

平成30年6月21日現在

機関番号：82627

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K18327

研究課題名(和文) AISの水中拡張によるAUV(自律型無人探査機)潜航情報の共有に関する研究

研究課題名(英文) Design and implementation of an information sharing system between underwater vehicles and surface ships using the automatic identification system

研究代表者

岡本 章裕 (Okamoto, Akihiro)

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：40734215

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：自律型無人探査機(AUV)等の水中機器を用いた海底観測を行う際、それらが浮上する際に周辺を航行する船舶や母船と衝突する恐れがある。本研究では、AUVの潜航情報および周辺他船の情報を母船を介して共有するシステムを提案し、音響通信および船舶自動識別装置(AIS)のバイナリメッセージを用いて開発を行った。

提案システムのプロトタイプを用い、実海域において音響通信による水中へのデータ配信試験を実施した。海中にあるAUVは深度400mの海底にありながら、海面上の母船・他船に関する諸情報を得ることに成功した。

研究成果の概要(英文)：Autonomous underwater vehicles (AUVs) are exploited to investigate the ocean seafloor. There is a risk that AUVs collide with ships when they are floating to the ocean surface. Therefore, an information sharing system between AUVs and ships is required to avoid such dangerous situation. In this study, we designed and implement the system using underwater acoustic communication and binary messages of the automatic identification system (AIS).

In an actual sea trial, AIS information of ships was transmitted from a support vessel to an AUV cruising at a depth of approximately 400 meters via acoustic communication. we verified that AUVs could recognize navigational information generated by AIS on ships while at under sea.

研究分野：海中海底工学、海事システム

キーワード：AUV AIS ASM 音響通信 音響測位

1. 研究開始当初の背景

近年、日本の領海・排他的経済水域内において海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊等の深海鉱物資源が豊富に存在していることが明らかとなり、注目が集まっている。これら資源の正確な埋蔵量を把握するためには海底付近へ接近した詳細な調査が必要であり、効率と運用コストの観点から自律型無人探査機（AUV：Autonomous Underwater Vehicle）を用いた探査技術に期待が寄せられている。

AUVは推進器および観測用のセンサ類を搭載した電池駆動式のロボットであり、指定された調査海域において、潜航・海底観測・浮上帰還の一連の行動をオペレータからの指示を受けず自律的にこなす機能を有する知能化されたシステムである。

従来のAUVを用いた資源調査は支援母船1隻に対し1機で運用されていたが、複数機を同時展開することで、より効率的に調査する運用手法の研究開発が行われている[1]。

支援母船には、AUVの調査海域への輸送、投入・揚収、洋上からのAUVの測位・追尾・通信の役目がある。AUV潜航時の操船は、AUVの動きに制約を受けるため、国際信号旗のA旗(潜水作業中の意味)や黒色形象物(操縦性能制限船の意味)を掲げたり、あるいは船舶自動識別装置（AIS：Automatic Identification System）の航行ステータスを用いて運転制限状態にあることを他船に伝えたりしている。

しかし、将来的にAUV運用の複数機化・長時間化、調査海域の多様化・広範囲化が達成された際には、従来の警戒方法ではAUVが浮上する可能性のある危険範囲を周辺他船が正確に把握することは困難となる。そのような状況においてはAUV対船舶の衝突事故の発生が懸念されるため、複数AUVによる調査の安全を確保するためには、それらの潜航情報を周辺他船と共有するシステムが必要となることが予想される。

2. 研究の目的

本研究では、広範囲に展開されるAUVと、航行船舶との衝突回避に資する情報共有システムの開発を目的とする。母船が測位したAUV位置等の情報をAISの機能を用いて周辺他船へ配信し、また、AISから得た船舶航行情報を水中音響によりAUVへ配信する情報共有システムのプロトタイプを開発する。

AUVを用いた海中の調査手法の研究開発が進んでおり、複数機を同時に展開することで、より効率的に広範囲を調査する手法が検討されている。しかし、AUVは海中へ潜航して調査を行うという特性上、調査完了後および非常時には必ず水面上に浮上する。そのため、支援母船がAUVを監視できる範囲から遠く離れた位置で、AUVが突如浮上する場合には、周辺他船がAUVとの位置関係を即座に察知することは難しく、衝突危険性を知ら

せる新たな手段が求められる。

本研究では、AISの情報送出機能であるバイナリメッセージを用いて、他船へAUVの潜航情報を配信し、同時に、水中のAUVに対して母船・他船のAIS情報を配信する情報共有システムを開発し、AUV運用上の対船舶への安全確保に資する手法として提案する。

3. 研究の方法

(1)システムの構成

目的とするシステムを開発するためには次に示す機器との通信が必要である。各機器間の接続を図1に示す。

AIS装置

船舶の航行情報の受信およびAUV潜航情報の他船への配信に使用する。なお、AIS機器にはクラスAと簡易版のクラスBのものがあるが、バイナリメッセージを送信するためにはクラスA機器が必要である。

音響通信装置

AUVへの指示送信およびAUVのステータス受信のために用いるものだが、本システムではAUVへ船舶情報を配信する目的で使用する。

音響測位装置

AUVの潜航中の位置情報(緯度・経度・深度)を取得するために用いる。

衛星測位装置

AUVが水面へ浮上した後に、GPSによる位置情報をイリジウム通信により母船へ送信する。

データ処理アプリケーション

～で得る情報を表示し、他船・AUVへ配信するデータの作成機能を備える。

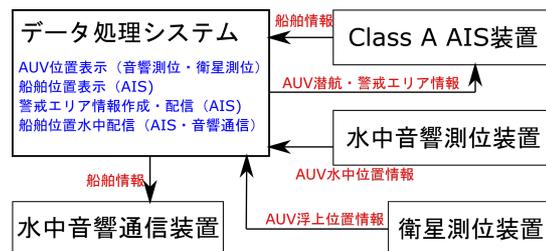


図1. システム構成

(2)アプリケーション仕様

システムを制御するアプリケーションは次に示す機能を備える。

機器情報の表示

他船・母船の情報、音響・衛星によるAUVの位置など、配信する情報の決定に必要なデータを適切に表示し、オペレータに提示する。

警戒エリア情報の表示・作成

AUVの潜航・浮上に関する情報に基づき、他船が警戒すべきエリアを表示・作成するインターフェースを備える。

AIS による他船への情報配信

で作成した警戒エリア情報を AIS バイナリメッセージにより配信する。水中音響による AUV への情報配信 AUV が自律的に浮上位置を選定し、浮上時の危険を回避するための情報を与える。すなわち、AUV が潜航中に水面上にある母船・他船の航行情報を得ることで、その手がかりとすることができる。

4. 研究成果

(1) AIS の情報配信設計

AIS のバイナリメッセージは任意のデータ送信が可能であるが、他船がデータ解読するための共通規格が必要となる。提案システムでは、このデータ規格として、AIS バイナリメッセージの枠組み内で規格されている Application Specific Messages (ASM) [2] の Area Notice を適用した。この規格は、点、円形、矩形、扇形、多角形といった図形情報を送信し、電子海図上の動的情報として表示することを意図されたものである。図形情報の他に、エリアの表示意図の説明、表示開始時刻、表示時間、任意テキストなどが含まれる。ASM の規格に従って記述するため、これに対応した表示装置であれば本システムが配信する情報を受信・表示することができる。

(2) アプリケーションプロトタイプ

開発したデータ処理アプリケーションの操作画面を図 2 に示す。

グラフィカルユーザインターフェース (GUI) 機能を備えた可視化ライブラリを用いて開発し、警戒エリアの位置・スケール等の情報を直感的に描画することができる。

図 2 では、矩形で AUV が調査しているエリア、円形で浮上中・浮上後の警戒エリアを例として示している。それぞれ、126 文字までのテキストデータを付加できるため、より詳細な情報を伝えることができる。生成した警戒エリア情報の配信機能に加え、すでに配信したエリアを選択・キャンセルするなどの基本的な機能を実装している。

音響測位や衛星測位による情報が併せて画面に表示されるため、これらに基づいて警戒エリアを作成・送信することで、他船へ潜航情報を共有する運用が達成される。

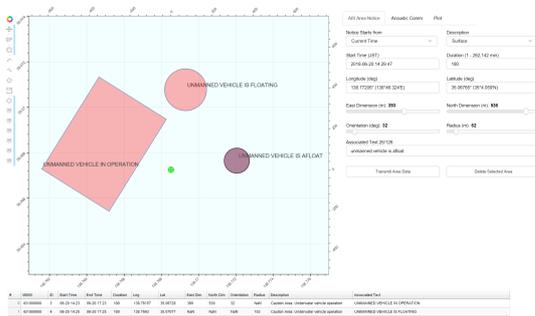


図 2. 開発アプリケーション操作画面

(3) 実海域通信試験

駿河湾における海上試験において、母船が AIS により受信・生成した船舶航行データを AUV へ配信する通信試験を行った。本試験の AUV は、海上技術安全研究所が開発したホバリング型 AUV ほぼりん[3]を用いた (図 3)。

深度約 400m の海底面を潜航・観測する AUV に対し、母船に設置されたクラス A AIS 機器が生成・受信した自船および他船の航行メッセージを一定間隔 (30 秒おき) に送信した。送信データはメッセージ ID 1/2/3 Position reports のペイロード部分を抽出し転送した。従って、緯度経度の位置情報の他に、MMSI 番号、航行ステータス、速力、対地針路、船首方位等の情報も含んでいる。

なお、本試験に使用したクラス A AIS 機器は試験用で無線局登録ができないため、他船へデータ配信をする試験は実施していない。

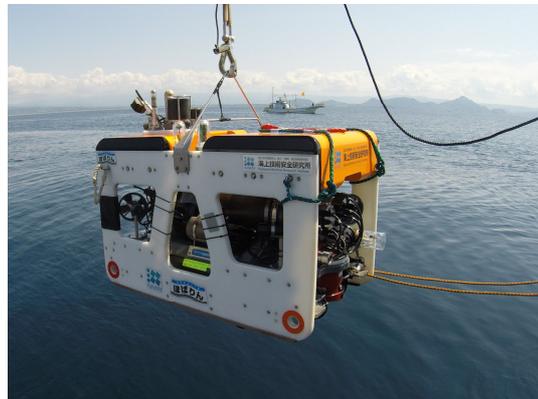


図 3. ホバリング型 AUV ほぼりん

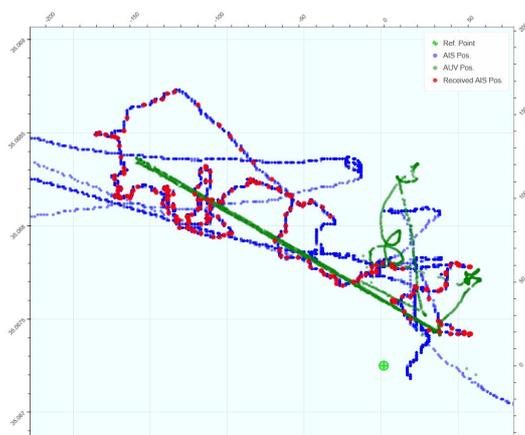
図 4 に通信試験結果を示す。図 4(a)は AUV を潜航させた周辺の様子であり、青点は AIS が生成した母船の航跡、緑点は水中音響測位装置による AUV の航跡、赤点は AUV が潜航中に音響通信を通じて受信した AIS 位置情報をプロットしたものである。AUV が潜航している期間のみのデータであるため、浮上後の衛星測位情報は含んでいない。この図から、AUV は水深 400m を潜航調査しながらも母船の存在する位置を把握することが可能となったことがわかる。

図 4(b)は広域表示したものである。緑枠で表示した部分が概ね図 4(a)周辺エリアに対応している。青点で示されるように、潜航地点から 1km ~ 11km の範囲を他船が航行していた。それら航跡上にも母船から配信された AUV が受信したデータがあり、潜航中に母船以外の船舶航行情報も得ることに成功している。

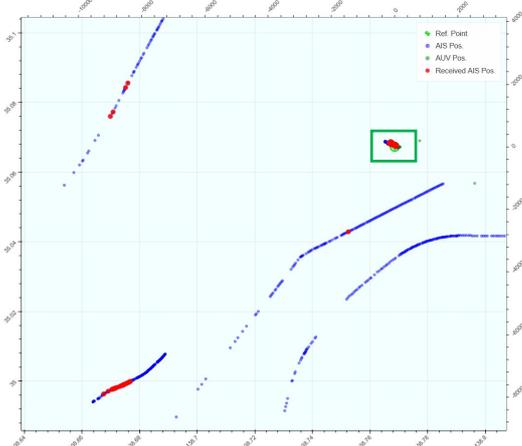
(4) 今後の展望

法令上の問題で、クラス A AIS を用いたデータ配信に関する検証試験は実施できていない。今後、実船を用いた AUV 複数機運用の機会が見込まれるため、実船に搭載された AIS を用いて開発システムを稼働し、実際の

AUV オペレーションでの運用結果を最終的な成果として取りまとめる予定である。



(a) AUV 潜航地点周辺



(b) 広域表示 緑枠内が(a)地点
図4. 通信試験潜航結果

< 引用文献 >

[1] T. Urabe et al., Next-generation technology for ocean resources exploration (Zipangu-in-the-Ocean) project in Japan. Proc. MTS/IEEE OCEANS. Genoa, Italy. 2015.

[2] Guidance on the use of AIS Application Specific Messages, International Maritime Organization, IMO Circ. 289, June 2010.

[3] A. Okamoto et al., Development of hovering-type AUV "HOBALIN" for exploring seafloor hydrothermal deposits. Proc. MTS/IEEE OCEANS. Monterey, CA, USA. 2016.

5. 主な発表論文等

〔産業財産権〕

○出願状況 (計2件)

名称： 水中探査機の情報共有方法、及び水中探査機の情報共有システム

発明者： 岡本 章裕

権利者： 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

種類： 特許

番号： 特願 2018-069430

出願年月日： 平成 30 年 3 月 30 日

国内外の別： 国内

名称： 水中機器回収方法、及び水中機器回収システム

発明者： 岡本 章裕

権利者： 国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

種類： 特許

番号： 特願 2018-069431

出願年月日： 平成 30 年 3 月 30 日

国内外の別： 国内

6. 研究組織

(1)研究代表者

岡本 章裕 (OKAMOTO, Akihiro)

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所 水中ロボティクス研究グループ 研究員

研究者番号： 40734215