

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：34503

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K14269

研究課題名（和文）次世代海上通信システムVDESの通信量評価とVDESシミュレータの開発

研究課題名（英文）Evaluation of VDES communication using VDES simulator

研究代表者

畑 耕治郎 (KOJIRO, HATA)

大手前大学・現代社会学部・教授

研究者番号：50460986

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究ではVDESを用いた通信データの欠損状況や海域の総通信量など統計情報に基づいてVDESアクセス方式の特性を明らかにするためにVDES通信状況を現実に近い形でシミュレーションできるVDESシミュレータを開発した。VDESシミュレータは、VDES通信の際のタイムスロット占有率、メッセージの衝突率などを評価することができる。これらのデータはAIS1、AIS2、ASM1、ASM2、VDEのチャンネル毎にデータを集計することで、AIS Class A通信に加えて、VDESで新しく追加された他チャンネルの動きについてもより詳細なデータを出力することができる。

研究成果の概要（英文）：AIS(Automatic Identification System) is a telecommunication system between ships and shore stations in order to improve safety of navigation of ships. AIS is a system that enables the ship to obtain information about other ships and their navigation status such as position, course, speed, name, etc., automatically with VHF radio link. In some congested waterways excessive transmission of AIS is a potential problem since the planning stage. To solve it, VDES (VHF Data Exchange System) is under consideration as a next generation of AIS. In this study, we have developed a system that simulates VDES communication in simulated marine traffic considering the movement of each ship.

研究分野：情報工学

キーワード：VDES AIS 海上交通システム Simulation

1. 研究開始当初の背景

AISは船舶衝突防止が第一の目的として開発されたデータ通信システムで近年のAISの普及につれ、基本的船舶情報交換の他に応用的な利用も拡大してきた。この応用の一つがASM(Application Specific Messages)で、気象情報、港湾管制状況等の情報をAISのデータ通信システムを用いて交換するサービスで今後の活用が期待されている。AISの普及に従ってAISの情報交換総量も増加し、現在定められている2つのAIS専用チャンネルだけではやがて通信網が輻輳する事が予測されている。そこで国際海事機関はこれを危惧し、基本的利用目的の現行AISの保護を求めようになった。これらを動機とした関連機関での検討を経て、AIS応用利用に対してはAIS専用チャンネルとは別のチャンネルを確保し、新規のデータ交換システムを検討する事となった。これが次世代AISつまりVDESと呼ばれているものである。VDESは、VTS(Vessel Traffic Service)など航海安全への寄与が期待されているVHF帯海上データ通信システムである。

ここで、現在VDES向けに提案されている通信チャンネルは、現行のAISチャンネルとは異なるものの、それに隣接連続しているチャンネルであるためにVDESによる通信が現行AISの運用を阻害してしまう恐れがある。VDESアクセス方式は、システムの最大通信量をも決定づける重要な基幹的要素でもあり、VDESによる通信が現行AISの運用を阻害せず、東京湾のような輻輳海域においても安定した通信処理が行えるようにするためには、VDESアクセス方式について特別な考慮が必要となる。

VDESは現在、国際航路標識協会などでその仕様が策定中であるが、既存AISに影響を及ぼさない形でAISおよびVDESに割り当てられた周波数帯域の利用効率を最適化することが開発上の課題のひとつとなっている。VDESでは送受信するメッセージの種類に応じて用いる周波数帯を切り替えることが提案されているが、この仕様変更に伴う通信性能の評価は、実機が存在しないために非常に困難な状況にある。

2. 研究の目的

本研究では、VDES仕様の最新情報の収集に取り組み、これまで研究者代表が取り組んできたAIS通信状況を現実に近い形でシミュレーションすることができるAISシミュレータ¹をベースとして、VDES通信方式による通信を模擬できるVDESシミュレータを開発する。そして、主に東京湾をサンプルとしたVDESデータ通信状況の可視化に試み、通信データの欠損状況や海域の総通信量など統計情報に基づいてVDESアクセス方式の特性を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では以下の手順で研究を進める。

(1) VDES仕様の調査

VDES仕様調査は、具体的なVDES技術仕様検討している場であるIALA E-NAV委員会(WG3)より、古野電気技術研究所の全面支援体制のもとで最新情報を収集する。

(2) VDESシミュレータの開発

開発するVDESシミュレータは、船位や動静、AIS/ASM/VDE/SATスロットマップ、船舶間通信状況、およびそれらの統計データを、海域を航行する個々の船舶毎について時刻毎に演算し、実際に海上で行われる通信状況をコンピュータ上に再現するものとする。

VDESシミュレータは、「船舶データ」、「設定パラメータ」、「シミュレータエンジン」の3つの要素から構成する。「船舶データ」は各時刻の船舶属性データ集合であり、船舶ID、送受信状況、AIS/ASM/VDE/SATスロットマップ、船位、船速、統計データなどを含む。「設定パラメータ」は、VHF電波伝搬特性、無線機性能、スロット割当プロトコル(SOTDMA, CSTDMA等)、船体動向シナリオ、統計設定パラメータから成る。船体動向は、シナリオ自体を記述するほか、既存AIS受信データを入力し再生する事も可能とする。「シミュレータエンジン」は、「設定パラメータ」に従って「船舶データ」を時々刻々更新させる機能を備える。最終的にシミュレーション上で行われた通信結果よりスロット衝突率や通信容量等の統計データを算出する。

(3) VDESアクセス方式性能の確認

輻輳海域シミュレータ²を用いた仮想海域による船体動向シナリオを用いて、仮想海域によるVDESアクセス方式性能確認を実施する。

4. 研究成果

(1) VDES仕様の調査

本プロジェクトでは、研究協力者であり、またIALA E-NAV委員会(WG3)のメンバーでもある古野電気技術研究所と定期的な会合を行い、常にVDES仕様策定に関する最新の情報を収集することができた。

(2) VDESシミュレータの開発

本プロジェクトでは、VDESシミュレータを開発した(図1)。VDESシミュレータは、AISシミュレータ¹を機能拡張したシステムで、実航行記録もしくは輻輳海域シミュレータ²で生成した仮想海域による船体動向シナリオを用いたVDES通信シミュレーションを行うことができる。今回、VDESシミュレータの開発にあたっては、VDES通信の正式な国際規格が定められていないため、VDESシミュレータにおいて定義するVDES通信モデルは次のように設定した。

VDES通信は、AISと同様に1分間を2,250個のタイムスロットに分割し、その1スロットを使ってメッセージを送信する。VDESは既

存の AIS1/2 に加えて、ASM1、ASM2、VDE の 5 つの周波数帯を使って通信を行うこととし、1 分間に AIS と ASM は 4,500 個、VDE は 2,250 個のタイムスロットをメッセージの送受信に使用する。スロットの管理は多元接続方式を採用し、周辺の船舶から送られてくるメッセージに影響を受けながら各チャンネルに割り当てられたスロットをそれぞれの船舶が自己管理する。VDES 通信モデルにおいて用いられる通信プロトコルは原則として ITU-R 勧告 M.1371-5 および同 M.2092-0 に準じた R-ATDMA、ITDMA、SOTDMA、FATDMA を使用する。送信するメッセージの内容についても ITU の同勧告に準じた動的情報、静的情報、航海関連情報、航海安全関連情報とした。

また、メッセージの送受信機能を改善し、隣接する周波数帯における電波干渉や、RATDMA 方式を用いたバイナリメッセージのランダム送信にも対応した。

さらに VDES シミュレータで行われたシミュレーション内容について、対象海域および各船舶の通信の状態をより詳細に把握できるように可視化プログラムのプロトタイプも開発した。図 2 は同プログラムの出力例のひとつで、同プログラムを用いればメッセージが不達となる距離等を目視で確認することができる。

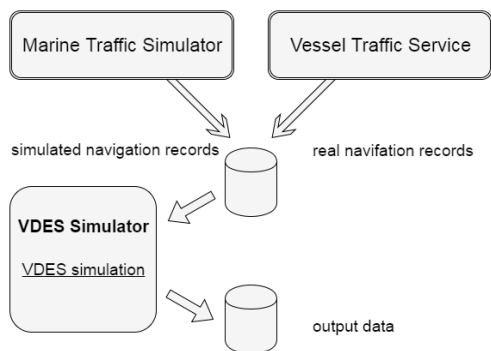


図 1 . VDES シミュレータ構成図

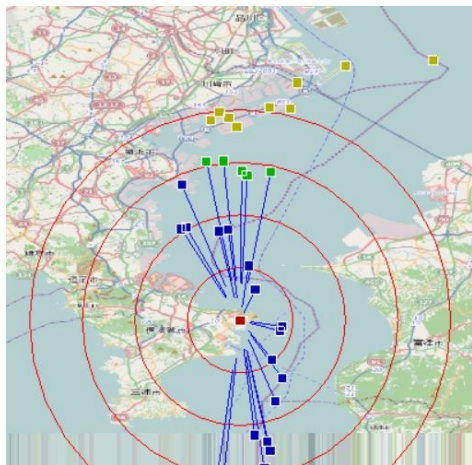


図 2 . 可視化プログラムの出力例

(3) VDES アクセス方式性能の確認

ここでは、ASM チャンネルおよび VDE チャンネルを用いたメッセージ送信が AIS チャンネルに与える影響を調査したシミュレーション結果の一例を示す。

船舶データと設定パラメータ

シミュレーションには、輻輳海域シミュレータで生成した東京湾をモデルにした仮想船舶による航行情報を用い、1 時間あたりの平均出現船舶数は 400.8 隻、ピーク時は 727 隻である。また、各チャンネルで扱うメッセージについては、AIS チャンネルについては ITU-R M.1371-5 に従い、動的情報ならびに 6 分間に 1 回の静的情報を送信する。一方、ASM チャンネルおよび VDE チャンネルについては、RATDMA を用いたバイナリメッセージについて送信回数を 3 つのケースで設定し、それぞれシミュレーションを実施した。

表 1 : ASM・VDE における送信メッセージ

Case1 :	1 分間に 6 回送信する
Case2 :	1 分間に 18 回送信する
Case3 :	1 分間に 30 回送信する

いずれのタイプも 1 回のメッセージに使用するスロット数は 1 スロットとした。

結果と考察

まず、AIS チャンネルについてはスロット占有率³および混信率⁴のいずれにおいてもタイプ毎に大きな違いは見られない(図 3)。今回の通信設定の下においては、ASM チャンネルおよび VDE チャンネルの通信によって AIS への影響は認められなかったといえる。一方、ASM チャンネル(図 4)と VDE チャンネル(図 5)については、各チャンネルでの送信回数が多くなるに従い、スロット占有率および混信率の値は大きくなることを確認できる。ここで ASM チャンネルは 2 つ、VDE チャンネルは 1 つの周波数帯域のみが通信に利用できることが影響し、特にタイプ 3 での VDE チャンネルでは、混信率が常時 40% を示しており、安全航行を主たる目的とする VDES においてはメッセージの送受信に大きな弊害が発生する可能性がある結果となった。また占有率も 60% を超えており VDE チャンネルに関しては、1 分間に 30 回の送信は実用的でない。

また、ASM チャンネルを用いたメッセージ送信が ASM チャンネルの周波数領域において隣接する AIS チャンネルに与える影響について AIS チャンネルにおける衝突率を各タイプで比較した(図 6)。ASM チャンネルにおけるメッセージ送信回数が増えるに従い、AIS チャンネルにおけるメッセージの衝突率も高くなる傾向が見られる。ただし ITU-R⁶ に定められる Slotted modulation mask の仕様に従った -70dbc のスプリアス電力では、AIS のメッセージはほとんど混信しない。したがって隣接する ASM チャンネルによる AIS チャンネルへの重大な影響はないといえる。

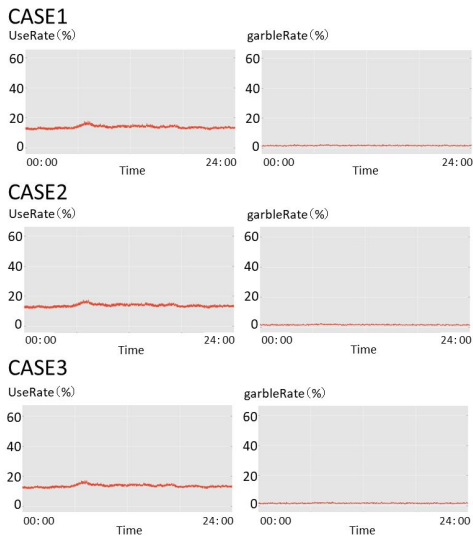


図 3 . AIS チャンネルにおける通信状況
(左:スロット占有率 右:混信率)

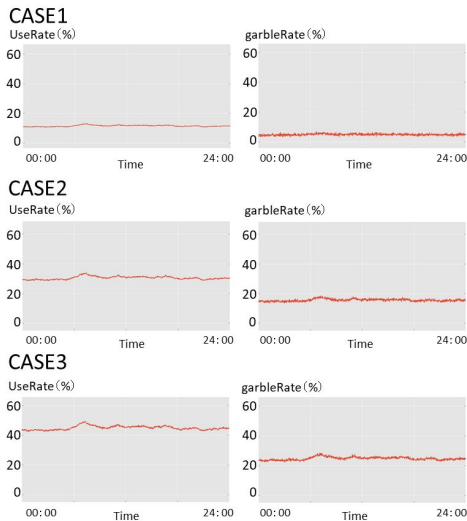


図 4 . ASM チャンネルにおける通信状況
(左:スロット占有率 右:混信率)

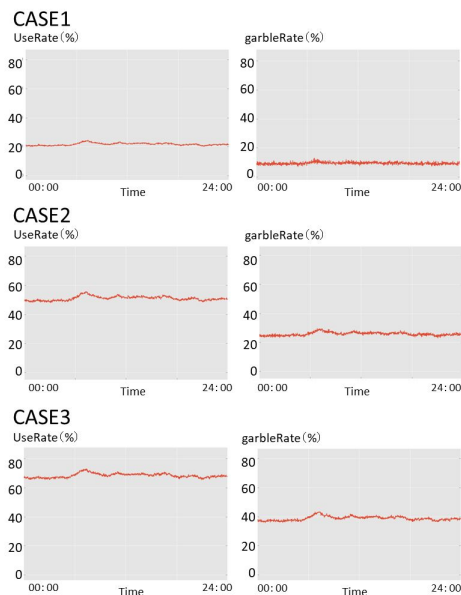


図 5 . VDE チャンネルにおける通信状況
(左:スロット占有率 右:混信率)

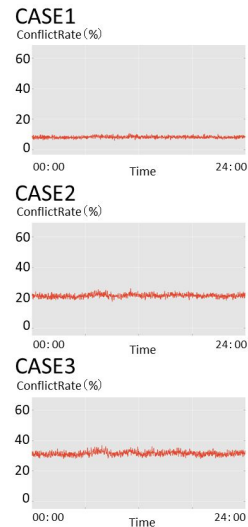


図 6 . 電波干渉による衝突率 (AIS チャンネル)

(4) まとめ

本研究では、次世代 AIS として開発が進められている VDES について、VDES アクセス方式の特性を明らかにすることを目的に VDES シミュレータを開発した。VDES シミュレータは既存の AIS シミュレータと同様に高い精度で VDES の通信状況を予測することが可能となり、VDES 通信容量の推定や VDES 通信の分析に有効であることを示した。

参考資料：

- 1 畑耕治郎, 長谷川和彦, 丹羽量久, 「AIS シミュレータ」, 日本船舶海洋工学会論文集 第 6 号, p.91 ~ p.98, 2007
- 2 長谷川和彦, 立川功二, 「輻輳海域シミュレータと海の ITS」, 計測自動制御学会関西支部シンポジウム「計測と制御に見る 21 世紀の幕開け」講演論文集, pp. 184-189, 2001
- 3 4 5 畑耕治郎, 福戸淳司, 長谷川和彦, 丹羽量久, 「AIS シミュレータを用いた AIS 通信の評価 - Class B AIS 搭載設置条件の影響 - 」, 日本航海学会論文集第 117 号, p.27 ~ p.33, 2007
- 6 Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF Maritime mobile frequency band, Recommendation ITU-RM.1371-5, ITU, 2014

5 . 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 2)

丹羽量久, 畑耕治郎, 宮地英生, 山林潤, 澤田涼平, 長谷川和彦, 「汎用可視化システムによる船舶自動識別装置 AIS の海上通信状況の可視化」, 日本計算工学会, 2017 年 6 月 2 日, ソニックシティ (埼玉県さいたま市)

長谷川和彦, 畑耕治郎, 澤田涼平, 山林潤,
「VDES シミュレータの開発」, 日本航海学会
第 135 回講演会, 2016 年 10 月 29 日, 呉市生
涯学習センター (広島県呉市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

畑 耕治郎 (HATA, Kojiro)
大手前大学・現代社会学部・教授
研究者番号: 50460986

(2) 研究分担者

長谷川 和彦 (HASEGAWA, Kazuhiko)
大阪大学・工学研究科 (研究院)・教授
研究者番号: 60106804

(3) 研究分担者

丹羽 量久 (NIWA, Kazuhisa)
長崎大学・学共同利用施設等・教授
研究者番号: 90448499

(4) 研究協力者

山林 潤 (YAMABAYASHI, jyun)
古野電気技術研究所