



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115759488 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 07

(21) 申请号 202310032270.X

G06Q 50/26 (2012.01)

(22) 申请日 2023.01.10

G06N 3/084 (2023.01)

(71) 申请人 广东埃文低碳科技股份有限公司

G01N 33/00 (2006.01)

地址 510000 广东省广州市番禺区东环街
番禺大道北555号天安总部中心2号楼
605

G01W 1/00 (2006.01)

(72) 发明人 高国辉 何仪 周世武 李春涛

庄圣炜 韩业钜

(74) 专利代理机构 广州中研专利代理有限公司

44692

专利代理师 黄秋云

(51) Int. Cl.

G06Q 10/04 (2023.01)

G06Q 10/063 (2023.01)

G06F 17/18 (2006.01)

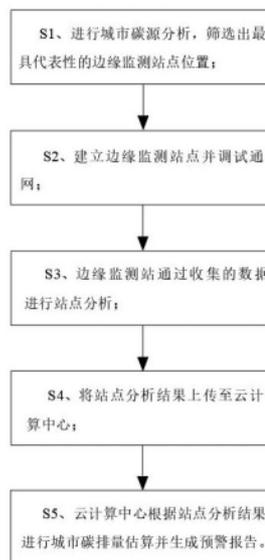
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统及其方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统及其方法,属于碳排放分析技术领域,包括边缘监测站和云计算中心,所述边缘监测站设置有数据采集模块、边缘计算模块和数据传输模块,用于采集数据并进行初步站点分析,同时将数据打包上传至云计算中心;所述边缘计算模块,用于构建站点碳排放量分析模型;所述云计算中心,用于城市碳排放量估算以及预测,生成预警报告;所述站点碳排放量分析模型包括回归模型和BP神经网络;所述数据采集模块包括二氧化碳浓度传感器和气象观测传感器。本发明针对城市碳排放集中点设置基于边缘计算的监测站点,从实时采集的数据出发完成监测站点碳排放的预测分析,然后通过云计算中心生成预警报告。



1. 一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统,其特征在于:包括边缘监测站和云计算中心,所述边缘监测站通过有线或无线的方式与云计算中心连接;

所述边缘监测站设置有数据采集模块、边缘计算模块和数据传输模块,用于采集数据并进行初步站点分析,同时将数据打包上传至云计算中心;

所述边缘计算模块,用于构建站点碳排放量分析模型;

所述云计算中心,用于城市碳排放量估算以及预测,生成预警报告。

2. 根据权利要求1所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统,其特征在于:所述站点碳排放量分析模型包括回归模型和BP神经网络;所述回归模型,用于筛选碳排放量影响因素变量;所述BP神经网络,用于输出站点碳排放量预测值。

3. 根据权利要求1所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统,其特征在于:所述数据采集模块包括二氧化碳浓度传感器和气象观测传感器;所述预警报告包括站点类别碳排放排序和区域碳排放排序。

4. 一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,应用于如权利要求1至3任一项所述的碳排放量预警分析系统,其特征在于:包括以下步骤:

S1、进行城市碳源分析,筛选出最具代表性的边缘监测站点位置;

S2、建立边缘监测站点并调试通网;

S3、边缘监测站通过收集的数据进行站点分析;

S4、将站点分析结果上传至云计算中心;

S5、云计算中心根据站点分析结果进行城市碳排放量估算并生成预警报告。

5. 根据权利要求4所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,其特征在于:步骤S1中,所述最具代表性的边缘监测站点位置具体为:交通拥堵站点、小区站点、办公园区站点和工业厂区站点。

6. 根据权利要求4所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,其特征在于:步骤S3中,所述站点分析具体包括:

S31、筛选碳排放量影响因素;

S32、BP神经网络构建;

S33、预测站点碳排放量。

7. 根据权利要求6所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,其特征在于:步骤S31中,所述碳排放量影响因素具体包括:消费因素、生产因素和综合因素。

8. 根据权利要求7所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,其特征在于:筛选碳排放量影响因素具体包括以下步骤:

S311、数据标准化;

S312、构建碳排放影响因素线性回归模型;

S313、确定最终选取变量。

9. 根据权利要求8所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,其特征在于:BP神经网络构建具体包括以下步骤:

S321、对样本数据归一化处理;

S322、建立BP神经网络结构;

S323、BP神经网络训练。

10. 根据权利要求4所述的一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,其特征在于:步骤S5具体包括以下步骤:云计算中心分别根据排放特征和区域划分设置两类,第一类按照相同特征监测站点的数据进行估算全市其他未设置监测站点的排放量;第二类按照地理区域划分的结果估算每个地区的碳排放量;然后根据站点类别碳排放排序和区域碳排放排序来生成预警报告。

一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于碳排放分析技术领域,具体涉及一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统及其方法。

背景技术

[0002] 随着城市化进程的不断推进、劳动人口的不断迁移,造成城市能源消耗的增加、环境污染加剧以及碳排放增加,作为温室气体组成之一的二氧化碳,其排放量带来的气候变化不容小觑。

[0003] 目前针对城市的碳排放问题,在节能减排方面采取了一系列措施,使得原有的能源结构、排放因子和污染控制措施发生了巨大的变化。通过在大型工业企业内安装在线连续排放监测系统来追踪碳排放,但却忽略了大部分的中小型企业碳排放,这些小型企业并没有安装监测系统,很难及时准确地捕捉到它们的排放特征,对于城市居民的日常生活及行为活动未曾估算。因此基于数据来源不足,同时预测角度的不同,对于城市碳排放的实时监测及预警不够及时且预测效果较差。

[0004] 鉴于上述情况,亟需提出一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统及其方法,从碳排放源头进行实时数据采集,分析影响因素与碳排放之间的映射关系,更加准确的对城市碳排放做出监测和预警。

发明内容

[0005] 为解决现有技术中存在的上述问题,本发明提供了一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统及其方法,针对城市碳排放集中点设置基于边缘计算的监测站点,从实时采集的数据出发完成监测站点碳排放的预测分析,然后通过云计算中心生成预警报告。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统,包括边缘监测站和云计算中心,所述边缘监测站通过有线或无线的方式与云计算中心连接;

所述边缘监测站设置有数据采集模块、边缘计算模块和数据传输模块,用于采集数据并进行初步站点分析,同时将数据打包上传至云计算中心;

所述边缘计算模块,用于构建站点碳排量分析模型;

所述云计算中心,用于城市碳排量估算以及预测,生成预警报告。

[0007] 作为本发明的一种优选技术方案,所述站点碳排量分析模型包括回归模型和BP神经网络;

所述回归模型,用于筛选碳排量影响因素变量;

所述BP神经网络,用于输出站点碳排量预测值。

[0008] 作为本发明的一种优选技术方案,所述数据采集模块包括二氧化碳浓度传感器和气象观测传感器;所述预警报告包括站点类别碳排放排序和区域碳排放排序。

[0009] 作为本发明的一种优选技术方案,还包括一种基于边缘计算的碳排放监测预警分

析方法,应用于以上所述的碳排量预警分析系统,包括以下步骤:

- S1、进行城市碳源分析,筛选出最具代表性的边缘监测站点位置;
- S2、建立边缘监测站点并调试通网;
- S3、边缘监测站通过收集的数据进行站点分析;
- S4、将站点分析结果上传至云计算中心;
- S5、云计算中心根据站点分析结果进行城市碳排量估算并生成预警报告。

[0010] 进一步地,步骤S1中,所述最具代表性的边缘监测站点位置具体为:交通拥堵站点、小区站点、办公园区站点和工业厂区站点。

[0011] 进一步地,步骤S3中,所述站点分析具体包括:

- S31、筛选碳排放量影响因素;
- S32、BP神经网络构建;
- S33、预测站点碳排放量。

[0012] 进一步地,步骤S31中,所述碳排放量影响因素具体包括:消费因素、生产因素和综合因素。

[0013] 进一步地,筛选碳排放量影响因素具体包括以下步骤:

- S311、数据标准化;
- S312、构建碳排放影响因素线性回归模型;
- S313、确定最终选取变量。

[0014] 进一步地,BP神经网络构建具体包括以下步骤:

- S321、对样本数据归一化处理;
- S322、建立BP神经网络结构;
- S323、BP神经网络训练。

[0015] 进一步地,步骤S5具体包括以下步骤:云计算中心分别根据排放特征和区域划分设置两类,第一类按照相同特征监测站点的数据进行估算全市其他未设置监测站点的排放量;第二类按照地理区域划分的结果估算每个地区的碳排放量;然后根据站点类别碳排放排序和区域碳排放排序来生成预警报告。

[0016] 本发明的有益效果为:

本发明针对城市碳排放集中点设置基于边缘计算的监测站点,从实际采集的数据出发,结合影响碳排放的可能因素,获得了各个影响因素与碳排放之间的映射关系,完成监测站点碳排放的预测分析,然后通过云计算中心生成预警报告,本发明构建的碳排放预测模型预测效果更好,可以实现通过历史数据对未来碳排放做出预测,为碳减排措施提供预警和指导。

附图说明

[0017] 为了便于本领域技术人员理解,下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0018] 图1为本发明预警分析模型结构示意图;

图2为本发明预警分析方法步骤示意图。

具体实施方式

[0019] 为更进一步阐述本发明为实现预定发明目的所采取的技术手段及功效,以下结合附图及较佳实施例,对依据本发明的具体实施方式、结构、特征及其功效,详细说明如下。

[0020] 根据本申请的第一方面,本申请实施例提供一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析系统,如图1所示,包括边缘监测站和云计算中心,所述边缘监测站通过有线或无线的方式与云计算中心连接。

[0021] 所述边缘监测站设置有数据采集模块、边缘计算模块和数据传输模块,用于采集数据并进行初步站点分析,同时将分析结果上传至云计算中心;所述数据采集模块包括二氧化碳浓度传感器和气象观测传感器。

[0022] 本实施例中,二氧化碳浓度传感器用于采集实时二氧化碳浓度值,气象观测传感器用于采集时间段对应的环境温度、相对湿度、风速、风向、大气压力和光学雨量。

[0023] 所述边缘计算模块,用于构建站点碳排放分析模型;

所述云计算中心,用于城市碳排放估算以及预测,生成预警报告,所述预警报告包括站点类别碳排放排序和区域碳排放排序。

[0024] 所述站点碳排放分析模型包括回归模型和BP神经网络;所述回归模型,用于筛选碳排放影响因素变量;所述BP神经网络,用于输出站点碳排放预测值。

[0025] 本实施例中,回归模型采用Lasso(最小绝对和收缩算子:Least absolute shrinkage and selection operator)模型完成碳排放量影响因素的筛选,然后将筛选之后的影响因素作为BP神经网络的输入,将碳排放预测值作为输出。

[0026] 本发明基于边缘云计算,在网络边缘处理传感器采集的实时数据,只将分析结果传送至云计算中心,极大地减轻了网络带宽和数据中心功耗的压力,同时在靠近数据采集处做数据处理,不需要通过网络请求云计算中心的响应,大大减少了系统延迟,增强了服务响应能力。

[0027] 根据本申请的第二方面,本申请实施例提供一种基于边缘计算的碳排放监测预警分析方法,如图2所示,包括以下步骤:

S1、进行城市碳源分析,依据碳排放的重点区域筛选出最具代表性的边缘监测站点位置,所述碳排放的重点区域具体包括交通碳排放区、人为活动碳排放区以及工业废气碳排放区,其中人为活动碳排放区包括活动广场、居民小区和办公园区,工业废气碳排放区包括市内工业厂区;对应重点区域依次筛选出的边缘监测站点为高峰期交通拥堵站点、小区站点、办公园区站点和工业厂区站点。

[0028] 本实施例中,所述边缘监测站点依据其分类特征可设置3~5个,通过同一类特征站点获取数据,为后期云计算中心提供估测均值,进一步提高估值的准确度。

[0029] S2、建立边缘监测站点并调试通网;在全市筛选出站点地理位置后建立边缘监测站点,具体包括数据采集模块、边缘计算模块和数据传输模块,具体的,数据采集模块分为二氧化碳浓度传感器和气象观测传感器。

[0030] 本实施例中,数据采集模块将采集到的二氧化碳浓度值和气象数据实时传输至边缘计算模块,由于气象条件的剧烈变化会影响二氧化碳浓度的监测值,因此边缘计算模块在分析采集的数据时会根据对应存储的气象数据来选择二氧化碳浓度值,只选择气象条件稳定的监测值。

[0031] S3、边缘监测站通过收集的数据进行站点分析,具体分析过程为:

S31、筛选碳排放量影响因素,所述碳排放量影响因素具体包括消费因素、生产因素和综合因素;所述消费因素包括市民人均可支配收入、市民人均消费支出以及社会平均工资等;所述生产因素包括生产材料价格、生产能源价格、生产进程时间和产品需求量等;所述综合因素包括常住人口数量、疫情限制时间因素、气象条件因素和地方财政减排支出等。

[0032] 本实施例中,碳排放量影响因素的筛选通过Lasso模型完成,选取影响碳排放的11个变量,具体包括市民人均可支配收入 x_1 、市民人均消费支出 x_2 、社会平均工资 x_3 、生产材料价格 x_4 、生产能源价格 x_5 、生产进程时间 x_6 、产品需求量 x_7 、常住人口数量 x_8 、疫情限制时间因素 x_9 、气象条件因素 x_{10} 和地方财政减排支出 x_{11} 。

[0033] 具体的,Lasso模型筛选步骤包括:

S311、数据标准化:由于各个影响因素的单位不一致,因此需要对原始数据进行中心标准化处理,使不同维度的特征拥有相同的度量尺度,具体标准化后的数据为:

$$x' = (x - \mu) / \sigma$$

其中, x 为原始数据, μ 为原始数据均值, σ 为方差;

S312、构建碳排放 Y_t 影响因素线性回归模型:

$$Y_t = \beta + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_{11} x_{11t} + \varepsilon_t$$

其中, $\beta_1 \dots \beta_{11}$ 是影响因素的回归系数, ε_t 是一系列服从标准正态分布的干扰项,

β 为常数。

[0034] S313、确定最终选取变量:将标准化之后的数据进行Lasso求解,经过 n 次迭代得到所有的Lasso解,使用赤池信息准则确定最佳模型。赤池模型通过在似然函数添加惩罚项的方式描述模型的精度,根据赤池最小值 A 可以从一系列不同模型中确定最佳模型,即

$$A = n \ln(R/n) + 2d$$

其中, d 为参数数量且 $d = 11$, n 为观测数(即迭代次数), R 为残差平方和,计算方法为:

$$R = \sum_{i=1}^{11} (y_i - \hat{y}_i)^2$$

其中, y_i 为实际值, \hat{y}_i 为估计值。

[0035] 在迭代的过程中当赤池信息值 A 达到最小值时模型拟合最佳。选择该次迭代结果作为变量筛选依据,选取最终变量。

[0036] S32、BP神经网络构建,具体包括以下步骤:

S321、对样本数据归一化处理:采用零均值归一化方法,将数据映射到 $[0, 1]$ 。

[0037] S322、建立BP神经网络结构:将Lasso回归模型筛选出的变量作为BP神经网络的输入层节点,输出层节点为碳排放量,隐含层节点数的计算公式为:

$$m = \sqrt{N + M} + a$$

式中, N 为输入层节点数(即筛选变量数), M 为输出层节点数,常数 a 范围为 $[0,$

10]。

[0038] S323、BP神经网络训练：将误差目标设置为 10^{-8} 训练神经网络。

[0039] S33、预测站点碳排放量：将测试样本输入构建的BP神经网络，对碳排量进行预测，对输出结果进行反归一化处理，获得碳排量预测值。

[0040] S4、将站点分析结果上传至云计算中心；

S5、云计算中心根据站点分析结果进行城市碳排放估算并生成预警报告：在接收到所有站点的分析结果后，将数据依次填入对应的特征分类，具体分类包括两部分：第一类根据排放特征分类，包括交通排放、日常生活排放、办公园区排放和工业生产排放，此类数据的获取是按照相同特征监测站点的数据进行估算全市其他未设置监测站点的排放量，生成站点类别碳排放排序；第二类根据区域划分，将全市的碳排放按照地理区域划分的结果估算每个地区的碳排放量，生成区域碳排放排序。根据站点类别碳排放排序和区域碳排放排序来生成预警报告，通过预警报告制定该市的减排计划。

[0041] 本发明首先针对城市碳排放集中点设置基于边缘计算的监测站点，完成二氧化碳浓度的实时采集以及站点碳排放的预测分析，然后通过云计算中心分类估算全市的碳排放值。在站点预测分析的过程中，采用Lasso模型完成碳排放量影响因素的筛选，获得其中较为关键的因素，并据此结合完成BP神经网络的训练，从而完成碳排放的预测。

[0042] 本发明从实际采集的数据出发，结合影响碳排放的可能因素，获得了各个影响因素与碳排放之间的映射关系，构建的碳排放预测模型预测效果更好，可以实现通过历史数据对未来碳排放做出预测，为碳减排措施提供预警和指导。

[0043] 以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制，虽然本发明已以较佳实施例揭示如上，然而并非用以限定本发明，任何本领域技术人员，在不脱离本发明技术方案范围内，当可利用上述揭示的技术内容做出些许更动或修饰为等同变化的等效实施例，但凡是未脱离本发明技术方案内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何简介修改、等同变化与修饰，均仍属于本发明技术方案的范围。

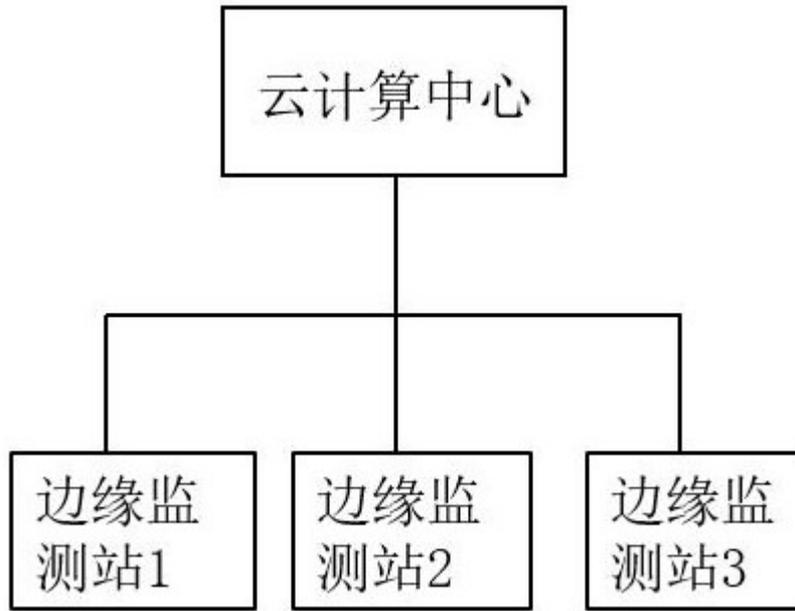


图1

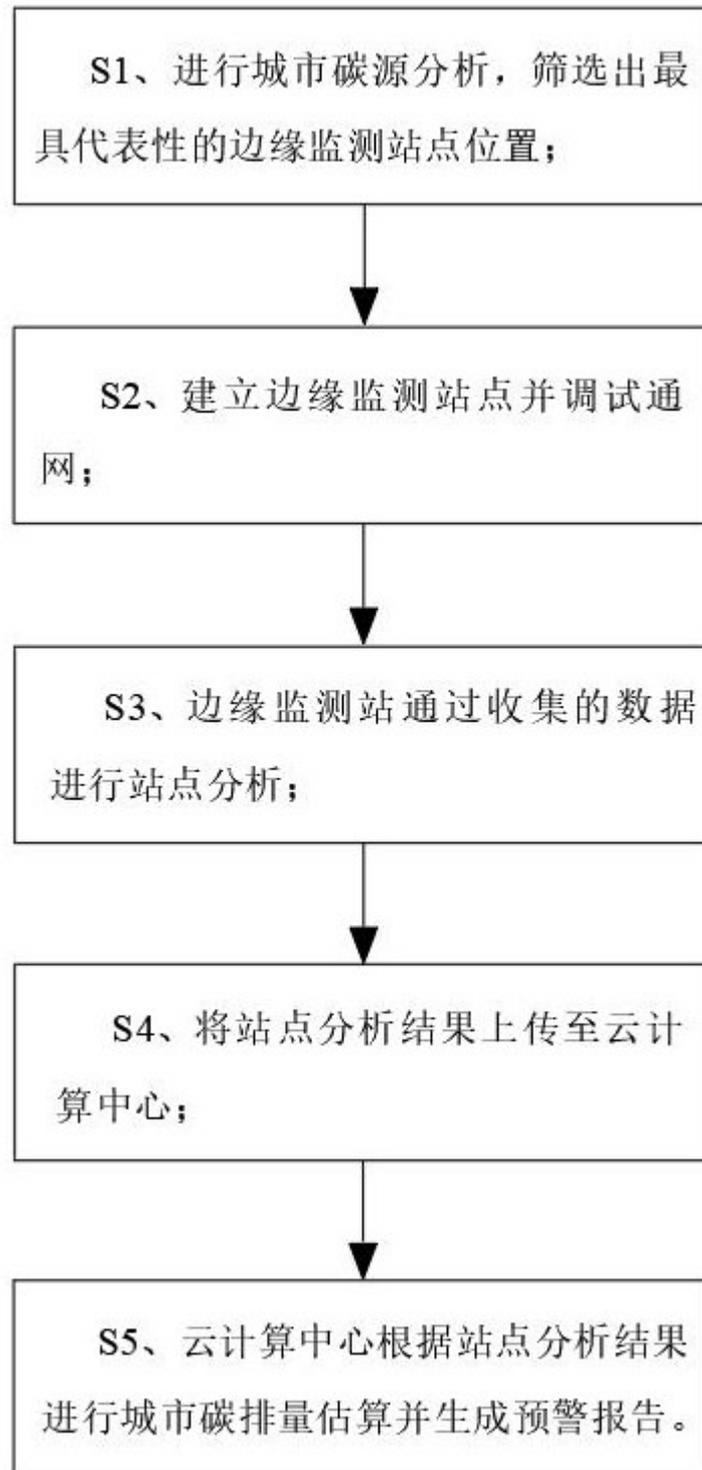


图2