

# 大型貨物船の行動の予測

吉田 翔太† 長尾 智晴†

横浜国立大学 大学院環境情報学府†

## 1. はじめに

近年、世界的な船腹余剰により海運市況が低迷している。それに伴い、貨物船の傭船料に値下がりが見られている。そのため、運航費用を抑えるために効率良く貨物船を運航することが求められている。もし、将来のある時点でどの地域に船が集中し、どの地域で船が不足するかを事前に知ることができれば、船が必要になると思われる地域に船を向かわせるなど、目的地選択の参考にと考えると考えられる。将来どの海域に船が集中するかを知るためには、各船の行動を予測する必要がある。実世界の様々な事象を再現し、その事象の分析や将来の予測を行う方法として、マルチエージェントシミュレーションがある[1]。本研究では、ケープサイズバルカーという種類の貨物船について、各船をエージェントとみなして行動をモデル化し、マルチエージェントシミュレーションによって目的地予測を行う。まず、船ごとの行動履歴や海運市況情報をもとにマルコフモデルを用いて各船の行動モデルを構築する。そして構築した行動モデルを用いてマルチエージェントシミュレーションを行い、港を出発する時点におけるケープサイズバルカーの目的地を予測する。行動モデルの構築の際には、用いる情報を変えて複数の行動モデルを構築し、シミュレーションの予測精度を比較することでケープサイズバルカーの目的地予測に有効な情報の検討を行う。

## 2. 行動モデルの構築

### 2.1 モデル構築に用いる情報について

行動モデルの構築には、各船の過去に寄港した港や海運市況情報を用いる。本研究では以下の3種類の行動モデルを構築する。

Destination Prediction of Bulk Carrier

†Shota Yoshida †Tomoharu Nagao

†Graduate School of Environment and Information Sciences,  
Yokohama National University

#### ●モデル1：直前の港のみを用いる

船の目的地選択は単純マルコフ過程であると仮定する。ケープサイズバルカーが運搬する積荷のほとんどは鉄鉱石や石炭である。そのため、鉄鉱石の産出地付近の港からは鉄鉱石の輸入が多い港へ向かい、石炭の産出地付近の港からは石炭の輸入が多い港へ向かうなど、出発した港によって目的地の傾向が変わってくると考えられる。そのため、直前の港の情報から次の目的地を予測する。

#### ●モデル2：2つ前の港まで用いる

船の目的地選択は2重マルコフ過程であると仮定する。ケープサイズバルカーは通常積み地から揚げ地へ向かい、また次の積み地へ移動するという行動を取る。そのため、次の積み地（揚げ地）を予測する際にはその前に向かった積み地（揚げ地）が参考になると考えられる。そのため、直前だけでなく2つ前の港までを予測に用いる。

#### ●モデル3：海運市況情報を用いる

ロンドンのバルチック海運取引所は貨物船の運賃をブローカーから聞き取り、その結果から航路ごとの運賃相場などの海運市況情報を発表している。この運賃相場は船の航路決定に影響を与えていると考えられる。そのため、モデル3では直前の航海の終了時点で主要な2航路の運賃相場のどちらが高いかという情報をモデル1に追加したものとする。

### 2.2 船のグループ化について

モデルを構築するにあたっては、各船に対して個別に行動モデルを構築する方法と、船をグループに分けて行動モデルを構築する方法が考えられる。本研究では、以下の2種類の粒度でモデルを構築し、船のグループ化の予測に与える影響について検討する。

●船ごとに構築する

船をグループに分けず、個別の船ごとに行動モデルを構築する。1隻あたりのデータ数が十分にあればこの方法が最も精度良くモデルを構築できると考えられる。しかし、1つのモデルの構築に用いるデータ数が最も少ないため、データ数不足から不十分なモデルが構築されることが懸念される。

●サイズごとに構築する

ケープサイズバルカーは船の大きさごとに運搬する貨物の傾向に差があると考えられる。また、港の規模や設備によって接岸できる船の大きさに制限がある。これらの理由から、船をサイズごとにグループ分けし、グループごとに行動モデルを構築することが有効であると期待できる。

3. 目的地予測実験

3.1 実験設定

提案手法を実際の貨物船の運航データに適用することで、目的地予測実験を行った。本実験では2014年3月から2016年7月の期間に10港以上の港に寄港していた1613隻のケープサイズバルカーの運航データを用いた。運航データは、船ごとに立ち寄った港とその港を出港した日時を用いた。本研究では、港は12の地域（アフリカ東岸、アフリカ西岸、アジア、欧州、極東ロシア、中近東、北米東岸、北米西岸、大洋州、南米東岸、南米西岸、南アフリカ）に分類し、地域単位での予測を行った。船ごとにデータの日付の古い8割をモデルの構築に使い、残りの2割を予測対象とした。予測を行う際、各モデルはモデル構築に用いたデータに基づいて各地域が次の目的地の地域である確率を得る。得られた確率が最大となる地域を予測の出力として、正解データと同じ地域だった場合予測成功とし、異なる地域だった場合に予測失敗とした。複数の地域が同じ確率で最大だった場合、その中からランダムで予測を出力した。予測対象がモデル構築用データに含まれていないパターンだった場合、予測失敗とした。

3.2 実験結果

表1に各モデルの予測精度を示す。モデル間で比較すると、モデル2、モデル3ともにモデル

表1：各モデルの予測精度

	モデル1	モデル2	モデル3
船ごと	0.60	0.68	0.69
サイズごと	0.52	0.68	0.72

1より高い精度を示した。この結果から、これらのモデル構築に用いた情報はケープサイズバルカーの行動予測に有効であると考えられる。また、船ごとにモデルを構築した場合と船のサイズごとにモデルを構築した場合を比較するとモデル1では船ごとに構築したほうが精度が良い。しかし、モデル2では同程度、モデル3では船のサイズごとに構築したほうが精度が良いという結果となった。また、船ごとにモデルを構築した場合はどのモデルにおいても予測対象のデータのうち1割程度がモデル構築に用いたデータに含まれていないパターンとなっていた。これらの結果から、船ごとにモデル構築するにはデータ数が不十分であり、ケープサイズバルカーの行動モデルは船のサイズごとに構築することが望ましいと考えられる。

4. まとめ

本研究では、ケープサイズバルカーを対象として各船の過去の行動履歴などを用いた貨物船の行動モデルを構築した。構築したモデルを用いて目的地予測実験を行い、モデルの精度を検証した。その結果、ケープサイズバルカーの行動予測において海運市況の情報を用いることが有効に働くことがわかった。

今後は、本稿で用いた情報以外の予測に有効な情報やグループ化の方法の検討を行う。さらに、各行動モデルからの出力を統合して単体の行動モデルより精度の高い予測の実現を目指す。また、今回は次の目的地のみを予測する行動モデルを作成したが、実際の貨物船の運航においては各航海の所要時間も重要である。より詳細なシミュレーションを可能とするために、各航海の所要時間の予測についても取り組む予定である。

参考文献

[1] 和泉潔. "マルチエージェントシミュレーション: 3. ビッグデータとエージェントシミュレーション." 情報処理 55.6 (2014): 549-556.