(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2019-11966
(P2019-11966A)
(43)公開日　平成31年1月24日(2019.1.24)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G01B	***7/30***	***(2006.01)***	G01B	7/30	M	2F063
B60L	***15/20***	***(2006.01)***	B60L	15/20	Y	5H125
H01M	*8/00*	*(2016.01)*	H01M	8/00	Z	5H127
H01M	*8/04*	*(2016.01)*	H01M	8/04	Z	

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2017-127124 (P2017-127124)
(22)出願日　平成29年6月29日 (2017.6.29)

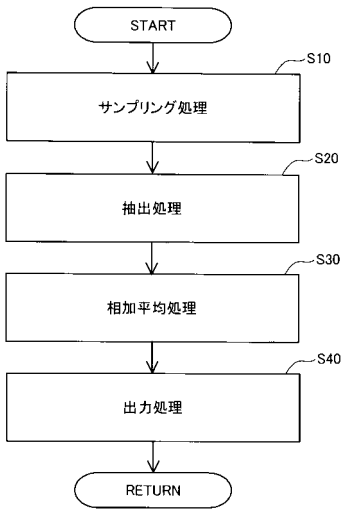
(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　110000028
特許業務法人明成国際特許事務所
(72)発明者　灘　光博
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　2F063 AA35 BA04 CA08 DA02 DA05 DC08 GA22 LA06 LA12
5H125 AA01 BA00 CA01 CA15 DD16 EE08
5H127 AB04 AC01

(54)【発明の名称】信号処理方法、スリップ検出方法、車両の制御方法、車両の制御装置及び車両

(57)【要約】　（修正有）
【課題】一定周期のノイズを含む信号において、変化した信号のピークを、ピーク発生のタイミングで取得する。
【解決手段】センサが検出する信号を受信して、受信した信号をノイズの周期よりも短い周期でサンプリングする、サンプリング処理Ｓ１０と、ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、ノイズの周期の１／２の間隔で複数抽出する、抽出処理Ｓ２０と、抽出した信号からなる群における相加平均値を算出する、相加平均処理Ｓ３０と、相加平均処理により得られた値を新たな信号として出力する、出力処理Ｓ４０と、を備える信号処理方法により、一定周期のノイズを含む信号を処理する。
【選択図】図２

Fig.2



【特許請求の範囲】
【請求項１】
一定周期のノイズを含む信号を処理する信号処理方法であって、
センサが検出する信号を受信して、受信した信号を前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングする、サンプリング処理と、
前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、前記ノイズの周期の１／２の間隔で複数抽出する、抽出処理と、
抽出した信号からなる群における相加平均値を算出する、相加平均処理と、
前記相加平均処理により得られた値を新たな信号として出力する、出力処理と、を備える、信号処理方法。
【請求項２】
請求項１に記載の信号処理方法であって、
前記新たな信号を用いて、前記センサが検出する信号に含まれ得る、前記ノイズとは異なる不規則な周波数成分を検出する、信号処理方法。
【請求項３】
請求項１又は請求項２に記載の信号処理方法であって、
前記センサは、車両の駆動系に設けられている、信号処理方法。
【請求項４】
請求項３に記載の信号処理方法であって、
前記センサが検出する信号は、車両のプロペラシャフトに接続されたモータの回転角を検出するセンサが検出する信号であり、
前記新たな信号は、前記モータの回転角の２階微分値である、信号処理方法。
【請求項５】
請求項３に記載の信号処理方法であって、
前記センサが検出する信号は、車両の歯車機構に接続されたモータの回転角を検出するセンサが検出する信号であり、
前記新たな信号は、前記モータの回転角の２階微分値である、信号処理方法。
【請求項６】
請求項１から請求項５までのいずれか一項に記載の信号処理方法であって、
前記抽出処理では、前記ノイズの周期の１／２の間隔で抽出を行いつつ、抽出した群に含まれる各信号に紐づく前記センサによる検出時間が、前回抽出した群に含まれる各信号に紐づく前記センサによる検出時間からずれるように、複数の群を抽出する、信号処理方法。
【請求項７】
請求項４又は請求項５に記載の信号処理方法において求められた前記２階微分値を用いて、前記車両にスリップが発生したことを検出する、スリップ検出方法。
【請求項８】
請求項７に記載のスリップ検出方法を用いて前記車両を制御する車両の制御方法であって、
前記車両にスリップが発生したことを検出した場合に、前記モータに対する要求トルク量を低減する、車両の制御方法。
【請求項９】
車両の制御装置であって、
前記車両のモータには、前記モータの回転角を検出するセンサが設けられており、
前記センサが検出する信号であって、一定周期のノイズを含む信号を受信して、受信した信号を前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングし、
前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、前記ノイズの周期の１／２の間隔で複数抽出し、
抽出した信号からなる群における相加平均値を算出し、
抽出した信号からなる群における前記相加平均により得られた値であって、前記回転角

の２階微分値を、新たな信号として出力し、
前記２階微分値を用いて、前記車両にスリップが発生したことを検出し、
前記車両にスリップが発生したことを検出した場合に、前記モータに対する要求トルク量を低減する、
車両の制御装置。
【請求項１０】
請求項９に記載の車両の制御装置を備える、車両。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、一定周期のノイズを有する信号の処理方法、スリップ検出方法、車両の制御方法、車両の制御装置及び車両に関する。
【背景技術】
【０００２】
センサから得られる信号の移動平均値を算出し、測定対象の異常を検知する方法がある。特許文献１には、ステアリングシャフトと一体のロータギヤに設けられたセンサから得られる角度の移動平均値を算出し、算出した移動平均値を用いてギヤの異常を検知することが記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００９－９８０９４号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
信号の移動平均値を算出することにより、信号におけるノイズを除去することが期待できる。しかし、単に移動平均値を算出するのみでは得られる信号が平均化されるため、信号が急峻に変化する場合に、変化した信号のピークを、実際のピーク発生のタイミングで取得できないおそれがある。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。
【０００６】
（１）本発明の一形態によれば、一定周期のノイズを含む信号を処理する信号処理方法が提供される。この方法は、センサが検出する信号を受信して、受信した信号を前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングする、サンプリング処理と；前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、前記ノイズの周期の１／２の間隔で複数抽出する、抽出処理と；抽出した信号からなる群における相加平均値を算出する、相加平均処理と；前記相加平均処理により得られた値を新たな信号として出力する、出力処理と、を備える。
この方法によれば、ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、ノイズの周期の１／２の間隔で複数抽出して相加平均値を算出するため、センサによる信号の検出とノイズの除去とを同時に行いつつ、信号が急峻に変化した場合に、変化した信号のピークを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。
【０００７】
（２）上記形態において、前記新たな信号を用いて、前記センサが検出する信号に含まれ得る、前記ノイズとは異なる不規則な周波数成分を検出してもよい。
この方法によれば、信号に不規則な周波数成分が発生した場合に、不規則な周波数成分を、周波数成分の発生から遅延なく取得することができる。

【０００８】
（３）上記形態において、前記センサは、車両の駆動系に設けられていてもよい。
この方法によれば、車両の駆動系からの信号の検出とノイズの除去とを同時に行いつつ、信号が急峻に変化した場合に、変化した信号のピークを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。
【０００９】
（４）上記形態において、前記センサが検出する信号は、車両のプロペラシャフトに接続されたモータの回転角を検出するセンサが検出する信号であり；前記新たな信号は、前記モータの回転角の２階微分値であってもよい。
この方法によれば、プロペラシャフトのねじれに起因するノイズを除去しながら、信号が急峻に変化した場合に、変化した信号のピークを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。
【００１０】
（５）上記形態において、前記センサが検出する信号は、車両の歯車機構に接続されたモータの回転角を検出するセンサが検出する信号であり；前記新たな信号は、前記モータの回転角の２階微分値であってもよい。
この方法によれば、歯車機構のバックラッシュ（Backlash）に起因するノイズを除去しながら、信号が急峻に変化した場合に、変化した信号のピークを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。
【００１１】
（６）上記形態において、前記抽出処理では、前記ノイズの周期の１／２の間隔で抽出を行いつつ、抽出した群に含まれる各信号に紐づく前記センサによる検出時間が、前回抽出した群に含まれる各信号に紐づく前記センサによる検出時間からずれるように、複数の群を抽出してもよい。
この方法によれば、複数の群を抽出することができる。
【００１２】
（７）上記形態の信号処理方法において求められた前記２階微分値を用いて、前記車両にスリップが発生したことを検出してもよい。
この方法によれば、車両にスリップが発生したことを、遅延なく検出することができる。
【００１３】
（８）上記形態のスリップ検出方法を用いて前記車両を制御する車両の制御方法であって；前記車両にスリップが発生したことを検出した場合に、前記モータに対する要求トルク量を低減してもよい。
この方法によれば、車両にスリップが発生した場合に、遅延なくスリップを解消することができる。
【００１４】
（９）本発明の他の形態によれば、車両の制御装置が提供される。この制御装置では、前記車両のモータには、前記モータの回転角を検出するセンサが設けられており；前記センサが検出する信号であって、一定周期のノイズを含む信号を受信して、受信した信号を前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングし；前記ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、前記ノイズの周期の１／２の間隔で複数抽出し；抽出した信号からなる群における相加平均値を算出し；抽出した信号からなる群における前記相加平均により得られた値であって、前記回転角の２階微分値を、新たな信号として出力し；前記２階微分値を用いて、前記車両にスリップが発生したことを検出し；前記車両にスリップが発生したことを検出した場合に、前記モータに対する要求トルク量を低減してもよい。
この制御装置によれば、車両にスリップが発生した場合に、遅延なくスリップを解消することができる。
【００１５】
本発明は、上述した方法や制御装置以外の種々の形態で実現することも可能である。例

えば、信号処理方法、車両の制御方法を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記憶した一時的でない記憶媒体、信号処理方法を実現する信号処理装置、信号処理装置を備える車両、車両の制御装置を備える車両などの形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】車両の一部を示す概略構成図。

【図２】制御装置により実行される信号処理方法を示すフローチャート。

【図３】制御装置によって算出される速度等を計測時間ごとに示す表。

【図４】速度Ｖと、時定数速度Ｖｓｍと、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖと、を比較した図。

【図５】加速度Ａと、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖの微分により算出される加速度Ａａｖと、加速度Ａａｖをさらに時定数処理した時定数加速度Ａｓｍと、を比較した図。

【図６】時定数の大きさと位相のずれとについて説明するための図。

【図７】時定数の大きさと位相のずれとについて説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

図１は、車両１００の一部を示す概略構成図である。本発明の一形態が適用される車両１００は、モータ２０が発生する動力を、後輪６０の駆動力として用いる。

【００１８】

モータ２０の動力は、図示しないトランスミッションを介してプロペラシャフト３０へ出力される。プロペラシャフト３０は、デファレンシャルギヤ４０とトランスミッションとを連結する。プロペラシャフト３０の動力がデファレンシャルギヤ４０へ入力されると、駆動軸５０を介して後輪６０が駆動される。デファレンシャルギヤ４０を、「歯車機構」とも呼ぶ。モータ２０、デファレンシャルギヤ４０等、車両１００を駆動するために用いられる機構を、車両１００の「駆動系」とも呼ぶ。

【００１９】

モータ２０には、レゾルバ２５が設けられている。レゾルバ２５は、モータ２０内のロータにおける回転角を検出し、制御装置９０に送信する。レゾルバ２５により検出される回転角からなる信号は、プロペラシャフト３０に発生するねじれや、プロペラシャフト３０とデファレンシャルギヤ４０の接続部分におけるバックラッシュにより、一定周期のノイズを含んでいる。回転角からなる信号は、モータ２０の回転の変動等により、一定周期のノイズとは異なる、不規則な周波数成分を含み得る。

【００２０】

制御装置９０は、ＣＰＵ９１とメモリ９２とを有するマイクロコンピュータにより構成されており、ＣＰＵ９１がメモリ９２に記憶されているプログラムを実行することにより、レゾルバ２５の検出信号を処理する信号処理装置として機能する。制御装置９０は、インターフェイス９３を介してレゾルバ２５の検出信号である回転角を受信する。本実施形態では、制御装置９０は、受信した回転角を微分した値（角速度）を、モータ２０の回転数に変換する。制御装置９０は、モータ２０の回転数を用いて速度を算出し、制御装置９０は、速度を微分して加速度を算出する。なお、制御装置９０は、受信した回転角を微分して角速度を算出し、角速度を微分して角加速度を算出してもよい。

【００２１】

図２は、制御装置９０により実行される信号処理を示すフローチャートである。図２を参照して第１の実施形態における信号処理について説明する。制御装置９０は、レゾルバ２５の検出信号を受信して、受信した信号をノイズの周期よりも短い周期でサンプリングする、サンプリング処理を行う（ステップＳ１０）。ノイズの周期及びサンプリング周期は、制御装置９０のメモリ９２に予め記憶されている。

【００２２】

制御装置９０は、ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号値群から、ノイズの周期の１／２の間隔、すなわち、ノイズ周期の半周期の間隔で複数個の信号値を抽

出する、抽出処理を行う（ステップＳ２０）。なお、抽出処理の間隔は、厳密に半周期でなくても良く、例えば、半周期の±約１０％の間隔であっても良い。抽出される信号値の個数は、偶数個であり、少なくとも２つ、処理時間と精度のバランスから４つまたは６つであることが望ましいが、８つ以上であっても良い。抽出処理では、任意の始期からノイズの周期の１／２の間隔で抽出した偶数個の信号値を一の群として、始期をずらしつつ、すなわち、始期に異なるオフセット値を与えつつ、複数の群が抽出されても良い。

【００２３】

制御装置９０は、抽出した信号値からなる各群における相加平均値を算出する、相加平均処理を行う（ステップＳ３０）。本実施形態における相加平均処理は、抽出された偶数個の信号値の単純算術平均値を求めることにより実行される。信号が含むノイズが一定周期のノイズ、すなわち、正弦波形のノイズである場合、サンプリング信号値をノイズの周期の１／２の間隔で抽出した偶数点を用いることにより、ノイズの振幅値は正負逆転の近似値、すなわち、近似する絶対値を取るため、相加平均値は小さな値となり、信号からノイズ成分を低減または実質的に消失させることができる。

【００２４】

制御装置９０は、各群において相加平均処理により得られた値を新たな信号として出力する、出力処理を行う（ステップＳ４０）。

【００２５】

以上説明した第１の実施形態に係る信号処理方法によれば、検出信号からサンプリングされた信号値群からノイズ周期の半周期の間隔で複数の信号値を抽出し、相加平均値を算出して新たな信号として出力するので、センサによる信号の検出とノイズの除去とを同時に行うことができる。したがって、位相遅れを最小限に抑制しつつ、また、簡易に対象信号からノイズ成分を低減または実質的に消失させることが可能であり、信号が急峻に変化した場合に、変化した信号のピークを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。

【００２６】

以下、より具体的な例を用いて第２の実施形態に係る信号処理方法について説明する。なお、図２を用いた説明において、第１の実施形態における説明と重複する説明については説明を省略する。制御装置９０は、レゾルバ２５の検出信号を受信して、受信した信号をノイズの周期よりも短い周期でサンプリングする、サンプリング処理を行う（図２、ステップＳ１０）。本実施形態では、ノイズの周波数は８．３３（Ｈｚ）であり、ノイズの周期は１２０（ｍｓ）である。制御装置９０は、レゾルバ２５の検出信号をノイズの周期よりも短い１０（ｍｓ）の周期でサンプリングし、速度Ｖ（ｍ／ｓ）を算出する。

【００２７】

図３は、制御装置９０によって算出される速度Ｖ等を計測時間ごとに示す表である。図３の欄１に示す計測時間の間隔は、サンプリング周期でもある。欄２には、速度Ｖ（ｍ／ｓ）が示されている。

【００２８】

本実施形態では、制御装置９０は、以下の式（１）により、速度Ｖを時定数処理して時定数速度Ｖｓｍ（ｍ／ｓ）を算出する。図３の欄３には、時定数速度Ｖｓｍが示されている。なお、本明細書において、「*」は乗算を示す。

【００２９】

Vsm[i]＝Vsm[i-1]＋（V[i]－Vsm[i-1])*演算周期/（Δｔ＋α）・・・式（１）

【００３０】

（Δｔ＋α)は時定数であり、Δｔはノイズの周期である。ｉは１以上の整数である。演算周期は、サンプリング周期である。時定数は、必ずしもノイズの周期と同じ値でなくともよい。αは、０以上の値であり、信号に応じて適宜変更可能である。本実施形態では、αを１０とし、時定数を１３０（ｍｓ）とする。

【００３１】

次に、制御装置９０は、ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、ノイズの周期の１／２の間隔、すなわち、ノイズ周期の半周期の間隔で複数抽出する、抽出

処理を行う（図２、ステップＳ２０）。制御装置９０は、抽出処理では、ノイズの周期の１／２の間隔で抽出を行いつつ、抽出した群に含まれる各信号に紐づくセンサによる検出時間が、前回抽出した群に含まれる各信号に紐づくセンサによる検出時間からずれるように、複数の群を抽出する。

【００３２】

図３に示す例では、制御装置９０は、ノイズ周期１２０ｍｓの半周期である６０ｍｓ間隔で、各群について時定数速度Ｖｓｍを偶数個、例えば、以下のように４個抽出する。

計測時間０、６０、１２０、１８０（ｍｓ）における時定数速度Ｖｓｍの群
計測時間１０、７０、１３０、１９０（ｍｓ）における時定数速度Ｖｓｍの群
計測時間２０、８０、１４０、２００（ｍｓ）における時定数速度Ｖｓｍの群
計測時間３０、９０、１５０、２１０（ｍｓ）における時定数速度Ｖｓｍの群
計測時間４０、１００、１６０、２２０（ｍｓ）における時定数速度Ｖｓｍの群
計測時間５０、１１０、１７０、２３０（ｍｓ）における時定数速度Ｖｓｍの群
・・・。

【００３３】

制御装置９０は、抽出した信号からなる各群における相加平均値を算出する、相加平均処理を行う（図２、ステップＳ３０）。本実施形態における相加平均処理は、各群から抽出された偶数個の時定数速度Ｖｓｍの単純算術平均値を求めることにより実行される。制御装置９０は、レゾルバ２５から信号を受信すると、上述のサンプリング、速度Ｖの算出、時定数速度Ｖｓｍの算出、及び時定数速度Ｖｓｍの抽出処理を実行する。相加平均速度Ｖｌｐｆａｖは、各群に含まれるＶｓｍについて求められ、図３に示す例でいえば、マークが付された計測時間０、６０、１２０、１８０（ｍｓ）における時定数速度Ｖｓｍが揃った後、以下の式（２）を用いて算出される。

【００３４】

Xlfp[0]＝（Xsm[0 +Δt/Δts*0]＋Xsm[0+Δt/Δts*1]＋Xsm[0+Δt /Δts *2]＋Xsm[0+Δt /Δts *3])/4
Xlfp[1]＝（Xsm[1 +Δt/Δts*0]＋Xsm[1+Δt/Δts*1]＋Xsm[1+Δt /Δts *2]＋Xsm[1+Δt /Δts *3])/4
Xlfp[2]＝（Xsm[2 +Δt/Δts*0]＋Xsm[2+Δt/Δts*1]＋Xsm[2+Δt /Δts *2]＋Xsm[2+Δt /Δts *3])/4
Xlfp[3]＝（Xsm[3 +Δt/Δts*0]＋Xsm[3+Δt/Δts*1]＋Xsm[3+Δt /Δts *2]＋Xsm[3+Δt /Δts *3])/4
・
・
・
Xlfp[n]＝（Xsm[n +Δt/Δts*0]＋Xsm[n+Δt/Δts*1]＋Xsm[n+Δt /Δts *2]＋Xsm[n+Δt /Δts *3])/4
・・・式（２）

【００３５】

Xlfp[n]は相加平均（Vlpfav）であり、Δｔはノイズ周期の半周期であり、Δｔｓはサンプリング周期である。ｎは０以上の整数である。なお、式（２）は、１つの群が４つのデータにより構成される場合を示すが、１つの群におけるデータの数は、４つに限られず、偶数であれば良く、少なくとも２つ、処理時間と精度のバランスから６つであることが望ましいが、８つ以上であっても良い。式（２）は、１つの群におけるデータの数に応じて、変更可能である。

【００３６】

次に、制御装置９０は、相加平均処理により得られた値を新たな信号として出力する、出力処理を行う（図２、ステップＳ４０）。本実施形態では、制御装置９０は、以下の式（３）を用いて、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖに基づく加速度Ａａｖ（ｍ／ｓ^2）を算出する。制御装置９０は、さらに、以下の式（４）を用いて、加速度Ａａｖを時定数処理し、

時定数加速度Ａｓｍ（ｍ／ｓ^2）を算出する。相加平均速度Ｖｌｐｆａｖ、相加平均に基づいて算出された加速度Ａａｖ、時定数加速度Ａｓｍは「新たな信号」に含まれる。図３の欄４には、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖ、欄５には加速度Ａａｖ、欄６には時定数加速度Ａｓｍが、それぞれ示されている。

【００３７】

Aav[i]＝（Vlpfav[i]－Vlpfav[i-1]）/演算周期・・・式（３）

【００３８】

Asm[i]＝Asm[i-1]＋(Aav[i]－Asm[i-1])*演算周期/（Δｔ＋β）・・・式（４）

【００３９】

（Δｔ＋β)は時定数であり、Δｔはノイズの周期である。時定数は、必ずしもノイズの周期と同じ値でなくともよい。βは、０以上の値であり、信号に応じて適宜変更可能である。また、βは、上記式（１）におけるαと同じ値でなくともよい。本実施形態では、βを０とし、時定数を１２０（ｍｓ）とする。

【００４０】

加速度Ａａｖ、時定数加速度Ａｓｍは、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖと同様に、抽出対象となる信号が揃った時点で算出可能である。以上の方法により、制御装置９０は、一つの群における信号が揃った以降、上記の一連の処理を繰り返し、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖ、加速度Ａａｖ、及び時定数加速度Ａｓｍの出力を行う。

【００４１】

以下、上記したノイズ周期の概ね半周期の間隔での抽出処理による効果、並びに各群における相加平均値を算出する効果について、説明する。

図４は、速度Ｖと、時定数速度Ｖｓｍと、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖと、を比較した図である。図４において縦軸は速度、横軸は計測時間である。時定数速度Ｖｓｍは、時定数処理により、速度Ｖに比べてノイズが低減される。相加平均速度Ｖｌｐｆａｖは、時定数速度Ｖｓｍに比べて、さらにノイズが低減される。この低減は、速度の微分値である加速度において、さらに顕著である。

【００４２】

図５は、加速度Ａと、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖの微分により算出される加速度Ａａｖと、加速度Ａａｖをさらに時定数処理した時定数加速度Ａｓｍと、を比較した図である。図５において縦軸は加速度、横軸は計測時間である。加速度Ａは、速度Ｖを微分することにより算出された値であり、図３の欄７に示されている。相加平均速度Ｖｌｐｆａｖを用いて算出される、時定数加速度Ａｓｍ、加速度Ａａｖは、加速度Ａに比べてノイズが低減される。一定周期のノイズ、すなわち、正弦波形のノイズを含む信号をノイズの周期の１／２の間隔で抽出した偶数点を用いる場合、ノイズの振幅値は正負逆転の近似値、すなわち、近似する絶対値を取るため、相加平均値は小さな値となり、信号からノイズ成分が実質的に消失または低減されるためである。なお、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖの微分により算出される加速度Ａａｖの立ち上がり位相と、速度Ｖの微分により算出される加速度Ａの立ち上がり位相とは、ほぼ同じであった。

【００４３】

図６及び図７は、時定数の大きさと位相のずれとについて説明するための図である。図６には、時定数を６０（ｍｓ）とし、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖから算出された加速度Ａａｖに基づく時定数加速度Ａｓｍと、時定数を２００（ｍｓ）とし、時定数速度Ｖｓｍから算出された加速度Ａ２００ｓｍと、が示されている。加速度Ａ２００ｓｍは、抽出処理及び相加平均処理が施されていない。図７には、時定数を６０（ｍｓ）とし、相加平均速度Ｖｌｐｆａｖから算出された加速度Ａａｖに基づく時定数加速度Ａｓｍと、時定数を５００ｍｓとし、時定数速度Ｖｓｍから算出した加速度Ａ５００ｓｍと、が示されている。加速度Ａ５００ｓｍは、抽出処理及び相加平均処理が施されていない。図６及び図７の加速度Ａ２００ｓｍ、Ａ５００ｓｍを比べると、Ａ５００ｓｍのノイズは少ない。これは、時定数を２００（ｍｓ）から５００（ｍｓ）へ大きくすることで、高周波成分を円滑化できるためである。そのため、単に信号に含まれるノイズを除去するのであれば、時定数を

大きくしてもよい。しかし、時定数を大きくすると、加速度の立ち上がり位相が遅延する。図７に付した矢印は、加速度の立ち上がり位相の遅延が顕著な箇所を示している。このことは、単に時定数を大きくするだけでは、信号のピークを、そのピーク発生のタイミングで取得することが困難であることを示している。

【００４４】

以上説明した第２の実施形態に係る信号処理方法によれば、時定数処理が実行されるので、第１の実施形態に係る信号処理方法により得られる利点に加えて、更なるノイズの低減または消失を図ることができる。また、第２の実施形態に係る信号処理方法によれば、単に相加平均を算出する場合や、単に時定数処理を行う場合に比べて、ピーク発生のタイミングをより正確に取得することができる。

【００４５】

抽出処理した信号からなる各群における相加平均値を算出することで、ノイズを除去可能であるため、時定数処理を行う場合であっても、時定数を小さくすることができる。

【００４６】

上記各実施形態においては、ノイズ周期の概ね半周期、すなわち、半周期の１倍にて抽出処理が実行されているが、半周期の３倍、５倍といった奇数倍にて抽出処理が実行されても良い。なお、半周期の奇数倍を大きくすると古い時系列のデータの影響を受けるので、要求されるノイズ処理のレベルに応じて奇数倍が決定されれば良い。

【００４７】

レゾルバ２５からの検出信号に異なるノイズ周期の複数のノイズ成分が含まれる場合には、上記各実施形態におけるノイズ除去処理が繰り返し実行され、各ノイズ周期毎に、各ノイズ周期の半周期にて抽出処理が実行されれば良い。また、検出信号の処理時間または処理回数に制限がある場合には、複数のノイズ周期から代表ノイズ周期を選択し、代表ノイズ周期の概ね半周期にて抽出処理が実行されても良い。さらに、複数回の抽出処理の結果、残存ノイズのノイズ周期と計測サンプリング周期が概略一致するノイズまで到達した場合には、サンプリング周期またはサンプリング周期の整数倍、例えば、２～４倍の時定数処理を実施した抽出周期が用いられても良い。

【００４８】

上記で抽出された抽出データ群に対して移動平均処理が実行されても良く、特に検出信号に複数のノイズ周期が含まれている場合に、各ノイズ周期に対して得られた相加平均に対して更に、移動平均処理が実行されても良い。

【００４９】

上記各実施形態におけるノイズ周期の半周期の間隔での抽出処理によるノイズ除去処理は、どの段階の検出信号に対して実行されても良い。すなわち、例えば、レゾルバ２５から検出された検出信号、微分処理された検出信号のいずれに対して適用されても良い。また、検出信号に複数のノイズ周期のノイズ成分が含まれる場合には、各ノイズ周期に対して、異なる段階にてノイズ除去処理が実行されても良い。

【００５０】

車両１００において、プロペラシャフト３０に接続されたモータ２０に設けられたレゾルバ２５の検出信号に、本開示の信号処理方法を適用する場合には、プロペラシャフトのねじれに起因するノイズを除去しつつ、レゾルバ２５の検出信号が急峻に変化した場合に、ピーク発生のタイミングを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。また、車両１００において、デファレンシャルギヤ４０等の歯車機構に接続されたモータ２０に設けられた２５の検出信号に、本開示の信号処理方法を適用する場合には、歯車機構のバックラッシュに起因するノイズを除去しつつ、レゾルバ２５の検出信号が急峻に変化した場合に、ピーク発生のタイミングを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。モータ２０に接続される歯車機構は、歯車式の減速機や、変速機であっても、同様の効果を得ることができる。本実施形態では、プロペラシャフト３０のねじれに起因するノイズと、プロペラシャフト３０とデファレンシャルギヤ４０との接続部分のバックラッシュ（Backlash）に起因するノイズと、の双方を除去しつつ、レゾルバ２５の検出信号が急峻に変化

した場合に、ピーク発生のタイミングを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。

【００５１】

以上の信号処理方法を用いて出力される加速度は、車両１００にスリップが発生したことを検出する、スリップ検出方法に適用可能である。制御装置９０は、算出した加速度、すなわち、回転角の２階微分値を用いて、車両１００にスリップが発生しているか否かを検出するように構成されていてもよい。スリップとは、路面と車両１００の後輪６０との間のスリップである。制御装置９０は、例えば、公知の加速度センサ等を用いて検出された車両１００の車体の加速度と、算出された後輪６０の加速度（加速度Ａａｖ、時定数加速度Ａｓｍ）と、の比が、メモリ９２に予め記憶された、スリップ検出のための比の閾値以上である場合に、スリップが発生したことを検出してもよい。レゾルバ２５の検出信号を処理することにより算出される加速度は、ノイズが除去され、かつ位相ずれが生じていない。そのため、加速度を用いて車両１００にスリップが発生したことを遅延なく検出することができる。

【００５２】

制御装置９０は、本開示の信号処理方法を用いて、車両１００を制御してもよい。例えば、制御装置９０は、スリップの発生を検出した場合には、モータ２０に対する要求トルク量を低減し、スリップを解消するように構成されていてもよい。このようにすれば、車両１００にスリップが発生した場合に、遅延なくスリップを解消することができる。

【００５３】

車両１００は、駆動系にセンサが設けられていれば、その種は問われない。例えば、車両１００は、燃料電池システムを備える車両であってもよい。燃料電池システムは、反応ガスを用いて発電する燃料電池を有し、車両１００の駆動系に含まれる。また、車両１００は、コネクテッドカーでもあってもよい。コネクテッドカーとは、通信機を搭載し、クラウドとの通信によってサービスを受けることができる自動車である。車両１００がコネクテッドカーである場合、例えば、ノイズの周期やサンプリング周期、スリップ検出のための閾値等を通信によって取得し、取得した情報とセンサから検出した信号とに基づき上述の各処理を実行してもよい。このような形態であれば、車両１００の駆動系からの信号の検出とノイズの除去とを同時に行いつつ、信号が急峻に変化した場合に、変化した信号のピークを、ピーク発生から遅延なく取得することができる。

【００５４】

例えば、車両１００は、貨物車、大型車（ＬＤＶ／ＨＤＴ）であってもよい。貨物車、大型車は、プロペラシャフト３０が比較的長く、また、バックラッシュが比較的大きい。そのため、貨物車、大型車のモータ２０に設けられたレゾルバ２５の検出信号では、ノイズが顕著である。これらの車両１００において、上記の信号処理方法を適用してノイズを除去することが効果的である。

【００５５】

本開示の信号処理方法は、レゾルバ２５の検出信号に限られず、一定周期のノイズを含む信号に適用可能である。例えば、燃料電池等の出力電圧を、インバータで利用可能な高圧電圧に昇圧する電力変換器においては、ＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolor Transistor）のスイッチングにより、得られる電流値や電圧値に一定周期のノイズが発生する。本開示の信号処理方法により、この電流値や電圧値を処理してもよい。この場合には、制御装置９０は、電流センサや電圧センサが検出する信号を受信して、受信した信号をノイズの周期よりも短い周期でサンプリングし、ノイズの周期よりも短い周期でサンプリングされた信号を、ノイズの周期の１／２の間隔で複数抽出し、抽出した信号からなる群における相加平均値を算出し、相加平均処理により得られた電流値や電圧値を新たな信号として出力してもよい。制御装置９０は、相加平均処理により得られた電流値や電圧値を、例えば微分することにより、電流センサ、電圧センサが検出する信号に含まれる、一定周期のノイズとは異なる不規則な周波数成分を検出するように構成されていてもよい。このような形態であれば、信号に不規則な周波数成分が発生した場合に、不規則な周波数成分を、

周波数成分の発生から遅延なく取得することができる。制御装置９０は、検出した周波数成分に基づいて、燃料電池システムの各部を制御するように構成されていてもよい。

【００５６】

本発明は、上述の実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組合せを行うことが可能である。また、前述した実施形態における構成要素の中の、独立請求項で記載された要素以外の要素は、付加的な要素であり、適宜省略可能である。

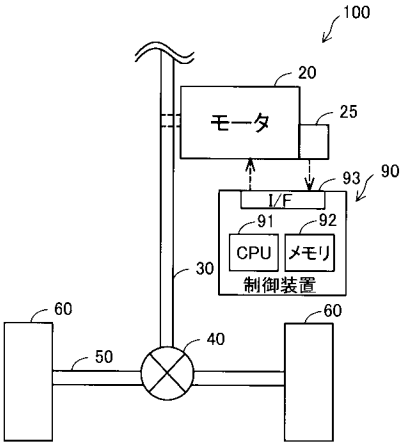
【符号の説明】

【００５７】

２０…モータ
２５…レゾルバ
３０…プロペラシャフト
４０…デファレンシャルギヤ
５０…駆動軸
６０…後輪
９０…制御装置
９１…ＣＰＵ
９２…メモリ
９３…インターフェイス
１００…車両

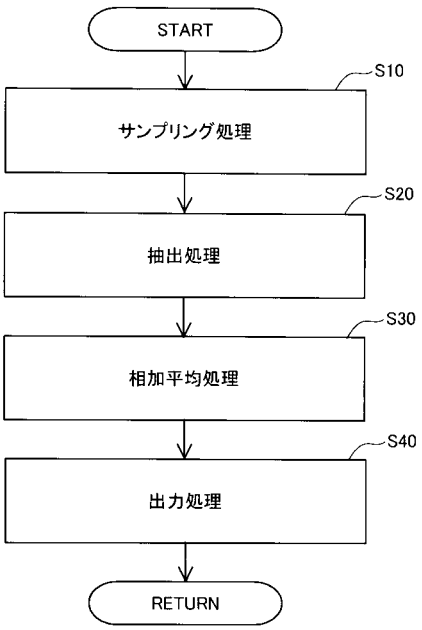
【図１】

Fig.1



【図２】

Fig.2



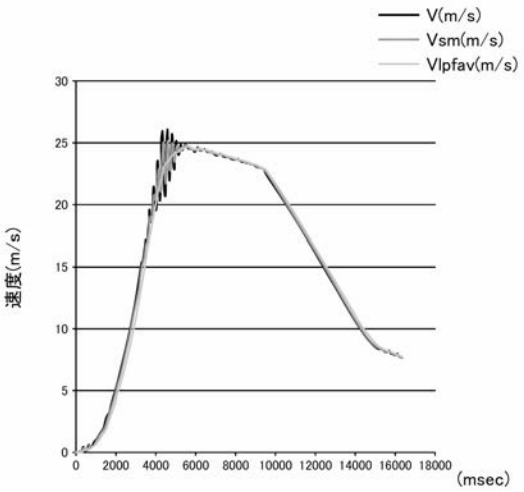
【図３】

Fig.3

欄1	欄2	欄3	欄4	欄5	欄6	欄7
計測時間	速度	時定数速度	相加平均速度	Vlpfavの加速度	時定数加速度	Vの加速度
Time [msec]	V [m/s]	Vsm [m/s]	Vlpfav [m/s]	Aav [m/s^2]	Asm [m/s^2]	A [m/s^2]
0	0	0				0
10	0.006	0.00120				0.6
20	0.006	0.00216				0
30	0.018	0.00533				1.2
40	0.018	0.00786				0
50	0.018	0.00989				0
60	0.031	0.01411				1.3
70	0.037	0.01869				0.6
80	0.037	0.02235				0
90	0.037	0.02528				0
100	0.037	0.02763				0
110	0.049	0.03190				1.2
120	0.049	0.03532				0
130	0.055	0.03926				0.6
140	0.049	0.04120				-0.6
150	0.055	0.04396				0.6
160	0.055	0.04617				0
170	0.061	0.04914				0.6
180	0.061	0.05291	0.025585	0	0	0.7
190	0.061	0.05453	0.028418	0.283293	0.047215	-0.7
200	0.061	0.05582	0.030385	0.196634	0.072119	0
210	0.068	0.05826	0.033208	0.282307	0.10715	0.7
220	0.074	0.06141	0.035766	0.255846	0.131933	0.6
230	0.08	0.06512	0.039013	0.324677	0.164057	0.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

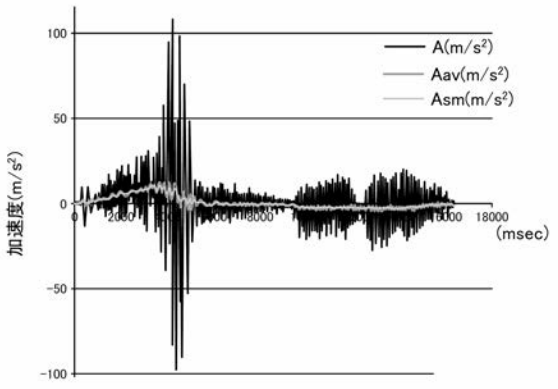
【図４】

Fig.4



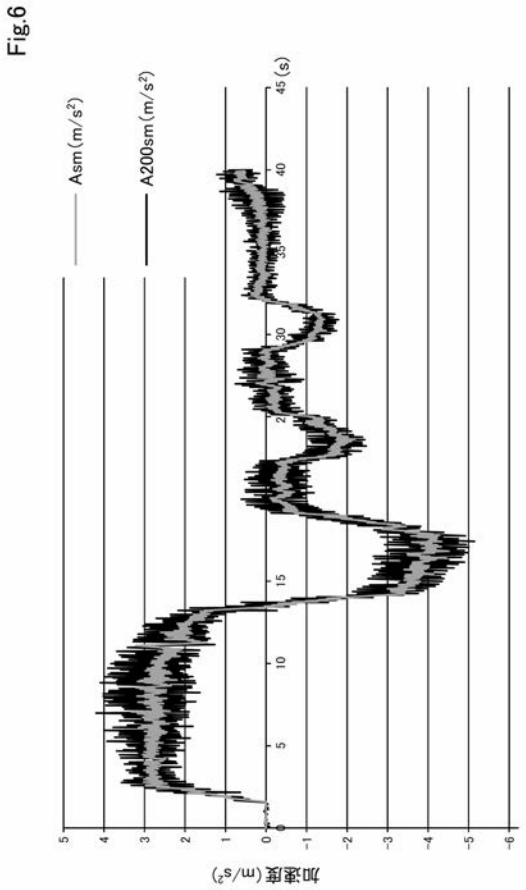
【図５】

Fig.5

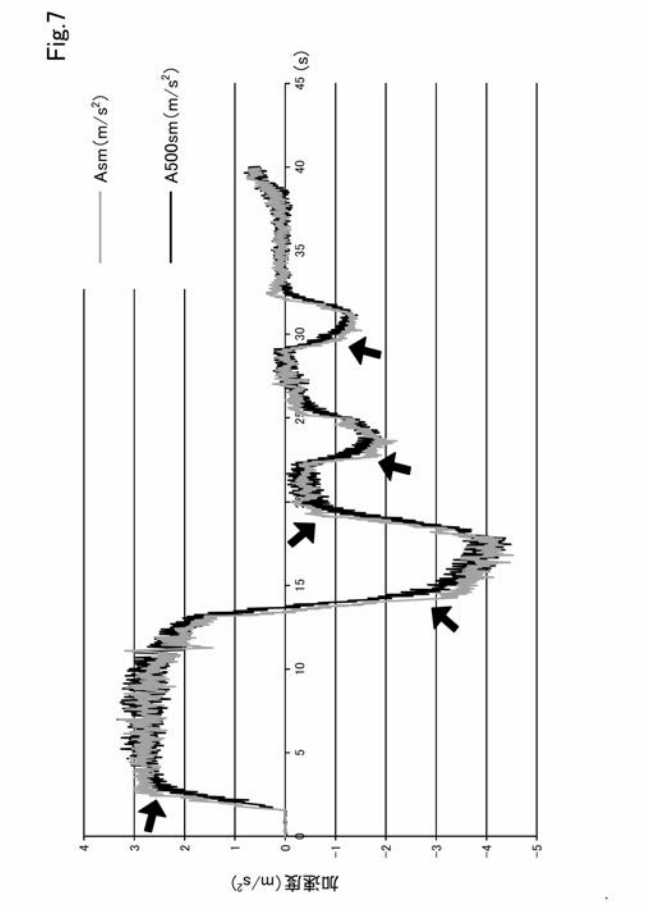


【図６】

Fig.6



【図７】


Fig.7
Asm(m/s²)
A500sm(m/s²)
加速度(m/s²)
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45 (s)