



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118298317 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 09

(21) 申请号 202410727196.8

G06V 10/10 (2022.01)

(22) 申请日 2024.06.06

G06V 10/26 (2022.01)

G06V 10/30 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118298317 A

(43) 申请公布日 2024.07.05

(73) 专利权人 南京工业大学

地址 211816 江苏省南京市浦口区浦珠南路30号

(72) 发明人 卢华兴 刘世晨 胡跃

(74) 专利代理机构 南京科睿航专利代理事务所

(普通合伙) 32836

专利代理师 许小莉

(56) 对比文件

CN 110866527 A, 2020.03.06

CN 112950780 A, 2021.06.11

审查员 曾贞

(51) Int. Cl.

G06V 20/10 (2022.01)

G06V 10/774 (2022.01)

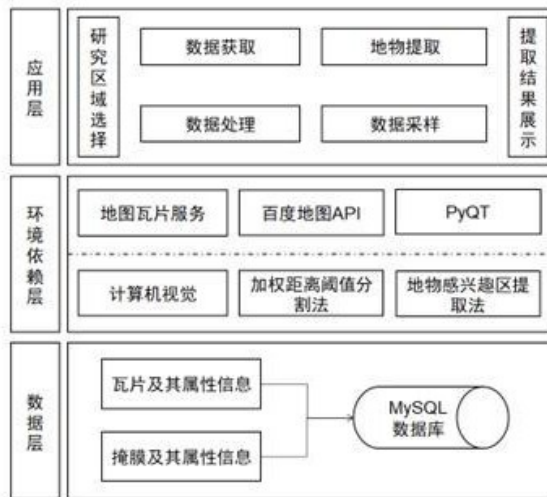
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于在线地图训练集的自动标注方法及系统

(57) 摘要

本发明提供一种基于在线地图训练集的自动标注方法及系统,涉及地理人工智能(GeoAI)数据集自动化生成技术领域。本发明首先采集在线地图的地图瓦片及其对应的遥感瓦片,将其按瓦片编码规则自动无缝拼接成大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像这两类图像;然后提取粗标注掩膜图像;再对得到的粗标注掩膜图像的建筑物的位置进行改正,获得建筑补偿改正后的精标注掩膜图像;接着进行地物感兴趣区域提取,得到大尺寸的标注瓦片图像;最后对大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像以及大尺寸的标注瓦片图像采用滑动裁切法进行分割,根据分割参数的不同来进行不同的分割方式以适应不同训练集的需求。本发明简化了面向地理智能分析的数据采集流程。



1. 一种基于在线地图训练集的自动标注方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

(1) 采集在线地图的地图瓦片及其对应的遥感瓦片,将其按瓦片编码规则自动无缝拼接成大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像这两类图像;

(2) 提取步骤(1)得到的地图瓦片图像中的四类地物的颜色值,所述四类地物包括建筑物、道路、绿地及水体,并将地图瓦片图像RGB颜色空间转换到Lab颜色空间,建立四类地物的颜色空间索引表,采用加权距离阈值分割法对四类地物进行分割和掩膜处理,并采用多尺度移动窗口法对地物掩膜的孔洞进行噪声消除,获得粗标注掩膜图像;

(3) 针对建筑物在地图瓦片图像和遥感瓦片图像中的位置偏差,采用超分辨率地物补偿处理方法,基于建筑规则形状特点,对步骤(2)得到的粗标注掩膜图像的建筑物的位置进行改正,获得建筑补偿改正后的精标注掩膜图像;

(4) 对步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行地物感兴趣区域提取,得到大尺寸的标注瓦片图像;

(5) 对步骤(1)得到的大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像以及步骤(4)得到的大尺寸的标注瓦片图像采用滑动裁切法进行分割,根据分割参数的不同来进行不同的分割方式以适应不同训练集的需求;

步骤(2)的具体方法是:根据每种在线地图的配色方案,识别步骤(1)得到的大尺寸的地图瓦片图像中每一类地物使用的渲染颜色,分别提取出代表建筑物、道路、绿地及水体的像素RGB值;将地物的RGB值及地图瓦片转换为Lab颜色空间中,在Lab颜色空间中,L代表亮度,a代表从绿色到红色的颜色分量,b代表从蓝色到黄色的颜色分量;在色差公式中对L、a、b三个通道分量采用了加权机制,L、a、b三个通道加权系数设置为1:2:2,然后利用色差距离来进行阈值分割地物,比较每个像素与周边色彩的颜色距离 ΔE_{ab}^* ,如果 ΔE_{ab}^* 小于阈值 μ ,则判定为该像素为地物,加权距离阈值分割法公式如下:

$$\Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_a^* - L_i^*)^2 + 2(a_a^* - a_i^*)^2 + 2(b_a^* - b_i^*)^2} < \mu$$

式中 L_a^* 、 a_a^* 、 b_a^* 为地物预设值,分别代表待提取地物的颜色分量在Lab颜色空间中的亮度、红绿色度、和黄蓝色度; L_i^* 、 a_i^* 、 b_i^* 分别代表图像中某一像素的颜色分量在Lab颜色空间中的亮度、红绿色度、和黄蓝色度;

将提取得到的地物赋值为白色,背景赋值为黑色,得到二值化地物掩膜图像;

对得到的二值化地物掩膜图像进一步处理孔洞噪声,具体为:

对于二值化地物掩膜图像中孤立于背景与地物的孔洞噪声,利用一个大小为 $c \times c$ 的矩形块对整幅二值化地物掩膜图像进行检测,若矩形块对应的 $c \times c$ 像素的子图像边界像素全部为地物颜色,则将此子图像内部的所有像素设置为地物颜色,若对应的子图像的边界像素全部为背景颜色,则将子图像内部所有像素设置为背景颜色,最终获得粗标注掩膜图像;

步骤(3)的具体方法是:

(3-1) 根据步骤(2)得到的粗标注掩膜图像获得地图瓦片图像对应的遥感瓦片图像,假设地图瓦片图像及其对应的遥感瓦片图像的尺寸为 $m \times n$ 像素,设置距离补偿阈值参数为K,K的默认值5,得到超像素种类为 $m \times n / K$;

(3-2) 在遥感瓦片图像上设置S个种子点,种子点之间的距离设置为 $m \times n / K$,将种子点移动到 3×3 窗口内,计算窗口梯度的最小值,作为该种子点标注;

(3-3) 逐行逐列遍历遥感瓦片图像像素,每次进行如下计算:

依据步骤(2)中公式计算像素与最近的种子点的颜色距离 ΔE_{ab}^* ;确定最近的种子点所在的像素的行编号和列编号,计算该像素与最近种子点的马氏距离 ΔE_{sp}^* ,公式如下:

$$\Delta E_{sp}^* = \sqrt{abs(i_s - i_p) * abs(j_s - j_p)}$$

式中 i_s 、 i_p 为种子点和当前像素点的行编号,式中 j_s 、 j_p 为种子点和当前像素的列编号,abs为绝对值;

考虑到 ΔE_{ab}^* 、 ΔE_{sp}^* 两种距离取值范围不同,对两种距离进行归一化处理,综合两种距离获得最终的像素综合距离 ΔE ,公式如下:

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta E_{ab}^*}{M_{ab}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta E_{sp}^*}{M_{sp}}\right)^2}$$

式中 M_{ab} 、 M_{sp} 分别是 ΔE_{ab}^* 、 ΔE_{sp}^* 这两种距离的最大值, ΔE 为综合距离,比较每个种子点的 ΔE 值,取综合距离 ΔE 最小的种子点标注作为该像素的建筑物标注;

(3-4) 用(3-3)得到的建筑物标注更新步骤(2)得到的粗标注掩膜图像中的建筑物标注,获得建筑补偿改正后的精标注掩膜图像。

2. 根据权利要求1所述的一种基于在线地图训练集的自动标注方法,其特征在于,步骤(1)所述瓦片编码规则是指国标GB/T 20257.3-2017进行编码及命名。

3. 根据权利要求1所述的一种基于在线地图训练集的自动标注方法,其特征在于,步骤(4)的具体方法是:

(4-1) 对步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行边缘扩张操作,具体是:设定一个具体的范围值d,用以界定边缘扩张的空间范围,d的取值不应超过步骤(5)中所述的滑动裁切法中的裁切框长度,对于地物掩膜中的每个地物个体,将检查其边缘周围d个像素内的区域,如果在这个边缘扩张的空间范围内发现背景色区域,那么这部分区域将被转化为地物色;通过边缘扩张,将邻接地物连接成一个整体,从而得到一个整体地物区域掩膜;

(4-2) 采用轮廓提取法对步骤(4-1)得到的整体地物区域掩膜进行边缘提取,其具体方法是开始找到一个边缘像素作为起点,然后沿着边缘移动,寻找与当前边缘像素相邻的下一个边缘像素,这个过程重复进行,直到轮廓闭合,即返回到起点,形成一个封闭的轮廓线,作为地物区域轮廓;

(4-3) 利用步骤(4-2)得到的地物区域轮廓,对步骤步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行区域裁剪得到大尺寸的标注瓦片图像。

4. 根据权利要求3所述的一种基于在线地图训练集的自动标注方法,其特征在于,步骤(5)的具体方法是:

对于步骤(1)得到的大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像以及步骤(4)中获得的大尺寸的标注瓦片图像采用一个尺寸为 $n \times n$ 的裁切框,设置步长s来决定裁切框跳过的像素数,裁切框从图像左上角开始,按照设定步长沿水平方向逐步移动,直至到达右边界后下移一个步长再次水平遍历,此过程重复进行直到覆盖整个掩膜区域;若s大于n,裁切框每次移

动的距离超过其自身长度,导致裁切得到的图像之间没有重叠部分;若 s 等于 n ,裁切框每次移动的距离正好与其尺寸相等,使得裁切得到的图像依次相邻,但没有重叠,这样的裁切方式能够保证图像覆盖整个感兴趣的区域;若 s 小于 n ,裁切框每次移动的距离小于其尺寸,导致连续裁切的图像之间会有重叠部分;

裁切过程中,对每个裁剪得到的图像进行分析,判断其像素是否全部为背景色,若裁剪图像中所有像素值不全为背景色,则认定该图像为有效图像,保存该裁剪得到的图像及其对应索引的遥感瓦片图像;若裁剪图像中所有像素值均等于背景色,则认定该图像全为背景,删除该裁剪得到的瓦片图像。

5.一种基于在线地图训练集的自动标注的系统,其特征在于,该系统应用于权利要求1-4之一所述的基于在线地图训练集的自动标注方法,该系统包括数据获取模块、地物提取模块、数据处理模块、数据采样模块;

所述数据获取模块加载了开源在线地图,选择待标定的地物类型,通过框选地图上的相应区域,下载了所框选地图区域的瓦片地图与其对应遥感瓦片图像,并且将其拼接成连续无缝的大尺寸地图瓦片图像和遥感瓦片图像;

所述地物提取模块封装了所述的加权距离阈值分割法用于对大尺寸地图瓦片图像进行地物分割提取得到粗标注掩膜图像;

数据处理模块封装了超分辨率地物补偿处理方法和地物感兴趣区域提取方法以得到大尺寸的标注瓦片图像;

数据采样模块封装了滑动裁切法将大尺寸地图瓦片图像和遥感瓦片图像、大尺寸的标注瓦片图像按照设定参数裁切,并将最终生成图像保存下来。

6.根据权利要求5所述的一种基于在线地图训练集的自动标注的系统,其特征在于,该系统还包括数据库,最终生成的图像及其时间、坐标、标注信息均保存到设计好的数据库中。

一种基于在线地图训练集的自动标注方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于涉及地理人工智能 (GeoAI) 数据集自动化生成技术领域,具体涉及一种基于在线地图训练集的自动标注方法及系统。

背景技术

[0002] 当前地理人工智能 (GeoAI) 得到深入研究和广泛应用,GeoAI 中各类深度学习模型的训练和验证急需高质量地理数据集,传统的地理数据集的标注方法大多采用人工标注方法,即利用标注工具 (LabelImg、LabelMe、RectLabel) 等软件对地理数据集手动操作,大多以分类标注、标框标注、区域标注、描点标注等形式完成。传统的数据集构建方式涉及到数据采集、数据处理、数据标注等一系列程序,效率低且质量难以保障,成为了GeoAI研究领域的数据集构建的一大障碍。

[0003] 在线地图 (OSM、高德地图、百度地图等) 服务器存储了海量的地理数据,包含地理矢量数据、地图瓦片数据,遥感瓦片数据等。这些数据位置精度高、时效性好,蕴含了多尺度的地理位置特征信息和地物视觉特征信息。然而这些数据利用率低,基于这些数据的数据集构建方法不成熟,构建方法效率低,无法满足GeoAI领域的数据集高效生产的需求。

发明内容

[0004] 基于上述问题,本发明公开了一种基于在线地图训练集的自动标注方法及系统,利用地图瓦片数据易于获取、色彩稳定、数据量大、多尺度等特点,设计了面向GeoAI的地理数据集的自动化生产全套技术方案和软件系统。本发明的技术方案如下:

[0005] 本发明首先提供一种基于在线地图训练集的自动标注方法,该方法包括如下步骤:

[0006] (1) 采集在线地图的地图瓦片及其对应的遥感瓦片,将其按瓦片编码规则自动无缝拼接成大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像这两类图像;

[0007] (2) 提取步骤(1)得到的两类图像中的四类地物的颜色空间,所述四类地物包括建筑物、道路、绿地及水体,并将两类图像RGB颜色空间转换到Lab颜色空间,建立四类地物的颜色空间索引表,采用加权距离阈值分割法对四类地物进行分割和掩膜处理,并采用多尺度移动窗口法对地物掩膜的孔洞进行噪声消除,获得粗标注掩膜图像;

[0008] (3) 针对建筑物在地图瓦片图像和遥感瓦片图像中的位置偏差,采用超分辨率地物补偿处理方法,基于建筑规则形状特点,对步骤(2)得到的粗标注掩膜图像的建筑物的位置进行改正,获得建筑补偿改正后的精标注掩膜图像;

[0009] (4) 对步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行地物感兴趣区域提取,得到大尺寸的标注瓦片图像;

[0010] (5) 对步骤(1)得到的大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像以及步骤(4)得到的大尺寸的标注瓦片图像采用滑动裁切法进行分割,根据分割参数的不同来进行不同的分割方式以适应不同训练集的需求。

[0011] 进一步地,步骤(1)所述瓦片编码规则是指国标GB/T 20257.3-2017进行编码及命名。

[0012] 进一步地,步骤(2)的具体方法是:根据每种在线地图的配色方案,识别步骤(1)得到的大尺寸的地图瓦片图像中每一类地物使用的渲染颜色,分别提取出代表建筑物、道路、绿地及水体的像素RGB值;将地物的RGB值及地图瓦片转换为Lab颜色空间中,在Lab颜色空间中,L代表亮度,a代表从绿色到红色的颜色分量,b代表从蓝色到黄色的颜色分量;在色差公式中对L、a、b三个通道分量采用了加权机制,L、a、b三个通道加权系数设置为1:2:2,然后利用色差距离来进行阈值分割地物,比较每个像素与周边色彩的颜色距离 ΔE_{ab}^* ,如果 ΔE_{ab}^* 小于阈值 μ ,则判定为该像素为地物,加权距离阈值分割法公式如下:

$$[0013] \quad \Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_d^* - L_i^*)^2 + 2(a_d^* - a_i^*)^2 + 2(b_d^* - b_i^*)^2} < \mu,$$

[0014] 式中 L_d^* 、 a_d^* 、 b_d^* 为地物预设值,分别代表待提取地物的颜色分量在Lab颜色空间中的亮度、红绿色度、和黄蓝色度; L_i^* 、 a_i^* 、 b_i^* 分别代表图像中某一像素的颜色分量在Lab颜色空间中的亮度、红绿色度、和黄蓝色度;

[0015] 将提取得到的地物赋值为白色,背景赋值为黑色,得到二值化地物掩膜图像;

[0016] 对得到的二值化地物掩膜图像进一步处理孔洞噪声,具体为:

[0017] 对于二值化地物掩膜图像中孤立于背景与地物的孔洞噪声,利用一个大小为 $c \times c$ 的矩形块对整幅二值化地物掩膜图像进行检测,若矩形块对应的 $c \times c$ 像素的子图像边界像素全部为地物颜色,则将此子图像内部的所有像素设置为地物颜色,若对应的子图像的边界像素全部为背景颜色,则将子图像内部所有像素设置为背景颜色,最终获得粗标注掩膜图像。

[0018] 进一步地,步骤(3)的具体方法是:

[0019] (3-1)根据步骤(2)得到的粗标注掩膜图像获得地图瓦片图像对应的遥感瓦片图像,假设地图瓦片图像及其对应的遥感瓦片图像的尺寸为 $m \times n$ 像素,设置距离补偿阈值参数为K,K的默认值5,得到超像素种类为 $m \times n / K$;

[0020] (3-2)在遥感瓦片图像上设置S个种子点,种子点之间的距离设置为 $m \times n / K$,将种子点移动到 3×3 窗口内,计算窗口梯度的最小值,作为该种子点标注;

[0021] (3-3)逐行逐列遍历遥感瓦片图像像素,每次进行如下计算:

[0022] 依据步骤(2)中公式计算像素与最近的种子点的颜色距离 ΔE_{ab}^* ;确定最近的种子点所在的像素的行编号和列编号,计算该像素与最近种子点的马氏距离 ΔE_{sp}^* ,公式如下:

$$[0023] \quad \Delta E_{sp}^* = \sqrt{abs(i_s - i_p) * abs(j_s - j_p)},$$

[0024] 式中 i_s 、 i_p 为种子点和当前像素点的行编号,式中 j_s 、 j_p 为种子点和当前像素的列编号,abs为绝对值;

[0025] 考虑到 ΔE_{ab}^* 、 ΔE_{sp}^* 两种距离取值范围不同,对两种距离进行归一化处理,综合两种距离获得最终的像素综合距离 ΔE ,公式如下:

$$[0026] \quad \Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta E_{ab}^*}{M_{ab}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta E_{sp}^*}{M_{sp}}\right)^2},$$

[0027] 式中 M_{ab} 、 M_{sp} 分别是 ΔE_{ab}^* 、 ΔE_{sp}^* 这两种距离的最大值, ΔE 为综合距离,比较每个种子点的 ΔE 值,取综合距离 ΔE 最小的种子点标注作为该像素的建筑物标注;

[0028] (3-4)用(3-3)得到的建筑物标注更新步骤(2)得到的粗标注掩膜图像中的建筑物标注,获得建筑补偿改正后的精标注掩膜图像。

[0029] 进一步地,步骤(4)的具体方法是:

[0030] (4-1)对步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行边缘扩张操作,具体是:设定一个具体的范围值 d ,用以界定边缘扩张的空间范围, d 的取值不应超过步骤(5)中所述的滑动裁切法中的裁切框长度,对于地物掩膜中的每个地物个体,将检查其边缘周围 d 个像素内的区域,如果在这个边缘扩张的空间范围内发现背景色区域,那么这部分区域将被转化为地物色;通过边缘扩张,将邻接地物连接成一个整体,从而得到一个整体地物区域掩膜;

[0031] (4-2)采用轮廓提取法对步骤(4-1)得到的整体地物区域掩膜进行边缘提取,其具体方法是开始找到一个边缘像素作为起点,然后沿着边缘移动,寻找与当前边缘像素相邻的下一个边缘像素,这个过程重复进行,直到轮廓闭合,即返回到起点,形成一个封闭的轮廓线,作为地物区域轮廓;

[0032] (4-3)利用步骤(4-2)得到的地物区域轮廓,对步骤步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行区域裁剪得到大尺寸的标注瓦片图像。

[0033] 进一步地,步骤(5)的具体方法是:

[0034] 对于步骤(1)得到的大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像以及步骤(4)中获得的大尺寸的标注瓦片图像采用一个尺寸为 $n \times n$ 的裁切框,设置步长 s 来决定裁切框跳过的像素数,裁切框从图像左上角开始,按照设定步长沿水平方向逐步移动,直至到达右边界后下移一个步长再次水平遍历,此过程重复进行直到覆盖整个掩膜区域;若 s 大于 n ,裁切框每次移动的距离超过其自身长度,导致裁切得到的图像之间没有重叠部分;若 s 等于 n ,裁切框每次移动的距离正好与其尺寸相等,使得裁切得到的图像依次相邻,但没有重叠,这样的裁切方式能够保证图像覆盖整个感兴趣的区域;若 s 小于 n ,裁切框每次移动的距离小于其尺寸,导致连续裁切的图像之间会有重叠部分;

[0035] 裁切过程中,对每个裁剪得到的图像进行分析,判断其像素是否全部为背景色,若裁剪图像中所有像素值不全为背景色,则认定该图像为有效图像,保存该裁剪得到的图像及其对应索引的遥感瓦片图像;若裁剪图像中所有像素值均等于背景色,则认定该图像全为背景,删除该裁剪得到的瓦片图像。

[0036] 本发明还提供一种基于在线地图训练集的自动标注的系统,该系统应用于上述的基于在线地图训练集的自动标注方法,该系统包括数据获取模块、地物提取模块、数据处理模块、数据采样模块;

[0037] 所述数据获取模块加载了开源在线地图,选择待标定的地物类型,通过框选地图上的相应区域,下载了所框选地图区域的瓦片地图与其对应遥感瓦片图像,并且将其拼接成连续无缝的大尺寸地图瓦片图像和遥感瓦片图像;

[0038] 所述地物提取模块封装了所述的加权距离阈值分割法用于对大尺寸地图瓦片图像进行地物分割提取得到粗标注掩膜图像;

[0039] 数据处理模块封装了超分辨率地物补偿处理方法和地物感兴趣区域提取方法以

得到大尺寸的标注瓦片图像；

[0040] 数据采样模块封装了滑动裁切法将大尺寸地图瓦片图像和遥感瓦片图像、大尺寸的标注瓦片图像按照设定参数裁切,并将最终生成图像保存下来。

[0041] 进一步地,该系统还包括数据库,最终生成的图像及其时间、坐标、标注信息均保存到设计好的数据库中。

[0042] 本发明的有益效果为:本发明提出的一种基于在线地图训练集的自动标注方法:能做到对地图瓦片中的地物做到有效自动标注,能有效提高GeoAI应用的地理数据集的标注效率。本发明结合所述方法提出的一种基于在线地图训练集的自动标注系统有效简化了数据集自动标注的复杂工作流程,可以做到标注多种类型、任意区域、多种尺度的地物,为大规模自动标注地理数据集提供了一种自动化的解决方案。

附图说明

[0043] 图1为本发明系统架构图；

[0044] 图2为本发明系统的工作流程；

[0045] 图3为本发明提取的建筑感兴趣区域；

[0046] 图4为本发明裁切得到的建筑、道路、水体及绿地的地图瓦片图像、遥感瓦片图像和标注瓦片图像；

具体实施方式

[0047] 下面结合附图和具体实施方式,进一步阐明本发明,应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。

[0048] 本实施例在百度地图中选择某一区域,数据源,采集的两类瓦片的层级为最好级:18级,使用所述数据获取模块在研究区域采集百度地图256×256分辨率的地图瓦片图像及其对应遥感瓦片图像存入到数据库中,表1是数据库设计的数据结构表,包括地图瓦片的属性和其他的一些标注信息。

[0049] 表1 数据结构表

[0050]

字段	字段类型	可空	说明
id	int	否	主键
panoid	varchar	否	瓦片id
zoom	int	否	瓦片缩放等级
x	int	否	瓦片横向坐标
y	int	否	瓦片纵向坐标
type	varchar	否	瓦片类型
date	int	否	瓦片获取日期
maskid	int	否	地物标注id
features	varchar	否	地物标注类型

[0051] 结合图1和图2对百度地图瓦片进行分析处理,图2展示了处理流程包括选择研究区、下载地物瓦片、瓦片处理、二值化地物掩膜提取、地物感兴趣区域提取、数据重采样。

[0052] 具体的,本实施例的一种基于在线地图训练集的自动标注方法,包括如下步骤:

[0053] (1) 地图瓦片拼接:将下载的地图瓦片及遥感瓦片按照其对应坐标拼接成连续无缝的大尺寸地图瓦片图像和遥感瓦片图像;

[0054] (2) 粗标注掩膜图像提取:根据百度地图的配色方案,采用色彩识别器识别(1)中大尺寸地图瓦片图像中每一类地物使用的渲染颜色,分别提取出代表建筑、道路、绿地及水体的像素RGB颜色值,得到以下配色方案表:

[0055] 表2 RGB空间下百度地图配色方案

[0056]	道路级别	颜色值
	建筑	(249,247,244)
	道路	(255,255,255)
	水体	(173,213,254)
	绿地	(168,237,193)

[0057] 将地物的RGB值及地图瓦片图像转换为Lab颜色空间中。在Lab颜色空间中,L代表亮度,a代表从绿色到红色的颜色分量,b代表从蓝色到黄色的颜色分量。经转换后得到的Lab空间的地物颜色值如下表所示:

[0058] 表3 Lab空间下百度地图配色方案

[0059]	道路级别	颜色值
	建筑	(97.3059214,0.13918046,1.6766654)
	道路	(100,0,0)
	水体	(83.77052104,-3.73941734,-24.25960452)
	绿地	(88.32413891,-30.37047524,14.52353637)

[0060] 在Lab颜色空间中,颜色差异通常通过色差距离公式进行计算,这个公式直观地反映了两种颜色在视觉上的差别。地物之间的颜色差异主要表现在色度(a和b通道)上,而不是亮度L上。为了在色差计算中更精细地强调a、b两通道的重要性,从而更贴合电子地图上地物提取的需求,在色差公式中对L、a、b三个通道分量采用了加权机制。L、a、b三个通道加权系数设置为1:2:2,然后利用色差距离来进行阈值分割地物,比较地物与周边色彩的颜色距离 ΔE_{ab}^* ,如果 ΔE_{ab}^* 小于阈值 μ ,则判定为该像素为地物。经实验,本实例中阈值 μ 取值为0.1,加权距离阈值分割法公式如下:

$$[0061] \quad \Delta E_{ab}^* = \sqrt{(L_a^* - L_i^*)^2 + 2(a_a^* - a_i^*)^2 + 2(b_a^* - b_i^*)^2} < 0.1,$$

[0062] 式中 L_a^* 、 a_a^* 、 b_a^* 为地物预设值,分别代表待提取地物的颜色分量在Lab颜色空间中的亮度、红绿色度、和黄蓝色度。 L_i^* 、 a_i^* 、 b_i^* 分别代表图像中某一像素的颜色分量在Lab颜色空间中的亮度、红绿色度、和黄蓝色度。将提取得到的地物赋值为白色,背景赋值为黑色,得到二值化地物掩膜。

[0063] 对于掩膜中孤立于背景与地物的孔洞噪声,利用一个大小为 3×3 的矩形块对整幅掩膜图像进行检测,若矩形块对应的子图像(3×3 像素)的边界像素全部为地物颜色,则将此子图像内部的所有像素设置为地物颜色,若对应的子图像的边界像素全部为背景颜色,则将子图像内部所有像素设置为背景颜色。

[0064] (3) 超分辨率地物补偿处理:由于建筑物在地图瓦片图像和遥感瓦片图像中的位置偏移问题,采用超分辨率地物补偿处理方法,具体如下:

[0065] (3-1) 根据步骤(2)得到的粗标注掩膜图像获得地图瓦片图像对应的遥感瓦片图像,假设地图瓦片图像及其对应的遥感瓦片图像的尺寸为 $m \times n$ 像素,设置距离补偿阈值参数为 K , K 的默认值5,得到超像素种类为 $m \times n / K$;

[0066] (3-2) 在遥感瓦片图像上设置 S 个种子点,种子点之间的距离设置为 $m \times n / K$,将种子点移动到 3×3 窗口内,计算窗口梯度的最小值,作为该种子点标注;

[0067] (3-3) 逐行逐列遍历遥感瓦片图像像素,每次进行如下计算:

[0068] 依据步骤(2)中公式计算像素与最近的种子点的颜色距离 ΔE_{ab}^* ;确定最近的种子点所在的像素的行编号和列编号,计算该像素与最近种子点的马氏距离 ΔE_{sp}^* ,公式如下:

$$[0069] \quad \Delta E_{sp}^* = \sqrt{abs(i_s - i_p) * abs(j_s - j_p)} ,$$

[0070] 式中 i_s 、 i_p 为种子点和当前像素点的行编号,式中 j_s 、 j_p 为种子点和当前像素的列编号, abs 为绝对值;

[0071] 考虑到 ΔE_{ab}^* 、 ΔE_{sp}^* 两种距离取值范围不同,对两种距离进行归一化处理,综合两种距离获得最终的像素综合距离 ΔE ,公式如下:

$$[0072] \quad \Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta E_{ab}^*}{M_{ab}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta E_{sp}^*}{M_{sp}}\right)^2} ,$$

[0073] 式中 M_{ab} 、 M_{sp} 分别是 ΔE_{ab}^* 、 ΔE_{sp}^* 这两种距离的最大值, ΔE 为综合距离,比较每个种子点的 ΔE 值,取综合距离 ΔE 最小的种子点标注作为该像素的建筑物标注;

[0074] (3-4) 用(3-3)得到的建筑物标注更新步骤(2)得到的粗标注掩膜图像中的建筑物标注,获得建筑补偿改正后的精标注掩膜图像。

[0075] 基于瓦片层级是18级,本实施例中设置距离补偿阈值参数为 $K=5$ 合适。

[0076] (4) 地物感兴趣区域提取:对步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行边缘扩张操作,具体是:

[0077] (4-1) 设定一个具体的范围值 d ,用以界定边缘扩张的空间范围, d 的取值不应超过步骤(5)中所述的滑动裁切法中的裁切框长度,对于地物掩膜中的每个地物个体,将检查其边缘周围 d 个像素内的区域,如果在这个边缘扩张的空间范围内发现背景色区域,那么这部分区域将被转化为地物色;通过边缘扩张,将邻接地物连接成一个整体,从而得到一个整体地物区域掩膜;

[0078] (4-2) 采用轮廓提取法对步骤(4-1)得到的整体地物区域掩膜进行边缘提取,其具体方法是开始找到一个边缘像素作为起点,然后沿着边缘移动,寻找与当前边缘像素相邻的下一个边缘像素,这个过程重复进行,直到轮廓闭合,即返回到起点,形成一个封闭的轮廓线,作为地物区域轮廓;

[0079] (4-3) 利用步骤(4-2)得到的地物区域轮廓,对步骤步骤(3)得到的建筑补偿改正后的精标注掩膜图像进行区域裁剪得到大尺寸的标注瓦片图像。

[0080] 本实例中使用所述地物类型选择模块对建筑感兴趣区域进行提取,得到的建筑感兴趣区域如图3所示,其中轮廓为建筑感兴趣区域轮廓。

[0081] (5) 对于步骤(1)得到的大尺寸的地图瓦片图像和遥感瓦片图像以及步骤(4)中获得的大尺寸的标注瓦片图像采用一个尺寸为 $n \times n$ 的裁切框,设置步长 s 来决定裁切框跳过

的像素数,裁切框从图像左上角开始,按照设定步长沿水平方向逐步移动,直至到达右边界后下移一个步长再次水平遍历,此过程重复进行直到覆盖整个掩膜区域;若 s 大于 n ,裁切框每次移动的距离超过其自身长度,导致裁切得到的图像之间没有重叠部分。这样生成的数据集中,每张图像都独立展示了不同的地区,彼此之间的相关度较低。因此,这种设置下得到的数据集更适合作为测试集,用于评估模型的泛化能力;若 s 等于 n ,裁切框每次移动的距离正好与其尺寸相等,使得裁切得到的图像依次相邻,但没有重叠。这样的裁切方式能够保证图像覆盖整个感兴趣的区域,而不遗漏任何部分,生成的数据集可以平衡地用于训练或验证;若 s 小于 n ,裁切框每次移动的距离小于其尺寸,导致连续裁切的图像之间会有重叠部分。

[0082] 这种方法可以大幅增加数据集中图像的数量,并提高图像之间的相关性,因为相邻的图像会共享部分区域。得到的数据集因其高相关性和丰富的样本量,尤其适合作为训练集,有助于训练模型学习并识别更细微的特征变化。裁切过程中,对每个裁剪得到的掩膜图像进行分析,判断其像素是否全部为背景色。若裁剪图像中所有像素值不全为背景色,则认定该图像为有效图像,保存该裁剪得到的掩膜图像及其对应索引的遥感瓦片图像。若裁剪图像中所有像素值均等于背景色,则认定该图像全为背景,删除该裁剪得到的掩膜图像及其对应索引的遥感瓦片图像。本实例中边框长度 n 取值为256,步长 s 也取值为256,得到的建筑、道路、绿地及水体的掩膜图像和遥感瓦片图像如图4所示。

[0083] 本发明还提供一种基于在线地图训练集的自动标注的系统,该系统应用于上述的一种基于在线地图训练集的自动标注的方法,该系统包括数据获取模块、地物提取模块、数据处理模块、数据采样模块;

[0084] 所述数据获取模块加载了开源在线地图,选择待标定的地物类型,通过框选地图上的相应区域,下载了所框选地图区域的瓦片地图与其对应遥感瓦片图像,并且将其拼接成连续无缝的大尺寸地图瓦片图像和遥感瓦片图像;

[0085] 所述地物提取模块封装了所述的加权距离阈值分割法用于对大尺寸地图瓦片图像进行地物分割提取得到粗标注掩膜图像;

[0086] 数据处理模块封装了超分辨率地物补偿处理方法和地物感兴趣区域提取方法以得到大尺寸的标注瓦片图像;

[0087] 数据采样模块封装了滑动裁切法将大尺寸地图瓦片图像和遥感瓦片图像、大尺寸的标注瓦片图像按照设定参数裁切,并将最终生成图像保存下来。

[0088] 该系统还包括数据库,最终生成的图像及其时间、坐标、标注信息均保存到设计好的数据库中。数据库选用MySQL数据库,是由于MySQL具有开源性、支持多线程、为python语言提供了API、自身携带的优化器能有效提高查询速度等优点。

[0089] 上述对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明的范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

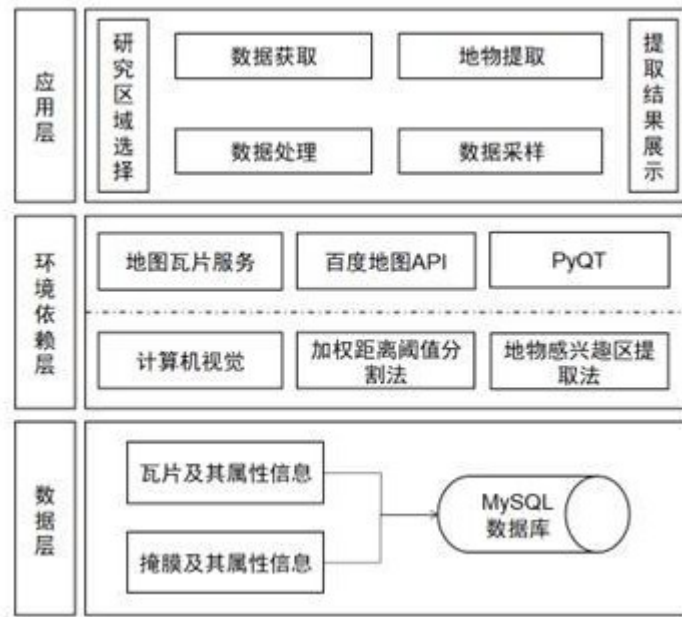


图 1

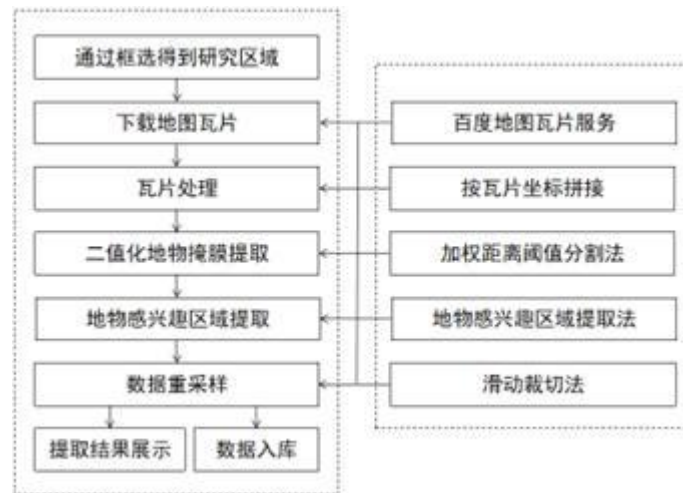


图 2



图 3

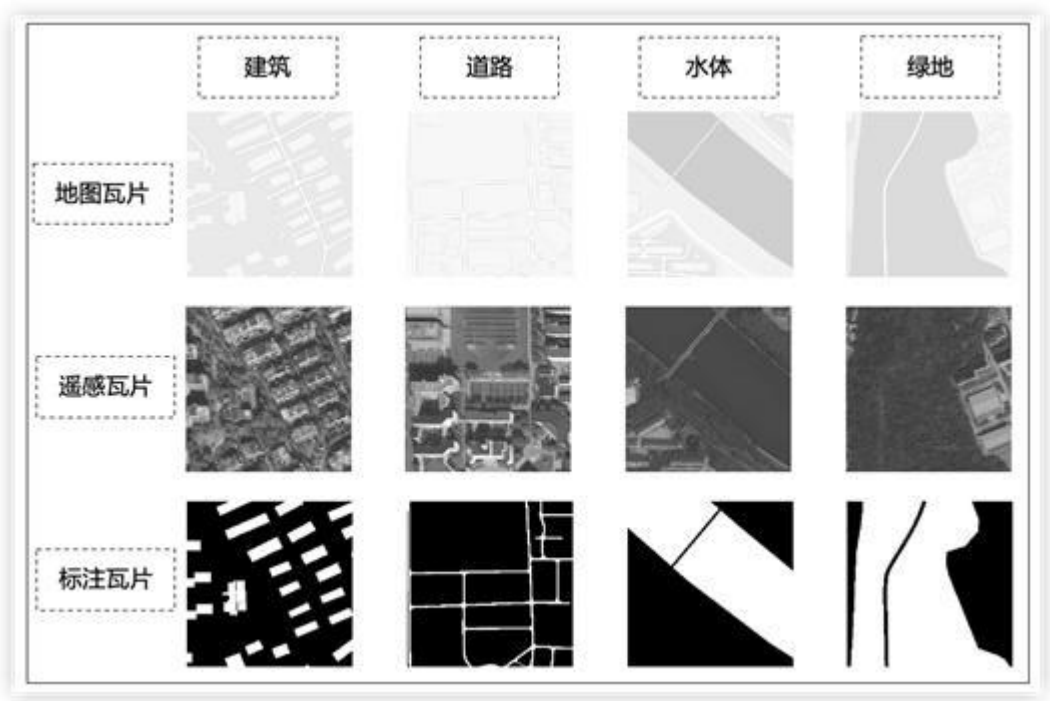


图 4