

(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10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

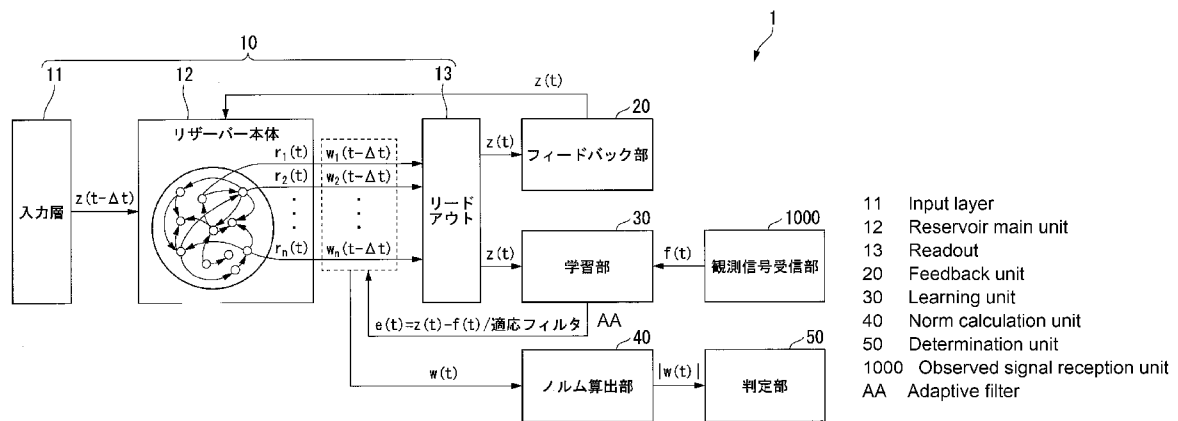
WO 2020/194591 A1

- (51) 国際特許分類:
G06N 3/08 (2006.01) *G06N 3/04* (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/013320
- (22) 国際出願日: 2019年3月27日(27.03.2019)
- (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: T D K株式会社(TDK CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中田 一紀 (NAKADA Kazuki);
〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目5番1号 T D K株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2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, 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,

(54) **Title:** OUTLIER DETECTION DEVICE, OUTLIER DETECTION METHOD, AND OUTLIER DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 外れ値検出装置、外れ値検出方法及び外れ値検出プログラム

【図1】



(57) **Abstract:** This outlier detection device is provided with: a reservoir computer which includes an input layer, a reservoir main unit including a plurality of neurons connected to each other by synapses, and a readout that calculates and outputs the inner product of a weight vector and an activity value vector having, as elements thereof, activity values that have been output by each of the plurality of neurons on the basis of inputs to the input layer; a learning unit which acquires an observed signal, calculates an error between the inner product and the observed signal, and updates the weight vector using a value obtained by applying an adaptive filter to the error; a norm calculation unit which calculates the norm of the weight vector each time the weight vector is updated by the learning unit; and a determination unit which determines whether or not the observed signal includes an outlier, on the basis of at least one of the norms calculated by the norm calculation unit.

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)）

(57) 要約：外れ値検出装置は、入力層と、互いにシナプスで接続された複数のニューロンを含むリザーバ一本体と、重みベクトルと複数の前記ニューロン各々が前記入力層への入力に基づいて出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を算出して出力するリードアウトとを有するリザーバコンピュータと、観測信号を取得し、前記内積と前記観測信号との誤差を算出し、前記誤差に適応フィルタを適用した値を使用して前記重みベクトルを更新する学習部と、前記学習部により更新された前記重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出部と、前記ノルム算出部により算出された前記ノルムの少なくとも一つに基づいて前記観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

外れ値検出装置、外れ値検出方法及び外れ値検出プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、外れ値検出装置、外れ値検出方法及び外れ値検出プログラムに関する。

背景技術

[0002] 現在、時系列信号の外れ値を検出する技術が様々な分野で重要性を増している。例えば、特許文献1には、データ取得部と、特性判別部と、データ特定受付部と、シミュレーション実行部とを備える異常検知モデル構築装置、異常検知モデル構築方法及びプログラムが開示されている。

[0003] データ取得部は、時系列のサンプリングデータをデータセットとして受け付ける。特性判別部は、データ取得部が取得したデータセットが、予め定められた複数の特性のうちユーザによって選択されたいずれか一つ以上の特性を有しているか否かを判別する。データ特定受付部は、データセットにおいて、ユーザによる正常データ又は異常データの特定を受け付ける。シミュレーション実行部は、いずれか一つ以上の特性のうち特性判別部により特性を有していると判別されたいずれか一つの特性に関連づけられたアルゴリズムに基づいて、データセットに対して異常検知のシミュレーションを実行し、データ特定受付部が特定を受け付けた正常データ又は異常データを正答とした場合の該アルゴリズムの評価を行う。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6315528号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上述した異常検知モデル構築装置、異常検知モデル構築方法及び

プログラムは、時間領域又は周波数領域で観測信号と教師データである時系列信号とのパターンマッチングを実行することにより観測信号に含まれる外れ値を検出する技術である。したがって、上述した異常検知モデル構築装置、異常検知モデル構築方法及びプログラムは、アルゴリズムが複雑になるため、当該アルゴリズムを実現するためのハードウェア構成が複雑になり、ハードウェアとして実現することが困難になることがある。

[0006] そこで、本発明は、ハードウェアとして容易に実現することができる外れ値検出装置、外れ値検出方法及び外れ値検出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

[0007] 本発明の一態様は、入力層と、互いにシナプスで接続された複数のニューロンを含むリザーバー本体と、重みベクトルと複数の前記ニューロン各々が前記入力層への入力に基づいて出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を算出して出力するリードアウトとを有するリザーバーコンピュータと、観測信号を取得し、前記内積と前記観測信号との誤差を算出し、前記誤差に適応フィルタを適用した値を使用して前記重みベクトルを更新する学習部と、前記学習部により更新された前記重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出部と、前記ノルム算出部により算出された前記ノルムの少なくとも一つに基づいて前記観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定部と、を備える外れ値検出装置である。

[0008] また、本発明の一態様において、前記判定部は、前記ノルム算出部により逐次算出された前記ノルムが所定の閾値を超えているか否かを更に判定し、前記ノルム算出部は、前記ノルム算出部により逐次算出された前記ノルムが所定の閾値を超えていると判定された場合、逐次算出する前記ノルムから所定の値を差し引く。

[0009] また、本発明の一態様において、前記学習部は、前記誤差に基づいて前記適応フィルタを適用して更新値を算出する際に、シストリックアレイを使用する。

[0010] また、本発明の一態様は、重みベクトルと、互いにシナプスで接続された複数のニューロン各々が入力層への入力に基づいて出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を出力するリザーバーコンピューティング工程と、観測信号を取得し、前記内積と前記観測信号との誤差を算出し、前記誤差に適応フィルタを適用した値を使用して前記重みベクトルを更新する学習工程と、前記学習工程において更新された前記重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出工程と、前記ノルム算出工程において算出された前記ノルムの少なくとも一つに基づいて前記観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定工程と、を含む外れ値検出方法である。

[0011] また、本発明の一態様は、コンピュータに、入力層と、互いにシナプスで接続された複数のニューロンを含むリザーバー本体と、重みベクトルと複数の前記ニューロン各々が前記入力層への入力に基づいて出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を出力するリードアウトを有するリザーバーコンピューティング機能と、観測信号を取得し、前記内積と前記観測信号との誤差を算出し、前記誤差に適応フィルタを適用した値を使用して前記重みベクトルを更新する学習機能と、前記学習機能により更新された前記重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出機能と、前記ノルム算出機能により算出された前記ノルムの少なくとも一つに基づいて前記観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定機能と、を実行させるための外れ値検出プログラムである。

発明の効果

[0012] 上述した外れ値検出装置、外れ値検出方法及び外れ値検出プログラムによれば、ハードウェアとして容易に実現することができる外れ値検出装置、外れ値検出方法及び外れ値検出プログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施形態に係る外れ値検出装置の一部の構成の一例を示す図である。

[図2]実施形態に係るリザーバーコンピュータの出力、観測信号及び重みベクトルのノルムの一例を示す図である。

[図3]実施形態に係るリザーバーコンピュータの出力、観測信号及び重みベクトルのノルムの一例を示す図である。

[図4]実施形態に係る外れ値検出装置が実行する処理の一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

[0014] [実施形態]

図1から図3を参照しながら、実施形態に係る積和演算器の構成の一例について説明する。図1は、実施形態に係る外れ値検出装置の一部の構成の一例を示す図である。

[0015] 図1に示すように、外れ値検出装置1は、リザーバーコンピュータ10と、フィードバック部20と、学習部30と、ノルム算出部40と、判定部50とを備える。

[0016] リザーバーコンピュータ10は、FORCE (First Order Reduced and Controlled Error) 学習を実行するリカレントニューラルネットワーク (RNN: Recurrent Neural Network) であり、入力層11と、リザーバー (Reservoir) 本体12と、リードアウト (Readout) 13とを備える。以下、時刻 t にリザーバー本体12とリードアウト13とを接続している矢印各々の重みベクトル $w(t - \Delta t)$ が重みベクトル $w(t)$ に更新される場合を例に挙げて説明する。

[0017] 入力層11は、次の式(1)で表される重みベクトルと次の式(2)で表される活性値ベクトルとの内積 $z(t - \Delta t)$ をリザーバー本体12に出力する。また、この内積 $z(t - \Delta t)$ は、次の式(3)で表される。ここで、時間 Δt は、リザーバー本体12とリードアウト13とを接続している矢印各々の重みベクトルを一回更新するために必要な時間である。

[0018] [数1]

$$w(t - 2\Delta t) = (w_1(t - 2\Delta t), w_2(t - 2\Delta t), \dots, w_n(t - 2\Delta t))$$

$$\dots (1)$$

[0019] [数2]

$$r(t - \Delta t) = (r_1(t - \Delta t), r_2(t - \Delta t), \dots, r_n(t - \Delta t)) \dots (2)$$

[0020] [数3]

$$z(t - \Delta t) = w^T(t - 2\Delta t) r(t - \Delta t) \dots (3)$$

[0021] リザーバー本体 12 は、互いにシナプスで接続された複数のニューロンを含む。ニューロンは、図 1 に白い丸で示されている。シナプスは、これらの白い丸を結ぶ矢印で示されており、重みが設定されている。また、シナプスが接続しているニューロンは、重みベクトルが更新されても変化しない。さらに、シナプスに設定されている重みは、重みベクトルが更新されても変化しない。

[0022] また、リザーバー本体 12 は、少なくとも一つのニューロンとリードアウト 13 とを接続する矢印を含む。矢印は、図 1 にニューロンとリードアウト 13 とを接続する矢印で示されており、図 1 に示した重み $w_1(t)$ 、重み $w_2(t)$ 、…、重み $w_n(t)$ が設定されている。これらの重みは、学習部 30 により時間 Δt ごとに更新される。また、矢印によりリードアウト 13 と接続されているニューロンは、例えば、入力層 11 により入力された内積 $z(t - \Delta t)$ に基づいて図 1 に示した活性値 $r_1(t)$ 、活性値 $r_2(t)$ 、…、活性値 $r_n(t)$ を出力する。

[0023] リードアウト 13 は、次の式 (4) で表される重みベクトルと次の式 (5) で表される活性値ベクトルとの内積 $z(t)$ を算出し、フィードバック部 20 及び学習部 30 に出力する。式 (5) で表される活性値ベクトルの要素各々は、矢印によりリードアウト 13 と接続されているニューロンにより出力された活性値 $r_1(t)$ 、活性値 $r_2(t)$ 、…、活性値 $r_n(t)$ である。また、この内積 $z(t)$ は、次の式 (6) で表される。

[0024]

[数4]

$$w(t - \Delta t) = (w_1(t - \Delta t), w_2(t - \Delta t), \dots, w_n(t - \Delta t)) \dots (4)$$

[0025] [数5]

$$r(t) = (r_1(t), r_2(t), \dots, r_n(t)) \dots (5)$$

[0026] [数6]

$$z(t) = w^T(t - \Delta t) r(t) \dots (6)$$

[0027] フィードバック部20は、リードアウト13から取得した内積 $z(t)$ をリザーバー本体12にフィードバックする。

[0028] 学習部30は、観測信号受信部100から観測信号 $f(t)$ を取得し、上述した式(6)で表される内積 $z(t)$ と観測信号 $f(t)$ との誤差を算出する。この誤差は、次の式(7)で表される。また、ここで言う観測信号 $f(t)$ は、時系列信号の一例であり、例えば、ロボットアームを動作されるモータを駆動させる信号、ヒトの心臓の心電波形である。

[0029] [数7]

$$e(t) = z(t) - f(t) \dots (7)$$

[0030] そして、学習部30は、上述した式(7)で表される誤差に基づいて適応フィルタにより算出した更新値を使用して上述した式(4)で表される重みベクトルを次の式(8)で表される重みベクトルに更新する。また、学習部30は、例えば、シストリックアレイを使用して当該誤差に適応フィルタを適用する。

[0031] [数8]

$$w(t) = (w_1(t), w_2(t), \dots, w_n(t)) \dots (8)$$

[0032] ノルム算出部40は、学習部30により更新された重みベクトルのノルムを逐次算出する。例えば、ノルム算出部40は、学習部30により更新された重みベクトル、すなわち上述した式(8)で表される重みベクトルのノルムを算出する。このノルムは、次の式(9)で表される。

[0033] [数9]

$$|w(t)| = \{w_1(t)^2 + w_2(t)^2 + \dots + w_n(t)^2\}^{1/2} \dots (9)$$

[0034] 外れ値検出装置1は、上述した処理を時間 Δt ごとに繰り返し実行することにより、リザーバー本体12に含まれるニューロンとリードアウト13との接続する矢印に設定された重みを要素とする重みベクトルを更新し、更新された重みベクトルのノルムを算出し、ノルムの時系列データを生成する。

[0035] 図2は、実施形態に係るリザーバーコンピュータの出力、観測信号及び重みベクトルのノルムの一例を示す図である。図2(a)は、リードアウト13により出力された内積 $z(t)$ を実線で示しており、学習部30が観測信号受信部1000から取得した観測信号 $f(t)$ の一例であるフーリエ波形を破線で示している。このフーリエ波形は、常に周期的に変化する波形の一例である。また、観測信号受信部1000は、例えば、外れ値検出装置1の外部に設置されているセンサから観測信号 $f(t)$ を取得する。図2(b)は、各時刻において算出された重みベクトルのノルムを示している。

[0036] 図2に示すように、重みベクトルのノルムは、外れ値検出装置1が観測信号 $f(t)$ を取得し、重みベクトルの更新を続けていくに従って増加する。すなわち、重みベクトルのノルムは、リザーバーコンピュータ10の学習が進むにつれて増加する。

[0037] 図3は、実施形態に係るリザーバーコンピュータの出力、観測信号及び重みベクトルのノルムの一例を示す図である。図3(a)は、リードアウト13により出力された内積 $z(t)$ を実線で示しており、学習部30が観測信号受信部1000から取得した観測信号 $f(t)$ の一例であるヒトの心電波

形を破線で示している。この心電波形は、周期的に変化しているものの、一定の揺らぎを含んでおり、一周期中で最大の値となるR波のうち五つ目のR波にアーティファクトを加算している波形である。このアーティファクトは、外れ値の一例であり、当該心電波形とは無関係に決定された値である。また、ここで言う外れ値は、観測信号 $f(t)$ の通常時の値から大きく逸脱した値だけではなく、測定ミス等により発生する異常値を含んでいる。図3(b)は、各時刻において算出された重みベクトルのノルムを示している。

[0038] 図3(b)に示すように、心電波形がアーティファクトを含んでいない期間においては、重みベクトルのノルムは、緩やかに増加している。一方、図3(b)に示すように、心電波形が外れ値、例えば、アーティファクトを含んでいる期間においては、重みベクトルのノルムは、急激に増加している。

[0039] 判定部50は、ノルム算出部40により算出されたノルムの少なくとも一つに基づいて観測信号 $f(t)$ に外れ値が含まれているか否かを判定する。例えば、判定部50は、ノルム算出部40により算出されたノルム又はノルムの変化量が所定の閾値を所定の回数以上超えた場合、観測信号 $f(t)$ に外れ値が含まれていると判定する。或いは、判定部50は、図2(b)に示したノルムの移動平均が所定の閾値を所定の回数以上超えた場合、観測信号 $f(t)$ に外れ値が含まれていると判定する。

[0040] なお、外れ値検出装置1は、観測信号 $f(t)$ に外れ値が含まれていると判定された場合、観測信号 $f(t)$ に外れ値が含まれていることを示す画像、動画、音声又はこれらの組み合わせを出力してもよい。

[0041] 次に、図4を参照しながら、実施形態に係る外れ値検出装置1が実行する処理を説明する。図4は、実施形態に係る外れ値検出装置が実行する処理の一例を説明するための図である。

[0042] ステップS10において、入力層11は、リザーバー本体12に内積、例えば、上述した内積 $z(t - \Delta t)$ を出力する。

[0043] ステップS20において、リザーバー本体12は、リードアウト13に活性値、例えば、図1に示した活性値 $r_1(t)$ 、活性値 $r_2(t)$ 、…、活性

値 $r_n(t)$ を出力する。

[0044] ステップS30において、リードアウト13は、ステップS20で出力された活性値を要素とする活性値ベクトルと重みベクトルとの内積を算して出力する。例えば、リードアウト13は、上述した式(5)で表される活性値ベクトルと上述した式(4)で表される重みベクトルとの内積 $z(t)$ を出力する。

[0045] ステップS40において、フィードバック部20は、ステップS30で算出された内積、例えば、内積 $z(t)$ をリザーバー本体12にフィードバックする。

[0046] ステップS50において、学習部30は、観測信号、例えば、観測信号 $f(t)$ を取得し、観測信号及びステップS30で算出された内積、例えば、内積 $z(t)$ に基づいて重みベクトルを更新する。

[0047] ステップS60において、ノルム算出部40は、ステップS50で更新された重みベクトルのノルムを算出する。

[0048] ステップS70において、判定部50は、重みベクトルのノルムの少なくとも一つに基づいて、ステップS50で取得された観測信号 $f(t)$ に外れ値が含まれているか否かを判定する。

[0049] ステップS80において、外れ値検出装置1は、観測信号、例えば、観測信号 $f(t)$ に外れ値が含まれているか否かの判定を終了するよう指示する信号を受信したか否かを判定する。外れ値検出装置1は、当該信号を受信したと判定した場合(ステップS80: YES)、処理をステップS10に戻し、当該信号を受信していないと判定した場合(ステップS80: NO)、処理を終了させる。

[0050] 以上、実施形態に係る外れ値検出装置1について説明した。外れ値検出装置1は、互いにシナプスで接続された複数のニューロン各々が出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を算出して出力するリザーバーコンピュータ10と、当該内積と観測信号との誤差を算出し、当該誤差に適応フィルタを適用した値を使用して重みベクトルを更新する学習部30と、更新

された重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出部40と、算出されたノルムの少なくとも一つに基づいて観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定部50とを備える。

[0051] つまり、外れ値検出装置1は、観測信号を時間領域又は周波数領域におけるパターンマッチングではなく、重みベクトルのノルムに基づいて観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する。また、上述した重みベクトルの次元は、時間領域又は周波数領域におけるパターンマッチングで使用される波形ベクトルの次元よりも小さい。また、リザーバーコンピュータ10が実行するFORCE学習は、デジタルハードウェアとして実装する上で好適な学習方法である。したがって、外れ値検出装置1は、ハードウェアで実現することができる。例えば、外れ値検出装置1は、DSP (Digital Signal Processor)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) を使用したデジタルハードウェアとして効率的に実装され得る。さらに、外れ値検出装置1は、逐一観測信号を取得しながら、重みベクトルを更新し続けるため、事前に観測信号を入力して学習しておく必要が無いという利点を有する。

[0052] また、学習部30は、シストリックアレイを使用して内積 $z(t)$ と観測信号 $f(t)$ との誤差に適応フィルタを適用するため、当該誤差に適応フィルタを適用する処理を効率的に実行することができる。

[0053] なお、判定部50は、ノルム算出部40により逐次算出されたノルムが所定の閾値を超えているか否かを更に判定してもよい。ノルム算出部40は、ノルム算出部40により逐次算出されたノルムが所定の閾値を超えていると判定された場合、逐次算出するノルムから所定の値を差し引いてもよい。これにより、外れ値検出装置1は、ノルム算出部40により算出されるノルムが大きくなり過ぎてしまい、判定部50による判定の精度が低下してしまう事態を回避することができる。

[0054] また、上述した実施形態に係る外れ値検出装置1の各構成要素又はこれらの構成要素の一部を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録させ、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュー

タシステムに読み込ませて実行することにより、処理を実行してもよい。

[0055] ここで言うコンピュータシステムは、例えば、オペレーティング・システム (Operating System: OS)、周辺機器等のハードウェアを含んでいてもよい。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、例えば、可搬媒体、記憶装置である。可搬媒体は、例えば、フロッピーディスク、光磁気ディスク、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ等の書き込み可能な不揮発性メモリ、DVD (Digital Versatile Disc) である。記憶装置は、例えば、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスクである。さらに、コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、ネットワーク又は通信回線を介してプログラムが送信される場合にサーバ又はクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリであってもよい。

[0056] また、上述したプログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、又は、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する伝送媒体とは、インターネット等のネットワーク又は電話回線等の通信回線のように情報を伝送する機能を有する媒体をいう。

[0057] また、上述したプログラムは、上述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、上述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるプログラム、いわゆる差分プログラムであってもよい。上述したプログラムは、例えば、コンピュータが備えるCPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサにより読み出されて実行される。

[0058] 以上、本発明の実施形態、第二実施形態及び第三実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこれら三つの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形及び置換を加えることができる。上述した各実施形態に記載の構成を組み合わせてもよい。

符号の説明

[0059] 1…外れ値検出装置、10…リザーバーコンピュータ、11…入力層、12…リザーバー本体、13…リードアウト、20…フィードバック部、30…学習部、40…ノルム算出部、50…判定部、1000…観測信号受信部

請求の範囲

- [請求項1] 入力層と、互いにシナプスで接続された複数のニューロンを含むリザーバー本体と、重みベクトルと複数の前記ニューロン各々が前記入力層への入力に基づいて出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を算出して出力するリードアウトとを有するリザーバーコンピュータと、
- 観測信号を取得し、前記内積と前記観測信号との誤差を算出し、前記誤差に適応フィルタを適用した値を使用して前記重みベクトルを更新する学習部と、
- 前記学習部により更新された前記重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出部と、
- 前記ノルム算出部により算出された前記ノルムの少なくとも一つに基づいて前記観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定部と、
- を備える外れ値検出装置。
- [請求項2] 前記判定部は、前記ノルム算出部により逐次算出された前記ノルムが所定の閾値を超えているか否かを更に判定し、
- 前記ノルム算出部は、前記ノルム算出部により逐次算出された前記ノルムが所定の閾値を超えていると判定された場合、逐次算出する前記ノルムから所定の値を差し引く、
- 請求項1に記載の外れ値検出装置。
- [請求項3] 前記学習部は、前記誤差に基づいて前記適応フィルタを適用して更新値を算出する際に、シストリックアレイを使用する、
- 請求項1又は請求項2に記載の外れ値検出装置。
- [請求項4] 重みベクトルと、互いにシナプスで接続された複数のニューロン各々が入力層への入力に基づいて出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を出力するリザーバーコンピューティング工程と、
- 観測信号を取得し、前記内積と前記観測信号との誤差を算出し、前

記誤差に適応フィルタを適用した値を使用して前記重みベクトルを更新する学習工程と、

前記学習工程において更新された前記重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出工程と、

前記ノルム算出工程において算出された前記ノルムの少なくとも一つに基づいて前記観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定工程と、

を含む外れ値検出方法。

[請求項5]

コンピュータに、

入力層と、互いにシナプスで接続された複数のニューロンを含みリザーバー本体と、重みベクトルと複数の前記ニューロン各々が前記入力層への入力に基づいて出力した活性値を要素とする活性値ベクトルとの内積を出力するリードアウトを有するリザーバーコンピューティング機能と、

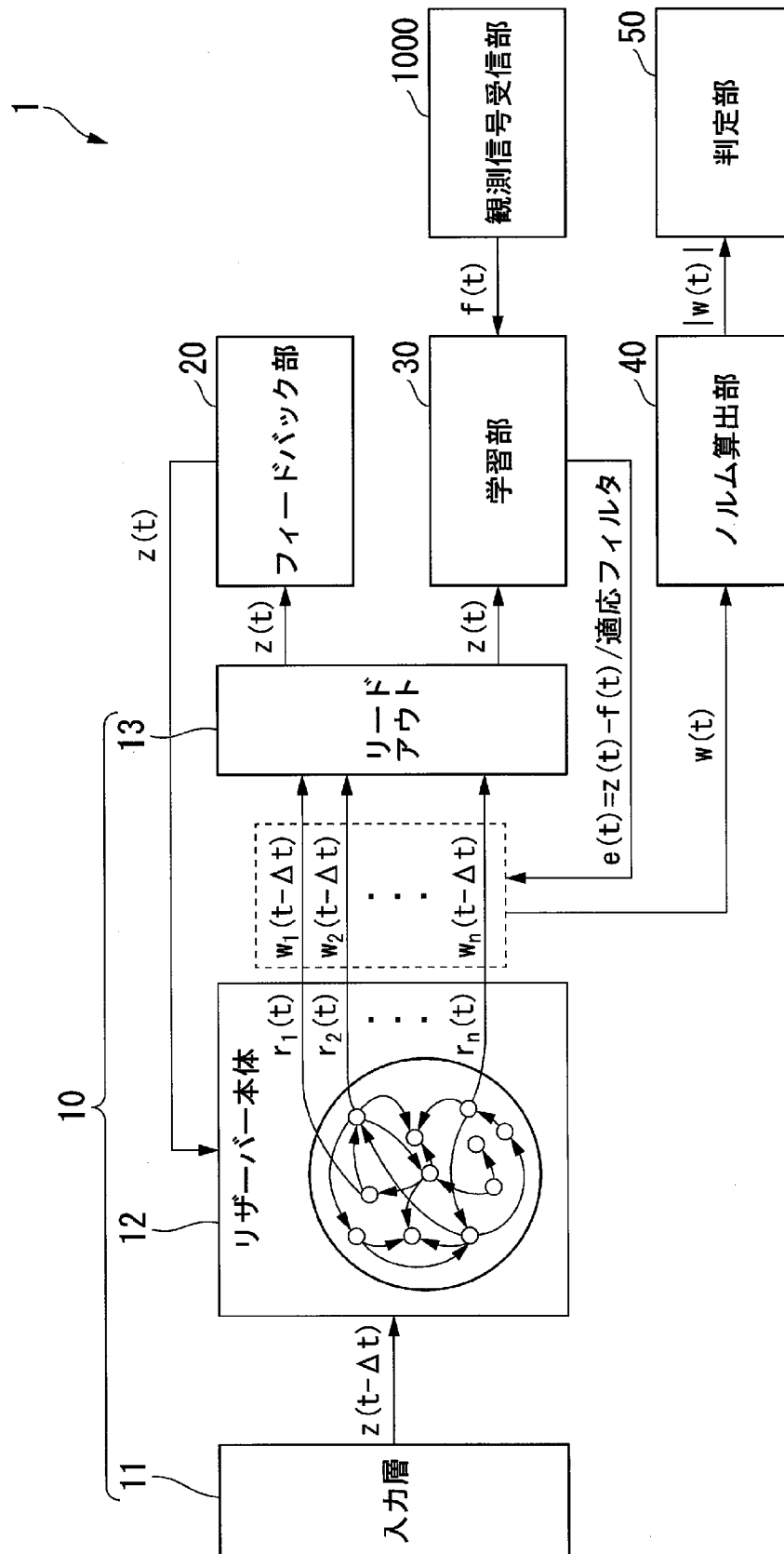
観測信号を取得し、前記内積と前記観測信号との誤差を算出し、前記誤差に適応フィルタを適用した値を使用して前記重みベクトルを更新する学習機能と、

前記学習機能により更新された前記重みベクトルのノルムを逐次算出するノルム算出機能と、

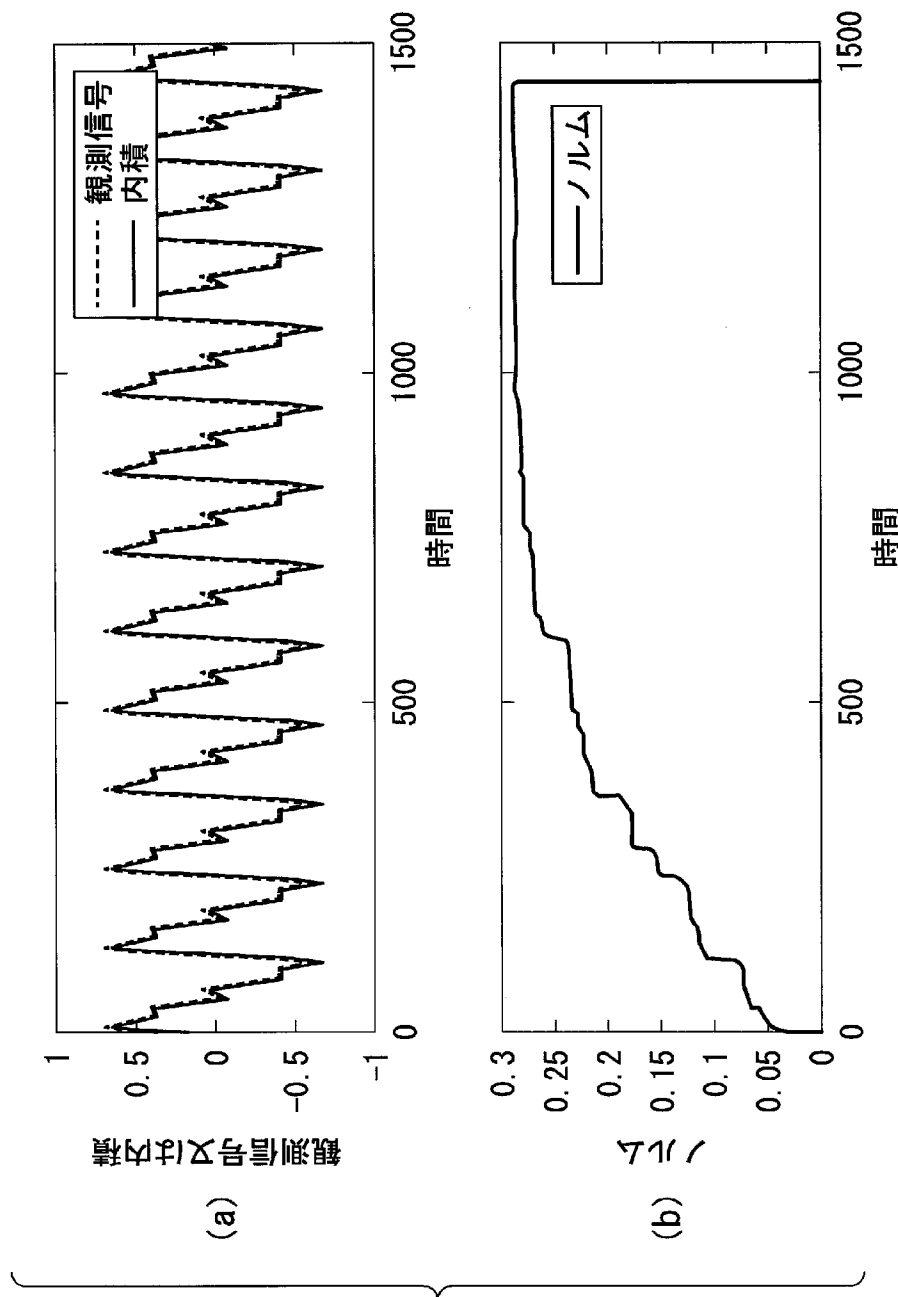
前記ノルム算出機能により算出された前記ノルムの少なくとも一つに基づいて前記観測信号に外れ値が含まれているか否かを判定する判定機能と、

を実行させるための外れ値検出プログラム。

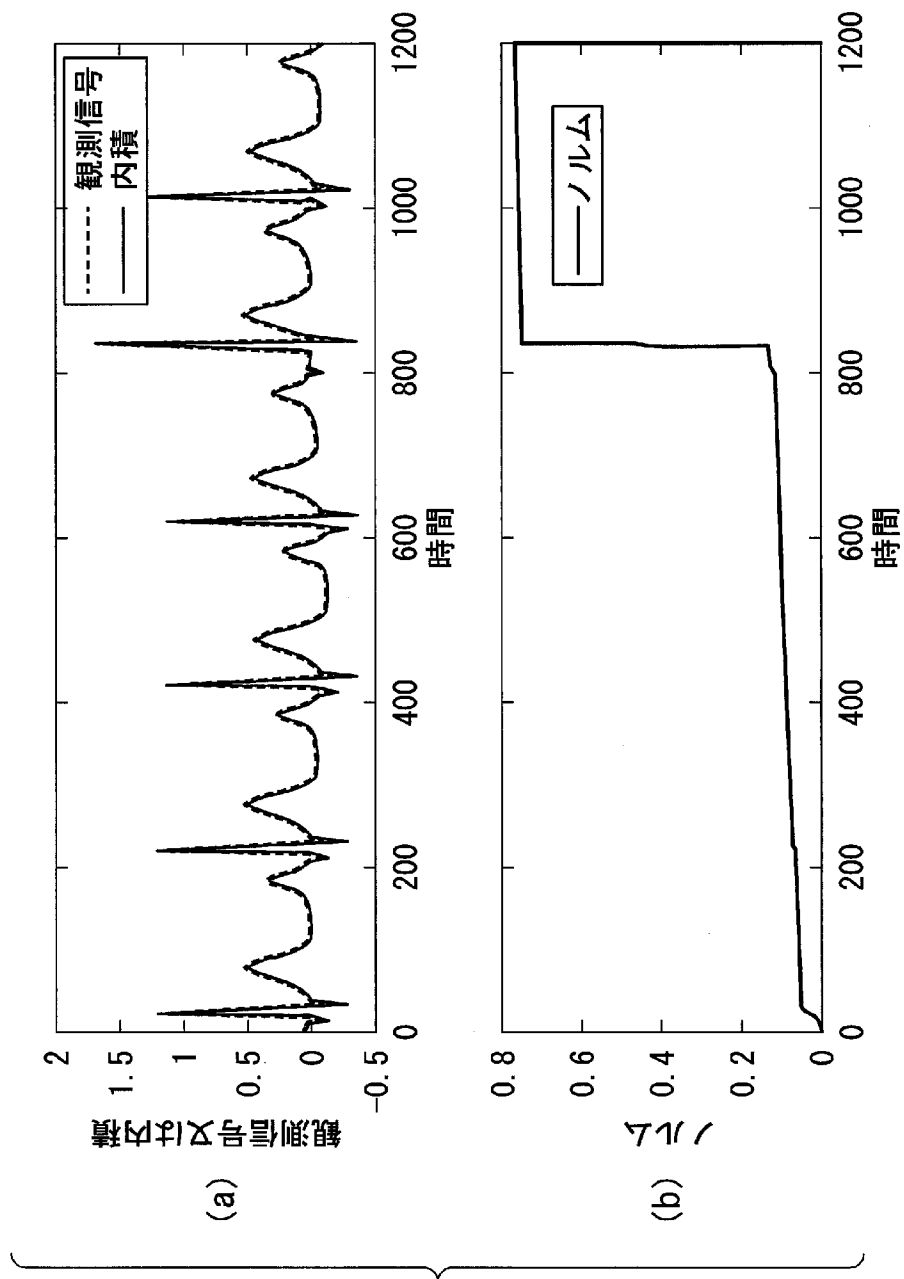
[図1]



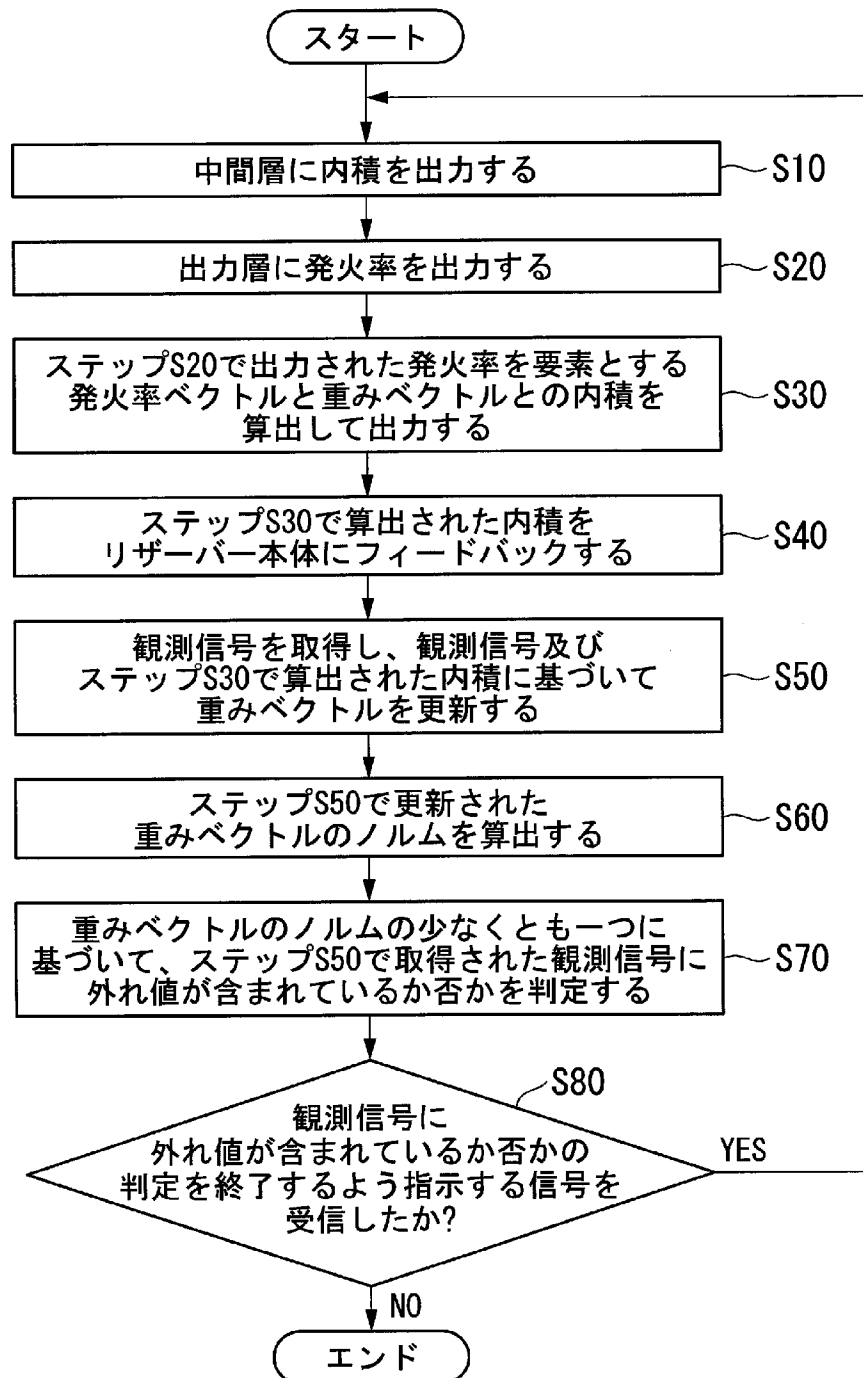
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013320

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06N3/08 (2006.01) i, G05B23/02 (2006.01) i, G06N3/04 (2006.01) 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. G06N3/08, G05B23/02, G06N3/04

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)

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014/0108094 A1 (BEDDO et al.) 17 April 2014, paragraphs [0035], [0056], [0057], fig. 1 (Family: none)	1-5
A	DUARTE, R., et al. "Self-Organized Artificial Grammar Learning in Spiking Neural Networks", [online], Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 2014, vol. 36, pages 427-432, ISSN: 1069-7977, [retrieved on 22 May 2019], Retrieved from the Internet: <URL: https://escholarship.org/uc/item/75j!b2t0 >. Especially, page 429, left-hand column, lines 1-12; page 429, right-hand column, lines 18-23; page 430, right-hand column, lines 24-31; fig. 2.	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
23.05.2019

Date of mailing of the international search report
04.06.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013320

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HODGE, V. J. et al., "A survey of outlier detection methodologies", [online], Artificial Intelligence Review, 2004, vol. 22, no.2, pages 85-126, [retrieved on 22 May 2019], Retrieved from the Internet: <URL: http://eprints.whiterose.ac.uk/767/1/hodgevj4.pdf > . Especially, section 3.	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06N3/08(2006.01)i, G05B23/02(2006.01)i, G06N3/04(2006.01)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. G06N3/08, G05B23/02, G06N3/04

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）

IEEE Xplore

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	US 2014/0108094 A1 (BEDDO et al.) 2014.04.17, Paragraphs [0035], [0056], [0057]; Figure 1. (No Family).	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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

23.05.2019

国際調査報告の発送日

04.06.2019

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）

久保 光宏

5 C

9189

電話番号 03-3581-1101 内線 3539

C (続き) . 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	DUARTE, R., et al., "Self-Organized Artificial Grammar Learning in Spiking Neural Networks", [online], Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 2014, Vol.36, Pages 427-432, ISSN: 1069-7977, [retrieved on 2019.05.22], Retrieved from the Internet: <URL: https://escholarship.org/uc/item/75j1b2t0>. Especially, Page 429, left-hand column, lines 1-12; Page 429, right-hand column, lines 18-23; Page 430, right-hand column, lines 24-31; Figure 2.	1 - 5
A	HODGE, V.J., et al., "A survey of outlier detection methodologies", [online], Artificial Intelligence Review, 2004, Vol.22, No.2, Pages 85-126, [retrieved on 2019.05.22], Retrieved from the Internet: <URL: http://eprints.whiterose.ac.uk/767/1/hodgevj4.pdf>. Especially, Section 3.	1 - 5