

自動走行ロボット向け物体検出アルゴリズムの実装と評価

1210002 青野 遼 (集積システム研究室)

(指導教員 密山 幸男 准教授)

1. はじめに

本研究では、自動運転への応用を見据えて自動走行ロボットに赤信号検出プログラムを組み込み、信号機による停止・発進の判断を実現することを目的としている。物体検出手法として、教師あり機械学習法であるランダムフォレストとアダプブースト、深層学習の YOLOv3 を対象として、認識精度と処理速度の比較評価を行い自動走行ロボットに採用する手法を決定する。最後に走行テストを行い赤信号による停止の信頼性を評価する。

2. 物体検出手法

ランダムフォレスト[1]は複数の決定木による推論の多数決を行う。図 1 に決定木概念を示し、図 2 にランダムフォレストのアルゴリズムを示す。決定木はノードで次々に質問することで分類する。ルートノードは木構造のはじめのノードで、葉ノードは最終的に分類される末端ノードである。ランダムフォレストは相関性の低い複数の決定木の分類結果から多数決をとる。

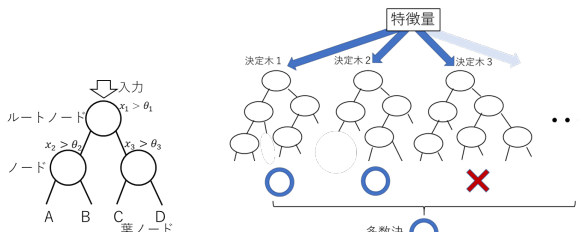


図 1 決定木概念

図 2 ランダムフォレスト

アダプブースト[2]は複数の弱学習器を直列に学習する。直列に繋げる際に、直前の弱識別器で誤ったサンプルに対して重みを大きくして学習を行う。推論の際は各弱学習器の多数決をとる。本研究で扱う弱学習器は決定木とする。

YOLOv3[3]は Neural Network による物体検出アルゴリズムである。図 3 に検出フローを示す。入力画像を $S \times S$ に分割したグリッドセル単位で処理する。Bounding Box と信頼度スコアを推測すると同時に、条件付きクラス確率を推定する。Bounding Box とクラス確率に基づき物体を検出する。

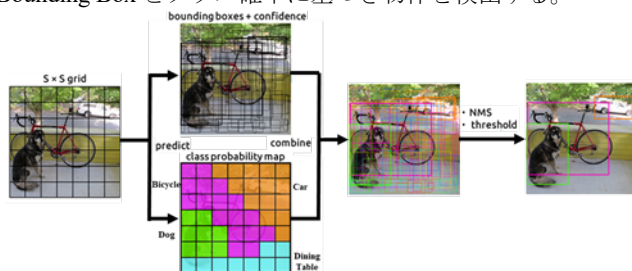


図 3 YOLO による物体検出処理フロー

3. 評価方法

学習画像は、それぞれの手法で最も認識率が高くなるような正例と負例の比率とした。テスト画像には、赤信号画像 200 枚、背景画像 200 枚の計 400 枚を使用した。検出結果を検出、非検出、誤検出、不検出の 4 つに分類した。赤信号画像での検出と背景画像での不検出が多いほどよく、検出と不検出がテスト画像の総数に占める割合である正解率と、画像一枚あたりの処理時間である検出速度を評価指標とする。

4. 評価結果

ランダムフォレストとアダプブーストについては、パラメータを変更して評価を行った。ランダムフォレストでは決定木の本数を 5~20 本、最大の深さを 3~8 とした。アダプブーストでは識別器の個数を 5~20 個、決定木の最大の深さを 3~8 と

した。結果を図 4、5 に示す。

検出速度はランダムフォレストでは 5 本あたり約 15ms、アダプブーストでは 5 個あたり約 20ms ずつ増加しており、最大の深さによる変化はない。深くなればノード数が増え処理時間が増すと考えられるが、変化がないことから、決定木の読み込みなどの処理コストが大幅に高いためと考える。

正解率は、ランダムフォレストの場合では本数が増えるごとに上昇しているが、10 本以上では 0~3%しか変化しておらず限界に達していることがわかる。最大の深さは 4 以上がよいといえるが、10 本以下で過学習を起こしており深さを 6 以下に考慮する必要がある。アダプブーストでは識別器が 15 個のとき、深さによらず高い正解率を達成している。

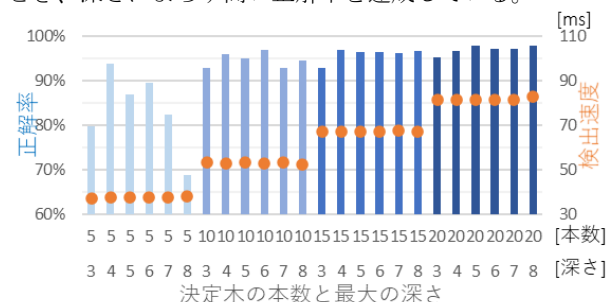


図 4 ランダムフォレストの正解率と検出速度

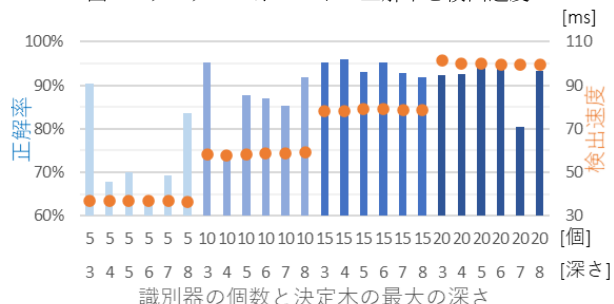


図 5 アダプブーストの正解率と検出速度

YOLOv3 では、200 枚の赤信号画像を学習させたところ、結果は正解率 91.3%、検出速度 115ms となった。

正解率を重視した場合、ランダムフォレストにおいて決定木を 20 本、最大の深さを 5 とすることになる。しかし、処理性能に制約のある自動走行ロボットでの実装を考慮し、正解率約 1%の違いで約 2 倍速いランダムフォレストの決定木 10 本、最大の深さ 6 を採用する。

5. 走行テスト

自律走行ロボットを用いて赤信号停止と青信号発進の実験を行った。赤信号による走行停止の 10 秒後に青信号へ切り替えた。計 30 回試行した結果、80%の成功率であった。失敗した状況の内訳としては赤信号無視 10%、赤信号での誤発進 10%であった。検出に失敗した画像はブレや逆光などの問題がなく、単純に検出精度に問題があると考えられる。

6. まとめ

信号機検出のために 3 つの物体検出手法を比較評価した結果、ランダムフォレストを採用した。走行テストでは 80%の精度を達成した。しかしながら、依然として信頼性に欠ける結果となり、検出精度のさらなる改善が求められる。

参考文献

- [1] M. PAL, "Random forest classifier for remote sensing classification" International Journal of Remote Sensing Vol. 26, No. 1, 217-222, 2005
- [2] AIZINE AI(人工知能)用語集 AdaBoost
- [3] J. Redmon, Ali Farhadi, "YOLOv3: An Incremental Improvement," Apr.2018.