

車載用歩行者抽出動画像処理のオンライン学習による獲得

小川 原也[†] 笠置 誠祐[†] 泉名 克郎[†] 喜瀬 勝之[†] 長尾 智晴[‡]

富士重工業株式会社[†] 横浜国立大学[‡]

1. はじめに

近年、予防安全技術において、車外環境認識の重要性はますます高まっているが、車載カメラによる環境認識⁽¹⁾などにおいては、天候・時間・走行場所など広範囲な条件下に対しては既存の画一的な画像認識では十分なロバスト性を確保することが難しく、認識アルゴリズムの開発においても多くの時間と労力を費やしていた。

この現状に対して、我々は、認識処理を学習的に獲得できる枠組みを構築し歩行者抽出処理の自動獲得システムを開発した。^{(2),(3)}この技術はFig. 1に示すような画像認識処理を画像フィルタを要素とした木構造の組み合わせと捉えて、遺伝的プログラミングを用いて認識処理を自動で獲得するものであり、開発者は直接認識アルゴリズムを開発することなく、Fig. 2に示すように入力画像及び処理の目標となる教師画像を用意するだけで、認識処理を自動的に獲得できる。

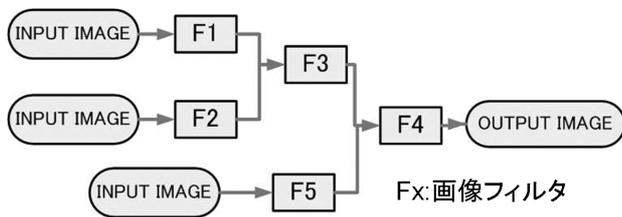


Fig. 1 木構造画像処理



Fig. 2 入力画像と教師画像

本稿では、教師画像をドライバの操作行動を利用して自動的に作成する手法を報告する。これにより、上記学習技術を拡張し、システムが画像認識処理を獲得する一連の処理を完全に自動化することを可能にし、走行中にシステムが自ら環境に適応的に変化し、より多様な走行環境・走行条件に対応できるようになった。

Onboard online learning system for image processing of pedestrian detection

[†] Genya Ogawa, Seisuke Kasaoki, Katsuo Senmyou, Katsuyuki Kise, Fuji Heavy Industries Ltd.

[‡] Tomoharu Nagao, Yokohama National University

2. 自律学習システムの枠組み

システムの処理フローをFig. 3に示す。

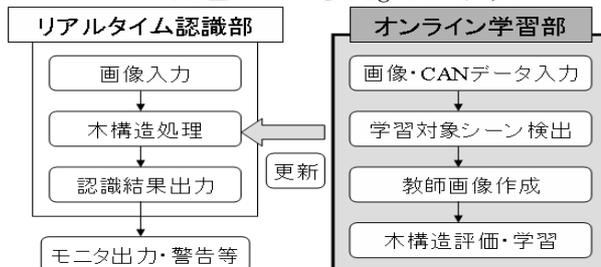


Fig. 3 システムの処理の流れ

今回開発したオンライン学習部は 10Hz の実時間で動作するリアルタイム認識部と並列で動作する。オンライン学習部では、走行中に木構造処理の学習に有効なシーンの検出をトリガーとして教師画像を作成する。教師画像が作成されると、リアルタイム認識部で用いている木構造の評価を行い、認識部の精度が不十分と判断した場合は追加学習を行い木構造の更新を行う。以下本稿では、オンライン学習部の教師画像作成までの処理について詳細を説明する。

3. 教師情報の自動生成

①学習対象シーン検出

今回は、学習にあたって重要と考えられる歩行者をハンドル操作で回避するシーンを対象とした。シーンの判定には、ハンドル舵角の情報を用い。その際に、ロバストな抽出のため、時系列情報を舵角レベル、時間方向それぞれについて離散化しパタン系列として扱う。そして離散化後のパタン系列上で回避パタンのパタンマッチングを行い、対象シーンを検出する。検出例をFig. 4に示す。

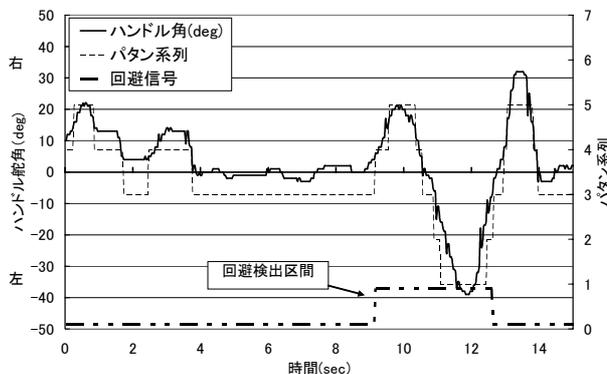


Fig. 4 回避シーン検出結果

②教師画像作成

教師画像作成処理は、学習対象と判断されたシーンにおいて、以下の処理を行う。

- i) オプティカルフロー算出
- ii) 距離変換
- iii) グループ化・対象候補抽出
- iv) 信頼度判定

オプティカルフローはエリアベースのマッチングを行い、車速に応じてフロー算出に用いる画像間の時間間隔を変化させる。またフロー計算時には舵角情報を用いて、補正も行っている。

次にフロー画像から車速情報を用いて距離画像へ変換を行い、モルフォロジ処理により補正を行った後、3次元空間上でグループ化処理を行うことで対象候補を抽出する。

そして、各対象候補に対して信頼度判定を行い、一定値以上の信頼度を得た候補が歩行者と判定し、教師画像を生成する。信頼度判定のための特徴量としては、グループの形状、サイズ、充填率、3次元空間での位置、対象領域の元画像のテクスチャなどを用いた。

また、ここで作成する教師画像は未検出については木構造認識処理の学習フェーズには行かないが、誤認識の数が多いと木構造処理の学習、さらにはリアルタイム認識部に悪影響を及ぼすという性質を持つ。そのため、誤認識を防ぐように信頼度判定の閾値は高く設定している。

結果例を Fig. 5 に示す。図は上段左が元画像、右がフロー画像、下段左が対象候補画像、右が最終的に作成した教師画像である。フロー画像はフローが大きいほど白くなるように表示している。

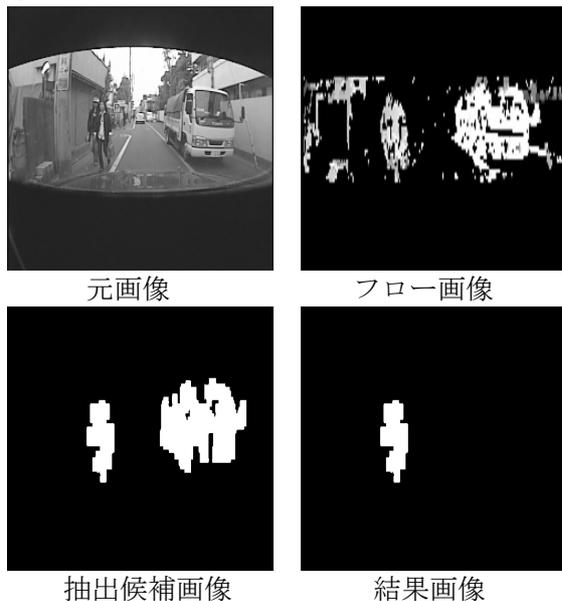


Fig. 5 教師画像作成結果

4. 実験

3時間の市街地の実走行により実験を行った。結果を Table1 に示す。

Table1 教師画像作成結果

教師画像作成数	12回
誤検出数	2回
教師画像作成成功率	83.3%

実験中に学習対象シーンとして検出されたのは46シーンで、そのうち歩行者を回避していたのは40回、残りは電柱や停車車両など歩行者以外を回避しているシーンであった。そして、46回の学習対象シーンにおいて教師画像は12回作成され、そのうち誤検出は2回であった。誤検出は歩行者を回避していたシーンで誤って歩行者と似たような形状の障害物を検出していた。得られた教師画像に誤った教師が17%程度含まれるが、その後の学習フェーズでは複数の教師画像を用いて学習を行うため、2割程度の誤った教師画像においては学習に大きな影響は見られていないことを確認しており、開発したオンライン学習システムが有効であることがわかった。

また、木構造処理の学習においては教師画像の枚数が多いほどよりロバストな木構造が獲得される。今回の実験では学習対象シーン検出数に対して教師画像作成回数が少ないが、今後は誤検出を抑えつつ、作成される教師画像の数を増やしていくことが課題である。

5. まとめ

車外環境認識システムにおいて歩行者認識処理のオンライン学習システムを提案し、教師情報作成手法の報告を行った。このシステムにより走行中にオンラインで自律的に学習することで、ドライブごとに異なる走行環境に適応的な歩行者認識の獲得が期待できる。なお、本システムの学習フェーズである認識処理の学習アルゴリズムに関しては連続発表を行う「車載用歩行者抽出動画像処理のオンライン追加学習法」で詳細を報告しているので参照されたい。

参考文献

- (1) 実吉, 埜, 喜瀬: “3次元画像処理による道路形状と障害物の認識”, 自動車技術, vol146, No. 4, 1992.
- (2) 青木, 長尾: “木構造状画像変換の自動構築法ACTIT”, 映像情報メディア学会誌 vol153, No6, 1999.
- (3) 小川, 喜瀬, 長尾: “遺伝的プログラミングによる動画像処理アルゴリズムの獲得”, 第19回人工知能学会全国大会 3F4-02, 2005.