

## 移動ロボットのためのナビゲーションシステム

6J-2

## ～その2：センサー情報の統合による場所の認識～\*

溝口文雄<sup>†</sup> 平石広典<sup>†</sup> 佐藤淳一<sup>†</sup> 長谷部正信<sup>†</sup>東京理科大学 理工学部<sup>†</sup>

## 1 はじめに

移動ロボットにおいて広くソナーセンサーが用いられている [1]。しかし、かなりの誤差を含むために、比較的正確なレーザーセンサーが用いられている。これら二種類のセンサーは二次元であり、高さを把握することができないといった欠点が存在する。そこで、最近ではビデオ画像が使用されている [2] が、複雑すぎる処理にはかなりのコストを有する。

本稿では、ナビゲーションの際の特殊な場所の認識を行なう。移動ロボット“Nomad200”を対象とし、ソナー、レーザー、視覚情報を統合することによって、正確で速い環境認識方法について述べる。

## 2 センサーによる特殊な場所の認識

ナビゲーションにおける特殊な場所を、「空間と空間とを分ける場所でありロボットが通過できる幅を持つ。」と定義する。

まず、各々のセンサーの特性を知るために、図1の実験環境図1で、各々のセンサーのみの実験を行なう。2つの特殊な場所と1つの通過不可能な特殊でない場所を含む。各々の実験においてロボットは境の中央部分を壁の方向を見ながら反時計方向に回る。そして、10回の試行における結果を示す。

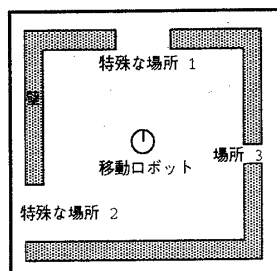


図1: 実験環境

## 2.1 ソナーセンサー

放射状に16個備えられている。識別範囲は、17インチから255インチである。各々25度のビーム幅を持っている。周波数は49.4 KHZである。

\*Navigation system for mobile robot. -Recognizing location by integrating sensors-

<sup>†</sup>Fumio MIZOGUCHI, Hironori HIRAISHI, Junichi SATOH, Masanobu HASEBE

<sup>†</sup>Faculty of Sci. and Tech. Science University of Tokyo

## 2.1.1 認識方法

場所1と3においては、前方7つのソナーセンサーを用いて各々のソナー情報において値の急激に変化するソナーセンサに注目する。そのソナー番号とソナーの値から幅を測定することができる。また、場所1と2の識別については特殊な場所の左側の壁の向きで識別する。また、

## 2.2 レーザーセンサー

前方に1つ装備されている。識別範囲は、18インチから120インチである。三角測量の原理を用いており、レーザーラインをCCDカメラで認識し物体との距離を求める。レーザーラインの幅は15度である。

## 2.2.1 認識方法

Nomad200はエンコーダが備えられており、レーザーの相対的な値を絶対的な座標として表現することができる。移動中にソナーと同様に極端に値の変化するポイントの座標を確保し、次に値の変化するポイントの座標から幅 $w$ を測定することができる。また、場所1と2の識別についてはやはり、ソナーと同様である。

## 2.3 視覚センサー

ビデオカメラを用いており、ビデオ画像がトランスミッターによって、ワークステーションに送信される。ワークステーション側ではビデオボードを用いてビデオ画像を取り込み、ワークステーション上での視覚処理が可能である。

## 2.3.1 認識方法

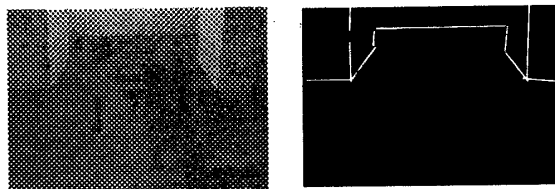


図2: 左: 処理前, 右: 処理後

カラー画像を処理する。ピクセルを一定のブロックに分割し、隣接するブロックの色の違いを検出する。そうすることで図2右のようなラインが検出でき、このラインをもとに特殊な場所を認識する。また縦のラインの幅

で実際の幅  $w$  を測定する。1 画面を処理するのに約 0.5 秒程かかる

## 2.4 結果

結果を表 1-3 に示す。横軸はロボットの向いている場所を示し、縦軸にロボットが感知した場所を示している。各々の数字は場所における感知した回数を示している。

ソナーセンサーは全体としての認識は認識率はかなり低い、ビームの当たる各度によってかなりの誤差を含めたと考えられる。感知率は他と比べて高い。

レーザーセンサーはソナーに比べてかなり高い認識率を示している。しかし、無感知な場合がかなり多くなっておりレーザー光の強さに左右していると考えられる。また場所 1 と場所 2 の区別があまりついていない。

視覚センサーではかなり良い結果が得られている。各々の場所を完全に認識しているが、感知率があまり高くない。処理速度に関係していると考えられる。

表 1: ソナーセンサーの結果

	場所 1	場所 2	場所 3
場所 1	4	3	2
場所 2	3	2	2
場所 3	3	3	4
無感知	0	1	2

表 2: レーザーセンサーの結果

	場所 1	場所 2	場所 3
場所 1	6	3	0
場所 2	1	5	0
場所 3	0	0	6
無感知	2	2	3

表 3: 視覚センサーの結果

	場所 1	場所 2	場所 3
場所 1	7	0	0
場所 2	0	7	0
場所 3	0	0	9
無感知	3	3	1

## 2.5 センサー統合による場所の認識

各々の結果から、次のような特性が導き出される。ソナーセンサーは特殊な場所の感知率が高い。特に、16 個装備されているので速い感知が可能である。レーザーセンサーは距離情報を正確に認識する。また、視覚センサーは形状の認識率はかなり高い。したがって、次のようなセンサーの統合を行なう。

1. ソナーセンサによって特殊な場所らしき場所を感知する。
2. レーザーセンサによってその幅を測定する。
3. 視覚センサによって形状を認識する。

表 4: センサー統合の結果

	場所 1	場所 2	場所 3
場所 1	10	0	0
場所 2	0	10	0
場所 3	0	0	10
無感知	0	0	0

表 4 の結果からこれらの統合を行なうことによって完全に各々の場所を認識していることがわかる。

実際にナビゲーションの際には、次のような流れで特殊な場所の認識の認識が可能である。

```

=====
Step1 if ソナーセンサーが空間の opening を発見
      then 動作をストップ GOTO Step2
      else 動作を続行

Step 2 opening を発見した方向を向き、レーザーセン
      サによりその幅を取り込む
      if 通過可能な隙間である
      then GOTO Step3
      else 今までの動作を続行

Step3 視覚センサーで処理する
      if 知識にある形状である
      then そこを特殊な場所と認識 else 今までの動作を
      続行
=====

```

また、今回の完全に場所の特性を変えて実験を行ない、完全に認識を行なうことができたが、同じ幅、同じ形状の場所を区別することはできない。それらを区別するための何らかのランドマークを用い、視覚センサでそれを認識することによって、簡単にそれらを区別することは可能である。

## 3 おわりに

本稿では、各々のセンサーで実験を行なうことで、各々の特性を導き出した、それらの統合方法について述べた。

また、各々のセンサーのみでもある程度特殊な場所の認識は可能である。しかし、より正確でより速い認識のためには、本稿で述べたようなセンサーの統合が必要である。

## 参考文献

- [1] D. Kortenkamp and T. Weymouth, "Topological mapping for mobile robots using a combination of sonar and vision sensing", *Proceedings of the Twelfth National Conference on Artificial Intelligence*, 1994.
- [2] Joachim Buhmann, Wolfram Burgard, "The Mobil Robot RHINO", *AI magazine VOLUME 16*, 1995, PP.31-PP.37