

小型船舶航行支援システムの ユーザインタフェースに関する比較と評価

学正会員○瀬尾 敦生 (弓削商船高等専門学校) 学生会員 肥田 琢弥 (弓削商船高等専門学校)
学正会員 西山 政明 (弓削商船高等専門学校) 正会員 長尾 和彦 (弓削商船高等専門学校)

要旨

日本で発生する船舶事故のうち、小型船舶による事故が約 7 割を占める。船舶事故対策として AIS (Automatic Identification System) があるが、搭載義務がなく、コストが高額で申請が必要などの理由から普及が進んでいない。我々はスマートフォンで動作する AIS と連携した小型船舶航行支援システムの開発を行っている (SmartAIS、以下、本システム) ⁽¹⁾。本システムではサーバが AIS 受信機と連携することでスマートフォンの位置と AIS 情報を両方とも収集しており、この情報をスマートフォンに提供することで安全航行を支援する。本研究では 2 台の船舶を使って避航操船を行い、本システムを含む 3 つのシステムを動作させ、インタフェースの比較と検証を行なった。検証の結果、本システムを含む 2 つのシステムが見張り不十分への対策が十分で航行中でも利用できること、残りの 1 つは音や振動の利用方法と通知タイミングを修正する必要があることが分かった。

キーワード：情報処理、AIS、Smartphone、Smallship

1. はじめに

近年、日本では船舶事故が増加傾向にある。2008 年から 2014 年で大型船舶、小型船舶合わせて平均 2400 隻の事故が確認されており、そのうち 50%程度が衝突・座礁となっている。特に小型船舶が関わる事故は全体の約 7 割 (1700 隻程度) であり、早急な対策が求められている。船舶事故を未然に防ぐための対策として AIS がある。AIS は船舶の種類、位置、針路、速力などを VHF で送受信し、船舶及び陸上局と情報交換を行うシステムである。AIS は国際航路の船舶および国内航路の 500 総トン以上の船舶に搭載が義務付けられ、航行管制に基づく事故防止に効果的であることが確認されている。一方小型船舶においては、搭載義務がない、設備投資が負担、申請が必要などの理由から搭載が進んでいない。

我々は、スマートフォンを活用することで、設備費用をかけずに小型船舶の安全性を向上できると考え、スマートフォンで動作する小型船舶航行支援システムの開発 (以下、SmartAIS) を行っている ⁽¹⁾。

図 1 に本システムの構成図を示す。

まず、サーバは毎秒間隔に UDP を使って、AIS 受信機にアクセスし、AIS 情報を取得、サーバ上に保存する。次に、スマートフォンは 5 秒間隔でサーバにアクセスし、更新された船舶情報を受信し、画面上に位置・進行方向を表示する。その際、他船や浅瀬に一定以上接近していた場合には、スマートフォ

ンはアラームで警告を行う。また、航行中のスマートフォンからサーバに一定時間通信がない場合は、サーバから近隣船舶や海上保安庁に通報を行える。

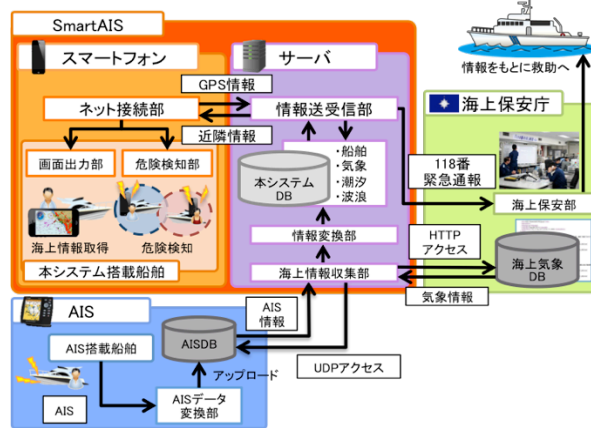


図 1 システム構成図 (SmartAIS)

先行研究より、AIS と連携した航行支援システムは事故削減に効果的であること ⁽¹⁾、腕時計デバイスと連携することで、通知の気づきやすさが改善される ⁽²⁾ ことが確認されている。また近年、類似コンセプトのシステムがいくつか提案されている。しかし、いずれのシステムも機能やインタフェースが不統一である。また海上での実証をしていないため、実用性に足るか不明瞭である。本研究では各システムを海上避航操船時に動作させ、比較することで安全航行支援が行えるかを検証した。

2. 東京湾での公開海上実験

今回は、本システムのユーザインタフェースの性能をより調査するため、我々は東京湾での公開海上実験に参加した。本実験は国土交通省が海上でのスマートフォン利用ガイドライン・航行支援システムが備えるべき仕様を策定するために行なった実験である⁽³⁾。実施状況を以下に示す。

- 日時：2016/12/15 10:00-11:30、13:00-15:30
- 航路：東京湾
- 利用船舶：小型船舶2台
- 実験項目

1. 計測位置精度

航行中のGPS精度を調べる実験。船舶に搭載されたDGPSで計測された位置とスマートフォンのGPSで計測された位置情報を比較する。

2. 避航操船

2台の船舶を航行させ、設定された距離で危険検知を行うかを検証する。

3. 危険海域

陸上付近に危険海域を設定し、海域に接近・侵入した際に警告を行うかを検証する

4. 情報更新間隔

サーバとの通信間隔を1秒~1分の間で適宜変更し、サーバとの最適な通信間隔を調査する。

参加組織

(本校を除く。国土交通省公開資料より抜粋)

- 日本無線株式会社
- 富士通株式会社
- 鳥羽商船高等専門学校
- 株式会社プリスコラ
- マリーネットワークス株式会社

これらの項目に加え、独自に各社のアプリと本システムのインタフェース比較を行なった。

2.1 1~4の項目に関する実験結果

1~4の実験では、スマートフォンの位置誤差が±20m以内、平均通信時間が2.9秒であることが確認され、スマートフォンがレーダーやAISと同等の情報更新性能を持っていることが確認された⁽⁴⁾。

2.2 ユーザインタフェースの比較結果

提案されているシステムを比較する項目を以下のように設定した。

- 画面を注視せずとも、航行支援が受けられる(見張り不十分への対応)
- 適切な回避指示への対応

比較項目の設定理由は、小型船舶事故の多くが衝突(全体の44%)であること、衝突事故理由の半数が見張り不十分な点の2つである^(5,6)。

今回は実験に参加しているシステムの中で、本システムと同一のコンセプトで開発・提案されているアプリJ,P(他企業システムのため仮称とする)を比較対象とした。比較結果を表1、その理由を以下にそれぞれまとめた。

表1 システムの比較結果

(○：対応 △：部分的に対応 ×：非対応)

	見張り不十分への対策	適切な回避指示を行う
本システム	○	×
アプリJ	△	×
アプリP	△	×

2.2.1 本システム

本システムでは自船に危険が迫っている場合、画面の枠線をデフォルトの10倍太く・赤色にする、音や振動を大きく鳴らす、音声ナレーションをすることでユーザに伝える(図2)。また、腕時計デバイスによる通知に対応しているため、他方を向いていた場合でも支援を受けられる。

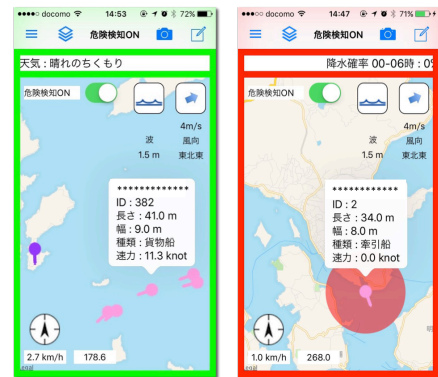


図2 SmartAIS

(左：安全時 右：危険時)

2.2.2 アプリJ

アプリJはナビゲーションバーの文字と色で航行状態を表示するため(図3)、画面を注視が必要である。音や振動による通知は危険検知時に1回のみ行われるため、公開実験時に通知に気づかないことがあった。また、アプリJには腕時計デバイスアプリも存在する。しかし、この腕時計デバイスアプリは

スマートフォン側の内容を表示しているのみである。

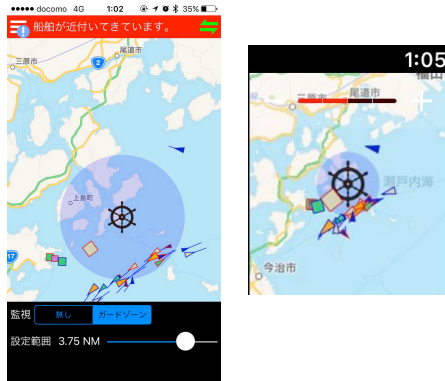


図3 Jの動作画面

(左:スマートフォン、右:腕時計デバイス)

2.2.3 アプリP

アプリPは画面上にフォントサイズの大きなラベルを配置し、警告音や振動を鳴らすことで、本システムと同様に注視せずとも、危険が伝わるようになっている(図4)。そして、音や振動による通知は危険回避が終了するまで継続されることや通知間隔・警告や振動の基準を任意に変更できるなど、様々な状況に柔軟に対応できるよう設計されている。しかし、本システムのように腕時計デバイスや、音声ナレーションによる後方支援などは対応していないため、一時的に進行方向以外を向いていた場合や、他の計器を操作していた場合に対処できない。



図4 アプリPの動作画面

(左:小型船接近時、右:注意海域侵入時)

3. 考察

国土交通省は公開実験の結果を受けて、航行支援システムが備えるべき機能の定義を行い、ガイドインとして2017年3月に発表した⁽⁷⁾(図5)。他船・危険海域に500m以内に接近した際に警告を鳴らすこと、注意海域に侵入した際には通知を出すこと、通信間隔は3秒以下などが明記されている。

資料2

船舶におけるスマートフォンアプリ活用のためのガイドライン概要版

アプリに搭載する機能	搭載する場合に求められる要件
他船接近警告	
危険判定方法	少なくとも500m以内に近づいた場合に警告
表示方法	他船は移動方向に船首を向ける形で表示 少なくとも1km先の船を表示
警告方法	大音量の音、振動、赤色強調表示
通信頻度	3秒以下
通信データ	少なくとも他船識別符号、緯度・経度、時刻(、速度・向き)
エリア外である旨の表示	3回通信失敗した場合又は9秒以上通信できない場合に表示
危険海域接近警告(危険海域: 浅瀬、岩礁、漁網、障害物がある海域)	
危険判定方法	少なくとも500m以内に近づいた場合に警告
警告方法	大音量の音、振動、赤色強調表示を継続
エリア外である旨の表示	3回通信失敗した場合又は9秒以上通信できない場合に表示
注意海域進入の注意喚起(注意海域: 交通量・事故が多く注意を要する海域)	
危険判定方法	注意海域に進入した場合に注意喚起
警告方法	大音量の音、振動を一度だけ/橙色強調表示を継続
エリア外である旨の表示	3回通信失敗した場合又は9秒以上通信できない場合に表示
航行支援情報提供、航海前情報提供	
波高、風向・風速、天候等の情報を地図上に重畳表示することが望ましい	
その他情報提供	
マリーナ・給油場所・観光・釣り等の情報を地図上に重畳表示することが望ましい	
発航前点検支援情報、トラブルシューティング情報を表示できることが望ましい	
緊急連絡	
緊急通報	簡易な操作で118番等に通報できることが望ましい
他船への任意警告	他船を任意に選択してメッセージ送信等ができること

図5 国土交通省ガイドラインの概要

3.1 ガイドライン対応状況

各アプリのガイドライン対応状況を表2に示す。全アプリで他船接近警告については実装している。しかし、アプリJは危険・注意海域の機能がないため、改善が必要である。緊急連絡機能に関しては全てのアプリで実装されていない。海上で万が一事故が起きた場合に、ユーザが海上保安庁や周囲の船舶に助けを求めるための機能であるため、運用時まで実装されることが求められる。

3.2 交通ルールに準拠した音声指示

避航操船機能の必要性について述べる。今回比較した全てのシステムは共通して、避航操船指示機能を備えていなかった。

船舶には全世界共通で右側通行で、行き会いや追い越し、回避の際にルールがあるため、これに則った操船が求められる。しかし、海上交通法や海上衝突予防の内容について、小型船舶利用者は曖昧な状態で運行している場合が多い⁽⁸⁾。安全な航海のためにも、法令準拠の避航操船支援機能は必要となる。

しかし、避航操船指示を画面内で行うと、見張り不十分の新たな原因になりかねないため、音声による指示が望ましい。既存のドライブ支援アプリの仕組みを踏襲するべきである。

表2 ガイドライン対応状況
 (○: 対応 △: 部分的に対応 ×: 非対応)

	他船 接近	危険海域 接近	注意海域 侵入	航行支援情報 提供	緊急 連絡
本システム	○	○	○	○	△
アプリJ	△	×	×	×	×
アプリP	○	○	○	○	×

4. まとめ

今回の海上実験では2台の船舶それぞれ航行支援システムを載せ、動作の検証と比較を行なった。全てのシステムは問題なく動作し、本システムに関しては適切な回避操船指示機能を考えていく必要がある事、海上実験後発表された国土交通省のガイドラインも概ね満たしていること等が分かった。

しかし、今回の海上実験では2台の船舶しか海上におらず(AIS搭載船含む)、邪魔のない理想的な環境となっていた。そのため、今後予想される複数台同時接続時の通信速度低下、それに伴う危険検知の遅延などの調査が十分でない。今後は以下の2項目について調査を行う予定である。

1. 複数台同時接続時の通信性能検証
2. 瀬戸内海・東京湾など輻輳海域での実験

1については、HTTP負荷テストツールなどを使い仮想的な検証環境を構築することで実験できる。

2の輻輳海域での実験では10台以上の端末(小型船舶含む)を用意し、システムを動作させてデータを教える予定である。この実験時には、データ通信の遅延・警告が鳴り続けることが多く発生すると予想される。その際に、ユーザが現仕様のシステムから受けた支援情報で安全航行を行えるか、システムのパフォーマンスに問題がでないかを検証する。

輻輳海域に関する実験は2018年3月中旬まで実験を行い、データまとめを行っている。近日中に報告を行う予定である。

最後に、本研究が小型船舶事故の減少、小型船舶航行支援システムの実装の参考になれば幸いである。

5. 参考文献

- (1) 長尾和彦・瀬尾敦生・宇崎裕太・肥田琢弥: スマートフォンで動作するAISと連携した小型船舶向け事故防止システムの開発, 日本航海学会論文集, Vol. 135, pp11-18, 2016
- (2) 瀬尾敦生・肥田琢弥・長尾和彦: 腕時計デバイスを利用した小型船舶事故防止システムの開

発, 情報処理学会第79回全国大会, Vol3, pp245-246, 2017

- (3) 国土交通省: スマートフォンを活用した小型船舶の事故防止, http://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_tk6_000019.html, 2018. 03. 15
- (4) 斎藤詠子・福戸淳司・南真紀子・沼野正義: スマートフォンによる小型船舶の衝突防止に必要な進路と速力の推定, 日本航海学会講演予稿集, Vol. 5, pp125-128, 2017
- (5) 海難審判所: 平成28年版レポート 海難審判, <http://www.mlit.go.jp/jmat/kankoubutsu/report2016/report2016.pdf>, 2018. 3. 15
- (6) 海難審判所: JMAT ニュースレター 第3号, <http://www.mlit.go.jp/jmat/kankoubutsu/newsletter/news03/news0302.pdf>, 2018. 03. 15
- (7) 国土交通省: 船舶におけるスマートフォンアプリ活用のためのガイドライン, <http://www.mlit.go.jp/common/001176064.pdf>, 2018. 03. 15
- (8) 藤本昌志・瀧真輝・畑貴宇・小原朋尚: 海難事例と小型船舶操縦者の法理解の調査について-小型船舶に対する特別規定などの必要性-, 日本航海学会論文集, Vol. 124, pp137-147, 2011

6. 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(C)(No. 16K00437)の助成による。

(原稿作成 2018年3月15日版)