

# 移動ロボットの自己位置修正のための 天井設置測域センサシステム

櫻井 正樹 原 祥堯 大矢 晃久 油田 信一 (筑波大)

## SOKUIKI Sensor System Mounted on the Ceiling for Position Correction of Mobile Robots

\*Masaki SAKURAI , Yoshitaka HARA , Akihisa OHYA , Shin'ichi YUTA (Univ. of Tsukuba)

**Abstract**— The purpose of this research is to develop SOKUIKI sensor system mounted on the ceiling that measures positions of robots and gives the information to the robots. The robots can correct their position by using information from the sensor system. If some sensors are fixed in the environment, it is effective for operating many robots because external sensor for each robot becomes unnecessary. The experiment shows the usefulness of the system.

### 1. はじめに

ロボットが目的地まで移動するためには、自己位置を正しく認識することが不可欠である。車輪型のロボットであれば、オドメトリから自己位置を推定することが可能であるが、累積誤差が生じてしまうため、この誤差を修正する仕組みが必要となる。

本研究では、センサを環境に設置することでロボットの位置認識を行おうと考えた。従来、ロボットに外界センサを取り付け、そのセンサで環境中のランドマークを検出してロボットの位置を認識する手法がよく採用されている。しかし環境中に多数のロボットが存在する場合、環境側にセンサを設置してロボットの位置を計測すれば、各ロボットに外界センサを取り付ける必要がなくなるという利点がある。

そこで本研究では、北陽電機 [1] で開発された小型軽量の測域センサ URG-04LX[2] を環境に複数設置して、ロボットの位置計測を行う。ロボットはセンサから送られてくる情報を元に自己位置を修正する。類似のシステムとしては、天井に設置した測域センサにより通過する人数を計測するものが提案されているが [3]、本研究ではロボットの位置計測を目的としている。

### 2. 天井設置測域センサシステム

#### 2.1 ロボットの位置計測方法

本システムでは、図 1 に示すように測域センサをロボットの通路の天井に設置し、ロボットが通過した瞬間の位置  $d$  を計測する。実際にセンサを取り付けた環境は図 2 のようであるため、センサの距離データには床や周囲の壁、机など、ロボット以外の物体のデータが含まれている。そこで、ロボットが存在しない状況でのセンサデータを予め取得しておき、これと現在のデータとの差分をとることでロボットに関するデータを抽出する。

図 3 に、センサで計測された点を 2 次元平面状にプロットした例を示す。図 3 の横軸、縦軸がそれぞれ図 1 に示した  $d$  軸、 $z$  軸である。上図がロボットがないときのデータ、中図がロボットがセンサの下を通過している瞬間のデータ、下図が差分をとって変化のあった部分を抽出したものである。ロボットの高さや幅を計測可能なことがわかる。ロボッ

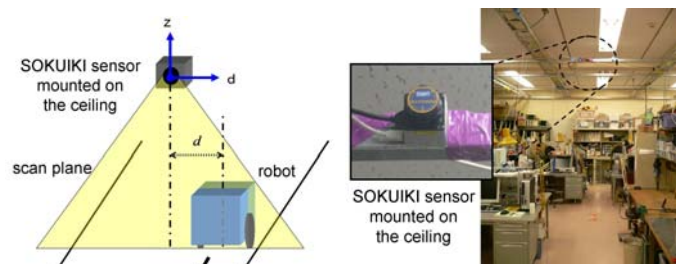


Fig.1 ロボットの位置計測方法

Fig.2 天井設置測域センサ

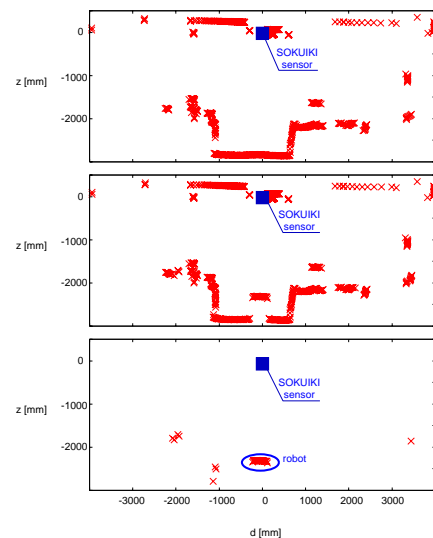


Fig.3 センサデータの例 上図:ロボットがないとき, 中図:ロボットが通過した瞬間, 下図:抽出したもの

ト以外にも何点か抽出されているデータ点があるが、連結していない孤立点を除去することでロボットの部分のみを抽出する。ロボットに関するデータ点について、横方向の中心を求め、これをロボットの通過位置とする。

#### 2.2 システム構成

システム構成の概略を図 4 に示す。ロボットの自己位置修正に必要な数のセンサを天井に設置する。各センサはそれぞれ PC に接続されており、その PC 上でセ

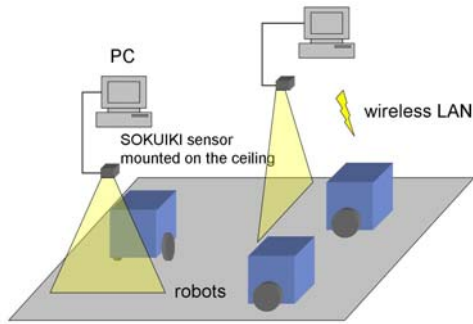


Fig.4 システム構成の概略図

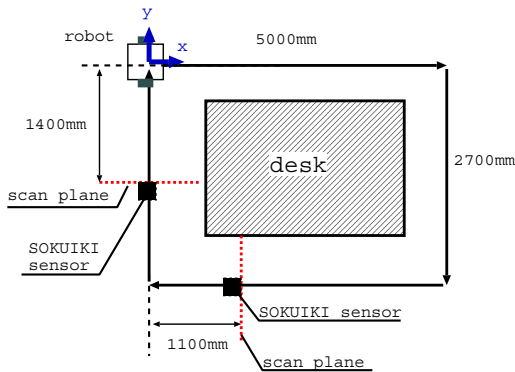


Fig.5 実験環境の平面図



Fig.6 実験に使用したロボット

ンサデータの処理が行われる。ロボットはそれらの PC と無線 LAN で接続する。

### 2.3 ロボットとの通信手順

ロボットは、センサの位置を事前にマップ情報として持っているものとする。ロボットはあるセンサの近くまで来たとき、そのセンサが接続されている PC と通信を開始する。このとき、ロボットはロボット自身の形状（高さ、幅）と、センサの光走査面上で通過する可能性がある範囲を送信する。センサシステムはその形状の情報をもとに、そのロボットが光走査面を通り抜けたかどうかを判別する。ロボットが光走査面を通過したとき、その位置を計算してロボットに送信する。ロボットは、位置を受信するか、またはセンサの近くを離れたとき、PC との通信を終了する。

## 3. 検証実験

移動ロボットを、図 5 に示す 5000 mm × 2700 mm の長方形の経路上を走行させた。実験に用いたロボットを図 6 に示す。図 5 に示す経路を走行させ、1 周毎に原点に戻ってきたところでロボットを停止させた。そのたびに実際にロボットがいた位置を人間がメジャーで測定することで記録した。

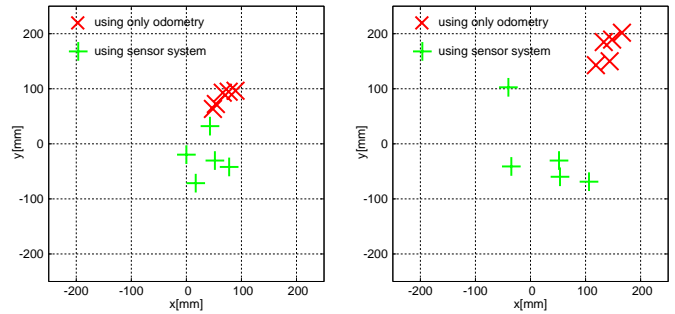


Fig.7 周回後の停止位置 左図:1 周後, 右図:2 周後

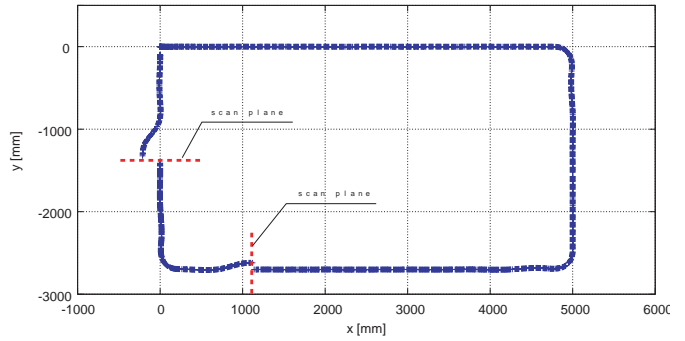


Fig.8 ロボットが認識していた自己位置

この実験では、オドメトリによる位置認識のみで走行した場合と、本システムにより自己位置を修正した場合の結果を比較した。それぞれ 2 周の走行実験を 5 回試行したときの実験結果を図 7 に示す。左図が 1 周後の停止位置、右図が 2 周後の停止位置であり、× がオドメトリのみの場合、+ が本システムを用いた場合である。1 周後、2 周後ともに、本システムを用いて位置を修正したほうが、実際にロボットがいた位置と原点との距離が小さくなっていることがわかる。

また、ロボットが 1 周走行する間に認識していた自己位置をプロットしたものを図 8 に示す。センサの光走査面を通過したあと、認識している位置が走行経路に対して横にずれている。これは、本システムからの位置情報によって、ロボットが認識していた自己位置が実際にロボットがいた位置に修正されたことを示している。

## 4. まとめと今後の展望

本稿では、複数の測域センサを天井に設置することで、ロボットが認識している自己位置を修正するための情報を提供するシステムを開発し、実験によってその有用性を示した。

今後は、複数台のロボットが存在する環境でシステムを運用し、センサの台数や適切な設置位置などについて検討していく予定である。

### 参考文献

- [1] 北陽電機 : <http://www.hokuyo-aut.co.jp/>
- [2] Hirohiko Kawata, Akihisa Ohya, Shin'ichi Yuta, Wagle Santosh, and Toshihiro Mori : "Development of ultra-small light-weight optical range sensor system", *Proc. of IROS'05*, pp.3277-3282, 2005
- [3] 帷子 京市郎, 中村 克之, 趙 卉菁, 柴崎 亮介 : "レーザーセンサを用いた歩行者通過人数の自動計測手法", 日本写真測量学会平成 17 年度年次講演会発表論文集, pp.87-90, 2005