

# 夜間航行船舶の検出と特徴量の抽出

村田雄斗<sup>†</sup>、近藤正樹<sup>†</sup>、白石和章<sup>†</sup>、片岡祐太<sup>†</sup>、古谷雅理<sup>††</sup>  
 鳥羽商船高等専門学校<sup>†</sup>、東京海洋大学<sup>††</sup>

## 1. はじめに

海上保安庁によると、過去5年の海難事故船舶種別を見ると小型船舶、特に漁船の事故が27%を占める(図1)。海難の中でも、衝突による海難事故が最も多く、また衝突の原因は見張り不十分が最も多い(図2)。(1)



図3 夜間航行画像

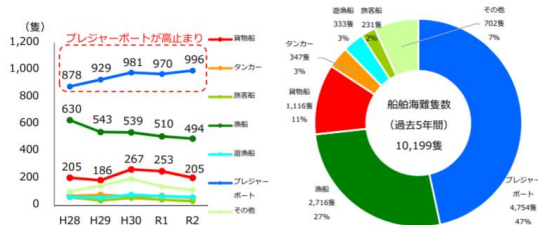


図1 過去5年の海難事故船舶種別

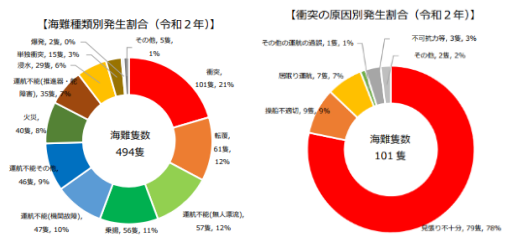


図2 漁船の海難種別発生割合と衝突の原因割合

小型船舶には高価な航海機器が搭載されている例が少なく、目視のみで自船周囲の見張りをしている。また、夜間では視認性の低下や、街明かりと船舶の灯火との区別が困難になるなど、運航の難易度が上昇する(図3)。そのため夜間では相手船を船舶の灯光のみで認識しなければならないため、衝突事故が起きやすくなる。

夜間の安全航行の実現のため、見張り者の支援となる低コストで扱える運航補助機器が必要になる。そこで、夜間航行の補助のため、自船のカメラ映像から深層学習を用いて周囲の夜間航行船舶の検出を行う。また、深層学習アルゴリズムが出した結果を可視化するために、検出結果から特徴量のヒートマップ生成と、映像にマスクをかけることによるフレーム間の検出結果の変化で船舶のどの部分を船舶と認識しているかを示す。可視化した結果を考慮し、教師データの再作成を行い、検出率の向上を目指す。

## 2. 深層学習

今回は画像・映像から夜間航行船舶の学習・検出をするのにリアルタイム検出が比較的行いやすいアルゴリズムであるYOLO v3(You Only Look Once v3)を使用した。YOLOv3にはフレームワークDarknet<sup>(2)</sup>を用いる。YOLOv3の学習に用いた画像は、2019年5月17日に東京海洋大学所有の「らいちょう」に設置されたカメラにより撮影された夜間航行映像を1秒間隔で切り出したもので、枚数は1,457枚となった。検出対象は船舶で、夜間航行する船舶が写っている画像を抽出した。

また、船舶の検出率向上のため、学習用画像の水増しを行った。元画像に加えて射影変換2種類、二分之一縮小、縮小したものの射影変換2種類、それらすべてにコントラスト調整2種類、ガンマ調整2種類、平滑化、ノイズ追加処理を行った計61,194枚で学習を行った(図4)。あらかじめ画像の船が写っている領域を船とラベル付けし、学習を行うことで画像から船を検出できる判別器を作成する。

Detection of ships navigating at night and extraction of features

<sup>†</sup> Murata Yuto, Kondo Masaki, Shiraiishi Kazuaki, Kataoka Yuta

National Institute of Technology, Toba College

<sup>††</sup> Furuya Tadasuke

Tokyo University of Marine Science and Technology

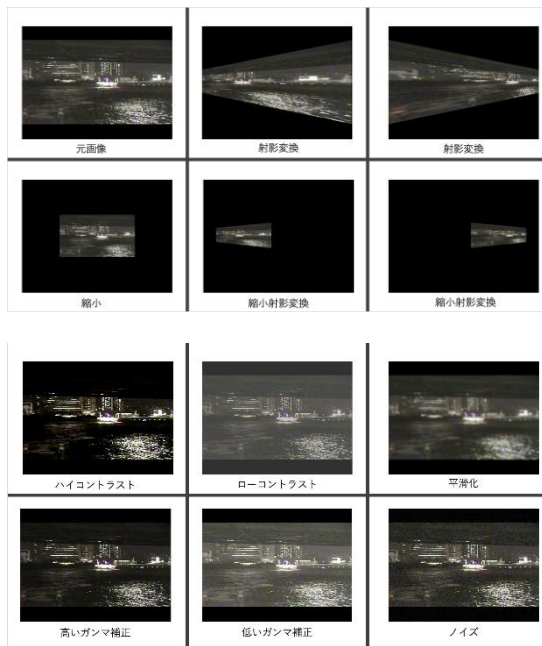


図4 学習用画像の水増し

### 3. 船舶検出実験結果

YOLO v3 で学習を行った。学習回数は 5000 回で、用意した画像の 9 割を学習に利用し、残りの 1 割はテストに使用した。

結果、正答率は 86.39%、適合率は 90%、再現率は 83%、F1 値は 86%、Average IoU は 66.78% となった。実際に夜間航行の映像でもテストを行い、実際に検知できることを確かめている(図 5)。結果は表 1 に示す。



図5 夜間航行船舶の検出

表 1 夜間航行映像の検出結果

	航行船舶 1	航行船舶 2
船舶を検出できているフレーム数	179 枚	138 枚
船舶が映っているフレーム数	206 枚	267 枚
検出率	86.9%	52.5%

表 1 より検出率に差が出たが、これは自船との距離や遭遇状態が影響していると考えられる。航行船舶 1 は横切り船のため、自船との距離は 300m ほどであるが、航行船舶 2 は見合い船のため、自船との距離は 500m~10m となり、300m 以上離れた場合はほとんど検出されなかった。

本研究では河川(隅田川)の場合、船舶の速度が速くて 10knot 程度であること、船舶の大きさが 40m 以下と小型船舶が多いことから 100m 程度の距離があれば相手船舶と衝突回避可能と考えているため、遠距離の船舶の検出結果は衝突回避に影響を及ぼさないとと言える。

### 4. 今後の課題

本研究では今後、深層学習アルゴリズムが出した結果を可視化する(図 6)<sup>(3)</sup>。そのために、検出結果から特徴量のヒートマップ生成と、映像にヒートマップをもとにしたマスクをかけることによるフレーム間の検出結果の変化で、映像に映った船舶のどの部分が船舶と認識される要因になっているのかを示していく。また、可視化された結果を考慮し、教師データの再作成やアルゴリズムの改良を行い、検出率の向上を目指す。

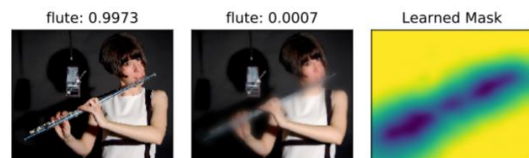


図6 フルートの画像を用いた一例

### 参考文献

- (1)海上保安庁  
<https://www.kaiho.mlit.go.jp/>
- (2) darknet  
<https://pjreddie.com/darknet/>
- (3) Interpretable Explanations of Black Boxes by Meaningful Perturbation  
<https://arxiv.org/pdf/1704.03296.pdf>