



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111209533 B

(45) 授权公告日 2021.08.10

(21) 申请号 201911190041.0

(22) 申请日 2019.11.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111209533 A

(43) 申请公布日 2020.05.29

(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高新园
南区粤兴一道18号香港理工大学产
学研大楼205室

(72) 发明人 史文中 童成卓 史志成

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所
44237

代理人 曹小翠

(51) Int. Cl.

G06F 17/18 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110174106 A, 2019.08.27

CN 106979911 A, 2017.07.25

CN 106442236 A, 2017.02.22

审查员 霍玉明

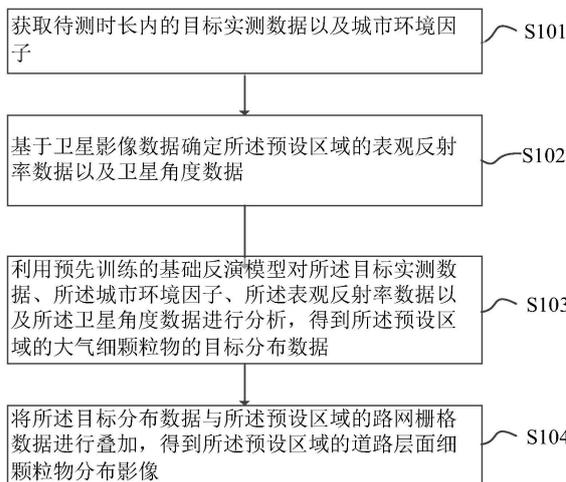
权利要求书4页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

道路层面细颗粒物反演方法、装置、计算设备及存储介质

(57) 摘要

本申请适用于计算机技术领域,提出一种道路层面细颗粒物反演方法,包括:获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子;基于卫星影像数据确定预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据;利用预先训练的基础反演模型对目标实测数据、城市环境因子、表观反射率数据以及卫星角度数据进行分析,得到预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据;将目标分布数据与预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到预设区域的道路层面细颗粒物分布影像。通过卫星影像数据确定预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据,并对待测时长内的目标实测数据、城市环境因子、表观反射率数据以及卫星角度数据进行分析,能够提高细颗粒物反演的稳健性。



1. 一种道路层面细颗粒物反演方法,其特征在于,包括:

获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,所述目标实测数据为预设区域的大气细颗粒物的实测数据;

基于卫星影像数据确定所述预设区域的表现反射率数据以及卫星角度数据,所述卫星影像数据为基于测量得到的地球资源观测数据,所述表现反射率为基于所述卫星影像数据计算得到的大气表现反射率,所述卫星影像数据为Landsat-8卫星数据,对所述Landsat-8卫星影像数据进行数据处理,通过建立掩膜来剔除云、雪以及水体覆盖的卫星像元,得到干净的卫星像元测量的卫星影像数据;

利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表现反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据,所述预先训练的基础反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子、所述表现反射率数据以及所述卫星角度数据之间的第一相关函数,所述预先训练的基础反演模型表示为:

$$PM_{2.5ij} = b_1 TOA_2 + b_2 TOA_4 + b_3 TOA_7 + b_4 sat_az + b_5 sat_zn + b_6 sun_az + b_7 sun_zn + b_8 Temp + b_9 WS + b_{10} PS + b_{11} PBLH + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

其中, $PM_{2.5ij}$ 是第*i*个监测站第*j*天预测的PM2.5数据, TOA_2 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影像数据得到的第2波段对应的大气表现反射率, TOA_4 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影响数据得到的第4波段对应的大气表现反射率, TOA_7 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影响数据得到的第7波段对应的大气表现反射率, sat_at 是卫星高度角、 sat_zn 是卫星方位角、 sun_az 是太阳高度角、 sun_zn 是卫星方位角, b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 、 b_5 、 b_6 、 b_7 、 b_8 、 b_9 、 b_{10} 和 b_{11} 分别是第一相关系数, β_{ij} 是所述基础反演模型的截距参数, ϵ_{ij} 是预设的第*i*个监测站第*j*天的残差系数;

将所述目标分布数据与所述预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到所述预设区域的道路层面细颗粒物分布影像;

所述表现反射率为基于所述Landsat-8卫星影像数据计算得到的大气表现反射率,所述大气表现反射率由未经太阳角度纠正的大气表现反射率纠正得到,所述未经太阳角度纠正的大气表现反射率的计算公式如下:

$$\rho'_x = M_p Q_{cal} + A_p,$$

其中,式中 ρ'_x 为*x*波段未经太阳角度纠正的大气表现反射率, M_p 为*x*波段的反射率调整因子, A_p 为*x*波段的反射率调整参数, Q_{cal} 为Landsat-8卫星影像以16位量化的亮度值,*x*波段为代表红、蓝及红外波段的波段号;

将所述未经太阳角度纠正的大气表现反射率进行纠正转换为大气表现反射率的公式如下:

$$\rho_x = \rho'_x / \cos\theta_z,$$

其中, θ_z 为Landsat-8卫星影像中心的太阳天顶角;

所述获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,包括:

获取待测时长内的目标实测数据;

从所述预设区域选择至少两个不同大小的缓冲区;

分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子;

对应地,所述利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据,包括:

利用预先训练完成的回归反演模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子以及所述表观反射率进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据;

通过绘制距离衰减曲线的方法从所述预设区域选择所述缓冲区,所述缓冲区的边界为所述距离衰减曲线函数中的转折点/峰值对应的距离值,且所述缓冲区中的距离变量并为下一缓存区的候选解释变量。

2.如权利要求1所述的道路层面细颗粒物反演方法,其特征在于,在所述分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子之后,还包括:

基于所述待测时长的气象因子和目标位置偏差,分别确定在所述待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,所述目标位置偏差为各个所述缓冲区的预设待测站点与各自对应的卫星像元之间的位置偏差;

对应地,所述利用预先训练完成的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据,包括:

利用预先训练完成的混合效应模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。

3.如权利要求2所述的道路层面细颗粒物反演方法,其特征在于,所述目标随机效应值包括第一随机效应值、第二随机效应值和第三随机效应值,所述目标固定效应值包括第一固定效应值和第二固定效应值;

所述基于所述待测时长的气象因子和目标位置偏差,分别确定在所述待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,包括:

基于所述待测时长对应的气象因子,确定所述目标城市环境因子的第一固定效应值和第一随机效应值,以及所述表观反射率数据的第二固定效应值和第二随机效应值;

基于各个所述缓冲区的预设待测站点与所述目标位置偏差,确定由所述位置偏差产生的第三随机效应值。

4.如权利要求1至3任一所述的道路层面细颗粒物反演方法,其特征在于,所述基础反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据之间的第一相关函数;

在所述基础反演模型的训练过程中,对所述第一相关函数的所有第一相关系数进行迭代优化,若所有所述第一相关系数均大于或等于预设的第一相关阈值,则停止训练所述基础反演模型。

5.如权利要求1至3任一所述的道路层面细颗粒物反演方法,其特征在于,所述回归反演模型为所述目标实测数据与所述目标城市环境因子以及所述表观反射率之间的第二相关函数;

在所述回归反演模型的训练过程中,对所述第二相关函数的所有第二相关系数进行迭代优化,若所有所述第二相关系数均大于或等于预设的第二相关阈值时,则停止训练所述

回归反演模型。

6. 如权利要求2或3所述的道路层面细颗粒物反演方法,其特征在于,所述混合效应模型为所述目标实测数据的均值与所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值之间的第三相关函数;

在所述混合效应模型的训练过程中,对所述第三相关函数的所有第三相关系数进行迭代优化,若所有所述第三相关系数均大于或等于预设的第三相关阈值时,则停止训练所述混合效应模型。

7. 一种道路层面细颗粒物反演装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,所述目标实测数据为预设区域的大气细颗粒物的实测数据;

第一确定模块,用于基于卫星影像数据确定所述预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据,所述卫星影像数据为基于测量得到的地球资源观测数据,所述表观反射率为基于所述卫星影像数据计算得到的大气表观反射率,所述卫星影像数据为Landsat-8卫星数据,对所述Landsat-8卫星影像数据进行数据处理,通过建立掩膜来剔除云、雪以及水体覆盖的卫星像元,得到干净的卫星像元测量的卫星影像数据;

分析模块,用于利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据,所述预先训练的基础反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据之间的第一相关函数,所述预先训练的基础反演模型表示为:

$$PM_{2.5ij} = b_1 TOA_2 + b_2 TOA_4 + b_3 TOA_7 + b_4 sat_az + b_5 sat_zn + b_6 sun_az + b_7 sun_zn + b_8 Temp + b_9 WS + b_{10} PS + b_{11} PBLH + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

其中, $PM_{2.5ij}$ 是第*i*个监测站第*j*天预测的PM2.5数据, TOA_2 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影像数据得到的第2波段对应的大气表观反射率, TOA_4 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影响数据得到的第4波段对应的大气表观反射率, TOA_7 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影响数据得到的第7波段对应的大气表观反射率, sat_at 是卫星高度角、 sat_zn 是卫星方位角、 sun_az 是太阳高度角、 sun_zn 是卫星方位角, b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 、 b_5 、 b_6 、 b_7 、 b_8 、 b_9 、 b_{10} 和 b_{11} 分别是第一相关系数, β_{ij} 是所述基础反演模型的截距参数, ϵ_{ij} 是预设的第*i*个监测站第*j*天的残差系数;

叠加模块,用于将所述目标分布数据与所述预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到所述预设区域的道路层面细颗粒物分布影像;

所述表观反射率为基于所述Landsat-8卫星影像数据计算得到的大气表观反射率,所述大气表观反射率由未经太阳角度纠正的大气表观反射率纠正得到,所述未经太阳角度纠正的大气表观反射率的计算公式如下:

$$\rho'_x = M_p Q_{cal} + A_p,$$

其中,式中 ρ'_x 为*x*波段未经太阳角度纠正的大气表观反射率, M_p 为*x*波段的反射率调整因子, A_p 为*x*波段的反射率调整参数, Q_{cal} 为Landsat-8卫星影像以16位量化的亮度值,*x*波段为代表红、蓝及红外波段的波段号;

将所述未经太阳角度纠正的大气表观反射率进行纠正转换为大气表观反射率的公式

如下：

$$\rho_x = \rho'_x / \cos\theta_z,$$

其中, θ_z 为Landsat-8卫星影像中心的太阳天顶角；

所述获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,包括：

获取待测时长内的目标实测数据；

从所述预设区域选择至少两个不同大小的缓冲区；

分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子；

对应地,所述利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据,包括：

利用预先训练完成的回归反演模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子以及所述表观反射率进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据；

通过绘制距离衰减曲线的方法从所述预设区域选择所述缓冲区,所述缓冲区的边界为所述距离衰减曲线函数中的转折点/峰值对应的距离值,且所述缓冲区中的距离变量并为下一缓存区的候选解释变量。

8. 一种计算设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至6任一项所述道路层面细颗粒物反演方法的步骤。

9. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至6任一项所述道路层面细颗粒物反演方法的步骤。

道路层面细颗粒物反演方法、装置、计算设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请属于计算机技术领域,尤其涉及一种道路层面细颗粒物反演方法、装置、计算设备及存储介质。

背景技术

[0002] 随着城市化与工业化进程的加快,城市的空气污染特别是细颗粒物(PM_{2.5})污染问题越来越严重。目前,对细颗粒物的反演研究主要是基于卫星气溶胶光学深度数据,而气溶胶光学深度数据通常需要从卫星大气表观反射率中间接获取,导致对细颗粒物的反演结果缺乏稳健性。

发明内容

[0003] 有鉴于此,本申请实施例提供了道路层面细颗粒物反演方法、装置、计算设备及存储介质,以解决现有技术中对细颗粒物的反演结果缺乏稳健性的问题。

[0004] 本申请实施例的第一方面提供了一种道路层面细颗粒物反演方法,包括:

[0005] 获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,所述目标实测数据为预设区域的大气细颗粒物的实测数据;

[0006] 基于卫星影像数据确定所述预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据;

[0007] 利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据;

[0008] 将所述目标分布数据与所述预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到所述预设区域的道路层面细颗粒物分布影像。

[0009] 在一种可选的实现方式中,所述获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,包括:

[0010] 获取待测时长内的目标实测数据;

[0011] 从所述预设区域选择至少两个不同大小的缓冲区;

[0012] 分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子;

[0013] 对应地,所述利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据,包括:

[0014] 利用预先训练完成的回归反演模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子以及所述表观反射率进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。

[0015] 在一种可选的实现方式中,在所述分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子之后,包括:

[0016] 基于所述待测时长的气象因子和目标位置偏差,分别确定在所述待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,所述目标位置偏差为各个所述缓冲区的预设待测站点与

各自对应的卫星像元之间的位置偏差；

[0017] 对应地,所述利用预先训练完成的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据,包括:

[0018] 利用预先训练完成的混合效应模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。

[0019] 在一种可选的实现方式中,所述目标随机效应值包括第一随机效应值、第二随机效应值和第三随机效应值,所述目标固定效应值包括第一固定效应值和第二固定效应值;

[0020] 所述基于所述待测时长的气象因子和目标位置偏差,分别确定在所述待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,包括:

[0021] 基于所述待测时长对应的气象因子,确定所述目标城市环境因子的第一固定效应值和第一随机效应值,以及所述表观反射率数据的第二固定效应值和第二随机效应值;

[0022] 基于各个所述缓冲区的预设待测站点与所述目标位置偏差,确定由所述位置偏差产生的第三随机效应值。

[0023] 在一种可选的实现方式中,所述基础反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据之间的第一相关函数;

[0024] 在所述基础反演模型的训练过程中,对所述第一相关函数的所有第一相关系数进行迭代优化,若所有所述第一相关系数均大于或等于预设的第一相关阈值,则停止训练所述基础反演模型。

[0025] 在一种可选的实现方式中,所述回归反演模型为所述目标实测数据与所述目标城市环境因子以及所述表观反射率之间的第二相关函数;

[0026] 在所述回归反演模型的训练过程中,对所述第二相关函数的所有第二相关系数进行迭代优化,若所有所述第二相关系数均大于或等于预设的第二相关阈值时,则停止训练所述回归反演模型。

[0027] 在一种可选的实现方式中,所述混合效应模型为所述目标实测数据的均值与所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值之间的第三相关函数;

[0028] 在所述混合效应模型的训练过程中,对所述第三相关函数的所有第三相关系数进行迭代优化,若所有所述第三相关系数均大于或等于预设的第三相关阈值时,则停止训练所述混合效应模型。

[0029] 本申请实施例第二方面提供一种道路层面细颗粒物反演装置,包括:

[0030] 获取模块,用于获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,所述目标实测数据为预设区域的大气细颗粒物的实测数据;

[0031] 第一确定模块,用于基于卫星影像数据确定所述预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据;

[0032] 分析模块,用于利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据;

- [0033] 叠加模块,用于将所述目标分布数据与所述预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到所述预设区域的道路层面细颗粒物分布影像。
- [0034] 在一种可选的实现方式中,所述获取模块,包括:
- [0035] 第一获取单元,用于获取待测时长内的目标实测数据;
- [0036] 选择单元,用于从所述预设区域选择至少两个不同大小的缓冲区;
- [0037] 第二获取单元,分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子;
- [0038] 对应地,所述分析模块具体用于:
- [0039] 利用预先训练完成的回归反演模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子以及所述表观反射率进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。
- [0040] 在一种可选的实现方式中,还包括:
- [0041] 第二确定模块,用于基于所述待测时长的气象因子和目标位置偏差,分别确定在所述待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,所述目标位置偏差为各个所述缓冲区的预设待测站点与各自对应的卫星像元之间的位置偏差;
- [0042] 对应地,所述分析模块具体用于:
- [0043] 利用预先训练完成的混合效应模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。
- [0044] 在一种可选的实现方式中,所述目标随机效应值包括第一随机效应值、第二随机效应值和第三随机效应值,所述目标固定效应值包括第一固定效应值和第二固定效应值;
- [0045] 所述第二确定模块,包括:
- [0046] 第一确定单元,用于基于所述待测时长对应的气象因子,确定所述目标城市环境因子的第一固定效应值和第一随机效应值,以及所述表观反射率数据的第一固定效应值和第一随机效应值;
- [0047] 第二确定单元,用于基于各个所述缓冲区的预设待测站点与所述目标位置偏差,确定由所述位置偏差产生的第三随机效应值。
- [0048] 在一种可选的实现方式中,所述基础反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据之间的第一相关函数;
- [0049] 在所述基础反演模型的训练过程中,对所述第一相关函数的所有第一相关系数进行迭代优化,若所有所述第一相关系数均大于或等于预设的第一相关阈值,则停止训练所述基础反演模型。
- [0050] 在一种可选的实现方式中,所述回归反演模型为所述目标实测数据与所述目标城市环境因子以及所述表观反射率之间的第二相关函数;
- [0051] 在所述回归反演模型的训练过程中,对所述第二相关函数的所有第二相关系数进行迭代优化,若所有所述第二相关系数均大于或等于预设的第二相关阈值时,则停止训练所述回归反演模型。
- [0052] 在一种可选的实现方式中,所述混合效应模型为所述目标实测数据的均值与所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值之间的第三相关函数;
- [0053] 在所述混合效应模型的训练过程中,对所述第三相关函数的所有第三相关系数进

行迭代优化,若所有所述第三相关系数均大于或等于预设的第三相关阈值时,则停止训练所述混合效应模型。

[0054] 本申请实施例第三方面提供一种计算设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上第一方面所述道路层面细颗粒物反演方法的步骤。

[0055] 本申请实施例第四方面提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现如上第一方面所述道路层面细颗粒物反演方法的步骤。

[0056] 本申请实施例与现有技术相比存在的有益效果是:通过卫星影像数据确定预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据,并利用预先训练的基础反演模型对待测时长内的目标实测数据、城市环境因子、表观反射率数据以及卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据,能够提高细颗粒物反演的稳健性以及反演精度。

附图说明

[0057] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,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申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0058] 图1是本申请第一实施例提供的道路层面细颗粒物反演方法的实现流程图;

[0059] 图2是本申请第二实施例提供的道路层面细颗粒物反演方法的实现流程图;

[0060] 图3是本申请第三实施例提供的道路层面细颗粒物反演方法的实现流程图;

[0061] 图4是图3中S303的具体实施流程图;

[0062] 图5是本申请实施例提供的道路层面细颗粒物反演装置的结构示意图;

[0063] 图6是本申请实施例提供的计算设备的结构示意图。

具体实施方式

[0064] 以下描述中,为了说明而不是为了限定,提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节,以便透彻理解本申请实施例。然而,本领域的技术人员应当清楚,在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本申请。在其它情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本申请的描述。

[0065] 可以理解地,随着城市化与工业化进程的加快,城市的空气污染特别是细颗粒物问题越来越严重。其中,细颗粒物主要是指直径为2.5微米或更小的细颗粒物,统称为PM_{2.5}。由于PM_{2.5}直径小,面积大,易附着有毒有害物质,因此,当空气中存在大量PM_{2.5}时,会对居民健康产生巨大威胁。研究表明全世界由于PM_{2.5}污染导致的死亡人数每年高达几百万人,且在高密度出行的人群中影响最为严重。

[0066] 因此,在城市居民出行的过程中,提供每一条步道路上较为精确的PM_{2.5}的浓度,从而帮助居民选择健康的道路出行已成为当前城市环境监测相关研究中的一个迫切问题。目前国内外关于PM_{2.5}反演的相关研究大都基于具有空间覆盖和时间连续性的卫星气溶胶光学深度数据。但是由于受限于目前的包含气溶胶数据的卫星影像的空间分辨率(大约在

100m到3000m的范围)的影响,这些研究大多集中在相对较大的地理范围如全球、国家和区域内PM2.5的空间分布。且由于卫星气溶胶光学深度数据通常是从卫星大气表观反射率中间接获取,导致对PM2.5的反演结果缺乏稳健性。

[0067] 针对上述问题,本申请从卫星的大气表观反射率数据、城市土地利用模型以及PM2.5站点监测数据,建立城市道路层面PM2.5反演模型,能够提高对PM2.5的反演结果的稳健性。为了说明本申请所述的技术方案,下面通过具体实施例来进行说明。如图1所示,是本申请第一实施例提供的道路层面细颗粒物反演方法的实现流程图,本实施例可以由道路层面细颗粒物反演装置的硬件/软件实现,所述道路层面细颗粒物反演装置可以是具有计算功能的计算设备,例如服务器。详述如下:

[0068] S101,获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,所述目标实测数据为预设区域的大气细颗粒物的实测数据。

[0069] 可以理解地,为了监控空气质量,在不同的预设区域通常设置有用于检测空气质量的检测站,每个检测站可以根据检测到的空气质量数据,预测预设时长的PM2.5数据,在本实施例中,以预测的所述待测时长内的PM2.5数据作为所述目标实测数据。

[0070] 所述城市环境因子通常包括植被指数、天气参数、道路网络数据以及其它地理数据等,在本实施例中,以预设的基本天气参数,例如近地面2m处的气温、10m处的风速、大气压和大气边界层高度作为所述城市环境因子。

[0071] S102,基于卫星影像数据确定所述预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据。

[0072] 所述卫星影像数据为基于卫星测量得到的地球资源观测数据,在本实例中,可以为Landsat-8卫星数据。可以理解地,由于Landsat-8卫星数据受云、雪以及水体覆盖等天气因素的影响,会出现数据缺失等,导致反演结果不准确。因此,在一种可选的实现方式中,对所述卫星影像数据进行数据处理,例如通过建立掩膜来剔除云、雪以及水体覆盖的卫星像元,得到干净的卫星像元测量的卫星影像数据。

[0073] 所述表观反射率为基于所述卫星影像数据计算得到的大气表观反射率,作为示例而非限定,所述大气表观反射率可以由未经太阳角度纠正的大气表观反射率纠正得到,所述未经太阳角度纠正的大气表观反射率的计算公式可以表示如下:

$$[0074] \quad \rho'_x = M_p Q_{cal} + A_p$$

[0075] 其中,式中 ρ'_x 为x波段未经太阳角度纠正的大气表观反射率, M_p 为x波段的反射率调整因子, A_p 为x波段的反射率调整参数, Q_{cal} 为Landsat-8卫星影像以16位量化的亮度值,x波段为代表红、蓝及红外波段的波段号。

[0076] 将所述未经太阳角度纠正的大气表观反射率进行纠正转换为大气表观反射率的公式如下:

$$[0077] \quad \rho_x = \rho'_x / \cos\theta_z$$

[0078] 其中, θ_z 为Landsat-8卫星影像中心的太阳天顶角。

[0079] 在另一种可选的实现方式中,将所述未经太阳角度纠正的大气表观反射率进行纠正转换为大气表观反射率的公式如下:

$$[0080] \quad \rho_x = \rho'_x / \sin\theta_E$$

[0081] 其中, θ_E 为Landsat-8卫星影像中心的太阳高度角。

[0082] 此外,需要说明的是,基于Landsat-8卫星影像数据可以提取归一化差值植被指数(normalized difference vegetation index,NDVI)与影响卫星反映气溶胶的卫星角度数据,例如,所述卫星角度数据包括卫星高度角、卫星方位角以及太阳高度角、太阳方位角。

[0083] S103,利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据。

[0084] 在本实施例中,所述预先训练的基础反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据之间的第一相关函数;

[0085] 在所述基础反演模型的训练过程中,对所述第一相关函数的所有第一相关系数进行迭代优化,若所有所述第一相关系数均大于或等于预设的第一相关阈值,则停止训练所述基础反演模型,此时所述基础反演模型对应的所述 $PM_{2.5ij}$ 为预测的第*i*个检测站在第*j*天对应的大气细颗粒物的目标分布数据。

[0086] 具体地,作为示例而非限定,所述基础反演模型表示为:

$$PM_{2.5ij} = b_1TOA_2 + b_2TOA_4 + b_3TOA_7 + b_4sat_{az} + b_5sat_{zn} + b_6sun_{az} \\ + b_7sun_{zn} + b_8Temp + b_9WS + b_{10}PS + b_{11}PBLH + \beta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

[0088] 其中, $PM_{2.5ij}$ 是第*i*个监测站第*j*天预测的 $PM_{2.5}$ 数据, TOA_2 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影像数据得到的第2波段对应的大气表观反射率, TOA_4 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影像数据得到的第4波段对应的大气表观反射率, TOA_7 为第*i*个监测站第*j*天基于卫星影像数据得到的第7波段对应的大气表观反射率, sat_{at} 是卫星高度角、 sat_{zn} 是卫星方位角、 sun_{az} 是太阳高度角、 sun_{zn} 是卫星方位角, b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 、 b_5 、 b_6 、 b_7 、 b_8 、 b_9 、 b_{10} 和 b_{11} 分别是第一相关系数, β_{ij} 是所述基础反演模型的截距参数, ε_{ij} 是预设的第*i*个监测站第*j*天的残差系数。

[0089] 作为示例而非限定,对所述基础反演模型训练完成之后,验证所述基础反演模型的准确精度。具体地,在本实施例中,为了验证所述基础反演模型的准确精度,使用统计学上最常用的留一验证方法来对所述基础反演模型的结果进行评价,最终得到验证结果并将其作为对所述基础反演模型准确精度的估计标准。具体地,计算所述基础反演模型的模型估算值与预测数据之间的拟合度决定系数(R^2)或者均方根误差(RMSE),当所述拟合度决定系数大于预设的拟合系数阈值,或者所述均方根误差小于或等于预设均方根误差阈值,则确定对所述基础反演模型的准确精度测试通过。

[0090] S104,将所述目标分布数据与所述预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到所述预设区域的道路层面细颗粒物分布影像。

[0091] 可以理解地,获取预设区域的路网栅格数据,具体地,对预先存储的路网数据进行栅格划分,得到所述路网栅格数据。将所述目标分布数据与所述路网栅格数据进行叠加,得到预设区域的道路层面细颗粒物分布影像。

[0092] 由上面分析可知,本申请实施例提供的道路层面细颗粒物反演方法,通过卫星影像数据确定预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据,并利用预先训练的基础反演模型对待测时长内的目标实测数据、城市环境因子、表观反射率数据以及卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据,能够提高细颗粒物反演的稳健

性。

[0093] 如图2所示,是本申请第二实施例提供的道路层面细颗粒物反演方法的实现流程图,由图2可知,本实施例与图1所示实施例相比,S202与S102以及S204与S104的具体实现过程相同,不同之处在于,S201与S101以及S203与S103的具体实现过程不同,其中,S201与S202为顺序执行关系,S203与S204为顺序执行关系,详述如下:

[0094] S202,获取待测时长内的目标实测数据,从所述预设区域选择至少两个不同大小的缓冲区,分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子。

[0095] 可以理解地,由于空气污染排放强度的差异或污染扩散的复杂物理基础,不同影响因素的影响范围可能会有所不同。因此,在本实施例中,应用缓冲区的概念,而不是使用固定网格系统来处理所有预设区域的数据,即使用不同的缓冲区大小对所述预设区域的地理预测因子进行了缓冲分析。具体地,从所述预设区域选择至少两个不同大小的缓冲区,例如,通过绘制距离衰减曲线的方法从所述预设区域选择所述缓冲区,所述缓冲区的边界为所述距离衰减曲线函数中的转折点/峰值对应的距离值,且所述缓冲区中的距离变量并为下一缓存区的候选解释变量。

[0096] S204,利用预先训练完成的回归反演模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子以及所述表观反射率进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。

[0097] 所述回归反演模型为所述目标实测数据与所述目标城市环境因子以及所述表观反射率之间的第二相关函数;

[0098] 在所述回归反演模型的训练过程中,对所述第二相关函数的所有第二相关系数进行迭代优化,若所有所述第二相关系数均大于或等于预设的第二相关阈值时,则停止训练所述回归反演模型,此时,所述回归反演模型对应的所述

[0099] $PM_{2.5ij}$ 为预测的第i个检测站在第j天对应的大气细颗粒物的目标分布数据。

[0100] 作为示例而非限定,所述回归反演模型为采用逐步多元线性回归方法来建立的估计模型,通过赤池信息准则可以迭代优化所述回归反演模型的统计拟合度以及用来拟合的第二相关系数。具体地,所述回归反演模型可以表示为:

$$[0101] \quad PM_{2.5ij} = b_1 TOA_2 + b_2 TOA_4 + b_3 TOA_7 + b_4 VAR_{ij} + \dots + b_n VAR_{dn} + \beta_{ij} + \epsilon_{ij}$$

[0102] 其中, $PM_{2.5ij}$ 是第i个监测站第j天预测的PM2.5数据, TOA_2 为第i个监测站第j天基于卫星影像数据得到的第2波段对应的大气表观反射率, TOA_4 为第i个监测站第j天基于卫星影像数据得到的第4波段对应的大气表观反射率, TOA_7 为第i个监测站第j天基于卫星影像数据得到的第7波段对应的大气表观反射率, b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 、...、 b_n 分别是第二相关系数, VAR_{ij} 、...、 VAR_{dn} 是所述目标城市环境因子, $\beta_{i,j}$ 是所述回归反演模型的截距参数, ϵ_{ij} 是预设的第i个监测站第j天的残差系数。

[0103] 作为示例而非限定,为了验证所述回归反演模型的准确精度,使用统计学上最常用的留一验证方法来对所述回归反演模型进行评价。具体过程与上述对所述基础反演模型进行准确精度验证过程相同,在此不再赘述。

[0104] 通过上述分析可知,本实施例在图1所示实施例的基础上,通过确定所述预设区域的缓冲区域,并获取所述缓冲区域的目标城市环境因子,并根据预先训练完成的回归反演模型分析所述目标城市环境因子、所述目标实测数据以及所述表观反射率,在提高细颗粒

物反演的稳健性的同时能够提高反演精度。如图3所示,是本申请第三实施例提供的道路层面细颗粒物反演方法的实现流程图,由图3可知,本实施例与图2所示实施例相比,S301~S302与S201~S202以及S305与S204的具体实现过程相同,不同之处在于,在S302之后还包括S303~S304,其中,S303与S302以及S304为顺序执行关系,S304与S203的实施内容不同,详述如下:

[0105] S303,基于所述待测时长的气象因子和目标位置偏差,分别确定在所述待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,所述目标位置偏差为各个所述缓冲区的预设待测站点与各自对应的卫星像元之间的位置偏差。

[0106] 可以理解地,由于受温度、湿度、风速等气象因子的影响,表观反射率数据和细颗粒物数据的关系因日而异,并非恒定。同时每一个卫星像元所代表的表观反射率数据是对应卫星像元的平均表观反射率值,而落于同一卫星像元的地面监测站点所测得的细颗粒物数据并不完全代表对应卫星像元的平均细颗粒物数据,因此通常会产生站点位置偏差。

[0107] 在本实施例中,为了排除气象因子以及站点位置偏差对细颗粒物数据测量的影响,引入了目标位置偏差,并通过目标位置偏差确定目标固定效应值和目标随机效应值。具体地,所述目标随机效应值包括第一随机效应值、第二随机效应值和第三随机效应值,所述目标固定效应值包括第一固定效应值和第二固定效应值;

[0108] 如图4所示,是图3中S303的具体实施流程图,由图4可知,S303包括:

[0109] S3031,基于所述待测时长对应的气象因子,确定所述目标城市环境因子的第一固定效应值和第一随机效应值,以及所述表观反射率数据的第一固定效应值和第一随机效应值。

[0110] 其中,所述第一固定效应值为固定量化所述目标城市环境因子的数值,所述第一随机效应值为随机量化所述目标城市环境因子的数值;固定量化所述目标城市环境因子的数值不随气象因子而变化,随机量化所述目标城市环境因子的数值随所述气象因子随机变化。同理,所述第二固定效应值为固定量化所述表观反射率的数值,所述第二随机效应值为随机量化所述表观反射率的数值。

[0111] S3032,基于各个所述缓冲区的预设待测站点与所述目标位置偏差,确定由所述位置偏差产生的第三随机效应值。

[0112] 其中,所述第三随机效应值为随机量化所述位置偏差的数值。

[0113] S304,利用预先训练完成的混合效应模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。

[0114] 所述混合效应模型为所述目标实测数据的均值与所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值之间的第三相关函数;

[0115] 在所述混合效应模型的训练过程中,对所述第三相关函数的所有第三相关系数进行迭代优化,若所有所述第三相关系数均大于或等于预设的第三相关阈值时,则停止训练所述混合效应模型,此时所述基础反演模型对应的所述PM_{2.5}_i_j为预测的第i个检测站在第j天对应的大气细颗粒物的目标分布数据。

[0116] 作为示例而非限定,所述混合效应模型可以表示为:

[0117] $PM_{2.5i_j} = (\sigma + \mu_j) + (b_1 + V_j) TOA_2 + (b_2 + w_j) TOA_4 + (b_3 + x_j) TOA_7 + (b_4$

[0118] $+ \gamma_j) \text{VAR}_{i,j} + \dots + (b_n + z_j) \text{VAR}_{dn} + S_i + \varepsilon_{i,j}$

[0119] 其中,PM2.5为第i个监测站第j天预测的PM2.5数据,TOA₂为第i个监测站第j天基于卫星影像数据得到的第2波段对应的大气表观反射率,TOA₄为第i个监测站第j天基于卫星影响数据得到的第4波段对应的大气表观反射率,TOA₇为第i个监测站第j天基于卫星影响数据得到的第7波段对应的大气表观反射率, σ 为预设的目标固定效应的第三相关系数, μ_j 为预设的目标随机效应的第三相关系数,b1、b2、b3分别为TOA2、TOA4和TOA7的第二固定效应的第三相关系数, V_j 、 w_j 、 x_j 分别为TOA2、TOA4和TOA7的第二随机效应的第三相关系数; $\text{VAR}_{i,j}$ 、 \dots 、 VAR_{dn} 是所述目标城市环境因子;b3、b4、 \dots 、 b_n 分别为所述目标城市环境因子的第一固定效应的第三相关系数, x_j 、 γ_j 、 \dots 、 z_j 分别为所述目标城市环境因子的第一随机效应的第三相关系数; S_i 为由位置偏差引起的第三随机效应系数, $\varepsilon_{i,j}$ 是预设的第i个监测站第j天的残差系数。

[0120] 需要说明的是,所述混合效应模型的准确性精度校验过程与所述基础反演模型以及所述回归反演模型的校验过程相同,在此不再赘述。

[0121] 通过上述分析可知,本实施例在图2所示实施例的基础上,基于待测时长对应的气象因子,确定待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,所述目标位置偏差为各个所述缓冲区的预设待测站点与各自对应的卫星像元之间的位置偏差,并利用预先训练完成的混合效应模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据,进一步提高细颗粒物反演的精度。

[0122] 图5是本申请实施例提供的道路层面细颗粒物反演装置的结构示意图。由图5可知,本实施例提供的道路层面细颗粒物反演装置5包括:

[0123] 获取模块501,用于获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,所述目标实测数据为预设区域的大气细颗粒物的实测数据;

[0124] 第一确定模块502,用于基于卫星影像数据确定所述预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据;

[0125] 分析模块503,用于利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据;

[0126] 叠加模块504,用于将所述目标分布数据与所述预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到所述预设区域的道路层面细颗粒物分布影像。

[0127] 在一种可选的实现方式中,所述获取模块501,包括:

[0128] 第一获取单元,用于获取待测时长内的目标实测数据;

[0129] 选择单元,用于从所述预设区域选择至少两个不同大小的缓冲区;

[0130] 第二获取单元,分别获取各个所述缓冲区的目标城市环境因子;

[0131] 对应地,所述分析模块503具体用于:

[0132] 利用预先训练完成的回归反演模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子以及所述表观反射率进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。

[0133] 在一种可选的实现方式中,还包括:

[0134] 第二确定模块,用于基于所述待测时长的气象因子和目标位置偏差,分别确定在

所述待测时长内的目标固定效应值和目标随机效应值,所述目标位置偏差为各个所述缓冲区的预设待测站点与各自对应的卫星像元之间的位置偏差;

[0135] 对应地,所述分析模块503具体用于:

[0136] 利用预先训练完成的混合效应模型对所述目标实测数据、所述目标城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值进行分析,得到所述预设区域的所述大气细颗粒物的分布数据。

[0137] 在一种可选的实现方式中,所述目标随机效应值包括第一随机效应值、第二随机效应值和第三随机效应值,所述目标固定效应值包括第一固定效应值和第二固定效应值;

[0138] 所述第二确定模块,包括:

[0139] 第一确定单元,用于基于所述待测时长对应的气象因子,确定所述目标城市环境因子的第一固定效应值和第一随机效应值,以及所述表观反射率数据的第二固定效应值和第二随机效应值;

[0140] 第二确定单元,用于基于各个所述缓冲区的预设待测站点与所述目标位置偏差,确定由所述位置偏差产生的第三随机效应值。

[0141] 在一种可选的实现方式中,所述基础反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据之间的第一相关函数;

[0142] 在所述基础反演模型的训练过程中,对所述第一相关函数的所有第一相关系数进行迭代优化,若所有所述第一相关系数均大于或等于预设的第一相关阈值,则确定对所述基础反演模型的训练完成。

[0143] 在一种可选的实现方式中,所述回归反演模型为所述目标实测数据与所述城市环境因子以及所述表观反射率之间的第二相关函数;

[0144] 在所述回归反演模型的训练过程中,对所述第二相关函数的所有第二相关系数进行迭代优化,若所有所述第二相关系数均大于或等于预设的第二相关阈值时,则确定对所述回归反演模型的训练完成。

[0145] 在一种可选的实现方式中,所述混合效应模型为所述目标实测数据的均值与所述城市环境因子、所述表观反射率、所述目标固定效应值以及所述目标随机效应值之间的第三相关函数;

[0146] 在所述混合效应模型的训练过程中,对所述第三相关函数的所有第三相关系数进行迭代优化,若所有所述第三相关系数均大于或等于预设的第三相关阈值时,则确定对所述混合效应模型的训练完成。

[0147] 如图6所示,是本申请实施例提供的计算设备的结构示意图。如图6所示,该实施例的计算设备6包括:处理器60、存储器61以及存储在存储器61中并可在处理器60上运行的计算机程序62,例如道理层面细颗粒物反演程序。处理器60执行计算机程序62时实现上述各个道理层面细颗粒物反演方法实施例中的步骤,例如图1所示的步骤101至104。

[0148] 示例性的,计算机程序62可以被分割成一个或多个模块/单元,所述一个或者多个模块/单元被存储在存储器61中,并由处理器60执行,以完成本发明本申请。所述一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述计算机程序62在所述计算设备6中的执行过程。例如,计算机程序62可以被分割成获取模块、第一确定模块、分析模块以及叠加模块(虚拟装置中的模块),各模块具体功能如下:

[0149] 获取模块,用于获取待测时长内的目标实测数据以及城市环境因子,所述目标实测数据为预设区域的大气细颗粒物的实测数据;

[0150] 第一确定模块,用于基于卫星影像数据确定所述预设区域的表观反射率数据以及卫星角度数据;

[0151] 分析模块,用于利用预先训练的基础反演模型对所述目标实测数据、所述城市环境因子、所述表观反射率数据以及所述卫星角度数据进行分析,得到所述预设区域的大气细颗粒物的目标分布数据;

[0152] 叠加模块,用于将所述目标分布数据与所述预设区域的路网栅格数据进行叠加,得到所述预设区域的道路层面细颗粒物分布影像。

[0153] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成,即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中,上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。另外,各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0154] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述或记载的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0155] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0156] 在本申请所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置/终端设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置/终端设备实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块或单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通讯连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通讯连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0157] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个通信单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0158] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0159] 所述集成的模块/单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请实现上述实施

例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器 (ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM,Random Access Memory)、电载波信号、电信号以及软件分发介质等。需要说明的是,所述计算机可读介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减,例如在某些司法管辖区,根据立法和专利实践,计算机可读介质不包括电载波信号和电信信号。

[0160] 以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本申请的保护范围之内。

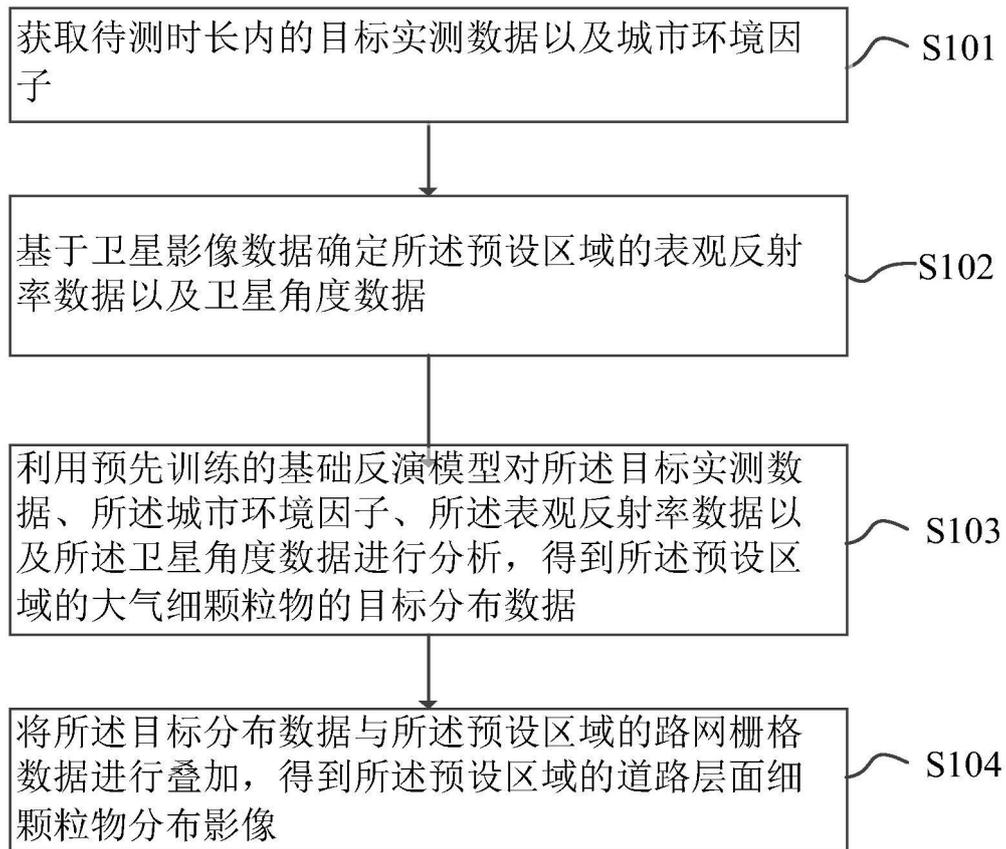


图1

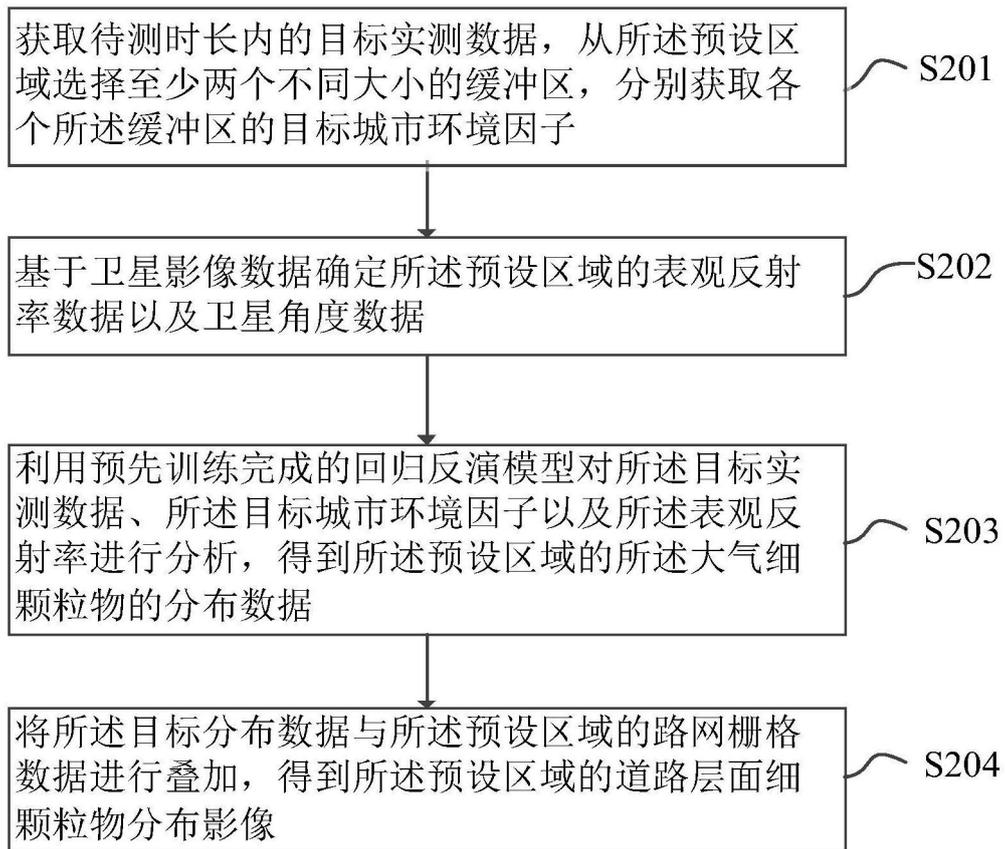


图2

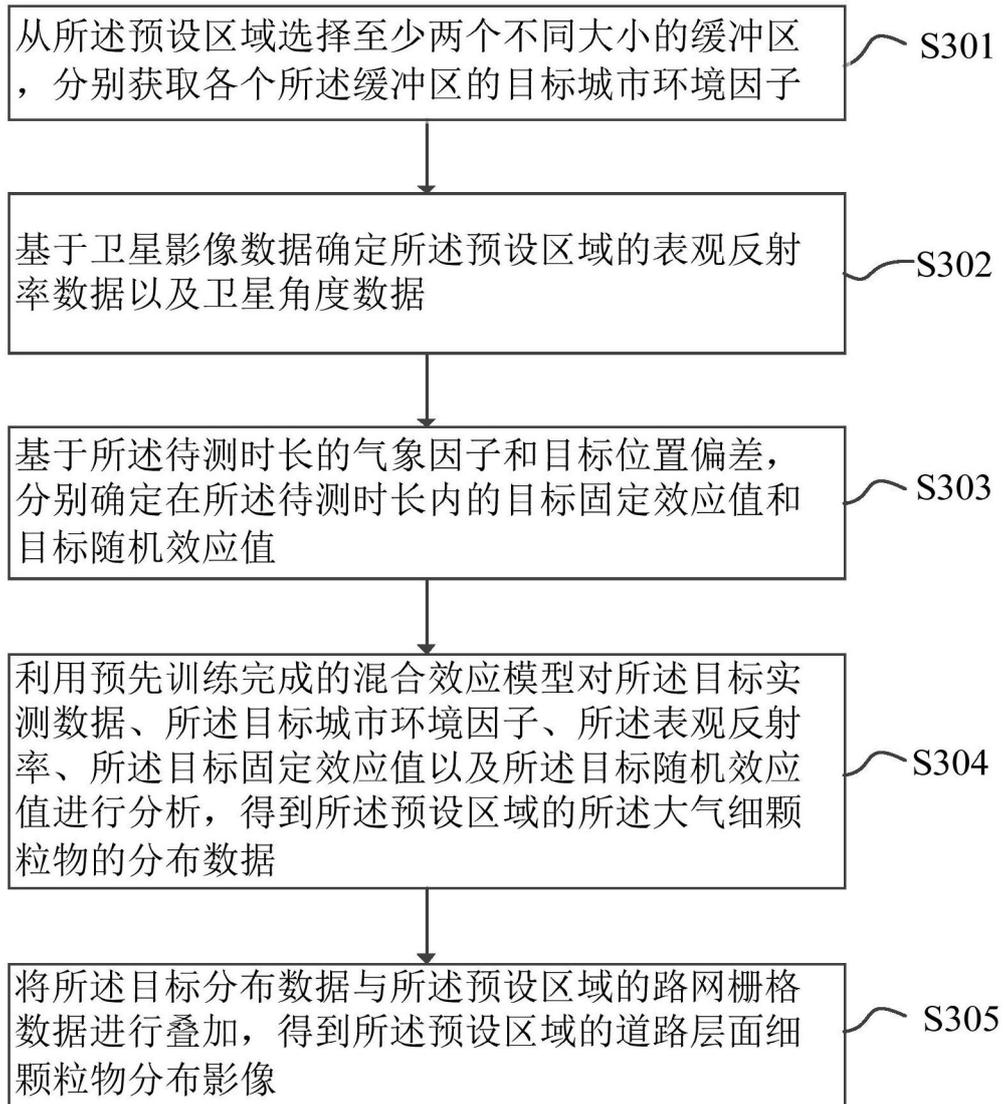


图3

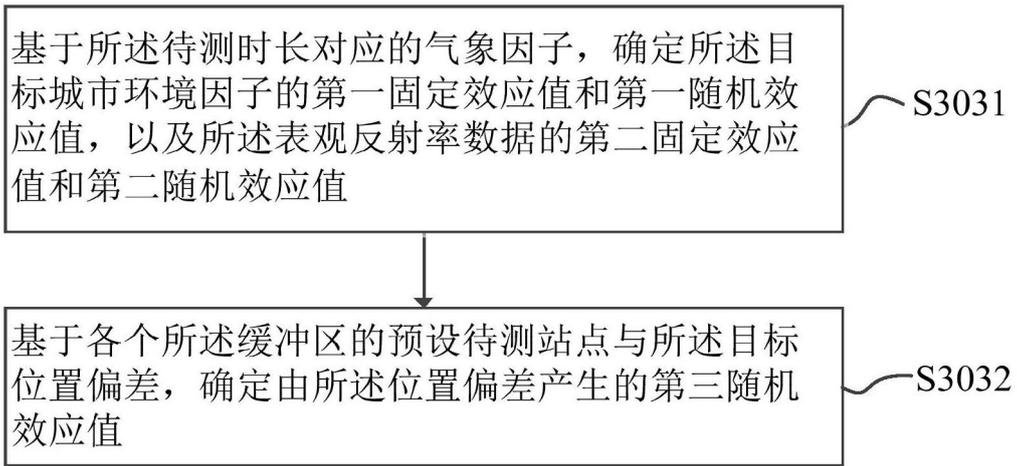


图4

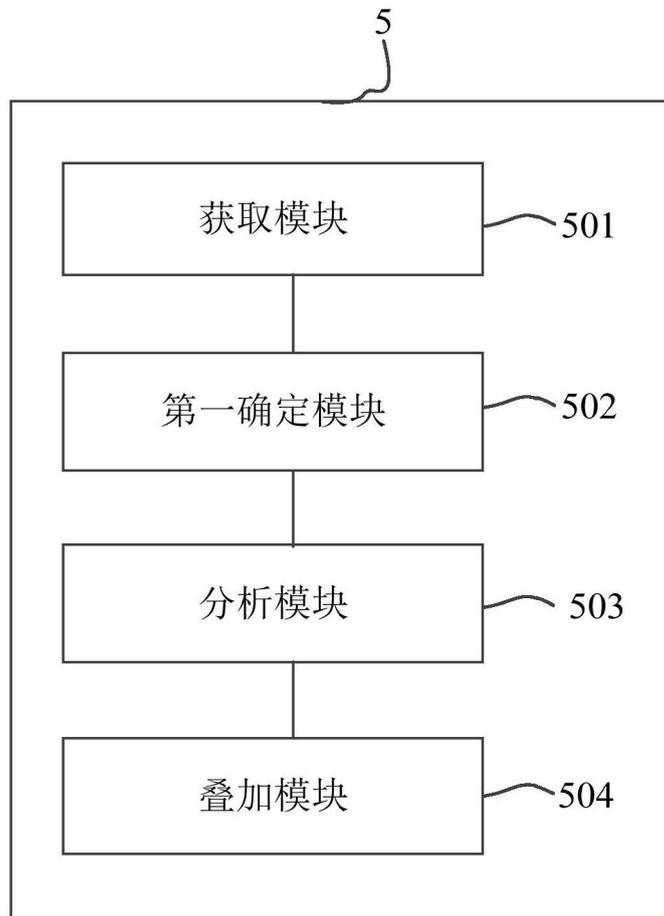


图5

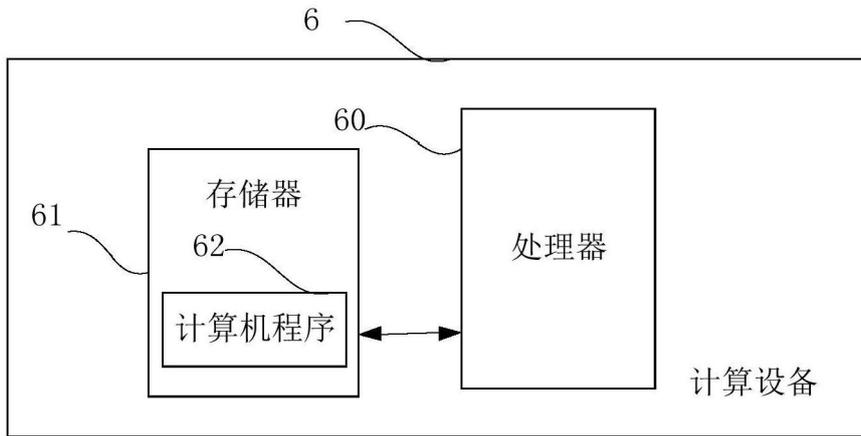


图6