

目的志向型海上交通シミュレーションの開発

鳥 取 大 学 工 学 部 正 会 員 奥 山 育 英
原子燃料工業株式会社 正 会 員 ○ 永 田 泰 章

1. はじめに

航路整備計画、航路、水路の規模、形状の変更、さらに交通流に占める船種、船型の構成比の変化に伴い航行の安全性及び効率性がどの程度変化するかを把握することは重要な問題である。最近ではシミュレーションによる検討法がよく用いられるが、既存の海上交通シミュレーションの多くは1つの計画目的専用に設計されている。そのため計画目的によって要求される入力データの質と量、現象の把握による数式化手段等の差異にシミュレーションを対応させるのが困難であり、他の計画目的に用いるにはそぐわない場合があった。本研究では、シミュレーションモデルをサブモデルに分解し、それぞれモジュールにまとめた海上交通シミュレーションを提案する。入力データの質と量、現象の数式化手段に応じたモジュールを作成しておき、それを適宜選択することにより計画目的や入力データに最適なシミュレーションを作成できる。本研究ではこれを目的志向型海上交通シミュレーションと呼ぶ。

2. シミュレーションの設計

- 海上交通シミュレーションモデルは、
- ・船舶サブモデル
海上交通流の基本的な構成要素である船舶をどのように見ていくかを定める。
 - ・場のサブモデル
シミュレーション上で船舶が航行する航路をどのようにとらえるかを決定する。
 - ・船舶の行動サブモデル
シミュレーション上で船舶の動きをどのようにして表わすかを決定する。

の3つのサブモデルに分けて考えることができる。これらのサブモデルは、シミュレーションが実行されているときはモデル間で連絡をとりあっているものの、モデルとしてはそれぞれ独立したものとして考えることができる。

本シミュレーションでは以上をふまえ、計画目的や入力データの変化により柔軟に対応できるよう、プログラムを以下のモジュールに分割した。

- ・経路ネットワーク生成モジュール
本シミュレーションでは船舶経路をネットワークで表現する。本モジュールでは、ノード座標と経路情報をもとに経路ネットワークを生成する。これは場のサブモデルに相当する。
- ・操船性能モジュール
船舶の経路情報と船舶発生量及びシミュレーション終了時刻をもとにシミュレーション上で発生する船舶データを作成する機能を持ち、船舶サブモデルに相当する。
- ・運行判断モジュール

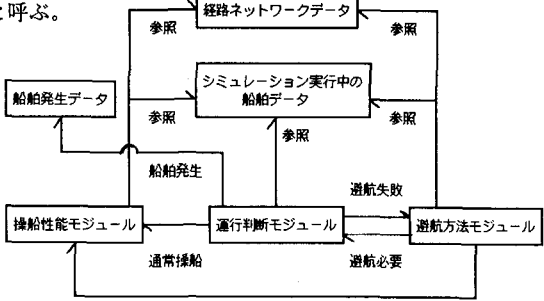


図1 モジュールとデータ間の関係概念図

表1 モジュールの引数

モジュール名	引数リスト
運行判断モジュール	・ 発生時刻 ・ シミュレーションの時刻 ・ 発生時刻の船舶のシミュレーション上の番号 ・ シミュレーション上で発生した船舶の座標 ・ シミュレーション上で発生した船舶の速度 ・ 船舶発生フラグ ・ 船舶発生フラグの取得 ・ 船舶発生フラグの取得 ・ 船舶発生フラグの取得
操船性能モジュール	・ 現在のリンクの始点ノードの座標 ・ 現在のリンクの終点ノードの座標 ・ 現在のリンクの方向 ・ 現在のリンクの半径 ・ 現在のリンクの角度 ・ 現在のリンクの位置の座標 ・ 現在のリンクの位置の座標 ・ 現在のリンクの位置の座標
避航方法モジュール	・ 避航の程度を判定する指標 ・ 船舶の座標 ・ 船舶の方向 ・ 船舶の速度 ・ 船舶の半径 ・ 現在のリンクの角度 ・ 現在のリンクの位置の座標 ・ 現在のリンクの位置の座標 ・ 現在のリンクの位置の座標 ・ 現在のリンクの位置の座標 ・ 現在のリンクの位置の座標

事象（後述する）が起きるごとに各船舶の運行を判断する。これは船舶の行動サブモデルに相当する。

・操船性能モジュール

船の操船性能に従って船を進めるモジュールで、船舶の行動サブモデルに相当する。

・避航方法モジュール

船舶の行動サブモデルに相当し、避航方法の決定を行なう。

これらのモジュールとデータとの関係を図1に示した。またモジュールの引数を適切に決めることは、モジュールの規格化の為に必要である。本研究ではモジュールの引数を表1に示すように定めた。

シミュレーションを実行していく際の時計の進め方は、従来の海上交通マイクロシミュレーションで用いられてきた、 Δt 時間に時計を進めるタイムスライシングメソッドではなく、運行判断モジュールによって定義される事象の変化ごとに時計を進めるイベントシーケンシャルメソッドを用いている。

3. 今回試作したモジュール

・船舶発生モジュール

入力データとしてシミュレーション終了時刻、対象船舶の船種・船型さらに、各経路ごとに船種・船型に応じた船舶交通量を与える。このモジュールでは原のモデル¹⁾を用い、各経路ごとの船舶の発生の際に発生時間間隔を指数乱数を用いて与えている。また、井上のモデル²⁾を用い、船舶発生時に経路中央線からの偏差を正規乱数を用いて与えている。当然ながら、これらも可変であって任意の分布に対応できる。

・操船性能モジュール

船舶の運動を直線操船と直線一円旋回と一定速度で旋回する変針操船で近似した。操船は現在いるリンクに沿う方向に、当該船のタイプによる速力と回転半径で行なわれる。しかし避航の場合はその限りでない。

・運行判断モジュール

このモジュールでは、

船舶の発生、消滅

交差ノードへの到着

避航操船の開始、終了

の各事象が生じたときに、次の操船行動を判断する。

避航操船を判断する衝突危険評価法としては最接近距離と最接近時間による評価方法³⁾を用いた。

・避航方法モジュール

このモジュールは避航の必要があっても、今までどおりの運行をする指示を出すようにした。この指示の回数を数えると輻輳度を示す指標となる。

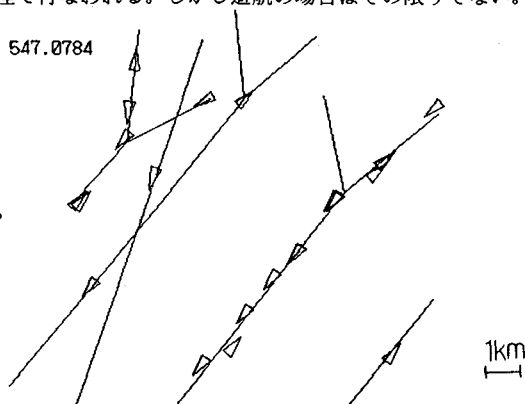


図2 試作したモジュールによるシミュレーション例

これらの試作したモジュールを用いて東京湾中央海域でのタンカーの航行をシミュレートした例を図2に示す。船舶は進行方向が分かるよう縦方向4倍で表示している。

4. おわりに

本研究では、モジュールの集合体とした海上交通シミュレーションを提案した。様々なモジュールを作成し、それを適宜選択することにより最小限のデータ、計算量と労力で適切なシミュレーション結果を得ることができると考えられる。

参考文献

- 1) 原潔：船舶交通の統計的特性-I，日本航海学会誌第35号，pp. 77~83, 1966.
- 2) 井上欣三：直線航路における航跡分布のモデル化と航路分離に関する一考察，日本航海学会論文集，第58号，pp. 103~115, 1977.
- 3) 今津隼馬：衝突危険の評価について，航海，第35号pp. 55~62, 1984.