

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7192710号
(P7192710)

(45)発行日 令和4年12月20日(2022.12.20)

(24)登録日 令和4年12月12日(2022.12.12)

(51)国際特許分類 F I
G 0 8 G 1/00 (2006.01) G 0 8 G 1/00 J

請求項の数 10 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-148408(P2019-148408)	(73)特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	令和1年8月13日(2019.8.13)	(74)代理人	100079049 弁理士 中島 淳
(65)公開番号	特開2021-33312(P2021-33312A)	(74)代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
(43)公開日	令和3年3月1日(2021.3.1)	(74)代理人	100099025 弁理士 福田 浩志
審査請求日	令和3年9月17日(2021.9.17)	(72)発明者	服部 潤 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72)発明者	山部 尚孝 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 冠水検知装置、冠水検知システム、及び冠水検知プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の走行に関する複数種類の走行状態データを取得する取得部と、
車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗とで構成された、車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルと、前記取得部が取得した現在の前記複数種類の走行状態データとに基づいて予測した前記物理量と、前記取得部が取得した現在の前記走行状態データから得られる前記物理量とを用いて、車両が走行する道路の冠水を検知する検知部と、
を含み、
前記車両挙動モデルは、重回帰式を学習モデルとして用いて導出する冠水検知装置。

10

【請求項2】

複数の車両から走行に関する複数種類の走行状態データを取得する取得部と、
車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗とで構成された、車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルを、複数の車両から予め取得した前記複数種類の走行状態データと、予め定めた学習モデルとを用いて導出する導出部と、
前記導出部が導出した前記車両挙動モデルと、予め定めた注目車両から前記取得部が取得した現在の前記複数種類の走行状態データとを用いて予測した前記物理量と、前記注目車両から前記取得部が取得した前記走行状態データから得られる前記物理量とを用いて、前記注目車両が走行する道路の冠水を検知する検知部と、

20

を含む冠水検知装置。

【請求項 3】

前記車両挙動モデルは、重回帰式を学習モデルとして用いて導出する請求項 2 に記載の冠水検知装置。

【請求項 4】

前記走行抵抗は、車両に作用する加速抵抗を更に含む請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の冠水検知装置。

【請求項 5】

前記検知部は、予測した前記物理量と前記走行状態データから得られる前記物理量との差が予め定めた閾値以上の場合に、冠水と判定して冠水を検知する請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の冠水検知装置。

10

【請求項 6】

前記車両挙動モデルは、車両の速度、加速度、または、加速度の変化率を前記物理量として、運動方程式を用いて導出する請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の冠水検知装置。

【請求項 7】

車両の走行に関する複数種類の走行状態データを検出する検出部と、
前記検出部が検出した前記複数種類の走行状態データを複数の車両から取得する取得部と、

車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗と、で構成された、車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルを、前記取得部が複数の車両から予め取得した前記複数種類の走行状態データと、予め定めた学習モデルとを用いて導出する導出部と、

20

前記導出部が導出した前記車両挙動モデルと、予め定めた注目車両から前記取得部が取得した現在の前記複数種類の走行状態データとを用いて予測した前記物理量と、前記注目車両から前記取得部が取得した現在の前記走行状態データから得られる前記物理量とを用いて、前記注目車両が走行する道路の冠水を検知する検知部と、

を含む冠水検知システム。

【請求項 8】

複数の車両に対する前記検知部の検知結果を収集する結果収集部と、
前記結果収集部が収集した前記検知結果に基づいて、冠水エリアを推定する推定部と、
を更に含む請求項 7 に記載の冠水検知システム。

30

【請求項 9】

前記推定部の推定結果を配信する配信部を更に含む請求項 8 に記載の冠水検知システム。

【請求項 10】

コンピュータを、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の冠水検知装置の各部として機能させるための冠水検知プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、冠水検知装置、冠水検知システム、及び冠水検知プログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

大量の降雨や他の場所に降った雨水などが流入することにより、道路が冠水することがある。このような道路の冠水を検知する技術としては、例えば、特許文献 1、2 の技術が提案されている。

【0003】

特許文献 1 では、車両に液状有体物の存在を検知可能に構成された冠水センサを備えて道路の冠水を検知し、センタサーバに検知結果を送信し、他の車両に通過不能な冠水を通らないルートを設定して迂回ルートの案内を行うことが提案されている。

【0004】

50

特許文献2では、車両のワイパの拭き取り速度と動作時間とに基づいて、車両が走行している位置の降雨量を予測し、他車からの予測降雨量を基に、走行ルートに冠水が発生するか否かを予測することが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2004-341795号公報

特開2012-216103号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1の技術では、冠水センサが必要であり、より簡易に冠水を判定するためには改善の余地がある。

【0007】

また、特許文献2の技術では、降雨量が同じでも全ての運転者が同じワイパ速度で作動させるとは限らず、冠水を正確に判定するためには改善の余地がある。

【0008】

本発明は、上記事実を考慮して成されたもので、車両の走行状態データを用いて簡易かつ高精度に道路の冠水を検知可能な冠水検知装置、冠水検知システム、及び冠水検知プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために請求項1に記載の冠水検知装置は、車両の走行に関する複数種類の走行状態データを取得する取得部と、車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗とで構成された、車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルと、前記取得部が取得した現在の前記複数種類の走行状態データとに基づいて予測した前記物理量と、前記取得部が取得した現在の前記走行状態データから得られる前記物理量とを用いて、車両が走行する道路の冠水を検知する検知部と、を含み、前記車両挙動モデルは、重回帰式を学習モデルとして用いて導出する。

【0010】

請求項1に記載の発明によれば、取得部では、車両の走行に関する複数種類の走行状態データが取得される。例えば、冠水検知装置は車両に搭載する場合と、車両以外に設ける場合などがあり、車両に搭載される場合には、取得部は、自車両の走行状態データを取得する。また、冠水検知装置が車両以外に設けられる場合には、取得部は、予め定めた注目車両の走行状態データを取得する。

【0011】

そして、検知部では、重回帰式を学習モデルとして用いて導出する車両挙動モデルであって車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルと、取得部が取得した現在の複数種類の走行状態データとに基づいて予測した物理量と、取得部が取得した現在の走行状態データから得られる物理量とを用いて、車両が走行する道路の冠水が検知される。これにより、冠水検知センサを用いることなく、冠水を検知することができる。また、車両挙動モデルとして、車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗とで構成された車両挙動モデルを用いることで、車両の走行状態データを用いて簡易かつ高精度に道路の冠水を検知することが可能となる。

【0012】

請求項2に記載の冠水検知装置は、複数の車両から走行に関する複数種類の走行状態データを取得する取得部と、車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗とで構成された、車両が走行する

10

20

30

40

50

ことにより変化する物理量を求める車両挙動モデルを、複数の車両から予め取得した前記複数種類の走行状態データと、予め定めた学習モデルとを用いて導出する導出部と、前記導出部が導出した前記車両挙動モデルと、予め定めた注目車両から前記取得部が取得した現在の前記複数種類の走行状態データとを用いて予測した前記物理量と、前記注目車両から前記取得部が取得した前記走行状態データから得られる前記物理量とを用いて、前記注目車両が走行する道路の冠水を検知する検知部と、を含む。

【0013】

請求項2に記載の発明によれば、取得部では、複数の車両から走行に関する複数種類の走行状態データが取得される。

【0014】

導出部では、車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルが、複数の車両から予め取得した複数種類の走行状態データと、予め定めた学習モデルとを用いて導出される。

【0015】

そして、検知部では、車両挙動モデルと、予め定めた注目車両から取得部が取得した現在の複数種類の走行状態データとを用いて予測した物理量と注目車両から取得部が取得した走行状態データから得られる物理量とを用いて、注目車両が走行する道路の冠水が検知される。これにより、冠水検知センサを用いることなく、冠水を検知することができる。また、車両挙動モデルとして、車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗とで構成された車両挙動モデルを用いることで、車両の走行状態データを用いて簡易かつ高精度に道路の冠水を検知することが可能となる。

【0016】

なお、走行抵抗は、請求項4に記載の発明のように、車両に作用する加速抵抗を更にも含んでもよい。これにより、冠水の検知精度を更に向上することが可能となる。

【0017】

また、検知部は、請求項5に記載の発明のように、予測した物理量と走行状態データから得られる物理量との差が予め定めた閾値以上の場合に、冠水と判定して道路の冠水を検知してもよい。これにより、冠水検知センサを用いることなく、冠水を検知することが可能となる。

【0018】

また、車両挙動モデルは、請求項3に記載の発明のように、重回帰式を学習モデルとして用いて導出してよい。

【0019】

また、車両挙動モデルは、請求項6に記載の発明のように、車両の速度、加速度、または、加速度の変化率を物理量として、運動方程式を用いて導出してよい。

【0020】

一方、請求項7に記載の冠水検知システムは、車両の走行に関する複数種類の走行状態データを検出する検出部と、前記検出部が検出した前記複数種類の走行状態データを複数の車両から取得する取得部と、車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗と、で構成された、車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルを、前記取得部が複数の車両から予め取得した前記複数種類の走行状態データと、予め定めた学習モデルとを用いて導出する導出部と、前記導出部が導出した前記車両挙動モデルと、予め定めた注目車両から前記取得部が取得した現在の前記複数種類の走行状態データとを用いて予測した前記物理量と、前記注目車両から前記取得部が取得した現在の前記走行状態データから得られる前記物理量とを用いて、前記注目車両が走行する道路の冠水を検知する検知部と、を含む。

【0021】

請求項7に記載の発明は、検出部では、車両の走行に関する複数種類の走行状態データが検出される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

取得部では、検出部が検出した複数種類の走行状態データが複数の車両から取得される。

【 0 0 2 3 】

導出部では、車両が走行することにより変化する物理量を求める車両挙動モデルが、取得部が複数の車両から予め取得した複数種類の走行状態データと、予め定めた学習モデルとを用いて導出される。

【 0 0 2 4 】

そして、検知部では、導出部が導出した車両挙動モデルと、予め定めた注目車両から取得部が取得した現在の複数種類の走行状態データとを用いて予測した物理量と、注目車両から取得部が取得した走行状態データから得られる物理量とを用いて、注目車両が走行する道路の冠水が検知される。これにより、冠水検知センサを用いることなく、冠水を検知することができる。また、車両挙動モデルとして、車両の駆動力と、車両に作用する空気抵抗、車両に作用する勾配抵抗、及び車両に作用する転がり抵抗を含む走行抵抗とで構成された車両挙動モデルを用いることで、車両の走行状態データを用いて簡易かつ高精度に道路の冠水を検知することが可能となる。

10

【 0 0 2 5 】

なお、コンピュータを、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の冠水検知装置の各部として機能させるための冠水検知プログラムとしてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 6 】

以上説明したように本発明によれば、車両の走行状態データを用いて簡易かつ高精度に道路の冠水を判定可能な冠水検知装置を提供できる、という効果がある。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 本実施形態に係る冠水検知システムの概略構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 車速の予測値と実測値と用いたエラー（冠水）判定の一例を説明するための図である。

【 図 3 】 車種とモデルの係数とを対応づけたテーブルの一例を示す図である。

【 図 4 】 本実施形態に係る冠水検知システムの冠水エリア推定センタにおいて、車両挙動モデルを機械学習によって導出する際に中央処理部で行われる処理の流れの一例を示すフローチャートである。

30

【 図 5 】 本実施形態に係る冠水検知システムの冠水エリア推定センタにおいて、冠水を判定する際に中央処理部で行われる処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【 図 6 】 本実施形態に係る冠水検知システムにおいて、冠水エリア推定センタにおいて中央処理部が冠水エリアを推定する処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【 図 7 】 冠水判定を各車両に搭載された情報提供装置側で行う場合の冠水検知システムの構成例を示すブロック図である。

【 図 8 】 車両挙動モデルの他の例を説明するための図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 8 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。図 1 は、本実施形態に係る冠水検知システムの概略構成を示すブロック図である。

40

【 0 0 2 9 】

本実施形態に係る冠水検知システム 1 0 は、複数の車両 1 2 に搭載された情報提供装置 1 4 と、冠水エリア推定センタ 3 6 とが通信ネットワーク 3 4 を介して接続されている。冠水エリア推定センタ 3 6 は、複数の車両 1 2 に搭載された情報提供装置 1 4 から車両 1 2 の走行状態データを C A N (Controller Area Network) データとして収集する。そして、収集した C A N データを用いて各車両 1 2 が走行している道路の冠水を判定する処理を行う。また、冠水エリア推定センタ 3 6 は、各車両 1 2 が走行している道路の冠水判定の結果を用いて、冠水エリアを推定する処理を行う。

50

【 0 0 3 0 】

各車両 1 2 に搭載された情報提供装置 1 4 は、演算部 1 6、GPS 受信部 1 8、加速度センサ 2 0、表示部 2 2、車速センサ 2 4、通信部 2 6、勾配センサ 2 8、アクセルペダルセンサ 3 0、及びブレーキペダルセンサ 3 2 を備えている。なお、加速度センサ 2 0、車速センサ 2 4、勾配センサ 2 8、アクセルペダルセンサ 3 0、及びブレーキペダルセンサ 3 2 は、検出部に対応する。

【 0 0 3 1 】

演算部 1 6 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、及び RAM (Random Access Memory) 等を含む一般的なマイクロコンピュータで構成されている。

10

【 0 0 3 2 】

GPS 受信部 1 8 は、GPS (Global Positioning System) 衛星からの信号を受信して受信した GPS 信号を演算部 1 6 に出力する。これにより、演算部 1 6 は、複数の GPS 衛星からの GPS 信号に基づいて、自車両 1 2 の位置を測位する。

【 0 0 3 3 】

加速度センサ 2 0 は、自車両 1 2 に加わる加速度を走行状態データとして検出し、検出結果を演算部 1 6 に出力する。加速度は、車両 1 2 の前後方向、幅方向、及び上下方向の各々の方向を検出してもよいが、車両 1 2 の前後方向の加速度のみを検出してもよい。

【 0 0 3 4 】

表示部 2 2 は、冠水エリア推定センタ 3 6 によって推定された冠水エリアの情報 (例えば、地図情報等) や、各種情報を表示する。

20

【 0 0 3 5 】

車速センサ 2 4 は、自車両 1 2 の走行速度を走行状態データとして検出し、検出結果を演算部 1 6 に出力する。

【 0 0 3 6 】

通信部 2 6 は、通信ネットワーク 3 4 と無線通信を行うことにより、冠水エリア推定センタ 3 6 や、他の車両 1 2 に搭載された情報提供装置 1 4 と通信する。通信ネットワーク 3 4 としては、例えば、携帯電話回線網等の無線通信回線網を含む。

【 0 0 3 7 】

勾配センサ 2 8 は、車両 1 2 の傾きを検出することにより、車両 1 2 が走行している勾配を走行状態データとして検出し、検出結果を演算部 1 6 に出力する。勾配は、車両 1 2 の前後方向の勾配のみを検出してもよいし、車幅方向の勾配も加えて検出してもよい。

30

【 0 0 3 8 】

アクセルペダルセンサ 3 0 は、アクセルペダルの踏み込み量を走行状態データとして検出し、検出結果を演算部 1 6 に出力する。

【 0 0 3 9 】

ブレーキペダルセンサ 3 2 は、ブレーキペダルの操作状態を走行状態データとして検出し、検出結果を演算部 1 6 に出力する。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、走行状態データとして、加速度センサ 2 0、車速センサ 2 4、勾配センサ 2 8、アクセルペダルセンサ 3 0、及びブレーキペダルセンサ 3 2 の検出結果を一例として検出する例を説明するが、これらに限るものではない。

40

【 0 0 4 1 】

演算部 1 6 は、各センサから取得した複数種類の走行状態データ及び車種を識別する車種 ID を、通信部 2 6 及び通信ネットワーク 3 4 を介して冠水エリア推定センタ 3 6 に送信する。

【 0 0 4 2 】

一方、冠水エリア推定センタ 3 6 は、中央処理部 3 8、中央通信部 4 8、モデル記憶部 5 0、及び CAN データベース 5 2 を備えている。

【 0 0 4 3 】

50

中央通信部 48 は、通信ネットワーク 34 と無線通信を行うことにより、各車両 12 に搭載された情報提供装置 14 と通信する。

【0044】

モデル記憶部 50 は、車両 12 が走行することにより変化する物理量（詳細は後述）を求める車両挙動モデルと、車種毎に設定された係数テーブルを記憶する。

【0045】

CANデータベース 52 は、各車両 12 に搭載された情報提供装置 14 から取得した走行状態データをCANデータとして記憶する。

【0046】

中央処理部 38 は、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、及びRAM (Random Access Memory) 等を含む一般的なコンピュータで構成されている。中央処理部 38 は、予測部 40、判定部 42、冠水エリア推定部 44、及びモデル更新部 46 の機能を有する。各機能は、ROM等に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。なお、中央処理部 38 の各機能は、取得部、導出部、検知部、結果収集部、及び推定部に相当し、詳細は後述する処理に対応する。

10

【0047】

予測部 40 は、モデル記憶部 50 に予め記憶した車両挙動モデルを読み出し、車種IDから車種を特定して、車種に対応する係数を選択して車両挙動モデルに適用することで車種毎の車両挙動モデルを導出する。そして、導出した車両挙動モデルにCANデータを代入することにより、物理量の予測値を算出する。本実施形態では、予測する物理量として車速を適用し、車速を求めるために予め導出した車両挙動モデルに、車種に対応する予め求めた係数を適用して、車速の予測値を算出する。なお、車速を求める車両挙動モデルの詳細については後述する。

20

【0048】

判定部 42 は、予測部 40 によって予測した車速と、情報提供装置 14 から取得した実際の車速とを比較して、道路の冠水の有無を判定する。具体的には、予測値と実測値との差が予め定めた閾値以上の場合に冠水と判定することにより道路の冠水を検知する。例えば、図2に示すように、時間経過に対して、実測値と予測値が変化した場合には、実測値と予測値との差が予め定めた閾値以上の状態が所定時間（例えば、5秒以上）継続した区間で、判定部 42 は、エラー（冠水）と判定する。

30

【0049】

冠水エリア推定部 44 は、判定部 42 の判定結果を用いて、道路が冠水している冠水エリアを推定する。例えば、地図を四方 100m 区画に分割してエリアを定義し、個車の判定部 42 の判定結果を収集し、あるエリアにおいて、所定時間内に所定数以上が冠水と判定された場合、そのエリアを冠水エリアとして推定する。

【0050】

モデル更新部 46 は、CANデータベース 52 に記憶されたCANデータを用いて車両挙動モデルの係数を機械学習によって導出し、モデル記憶部 50 に記憶すると共に、随時モデルの係数テーブルを更新する。

【0051】

続いて、上述の車速を求める車両挙動モデルの一例について詳細に説明する。本実施形態では、運動方程式を用いて物理量として車速を求める車両挙動モデルを導出する。

40

【0052】

まず、運動方程式は、以下の(1)式で表せる。

【0053】

$$M \times (dv/dt) = F \cdots (1)$$

【0054】

なお、Mは車両重量、 dv/dt は加速度、Fは車両12が前に進む力である。

【0055】

ここで、 dv/dt は近似的に以下の(2)式で表せる。

50

【 0 0 5 6 】

$$d v / d t = (v (t + t) - (v (t)) / t \cdots (2)$$

【 0 0 5 7 】

なお、 $v (t + t)$ は t 秒後の車速（予測した車速）、 t は時間、 $v (t)$ は現在の時刻の車速である。

【 0 0 5 8 】

(2) 式を (1) 式に代入すると、以下の (3) 式が得られる。

【 0 0 5 9 】

$$M \times (v (t + t) - v (t)) / t = F \cdots (3)$$

【 0 0 6 0 】

$v (t + t)$ について整理すると、以下の (4) 式となる。

【 0 0 6 1 】

$$v (t + t) = v (t) + (F / M) \times t \cdots (4)$$

【 0 0 6 2 】

ここで、 F の項は、 $F = F 1$ (車両 1 2 の駆動力) - $F 2$ (車両 1 2 が受ける抵抗) であるが、CAN データを用いると、

【 0 0 6 3 】

$$F 1 = C 1 \times R \cdots (5)$$

【 0 0 6 4 】

なお、 $C 1$ は係数、 R はアクセル踏み込み量であり、CAN データから得られる。

【 0 0 6 5 】

$$F 2 = \text{空気抵抗} + \text{勾配抵抗} + \text{転がり抵抗} + \text{加速抵抗} \cdots (6)$$

【 0 0 6 6 】

$$\text{空気抵抗} = C 2 1 \times v (t) ^ 2$$

【 0 0 6 7 】

$$\text{勾配抵抗} = C 2 2 \times \sin$$

【 0 0 6 8 】

$$\text{転がり抵抗} = C 2 3 \times v (t)$$

【 0 0 6 9 】

$$\text{加速抵抗} = C 2 4 \times a (t)$$

【 0 0 7 0 】

なお、 $C 2 1$ 、 $C 2 2$ 、 $C 2 3$ 、 $C 2 4$ は係数、 θ は路面勾配、 $v (t)$ は車速、 $a (t)$ は加速度であり、CAN データから得られる。

【 0 0 7 1 】

(5) 式及び (6) 式を (4) 式に代入して、下記の重回帰式を車両挙動モデルとして得ることができる。

【 0 0 7 2 】

$$v (t + t) = v (t) + \{ C 1 \times R - (C 2 1 \times v (t) ^ 2 + C 2 2 \times \sin \theta + C 2 3 \times v (t) + C 2 4 \times a (t)) \} \times (t / M) \cdots (7)$$

【 0 0 7 3 】

各係数は、複数の車両 1 2 から収集して CAN データベースに記憶された大量の CAN データを用いて、重回帰分析の学習モデルにより求めて係数テーブルとしてモデル記憶部 5 0 に記憶する。また、CAN データを新たに取得する毎に、モデル記憶部 5 0 に記憶された係数を更新する。また、車種毎に係数が異なるため、車種毎に係数を求めて更新する。例えば、モデル記憶部 5 0 に記憶する係数は、図 3 に示すように、車種とモデルの係数とを対応づけてテーブルとして記憶する。

【 0 0 7 4 】

続いて、上述のように構成された本実施形態に係る冠水検知システム 1 0 において、冠水エリア推定センタ 3 6 において中央処理部 3 8 が車両挙動モデルを導出する際の処理について説明する。図 4 は、本実施形態に係る冠水検知システム 1 0 の冠水エリア推定セン

10

20

30

40

50

タ 3 6 において、車両挙動モデルを機械学習によって導出する際に中央処理部 3 8 で行われる処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、図 4 の処理は、車両挙動モデルの初期の係数を導出する際に行われると共に、CAN データベース 5 2 に CAN データが収集される毎に行われる。

【 0 0 7 5 】

ステップ 1 0 0 では、モデル更新部 4 6 が、中央通信部 4 8 を介して CAN データベース 5 2 に収集した走行状態データとしての CAN データを取得してステップ 1 0 2 へ移行する。なお、ステップ 1 0 0 は取得部に相当する。

【 0 0 7 6 】

ステップ 1 0 2 では、モデル更新部 4 6 が、取得した CAN データの前処理を行ってステップ 1 0 4 へ移行する。前処理としては、例えば、日時及び車種毎に CAN データをソートし、時間毎及び車種毎に分類する。また、CAN データ毎に、時間を統一してデータの欠損に対して補間等の処理を行ってもよい。

10

【 0 0 7 7 】

ステップ 1 0 4 では、モデル更新部 4 6 が、モデル式を決定し、モデル記憶部 5 0 に記憶して一連の処理を終了する。すなわち、CAN データを用いて上述の車両挙動モデルとしての重回帰式の各係数を機械学習により導出してモデル記憶部 5 0 に記憶する。既に各係数が記憶されている場合には、各係数を更新する。なお、ステップ 1 0 4 は導出部に相当する。

【 0 0 7 8 】

20

次に、冠水エリア推定センタ 3 6 において中央処理部 3 8 が各車両 1 2 からの CAN データに基づいて冠水を判定する際に行われる処理について説明する。図 5 は、本実施形態に係る冠水検知システム 1 0 の冠水エリア推定センタ 3 6 において、冠水を判定する際に中央処理部 3 8 で行われる処理の流れの一例を示すフローチャートである。なお、図 5 の処理は、例えば、各車両 1 2 の情報提供装置 1 4 から CAN データを取得する毎、或いは、予め定めた量の CAN データを取得する毎に開始する。

【 0 0 7 9 】

ステップ 2 0 0 では、中央処理部 3 8 が、中央通信部 4 8 及び通信ネットワーク 3 4 を介して情報提供装置 1 4 から CAN データを取得してステップ 2 0 2 へ移行する。なお、ステップ 2 0 0 は取得部に相当し、以降のステップ 2 0 2 ~ 2 1 0 の処理が検知部に相当する。

30

【 0 0 8 0 】

ステップ 2 0 2 では、予測部 4 0 が、取得した CAN データと車両挙動モデルとを用いて車速の予測値を算出してステップ 2 0 4 へ移行する。すなわち、モデル記憶部 5 0 に記憶した車両挙動モデルを読み出して、車種 ID から車種を特定して車種に対応する係数を選択して車両挙動モデルに適用する。そして、取得した CAN データを車両挙動モデルに代入することで、車速の予測値を算出する。

【 0 0 8 1 】

ステップ 2 0 4 では、判定部 4 2 が、車速の予測値と、情報提供装置 1 4 から取得した実際の CAN データの車速の実測値とを比較してステップ 2 0 6 へ移行する。

40

【 0 0 8 2 】

ステップ 2 0 6 では、判定部 4 2 が、予測値と実測値との差が予め定めた閾値以上であるか否かを判定する。該判定が否定された場合にはステップ 2 0 8 へ移行し、肯定された場合にはステップ 2 1 0 へ移行する。

【 0 0 8 3 】

ステップ 2 0 8 では、判定部 4 2 が、CAN データを取得した車両 1 2 が走行する道路が冠水していない非冠水であると判定して一連の処理を終了する。

【 0 0 8 4 】

一方、ステップ 2 1 0 では、判定部 4 2 が、CAN データを取得した車両 1 2 が走行する道路が冠水していると判定して一連の処理を終了する。

50

【 0 0 8 5 】

続いて、本実施形態に係る本実施形態に係る冠水検知システム 1 0 において、冠水エリア推定センタ 3 6 において中央処理部 3 8 が冠水エリアを推定する処理について説明する。図 6 は、本実施形態に係る冠水検知システム 1 0 において、冠水エリア推定センタ 3 6 において中央処理部 3 8 が冠水エリアを推定する処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【 0 0 8 6 】

ステップ 3 0 0 では、冠水エリア推定部 4 4 が、冠水判定情報を収集してステップ 3 0 2 へ移行する。すなわち、図 5 の冠水判定の結果を収集する。なお、ステップ 3 0 0 は結果収集部に相当する。

【 0 0 8 7 】

ステップ 3 0 2 では、冠水エリア推定部 4 4 が、冠水エリアを推定してステップ 3 0 4 へ移行する。冠水エリアの推定は、上述したように、判定部 4 2 の判定結果を用いて、道路が冠水している冠水エリアを推定する。例えば、地図を四方 1 0 0 m 区画に分割してエリアを定義し、個車の判定部 4 2 の判定結果を収集し、あるエリアにおいて、所定時間内に所定数以上が冠水と判定された場合、そのエリアを冠水エリアとして推定する。なお、ステップ 3 0 2 は推定部に相当する。

【 0 0 8 8 】

ステップ 3 0 4 では、冠水エリア推定部 4 4 が、冠水エリア情報を配信して一連の処理を終了する。例えば、中央通信部 4 8 を介して通信ネットワーク 3 4 に接続されている情報提供装置 1 4 に対して冠水エリア情報を配信することにより、各情報提供装置 1 4 を搭載した車両 1 2 では、冠水エリアが分かるので、冠水エリアを通行しないルートを選択することが可能となる。例えば、ナビゲーション装置により、冠水エリアを通るルート案内が行われている場合に、冠水エリアを避けるルートをリルートすることが可能となる。或いは、冠水エリア情報を必要としている天気予報会社等に配信して対価を得るようにしてもよい。

【 0 0 8 9 】

なお、上記の実施形態では、冠水エリア推定センタ 3 6 側で冠水判定を行う例を説明したが、これに限るものではない。例えば、冠水判定は、各車両 1 2 に搭載された情報提供装置 1 4 側で行うようにしてもよい。図 7 は、冠水判定を各車両 1 2 に搭載された情報提供装置 1 4 側で行う場合の冠水検知システムの構成例を示すブロック図である。この場合には、図 7 に示すように、予測部 4 0、判定部 4 2、及びモデル記憶部 5 0 の機能を情報提供装置 1 4 に持たせる。すなわち、モデル記憶部 5 0 には、情報提供装置 1 4 を搭載する車両 1 2 の車種に応じた車両挙動モデルを予め導出して記憶しておく。或いは、車種毎の複数の車両挙動モデルを予め導出して記憶しておき、使用する際に自車両に対応する車両挙動モデルを選択する構成とする。そして、図 5 の処理を情報提供装置 1 4 の演算部 1 6 が実行することにより、予測部 4 0 によって予測値を算出して判定部 4 2 による冠水判定を上記実施形態と同様に行うことが可能となる。また、冠水エリアを推定する際には、冠水エリア推定センタ 3 6 の中央処理部 3 8 が各車両 1 2 から冠水の判定結果を収集して図 6 の処理を行うことで、冠水エリア推定センタ 3 6 が冠水エリアを推定することができる。なお、冠水判定を各車両 1 2 に搭載された情報提供装置 1 4 側で行う場合は、図 5 の処理を演算部 1 6 が行う処理に適宜変換して行うものとする。また、この場合の演算部 1 6 が実行するステップ 2 0 0 の処理は取得部に相当し、ステップ 2 0 2 ~ 2 1 0 の処理は検知部に相当する。

【 0 0 9 0 】

また、上記の実施形態では、車両挙動モデルとして重回帰式を用いた例を説明したが、車両挙動モデルは、重回帰式による機械学習に限定されるものではない。例えば、車両挙動モデルは、図 8 に示すように、CAN データ (アクセル踏み込み量 R 、車速 $v(t)$ 、路面勾配、加速度 dv/dt 等) を予測式の説明変数の各項に用いて t 秒後の予測値 $v(t + \Delta t)$ を求める種々の予測モデルを適用できる。重回帰分析以外の予測モデルの一

10

20

30

40

50

例としては、ニューラルネットワークや、サポートベクター回帰(SVR : Support Vector Regression)等の各種機械学習モデルを適用してもよい。

【 0 0 9 1 】

また、上記の実施形態では、物理量として車速を求める車両挙動モデルを用いたが、物理量はこれに限るものではなく、例えば、加速度や、加速度の変化率など他の物理量を求める車両挙動モデルを用いてもよい。

【 0 0 9 2 】

また、上記の実施形態では、空気抵抗、勾配抵抗、転がり抵抗、及び加速抵抗を車両が受ける抵抗 F_2 として、車両挙動モデルを導出したが、車両が受ける抵抗 F_2 はこれに限定されるものではない。例えば、転がり抵抗及び加速抵抗は他の抵抗に比べて小さいので、少なくとも一方の抵抗を省略してもよい。

10

【 0 0 9 3 】

また、上記の各実施形態における冠水検知システム 10 の各部で行われる処理は、プログラムを実行することにより行われるソフトウェア処理として説明したが、これに限るものではない。例えば、ハードウェアで行う処理としてもよい。或いは、ソフトウェア及びハードウェアの双方を組み合わせた処理としてもよい。また、ソフトウェアの処理とした場合には、プログラムを各種記憶媒体に記憶して流通させるようにしてもよい。

【 0 0 9 4 】

さらに、本発明は、上記に限定されるものでなく、上記以外にも、その主旨を逸脱しない範囲内において種々変形して実施可能であることは勿論である。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 9 5 】

- 1 0 冠水検知システム
- 1 2 車両
- 1 4 情報提供装置
- 1 6 演算部
- 3 6 冠水エリア推定センタ
- 3 8 中央処理部
- 4 0 予測部
- 4 2 判定部
- 4 4 冠水エリア推定部
- 4 6 モデル更新部
- 4 8 中央通信部
- 5 0 モデル記憶部
- 5 2 C A N データベース

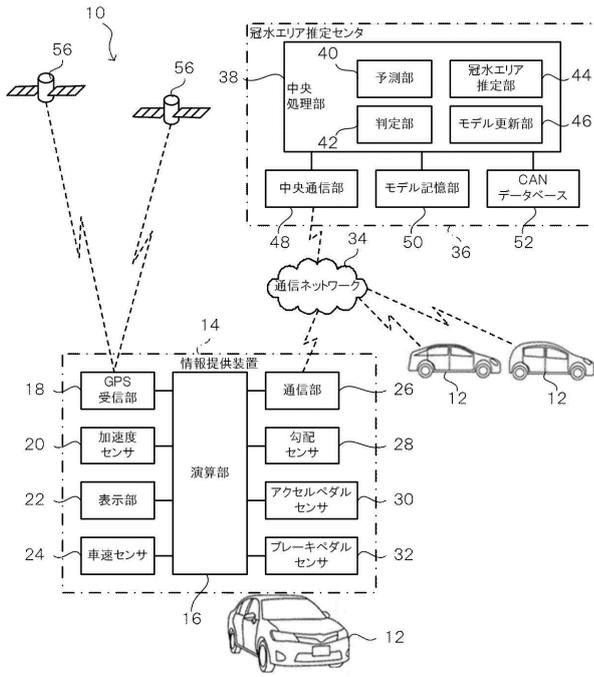
30

40

50

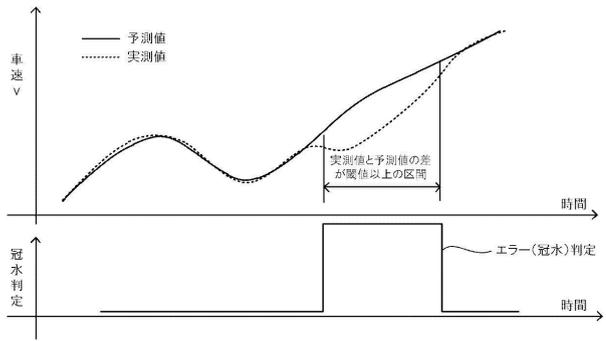
【図面】

【図 1】



- 10 冠水検知システム
- 12 車両
- 14 情報提供装置
- 16 演算部
- 36 冠水エリア推定センタ
- 38 中央処理部
- 40 予測部
- 42 判定部
- 44 冠水エリア推定部
- 46 モデル更新部
- 48 中央通信部
- 50 モデル記憶部
- 52 CANデータベース

【図 2】



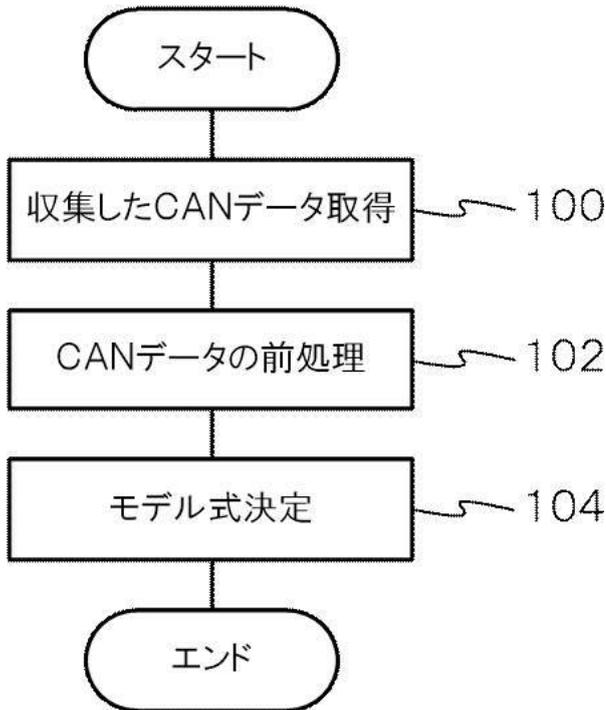
10

20

【図 3】

車種ID	C1	C21	C22	C23	C24
a	C1_a	C21_a	C22_a	C23_a	C24_a
b	C1_b	C21_b	C22_b	C23_b	C24_b
c	C1_c	C21_c	C22_c	C23_c	C24_c

【図 4】

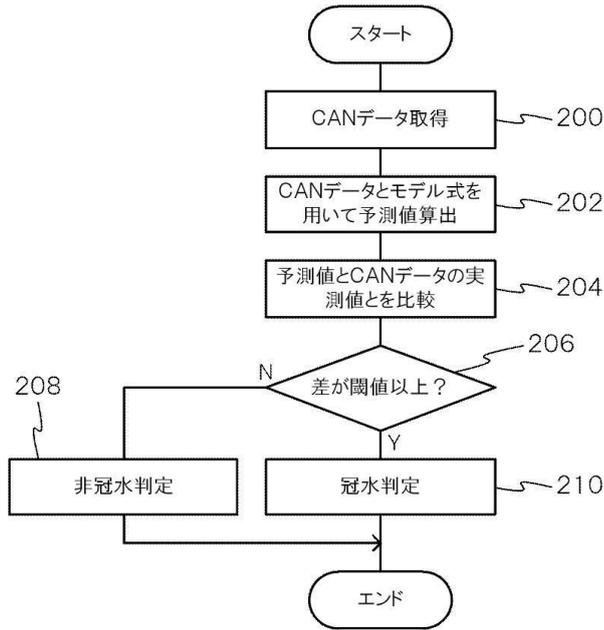


30

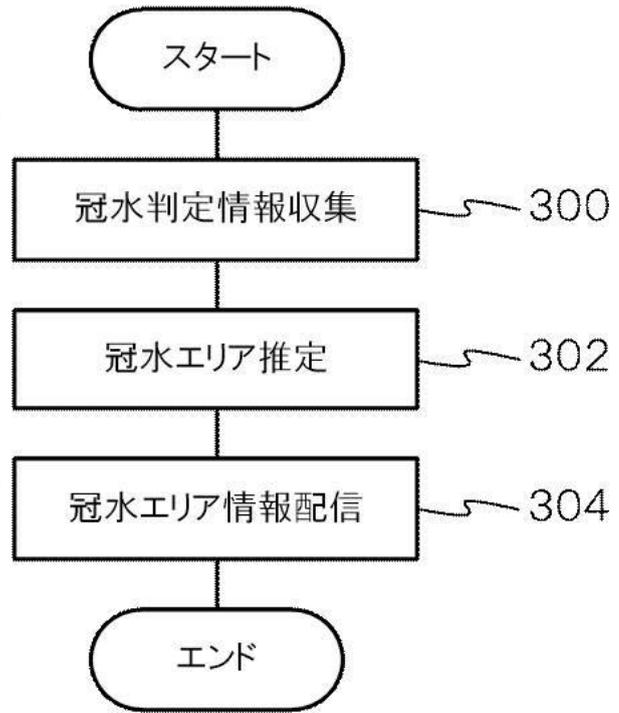
40

50

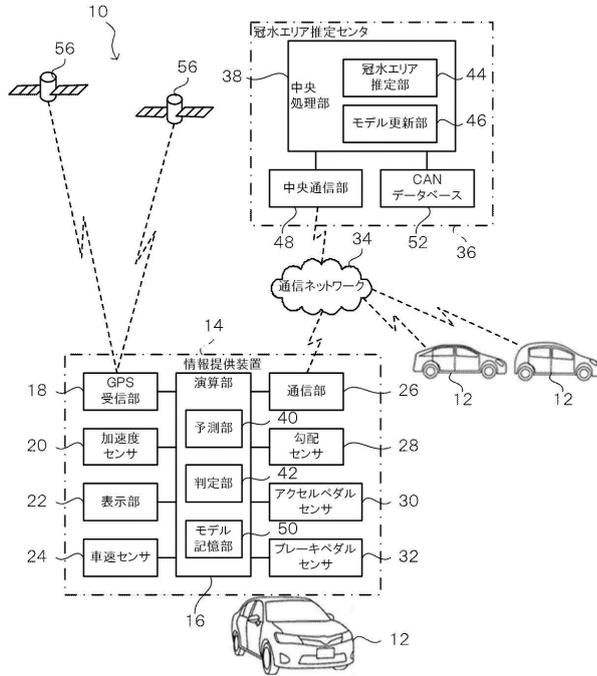
【図5】



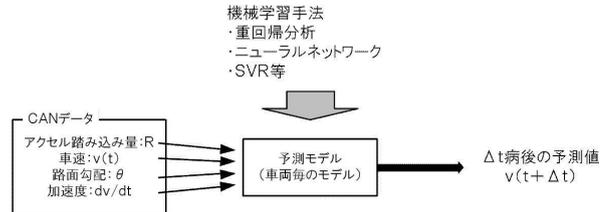
【図6】



【図7】



【図8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 上田 健揮
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 橋本 哲弥
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 戸敷 創
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 石原 直樹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 落合 勇太
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 河合 英紀
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- 審査官 吉村 俊厚
- (56)参考文献 特開2017-024460(JP,A)
特開2002-127773(JP,A)
特開2007-139090(JP,A)
特開2002-225590(JP,A)
特開2000-110925(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G08G 1/00 - 99/00
G01C 21/00 - 21/36
B60W 10/00 - 60/00