

速力指示による海上交通管制システムの開発

鳥取大学 正会員 奥山育英
鳥取大学大学院 学生員 ○森本寛之

1. 背景と目的

資源が乏しく周囲を海に囲まれた我が国は、海上輸送によって海外から輸入した原材料やエネルギー資源を加工し製品化して輸出する貿易立国であり、海上交通は我が国の経済を支える重要な役割を担い、高い信頼性が要求される。そのため、円滑な海上交通を実現するために海上交通管制が行われるが、従来の海上交通管制手法は船舶に対しての情報提供業務にとどまっており、船舶の航行をコントロールしないので、衝突事故を招くおそれがある。そこで本研究は、従来の海上交通管制から一歩踏み出して、管制官が船舶に速力を指示することによって航行を制御するシステムの開発を目指す。その際、船舶の位置、速力、針路といった情報が管制官に必要なが、2002年7月1日に発効した SOLAS 条約によって AIS（船舶自動識別システム）を船舶に搭載することが年とともに順次義務化されており、管制官は AIS を利用して船舶の情報を得ることができる^{1) 2)}。

2. システムの概要

海上交通管制はレーダー画像および船舶から送られてくる情報をもとに行う。本研究で開発を目指したシステムの概要を図-1 に示す。

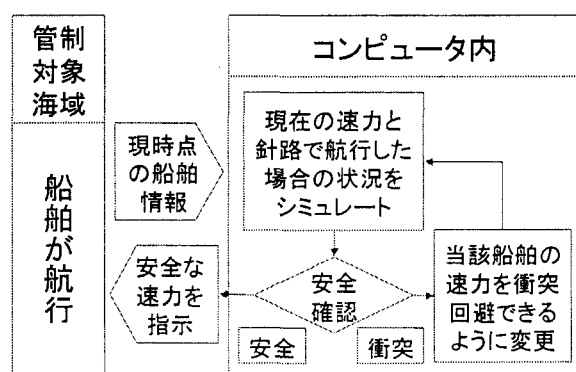


図-1 システムの概要

このシステムでは、現時点の船舶情報をもとに、管制対象海域に存在する船舶が、現在の速力と針路で航行した場合の状況をシミュレートする。このシミュレーションで船舶が衝突する場合には、シミュレーションの時間を戻して、当該船舶の速力を衝突

回避できるように変更して、シミュレーションを再度実行する。この操作により再び衝突が生じたら、時間を戻して、他の速力でシミュレーションを行う。この操作を繰り返し、シミュレーションで船舶が衝突しないことを確かめた上で、管制対象海域の船舶に衝突回避できる速力を指示する。船速に比べてシミュレーションは瞬時に実行できることから、以上述べた速力指示は可能である。

実際には、現実の海上を航行する船舶に対して管制を行うのだが、本研究はコンピュータ内に海上交通の場面を作成して、これを現実の海上交通とみなし、ここを航行する船舶に対して管制を行う^{3) 4)}。

3. 入力データ

管制対象海域における海上交通の場面を作成する。必要な入力データを以下に挙げる。

- A) 航路ネットワーク設定データ
- B) 航路の長さ・幅
- C) 船舶の OD 交通量
- D) 船舶の速力

4. 事例

管制対象海域における航路ネットワークは、船舶交通路であるリンク部と、交通路の交点もしくは端点であるノード部の連なりで表現される。入力データの例として、本研究で作成した管制対象海域の航路ネットワークを図-2 に示す。

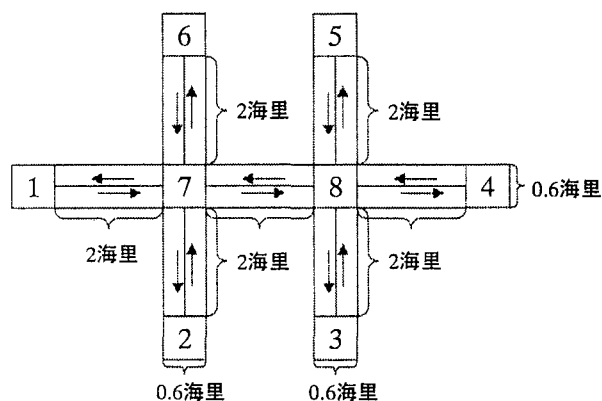


図-2 航路ネットワーク

リンクの長さは全て2海里(3704m)、航路幅は0.6

海里に設定した。船舶は図-2の1~6のいずれかのノードから出発し、出発ノードとは別のノードに到着して対象海域から退出する。従って合計30の航行ルートを設定して、ルートごとに交通量を与え、船舶はランダム発生すなわち指数分布間隔でノードを出発させた。速力指示を受けるまでの船舶の速力は、海上交通安全法により航路の制限速度として最も多く設定されている12ノットとした。

以上を入力データとして、管制対象海域の海上交通を再現した。なお、本システムは入力データを変更するだけで、広域で複雑な航路ネットワークの下での交通状況を再現することができる。

5. 航路交差点における船舶の干渉

図-2の航路ネットワークでは、ノード7とノード8が航路交差点である。航路交差点では4方向から船舶が進入して、直進、右旋回、左旋回の3行動を行うため、合計12通りの交差点の通過パターンがある。従って、2隻の船舶が同時に同じ交差点に進入する場合は、144通りの出会いのパターンがある。それらは衝突の危険がない場合、安全な時間差が必要な場合、衝突の危険がある場合に分類できる。本研究では、2隻以上の船舶が同時に同じ交差点に進入して、安全な時間差が必要な場合あるいは衝突の危険がある場合を合わせて「衝突」と定義し、衝突回避できる速力を指示する。

6. システムの開発

以上の条件で、管制対象海域に実時間で船舶を航行させ、同時におおのの時刻で、5分ないし10分後までの交通状況をシミュレートする。これは現在のコンピュータの高性能化により、ごく短時間で可能である。このシミュレーションにおいて、船舶の衝突が生じる場合には、シミュレーションの時間を戻し、当該船舶の速力を衝突回避できるように変更して、シミュレーションを再度実行する。この速力の変更を管制官による指示とみなす。この操作を繰り返し、衝突が生じない安全な速力を見つけ出し、この速力を管制対象海域の船舶に指示する。なお、システムの開発にあたっては途中経過を動画で描き、船舶の動きやシステムの不具合を直接視覚で確認しながらプログラムを作成できるようにした。

7. システムの作動結果

速力指示をしない場合には、航路交差点の手前で

衝突を避けるために待ちが生じたが、本システムを実際に動かして速力指示を行う場合、航路交差点を通過する船舶は衝突が生じることなく、安全に航行できた。以上により、速力指示による海上交通管制システムの実現の可能性を示すことができた。

しかし、何度繰り返しても安全な速力を見つけることができない場合もあった。なぜなら、本システムは船舶の衝突を予測した時、当該船舶のみの速力を変更するからである。従って、相手船の速力も変更しなければ衝突を防ぐことができない場合には対応できない。特に、船舶の交通量が多い場合には、相手船やその他の第三船に対しても速力指示を与えなければ衝突回避できないケースが生じる。

8. 今後の課題

一つ目の課題として、上記の問題を解決するために、複数の船舶の速力を変更できるようにシステムを改善することが挙げられる。二つ目の課題として、速力を変更しても衝突回避できない場合、針路の変更を指示して避航できるようにシステムを改善することが挙げられる。三つ目の課題として、アルゴリズムを工夫して、シミュレーションの演算時間を短縮することが挙げられる。

本研究は海上交通の場面をコンピュータ内に作成し、現実の海上交通とみなして管制を行った。しかし、現実の海上交通はさまざまな船種・船型、速力の船舶が航行し、より複雑である。そこで四つ目の課題として、このような複雑な海上交通に対しても対応できるようなシステムの改善が挙げられる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省海事局安全基準課, AISの導入について, 日本海難防止協会情報誌「海と安全」, No.516(37巻, 春号), p8~9, 2003
- 2) 海上保安庁灯台部監理課, AISと安全情報について, 日本海難防止協会情報誌「海と安全」, No.516(37巻, 春号), p16~18, 2003
- 3) 永田泰章, 目的志向型海上交通シミュレーションの開発, 鳥取大学大学院工学研究科社会開発システム工学専攻修士論文, 1991
- 4) 上河内良平, 道路交通シミュレーションの開発, 鳥取大学工学部社会開発システム工学科卒業論文, 2003