

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7614391号
(P7614391)

(45)発行日 令和7年1月15日(2025.1.15)

(24)登録日 令和7年1月6日(2025.1.6)

(51)国際特許分類 F I
G 0 8 G 1/16 (2006.01) G 0 8 G 1/16 C

請求項の数 10 (全18頁)

(21)出願番号	特願2023-556089(P2023-556089)	(73)特許権者	509186579 日立Astemo株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(86)(22)出願日	令和3年11月1日(2021.11.1)	(74)代理人	110001678 藤央弁理士法人
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/040237	(72)発明者	中村 宏貴 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
(87)国際公開番号	WO2023/073987	審査官	佐々木 佳祐
(87)国際公開日	令和5年5月4日(2023.5.4)		
審査請求日	令和6年4月19日(2024.4.19)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子制御装置、及び物体識別方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子制御装置であって、
所定の処理を実行する演算装置と、前記演算装置がアクセス可能な記憶装置とを備え、
前記演算装置が、外界観測装置によって観測された外界データを取得するデータ取得部と、

前記外界データを蓄積するデータ記憶部と、
前記演算装置が、前記データ記憶部に格納された、複数の時刻における外界データを重畳させるデータ重畳部と、

前記演算装置が、前記重畳された外界データのうち物体が存在する領域の候補を特定する物体領域候補特定部と、

前記演算装置が、少なくとも隣接する3時刻を含む特徴量時間窓において、前記特定された候補領域の特徴を抽出する特徴抽出部と、

前記演算装置が、前記抽出された特徴の経時的变化に基づいて、周辺の物体を識別する識別部とを有し、

前記識別部は、前記領域の特徴の経時变化を所定の閾値と比較し、前記領域の特徴の変化が緩やかであるかによって、前記領域内の物体を識別することを特徴とする電子制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の電子制御装置であって、

10

20

前記物体領域候補特定部は、特定の範囲に存在する物体の外界データを用いて、物体が存在する領域の候補を特定する電子制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の電子制御装置であって、

前記物体領域候補特定部は、遠方に存在する物体の外界データを用いて、物体が存在する領域の候補を特定する電子制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電子制御装置であって、

前記特徴抽出部は、遠方に存在する物体を識別する場合、前記特徴量時間窓の時間を長くすることを特徴とする電子制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電子制御装置であって、

前記識別部は、領域内で観測された点の数を当該領域の特徴として、ある時刻で点群が検出された領域と同じ位置の領域内の点の数を複数の時刻のデータと比較して、当該領域内の点の数の変化が緩やかであれば、当該領域内の物体を静止物体であると判定することを特徴とする電子制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の電子制御装置であって、

前記外界観測装置は、照射したレーザー光の反射によって物体を点群として検出する装置であり、

前記電子制御装置は、前記外界観測装置が検出した点群データによって物体を識別することを特徴とする電子制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の電子制御装置であって、

前記外界観測装置は、カメラであり、

前記電子制御装置は、前記外界観測装置が撮影した画素データによって物体を識別することを特徴とする電子制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の電子制御装置であって、

前記識別部は、物体を表す点群の面積を前記領域の特徴として、

前記点群の面積の変化によって、前記領域内の物体を識別することを特徴とする電子制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の電子制御装置であって、

前記識別部は、前記領域内の点の数の周期的な変化の特徴に基づいて、当該領域に存在する物体が静止物体であるか移動物体であるかを識別することを特徴とする電子制御装置。

【請求項 10】

電子制御装置が実行する物体識別方法であって、

前記電子制御装置は、所定の処理を実行する演算装置と、前記演算装置がアクセス可能な記憶装置とを有し、

前記物体識別方法は、

前記演算装置が、外界観測装置によって観測された外界データを取得して、前記記憶装置に蓄積するデータ取得手順と、

前記演算装置が、前記記憶装置に格納された、複数の時刻における外界データを重畳させるデータ重畳手順と、

前記演算装置が、前記重畳された外界データのうち物体が存在する領域の候補を特定する物体領域候補特定手順と、

前記演算装置が、少なくとも隣接する 3 時刻を含む特徴量時間窓において、前記特定された候補領域の特徴を抽出する特徴抽出手順と、

前記演算装置が、前記抽出された特徴の経時的变化に基づいて、周辺の物体を識別する

10

20

30

40

50

識別手順とを有し、

前記識別手順では、前記演算装置が、前記領域の特徴の経時変化を所定の閾値と比較し、前記領域の特徴の変化が緩やかであるかによって、前記領域内の物体を識別することを特徴とする物体識別方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子制御装置に関し、特に、物体を検出する車載電子制御装置に好適な物体識別技術に関する。

【背景技術】

【0002】

高速道路など高速走行時の自動運転・運転支援では、遠方（例えば150m以遠）に存在する物体の正確な認識が重要となる。例えば、LiDARによって物体を検出する場合、遠方の物体の観測点は疎なため、高精度な物体の認識が困難である。そのため、一定時間に検出した（クラスタ）点群を重畳する方法や、静止物を検出するために、絶対座標系で重畳する方法が提案されている。

【0003】

本技術分野の背景技術として、以下の先行技術がある。特許文献1（特開2017-187422号公報）には、レーダセンサによる検出点の検出結果に基づいて、グリッドマップのグリッド毎に、レーダセンサの検出点が含まれる数である投票数を算出する投票数算出部と、レーダセンサによる検出点の検出結果に基づいて、検出点のクラスタリングにより、検出対象の物体であるクラスターをグリッドマップ上に設定するクラスター設定部と、複数回算出されたグリッド毎の投票数の合計値に基づいて、クラスターが占有するグリッドから静止グリッドと移動グリッドとを判別するグリッド判別部と、クラスターが占有するグリッドに含まれる静止グリッド及び移動グリッドの配置に基づいて、クラスターが移動物体であるか静止物体であるか判定する移動物体判定部と、を備える。周辺物体認識装置が記載されている。

【0004】

特許文献2（特開2016-206026号公報）には、物体認識システムにおいては、物体を検出する検出領域を予め水平方向および鉛直方向に格子状に区分した照射領域毎にレーザ光を照射し、それぞれの照射領域にてレーザ光の反射光を受光することで得られるそれぞれの距離と反射強度を含む測距点群を取得し、測距点群をクラスタリングし、クラスタリングした点群（クラスタ点群）の位置をクラスタ毎に設定された位置に補正した補正クラスタ点群を生成する。それぞれのクラスタについて得られた現在時刻の補正クラスタ点群を、過去において各クラスタについて得られた過去時刻の統合クラスタ点群に統合した現在時刻の統合クラスタ点群を得て、この統合クラスタ点群を用いて識別を行う物体認識システムが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2017-187422号公報

【文献】特開2016-206026号公報

【非特許文献】

【0006】

【文献】PointPillars: Fast Encoders for Object Detection from Point Clouds", Alex H. Lang, et. al., Conference: 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), June 2019

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

20

30

40

50

前述した背景技術では、静止物体と移動物体との識別が困難である。特に、観測点数が少ない小さな静止物と観測点数が多い大きな移動体の識別が困難である。

【0008】

本発明は、取得される点群が少ない遠方の物体でも、静止物体か移動物体かを正確に識別することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本願において開示される発明の代表的な一例を示せば以下の通りである。すなわち、電子制御装置であって、所定の処理を実行する演算装置と、前記演算装置がアクセス可能な記憶装置とを備え、前記演算装置が、外界観測装置によって観測された外界データを取得するデータ取得部と、前記外界データを蓄積するデータ記憶部と、前記演算装置が、前記データバッファに格納された、複数の時刻における外界データを重畳させるデータ重畳部と、前記演算装置が、前記重畳された外界データのうち物体が存在する領域の候補を特定する物体領域候補特定部と、前記演算装置が、少なくとも隣接する3時刻を含む特徴量時間窓において、前記特定された候補領域の特徴を抽出する特徴抽出部と、前記演算装置が、前記抽出された特徴の経時変化に基づいて、周辺の物体を識別する識別部とを有し、前記識別部は、前記領域の特徴の経時変化を所定の閾値と比較し、前記領域の特徴の変化が緩やかであるかによって、前記領域内の物体を識別することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明の一態様によれば、点群が疎な遠方の物体を正確に識別できる。前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明によって明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1の電子制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】実施例1の電子制御装置に構築される物体検出システムの論理構成を示すブロック図である。

【図3】実施例1の物体検出システムが実行する処理のフローチャートである。

【図4】実施例1のデータ重畳処理のフローチャートである。

【図5】実施例1における点群の重畳を示す図である。

【図6】実施例1の物体領域候補特定処理のフローチャートである。

【図7】実施例1における点群のクラスタリングを示す図である

【図8】実施例1の特徴量抽出処理のフローチャートである。

【図9】実施例1の特徴量の記憶領域が行列状に構成された特徴量ベクトルを示す図である。

【図10】実施例1の識別部による識別処理のフローチャートである。

【図11】静止物体が存在する領域内の点の数の変化を示す図である。

【図12】移動物体が存在する領域内の点の数の変化を示す図である。

【図13】実施例2の点群重畳時間窓計算処理のフローチャートである。

【図14】実施例3の物体領域候補特定処理のフローチャートである。

【図15】実施例4の物体領域候補特定処理のフローチャートである。

【図16】実施例5の物体領域候補特定処理のフローチャートである。

【図17】実施例6の特徴量時間窓計算処理のフローチャートである。

【図18】実施例7の特徴量抽出処理のフローチャートである。

【図19】実施例8の識別処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

<実施例1>

図1は、実施例1の電子制御装置10の構成を示すブロック図である。

【0013】

10

20

30

40

50

電子制御装置 10 は、演算装置 11 及びメモリ 12 を有し、図示を省略するネットワークインターフェイス及び入出力インターフェイスを有する。

【0014】

演算装置 11 は、メモリ 12 のプログラム領域に格納されたプログラムを実行するプロセッサ（例えば CPU）である。演算装置 11 が、所定のプログラムを実行することによって、各種機能を提供する機能部として動作する。

【0015】

メモリ 12 は、不揮発性の記憶素子である ROM 及び揮発性の記憶素子である RAM を含む。ROM は、不変のプログラム（例えば、BIOS）などを格納する。RAM は、DRAM（Dynamic Random Access Memory）のような高速かつ揮発性の記憶素子であり、演算装置 11 が実行するプログラム及びプログラムの実行時に使用されるデータを一時的に格納する。メモリ 12 には、フラッシュメモリ等の大容量かつ不揮発性の記憶素子で構成されるプログラム領域が設けられる。

10

【0016】

ネットワークインターフェイスは、CAN やイーサネット（登録商標）を介して他の電子制御装置との通信を制御する。

【0017】

入出力インターフェイスは、LiDAR 21、GNSS 受信機 22 及び各種センサ 23 が接続され、これらが検出したデータを受信する。

【0018】

LiDAR 21 は、照射したレーザ光の反射光によって、物体の位置と距離を測定する外界観測装置である。LiDAR 21 に代えて、画素毎の距離を測定可能なカメラ（例えば距離画像カメラ）を外界観測装置として用いてもよい。また、電子制御装置 10 が画像から画素毎に物体の距離を解析する機能を有せば、距離を測定しないカメラでもよい。

20

【0019】

GNSS 受信機 22 は、人工衛星から送信される信号によって、位置を測定する測位装置である。

【0020】

センサ 23 は、車速センサ、車両の姿勢（ロール、ピッチ、ヨー）を検出する 3 軸加速度センサなどである。これらのセンサ 23 の出力は、LiDAR 21 が検出した周辺物体の座標をセンサ座標系から絶対座標系に変換するために使用される。

30

【0021】

図 2 は、実施例 1 の電子制御装置 10 で構成される物体検出システム 100 の論理構成を示すブロック図である。

【0022】

物体検出システム 100 は、データ取得部 110、データ重畳部 120、物体領域候補特定部 130、データバッファ 140、特徴抽出部 150 及び識別部 160 を有する。

【0023】

データ取得部 110 は、LiDAR 21、GNSS 受信機 22 及びセンサ 23 が観測した観測データを取得する。例えば、LiDAR 21 からは周辺物体の点群データが、GNSS 受信機 22 からは緯度・経度の位置情報が、センサ 23 からは座標変換に使用する情報が入力される。データ取得部 110 が取得した観測データは、データ重畳部 120 に送られ、データバッファ 140 に格納される。

40

【0024】

データ重畳部 120 は、センサ 23 の観測結果を使用して、LiDAR 21 が取得した LiDAR 座標系の点群データを、絶対座標系に変換し、所定の時間窓の時間分の過去の点群データを重畳して重畳データを作成する。データ重畳部 120 が作成した重畳データは、物体領域候補特定部 130 に送られ、データバッファ 140 に格納される。なお、座標系を絶対座標系へ変換しなくても、トラッキング技術を用いて点群を追跡して、異なる時刻の観測点を対応付けることによって、相対座標系のまま以後の処理（特徴量抽出、物

50

体種別の識別)を実行してもよい。

【0025】

物体領域候補特定部130は、重畳された点群データから物体が存在する可能性が高い物体領域候補を特定する。物体領域候補特定部130が特定した物体領域候補は、特徴抽出部150に送られる。

【0026】

データバッファ140は、データ取得部110が取得した観測データと、データ重畳部120が作成した重畳データを格納するデータ記憶部である。データ重畳部120は、データバッファ140から過去の重畳データを取得できる。

【0027】

特徴抽出部150は、選定された物体領域候補に含まれる点群の数によって物体の特徴を抽出し、抽出された特徴を表す特徴ベクトルを生成する。

【0028】

識別部160は、特徴抽出部150が生成した特徴ベクトルに基づいて、物体領域候補中の物体が静止物体であるか移動物体であるかを識別する。

【0029】

図3は、実施例1の物体検出システム100が実行する処理のフローチャートである。

【0030】

まず、データ取得部110は、LiDAR21が所定のタイミング(例えば、所定の時間間隔)で観測した点群データ、及び、GNSS受信機22及びセンサ23が所定のタイミング(例えば、所定の時間間隔)で観測した観測データを取得し(S110)、取得した観測データをデータバッファ140に格納する(S120)。

【0031】

次に、データ重畳部120は、センサ23の観測結果を使用して、LiDAR21が取得したLiDAR座標系の点群データを、絶対座標系に変換する。そして、データ重畳部120は、所定の時間窓の時間分の過去の観測データをデータバッファ140から取得して、所定の時間窓の時間分の点群データを重畳した重畳データを作成する(S130)。

【0032】

次に、物体領域候補特定部130は、重畳された点群データから物体が存在する可能性がある物体領域候補を特定する(S140)。

【0033】

次に、特徴抽出部150は、候補に選定された物体領域に含まれる点群の数によって物体の特徴を抽出し、抽出された特徴を表す特徴ベクトルを生成する(S150)。

【0034】

次に、識別部160は、特徴抽出部150が生成した特徴ベクトルに基づいて、物体領域候補中の物体が静止物体であるか移動物体であるかを識別する(S160)。

【0035】

図4は、実施例1のデータ重畳部120によるデータ重畳処理(S130)のフローチャートである。

【0036】

まず、データ重畳部120は、重畳時間窓情報をメモリ12の所定の記憶領域から読み出す(S131)。次に、データ重畳部120は、データバッファ140に新しい点群データが格納されたことを検出すると、読み出した重畳時間窓情報の重畳時間窓内の点群データとセンサ23の観測結果をデータバッファ140から読み出す(S132)。次に、データ重畳部120は、センサ23の観測結果を使用して、LiDAR21が取得したLiDAR座標系の点群データを、絶対座標系に変換する(S133)。次に、データ重畳部120は、絶対座標系に変換された点群データを重ね合わせて、重畳データを作成する(S134)。次に、データ重畳部120は、作成された重畳データをデータバッファ140に保存する(S135)。

【0037】

10

20

30

40

50

図5に示すように、データ重畳処理(S130)では、重畳時間窓が3フレームである場合、時刻 t 、時刻 $t-1$ 及び時刻 $t-2$ の3フレームの点群を重畳する。例えば、図示するように、時刻 $t-2$ 及び時刻 $t-1$ の2フレームの点群を重畳して、さらに時刻 t のフレームの点群を重畳してもよく、時刻 t 、時刻 $t-1$ 及び時刻 $t-2$ の3フレームの点群を一度に重畳してもよい。

【0038】

図6は、実施例1の物体領域候補特定部130による物体領域候補特定処理(S140)のフローチャートである。

【0039】

まず、物体領域候補特定部130は、データ重畳部120から重畳データを取得する(S141)。次に、物体領域候補特定部130は、点群をクラスタリングする(S142)。次に、物体領域候補特定部130は、各クラスタの点群の占有領域に物体が存在する可能性があるかを判定し、物体が存在する可能性がある領域を物体領域候補として特定する(S143)。

10

【0040】

例えば、図7に示すように、点群データを重畳後の時刻 t において、点群が多く集まっている領域をクラスタリングして物体領域候補を定め、時刻 t のデータに点群を重畳した時刻 $t-1$ や $t-2$ において、時刻 t と同じ位置に物体領域候補を置く。

【0041】

図8は、実施例1の特徴抽出部150による特徴量抽出処理(S150)のフローチャートである。

20

【0042】

まず、特徴抽出部150は、特徴量時間窓情報をメモリ12の所定の記憶領域から読み出し(S151)、読み出した特徴量時間窓情報の特徴量時間窓内の重畳データをデータバッファ140から読み出す(S152)。

【0043】

次に、特徴抽出部150は、パラメータ $t=0\sim T$ を1ずつ変化し、パラメータ $k=0\sim K$ を1ずつ変化してステップS153～S154の処理を繰り返し実行する。ステップS153では、特徴抽出部150は、 t 時刻の重畳データの k 番目の物体領域候補内の点群の特徴を抽出する。次に、特徴抽出部150は、抽出された特徴を k 番目の物体領域候補の時系列特徴の t 番目のセルに格納する(S154)。特徴量は、図9に示すように、パラメータ k と時刻 t の特徴量の記憶領域が行列状に構成されて、特徴量ベクトルを構成するとよい。

30

【0044】

図10は、実施例1の識別部160による識別処理(S160)のフローチャートである。

【0045】

まず、識別部160は、特徴ベクトル化された時系列特徴を取得する(S161)。次に、識別部160は、取得した時系列特徴を表す近似式を導出する(S162)。近似式は、線形近似の近似式を使用できる。また、電子制御装置10の計算能力や、アプリケーションが期待する精度や、走行環境や、クラスタ数によって近似式のパラメータを変えてもよい。

40

【0046】

次に、識別部160は、近似式の変化が緩やかかを判定する(S163)。変化が緩やかであるかは、例えば近似式が線形近似で表される場合、線形近似式を表す傾きと所定の閾値を比較して判定できる。近似式によって表される物体領域候補内の点の数の変化が緩やかであれば、当該物体領域候補は静止物体を検出していると識別する(S164)。一方、近似式によって表される物体領域候補内の点の数の変化が急であれば、当該物体領域候補は移動物体を検出していると識別する(S165)。例えば、図11に示すように、静止物体が存在する領域1内の点の数は時間の経過に従って徐々に増加する。一方、図1

50

2に示すように、移動物体が存在する領域2内の点の数は特定の時刻で急激に増加する（なお、通常は、移動物体の通過に要する所定時間後に急激に減少する）。なお、領域内の点の数は物体の大きさによって変わるところ、点の数の変化量は物体の大きさによる変化が小さいことから、領域内の点の数の変化量によって物体を正確に識別する。

【0047】

以上に説明したように、本発明の実施例1によると、点群が疎な遠方の物体でも、静止物体か移動物体かを正確に識別できる。すなわち、遠距離の観測結果の点群は疎なため、遠方の物体は検出が困難であり、物体の種別の識別が困難となる。一方、過検知を許容すると、実際には存在しない物体を検出して、減速や急停止が頻繁に発生し、燃費や乗り心地が悪化し、後続車の追突リスクが生じることがある。実施例1によると、観測された物体が静止物体か移動物体かを正確に識別でき、物体の種別（例えば、落下物、車両、構造物）を正確に判定できる。

10

【0048】

特に、特許出願時の技術水準では、LiDAR21がレーザー光を照射する間隔は0.1度程度であり、150m先の垂直面において約26cmの照射間隔になる。さらに、路面への照射間隔はより長くなる。このため、この程度の遠距離の物体をLiDARで観測して、識別するためには、本実施例のように、点群が重畳された点群領域の特徴の変化による物体識別方法が好適である。

【0049】

<実施例2>

次に、本発明の実施例2を説明する。実施例2は重畳時間窓を可変としている。実施例2において、実施例1との相違点を主に説明し、同じ構成及び処理の説明は省略する。

20

【0050】

図13は、実施例2の点群重畳時間窓計算処理のフローチャートである。

【0051】

点群重畳時間窓計算処理では、データ重畳処理(S130)にてメモリ12の所定の記憶領域から読み出される重畳時間窓情報を生成する。

【0052】

まず、データ重畳部120は、車両に搭載されている機器が要求する性能を示す車両情報を取得し(S171)、車両に搭載されているセンサ23の性能を示すセンサ性能情報を取得する(S172)。次に、データ重畳部120は、取得したセンサ情報に基づいて、点群重畳時間窓を計算する(S173)。例えば、車載機器によって検出したい物体の距離や検出したい物体の種類（移動物体、静止物体）が異なり、当該車両に搭載されているセンサ23の性能も異なることから、点群重畳時間窓を可変することによって、車載機器が要求する性能とセンサ23の性能を整合させるとよい。

30

【0053】

このように、実施例2によると、点群を重畳する時間窓を変化させて、センサ23の性能に応じた時間窓を設定可能であり、物体識別精度を向上し、余分な処理を低減できる。

【0054】

点群重畳時間窓計算処理は、データ重畳処理(S130)から呼び出されて実行されても、データ重畳処理(S130)と異なる所定のタイミングで実行されてもよい。

40

【0055】

<実施例3>

次に、本発明の実施例3を説明する。実施例3は格子分割を用いて物体領域候補を特定する。実施例3において、実施例1との相違点を主に説明し、同じ構成及び処理の説明は省略する。

【0056】

図14は、実施例3の物体領域候補特定部130による物体領域候補特定処理(S140)のフローチャートである。

【0057】

50

まず、物体領域候補特定部 130 は、データ重畳部 120 から重畳データを取得する (S141)。次に、物体領域候補特定部 130 は、点群が検出される観測領域を所定の大きさの格子に分割する (S144)。次に、物体領域候補特定部 130 は、格子領域のうち点群が存在する格子を物体が存在する可能性が高い領域である物体領域候補として特定する (S145)。ステップ S145 では、物体領域候補であると判定する格子内の点の数の閾値を 1 としても、2 以上の所定数としてもよい。

【0058】

このように、実施例 3 によると、計算機リソースを必要とするクラスタリング処理を実行せずに物体領域候補を特定できる。また、クラスタリングの精度に依存せずに、物体領域候補を特定できる。さらに、格子分割は占有グリッドマップと相性が良く、観測結果をグリッドマップの占有率計算に利用できる。

10

【0059】

<実施例 4>

次に、本発明の実施例 4 を説明する。実施例 4 は DNN (Deep Neural Network) を用いて物体領域候補を特定する。実施例 4 において、実施例 1 との相違点を主に説明し、同じ構成及び処理の説明は省略する。

【0060】

図 15 は、実施例 4 の物体領域候補特定部 130 による物体領域候補特定処理 (S140) のフローチャートである。

【0061】

20

まず、物体領域候補特定部 130 は、データ重畳部 120 から重畳データを取得する (S141)。次に、物体領域候補特定部 130 は、点群と物体領域の物体の存否を学習した DNN を用いて、物体領域候補 (バウンディングボックス) 毎の信頼度を取得する (S146)。物体検出用 DNN は、点群データから、その点群データ内に存在する物体の領域 (バウンディングボックス)、及びその物体のカテゴリ又は存否を推定するものであり、例えば、非特許文献 1 に開示されたモデルを使用できる。次に、物体領域候補特定部 130 は、DNN から出力された信頼度と所定の閾値とを比較して、信頼度が大きい物体領域候補を残し、信頼度が小さい物体領域候補を候補から除外する (S147)。

【0062】

このように、実施例 4 によると、DNN を用いて物体領域候補を特定するので、ノイズが大きい環境においても、クラスタリングより高精度に物体領域候補を特定でき、物体を高精度で識別できる。

30

【0063】

<実施例 5>

次に、本発明の実施例 5 を説明する。実施例 5 は範囲を限定して物体を識別する。実施例 5 において、実施例 1 との相違点を主に説明し、同じ構成及び処理の説明は省略する。

【0064】

図 16 は、実施例 5 の物体領域候補特定部 130 による物体領域候補特定処理 (S140) のフローチャートである。

【0065】

40

まず、物体領域候補特定部 130 は、データ重畳部 120 から重畳データを取得する (S141)。次に、物体領域候補特定部 130 は、重畳された点群データをフィルタリングして、特定の範囲の点群データを選択する (S148)。特定の範囲は、例えば、遠距離、計画中の軌道周辺など、識別される物体の情報の用途によって様々に選択できる。次に、物体領域候補特定部 130 は、フィルタリングされた点群をクラスタリングする (S142)。次に、物体領域候補特定部 130 は、各クラスターの点群の占有領域を物体が存在する可能性が高い物体領域候補とする (S143)。

【0066】

実施例 5 では、ステップ S142 にクラスタリングを用いる例を説明したが、実施例 3 の格子分割や実施例 4 の DNN を用いてもよい。

50

【 0 0 6 7 】

また、カメラ画像は、L i D A R による観測結果と異なり、観測された全領域に画素が存在する。このため、距離を限定してフィルタリングされた画素は、本実施例の点群と同様に取り扱うことができ、実施例 5 によってカメラ画像に本発明を好適に適用できる。

【 0 0 6 8 】

このように、実施例 5 によると、フィルタリングによって選択された点群データを用いて物体領域候補を特定するので、特定の範囲において物体を識別する。これによって、車両制御への関連性が低い領域を除外して物体を識別して、過検知を抑制でき、物体識別精度を向上できる。例えば、計画中の軌道周辺を識別する場合、ガードレールなどの軌道外の物体（点群）を処理しなくてもよく、過検知を抑制できる。

10

【 0 0 6 9 】

< 実施例 6 >

次に、本発明の実施例 6 を説明する。実施例 6 は特徴量時間窓を可変としている。実施例 6 において、実施例 1 との相違点を主に説明し、同じ構成及び処理の説明は省略する。

【 0 0 7 0 】

図 1 7 は、実施例 6 の特徴量時間窓計算処理のフローチャートである。

【 0 0 7 1 】

特徴量時間窓計算処理では、特徴量抽出処理（S 1 5 0）にてメモリ 1 2 の所定の記憶領域から読み出される特徴量時間窓情報を生成する。

【 0 0 7 2 】

まず、特徴抽出部 1 5 0 は、車両に搭載されている機器が要求する性能を示す車両情報を取得する（S 1 8 1）。次に、特徴抽出部 1 5 0 は、車両に搭載されているセンサ 2 3 の性能を示すセンサ性能情報を取得する（S 1 8 2）。次に、特徴抽出部 1 5 0 は、取得したセンサ情報に基づいて、特徴量時間窓を計算する（S 1 8 3）。例えば、車載機器によって検出したい物体の距離や検出したい物体の種類（移動物体、静止物体）が異なり、当該車両に搭載されているセンサ 2 3 の性能も異なることから、特徴量時間窓を可変することによって、車載機器が要求する性能と車載センサ 2 3 の性能を整合させるとよい。

20

【 0 0 7 3 】

また、遠方に存在する物体を識別する場合、自車の近傍に存在する物体を識別する場合より、特徴量を重畳する時間窓を大きく（すなわち、重畳処理に使用する画像フレーム数を多く）するとよい。さらに、前述した実施例 5 において遠距離の物体の点群データのフィルタリングを併用して、遠方に存在する物体の識別精度を向上しつつ、演算処理の増加を抑制してもよい。

30

【 0 0 7 4 】

このように、実施例 6 によると、特徴量を抽出する時間窓を変化させて、センサ 2 3 の性能に応じた時間窓を設定可能であり、物体識別精度を向上し、余分な処理を低減できる。

【 0 0 7 5 】

特徴量時間窓計算処理は、特徴量抽出処理（S 1 5 0）から呼び出されて実行されても、特徴量抽出処理（S 1 5 0）と異なる所定のタイミングで実行されてもよい。

【 0 0 7 6 】

< 実施例 7 >

次に、本発明の実施例 7 を説明する。実施例 7 は物体領域候補内の点の数以外の特徴を使用して物体を識別する。実施例 7 において、実施例 1 との相違点を主に説明し、同じ構成及び処理の説明は省略する。

40

【 0 0 7 7 】

図 1 8 は、実施例 7 の特徴抽出部 1 5 0 による特徴量抽出処理（S 1 5 0）のフローチャートである。

【 0 0 7 8 】

まず、特徴抽出部 1 5 0 は、特徴量時間窓情報をメモリ 1 2 の所定の記憶領域から読み出し（S 1 5 1）、読み出した特徴量時間窓情報の特徴量時間窓内の重畳データをデータ

50

バッファ 140 から読み出す (S152)。

【0079】

次に、特徴抽出部 150 は、パラメータ $t = 0 \sim T$ を 1 ずつ変化し、パラメータ $k = 0 \sim K$ を 1 ずつ変化してステップ S155 ~ S156 の処理を繰り返し実行する。ステップ S155 では、特徴抽出部 150 は、 t 時刻の重畳データの k 番目の物体領域候補の特徴を検出する。例えば、物体領域候補内の点の数ではなく、点群の密度、物体領域候補の形状や面積を特徴として検出する。次に、特徴抽出部 150 は、抽出された特徴を k 番目の物体領域候補の時系列特徴の t 番目のセルに格納する (S156)。特徴量は、図 9 に示すように、パラメータ k と時刻 t の特徴量の記憶領域が行列状に構成されているとよい。

【0080】

なお、実施例 7 の特徴量抽出処理は、前述した実施例 1 の特徴量抽出処理 (図 8) に代えて適用してもよいし、実施例の 1 の特徴量抽出処理 (図 8) と共に適用してもよい。2 種類以上の特徴量で物体を識別すると、物体識別精度を向上できる。

【0081】

このように、実施例 7 によると、物体領域候補内の点数に代えて又は点数と共に、物体領域候補の他の特徴量に着目して物体を識別するので、物体識別精度を向上できる。

【0082】

< 実施例 8 >

次に、本発明の実施例 8 を説明する。実施例 8 は線形近似ではなく、多項式近似、フーリエ級数、指数近似、サポートベクター回帰など様々な近似を適用した近似式を使用して物体を識別する。実施例 8 において、実施例 1 との相違点を主に説明し、同じ構成及び処理の説明は省略する。

【0083】

図 19 は、実施例 8 の識別部 160 による識別処理 (S160) のフローチャートである。

【0084】

まず、識別部 160 は、特徴ベクトル化された時系列特徴を取得する (S161)。次に、識別部 160 は、取得した時系列特徴を表す近似式を導出する (S162)。近似式は、実施例 1 の線形近似の他、実施例 8 では多項式近似、フーリエ級数、指数近似、サポートベクター回帰など様々な近似を適用した近似式を使用できる。また、電子制御装置 10 の計算能力や、アプリケーションが期待する精度や、走行環境や、クラスタ数によって近似式を変えてもよい。例えば、凹凸が多い道路では車両の姿勢が頻繁に大きく変わることから、座標変換の精度が低下し、ノイズが増大するため、フーリエ級数を用いても精度の向上が期待できず、計算量が少ない多項式近似を用いるとよい。また、点群が少なくクラスタが小さい場合、フーリエ級数による近似式を用いて精度を向上するとよい。小さな静止物体が遠距離ある場合、LiDAR のレーザ照射間隔が大きいことから、小さな静止物体に対する観測点はフレーム毎に出現又は消失したり、増減を繰り返す。この繰り返し周期は、物体と車両間の距離及び車速、物体の大きさ、センサ性能により決まり、周波数分析を利用することで、この特徴を抽出できる。

【0085】

次に、識別部 160 は、物体領域候補の特徴量を判定値に設定し (S166)、設定された判定値を所定の条件と比較判定する (S167)。例えば、クラスタ面積を判定値として使用できる。そして、物体が静止物体であると考えられる判定値の範囲内であれば、当該物体領域候補は静止物体を検出していると識別する (S164)。一方、物体が静止物体であると考えられる判定値の範囲内でなければ、当該物体領域候補は移動物体を検出していると識別する (S165)。

【0086】

例えば、フーリエ級数を用いて、物体領域候補内の点の数の周期的な変化を特徴として捉え、点の数の変化の周期性を表す周波数スペクトルに基づいて、当該物体領域候補に存在する物体が静止物体であるか移動物体であるかを判定してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 7 】

実施例 8 の識別処理は、実施例 1 の識別処理に代えて、また、実施例 1 の識別処理と共に実行できる。

【 0 0 8 8 】

このように、実施例 8 によると、物体領域候補のより詳細な変化によって、物体認識精度を向上できる。

【 0 0 8 9 】

なお、本発明は前述した実施例に限定されるものではなく、添付した特許請求の範囲の趣旨内における様々な変形例及び同等の構成が含まれる。例えば、前述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに本発明は限定されない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えてもよい。また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えてもよい。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をしてもよい。

10

【 0 0 9 0 】

また、前述した各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等により、ハードウェアで実現してもよく、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し実行することにより、ソフトウェアで実現してもよい。

【 0 0 9 1 】

各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、又は、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に格納することができる。

20

【 0 0 9 2 】

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、実装上必要な全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、ほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてよい。

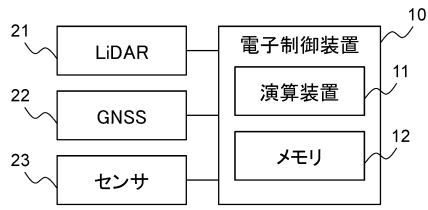
30

40

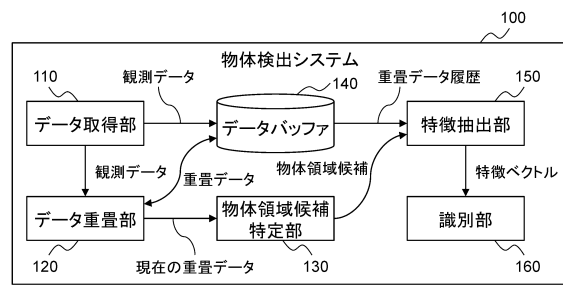
50

【図面】

【図 1】

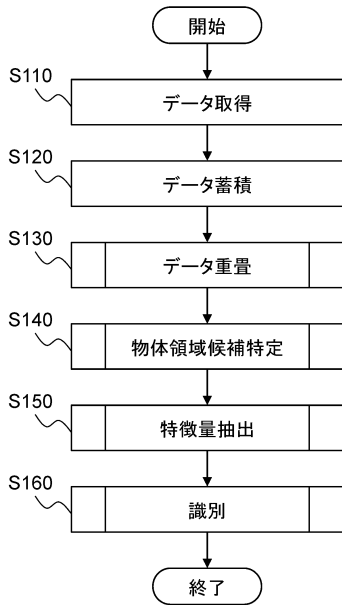


【図 2】

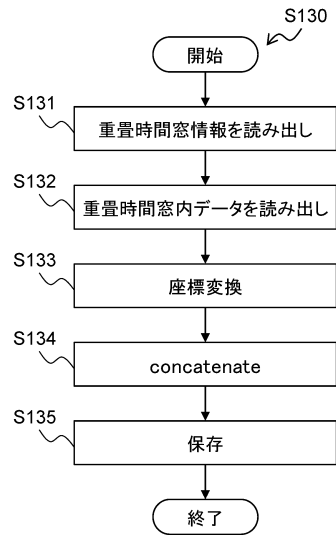


10

【図 3】



【図 4】



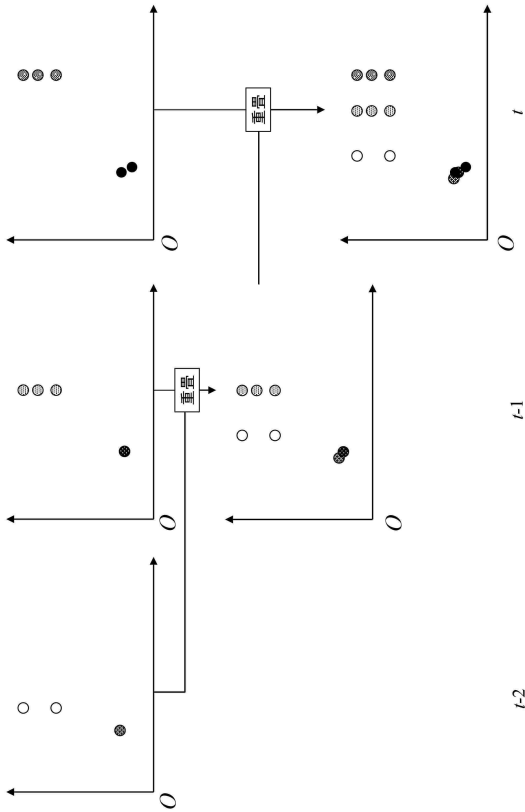
20

30

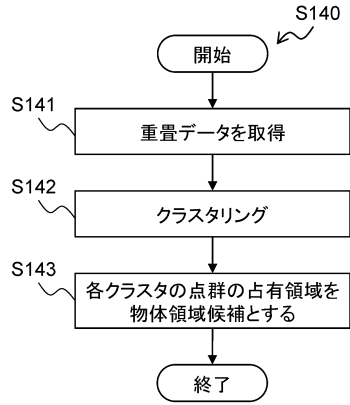
40

50

【図5】



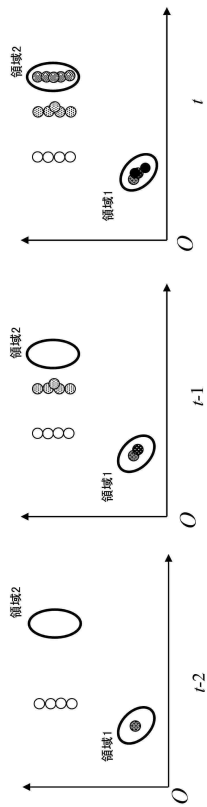
【図6】



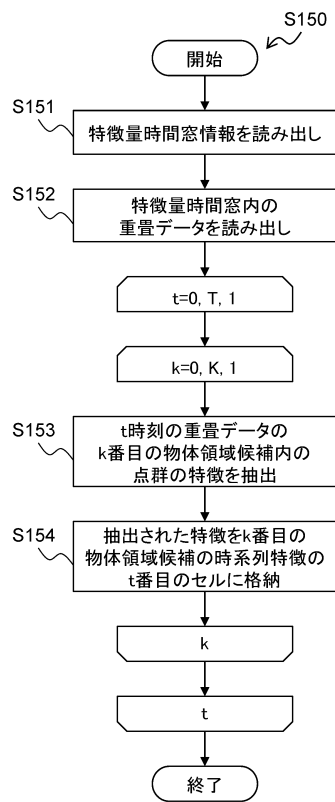
10

20

【図7】



【図8】

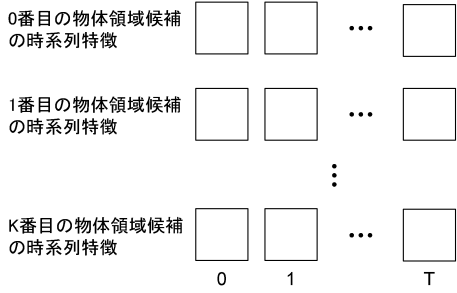


30

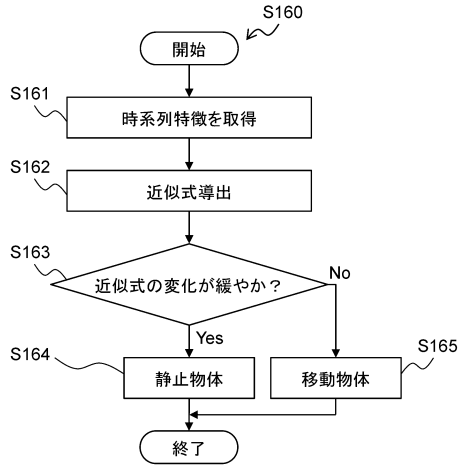
40

50

【 図 9 】

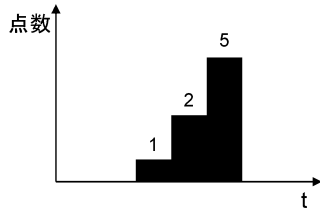


【 図 1 0 】

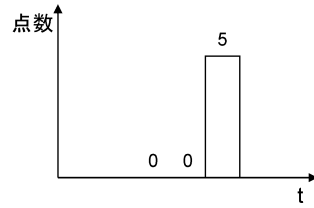


10

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



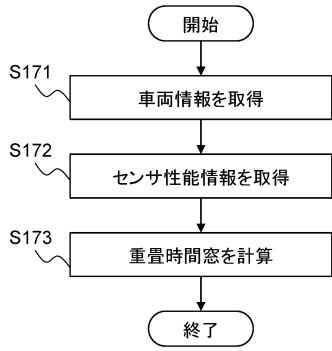
20

30

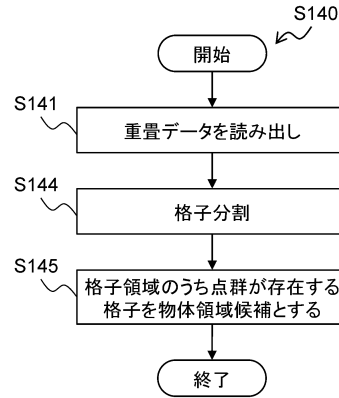
40

50

【図 1 3】

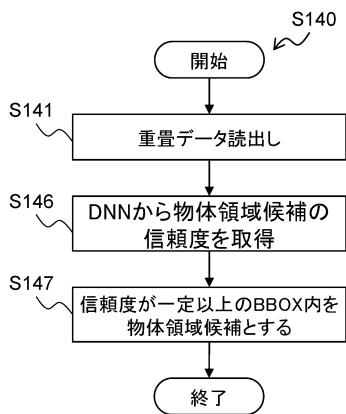


【図 1 4】

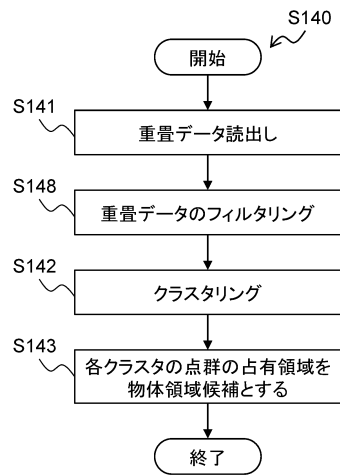


10

【図 1 5】



【図 1 6】



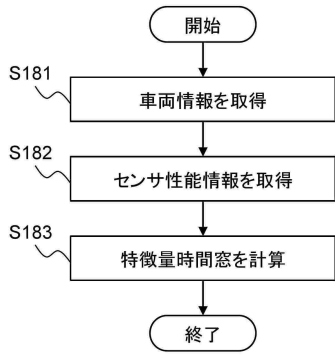
20

30

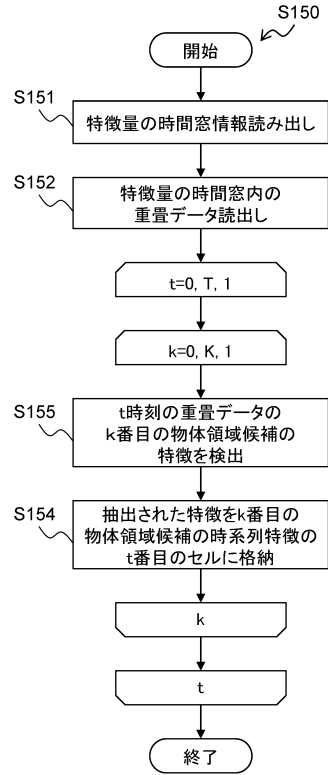
40

50

【図 17】



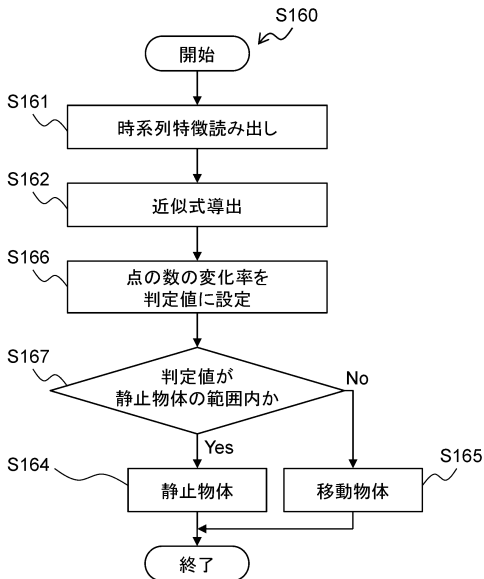
【図 18】



10

20

【図 19】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 1 0 2 2 5 6 (J P , A)
特開平 1 1 - 7 2 5 5 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 2 1 / 0 1 9 9 0 6 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
G 0 8 G 1 / 0 0 - 9 9 / 0 0