

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3671825号
(P3671825)

(45) 発行日 平成17年7月13日(2005.7.13)

(24) 登録日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int.Cl.⁷

F I

B 6 O R 21/00

B 6 O R 21/00 6 2 4 C

G O 1 S 17/93

B 6 O R 21/00 6 2 4 D

G O 6 T 1/00

B 6 O R 21/00 6 2 4 G

G O 6 T 3/00

G O 6 T 1/00 3 3 O B

G O 6 T 7/60

G O 6 T 3/00 5 O O Z

請求項の数 13 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-289276 (P2000-289276)

(22) 出願日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(65) 公開番号 特開2002-96702 (P2002-96702A)

(43) 公開日 平成14年4月2日(2002.4.2)

審査請求日 平成14年8月30日(2002.8.30)

(73) 特許権者 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也

(74) 代理人 100075579

弁理士 内藤 嘉昭

(74) 代理人 100103850

弁理士 崔 秀▲てつ▼

(72) 発明者 山村 智弘

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

審査官 西本 浩司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車間距離推定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、

前記エッジ検出手段は、前記撮像手段で撮像された前回の画像の予め設定された所定範囲内に間隔を検出するエッジが存在しているときには、当該所定範囲外に新しいエッジを検出し、そのエッジの間隔を検出することを特徴とする車間距離推定装置。

【請求項2】

自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、

前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、

前記エッジ検出手段は、前記撮像手段で撮像された画像に検出される上下方向のエッジと横方向のエッジとのうち、検出されるエッジの数の少ない方のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする車間距離推定装置。

【請求項 3】

自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、

前記エッジ検出手段は、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が小さいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が広いときには、当該画像内で検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする車間距離推定装置。

【請求項 4】

自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、

前記エッジ検出手段は、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が大きいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が狭いときには、当該画像内で検出される上下方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする車間距離推定装置。

【請求項 5】

自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、

前記エッジ検出手段は、自車速が大きいときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする車間距離推定装置。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、

10

前記エッジ検出手段は、自車両が旋回しているときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする車間距離推定装置。

【請求項 7】

前記エッジ検出手段は、前記撮像手段で撮像された画像に検出される上下方向のエッジと横方向のエッジとのうち、検出されるエッジの数の少ない方のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の車間距離推定装置。

【請求項 8】

前記エッジ検出手段は、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が小さいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が広いときには、当該画像内で検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の車間距離推定装置。

20

【請求項 9】

前記エッジ検出手段は、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が大きいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が狭いときには、当該画像内で検出される上下方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 に記載の車間距離推定装置。

【請求項 10】

前記エッジ検出手段は、自車速が大きいときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 に記載の車間距離推定装置。

30

【請求項 11】

前記エッジ検出手段は、自車両が旋回しているときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 に記載の車間距離推定装置。

【請求項 12】

前記車間距離算出手段は、前記所定の距離を自車速又は前方車両との相対速度に応じて変更することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 に記載の車間距離推定装置。

【請求項 13】

前記エッジ検出手段は、上下方向のエッジ間の間隔と横方向のエッジ間の間隔とのうち、何れか大きい方の間隔を選択することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の車間距離推定装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えばレーダとカメラとを備え、カメラが捉えた画像から、自動制動などのために前方車両との車間距離を推定する車間距離推定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

このような車間距離推定装置としては、例えば特公平 6 - 34280 号公報に記載される

50

ものがある。この車間距離推定装置は、前方車両の画像を記憶し、この画像をスケーリングして、前方車両の画像を追尾し、そのときの前方車両の変位から当該前方車両までの車間距離を推定するものである。また、本出願人が先に提案した特開平10-143799号公報に記載される車間距離推定装置は、前方車両の一部をテンプレートとして記憶し、過去数回分のスケーリングの実績から現在の前方車両の画像位置をおおよそ予測し、その位置に切り出したウィンドウに一致するようにテンプレートをスケーリングして車間距離を推定するものである。また、例えば特開平10-97699号公報に記載される車間距離推定装置は、水平エッジと垂直エッジとで囲まれる領域に前方車両（障害物）があると想定して、その領域までの距離から前方車両までの車間距離を推定するものである。

【0003】

10

また、例えば本出願人が先に提案した特開平11-44533号公報に記載される車間距離設定装置は、レーザレーダが前方車両までの車間距離を検出している間に、当該前方車両の一部をテンプレートとして記憶し、レーザレーダが前方車両までの車間距離を検出できなくなったら、CCDカメラで捉えた画像の中に、テンプレートに最も類似する画像領域を相関処理によって求め、その中心の位置までの距離を車間距離として推定するものである。

【0004】

なお、カメラとレーダとを併用する車間距離推定装置は、以下の理由からカメラで撮像された画像から前方車両までの車間距離を推定する。例えばレーザレーダやミリ波レーダでは、比較的遠距離（～100m程度）までの車間距離を検出するためにレーザ光やミリ波を伝播する範囲に制限があり、逆に自車両の極く近傍（10m以内）では検出可能範囲が狭くなる。一方、マイクロ波レーダや超音波センサでは、自車両近傍でも比較的広い検出範囲があるものの、検出可能な距離が短いため、遠くにある前方車両に対しては車間距離が検出できない。これらの欠点を補うため、カメラで撮像された画像から前方車両までの車間距離を推定するのである。

20

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記特公平6-34280号公報に記載される車間距離推定装置のように、カメラで撮像される前方車両の外形を検出するものでは、前方車両との車間距離が短い場合に、前方車両外形が画像からはみ出してしまい、車両外形が検出できなくなって車間距離を推定することができなくなるという問題がある。

30

【0006】

また、テンプレートマッチングで必要となるスケーリングは、計算量の増大と、処理コストの増大につながる。また、テンプレートに最も類似する画像領域を求めているうちに、画像の明るさなどの変化によって、求めた画像領域が、本来のテンプレート相当の画像領域を異なる方向に移動してしまう恐れがある。

本発明は、これらの諸問題を解決すべく開発されたものであり、カメラが捉えた画像の中から、横エッジ又は上下エッジの対を検出し、その互いに対向するエッジ間の間隔を検出してレーダで検出された車間距離とを関連づけて記憶し、次に検出した同じエッジ間の間隔から車間距離を推定することによって、車間距離を容易に推定することができる車間距離推定装置を提供することを目的とするものである。

40

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明のうち請求項1に係る車間距離推定装置は、自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向す

50

るエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、前記エッジ検出手段が、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が小さいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が広いときには、当該画像内で検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

【 0 0 0 8 】

また、本発明のうち請求項 2 に係る車間距離推定装置は、自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、前記エッジ検出手段が、前記撮像手段で撮像された画像に検出される上下方向のエッジと横方向のエッジとのうち、検出されるエッジの数の少ない方のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

また、本発明のうち請求項 3 に係る車間距離推定装置は、自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、前記エッジ検出手段が、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が小さいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が広いときには、当該画像内で検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

また、本発明のうち請求項 4 に係る車間距離推定装置は、自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、前記エッジ検出手段が、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が大きいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が狭いときには、当該画像内で検出される上下方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

また、本発明のうち請求項 5 に係る車間距離推定装置は、自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レー

ダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、前記エッジ検出手段が、自車速が大きいときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

また、本発明のうち請求項 6 に係る車間距離推定装置は、自車両から前方車両までの車間距離を検出するレーダと、自車両の前方の画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像のうち、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出するエッジ検出手段と、前記レーダが検出した車間距離が所定距離であったときにおいて、前記エッジ検出手段が以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときに当該レーダが検出した車間距離と、そのときにエッジ検出手段で検出された対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する車間距離算出手段と、前記レーダが検出した車間距離と前記車間距離算出手段で算出した車間距離とから、一の車間距離を当該レーダが検出した車間距離に応じて選択する車間距離選択手段とを備え、前記エッジ検出手段が、自車両が旋回しているときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

【 0 0 0 9 】

また、本発明のうち請求項 7 に係る車間距離推定装置は、請求項 1 の発明において、前記エッジ検出手段は、前記撮像手段で撮像された画像に検出される上下方向のエッジと横方向のエッジとのうち、検出されるエッジの数の少ない方のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

また、本発明のうち請求項 8 に係る車間距離推定装置は、請求項 1 又は 2 の発明において、前記エッジ検出手段は、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が小さいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が広いときには、当該画像内で検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】

また、本発明のうち請求項 9 に係る車間距離推定装置は、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 の発明において、前記エッジ検出手段は、前記車間距離検出手段で検出される車間距離が大きいとき又は前記撮像手段で撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が狭いときには、当該画像内で検出される上下方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】

また、本発明のうち請求項 10 に係る車間距離推定装置は、請求項 1 乃至 4 の何れか 1 の発明において、前記エッジ検出手段は、自車速が大きいときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

また、本発明のうち請求項 11 に係る車間距離推定装置は、請求項 1 乃至 5 の何れか 1 の発明において、前記エッジ検出手段は、自車両が旋回しているときには、前記撮像手段で撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出することを特徴とするものである。

また、本発明のうち請求項 12 に係る車間距離推定装置は、請求項 1 乃至 10 の何れか 1 の発明において、前記車間距離算出手段は、前記所定の距離を自車速又は前方車両との相対速度に応じて変更することを特徴とするものである。

【 0 0 1 2 】

また、本発明のうち請求項 13 に係る車間距離推定装置は、請求項 1 又は 2 の発明において、前記エッジ検出手段は、上下方向のエッジ間の間隔と横方向のエッジ間の間隔との

うち、何れか大きい方の間隔を選択することを特徴とするものである。

【0013】

【発明の効果】

而して、本発明のうち請求項1乃至6に係る車間距離推定装置によれば、少なくとも前方車両の一部を含む上下方向のエッジ又は横方向のエッジを検出し、互いに対向するエッジ間の間隔を検出し、以前に対向するエッジ間の間隔を検出したときの車間距離と、そのときの対向するエッジ間の間隔と現在の対向するエッジ間の間隔とから、現在の前方車両までの車間距離を算出する構成としたため、車間距離に応じて、大小に変化する前方車両画像の中から得た対向するエッジ間の間隔と車間距離とを関連づけすることにより、現在の対向するエッジ間の間隔から車間距離を算出することが可能となり、車間距離の推定が容易になる。

10

【0014】

また、本発明のうち請求項1に係る車間距離推定装置によれば、前回の画像の予め設定された所定範囲内に間隔を検出するエッジが存在したときには、当該所定範囲外に新しいエッジを検出し、そのエッジの間隔を検出する構成としたため、例えば画像の端部や隅部に検出したエッジが、前方車両の移動や接近によって画像外に外れてしまうのを抑制防止することができ、安定且つ連続して車間距離を推定することができる。

【0016】

また、本発明のうち請求項2及び7に係る車間距離推定装置によれば、撮像された画像に検出される上下方向のエッジと横方向のエッジとのうち、検出されるエッジの数の少ない方のエッジ間の間隔を検出する構成としたため、間隔を検出すべきエッジを誤検出する可能性が小さくなり、その分だけ算出される車間距離の確実性を向上することができる。

20

【0017】

また、本発明のうち請求項3及び8に係る車間距離推定装置によれば、検出される車間距離が小さいとき又は撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が広いときには、当該画像内で検出される横方向のエッジ間の間隔を検出する構成としたため、前方車両と自車両とが接近し過ぎることにより、検出すべきエッジが画像外に外れてしまうのを抑制防止することができ、安定且つ連続して車間距離を推定することができる。また、特に横方向のエッジは、光環境や交通状況がよくないときにも安定して検出することが可能であるため、その分だけ安定して車間距離を算出することができる。

30

【0018】

また、本発明のうち請求項4及び9に係る車間距離推定装置によれば、検出される車間距離が大きいとき又は撮像された画像に検出されるエッジ間の間隔が狭いときには、当該画像内で検出される上下方向のエッジ間の間隔を検出する構成としたため、車間距離の精度や分解能を高めることができる。これは、車両が後方視で横長の形状のことが多いことを前提とした場合、同じ車間距離であれば、上下方向のエッジ間隔は横方向のエッジ間隔より大きいことによる。

【0019】

また、本発明のうち請求項5及び10に係る車間距離推定装置によれば、自車速が大きいときには、撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出する構成としたため、検出すべきエッジが画像外に外れてしまうのを抑制防止することができ、安定且つ連続して車間距離を推定することができる。

40

また、本発明のうち請求項6及び11に係る車間距離推定装置によれば、自車両が旋回しているときには、撮像された画像に検出される横方向のエッジ間の間隔を検出する構成としたため、検出すべきエッジが画像外に外れてしまうのを抑制防止することができ、安定且つ連続して車間距離を推定することができる。

【0020】

また、本発明のうち請求項12に係る車間距離推定装置によれば、前記所定の距離を自車速又は前方車両との相対速度に応じて変更する構成としたため、例えば検出される車間距離が所定の距離以下になったときから車間距離の算出を開始し、更に車間距離が小さ

50

くなったり、車間距離の検出が不可能になったりしたときに、算出された車間距離だけを用いる場合には、例えば自車速や前方車両との相対速度に応じて車間距離の算出開始タイミングを早め、対向するエッジ間の間隔と検出される車間距離との関連づけを確実なものとして、算出される車間距離をより正確なものとすることができる。

また、本発明のうち請求項 1 3 に係る車間距離推定装置によれば、上下方向若しくは横方向のエッジ間隔のうち、大きい方を用いて車間距離を推定するようにしたため、車間距離の精度や分解能を高めることができる。

【 0 0 2 1 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

10

図 1 は本発明の車間距離設定装置を展開した自動制動装置付き車両のシステム構成図である。前輪 1 F 及び後輪 1 R への制動力は、ホイールシリンダ 3 R への制動流体圧を、制動流体圧制御装置 3 からの指令値に基づいて制動流体圧アクチュエータで創成することによって制御される。なお、本実施形態において非駆動輪である前輪 1 F には車輪速センサ 2 が設けられており、その車輪速センサ 2 で検出された車輪速を車速として検出するように構成されている。

【 0 0 2 2 】

一方、キャビンのフロントガラス寄りには、撮像手段としての CCD カメラ 5 が設けられている。この CCD カメラ 5 は、上下方向に 20° 程度の画角を有する。従って、相当の急制動時に、車体がノーズダイブしても、前方車両を撮像し続けることが可能である。この CCD カメラ 5 で撮像された自車両前方の画像は、画像処理装置 6 に取り込まれ、ここで必要な画像処理が施される。なお、CCD カメラ 5 で撮像することから、自車両前方の前方車両が遙かに遠くにあるとき、つまり車間距離が極めて大きいときには、撮像される前方車両の画像が小さいことから、それを検出しにくいという特性がある。

20

【 0 0 2 3 】

また、車両の前方には、車間距離検出手段としてのレーザレーダ 7 が設けられている。そして、このレーザレーダ 7 はコントローラ機能を具備したものであり、このレーザレーダ 7 では、検出した自車両前方の距離情報から前方車両の検出と、その前方車両までの測距、即ち車間距離の検出が行われる。なお、レーザレーダ 7 は、限られたパワーでより遠方まで測距する必要があるため、上下方向の検出角度は 3 ~ 4° 程度である。そのため、車両が大きくノーズダイブすると、前方車両を検出できなくなる可能性がある。また、前述したように、レーザレーダ 7 の特性として、遠くにある前方車両は正確に検出できるが、前方車両が近すぎると、検出範囲の狭さから、かえって車間距離を正確に検出できないことがある。

30

【 0 0 2 4 】

そして、車間距離検出装置 1 1 は、前記車輪速センサ 4 で検出された車速、画像処理装置 6 で撮像された自車両前方の画像情報、レーザレーダ 7 で検出された前方車両情報並びに車間距離を読み、前記自車両前方の画像情報から推定車間距離 DC を算出し、それを前記制動流体圧制御装置に向けて出力する。この算出された推定車間距離 DC を読込んだ制動流体圧制御装置では、例えば自車両の前方に、それまでの前方車両と異なる車両が割り込み、車間距離 Dist が急変した場合などに、自車両が、その前方車両に衝突するのを回避すべく、目標減速度又は目標制動力を設定し、その目標減速度又は目標制動力が達成されるように制動流体圧を制御する。なお、このような制動流体圧制御については、例えば特開平 7 - 1 4 4 5 8 8 号公報に記載されるものを適用することができる。

40

【 0 0 2 5 】

次に、前記車間距離検出装置 1 1 で行われる推定車間距離 DC 算出のための演算処理を示す図 3 のフローチャートの前に、本実施形態で行う車間距離推定の概略構成について図 2 を用いて説明する。

本実施形態では、CCD カメラ 5 で捉えた自車両前方画像から、前方車両の水平エッジ（横方向のエッジ）又は垂直エッジ（上下方向のエッジ）を検出し、それらの何れかを選ん

50

で、互いに対向するエッジ間の間隔とそのときの車間距離とを関連づけて記憶し、新たなエッジ間の間隔を用いて車間距離の推定を行う。しかしながら、前述のようにCCDカメラ5による自車両前方の画像において、車間距離が余りにも大きいときには、前方車両の検出が困難であることから、前記レーザレーダ7で検出される車間距離DLが所定値L1以上であるときには、CCDカメラ5からの画像情報に基づく車間距離の推定を行わない。勿論、出力はレーザレーダ7で検出された車間距離DLとなる。これに対し、前記レーザレーダ7で検出される車間距離DLが前記所定値L1から、それより小さい所定値L2までの間では、CCDカメラからの画像情報に基づく車間距離の推定（エッジ検出の処理）を行いながら、出力としてはレーザレーダ7で検出された車間距離DLを出力し、車間距離とエッジ間隔との関連づけを高める。一方、前記レーザレーダ7で検出される車間距離DLが前記所定値L2未満か、若しくはレーダロスト（前方車両までの車間距離を検出できないの意）である場合には、CCDカメラからの画像情報に基づく車間距離の推定（エッジ検出の処理）を行い、その算出値である推定車間距離DCを出力する。なお、前記レーザレーダ7では、前方車両をロストした場合に、ロストを意味する“0”が出力される。

10

【0026】

次に、推定車間距離DCを算出すると共に、最終的な車間距離を出力するための図3の演算処理について説明する。この車間距離検出装置11は、例えばマイクロコンピュータなどの演算処理装置を備えており、その演算処理装置内で所定のサンプリング時間（この場合は100msec.）毎にタイマ割込処理される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、例えばフローチャート中で得られた情報は随時記憶装置に記憶されるし、必要な情報は随時記憶装置から読出される。また、各装置間も相互通信を行っており、必要な情報は、主として制御を司っている装置から常時読み込まれ、送られてきた情報は、随時記憶装置に記憶される。

20

【0027】

この演算処理のステップS1では、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記画像処理装置6からCCDカメラ5で撮像した自車両前方の全画面情報を読み込み、デジタルフィールドなどからなる配列に入力する。本実施形態では、例えば図6に示すように、全画像の左下隅部を原点とし、右上方に向けて、横座標（水平座標）をX座標、縦座標（垂直座標）をY座標として、各画素毎に色合い、明度、輝度等の情報を記憶する。

30

【0028】

次にステップS2に移行して、前記レーザレーダ7で検出された前方車両までの車間距離DL、車輪速センサ4で検出された車速Vを読む。

次にステップS3に移行して、後述する図4の制御マップに従って、推定開始車間距離所定値L1を設定する。

次にステップS4に移行して、前記ステップS2で読込んだレーダ車間距離DLが前記推定開始車間距離所定値L1以上であるか否かを判定し、当該レーダ車間距離DLが推定開始車間距離所定値L1以上である場合にはステップS5に移行し、そうでない場合にはステップS6に移行する。

【0029】

40

前記ステップS6では、後述する図5の演算処理に従って、エッジ検出処理を行ってからステップS7に移行する。

前記ステップS7では、前記ステップS2で読込んだレーダ車間距離DLが予め設定された推定車間距離出力開始所定値L2以上であるか否かを判定し、当該レーダ車間距離DLが推定車間距離出力開始所定値L2以上である場合には前記ステップS5に移行し、そうでない場合にはステップS8に移行する。なお、推定車間距離出力開始所定値L2は前記推定開始車間距離所定値L1より小さいものとする。

【0030】

前記ステップS8では、後段に詳述する算出方法に従って、推定車間距離DCを算出してからステップS9に移行する。

50

前記ステップ S 9 では、出力車間距離 D_{out} に前記推定車間距離 D_C を設定してからステップ S 10 に移行する。

一方、前記ステップ S 5 では、出力車間距離 D_{out} にレーダ車間距離 D_L を設定してから前記ステップ S 10 に移行する。

【0031】

前記ステップ S 10 では、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 5 又はステップ S 9 で設定された出力車間距離 D_{out} の出力を行ってからステップ S 11 に移行する。

前記ステップ S 11 では、出力車間距離 D_{out} 、後述するエッジ間隔 E_W を記憶してからメインプログラムに復帰する。

10

【0032】

次に、前記ステップ S 3 で用いられる図 4 の制御マップについて説明する。前述したように、本実施形態では、前記レーザ車間距離 D_L が前記推定開始車間距離所定値 L_1 未満になったときに推定車間距離 D_C の算出を開始し、当該レーザ車間距離 D_L が前記推定車間距離出力開始所定値 L_2 未満になったときに推定車間距離 D_C の出力を開始する。今、前方車両の車速が一定であるとする、自車両の車速 V が大きいほど、前方車両との相対速度によって、自車両が前方車両に近づく速度が大きくなる。つまり、より早く前方車両に接近することを意味する。従って、自車両の車速 V が大きいほど、前記推定開始車間距離所定値 L_1 未満となってから、推定車間距離出力開始車間距離所定値 L_2 未満となるまでの時間が短い可能性が高い。これは、例えば場合によっては、二つの所定値の間で必要な車間距離と前方車両、即ち水平エッジ又は垂直エッジ間の間隔との相関を十分に得ることができないことを意味する。本実施形態では、両者の相関に従って車間距離を推定するので、車間距離と水平エッジの位置との相関が十分にとれるように、車速 V が大きいほど、推定開始車間距離所定値 L_1 を大きく設定する。図 4 では、車速 V が低速所定値 V_0 。以下の領域では推定開始車間距離所定値 L_1 は比較的小さな所定値 L_{10} 。一定であり、車速 V が高速所定値 V_1 以上の領域では推定開始車間距離所定値 L_1 は比較的大きな所定値 L_{11} 。一定であり、二つの所定値の間で、車速 V の増加に伴って推定開始車間距離所定値 L_1 がリニアに増加するようになっている。

20

【0033】

なお、前記推定車間距離出力開始所定値 L_2 は、前記レーザレーダ 7 の検出能力から決定される。つまり、レーザレーダ 7 だけで、前方車両までの車間距離をほぼ確実に且つ精度よく検出可能な最長車間距離を、当該所定値 L_2 に設定すればよい。

30

次に、前記図 3 の演算処理のステップ S 6 で行われる水平エッジ検出処理のための演算処理について、図 5 のフローチャートを用いて説明する。

【0034】

この演算処理では、まずステップ S 601 で、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記配列に入力された画像に対し、垂直エッジを検出するためのフィルタ処理を施す。具体的には、例えば下記 1 式のような水平ソーベル演算子を施し、更に絶対値処理を施すことにより、垂直なエッジ成分のみを抽出することができる。

【0035】

40

$$\begin{array}{ccc} & -1 & 0 & 1 \\ \text{垂直ソーベル演算子} & -2 & 0 & 2 \\ & -1 & 0 & 1 \end{array} \quad \text{..... (1)}$$

次にステップ S 602 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、垂直エッジ検出ウインドウ V_{EW} の設定を行う。この垂直エッジ検出ウインドウ V_{EW} は、例えば図 6 に示すように、前方車両で最も外側に垂直エッジが検出される後二輪を含む部位に設定する。即ち、この後二輪を含む部位において、濃淡差が最も大きく生じる部分、つまり影との境界線が、求める垂直エッジになる。この垂直エッジ検出ウインドウ V_{EW}

50

の設定は、既に垂直エッジを検出しているか否か、つまり垂直エッジ検出の連続処理か又は初期処理かによってやや異なる。

【 0 0 3 6 】

垂直エッジ検出初期処理の場合には、以下のようにして垂直エッジ検出ウインドウ V E W を設定する。即ち、この垂直エッジ検出ウインドウ V E W は、前述のように、前方車両の後に輪を含む部位に設定すべきものであり、前方車両の大きさは、或る程度、限定でき、しかもその前方車両の後に輪の位置も、或る程度、限定できることから、当該前方車両までの車間距離が分かれば、当該ウインドウ V E W の下側の境界線を、或る程度、限定することができる。即ち、例えば図 6 の画像においては、前方車両は、車間距離が大きければ大きいほど、小さく、且つ上方に捉えられる。このため、前記レーダ車間距離 D L に基づいて前方車両の位置と大きさが検出できるので、その前方車両の後方面の位置する路面近傍に垂直エッジ検出ウインドウ V E W の下側境界線を設定する。また、上側境界線は、実測値で、前記下側境界線から 1 m 程度上方の位置に設定する。また、垂直エッジ検出ウインドウ V E W の幅は、大型の前方車両でも、その後方面全域にウインドウが設定されるように、大きめに設定してよい。また、レーザレーダ 7 には、前方車両が自車両に対してどれぐらい横方向にずれているか、所謂前方車両の横位置を検出する機能があるので、当該前方車両の横位置に応じて垂直エッジ検出ウインドウ V E W を横方向にずらして設定してもよい。

10

【 0 0 3 7 】

これに対して、垂直エッジ検出連続処理の場合は、前回検出した垂直エッジの周りに、比較的小さな上下幅を持たせた垂直エッジ検出ウインドウ V E W を設定すればよい。

20

次にステップ S 6 0 3 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 6 0 1 のフィルタ処理によって明瞭となった垂直エッジ V E を、前記ステップ S 6 0 2 で設定された垂直エッジ検出ウインドウ V E W 内部に検出する。具体的には、前記垂直エッジ検出ウインドウ V E W 内の縦方向に濃度値を平均し、その濃度値の平均値が所定値を超える位置を垂直エッジ V E として検出する。なお、このときには、前記垂直エッジ検出ウインドウ V E W 内に検出できる垂直エッジ V E を、垂直エッジ候補として全て選出しておく。

【 0 0 3 8 】

次にステップ S 6 0 4 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、例えば図 6 に示すように、前記ステップ S 6 0 3 で検出した垂直エッジ候補のうち、最適な垂直エッジ V E の第 1 ペアを算出する。ここでは、端的に、前記垂直エッジ検出ウインドウ V E W の中で、最も左方にある垂直エッジ V E と最も右方にある垂直エッジ V E とを垂直エッジ第 1 ペアとして算出する。具体的には、多くの場合、前方車両の後二輪の外側面に相当する垂直エッジ第 1 ペアが選出される。

30

【 0 0 3 9 】

次にステップ S 6 0 5 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 6 0 4 で算出した垂直エッジ第 1 ペアの各垂直エッジ V E が、予め設定された所定の範囲内にあるか否かを判定し、各垂直エッジ V E が所定の範囲内にある場合にはステップ S 6 0 7 に移行し、そうでない場合にはステップ S 6 0 8 に移行する。この所定の範囲とは、例えば図 7 に斜線を施して示す範囲であり、自車両前方画像のうち、前記垂直エッジ検出ウインドウ V E W の両外側で、当該自車両前方画像の端部に相当する。つまり、このような所定範囲内に各垂直エッジ V E が存在している場合、前方車両が自車両に相当接近しており、更に自車両と前方車両との車間距離が小さくなると、選出した、そしてこれ以後も可能であれば追尾する各垂直エッジが画像外に外れてしまい、追尾できなくなってしまう。このため、この所定範囲内に垂直エッジ第 1 ペアの各垂直エッジ V E が存在している場合には、前記ステップ S 6 0 7 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、新たな垂直エッジ第 2 ペアを算出してから前記ステップ S 6 0 6 に移行する。この垂直エッジ第 2 ペアは、例えば前記図 7 に示す所定の範囲の内側で、且つ最も外側の二つの垂直エッジのペアを選出する。

40

50

【 0 0 4 0 】

前記ステップ S 6 0 6 では、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 6 0 4 又はステップ S 6 0 7 で選出された垂直エッジペアの各垂直エッジレベルの評価を行う。具体的には、選出された二本の垂直エッジ V E のうち、平均濃度値の小さい方の値を選出しておく。

次にステップ S 6 0 8 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記配列に入力された画像に対し、水平エッジを検出するためのフィルタ処理を施す。具体的には、例えば下記 2 式のような垂直ソーベル演算子を施し、更に絶対値処理を施すことにより、水平なエッジ成分のみを抽出することができる。

【 0 0 4 1 】

$$\begin{array}{ccccc} & 1 & 2 & 1 & \\ \text{垂直ソーベル演算子} & 0 & 0 & 0 & \dots\dots\dots (2) \\ & -1 & -2 & -1 & \end{array}$$

10

次にステップ S 6 0 9 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、水平エッジ検出ウインドウ H E W の設定を行う。この水平エッジ検出ウインドウ H E W は、例えば図 8 に示すように、前方車両で最も濃淡差が大きく且つ光の影響を受けにくいリヤバンパの下方から前方車両のルーフ上方までの間に設定する。即ち、このリヤバンパの下部において、濃淡差が最も大きく生じる部分、つまり影との境界線が、下側の水平エッジになる。この水平エッジ検出ウインドウ H E W の設定は、既に水平エッジを検出しているか否か、つまり水平エッジ検出の連続処理か又は初期処理かによってやや異なる。

20

【 0 0 4 2 】

水平エッジ検出初期処理の場合には、以下のようにして水平エッジ検出ウインドウ H E W を設定する。即ち、この水平エッジ検出ウインドウ H E W は、前述のように、前方車両のリヤバンパの下方からルーフ上方までの間に設定すべきものであり、前方車両の大きさは、或る程度、限定でき、しかもその前方車両のリヤバンパの高さも、或る程度、限定することから、当該前方車両までの車間距離が分かれば、当該ウインドウ H E W の下側の境界線を、或る程度、限定することができる。即ち、例えば図 8 の画像においては、前方車両は、車間距離が大きければ大きいほど、小さく、且つ上方に捉えられる。このため、前記レーダ車間距離 D L に基づいて前方車両の位置と大きさが検出できるので、その前方車両の後方面の位置する路面近傍に水平エッジ検出ウインドウ H E W の下側境界線を設定する。また、上側境界線は、実測値で、前記下側境界線から 2 ～ 3 m 程度上方の位置に設定する。また、水平エッジ検出ウインドウ H E W の幅は、水平エッジを検出できる程度の幅、具体的には実際の幅で 0 . 5 m 程度となる画面上の幅を想定し、左右均等に領域を設定すればよい。また、レーザレーダで前記横位置を検出する場合には、当該前方車両の横位置に応じて水平エッジ検出ウインドウ H E W を横方向にずらして設定してもよい。

30

【 0 0 4 3 】

これに対して、水平エッジ検出連続処理の場合は、前回検出した水平エッジの周りに、比較的小さな上下幅を持たせた水平エッジ検出ウインドウ H E W を設定すればよい。

40

次にステップ S 6 1 0 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 6 0 8 のフィルタ処理によって明瞭となった水平エッジ H E を、前記ステップ S 6 0 9 で設定された水平エッジ検出ウインドウ H E W 内部に検出する。具体的には、前記水平エッジ検出ウインドウ H E W 内の横方向に濃度値を平均し、その濃度値の平均値が所定値を超える位置を水平エッジ H E として検出する。なお、このときには、前記水平エッジ検出ウインドウ H E W 内に検出できる水平エッジ H E を、水平エッジ候補として全て選出しておく。

【 0 0 4 4 】

次にステップ S 6 1 1 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、例えば図 8 に示すように、前記ステップ S 6 1 0 で検出した水平エッジ候補のうち、最適な

50

水平エッジ H E の第 1 ペアを算出する。ここでは、端的に、前記水平エッジ検出ウインドウ H E W の中で、最も上方にある水平エッジ H E と最も下方にある水平エッジ H E とを水平エッジ第 1 ペアとして算出する。具体的には、多くの場合、リヤバンパの下端部とルーフ上端部とに相当する水平エッジ第 1 ペアが選出される。

【 0 0 4 5 】

次にステップ S 6 1 2 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 6 1 1 で算出した水平エッジ第 1 ペアの各水平エッジ H E が、予め設定された所定の範囲内にあるか否かを判定し、各水平エッジ H E が所定の範囲内にある場合にはステップ S 6 1 4 に移行し、そうでない場合にはステップ S 6 1 3 に移行する。この所定の範囲とは、例えば図 9 に斜線を施して示す範囲であり、自車両前方画像のうち、前記水平エッジ検出ウインドウ H E W の上側と下側で、当該自車両前方画像の端部に相当する。つまり、このような所定範囲内に各水平エッジ H E が存在している場合、前方車両が自車両に相当接近しており、更に自車両と前方車両との車間距離が小さくなると、選出した、そしてこれ以後も可能であれば追尾する各水平エッジが画像外に外れてしまい、追尾できなくなってしまう。このため、この所定範囲内に水平エッジ第 1 ペアの各水平エッジ H E が存在している場合には、前記ステップ S 6 1 4 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、新たな水平エッジ第 2 ペアを算出してから前記ステップ S 6 1 3 に移行する。この水平エッジ第 2 ペアは、例えば前記図 9 に示す所定の範囲の内側で、且つ最も上側の水平エッジと最も下側の水平エッジのペアを選出する。

【 0 0 4 6 】

前記ステップ S 6 1 3 では、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 6 1 1 又はステップ S 6 1 4 で選出された水平エッジペアの各水平エッジレベルの評価を行う。具体的には、選出された二本の水平エッジ H E のうち、平均濃度値の小さい方の値を選出しておく。

次にステップ S 6 1 5 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、車間距離算出用のエッジペアを決定する。具体的には、ステップ S 6 0 6 で行われた垂直エッジレベル評価並びにステップ S 6 1 3 で行われた水平エッジレベル評価の各エッジの平均濃度値を比較し、より平均濃度値の大きい方を車間距離算出用のエッジペアと決定する。なお、この車間距離算出用のエッジペアの決定には、後述する各要素を取り入れて、それらに従って車間距離算出用のエッジペアを決定するようにしてもよい。また、決定された車間距離算出用のエッジペアが、前回演算時と異なる場合には、後述する推定車間距離算出のための前回のエッジ間隔 E W₀ の初期化 (= E W) を行う。

【 0 0 4 7 】

次にステップ S 6 1 6 に移行して、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 6 1 5 で決定された車間距離算出用のエッジペアの、互いに対向するエッジ間の間隔 E W を算出してから、前記図 3 の演算処理のステップ S 7 に移行する。

次に、前記図 3 の演算処理のステップ S 8 で行われる推定車間距離 D C の算出方法について説明する。この演算処理では、下記 3 式に従って、推定車間距離 D C を算出する。

【 0 0 4 8 】

$$D C = D o u t_0 \cdot E W_0 / E W$$

..... (3)

但し、

D o u t₀ : 出力車間距離 D o u t の前回値

E W₀ : エッジ間隔 E W の前回値

である。

【 0 0 4 9 】

前記図 5 の演算処理によれば、前記ステップ S 6 0 1 で垂直エッジ検出フィルタ処理を施した後、ステップ S 6 0 2 で垂直エッジ検出ウインドウ V E W を設定し、次のステップ S 6 0 3 で垂直エッジ候補を検出し、次のステップ S 6 0 4 で、前記垂直エッジ検出ウインドウ V E W 内の最も外側に位置する一対の垂直エッジ第 1 ペアを算出する。そして、この垂直エッジ第 1 ペアの各垂直エッジ V E が画像端部の所定範囲内になれば、そのままス

10

20

30

40

50

ステップS606で垂直エッジレベル評価として平均濃度値の小さい方の値を選出するが、垂直エッジ第1ペアの各垂直エッジVEが画像端部の所定範囲内にある場合、つまり各垂直エッジVEが自車両前方画像外に外れる可能性が高い場合には、ステップS607で、前記所定範囲より内側の垂直エッジVEの対を垂直エッジ第2ペアとして算出し、前記ステップS606で、この垂直エッジ第2ペアのレベル評価を行う。

【0050】

また、これに続いて、前記ステップS608では、水平エッジ検出フィルタ処理を施した後、ステップS609で水平エッジ検出ウインドウHEWを設定し、次のステップS610で水平エッジ候補を検出し、次のステップS611で、前記水平エッジ検出ウインドウHEW内の最も上側と下側に位置する一対の水平エッジ第1ペアを算出する。そして、この水平エッジ第1ペアの各水平エッジHEが画像端部の所定範囲内になれば、そのままステップS613で水平エッジレベル評価として平均濃度値の小さい方の値を選出するが、水平エッジ第1ペアの各水平エッジHEが画像端部の所定範囲内にある場合、つまり各水平エッジHEが自車両前方画像外に外れる可能性が高い場合には、ステップS614で、前記所定範囲より内側の水平エッジHEの対を水平エッジ第2ペアとして算出し、前記ステップS613で、この水平エッジ第2ペアのレベル評価を行う。

【0051】

そして、続くステップS615では、前記ステップS606で選出された垂直エッジVEの平均濃度値と、ステップS613で選出された水平エッジHEの平均濃度値とを比較し、平均濃度値の大きい方のエッジペアを車間距離算出用エッジペアとして決定し、次のステップS616でエッジ間隔EWを算出する。

前述したように、自車両前方画像内の前方車両は、車間距離が大きくなるにつれて、小さく、且つ上方に捉えられる。例えば、選出された垂直エッジペアが後後輪の両外側面を示す垂直エッジVEの対であったり、或いは選出された水平エッジペアがリヤバンパの下端部とルーフの上端部とを夫々示す水平エッジHEの対であったりする場合、それら各エッジペアの間隔EWは、自車両前方内の無限遠点で全ての画像が消失すると考えると、車間距離と反比例関係にある。従って、間隔を検出するエッジペアが変更されない限り、出力車間距離の前回値Doutとエッジ間隔の前回値EWとの積値と、現在の車間距離(この場合は推定車間距離DC)と現在のエッジ間隔EWとの積値とが等しいので、前記3式を用いて推定車間距離DCを算出することができる。

【0052】

なお、前記ステップS615で、平均濃度値の大きい方のエッジペアを車間距離算出用エッジペアに決定するのは、平均濃度値の小さい方のエッジペアでは、少なくとも何れか一方のエッジの検出強度が弱く、検出レベルが安定していない可能性があり、そのため、安定してエッジを検出できなくなって、車間距離を算出することができなくなる可能性があるためである。このように、垂直エッジ(上下方向のエッジ)と水平エッジ(横方向のエッジ)の双方を検出し、より検出強度の強いエッジペアのエッジ間隔を検出することで、車間距離の精度を向上することが可能となるが、前述したように撮像される前方車両の大きさと車間距離とは反比例の関係にあるので、前方車両を含む垂直エッジ間隔か、若しくは水平エッジ間隔が得られれば、推定車間距離の算出は可能である。例えば、垂直エッジとしては、前述したような後二輪の外側面や、車体の両側面を捉えることが可能であるため、凡そ前方車両幅を検出することが可能であり、車両が後方視で横長形状のことが多いことを前提とすれば、同じ車間距離であれば水平エッジ間隔より垂直エッジ間隔の方が大きいため、そのような場合には車間距離の精度や分解能を高めることができるというメリットがある。また、水平エッジとしては、西日や夜間など、光環境が悪い状況下でも比較的安定してエッジの検出が可能なりヤバンパの下部等が挙げられるため、その分だけ検出安定性を確保し易いというメリットがある。

【0053】

また、車間距離算出用エッジペアの決定には、以下のような選択基準を設けてもよい。即ち、垂直エッジ及び水平エッジのエッジレベル、つまり前記平均濃度値が同等である場合

10

20

30

40

50

には、互いに対向するエッジ間隔の大きい方を選択するのが望ましい。即ち、エッジ間隔が大きい方が、前記3式におけるエッジ間隔の前回値との比の精度を向上させることができるため、結果的に推定車間距離DCの精度が向上する。また、エッジ候補数が複数ある場合には、よりエッジ候補数の少ない方を選択する方が、次回以後、追尾すべきエッジを誤検出する可能性を低くして、推その分だけ算出される車間距離の確実性を向上することができる。

【0054】

また、前記レーダ車間距離DLが小さいとき又はエッジ間隔EWが広いときには、水平エッジ（横方向のエッジ）の間隔を検出することが望ましく、そのようにすれば、前方車両と自車両とが接近し過ぎることにより、追尾すべきエッジが画像外に外れてしまうのを抑制防止することができ、安定且つ連続して車間距離を推定することができる。また、前記レーダ車間距離DLが大きいとき又はエッジ間隔EWが狭いときには、垂直エッジ（上下方向のエッジ）の間隔を検出するのが望ましく、そのようにすれば、前述のように車間距離の制動や分解能を高めることができる。また、自車速が大きいときには、水平エッジ（横方向のエッジ）の間隔を検出するのが望ましく、そのようにすれば、前方車両と自車両とが急速に接近して、追尾すべき（垂直）エッジが画像外に外れてしまうのを抑制防止することができ、安定且つ連続して車間距離を推定することができる。また、自車両が旋回しているときには、水平エッジ（横方向のエッジ）の間隔を検出するのが望ましく、そのようにすれば、斜め後方から捉える前方車両の追尾すべき（垂直）エッジが画像外に外れてしまうのを抑制防止することができ、安定且つ連続して車間距離を推定することができる。

【0055】

以上より、前記レーザレーダ7が、本発明の車間距離検出手段を構成し、以下同様に、前記CCDカメラ5及び画像処理装置6が撮像手段を構成し、前記図3の演算処理のステップS6で行われる図5の演算処理全体がエッジ検出手段を構成し、図3の演算処理のステップS4、ステップS7、ステップS8が車間距離算出手段を構成している。

【0056】

なお、前記第1実施形態では、比較的測距距離の長いレーダとしてレーザレーダを使用した。これに代えてミリ波レーダを用いることも可能である。

次に、本発明の車間距離推定装置の第2実施形態について説明する。図10は、この実施形態の車間距離推定装置を展開した渋滞時前方車両追従装置付き車両のシステム構成図である。この車両の構成は、前記第1実施形態の図1の車両構成に類似しており、同等の構成要素には同等の符号を付してある。そして、車間距離検出装置11で検出された車間距離は、図示されない渋滞時前方車両追従装置に出力され、この車間距離を入力した渋滞時前方車両追従装置では、或る一定の車間距離が保持されるように、駆動装置であるエンジン及び変速機並びに制動装置を制御する。

【0057】

この実施形態では、前記第1実施形態のレーザレーダ7に代えて、フロントバンパ3箇所にマイクロ波レーダ8が取付けられている。このマイクロ波レーダ8は、自車両前方のマイクロ波を伝播し、前方の物体で反射された反射波を計測し、反射波の到達時間から前方の物体までの距離を検出し、それを車間距離として前記車間距離検出装置11に出力する。このマイクロ波レーダ8は、前記レーザレーダに比べて、自車両近傍の物体までの距離検出能力に優れており、方位的に比較的広い範囲で距離を検出できる反面、検出可能な距離は最大でも20m程度であり、通常は極低速走行時の接触防止用のセンサなどに用いられる。

【0058】

そして、図11に示すように、本実施形態でも、前記第1実施形態と同様に、CCDカメラ5で捉えた自車両前方画像から、前方車両の水平エッジ（横方向のエッジ）又は垂直エッジ（上下方向のエッジ）を検出し、それらの何れかを選んで、互いに対向するエッジ間の間隔とそのときの車間距離とを関連づけて記憶し、新たなエッジ間の間隔を用いて車間

距離の推定を行う。しかしながら、本実施形態では、前記マイクロ波レーダ 8 による車間距離検出範囲が小さいことから、当該マイクロ波レーザ 8 による車間距離 D_M の検出限界程度に設定された所定値 L_3 以上で、CCD カメラ 5 からの画像情報に基づく推定車間距離 D_C を出力する。一方、前述のように CCD カメラ 5 による自車両前方の画像において、車間距離が余りにも大きいときには、前方車両の検出が困難であること、合わせて車間距離を使用する制御システムが、比較的短い車間距離の重要な渋滞時前方車両追従装置であることから、車間距離が所定値 L_4 以上であるときには、CCD カメラ 5 からの画像情報に基づく車間距離の推定を行わない。そして、前記マイクロ波レーダ 8 で検出される車間距離 D_M が“0”から前記所定値 L_3 までの間では、CCD カメラからの画像情報に基づく車間距離の推定（エッジ検出の処理）を行いながら、出力としてはマイクロ波レーダ 8 で検出された車間距離 D_M を出力し、車間距離とエッジ間隔との関連づけを高める。また、前記マイクロ波レーダ 8 で検出される車間距離 D_M が前記所定値 L_3 以上所定値 L_4 以下か、若しくはレーダロストである場合には、CCD カメラからの画像情報に基づく車間距離の推定（エッジ検出の処理）を行い、その算出値である推定車間距離 D_C を出力する。なお、前記マイクロ波レーダ 8 では、前方車両をロストした場合に、ロストを意味する“255”が出力される。また、前記車間距離の所定値 L_3 は推定車間距離出力開始所定値と称し、所定値 L_4 は車間距離推定終了所定値と称する。

【0059】

このような処理を行うため、前記車間距離検出装置 11 では、図 12 の演算処理を行う。この演算処理は、所定のサンプリング時間（この場合は 100 msec.）毎にタイマ割込処理される。なお、このフローチャートでは、特に通信のためのステップを設けていないが、例えばフローチャート中で得られた情報は随時記憶装置に記憶されるし、必要な情報は随時記憶装置から読出される。また、各装置間も相互通信を行っており、必要な情報は、主として制御を司っている装置から常時読み込まれ、送られてきた情報は、随時記憶装置に記憶される。

【0060】

この演算処理のステップ S21 では、前記第 1 実施形態のステップ S1 と同様に、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記画像処理装置 6 から CCD カメラ 5 で撮像した自車両前方の全画面情報を読み込み、デジタルフィールドなどからなる配列に入力する。

次にステップ S22 に移行して、前記マイクロ波レーダ 8 で検出された前方車両までの車間距離 D_M 、車輪速センサ 4 で検出された車速 V を読む。

【0061】

次にステップ S23 に移行して、前記ステップ S23 で読込んだレーダ車間距離 D_M が前記推定車間距離出力開始所定値 L_3 以上であるか否かを判定し、当該レーダ車間距離 D_M が推定車間距離出力開始所定値 L_3 以上である場合にはステップ S24 に移行し、そうでない場合にはステップ S25 に移行する。

前記ステップ S24 では、前回の演算時に算出された推定車間距離 D_C の前回値が前記車間距離推定終了所定値 L_4 以上であるか否かを判定し、当該推定車間距離 D_C の前回値が車間距離推定終了所定値 L_4 以上である場合にはステップ S26 に移行し、そうでない場合には前記ステップ S25 に移行する。

【0062】

前記ステップ S25 では、前記第 1 実施形態のステップ S6 と同様に、前記図 5 の演算処理に従ってエッジ検出処理を行ってからステップ S27 に移行する。前記ステップ S27 では、前記第 1 実施形態のステップ S8 と同様に、前記 3 式に従って推定車間距離 D_C を算出してからステップ S28 に移行する。

前記ステップ S28 では、再び、前記ステップ S22 で読込んだレーダ車間距離 D_M が前記推定車間距離出力開始所定値 L_3 以上であるか否かを判定し、当該レーダ車間距離 D_M が推定車間距離出力開始所定値 L_3 以上である場合にはステップ S29 に移行し、そうでない場合にはステップ S30 に移行する。

【 0 0 6 3 】

前記ステップ S 2 9 では、前記ステップ S 2 7 で算出した推定車間距離 D C が前記車間距離推定終了所定値 L 4 以上であるか否かを判定し、当該推定車間距離 D C が車間距離推定終了所定値 L 4 以上である場合には前記ステップ S 2 6 に移行し、そうでない場合にはステップ S 3 1 に移行する。

前記ステップ S 3 1 では、出力車間距離 D o u t に前記推定車間距離 D C を設定してからステップ S 3 2 に移行する。

【 0 0 6 4 】

一方、前記ステップ S 3 0 では、出力車間距離 D o u t にレーダ車間距離 D M を設定してから前記ステップ S 3 2 に移行する。

また、前記ステップ S 2 6 では、出力車間距離 D o u t を、ロストを意味する “ 2 5 5 ” と設定してから前記ステップ S 3 2 に移行する。

前記ステップ S 3 2 では、同ステップ内で行われる個別の演算処理に従って、前記ステップ S 2 6 又はステップ S 3 0 又はステップ S 3 1 で設定された出力車間距離 D o u t の出力を行ってからステップ S 3 3 に移行する。

【 0 0 6 5 】

前記ステップ S 3 3 では、出力車間距離 D o u t 、後述するエッジ間隔 E W を記憶してからメインプログラムに復帰する。

ここで、前記図 1 2 のステップ S 2 5 で行われるエッジ検出処理は、前記第 1 実施形態の図 5 の演算処理であり、またステップ S 2 7 で用いられる推定車間距離 D C の算出演算式も、前記第 1 実施形態の 3 式であることから、前方車両のエッジ検出や推定車間距離の算出における効果は、前記第 1 実施形態のそれと同等である。

【 0 0 6 6 】

そして、この演算処理によれば、前記マイクロ波レーダ 8 で検出したレーダ車間距離 D M が前記推定車間距離出力開始所定値 L 3 未満か、又はそれ以上であっても、前回演算時の推定車間距離 D C の前回値が前記車間距離推定終了所定値 L 4 未満であれば、ステップ S 2 5 からステップ S 2 6 に移行して、前方車両の上下方向のエッジペア又は横方向のエッジペアを検出し、その何れかのエッジペアのエッジ間隔 E W を算出すると共に、当該エッジ間隔 E W を用いて推定車間距離 D C を算出する。しかしながら、今再び、前記マイクロ波レーダ 8 で検出したレーダ車間距離 D M が前記推定車間距離出力開始所定値 L 3 未満である場合にはステップ S 3 0 に移行して、当該レーダ車間距離 D M を出力車間距離 D o u t に設定してしまう。つまり、このような場合には、推定車間距離 D C の算出のみを行い、エッジ間隔 E W と車間距離との相関を高める。一方、前記マイクロ波レーダ 8 で検出したレーダ車間距離 D M が前記推定車間距離出力開始所定値 L 3 以上であり、且つ算出した推定車間距離 D C が前記車間距離推定終了所定値 L 4 未満である場合にはステップ S 3 1 に移行して、当該推定車間距離 D C を出力車間距離 D o u t に設定するので、前記車間距離所定値 L 3 から L 4 の間で推定車間距離 D C が出力される。また、推定車間距離 D C が前記車間距離推定終了所定値 L 4 以上である場合にはステップ S 2 6 に移行して、ロストを意味する “ 2 5 5 ” が出力車間距離 D o u t に設定されてしまう。

【 0 0 6 7 】

このように、前記図 1 2 の演算処理によれば、比較的検出範囲の狭いマイクロ波レーダ 8 の特性に合わせて、必要な領域で、連続して安定に、C C D カメラ 5 による画像情報から車間距離を推定することができる。なお、マイクロ波レーダ 8 に代えて、超音波レーダを用いても同様に使用することができる。

以上より、前記マイクロ波レーダ 8が、本発明の車間距離検出手段を構成し、以下同様に、前記 C C D カメラ 5 及び画像処理装置 6 が撮像手段を構成し、前記図 1 2 の演算処理のステップ S 2 5 で行われる図 5 の演算処理全体がエッジ検出手段を構成し、図 1 2 の演算処理のステップ S 2 3、ステップ S 2 4、ステップ S 2 7 が車間距離算出手段を構成している。

【 0 0 6 8 】

なお、前記各実施形態では、夫々の演算処理装置にマイクロコンピュータを用いたが、これに代えて各種の論理回路を用いることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の車間距離推定装置の第 1 実施形態を示す車両構成図である。

【図 2】図 1 の実施形態の車間距離推定装置の作用の概略説明図である。

【図 3】車間距離検出の演算処理の一例を示すフローチャートである。

【図 4】図 3 の演算処理で用いられる制御マップである。

【図 5】図 3 の演算処理で行われるマイナプログラムのフローチャートである。

【図 6】図 5 の演算処理で設定される垂直エッジ検出ウインドウの説明図である。

【図 7】図 5 の演算処理で用いられる垂直エッジが存在しないことが望まれる所定範囲の説明図である。 10

【図 8】図 5 の演算処理で設定される水平エッジ検出ウインドウの説明図である。

【図 9】図 5 の演算処理で用いられる水平エッジが存在しないことが望まれる所定範囲の説明図である。

【図 10】本発明の車間距離推定装置の第 2 実施形態を示す車両構成図である。

【図 11】図 10 の実施形態の車間距離推定装置の作用の概略説明図である。

【図 12】車間距離検出の演算処理の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 F、1 R は車輪

2 は車輪速センサ

5 は C C D カメラ

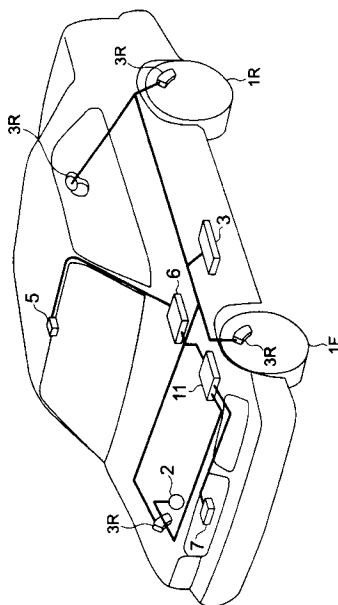
6 は画像処理装置

7 はレーザレーダ

8 はマイクロ波レーダ

11 は車間距離検出装置

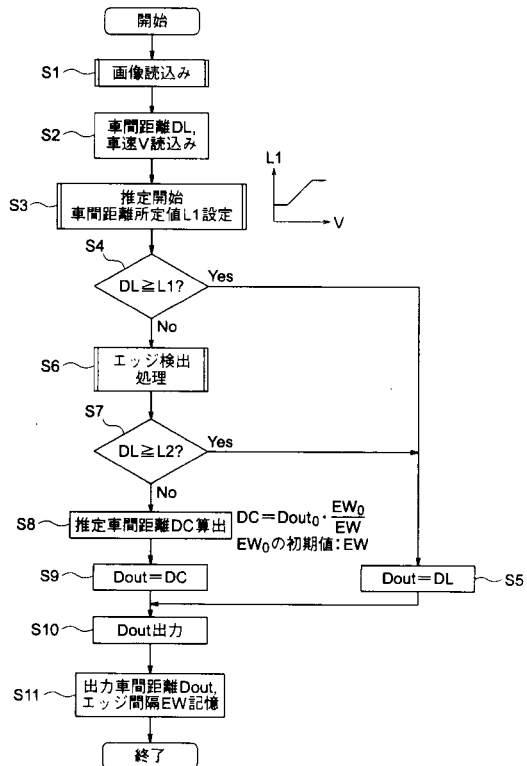
【図 1】



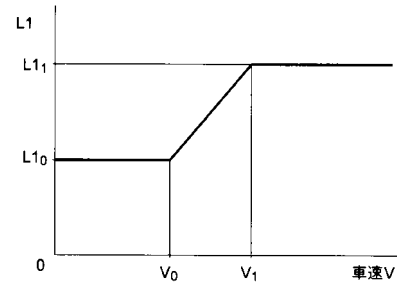
【図 2】

車間距離	0~L2 もしくは、レーダロス	L2~L1	L1以上
カメラによる エッジ検出	水平エッジ検出	水平エッジ検出	処理しない
車間距離 出力	カメラ出力	レーザ出力	レーザ出力

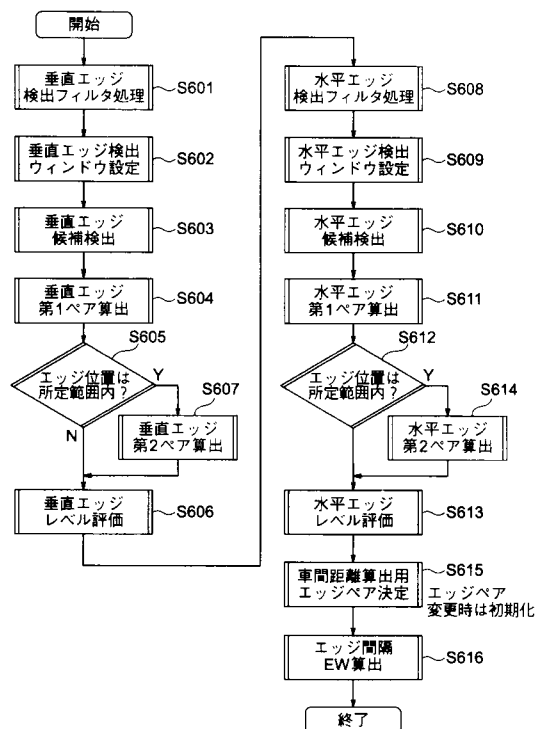
【図 3】



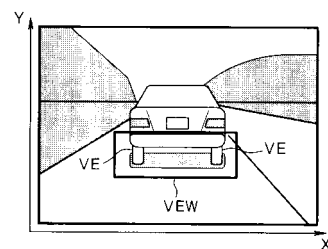
【図 4】



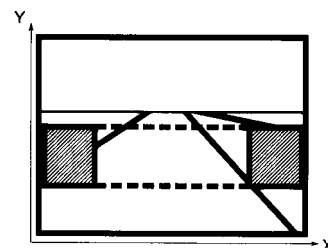
【図 5】



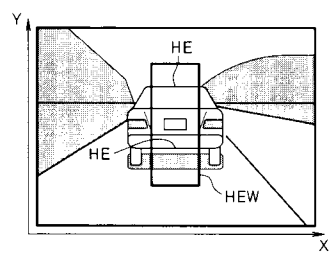
【図 6】



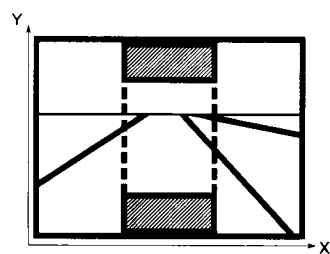
【図 7】



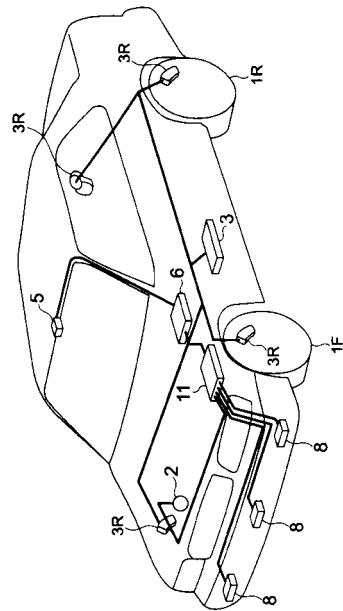
【図 8】



【図 9】



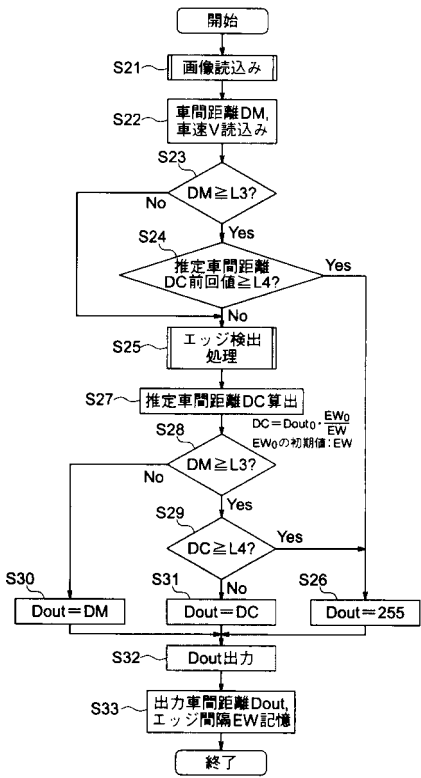
【図 10】



【図 11】

車間距離	L4 以上	処理しない	出力しない
カメラによるエッジ検出	L3 ~ L4	エッジ検出	カメラ出力
車間距離出力	0 ~ L3	マイクロ波レーダ出力	

【図 12】



 フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	F I
G 0 8 G 1/16	G 0 6 T 7/60 1 8 0 B
	G 0 8 G 1/16 C
	G 0 1 S 17/88 A

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

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

B60R 21/00
 G01S 17/88
 G06T 1/00
 G06T 3/00
 G06T 7/60
 H04N 7/18
 G08G 1/16