

# 環境地図生成のためのロボット制御手法

古屋 勇太<sup>†</sup> 矢吹 太朗 佐久田 博司

青山学院大学 理工学部 情報テクノロジー学科<sup>‡</sup>

## 1 序論

### 1.1 研究背景

実環境で自律的に働くロボット開発を目指し、指定したコースを自律的に走行するロボットシステムを構築する研究が行われている [1]。ロボットに長距離を自律走行をさせる際には、周辺環境や自己位置特定など対処すべき課題が多く存在するが、人間と同等の判断能力を持って、そのすべての課題に対応できるような自律行動ロボットを実現するのは困難である。そこで本研究では、サーバを経由したロボット遠隔操作システム [2] を用いて、ユーザが目的地指示と微調整をするだけで目的地に到達可能な半自律的な四輪ロボット走行システムを構築する。

### 1.2 関連研究

小松らは小型ロボット艇を用いた湖面環境の自動計測システムを提案している [3]。これは、計測者があらかじめ目的地であるウェイポイントを指定しておき、ウェイポイントを次々に切り替えることで自律航行を行うシステムである。山口らは自律移動ロボットを歩道約 3.5km 走行させることを目指して実験システムを開発している [4]。これは、測域センサによる環境の認識をベースとして走行させ、常時歩道を認識しその中央付近の前方 1.6m 先に目標点を定めることで自律走行を行うシステムである。これらの研究は走行開始から終了まで、すべてを自律走行させているが、周辺環境やセンサの測位誤差等のために、走行軌跡は期待する経路から離れてしまう危険性があり、まだ実用段階にはいたっていない。

## 2 手法

ユーザが指定したルートをロボットが走行する際、ユーザの必要な作業は、ルート指示と走行開始指示だけであることが望ましい。しかし、周辺環境やセンサの測位精度の問題等から上記で述べた様な自律走行は困難である。そこで、本研究では走行開始指示とユーザによるウェイポ

イントでの微調整、走行再開指示によって半自律走行をするシステムを提案する。

### 2.1 走行システム

以下に本研究で提案する半自律型走行システムの概要を示す。

1. ユーザは地図上にいくつかのウェイポイントを指定しておく。
2. ユーザが指定したウェイポイントの位置情報をロボットに与える。
3. ロボットは送られた位置情報を目標到達地点として自律走行を開始する。
4. ロボットがウェイポイントに到達したと判断した際に、走行を停止しユーザに通知する。
5. 通知を受けたユーザはカメラ映像から走行ルートのずれを遠隔操作で修正し走行を再開させる。

以上の作業を繰り返すことで、ユーザが指定したルートを完走できる。

### 2.2 各センサの誤差による問題

ロボットが自律走行する際、センサの精度は制御機能や自己位置特定等に大きく影響する。しかし、今日の GPS では位置の測定誤差が数メートルあること、他センサにおいても誤差が生じてしまう問題がある。その結果、ロボットの走行軌跡は期待する経路からはずれることが考えられる。そこで本研究では以下の手法を提案する。ロボットがウェイポイントに到達したと判断した際、ユーザにブザーで通知する。ブザー通知を受けたユーザがカメラ映像から到達地点映像を確認、遠隔操作で誤差修正という手続きを反復する。この手法によって上述の問題を解決することを目指す。

## 3 実装

本研究で提案したシステムの実装手法を説明する。

### 3.1 走行ロボット

本研究で使用するロボットは日本ナショナルインスツルメンツ株式会社の Robotics Starter Kit である (図 1)。このロボットとの通信には、ロボットに搭載した無線 LAN ルータを接続することで行う。遠隔操作する際に必要とされるロボット視点の映像は、ロボットに搭載した web

Robot Operation for Environmental Maps Drawing.

<sup>†</sup> Yuta Furuya (a5808067@gmail.com)

<sup>‡</sup> Department of Integrated Information and Technology, College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University.

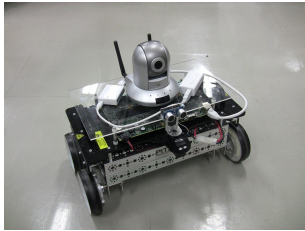


図1 Robotics Starter Kit にカメラ，無線ルータを搭載したロボット

カメラによって取得する．

### 3.2 ウェイポイント指示

ロボットが自律走行する際，期待するルートからずれてしまうことが予想される．そこで，本研究ではルートからのずれを修正するウェイポイントをいくつか指定する手法を提案している．ユーザ PC では，ロボットが走行するルートを地図上にウェイポイントとして指示する．ウェイポイントを指定するインターフェースは Google Maps 上に構築する（図2）．

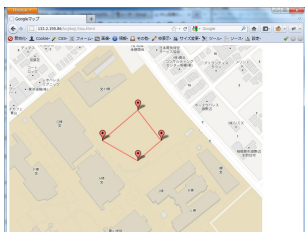


図2 ウェイポイント指定ユーザインターフェース

### 3.3 遠隔操作システム

遠隔操作システムはロボットとサーバ，モデムルータで構成される．図3で遠隔操作システムの概要を示す．

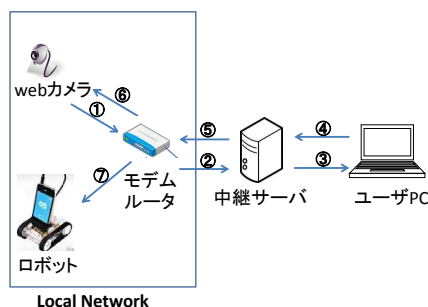


図3 システム構成図（データの流れを番号で示している）

#### 3.3.1 サーバ

カメラからの撮影映像と，ロボットとカメラへの制御指示を一括管理するためにサーバを構築する．サーバはモデムルータから受け取ったカメラ映像をユーザ PC に，ユーザ PC から受け取った制御指示をモデムルータに送る．

#### 3.3.2 モデムルータ

サーバに送られたユーザからの制御指示をインターネットを通してロボットとカメラに伝えるために，ロボットとカメラそれぞれにサーバとしての機能を持たせ，モデムルータと通信を行う．モデムルータは NAT 機能を使用し，サーバからの制御指示をロボットとカメラそれぞれに振り分けている．本研究ではモデムルータとして WiMAX ルータを使用する．

#### 3.4 走行用センサ

本研究ではロボットの自己の位置，方向を標定するためのセンサとして以下を使用する．

- GPS
- 電子コンパス
- 加速度センサ

上記のセンサで得られた3種類のセンサデータを統合し自己位置特定を試みる．センサの測定値は常にサーバにアップロードされている．本研究では，前述のセンサがすべて内蔵されている端末をロボットに搭載する．

## 4 結論と今後の展望

### 4.1 結論

本稿ではサーバ経由で遠隔操作可能なロボットを自律走行させる際に，走行開始指示とユーザによるウェイポイント指示，ウェイポイントでの微調整，走行再開指示によって半自律走行をするシステムを提案した．

### 4.2 今後の展望

本研究で実装したシステムを用いて走行実験を行い，検証することが今後の課題である．

## 参考文献

- [1] 細田祐司，古賀昌史，山本健次郎．将来都市交通要素としての自律移動技術．日立評論，Vol. 92，No. 11，pp. 854-858，2010．
- [2] 小島尚之．移動ロボットを用いた未知環境における環境地図自動生成手法．第74回全国大会講演論文集，2012．（掲載予定）．
- [3] 小松 雅和 and 黒田 洋司 and 大葉 嵩基 and 渡邊 寛子．自律型ソーラーロボット艇とそのナビゲーション．日本機械学会機械力学・計測制御部門講演会論文集，Vol. 2000，pp. 28-33，2000．
- [4] 山口 智也 and 油田 信一．筑波大学ループ道路歩道 3.5 km における移動ロボットの屋外長距離自律走行の試み．日本機械学会論文集 C 編，Vol. 77，No. 779，pp. 2782-2794，2011．