

(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6月18日(18.06.2020)



(10) 国際公開番号

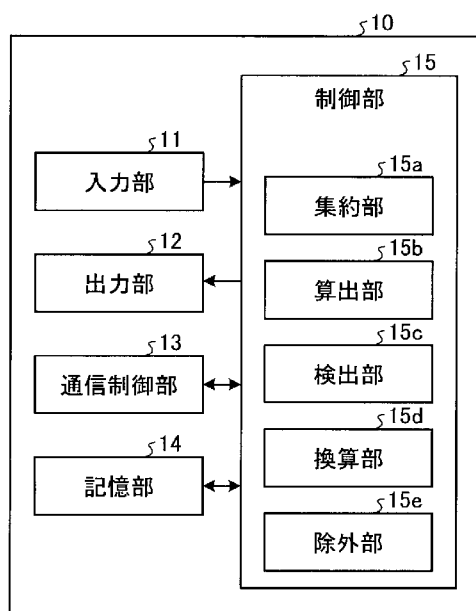
WO 2020/121722 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 17/15 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/044519
- (22) 国際出願日: 2019年11月13日(13.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-233810 2018年12月13日(13.12.2018) JP
- (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: 長山 弘樹 (NAGAYAMA, Hiroki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 胡 博 (HU, Bo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 加島 伸悟 (KASHIMA, Shingo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 神谷 和憲 (KAMIYA, Kazunori); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が

(54) Title: ESTIMATION DEVICE, ESTIMATION METHOD AND ESTIMATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 推定装置、推定方法および推定プログラム

[図1]



- 11... INPUT UNIT
12... OUTPUT UNIT
13... COMMUNICATION CONTROL UNIT
14... STORAGE UNIT
15... CONTROL UNIT
15a... AGGREGATION UNIT
15b... CALCULATION UNIT
15c... DETECTION UNIT
15d... CONVERSION UNIT
15e... EXCLUDING UNIT

(57) Abstract: In each pulse of a prescribed unit time, an aggregation unit (15a) aggregates a inputted pulse train signal, which includes time-series pulses in a prescribed observation time. A calculation unit (15b) uses the aggregated pulse train signal to calculate time shift amounts of an autocorrelation function. A detection unit (15c) calculates a threshold value and an autocorrelation value for each time shift amount selected in ascending order from the calculated time shift amounts, and if the autocorrelation value exceeds the threshold value, detects said time shift amount as the period of the aggregated

[続葉有]

WO 2020/121722 A1

関 3 丁 目 8 番 1 号 虎 の 門 三 井 ビ ル
ディング 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, 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, 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))

pulse train signal. A conversion unit (15d) converts the detected period to the period of the inputted pulse signal using the unit time. An excluding unit (15e) excludes the converted-period pulse train signal from the inputted pulse train signal.

(57) 要約：集約部（15 a）が、入力された所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス列信号を、所定の単位時間毎のパルスに集約する。算出部（15 b）が、集約されたパルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する。検出部（15 c）が、算出された時間シフト量から昇順に選択した各時間シフト量に対する自己相関値としきい値とを算出し、該自己相関値が該しきい値を超えている場合に、該時間シフト量を集約されたパルス列信号の周期として検出する。換算部（15 d）が、検出された周期を、単位時間を用いて入力されたパルス信号の周期に換算する。除外部（15 e）が、換算された周期のパルス列信号を、入力されたパルス列信号から除外する。

明 細 書

発明の名称：推定装置、推定方法および推定プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、推定装置、推定方法および推定プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、パルス列信号の周期を推定する P R I (Pulse Repetition Intervals) 変換と呼ばれる手法が知られている（非特許文献 1，2 参照）。P R I 変換では、信号とそれ自身を時間シフトした信号とがどれだけ整合するかを図る関数であって、周期推定に広く利用される自己相関関数に、複素数で表される位相の項が加えられる。P R I 変換では、パルス列信号に発生する低調波 (subharmonics) と呼ばれるノイズの影響を抑制するために、複素数の項が加えられている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献 1：Ken' ichi Nishiguchi, et al, "Improved Algorithm for Estimating Pulse Repetition Intervals", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2000年4月, Volume 36 issue 2, Page 407-421

非特許文献 2：Ken' ichi Nishiguchi, "Time-Period Analysis for Pulse Train Deinterleaving", Trans. of the Society of Instrument and Control Engineers, 2005年, Vol.E-4, No.1, pp.68-78

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の技術は、複数の周期のパルス列を含む信号の各パルス列の周期を推定することが困難な場合があった。例えば、パルス列信号の自己相関の値は、パルス列信号を時間シフトした際に元の信号と重なるパルス数の割合で決定される。したがって、周期の差が大きい複数の周期の信号

がパルス列信号に含まれる場合に、周期の短い信号ほど、この周期Aだけ時間シフトした際の自己相関の値が大きくなり、容易にノイズと区別される。これに対し、このパルス列信号に含まれる周期の長い信号ほど、自己相関の値が小さくなり、ノイズとの区別が難しくなる。したがって、P R I変換では、パルス列信号に周期の差が大きい複数の周期の信号が含まれる場合に、周期の長い信号の周期を推定することが困難な場合があった。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、複数の周期の信号を含むパルス列信号の各周期を精度高く推定することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る推定装置は、入力された所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス列信号を、所定の単位時間毎のパルスに集約する集約部と、集約された前記パルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する算出部と、算出された前記時間シフト量から昇順に選択した各時間シフト量に対する自己相関値としきい値とを算出し、該自己相関値が該しきい値を超えている場合に、該時間シフト量を前記集約済みパルス列信号の周期として検出する検出部と、検出された前記周期を、前記単位時間を用いて入力された前記パルス列信号の周期に換算する換算部と、換算された前記周期のパルス列信号を、入力された前記パルス列信号から除外する除外部と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、複数の周期の信号を含むパルス列信号の各周期を精度高く推定することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本実施形態の推定装置の概略構成を例示する模式図である。

[図2]図2は、推定処理手順を示すフローチャートである。

[図3]図3は、推定処理の流れを説明するための図である。

[図4]図4は、推定処理の流れを説明するための図である。

[図5]図5は、推定プログラムを実行するコンピュータの一例を示す図である。

。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して、本発明の一実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一部分には同一の符号を付して示している。

[0010] [推定装置の構成]

図1は、本実施形態の推定装置の概略構成を例示する模式図である。図1に例示するように、推定装置10は、パソコン等の汎用コンピュータで実現され、入力部11、出力部12、通信制御部13、記憶部14、および制御部15を備える。

[0011] 入力部11は、キーボードやマウス等の入力デバイスを用いて実現され、操作者による入力操作に対応して、制御部15に対して処理開始などの各種指示情報を入力する。出力部12は、液晶ディスプレイなどの表示装置、プリンター等の印刷装置等によって実現される。

[0012] 通信制御部13は、NIC (Network Interface Card) 等で実現され、LAN (Local Area Network) やインターネットなどの電気通信回線を介した外部の装置と制御部15との通信を制御する。例えば、通信制御部13は、後述する推定処理に用いられるパルス列信号を収集し管理する管理装置等と制御部15との通信を制御する。

[0013] 記憶部14は、RAM (Random Access Memory)、フラッシュメモリ (Flash Memory) 等の半導体メモリ素子、または、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置によって実現される。例えば、後述する推定処理において、検出された周期等が記憶される。なお、記憶部14は、通信制御部13を介して制御部15と通信する構成でもよい。

[0014] 制御部15は、CPU (Central Processing Unit) 等を用いて実現され、メモリに記憶された処理プログラムを実行する。これにより、制御部15は、図1に例示するように、集約部15a、算出部15b、検出部15c、換算部15dおよび除外部15eとして機能する。なお、これらの機能部は

、それぞれ、あるいは一部が異なるハードウェアに実装されてもよい。

[0015] 集約部 15 a は、入力された所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス列信号を、所定の単位時間毎のパルスに集約する。すなわち、集約部 15 a は、推定装置 10 による推定処理対象として入力された、例えば 3 時間分等の観測時間分のパルス列信号（以下、入力パルス列信号と記す。）のスケールを、例えば 1 秒単位から後述する所定の単位時間に変換し、集約済みパルス列信号とする。

[0016] 具体的には、集約部 15 a は、まず、入力部 11 あるいは通信制御部 13 を介して、所定の観測時間分のパルス列信号の入力を受け付ける。例えば、集約部 15 a は、収集された IP 通信のパケットを、(src IP、dst IP、dst port) の組み合わせごとに推定処理対象として受け付ける。

[0017] また、集約部 15 a は、受け付けた観測時間分のパルス列信号を用いて、横軸を時刻 t 、縦軸をパケット数とする時系列データである入力パルス列信号を生成する。ここで、観測時間は、入力されたパルス列信号の最初のパルス発生時刻から最後のパルス発生時刻までの時間である。また、入力パルス列信号は、時刻 t におけるパルスの有無とその数とで表される。例えば、入力パルス列信号は、パルスが発生した時刻におけるパルス数に相当する点、あるいはパルスが発生したことを示す、パルス数に等しい本数の棒で表される（後述する図 3 (a) 参照）。

[0018] 次に、集約部 15 a は、入力パルス列信号のパルス間隔を集計し、最頻出値を算出する。そして、集約部 15 a は、入力パルス列信号のパルス間隔の最頻出値に基づいて単位時間を決定し、該単位時間毎に入力パルス列信号を集約する。すなわち、集約部 15 a は、算出した最頻出値を用いて単位時間を決定し、決定した単位時間を用いて入力パルス列信号のスケールを変換する。

[0019] 本実施形態では、集約部 15 a は、パケット発生のタイミングのずれ (jitter) を吸収するために、入力パルス列信号のパルス間隔の最頻出値

の20%の値を単位時間とする。そして、集約部15aは、決定した単位時間毎に入力パルス列信号を集約し、これを集約済みパルス列信号とする。

[0020] 算出部15bは、集約された集約済みパルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する。具体的には、算出部15bは、集約済みパルス列信号に含まれる全てのパターンのパルス間隔を、時間シフト量として算出する。

[0021] ここで、上記のとおり、自己相関関数は、信号とそれ自身を所定の時間シフト量だけシフトした信号とがどれだけ整合するかを図る関数である。自己相関関数は、次式(1)に示すように、時間シフト量 τ の関数として表される。

[0022] [数1]

$$\int g(t)g(t+\tau)dt \quad \dots(1)$$

[0023] ここで、 $g(t)g(t+\tau)$ は、時刻 t のパルス数と時刻 $(t+\tau)$ のパルス数とのうち、重複しているパルス数を表す。

[0024] 上記式(1)に示すように、自己相関値は、時間シフト量 τ が周期関数の周期と一致した場合に有意に大きな値となるので、周期関数の周期の推定に利用できる。また、集約済みパルス列信号にないパルス間隔が周期となることはない。そこで、本実施形態では、算出部15bが、パルス列信号の周期候補として、集約済みパルス列信号の全てのパターンのパルス間隔を列挙して、それぞれを時間シフト量とする。

[0025] 検出部15cは、算出された時間シフト量から昇順に選択した各時間シフト量に対する自己相関値としきい値とを算出し、この自己相関値がこのしきい値を超えている場合に、この時間シフト量を集約されたパルス列信号の周期として検出する。

[0026] 具体的には、検出部15cは、算出された時間シフト量を昇順に処理対象として選択して、選択した時間シフト量 τ を上記式(1)に代入することにより、この時間シフト量 τ に対する自己相関値を算出する。

[0027] また、検出部15cは、観測時間を時間シフト量 τ で除算した値を用いて

しきい値を算出する。具体的には、検出部 15 c は、入力パルス列信号の観測時間は、集約済みパルス列信号の最初のパルス発生から最後のパルス発生までの時間に等しいので、この時間を観測時間として、この観測時間を時間シフト量 τ で除算する。

[0028] ここで、上記式 (1) からわかるように、時間シフト量 τ に対するパルス列信号の自己相関値は、パルス列信号内に存在する周期 τ のパルス数と一致する。また、観測時間を時間シフト量 τ で除算した値は、観測時間分のパルス列信号内に存在するはずの周期 τ のパルス列信号のパルス回数となる。したがって、観測時間分のパルス列信号内に周期 τ のパルス列信号が存在する場合には、自己相関値はこの値より大きくなるはずである。

[0029] そこで、検出部 15 c は、パルスの欠損を 2 割まで許容する場合に、観測時間を時間シフト量 τ で除算した値に 0.8 を乗算した値をしきい値として算出する。そして、検出部 15 c は、時間シフト量 τ に対する自己相関値がしきい値を超えている場合に、周期 τ のパルス列が存在すると判定する。

[0030] また、検出部 15 c は、時間シフト量 τ に対する自己相関値がしきい値を超えていない場合には、算出部 15 b により算出された時間シフト量のうち、上記の処理対象とした値の次に小さい値を選択し、同様の処理を繰り返す。

[0031] 換算部 15 d は、検出された周期を、単位時間を用いて入力された入力パルス信号の周期に換算する。具体的には、換算部 15 d は、検出部 15 c が検出した周期の値を、集約部 15 a が決定した単位時間を用いて入力パルス列信号のスケールの値に換算する。また、換算部 15 d は、入力パルス列信号のスケールに換算した周期の値を、検出済みの入力パルス列信号の周期として記憶部 14 に記憶させる。

[0032] 除外部 15 e は、換算された周期のパルス列信号を、入力パルス列信号から除外する。その際に、除外部 15 e は、換算された入力パルス列信号の周期の時刻ごとにパルス数を集計して各時刻あたりのパルス数の最頻出値を算出し、各時刻のパルス信号から該最頻出値のパルスを除外する。

[0033] すなわち、除外部 15 e は、換算された入力パルス列信号の周期のもっともらしいパルス数として、この周期に該当する各時刻あたりのパルス数の最頻出値を算出する。そして、除外部 15 e は、各時刻のパルスから、算出した最頻出値の数のパルスを除外する。これにより、入力パルス列信号から検出済みの周期のパルス列信号が除外される。

[0034] また、除外部 15 e は、検出済みの周期のパルス列信号を除外した入力パルス列信号を、新たな入力パルス列信号として集約部 15 a に入力する。

[0035] このようにして、推定装置 10 は、時間シフト量 τ を小さい順に適用して、上記の処理を繰り返す。また、推定装置 10 は、全ての時間シフト量 τ に対して、算出した自己相関値がしきい値を超えなくなった場合に、入力パルス列信号にはもはや周期 τ のパルス列が存在しないものと判定する。そして、推定装置 10 は、記憶部 14 に記憶させた全ての検出済みの入力パルス列信号の周期を、出力部 12 あるいは通信制御部 13 を介して出力する。

[0036] これにより、推定装置 10 は、ノイズとの区別が容易な周期の短いパルス列信号から順に焦点を当てながら検出し、入力パルス列信号から分離し除外する。検出済みの周期のパルス列信号が除外された新たな入力パルス列信号では、周期の短いパルス列信号に起因するノイズが低減され、また入力パルス列信号に占める周期の長いパルス列信号のパルス数の割合が増大する。したがって、推定装置 10 は、パルス列信号に周期の差が大きい複数の周期の信号が含まれる場合にも、パルス列信号の相対的に長い周期を推定することが可能となる。

[0037] [推定処理]

次に、図 2～4 を参照して、本実施形態に係る推定装置 10 による推定処理について説明する。図 2 は、推定処理手順を示すフローチャートである。また、図 3 および図 4 は、推定処理の流れを説明するための図である。

[0038] 図 2 のフローチャートは、例えば、ユーザが開始を指示する操作入力を行ったタイミングで開始される。まず、集約部 15 a が、入力部 11 あるいは通信制御部 13 を介して、所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス

列信号の入力を受け付けて、入力パルス列信号を生成する（ステップS1）。例えば、集約部15aは、受け付けた観測時間分のパルス列信号を用いて、横軸を時刻 t 、縦軸をパルス数とする入力パルス列信号を生成する。

[0039] 入力パルス列信号は、例えば、図3(a)に示すように、パルスが発生した時刻においてパルスが発生していることを示す、パルス数に等しい本数の棒で表される。図3(a)に示す例では、パルスがある場合に縦軸の値は1、パルスがない場合に縦軸の値は0として、時刻 t のパルス数が、縦軸の値が1のパルス数に等しい本数の棒（図示例では、いずれの時刻でも1本）で表されている。

[0040] 次に、集約部15aは、入力パルス列信号のパルス間隔を集計し、最頻出値を算出する。また、集約部15aは、入力パルス列信号のパルス間隔の最頻出値に基づいて単位時間を決定する。また、集約部15aは、単位時間毎に入力パルス列信号を集約することにより、集約済みパルス列信号を生成する（図2のステップS2）。

[0041] 次に、算出部15bが、集約済みパルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する（ステップS3）。具体的には、算出部15bは、集約済みパルス列信号に含まれる全てのパターンのパルス間隔を、時間シフト量として算出する。

[0042] 次に、検出部15cが、算出された時間シフト量を昇順に選択して処理対象の時間シフト量 τ を更新する（ステップS4）。

[0043] そして、検出部15cは、観測時間を時間シフト量 τ で除算した値を用いてしきい値を算出する。また、検出部15cは、時間シフト量 τ に対する自己相関値を算出する（図2のステップS5～S6、図3の(1)）。

[0044] そして、検出部15cは、時間シフト量 τ に対する自己相関値がしきい値を超えているか否かを確認する（図2のステップS7）。検出部15cは、自己相関値がしきい値を超えている場合に（ステップS7, Yes）、周期 τ のパルス列が存在すると判定する（図2のステップS8、図3(b)）。

[0045] 図3(b)に示す例では、 $\tau = A$ が周期として検出されている。なお、図

3および図4に示す例では、説明の簡略化のため、集約部15aによる入力パルス列信号のスケール変換は行われていない。したがって、以下に述べる換算部15dによる処理は行われず、ここで検出された周期の値がそのまま、検出済みの入力パルス列信号の周期とされている。

[0046] 換算部15dは、検出部15cが検出した周期の値を、集約部15aが決定した単位時間を用いて、入力パルス列信号の周期に換算する（図2のステップS9）。また、換算部15dは、入力パルス列信号のスケールに換算した周期の値を、検出済みの入力パルス列信号の周期として記憶部14に記憶させる。

[0047] 次に、除外部15eが、換算された該周期のパルス列信号を分離して（図3（c））、入力パルス列信号から除外する（図2のステップS10、図3（2））。図3に示す例では、図3（c）に示す周期Aのパルス列信号が、図3（a）に示す入力パルス列信号から除外され、図3（d）に示すパルス列信号とされている。

[0048] その際に、除外部15eは、換算された入力パルス列信号の周期のもっともらしいパルス数として、周期の時刻ごとにパルス数を集計して各時刻あたりのパルス数の最頻出値を算出し、各時刻のパルス信号から最頻出値のパルスを除外する。これにより、入力パルス列信号から検出済みの周期のパルス列信号が除外される。

[0049] また、除外部15eは、検出済みの周期のパルス列信号を除外した、図3（d）に示した入力パルス列信号を、新たな入力パルス列信号として、集約部15aに入力する（図2のステップS2、図3（3））。

[0050] そして、推定装置10は、図4に示すように、上記と同様の処理を繰り返す。図4に示す例では、図3（d）に示したパルス列信号を、図4（a）に示す入力パルス列信号として、算出部15bが、自己相関関数の時間シフト量 τ を算出し、検出部15cが、時間シフト量 τ に対するしきい値と自己相関値とを算出する（図4（4））。

[0051] そして、検出部15cが、時間シフト量 τ に対する自己相関値がしきい値

を超えている場合に、検出部 15 c が、周期 τ のパルス列が存在すると判定する。図 4 (b) に示す例では、 $\tau = B$ が周期として検出されている。

[0052] そして、除外部 15 e が、検出された周期のパルス列信号を分離して (図 4 (c))、入力パルス列信号から除外する (図 4 (5))。図 4 に示す例では、図 4 (d) に示すように、検出済みの周期のパルス列信号を除外した結果、すべてのパルス列信号が除外されているため、新たな入力パルス列信号として集約部 15 a に入力されていない。

[0053] このようにして、推定装置 10 は、時間シフト量 τ を小さい順に適用して、上記の処理を繰り返す。なお、上記した図 2 のステップ S 7 の処理において、時間シフト量 τ に対する自己相関値がしきい値を超えなかった場合には (ステップ S 7, No)、検出部 15 c は、算出部 15 b が算出した全ての時間シフト量について処理が行われたかを確認する (ステップ S 11)。

[0054] 全ての時間シフト量について処理が行われていない場合には (ステップ S 11, No)、検出部 15 c は、ステップ S 4 の処理に戻し、処理対象の時間シフト量 τ を更新する。全ての時間シフト量について処理が行われている場合には (ステップ S 11, Yes)、検出部 15 c は、入力パルス列信号にはもはや周期パルス列が存在しないものとして、記憶部 14 に記憶させた全ての検出済みの入力パルス列信号の周期を、出力部 12 あるいは通信制御部 13 を介して出力する (ステップ S 12)。これにより、一連の推定処理が終了する。

[0055] 以上、説明したように、本実施形態の推定装置 10 において、集約部 15 a が、入力された所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス列信号を、所定の単位時間毎のパルスに集約する。算出部 15 b が、集約されたパルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する。検出部 15 c が、算出された時間シフト量から昇順に選択した各時間シフト量に対する自己相関値としきい値とを算出し、該自己相関値が該しきい値を超えている場合に、該時間シフト量を集約されたパルス列信号の周期として検出する。換算部 15 d が、検出された周期を、単位時間を用いて入力されたパルス信号の

周期に換算する。除外部 15 e が、換算された周期のパルス列信号を、入力されたパルス列信号から除外する。

[0056] これにより、推定装置 10 は、ノイズとの区別が容易な周期の短いパルス列信号から順に焦点を当てながら検出し、入力パルス列信号から分離し除外する。検出済みの周期のパルス列信号が除外された新たな入力パルス列信号では、周期の短いパルス列信号に起因するノイズが低減され、また入力パルス列信号に占める周期の長いパルス列信号のパルス数の割合が増大する。したがって、推定装置 10 は、パルス列信号に周期の差が大きい複数の周期の信号が含まれる場合にも、パルス列信号の相対的に長い周期を推定することが可能となる。このように、推定装置 10 は、推定装置 10 は、複数の周期の信号を含むパルス列信号の各周期を精度高く推定することができる。

[0057] 例えば、ビルや工場等の OT (Operational Technology) 環境において、多数の機器が事前に定義されたプログラムのみに基づいて、一定時間ごとに死活確認や機器状態の確認等の周期的な動作を行う場合が多い。そのような環境で、推定装置 10 は、通信中のネットワーク機器の通信周期を推定し、異なる通信周期の数を計上することにより、ネットワーク機器内で動作している周期的な動作プログラムの数を推定することが可能となる。また、推定装置 10 は、周期の変化を検出することにより、異常を検知することも可能となる。

[0058] [プログラム]

上記実施形態に係る推定装置 10 が実行する処理をコンピュータが実行可能な言語で記述したプログラムを作成することもできる。一実施形態として、推定装置 10 は、パッケージソフトウェアやオンラインソフトウェアとして上記の推定処理を実行する推定プログラムを所望のコンピュータにインストールさせることによって実装できる。例えば、上記の推定プログラムを情報処理装置に実行させることにより、情報処理装置を推定装置 10 として機能させることができる。ここで言う情報処理装置には、デスクトップ型またはノート型のパーソナルコンピュータが含まれる。また、その他にも、情報

処理装置にはスマートフォン、携帯電話機やPHS (Personal Handyphone System) などの移動体通信端末、さらには、PDA (Personal Digital Assistant) などのスレート端末などがその範疇に含まれる。また、推定装置10の機能を、クラウドサーバに実装してもよい。

[0059] 図5は、推定プログラムを実行するコンピュータの一例を示す図である。コンピュータ1000は、例えば、メモリ1010と、CPU1020と、ハードディスクドライブインタフェース1030と、ディスクドライブインタフェース1040と、シリアルポートインタフェース1050と、ビデオアダプタ1060と、ネットワークインタフェース1070とを有する。これらの各部は、バス1080によって接続される。

[0060] メモリ1010は、ROM (Read Only Memory) 1011およびRAM 1012を含む。ROM1011は、例えば、BIOS (Basic Input Output System) 等のブートプログラムを記憶する。ハードディスクドライブインタフェース1030は、ハードディスクドライブ1031に接続される。ディスクドライブインタフェース1040は、ディスクドライブ1041に接続される。ディスクドライブ1041には、例えば、磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能な記憶媒体が挿入される。シリアルポートインタフェース1050には、例えば、マウス1051およびキーボード1052が接続される。ビデオアダプタ1060には、例えば、ディスプレイ1061が接続される。

[0061] ここで、ハードディスクドライブ1031は、例えば、OS1091、アプリケーションプログラム1092、プログラムモジュール1093およびプログラムデータ1094を記憶する。上記実施形態で説明した各情報は、例えばハードディスクドライブ1031やメモリ1010に記憶される。

[0062] また、推定プログラムは、例えば、コンピュータ1000によって実行される指令が記述されたプログラムモジュール1093として、ハードディスクドライブ1031に記憶される。具体的には、上記実施形態で説明した推定装置10が実行する各処理が記述されたプログラムモジュール1093が

、ハードディスクドライブ1031に記憶される。

[0063] また、推定プログラムによる情報処理に用いられるデータは、プログラムデータ1094として、例えば、ハードディスクドライブ1031に記憶される。そして、CPU1020が、ハードディスクドライブ1031に記憶されたプログラムモジュール1093やプログラムデータ1094を必要に応じてRAM1012に読み出して、上述した各手順を実行する。

[0064] なお、推定プログラムに係るプログラムモジュール1093やプログラムデータ1094は、ハードディスクドライブ1031に記憶される場合に限られず、例えば、着脱可能な記憶媒体に記憶されて、ディスクドライブ1041等を介してCPU1020によって読み出されてもよい。あるいは、推定プログラムに係るプログラムモジュール1093やプログラムデータ1094は、LANやWAN (Wide Area Network) 等のネットワークを介して接続された他のコンピュータに記憶され、ネットワークインタフェース1070を介してCPU1020によって読み出されてもよい。

[0065] 以上、本発明者によってなされた発明を適用した実施形態について説明したが、本実施形態による本発明の開示の一部をなす記述および図面により本発明は限定されることはない。すなわち、本実施形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施形態、実施例および運用技術等は全て本発明の範疇に含まれる。

符号の説明

- [0066] 10 推定装置
- 11 入力部
 - 12 出力部
 - 13 通信制御部
 - 14 記憶部
 - 15 制御部
 - 15 a 集約部
 - 15 b 算出部

1 5 c 検出部

1 5 d 換算部

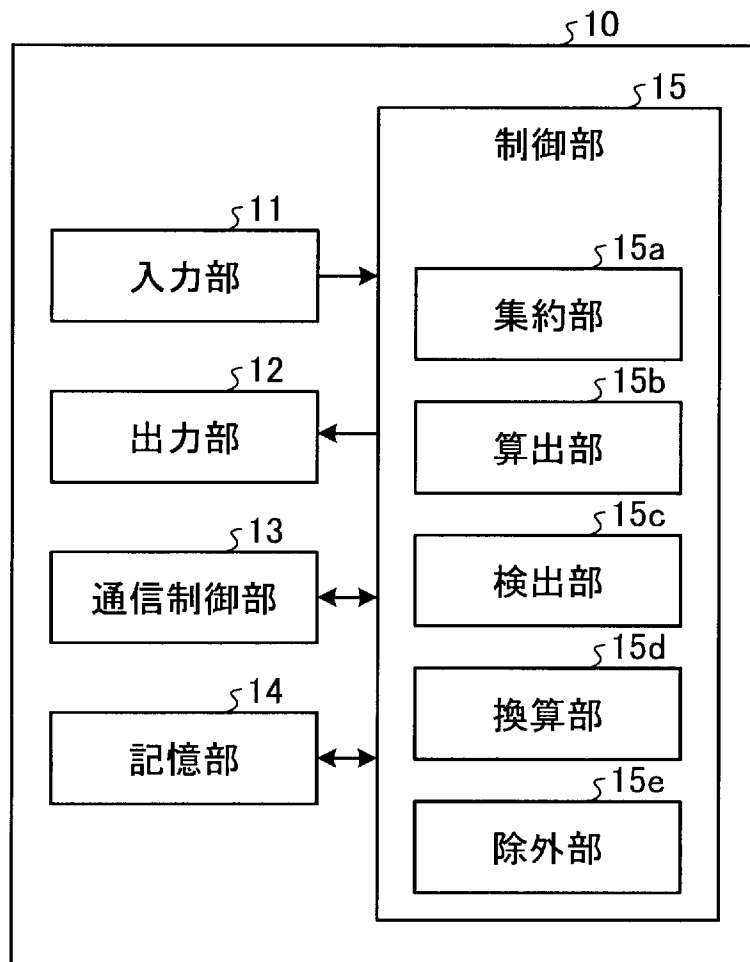
1 5 e 除外部

請求の範囲

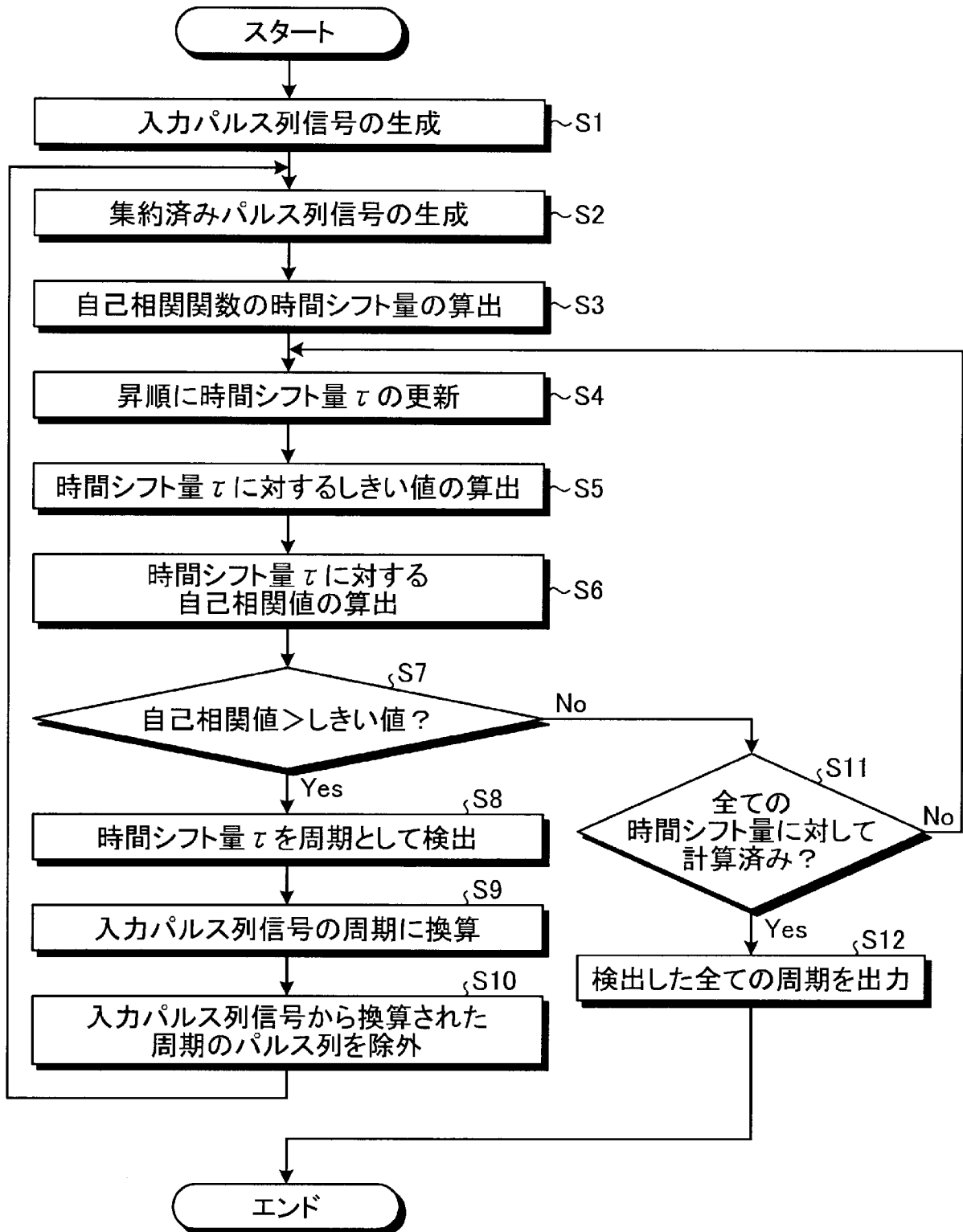
- [請求項1] 入力された所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス列信号を、所定の単位時間毎のパルスに集約する集約部と、
集約された前記パルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する算出部と、
算出された前記時間シフト量から昇順に選択した各時間シフト量に対する自己相関値としきい値とを算出し、該自己相関値が該しきい値を超えている場合に、該時間シフト量を集約された前記パルス列信号の周期として検出する検出部と、
検出された前記周期を、前記単位時間を用いて入力された前記パルス列信号の周期に換算する換算部と、
換算された前記周期のパルス列信号を、入力された前記パルス列信号から除外する除外部と、
を備えることを特徴とする推定装置。
- [請求項2] 前記集約部は、入力された前記パルス列信号のパルス間隔の最頻出値に基づいて前記単位時間を決定し、該単位時間毎に入力された前記パルス列信号を集約することを特徴とする請求項1に記載の推定装置。
- [請求項3] 前記算出部は、集約された前記パルス列信号に含まれる全てのパターンパルス間隔を、前記時間シフト量として算出することを特徴とする請求項1に記載の推定装置。
- [請求項4] 前記検出部は、前記観測時間を前記時間シフト量で除算した値を用いて前記しきい値を算出することを特徴とする請求項1に記載の推定装置。
- [請求項5] 前記除外部は、換算された前記周期の時刻ごとにパルス数を集計して各時刻のパルス数の最頻出値を算出し、各時刻のパルスから該最頻出値の数のパルスを除外することを特徴とする請求項1に記載の推定装置。

- [請求項6] 推定装置で実行される推定方法であって、
- 入力された所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス列信号を、所定の単位時間毎のパルスに集約する集約工程と、
- 集約された前記パルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する算出工程と、
- 算出された前記時間シフト量から昇順に選択した各時間シフト量に対する自己相関値としきい値とを算出し、該自己相関値が該しきい値を超えている場合に、該時間シフト量を集約された前記パルス列信号の周期として検出する検出工程と、
- 検出された前記周期を、前記単位時間を用いて入力された前記パルス列信号の周期に換算する換算工程と、
- 換算された前記周期のパルス列信号を入力された前記パルス列信号から除外する除外工程と、
- を含んだことを特徴とする推定方法。
- [請求項7] 入力された所定の観測時間分の時系列のパルスを含むパルス列信号を、所定の単位時間毎のパルスに集約する集約ステップと、
- 集約された前記パルス列信号を用いて自己相関関数の時間シフト量を算出する算出ステップと、
- 算出された前記時間シフト量から昇順に選択した各時間シフト量に対する自己相関値としきい値とを算出し、該自己相関値が該しきい値を超えている場合に、該時間シフト量を集約された前記パルス列信号の周期として検出する検出ステップと、
- 検出された前記周期を、前記単位時間を用いて入力された前記パルス列信号の周期に換算する換算ステップと、
- 換算された前記周期のパルス列信号を、入力された前記パルス列信号から除外する除外ステップと、
- をコンピュータに実行させる推定プログラム。

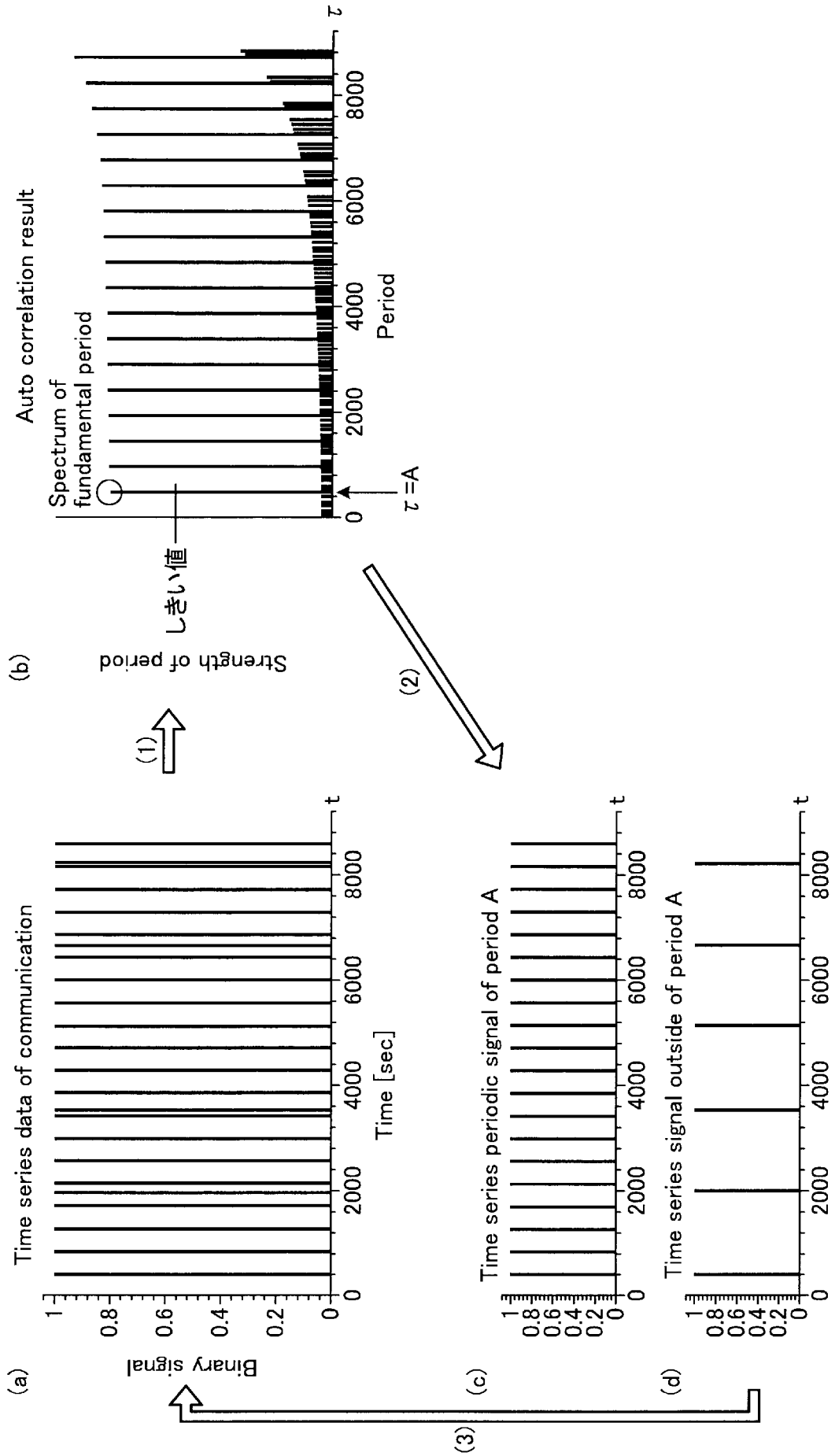
[図1]



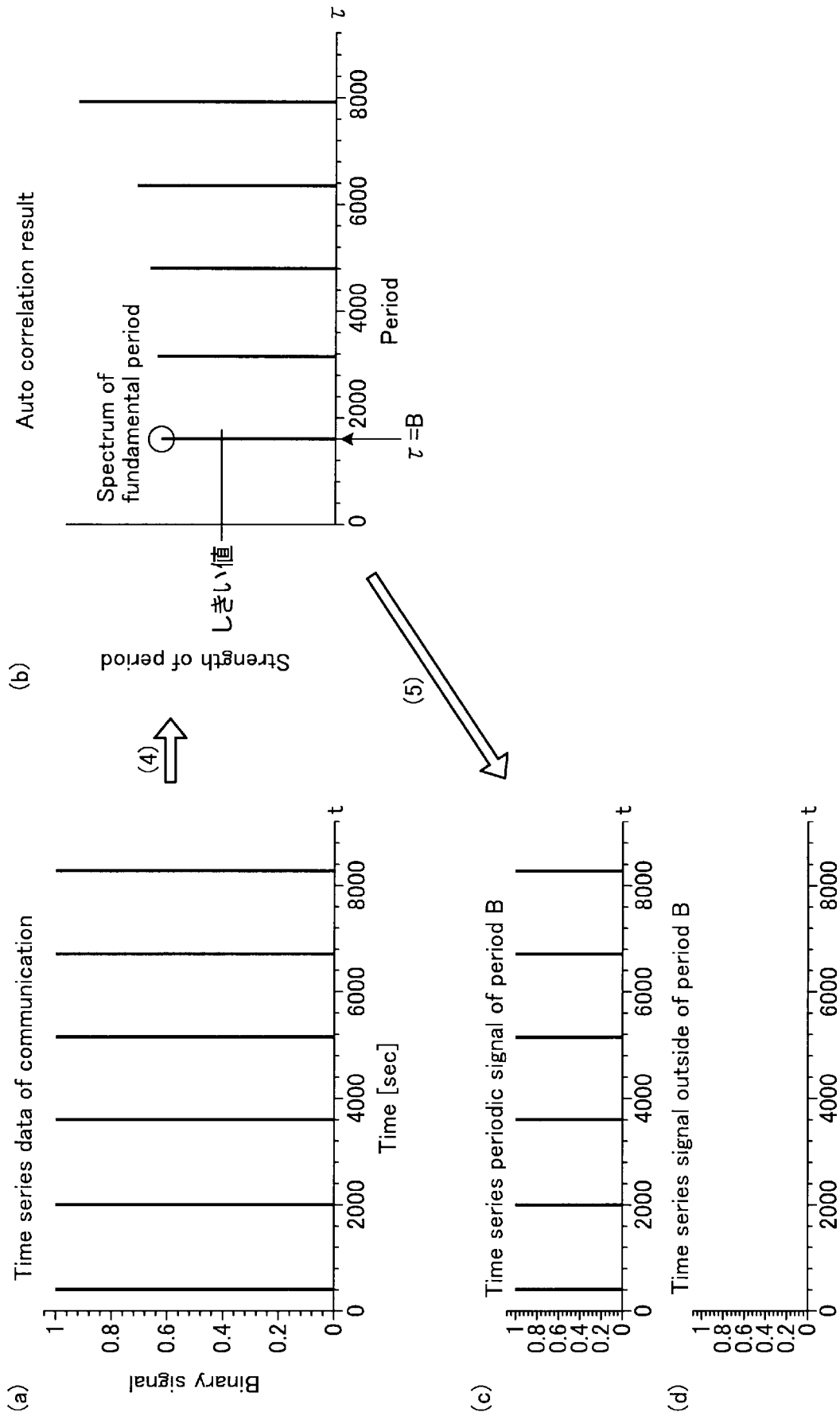
[図2]



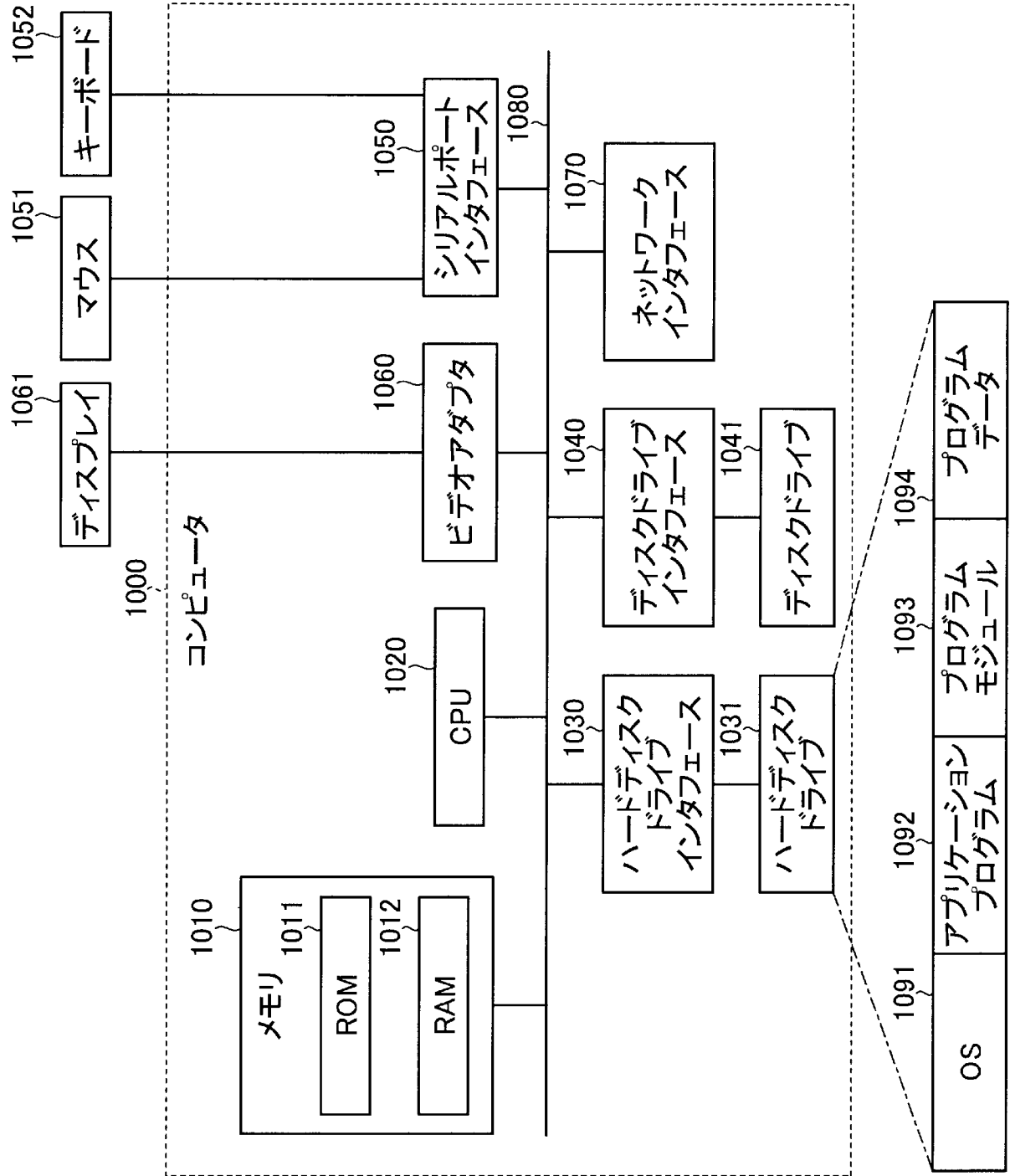
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/044519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06F17/15 (2006.01) i

FI: G06F17/15

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. G06F17/15

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2013-38592 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21 February 2013, entire text, all drawings	1-7
A	JP 2012-157212 A (TOYOTA INDUSTRIES CORP.) 16 August 2012, entire text, all drawings	1-7

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
29.01.2020

Date of mailing of the international search report
10.02.2020

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/JP2019/044519

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	西口憲一, "重畳パルス列の信号分離のための時間一周期解析法", 計測自動制御学会論文集, 30 November 2004, vol. 40, no. 11 [retrieved: 29 January 2020], Internet: <URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicetr1965/40/11/40_11_1114/_article/-char/ja >, <DOI: https://doi.org/10.9746/sicetr1965.40.1114 >, ISSN:1883-8189, pp. 1114-1123 (NISHIGUCHI, Ken'ichi. Time-Period Analysis for Pulse Train Deinterleaving. Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers.)	1-7
A	SUN, Haibin et al., "Defending against low-rate TCP attacks: dynamic detection and protection" Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Network Protocols, 2004. ICNP 2004., 01 November 2004, [retrieved on 29 January 2020], Internet :<URL: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1348110 >, <DOI :10.1109/ICNP.2004.1348110>, ISSN:1092-1648, in particular, "3.4.Feature Extraction"	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/044519

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-38592 A	21.02.2013	(Family: none)	
JP 2012-157212 A	16.08.2012	US 2012/0194111 A1 entire text, all drawings DE 102012201184 A1 CN 102624327 A KR 10-2012-0087839 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 17/15(2006.01)i FI: G06F17/15		
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）） G06F17/15 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2013-38592 A（三菱電機株式会社）21.02.2013（2013-02-21） 全文、全図	1-7
A	JP 2012-157212 A（株式会社豊田自動織機）16.08.2012（2012-08-16） 全文、全図	1-7
A	西口 憲一，“重畳パルス列の信号分離のための時間-周期解析法”，計測自動制御学会論文集，2004.11.30，2004年40巻11号，[検索日 2020.1.29]，インターネット：<URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicetri1965/40/11/40_11_1114/_article/-char/ja>，<DOI: https://doi.org/10.9746/sicetri1965.40.1114>，ISSN:1883-8189 第1114頁-第1123頁	1-7
A	SUN, Haibin et al., “Defending against low-rate TCP attacks: dynamic detection and protection”, Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Network Protocols, 2004. ICNP 2004., 2004.11.01, [検索日 2020.1.29], インターネット: <URL: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1348110>, <DOI: 10.1109/ICNP.2004.1348110>, ISSN:1092-1648 特に、「3.4. Feature Extraction」	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" 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 29.01.2020	国際調査報告の発送日 10.02.2020	
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） 加藤 優一 5B 6296 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/JP2019/044519

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2013-38592 A	21.02.2013	(ファミリーなし)	
JP 2012-157212 A	16.08.2012	US 2012/0194111 A1 全文, 全図	
		DE 102012201184 A1	
		CN 102624327 A	
		KR 10-2012-0087839 A	