

単眼カメラを用いた車両追跡と加速度制約条件を用いた 車間距離推定方式の研究

Tracking and estimation of the distance from the preceding vehicle
based on a constraint of acceleration

辻 和史[†]
Kazuhumi Tsuji

横田 孝義[‡]
Takayoshi Yokota

1. はじめに

道路を走行する自動車にとって前方を走る他の自動車は障害物の 1 つとなる。車間距離が安定しない道路は走行が不安定でありドライバーにとって負担となる。また、近年ステレオカメラ等を用いた自動ブレーキシステム等が実用化されているが、コスト面の制約また、可搬性、調整の困難さが欠点として挙げられることから、これらの課題を軽減し、誰でも簡単に安価に取り付けられる単眼カメラを用いるシステムのニーズがある。本研究では、低コストで容易に車間距離を推定するシステムを開発する。

2. 提案手法

本研究では画像認識により前方車両を追従する処理と車間距離の推定処理のためにパーティクルフィルタを用いる。

2.1. パーティクルフィルタ

パーティクルフィルタとは対象物体の状態を粒子(パーティクル)に対応付けさせ、対象物の前状態からの現状態の予測(事前推定)と現在の観測情報から現在の状態をより改善する(事後推定)手法である。粒子の尤度(物体が観測される位置に近いかどうか)が高ければ粒子を増やし、低ければ消滅する。

このフィルタでは物体が存在すると考えられる位置に粒子が近ければ尤度が高くなりそこに粒子が集中する。また、そうでない位置に粒子は集中しない。以下に概念図を示す。

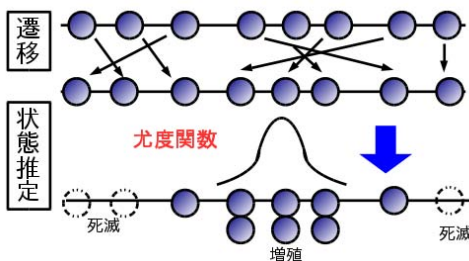


図 1: パーティクルフィルタの概念図

2.2. 車両追従手法

前方車両がある場合、図 2 に示すように、車両を含む前方の画像を切り抜き、その中心座標を (x, y) 、倍率を $scale$ とした 3 変数で表したテンプレートとして処理を進める。

2 変数 (x, y) における状態方程式による粒子の散布を

[†] (社) 電子情報通信学会, IEICE

[‡] (社) 情報処理学会, IPSJ

を行い、 $scale$ の値によりテンプレートのサイズを変更しながら、対象画像との類似度を基に尤度を算出し、尤度に応じて粒子を死滅・増殖させる。この一連の流れを繰り返し行うことによって、車両の追従処理を行う。

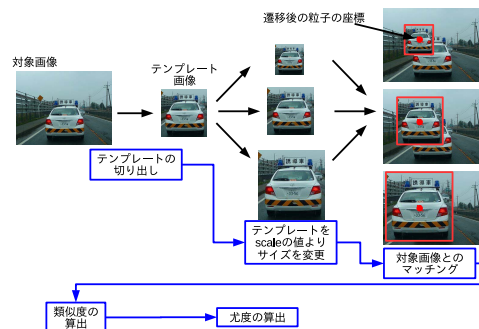


図 2: 一つの粒子における尤度算出の図例

2.3. 車間距離推定手法

車両追従の処理により、粒子毎に中心座標 (x, y) 、 $scale$ の 3 変数が定まる。この定まった全粒子の $scale$ の値の平均値を用いて、車間距離の推定を行う。自車両の速度、前方車両との車間距離をあらかじめ数通り仮定し、毎秒間、距離と加速度を算出する。そして、加速度の制約内(現在は $\pm 0.2G$ 以内)入る車間距離を採用する事によって大まかな車間距離の決定を行う。

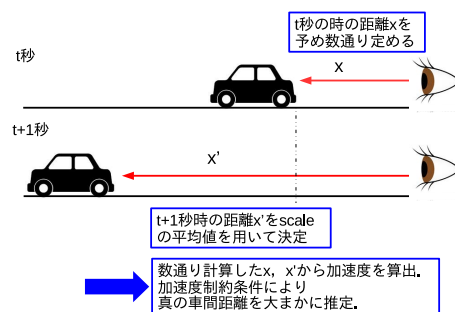


図 3: 車間距離推定の図例

3. 評価実験

このシステムがある車載動画から前方の車両を中心座標 (x, y) 、 $scale$ の 3 変数において追従できているのか。また、 $scale$ の値の平均値を求め、そこから加速度を算出し評価を行った。

3.1. システムの内部環境

パーティクルフィルタに用いた粒子数は200個、フレーム取得に関しては、1秒間に1フレーム取得し、動画の0秒目から5秒目におけるフレームを取得した。また、テンプレート倍率 scale は、0.5倍から0.1倍刻みで1.5倍までと離散的に設定した。

3.2. 実験に用いた動画

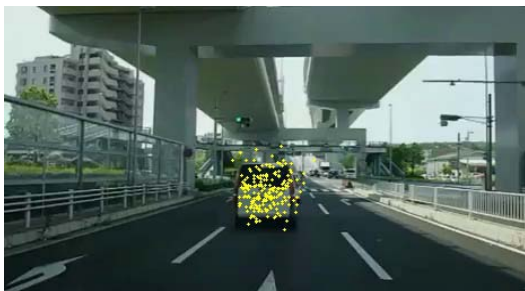
実験に用いた動画のサイズと、フレームレート、前方の車両がどのように動く内容の動画なのかを以下の表にまとめた。

表 1: 実験に用いた動画

サイズ	460 × 264
フレームレート	29fps
内容	前方車両が遠ざかる動画

3.3. システムの実行結果

システムの実行時の様子及び、0秒目から5秒目の粒子の推移の様子を図4と図5に示す。



5秒後



図 4: 粒子の推移の図

4. 実験結果

4.1. 中心座標 (x,y) における車両追従結果

中心座標 (x,y) の2変数における追従に関しては、図5より車両の中心位置に粒子が良好に収束している。

4.2. scale の追従結果

前方の車両を scale において追従できているのか、各 scale の値をもつ粒子の数をグラフ化し評価を行った。

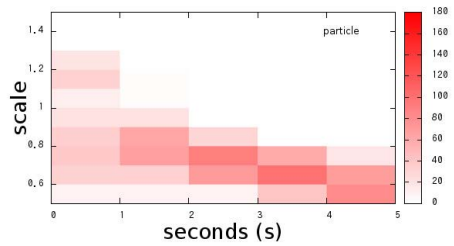


図 5: フレーム毎の scale の推移のグラフ

図5より、時間が経過する毎に低い値の scale をもつ粒子の数が増加していったのが分かる。今回用いた動画は車両が遠ざかる動画であるので良好な結果が得られている。

4.3. 加速度推定結果

まずシステムの実験で得られた scale の値の平均値を求め、加速度を推定した。速度は時速50km(秒速14m)、車間距離を求める際の基準距離は2m, 3m, 4m, 5mと仮定した。以下にグラフを示す。

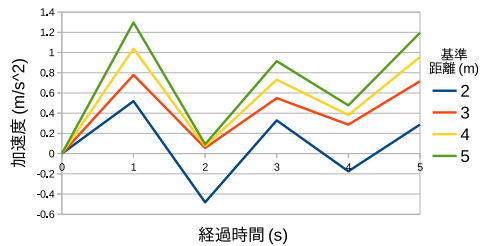


図 6: 推定された加速度のグラフ

図6より、どの基準距離においても加速度制約の範囲内であると考えられ、車間距離の決定が困難である。しかし、今回の実験ではセンサ情報を用いていないので、推定された加速度と、センサより得られた加速度を比較することによって車間距離を推定できると考えられる。

5. まとめ

今回、車間距離推定のためアルゴリズムの開発を行い、3変数による車両の追従に関して期待していた結果が得られた。今後の方針として、加速度制約による車間距離推定に関してセンサ情報を取り入れた推定手法の提案を行っていきたい。

参考文献

[1] 辻 和史, 横田 孝義, 藤津 聖也, "単眼カメラとパーティクルフィルタによる車両追跡と車間距離推定方式の研究" 電子情報通信学会技術研究報告 Vol. 114, No.225, p83-p87, 2014

[2] 志磨健, 樋口未来, 村松影二, 入江耕太, 門司竜彦, 増田正樹, 松本芳幸, "自動車の安全を支える画像認識技術" 自動車技術 Vol.64, No.2, 2010