

4Q-07

レーザ測域センサの環境計測時に生じる誤差修正手法の提案

Proposal of An Error Correction Method for Environmental Measurement Using Laser Range Finder

吉田裕† 金聖熙† 古澤耕輔† 羽田靖史†

工学院大学†

1. 緒言

一般的な光学距離計は赤外線レーザを照射し、対象物からの反射光を検知することで測定を行う。対して測域センサと呼ばれるレーザスキャナは、内部の鏡を回転させ、照射する赤外線レーザの角度を変化させることでセンサ周囲の環境形状の測定が可能である。しかし測域センサによって周囲の環境を測定した際に二つの問題が生じる。まず一つ目の問題は測定形状の境目に誤差を含んだ測定値が生じること。二つ目の問題は本来直角形状である隅部が円弧形状に測定されることである(図1)。これらの問題は、測域センサを用いた物体検知や地図作成の妨げとなるため、検知及び除去を行うための手法[1,2]が研究されている。

本研究では直線形状のみで構成された環境において、測定データの受光強度と直線推定から、測定形状の境目に生じる誤差を含んだ測定値の検出、除去を目的とする。なお、本稿ではこの測定値をゴーストとする。

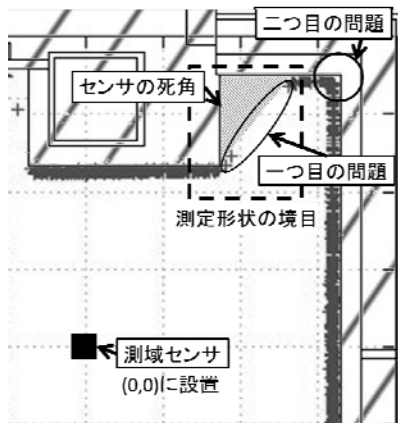


図1 測定形状の境目に生じる誤差

2. ゴースト発生メカニズム

測域センサの測定原理は幾つか存在するが、なかでも一般的なものが、TOF(Time of flight)法である。この手法は、赤外線光等が物体に反射しセンサに検知されるまでの時間から距離を算出する手法である。照射された赤外線レーザは距離に応じて拡散する。そのため図2に示すような測定形状の境目では赤外線レーザが複数の物体に反射する場合があるため、一度の赤外線レーザの照射に対し複数の反射光が生じる。

複数の反射光は、反射する物体間の距離が小さい場合にそれぞれの反射光が検知される時間の差も小さくなるため、一つの反射光として合成されてしまう。その結果、誤差が含まれた値が算出され、実環境に沿わない測定値となる。本研究では以上のことをゴーストの発生原因であると仮定した。

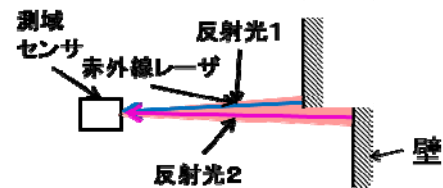


図2 ゴーストの発生原因

3 受光強度の低いゴースト

測定形状の境目において複数の物体それぞれに、同程度の赤外線レーザが反射した場合を考える。この場合、複数の反射光がそれぞれ同程度の受光強度(反射光の強度)を持つため、一方方向に対し複数の距離を測定できるマルチエコー[3]により、得られる反応はそれぞれ単独の反射光として分割して測定される。しかし、その分割は完全でなく、それぞれの反射光がもう一方の反射光の影響を受けて測定値が実環境に沿わないものとなるためゴーストが発生する。またこの場合発生するゴーストは反射光の一部のみが距離の算出に用いられるため、受光強度が他の測定値と比較して低くなる。前述より測域センサは赤外線レーザの射出角度を少しずつ変化させながら周囲に照射している。そのため、照射された赤外線レーザが複数の物体に同程度の反射をする場合をn番目とすると、その周囲の点は図3に示すようになる。

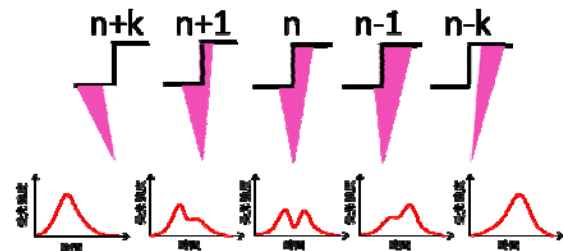


図3 複数の物体に反射する赤外線レーザ

図3から受光強度の低いゴーストは、反射光が合成されたゴーストの間に生じると仮定でき

† Kogakuin University

る。

4. ゴースト検出処理

上記の仮定を基にゴーストの検出処理を作成した。ゴースト検出処理のシステムの流れを図4に示す。

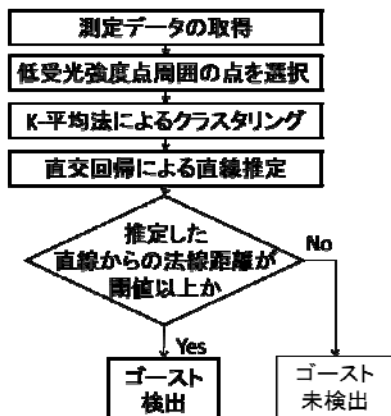


図4 ゴースト検出処理の流れ

5. 実験

本研究では二つの実験を行った。

まずは、上記の仮定を検証する実験である。実験方法は、まず測域センサにより実環境の環境形状とその受光強度の測定を行う。次にその測定データ中に実環境に沿わないゴーストが生じ、そのゴーストの内に受光強度が低下しているものがあることを確認するものである。測定は工学院大学新宿キャンパス16階貨物用エレベータホールにて行い、測域センサには北陽電機社製の測域センサ UTM-30LX-EW を用いた。測域センサの性能は測距距離 30m, 誤差 30mm, 範囲 270°, 分解能 0.25° である。測定を行った環境を図5に示す。

測定結果を図6に示す。図6から測定結果にゴーストが複数生じていること、そのゴーストの中に受光強度が低下しているものが存在していることが確認でき、仮定は正しいと考えられる。

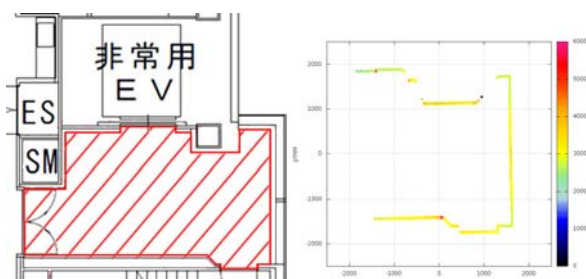


図5 測定環境

図6 測定結果

次に、ゴースト検出処理の実証実験を行った。実験方法としては、まず実環境にて測域センサ

を用いて二次元環境形状を測定し、取得した測定データに対して上記のアルゴリズムによりゴーストを検出を行うものである。実験環境と測定に使用した測域センサは、前述の仮定の検証実験と同様のものである。実験の結果を図7に示す。図7よりゴーストの検出をすることが出来た。

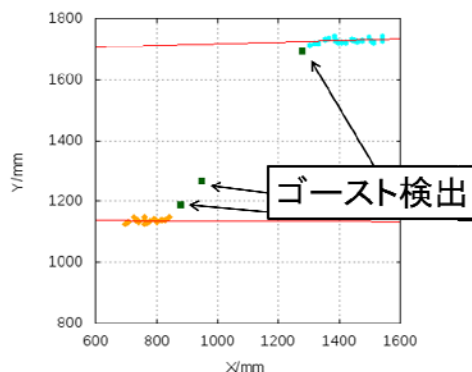


図7 ゴースト検出結果

6. まとめと今後の予定

本稿では 受光強度と直線推定からゴーストを検出する手法を述べた。実験より環境形状からゴーストを検出できることを示した。

今後は、様々な環境でゴーストの検出率を求め、評価を行う。また別環境での対処方法についても考案する。

参考文献

[1] C. Ye, "Mixed pixels removal of a Laser Rangefinder for mobile robot 3-D terrain mapping", Proc. IEEE Int'l Conf. on Information and Automation, pp.1153-1158, 2008.
 [2] 渡辺敦志, 山本明人, 大矢晃久: "非飽和なアナログ信号処理と受光信号の立ち上がり勾配検出による誤検出の少ない測域センサ信号処理系の検討", 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 3F2-1, pp.2197-2200 (2012.12)
 [3] 佐藤功太 大矢晃久, "マルチエコーを取得可能な測域センサの性質に関する研究", ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, "1A1-A07(1)"-"1A1-A07(4)", 2012.
 [4] W. Edwards Deming, "Statistical Adjustment of Data", Dover Publications, 1964"