

# 移動測域センサ - 走行中も正しい計測が可能な 移動ロボット用測域センサシステム -

上田 達朗 川田 浩彦 富沢 哲雄 大矢 晃久 油田 信一 (筑波大)

## Mobile SOKUIKI Sensor - SOKUIKI Sensor System Measuring Reliably While Moving -

Tatsuro UEDA, Hirohiko KAWATA, Tetsuo TOMIZAWA, Akihisa OHYA, Shin'ichi YUTA  
(University of Tsukuba)

**Abstract**— This paper describes a system which enables a laser range finder attached to a mobile robot to scan environment reliably while moving itself. The system composed of a position estimatin module which we develop and SOKUIKI sensor URG which send synchronous signal. The experiment prove its utility.

### 1. はじめに

移動ロボットにおいて地図生成や障害物検知を行う際には、光走査式レーザ距離計 (以下、LRF) が一般的に用いられている<sup>1)</sup>。移動ロボットが LRF を用いて環境認識を行う場合、スキャンを行った時のセンサの正確な位置と姿勢を知る必要があり、そのためにはスキャンを行った正確な時間を知らなければならない。しかし、

1. LRF の応答時間は不定であり、ロボットは LRF から受け取った距離データがスキャンされた正確な時間を知ることができない。
2. 1.を知ることができたとしても、1 スキャン中の各方向の距離データが計測された時のロボットの位置と姿勢を知ることができない。

という2つの理由から、スキャン中に移動してしまうと LRF のスキャンに要する時間とロボットが移動する速度に比例して、実環境とスキャン結果の誤差が大きくなる。従って、スキャンを行う前後はロボットが静止している必要があり、環境認識に多くの時間を費している。

本研究では、距離データがスキャンされた正確な時間および各方向の距離データが計測された位置と姿勢を求めることにより、移動しながらでも正しい環境認識ができるシステムを構築した。

### 2. 方針

前章の1.の問題への対処として、本研究では北陽電機社製の測域センサ URG-X003S(以下 URG)) を用いる。URG はスキャン終了後に同期信号を発信することができる<sup>2)</sup>。この同期信号を用いて、URG がスキャンを行った正確な時間を知ることができる。そして、2.に対してはスキャン中のロボットの移動軌跡に関するオドメトリ情報を記録する「自己位置推定モジュール」を開発した。そして、スキャンが行われた正確な時間と、その間のロボットのオドメトリ情報を計算機で統合する。この URG、自己位置推定モジュール、計算機をまとめて「移動測域センサシステム」と呼ぶこととする。具体的なシステム構成は次章以降で説明する。

### 3. 移動測域センサシステム

#### 3.1 システム構成

Fig.1 に本研究のシステム構成を示す。ロボットは NotePC によって制御される。Fig.1 において、URG と NotePC 間、および自己位置推定モジュールと NotePC 間は USB ケーブルで接続している。NotePC が URG に距離データを要求すると、URG はその時行っているスキャンの終了後、同期信号を自己位置推定モジュールに発信するとともに、NotePC に距離データを受け渡す。自己位置推定モジュールではロボットのオドメトリ情報を 5msec 毎に更新し、その履歴を蓄積している。NotePC から要求があると、モジュール内に蓄積してあった URG のスキャン中のオドメトリ情報のログを NotePC に送る。このアルゴリズムは次節で詳しく述べる。

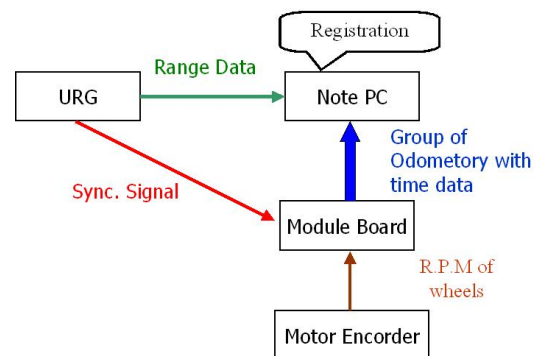


Fig.1 Structure of Mobile SOKUIKI Sensor System

#### 3.2 データ整合のアルゴリズム

Fig.2 にデータ整合のアルゴリズムを示す。URG は、スキャン 同期信号出力 データ処理を順番に行っており、この3つの処理に必要な時間は 100msec である。このステップは常に繰り返しており、距離データを要求されるとデータ処理を行い、その後それを送信する。Fig.2 中の番号は URG の距離データにロボットオドメトリ情報を対応させる手順を表している。

1. Registration が URG にデータを要求する。

- URG は要求があった時に行っているスキャン終了後、同期信号を送る。
- Registration は同期信号を受け取り、その瞬間から1回のスキャンにかかる時間分、過去に遡りスキャンしていた時間帯のオドメトリのログをバッファに格納する。
- URG から Registration にスキャンした距離データを送る。
3. と 4. のデータから計測された各距離データにオドメトリの値を対応づけていく。

以上の手順で、1スキャン中の全ての距離データが計測された正確な時間を求め、さらにその時のロボットのオドメトリ情報を各距離データに付加する。そうすることによって、移動しながらでも正確な計測を行うことができる。

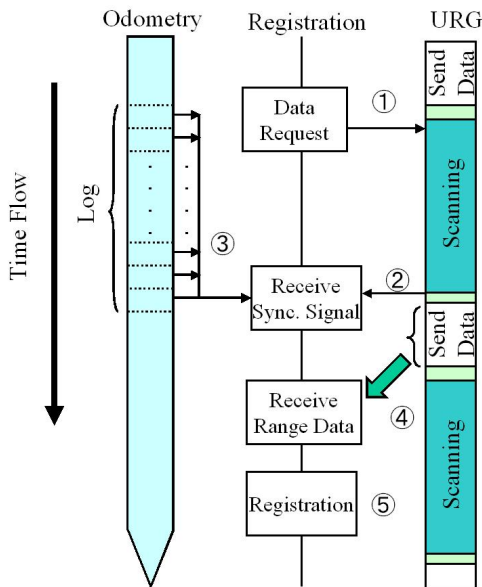


Fig.2 Algorithm of Registration

#### 4. 実験

Fig.3 に示す環境で、ロボットが手前から奥側へ蛇行して進みながら、スキャンを行う実験を行った。ロボットの速度は秒速 300mm である。Fig.4 は従来手法でスキャンを行った結果である。グラフより、実環境との誤差が非常に大きいことがわかる。Fig.5 は本研究で作成した移動測域センサシステムを用いて計測した結果である。Fig.4 と比べると、実環境との誤差がとても小さくなっているのが分かる。

#### 5. まとめ

本稿では同期信号とオドメトリの移動軌跡の記録を用いて、移動しながらでも正しいスキャンを行える移動測域センサシステムを提案し、その実装について述べた。また、従来手法と比べても、実環境とスキャン結果の誤差が大幅に減少していることを示し、有用性を確認した。今後はこの移動測域センサシステムを3次元に拡張していく予定である。



Fig.3 Environment of Experiment

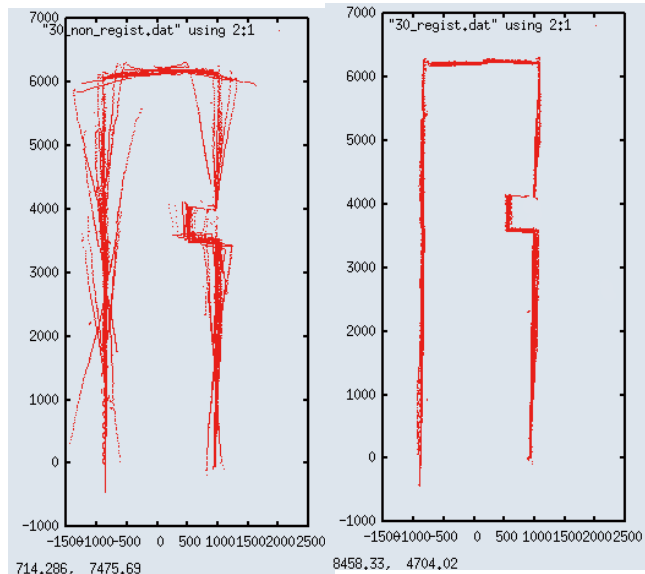


Fig.4 Scanning with Raw Odometry Data

Fig.5 Scanning with Registered Odometry Data

#### 謝辞

本研究開発の一部は、独立行政法人「中小企業基盤整備機構」(旧・中小企業総合事業団)の平成17年度戦略的基盤技術強化事業で「移動ロボットの環境認識用レンジセンサシステムの開発」をテーマとして委託を受け行われたものである。

#### 参考文献

- Majd Alwan, Matthew B Wagner, Glenn Wasson, and Pradip Sheth: "Characterization of Infrared Range-Finder PBS-03JN for 2-D Mapping", Proc. Of IEEE Int. Conf On Robotics and Automation, Barcelona, Spain, April 2005
- Hirohiko Kawata, Wagle Santosh, Toshihiro Mori, Akihisa Ohya and Shin'ichi Yuta: "Development of ultra-small lightweight optical range sensor system", Proceedings 2005 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.3277-3282 (Aug. 2005)