

PS-18 深層学習を用いたカメラ画像からの船舶検出と位置推定に関する研究

知識・データシステム系 * 小林充, 丹羽康之, 佐藤圭二, 齊藤詠子

1. はじめに

弊所で行った先行研究¹⁾では沿岸建造物にカメラを設置し、航路上の船舶の検出を行った。その結果、小型船舶の検出率および1台のカメラによる相対距離の推定精度に課題があることがわかった。そのためこれに続く研究として、船舶の左右舷にカメラを設置し、他船の船影を画像処理により検出してその位置を立体視の手法で求め、電子海図上に提示もしくは自律航行システムに他船情報を提供することで安全航海に資する他船検出システムを構築している。

AISやレーダ画像は自律航行船のための他船情報取得手段として重要であるが、AIS情報を発信しない船やレーダに映り難い船舶もあるため自律航行においてはこれを補完する視覚的手法によるロバストな他船検出が必要である。本発表では、現在構築中のシステムについて報告し、今後の展開について示す。



図-1 立体視による他船検出・位置推定

2. 船載カメラシステム

一般商船の船橋内左右両舷にネットワークカメラを設置し、GPS, Gyro, AIS等の航海データを収録する船載システムを構築した。カメラの設置状況を図-2、全体の模式図を図-3に示す。カメラは正面を向き、10秒毎に同時に景観画像を撮影する。

画像処理用PCはコンシューマ向けのGPU(NVIDIA GeForce GTX1080Ti, 11GB VRAM)を2枚搭載した一般的なPCとする。深層学習の性能はGPU性能に依るものの普及を考慮してエンタープライズ向けでないごく一般的なハードウェアで実現できるものとし、実用性を考慮し撮影から位置推定までのターンアラウンドタイム1秒以内に抑えることを機能要件とした。



図-2 カメラ設置状況(左:左舷, 右:右舷)

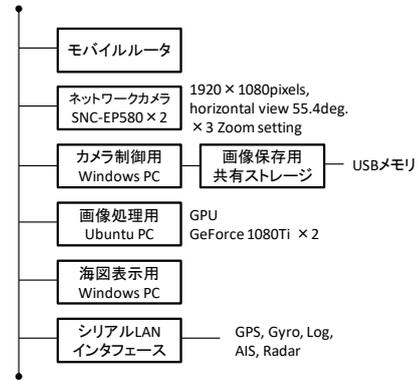


図-3 船載システム模式図

3. 検出と位置推定

3.1 他船検出と位置推定手法

labelImg²⁾をカスタマイズしたアノテーションツールを用いて景観画像3069枚から船影のアノテーションを行いトレーニングデータセットを作成した。深層学習の一種であるCNN(畳み込みニューラルネットワーク)の手法を取り入れて検出器を作成し、トレーニングを行った。

船影検出の出力として、船影を取り囲むように検出枠が出力されるので、この中心位置の横方向座標から船影の方位を求め、位置推定を行っている。すなわち、左右カメラで検出された船影の方位をそれぞれ図-4における θ_L, θ_R として、対象船舶の自船からの相対位置 $P(x_p, y_p)$

$$\begin{cases} x_p + D/2 = y_p \tan \theta_L \\ x_p - D/2 = y_p \tan \theta_R \end{cases} \quad (3.1)$$

の交点として求めている。

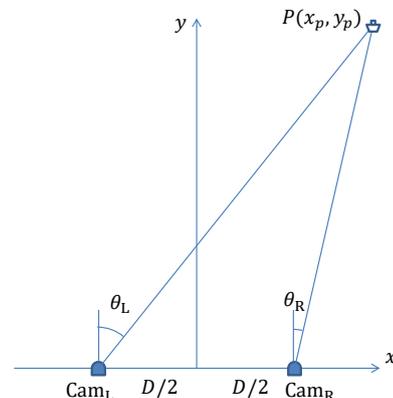


図-4 立体視による他船相対位置の推定

3. 2 船影検出率

CNN 画像検出アルゴリズムとして著名な Faster-RCNN³⁾等を用いて検出器を作成し、十分なトレーニング回数を経たのちに船影検出を行ったところ、図-5 に示す検出率結果を得た。アルゴリズムに独自の改良を行ったところ、先行事例で用いた Faster-RCNN に AlexNet を組み合わせた検出器より検出率が向上し、mAP が 85% を超える一方、必要とする VRAM が増大した。使用できる VRAM には GPU により上限があるためこれを超えない改良をする必要がある。



図-5 検出器と船影検出率

また、同図改良4において船影矩形の長辺のピクセルサイズごとに検出率を求めたところ、長辺が 32pixel 以上ある船影では 95%以上と安定的に検出できていることが分かった (1mile 先にある 10m の物体が約 32pixel に相当する)。長辺 16 ピクセルの船影の約半数を検出できており、先行研究で使用した Faster-RCNN より大幅に改善されている。船影検出例を図-6 に示す。

3. 3 位置推定精度

研究対象船が岸壁を出港する際にすれ違う船舶とブイを検出し位置を推定した結果を図-7 に示す。光学的歪等、系統誤差の補正は行っておらず、およそ 1mile 先の船舶の距離誤差は+2.5~7.6% (偶然誤差±1.5%以内) であった。方位誤

差は+0.8~+1.4° (系統誤差+1.2° , 偶然誤差±0.3° 以内) であった。船影が自船マストにかかった際に検出枠が大幅にずれるため、誤差が大きく発生した。

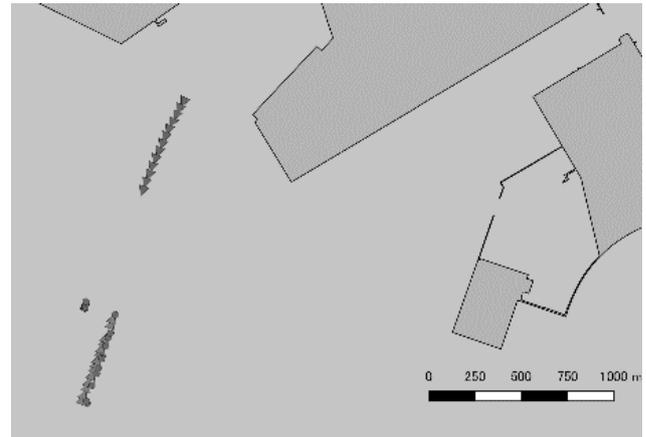


図-7 位置推定 (上部▽:南下中の自船, 下部△:北上中の他船 AIS, ●:他船およびブイの画像による推定位置)

4. おわりに

先行事例に比べ、アルゴリズム改良を施すことで検出率を改善し、また左右舷カメラを用いることで、位置推定精度の点で改善された。性能向上のため改良すべき点はまだ多く残されており、特に不特定の海上浮遊物検出には深層学習は不向きと考えられるため、これに関し技術調査、開発を行う。

参考文献

- 1) 小林, 丹羽, 岩崎: 深層学習による景観画像からの船影の検出, 平成 30 年日本船舶海洋工学会春季講演会論文集, 2018.5.
- 2) darrenl tzutalin: labelImg, <<https://github.com/tzutalin/labelImg>>, 閲覧 2019.4.
- 3) Ren, Shaoqing, et al.: "Faster R-CNN: Towards real-time object detection with region proposal networks.", Advances in neural information processing systems, 2015.



図-6 船影検出例 (上:左舷カメラ, 下:右舷カメラ。船首マストや荷役設備の一部が映り込んでいる)