

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5570266号  
(P5570266)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>GO 8 G</b>	<b>1/01</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 8 G	1/01	C
<b>GO 1 S</b>	<b>13/91</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 1 S	13/91	Z
<b>GO 8 G</b>	<b>1/015</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 8 G	1/015	
<b>GO 8 G</b>	<b>1/052</b>	<b>(2006.01)</b>	G O 8 G	1/052	

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-72699 (P2010-72699)	(73) 特許権者	505398941 東日本高速道路株式会社 東京都千代田区霞が関三丁目3番2号
(22) 出願日	平成22年3月26日(2010.3.26)	(73) 特許権者	505398952 中日本高速道路株式会社 愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号
(65) 公開番号	特開2011-204138 (P2011-204138A)	(73) 特許権者	505398963 西日本高速道路株式会社 大阪府大阪市北区堂島一丁目6番20号
(43) 公開日	平成23年10月13日(2011.10.13)	(73) 特許権者	509089351 株式会社サイデン 東京都中央区日本橋茅場町2丁目4番10号
審査請求日	平成25年3月19日(2013.3.19)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走行車両台数計測装置及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1車線上において予め設定された任意の計測範囲内を走行中の車両に対し送信波を放射すると共に、前記車両からの反射波を受信するセンサ手段と、

前記送信波と前記反射波との差分波を周波数分析して振幅値が最も大きな周波数スペクトルを抽出し、該抽出した周波数スペクトルから走行中の車両の速度を求める周波数分析手段と、

前記求めた車両速度及び前記抽出した振幅値を時系列的に取得して、前記車両速度の時間変位及び前記振幅値の時間変位をそれぞれ記録する記録手段と、

前記車両速度の検出に応じて時間の計時を開始する一方で前記記録した振幅値の時間変位に基づいて前記時間の計時を終了することによって、前記計測範囲に車両が進入してから通過し終わるまでにかかる経過時間を確定すると共に、当該確定した経過時間毎に1台の車両台数をカウントする計測手段と

を具備する走行車両台数計測装置。

【請求項2】

前記計測手段は、前記記録した振幅値が所定回数上昇してから所定回数下降するまでにかかる時間を前記経過時間として確定することを特徴とする請求項1に記載の走行車両台数計測装置。

【請求項3】

前記確定した経過時間内において前記記録した車両速度の中から最大速度を抽出する速

10

20

度抽出手段をさらに具えてなり、

前記計測手段は、前記確定した経過時間と前記抽出した最大速度との乗算値に従って、車長の異なる所定の車種を識別し、識別した車種別に前記1台の車両台数をカウントすることを特徴とする請求項1又は2に記載の走行車両台数計測装置。

【請求項4】

コンピュータに、

1車線上において予め設定された任意の計測範囲内を走行中の車両に対し送信波を放射すると共に、前記車両からの反射波を受信する手順と、

前記送信波と前記反射波との差分波を周波数分析して振幅値が最も大きな周波数スペクトルを抽出し、該抽出した周波数スペクトルから走行中の車両の速度を求める手順と、

前記求めた車両速度及び前記抽出した振幅値を時系列的に取得して、前記車両速度の時間変位及び前記振幅値の時間変位をそれぞれ記録する手順と、

前記車両速度の検出に応じて時間の計時を開始する一方で前記記録した振幅値の時間変位に基づいて前記時間の計時を終了することに従って、前記計測範囲に車両が進入してから通過し終わるまでにかかる経過時間を確定すると共に、当該確定した経過時間毎に1台の車両台数をカウントする手順と

を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、道路上を走行（通過）した車両の台数を計測する走行車両台数計測装置及びプログラムに関し、特にドップラー方式の検出センサを用いて車両台数を正しく計測する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、高速道路をはじめとする主要な幹線道路における交通量（トラフィック）を把握するために、道路上を走行中の車両の台数を計測する装置が知られている。その一例として、大型のループコイルを道路に埋め込んでおき、このループコイル上を車両が通過することによって発生する磁界の乱れに基づきその場所を通過した車両台数を計測（カウント）する所謂ループコイル方式の検知センサを用いた装置や、道路を横断するように架橋された道路横断構造物に電子カメラ等の画像撮影装置を添架しておき、監視対象となる道路を前記画像撮影装置により撮影しておき、これによって得られる撮影データを画像処理することによって車両を特定すると共に、その場所を通過した車両台数を計測することのできるようにした装置などがある。

【0003】

しかし、上述したようなループコイル方式あるいは画像処理方式を採用した従来の装置は、ループコイルを路面下に埋設するあるいは道路横断構造物を設置するなどといった大掛かりな工事が必要とされ、既に開通され運用中である既存の道路ではそうした工事のために交通止め等を行わなければならない設置が困難であること、また一旦設置してしまうとその設置場所から移動させることが困難であること、さらには高価なループコイルや電子カメラなどを含みコストが高いなどの問題点がある。したがって、従来の装置は例えば既存の片側1車線の高速道路や比較的交通量の少ない一般道などに新たに設置する用途などには全く向いていない。

【0004】

そこで、最近では上記問題点を解決するために、道路上を走行する通行車両に向けて超音波やマイクロ波等のビーム（電波）を放射し、道路上を走行中の車両からの反射波を受信することに応じて車両の速度を検出する所謂ドップラー方式の検出センサを用いることで、道路への設置が簡易でありまた安価に構成することを可能とした装置も知られている。こうしたドップラー方式の検出センサを用いた装置の一例を挙げると、下記に示す特許文献1に記載の装置などがある。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008 - 51613号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、ドップラー方式の検出センサはその原理上、そもそも車両の速度及び移動方向を検出することが可能なものでしかないことから、上述した特許文献1に示すような従来知られたドップラー方式の検出センサを用いた装置においては、検出した車両の速度のみに基づいて通過車両の台数をカウントするようになっている。しかし、従来知られているようにドップラー方式の検出センサは、その検知範囲内に同じ速度で複数の車両が連続走行しているような場合に車両速度を1つしか検出することができない。そのために、従来のドップラー方式の検出センサを用いた装置では、検知範囲を同じ速度で走行した車両が複数台連続するにも関わらず、それらの車両をまとめて1台としかカウントしないといったカウントミスが生じやすいものであった。これは、上記したように従来の装置が検出した車両の速度のみを用いて通過車両の台数をカウントすることに起因する。

10

【0007】

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、道路上を走行（通過）した車両台数をカウントミスすることなく適切に計測することが可能な、ドップラー方式の検出センサを用いた小型かつ安価な走行車両台数計測装置及びプログラムを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る走行車両台数計測装置は、1車線上において予め設定された任意の計測範囲内を走行中の車両に対し送信波を放射すると共に、前記車両からの反射波を受信するセンサ手段と、前記送信波と前記反射波との差分波を周波数分析して振幅値が最も大きな周波数スペクトルを抽出し、該抽出した周波数スペクトルから走行中の車両の速度を求める周波数分析手段と、前記求めた車両速度及び前記抽出した振幅値を時系列的に取得して、前記車両速度の時間変位及び前記振幅値の時間変位をそれぞれ記録する記録手段と、前記車両速度の検出に応じて時間の計時を開始する一方で前記記録した振幅値の時間変位に基づいて前記時間の計時を終了することによって、前記計測範囲に車両が進入してから通過し終わるまでにかかる経過時間を確定すると共に、当該確定した経過時間毎に1台の車両台数をカウントする計測手段とを具える。

30

【0009】

本発明の好ましい実施形態として、前記計測手段は、前記記録した振幅値が所定回数上昇してから所定回数下降するまでにかかる時間を前記経過時間として確定することを特徴とする。

また、前記確定した経過時間内において前記記録した車両速度の中から最大速度を抽出する速度抽出手段をさらに具えてなり、前記計測手段は、前記確定した経過時間と前記抽出した最大速度との乗算値に従って、車長の異なる所定の車種を識別し、識別した車種別に前記1台の車両台数をカウントすることを特徴とする。

40

【0010】

本発明によれば、1車線上において予め設定された任意の計測範囲内を走行中の車両に対し放射した送信波と、前記車両からの反射波との差分波を周波数分析することによって抽出される車両の速度と振幅値とを取得してそれらの時間変位を記録する。そして、前記記録した車両速度と振幅値とに基づいて、前記計測範囲に車両が進入してから通過し終わるまでにかかる経過時間を確定し、当該確定した経過時間毎につきは車両速度と振幅値とに基づく経過時間の確定に応じて1台の車両台数をカウントするようにした。すなわち、単に検出される車両速度のみを用いて通過車両の台数をカウントするのではなく、前記車両速度に加えて振幅値を用いる。これにより、前記計測範囲内における車両の移動態様

50

を的確に把握して通過車両の台数をカウントすることが、ドップラー方式の検出センサを用いるだけでできるようになる。また、こうした装置は小型かつ安価であって持ち運びやすいことから、道路脇への設置が簡易であるし、設置箇所を移動することも容易となる。

【0011】

さらには、車両速度に加えて振幅値を用いて通過車両の台数をカウントすることによって、従来のドップラー方式の検出センサを用いた装置では正しく車両台数を計測することが困難であった、同じ速度で走行した車両が複数台連続する場合であっても、それらの車両を1台毎に別個にカウントすることができる。すなわち、道路上を走行(通過)した車両台数をカウントミスすることなく適切に計測することができるようになる。

【0012】

本発明は装置の発明として構成し実施することができるのみならず、方法の発明として構成し実施することができる。また、本発明は、コンピュータまたはDSP等のプロセッサのプログラムの形態で実施することができるし、そのようなプログラムを記憶した記憶媒体の形態で実施することもできる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、ドップラー方式の検出センサにより検出される車両速度のみを用いるのではなく、前記車両速度に加えて振幅値を用いて通過車両の台数をカウントするようにしたことから、ドップラー方式の検出センサを用いた小型かつ安価な走行車両台数計測装置において、監視対象の1車線の道路上を走行(通過)した車両の台数を適切に計測することができるようになる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明に係る走行車両台数計測装置の一実施例を示す概念図である。

【図2】本発明に係る走行車両台数計測装置の片側1車線の道路における設置態様の一例を示す概念図である。

【図3】走行車両台数計測処理の一実施例を示すフローチャートである。

【図4】走行車両台数計測処理を具体的に説明するための速度及び振幅値の遷移図である。

【図5】走行車両台数計測処理を具体的に説明するための速度及び振幅値の遷移図であって、計測範囲内を連続する2台の車両が同じ速度で走行し通過した場合を示す。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、この発明の実施の形態を添付図面に従って詳細に説明する。

【0016】

図1は、本発明に係る走行車両台数計測装置の一実施例を示す概念図である。本発明に係る走行車両台数計測装置は、センサ部Aと通過車両検出部Bとを含んでなる。センサ部Aは、後述する図2に示すように路肩などの道路脇に設置されており、例えば片側1車線を走行中の車両の速度をドップラー方式にて計測検知するためにビーム(電波)を監視対象の1車線(走行車線)全体にわたって放射状に発射すると共に、該ビームの放射に応じて前記車線上を走行中の車両からの反射波を受信し、該受信した反射波を出力信号として出力することのできるようになっている。すなわち、センサ部Aはドップラー方式の検出センサであって、従来知られているように、予め決められた所定の送信周波数(例えば24.15GHz)のビーム(電波:送信波)を放射する電波発射部1と、1車線上を走行中の車両からの反射波を受信する反射波受信部2と、さらに通過車両検出部Bに対して放射した送信波と前記車両からの反射波との差分波を出力する信号出力部3とを具える。

【0017】

他方、通過車両検出部Bは、信号受信部11と、周波数解析部12と、車両台数計測部13と、計測結果出力部14とを具える。信号受信部11は、センサ部Aから出力される反射波との差分波を取得する。周波数解析部12は、まず前記取得した反射波と前記セン

10

20

30

40

50

サ部 A から放射されるビーム（電波：送信波）との比較により得られる差分波を周波数分析して周波数スペクトル分布を得る。前記周波数分析によって周波数スペクトル分布を得る処理は公知のどのようなものを用いてもよいことから、ここでの詳しい説明を省略する。

#### 【 0 0 1 8 】

次に、前記周波数スペクトル分布に従って振幅値が最も大きい周波数スペクトルを特定する。すなわち、周波数スペクトル分布に基づき振幅値が最大の（他と比べて突出している）周波数スペクトルを 1 個抽出する。この際には、所定の帯域幅内にある 1 乃至複数の周波数スペクトルのうち振幅値が最大の周波数スペクトルを代表として抽出するとよい。そして、前記特定した周波数スペクトルから導き出される車両の速度と前記特定した周波数スペクトルの振幅値とを所定の時間（例えば 10 分の 1 秒単位など）毎に車両台数計測部 13 に対して送る。なお、計測範囲内に 1 台の車両も走行していない場合つまりは速度 0 である場合であっても、車両の速度を「0」として送る。

10

#### 【 0 0 1 9 】

前記特定した周波数スペクトルの周波数（ドップラー周波数）に基づき車両の速度を算出するには、数 1 に示すようなドップラーの公式を利用する。

（数 1）

$$f = 2V / \lambda = 161 \cdot V$$

ここで、 $f$  はドップラー周波数、 $V$  は車両の速度 (m/sec)、 $\lambda$  は電波発射部 1 から放射されるビーム（電波）の波長である。波長  $\lambda$  について、電波発射部 1 から放射されるビーム（電波）の送信周波数が例えば 24.15GHz である場合には、数 1 の「 $2/\lambda$ 」は約「161」となる（ $\lambda = 0.012422$ メートル）。そして、速度 (m/s) を時速 (km/h) に変換するには 3.6 倍（ $60 \times 60 / 100$ ）すればよいことから、車両の速度（時速）は下記に示す数 2 により算出されることになる。

20

（数 2）

$$V = f \times 3.6 / 161 \text{ (km/h)}$$

#### 【 0 0 2 0 】

なお、ドップラー周波数  $f$  を求める方式としては、パルスカウント方式、レシプロカル方式、周波数測定方式などが従来公知である。このうち、周波数測定方式は、信号処理で SN 比の改善をはかることが簡易であり、また他の方式と比べると非常に感度がよいという特徴を持つことから、本発明に係る走行車両台数計測装置においても採用するのに最適である。

30

#### 【 0 0 2 1 】

車両台数計測部 13 は、前記周波数解析部 12 から送られる車両の速度と前記特定した周波数スペクトルの振幅値とに基づき、通過した車両の台数を計測（カウント）する。この通過車両の台数を計測する処理の詳細については後述する（図 3 及び図 4 参照）。計測結果出力部 14 は、例えば道路状況を一括管理する道路管制センター等に設けられた交通管制制御装置などの外部装置に対して、前記計測した通過車両の台数を出力する。

#### 【 0 0 2 2 】

ここで、本発明に係る走行車両台数計測装置の片側 1 車線の道路における設置態様の一例を図 2 に示す。図 2 に示すように、本発明に係る走行車両台数計測装置は、例えば路肩（あるいは中央分離帯に設置されたガードレール）などといった片側 1 車線の道路のうちいずれか一方の 1 車線全体を見渡すことのできる任意の箇所に設置される。

40

#### 【 0 0 2 3 】

走行車両台数計測装置を上記したような任意の箇所に設置する際には、特にセンサ部 A の電波発射部 1（図 1 参照）が監視対象とするいずれか一方の 1 車線全てをカバーしつつ、かつ当該車線上を走行する車両 M に対向する向きに超音波やマイクロ波あるいはミリ波などのビーム W（電波）を所定範囲（例えば数～数十メートル程度の狭い範囲）の走行方向にわたって届くように放射状に発射（放射）することができ、また反射波受信部 2（図 1 参照）が車線上を走行中の 1 乃至複数のどの車両 M からであっても前記放射されたビー

50

ム（電波）の反射波を受信することのできるように、センサ部 A の電波発射部 1 や反射波受信部 2 の角度や高さなどが調整されて設置される。例えば、センサ部 A は監視対象の車線において車両の進行方向に対して斜めに 4 5 度程度傾けた状態に配置される。このときのセンサ部 A による計測範囲は、所定速度以下で走行中の車両が 1 台ずつ計測範囲内に進入して計測範囲外へと出て行くことを検知できる程度の狭い範囲に設定される。

#### 【 0 0 2 4 】

次に、上記した車両台数計測部 1 3 による通過車両の台数の計測処理について、図 3 及び図 4 を用いて説明する。図 3 は、車両台数計測部 1 3 による走行（通過）車両台数計測処理の一実施例を示すフローチャートである。当該処理は、本装置の電源オンによって開始され、電源オフによって終了される。図 4 は、走行車両台数計測処理を具体的に説明するための速度及び振幅値の遷移図である。横軸は時間を示し、縦軸のうち一方は速度を他方は振幅値を示す。

10

#### 【 0 0 2 5 】

ステップ S 1 は、初期処理を実行する。初期処理としては、例えば後述する経過時間、振幅値の上昇回数カウント値、振幅値の下降回数カウント値などを初期化（クリア）する。ステップ S 2 は、計測範囲内での車両の速度検出があるか否かを判定する。車両が計測範囲内に進入していれば、周波数解析部 1 2（図 1 参照）から所定の時間毎に車両の速度検出が送られてくる。計測範囲内での車両の速度検出がないと判定した場合には（ステップ S 2 の NO）、計測範囲内に 1 台の車両も進入していない状態であるので過去に記録した速度サンプルがあればそれをクリアする（ステップ S 1 4）。そして、前記ステップ S 2 の処理へ戻って、車両の速度検出があるまで（つまりは車両が計測範囲内に進入するまで）当該処理の進行を待機する。

20

#### 【 0 0 2 6 】

計測範囲内での車両の速度検出があると判定した場合には（ステップ S 2 の YES）、経過時間を計時する（ステップ S 3）。この際に、経過時間が「0」であれば経過時間の計時を新たに開始する一方で、経過時間が「0」でなければつまり以前の処理時に既に経過時間の計時が開始されていた場合には単にその経過時間の計時を続行する。図 4 に示した例では、時刻「1 0」の時点までは車両速度「0」であり、時刻 t 1 において車両速度の検出があることから、計測範囲内に車両が進入したと判定できるのは時刻 t 1 の時点であり、この時刻 t 1 の時点から経過時間の計時が開始される。ステップ S 4 は、周波数解析部 1 2 による周波数分析結果に基づく車両速度を取得し、これを速度サンプルとして記録する。ステップ S 5 は、周波数解析部 1 2 による周波数分析結果に基づき特定された周波数スペクトルの振幅値を取得し、これを振幅値サンプルとして記録する。図 4 においては、時間の経過に伴い所定時間毎に順次取得される前記速度サンプルを黒丸で示し、前記振幅値サンプルを四角で示している。

30

#### 【 0 0 2 7 】

ステップ S 6 は、今回取得した振幅値（振幅値サンプル）が 1 つ前の時点で取得した振幅値と比べて上昇したか否かつつまりは振幅値が大きいか否かを判定する。今回取得した振幅値が 1 つ前の時点で取得した振幅値と比べて上昇していない（振幅値が大きい）と判定した場合には（ステップ S 6 の NO）、振幅値の下降回数カウント値をインクリメントしてステップ S 8 の処理へジャンプする。一方、今回取得した振幅値が 1 つ前の時点で取得した振幅値と比べて上昇している（振幅値が大きい）と判定した場合には（ステップ S 6 の YES）、振幅値の上昇回数カウント値をインクリメントして、この上昇回数カウント値に基づいて振幅値の上昇が所定回数（N 回）連続して継続しているか否かを判定する（ステップ S 7）。振幅値の上昇が所定回数（N 回）連続して継続していると判定した場合には（ステップ S 7 の YES）、後続するステップ S 8 の処理を行う。一方、振幅値の上昇が所定回数（N 回）連続して継続していないと判定した場合には（ステップ S 7 の NO）、上記ステップ S 2 の処理へ戻ってステップ S 2 ~ S 7 までの処理を繰り返し実行する。すなわち、振幅値の上昇が N 回連続することを監視する。

40

#### 【 0 0 2 8 】

50

ステップS 8は、振幅値の下降回数カウント値に基づいて振幅値の下降が所定回数（M回）連続して継続しているか否かを判定する。振幅値の下降が所定回数（M回）連続して継続していないと判定した場合には（ステップS 8のNO）、上記ステップS 2の処理へ戻ってステップS 2～S 8までの処理を繰り返し実行する。すなわち、振幅値の下降がM回連続することを監視する。振幅値の下降が所定回数（M回）連続して継続していると判定した場合には（ステップS 8のYES）、計時中の経過時間を確定する（ステップS 9）。ステップS 10は、記録した速度サンプルの中から最大の速度を抽出する。

【0029】

ステップS 11は、前記抽出した最大の速度に計測時間を乗算することによって求められる乗算値（これは車両の長さに該当する）を所定の基準値と比較する。ここで、前記基準値は大型、小型などの車種に応じた所定の車両長さである。前記乗算値がこうした基準値よりも大きいと判定した場合には（ステップS 11のYES）、車種を車長の長い「大型」に特定し当該車種の車両台数をカウントする（つまり、1台の増加カウント）（ステップS 12）。前記乗算値がこうした基準値よりも小さいと判定した場合には（ステップS 11のNO）、車種を車長の短い「小型」に特定し当該車種の車両台数をカウントする（つまり、1台の増加カウント）（ステップS 13）。上記ステップS 12又はステップS 13の処理終了後には、上記ステップS 1の処理に戻る。

【0030】

このように、速度が検出されている間にN回連続する振幅値の上昇とM回連続する振幅値の下降とを監視しておき、前記上昇開始時点から下降終了時点までの間に取得される多数の車両速度の中から最も大きい車両速度を抽出する。そして、前記車両速度の抽出に応じて車種毎の車両台数をカウントする。したがって、前記車両速度の抽出回数は、通過車両の台数（車種別ではなく合計の台数）と等しいことになる。

【0031】

すなわち、1台の車両がセンサ部Aの計測範囲を通過する場合、図4に示すようにして速度サンプル（f 1）及び振幅値サンプル（f 2）は遷移する。この例では、時刻t 1から時刻t 3までが「経過時間」に相当し、その間に取得される速度サンプルと振幅値サンプルに基づき車両台数の計測がなされる。ここでの前記「経過時間」は、1台の車両が計測範囲内に入ってから計測範囲外に出るまでにかかる計算上の時間である。計測範囲内を走行中の車両が1台のみである場合、当該車両がセンサ部Aに近づくにつれて振幅値は大きくなり、反対に遠ざかるにつれて振幅値は小さくなることから、「経過時間」内においては時刻t 2におけるピークを含む振幅値サンプル曲線f 2が得られることになる。前記振幅値のピークは、車両が最もセンサ部Aに近づいたとき（例えば、図1において点線で示すようなセンサ部Aの正面に対向する位置）に出現する。

【0032】

そして、その1台の車両がセンサ部Aの計測範囲を通過し終わる時刻t 3を過ぎると、速度は一旦「0」になる（速度検出なしと判定される）。前記車両が計測区間を過ぎてから引き続き別の車両が計測区間に進入すると（時刻t 4）、当該車両の速度が検出される（速度検出ありと判定される）ことに伴って「経過時間」の計時が新たに開始されると共に、時間の経過に伴って速度サンプル（f 3）及び振幅値サンプル（f 4）が取得され、同様にこれらに基づいて前記別の車両に対応して車両台数のカウントが行われる。

【0033】

本実施例では、振幅値のピーク検出に応じて単にセンサ部Aに最も接近した時点で車両台数のカウントを行うものではなく、上述したようにN回連続する振幅値の上昇とM回連続する振幅値の下降とを監視することによって、1台の車両が計測範囲内に進入したとそれに対応して計測範囲外へと出て行ったことを組み合わせて検出することによって、車両台数を1台としてカウントするようにしている。

【0034】

ここで、上記した振幅値の上昇が連続して継続しているか否かを判定するための所定回数（N回）、振幅値の下降が連続して継続しているか否かを判定するための所定回数（M

10

20

30

40

50

回)は、センサ部Aによる計測範囲の大小や周波数解析部12から取得する車両速度及び振幅値のサンプル取得時間などによって実験的に得られる適宜の回数を予め固定値として設定しておけばよい。これは、例えば通過した1台の車両が乗用車等に比べて車長の長い大型バスや輸送トラックである場合、車両の先端部と後端部とによって2つの振幅値のピークが出現しうることから、このような場合における車両のダブルカウントを防いで正しく1台とカウントできるようにするために、上記したようなN回及びM回といった基準を設定することによって、1台の車両が計測範囲内に進入したこととそれに対応して計測範囲外へと出て行ったことを正しく検出する一方で、その間に生じ得る上記したような振幅値の変動の影響を除去するためである。

【0035】

ところで、高速道路を走行中の車両の速度を計測すると、特に同じ車線を走行中である複数の各車両の速度には大きな開きがないことが多く、そうした高速走行中である場合には例えセンサ部Aの計測範囲を上述のようにして狭い範囲に設定したとしても、どうしても1台目の車両が計測範囲を通過する前に2台目の車両が計測範囲内に進入してしまうことがあり、このような場合には当該計測範囲内を同じ速度で走行した車両が複数台連続して通過することが生じ得る。本実施例においては、このような場合であっても正しく車両台数をカウントすることができるようになっている。これについて、図5を用いて説明する。図5は走行車両台数計測処理を具体的に説明するための速度及び振幅値の遷移図であって、計測範囲内を連続する2台の車両が同じ速度で走行し通過した場合を示す。

【0036】

2台の車両が同じ速度で連続してセンサ部Aの計測範囲を通過した場合、図5に示すようにして速度サンプル( $f_1$ )と及び振幅値サンプル( $f_5$ )は遷移する。速度サンプル曲線 $f_1$ としては、2台の車両が同じ速度で走行していることから所定時間毎に1つの速度サンプルのみが得られる。他方、振幅値サンプル曲線 $f_5$ を見ると、上述したような車長の長い大型バスや輸送トラックが通過した場合と同様に、速度サンプル曲線 $f_1$ が立ち上がってから「0」になるまでの間に2つの振幅値のピークが出現する(ただし、ピーク間の振幅値の落ち込みは上述した車長の長い車両が通過した場合に比べて大きくなる)。

【0037】

ここに示した例においては、図3の処理ループを1回行うことで、時刻 $t_1$ から時刻 $t_3$ までが1台目の車両の「経過時間1」と計時され、次に図3の処理ループをもう1回行うことで、時刻 $t_3$ から時刻 $t_4$ までが2台目の車両の「経過時間2」と計時される。そして、それぞれの経過時間1、2毎に、それぞれ1台の車両台数のカウントがなされる。すなわち、計測範囲内を1台目の車両が通過する前に2台の車両が計測範囲内に進入した場合には(この場合、2台目の車両が通過し終わるまで速度が「0」とならない)、「経過時間1」及び「経過時間2」内それぞれにおいてピーク(時刻 $t_2$ ,時刻 $t_4$ )を含む振幅値サンプル曲線 $f_5$ が得られることになる。本実施例では、前記「経過時間1」,「経過時間2」毎に速度の最大値がそれぞれ出力され且つ1台分の車両のカウントが行われることから、こうした場合であっても正しく車両台数を計測することができる。なお、上記「経過時間1」,「経過時間2」はそれぞれの車両が計測範囲内に入ってから計測範囲外に出るまでにかかる計算上の時間である。

【0038】

以上のように、本発明においては、1車線上において予め設定された任意の計測範囲内を走行中の車両に対し放射した送信波と、前記車両からの反射波との差分波を周波数分析することによって抽出される車両の速度と振幅値とを取得してそれらの時間変位を記録する。そして、前記記録した車両速度と振幅値とに基づいて、前記計測範囲に車両が進入してから通過し終わるまでにかかる経過時間を確定し、当該確定した経過時間毎につきは車両速度と振幅値とに基づく経過時間の確定に応じて車両台数をカウントするようにした。すなわち、単に検出される車両速度のみを用いて通過車両の台数をカウントするのではなく、前記車両速度に振幅値を組み合わせて用いて通過車両の台数をカウントする。これにより、前記計測範囲内における車両の移動態様を的確に把握して通過車両の台数をカウ

10

20

30

40

50

ントすることが、ドップラー方式の検出センサを用いるだけでできるようになる。こうした装置は小型かつ安価であって持ち運びやすいことから、道路脇への設置が簡易であるし、設置箇所を移動することも容易である。

【 0 0 3 9 】

また、本発明に係る走行車両台数計測装置では、ドップラー方式の検出センサを用いた従来の装置では正しく車両台数を計測することが困難であった、同じ速度で走行した車両が複数台連続する場合であっても、それらの車両をまとめて1台とカウントすることなくそれぞれの車両を別個にカウントすることができるようになることから、道路上を走行(通過)した車両台数をカウントミスすることなく適切に計測することが可能となる。

【 0 0 4 0 】

なお、上述した実施例においては、通過車両検出部 B 側に信号受信部 1 1 及び周波数解析部 1 2 を含む構成としたがこれに限らず、信号受信部 1 1 及び周波数解析部 1 2 をセンサ部 A 側に構成しておき、前記通過車両検出部 B はセンサ部 A から前記周波数解析部 1 2 による周波数分析結果である周波数スペクトル分布に基づく車両速度及び振幅値を受信して、該受信した車両速度及び振幅値に基づき通過車両の台数計測を行うようにしてもよい。

なお、上述した実施例では車種を「小型」又は「大型」の2車種のみで分別する例を示したがこれに限らず、「小型」、「中型」、「大型」のようにより細かく車長違いによる車種の分類を行うことができるようにしてもよいことは言うまでもない。

【 0 0 4 1 】

なお、本発明に係る走行車両台数計測装置は図 1 に示したようなセンサ部 A と通過車両検出部 B とを共に内蔵する構成に限らず、別途構成された外部の 1 乃至複数のセンサ部 A と通過車両検出部 B とが互いに通信可能に接続される構成であってよいことは言うまでもない。その場合、上記した信号出力部 3 及び信号受信部 1 1 は、例えば USB (ユニバーサル・シリアル・バス)、IEEE1394 (アイトリプルイー1394)、ブルートゥース (商標)、赤外線送受信器等の通信インタフェース、さらには LAN (Local Area Network) やインターネット、電話回線等の有線あるいは無線の通信ネットワークを介して信号やデータ等を送受信することができるネットワークインタフェースであってもよい。

【 0 0 4 2 】

上記のようなネットワークインタフェース構成とした場合、道路上の距離が遠く離れた多数の地点に配置された多数のセンサ部 A それぞれから通信ネットワークを介して信号を受信し、各地点毎での通過車両の台数計測を行うことを 1 台の通過車両検出部 B のみにより行うことができるようにしてもよい。そうすると、例えば通過車両検出部 B を道路管制センター等に配置しておき、これと各地点に配置した多数のセンサ部 A とを有線又は無線の通信ネットワークで結ぶことによって、道路管制センター等で各地点から出力された出力信号を集中的に管理して道路全体にわたって通過車両の台数を把握することが、より簡易な構成であって持ち運び可能な小型のセンサ部 A のみを任意の地点の道路脇に設置するだけで実現することができ非常に便利である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 3 】

A ... センサ部

B ... 通過車両検出部

M ... 車両

W ... ビーム (電波)

1 ... 電波発射部

2 ... 反射波受信部

3 ... 信号出力部

1 1 ... 信号受信部

1 2 ... 周波数解析部

1 3 ... 車両台数計測部

10

20

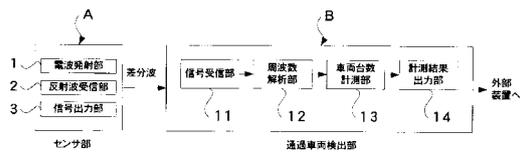
30

40

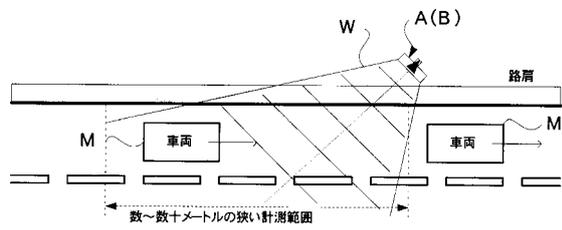
50

1 4 ... 計測結果出力部

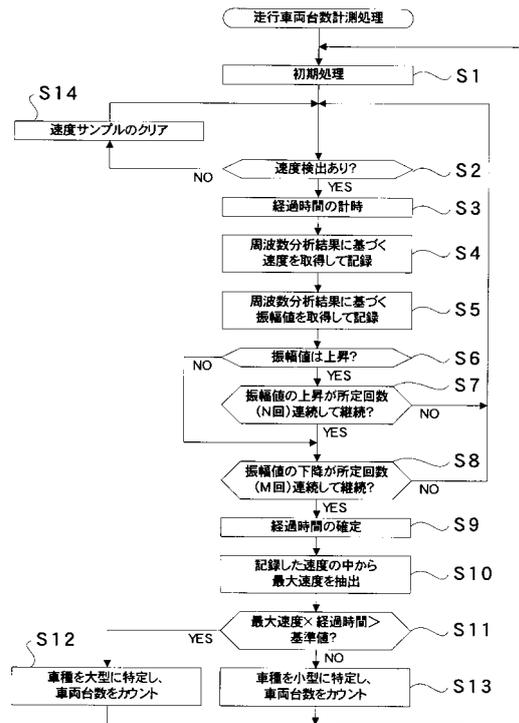
【図1】



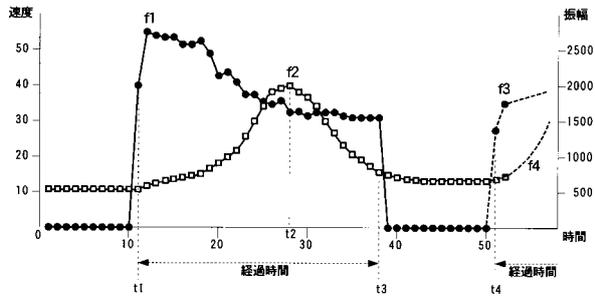
【図2】



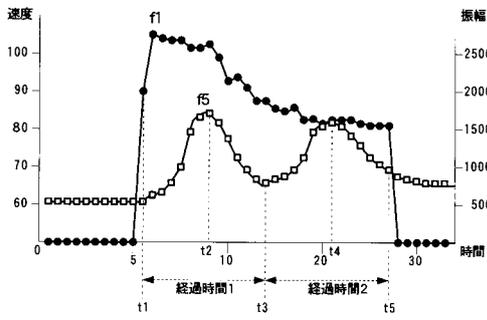
【図3】



【 図 4 】



【 図 5 】



## フロントページの続き

- (73)特許権者 507194017  
株式会社高速道路総合技術研究所  
東京都町田市忠生一丁目4番地1
- (73)特許権者 504254345  
有限会社松野企画  
東京都西東京市南町4丁目4番12-101号
- (74)代理人 100077539  
弁理士 飯塚 義仁
- (74)代理人 100114742  
弁理士 林 秀男
- (74)代理人 100125265  
弁理士 貝塚 亮平
- (72)発明者 松野 達夫  
東京都西東京市南町4丁目4番12-101号
- (72)発明者 田所 昌美  
東京都中央区日本橋茅場町2丁目4番10号 株式会社サイデン内
- (72)発明者 加藤 真司  
東京都町田市忠生1丁目4番1号 株式会社高速道路総合技術研究所内
- (72)発明者 坪井 聡  
東京都町田市忠生1丁目4番1号 株式会社高速道路総合技術研究所内

審査官 島倉 理

- (56)参考文献 特開平01-285000(JP,A)  
特開平11-316894(JP,A)  
特開2008-051613(JP,A)  
特開平11-272988(JP,A)  
国際公開第2011/043377(WO,A1)  
特開平9-293193(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/01  
G01S 13/91  
G08G 1/015  
G08G 1/052