

車輪型自律移動ロボットのナビゲーション

Navigation for a Wheel Type Autonomous Mobile Robot

遠藤泰弘*, 大久保重範*, 及川一美*, 高橋達也*

Yasuhiro Endo*, Sigenori Okubo*, Kazumi Oikawa*, Tatuya Takahashi*

*山形大学工学部

*Faculty of Engineering Yamagata University,

キーワード： 自律移動ロボット (Autonomous Mobile Robot), ポテンシャル関数法 (Potential Function), ナビゲーション (Navigation), ジャイロセンサー (Gyro Sensor), 固定小数点 (Fixed Point Number)

連絡先： 〒992-8519 山形県米沢市城南 4-3-16 山形大学工学部 機械システム工学専攻 大久保研究室
遠藤泰弘, Tel.: (0238)26-3245, Fax.: (0238)26-3245, E-mail: brightwedge@gmail.com

1. はじめに

我々はポテンシャル関数 (以下, PF)¹⁾ を用いて重ね合わせる手法を取り入れ, ロボットの自律化を行ってきた.

PF 法とは全てのモジュールに状況に応じて 8 方向に対して優先度を設定する. そしてセンサの情報から優先度を重ね合わせることにより, 優先度の高い方向へとロボットを進ませる行動決定法である.

この行動決定法や実際に使用するセンサの情報やマップ情報を設定したシミュレーション上でナビゲーションを行った結果現在のプログラムでも問題なくナビゲーションを行えることが確認できた. しかしながら, 実機でこの環境を用いようとするとランドマークの方角を調べるために電子コンパスを用いているため, 磁場が狂っている場所では正確な方角が返ってこない場合がある. そこで, ジャイロセンサを新しく搭載することで目的の方角からのズレを調べることにより, この問題の解決を図る. 本稿ではジャ

イロセンサを実機に搭載することで, 電子コンパスの磁場による方角の誤認の問題の解決を図るためにジャイロセンサから値を取得をする手法について述べる.

2. 設定

本研究では, 移動ロボットの目的地までのナビゲーション問題を扱う. 現在までの実験でこの問題を解決するために, 出発地点からランドマークまでの区間に障害物を配置したマップのシミュレーション上で実機に搭載するものと同程度のセンサを設定したロボットにナビゲーションを行わせた. また, ここで使用したランドマークはランドマークの近傍でのみ観測可能とする.

2.1 移動ロボットの概要

シミュレーションで使用したロボットは本研究で開発しているロボットを模したものである. ロボッ

トの概観を Fig.1 に示す．このロボットは独立駆動車

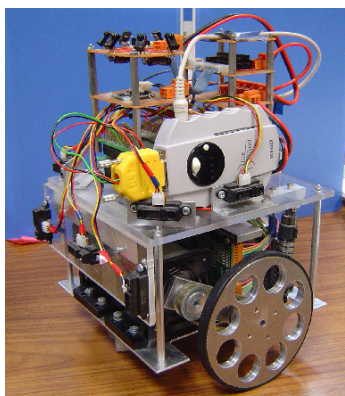


Fig. 1 Mobile robot

輪型移動ロボットで現在，距離を測る PSD センサを 8 個，電子コンパスを 1 個，ランドマーク検出するための赤外線センサを 7 個搭載している．

2.2 作業環境

作業環境は移動場所を通路状環境とし，Fig.2 のようなマップである．また，T 字路や交差点の端点にランドマークを配置している．ロボットはこのランドマークを搭載している赤外線センサで検知，識別することで順に追い目的地までのナビゲーションを行った．

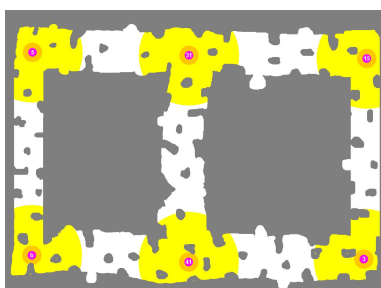


Fig. 2 Simulation Map

2.3 電子コンパスの問題点

上記のシミュレーション環境で実験を行った結果障害物を回避して正確に目的地までのナビゲーションを行うことに成功した．そのため実機にプログラ

ムを載せ，実機でナビゲーションをしたいが，実機で実験を行う際搭載している電子コンパスが問題となってくる．

現在のセンサの精度や個数では障害物を回避するためのプログラムを改良しても通路沿い走行を行うことが難しい．そのため目的地の方位に誘導するためのプログラムには電子コンパスから出力される値を使用しており，PF 法における優先度を目的値の方位が最大になるように設定している．

しかしながら，電子コンパスでは磁場の影響により使用環境によって正しい値が返ってこない場合がある．そのため角速度センサであるジャイロセンサを用いることで場所に左右されることなく正確にロボットをナビゲートできる．

3. ジャイロセンサ

3.1 ジャイロの仕様・原理

本稿に使用するジャイロは MEMS シリコンリングジャイロ CRS03-04S である．このジャイロはアナログ 5V 出力であり，簡単に出力結果を取り込むことが出来る．使用するジャイロの外形を Fig.3 に，性能を Table 1 に示す．



Fig. 3 CRS03-04S

Table 1 ジャイロセンサの性能

	項目	Min	Typ	Max	単位
絶対最大定格	電源	0	5	6	V
	保存温度			85	
	使用限界速度			931	m/sec^2
動作環境	電源電圧	4.75	5	5.25	V
	温度	-40	23	85	
	湿度	5		95	%RH

項目	限度	単位
測定範囲	+/- 200	deg/sec
感度	+/- 10	mV/(deg/sec)

3.2 角度の算出

ジャイロから出力される電圧は角速度と供給電圧に比例しているため、式 (1) により角速度を定義する。

$$Ra = \left(V_0 - \frac{1}{2} Vdd \right) / SF \times 5 / Vdd \quad (1)$$

V_0 : ジャイロ出力 [V], Vdd : 電源電圧 [V]

Ra : 角速度 [deg/s], SF : 感度 [V/(deg/s)]

定義された角速度を用いて積分することにより角度 $\theta(i)$ を求める。角度を求める式を式 (2) に示す。また、ここでは台形則による積分を行う。

$$\theta(i) = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^i \{ Ra[t-1] + Ra[t] \} \times \Delta t \times k \quad (2)$$

$\theta(i)$: 角度 [deg], Δt : sampling time [s], k : 任意の定数

単純に積分を行うと値がずれてしまいますため式 (2) では k をかけ調度良い値になるように調整を行っている。

3.3 固定小数点

除法や積分の計算には常に小数の値が出てくる。本稿でも角速度から角度を算出するために積分を使用している。しかしながら、これを普通に使用できれば問題ないが、H8 マイコンで小数の計算を行わせると時間がかかるため動作が遅くなってしまふ。そこで固定小数点を用いた計算を行うことにより浮動小数点を用いず計算をさせることにした。

固定小数点とは、コンピュータにおける実数の近似値の表現方法である。固定小数点では整数部分に用いるビット数と小数部分に用いるビット数をあらかじめ固定して表現する。この演算法は浮動小数点に比べて表現できる値の範囲は狭いが、情報落ちが起こらないことや高速に演算できることが利点である。

これを用いることにより演算速度を上げる。

4. 実験

4.1 実験 1

これはジャイロセンサの初期実験とし、このジャイロセンサを用いて正確に角度を測定することが可能であるかを確認する目的で行う。

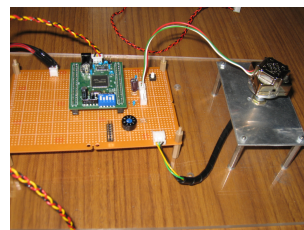


Fig. 4 Experimental Apparatus

実験方法はロータリーエンコーダにジャイロセンサを載せ回転させ、ロータリーエンコーダから出力される値を元にジャイロセンサから出力される値を測定し、その誤差を比較する。実験装置は Fig.4 に示す。

ただし、ロータリーエンコーダは 360 度を 120 等分した値で表しているため角度の最低値は 3 度である。実験を行う時間は 1650STEP である。STEP とはサンプリング周期のことを意味し、今回は 10msec としている。この実験で得られた値は Fig.5, Fig.6 に示す。Fig.5 はジャイロを速く動かした時の結果であり、Fig.6 はジャイロをゆっくり動かした時の結果である。

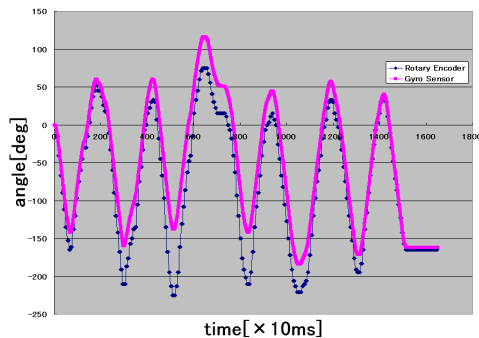


Fig. 5 Fast Movement

実験 1 において、ジャイロセンサを速く動かした時

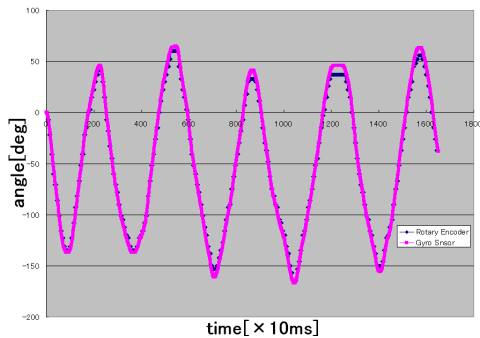


Fig. 6 Late Movement

の結果はロータリーエンコーダの値に比べて大幅の誤差が見られる。また、ゆっくり動かした結果は多少の誤差はあるがほぼロータリーエンコーダと同じ値が出力された。

これは速く動かすと角速度がジャイロセンサの測定範囲外に達してしまうので、測定範囲限界の値が出力され続けているためである。この問題はセンサの精度を上げることで改善可能であるが、実機で実験した後に実機に及ぼす影響を調べてから検討することにする。また、ゆっくり動かした結果でも時間がたつにつれて徐々に誤差が増大している。これは、一箇所の誤差は少ないが積み重なるうちに増大していくので、実際に使用する時はランドマークなどの目標地点に着くたびに次の目的地の方角を0度にする必要がある。

4.2 実験 2

実験 1 によりジャイロセンサの測定範囲内の回転速度ならば誤差はあまり出ないという結論に達した。よって実験 2 では実機に搭載し、その時のジャイロセンサの値を測定する。ただし、実機は車輪型移動ロボットが改良中であるため同研究室で研究中である四足歩行ロボットの機体とプログラム²⁾を一時的に借り、ジャイロセンサを載せ障害物を回避させる。また、出発地点で向いていた方角を0度とする。

実験 2 において、障害物を数度回避した後にロボットが90度を向いた時でもジャイロセンサはロボット

が向いている角度をだいたい示していた。

これは実機で試してみると障害物を回避するために最大で ± 90 度前後しか回転せず、また回転速度が大きくなってもスムーズに回転することができているためである。また、実験 1 のように回転を連続して行うような状況に陥ることもほとんどないため、障害物を数個回避する程度では大きな誤差が出ないためである。

しかしながら、この結果はあくまでも四足歩行ロボットを用いて実験した結果である。そのため、車輪型自律移動ロボットの実機の改良が終わり次第再度実験を行っていく予定である。

5. おわりに

今回は電子コンパスの磁場による問題に対して解決案として用いるジャイロセンサの動作実験を行った。今後はロボット用のプログラムを新しく作成し、現在改良中の実機に搭載して実際に有用であるか確かめたい。また、ジャイロの許容できる誤差がどのくらいか確かめ、プログラムの調整を行って行きたい。

参考文献

- 1) 及川一美: Decision Making for a Mobile Robot Using Potential Function Method, Journal of Robotics and Mechatronics Vol.19 No.3,2007,298-307
- 2) 鈴木貴志 他: "Decision Making for an Autonomous Quadruped Robot Using Potential Function Method", ロボティクス・メカトロニクス講演会'07 講演論文集 NO.07-2,1A1-E09(DVD-ROM)(2007)