

車載カメラ映像から多様な標識画像を収集するための逆方向追跡に関する検討

A Study on a Method of Backward Tracking to Obtain Various Traffic Signs from In-Vehicle Camera Images

出口 大輔
Daisuke Deguchi

道満 恵介
Keisuke Doman

井手 一郎
Ichiro Ide

村瀬 洋
Hiroshi Murase

名古屋大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nagoya University

1 はじめに

近年、自動車の安全運転支援を目的とした技術開発が盛んに行われてきている。我々は、車載カメラ映像から道路標識を自動的に検出および認識し、速度超過や幅員減少といった実際の道路環境から得られる情報をドライバーに提示するシステムの開発を行ってきた [1]。文献 [1] の手法は、カスケード型識別器に生成型学習を導入することで多様な学習サンプルを自動的に生成する手法である。しかしながら、実際の変動を正しく生成することは困難である。一方、多様な実データを実際に収集する手法が考えられる。この方法では、実データに基づく多様な変動が得られる反面、遠方の低品質の標識では正しく切り出して収集することが困難である。しかしながら、近くで大きく撮影された標識は認識や切り出しが容易であるという特徴がある。そこで本手法では、近くで大きく撮影された標識の中心位置を初期値として、時間を遡って追跡することで低品質の標識を正しく切り出し、多様な学習サンプルを正確に収集する手法を提案する。

2 手法

本発表では、近くで大きく撮影された標識の中心位置を初期値とし、時間を逆方向に追跡することで低品質の標識を自動的に収集する手法を述べる。これは、時刻 $t+1$ における標識の中心位置 \mathbf{x}_{t+1} を入力とし、時刻 t における標識の中心位置 \mathbf{x}_t と半径 R_t を逐次的に求める処理に対応する。本発表では、図 1 に示す円形で縁が赤色の標識を対象とし、(1) 前処理、(2) 標識の追跡、の 2 つの処理により \mathbf{x}_t と R_t を求める。

前処理 車載カメラで撮影した画像の赤色成分を輝度で正規化し、標準偏差 1 のガウス平滑化を施した画像を \mathbf{F}_t とする。以降は、画像 \mathbf{F}_t に対して処理を行う。

標識の追跡 図 2 に示すように、時刻 $t+1$ の標識の中心位置 \mathbf{x}_{t+1} を初期値として、 $\Delta\mathbf{x}$ を変化させながら標識の輪郭に対応するエッジの抽出を行う。具体的には、 $\Delta\mathbf{x}$ 方向に l を増加させながら次式を評価する。

$$\nabla\mathbf{F}_t(\mathbf{x}_{t+1} + l\Delta\mathbf{x}) \cdot \Delta\mathbf{x} < 0 \quad (1)$$

ここで、 $\nabla\mathbf{F}_t(\mathbf{x})$ は \mathbf{x} における輝度の勾配を表し、 \cdot はベクトルの内積を表す。式 (1) を満たし、かつ、 $\mathbf{x}_{t+1} + l\Delta\mathbf{x}$ における \mathbf{F}_t の画素値が最大となる点を探索する。この操作を $\Delta\mathbf{x}$ を反時計回りに 15° ずつ回転させながら適用し、標識の輪郭に対応する点の集合を得る (図 2)。得られた点の集合に対し、文献 [2] の方法を用いて円を当てはめ、得られた円の中心を \mathbf{x}_t 、半径を R_t とする。



図 1 対象標識

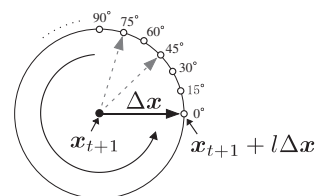


図 2 エッジ検出の流れ



図 3 標識追跡結果 (\mathbf{x}_t , R_t) の一例 (右下はフレーム番号)

$t \leftarrow t-1$ とすることで時間を遡りながら前述の操作を繰り返し適用し、各時刻における \mathbf{x}_t と R_t を得る。そして、 \mathbf{x}_t と R_t を用いて標識の切り出しを行う。

3 実験および考察

車載カメラ映像中の連続して標識が映し出されている 452 フレームを用い、標識の中心位置の推定誤差により提案手法の有効性を評価した。具体的には、各フレームの標識の中心位置を手動で入力した正解データを作成し、提案手法の結果との比較を行った。その結果、標識の中心位置の推定誤差は平均 1.25 画素 (標準偏差 0.94) であった。また、図 3 に、提案手法で求めた標識の中心位置と半径の一例を示す。図 3 から、低品質な標識も正しく切り出して収集できていることが分かる。しかしながら、標識と背景の境界が不明瞭な場合に正しく標識を切り出すことができなかった。今後、標識の境界抽出手法を改良し、標識の追跡性能を改善する予定である。

4 むすび

本発表では、車載カメラ映像から標識を時間を遡って追跡することで低品質の標識を正しく切り出し、多様な学習サンプルを正確に収集する手法を提案した。また、実験を通して提案手法の有効性を確認した。今後の課題として、提案手法を用いて収集した標識サンプルを用いた標識検出器の構築があげられる。

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金による。

参考文献

- [1] 道満, 出口, 高橋, 目加田, 井手, 村瀬, “色変動を考慮した生成型学習法を用いたカスケード型標識検出器,” 信学技報, PRMU2008-170, pp.135-140, 2008
- [2] I. D. Coope, “Circle Fitting by Linear and Nonlinear Least Squares,” Journal of Optimization Theory and Applications Vol. 76, No. 2, pp.381-388, 1993