(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
2025年4月3日(03.04.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/069242 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 18/2415 (2023.01) *G06N 20/00* (2019.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/035114

(22) 国際出願日： 2023年9月27日(27.09.2023)

(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: 日本電気株式会社 (**NEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号 (JP).

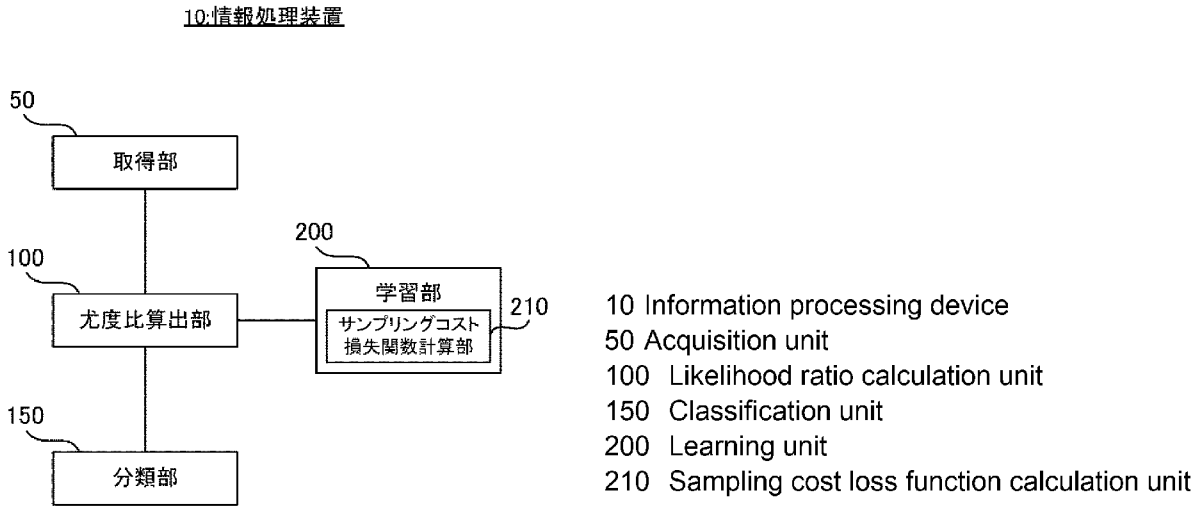
(72) 発明者: 海老原 章記 (**EBIHARA, Akinori**); 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号 日本電気株式会社内 (JP). 宮川 大輝(**MIYAGAWA, Taiki**); 〒1088001 東京都港区芝五丁目７番１号 日本電気株式会社内 (JP).

(74) 代理人: 江上 達夫, 外(**EGAMI, TATSUO** et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目１６番１０号 ＶＰＯ京橋３階 東京セントラル特許事務所内 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称： 情報処理装置、情報処理方法、及び記録媒体



(57) Abstract: An information processing device (10) comprises: an acquisition means (50) that sequentially acquires a plurality of elements included in sequential data; a likelihood ratio calculation means (100) that, each time an element is acquired, calculates, on the basis of two or more adjacent elements, a likelihood ratio indicating the likelihood of a class to which the sequential data may belong; a classification means (150) that classifies the sequential data into any of a plurality of classes on the basis of the likelihood ratio; and a learning means (200) that carries out training related to the calculation of the likelihood ratio by using a sampling cost loss function related to the cost of acquiring the element. Such an information processing device makes it possible to more appropriately classify sequential data because training can carried out with consideration of the cost when an element is acquired.

WO 2025/069242 A1

［続葉有］

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約:情報処理装置(１０)は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得する取得手段(５０)と、要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の要素に基づいて、系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出する尤度比算出手段(１００)と、尤度比に基づいて、系列データを複数のクラスのいずれかに分類する分類手段(１５０)と、要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、尤度比の算出に係る学習を行う学習手段(２００)と、を備える。このような情報処理装置によれば、要素を取得する際のコストを考慮した学習が行えるため、系列データをより適切に分類することが可能となる。

明　細　書

発明の名称 ： 情報処理装置、情報処理方法、及び記録媒体

技術分野

[0001]　この開示は、情報処理装置、情報処理方法、及び記録媒体の技術分野に関する。

背景技術

[0002]　この種の装置として、尤度比を用いて系列データのクラス分類を行うものが知られている。例えば特許文献１は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得して解析することにより、系列データをあらかじめ定められた複数のクラスのうちのいずれかに分類することを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０２０／１９４４９７号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　この開示は、上述した関連する技術を改善することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005]　この開示の情報処理装置の一の態様は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得する取得手段と、前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出する尤度比算出手段と、前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類する分類手段と、前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う学習手段と、を備える。

[0006]　この開示の情報処理方法の一の態様は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得し、前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算

出し、前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類し、前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う。

[0007] この開示の記録媒体の一の態様は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得し、前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出し、前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類し、前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う、情報処理方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが記録されている。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第１の情報処理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[図2]第１の情報処理装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図3]第１の情報処理装置における分類動作の流れを示すフローチャートである。

[図4]第１の情報処理装置における学習動作の流れを示すフローチャートである。

[図5]第２の情報処理装置の機能的構成を示すブロック図である。

[図6]第２の情報処理装置における学習動作の流れを示すフローチャートである。

[図7]第２の情報処理装置における意思決定時刻の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照しながら、情報処理装置、情報処理方法、及び記録媒体の実施形態について説明する。

[0010] ＜第１実施形態＞

第１実施形態について、図１から図４を参照して説明する。

[0011] （ハードウェア構成）

まず、図１を参照しながら、第１の情報処理装置のハードウェア構成につ

いて説明する。図１は、第１の情報処理装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

[0012] 図１に示すように、第１の情報処理装置１０は、プロセッサ１１と、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）１２と、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）１３と、記憶装置１４とを備えている。情報処理装置１０は更に、入力装置１５と、出力装置１６と、を備えていてもよい。上述したプロセッサ１１と、ＲＡＭ１２と、ＲＯＭ１３と、記憶装置１４と、入力装置１５と、出力装置１６とは、それぞれデータバス１７を介して接続されている。なお、データバス１７は、データバス以外のインターフェース（例えば、ＬＡＮやＵＳＢ等）であってもよい。

[0013] プロセッサ１１は、コンピュータプログラムを読み込む。例えば、プロセッサ１１は、ＲＡＭ１２、ＲＯＭ１３及び記憶装置１４のうちの少なくとも一つが記憶しているコンピュータプログラムを読み込むように構成されている。或いは、プロセッサ１１は、コンピュータで読み取り可能な記録媒体が記憶しているコンピュータプログラムを、図示しない記録媒体読み取り装置を用いて読み込んでもよい。プロセッサ１１は、ネットワークインタフェースを介して、情報処理装置１０の外部に配置される不図示の装置からコンピュータプログラムを取得してもよい（つまり、読み込んでもよい）。プロセッサ１１は、読み込んだコンピュータプログラムを実行することで、ＲＡＭ１２、記憶装置１４、入力装置１５及び出力装置１６を制御する。本実施形態では特に、プロセッサ１１が読み込んだコンピュータプログラムを実行すると、プロセッサ１１内には、系列データを分類するための各種処理を実行する機能ブロックが実現される。即ち、プロセッサ１１は、情報処理装置１０における各制御を実行するコントローラとして機能してよい。

[0014] プロセッサ１１は、例えばＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＧＰＵ（Ｇｒａｐｈｉｃｓ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＦＰＧＡ（ｆｉｅｌｄ－ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ ｇａｔｅ ａｒｒａｙ）、ＤＳＰ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｓｉｇｎａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｏｒ

）、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ）、量子プロセッサとして構成されてよい。プロセッサ１１は、これらのうち一つで構成されてもよいし、複数を並列で用いるように構成されてもよい。

[0015] ＲＡＭ１２は、プロセッサ１１が実行するコンピュータプログラムを一時的に記憶する。ＲＡＭ１２は、プロセッサ１１がコンピュータプログラムを実行している際にプロセッサ１１が一時的に使用するデータを一時的に記憶する。ＲＡＭ１２は、例えば、Ｄ－ＲＡＭ（Ｄｙｎａｍｉｃ Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）や、ＳＲＡＭ(Ｓｔａｔｉｃ Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ)であってよい。また、ＲＡＭ１２に代えて、他の種類の揮発性メモリが用いられてもよい。

[0016] ＲＯＭ１３は、プロセッサ１１が実行するコンピュータプログラムを記憶する。ＲＯＭ１３は、その他に固定的なデータを記憶していてもよい。ＲＯＭ１３は、例えば、Ｐ－ＲＯＭ（Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）や、ＥＰＲＯＭ(Ｅｒａｓａｂｌｅ Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ)であってよい。また、ＲＯＭ１３に代えて、他の種類の不揮発性メモリが用いられてもよい。

[0017] 記憶装置１４は、情報処理装置１０が長期的に保存するデータを記憶する。記憶装置１４は、プロセッサ１１の一時記憶装置として動作してもよい。記憶装置１４は、例えば、ハードディスク装置、光磁気ディスク装置、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ Ｓｔａｔｅ Ｄｒｉｖｅ）及びディスクアレイ装置のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0018] 入力装置１５は、情報処理装置１０のユーザからの入力指示を受け取る装置である。入力装置１５は、例えば、キーボード、マウス及びタッチパネルのうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。入力装置１５は、スマートフォンやタブレット等の携帯端末として構成されていてもよい。入力装置１５は、例えばマイクを含む音声入力が可能な装置であってもよい。

[0019] 出力装置１６は、情報処理装置１０に関する情報を外部に対して出力する

装置である。例えば、出力装置１６は、情報処理装置１０に関する情報を表示可能な表示装置（例えば、ディスプレイ）であってもよい。また、出力装置１６は、情報処理装置１０に関する情報を音声出力可能なスピーカ等であってもよい。出力装置１６は、スマートフォンやタブレット等の携帯端末として構成されていてもよい。

[0020] なお、図１では、複数の装置を含んで構成される情報処理装置１０の例を挙げたが、これらの全部又は一部の機能を、１つの装置で実現してもよい。このような情報処理装置は、例えば、上述したプロセッサ１１、ＲＡＭ１２、ＲＯＭ１３のみを備えて構成され、その他の構成要素（即ち、記憶装置１４、入力装置１５、出力装置１６等）については、例えば情報処理装置１０に接続される外部の装置が備えるようにしてもよい。また、情報処理装置１０は、一部の演算機能を外部の装置（例えば、外部サーバやクラウド等）によって実現するものであってもよい。

[0021] （機能的構成）

次に、図２を参照しながら、第１の情報処理装置１０の機能的構成について説明する。図２は、第１の情報処理装置の機能的構成を示すブロック図である。

[0022] 図２において、第１の情報処理装置１０は、系列データを分類するための装置として構成されている。例えば、第１の情報処理装置１０は、時系列データの画像を取得して、画像に含まれる物体がどのような物体であるかを分類する装置として構成されてよい。第１の情報処理装置１０は、その機能を実現するための構成要素として、取得部５０と、尤度比算出部１００と、分類部１５０と、学習部２００と、を備えて構成されている。取得部５０、尤度比算出部１００、分類部１５０、及び学習部２００の各々は、例えば上述したプロセッサ１１（図１参照）によって実現される処理ブロックであってよい。

[0023] 取得部５０は、系列データを取得可能に構成されている。ここでの系列データとは、所定の順番で並んだ複数の要素を含むデータであり、例えば時系

列データが一例として挙げられる。系列データのより具体的な例としては、動画データ、音声データ、或いは画像データを細分化したもの等が挙げられるが、これに限られるものではない。取得部５０は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得可能に構成されている。例えば、取得部５０は、系列データに含まれる要素を、１つずつ順番に取得するように構成されてよい。取得部５０は、任意のデータ取得装置（例えば、カメラやマイク等）から直接データを取得するものであってもよいし、あらかじめデータ取得装置で取得されストレージ等に記憶されているデータを読み出すものであってもよい。カメラからデータを取得する場合、取得部５０は複数のカメラの各々からデータを取得するように構成されていてもよい。

[0024] 尤度比算出部１００は、取得部５０で取得した系列データから尤度比を算出可能に構成されている。ここでの「尤度比」は、系列データが分類候補である複数のクラスのいずれに属するかを示す指標（より具体的には、系列データが属するクラスの尤もらしさを示す指標）である。尤度比算出部１００は、取得部５０が逐次的に要素を取得する場合、要素を取得する毎に尤度比を算出する。即ち、尤度比算出部１００は、取得部５０が要素を１つ取得すると尤度比を算出し、再び取得部５０が要素を１つ取得すると新たな尤度比を算出する。尤度比算出部１００は、取得部５０で逐次的に取得される要素のうち、連続する２つ以上の要素に基づいて尤度比を算出する。例えば、尤度比算出部１００は、新たに取得した要素と、過去に取得された要素又は過去に算出された尤度比とを用いて尤度比を算出してよい。この場合、尤度比算出部１００は、過去に取得された要素又は過去に算出された尤度比を記憶しておく記憶部を備えていてよい。尤度比算出部１００は、例えば学習済みのニューラルネットワークによって構成される。尤度比算出部１００は、後述する学習部２００によって学習される構成となっている。

[0025] 分類部１５０は、尤度比算出部１００で算出した尤度比に基づいて、系列データを複数のクラスのいずれかに分類する。具体的には、分類部１５０は、尤度比算出部１００で算出した尤度比と、予め設定されている閾値とを比

較することで、系列データを複数のクラスのいずれかに分類する。例えば、分類部１５０は、尤度比がクラスＡに対応する閾値を超えている場合に、系列データをクラスＡに分類する。また、分類部１５０は、尤度比がクラスＢに対応する閾値を超えている場合に、系列データをクラスＢに分類する。分類部１５０は、例えば画像中の人物の顔が本物の顔であるか、偽物の顔（例えば、写真や３Ｄマスクを利用したなりすまし）であるかを分類するものであってよい。また、複数のクラスは３つ以上であってもよい。この場合、分類部１５０は、クラスごとに設定された閾値を用いて分類を行えばよい。

[0026] 学習部２００は、尤度比算出部１００における尤度比の算出に係る学習を実行可能に構成されている。即ち、尤度比に基づくクラス分類が早期且つ正確に行われるように、尤度比の算出に関する学習を実行する。学習部２００は、損失関数を用いて学習を実行する。具体的には、学習部２００は、損失関数を用いて尤度比を算出する際に用いるモデルのパラメータを最適化する。なお、損失関数を用いたパラメータの最適化手法としては、適宜既存の技術を採用することが可能である。最適化手法の一例としては、誤差逆伝播法が挙げられるが、その他の手法を用いてもよい。

[0027] また、本実施形態に係る学習部２００は特に、サンプリングコスト損失関数計算部２１０を備えている。サンプリングコスト損失関数計算部２１０は、学習に用いる損失関数であるサンプリングコスト損失関数を計算する。サンプリングコスト損失関数は、要素を取得するコスト（以下、適宜「サンプリングコスト」と称する）に関する損失関数である。すでに説明したように、尤度比算出部１００が尤度比を算出する際には、取得部５０が系列データに含まれる要素を逐次的に取得していくが、その際にかかるコストがサンプリングコストである。サンプリングコスト損失関数は、予め設定されたコストパラメータを含む関数であってよい。サンプリングコスト損失関数の具体的な例については、後述する他の実施形態において説明する。

[0028] （分類動作）

次に、図３を参照しながら、第１の情報処理装置１０における分類動作（

即ち、系列データを複数のクラスのいずれかに分類する動作）について説明する。図３は、第１の情報処理装置における分類動作の流れを示すフローチャートである。

[0029] 図３に示すように、第１の情報処理装置１０における分類動作が開始されると、まず取得部５０が、系列データに含まれる要素を１つ取得する（ステップＳ１０１）。そして、尤度比算出部１００が、取得部５０が取得した要素に基づき尤度比を算出する（ステップＳ１０２）。

[0030] 続いて、分類部１５０が、尤度比算出部１００で算出した尤度比が閾値を超えるクラスがあるか否かを判定する（ステップＳ１０３）。即ち、分類部１５０は、尤度比算出部１００で算出した尤度比と、分類候補である各クラスに対応する閾値とを比較して、尤度比がいずれかのクラスに対応する閾値を超えているかを判定する。

[0031] 尤度比が閾値を超えるクラスがある場合（ステップＳ１０３：ＹＥＳ）、分類部１５０は、閾値を超えたクラスに系列データを分類する（ステップＳ１０４）。一方、尤度比が閾値を超えるクラスがない場合（ステップＳ１０３：ＮＯ）、再びステップＳ１０１から処理を実行する。即ち、取得部５０が系列データに含まれる次の要素を１つ取得して、上述した処理と同様の処理を繰り返す。

[0032] 尤度比算出部１００で算出される尤度比は、要素を取得する度に、分類すべきクラスに対応する閾値に近づいていく傾向がある。よって、上述したように要素を１つずつ取得しながら処理を繰り返すことにより、系列データを適切なクラスに分類できる。この際、分類しやすい系列データについては、早い段階で閾値を超えるため、早期に系列データを分類することができる。他方、分類しにくい系列データについては、閾値を超えるまで要素が取得され続けるため、時間をかけて正確に系列データを分類することができる。

[0033] （学習動作）

次に、図４を参照しながら、第１の情報処理装置１０における学習動作（即ち、学習部２００によって尤度比算出部１００を学習する際の動作）につ

いて説明する。図４は、第１の情報処理装置における学習動作の流れを示すフローチャートである。

[0034] 図４に示すように、第１の情報処理装置１０における学習動作が開始されると、まず取得部５０が系列データを取得する（ステップＳ１５１）。なお、ここで取得される系列データは、学習用に予め用意されたデータ（例えば、正解ラベルが付与された学習データ）であってよい。即ち、上述した分類動作に用いられる系列データと、学習動作で用いられる系列データとは異なるデータであってよい。

[0035] 続いて、学習部２００におけるサンプリングコスト損失関数計算部２１０が、系列データに基づきサンプリングコスト損失関数を計算する（ステップＳ１５２）。そして、学習部２００は、計算したサンプリングコスト損失関数を用いて、尤度比算出部１００の学習を実行する（ステップＳ１５３）。

[0036] 例えば、学習部２００は、サンプリングコスト損失関数から勾配を算出する。そして、計算した勾配に基づきサンプリングコスト損失関数が小さくなる方向へパラメータを変化させることで、尤度比算出部１００の学習を進める。

[0037] （技術的効果）

次に、第１の情報処理装置１０によって得られる技術的効果について説明する。

[0038] 図１から図４で説明したように、第１の情報処理装置１０では、サンプリングコスト損失関数を用いて尤度比の算出に係る学習が実行される。このようにすれば、要素を取得する際のコスト（言い換えれば、分類に時間がかかってしまうことに対するペナルティ）が考慮されるため、より適切な学習を行うことができる。具体的には、より早期に（即ち、できるだけ少ない要素で）系列データを正確に分類することが可能となる。

[0039] ＜第２実施形態＞

第２実施形態について、図５から図７を参照して説明する。なお、第２実施形態は、上述した第１実施形態と一部の構成及び動作が異なるのみであり

、その他の部分については第１実施形態と同様であってよい。このため、以下では、第１実施形態と異なる部分について詳しく説明し、他の重複する部分については適宜説明を省略するものとする。

[0040] （機能的構成）

まず、図５を参照しながら、第２の情報処理装置１０の機能的構成について説明する。図５は、第２の情報処理装置の機能的構成を示すブロック図である。なお、図５では、図２で示した各構成要素と同様の要素に同一の符号を付している。

[0041] 図５に示すように、第２の情報処理装置１０は、その機能を実現するための構成要素として、取得部５０と、尤度比算出部１００と、分類部１５０と、学習部２００と、を備えて構成されている。そして特に、第２の情報処理装置１０における分類部１５０は、意思決定時刻出力部１５５を備えている。

[0042] 意思決定時刻出力部１５５は、分類部１５０における意思決定時刻τを、学習部２００に出力可能に構成されている。意思決定時刻τは、分類部１５０が系列データを分類した際の時刻（即ち、尤度比が閾値を超えた時刻）である。なお、本実施形態における「時刻」は、要素が取得される度に進むものとする。このため、時刻は、これまでに取得した要素の数に対応している。

[0043] 学習部２００は、意思決定時刻出力部１５５から出力される意思決定時刻τを用いて学習を実行する。具体的には、サンプリングコスト損失関数計算部２１０が、下記式（１）で示すように、意思決定時刻τの関数としてサンプリングコスト関数L_{SC}を計算する。

[0044] [数1]

$$L_{SC} = f(\theta, \tau) \ldots (1)$$

なお、θはコストパラメータ行列である。ｆ（θ，τ）は、例えばθ・τであってよい。

[0045] （学習動作）

次に、図６を参照しながら、第２の情報処理装置１０における学習動作について説明する。図６は、第２の情報処理装置における学習動作の流れを示すフローチャートである。

[0046] 図６示すように、第２の情報処理装置１０における学習動作が開始されると、まず取得部５０が系列データを取得する（ステップＳ２５１）。なお、ここでは、系列データに含まれるすべての要素をまとめて取得してよい。そして、尤度比算出部１００は、すべての要素を取得する最終時刻Ｔまでの尤度比を算出する（ステップＳ２５２）。

[0047] 続いて、分類部１５０は、尤度比算出部１００で算出された尤度比が閾値を超える時刻である意思決定時刻τを求める（ステップＳ２５３）。以下では、図７を参照して意思決定時刻τについて具体的に説明する。図７は、第２の情報処理装置における意思決定時刻の一例を示すグラフである。

[0048] 図７に示すように、意思決定時刻τは、尤度比と予め設定された閾値（即ち、図中の上限閾値又は下限閾値）とが交差する時刻である。例えば、系列データＡに対応する意思決定時刻τ_Aは、系列データＡの尤度比と上限閾値とが交差する時刻である。系列データＢに対応する意思決定時刻τ_Bは、系列データＢの尤度比と下限閾値とが交差する時刻である。系列データＣに対応する意思決定時刻τ_Cは、系列データＣの尤度比と上限閾値とが交差する時刻である。

[0049] 上述した例のように、系列データの個数に応じて、意思決定時刻τも複数得られる。即ち、系列データがＭ個あれば、意思決定時刻τもＭ個得られる。意思決定時刻出力部１５５は、系列データの尤度比から得られた意思決定時刻τを、すべて学習部２００に出力する。

[0050] 図６に戻り、サンプリングコスト損失関数計算部２１０は、意思決定時刻τを含む関数として、サンプリングコスト損失関数$L_{SC}=f(\theta,\tau)$を計算する（ステップＳ２５４）。そして、学習部２００が、計算したサンプリングコスト損失関数L_{SC}を損失関数に加えて学習を実行する（ステップＳ２５５）。ここでは、サンプリングコスト損失関数L_{SC}を含む損失関数を最小化す

るように学習してもよい。なお、損失関数におけるサンプリングコスト損失関数L_{SC}以外の項については特に限定されるものではないが、分類ペナルティであってもよい。分類ペナルティとしてはクロスエントロピー損失関数を用いてもよい。即ち、学習部２００は、サンプリングコスト損失関数L_{SC}とクロスエントロピー損失関数とを含む損失関数が最小化するように学習してもよい。

[0051] （技術的効果）

次に、第２の情報処理装置１０によって得られる技術的効果について説明する。

[0052] 図５から図７で説明したように、第２の情報処理装置１０では、サンプリングコスト損失関数が、意思決定時刻τの関数として計算される。このようにすれば、系列データを分類するまでに要する時間を考慮して学習が行えるため、系列データの早期分類を実現することが可能となる。

[0053] また、クロスエントロピー損失関数にサンプリングコスト損失関数を加えた損失関数を最小化するように学習することで、クロスエントロピー損失関数を用いただけの場合と比較し、分類精度だけではなく分類速度を改善することが可能となる。

[0054] 上述した各実施形態の機能を実現するように該実施形態の構成を動作させるプログラムを記録媒体に記録させ、該記録媒体に記録されたプログラムをコードとして読み出し、コンピュータにおいて実行する処理方法も各実施形態の範疇に含まれる。すなわち、コンピュータ読取可能な記録媒体も各実施形態の範囲に含まれる。また、上述のプログラムが記録された記録媒体はもちろん、そのプログラム自体も各実施形態に含まれる。

[0055] 記録媒体としては例えばフロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、磁気テープ、不揮発性メモリカード、ＲＯＭを用いることができる。また該記録媒体に記録されたプログラム単体で処理を実行しているものに限らず、他のソフトウェア、拡張ボードの機能と共同して、ＯＳ上で動作して処理を実行するものも各実施形

態の範疇に含まれる。更に、プログラム自体がサーバに記憶され、ユーザ端末にサーバからプログラムの一部または全てをダウンロード可能なようにしてもよい。プログラムは、例えばＳａａＳ（Ｓｏｆｔｗａｒｅ　ａｓ　ａ　Ｓｅｒｖｉｃｅ）形式でユーザに提供されてもよい。

[0056] ＜付記＞

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0057] （付記１）

付記１に記載の情報処理装置は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得する取得手段と、前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出する尤度比算出手段と、前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類する分類手段と、前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う学習手段と、を備える情報処理装置である。

[0058] （付記２）

付記２に記載の情報処理装置は、前記分類手段は、前記尤度比が前記複数のクラスの各々に対応する閾値のいずれかを超えた場合に、前記系列データを分類し、前記サンプリングコスト損失関数は、前記尤度比が前記閾値を超えた時刻の関数である、付記１に記載の情報処理装置である。

[0059] （付記３）

付記３に記載の情報処理装置は、前記学習手段は、前記サンプリングコスト損失関数とクロスエントロピー損失関数とを含む損失関数が最小となるように学習を行う、付記２に記載の情報処理装置。

[0060] （付記４）

付記４に記載の情報処理方法は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得し、前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出し、

前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類し、前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う、情報処理方法である。

[0061] （付記５）

付記５に記載の記録媒体は、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得し、前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出し、前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類し、前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う、情報処理方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが記録された記録媒体である。

[0062] （付記６）

付記６に記載のコンピュータプログラムは、系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得し、前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出し、前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類し、前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う、情報処理方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムである。

[0063] この開示は、請求の範囲及び明細書全体から読み取ることのできる発明の要旨又は思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う情報処理装置、情報処理方法、及び記録媒体もまたこの開示の技術思想に含まれる。

符号の説明

[0064] １０　情報処理装置

１１　プロセッサ

５０　取得部

１００　尤度比算出部

１５０　分類部

１５５　意思決定時刻出力部

２００　学習部

２１０　サンプリングコスト損失関数計算部

請求の範囲

[請求項1] 系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得する取得手段と、

前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出する尤度比算出手段と、

前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類する分類手段と、

前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う学習手段と、

を備える情報処理装置。

[請求項2] 前記分類手段は、前記尤度比が前記複数のクラスの各々に対応する閾値のいずれかを超えた場合に、前記系列データを分類し、

前記サンプリングコスト損失関数は、前記尤度比が前記閾値を超えた時刻の関数である、

請求項１に記載の情報処理装置。

[請求項3] 前記学習手段は、前記サンプリングコスト損失関数とクロスエントロピー損失関数とを含む損失関数が最小となるように学習を行う、

請求項２に記載の情報処理装置。

[請求項4] 系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得し、

前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出し、

前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類し、

前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う、

情報処理方法。

[請求項5] 系列データに含まれる複数の要素を逐次的に取得し、

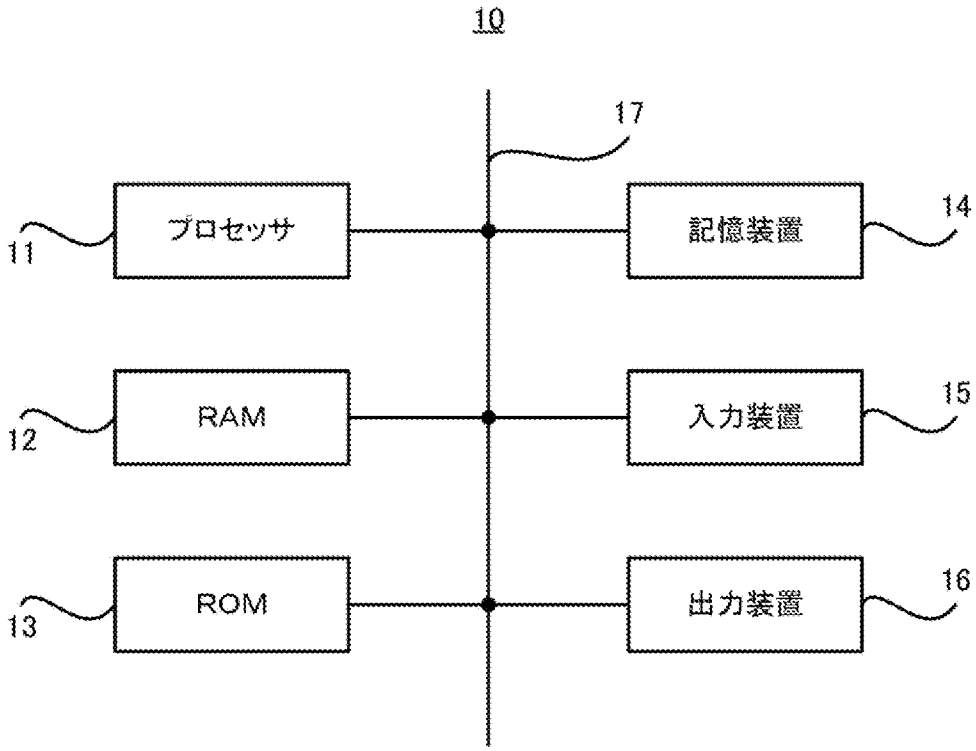
前記要素を取得する毎に、隣り合う２つ以上の前記要素に基づいて、前記系列データが属するクラスの尤もらしさを示す尤度比を算出し、

前記尤度比に基づいて、前記系列データを複数のクラスのいずれかに分類し、

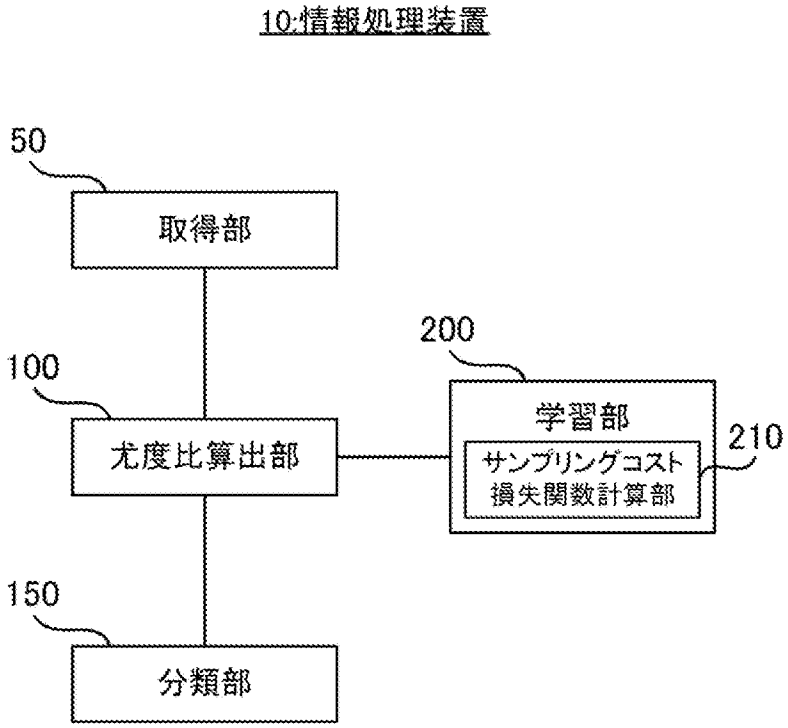
前記要素を取得するコストに関するサンプリングコスト損失関数を用いて、前記尤度比の算出に係る学習を行う、

情報処理方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが記録された記録媒体。

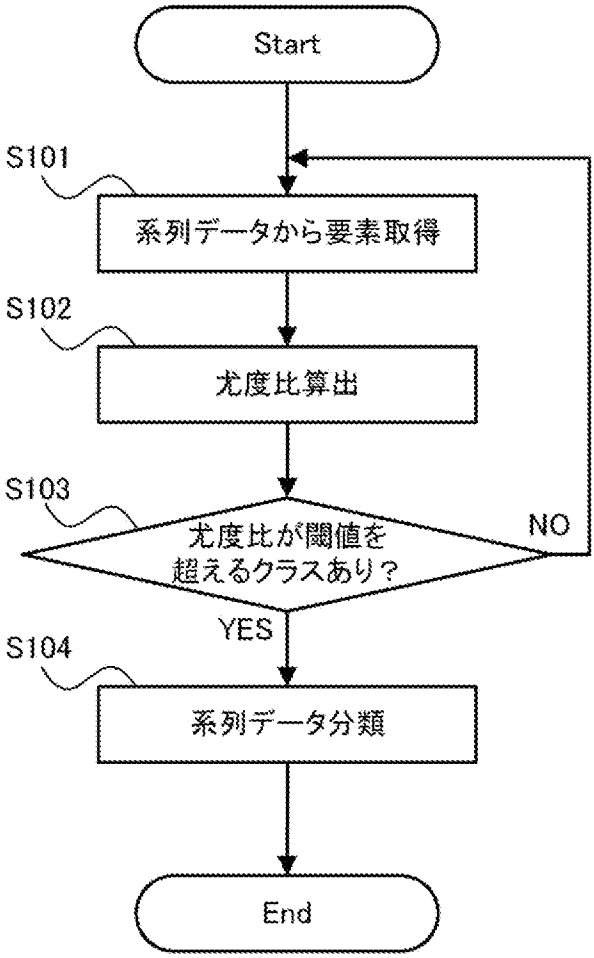
[図1]


10
17
プロセッサ
11
記憶装置
14
RAM
12
入力装置
15
ROM
13
出力装置
16

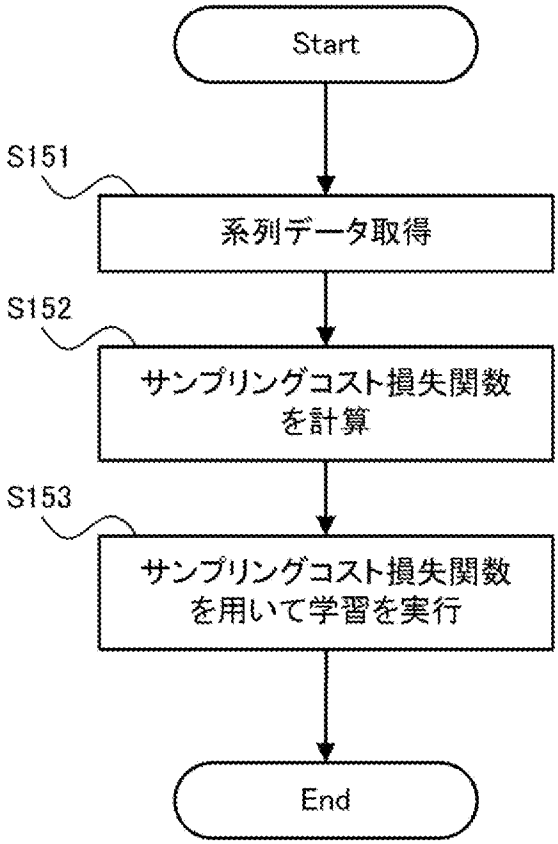
[図2]


10:情報処理装置
50
取得部
200
100
学習部
尤度比算出部
210
サンプリングコスト
損失関数計算部
150
分類部

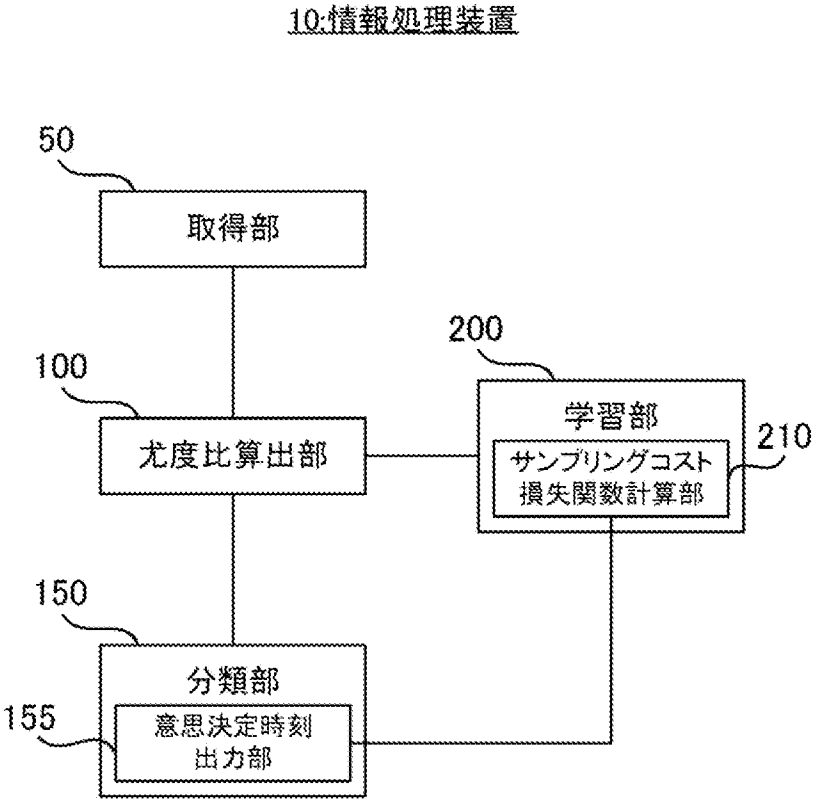
[図3]


Start
S101
系列データから要素取得
S102
尤度比算出
S103
尤度比が閾値を
超えるクラスあり？
NO
YES
S104
系列データ分類
End

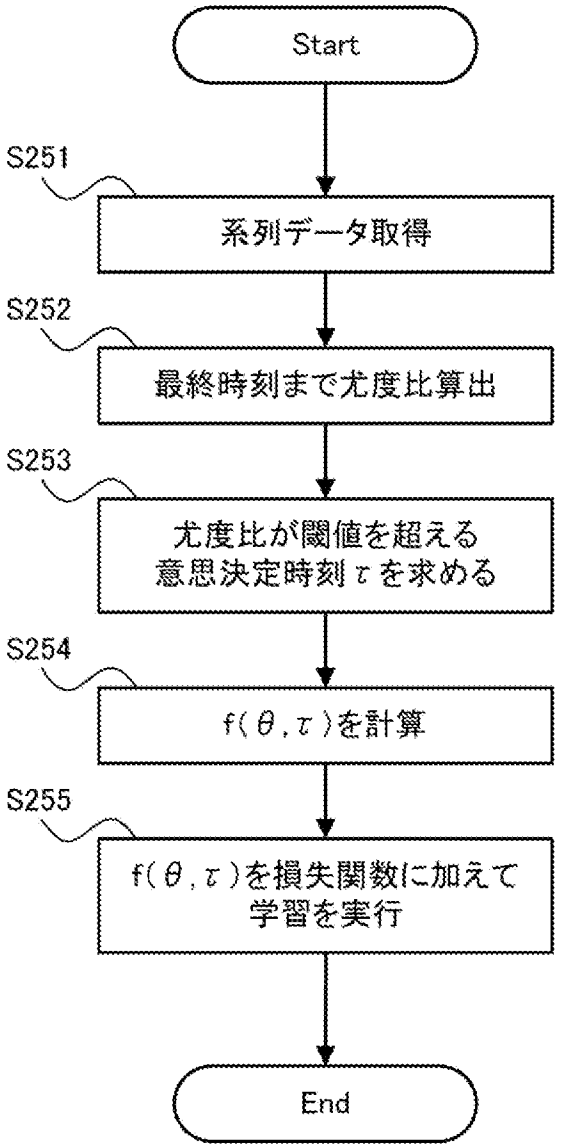
[図4]


Start
S151
系列データ取得
S152
サンプリングコスト損失関数
を計算
S153
サンプリングコスト損失関数
を用いて学習を実行
End

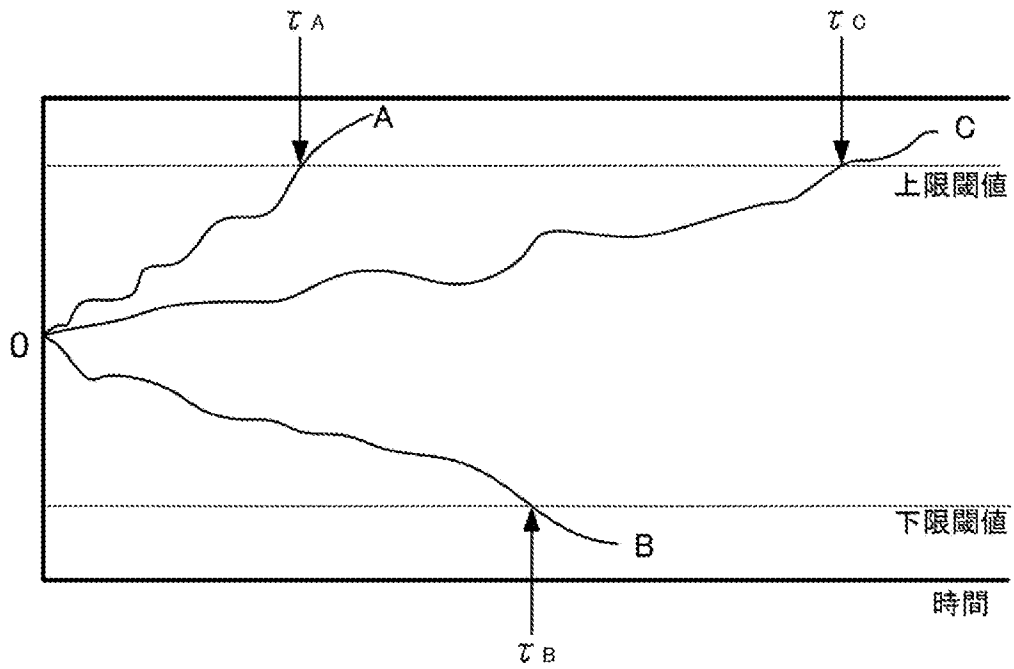
[図5]


10:情報処理装置
50
取得部
100
尤度比算出部
200
学習部
サンプリングコスト
損失関数計算部
210
150
分類部
155
意思決定時刻
出力部

[図6]


Start
S251
系列データ取得
S252
最終時刻まで尤度比算出
S253
尤度比が閾値を超える
意思決定時刻τを求める
S254
f(θ,τ)を計算
S255
f(θ,τ)を損失関数に加えて
学習を実行
End

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/035114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 18/2415(2023.01)i; ***G06N 20/00***(2019.01)i
FI: G06F18/2415; G06N20/00

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)

G06F18/2415; 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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
Y	WO 2023/148846 A1 (NEC CORPORATION) 10 August 2023 (2023-08-10) claim 1, paragraphs [0022]-[0037]	1-5
Y	WO 2021/229662 A1 (NEC CORPORATION) 18 November 2021 (2021-11-18) claim 1, paragraphs [0028]-[0031]	1-5
Y	WO 2021/220450 A1 (NEC CORPORATION) 04 November 2021 (2021-11-04) claim 1, paragraphs [0033]-[0046]	1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
21 November 2023	**05 December 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/035114

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2023/148846 A1	10 August 2023	(Family: none)	
WO 2021/229662 A1	18 November 2021	US 2022/0245916 A1 claim 1, paragraphs [0054]-[0057]	
WO 2021/220450 A1	04 November 2021	US 2022/0245519 A1 claim 1, paragraphs [0048]-[0061]	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/035114

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06F 18/2415(2023.01)i; G06N 20/00(2019.01)i
FI: G06F18/2415; G06N20/00

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））

G06F18/2415; 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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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
Y	WO 2023/148846 A1 (日本電気株式会社) 10.08.2023 (2023-08-10) 請求項1、段落0022-0037	1-5
Y	WO 2021/229662 A1 (日本電気株式会社) 18.11.2021 (2021-11-18) 請求項1、段落0028-0031	1-5
Y	WO 2021/220450 A1 (日本電気株式会社) 04.11.2021 (2021-11-04) 請求項1、段落0033-0046	1-5

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
21.11.2023	05.12.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
児玉　崇晶 5B 3651

電話番号 03-3581-1101 内線 3545

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/035114

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2023/148846 A1	10.08.2023	（ファミリーなし）	
WO 2021/229662 A1	18.11.2021	US 2022/0245916 A1 請求項1、段落0054-0057	
WO 2021/220450 A1	04.11.2021	US 2022/0245519 A1 請求項1 、段落0048-0061	