(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3608219号

(P3608219)

(45)発行日　平成17年1月5日(2005.1.5)　(24)登録日　平成16年10月22日(2004.10.22)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G08G 1/16	G08G	1/16	C
B60K 41/12	B60K	41/12	
G01C 21/00	G01C	21/00	Z
G08G 1/09	G08G	1/09	V
G08G 1/0969	G08G	1/0969	

請求項の数 8　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願平6-100424
(22)出願日　平成6年5月16日(1994.5.16)
(65)公開番号　特開平7-306998
(43)公開日　平成7年11月21日(1995.11.21)
審査請求日　平成12年3月21日(2000.3.21)

(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
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(72)発明者　倉垣　智
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号
株式会社　日立製作所　日立研究所内
(72)発明者　箕輪　利通
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号
株式会社　日立製作所　日立研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】車両の安全走行制御システム及び車両の安全走行制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

今後車両が走行する道路の特性を把握する手段と、
車両の速度を検出する実車速検出手段と、
車両の左右方向の加速度を計測する加速度検出手段と、
実操舵角を計測する操舵角検出手段と、
車両の左右方向の加速度の変化分が所定閾値を超えてから操舵角の変化分が所定閾値を超えるまでの反応時間を計測する反応時間計測手段と、前記道路特性に基づいて定められる、
最適操舵角と実操舵角の偏差を計測する操舵角偏差計測手段と、
前記反応時間計測手段と前記操舵角偏差計測手段の出力に基づいて運転者の技量を評価する手段と、
運転者の技量に合わせて前記道路の特性に応じて安全な車速を設定する最適車速演算手段と、
設定した最適車速と実車速を比較する車速比較手段と、
該車速比較結果に基づき最適車速を達成するように少なくともエンジンまたは変速機を制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。

【請求項２】

請求項１において、変速機の制御にあたり、減速が必要な場合、その減速度合いを所定の変化量に制限する減速度制御手段とをさらに有することを特徴とする車両の安全走行制御

装置。
【請求項３】
請求項１において、最適車速を達成するために電子制御スロットルを用いてエンジンを制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。
【請求項４】
請求項１において、最適車速を達成するための車両加速度を演算する手段を更に備え、前記演算された車両加速度に基づいてエンジンの点火時期，エンジンの流入空気量，エンジンへの燃料噴射量または変速比の少なくともいずれか一つを制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。
【請求項５】
請求項１において、最適車速と実車速が一致するまで少なくともエンジンまたは変速機を制御することを特徴とする車両の安全走行制御装置。
【請求項６】
請求項１において、道路の特性を把握する手段は、地図情報または道路に設置してあるビーコンまたは放送局からの情報の少なくとも一つを用いて把握することを特徴とする車両の安全走行制御装置。
【請求項７】
請求項１において、道路の特性を把握する手段は、任意のノードにおいて複数個のリンクがある場合に、道路種別または路線番号の少なくとも一方を用いて演算することを特徴とする車両の安全走行制御装置。
【請求項８】
請求項１において、運転者の技量を評価する手段は、道路の特性から算出される最適操舵角と、運転者が実際に操作した実操舵角と、車両の横加速度と、車両の横加速度変化分の少なくとも一つを用いて評価することを特徴とする車両の安全走行制御装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、自動車の走行制御、特に安全走行制御の制御装置及び制御方式に関する。車載しているディジタル地図、及び外部インフラストクラクチャからの安全走行情報と、車載センサによるドライバ技量判定値とから演算される計画車速を基準として、ドライバの技量に適した速度で車両を運転できる様に支援する車両の安全走行制御装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
例えば、ナビゲーション装置の持つ地図情報から道路の形状（例えばカーブ路）を取り出し、そのカーブ路の道路特性に応じた車両進入速度情報を読み出し又は加工して入手し、運転者に速度低下の告知又は車速低減手段の作動をもってカーブ路に進入する前に車速を低減し安全な走行を実現するシステムが従来から知られている（例えば特開平４－２３６６９９　号公報参照）。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、前述のように車速をコントロールするシステムは、道路形態に対応して安全車速を演算し、その車速を実現するためにスロットルやブレーキを操作する。危険な状況を回避する手段は、前述のように車速を遅くして対応するケートと、高度なステアリング操作（例えば車両の旋回方向と逆方向にステアリングを操舵する；カウンターステア）や加速を行い回避するケースが考えられる。一律に速度を低下させ安全な走行を保障できるケースばかりではなく、必要に応じて加速や急激なステアリング操作をもって危険回避するケース（運転者の意図）に対応するシステムである必要がある。このような危険回避の操作を行う場合には運転者の運転技量に応じて加減速操作の要否や程度，ステアリングの要否や程度を設定する必要がある。本発明の目的は、安全走行実現の為に、経路情報だけでなく運転者の運転技量に応じた運転操作を可能にする点にある。

【０００４】
【課題を解決するための手段】
上記目的は、地図情報と運転者の技量判定結果とから、安全走行の為の走行制御信号を求めることによって実現される。より具体的には例えば、道路地図情報を記憶する手段（地図情報）と，地図情報での自車位置を推定する自車位置検知手段と，運転者の運転技量を計測・判定するためのドライバ技量計測手段とその入力となるセンサ群，運転者の技量により制御内容を切り換える制御内容切り換え手段と，将来安全に走行できる車速を算出する最適車速計画手段と，実車速を測定する車速検出手段と，最適車速を達成するためのエンジントルクを算出する目標エンジントルク演算手段と，エンジントルクを制御する制御手段を備え、自動車のエンジン始動時から停止までの間に、運転技量に応じて安全に走行するための制御内容し、エンジントルクを制御し、安全に走行できる車速で常に走行することにより問題点を解決する。
【０００５】
ここで、地図情報としては、ＣＤに記憶された情報，路上のインフラからの情報，中央局からの電波によって送られる情報，衛星通信による情報，車と車との間の通信による情報，運転者自らが入力した情報すべてを含みまた、単に限定された地図情報をさすものではなく経路決定の為に用いられるあらゆる情報を含む。
【０００６】
更に、走行制御信号とは、単にブレーキ信号，オート・トランスミッションの減速比信号に限らず、ステアリング信号，燃料噴射信号，点火時期信号，スロットル開度信号等、車両の走行制御，安全走行に必要なあらゆる信号をさす。
【０００７】
本発明を要約すると「走行経路推定手段により将来とるであろう走行経路を算出し、ドライバ技量計測手段の判定結果により、最適車速演算手段で将来辿るであろう推定経路上の将来通過する地点での各々の技量に応じた車両速度を演算し、メモリに記憶しておく。現在の位置における速度と次の通過地点での計画車速との差を車速比較手段で算出し、加減速する必要があればエンジントルク制御手段により最適車速に一致するように目標エンジントルクを設定し、制御する。この操作を最適車速と実車速が一致するまで行う。」ことである。
【０００８】
【作用】
このように構成した本発明によれば、単に地図情報からだけでなく、運転者の技量に応じた安全車速によって車両を走行制御できるので、安全走行が可能になる。
【０００９】
【実施例】
図１に本発明の第１の実施例のブロック図を示す。まず初めに安全車速を得るためには、運転者が今後通るであろう道のりを、推定する必要がある。地図情報１０１の情報と、自車位置検知手段１０２からの自車位置情報を用い、走行経路推定手段１０４において、運転者が将来進む経路を推定し、その経路における安全に通過する為に必要な道路の形状（運転幅，勾配，曲率半径）を演算し、メモリに記憶しておく。
【００１０】
一方、運転者の技量を判断するために、ドライバ技量計測手段１１５においては、ステアリング角度を検知するために操舵角検出手段１１２と車両の左右方向の加速度を計測する加速度検出手段１１３と，タイヤと路面との滑りを検出するスリップ率検出手段１１４を入力として、ドライバの技量を初級，中級，上級の３段階に評価する。
【００１１】
制御内容切替手段１０７においては、ドライバの技量に応じて最適車速の演算手順を切替えを行う。ドライバ技量は３段階に評価されるので、それぞれの段階ごとに、上級者向最適車速演算手段１０８，中級者向最適車速演算手段１０９，初級者向最適車速演算手段１１０の中の一つの処理を行う。それぞれの手段において車速検出手段１０３と走行経路推

定手段１０４の情報から、現在の速度で推定経路を走行した場合に危険な地点の有無を検索し、危険な地点が存在する場合には、その地点を安全に走行できる速度を算出し、さらにその速度を達成するための各地点の目標車速を設定した車速計画を作成し、メモリに記憶する。その結果は車速比較手段１０６において制御が必要か否か判定される。制御が必要である場合には目標駆動軸トルク演算手段１０５において目標車速を目標駆動軸トルクに変換するための演算を行う。エンジントルク制御手段１１１によりエンジントルクを制御し、目標の車速を得る。

【００１２】

図２にシステム構成の例を示す。ロケータ装置２０１は自車の地図上の位置をＧＰＳ２０２，角速度センサ２０３，地磁気センサ２０４，車輪速センサ２０５，ＦＭ多重放送受信器２０６，ビーコン受信器２０７、及び地図２０８からの情報により決定する。安全走行コントローラ２０９はＩ／Ｏインターフェイス２１０，ＣＰＵ２１１，メモリ２１２で構成される。ロケータ装置２１０からの位置情報と，操舵角センサ２２３のステアリング情報と，加速度センサ２２４からの車両運動情報と，クランク角センサ２２２からの点火時期情報に演算を施し、安全に走行するための目標車速や目標エンジントルクを算出する。安全走行コントローラ２０９での処理結果を基にスピーカ２１４，ディスプレイ２１５を駆動し、ドライバに警告を促す。また、変速機コントローラ２１６，点火時期コントローラ２１７，スロットルコントローラ２１８，燃料噴射コントローラ２２４，バルブタイミングコントローラ２２３に安全走行コントローラ２０９の処理結果を入力し、その処理結果を基にそれぞれの制御を行う。

【００１３】

図３にディジタル地図情報の例を示す。ディジタル地図は道路地図をメッシュ状に分割し、分割したメッシュ単位でノードとリンク、及びそれぞれの属性（例えばノードに接続しているリンク，緯度，経度や、リンクの道路番号，幅員など）の組み合わせで道路情報を記憶している。走行経路推定手段１０４に於いて、ディジタル地図の情報を用いて、車両が将来走行する経路を推定する。経路推定アルゴリズムは図４のとおり行われる。この経路推定アルゴリズムは、車両がノードを通過した時点で処理が開始される。ステップ３０１において自車位置検知手段１０２から、今現在、車両が通過したノード番号Ｎ１を取り込む。次にステップ３０２において、メモリから最後に通過したノード番号Ｎ０（通過したノードで最も新しいノード）を取り込む。ステップ３０３ではノードＮ１が持つ属性情報から接続する複数個のリンクを検索し、そのリンクの持つ属性情報をリストアップする。ステップ３０４ではリストアップしたリンクの持つ属性より接続先のノード番号を取り出す。そして、接続先のノードがＮ０であるリンクは、走行してきたリンクと見なし、リストの中から取り除く。こうして得られた複数個のリンクのリストは将来の経路候補である。ステップ３０５ではリストアップされたリンクの数により処理が異なるため分岐する。リンク数が１つしかない場合には、車両が今後とる経路は自動的に決定されるので、推定処理を行う必要がない。一方、リンク数が複数個ある場合には、その中から、将来走行する最も可能性の高いリンクを推定する必要があり、それはステップ３０６の処理で行われる。ステップ３０６で推定を行うのに必要な情報は、リンクの持つ道路に関する属性（道路種別，路線番号，幅員）に含まれている。推定方法の第１例として道路の重要度に着目する。道路種別を第１キー属性とし、優先順位は次の通り定義する。

【００１４】

高速自動車国道＞自動車専用道＞一般国道＞主要地方道

＞一般都道府県道＞一般市町村道＞その他

ここで優先順位は交通量の多い道路の順につけたものであり、一般的な移動順序である支線から幹線、そして支線を通り目的地に達する順路を考慮したものである。この推定方法では、複数個のリンクの中で、個々のもつ道路種別の属性が数１の最も左側に位置するリンクを優先して、今後取るであろう経路と推定する。第２キー属性として路線番号を用い、番号の若いものを優先する。第３キー属性として前リンクと交差する角度ζを用い、ζ

の小さいものを優先する。これは、交差点においてなるべく直進するものとしている。第４キー属性として道路幅員を用い、幅の広いものを優先する。この第１キー属性の優先度を最も高くし、第４キー属性の優先度を最も低くして、取捨選択を行い経路推定を行う。

【００１５】

推定方法の第２例として、道路の実際の大きさに着目する。第１キー属性として前リンクと交差する角度ζ，第２キー属性として道路幅員，第３キー属性として道路種別，第４キー属性として路線番号を用いる。そして取捨選択を行い、経路推定を行う。

【００１６】

これらの経路推定アルゴリズムを用いて、ノードに接続する複数個のリンクの中から経路として用いる可能性の高い１つのリンクＬｍを選び出す。そしてステップ３０７に於いて、ノードN_1　とリンクＬｍをメモリに格納する。さらにステップ３０８において、更に先の経路推定を行うために現在位置している通りであろうノード番号に替えて、リンクＬｍの接続先のノード番号をN_0　として書き換える。そしてステップ３０３に戻りステップ３０９までの処理を任意数組、例えば１２８組先まで繰り返すことで、現在位置からノード数１２８個先まで車両が通るであろう経路を推定し、その結果はメモリに記憶する。

【００１７】

図５は任意のノードN_i　での道路の曲率半径を求める為に用いる情報の図解である。図５に記載されている情報、すなわちノードN_i　の座標と、リンクL_{i-1}　およびL_i　のそれぞれのリンク長h_{i-1}　，h_i　、そしてリンク先のノードN_{i-1}，N_{i+1}　の座標から、ノードN_{i-1}　，N_i　，N_{i+1}　を結ぶ曲線道路の曲率半径r_i　を算出する。

【００１８】

図６は安全車速計画手段１０２において、図４に記載されている情報から道路の曲率半径を求めるアルゴリズムである。ステップ４０１ではカウンタの初期化を行う。ステップ４０２においては前述の経路推定アルゴリズムでメモリに格納したノード，リンク情報の中から、リンクL_{i-1}　，L_i　の属性情報であるノードN_i　の座標、それぞれのリンクの長さh_{i-1}　，h_i　を読み込む。

【００１９】

ステップ４０３ではリンクL_{i-1}　の地図座標上の傾きa_{i-1}　を求める。算出式は数１の通りである。

【００２０】

【数１】

$$a_{i-1}=\frac{x_{i-1}-x_i}{y_{i-1}-y_i} \qquad \cdots(数1)$$

【００２１】

同様にしてリンクL_i　の地図座標上の傾きa_i　を求める。算出式は数２の通りである。

【００２２】

【数２】

$$a_i = \frac{x_i - x_{i+1}}{y_i - y_{i+1}} \quad \cdots (数2)$$

【００２３】
さらに、ステップ４０５においてリンクL_iとL$_{i-1}$がノードN_iで交差する角度θ_iの大きさを算出する。算出式は数３の通りである。

【００２４】
【数３】
$\theta_i = Arctan(a_i) - Arctan(a_{i-1})$ …（数３）

ステップ４０６においては、ノードN_{i-1}～N_i～N_{i+1}の３点間の道路の曲率半径の近似値r_iを算出する。算出式は数４の通りである。

【００２５】
【数４】

$$r_i = \frac{h_{i-1} + h_i}{\theta_i} \quad \cdots (数4)$$

【００２６】
ここで得られたr_iをノードN_iの新たな属性情報としてメモリに追加記憶させる。これら一連の演算を経路推定アルゴリズムで得られたノード全てに施す。この処理を施すことにより、経路として用いるであろう道路の曲率半径をそれぞれのノードの属性として持つことができる。

【００２７】
次に、運転者の技量判定を行う実施例について述べる。本実施例では運転技量を判定する為に、運転者のステアリング操作に着目する。図７はドライバ技量検出手段のフローチャートである。ステップ７０１において経路形状（長さ，曲率半径，幅員等）の情報をメモリから読み出す。ステップ７０２においてタイヤと路面のスリップ率μを、ステップ７０３では操舵角φを、ステップ７０４においては横方向の加速度αをそれぞれのセンサから読み込む。ステップ７０５においては最適操舵角ϕ_{op}（ｔ）を先に読み込んだ経路形状とタイヤのスリップ率μから算出する。ステップ７０６においては、最適操舵角と実操舵角との差である操舵角偏差ΔΦを算出する。運転者は周りの環境に応じてステアリングを回し、その操作量はステアリング角度センサで検出され、実操舵角φとして偏差算出手段に入力される。ステップ７０６においては次の数５式の演算を行う。

【００２８】
【数５】
$\Delta\Phi = \phi_{op} - \phi$ …（数５）

この操舵角偏差ΔΦが小さい場合には適切な運転行動をとっているものとし、ΔΦが大きい場合には外乱が大きいか不適切な運転行動を行っている。

【００２９】
一方、後半では操舵遅れを検出する。操舵遅れは突発現象に対する運転者の反応時間Δｔを計測し、そのΔｔを運転技量の指標に使うものである。ステップ７０７においては横加速度αから横ジャークΔα（ｔ）を数６式で算出する。

【００３０】

【数６】
Δα（ｔ）＝α（ｔ－τ）－α（ｔ）　…（数６）
ここでτは横加速度αを取り込む周期で、横ジャークΔαは数６式は前回の横加速度の値α（ｔ－τ）かと現在の横加速度αとの差分である。ステップ７０８においては、あらかじめ設定した閾値ΔαＴと比較し、閾値を越えた場合には操舵遅れの検知を開始する。越えない場合は処理を終了する。検知を開始した場合にはステップ７０９において計測用のタイマを起動する。ステップ７１０ではステップ７０９で起動したタイマがオーバーフローした場合には処理が終了する。ステップ７１１では操舵角の変化率を数７式で算出する。

【００３１】
【数７】
Δφ（ｔ）＝φ（ｔ－τ）－φ（ｔ）　…（数７）
ステップ１２においては、数７式で算出されたΔφが閾値ΔφＴを越えた場合には次のステップ７１３へ、越えない場合にはステップ７１０の処理へ戻る。ステップ７１３ではタイマの値を反応時間Δｔとして読み込む。そしてステップ７１４では操舵偏差の平均値ΔΦ＊を、ステップ７１５では反応時間の平均値Δｔ＊　を算出する。そしてステップ７１６において、ステアリングの最適操舵角$φ_{op}$と実操舵角φとの偏差の平均値ΔΦ＊　と、横加速度変化分（横ジャーク）Δαと、操舵角変化分Δφとの時間差の平均値Δｔ＊　を入力とし、出力に上級又は中級もしくは初心の３段階に運転者を評価する。図８に時間ｔに対する横加速度α，横ジャークΔα，操舵角φ，操舵角変化分Δφの一例を示す。この例は、車両がカーブの途中でグリップを失い、その後の運転者のコントロールでグリップを回復する例である。横ジャークに閾値±ΔαＴを設けておく。また、操舵角変化分にも閾値ΔφＴを設けておく。カーブに進入し、$ｔ_1$　で運転者がステアリングを回し始め、車両が回頭し、それに伴い横加速度αが増加していく。適切な操舵になった後はカーブが終了するまでその操舵角を保持する。ところが$ｔ_2$　に於いて、タイヤのグリップが急激に低下し（スリップ率μが小さくなる）、車両が横方向に流れ出す。その時の横加速度α（$ｔ_2$　）はゼロとなる。したがって横ジャークΔα（$ｔ_2$　）は急激に大きな値を出力する。事前に設定した閾値ΔαＴを越えた場合、すなわち数８式の関係を満たすときに反応時間Δｔの計測を開始する。

【００３２】
【数８】
Δα（ｔ）＞ΔαＴ　…（数８）
車両が横方向に流れ出したのを修正しようと、運転者は車両の旋回方向と逆方向にステアリングホイールを操舵する（カウンターを当てる）。したがって操舵角変化分も大きく変化する。

【００３３】
【数９】
Δφ（ｔ）＞ΔφＴ　…（数９）
数９の関係を満たしたとき、運転者がカウンターを当てたと判断し、反応時間Δｔの計測を終了する。この反応時間Δｔが早い場合は運転操作が的確であり、上級の技量とし、反応時間が長い場合は運転操作が未熟があり、初心の技量とする。図９は前述の操舵角偏差Δφ＊　と反応時間Δｔ＊　とを用いた総合技量判定のためのマップである。図９のように操舵角偏差Δφ＊　と反応時間Δｔ＊　が共に短い場合には上級の技量を持ち、操舵角偏差Δφ＊　が大きいか反応時間Δｔ＊　が長い場合には初心の技量と判定する。中間に位置するケースは中級の技量と判定する。

【００３４】
次に、図１０に車速計画アルゴリズムを示す。ここでは、現在の車速で走行し続けた場合に、将来の経路に於いて、前述の道路の曲率半径算出アルゴリズムで得られた各ノードでの曲率半径$ｒ_i$　の道路を安全に通過できるかどうかを判断し、もし通過が困難であるノード$Ｎ_j$　が存在する場合（例えば、現在の車速で通過すると曲路を曲がれず脱レーンす

る）には、安全に通過するための速度V_sを算出し、現在位置のノードN_0からN_jに至る間に車速をV_sにするための車速計画を行う。車速計画は前述の運転技量判定の結果を考慮して計画される。ノードN_jで車速V_sを達成するために、ノードN_0から各ノードにおける目標車速V_{ti}を設定し、各ノードにおいて車速VがV_{ti}になるように、エンジントルク，変速機またはブレーキを制御する。目標車速V_{ti}は次の手順で計画される。ステップ８０１では現在の車速V_nを車速検知手段で計測し、V_0に読み込む。ステップ８０２において、ステップ８０１で得られた現在の車速V_0で安全に通過できる道路の曲率半径r_sを数１０式で算出する。

【００３５】

【数１０】

$$r_s \geqq \frac{V_0^2}{k} \qquad \cdots (数10)$$

【００３６】

ここでｋは車両の旋回能力によって決まる定数で、車両の重量，サスペンションの構造，タイヤと路面の摩擦係数などで決定される。ステップ８０３ではノード番号を示すカウンタの初期化を行う。ステップ８０４においては、各ノードでの道路の曲率半径r_iと、車速V_nで安全に通過できる道路の曲率半径r_sとを比較し、$r_i \geqq r_s$である場合には通過できるものとする。一方、$r_i < r_s$である場合には減速を行う必要があると判定する。ある任意のノードN_jにおいて$r_j < r_s$となる場合には、ステップ８０５に処理が移行する。ノードN_jにおける曲率半径r_jを読み込み、安全にノードN_jを通過できる速度V_jを数１１式で算出する。

【００３７】

【数１１】

$$V_j = k \cdot \sqrt{r_j} \qquad \cdots (数11)$$

【００３８】

次にステップ８０７において、現在位置しているノードN_0からN_jまでの道のりH_jを数１２式で算出する。

【００３９】

【数１２】

$$H_j = \sum_{i=1}^{j-1} h_i \qquad \cdots (数12)$$

【００４０】

この道のりH_jを走行している間に車両速度V_0をV_jまで低下させる必要がある。ステップ８０８では、運転技量判定の結果に基づき減速度の加え方を変化させる。上級の運転技量の判定を受けた場合には減速度を加えず、減速は行わない。中級の技量判定を

受けている場合には、道のりH_j の間に等しく減速度をかけることで車両を減速する。車両速度をV_s にするのに必要な減速度（加速度ｇ）は数１３式で算出する。

【００４１】

【数１３】

$$g=\frac{(V_0^2-V_j^2)}{H_j} \qquad \cdots(数13)$$

【００４２】

この加速度ｇが人間の感じる加速度g_t より大きいケースでは、加速度g_t を最大値として、人間に違和感を感じさせないよう減速する。

【００４３】

ここで得られたそれぞれの技量に応じた加速度ｇを用い、ステップ８０９では各ノードでの目標速度V_{ti}を数１４式，数１５式を用い算出する。

【００４４】

【数１４】

$$t_i=\frac{V_{ti-1}-\sqrt{V_{ti-1}^2-2\cdot g\cdot h_{i-1}}}{g} \qquad \cdots(数14)$$

【００４５】

【数１５】

$$V_{ti}=V_{ti-1}+g\cdot t_i \qquad \cdots(数15)$$

数１４式は、ノードN_{i-1} とN_i とを結ぶリンクL_{i-1} を走行するのに要する時間t_i を算出するものである。数１４式の中で用いられる速度V_{i-1} は、ノードN_1 からの再帰演算で得られたものであり、減速が計画通り行われた場合の推定値である。数１５式は、数１４式で得られたt_i を用いて、ノードN_i に於ける目標速度V_{ti}を算出する。ステップ８１０及び８１１では、すでにメモリに格納してある目標速度$V_{ti}*$ （前に計画された車速）と比較し、$V_{ti}*\geqq V_{ti}$ である場合には、ノードN_i に於ける目標速度として$V_{ti}*$ を消去し、新たにV_{ti}をメモリに格納する。$V_{ti}*$ は、ステップ８０５からステップ８１０までの処理が初めての場合には情報が入っていない（ＮＵＬＬ）である。２回目以降には前回の目標速度が記憶されている。前回と比べ、今回の目標速度V_{ti}が大きいケース（$V_{ti}*<V_{ti}$）では、問題となっているノードにおける道路の曲率半径よりも小さな曲率半径の道路が手前にあることを示しているので、小さな曲率半径を持つノードに即した目標速度$V_{ti}*$ を優先する。逆に前回と比べ、今回の目標速度が小さいケース（$V_{ti}*\geqq V_{ti}$）では、さらに小さな曲率半径を持つノードが存在し、なおかつ早期に減速を行う必要があることを示しているので、新しい目標速度V_{ti}を優先する。これらステップ８０５からステップ８１１までの一連の処理は、ノードN_0 からN_j まで繰り返し行う。さらにステップ８０４からステップ８１３までの一連の処理を、記憶している情報全て、この例の場合にはノードN_{128} まで演算する。

【００４６】

これまでに得られた情報は、安全走行情報として、図１１の通りメモリに記憶される。

【００４７】
次に、減速するのに必要な駆動軸トルク（減速トルク）を求める。現在の車速v_1から、図１０の車速計画アルゴリズムで得られた将来の車速v_2に変化させるものとする。初速v_1に於いて、車両の持つ運動エネルギーT_1は数１６で、また車速v_2における車両の持つ運動エネルギーT_2は数１７でそれぞれ表わされる。
【００４８】
【数１６】

$$T=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}I_r\omega^2$$
$$=\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}I_r\left(\frac{v_1}{r}\right)^2 \quad \cdots (数16)$$

【００４９】
【数１７】

$$T_2=\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}I_r\omega_2^2$$
$$=\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}I_r\left(\frac{v_2}{r}\right)^2 \quad \cdots (数17)$$

【００５０】
ここで、v_1：現在の車両速度、v_2：将来の目標速度、m：車両質量、I_r：車輪の慣性モーメント、r：車輪半径である。初速から目標速度に至るまでに失う運動エネルギー（T_1-T_2）は外部からの仕事$U_{1\to 2}$（数１８）に等しい。
【００５１】
【数１８】

$$U_{1\to 2}=T_1-T_2$$
$$=\frac{1}{2}mv_1^2-\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}I_r\left(\frac{v_1}{r}\right)^2-\frac{1}{2}I_r\left(\frac{v_2}{r}\right)^2$$
$$=\frac{1}{2}\left(m+\frac{I_r}{r^2}\right)(v_1^2-v_2^2) \quad \cdots (数18)$$

【００５２】
現地点での現車速v_1から目標速度v_2を必要とする地点までの距離をＬ［ｍ］とすると、この距離Ｌ［ｍ］の間を走行中に、数１９式で与えられる減速力F_{rq}を加え続ける必要がある。
【００５３】

【数１９】

$$F_{rq}=\frac{U_{1\to 2}}{L}=\frac{1}{2}\frac{1}{L}\left(m+\frac{I_r}{r^2}\right)(v_1^2-v_2^2) \qquad \cdots(数19)$$

【００５４】
これを数２０式で必要な駆動軸トルクF_dに換算する。
【００５５】
【数２０】
$F_d=F_{rq}+(\mu_r mg+\mu_l Av_1^2+mg\sin\theta)$ …（数２０）
ここで、μ_rは転がり抵抗係数、ｇは重力加速度、μ_lは空気抵抗係数、ψは道路の勾配である。ここで、駆動軸トルクF_dが、$0\leqq F_d$である場合（F_{rq}が走行抵抗より小さい場合）には次の３つの手段（１）点火時期を制御、（２）空燃比（燃料噴射量）を制御、（３）スロットル開度を制御によりエンジントルクを制御する。現在のエンジントルクは、エンジンコントローラで演算される。一般的にはエンジン回転数，アクセル開度，燃料噴射量から、前もって実験を行い得られたトルクマップを参照することでリアルタイムにエンジントルクを推定することができる。現在のアクセル開度とエンジン回転数から、現在のエンジントルクT_{el}を得る。
【００５６】
図１２はエンジントルクの推定方法の機能ブロック図である。基本的にエンジントルクは気筒内への燃料噴射量に依存する。基本燃料噴射量は気筒内への流入空気量とエンジン回転数をパラメータとして基本燃料噴射量マップ１２０１から読み出される。この基本燃料噴射量に補正が加わって燃料噴射量が決定される。補正量は、スロットル開度１２０５，水温１２０６，アイドルスイッチ１２０７の有無，バッテリ電圧１２０８，クランク角センサ１２０９，O_2センサ１２１０のそれぞれの値とエンジン回転数をパラメータとして補正量が補正マップ１２０４に記憶されており、基本燃料噴射量に加算または乗算される。こうして得られた燃料噴射量からトルク推定手段１２１１においてエンジントルクを算出し、現在のエンジントルクとして今後の演算に用いる。
【００５７】
減速するためのエンジントルクT_{ob}は数２１式で算出される駆動軸トルクT_{od}とディファレンシャル及び変速機の変速比i_1から、次の数２２式で算出される。
【００５８】
【数２１】

$$T_{od}=\frac{F_d}{r}=\frac{1}{2}\frac{1}{L\cdot r}\left(m+\frac{I_r}{r^2}\right)(v_1^2-v_2^2) \qquad \cdots(数21)$$

【００５９】
【数２２】

$$T_{ob} = T_{e1} - T_{ed} = T_{e1} - \frac{T_{od}}{i_1} \qquad \cdots (数２２)$$

【００６０】
ここでT_{e1}は推定された現在のエンジントルクである。数２２式で得られた目標エンジントルクT_{ob}を達成するために、３つの制御手段の中から適当なものを選択する。選択の基準は必要な応答時間をパラメータとして用いる。図１３は制御手段の選択を行うアルゴリズムである。（１）急速な応答時間が必要なケース（急に減速したい場合）は点火時期を最適な点火進角よりも遅くしてエンジントルクを低減する。低減したいエンジントルクが大きい場合には、特定の気筒の燃料カットと未点火によりエンジントルクを低減する。（３）緩慢な応答時間で十分なケース（ゆっくり減速したいケース）ではスロットル開度を制御する。（１）と（３）の間の中庸な（２）のケースでは空燃比を制御する。空燃比を大きくすることでエンジントルクを低減する。この際、同時に点火時期も最適な値に制御される。
【００６１】
はじめに、目標のエンジントルクが与えられた場合に点火時期を変化させてエンジントルクを制御する方法を説明する。図１３は点火時期を制御する機能ブロック図である。現在のエンジントルクT_nと目標のエンジントルクT_{ob}から点火時期の変更量をトルクマップ読み込み、最適な点火進角ξ_{ob}としてエンジンコントローラ１３０２に入力される。エンジンコントローラではξ_{ob}としてエンジンコントローラに入力される。エンジンコントローラでは最適点火進角ξ_{ob}を基に各気筒に点火信号を出力する。これにより、点火時期を変更した時点からエンジントルクは目標エンジントルクT_{ob}にすぐさま切り替わる。エンジントルクが変化したことでエンジン回転数N_eが変化し、次の点火進角ξが決定する。これを目標車速が達成されるまで制御を続ける。
【００６２】
次に、前述の目標エンジントルクT_{ob}が与えられた場合に、スロットル開度θを変化させてエンジントルクを制御する方法を説明する。図１４はスロットル制御の機能ブロック図である。エンジントルクはエンジン回転数N_eとスロットル開度をパラメータとしてエンジントルクマップ１４０１から読み出される。目標のエンジントルクT_{ob}が設定されると、現在のエンジン回転数から必要なスロットル開度θ_{ob}が得られ、現在のスロットル開度θ_nとの偏差をスロットル操作量$\Delta\theta$としてスロットルバルブコントローラ１４０２に入力される。スロットル弁１４０５の開度が目標スロットル開度θ_{ob}になると、流入空気量が変化し、それに伴いエンジントルクが変化し、さらにエンジン回転数が変化する。この一連の処理を目標車速に達するまで行う。
【００６３】
図１５は無段変速機の変速比を変化させて駆動軸トルクを制御行うブロック図である。入力はスロットル開度θ，エンジン回転数N_e，車輪速V_{sp}，加速度センサ出力Ｇである。エンジントルク－エンジン回転数の、スロットル開度θをパラメータとしたマップ（T_eマップ）１５０１において、エンジン回転数N_eとスロットル開度θからエンジントルクT_eが読み出される。また、変速機制御に用いる車輪速－エンジン回転数の、スロットル開度θをパラメータとしたマップ（変速マップ）１５０２から、変速比ｉが算出される。今、目標速度V_{ti}に対して、実車速が早い場合には変速比を変化させて駆動軸トルクT_0を減少させ、実車速を低下させる。変速比の変化分Δiは車輪速V_{sp}と勾配を検知する加速度センサの出力（加速度）Ｇを入力として算出される。初めに角速度算出手段１５０３において、数２３式で車輪の角速度ωを算出する。
【００６４】

【数２３】

$$\omega = \frac{1}{r_f} \frac{dV_{sp}}{dt} \quad \cdots (数23)$$

【００６５】
車輪速V_{sp}の時間変化分dV_{sp}/dtを変速機の最終減速比r_fで割ったものが車輪の角速度ωである。この角速度ωを用いて演算手段１５０４において勾配負荷を算出するのに必要な$\sin\psi$を数２４式で算出する。
【００６６】
【数２４】

$$\sin\theta = G - \frac{\omega}{g} \quad \cdots (数24)$$

【００６７】
ここで減速度ｇは、第１の例として図１０のステップ８０８で得られる数値を用いる。第２の例として、運転者に不快感を与えないよう、人間が敏感に感じる０．０５Ｇ（０．４９ｍ／ｓ^2）よりも小さい値（例えば、０．４ｍ／ｓ^2）にあらかじめ設定してもよい。そしてトルク差分演算手段１５０５に於いて、目標とするトルク変化分ΔT_0を数２５式で算出する。
【００６８】
【数２５】

$$T_0 = I \cdot \omega + \sin\theta \cdot W \cdot R + T_{RO} \quad \cdots (数25)$$

ここで、Ｉは慣性重量、Ｗは車両重量、Ｒはタイヤ半径、T_{RO}は走行抵抗である。走行抵抗T_{RO}は車輪速－走行負荷マップ（走行負荷マップ）１５０８から車輪速V_{sp}における走行抵抗T_{RO}を読み出す。変速比変化率演算手段１５０６は変速比変化分Δｉを数２６式で算出する。
【００６９】
【数２６】

$$\Delta i = \frac{\Delta T_0}{T_e} \quad \cdots (数26)$$

【００７０】
変速マップ１５０２からの出力である変速比ｉから変速比変化分Δｉを差し引いた分を駆動軸トルク演算手段１５０７に入力する。駆動軸トルクT_0は数２７式で算出される。
【００７１】
【数２７】

$$T_0 = i \times T_e \quad \cdots (数27)$$

数２３式から数２７式で得られる各パラメータの中で、目標の変速比ｉ－Δｉを無段変速機コントローラに入力する。そして無段変速機の変速比はｉ－Δｉに設定され、次のノー

ドにおける計画車速にむけて車両速度は減少する。

【００７２】

【発明の効果】

走行経路を推定し、現在の速度で走行を続けた場合に危険な地点がある場合に、その地点に到達する以前にドライバの技量に適した安全な速度にすることで、車両がカーブや下り坂の道路を走行する際、運転者の認識不足や誤判断で車速が早くなって、カーブが曲がり切れず道路から飛び出したり、降り坂で車速が速くなり過ぎる事故を未然に防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】第１実施例機能ブロック図。

【図２】システム構成。

【図３】地図情報の例（道路はノードとリンクの組み合わせで表現）。

【図４】走行経路推定アルゴリズム。

【図５】道路の曲率半径算出の例。

【図６】道路曲率半径算出アルゴリズム。

【図７】ドライバ技量検出手段。

【図８】操舵角おくれ検出信号例。

【図９】総合技量特性判定手段区分図。

【図１０】最適車速計画アルゴリズム（安全に走行するための目標速度の算出）。

【図１１】車速計画後のメモリ内容。

【図１２】エンジントルク推定の機能ブロック図。

【図１３】点火時期制御の機能ブロック図。

【図１４】スロットル制御による機能ブロック図。

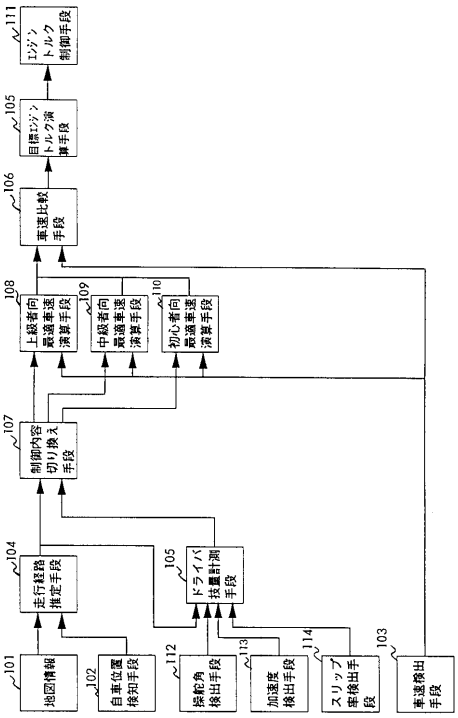
【図１５】駆動軸トルク演算（目標速度にするための駆動軸トルクの算出）。

【符号の説明】

N_i …ノード番号、L_i …リンク番号、r_i …道路の曲率半径、θ_i …道路の角度、h_i …リンク長、x_i …ノードの地図上のｘ座標、y_i …ノードの地図上のｙ座標、a_i …リンクの傾き、r_s …安全に通過できる道路の曲率半径、V_0 …現在の車両速度、ｋ…車両の旋回性能によって決まる定数、ｇ…減速度、V_j …安全に通過できるノードN_j での速度、H_j …現在位置からノードN_j までの道のり、t_i …リンクL_i を通過するのに要する時間、V_{ti} …ノードN_i での目標速度、V_{ti}^* …すでにメモリに記憶されているノードN_i での目標速度、θ…スロットル開度、N_e …エンジン回転数、V_{sp} …車輪速、Ｇ…加速度センサの出力、T_e …エンジントルク、Ｒ…タイヤ半径、Ｗ…車両重量、T_{RO} …走行抵抗、ｉ…変速比、Δｉ…変速比の変化分、r_f …最終変速比、Ｉ 慣性重量、ω…車輪の角加速度、T_0 …駆動トルク。

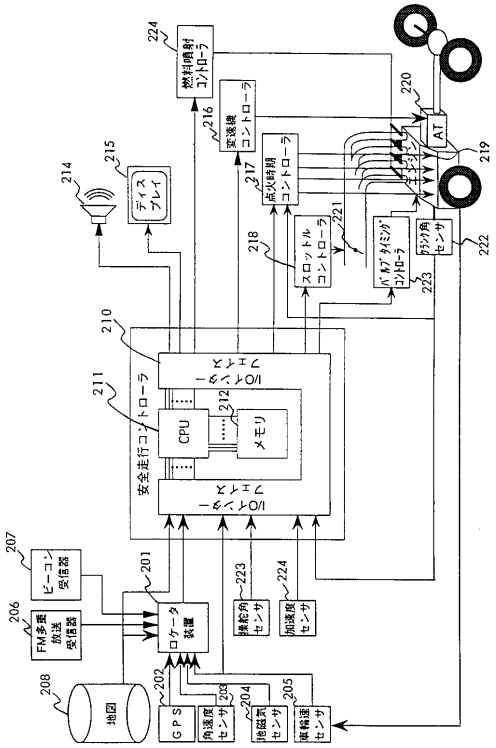
【図１】

図 1



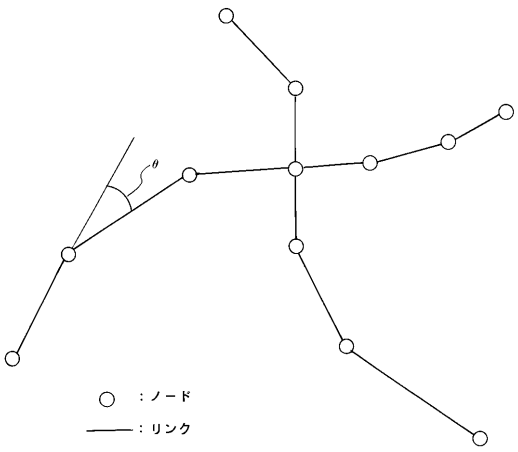
【図２】

図 2



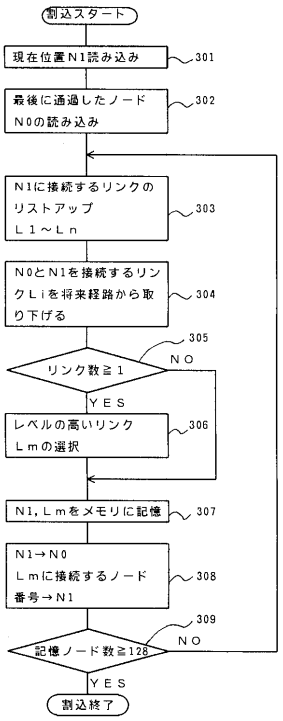
【図３】

図 3



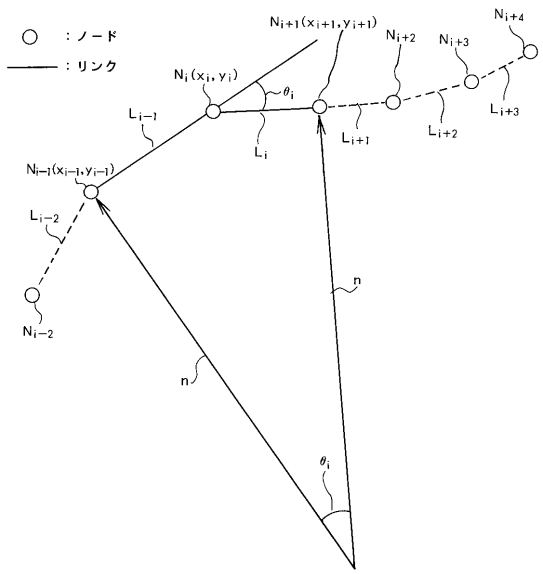
【図４】

図 4



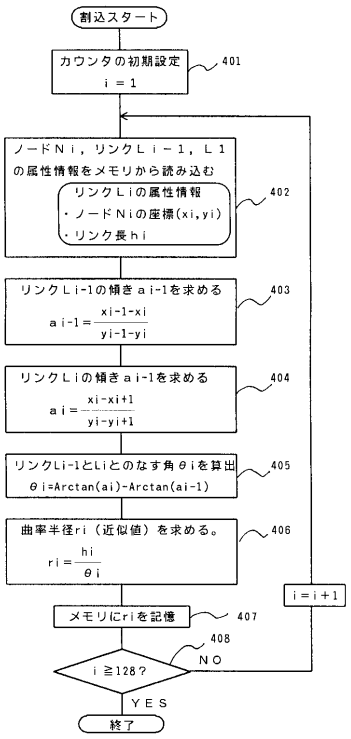
【図５】

図 5



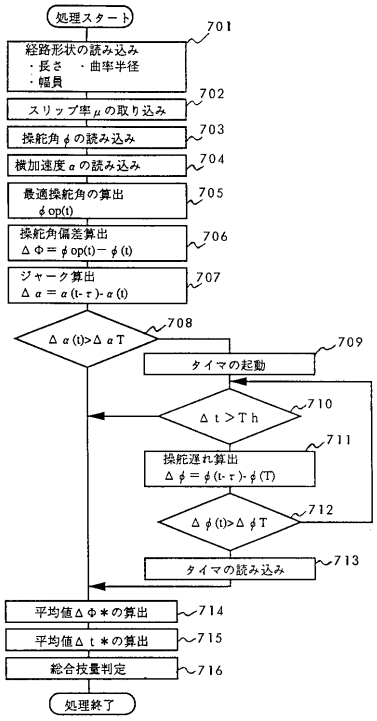
【図６】

図 6



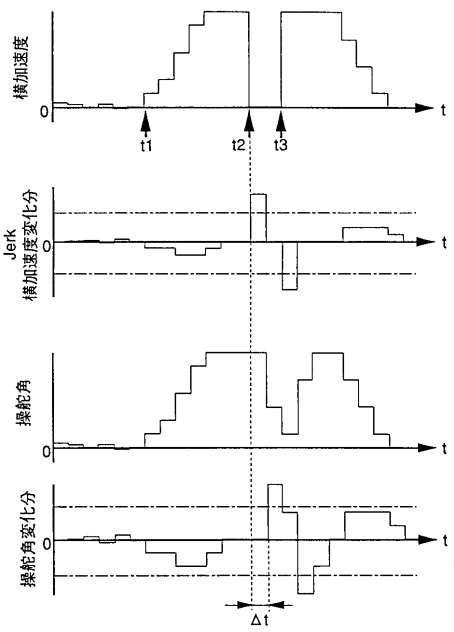
【図７】

図 7



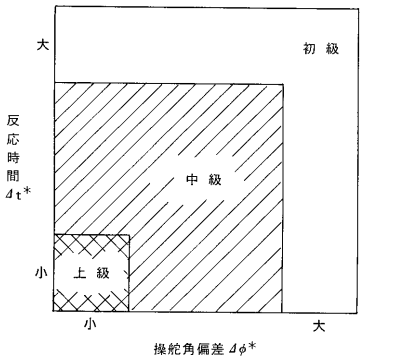
【図８】

図 8



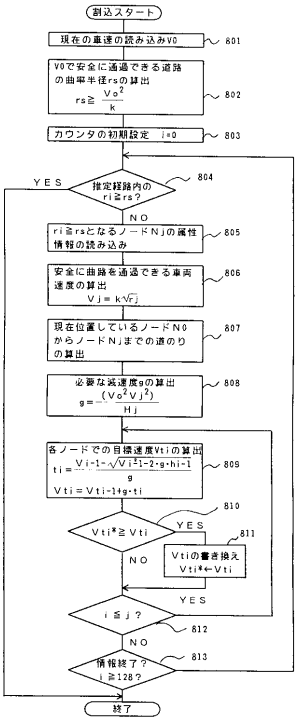
【図９】

図 9



【図１０】

図 10



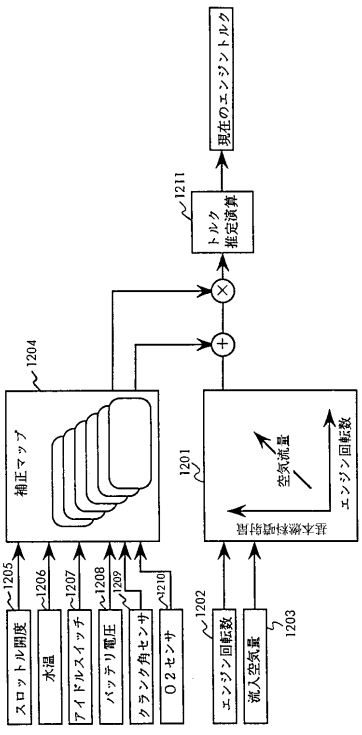
【図１１】

図 11

ノード番号	リンク番号	接続座標1	接続座標2	リンク長	曲率半径	目標速度
1	1	(x0,y0)	(x1,y1)	h1	r1	Vt1
2	2	(x1,y1)	(x2,y2)	h2	r2	Vt2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	i	(xi-1,yi-1)	(xi,yi)	hi	ri	Vti
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
j	j	(xj-1),yj-1)	(xj,yj)	hj	rj	Vtj
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
127	127	(x126,y126)	(x127,y127)	h127	r127	Vt127
128	128	(x127,y127)	(x128,y128)	h128	r128	Vt128

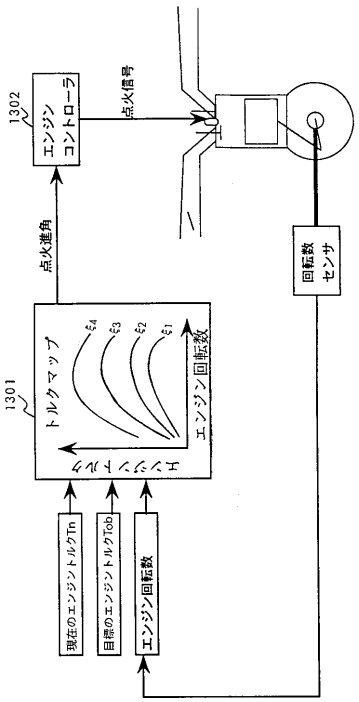
【図１２】

図 12



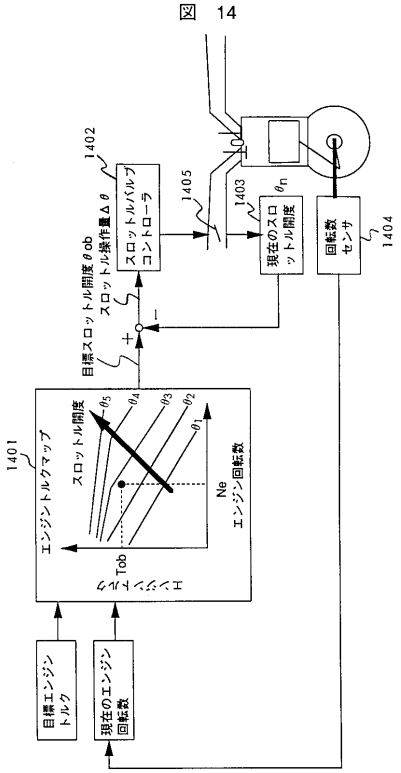
【図１３】

図 13



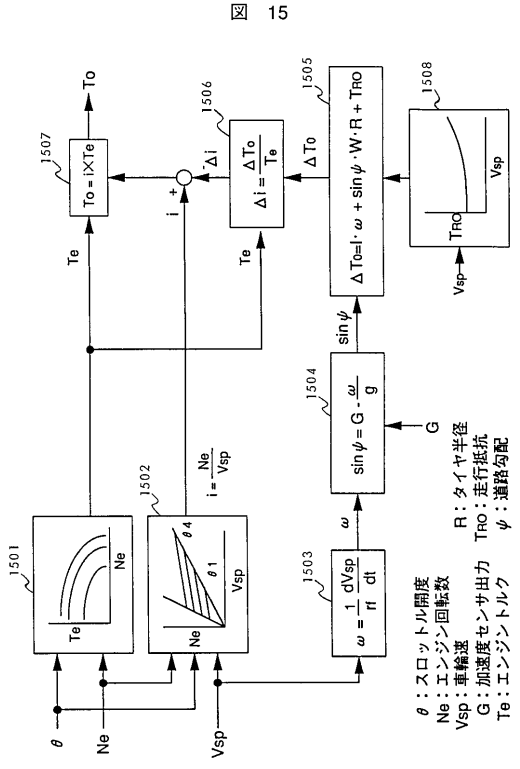
【図１４】

図 14



【図１５】

図 15



フロントページの続き

(72)発明者　石井　潤市
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号　株式会社　日立製作所　日立研究所内

審査官　▲高▼木　真顕

(56)参考文献　特開平６－３６１８７（ＪＰ，Ａ）
特開平５－５２６０８（ＪＰ，Ａ）
特開平４－３４５５４１（ＪＰ，Ａ）
特開平４－２３６６９９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２２２９３９（ＪＰ，Ａ）
特開平６－７６００３（ＪＰ，Ａ）
特開平５－１６４５６８（ＪＰ，Ａ）
特開平５－８５２２１（ＪＰ，Ａ）
特表平９－５０１７８４（ＪＰ，Ａ）
実開平６－１５１９９（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G08G 1/16
B60K 41/00
G01C 21/00