

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2020年12月24日(24.12.2020)



(10) 国際公開番号  
**WO 2020/255260 A1**

- (51) 国際特許分類:  
G06N 3/04 (2006.01) G06N 20/00 (2019.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024121
- (22) 国際出願日: 2019年6月18日(18.06.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 蔵内 雄貴 (KURAUCHI, Yuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 阿部

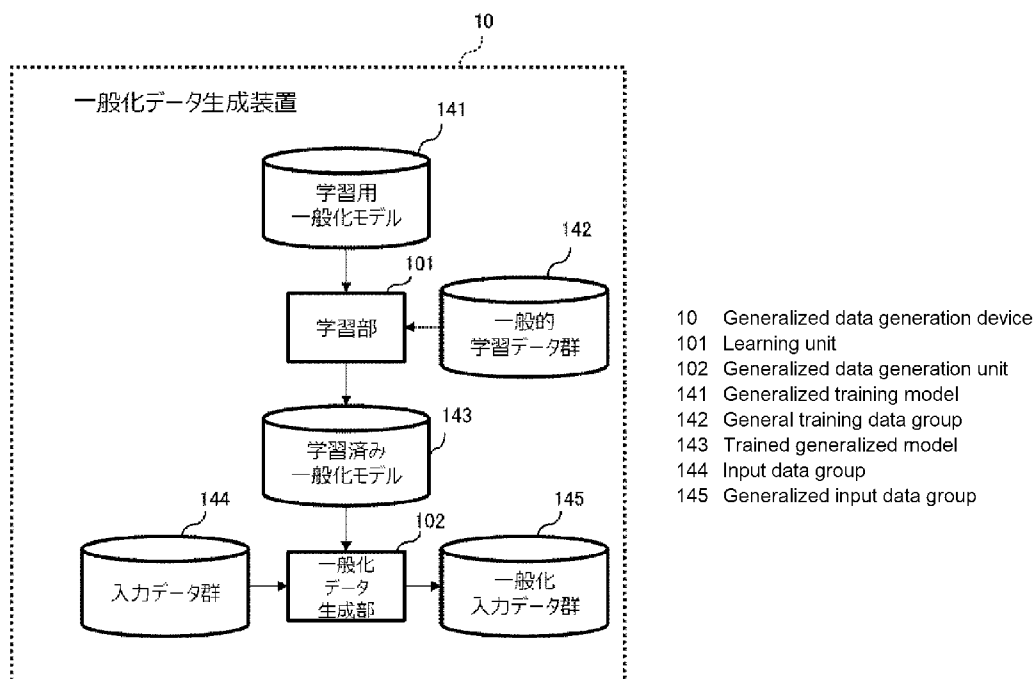
直人 (ABE, Naoto); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 瀬下 仁志 (SESHIMO, Hitoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: GENERALIZED DATA GENERATION DEVICE, ESTIMATION DEVICE, GENERALIZED DATA GENERATION METHOD, ESTIMATION METHOD, GENERALIZED DATA GENERATION PROGRAM, AND ESTIMATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 一般化データ生成装置、推定装置、一般化データ生成方法、推定方法、一般化データ生成プログラム、及び推定プログラム



(57) Abstract: Provided are a generalized data generation device, estimation device, generalized data generation method, estimation method, generalized data generation program, and estimation program by which the state of an object can be precisely estimated while minimizing the quantity of training data. A generalization data generation device 10 comprises:

WO 2020/255260 A1

MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

a learning unit 101 into which is inputted a general training data group 142 constituted by a set of data satisfying general conditions, out of multiple types of conditions, and which, via predetermined machine learning, learns a generalized training model 141 for finding data that satisfies the general conditions, and outputs a trained generalized model 143; and a generalized data generation unit 102 that uses the trained generalized model 143 and an input data group 144, constituted by a set of data that satisfies any of the multiple types of conditions, to generate a generalized input data group 145 obtained by generalizing the input data group 144 so as to satisfy the general conditions.

(57) 要約 : 学習データの量を抑制しつつ、対象物の状態の推定を精度良く行うことができる一般化データ生成装置、推定装置、一般化データ生成方法、推定方法、一般化データ生成プログラム、及び推定プログラムを提供する。一般化データ生成装置10は、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群142を入力として、予め定められた機械学習により、一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデル141を学習して学習済み一般化モデル143を出力する学習部101と、複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群144及び学習済み一般化モデル143を用いて、入力データ群144が一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群145を生成する一般化データ生成部102と、を備える。

## 明 細 書

### 発明の名称：

一般化データ生成装置、推定装置、一般化データ生成方法、推定方法、一般化データ生成プログラム、及び推定プログラム

### 技術分野

[0001] 開示の技術は、一般化データ生成装置、推定装置、一般化データ生成方法、推定方法、一般化データ生成プログラム、及び推定プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 歩道あるいは車道等の路面上を移動する自動車、歩行者、車椅子等の移動体に搭載されたセンサを用いて、移動体が移動する路面の状況（段差、勾配等）を推定する技術が検討されている（例えば、非特許文献1、2を参照）。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0003] 非特許文献1：「健常歩行者センサデータを用いたバリア検出の基礎検討」、宮田章裕、荒木伊織、王統順、鈴木天詩、IPSJ論文誌（2018）、インターネット<URL：[https://mytlab.org/wp/wp-content/uploads/2018/05/2017\\_araki.pdf](https://mytlab.org/wp/wp-content/uploads/2018/05/2017_araki.pdf)>

非特許文献2：「高速バスに載せたスマホの加速度センサーで路面の凹凸を検知、検証試験を実施」、[Online]、インターネット<URL：<https://sgforum.impress.co.jp/news/3595>>

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の路面の状況の推定は、学習データを用いた機械学習により構築された学習済みモデルを用いて行われることが多い。しかしながら、路面の状況が統一されていない場合、路面の状況を推定したいデータにおける路面と同

じ路面の学習データが必要なため、学習データの量が膨大になるという問題がある。つまり、推定したいデータが例えば滑らかな路面であれば、この滑らかな路面の学習データが必要とされ、推定したいデータが例えば粗い路面であれば、この粗い路面の学習データが必要とされる。学習済みモデルには、様々な条件のデータが入力されるため、高精度な推定を行うためには、これらの滑らかな路面及び粗い路面の各々の学習データが必要とされ、学習データの量が増大する。

[0005] 開示の技術は、上記の点に鑑みてなされたものであり、学習データの量を抑制しつつ、対象物の状態の推定を精度良く行うことができる一般化データ生成装置、推定装置、一般化データ生成方法、推定方法、一般化データ生成プログラム、及び推定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

[0006] 上記目的を達成するために、本開示の第1態様に係る一般化データ生成装置は、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力する学習部と、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成する一般化データ生成部と、を備えている。

[0007] また、本開示の第2態様に係る推定装置は、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力する学習部と、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状

態を推定する推定部と、を備えている。

[0008] 更に、上記目的を達成するために、本開示の第3態様に係る一般化データ生成方法は、学習部が、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力し、一般化データ生成部が、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成する。

[0009] また、本開示の第4態様に係る推定方法は、学習部が、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力し、推定部が、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状態を推定する。

[0010] 更に、上記目的を達成するために、本開示の第5態様に係る一般化データ生成プログラムは、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力し、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成することを、コンピュータに実行させる。

[0011] また、本開示の第6態様に係る推定プログラムは、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力とし

て、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力し、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状態を推定することを、コンピュータに実行させる。

### 発明の効果

[0012] 開示の技術によれば、学習データの量を抑制しつつ、対象物の状態の推定を精度良く行うことができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施形態に係る一般化データ生成装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図2]実施形態に係る一般化データ生成装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図3]実施形態に係る一般化データ生成プログラムによる処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図4]実施形態に係る推定装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図5]実施形態に係る推定装置の機能構成の一例を示すブロック図である。

[図6]実施形態に係る推定プログラムによる処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図7]実施形態に係る学習済み一般化モデル及び学習済み状態推定モデルを用いた推定処理の説明に供する図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、開示の技術の実施形態の一例を、図面を参照しつつ説明する。なお、各図面において、同一又は等価な構成要素及び部分には同一の参照符号を付与している。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されており、実

際の比率とは異なる場合がある。

[0015] 本実施形態においては、路面上を移動する自動車、歩行者、車椅子等の移動体に搭載されたセンサにより検出された、移動体が移動する路面の状態を示す路面データから生成される学習データを用いて機械学習を行う場合について説明する。但し、対象物は、路面に限らず、一般的な状態と特殊な状態とを有する他の物体であってもよい。なお、移動体に搭載されるセンサには、一例として、加速度センサ、ジャイロセンサ、及び重力センサ等が用いられる。また、路面データは、移動体が路面上を移動する期間におけるセンサの検出値であり、時系列データとして表される。

[0016] 図1は、本実施形態に係る一般化データ生成装置10のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[0017] 図1に示すように、一般化データ生成装置10は、CPU (Central Processing Unit) 11、ROM (Read Only Memory) 12、RAM (Random Access Memory) 13、ストレージ14、入力部15、表示部16、及び通信インターフェース (I/F) 17を備えている。各構成は、バス18を介して相互に通信可能に接続されている。

[0018] CPU 11は、中央演算処理ユニットであり、各種プログラムを実行したり、各部を制御したりする。すなわち、CPU 11は、ROM 12又はストレージ14からプログラムを読み出し、RAM 13を作業領域としてプログラムを実行する。CPU 11は、ROM 12又はストレージ14に記憶されているプログラムに従って、上記各構成の制御及び各種の演算処理を行う。本実施形態では、ROM 12又はストレージ14には、一般化データ生成プログラムが格納されている。

[0019] ROM 12は、各種プログラム及び各種データを格納する。RAM 13は、作業領域として一時的にプログラム又はデータを記憶する。ストレージ14は、HDD (Hard Disk Drive) 又はSSD (Solid State Drive) により構成され、オペレーティングシステムを

含む各種プログラム、及び各種データを格納する。

[0020] 入力部15は、自装置に対して各種の入力を行うために使用される。

[0021] 表示部16は、例えば、液晶ディスプレイであり、各種の情報を表示する。表示部16は、タッチパネル方式を採用して、入力部15として機能しても良い。

[0022] 通信インタフェース17は、自装置が他の外部機器と通信するためのインタフェースであり、例えば、イーサネット（登録商標）、FDDI（Fiber Distributed Data Interface）、Wi-Fi（登録商標）等の規格が用いられる。

[0023] 次に、図2を参照して、一般化データ生成装置10の機能構成について説明する。

[0024] 図2は、本実施形態に係る一般化データ生成装置10の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0025] 図2に示すように、一般化データ生成装置10は、機能構成として、学習部101及び一般化データ生成部102を備えている。各機能構成は、CPU11がROM12又はストレージ14に記憶された一般化データ生成プログラムを読み出し、RAM13に展開して実行することにより実現される。

[0026] 学習部101は、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群142を入力として、予め定められた機械学習により、一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデル141を学習して学習済み一般化モデル143を出力する。

[0027] 一般化データ生成部102は、複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群144及び学習済み一般化モデル143を用いて、入力データ群144が一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群145を生成する。

[0028] 具体的に、上記の複数種類の条件とは、一例として、滑らかな路面、粗い路面等の条件である。一般的学習データ群142を構成する一般的な条件を満たすデータとは、一例として、滑らかな路面を示す路面データである。こ

の場合、路面データには、収集条件のラベルは付与されていない。ここでいう収集条件とは、例えば、滑らかな路面、粗い路面等を示す条件である。この路面データには、予め定められた区間毎に、路面の状態を示す正解ラベルが付与されている。ここでいう路面の状態とは、路面が平坦な状態、段差を含む状態、及び傾斜を含む状態のいずれかの状態を意味する。この正解ラベルは、一例として、人手により付与される。また、学習用一般化モデル141には、機械学習モデルの一例として、畳み込みニューラルネットワークを用いたモデル、SVM (Support Vector Machine) 等の種々のモデルが用いられる。この場合、学習用一般化モデル141は、滑らかな路面を示す路面データを求めるためのモデルであり、一般的学習データ群142を用いて機械学習され、学習済み一般化モデル143が生成される。つまり、学習済み一般化モデル143は、滑らかな路面を示す路面データをそのまま加工せずに機械学習して得られたモデルである。学習済み一般化モデル143は、滑らかな路面を示す路面データを圧縮して復元するオートエンコーダとして機械学習されたモデルである。学習済み一般化モデル143の生成には、オートエンコーダの一例として、JMVAE (Joint Multimodal Variation Autoencoder) を利用してもよい。

[0029] また、入力データ群144には、粗い路面を示す路面データ、滑らかな路面を示す路面データ、その他の条件の路面データ等、様々な条件の路面データが含まれる。なお、粗い路面及び滑らかな路面の判定は、例えば、センサの検出値に基づいて行われる。一般的に、移動体が粗い路面を走行する場合のセンサの検出値は、移動体が滑らかな路面を走行する場合のセンサの検出値と比べて、大きく変動する。すなわち、移動体が滑らかな路面を走行する期間では、路面データの変動は小さく、移動体が粗い路面を走行する期間では、路面データの変動は大きくなる。このため、路面データの変動が所定値以上であれば、粗い路面を示す路面データと判定し、路面データの変動が所定値未満であれば、滑らかな路面を示す路面データと判定する。

- [0030] 一般化データ生成部102は、入力データ群144から例えば粗い路面を示す路面データを取得した場合、取得した粗い路面を示す路面データを、学習済み一般化モデル143を用いて、滑らかな路面を示す路面データに変換する。この変換後の滑らかな路面を示す路面データの集合が一般化入力データ群145として生成される。つまり、一般化データ生成部102は、滑らかな路面を示す路面データ以外の路面データを取得した場合、取得した路面データを、学習済み一般化モデル143を構成する、滑らかな路面を示す路面データに近づくように変換する。
- [0031] 次に、図3を参照して、本実施形態に係る一般化データ生成装置10の作用について説明する。
- [0032] 図3は、本実施形態に係る一般化データ生成プログラムによる処理の流れの一例を示すフローチャートである。一般化データ生成プログラムによる処理は、一般化データ生成装置10のCPU11が、ROM12又はストレージ14に記憶されている一般化データ生成プログラムをRAM13に書き込んで実行することにより、実現される。
- [0033] 図3のステップS101では、CPU11が、学習部101として、滑らかな路面を示す路面データの集合である一般的学習データ群142の入力を受け付ける。
- [0034] ステップS102では、CPU11が、学習部101として、ステップS101で入力を受け付けた一般的学習データ群142を用いて、滑らかな路面を示す路面データを求めるための学習用一般化モデル141を機械学習することにより、学習済み一般化モデル143を出力する。学習済み一般化モデル143は、上述したように、滑らかな路面を示す路面データを圧縮して復元するオートエンコーダとして機械学習されたモデルである。
- [0035] ステップS103では、CPU11が、一般化データ生成部102として、各種条件のデータ群である入力データ群144を取得する。
- [0036] ステップS104では、CPU11が、一般化データ生成部102として、入力データ群144及び学習済み一般化モデル143を用いて、入力デー

タ群144の各路面データが滑らかな路面を示す路面データに一般化された一般化入力データ群145を生成する。

[0037] ステップS105では、CPU11が、一般化データ生成部102として、ステップS104で生成した一般化入力データ群145をストレージ14に記憶し、本一般化データ生成プログラムによる一連の処理を終了する。

[0038] 次に、推定装置の実施形態について説明する。本実施形態に係る推定装置は、上述の一般化データ生成装置と別体としているが、一般化データ生成装置と一体で構成してもよい。

[0039] 図4は、本実施形態に係る推定装置20のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[0040] 図4に示すように、推定装置20は、CPU21、ROM22、RAM23、ストレージ24、入力部25、表示部26、及び通信インタフェース(I/F)27を備えている。各構成は、バス28を介して相互に通信可能に接続されている。

[0041] CPU21は、中央演算処理ユニットであり、各種プログラムを実行したり、各部を制御したりする。すなわち、CPU21は、ROM22又はストレージ24からプログラムを読み出し、RAM23を作業領域としてプログラムを実行する。CPU21は、ROM22又はストレージ24に記憶されているプログラムに従って、上記各構成の制御及び各種の演算処理を行う。本実施形態では、ROM22又はストレージ24には、推定プログラムが格納されている。

[0042] ROM22は、各種プログラム及び各種データを格納する。RAM23は、作業領域として一時的にプログラム又はデータを記憶する。ストレージ24は、HDD又はSSDにより構成され、オペレーティングシステムを含む各種プログラム、及び各種データを格納する。

[0043] 入力部25は、自装置に対して各種の入力を行うために使用される。

[0044] 表示部26は、例えば、液晶ディスプレイであり、各種の情報を表示する。表示部26は、タッチパネル方式を採用して、入力部25として機能して

も良い。

- [0045] 通信インタフェース27は、自装置が他の外部機器と通信するためのインタフェースであり、例えば、イーサネット（登録商標）、FDDI、WiFi（登録商標）等の規格が用いられる。
- [0046] 次に、図5を参照して、推定装置20の機能構成について説明する。
- [0047] 図5は、本実施形態に係る推定装置20の機能構成の一例を示すブロック図である。
- [0048] 図5に示すように、推定装置20は、機能構成として、学習部201及び推定部202を備えている。各機能構成は、CPU21がROM22又はストレージ24に記憶された推定プログラムを読み出し、RAM23に展開して実行することにより実現される。
- [0049] 学習部201は、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群142を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデル146を学習して学習済み状態推定モデル147を出力する。なお、一般的学習データ群142は、上述の一般化データ生成装置10で用いたものと同様である。
- [0050] 推定部202は、上述の一般化データ生成装置10により生成された一般化入力データ群145と、学習済み状態推定モデル147とを用いて、対象物の状態を推定し、推定して得られた状態推定結果148を出力する。但し、一般化入力データ群145は、複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群144（図2）、及び一般的学習データ群142を機械学習して得られた学習済み一般化モデル143（図2）を用いて、入力データ群144が一般的な条件を満たすように一般化されたデータの集合である。
- [0051] 上述したように、対象物とは、例えば、路面である。一般的学習データ群142を構成する一般的な条件を満たすデータとは、例えば、滑らかな路面を示す路面データであり、この路面データには、予め定められた区間毎に、路面の状態を示す正解ラベルが付与されている。ここでいう路面の状態とは

、路面が平坦な状態、段差を含む状態、及び傾斜を含む状態のいずれかの状態を意味する。また、学習用状態推定モデル146には、機械学習モデルの一例として、畳み込みニューラルネットワークを用いたモデル、SVM等の種々のモデルが用いられる。この場合、学習用状態推定モデル146は、路面の状態を推定するためのモデルであり、一般的学習データ群142を用いて機械学習され、学習済み状態推定モデル147が生成される。つまり、学習済み状態推定モデル147は、一般的学習データ群142を構成する滑らかな路面を示す路面データの集合を用いて機械学習されたモデルである。

[0052] 一方、上述した一般化入力データ群145は、入力データ群144に含まれる各種条件（例えば、滑らかな路面、粗い路面、その他条件の路面）の路面データを、滑らかな路面を示す路面データに変換して得られたデータの集合である。つまり、推定装置20に入力される路面データは、各種条件の路面データを変換して得られた、滑らかな路面を示す路面データとされる。このため、滑らかな路面を示す路面データを用いて機械学習された学習済み状態推定モデル147のみであっても、各種条件の路面データの集合である入力データ群144に対して、路面の状態の推定が可能とされる。

[0053] すなわち、推定部202は、一般化入力データ群145と、学習済み状態推定モデル147とを用いて、路面が平坦な状態、段差を含む状態、及び傾斜を含む状態のいずれの状態であるかを推定する。

[0054] 次に、図6を参照して、本実施形態に係る推定装置20の作用について説明する。

[0055] 図6は、本実施形態に係る推定プログラムによる処理の流れの一例を示すフローチャートである。推定プログラムによる処理は、推定装置20のCPU21が、ROM22又はストレージ24に記憶されている推定プログラムをRAM23に書き込んで実行することにより、実現される。

[0056] 図6のステップS111では、CPU21が、学習部201として、滑らかな路面を示す路面データの集合である一般的学習データ群142の入力を受け付ける。

- [0057] ステップS 1 1 2では、CPU 2 1が、学習部 2 0 1として、ステップS 1 1 1で入力を受け付けた一般的学習データ群 1 4 2を用いて、路面の状態を推定するための学習用状態推定モデル 1 4 6を機械学習することにより、学習済み状態推定モデル 1 4 7を出力する。
- [0058] ステップS 1 1 3では、CPU 2 1が、推定部 2 0 2として、上述の一般化データ生成装置 1 0により生成された一般化入力データ群 1 4 5を取得する。
- [0059] ステップS 1 1 4では、CPU 2 1が、推定部 2 0 2として、ステップS 1 1 3で取得した一般化入力データ群 1 4 5と、ステップS 1 1 2で機械学習により得られた学習済み状態推定モデル 1 4 7とを用いて、一例として、路面の状態が、平坦な状態、段差を含む状態、及び傾斜を含む状態のいずれの状態であるかを推定する。
- [0060] ステップS 1 1 5では、CPU 2 1が、推定部 2 0 2として、ステップS 1 1 4で推定して得られた状態推定結果 1 4 8を例えばストレージ 2 4又は表示部 2 6に出力し、本推定プログラムによる一連の処理を終了する。
- [0061] 図 7は、本実施形態に係る学習済み一般化モデル 1 4 3及び学習済み状態推定モデル 1 4 7を用いた推定処理の説明に供する図である。
- [0062] 本実施形態に係る一般化データ生成装置 1 0は、様々な条件の路面データ（図 7の例では、粗い路面のデータ、他条件のデータ）を、学習済み一般化モデル 1 4 3を用いて、滑らかな路面を示す路面データ（図 7の例では、一般化データ）に変換する。そして、本実施形態に係る推定装置 2 0は、変換後の滑らかな路面を示す路面データに対して、一般的なデータ、すなわち、滑らかな路面を示す路面データで学習した学習済み状態推定モデル 1 4 7を用いて、路面の状態を推定する。
- [0063] このように本実施形態によれば、様々な条件の入力データに対して、各々の条件に合った状態推定モデルを用意する必要がなく、一般的な入力データで学習した状態推定モデルのみを用意しておけばよい。これにより、学習データの量を抑制しつつ、対象物の状態の推定を精度良く行うことができる。

[0064] なお、上記実施形態でCPUがソフトウェア（プログラム）を読み込んで実行した一般化データ生成処理又は推定処理を、CPU以外の各種のプロセッサが実行してもよい。この場合のプロセッサとしては、FPGA（Field-Programmable Gate Array）等の製造後に回路構成を変更可能なPLD（Programmable Logic Device）、及びASIC（Application Specific Integrated Circuit）等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等が例示される。また、一般化データ生成処理又は推定処理を、これらの各種のプロセッサのうちの1つで実行してもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGA、及びCPUとFPGAとの組み合わせ等）で実行してもよい。また、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路である。

[0065] また、上記実施形態では、一般化データ生成プログラム又は推定プログラムがストレージに予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。プログラムは、CD-ROM（Compact Disk Read Only Memory）、DVD-ROM（Digital Versatile Disk Read Only Memory）、及びUSB（Universal Serial Bus）メモリ等の非一時的（non-transitory）記憶媒体に記憶された形態で提供されてもよい。また、プログラムは、ネットワークを介して外部装置からダウンロードされる形態としてもよい。

[0066] 以上の実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

[0067] （付記項1）

メモリと、

前記メモリに接続された少なくとも1つのプロセッサと、

を含み、

前記プロセッサは、

複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力し、

前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成する、

ように構成されている一般化データ生成装置。

[0068] (付記項 2)

メモリと、

前記メモリに接続された少なくとも 1 つのプロセッサと、

を含み、

前記プロセッサは、

複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力し、

前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状態を推定する、

ように構成されている推定装置。

[0069] (付記項 3)

一般化データ生成処理を実行するようにコンピュータによって実行可能なプログラムを記憶した非一時的記憶媒体であって、

前記一般化データ生成処理は、

複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力し、

前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成する、

非一時的記憶媒体。

[0070] (付記項4)

推定処理を実行するようにコンピュータによって実行可能なプログラムを記憶した非一時的記憶媒体であって、

前記推定処理は、

複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力し、

前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状態を推定する、

非一時的記憶媒体。

## 符号の説明

[0071] 10 一般化データ生成装置

11、21 CPU

12、22 ROM

13、23 RAM

14、24 ストレージ

- 15、25 入力部
- 16、26 表示部
- 17、27 通信 I/F
- 18、28 バス
- 20 推定装置
  - 101、201 学習部
    - 102 一般化データ生成部
      - 141 学習用一般化モデル
      - 142 一般的学習データ群
      - 143 学習済み一般化モデル
      - 144 入力データ群
      - 145 一般化入力データ群
      - 146 学習用状態推定モデル
      - 147 学習済み状態推定モデル
      - 148 状態推定結果
  - 202 推定部

## 請求の範囲

- [請求項1] 複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力する学習部と、
- 前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成する一般化データ生成部と、
- を備えた一般化データ生成装置。
- [請求項2] 前記一般的な条件を満たすデータは、滑らかな路面を示す路面データであり、
- 前記入力データ群は、粗い路面を示す路面データを含む請求項1に記載の一般化データ生成装置。
- [請求項3] 複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力する学習部と、
- 前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状態を推定する推定部と、
- を備えた推定装置。
- [請求項4] 前記対象物は、路面であり、
- 前記推定部は、前記路面が平坦な状態、段差を含む状態、及び傾斜を含む状態のいずれの状態であるかを推定する請求項3に記載の推定装置。

[請求項5] 学習部が、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力し、

一般化データ生成部が、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成する、

一般化データ生成方法。

[請求項6] 学習部が、複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力し、

推定部が、前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状態を推定する、

推定方法。

[請求項7] 複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、前記一般的な条件を満たすデータを求めるための学習用一般化モデルを学習して学習済み一般化モデルを出力し、

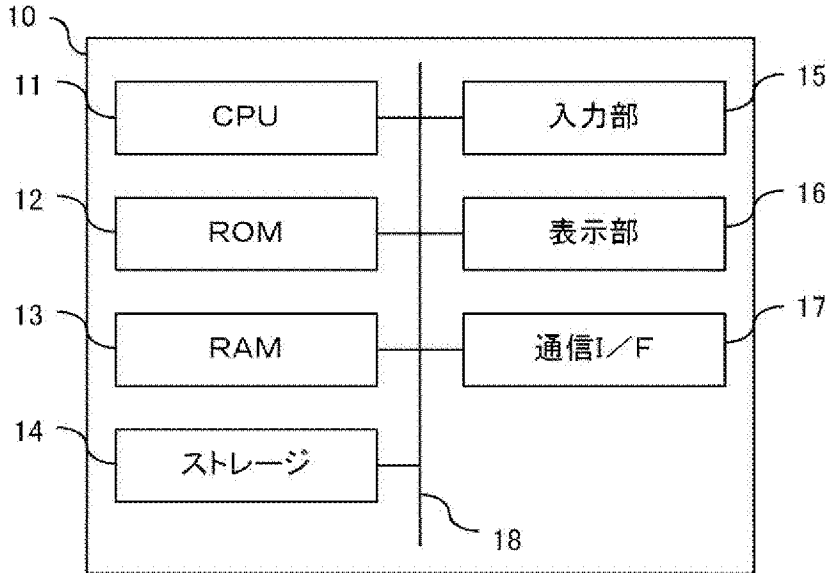
前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群及び前記学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群を生成することを、コンピュータに実行させるための一般化データ生成プログラム。

## [請求項8]

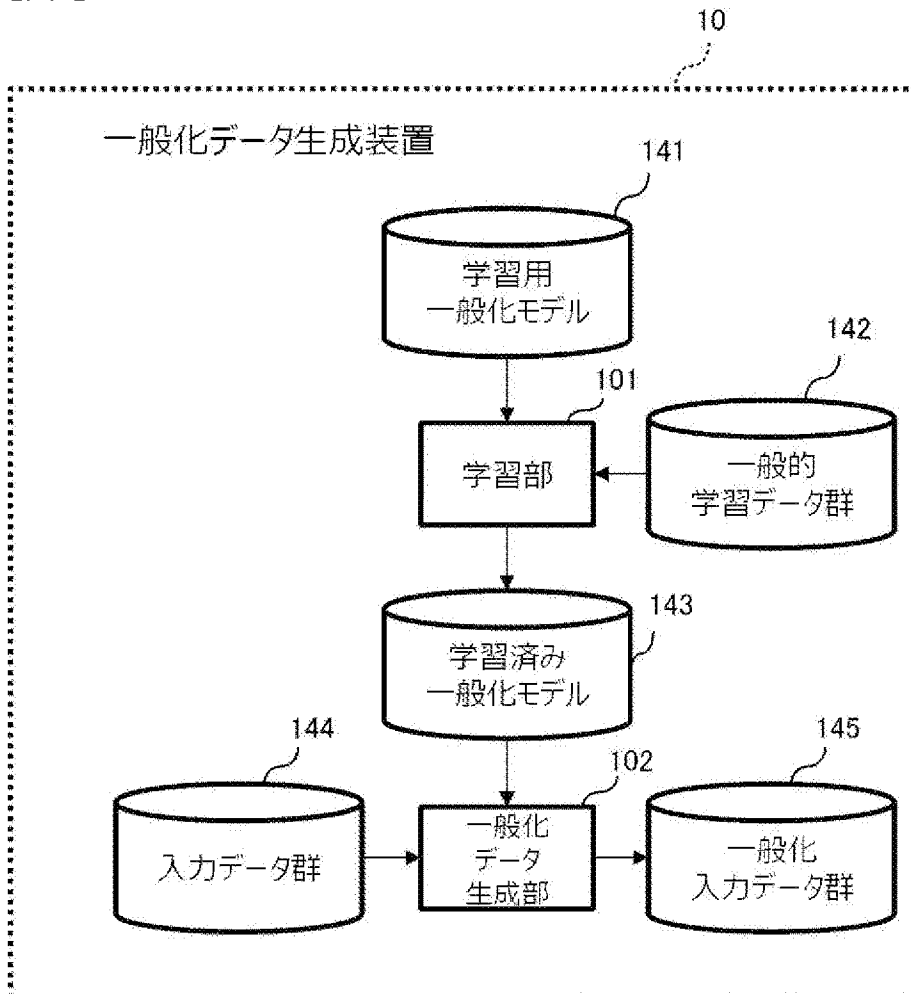
複数種類の条件のうち、一般的な条件を満たすデータの集合である一般的学習データ群を入力として、予め定められた機械学習により、対象物の状態を推定するための学習用状態推定モデルを学習して学習済み状態推定モデルを出力し、

前記複数種類の条件のいずれかを満たすデータの集合である入力データ群、及び前記一般的学習データ群を機械学習して得られた学習済み一般化モデルを用いて、前記入力データ群が前記一般的な条件を満たすように一般化された一般化入力データ群と、前記学習済み状態推定モデルとを用いて、前記対象物の状態を推定することを、コンピュータに実行させるための推定プログラム。

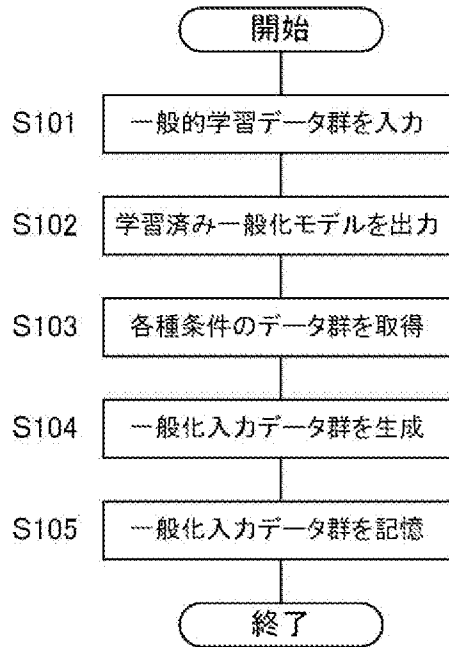
[図1]



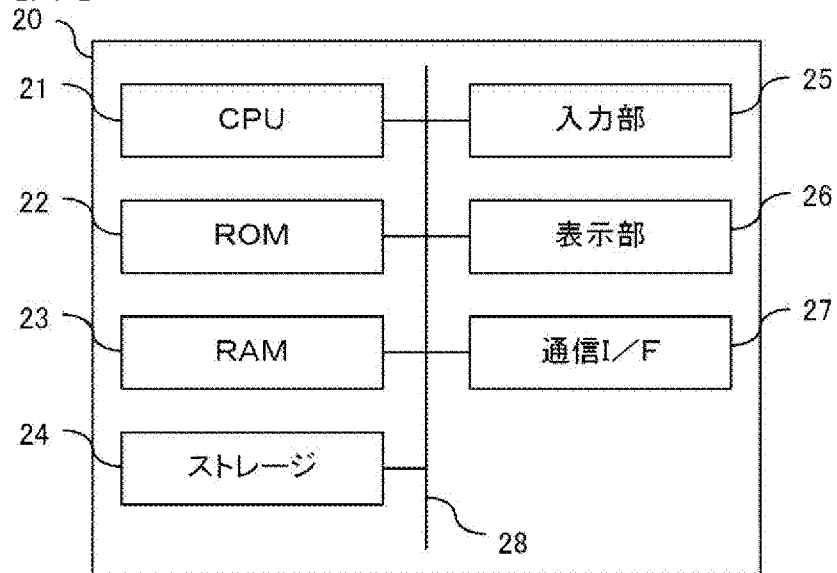
[図2]



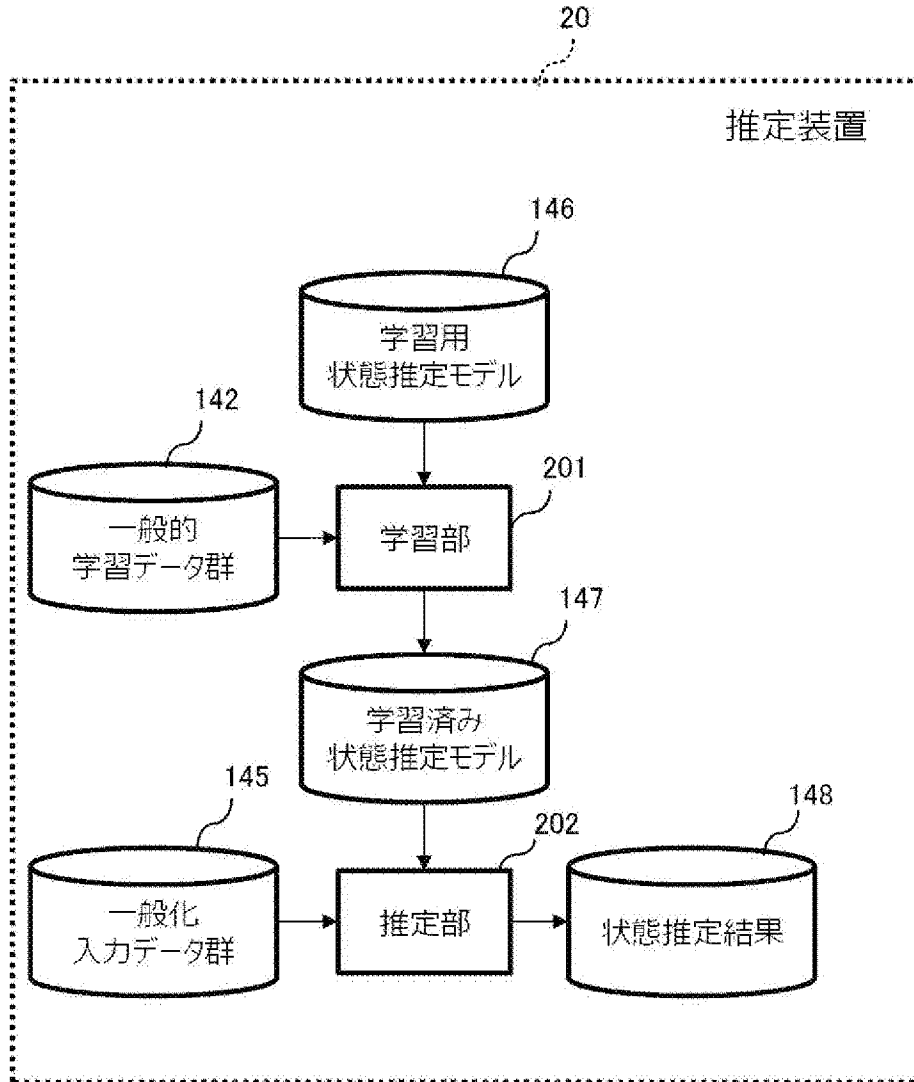
[図3]



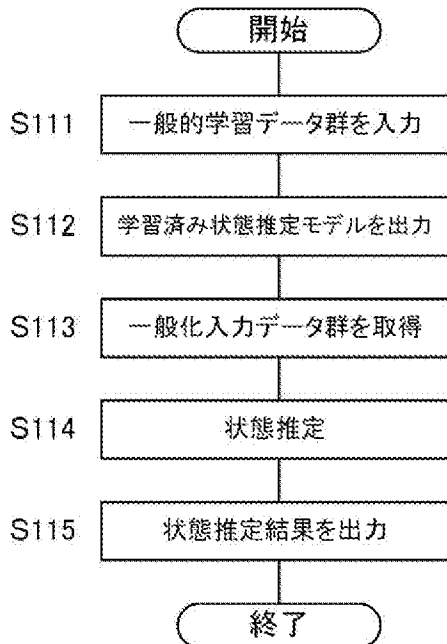
[図4]



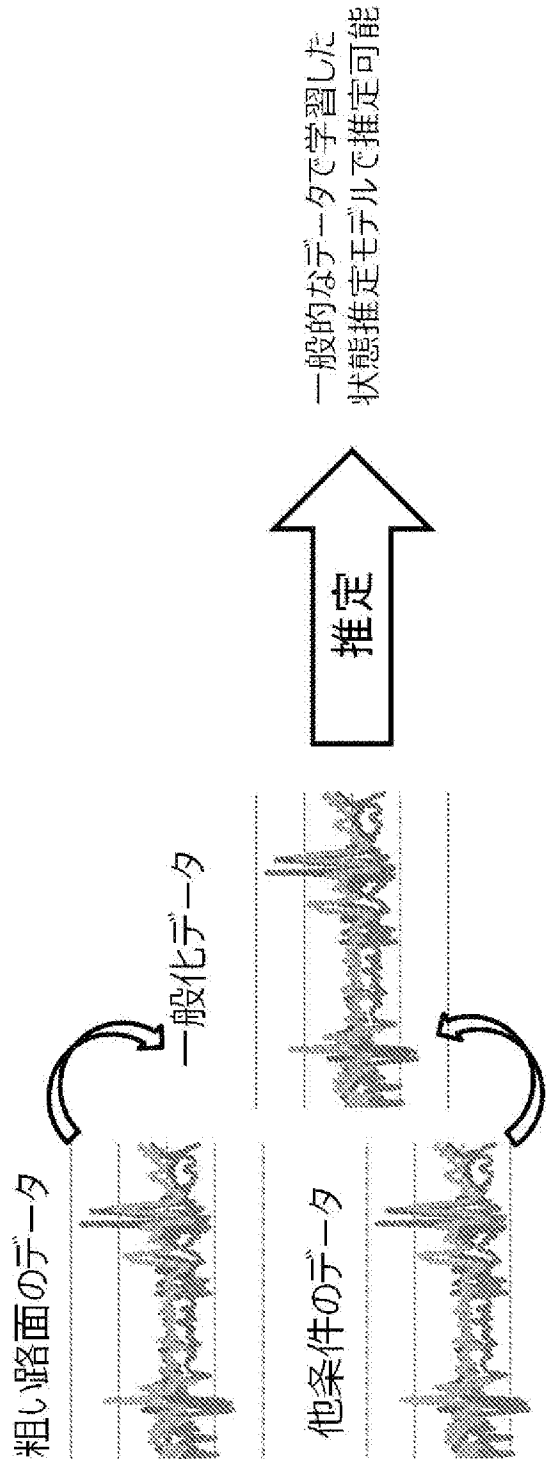
[図5]



[図6]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/024121

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. G06N3/04 (2006.01) i, G06N20/00 (2019.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G06N3/04, G06N20/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-091236 A (FUJITSU LTD.) 13 June 2019, entire text (Family: none)	1-8
A	JP 2016-212456 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 15 December 2016, paragraphs [0029]-[0036] (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
- “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
16.07.2019

Date of mailing of the international search report  
23.07.2019

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G06N3/04(2006.01)i, G06N20/00(2019.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G06N3/04, G06N20/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	JP 2019-091236 A（富士通株式会社）2019.06.13, 全文（ファミリーなし）	1-8	
A	JP 2016-212456 A（日本電信電話株式会社）2016.12.15, 段落[0029]-[0036]（ファミリーなし）	1-8	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 16.07.2019		国際調査報告の発送日 23.07.2019	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 多胡 滋	5B 3562
		電話番号 03-3581-1101 内線 3545	