(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
2019年12月19日(19.12.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/239786 A1

(51) 国際特許分類:
G01V 8/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/019601

(22) 国際出願日： 2019年5月17日(17.05.2019)

(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 2018-112023 2018年6月12日(12.06.2018) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

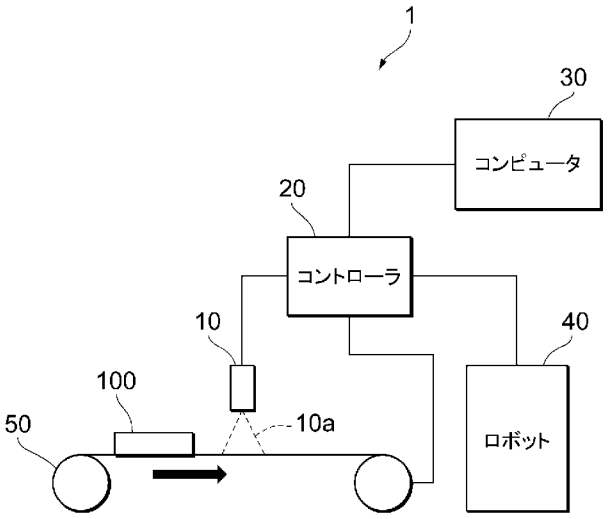
(72) 発明者: 木焦 火炎(**KOGASHI, Kaen**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(**INABA, Yoshiyuki** et al.); 〒1066123 東京都港区六本木６－１０－１ 六本木ヒルズ森タワー２３階 ＴＭＩ総合法律事務所 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,

(54) **Title:** DETECTION METHOD AND DETECTION DEVICE CONFIGURATION METHOD

(54) 発明の名称： 検出方法及び検出装置の設定方法



20 Controller
30 Computer
40 Robot

(57) **Abstract:** A detection method which enables detecting the arrival of the target without the burden of configuring a detection device threshold value in accordance with the use state, and a configuration method are provided. The determination method is a detection method for detecting the arrival of a target 100 within a detection range 10a, and involves: determining a determination condition for determining whether a waveform configured from multiple time-series signal values corresponds to a rising waveform or a falling waveform; converting to sequential signal values a physical quantity

WO 2019/239786 A1

［続葉有］

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))

having a value which changes depending on whether or not the target has arrived in the detection range; updating, at a first period, a prescribed number of signal values acquired from among sequentially generated signal values and stored ordered in the order acquired, with newly acquired signal values; and, with a frequency of once every time updating is performed one or multiple times, determining whether or not the target has arrived in the detection range on the basis of whether or not those of the stored values that are in multiple prescribed positions in the ordering satisfy the determination condition.

(57) 要約:検出装置の閾値を使用状況に応じて設定する負担を無くして対象物の到来を検出することができる検出方法及び設定方法を提供する。判定方法は、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したことを検出する検出方法であって、時系列の複数の信号値により構成される波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための判定条件を決定することと、検出範囲に対象物が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換することと、逐次生成されている信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の信号値を、第１周期で、新たに取得された信号値により更新することと、更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている信号値のうちの所定の複数の順位の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することと、を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 検出方法及び検出装置の設定方法

技術分野

[0001] 本発明は、対象物の到来を検出する検出方法及び対象物の到来を検出する検出装置の設定方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、対象物の到来を検出する検出方法として、対象物に光を照射して、対象物を透過する光を検出したり、対象物による光の遮蔽を検出したり、対象物により反射した光を検出したりする方法が用いられている。また、他の検出方法として、対象物に超音波を当て、超音波の反射を用いる方法も知られている。これら既存の検出方法では、受光量、超音波受信強度のような物理量に対応する信号値の大きさを閾値と比較して対象物の有無に対応する出力信号を得、出力信号の変化によって対象物の到来を判定することがある。ここで、物理量に対応する信号値の大きさは、対象物の種類及び対象物と検出装置との位置関係によって変動するため、検出装置を設置した後にユーザが閾値を設定しなければならない場合が多い。

[0003] ユーザによる閾値の設定について、例えば下記特許文献１には、ワークを検出エリアに配置した状態でＳＥＴキーを押し、ワークを検出エリアから取り除いた状態でＳＥＴキーを再び押し、各キーの操作に応じて測定された２種類の受光量を用いて閾値を設定することが記載されている。

[0004] また、下記特許文献２に記載の光電センサでは、環境要因に追従し、光量の判定基準となる閾値を自動調整するにあたり、受光量現在値データとして、光電センサが入光判定をしてから一定期間の受光量変動プロファイルを測定している。そして、受光量が最大値において一定になる期間があるか否かを判定して、一定になる期間がある場合に測定した受光量現在値データを有効なものとしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００７－１３９４９４号公報

特許文献2：特開２００９－３００１１１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１及び２に記載のように、従来、検出装置の閾値を使用状況に応じて設定することを前提として、ユーザによる閾値設定を容易にしたり、当初設定した閾値を経時的に再調整する負担を軽減したりする、という方向で開発が行われてきた。

[0007] しかしながら、従来の技術では、検出装置の閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担は取り除くことができなかった。

[0008] そこで、本発明は、検出装置の閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる検出方法及び検出装置の設定方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0009] 対象物の到来を検出する場合に、実際の使用場面で求められるのは、対象物が到来した時点で対象物が到来したことを報知する機能である。一方で、現時点における対象物の有無自体を検出することは、求められることが少ない。すなわち、検出装置の出力値は現時点における対象物の有無に対応しているとしても、ユーザは、短い周期で更新される出力値が時系列に得られることを前提として、出力値が対象物無しに対応する値から対象物有りに対応する値に変化する事象またはその逆に変化する事象をトリガにして機械に所定の動作をさせる場合が多い。そうではなく、たとえば機械の制御システムから現時点における対象物の有無に対応する出力値を要求し、それに応答して得られた単発的な出力値にしたがい機械を動作させることは少ない。従って、対象物の到来に対応する信号値の急な変化、すなわち信号値波形の立ち上がり又は立ち下がりが発生したことを検出すれば、閾値を用いずに実用上

の要求を満たすことができる。

[0010] そこで、本開示の一態様に係る検出方法は、検出範囲に対象物が到来したことを検出する検出方法であって、時系列の複数の信号値により構成される波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための判定条件を決定することと、検出範囲に対象物が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換することと、逐次生成されている信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の信号値を、第1周期で、新たに取得された信号値により更新することと、更新を1回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている信号値のうちの所定の複数の順位の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することと、を含む。

[0011] この態様によれば、ある時点における信号値と閾値とを比較して検出範囲における対象物の有無を検出し、検出結果の変化によって対象物が到来したか否かを判定するのではなく、記憶部に記憶された所定数の信号値により構成される波形が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することができる。このため、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる。さらに、この判定条件は、信号値の波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための条件であるから、対象物の種類や検出装置の設置状態が異なっていても共通の判定条件を適用できる場合が多い。この点でも、検出実行の準備をする段階でのユーザの負担は軽減される。

[0012] 上記態様において、判定条件は、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルの実行により、時系列の複数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えていることについて肯定的な結果が得られることであってよい。判定条件を決定することは、使用する前記学習済みモデルを決定することであってよい。

[0013] この態様によれば、現在の信号値により構成される波形が、複数の基準波

形が有する特徴と共通する特徴を備えているかを学習済みモデルの実行により判定することで、検出装置の処理負荷を軽減しつつ、検出範囲に対象物が到来したか否かを高精度で判定することができる。

[0014] 本開示の他の態様に係る検出装置の設定方法は、検出範囲に対象物が到来したことを検出する検出装置を設定する設定方法であって、検出装置は、検出範囲に対象物が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換する処理と、逐次生成されている信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の信号値を、第1周期で、新たに取得された信号値により更新する処理と、更新を1回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている信号値のうちの所定の複数の順位の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定する処理とを実行するように構成されており、設定方法は、判定条件を、時系列の複数の信号値により構成される波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための条件となるように決定することと、判定条件を検出装置に設定することとを含む。

[0015] この態様によれば、ある時点における信号値と閾値とを比較して検出範囲における対象物の有無を検出し、検出結果の変化によって対象物が到来したか否かを判定するのではなく、記憶部に記憶された所定数の信号値により構成される波形が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することができる。このため、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる。さらに、この判定条件は、信号値の波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための条件であるから、対象物の種類や検出装置の設置状態が異なっていても共通の判定条件を適用できる場合が多い。この点でも、検出実行の準備をする段階でのユーザの負担は軽減される。

[0016] 上記態様において、判定条件は、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルの実行により、時系列の複数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する

特徴と共通する特徴を備えていることについて肯定的な結果が得られることであってよい。判定条件を決定することは、使用する前記学習済みモデルを決定することであってよい。判定条件を検出装置に設定することは、学習済みモデルを検出装置に実装することであってよい。

[0017] この態様によれば、現在の信号値により構成される波形が、複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えているかを学習済みモデルの実行により判定することで、検出装置の処理負荷を軽減しつつ、検出範囲に対象物が到来したか否かを高精度で判定することができる。

[0018] 本開示の他の態様に係る検出方法は、検出範囲に対象物が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換することと、逐次生成されている信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の信号値を、第１周期で、新たに取得された信号値により更新することと、更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている信号値のうちの所定の複数の順位の信号値が立ち上がり波形又は立ち下がり波形を構成する信号値に該当するか否かを判定するための判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することと、を含む。

[0019] この態様によれば、ある時点における信号値と閾値とを比較して検出範囲における対象物の有無を検出し、検出結果の変化によって対象物が到来したか否かを判定するのではなく、記憶部に記憶された所定数の信号値により構成される波形が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することができる。このため、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる。さらに、この判定条件は、信号値の波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための条件であるから、対象物の種類や検出装置の設置状態が異なっていても共通の判定条件を適用できる場合が多い。この点でも、検出実行の準備をする段階でのユーザの負担は軽減される。

[0020] 上記態様において、更新することは、所定数の信号値のうち、最も古い信

号値を削除することと、新たに取得した信号値を記憶することと、を含んでもよい。

[0021] この態様によれば、記憶部をＦＩＦＯメモリとすることで、ハードウェアの規模を小さく抑えつつ、高速に読み書き可能とすることができる。

[0022] 上記態様において、第１周期は、変更可能であってもよい。

[0023] この態様によれば、第１周期を適切に設定することにより、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定する際に適切な時間長にわたる信号値を参照することができる。

[0024] 上記態様において、判定条件は、第１時点において取得された信号値と、第１時点より後の第２時点において取得された信号値とが実質的に等しいことと、第２時点において取得された信号値と、第２時点より後の第３時点において取得された信号値との差の絶対値が所定の値よりも大きいことと、を含んでもよい。

[0025] この態様によれば、使用状況に応じて信号値が変動する場合であっても、信号値の立ち上がり又は立下りを安定的に検出することができ、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる。

[0026] 上記態様において、判定条件は、第１時点において取得された信号値と、第１時点より後の第２時点において取得された信号値とが実質的に等しいことと、第２時点より後の第３時点において取得された信号値と、第３時点より後の第４時点において取得された信号値とが実質的に等しいことと、第１時点において取得された信号値及び第２時点において取得された信号値のいずれかと、第３時点において取得された信号値及び第４時点において取得された信号値のいずれかとの差の絶対値が、所定の値よりも大きいことと、を含んでもよい。

[0027] この態様によれば、使用状況に応じて信号値が変動する場合であっても、信号値の立ち上がり又は立下りを安定的に検出することができ、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出すること

ができる。

[0028] 上記態様において、判定条件は、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルにより、記憶部に記憶されている所定数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとしての複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えているか否かを判定するための条件であってもよい。

上記態様において、判定条件は、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルの実行により、時系列の複数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えていることについて肯定的な結果が得られることであってよい。

[0029] この態様によれば、現在の信号値により構成される波形が、複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えているかを学習済みモデルの実行により判定することで、検出装置の処理負荷を軽減しつつ、検出範囲に対象物が到来したか否かを高精度で判定することができる。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、検出装置の閾値を使用状況に応じて設定する負担を無くして対象物の到来を検出することができる検出方法及び設定方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]本発明の実施形態に係る検出装置を含む検出システムの概要を示す図である。

[図2]本実施形態に係る検出装置の構成を示す図である。

[図3a]本実施形態に係る検出装置により測定された信号値の一例をグラフにより示す図である。

[図3b]本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。

[図4a]第１事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の

信号値の一例をグラフにより示す図である。

[図4b]第１事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。

[図5a]第２事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。

[図5b]第２事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。

[図6a]第３事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。

[図6b]第３事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。

[図7a]第４事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。

[図7b]第４事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。

[図8a]第５事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。

[図8b]第５事例において、本実施形態に係る検出装置に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。

[図9]本実施形態に係る検出装置により測定されることが想定される信号値の例を示す図である。

[図10]本実施形態に係る検出装置により実行される学習済みモデルの設定方法のフローチャートである。

[図11]本実施形態に係る検出装置を設定する設定方法のフローチャートである。

[図12]本実施形態に係る検出装置により実行される検出方法のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」と表記する。）を、図面に基づいて説明する。なお、各図において、同一の符号を付したものは、同一又は同様の構成を有する。

[0033] はじめに、従来の検出装置において、対象物の到来を判定するために信号値と比較される閾値を固定値とすることが難しい事情について説明する。センサによって対象物を検出する場合、センサをどのような設備のどこに設置するか、対象物がどのような物であるか、センサによってどのような物理量を測定するかといった個別の事情により、対象物が無い状態に測定される信号値と、対象物が有る状態に測定される信号値とがそれぞれ異なり、また、信号値が変化する速さが異なる。ここで、対象物が無い状態に測定される信号値と、対象物が有る状態に測定される信号値とは、互いに独立している場合もあれば、ある程度相関している場合もある。

[0034] 例えば、センサが、対象物に光を照射して、対象物により反射した光を検出する反射型センサの場合、対象物無しの状態の受光量を決める要因は、センサと背景反射物との配置であったり、背景反射物の反射率であったりする。また、対象物有りの状態の受光量を決める要因は、センサと対象物との配置であったり、対象物の反射率であったりする。そのため、対象物の到来を判定するために信号値と比較される閾値を固定値とすることは難しく、使用状況に応じて設定する必要があった。

[0035] また、センサが、対象物に光を照射して、対象物を透過する光を検出する透過型センサの場合、対象物無しの状態の受光量を決める要因は、投光量であったり、投光部と受光部との配置であったりする。また、対象物有りの状態の受光量を決める要因は、対象物の透過率であったりする。そのため、対象物の到来を判定するために信号値と比較される閾値を固定値とすることは難しく、使用状況に応じて設定する必要があった。

[0036] 次に、従来の検出装置において、当初設定した閾値を経時的に再調整しなければならない事情について説明する。センサによって対象物を検出する場合、センサの汚れや劣化により信号値が経時的に変化したり、環境変化によ

って信号値が経時的に変化したりすることがある。

[0037] 例えば、センサが、反射型センサであったり、透過型センサであったりする場合、投光部の光学窓に汚れが付着することにより、投光量が低下し、その結果、受光量が低下することがある。それとは反対に、投光部の光学窓の汚れを除去したことにより、受光量が急激に増加することもある。また、投光部の投光素子が劣化することにより投光量が低下し、受光量が低下することがある。さらに、太陽光の影響等により測定環境の明るさが変動することにより、受光量が変動することがある。そのため、対象物の到来を判定するために信号値と比較される閾値を経時的に再調整しなければならない場合があり、閾値を使用状況に応じて設定する必要があった。

[0038] 以下に説明するように、本実施形態に係る検出装置１０では、対象物の有無を判定するために、信号値に対する閾値を用いないため、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くすことができる。もっとも、本実施形態に係る検出装置１０に固有の設定事項は発生し得る。しかしながら、本実施形態に係る検出装置１０では、設定事項をできる限り少なくすることができるし、設定事項を無くしても使用できることが多い。

[0039] 本実施形態に係る検出装置１０に固有の設定事項として、信号値の立ち上がり又は立下りを判定するための設定が挙げられる。本実施形態に係る検出装置１０では、信号値が示す波形（信号波形の立ち上がり又は立ち下がり）に着目して対象物の有無を判定するため、対象物の運動の速さの違い等に起因する受光量変化の速さの変動に対して、ユーザが調整を必要としないようにすることが望まれる。

[0040] ［構成例］

図１及び２を参照しつつ、本実施形態に係る検出装置１０の構成の一例について説明する。図１は、本発明の実施形態に係る検出装置１０を含む検出システム１の概要を示す図である。検出システム１は、検出装置１０と、コントローラ２０と、コンピュータ３０と、ロボット４０と、搬送装置５０とを備える。

[0041] 検出装置１０は、測定される信号値に基づいて、検出装置１０の検出範囲１０ａに対象物１００が到来したことを検出する装置である。検出装置１０は、例えば反射型の光電センサであってよい。検出装置１０が反射型の光電センサで構成される場合、対象物１００が検出装置１０の検出領域に到来すると、検出される反射光量が増加する。なお、本実施形態では、説明を具体的にするために検出装置１０が光電センサで構成される例について説明するが、以下の説明は、「受光量」をセンサの種類に応じて他の物理量に置き換え、変動要因等をセンサの検出原理に応じて読み替えることにより、検出装置１０が任意のセンサで構成される場合に一般化できる。

[0042] 対象物１００は、検出装置１０による検出の対象となる物であり、例えば生産される製品の完成品であったり、部品等の未完成品であったりしてよい。また、本明細書において「対象物」とは、対象物１００全体のほか、対象物１００の部分（対象物１００の端部、対象物１００上の模様や欠陥等）であってもよい。対象物１００が粒子やピンの場合のように、対象物１００が検出領域よりも小さい場合は、対象物１００全体が検出対象になることもある。

[0043] なお、検出装置１０は、一般に欠陥検査と呼ばれる用途に用いられるものであってもよく、その場合、検出装置１０は、対象物１００の欠陥部分が検出範囲１０ａに到来したことを検出してよい。

[0044] コントローラ２０は、ロボット４０及び搬送装置５０を制御する。コントローラ２０は、例えばＰＬＣ（Programmable Logic Controller）で構成されてよい。コントローラ２０は、検出装置１０からの出力により対象物１００が到来したことを検知し、ロボット４０を制御する。

[0045] コンピュータ３０は、検出装置１０、コントローラ２０及びロボット４０の設定を行う。また、コンピュータ３０は、コントローラ２０から、コントローラ２０による制御の実行結果を取得する。さらに、コンピュータ３０は、検出装置１０により検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定するためのアルゴリズム（学習モデル）において用いられるパラメータを

機械学習により生成する学習装置を含んでよい。アルゴリズム（学習モデル）の種類には、たとえばニューラルネットワークや決定木がある。

[0046] ロボット４０は、コントローラ２０による制御に従って、対象物１００を操作したり加工したりする。ロボット４０は、例えば対象物１００をピックアップして別の場所に移動させたり、対象物１００を切削したり、組み立てたりしてよい。

[0047] 搬送装置５０は、コントローラ２０による制御に従って、対象物１００を搬送する装置である。搬送装置５０は、例えばベルトコンベアであってよく、コントローラ２０により設定された速度で対象物１００を搬送してよい。

[0048] 図２は、本実施形態に係る検出装置１０の構成を示す図である。検出装置１０は、測定部１１と、記憶部１２と、判定部１３と、制御部１４と、入出力部１５とを備える。

[0049] ＜測定部＞

測定部１１は、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換する。測定部１１は、受光量等の物理量を第２の周期で測定し、３値以上のデジタル値である信号値を出力してよい。信号値は、例えば８ビット（２５６値）で表されてよい。また、第２の周期は、例えば０．１ｍｓ（ミリ秒）であってよい。

[0050] 検出装置１０が光電センサの場合、測定部１１は、入射する光を受光素子に集めるレンズ、光を電流信号に変換する受光素子（例えばフォトダイオード）、電流信号を電圧信号に変換するアンプ及び電圧信号をデジタル値に変換するＡ／Ｄ変換器を含んでよい。さらに、測定部１１は、アナログ処理又はデジタル処理によるローパスフィルタやハイパスフィルタ等を含んでもよいし、対象物１００に光を照射する投光素子（例えばＬＥＤ）を含んでもよい。

[0051] ＜記憶部＞

記憶部１２は、所定数の信号値を、測定部１１により測定された順に記憶する。記憶部１２は、所定数の信号値のうち、最も古い信号値を削除し、新

たに測定された信号値を記憶するものであってよい。このように、記憶部をＦＩＦＯ（First In First Out）メモリとすることで、ハードウェアの規模を小さく抑えつつ、高速に読み書き可能とすることができる。

[0052] 本実施形態に係る検出装置１０において、記憶部１２は、ｎ段のＦＩＦＯメモリで構成される。記憶部１２は、初段ｑ０、第１段ｑ１、第２段ｑ２、第ｊ段ｑｊ、第ｋ段ｑｋ及び第ｎ段ｑｎというアドレスを有する。ここで、ｊ＜ｋ＜ｎであり、ｎは例えば１００程度であってよい。記憶部１２は、第１の周期で、最終段である第ｎ段ｑｎに格納されている信号値ｓｎを削除し、各段に格納されている信号値ｓ０，ｓ１，ｓ２，ｓｊ，ｓｋを１つ後方の段にシフトして、初段ｑ０に新たに測定された信号値を格納する。

[0053] ここで、第１の周期は、第２の周期と同じであってもよいし、異なっていてもよい。例えば、第２の周期は、測定部１１を構成するセンサに固有の値（例えば０．１ｍｓ）に固定されていてもよい。検出装置１０が光電センサの場合、投光素子が第２の周期でパルス投光し、受光素子の出力をパルス投光のタイミングに合わせて第２の周期でＡ／Ｄ変換してもよい。一方、第１の周期は、コンピュータ３０によって、コントローラ２０経由で設定可能であってもよい。第１の周期は、同時に処理したい信号値波形の範囲が記憶部１２に収まるように決定される必要がある。第１の周期は、第２の周期よりも長く設定されてもよく、第２の周期は、例えば１ｍｓであってよい。第１の周期内に複数の信号値が生成される場合は、それらの信号値の平均値を記憶部１２に記憶させる信号値としてもよい。

[0054] ＜判定部＞

判定部１３は、ＦＩＦＯメモリに記憶されている信号値の内の所定の複数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定する。判定部１３は、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かの判定を第１周期で行ってよい。ここで、測定部１１は、信号値を、第１周期以下の第２周期で測定してよい。第１周期が第２周期以上であることで、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定する際に

適切な数の信号値を参照することができる。

[0055] 判定部１３は、記憶部１２の複数の段に格納されている信号値を参照し、第１の周期で判定を行い、判定結果を制御部１４に対して出力してよい。判定部１３は、記憶部１２に記憶された所定数の信号値が、立ち上がり波形又は立ち下がり波形を含むか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定してよい。すなわち、判定条件は、記憶部１２に記憶された所定数の信号値が、立ち上がり波形又は立ち下がり波形を含むことを表す条件であってよい。なお、判定部１３は、立ち上がり波形及び立ち下がり波形のうち、対象物１００の到来の判定に必要な一方の波形についての判定を行うものであってよい。

[0056] 判定部１３による判定に記憶部１２のいずれのアドレスに格納されている信号値を用いるか、どのような判定論理に従って判定を行うかといった判定条件は、コンピュータ３０からコントローラ２０経由で設定されてよい。なお、判定条件は、検出装置１０の製造段階において設定されていてもよい。

[0057] 判定部１３による判定結果は、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか、検出範囲１０ａに対象物１００が到来していないかに対応する２値であってよいが、判定結果は、３値以上で表されてもよい。例えば判定結果が３値の場合、対象物１００が到来した状態と、到来していない状態の他、到来の可能性があるが確度が低い状態を３つ目の状態として加えてもよい。

[0058] 本実施形態に係る検出装置１０によれば、ある時点における信号値と閾値とを比較して検出範囲１０ａにおける対象物１００の有無を検出し、検出結果の変化によって対象物１００が到来したか否かを判定するのではなく、記憶部１２に記憶された所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定することで、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物１００の到来を検出することができる。より具体的には、記憶部１２に記憶された所定数の信号値が立ち上がり波形又は立ち下がり波形を含むか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定することができ、閾値を

使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物１００の到来を検出することができる。

[0059] ＜制御部＞

制御部１４は、検出装置１０全体の動作を制御する。制御部１４は、例えば、マイクロプロセッサ、メモリ及びメモリに格納された検出装置制御プログラム等からなるコンピュータとして構成することができる。検出装置制御プログラムは、コンピュータにより読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供されてもよく、検出システム１のコンピュータ３０から通信路を介して提供されてもよい。制御部１４は、コンピュータ３０による設定に従って、第１の周期、第２の周期及び判定部１３が判定を行うための判定条件等について必要な設定を行ってよい。また、制御部１４のマイクロプロセッサは、検出装置１０により検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定する処理を含む検出装置制御プログラムを実行することで、判定部１３として機能してもよい。

[0060] 制御部１４は、制御部１４が有するメモリを、検出装置制御プログラムに従って制御することでＦＩＦＯメモリを実現して、制御部１４が有するメモリによって記憶部１２を代替してもよい。この場合、ＦＩＦＯメモリの後段への信号値のシフトは、格納されているデータの物理的なシフトではなく、メモリ上のアクセス箇所の更新によって行うことができる。なお、記憶部１２は、専用のハードウェアによって実現されてもよい。

[0061] 制御部１４は、判定部１３により対象物１００が到来したと判定された場合、その後の一定期間又は外部からリセットされるまで、対象物１００が到来したことを示す外部への出力状態を保持するようにしてもよい。

[0062] ＜入出力部＞

入出力部１５は、少なくとも、対象物１００の到来に対応する信号を外部に出力する。入出力部１５は、対象物１００の到来及び非到来に対応する２値の電圧信号又は電流信号を、１本の信号線により出力するようにしてもよい。なお、検出装置１０が外部からの通信による設定を受け付けない場合に

は、入出力部１５という名称に関わらず、入出力部１５は、出力部のみを有してもよい。

[0063] 入出力部１５は、ネットワークインタフェースを含んで、設定情報を受信し、判定部１３による判定結果を出力するものであってもよい。

[0064] 入出力部１５は、判定部１３による判定に用いられる判定条件の入力を受け付けてもよい。これにより、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定するための判定条件を調整することができ、ユーザの所望の条件により対象物１００の到来を検出することができる。検出装置１０は、さらに、図示されない操作キーや表示灯を備えてよい。

[0065] 図３ａは、本実施形態に係る検出装置１０により測定された信号値の一例をグラフにより示す図である。同図では、横軸に時間を示し、縦軸に信号値を示して、信号値の時間変化をグラフにより示している。

[0066] 横軸に示したｔ０、ｔ１、ｔ２…ｔ６の間隔は、第１の周期であり、例えば１ｍｓ間隔であってよい。また、信号値は、任意の電気的信号であってよいが、例えば電圧信号であってよく、その場合、単位はボルトである。

[0067] なお、本例では、説明を簡単化するために、信号値を折れ線状のノイズを含まない波形として示しているが、実際に得られる波形はノイズが重畳した波形であってよいし、波形の立ち上がり部分や立下り部分は曲線状となってよい。

[0068] 図３ｂは、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。同図では、横軸にＦＩＦＯステージを示し、縦軸に信号値を示して、記憶部１２に記憶されている信号値をグラフにより示している。

[0069] 横軸に示したｑ０、ｑ１、ｑ２…ｑ６は、記憶部１２（ＦＩＦＯメモリ）のステージ数を示す。本例及び以下に説明する第１～５事例では、説明を簡単化するために、ＦＩＦＯメモリのステージ数を合計７段としているが、ステージ数はより多くの段数であってもよく、例えば１００段程度であってもよい。

[0070] 本例では、記憶部１２は、７つの信号値を、測定部１１により測定された順に記憶する。すなわち、初段ｑ０に時刻ｔ６に測定された信号値「８」を記憶し、第１段ｑ１に時刻ｔ５に測定された信号値「８」を記憶する。第２段ｑ２～第５段ｑ５についても同様であり、第６段ｑ６に時刻ｔ０に測定された信号値「４」を記憶する。

[0071] 図４ａは、第１事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。同図では、横軸にＦＩＦＯステージを示し、縦軸に信号値を示して、記憶部１２に記憶されている信号値をグラフにより示している。

[0072] 図４ｂは、第１事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。同図では、図４ａに示す信号値を表形式でまとめて示している。以降、「ｃ（ｎ）」（ｎは整数）という表記は、ＦＩＦＯメモリの更新の第ｎ周期であることを示す。どの周期を第０周期に選ぶかは任意である。また、第ｎ周期においてＦＩＦＯメモリに記憶されている信号値のことを総称して「信号値ｃ（ｎ）」と表記する。

[0073] 第１事例では、検出範囲１０ａに対象物１００が到来していない時点までに測定され、記憶された信号値ｃ（－５）を実線で示し、その後に最も古い信号値を削除し、新たに測定された信号値を記憶した信号値ｃ（－４）を破線で示している。信号値ｃ（－５）は、初段ｑ０から第６段ｑ６について「４」であり、検出範囲１０ａに対象物１００が到来していないことを示している。その後、検出装置１０は、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値を削除し、初段ｑ０から第５段ｑ５に記憶された信号値を一段シフトして、新たに測定された信号値「５」を初段ｑ０に記憶する。信号値ｃ（－４）は、初段ｑ０について「５」、第１段ｑ１から第６段ｑ６について「４」であり、検出範囲１０ａに対象物１００が進入してきたことを示している。

[0074] 同様に、信号値ｃ（－４）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「６」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（－３）を一点鎖線で示している。また、信号値ｃ（－３）

を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「７」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（－２）を二点鎖線で示している。また、信号値ｃ（－２）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（－１）を点線で示している。また、信号値ｃ（－１）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（０）を実線で示している。また、信号値ｃ（０）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（１）を破線で示している。また、信号値ｃ（１）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（２）を一点鎖線で示している。また、信号値ｃ（２）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「５」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（３）を二点鎖線で示している。また、信号値ｃ（３）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「６」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（４）を点線で示している。最後に、信号値ｃ（４）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「７」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（５）を実線で示している。

[0075] このように、記憶部１２に記憶される信号値が時々刻々と変化する状況で、判定部１３は、信号値を測定部１１により測定しつつ、所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定する。ここで、判定条件は、第１時点において取得された信号値と、第１時点より後の第２時点において取得された信号値とが実質的に等しいことと、第２時点において取得された信号値よりも、第２時点より後の第３時点において取得された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所

定の値よりも大きいことと、を含んでよい。以下では、この条件を第１判定条件と呼ぶ。第１判定条件は、所定数の信号値が立ち上がり波形を含むことを表す条件の一例である。この例では、ＦＩＦＯメモリに逐次記憶していく信号値のパターンが所定の立ち上がり波形となった場合に、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したものとして判定する。

[0076] 本例の場合、第１判定条件における第１時点において取得された信号値は、第６段ｑ６に記憶された信号値であってよく、第２時点において取得された信号値は、第５段ｑ５に記憶された信号値であってよく、第３時点において取得された信号値は、第４段ｑ４に記憶された信号値であってよい。すなわち、第１判定条件は、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいことと、第５段ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいことと、を含んでよい。

[0077] ここで、２つの信号値が実質的に等しいとは、２つの信号値が完全に等しいことのみならず、２つの信号値が完全に等しくないが、信号値の差がノイズによる影響の範囲であると判定されることをいう。例えば、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値との差が、±０．２の範囲に収まる場合に、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいと判定してよい。

[0078] また、２つの信号値の差が所定の値よりも大きいとは、２つの信号値の差がノイズによる影響の範囲を超えて相違していることをいう。例えば、第４段ｑ４に記憶された信号値から第５段ｑ５に記憶された信号値を引いた値が、０．２より大きい場合に、第５段ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいと判定してよい。

[0079] 本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第５段

ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（３）である。従って、本例の場合、第１判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0080] なお、本例では波形の立ち上がり部分を検出する場合について説明したが、波形の立ち下がり部分を検出する場合には、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値との差が±０．２の範囲に収まることと、第５段ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が小さく、その差の絶対値が０．２より大きいことと、を判定条件とすればよい。このことは、以下に説明する第２～５事例についても同様である。

[0081] なお、第１判定条件は、さらに、第３時点において取得された信号値と、第３時点より後の第４時点において取得された信号値とが実質的に等しいこと及び第３時点において取得された信号値よりも、第４時点において取得された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいことの少なくともいずれかという条件を含んでもよい。ここで、第４時点において取得された信号値は、第３段ｑ３に記憶された信号値であってよく、第１判定条件は、第４段ｑ４に記憶された信号値と、第３段ｑ３に記憶された信号値とが実質的に等しいこと及び第４段ｑ４に記憶された信号値よりも、第３段ｑ３に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいことの少なくともいずれかという条件を含んでよい。あるいは、波形の立ち上がり部分を検出する条件は３つ以上の信号値が単調増加（波形の立ち下がり部分を検出するときは単調減少）しているという条件を含んでよい。このことは、以下に説明する第２～５事例についても同様である。

[0082] 判定条件は、第１時点において取得された信号値と、第１時点より後の第２時点において取得された信号値とが実質的に等しいことと、第２時点より

後の第３時点において取得された信号値と、第３時点より後の第４時点において取得された信号値とが実質的に等しいことと、第１時点において取得された信号値及び第２時点において取得された信号値のいずれかよりも、第３時点において取得された信号値及び第４時点において取得された信号値のいずれかの方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいことと、を含んでよい。以下では、この条件を第２判定条件と呼ぶ。第２判定条件は、所定数の信号値が立ち上がり波形を含むことを表す条件の一例である。この例では、ＦＩＦＯメモリに逐次記憶していく信号値のパターンが所定の立ち上がり波形となった場合に、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したものとして判定する。

[0083] 本例の場合、第２判定条件における第１時点において取得された信号値は、第６段ｑ６に記憶された信号値であってよく、第２時点において取得された信号値は、第５段ｑ５に記憶された信号値であってよく、第３時点において取得された信号値は、第１段ｑ１に記憶された信号値であってよく、第４時点において取得された信号値は、初段ｑ０に記憶された信号値であってよい。すなわち、第２判定条件は、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいことと、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値とが実質的に等しいことと、第６段ｑ６に記憶された信号値及び第５段ｑ５に記憶された信号値のいずれかよりも、第１段ｑ１に記憶された信号値及び初段ｑ０に記憶された信号値のいずれかの方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいことと、を含んでよい。

[0084] 本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（５）である。さらに、第６段ｑ６に記憶された信号値及び第５段ｑ５に記憶された信号値のい

ずれかよりも、第１段ｑ１に記憶された信号値及び初段ｑ０に記憶された信号値のいずれかの方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－４）からｃ（４）である。従って、本例の場合、第２判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0085] なお、本例では波形の立ち上がり部分を検出する場合について説明したが、波形の立ち下がり部分を検出する場合には、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値との差が±０．２の範囲に収まることと、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値との差が±０．２の範囲に収まることと、第６段ｑ６に記憶された信号値及び第５段ｑ５に記憶された信号値のいずれかよりも、第１段ｑ１に記憶された信号値及び初段ｑ０に記憶された信号値のいずれかの方が小さく、その差の絶対値が０．２より大きいことと、を判定条件とすればよい。このことは、以下に説明する第２～５事例についても同様である。

[0086] 第１判定条件及び第２判定条件において、信号値が実質的に等しいか否かの判定のために３以上の時点において取得された信号値を用い、単発的に他の信号値と実質的に等しくない信号値が生じても、そのような信号値を除外するようにしてもよい。例えば、信号値が外れ値であるか否かを判定し、外れ値を除外することとしてもよい。これにより、ノイズによる誤動作を低減することができる。

[0087] 検出装置１０は、入出力部１５により、第１判定条件又は第２判定条件の入力を受け付けてもよい。また、判定条件を決定する前に、検出装置１０からコンピュータ３０に実測した信号値のデータを送り、それを用いて試作した判定条件が実測された波形に対してうまく働くかを確認するためのシミュレーションを、コンピュータ３０により行ってもよい。また、ユーザが行う判定条件の作成手順をプログラム化して、コンピュータ３０を用いて判定条件の作成を半自動化してもよい。そのようにして作成された判定条件は、コ

ンピュータ３０からコントローラ２０を経由して、又は検出装置１０の製造段階で、検出装置１０に設定されてよい。

[0088] 図５ａは、第２事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。同図では、横軸にＦＩＦＯステージを示し、縦軸に信号値を示して、記憶部１２に記憶されている信号値をグラフにより示している。

[0089] 図５ｂは、第２事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。同図では、図５ａに示す信号値を表形式でまとめて示している。

[0090] 第２事例は、第１事例と比較して、対象物１００の反射率が大きく、検出範囲１０ａに対象物１００が到来した場合に測定部１１により測定される信号値が第１事例の場合より大きい例を示している。具体的には、第２事例において検出範囲１０ａに対象物１００が到来した場合に測定部１１により測定される信号値は、第１事例の場合の１．２５倍である。図５ａでは、信号値ｃ（－２）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「１０」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（－１）を破線で示している。また、信号値ｃ（－１）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「１０」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（０）を実線で示している。

[0091] このように、対象物１００の反射率が大きく、記憶部１２に記憶される信号値が比較的大きい場合であっても、判定部１３は、信号値を測定部１１により測定しつつ、所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定することができる。ここで、判定条件は、第１判定条件及び第２判定条件の少なくともいずれかであってよい。

[0092] 本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第５段

ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（３）である。従って、本例の場合、第１判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0093] また、本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（５）である。さらに、第６段ｑ６に記憶された信号値及び第５段ｑ５に記憶された信号値のいずれかよりも、第１段ｑ１に記憶された信号値及び初段ｑ０に記憶された信号値のいずれかの方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－４）からｃ（４）である。従って、本例の場合、第２判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0094] 図６ａは、第３事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。同図では、横軸にＦＩＦＯステージを示し、縦軸に信号値を示して、記憶部１２に記憶されている信号値をグラフにより示している。

[0095] 図６ｂは、第３事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。同図では、図５ａに示す信号値を表形式でまとめて示している。

[0096] 第３事例は、第１事例と比較して、背景反射率が小さく、検出範囲１０ａに対象物１００が到来していない場合に測定部１１により測定される信号値が第１事例の場合より小さい例を示している。具体的には、第３事例におい

て検出範囲１０ａに対象物１００が到来していない場合に測定部１１により測定される信号値は、第１事例の場合の０．５倍である。図６ａでは、信号値ｃ（－２）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「２」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（－１）を破線で示している。また、信号値ｃ（－１）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「２」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（０）を実線で示している。

[0097] このように、背景反射率が小さく、記憶部１２に記憶される信号値が比較的小さい場合であっても、判定部１３は、信号値を測定部１１により測定しつつ、所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定することができる。ここで、判定条件は、第１判定条件及び第２判定条件の少なくともいずれかであってよい。

[0098] 本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第５段ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（３）である。従って、本例の場合、第１判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0099] また、本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（５）である。さらに、第６段ｑ６に記憶された信号値及び第５段ｑ５に記憶された信号

値のいずれかよりも、第１段ｑ１に記憶された信号値及び初段ｑ０に記憶された信号値のいずれかの方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－４）からｃ（４）である。従って、本例の場合、第２判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0100] 図７ａは、第４事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。同図では、横軸にＦＩＦＯステージを示し、縦軸に信号値を示して、記憶部１２に記憶されている信号値をグラフにより示している。

[0101] 図７ｂは、第４事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例を示す図である。同図では、図５ａに示す信号値を表形式でまとめて示している。

[0102] 第４事例は、第１事例と比較して、測定部１１の投光量が小さく、測定部１１により測定される信号値が第１事例の場合より小さい例を示している。具体的には、第４事例において検出範囲１０ａに対象物１００が到来した場合に測定部１１により測定される信号値は、第１事例の場合の０．５倍であり、検出範囲１０ａに対象物１００が到来していない場合に測定部１１により測定される信号値も、第１事例の場合の０．５倍である。図７ａでは、信号値ｃ（－２）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「２」を削除し、新たに測定された信号値「４」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（－１）を破線で示している。また、信号値ｃ（－１）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「２」を削除し、新たに測定された信号値「４」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（０）を実線で示している。

[0103] このように、測定部１１の投光量が小さく、記憶部１２に記憶される信号値が比較的小さい場合であっても、判定部１３は、信号値を測定部１１により測定しつつ、所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定することができる。ここ

で、判定条件は、第１判定条件及び第２判定条件の少なくともいずれかであってよい。

[0104] 本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第５段ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（３）である。従って、本例の場合、第１判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0105] また、本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（０）である。また、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）からｃ（５）である。さらに、第６段ｑ６に記憶された信号値及び第５段ｑ５に記憶された信号値のいずれかよりも、第１段ｑ１に記憶された信号値及び初段ｑ０に記憶された信号値のいずれかの方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－４）からｃ（４）である。従って、本例の場合、第２判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（０）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（０）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0106] 図８ａは、第５事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶された所定数の信号値の一例をグラフにより示す図である。同図では、横軸にＦＩＦＯステージを示し、縦軸に信号値を示して、記憶部１２に記憶されている信号値をグラフにより示している。

[0107] 図８ｂは、第５事例において、本実施形態に係る検出装置１０に記憶され

た所定数の信号値の一例を示す図である。同図では、図５ａに示す信号値を表形式でまとめて示している。

[0108] 第５事例は、第１事例と比較して、対象物１００の移動が速い例を示している。具体的には、第５事例において検出範囲１０ａに対象物１００が到来した場合に測定部１１により測定される信号値は、第１事例の場合と同じ大きさであるが、信号値の変化が速い。図５ａでは、信号値ｃ（－２）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（－１）を破線で示している。また、信号値ｃ（－１）を記憶した後に、第６段ｑ６に記憶された最も古い信号値「４」を削除し、新たに測定された信号値「８」を初段ｑ０に記憶した信号値ｃ（０）を実線で示している。

[0109] このように、対象物１００の移動が速く、記憶部１２に記憶される信号値が比較的急激に変化する場合であっても、判定部１３は、信号値を測定部１１により測定しつつ、所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定することができる。ここで、判定条件は、第１判定条件及び第２判定条件の少なくともいずれかであってよい。

[0110] 本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（１）である。また、第５段ｑ５に記憶された信号値よりも、第４段ｑ４に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（１）及びｃ（２）である。従って、本例の場合、第１判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（１）のみである。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（１）が記憶された周期において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0111] また、本例の場合、信号値ｃ（－５）からｃ（５）のうち、第６段ｑ６に記憶された信号値と、第５段ｑ５に記憶された信号値とが実質的に等しいと

いう条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－５）からｃ（１）である。また、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値とが実質的に等しいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－１）からｃ（５）である。さらに、第６段ｑ６に記憶された信号値及び第５段ｑ５に記憶された信号値のいずれかよりも、第１段ｑ１に記憶された信号値及び初段ｑ０に記憶された信号値のいずれかの方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいという条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－３）からｃ（３）である。従って、本例の場合、第２判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－１）、ｃ（０）及びｃ（１）である。そのため、判定部１３は、信号値ｃ（－１）、ｃ（０）及びｃ（１）が記憶されている期間において、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定する。

[0112] 以上の各事例に示すように、使用状況に応じて信号値が変動することが想定されるが、それにもかかわらず、信号値の立ち上がり又は立下りを安定的に検出することができ、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる。

[0113] 以上説明した第１～５事例では、理解を容易にするために、信号値ｃ（０）の波形の立ち上がり部分の中点がＦＩＦＯステージの第３段ｑ３に記憶されるとして、第１判定条件及び第２判定条件ともに、信号値ｃ（０）付近で判定条件が満たされる例とした。当然ながら、判定条件を満たす信号値は、波形の立ち上がり部分の中点が、ＦＩＦＯステージの中央の段に記憶されていなくてもよい。

[0114] 第１判定条件では、ＦＩＦＯステージの第４段ｑ４～第６段ｑ６又は第３段ｑ３～第６段ｑ６に記憶された信号値を判定に用い、初段ｑ０～第２段ｑ２に記憶された信号値を判定に用いていない。ここで、第１判定条件を修正し、波形の立ち上がり部分の中点が第１段ｑ１に記憶されたときに判定条件が満たされるように、初段ｑ０～第３段ｑ３を用いる判定条件に修正すれば、第１周期に関して３サイクル早く立ち上がりを検出することができる。より具体的には、第１判定条件は、第３段ｑ３に記憶された信号値と、第２段

ｑ２に記憶された信号値とが実質的に等しいこと、及び第２段ｑ２に記憶された信号値よりも、第１段ｑ１に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいこと、という条件であってよい。さらに、第１段ｑ１に記憶された信号値と、初段ｑ０に記憶された信号値とが実質的に等しいこと及び第１段ｑ１に記憶された信号値よりも、初段ｑ０に記憶された信号値の方が大きく、その差の絶対値が所定の値よりも大きいことの少なくともいずれか、という条件を加えてもよい。例えば第１事例の場合、この判定条件を満たす信号値は、信号値ｃ（－３）となる。第１判定条件に限らず、このように、ＦＩＦＯメモリのなるべく前段の部分を用いる判定条件を設定することで、より早く信号波形の立ち上がりを検出することができ、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したことをより早く検出することができるようになる。

[0115] 検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かは、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルの実行により、時系列の複数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えていることについて肯定的な結果が得られることを判定条件として判定することもできる。

[0116] 図９は、本実施形態に係る検出装置１０により、検出装置１０や搬送装置５０のさまざまな状態において測定される可能性がある、立ち上がり波形を構成する信号値の例を示す図である。同図では、第１事例から第５事例までの各事例において記憶された信号値ｃ（０）と同じ信号値を、測定される可能性がある、立ち上がり波形を構成する信号値として示している。同図に示す信号値により構成される波形は、機械学習用データセットとして用意される基準波形の例である。立ち下がり波形により対象物１００の到来を検出する場合には、立ち下がり波形を基準波形とする。検出装置１０により、さまざまな種類の対象物１００について測定される可能性がある立ち上がり波形又は立ち下がり波形を基準波形としてもよい。

[0117] 判定部１３は、信号値を測定部１１により測定しつつ、記憶部１２に記憶

された所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定する。これにより、使用状況に応じて信号値が変動する場合であっても、検出範囲１０ａに対象物１００が到来した際に測定される可能性がある立ち上がり波形、すなわち機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えているか否かに基づき検出対象物１００が到来したか否かを判定することができ、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物１００の到来を検出することができる。

[0118] 本例の場合、基準波形を構成する複数の信号値は、第１～５事例において記憶された信号値ｃ（０）と同じ信号値である。もっとも、基準波形を構成する信号値は、実際に測定された信号値でなくてもよく、人により又は何らかのアルゴリズムにより生成された信号値であってよい。

[0119] 図１０は、本実施形態に係る検出装置１０により実行される学習済みモデルの設定方法のフローチャートである。学習済みモデルの設定方法は、学習装置によって学習済みモデルを生成し、学習済みモデルを検出装置１０に設定（実装）する方法である。

[0120] はじめに、機械学習用データセットとして用いる複数の基準波形について、それぞれの基準波形を構成する複数の信号値を準備する（Ｓ３０）。例えば、図９に示したような信号値を準備する。

[0121] 次に、コンピュータである学習装置によって、記憶部１２に記憶されている所定数の信号値により構成される波形が、複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えているか否かを判定する学習済みモデルを機械学習により生成する（Ｓ３１）。ここで、学習済みモデルは、任意のモデルであってよいが、例えばニューラルネットワークや決定木であってよい。そして、機械学習により学習済みモデルのパラメータを生成するアルゴリズムは、任意のものであってよいが、例えばニューラルネットワークであれば、モメンタム法やＡｄａｍ等を用いた誤差逆伝播法によってパラメータを生成してよいし、例えば決定木であれば、ＣＡＲＴ（Classification and Regression Tre

es）やＩＤ３（Iterative Dichotomiser 3）であってよい。

[0122] 最後に、生成された学習済みモデルを検出装置１０に設定（実装）する（Ｓ３２）。以上により、設定方法が終了する。

[0123] 図１１は、本実施形態に係る検出装置１０を設定する設定方法を、図１０の設定方法の場合を含んでより包括的に示したフローチャートである。はじめに、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定する第１周期を決定する（Ｓ１０）。第１周期は、信号値波形の立ち上がり又は立ち下がりに要する時間に基づき、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定するために必要となる信号値が記憶部１２に収まるように決定されてよい。

[0124] 次に、信号値の波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための判定条件を決定する（Ｓ１１）。判定条件は、例えば、上述した第１判定条件であったり、第２判定条件であったり、学習済みモデルの実行により所定の結果が得られることであったりしてよい。判定条件は、記憶部１２に記憶された所定数の信号値の取得時点うち、判定に用いる複数の時点の指定を含んでよい。例えば、記憶部１２に記憶された所定数の信号値のうち判定に用いる信号値を記憶している３以上のＦＩＦＯステージを、判定に用いる時点として指定してよい。

[0125] そして、第１周期および判定条件を検出装置１０に設定する（Ｓ１２）。以上により、設定方法が終了する。

[0126] 第１周期の設定は、コンピュータ３０におけるユーザによる入力または検出装置１０に設けられた図示しない操作スイッチを用いたユーザによる入力に基づいて行ってもよい。

[0127] 判定条件の決定及び検出装置１０への設定は、好ましくは、検出装置１０の供給者によって実行される。ここで、検出装置１０の供給者とは、検出装置１０の製造者、販売者、又は検出装置１０の導入に関するサービス提供者などの、検出装置１０の最終的なユーザ以外の者をいう。判定条件は、信号値の波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形を構成する信号値に該当する

か否かを判定するための条件であるから、検出装置１０の最終的なユーザにおける対象物１００の種類や検出装置１０の設置状態を知らない供給者においても、判定条件を決定することができる。さらに、検出装置１０の最終的なユーザは、対象物１００の種類や検出装置１０の設置状態などの状況がさまざまであっても、都度それらの状況において自ら機械学習やティーチングを実行することなく検出装置１０を使用することができる。判定に用いる複数の時点については、設定可能な判定条件に含めず、検出装置１０における変更できない構成としてもよい。検出装置１０の供給者により、Ｓ３０及びＳ３１又はＳ１１が再実行されるなどにより、判定条件の更新版（改良版）が用意された場合は、設定方法の内、最後の設定するステップ（Ｓ３２、Ｓ１２）のみ、更新された判定条件を受領した検出装置１０の最終的なユーザが行ってもよい。

[0128] 本実施形態に係る設定方法によれば、信号値と閾値とを比較することによる対象物の有無判定の変化に基づいて検出範囲に対象物が到来したか否かを判定するのではなく、記憶部に記憶された所定数の信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することで、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる。

[0129] 図１２は、本実施形態に係る検出装置１０により実行される検出方法のフローチャートである。検出方法は、判定部１３により検出範囲１０ａに対象物１００が到来したか否かを判定する方法である。

[0130] はじめに、検出装置１０は、測定部１１により、第２周期で物理量を逐次信号値に変換し、第１周期による記憶部１２の更新タイミングを待つ（Ｓ２０）。そして、取得された順に順序付けて所定数の信号値を記憶している記憶部１２に対して、最も古い信号値を削除し、測定部１１により新たに取得された信号値を追加する（Ｓ２１）。

[0131] その後、検出装置１０は、信号値が判定条件を満たすか否かを判定する周期であるか判定する（Ｓ２２）。ここで、判定する周期である場合（Ｓ２２

：ＹＥＳ）、判定部１３は、記憶部１２に記憶されている信号値のうちの所定の複数の順位の信号値が判定条件を満たすか否かを判定する（Ｓ２３）。なお、判定条件は、例えば、上述した第１判定条件であったり、第２判定条件であったり、学習済みモデルの実行により所定の結果が得られることであったりしてよい。そして、記憶部１２に記憶されているうちの所定の複数の信号値が判定条件を満たす場合（Ｓ２３：ＹＥＳ）、検出装置１０は、検出範囲１０ａに対象物１００が到来したと判定し、判定結果を入出力部１５により出力する（Ｓ２４）。判定結果の出力を終えた場合、信号値が判定条件を満たすか否かを判定する周期でない場合（Ｓ２２：ＮＯ）及び所定の複数の信号値が判定条件を満たさない場合（Ｓ２３：ＮＯ）、検出装置１０は、第１周期による記憶部１２の更新タイミングを待つ処理に戻る（Ｓ２０）。以上の処理を継続的に繰り返し行ってよい。

[0132] 本実施形態に係る検出方法によれば、ある時点における信号値と閾値とを比較して検出範囲における対象物の有無を検出し、検出結果の変化によって対象物が到来したか否かを判定するのではなく、記憶部に記憶された所定数の信号値により構成される波形が判定条件を満たすか否かに基づいて、検出範囲に対象物が到来したか否かを判定することで、閾値を使用状況に応じて設定するユーザの負担を無くして対象物の到来を検出することができる。さらに、この判定条件は、信号値の波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための条件であるから、対象物の種類や検出装置の設置状態が異なっていても共通の判定条件を適用できる場合が多い。この点でも、検出実行の準備をする段階でのユーザの負担は軽減される。

[0133] 以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。実施形態が備える各要素並びにその配置、材料、条件、形状及びサイズ等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、異なる実施形態で示した構成同士を部分的に置換し又は組み合わせることが可能である。

[0134] ［附記１］

検出範囲（１０ａ）に対象物（１００）が到来したことを検出する検出方法であって、

時系列の複数の信号値により構成される波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための判定条件を決定することと、

前記検出範囲（１０ａ）に前記対象物（１００）が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換することと、

逐次生成されている前記信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の前記信号値を、第１周期で、新たに取得された前記信号値により更新することと、

前記更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている前記信号値のうちの所定の複数の順位の前記信号値が前記判定条件を満たすか否かに基づいて、前記検出範囲（１０ａ）に前記対象物（１００）が到来したか否かを判定することと、

を含む検出方法。

[0135] ［附記２］

検出範囲（１０ａ）に対象物（１００）が到来したことを検出する検出装置（１０）を設定する設定方法であって、

前記検出装置（１０）は、

前記検出範囲（１０ａ）に前記対象物（１０）が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換する処理と、

逐次生成されている前記信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の前記信号値を、第１周期で、新たに取得された前記信号値により更新する処理と、

前記更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている前記信号値のうちの所定の複数の順位の前記信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、前記検出範囲（１０ａ）に前記対象物（１００）が到来したか否かを判定する処理とを実行するように構成されており、

前記設定方法は、

前記判定条件を、時系列の複数の信号値により構成される波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための条件となるように決定することと、

前記判定条件を前記検出装置（１０）に設定することと

を含む、設定方法。

[0136] ［附記３］

検出範囲（１０ａ）に対象物（１００）が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換することと、

逐次生成されている前記信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の前記信号値を、第１周期で、新たに取得された前記信号値により更新することと、

前記更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている前記信号値のうちの所定の複数の順位の前記信号値が立ち上がり波形又は立ち下がり波形を構成する信号値に該当するか否かを判定するための判定条件を満たすか否かに基づいて、前記検出範囲（１０ａ）に前記対象物（１００）が到来したか否かを判定することと、

を含む検出方法。

請求の範囲

[請求項1] 検出範囲に対象物が到来したことを検出する検出方法であって、

時系列の複数の信号値により構成される波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための判定条件を決定することと、

前記検出範囲に前記対象物が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換することと、

逐次生成されている前記信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の前記信号値を、第１周期で、新たに取得された前記信号値により更新することと、

前記更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている前記信号値のうちの所定の複数の順位の前記信号値が前記判定条件を満たすか否かに基づいて、前記検出範囲に前記対象物が到来したか否かを判定することと、

を含む検出方法。

[請求項2] 前記判定条件は、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルの実行により、時系列の複数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えていることについて肯定的な結果が得られることであり、

前記判定条件を決定することは、使用する前記学習済みモデルを決定することである、

請求項１に記載の検出方法。

[請求項3] 検出範囲に対象物が到来したことを検出する検出装置を設定する設定方法であって、

前記検出装置は、

前記検出範囲に前記対象物が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換する処理と、

逐次生成されている前記信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の前記信号値を、第１周期で、新たに取得された前記信号値により更新する処理と、

前記更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている前記信号値のうちの所定の複数の順位の前記信号値が判定条件を満たすか否かに基づいて、前記検出範囲に前記対象物が到来したか否かを判定する処理とを実行するように構成されており、

前記設定方法は、

前記判定条件を、時系列の複数の信号値により構成される波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための条件となるように決定することと、

前記判定条件を前記検出装置に設定することと

を含む、設定方法。

[請求項4] 前記判定条件は、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルの実行により、時系列の複数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えていることについて肯定的な結果が得られることであり、

前記判定条件を決定することは、使用する前記学習済みモデルを決定することであり、

前記判定条件を前記検出装置に設定することは、前記学習済みモデルを前記検出装置に実装することである、

請求項３に記載の設定方法。

[請求項5] 検出範囲に対象物が到来したか否かに応じて値が変化する物理量を逐次信号値に変換することと、

逐次生成されている前記信号値の中から取得され、取得された順に順序付けて記憶されている所定数の前記信号値を、第１周期で、新たに取得された前記信号値により更新することと、

前記更新を１回または複数回行う毎に一度の頻度で、記憶されている前記信号値のうちの所定の複数の順位の前記信号値が立ち上がり波形又は立ち下がり波形を構成する信号値に該当するか否かを判定するための判定条件を満たすか否かに基づいて、前記検出範囲に前記対象物が到来したか否かを判定することと、

を含む検出方法。

[請求項6] 前記更新することは、

前記所定数の前記信号値のうち、最も古い前記信号値を削除することと、

新たに取得した前記信号値を記憶することと、を含む、

請求項５に記載の検出方法。

[請求項7] 前記第１周期は、変更可能である、

請求項５又は６に記載の検出方法。

[請求項8] 前記判定条件は、

第１時点において取得された前記信号値と、前記第１時点より後の第２時点において取得された前記信号値とが実質的に等しいことと、

前記第２時点において取得された前記信号値と、前記第２時点より後の第３時点において取得された前記信号値との差の絶対値が所定の値よりも大きいことと、を含む、

請求項５から７のいずれか一項に記載の検出方法。

[請求項9] 前記判定条件は、

第１時点において取得された前記信号値と、前記第１時点より後の第２時点において取得された前記信号値とが実質的に等しいことと、

前記第２時点より後の第３時点において取得された前記信号値と、前記第３時点より後の第４時点において取得された前記信号値とが実質的に等しいことと、

前記第１時点において取得された前記信号値及び前記第２時点において取得された前記信号値のいずれかと、前記第３時点において取得

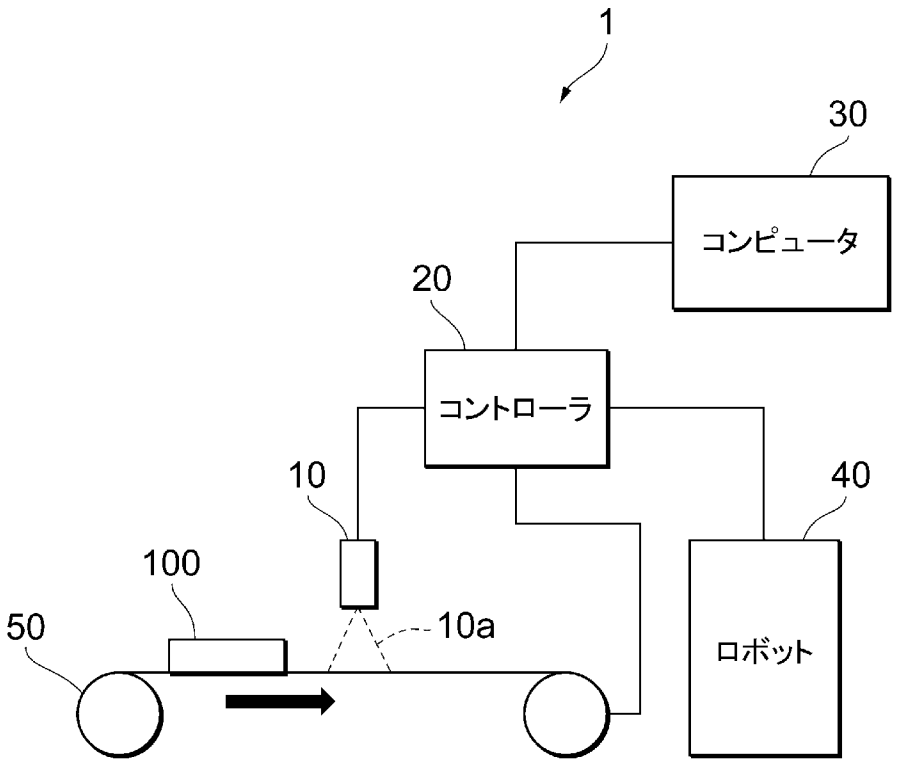
された前記信号値及び前記第４時点において取得された前記信号値のいずれかとの差の絶対値が、所定の値よりも大きいことと、を含む、

請求項５から７のいずれか一項に記載の検出方法。

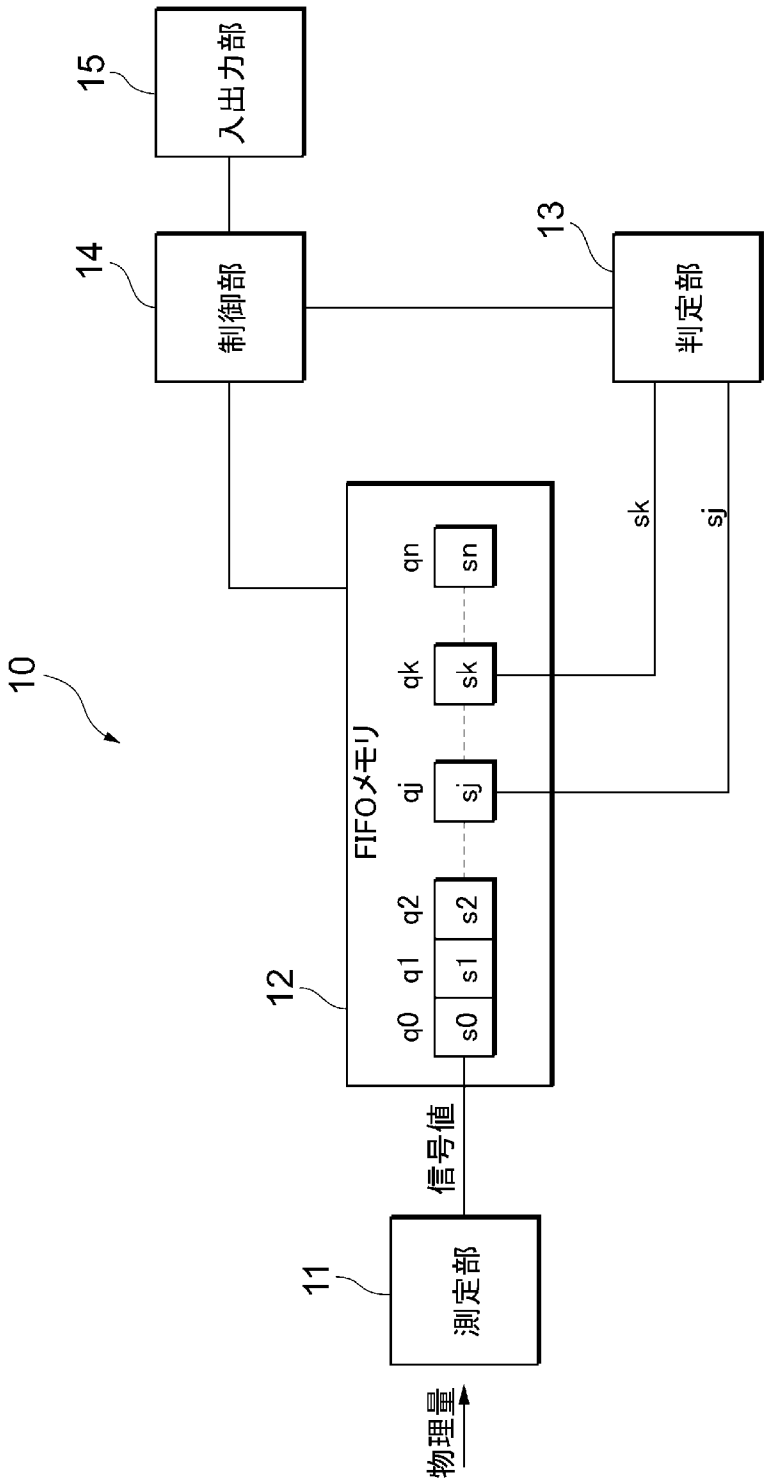
[請求項10] 前記判定条件は、機械学習により生成されたパラメータにより特定される学習済みモデルの実行により、時系列の複数の信号値により構成される波形が機械学習用データセットとされた複数の基準波形が有する特徴と共通する特徴を備えていることについて肯定的な結果が得られることである、

請求項５から７のいずれか一項に記載の検出方法。

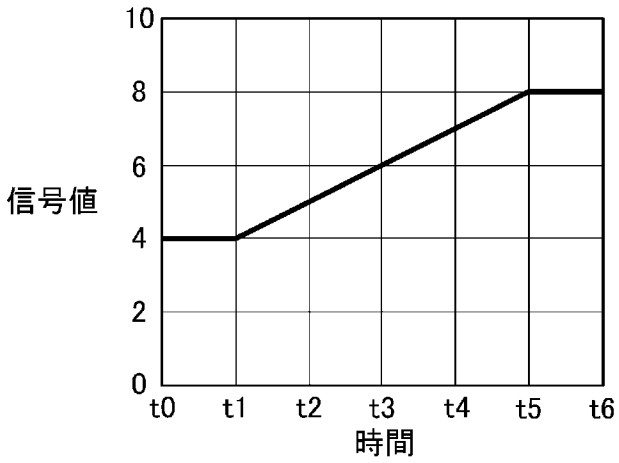
[図1]



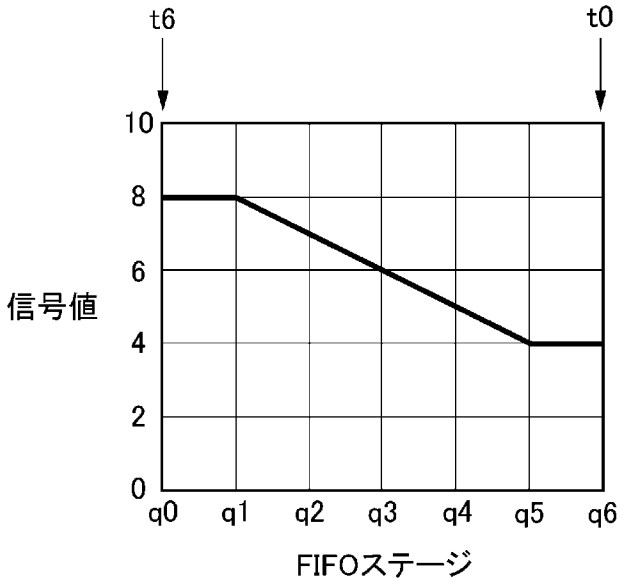
[図2]


15
入出力部
14
制御部
13
判定部
10
12
FIFOメモリ
qn
sn
qk
sk
qj
sj
q2
s2
q1
s1
q0
s0
sk
sj
信号値
11
測定部
物理量

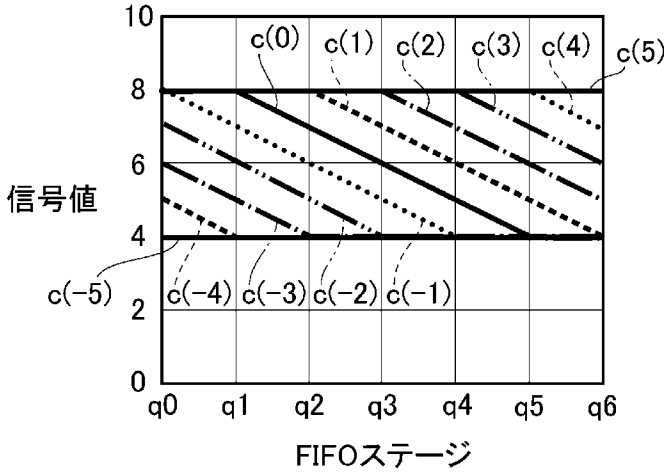
[図3a]


10
8
6
4
2
0
信号値
t0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
時間

[図3b]


t6
t0
10
8
6
4
2
0
信号値
q0
q1
q2
q3
q4
q5
q6
FIFOステージ

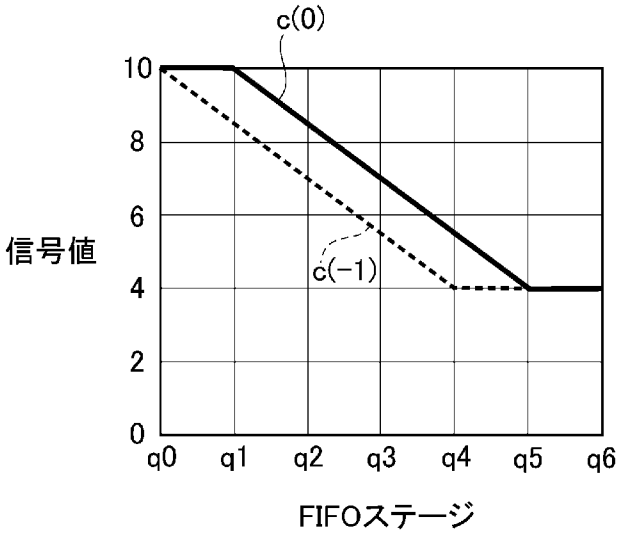
[図4a]



[図4b]

	q0	q1	q2	q3	q4	q5	q6
c(−5)	4	4	4	4	4	4	4
c(−4)	5	4	4	4	4	4	4
c(−3)	6	5	4	4	4	4	4
c(−2)	7	6	5	4	4	4	4
c(−1)	8	7	6	5	4	4	4
c(0)	8	8	7	6	5	4	4
c(1)	8	8	8	7	6	5	4
c(2)	8	8	8	8	7	6	5
c(3)	8	8	8	8	8	7	6
c(4)	8	8	8	8	8	8	7
c(5)	8	8	8	8	8	8	8

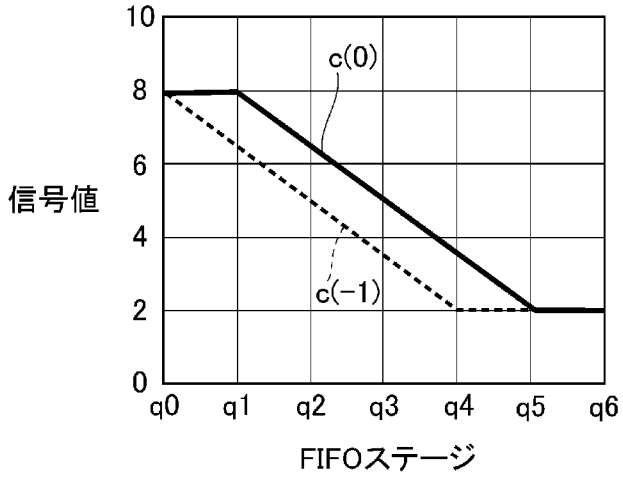
[図5a]



[図5b]

	q0	q1	q2	q3	q4	q5	q6
c(−5)	4	4	4	4	4	4	4
c(−4)	5.5	4	4	4	4	4	4
c(−3)	7	5.5	4	4	4	4	4
c(−2)	8.5	7	5.5	4	4	4	4
c(−1)	10	8.5	7	5.5	4	4	4
c(0)	10	10	8.5	7	5.5	4	4
c(1)	10	10	10	8.5	7	5.5	4
c(2)	10	10	10	10	8.5	7	5.5
c(3)	10	10	10	10	10	8.5	7
c(4)	10	10	10	10	10	10	8.5
c(5)	10	10	10	10	10	10	10

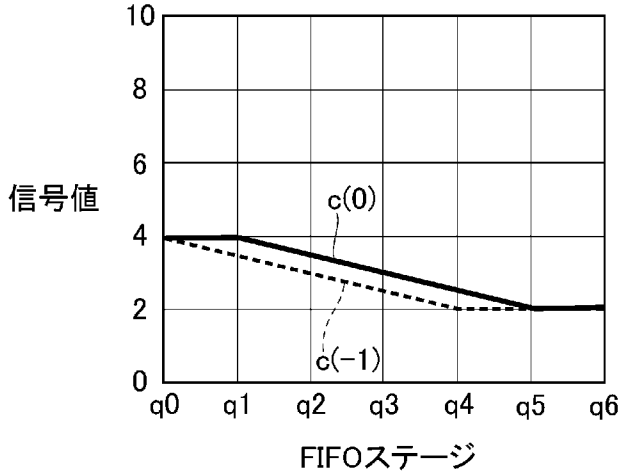
[図6a]



[図6b]

	q0	q1	q2	q3	q4	q5	q6
c(−5)	2	2	2	2	2	2	2
c(−4)	3.5	2	2	2	2	2	2
c(−3)	5	3.5	2	2	2	2	2
c(−2)	6.5	5	3.5	2	2	2	2
c(−1)	8	6.5	5	3.5	2	2	2
c(0)	8	8	6.5	5	3.5	2	2
c(1)	8	8	8	6.5	5	3.5	2
c(2)	8	8	8	8	6.5	5	3.5
c(3)	8	8	8	8	8	6.5	5
c(4)	8	8	8	8	8	8	6.5
c(5)	8	8	8	8	8	8	8

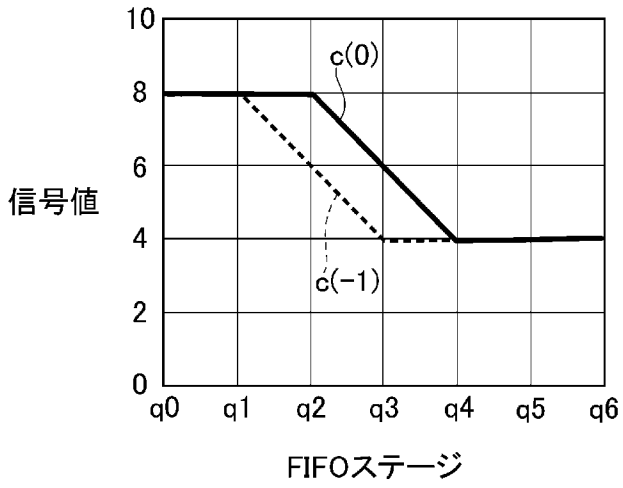
[図7a]



[図7b]

	q0	q1	q2	q3	q4	q5	q6
c(−5)	2	2	2	2	2	2	2
c(−4)	2.5	2	2	2	2	2	2
c(−3)	3	2.5	2	2	2	2	2
c(−2)	3.5	3	2.5	2	2	2	2
c(−1)	4	3.5	3	2.5	2	2	2
c(0)	4	4	3.5	3	2.5	2	2
c(1)	4	4	4	3.5	3	2.5	2
c(2)	4	4	4	4	3.5	3	2.5
c(3)	4	4	4	4	4	3.5	3
c(4)	4	4	4	4	4	4	3.5
c(5)	4	4	4	4	4	4	4

[図8a]



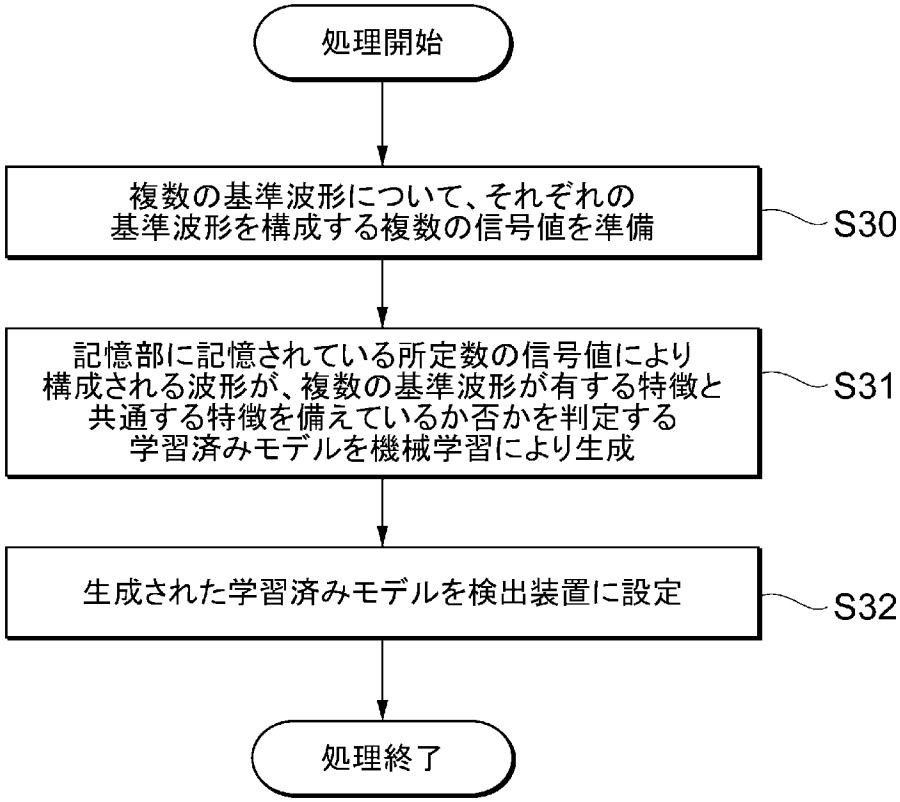
[図8b]

	q0	q1	q2	q3	q4	q5	q6
c(−5)	4	4	4	4	4	4	4
c(−4)	4	4	4	4	4	4	4
c(−3)	6	4	4	4	4	4	4
c(−2)	8	6	4	4	4	4	4
c(−1)	8	8	6	4	4	4	4
c(0)	8	8	8	6	4	4	4
c(1)	8	8	8	8	6	4	4
c(2)	8	8	8	8	8	6	4
c(3)	8	8	8	8	8	8	6
c(4)	8	8	8	8	8	8	8
c(5)	8	8	8	8	8	8	8

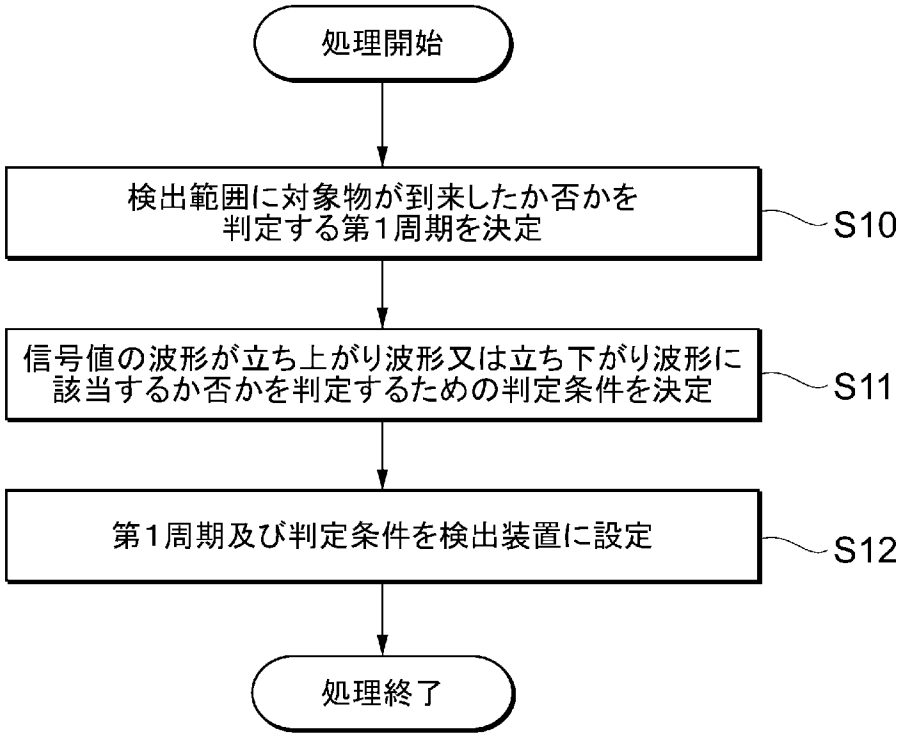
[図9]

		q0	q1	q2	q3	q4	q5	q6
事例1	c(0)	8	8	7	6	5	4	4
事例2	c(0)	10	10	8.5	7	5.5	4	4
事例3	c(0)	8	8	6.5	5	3.5	2	2
事例4	c(0)	4	4	3.5	3	2.5	2	2
事例5	c(0)	8	8	8	6	4	4	4

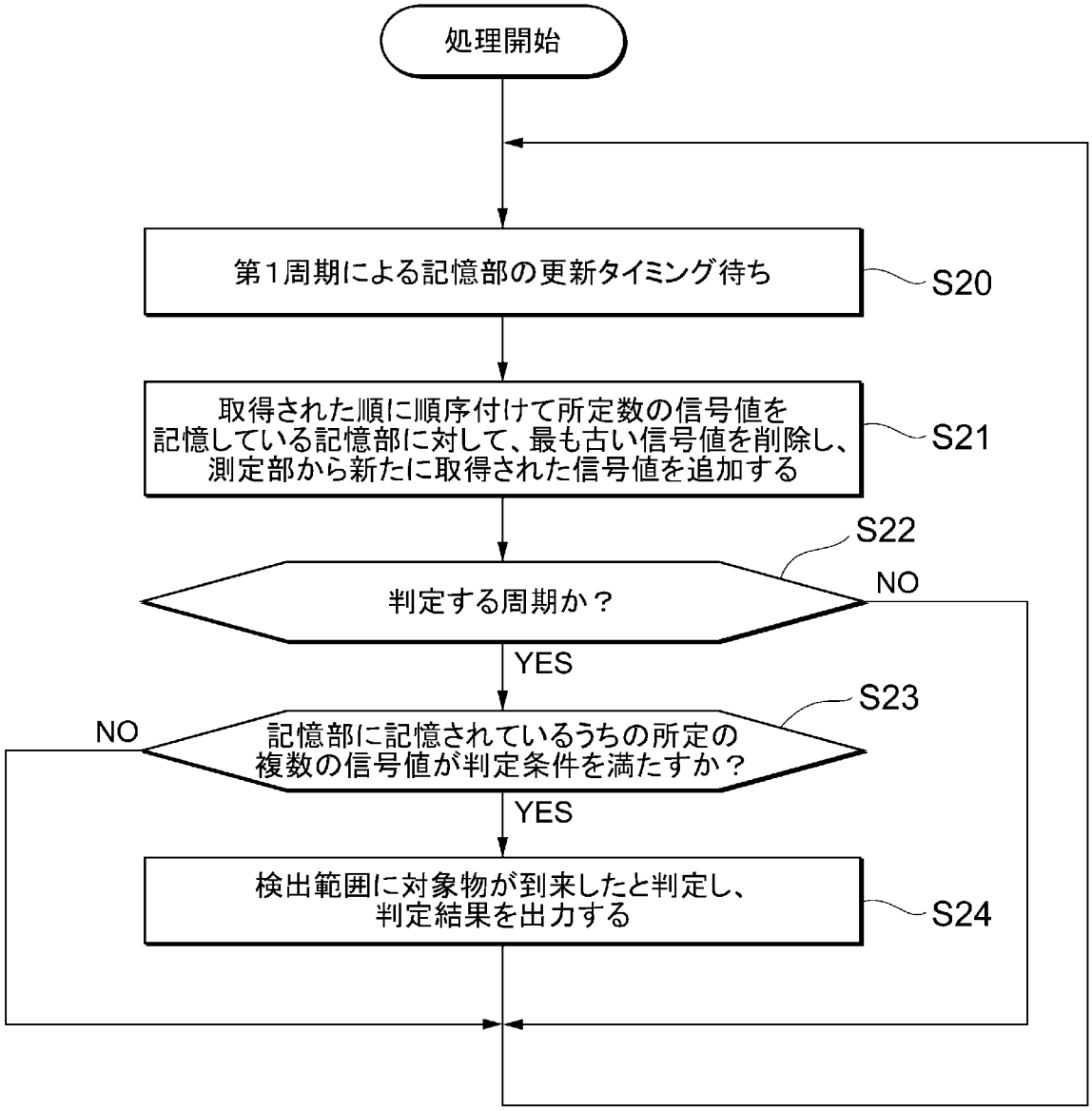
[図10]



[図11]


処理開始
検出範囲に対象物が到来したか否かを判定する第1周期を決定
S10
信号値の波形が立ち上がり波形又は立ち下がり波形に該当するか否かを判定するための判定条件を決定
S11
第1周期及び判定条件を検出装置に設定
S12
処理終了

[図12]


処理開始
第１周期による記憶部の更新タイミング待ち
S20
取得された順に順序付けて所定数の信号値を
記憶している記憶部に対して、最も古い信号値を削除し、
測定部から新たに取得された信号値を追加する
S21
S22
判定する周期か？
NO
YES
S23
記憶部に記憶されているうちの所定の
複数の信号値が判定条件を満たすか？
NO
YES
検出範囲に対象物が到来したと判定し、
判定結果を出力する
S24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/019601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01V8/12(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. G01V8/12

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-236751 A (ASAHI KASEI ELECTRONICS CO., LTD.) 15 October 2009, paragraphs [0016], [0021]-[0025], [0031], [0042]-[0049], fig. 1, 6 (Family: none)	1-10
Y	JP 2007-101217 A (SUNX LTD.) 19 April 2007, paragraph [0032] (Family: none)	1-10
Y	JP 2010-145323 A (SHARP CORP.) 01 July 2010, paragraphs [0076], [0099]-[0100], fig. 6 (Family: none)	1-10
Y	JP 2017-73315 A (TOKYU CONSTRUCTION CO., LTD.) 13 April 2017, paragraphs [0011], [0070] (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
31 July 2019 (31.07.2019)	13 August 2019 (13.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０１９６０１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01V8/12(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.　G01V8/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2009-236751 A (旭化成エレクトロニクス株式会社) 2009.10.15, 段落[0016], [0021]-[0025], [0031], [0042]-[0049], 図1,6 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2007-101217 A (サンクス株式会社) 2007.04.19, 段落[0032] (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2010-145323 A (シャープ株式会社) 2010.07.01, 段落[0076], [0099]-[0100], 図６ (ファミリーなし)	1-10

☑　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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３１．０７．２０１９	１３．０８．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｊ　４４１１
櫃本　研太郎
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５２

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
Y	JP 2017-73315 A (東急建設株式会社) 2017.04.13, 段落[0011],[0070] (ファミリーなし)	7