

輻輳海域における多船航路探索

～エージェントシステムおよび進化計算の応用研究①～

広島市立大学 情報科学研究科 システム工学専攻 神尾 武司

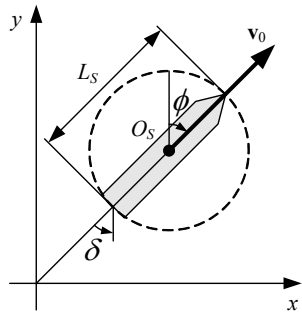
研究概要

船舶は大量の物資を運搬できる重要な輸送機関である。ところが、事故は多大な損害を生むため、多船舶が行き交う輻輳海域では、実際の操船に先立って適切な航路を決定するための知識を得ることが重要となる。本研究では、単に効率的な航路を探索するだけにとどまらず、航海士を育成するための「海上交通アセスメントツール」として利用可能な**マルチエージェント強化学習システム(MARLS)**の実現を目指す。

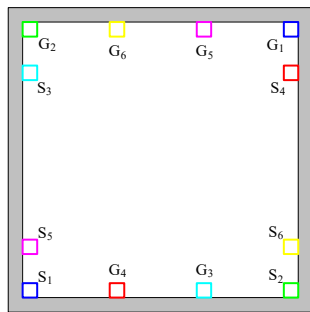


多船航路決定問題

問題設定: 他船や障害物との衝突を**航法**を遵守しつつ安全に回避し、可能な限り短時間で目的地に到着する航路を決定する。

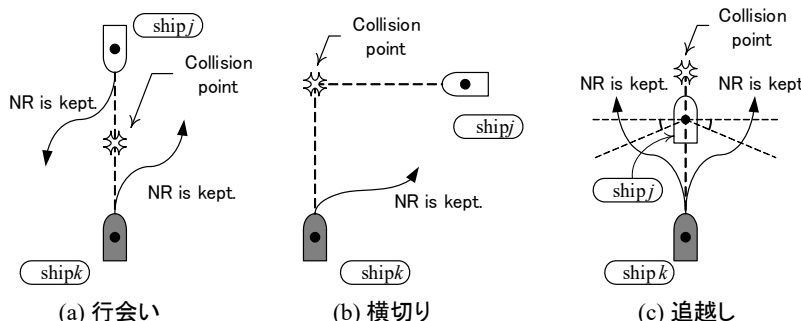


操船モデル



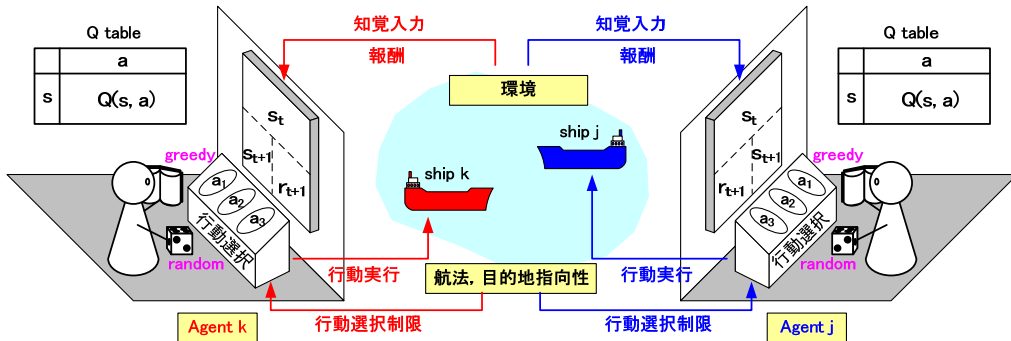
海域モデルの例

航法: 操船者達が長い歴史の中で獲得した経験的知識を基に、海上衝突予防のための国際規則としてまとめたもの。回避方法は指定されているが、回避のタイミングは明確化されていない。

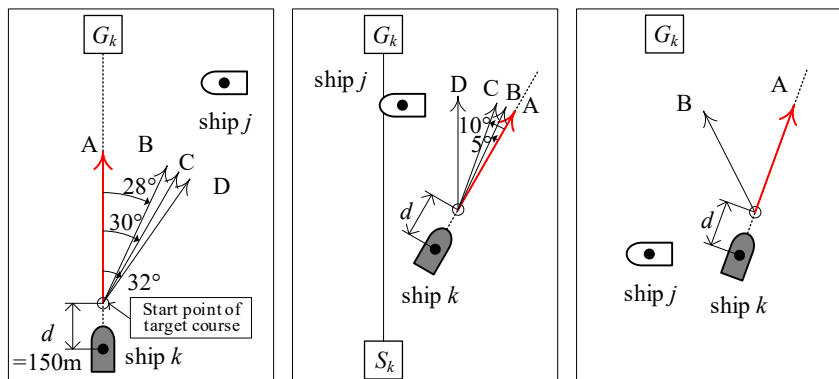


多船航路探索用MARLS(TC-MARLS)

モデル概要: MARLSは強化学習に先験的知識である航法を行動選択制限として導入することで、効率的な航路探索を可能とする。



目標航路: エージェントは目標航路から行動を選択することで航路探索を実行する。また、目標航路は航法に基づいて定義される。



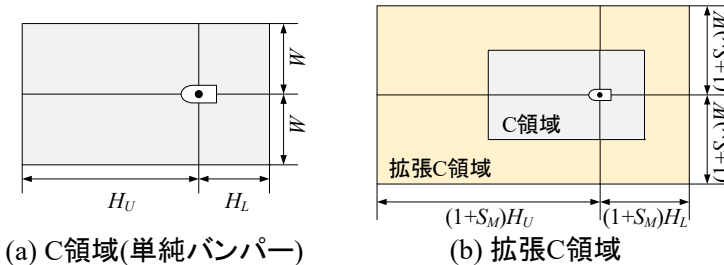
(a) 回避

(b) 回避量の抑制

(c) 進路回復

横切りにおける目標航路

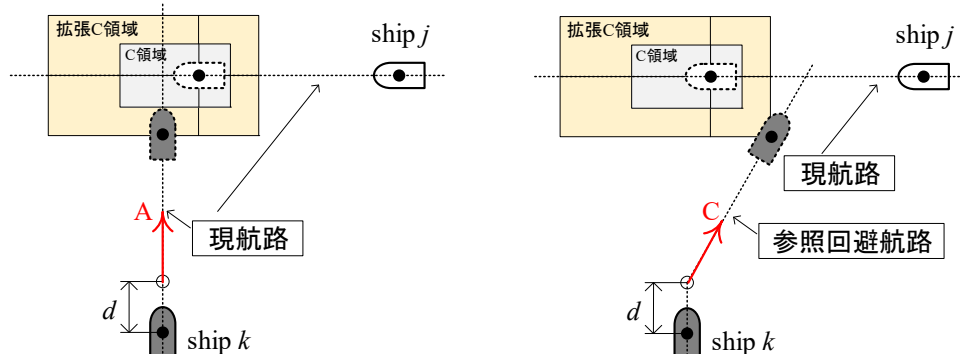
衝突判定領域(C領域): C領域は他船との衝突判定に用いる。一方、拡張C領域は回避開始判定に使用され、その大きさは変動安全マージン S_M によって制御される。



(a) C領域(単純バンパー)

(b) 拡張C領域

回避航路探索の開始: 航法によって他船回避を要求された船舶 k が、「現航路」および「参照回避航路」の両方で拡張C領域への進入を予測した場合、回避航路の探索を開始する。

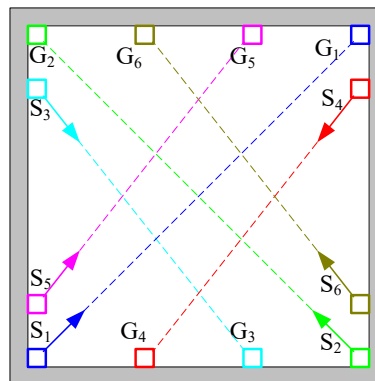


(a) 予測1

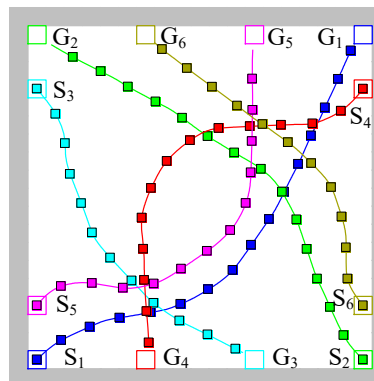
(b) 予測2

実験結果とまとめ

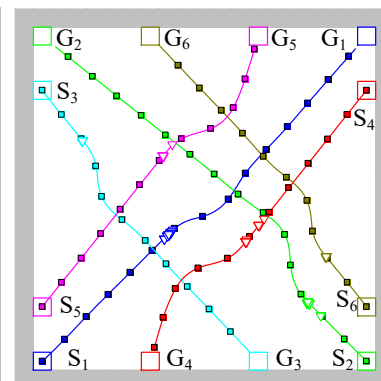
- Basic MARLS[1]は舵角を行動とするモデルであり、航法の強制力が強く、大回避が発生しやすい。
- TC-MARLS[2]は目標航路を行動とするモデルであり、拡張C領域への進入予測によって安全性を保ちながら航法を無視することも可能である。
- TC-MARLSは目標航路の切り替えを記録することで回避開始タイミングを把握できる。



(a) テスト問題



(b) Basic MARLS
($L_{total}=29113m$)



(c) TC-MARLS
($L_{total}=26965m$)

[1] T.Kamio et. al., AJIIPS, vol.12, no.2, pp.18-23, 2010.

[2] T. Kamio et. al., Proc. of NOLTA, pp.625-628, 2024.