

距離センサに走査機能を加えた測域センサの試作

森田正樹* 米沢裕司* 田村陽一*

1. 緒言

工場などの生産現場の見える化は、生産性向上に欠かせない手法のひとつである。見える化を行うためにはさまざまなセンサが使用されており、その中のひとつに測域センサがある。測域センサは、対象物までの距離だけでなく位置や大きさも検出可能である。そのため、AGV(無人搬送車)や工場のラインでの大小判別及び侵入者検知などの生産現場の広い範囲で使用される。

一方で、産業用の測域センサは、一般に距離センサなどと比べると高価であり、生産現場の見える化のために広く導入するにはコスト面での課題がある。これに対し、測域センサを自作すれば、コストを抑えながらも使い勝手のよいセンサを実現できる可能性がある。

そこで、広く普及している安価な距離センサに、走査する仕組みを組み合わせた測域センサを試作し、生産現場の見える化などに適用することを目指した。

2. 回転機構を搭載した測域センサの試作

2.1 測域センサの構成

測域センサの構成は、ToF(Time of Flight)センサ自体を回転させる構成とToFセンサを固定してミラーを回転させる構成が典型的である。前者は、ToFセンサの配線が回転時に絡まないようにするための対策が必要となり構成が複雑になる。そこで本試作では、後者の構成を採用した。

図1に試作した測域センサの外観を示す。ToFセンサ、ミラー、サーボモータ及びマイコンで構成し、それぞれを固定するための筐体は、3Dプリンターを用いて作製した。ToFセンサは、光源から放射された赤外光が対象物に反射して受光素子まで届く時間から対象物までの距離を検出するセンサである。本試作では、比較的安価で容易に入手でき、サンプリング速度が高速(100 Hz)で、かつ小型であることから、ToFセンサ(AFBR-S50MV85G・BROADCOM)を選定した。ミラーについては、ToFセンサに使用されている赤外線

*電子情報部

の波長が850 nmであるため、その波長の反射率が高い(約

95%)ミラー²⁾を選定した。
図2に周囲0°から360°までの測距方法を示す。ミラーを回転させることで、ToFセンサの光源から放射される赤外光を走査させ、周囲360°の物体までの距離、対象物の位置や大きさを把握することが可能となる。筐体の柱1ヶ所が死角となるが、測距できない角度は20°にとどまる。

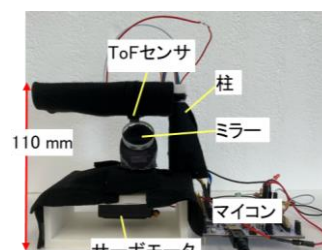


図1 試作した測域センサ

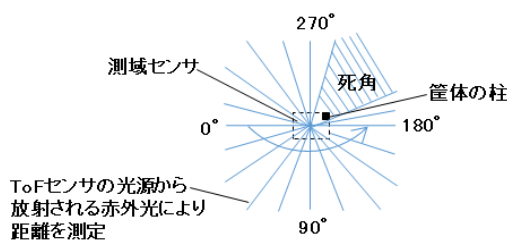


図2 周囲0°から360°まで測距するときの測域センサの赤外線走査

2.2 ミラー角度の算出方法

ミラー角度は、その回転周期 T を用いて算出した。 T を導出するための基準を筐体の柱とし、ToFセンサから照射された光が筐体の柱に反射して受光される毎に、マイコンに使用されているタイマーのカウント値を抽出した。カウント値を抽出するタイミングを、図3のようにToFセンサの測定距離値が大きく増加する瞬間とした。そして、周回毎のカウント値の差から T を算出した。 T が変化しても対応できるように、 T はミラーが1回転する毎に更新している。

次に、回転角度の算出は、ミラー角度5°毎に実施した。ミラーが筐体の柱を通過した時間から $T \times n / 72$ (ただし n は正の整数)経過した時間では、ミラーが筐体の柱に対して $5n^\circ$ の方向であるとして、回転角度を算出した。

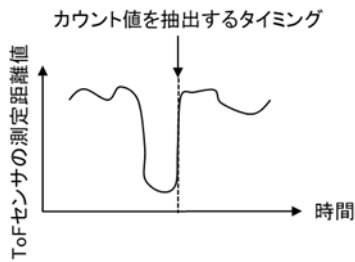


図3 カウント値を抽出するタイミング

2. 3 精度検証

試作した測域センサの繰り返し精度を検証するため、距離を3 mとし、ミラー角度を5°毎に測距した。

図4に精度検証の結果を示す。ミラーを10周回転させて、ミラー角度5°毎に10回測定したときの繰り返し精度(2σ)は、すべての角度において1%以内であり、高い精度で測距できることを確認した。

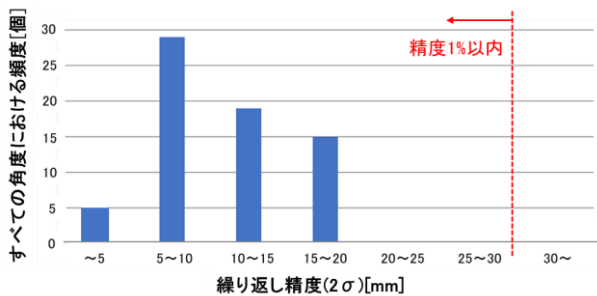


図4 精度検証の結果

3. 侵入者検知システムへの適用例

測域センサの見える化の適用例として、侵入者検知システムを試作した。本システムでは、半径3 mの範囲内に侵入者を検知したときに、警告としてマイコンに接続したLEDを点灯するようにした。

図5に侵入者検知システムのフローを示す。最初に、ミラーを複数回回転させ、それぞれのミラー角度における距離の最大値を参照データとしてマイコンに記憶させる。測域センサが正常に測距できた場合は、測定距離値を記憶し、周囲に壁などがなく測距できない場合または測定距離値が3 mより大きいときは、-1を記憶させるようにした。次に、ミラーを回転させ続け現在の測定距離値を取得する。そして、参照データが-1で現在の測定距離値が3 m以下のときは、侵入者を検知したと判断してLEDを点灯し、参照データが-1でない場合は、参照データと現在の測定距離値の差を比較して d_{th} (任意に設定可能なしきい値)より大きいときに

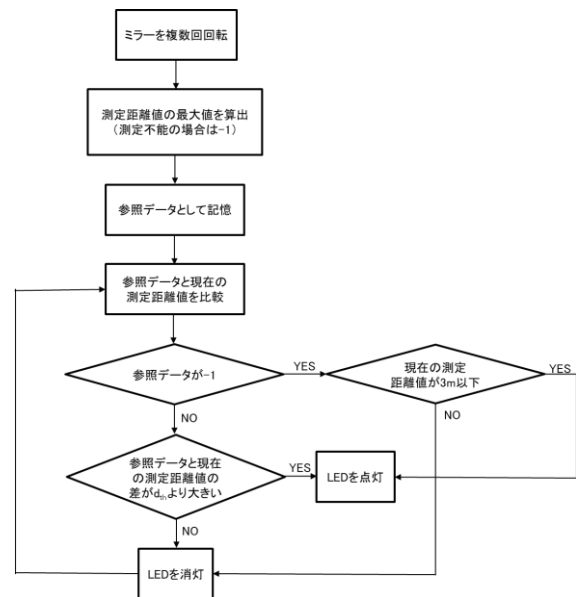


図5 侵入者検知システムのフロー

LEDを点灯した。それ以外はLEDを消灯させることで侵入者検知を行った。侵入者検知システムの設置場所においては、取得した参照データと現在のToFセンサの測定距離値の差にばらつきが生じることがあるため、 d_{th} を環境に応じて設定できるようにした。

本システムの性能を検証するため、半径3 mの範囲内に壁がある環境下と壁がない環境下で実験を行った。その結果、それぞれの環境下において、 d_{th} を調整することで精度良く侵入者の検知ができることを確認した。

4. 結 言

産業用の測域センサは、一般に距離センサなどと比べると高価であるため、安価な距離センサに走査する仕組みを組み合わせた測域センサを試作した。

また、測域センサを用いた見える化の一例として侵入者検知システムを構築した。その他の適用例として、AGVや工場のラインでの物品の大小判別などに使用する方法も考えられる。このように、本測域センサは、生産現場の見える化を行うためのさまざまな用途に適用できる可能性がある。

参考文献

- 1) 斎藤真衣. LiDARとカメラを用いたセンサフュージョンによる遠距離スペース点群の補間手法.自動車技術会論文集. 2022, vol.53, no.3, p.598-604.
- 2) “ローコストレーザミラー 850 nm 45° 25.4 mm”. <https://www.edmundoptics.jp/p/254mm-dia-850nm-45deg-low-cost-laser-line-mirror/39891/>,(参照2022-8-22) Edmund Optics.