとしてもよい。

[0142] また、以上の実施の形態１～３では、同一の種類のセンサは１つのみ備えられていることを前提としていた。しかし、これは一例に過ぎない。

例えば、同一の種類のセンサが複数、車両に搭載されるようになっていてもよい。具体例を挙げると、例えば、２台のカメラ２１と、ライダ２２と、レーダ２３とが、車両に搭載され、センサノイズ除去装置１，１ａ，１ｂは、２台のカメラ２１と、ライダ２２と、レーダ２３から、センサデータを取得するようにしてもよい。

この場合、センサノイズ除去装置１，１ａ，１ｂは、ノイズが発生しているセンサデータについて、ノイズが発生していないセンサデータに基づいて置換を行う際は、同じ種類のセンサデータを優先的に使用するようにする。例えば、一方のカメラ２１から取得された撮像画像にノイズが発生しており、他方のカメラ２１から取得された撮像画像にはノイズが発生してない場合、センサノイズ除去装置１，１ａ，１ｂは、他方のカメラ２１から取得された撮像画像に基づいて、一方のカメラ２１から取得された撮像画像のノイズ部分の置換を行う。

[0143] また、以上の実施の形態１～３において、センサノイズ除去装置１，１ａ，１ｂは、車両に搭載される車載装置とし、センサデータ取得部１１とノイズ判定部１２，１２ａと、データ置換部１３，１３ａと、出力部１４とは、センサノイズ除去装置１，１ａ，１ｂに備えられているものとした。これに限らず、センサデータ取得部１１とノイズ判定部１２，１２ａと、データ置換部１３，１３ａと、出力部１４のうち、一部を車両の車載装置に搭載されるものとし、その他を当該車載装置とネットワークを介して接続されるサーバに備えられるものとして、車載装置とサーバとでセンサノイズ除去システムを構成するようにしてもよい。

例えば、ノイズ判定部１２，１２ａとデータ置換部１３，１３ａとが、サーバに備えられ、センサデータ取得部１１と出力部１４とが、車載装置に備えられるものとしてもよい。ノイズ判定部１２，１２ａは、車載装置から、

センサデータを取得する。データ置換部１３，１３ａは、置換後センサデータを、車載装置に出力する。

[0144] なお、本開示は、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0145] 本開示に係るセンサノイズ除去装置は、ノイズにより信頼度が低くなったセンサデータについて、ノイズが発生していない状態のセンサデータにすることができるように構成したため、センサデータを使用する処理を行う車両等に搭載されるセンサノイズ除去装置に適用することができる。

符号の説明

[0146] １ａ，１ｂ センサノイズ除去装置、２１ カメラ、２２ ライダ、２３ レーダ、１１ センサデータ取得部、１２，１２ａ ノイズ判定部、１３ａ データ置換部、１３１ 置換可否判定部、１４ 出力部、１５ センサＤＢ、１６ ノイズＤＢ、１７ 物体検出部、１８ 検出結果判定部、１９ 検出結果修正部、３０ モデル記憶部、３０１ 第１機械学習モデル、３０２ 第２機械学習モデル、３０２１ 第１置換機能用機械学習モデル、３０２２ 第２置換機能用機械学習モデル、３ 学習装置、３１ データ取得部、３１１ 第１モデル用データ取得部、３１２ 第１置換モデル用データ取得部、３１３ 第２置換モデル用データ取得部、３２ モデル生成部、３２１ 第１モデル生成部、３２２ 第１置換モデル生成部、３２３ 第２置換モデル生成部、６０１ 処理回路、６０２ 入力インタフェース装置、６０３ 出力インタフェース装置、６０４ ＣＰＵ、６０５ メモリ。

請求の範囲

[請求項1] 車両の周辺状況に関するセンサデータを取得するセンサデータ取得部と、

前記センサデータ取得部によって取得された前記センサデータにノイズが発生しているか否かを判定するノイズ判定部と、

前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータについて、前記ノイズが発生していない前記センサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した前記置換用データで前記ノイズ部分を置換するデータ置換部

とを備えたセンサノイズ除去装置。

[請求項2] 前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータにおいて前記ノイズ部分の置換が可能か否かを判定する置換可否判定部を備え、

前記データ置換部は、

前記置換可否判定部が、前記置換が可能と判定した場合に、前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータの前記ノイズ部分を、前記置換用データで置換する

ことを特徴とする請求項１記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項3] 前記センサデータ取得部は複数の前記センサデータを取得し、

前記データ置換部は、

前記センサデータ取得部が取得した複数の前記センサデータのうち、前記ノイズ判定部が前記ノイズは発生していないと判定した前記センサデータに基づき前記ノイズが発生していない前記センサデータを推測して前記置換用データを生成し、生成した前記置換用データで前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータのノイズ部分を置換する

ことを特徴とする請求項１記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項4] 前記データ置換部は、

前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータに基づき前記ノイズが発生していない前記センサデータを推測して前記置換用データを生成し、生成した前記置換用データで前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータのノイズ部分を置換する

ことを特徴とする請求項１記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項5] 前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータは撮像画像であり、

前記データ置換部は、

前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記撮像画像の前記ノイズ部分を、前記ノイズが発生していない前記撮像画像を推測して生成した、前記ノイズ部分に対応する前記置換用データで置換する

ことを特徴とする請求項１記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項6] 前記ノイズ判定部は、

前記センサデータ取得部によって取得された前記センサデータの特性に基づいて、前記センサデータにノイズが発生しているか否かを判定する

ことを特徴とする請求項１記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項7] 前記データ置換部は、

前記センサデータ取得部が取得した複数の前記センサデータのうち、前記ノイズ判定部が前記ノイズは発生していないと判定した前記センサデータに基づき、前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータのノイズ部分において物体が検出されるか否かを推測し、当該物体が検出されると推測した場合、当該物体の位置、当該物体の種類、または、当該物体の向きがわかるデータとして前記置換用データを生成する

ことを特徴とする請求項３記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項8] 前記センサデータ取得部は複数のセンサデータを取得し、

前記センサデータ取得部が取得した複数のセンサデータ毎に物体を検出する物体検出部と、

前記物体検出部による前記物体の検出結果の妥当性を判定する検出結果判定部と、

前記検出結果判定部が前記妥当性は低いと判定した前記検出結果について、前記検出結果判定部が前記妥当性は高いと判定した前記検出結果に修正する検出結果修正部

を備えた請求項１記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項9] 前記ノイズ判定部が、前記ノイズは発生していないと判定した前記センサデータは、前記車両以外の装置から取得された前記センサデータである

ことを特徴とする請求項３記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項10] 前記ノイズ判定部が、前記ノイズは発生していないと判定した前記センサデータは、前記ノイズ判定部が、前記ノイズが発生していると判定した前記センサデータと同じ種類の前記センサデータである

ことを特徴とする請求項３記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項11] 車両の周辺状況に関するセンサデータを取得するセンサデータ取得部と、

前記センサデータを入力とし、当該センサデータにノイズが発生しているか否かを示す情報を出力する第１機械学習モデルを用いて、前記センサデータ取得部によって取得された前記センサデータに前記ノイズが発生しているか否かを判定するノイズ判定部と、

第２機械学習モデルを用いて、前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータについて、当該センサデータのノイズ部分が、前記ノイズが発生していない状態の前記センサデータに置換された後の前記センサデータを取得するデータ置換部

とを備えたセンサノイズ除去装置。

[請求項12] 前記第２機械学習モデルは、

前記ノイズが発生している前記センサデータと、前記ノイズが発生していない前記センサデータとを入力とし、前記ノイズが発生している前記センサデータの前記ノイズ部分が、前記ノイズが発生していない状態の前記センサデータに置換された後の前記センサデータを出力する機械学習モデルを含む

ことを特徴とする請求項１１記載のセンサノイズ除去装置。

[請求項13] 前記第２機械学習モデルは、

前記ノイズが発生している前記センサデータを入力とし、前記ノイズが発生している前記センサデータの前記ノイズ部分が、前記ノイズが発生していない状態の前記センサデータに置換された後の前記センサデータを出力する機械学習モデルを含む

ことを特徴とする請求項１１記載のセンサノイズ除去装置。

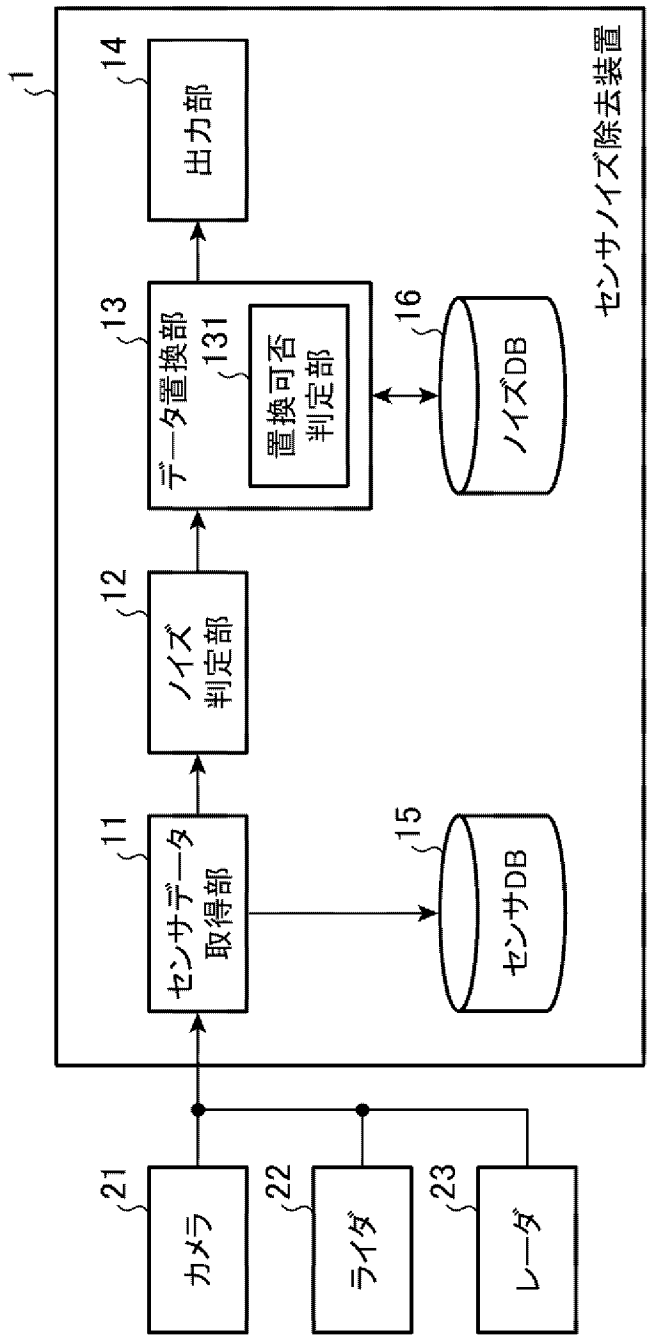
[請求項14] センサデータ取得部が、車両の周辺状況に関するセンサデータを取得するステップと、

ノイズ判定部が、前記センサデータ取得部によって取得された前記センサデータにノイズが発生しているか否かを判定するステップと、

データ置換部が、前記ノイズ判定部によって前記ノイズが発生していると判定された前記センサデータについて、前記ノイズが発生していない前記センサデータを推測してノイズ部分に対応する置換用データを生成し、生成した前記置換用データで前記ノイズ部分を置換するステップ

とを備えたセンサノイズ除去方法。

[図1]


1
センサノイズ除去装置
14
出力部
13
データ置換部
131
置換可否判定部
16
ノイズDB
12
ノイズ判定部
11
センサデータ取得部
15
センサDB
21
カメラ
22
ライダ
23
レーダ

[図2]

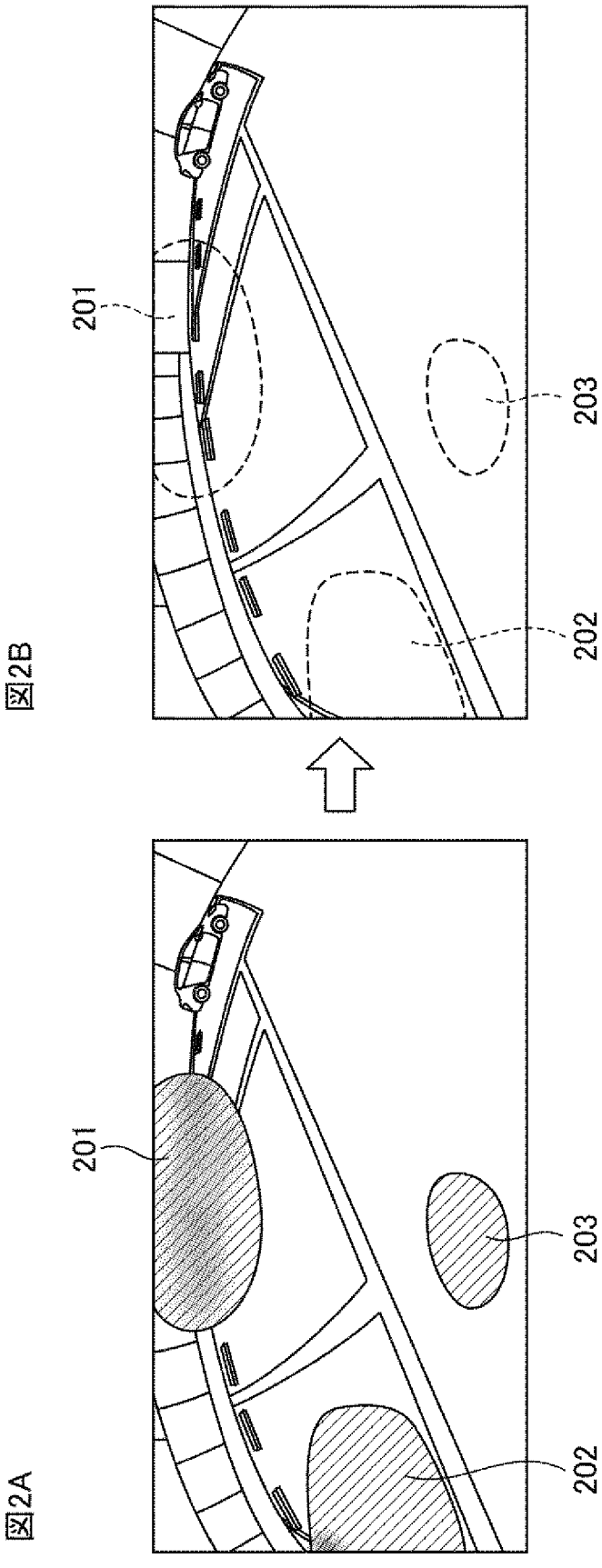


図2B

図2A

[図3]

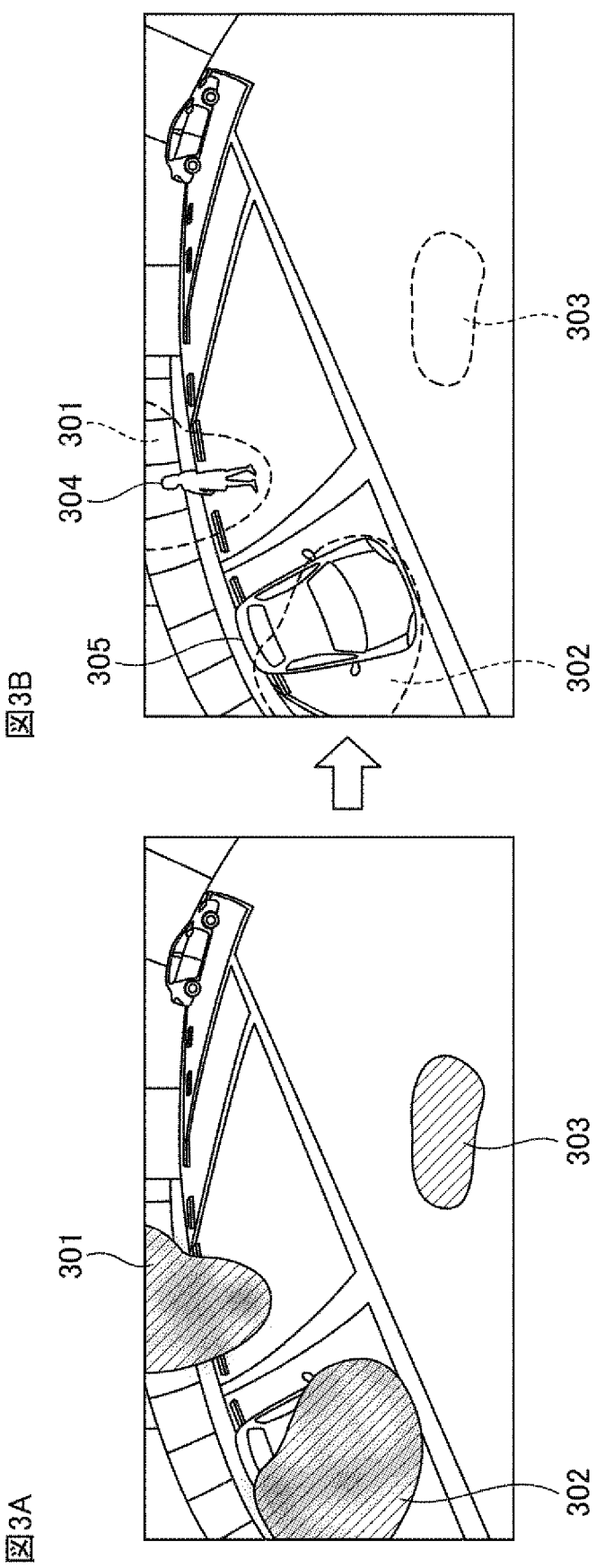
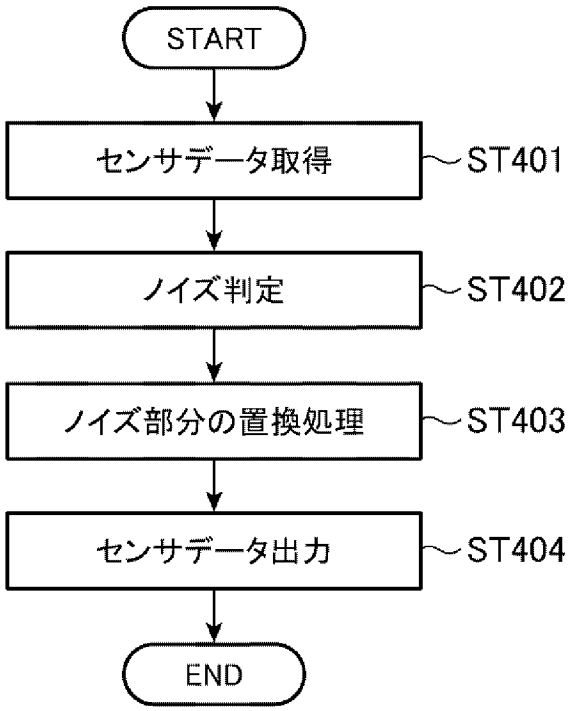


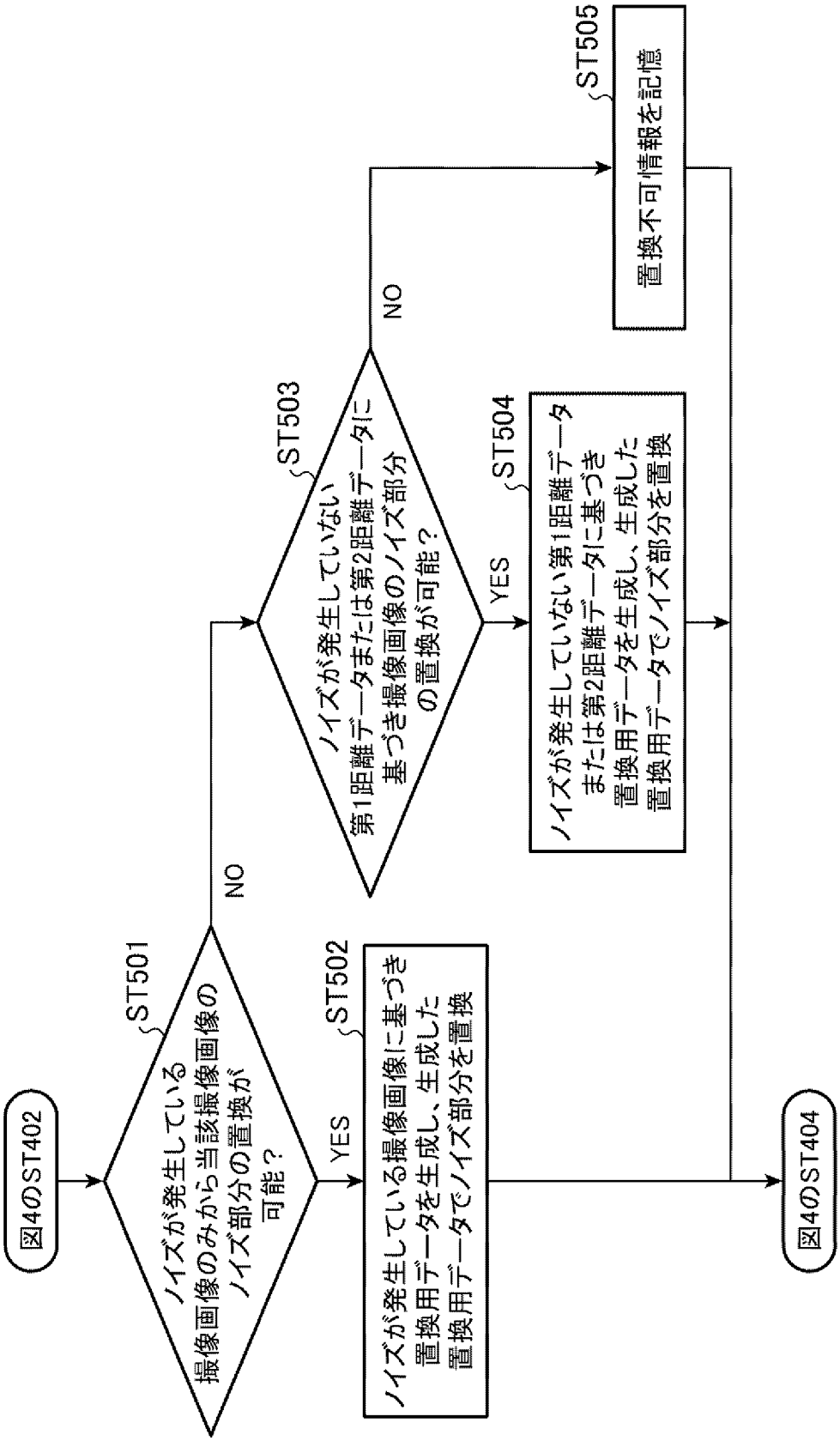
図3A

図3B

[図4]


START
センサデータ取得
ST401
ノイズ判定
ST402
ノイズ部分の置換処理
ST403
センサデータ出力
ST404
END

[図5]


図4のST402
ST501
ノイズが発生している撮像画像のみから当該撮像画像のノイズ部分の置換が可能？
YES
NO
ST502
ノイズが発生している撮像画像に基づき置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分を置換
ST503
ノイズが発生していない第1距離データまたは第2距離データに基づき撮像画像のノイズ部分の置換が可能？
YES
NO
ST504
ノイズが発生していない第1距離データまたは第2距離データに基づき置換用データを生成し、生成した置換用データでノイズ部分を置換
ST505
置換不可情報を記憶
図4のST404

[図6]

図6A

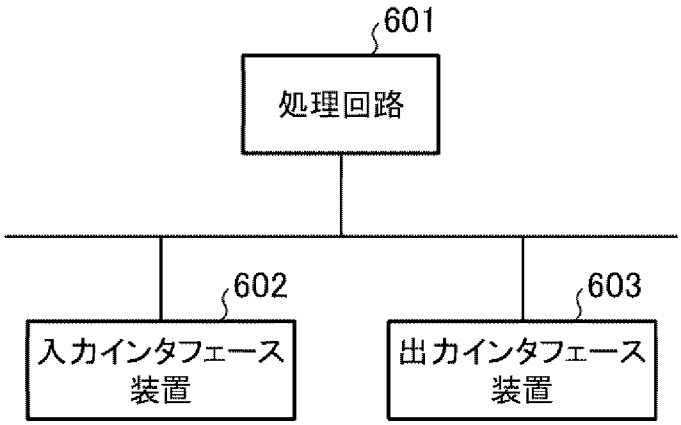
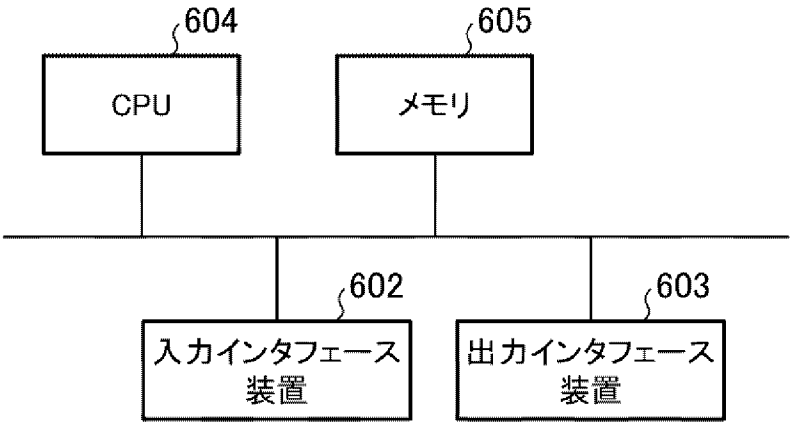
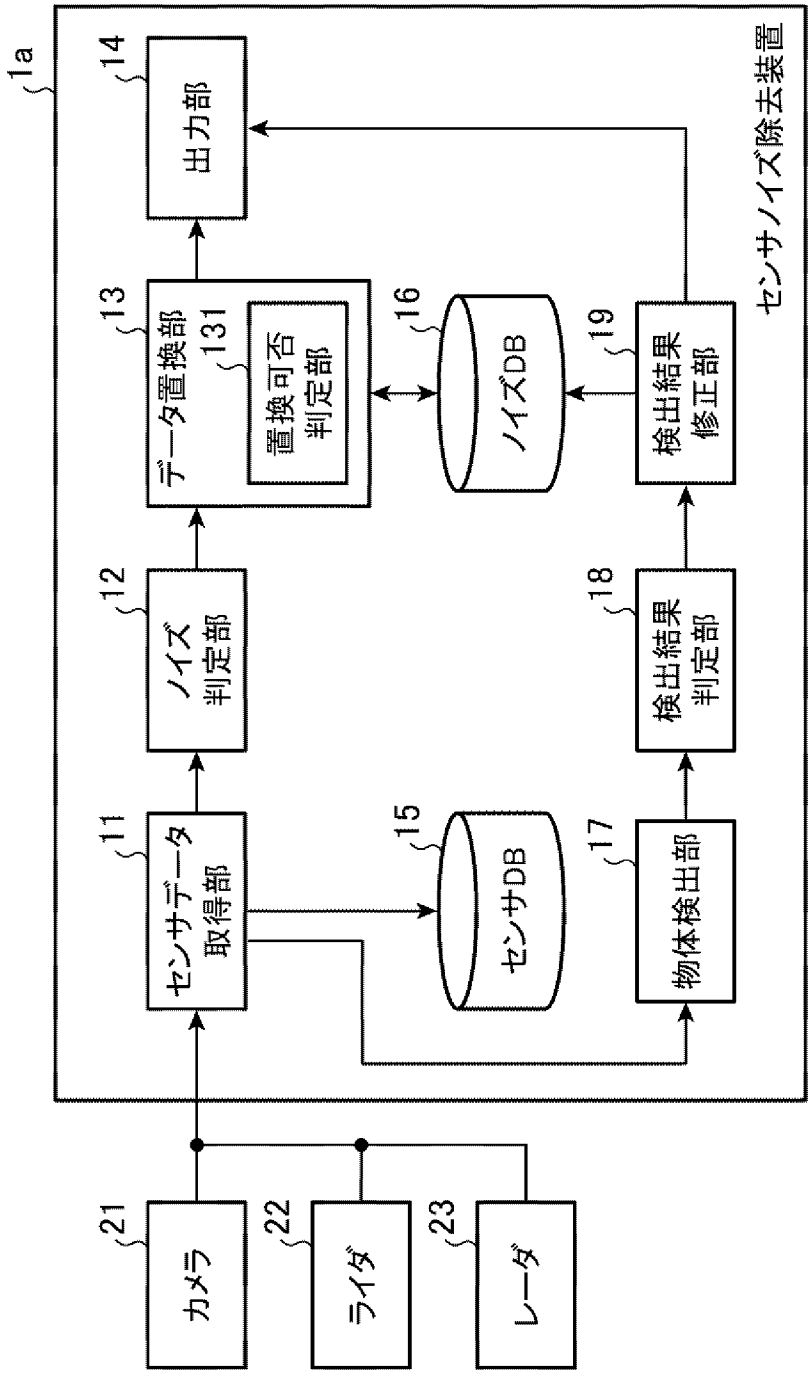

601
処理回路
602
入力インタフェース装置
603
出力インタフェース装置

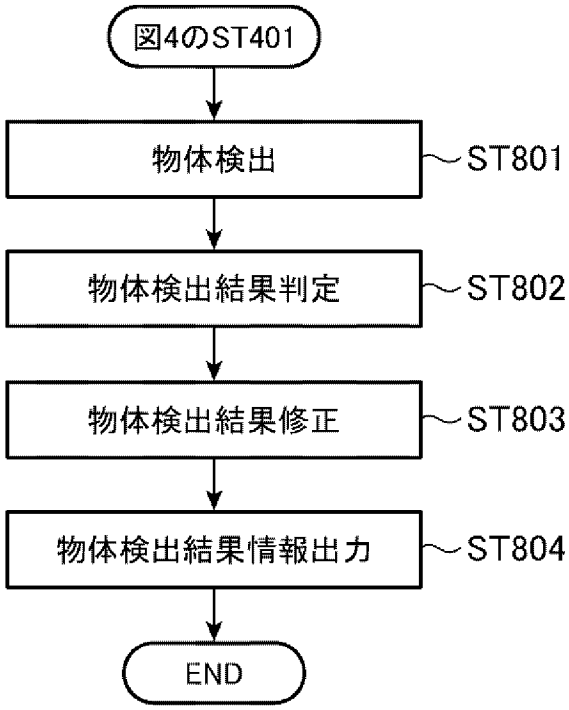
図6B


604
CPU
605
メモリ
602
入力インタフェース装置
603
出力インタフェース装置

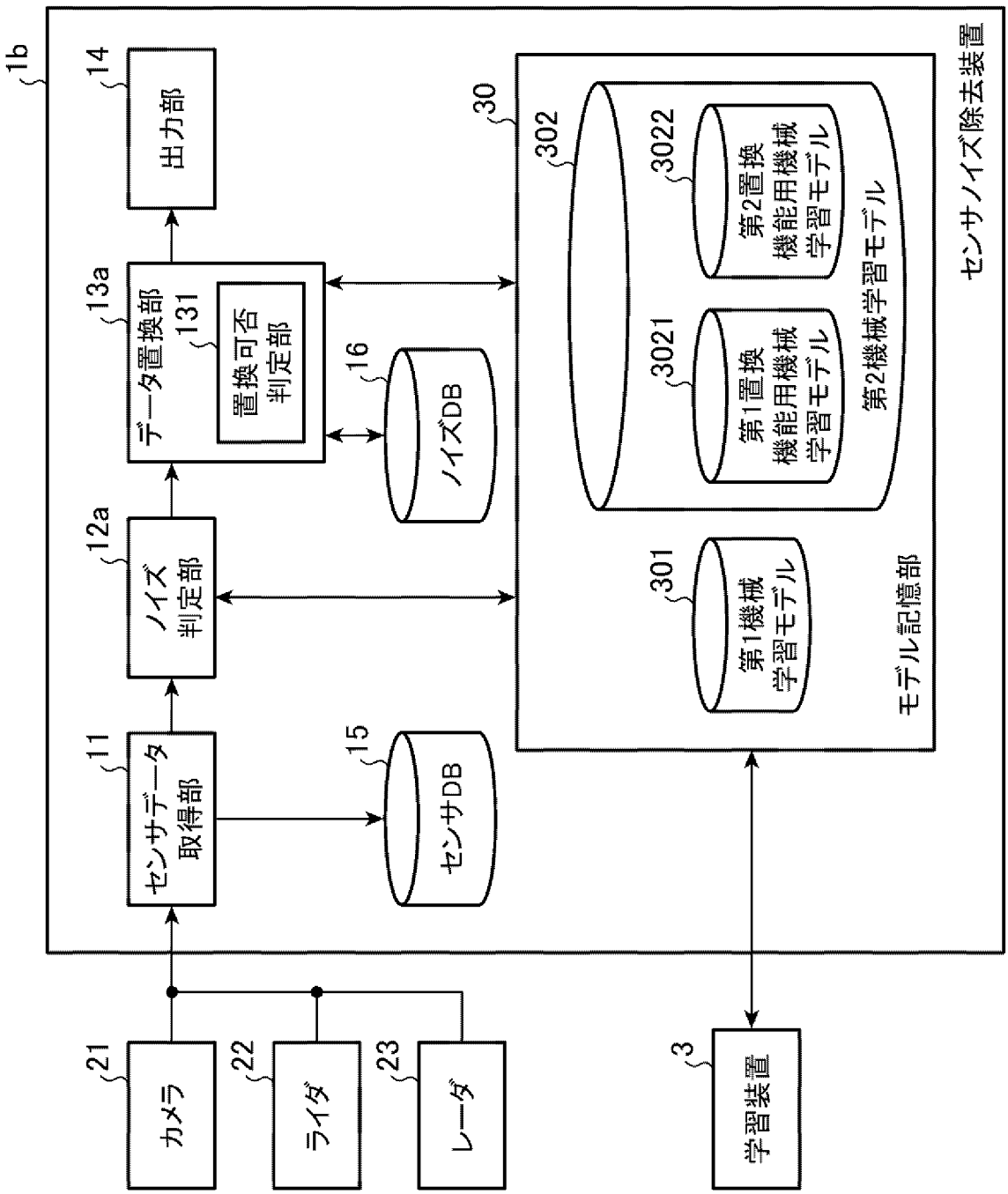
[図7]


1a
センサノイズ除去装置
14
出力部
13
データ置換部
131
置換可否判定部
16
ノイズDB
19
検出結果修正部
12
ノイズ判定部
18
検出結果判定部
11
センサデータ取得部
15
センサDB
17
物体検出部
21
カメラ
22
ライダ
23
レーダ

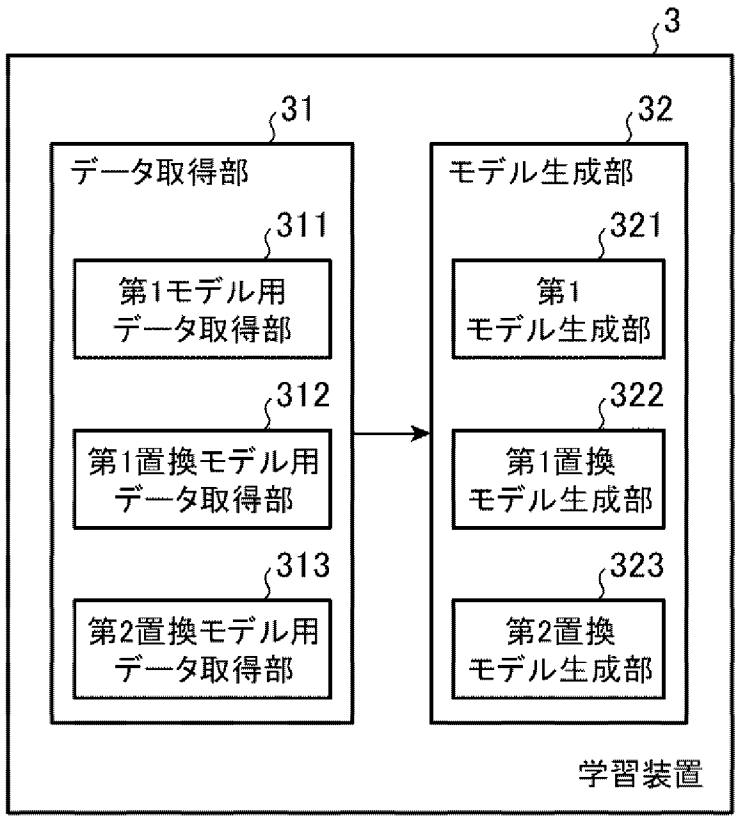
[図8]


図4のST401
物体検出
ST801
物体検出結果判定
ST802
物体検出結果修正
ST803
物体検出結果情報出力
ST804
END

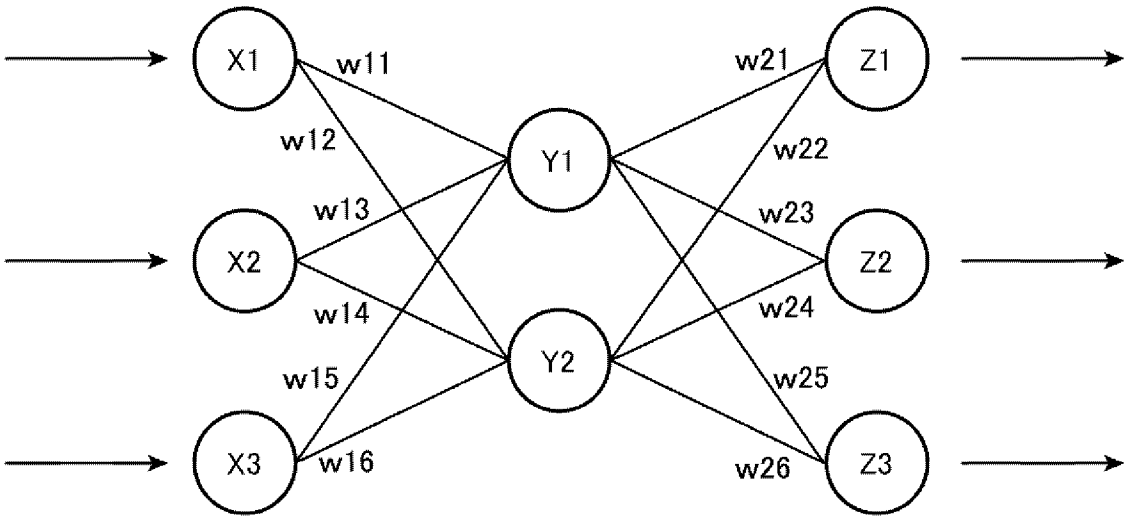
[図9]


1b
センサノイズ除去装置
14
出力部
13a
データ置換部
131
置換可否判定部
16
ノイズDB
12a
ノイズ判定部
11
センサデータ取得部
15
センサDB
30
モデル記憶部
302
第2機械学習モデル
3022
第2置換機能用機械学習モデル
3021
第1置換機能用機械学習モデル
301
第1機械学習モデル
21
カメラ
22
ライダ
23
レーダ
3
学習装置

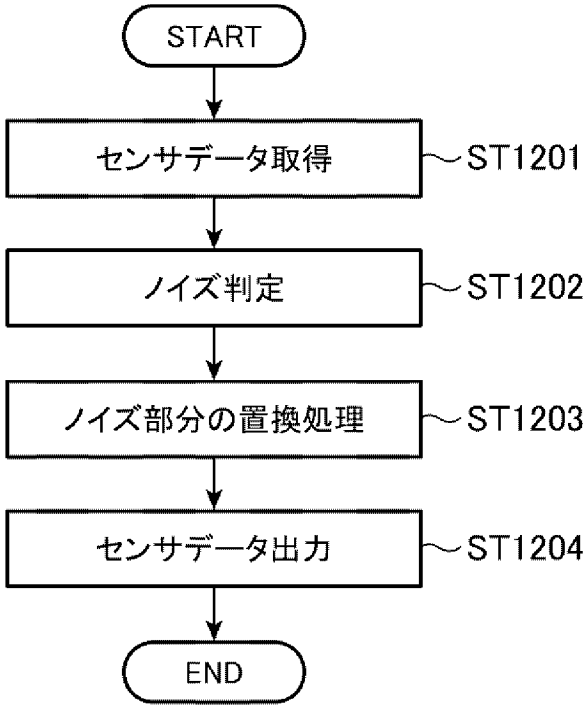
[図10]


3
31
データ取得部
311
第1モデル用
データ取得部
312
第1置換モデル用
データ取得部
313
第2置換モデル用
データ取得部
32
モデル生成部
321
第1
モデル生成部
322
第1置換
モデル生成部
323
第2置換
モデル生成部
学習装置

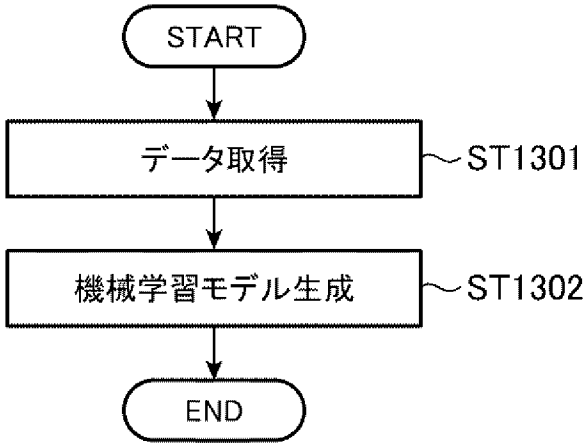
[図11]


X1
X2
X3
w11
w12
w13
w14
w15
w16
Y1
Y2
w21
w22
w23
w24
w25
w26
Z1
Z2
Z3

[図12]


START
センサデータ取得
ST1201
ノイズ判定
ST1202
ノイズ部分の置換処理
ST1203
センサデータ出力
ST1204
END

[図13]


START
データ取得
ST1301
機械学習モデル生成
ST1302
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/041927

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S 13/86(2006.01)i; H04N 7/18(2006.01)i
FI: G01S13/86; H04N7/18 J
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)
G01S7/00-7/64, 13/00-17/95; H04N7/18; H04N5/222-5/257; B60R1/00-1/12; G06T7/00-7/90

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2020-138569 A (AISIN SEIKI CO., LTD.) 03 September 2020 (2020-09-03) paragraphs [0031]-[0047], fig. 1-5	1-2, 11, 13-14 12
X Y	JP 2009-278428 A (ALPINE ELECTRONICS, INC.) 26 November 2009 (2009-11-26) paragraphs [0044]-[0106], fig. 1-5, 10	1, 3-5, 10, 14 6-9, 12
Y	JP 2015-173401 A (DENSO CORP.) 01 October 2015 (2015-10-01) paragraphs [0010]-[0028], fig. 4	6
Y	WO 2017/122294 A1 (SOCIONEXT INC.) 20 July 2017 (2017-07-20) paragraph [0034]	7
Y	JP 2019-105568 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 27 June 2019 (2019-06-27) paragraphs [0048]-[0058], fig. 5	8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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	Date of mailing of the international search report
14 January 2021 (14.01.2021)	26 January 2021 (26.01.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/041927

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/078072 A1 (CLARION CO., LTD.) 11 May 2017 (2017-05-11) paragraphs [0006], [0011]	9
A	JP 2015-222934 A (CALSONIC KANSEI CORPORATION) 10 December 2015 (2015-12-10) entire text	1-14
A	WO 2018/149593 A1 (JAGUAR LAND ROVER LIMITED) 23 August 2018 (2018-08-23) entire text	1-14
A	JP 2018-142756 A (KYOCERA CORP.) 13 September 2018 (2018-09-13) entire text	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/041927

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2020-138569 A	03 Sep. 2020	US 2020/0273153 A1 paragraphs [0034]-[0050], fig. 1-5 CN 111612701 A DE 102020103141 A1	
JP 2009-278428 A	26 Nov. 2009	(Family: none)	
JP 2015-173401 A	01 Oct. 2015	US 2015/0258936 A1 paragraphs [0023]-[0043], fig. 4	
WO 2017/122294 A1	20 Jul. 2017	US 2018/0309962 A1 paragraph [0063] JP 6737288 B2	
JP 2019-105568 A	27 Jun. 2019	US 2019/0176839 A1 paragraphs [0058]-[0069], fig. 5 CN 110007301 A	
WO 2017/078072 A1	11 May 2017	US 2018/0315167 A1 paragraphs [0006], [0027] EP 3373243 A1 JP 2017-92622 A	
JP 2015-222934 A	10 Dec. 2015	(Family: none)	
WO 2018/149593 A1	23 Aug. 2018	GB 2559760 A US 2020/0086791 A1 DE 112018000171 T5	
JP 2018-142756 A	13 Sep. 2018	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/041927

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01S 13/86(2006.01)i; H04N 7/18(2006.01)i
FI: G01S13/86; H04N7/18 J

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01S7/00-7/64, 13/00-17/95; H04N7/18; H04N5/222-5/257; B60R1/00-1/12; G06T7/00-7/90

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2020-138569 A (アイシン精機株式会社) 03.09.2020 (2020-09-03) ［００３１］～［００４７］，図１～５	1-2, 11, 13-14
Y		12
X	JP 2009-278428 A (アルパイン株式会社) 26.11.2009 (2009-11-26) ［００４４］～［０１０６］，図１～５，１０	1, 3-5, 10, 14
Y		6-9, 12
Y	JP 2015-173401 A (株式会社デンソー) 01.10.2015 (2015-10-01) ［００１０］～［００２８］，図４	6
Y	WO 2017/122294 A1 (株式会社ソシオネクスト) 20.07.2017 (2017-07-20) ［００３４］	7
Y	JP 2019-105568 A (本田技研工業株式会社) 27.06.2019 (2019-06-27) ［００４８］～［００５８］，図５	8
Y	WO 2017/078072 A1 (クラリオン株式会社) 11.05.2017 (2017-05-11) ［０００６］，［００１１］	9

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
14.01.2021	26.01.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
小川　浩史 2S 9114
電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2015-222934 A (カルソニックカンセイ株式会社) 10.12.2015 (2015-12-10) 全文	1-14
A	WO 2018/149593 A1 (JAGUAR LAND ROVER LIMITED) 23.08.2018 (2018-08-23) 全文	1-14
A	JP 2018-142756 A (京セラ株式会社) 13.09.2018 (2018-09-13) 全文	1-14

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/041927

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-138569 A	03.09.2020	US 2020/0273153 A1 [0034]-[0050], FIGs.1-5 CN 111612701 A DE 102020103141 A1	
JP 2009-278428 A	26.11.2009	（ファミリーなし）	
JP 2015-173401 A	01.10.2015	US 2015/0258936 A1 [0023]-[0043], FIG.4	
WO 2017/122294 A1	20.07.2017	US 2018/0309962 A1 [0063] JP 6737288 B2	
JP 2019-105568 A	27.06.2019	US 2019/0176839 A1 [0058]-[0069], FIG.5 CN 110007301 A	
WO 2017/078072 A1	11.05.2017	US 2018/0315167 A1 [0006], [0027] EP 3373243 A1 JP 2017-92622 A	
JP 2015-222934 A	10.12.2015	（ファミリーなし）	
WO 2018/149593 A1	23.08.2018	GB 2559760 A US 2020/0086791 A1 DE 112018000171 T5	
JP 2018-142756 A	13.09.2018	（ファミリーなし）	