

明 細 書

発明の名称：測定対象物測定装置及びその処理方法とプログラム 技術分野

[0001] 本発明は、測定対象物の長さを測定する測定対象物測定装置及びその処理方法とプログラムに関する。

本願は、２０１１年０９月２９日に日本に出願された特願２０１１－２１５４８２号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 有料道路では、所定区間の道路を通行した車両の大きさに基づいて通行料を設定している。また、例えばＥＴＣシステムやＥＲＰシステムなどでは、車載器との通信により得られる車種情報と、車両の外形を計測して特定した車種の整合性を判定し、車載器の不正な載せ替えなどの取り締まりを行っている。従って、有料道路では車両の大きさ、すなわち車長、車高、車幅といった車両の緒元を正確に判定する必要がある。そして、車両の大きさを判定する技術が特許文献１および特許文献２に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平１１－２０３５８８号公報

特許文献２：特開２０００－０２０８７６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで上述の特許文献は、測定装置が照射するレーザにより車両の大きさを計測する技術を含むものである。しかし、車両の長さ方向の大きさ（以下、車長と呼ぶ）を計測する際には、距離を隔てて設置された複数の検出装置の間を通行する車両の加速や減速の影響を考慮する必要があり、これにより、車両の車長の測定精度を向上させることが求められている。これにおいて、例えば特許文献１では、車高の変化点に応じて車速を特定し、車長を計測

する精度を向上させている。しかし、車高の変化点のみを考慮した場合では、例えばバスなどの車高変化にほとんど特徴がないボックスタイプの車両においては、車高の変化点を持って精度よく車速を計測することが意味をなさないといったことが起こりうる。

[0005] そこでこの発明は、上述の課題を解決することのできる測定対象物測定装置及びその処理方法とプログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明は、測定対象物の進行方向に離れて設けられた各設置位置に点在する複数の検出装置のそれぞれから前記測定対象物へ照射した光照射信号に対応する光反射信号の強度を入力する入力部と、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数検出した前記光反射信号の信号強度を、前記測定対象物の同一部位を示す信号強度の対応関係ごとに分類する信号強度対応関係判定部と、前記同一部位を示す信号強度の対応関係に含まれる信号強度それぞれを検出した前記複数の検出装置における当該信号強度それぞれの信号強度検出時刻の時刻差を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出し、当該信号強度検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出する第1速度算出部と、を備える測定対象物測定装置である。

[0007] また本発明は、上述の測定対象物測定装置において、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度に基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する長さ算出部と、を備える。

[0008] また本発明は、上述の測定対象物測定装置において、前記入力部が、前記測定対象物へ照射した光照射信号の照射時刻と当該光照射信号に対応する光反射信号の受信時刻との送受信間隔を用いて前記測定対象物の高さ情報を検

出する前記複数の検出装置のそれぞれから前記光反射信号の強度に加え、前記高さ情報を入力し、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数算出した前記測定対象物の高さ情報を、前記測定対象物の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類する高さ対応関係判定部と、前記同一部位を示す高さ情報の対応関係に含まれる高さ情報それぞれを算出した前記複数の検出装置における当該高さ情報それぞれの高さ検出時刻の時刻差を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、当該高さ検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の前記進行方向の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出する第2速度算出部と、を備え、前記長さ算出部は、前記分類された高さ情報の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度と、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度とに基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する。

[0009] また本発明は、測定対象物測定装置における処理方法であって、入力部が、測定対象物の進行方向に離れて設けられた各設置位置に点在する複数の検出装置のそれぞれから前記測定対象物へ照射した光照射信号に対応する光反射信号の強度を入力し、信号強度対応関係判定部が、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数検出した前記光反射信号の信号強度を、前記測定対象物の同一部位を示す信号強度の対応関係ごとに分類し、第1速度算出部が、前記同一部位を示す信号強度の対応関係に含まれる信号強度それぞれを検出した前記複数の検出装置における当該信号強度それぞれの信号強度検出時刻の時刻差を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出し、当該信号強度検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻で

の前記測定対象物の速度を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出する処理方法である。

[0010] また本発明は、上述の処理方法において、長さ算出部が、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度に基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する。

[0011] また本発明は、上述の処理方法において、前記入力部が、前記測定対象物へ照射した光照射信号の照射時刻と当該光照射信号に対応する光反射信号の受信時刻との送受信間隔を用いて前記測定対象物の高さ情報を検出する前記複数の検出装置のそれぞれから前記光反射信号の強度に加え、前記高さ情報を入力し、高さ対応関係判定部が、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数算出した前記測定対象物の高さ情報を、前記測定対象物の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類し、第2速度算出部が、前記同一部位を示す高さ情報の対応関係に含まれる高さ情報それぞれを算出した前記複数の検出装置における当該高さ情報それぞれの高さ検出時刻の時刻差を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、当該高さ検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の前記進行方向の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、前記長さ算出部は、前記分類された高さ情報の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度と、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度とに基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する。

[0012] また本発明は、測定対象物測定装置のコンピュータを、測定対象物の進行方向に離れて設けられ各設置位置に点在する複数の検出装置のそれぞれから

前記測定対象物へ照射した光照射信号に対応する光反射信号の強度を入力する入力手段、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数検出した前記光反射信号の信号強度を、前記測定対象物の同一部位を示す信号強度の対応関係ごとに分類する信号強度対応関係判定手段、前記同一部位を示す信号強度の対応関係に含まれる信号強度それぞれを検出した前記複数の検出装置における当該信号強度それぞれの信号強度検出時刻の時刻差を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出し、当該信号強度検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出する第1速度算出手段、として機能させるプログラムである。

[0013] また本発明は、さらに、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度に基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する長さ算出手段、として機能させるプログラムである。

[0014] また本発明は、前記入力手段が、前記測定対象物へ照射した光照射信号の照射時刻と当該光照射信号に対応する光反射信号の受信時刻との送受信間隔を用いて前記測定対象物の高さ情報を検出する前記複数の検出装置のそれぞれから前記光反射信号の強度に加え、前記高さ情報を入力し、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数算出した前記測定対象物の高さ情報を、前記測定対象物の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類する高さ対応関係判定手段、前記同一部位を示す高さ情報の対応関係に含まれる高さ情報それぞれを算出した前記複数の検出装置における当該高さ情報それぞれの高さ検出時刻の時刻差を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、当該高さ検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の前記進行方向の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された高さ情報の対応

関係ごとに算出する第2速度算出手段、として機能させ、前記長さ算出手段は、前記分類された高さ情報の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度と、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度とに基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出するプログラムである。

発明の効果

[0015] 本発明の測定対象物測定装置の処理によれば、精度良く測定対象物の進行方向の長さを検出することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]測定システムの構成を示す図である。

[図2]測定対象物測定装置の機能ブロック図である。

[図3]入力部の入力するデータ例を示す図である。

[図4]入力部の入力した情報に基づく計測結果データを示す図である。

[図5]測定対象物測定装置が入力した情報のデータ例を示す図である。

[図6]特徴検出時刻と特徴検出時刻を用いて算出した速度との関係を示す図である。

[図7]測定対象物測定装置の処理フローを示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の一実施形態による測定対象物測定装置を備えた測定システムを図面を参照して説明する。

図1は同実施形態による測定システムの構成を示す図である。

この図において、符号10は測定対象物の大きさを測定する測定対象物測定装置である。本実施形態においては、測定対象物測定装置10は、測定対象物の大きさとして車両30の車長を測定するものである。車両30は、道路を進行方向（図中右から左方向）に進むものとする。また図1において符号21は進入側検出装置、符号22は通過側検出装置である。進入側検出装

置 2 1 と、通過側検出装置 2 2 は、レーザセンサを備え、当該レーザセンサの照射信号（光照射信号）に対応する反射信号（光反射信号）を受信する。これにより進入側検出装置 2 1 や通過側検出装置 2 2 は、照射信号の照射時刻と当該信号に対応して受信する反射信号の受信時刻の差と、光信号の速度とから測定対象物までの距離を検出し、また反射信号の強度（反射光量）を検出する。

[0018] なお、進入側検出装置 2 1 や通過側検出装置 2 2 は、図 1 においては道路上を走行する車両 3 0 の上方の、当該車両 3 0 の進行方向に離れて設けられた各設置位置に点在してそれぞれ 1 つずつ設置されている状況を示している。進入側検出装置 2 1 と通過側検出装置 2 2 の距離 D は、例えば 0.4 m ～ 0.6 m 程度であるとする。以降、進入側検出装置 2 1 の検出する地点の道路上の幅方向に平行な各地点を A 地点、通過側検出装置 2 2 の検出する地点の道路上の幅方向に平行な各地点を B 地点と呼ぶこととする。また図示していないが、それら進入側検出装置 2 1 や通過側検出装置 2 2 は各設置位置において、車両 3 0 の進行方向に直交する幅方向の当該車両 3 0 の上部に複数設置されていてもよい。

または、それら進入側検出装置 2 1 や通過側検出装置 2 2 は各設置位置において、車両 3 0 の進行方向に直交する幅方向のほぼ中央の当該車両 3 0 の上部に備えられ、当該進入側検出装置 2 1 や通過側検出装置 2 2 は、下鉛直方向を中心とする道路の幅方向の広角な範囲のそれぞれの角度で照射信号を照射するものであってもよい。

さらには、道路脇上方にレーザセンサを設置し、すべての車線を走行する車両に照射し得る配置としてもよい。このとき、例えば道路両脇に設置するなど、複数個所に設置することも可能である。

[0019] 測定対象物測定装置 1 0 は、進入側検出装置 2 1 や通過側検出装置 2 2 と通信ネットワークを介して接続されており、進入側検出装置 2 1 や通過側検出装置 2 2 からは当該装置が検出した反射信号の検出時刻、反射信号の強度（反射光量）、および、当該装置が算出した車両 3 0 の高さ情報を入力する

。高さ情報としては、「進入側検出装置 2 1 の高さ」と測定対象物の測定部位の高さとの差」、または「測定対象物の測定部位の道路からの高さ」の何れかを示す情報である。進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）が測定対象物測定装置 1 0 へ出力する高さ情報が、「測定対象物の測定部位の道路からの高さ」を示す情報である場合には、当該高さの値を、進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）が、「進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）から道路までの鉛直方向の距離」から、「進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）から測定対象物の測定部位までの鉛直方向の距離」を減じることにより算出する。進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）が測定対象物測定装置 1 0 へ出力する高さ情報が、「進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）の高さ」と測定対象物の測定部位の高さとの差」である場合には、当該高さの値を、測定対象物測定装置 1 0 が、進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）の検出結果に基づいて、「進入側検出装置 2 1（または通過側検出装置 2 2）から測定対象物の測定部位までの鉛直方向の距離」を取得する。

[0020] そして、測定対象物測定装置 1 0 は、進入側検出装置 2 1 や、通過側検出装置 2 2 から入力した情報を用いて、測定対象物である車両 3 0 の車長を測定する。

なお、本実施形態における測定対象物測定装置 1 0 は、道路上を通行する車両 3 0 の車長を計測するものとして説明するが、その他の移動体の長さを計測するもの等に応用してもよい。

[0021] 図 2 は測定対象物測定装置 1 0 の機能ブロック図である。

この図で示すように、測定対象物測定装置 1 0 は、入力部 1 1、記憶部 1 2、高さ対応関係判定部 1 3、信号強度対応関係判定部 1 4、第 2 速度算出部 1 5、第 1 速度算出部 1 6、長さ算出部 1 7 の各処理部や記憶部を備えている。

[0022] 入力部 1 1 は、進入側検出装置 2 1 や、通過側検出装置 2 2 から、車両 3 0 の高さ情報と、反射信号の強度とをそれぞれ入力する処理部である。

また、高さ対応関係判定部 13 は、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 それぞれが時間経過に応じて複数検出した車両 30 の高さ情報を、当該車両 30 の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類する処理部である。

また、第 2 速度算出部 15 は、車両 30 の同一部位を示す高さ情報の対応関係に含まれる高さ情報それぞれを算出した進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 における当該高さ情報それぞれの高さ検出時刻の時刻差を、分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、また、当該高さ検出時刻の時刻差と、進入側検出装置 21 と通過側検出装置 22 の進行方向の設置間隔 D とに基づいて、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 の何れか一方または両方における高さ検出時刻での測定対象物の速度を、分類された高さ情報の対応関係ごとに算出する処理部である。

[0023] また、信号強度対応関係判定部 14 は、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 が時間経過に応じて複数検出した光反射信号の信号強度を、車両 30 の同一部位を示す信号強度の対応関係ごとに分類する処理部である。

また、第 1 速度算出部 16 は、車両 30 の同一部位を示す信号強度の対応関係に含まれる信号強度それぞれを算出した進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 における当該信号強度それぞれの信号強度検出時刻の時刻差を、分類された信号強度の対応関係ごとに算出し、また、当該信号強度検出時刻の時刻差と、設置間隔 D とに基づいて、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 の何れか一方または両方における信号強度検出時刻での車両 30 の速度を、分類された信号強度の対応関係ごとに算出する処理部である。

[0024] また、長さ算出部 17 は、分類された高さ情報の対応関係ごとに算出された、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 の何れか一方または両方における高さ検出時刻での車両 30 の速度や、分類された信号強度の対応関係ごとに算出された、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 の何れか一方または両方における信号強度検出時刻での測定対象物の速度に基づいて、車両 30 の進行方向の長さを算出する処理部である。

[0025] 図3は入力部11の入力するデータ例を示す図である。

入力部11は、所定の時刻間隔で、車両30の高さを示す高さ情報、反射信号の強度である反射光量、それらの検出時刻の情報を、進入側検出装置21や通過側検出装置22から入力する。所定の時刻間隔は、例えば10 msecであり、図3においては10 msec間隔の各時刻 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , ...それぞれの時刻において入力した各情報を記憶した場合のデータテーブルを示している。図3は、道路上の1点について進入側検出装置21が検出した高さ情報、反射光量、検出時刻の情報を示している。入力部11は、図3で示すような各情報を、車両30の進行方向に直交する道路の幅方向の複数点について入力する。当該幅方向の間隔は例えば10 cmである。また入力部11は、通過側検出装置22からも、道路上の幅方向の複数点について、所定の時刻間隔で、高さ情報、反射光量、検出時刻の情報を入力する。

[0026] 図4は入力部の入力した情報に基づく計測結果データを示す図である。

この図は、測定対象物測定装置10が、進入側検出装置21または通過側検出装置22より入力した情報に基づいた計測結果データである。当該計測結果データは、 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 ... t_n の各検出時刻における x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , ..., x_n の計測点における高さ情報を示している。当該計測結果データは、進入側検出装置21より入力した情報、または、通過側検出装置22より入力した情報の何れの情報によっても作成することができる。例えば、図4に示す計測結果データは、進入側検出装置21より入力した高さ情報を、図3で示すデータテーブルから読み取って作成したものである場合、 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 ... t_n の各検出時刻における x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , ..., x_n の計測点について進入側検出装置21が検出した高さ情報を示す。なお、計測点とは、図4に示す計測結果データが、進入側検出装置21より入力した高さ情報によって作成したものである場合には、進入側検出装置21が計測するA地点での道路上の幅方向（道路の進行方向に直交する方向）に平行な複数の各計測点を示す。

[0027] それぞれの計測点に対応する情報として測定対象物測定装置 10 が入力した各情報は、それぞれ、各計測点に対応して設置された複数の進入側検出装置 21 がそれぞれが計測した情報であってもよい。または、それぞれの計測点に対応する情報として測定対象物測定装置 10 が入力した各情報は、1 つまたは複数の道路上方に設置された進入側検出装置 21 が、下鉛直方向を中心とする道路の幅方向の広角な範囲のそれぞれの角度で照射信号を照射して計測した情報であってもよい。

[0028] なお、測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 または通過側検出装置 22 より入力した情報に基づいて、図 4 で示した計測結果データのほか、進入側検出装置 21 が検出した検出時刻、各計測点での反射光量を示す計測結果データや、通過側検出装置 22 が検出した検出時刻、各計測点の高さ情報を示す計測結果データや、通過側検出装置 22 が検出した検出時刻、各計測点の反射光量を示す計測結果データ、を記憶する。

[0029] 図 4 で示す計測結果データでは、時刻 t_3 ～時刻 t_{29} において、 x_4 ～ x_{20} の範囲の各計測点において、進入側検出装置 21 が高さ情報を計測したことを示している。また、この計測結果データは、測定対象物測定装置 10 が、進入側検出装置 21 において時刻 t_3 ～時刻 t_{10} の間、 x_4 ～ x_{20} の各計測点について計測されたほぼ同一の高さ情報 A1 を入力し、進入側検出装置 21 において時刻 t_{11} ～時刻 t_{22} の間、 x_4 ～ x_{20} の各計測点について計測されたほぼ同一の高さ情報 B1 を入力し、進入側検出装置 21 において時刻 t_{23} ～時刻 t_{29} の間、 x_4 ～ x_{20} の各計測点について計測されたほぼ同一の高さ情報 C1 を入力したことを示している。

[0030] また、図 4 の計測結果データは、高さ情報 A1、B1、C1 の各高さ情報を示しており、これにより、車両 30 が、高さ情報 A1、高さ情報 B1、高さ情報 C1 の 3 つの特徴を持つものであることを認識することができる。

また同様に、測定対象物測定装置 10 は、計測結果データで示される進入側検出装置 21 から入力した反射光量の情報に基づいて、車両 30 が、ボディの色や部位（サンルーフやトラック荷台など）の光学的に違う複数の特

徴を持つものであることを認識することができる。

[0031] また同様に、測定対象物測定装置 10 は、計測結果データで示される通過側検出装置 22 から入力した高さ情報に基づいて、車両 30 が、ボンネットや他の部位（ルーフやトラック荷台など）の幾何学的な複数の特徴を持つものであることを認識することができる。

また同様に、測定対象物測定装置 10 は、計測結果データで示される通過側検出装置 22 から入力した反射光量の情報に基づいて、車両 30 が、ボディの色や部位の光学的に違う複数の特徴を持つものであることを認識することができる。

[0032] そして、測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 より入力した車両 30 の高さ情報に基づく幾何学的な特徴と、反射光量に基づく光学的な特徴、また、通過側検出装置 22 からより入力した車両 30 の高さ情報に基づく幾何学的な特徴と、反射光量に基づく光学的な特徴を用いて、車両 30 の車長を算出する。

[0033] 図 5 は、測定対象物測定装置が入力した情報のデータ例を示す図である。

次に、具体的な車両 30 の車長の算出手法を説明する。

測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 より入力した高さ情報に基づいて、時刻 t_3 に高さ情報 A1 を検出したと判定する。また測定対象物測定装置 10 は高さ情報 A1 よりも所定の閾値以上高さの異なる高さ情報 B1 を時刻 t_{11} に検出したと判定する。

また測定対象物測定装置 10 は高さ情報 B1 よりも所定の閾値以上高さの異なる高さ情報 C1 を時刻 t_{23} に検出したと判定する。すると、測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 より入力した高さ情報に基づいて、高さ情報 A1、B1、C1 の各特徴それぞれを初めて検出した各時刻を、特徴検出時刻 t_3 、特徴検出時刻 t_{11} 、特徴検出時刻 t_{23} と特定する。また測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 より入力した高さ情報に基づいて、車両 30 の高さを検出した後に、次に路面を検出したと判定した時刻を検出し、その時刻を特徴検出時刻 t_{30} と判定する。

[0034] また測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 より入力した反射光量に基づいて、時刻 t_3 に道路の反射光量から所定の閾値以上変化した反射光量 m_1 を検出したと判定する。また測定対象物測定装置 10 は反射光量 m_1 よりも所定の閾値以上光量の変化した反射光量 n_1 を時刻 t_{n_1} に検出したと判定する。また測定対象物測定装置 10 は反射光量 n_1 よりも所定の閾値以上光量の変化した反射光量 o_1 を時刻 t_{n_2} に検出したと判定する。すると、測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 より入力した反射光量に基づいて、先に検出していた反射光量よりも所定の閾値以上光量の変化した反射光量 m_1 , n_1 , o_1 の各特徴それぞれを初めて検出した各時刻を、特徴検出時刻 t_3 、特徴検出時刻 t_{n_1} 、特徴検出時刻 t_{n_2} と特定する。

なお、時刻の関係は、特徴検出時刻 $t_3 < \text{特徴検出時刻 } t_{n_1} < \text{特徴検出時刻 } t_{n_2} < \text{特徴検出時刻 } t_{11} < \text{特徴検出時刻 } t_{23} < \text{特徴検出時刻 } t_{30}$ 、であるとする。

[0035] また測定対象物測定装置 10 は、通過側検出装置 22 より入力した高さ情報に基づいて、時刻 t_{n_3} に高さ情報 A_1 を検出したと判定する。また測定対象物測定装置 10 は高さ情報 A_1 よりも所定の閾値以上高さの異なる高さ情報 B_1 を時刻 t_{n_6} に検出したと判定する。また測定対象物測定装置 10 は高さ情報 B_1 よりも所定の閾値以上高さの異なる高さ情報 C_1 を時刻 t_{n_7} に検出したと判定する。すると、測定対象物測定装置 10 は、通過側検出装置 22 より入力した高さ情報に基づいて、高さ情報 A_1 , B_1 , C_1 の各特徴それぞれを初めて検出した各時刻を、特徴検出時刻 t_{n_3} 、特徴検出時刻 t_{n_6} 、特徴検出時刻 t_{n_7} と特定する。また測定対象物測定装置 10 は、通過側検出装置 22 より入力した高さ情報に基づいて、車両 30 の高さを検出した後に、次に路面を検出したと判定した時刻を検出し、その時刻を特徴検出時刻 t_{n_8} と判定する。

[0036] また測定対象物測定装置 10 は、通過側検出装置 22 より入力した反射光量に基づいて、時刻 t_{n_3} に道路の反射光量から所定の閾値以上変化した反射光量 m_1 を検出したと判定する。また測定対象物測定装置 10 は反射光量 m

1 よりも所定の閾値以上光量の変化した反射光量 n_1 を時刻 t_{n_4} に検出したと判定する。また測定対象物測定装置 10 は反射光量 n_1 よりも所定の閾値以上光量の変化した反射光量 o_1 を時刻 t_{n_5} に検出したと判定する。すると、測定対象物測定装置 10 は、通過側検出装置 22 より入力した反射光量に基づいて、先に検出していた反射光量よりも所定の閾値以上光量の変化した反射光量 m_1 , n_1 , o_1 の各特徴それぞれを初めて検出した各時刻を、特徴検出時刻 t_{n_3} 、特徴検出時刻 t_{n_4} 、特徴検出時刻 t_{n_5} と特定する。

なお、時刻の関係は、特徴検出時刻 $t_{n_3} < \text{特徴検出時刻 } t_{n_4} < \text{特徴検出時刻 } t_{n_5} < \text{特徴検出時刻 } t_{n_6} < \text{特徴検出時刻 } t_{n_7} < \text{特徴検出時刻 } t_{n_8}$ 、であるとする。

[0037] そして、測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 より入力した高さ情報によって特定した特徴検出時刻と、進入側検出装置 21 と通過側検出装置 22 の設置間隔 D に基づいて、進入側検出装置 21 または通過側検出装置 22 の何れか一方または両方における特徴検出時刻での車両 30 の速度を、高さ情報の対応関係ごとに算出する。つまり、測定対象物測定装置 10 は、高さ情報 A_1 については、その特徴検出時刻の差 ($t_{n_3} - t_3$) と設置間隔 D とを用いて、「車両 30 の速度 $V_1 = D \div (t_{n_3} - t_3)$ 」により算出する。また測定対象物測定装置 10 は、高さ情報 B_1 については、その特徴検出時刻の差 ($t_{n_6} - t_{11}$) と設置間隔 D とを用いて、「車両 30 の速度 $V_2 = D \div (t_{n_6} - t_{11})$ 」により算出する。また測定対象物測定装置 10 は、高さ情報 C_1 については、その特徴検出時刻の差 ($t_{n_7} - t_{23}$) と設置間隔 D とを用いて、「車両 30 の速度 $V_3 = D \div (t_{n_7} - t_{23})$ 」により算出する。また測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 と通過側検出装置 22 とで路面が検出された特徴検出時刻の差 ($t_{n_8} - t_{30}$) と設置間隔 D とを用いて、「車両 30 の速度 $V_7 = D \div (t_{n_8} - t_{30})$ 」により算出する。

[0038] また、測定対象物測定装置 10 は、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 より入力した反射光量によって特定した特徴検出時刻と、進入側検出装

置 2 1 と通過側検出装置 2 2 の設置間隔 D に基づいて、進入側検出装置 2 1 または通過側検出装置 2 2 の何れか一方または両方における特徴検出時刻での車両 3 0 の速度を、反射光量の変化の対応関係ごとに算出する。つまり、測定対象物測定装置 1 0 は、反射光量 m_1 については、その特徴検出時刻の差 $(t_{n_3} - t_3)$ と設置間隔 D とを用いて、「車両 3 0 の速度 $V_4 = D \div (t_{n_3} - t_3)$ 」により算出する。また測定対象物測定装置 1 0 は、反射光量 n_1 については、その特徴検出時刻の差 $(t_{n_4} - t_{n_1})$ と設置間隔 D とを用いて、「車両 3 0 の速度 $V_5 = D \div (t_{n_4} - t_{n_1})$ 」により算出する。また測定対象物測定装置 1 0 は、反射光量 o_1 については、その特徴検出時刻の差 $(t_{n_5} - t_{n_2})$ と設置間隔 D とを用いて、「車両 3 0 の速度 $V_6 = D \div (t_{n_5} - t_{n_2})$ 」により算出する。

なお、本実施形態においては、高さ情報 A_1 によって特定した特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_1 と、反射光量 m_1 によって特定した特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_4 とは、同じ特徴検出時刻を用いて算出しているため、一致する。従って速度 V_4 については以降、処理に用いないこととする。

[0039] そして、以上の処理により測定対象物測定装置 1 0 は、高さ情報 A_1 が検出された特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_1 、高さ情報 B_1 が検出された特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_2 、高さ情報 C_1 が検出された特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_3 、反射光量 n_1 が検出された特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_5 、反射光量 o_1 が検出された特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_6 、路面が検出された特徴検出時刻を用いて算出した速度 V_7 が算出される。

[0040] 図 6 は、各特徴検出時刻と特徴検出時刻を用いて算出した速度との関係を示す図である。

図 6 は、高さ情報 A_1 が検出された特徴検出時刻 t_3 とその特徴検出時刻 t_3 を用いて測定対象物測定装置 1 0 が算出した速度 V_1 との関係、

反射光量 n_1 が検出された特徴検出時刻 t_{n_1} とその特徴検出時刻 t_{n_1} を

用いて測定対象物測定装置 10 が算出した速度 V_5 との関係、

反射光量 α_1 が検出された特徴検出時刻 t_{n_2} とその特徴検出時刻 t_{n_2} を用いて測定対象物測定装置 10 が算出した速度 V_6 との関係

高さ情報 B_1 が検出された特徴検出時刻 t_{11} とその特徴検出時刻 t_{11} を用いて測定対象物測定装置 10 が算出した速度 V_2 との関係、

高さ情報 C_1 が検出された特徴検出時刻 t_{23} とその特徴検出時刻 t_{23} を用いて測定対象物測定装置 10 が算出した速度 V_3 との関係、

路面が検出された特徴検出時刻 t_{30} とその特徴検出時刻 t_{30} を用いて測定対象物測定装置 10 が算出した速度 V_7 との関係、

を示している。

[0041] 測定対象物測定装置 10 は、図 5 で示す特徴検出時刻とその特徴検出時刻を用いて測定対象物測定装置 10 が算出した速度との関係を表す式を、 $t_3 \sim t_{30}$ まで積分することで、車両 30 の車長を算出することができる。

このように、測定対象物測定装置 10 は、測定対象物である車両 30 の幾何学的特徴（高さ情報による特徴）と、光学的特徴（反射光量）の、各特徴を検出した特徴検出時刻それぞれにおける各速度を用いて、車両 30 の車長 L を算出する。

[0042] ここで、通常、車両 30 の車長を算出する場合には、進入側検出装置 21 における車両 30 の検出時刻 T_1 と、進入側検出装置 21 における車両 30 の通過時刻（検出終了時刻） T_2 および、車両 30 が進入側検出装置 21 で検出されてから通過側検出装置 22 で検出されるまでの時間間隔 t と、進入側検出装置 21 と通過側検出装置 22 の設置間隔を D とを用いると、車両 30 の速度 v は $v = D \div t$ で算出されるので、

$$\text{車両 30 の車長 } L = (D \div t) \cdot (T_2 - T_1)$$

の式を用いて算出することができる。

しかしながら、このような式により算出した車長 L は、車両 30 の速度 v で等速運動をしている場合にはほぼ正しい値となるが、進入側検出装置 21 と通過側検出装置 22 の間で速度を変化させながら通過する場合には、正確

な値とならない。

[0043] 従って、本実施形態による測定対象物測定装置 10 が行うように、多くの特徴検出時刻における車両 30 の速度 V を用いて、時間経過に応じた速度の変化を考慮した車長 L の算出を行い、これにより精度良く車両 30 の車長 L を算出することができる。なお、車両 30 の特徴が多いほど算出する車長 L の精度は増すため、幾何学的特徴だけでなく、光学的特徴を用いている。光学的特徴を用いることで、幾何学的特徴、例えば車高などの変化量の少ないバスなどのボックスタイプの車両 30 であっても、その車両部位の材質等の変化により反射光量が変わるので、より多くの特徴点変化を検出することができ、車両 30 の車速や車長 L をより正確に測定することができる。

[0044] 次に、本実施形態による測定対象物測定装置 10 の処理フローについて説明する。

図 7 は本実施形態による測定対象物測定装置の処理フローを示す図である。

まず、測定対象物測定装置 10 の入力部 11 が、進入側検出装置 21 と、通過側検出装置 22 のそれぞれから、高さ情報、反射光量、検出時刻を含む検出信号を、時間の経過にともない、所定の時間間隔で順次入力する（ステップ S101）。そして入力部 11 は、進入側検出装置 21 または通過側検出装置 22 から入力した検出信号から、高さ情報、反射光量、検出時刻を読み取って、高さ情報と検出時刻およびそれらを検出した検出装置の識別番号（進入側検出装置 21 または通過側検出装置 22 の何れかを識別する識別番号）との組合せの情報を高さ対応関係判定部 13 へ出力する。また入力部 11 は、入力した検出信号から、高さ情報、反射光量、検出時刻を読み取って、反射光量と検出時刻およびそれらを検出した検出装置の識別番号（進入側検出装置 21 または通過側検出装置 22 の何れかを識別する識別番号）との組合せの情報を信号強度対応関係判定部 14 へ出力する。

[0045] これにより高さ対応関係判定部 13 は、図 5 で示す「進入側検出装置 21 より入力した情報」のデータ例における高さ情報と検出時刻に対応する各情

報と、「通過側検出装置 22 より入力した情報」のデータ例における高さ情報と検出時刻に対応する各情報と、を入力する。

また信号強度対応関係判定部 14 は、図 5 で示す「進入側検出装置 21 より入力した情報」のデータ例における反射光量と検出時刻に対応する各情報と、「通過側検出装置 22 より入力した情報」のデータ例における反射光量と検出時刻に対応する各情報と、を入力する。

[0046] そして、高さ対応関係判定部 13 は、進入側検出装置 21 から送信された検出信号に含まれる高さ情報を入力するたびに、例えば 1 つ前に入力した高さ情報（進入側検出装置 21 から送信された検出信号に含まれる高さ情報）と比較して閾値以上変化したかを判定する。そして、高さ対応関係判定部 13 は、高さ情報の変化が閾値以内となる高さ情報を所定の回数以上続けて入力した場合、その閾値以内に収まる各高さ情報のうち、最も早く入力した高さ情報に対応する検出時刻を、その高さ情報を進入側検出装置 21 において最初に検出した特徴検出時刻と判定する（ステップ S102）。図 5 の例においては高さ情報 A1 を進入側検出装置 21 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_3 と判定する。

また同様に、高さ情報 B1 を進入側検出装置 21 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{11} と、高さ情報 C1 を進入側検出装置 21 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{23} と、その後、路面の高さ情報を進入側検出装置 21 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{30} と判定する。なお路面の高さを最初に検出した特徴検出時刻は、車両 30 の最後尾の高さ情報を最後に検出した時刻に一致するものとなる。

[0047] また同様に、高さ対応関係判定部 13 は、通過側検出装置 22 から送信された検出信号に含まれる高さ情報を入力するたびに、例えば 1 つ前に入力した高さ情報（通過側検出装置 22 から送信された検出信号に含まれる高さ情報）と比較して閾値以上変化したかを判定する。そして、高さ対応関係判定部 13 は、高さ情報の変化が閾値以内となる高さ情報を所定の回数以上続けて入力した場合、その閾値以内に収まる各高さ情報のうち、最も早く入力し

た高さ情報に対応する検出時刻を、その高さ情報を通過側検出装置 22 において最初に検出した特徴検出時刻と判定する（ステップ S 103）。図 5 の例においては高さ情報 A 1 を通過側検出装置 22 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n3} と判定する。また同様に、高さ情報 B 1 を通過側検出装置 22 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n6} と、高さ情報 C 1 を通過側検出装置 22 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n7} と、その後、路面の高さ情報を通過側検出装置 22 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n8} と判定する。

[0048] そして、高さ対応関係判定部 13 は、進入側検出装置 21 について判定した特徴検出時刻 t_3 、特徴検出時刻 t_{11} 、特徴検出時刻 t_{23} 、特徴検出時刻 t_{30} と、通過側検出装置 22 について判定した特徴検出時刻 t_{n3} 、特徴検出時刻 t_{n6} 、特徴検出時刻 t_{n7} 、特徴検出時刻 t_{n8} を、それら検出時刻に対応する高さ情報の値に基づいて、車両 30 の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類する（ステップ S 104）。つまり、高さ対応関係判定部 13 は、特徴検出時刻 t_3 に進入側検出装置 21 で検出した高さ情報の値と、特徴検出時刻 t_{n3} に通過側検出装置 22 で検出した高さ情報の値の差が閾値以下であるため、同じ分類と判定する。そして高さ対応関係判定部 13 は、特徴検出時刻 t_3 と、当該特徴検出時刻 t_3 に進入側検出装置 21 で検出した高さ情報 A 1、また、特徴検出時刻 t_{n3} と、特徴検出時刻 t_{n3} に通過側検出装置 22 で検出した高さ情報 A 1 とを、同じ分類に属する分類情報として対応付けて、第 2 速度算出部 15 に備わるキューに書き込む。

[0049] また同様に、高さ対応関係判定部 13 は、特徴検出時刻 t_{11} に進入側検出装置 21 で検出した高さ情報の値と、特徴検出時刻 t_{n6} に通過側検出装置 22 で検出した高さ情報の値の差が閾値以下であるため、同じ分類と判定する。そして高さ対応関係判定部 13 は、特徴検出時刻 t_{11} と、当該特徴検出時刻 t_{11} に進入側検出装置 21 で検出した高さ情報 B 1、また、特徴検出時刻 t_{n6} と、特徴検出時刻 t_{n6} に通過側検出装置 22 で検出した高さ情報 B 1 とを、同じ分類に属する分類情報として対応付けて、第 2 速度算出部

15に備わるキューに書き込む。

また同様に、高さ対応関係判定部13は、特徴検出時刻 t_{23} に進入側検出装置21で検出した高さ情報の値と、特徴検出時刻 t_{n7} に通過側検出装置22で検出した高さ情報の値の差が閾値以下であるため、同じ分類と判定する。そして高さ対応関係判定部13は、特徴検出時刻 t_{23} と、当該特徴検出時刻 t_{23} に進入側検出装置21で検出した高さ情報 C_1 、また、特徴検出時刻 t_{n7} と、特徴検出時刻 t_{n7} に通過側検出装置22で検出した高さ情報 C_1 とを、同じ分類に属する分類情報として対応付けて、第2速度算出部15に備わるキューに書き込む。

[0050] また同様に、高さ対応関係判定部13は、特徴検出時刻 t_{30} に進入側検出装置21で検出した高さ情報（路面）の値と、特徴検出時刻 t_{n8} に通過側検出装置22で検出した高さ情報（路面）の値の差が閾値以下であるため、同じ分類と判定する。そして高さ対応関係判定部13は、特徴検出時刻 t_{30} と、当該特徴検出時刻 t_{30} に進入側検出装置21で検出した路面高さ、また、特徴検出時刻 t_{n8} と、特徴検出時刻 t_{n8} に通過側検出装置22で検出した路面高さとを、同じ分類に属する分類情報として対応付けて、第2速度算出部15に備わるキューに書き込む。

[0051] そして、高さ対応関係判定部13は、上述のように、進入側検出装置21や通過側検出装置22で検出した高さ情報に基づく特徴検出時刻の判定と、特徴検出時刻の分類とを繰り返す。そして高さ対応関係判定部13は、入力した高さ情報と、予め記憶する道路の高さとを比較して、入力した高さ情報が道路の高さであると判定した場合には、車両30が進入側検出装置21と通過側検出装置22を通過したことを示す車両通過情報を、第2速度算出部15と第1速度算出部16に備わるキューに書き込む。

[0052] 次に、第2速度算出部15は、キューから最初の分類情報を読み出す。当該分類情報には、特徴検出時刻 t_3 と、当該特徴検出時刻 t_3 に進入側検出装置21で検出した高さ情報 A_1 、また、特徴検出時刻 t_{n3} と、特徴検出時刻 t_{n3} に通過側検出装置22で検出した高さ情報 A_1 とが格納されている。

そして第2速度算出部15は、読み出した分類情報に含まれる特徴検出時刻 t_3 と特徴検出時刻 t_{n_3} とを取得し、それら取得した時刻と設置間隔 D とを用いて、特徴検出時刻 t_3 または特徴検出時刻 t_{n_3} における車両30の速度 V_1 を、 $V_1 = D \div (t_{n_3} - t_3)$ により算出し（ステップS105）、特徴検出時刻 t_3 または特徴検出時刻 t_{n_3} の何れか一方と対応付けて、長さ算出部17に備わるキューに書き込む。本実施形態においては、速度 V_1 と特徴検出時刻 t_3 とを対応付けて、長さ算出部17に備わるキューに書き込むとする。

[0053] ここで、第2速度算出部15は、次にキューから読み出した情報が車両通過情報であるかを判定する（ステップS106）。そして、車両通過情報でない場合には、分類情報に含まれる特徴検出時刻を用いた車両30の速度の算出を繰り返す。つまり、第2速度算出部15は、キューから次の分類情報を読み出す。当該分類情報には、特徴検出時刻 t_{11} と、当該特徴検出時刻 t_{11} に進入側検出装置21で検出した高さ情報 B_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_6} と、特徴検出時刻 t_{n_6} に通過側検出装置22で検出した高さ情報 B_1 とが格納されている。そして第2速度算出部15は、読み出した分類情報に含まれる特徴検出時刻 t_{11} と特徴検出時刻 t_{n_6} とを取得し、それら取得した時刻と設置間隔 D とを用いて、特徴検出時刻 t_{11} または特徴検出時刻 t_{n_6} における車両30の速度 V_2 を、 $V_2 = D \div (t_{n_6} - t_{11})$ により算出し、特徴検出時刻 t_{11} または特徴検出時刻 t_{n_6} の何れか一方と対応付けて、長さ算出部17に備わるキューに書き込む。本実施形態においては、速度 V_2 と特徴検出時刻 t_{11} とを対応付けて、長さ算出部17に備わるキューに書き込むとする。

[0054] また、同様に、第2速度算出部15は、キューから次の分類情報を読み出す。当該分類情報には、特徴検出時刻 t_{23} と、当該特徴検出時刻 t_{23} に進入側検出装置21で検出した高さ情報 C_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_7} と、特徴検出時刻 t_{n_7} に通過側検出装置22で検出した高さ情報 C_1 とが格納されている。そして第2速度算出部15は、読み出した分類情報に含まれる特

徴検出時刻 t_{23} と特徴検出時刻 t_{n7} とを取得し、それら取得した時刻と設置間隔 D とを用いて、特徴検出時刻 t_{23} または特徴検出時刻 t_{n7} における車両 30 の速度 $V3$ を、 $V3 = D \div (t_{n7} - t_{23})$ により算出し、特徴検出時刻 t_{23} または特徴検出時刻 t_{n7} の何れか一方と対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込む。本実施形態においては、速度 $V3$ と特徴検出時刻 t_{23} とを対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込むとする。

[0055] また、同様に、第 2 速度算出部 15 は、キューから次の分類情報を読み出す。当該分類情報には、特徴検出時刻 t_{30} と、当該特徴検出時刻 t_{30} に進入側検出装置 21 で検出した高さ情報（路面高さ）、また、特徴検出時刻 t_{n8} と、特徴検出時刻 t_{n8} に通過側検出装置 22 で検出した高さ情報（路面高さ）とが格納されている。そして第 2 速度算出部 15 は、読み出した分類情報に含まれる特徴検出時刻 t_{30} と特徴検出時刻 t_{n8} とを取得し、それら取得した時刻と設置間隔 D とを用いて、特徴検出時刻 t_{30} または特徴検出時刻 t_{n8} における車両 30 の速度 $V7$ を、 $V7 = D \div (t_{n8} - t_{30})$ により算出し、特徴検出時刻 t_{23} または特徴検出時刻 t_{n8} の何れか一方と対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込む。本実施形態においては、速度 $V7$ と特徴検出時刻 t_{30} とを対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込むとする。

[0056] そして、第 2 速度算出部 15 は、キューから車両通過情報を読み出した場合には、1 つの車両 30 についての各特徴検出時刻を用いた速度の算出を停止して、車両通過情報を、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込む。

[0057] 他方、信号強度対応関係判定部 14 は、進入側検出装置 21 から送信された検出信号に含まれる反射光量を入力するたびに、例えば 1 つ前に入力した反射光量（進入側検出装置 21 から送信された検出信号に含まれる反射光量）と比較して閾値以上変化したかを判定する。そして、信号強度対応関係判定部 14 は、反射光量の変化が閾値以内となる反射光量を所定の回数以上続けて入力した場合、その閾値以内に収まる各反射光量のうち、最も早く入力

した反射光量に対応する検出時刻を、その反射光量を進入側検出装置 2 1 において最初に検出した特徴検出時刻と判定する（ステップ S 1 0 7）。図 5 の例においては反射光量 m_1 を進入側検出装置 2 1 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_3 と判定する。また同様に、反射光量 n_1 を進入側検出装置 2 1 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n_1} と、反射光量 o_1 を進入側検出装置 2 1 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n_2} と判定する。

[0058] また同様に、信号強度対応関係判定部 1 4 は、通過側検出装置 2 2 から送信された検出信号に含まれる反射光量を入力するたびに、例えば 1 つ前に入力した反射光量（通過側検出装置 2 2 から送信された検出信号に含まれる反射光量）と比較して閾値以上変化したかを判定する。そして、信号強度対応関係判定部 1 4 は、反射光量の変化が閾値以内となる反射光量を所定の回数以上続けて入力した場合、その閾値以内に収まる各反射光量のうち、最も早く入力した反射光量に対応する検出時刻を、その反射光量を通過側検出装置 2 2 において最初に検出した特徴検出時刻と判定する（ステップ S 1 0 8）。図 5 の例においては反射光量 m_1 を通過側検出装置 2 2 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n_3} と判定する。また同様に、反射光量 n_1 を通過側検出装置 2 2 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n_4} と、反射光量 o_1 を通過側検出装置 2 2 において最初に検出した時刻を特徴検出時刻 t_{n_5} と判定する。

[0059] そして、信号強度対応関係判定部 1 4 は、進入側検出装置 2 1 について判定した特徴検出時刻 t_3 、特徴検出時刻 t_{n_1} 、特徴検出時刻 t_{n_2} と、通過側検出装置 2 2 について判定した特徴検出時刻 t_{n_3} 、特徴検出時刻 t_{n_4} 、特徴検出時刻 t_{n_5} を、それら検出時刻に対応する反射光量の値に基づいて、車両 3 0 の同一部位を示す反射光量の対応関係ごとに分類する（ステップ S 1 0 9）。つまり、信号強度対応関係判定部 1 4 は、特徴検出時刻 t_3 に進入側検出装置 2 1 で検出した反射光量の値と、特徴検出時刻 t_{n_3} に通過側検出装置 2 2 で検出した反射光量の値の差が閾値以下であるため、同じ分類と

判定する。そして信号強度対応関係判定部 14 は、特徴検出時刻 t_3 と、当該特徴検出時刻 t_3 に進入側検出装置 21 で検出した反射光量 m_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_3} と、特徴検出時刻 t_{n_3} に通過側検出装置 22 で検出した反射光量 m_1 とを、同じ分類に属する分類情報として対応付けて、第 1 速度算出部 16 に備わるキューに書き込む。

[0060] また同様に、信号強度対応関係判定部 14 は、特徴検出時刻 t_{n_1} に進入側検出装置 21 で検出した反射光量の値と、特徴検出時刻 t_{n_4} に通過側検出装置 22 で検出した反射光量の値の差が閾値以下であるため、同じ分類と判定する。そして信号強度対応関係判定部 14 は、特徴検出時刻 t_{n_1} と、当該特徴検出時刻 t_{n_1} に進入側検出装置 21 で検出した反射光量 n_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_4} と、特徴検出時刻 t_{n_4} に通過側検出装置 22 で検出した反射光量 n_1 とを、同じ分類に属する分類情報として対応付けて、第 1 速度算出部 16 に備わるキューに書き込む。

また同様に、信号強度対応関係判定部 14 は、特徴検出時刻 t_{n_2} に進入側検出装置 21 で検出した反射光量の値と、特徴検出時刻 t_{n_5} に通過側検出装置 22 で検出した反射光量の値の差が閾値以下であるため、同じ分類と判定する。そして信号強度対応関係判定部 14 は、特徴検出時刻 t_{n_2} と、当該特徴検出時刻 t_{n_2} に進入側検出装置 21 で検出した反射光量 o_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_5} と、特徴検出時刻 t_{n_5} に通過側検出装置 22 で検出した反射光量 o_1 とを、同じ分類に属する分類情報として対応付けて、第 1 速度算出部 16 に備わるキューに書き込む。

[0061] そして、信号強度対応関係判定部 14 は、上述のように、進入側検出装置 21 や通過側検出装置 22 で検出した反射光量に基づく特徴検出時刻の判定と、特徴検出時刻の分類とを繰り返す。1 台の車両 30 についての当該繰り返しの処理が終了した時点で、上述した高さ対応関係判定部 13 から出力された車両通過情報が第 1 速度算出部 16 に備わるキューに書き込まれることとなる。

[0062] 次に、第 1 速度算出部 16 は、キューから最初の分類情報を読み出す。当

該分類情報には、特徴検出時刻 t_3 と、当該特徴検出時刻 t_3 に進入側検出装置 21 で検出した反射光量 m_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_3} と、特徴検出時刻 t_{n_3} に通過側検出装置 22 で検出した反射光量 m_1 とが格納されている。そして第 1 速度算出部 16 は、読み出した分類情報に含まれる特徴検出時刻 t_3 と特徴検出時刻 t_{n_3} とを取得し、それら取得した時刻と設置間隔 D とを用いて、特徴検出時刻 t_3 または特徴検出時刻 t_{n_3} における車両 30 の速度 V_4 を、 $V_4 = D \div (t_{n_3} - t_3)$ により算出し（ステップ S110）、特徴検出時刻 t_3 または特徴検出時刻 t_{n_3} の何れか一方と対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込む。本実施形態においては、速度 V_4 と特徴検出時刻 t_3 とを対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込むとする。

[0063] ここで、第 1 速度算出部 16 は、次にキューから読み出した情報が車両通過情報であるかを判定する（ステップ S111）。そして、車両通過情報でない場合には、分類情報に含まれる特徴検出時刻を用いた車両 30 の速度の算出を繰り返す。つまり、第 1 速度算出部 16 は、キューから次の分類情報を読み出す。当該分類情報には、特徴検出時刻 t_{n_1} と、当該特徴検出時刻 t_{n_1} に進入側検出装置 21 で検出した反射光量 n_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_4} と、特徴検出時刻 t_{n_4} に通過側検出装置 22 で検出した反射光量 n_1 とが格納されている。そして第 1 速度算出部 16 は、読み出した分類情報に含まれる特徴検出時刻 t_{n_1} と特徴検出時刻 t_{n_4} とを取得し、それら取得した時刻と設置間隔 D とを用いて、特徴検出時刻 t_{n_1} または特徴検出時刻 t_{n_4} における車両 30 の速度 V_5 を、 $V_5 = D \div (t_{n_4} - t_{n_1})$ により算出し、特徴検出時刻 t_{n_1} または特徴検出時刻 t_{n_4} の何れか一方と対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込む。本実施形態においては、速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} とを対応付けて、長さ算出部 17 に備わるキューに書き込むとする。

[0064] また、第 1 速度算出部 16 は、キューから次の分類情報を読み出す。当該分類情報には、特徴検出時刻 t_{n_2} と、当該特徴検出時刻 t_{n_2} に進入側検出

装置 2 1 で検出した反射光量 o_1 、また、特徴検出時刻 t_{n_5} と、特徴検出時刻 t_{n_5} に通過側検出装置 2 2 で検出した反射光量 o_1 とが格納されている。そして第 1 速度算出部 1 6 は、読み出した分類情報に含まれる特徴検出時刻 t_{n_2} と特徴検出時刻 t_{n_5} とを取得し、それら取得した時刻と設置間隔 D とを用いて、特徴検出時刻 t_{n_2} または特徴検出時刻 t_{n_5} における車両 3 0 の速度 V_6 を、 $V_6 = D \div (t_{n_5} - t_{n_2})$ により算出し、特徴検出時刻 t_{n_2} または特徴検出時刻 t_{n_5} の何れか一方と対応付けて、長さ算出部 1 7 に備わるキューに書き込む。本実施形態においては、速度 V_6 と特徴検出時刻 t_{n_2} とを対応付けて、長さ算出部 1 7 に備わるキューに書き込むとする。

[0065] そして、第 1 速度算出部 1 6 は、キューから車両通過情報を読み出した場合には、1 つの車両 3 0 についての各特徴検出時刻を用いた速度の算出を停止して、車両通過情報を、長さ算出部 1 7 に備わるキューに書き込む。

[0066] 今、長さ算出部 1 7 に備わるキューには、

速度 V_1 と特徴検出時刻 t_3 とが対応付けられた情報、
速度 V_2 と特徴検出時刻 t_{11} とが対応付けられた情報、
速度 V_3 と特徴検出時刻 t_{23} とが対応付けられた情報、
速度 V_4 と特徴検出時刻 t_3 とが対応付けられた情報、
速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} とが対応付けられた情報、
速度 V_6 と特徴検出時刻 t_{n_2} とが対応付けられた情報、
速度 V_7 と通過時刻 t_{30} とが対応付けられた情報、
車両通過情報、

が記録されている。そして、長さ算出部 1 7 は、それらキューより、速度 V_1 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報、速度 V_2 と特徴検出時刻 t_{11} との組合せの情報、速度 V_3 と特徴検出時刻 t_{23} との組合せの情報、速度 V_4 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報、速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} との組合せの情報、速度 V_6 と特徴検出時刻 t_{n_2} との組合せの情報と、速度 V_7 と通過時刻 t_{30} との組合せの情報と、車両通過情報を順に読み取る。そして、長さ算出部 1 7 は、車両通過情報を読み取るとキューからの情報の読

み取りを一時停止し、各組合せの情報の中から、特徴検出時刻を読み取り、一致する特徴検出時刻があるかを判定する。そして長さ算出部 17 は一致する特徴検出時刻がある場合には、時刻の遅い特徴検出時刻を含む組合せの情報を、処理に利用する情報から除外すると決定する。本実施形態においては、速度 V_1 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報と、速度 V_4 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報において、特徴検出時刻が一致する。従って、長さ算出部 17 は、速度 V_4 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報を、処理に利用する情報から除外すると決定する。なお、処理に利用する情報から除外すると決定した情報を削除するようにしてもよい。

[0067] そして、長さ算出部 17 は、速度 V_1 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報、速度 V_2 と特徴検出時刻 t_{11} との組合せの情報、速度 V_3 と特徴検出時刻 t_{23} との組合せの情報、速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} との組合せの情報、速度 V_6 と特徴検出時刻 t_{n_2} との組合せの情報とを用いて、車両 30 の車長 L を算出する（ステップ S_{112} ）。より具体的には、早い特徴検出時刻の順に 2 つの組合せの情報を特定する。ここでは、速度 V_1 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報と、速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} との組合せの情報を特定する。そして、長さ算出部 17 は、 x を特徴検出時刻、 y を速度とした場合の関数であって、（速度 V_1 ，特徴検出時刻 t_3 ）と（速度 V_5 ，特徴検出時刻 t_{n_1} ）とを通る関数が示す式を用いた、特徴検出時刻 t_3 から特徴検出時刻 t_{n_1} までの積分値を算出する。そして、最も早い特徴検出時刻を含む組合せの情報を、処理に利用する情報から除外する。除外される組合せの情報は、速度 V_1 と特徴検出時刻 t_3 との組合せの情報である。

[0068] また次に、長さ算出部 17 は、現在除外されずに残っている組合せ情報のうち、早い特徴検出時刻の順に 2 つの組合せの情報を特定する。ここでは、速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} との組合せの情報と、速度 V_6 と特徴検出時刻 t_{n_2} との組合せの情報を特定する。

そして、長さ算出部 17 は、 x を特徴検出時刻、 y を速度とした場合の関数であって、（速度 V_5 ，特徴検出時刻 t_{n_1} ）と（速度 V_6 ，特徴検出時刻 t_{n_2} ）とを用いた、特徴検出時刻 t_{n_1} から特徴検出時刻 t_{n_2} までの積分値を算出する。そして、最も早い特徴検出時刻を含む組合せの情報を、処理に利用する情報から除外する。除外される組合せの情報は、速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} との組合せの情報である。

n_2) とを通る関数が示す式を用いた、特徴検出時刻 t_{n_1} から特徴検出時刻 t_{n_2} までの積分値を算出する。そして、最も早い特徴検出時刻を含む組合せの情報を、処理に利用する情報から除外する。

除外される組合せの情報は、速度 V_5 と特徴検出時刻 t_{n_1} との組合せの情報である。

[0069] また次に、長さ算出部 17 は、現在除外されずに残っている組合せ情報のうち、早い特徴検出時刻の順に 2 つの組合せの情報を特定する。ここでは、速度 V_6 と特徴検出時刻 t_{n_2} との組合せの情報と、速度 V_2 と特徴検出時刻 t_{11} との組合せの情報を特定する。

そして、長さ算出部 17 は、 x を特徴検出時刻、 y を速度とした場合の関数であって、(速度 V_6 , 特徴検出時刻 t_{n_2}) と (速度 V_2 , 特徴検出時刻 t_{11}) とを通る関数が示す式を用いた、特徴検出時刻 t_{n_2} から特徴検出時刻 t_{11} までの積分値を算出する。そして、最も早い特徴検出時刻を含む組合せの情報を、処理に利用する情報から除外する。

除外される組合せの情報は、速度 V_6 と特徴検出時刻 t_{n_2} との組合せの情報である。

[0070] また次に、長さ算出部 17 は、現在除外されずに残っている組合せ情報のうち、早い特徴検出時刻の順に 2 つの組合せの情報を特定する。ここでは、速度 V_2 と特徴検出時刻 t_{11} との組合せの情報と、速度 V_3 と特徴検出時刻 t_{23} との組合せの情報を特定する。

そして、長さ算出部 17 は、 x を特徴検出時刻、 y を速度とした場合の関数であって、(速度 V_2 , 特徴検出時刻 t_{11}) と (速度 V_3 , 特徴検出時刻 t_{23}) とを通る関数が示す式を用いた、特徴検出時刻 t_{11} から特徴検出時刻 t_{23} までの積分値を算出する。そして、最も早い特徴検出時刻を含む組合せの情報を、処理に利用する情報から除外する。

除外される組合せの情報は、速度 V_2 と特徴検出時刻 t_{11} との組合せの情報である。

[0071] また次に、長さ算出部 17 は、現在除外されずに残っている組合せ情報の

うち、早い特徴検出時刻の順に2つの組合せの情報を特定する。ここでは、速度 V_3 と特徴検出時刻 t_{23} との組合せの情報と、速度 V_7 と特徴検出時刻 t_{30} との組合せの情報を特定する。

そして、長さ算出部17は、 x を特徴検出時刻、 y を速度とした場合の関数であって、(速度 V_3 , 特徴検出時刻 t_{23})と(速度 V_7 , 特徴検出時刻 t_{30})とを通る関数が示す式を用いた、特徴検出時刻 t_{23} から特徴検出時刻 t_{30} までの積分値を算出する。そして、最も早い特徴検出時刻を含む組合せの情報を、処理に利用する情報から除外する。

除外される組合せの情報は、速度 V_3 と特徴検出時刻 t_{23} との組合せの情報である。

[0072] そして、最後に速度 V_7 と特徴検出時刻 t_{30} との組合せの情報が1つのみ残ると、積分の処理を終了する。そして、長さ算出部17は積分により算出した結果を合計し、これを車両30の長さ L として出力する。

[0073] なお、長さ算出部17は、 x 軸を特徴検出時刻、 y 軸を速度とし、(速度 V_1 , 特徴検出時刻 t_3)、(速度 V_5 , 特徴検出時刻 t_{n1})、(速度 V_6 , 特徴検出時刻 t_{n2})、(速度 V_2 , 特徴検出時刻 t_{11})、(速度 V_3 , 特徴検出時刻 t_{23})、(速度 V_7 , 特徴検出時刻 t_{30})の各点を通るなめらかな近似式を求め、当該近似式を用いて、最も検出時刻の早い特徴検出時刻 t_3 から、最も検出時刻の遅い特徴検出時刻 t_{30} までの積分値を算出し、その値を車両30の長さ L として出力するようにしてもよい。

[0074] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上述の測定対象物測定装置10の処理によれば、精度良く測定対象物の進行方向の長さを検出することができる。

[0075] なお、上述のステップS102やステップS103の処理において、高さ対応関係判定部13は、高さ情報の変化が閾値以内となる高さ情報を所定の回数以上続けて入力した場合、その閾値以内に収まる各高さ情報のうち、最も早く入力した高さ情報に対応する検出時刻を、その高さ情報を最初に検出した特徴検出時刻と判定している。しかしながら、高さ情報の変化が閾値以

内となる高さ情報を所定の回数以上続けて入力した場合において、その閾値以内に収まる各高さ情報のうち、最も早く入力した高さ情報は、測定対象物の高さに変化する部位であるため、検出される高さ情報の値の信頼性が低い。従って、高さ情報の変化が閾値以内となる高さ情報を所定の回数以上続けて入力した場合において、その閾値以内に収まる各高さ情報のうち、最も早く入力した高さ情報以外の高さ情報の検出時刻を特徴検出時刻と判定するようにしてもよい。

つまりこの場合、図4を用いて説明すると、例えば、検出時刻 t_4 を高さ情報A1の特徴検出時刻と判定し、検出時刻 t_{12} を高さ情報B1の特徴検出時刻と判定し、検出時刻 t_{24} を高さ情報C1の特徴検出時刻と判定することとなる。

[0076] また、上述のステップS107やステップS108の処理において、信号強度対応関係判定部14は、反射光量の変化が閾値以内となる反射光量を所定の回数以上続けて入力した場合、その閾値以内に収まる各反射光量のうち、最も早く入力した反射光量に対応する検出時刻を、その閾値以内に収まる各反射光量を最初に検出した特徴検出時刻と判定している。しかしながら、反射光量の変化が閾値以内となる反射光量を所定の回数以上続けて入力した場合において、その閾値以内に収まる各反射光量のうち、最も早く入力した反射光量は、測定対象物の反射光量に変化する部位であるため、検出される反射光量の値の信頼性が低い。従って、反射光量の変化が閾値以内となる反射光量を所定の回数以上続けて入力した場合において、その閾値以内に収まる各反射光量のうち、最も早く入力した反射光量以外の反射光量の検出時刻を特徴検出時刻と判定するようにしてもよい。

つまりこの場合、図5を用いて説明すると、例えば、検出時刻 t_{n_1} の次の検出時刻を反射光量 n_1 の特徴検出時刻と判定し、検出時刻 t_{n_2} の次の検出時刻を反射光量 o_1 の特徴検出時刻と判定することとなる。

[0077] なお、本実施形態においては、進行方向に設置された各検出装置における、測定対象物の幾何学的な特徴の検出時刻と、光学的な特徴の検出時刻とを

用いて、測定対象物の長さを算出する場合の例を説明している。しかしながら、これに限らず、進行方向に設置された各検出装置における、測定対象物の幾何学的な特徴の検出時刻を用いずに、測定対象物の光学的な特徴の検出時刻を用いて、測定対象物の長さを算出するようにしてもよい。測定対象物に幾何学的な特徴がない場合に、その測定対象物の光学的特徴（車両30のガラス面やボディーの色の特徴など反射光量が大きく変化する特徴）を用いて、測定対象物の長さの測定を行うことができる。

[0078] なお、上述の測定対象物測定装置10は内部に、コンピュータシステムを有している。

そして、上述した各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

[0079] また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。

さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

産業上の利用可能性

[0080] 本発明の測定対象物測定装置の処理によれば、精度良く測定対象物の進行方向の長さを検出することができる。

符号の説明

[0081] 10・・・測定対象物測定装置

11・・・入力部

12・・・記憶部

- 1 3 . . . 高さ対応関係判定部
- 1 4 . . . 信号強度対応関係判定部
- 1 5 . . . 第 2 速度算出部
- 1 6 . . . 第 1 速度算出部
- 1 7 . . . 長さ算出部
- 2 1 . . . 進入側検出装置
- 2 2 . . . 通過側検出装置
- 3 0 . . . 車両

請求の範囲

[請求項1] 測定対象物の進行方向に離れて設けられた各設置位置に点在する複数の検出装置のそれぞれから前記測定対象物へ照射した光照射信号に対応する光反射信号の強度を入力する入力部と、

前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数検出した前記光反射信号の信号強度を、前記測定対象物の同一部位を示す信号強度の対応関係ごとに分類する信号強度対応関係判定部と、

前記同一部位を示す信号強度の対応関係に含まれる信号強度それぞれを検出した前記複数の検出装置における当該信号強度それぞれの信号強度検出時刻の時刻差を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出し、当該信号強度検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出する第1速度算出部と、

を備える測定対象物測定装置。

[請求項2] 前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度に基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する長さ算出部と、

を備える請求項1に記載の測定対象物測定装置。

[請求項3] 前記入力部が、前記測定対象物へ照射した光照射信号の照射時刻と当該光照射信号に対応する光反射信号の受信時刻との送受信間隔を用いて前記測定対象物の高さ情報を検出する前記複数の検出装置のそれぞれから前記光反射信号の強度に加え、前記高さ情報を入力し、

前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数算出した前記測定対象物の高さ情報を、前記測定対象物の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類する高さ対応関係判定部と、

前記同一部位を示す高さ情報の対応関係に含まれる高さ情報それぞれを算出した前記複数の検出装置における当該高さ情報それぞれの高さ検出時刻の時刻差を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、当該高さ検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の前記進行方向の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出する第2速度算出部と、を備え、

前記長さ算出部は、前記分類された高さ情報の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度と、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度とに基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する

請求項2に記載の測定対象物測定装置。

[請求項4]

測定対象物測定装置における処理方法であって、

入力部が、測定対象物の進行方向に離れて設けられた各設置位置に点在する複数の検出装置のそれぞれから前記測定対象物へ照射した光照射信号に対応する光反射信号の強度を入力し、

信号強度対応関係判定部が、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数検出した前記光反射信号の信号強度を、前記測定対象物の同一部位を示す信号強度の対応関係ごとに分類し、

第1速度算出部が、前記同一部位を示す信号強度の対応関係に含まれる信号強度それぞれを検出した前記複数の検出装置における当該信号強度それぞれの信号強度検出時刻の時刻差を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出し、当該信号強度検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何

れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出する
処理方法。

[請求項5] 長さ算出部が、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度に基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する

請求項4に記載の処理方法。

[請求項6] 前記入力部が、前記測定対象物へ照射した光照射信号の照射時刻と当該光照射信号に対応する光反射信号の受信時刻との送受信間隔を用いて前記測定対象物の高さ情報を検出する前記複数の検出装置のそれぞれから前記光反射信号の強度に加え、前記高さ情報を入力し、

高さ対応関係判定部が、前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数算出した前記測定対象物の高さ情報を、前記測定対象物の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類し、

第2速度算出部が、前記同一部位を示す高さ情報の対応関係に含まれる高さ情報それぞれを算出した前記複数の検出装置における当該高さ情報それぞれの高さ検出時刻の時刻差を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、当該高さ検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の前記進行方向の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、

前記長さ算出部は、前記分類された高さ情報の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度と、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物

の速度とに基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する

請求項 5 に記載の処理方法。

[請求項7]

測定対象物測定装置のコンピュータを、

測定対象物の進行方向に離れて設けられ各設置位置に点在する複数の検出装置のそれぞれから前記測定対象物へ照射した光照射信号に対応する光反射信号の強度を入力する入力手段、

前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数検出した前記光反射信号の信号強度を、前記測定対象物の同一部位を示す信号強度の対応関係ごとに分類する信号強度対応関係判定手段、

前記同一部位を示す信号強度の対応関係に含まれる信号強度それぞれを検出した前記複数の検出装置における当該信号強度それぞれの信号強度検出時刻の時刻差を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出し、当該信号強度検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された信号強度の対応関係ごとに算出する第 1 速度算出手段、

として機能させるプログラム。

[請求項8]

前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度に基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する長さ算出手段、

として機能させる請求項 7 に記載のプログラム。

[請求項9]

前記入力手段が、前記測定対象物へ照射した光照射信号の照射時刻と当該光照射信号に対応する光反射信号の受信時刻との送受信間隔を用いて前記測定対象物の高さ情報を検出する前記複数の検出装置のそれぞれから前記光反射信号の強度に加え、前記高さ情報を入力し、

前記検出装置それぞれが時間経過に応じて複数算出した前記測定対象物の高さ情報を、前記測定対象物の同一部位を示す高さ情報の対応関係ごとに分類する高さ対応関係判定手段、

前記同一部位を示す高さ情報の対応関係に含まれる高さ情報それぞれを算出した前記複数の検出装置における当該高さ情報それぞれの高さ検出時刻の時刻差を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出し、当該高さ検出時刻の時刻差と、前記複数の検出装置の前記進行方向の設置間隔とに基づいて、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度を、前記分類された高さ情報の対応関係ごとに算出する第2速度算出手段、

として機能させ、

前記長さ算出手段は、前記分類された高さ情報の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記高さ検出時刻での前記測定対象物の速度と、前記分類された信号強度の対応関係ごとについて算出された、前記複数の検出装置の何れか一方または両方における前記信号強度検出時刻での前記測定対象物の速度とに基づいて、前記複数の検出装置間を移動する前記測定対象物の前記進行方向の長さを算出する

請求項8に記載のプログラム。