

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3658519号

(P3658519)

(45) 発行日 平成17年6月8日(2005.6.8)

(24) 登録日 平成17年3月18日(2005.3.18)

(51) Int.Cl.⁷

F I

G 0 8 G 1/16

G 0 8 G 1/16

E

B 6 0 R 21/00

G 0 8 G 1/16

C

G 0 1 S 13/93

G 0 8 G 1/16

D

B 6 0 R 21/00

6 2 4 C

B 6 0 R 21/00

6 2 4 F

請求項の数 10 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-181070

(22) 出願日 平成11年6月28日(1999.6.28)

(65) 公開番号 特開2001-14597(P2001-14597A)

(43) 公開日 平成13年1月19日(2001.1.19)

審査請求日 平成14年1月11日(2002.1.11)

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(73) 特許権者 000232999

株式会社日立カーエンジニアリング

茨城県ひたちなか市高場2477番地

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

(72) 発明者 中村 満

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地

株式会社 日立製作所 自動

車機器事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動車の制御システムおよび自動車の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車と先行車または物標との距離及び方位角度を検出するレーダと、自車角速度及び自車速度を検出するセンサと、前記レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びに前記センサから入力した自車角速度及び前記自車速度に基づいて自車と先行車または物標との曲率半径の差を求め、車線幅の2分の1よりも前記曲率半径の差の絶対値が小さい場合は、先行車が自車の車線内に存在すると判断し、当該判断結果に基づいて自車の走行を制御する制御装置と、を有する自動車の制御システム。

【請求項2】

自車と先行車または物標との距離及び方位角度を検出するレーダと、自車角速度及び自車速度を検出するセンサと、前記レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びに前記センサから入力した自車角速度及び前記自車速度に基づいて自車と先行車または物標との曲率半径の差を求め、車線幅の2分の1よりも前記曲率半径の差の絶対値が小さい場合は、先行車が自車の車線内に存在すると判断し、当該判断結果に応じて警報を発生する制御装置と、を有する自動車の制御システム。

【請求項3】

10

20

請求項 1 または 2 のいずれかに記載の自動車の制御システムであって、
 前記制御装置は、前記距離を T_R 、前記方位角度を θ 、前記自車角速度を ω_s 、前記自車速度を V_s とし、 $R = V_s / \omega_s$ 、 $T_C = T_R \sin \theta$ 、 $T_D = T_R \cos \theta$ としたときに、
 【数 1】

$$\Delta R = \sqrt{(R - T_C)^2 + T_D^2} - R \quad \dots (\text{数 } 1)$$

によって曲率半径の差 ΔR を求める自動車の制御システム。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 のいずれかに記載の自動車の制御システムであって、
 前記制御装置は、前記自車角速度の微分フィルタ処理の結果が正である場合には前記曲率半径値が小さくなるように補正し、前記結果が負である場合には前記曲率半径値が大きくなるように補正する自動車の制御システム。

【請求項 5】

自車と先行車または物標との距離及び方位角度を検出するレーダと、
 自車角速度及び自車速度を検出するセンサと、
 前記レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びに前記センサから入力した自車角速度及び前記自車速度に応じて自車と先行車または物標との位置関係を示すパラメータを求め、当該パラメータに基づいて警報の発生有無を決定する制御装置と、

を有する自動車の制御システムであって、

前記制御装置は、カーブ入口および出口で前記パラメータの補正量を変更する自動車の制御システム。

【請求項 6】

レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びにセンサから入力した自車角速度及び前記自車速度に基づいて自車と先行車または物標との曲率半径の差を求め、車線幅の 2 分の 1 よりも前記曲率半径の差の絶対値が小さい場合は、先行車が自車の車線内に存在すると判断し、当該判断結果に基づいて自車の走行を制御する自動車の制御装置。

【請求項 7】

レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びにセンサから入力した自車角速度及び前記自車速度に基づいて自車と先行車または物標との曲率半径の差を求め、車線幅の 2 分の 1 よりも前記曲率半径の差の絶対値が小さい場合は、先行車が自車の車線内に存在すると判断し、当該判断結果に応じて警報を発生する自動車の制御装置。

【請求項 8】

請求項 5 または 6 のいずれかに記載の自動車の制御装置であって、
 前記制御装置は、前記距離を T_R 、前記方位角度を θ 、前記自車角速度を ω_s 、前記自車速度を V_s とし、 $R = V_s / \omega_s$ 、 $T_C = T_R \sin \theta$ 、 $T_D = T_R \cos \theta$ としたときに、

【数 1】

$$\Delta R = \sqrt{(R - T_C)^2 + T_D^2} - R \quad \dots (\text{数 } 1)$$

によって曲率半径の差 ΔR を求める自動車の制御装置。

【請求項 9】

請求項 5 または 6 のいずれかに記載の自動車の制御装置であって、
 前記自車角速度の微分フィルタ処理の結果が正である場合には前記曲率半径値が小さくなるように補正され、前記結果が負である場合には前記曲率半径値が大きくなるように補正される自動車の制御装置。

【請求項 10】

10

20

30

40

50

レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びにセンサから入力した自車角速度及び前記自車速度に応じて自車と先行車または物標との位置関係を示すパラメータを求め、当該パラメータに基づいて警報の発生有無を決定する自動車の制御装置であって、

カーブ入口および出口で前記パラメータの補正量を変更する自動車の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車用の危険物を検出するためのレーダなどを用いた推定装置に関する。特に、本発明は、典型的な自動車運転環境において一般に遭遇する種々の非危険物および真正な危険物を識別する装置に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

信頼し得る危険物識別を行う多くの試みが、危険物の距離およびその相対速度計測を行う車両レーダ・システムの分野においてなされていた。特開平6 - 282798号公報には、運行体の周辺を探索して目標を捕捉し、運行体に対する目標の相対位置を得る目標捕捉手段と、運行体の旋回運動において、運行体の円軌道を推定する円軌道推定手段と、前記目標捕捉手段が得た目標の相対位置と、前記円軌道推定手段が推定した運行体(4)の円軌道とをともに、前記目標が前記円軌道上に位置しているかどうかを判定し、前記運行体の進路上に位置する目標を識別する制御手段とを有することを特徴とする目標搜索装置が記載されている。また、特開平8 - 83400号公報には、第1の車線で走行する車両に対して接近位置の1つ以上の物体の存在を検出することが可能である路面車両レーダ・システムにおいて車両に対する危険物となる物体を車両に対する危険物ではない物体から識別する方法において、前記第1の車線に隣接する第2の車線における物体を照射するに十分なビーム幅を有する、車両の運動方向と実質的に直角をなす第1の軸に沿って少なくとも一部が生成されるレーダ・ビームを生成するステップと、照射された物体からの反射信号を受信するステップと、反射信号に基づいて車両の運行方向と実質的に並行な第2の軸(x)の方向における車両速度に関する照射された物体の速度を推定するステップと、少なくとも1つの速度センサを用いて車両の速度を計測するステップと、計測された車両速度と推定された並行物体の速度との和が予め定めた閾値より大きければ、照射された物体が危険であると判定するステップと、計測された車両速度と推定された並行物体の速度との和が予め定めた閾値より小さければ、照射された物体が危険でないと判定するステップとを含む方法が記載されている。

20

30

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

自車線前方の先行車(停止車両, 物体を含む。以下、物標という。)を検知して、先行車との距離が目標値になるように制御する(ACC: Adaptive Cruise Control)、あるいは先行車あるいは物標に接近し過ぎた場合に警報音を発生して衝突警報を発するようなシステムに必要なセンシング要件を考える。次の3段階の考察が必要と考えられる。

【0004】

第1段階: 検知能力、すなわち前方の物標(車両や路側物)が見えるか?

i) 物標との距離(特に最大)、相対速度及び角度の検知能力

ii) 自車線/他車線の車線判断の精度

第2段階: 識別能力、すなわち前方物標が何であるか、が分かるか?

特に、前方自車線上にある前方静止物が何であるか識別する(ex: 静止車両、コーナールールや標識などの路側物、高架橋などの路上物を見分ける)ことができるか。

【0005】

第3段階: 意思判断、すなわちドライバーはどの方向に向かおうとしているのか? その前方障害物は、ドライバー意思に基づく将来の走行軌跡に含まれているのか(含まれない場合、警報を発生させる必要はない。)

40

50

本発明は、かかる点に鑑みて、自車線 / 他車線の車線判断精度を向上させ、自車線前方の先行車あるいは物標を検知して、先行車との距離が目標値になるように制御し、あるいは物標の衝突を予防するための衝突警報を精確に発することのできる先行車または物標の車線位置推定装置を提供することを目的とする。また、本発明は、前方自車線上にある前方静止物を危険物であるか、および自車線上にあるかを精確に認識することのできる前方静止物の車線位置推定装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

また、本発明は、停止している先行車と路側にある標識や高架橋などの静止物を区別し、自車前方にある停止車両に対して警報あるいは制御（減速）を行うことができるようにすることを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

このため、本発明は、

・レーダが捉えた先行車の動きやその他のセンサ情報をもとに、カーブ路などでも正確な自車線推定、及び位置補正が必要な場合には正確な補正ができる推定アルゴリズムを提供し、

・車両側からの各種データを受信し、ミリ波レーダにより得た検知情報と合わせて先行車の車線位置推定を行い、警報または制御指令情報を車両側に送信できる通信ネットワーク機能及び判断・制御機能を内蔵した一体型のミリ波レーダ装置を提供する。

【 0 0 0 8 】

本発明は、具体的には次に掲げる装置を提供する。

【 0 0 0 9 】

本発明は、レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びにセンサから入力した自車角速度及び前記自車速度に基づいて自車と先行車または物標との曲率半径の差を求め、車線幅の2分の1よりも前記曲率半径の差の絶対値が小さい場合は、先行車が自車の車線内に存在すると判断し、当該判断結果に基づいて自車の走行を制御する、または当該判断結果に応じて警報を発生する自動車の制御装置またはシステムである。

【 0 0 1 0 】

好ましくは、前記制御装置は、前記距離を T_R 、前記方位角度を θ 、前記自車角速度を ω 、前記自車速度を V_S とし、 $R = V_S / \omega$ 、 $T_C = T_R \sin \theta$ 、 $T_D = T_R \cos \theta$ としたときに、

【数 1】

$$\Delta R = \sqrt{(R - T_C)^2 + T_D^2} - R \quad \dots (\text{数 } 1)$$

によって曲率半径の差 ΔR を求めることである。

【 0 0 1 1 】

また好ましくは、前記自車角速度の微分フィルタ処理の結果が正である場合には前記曲率半径値が小さくなるように補正され、前記結果が負である場合には前記曲率半径値が大きくなるように補正されることである。

【 0 0 1 2 】

また本発明は、レーダから入力した自車と先行車または物標との距離及び方位角度、並びにセンサから入力した自車角速度及び前記自車速度に応じて自車と先行車または物標との位置関係を示すパラメータを求め、当該パラメータに基づいて警報の発生有無を決定する自動車の制御装置またはシステムであって、

カーブ入口および出口で前記パラメータの補正量を変更するものである。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる実施例を図面に基づいて説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

図 1 は、ミリ波レーダ、ジャイロセンサ、ステアリングセンサを使用した車間距離警報システム 1 を示す。図は、自車 2 から先行車 3 に向けてアンテナユニット 4 からミリ波レーダ信号を発し、接近時警報を行う場合のシステム構成を示している。ミリ波レーダのアンテナユニット 4 によって公知方法により先行車 3 との車間距離・相対速度・角度計測 5 を行う。また、ジャイロセンサ 6 により角速度計測 8 を行い、ステアリングセンサ 7 により舵角計測 9 を行う。計測された角速度および舵角により、後述するアルゴリズムに従い車線判断 10 を行う。計測された車間距離・相対速度・角度（先行車 3）と車線判断により先行車判定 11 および自車前方の静止物判定 12 を行う。これらの判定に基づき、警報判定アルゴリズム 13 を使用し、および車速信号、ブレーキ信号 26 を使用して警報判断 14 を行う。警報判断に基づいて警報指示 15 を作り、警報信号 16 を発してドライバディスプレイ 17 において警報音発生、点灯及び表示を行う。

10

【 0 0 2 4 】

図 2 は、他の実施例で、ミリ波レーダ、ジャイロセンサ、ステアリングセンサを使用し、先行車と一定の車間距離を保ちつつ追従走行を行う ACC システム 21 を示す。自車 2 から走行車 3 に向けてアンテナユニット 4 からミリ波レーダ信号を発し、計測された車間距離・相対速度・角度と車線判断により先行車検知 22 および静止物検知 23 を行う。これらの検知に基づき、車間距離制御アルゴリズム 24 を使用し、かつ車速信号、ブレーキ信号 26 を使用して加減速判断 25 を行う。その判断結果に基づいて車速維持、加速減速信号 27 を発し、スロットル制御 29、A/T システム制御 30、ブレーキ制御 31 からなる車間距離制御 28 を行っている。

20

【 0 0 2 5 】

なお、図 1、図 2 のシステム、すなわち警報システムと ACC システムは、必ずしも別個のシステムとしてのみ存在するのではなく、両者の機能を合わせて有するシステム構成を取ることもできる。

【 0 0 2 6 】

次に、図 3 は図 1 および図 2 に示すシステム実施例を実現するためのハードウェア構成をブロック図で示したものである。図に示す構成は、一体型ミリ波レーダ装置 35、車両側制御部 36、およびドライバディスプレイ 37 からなる。

【 0 0 2 7 】

該一体型ミリ波レーダ装置 35 は、例えば CAN を用いた通信ネットワーク機能を有し、車両側制御部 36、ドライバディスプレイ 37 と通信ネットワークを構成している。図において、35 に内蔵される送信アンテナ 41、受信アンテナ 42 及び高周波回路 43 により得たレーダ検知信号およびジャイロセンサ 6 からのアナログ信号は A/D 変換 44 され、デジタル信号処理回路 (CPU, DSP 等で構成) 45 により信号処理される。該デジタル信号処理回路 45 は、内蔵ソフトウェア 47 として、レーダ信号処理、先行車捕捉、自車線判断等に基づき、警報においては危険度判断、警報指令、ACC においては ACC 追従指令、加速減速指令などの処理を行うためのソフトウェアを内蔵している。これらの各種信号は、データ通信部 46 を介して通信ネットワーク 38 を介して通信される。ドライバディスプレイ 37 は、受信した通信信号にしたがい、警報音の発生や点灯、先行車との車間距離表示などを行う。逆にドライバの設定変更に応じて、警報においては警報発生距離の調整、ACC においては先行車との目標車間距離の調整信号などを送出し、35 に送る。35 のデジタル信号処理回路では、該調整信号に基づき、各種パラメータの変更が実施される。

30

40

【 0 0 2 8 】

車両側制御部 36 は、ACC システムを構成する場合に用いられる。これは、エンジンコントロールユニット 51、AT コントロールユニット 52 およびブレーキコントロールユニット 53 からなり、一体型ミリ波レーダ装置 35 からの信号を受けて、加速減速を行うために、エンジン出力、AT シフト位置、及び大きな減速を行うために自動ブレーキなどを行う。36 には車両側制御で必要な各種センサ信号、例えばジャイロセンサ信号 6、ス

50

テアリングセンサ信号 7 , 車速センサ信号 26・ブレーキ信号 260 , 車輪速度センサ信号 54 , シフトポジションセンサ信号 55 および加速度センサ信号 56 などが入力されている。そして、一体型ミリ波レーダ装置 35 側で必要な信号、例えば車速センサ信号 26 やステアリングセンサ 7 は通信ネットワーク 38 を介して送出される。

【0029】

これらのシステム構成において、特に車両側制御部 36 については公知技術であるのでこれ以上詳しくは述べない。

【0030】

次に、前記内蔵ソフトウェア 47 において、特にカーブでの車線判断を行う方法および演算式の導出について説明する。

10

【0031】

図 4 は、曲率半径 R_s の円曲線上にある自車と R_f 上にある先行車の関係を示している。自車からみて先行車が自車線上にあるか、隣接車線上にあるかは本来は自車と先行車の曲率半径の差 R で判断できる。

【0032】

演算の方法は以下の通りである。

【0033】

1. ミリ波レーダを用いて、距離 T_R と方位角度 θ 、内蔵ジャイロセンサ 6 で自車角速度 ω_s 及び自車速度 v_s を計測する。

【0034】

20

2. 横変位 T_C , 縦変位 T_D 及び自車曲率半径 R_s を次式で計算する。

【0035】

$T_C = T_R \sin \theta$, $T_D = T_R \cos \theta$, $R_s = v_s / \omega_s$

3. 図 4 に示すように先行車の回転半径 R_f は、次式が成立する。

【0036】

$$\begin{aligned} R_f^2 &= R_s^2 + T_D^2 \\ &= (R_s - T_C)^2 + T_D^2 \end{aligned}$$

4. よって、次式より求める。

【0037】

30

【数 2】

$$\Delta R = R_f - R_s = \sqrt{(R_s - T_C)^2 + T_D^2} - R_s \quad \dots (\text{数 } 2)$$

【0038】

今、車線幅として L_y を仮定すると、

【0039】

【数 3】

40

$$|\Delta R| < \frac{L_y}{2} \quad (L_y : \text{一車線}) \quad \dots (\text{数 } 3)$$

【0040】

のとき自車線と判断する。 L_y の値は、自車が車線中央を走っているとは限らないので、自車に対して左右対称の半車線幅とは限らない。その設定方法については後述の実施例で開示される。

【0041】

50

次に、図5および図6を使用して先行車の曲率半径 R_f についての補正について説明する。現在、カーブ中の先行車の位置をジャイロセンサで測定した角速度をもとに補正し、先行車の車線位置を推定している。自車の角速度を用いるこの補正法では、先行車が現在の自車と同一の位置の回転中心から引いた円周上にあるとして計算されている。

【0042】

しかしながら、実際の道路は直線とカーブのみで構成されるのではなく、その間を徐々に R を変えながらつないでいく「緩和曲線」区間がかならず存在する。

したがって角速度が十分精度よく測定できたとしても、正しい測定ができるのは、先行車、自車とも直線にいるか円曲線内にあるときのみである。したがって、この緩和曲線の存在を検知して R 補正することが重要になる。

10

【0043】

図5は、直線区間61につらなる緩和区間62，一定 R 区間63，緩和区間64，該緩和区間64につらなる直線区間65を示す。すなわち、緩和区間62では R が徐々に小さくなり（角速度が増大）し、一定 R 区間（円曲線区間）63で一定 R （角速度一定）となり、逆緩和区間64に入って徐々に R が増大していき（角速度減少）直線区間に復帰する。（直線では $R = \infty$ ）したがって、もし自車と先行車が同一の車線中央を走っていたとしても、自車が緩和区間62のときは、先行車はこれより小さい R を走行し、逆に64にいるときは先行車の R は自車の検出 R より大きくなっている。

【0044】

図6(a)(b)は、このようなカーブに入ってから検出された角速度 ω_R の変化、及び曲率半径 R の変化とこの R の補正方向を示す。図に示すように緩和区間62で R を小さく補正して（ $R - \Delta R$ ）とし、一定 R 区間63で R のままとし、緩和区間64で R を大きく補正して（ $R + \Delta R$ ）として先行車の車線推定に反映させる。

20

【0045】

いま、先行車に相対速度のない状態で追従走行しているとすると、このとき R の補正を行うためには、

1. 先行車との距離 d ，方位角度 θ 及びその変化 $\dot{\theta}$
2. 時々刻々の角速度 ω_R とその変化 $\dot{\omega}_R$
3. ステアリングの舵角 δ とその変化速度 $\dot{\delta}$

のセンサ情報を用いてなされる。

30

【0046】

図7は、補正手順を示すフローチャートである。まず、ステップ701において時刻 t での先行車との距離 $d(t)$ ，先行車方位角度 $\theta(t)$ ，角速度 $\omega_R(t)$ ，ステアリング舵角 $\delta(t)$ を検知し記憶する。次にステップ702において過去の時刻歴 $t-1$ ， $t-2$ ，...を用いて微分フィルタ処理を行い、 $\dot{d}(t)$ ， $\dot{\theta}(t)$ ， $\dot{\omega}_R(t)$ ， $\dot{\delta}(t)$ の変化 $\dot{d}(t)$ ， $\dot{\theta}(t)$ ， $\dot{\omega}_R(t)$ ， $\dot{\delta}(t)$ を求める。ステップ703において、 $\dot{\omega}_R(t)$ と $\dot{\delta}(t)$ の絶対値 $|\dot{\omega}_R(t)|$ と $|\dot{\delta}(t)|$ を判定する。共に大きく変化した場合、車線変更と判断され、補正処理の対象から外す（ステップ704）。一方、そのように判断されない場合は、補正処理の対象とする。ステップ705において、 $\dot{\omega}_R(t)$ の正負を判断する。 $\dot{\omega}_R > 0$ の場合、自車は緩和区間62にあると判定され、 $R = (R - \Delta R)$ と小さく補正される。（ステップ706）， $\dot{\omega}_R < 0$ の場合逆緩和区間64にあると判定され、 $R = (R + \Delta R)$ と大きく補正される。（ステップ707）， $\dot{\omega}_R = 0$ の場合、円曲線区間61にあると判定され、 R 補正は実施されない（ステップ708）。

40

【0047】

ところで、ミリ波レーダをキーセンサとして警報及びACCシステムを構成する場合、走行中の先行車などの移動物対象については比較的問題が少ない。しかしながら、前方静止物に対する警報もしくはACC減速制御を行うのはきわめて難しい問題をはらんでいる。なぜならば、ミリ波レーダは物標との距離や相対速度及び角度を正確に測定することはできても、それが何であるか認識することはできない。例えば、前方にカーブがある場合、前方進行方向上に静止物を捉えたとしても、それが自車線上の停止車両か路側や路上にあ

50

る標識などであるか判断することは難しい。このように、ミリ波レーダのみで判断できない場合が往々にして存在する。

【0048】

そこで、図8は、静止物に対する警報判断を正確にするために、図1の実施例に別種のセンサであるCCDカメラを加えた場合の実施例である。先に示した実施例の構成と同一の構成には同一番号を付し、説明を繰り返さない。図は、ミリ波レーダ、ジャイロセンサ、ステアリングセンサおよびCCDカメラからの信号を使用して構成する車間距離警報システム70を示す。図において、CCDカメラ71は、通常はその写真画像から白線認識72に用いられ、ズーム機能をもっている。一方、ミリ波レーダは距離や相対速度及び角度から静止物検知を行っている。今、ミリ波が前方に静止物23を検知した場合、カメラは白線認識72を一時中断し、ミリ波が捉えた前方静止物をズームする。そして、静止物認識73を行い、停止車両など障害物であるか、走行路外の標識や高架橋などの非障害物であるかを判定する。この静止物認識に基づいて警報判断14がなされ、静止物に対する警報指示15を行い警報信号16をドライバディスプレイ17に送る。

10

【0049】

図9は、同様に、ミリ波レーダ、ジャイロセンサ、ステアリングセンサおよびCCDカメラからの信号を使用して構成するACCシステム75を示す。図8同様の静止物検知・認識を行い、静止物認識73信号に基づいて車両の加減速判断25（静止物に対しては減速判断）がなされる。

【0050】

20

図10は、静止物の一例として高架橋と停止車両との区別を行った場合である。ミリ波レーダは、かなり前方、数値的には100 - 150[m]手前で高架橋を検知する。この時点では、前方静止物は高架橋であるか停止車両であるか判別できない。もしも検知した静止物が停止車両であった場合には、時速100km以上での高速走行においては、減速には時間がかかるのでこの時点で警報することが必要になる。そこで、カメラを用いた画像処理により高架橋であるか停止車両などの路上障害物であるか判断させる。画像処理で行うのは、パターンマッチングにより物標を識別することであり検知精度は要求されない。識別の結果、高架橋と判断された場合には、警報出力はしない。このように、ミリ波による物標検知とカメラ画像処理による物標識別を組み合わせることで、警報の精度を向上させることができる。

30

【0051】

ところで、前方静止物が何であるか分かり、それが車線上にある停止車両など障害物であったとしても、警報を出すか否かの判断材料としては、完全ではない。例えば、前方に分岐路がありその片側に停止車両がある場合などは、その車両がどちらのコースを選択するかわからないと警報を出すべきかどうか正確な判断はできない。そこで、図11は、ミリ波レーダ、ジャイロセンサ、ステアリングセンサ、CCDカメラに加えナビゲーションシステムからの信号を使用して構成する車間距離警報システム76を示している。図において、ナビゲーションシステム77を使用して経路判断78を行う。ナビゲーションシステム以外のセンサにより静止物検知、静止物認識がなされ、停止車両などの警報対象物と判定されたとする。このとき、ナビゲーションシステム77の経路判断機能78によりその警報対象物が将来の走行車線上にあるか判断する。そして、走行車線上にあると判断された場合にのみ警報指示15を行う。これによって警報指示15の精度が向上する。

40

【0052】

図12は、同様に、ミリ波レーダ、ジャイロセンサ、ステアリングセンサ、CCDカメラおよびナビゲーションシステムからの信号を使用して構成するACCシステム75を示す。図において、経路判断78による信号に基づいて加減速判断25がなされる。これによって、車間距離制御が精度高く行われることになる。

【0053】

前述した、図8～図11の実施例においては、ミリ波レーダに加えてカメラ及びナビゲーションシステムを付加することで、静止物に対する警報もしくは制御を高精度化すること

50

を実現した。以下は、図 1 , 図 2 のミリ波レーダ及びサブセンサとしてジャイロセンサ , ステアリングセンサのみを用いたシステムを前提とする。この場合、状況は限定されとしても以下の問題を解決することにより、高精度の警報もしくは制御を実現できる。

【 0 0 5 4 】

- 1 . 自車前方から始まるカーブを予測できないか？
- 2 . 自車は自車線の中央または端のどこを走行しているか推定できないか？
- 3 . 移動物の関係から自車線上に静止障害物があるか判定できないか？

以下、図面に基づいて説明する。

【 0 0 5 5 】

図 1 3 (a) (b) は、複数の走行車線を有する道路において、自車の前方を走行する車両が横方向に移動していく 2 つの場合を示している。図 1 3 (a) は、自車がカーブ手前にあり前方車がカーブ路に差し掛かった場合、図 1 3 (b) は先行車が車線変更を行った場合である。図 1 3 (a) は、先行車は引き続き警報もしくは追従対象であり、図 1 3 (b) においては先行車は対象から外れることになる。両方とも自車から見ると先行車が横方向に移動していくように見えるが、他の車両の動きと比較して区別することができる。すなわち、前方車 1 および前方車 2 と先行車が同一横方向の動きをするか検知し、同一横方向の動きをしたときにカーブ、異なる動きをしたときに車線変更と判定する。

【 0 0 5 6 】

図 1 4 は、図 1 3 (a) 及び図 1 3 (b) を識別する手順を示すフローチャートである。

【 0 0 5 7 】

まずステップ 1 4 0 1 は時刻 t での先行車 1 との車間距離、方位角度、及び自車速度と相対速度から先行車速度、 $(d_1(t), \theta_1(t), V_{f1}(t))$ を検知する。同様に、自車線以外の前方車 2 , 3 についても

$(d_2(t), \theta_2(t), V_{f2}(t)), (d_3(t), \theta_3(t), V_{f3}(t))$ 、を検知する。
(ここでは検出する前方車を 2 台としたがもっと検知できている場合には検出台数を増やしても構わない。)

次に、ステップ 1 4 0 2 において、過去の時刻歴 $t - 1, t - 2, \dots$ のデータを用いて微分フィルタ処理を行い、 $\dot{d}_1(t), \dot{d}_2(t), \dot{d}_3(t)$ の変化 $\dot{\theta}_1(t), \dot{\theta}_2(t), \dot{\theta}_3(t)$ を求める。ステップ 1 4 0 3 では、 $(\dot{d}_1(t)/V_{f1}(t)), (\dot{d}_2(t)/V_{f2}(t)), (\dot{d}_3(t)/V_{f3}(t))$ を求める。これは各車両が距離あたり

変化する角度に相当し各車両の車速に依存しない量である。これを用いて、ステップ 1 4 0 4 では、先行車と前方車 1 , 2 の移動量 $M_{12} = |(\dot{d}_1/V_{f1}) - (\dot{d}_2/V_{f2})|$, $M_{13} = |(\dot{d}_1/V_{f1}) - (\dot{d}_3/V_{f3})|$ を求め判定する。

M_{12} と M_{13} の値が一定値以下であれば、カーブによる移動であると判定する (ステップ 1 4 0 5)。一方、ある値より大きい場合、車線変更が生じたと判定する (ステップ 1 4 0 6)。

【 0 0 5 8 】

ここでは 3 車線の中央を自車及び先行車が走行し、左右車線に 1 台ずつ走行している例を示したが、2 車線以上で先行車以外の前方車を捉えていれば同様の推定ができる。ただし、捕捉車両が多いほど推定精度は向上する。特に前方車が車線変更を行った場合など仮定が異なってくるが、捕捉対象車両を増やすことによりこうした誤推定を回避できる。

【 0 0 5 9 】

ところで、図 4 や図 1 3 (a) , (b) などでは、自車線推定にあたっては自車が車線中央を走っていると仮定して先行車の車線位置を判断している。例えば、図 1 3 (a) に示すように、先行車や前方車が車線中央を走っており、各車両の横方向距離が車線幅 L_y にほぼ等しい場合などは問題がない。しかしながら、図 1 3 (b) のように自車、先行車、前方車が車線の片端に偏って走行している場合などはどちらが先行車かわからないことになる。この場合も含め、自車の白線に対する走行位置を推定し、それに応じて自車線の範囲を左右いずれかにオフセットさせて先行車判断に反映させることが重要である。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

図15は、この自車位置推定ならびに推定結果に基づき自車線位置を左右いずれかの方向にオフセットさせる方法に関するフローチャートである。まずステップ1601において先行車として認識している1台(図13(b))のように判断できない場合には方位角度の小さい側を先行車とする)以外の、左右前方車の横方向距離 $Y_L(t)$ 、 $Y_R(t)$ を求める。ステップ1602において、過去一定回数サンプルした $Y_L(t)$ 、 $Y_R(t)$ の移動平均値 $\langle Y_L(t) \rangle$ 、 $\langle Y_R(t) \rangle$ を求める。ステップ1603において、得られた $\langle Y_L(t) \rangle$ 、 $\langle Y_R(t) \rangle$ に対して、

$$L_y + \langle Y_L(t) \rangle < \{(\langle Y_L(t) \rangle + \langle Y_R(t) \rangle) / 2\} < L_y - l_y$$

(ここで、 L_y : 1車線幅、 l_y : 1車線幅より小さい値。)

であるかどうか判定する。条件が満たされない場合は、信頼性が低いデータであるとして採用されない。 10

【0061】

条件が満たされた場合、ステップ1604にうつり、次式にしたがい判定する。

【0062】

・ $\{\langle Y_L(t) \rangle - L_y\} > L_y$ かつ $\{\langle Y_R(t) \rangle - L_y\} < L_y$ 、のとき右側寄り

・ $\{\langle Y_L(t) \rangle - L_y\} < L_y$ かつ $\{\langle Y_R(t) \rangle - L_y\} > L_y$ 、のとき左側寄り

・ $\{\langle Y_L(t) \rangle - L_y\} < L_y$ かつ $\{\langle Y_R(t) \rangle - L_y\} < L_y$ 、のとき中央

ステップ1605ではその結果に応じて、自車線判定の範囲を右側もしくは左側にオフセットさせるかそのまま維持とするか判断する。

【0063】

以上は3車線の中央を走行している場合であるが、2車線あるいは対面道路であっても同様のことはできる。この場合は片側のみの前方車もしくは対面車との横距離をレファレンスに用いるが、サンプル数を増やすことにより信頼性を向上できる。なお、この方法では、ミリ波レーダの取付上の問題から車両の左右いずれかにオフセットさせて装着しなければならない場合においても自動推定して補正することが可能である。 20

【0064】

次に、先行車が横に移動し、その先に静止物が現われた場合について説明する。図16(a)(b)は、先行車が横に移動して、その先に静止物が現われた場合を示す。基本的には、図16(a)は警報を出すべきであり、図16(b)のケースでは出すべきでない。しかしながら、前方のコースが予測できないために、両者の区別がつかない。そこで、図17では、先行車の横移動の速度及びそのパターンに着目し、両者の区別を図る方法を示したものである。図のように、先行車の横方向移動速度を時間との関係で示すと、カーブの場合は、なだらかな変化となって検知されるが、車線変更の場合はステアリングの舵角が大きいために最初大きく、車線変更終了後はステアリングを戻すため横方向速度はなくなるような山形状の変化として検知される。自車は先行車の動きを検知しつつ静止物に接近していくが、自車の車速及び車間距離に応じて時間 T_1 、 T_2 、 T_3 の位置と警報判断を行うタイミングが異なる。 T_2 、 T_3 の場合、判定はたやすく、先行車移動速度の変極点Pを検知することにより容易に両者を判別できる。一方、

T_1 の時点ではあるしきい値をもとに両者を判別する必要がある。このしきい値は自車速度、先行車速度、先行車方位角度、自車角速度、及び車間距離に応じて随時変更されるものである。 40

【0065】

図18は、対向車より遠距離にある静止物または静止物を対向車が横切る場合を示す。このような場合を検知したときは、自車線上にある静止物とはみなさず、警報は鳴らさない。方法としては、最初に捉えた静止物の方位角度付近の方位角度において対向車を捉え、その車間距離が静止物よりも近くであれば、その静止物は車線外の路側物であるとみなし警報対象にはしない。この場合、その判断は静止物と対向車を捉えた時間差をもとに自車の移動分を補正して判定されている。

【0066】

以上のように、本発明は、 50

・先行車位置の正しい推定式を提供し、それを用いた装置を提案した。

【0067】

・カーブ入口：角度速発生初期（増加方向）とカーブ出口：角速度発生後期（減少方向）で補正量を変更することとした。

【0068】

・複数先行車の検知位置をもとに、白線位置を推定することとした。また、前方車の横方向の移動量を検知して前方のカーブ、分岐を判断することにした。

【0069】

・ジャイロセンサおよびステアリングセンサの両方を用いて自車線の判断、先行車の位置補正を行うこととした。

10

【0070】

・先行車の動きから前方静止物の車線位置判定と静止物警報の有無を判定することとした。

【0071】

・対向車との位置関係から前方静止物の車線位置を判定することとした。

【0072】

・前方に検知した静止物が高架橋などの路上物であるかの認識を行い、その場合は警報しないこととした。

【0073】

・走行車線上に停止車両を捉えたとき、自車の走行経路であるかを判定し、経路であるときは警報することとした。

20

【0074】

・通信ネットワーク機能及び判断・制御機能を内蔵した一体型のミリ波レーダ装置を使用することを提案した。

【0075】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、

・ミリ波レーダを用いて自車線前方の先行車（停止車両を含む）を検知して、先行車との距離が目標値になるように制御し、あるいは、先行車と接近し過ぎた場合に警報音を発生する衝突警報を発することができる。

30

【0076】

・また、停止している先行車と路側にある標識や高架橋などの静止物を区別し、自車線前方にある停止車両に対してのみ警報あるいは制御（減速）を行うことができる。

【0077】

・レーダが捉えた先行車の動きやその他のセンサ情報をもとに、カーブ路などでも正確な自車線推定、及び位置補正が必要な場合には正確な補正ができる。

【0078】

・車両側からの各種データを受信し、ミリ波レーダにより得た検知情報と合わせて先行車の車線位置推定を行い、警報または制御指令情報を車両側に送信できる。

【図面の簡単な説明】

40

【図1】車間距離警報システムの概略構成図。

【図2】ACCシステムの概略構成図。

【図3】制御ブロック図。

【図4】計算方式図。

【図5】曲率半径説明図。

【図6】(a)(b)は曲率変化と補正の関係図。

【図7】補正手順のフローチャート図

【図8】車間距離警報システムの概略構成図。

【図9】ACCシステムの概略構成図。

【図10】高架橋と停止車両の識別図。

50

【図 1 1】車間距離警報システムの概略構成図。

【図 1 2】ACCシステムの概略構成図。

【図 1 3】(a)(b)は先行車のカーブと車線変更の識別図。

【図 1 4】識別方法のフローチャート。

【図 1 5】自車線位置推定のフローチャート

【図 1 6】(a)(b)は先行車および静止物認識図。移動速度図。

【図 1 7】カーブと車線変更の横方向移動図。

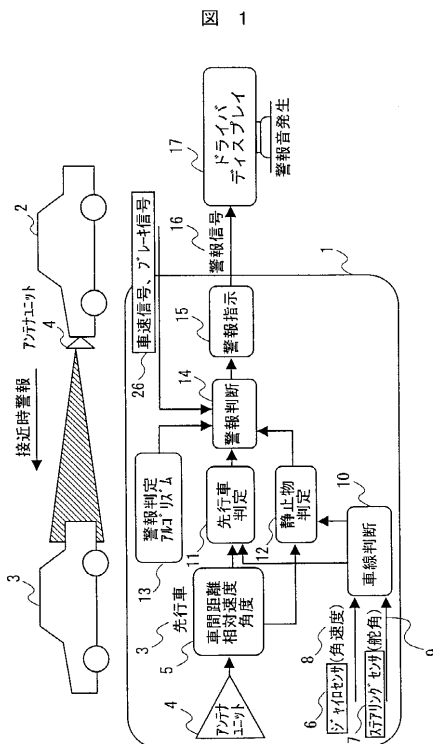
【図 1 8】対向車および静止物認識図。

【符号の説明】

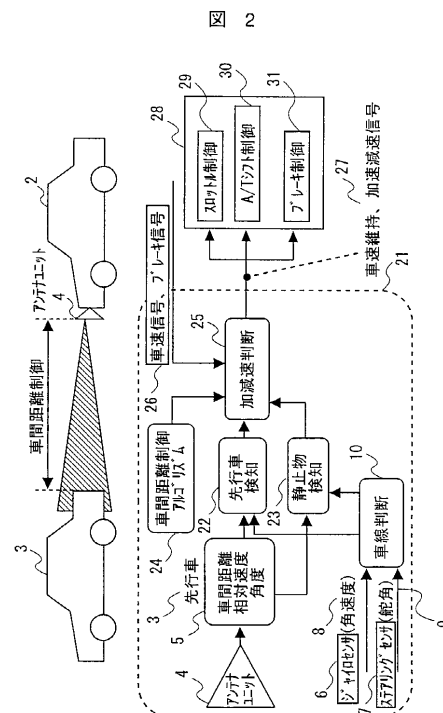
1 ... 車間距離警報システム、2 ... 自車、3 ... 先行車、4 ... アンテナユニット、5 ... 車間距離・対向速度・角度計測、6 ... ジャイロセンサ、7 ... ステアリングセンサ、8 ... 角速度、9 ... 舵角、10 ... 車線判断、11 ... 先行車判定、12 ... 静止物判定、13 ... 警報判定アルゴリズム、14 ... 警報判断、15 ... 警報指示、21 ... ACCシステム、22 ... 先行車検知、23 ... 静止物検知、24 ... 車間距離制御アルゴリズム、25 ... 加減速判断、26 ... 車速信号・ブレーキ信号、28 ... 車間距離制御、70 ... 車間距離警報システム、71 ... CCDカメラ、72 ... 白線認識、77 ... ナビゲーションシステム、78 ... 経路判断。

10

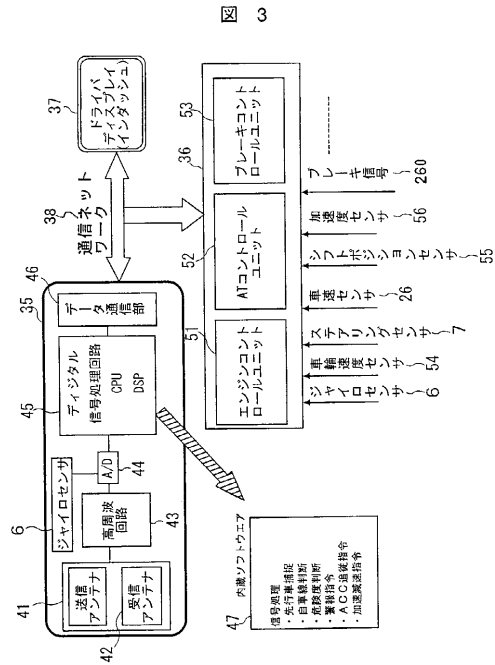
【図 1】



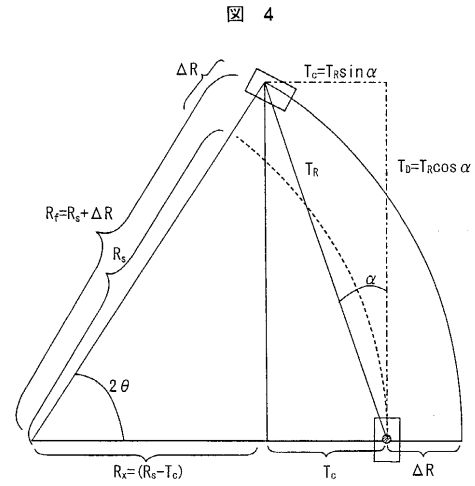
【図 2】



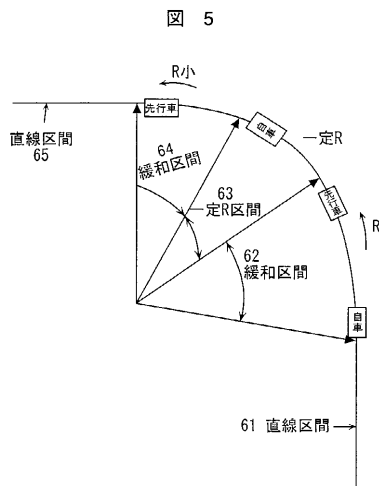
【図 3】



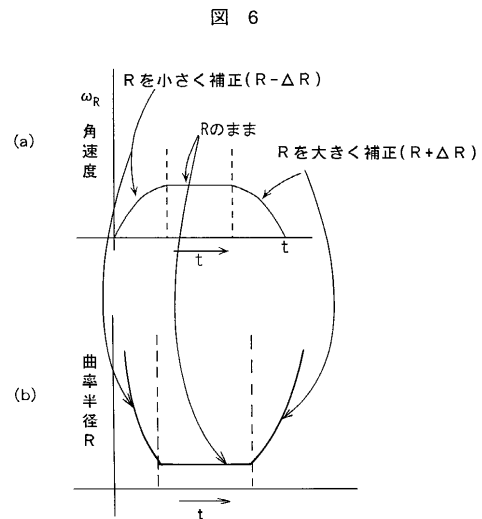
【図 4】



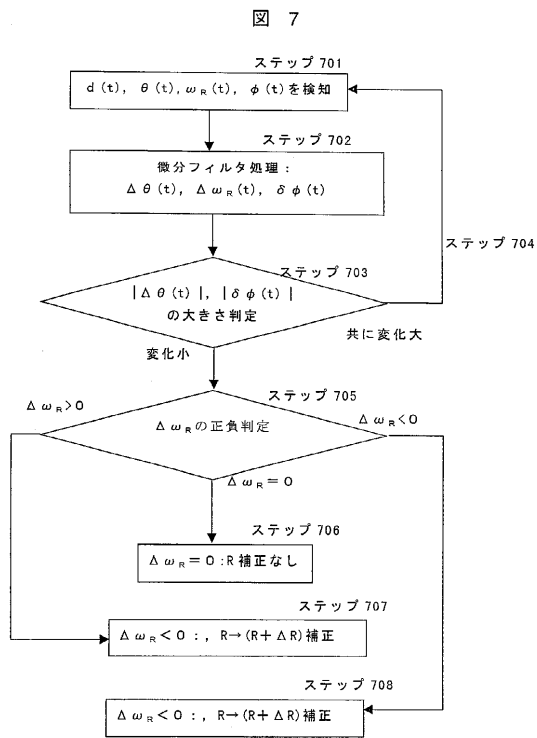
【図 5】



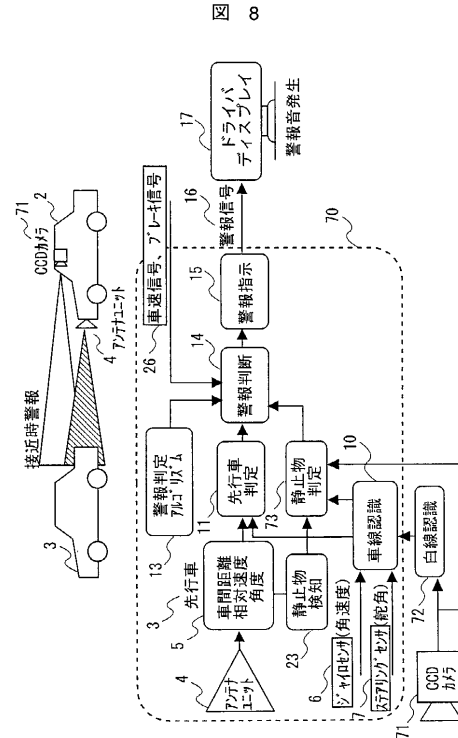
【図 6】



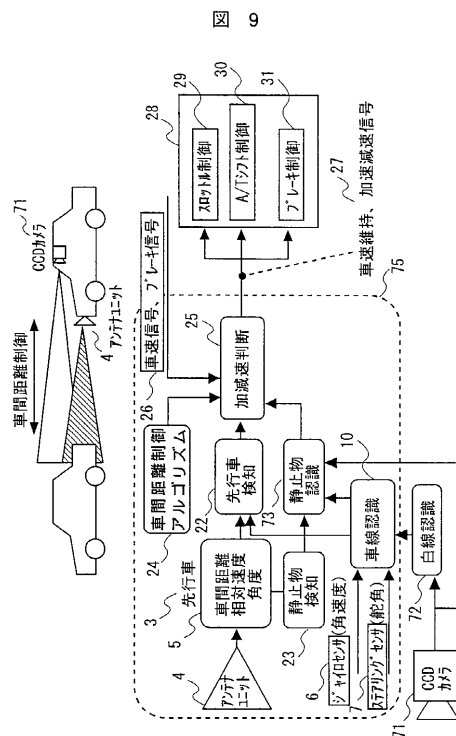
【図 7】



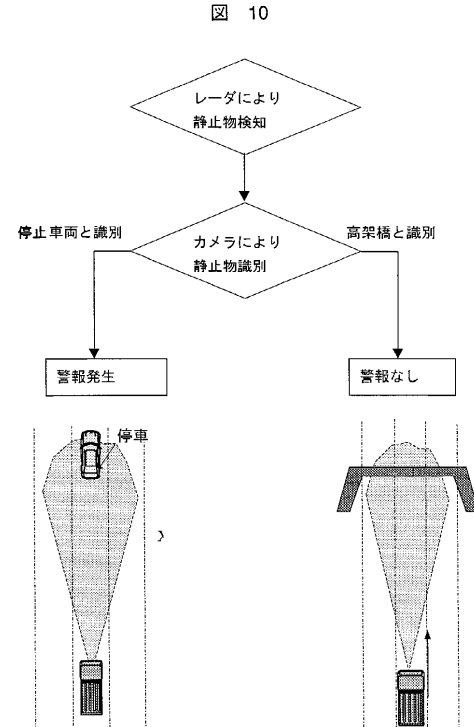
【図 8】



【図 9】

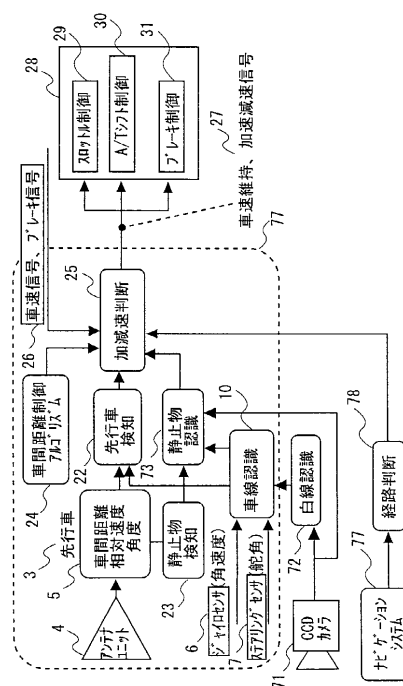


【図 10】



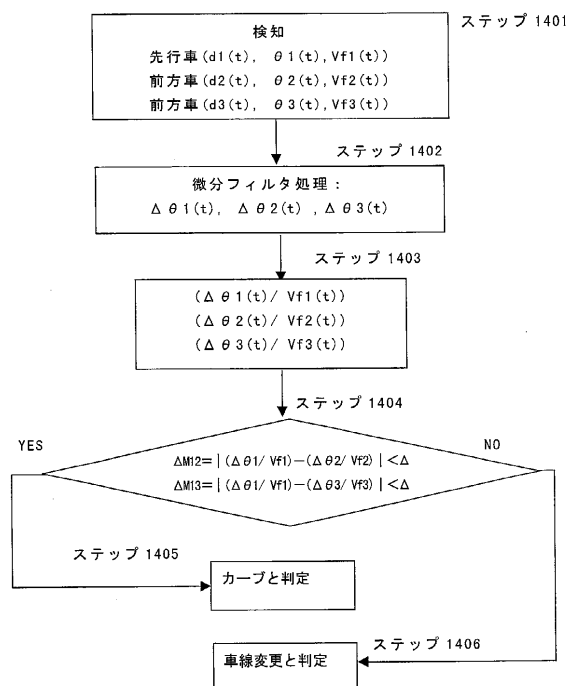
【 図 1 2 】

图 12

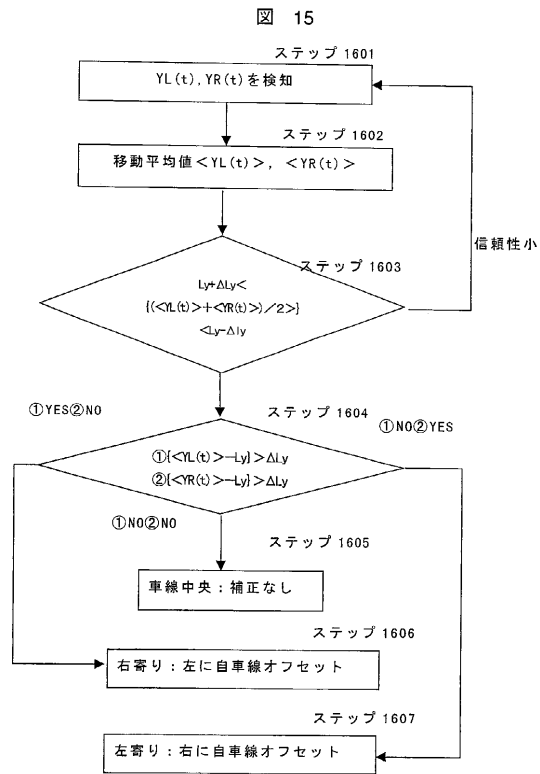


【 図 1 4 】

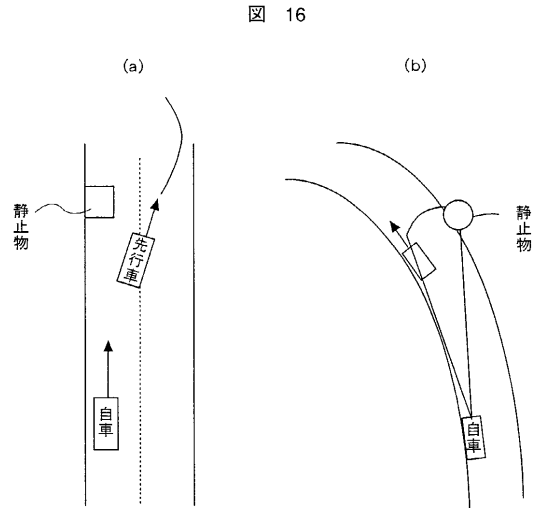
図 14



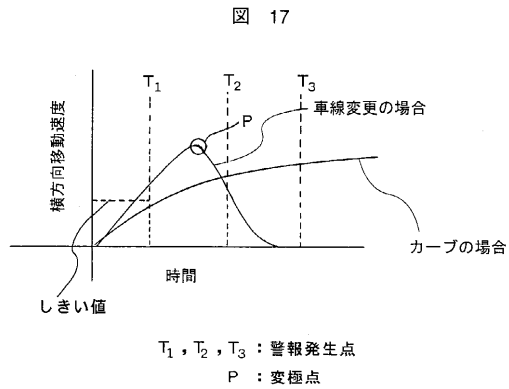
【図 15】



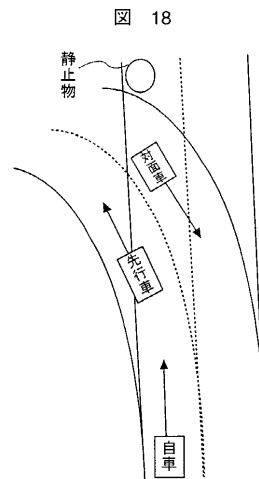
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

B 6 0 R 21/00 6 2 4 G

G 0 1 S 13/93 Z

(72)発明者 白 杰

茨城県ひたちなか市高場2 4 7 7 番地

株式会社 日立カーエンジニアリング内

審査官 高 木 真顕

(56)参考文献 特開平6 - 2 7 4 7 9 9 (J P , A)
特開平8 - 4 5 0 0 0 (J P , A)
特開平1 0 - 6 8 7 7 7 (J P , A)
特開平1 0 - 2 8 3 5 9 3 (J P , A)
特開平9 - 2 0 3 7 8 0 (J P , A)
特開平7 - 2 6 2 4 9 9 (J P , A)
特開平7 - 1 3 4 1 7 9 (J P , A)
特開平6 - 2 8 2 7 9 8 (J P , A)
特開平3 - 1 6 8 4 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷ , D B名)

G08G 1/16

B60R 21/00

B60K 31/00