

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6557923号
(P6557923)

(45) 発行日 令和1年8月14日 (2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日 (2019.7.26)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 S 13/93 (2006.01)	GO 1 S 13/93 2 2 0
GO 1 S 13/86 (2006.01)	GO 1 S 13/86
GO 1 S 13/66 (2006.01)	GO 1 S 13/66
GO 8 G 1/16 (2006.01)	GO 8 G 1/16 C

請求項の数 8 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2015-198675 (P2015-198675)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成27年10月6日 (2015.10.6)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2017-9572 (P2017-9572A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成29年1月12日 (2017.1.12)	(74) 代理人	100105050
審査請求日	平成30年5月28日 (2018.5.28)		弁理士 鷺田 公一
(31) 優先権主張番号	特願2014-251876 (P2014-251876)	(72) 発明者	浜田 麻子
(32) 優先日	平成26年12月12日 (2014.12.12)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		ソニック株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2015-132621 (P2015-132621)	(72) 発明者	西村 洋文
(32) 優先日	平成27年7月1日 (2015.7.1)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		ソニック株式会社内
		(72) 発明者	鹿谷 真依子
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車載レーダ装置及び領域検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検知範囲に対してレーダ信号をフレーム毎に送信し、前記レーダ信号が1つ以上の物体に反射された1つ以上の反射信号を受信する送受信部と、

前記検知範囲内の各方位において、前記1つ以上の反射信号に基づいて検知される1つ以上の反射点のうち、車載レーダ装置からの距離が最も近い反射点の位置を、前記検知範囲内において前記1つ以上の物体が存在しない領域の境界候補位置として、前記フレーム毎に検出する検出部と、

前記車載レーダ装置の移動量に関する移動量データを計算する計算部と、

前記移動量データに基づいて、過去のフレームにおいて検出された前記境界候補位置を現フレームでの境界位置に変換することによって、推定された推定境界位置を生成する推定部と、

前記現フレームの前記境界候補位置と前記推定境界位置とを用いてスムージング処理し、前記検知範囲内において前記1つ以上の物体が存在しない領域との境界位置を算出するスムージング部と、

を具備し、

前記スムージング部は、

前記検知範囲内の各方位の前記境界候補位置又は前記推定境界位置に対し、予め設定された尤度重みを用いて尤度値を算出し、前記尤度値が所定の閾値以上である場合、前記境界位置が存在すると判断し、

10

20

前記検知範囲内の各方位に前記境界位置が存在する場合に、予め設定された出力値重みを用いて前記現フレームの前記境界候補位置又は前記推定境界位置の距離に重み付けし、加重平均を用いて算出した出力距離を前記境界位置として出力する、

車載レーダ装置。

【請求項 2】

前記 1 つ以上の物体は、静止物体及び移動物体を含む、

請求項 1 記載の車載レーダ装置。

【請求項 3】

前記 1 つ以上の物体は、静止物体である、

請求項 1 記載の車載レーダ装置。

【請求項 4】

前記検知範囲を撮影するカメラ部と、

前記撮影された映像のうち、物体認識に用いる画像領域を、前記境界位置に基づいて設定する領域設定部と、

前記設定された画像領域に対して、物体認識を行う物体認識部と、

を更に含む、

請求項 1 記載の車載レーダ装置。

【請求項 5】

検知範囲に対してレーダ信号をフレーム毎に送信し、前記レーダ信号が 1 つ以上の物体に反射された 1 つ以上の反射信号を受信し、

前記検知範囲内の各方位において、前記 1 つ以上の反射信号に基づいて検知される 1 つ以上の反射点のうち、車載レーダ装置からの距離が最も近い反射点の位置を、前記検知範囲内において前記 1 つ以上の物体が存在しない領域の境界候補位置として、フレーム毎に検出し、

前記車載レーダ装置の移動量に関する移動量データを計算し、

前記移動量データに基づいて、過去のフレームにおいて検出された前記境界候補位置を現フレームでの境界位置に変換することによって、推定された推定境界位置を生成し、

前記現フレームの前記境界候補位置と前記推定境界位置とを用いてスムージング処理し、前記検知範囲内において物体が存在しない領域との境界位置を算出し、

前記スムージング処理は、

前記検知範囲内の各方位の前記境界候補位置又は前記推定境界位置に対し、予め設定された尤度重みを用いて尤度値を算出し、前記尤度値が所定の閾値以上である場合、前記境界位置が存在すると判断し、

前記検知範囲内の各方位に前記境界位置が存在する場合に、予め設定された出力値重みを用いて前記現フレームの前記境界候補位置又は前記推定境界位置の距離に重み付けし、加重平均を用いて算出した出力距離を前記境界位置として出力する、

領域検出方法。

【請求項 6】

前記 1 つ以上の物体は、静止物体及び移動物体を含む、

請求項 5 記載の領域検出方法。

【請求項 7】

前記 1 つ以上の物体は、静止物体である、

請求項 5 記載の領域検出方法。

【請求項 8】

前記検知範囲を、カメラ部を用いて撮影し、

前記撮影された映像のうち、物体認識に用いる画像領域を、前記境界位置に基づいて設定し、

前記設定された画像領域に対して、物体認識を行う、

を更に含む、

請求項 5 記載の領域検出方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、車載レーダ装置及び領域検出方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、レーダ（例えば、ミリ波レーダ）によって、物体からの反射信号を受信し、車両周辺の物体を検出することにより、物体（例えば、車両又は歩行者）との衝突を防止する衝突防止システムが開発されている。

【0003】

10

特許文献1には、車両に搭載されたレーダ装置が、車両周辺の反射点を検出し、反射点を含む所定の範囲（セグメント）を1つの物体としてグルーピングする方法が開示されている。レーダ装置は、グルーピングされたセグメントを、複数のフレームに渡って追従（トラッキング）する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】特許第5206579号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

20

【0005】

しかし、強反射物体である車両に加え、弱反射物体である歩行者又は路側物が検出対象である場合、従来のレーダ装置では、不要波（例えば、グランドクラッタ）と反射物体との切り分けが難しい。従来のレーダ装置は、不要波を除去するために、反射点の検出に用いるパワー閾値レベルを、高い値に設定する必要がある。これに対して、弱反射物体の反射信号は、例えば、フェージングの影響を受け易く、レーダ装置が受信するパワーレベルは不安定である。

【0006】

このため、従来のレーダ装置は、パワー閾値レベルを高く設定することにより、検出対象である弱反射物体からの反射信号の受信パワーが閾値以下となる確率が高くなり、反射点の検出精度が劣化する。

30

【0007】

特許文献1に示す、弱反射物体の反射信号を考慮しないレーダ装置は、物体毎に反射点をグルーピングする方法を用いる場合、弱反射物体を含む物体の検出処理が不安定であるため、対処が求められる。

【0008】

また、特許文献1におけるレーダ装置は、例えば、車両のようにサイズが、ある程度、規定できる物体が検出対象である。このため、特許文献1におけるレーダ装置は、サイズ、又は、区切りが規定し難い路側物に対して、サイズ情報を用いてグルーピング処理し、追従処理する場合に、フレーム間での同一物体の同定が不安定であるため、対処が求められる。

40

【0009】

本開示の一態様の目的は、物体に対する安定した追従処理ができる車載レーダ装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0010】**

本開示の一態様に係る車載レーダ装置は、検知範囲に対してレーダ信号をフレーム毎に送信し、前記レーダ信号が1つ以上の物体に反射された1つ以上の反射信号を受信する送受信部と、前記検知範囲内の各方位において、前記1つ以上の反射信号に基づいて検知される1つ以上の反射点のうち、車載レーダ装置からの距離が最も近い反射点の位置を、前

50

記検知範囲内において前記１つ以上の物体が存在しない領域の境界候補位置として、前記フレーム毎に検出する検出部と、前記車載レーダ装置の移動量に関する移動量データを計算する計算部と、前記移動量データに基づいて、過去のフレームにおいて検出された前記境界候補位置を現フレームでの境界位置に変換することによって、推定された推定境界位置を生成する推定部と、前記現フレームの前記境界候補位置と前記推定境界位置とを用いてスムージング処理し、前記検知範囲内において前記１つ以上の物体が存在しない領域との境界位置を算出するスムージング部と、を具備し、前記スムージング部は、前記検知範囲内の各方位の前記境界候補位置又は前記推定境界位置に対し、予め設定された尤度重みを用いて尤度値を算出し、前記尤度値が所定の閾値以上である場合、前記境界位置が存在すると判断し、前記検知範囲内の各方位に前記境界位置が存在する場合に、予め設定された出力値重みを用いて前記現フレームの前記境界候補位置又は前記推定境界位置の距離に重み付けし、加重平均を用いて算出した出力距離を前記境界位置として出力する。

10

【００１１】

本開示の一態様に係る領域検出方法は、検知範囲に対してレーダ信号をフレーム毎に送信し、前記レーダ信号が１つ以上の物体に反射された１つ以上の反射信号を受信し、前記検知範囲内の各方位において、前記１つ以上の反射信号に基づいて検知される１つ以上の反射点のうち、車載レーダ装置からの距離が最も近い反射点の位置を、前記検知範囲内において前記１つ以上の物体が存在しない領域の境界候補位置として、フレーム毎に検出し、前記車載レーダ装置の移動量に関する移動量データを計算し、前記移動量データに基づいて、過去のフレームにおいて検出された前記境界候補位置を現フレームでの境界位置に変換することによって、推定された推定境界位置を生成し、前記現フレームの前記境界候補位置と前記推定境界位置とを用いてスムージング処理し、前記検知範囲内において物体が存在しない領域との境界位置を算出し、前記スムージング処理は、前記検知範囲内の各方位の前記境界候補位置又は前記推定境界位置に対し、予め設定された尤度重みを用いて尤度値を算出し、前記尤度値が所定の閾値以上である場合、前記境界位置が存在すると判断し、前記検知範囲内の各方位に前記境界位置が存在する場合に、予め設定された出力値重みを用いて前記現フレームの前記境界候補位置又は前記推定境界位置の距離に重み付けし、加重平均を用いて算出した出力距離を前記境界位置として出力する。

20

【発明の効果】

【００１２】

本開示の一態様によれば、境界候補位置のスムージング処理を用いるため、物体に対する安定した追従処理ができる。

30

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１Ａ】複数のフレームに渡って物体を追従する動作の一例を示す図

【図１Ｂ】複数のフレームに渡って物体を追従する動作の他の一例を示す図

【図２Ａ】車両周辺の物体を示す図

【図２Ｂ】クリアランス領域を示す図

【図３】本開示の実施の形態１に係るレーダ装置の構成例を示す図

【図４】本開示の実施の形態１に係る境界推定処理の一例を示す図

40

【図５】本開示の実施の形態１に係るレーダ装置の動作を示すフロー図

【図６Ａ】現フレームのレーダプロファイルを示す図

【図６Ｂ】現フレームの境界候補情報に示される境界候補位置（選択セル）を示す図

【図６Ｃ】前フレームの境界候補位置（選択セル）を示す図

【図６Ｄ】現フレームの推定境界情報に示される推定境界位置（推定セル）を示す図

【図６Ｅ】境界候補情報と推定境界情報との合成を示す図

【図６Ｆ】現フレームの境界情報を示す図

【図７Ａ】対象方位×対象境界情報のマトリクスを示す図

【図７Ｂ】有効位置リストを示す図

【図７Ｃ】ソート後の有効位置リストを示す図

50

【図 8 A】車両周辺の物体を示す図

【図 8 B】クリアランス領域を示す図

【図 9 A】本開示の実施の形態 2 に係るレーダ装置の構成例を示す図

【図 9 B】移動する車両と静止物から得られるドップラ補正值との関係を示す図

【図 10 A】現フレームのレーダプロファイルを示す図

【図 10 B】現フレームの静止物体境界候補情報に示される静止物体境界候補位置（選択セル）を示す図

【図 10 C】前フレームの静止物体境界候補位置（選択セル）を示す図

【図 10 D】現フレームの推定静止物体境界情報に示される推定境界位置（推定セル）を示す図

10

【図 10 E】静止物体境界候補情報と静止物体推定境界情報との合成を示す図

【図 10 F】現フレームの静止物体境界情報を示す図

【図 11 A】現フレームのレーダプロファイルを示す図

【図 11 B】移動物体の検出結果を示す図

【図 11 C】前フレームの静止物体境界情報を示す図

【図 12】本開示の実施の形態 3 に係る車両周辺の物体を示す図

【図 13】本開示の実施の形態 3 に係る物体認識装置の構成例を示す図

【図 14 A】ラスタキャン方法を示す図

【図 14 B】物体認識領域情報を示す図

【図 14 C】現フレームの静止物体境界情報を示す図

20

【発明を実施するための形態】

【0014】

〔本開示の一態様をするに至った経緯〕

図 1 A は、特許文献 1 において、レーダ装置が、物体（セグメント）を検出し、複数のフレームに渡って物体を追従する動作の一例を示す図である。図 1 A において、横軸はレーダ装置が測定した方位（図 1 A では正面方向から右側方向の範囲）を表し、縦軸はレーダ装置からの距離を表し、各マス目（以下、「セル」と称する）では、対応する方位及び距離の位置における反射強度（パワー）が表わされる。

【0015】

図 1 A では、まず、レーダ装置は、各フレームにおいて、所定の条件に基づいて反射点の中から代表点のセルを決定する。次いで、レーダ装置は、各代表点に対して設定されたセグメントの領域内に含まれる他の反射点をセグメントのメンバのセルとしてグルーピングする。各セグメントには、互いに異なるグループ ID が付されている。すなわち、レーダ装置は、代表点のセル及びメンバのセルを含むセグメント（ただし、メンバのセルを含まない場合もある）を 1 つの物体として検出する。

30

【0016】

図 1 A では、レーダ装置は、各フレームにおいて、前フレームにおいて検出されたセグメントと同一のセグメントに対してグループ ID を引き継ぐことにより（セグメントの対応付け）、物体を追従する。例えば、レーダ装置は、検索範囲内に、代表点が存在するかによって、同一セグメントの有無を判断する。図 1 A では、追従結果として、レーダ装置は、前フレームにおいて検出された 4 つのセグメント A ~ D のうち、3 つのセグメント A ~ C を、現フレームにおいて追従する（継続グループ：3 個）。

40

【0017】

従来のレーダ装置は、監視対象が車両であるため、強反射波を抽出すればよく、かつ、反射波の出力位置は、スパス（疎）である。また、従来のレーダ装置は、監視対象に歩行者を含まない場合、例えば、車両のサイズ、又は、車線の情報を用いることにより、同一の車両からの反射波を同一セグメントとしてグルーピングすることは比較的容易である。

【0018】

レーダ装置において、監視対象が車両及び歩行者である場合には、歩行者周辺の状況、

50

例えば、車両と歩行者との間に障害物（例えば、植え込み、ガードレール）が存在するか否によって、歩行者に対する監視重要度が異なる。このため、歩行者を監視対象に含める場合には、路側物の検出も実施する必要がある。

【 0 0 1 9 】

従来のレーダ装置の監視対象が歩行者又は路側物である場合、次のような問題が発生する。

【 0 0 2 0 】

従来のレーダ装置は、歩行者又は路側物を含む弱反射波と、例えば、グラウンドクラッタの不要波との切り分けは困難である。弱反射波の検出対象物を全て検出するめには、検出用閾値を低く設定する必要がある。このため、従来のレーダ装置は、所望の検出対象物以外に、不要波も検出する。不要波の検出は、誤検出の原因であり、レーダ装置の後段処理に負荷を強いる。このため、レーダ装置の検出結果を入力とするアプリケーションの性能低下などの不都合が発生する。検出用閾値は、過度に低く設定することは困難であり、その結果、従来のレーダ装置は、検出対象の検出が不安定になる。例えば、従来のレーダ装置は、前フレームでは検出されなかった反射点が現フレームにおいて新たに検出されるケース（又はその逆のケース）が生じ易い。

【 0 0 2 1 】

図 1 B は、複数のフレームに渡って物体を追従する動作の他の一例を示す。例えば、図 1 B は、前フレームにおいて 4 つのセグメント A ~ D が検出され、現フレームでは、前フレームの 4 つのセグメントのうち 3 つのセグメント A ~ C が再度検出され、残りのセグメント D がフレームアウトし（現フレームでは対応するセグメント無し）、かつ、新たな代表点によるセグメント E が 1 つ増加検出された状態を示す。

【 0 0 2 2 】

図 1 B では、従来のレーダ装置は、前フレームと現フレームとの間の追従処理（セグメントの対応付け）において、セグメント E の発生によって、異なるセグメント同士を、同一セグメント（同一グループ I D）として、対応付ける。

【 0 0 2 3 】

図 1 B に示す現フレームでは、前フレームにおける 3 つのセグメント A ~ C が、現フレームの 3 つのセグメント A ~ C として追従され、現フレームのセグメント E は新たなセグメントとして出力されず、前フレームのセグメント C が、現フレームのセグメント E に誤って対応付けられ、前フレームのセグメント D が、現フレームのセグメント C に誤って対応付けられ、4 つのセグメント A ~ D が追従処理の結果として出力される。

【 0 0 2 4 】

従来のレーダ装置は、物体の検出精度が不十分であるため、物体がレーダ装置の検知範囲に、入ってから出ていくまでの間に、例えば、グループ I D の付与間違い、フレームアウトしたセグメントの誤検出が発生し、物体の追従が不安定な状態である。

【 0 0 2 5 】

更に、路側物（例えば、植え込み又はガードレール）は、様々な形状、サイズが想定されるので、車両のように所定のサイズを物体の領域（セグメント領域）として規定することは困難である。

【 0 0 2 6 】

このため、特許文献 1 のように、予め蓄積した検出対象の物体のサイズ（セグメント領域）を用いて、反射点を個々の物体毎に検出する方法では、蓄積した物体のサイズと異なる物体に対してグループ I D を引き継ぐ場合に、候補となるセグメント領域が多く存在するため、グループ I D の引き継ぎ（対応付け）に間違いが発生し易く、追従処理が不安定である。

【 0 0 2 7 】

本開示に係る一態様は、かかる課題を解決するものであって、レーダによる反射物体の検出精度を向上させ、物体に対する安定した追従処理を目的とする。

【 0 0 2 8 】

(実施の形態1)

以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0029】

〔レーダ装置100の構成〕

本開示の実施の形態に係るレーダ装置100は、図2Aに示す車両に搭載される。

【0030】

レーダ装置100は、搭載された車両の周辺(例えば、前方、前側方)に存在する物体(他の車両、歩行者、路側物)を検出し、検出した情報に基づいて、車両周辺の物体(すなわち、障害物)が存在しない領域(以下、「クリアランス領域」と称する)を決定する(例えば、図2Bを参照。詳細は後述する)。なお、路側物は、例えば、ガードレール、樹木を含む。

10

【0031】

レーダ装置100は、例えば、決定したクリアランス領域の情報を、例えば、運転支援装置としての衝突防止装置(図示せず)へ提供する。なお、レーダ装置100は、クリアランス領域に加え、移動物体(例えば、車両、歩行者)を別の方法を用いて検出してもよい(図2Bを参照)。

【0032】

図3は、レーダ装置100の構成例を示すブロック図である。図3に示すレーダ装置100は、送受信部101、境界検出部102、移動量計算部103、バッファ104、境界推定部105、スムージング部106を備える。

20

【0033】

送受信部101は、ミリ波レーダを用いて生成されたレーダ信号を送信アンテナから所定の方位に対して(所定の角度毎に)送信し、各方位に存在する各物体によって反射されたレーダ信号を反射信号として受信アンテナにおいて受信する。また、送受信部101は、反射信号を用いて反射点を検知し、検知した反射点を表す反射点情報を生成する。反射点情報として、例えば、距離、方位、相対速度、反射強度を含む。送受信部101は、フレーム毎に生成した反射点情報(レーダプロファイルと称する)を境界検出部102へ出力する。

【0034】

境界検出部102は、送受信部101から入力された各フレームの反射点情報を用いて、車両周辺の物体が存在しない領域(クリアランス領域)との境界となる反射点の位置(以下、境界候補位置と呼ぶ)を検出する。

30

【0035】

境界検出部102は、レーダ装置100の検知範囲内の各方位において、反射点情報に示される反射点のうち、レーダ装置100からの距離が最も近い反射点の位置を、各方位における境界候補位置としてフレーム毎に検出する。つまり、境界検出部102は、クリアランス領域と物体が存在する領域との境界の候補を検出する。例えば、境界検出部102は、補間処理として、評価対象セル(評価対象となる反射点)の複数の周辺セルの情報をを用い、複数の周辺セル中にパワー閾値を超えるセル数の割合が一定以上あれば、評価対象セルを境界候補として検出しても良い。

40

【0036】

なお、境界候補位置は、最も近い反射点でなくてもよく、複数のフレームにおいて、平均化処理した後の反射点でもよい。

【0037】

境界検出部102は、検出した境界候補位置を示す境界候補情報をバッファ104及びスムージング部106へ出力する。なお、境界候補情報は、例えば、送受信部101のレーダ座標系によって表される。

【0038】

移動量計算部103は、例えば、センサ(図示せず)によって検知された車両の速度及び舵角の情報から算出した車両の移動量に関する車両移動データ(例えば、車速及び方位

50

）、及び、車両に搭載されたレーダ装置１００の設置情報を用いて、レーダ装置１００の移動データ（例えば、レーダ装置１００の移動速度およびレーダ装置１００の移動方位）を計算する。レーダ装置１００の移動データは、例えば、フレーム単位によって計算される。移動量計算部１０３は、レーダ装置１００の移動データ及び車両移動データを含む移動情報をバッファ１０４に出力する。

【００３９】

尚、車両移動データの算出は、車両の速度及び舵角の情報から計算される方法に限定するものではなく、ジャイロセンサ、又は、加速度センサの情報を利用して計算されても良いし、参考特許文献１の記載に基づいて、他のセンサ情報を用いずにレーダ装置１００が受信する周囲の反射波から静止物の反射波を特定して算出されてもよい（参考特許文献１： 国際公開第２０１５／０３７１７３号）。

10

【００４０】

バッファ１０４は、境界検出部１０２から入力される境界候補情報、及び、移動量計算部１０３から入力される移動情報を格納（記憶）する。なお、過去フレームは１つとは限らず複数フレーム前からの過去フレーム群であっても良く、バッファ１０４に過去フレーム群を保管する場合は、移動情報もペアリング（関連付け）し、保管する。また、バッファ１０４は、格納されている過去フレームの境界候補情報及び移動情報を境界推定部１０５へ出力する。

【００４１】

境界推定部１０５は、過去フレームの境界候補情報、及び、過去フレームから現フレームまでの車両の移動状況を表す移動情報が入力される。境界推定部１０５は、過去フレームの境界候補情報と移動情報とに基づいて、現フレームにおけるレーダ装置１００からの距離が最も近い反射点の位置を、推定境界位置として推定する。

20

【００４２】

図４に境界推定処理の一例を示す。境界推定部１０５は、過去フレームにおける境界候補位置を、過去フレームから現フレームまでのレーダ装置１００の移動情報（例えば、方位、距離）に応じて移動させた位置を計算する。そして、境界推定部１０５は、計算した位置を現フレームのレーダ座標系における位置に変換し、変換後の位置を現フレームの推定境界位置（白三角）に設定する。

【００４３】

なお、過去フレームの境界候補位置が連続的に出力され、かつ、現フレームへの変換後の位置において連続性が失われた方位（白四角）には、現フレームでも連続した境界位置として出力するために、境界推定部１０５は、例えば、線形補間の手法を用いて補間処理する。例えば、両サイド方位における距離の平均値を用いる。

30

【００４４】

また、境界推定部１０５は、過去フレームにて境界位置が存在しなかった方位（バツ印×）は、現フレームへの変換後の方位において、例えば、「値不定」の情報を付与する。同様に、境界推定部１０５は、移動情報により新たにフレームインした方位（バツ印×）においても、例えば、「値不定」の情報を付与する。

【００４５】

境界推定部１０５は、過去フレーム群を用いる場合は、過去フレームから１フレーム毎に次フレームでの推定境界位置を算出する。境界推定部１０５は、算出結果を元に次フレームの推定境界位置を算出し、現フレームでの推定境界位置を算出するまで再帰的に境界推定処理を繰り返す。これにより過去フレーム群がＮ個存在する場合は、Ｎ個の推定境界情報が出力される。

40

【００４６】

境界推定部１０５は、推定境界位置を示す１つもしくは複数の推定境界情報をスムージング部１０６に出力する。

【００４７】

スムージング部１０６は、境界検出部１０２から入力される境界候補情報（現フレーム

50

において送受信部 101 により検出された境界位置を示す情報)、及び、境界推定部 105 から入力される推定境界情報(過去フレームから推定された現フレームの境界位置を示す情報の 1 つ以上)に対してスムージング処理(合成処理)し、車両周辺の物体が存在しない領域(クリアランス領域)との境界位置を算出する。スムージング部 106 は、算出された境界位置を示す境界情報を出力する。

【0048】

スムージング部 106 は、境界候補情報及び推定境界情報の各々に示される反射点の位置(つまり、レーダ装置 100 からの距離)の平均値又は加重平均値を現フレームの境界位置として方位毎に算出してもよい。

【0049】

スムージング処理とは、例えば、スムージング部 106 が、境界候補情報及び推定境界情報各々において方位毎に境界位置の有無を求める。スムージング部 106 は、境界候補情報又は推定境界情報に対し、予め設定された尤度重みを用いて尤度値を算出し、尤度値が所定の閾値以上である場合、境界位置が存在すると判定する。

【0050】

また、スムージング部 106 は、境界候補情報及び推定境界情報各々において方位毎に境界位置が存在する場合に、予め設定された出力値重みを用いて、境界候補情報及び推定境界情報各々における境界位置の距離に重み付けし、加重平均を用いて出力距離を算出する。

【0051】

つまり、スムージング部 106 は、尤度値を用いて判定した境界位置の有無により境界位置が存在すると判定された場合に、出力距離を境界位置として出力する。

【0052】

なお、上記のスムージング部 106 の処理は一例であり、別な方法で境界位置を導いても良い。例えば、スムージング部 106 は、境界候補情報又は推定境界情報において、抽出対象である注目方位および注目方位の左右に隣接する左右方位における境界位置の距離を抽出し、抽出した距離を昇順に並び替える。スムージング部 106 は、並び替えた後、中央値となる距離を注目方位に対する境界位置の距離として出力する。詳細については、後述する。

【0053】

これにより、レーダ装置 100 は、検知範囲において各方位の境界位置を連結又は補間することによって形成される境界線(車両からの距離が最も近い反射点の位置)と、車両との間の領域を、クリアランス領域として特定する(例えば、図 2 B を参照)。

【0054】

[レーダ装置 100 の動作]

次に、上述したレーダ装置 100 の動作例について図 5 及び図 6 A ~ 図 6 F を用いて詳細に説明する。

【0055】

図 5 は、レーダ装置 100 の動作の流れを示すフロー図である。

【0056】

また、図 6 A ~ 図 6 F は、レーダ装置 100 の各構成部において得られる情報をレーダ座標系において表した図である。図 6 A ~ 図 6 F では、一例として、方位(横軸)が 10 セルであり、距離(縦軸)が 8 セルである。すなわち、図 6 A ~ 図 6 F では、送受信部 101 において反射点がセル単位に検出される。また、図 6 A ~ 図 6 F では、過去フレームの一例として、現フレームの 1 つ前のフレーム(前フレーム)が過去フレームである。

【0057】

図 5 において、ステップ(以下、単に「ST」と表す)101 では、送受信部 101 は、レーダ検知範囲(例えば、図 2 A を参照)におけるレーダプロファイルをフレーム毎に算出する。図 6 A ~ 図 6 F では、送受信部 101 は、反射強度(パワー)が所定の閾値以上である反射点が存在するセルを有力セルとして表したレーダプロファイルを生成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

ST 1 0 2では、境界検出部 1 0 2は、ST 1 0 1において生成されたレーダプロファイルに基づいて、レーダ装置 1 0 0からの距離が最も近い反射点（セル）の位置を境界候補位置として検出する。図 6 A～図 6 Fでは、境界検出部 1 0 2は、各方位において、レーダプロファイルに示される反射点（有力セル）のうち、レーダ装置 1 0 0からの距離が最も近い反射点の位置を選択セルとして検出する。境界検出部 1 0 2は、反射点が存在しない場合でも周辺セルの情報を用いて反射点（有力セル）であるかを判定しても良い。図 6 A～図 6 Fでは、境界検出部 1 0 2は、方位毎に検出した反射点（選択セル）の位置を境界候補位置として表した境界候補情報を生成する。

【 0 0 5 9 】

ST 1 0 3では、移動量計算部 1 0 3は、各種車両センサによって検知される車両の移動データ（方位、速度）からセンサ（レーダ装置の）移動データ（レーダ装置の移動方位、レーダ装置の移動速度）を計算し、レーダ装置 1 0 0の移動データを含む移動情報を生成する。

【 0 0 6 0 】

ST 1 0 4では、境界推定部 1 0 5は、過去に生成された境界候補情報及び移動情報（過去データ）がバッファ 1 0 4に格納されているか否かを判断する。過去データが無い場合（ST 1 0 4：No）、レーダ装置 1 0 0はST 1 0 8の処理に進む。ここで、過去データが無い場合とは、例えば、境界情報の初回計算時である。

【 0 0 6 1 】

過去データが有る場合（ST 1 0 4：Yes）、ST 1 0 5では、境界推定部 1 0 5は、バッファ 1 0 4から過去データとして1つもしくは複数の過去フレームの境界候補情報、及び、過去フレーム毎に対応する移動情報を入力する。

【 0 0 6 2 】

ST 1 0 6では、境界推定部 1 0 5は、ST 1 0 5において入力した過去データを用いて、過去フレームの境界候補位置（選択セル）を、現フレームの座標系（カレント座標系）の位置（推定セル）に変換する。境界推定部 1 0 5は、変換後の結果において、同方位に複数の位置が存在する場合には、レーダ装置 1 0 0からの距離が最も近い反射点の位置を推定境界位置として推定する。境界推定部 1 0 5は、過去フレームにおいて境界位置が連続的に出力されていた場合は、現フレームへの変換後も、過去フレームとの関係性を担保するために、例えば、補間処理を施してもよい。

【 0 0 6 3 】

具体的には、境界推定部 1 0 5は、前フレームの境界候補情報に示される境界候補位置（選択セル）を、移動情報に示される車両の移動状況に従って移動させ、移動後の反射点の位置を推定境界位置（推定セル）に設定する。例えば、図 6 A～図 6 Fでは、移動情報において、前フレームから現フレームにかけて、車両が正面方向に1セル分、近づいたレーダプロファイルである。境界推定部 1 0 5は、前フレームの境界候補位置（選択セル）を、1セル分、正面方向に近づいた位置を推定境界位置（推定セル）として設定する。

【 0 0 6 4 】

図 6 Aは、現フレームのレーダプロファイルを示す図であり、図 6 Bは、現フレームの境界候補情報に示される境界候補位置（選択セル）を示す図であり、図 6 Cは、前フレームの境界候補位置（選択セル）を示す図であり、図 6 Dは、現フレームの推定境界情報に示される推定境界位置（推定セル）を示す図であり、図 6 Eは、境界候補情報と推定境界情報との合成を示す図であり、図 6 Fは、現フレームの境界情報を示す図である。

【 0 0 6 5 】

ST 1 0 7では、スムージング部 1 0 6は、ST 1 0 2において得られた現フレームの境界候補情報に示される境界候補位置（図 6 B）と、ST 1 0 6において得られた推定境界情報に示される推定境界位置（図 6 D）とに対してスムージング処理する（図 6 E）。つまり、スムージング部 1 0 6では、境界候補情報と推定境界情報とが合成される。スムージング部 1 0 6は、現フレームにおいて検出された境界候補位置と、前フレームにおい

10

20

30

40

50

て検出された境界候補位置から推定された推定境界位置との間（つまり、フレーム間の境界候補位置）についてスムージング処理する。

【 0 0 6 6 】

例えば、スムージング部 1 0 6 は、各方位において、現フレームの境界候補位置と、推定境界位置とが同一位置である場合には、当該位置を現フレームの境界位置に設定する。また、スムージング部 1 0 6 は、各方位において、現フレームの境界候補位置と、推定境界位置とが異なる場合には、これらの位置に対応する距離に対する、例えば、平均又は加重平均のスムージング処理を施し、処理結果に対応する位置を現フレームの境界位置に設定する（図 6 F）。

【 0 0 6 7 】

推定境界位置が 1 つ以上ある場合は、スムージング部 1 0 6 は、例えば、境界位置の存在の有無、又は、出力距離を、境界候補位置を含む各情報に重み付け処理することで、出力判定を行っても良い（処理の一例としては、尤度値を用いて求める方法である）。

【 0 0 6 8 】

また、スムージング部 1 0 6 は、図 6 A ~ 図 6 F において示した境界位置から出力距離を決める以外にも、周辺方位の境界位置から出力位置を求めても良い。

【 0 0 6 9 】

スムージング部 1 0 6 は、注目方位及び隣接する左右方位における距離を、現フレームの境界候補情報と過去フレームの推定境界情報とから抽出し、リストに格納（記憶）する。スムージング部 1 0 6 は、格納後のリストを昇順に並び替えた後、リストの中央値を注目方位に対する境界位置の距離として出力する。なお、全ての方位で、上記の処理を繰り返す。

【 0 0 7 0 】

図 7 A ~ 図 7 C に処理イメージを示す。図 7 A では、注目方位 に隣接する左右 ± 2 方位の範囲を対象方位とし、推定境界情報は過去 4 フレーム分を用いる。図 7 A では、スムージング部 1 0 6 は、対象方位 \times 対象境界情報（現フレームの境界候補情報及び過去フレームの推定境界情報）のマトリクスにおいて距離を抽出する。「不定」となっている要素は、境界検出部 1 0 2、又は、境界推定部 1 0 5 での処理の結果、距離が定まらなかった要素である。

【 0 0 7 1 】

図 7 A に示すマトリクスの中で、スムージング部 1 0 6 は、「不定」位置を除く有効位置を抽出し、図 7 B に示す有効位置リストを生成し、図 7 C において、有効位置リストを昇順に並び替える。図 7 C において、並び替え後のリストでの中央値(median value)は、「55」となり、「55」が注目方位 に対する境界位置の距離となる。

【 0 0 7 2 】

スムージング部 1 0 6 により出力された現フレームの境界位置（出力セル）よりも車両側の領域を、車両周辺の物体が存在しない領域（クリアランス領域）と、見做してもよい（図 6 A ~ 図 6 F を参照）。

【 0 0 7 3 】

S T 1 0 8 では、スムージング部 1 0 6 は、過去データが有る場合（S T 1 0 4 : Y e s）には S T 1 0 7 において算出された現フレームの境界位置を示す境界情報を出力し、過去データが無い場合（S T 1 0 4 : N o）には S T 1 0 2 において算出した境界候補情報を、現フレームの境界情報として出力する。

【 0 0 7 4 】

なお、境界情報は、境界位置を示す情報に限らず、クリアランス領域を示す情報であってもよい。

【 0 0 7 5 】

S T 1 0 9 では、レーダ装置 1 0 0 は、境界情報の出力処理を継続するか否かを判断する。境界情報の出力処理を継続する場合（S T 1 0 9 : Y e s）、レーダ装置 1 0 0 は、S T 1 0 1 の処理に戻り、境界情報の出力処理を継続しない場合（S T 1 0 9 : N o）、

10

20

30

40

50

レーダ装置 100 は、処理を終了する。

【0076】

レーダ装置 100 は、現フレームにおいて送受信部 101 によって検出された境界候補位置に加え、過去のフレームにおいて検出されている境界候補位置から推定される現フレームの推定境界位置を用いて、クリアランス領域と物体が存在する領域との境界位置を決定する。

【0077】

従来のレーダ装置において、例えば、歩行者又は路側物による弱反射波も検知対象とする場合には（図 2 A を参照）、弱反射波を検出するための閾値を若干高く設定するため、レーダ装置による反射波の検出精度が不十分である。例えば、レーダ装置による検出の有無がフレーム間において、ばらつく不安定な物体が存在する。

10

【0078】

しかし、本実施の形態のレーダ装置 100 は、周辺セルを用いた同一フレーム内での有力セル判定する、又は、複数のフレームを用いて送受信部 101 により検出された反射点の位置を推定することで、上記クリアランス領域との境界位置を検出できる。つまり、レーダ装置 100 は、現フレームでの送受信部 101 による反射波の検出精度の低下を、現在、少なくとも 1 つ以上の過去のフレームによる検出結果（境界候補情報）を用いて補う。

【0079】

よって、本実施の形態によれば、各フレームでの送受信部 101 による反射点の検出精度が低下する場合でも、クリアランス領域と物体が存在する領域との境界位置を精度良く検出できる。

20

【0080】

更に、本実施の形態によれば、レーダ装置 100 は、車両周辺の物体が存在しないクリアランス領域と物体が存在する領域との境界位置を検出し、クリアランス領域を特定する（図 6 A ~ 図 6 F を参照）。すなわち、レーダ装置 100 は、特許文献 1（例えば、図 2 A 及び図 2 B を参照）のように複数の領域（セグメント）を出力するのではなく、検出結果として、一まとまりの領域を出力する（図 6 F を参照）。つまり、レーダ装置 100 は、フレーム間での同一物体の同定を省略し、境界候補位置のスムージング処理を用いる。

【0081】

30

レーダ装置 100 が搭載された車両周辺の一連の物体（例えば、他の車両、歩行者、路側物）を連続する物体として一まとまりによって扱うことにより、レーダ装置 100 は、各物体がレーダ装置 100 の検知範囲に入ってから出ていくまでの間に未検出となる物体、又は、異なる物体（異なる ID）として検出される物体として、誤判断することを抑制できる。

【0082】

例えば、送受信部 101 による検出結果がフレーム間でばらつき、不安定な検出結果となる物体であっても、レーダ装置 100 は、精度良く検出される境界位置（図 6 A ~ 図 6 F に示す出力セル）を補間することにより、不安定な検出結果の物体に起因する影響を抑え、クリアランス領域を安定して特定できる。

40

【0083】

本実施の形態によれば、レーダ装置 100 は、路側物（例えば、植え込み又はガードレール）のように様々な形状又はサイズが想定される物体が検出対象であっても、複数のフレームに渡って物体検出及び物体を安定して追従できる。

【0084】

以上より、本実施の形態によれば、レーダ装置 100 は、物体に対する追従を安定して処理でき、クリアランス領域の検出性能を向上できるので、レーダ装置 100 の後段に備えられる、例えば、衝突防止装置の運転支援装置（図示せず）でのシステム精度及び応答性を改善できる。

【0085】

50

なお、上記実施の形態では、バッファ 104 において、過去の境界候補情報を過去データとして格納する場合について説明したが、バッファ 104 において過去の境界情報（つまり、スムージング部 106 の出力）を過去データとして格納してもよい。

【0086】

（実施の形態 2）

実施の形態 1 は、静止物体及び移動物体の存在しない領域をクリアランス領域として抽出したが、本実施の形態は、静止物体の存在しない領域を静止物体クリアランス領域として抽出する。

【0087】

[レーダ装置 200 の構成]

本開示の実施の形態に係るレーダ装置 200 は、図 8 A に示す車両に搭載される。

【0088】

レーダ装置 200 は、搭載された車両の周辺（例えば、前方、前側方）に存在する物体（他の車両、歩行者、路側物）を検出し、検出した情報に基づいて、車両周辺の静止物体が存在しない領域（以下、「静止物体クリアランス領域」と称する）を決定する（例えば、図 8 B を参照。詳細は後述する）。なお、路側物は、例えば、ガードレール、樹木を含む。

【0089】

レーダ装置 200 は、例えば、決定した静止物体クリアランス領域の情報を、例えば、運転支援装置としての衝突防止装置（図示せず）へ提供する。なお、レーダ装置 200 は、静止物体クリアランス領域に加え、移動物体（例えば、車両、歩行者）を別の方法を用いて検出してもよい（図 8 B を参照）。

【0090】

図 9 A は、レーダ装置 200 の構成例を示すブロック図である。図 9 A に示すレーダ装置 200 は、送受信部 101、静止物体抽出部 201、静止物体境界検出部 202、移動量計算部 103、バッファ 104、境界推定部 105、スムージング部 106 を備える。静止物体抽出部 201、静止物体境界検出部 202 以外は、実施の形態 1 で説明済みである内容については説明を省略する。

【0091】

静止物体抽出部 201 は、送受信部 101 から入力された各フレームの反射点情報（ドップラ値）と移動量計算部 103 から入力されたレーダ装置 200 の移動データである移動方位、移動速度を用いて、静止物体を抽出する。

【0092】

ここで、静止物体の抽出方法について、図 9 B を用いて一例を説明する。図 9 B は、移動する車両と静止物から得られるドップラ補正值との関係を示す図である。

【0093】

θ_s は、車両の移動方向（センサ移動方位）であり、第 1 象限を正の方向（図 9 B 上の右上方）に移動する。 V_s は、車両の移動速度（センサ速度）であり、 X_s はレーダ装置 200（センサ）の正面方向を示し、 θ は静止物の位置する方位を示し、図 9 B では第 1 象限に静止物が存在する。

【0094】

なお、方位 θ に位置する静止物を観測するための計算式（方位 θ のドップラ補正值）は、センサ移動速度 V_s 、センサ移動方位 θ_s と静止物の方向 θ で規定される角度 $(\theta - \theta_s)$ を用いて数式（1）のように計算できる。

$$D_{\text{Offset}}(\theta) [\text{km/h}] = V_s \cos(\theta - \theta_s) \quad (1)$$

【0095】

静止物体抽出部 201 は、レーダ装置 200 によって測定された各フレーム及び各方位の反射点を持つドップラ値が、数式（1）に基づいて算出されたドップラ補正值にマージン分を加味した範囲に含まれるかどうかを判断し、含まれる場合は静止物体として抽出し

10

20

30

40

50

、静止物体境界検出部 202 に出力する。

【0096】

静止物体境界検出部 202 は、車両周辺の静止物体が存在しない領域（静止物体クリアランス領域）との境界となる反射点の位置（以下、静止物体境界候補位置と呼ぶ）を検出する。

【0097】

静止物体境界検出部 202 は、レーダ装置 200 の検知範囲内の各方位において、反射点情報に示される反射点のうち、静止物体抽出部 201 が抽出した静止物体のうち、レーダ装置 200 からの距離が最も近い反射点の位置を、各方位における静止物体境界候補位置としてフレーム毎に検出する。

10

【0098】

つまり、静止物体境界検出部 202 は、静止物体クリアランス領域と静止物体が存在する領域との境界の候補を検出する。例えば、静止物体境界検出部 202 は、補間処理として、評価対象セル（評価対象となる反射点）の複数の周辺セルの情報を用い、複数の周辺セル中にパワー閾値を超えるセル数の割合が一定以上あれば、評価対象セルを静止物体境界候補として検出しても良い。

【0099】

なお、静止物体境界候補位置は、静止物体で最も近い反射点でなくてもよく、複数のフレームにおいて、平均化処理した後の反射点でもよい。

【0100】

20

静止物体境界検出部 202 は、検出した静止物体境界候補位置を示す静止物体境界候補情報をバッファ 104 及びスムージング部 106 へ出力する。なお、静止物体境界候補情報は、例えば、送受信部 101 のレーダ座標系によって表される。

【0101】

バッファ 104 は、静止物体境界検出部 202 から入力される静止物体境界候補情報、及び、移動量計算部 103 から入力される移動情報を格納（記憶）する。なお、過去フレームは 1 つとは限らず複数フレーム前からの過去フレーム群であっても良く、バッファ 104 に過去フレーム群を保管する場合は、移動情報もペアリング（関連付け）し、保管する。また、バッファ 104 は、格納されている過去フレームの静止物体境界候補情報及び移動情報を境界推定部 105 へ出力する。

30

【0102】

境界推定部 105 は、過去フレームの静止物体境界候補情報、及び、過去フレームから現フレームまでの車両の移動状況を表す移動情報が入力される。境界推定部 105 は、過去フレームの静止物体境界候補情報と移動情報とに基づいて、現フレームにおけるレーダ装置 200 から、静止物体であり、かつ距離が最も近い反射点の位置を、推定静止物体境界位置として推定する。

【0103】

境界推定部 105 は、推定静止物体境界位置を示す 1 つもしくは複数の推定静止物体境界情報をスムージング部 106 に出力する。

【0104】

40

スムージング部 106 は、静止物体境界検出部 202 から入力される静止物体境界候補情報（現フレームにおいて送受信部 101 により検出された境界位置を示す情報）、及び、境界推定部 105 から入力される推定静止物体境界情報（過去フレームから推定された現フレームの静止物体境界位置を示す情報の 1 つ以上）に対してスムージング処理（合成処理）し、車両周辺の静止物体が存在しない領域（静止物体クリアランス領域）との境界位置を算出する。スムージング部 106 は、算出された境界位置を示す静止物体境界情報を出力する。

【0105】

これにより、レーダ装置 200 は、検知範囲において各方位の静止物体境界位置を連結又は補間することによって形成される境界線（車両からの距離が最も近い静止物体からの

50

反射点の位置)と、車両との間の領域を、静止物体クリアランス領域として特定する(例えば、図8Bを参照)。

【0106】

〔レーダ装置200の動作〕

次に、上述したレーダ装置200の動作例について図10A～図10Fを用いて詳細に説明する。

【0107】

図10A～図10Fは、レーダ装置200の各構成部において得られる情報をレーダ座標系において表した図である。図6A～図6F同様、一例として、方位(横軸)が10セルであり、距離(縦軸)が8セルである。すなわち、図10A～図10Fでは、送受信部101において反射点がセル毎に検出される。また、図10A～図10Fでは、過去フレームの一例として、現フレームの1つ前のフレーム(前フレーム)を過去フレームとした。

10

【0108】

図10Aは、現フレームのレーダプロファイルを示す図であり、図10Bは、現フレームの静止物体境界候補情報に示される境界候補位置(選択セル)を示す図であり、図10Cは、前フレームの静止物体境界候補位置(選択セル)を示す図であり、図10Dは、現フレームの推定静止物体境界情報に示される推定静止物体境界位置(推定セル)を示す図であり、図10Eは、静止物体境界候補情報と推定静止物体境界情報との合成を示す図であり、図10Fは、現フレームの静止物体境界情報を示す図である。

20

【0109】

図10A～図10Fでは、送受信部101は、反射強度(パワー)が所定の閾値以上である反射点が存在するセルを有力セルとして表したレーダプロファイルを生成する。

【0110】

静止物体抽出部201は、レーダプロファイルの中から図9Bに示したドップラ補正值を用いて静止物体を抽出し、静止物体境界検出部202は静止物体抽出部201が抽出した静止物体の反射点のうちレーダ装置200からの距離が最も近い反射点(セル)の位置を静止物体境界候補位置として検出する。

【0111】

図10A～図10Fでは、静止物体境界検出部202は、反射点が存在しない場合でも周辺セルの情報を用いて反射点(有力セル)であるかを判定しても良い。図10A～図10Fでは、静止物体抽出部201は、方位毎に検出した反射点(選択セル)の位置から静止物体の位置を抽出し(図10B)、静止物体境界検出部202はそこから静止物体境界候補位置として表した静止物体境界候補情報を生成する。

30

【0112】

なお、移動物は、例えば図9Bを用いて説明した静止物体抽出部201において、静止物体ではない物体、つまり、設定した閾値以上のドップラ速度と判定された物体である。

【0113】

境界推定部105は、過去に生成された静止物体境界候補情報及び移動情報(過去データ)がバッファ104に格納されているか否かを判断する。なお、過去データが無い場合とは、例えば、境界情報の初回計算時である。

40

【0114】

過去データが有る場合、境界推定部105は、バッファ104から過去データとして1つもしくは複数の過去フレームの静止物体境界候補情報、及び、過去フレーム毎に対応する移動情報を入力する。

【0115】

境界推定部105は、過去データを用いて、過去フレームの静止物体境界候補位置(選択セル)を、現フレームの座標系(カレント座標系)の位置(推定セル)に変換する(図10C)。境界推定部105は、変換後の結果において、同方位に複数の位置が存在する場合には、レーダ装置200からの距離が最も近い静止物体からの反射点の位置を推定静

50

止物体境界位置として推定する（図１０Ｄ）。境界推定部１０５は、過去フレームにおいて境界位置が連続的に出力されていた場合は、現フレームへの変換後も、過去フレームとの関係性を担保するために、例えば、補間処理を施してもよい。

【０１１６】

具体的には、境界推定部１０５は、前フレームの静止物体境界候補情報に示される境界候補位置（選択セル：図１０Ｃ）を、移動情報に示される車両の移動状況に従って移動させ、移動後の反射点の位置を推定静止物体境界位置（推定セル：図１０Ｄ）に設定する。例えば、図１０Ａ～図１０Ｆでは、移動情報において、前フレームから現フレームにかけて、車両が正面方向に１セル分、近づいたレーダプロファイルである。境界推定部１０５は、前フレームの静止物体境界候補位置（選択セル）を、１セル分、正面方向に近づいた位置を推定静止物体境界位置（推定セル）として設定する。

10

【０１１７】

スムージング部１０６は、現フレームの静止物体境界候補情報に示される静止物体境界候補位置（図１０Ｂ）と、推定静止物体境界情報に示される推定静止物体境界位置（図１０Ｄ）とに対してスムージング処理する（図１０Ｅ）。

【０１１８】

実施の形態１と異なり、図１０Ｂに示すように、静止物体よりも近い距離に移動物体が存在する場合には、静止物体までの距離に基づき、静止物体境界候補位置が出力される。スムージング部１０６では、静止物体境界候補情報と推定静止物体境界情報とが合成される。

20

【０１１９】

スムージング部１０６は、現フレームにおいて検出された静止物体境界候補位置と、前フレームにおいて検出された静止物体境界候補位置から推定された推定静止物体境界位置との間（つまり、フレーム間の静止物体境界候補位置）についてスムージング処理する。

【０１２０】

例えば、スムージング部１０６は、各方位において、現フレームの静止物体境界候補位置と、推定静止物体境界位置とが同一位置である場合には、当該位置を現フレームの静止物体境界位置に設定する。また、スムージング部１０６は、各方位において、現フレームの静止物体境界候補位置と、推定静止物体境界位置とが異なる場合には、これらの位置に対応する距離に対する、例えば、平均又は加重平均のスムージング処理を施し、処理結果に対応する位置を現フレームの静止物体境界位置に設定する（図１０Ｆ）。

30

【０１２１】

本実施の形態によれば、レーダ装置２００は、路側物（例えば、植え込み又はガードレール）のように様々な形状又はサイズが想定される静止物体が検出対象であっても、複数のフレームに渡って静止物体検出及び静止物体を安定して追従できる。

【０１２２】

なお、図１１Ａに示された現フレームのレーダプロファイルのうち、図１１Ｂに示す図示しない移動物体検出部により検出された移動物体の検出結果を、図１０Ｆに示す現フレームの静止物体境界位置と合わせることで、静止物体境界よりもレーダ装置２００に近い領域を移動する物体（例えば歩行者）の検出性能を向上できるので（図１１Ｃ）、レーダ装置２００の後段に備えられる、例えば、衝突防止装置の運転支援装置（図示せず）でのシステム精度及び応答性を改善できる。

40

【０１２３】

（実施の形態３）

本実施の形態は、実施の形態１、実施の形態２におけるレーダ装置に、カメラ装置を追加した物体認識装置（車載レーダ装置）について説明する。

【０１２４】

[物体認識装置３００の構成]

本開示の実施の形態に係る物体認識装置３００は、図１２に示す車両に搭載される。

【０１２５】

50

物体認識装置 300 に搭載されたレーダは、実施の形態 2 と同様に、搭載された車両の周辺（例えば、前方、前側方）に存在する物体（他の車両、歩行者、路側物）を検出し、検出した情報に基づいて、車両周辺の静止物体が存在しない領域（以下、「静止物体クリアランス領域」と称する）を決定する（例えば、図 8 B を参照）。なお、路側物は、例えば、ガードレール、樹木を含む。

【0126】

物体認識装置 300 に搭載されたカメラは、搭載された車両の周辺（例えば、前方、前側方）に存在する物体（他の車両、歩行者、路側物）を知覚し、知覚した情報に基づいて、車両周辺の物体を検出、認識する。

【0127】

図 12 に示すように、レーダの検知範囲とカメラの視野（知覚）範囲を重複させ、各々の検知や知覚結果を融合させることにより、物体の検知や認識精度を高めることができることが知られており、フュージョン方式と呼ばれる。

【0128】

図 13 は、物体認識装置 300 の構成例を示すブロック図である。カメラ受信部 301、物体認識部 302、物体認識領域設定部 303 以外は、実施の形態 1 または実施の形態 2 で説明済みである内容については説明を省略する。

【0129】

カメラ受信部 301 は、受光信号（輝度情報/画像情報とも呼ばれる）を一定の間隔（例えば 20 回/秒）で物体認識領域設定部 303 へ出力する。

【0130】

物体認識領域設定部 303 は、カメラ受信部 301 からの画像情報、スムージング部 106 からの現フレームの静止物体境界位置に基づき、物体認識領域を設定し、物体認識部 302 に出力する。詳細は、以下で図 14 A ~ 図 14 C を用いて説明する。

【0131】

物体認識部 302 は、物体認識領域設定部 303 から出力された物体認識領域の範囲で物体の検出及び認識を行う。画像のパターン認識は、下記参照文献に開示されているように、複数の Positive（検出対象）サンプルと、複数の Negative（非検出対象）サンプルを含む学習画像 DB（Database）を用い、統計的な学習計算により識別器を作成する（図示なし）。画像中から歩行者を認識するには、検出対象領域画像を拡大/縮小し、サンプルサイズの窓毎にラスタスキャンし、識別処理を繰り返し行うことができる。

【0132】

[参照文献]

西村他、オートモティブ分野向け画像センシング技術の開発、パナソニックテクニカルジャーナル、Oct. 2011 P. 64

【0133】

図 14 A は、ラスタスキャン方式について説明したものである。検出対象領域画像に対し、全てのセルを対象に、識別処理を行う。図 14 A に示すように、最遠かつ正面（図 14 A の左上）のセルから最近かつ右のセル（図 14 A の右下）まで、全セルについて識別処理を行う。このため、演算量が多く、ハードウェア負荷や処理遅延として対応が求められている。

【0134】

図 14 B は、本実施の形態における物体認識領域（スキャン対象出力セル）の一例について示した図である。現フレームの静止物体境界情報（図 14 C）を元に、出力セルの周辺セル、例えば、出力セルから距離軸方向にそれぞれ 1 セルまでを、識別処理の対象（物体認識領域情報）とする。なお、周辺セルは、1 セルに限定されない。これにより、認識処理の演算量の課題を軽減でき、ハードウェアの小型化や高速処理が可能となる。

【0135】

また、静止物体境界付近から飛び出してくる移動物（車両、自転車、人、又は、動物）

10

20

30

40

50

を検出することは、交通事故やヒヤリハット（インシデント）とも親和性が高く、交通事故削減や軽減に効果的である。

【 0 1 3 6 】

以上より、本実施の形態による物体認識装置 3 0 0 は、衝突可能性の高い移動物に対し検出性能を向上できるので、物体認識装置 3 0 0 の後段に備えられる、例えば、衝突防止装置の運転支援装置（図示せず）でのシステム精度及び応答性を改善できる。

【 0 1 3 7 】

なお、本実施の形態では、静止物体境界情報（図 1 4 C）を用いて説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、実施の形態 1 の図 6 F で説明した現フレームの境界情報を用いても同様に実施できる。

【 0 1 3 8 】

また、レーダ装置 1 0 0 は、図示しないが、例えば、C P U（Central Processing Unit）、制御プログラムを格納した R O M（Read Only Memory）等の記憶媒体、および R A M（Random Access Memory）等の作業用メモリを有する。この場合、上記した各部の機能は、C P U が制御プログラムを実行することにより実現される。但し、レーダ装置 1 0 0 のハードウェア構成は、かかる例に限定されない。例えば、レーダ装置 1 0 0 の各機能部は、集積回路である I C（Integrated Circuit）として実現されてもよい。各機能部は、個別に 1 チップ化されてもよいし、各機能部の一部または全部を含むように 1 チップ化されてもよい。

【 0 1 3 9 】

本開示に係る実施形態の種々の態様として、以下のものが含まれる。

【 0 1 4 0 】

第 1 の開示に係る車載レーダ装置は、所定の検知範囲に対してレーダ信号をフレーム毎に送信し、前記レーダ信号が物体に反射された反射信号を受信する送受信部と、前記所定の検知範囲内の各方位において、前記反射信号を用いて検知される反射点のうち、車載レーダ装置からの距離が近い反射点の位置を、前記所定の検知範囲内において物体が存在しない領域の境界候補位置として、前記フレーム毎に検出する検出部と、前記車載レーダ装置の移動量に関する移動量データを計算する計算部と、前記移動量データに基づいて、過去のフレームにおいて検出された前記境界候補位置を現フレームでの境界位置に変換し、前記車載レーダ装置からの距離が近い反射点の位置を、推定境界位置として推定する推定部と、前記現フレームの前記境界候補位置と前記推定境界位置とを用いてスムージング処理し、前記所定の検知範囲内において物体が存在しない領域との境界位置を算出するスムージング部と、を具備する。

【 0 1 4 1 】

第 2 の開示に係る車載レーダ装置は、上記第 1 の開示の車載レーダ装置であって、前記スムージング部は、前記所定の検知範囲内の各方位の前記境界候補位置又は前記推定境界位置に対し、予め設定された尤度重みを用いて尤度値を算出し、尤度値が所定の閾値以上である場合、境界位置が存在すると判断し、前記所定の検知範囲内の各方位に境界位置が存在する場合に、予め設定された出力値重みを用いて境界位置の距離に重み付けし、加重平均を用いて算出した出力距離を境界位置として出力する。

【 0 1 4 2 】

第 3 の開示に係る領域検出方法は、所定の検知範囲に対してレーダ信号をフレーム毎に送信し、前記レーダ信号が物体に反射された反射信号を受信する車載レーダ装置における領域検出方法であって、前記所定の検知範囲内の各方位において、前記反射信号を用いて検知される反射点のうち、前記車載レーダ装置からの距離が近い反射点の位置を、前記所定の検知範囲内において物体が存在しない領域の境界候補位置として、フレーム毎に検出し、前記車載レーダ装置の移動量に関する移動量データを計算し、前記移動量データに基づいて、過去のフレームにおいて検出された前記境界候補位置を現フレームでの境界位置に変換し、前記車載レーダ装置からの距離が近い反射点の位置を、推定境界位置として推定し、前記現フレームの前記境界候補位置と前記推定境界位置とを用いてスムージング処

10

20

30

40

50

理し、前記所定の検知範囲内において物体が存在しない領域との境界位置を算出する。

【0143】

第4の開示に係る領域検出方法は、上記第3の開示の領域検出方法であって、前記スムージング処理は、前記所定の検知範囲内の各方位の前記境界候補位置又は前記推定境界位置に対し、予め設定された尤度重みを用いて尤度値を算出し、尤度値が所定の閾値以上である場合、境界位置が存在すると判断し、前記所定の検知範囲内の各方位に境界位置が存在する場合に、予め設定された出力値重みを用いて境界位置の距離に重み付けし、加重平均を用いて算出した出力距離を境界位置として出力する。

【0144】

以上、図面を参照しながら各種の実施形態について説明したが、本開示はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。また、開示の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

【0145】

上記各実施形態では、本開示はハードウェアを用いて構成する例にとって説明したが、本開示はハードウェアとの連携においてソフトウェアでも実現することも可能である。

【0146】

また、上記各実施形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には、入力端子及び出力端子を有する集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように1チップ化されてもよい。ここでは、LSIとしたが、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

【0147】

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサを用いて実現してもよい。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)、LSI内部の回路セルの接続又は設定を再構成可能なリプログラマブルプロセッサ(Reconfigurable Processor)を利用してもよい。

【0148】

さらには、半導体技術の進歩又は派生する別技術により、LSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックを集積化してもよい。バイオ技術の適用等が可能性としてありえる。

【産業上の利用可能性】

【0149】

本開示の一態様は、車両に搭載されるレーダ装置として好適である。

【符号の説明】

【0150】

- 100、200 レーダ装置
- 101 送受信部
- 102 境界検出部
- 103 移動量計算部
- 104 バッファ
- 105 境界推定部
- 106 スムージング部
- 201 静止物体抽出部
- 202 静止物体境界検出部
- 300 物体認識装置
- 301 カメラ受信部
- 302 物体認識部
- 303 物体認識領域設定部

10

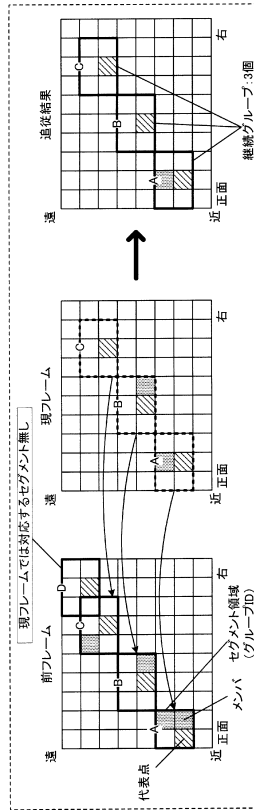
20

30

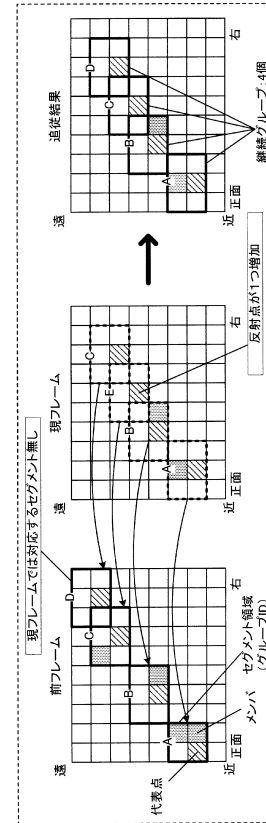
40

50

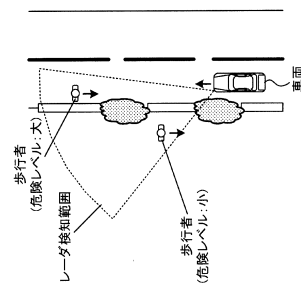
【図 1 A】



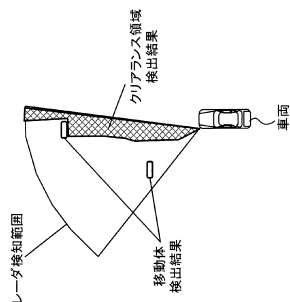
【図 1 B】



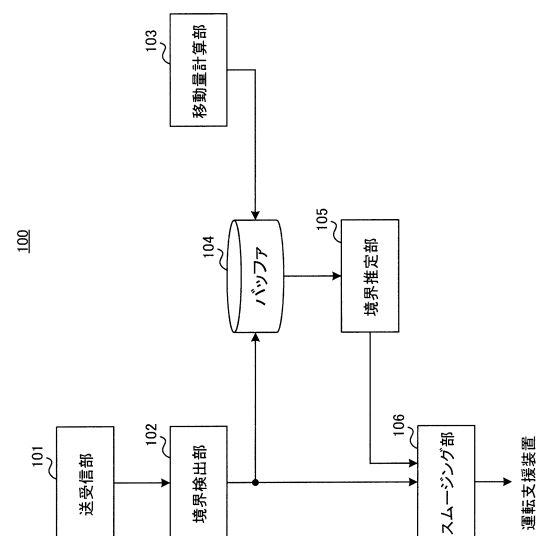
【図 2 A】



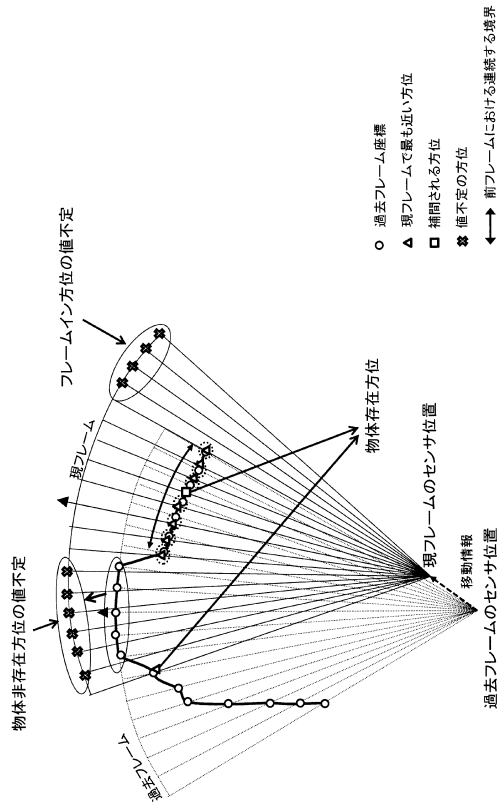
【図 2 B】



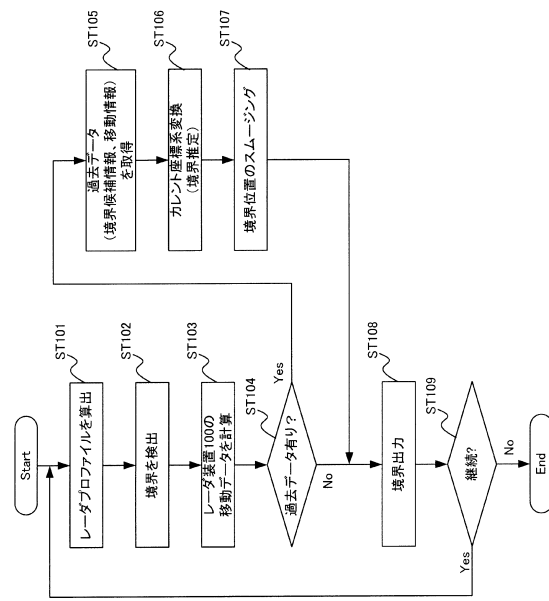
【図 3】



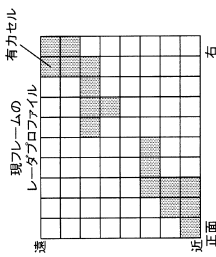
【図 4】



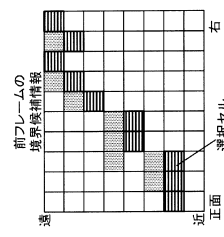
【図 5】



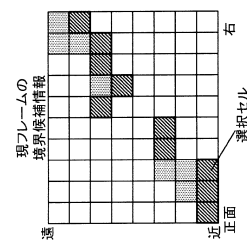
【図 6 A】



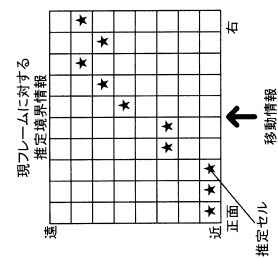
【図 6 C】



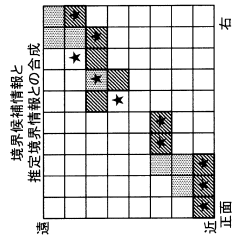
【図 6 B】



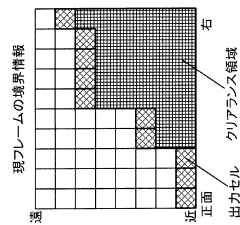
【図 6 D】



【図 6 E】



【図 6 F】



【図 7 A】

	対象境界情報							境界候補情報 〔距離〕
	推定境界情報〔距離〕							
	過去 4フレーム 前	過去 3フレーム 前	過去 2フレーム 前	過去 1フレーム 前	過去 1フレーム 前	過去 1フレーム 前	過去 1フレーム 前	
対象 方位	$\theta - 2$	不定	不定	不定	不定	不定	不定	55
	$\theta - 1$	90	不定	不定	60	不定	不定	無し
	<u>注目方位 θ</u>	不定	不定	50	不定	52	150	
	$\theta + 1$	不定	不定	不定	30	不定	66	
	$\theta + 2$	不定	20	不定	不定	48	無し	

【図 7 B】

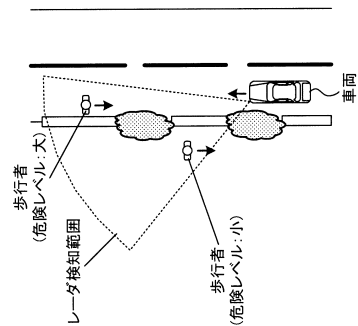
有効位置リスト
60
55
90
60
50
52
150
30
66
20
48

【図 7 C】

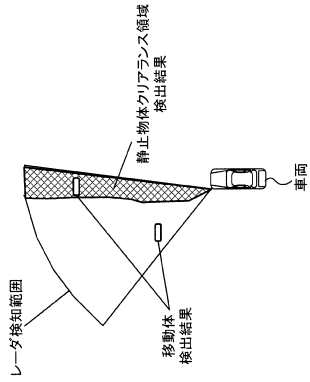
ソート後の有効位置リスト
20
30
48
50
52
55
60
60
66
90
150

Median value

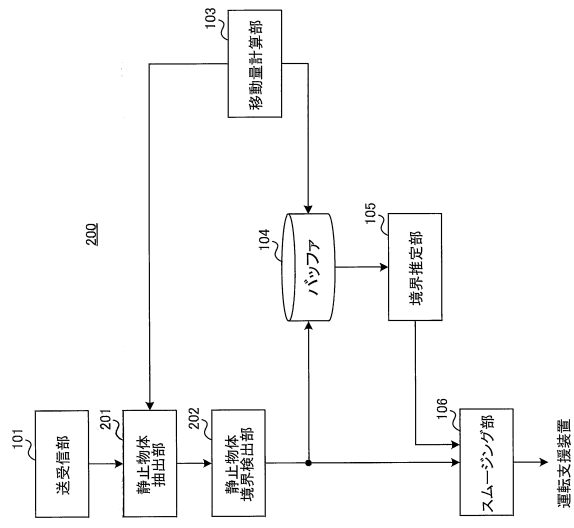
【図 8 A】



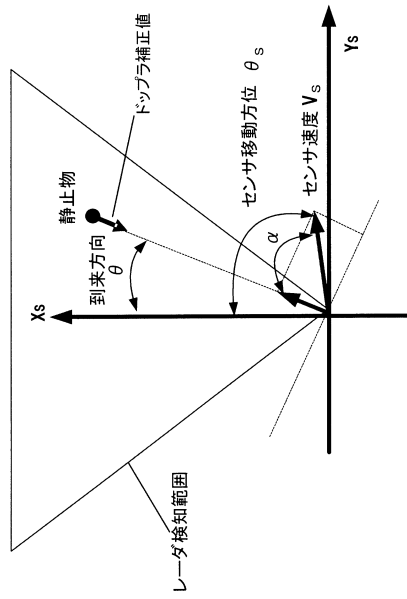
【図 8 B】



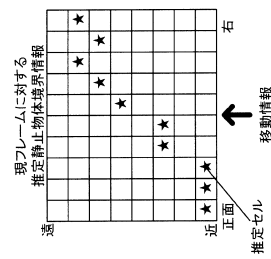
【図 9 A】



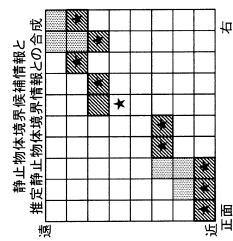
【図 9 B】



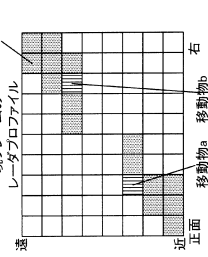
【図 10 D】



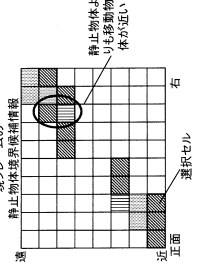
【図 10 E】



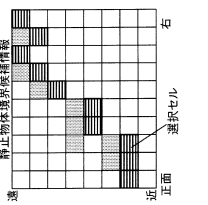
【図 10 A】



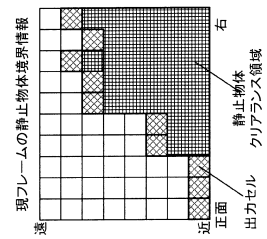
【図 10 B】



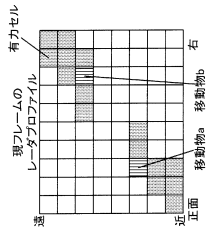
【図 10 C】



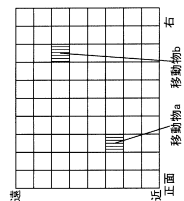
【図 10 F】



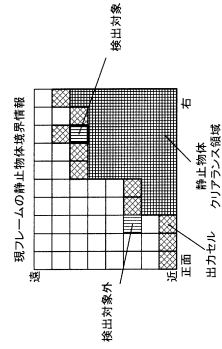
【図 11 A】



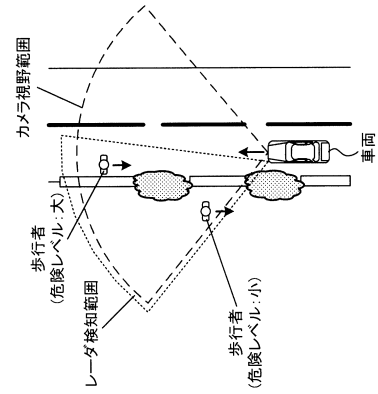
【図 11 B】



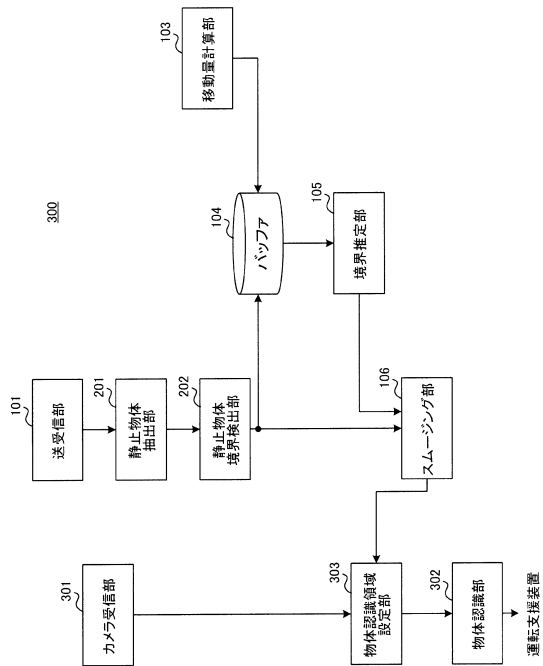
【図 1 1 C】



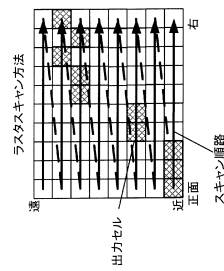
【図 1 2】



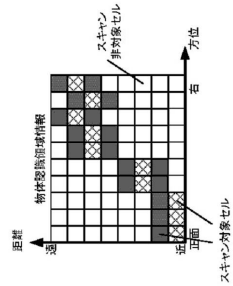
【図 1 3】



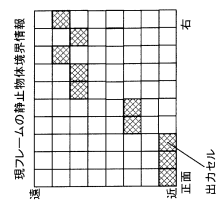
【図 1 4 A】



【図 1 4 B】



【図 1 4 C】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 聖峰
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特開２０１１－１９１２２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１４８３２８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００９／１５７５４８（ＷＯ，Ａ１）
特開２０１３－０４０８８６（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２９８５４４（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１１／０１９４１５８（ＵＳ，Ａ１）
特開２０００－１４７１０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G 0 1 S 7 / 0 0 - 1 7 / 9 5
G 0 8 G 1 / 1 6