

基于 AIS 数据的集装箱班轮航线分析

张健豪, 韩懿

(中远海运科技股份有限公司, 上海 200135)

摘要: 集装箱运输作为全球贸易实现的重要组成部分及环节, 为货物运输提供了主要途径。本文首次运用动态规划算法, 基于 AIS 数据特点, 结合集装箱班轮的实际业务逻辑特征, 识别出全球集装箱班轮的历史航线, 并根据船舶经过的贸易区和港口提炼出航线的相关信息。同时运用离散数据降维方法, 挖掘出各大船公司的航线特点, 为分析航线运力提供支持。

关键词: 动态规划算法; 历史航线识别; 泊松主成分分析

中图分类号: U66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2023) 01—0082—03

1 引言

随着经济全球化的快速发展, 国际贸易往来日益密切, 集装箱运输船舶凭借其运输能力强、装卸效率高、节约装卸劳动力、货损和货差小等优势成为国际货物运输的主要方式之一。目前绝大部分海运集装箱航线都以班轮形式经营, 但各船公司对集装箱班轮航线的划分没有一个统一的模式, 即航线结构日益复杂, 各船公司根据经营需要可能是点一点航线、枢纽—辐射式航线、钟摆式航线和环绕式航线等, 且为保证箱位的充分利用, 航线上船舶往返可能挂靠不同的港口。这给航线运力的分类和识别造成了障碍, 也很难统计航线运力变化。

根据各船公司集装箱班轮历史航线相对固定并会不断重复出现的特点, 本文提出基于 AIS 数据的集装箱班轮航线分析方法。运用动态规划算法对集装箱班轮历史航线进行识别, 结合业务逻辑, 识别出全球集装箱班轮的历史航线, 根据航线经过的港口提炼出航线的相关

信息, 如航线经过的贸易区、国家等, 对识别出的历史航线进行智能分类, 为航线运力统计分析提供数据基础, 为航运决策提供数据支持。同时, 为验证航线识别结果的合理性, 本文对 2M、Ocean、THE 这三大航运联盟中的大型集装箱班轮航线进行分析, 揭示联盟内班轮公司之间在运输服务领域航线关系。

2 全球班轮航线识别

2.1 航线识别

首先是采集集装箱班轮的 AIS 历史数据, 并进行清洗等预处理, 去除无用的干扰数据。然后运用动态规划算法^[1]解决“最长公共子串问题”来识别集装箱班轮多次出现的航线循环, 将识别出的最长公共子串作为识别出的集装箱班轮历史航线。按照集装箱船舶的载箱量范围可以分为 8000—12000 TEU, 12000—15000 TEU, 15000—18000 TEU, 18000 TEU 以上这四个不同船型的

6 结束语

综上所述, 航海技术可帮助行驶船舶预测外部危险因素的存在, 并为其提供安全航行的路线, 从而确保船舶安全行驶。在船舶制造的过程中需要船舶制造技术加持, 才可保证船舶正常生产, 但在生产船舶的过程中, 需要结合航海技术的使用需求, 对相关技术的使用标准, 合理选择适宜的配套装备及基础设施, 此外, 材料也需要结合技术使用需求综合选择, 避免材料使用不当, 影响航海技术的持续发挥, 由此可看出船舶制造技术对航海技术的影响。此外, 航海技术应用影响还与其他因素有关, 需要及时研发人员, 持续进行技术创新, 打破传统阻碍, 进一步提高船舶航行效率。

参考文献:

- [1] 张文生. 航海技术对船舶制造技术发展的影响分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2021(25):763-764.
- [2] 童雄. 电子信息工程技术在船舶智能制造中的应用 [J]. 数字通信世界, 2021(2):187-188.
- [3] 李美白, 罗威. 航海技术对船舶制造技术发展的影响分析 [J]. 河南科技, 2020, 39(32):51-53.
- [4] 逢宁. 航海技术对船舶制造技术发展的影响 [J]. 内燃机与配件, 2019(2):197-198.
- [5] 蒋庆伟. 航海技术对船舶制造技术发展的影响探讨 [J]. 船舶物资与市场, 2019(6):69-70.

船舶。该步骤是基于动态规划算法对不同船型的集装箱班轮历史航线进行识别。

2.2 航线分类

从业务逻辑上来看，全球集装箱班轮航线主要在亚太、欧洲、美洲、拉非四个贸易区之间循环往复运行，以上四个贸易区作为一级贸易区。根据班轮航线的业务逻辑可以将这四个一级贸易区继续细分为远东、西北欧、美西北、美西南等二级贸易区。根据集装箱班轮的港口历史数据，将港口信息映射到这些二级贸易区中，得到集装箱班轮的贸易区历史航线数据。根据集装箱班轮航线的一级贸易区编码，对贸易区航线进行分类。

2.3 运力识别

由于集装箱班轮运力监控需要细化到港口层面，根据航线经过的二级贸易区信息，将贸易区的历史航线细化到对应的途经国家航线和港港航线。首先是港港航线起始时间和终止时间，用以确定该航线运营的相关年份时间信息。其次是各港口的到港时间、离港时间、航行时长、航行里程、靠泊时长等信息。通过比较港港航线经过的港口东西向和南北向的距离来判断港港航线的方向是东西向还是南北向，并取其最东、最西或最南、最北的港口作为航线起终点。从 AIS 数据中挖掘出的全球集装箱航线信息已经作为数字化产品“运力宝”主要功能之一。详见中远海运科技股份有限公司的“船视宝”网站：www.myvessel.cn/。

3 航线识别例证

下面以一条集装箱班轮为例，对集装箱班轮历史航线识别算法的可行性和有效性进行验证。

3.1 数据采集处理

考察 MMSI 为 219861000 的集装箱船的 AIS 历史动态数据，以及港口的相关信息，包括港口所属的国家和贸易区、港口经纬度等。对 AIS 数据进行预处理后，将起始港和终点港分别匹配到相应的国家和区域。

3.2 航线识别

根据船舶的历史航行动态，使用动态规划算法在历史动态中查找重复出现的最长公共子字符串作为识别出的历史航线。该集装箱班轮自 2020 年 2 月起一直在跑亚洲到欧洲的航线，历史航线识别结果为：远东 东南亚 西北欧 地中海 东南亚 远东。

3.3 航线分类

从一级贸易区来看，上述航线属于亚太 - 欧洲贸

易区航线，采用字母与数字结合的方式将其编码，其中 AP 代表亚太贸易区，EU 代表欧洲贸易区。

3.4 运力识别

将上述贸易区航线细化到港口层面，并提取航线每个港口的抵离港时间、航行时长及里程、靠泊时长等信息，历史船期信息如下图所示：

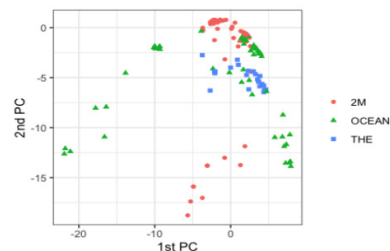
mmsi	TEU	国家地区	港口	到港时间	离港时间	航行时长	航行里程	靠泊时长
219861000	2.057万	【中国、韩国、中国、马来西亚、埃及、	上海-洋山	2020-05-31 06:52:11	2020-06-01 03:18:52	40.97	815	20.44
219861000	2.057万	【中国、韩国、中国、马来西亚、埃及、	不来梅港	2020-07-02 08:22:51	2020-07-07 16:15:32	41.33	452.3	68.57
219861000	2.057万	【中国、韩国、中国、马来西亚、埃及、	不来梅港	2020-07-12 20:41:29	2020-07-14 03:17:18	6.48	61.42	30.6
219861000	2.057万	【中国、韩国、中国、马来西亚、埃及、	丹吉尔	2020-07-24 13:09:37	2020-07-26 02:58:59	122.1	1952	37.82
219861000	2.057万	【中国、韩国、中国、马来西亚、埃及、	丹戎帕拉帕斯	2020-06-17 20:33:32	2020-06-18 03:23:15	273	7217	6.83
219861000	2.057万	【中国、韩国、中国、马来西亚、埃及、	哥德堡	2020-07-08 02:59:57	2020-07-09 12:46:16	10.74	141.5	33.77
219861000	2.057万	【中国、韩国、中国、马来西亚、埃及、	大连	2020-02-24 11:14:57	2020-02-24 23:39:23	50.89	599.4	12.41

从港口层面来看该航线每次经过的港口并不完全相同，这里取其众数作为标准推荐航线，即上海洋山 - 大连 - 天津 - 釜山 - 宁波 - 上海洋山丹戎帕拉帕斯 - 苏伊士运河 - 鹿特丹 - 不来梅港 - 哥德堡 - 奥尔胡斯 - 不来梅港 - 威廉港 - 丹吉尔 - 苏伊士运河 - 新加坡 - 上海 - 洋山。

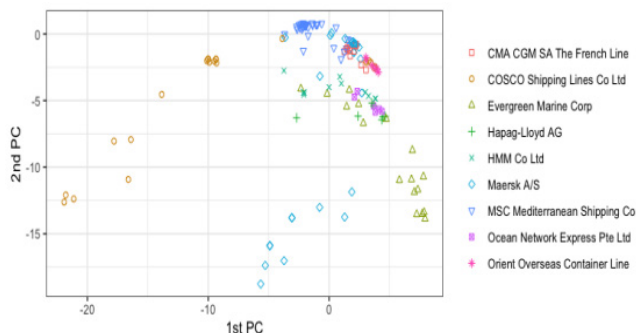
4 航线统计分析

目前国际海运市场各集装箱班轮运输公司纷纷加强合作并组建海运班轮联盟，已经形成了三大海运联盟，即：2M（包含马士基航运和地中海航运）、Ocean（包含法国达飞轮船、台湾长荣海运、香港东方海外及中国远洋海运）、THE（包含赫伯罗特、阳明海运、日本邮船、川崎汽船、商船三井及韩进海运）。三大海运联盟主导集装箱班轮运输市场，现通过机器学习方法对航运班轮联盟及联盟内船公司航线数据进行挖掘和分析，揭示各公司集装箱班轮航线中隐藏的规律。我们将识别的集装箱班轮航线整理为航线频率矩阵，通过泊松主成分分析（Poisson Principal component analysis）^[2] 提取出数据矩阵最大的两个主要成分，这些成分可以解释并归纳数据。

这里以 18000TEU 以上的船舶为例分析航线数据。首先基于 AIS 数据的船舶基本信息，可以获得船舶所属船公司信息，以及相应的航运联盟信息。



如图所示，每个点代表某个时间段一艘集装箱船舶，三个不同的航运联盟船分别用不同颜色和形状的点表示，可以看到三大航运联盟的航线布局。Ocean 联盟和 2M 联盟有明显的聚类效应，形成可三个相对独立的聚类族群，说明这两个联盟在某些航线上处于垄断地位。同时三个联盟有重合的业务，比如 Ocean 联盟和 2M 联盟之间存在公共聚类中心，Ocean 联盟和 THE 联盟之间存在公共聚类中心，这些现象说明了三大航运联盟之间的竞争关系。



如图所示，每个点代表某一个时段的一艘集装箱船舶，九个不同船公司分别用不同颜色和形状的点表示。从图中，可以看出不同船公司有明显的航线偏好，比如中远海运，马士基航运，以及台湾长荣，这些船舶的航线特征明显，独立于其他船舶。同时不同船公司有着类似的航线规划，明显的聚集现象表示船舶有相似的航线规划。比如 ONE 航运，台湾长荣，现代商船，赫伯罗特这四家船公司有非常多的重合，说明业务类似。又比如法国达飞、中远海运、香港东方海外，马士基这四家

船公司也有重合部分，表明了船公司之间的竞争和合作，展示了航运联盟班轮公司内部在运输服务领域航线和挂靠港口协作关系。

5 总结与展望

AIS 数据蕴藏了巨大的价值，为智能航运发展带来了新的机遇。应用集装箱航线的分析研究成果，将极大提升航运劳动生产力。一是帮助掌握全球的航线结构、航线运力统计及各航线运力的变化等，获得实时世界经济贸易的流向，优化国内经济贸易的整体布局；二是根据不同的船舶积载系数，结合不同航线的各种商品的不同价值来确定班轮运输价格，给盈利提供指导和帮助等；三是方便查找相关集装箱船舶历史挂靠港口，当前船舶的位置、对下一港及预抵时间进行预测等。我们要积极推进传统航运领域的数字化转型，通过不断创新行业发展模式，研发新产品，实现管理升级，提升我国航运企业在国际市场上的竞争力，加快推进由航运大国向航运强国迈进。

参考文献：

- [1] Bertsekas, D.P. (1995). Dynamic Programming and Optimal Control.
- [2] Landgraf, A.J., & Lee, Y. (2020). Generalized Principal Component Analysis: Projection of Saturated Model Parameters. *Technometrics*, 62, 459 – 472.

