

(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
2021年6月10日(10.06.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/111685 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 12/28 (2006.01) B60R 16/023 (2006.01)
H04L 12/66 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/032583

(22) 国際出願日: 2020年8月28日(28.08.2020)

(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 2019-219993 2019年12月5日(05.12.2019) JP

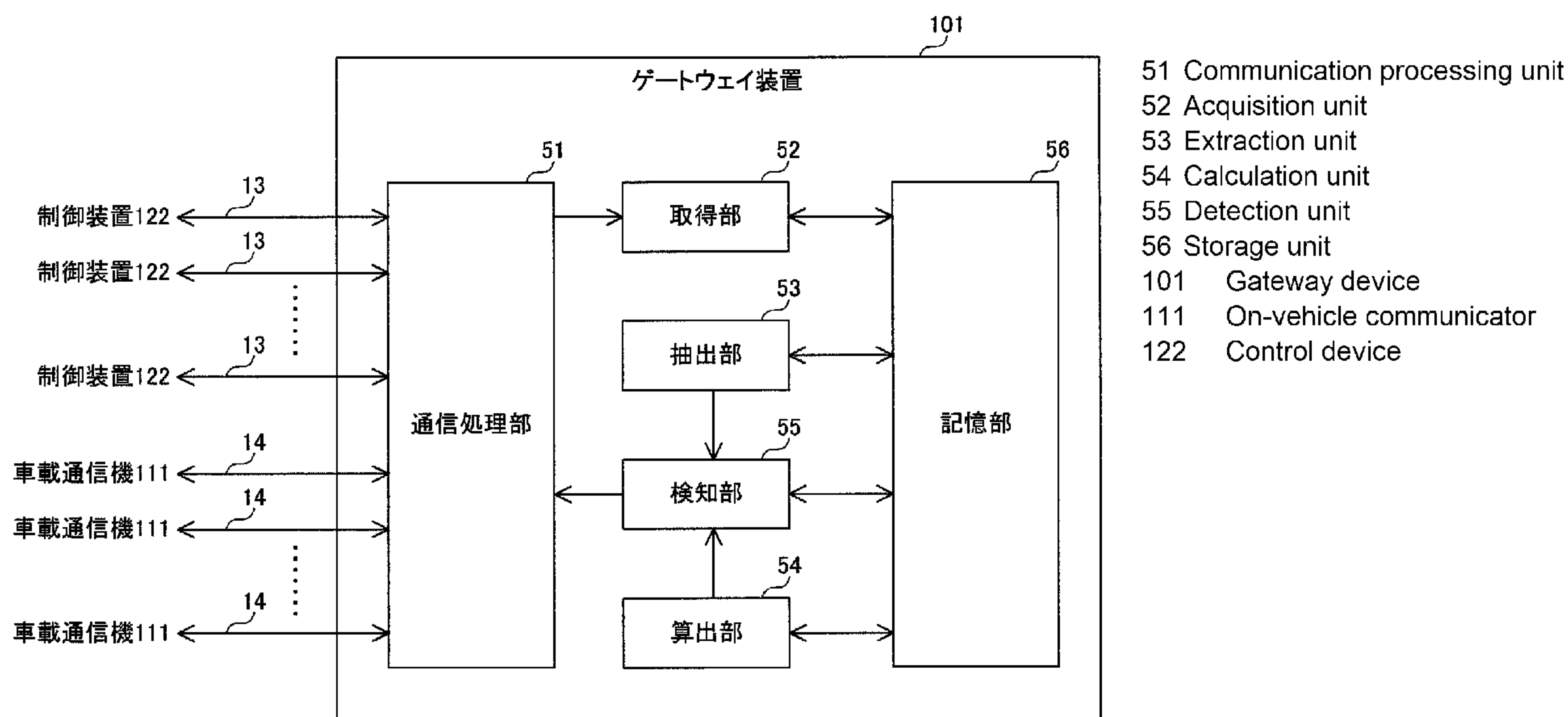
(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北
浜四丁目5番33号 Osaka (JP). 住友電
装株式会社(SUMITOMO WIRING SYSTEMS,
LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末

広町1番14号 Mie (JP). 株式会社オート
ネットワーク技術研究所(AUTONETWORKS
TECHNOLOGIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三
重県四日市市西末広町1番14号 Mie (JP).

(72) 発明者: 塚本博之(TSUKAMOTO,Hiroyuki);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目
5番33号住友電気工業株式会社内 Osaka
(JP). 上田浩史(UEDA,Hiroshi); 〒5108503 三重
県四日市市西末広町1番14号株式会社オ
ートネットワーク技術研究所内 Mie (JP). 足
立直樹(ADACHI,Naoki); 〒5108503 三重県四
日市市西末広町1番14号株式会社オート
ネットワーク技術研究所内 Mie (JP). 相羽
慎一(AIBA,Shinichi); 〒5108503 三重県四日市
市西末広町1番14号株式会社オートネッ
トワーク技術研究所内 Mie (JP). 石川史也
(ISHIKAWA,Fumiya); 〒5108503 三重県四日市

(54) Title: DETECTION DEVICE, VEHICLE, DETECTION METHOD, AND DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 検知装置、車両、検知方法および検知プログラム



(57) Abstract: This detection device comprises: an acquisition unit that acquires a target distribution, which is a distribution of reception intervals of cyclic messages transmitted in an on-vehicle network; an extraction unit that extracts, in accordance with a prescribed criteria, a portion of the target distribution acquired by the acquisition unit; and a detection unit that performs detection processing for detecting an improper message on the basis of the portion of the target distribution extracted by the extraction unit.

(57) 要約: 検知装置は、前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部とを備える。

[続葉有]

市西末広町 1 番 1 4 号株式会社オートネットワーク技術研究所内 Mie (JP). 上口翔悟 (KAMIGUCHI,Shogo); 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号株式会社オートネットワーク技術研究所内 Mie (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ワンディー IP パートナーズ(ONEDEE IP PARTNERS); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原四丁目 1 番 4 号 KDX新大阪ビル Osaka (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, IT, 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, 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, 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).

規則4.17に規定する申立て:

— 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て (規則4.17(v))

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 検知装置、車両、検知方法および検知プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、検知装置、車両、検知方法および検知プログラムに関する。

この出願は、2019年12月5日に提出された日本出願特願2019-219993号を基礎とする優先権を主張し、その開示のすべてをここに取り込む。

背景技術

[0002] 特許文献1（特開2014-146868号公報）には、以下のようなネットワーク装置が開示されている。すなわち、ネットワーク装置は、データを受信する通信部と、データを受信した受信時間を管理する時間管理部と、受信したデータを処理する制御部とを有し、周期的にデータを受信して処理するネットワーク装置において、前記制御部は、前記通信部で受信したデータが有する識別子毎に前記時間管理部における受信時刻を記録し、基準とするデータと同じ識別子を持つデータを受信した間隔が所定周期より短い第1のデータを受信した場合に、前記基準とするデータを受信した時刻から前記所定周期経過するまでに前記第1のデータと同じ識別子を持つ第2のデータを受信した時には、周期異常検出時処理を行い、前記所定周期経過するまでに前記第1のデータと同じ識別子を持つデータを受信しなかった時には、前記第1のデータについて所定の処理を行う。

[0003] また、特許文献2（米国特許出願公開第2017/286675号明細書）には、以下のような検出方法が開示されている。すなわち、検出方法は、車両ネットワーク内の侵入を検出する方法であって、受信側ECU（Electronic Control Unit）において、送信側ECUから車両ネットワーク経由で前記受信側ECUへ定期的に送信される、タイムスタンプ情報を含まない複数のメッセージを受信し、受信側ECUにおいて、複数のメッセージに基づいて前記送信側ECUのクロックスキューを決定し

、受信側 ECU において、前記送信側 ECU のクロックスキューをベースライン値と比較することにより、前記送信側 ECU のクロックスキューの突然の変化を検出し、受信側 ECU において、前記送信側 ECU のクロックスキューの突然の変化の検出に基づいて、前記送信側 ECU が危険にさらされていると特定する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2014-146868 号公報

特許文献2：米国特許出願公開第 2017/0286675 号明細書

非特許文献

[0005] 非特許文献1：O. Cappe、外1名、"Online expectation maximization algorithm for latent data models"、Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)、Vol. 71、P. 593-613、2009

発明の概要

[0006] 本開示の検知装置は、車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置であって、前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部とを備える。

[0007] 本開示の検知方法は、車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置における検知方法であって、前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得するステップと、取得した前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出するステップと

、抽出した前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行うステップとを含む。

[0008] 本開示の検知プログラムは、車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置において用いられる検知プログラムであって、コンピュータを、記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部、として機能させるためのプログラムである。

[0009] 本開示の一態様は、検知装置の一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得たり、検知装置を備えるシステムとして実現され得る。また、本開示の一態様は、検知装置を備えるシステムの一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得たり、検知装置を備えるシステムにおける処理のステップをコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現され得る。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムの構成を示す図である。

[図2]図2は、本開示の実施の形態に係るバス接続装置群の構成を示す図である。

[図3]図3は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムにおけるゲートウェイ装置の構成を示す図である。

[図4]図4は、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置における抽出部より生成される確率密度関数および累積分布関数の一例を示す図である。

[図5]図5は、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置における抽出部により生成される確率密度関数および累積分布関数の一例を示す図である。

[図6]図6は、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置において検知部により算出される標準偏差の時間変化を示す図である。

[図7]図7は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムにおけるゲートウェイ装置が検知処理を行う際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[図8]図8は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムにおけるゲートウェイ装置が確率密度関数の抽出区間の基準を決定する際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[図9]図9は、本発明の実施の形態に係る車載ネットワークの接続トポロジの一例を示す図である。

[図10]図10は、本願発明者らの検証結果を示す図である。

[図11]図11は、本願発明者らの検証結果を示す図である。

[図12]図12は、本願発明者らの検証結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 従来、車載ネットワークにおけるセキュリティを向上させるための技術が開発されている。

[0012] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献1および2に記載の技術を超えて、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することを可能とする技術が望まれる。

[0013] 本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することが可能な検知装置、車両、検知方法および検知プログラムを提供することである。

[0014] [本開示の効果]

本開示によれば、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することが可能である。

[0015] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

[0016] (1) 本開示の実施の形態に係る検知装置は、車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置であって、前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取

得部と、前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部とを備える。

[0017] このように、対象分布の一部を所定の基準に従って抽出し、抽出した対象分布の一部に基づいて不正メッセージを検知する構成により、たとえば、対象分布から、送信元の車載装置におけるクロック周波数等の特性が反映された部分を抽出し、抽出部分に基づいて、送信元の車載装置が不正な車載装置であるか否かを識別することができる。したがって、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することができる。

[0018] （２）好ましくは、前記抽出部は、所定条件を満たす状況下において送信される前記周期メッセージの受信間隔の分布である参照分布を用いて、前記対象分布の一部を抽出する。

[0019] このような構成により、条件を指定した参照分布を用いて、対象分布から、たとえば送信元の車載装置におけるクロック周波数等の特性がより強く反映された部分を抽出することができるため、不正メッセージをより正しく検知することができる。

[0020] （３）より好ましくは、前記所定条件は、前記車載ネットワークの利用率が、前記対象分布が取得されるときの前記車載ネットワークの利用率よりも低いことである。

[0021] このような構成により、車載ネットワークの利用率に応じた周期メッセージの送信遅延等の影響が低減された参照分布を用いて、対象分布から、車載ネットワークの利用率に応じた影響が比較的小さい部分を抽出することができるため、不正メッセージをより正しく検知することができる。

[0022] （４）好ましくは、前記検知部は、前記対象分布の前記一部における前記周期メッセージの受信間隔の標準偏差に基づいて、前記検知処理を行う。

[0023] 対象分布の一部における周期メッセージの受信間隔の標準偏差を算出する際の計算負荷は、対象分布の一部におけるピークの数および尖度を算出する

際の計算負荷と比べて小さい。したがって、上記のような構成により、対象分布に対する簡易な演算処理で検知処理を行うことができる。

[0024] (5) 好ましくは、前記検知部は、前記対象分布の前記一部におけるピークの数に基づいて、前記検知処理を行う。

[0025] 対象分布の一部におけるピークの数を出算する際の計算負荷は、対象分布の一部における尖度を算出する際の計算負荷と比べて小さい。したがって、上記のような構成により、対象分布に対する比較的簡易な演算処理で、回避され難い検知処理を行うことができる。

[0026] (6) 好ましくは、前記検知部は、前記対象分布の前記一部における尖度に基づいて、前記検知処理を行う。

[0027] このような構成により、回避され難い検知処理を行うことができる。

[0028] (7) 好ましくは、前記検知装置は、さらに、前記取得部によって取得された前記対象分布に基づいて、前記周期メッセージの受信間隔の統計値を出算する算出部を備え、前記検知部は、前記算出部によって算出された前記統計値と、所定値との比較結果に基づいて、前記検知処理を行う。

[0029] このような構成により、たとえば、送信元の車載装置における、実際の送信周期と設計上の送信周期との誤差が反映された統計値に基づいて、多様な検知処理を行うことができる。

[0030] (8) 本開示の実施の形態に係る車両は、前記検知装置を備える。

[0031] このような構成により、検知装置を備える車両において、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することができる。

[0032] (9) 本開示の実施の形態に係る検知方法は、車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置における検知方法であって、前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得するステップと、取得した前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出するステップと、抽出した前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行うステップとを含む。

[0033] このように、対象分布の一部を所定の基準に従って抽出し、抽出した対象

分布の一部に基づいて不正メッセージを検知する方法により、たとえば、対象分布から、送信元の車載装置におけるクロック周波数等の特性が反映された部分を抽出し、抽出部分に基づいて、送信元の車載装置が不正な車載装置であるか否かを識別することができる。したがって、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することができる。

[0034] (10) 本開示の実施の形態に係る検知プログラムは、車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置において用いられる検知プログラムであって、コンピュータを、記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部、として機能させるためのプログラムである。

[0035] このように、対象分布の一部を所定の基準に従って抽出し、抽出した対象分布の一部に基づいて不正メッセージを検知する構成により、たとえば、対象分布から、送信元の車載装置におけるクロック周波数等の特性が反映された部分を抽出し、抽出部分に基づいて、送信元の車載装置が不正な車載装置であるか否かを識別することができる。したがって、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することができる。

[0036] 以下、本開示の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、以下に記載する実施の形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0037] [構成および基本動作]

図1は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムの構成を示す図である。

[0038] 図1を参照して、車載通信システム301は、ゲートウェイ装置101と、複数の車載通信機111と、複数のバス接続装置群121とを備える。車載通信システム301は、車両1に搭載される。

[0039] 図2は、本開示の実施の形態に係るバス接続装置群の構成を示す図である。

[0040] 図2を参照して、バス接続装置群121は、制御装置122A, 122B, 122Cを含む。以下、制御装置122A, 122B, 122Cの各々を制御装置122とも称する。なお、バス接続装置群121は、3つの制御装置122を備える構成に限らず、1つ、2つまたは4つ以上の制御装置122を含む構成であってもよい。

[0041] 車載ネットワーク12は、車載装置の一例である、ゲートウェイ装置101、複数の車載通信機111および複数の制御装置122を含む。なお、車載ネットワーク12は、複数の車載通信機111を含みかつ制御装置122を含まない構成であってもよいし、車載通信機111を含まずかつ複数の制御装置122を含む構成であってもよいし、1つの車載通信機111および1つの制御装置122を含む構成であってもよい。

[0042] 車載ネットワーク12において、車載通信機111は、たとえば、車両1の外部における装置と通信する。具体的には、車載通信機111は、たとえば、TCU (Telematics Communication Unit) 111A、近距離無線端末装置111B、およびITS (Intelligent Transport Systems) 無線機111Cである。

[0043] TCU 111Aは、たとえば、LTE (Long Term Evolution) または3G等の通信規格に従って、無線基地局装置と無線通信を行うことが可能であり、かつゲートウェイ装置101と通信を行うことが可能である。TCU 111Aは、たとえば、ナビゲーション、車両盗難防止、リモートメンテナンスおよびFOTA (Firmware Over The Air) 等のサービスに用いる情報を中継する。

[0044] 近距離無線端末装置111Bは、たとえば、Wi-Fi (登録商標) およびBluetooth (登録商標) 等の通信規格に従って、車両1に乗車している人間すなわち搭乗者の保持するスマートホン等の無線端末装置と無線

通信を行うことが可能であり、かつゲートウェイ装置１０１と通信を行うことが可能である。当該近距離無線端末装置１１１Ｂは、たとえば、エンターテインメント等のサービスに用いる情報を中継する。

[0045] また、近距離無線端末装置１１１Ｂは、たとえば、所定の通信規格に従って、搭乗者の保持するスマートキー等の無線端末装置、およびタイヤに設けられた無線端末装置とＬＦ（Low Frequency）帯またはＵＨＦ（Ultra High Frequency）帯の電波を用いて無線通信を行うことが可能であり、かつゲートウェイ装置１０１と通信を行うことが可能である。当該近距離無線端末装置１１１Ｂは、たとえば、スマートエントリおよびＴＰＭＳ（Tire Pressure Monitoring System）等のサービスに用いる情報を中継する。

[0046] ＩＴＳ無線機１１１Ｃは、たとえば、道路の近傍に設けられた光ビーコン、電波ビーコンおよびＩＴＳスポット等の路側機と路車間通信を行うことが可能であり、他の車両に搭載された車載端末と車車間通信を行うことが可能であり、かつゲートウェイ装置１０１と通信を行うことが可能である。ＩＴＳ無線機１１１Ｃは、たとえば、渋滞緩和、安全運転支援およびルートガイダンス等のサービスに用いる情報を中継する。

[0047] ゲートウェイ装置１０１は、たとえば、ファームウェアのアップデート等のデータ、およびゲートウェイ装置１０１により蓄積されたデータ等を車両１の外部における整備用端末装置とポート１１２を介して送受信することが可能である。

[0048] ゲートウェイ装置１０１は、たとえばバス１３，１４を介して車載ネットワーク１２における他の車載装置と接続される。具体的には、バス１３，１４は、たとえば、ＣＡＮ（Controller Area Network）（登録商標）、FlexRay（登録商標）、MOST（Media Oriented Systems Transport）（登録商標）、イーサネット（登録商標）、およびＬＩＮ（Local Interconnect Network）等の規格に従うバスである。

- [0049] この例では、車載通信機 1 1 1 は、イーサネットの規格に従う対応のバス 1 4 を介してゲートウェイ装置 1 0 1 と接続されている。また、バス接続装置群 1 2 1 における各制御装置 1 2 2 は、CANの規格に従う対応のバス 1 3 を介してゲートウェイ装置 1 0 1 と接続されている。
- [0050] バス 1 3 は、たとえば系統別に設けられる。具体的には、バス 1 3 は、たとえば、駆動系バス、シャーシ／安全系バス、ボディ／電装系バスおよびAV／情報系バスである。
- [0051] 駆動系バスには、制御装置 1 2 2 の一例であるエンジン制御装置、AT (Automatic Transmission) 制御装置およびHEV (Hybrid Electric Vehicle) 制御装置が接続されている。エンジン制御装置、AT制御装置およびHEV制御装置は、エンジン、AT、およびエンジンとモータとの切替をそれぞれ制御する。
- [0052] シャーシ／安全系バスには、制御装置 1 2 2 の一例であるブレーキ制御装置、シャーシ制御装置およびステアリング制御装置が接続されている。ブレーキ制御装置、シャーシ制御装置およびステアリング制御装置は、ブレーキ、シャーシおよびステアリングをそれぞれ制御する。
- [0053] ボディ／電装系バスには、制御装置 1 2 2 の一例である計器表示制御装置、エアコン制御装置、盗難防止制御装置、エアバック制御装置およびスマートエントリ制御装置が接続されている。計器表示制御装置、エアコン制御装置、盗難防止制御装置、エアバック制御装置およびスマートエントリ制御装置は、計器、エアコン、盗難防止機構、エアバック機構およびスマートエントリをそれぞれ制御する。
- [0054] AV／情報系バスには、制御装置 1 2 2 の一例であるナビゲーション制御装置、オーディオ制御装置、ETC (Electronic Toll Collection System) (登録商標) 制御装置および電話制御装置が接続されている。ナビゲーション制御装置、オーディオ制御装置、ETC制御装置および電話制御装置は、ナビゲーション装置、オーディオ装置、ETC装置および携帯電話をそれぞれ制御する。

[0055] また、バス 1 3 には、制御装置 1 2 2 が接続される構成に限らず、制御装置 1 2 2 以外の装置が接続されてもよい。

[0056] ゲートウェイ装置 1 0 1 は、たとえば、セントラルゲートウェイ（C e n t r a l G a t e w a y : C G W）であり、他の車載装置と通信を行うことが可能である。

[0057] ゲートウェイ装置 1 0 1 は、たとえば、車両 1 において異なるバス 1 3 に接続された制御装置 1 2 2 間でやり取りされる情報、各車載通信機 1 1 1 間でやり取りされる情報、制御装置 1 2 2 および車載通信機 1 1 1 間でやり取りされる情報を中継する中継処理を行う。

[0058] より詳細には、車両 1 では、たとえば、所定の取り決めに従って、ある車載装置から他の車載装置へ周期的にメッセージが送信される。この例では、ある制御装置 1 2 2 から他の制御装置 1 2 2 へ周期的に送信されるメッセージについて説明するが、制御装置 1 2 2 および車載通信機 1 1 1 間において送信されるメッセージ、ならびに各車載通信機 1 1 1 間において送信されるメッセージについても同様である。

[0059] メッセージの送信は、ブロードキャストによって行われてもよいし、ユニキャストによって行われてもよい。以下、周期的に送信されるメッセージを周期メッセージとも称する。なお、「周期メッセージ」とは、厳密に周期的に送信されたメッセージに限らず、周期的に送信されるべき種類のメッセージを意味するものとする。

[0060] 車両 1 では、周期メッセージの他に、ある制御装置 1 2 2 から他の制御装置 1 2 2 へ不定期に送信されるメッセージが存在する。メッセージには、メッセージの内容およびメッセージの送信元を識別するための I D（I d e n t i f i e r）と、メッセージ番号とが含まれる。メッセージに含まれる I D によって、当該メッセージが周期メッセージであるか否かを識別することが可能である。

[0061] [ゲートウェイ装置の構成]

図 3 は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムにおけるゲートウェイ

イ装置の構成を示す図である。

[0062] 図3を参照して、ゲートウェイ装置101は、通信処理部51と、取得部52と、抽出部53と、算出部54と、検知部55と、記憶部56とを備える。

[0063] 通信処理部51、取得部52、抽出部53、算出部54および検知部55は、たとえば、CPU (Central Processing Unit) およびDSP (Digital Signal Processor) 等のプロセッサによって実現される。記憶部56は、たとえばフラッシュメモリである。

[0064] ゲートウェイ装置101は、検知装置として機能し、車載ネットワーク12における不正メッセージを検知する検知処理を行う。

[0065] [通信処理部]

通信処理部51は、制御装置122間で伝送されるメッセージ、車載通信機111間で伝送されるメッセージ、および制御装置122と車載通信機111との間で伝送されるメッセージを中継する中継処理を行う。

[0066] たとえば、通信処理部51は、ある制御装置122から対応のバス13経由でメッセージを受信すると、受信したメッセージに、当該メッセージの受信時刻を示すタイムスタンプを付与する。そして、通信処理部51は、タイムスタンプが付与されたメッセージを他の制御装置122へ対応のバス13経由で送信する。

[0067] [取得部]

取得部52は、車載ネットワーク12において送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する。

[0068] たとえば、取得部52は、通信処理部51によって中継されるメッセージを監視することにより、ゲートウェイ装置101における検知処理の対象となる周期メッセージの受信時刻 t を取得する。以下、ゲートウェイ装置101における検知処理の対象となる周期メッセージを、対象メッセージとも称する。

- [0069] 対象メッセージは、ある制御装置 122 から送信される 1 種類の周期メッセージであってもよいし、複数の制御装置 122 の各々から送信される複数種類の周期メッセージであってもよい。以下では、ゲートウェイ装置 101 が、制御装置 122 A から送信される周期メッセージを「対象メッセージ M」として検知処理を行う例について説明する。
- [0070] たとえば、記憶部 56 は、対象メッセージの種類ごとの ID を記憶している。以下、対象メッセージ M の ID を対象 ID とも称する。
- [0071] 取得部 52 は、中継処理を行うべきメッセージを通信処理部 51 が受信すると、通信処理部 51 によって受信されたメッセージに含まれる ID、および記憶部 56 における対象 ID を確認する。
- [0072] そして、取得部 52 は、通信処理部 51 によって受信されたメッセージに含まれる ID が対象 ID と一致する場合、通信処理部 51 によって受信されたメッセージが対象メッセージ M であると認識し、当該対象メッセージ M に付与されたタイムスタンプを参照することにより、対象メッセージ M の受信時刻 t を取得する。
- [0073] 取得部 52 は、対象メッセージ M の受信時刻 t を取得すると、当該受信時刻 t と、直前の対象メッセージ M の受信時刻 t との差分を対象メッセージ M の受信間隔 x として算出する。
- [0074] より詳細には、取得部 52 は、通信処理部 51 によって受信された n 回目の対象メッセージ M n の受信時刻 t_n と、通信処理部 51 によって受信された $(n-1)$ 回目の対象メッセージ M $(n-1)$ の受信時刻 $t_{(n-1)}$ との差分を算出し、算出した差分を対象メッセージ M n の受信間隔 x_n として記憶部 56 に保存する。ここで、 n は正の整数である。
- [0075] そして、取得部 52 は、記憶部 56 における複数の受信間隔 x に基づいて、所定の期間である対象期間 T_a 内に通信処理部 51 によって受信された対象メッセージ M の、受信間隔 x の度数分布 D を生成し、生成した度数分布 D を記憶部 56 に保存する。度数分布 D は、対象分布の一例である。以下、対象期間 T_a 内に通信処理部 51 によって受信された対象メッセージ M を、対

象期間 T_a における対象メッセージ M とも称する。また、対象期間 T_a 内に通信処理部 51 によって受信された対象メッセージ M の受信間隔 x の度数分布 D を、対象期間 T_a における度数分布 D とも称する。

[0076] たとえば、取得部 52 は、周期 T_1 に従う生成タイミングにおいて、時刻 $(T_1 \times m)$ から始まる対象期間 T_a における度数分布 D を新たに生成し、記憶部 56 における度数分布 D を、新たに生成した度数分布 D に更新する。ここで、 m は正の整数である。

[0077] なお、周期 T_1 が対象期間 T_a と同じであることにより、各対象期間 T_a が時間的に連続してもよい。また、周期 T_1 が対象期間 T_a よりも短いことにより、各対象期間 T_a が時間的に一部重複してもよい。また、周期 T_1 が対象期間 T_a よりも長いことにより、各対象期間 T_a が間欠的に設けられてもよい。

[0078] [抽出部]

抽出部 53 は、取得部 52 によって取得された対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する。

[0079] たとえば、抽出部 53 は、混合ガウスモデルを用いて、記憶部 56 における度数分布 D を近似する確率密度関数を生成する。そして、抽出部 53 は、生成した当該確率密度関数の一部を、所定の基準に従って抽出する。

[0080] (確率密度関数による近似)

たとえば、抽出部 53 は、記憶部 56 おける度数分布 D を、以下の式 (1) に示す、変数を x とする確率密度関数 P により近似する。

[数1]

$$P(x|c_k, \bar{x}_k, \sigma_k^2) = \sum_1^K c_k p(x|\bar{x}_k, \sigma_k^2) \cdots (1)$$

[0081] ここで、 K 、 c_k 、 $\bar{x}_k$ および σ_k^2 は、パラメータであり、それぞれ正規分布の混合数、 k 番目の正規分布関数 p の混合比、 k 番目の正規分布の平均値および k 番目の正規分布の分散である。ここで、 k は $1 \sim K$ まで

の整数である。なお、「 a^b 」は、 a の b 乗を意味する。

[0082] また、式（１）における k 番目の正規分布関数 p は、以下の式（２）により表される。

[数2]

$$p(x|\bar{x}_k, \sigma_k^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_k^2}} \exp\left\{-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right\} \cdots (2)$$

[0083] たとえば、抽出部５３は、取得部５２によって記憶部５６における度数分布 D が更新されるたびに、非特許文献１（O. Cappe、外１名、”Online expectation maximization algorithm for latent data models”、Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)、Vol. 71、P. 593–613、2009）に記載のStepwise-EM法を用いて、確率密度関数 P における $c_1 \sim c_K$ 、 $x_1 \sim x_K$ および $\sigma_1^2 \sim \sigma_K^2$ を更新する。

[0084] より詳細には、抽出部５３は、ＥステップおよびＭステップにおいて、 $i = 1 \sim K$ の各々についてStepwise-EM法を適用することで c_i 、 x_i および σ_i^2 を算出する。

[0085] 具体的には、抽出部５３は、Ｅステップにおいて、以下の式（３）を用いて減衰係数 η_t を算出する。

[数3]

$$\eta_t = (m)^{-\alpha} \cdots (3)$$

[0086] また、抽出部５３は、以下の式（４）を用いて i 番目の負担率 $\gamma_i(s)$ を算出する。

[数4]

$$\gamma_i^{(s)} = \frac{c_i^{(s-1)} p(y_u)}{\sum_{i=1}^K c_i^{s-1} p(y_u)} \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0087] 抽出部53は、以下の式(5)および(6)を用いて、十分統計量 $S_i(s)$ および更新後の十分統計量 $S(s)$ を算出する。

[数5]

$$s_i^{(s)} = (\gamma_i^{(s)}, \gamma_i^{(s)} \cdot \mathbf{y}_u, \gamma_i^{(s)} \cdot \mathbf{y}_u \mathbf{y}_u^T) \cdot \cdot \cdot (5)$$

[数6]

$$s^{(s)} = (1 - \eta_t) s^{(s-1)} + \eta_t s_i^{(s)} \cdot \cdot \cdot (6)$$

[0088] ここで、 $s(s-1)$ は、1つ前のEステップにおける十分統計量である。

[0089] 抽出部53は、Mステップでは、以下の式(7)、(8)および(9)を用いて i 番目の混合比 $c_i(s)$ 、 i 番目の平均値 $\bar{x}_i(s)$ および i 番目の分散 $\sigma_i^2(s)$ を算出する。

[数7]

$$c_i^{(s)} = \gamma_i^{(s)} \cdot \cdot \cdot (7)$$

[数8]

$$\bar{x}_i^{(s)} = \frac{\gamma_i^{(s)} \cdot \mathbf{y}_u}{c_i^{(s)}} \cdot \cdot \cdot (8)$$

[数9]

$$\sigma_i^{2(s)} = \frac{y_i^{(s)} \cdot \mathbf{y}_u \mathbf{y}_u^T}{c_i^{(s)}} + \bar{x}_i^{(s)} \bar{x}_i^{(s)T} \cdot \cdot \cdot (9)$$

[0090] そして、抽出部53は、以下の式(10)を用いて計算回数wをインクリメントする。

[数10]

$$w = w + 1 \cdot \cdot \cdot (10)$$

[0091] 抽出部53は、上述の演算処理により、対象期間Taにおける度数分布Dを近似する確率密度関数Pを生成する。以下、度数分布Dを近似する確率密度関数Pを、度数分布Dに基づく確率密度関数Pとも称する。

[0092] (確率密度関数の一部の抽出)

図4は、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置における抽出部より生成される確率密度関数および累積分布関数の一例を示す図である。図4において、実線は確率密度関数Pを示し、一点鎖線は累積分布関数Aを示す。また、図4において、横軸は受信間隔x[秒]を示し、確率密度関数Pについての縦軸は確率密度を示し、累積分布関数Aについての縦軸は確率を示す。

[0093] 図4を参照して、抽出部53は、生成した確率密度関数Pを定積分することにより、累積分布関数Aを生成する。

[0094] たとえば、抽出部53は、度数分布Dのうち、生成した累積分布関数Aにおける確率の値が所定範囲内となるときの受信間隔xの値の範囲における分布を抽出する。

[0095] より詳細には、抽出部53は、生成した累積分布関数Aにより表される確率の値が所定範囲内となるときの受信間隔xの値の範囲を抽出区間として決定し、決定した抽出区間に基づいて確率密度関数Pの一部を抽出する。

[0096] たとえば、記憶部56は、累積分布関数Aにより表される確率の所定範囲

における、下限値である所定値 y_a および上限値である所定値 y_b を記憶している。

[0097] 抽出部 53 は、累積分布関数 A を生成すると、生成した累積分布関数 A および記憶部 56 における所定値 y_a , y_b に基づいて、累積分布関数 A により表される確率が所定値 y_a となるときの受信間隔 x_a 、および累積分布関数 A により表される確率が所定値 y_b となるときの受信間隔 x_b を特定する。

[0098] そして、抽出部 53 は、受信間隔 x が x_a 以上かつ x_b 以下の範囲を抽出区間 $[x_a, x_b]$ として決定し、抽出区間 $[x_a, x_b]$ における確率密度関数 P を抽出する。

[0099] たとえば、抽出部 53 は、対象期間 T_a における度数分布 D に基づく確率密度関数 P における K 、 $c_1 \sim c_K$ 、 $\bar{x}_1 \sim \bar{x}_K$ および $\sigma_1^2 \sim \sigma_K^2$ 、ならびに決定した抽出区間 $[x_a, x_b]$ を含む抽出情報を検知部 55 へ出力する。

[0100] (所定値 y_a , y_b の設定)

たとえば、抽出部 53 は、所定条件を満たす状況下において送信される周期メッセージの受信間隔 x の分布である参照分布を用いて、度数分布 D の一部を抽出する。

[0101] たとえば、上記所定条件は、車載ネットワーク 12 の利用率が、対象メッセージ M の受信間隔 x の度数分布 D が取得されるときに車載ネットワーク 12 の利用率よりも低いことである。

[0102] ここで、使用中の車両 1 における車載ネットワーク 12 の利用率は、一般的に約 40% 程度であることから、対象メッセージ M の受信間隔 x の度数分布 D が取得されるときに車載ネットワーク 12 の利用率も同様に、40% 程度である。

[0103] そこで、抽出部 53 は、車載ネットワーク 12 の利用率がゼロ%の状況下において送信される周期メッセージの度数分布を用いて、確率密度関数 P の一部を抽出する。

- [0104] より詳細には、記憶部 5 6 における所定値 y_a , y_b は、車載ネットワーク 1 2 の利用率がゼロ%の状況下において、制御装置 1 2 2 A から送信される周期メッセージの、ゲートウェイ装置 1 0 1 における受信間隔 x の度数分布 $D(U R 0)$ を用いて予め決定される。度数分布 $D(U R 0)$ は、参照分布の一例である。
- [0105] 抽出部 5 3 は、度数分布 $D(U R 0)$ を用いて予め決定された所定値 y_a , y_b を用いて、確率密度関数 P の抽出区間 $[x_a, x_b]$ を決定する。
- [0106] 図 5 は、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置における抽出部により生成される確率密度関数および累積分布関数の一例を示す図である。図 5 において、実線は確率密度関数 P を示し、一点鎖線は累積分布関数 A を示す。また、図 5 において、横軸は受信間隔 x [秒] を示し、確率密度関数 P についての縦軸は確率密度を示し、累積分布関数 A についての縦軸は確率を示す。
- [0107] 図 5 を参照して、取得部 5 2 は、たとえば車両 1 の出荷前に、車両 1 の生産工場等における作業者によって車載ネットワーク 1 2 の利用率がゼロ%に設定された状況下において、制御装置 1 2 2 A から送信される周期メッセージの受信間隔 x の度数分布 $D(U R 0)$ を生成する。
- [0108] 同様に、取得部 5 2 は、車両 1 の生産工場等における作業者によって車載ネットワーク 1 2 の利用率が 4 0 % に設定された状況下において、制御装置 1 2 2 A から送信される周期メッセージの受信間隔 x の度数分布 $D(U R 4 0)$ を生成する。なお、取得部 5 2 が度数分布 $D(U R 0)$, $D(U R 4 0)$ を生成する際に制御装置 1 2 2 A から送信される周期メッセージには、不正メッセージは含まれないものとする。
- [0109] 抽出部 5 3 は、取得部 5 2 によって生成された度数分布 $D(U R 0)$ を近似する確率密度関数 $P(U R 0)$ および累積分布関数 $A(U R 0)$ を生成する。また、抽出部 5 3 は、取得部 5 2 によって生成された度数分布 $D(U R 4 0)$ を近似する確率密度関数 $P(U R 4 0)$ および累積分布関数 $A(U R 4 0)$ を生成する。

[0110] 次に、抽出部 5 3 は、累積分布関数 $A(U R 0)$ により表される確率がゼロであるときの受信間隔 $x p$ 、および累積分布関数 $A(U R 0)$ により表される確率が 1 に到達するときの受信間隔 $x q$ を特定する。

[0111] 次に、抽出部 5 3 は、累積分布関数 $A(U R 4 0)$ において、受信間隔 $x p$ に対応する確率 $y p$ 、および受信間隔 $x q$ に対応する確率 $y q$ を特定し、確率 $y p$ および確率 $y q$ を所定値 $y a$ および所定値 $y b$ としてそれぞれ記憶部 5 6 に保存する。

[0112] 上述したように、抽出部 5 3 は、取得部 5 2 によって対象期間 $T a$ における度数分布 D が生成されるたびに、確率密度関数 P を生成するとともに、生成した確率密度関数 P を定積分することにより累積分布関数 A を生成する。そして、抽出部 5 3 は、生成した累積分布関数 A および上述のようにして決定した所定値 $y a$ 、 $y b$ に基づいて、抽出区間 $[x a, x b]$ を決定し、決定した抽出区間 $[x a, x b]$ における確率密度関数 P を抽出する。

[0113] [算出部]

算出部 5 4 は、取得部 5 2 によって取得された度数分布 D に基づいて、周期メッセージの受信間隔の統計値を算出する。

[0114] 算出部 5 4 は、取得部 5 2 によって記憶部 5 6 おける度数分布 D が更新されると、更新後の度数分布 D を構成する複数の受信間隔 x の平均値 $A v$ を算出する。そして、算出部 5 4 は、算出した平均値 $A v$ を検知部 5 5 へ出力する。

[0115] [検知部]

検知部 5 5 は、抽出部 5 3 によって抽出された対象分布の一部に基づいて、不正メッセージを検知する検知処理を行う。

[0116] より詳細には、検知部 5 5 は、抽出部 5 3 から抽出情報を受けると、受けた抽出情報に基づいて、検知処理を行う。

[0117] (検知処理の例 1)

検知部 5 5 は、対象分布の一部における周期メッセージの受信間隔 x の標準偏差に基づいて、検知処理を行う。

[0118] より詳細には、検知部55は、抽出部53から抽出情報を受けると、記憶部56を参照して、対象期間 T_a における度数分布 D を構成する複数の受信間隔 x のうち、抽出部53から受けた抽出情報が示す抽出区間 $[x_a, x_b]$ の範囲内の受信間隔 x を抽出し、抽出した受信間隔 x の標準偏差 S_d を算出する。

[0119] たとえば、記憶部56は、標準偏差 S_d に関するしきい値 T_{hA} , T_{hB} を記憶している。なお、しきい値 T_{hA} は、しきい値 T_{hB} よりも小さいものとする。

[0120] 検知部55は、標準偏差 S_d を算出すると、算出した標準偏差 S_d と記憶部56におけるしきい値 T_{hA} , T_{hB} とを比較し、比較結果に基づいて不正メッセージを検知する。たとえば、検知部55は、標準偏差 S_d が、しきい値 T_{hA} より小さいか、またはしきい値 T_{hB} より大きい場合、対象期間 T_a における対象メッセージ M の一部または全部が不正メッセージであると判断する。

[0121] たとえば、検知部55は、シューハート管理図、 $\bar{X}-R$ 管理図、CUSUM (Cumulative Sum) 管理図、EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) 管理図、MEWMA (Multivariate Exponentially Weighted Moving Average) 管理図、およびMEWMC (Multivariate Exponentially Weighted Moving Covariance Matrix) 管理図等の管理図を用いて、検知処理を行う。

[0122] 図6は、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置において検知部により算出される標準偏差の時間変化を示す図である。図6において、横軸は時間[秒]を示し、縦軸は標準偏差 S_d を示している。

[0123] 図6を参照して、検知部55は、対象期間 T_a ごとに算出される標準偏差 S_d の時間変化をモニタし、標準偏差 S_d が上限管理限界線 UCL を超えた場合、標準偏差 S_d が下限管理限界線 LCL を下回った場合、一定時間連続

して標準偏差 S_d が中心線 CL を超えた場合、または一定時間連続して標準偏差 S_d が中心線 CL を下回った場合、対象期間 T_a における対象メッセージ M の一部または全部が不正メッセージであると判断する。

[0124] たとえば、下限管理限界線 LC_L は、記憶部 56 におけるしきい値 Th_A であり、上限管理限界線 UC_L は、記憶部 56 におけるしきい値 Th_B である。

[0125] （検知処理の例 2）

検知部 55 は、対象分布の一部におけるピークの数に基づいて、検知処理を行う。

[0126] より詳細には、検知部 55 は、抽出部 53 から受けた抽出情報に含まれる K 、 $c_1 \sim c_K$ 、 $\bar{x}_1 \sim \bar{x}_K$ および $\sigma_1^2 \sim \sigma_K^2$ が示す確率密度関数 P において、抽出情報が示す抽出区間 $[x_a, x_b]$ に存在するピークの数 P_s を算出する。

[0127] たとえば、記憶部 56 は、ピークの数 P_s に関するしきい値 Th_C を記憶している。

[0128] 検知部 55 は、ピークの数 P_s を算出すると、算出したピークの数 P_s と記憶部 56 におけるしきい値 Th_C とを比較し、比較結果に基づいて不正メッセージを検知する。たとえば、検知部 55 は、ピークの数 P_s がしきい値 Th_C より大きい場合、対象期間 T_a における対象メッセージ M の一部または全部が不正メッセージであると判断する。

[0129] （検知処理の例 3）

検知部 55 は、対象分布の一部における尖度に基づいて、検知処理を行う。

[0130] より詳細には、検知部 55 は、抽出部 53 から受けた抽出情報に含まれる K 、 $c_1 \sim c_K$ 、 $\bar{x}_1 \sim \bar{x}_K$ および $\sigma_1^2 \sim \sigma_K^2$ が示す確率密度関数 P において、抽出情報が示す抽出区間 $[x_a, x_b]$ に存在するピークの尖度 K_s を算出する。

[0131] たとえば、記憶部 56 は、尖度 K_s に関するしきい値 Th_D を記憶してい

る。

[0132] 検知部 55 は、ピークの尖度 K_s を算出すると、算出した尖度 K_s と記憶部 56 におけるしきい値 T_{hD} とを比較し、比較結果に基づいて不正メッセージを検知する。たとえば、検知部 55 は、尖度 K_s がしきい値 T_{hD} より小さい場合、対象期間 T_a における対象メッセージ M の一部または全部が不正メッセージであると判断する。

[0133] (検知処理の例 4)

検知部 55 は、算出部 54 によって算出された平均値 A_v 等の統計値と、所定値との比較結果に基づいて、検知処理を行う。

[0134] たとえば、記憶部 56 は、受信間隔 x の平均値 A_v に関するしきい値 T_{hE} 、 T_{hF} を記憶している。なお、しきい値 T_{hE} は、しきい値 T_{hF} よりも小さいものとする。

[0135] 検知部 55 は、算出部 54 から平均値 A_v を受けると、受けた平均値 A_v と記憶部 56 におけるしきい値 T_{hE} 、 T_{hF} とを比較し、比較結果に基づいて不正メッセージを検知する。たとえば、検知部 55 は、平均値 A_v が、しきい値 T_{hE} より小さいか、またはしきい値 T_{hF} より大きい場合、対象期間 T_a における対象メッセージ M の一部または全部が不正メッセージであると判断する。

[0136] なお、検知部 55 は、検知処理の例 2～4 において、検知処理の例 1 と同様に、管理図を用いて検知処理を行う構成であってもよい。

[0137] また、検知部 55 は、受信間隔 x の標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s 、ピークの尖度 K_s および受信間隔 x の平均値 A_v のうちの一部または全部を用いて、対象メッセージ M の異常度合いを示すスコアを算出し、管理図を用いて、算出したスコアの時間変化に基づく検知処理を行う構成であってもよい。

[0138] 検知部 55 は、対象期間 T_a における対象メッセージ M の一部または全部が不正メッセージであると判断した場合、以下の処理を行う。

[0139] すなわち、検知部 55 は、対象期間 T_a 内に送信された対象メッセージ M の情報を記録する。また、検知部 55 は、車載ネットワーク 12 において不

正メッセージが伝送されていることを示す警報情報を通信処理部 51 経由で車両 1 内または車両 1 外における上位装置へ送信する。上位装置は、たとえば、警報情報を用いて所定の処理を行うサーバ等の装置である。

[0140] [動作の流れ]

本開示の実施の形態に係る車載通信システムにおける各装置は、メモリを含むコンピュータを備え、当該コンピュータにおける CPU 等の演算処理部は、以下のフローチャートおよびシーケンスの各ステップの一部または全部を含むプログラムを当該メモリから読み出して実行する。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、外部からインストールすることができる。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、記録媒体に格納された状態で流通する。

[0141] 図 7 は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムにおけるゲートウェイ装置が検知処理を行う際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。

[0142] 図 7 を参照して、まず、ゲートウェイ装置 101 は、車載ネットワーク 12 において送信されるメッセージを監視し、対象メッセージ M を受信すると、受信した対象メッセージ M の受信時刻 t に基づいて対象メッセージ M の受信間隔 x を算出し、算出した受信間隔 x を記憶部 56 に蓄積する（ステップ S102）。

[0143] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、対象期間 T_a が経過するまで受信間隔 x の蓄積を繰り返し（ステップ S104 で NO）、対象期間 T_a が経過すると（ステップ S104 で YES）、記憶部 56 に蓄積した各受信間隔 x に基づいて、対象期間 T_a における対象メッセージ M の受信間隔 x の度数分布 D を生成する（ステップ S106）。

[0144] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、生成した度数分布 D を構成する各受信間隔 x の平均値 A_v を算出する（ステップ S108）。

[0145] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、生成した度数分布 D を近似する確率密度関数 P を生成するとともに、生成した確率密度関数 P を定積分することに

より、累積分布関数 A を生成する（ステップ $S110$ ）。

[0146] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、累積分布関数 A により表される確率が所定値 y_a となるときの受信間隔 x_a 、および累積分布関数 A により表される確率が所定値 y_b となるときの受信間隔 x_b に基づいて、抽出区間 $[x_a, x_b]$ を決定する（ステップ $S112$ ）。

[0147] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、度数分布 D の一部を抽出する。より詳細には、ゲートウェイ装置 101 は、抽出区間 $[x_a, x_b]$ における確率密度関数 P を抽出する（ステップ $S114$ ）。

[0148] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、抽出した確率密度関数 P における K 、 $c_1 \sim c_K$ 、 $\bar{x}_1 \sim \bar{x}_K$ および $\sigma_1^2 \sim \sigma_K^2$ 、ならびに決定した抽出区間 $[x_a, x_b]$ を含む抽出情報に基づいて、標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s およびピークの尖度 K_s を算出する（ステップ $S116$ ）。

[0149] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、平均値 A_v 、標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s およびピークの尖度 K_s に基づいて、検知処理を行う（ステップ $S118$ ）。

[0150] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、検知処理の結果、対象期間 T_a における対象メッセージ M は不正メッセージではないと判断した場合（ステップ $S120$ で NO ）、新たな対象メッセージ M を受信し、受信間隔 x を記憶部 56 に蓄積する（ステップ $S102$ ）。

[0151] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、検知処理の結果、対象期間 T_a における対象メッセージ M の一部または全部が不正メッセージであると判断した場合（ステップ $S120$ で YES ）、不正メッセージが伝送されていることを示す警報情報を車両 1 内または車両 1 外における上位装置へ送信する（ステップ $S122$ ）。

[0152] 次に、ゲートウェイ装置 101 は、新たな対象メッセージ M を受信し、受信間隔 x を記憶部 56 に蓄積する（ステップ $S102$ ）。

[0153] なお、ゲートウェイ装置 101 は、ステップ $S102$ の処理と、ステップ $S106 \sim S122$ の処理とを並行して行う構成であってもよい。

- [0154] 図8は、本開示の実施の形態に係る車載通信システムにおけるゲートウェイ装置が確率密度関数の抽出区間の基準を決定する際の動作手順の一例を定めたフローチャートである。
- [0155] 図8を参照して、まず、ゲートウェイ装置101は、たとえば車両1の出荷前に、車両1の生産工場等における作業者によって車載ネットワーク12の利用率がゼロ%に設定された状況下において、制御装置122Aから送信される周期メッセージの受信間隔 $\times$ の度数分布 $D(U R 0)$ を生成する（ステップS202）。
- [0156] 次に、ゲートウェイ装置101は、車両1の生産工場等における作業者によって車載ネットワーク12の利用率が40%に設定された状況下において、制御装置122Aから送信される周期メッセージの受信間隔 $\times$ の度数分布 $D(U R 40)$ を生成する（ステップS204）。
- [0157] 次に、ゲートウェイ装置101は、度数分布 $D(U R 0)$ を近似する確率密度関数 $P(U R 0)$ および累積分布関数 $A(U R 0)$ 、ならびに度数分布 $D(U R 40)$ を近似する確率密度関数 $P(U R 40)$ および累積分布関数 $A(U R 40)$ を生成する（ステップS206）。
- [0158] 次に、ゲートウェイ装置101は、累積分布関数 $A(U R 0)$ により表される確率がゼロであるときの受信間隔 $\times p$ 、および累積分布関数 $A(U R 0)$ により表される確率が1に到達するときの受信間隔 $\times q$ を特定する（ステップS208）。
- [0159] 次に、ゲートウェイ装置101は、累積分布関数 $A(U R 40)$ において、受信間隔 $\times p$ に対応する確率 $y p$ 、および受信間隔 $\times q$ に対応する確率 $y q$ を特定し、確率 $y p$ および確率 $y q$ をそれぞれ所定値 $y a$ および所定値 $y b$ として記憶部56に保存する（ステップS210）。
- [0160] なお、本開示の実施の形態に係る車載通信システム301では、ゲートウェイ装置101が、車載ネットワーク12における不正メッセージを検知する構成であるとしたが、これに限定するものではない。車載通信システム301では、ゲートウェイ装置101とは別の装置が、検知装置として車載ネ

ットワーク 1 2 における不正メッセージを検知する構成であってもよい。

[0161] また、本開示の実施の形態に係る車載通信システム 3 0 1 では、検知装置として機能するゲートウェイ装置 1 0 1 がバス 1 3 に直接接続される構成であるとしたが、これに限定するものではない。

[0162] 図 9 は、本発明の実施の形態に係る車載ネットワークの接続トポロジの一例を示す図である。

[0163] 図 9 を参照して、検知装置 1 5 1 が、車載装置たとえば制御装置 1 2 2 を介してバス 1 3 に接続される構成であってもよい。この場合、検知装置 1 5 1 は、たとえば、当該車載装置が送受信するメッセージを監視することにより、バス 1 3 に伝送される不正メッセージを検知する。

[0164] 図 9 に示す例では、たとえば、検知装置 1 5 1 の取得部 5 2 は、制御装置 1 2 2 が受信する対象メッセージの受信時刻 t を取得する。そして、取得部 5 2 は、取得した受信時刻 t に基づいて受信間隔 x を算出し、受信間隔 x の度数分布 D を生成する。

[0165] また、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置 1 0 1 では、取得部 5 2 は、通信処理部 5 1 によって中継されるメッセージを監視することにより対象メッセージ M の受信時刻 t を取得し、取得した受信時刻 t と、直前の対象メッセージ M の受信時刻 t との差分を対象メッセージ M の受信間隔 x として算出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。取得部 5 2 は、ゲートウェイ装置 1 0 1 の外部の装置から通信処理部 5 1 経由で受信間隔 x を受信する構成であってもよい。

[0166] また、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置 1 0 1 では、検知部 5 5 は、標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s 、ピークの尖度 K_s および平均値 A_v に基づいて検知処理を行う構成であるとしたが、これに限定するものではない。検知部 5 5 は、標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s 、ピークの尖度 K_s および平均値 A_v のうちの、いずれか 1 つ、2 つまたは 3 つに基づいて、検知処理を行う構成であってもよい。

[0167] また、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置 1 0 1 では、検知部 5

5は、抽出情報に基づいて、標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s およびピークの尖度 K_s を算出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。検知部55は、たとえば、車両1の外部におけるサーバ等の外部装置へ抽出情報を送信し、送信した抽出情報に基づいて算出される標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s およびピークの尖度 K_s を当該外部装置から受信する構成であってもよい。

[0168] また、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置101では、算出部54は、受信間隔 x の統計値として、受信間隔 x の平均値 A_v を算出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。算出部54は、各受信間隔 x の中央値等の、平均値 A_v 以外の統計値を算出する構成であってもよい。

[0169] また、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置101は、算出部54を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。ゲートウェイ装置101は、算出部54を備えない構成であってもよい。この場合、検知部55は、標準偏差 S_d 、ピークの数 P_s およびピークの尖度 K_s のうちの少なくともいずれか1つに基づいて、検知処理を行う。

[0170] また、算出部54は、たとえば、車両1の外部におけるサーバ等の外部装置に設けられていてもよい。この場合、検知部55は、度数分布 D から算出される平均値 A_v を当該外部装置から受信する構成であってもよい。

[0171] また、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置101では、抽出部53は、参照分布の一例である度数分布 $D(U_R0)$ を用いて予め決定される所定値 y_a 、 y_b に基づいて、抽出区間 $[x_a, x_b]$ を決定し、決定した抽出区間 $[x_a, x_b]$ における確率密度関数 P を抽出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。抽出部53は、参照分布を用いることなく抽出区間 $[x_a, x_b]$ を決定し、決定した抽出区間 $[x_a, x_b]$ における確率密度関数 P を抽出する構成であってもよい。

[0172] また、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置101では、抽出部53は、車載ネットワーク12の利用率がゼロ%の状況下における受信間隔 x の度数分布 $D(U_R0)$ を用いて予め決定される所定値 y_a 、 y_b を用いて

、確率密度関数 P の一部を抽出する構成であるとしたが、これに限定するものではない。抽出部 53 は、車載ネットワーク 12 の利用率がたとえば 10% の状況下における受信間隔 x の度数分布 D ($UR10$) を用いて予め決定される所定値を用いて、確率密度関数 P の一部を抽出する構成であってもよい。

[0173] ところで、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知することを可能とする技術が望まれる。

[0174] たとえば、不正な車載装置による攻撃モデルとして、正常な車載装置からの正当メッセージを停止させるとともに、正当メッセージと同一の送信周期の不正メッセージを送信するという、いわゆる占有バス型の攻撃モデルが想定される。特許文献 1 に記載の技術では、このような占有バス型の攻撃モデルに従って送信される不正メッセージを検知することは困難である。

[0175] また、占有バス型の攻撃モデルに対する対策として、たとえば周期メッセージの受信間隔の標準偏差等の、周期メッセージの受信時刻に関する統計値をフィンガープリント情報として用いて、送信元が不正な車載装置であるか否かを識別するという検知方法が知られている。

[0176] しかしながら、占有バス型の攻撃モデルにおいて、不正な車載装置が、正常な車載装置からの正当メッセージの送信時刻を機械学習し、送信間隔の標準偏差が正当メッセージの送信間隔の標準偏差と略同一となるように不正メッセージを送信するという、いわゆるクロックフィッシングを用いた不正メッセージの送信が想定される。特許文献 2 に記載の技術等の従来技術では、このようなクロックフィッシングにより検知機能が容易に回避されるおそれがある。

[0177] 具体的には、本願発明者らの検証によれば、 $-30\% \sim 30\%$ 以内の精度で送信間隔の標準偏差を偽装することによって正当メッセージになりすました不正メッセージを送信された場合、フィンガープリント情報を用いて不正メッセージを検知することは困難である。

[0178] また、本願発明者らは、以下の手順により、周期メッセージの受信間隔の

標準偏差をフィンガープリント情報として用いる検知方法を評価した。

[0179] 初めに、本願発明者らは、クロック周波数が8 MHzであり、かつ周波数偏差がプラスマイナス30 ppmである振動子Aを備える車載装置、およびロガーをCANバスに接続することにより、模擬車載ネットワークを生成した。

[0180] そして、本願発明者らは、車載装置から送信される周期メッセージの周期を100ミリ秒に設定し、車載装置における周期メッセージの送信間隔をオシロスコープを用いてモニタした。また、本願発明者らは、当該模擬車載ネットワークを、ネットワークの利用率すなわちトラフィックをゼロ%、40%および80%の各状況に設定し、各状況下において、車載装置からの周期メッセージのロガーにおける受信間隔をモニタした。

[0181] 次に、本願発明者らは、振動子Aの代わりに、クロック周波数が8 MHzであり、かつ周波数偏差がプラスマイナス20 ppmである振動子Bを車載装置に搭載し、同様にして、トラフィックについての各状況下において、車載装置における周期メッセージの送信間隔およびロガーにおける受信間隔をモニタした。

[0182] また、本願発明者らは、振動子Aの代わりに、クロック周波数が8 MHzであり、かつ周波数偏差がプラスマイナス30 ppmである振動子Cを車載装置に搭載し、同様にして、トラフィックについての各状況下において、車載装置における周期メッセージの送信間隔およびロガーにおける受信間隔をモニタした。

[0183] 図10～12は、本願発明者らの検証結果を示す図である。図10は、車載装置に搭載される振動子ごとの、車載装置における周期メッセージの送信間隔の標準偏差を示している。図11は、車載装置に搭載される振動子ごとの、トラフィックが40%のときのロガーにおける周期メッセージの受信間隔の標準偏差を示している。図12は、車載装置に搭載される振動子ごとの、トラフィックが80%のときのロガーにおける周期メッセージの受信間隔の標準偏差を示している。

- [0184] 図10～12を参照して、車載装置に搭載される振動子の別に応じて、車載装置における周期メッセージの送信間隔の標準偏差に差異が現れている一方、トラフィックが40%、80%のときのロガーにおける周期メッセージの受信間隔の標準偏差には差異が現れていない。
- [0185] 以上より、周期メッセージの受信間隔の標準偏差に基づいて振動子の別を判断することは困難であることから、周期メッセージの受信間隔の標準偏差をフィンガープリント情報として用いる従来技術の検知方法では、送信元が不正な車載装置であるか否かを識別することは困難であるとの知見を得た。
- [0186] これに対して、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置101では、取得部52は、車載ネットワーク12において送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する。抽出部53は、取得部52によって取得された対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する。検知部55は、抽出部53によって抽出された対象分布の一部に基づいて、不正メッセージを検知する検知処理を行う。
- [0187] 本開示の実施の形態に係る検知方法は、車載ネットワーク12における不正メッセージを検知するゲートウェイ装置101における検知方法である。この検知方法では、まず、ゲートウェイ装置101が、車載ネットワーク12において送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する。次に、ゲートウェイ装置101が、取得した対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する。次に、ゲートウェイ装置101が、抽出した対象分布の一部に基づいて、不正メッセージを検知する検知処理を行う。
- [0188] このように、対象分布の一部を所定の基準に従って抽出し、抽出した対象分布の一部に基づいて不正メッセージを検知する構成および方法により、たとえば、対象分布から、送信元の子載装置におけるクロック周波数等の特性が反映された部分を抽出し、抽出部分に基づいて、送信元の子載装置が不正な子載装置であるか否かを識別することができる。
- [0189] したがって、本開示の実施の形態に係るゲートウェイ装置および検知方法では、車載ネットワークにおける不正メッセージをより正しく検知すること

ができる。

[0190] 上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0191] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

〔付記 1〕

車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置であって、
前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、

前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、

前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部とを備え、

前記抽出部は、前記対象分布を近似する確率密度関数および前記確率密度関数に基づく累積分布関数を生成し、

前記抽出部は、前記対象分布のうち、生成した前記累積分布関数における確率の値が所定範囲内となるときの受信間隔の値の範囲における分布を抽出する、検知装置。

[0192] 〔付記 2〕

車両に搭載される車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する、
プロセッサを備える検知装置であって、

前記プロセッサは、

前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、

前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、

前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正

メッセージを検知する検知処理を行う検知部とを実現する、検知装置。

符号の説明

- [0193]
- 1 車両
 - 1 2 車載ネットワーク
 - 1 3 バス
 - 1 4 バス
 - 5 1 通信処理部
 - 5 2 取得部
 - 5 3 抽出部
 - 5 4 算出部
 - 5 5 検知部
 - 5 6 記憶部
 - 1 0 1 ゲートウェイ装置
 - 1 1 1 車載通信機
 - 1 1 1 A TCU（車載通信機）
 - 1 1 1 B 近距離無線端末装置（車載通信機）
 - 1 1 1 C ITS無線機（車載通信機）
 - 1 1 2 ポート
 - 1 2 1 バス接続装置群
 - 1 2 2, 1 2 2 A, 1 2 2 B, 1 2 2 C 制御装置
 - 1 5 1 検知装置
 - 3 0 1 車載通信システム

請求の範囲

- [請求項1] 車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置であって、
- 前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、
- 前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、
- 前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部とを備える、検知装置。
- [請求項2] 前記抽出部は、所定条件を満たす状況下において送信される前記周期メッセージの受信間隔の分布である参照分布を用いて、前記対象分布の一部を抽出する、請求項1に記載の検知装置。
- [請求項3] 前記所定条件は、前記車載ネットワークの利用率が、前記対象分布が取得されるときの前記車載ネットワークの利用率よりも低いことである、請求項2に記載の検知装置。
- [請求項4] 前記検知部は、前記対象分布の前記一部における前記周期メッセージの受信間隔の標準偏差に基づいて、前記検知処理を行う、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の検知装置。
- [請求項5] 前記検知部は、前記対象分布の前記一部におけるピークの数に基づいて、前記検知処理を行う、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の検知装置。
- [請求項6] 前記検知部は、前記対象分布の前記一部における尖度に基づいて、前記検知処理を行う、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の検知装置。
- [請求項7] 前記検知装置は、さらに、
- 前記取得部によって取得された前記対象分布に基づいて、前記周期メッセージの受信間隔の統計値を算出する算出部を備え、

前記検知部は、前記算出部によって算出された前記統計値と、所定値との比較結果に基づく前記不正メッセージの検知処理をさらに行う、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の検知装置。

[請求項8] 請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の検知装置を備える、車両。

[請求項9] 車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置における検知方法であって、

前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得するステップと、

取得した前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出するステップと、

抽出した前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行うステップとを含む、検知方法。

[請求項10] 車載ネットワークにおける不正メッセージを検知する検知装置において用いられる検知プログラムであって、

コンピュータを、

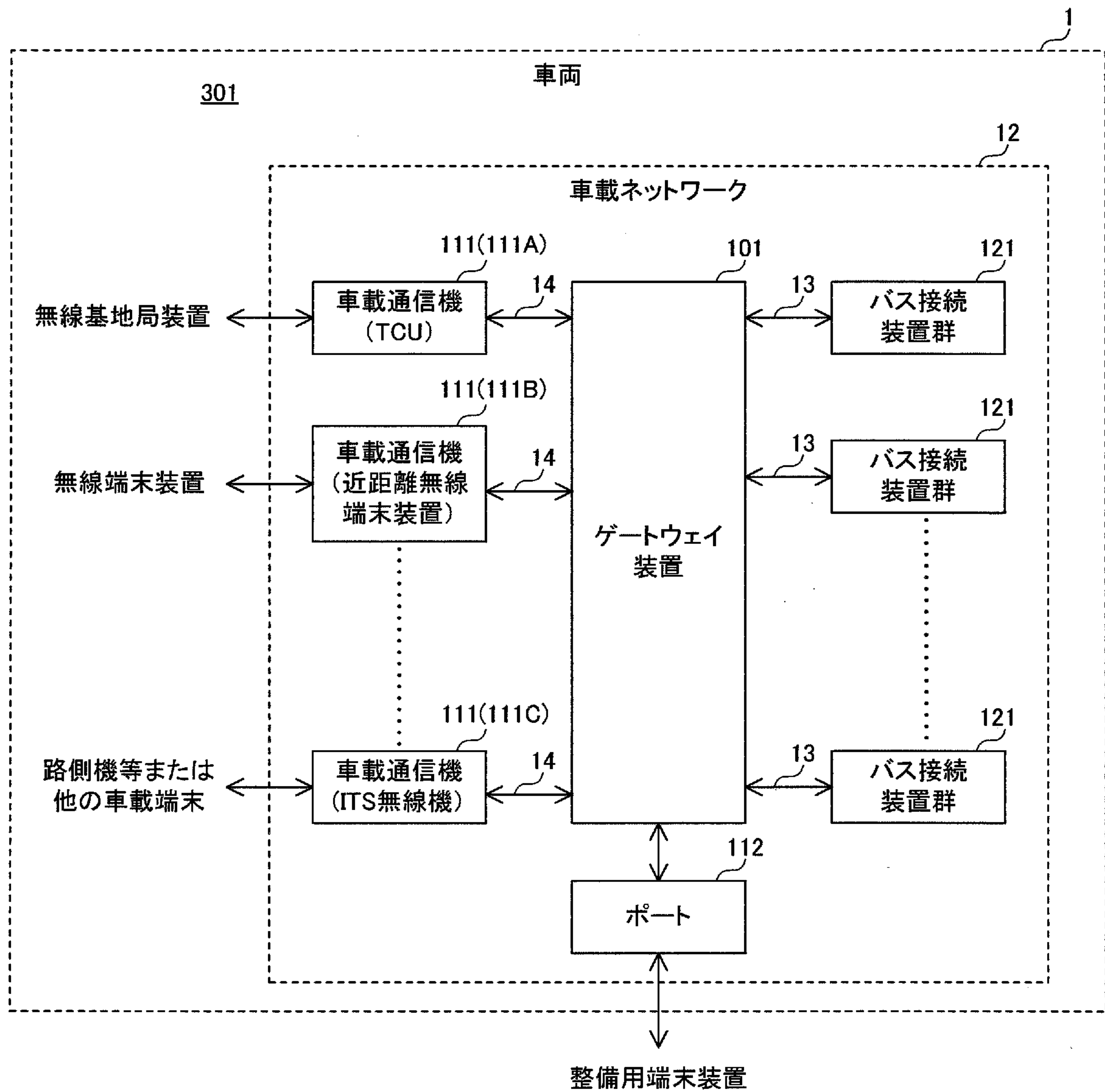
前記車載ネットワークにおいて送信される周期メッセージの受信間隔の分布である対象分布を取得する取得部と、

前記取得部によって取得された前記対象分布の一部を所定の基準に従って抽出する抽出部と、

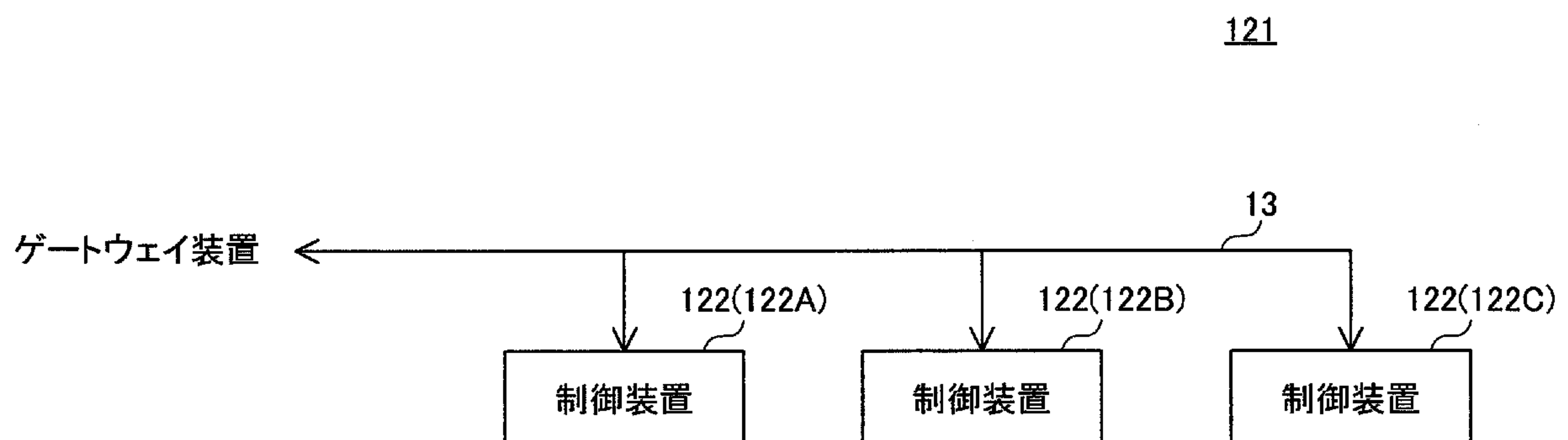
前記抽出部によって抽出された前記対象分布の一部に基づいて、前記不正メッセージを検知する検知処理を行う検知部、

として機能させるための、検知プログラム。

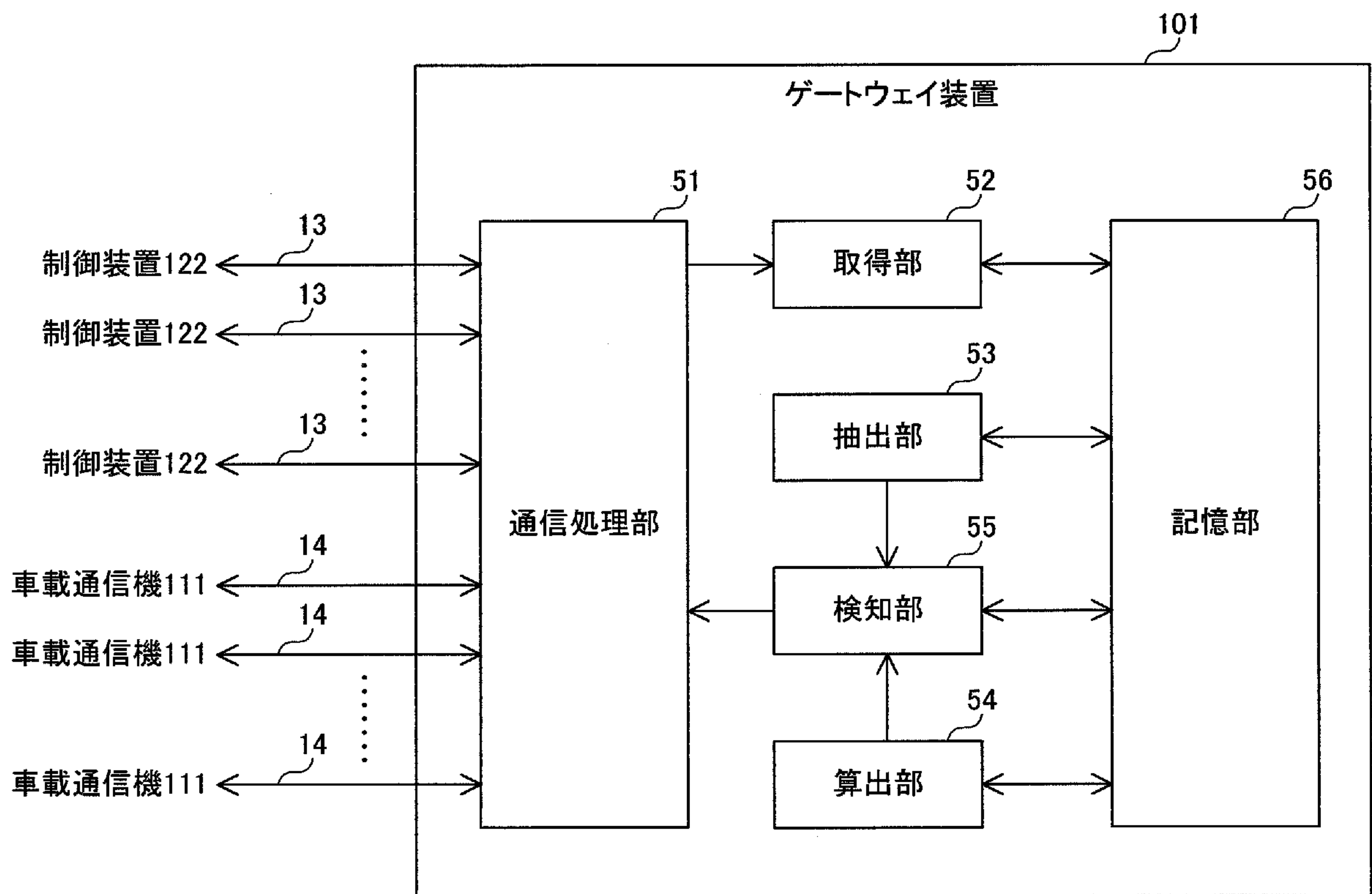
[図1]



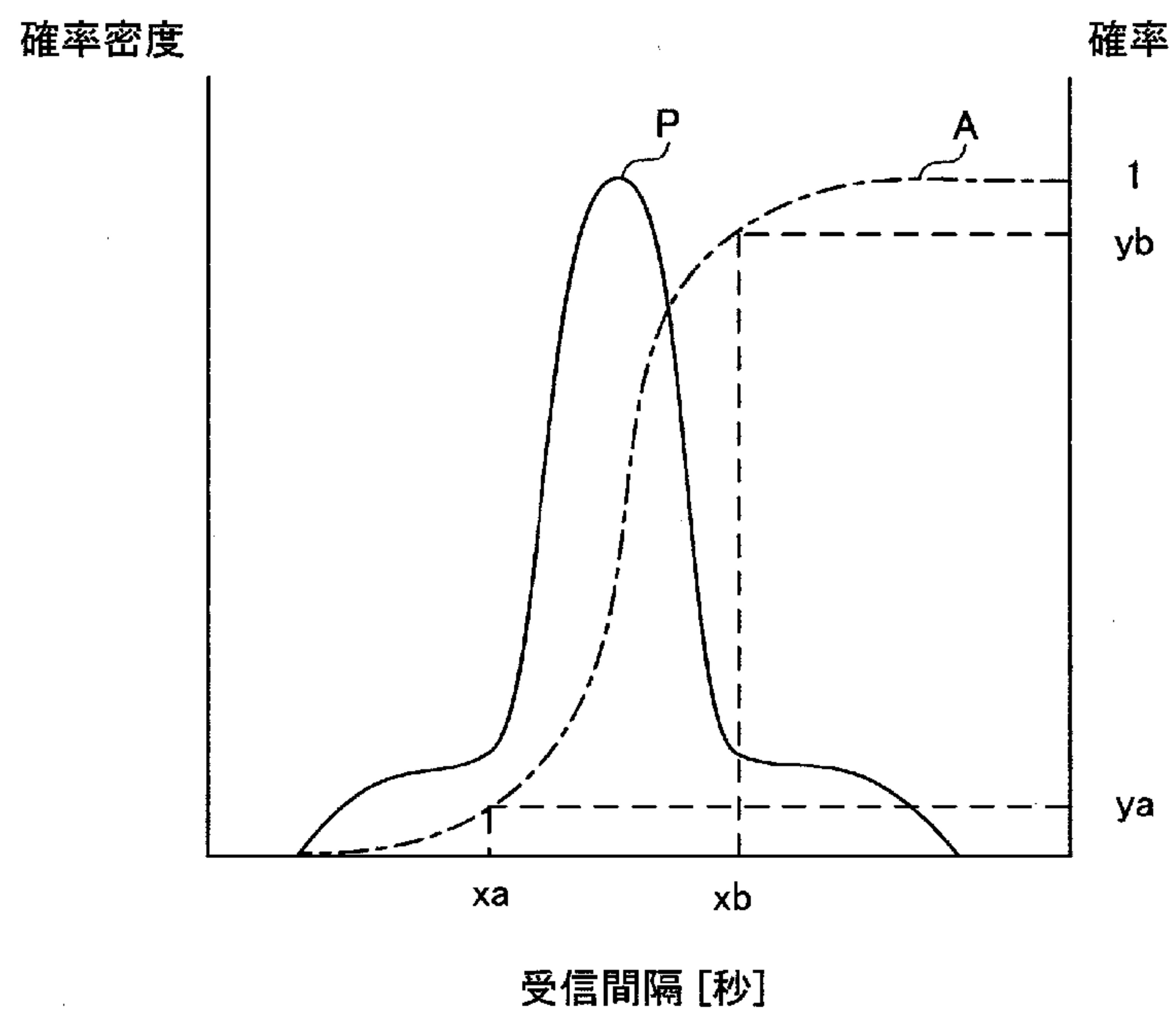
[図2]



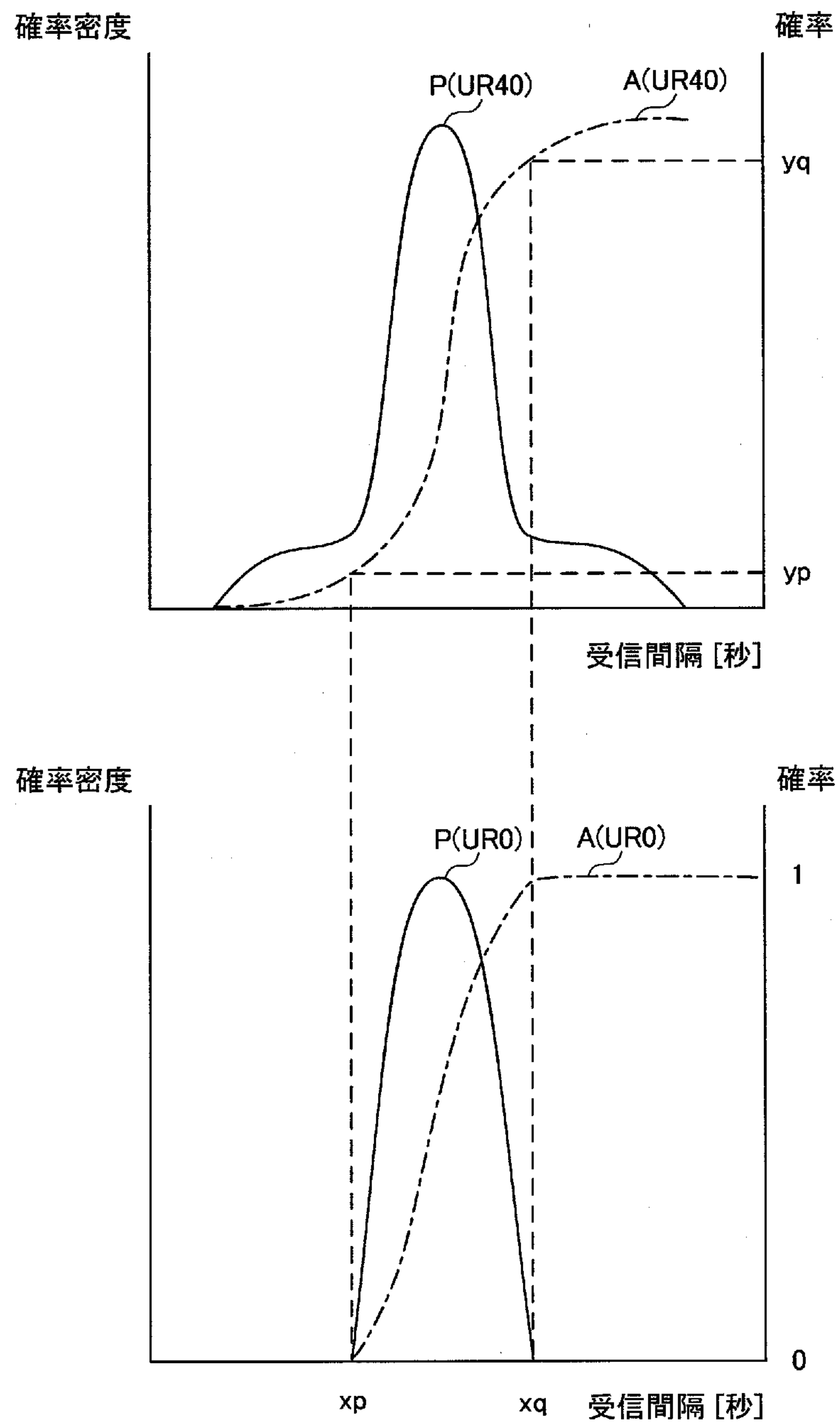
[図3]



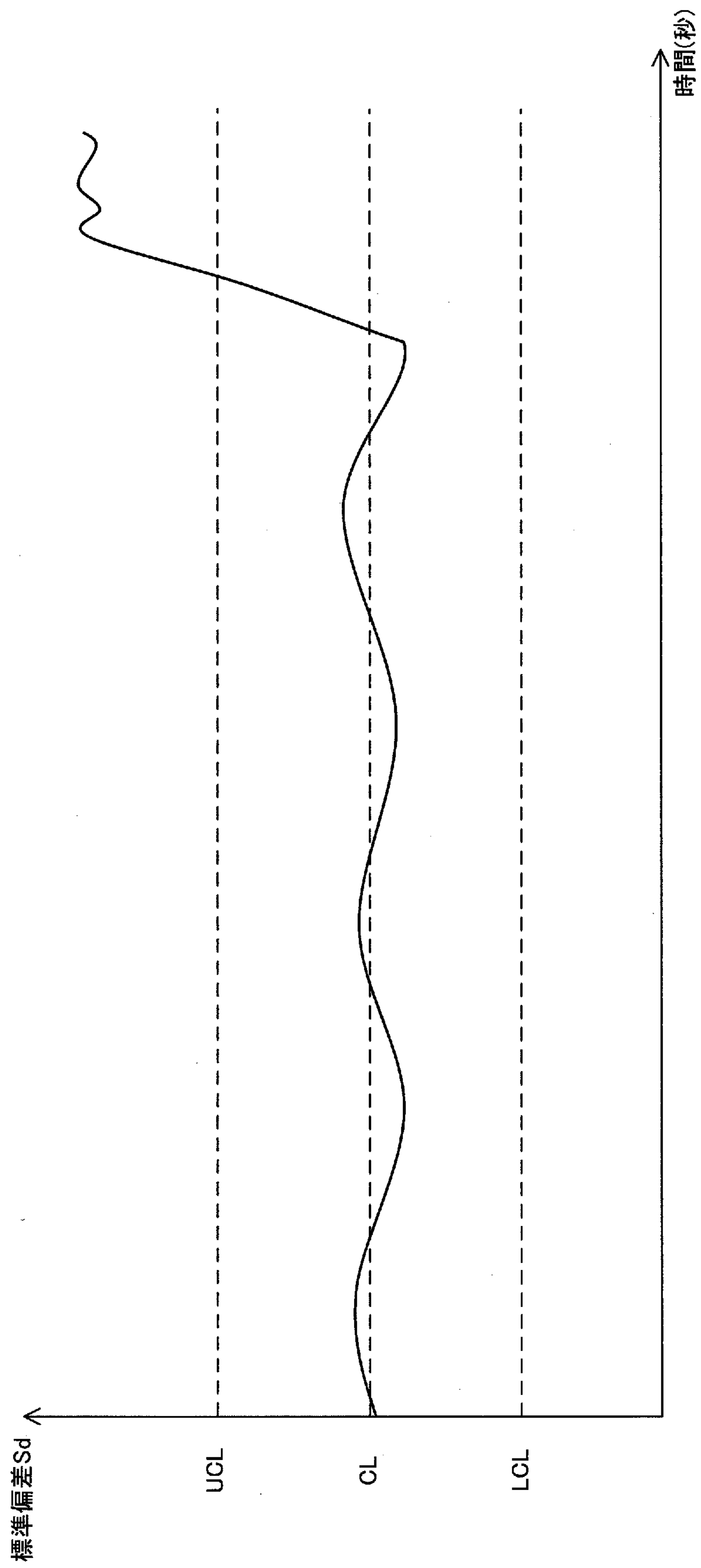
[図4]



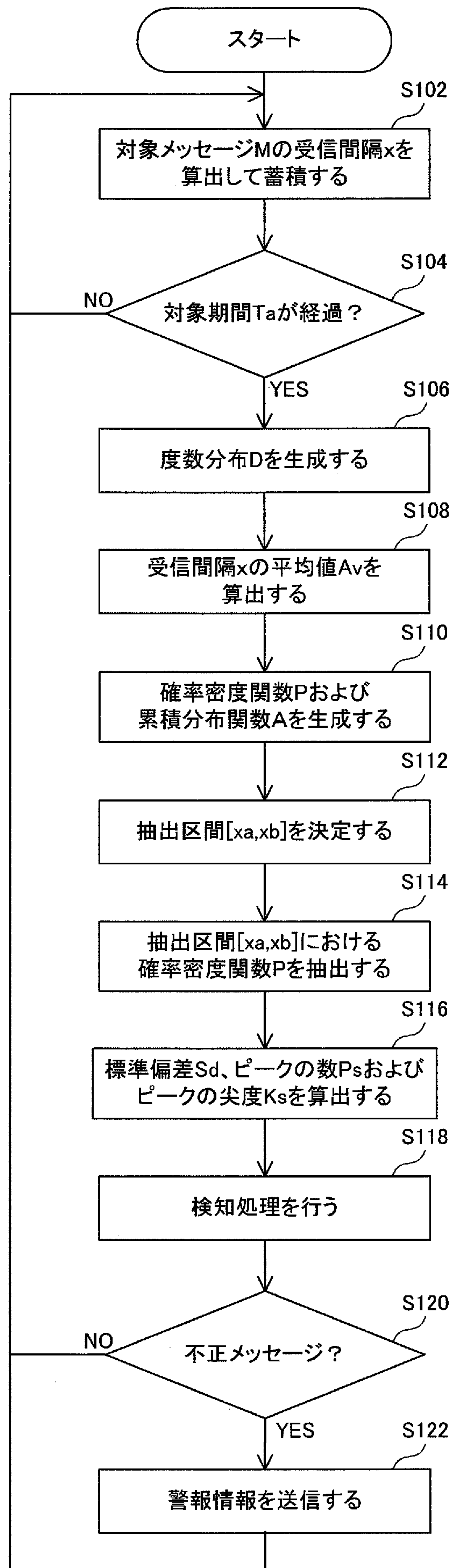
[図5]



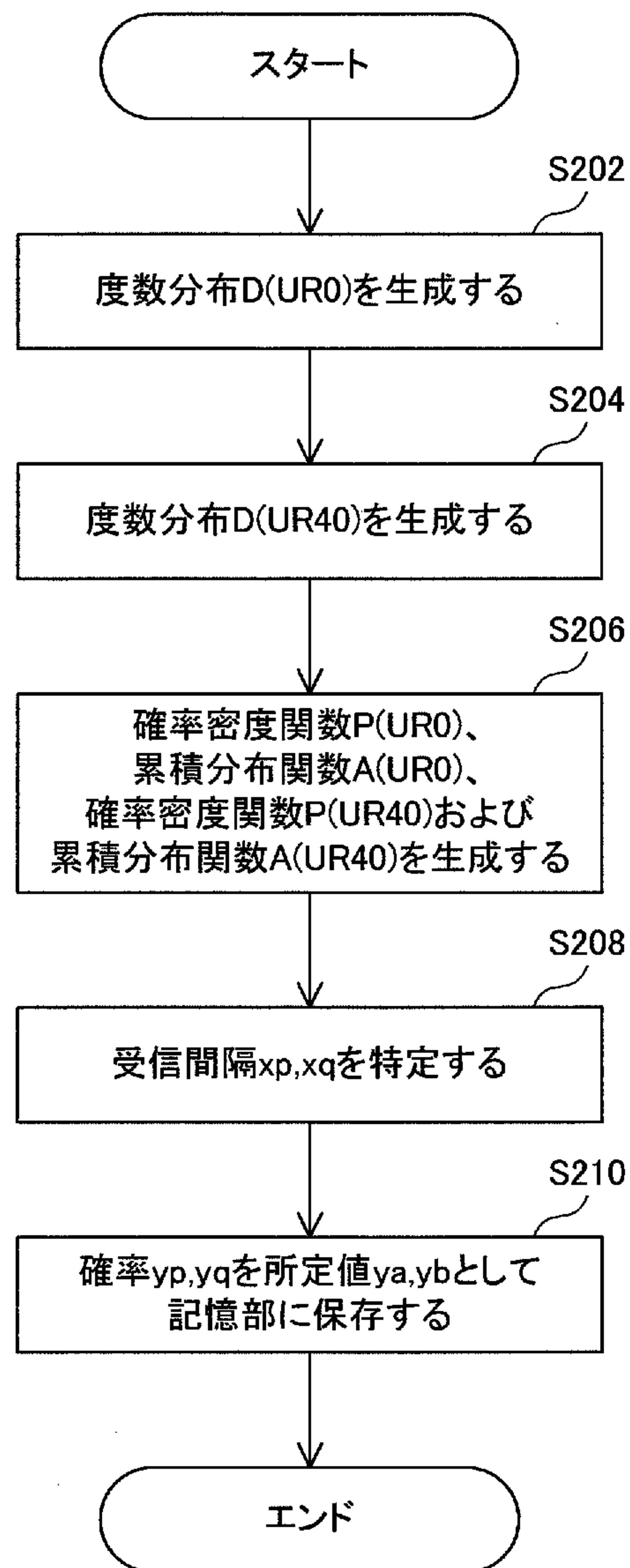
[図6]



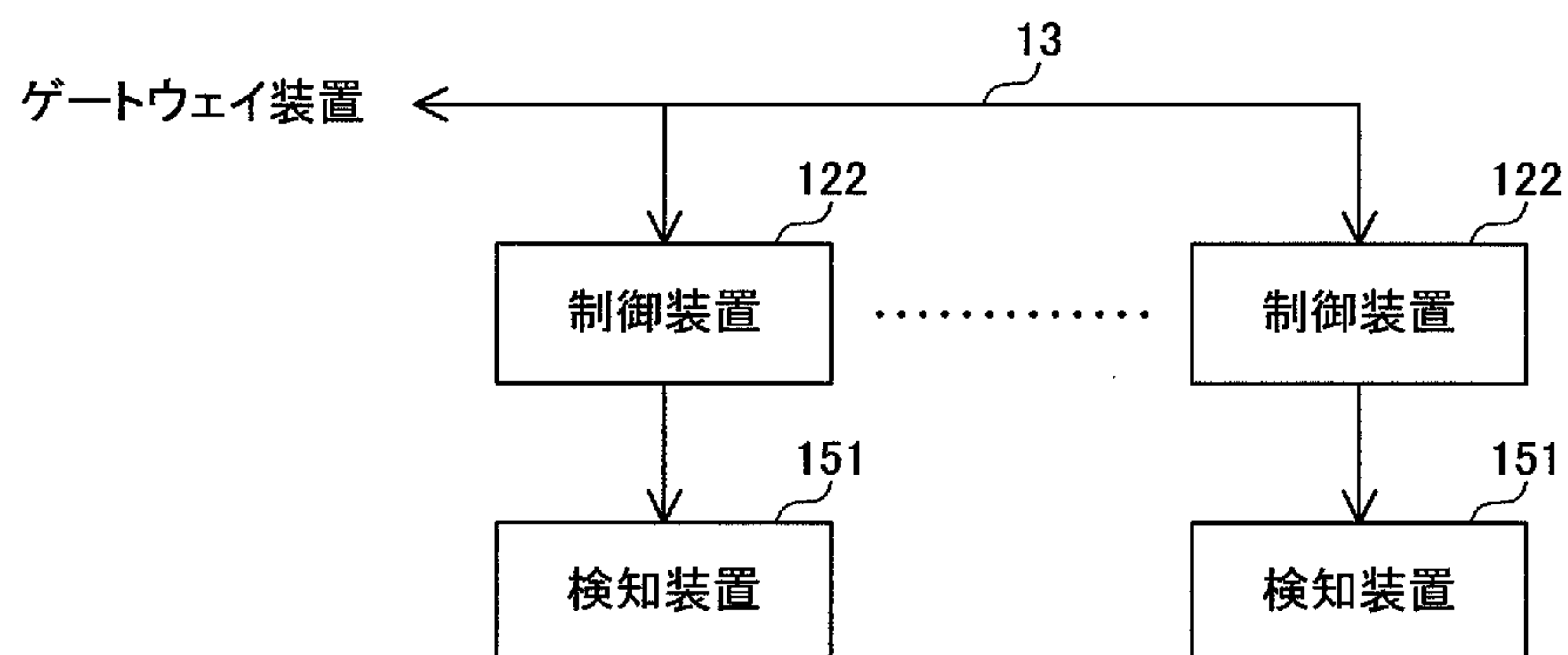
[図7]



[図8]

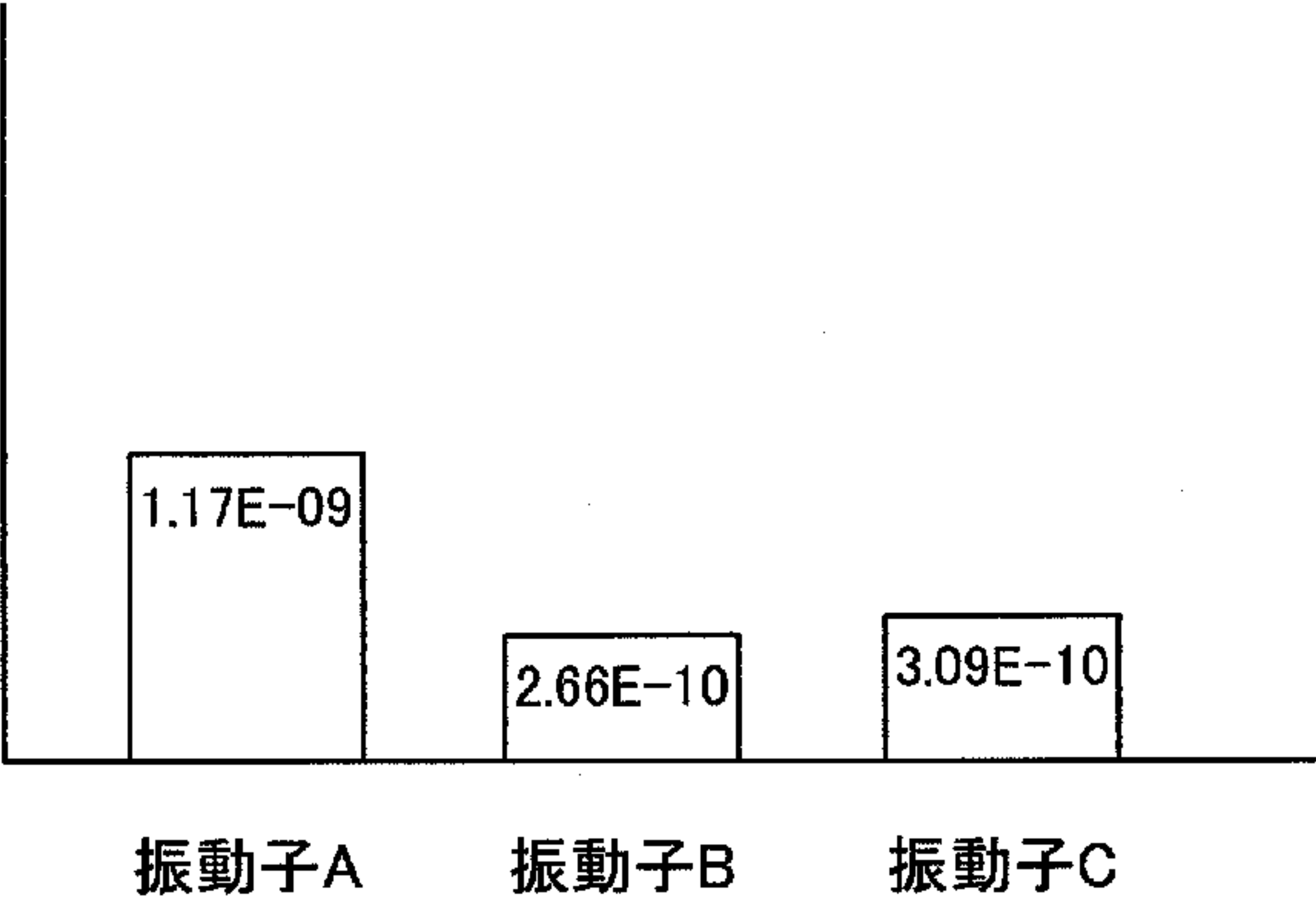


[図9]



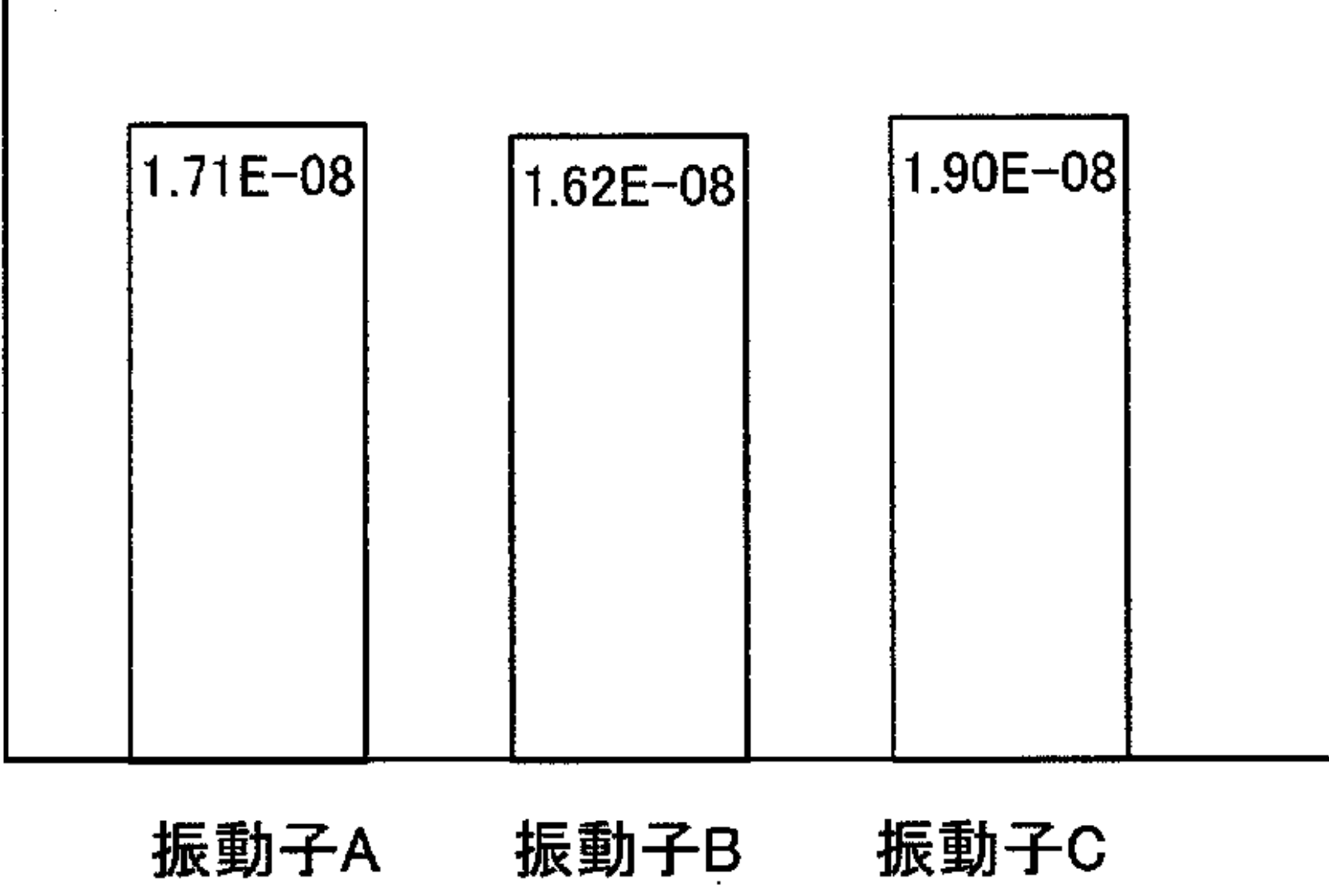
[図10]

送信間隔の標準偏差



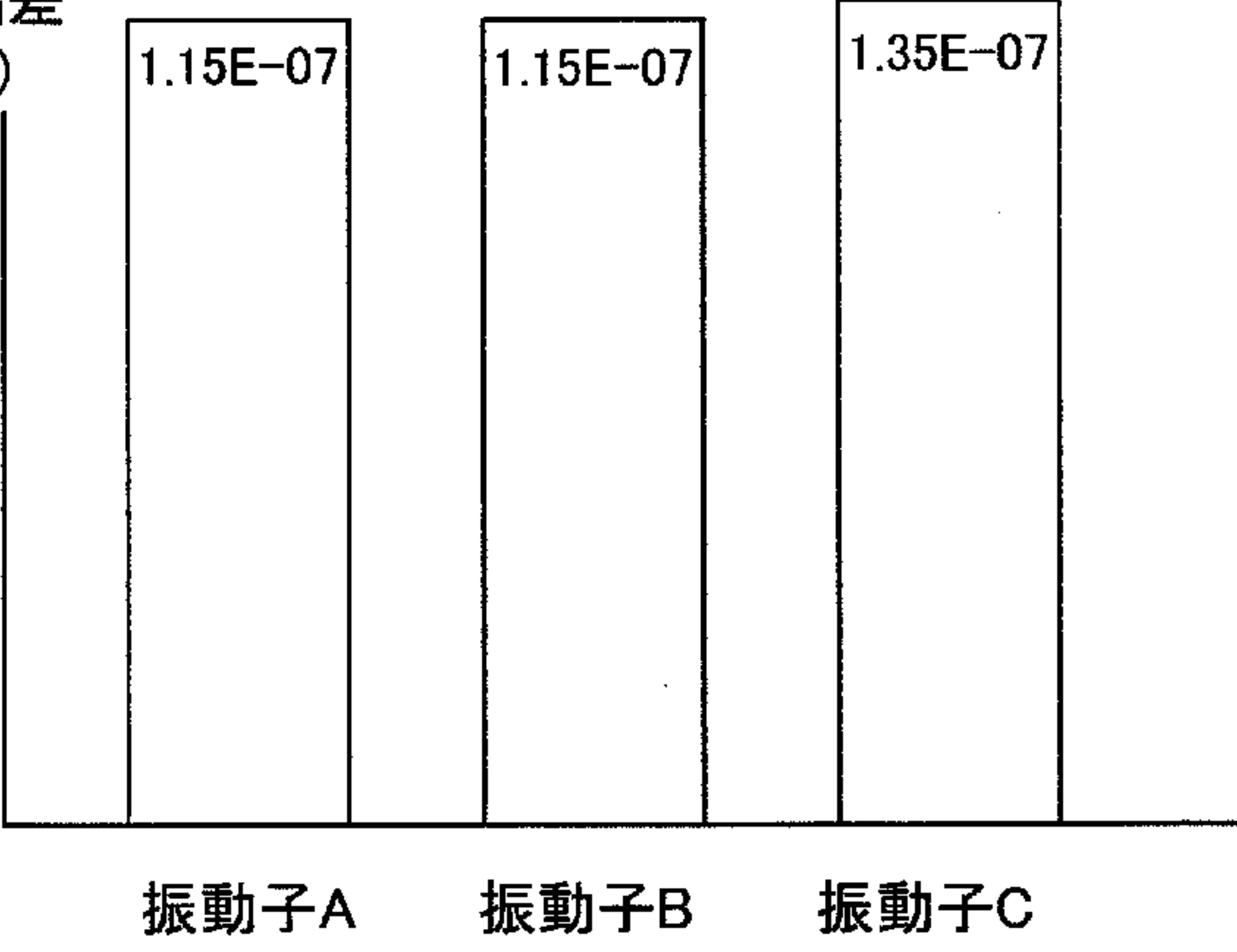
[図11]

受信間隔の標準偏差
(トラフィック:40%)



[図12]

受信間隔の標準偏差
(トラフィック:80%)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/032583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04L12/28(2006.01)i, H04L12/66(2006.01)i, B60R16/023(2006.01)i
FI: H04L12/66B, H04L12/28100A, B60R16/023P

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. H04L12/28, H04L12/66, B60R16/023

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

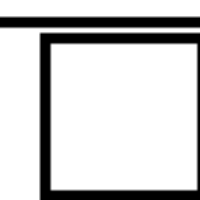
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

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.
X A	JP 2019-83534 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 30 May 2019 (2019-05-30), paragraphs [0012]-[0023], [0032]-[0127], entire text, all drawings	1-2, 4, 7-10 3, 5-6
X A	JP 2019-29961 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 21 February 2019 (2019-02-21), paragraphs [0016]-[0040], [0319]-[0399], entire text, all drawings	1-2, 8-10 3, 5-6



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

19 November 2020

Date of mailing of the international search report

01 December 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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/032583

JP 2019-83534 A	30 May 2019	US 2019/0149561 A1 paragraphs [0036]-[0047], [0058]-[0139] EP 3609138 A1 paragraphs [0012]-[0023], [0032]-[0131]
JP 2019-29961 A	21 February 2019	WO 2019/026353 A1 paragraphs [0016]-[0040], [0319]-[0399]

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/032583
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） H04L 12/28(2006.01)i; H04L 12/66(2006.01)i; B60R 16/023(2006.01)i FI: H04L12/66 B; H04L12/28 100A; B60R16/023 P		
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（I P C）） H04L12/28; H04L12/66; B60R16/023		
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 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 2 0 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 0 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 0 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
X	JP 2019-83534 A（パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーション オブ アメリカ） 30.05.2019（2019 - 05 - 30） 段落[12]～[23],段落[32]～[127]	1-2, 4, 7-10
A	全文、全図	3, 5-6
X	JP 2019-29961 A（住友電気工業株式会社） 21.02.2019（2019 - 02 - 21） 段落[16]～[40],段落[319]～[399]	1-2, 8-10
A	全文、全図	3, 5-6
☐ 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 19. 11. 2020		国際調査報告の発送日 01. 12. 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） 大石 博見 5X 4185 電話番号 03-3581-1101 内線 3596

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-83534	A	30.05.2019	US 2019/0149561 A1 段落[36]～[47],段落[58]～ [139]	
				EP 3609138 A1 段落[12]～[23],段落[32]～ [131]	
JP	2019-29961	A	21.02.2019	WO 2019/026353 A1 段落[16]～[40],段落[319] ～[399]	