

実写動画からの道路俯瞰図生成と自己位置姿勢同定

Road overhead view generation and self-position identification from live video images

田中 翔
Sho Tanaka

渡部 広一
Hirokazu Watabe

河岡 司
Tsukasa Kawaoka

同志社大学 大学院工学研究科

Department of Knowledge Engineering and Computer Sciences, Graduate School of Engineering, Doshisha University

The overhead view is made from live images obtained from the robot, and the overhead views that change while moving are connected. As a result, it proposes the method to recognize the present place and direction of the robot.

1. はじめに

ロボットの自律移動には、まず環境の認識、中でも道路を認識することが重要だと考えられる。そこで、本研究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おいた、実写画像からの道路俯瞰図作成と自己位置姿勢同定を行う。

2. 研究概要

本研究ではカメラを台車の上に乗せ自律移動を想定してシステムを作成している。その流れは図 2.1 自律移動システムの流れのようになっている。

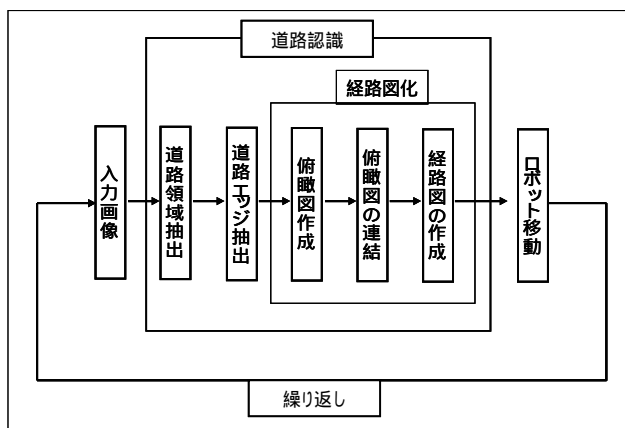


図 2.1 自律移動システムの流れ

入力画像から道路領域を抽出し、道路エッジの抽出を行う。そして、道路エッジ画像に対し、俯瞰図計算を行い俯瞰図を作成する。作成された俯瞰図と 1 秒前の俯瞰図を連結し、経路図を作成する。その経路図を元にロボットに移動命令を送る。以上の工程を繰り返すことにより自律移動を行う。

3. 道路認識

3.1 道路領域の抽出

入力画像から道路領域を抽出する。道路領域の抽出については[樋口 2003]を用いる。図 3.1 と図 3.2 のような入力画像から道路領域を抽出すると図 3.3 と図 3.4 のようになる。



図 3.1 入力画像(L)



図 3.2 入力画像(R)



図 3.3 道路領域(L)



図 3.4 道路領域(R)

3.2 道路エッジ抽出

次に道路情報抽出を行う。図 3.3 と図 3.4 の道路領域から差分を取りエッジ抽出を行う。図 3.5 と図 3.6 が結果である。これらのエッジ画像から俯瞰図を作成する。

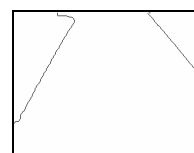


図 3.5 道路のエッジ(L)

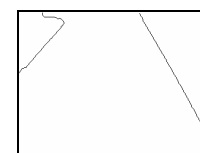


図 3.6 道路のエッジ(R)

4. 俯瞰図の作成

4.1 俯瞰図とは

俯瞰図は、道路エッジをもとに空中から地上を見おろしたように描いた図である。カメラパラメータを用いて、エッジ画像から実寸に基づいた上から見た図に直すことができる。その画像の点の奥行き、水平距離が計算によって求められるため、相対的に現在地がわかる。

4.2 俯瞰図作成の目的

自律移動には現在地の認識が必要になる。そこで、本研究では俯瞰図を作成することによって現在地を認識する手法を用いる。ロボットは地図を与えられ、その地図から目的地までの移動経路を求める。その移動経路に従い移動する際に、俯瞰図を作成し、現在地を測定することによって実際に移動経路に従って進めているかを確認する。

4.3 経路図化

詳細な道路地図を作るために、図 4.1 のようなエッジ画像から実寸に基づいた上から見た図に直す。

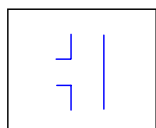


図 4.1 上から見た図

4.4 俯瞰図の変換

図 3.5 と図 3.6 のエッジ画像から俯瞰図に変換する。その時のカメラ情報は以下のような情報で構成される。

- ・ カメラの俯角 ・ 水平視野角
- ・ カメラが位置する高さ ・ 垂直視野角

また、図 3.6 と図 3.7 のエッジ画像の端に線が入っている。この画像以外にもエッジ画像の端に同じような線が入っていた。元画像から道を抽出する際に現われた雑音と考え、端の 4 ピクセル分を俯瞰図に変換しないように処理した。以上の処理を加えた後の結果が図 4.2 である。

図中の点はロボットの現在地である。エッジ画像では奥の方まで見えているが、前述のとおり奥に行くほど誤差が生じるため変換を行わないよう処理した。ここでは、変換する際に奥行き 1300mm 以下を表示する設定で実験を行った。

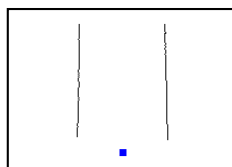


図 4.2 俯瞰図

5. 俯瞰図連結による経路図の作成

5.1 連結内容

ロボットは移動するたびに俯瞰図を作成し、これを連結していくことによって経路図を作成する。連結の作業は主に 2 点に分けられる。まず 1 点目は、前回に俯瞰図を作成したときから新たに俯瞰図を作成するまでにロボットが移動した距離を得て、新しい俯瞰図を前回までに作成された俯瞰図(経路図)に対して相対的に正しい位置に配置することである。2 点目は、これまでの俯瞰図(経路図)と新しく作成された俯瞰図で同一と思われる線分をひとつの線分として扱えるようデータを統合する。今回の実験では 1 秒ごとに動画を切り取り等速で動いたと仮定して実験をおこなった。速度は 300(mm/s)としている。

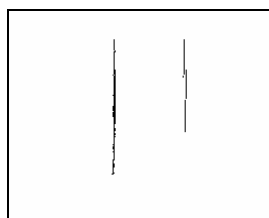


図 5.1 重ね合わせ俯瞰図

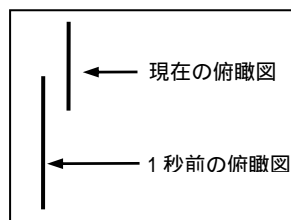


図 5.2 ずれ補間その 1

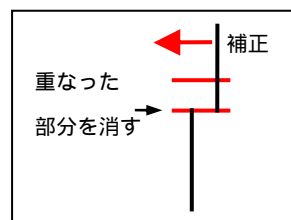


図 5.3 ずれ補間その 2

5.2 連結

(1) ずれ補正

1 秒間隔で切り取った動画それぞれを俯瞰図に変換して、同一と思える線分のずれを補正しながら連結していく。変換された俯瞰図を重ね合わせただけの結果が図 5.1 である。新しく追加された俯瞰図がずれていて、同一の線と思える線が繋がっていない。これをつなげるためにずれ補正を行う。ずれ補正は、図 5.2 と図 5.3 のように行う。

(2) Bresenham 補間

ずれを補間するだけでは図 5.3 のように穴が空く部分が現れる。その穴を補完するために直線補間である Bresenham 補間を用いた。Bresenham 補間とは点と点を加算・減算のみで直線と結ぶものである。

6. 直線と角の抽出

6.1 直線と角を認識する必要性

コンピュータは直線や角を認識することが出来ない。そこで、ロボットに人間らしく認識させることを目的とする。また、角を認識することは道路形状を認識する上でも有益な情報になりうる。

6.2 フリーマンチェーン

フリーマンチェーンを用いて角を検出する。求められた俯瞰図に対しラベリングと走査を行い、道路エッジの端点の下の x 座標と y 座標を始点、上の x 座標と y 座標を終点とする。始点を注目画素として近傍画素に番号をつける。そこで、その番号の順番に近傍画素を調べ、黒い画素を発見したところでその番号へ注目画素を移行する。準備した配列に移行した方向の近傍画素番号を順に格納していく。これを繰り返すことで線を辿り、線の終点に辿り着いたら終了である。角が存在する点では図 6.1 のようなチェーンコードの値に変化が出る。実際にはこのフリーマンチェーンの連続した 5 つの値の平均値の差 0.6 以上になった時、角を検出するよう設定する。尚、走査では端点が求められずに、チェーンコードが途中で終わってしまうことがある。それにも対応できるように、前のチェーンコードを読み込み戻すという処理を加えた。これによってループに陥ることなく角を抽出できるようになった。

1	2	2	1	1	2	1	..	0	1	0	3	3	4
---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---

図 6.1 チェーンコード

6.3 角の形状認識

交差点を認識させるために、角同士の距離の差を計算した。角の距離が近いものが 2 つあるときは T 字路、6 つあるときは十字路であると認識した。実際には、角同士の距離が 1200mm 以下であるときに交差点であると判断した。図 6.1 から図 6.4 にその時点での現在地の状態を載せる。最終的に生成された俯瞰図は図 6.5 である。また、2 つの角を認識した結果が図 6.6 である。

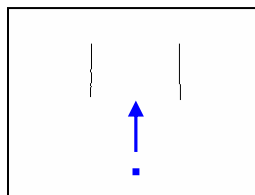


図 6.1 初期状態

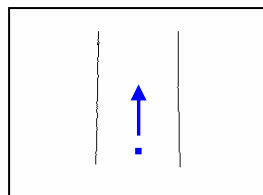


図 6.2 3 秒後

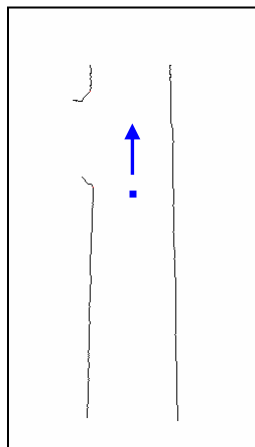


図 6.3 10 秒後

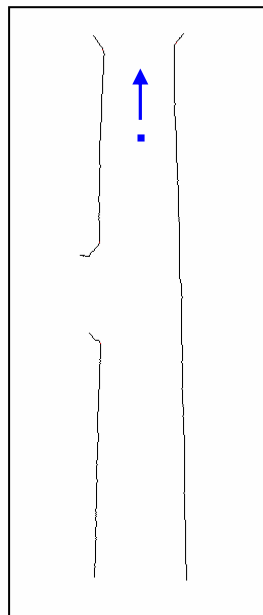


図 6.4 17 秒後

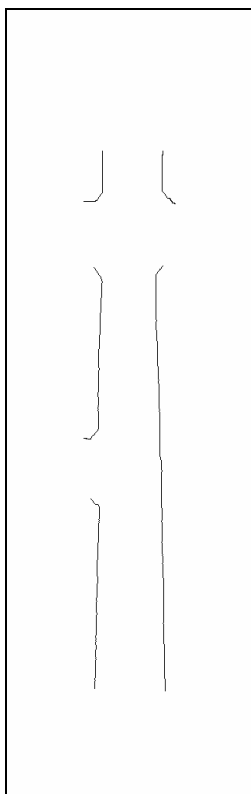


図 6.5 経路図

交差点座標 = (119, 467)と(120, 367)

T字路です。

交差点座標 = (195, 664)と(122, 657)

交差点座標 = (116, 756)と(122, 657)

交差点座標 = (210, 759)と(122, 657)

交差点座標 = (116, 756)と(195, 664)

交差点座標 = (210, 759)と(195, 664)

交差点座標 = (210, 759)と(116, 756)

十字路です。

図 6.6 角認識

7. おわりに

本研究では自律移動を行うために、実写動画からの俯瞰図の変換と連結による経路図作成手法の提案を行った。

直進だけではあるが、俯瞰図作成と位置同定に成功した。これらのシステムはロボットの自律移動に役立つと思われる。

本研究は文部科学省からの補助を受けた同志社大学の学術フロンティア研究プロジェクトにおける研究の一環として行った。

参考文献

[樋口 2003] 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.