移動ロボットのためのローカライゼーションシステムの開発

Development of Localization System for Mobile Robots

○学 恵土 巧司 (近畿大学) 正 大坪 義一 (近畿大学) 正 宇田 宏 (近畿大学)
 正 山本 昌彦 (近畿大学) 正 小林 滋 (神戸高専) 正 武村 史朗 (IRS)
 正 高森 年 (IRS)

Koji EDO Dept.of Mechanical Eng.,Kinki University,Kowakae 3-4-1,Higashi-Osaka,Osaka

Yoshikazu OHTSUBO ,Hiroshi UDA and Masahiko YAMAMOTO :Kinki University

Shigeru KOBAYASHI :Kobe City College of Technology

Fumiaki TAKEMURA and Toshi TAKAMORI :IRS

Abstract: The rescue sight is unknown place and irregular ground. Therefore it is difficult to estimate the position of mobile robot on the sight. In this paper, a localization method with a laser ranger and image processing is described. Proposed system is consisted of a laser ranger, a camera platform, infrared LEDs for landmark and a USB camera. The effect of the proposed system is confirmed by tracking experiment of the landmark.

Key Word: localization, laser ranger, image processing

1 緒論

1995年の阪神大震災, 2001年の米国同時多発テロをきっかけに, 世界中で防災・レスキューに関する研究が盛んになってきている。そして, 様々なレスキュー機器やロボットが開発されている。

一般に移動ロボットのローカライゼーションは, 車輪の回転角をエンコーダで測定し自己位置を推測するオドメトリを用いるのが主流であるが, 車輪の滑りなどが起こる場合に, 実際に走行した距離と車輪の回転角にずれが生じ誤差が蓄積してしまう。そこで, オドメトリを用いないで自己位置同定を行う方法が提案されている¹⁾。また, 位置を測定するものに人工衛星を利用するGPSがある。屋外においてGPSは有効であるが, 地下街やビルのオフィス等GPS衛星からの電波が微弱な場所では正確な測位が困難である。そのため, 電波が微弱な場所では移動先となる目的地に電波発信器を設置し, その方向を探知することで目的地までの道のりを把握する方法も行われている²⁾。

本研究では自己位置推定を行う環境はレスキュー現場を想定しており, その環境下は未知環境であり不整地であると予測される。そのため従来のオドメトリを利用する方法やGPSを利用する方法は適用できないことがある。そこで, 今回提案を行うシステムでは視認性の良い時は光を用い, 視認性の悪い時は音・電波等を用いるといった, 複数の方法を用いる自己位置同定法を検討している。本論文では, 光(レーザー距離センサと画像処理)を用いたローカライゼーションシステムの開発を行う。

2 ローカライゼーションシステムの構成

提案するローカライゼーションシステムを図1に示す。基点にUSBカメラとレーザー距離センサを搭載した雲台(図1(a))を設置し, ロボットにランドマークを搭載する。図1(b)は一对一でのローカライゼーションを行っており, 図1(c)は複数のロボットを用いた場合である。図1(c)では, 基点に設置するUSBカメラとレーザー距離センサを搭載した雲台をロボット自身にも搭載

障害物等によって直視できない状況であってもローカライゼーションを行うことができる。このように複数のロボットを用いることで, 未知環境であるガレキ内や電波が届かない場所でもローカライゼーションができると考えている。

Fig. 1: Proposed a localization system

ローカライゼーションシステムの構成を図2に示す。PC, USBカメラ(QV-40:Logicool), レーザー距離センサ(LDS-5:(株)村上技研), 雲台(APT-3DCPH160T15:甲南エレクトロニクス(株)), モータコントローラ・ドライバ((株)イクシスリサーチ)で構成されている。PCのOSはLinuxを使用し, 画像処理ライブラリのOpenCVで画像処理を行う。

Fig. 2: Configuration of a localization system

3 ローカライゼーションの方法

3.1 測位データの取得

ローカライゼーションシステムのモデル図を図3に, ランドマークの座標を求める式を(1)式に示す。レーザー距離センサで取得する距離を D , PAN角を θ_p , TILT角を θ_t とする。基点からの距離方位を測位することで ロボットの位置 (X, Y, Z) を簡単に求めるこ

[No. 06-4] Proceedings of the 2006 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Waseda, Japan, May 26-28, 2006

Fig. 3: Model of a localization system

3.2 ランドマーク

USB カメラには可視光遮断・赤外線透過 (IR) フィルタを装着し、ランドマークには赤外線 LED を用いた。図 4(a) が IR フィルタを装着していないカラー画像、図 4(b) が IR フィルタを装着し 2 値化した画像である。USB カメラには可視光が入射せずランドマークの赤外線 LED のみが映っているのがわかる。これによって、周囲の明るさ等に影響されずランドマークが抽出できたとと言える。

Fig. 4: Effect of a IR-filter

3.3 追尾方法

USB カメラの画像を PC で画像処理を行いランドマークを追尾し、雲台の角度 (PAN/TILT) を取得する。図 5 にランドマークを追尾する際のフローチャートを示す。2 値化を行った後、ランドマークの重心位置を求め画面中心位置との差分を求める (図 6)。そして、その差分が 0 になるように雲台を制御することでランドマークを追尾する。

Fig. 5: Flow chart for tracking the landmark

Fig. 6: Tracking method

雲台はポテンショメータを用いた位置フィードバック制御をしている。しかし、雲台の伝達関数が分からないため、距離 1m でカメラ視野限界位置にランドマークを設置し図 6 の差分を求め、その位置から差分が 0 になる PAN/TILT の角度を調べた。差分の値としては PAN : 145, TILT : 108 で、差分が 0 になる PAN/TILT の角度は PAN : 16deg, TILT : 13deg であった。関係式を以下に示す。X_d を PAN, Y_d を TILT の目標角度とする。

$$X_d = \frac{16}{145} X_p \quad (2)$$

$$Y_d = \frac{13}{108} Y_p \quad (3)$$

3.4 追尾実験

カメラとランドマークの距離 2m, ランドマークの速度は 1m/s で追尾実験を行った。その結果を図 7 に示す。

Fig. 7: Tracking experiment

図 7 より、カメラがランドマークを追尾しているのがわかる。実験的には 10m の距離においても追尾することを確認した。

4 結論

本稿では、光 (レーザー距離センサと画像処理) を用いたローカライゼーションシステムを提案した。そして、USB カメラに IR フィルタを用いることでランドマークを抽出し、距離 2m において 1m/s で移動するランドマークを追尾することができた。

今後の課題としては、実際にランドマークをロボットに搭載させローカライゼーションを行う。また、複数のロボットを用いてローカライゼーションを行う際に、各々のロボットを識別する必要がある。それには赤外線通信を用いる予定である。これらを組み合わせることで複数のロボットでローカライゼーションをすることができると考えている。

謝辞

本研究は文部科学省大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環としてなされたものである。

参考文献

- [1] 脇田淳一, 近藤敏之, 伊藤宏司: 全方位視覚を用いた移動ロボットの自己位置同定法, 日本ロボット学界学術講演会 (1B14 CD-ROM)(2004)
- [2] 池谷昌浩, 安藤吉伸, 水川真: 電波の指標を用いた自律移動ロボットのナビゲーション, 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会 (1A1-N-047 CD-ROM)(2005)