

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7307003号
(P7307003)

(45)発行日 令和5年7月11日(2023.7.11)

(24)登録日 令和5年7月3日(2023.7.3)

(51)国際特許分類 F I
G 0 5 B 23/02 (2006.01) G 0 5 B 23/02 Z

請求項の数 15 (全15頁)

(21)出願番号	特願2020-16816(P2020-16816)	(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
(22)出願日	令和2年2月4日(2020.2.4)	(74)代理人	110001689 青稜弁理士法人
(65)公開番号	特開2021-124854(P2021-124854 A)	(72)発明者	吉田 洵也 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
(43)公開日	令和3年8月30日(2021.8.30)	(72)発明者	武藤 和夫 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
審査請求日	令和4年7月25日(2022.7.25)	(72)発明者	奥出 真理子 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
		(72)発明者	西田 武央

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運転モード検出装置、運転モード検出システム及び運転モード検出方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動機器の時系列稼働データを収集して運転モードを検出する運転モード検出装置であって、

前記時系列稼働データを収集して前記運転モードを検出するために用いる閾値時系列データを動的に生成して最適化する閾値最適化部と、

前記閾値時系列データを用いて、前記運転モードに対応したテンプレート時系列データを作成するテンプレート作成部と、

新たに収集した新規時系列稼働データに対して前記テンプレート時系列データを適用することにより前記運転モードを検出する運転モード判定部と、

を有することを特徴とする運転モード検出装置。

【請求項2】

前記閾値最適化部は、

前記閾値時系列データを動的に生成するための閾値決定関数のパラメータを可変に設定することにより前記閾値時系列データを最適化することを特徴とする請求項1に記載の運転モード検出装置。

【請求項3】

前記閾値最適化部は、

所定のクラスタリングを実行することにより、前記閾値決定関数の前記パラメータを可変に設定することを特徴とする請求項2に記載の運転モード検出装置。

【請求項 4】

前記閾値最適化部は、

前記時系列稼働データから所定の特徴量を抽出することにより生成された特徴量時系列データが前記閾値時系列データを超える部分を抽出して部分時系列データの集合を作成し、前記部分時系列データの集合に対して、前記部分時系列データの類似度に基づいて前記クラスタリングを実行して複数のクラスタを生成することを特徴とする請求項 3 に記載の運転モード検出装置。

【請求項 5】

前記閾値最適化部は、

前記クラスタリングを実行する際に、前記クラスタのまとまりの良さを前記クラスタの評価指標とし、前記クラスタ内の分散及び前記クラスタ間の分散の値から前記評価指標をクラスタ評価値として求め、前記クラスタ評価値の変化が所定の閾値以下になるように前記閾値決定関数の前記パラメータを更新することを特徴とする請求項 4 に記載の運転モード検出装置。

10

【請求項 6】

前記テンプレート作成部は、

前記クラスタ評価値の変化が前記所定の閾値以下となった場合に、前記閾値決定関数の前記パラメータを用いて実行された前記クラスタリングの前記クラスタの重心のデータを取得し、

前記クラスタの重心のデータに対応する前記部分時系列データにラベルを付与して、前記運転モードごとの前記テンプレート時系列データを作成することを特徴とする請求項 5 に記載の運転モード検出装置。

20

【請求項 7】

前記閾値最適化部は、

前記新規時系列稼働データを用いて、最適化された前記閾値時系列データを生成し、

前記新規時系列稼働データから所定の特徴量を抽出することにより生成された特徴量時系列データが前記閾値時系列データを超える部分を抽出して、複数の部分時系列データを作成し、

前記運転モード判定部は、

前記テンプレート時系列データと複数の前記部分時系列データとを比較して類似度を求め、前記類似度が最も高い前記部分時系列データを選択することにより前記運転モードを検出することを特徴とする請求項 1 に記載の運転モード検出装置。

30

【請求項 8】

移動機器に設置された端末装置と、前記端末装置にネットワークを介して接続された運転モード検出装置と、を有する運転モード検出システムであって、

前記端末装置は、

前記移動機器の時系列稼働データを取得する稼働データ取得部を有し、

前記運転モード検出装置は、

前記稼働データ取得部が取得した前記時系列稼働データを収集して前記運転モードを検出するために用いる閾値時系列データを動的に生成して最適化する閾値最適化部と、

40

前記閾値時系列データを用いて、前記運転モードに対応したテンプレート時系列データを作成するテンプレート作成部と、

新たに収集した新規時系列稼働データに対して前記テンプレート時系列データを適用することにより前記運転モードを検出する運転モード判定部と、

を有することを特徴とする運転モード検出システム。

【請求項 9】

前記閾値最適化部は、

前記閾値時系列データを動的に生成するための閾値決定関数のパラメータを可変に設定することにより前記閾値時系列データを最適化することを特徴とする請求項 8 に記載の運転モード検出システム。

50

【請求項 1 0】

前記閾値最適化部は、

所定のクラスタリングを実行することにより、前記閾値決定関数の前記パラメータを可変に設定することを特徴とする請求項 9 に記載の運転モード検出システム。

【請求項 1 1】

前記閾値最適化部は、

前記時系列稼働データから所定の特徴量を抽出することにより生成された特徴量時系列データが前記閾値時系列データを越える部分を抽出して部分時系列データの集合を作成し、前記部分時系列データの集合に対して、前記部分時系列データの類似度に基づいて前記クラスタリングを実行して複数のクラスタを生成することを特徴とする請求項 1 0 に記載の運転モード検出システム。

10

【請求項 1 2】

前記閾値最適化部は、

前記クラスタリングを実行する際に、前記クラスタのまとまりの良さを前記クラスタの評価指標とし、前記クラスタ内の分散及び前記クラスタ間の分散の値から前記評価指標をクラスタ評価値として求め、前記クラスタ評価値の変化が所定の閾値以下になるように前記閾値決定関数の前記パラメータを更新することを特徴とする請求項 1 1 に記載の運転モード検出システム。

【請求項 1 3】

前記テンプレート作成部は、

前記クラスタ評価値の変化が前記所定の閾値以下となった場合に、前記閾値決定関数の前記パラメータを用いて実行された前記クラスタリングの前記クラスタの重心のデータを取得し、

20

前記クラスタの重心のデータに対応する前記部分時系列データにラベルを付与して、前記運転モードごとの前記テンプレート時系列データを作成することを特徴とする請求項 1 2 に記載の運転モード検出システム。

【請求項 1 4】

前記閾値最適化部は、

前記新規時系列稼働データを用いて、最適化された前記閾値時系列データを生成し、

前記新規時系列稼働データから所定の特徴量を抽出することにより生成された特徴量時系列データが前記閾値時系列データを越える部分を抽出して、複数の部分時系列データを作成し、

30

前記運転モード判定部は、

前記テンプレート時系列データと複数の前記部分時系列データとを比較して類似度を求め、前記類似度が最も高い前記部分時系列データを選択することにより前記運転モードを検出することを特徴とする請求項 8 に記載の運転モード検出システム。

【請求項 1 5】

移動機器の時系列稼働データを収集して運転モードを検出する運転モード検出方法であって、

前記時系列稼働データを収集して前記運転モードを検出するために用いる閾値時系列データを動的に生成して最適化する閾値最適化ステップと、

40

前記閾値時系列データを用いて、前記運転モードに対応したテンプレート時系列データを作成するテンプレート作成ステップと、

新たに収集した新規時系列稼働データに対して前記テンプレート時系列データを適用することにより前記運転モードを検出する運転モード判定ステップと、

を有することを特徴とする運転モード検出方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、運転モード検出装置、運転モード検出システム及び運転モード検出方法に関

50

する。

【背景技術】

【0002】

運転中の機器から取得した様々なセンサ値（稼働データ）を診断することによって、機器の故障の予兆を検知し、本格的な故障を未然に防ぐ技術が一般的に普及している。機器の故障の予兆はその機器が関係する特有の運転モード（自動車のアクセル操作、ブレーキ操作、ステアリング操作などの稼働状態）のみに発現する。このため、故障の予兆を検知するためには、稼働データから特有の運転モードが発生している期間を抽出する必要がある。

【0003】

稼働データのような時系列データから特定の運転モードが発生した期間を抽出する技術としては、非特許文献1の時系列パターンマッチング技術を用いたものがある。非特許文献1では、ある処理を行われた稼働データ（抽出対象時系列データ）に対して、ある閾値以上の期間を抽出し、抽出された期間に対して、DTW（Dynamic Time Warping）法を用いて運転モードごとのテンプレート時系列データとの類似度を計算し、類似度が最も高いテンプレートの運転モードを抽出された期間の運転モードとして判定する。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【文献】Performance Comparison of dynamic time warping (DTW) and a maximum likelihood (ML) classifier in measuring driver behavior with smartphones、J. Engelbrecht、et al. (2015)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

非特許文献1では、ある閾値を用いて、抽出対象時系列データから何らかの運転モードが発生した期間を抽出する。この閾値は一定の値を用いているが、最適な閾値は自動車の周辺状況やドライバごとに異なると考えられる。一方で、自動車の周辺状況やドライバは自動車の走行によって時々刻々と変化し、最適な閾値も多様に変化すると考えられる。自動車の走行環境やドライバの情報に応じて、手で最適な閾値を設定することは困難である。

【0006】

本発明の目的は、運転モード検出装置において、最適な閾値を動的に自動で設定することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様の運転モード検出装置は、移動機器の時系列稼働データを収集して運転モードを検出する運転モード検出装置であって、前記時系列稼働データを収集して前記運転モードを検出するために用いる閾値時系列データを動的に生成して最適化する閾値最適化部と、前記閾値時系列データを用いて、前記運転モードに対応したテンプレート時系列データを作成するテンプレート作成部と、新たに収集した新規時系列稼働データに対して前記テンプレート時系列データを適用することにより前記運転モードを検出する運転モード判定部と、を有することを特徴とする。

【0008】

本発明の一態様の運転モード検出システムは、移動機器に設置された端末装置と、前記端末装置にネットワークを介して接続された運転モード検出装置と、を有する運転モード検出システムであって、前記端末装置は、前記移動機器の時系列稼働データを取得する稼

10

20

30

40

50

働データ取得部を有し、前記運転モード検出装置は、前記稼働データ取得部が取得した前記時系列稼働データを収集して前記運転モードを検出するために用いる閾値時系列データを動的に生成して最適化する閾値最適化部と、前記閾値時系列データを用いて、前記運転モードに対応したテンプレート時系列データを作成するテンプレート作成部と、新たに収集した新規時系列稼働データに対して前記テンプレート時系列データを適用することにより前記運転モードを検出する運転モード判定部と、を有する。

【0009】

本発明の一態様の運転モード検出方法は、移動機器の時系列稼働データを収集して運転モードを検出する運転モード検出方法であって、前記時系列稼働データを収集して前記運転モードを検出するために用いる閾値時系列データを動的に生成して最適化する閾値最適化ステップと、前記閾値時系列データを用いて、前記運転モードに対応したテンプレート時系列データを作成するテンプレート作成ステップと、新たに収集した新規時系列稼働データに対して前記テンプレート時系列データを適用することにより前記運転モードを検出する運転モード判定ステップと、を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明の一態様によれば、運転モード検出装置において、最適な閾値を動的に自動で設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】運転モード検出システムの構成を説明する図である。

【図2】特徴量時系列データを説明する図である。

【図3】勾配の影響の補正方法を説明する図である。

【図4】運転モードが発生した期間を抽出する方法を説明する図である。

【図5】抽出した期間のクラスタリング方法とその結果を説明する図である。

【図6】テンプレート時系列データ作成の処理フローを説明する図である。

【図7】運転モード検出の処理フローを説明する図である。

【図8】特徴量時系列データから閾値決定関数を用いて閾値時系列データを作成する方法を説明する図である。

【図9】抽出対象時系列データと閾値時系列データを用いてクラスタリングを行う方法を説明する図である。

20

30

【図10】クラスタの評価方法を説明する図である。

【図11】最適化された閾値時系列データが与えられたもとで期間検出を行う方法を説明する図である。

【図12】テンプレートの作成方法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以降、実施形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

実施形態において、具体的には、道路上を走行する自動車から得られる稼働データからある運転モードが発生した期間を抽出するための閾値を決定する例を説明する。なお、本発明は、自動車以外の車両、例えば、自動二輪車、建設機械、船舶、航空機等にも適用可能である。さらに、本発明は、人間等が搭乗しない機器にも適用可能である。実施形態において“車両”と言う語は、“移動する機器”を意味する。

40

【0013】

稼働データとは、車両に設置された端末が収集する車載センサや端末のセンサが取得するセンサ値（測定値）である。センサが取得した一次的なデータの他に、一次的なデータを加工・演算した結果算出される二次データも稼働データに含まれる。稼働データの例として、加速度、車速、エンジン回転速度、角速度等、多くの種類が存在する。

【0014】

ここで、稼働データの特徴は、移動する機器の稼働環境、稼働属性及び稼働状態に対応

50

し、運転モード検出に必要なセンサデータとその変化パターンを情報に含む。稼働環境は、天候、道路属性又は交通状況を含む。天候は、降水の有無、降雪の有無、降水量、降雪量、湿度、風向き、気温の内の少なくとも1つを含む。道路属性は、制限速度、勾配、交通量、交差点数、車線数、幅員の内の少なくとも1つを含む。交通状況は、混雑、渋滞、順調、道路区間ごとの旅行時間の内の少なくとも1つを含む。稼働属性は、ドライバID、ドライバの運転傾向、車両ID、車両重量の内の少なくとも1つを含む。稼働状態は、速度、加速度、角加速度、エンジン回転数、移動距離の内の少なくとも1つを含む。

【0015】

走行環境とは、車両の稼働環境であり、車両が走行する外部環境についての任意の物理量である。走行環境は、車載に設置された端末の位置センサ情報と環境情報を記憶した外部データベースを用いて取得されてもよいし、他の物理センサによって取得されてもよい。走行環境は、天候状態、道路状態及び交通状態の3つである。天候の例は雨や雪、晴れといった情報である。道路状態の例としては、勾配や制限速度である。交通状態としては、道路の渋滞の有無である。天候状態は気象データベース、道路状態は地図データベースから、交通状態は道路交通情報通信システム等から取得され、任意の位置と時間におけるそれぞれの状態が記憶されている。

10

【0016】

実施形態の運転モード検出システムが検出の対象とするデータは、稼働データである。運転モード検出システムは、稼働データに対して、ある閾値を用いて何らかの運転モードが発生した期間を抽出し、その抽出された期間についてあらかじめ運転モードごとに登録しておいたテンプレート時系列データと照合し、最も類似度が高いものと同じ運転モードであると判定する。

20

【0017】

実施形態の運転モード検出閾値決定方法は、上記の運転モード期間を検出する閾値が走行環境やドライバによって依存することを前提とし、それらの情報に応じて閾値を最適化する。最適化の指標としては、所与の閾値を与えて運転モード検出を行い、クラスタリングを実行した際のクラスタのまとまりの良さ、すなわち、同一クラスタ内のデータの分散の大きさと異なるクラスタ間の分散の大きさから計算される指標を用いる。

【0018】

図1を参照して、運転モード検出システムの構成を説明する。

30

運転モード検出システムは、端末装置1と運転モード検出装置2を有する。端末装置1は車両3に設置された移動情報端末である。端末装置1は、主記憶装置11、通信装置12、入力装置13及び端末制御装置14を備える。主記憶装置11におけるID取得部21及び稼働データ取得部22はプログラムである。

【0019】

運転モード検出システム2は、一般的なコンピュータである。運転モード検出システム2は、中央制御装置31、入力装置32、出力装置33、通信装置34、補助記憶装置35及び主記憶装置36を備える。これらはバスで接続されている。補助記憶装置35は、稼働データ41、車両情報42、特徴量データ43、閾値決定関数44、テンプレート45及び検出結果46を格納している。主記憶装置36における走行環境情報取得部51、前処理部52、特徴量作成部53、閾値最適化部54、テンプレート作成部55及び運転モード判定部56はプログラムである。

40

【0020】

以降の説明において、“部”と動作主体を記した場合、それは、端末装置1の場合は、端末制御装置14が主記憶装置11上のプログラムを実行することを意味し、運転モード検出装置2の場合は、中央制御装置31が補助記憶装置35もしくは外部データベース4から部を読み出し、主記憶装置36にロードしたうえで部の機能を実現することを意味する。また、以降の説明で用いられる類似度とは、DTW法などの時系列データ間の類似度を計算する手法を用いて計算されたものとする。

【0021】

50

以下に端末装置 1 上のプログラムの機能について説明する。ID 取得部 2 1 はユーザが入力装置 1 3 を用いて入力した車両 3 の車両 ID とドライバの ID を取得する。稼働データ取得部 2 2 は車両 3 の各センサからセンサ値を収集し、GPS (Global Positioning System) 衛星などの位置計測システムから電波を受信して自身の位置情報 (緯度及び経度) を算出する。それらの時系列データを稼働データとして出力する。

【0022】

通信装置 1 2 は、無線技術を使用して稼働データ取得部 2 2 が取得した稼働データを運転モード検出装置 2 にネットワーク 5 を介して送信する。以下に運転モード検出装置 2 について説明する。

【0023】

運転モード検出装置 2 は、ネットワーク 5 を介して、外部装置 4 及び端末装置 1 と通信可能である。外部装置 4 は、天候状態、道路状態、勾配状態及び交通状態を位置情報と時刻に関連付けて記憶している。端末装置 1 が収集した稼働データと車両及びドライバの情報は補助記憶装置 3 5 の稼働データ 4 1 に蓄積される。

【0024】

走行環境情報取得部 5 1 は、稼働データ 4 1 のうち、位置情報の時系列データをもとに、外部装置 4 の位置情報と時刻に関連付けられた天候情報、道路状態及び交通状態を照合し、それぞれの時系列データ (走行環境時系列データ) を作成する。天候は、晴れ、曇り、雨及び雪などのカテゴリ変数で表し、道路状態は車両走行位置における道路の制限速度で表し、交通状態は渋滞の有無を示す 2 値の変数で表す。

【0025】

前処理部 5 2 は稼働データ 4 1 の位置情報の時系列データと外部装置 4 の位置と時刻に関連付けられた勾配状態を照合し、勾配の時系列データを作成する。また、稼働データ 4 1 のうち、車両 ID の情報と、車両情報 4 2 に蓄積された車両 ID ごとの車両重量に基づき、車両 3 の車両重量を算出する。そして、稼働データ 4 1 のうち、進行方向の加速度など、道路の勾配による影響がある物理量について、勾配の値と車両重量から勾配による影響を差し引いた物理量を求める。また、運転モードの抽出対象となる物理量の時系列データについて、その物理量の時系列データの 2 乗をしたものの移動平均をとり、抽出対象時系列データとして稼働データ 4 1 に格納する。

【0026】

特徴量作成部 5 3 は、稼働データ 4 1 のドライバの情報を時系列データにし、ドライバ、車両 3 の速度の時系列データ及び走行環境情報取得部 5 1 が作成した走行環境時系列データを時刻に基づき同期して、特徴量時系列データを作成する。閾値最適化部 5 3 は、特徴量作成部 5 3 が作成した特徴量時系列データを閾値決定関数に与え、閾値の時系列データを作成する。(数 1) に閾値決定関数を示す。閾値決定関数は特徴量時系列データの値を変数と適当なパラメータで表される関数である。

【0027】

$$k = f(X_k | \theta) \quad (\text{数 1})$$

f は閾値決定関数であり、 k は時間ステップ k における閾値の値、 X_k は時間ステップ k における特徴量時系列データの値のベクトル、 θ は閾値決定関数のパラメータのベクトルである。ある時間ステップ k における、特徴量時系列データの値のベクトル X_k が与えられると、パラメータ θ のもとで閾値決定関数が閾値の値 k を決定する。閾値決定関数のモデルは深層学習などの機械学習のモデルを用いる。このようにして、閾値決定関数 $f(X_k | \theta)$ は特徴量時系列データから閾値の時系列データを作成する。

【0028】

次に、閾値時系列データを用いて、抽出対象時系列データ Z のうち、閾値の値以上となる期間を抽出し、部分時系列集合を作成する。部分時系列集合に対して、DTW 法等の時系列データの類似度計算手法を用いて、部分時系列集合のサンプル間の類似度を相互に計算し、その類似度をもとにクラスタリングを行う。この時、クラスタの数は運転モードの

10

20

30

40

50

数である。この結果生成されたクラスタのまとまりの良さ、すなわち同一クラスタの分散と異なるクラスタ間の分散の大きさから計算される指標の値を計算する。例えば、(数2)のような計算式でクラスタのまとまりの良さを評価する。

【0029】

$$W_{out} / W_{in} \quad (\text{数2})$$

ここで、 W_{out} は異なるクラスタの分散の大きさの平均であり、 W_{in} は同一のクラスタの分散の平均である。このような指標を所与の閾値関数 $f(X_k | \quad)$ に対して抽出対象時系列データ Z から運転モード期間を抽出して部分時系列集合データを作成し、クラスタリングを行った際のクラスタのまとまりの良さを計算する関数を(数3)のように表現する。

【0030】

$$g(Z | f(X_k | \quad)) \quad (\text{数3})$$

(数3)を最大化するときのパラメータベクトル \quad を(数4)のように求めて、閾値決定関数のデータベース44に格納する。

$$\arg \max \quad g(Z | f(X_k | \quad)) \quad (\text{数4})$$

【0031】

テンプレート作成部55は、閾値決定関数が最適化されたという前提のもと、閾値決定関数のデータベース44に格納された最適な閾値決定関数を用いて、閾値時系列データを作成し、期間抽出を行う。その結果得られた部分時系列集合に対してサンプル間の類似度に基づいてクラスタリングを行う。この時、サンプルは運転モードごとにクラスタを生成し、各クラスタの重心に最も近いサンプルを各運転モードのテンプレート時系列データとして採用する。このようにして選ばれたテンプレート時系列データを運転モードのラベルを付加して、テンプレートのデータベース45に格納する。

【0032】

運転モード判定部56は、テンプレートが作成されたという前提のもと、閾値決定関数を用いて、端末装置1が新たに収集した稼働データに対して、期間抽出を行う。抽出された各期間に対し、テンプレートのデータベース45に格納されたテンプレート時系列データベースと類似度を計算し、類似度が最も高いものを選択する。そのテンプレート時系列データのラベルをその抽出期間にも付加する。このようにして抽出期間と、そのラベルを検出結果のデータベース46に格納する。

【0033】

図2を参照して、特徴量時系列データの例を説明する。

特徴量時系列データは、走行環境取得部51が出力する天候201、制限速度202、渋滞の有無203の時系列データと、稼働データ41が記憶するドライバID204の時系列データ及び車両の稼働データのうち速度205の時系列データから構成される。なお、ドライバID204の代わりに、ドライバの運転傾向を示す属性ラベル値、例えば、荒い運転や穏やかな運転を示すラベル値を用いてもよい。

【0034】

図3を参照して、前処理部52が行う道路の勾配の補正方法の例について説明する。

稼働データのうち、加速度などの物理量は道路の勾配による影響を受ける。加速度の場合を例に、道路の勾配の影響を差し引いて補正する計算式を(数5)に示す。

$$a_{n,k} = a_{m,k} - M g \sin \theta_k \quad (\text{数5})$$

ここで、 $a_{m,k}$ は時間ステップ k における加速度、 θ_k は、車両301に対して環境情報取得部51が取得した時間ステップ k における勾配、 M は車両情報のデータベース42が記憶する車両301の重量、 g は重力加速度、 $a_{n,k}$ は補正された加速度である。

【0035】

図4を参照して、運転モードが発生した期間を抽出する方法について説明する。

稼働データから期間抽出を行う際、抽出対象時系列データ401の値が特徴量時系列データを入力として閾値決定関数44が作成した閾値時系列データ402の値以上の部分を運転モードが発生した期間、すなわち抽出期間403として抽出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

図 5 を参照して、抽出期間のクラスタリング方法及び結果について説明する。図 5 は抽出期間の集合を 2 つの運転モードにクラスタリングした結果のイメージである。

各抽出期間の時系列データ、すなわち、部分時系列データの類似度をそれぞれ計算し、それに基づきクラスタ分割を行う。図 5 では 2 次元平面でデータの分布及びクラスタを表現しているが、実際は相対的な類似度のみで定義される空間上にデータが分布している。5 0 1、5 0 2 はクラスタリングによって生成されたクラスタであり、5 0 3 のような白丸の点は各部分時系列データであり、それぞれのクラスタ 5 0 1、5 0 2 は重心 5 0 4、5 0 5 を持つ。これらの重心 5 0 2、5 0 4 はクラスタ 5 0 1、5 0 2 内で最も各運転モードの特徴を顕著に有する部分時系列データであるといえる。

10

【 0 0 3 7 】

図 8 を参照して、特徴量時系列データ 8 0 1 から閾値決定関数を用いて閾値時系列データを作成する方法について説明する。ここでは、閾値決定関数 8 0 2 は線形の関数であると仮定して説明する。

図 8 に示すように、各特徴量時系列データと閾値決定関数 8 0 2 の重みづけ係数を線形結合して、閾値時系列データ 8 0 3 を作成する。

【 0 0 3 8 】

図 9 を参照して、抽出対象時系列データ 9 0 1 と閾値時系列データ 8 0 3 (図 8 参照) を用いてクラスタリングを行う方法について説明する。

抽出対象時系列データ 9 0 1 に閾値時系列データ 8 0 3 を与えて運転モードが発生した可能性のある期間を検出し、それらを集めて部分時系列データ集合 9 0 3 を作成する。部分時系列データ集合 9 0 3 に対して、集合の各要素間の距離に基づいてクラスタリングを行ってクラスタ 9 0 4 (クラスタ 1、クラスタ 2) を作成する。このクラスタ 9 0 4 の評価を最大にすることで与えた閾値時系列データ 8 0 3 を最適化する。

20

【 0 0 3 9 】

図 1 0 を参照して、クラスタ 9 0 4 の評価方法について説明する。

クラスタ 9 0 4 の中心付近には各クラスタ (クラスタ 1、クラスタ 2) の特徴をよく反映したデータ 1 0 0 1 があり、各クラスタ 9 0 4 の中心から離れた位置にはどのクラスタに分類されるかが判別つきにくいデータ 1 0 0 2 がある。データ 1 0 0 2 の割合が少ないとクラスタ 9 0 4 はまとまりが良いクラスタになる。すなわち、クラスタ 9 0 4 内の分散の値が大きくなり、クラスタ 9 0 4 間の分散の値が小さくなる。このクラスタ 9 0 4 のまとまりの良さをクラスタ 9 0 4 の評価指標としてクラスタ 9 0 4 内の分散とクラスタ 9 0 4 間の分散の値から指標の値を計算する。

30

【 0 0 4 0 】

ここで、運転モード検出システムで稼働データから運転モード検出を行うためには、三つの段階を踏む必要がある。第一段階は稼働データ蓄積のフェーズである。稼働データ収集の対象となる車両やドライバの登録を行った後、閾値決定関数のパラメータの学習を行うための稼働データの収集を行い、稼働データ 4 1 に格納する。

【 0 0 4 1 】

第二段階はテンプレート時系列データ作成のフェーズである。蓄積された稼働データをもとに、閾値決定関数のパラメータを閾値最適化部 5 4 を用いて決定し、その閾値決定関数を用いてテンプレート時系列データを作成し、閾値決定関数のデータベース 4 4 とテンプレートのデータベース 4 5 に格納する。

40

【 0 0 4 2 】

第三段階は運転モード検出のフェーズである。端末装置 1 が収集した新たな稼働データに対して、閾値決定関数とテンプレート時系列データを用いて運転モードを検出し、検出結果 4 6 に格納する。

【 0 0 4 3 】

図 6 のフローチャートを参照して、第二段階における処理について説明する。

稼働データ読み込みステップ 6 0 1 において、第一段階で収集した稼働データを稼働デ

50

ータのデータベース41から取得し、主記憶装置36にロードする。次に、走行環境取得ステップ602において、走行環境情報取得部51が稼働データのうち位置の時系列データと外部装置4の走行環境の情報を対応付けて、車両の走行環境の時系列データを作成する。

【0044】

次に、勾配補正ステップ603において、稼働データのうち位置の時系列データと外部装置4の勾配情報を対応付けて、勾配の時系列データを作成し、それをもとに加速度などの勾配に影響を受ける物理量について、勾配の影響を差し引いた値に補正する。次に、特徴量時系列データ作成604において、特徴量作成部53が走行環境の時系列データ、時系列データ化されたドライバの情報、車両の速度の時系列データをそれぞれ同期し、特徴量時系列データとする。

10

【0045】

ステップ605～609は閾値最適化部54が実行し、閾値決定関数のパラメータを最適化する。閾値時系列データ作成ステップ605において、閾値最適化部54が特徴量時系列データを閾値決定関数に与えて、閾値の時系列データを作成する。

【0046】

次に、ステップ606において、抽出対象時系列データ402が閾値を超える部分を抽出し、部分時系列データ集合を作成する。ステップ607において、部分時系列集合に対して、時系列データの類似度にもとづいてクラスタリングを実行する。クラスタ評価値計算ステップ608において、クラスタリングの結果生成されたクラスタの同一クラスタ内の分散の大きさと異なるクラスタ間の分散の大きさから計算される指標の値を計算し、クラスタのまとまりの良さを評価する。

20

【0047】

次に、ステップ609において、閾値決定関数のパラメータを変化させながら繰り返しステップ605～608を実行し、クラスタのまとまりの良さを評価値の変化が閾値以下となったところ、すなわちステップ610の条件を満たしたときにループを抜ける。

【0048】

次に、ステップ611において、最適な閾値決定関数のパラメータが与えられたもとで実行されたクラスタリングのクラスタの重心のデータを取得する。

【0049】

最後に、ステップ612において、各クラスタの重心のデータに運転モードごとのラベルを付与し、運転モードのテンプレートとする。

30

【0050】

図7のフローチャートを参照して、第三段階における処理について説明する。

ステップ701～704は第二段階の場合と同様の処理を行う。ここで、稼働データは第二段階で用いたテンプレート時系列データ作成のための稼働データと異なる新規稼働データである。

【0051】

次に、ステップ705において、閾値決定関数のデータベース44から第二段階にて最適化された閾値決定関数を用いて閾値の時系列データを作成する。ステップ706において、期間抽出を行い、部分時系列データ集合を作成する。次に、ステップ707において、テンプレート時系列データのデータベース45から、運転モードごとのテンプレート時系列データを取得する。ステップ708において、各運転モードのテンプレート時系列データと、各部分時系列データとの類似度を計算し、類似度が最も高い運転モードを選択し、部分時系列データにラベリングする。

40

【0052】

最後の、ステップ709にて、運転モードがラベリングされた部分時系列の情報をもとに、元の稼働データに運転モード発生期間と運転モードの種類をラベリングし、検出結果のデータベース46に保存する。

【0053】

50

ここで、図 1 1 に示すように、最適化された閾値時系列データ 1 0 0 1 が与えられたもとで期間検出を行えば、適切な運転モード発生期間 1 0 0 2 が得られる。

【 0 0 5 4 】

尚、図 1 2 に示すように、最適化された閾値の時系列データ 1 0 0 1 を用いて検出した運転モード発生期間 1 0 0 2 の集合をクラスタリングし、その結果得られた各クラスタ 1 2 0 1 の中心のデータ 1 2 0 2 を各運転モードのテンプレートとする。

【 0 0 5 5 】

上記実施形態では、車両に搭載した端末のセンサデータから特定の運転モードを検出するシステムにおいて、車両情報の時系列データと地図、天候及び交通情報のデータベースを照合して走行環境の時系列データを作成し、走行環境の時系列データを特徴量として運転モードを検出する閾値を閾値決定関数により決定する、その閾値決定関数のパラメータを、閾値を与えて期間検出した結果生成された部分時系列データ群をクラスタリングした時の同一クラスタ内のデータの分散の大きさと異なるクラスタに属するデータの分散の大きさから計算される指標を、最大化することで閾値決定関数の最適な値を決定する。

【 0 0 5 6 】

上記実施形態によれば、自動車の走行環境やドライバの情報に応じて運転モードが発生した期間を抽出するための最適な閾値を稼働データから自動で設定することができ、稼働環境や稼働状況が時々刻々と変化する機器の運転モードが発生した期間を正確に抽出できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

- 1 端末装置
- 2 運転モード検出装置
- 3 車両
- 4 外部装置
- 5 ネットワーク
 - 1 1 主記憶装置
 - 1 2 通信装置
 - 1 3 入力装置
 - 1 4 端末制御装置
 - 2 1 ID取得部
 - 2 2 稼働データ取得部
 - 3 1 中央制御装置
 - 3 2 入力装置
 - 3 3 出力装置
 - 3 4 通信装置
 - 3 5 補助記憶装置
 - 3 6 主記憶装置
 - 4 1 稼働データ
 - 4 2 車両情報
 - 4 3 特徴量データ
 - 4 4 閾値決定関数
 - 4 5 テンプレート
 - 4 6 検出結果
 - 5 1 走行環境情報取得部
 - 5 2 前処理部
 - 5 3 特徴量作成部
 - 5 4 閾値最適化部
 - 5 5 テンプレート作成部
 - 5 6 運転モード判定部

10

20

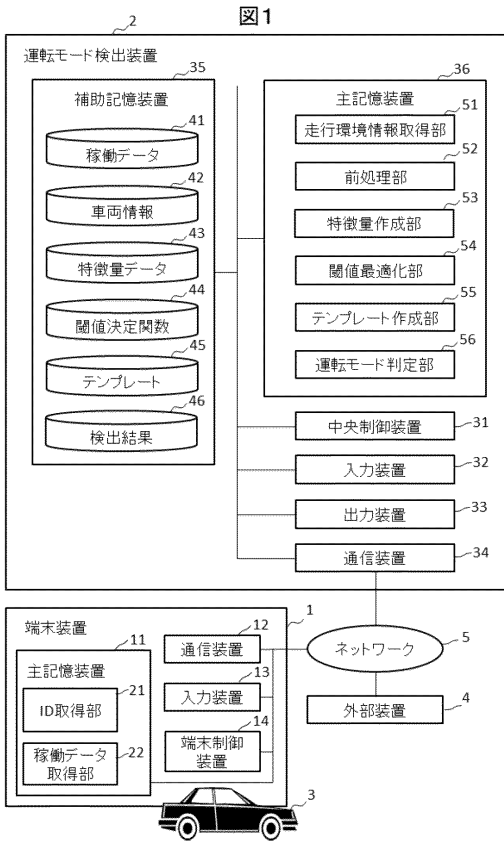
30

40

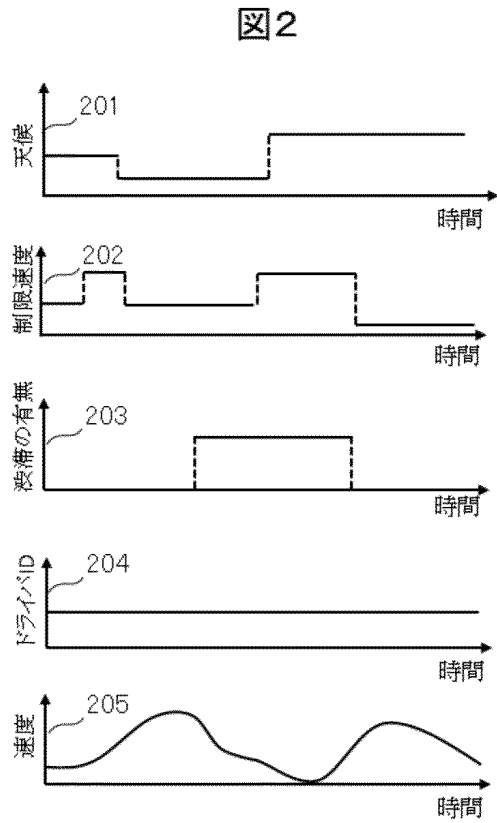
50

【図面】

【図1】



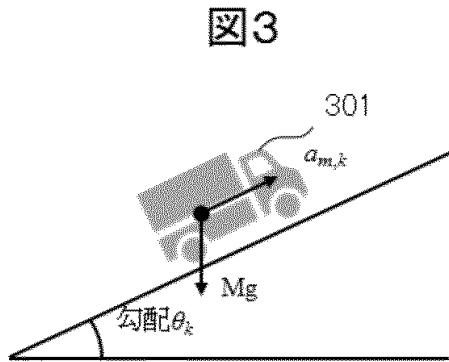
【図2】



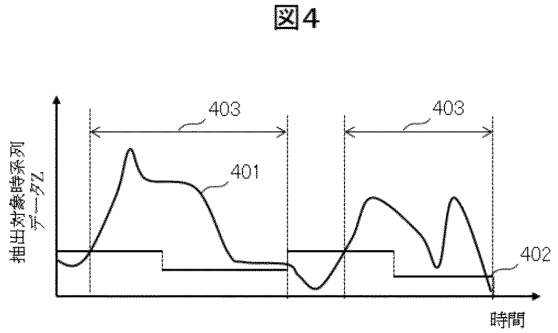
10

20

【図3】



【図4】

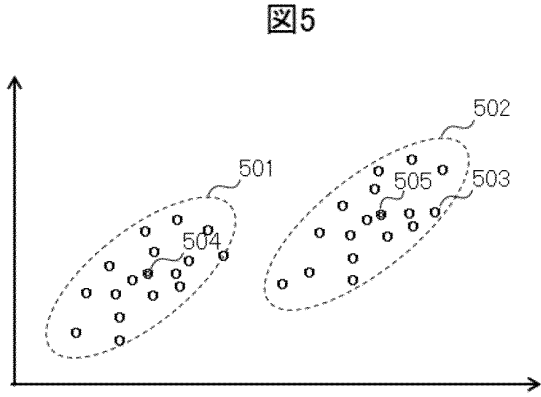


30

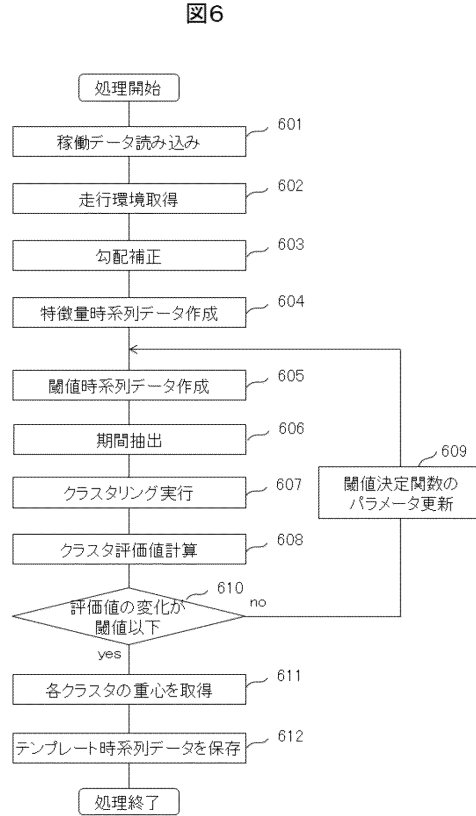
40

50

【図5】



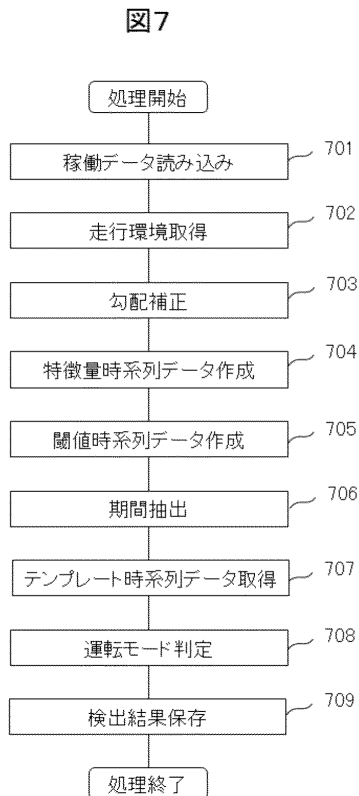
【図6】



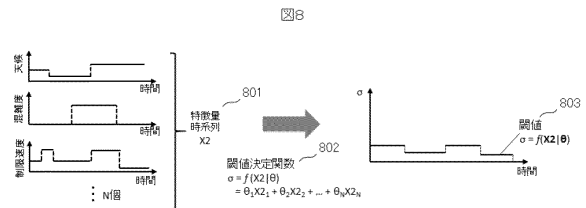
10

20

【図7】



【図8】

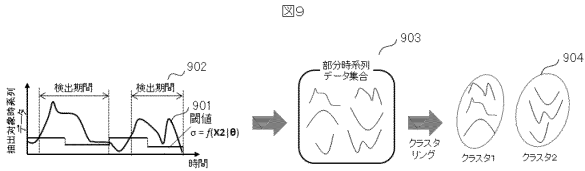


30

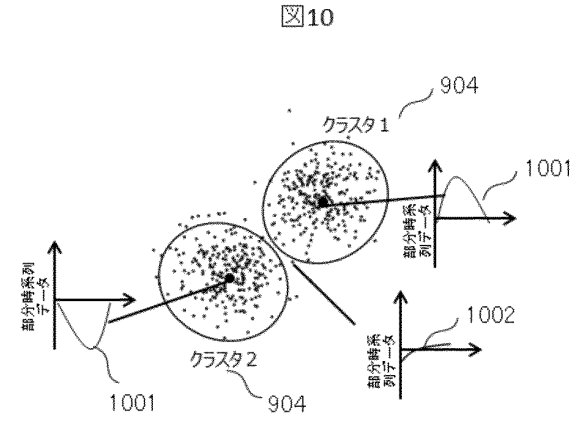
40

50

【図 9】

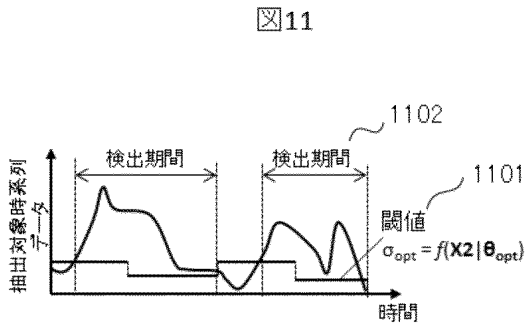


【図 10】

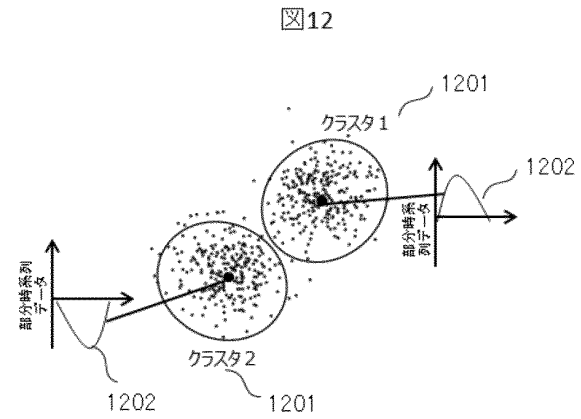


10

【図 11】



【図 12】



20

30

40

50

フロントページの続き

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

審査官 牧 初

- (56)参考文献 特開2017-71333(JP,A)
特開2011-174771(JP,A)
特開2009-157606(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------------|
| G05B | 23/00 - 23/02 |
| G05D | 1/00 - 1/12 |
| G08G | 1/00 - 99/00 |
| B60W | 10/00 - 10/30 |
| B60W | 30/00 - 60/00 |
| G01C | 21/00 - 21/36 |
| G01C | 23/00 - 25/00 |