

明 細 書

発明の名称：計測装置、計測方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置、計測方法及びプログラムに関する。

本願は、２０１１年８月１８日に、日本に出願された特願２０１１－１７８８７５号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 有料道路等の通路におけるロードプライシングにおいて、徴収する料金は車種毎に異なる。そのため、通路に設けられる路側装置は、車種を判別するために車両の高さを計測する必要がある。車両の高さの計測には、例えばレーザーセンサを用いた計測方法が用いられる。

[0003] レーザにより車高を計測する方法として、路面上方に設けられたレーザーセンサが路面に向けてレーザー光を走査し、走査されたレーザーの反射光の強度や、レーザー光の照射から反射光の受光までの時間を計測する方法がある（例えば、特許文献１を参照）。具体的には、レーザーセンサから車両までの長さを計測し、レーザーセンサの設置高さからこの計測された長さを減算することで、車高の算出を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００２－８１８８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、路面には雨水などを路側へ流すための水勾配が設けられたり、車両の通行により轍が形成されたりするため、必ずしも路面が平坦であるとは限らない。そのため、レーザーセンサの設置高さは路面上の点毎に異なる可能性があり、上述した方法を用いた場合には車高を正確に算出すること

ができないおそれがある。

本発明は、平坦でない路面上に存在する対象物の高さを正確に計算することができる計測装置、計測方法及びプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の計測装置の第一の実施態様は、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置であって、路面上方の基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測部と、路面上の点と、前記基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部と、前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定部と、前記距離計測部が算出したそれぞれの距離と前記路面高特定部が特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出部と、を備える。

[0007] 本発明の計測装置の第二の実施態様は、第一の実施態様において、前記反射点毎に、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した路面高との差が所定の閾値以下であるか否かを判定する対象物判定部と、前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した路面高との差が所定の閾値以下であると判定された反射点が存在する場合に、前記反射点の路面高に基づいて前記記憶部が記憶する路面高情報を更新する更新部と、を備える。

[0008] 本発明の計測装置の第三の実施態様は、第二の実施態様において、路面状態の良否を判定する路面状態判定部を備え、前記更新部は、前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した路面高との差が所定の閾値以下であると判定された反射点が存在し、かつ前記路面状態判定部が路面状態が良いと判定した場合にのみ、前記反射点の路面高に基づいて前記記憶部が記憶する路面高情報を更新する。

- [0009] 本発明の計測装置の第四の実施態様は、第三の実施態様において、前記路面状態判定部は、前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した距離との差が所定の閾値以下であると判定された反射点が存在する場合において、前記反射点それぞれにおいて距離計測部によって計測された距離の散布度が所定値以下のときに、路面状態が良いと判定する。
- [0010] 本発明の計測装置の第五の実施態様は、第一から第四の実施態様の何れか一つにおいて、前記反射点に車両が存在するか否かを判定する車両判定部と、前記車両判定部によって車両が存在すると判定された場合に、前記車両の車輪が存在する位置を特定する車輪位置特定部と、を備え、前記路面高特定部は、前記車輪位置特定部によって特定された車輪位置に基づいて、前記車両が存在する点の路面高を特定する。
- [0011] 本発明の計測装置の第六の実施態様は、第五の実施態様において、前記車両判定部は、前記反射点のうち、前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した距離との差が所定の閾値を超えると判定された反射点が所定の幅に亘って連続して存在する場合に、前記連続する反射点の位置に車両が存在すると判定する。
- [0012] 本発明の計測装置の実施態様は、路面上の点と、路面上方の基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部を備え、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置を用いた計測方法であって、前記基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測工程と、前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定工程と、前記距離計測工程において算出したそれぞれの距離と前記路面高特定工程において特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出工程と、を有する。

[0013] 本発明のプログラムは、路面上の点と、路面上方の基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部を備え、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置を、前記基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測部、前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定部、前記距離計測部が算出したそれぞれの距離と前記路面高特定部が特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出部、として機能させる。

[0014] 本発明の記録媒体は、路面上の点と、路面上方の基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部を備え、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置のコンピュータに、前記基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測工程と、前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定工程と、前記距離計測工程において算出したそれぞれの距離と前記路面高特定工程において特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出工程と、を実行させるプログラムを記録したものである。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、計測装置は、記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定し、当該路面高を用いて対象物の高さを算出する。これにより、平坦でない路面上に存在する対象物の高さを正確に計算することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態による計測装置の構成図である。

[図2]情報処理装置の構成を示す概略ブロック図である。

[図3]記憶部が記憶する路面高テーブルの例を示す図である。

[図4]本実施形態における情報処理装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]路面を走行する車両の例を示す図であって、(A)は路面と車両の関係を示す図、(B)は轍・勾配の影響を含む算出結果を示す図、(C)は轍・勾配の影響を除去した算出結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明の実施形態について図面を参照しながら詳しく説明する。

図1は、本発明の一実施形態による計測装置の構成図である。計測装置は、レーザセンサ1（距離計測部）と情報処理装置2とを備える。

レーザセンサ1は、カンチレバーやガントリを介して路面Dの上方に設置され、この設置位置Sから路面Dに向けてレーザ光Zを走査する。レーザセンサ1は、路面Dに向けてレーザ光Zを走査することで、路面D上の複数の点Eへ向けてレーザ光Zを射出する。また、レーザセンサ1は、走査したレーザ光Zの反射光に基づいて、所定の基準位置Tからそのレーザ光Zが反射された点である反射点Rまでの距離（計測距離H）を計測する。

本実施形態において、基準位置Tとは、レーザセンサ1の設置位置Sと同じ高さの位置であって、反射点Rの直上の位置のことである。つまり本実施形態において、計測距離Hとは、レーザセンサ1の設置位置Sの高さと反射点Rの高さとの差と等価である。

[0018] レーザセンサ1が情報処理装置2に出力する、反射点Rと計測距離Hとの関係の例としては、レーザセンサ1の原点からの走査角 θ とこの走査角 θ における反射点Rまでの直線距離Lとで示される極座標系の関係や、レーザセンサ1の設置位置Sを原点とする水平方向の位置Xとこの位置Xから反射点Rまでの垂直方向の距離Yとで示される直交座標系の関係などが挙げられる。

レーザセンサ1が直交座標系の関係を情報処理装置2に出力する場合、レーザセンサ1は、走査角 θ と直線距離Lとを用いて、 $X = L \sin \theta$ 、 $Y =$

$L \cos \theta$ を算出し、この位置 X と距離 Y の関係を情報処理装置2に出力する。

情報処理装置2は、レーザセンサ1が計測した距離に基づいて、路面 D 上に存在する車両 O （対象物）の高さを算出する。

[0019] 図2は、情報処理装置2の構成を示す概略ブロック図である。

情報処理装置2は、センサ情報取得部21、記憶部22、路面高特定部23、対象物判定部24、路面状態判定部25、更新部26、車両判定部27、車輪位置特定部28、高さ算出部29を備える。

[0020] センサ情報取得部21は、レーザセンサ1から、反射点 R 毎に、その反射点 R の路面幅方向の位置を示す座標（例えば、路側からの距離）に関連付けて計測距離 H を取得する。

[0021] 図3は、記憶部22が記憶する路面高テーブルの例を示す図である。

記憶部22は、路面 D 上の点 E と、その点 E に対応する基準位置 T からその点 E までの距離である路面高 I とを関連付けて格納する路面高テーブル（路面高情報）を記憶する。路面高テーブルの例としては、図3に示すように、路面 D を幅方向に10センチメートルごとに区分したときの区分点に関連付けて、その区分点毎の高さを格納するものが挙げられる。

この路面高テーブルは、予め対象物が存在しないときの路面高 I をレーザセンサ1により計測しておき、その計測値を路面 D 上の点 E に関連付けて記録することで作成される。

レーザセンサ1は、一般的に温度によって計測結果にドリフトが生じることがある。そのため、記憶部22が記憶している路面高テーブルの値は、更新部26により温度ドリフトの影響によるオフセットを含む値に更新される。

[0022] 路面高特定部23は、記憶部22が記憶する路面高情報に基づいて、センサ情報取得部21が取得した反射点 R に対応する路面高 I を読み出し、この路面高 I を対象物判定部24に出力する。

また、路面高特定部23は、対象物判定部24による判定の後、路面高情

報と車輪位置特定部 28 によって特定された車輪位置とに基づいて車両 O が存在する点 E に対応する路面高 I を特定し、この路面高 I を高さ算出部 29 に出力する。

[0023] 対象物判定部 24 は、反射点 R 毎に、センサ情報取得部 21 が取得した計測距離 H と路面高特定部 23 から取得した路面高 I との差が所定の閾値以下であるか否かを判定することで、反射点 R に高さの計測対象となる対象物が存在するか否かを判定する。

路面状態判定部 25 は、センサ情報取得部 21 が取得した計測距離 H と対象物判定部 24 の判定結果を取得し、対象物が存在しないと判定された反射点 R の計測距離 H の散布度に基づいて、路面 D の状態の良否を判定する。

更新部 26 は、路面状態判定部 25 によって路面 D の状態が良いと判定された場合に、対象物が存在しないと判定された反射点 R それぞれにおける計測距離 H と路面高 I の差に基づいて、記憶部 22 が記憶する路面高テーブルを更新する。

[0024] 車両判定部 27 は、対象物判定部 24 によって対象物が存在すると判定された反射点 R に車両 O が存在するか否かを判定する。

車輪位置特定部 28 は、車両判定部 27 により車両 O が存在すると判定された場合に、その車輪の位置を特定する。

高さ算出部 29 は、反射点 R 毎に、センサ情報取得部 21 が取得した計測距離 H と路面高特定部 23 が特定した路面高 I との差を算出することで、対象物の高さを算出する。

[0025] 本実施形態において、レーザセンサ 1 は、所定の時間間隔でレーザ光 Z の走査を行い、その計測結果として、反射点 R 毎に、その反射点 R の路面幅方向の位置を示す座標及び計測距離 H を情報処理装置 2 に出力する。

以下、レーザセンサ 1 から計測結果を受け付ける度に実行される情報処理装置 2 の動作について説明する。

[0026] 図 4 は、本実施形態における情報処理装置 2 の動作を示すフローチャートである。

レーザセンサ 1 から計測結果が出力されると、センサ情報取得部 2 1 は、その計測結果を取得する（ステップ S 1）。

次に、センサ情報取得部 2 1 は、取得した計測結果を対象物判定部 2 4 に出力する。また、センサ情報取得部 2 1 は、取得した計測結果のうち、反射点 R の座標を路面高特定部 2 3 に出力する。

[0027] 次に、路面高特定部 2 3 は、記憶部 2 2 が記憶する路面高テーブルを参照して、センサ情報取得部 2 1 から取得した各反射点 R の座標に対応する路面高 l を読み出し、対象物判定部 2 4 に出力する（ステップ S 2）。このとき、路面高特定部 2 3 は、反射点 R の座標に対応する路面高 l として、反射点 R の座標に最も近い区分点（図 3 を参照）に関連付けられた路面高 l を出力する。

[0028] 次に、対象物判定部 2 4 は、反射点 R 毎に、センサ情報取得部 2 1 から取得した計測距離 H と路面高特定部 2 3 から取得した路面高 l との差を算出する（ステップ S 3）。

次に、対象物判定部 2 4 は、算出した差に基づいて、反射点 R 毎に、その反射点 R に対象物が存在するか否かを判定する（ステップ S 4）。具体的には、対象物判定部 2 4 は、算出した差が所定の閾値（例えば、1 メートル）以上となる反射点 R に対象物が存在すると判定し、算出した差が所定の閾値未満となる反射点 R に対象物が存在しないと判定する。反射点 R に対象物が存在しない場合、レーザセンサ 1 によって射出されたレーザ光 Z は路面 D で反射しており、反射点 R は路面 D 上の点 E である。

[0029] 次に、路面状態判定部 2 5 は、センサ情報取得部 2 1 がステップ S 1 で取得した計測結果のうち、対象物判定部 2 4 により対象物が存在しないと判定された反射点 R における距離を取得する。そして、路面状態判定部 2 5 は、直近の所定回数の計測において連続して対象物が存在しないと判定された反射点 R における計測距離 H の標準偏差を算出する（ステップ S 5）。

次に、路面状態判定部 2 5 は、算出した標準偏差が所定の閾値以上であるか否かを判定することにより、路面状態の良否を判定する（ステップ S 6）

。具体的には、路面状態判定部 25 は、算出した標準偏差が所定の閾値以上である場合に、路面状態が悪いと判定する。雨天などにより路面 D が濡れると、レーザセンサ 1 が照射したレーザ光 Z が乱反射するため、計測距離 H のばらつきが大きくなる。つまり路面状態が悪いときは、レーザセンサ 1 による計測結果の信頼度が低くなる。

[0030] 路面状態判定部 25 が、路面状態が良いと判定した場合（ステップ S 6 : Y E S）、更新部 26 は、対象物判定部 24 がステップ S 3 で算出した差のうち、対象物が存在しないと判定された反射点 R に関連付けられたものを取得する。そして、更新部 26 は、取得した差の値に基づいて、記憶部 22 が記憶する路面高テーブルを更新する（ステップ S 7）。路面高テーブルの更新方法としては、例えば、取得した差の値の平均値を算出し、路面高テーブルの各路面高 I にこの平均値を加算する方法が挙げられる。その他、反射点 R と取得した差の値との関係からレーザセンサ 1 における温度ドラフトの影響を示す関数を導出し、この関数に基づいて路面高テーブルの各路面高 I に温度ドラフトの影響を加算する方法を用いても良い。

[0031] ステップ S 6 で路面状態判定部 25 が、路面状態が悪いと判定した場合（ステップ S 6 : N O）、またはステップ S 7 で更新部 26 が路面高テーブルを更新した場合、路面高特定部 23 は、記憶部 22 が記憶する路面高テーブルから、反射点 R 毎の路面高 I を読み出す（ステップ S 8）。路面高特定部 23 が読み出す路面高 I は、ステップ S 6 において路面状態が良いと判定された場合、ステップ S 7 で更新された路面高テーブルの路面高 I となる。

次に、高さ算出部 29 は、路面高特定部 23 が読み出した路面高 I からステップ S 1 でセンサ情報取得部 21 が取得した計測距離 H を減算することで、各反射点 R の高さを算出する（ステップ S 9）。

[0032] 次に、車両判定部 27 は、対象物判定部 24 によって対象物が存在すると判定された反射点 R 毎に、その反射点 R に車両 O が存在するか否かを判定する（ステップ S 10）。具体的には、車両判定部 27 は、対象物判定部 24 によって対象物が存在すると判定された反射点 R が所定の幅（例えば 40 セ

ンチメートル)に亘って連続して存在する場合に、この連続する反射点R群の位置に車両Oが存在すると判定する。

[0033] 車両判定部27が、車両Oが存在する反射点R群がないと判定した場合(ステップS10:NO)、情報処理装置2は、ステップS9で算出した反射点Rの高さを路面D上の対象物の高さとして出力し、処理を終了する。

他方、車両判定部27は、車両Oが存在する反射点R群があると判定した場合(ステップS10:YES)、この反射点R群のそれぞれに対して、車両Oが四輪車(O1)であるか否かを判定する(ステップS11)。具体的には、車両判定部27は、車両Oの幅が所定の幅(例えば70センチメートル)以上である場合に、この車両Oが四輪車であると判定し、そうでない場合にこの車両Oが二輪車(O2)であると判定する。

[0034] 車両判定部27は、車両Oが四輪車であると判定した場合(ステップS11:YES)、車輪位置特定部28は、車両判定部27によって四輪車が存在すると判定された反射点R群の両端より所定の長さ(例えば10センチメートル)だけ内側のそれぞれの点Rがこの四輪車の車輪の位置であると特定する(ステップS12)。

他方、車両判定部27は、車両Oが二輪車であると判定した場合(ステップS11:NO)、車輪位置特定部28は、車両判定部27によって二輪車が存在すると判定された反射点R群の中央の点Rがこの二輪車の車輪の位置であると特定する(ステップS13)。

[0035] ステップS12またはステップS13で車輪位置特定部28が車輪位置を特定すると、路面高特定部23は、ステップS8で読み出した路面高Iのうち特定した車輪位置に対応する路面高Iに基づいて、車両判定部27によって車両Oが存在すると判定された反射点R群に対応する路面高Iを特定する(ステップS14)。具体的には、車両Oが四輪車である場合、ステップS12で車輪位置が2つの反射点Rにより特定されているので、車輪位置に対応する2つの路面高Iを線形補完することで反射点R群に対応する路面高Iを算出する。

他方、車両Oが二輪車である場合、ステップS 1 3で車輪位置が1つの反射点Rにより特定されているので、車輪位置に対応する路面高Iを反射点R群に対応する路面高Iとする。

[0036] ステップS 1 4による路面高Iの特定を行う理由を説明する。

図5は、路面を走行する車両の例を示す図である。(A)は、路面と車両の関係を示す図である。(B)は、轍・勾配の影響を含む算出結果をグラフ化した図である。(C)は、轍・勾配の影響を除去した算出結果をグラフ化した図である。

[0037] 図5 (A) に示すように、車両Oの通行により路面Dには轍Wが形成されることがある。

図5 (A) に示すように、轍Wの上に四輪車が存在する場合、記憶部2 2が記憶する路面高テーブルにのみ基づいて車両Oの高さを算出すると、図5 (B) に示すように、車両Oの高さの算出結果が轍Wによる凹凸の影響を含む。

他方、ステップS 1 4の処理によって路面高Iを特定すると、図5 (C) に示すように、車両Oの高さの算出結果から轍の影響を除去することができる(図5 (A) の車両Oの高さの基準線Pを参照)。

[0038] 二輪車は、車輪が1つであるため、姿勢が勾配に依らない。そのため、記憶部2 2が記憶する路面高テーブルにのみ基づいて車両Oの高さを算出すると、図5 (B) に示すように、車両Oの高さの算出結果が勾配の影響を含む。

他方、ステップS 1 4の処理によって路面高Iを特定すると、図5 (C) に示すように、車両Oの高さの算出結果から勾配の影響を除去することができる(図5 (A) の車両Oの高さの基準線Pを参照)。

[0039] ステップS 1 4で路面高特定部2 3が路面高Iを特定すると、高さ算出部2 9は、路面高特定部2 3が特定した路面高IからステップS 1でセンサ情報取得部2 1が取得した計測距離Hを減算することで、車両Oの高さを算出する(ステップS 1 5)。そして、高さ算出部2 9は、車両Oが存在する反

射点Rの高さをステップS 15で算出した車両Oの高さに置換する。これにより、レーザ光Zの反射点Rごとの対象物の高さを算出することができる。

[0040] 以上、図面を参照してこの発明の一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

[0041] 本実施形態では、レーザセンサ1が、基準位置Tから反射点Rまでの距離Hを情報処理装置2に出力する場合について説明したが、これに限られない。つまり、レーザセンサ1の計測結果が直交座標系の値の場合に限られない。例えば、レーザセンサ1が、レーザR1の走査角 θ と反射点Rまでの距離Lを情報処理装置2に出力するものであっても、同様の処理を行うことができる。つまり、レーザセンサ1の計測結果が極座標系の値であってもよい。この場合、基準位置Tは設置位置Sであり、路面高テーブルは、走査角 θ と路面高Iとの関係を格納する必要がある。

[0042] 本実施形態では、距離計測部として走査式のレーザセンサ1を用いる場合について説明したが、これに限られず、多光軸式など他のセンシング方式によるレーザセンサを用いても良い。

[0043] 本実施形態では、路面高特定部23が、反射点Rの座標に対応する路面高Iとして、反射点Rの座標に最も近い区分点に関連付けられた路面高Iを出力する場合について説明したが、これに限られない。例えば、路面高特定部23は、反射点Rの座標に対応する路面高Iを、反射点Rの座標の近傍の2つの区分点に関連付けられた路面高Iの補間計算によって求めても良い。

[0044] 本実施形態では、記憶部22が路面D上の点Eと基準位置Tからこの点Eまでの距離である路面高Iとの関係を路面高テーブルとして記憶する場合を説明したが、これに限られない。例えば、路面Dに轍Wが存在しない場合や轍Wが無視できるほど小さい場合には、記憶部22が路面D上の点Eと基準位置Tからこの点Eまでの距離である路面高Iとの関係を表現した関数を、路面高情報として記憶していても良い。

[0045] 本実施形態では、路面状態判定部25が、連続して対象物が存在しない反

射点 R の時間毎の計測情報の標準偏差に基づいて路面状態の良否を判定する場合を説明したが、これに限られない。例えば、分散の大きさや最大値と最小値の差に基づく範囲などの他の散布度を示す値に基づいて路面状態の良否を判定しても良い。また、時間毎の計測情報の標準偏差ではなく、ある時刻において対象物が存在しない複数の反射点 R の散布度に基づいて路面状態の良否を判定しても良い。

[0046] 本実施形態では、路面状態判定部 25 が、計測情報の散布度に基づいて路面状態の良否を判定する場合を説明したが、これに限られない。例えば、降雨センサなどを備え、この降雨センサが降雨を検知した場合に、路面状態判定部 25 が路面状態が悪いと判定するようにしても良い。

[0047] 本実施形態では、ステップ S 8、ステップ S 9 で先に各反射点 R の高さを算出した後で、ステップ S 10～ステップ S 15 の処理によって路面高 I の差を上書きする場合を説明したが、これに限られない。例えば、ステップ S 10～ステップ S 15 の処理を先に実行した後で、ステップ S 8、ステップ S 9 と同様の手順により車両 O が存在しない反射点 R の高さを算出するようにしても良い。

[0048] 本実施形態では、全ての反射点 R の高さを算出することで、車両 O と路面 D とを含む高さの算出を行う場合を説明したが、これに限られない。例えば、計測装置は、単に車両 O の高さのみを算出しても良い。この場合、ステップ S 8、ステップ S 9 の処理を省略して、ステップ S 10～ステップ S 15 の処理を行うことで、車両 O の高さのみを算出しても良い。

[0049] 情報処理装置 2 は、内部にコンピュータシステムを有している。上述した各処理部の動作は、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録されており、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、上述した各処理が行われる。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。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このプログラム

を実行するようにしても良い。

[0050] このプログラムは、上述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、上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。

符号の説明

[0051] 1…レーザセンサ（距離計測部）

2…情報処理装置

2 1…センサ情報取得部

2 2…記憶部

2 3…路面高特定部

2 4…対象物判定部

2 5…路面状態判定部

2 6…更新部

2 7…車両判定部

2 8…車輪位置特定部

2 9…高さ算出部

A…計測装置

Z…レーザ光

D…路面

W…轍

E…路面上の点

S…設置位置

T…基準位置

R…反射点

H…計測距離

I…路面高

O…対象物

請求の範囲

[請求項1]

路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置であって、
路面上方の基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測部と、
路面上の点と、前記基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部と、
前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定部と、
前記距離計測部が算出したそれぞれの距離と前記路面高特定部が特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出部と、
を備える計測装置。

[請求項2]

前記反射点毎に、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した路面高との差が所定の閾値以下であるか否かを判定する対象物判定部と、
前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した路面高との差が所定の閾値以下であると判定された反射点が存在する場合に、前記反射点の路面高に基づいて前記記憶部が記憶する路面高情報を更新する更新部と、
を備える請求項1に記載の計測装置。

[請求項3]

路面状態の良否を判定する路面状態判定部を備え、
前記更新部は、前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した路面高との差が所定の閾値以下であると判定された反射点が存在し、かつ前記路面状態判定部が路面状態が良いと判定した場合にのみ、前記反射点の路面高に基づいて前記記憶部が記憶する路面高情報を更新する
請求項2に記載の計測装置。

[請求項4] 前記路面状態判定部は、前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した距離との差が所定の閾値以下であると判定された反射点が存在する場合において、前記反射点それぞれにおいて距離計測部によって計測された距離の散布度が所定値以下のときに、路面状態が良いと判定する
請求項3に記載の計測装置。

[請求項5] 前記反射点に車両が存在するか否かを判定する車両判定部と、
前記車両判定部によって車両が存在すると判定された場合に、前記車両の車輪が存在する位置を特定する車輪位置特定部と、
を備え、
前記路面高特定部は、前記車輪位置特定部によって特定された車輪位置に基づいて、前記車両が存在する点の路面高を特定する
請求項1から請求項4の何れか1項に記載の計測装置。

[請求項6] 前記車両判定部は、前記反射点のうち、前記対象物判定部によって、前記距離計測部が計測した距離と前記路面高特定部が特定した距離との差が所定の閾値を超えると判定された反射点が所定の幅に亘って連続して存在する場合に、前記連続する反射点の位置に車両が存在すると判定する
請求項5に記載の計測装置。

[請求項7] 路面上の点と、路面上方の基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部を備え、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置を用いた計測方法であって、
前記基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測工程と、
前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定工程と、
前記距離計測工程において算出したそれぞれの距離と前記路面高特

定工程において特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出工程と、
を有する計測方法。

[請求項8]

路面上の点と、路面上方の基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部を備え、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置を、

前記基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測部、

前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定部、

前記距離計測部が算出したそれぞれの距離と前記路面高特定部が特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出部、
として機能させるためのプログラム。

[請求項9]

路面上の点と、路面上方の基準位置から前記点までの距離である路面高との関係を示す路面高情報を記憶する記憶部を備え、路面上に存在する対象物の高さを計測する計測装置のコンピュータに、

前記基準位置から路面上の複数の点へ向けてレーザ光を射出し、前記レーザ光の反射光に基づいて、前記基準位置から前記レーザ光が反射された点である反射点までの距離を計測する距離計測工程と、

前記記憶部が記憶する路面高情報に基づいて前記反射点それぞれにおける路面高を特定する路面高特定工程と、

前記距離計測工程において算出したそれぞれの距離と前記路面高特定工程において特定した路面高とに基づいて、路面から前記反射点までの長さを前記対象物の高さとして算出する高さ算出工程と、
を実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。