

小型船舶航行支援システムのユーザインターフェースに関する考察 A Study on User interface of Small Ships Navigation Support System

瀬尾 敦生†
Atsuki Seo

肥田 琢弥†
Takuya Hida

長尾 和彦‡
Kazuhiko Nagao

1. はじめに

近年、日本では船舶事故が増加傾向にある。平成 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、自動船舶識別装置(AIS:Automatic Identification System)がある。AIS は船舶の識別符号、種類、位置、針路、速力、航行状態などを VHF 帯電波で送受信し、船舶及び陸上局と情報交換を行うシステムである。現在 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、設備投資が負担である、申請が必要などの理由から搭載が進んでいない。

我々は、近年普及が進んでいる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、2015 年から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、スマートフォンからサーバに対して一定時間通信がこない場合には、船舶にアクシデントが起きていると判断して、サーバから近隣船舶や海上保安庁に通報を行える。

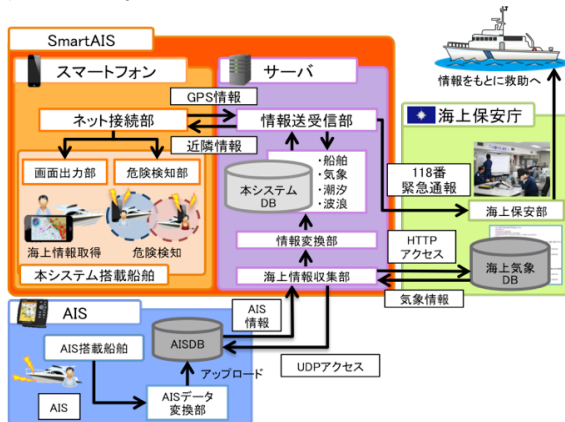


図 1 システム構成図

† 弓削商船高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻
‡ 弓削商船高等専門学校 情報工学科

これまでの研究により、AIS と連携した小型船舶航行支援システムは船舶事故削減に効果的である^[1]、ユーザの腕に常時装着できる腕時計デバイスを、スマートフォンと組み合わせることで、通知の気づきやすさが改善される^[2]ことが確認された。

こうした取り組みの中、内閣府や国土交通省^[3]、海上保安庁などの各省庁で、海上交通の安全性強化の取組みが 2016 年から始まっている。国土交通省では、2017 年 3 月にスマートフォンを使った航行支援システムのガイドラインをに発表した^[3]。図 2 に発表されたガイドラインの概要を示す。

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 2 ガイドラインの概要

2017 年 6 月現在、確認されている小型船舶航行支援システム (SmartAIS (弓削商船)、JM-Watcher^[4] (日本無線)、富士通^[5]) に関するガイドライン対応状況について、表 1 にまとめた。他船・危険海域接近、注意海域進入の 3 つに関してはどのシステムも概ね満たしている。そして、これは船舶事故種別の 50%に対応できている^[6]。

しかし、国土交通省のガイドラインで定義づけられているのは、小型船舶航行支援システムが有すべき機能と危険検知基準に留まり、具体的なユーザインターフェース (以下、UI) の定義に至っていない。

そこで、本論文ではガイドラインを踏まえて、現在多発している小型船舶操縦士のトラブルや問題も考慮した最適な UI の提案を行う。

表1 ガイドラインへの対応状況 2017年6月28日時点
(○:対応 △:部分的に対応 ×:非対応)

	他船 接近警告	危険海域 接近警告	注意海域 侵入警告	航行支援 情報提供	緊急 連絡
SmartAIS	○	○	○	○	△
JM-Watcher	○	○	○	×	×
富士通	○	○	○	○	×

2. 小型船舶航行支援システムのUI問題点

小型船舶航行支援システムUIの問題点を分析するために、海難審判所の小型船舶に関する審判記録⁶⁾をグラフ化した。図3,4,5,6に小型船舶の事故種類及び船舶毎の事故原因リストをそれぞれ示す。

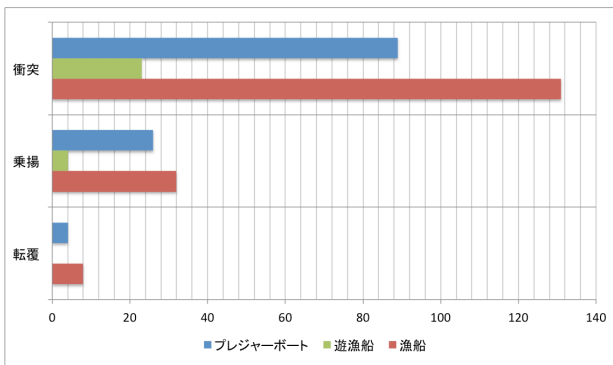


図2 小型船舶事故数 事故種類別

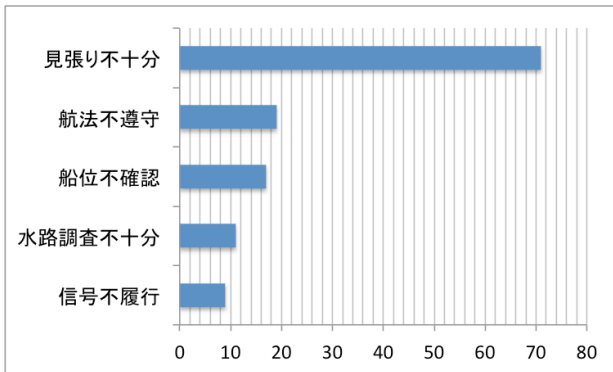


図3 プレジャーボート 事故原因リスト

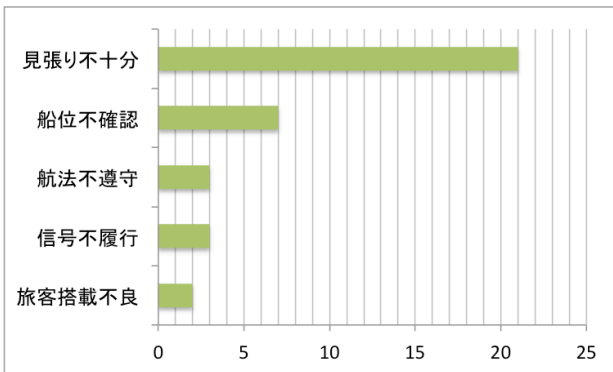


図4 遊漁船 事故原因別リスト

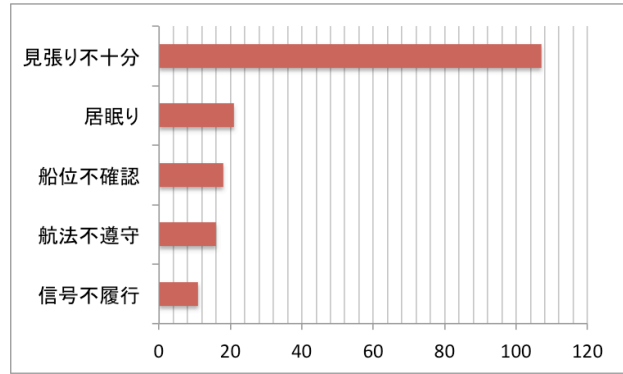


図5 漁船 事故原因別リスト

小型船舶(漁船・遊漁船・プレジャーボート)の事故を原因別によると、いずれも衝突が1位に上がる。さらに、事故原因分類別によると、いずれも1位が見張り不十分で、2位以降に船位不確認、航法不遵守、信号不履行などあることが分かる。そして、見張り不十分で衝突した事例には、相手船以外の方向・他の作業に気を取られていたが51%を占める¹⁷⁾。

このことより、今後の小型船舶航行支援システムでは、見張り不十分を特に考慮し、航法についても適切な指示を行えるUIであることが必要である。これを参考に、航行支援システムのUIには以下の項目を満たしているべきだと考えた。

- ・ 画面を注視せずとも、迫る危機が分かる
- ・ 迫る危機に対して適切な対処指示が出される

この2つの観点から、現状提案されているシステムの分析を行なった。分析結果を表2に、分析理由について以下の章にそれぞれまとめた。

表2 システムの分析結果 2017年6月28日時点
(○: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 への対応
SmartAIS	○	×
JM-Watcher	△	×
富士通	△	×

2.1.見張り不十分への対策について

SmartAIS、JM-Watcher、富士通に関しては画面表示の方法や音・振動を工夫することによって、注視せずとも危機を伝えられるよう様々な工夫が見られる。

SmartAIS においては、画面の枠線を、デフォルトの 10 倍太く・赤色にすることで、認知しやすいようにしている (図 6)。また、音や振動が大きく鳴り、音声で「他船が接近しています。」とナレーションが流れる。さらに、SmartAIS の音声や警告音が船舶航行中に、5m 程度なら離れていても十分に聞こえることは、海上実験で検証済み^[9]である。

また、SmartAIS では、腕時計デバイスによる音・振動を使った危険時の通知に対応しているため、ユーザが完全に他方を向いていた場合や他計器の操作などをしていた場合でも対応可能である。

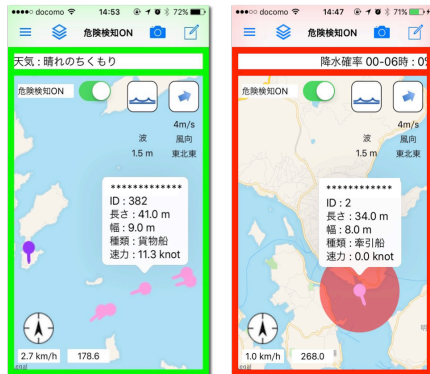


図 2 SmartAIS
(左：安全時 右：危険時)

富士通は、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、SmartAIS と同様にあまり注視せずとも、危機が伝わるようになっている (図 7)。そして音や振動通知に関しては、ガイドラインで記述されている音量・振動の大きさ基準、回数に対応できている。しかし、SmartAIS のように腕時計デバイスや、音声ナレーションによる航行支援などは対応しないため、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^[8]に対処できない。



図 7 富士通 危険時

JM-Watcher は、ナビゲーションバーのテキストと色で表示するようになっている (図 8)。そのため、かなり注視しないと読みづらくなっている。また、警告音や振動は危険が検知されてから 1 回だけ通知が行われる。そのため、陸上での検証中にも何度か通知に気づかないことがあった。また、JM-Watcher 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単にスマートフォン側と同じ内容を表示しているに留まり、ガイドライン基準を満たす通知が行われるわけでは

ない。これらより、JM-Watcher は航行中利用するために、画面注視が必要なシステムであると思われる。

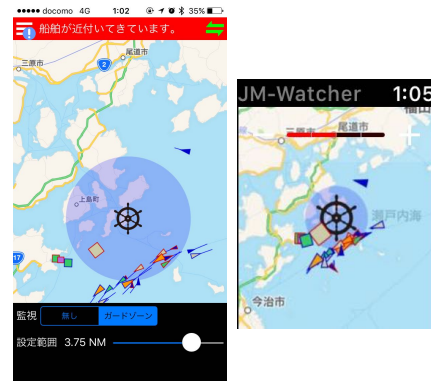


図 8 JM-Watcher 危険時
(左：スマートフォン 右：腕時計デバイス)

2.2. 適切な回避指示への対応について

次に、現在提案されている小型船舶航行支援システムが迫る危機に対して、航法に則った正しく安全な避航操船指示が出されるかについて調査した結果を述べる。全てのシステムが危険が迫っているという通知に留まり、回避方法・方向についての具体的指示を出すシステムは存在しなかった。

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、前述した通り、これらの海上交通ルールや海上衝突予防法の条文は、遊漁船やプレジャーボートなどの小型船舶利用者は曖昧な状態で運行していることが多い^[8]。

このことから、現在の小型船舶航行支援システムには、回避指示機構には問題点があることが分かった。

3. 小型船舶航行支援システム UI の改善案

小型船舶事故の現状及びシステムの分析結果を受けて、今後の小型船舶航行支援システムが備えるべき UI について考察する。

3.1. 画面レイアウトの改善案

船舶の動静、危険・注意海域、気象情報など表示すべき情報は最低限に抑えて、ユーザが目で見えて確認する情報を少なくしていくべきである。そして、自船のステータス (安全か、危険か) を確認するためのコンポーネントとして、富士通のように文字サイズを標準の 2~3 倍以上のラベルを用意するか、SmartAIS のように画面の枠線を太くかつ色を変更する方式で対応するべきである。

また、音や振動に関しては、ガイドラインでもあるように他船・危険海域接近時には回避完了まで鳴り続けるように設定をする必要がある。

3.2. 交通ルールに準拠した避航操船の音声指示

今後のより安全な航海のためにも、法令準拠の避航操船指示機能は必要となる。基本的には右側に回避する指示を出し、右側に他船がいる場合や、他船がほぼ動いて

いない場合は、減速をするなどの例外対応機能を用意することで対応できると考えられる。

しかし、こういった避航操船指示は画面内で行うと、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。既存のジョギング支援・ドライブ支援などのアプリで利用されている、音声ナレーションの仕組みを導入していくべきである。

3.3. 腕時計デバイスへの対応

スマートフォンに比べて、腕時計デバイスの通知はユーザが気づきやすい^[2]ため、危険を知らせるためのデバイスとして適切である。JM-Watcher のように、スマートフォンの画面と同じ内容を表示するだけでなく、危険検知結果をユーザにより早く分かってもらうための通知機能を中心とした実装をする必要がある。

そのため、腕時計デバイスは普段画面に何も表示せず、危険があったときだけ画面色の変更・画面上にアイコンの表示・音と振動の発生を行なって、ユーザに危険を通知する機能を、必須化していくべきである。



図 9 腕時計デバイスの表示例 (SmartAIS)

4. まとめ

本論文では、2017 年 3 月に発表された国土交通省のガイドラインと 2015,16 年の海難審判記録をもとに、小型船舶航行支援システムの最適な UI について考察を行なった。基本的にはなるべく画面を見なくとも、システムの支援をユーザが受けられるように、警告音・音声や振動を中心とした UI に変更していくべきであることを述べた。

加えて、ユーザにシステムの通知を早く受け取ってもらうために、腕時計デバイスを使ったインターフェースについての提案を行なった。

今後は避航操船指示機能の実装を行い、海上で航行を行っているときに SmartAIS を利用してもらい、安全性の評価実験を行なっていきたい。

最後に、本論文が小型船舶事故の減少、および船舶航行支援システムの実装を容易にすることの助けになれば幸いである

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。また、実験に協力してもらった方々、本研究の改善案を出してくださった全ての方に深く感謝します。

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 135 巻, pp.11-18,

2016. 12. 25.

[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, Vol13 pp245-246, 2017. 03. 17

[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, 2017. 06. 15

[4] 株式会社日本無線: JM-Watcher, <http://www.jmarinecloud.com/personal/jm-watcher.html>, 2017. 06. 28

[5] 株式会社 Briscola: SmartPort, <https://itunes.apple.com/jp/app/smartport/id925219855?mt=8>, 2017. 06. 28

[6] 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>, 2016. 10. 28

[7] 海難審判書: JMAT ニュースレター 第 3 号, <http://www.mlit.go.jp/jmat/kankoubutsu/newsletter/news03/news0302.pdf>, 2011. 12

[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—, 日本公開学会論文集第 124 号, pp137-147, 2011. 03

[9] 国土交通省: 船舶事故防止スマートフォンアプリを使った海上実験を行います! ~船舶の安全確保に向けた新たな対策を推進~, http://www.mlit.go.jp/report/press/kaiji06_hh_000135.html, 2017. 06. 15