

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7051366号
(P7051366)

(45)発行日 令和4年4月11日(2022.4.11)

(24)登録日 令和4年4月1日(2022.4.1)

(51)国際特許分類		F I		
G 0 1 S	17/89 (2020.01)	G 0 1 S	17/89	
G 0 6 N	20/00 (2019.01)	G 0 6 N	20/00	1 3 0
G 0 1 S	13/89 (2006.01)	G 0 1 S	13/89	
G 0 8 G	1/16 (2006.01)	G 0 8 G	1/16	C

請求項の数 21 (全37頁)

(21)出願番号	特願2017-201786(P2017-201786)	(73)特許権者	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22)出願日	平成29年10月18日(2017.10.18)	(74)代理人	110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所
(65)公開番号	特開2019-74458(P2019-74458A)	(72)発明者	杉浦 貴行 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会 社東芝内
(43)公開日	令和1年5月16日(2019.5.16)	(72)発明者	渡辺 友樹 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会 社東芝内
審査請求日	令和1年8月14日(2019.8.14)	審査官	渡辺 慶人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理装置、学習済モデル、情報処理方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

特定空間のグリッドごとに、対象に関する対象情報を示す観測情報、または対象未観測に関する未観測情報を示す前記観測情報に対応付けた、マップを取得する取得部と、前記グリッドの各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他の前記グリッドに対応付けられた前記観測情報に基づいて、前記観測情報の対応付けを補正する補正部と、を備え、前記対象情報は、前記対象の存在を示す対象存在情報または前記対象の非存在を示す対象非存在情報を示し、

前記未観測情報は、前記対象が存在するか否か不明であることを表す情報であり、

前記補正部は、前記マップにおける、前記未観測情報の対応付けられた前記グリッドの対応付けを、前記未観測情報から、前記対象存在情報または前記対象非存在情報を示す前記観測情報に補正する、
情報処理装置。

【請求項2】

検知部が検知した検知情報から、実空間における位置ごとに前記観測情報を導出する導出部と、
前記観測情報によって示される前記対象情報を前記特定空間の前記グリッドに対応付ける対象マッピング部と、
前記観測情報によって示される前記未観測情報を前記特定空間の前記グリッドに対応付ける未観測マッピング部と、

を備える、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記対象情報は、前記対象の存在確率を示す、請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記特定空間は、座標軸に沿った複数の前記グリッドによって表される、請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記座標軸は、直交座標系または極座標系の座標軸である、請求項 4 に記載の情報処理装置。

10

【請求項 6】

前記補正部は、さらに、

前記マップにおける、前記対象情報の対応付けられた前記グリッドの対応付けを補正する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記補正部は、

前記対象情報の対応付けられた前記グリッドの対応付けの補正を、前記未観測情報の対応付けられた前記グリッドに比べて抑制するように、前記学習済モデルのパラメータを変更し、前記観測情報の対応付けを補正する、

請求項 1 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 8】

前記対象マッピング部は、

前記対象の存在確率を、前記対象情報として前記特定空間の前記グリッドに対応付ける、請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

異なるタイミングの複数の前記観測情報の各々から導出された、複数の前記マップに基づいて、前記学習済モデルのパラメータを更新する第 1 更新部、を備える請求項 1 ~ 請求項 8 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記学習済モデルのパラメータの異なる複数の前記補正部と、

選択情報に基づいて、前記観測情報の対応付けを補正する前記補正部を選択する選択部と、を備える請求項 1 ~ 請求項 9 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

30

【請求項 11】

前記補正部によって、前記未観測情報から前記対象情報へ対応付けを補正された前記グリッドを特定する特定部、

を備える、請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

前記補正部によって補正された後の前記マップに基づいて、前記導出部が検知情報から前記観測情報を導出するとき前記対象の判別に用いる条件を更新する第 2 更新部、を備える、請求項 11 に記載の情報処理装置。

40

【請求項 13】

前記補正部によって補正された後の前記マップに基づいて、移動体の駆動部を制御する駆動制御部、

を備える、請求項 1 ~ 請求項 12 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 14】

前記補正部によって補正された後の前記マップを示す出力情報を出力する出力制御部、を備える、請求項 1 ~ 請求項 13 の何れか 1 項に記載の情報処理装置。

【請求項 15】

前記出力情報は、

前記補正部によって補正された後の前記マップにおける、前記補正部によって対応付けを

50

補正された前記グリッドを示す情報である、
請求項 1 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 6】

前記出力情報は、
前記マップに対応する実空間の撮影画像と、前記補正部によって補正された後の前記マップにおける、該補正部によって対応付けを補正された前記グリッドを示す符号と、の重畳画像である、

請求項 1 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 7】

前記出力情報は、
前記補正部によって補正された後の前記マップにおける、所定条件を満たす領域を示す情報を出力制御する、

請求項 1 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 8】

前記所定条件を満たす領域は、
前記補正部によって補正された後の前記マップにおける、所定値以上の存在確率を示す前記観測情報の対応付けられた領域である、

請求項 1 7 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 9】

特定空間のグリッドごとに、対象に関する対象情報を示す観測情報または対象未観測に関する未観測情報を示す前記観測情報に対応付けたマップにおける、前記グリッドの各々について、周辺の他の前記グリッドに対応付けられた前記観測情報に基づいて、前記観測情報の対応付けを補正するための、コンピュータに実行させるための学習済モデルであって、前記対象情報は、前記対象の存在を示す対象存在情報または前記対象の非存在を示す対象非存在情報を示し、

前記未観測情報は、センサによって検知することが出来ず、前記対象が存在するか否か不明であることを表す情報であり、

前記マップにおける、前記未観測情報の対応付けられた前記グリッドの対応付けは、前記未観測情報から、前記対象存在情報または前記対象非存在情報を示す前記観測情報に補正される、

学習済モデル。

【請求項 2 0】

特定空間のグリッドごとに、対象に関する対象情報を示す観測情報、または対象未観測に関する未観測情報を示す前記観測情報に対応付けた、マップを取得するステップと、前記グリッドの各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他の前記グリッドに対応付けられた前記観測情報に基づいて、前記観測情報の対応付けを補正するステップと、を含み、

前記対象情報は、前記対象の存在を示す対象存在情報または前記対象の非存在を示す対象非存在情報を示し、

前記未観測情報は、センサによって検知することが出来ず、前記対象が存在するか否か不明であることを表す情報であり、

前記補正するステップは、前記マップにおける、前記未観測情報の対応付けられた前記グリッドの対応付けを、前記未観測情報から、前記対象存在情報または前記対象非存在情報を示す前記観測情報に補正する、

情報処理方法。

【請求項 2 1】

特定空間のグリッドごとに、対象に関する対象情報を示す観測情報、または対象未観測に関する未観測情報を示す前記観測情報に対応付けた、マップを取得するステップと、前記グリッドの各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他の前記グリッドに対応付けられた前記観測情報に基づいて、前記観測情報の対応付けを補正するステップと、をコ

10

20

30

40

50

ンピュータに実行させ、
 前記対象情報は、前記対象の存在を示す対象存在情報または前記対象の非存在を示す対象非存在情報を示し、
 前記未観測情報は、センサによって検知することが出来ず、前記対象が存在するか否か不明であることを表す情報であり、
 前記補正するステップは、前記マップにおける、前記未観測情報の対応付けられた前記グリッドの対応付けを、前記未観測情報から、前記対象存在情報または前記対象非存在情報を示す前記観測情報に補正する、
 プログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明の実施の形態は、情報処理装置、学習済モデル、情報処理方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

センサの未観測位置に隠れている障害物や道路等を予測する技術が知られている。例えば、死角領域の位置、大きさ、非死角領域との境界の長さに基づいて、死角から出現する可能性のある物体を予測する技術が開示されている。また、他車両を追跡した結果を用いて、死角領域内での未来の進行方向と過去に移動してきた軌跡を予測することで、車両が通行可能な道路の位置を予測する技術が開示されている。また、時系列データを用いて物体の位置を追跡することで、一度観測した物体が死角領域に含まれた場合に位置を予測する技術が開示されている。

20

【0003】

しかし、従来では、他車両による追跡結果を用いない場合や、時系列データに含まれない対象については、未観測位置における対象を精度良く推定することは困難であった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第5407898号公報

30

【0005】

【文献】“Building a Probabilistic Grid-based Road Representation from Direct and Indirect Visual Cues”, E. Casapietra, IV, 2015

“Deep Tracking: Seeing Beyond Seeing Using Recurrent Neural Networks”, P. Ondruska, AAAI, 2016

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、未観測位置における対象を精度良く推定することができる、情報処理装置、学習済モデル、情報処理方法、およびプログラムを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

実施の形態の情報処理装置は、取得部と、補正部と、を備える。取得部は、特定空間のグリッドごとに、対象に関する対象情報を示す観測情報、または対象未観測に関する未観測情報を示す前記観測情報に対応付けた、マップを取得する。補正部は、前記グリッドの各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他の前記グリッドに対応付けられた前記観測情報に基づいて、前記観測情報の対応付けを補正する。前記対象情報は、前記対象の存在を示す対象存在情報または前記対象の非存在を示す対象非存在情報を示し、前記未観測情報は、前記対象が存在するか否か不明であることを表す情報であり、前記補正部は、前記

50

マップにおける、前記未観測情報の対応付けられた前記グリッドの対応付けを、前記未観測情報から、前記対象存在情報または前記対象非存在情報を示す前記観測情報に補正する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】移動体の一例を示す図である。

【図2】センサによる検知の説明図である。

【図3】情報処理装置の構成の一例を示すブロック図。

【図4】観測情報のデータ構成の一例を示す説明図。

【図5】実空間の一例を示す模式図。

【図6】対象マッピング部による処理の一例の説明図。

10

【図7】未観測マッピング部による処理の一例の説明図。

【図8】補正部による対応付けの補正の一例を示す説明図。

【図9】情報処理の手順の一例を示すフローチャート。

【図10】移動体の一例を示すブロック図。

【図11】割込み処理の手順の一例を示すフローチャート。

【図12】移動体の一例を示すブロック図。

【図13】割込み処理の手順の一例を示すフローチャート。

【図14】移動体の一例を示すブロック図。

【図15】移動体の一例を示すブロック図。

【図16】ハードウェア構成図。

20

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に添付図面を参照して、情報処理装置、学習済モデル、情報処理方法、およびプログラムを詳細に説明する。なお、以下に示す実施の形態および変形例において、同じ機能を示す部分には、同じ符号を付与し、詳細な説明を省略する場合がある。

【0010】

(第1の実施の形態)

図1は、本実施の形態の移動体10の一例を示す図である。

【0011】

移動体10は、情報処理装置20と、出力部10Aと、センサ10Bと、入力装置10Cと、駆動制御部10Gと、駆動部10Hと、を備える。

30

【0012】

情報処理装置20は、例えば、専用または汎用コンピュータである。本実施の形態では、情報処理装置20が、移動体10に搭載されている場合を一例として説明する。

【0013】

移動体10は、移動可能な物である。移動体10は、例えば、車両(自動二輪車、自動四輪車、自転車)、台車、ロボット、船舶、飛翔体(飛行機、無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)、ドローンなど)、人、動物、等である。移動体10は、具体的には、人による運転操作を介して走行する移動体や、人による運転操作を介さずに自動的に走行(自律走行)可能な移動体である。自動走行可能な移動体は、例えば、自動運転車両である。本実施の形態の移動体10は、自律走行可能な車両である場合を一例として説明する。

40

【0014】

なお、情報処理装置20は、移動体10に搭載された形態に限定されない。情報処理装置20は、静止物に搭載されていてもよい。静止物は、移動不可能な物や、地面に対して静止した状態の物である。静止物は、例えば、ガードレール、ポール、建物、道路、歩道、障害物、立体物、駐車車両、道路標識、などである。また、情報処理装置20は、クラウド上で処理を実行するクラウドサーバに搭載されていてもよい。

【0015】

センサ10Bは、検知部の一例である。センサ10Bは、外界センサであり、外界を検知

50

した検知情報を取得する。

【0016】

センサ10Bは、例えば、撮影装置や、距離センサ（ミリ波レーダ、レーザセンサ）、などである。撮影装置は、撮影によって撮影画像データ（以下、撮影画像と称する）を得る。撮影画像データは、画素ごとに画素値を規定したデジタル画像データや、画素毎にセンサ10Bからの距離を規定したデプスマップなどである。レーザセンサは、例えば、水平面に対して平行に設置された二次元LIDAR（Laser Imaging Detection and Ranging）センサや、三次元LIDARセンサである。

【0017】

本実施の形態では、センサ10Bが、二次元LIDARセンサである場合を一例として説明する。

10

【0018】

図2は、センサ10Bによる検知の説明図である。移動体10に搭載されたセンサ10Bは、センサ10Bの周囲に、観測平面に沿ってレーザ光Lを照射し、対象Bで反射した反射光を受光する。観測平面は、例えば、水平面である。これによって、センサ10Bは、対象Bの外形に沿った複数の反射点に相当する複数の点32の、検知情報を得る。なお、対象Bの位置、対象Bの数、点32の数、および、点32の位置は、一例であり、図2に示す形態に限定されない。

【0019】

なお、センサ10Bは、水平方向に1ライン分レーザ光Lを照射することで、該レーザ光Lの反射光を受光する形態であってもよいし、複数ライン分、レーザ光Lを照射することで、該レーザ光Lの反射光を受光する形態であってもよい。また、センサ10Bは、水平面に対して交差する平面に沿ってレーザ光Lを照射する形態であってもよい。

20

【0020】

検知情報は、センサ10Bの周辺の複数の点32の各々の位置を示す。点32の位置は、例えば、センサ10Bを基準とした相対位置を示す位置座標や、点32の絶対位置を示す位置座標や、ベクトルなどで表される。

【0021】

具体的には、点32の位置は、センサ10Bを基準としたレーザ光Lの照射方向である方位角方向と、センサ10Bからの距離と、によって表される。すなわち、センサ10BがLIDARである場合、検知情報は、極座標空間における、センサ10Bを原点とした距離および方位角方向で表される。極座標空間は、極座標系で表した空間である。

30

【0022】

センサ10Bからの距離は、レーザ光Lの照射から反射光の受光までの経過時間、受光した光の強度、または、光の減衰率等から導出される。点32の検出強度は、例えば、反射光の強度や、光の強度の減衰率で表される。

【0023】

なお、検知情報が、撮影カメラとしてのセンサ10Bで撮影された撮影画像である場合、点32の位置は、撮影画像における画素位置や、直交座標空間における位置座標で表してもよい。直交座標空間とは、直交座標系で表した空間である。

40

【0024】

出力部10Aは、各種の出力情報を出力する。出力部10Aは、例えば、出力情報を送信する通信機能、出力情報を表示する表示機能、出力情報を示す音を出力する音出力機能、などを備える。例えば、出力部10Aは、通信部10Dと、ディスプレイ10Eと、スピーカ10Fと、を含む。

【0025】

通信部10Dは、出力情報を他の装置へ送信する。例えば、通信部10Dは、公知の通信回線を介して出力情報を送信する。ディスプレイ10Eは、出力情報を表示する。ディスプレイ10Eは、例えば、公知のLCD（liquid crystal display）や投影装置やライトなどである。スピーカ10Fは、出力情報を示す音を出力する。

50

【 0 0 2 6 】

入力装置 1 0 C は、ユーザからの各種指示や情報入力を受け付ける。入力装置 1 0 C は、例えば、マウスやトラックボール等のポインティングデバイス、あるいはキーボード等の入力デバイスである。

【 0 0 2 7 】

駆動部 1 0 H は、移動体 1 0 を駆動するデバイスである。駆動部 1 0 H は、例えば、エンジン、モータ、車輪、などである。

【 0 0 2 8 】

駆動制御部 1 0 G は、駆動部 1 0 H を制御する。駆動部 1 0 H は、駆動制御部 1 0 G の制御によって駆動する。例えば、駆動制御部 1 0 G は、情報処理装置 2 0 から出力された出力情報や、センサ 1 0 B から得られた情報などに基づいて、周辺の状況を判断し、アクセル量、ブレーキ量、操舵角などの制御を行う。例えば、駆動制御部 1 0 G は、死角に道路が存在すると予測された場合に、その周辺で速度を低下させるように車両の制御を行う。

【 0 0 2 9 】

次に、情報処理装置 2 0 の構成について詳細に説明する。図 3 は、情報処理装置 2 0 の構成の一例を示すブロック図である。

【 0 0 3 0 】

情報処理装置 2 0 は、例えば、専用または汎用コンピュータである。情報処理装置 2 0 は、処理部 2 0 A と、記憶部 2 0 B と、を備える。

【 0 0 3 1 】

処理部 2 0 A、記憶部 2 0 B、出力部 1 0 A、センサ 1 0 B、および入力装置 1 0 C は、バス 2 0 Z を介して接続されている。なお、記憶部 2 0 B、出力部 1 0 A (通信部 1 0 D、ディスプレイ 1 0 E、スピーカ 1 0 F)、センサ 1 0 B、および入力装置 1 0 C は、有線または無線で処理部 2 0 A に接続すればよい。また、記憶部 2 0 B、出力部 1 0 A (通信部 1 0 D、ディスプレイ 1 0 E、スピーカ 1 0 F)、センサ 1 0 B、および入力装置 1 0 C の少なくとも 1 つと、処理部 2 0 A と、を、ネットワークを介して接続してもよい。

【 0 0 3 2 】

記憶部 2 0 B は、各種データを記憶する。記憶部 2 0 B は、例えば、RAM (R a n d o m A c c e s s M e m o r y)、フラッシュメモリ等の半導体メモリ素子、ハードディスク、光ディスク等である。なお、記憶部 2 0 B は、情報処理装置 2 0 の外部に設けられた記憶装置であってもよい。また、記憶部 2 0 B は、記憶媒体であってもよい。具体的には、記憶媒体は、プログラムや各種情報を、LAN (L o c a l A r e a N e t w o r k) やインターネットなどを介してダウンロードして記憶または一時記憶したものであってもよい。また、記憶部 2 0 B を、複数の記憶媒体から構成してもよい。また、記憶部 2 0 B は、ネットワークを介して情報処理装置 2 0 に接続されたクラウドサーバに設けてもよい。

【 0 0 3 3 】

処理部 2 0 A は、受付部 2 0 C と、導出部 2 0 D と、対象マッピング部 2 0 E と、未観測マッピング部 2 0 F と、取得部 2 0 G と、補正部 2 0 H と、出力制御部 2 0 I と、を備える。

【 0 0 3 4 】

上記各部 (受付部 2 0 C、導出部 2 0 D、対象マッピング部 2 0 E、未観測マッピング部 2 0 F、取得部 2 0 G、補正部 2 0 H、出力制御部 2 0 I) は、例えば、1 または複数のプロセッサにより実現される。例えば上記各部は、CPU (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) などのプロセッサにプログラムを実行させること、すなわちソフトウェアにより実現してもよい。上記各部は、専用の IC (I n t e g r a t e d C i r c u i t) などのプロセッサ、すなわちハードウェアにより実現してもよい。上記各部は、ソフトウェアおよびハードウェアを併用して実現してもよい。複数のプロセッサを用いる場合、各プロセッサは、各部のうち 1 つを実現してもよいし、各部のうち 2 以上を実現してもよい。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

受付部 20C は、センサ 10B から検知情報を受付ける。受付部 20C は、受付けた検知情報を、導出部 20D へ出力する。例えば、センサ 10B は、所定タイミングごとに、外界を検知し、検知情報を受付部 20C へ出力する。受付部 20C は、検知情報を受付けるごとに、受付けた検知情報を、順次、導出部 20D へ出力する。

【0036】

導出部 20D は、検知情報から、センサ 10B によって検知された実空間における位置ごとに、観測情報を導出する。観測情報は、移動体 10 (センサ 10B) の周辺の観測結果を示す情報である。

【0037】

図 4 は、観測情報 30 のデータ構成の一例を示す説明図である。観測情報 30 は、対象情報 30A または未観測情報 30B を示す。

10

【0038】

対象情報 30A は、対象 B に関する情報である。対象 B は、センサ 10B の外界に存在し、センサ 10B によって観測される。

【0039】

対象 B は、移動体、静止物、の何れであってもよい。移動体および静止物の定義は、上記と同様である。なお、対象 B は、生物および非生物の何れであってもよい。生物は、例えば、人物、動物、植物、などである。非生物は、例えば、車両や飛行可能な物体、ロボット、建物、車両、ガードレール、車道や歩道等の路面、走行可能領域、障害物などである。走行可能領域とは、移動体 10 が走行可能な領域である。障害物とは、走行を妨げる物体である。本実施形態では、対象 B が障害物である場合を一例として説明する。

20

【0040】

本実施の形態では、対象情報 30A は、対象存在情報 30C または対象非存在情報 30D を示す。

【0041】

対象存在情報 30C は、対象 B の存在を示す情報である。すなわち、対象存在情報 30C は、対象 B が存在することを示す情報である。対象非存在情報 30D は、対象 B の非存在を示す情報である。すなわち、対象非存在情報 30D は、対象 B が存在しないことを示す情報である。なお、対象非存在情報 30D は、後述する処理により、更に複数の種類に分類される (詳細後述)。なお、対象存在情報 30C は、1 つの対象 B の存在を示す情報であってもよいし、複数の対象 B の存在を示す情報であってもよい。

30

【0042】

未観測情報 30B は、対象 B の未観測に関する情報である。詳細には、未観測情報 30B は、センサ 10B からのレーザ光 L が届かず、センサ 10B によって検知することが出来なかった事示す情報である。すなわち、未観測情報 30B は、対象 B が存在するか否か不明であることを示す情報である。センサ 10B からのレーザ光 L が届かない場合とは、他の対象 B による死角、カメラの画角外、反射光が計測不可能な場所、および、センサ 10B の計測範囲外、などに位置する場合や、反射物が存在しないことでレーザ光 L の反射が計測できず距離が計測できなかった場合、などである。

【0043】

なお、対象情報 30C は、対象 B の属性や対象 B の存在確率を示す情報であってもよい。

40

【0044】

導出部 20D は、センサ 10B の周辺の複数の点 32 の各々の位置を示す検知情報を用いて、実空間の位置 P ごとに、観測情報 30 を導出する。

【0045】

図 5 は、センサ 10B の周辺の実空間 R の一例を示す模式図である。実空間 R は、直交座標系で表される空間である。例えば、センサ 10B によって、実空間 R における対象 B の表面の点 32 の群が検知されたと仮定する。この場合、導出部 20D は、実空間 R における、複数の点 32 の各々の位置を示す検知情報を、受付部 20C を介してセンサ 10B から受付ける。

50

【 0 0 4 6 】

図 3 に戻り、そして、導出部 2 0 D は、検知情報に示される点 3 2 の内、対象 B を示す点 3 2 を特定する。本実施形態では、導出部 2 0 D は、水平面と平行に設置された 2 次元 L I D A R (センサ 1 0 B) で検出された点 3 2 については、路面から一定の高さを持つ障害物と判定し、対象 B を示す点 3 2 として特定する。そして、導出部 2 0 D は、特定した点 3 2 の位置 P について、対象 B の存在を示す対象存在情報 3 0 C を導出する。

【 0 0 4 7 】

また、導出部 2 0 D は、実空間 R における、センサ 1 0 B から対象 B までのレーザ光 L の通過した位置 P については、レーザ光 L を遮る障害物である対象物 B が存在しないとして、対象 B が非存在の対象非存在情報 3 0 D を導出する。

10

【 0 0 4 8 】

一方、導出部 2 0 D は、実空間 R における、センサ 1 0 B の設置位置に対して、対象 B の存在を示すものとして特定した点 3 2 より遠い位置 P については、対象 B が未観測の未観測情報 3 0 B を導出する。すなわち、センサ 1 0 B に対して、対象 B より遠い位置 P については、レーザ光 L が対象 B によって遮蔽されて届かないため (レーザ光 L ' 参照) 、対象 B が存在するか否か不明である。このため、導出部 2 0 D は、実空間 R における、対象 B の存在を示すものとして特定した点 3 2 より、センサ 1 0 B から遠い位置 P については、未観測情報 3 0 B を導出する。

【 0 0 4 9 】

なお、導出部 2 0 D は、他の方法を用いて、未観測情報 3 0 B を導出してもよい。例えば、導出部 2 0 D は、センサ 1 0 B から検出可能な距離や角度の範囲を予め設定する。そして、導出部 2 0 D は、レーザ光 L の吸収等により計測出来なかった距離および角度の範囲内の位置 P について、未観測情報 3 0 B を導出してもよい。

20

【 0 0 5 0 】

このようにして、導出部 2 0 D は、実空間 R の位置 P ごとに観測情報 3 0 を導出する。

【 0 0 5 1 】

なお、センサ 1 0 B が撮影装置である場合、センサ 1 0 B によって得られた検知情報は、撮影画像である。この場合、導出部 2 0 D は、公知のテンプレートマッチングを行うことで、撮影画像を構成する画素の位置 P ごとに観測情報 3 0 を導出すればよい。また、この場合、導出部 2 0 D は、画素ごとに対象 B の属性を推定するセマンティックセグメンテーションを用いて、画素の位置 P ごとに観測情報 3 0 を導出してもよい。また、導出部 2 0 D は、撮影画像における特徴点を追跡することで三次元再構成を行い、センサ 1 0 B から対象 B までの距離を推定することで、観測情報 3 0 を導出してもよい。

30

【 0 0 5 2 】

また、検知情報として撮影画像を用いる場合には、導出部 2 0 D は、テンプレートマッチングを行わなかった画素の位置 P や、属性を推定しなかった画素の位置 P について、未観測情報 3 0 B を導出してもよい。

【 0 0 5 3 】

なお、観測情報 3 0 は、対象 B が存在するか否かを二値で表した情報であってもよい。

【 0 0 5 4 】

なお、上述したように、本実施の形態では、観測情報 3 0 は、対象存在情報 3 0 C 、対象非存在情報 3 0 D 、または未観測情報 3 0 B を示す情報である。このため、例えば、観測情報 3 0 は、対象 B の存在確率などの連続値で表されてもよいし、セマンティックセグメンテーションによるラベルで対象 B の属性を表したものであってもよい。属性は、例えば、対象 B の種類である。対象 B の種類には、上述した対象 B の定義に加えて、推定対象の対象 B であるか否かを示す情報を含んでいてもよい。

40

【 0 0 5 5 】

図 3 に戻り説明を続ける。このようにして、導出部 2 0 D は、実空間 R の各位置 P について、観測情報 3 0 を導出する。そして、導出部 2 0 D は、実空間 R の各位置 P の観測情報 3 0 を、対象マッピング部 2 0 E および未観測マッピング部 2 0 F へ出力する。

50

【 0 0 5 6 】

次に、対象マッピング部 2 0 E について説明する。図 6 は、対象マッピング部 2 0 E による処理の一例の説明図である。

【 0 0 5 7 】

対象マッピング部 2 0 E は、導出部 2 0 D から受付けた観測情報 3 0 によって示される対象情報 3 0 A を、特定空間 S の対応するグリッド G に対応付ける。すなわち、対象マッピング部 2 0 E は、対象存在情報 3 0 C または対象非存在情報 3 0 D を、特定空間 S のグリッド G に対応付ける。

【 0 0 5 8 】

特定空間 S は、実空間 R を座標系で表した空間である。座標系は、極座標系または直交座標系である。本実施の形態では、特定空間 S は、実空間 R を極座標系で表した空間、すなわち極座標空間である場合を一例として説明する。極座標空間は、センサ 1 0 B の観測平面における、センサ 1 0 B (情報処理装置 2 0) を原点とした方位角方向 (矢印 Y 方向) と、センサ 1 0 B からの距離方向 (矢印 X 方向) とによって規定される。方位角方向は、センサ 1 0 B を通り、且つ、センサ 1 0 B の搭載された移動体 1 0 の進行方向に対して直交する方向を基準とした、レーザ光 L の照射角度を示す。

10

【 0 0 5 9 】

グリッド G は、特定空間 S を複数の領域に分割した各領域である。詳細には、グリッド G は、特定空間 S の座標軸に沿って、特定空間 S を複数の領域に分割した各領域である。すなわち、特定空間 S は、座標軸に沿って二軸方向に配列された複数のグリッド G によって表される。なお、座標軸は、直交座標または極座標の座標軸である。本実施の形態では、上述したように、特定空間 S が極座標空間であることから、座標軸は、極座標の座標軸である。

20

【 0 0 6 0 】

なお、図 6 には、複数のグリッド G の配列によって表わされる行方向と方位角方向 (矢印 Y 方向) とが一致し、複数のグリッド G の配列によって表される列方向と距離方向 (矢印 X 方向) とが一致する形態を、一例として示した。しかし、この形態に限定されない。

【 0 0 6 1 】

実際には、グリッド G の配列によって表される行と列の識別番号には、方位角と距離との各々を等分割した離散値を割当てて、すなわち、各グリッド G は、移動体 1 0 (情報処理装置 2 0) の周辺の領域に対応する。

30

【 0 0 6 2 】

なお、グリッド G の形状は限定されない。また、グリッド G のサイズは、限定されない。例えば、グリッド G のサイズは、センサ 1 0 B で取得する点 3 2 (図 2、図 5 参照) のサイズ以上である。なお、グリッド G のサイズは、推定対象の対象 B に応じて、適宜調整すればよい。

【 0 0 6 3 】

なお、グリッド G のサイズは、特定空間 S 内において一定であってもよいし、異なってもよい。例えば、グリッド G は、センサ 1 0 B からの距離が遠いほど、大きいサイズであってもよい。また、グリッド G は、センサ 1 0 B を原点とした極座標空間によって表される特定空間 S における、センサ 1 0 B を原点とした特定の角度範囲内について、該角度範囲以外の角度に比べて、小さいサイズであってもよい。

40

【 0 0 6 4 】

また、特定空間 S は、二次元空間であってもよいし、三次元空間であってもよい。特定空間 S が三次元空間である場合、グリッド G を三次元方向 (3 軸方向) に配列した構成とすればよい。

【 0 0 6 5 】

対象マッピング部 2 0 E は、導出部 2 0 D から受付けた、実空間 R の位置 P ごとの観測情報 3 0 の内、対象情報 3 0 A を示す観測情報 3 0 を特定する。そして、対象マッピング部 2 0 E は、対象情報 3 0 A を示す観測情報 3 0 の位置 P に対応する、特定空間 S における

50

グリッドGに、対象情報30Aを対応付ける。上述したように、対象情報30Aは、対象存在情報30Cまたは対象非存在情報30Dを示す。このため、対象マッピング部20Eは、対象情報30Aとして、対象存在情報30Cまたは対象非存在情報30Dを、各グリッドGに対応付ける。この対応付けによって、対象マッピング部20Eは、対象マップM1を生成する。

【0066】

対象マッピング部20Eによる対応付けについて、具体的に説明する。例えば、対象マッピング部20Eは、実空間Rにおける位置Pと、マップMにおける対応する位置のグリッドGと、の対応付けを、センサ10Bによるレーザ光Lの照射方向（方位角方向）ごとに行う。詳細には、対象マッピング部20Eは、センサ10Bによるレーザ光Lの方位角方向の各々のグリッドGの群による行の内、対象Bを検知した行を特定する。なお、方位角方向のグリッドGの群による行とは、距離方向（矢印X方向）に沿って配列された複数のグリッドGからなる行であって、方位角方向（矢印Y方向）に沿って複数配列された行の各々を示す。

10

【0067】

そして、対象マッピング部20Eは、特定した行を構成するグリッドGの群における、対象Bの検知された位置Pに対応するグリッドGには、対象存在情報30Cを対応付ける。対象Bの検知された位置Pは、導出部20Dによって対象存在情報30Cの導出された位置Pである。

【0068】

また、対象マッピング部20Eは、特定した行を構成するグリッドGの群における、対象Bの検知された位置Pに対応するグリッドGよりセンサ10Bに近い側に位置するグリッドGについては、レーザ光Lが通過して対象Bが存在しなかった位置であることから、対象非存在情報30Dを対応付ける。

20

【0069】

このように、対象マッピング部20Eは、センサ10Bによるレーザ光Lの照射方向毎に、各方向のグリッドGの群による行の各々に対して、対象存在情報30Cまたは対象非存在情報30Dを対応付ける。

【0070】

本実施の形態では、対象マッピング部20Eは、対象情報30Aとして、対象Bの存在確率をグリッドGに対応付ける。本実施の形態では、対象Bの存在確率を、“0.0”から“1.0”までの値で表す。存在確率“1.0”は、そのグリッドGの位置に対象Bが存在することを示す。存在確率“0.0”は、そのグリッドGの位置に対象Bが存在しないことを示す。存在確率が“1.0”に近いほど、対象Bの存在する確率が高いことを示す。また、存在確率が“0.0”に近いほど、対象Bの存在する確率が低い事を示す。

30

【0071】

具体的には、対象マッピング部20Eは、対象Bの検知された位置Pに対応するグリッドGには、存在確率“1.0”を、対象存在情報30Cとして対応付ける。また、対象マッピング部20Eは、対象Bの検知された位置Pに対応するグリッドGよりセンサ10Bに近い側に位置するグリッドGについては、存在確率“0.0”を、対象非存在情報30Dとして対応付ける。

40

【0072】

次に、対象マッピング部20Eは、存在確率“0.0”の対象非存在情報30Dを対応付けたグリッドGについて、存在確率“1.0”の対象存在情報30Cを対応付けたグリッドGからセンサ10Bに近づく方向に向かって存在確率が低下するように、存在確率を調整する。

【0073】

すなわち、対象マッピング部20Eは、対象Bの検知された位置Pに対応するグリッドGを中心として、予め定めた分散を示す正規分布に従って、該中心からセンサ10B側に向かって離れるほど存在確率が低下するように、存在確率を調整する。

50

【 0 0 7 4 】

例えば、対象マッピング部 2 0 E は、対象非存在情報 3 0 D を対応付けたグリッド G の内、対象存在情報 3 0 C を対応付けたグリッド G に対してセンサ 1 0 B 側に隣接するグリッド G に、存在確率 “ 0 . 5 ” を示す対象非存在情報 3 0 D を対応付ける。そして、対象マッピング部 2 0 E は、該隣接するグリッド G 以外の、対象非存在情報 3 0 D を対応付けたグリッド G については、存在確率 “ 0 . 0 ” を示す対象非存在情報 3 0 D を対応付ける。

【 0 0 7 5 】

なお、以下では、存在確率 “ 0 . 0 ” を示す対象非存在情報 3 0 D を、対象非存在情報 3 0 E と称して説明する場合がある。また、存在確率 “ 0 . 5 ” を示す対象非存在情報 3 0 D を、対象非存在情報 3 0 F と称して説明する場合がある（図 4 参照）。

10

【 0 0 7 6 】

このため、対象マッピング部 2 0 E は、対象 B の検知された位置 P に対応するグリッド G に対して、存在確率 “ 1 . 0 ” を示す対象存在情報 3 0 C を対応付ける。また、対象マッピング部 2 0 E は、特定空間 S における、対象非存在情報 3 0 D の導出された位置 P に対応するグリッド G に対して、存在確率 “ 0 . 0 ” を示す対象非存在情報 3 0 E、または、存在確率 “ 0 . 5 ” を示す対象非存在情報 3 0 F、の何れかを対応付ける。

【 0 0 7 7 】

なお、対象マッピング部 2 0 E は、レーザ光 L の方位角方向のグリッド G の群による行の内、対象 B を検知しなかった行を構成するグリッド G については、対応付けを行わない。

【 0 0 7 8 】

上記の対応付けによって、対象マッピング部 2 0 E は、対象存在情報 3 0 C、対象非存在情報 3 0 E、または対象非存在情報 3 0 F をグリッド G ごとに対応付けた、対象マップ M 1 を生成する。

20

【 0 0 7 9 】

このように、対象マッピング部 2 0 E が、対象情報 3 0 A として、センサ 1 0 B からの距離に応じた存在確率をグリッド G に対応付けることで、センサ 1 0 B による距離の検知誤差を調整することができる。すなわち、センサ 1 0 B の検知誤差に相当する距離、対象 B から離れた位置では、センサ 1 0 B の検知誤差によって対象 B が存在するか否かを確定することが困難な場合がある。このため、対象マッピング部 2 0 E は、対象非存在情報 3 0 D を対応付けたグリッド G の内、対象存在情報 3 0 C を対応付けたグリッド G の周辺のグリッド G については、対象非存在情報 3 0 D として、“ 0 . 0 ” と “ 1 . 0 ” の中間値の存在確率（例えば、“ 0 . 5 ”）を示す対象非存在情報 3 0 F を対応付けることが好ましい。

30

【 0 0 8 0 】

なお、対象マッピング部 2 0 E は、対象 B の存在確率に加えて、対象 B の有無を示す二値情報、対象 B の検回数などの離散値、種類の異なる複数の対象 B の各々の存在確率、および、対象 B の属性を示すラベルや尤度、の少なくとも一つを、対象情報 3 0 A として、特定空間 S のグリッド G に対応付けてもよい。

【 0 0 8 1 】

なお、対象マッピング部 2 0 E は、上記とは異なる方法を用いて、対象マップ M 1 を生成してもよい。例えば、対象マッピング部 2 0 E は、特定空間 S の各グリッド G について、実空間 R における対応する位置 P を通過する複数のレーザ光 L に関する情報を、観測情報 3 0 から導出する。そして、対象マッピング部 2 0 E は、これらの複数のレーザ光 L に関する情報に基づいて、グリッド G ごとに対象 B の存在確率を算出し、グリッド G に対応付けてもよい。

40

【 0 0 8 2 】

また、検知情報が撮影画像である場合には、対象マッピング部 2 0 E は、該検知情報を得たセンサ 1 0 B としての撮影装置の撮影面と、特定空間 S の二次元平面と、の間の射影変換に用いる式を算出する。そして、撮影画像における各画素の位置 P を、該式を用いて特定空間 S の二次元平面に射影変換することで、該位置 P に対応するグリッド G を特定し、対象情報 3 0 A を対応付けてもよい。

50

【 0 0 8 3 】

次に、未観測マッピング部 2 0 F について説明する。図 7 は、未観測マッピング部 2 0 F による処理の一例の説明図である。

【 0 0 8 4 】

未観測マッピング部 2 0 F は、導出部 2 0 D から受付けた観測情報 3 0 によって示される未観測情報 3 0 B を、特定空間 S の対応するグリッド G に対応付ける。言い換えると、未観測マッピング部 2 0 F は、観測情報 3 0 の導出された各位置 P の内、観測情報 3 0 として未観測情報 3 0 B の導出された位置 P に対応するグリッド G に、未観測情報 3 0 B を対応付ける。この対応付けによって、未観測マッピング部 2 0 F は、未観測マップ M 2 を生成する。

10

【 0 0 8 5 】

このため、センサ 1 0 B によって対象 B が未観測であった位置 P に対応するグリッド G には、未観測情報 3 0 B が対応付けられた状態となる。

【 0 0 8 6 】

未観測マッピング部 2 0 F は、グリッド G への未観測情報 3 0 B の対応付けを、対象マッピング部 2 0 E と同様に、センサ 1 0 B によるレーザ光 L の照射方向（方位角方向）ごとに行う。

【 0 0 8 7 】

詳細には、未観測マッピング部 2 0 F は、センサ 1 0 B によるレーザ光 L の、方位角方向の各々のグリッド G の群による複数の行の内、対象 B を検知した行を特定する。

20

【 0 0 8 8 】

そして、未観測マッピング部 2 0 F は、特定した行を構成するグリッド G の群における、対象 B の検知された位置 P に対応するグリッド G よりセンサ 1 0 B から離れた距離に位置するグリッド G に、未観測情報 3 0 B を対応付ける。

【 0 0 8 9 】

ここで、上述したように、未観測情報 3 0 B は、対象 B が存在するか否か不明であることを示す情報である。このため、例えば、未観測マッピング部 2 0 F は、対象 B が存在するか否か不明であることを示す存在確率を、未観測情報 3 0 B として、グリッド G に対応付けてもよい。本実施の形態では、未観測マッピング部 2 0 F は、存在確率の中間値である “ 0 . 5 ” を未観測情報 3 0 B として、導出部 2 0 D によって未観測情報 3 0 B の導出された位置 P に対応するグリッド G に、対応付ける。

30

【 0 0 9 0 】

なお、未観測マッピング部 2 0 F は、対象マッピング部 2 0 E と同様に、上記とは異なる方法を用いて、未観測マップ M 2 を生成してもよい。

【 0 0 9 1 】

また、未観測マッピング部 2 0 F は、存在確率の中間値として、“ 0 . 0 ” より大きく且つ “ 1 . 0 ” 未満であって且つ “ 0 . 5 ” 以外の数値を、未観測情報 3 0 B としてグリッド G に対応付けてもよい。また、未観測マッピング部 2 0 F は、対象 B の存在確率に加えて、他の変数を、未観測情報 3 0 B としてグリッド G に対応付けてもよい。

【 0 0 9 2 】

このようにして、未観測マッピング部 2 0 F は、未観測マップ M 2 を生成する。

40

【 0 0 9 3 】

図 3 に戻り、説明を続ける。次に、取得部 2 0 G について説明する。取得部 2 0 G は、マップ M を取得する。マップ M は、特定空間 S のグリッド G ごとに、観測情報 3 0 によって示される対象 B に関する対象情報 3 0 A または未観測情報 3 0 B を対応付けたものである。詳細には、マップ M は、特定空間 S のグリッド G ごとに、対象存在情報 3 0 C、対象非存在情報 3 0 E、対象非存在情報 3 0 F、または未観測情報 3 0 B、の何れかの観測情報 3 0 を対応付けたものである。

【 0 0 9 4 】

本実施の形態では、取得部 2 0 G は、対象マッピング部 2 0 E で生成された対象マップ M

50

1と、未観測マッピング部20Fで生成された未観測マップM2と、をマップMとして取得する。なお、取得部20Gは、同じ検知タイミングで検知された検知情報から導出された観測情報30に基づいて生成された、対象マップM1と未観測マップM2の対を、マップMとして取得する。

【0095】

なお、対象マッピング部20Eおよび未観測マッピング部20Fは、1つの特定空間Sの各グリッドGに対して、対象情報30Aおよび未観測情報30Bを対応付けることで、マップMを生成してもよい。すなわち、対象マッピング部20Eおよび未観測マッピング部20Fは、同じマップMの各グリッドGに対して、直接、対象情報30Aおよび未観測情報30Bを対応付けてもよい。

10

【0096】

なお、特定空間Sが二次元空間である場合、マップMは、センサ10Bの観測平面と一致する二次元空間であってもよいし、該観測平面に対して傾いた二次元平面によって表される二次元空間であってもよい。また、マップMは、グリッドGの解像度の異なる複数種類のマップMから構成されていてもよい。

【0097】

取得部20Gは、取得したマップMを、補正部20Hへ出力する。

【0098】

補正部20Hは、マップMのグリッドGの各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他のグリッドGに対応付けられた観測情報30に基づいて、観測情報30の対応付けを補正する。

20

【0099】

観測情報30の対応付けを補正する、とは、図4に示すように、マップMのグリッドGに対応付けられていた観測情報30を、他の観測情報30に補正することを示す。例えば、あるグリッドGに、観測情報30として未観測情報30Bが対応付けられていたと仮定する。この場合、対応付けを補正するとは、該グリッドGに、未観測情報30Bに代えて、対象存在情報30C、対象非存在情報30E、または対象非存在情報30Fを、対応付ける事を意味する。

【0100】

学習済モデルとは、補正部20Hによる補正処理に用いるモデルである。本実施の形態では、学習済モデルは、マップMにおけるグリッドGの各々について、周辺の他のグリッドGに対応付けられた観測情報30に基づいて、観測情報30の対応付けを補正する。マップMは、上述したように、特定空間SのグリッドGごとに、対象Bに関する対象情報30Aを示す観測情報30または対象未観測に関する未観測情報30Bを示す観測情報30を対応付けたものである。

30

【0101】

本実施の形態では、処理部20Aが、予め学習済モデルを生成する。

【0102】

例えば、処理部20Aは、グリッドGごとに観測情報30を対応付けた補正前のマップM(第1のマップと称する)と、観測情報30の対応付けの少なくとも一部を補正した後のマップM(第2のマップと称する)と、の対を複数用意する。そして、処理部20Aは、第1のマップを入力とし、第2のマップを出力するための、モデルのパラメータを事前に学習する。この学習によって、処理部20Aは、学習したパラメータの設定された学習済モデルを生成する。

40

【0103】

処理部20Aは、例えば、CNN(Convolutional Neural Network)を、モデルとして用いる。

【0104】

第1のマップには、グリッドGごとに、対象情報30A(対象存在情報30C、対象非存在情報30E、または対象非存在情報30F)および未観測情報30Bの何れかの観測情

50

報 3 0 が、対応付けられたマップを使用する。第 2 のマップには、対となる第 1 のマップにおける未観測情報 3 0 B の対応付けられた少なくとも一部のグリッド G に対して、対応する位置のグリッド G に対象情報 3 0 A の対応付けられた、マップを用いる。

【 0 1 0 5 】

なお、第 2 のマップには、対となる第 1 のマップにおける未観測情報 3 0 B の対応付けられた少なくとも一部のグリッド G に対して、対応する位置のグリッド G に、対象情報 3 0 A として対象存在情報 3 0 C の対応付けられた、マップを用いる事が好ましい。

【 0 1 0 6 】

例えば、あらかじめセンサ 1 0 B の時系列の検知情報を保持しておき、第 1 のマップには、センサ 1 0 B がある 1 つの検知タイミングで検知した検知情報に基づいた対象情報 3 0 A または未観測情報 3 0 B が、グリッド G ごとに対応付けられたマップを使用する。第 2 のマップには、センサ 1 0 B が複数の検知タイミングで検知した検知情報に基づいた、対象情報 3 0 A または未観測情報 3 0 B が、グリッド G ごとに対応付けられたマップを使用する。具体的には、処理部 2 0 A は、第 1 のマップの検知タイミングの前後の検知タイミングの検知情報に基づいて、第 2 のマップに対象情報 3 0 A や未観測情報 3 0 B を対応付ける。

【 0 1 0 7 】

なお、処理部 2 0 A は、第 1 のマップには、ある時刻までの検知情報を対応付けたマップを用い、第 2 のマップには、その時刻以後の検知情報も対応付けたマップを用いてもよい。また、処理部 2 0 A は、第 1 のマップには、あるセンサ 1 0 B の検知情報を対応付けたマップを用い、第 2 のマップには、異なるセンサ 1 0 B の検知情報を対応付けたマップを用いてもよい。

【 0 1 0 8 】

図 8 は、補正部 2 0 H による対応付けの補正の一例を示す説明図である。

【 0 1 0 9 】

上述したように、補正部 2 0 H は、補正対象のマップ M のグリッド G の各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他のグリッド G に対応付けられた観測情報 3 0 に基づいて、グリッド G に対する観測情報 3 0 の対応付けを補正する。

【 0 1 1 0 】

周辺の他のグリッド G とは、マップ M における、補正対象のグリッド G の周囲に隣接して配置された、他のグリッド G を含む。補正対象のグリッド G の周囲に隣接して配置された、とは、補正対象のグリッド G に接して（隣接して）配置されていることを示す。

【 0 1 1 1 】

なお、周辺の他のグリッド G は、補正対象のグリッド G の周囲に隣接して配置された他のグリッド G を少なくとも含めばよい。このため、周辺の他のグリッド G は、補正対象のグリッド G に隣接するグリッド G から離れる方向に向かって、連続して配列された複数の他のグリッド G を含むものであってもよい。

【 0 1 1 2 】

例えば、補正部 2 0 H は、グリッド G の各々に観測情報 3 0（対象存在情報 3 0 C、対象非存在情報 3 0 E、対象非存在情報 3 0 F、または未観測情報 3 0 B のいずれか）の対応付けられたマップ M を、学習済モデルに入力する。この学習済モデルへの入力によって、補正部 2 0 は、グリッド G の各々について、その周辺の他のグリッド G の観測情報を考慮した、補正後の観測情報 3 0（すなわち存在確率）を導出する。

【 0 1 1 3 】

例えば、マップ M のグリッド G の各々に、観測情報 3 0 として、対象存在情報 3 0 C、対象非存在情報 3 0 E、対象非存在情報 3 0 F、または未観測情報 3 0 B を示す存在確率が対応付けられていると仮定する。

【 0 1 1 4 】

この場合、補正部 2 0 H は、グリッド G の各々に対応付けられた存在確率をマップ M として、学習済モデルに入力する。この学習済モデルへの入力によって、補正部 2 0 H は、グ

10

20

30

40

50

リッドGの各々に補正後の存在確率が対応付けられた、補正済マップM'を導出する。

【0115】

上記処理により、補正部20Hは、少なくとも、マップMにおける未観測情報30Bの対応付けられていたグリッドGについて、周辺の他のグリッドGの観測情報30と学習済モデルとに基づいて、観測情報30の対応付けを補正する。すなわち、補正部20Hは、少なくとも、マップMにおける、未観測情報30Bの対応付けられたグリッドGの対応付けを補正する。

【0116】

このため、補正部20Hは、補正前のマップMにおいては、未観測情報30Bの対応付けられていた少なくとも一部のグリッドGに対して、未観測情報30B以外の観測情報30（対象情報30A（対象存在情報30C、対象非存在情報30D（対象非存在情報30E、対象非存在情報30F）））を示す存在確率を新たに対応付けるように、対応付けを補正することができる。

10

【0117】

また、補正部20Hは、学習済モデルを用いて対応付けの補正を行うことで、過去の第1のマップと第2のマップとの対の分布から推定した結果に応じて、グリッドGに対する観測情報30の対応付けを補正することができる。

【0118】

また、上述したように、本実施の形態では、補正前のマップMには、存在確率の中間値である“0.5”が、未観測情報30BとしてグリッドGに対応付けられている。

20

【0119】

このため、補正部20Hは、マップMにおける、対象Bの存在を推定可能な位置Pに対応するグリッドGについては、対象Bの存在の有無を示す対象情報30A（対象存在情報30C、対象非存在情報30E）に対応付けることができる。また、補正部20Hは、対象Bの存在を推定不可能な位置Pに対応するグリッドGについては、対象Bの有無の存在が不確定であることを示す対象非存在情報30Fに対応付けられるように、対応付けを補正することができる。

【0120】

なお、補正部20Hは、マップMにおける、対象情報30Aの対応付けられたグリッドGの対応付けについても、補正を行ってもよい。すなわち、補正部20Hは、マップMにおける対象情報30Aの対応付けられたグリッドGについても、学習済モデルを用いて、周辺の他のグリッドGの観測情報30に基づいて、観測情報30の対応付けを補正する。

30

【0121】

この場合、補正部20Hは、対象情報30Aの対応付けられたグリッドGの対応付けの補正を、未観測情報30Bの対応付けられたグリッドGに比べて抑制するように、学習済モデルのパラメータを変更し、観測情報30の対応付けを補正することが好ましい。

【0122】

例えば、補正前の存在確率と補正後の存在確率との差を、補正量とする。この場合、補正部20Hは、対象情報30Aが対応付けられていたグリッドGについては、未観測情報30Bが対応付けられたグリッドGに比べて補正量が小さくなるように、存在確率を補正すればよい。また、補正部20Hは、対象情報30Aが対応付けられたグリッドGについては、対応付けの補正を行わない構成であってもよい。

40

【0123】

図3に戻り説明を続ける。次に、出力制御部20Iについて説明する。出力制御部20Iは、出力情報を、出力部10Aおよび駆動制御部10Gの少なくとも一方へ出力する。

【0124】

出力情報は、補正部20Hによって補正された後のマップMを示す情報である。例えば、出力情報は、補正部20Hによって補正された後のマップMである。

【0125】

例えば、出力制御部20Iは、出力情報を、出力部10Aへ出力する。出力情報を受け

50

ると、出力部 10A の通信部 10D は、外部装置などに、出力情報を送信する。また、例えば、出力部 10A のディスプレイ 10E は、出力情報を表示する。また、例えば、出力部 10A のスピーカ 10F が、出力情報に応じた音を出力する。出力情報に応じた音は、出力情報を示す音声であってもよいし、出力情報に応じた警告音であってもよい。

【0126】

また、例えば、出力制御部 20I は、出力情報を、駆動制御部 10G へ出力する。上述したように、駆動制御部 10G は、移動体 10 の駆動部 10H を制御する。出力情報を受付けた駆動制御部 10G は、出力情報や、センサ 10B から得られた情報などに基づいて、周辺の状況を判断し、アクセル量、ブレーキ量、操舵角などの制御を行う。例えば、駆動制御部 10G は、障害物を避けて現在走行中の車線を保ち、かつ前方車両との車間距離を所定距離以上保つように車両の制御を行う。

10

【0127】

詳細には、駆動制御部 10G は、補正後のマップ M を用いて、駆動部 10H を制御する。すなわち、駆動制御部 10G は、センサ 10B の検出情報からは、対象 B が存在するか否か不明な位置についても、補正された後のマップ M を用いて駆動部 10H を制御する。

【0128】

例えば、駆動制御部 10G は、補正後のマップ M を用いて、移動体 10 の速度を制御する。具体的には、駆動制御部 10G は、補正後のマップ M から危険領域を特定し、該領域の近傍の走行時に移動体 10 の速度を低下させるように制御する。危険領域とは、例えば、死角に対象 B が存在すると推定された領域などである。

20

【0129】

例えば、駆動制御部 10G は、補正後のマップ M における、未観測情報 30B の対応付けられた複数のグリッド G が連続して配置された領域内に、対象情報 30A の対応付けられたグリッド G が存在する場合、該グリッド G を含む領域を、危険領域と特定する。また、例えば、駆動制御部 10G は、未観測情報 30B の対応付けられた所定の数以上の複数のグリッド G が連続して配置された領域内に、道路や空間を示す属性の対応付けられたグリッド G が存在する場合、該グリッド G を含む領域を、危険領域と特定する。

【0130】

このような制御により、駆動制御部 10G は、移動体 10 の安全走行を実現することができる。

30

【0131】

なお、出力制御部 20I は、出力情報を記憶部 20B へ記憶してもよい。また、出力制御部 20I は、出力情報を、他の処理機能部（例えば、衝突判定や運動予測などを行う機能）に対して出力してもよい。

【0132】

次に、処理部 20A が実行する情報処理の手順の一例を説明する。図 9 は、処理部 20A が実行する情報処理の手順の一例を示す、フローチャートである。

【0133】

まず、受付部 20C が、センサ 10B から検知情報を受付ける（ステップ S100）。次に、導出部 20D が、ステップ S100 で受付けた検知情報から、実空間 R における各位置 P の観測情報 30 を導出する（ステップ S102）。

40

【0134】

次に、対象マッピング部 20E が、グリッド G ごとに対象情報 30A を対応付ける（マッピングする）（ステップ S104）。ステップ S104 では、対象マッピング部 20E は、ステップ S102 で観測情報 30 の導出された各位置 P の内、観測情報 30 として対象情報 30A（対象存在情報 30C または対象非存在情報 30D）の導出された位置 P に対応するグリッド G に、該対象情報 30A を対応付ける。ステップ S104 の処理によって、対象マップ M1 が生成される。

【0135】

次に、未観測マッピング部 20F が、未観測情報 30B を対応付ける（マッピングする）

50

(ステップS106)。ステップS106では、未観測マッピング部20Fは、ステップS102で観測情報30の導出された各位置Pの内、観測情報30として未観測情報30Bの導出された位置Pに対応するグリッドGに、未観測情報30Bを対応付ける。ステップS106の処理によって、未観測マップM2が生成される。

【0136】

次に、取得部20Gが、ステップS104で生成された対象マップM1と、ステップS106で生成された未観測マップM2と、をマップMとして取得する(ステップS108)。

【0137】

次に、補正部20Hが、ステップS108で取得したマップMのグリッドGの各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他のグリッドGに対応付けられた観測情報30に基づいて、観測情報30の対応付けを補正する(ステップS110)。

10

【0138】

次に、出力制御部20Iが、ステップS110で補正された後のマップMを、出力部10Aおよび駆動制御部10Gへ出力する出力制御を行う(ステップS112)。そして、本ルーチンを終了する。

【0139】

したように、本実施の形態の情報処理装置20は、取得部20Gと、補正部20Hと、を備える。取得部20Gは、マップMを取得する。マップMは、特定空間SのグリッドGごとに、対象Bに関する対象情報30Aを示す観測情報30、または対象未観測に関する未観測情報30Bを示す観測情報30を対応付けた、マップMである。補正部20Hは、グリッドGの各々について、学習済モデルを用いて、周辺の他のグリッドGに対応付けられた観測情報30に基づいて、観測情報30の対応付けを補正する。

20

【0140】

このように、本実施の形態の情報処理装置20は、マップMに含まれるグリッドGの各々について、周辺の他のグリッドGに対応付けられた観測情報30と、学習済モデルと、に基づいて、観測情報30の対応付けを補正する。このため、対象未観測に関する未観測情報30Bを示す観測情報30の対応付けられたグリッドGについても、学習済モデルを用いて、周辺の他のグリッドGに対応づけられた観測情報30を用いて、観測情報30の対応付けを補正することができる。

【0141】

ここで、従来では、他の車両による追跡結果を用いない場合や、過去に一度も観測していない対象については、未観測位置における対象を精度良く推定することは困難であった。未観測位置とは、センサ10Bからのレーザ光Lが届かず、センサ10Bによって検知することが出来ない位置を示す。すなわち、未観測位置は、対象Bが存在するか否か不明な位置を示す。

30

【0142】

一方、本実施の形態の情報処理装置20では、対象未観測に関する未観測情報30Bを示す観測情報30の対応付けられたグリッドGについて、学習済モデルを用いて、周辺の他のグリッドGに対応づけられた観測情報30を用いて、観測情報30の対応付けを補正することができる。

40

【0143】

このため、本実施の形態の情報処理装置20は、対象Bが存在するか否か不明な未観測位置のグリッドGについても、周辺の他のグリッドGに対応付けられた観測情報30や学習済モデルを用いて、対象情報30Aまたは未観測情報30Bが対応付けられるように補正することができる。

【0144】

従って、本実施の形態の情報処理装置20は、未観測位置における対象Bを、精度良く推定することができる。

【0145】

また、本実施の形態の情報処理装置20は、上記補正されたマップMを得ることができる

50

ので、上記効果に加えて、死角に関する衝突危険予知や早期制御に用いる事の可能な有用な情報を、提供することができる。

【0146】

また、本実施の形態では、駆動制御部10Gが、補正後のマップMを用いて、駆動部10Hを制御する。

【0147】

ここで、補正後のマップMを用いずに、駆動制御部10Gが駆動部10Hを駆動制御する場合、センサ10Bによって検知することが出来なかった対象Bを検知可能な位置まで走行しなければ、移動体10の走行の安全性を確保することは困難であった。

【0148】

一方、本実施の形態の情報処理装置20の駆動制御部10Gは、補正後のマップMを出力情報として用いて、駆動部10Hを制御する。このため、本実施の形態の情報処理装置20は、より早期に危険を回避することができ、移動体10の走行の安全性を確保することができる。

【0149】

また、出力制御部20Iは、補正後のマップMに基づいて、移動体10の死角に存在する障害物の回避や死角に存在する道路への円滑な走行を可能にするような、走行経路を生成してもよい。そして、出力制御部20Iは、生成した走行経路を出力情報として、駆動制御部10Gへ出力してもよい。この場合、駆動制御部10Gは、該走行経路に沿って自律走行するように、駆動部10Hを制御してもよい。

【0150】

また、出力制御部20Iは、補正後のマップMに基づいて、他の移動体の移動経路を予測してもよい。そして、予測した予測移動経路を出力情報として、駆動制御部10Gへ出力してもよい。この場合、駆動制御部10Gは、予測移動経路に基づいて、他の移動体との衝突を回避した走行経路を走行するように、駆動部10Hを制御すればよい。

【0151】

なお、本実施の形態では、補正部20Hは、取得部20Gから受付けたマップMに含まれるグリッドGの各々について観測情報30の対応付けを補正したマップMを、出力制御部20Iへ出力する形態を説明した。

【0152】

しかし、補正部20Hは、補正対象のグリッドGごとに、周辺の他のグリッドGを切出した局所的なマップMを用いて、該補正対象のグリッドGの対応付けを補正してもよい。また、補正部20Hは、マップMに含まれるグリッドGの各々について、センサ10Bに近い位置に配置されたグリッドGから遠い位置に配置されたグリッドGに向かって順に、対応付けの補正を行ってもよい。

【0153】

なお、本実施の形態では、学習済モデルには、学習したCNNをモデルとして用いる形態を説明した。しかし、学習済モデルには、CNN以外のモデルを用いてもよい。

【0154】

例えば、補正部20Hは、局所的な領域を示す第1のマップと第2のマップの複数の対を、辞書として、予め複数用意する。そして、補正部20Hは、補正対象のマップMから切り出した局所的な領域に最も類似する対を、辞書から選択する。そして、補正部20Hは、選択した第1のマップと第2のマップの対を、補正対象のマップM上に重ね合わせることで、対応付けの補正を行ってもよい。

【0155】

また、補正部20Hは、上記の局所的な領域として一定の範囲の領域を用いてもよいし、補正対象のマップMにおける位置ごとに、異なる範囲の領域を用いてもよい。

【0156】

また、補正部20Hは、補正対象のマップMにおける、対象存在情報30Cの対応付けられたグリッドGに対して直線等の構造で近似を行い、該マップMにおける未観測情報30

10

20

30

40

50

Bの対応付けられたグリッドGに延長することで、観測情報30の対応付けの補正を行ってもよい。

【0157】

また、補正対象のマップMにおける、未観測情報30Bの対応付けられたグリッドGの各々に対して、最も近い位置で且つ対象存在情報30Cの対応付けられたグリッドGの該対象情報30Aを用いて、対応付けを補正してもよい。

【0158】

(変形例1)

なお、上述したように、本実施の形態では、特定空間Sの座標系が極座標系であり、マップMは、極座標空間のグリッドGに観測情報30を対応付けたものである場合を説明した。しかし、特定空間Sの極座標系は、直交座標系であってもよい。

10

【0159】

この場合、マップMの座標系と、実空間Rの座標系と、が一致することとなる。例えば、マップMは、センサ10B(情報処理装置20)を原点とし、センサ10Bの搭載された移動体10の進行方向と、該進行方向に対して直交する方向と、を座標軸とした直交座標で表される。

【0160】

この場合、補正部20Hまたは出力制御部20Iが、補正後のマップMを極座標系から直交座標系に変換し、出力してもよい。

【0161】

また、対象マッピング部20Eおよび未観測マッピング部20Fが、直交座標系の特定空間Sに観測情報30を対応づけることで、直交座標系の対象マップM1および未観測マップM2を生成してもよい。

20

【0162】

この場合、対象マッピング部20Eは、センサ10Bからの方位角と距離で表される実空間Rにおける位置Pを、直交座標系で表される位置Pに変換する。すなわち、対象マッピング部20Eは、センサ10Bからの方位角と距離で表される位置Pを、センサ10Bを原点とした進行方向の距離と、該進行方向に直交する方向の距離と、で表す位置Pに変換する。そして、対象マッピング部20Eは、変換後の位置P、すなわち、直交座標系で表されるマップMのグリッドGに、変換前の対応する位置Pの対象情報30Aを対応付ける。

30

【0163】

また、対象マッピング部20Eは、直交座標系の特定空間S(すなわち直交座標空間)における、対象Bの検知された位置Pに対応するグリッドGを中心として、センサ10Bの検知誤差を考慮し、そこから離れるほど存在確率が低下するように、存在確率を対象非存在情報30Dとして対応付ければよい。

【0164】

なお、センサ10BがLIDARである場合、上述のような極座標系から直交座標系への変換が必要であるが、センサ10Bが、撮影画像などの直交座標空間の検知情報を取得する場合、上記の変換は不要である。

【0165】

また、対象マッピング部20Eについても同様に、未観測情報30Bの導出された位置Pに対応する、直交座標系で表されるマップMのグリッドGに、未観測情報30Bを対応付ければよい。

40

【0166】

そして、補正部20Hは、上記実施の形態と同様に、補正対象のマップMのグリッドGの各々について、周辺の他のグリッドGに対応付けられた観測情報30と、学習済モデルと、に基づいて、グリッドGに対する観測情報30の対応付けを補正する。

【0167】

なお、上記実施の形態では、極座標系で表されるマップMを用いた。このため、上記実施の形態では、マップM内のグリッドG間で、補正時に同じ数のグリッドGを周辺の他のグ

50

リッドGとして用いると、センサ10Bから所定距離以上離れたグリッドGでは実空間Rにおいて異なる大きさの周辺の領域を用いて補正することとなる。

【0168】

一方、本変形例では、直交座標系で表されるマップMを用いる。このため、補正部20Hは、センサ10Bからの距離に拘らず、実空間Rにおいて同じ大きさの領域を、周辺の他のグリッドGとして用いて、補正を行うことができる。

【0169】

また、本変形例では、直交座標系のマップMを用いるため、駆動制御部10Gは、移動体10の駆動とマップMにおける位置とを容易に対応づけて制御を行うことができる。

【0170】

(変形例2)

なお、上述したように、上記実施の形態では、1つの検知タイミングでセンサ10Bによって検知された検知情報に基づいたマップMに対して、補正部20Hが処理を行う形態を説明した。しかし、補正部20は、複数の検知タイミングの検知情報の対応付けられたマップMに対して、処理を行ってもよい。

【0171】

本変形例では、取得部20Gは、同じ検知タイミングで検知された検知情報から導出された観測情報30に基づいて生成された、対象マップM1と未観測マップM2の対からなるマップMを取得する。そして、取得部20Gは、時系列で受付けた検知情報に応じて順次生成されたマップMを、時系列に沿って2つのマップMごとに統合し、1つのマップMとした上で、補正部20Hへ出力する。

【0172】

例えば、取得部20Gは、あるタイミング(タイミングAとする)で生成されたマップMに、次のタイミング(タイミングBとする)で生成されたマップMのグリッドGに対応付けられた対象情報30Aを、統合する。

【0173】

なお、タイミングAで生成されたマップMの各グリッドGには、対象マッピング部20Eおよび未観測マッピング部20Fによって、対象情報30Aまたは未観測情報30Bが既に対応付けられている。このため、タイミングAとタイミングBとの間で発生しうる移動体10の移動や周辺の対象Bの移動による時間変化に伴い、タイミングAでグリッドGに対応付けられた観測情報30と、タイミングBで該グリッドGに対応付けられた観測情報30と、の間で矛盾が発生する可能性がある。

【0174】

このため、取得部20Gは、タイミングAで生成されたマップMの各グリッドGに対応付けられた観測情報30と、タイミングBで生成されたマップMの各グリッドGに対応付けられた観測情報30と、を考慮した観測情報30を、タイミングAで生成されたマップMのグリッドGに対応付ける。この処理により、取得部20Gは、これらのマップMを1つに統合する。

【0175】

具体的には、取得部20Gは、タイミングAのマップMにおける、未観測情報30Bの対応付けられたグリッドGの内、タイミングBのマップMにおける対応する位置のグリッドGに対象情報30Aの対応付けられたグリッドGについて、該対象情報30Aを対応づける。

【0176】

また、取得部20Gは、タイミングAのマップMにおける、対象情報30Aの対応付けられたグリッドGについて、該対象情報30Aを事前存在確率として保持する。そして、取得部20Gは、タイミングBのマップMにおける対応する位置のグリッドGに対応付けられた観測情報30を用いて事後確率を算出する。そして、取得部20Gは、事後確率を、タイミングAのマップMにおける対応するグリッドGに対応付ける。

【0177】

10

20

30

40

50

また、タイミング A のマップ M における、観測情報 30 の対応付けられたグリッド G については観測情報 30 の変更を行わず、観測情報 30 の対応付けられていないグリッド G については未観測情報 30 B を対応付けることで、マップ M を統合してもよい。

【0178】

そして、取得部 20 G は、2 つのマップ M を統合して 1 つにしたマップ M を、補正部 20 H へ出力する。

【0179】

なお、本変形例では、時系列で受付けた検知情報に応じて順次生成されたマップ M を、時系列に沿って 2 つのマップ M ごとに統合し、1 つのマップ M とした上で、補正部 20 H へ出力する。しかし、取得部 20 G は、時系列に沿って 3 つのマップ M ごとに統合して 1 つのマップ M とした上で、補正部 20 H へ出力してもよい。

10

【0180】

また、取得部 20 G は、タイミング A のマップ M におけるグリッド G の位置と、タイミング B のマップ M におけるグリッド G の位置と、の対応を、移動体 10 の移動状況から導出してよいし、これらの 2 つのマップ M に含まれる同じ対象 B の位置を特定することで推定してもよい。

【0181】

なお、移動体 11 D を、2 つのセンサ 10 B を備えた構成としてもよい。この場合、取得部 20 G は、同じタイミングで 2 つのセンサ 10 B の各々で検出された 2 つの検出情報の各々に基づいて生成された 2 つのマップ M を、統合し、1 つのマップ M としてもよい。

20

【0182】

なお、上記実施の形態では、1 つの検知タイミングの検知情報をマップ M に対応付ける形態を説明した。このため、上記実施の形態では、マップ M には、ある位置から観測可能な観測情報 30 しか対応づけられない。

【0183】

一方、本変形例では、複数の検知タイミングの検知情報をマップ M に対応付ける。このため、本変形例では、異なる位置で観測可能な観測情報 30 も対応付けることができる。また、本変形例では、補正部 20 H が補正を行う際に、より多くの観測情報 30 に基づいて対応付けを補正することができる。このため、本変形例では、より精度よく、未観測位置の対象を推定することができる。

30

【0184】

(第2の実施の形態)

次に、学習済モデルのパラメータを更新する形態を説明する。

【0185】

図 10 は、情報処理装置 21 B の搭載された移動体 11 B の一例を示すブロック図である。なお、移動体 11 B は、情報処理装置 20 に代えて情報処理装置 21 B を搭載した以外は、第 1 の実施の形態の移動体 10 と同様である。

【0186】

情報処理装置 21 B は、処理部 40 と、記憶部 20 B と、を備える。情報処理装置 21 B は、処理部 20 A に代えて処理部 40 を備える。

40

【0187】

処理部 40 は、受付部 20 C と、導出部 20 D と、対象マッピング部 20 E と、未観測マッピング部 20 F と、取得部 20 G と、補正部 40 H と、出力制御部 20 I と、第 1 更新部 40 J と、を備える。

【0188】

処理部 40 は、補正部 20 H に代えて補正部 40 H を備え、第 1 更新部 40 J を更に備えた点以外は、第 1 の実施の形態の処理部 20 A と同様である。

【0189】

補正部 40 H は、対応付けの補正に、第 1 更新部 40 J によってパラメータの更新された学習済モデルを用いる点以外は、第 1 の実施の形態の補正部 20 H と同様である。

50

【 0 1 9 0 】

第 1 更新部 4 0 J は、異なるタイミングの複数の観測情報 3 0 の各々から導出された、複数のマップ M に基づいて、学習済モデルのパラメータを更新する。

【 0 1 9 1 】

異なるタイミングの複数の観測情報 3 0 とは、異なるタイミングで検知された複数の検知情報の各々から導出部 2 0 D によって導出された、各タイミングに対応する観測情報 3 0 である。

【 0 1 9 2 】

異なるタイミングの複数の観測情報 3 0 の各々から導出された、複数のマップ M とは、各タイミングの観測情報 3 0 に基づいて、該タイミングごとに、対象マッピング部 2 0 E および未観測マッピング部 2 0 F によって生成された対象マップ M 1 および未観測マップ M 2 の複数の対である。

10

【 0 1 9 3 】

第 1 更新部 4 0 J は、対象マッピング部 2 0 E および未観測マッピング部 2 0 F から、順次、マップ M を取得する。すなわち、第 1 更新部 4 0 J は、対象マッピング部 2 0 E で生成された対象マップ M 1 と、未観測マッピング部 2 0 F で生成された未観測マップ M 2 と、をマップ M として、順次取得する。これにより、第 1 更新部 4 0 J は、異なるタイミングで検知された複数の検知情報の各々に基づいて生成された、複数のマップ M を取得する。

【 0 1 9 4 】

そして、第 1 更新部 4 0 J は、生成に用いた検知情報の検知タイミングの異なる 2 つのマップ M を用いて、学習済モデルのパラメータを更新する。ここで、第 1 のタイミングで検知された検知情報に基づいて生成されたマップ M を、第 1 のタイミングのマップ M と称して説明する。また、第 1 のタイミングより遅いタイミングを第 2 のタイミングとする。そして、第 2 のタイミングで検知された検知情報に基づいて生成されたマップ M を、第 2 のタイミングのマップ M と称して説明する。

20

【 0 1 9 5 】

そして、第 1 更新部 4 0 J は、第 1 のタイミングのマップ M で未観測情報 3 0 B の対応付けられたグリッド G の内、第 2 のタイミングのマップ M では対象情報 3 0 A の対応付けられたグリッド G を特定する。

【 0 1 9 6 】

なお、第 1 のタイミングのマップ M と第 2 のタイミングのマップ M との間のグリッド G の位置の対応付けは、次のように行えばよい。例えば、第 1 更新部 4 0 J は、2 つのタイミングの間の移動体 1 0 の移動を推定し、第 1 のタイミングのマップ M を基準として、第 2 のタイミングのマップ M における対応する位置を算出する。第 1 更新部 4 0 J は、この算出を、マップ M に含まれるグリッド G の全てに対して行う。

30

【 0 1 9 7 】

そして、第 1 更新部 4 0 J は、第 1 のタイミングのマップ M に含まれるグリッド G の各々について、周辺他のグリッド G に対応付けられた観測情報 3 0 から、第 2 のタイミングのマップ M における対応する位置のグリッド G に対応づけられた観測情報 3 0 へ、観測情報 3 0 の対応付けを補正するためのパラメータを導出する。

40

【 0 1 9 8 】

そして、第 1 更新部 4 0 J は、補正部 4 0 H で用いている学習済モデルのパラメータを、導出したパラメータに更新し、補正部 4 0 H へ出力する。

【 0 1 9 9 】

補正部 4 0 H は、第 1 更新部 4 0 J によってパラメータが更新された場合、更新されたパラメータの学習済モデルを用いて、第 1 の実施の形態の補正部 2 0 H と同様にして、観測情報 3 0 の対応付けを補正する。

【 0 2 0 0 】

なお、第 1 更新部 4 0 J は、更新前のパラメータと新たに導出した更新後のパラメータとの差分を、補正部 4 0 H へ出力してもよい。この場合、補正部 4 0 H は、学習済モデルの

50

パラメータを、受付けた差分を用いて更新した後に、観測情報 30 の対応付けの補正に用いられたい。

【0201】

なお、第1更新部40Jは、第2のタイミングのマップMとして、1つのマップMを用いてもよいし、複数のマップMを用いてもよい。第2のタイミングの複数のマップMは、具体的には、第1のタイミングとは異なるタイミングで検知され、且つ、互いに異なるタイミングで検知された複数の検知情報の各々に基づいて生成された、マップMであればよい。第2のタイミングの複数のマップMを用いる場合、第1更新部40Jは、第2のタイミングの複数のマップMを統合して1つのマップMとした上で、上記処理を行えばよい。

【0202】

また、第1更新部40Jは、第1のタイミングのマップMと第2のタイミングのマップMとのペアを、複数用いて、学習済モデルのパラメータを導出してもよい。

【0203】

次に、処理部40が実行する情報処理の手順の一例を説明する。

【0204】

処理部40は、第1の実施の形態の処理部20Aと同様の処理を実行する(図9参照)。但し、処理部40は、図11に示す割込み処理を実行する。

【0205】

図11は、処理部40が実行する割込み処理の手順の一例を示すフローチャートである。処理部40は、図9に示す情報処理の手順の実行中に、図11に示す割込み処理を実行する。

【0206】

まず、第1更新部40Jは、学習済モデルのパラメータを更新するか否かを判断する(ステップS200)。ステップS200で否定判断すると(ステップS200:No)、本ルーチンを終了する。ステップS200で肯定判断すると(ステップS200:Yes)、ステップS202へ進む。

【0207】

ステップS202では、第1更新部40Jが、第1のタイミングのマップMと第2のタイミングのマップMを用いて、学習済モデルのパラメータを更新する(ステップS202)。

【0208】

次に、第1更新部40Jは、パラメータを更新した学習済モデルを、補正部40Hへ出力する(ステップS204)。補正部40Hは、パラメータの更新された学習済モデルを受付けると、受付けた学習済モデルを用いて、マップMのグリッドGの各々について、観測情報30の対応付けを補正する。そして、本ルーチンを終了する。

【0209】

以上説明したように、本実施の形態の情報処理装置21Bでは、第1更新部40Jが、異なるタイミングの複数の観測情報30の各々から導出された、複数のマップMに基づいて、学習済モデルのパラメータを更新する。

【0210】

ここで、学習済モデルのパラメータを更新しない場合には、該学習済モデルの生成に用いたマップMに示される環境と、実際の補正時の環境とが大きく異なる場合、対応付けの補正精度が低下する可能性がある。一方、本実施の形態の情報処理装置21Bでは、第1更新部40Jが、異なるタイミングの複数の観測情報30の各々から導出された、複数のマップMに基づいて、学習済モデルのパラメータを更新する。

【0211】

このため、本実施の形態の情報処理装置21Bでは、補正時の環境に適応した、対応付けの補正を行うことができる。

【0212】

従って、本実施の形態の情報処理装置21Bでは、第1の実施の形態の効果に加えて、より精度良く、未観測位置における対象Bを推定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 2 1 3 】

(第 3 の実施の形態)

本実施の形態では、複数の補正部 2 0 H を備えた形態を説明する。

【 0 2 1 4 】

図 1 2 は、情報処理装置 2 1 C の搭載された移動体 1 1 C の一例を示すブロック図である。なお、移動体 1 1 C は、情報処理装置 2 0 に代えて情報処理装置 2 1 C を搭載した以外は、第 1 の実施の形態の移動体 1 0 と同様である。

【 0 2 1 5 】

情報処理装置 2 1 C は、処理部 4 2 と、記憶部 2 0 B と、を備える。情報処理装置 2 1 C は、処理部 2 0 A に代えて処理部 4 2 を備える。

10

【 0 2 1 6 】

処理部 4 2 は、受付部 2 0 C と、導出部 2 0 D と、対象マッピング部 2 0 E と、未観測マッピング部 2 0 F と、取得部 2 0 G と、選択部 4 2 K と、補正部 4 2 H と、出力制御部 2 0 I と、を備える。

【 0 2 1 7 】

処理部 4 2 は、補正部 2 0 H に代えて補正部 4 2 H を備え、選択部 4 2 K を更に備えた点以外は、第 1 の実施の形態の処理部 2 0 A と同様である。

【 0 2 1 8 】

補正部 4 2 H は、複数の補正部 4 2 A を備える。本実施の形態では、補正部 4 2 H は、3 つの補正部 4 2 A (補正部 4 2 A ₁ ~ 補正部 4 2 A ₃) を備える。なお、補正部 4 2 H は、複数の補正部 4 2 A (補正部 4 2 A ₁ ~ 補正部 4 2 A ₃) を備えた構成であればよく、3 つの補正部 4 2 A を備えた形態に限定されない。

20

【 0 2 1 9 】

複数の補正部 4 2 A は、それぞれ、第 1 の実施の形態の補正部 2 0 H と同様である。但し、複数の補正部 4 2 A は、互いに異なるパラメータの学習済モデルを用いて、対応付けを補正する。すなわち、複数の補正部 4 2 A には、互いに異なるパラメータの学習済モデルが予め設定されている。

【 0 2 2 0 】

選択部 4 2 K は、選択情報に基づいて、観測情報 3 0 の対応付けを補正する補正部 4 2 A を選択する。詳細には、選択部 4 2 K は、複数の補正部 4 2 A (補正部 4 2 A ₁ ~ 補正部 4 2 A ₃) の内、観測情報 3 0 の対応付けを補正する、1 つの補正部 4 2 A を選択する。

30

【 0 2 2 1 】

選択部 4 2 K は、選択情報を受付ける。例えば、選択部 4 2 K は、入力装置 1 0 C 、通信部 1 0 D を介して外部装置、センサ 1 0 B 、および駆動制御部 1 0 G の少なくとも 1 つから、選択情報を受付ける。

【 0 2 2 2 】

そして、選択部 4 2 K は、選択情報に応じて、複数の補正部 4 2 A (補正部 4 2 A ₁ ~ 補正部 4 2 A ₃) の内の 1 つの補正部 4 2 A を選択する。

【 0 2 2 3 】

選択情報は、複数の補正部 4 2 A の内の何れを選択するかの判断に用いる情報である。詳細には、選択情報は、周辺環境、天候、時間帯、走行状態、ユーザの好み、などの選択条件を示す情報である。これらの選択条件は、センサ 1 0 B で検出された情報や、移動体 1 1 C の車速や加速度等の運動状態や、ワイパーやヘッドライトや空調等の装置の使用状況を示す情報などによって表される。

40

【 0 2 2 4 】

例えば、選択情報は、ユーザによる入力装置 1 0 C の操作によって入力される。この場合、選択部 4 2 K は、入力装置 1 0 C から選択情報を受付ける。選択情報は、例えば、特定の補正部 4 2 A の識別情報や、特定の対象 B を優先して推定することを示す情報などである。

【 0 2 2 5 】

50

選択情報が、センサ 1 0 B で検出された情報である場合、選択部 4 2 K は、センサ 1 0 B から選択情報を受付ける。例えば、センサ 1 0 B が、振動を計測するセンサである場合、選択情報は、振動の計測結果である。また、センサ 1 0 B が、移動体 1 1 C の位置を検出する位置検出センサである場合、選択情報は、移動体 1 1 C の位置を示す情報である。また、センサ 1 0 B が、内界センサである場合、選択情報は、移動体 1 1 C の車速や加速度等の運動状態や、ワイパーやヘッドライトや空調等の装置の使用状況を示す情報である。

【 0 2 2 6 】

そして、選択部 4 2 K は、選択情報を受付けると、受付けた選択情報に応じた 1 つの補正部 4 2 A を選択する。

【 0 2 2 7 】

選択部 4 2 K は、選択情報と、補正部 4 2 A の識別情報と、を対応付けて、予め記憶部 2 0 B に記憶する。例えば、補正部 4 2 H が、2 つの補正部 4 2 A (処理部 4 2 A 1、補正部 4 2 A 2) を備えると仮定する。そして、補正部 4 2 A 1 が、晴天に適した対応付けの補正を行うためのパラメータの設定された学習済モデルを用いて補正を行うとする。また、補正部 4 2 A 2 は、雨天に適した対応付けの補正を行うためのパラメータの設定された学習済モデルを用いて補正を行うとする。

【 0 2 2 8 】

この場合、選択部 4 2 K は、晴天に相当するワイパーの使用状況を示す選択情報と、補正部 4 2 A 1 の識別情報と、を対応付けて予め記憶部 2 0 B に記憶する。また、処理部 4 2 K は、雨天に相当するワイパー使用状況を示す選択情報と、補正部 4 2 A 2 の識別情報と、を対応付けて予め記憶部 2 0 B に記憶する。

【 0 2 2 9 】

そして、選択部 4 2 K は、ワイパーの使用状況を示す選択情報を受付けると、該選択情報に対応する補正部 4 2 A を記憶部 2 0 B から読取ること、1 つの補正部 4 2 A を選択すればよい。

【 0 2 3 0 】

なお、選択部 4 2 K による補正部 4 2 A の選択情報は、上記方法に限定されない。例えば、選択部 4 2 K は、受付けた選択情報から所定の変数を算出し、算出した変数に対応する 1 つの補正部 4 2 A を選択してもよい。

【 0 2 3 1 】

補正部 4 2 H では、選択部 4 2 K によって選択された 1 つの補正部 4 2 A が、第 1 の実施の形態の補正部 2 0 H と同様に、対応付けの補正を行う。

【 0 2 3 2 】

次に、処理部 4 2 が実行する情報処理の手順の一例を説明する。

【 0 2 3 3 】

処理部 4 2 は、第 1 の実施の形態の処理部 2 0 A と同様の処理を実行する (図 9 参照) 。但し、処理部 4 2 は、図 1 3 に示す割込み処理を実行する。

【 0 2 3 4 】

図 1 3 は、処理部 4 2 が実行する割込み処理の手順の一例を示すフローチャートである。処理部 4 2 は、図 9 に示す情報処理の手順の実行中に、図 1 3 に示す割込み処理を実行する。なお、処理部 4 2 は、図 9 に示すフローチャートにおける、ステップ S 1 0 8 とステップ S 1 1 0 の間に、図 1 3 に示す手順を実行してもよい。

【 0 2 3 5 】

まず、選択部 4 2 K は、選択情報を受付けたか否かを判断する (ステップ S 3 0 0) 。ステップ S 3 0 0 で否定判断すると (ステップ S 3 0 0 : N o) 、本ルーチンを終了する。ステップ S 3 0 0 で肯定判断すると (ステップ S 3 0 0 : Y e s) 、ステップ S 3 0 2 へ進む。

【 0 2 3 6 】

ステップ S 3 0 2 では、選択部 4 2 K が、ステップ S 3 0 0 で受付けた選択情報に応じた補正部 4 2 A を選択する (ステップ S 3 0 2) 。ステップ S 3 0 2 では、選択部 4 2 K は

10

20

30

40

50

、選択した1つの補正部42Aに対して、取得部20Gで取得したマップMについての、観測情報30の対応付けの補正指示を行う。補正指示を受付けた補正部42Aは、取得部20Gから受付けたマップMについて、該補正部42Aで用いる学習済モデルを用いて、第1の実施の形態の補正部20Hと同様の処理を行う。そして、本ルーチンを終了する。

【0237】

以上説明したように、本実施の形態の情報処理装置21Cは、学習済モデルのパラメータの異なる複数の補正部42Aを備える。選択部42Kは、観測情報30の対応付けを補正する補正部42Aを選択する。

【0238】

ここで、補正部42Hが1つであり、且つ、学習済モデルのパラメータが固定である場合、該パラメータを設定したときの環境とは異なる環境では、観測情報30の対応付けの補正精度が低下する場合がある。一方、本実施の形態の情報処理装置21Cでは、選択部42Kが、選択情報に基づいて、観測情報30の対応付けを補正する補正部42Aを選択する。

10

【0239】

このため、選択情報によって示される選択条件に応じた補正部42Aが選択される。すなわち、本実施の形態の情報処理装置21Cでは、周辺環境、天候、時間帯、走行状態、ユーザの好み、などの選択条件に応じた、対応付けの補正を行うことができる。

【0240】

このため、本実施の形態の情報処理装置21Cは、上記実施の形態の効果に加えて、より精度良く、未観測位置における対象Bを推定することができる。

20

【0241】

(第4の実施の形態)

本実施の形態では、検知情報から対象Bを特定するための条件を更新する形態を説明する。

【0242】

図14は、情報処理装置21Dの搭載された移動体11Dの一例を示すブロック図である。なお、移動体11Dは、情報処理装置20に代えて情報処理装置21Dを搭載した以外は、第1の実施の形態の移動体10と同様である。

【0243】

情報処理装置21Dは、処理部44と、記憶部20Bと、を備える。情報処理装置21Dは、処理部20Aに代えて処理部44を備える。

30

【0244】

処理部44は、受付部20Cと、導出部44Dと、対象マッピング部20Eと、未観測マッピング部20Fと、取得部20Gと、補正部20Hと、出力制御部20Iと、特定部44Lと、第2更新部44Mと、を備える。処理部44は、導出部20Dに代えて導出部44Dを備え、特定部44Lと第2更新部44Mを更に備えた点以外は、第1の実施の形態の処理部20Aと同様である。

【0245】

特定部44Lは、補正部20Hによって補正された後のマップMにおける、補正部20Hによる補正によって未観測情報30Bから対象情報30Aへ対応付けを補正されたグリッドGを特定する。

40

【0246】

第2更新部44Mは、補正部20Hによって補正された後のマップMに基づいて、検知情報から観測情報30を導出するときに対象Bの判別に用いる、条件を更新する。

【0247】

第1の実施の形態で説明したように、導出部44Dは、検知情報に示される点32の内、対象Bを示す点32を特定する。そして、導出部44Dは、特定した点32の位置Pについて、対象Bの存在を示す対象存在情報30Cを導出する。

【0248】

第2更新部44Mは、この対象Bの判別に用いる条件を、補正部20Hによって補正され

50

た後のマップMに基づいて更新する。

【0249】

詳細には、第2更新部44Mは、補正部20Hによって、未観測情報30Bから対象情報30Aへ対応付けを補正されたグリッドGに対応する、実空間Rにおける位置Pについて、対象Bの判別に用いる条件を変更する。例えば、導出部44Dが、観測点を全て対象Bである障害物とは特定せず、受付部20Cから各点32の検出強度をさらに受け取り、その検出強度に基づいて、特定の閾値以上の観測点を障害物として特定するように、第2更新部44Mは条件を変更する。

【0250】

具体的には、第2更新部44Mは、未観測情報30Bから対象存在情報30Cへ対応付けを補正されたグリッドGに対応する、実空間Rにおける位置Pについて、対象Bの判別に用いる条件の一例である閾値を下げるように更新する。すなわち、第2更新部44Mは、該位置Pについて、対象Bと判別しやすくなるように、条件を更新する。

10

【0251】

一方、第2更新部44Mは、未観測情報30Bから対象非存在情報30Dへ対応付けを補正されたグリッドGに対応する、実空間Rにおける位置Pについて、対象Bの判別に用いる条件の一例である閾値を上げるように更新する。すなわち、第2更新部44Mは、該位置Pについて、対象Bと判別しにくくなるように、条件を更新する。

【0252】

また、検知情報が撮影画像である場合、第2更新部44Mは、撮影画像のテンプレートマッチングに用いる、対象Bの判別の条件を変更すればよい。また、第2更新部44Mは、別のテンプレートを用いる方法に変更してもよい。

20

【0253】

そして、導出部44Dは、検知情報に示される点32の内、補正部20Hによって前回、未観測情報30Bから対象情報30Aへ対応付けを補正されたグリッドGに対応する位置Pの点32については、変更後の条件を用いて対象Bを判別する。

【0254】

例えば、移動体11Dまたは移動体11Dの周辺の対象Bが、前回のセンサ10Bの検知タイミングから相対的に移動している場合がある。このような場合、前回の検知タイミングではセンサ10Bによって未観測であった未観測位置が、今回の検知タイミングではセンサ10Bによって観測される場合がある。

30

【0255】

本実施の形態では、第2更新部44Mが、補正部20Hによって補正された後のマップMを用いて、対象Bの判別に用いる条件を更新する。このため、本実施の形態の情報処理装置21Dでは、受付部20Cが新たな検知タイミングの検知情報をセンサ10Bから受け付けたときに、対象Bの未検出や過検出を抑制し、早期に安定した対象Bの推定を行うことができる。

【0256】

なお、対象Bの判別に用いる条件の更新方法は、上記方法に限定されない。

【0257】

例えば、第2更新部44Mは、未観測情報30Bから対象存在情報30Cへ対応付けを補正されたグリッドGに対応する、実空間Rにおける位置Pについて、対象Bの判別に用いる条件の一例である閾値を上げるように更新してもよい。すなわち、第2更新部44Mは、該位置について、対象Bと判別しにくくなるように、条件を更新してもよい。

40

【0258】

また、第2更新部44Mは、未観測情報30Bから対象情報30Aへ対応付けを補正されたグリッドGに対応する、実空間Rにおける位置Pについて、対象Bの判別を行わないように、条件を更新してもよい。

【0259】

以上説明したように、本実施の形態の情報処理装置21Dでは、特定部44Lが、補正部

50

20Hによって未観測情報30Bから対象情報30Aへ対応付けを補正されたグリッドGを特定する。第2更新部44Mは、補正部20Hによって補正された後のマップMに基づいて、検知情報から観測情報30を導出するときに対象Bの判別に用いる条件を、更新する。

【0260】

ここで、対象Bの判別に用いる条件が固定の場合、検知環境によっては、対象Bが安定して検知されない場合がある。一方、本実施の形態の情報処理装置21Dでは、補正部20Hによって補正された後のマップMに基づいて、検知情報から観測情報30を導出するときに対象Bの判別に用いる条件を、更新する。

【0261】

このため、本実施の形態の情報処理装置21Dでは、上記実施の形態に比べて、より正確な観測情報30を導出することができ、より正確に対応付けの補正を行うことができる。また、本実施の形態の情報処理装置21Dでは、検知環境が変動した場合であっても、対象Bを早期に安定して検知することができる。

【0262】

従って、本実施の形態の情報処理装置21Dは、上記実施の形態の効果に加えて、より精度良く、未観測位置における対象Bを推定することができる。

【0263】

(第5の実施の形態)

上記実施の形態では、補正された後のマップMを、出力情報として出力する形態を説明した。しかし、更に、補正された後のマップMに関する様々な情報を、出力情報として出力してもよい。

【0264】

図15は、情報処理装置21Eの搭載された移動体11Eの一例を示すブロック図である。なお、移動体11Eは、情報処理装置20に代えて情報処理装置21Eを搭載した以外は、第1の実施の形態の移動体10と同様である。

【0265】

情報処理装置21Eは、処理部46と、記憶部20Bと、を備える。情報処理装置21Eは、処理部20Aに代えて処理部46を備える。

【0266】

処理部46は、受付部20Cと、導出部20Dと、対象マッピング部20Eと、未観測マッピング部20Fと、取得部20Gと、補正部20Hと、出力制御部46Iと、を備える。処理部46は、出力制御部20Iに代えて出力制御部46Iを備えた点以外は、第1の実施の形態の処理部20Aと同様である。

【0267】

出力制御部46Iは、第1の実施の形態の出力制御部20Iと同様に、出力情報を、出力部10Aおよび駆動制御部10Gの少なくとも一方へ出力する。

【0268】

第1の実施の形態では、出力情報が、補正部20Hによって補正された後のマップMである場合を説明した。しかし、出力情報は、補正部20Hによって補正された後のマップMを示す情報であればよく、補正された後のマップMに限定されない。

【0269】

例えば、出力情報は、補正部20Hによって補正された後のマップMにおける、補正部20Hによって対応付けを補正されたグリッドGを示す情報であってもよい。

【0270】

補正されたグリッドGを示す情報は、例えば、該グリッドGの位置、および、該グリッドGの補正によって対応付けられた観測情報30、の少なくとも一方を示す情報である。

【0271】

具体的には、出力制御部46Iは、取得部20Gから、補正部20Hによって補正される前のマップMを取得する。また、出力制御部46Iは、補正部20Hによって補正された

10

20

30

40

50

マップMを取得する。そして、出力制御部46Iは、補正された後のマップMにおける、対象情報30Aの対応付けられたグリッドGの内、補正前のマップMでは未観測情報30Bの対応付けられていたグリッドGを特定する。そして、出力制御部46Iは、補正後のマップMにおける、対応付けが未観測情報30Bから対象情報30Aに補正されたグリッドGを示す情報を、出力情報として出力する。

【0272】

このため、本実施の形態では、出力制御部46Iは、補正後のマップMにおける、対応付けが未観測情報30Bから対象情報30Aに補正されたグリッドGのみを、出力情報とすることができる。また、出力制御部46Iは、補正後のマップMにおける、未観測情報30Bの対応付けられたグリッドGや、補正前のマップMにおいて対象情報30Aの対応付けられていたグリッドGについては、出力対象外とすることができる。

10

【0273】

なお、出力制御部46Iは、補正後のマップMにおける、対応付けが未観測情報30Bから対象情報30Aに補正されたグリッドGを示す情報を、出力情報として出力するように、出力部10A（通信部10D、ディスプレイ10E、スピーカ10F）および駆動制御部10Gの少なくとも1つを制御すればよい。

【0274】

例えば、出力制御部46Iが、出力情報を示す画像を出力するように、ディスプレイ10Eを制御する場合、出力情報は、重畳画像であってもよい。重畳画像は、マップMに対応する実空間Rの撮影画像と、補正された後のマップMにおける、対応付けを補正されたグリッドGを示す符号と、の重畳画像である。

20

【0275】

この場合、出力制御部46Iは、マップMに対応する実空間Rの撮影画像と、補正された後のマップMにおける、対応付けを補正されたグリッドGを示す符号と、の重畳画像を表示するように、ディスプレイ10Eを制御する。

【0276】

出力制御部46Iは、センサ10Bから実空間Rの撮影画像を取得すればよい。また、対応付けを補正されたグリッドGを示す符号は、例えば、対応付けを補正された位置であることを示すアイコンや文字情報などである。

【0277】

出力制御部46Iは、撮影画像における、補正後のマップMの各グリッドGに対応する画素位置を特定する。そして、出力制御部46Iは、補正後のマップMにおける、対応付けを補正されたグリッドGに対応する撮影画像上の位置に、補正された位置であることを示す符号を重畳した重畳画像を生成する。そして、出力制御部46Iは、該重畳画像をディスプレイ10Eに表示する。

30

【0278】

上記重畳画像をディスプレイ10Eに表示することによって、実空間Rの撮影画像上に、対応付けを補正されたグリッドGに対応する箇所を強調して表示することができる。

【0279】

なお、出力情報は、補正部20Hによって補正された後のマップMにおける、所定条件を満たす領域を示す情報であってもよい。所定条件は、予め定めればよい。

40

【0280】

例えば、所定条件を満たす領域は、補正後のマップMにおける、対象非存在情報30Dの対応付けられたグリッドGである。また、補正後のマップMのグリッドGに、存在確率が対応付けられている場合には、所定条件を満たす領域は、所定値以上の存在確率を示す観測情報30の対応付けられたグリッドGである。

【0281】

以上説明したように、本実施の形態では、出力制御部46Iが、補正部20Hによって補正された後のマップMにおける、補正部20Hによって対応付けを補正されたグリッドGを示す情報を、出力情報として出力する。

50

【0282】

このため、本実施の形態では、上記実施の形態の効果に加えて、マップMの補正前後の変化を強調した出力情報を出力することができる。

【0283】

(ハードウェア構成)

次に、上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eのハードウェア構成の一例を説明する。図16は、上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eのハードウェア構成図の一例を示す図である。

10

【0284】

上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eは、CPU(Central Processing Unit)86などの制御装置と、ROM(Read Only Memory)88やRAM(Random Access Memory)90やHDD(ハードディスクドライブ)92などの記憶装置と、各種機器とのインターフェースであるI/F部82と、出力情報などの各種情報を出力する出力部80と、ユーザによる操作を受付ける入力部94と、各部を接続するバス96とを備えており、通常のコンピュータを利用したハードウェア構成となっている。

【0285】

上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eでは、CPU86が、ROM88からプログラムをRAM90上に読み出して実行することにより、上記各機能がコンピュータ上で実現される。

20

【0286】

なお、上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eで実行される上記各処理を実行するためのプログラムは、HDD92に記憶されていてもよい。また、上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eで実行される上記各処理を実行するためのプログラムは、ROM88に予め組み込まれて提供されていてもよい。

30

【0287】

また、上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eで実行される上記処理を実行するためのプログラムは、インストール可能な形式または実行可能な形式のファイルでCD-ROM、CD-R、メモリカード、DVD(Digital Versatile Disk)、フレキシブルディスク(FD)等のコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記憶されてコンピュータプログラムプロダクトとして提供されるようにしてもよい。また、上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eで実行される上記処理を実行するためのプログラムを、インターネットなどのネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するようにしてもよい。また、上記実施の形態の情報処理装置20、情報処理装置21B、情報処理装置21C、情報処理装置21D、および情報処理装置21Eで実行される上記処理を実行するためのプログラムを、インターネットなどのネットワーク経由で提供または配布するようにしてもよい。

40

【0288】

なお、上記には、本発明の実施の形態を説明したが、上記実施の形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施の形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施の形態やその変形は、発明の範

50

図や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

【0289】

10、11B、11C、11D、11E 移動体

10A 出力部

10B センサ

10G 駆動制御部

10H 駆動部

20、21B、21C 情報処理装置

10

20D、44D 導出部

20E 対象マッピング部

20F 未観測マッピング部

20G 取得部

20H、40H、42A、42H 補正部

20I、46I 出力制御部

30 観測情報

30A 対象情報

30B 未観測情報

30C 対象存在情報

20

30D、30E、30F 対象非存在情報

40J 第1更新部

42K 選択部

44L 特定部

44M 第2更新部

M マップ

M1 対象マップ

M2 未観測マップ

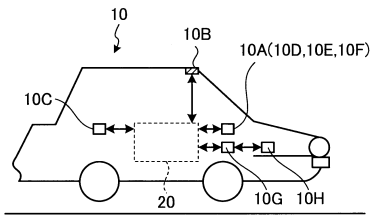
30

40

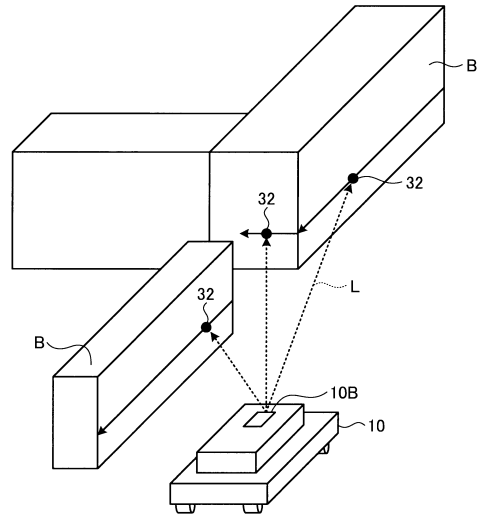
50

【図面】

【図 1】



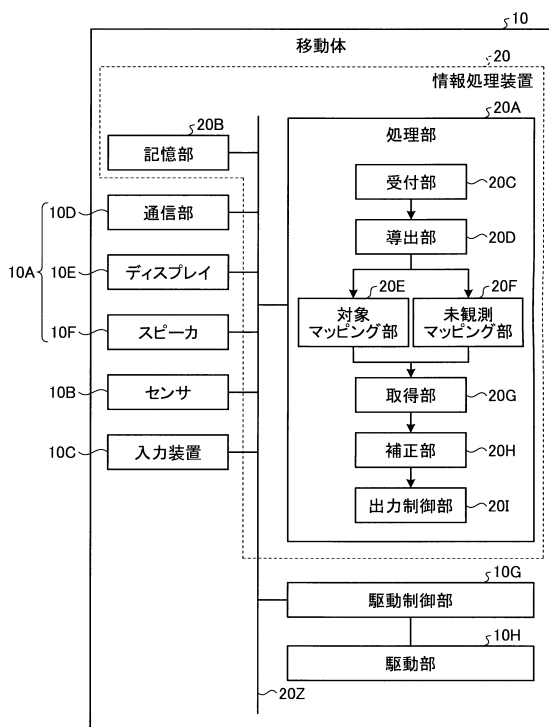
【図 2】



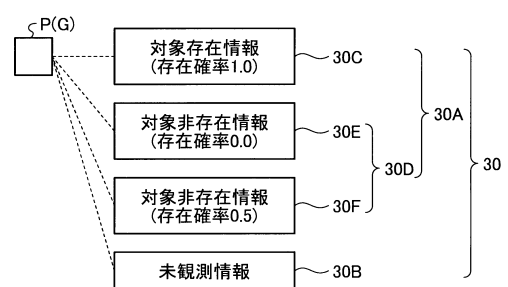
10

20

【図 3】



【図 4】

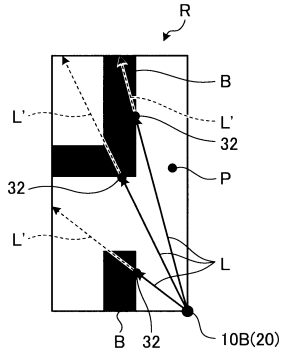


30

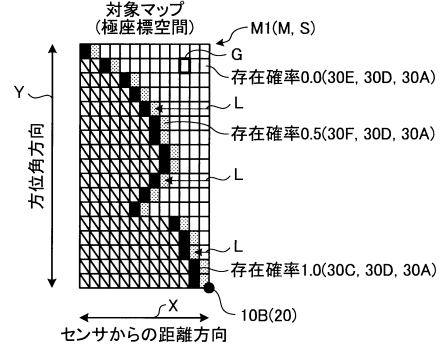
40

50

【図5】

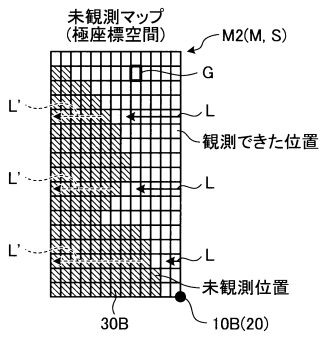


【図6】

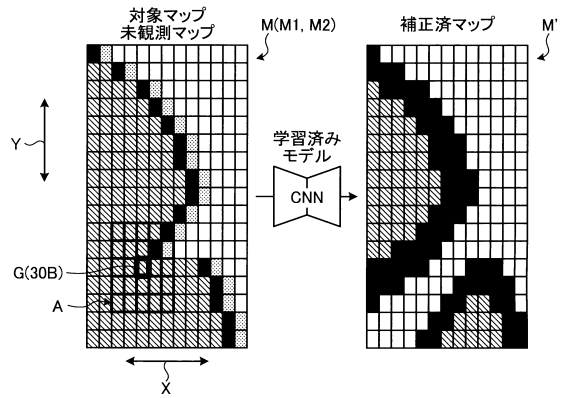


10

【図7】



【図8】



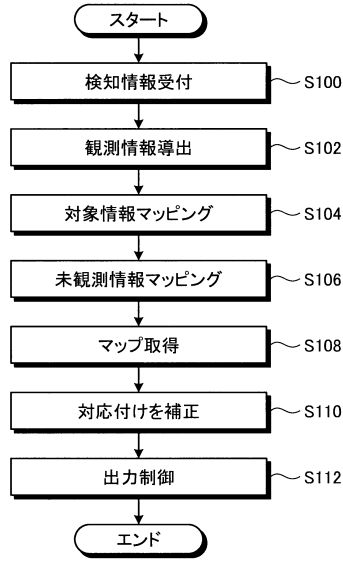
20

30

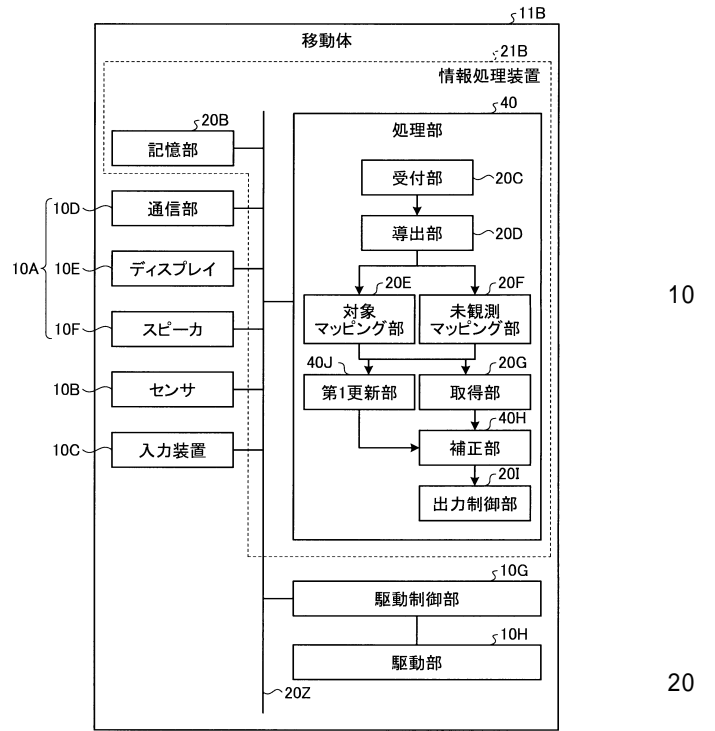
40

50

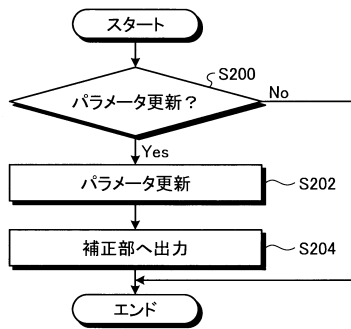
【図 9】



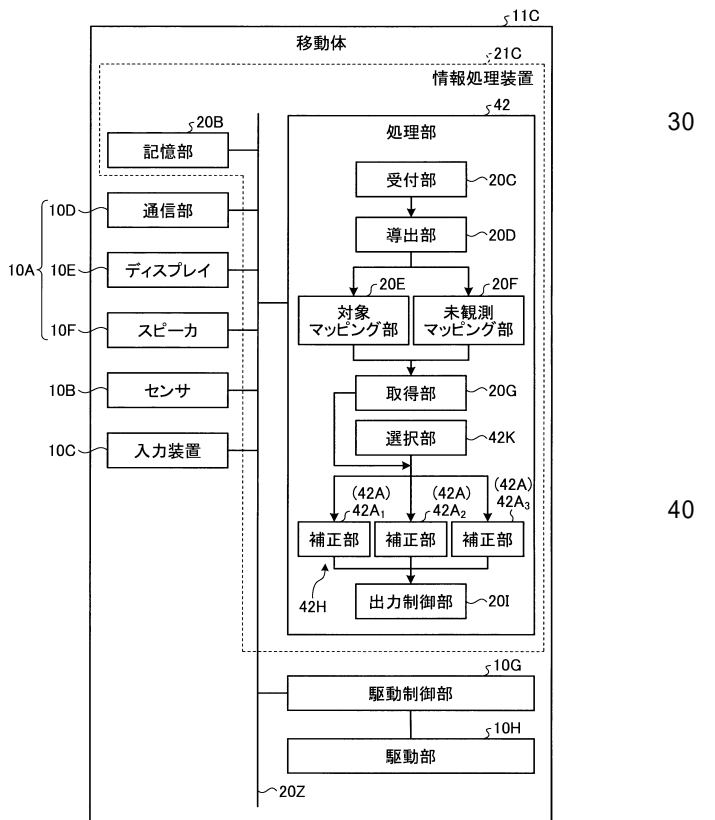
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

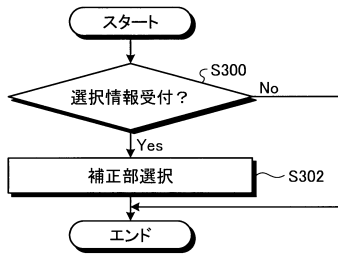
20

30

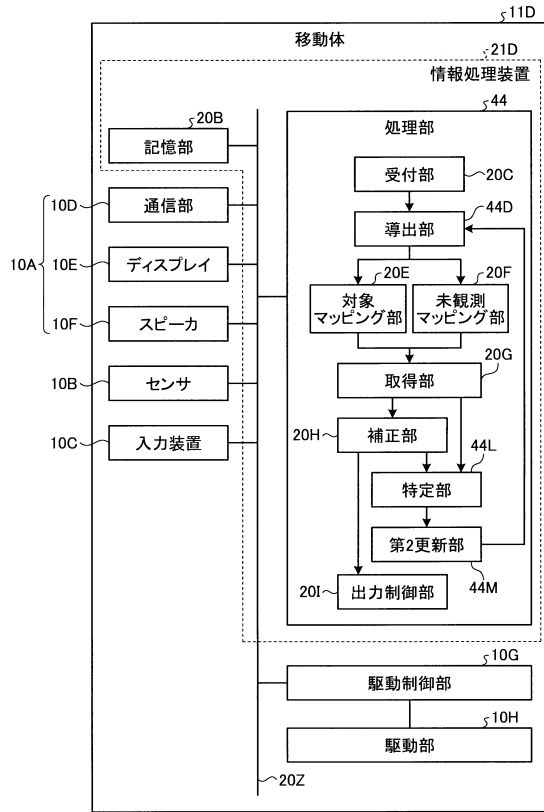
40

50

【 図 1 3 】



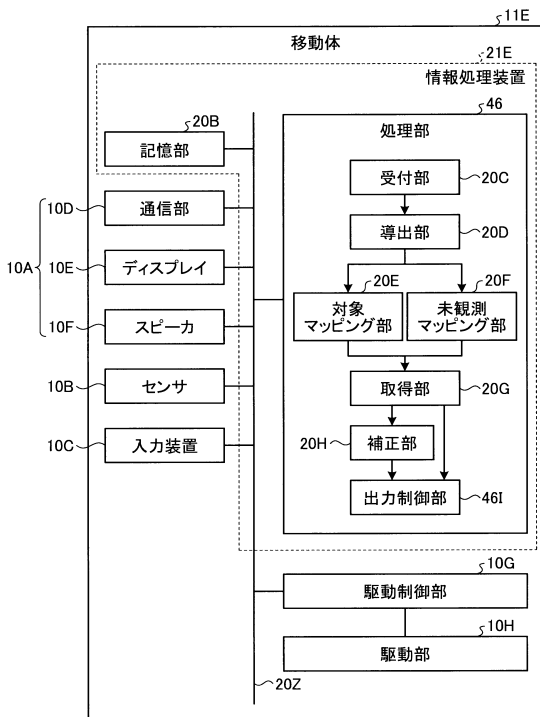
【 図 1 4 】



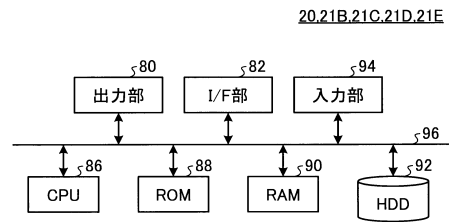
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2017/0109644 (US, A1)
再公表特許第2012/033173 (JP, A1)
特開2001-331787 (JP, A)
特許第5407898 (JP, B2)
特開2011-150633 (JP, A)
米国特許出願公開第2013/0223686 (US, A1)
米国特許出願公開第2016/0358477 (US, A1)
藤木淳 栗田多喜夫, 恒等写像学習を用いた scaled orthographic 射影
画像列からの運動と形状の復元, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, 社団法人電子情
報通信学会, 2003年02月14日, 第102巻第652号, Pages 67-70, ISSN 0913-5685
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01S 7/00 - 7/64
13/00 - 17/95
G06N 3/00 - 3/12
7/08 - 99/00
G08G 1/00 - 99/00