

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5269024号  
(P5269024)

(45) 発行日 平成25年8月21日 (2013. 8. 21)

(24) 登録日 平成25年5月17日 (2013. 5. 17)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G 0 8 G</b> 1/00 (2006. 01)	G 0 8 G 1/00 J
<b>G 0 8 G</b> 1/09 (2006. 01)	G 0 8 G 1/09 F

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2010-218049 (P2010-218049)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成22年9月29日 (2010. 9. 29)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2012-73810 (P2012-73810A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成24年4月12日 (2012. 4. 12)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成24年8月27日 (2012. 8. 27)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(74) 代理人	100091720
			弁理士 岩崎 重美
		(72) 発明者	板東 幹雄
			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】 路面状況推定装置および路面状況推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の車両が走行中に収集した車両の位置と姿勢及び走行速度の情報を含む車両の挙動情報を取得する車両情報取得部と、

車両が走行した位置の軌跡を記憶する全車両軌跡データベースと、を備えた路面状況推定装置において、

車両が走行した位置の軌跡について、前記車両の挙動情報から当該軌跡上の起伏を推定する起伏推定手段と、

車両が走行した位置の軌跡と前記車両の挙動情報から、当該車両の軌跡に対する轍の起伏を推定する轍推定部を有し、

各車両について、前記起伏推定手段で求めた車両の走行軌跡上の起伏と前記轍推定部で求めた当該走行軌跡に対する轍の起伏を重ね合わせて求めた路面状況を前記車両に配信し

、  
前記轍推定部は、車両が走行中に計測した前記挙動情報から車両の旋回または急加減速を含む挙動を推定する車両挙動推定部と、車両の挙動から推定した起伏量と先に求めた起伏量との差分による起伏変化率から当該車両の挙動により生じる轍の起伏を推定する起伏推定部とを備えることを特徴とする路面状況推定装置。

【請求項 2】

請求項 1 の轍推定部において、車両の挙動から推定した起伏量と先に求めた起伏量との差分を計算し、一度の車両走行により生じる起伏量である起伏変化率を求める計測・推定

差分最尤推定部を備えることを特徴とする路面状況推定装置。

【請求項 3】

請求項 2 の計測・推定差分最尤推定部において、車両の挙動から推定した起伏量が取得できない場合には、前記起伏変化率を一定値として計算することを特徴とする路面状況推定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体の走行軌跡を用いて、路面状況を推定する装置に関する。

【背景技術】

10

【0002】

車両制御に路面状況を反映させる技術として、特許文献 1 のように地図データへ起伏の有無を学習した結果を書き込み、サスペンションや速度の制御に用いる特許が開示されている。

【0003】

そして路面の起伏などの路面状況を取得する技術として、特許文献 2 には、振動などのデータから起伏を推定し、起伏の位置を記録する技術が記載されている。また、特許文献 3 には加速度データを用いる手法が、特許文献 4 や特許文献 5 にはカメラ画像を用いる手法が開示されている。更に特許文献 6 には、地図データを用いて、得られた加速度データに閾値を設定することで起伏の有無の推定を高精度化する技術が記載されている。特許文献 7 では、自車両に取り付けたセンサ情報とサスペンションの情報をを用いて道路傾きの影響を除いた路面推定を高精度に行う技術が記載されている。そして特許文献 8 には、複数車両から得られる路面情報を通信により受け取り、車両制御を行う技術が記載されている。

20

【0004】

これらの従来技術により、自車両がこれから走行する位置の路面状態でも、他の車両が走行・計測していた場合には、事前に計測された路面情報を取得し推定することができるようになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 107584 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 153714 号公報

【特許文献 3】特開平 4 - 115398 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 53757 号公報

【特許文献 5】特開 2004 - 151883 号公報

【特許文献 6】特開 2006 - 239117 号公報

【特許文献 7】特開 2008 - 185418 号公報

【特許文献 8】特開 2005 - 182405 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、走行路が未舗装で土などのように柔らかい路面である場合、車両の轍により生じる起伏はタイヤの外側に生じるため、車両単体での計測は難しい。また、通常の走行では轍に沿って走行することが多いため、轍によって生じる起伏は計測されない。そのため、自車がこの轍と交わるような進行路を採っている場合は、他の車両が計測した路面状態とは異なる路面状態となっている可能性が高い。従来技術により推定された路面状態は、これらの点は考慮されておらず、車両が通過した後の路面状態とは乖離が大きく、次に走行する車両にとって適切な車両制御が困難な状況となり得る。

【課題を解決するための手段】

50

## 【 0 0 0 7 】

複数の車両が走行中に収集した車両の位置と姿勢及び走行速度の情報を含む車両の挙動情報を取得する車両情報取得部と、車両が走行した位置の軌跡を記憶する全車両軌跡データベースとを備えた路面状況推定装置において、車両が走行した位置の軌跡について、前記車両の挙動情報から当該軌跡上の起伏を推定する起伏推定手段と、車両が走行した位置の軌跡と前記車両の挙動情報から、当該車両の軌跡に対する轍の起伏を推定する轍推定部を有し、各車両について、前記起伏推定手段で求めた車両の走行軌跡上の起伏と前記轍推定部で求めた当該走行軌跡に対する轍の起伏を重ね合わせて求めた路面状況を前記車両に配信する。

## 【 発明の効果 】

10

## 【 0 0 0 8 】

路面形状が変わり易い道路において、路面状況を推定するために走行軌跡情報を収集した車両が、その走行により轍上には形成した起伏の変化を推定し、これを、車両の軌跡に重畳することで、車両が走行した後の路面状況を推定し、その情報を車両にフィードバックすることにより、これまでは計測されなかった轍による起伏を路面状況に反映することができる。これにより、より安全な減速制御や警告を行うことができるようになる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 路面推定機能を有するシステムの概略。

【 図 2 】 全車両軌跡 DB のデータ構造。

20

【 図 3 】 現在計測路面状況地図および路面状況地図のデータ構造。

【 図 4 】 全車両スペック DB のデータ構造。

【 図 5 】 全車両センサ情報 DB のデータ構造。

【 図 6 】 轍推定部の構成。

【 図 7 】 轍による起伏を推定するフローチャート。

【 図 8 】 起伏変化率を推定するフローチャート。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 0 】

路面推定機能を実現する車両とセンタの構成の概略を図 1 に示す。

## 【 0 0 1 1 】

30

車両 1 0 1 は、GPS や車速センサ、加速度センサ、ジャイロなどの角速度センサを用いて車両が現在走行している座標位置と車体の姿勢を計測する位置・姿勢計測手段 1 0 2 と、車体重量を計測する車体重量計測手段 1 0 3 と、それらのデータを一時的に保存するセンサ情報一時記憶手段 1 0 4 と、それらの情報を通信によってセンタ 1 0 9 へ送信する送信機 1 0 5 と、センタ 1 0 9 からの情報を受け取る受信機 1 0 6 と、受け取った路面状況のデータを基に車両制御を行う車両コントローラ 1 0 7 と、受け取った路面状況のデータを基に車載ディスプレイ（図示せず）にこれから走行する路面に起伏がある旨の注意画面などを表示し、またその旨を音声で告知する表示・音声装置 1 0 8 とを有する。

## 【 0 0 1 2 】

40

車両 1 0 1 は、ある所定の時間間隔で収集した車体重量およびセンサ情報を、センサ情報一時記憶手段 1 0 4 に記憶しておく。この時間間隔の間に収集しているセンサ情報は所定時間間隔分毎にセンタ 1 0 9 に送られ、収集途中のセンサ情報をセンタ 1 0 9 に送ることはしない。また、それぞれのセンサ情報は受信した GPS 信号から求めた時刻により時間同期が図られているものとする。また、同様の車両が複数台存在し、それぞれの車両がセンタ 1 0 9 と通信しているものとする。送信機 1 0 5 からセンタ 1 0 9 への送信タイミングは、送信可能な状態であり、かつセンサ情報一時記憶手段 1 0 4 に収集したセンサ情報が一定期間分以上溜まっている場合に送信を行う。送信機 1 0 5 から送信されるセンサ情報には、センサ情報を取得した時刻と GPS または車速センサ、加速度センサ、角速度センサのそれぞれのセンサから出力されたデータを用いて計測された車両の位置、走行方位、走行速度からなる走行情報と、車速センサ、加速度センサ、角速度センサからの出力

50

データが含まれる。

【 0 0 1 3 】

車両 1 0 1 がセンタ 1 0 9 から受け取る情報は、その車両の進行経路の路面状況であり、この情報を基に、車両コントローラ 1 0 7 では加減速制御やステアリング操作等を行う。また、車載ディスプレイへの表示には路面状況の告知等が挙げられる。

【 0 0 1 4 】

センタ 1 0 9 は、複数台の車両 1 0 1 からの情報を受け取る受信機 1 1 0 と、受信機 1 1 0 で得られた情報から車両に固有の車両 ID とその車両の位置、走行方位、走行速度の各データ及びそのデータを取得した時刻からなる走行情報、そして車体重量と、速度センサ出力データ、加速度センサ出力データ、角速度センサ出力データを含むセンサデータとを、車両毎に取得し、また取得した走行情報のうち車両の位置から該当車両の存在するエリアのエリア番号を求める車両情報取得部 1 1 1 と、車両情報取得部 1 1 1 で取得した車両毎の走行情報、車体重量、センサ情報と、車両の存在するエリア番号を保存する全車両センサ情報 DB 1 1 2 と、車両情報取得部 1 1 1 で取得した複数台の車両の走行情報のうちの位置データを時系列順に保存する全車両軌跡 DB 1 1 3 とを有する。本実施例の説明では、エリアは緯度経度に沿って矩形に分割された領域として定義され、それぞれの領域にはエリア番号が付与されているものとし、車両情報取得部では取得した位置情報の緯度経度から該当するエリアを決定するものとする。なお、エリアの定義はこれ以外にも、矩形以外にも多角形で定義しても良く、その場合、車両位置がどの多角形の内部となるか判定することにより、車両が存在するエリアが決定される。

【 0 0 1 5 】

センタ 1 0 9 は更に、管理対象としている全車両について車幅や全長などの車両の諸元情報を保存している全車両スペック DB 1 1 4 を備えている。そしてセンタ 1 0 9 は、車両情報取得部 1 1 1 で得た各車両の走行情報の内の位置の情報とセンサデータから車両モデルに基づいて車両が通過した路面の起伏量を計算する車両モデル起伏推定部 1 1 5 と、車両モデル起伏推定部 1 1 5 で計算された路面の起伏量（以下、これを計測起伏量と呼ぶ）をデータベースとして持つ現在計測路面状況地図 1 1 6 と、全車両軌跡 DB 1 1 3 から車両の軌跡を取得し、現在計測路面状況地図 1 1 6 に予め格納されている起伏の計算結果と、車両が通過したことにより生成される起伏を推定した結果とを合成し、それぞれの車両が走行したことによりできた轍による起伏の変化を反映した路面状況を推定する轍推定部 1 1 7 と、轍推定部 1 1 7 にて推定された轍による起伏が反映された路面状況をデータベースとして持つ路面状況地図 1 1 8 と、路面状況地図 1 1 8 と車両情報取得部 1 1 1 で得られる各車両の位置情報からどの車両にどのエリアの路面状況を送信するかを設定する各エリア配信設定部 1 1 9 と、その情報を各車両へ送信する送信機 1 2 0 とを有する。

【 0 0 1 6 】

各エリア配信設定部 1 1 9 では、生成された路面状況地図 1 1 8 から各エリアの路面の状態を取得し、車両情報取得部 1 1 1 で得られる各車両 ID とエリア番号から、それぞれの車両が走行中のエリアの路面状況を特定し、送信機 1 2 0 により各車両へ出力する。

【 0 0 1 7 】

全車両軌跡 DB 1 1 3 のデータ構造を図 2 に示す。全車両軌跡 DB では、複数台ある車両の中からどの車両の情報かを特定する車両 ID 2 0 1 と、そのデータがどのエリアで計測されたかを示すエリア番号 2 0 2 と、計測された軌跡の位置データ 2 0 3 を時系列で持っており、各エリアに分けて車両走行軌跡データが保存されている。位置データ 2 0 3 は、車両位置を示す三次元座標（ $x$  座標（経度）2 0 4、 $y$  座標（緯度）2 0 5、 $z$  座標（高度））を時系列順に並べたデータである。前述のように、エリアはある点を始点とした緯度経度に並行に区切られた矩形で定義される範囲であり、センタが管理する区域を全て含む矩形を等分に分割し、最も北かつ最も西のエリアから順次番号を付ける。例えば、センタの管理する区域がある点から 4 km 四方の矩形範囲に収まるとして、 $4 \times 4$  の 16 個の小矩形で区切られるエリアを設定することができる。

【 0 0 1 8 】

現在計測路面状況地図 1 1 6 および路面状況地図 1 1 8 のデータ構造を図 3 に示す。現在計測路面状況地図 1 1 6 および路面状況地図 1 1 8 は、同じデータ構造を持ち、エリア番号 3 0 1 と、起伏データ番号 3 0 2 と、その起伏の振幅を示す起伏量 3 0 3 と、その起伏位置を示す座標 ( x 座標 ( 経度 ) 3 0 4 , y 座標 ( 緯度 ) 3 0 5 ) を持つ。現在計測路面状況地図 1 1 6 は、車両が計測した結果に基づき算出された路面状況の中では最新の路面状況であるが、車両が通過したことにより生じた起伏の変化は反映されていないため、最新の状態よりも一つ前の路面状況ということになる。一方で、路面状況地図 1 1 8 は、時間的に最新の路面状況を推定した地図である。

#### 【 0 0 1 9 】

全車両スペック D B 1 1 4 のデータ構造を図 4 に示す。全車両スペック D B 1 1 4 はそれぞれの車両に固有の車両 I D 4 0 1 と、その車両の全長 4 0 2 および車幅 4 0 3 , タイヤ幅 4 0 4 , 荷積載していない状態での空の車重 4 0 5 といった車両の諸元情報が設定されている。

#### 【 0 0 2 0 】

全車両センサ情報 D B 1 1 2 のデータ構造を図 5 に示す。全車両センサ情報 D B 1 1 2 には、それぞれの車両に固有の車両 I D 5 0 1 と、それぞれの車両で受信した G P S 信号から得られた時刻情報で同期が取られている時刻データ、またそれぞれの車両で計測された位置、走行方位、走行速度を含んだ走行情報 5 0 2 と、各速度センサ出力データ 5 0 4 , 加速度センサ出力データ 5 0 5 , 速度センサ出力データ 5 0 6 を構造体として持つセンサデータ 5 0 3 と、車体重量 5 0 7 が格納される。

#### 【 0 0 2 1 】

轍推定部 1 1 7 の構成を図 6 に示す。轍推定部 1 1 7 では、車両軌跡重畳部 6 0 1 が全車両軌跡 D B 1 1 3 から全車両の走行軌跡を読み出してエリア単位に分けて全車両の走行軌跡を重畳し、タイヤ軌跡算出部 6 0 2 では、得られた車両の走行軌跡を車両のタイヤが通過した跡であるタイヤ軌跡に変換する。車両挙動推定部 6 0 3 は、車両情報取得部 1 1 1 から得られたセンサ情報が保存されている全車両センサ情報 D B 1 1 2 から、各車両の車体重量や走行速度、角速度センサ出力データ又は走行方位を得て、タイヤ軌跡算出部 6 0 2 によるタイヤ軌跡位置の系列データとから、直進や旋回、急な加減速などの車両の運動挙動を推定する。起伏量推定部 6 0 4 では、推定された車両の運動挙動を基にこの運動挙動に対応するエリアの起伏変化率から車両が作り出す轍による起伏量を推定する。起伏合成部 6 0 5 では、計測された起伏の大きさである計測起伏量を現在計測路面状況地図 1 1 6 から取得し、これに起伏量推定部 6 0 4 で推定された轍による起伏量を合成し、車両通過後の新たな路面の起伏量 ( 以下、これを推定起伏量と呼ぶ ) を生成する。そして起伏設定部 6 0 6 では、合成された起伏量をもつ起伏を路面状況地図 1 1 8 に設定する。

#### 【 0 0 2 2 】

また轍推定部 1 1 7 では、前回の処理タイミングで路面状況地図 1 1 8 に設定した路面状況を前回路面状況地図 6 0 7 に記憶しておき、計測・推定差分計算部 6 0 8 により、タイヤ軌跡算出部 6 0 2 によるタイヤ軌跡の位置の系列データに対応して、現在計測路面状況地図 1 1 6 に保存されている車両モデル起伏推定部 1 1 5 で推定された最新の計測起伏量と前回路面状況地図 6 0 7 に保存されている前回の轍推定部 1 1 7 の処理で推定された起伏量の差分を計算する。計測・推定差分計算部 6 0 8 から出力される、各地点における起伏の計測と前回に推定された起伏量の差分量は、計測差分路面状況地図 6 0 9 に記憶される。

#### 【 0 0 2 3 】

そして、計測・推定差分最尤推定部 6 1 0 では、計測された最新の起伏量と前回に推定した起伏量の差分値から、車両が 1 回走行する度に生成される起伏量である起伏変化率を最尤推定する。この時、タイヤ軌跡位置を中心とし、車体重量と速度を重みとした正規分布形状 ( 直進時、旋回時で大きさを変更 ) の窪みを仮定し、同一位置にて足し合わせた窪み量をその地点の窪みとして、さらに、車両が計測した路面状況に保存されている窪み ( 山 ) と比較して、各地点にて窪み ( もしくは山 ) の絶対値が大きい値をその地点の轍によ

10

20

30

40

50

る起伏とする。また、轍による起伏を実際に計測できた場合は、その位置を通過した車両の重量や回数から1回の車両通過により生成される起伏量を計算し学習する。

【0024】

計測・推定差分最尤推定部610で最尤推定された起伏変化率は、起伏変化率記憶部611に記憶される。

【0025】

起伏量推定部604では、この最尤推定された起伏変化率を起伏変化率記憶部611から読み出し、車両挙動に対応する起伏変化率として、轍による起伏量を推定することになる。

【0026】

次に、各車両101から得られたデータに基づき計測される起伏の情報をを用いて路面状況地図118を生成する具体的な処理について説明する。

【0027】

車両情報取得部111では、前述のように、車両101から取得した各センサからの出力データと車両の位置を、その車両の車両IDと共に、車両モデル起伏推定部115へ出力する。また、各車両の位置は、現在の位置が属するエリアのエリア番号を求め、そのエリア番号毎に時系列データとして全車両軌跡DB113にも書き出す。更に、車両101から車体重量、計測した時刻とその時刻における位置、走行方位、走行速度の情報を含む走行情報と、得られたセンサデータを、全車両センサ情報DB112へコピーする。

【0028】

車両モデル起伏推定部115では、特許文献7に示されるような方法を用いて、車両101が位置・姿勢計測手段で計測したセンサデータ及び車体重量計測手段103による車体重量を車両モデルに代入して路面の起伏を算出することができる。算出された起伏量(計測起伏量)は、その位置と共に現在計測路面状況地図116に書き込まれる。複数台の車両が同一地点を走行し、起伏の値が変化している場合は、GPS信号から求めた時刻で最も新しく算出された起伏を現在計測路面状況地図116に設定する。

【0029】

次に、轍推定部117により轍による起伏を反映した路面の起伏量を推定する処理のフローチャートを図7に示す。

【0030】

まず、ステップS701にて、轍による起伏を推定する対象となるエリアを選択する。エリアの選択は、エリア番号の小さい順に、未処理のエリアの中から順次行われる。

【0031】

次に、ステップS702では、車両軌跡重畳部601にて、対象としたエリアにのみ絞った全車両の軌跡データを全車両軌跡DB113から取得する。

【0032】

次に、ステップS703では、タイヤ軌跡算出部602にて、全車両スベックDB114を参照して各車両IDについて事前に登録されている車幅403を用い、それぞれの車両のタイヤが通過した位置であるタイヤ軌跡を算出する。この時、車両の軌跡データに対応する車両の位置は車体中心点の位置であるものとして、各車両のタイヤ位置は、車両進行ベクトルの法線方向に車幅の半分の距離だけ離れた位置として計算する。タイヤ軌跡算出部602からはこうして求められたタイヤ軌跡の位置系列が出力される。タイヤ軌跡位置系列は、一つの位置系列に対して同じ番号を有し、その座標(緯度、経度)が紐付けられている。また後述するように各エリアの起伏変化率を計算する際、計測・推定差分計算部608が各地点における起伏の計測と前回に推定された起伏量の差分量を計算するために読み出すまで、タイヤ軌跡算出部602では計算したタイヤ軌跡の位置系列を記憶しておくものとする。

【0033】

次に、ステップS704では、車両挙動推定部603にて、全車両センサ情報DB112から車両の角速度センサ出力データを読み出し、対象としている車両が直進中か旋回中

10

20

30

40

50

か車両運動を判断する。ここでは角速度センサ出力データの値がある閾値以下であれば、直進中であると判断してステップS705へ進み、閾値以上であれば旋回中であると判断してステップS706へ進む。そしてステップS705では直進中フラグを立て、ステップS706では旋回中フラグを立てる。

#### 【0034】

続いて車両挙動推定部603では、ステップS707において急加減速の有無を判断する。急加減速の有無は、車両情報取得部111から得られる各車両の走行速度の値について1サンプリング時刻前の値との差分を計算した値により判断される。走行速度情報のサンプリング周期は位置・姿勢計測手段102のサンプリング周期に従うものとし、前回値との差分の絶対値がある閾値以上であれば急加減速があったものとしてステップS708に進む。それ以外であればステップS709に進む。そしてステップS708では、急加減速があったと判定されているため、急加減速フラグを立てる。なお、急加減速の有無を判断する際に、全車両センサ情報DB112に記録されている車両の加速度センサ出力データを用いて判断しても良い。

#### 【0035】

ステップS709では、起伏量推定部604によりタイヤ軌跡上の轍による起伏量を推定する。対象としているエリアについて、車両挙動推定部603が出力した車両挙動推定結果（直進中フラグ、旋回中フラグ、急加減速フラグの状態）と、ある車体重量の車両が1度走行することによって生成される起伏量の標準偏差値である起伏変化率から、轍による起伏量を推定する。該当するエリアの起伏変化率は、各エリアにおいて、車体重量により変化し、その値は車体重量の範囲ごとに起伏変化率記憶部611に記憶されている。ここでは車両が走行した後、車両中心点を平均とした正規分布型の起伏ができるとする。起伏変化率は車両が1度走行することによって生成する起伏量の標準偏差値であるため、車両の中心点において最大の起伏量があり、そこから離れるに従い、正規分布型に起伏量が算出できる。轍による起伏の推定はステップS705、S706で設定した直進中フラグもしくは旋回中フラグにより決定する。直進中フラグがたっている場合は、左右両輪のタイヤ軌跡上に均等に土が削れる。一方、旋回中フラグが立っている場合は、旋回方向と逆側のタイヤに力が大きくかかり、更に深く削れる。そのため、正規分布型の平均であった車両の中心点が旋回方向と逆側にずれて、旋回方向と逆側のタイヤ軌跡上の方が旋回方向のタイヤ軌跡上よりも土が削れることになる。この土が削れる量は起伏変化率から求まる。

#### 【0036】

タイヤ軌跡上の轍による起伏量 $l$ は以下の（式1）に従って求めることができる。

#### 【0037】

##### 【数1】

$$l(i) = \frac{k}{\sqrt{2\pi}l_0(i,M)} e^{-\frac{(x-w)^2}{8l_0(i,M)^2}} \quad \dots(式1)$$

$l(j)$  : エリア番号 $j$ における起伏量(m)

$x$  : 車幅(m)

$M$  : 車体重量

$l_0(j, M)$  : エリア番号 $j$ における車体重量 $M$ が該当する起伏変化率

$w$  : 旋回による車両中心点からのずれ量

#### 【0038】

（式1）は、車両中心点からタイヤ軌跡点までの距離の関数であり、車両中心点が仮想的に最も起伏量が大きくなっている。また、タイヤ軌跡点はちょうど標準偏差点となっている。また、各エリアにおける起伏変化率は、前述のように車体重量の範囲毎に設定されているため、エリア番号 $j$ のエリアにおける処理対象としている車両の車体重量 $M$ が当て

はまる車体重量範囲に対して設定されている起伏変化率  $l_0(j, M)$  の値が用いられることになる。

【 0 0 3 9 】

旋回中フラグが立っている場合、正規分布型起伏量の平均が車両中心点から  $w$  だけずれる。この値は、以下の(式2)によって求めることができる。車体のロール角  $\xi$  は、車体重量  $M$  および車両の横加速度から一意に決定されるものとし、この車両の横加速度は車速  $V$  および角速度  $\Omega$  から決定される。車速  $V$  及び角速度  $\Omega$  は、全車両センサ情報 DB 112 に記録されている車両の走行速度および角速度センサ出力データの値から求める。

【 0 0 4 0 】

【数2】

$$w = \frac{x}{2} \cos \xi(M, V, \Omega) \quad \dots (式2)$$

$x$  : 車幅(m)

$w$  : 旋回による車両中心点からのずれ量

$\xi$  : 横加速度により決定する車体ロール角

$M$  : 車体重量(Kg)

$V$  : 車速(m/s)

$\Omega$  : 車両角速度(rad/s)

【 0 0 4 1 】

また、急加減速フラグが立っている場合、(式1)の  $k$  に車両の加減速度に応じた値を代入し、(式1)を計算する。ここで  $k$  は加減速度に対して決定される定数であり、車両の加減速度との関係は予め決定されているものとし、例えば急加減速フラグが立っている場合には“1.5”とし、急加減速フラグが立っていない場合、 $k$  は初期値である“1”のようになる。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 7 1 0 において、起伏合成部 6 0 5 では、現在計測路面状況地図 1 1 6 から対象としているエリアについて計測された路面の起伏量を取得し、起伏量推定部 6 0 4 より轍による起伏の位置とその大きさを取得し、合成することで各地点におけるタイヤ軌跡上の推定起伏量を求める。合成は、各地点について計測された路面の起伏量に轍の起伏の大きさを単純に足し合わせるにより行う。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 7 1 1 では、起伏設定部 6 0 6 により、ステップ S 7 1 0 にて起伏合成部 6 0 5 で求めた推定起伏量を各起伏の位置に設定し、路面状況地図 1 1 8 へ書き出す。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 7 1 2 では、全てのエリアを処理対象としたかを判定し、まだ処理対象としていないエリアがあった場合、ステップ S 7 0 1 に戻って次のエリアを選び直し、ステップ S 7 0 1 からステップ S 7 1 1 までを繰り返す。全てのエリアを対象とした処理が終わった場合は、ステップ S 7 1 3 へ進む。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 7 1 3 において、轍推定部 1 1 7 は、新たな路面情報に反映し終えた全車両軌跡 DB 1 1 3 のデータおよび現在計測路面状況地図 1 1 6 のデータを消去し、最新の路面状況が反映された路面状況地図 1 1 8 のデータを前回路面状況地図 6 0 7 に複製し、処理を終了する。センタ 1 0 9 では、上記の処理が周期的に繰り返され、路面状況地図 1 1 8 には最新の路面状況が反映されてゆくことになる。

【 0 0 4 6 】

次に、1度の車両走行による起伏の変化量である起伏変化率を推定する処理のフローチャートを図8に示す。本処理は、図7の処理が全て終了した後、次の轍推定処理周期までに実行する。1度の車両走行による起伏の変化量はその道の硬さなどに依存すると考えら

10

20

30

40

50



れる。本発明では、各エリアにおける道の硬さは一定であるものとして、エリア番号  $j$  における車体重量範囲  $m$  の起伏変化率  $l_0(j, m)$  を求める。

【 0 0 4 7 】

まず、ステップ  $S 8 0 1$  として、計測・推定差分計算部 6 0 8 では、図 7 のステップ  $S 7 0 3$  の処理でタイヤ軌跡算出部 6 0 2 が算出したタイヤ軌跡の位置系列をタイヤ軌跡算出部 6 0 2 から読み出す。

【 0 0 4 8 】

次にステップ  $S 8 0 2$  にて、計測・推定差分計算部 6 0 8 は、ある一つのタイヤ軌跡位置系列を選択し、タイヤ軌跡上における計測起伏量と前回の推定起伏量の差分を計算する。タイヤ軌跡位置系列の選択はその番号が小さい順に選択される。タイヤ軌跡上の計測起伏量は、タイヤ軌跡算出部 6 0 2 で計算されたタイヤ軌跡位置点における現在計測路面状況地図 1 1 6 の該当エリア内の起伏量であり、また前回の推定起伏量は、タイヤ軌跡算出部 6 0 2 で計算されたタイヤ軌跡位置点における前回路面状況地図 6 0 7 の該当エリア内における推定起伏量である。

【 0 0 4 9 】

なお、計測起伏量が取得できない場合には、前回の推定起伏量との差分は一定量であるものとして計算を行う。

【 0 0 5 0 】

そしてステップ  $S 8 0 3$  にて、計測・推定差分計算部 6 0 8 は、ステップ  $S 8 0 2$  で計算した結果を計測差分路面状況地図 6 0 9 に書き出し、続いてステップ  $S 8 0 4$  にて、全てのタイヤ軌跡の位置系列に対してステップ  $S 8 0 2$  , ステップ  $S 8 0 3$  の処理を行ったかをチェックし、未処理のタイヤ軌跡が残っている場合には、ステップ  $S 8 0 2$  に戻って処理を繰り返す。全てのタイヤ軌跡について処理が終われば、次のステップ  $S 8 0 5$  に進む。

【 0 0 5 1 】

次にステップ  $S 8 0 5$  において、計測・推定差分最尤推定部 6 1 0 では、計測差分路面状況地図 6 0 9 に設定された計測起伏量と前回の推定起伏量の差分から起伏変化率を求める。起伏変化率  $l_0$  は以下の ( 式 3 ) のような重みつき最小二乗法を順々に  $n$  回適用してゆくことにより最尤推定される。

【 0 0 5 2 】

【 数 3 】

$$l_0(j, m) = l_0(j, m) + \frac{\phi(M)n(L - l_0)}{1 + \phi(M)n} \quad \dots (式3)$$

$L$  : 計測起伏量 (m)

$M$  : 車体重量 (Kg)

$l_0(j, M)$  : エリア番号  $j$  における車体重量  $M$  が該当する起伏変化率

$m$  : 車体重量  $M$  の区分

$n$  : 起伏を計測した回数

$\phi(M)$  : 計測起伏量の分散値

【 0 0 5 3 】

ここで車体重量  $M$  により計測起伏量  $L$  が変化するため、計測起伏量  $L$  の分散値を (  $M$  ) として求める。この (  $M$  ) は、車体重量  $M$  が空の車重  $M_0$  の時に最大値となる正規分布として、( 式 4 ) のように表されるものとする。

【 0 0 5 4 】

【数 4】

$$\phi(M) = \frac{1}{\sqrt{2\pi M}} e^{-\frac{(M-M_0)^2}{2}} \quad \dots (式4)$$

 $\phi(M)$ :計測起伏量の分散値 $M$ :車体重量(Kg) $M_0$ :空の車重(Kg)

【0055】

10

この空の車重 $M_0$ は、車両ごとに既知の値であり、各車両毎に全車両スペックDB114に記録されているものとする。

【0056】

ここで得られた起伏変化率 $l_0(j, m)$ がエリア番号 $j$ のエリアにおける車体重量の範囲に該当する区分 $m$ の起伏変化率として起伏変化率記憶部611に記憶され、次の轍推定処理周期における起伏量推定部604の処理で使用される。

【産業上の利用可能性】

【0057】

センタの轍推定部を用いると、鉱山などのトラック運行シミュレーションにおいて、どのタイミングでモータグレーダを投入するかを予測する装置にも適用できる。

20

【符号の説明】

【0058】

102 位置・姿勢計測手段

107 車両コントローラ

108 表示・音声装置

111 車両情報取得部

113 全車両軌跡DB

117 轍推定部

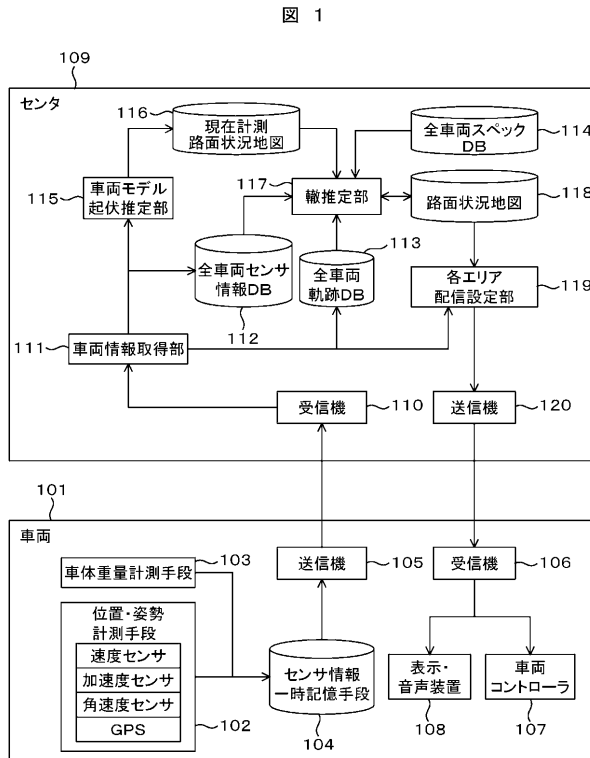
118 路面状況地図

603 車両挙動推定部

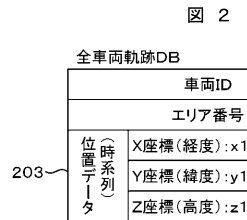
604 起伏量推定部

30

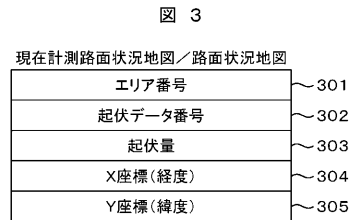
【 図 1 】



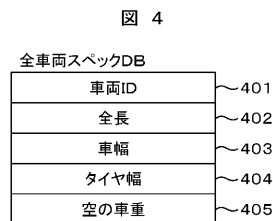
【圖 2】



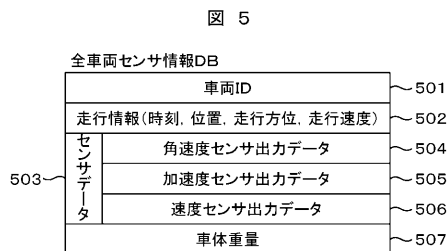
【圖 3】



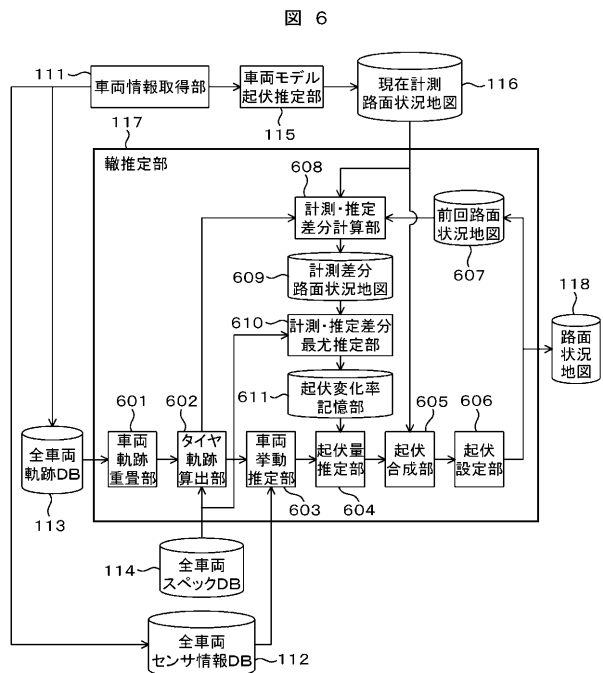
【 図 4 】



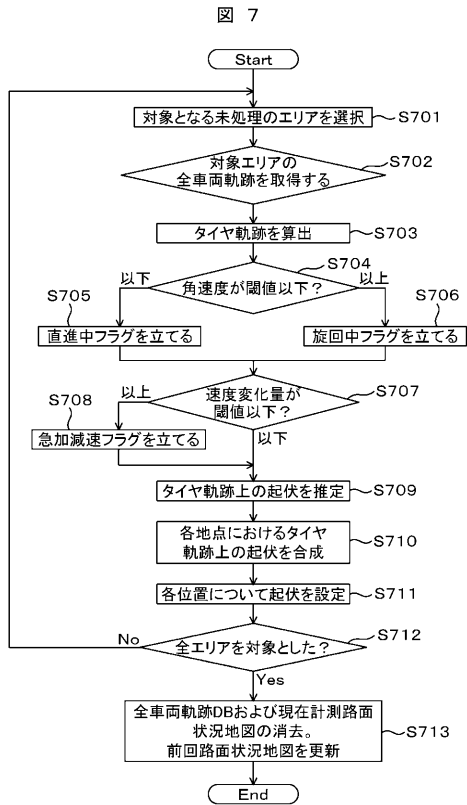
【 図 5 】



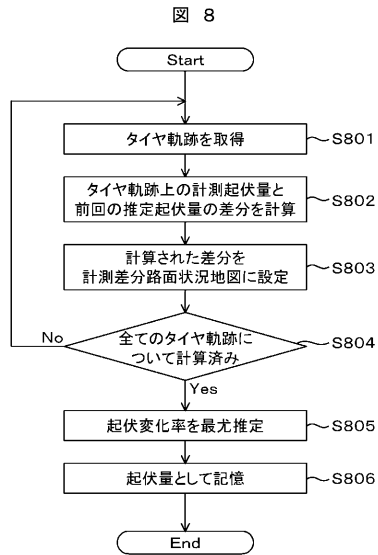
【 図 6 】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 川股 幸博

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
所内

株式会社 日立製作所 日立研究

(72)発明者 青木 利幸

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
所内

株式会社 日立製作所 日立研究

審査官 白石 剛史

(56)参考文献 国際公開第12/043388(WO, A1)

特開平09-062346(JP, A)

特開2010-003085(JP, A)

特開2000-194983(JP, A)

特開2001-067600(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/00-99/00