

知能ロボットの自律移動における経路地図作成

Making route map for intelligent autonomous mobile robot

田中 薫 河岡 司 渡部 広一
Tanaka Kaoru Kawaoka Tsukasa Watabe Hirokazu

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

This study aims to develop an intelligent mobile robot which moves autonomously by understanding environment using its camera images. This paper proposes a part of method which makes route map from image; detecting line edge from road area image and converting these line edges to the route map of a bird's-eye view.

1. はじめに

本研究ではロボットの自律移動システムを作成している。システムの流れは図のようになる。

本稿では、道路認識における道路情報抽出と経路地図の作成を実現することを目的としている。具体的には道路のエッジを認識するための線分認識と経路地図作成のための第一歩として俯瞰図の作成を行った。

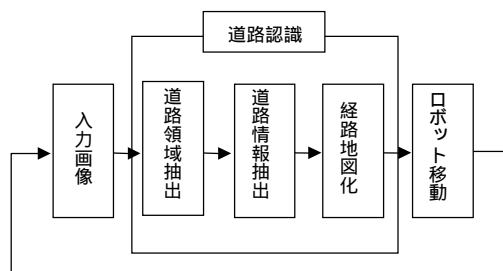


図 1.1 ロボット自律移動システムの流れ

2. 線分認識

2.1 直線認識の一般的な方法

Hough 変換と呼ばれる幾何変換を用いた方法が一般的である。これは一般的に Hough 空間で閾値以上の点を全て Hough 逆変換して直線化する方法である。しかし、以下のような問題点が挙げられる。

2.2 一般的な方法の問題点

- ex1. 逆変換時の閾値の設定が困難であり、閾値が低すぎたとき一本の線分に対して余分な線分が多く抽出される。
- ex2. 線分化できない。
- ex3. 一直線上に「線分らしい」線と「線分らしくない」線があった場合、「線分らしく」ない線も抽出される。
- ex4. 逆変換時の閾値が高すぎると短い線分が抽出できない。

2.3 改良法1 ex1 の解決

図 2.1 のように Hough 空間の閾値以上の点で距離が近いものが同じグループなるようにグループ分けする。各グループの中で1番投票度の高い点だけを逆変換する。その結果図 2.2 の

ようになる。

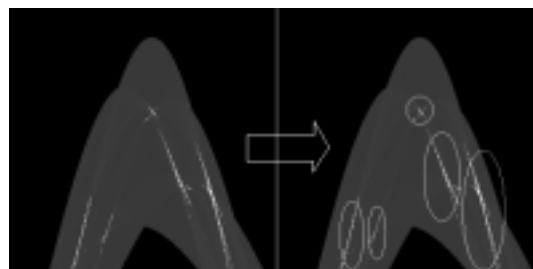


図 2.1 閾値以上の点のグループ化



図 2.2 ラベリング使用前(左)と使用后(右)

2.4 改良法2 ex2 の解決

改良法1を使用して仮に直線抽出を行う。図 2.3 のように抽出した直線を構成する点に対応する点が入力画像にあるか探索する。近くに対応点があった直線上の点だけを抽出することで線分化できる。その際、対応点がなくても短いとぎれなら補完し、対応点があっても線分とは思えないほど短い線なら抽出しない。



図 2.3 対応点探索のイメージ

2.5 改良法3 ex3 の解決

改良法2を使って仮に線分抽出を行う。一つの線分と対応点までの距離の和を誤差エネルギーと呼ぶこととする。線分の長さ誤差エネルギーが以下の式のような条件を満たした場合、その線分は抽出しない。その結果、図 2.4 の右のような線を線分化の対象から省くことができる。

$$\text{誤差の許容範囲を決める閾値} < \frac{\text{誤差エネルギー}}{(\text{線分の長さ})^2}$$

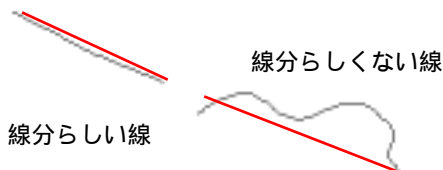


図 2.4 誤差の計測によって改良できる状況

2.6 改良法4 ex4の解決

改良法2で仮に抽出された線分に対応する線が線分らしい線であればその線を削除する。線分らしくない線しか対応していなければ、対応する線分らしくない線をすべて削除する。その後対応点を削除した入力画像に対して再び線分抽出を行う。以上の作業を繰り返し、線分認識の多段階化をする。多段階化によって投票度の高い部分から順に線分化され、短い線分も認識される。

2.7 改良法の処理の流れ

処理の流れは図 2.6 のようになる。

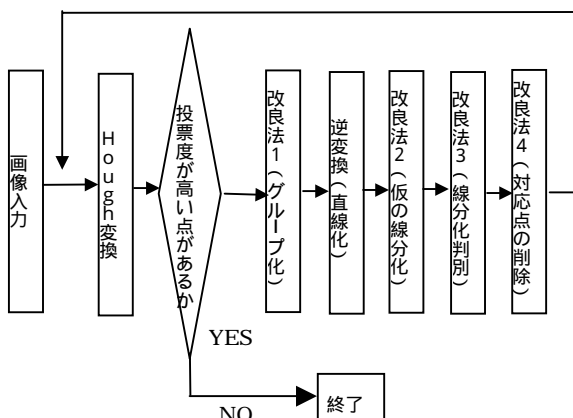


図 2.6 改良法の処理の流れ

2.8 一般的な方法と改良法の比較

図 2.7 は模型の写真のエッジ画像である。一般的な方法で逆変換の閾値を高く設定したものは図 2.8, 低く設定したものは図 2.9, 改良法は図 2.10 のようになった。

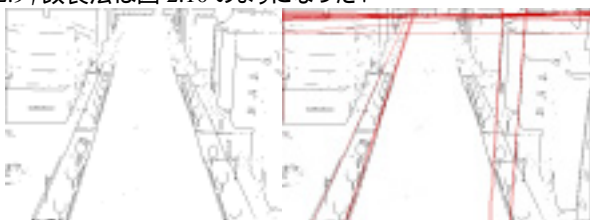


図 2.7 入力画像 図 2.8 一般的な方法 閾値高

図 2.8 は道路の右端が認識できていない。図 2.9 は直線が多すぎて煩雑な画像になったが改良法1により図 2.10 のように余分な線分を減らすことができた。改良法2により線分化も実現した。また、改良法を適用すると逆変換の閾値の設定は極端に大きいか小さくなければ、あいまいな設定でも良好な結果が得られる。閾値が低くてもグループ化の距離が広がるので余分

な線分が抽出されず、高くても改良法4により変換の回数が増えて短い線分が抽出できる。

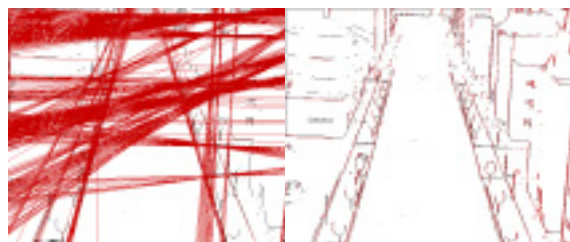


図 2.9 一般的な方法閾値低 図 2.10 改良法

3. 実寸に基づいた俯瞰図の作成

3.1 作成方法

道路領域のエッジに対して本研究で改良した線分認識を行う。線分認識の際に線分の端点を保存しておき、この点をカメラ情報に基づいて上から見た座標に変換する。その後端点を直線で結んで再び線分にする。

3.2 俯瞰図への変換

図 3.1 を入力して道路領域抽出(図 3.2), エッジ抽出, 線分認識(図 3.3), 俯瞰図への変換を順に行った結果は図 3.4 のようになった。ロボットの自律移動に利用できる結果を示せた。



図 3.1 入力画像



図 3.2 道路領域抽出結果



図 3.3 線分認識結果

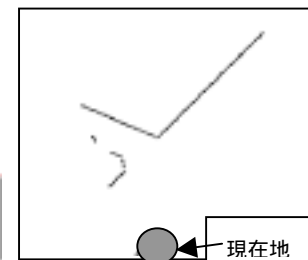


図 3.4 俯瞰図

4. おわりに

線分認識において、一般的な手法では逆変換の閾値を設定するのが困難だったが、閾値の設定があいまいでも良好な結果が得られるようになった。俯瞰図を作成する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 人工知能学会論文 2C3-05 2003.
[徐 2001] 徐剛, 辻三郎: 3次元ビジョン, 共立出版, 2001.