



(21) 申请号 202011429529.7

(22) 申请日 2020.12.09

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113822513 A

(43) 申请公布日 2021.12.21

(73) 专利权人 清华大学  
地址 100084 北京市海淀区清华园  
专利权人 香港理工大学深圳研究院

(72) 发明人 侯尧 白茜文 杨冬

(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 谢松

(51) Int.Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 10/08 (2012.01)

G06Q 50/30 (2012.01)

G06F 16/2458 (2019.01)

G06F 16/29 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 111581314 A, 2020.08.25

CN 109740494 A, 2019.05.10

CN 107146061 A, 2017.09.08

US 2015134559 A1, 2015.05.14

CN 105632003 A, 2016.06.01

CN 109658439 A, 2019.04.19

徐明强. 基于AIS数据的港口船舶营运效率  
评估系统.《中国航海》.2018, (第03期),

Dong Yang 等. "A competitive analysis  
of port of Hong".《Journal of Shipping and  
trade》.2020,

Ibrahim AbuAlhaol 等. Mining Port  
Congestion Indicators from Big AIS Data.  
《2018 International Joint Conference on  
Neural Networks》.2018,

郑海林等. 上海外高桥港区停泊船聚类分析  
与异常检测.《地球信息科学学报》.2018, (第05  
期),

审查员 胡星海

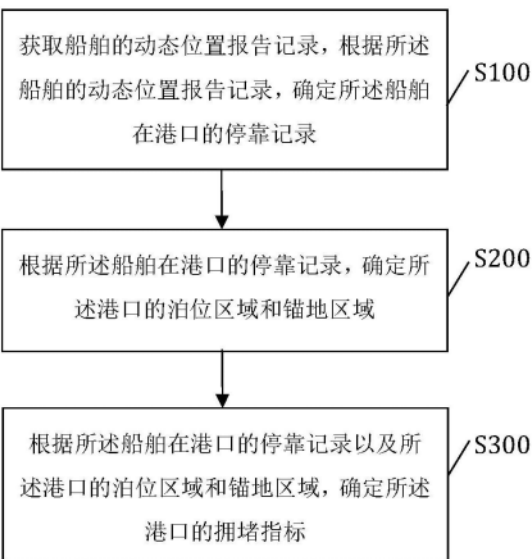
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口  
拥堵监测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法, 包括步骤: 获取船舶的动态位置报告记录, 根据所述船舶的动态位置报告记录, 确定所述船舶在港口的停靠记录; 根据所述船舶在港口的停靠记录, 确定所述港口的泊位区域和锚地区域; 根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域, 确定所述港口的拥堵指标。根据船舶的动态位置报告记录得到船舶在港口的停靠记录; 从而对港口进行高效且准确的泊位区域和锚地区域识别, 并得到港口的拥堵指标, 从而通过拥堵指标精确地衡量港口的实际拥堵情况。



1. 一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其特征在于,包括步骤:

获取船舶的动态位置报告记录,根据所述船舶的动态位置报告记录,确定所述船舶在港口的停靠记录;

根据所述船舶在港口的停靠记录,确定所述港口的泊位区域和锚地区域;

根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口的拥堵指标;

所述船舶的动态位置报告记录包括:船舶的位置坐标集合,船舶的航速集合以及船舶的时间戳集合;

所述根据所述船舶的动态位置报告记录,确定所述船舶在港口的停靠记录,包括:

根据所述船舶的位置坐标集合和所述船舶的航速集合,确定所述船舶的观测位置坐标集合;其中,所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标对应的航速小于预设速度;

对所述船舶的观测位置坐标集合进行聚类,得到所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇;

根据所述船舶的时间戳集合、所述船舶的观测位置坐标集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠记录;

所述船舶在港口的停靠记录包括:所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合以及所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合;

所述根据所述船舶的时间戳集合、所述船舶的观测位置坐标集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠记录,包括:

根据所述船舶的时间戳集合,确定所述船舶在港口的入港次数;其中,所述船舶的时间戳集合中相邻两个时间戳大于预设时差时,所述船舶在相邻两个时间戳的入港次数不同;

根据所述船舶的时间戳集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠次数;其中,所述船舶的时间戳集合中相邻两个时间戳之间小于或等于预设时差,且相邻两个时间戳各自分别对应的观测位置坐标所属的聚类簇相同时,所述船舶在港口停靠;

根据所述船舶在港口的入港次数和所述船舶在港口的停靠次数,确定所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合;

确定所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合;

所述根据所述船舶在港口的停靠记录,确定所述港口的泊位区域和锚地区域,包括:

对所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合中各平均位置坐标进行聚类,得到噪声点和非噪声点;

根据所述噪声点和所述非噪声点,确定所述港口的泊位区域和锚地区域;其中,所述噪声点位于所述锚地区域内,所述非噪声点位于所述泊位区域内;

所述对所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合中各平均位置坐标进行聚类,得到噪声点和非噪声点,包括:

在DBSCAN聚类过程中,根据船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合D中平均位置坐标,确定集合D中所有元素到集合D的质心的平均距离 $dist$ ,根据集合D所包含元素的数量 $m$ 确定DBSCAN聚类的第一参数 $MinPts$ ,根据平均距离 $dist$ 确定DBSCAN聚类的第二参数 $Eps$ ,将第一参数 $MinPts$ 和第二参数 $Eps$ 作为DBSCAN聚类的参数,对集合D中元素进行聚类;

在迭代过程中,参数Eps和MinPts均根据如下的等式关系进行设定: $Eps=0.5*dist$ ;  $MinPts=0.08*m$ ;在进入迭代前,平均距离dist的初始值设为集合D中所有元素到集合D的质心的平均距离,数量m的初始值设为集合D所包含元素的数量,初始距离 $dist_0$ 的初始值设为0;而后进入迭代过程;在每一次迭代的开始,首先对dist与 $dist_0$ 的差值大小进行条件判断;当 $dist-dist_0>0.3km$ 时,以第二参数Eps和第一参数MinPts作为DBSCAN聚类的参数,对集合D中的点聚类,将平均距离dist作为初始距离,即 $dist_0=dist$ ;将集合D中各非噪声点到其所属聚类簇的质心的平均距离作为平均距离dist,即 $dist=$ 集合D中各非噪声点到其所属聚类簇的质心的平均距离;并根据平均距离dist,确定第二参数Eps,即 $Eps=0.5*dist$ ;确定集合D中被识别为噪声的点的数量 $m'$ ,并将上一次迭代得到的数量m和此次迭代中被识别为噪声的点的数量 $m'$ 的差值作为此次迭代得到的数量m,确定第一参数MinPts,完成此次迭代并进入下一次迭代;迭代数次后,dist与 $dist_0$ 的差值将不断减小,当 $dist-dist_0\leq 0.3km$ 时,认为迭代收敛,可准确识别港口的泊位区域和锚地区域,迭代过程结束。

2. 根据权利要求1所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其特征在于,所述预设时差为12小时。

3. 根据权利要求1所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其特征在于,所述聚类采用基于密度聚类方法。

4. 根据权利要求1所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其特征在于,所述拥堵指标包括:延误率和/或等待时间;

所述根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口的拥堵指标,包括:

根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口在锚地区域等待的入港数以及所述港口的入港数;

根据所述港口在锚地区域等待的入港数以及所述港口的入港数,确定所述延误率;和/或

根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述船舶入港时在锚地区域的等待时间。

5. 根据权利要求4所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其特征在于,所述等待时间为平均等待时间;所述平均等待时间为港口内所有船舶入港时在锚地区域的等待时间的平均值。

6. 一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1至5中任一项所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法的步骤。

7. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至5中任一项所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法的步骤。

## 一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及港口交通技术领域,尤其涉及的是一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法。

### 背景技术

[0002] 随着集装箱贸易的不断发展,港口拥堵状况日益加剧。港口拥堵导致船舶待泊时间延长,这可能会给航运公司、货主和港口等航运供应链中的多个利益相关方,带来重大损失。对于班轮公司来说,港口拥堵造成班轮公司难以按期交付货物,影响班轮公司的服务绩效。对货主来说,港口拥堵可能会带来额外的物流成本,对后续陆上运输环节的时间、资源和线路规划造成影响。对于港口来说,港口拥堵会降低港口的竞争力和对客户的吸引力。基于此,港口拥堵已成为近年来航运业界颇为关注的议题,港口拥堵水平亦成为衡量港口绩效的重要指标。

[0003] 现有的港口拥堵研究主要集中在以下领域:考虑港口拥堵的船舶线路和调度规划,考虑港口拥堵的船舶调度恢复问题,港口的拥堵定价,以及考虑港口拥堵的航运网络流问题。在这些研究中,港口的拥堵水平往往作为外生参数被设置为某个确定值或服从某种概率分布,并以此为基础展开对相关调度、管理问题的讨论。

[0004] 然而,只有对拥堵水平的设定符合实际时,这些讨论和研究才具有现实意义。目前对实际港口拥塞水平的度量和研究还非常有限。有研究利用船舶自动识别系统(AIS)数据,考虑空间复杂性、空间密度和时间临界性,提出了三个衡量港口拥堵状况的指标,并基于这种方法对哈利法克斯、中国香港 和新加坡三个港口的拥堵状况进行了考察。然而,这种方法未能对泊位和锚地进行有效区分,可能无法精确地衡量实际拥堵情况,依赖于海图人工划定港口区域限制其应用的扩展。

[0005] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

### 发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,旨在解决现有技术中无法精确地衡量港口的实际拥堵情况和普遍适用性的问题。

[0007] 本发明解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0008] 一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,包括步骤:

[0009] 获取船舶的动态位置报告记录,根据所述船舶的动态位置报告记录,确定所述船舶在港口的停靠记录;

[0010] 根据所述船舶在港口的停靠记录,确定所述港口的泊位区域和锚地区域;

[0011] 根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口的拥堵指标。

[0012] 所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,所述船舶的动

态位置报告记录包括:船舶的位置坐标集合,船舶的航速集合以及船舶的时间戳集合;

[0013] 所述根据所述船舶的动态位置报告记录,确定所述船舶在港口的停靠记录,包括:

[0014] 根据所述船舶的位置坐标集合和所述船舶的航速集合,确定所述船舶的观测位置坐标集合;其中,所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标对应的航速小于预设速度;

[0015] 对所述船舶的观测位置坐标集合进行聚类,得到所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇;

[0016] 根据所述船舶的时间戳集合、所述船舶的观测位置坐标集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠记录。

[0017] 所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,所述船舶在港口的停靠记录包括:所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合以及所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合;

[0018] 所述根据所述船舶的时间戳集合、所述船舶的观测位置坐标集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠记录,包括:

[0019] 根据所述船舶的时间戳集合,确定所述船舶在港口的入港次数;其中,所述船舶的时间戳集合中相邻两个时间戳大于预设时差时,所述船舶在相邻两个时间戳的入港次数不同;

[0020] 根据所述船舶的时间戳集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠次数;其中,所述船舶的时间戳集合中相邻两个时间戳之间小于或等于预设时差,且相邻两个时间戳各自分别对应的观测位置坐标所属的聚类簇相同时,所述船舶在港口停靠;

[0021] 根据所述船舶在港口的入港次数和所述船舶在港口的停靠次数,确定所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合;

[0022] 确定所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合。

[0023] 所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,所述预设时差为12小时。

[0024] 所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,所述根据所述船舶在港口的停靠记录,确定所述港口的泊位区域和锚地区域,包括:

[0025] 对所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合中各平均位置坐标进行聚类,得到噪声点和非噪声点;

[0026] 根据所述噪声点和所述非噪声点,确定所述港口的泊位区域和锚地区域;其中,所述噪声点位于所述锚地区域内,所述非噪声点位于所述泊位区域内。

[0027] 所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,所述聚类采用基于密度聚类方法。

[0028] 所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,所述拥堵指标包括:延误率和/或等待时间;

[0029] 所述根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口的拥堵指标,包括:

[0030] 根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口在锚地区域等待的入港数以及所述港口的入港数;

[0031] 根据所述港口在锚地区域等待的入港数以及所述港口的入港数,确定所述延误率;和/或

[0032] 根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述船舶入港时在锚地区域的等待时间。

[0033] 所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,其中,所述等待时间为平均等待时间;所述平均等待时间为港口内所有船舶入港时在锚地区域的等待时间的平均值。

[0034] 一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其中,所述处理器执行所述计算机程序时实现上述任一项所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法的步骤。

[0035] 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其中,所述计算机程序被处理器执行时实现上述任一项所述的基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法的步骤。

[0036] 有益效果:由于根据船舶的动态位置报告记录得到船舶在港口的停靠记录;从而对港口进行高效且准确的泊位区域和锚地区域识别,并得到港口的拥堵指标,从而通过拥堵指标精确地衡量港口的实际拥堵情况。

#### 附图说明

[0037] 图1是本发明中方法得到的宁波-舟山港锚地与泊位识别图。

[0038] 图2是本发明中方法得到的上海港外高桥港区锚地与泊位识别图。

[0039] 图3是本发明中方法得到的上海港洋山港区锚地与泊位识别图。

[0040] 图4是本发明中方法得到的2018年12月-2020年8月三个港口的延误率变迁图。

[0041] 图5是本发明中方法得到的2018年12月-2020年8月三个港口的平均等待时间变迁图。

[0042] 图6是本发明中计算机设备的功能原理框图。

[0043] 图7是本发明中基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法的流程图。

#### 具体实施方式

[0044] 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。

[0045] 请同时参阅图1-图7,本发明提供了一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法的一些实施例。

[0046] 如图7所示,本发明的一种基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,包括以下步骤:

[0047] 步骤S100、获取船舶的动态位置报告记录,根据所述船舶的动态位置报告记录,确定所述船舶在港口的停靠记录。

[0048] 具体地,对港口的泊位区域和锚位区域识别时,通过基于密度聚类(DBSCAN)方法完成。本发明基于密度聚类方法分为两步:第一层DBSCAN 聚类算法和在第二层DBSCAN聚类

算法。先采用第一层DBSCAN聚类算法,根据船舶的动态位置报告记录,确定船舶在港口的停靠记录。

[0049] 具体地,所述船舶的动态位置报告记录包括:船舶的位置坐标集合,船舶的航速集合以及船舶的时间戳集合。所述船舶在港口的停靠记录包括:所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合以及所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合。

[0050] 将船舶的位置坐标集合,船舶的航速集合以及船舶的时间戳集合作为第一层DBSCAN聚类算法的输入项,则所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合以及所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合为第一层 DBSCAN聚类算法的输出项。

[0051] 具体地,步骤S100包括:

[0052] 步骤S110、根据所述船舶的位置坐标集合和所述船舶的航速集合,确定所述船舶的观测位置坐标集合;其中,所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标对应的航速小于预设速度。

[0053] 步骤S120、对所述船舶的观测位置坐标集合进行聚类,得到所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇。

[0054] 步骤S130、根据所述船舶的时间戳集合、所述船舶的观测位置坐标集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠记录。

[0055] 具体地,记船舶AIS报告的总数据条目数为 $n$ ,所报告数据中处于停靠状态的数据条目数为 $k$ 。船舶的位置坐标集合为 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ,船舶的航速集合为 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ ,船舶的时间戳集合为 $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ ,从集合 $A$ 中选取航速小于预设速度的观测位置坐标,生成由这些观测位置坐标组成的船舶的观测位置坐标集合 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_k\}$ 。预设速度为1节。

[0056] 当然,在得到船舶的观测位置坐标集合 $B$ 之后,可以排除异常船舶,具体根据船舶的观测位置坐标集合 $B$ 中元素(船舶的观测位置坐标)的数量小于第一预设阈值或大于第二预设阈值时,则可以确定该船舶存在异常停靠,可以从AIS数据库中删除该船舶的记录,不再对该船舶进行后续估计。第一预设阈值为100,第二预设阈值为100000。

[0057] 记被识别为异常报告的数据条目数为 $k'$ ,去除异常报告后船舶所报告数据中处于停靠状态的数据条目数为 $k - k'$ 。对船舶的观测位置坐标集合 $B$ 进行聚类,得到船舶的观测位置坐标集合 $B$ 中观测位置坐标所属的聚类簇,船舶的观测位置坐标集合 $B$ 中观测位置坐标所属的聚类簇为 $L = \{l_1, l_2, \dots, l_{k-k'}\}$ ,在聚类过程中可以除去被识别为噪声的观测位置坐标。

[0058] 具体地,步骤S130包括:

[0059] 步骤S131、根据所述船舶的时间戳集合,确定所述船舶在港口的入港次数;其中,所述船舶的时间戳集合中相邻两个时间戳大于预设时差时,所述船舶在相邻两个时间戳的入港次数不同。

[0060] 步骤S132、根据所述船舶的时间戳集合以及所述船舶的观测位置坐标集合中观测位置坐标所属的聚类簇,确定所述船舶在港口的停靠次数;其中,所述船舶的时间戳集合中相邻两个时间戳之间小于或等于预设时差,且相邻两个时间戳各自分别对应的观测位置坐标所属的聚类簇相同时,所述船舶在港口停靠。

[0061] 步骤S133、根据所述船舶在港口的入港次数和所述船舶在港口的停靠次数,确定所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合。

[0062] 步骤S134、确定所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合。

[0063] 在第一层DBSCAN聚类中,基于每艘船舶所报告的航速和位置信息,得到每艘船在该港口附近海域的停靠记录。通过每艘船舶所报告的时间信息,判断这些停靠在时间维度上的关联,进而将同一次入港的多处停靠归为一类。

[0064] 具体地,当船舶的时间戳集合 $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ 中相邻两个时间戳大于预设时差时,即集合 $T$ 中第 $i-1$ 个时间戳与第 $i$ 个时间戳的差值 $t_i - t_{i-1} \geq \text{预设时差}$ ,则表明船舶在这两个时间戳上两次入港,例如,周一入港运载货物后离港,然后在周五返回港口,那么两次入港的时间间隔较大,则可以确定为两次入港,而不是一次入港过程中的等待。因此,可以根据船舶的时间戳集合 $T$ ,可以得到船舶在港口的入港次数,也就明确船舶的时间戳是属于哪一次入港。具体地,所述预设时差为12小时。当然,还可以采用其它时间。

[0065] 船舶的时间戳集合 $T$ 中相邻两个时间戳之间小于或等于预设时差,即 $t_i - t_{i-1} \leq \text{预设时差}$ ,则表明船舶在这两个时间戳上是同一次入港,因此,可以通过船舶的时间戳集合 $T$ 中相邻两个时间戳的时间间隔,将同一次入港的多处停靠归为一类;相邻两个时间戳各自分别对应的观测位置坐标所属的聚类簇相同时,即 $l_i = l_{i-1}$ ,则表明船舶停靠在该观测位置坐标上。

[0066] 若相邻两个时间戳各自分别对应的观测位置坐标所属的聚类簇不相同,即 $l_i \neq l_{i-1}$ ,则表明船舶的入港状态发生变化,即船舶在 $t_{i-1}$ 至 $t_i$ 间从港口附近海域的某个位置移动到了另外一个位置,例如结束在锚地的等待并从锚地移动至泊位开始装卸。

[0067] 根据所述船舶在港口的入港次数和所述船舶在港口的停靠次数,确定所述船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合,船舶在港口的入港次数和停靠次数的集合为 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_{k-k}\}$ 以记录集合 $B$ 中每个观测属于该船舶在该港口的第几次入港的第几处停靠。

[0068] 确定了入港次数后,可以根据船舶的观测位置坐标集合,确定船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合。记在观测时间段内船舶在该港口附近海域的总停靠次数为 $m$ ,船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合为 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ 以记录该船每次入港的每处停靠的平均位置坐标。

[0069] 步骤S200、根据所述船舶在港口的停靠记录,确定所述港口的泊位区域和锚地区域。

[0070] 具体地,在第二层DBSCAN聚类中,基于各船在该港口附近海域的停靠记录,分别识别出在泊位区域的停靠和在锚地区域的停靠,进而划出泊位区域和锚地区域。将船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合作为第二层DBSCAN聚类算法的输入项,则港口的泊位区域和锚地区域集合为第二层DBSCAN聚类算法的输出项。港口的泊位区域和锚地区域集合为 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ ,表示集合 $D$ 中对应停靠处于锚地还是泊位的集合。

[0071] 具体地,步骤S200具体包括:

[0072] 步骤S210、对所述船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合中各平均位置坐标进行聚类,得到噪声点和非噪声点。

[0073] 步骤S220、根据所述噪声点和所述非噪声点,确定所述港口的泊位区域和锚地区



域;其中,所述噪声点位于所述锚地区域内,所述非噪声点位于所述泊位区域内。

[0074] 具体地,在DBSCAN聚类过程中,根据船舶每次入港停靠的平均位置坐标的集合D中平均位置坐标,确定集合D中所有元素到集合D的质心的平均距离 $dist$ ,根据集合D所包含元素的数量 $m$ 确定DBSCAN聚类的第一参数 $MinPts$ ,根据平均距离 $dist$ 确定DBSCAN聚类的第二参数 $Eps$ ,将第一参数 $MinPts$ 和第二参数 $Eps$ 作为DBSCAN聚类的参数,对集合D中元素进行聚类。

[0075] 具体地,在迭代过程中,参数 $Eps$ 和 $MinPts$ 均根据如下的等式关系进行设定: $Eps = 0.5 * dist$ ;  $MinPts = 0.08 * m$ 。在进入迭代前,平均距离 $dist$  的初始值设为集合D中所有元素到集合D的质心的平均距离,数量 $m$ 的初始值设为集合D所包含元素的数量,初始距离 $dist_0$  的初始值设为0。而后进入迭代过程。在每一次迭代的开始,首先对 $dist$ 与 $dist_0$ 的差值大小进行条件判断。当 $dist - dist_0 > 0.3km$ 时,以第二参数 $Eps$ 和第一参数 $MinPts$  作为DBSCAN聚类的参数,对集合D中的点聚类,将平均距离 $dist$ 作为初始距离,即 $dist_0 = dist$ ;将集合D中各非噪声点到其所属聚类簇的质心的平均距离作为平均距离 $dist$ ,即 $dist =$ 集合D中各非噪声点到其所属聚类簇的质心的平均距离;并根据平均距离 $dist$ ,确定第二参数 $Eps$ ,即 $Eps = 0.5 * dist$ ;确定集合D中被识别为噪声的点的数量 $m'$ ,并将上一次迭代得到的数量 $m$ 和此次迭代中被识别为噪声的点的数量 $m'$  的差值作为此次迭代得到的数量 $m$ ,确定第一参数 $MinPts$ ,完成此次迭代并进入下一次迭代。迭代数次后, $dist$ 与 $dist_0$ 的差值将不断减小,当 $dist - dist_0 \leq 0.3km$ 时,认为迭代收敛,可准确识别港口的泊位区域和锚地区域,迭代过程结束。 $d_i$ 被识别为噪声,则 $d_i$ 处于锚地区域; $d_i$ 被识别为非噪声,则 $d_i$ 处于泊位区域,从而得到港口的泊位区域和锚地区域集合E。

[0076] 步骤S300、根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口的拥堵指标。

[0077] 结合标记每艘船在该港口的每次入港的每处停靠的集合C、指示每艘船在该港口的每次入港的每处停靠处于锚地还是泊位的集合E,分析每艘船每次入港的入港模式:如果该次入港的第一次停靠即处于泊位,则认为该次入港未经过在锚地等待、直接靠泊;如果该次入港的第一次停靠处于锚地,第二次停靠处于泊位,则认为该次入港经过在锚地等待(即第一次停靠);如果该次入港的第一次停靠处于锚地,第二次停靠也处于锚地,则认为该次入港异常,从数据集中去除。

[0078] 具体地,所述拥堵指标包括:延误率和/或等待时间。

[0079] 具体地,步骤S300包括:

[0080] 步骤S310、根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口在锚地区域等待的入港数以及所述港口的入港数。

[0081] 步骤S320、根据所述港口在锚地区域等待的入港数以及所述港口的入港数,确定所述延误率。

[0082] 步骤S330、根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述船舶入港时在锚地区域的等待时间。

[0083] 具体地,延误率为该港口经过在锚地等待的入港数与全部入港数之比;根据船舶的时间戳集合T和中分析得到的入港模式,计算每艘船每次入港时的在锚地等待时间。如果该次入港未经过在锚地等待,在锚地等待时间记为0。

[0084] 具体地,所述等待时间为平均等待时间;所述平均等待时间为港口内所有船舶入港时在锚地区域的等待时间的平均值。通过港口中所有船舶的停靠记录以及港口的泊位区域和锚地区域,计算该港口全部入港的平均等待时间。

[0085] 本发明方法有如下效果:

[0086] 首先,本发明方法实现了全球港口的锚地区域与泊位区域的准确识别。例如,附图部分中的图1至图3分别列举了利用本发明方法对宁波-舟山港、上海港外高桥港区 and 上海港洋山港区的识别情况,其中黑色点代表船舶在泊位区域的停靠,浅灰色点代表船舶在锚地区域的停靠。可以看出,本发明方法将两种区域进行了清晰的区分。进一步还将识别结果与现实进行了比照,发现识别区域与实际港口的区域划分高度吻合、做到了精确识别。

[0087] 其次,本发明方法实现了对全球港口拥堵水平的有效监测。图4、图5 以亚洲的宁波-舟山港、欧洲的鹿特丹港和美洲的纽约-新泽西港为例,展示了本发明方法对全球港口拥堵水平的评估。通过这种评估,不仅可以看到不同港口间拥堵水平的巨大差异,也可以看到同一港口随时间变化的拥堵水平的动态变化。例如,2020年后,随着入港船舶业务的减少,宁波港的拥堵水平明显下降,而随着复工、经济复苏,港口恢复繁忙、拥堵水平回升;而同期欧美港口的拥堵水平则几乎没有受到影响。这些指标中呈现的特征均与现实相吻合,也进一步验证了该技术对港口拥堵度量的准确性。

[0088] 最后,本发明方法对于班轮公司、货主和港口等航运行业的各利益相关方均具有重要的应用意义。对于班轮公司来说,了解不同港口的确切拥堵水平,可以在短期和长期内的航路规划提供参考。从短期来看,可以基于各港口现时的拥堵状况,考虑调整船舶速度,或跳过某个拥堵严重的港口而将货物运到邻近的其他港口,或者根据不同港口的拥堵水平调整到达不同港口的先后顺序。从长远来看,班轮公司可以在其运输线路的设计时,将不同港口的拥堵水平也纳入决策的考虑之中,以有效提高运输效率。对于货主来说,不同港口的拥堵水平可以量化地纳入其港口选择决策中。货主可以基于港口的拥堵水平,在时间上的高效性和距离上的便捷性之间权衡,做出更明智的港口选择。对于港口而言,由于时间效率是港口竞争力的一个重要影响因素,因此港口当局可以利用该技术监测自身港口及其他港口的拥堵水平,将自身在这一指标上的表现与世界其他港口进行比较。对于持续严重拥堵的港口,则可能需要采取有效措施来改善拥堵、从而提高港口的竞争力,如改善和扩建港口基础设施等。

[0089] 基于上述基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,本发明还提供了一种计算机设备的较佳实施例:

[0090] 如图6所示,本发明实施例一种计算机设备,包括存储器20和处理器 10,所述存储器20存储有计算机程序,所述处理器10执行所述计算机程序时实现如下步骤:

[0091] 获取船舶的动态位置报告记录,根据所述船舶的动态位置报告记录,确定所述船舶在港口的停靠记录;

[0092] 根据所述船舶在港口的停靠记录,确定所述港口的泊位区域和锚地区域;

[0093] 根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口的拥堵指标。

[0094] 基于上述基于锚地与泊位自动识别算法的港口拥堵监测方法,本发明还提供了一种计算机设备的较佳实施例:

[0095] 本发明实施例的计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如下步骤:

[0096] 获取船舶的动态位置报告记录,根据所述船舶的动态位置报告记录,确定所述船舶在港口的停靠记录;

[0097] 根据所述船舶在港口的停靠记录,确定所述港口的泊位区域和锚地区域;

[0098] 根据所述船舶在港口的停靠记录以及所述港口的泊位区域和锚地区域,确定所述港口的拥堵指标。

[0099] 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

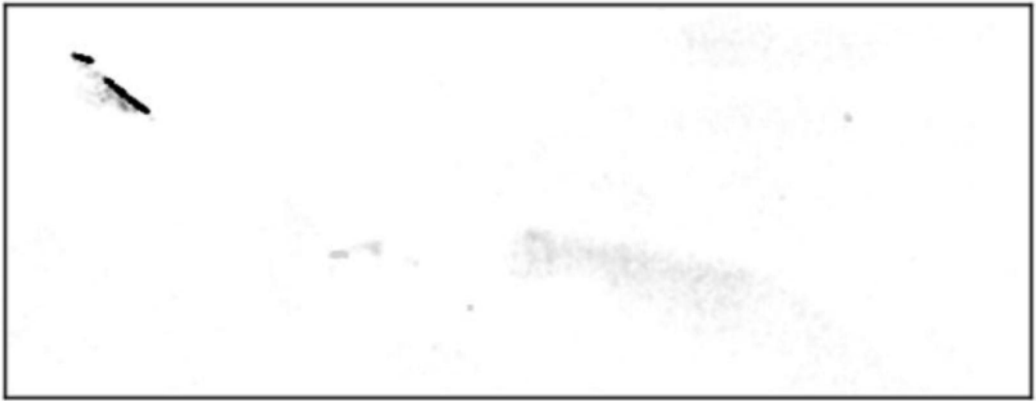


图3



图4



图5

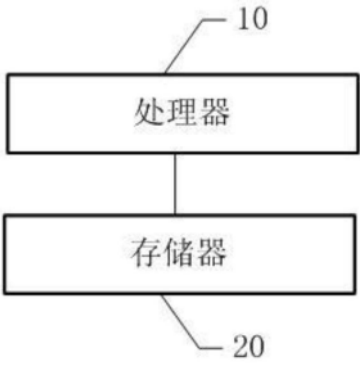


图6

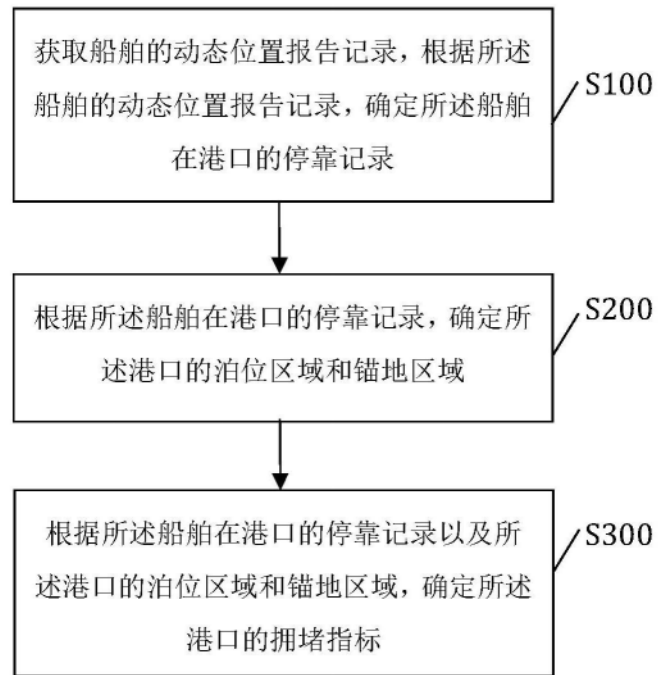


图7