

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7530516号
(P7530516)

(45)発行日 令和6年8月7日(2024.8.7)

(24)登録日 令和6年7月30日(2024.7.30)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 P 21/02 (2006.01) G 0 1 P 21/02

請求項の数 13 (全12頁)

(21)出願番号	特願2023-520947(P2023-520947)	(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
(86)(22)出願日	令和4年4月21日(2022.4.21)	(74)代理人	110000062 弁理士法人第一国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/018377	(72)発明者	佐藤 新之介 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(87)国際公開番号	WO2022/239618	審査官	藤澤 和浩
(87)国際公開日	令和4年11月17日(2022.11.17)		
審査請求日	令和5年10月17日(2023.10.17)		
(31)優先権主張番号	特願2021-82386(P2021-82386)		
(32)優先日	令和3年5月14日(2021.5.14)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 速度検出装置および速度検出方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両が有する車輪の回転数を検出する車輪回転数検出器と、
前記車両の加速度を検出する加速度センサと、
前記車両の速度を算出する速度演算部と、
を備え、

前記速度演算部は、

前記車輪の空転または滑走を検知する検知器を有し、

前記検知器による前記車輪の空転または滑走の未検知時には、前記車輪の回転数を基に算出した前記車輪の速度を前記車両の速度として出力すると共に、前記車両の加速度と前記車輪の速度の時間変化量から算出した前記車輪の加速度との差分をオフセット値として算出し、

前記検知器による前記車輪の空転または滑走の検知時には、前記車両の加速度を前記オフセット値により補正し、当該補正した前記車両の加速度の積分により算出した前記車両の速度を出力する

ことを特徴とする速度検出装置。

【請求項2】

請求項1に記載の速度検出装置であって、

前記速度演算部による前記オフセット値の算出には、設定した時間分の過去の前記車輪の加速度および前記車両の加速度を用いる

10

20

ことを特徴とする速度検出装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の速度検出装置であって、

前記検知器は、前記車輪の速度の時間変化率に基づいて、または前記車輪の加速度と前記車両の加速度との比較結果に基づいて、前記車輪の空転または滑走を検知することを特徴とする速度検出装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の速度検出装置であって、

前記検知器は、前記車輪の速度と前記補正した前記車両の加速度の積分により算出した前記車両の速度との比較結果に基づいて、前記車輪の空転または滑走の終了を検知することを特徴とする速度検出装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の速度検出装置であって、

前記速度演算部は、

前記車輪の速度の過去の値を保持する第 1 のバッファと、

前記補正した前記車両の加速度の過去の値を保持する第 2 のバッファと、を有し、

前記補正した前記車両の加速度の積分を、前記第 1 のバッファが保持する値および前記第 2 のバッファが保持する値を用いて算出した前記車輪の空転または滑走の検知時の車両初速度に対して行う

ことを特徴とする速度検出装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の速度検出装置であって、

前記車輪回転数検出器および前記加速度センサとは異なり前記車両の速度を計測する速度検出器をさらに備え、

前記速度演算部は、前記オフセット値の算出に用いる前記車輪の加速度を、前記車輪の回転数を基に算出した前記車輪の速度に替えて、前記速度検出器が計測した前記車両の速度の時間変化量とする

ことを特徴とする速度検出装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の速度検出装置であって、

前記車両のピッチ方向の角速度を検出する角速度センサをさらに備え、

前記速度演算部は、前記車両の加速度を前記オフセット値および前記角速度により補正する

ことを特徴とする速度検出装置。

30

【請求項 8】

車輪回転数検出器および加速度センサを用いて車両の速度を検出する速度検出方法であって、

前記車両が有する車輪の空転または滑走の発生を検知する第 1 のステップと、

前記車輪回転数検出器が検出する前記車輪の回転数を基に前記車輪の速度を算出する第 2 のステップと、

40

前記加速度センサが検出する前記車両の加速度と前記車輪の速度の時間変化量から算出した前記車輪の加速度との差分をオフセット値として算出する第 3 のステップと、

前記加速度センサが検出する前記車両の加速度を前記オフセット値により補正する第 4 のステップと、

前記補正した前記車両の加速度を積分して前記車両の速度を算出する第 5 のステップとを有し、

前記第 1 のステップで前記車輪の空転または滑走の発生を検知しない場合には、前記第 2 のステップで算出した前記車輪の速度を前記車両の速度として採用し、

前記第 1 のステップで前記車輪の空転または滑走の発生を検知した場合には、前記第 5 のステップで算出した前記車両の速度を採用する

50

ことを特徴とする速度検出方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の速度検出方法であって、
前記第 3 のステップによる前記オフセット値の算出には、設定した時間分の過去の前記車両の加速度および前記車輪の加速度を用いる
ことを特徴とする速度検出方法。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載の速度検出方法であって、
前記第 1 のステップは、前記車輪の速度の時間変化率に基づいて、または前記車輪の加速度と前記車両の加速度との比較結果に基づいて、前記車輪の空転または滑走を検知する
ことを特徴とする速度検出方法。

10

【請求項 11】

請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の速度検出方法であって、
前記第 5 のステップでは、
前記補正した前記車両の加速度の積分を、前記車輪の速度の過去の値をおよび前記補正した前記車両の加速度の過去の値を用いて算出した前記車輪の空転または滑走の検知時の車両初速度に対して行う
ことを特徴とする速度検出方法。

【請求項 12】

請求項 8 から 11 のいずれか 1 項に記載の速度検出方法であって、
前記第 3 のステップでは、前記オフセット値の算出に用いる前記車輪の加速度を、前記車輪の回転数を基に算出した前記車輪の速度に替えて、前記車輪回転数検出器および前記加速度センサとは異なる速度検出器が計測した前記車両の速度を採用する
ことを特徴とする速度検出方法。

20

【請求項 13】

請求項 8 から 12 のいずれか 1 項に記載の速度検出方法であって、
前記第 4 のステップでは、前記車両の加速度を前記オフセット値および角速度センサが検出する前記車両のピッチ方向の角速度により補正する
ことを特徴とする速度検出方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、加速度センサを用いた速度検出装置および速度検出方法に関し、特に鉄道車両の速度検出に好適である。

【背景技術】

【0002】

鉄道車両の速度演算では、車輪の回転数と直径から車両速度を算出する方式が一般的に用いられる。この方式は、GPS 速度計やドップラー速度計と比べて、トンネルや鉄橋などの外部環境の影響を受けにくいと、当該技術分野においては主流の速度算出方法である。

40

【0003】

一方で、車輪の回転数を用いる当該方法では、車輪とレールとの間の摩擦係数が雨や落ち葉などにより低下し、車輪が空転もしくは滑走した場合に、車両速度を正しく計算できない場合がある。

【0004】

例えば、車輪とレール間の摩擦係数が低下しているときにブレーキをかけると、車輪がレール上を滑って回転数が低下（滑走）し、実際の速度より低く算出される。また、車輪とレール間の摩擦係数が低下しているときに力行すると、車輪がレール上で空転し、実際の速度より高く算出される。

【0005】

50

この問題に対して、特許文献1では、加速度センサを用いた空転もしくは滑走中の列車速度推定方法が提案されている。

特許文献1には、「位置速度演算部では、速度変換処理装置の速度出力と、加速度補正部の加速度出力と、空転滑走検出部の空転滑走判断出力とをもとに、空転滑走時には加速度出力から列車の位置を求め、空転滑走なし時には速度出力から列車位置や速度を求める。」と記載されている。

【0006】

この方法により、車輪が空転もしくは滑走しているときでも、正しい車両速度を算出可能である。また、加速度センサが検出する加速度には、当該センサを車体に設置する際の傾きの誤差や、線路勾配による重力加速度の列車進行方向成分などの誤差が含まれるが、特許文献1では、線路勾配情報を用いてこれらを補正している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2000-121658号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に記載された、「列車の走行位置の勾配に基づく重力の影響を補正して」(当該文献の「請求項3」)を実現するためには、高精度な線路勾配情報を車両側で保有する(もしくは地上側から受信する)必要がある。そのためには、走行区間全域において詳細な線路勾配データベースを必要とし、また、レール敷設時に許容される勾配誤差が厳しくなるという課題があるため、技術的およびコスト的に実現困難である。

20

【0009】

さらに、特許文献1には、加速度検出装置と車輪回転数検出装置を用いた演算により空転もしくは滑走の発生を検出するとあるが、各装置間の通信時間や情報処理装置の処理時間により、実際に空転/滑走が発生した時刻と、情報処理装置が空転/滑走を検出する時刻との間に遅延が生じるため、空転/滑走発生直後の車輪回転数の急激な変化の一部を速度演算の元データとして取り込んでしまい、速度誤差が大きくなる問題がある。

【0010】

そこで、本発明の目的は、線路勾配情報を用いずに加速度センサ出力を高精度に補正し、空転/滑走中の車両速度精度を向上させる方法を提供し、また、空転/滑走発生時に加速度出力を積分する際の初速度として、空転/滑走発生直後の車輪回転数の急激な変化を含まない初速度演算方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、代表的な本発明に係る速度検出装置の一つは、車両が有する車輪の回転数を検出する車輪回転数検出器と、車両の加速度を検出する加速度センサと、車両の速度を算出する速度演算部とを備え、速度演算部は、車輪の空転または滑走を検知する検知器を有し、検知器による車輪の空転または滑走の未検知時には、車輪の回転数を基に算出した車輪の速度を車両の速度として出力すると共に、車両の加速度と車輪の速度の時間変化量から算出した車輪の加速度との差分をオフセット値として算出し、検知器による車輪の空転または滑走の検知時には、車両の加速度をオフセット値により補正し、当該補正した車両の加速度の積分により算出した車両の速度を出力することを特徴とするものである。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、加速度センサの出力補正において線路勾配情報を必要としないため、走行区間における詳細な線路勾配データが不要であり、また、レール敷設時の勾配誤差の影響も受けなくなるため、容易かつ低コストで、空転/滑走時の速度演算精度を向上させ

50

ることが可能となる。

また、空転 / 滑走発生直後の車輪回転数の急激な変化を取り込んでしまう問題を解決し、速度演算精度が向上する。

上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施をするための形態における説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施例1に係る速度検出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施例2に係る速度検出装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施例3に係る速度検出装置の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施例4に係る速度検出装置の構成を示すブロック図である。

【図5】滑走発生時の速度変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明を実施するための形態として、実施例1から4について図面を参照しつつ詳細に説明を行う。ここで、図面の記載においては、同一部分には同一の符号を付して示している。

【実施例1】

【0015】

図1は、本発明の実施例1に係る速度検出装置(101)の構成を示すブロック図である。ここで、速度検出装置(101)は、車両(100)に搭載される。

【0016】

速度検出装置(101)は、車輪(106)の回転数をパルス信号に変換する速度発電機(718)、速度発電機(718)からのパルス信号の数をカウントするパルスカウンタ(701)、走行時の加速度を計測する加速度センサ(105)およびパルスカウンタ(701)の出力と加速度センサ(105)の出力とから車両速度を算出する速度演算部(102)を備える。

【0017】

速度演算部(102)は、以下の構成要素を備える。

入力側には、パルスカウンタ(701)の出力値を平滑化するパルスフィルタ(702)および加速度センサ(105)の出力値を平滑化して車両加速度を出力する加速度フィルタ(709)を備える。

【0018】

車輪速度に関して、パルスフィルタ(702)の出力、車輪径(705)および車輪(106)1回転あたりに発生するパルス数(704)から、車輪速度を算出する車輪速度算出器(703)、車輪速度の単位時間あたりの変化量から車輪加速度を算出する車輪加速度算出器(104)、車輪速度の過去の値を保持する車輪速度バッファ(707)、および、車輪速度の時間変化率から車輪(106)の空転 / 滑走を検出する空転 / 滑走検知器(708)、を備える。

【0019】

また、車両加速度に関して、車輪加速度同期調整値(711)に設定した時間の分だけ過去に受信した車輪加速度と車両加速度同期調整値(712)に設定した時間の分だけ過去に受信した車両加速度との差分からオフセット値を算出するオフセット値算出器(710)、車両加速度にオフセット値を加算して補正車両加速度を算出する車両加速度補正器(713)、および、補正車両加速度の過去の値を保持する補正車両加速度バッファ(714)、を備える。

【0020】

さらに、空転 / 滑走検出器(708)の出力に応じて、車輪速度バッファ(707)および補正車両加速度バッファ(714)に保持する情報から、空転 / 滑走発生時の車両速度を算出する車両初速度算出器(715)、車両初速度を基準に補正車両加速度を積分し

10

20

30

40

50

て補正車両速度を算出する積分器（716）、および、空転/滑走検知器（708）の出力に応じて車輪速度と補正車両速度との一方を選択して車両速度として出力する選択器（717）、を備える。

【0021】

このとき、車両初速度算出器（715）は、空転/滑走を検知した時刻から所定時間過去の車輪速度を基準に、所定時間過去から空転/滑走を検知した時刻までの補正車両加速度を積分することで、車両初速度を算出する。

【0022】

本実施例1によれば、空転/滑走が発生していない時は、車輪（106）の回転数に基づく車輪速度を車両速度として適用し、空転/滑走が発生している時は、加速度センサ（105）の出力に基づく補正車両加速度を積分した補正車両速度を車両速度として適用する。そのため、空転/滑走時においても、正しい車両速度を算出可能である。

10

【0023】

また、本実施例1によれば、空転/滑走発生時より過去の速度と加速度を用いて、空転/滑走を検出した時の車両初速度を算出する。そのため、実際に空転/滑走が発生してから空転/滑走を検出するまでの遅延時間中に変化した車輪速度を含めた速度補正が可能であり、より正確な車両速度を算出可能である。

【0024】

この一例として、滑走発生から検出までの遅延時間と速度精度について、図5を用いて説明する。図5は、滑走発生時の速度変化を示す図である。

20

【0025】

滑走発生時（a）は車輪（106）の回転数が減少するため、この発生時以降の車輪速度の推移は、図の実線で示した値（点d、a、b、f、g）となる。一方、実際の車両速度は、図の破線で示した値（点d、a、c、f、g）である。

【0026】

このとき、車両初速度算出を行わない場合、滑走検出時の車両初速度は点bとなるため、滑走中の加速度を積分すると、車両速度は一点鎖線で示した値（点d、a、b、e、f、g）となり、実際の車両速度と大きく乖離する。

【0027】

これに対し、車両初速度算出を行う場合は、滑走検出時に所定時間過去の車輪速度である点dの速度を基準に、点dから点cまでの加速度を積分するため、初速度を正しく算出可能となる。

30

【0028】

また、加速度センサ（105）の出力には、線路勾配や加速度センサ（105）の設置角度誤差など、車両の加速に関与しない成分が含まれる。そこで、空転/滑走が発生していないときの車輪加速度と車両加速度の差をオフセット値として算出しておき、空転/滑走が発生したときにこのオフセット値を車両加速度に加算して補正することで、車両の加速に関与しない成分を除去することができる。

【0029】

その際のオフセット値算出において、車輪加速度と車両加速度とは異なる伝達経路から受信するため、これらの情報は同期していない。すなわち、両者は異なる時刻に計測されたデータであるため、そのままオフセット値を算出すると誤差が生じることになる。

40

【0030】

この問題に対して、本実施例1では、車輪加速度同期調整値（711）と車両加速度同期調整値（712）を備え、これらの調整値に設定した時間の分だけ過去の車輪加速度および車両加速度を用いてオフセット値を算出する。これにより、同時刻に計測された車輪（106）の回転数および加速度センサ（105）の出力を用いてオフセット値を算出できるため、オフセット値の精度が向上する。

【0031】

さらに、車輪（106）の回転数や加速度センサ（105）の出力には、計測の量子化

50

誤差や、車両走行に伴う振動などが含まれるが、各信号にフィルタを設けることで誤差の影響を抑制可能である。加えて、フィルタパラメータを適切に設定することで、異なる情報源に基づく車輪加速度および車両加速度の応答特性を一致させ、オフセット値の精度を向上させる。

【0032】

なお、図1に示す構成では、速度発電機(718)、加速度センサ(105)などを各々1つのみ記載しているが、これらを複数備えてもよい。複数備えることで、各要素の冗長化や誤差低減などが可能となる。また、速度発電機(718)は、無電源タイプのものでも、有電源タイプのパルスジェネレータでもよい。

【実施例2】

【0033】

図2は、本発明の実施例2に係る速度検出装置(101)の構成を示すブロック図である。以下では、実施例1に係る速度検出装置(101)の構成との相違点を説明し、実施例1と同様の構成要素についての説明は省略する。

【0034】

空転/滑走検知器(708)について、実施例1では、車輪速度の時間変化率から車輪(106)の空転/滑走を検出するのに対して、実施例2では、空転/滑走検知器(708)は、車輪加速度と補正車両加速度を受信し両者の比較結果に基づいて空転/滑走を検出する点で異なる。

【0035】

空転/滑走検知器(708)からの空転/滑走状態を示す信号に基づき、車両初速度算出器(715)は車両初速度を算出し、また、選択器(717)は車輪速度か補正車両速度の一方を選択する。この点は、実施例1と同様である。

【0036】

本実施例2によれば、空転/滑走の判定に用いる情報源として、車輪速度に加えて加速度センサ(105)の出力に基づいて空転/滑走を検知するため、より正確に空転/滑走を検知可能である。

【0037】

また、本実施例2では、車輪加速度と補正車両加速度との比較結果により空転/滑走を検知しているが、比較対象の信号はこれらに限定されない。例えば、車輪速度と補正車両速度との速度比較の結果により空転/滑走を検知してもよい。

【0038】

さらに、空転/滑走の終了検知は、空転/滑走の発生検知とは異なる信号に基づき判定してもよい。例えば、空転/滑走の発生検知は、実施例1と同様に車輪速度の変化率から判定し、空転/滑走の終了検知は、上述した補正車両速度と車輪速度の比較結果から判定する。

【0039】

以上では、本実施例2は、実施例1に係る速度検出装置(101)の構成に変更を加える態様で説明したが、後述する実施例3または実施例4に係る速度検出装置(101)の構成にも適用できるものである。

【実施例3】

【0040】

図3は、本発明の実施例3に係る速度検出装置(101)の構成を示すブロック図である。以下では、実施例1に係る速度検出装置(101)の構成との相違点を説明し、実施例1と同様の構成要素についての説明は省略する。

【0041】

実施例3では、車両加速度の補正に用いる基準速度源としてGPS速度を用いる点で実施例1と異なる。

【0042】

オフセット値算出器(710)は、本実施例3で速度検出装置101に新たに設けるG

10

20

30

40

50

P S 速度計 (9 0 0) から G P S 速度を受信し、G P S 速度を微分して G P S 加速度を算出し、この G P S 加速度と車両加速度との差から、オフセット値を算出する。

【 0 0 4 3 】

本実施例 3 によれば、オフセット値の算出において車輪速度を用いないため、車輪が長時間空転 / 滑走するような場合、例えば、機関車の発車時に起こり得る長時間の空転状態においても、補正車両加速度および補正車両速度を算出することが可能となる。これにより、長時間の空転状態においても、加速度センサを用いて正しい車両速度を算出可能となる。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施例 3 では、G P S 速度計を例に示したが、この他にも、ドップラー速度計やミリ波レーダなど、速度発電機や加速度センサ以外の第 3 の速度検出器であれば採用することができる。

10

【 0 0 4 5 】

以上では、本実施例 3 は、実施例 1 に係る速度検出装置 (1 0 1) の構成に変更を加える態様で説明したが、実施例 2 または後述する実施例 4 に係る速度検出装置 (1 0 1) の構成にも適用できるものである。

【 実施例 4 】

【 0 0 4 6 】

図 4 は、本発明の実施例 4 に係る速度検出装置 (1 0 1) の構成を示すブロック図である。以下では、実施例 1 に係る速度検出装置 (1 0 1) の構成との相違点を説明し、実施例 1 と同様の構成要素についての説明は省略する。

20

【 0 0 4 7 】

実施例 4 では、角速度センサの情報を用いて車両加速度を補正する点で実施例 1 と異なり、実施例 1 に係る速度検出装置 (1 0 1) の構成に加えて、車両 (1 0 0) のピッチ方向の角速度 (以下、「車両角速度」という) を計測する角速度センサ (9 0 1) を備える。

【 0 0 4 8 】

車両加速度補正器 (7 1 3) は、この車両角速度およびオフセット値算出器 (7 1 0) からのオフセット値を用いて車両加速度を補正する。

【 0 0 4 9 】

より具体的には、車両角速度から空転 / 滑走中の車両 (1 0 0) のピッチ方向角度変化量 () を算出し、重力加速度 (g) を用いて以下の (式 1) によって補正車両加速度を算出する。

30

$$\text{補正車両加速度} = \text{車両加速度} + \text{オフセット値} - g \cdot \quad (\text{式 1})$$

【 0 0 5 0 】

本実施例 4 によれば、空転 / 滑走中に線路勾配が変化した場合においても、勾配変化によって増減した車両加速度のオフセット分を相殺できるため、正しい車両速度を算出することができる。

【 0 0 5 1 】

以上では、本実施例 4 は、実施例 1 に係る速度検出装置 (1 0 1) の構成に加える態様で説明したが、実施例 2 または実施例 3 に係る速度検出装置 (1 0 1) の構成にも適用できるものである。

40

【 0 0 5 2 】

また、図 4 では、車両加速度補正器 (7 1 3) が車両角速度を用いて車両加速度を補正する構成例を示したが、この他にも、オフセット値算出器 (7 1 0) が車両角速度を用いてオフセット値を補正する構成としても、同様の効果が得られる。

【 0 0 5 3 】

そしてまた、本実施例 4 で示した補正車両加速度を算出する (式 1) に関しては、車両 (1 0 0) のピッチ方向の傾きの絶対値が常に小さいことを前提とした簡易的な計算式である。ただし、本実施例 4 を実現するための計算式をこれに限定するものではない。

【 0 0 5 4 】

50

以上、本発明を実施するための形態として実施例 1 から 4 について説明したが、本発明は、上述した各実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 0 0 車両、1 0 1 速度検出装置、1 0 2 速度演算部、1 0 5 加速度センサ、1 0 6 車輪、7 0 1 パルスカウンタ、7 0 2 パルスフィルタ、7 0 3 車輪速度算出器、7 0 4 パルス数、7 0 5 車輪径、7 0 7 車輪速度バッファ、7 0 8 空転/滑走検知器、7 0 9 加速度フィルタ、7 1 0 オフセット値算出器、7 1 1 車輪加速度同期調整値、7 1 2 車両加速度同期調整値、7 1 3 車両加速度補正器、7 1 4 補正車両加速度バッファ、7 1 5 車両初速度算出器、7 1 6 積分器、7 1 7 選択器、7 1 8 速度発電機、9 0 0 G P S 速度計、9 0 1 角速度センサ

10

20

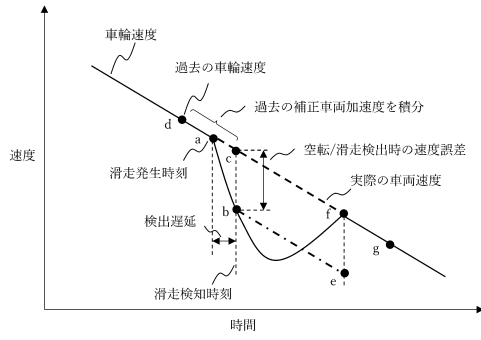
30

40

50

【 図 5 】

図 5



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-147825(JP,A)
特開2013-205248(JP,A)
特開2000-97967(JP,A)
特開平11-326358(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0320153(US,A1)
中国特許出願公開第109664922(CN,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01P 1/00 - 21/02
B60L 1/00 - 58/40