

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4451315号  
(P4451315)

(45) 発行日 平成22年4月14日(2010.4.14)

(24) 登録日 平成22年2月5日(2010.2.5)

(51) Int.Cl.	F 1		
<b>B60W 30/16</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 41/00	322
<b>B60W 10/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 41/00	301A
<b>B60W 10/18</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 41/00	301F
<b>B60K 31/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 31/00	Z
<b>B60R 21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B60K 41/20	

請求項の数 11 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-1844 (P2005-1844)	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成17年1月6日(2005.1.6)		富士重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2006-188155 (P2006-188155A)		東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
(43) 公開日	平成18年7月20日(2006.7.20)	(74) 代理人	100076233
審査請求日	平成19年10月5日(2007.10.5)		弁理士 伊藤 進
		(72) 発明者	澤田 慎司
			東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内
		審査官	畔津 圭介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の運転支援装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自車両の走行情報を検出する自車走行情報検出手段と、  
 先行車を認識し該先行車情報を検出する先行車情報検出手段と、  
 上記先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、該確保すべき車間距離に到達するまでの時間を制御目標時間として設定する制御目標時間設定手段と、  
 上記制御目標時間経過した時の先行車の予測位置を演算する先行車予測位置演算手段と、

現在の先行車との車間距離と上記制御目標時間経過した時の先行車の予測位置とに基づき、上記制御目標時間経過した時の自車速における先行車との車間距離を予め設定する目標車間距離とさせる現在の自車速からの加速度を目標加速度として演算する目標加速度演算手段と、

上記目標加速度を基に加減速制御を行う加減速制御手段と、  
 を備えたことを特徴とする車両の運転支援装置。

【請求項2】

上記制御目標時間は、現在の自車速と、現在の自車両の加速度と、現在の先行車との車間距離と、上記確保すべき車間距離とから演算することを特徴とする請求項1記載の車両の運転支援装置。

【請求項3】

上記制御目標時間は、現在の自車両の加速度がゼロの場合は、現在の自車速で上記確保

すべき車間距離に到達するまでの時間とすることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の車両の運転支援装置。

【請求項 4】

上記制御目標時間は、現在の自車両の加速度では上記確保すべき車間距離に到達することができないとみなせる場合は、上記確保すべき車間距離で停止させるのに要する時間とすることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

【請求項 5】

上記制御目標時間は、少なくとも現在の先行車との車間距離が上記予め設定する目標車間距離より大きい場合、現在の先行車との車間距離が大きいほど小さくなる方向に補正することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

10

【請求項 6】

上記制御目標時間は、先行車との相対速度の絶対値が予め設定した閾値より小さい場合、通常の演算値より大きくなる方向に補正することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

【請求項 7】

上記制御目標時間は、現在の先行車との車間距離と上記予め設定する目標車間距離との差の絶対値が予め設定する閾値より小さい場合、通常の演算値より大きくなる方向に補正することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

【請求項 8】

上記制御目標時間は、先行車との相対速度の絶対値が予め設定した閾値より小さい場合、通常の演算値より大きくなる方向に補正することと、現在の先行車との車間距離と上記予め設定する目標車間距離との差の絶対値が予め設定する閾値より小さい場合、通常の演算値より大きくなる方向に補正することの補正量が小さいほうの補正のみ実行することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

20

【請求項 9】

予め現在の先行車情報と自車両の走行情報とから自車両が先行車に接触するまでの接触予測時間を演算し、該接触予測時間に応じて上記補正の量を可変することを特徴とする請求項 6 乃至請求項 8 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

【請求項 10】

予め現在の先行車情報と自車両の走行情報とから自車両が先行車に接触するまでの接触予測時間を演算し、上記制御目標時間を上記接触予測時間以下に制限することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

30

【請求項 11】

自車両の前方に割り込みがあったとみなせる条件が成立する場合は、予め現在の先行車情報と自車両の走行情報とから自車両が先行車に接触するまでの接触予測時間を演算し、該接触予測時間に応じて上記制御目標時間を補正することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 10 の何れか一つに記載の車両の運転支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステレオカメラ、単眼カメラ、ミリ波レーダ等で検出した自車両前方の先行車に対して自動追従制御を行う車両の運転支援装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、車載したカメラ等により前方の走行環境を検出し、この走行環境データから先行車を検出して、この先行車に対する追従走行制御や、先行車との車間距離を一定以上に保つ走行制御装置が実用化されている。

【0003】

例えば、特開平 5 - 104977 号公報では、車速、相対速度及び加速度に基づき予め定められた、或いはファジー推論により決定された予測時間経過後における予測安全車間

50

距離を算出し、車間距離及び相対速度に基づき予測時間経過後における予測車間距離を算出して、この予測車間距離と予測安全車間距離に基づき目標車速を算出する車両用走行制御装置が開示されている。

【特許文献1】特開平5 - 104977号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の特許文献1では、最初の基準とする予測時間が、自車両の重量や固有周波数、エンジントルク等から決定された一定値、或いは、加速度や車速、相対速度の関数として設定されるのみであり、現状の先行車との位置関係が考慮されないため、場合によっては、予測時間を長く設定しすぎて先行車に近付き過ぎたり、或いは、予測時間を短く設定しすぎて、円滑な制御ができないという問題がある。

10

【0005】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、現状の先行車と自車両との位置関係を考慮して、先行車に近付き過ぎることなく、且つ、スムーズに自車両の先行車に対する追従走行を可能とする車両の運転支援装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、自車両の走行情報を検出する自車走行情報検出手段と、先行車を認識し該先行車情報を検出する先行車情報検出手段と、上記先行車の手前に予め確保すべき車間距離を設定し、該確保すべき車間距離に到達するまでの時間を制御目標時間として設定する制御目標時間設定手段と、上記制御目標時間経過した時の先行車の予測位置を演算する先行車予測位置演算手段と、現在の先行車との車間距離と上記制御目標時間経過した時の先行車の予測位置とに基づき、上記制御目標時間経過した時の自車速における先行車との車間距離を予め設定する目標車間距離とさせる現在の自車速からの加速度を目標加速度として演算する目標加速度演算手段と、上記目標加速度を基に加減速制御を行う加減速制御手段とを備えたことを特徴としている。

20

【発明の効果】

【0007】

本発明による車両の運転支援装置は、現状の先行車と自車両との位置関係を考慮して、先行車に近付き過ぎることなく、且つ、スムーズに自車両の先行車に対する追従走行が可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

図1乃至図12は本発明の実施の一形態を示し、図1は車両に搭載した運転支援装置の概略構成図、図2は自動追従制御プログラムのフローチャート、図3は制御目標時間 $t_0$ 演算ルーチンのフローチャート、図4は制御目標時間 $t_0$ 補正ルーチンのフローチャート、図5は図4から続くフローチャート、図6は制御目標時間 $t_0$ 割り込み制御補正ルーチンのフローチャート、図7は先行車予測位置 $L_f$ 演算ルーチンのフローチャート、図8は目標加速度 $a$ 演算ルーチンのフローチャート、図9は目標加速度 $a$ に応じた制御ルーチンのフローチャート、図10は先行車との車間距離と先行車の手前の確保すべき車間距離の説明図、図11は先行車予測位置の説明図、図12は制御目標時間経過した時の目標車間距離の説明図である。

40

【0009】

図1において、符号1は自動車等の車両(自車両)で、この車両1には、車両用運転支援装置の一例としてのクルーズコントロールシステム(ACC(Adaptive Cruise Control)システム)2が搭載されている。このACCシステム2は、ステレオカメラ3、ステレオ画像認識装置4、走行制御ユニット5を有して主に構成され、このACCシステム2では、基本的に、先行車が存在しない定速走行制御状態のときにはドライバが設定した

50

車速を保持した状態で走行し、先行車が存在する場合には、特に自車速  $V_0$  が  $40 \text{ km/h}$  以下の場合は、後述の図 2 ~ 図 9 の自動追従制御プログラムにより制御される。この自動追従制御プログラムは、詳細は後述するが、先行車の手前に予め確保すべき車間距離  $D_{stop}$  を設定し、この確保すべき車間距離  $D_{stop}$  に到達するまでの時間を制御目標時間  $t_0$  として設定して、制御目標時間  $t_0$  経過した時の先行車の予測位置  $L_f$  を演算し、現在の先行車との車間距離  $L$  と制御目標時間  $t_0$  経過した時の先行車の予測位置  $L_f$  とに基づき、制御目標時間  $t_0$  経過した時の自車速  $V_{tgt}$  における先行車との車間距離を予め設定する目標車間距離  $D_{tgt}$  とさせる現在の自車速  $V_0$  からの加速度を目標加速度  $a$  として演算し、自動ブレーキ制御（追従停止制御も含む）や自動加速制御（追従発進制御も含む）等を行うものである。この自動追従制御プログラムは、走行制御ユニット 5 にて実行されるものであり、従って、走行制御ユニット 5 は制御目標時間設定手段、先行車予測位置演算手段、目標加速度演算手段及び加減速制御手段としての機能を備えて構成されるものである。

10

#### 【 0 0 1 0 】

ステレオカメラ 3 は、ステレオ光学系として例えば電荷結合素子 (CCD) 等の固体撮像素子を用いた 1 組の (左右の) CCD カメラで構成され、これら左右の CCD カメラは、それぞれ車室内の天井前方に一定の間隔をもって取り付けられ、車外の対象を異なる視点からステレオ撮像し、ステレオ画像認識装置 4 に出力される。

#### 【 0 0 1 1 】

また、自車両 1 には、自車走行情報検出手段としての、自車速  $V_0$  を検出する車速センサ 6 が設けられており、この自車速  $V_0$  は、ステレオ画像認識装置 4 と走行制御ユニット 5 とに出力される。更に、自車両 1 のブレーキスイッチ 7 からのブレーキペダルの ON-OFF 信号は、走行制御ユニット 5 に入力される。

20

#### 【 0 0 1 2 】

ステレオ画像認識装置 4 は、ステレオカメラ 3 からの画像、車速センサ 6 からの自車速  $V_0$  が入力され、ステレオカメラ 3 からの画像に基づき自車両 1 前方の立体物データと白線データの前方情報を検出し、自車両 1 の進行路 (自車進行路) を推定する。そして、自車両 1 前方の先行車を抽出して、先行車距離 (車間距離)  $L$ 、先行車速 (車間距離  $L$  の変化量)  $V_f$ 、先行車加速度 (先行車速  $V_f$  の微分値)  $a_f$ 、先行車以外の静止物位置、白線座標、白線認識距離、自車進行路座標等の各データを走行制御ユニット 5 に出力する。

30

#### 【 0 0 1 3 】

ここで、ステレオ画像認識装置 4 における、ステレオカメラ 3 からの画像の処理は、例えば以下のように行われる。まず、ステレオカメラ 3 の CCD カメラで撮像した自車両 1 の進行方向の環境の 1 組のステレオ画像対に対し、対応する位置のずれ量から三角測量の原理によって画像全体に渡る距離情報を求める処理を行なって、三次元の距離分布を表す距離画像を生成する。そして、このデータを基に、周知のグルーピング処理や、予め記憶しておいた 3 次元的な道路形状データ、立体物データ等と比較し、白線データ、道路に沿って存在するガードレール、縁石等の側壁データ、車両等の立体物データを抽出する。立体物データでは、立体物までの距離と、この距離の時間的変化 (自車両 1 に対する相対速度) が求められ、特に自車進行路上にある最も近い車両で、自車両 1 と略同じ方向に所定の速度 (例えば、 $0 \text{ km/h}$  以上) で走行するものが先行車として抽出される。尚、先行車の中で速度  $V_f$  が略  $0 \text{ km/h}$  である車両は、停止した先行車として認識される。このように、ステレオカメラ 3 及びステレオ画像認識装置 4 は、先行車情報検出手段として設けられている。

40

#### 【 0 0 1 4 】

走行制御ユニット 5 は、ドライバの操作入力によって設定される走行速度を維持するよう定速走行制御を行なう定速走行制御の機能、及び、後述の図 2 ~ 図 9 に示す自動追従制御の機能を実現するもので、ステアリングコラムの側部等に設けられた定速走行操作レバーに連結される複数のスイッチ類で構成された定速走行スイッチ 8、ステレオ画像認識装

50

置 4、車速センサ 6、ブレーキスイッチ 7 等が接続されている。

【 0 0 1 5 】

定速走行スイッチ 8 は、定速走行時の目標車速を設定する車速セットスイッチ、主に目標車速を下降側へ変更設定するコーストスイッチ、主に目標車速を上昇側へ変更設定するリジュームスイッチ等で構成されている。更に、この定速走行操作レバーの近傍には、定速走行制御及び自動追従制御の ON / OFF を行うメインスイッチ（図示せず）が配設されている。

【 0 0 1 6 】

ドライバが図示しないメインスイッチを ON し、定速走行操作レバーにより、希望する速度をセットすると、定速走行スイッチ 8 からの信号が走行制御ユニット 5 に入力される。そして、車速センサ 6 で検出した車速が、ドライバのセットした設定車速に収束するように、スロットル弁制御装置 9 に信号出力してスロットル弁 10 の開度をフィードバック制御し、自車両 1 を自動的に定速状態で走行させ、或いは、自動ブレーキ制御装置 11 に減速信号を出力して自動ブレーキを作動させる。

10

【 0 0 1 7 】

又、走行制御ユニット 5 は、定速走行制御を行っている際に、ステレオ画像認識装置 4 にて先行車を認識した場合には、所定の条件で後述する自動追従制御へ自動的に切換えられる。尚、定速走行制御の機能、及び、自動追従制御の機能は、ドライバがブレーキを踏んだ場合や、自車速  $V_0$  が予め設定しておいた上限値を超える場合、或いは、メインスイッチが OFF された場合には、解除されるようになっている。

20

【 0 0 1 8 】

すなわち、自動追従制御実行制御ユニット 5 における自動追従制御プログラムは、図 2 に示すように、まず、ステップ（以下、「S」と略称）101 で、必要パラメータの読み込みを行い、S102 に進み、自車速  $V_0$  が 40 km/h 以下か否かの判定を行い、自車速  $V_0$  が 40 km/h 以下の場合は、S103 に進んで、先行車が存在するか否かの判定を行って、先行車が存在する場合には S104 以降の処理、すなわち、自動追従制御の処理へと進む。

【 0 0 1 9 】

また、S103 で自車速  $V_0$  が 40 km/h を超えると判定された場合、或いは、S104 で先行車が存在しないと判定された場合には、そのまま、プログラムを抜け、メインスイッチが ON であっても先行車に対する自動追従制御は実行しない。

30

【 0 0 2 0 】

S103 で先行車が存在すると判定して S104 に進むと、制御目標時間  $t_0$  の演算を行う。この制御目標時間  $t_0$  の演算は、図 3 に示す、制御目標時間  $t_0$  演算ルーチンに従って設定され、この制御目標時間  $t_0$  の設定の関係を図 10 に示す。

【 0 0 2 1 】

まず、S201 で、自車両 1 の加速度  $a_0$ （自車速  $V_0$  の微分値、或いは、加速度センサ（図示せず）からのセンサ値）が 0 km/h<sup>2</sup> か否か判定され、加速度  $a_0$  が 0 km/h<sup>2</sup> の場合は、S202 に進み、制御目標時間  $t_0$  を、先行車の手前の予め確保すべき車間距離  $D_{stop}$ （図 10 中の到達位置  $P_1 = L - D_{stop}$ ）に到達するまでの時間として、以下の（1）式により設定してルーチンを抜ける。

40

$$t_0 = (L - D_{stop}) / V_0 \quad \dots (1)$$

【 0 0 2 2 】

S201 の判定の結果、加速度  $a_0$  が 0 km/h<sup>2</sup> ではない場合は S203 に進み、自車両 1 が現在の車速  $V_0$ 、加速度  $a_0$  の状態で到達位置  $P_1$  に到達することができるか否か、以下（2）式が成り立つか否かにより判別する。

$$V_0^2 + 2 \cdot a_0 \cdot (L - D_{stop}) \geq 0 \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 3 】

この（2）式が成り立ち、自車両 1 が現在の車速  $V_0$ 、加速度  $a_0$  の状態で到達位置  $P_1$  に到達できると判定した場合は、S204 に進み、制御目標時間  $t_0$  を、自

50

車両 1 が現在の車速  $V_0$ 、加速度  $a_0$  の状態で到達位置 P 1 に到達するまでの時間として、以下の (3) 式により設定してルーチンを抜ける。

$$t_0 = ( -V_0 + ( V_0^2 + 2 \cdot a_0 \cdot ( L - D_{stop} ) )^{1/2} ) / a_0 \quad \dots (3)$$

【0024】

また、S 2 0 3 の判定の結果、自車両 1 が現在の車速  $V_0$ 、加速度  $a_0$  の状態で到達位置 P 1 に到達することができないと判定した場合には、S 2 0 5 に進み、到達位置 P 1 で自車速  $V_0$  が 0 になる (停止する) ものと仮定して、制御目標時間  $t_0$  を、この到達位置 P 1 までの時間として、以下の (4) 式により設定してルーチンを抜ける。

$$t_0 = V_0^2 / 2 \cdot ( L - D_{stop} ) \quad \dots (4)$$

【0025】

こうして、図 2 における S 1 0 4 (図 3 に示す制御目標時間  $t_0$  演算ルーチン) で制御目標時間  $t_0$  を演算した後は、S 1 0 5 に進み、制御目標時間  $t_0$  の補正を行う。この制御目標時間  $t_0$  の補正は、図 4 ~ 図 5 に示す、制御目標時間  $t_0$  補正ルーチンに従って行われる。

【0026】

まず、S 3 0 1 で、制御目標時間  $t_0$  が車間時間  $T$  より大きく、且つ、現在の車間距離  $L$  が目標車間距離  $D_{tgt}$  より大きいかが否か判定される。ここで、車間時間  $T$  は、車間距離  $L$  を自車速  $V_0$  で除した値であり、予め設定された値 (例えば、1.6 sec) である。

【0027】

また、目標車間距離  $D_{tgt}$  は、自車速  $V_0$  を用いて、以下の (5) 式により、算出される値である。

$$D_{tgt} = T \cdot V_0 + D_{stop} \quad \dots (5)$$

【0028】

そして、S 3 0 1 の条件、すなわち、 $t_0 > T$ 、且つ、 $L > D_{tgt}$  が成り立つ場合は、目標車間距離  $D_{tgt}$  より車間距離  $L$  が大きいほど目標加速度  $a$  が小さくなる場合があるので、S 3 0 2 に進み、以下の (6) 式により、車間距離  $L$  が大きいほど目標加速度  $a$  が大きくなるように、制御目標時間  $t_0$  を車間時間  $T$  と車間距離  $L$  と目標車間距離  $D_{tgt}$  とで補正する。尚、この (6) 式は、実験等により定めた式である。

$$t_0 = ( t_0 \cdot D_{tgt} + T \cdot ( L - D_{tgt} ) ) / L \quad \dots (6)$$

【0029】

また、S 3 0 1 の判定の結果、 $t_0 > T$ 、且つ、 $L > D_{tgt}$  が成り立たない場合は、S 3 0 3 へと進む。S 3 0 3 では、先行車との相対速度の絶対値が予め設定しておいた閾値  $V_T$  (正の値) より小さく、すなわち、 $V_T > ( V_0 - V_f ) - V_T$  が成立し、先行車との相対速度の絶対値が小さいかが否か判定する。

【0030】

S 3 0 1 の判定の結果、 $V_T > ( V_0 - V_f ) - V_T$  が成立し、先行車との相対速度の絶対値が小さいと判定された場合には、不必要な加減速が生じてドライバに不自然な感覚を与えるのを防止するため、S 3 0 4 に進み、速度制御目標時間補正值  $C_v$  を 2 に設定し、S 3 0 8 へと進む。尚、この速度制御目標時間補正值  $C_v$  は、制御目標時間  $t_0$  に乗算される値であり、大きいほど制御目標時間  $t_0$  を大きくして、目標加速度  $a$  の変化を緩めるように作用する値である。この速度制御目標時間補正值  $C_v$  を用いた補正演算は後述する。

【0031】

また、S 3 0 1 の判定の結果、 $V_T > ( V_0 - V_f ) - V_T$  が成立しない場合は、S 3 0 5 へと進み、 $-V_T > ( V_0 - V_f ) - 2 \cdot V_T$  が成立するか否か判定する。

【0032】

S 3 0 5 の判定の結果、 $-V_T > ( V_0 - V_f ) - 2 \cdot V_T$  が成立しない場合には、S 3 0 6 に進み、速度制御目標時間補正值  $C_v$  を 0 (補正せず) に設定し、S 3 0 8 へと進む。

【0033】

10

20

30

40

50

また、S305の判定の結果、 $-VT > (V0 - Vf) - 2 \cdot VT$ が成立する場合には、S307に進み、 $-VT$ と $-2 \cdot VT$ との間を、速度制御目標時間補正值 $Cv$ が0から2の間で線形に連続できるように、以下の(7)式により、速度制御目標時間補正值 $Cv$ を設定し、S308へと進む。

$$Cv = 2 \cdot (V0 - Vf + 2 \cdot VT) / VT \quad \dots (7)$$

【0034】

S304、S306、S307の何れかにより、速度制御目標時間補正值 $Cv$ を設定してS308に進むと、現在の先行車との車間距離 $D$ と目標車間距離 $Dtgt$ との差の絶対値が予め設定しておいた閾値 $DT$ (正の値)より小さく、すなわち、 $-DT < (L - Dtgt) < DT$ が成立し、現在の先行車との車間距離 $D$ と目標車間距離 $Dtgt$ との差の絶対値が小さいか否かが判定する。

10

【0035】

S308の判定の結果、 $-DT < (L - Dtgt) < DT$ が成立し、現在の先行車との車間距離 $D$ と目標車間距離 $Dtgt$ との差の絶対値が小さいと判定された場合には、 unnecessary 加減速が生じてドライバに不自然な感覚を与えるのを防止するため、S309に進み、距離目標時間補正值 $CD$ を2に設定し、S315へと進む。尚、この距離目標時間補正值 $CD$ は、制御目標時間 $t0$ に乗算される値であり、大きいほど制御目標時間 $t0$ を大きくして、目標加速度 $a$ の変化を緩めるように作用する値である。この距離目標時間補正值 $CD$ を用いた補正演算は後述する。

【0036】

20

また、S308の判定の結果、 $-DT < (L - Dtgt) < DT$ が成立しない場合は、S310に進み、 $-2 \cdot DT < (L - Dtgt) - DT$ が成立するか否かが判定する。

【0037】

S310の判定の結果、 $-2 \cdot DT < (L - Dtgt) - DT$ が成立する場合には、S311に進み、 $-2 \cdot DT$ と $-DT$ の間を、距離目標時間補正值 $CD$ が0から2の間で線形に連続できるように、以下の(8)式により、距離目標時間補正值 $CD$ を設定し、S315へと進む。

$$CD = 2 \cdot (L - Dtgt + 2 \cdot DT) / DT \quad \dots (8)$$

【0038】

また、S310の判定の結果、 $-2 \cdot DT < (L - Dtgt) - DT$ が成立しない場合は、S312に進み、 $DT < (L - Dtgt) < (DT + V0 \cdot \quad)$ が成立するか否かが判定する。この際、 $\quad$ は一定値であり、自車速 $V0$ の大きさにより判定を可変して、より緻密な制御判定ができるようになっている。このようにS303、S305、S308、S310、S312の判定は、それぞれの判定の一例を示すものであり、場合により、自車速 $V0$ 等のパラメータを考慮して可変しても良い。

30

【0039】

そして、S312の判定の結果、 $DT < (L - Dtgt) < (DT + V0 \cdot \quad)$ が成立しない場合には、S313に進み、距離目標時間補正值 $CD$ を0(補正せず)に設定し、S315へと進む。

【0040】

40

逆に、S312の判定の結果、 $DT < (L - Dtgt) < (DT + V0 \cdot \quad)$ が成立する場合は、S314に進み、 $DT$ と $(DT + V0 \cdot \quad)$ の間を、距離目標時間補正值 $CD$ が0から2の間で線形に連続できるように、以下の(9)式により、距離目標時間補正值 $CD$ を設定し、S315へと進む。

$$CD = 2 \cdot (L - Dtgt - DT - V0 \cdot \quad) / (V0 \cdot \quad) \quad \dots (9)$$

【0041】

S309、S311、S313、S314の何れかにより、距離目標時間補正值 $CD$ を設定してS315に進むと、速度制御目標時間補正值 $Cv$ と距離目標時間補正值 $CD$ との比較を行い、 $Cv < CD$ であれば、S316に進み、速度制御目標時間補正值 $Cv$ を目標時間補正值 $C$ に設定し、 $Cv > CD$ であれば、S317に進み距離目標時間補正值 $CD$ を目

50

標時間補正值 C に設定して、S 3 1 8 に進む。すなわち、この S 3 1 5 では、小さい方の補正值を目標時間補正值 C に設定する処理であり、制御目標時間  $t_0$  に対する補正をできるだけ少なくし、演算される制御目標時間  $t_0$  をできるだけ用いようとするものである。

【 0 0 4 2 】

S 3 1 8 に進むと、例えば、以下の ( 1 0 ) 式、或いは、( 1 1 ) 式により、接触予測時間 T T C の演算が行われる。

【 0 0 4 3 】

自車加速度  $a_0$  を 0 とし、先行車加速度  $a_f$  を考慮すると、先行車に接触するまでの接触予測時間 T T C は、

$$T T C = ( ( V_0 - V_f ) - ( ( V_0 - V_f )^2 - 2 \cdot a_f \cdot L )^{1/2} ) / a_f \quad \dots ( 1 0 ) \quad 10$$

また、接触時には先行車が停止している場合は、

$$T T C = ( L + ( V_f^2 / ( 2 \cdot a_f ) ) ) / V_0 \quad \dots ( 1 1 )$$

【 0 0 4 4 】

その後、S 3 1 9 に進み、接触予測時間 T T C に余裕があるか否か、例えば、1 0 sec より長いかな否か判定し、1 0 sec より長い場合には、S 3 2 0 に進んで、以下の ( 1 2 ) 式により、S 3 1 6 或いは S 3 1 7 で設定した目標時間補正值 C を用いて制御目標時間  $t_0$  を補正して、S 3 2 4 へと進む。

$$t_0 = t_0 \cdot ( 1 + C ) \quad \dots ( 1 2 )$$

【 0 0 4 5 】

また、S 3 1 9 の判定の結果、T T C 1 0 sec であり、余裕が有るとは云えないと判定された場合には、S 3 2 1 に進み、接触予測時間 T T C が余裕が無い状態か否か判定する。これは、本実施の形態では、例えば、7 sec 以下が余裕の無い状態と判定し、S 3 2 1 の判定の結果、T T C 7 sec であり余裕が無いと判定した場合は、S 3 2 2 に進み、目標時間補正值 C による補正は行わない、すなわち、 $t_0 = t_0$  として、S 3 2 4 へと進む。

【 0 0 4 6 】

また、S 3 2 1 で、T T C > 7 sec であり余裕が無い状態ではないと判定した場合には、S 3 2 3 に進み、例えば、以下の ( 1 3 ) 式により、S 3 1 6 或いは S 3 1 7 で設定した目標時間補正值 C を用いて制御目標時間  $t_0$  を補正して、S 3 2 4 へと進む。

$$t_0 = t_0 \cdot ( 1 + C \cdot ( T T C - 7 ) / 3 ) \quad \dots ( 1 3 ) \quad 30$$

【 0 0 4 7 】

すなわち、上述の S 3 1 8 ~ S 3 2 3 までの処理は、接触予測時間 T T C が小さい場合は快適性より安全性を優先し、接触予測時間 T T C に応じて目標時間補正值 C を可変する処理となっている。これにより、快適性と安全性の最適なバランスをとることができるようになっている。

【 0 0 4 8 】

S 3 2 0、S 3 2 2、S 3 2 3 の何れかにより制御目標時間  $t_0$  を補正して、S 3 2 4 に進むと、制御目標時間  $t_0$  と接触予測時間 T T C との比較が行われ、 $t_0 < T T C$  の場合には、S 3 2 5 に進み、そのまま制御目標時間  $t_0$  を設定してルーチンを抜ける。逆に、 $t_0 > T T C$  の場合には、S 3 2 6 に進み、制御目標時間  $t_0$  を接触予測時間 T T C に制限してルーチンを抜ける。すなわち、この制限により、接触の可能性を確実に排除できるようになっている。

こうして、図 2 における S 1 0 5 ( 図 4 ~ 図 5 に示す制御目標時間  $t_0$  補正ルーチン ) で制御目標時間  $t_0$  を補正した後は、S 1 0 6 に進み、制御目標時間  $t_0$  の割り込み制御補正を行う。この制御目標時間  $t_0$  の割り込み制御補正は、図 6 に示す、制御目標時間  $t_0$  割り込み制御補正ルーチンに従って行われる。

【 0 0 4 9 】

まず、S 4 0 1 では接触予測時間 T T C を、前述の ( 1 0 ) 式、或いは、( 1 1 ) 式により演算する。



## 【 0 0 5 0 】

その後、S 4 0 2に進み、車間距離 L が目標車間距離 D tgt以上か否か判定し、車間距離 L が目標車間距離 D tgtより小さい場合は、S 4 0 3に進んで、先行車加速度 a f が  $-0.1 \cdot G$  以下の減速であり、且つ、自車速 V 0 が先行車速 V f より大きいかが判定し、この条件が成立する場合には、割り込み状態と判断してS 4 0 4に進む。

## 【 0 0 5 1 】

逆に、S 4 0 2で車間距離 L が目標車間距離 D tgt以上の場合、或いは、S 4 0 3での条件が成立しない場合には、割り込み状態ではないと判断し、S 4 0 7に進んで、制御目標時間 t 0 をそのまま t 0 に設定してルーチンを抜ける。

## 【 0 0 5 2 】

S 4 0 2で  $L < D_{tgt}$  と判定され、S 4 0 3の条件を満足して、S 4 0 4に進むと、接触予測時間 T T C に余裕があるか否か、例えば、1 0 secより長いかが判定し、1 0 secより長い場合には、S 4 0 5に進んで、以下の( 1 4 )式により、割り込み制御補正值 C in ( 予め実験等により設定する定数：例えば 5 ) を用いて制御目標時間 t 0 を補正して、ルーチンを抜ける。

$$t_0 = t_0 \cdot (1 + C_{in}) \quad \dots (14)$$

## 【 0 0 5 3 】

また、S 4 0 4の判定の結果、T T C 1 0 secであり、余裕が有るとは云えないと判定された場合には、S 4 0 6に進み、接触予測時間 T T C が余裕が無い状態か否か判定する。これは、本実施の形態では、例えば、2 sec以下が余裕の無い状態と判定し、S 4 0 6の判定の結果、T T C 2 secであり余裕が無いと判定した場合は、S 4 0 7に進み、制御目標時間 t 0 に対する補正は行わない、すなわち、 $t_0 = t_0$  として、ルーチンを抜ける。

## 【 0 0 5 4 】

また、S 4 0 6で、T T C > 2 secであり余裕が無い状態ではないと判定した場合には、S 4 0 8に進み、例えば、以下の( 1 5 )式により、割り込み制御補正值 C inを用いて制御目標時間 t 0 を補正して、ルーチンを抜ける。

$$t_0 = t_0 \cdot (1 + C_{in} \cdot (T T C - 2) / 8) \quad \dots (15)$$

## 【 0 0 5 5 】

すなわち、この制御目標時間 t 0 割り込み制御補正は、割り込み時に不必要なブレーキな急激な減速が発生しないように、接触予測時間 T T C に応じて制御目標時間 t 0 を大きく補正するものとなっている。

## 【 0 0 5 6 】

こうして、図 2 における S 1 0 6 ( 図 6 に示す制御目標時間 t 0 割り込み制御補正ルーチン ) で制御目標時間 t 0 を補正した後は、S 1 0 7に進み、先行車予測位置 L f の演算を行う。この先行車予測位置 L f の演算は、図 7 に示す、先行車予測位置 L f 演算ルーチンに従って行われ、この先行車予測位置 L f の演算の関係を図 1 1 に示す。

## 【 0 0 5 7 】

まず、S 5 0 1で先行車が停止しているか否か、すなわち、V f = 0 かが判定し、V f = 0 の場合には、S 5 0 2に進んで、L f = 0 に設定してルーチンを抜ける。

## 【 0 0 5 8 】

また、S 5 0 2の判定の結果、V f 0 の場合には、S 5 0 3に進み、先行車が制御目標時間 t 0 には停止しているか否か、すなわち、a f 0、且つ、 $t_0 - V f / a f$  が成立するか否か判定する。

## 【 0 0 5 9 】

S 5 0 2の判定の結果、先行車が制御目標時間 t 0 には停止している場合には、S 5 0 4に進み、先行車予測位置 L f を以下の( 1 6 )式により設定してルーチンを抜ける。

$$L f = - V f^2 / (2 \cdot a f) \quad \dots (16)$$

## 【 0 0 6 0 】

S 5 0 3の判定の結果、先行車が制御目標時間 t 0 には停止していない場合には、S 5

10

20

30

40

50

05に進み、先行車予測位置  $L_f$  を以下の(17)式により設定して、ルーチンを抜ける。

$$L_f = V_f \cdot t_0 + (1/2) \cdot a_f \cdot t_0^2 \quad \dots (17)$$

【0061】

こうして、図2におけるS107(図7に示す先行車予測位置  $L_f$  演算ルーチン)で先行車予測位置  $L_f$  を演算した後は、S108に進み、目標加速度  $a$  の演算を行う。この目標加速度  $a$  の演算は、図8に示す、目標加速度  $a$  演算ルーチンに従って行われる。

すなわち、S601で、以下の(18)式により目標加速度  $a$  を演算して、ルーチンを抜ける。

$$a = (L + L_f - D_{stop} - (T + t_0) \cdot V_0) / (t_0 \cdot T + (1/2) \cdot t_0^2) \quad \dots (18) \quad 10$$

尚、この(18)式は、 $t_0$  経過した時の自車速  $V_{tgt}$  と、 $t_0$  経過した時の目標車間距離  $D_{tgt0}$  から、導出されるものであり、 $t_0$  経過した時の最適な移動距離の関係は、図12からも明らかのように、

$$L + L_f - (T \cdot V_{tgt} + D_{stop}) = t_0 \cdot T + (1/2) \cdot a \cdot t_0^2 \quad \dots (19)$$

であるから、これを目標加速度  $a$  について変形して得られた式となっている。

【0062】

ここで、 $t_0$  経過した時の自車速  $V_{tgt}$  は、目標加速度  $a$  を用いて、以下の(20)式で算出される。

$$V_{tgt} = V_0 + a \cdot t_0 \quad \dots (20) \quad 20$$

【0063】

また、 $t_0$  経過した時の目標車間距離  $D_{tgt0}$  は、 $t_0$  経過した時の自車速  $V_{tgt}$  を用いて、以下の式(21)で算出される値である。

$$D_{tgt0} = T \cdot V_{tgt} + D_{stop} \quad \dots (21)$$

【0064】

こうして、図2におけるS108(図8に示す目標加速度  $a$  演算ルーチン)で目標加速度  $a$  を演算した後は、S109に進み、目標加速度  $a$  に応じた制御を行ってプログラムを抜ける。この目標加速度  $a$  に応じた制御は、図9に示す、目標加速度  $a$  に応じた制御ルーチンに従って行われる。

【0065】

まず、S701で目標加速度  $a$  が0より小さいか否か判定され、目標加速度  $a$  が0以上の場合には、S702に進み、目標加速度  $a$  が  $a_{off}$  (予め設定した正の値)より小さく小さな加速であり、且つ、スロットル開度  $th = 0$  の状態か否か判定される。

【0066】

このS702の判定の結果、目標加速度  $a$  が  $a_{off}$  より小さく小さな加速であり、且つ、スロットル開度  $th = 0$  の状態では、そのままスロットル弁10を不必要に開かせて、不快な振動をドライバに与えるのを防止させるため、スロットル弁制御装置9に対するスロットル指示値を0として、次のS710のブレーキ指示値演算に移行する。

【0067】

また、S702の判定の結果、目標加速度  $a$  が  $a_{off}$  以上であったり、既にスロットル開度が0ではない場合には、S704に進み、その目標加速度  $a$  に対応するスロットル指示値を、例えば、マップ等により検索して設定し、次のS710のブレーキ指示値演算に移行する。

【0068】

一方、上述のS701で、目標加速度  $a$  が0より小さいと判定された場合は、S705に進み、その目標加速度  $a$  にスロットル開度  $th$  が0のときに得られるであろう加速度値  $a_{off}$  を加算した加速度値  $(a + a_{off})$  が0未満となるか判定する。

【0069】

このS705の判定の結果、 $(a + a_{off})$  が0以上となり、当初の目標加速度  $a$  が僅かな減速である場合には、S706に進み、目標加速度  $a$  を0に設定してS708へと進

30

40

50

む。

【 0 0 7 0 】

逆に、 $(a + a_{off})$  が 0 より小さい場合には、目標加速度  $a$  を  $(a + a_{off})$  とし、スロットル開度が 0 のときに得られるであろう加速度値  $a_{off}$  を考慮した値に設定して、S 7 0 8 に進む。

【 0 0 7 1 】

S 7 0 6、或いは、S 7 0 7 から S 7 0 8 に進むと、 $-a_{off} \leq a < 0$ 、且つ、スロットル開度  $th = 0$  が成立しているか否かを判定し、既に、スロットル開度 = 0 の場合や、 $a < -a_{off}$  の減速である場合には、S 7 0 3 に進み、スロットル弁制御装置 9 に対するスロットル指示値を 0 とし、次の S 7 1 0 のブレーキ指示値演算に移行する。

10

【 0 0 7 2 】

また、S 7 0 8 の判定の結果、 $-a_{off} \leq a < 0$ 、且つ、スロットル開度  $th = 0$  が成立している場合には、そのまま目標加速度  $a$  に対応するスロットル指示値を、例えば、マップ等により検索して設定し、次の S 7 1 0 のブレーキ指示値演算に移行する。

【 0 0 7 3 】

S 7 0 3、S 7 0 4、S 7 0 9 の何れかから S 7 1 0 に進むと、目標加速度  $a$  が所定値よりも大きな減速度を必要としている際には、自動ブレーキ制御装置 11 に対して、その値に応じたブレーキ液圧信号がブレーキ指示値としてマップ等を検索して設定されルーチンを抜ける。尚、S 7 1 0 においては、スロットル指示値が 0 ではない場合にはブレーキ指示値は 0 となる。

20

【 0 0 7 4 】

このように、本実施の形態の目標加速度  $a$  に応じた制御ルーチンによれば、目標加速度が 0 前後の場合に、短時間の間にスロットル弁 10 が全閉 - 一定開度 - 全閉等と連続して制御されることが抑制されるため、ドライバに対して不自然な感じを与えることがなく、滑らかな制御が可能になっている。

【 0 0 7 5 】

このように、本発明の実施の形態によれば、現状の先行車と自車両との位置関係を考慮して制御目標時間  $t_0$  を設定し、この制御目標時間  $t_0$  を基に追従制御を可能としているので、先行車に近付き過ぎることなく、且つ、スムーズに自車両の先行車に対する追従走行が可能となる。

30

【 0 0 7 6 】

また、制御目標時間  $t_0$  は、先行車の手前に予め確保すべき車間距離  $D_{stop}$  を設定し、この確保すべき車間距離  $D_{stop}$  に到達するまでの時間を基準に設定されるため、先行車に対しての車間距離は確実に確保されることになり、安全性をより向上した制御が可能となっている。

【 0 0 7 7 】

更に、制御目標時間  $t_0$  は、乗り心地と安全性のバランスを考慮して、また、割り込みが生じた場合であっても、加減速が適切になるように補正されるため、自然で安全性の高いシステムを実現することが可能となっている。

【 0 0 7 8 】

尚、制御目標時間  $t_0$  を補正する目標時間補正值  $C$  については、設定車間に応じて、具体的には設定車間が短くなるにつれ、目標時間補正值  $C$  を大きく変化 (補正) させてもよい。例えば、( 2 2 ) 式より、

40

$$C = C_{min} + (T_{max} - X) \quad \dots ( 2 2 )$$

により求められる値とし、 $X$  は目標車間時間であり、 $C_{min}$  は実験等により求めた定数、 $T_{max}$  は自車速  $V_0$  において設定車間  $D_{tgt}$  を最大にした場合 (追従制御において設定可能な車間) における目標車間時間である。これにより、制御目標時間  $t_0$  を大きな値にすることができるため、目標加速度の変化を緩め、不必要な加減速が生じてドライバに不自然な感覚を与えるのを防止することができる。

【 0 0 7 9 】

50

更に、追従制御を行うにあたり、スロットル弁10の作動や、ブレーキの作動が頻繁に交互して行われることも防止され、乗り心地に優れたシステムとなっている。

【0080】

尚、本実施の形態では、先行車の認識をステレオカメラからの画像を基に行うようになっているが、他の技術、例えば、ミリ波レーダと単眼カメラからの情報を基に認識するものであっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】車両に搭載した運転支援装置の概略構成図

【図2】自動追従制御プログラムのフローチャート

10

【図3】制御目標時間 $t_0$ 演算ルーチンのフローチャート

【図4】制御目標時間 $t_0$ 補正ルーチンのフローチャート

【図5】図4から続くフローチャート

【図6】制御目標時間 $t_0$ 割り込み制御補正ルーチンのフローチャート

【図7】先行車予測位置 $L_f$ 演算ルーチンのフローチャート

【図8】目標加速度 $a$ 演算ルーチンのフローチャート

【図9】目標加速度 $a$ に応じた制御ルーチンのフローチャート

【図10】先行車との車間距離と先行車の手前の確保すべき車間距離の説明図

【図11】先行車予測位置の説明図

【図12】制御目標時間経過した時の目標車間距離の説明図

20

【符号の説明】

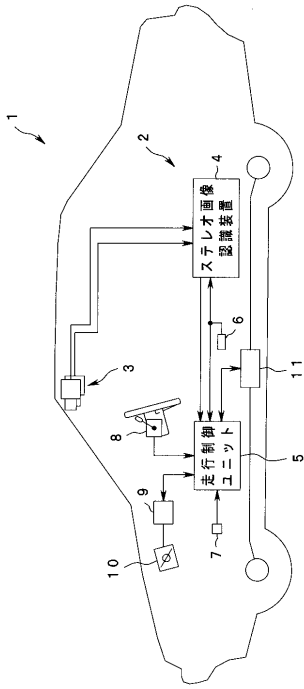
【0082】

- 1 自車両
- 2 ACCシステム（運転支援装置）
- 3 ステレオカメラ（先行車情報検出手段）
- 4 ステレオ画像認識装置（先行車情報検出手段）
- 5 走行制御ユニット（制御目標時間設定手段、先行車予測位置演算手段、目標  
加速度演算手段、加減速制御手段）
- 6 車速センサ（自車走行情報検出手段）
- 9 スロットル弁制御装置
- 10 スロットル弁
- 11 自動ブレーキ制御装置

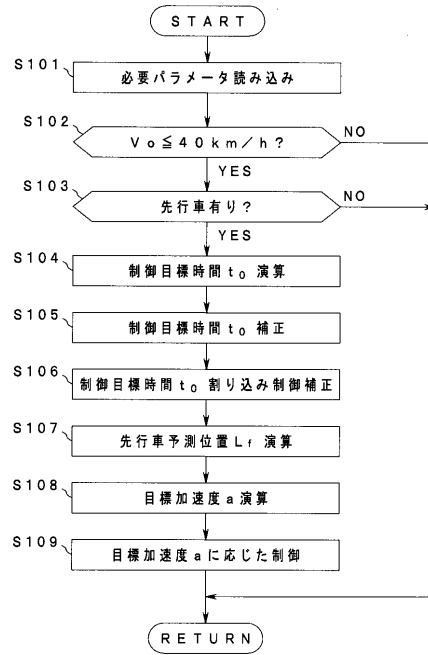
30

代理人 弁理士 伊藤 進

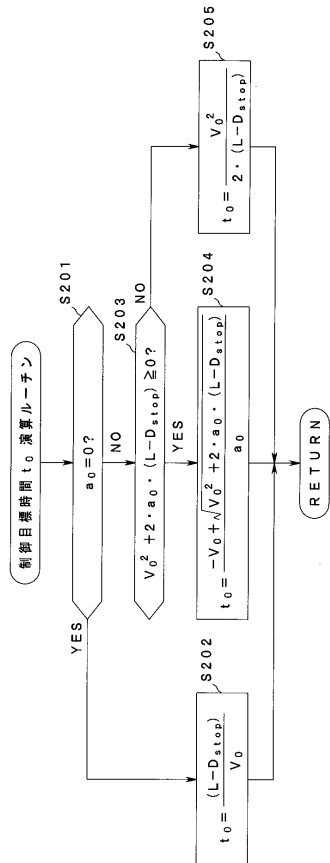
【図1】



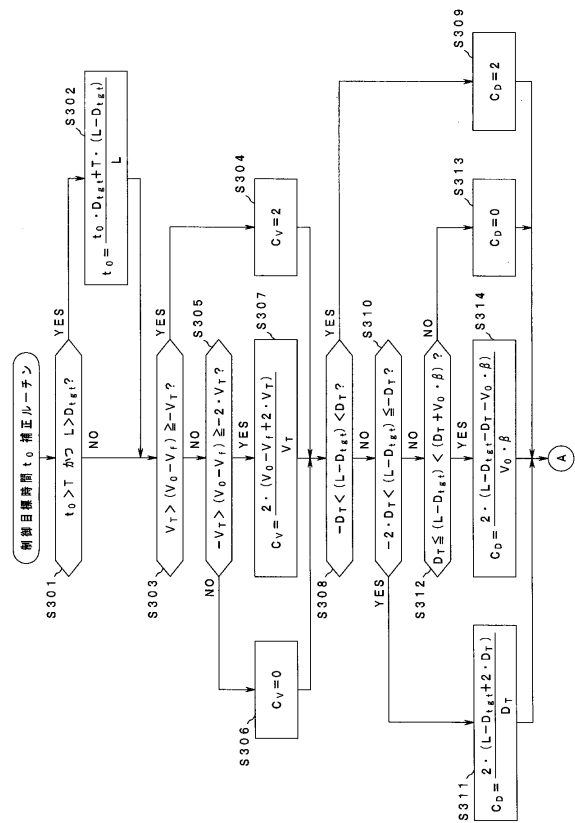
【図2】



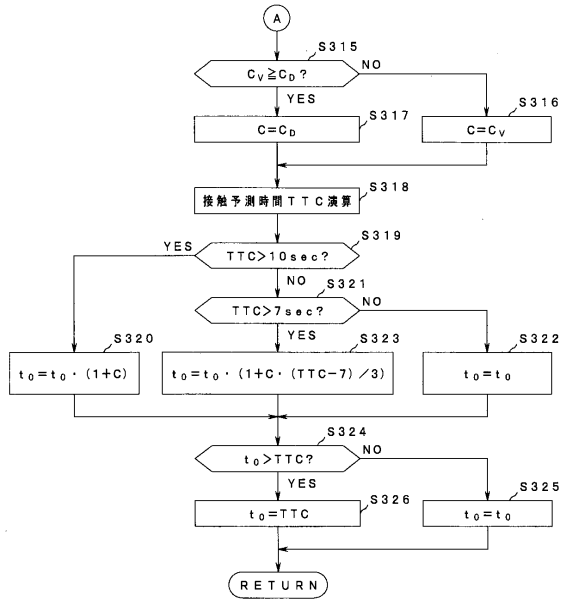
【図3】



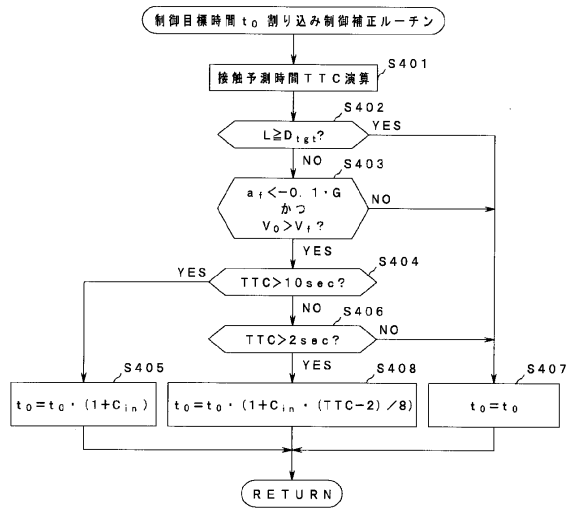
【図4】



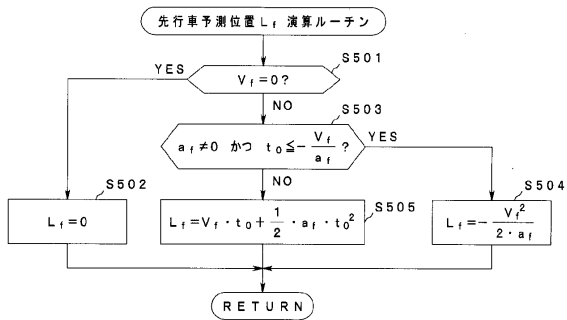
【図5】



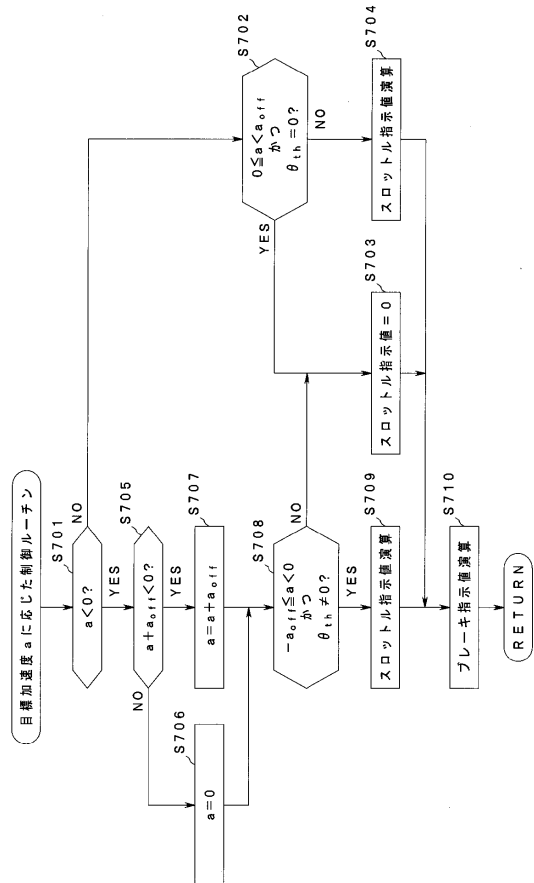
【図6】



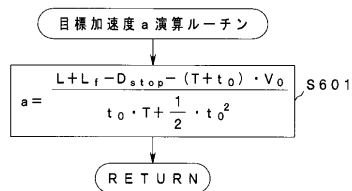
【図7】



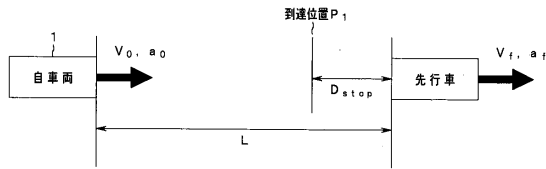
【図9】



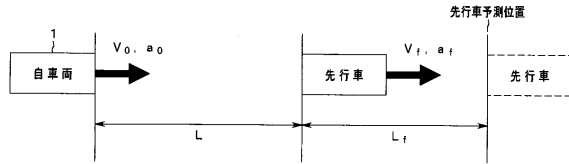
【図8】



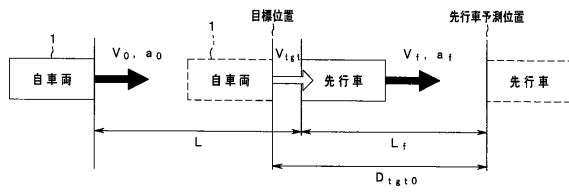
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>B 6 0 T</b>	<b>7/12</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 R	21/00	6 2 4 B
<b>F 0 2 D</b>	<b>29/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 R	21/00	6 2 4 C
<b>G 0 8 G</b>	<b>1/16</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 0 R	21/00	6 2 4 G
			B 6 0 R	21/00	6 2 7
			B 6 0 T	7/12	C
			F 0 2 D	29/02	3 0 1 D
			G 0 8 G	1/16	E

- (56)参考文献 特開平09 - 249046 (JP, A)  
 特開平05 - 104977 (JP, A)  
 特開2001 - 310649 (JP, A)  
 特開2000 - 305626 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 W 3 0 / 1 6  
 B 6 0 K 3 1 / 0 0  
 B 6 0 R 2 1 / 0 0  
 B 6 0 T 7 / 1 2  
 B 6 0 W 1 0 / 0 4  
 B 6 0 W 1 0 / 1 8  
 F 0 2 D 2 9 / 0 2  
 G 0 8 G 1 / 1 6