

I-005

知能ロボットの自律移動のための実写からの位置・方位・速度の測定  
Place-direction-speed measurement based on live images for autonomous movement of intelligent robot

猪谷 圭英†      渡部 広一†      河岡 司†  
Yoshihide Itani   Hirokazu Watabe   Tsukasa Kawaoka

1. はじめに

人に道案内したり，人から頼まれたお使いをする等ができるロボットの実現には，ロボットの現時点の位置や目的地の位置を理解し，自律移動できなければならない。そこで本稿では，道路認識によるロボットの自律移動システムの実現を念頭に置き，台車に備え付けられたカメラから画像を撮影し，その画像を元に道路俯瞰図を作成し，それを元に台車の位置，方位，速度の測定を行う手法を提案する。台車の位置座標を常に保存し，参照することにより現在の台車の位置を予測することで測定を可能とする。

2. 研究概要

本研究で目的としている自律移動システムの流れは図1のようになっている。

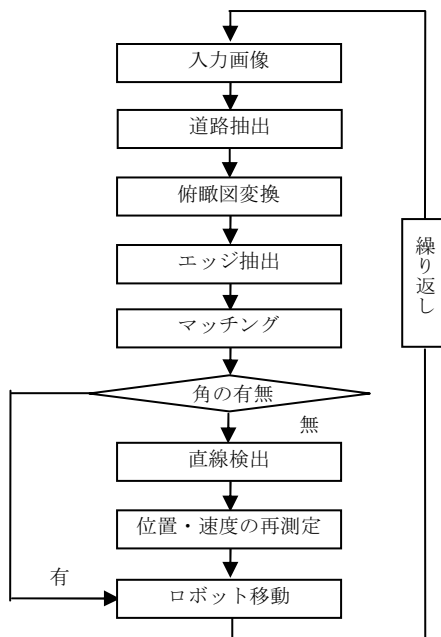


図1 システムの流れ

自律移動システムの流れについて説明する。入力画像に対して道路領域抽出を行い，その結果に対して俯瞰図変換を行う。

現時点と前フレームとの道路領域の差異より位置等の情報を測定するマッチング(4.1節)という手法を用いる。

†同志社大学大学院 工学研究科  
Graduate School of Engineering, Doshisha University

差異を分析するとき道路領域のエッジの部分が必要となるので，差異を分析する前にエッジ抽出を行う。

3. 道路認識

図2より道路領域抽出した結果が図3の結果となる。

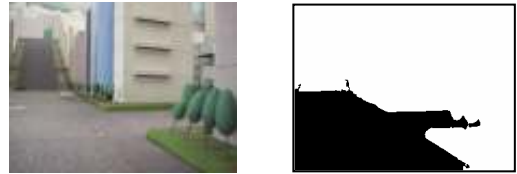


図2 入力画像

図3 道路抽出画像

図3に対して俯瞰図変換を行った結果が図4である。

図4よりエッジ抽出した結果が図5となる。

ここでは，エッジより20画素内側の部分もエッジとする。

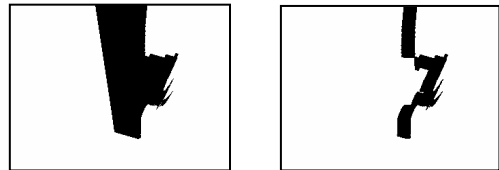


図4 俯瞰図画像

図5 エッジ抽出画像

4. ロボットの位置・方位・速度の測定

4.1 マッチング

マッチングとは，2つの俯瞰図の道路領域が正しく重なるように重ね合わせ，大きな俯瞰図を作成し，その俯瞰図上での現時点の位置座標と前フレームの画像を撮影した位置座標を測定することにより，現時点のロボットの相対的な位置等を測定する手法である。

2つの俯瞰図の道路領域が正しく重なっているのかということを調べるために一致度というものを求める。一致度とは2つの俯瞰図の道路領域が重なっている部分の画素数となる。しかし，俯瞰図は手前にあるほど道路が細かく撮影されているということから，奥行き座標の値の逆数を掛けることにより，手前にあるものの一致度の重みを重くしている。

4.2 位置と方位の予測

俯瞰図の重ね方にはパターンが大量に考えられ，すべてのパターンを調べるのは困難である。よって，重ね方のパターンを絞る必要がある。マッチングではロボットの位置等の情報を決めれば重ね方が求まる。よって，今までのロボットの動き方を考慮に入れることにより，現

時点の位置等の情報を絞ることで、調べる重ね方のパターンを減らすことが可能となる。

今までの軌跡より、ロボットの大まかな位置を決める。予測した位置に代表点を数点決め、それらの点で方位を数パターン決める(図 6)。それらの位置等の情報を元に俯瞰図を重ね合わせ、一致度を求める。求められた一致度の中で最も高い一致度を示した点の周辺に現時点のロボットがいるということが分かる。

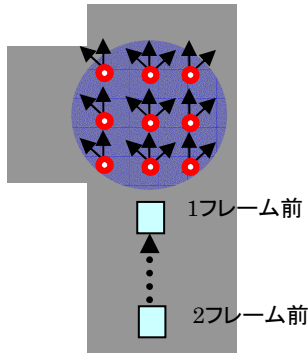


図 6 位置と方位の予測

#### 4.3 位置の正誤

図 7 に同じ俯瞰図が作成される場所の例を示す。

図 7 の①の位置と②の位置で撮影した俯瞰図は酷似する。よって、画像を撮影した位置を判断することはできない。このように同じ画像が撮影される場所は無数にあり、図 7 の直線上のすべての位置で同じ画像が撮影される。

このような現象は特徴的な部分、つまり角が見えていないために起こる。

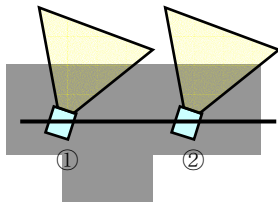


図 7 同じ俯瞰図の作成される場所

#### 4.4 位置の再測定

角の有無を調べるによりマッチングで得られた位置の正誤が判定される。もし、角が無ければ位置の再測定を行う必要がある。では、位置の再測定方法だが、図 8 の直線上にマッチングで得られた位置と現在のロボットの位置が存在するので、直線式を求める。次に、今までのロボットの速度を元に今の速度  $V$  を推定する。現時点のロボットの方位より、現時点の位置が右側か左側どちらにいるのかということ判断する。求められた直線上の点と前フレームの画像を撮影した位置との距離を求め、推定された今の速度ともっとも近くなる場所を現時点の位置とする(図 8)。

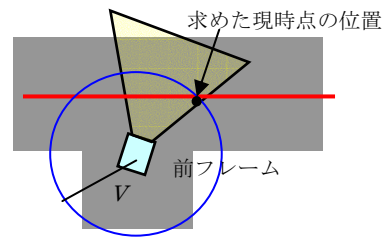


図 8 再測定

### 5. 実験の結果と考察

#### 5.1 測定結果

道路を右折した場合においての実験を行った。ロボットの進んだ軌跡を図 9 に示す。

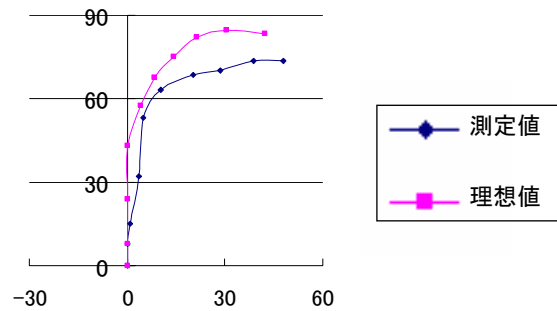


図 9 ロボットの位置

#### 5.2 考察

2 つの軌跡は近いところを通っていて、よい結果が得られた。誤差の原因はカメラの歪み、俯瞰図変換時の情報落ちによる誤差が出たためと前フレームに写っている道路領域のほとんどが現時点での画像に写っていない場合には正しくマッチングが行えないためである。

### 6. おわりに

本研究では、実際にロボットを動かさず、ロボットが動いたらどのような画像が撮影されるのかという形で画像を撮影し、その画像と今までの軌跡を元に位置等の情報を求めた。本研究の目的であるロボットの位置等の情報を求めることができたが、このシステムを用いてロボットを自律移動により目的地まで向かわせることが出来るのかということが今後の課題となってくる。

#### 参考文献

- [1] 井上 誠喜, 他: 「C 言語で学ぶ実践画像処理」, オーム社, 1999
- [2] 鳥居 泰彦: 「はじめての統計学」, 日本経済新聞社, 1994
- [3] 木口 浩之, 益田 泰孝, 渡部 広一, 河岡 司: 「車載カメラ画像による位置, 方位, 速度の測定」, 第 21 回人工知能学会全国大会論文集, 3C9-5, 2007
- [4] 樋口 雄一, 林 清鎮, 渡部 広一, 河岡 司: 「知能ロボットの自律移動のための実画像からの物体認識」, 第 17 回人工知能学会全国大会論文集, 2C3-05, 2003
- [5] 田中 薫, 渡部 広一, 河岡 司: 「知能ロボットの自律移動における経路地図作成」, 第 17 回人工知能学会全国大会論文集, 2C3-06, 2003