

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5061814号
(P5061814)

(45) 発行日 平成24年10月31日(2012.10.31)

(24) 登録日 平成24年8月17日(2012.8.17)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 S 13/93 (2006.01) GO 1 S 13/93 Z
B 6 O R 21/00 (2006.01) B 6 O R 21/00 6 2 4 B

請求項の数 4 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-247396 (P2007-247396) (22) 出願日 平成19年9月25日 (2007.9.25) (65) 公開番号 特開2009-79917 (P2009-79917A) (43) 公開日 平成21年4月16日 (2009.4.16) 審査請求日 平成22年4月5日 (2010.4.5)</p>	<p>(73) 特許権者 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 (74) 代理人 110000578 名古屋国際特許業務法人 (72) 発明者 三宅 康之 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内 審査官 中村 説志</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車幅検出方法及び装置、車両制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーダ波を送信して取得される反射波のうち、先行車両から直接戻ってくる車両直接波、および連続的に配置された路側物に反射して前記先行車両から間接的に戻ってくる車両間接波、前記路側物から直接戻ってくる路側物直接波に基づき、

前記路側物直接波から前記路側物の位置を、前記車両直接波からその到来方向 t 及び先行車両までの距離 R_t を、前記車両間接波からその到来方向 i 及び前記先行車両の虚像までの距離 R_i を求め、

更に、前記路側物の位置から自車両の進行方向に対する前記路側物の配置角度 θ を、前記路側物の位置と前記車両間接波の到来方向 i から、前記車両間接波を反射した前記路側物上の反射地点までの距離 R_w を求め、

次式に従って、車幅 W を算出することを特徴とする車幅検出方法。

$$W = 2 \{ R_w \times \sin i + R_t \times \sin t - (R_i - R_w) \times \sin(i + 2\theta) \}$$

【請求項2】

前記路側物の配置角度 $\theta = 0$ 、前記車両直接波の到来方向 $t = 0$ として、車幅 W を算出することを特徴とする請求項1に記載の車幅検出方法。

【請求項3】

車両前方の画像を撮像する撮像手段と、

車両前方にレーダ波を送信して得られる反射波に基づいて、前記レーダ波を反射したターゲットとの距離、及び前記反射波の到来方向を検出するレーダ手段と、

前記撮像手段にて撮像された画像中に先行車両が存在する場合に、該画像から得られる情報に基づいて前記先行車両の車幅を算出する第1車幅算出手段と、

前記レーダ手段での検出結果に基づき、連続的に配置された路側物の位置、先行車両が位置する方向 t 及び該先行車両までの距離 R_t 、前記路側物によって生じる前記先行車両の虚像が位置する方向 i 及び該虚像までの距離 R_i を抽出する抽出手段と、

前記抽出手段によって、前記路側物、前記先行車両、該先行車両の虚像がいずれも検出されている場合に、前記路側物の位置から自車両の進行方向に対する前記路側物の配置角度 θ を求めると共に、及び前記虚像の方向 i に位置する前記路側物までの距離 R_w を求め、次式に従って、車幅 W を算出する第2車幅算出手段と、

$$W = 2 \{ R_w \times \sin i + R_t \times \sin t - (R_i - R_w) \times \sin(i + 2\theta) \}$$

10

前記第1車幅検出手段での検出結果が有効である場合には前記第1車幅算出手段での算出結果を、前記第1車幅算出手段での算出結果が無効である場合には前記第2車幅算出手段での算出結果を、前記先行車両の車幅として選択して出力する選択手段と、

を備えることを特徴とする車幅検出装置。

【請求項4】

請求項3に記載の車幅検出装置と、

前記車幅検出装置にて検出された車幅に基づいて、先行車両との衝突時の被害を軽減するための衝突被害軽減制御を実行する制御実行手段と、

を備えることを特徴とする車両制御装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、先行車両の車幅を検出する車幅検出方法及び装置、検出された車幅に基づいて車両制御を実行する車両制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、レーダとカメラとによるセンサフュージョンによって、先行車両や障害物を検知し、その検知結果をオートクルーズシステムやプリクラッシュセーフティシステム等に用いることが行われている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

そして、特にプリクラッシュセーフティシステムでは、例えば、先行車両と衝突するかどうかを正確に判断するために、先行車両の車幅を検出できることが望ましい。

【特許文献1】特開2005-329779号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、カメラにより得られる画像からは、先行車両の車幅を精度良く検出することが可能であるものの、霧が発生した状況などでは、先行車両の認識さえ行うことができないという問題があった。

【0005】

一方、電波を使用するレーダでは、霧の有無に関わらず先行車両を認識することが可能であるものの、車幅の検出を可能とするためには、電波ビームのビーム幅を車幅以下に絞って走査する必要がある。そして、ビーム幅を絞るためには、アンテナの開口面を大きくしなければならず、アンテナが大型化してしまうという問題があった。

【0006】

しかも、電波ビームは、遠距離ほどビーム幅が広がるため、検出範囲を広げるほどビーム幅をより絞る必要があり、更に、アンテナが大型化してしまうという問題もあった。

本発明は、上記問題点を解決するために、アンテナを大型化することなく、レーダからの検出結果に基づいて車幅を検出できるようにし、更には、その車幅を利用した車両制御の信頼性を向上させることを目的とする。

40

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するためになされた第一発明である車幅検出方法では、まず、レーダ波を送信して取得される反射波のうち、先行車両から直接戻ってくる車両直接波、および連続的に配置された路側物に反射して先行車両から間接的に戻ってくる車両間接波、路側物から直接戻ってくる路側物直接波に基づき、路側物直接波から路側物の位置を、車両直接波からその到来方向 t 及び先行車両までの距離 R_t を、車両間接波からその到来方向 i 及び先行車両の虚像までの距離 R_i を求める。

【0008】

そして、路側物の位置から自車両の進行方向に対する路側物の配置角度 θ を、路側物の位置と車両間接波の到来方向 i から、車両間接波を反射した路側物上の反射地点までの距離 R_w を求め、次式に従って、車幅 W を算出する（図5参照）。

【0009】

$$W = 2 \{ R_w \times \sin i + R_t \times \sin t - (R_i - R_w) \times \sin(i + 2\theta) \}$$

この式は、図5に基づき、図中に示した距離 $A (= R_w \times \sin i)$ 、 $B (= R_t \times \sin t)$ 、 $C (= (R_i - R_w) \times \sin(i + \theta))$ から、 $W = 2(A + B - C)$ として導出することができる。

【0010】

このような本発明の車幅検出方法では、レーダの分解能は、先行車両とその虚像とを識別できる程度のものであればよく、その結果、レーダのビーム幅は少なくとも車両の車幅より大きくすることができるため、アンテナの大型化を抑制しつつ、レーダでの検出結果に基づいて先行車両の車幅を検出することができる。

【0011】

なお、車幅 W は、路側物の配置角度 $\theta = 0$ 、車両直接波の到来方向 $t = 0$ として算出してもよい。この場合、次式に従って、車幅 W を算出することになる（図6参照）。

$$W = 2(2R_w - R_i) \sin i$$

この式は、図6に基づき、図中に示した距離 $A (= R_w \times \sin i)$ 、 $C (= (R_i - R_w) \times \sin i)$ から、 $W = 2(A - C)$ として導出することができる。

【0012】

この場合、より少ない処理量にて車幅を検出することができる。

次に、第二発明である車幅検出装置では、撮像手段が、車両前方の画像を撮像すると、第1車幅算出手段が、撮像手段にて撮像された画像中に先行車両が存在する場合に、その画像から得られる情報に基づいて先行車両の車幅を算出する。

【0013】

また、レーダ手段が、車両前方にレーダ波を送信して得られる反射波に基づいて、レーダ波を反射したターゲットとの距離、及び反射波の到来方向（即ち、ターゲットが存在する方向）を検出すると、抽出手段が、レーダ手段での検出結果に基づき、連続的に配置された路側物の位置、先行車両が位置する方向 t 及び該先行車両までの距離 R_t 、路側物によって生じる先行車両の虚像が位置する方向 i 及び該虚像までの距離 R_i を抽出する。

【0014】

また、抽出手段によって、路側物、先行車両、先行車両の虚像がいずれも検出されている場合に、第2車幅算出手段が、路側物の位置から自車両の進行方向に対する路側物の配置角度 θ を求めると共に、虚像の方向 i に位置する路側物までの距離 R_w を求め、更に、次式に従って、車幅 W を算出する。

【0015】

$$W = 2 \{ R_w \times \sin i + R_t \times \sin t - (R_i - R_w) \times \sin(i + 2\theta) \}$$

そして、選択手段は、第1車幅算出手段での算出結果が有効である場合には第1車幅算出手段での算出結果を、第1車幅算出手段での算出結果が無効である場合には第2車幅算出手段での算出結果を、先行車両の車幅として選択して出力する。

10

20

30

40

50

【0016】

なお、第1車幅算出手段での算出結果が有効である場合とは、先行車両の車幅を求めることができた場合であり、第1車幅算出手段での算出結果が無効である場合とは、霧等の影響により画像から先行車両自体を検出できない場合や、その検出精度が大きく低下している場合をいう。なお、有効、無効の判断は、撮像手段にて撮像された画像から判断してもよいし、別途設けられた霧センサ等によって判断してもよい。

【0017】

このように構成された本発明の車幅検出装置によれば、周囲の状況に応じて先行車両の車幅の検出に用いる情報を切り換えて使用しているため、霧が発生する等して画像からは先行車両を確認できない場合でも、その先行車両の車幅を確実に取得することができる。

10

【0018】

しかも、抽出手段及び第2車幅算出手段は、上述した第一発明の車幅検出方法を実現するものであるため、レーダ手段が用いるアンテナの大型化を抑制しつつ、レーダ手段での検出結果に基づいて先行車両の車幅を検出することができる。

【0019】

また、このような車幅検出装置は、この車幅検出装置にて検出された車幅に基づいて、先行車両との衝突時の被害を軽減するための衝突被害軽減制御を実行する制御実行手段を備えた車両制御装置に適用することが望ましい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

20

<全体構成>

図1は、車両に搭載されるプリクラッシュセーフティシステムを構成する車両制御装置1の全体構成を示すブロック図である。

【0021】

図1に示すように、車両制御装置1は、時間に対して周波数が三角波状に変化するように変調されたミリ波帯の電波(レーダ波)を車両の前方に向けて送信すると共に、その反射波を受信し、これらの送受信信号を混合することでビート信号を生成する送受信部21、及び送受信部21にて生成されたビート信号に基づいて、レーダ波を反射したターゲット(先行車両、路上の障害物、路側物等)を検出するレーダ処理部23からなるFMCWレーダ装置2と、FMCWレーダ装置2の検知エリアを含む範囲を撮像するように設定されたCCDカメラ31、及びCCDカメラ31から供給される画像データに基づいて、画像中のターゲットを検出する画像処理部33からなる画像認識装置3と、車両の挙動を制御するための機器(アクセル、ブレーキ、操舵等)や乗員の安全を確保するための機器(エアバッグやシートベルト等)を制御する各種アクチュエータ群4と、FMCWレーダ装置2及び画像認識装置3から得られる情報に基づいて、アクチュエータ群4を制御する制御部5とを備えている。

30

【0022】

<送受信部>

このうち、送受信部21は、複数のアンテナ素子を水平方向(車幅方向)に一列に並べたアレイアンテナを備え、アンテナ素子毎にビート信号を生成するように構成されている。

40

【0023】

<レーダ処理部/画像処理部/制御部>

レーダ処理部23、画像処理部33、制御部5は、いずれも、CPU、ROM、RAMからなる周知のマイクロコンピュータ(以下「マイコン」という)を中心に構成されている。特に、レーダ処理部23は、マイコンに加えて、送受信部21から取り込んだビート信号をサンプリングするA/D変換器、サンプリングしたビート信号に対して高速フーリエ変換(FFT)処理等を実行するための演算処理装置等も備えている。

【0024】

50

そして、レーダ処理部 23 は、ビームスキャンすることで、互いに指向性が異なる複数のビームにてそれぞれ取得したビート信号を、FFT 処理した結果に基づいて、レーダ波を反射したターゲットに関する情報（ターゲット情報）を求めるレーダ側ターゲット検出処理を実行する。

【0025】

また、画像処理部 33 は、CCD カメラ 31 から供給される画素データに基づき、エッジ抽出や、各画素をグループ化する等の周知の画像処理を行うことにより、ターゲットが存在する領域を抽出し、その抽出された領域の形状からターゲットの種別（車両／非車両）を識別したり、抽出された領域の上下方向、左右方向の大きさから、ターゲットの高さや幅を求めたりすることにより、画像中に撮像されたターゲットに関する情報（ターゲット情報）を求める画像側ターゲット検出処理を実行する。

10

【0026】

また、制御部 5 は、レーダ処理部 23、画像処理部 33 のそれぞれから供給されるターゲット情報（少なくとも車幅情報）に基づいて、衝突する危険性のあるターゲット（先行車両等）を抽出し、アクチュエータ群 4 を制御して、衝突を回避したり衝突時の被害を軽減したりするための制御（衝突被害軽減制御）を実行する。但し、両処理部 23、33 から供給されるターゲット情報には、重複する情報（例えば、車幅情報）が存在するため、いずれの情報を使用するかを選択する選択処理も実行する。

【0027】

以下では、本発明の主要部に関わるレーダ処理部 23 のレーダ側ターゲット検出処理、及び制御部 5 の選択処理について詳述する。

20

<レーダ処理部：ターゲット検出処理>

まず、FMCW レーダ装置 2 のレーダ処理部 23 が実行するレーダ側ターゲット検出処理を、図 2 に示すフローチャートに沿って説明する。

【0028】

なお、本処理は、送受信部 21 が 1 周期分の FMCW 波を送信し、それによって得られたビート信号のサンプリングが終了する毎に起動される。

本処理が起動すると、まず、S110 では、アンテナ素子毎かつ FMCW 波の変調区間（上り変調区間／下り変調区間）毎に、ビート信号のサンプリングデータを FFT 処理し、その FFT 処理の結果から、FMCW レーダにおける周知の手法を用いて各ターゲットとの距離、相対速度を検出すると共に、FFT 処理の結果が得られる周波数 [bin] 毎に MUSIC や ESPRIT 等の周知の方位推定方法を用いて各反射波の到来方向（即ち、各ターゲットが位置する方向）を算出する。

30

【0029】

ここで、図 3 (b) は、図 3 (a) の状況で、S110 の処理を実行した時に、上り／下り両変調区間のうち、いずれか一方の区間について算出された MUSIC スペクトラムを、周波数 [bin] 順に並べることで生成される 3 次元グラフ（グラフ上の濃淡が MUSIC スペクトラムの強度に対応）を示したものである。なお、グラフにおいて縦軸が周波数、横軸が方位である。また、グラフ中には、先行車両（Target）、先行車両の虚像（Indirect backscatter）、路側物である防音壁（Sound barrier wall）、同じく路側物であるガードレール（Crash barrier）が写し出されている。

40

【0030】

続く S120 では、S110 での算出結果に基づき、ターゲット毎に、その位置や相対速度から、ターゲットの種別（車両／車両の虚像／路側物／その他）を識別する。

具体的には、車両前方に連続的に位置する静止物体であれば、防音壁やガードレール等の路側物であると判断し、これら路側物に囲われた領域（即ち、道路）上に位置する移動物体であれば車両であると判断し、路側物に囲われた領域外に位置する移動物体であれば車両の虚像であると判断する。

【0031】

続く S130 では、先の S120 にて種別が車両であると識別されたターゲット（以下

50

「先行車両」という)が存在するか否かを判断し、存在すれば、S 1 4 0に移行して、その先行車両までの距離 R_t 、及びその先行車両が位置する方向 t を抽出して、S 1 5 0に進む。

【 0 0 3 2 】

S 1 5 0では、先のS 1 2 0にて種別が車両の虚像であると識別された先行車両に対応するターゲット(以下「先行車両の虚像」という)が存在するか否かを判断し、存在すれば、S 1 6 0に移行して、その先行車両の虚像までの距離 R_i 、及びその先行車両の虚像が位置する方向 i を抽出して、S 1 7 0に進む。

【 0 0 3 3 】

S 1 7 0では、先のS 1 6 0にて抽出された方向 i に、先のS 1 2 0にて種別が路側物であると識別されたターゲット(以下「路側物」という)が存在するか否かを判断し、存在すれば、S 1 8 0に移行して、その路側物までの距離を、反射地点の距離 R_w として抽出して、S 1 9 0に進む。

【 0 0 3 4 】

S 1 9 0では、先のS 1 8 0にて抽出された反射地点、及びその近傍の路側物の位置(距離, 方向)から、連続して配置された路側物の配置角度 θ を算出する。この配置角度の算出は、反射地点を含めて路側物上の二地点の情報があれば可能であるが、配置角度の精度を確保するためには、反射地点を含めた三地点以上の情報を用いることが望ましい。

【 0 0 3 5 】

続くS 2 0 0では、先行車両の車幅 W を、S 1 4 0, S 1 7 0, S 1 8 0, S 1 9 0での抽出値, 算出値に基づき、次の(1)式を用いて算出する。

$$W = 2 \{ R_w \times \sin i + R_t \times \sin t - (R_i - R_w) \times \sin(i + 2) \} \quad (1)$$

続くS 2 1 0では、各ターゲットの相対速度, 距離, 方向, 種別に加えて、車両と識別されたターゲット(即ち、先行車両)については、その車幅 W を付加したターゲット情報を、制御部5に送信して本処理を終了する。

【 0 0 3 6 】

一方、先のS 1 3 0にて先行車両が存在しないと判断された場合、S 1 5 0にて先行車両の虚像が存在しないと判断された場合、S 1 7 0にて方向 i に路側物が存在しないと判断された場合は、S 2 2 0に移行し、各ターゲットの相対速度, 距離, 方向, 種別だけからなる(即ち、車幅 W の情報が付加されていない)ターゲット情報を、制御部5に送信して本処理を終了する。

【 0 0 3 7 】

< 制御部：車幅情報選択処理 >

次に、制御部5が実行する車幅情報の選択処理を、図4に示すフローチャートに沿って説明する。

【 0 0 3 8 】

本処理が起動すると、まずS 3 1 0では、画像処理部33からのターゲット情報に車幅情報が含まれているか否かを判断し、含まれていれば、S 3 2 0に移行して、画像処理部33により算出された車幅情報を、そのターゲット(先行車両)の車幅情報に設定して本処理を終了する。

【 0 0 3 9 】

一方、先のS 3 1 0にて、画像処理部33からのターゲット情報に車幅情報が含まれていないと判断した場合は、S 3 3 0に移行する。

S 3 3 0では、レーダ処理部23からのターゲット情報に車幅情報が含まれているか否かを判断し、含まれていれば、S 3 4 0に移行して、レーダ処理部23により算出された車幅情報を、そのターゲット(先行車両)の車幅に設定して本処理を終了する。

【 0 0 4 0 】

また、先のS 3 3 0にて、レーダ処理部23からのターゲット情報に車幅情報が含まれていないと判断した場合は、S 3 5 0に移行し、そのターゲット(先行車両)の車幅情報

10

20

30

40

50

をなしとして、本処理を終了する。

【0041】

つまり、車幅情報については、画像処理部33にて得られた情報を優先し、霧の発生等により、画像処理部33にて車幅情報が得られなかった場合に、レーダ処理部23にて得られた情報を用いるようにされている。

【0042】

そして、このようにして設定された車幅情報は、衝突被害軽減制御にて、先行車両との衝突の危険性を判断する際等に用いられる。

<効果>

以上説明したように、車両制御装置1では、画像に基づくターゲット情報と、レーダに基づくターゲット情報とを組み合わせて、車両制御を行っている。特に、衝突被害軽減制御で重要となる車幅情報は、より正確な情報が得られる画像に基づく車幅情報を優先し、霧等の影響で、画像に基づく車幅情報が得られない場合に、霧が発生した状態でもターゲットの検出が可能なレーダに基づく車幅情報を用いるようにされている。

【0043】

従って、車両制御装置1によれば、車両周囲の状況に応じた最大限の精度にて車幅情報を取得することができ、その結果、衝突被害軽減制御の信頼性を向上させることができる。

【0044】

しかも、車両制御装置1では、レーダに基づく車幅情報を、先行車両の虚像を利用して算出しているため、レーダの分解能は先行車両とその虚像とを識別できる程度であればよく、その結果、レーダを高分解能化（ひいてはアンテナを大型化）することなく、レーダで検出される情報から先行車両の車幅情報を得ることができる。

[他の実施形態]

以上本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において様々な態様にて実施することが可能である。

【0045】

例えば、上記実施形態では、路側物の配置角度、先行車両の方向（車両直接波の到来方向） t を考慮して車幅 W を算出しているが、 $t = 0$ 、 $t = 0$ とし、即ち、(2)式を用いて、簡易的に車幅 W を算出するように構成してもよい。

【0046】

$$W = 2 (2 R w - R i) \sin i \quad (2)$$

また、上記実施形態では、レーダ処理部23、画像処理部33、制御部5を個別のマイコンで実現するように構成したが、単一のマイコンで実現するように構成してもよい。

【0047】

また、上記実施形態では、アレイアンテナを構成するアンテナ素子毎にビート信号を生成し、そのビート信号に基づく信号処理（MUSIC等）によりターゲットの方向を検出するように構成したが、アレイアンテナをフェーズドアレーアンテナとして用い、各アンテナ素子から得られる信号の位相を調整することにより、ビームの向きを制御して、ビームスキャンすることによってターゲットの方向を検出するように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】実施形態の車両制御装置の全体構成を示すブロック図。

【図2】レーダ処理部が実行するターゲット検出処理の内容を示すフローチャート。

【図3】FM CWレーダ装置にて検出される情報の例を示す三次元グラフ。

【図4】制御部が実行する車幅情報選択処理の内容を示すフローチャート。

【図5】先行車両の車幅の算出原理を示す説明図。

【図6】先行車両の車幅の算出原理（簡易版）を示す説明図。

【符号の説明】

10

20

30

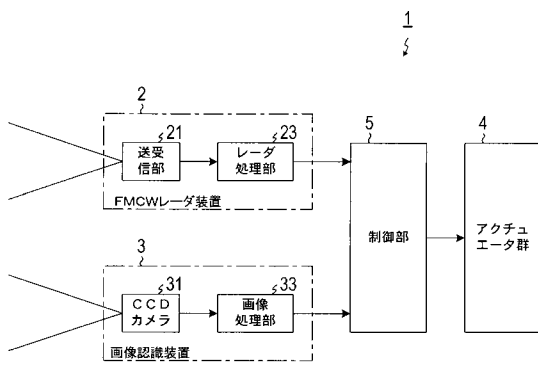
40

50

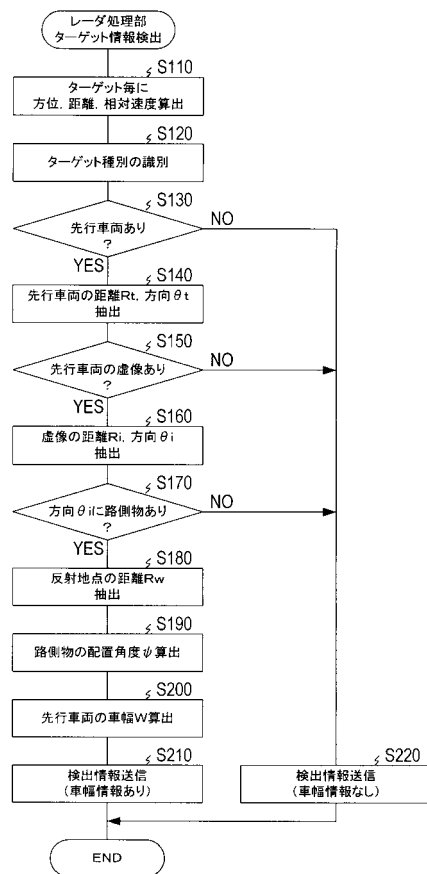
【 0 0 4 9 】

1 ... 車両制御装置 2 ... F M C W レーダ装置 3 ... 画像認識装置 4 ... アクチュエータ群
 5 ... 制御部 2 1 ... 送受信部 2 3 ... レーダ処理部 3 1 ... C C D カメラ 3 3 ... 画像処理部

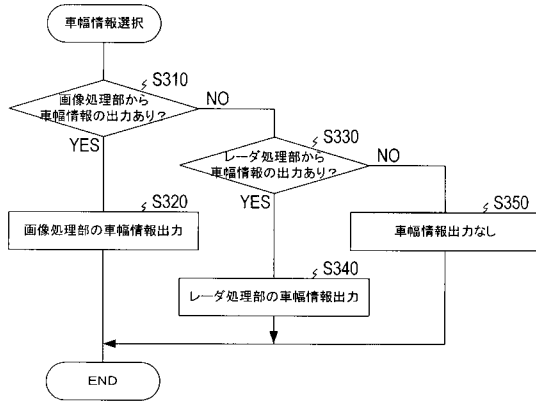
【 図 1 】



【 図 2 】

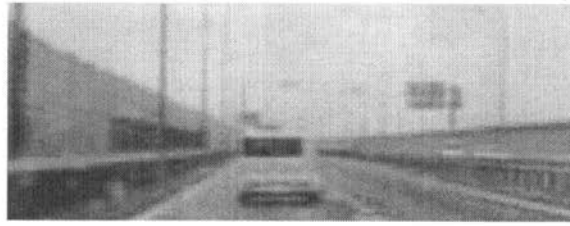


【 図 4 】

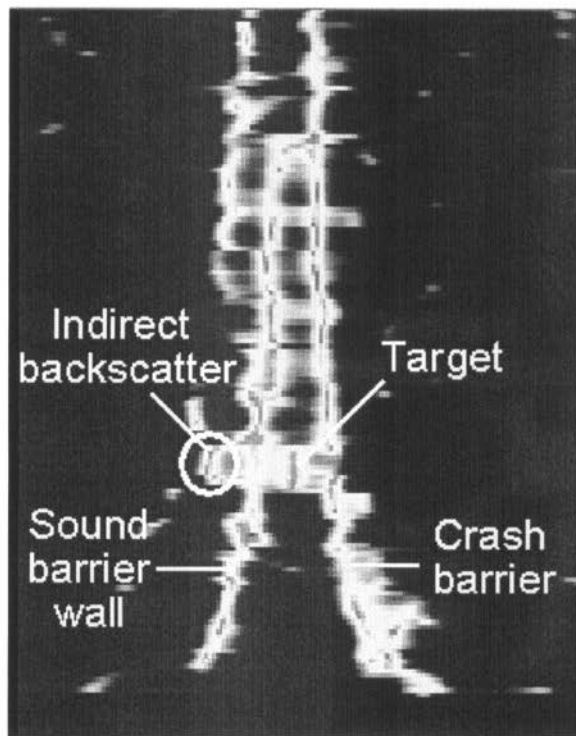


【 図 3 】

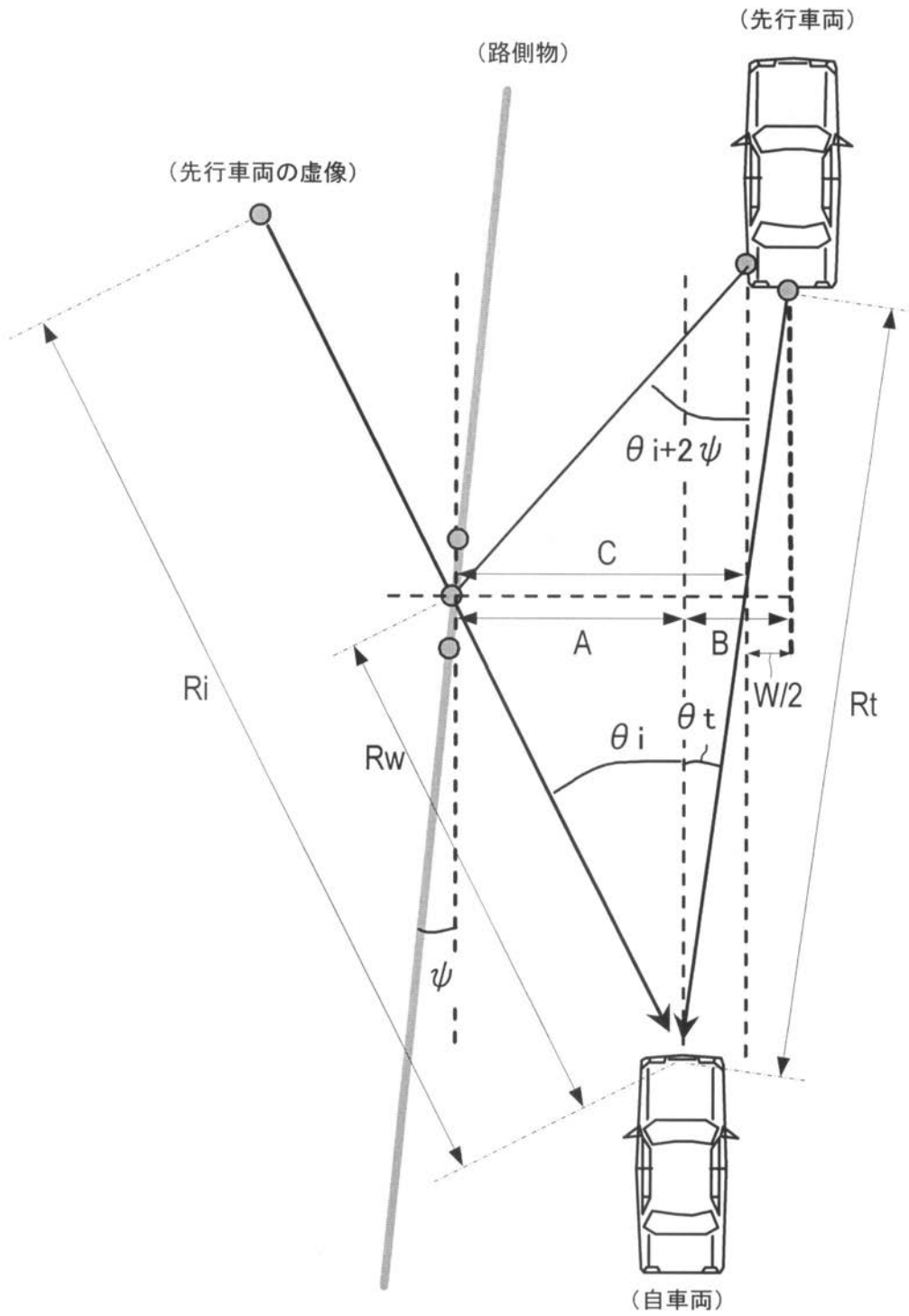
(a)



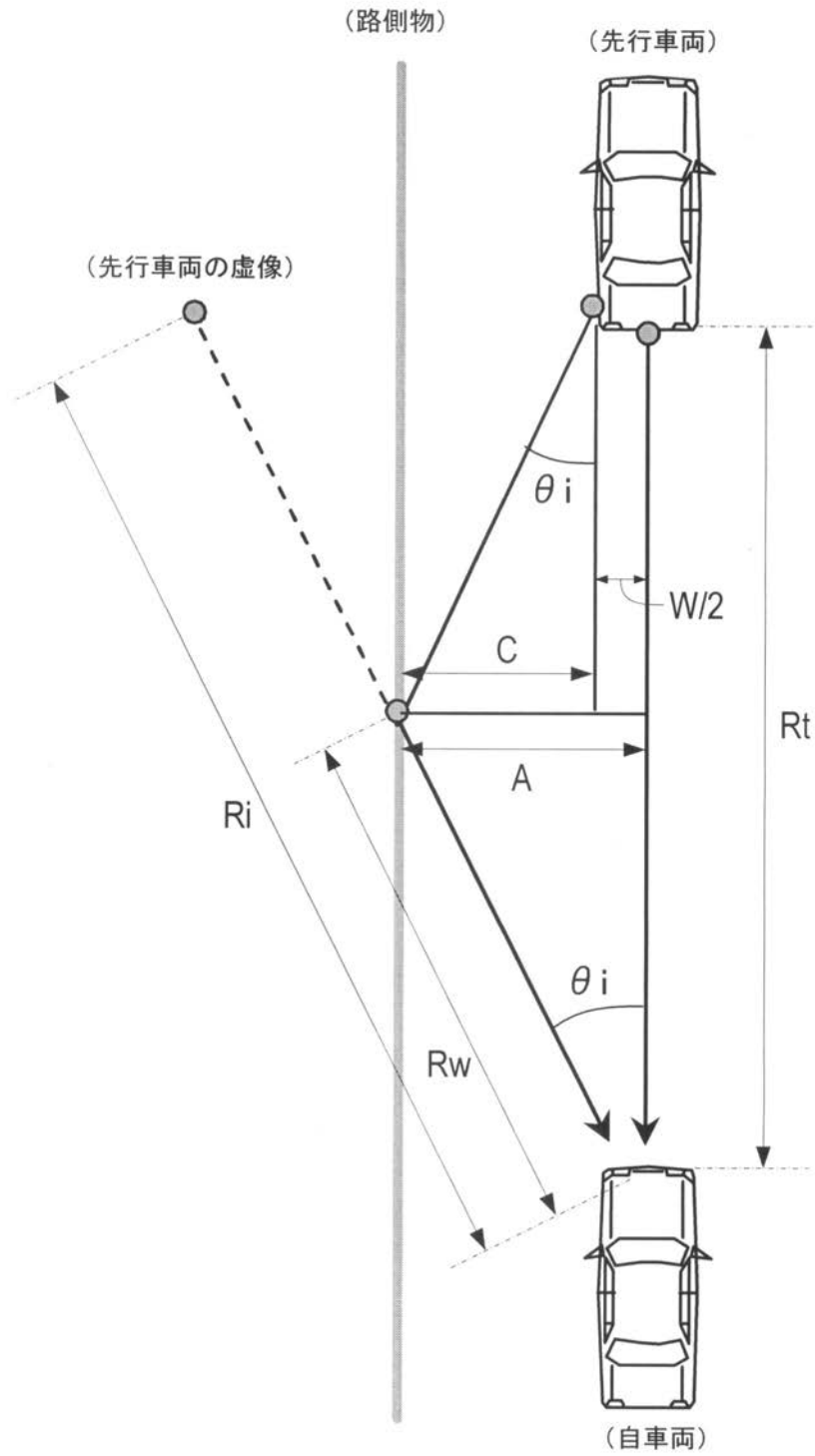
(b)



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-177178(JP,A)
特開2006-242695(JP,A)
特開2007-226680(JP,A)
特開2007-155469(JP,A)
特開2004-226121(JP,A)
特表2005-501472(JP,A)
特開昭62-170865(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42
G01S13/00 - 13/95
B60R21/00
G08G 1/00 - 1/16