

ロボットを利用したリモートオープンキャンパスシステム における屋内位置推定手法

野本 悠太† 伊藤 由佳† 木田 貴章† 楠 俊行†

島田 哲也† 高橋 雅彦† 加藤 由花†

産業技術大学院大学 産業技術研究科†

1. はじめに

我々はこれまで、ロボットを利用したリモートオープンキャンパスシステム ROCS (Remote Open Campus System) の研究を進めてきた[1]. ROCS は、大学等の構内に配置したロボットを、ユーザがインターネット越しに操作するシステムであり、ロボットカメラの撮影した画像をブラウザ上に表示する機能、矢印キー等を利用してロボットを遠隔操作する機能などを持つ。本稿では、ROCS の機能のうち、構内地図上にロボットの現在位置や進路方向を提示し、ユーザの遠隔操作を補助する機能を提案する。

現在位置を地図上に表示するためには、何らかの方法で屋内位置を把握する必要がある。これまでも様々な手法が提案されてきた。例えば、無線 LAN の電測情報から位置を推定する手法[2]や、周辺画像の認識により推定を行う手法[3]等がある。しかし、ROCS への適用を考えた場合、後述する設計指針から、設備コストの問題、処理時間の問題等が発生し、これらの手法の適用は難しい。

そのため、本稿では、構内に敷設したライン状の目印をロボットカメラで撮影し、画像処理を行うことにより移動距離を推定し、ロボットの実環境での位置と地図上の位置とをマッピングする方式を提案する。

2. ROCS

まず、本稿で考察対象とする ROCS について、その概要を説明する。前述したとおり、ROCS は、ユーザがインターネット経由でロボットを遠隔操作し、仮想的なオープンキャンパスを体験できるシステムである。システムの全体構成を図 1 に示す。システムは、カメラを装備した ROCS クライアント (ロボット)、ROCS サーバ (インターネット上の Web サーバ)、ユーザ

端末 (Web ブラウザ) の 3 つの要素から成り、サーバに接続することにより、様々な種類のロボット、様々な環境への適用が可能である。ROCS の設計指針は以下の 2 点である。

- 様々な環境に適用できる汎用的なプラットフォームであること。そのため、特殊な装置の利用や、環境にチューニングが必要な手法の利用は避ける。
- ロボットの専門家ではない一般のユーザが、容易に遠隔操作ができること。

3. 提案手法

ROCS の設計指針に基づき、屋内位置推定手法を提案する。特殊な装置を利用せず、多様な環境 (キャンパス) でも容易に利用可能な方式とするため、提案手法では、ロボットの移動可能領域を正方形のマス目で区切り、ロボットはマス目単位に移動するものとする。つまり、現在滞在しているマス目がわかれば、ロボットの実環境での位置が推定できることになる。以下、マス目の区切り方、位置推定の方法それぞれについて説明する。

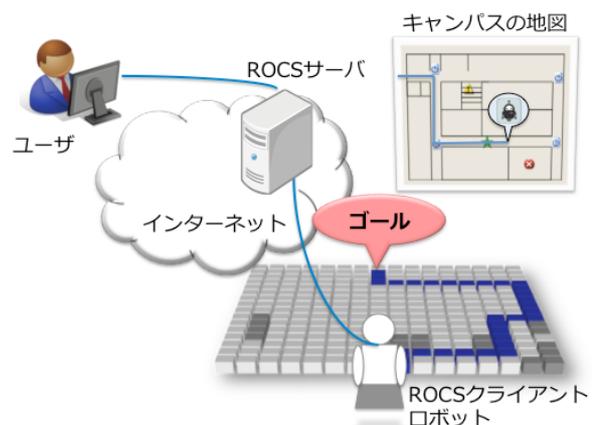


図1 システムの全体構成

An indoor location estimation method for remote open campus systems using robots

†Yuta Nomoto, Yuka Ito, Takaaki Kida, Toshiyuki Kusu, Tetsuya Shimada, Masahiko Takahashi and Yuka Kato

†Advanced Institute of Industrial Technology



図2 利用する地図のイメージ

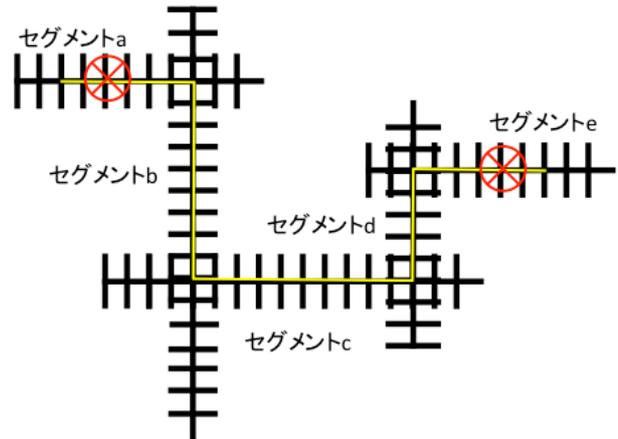


図3 実環境側の目印

3.1. マス目の区切り方

ROCS で利用する地図のイメージを図2に示す。提案手法では、地図上の地点をすごろく状のマス目で区切り、ロボットの移動の指定はこのマス目単位に行う。つまり、移動先のマス目を指定すると、ロボットはマス目をひとつずつ進み、終点に到達することになる。なお、ここで利用する地図は、あらかじめキャンパス側で準備しておくことを想定している。

一方、実環境（キャンパス）側では、地図上のマス目に対応する目印の付与が必要になってくる。本稿では、図3に示すようなライン上の目印（マス目に対応する横線と方向を決定するための縦線の組み合わせ）を床面に敷設することにより、位置の推定を行うこととした。これは、特殊な装置を利用せず、安価で構築できる手法を採用したためである。なお、今回はテープ等で黒色の線を敷設することを仮定しているが、識別手段が存在し、安価な敷設が可能であれば、他のマーカー（磁気テープ、建物の内装、ICタグ等）を利用することも可能である。

3.2. 位置推定の手法

位置推定は、ライン状の目印をロボットカメラで撮影し、画像処理を行うことで実現する。ロボットはマス目単位で移動するので、直進と90度単位の回転の組み合わせで移動することになる。そのため、直進が可能な範囲のマス目に対応する横線の集合を一つのセグメントと定義し、セグメントの集合として、ロボットの可動範囲を定義する。さらに、各セグメントの方向の決定と終端の検出を行うために、横線に直交する縦線を敷設することとした。

単一セグメントにおける位置推定の手順を以下に示す。

- ① ロボットカメラから取得した画像を処理し、輪郭成分を線分のセットとして得る（ここではOpenCVを利用したHough変換を実施）
- ② 現在の進行方向からの線分の傾きを求め、その分布の最頻値を算出する
- ③ 最頻値周辺に存在する線分を横線とみなし、その本数を数える
- ④ 最頻値と直行する線分を縦線とみなす
- ⑤ 認識した横線の本数により現在位置を推定し、縦線によりロボットの方向を補正する

4. 終わりに

本稿では、ROCSにおける屋内位置推定手法を提案した。今後、ROCSのプロトタイプシステムを構築し、提案手法の有効性を検証していく予定である。

参考文献

- [1] 高橋雅彦, 木田貴章, 伊藤由佳, 楠俊行, 島田哲也, 野本悠太, 土屋陽介, 成田雅彦, 加藤由花: “RSNPを用いたリモートオープンキャンパスシステムの提案,” 日本ロボット学会学術講演会, 3B1-4, 2012.
- [2] 暦本純一, 塩野崎敦, 末吉隆彦, 味八木崇: “PlaceEngine: 実世界集合知に基づくWiFi位置情報基盤,” インターネットコンファレンス2006, pp.95-104, 2006.
- [3] 中川知香, 佐藤智和, 横矢直和: “ランドマークデータベースを用いた投票による静止画像からのカメラ位置・姿勢推定,” 情報処理学会研究報告, CVIM2006(5), pp.93-100, 2006.