

# 屋外移動ロボットのナビゲーションシステムの開発

九州工業大学 ○吉永翔一 黒木秀一

## Development of navigation system of outdoor mobile robot

Shoichi Yoshinaga and Shuichi Kurogi, Kyushu Institute of Technology

**Abstract:** This paper describes the development of navigation system of the outdoor mobile robot. The method is to estimate robot's position using GPS. The main feature of GPS is to cancel the cumulative error of the robot position caused by odometry method. The characteristic of the GPS sensor and odometry information on the mobile robot are examined whether the robot can move to get to the destination autonomously. Finally, we propose a plan for the future research.

まえがき

近年、ロボットはあらゆる分野の省力化、効率化に大きく寄与しており、その中でもロボットの自律移動は、ロボットのパフォーマンス向上において必須である。[1] ロボットの自律移動を達成するためには、ロボット自身が情報収集をし、処理、行動と移っていく必要がある。本研究ではロボットの姿勢情報を、取得した環境情報にあわせて制御することでこの目的を達成する。また、ノイズや不規則な障害物のある屋外移動を前提としていることから、幅広い分野での活躍が期待される。

## 2. 装置および原理

### 2.1 移動ロボット

本研究にはMobileRobots社のP3-ATを用いた。このロボットは入力に速度  $v$  (m/s) と角速度  $\omega$  (rad/s) を与えると、各時刻の位置  $(x, y)$  と向き  $\theta$  (rad) を含めた位置・姿勢  $X(x, y, \theta)$  を計算するので、これを制御する。

### 2.2 使用センサ

2.1 章の車両のオドメトリ情報のみで自律走行するには、誤差が蓄積するという問題がある。そ

こで蓄積誤差解消のためGPS(Global Positioning System)を採用した。これを補助的に使用することで誤差の拡大を防ぐ。また加えて、屋外では想定しない障害物が現れる可能性があるため、障害物への衝突回避能力が必要である。そこで障害物検出にkinectの赤外線深度センサを採用した。これら二つのセンサが実際の走行において、目的の性能を達成できるかを検証するため、それぞれのセンサの性能を実験によりまとめた。

### 2.3 GPS 性能

GPSは主に位置座標  $(x, y)$  とGPSの受信状態(衛星数)を得ることができる。よって、GPS衛星の受信衛星数とその時の誤差の最大値をまとめ、走行時に参照すべき状態かどうかを判断できるようにした。受信衛星数と誤差の関係をtable.1に記す。

Table.1.Relation between reception status and error margin of GPS

[衛星数]	[最大誤差]
0~2	測定不可
3~6	16.0[m]
7~8	3.5[m]
9~10	2.0[m]

## 2.4 屋外での kinect 使用

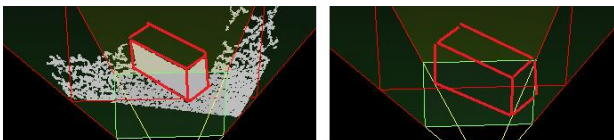
本来, kinect センサは屋内用として開発されていたが, 屋外での使用を検討した. 結果 kinect の赤外線深度センサは, 太陽光が対象物体に当たらなければ, ノイズはあるがデータ取得できている. しかし, 太陽光が対象物体に照射されると, fig.2 にあるようにデータ取得が不可能になることが分かった. これより, 障害物検出が天候に影響されることが危惧されるため, ロボット前方の障害物を認識するセンサは kinect のカメラや環境光の影響を受けにくいレーザーレンジファインダ等を検討していく.

## 3. 実験

障害物が全くない状態で学内を走行し, 実際の GPS とオドメトリがどのように使用することができるかを検証した. 走行経路は本学敷地内を利用した. 実際の環境と同様, 上空に障害物, 側面に建物があり GPS データ取得にノイズを含むよう考慮した. 走行は 78.5[m]の直線を走行し, 途中クランクを設けた. ロボットの操作はジョイスティックを用い, fig.3 の赤の走行経路をたどった. またその際, オドメトリ情報と GPS データを取得した. また, この時の GPS 衛星の捕捉数は 10 個である.



(a) Object body



(b) shaded sunlight

(c) irradiated sunlight

Fig.2. Measurement data of kinect obtained in outdoor environment



Fig.3. Trajectories of the robot obtained by the GPS and the odometry

## 4. 結論, 展望

### 4.1 結論

走行における GPS の有用性を確認できた. しかし, GPS は最少でも 2[m]誤差が存在することや, GPS 衛星の捕捉数の不安定等の課題がまだ存在し, 自律走行を達成するには, 得られるデータを処理していく必要がある.

### 4.2 今後の展望

GPS は取得する際に精度がばらつき, 真値から半径 2.0[m]の円の中で取得される. そこで精度向上の手法として, パーティクルフィルタの導入を検討している. パーティクルフィルタとは, 状態空間モデルにおける状態推定を多数のランダム標本(パーティクル)を用いて近似的に行う手法で, 現在の時刻  $t$  の位置情報  $X_t(x_t, y_t, \theta_t)$  から,  $t+1$  時刻の位置情報  $X_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}, \theta_{t+1})$  を得ることを考える. この時, 車両のモデルを用いて速度  $v$  (m/s) と角速度  $\omega$  (rad/s) に誤差を考慮したランダム標本を複数作成し, その中で最も確からしいものをオドメトリ, GPS データを参照して数個抽出する. これより, 確率的にロボットの自己位置を求めることで, GPS による自己位置推定のばらつきが減少され, 安定した自己位置推定が行えると考えている.

## 参考文献

- [1] S.Thrun 他, "確率ロボティクス", 毎日コミュニケーションズ, 2004