認知シミュレーションに基づく船舶ナビゲーション・タスクの分析

○山口俊憲, 伊藤謙治 (東京工業大学)

John Paulin Hansen(Space Invaders Multimedia Design School, Denmark)

Finn R. Nielsen(Risø National Laboratory, Denmark)

Task analysis for Ship Navigation based on Cognitive Simulation

Toshinori Yamaguchi, Kenji Itoh (Tokyo Institute of Technology)

John Paulin Hansen(Space Invaders Multimedia Design School, Denmark)

Finn R. Nielsen(Risø National Laboratory, Denmark)

1. はじめに

本研究では、船舶シミュレータを用いたタスク分析の結果[1]に基づき、ナビゲータの計画コースへの追従タスクの認知モデルを構築する。さらに、このモデルを様々な条件下でシミュレーションを行うことにより、タスク実行時のナビゲータの行動を分析する。本研究では、まずシミュレータ実験におけるナビゲータの行動と船の挙動を認知モデルによる予測結果と比較し、モデルの妥当性を確認する。次に、航海時の環境条件として視界、および潮流の強さを変化させ、これらが異なる能力を持つナビゲータに与える航海安全に対する影響を分析する。

2. ナビゲータモデルの構築

コース追従タスクにおけるナビゲータの行動は、図1に示すタスク・ネットワークにより、外界や計器類などからの航海状況の監視、および実際の舵の変更（コース変更アクション）をモデル化する。このようなタスク実行中の情報獲得は、シミュレータ実験による眼球注視点の推移ネットワークをもとに決定する。

状況監視中、外界の注視時に計画コースからのずれを判定する（逸脱チェック）。ここでは、

図1. ナビゲータモデルの概要

図2に示すように計画コースからのずれ、または計画コースの向きに対する船首角のずれがそれぞれの閾値を超えたとき、コース変更アクションが起動される。

逸脱チェックにより起動されたコース変更アクションは、コース変更の目的地の決定、潮流の影響を考慮した目的地の修正、舵角度の決定と続き、それを操舵手モデルに伝達する。この舵角度決定のプロセスの概要を図3に示す。

計画コースへの回帰を行う際、ナビゲータはある時間・空間的な予測範囲を持っていると考えられ、この予測の範囲をモデルではパイロットラインとして実現する。モデルでは現在地点から引いたパイロットラインと計画コースとの交点を目的地として求める。次の目的地修正では、潮流の影響により船が流される距離を見積もり、それをオフセットした地点を修正後の目的地とする。これは、ゴルフのパッティングにおけるグリーンの傾斜や芝目の影響のアナロジーとしてモデル化したものである。これにより

図2. コース変更アクションの活性化

図3. 舵角度決定のプロセス

以後モデル内では潮流の影響を考慮しないという利点がある。

このように定まった（修正後）目的地に対して、楕円軌道を描いて船は航行するが、ナビゲータは単純化した船のダイナミクスのメンタルモデルを持っている。モデルではこのメンタルモデルを現在の船首角と船の角速度、目的地までの距離、およびその向きを入力としたデシジョン・テーブルとして表現している。

決定された舵角度に対するコース変更オペレーションを行った直後、角速度計またはコンパスの注視時に、実行オペレーションの効果チェックを行う。それぞれの計器から獲得した角速度、あるいは船首角が舵を切った方向に変化した場合、モデルは有効と判断し、状況監視に戻る。有効でない場合は、コース再調整アクションを行った後、再び上記の効果チェックを行う。

3. 認知シミュレーション

タスク分析に利用した実験セッションと同様の航海条件で、ナビゲータモデルのシミュレーションを実施した。すべてのセッションにおいて、このモデルにより計画コースに的確に追従するようにナビゲーションが行われたことが確認できた。これらのセッションのうち、視界良好・潮流なしの航海条件に対するナビゲータ、およびシミュレーションによる行動のタイムラインを図4に示す。ナビゲータとモデルそれぞれのコース変更オペレーションの回数には差はない。また、決定した舵の角度は双方とも最大10°程度であり、ほとんど差は見られない。これらのことから、本研究で構築した認知モデ

ルはナビゲータのプロセスを適切に表現していると考えられる。

本研究ではさらに、このモデルをナビゲータの能力、および潮流などの環境条件を変化させシミュレーションを行い、その結果に基づき、リスク分析を実施した。たとえば、現在地点の同定の精度が劣る能力の低いナビゲータでは、潮流が強くなると計画コースに追従することが困難になることが分かった。以上のように、本研究で用いた認知シミュレーションは、航海安全に対するリスク分析への有力なアプローチとなることが示唆された。

参考文献

- [1] Itoh, K. and Hansen, J.P., Technical Report, Tokyo Institute of Technology, No. 95-6, 1995

図4. 視界良好・潮流なしの状態の行動