



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113822518 B

(45) 授权公告日 2022.08.12

(21) 申请号 202110175225.0

(22) 申请日 2021.02.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113822518 A

(43) 申请公布日 2021.12.21

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院
地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街
道高新技术产业园南区粤兴一道18号
香港理工大学产学研大楼205室
专利权人 清华大学

(72) 发明人 杨冬 廖诗管 白茜文

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事
务所(普通合伙) 44268
专利代理师 朱阳波

(51) Int.Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 10/08 (2012.01)

(56) 对比文件

CN 109740494 A, 2019.05.10

US 2015134558 A1, 2015.05.14

CN 111898859 A, 2020.11.06

陈龙彪等. “基于海事大数据的港口感知计算”. 《地球信息科学学报》. 2016, 第18卷(第11期),

Leonardo M. Millefiori 等. “A distributed approach to estimating sea port operational regions from lots of AIS data”. 《2016 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)》. 2017,

审查员 李平

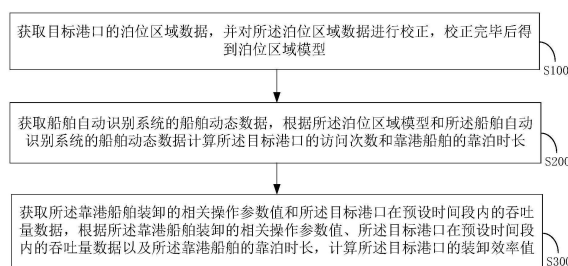
权利要求书5页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法

(57) 摘要

本发明公开了一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法。首先通过建立目标港口的泊位区域模型, 利用船舶自动识别系统(AIS)数据, 精确地识别目标港口的船舶靠泊事件, 并计算目标港口的船舶访问次数和靠港船舶的靠泊时长。其次, 根据预设的取值方法确定靠港船舶装卸的操作参数的唯一取值(例如所需配备的岸吊数量等)。最后, 综合目标港口船舶的靠泊时长、靠港船舶装卸的操作参数取值以及目标港口的某时段的历史吞吐量数据, 可测算该时间段内目标港口的装卸效率值。本发明可准确评估不确定因素对港口装卸效率的影响, 大幅度提升评估精度, 突破现有技术难以精确计算集装箱港口实时装卸效率的技术瓶颈。



1. 一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,其特征在于,所述方法包括:

获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型;

获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长;

获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值;

所述获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型包括:获取卫星图像,根据集装箱码头的特征数据在所述卫星图像中确定目标港口的泊位区域数据;对所述泊位区域数据进行校正,根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型;

所述对所述泊位区域数据进行校正,根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型包括:获取实时船舶停靠地图,根据所述实时船舶停靠地图对所述泊位区域数据进行校正;根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型;

所述获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长包括:获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述船舶自动识别系统的船舶动态数据获取实时船舶运动轨迹数据和时间戳信息;根据所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型对靠泊事件和离泊事件进行识别,通过所述靠泊事件和所述离泊事件计算所述目标港口的访问次数;将所述靠泊事件中的船舶作为靠港船舶,根据所述时间戳信息计算所述靠港船舶的靠泊时长;

所述根据所述时间戳信息计算所述靠港船舶的靠泊时长,包括:根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的靠泊时刻数据;根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的离泊时刻数据;将所述靠泊时刻数据和所述离泊时刻数据作差后得到的时长数据作为所述靠港船舶的靠泊时长;

所述装卸效率值基于评估效率指标模型 E_{port} ,所述评估效率指标模型如下所示:

$$E_{port} = \frac{Q_a}{\sum_i n_i q_i k_i (1 - r_i) t_i};$$

其中, Q_a 表示目标港口在历史预设时间段内的集装箱吞吐量数据, n_i 表示满足船舶*i*装卸时所需配备的岸吊台数, q_i 表示船舶*i*所配备的岸吊台时效率基准值, r_i 表示船舶*i*的作业倒箱率, I 表示所有靠港船舶的集合, t_i 表示船舶*i*的靠泊时长; k_i 表示船舶*i*所配备的岸吊同时作业率;

其中, n_i 的取值方法如下述公式所示:

$$n_i = \begin{cases} 1, DWT \in (0, 16000) \\ 2, DWT \in [16000, 36250) \\ 3, DWT \in [36250, 55000) \cup (65000, 75000) \\ 4, DWT \in [55000, 65000] \cup [75000, 100000] \\ 5, DWT \in (100000, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, DWT表示船舶吨级, 符号 \cup 表示并集, 数字1~5表示按船舶吨级需要配备的岸吊台数;

其中, q_i 的取值方法如下述公式所示:

$$q_i = \begin{cases} 20, TEU \in (0, 200] \\ \left\lfloor 20 + \frac{6(TEU - 201)}{1900 - 200} \right\rfloor, TEU \in (200, 1900] \\ \left\lfloor 25 + \frac{6(TEU - 1901)}{5650 - 1900} \right\rfloor, TEU \in (1900, 5650] \\ \left\lfloor 30 + \frac{6(TEU - 5651)}{9500 - 5650} \right\rfloor, TEU \in (5650, 9500] \\ \left\lfloor 35 + \frac{6(TEU - 9501)}{9500 - 5650} \right\rfloor, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, TEU表示船舶载箱量; “ $\lfloor \quad \rfloor$ ”符号表示对计算出的数值进行向下取整数;

其中, k_i 的取值方法如下述公式所示:

$$k_i = \begin{cases} 1, TEU \in (0, 200] \\ -0.00006TEU + 0.9618, TEU \in (200, 1900] \\ -0.00003TEU + 0.9507, TEU \in (1900, 5650] \\ -0.00004TEU + 1.1202, TEU \in (5650, 9500] \\ 0.7, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, r_i 的取值方法如下述公式所示:

$$r_i = \begin{cases} 0, TEU \in (0, 200] \\ 0.025, TEU \in (200, 1900] \\ 0.035, TEU \in (1900, 9500] \\ 0.04, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, 数字0~0.04表示各船舶载箱量级别所对应的作业倒箱率。

2. 根据权利要求1所述的一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法, 其特征在于, 所述根据所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型对靠泊事件和离泊事件进行识别, 通过所述靠泊事件和所述离泊事件计算所述目标港口的访问次数包括:

将所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型进行比较, 当所述实时船舶运动轨迹数据指示船舶从所述泊位区域模型对应的区域外进入所述泊位区域模型对应的区域内时, 将当前事件识别为靠泊事件;

当所述实时船舶运动轨迹数据指示船舶从所述泊位区域模型对应的区域内离开至所述泊位区域模型对应的区域外时, 将当前事件识别为离泊事件;

每获取一次靠泊事件以及一次离泊事件时,将所述目标港口的访问次数递增一次。

3. 根据权利要求2所述的一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,其特征在于,所述将所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据指示船舶从所述泊位区域模型对应的区域外进入所述泊位区域模型对应的区域内时,将当前事件识别为靠泊事件包括:

在地图可视化模块中导入所述泊位区域模型和所述实时船舶运动轨迹数据;

将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息在所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域内时,记录船舶进入泊位一次;

继续执行将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较的步骤,直至记录所述船舶进入泊位的次数达到第一阈值,所述第一阈值为稳定输出靠泊数据时对应的识别次数;

根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的靠泊时刻数据。

4. 根据权利要求3所述的一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,其特征在于,所述将所述靠泊事件中的船舶作为靠港船舶,根据所述时间戳信息计算所述靠港船舶的靠泊时长包括:

将所述靠港船舶的实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息在所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域外时,记录船舶离开泊位一次;

继续执行将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较的步骤,直至记录所述船舶离开泊位的次数达到第二阈值,所述第二阈值为稳定输出离泊数据时对应的识别次数;

根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的离泊时刻数据;

将所述靠泊时刻数据和所述离泊时刻数据作差后得到的时长数据作为所述靠港船舶的靠泊时长。

5. 根据权利要求1所述的一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,其特征在于,所述获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值包括:

建立所述靠港船舶装卸的相关操作参数的取值方法,根据所述取值方法确定所述靠港船舶装卸的相关操作参数值;

获取所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据;

根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值。

6. 根据权利要求5所述的一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,其特征在于,所述靠港船舶装卸的相关操作参数包括但不限于所述靠港船舶所需配备的岸吊台数、岸吊台时效率基准值、岸吊同时作业率、作业倒箱率。

7. 一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算系统,其特征在于,所述系统包括:

港口泊位识别模块,用于获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行

校正,校正完毕后得到泊位区域模型;

靠泊事件识别模块,获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长;

装卸效率计算模块,用于获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值;

所述获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型包括:获取卫星图像,根据集装箱码头的特征数据在所述卫星图像中确定目标港口的泊位区域数据;对所述泊位区域数据进行校正,根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型;

所述对所述泊位区域数据进行校正,根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型包括:获取实时船舶停靠地图,根据所述实时船舶停靠地图对所述泊位区域数据进行校正;根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型;

所述获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长包括:获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述船舶自动识别系统的船舶动态数据获取实时船舶运动轨迹数据和时间戳信息;根据所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型对靠泊事件和离泊事件进行识别,通过所述靠泊事件和所述离泊事件计算所述目标港口的访问次数;将所述靠泊事件中的船舶作为靠港船舶,根据所述时间戳信息计算所述靠港船舶的靠泊时长;

所述根据所述时间戳信息计算所述靠港船舶的靠泊时长,包括:根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的靠泊时刻数据;根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的离泊时刻数据;将所述靠泊时刻数据和所述离泊时刻数据作差后得到的时长数据作为所述靠港船舶的靠泊时长;

所述装卸效率值基于评估效率指标模型 E_{port} ,所述评估效率指标模型如下所示:

$$E_{port} = \frac{Q_a}{\sum_i n_i q_i k_i (1 - r_i) t_i};$$

其中, Q_a 表示目标港口在历史预设时间段内的集装箱吞吐量数据, n_i 表示满足船舶*i*装卸时所需配备的岸吊台数, q_i 表示船舶*i*所配备的岸吊台时效率基准值, r_i 表示船舶*i*的作业倒箱率, I 表示所有靠港船舶的集合, t_i 表示船舶*i*的靠泊时长; k_i 表示船舶*i*所配备的岸吊同时作业率;

其中, n_i 的取值方法如下述公式所示:

$$n_i = \begin{cases} 1, DWT \in (0, 16000) \\ 2, DWT \in [16000, 36250) \\ 3, DWT \in [36250, 55000) \cup (65000, 75000) \\ 4, DWT \in [55000, 65000] \cup [75000, 100000] \\ 5, DWT \in (100000, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, DWT表示船舶吨级, 符号 \cup 表示并集, 数字1~5表示按船舶吨级需要配备的岸吊台数;

其中, q_i 的取值方法如下述公式所示:

$$q_i = \begin{cases} 20, TEU \in (0, 200] \\ \left\lfloor 20 + \frac{6(TEU - 201)}{1900 - 200} \right\rfloor, TEU \in (200, 1900] \\ \left\lfloor 25 + \frac{6(TEU - 1901)}{5650 - 1900} \right\rfloor, TEU \in (1900, 5650] \\ \left\lfloor 30 + \frac{6(TEU - 5651)}{9500 - 5650} \right\rfloor, TEU \in (5650, 9500] \\ \left\lfloor 35 + \frac{6(TEU - 9501)}{9500 - 5650} \right\rfloor, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, TEU表示船舶载箱量; “ $\lfloor \]$ ”符号表示对计算出的数值进行向下取整数;

其中, k_i 的取值方法如下述公式所示:

$$k_i = \begin{cases} 1, TEU \in (0, 200] \\ -0.00006TEU + 0.9618, TEU \in (200, 1900] \\ -0.00003TEU + 0.9507, TEU \in (1900, 5650] \\ -0.00004TEU + 1.1202, TEU \in (5650, 9500] \\ 0.7, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, r_i 的取值方法如下述公式所示:

$$r_i = \begin{cases} 0, TEU \in (0, 200] \\ 0.025, TEU \in (200, 1900] \\ 0.035, TEU \in (1900, 9500] \\ 0.04, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases} ;$$

其中, 数字0~0.04表示各船舶载箱量级别所对应的作业倒箱率。

一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法

技术领域

[0001] 本发明涉及港口数字化管理领域,尤其涉及的是一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法。

背景技术

[0002] 集装箱港口的装卸效率是其核心指标之一,也是集装箱港口综合实力的体现。评估港口的装卸效率需要考虑许多因素的影响,其中包含可获取的因素,例如岸吊数量等因素;难以获取的因素,例如港口操作和管理水平等因素;以及一些随机因素,例如天气影响和岸吊机械故障等因素。正是由于这些难以获取的因素和随机因素的存在,导致现有的港口装卸效率值估计方法难以准确计算出集装箱港口实时装卸效率。

[0003] 因此,现有技术还有待改进和发展。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,旨在解决现有技术中由于受到多种不确定因素的影响,因此难以准确计算出集装箱港口实时装卸效率的问题。

[0005] 本发明解决问题所采用的技术方案如下:

[0006] 第一方面,本发明实施例提供一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,其中,所述方法包括:

[0007] 获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型;

[0008] 获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长;

[0009] 获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值。

[0010] 在一种实施方式中,所述获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型包括:

[0011] 获取卫星图像,根据集装箱码头的特征数据在所述卫星图像中确定目标港口的泊位区域数据;

[0012] 对所述泊位区域数据进行校正,根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型。

[0013] 在一种实施方式中,所述对所述泊位区域数据进行校正,根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型包括:

[0014] 获取实时船舶停靠地图,根据所述实时船舶停靠地图对所述泊位区域数据进行校正;

[0015] 根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型。

[0016] 在一种实施方式中,所述获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长包括:

[0017] 获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述船舶自动识别系统的船舶动态数据获取实时船舶运动轨迹数据和时间戳信息;

[0018] 根据所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型对靠泊事件和离泊事件进行识别,通过所述靠泊事件和所述离泊事件计算所述目标港口的访问次数;

[0019] 将所述靠泊事件中的船舶作为靠港船舶,根据所述时间戳信息计算所述靠港船舶的靠泊时长。

[0020] 在一种实施方式中,所述根据所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型对靠泊事件和离泊事件进行识别,通过所述靠泊事件和所述离泊事件计算所述目标港口的访问次数包括:

[0021] 将所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据指示船舶从所述泊位区域模型对应的区域外进入所述泊位区域模型对应的区域内时,将当前事件识别为靠泊事件;

[0022] 当所述实时船舶运动轨迹数据指示船舶从所述泊位区域模型对应的区域内离开至所述泊位区域模型对应的区域外时,将当前事件识别为离泊事件;

[0023] 每获取一次靠泊事件以及一次离泊事件时,将所述目标港口的访问次数递增一次。

[0024] 在一种实施方式中,所述将所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据指示船舶从所述泊位区域模型对应的区域外进入所述泊位区域模型对应的区域内时,将当前事件识别为靠泊事件包括:

[0025] 在地图可视化模块中导入所述泊位区域模型和所述实时船舶运动轨迹数据;

[0026] 将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息在所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域内时,记录船舶进入泊位一次;

[0027] 继续执行将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较的步骤,直至记录所述船舶进入泊位的次数达到第一阈值,所述第一阈值为稳定输出靠泊数据时对应的识别次数;

[0028] 根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的靠泊时刻数据。

[0029] 在一种实施方式中,所述将所述靠泊事件中的船舶作为靠港船舶,根据所述时间戳信息计算所述靠港船舶的靠泊时长包括:

[0030] 将所述靠港船舶的实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息在所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域外时,记录船舶离开泊位一次;

[0031] 继续执行将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较的步骤,直至记录所述船舶离开泊位的次数达到第二阈值,所述第二阈值为稳定输出离泊数据时对应的识别次数;

[0032] 根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的离泊时刻数据；

[0033] 将所述靠泊时刻数据和所述离泊时刻数据作差后得到的时长数据作为所述靠港船舶的靠泊时长。

[0034] 在一种实施方式中,所述获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值包括:

[0035] 建立所述靠港船舶装卸的相关操作参数的取值方法,根据所述取值方法确定所述靠港船舶装卸的相关操作参数值;

[0036] 获取所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据;

[0037] 根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值。

[0038] 在一种实施方式中,所述靠港船舶装卸的相关操作参数包括但不限于所述靠港船舶所需配备的岸吊台数、岸吊台时效率基准值、岸吊同时作业率、作业倒箱率。

[0039] 第二方面,本发明实施例还提供一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算系统,其中,所述系统包括:

[0040] 港口泊位识别模块,用于获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型;

[0041] 靠泊事件识别模块,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据,用于计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长;

[0042] 装卸效率计算模块,用于获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值。

[0043] 本发明的有益效果:本发明基于船舶自动识别系统(AIS)数据,对停靠港口的船舶装卸作业事件进行识别,并结合船舶装卸技术参数,对集装箱码头的装卸效率进行精确评估。解决了现有技术中由于受到多种不确定因素的影响,因此难以准确计算出集装箱港口实时装卸效率的问题。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1是本发明实施例提供的一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算的流程示意图。

[0046] 图2是本发明实施例提供的泊位区域模型的参考示意图。

[0047] 图3是本发明实施例提供的识别靠泊事件的参考示意图。

[0048] 图4是本发明实施例提供的港口的船舶装卸作业事件检测算法的参考图。

[0049] 图5是本发明实施例提供的2017年下半年港口集装箱吞吐量预测结果的数据图。

[0050] 图6是本发明实施例提供的系统的模块图。

具体实施方式

[0051] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0052] 需要说明,若本发明实施例中有涉及方向性指示,则该方向性指示仅用于解释在某一特定姿态下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0053] 随着现代化建设事业的快速发展,交通运输的要求也越来越高。集装箱港口作为集装箱水路运输的枢纽,是各种运输方式的汇聚点,通过港口的集装箱,其目的不是要逗留在港口内,而是要尽快地转运出去。因此集装箱港口的装卸效率是其核心指标之一,也是集装箱港口综合实力的体现。在运输业日益激烈的今天,只有准确评估集装箱港口实时装卸效率,才能快速找到提高集装箱港口综合竞争力和促进集装箱港口发展的方法。然而,集装箱港口实时装卸效率受到很多如天气,设备偶发故障等不确定因素的影响,因此现有技术很难准确计算出集装箱港口实时装卸效率。

[0054] 基于现有技术的上述缺陷,本发明提供一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,首先通过建立泊位区域模型和获取船舶自动识别系统的船舶动态数据精确识别目标港口的靠泊事件,并计算目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长,然后根据靠港船舶装卸的相关操作参数值、目标港口的某时段的历史吞吐量数据以及靠港船舶的靠泊时长来综合评估该时段内目标港口的装卸效率值。

[0055] 具体地,船舶自动识别系统(Automatic Identification System,简称AIS系统),由岸基设施和船载设备共同组成,是一种新型的集网络技术、现代通讯技术、计算机技术、电子信息显示技术为一体的数字助航系统和设备。AIS系统配合全球定位系统(GPS)可以将船位、船速、改变航向率及航向等船舶数据实现动态结合,因此利用AIS数据可以更加精确地获取船舶信息,进而用于准确地评估港口的装卸效率。

[0056] 可以理解的是,由于船舶在港口的停留时间中大部分时间都花费在集装箱的装卸工作上,因此每只船舶的装卸效率是决定该船舶靠泊所需总时间的关键因素,反之通过每只船舶的靠泊时长也可以反映出其装卸效率受到的多个不确定因素的影响,例如天气或者机械故障等因素。因此本实施例通过精确计算港口中每一个船舶的靠泊时长,即可实现对该港口的装卸效率进行准确地评估。

[0057] 如图1所示,本发明提供的一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法包括如下步骤:

[0058] 步骤S100、获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型。

[0059] 具体地,船舶静止事件包含靠泊事件、维修事件和锚泊事件,为了准确评价目标港口的装卸效率,首先需要建立目标港口的泊位区域模型,以区别泊位区域、维修区域和锚地,进而才能实现对停靠港口的船舶装卸作业事件(即靠泊事件)的精确识别。因此本实施

例需要获取目标港口的泊位区域数据,为了保证识别的准确性,还需要对所述泊位区域数据进行校正,然后基于校正完毕后得到的数据生成泊位区域模型。

[0060] 在一种实现方式中,所述步骤S100具体包括如下步骤:

[0061] 步骤S110、获取卫星图像,根据集装箱码头的特征数据在所述卫星图像中确定目标港口的泊位区域数据;

[0062] 步骤S120、对所述泊位区域数据进行校正;

[0063] 步骤S130、根据校正完毕的泊位区域数据生成泊位区域模型。

[0064] 目前人造地球卫星给多种传感器提供了离地面更高的工作平台,使传感器具有更广阔的视野,为了建立完整且准确的泊位区域模型,本实施例通过获取卫星图像,并根据集装箱码头的特征数据在所述卫星图像中确定目标港口的泊位区域数据。举例说明,在现实生活中,集装箱码头分布着大量的岸吊以及堆场,因此从卫星图像中能够明显地观察到这些特征,并利用这些特征在地图画出泊位区域。本实施例对泊位区域的形状不作限定,它可以是规则形状也可以是多边形。确定目标港口的泊位区域数据以后,为了提高所述泊位区域数据的精确性,本实施例还会对所述泊位区域数据进行校正。在一种实现方式中,可以通过获取实时船舶停靠地图,根据所述实时船舶停靠地图对所述泊位区域数据进行校正。举例说明,可以利用一些专业网站,例如船讯网或者劳氏船级社提供的实时船舶停靠地图,通过观察是否有船舶停靠在所述泊位区域,并以此校正所识别的泊位区域数据。然后根据校正完毕的泊位区域数据生成所述目标港口的泊位区域模型(如图2所示)。在一种实现方式中,鉴于GMap.NET是一个强大的、跨平台、开源的.NET控件,它能够实现路径规划、地理编码以及地图展示功能,因此本实施例可以采用GMap.NET可视化技术(基于C#编程环境的地图开源项目),在GMap可视化模块中建立所述目标港口的泊位区域模型。

[0065] 建模完毕以后,如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0066] 步骤S200、获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长。

[0067] 具体地,本实施例需要利用船舶自动识别系统的船舶动态数据准确计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长。所述船舶自动识别系统的船舶动态数据中包含有实时船舶运动轨迹数据和时间戳信息,因此根据前述步骤中获取的泊位区域模型数据和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据就可以准确识别靠泊事件。可以理解的是,本实施例中靠泊事件指的装卸作业事件,即非锚泊或者修理等船舶作业事件,由于锚地和船舶修理码头与泊位区域存在位置差异,因此本实施例并不会将锚泊或者修理等船舶作业事件错误地识别为靠泊事件。识别出靠泊事件以后,即可统计出目标港口的访问次数并计算出靠泊时长。

[0068] 在一种实现方式中,所述步骤S200具体包括如下步骤:

[0069] 步骤S210、获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述船舶自动识别系统的船舶动态数据获取实时船舶运动轨迹数据和时间戳信息;

[0070] 步骤S220、根据所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型对靠泊事件和离泊事件进行识别,通过所述靠泊事件和所述离泊事件计算所述目标港口的访问次数;

[0071] 步骤S230、将所述靠泊事件中的船舶作为靠港船舶,根据所述时间戳信息计算所

述靠港船舶的靠泊时长。

[0072] 首先,本实施例需要获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,基于该数据获取到实时船舶运动轨迹数据和时间戳信息,然后根据所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型对靠泊事件进行识别。如图3所示,当船舶位置进入到泊位区域时,即识别为靠泊事件;反之,当船舶位置离开泊位区域时,即识别为离泊事件。

[0073] 具体地,为了准确识别靠泊事件和离泊事件,本实施例需要将所述实时船舶运动轨迹数据与所述泊位区域模型进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据指示船舶从所述泊位区域模型对应的区域外进入所述泊位区域模型对应的区域内时,将当前事件识别为靠泊事件。在一种实现方式中,为了更加准确的识别靠泊事件,本实施例预先设置了一个地图可视化模块(例如可以采用GMap可视化模块),然后在地图可视化模块中导入所述泊位区域模型和所述实时船舶运动轨迹数据,并实时地将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较,当所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息在所述泊位区域模型所构成的多边形区域内时,表示船舶进入了泊位区域,则记录船舶进入泊位一次。然后继续执行将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较的步骤,直至记录所述船舶进入泊位的次数达到第一阈值,所述第一阈值为稳定输出靠泊数据时对应的识别次数,并根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的靠泊时刻数据。反之,当所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息在所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域外时,表示船舶离开了泊位区域,则记录船舶离开泊位一次,继续执行将所述实时船舶运动轨迹数据中的经纬度信息与所述泊位区域模型的经纬度信息所构成的多边形区域进行比较的步骤,直至记录所述船舶离开泊位的次数达到第二阈值,所述第二阈值为稳定输出离泊数据时对应的识别次数,根据所述时间戳信息获取所述靠港船舶的离泊时刻数据。最后将所述靠泊时刻数据和所述离泊时刻数据作差后得到的时长数据作为所述靠港船舶的靠泊时长。至于目标港口的访问次数的统计方法则是每增加一次靠离泊事件,则目标港口的访问次数增加一次。

[0074] 举例说明,如图4所示,其中 j 是记录船舶进入泊位或离开泊位的次数; rep 是识别靠离泊次数对应的阈值,该阈值以输出的靠离泊数据是否稳定进行确定。例如:当 rep 取值为3时的输出数据与 rep 为2输出的数据一致,则 rep 确定等于2。可理解为船舶连续两次进入泊位或离开泊位,此时即为一次的靠泊/离泊事件。首先导入GMap可视化模块,然后建立泊位区域模型,初始化当前船舶进入泊位的次数,然后获取船舶的位置和时间数据,判断该时刻的位置是否进入/离开泊位区域,记录此时判断结果,并将 j 的次数加1,然后将时间往后推移,重新执行获取船舶的位置和时间数据,判断该时刻的位置是否进入/离开泊位区域的步骤,直至 j 的次数达到 rep 值,表示所识别的数据已经保持稳定,则输出识别的靠泊/离泊时刻。通过记录靠港船舶靠泊时刻与离泊时刻,并利用所述离泊时刻减去靠泊时刻即可得到该靠港船舶的靠泊时长。

[0075] 识别出靠泊事件以后,为了评估目标港口的装卸效率,如图1所示,所述方法还包括如下步骤:

[0076] 步骤S300、获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间

段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的相关装卸效率值。

[0077] 现有技术中港口的装卸效率评价体系主观性太强,缺乏客观的评价标准。因此有必要对影响港口装卸效率的指标进行系统的分析,建立一个统一的评价标准,进而量化各个港口的装卸效率,使得各个港口之间可以相互参比。为了客观分析目标港口的装卸效率,本实施例将个体船舶装卸的若干个装卸操作参数、目标港口在预设时间段内的吞吐量数据(即集装箱装卸数量)以及所述靠港船舶的靠泊时长进行结合,并建立了目标港口的装卸效率值计算模型。通过所述装卸效率值计算模型可以客观地量化港口的装卸效率。

[0078] 在一种实现方式中,所述步骤S300具体包括如下步骤:

[0079] 步骤S310、建立所述靠港船舶装卸的相关操作参数的取值方法,根据所述取值方法确定所述靠港船舶装卸的相关操作参数值;

[0080] 步骤S320、获取所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据;

[0081] 步骤S330、根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值。

[0082] 首先本实施例需要确定靠港船舶装卸的操作参数的取值方法,通过该模型确定船舶装卸操作参数的唯一取值。在一种实现方式中,所述靠港船舶装卸的相关操作参数包括但不限于所述靠港船舶所需配备的岸吊台数、岸吊台时效率基准值、岸吊同时作业率、作业倒箱率。在一种实现方式中,为了确定靠港船舶所需配备的岸吊台数的取值,本实施例需要首先确定船舶所需配备的岸吊台数取值方法。举例说明,假设 n_i 表示满足船舶 i 装卸时所需配备的岸吊台数,则关于 n_i 的取值方法如下述公式所示:

$$[0083] \quad n_i = \begin{cases} 1, DWT \in (0, 16000) \\ 2, DWT \in [16000, 36250) \\ 3, DWT \in [36250, 55000) \cup (65000, 75000) \\ 4, DWT \in [55000, 65000] \cup [75000, 100000] \\ 5, DWT \in (100000, +\infty) \end{cases}$$

[0084] 其中,DWT表示船舶吨级,符号 \cup 表示并集,数字1~5表示按船舶吨级需要配备的岸吊台数。因此本实施例需要首先获取靠港船舶的吨级数据,根据所述吨级数据确定该吨级数据位于 n_i 的取值方法中的哪一个集合内,并将该集合对应的数值作为该靠港船舶所需要配备的岸吊台数。

[0085] 在一种实现方式中,为了确定船舶所配备的岸吊台时效率基准值,本实施例需要首先确定船舶所配备的岸吊台时效率取值方法。举例说明,假设 q_i 表示船舶 i 所配备的岸吊台时效率基准值(TEU/h),则关于 q_i 的取值方法如下述公式所示:

$$[0086] \quad q_i = \begin{cases} 20, TEU \in (0, 200] \\ \left[20 + \frac{6(TEU - 201)}{1900 - 200} \right], TEU \in (200, 1900] \\ \left[25 + \frac{6(TEU - 1901)}{5650 - 1900} \right], TEU \in (1900, 5650] \\ \left[30 + \frac{6(TEU - 5651)}{9500 - 5650} \right], TEU \in (5650, 9500] \\ \left[35 + \frac{6(TEU - 9501)}{9500 - 5650} \right], TEU \in (9500, +\infty) \end{cases}$$

[0087] 其中, TEU表示船舶载箱量。因此本实施例需要获取靠港船舶的船舶载箱量数据, 确定船舶载箱量数据位于 q_i 的取值方法中的哪一个集合内, 然后根据该集合对应的岸吊台时效率基准值计算公式进行计算, 得到该靠港船舶的岸吊台时效率基准值。需要注意的是公式中所示的“ $\lfloor \quad \rfloor$ ”符号表示对计算出的数值进行向下取整数。可以理解的是, 本实施例中一个船舶载箱量范围实际是按组距等量分为六组, 每组对应一个唯一的岸吊台时效率基准值。换言之, 即使是船舶载箱量属于同一个范围的两个靠港船舶其岸吊台时效率基准值也有可能不相同。

[0088] 在一种实现方式中, 为了确定船舶所配备的岸吊同时作业率, 本实施例需要确定船舶所配备的岸吊同时作业率取值方法。举例说明, 假设 k_i 表示船舶 i 所配备的岸吊同时作业率, 则关于 k_i 的取值方法如下述公式所示:

$$[0089] \quad k_i = \begin{cases} 1, TEU \in (0, 200] \\ -0.00006TEU + 0.9618, TEU \in (200, 1900] \\ -0.00003TEU + 0.9507, TEU \in (1900, 5650] \\ -0.00004TEU + 1.1202, TEU \in (5650, 9500] \\ 0.7, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases}$$

[0090] 其中, TEU表示船舶载箱量。因此本实施需要获取靠港船舶的船舶载箱量, 确定船舶载箱量数据位于 k_i 的取值方法中的哪一个集合内, 然后根据确定出的集合对应的一元一次方程式进行计算, 将计算出的数值作为该靠港船舶所配备的岸吊同时作业率。

[0091] 在一种实现方式中, 为了确定靠港船舶的作业倒箱率, 本实施例需要确定船舶作业倒箱率取值方法。举例说明, 假设 r_i 表示船舶 i 的作业倒箱率, 则关于 r_i 的取值方法如下述公式所示:

$$[0092] \quad r_i = \begin{cases} 0, TEU \in (0, 200] \\ 0.025, TEU \in (200, 1900] \\ 0.035, TEU \in (1900, 9500] \\ 0.04, TEU \in (9500, +\infty) \end{cases}$$

[0093] 其中, TEU表示船舶载箱量, 数字0~0.04表示各船舶载箱量级别所对应的作业倒箱率。因此本实施例需要获取靠港船舶的船舶载箱量数据, 并确定该数据位于 r_i 的取值方法中的哪一个集合内, 然后将确定出的集合所对应的数值作为该靠港船舶的作业倒箱率。

[0094] 确定完毕靠港船舶装卸的操作参数的取值以后, 还需要获取目标港口在预设时间段内的吞吐量数据。港口的吞吐量数据指的是经由水路运进、运出港口范围, 并经装卸的箱

量,它是反应港口船舶装卸任务量的指标。获取到所述吞吐量数据以后,本实施例需要根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值。具体地,本实施例预先设置了一个评估效率指标模型 E_{port} ,所述评估效率指标模型如下所示:

$$[0095] \quad E_{port} = \frac{Q_a}{\sum_i n_i q_i k_i (1 - r_i) t_i}$$

[0096] 其中, Q_a 表示目标港口在历史预设时间段内的集装箱吞吐量数据, n_i 表示满足船舶*i*装卸时所需配备的岸吊台数, q_i 表示船舶*i*所配备的岸吊台时效率基准值, r_i 表示船舶*i*的作业倒箱率, I 表示所有靠港船舶的集合, t_i 表示船舶*i*的靠泊时长。通过将计算出的目标港口内的靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长输入至所述评估效率指标模型内,即可计算所述目标港口的装卸效率值。

[0097] 为了证明本发明提供的AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法的准确性,发明人根据中国交通运输部和新加坡海事及港务管理局官方统计数据,确定出2017年全球集装箱吞吐量排名前四的港口:上海港、新加坡、深圳港和宁波-舟山港的集装箱吞吐量数据。由于年吞吐量达到200万TEU以上的港口统计集装箱吞吐量一般以月度数据为主,因此发明人收集了这四个港口的月度集装箱吞吐量数据,即 Q_a 的值(如下表1所示)。

[0098] 表1 2017年四个港口集装箱吞吐量月度数据

时间	上海港/万 TEU	新加坡港/万 TEU	深圳港/万 TEU	宁波-舟山港/万 TEU
[0099] 一月	328.00	262.33	216.39	213.98
二月	262.00	229.72	135.99	175.60
三月	340.00	269.16	192.41	200.24
四月	323.00	272.44	201.60	201.87
五月	350.00	299.09	215.53	227.25
六月	340.00	282.24	208.89	213.57
七月	350.00	287.70	234.77	218.46
八月	345.00	294.74	228.48	216.14
[0100] 九月	338.00	280.00	245.69	199.64
十月	340.00	295.71	214.57	199.69
十一月	355.00	297.71	210.28	202.70
十二月	352.00	295.81	216.40	194.86
总计	4023.00	3366.65	2521.00	2464.00

[0101] 然后,发明人还获取了2017年全球AIS数据(时间频率为10~15s,共计超2TB的数据规模)。此外,发明人还收集到全球6320艘有MMSI(船舶编码)的集装箱船数据,然后将收集到的有MMSI的集装箱船数据与获取到的全球AIS数据进行匹配,可以得到4787艘船舶运动轨迹数据(每月数据规模达到5GB左右)。其中,匹配结果少于总集装箱船数量主要有以下四个原因。

[0102] 1) 某些船舶已经报废;

[0103] 2) 部分船舶经改造成非集装箱船,造成MMSI改变;

[0104] 3) 部分集装箱船在一段时间内并不进行运输作业;

[0105] 4) 收集到的有MMSI的集装箱船数据中包含有2017年之后新造的船舶。

[0106] 匹配完毕以后,将匹配出的4787艘船舶运动轨迹数据作为基础数据,并根据本发明提供的AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法计算出2017年上半年上海港、新加坡港、深圳港和宁波-舟山港的装卸效率月度均值分别为2.86、1.87、2.17和2.10。然后根据计算出的四个港口的装卸效率月度均值,对2017年下半年四个港口的集装箱吞吐量进行预测,如图5所示,预测结果表明:

[0107] 1) 上海港、新加坡港、深圳港和宁波-舟山港下半年月度吞吐量估计误差绝对值的均值分别为2.77%、2.06%、2.93%和2.46%。

[0108] 2) 对四个港口月度吞吐量的估计均值准确率为97%以上(即所估计的吞吐量与实际吞吐量的误差百分比非常小,误差在3%以内)。可以理解的是如果估计吞吐量与实际吞吐量差距较大,估计效率值是不能反映实际港口的装卸效率结果。因此本发明所提供的AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法具有较高的准确性,能够在一定程度上反映港口确切的装卸效率。

[0109] 3) 基于AIS实时数据以及本发明所提供的AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,可以对全球集装箱港口吞吐量进行实时测算和监控。

[0110] 需要强调的是,本发明提供了一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法之所以可以准确反映港口确切的装卸效率,进而准确预估港口集装箱吞吐量,主要是因为本发明提供的装卸效率计算方法引入船舶的靠泊时长作为自变量,通过船舶的靠泊时长将多种与船舶装卸效率相关的不确定因素带来的影响进行了量化,因此本发明所提供的AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法具有较高的准确性,能够在一定程度上反映港口确切的装卸效率。

[0111] 基于上述实施例,本发明还提供一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算系统,如图6所示,所述系统包括:

[0112] 港口泊位识别模块01,用于获取目标港口的泊位区域数据,并对所述泊位区域数据进行校正,校正完毕后得到泊位区域模型;

[0113] 靠泊事件识别模块02,获取船舶自动识别系统的船舶动态数据,根据所述泊位区域模型和所述船舶自动识别系统的船舶动态数据计算所述目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长;

[0114] 装卸效率计算模块03,用于获取所述靠港船舶装卸的相关操作参数值和所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据,根据所述靠港船舶装卸的相关操作参数值、所述目标港口在预设时间段内的吞吐量数据以及所述靠港船舶的靠泊时长,计算所述目标港口的装卸效率值。

[0115] 综上所述,本发明公开了一种AIS大数据驱动的集装箱港口装卸效率计算方法,首先通过建立目标港口的泊位区域模型,利用船舶自动识别系统的船舶动态数据(包括实时船舶位置、时间戳等),精确地识别目标港口的靠泊事件,并计算目标港口的访问次数和靠港船舶的靠泊时长。其次,确定靠港船舶装卸的操作参数(例如所需配备的岸吊数量等),并确定各参数的唯一取值方法。最后,综合目标港口船舶的靠泊时长、靠港船舶装卸的操作参数取值以及收集目标港口历史一段时期的吞吐量数据,计算了该时间段内目标港口的装卸效率值。该发明解决了现有技术中由于受到多种不确定因素的影响,因此难以准确计算出

集装箱港口实时装卸效率的问题。

[0116] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

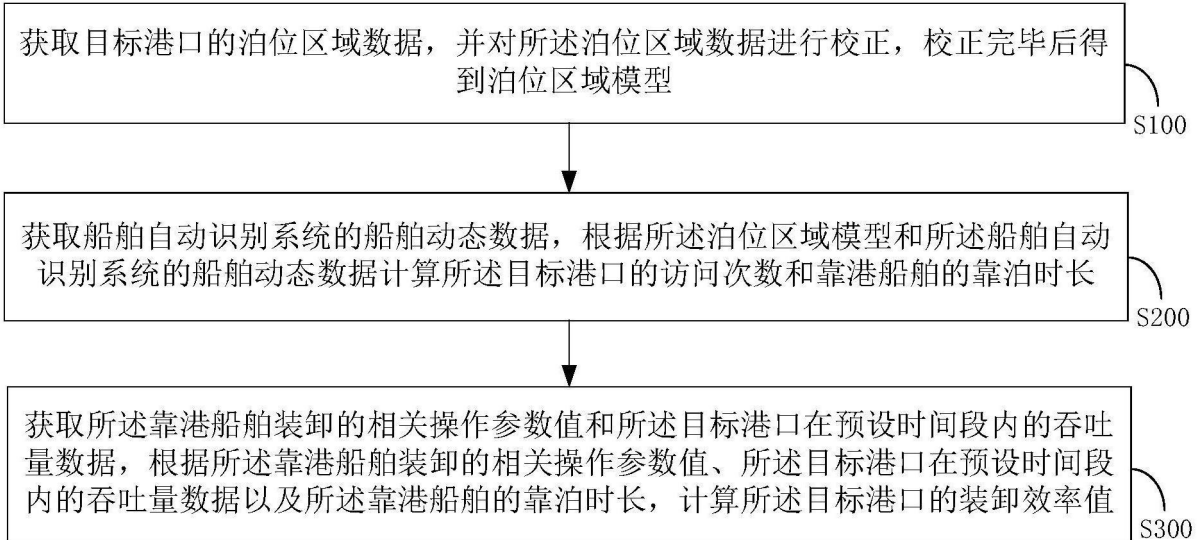


图1

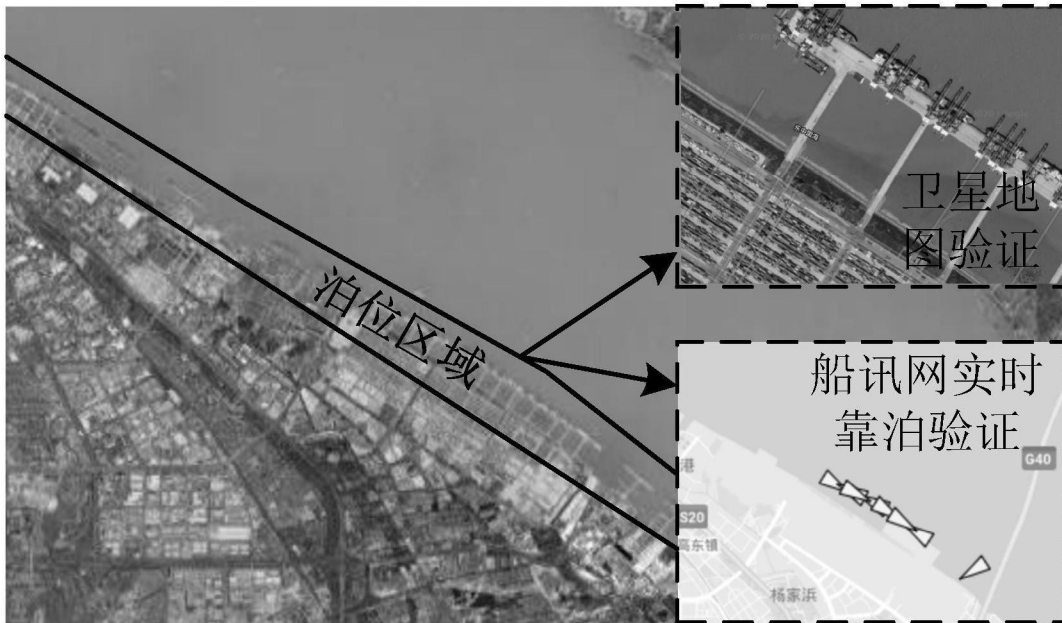


图2



图3

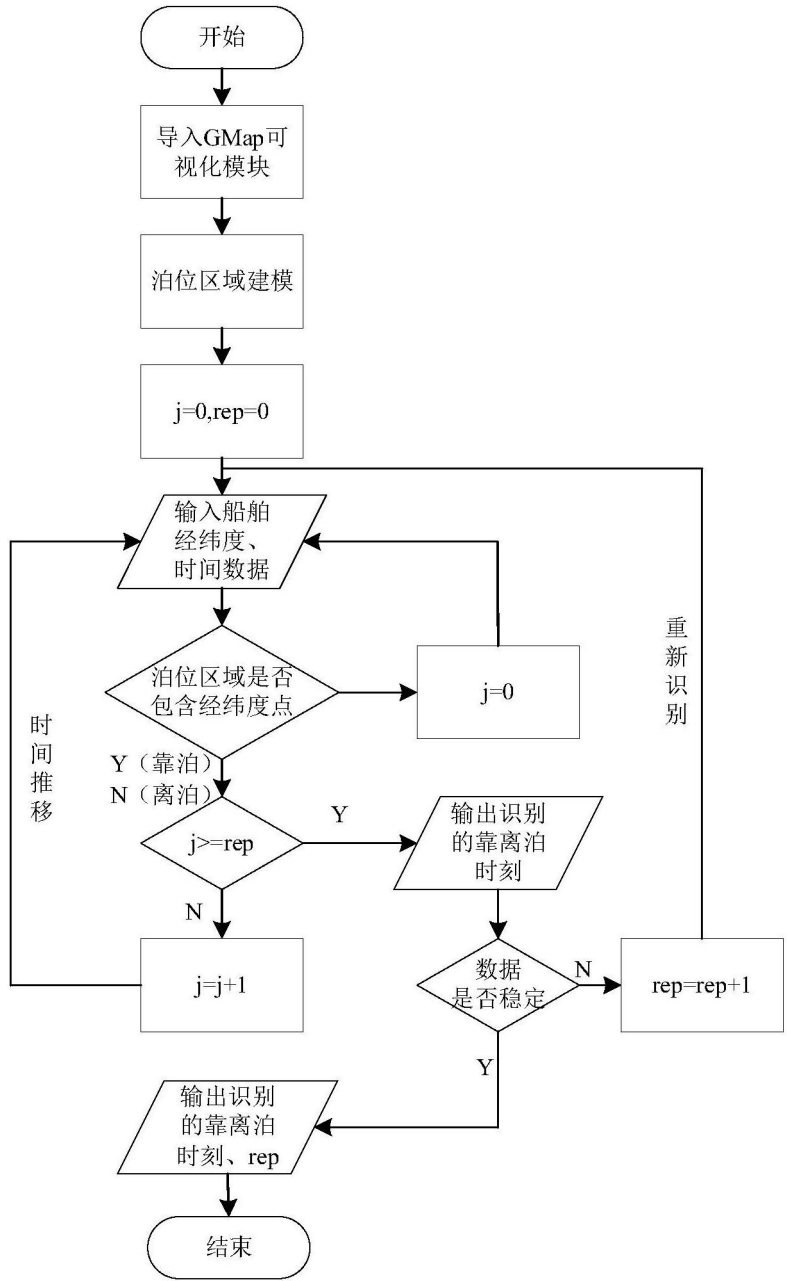


图4

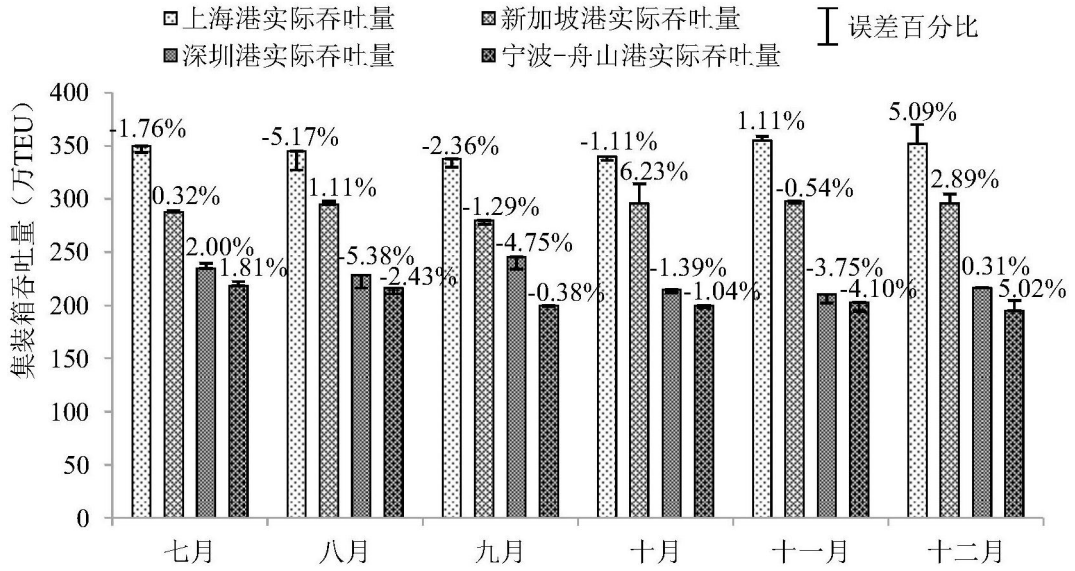


图5

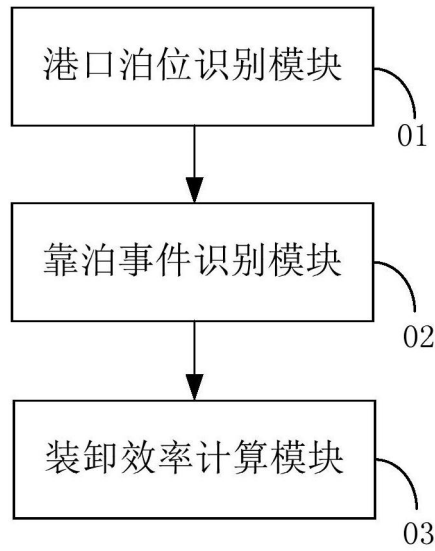


图6