



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113066112 B

(45) 授权公告日 2021.10.22

(21) 申请号 202110320705.1

G06T 5/50 (2006.01)

(22) 申请日 2021.03.25

G06T 7/73 (2017.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113066112 A

(56) 对比文件

CN 111737790 A, 2020.10.02

CN 112052508 A, 2020.12.08

(43) 申请公布日 2021.07.02

CN 110702078 A, 2020.01.17

CN 103824327 A, 2014.05.28

(73) 专利权人 泰瑞数创科技(北京)有限公司

地址 100089 北京市海淀区中关村南大街5号二区683栋20层22

审查员 孙麒

(72) 发明人 刘俊伟 王娟 邬丽娟

(74) 专利代理机构 北京中普鸿儒知识产权代理有限公司 11822

代理人 杨洋

(51) Int. Cl.

G06T 7/33 (2017.01)

G06T 17/05 (2011.01)

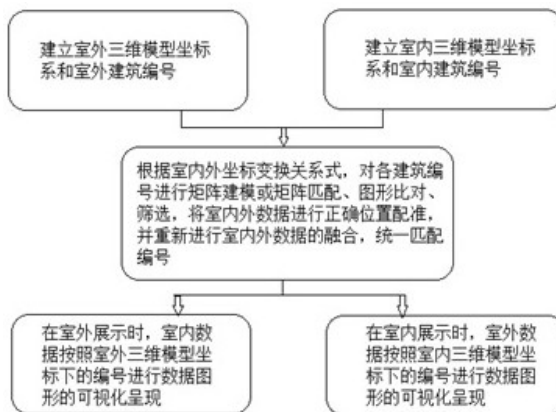
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于三维模型数据的室内外融合方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于三维模型数据的室内外融合方法及装置。所述方法是将室外三维CityGML模型,以标定的编号建立室外模型的室外坐标系;对室内通过CAD图纸进行构建的三维CityGML模型,以标定的编号建立室内模型的室内坐标系。采用各数据的编号进行数列匹配、图形比对、筛选,将室内外数据进行正确的位置配准,并重新进行室内外数据的融合,统一匹配编号。根据模型的室外坐标系和室内坐标系之间的编号关系,在室外展示时,室内数据按照室外数据的编号进行数据图形的可视化呈现;室内展示时,室外数据按照室内的编号进行动态图形化的可视化呈现,从而消除了因数据源不同而造成的数据不配套问题,可动态高精度地显示任意基准的室内外三维模型数据。



1. 一种基于三维模型数据的室内外融合方法,该方法包括:

步骤1:建立室外三维模型坐标系E和室外非建筑地理区块编号;

步骤2:建立室内三维模型坐标系I和室内建筑编号;

步骤3:室内外三维模型融合;

步骤4:室内外三维模型一体化呈现:根据模型的室外坐标系和室内坐标系之间的变换式,在室外展示时,室内数据按照E下的编号进行数据图形的可视化呈现,室内展示时,室外数据按照I下的编号进行动态图形化的可视化呈现;

步骤1具体包括:构建室外三维CityGML模型,获取任意选择的标准建筑基底靠南和靠西的边缘分别为X轴和Y轴其直角顶点为原点作为室外基准点O,建立室外三维模型坐标系E;获取室外每一非建筑地理区块的一个矩形面的四个顶点坐标,且所述矩形面的四个顶点是该区块上的平行于XOY坐标平面的一个面积最大、且离XOY坐标平面距离最近的平面的四个点构成,并以四个顶点中离开O点距离最远的点N作为E下的每一栋建筑的编号,并在室外三维CityGML模型中自动生成每一栋建筑的编号,每一个编号对应于在E下的一个坐标;以编号点N点横坐标表示;建立编号库K;

步骤2具体包括:通过室内软件图纸进行构建的室内三维CityGML模型,并按照每一栋建筑模型的基底与标准建筑基地一样构建每一栋建筑对应的室内三维模型坐标系I,获取室内每一建筑模型基底的一个矩形面的四个顶点坐标,且所述矩形面的四个顶点是该基底的平行于坐标系I的xoy坐标平面的一个面积最大、且离xoy坐标平面距离最近的平面的四个点构成,并以四个顶点中离开o点距离最远的点M'作为I下的每一栋建筑的编号,并在室内三维CityGML模型中自动生成每一栋建筑的编号,每一个编号对应于在I下的一个坐标;以编号点M'点在I下的横坐标表示;建立编号库Q;

步骤3具体包括:建立坐标系E和I之间的变换式,然后进行如下步骤:

S1将E下的区域中建筑物或建筑物群给予划分,形成多个子区域L,对于每一个子区域L的室内软件图纸分为训练集图纸和验证集图纸,每一个子区域的栋建筑按照从西往东,从

北往南的顺序排列构建编号矩阵 
$$M = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix},$$
 其中每一个矩阵元 $a_{ij}$ 包括了每一个

编号N;将每一个矩阵元 $a_{ij}$ 对应的室内软件图纸作为矩阵元而构建图矩阵 $P =$

$$\begin{pmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & \cdots & p_{mn} \end{pmatrix},$$
 其中,不存在建筑之处用零矩阵元表示;

S2矩阵M和p之间通过生成对抗网络(GAN)训练并使用验证集图纸建立识别模型 $GAN(M) = p(1)$ ,

S3按照S1-S2同理在L和周围相邻L区域内建立识别模型 $GAN1(M1) = p(2)$ ,L和周围相邻L、次相邻区域内建立识别模型 $GAN2(M2) = p(3)$ ,依次扩大区域范围,直至扩展到E下全部区域,第q个识别模型 $GANq(Mq) = p(q+1)$ ,其中编号矩阵 $M1, M2, \dots, Mq$ 中矩阵元至少有两个来自不同的子区域;

S4同理按照步骤S1-S3建立室外的 $q+1$ 个识别模型 $GAN'(M')=p(1')$ ,  $GAN'1(M'1)=p(2')$ ... $GAN'q(M'q)=p(q+1')$ ;其中 $M'$ 中的矩阵元为非建筑地理区块,但不包括任何子区域内部的非建筑地理区块;

S5选择编号库 $Q$ 中至少一个编号代入(1),(2)...( $q$ ),分别得到图结果 $pR1,pR2...pRq$ ,通过比对室内图像数据或软件图纸与 $pR1,pR2...pRq$ 对比,筛选出相似度最高的室内图像数据或软件图纸 $pi1$ ,根据关系式换算到 $E$ 下进行正确位置配准;

S6选择编号库 $K$ 中至少一个编号代入(1'),(2')...( $q'$ ),分别得到图结果 $pR1',pR2'...pRq'$ ,通过比对室外图像数据或软件图纸与 $pR1',pR2'...pRq'$ 对比,筛选出相似度最高的室外图像数据或软件图纸 $pi2$ ,根据关系式换算到任选一个步骤S5中编号配准的 $pi1$ 相应 $I$ 下进行正确位置配准;

S7重复S5和S6直到所有编号的建筑位置都完成配准;

S8对于 $E$ 下的室内图像数据或软件图纸都将 $I$ 下的编号通过变换关系变换到 $E$ 下的编号,对于 $I$ 下的室外图像数据或软件图纸都将 $E$ 下的编号通过变换关系变换到 $I$ 下的编号;

其中,所述的根据关系式换算到 $E$ 下进行正确位置配准包括,根据关系式将相应相似度最高的 $pi1$ 对应的 $I$ 下的编号点与 $E$ 下的图像数据或软件图纸中对应的建筑模型的编号点相对齐,并且 $pi1$ 与该建筑模型各自所在的横坐标轴重合而位置配准;而所述根据关系式换算到任选一个步骤S5中位置配准的 $pi1$ 相应 $I$ 下进行正确位置配准包括,根据关系式将相应相似度最高的 $pi2$ 对应的 $E$ 下编号点换算到位置配准的 $pi1$ 相应 $I$ 下,并且 $pi2$ 与 $E$ 下相应非建筑地理区块所在的横坐标轴重合。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤1和步骤2其中的四个顶点坐标分别按照顺时针横坐标编号,对步骤S1中建立室内编号矩阵 $M$ 和步骤S2中建立室外编号矩阵 $M'$ ,其中每一个矩阵元包括了四个编号,步骤3中所述的采用各数据的编号进行矩阵匹配、图形比对、筛选,将室内外数据进行正确位置配准,并重新进行室内外数据的融合,统一匹配编号,具体包括:

步骤S3':通过选择室内编号,对应编号矩阵 $M$ 在 $E$ 下的图像数据或软件图纸中的编号矩阵匹配,以及 $E$ 下的图像数据或软件图纸与相应室内图像数据或软件图纸的图形比对,筛选出数列编号矩阵匹配和图形比对最吻合的配准位置得到配准位置的相应 $I$ 坐标系;

S4'通过选择室外编号,对应编号矩阵 $M'$ 在配准位置的相应 $I$ 下的图像数据或软件图纸中的编号矩阵匹配,以及相应 $I$ 下的图像数据或软件图纸与相应室外图像数据或软件图纸的图形比对,再次筛选出数列编号矩阵匹配和图形比对最吻合的配准位置;

S5'重复上述步骤S3'和S4'直至室内编号和室外编号完全选择完毕完成配准,得到所选择室外编号在配准位置的相应 $I$ 下的配准位置;

S6'对于 $E$ 下的室内图像数据或软件图纸都将 $I$ 下的编号通过变换关系变换到 $E$ 下的编号,对于 $I$ 下的室外图像数据或软件图纸都将 $E$ 下的编号通过变换关系变换到 $I$ 下的编号。

3.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于:步骤1中所述的构建室外三维CityGML模型包括:采集室外图像数据,且所述室外图像数据是利用卫星或航空摄像设备采集室外图像数据,对采集的室外图像数据进行数据处理,包括对室外图像数据进行匀色、去雾、纠正、去除坏线和条带、以及去除噪声,构建室外三维CityGML模型,根据处理好的室外图像数据构建室外三维CityGML模型;或

采用室外软件图纸构建室外三维CityGML模型,所述的软件图纸包括CAD图纸或3dMAX图纸。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于:步骤2中通过室内软件图纸进行构建的室内三维CityGML模型包括:采集室内图像数据,且所述室内图像数据是利用相机、监控设备、摄像设备或激光三维扫描仪设备采集,对采集的室内图像数据进行数据处理,对室内图像数据进行去除清晰度较低的图像数据、图纸数据预处理、图纸数据清洗,根据处理好的室内图像数据通过软件图纸构建室内三维CityGML模型;所述的坐标系E和I为直角坐标系或非欧几何坐标系,所述的软件图纸包括CAD图纸或3dMAX图纸。

5. 一种用于实现权利要求1-4中任一项基于三维模型数据的室内外融方法的装置,包括处理器、显示器、操作面板,其特征在于,所述装置还包括:

室外三维模型坐标系E和室外建筑编号建立模块;

室内三维模型坐标系I和室内建筑编号建立模块;

室内外三维模型融合模块,用于建立坐标系E和I之间的变换式,采用各数据的编号进行矩阵建模或矩阵匹配、图形比对、筛选,将室内外数据进行正确位置配准,并重新进行室内外数据的融合,统一匹配编号;

室内外三维模型一体化呈现模块:根据模型的室外坐标系和室内坐标系之间的变换式,在室外展示时,室内数据按照E下的编号进行数据图形的可视化呈现,室内展示时,室外数据按照I下的编号进行动态图形化的可视化呈现。

6. 一种根据权利要求5所述的装置,其特征在于,还包括一种计算机可读非暂时性存储介质,其中存储有可由所述处理器运行而实现权利要求1-4中任一项基于三维模型数据的室内外融方法方法的程序。

## 一种基于三维模型数据的室内外融合方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及三维地理信息技术领域,具体涉及一种三维模型数据的室内外融合方法。

### 背景技术

[0002] 数字地球、智慧城市是近年来的研究热点,而三维模型组成了数字地球、智慧城市的基本框架,大尺度、规则化、快速化的三维视景可视化表达,是数字地球、智慧城市的研究重点。随着数字地球、智慧城市的建设和应用的不断深入,室内定位与测图、基于位置的服务、虚拟现实和增强现实等越来越趋于实用化,使得对三维世界的可视化表达从大范围室外漫游逐步向室内外一体化漫游方向发展,因此有必要对室内外三维场景数据进行一体化的组织,以符合室内外可视化过程中整体数据调度的要求,达到高效实时三维可视化。由于室内外场景数据可视化组织方式不同,在室内外场景漫游切换的过程中,缺乏有效的连贯性,往往需要重新构建三维渲染场景,包括渲染数据更新和坐标系统转换,严重影响了三维可视化的效率。CN110595458A通过室内外不同技术的导航单元采集定位数据的融合并通过实际位置和建筑物的边界位置进行对比实现定位标签的室内外方位判断,定位成本高,精确度完全取决于室内外的定位技术分辨率。

[0003] 城市地理标记语言CityGML(City Geography Markup Language)是开放地理空间信息联盟(OGC)推出的用于虚拟三维城市模型存储和交换的国际开放标准,是一种表达城市三维模板的通用语义信息模型。对于室内外一体化建模,目前,通常采用激光三维扫描仪对室内外一体建模数据进行采集,再根据采集的数据进行三维建模,所建模型往往精确度不高,而且建筑物的绝对位置坐标无法获知。CN109903382A利用室内外点云数据转换至目标坐标系进行数据融合,从而使得室内外统一到一个坐标系下。由于都采用点云数据,因此分辨率仍然不能提高,而且室内外的区分任然不能精确实现。CN106646562A采用室外GPS定位以及室内寻找几个基准点置放GPS接收机实现了平台坐标的构建,并采用超宽带室内定位将平台坐标与超宽带室内定位系统自带坐标系结合建立转换关系,精度只有分米级。

[0004] 室内外场景数据一体化组织技术目前还不是很成熟,大都采用室内外不同的数据源进行数据融合,且数据源采集本身使用到的手段多样,数据基准多样,无法达到海量室内外三维场景数据可视化动态调度的精准要求。因此,本发明提出了一种基于三维模型数据的室内外融合方法,以解决现有技术中的不足之处。

### 发明内容

[0005] 针对上述不足,本发明提供了一种基于三维数据的室内外融合方法,以三维模型自动标定编号的数据建立室内坐标系和室外坐标系,根据坐标系之间的编号关系,改用将室内外三维模型数据代替点云数据进行正确位置配准,并重新进行室内外数据的融合,统一匹配编号,消除因数据源不同而造成的数据不配套问题,实现室内外三维模型一体化精准显示。

- [0006] 本发明采用如下的技术方案：一种三维模型数据的室内外融合方法，该方法包括：
- [0007] 步骤1：建立室外三维模型坐标系和室外非建筑地理区块编号：构建外三维CityGML模型，获取任意选择的标准建筑基底靠南和靠西的边缘分别为X轴和Y轴其直角顶点为原点作为室外基准点O，建立室外三维模型坐标系E；获取室外每一非建筑地理区域的一个矩形面的四个顶点四个顶点坐标，且所述矩形面的四个顶点是该区块上的平行于XOY坐标平面的一个面积最大、且离XOY坐标平面距离最近的平面的四个点构成，并以四个顶点中离开O点距离最远的点N作为E下的每一非建筑地理区块的编号，并在室外三维CityGML模型中自动生成每一非建筑地理区块的编号，每一个编号对应于在E下的一个坐标；以编号点N点横坐标表示；建立编号库K；
- [0008] 步骤2：建立室内三维模型坐标系和室内建筑编号：通过室内软件图纸进行构建的室内三维CityGML模型，并按照每一栋建筑模型的基底与标准建筑基底一样构建每一栋建筑对应的室内三维模型坐标系I，获取室内每一建筑模型基底的一个矩形面的四个顶点坐标，且所述矩形面的四个顶点是该基底的平行于坐标系I的xoy坐标平面的一个面积最大、且离xoy坐标平面距离最近的平面的四个点构成，并以四个顶点中离开o点距离最远的点M'作为I下的每一栋建筑的编号点，并在室内三维CityGML模型中自动生成每一栋建筑的编号，每一个编号对应于在I下的一个坐标；以编号点M'点在I下的横坐标表示；建立编号库Q；
- [0009] 步骤3：室内外三维模型融合：建立坐标系E和I之间的变换式，采用各编号库的编号进行矩阵建模或矩阵匹配、图形比对、筛选，将室内外数据进行正确位置配准，并重新进行室内外数据的融合，统一匹配编号；
- [0010] 步骤4：室内外三维模型一体化呈现：根据模型的室外坐标系和室内坐标系之间的变换式，在室外展示时，室内数据按照E下的编号进行数据图形的可视化呈现，室内展示时，室外数据按照I下的编号进行动态图形化的可视化呈现，从而消除了因数据源不同而造成的数据不配套问题。
- [0011] 进一步地，步骤1中还包括采集室外图像数据。
- [0012] 进一步地，步骤1中是利用卫星、航空摄像等设备采集室外图像数据。
- [0013] 进一步地，步骤1中还包括对采集的室外图像数据进行数据处理，包括对室外图像数据进行匀色、去雾、纠正、去除坏线和条带、以及去除噪声。
- [0014] 进一步地，步骤1中还包括构建室外三维CityGML模型，根据处理好的室外图像数据在基于E下构建室外三维CityGML模型。优选地，采用室外软件图纸构建室外三维CityGML模型。
- [0015] 进一步地，步骤2中还包括采集室内图像数据。
- [0016] 进一步地，步骤2中是利用各类相机、监控设备、摄像设备或激光三维扫描仪等设备采集室内图像数据。
- [0017] 进一步地，步骤2中还包括对采集的室内图像数据进行数据处理，包括对室内图像数据进行去除清晰度较低的图像数据、图纸数据预处理、图纸数据清洗。
- [0018] 进一步地，步骤2中还包括构建室内三维CityGML模型，根据处理好的室内图像数据通过软件图纸在基于I下构建室内三维CityGML模型。
- [0019] 进一步地，步骤3中采用各数据的编号进行矩阵建模、图形比对、筛选，将室内外数据进行正确位置配准，并重新进行室内外数据的融合，统一匹配编号，包括：

[0020] S1将E下的区域中建筑物或建筑物群给予划分,形成多个子区域L,对于每一个子区域L的室内软件图纸分为训练集图纸和验证集图纸,每一个子区域的栋建筑按照从西往

东,从北往南的顺序排列构建编号矩阵 $M = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$ ,其中每一个矩阵元 $a_{ij}$ 包括了每

一个编号N;将每一个矩阵元 $a_{ij}$ 对应的室内软件图纸作为矩阵元而构建图矩阵 $p =$

$\begin{pmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{m1} & \cdots & p_{mn} \end{pmatrix}$ ,其中,不存在建筑之处用零矩阵元表示;

[0021] S2矩阵M和p之间通过生成对抗网络(GAN)训练并使用验证集图纸建立识别模型 $GAN(M) = p(1)$ ,

[0022] S3按照S1-S2同理在L和周围相邻L区域内建立识别模型 $GAN1(M1) = p(2)$ ,L和周围相邻L、次相邻区域内建立识别模型 $GAN2(M2) = p(3)$ ,依次扩大区域范围,直至扩展到E下全部区域,第q个识别模型 $GANq(Mq) = p(q+1)$ ,其中编号矩阵M中矩阵元至少有两个来自不同的子区域;

[0023] S4同理按照步骤S1-S3建立室外的 $q+1$ 个识别模型 $GAN'(M') = p(1')$ , $GAN'1(M'1) = p(2')$ ... $GAN'q(M'q) = p(q+1')$ ,其中M'中的矩阵元为非建筑地理区块,包括道路、河流、山脉、森林、田地、湖泊等,但不包括任何子区域内部的非建筑地理区块,如小区内部的河道、道路、池塘、人工景观等;

[0024] S5选择编号库Q中至少一个编号代入(1),(2)...(q),分别得到图结果 $pR1$ , $pR2$ ... $pRq$ ,通过比对室内图像数据或软件图纸与 $pR1$ , $pR2$ ... $pRq$ 对比,筛选出相似度最高的室内图像数据或软件图纸 $pi1$ (如果一次选择多个编号,则对应多个 $pi1$ ),根据关系式换算到E下进行正确位置配准;

[0025] S6选择编号库K中至少一个编号代入(1'),(2')...(q'),分别得到图结果 $pR1'$ , $pR2'$ ... $pRq'$ ,通过比对室外图像数据或软件图纸与 $pR1'$ , $pR2'$ ... $pRq'$ 对比,筛选出相似度最高的室外图像数据或软件图纸 $pi2$ (如果一次选择多个编号,则对应多个 $pi2$ ),根据关系式换算到任选一个步骤S5中位置配准的 $pi1$ 相应I下进行正确位置配准;

[0026] S7重复S5和S6直到所有编号的建筑位置都完成配准;

[0027] S8 对于E下的室内图像数据或软件图纸都将I下的编号通过变换关系变换到E下的编号,对于I下的室外图像数据或软件图纸都将E下的编号通过变换关系变换到I下的编号。

[0028] 其中,所述的根据关系式换算到E下进行正确位置配准包括,根据关系式将相应相似度最高的 $pi1$ 对应的I下的编号点与E下的图像数据或软件图纸中对应的建筑模型的编号点相对齐,并且 $pi1$ 与该建筑模型各自所在的横坐标轴重合而位置配准;而所述根据关系式换算到任选一个步骤S5中位置配准的 $pi1$ 相应I下进行正确位置配准包括,根据关系式将相应相似度最高的 $pi2$ 对应的E下编号点换算到位置配准的 $pi1$ 相应I下,并且 $pi2$ 与E下相应非建筑地理区块各自所在的横坐标轴重合。

[0029] 在一个实施例中,采用各数据的编号进行矩阵匹配、图形比对、筛选,将室内外数

据进行正确位置配准,包括步骤1,步骤2,且其中的四个顶点坐标分别按照顺时针横坐标编号,则对步骤S1中建立室内编号矩阵M和步骤S2中建立室外编号矩阵M',其中每一个矩阵元包括了四个编号;还包括步骤S3':通过选择室内编号,对应编号矩阵M在E下的图像数据或软件图纸中的编号矩阵匹配,以及E下的图像数据或软件图纸与相应室内图像数据或软件图纸的图形比对,筛选出编号矩阵匹配和图形比对最吻合的配准位置得到所选择室内编号在E下的配准位置,建立相应I坐标系,S4'通过选择室外编号,对应编号矩阵M'与在配准位置的相应I下的图像数据或软件图纸中的编号矩阵匹配,以及相应I下的图像数据或软件图纸与相应室外图像数据或软件图纸的图形比对,再次筛选出数列编号矩阵匹配和图形比对最吻合的配准位置,得到所选择室外编号在配准位置的相应I下的配准位置;S5'重复上述步骤S3'和S4'直至室内编号和室外编号完全选择完毕完成配准,整个配准规程均由算法完成,按照图像相似百分比进行确认,当百分比大于95%以上时进行人工检核,否则再次进行比对,S6'对于E下的室内图像数据或软件图纸都将I下的编号通过变换关系变换到E下的编号,对于I下的室外图像数据或软件图纸都将E下的编号通过变换关系变换到I下的编号。

[0030] 可以理解的是,上述矩阵建模或矩阵匹配两种技术方案,也可以是先通过在E下的所有室内建筑配准位置后,再考虑室外非建筑地理区块在已经配准位置的任意的一个或多个I下进行位置配准,从而完成整个室内外三维模型融合。然而不论何种配准位置方法,其中选择I的可以是与被配准的室外非建筑地理区块相近的I,即可以是被配准的室外非建筑地理区块的原点和I的原点最近的那个I。

[0031] 以上所述的坐标系E和I为直角坐标系或非欧几何坐标系,所述的软件图纸包括CAD图纸或3dMAX图纸。步骤1中任意选择的标准建筑的基准点O也是其自身的I坐标系的原点o。

[0032] 本发明还提供一种实现上述方法的装置,包括处理器、显示器、操作面板,其特征在于,所述装置还包括:

[0033] 室外三维模型坐标系E和室外非建筑地理区块编号建立模块;

[0034] 室内三维模型坐标系I和室内建筑编号建立模块;

[0035] 室内外三维模型融合模块,用于建立坐标系E和I之间的变换式,采用各数据的编号进行矩阵建模或矩阵匹配、图形比对、筛选,将室内外数据进行正确位置配准,并重新进行室内外数据的融合,统一匹配编号;

[0036] 室内外三维模型一体化呈现模块:根据模型的室外坐标系和室内坐标系之间的变换式,在室外展示时,室内数据按照E下的编号进行数据图形的可视化呈现,室内展示时,室外数据按照I下的编号进行动态图形化的可视化呈现。

[0037] 所述装置包括了一种计算机可读非暂时性存储介质,其中存储有可由所述处理器运行而实现上述基于三维模型数据的室内外融方法方法的程序。

[0038] 本发明具有如下有益效果:在室内外语义CityGML三维模型数据融合的时候,运用动态可视化模型融合展示的方法,消除了因数据源不同、坐标精度不同室内外场景无法融合的问题,且不需要进行室内室外数据坐标纠正来实现数据的完全匹配,大大的提高了作业人员的作业效率。并且语义CityGML三维模型建立基于软件图纸,其分辨率远远高于基于影像技术图像数据。

## 附图说明

[0039] 图1本发明的三维模型数据的室内外融合方法的流程图。

## 具体实施方式

[0040] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0041] 实施例1

[0042] 一种三维模型数据的室内外融合方法,该方法包括:

[0043] 步骤1:建立室外三维模型坐标系和室外非建筑地理区块编号。

[0044] 根据地图场景相关信息,利用卫星、航空摄像等设备采集室外图像数据,例如通过无人机搭载摄影设备,摄影设备可以是普通的数码相机、全景数码相机、单镜头倾斜摄像相机、双镜头倾斜摄像相机、五镜头倾斜摄像相机等,从垂直、倾斜等不同角度采集图像,获取室外地面物体完整准确的信息。将采集到的室外图像数据通过有线网络或者无线网络发送给客户端,客户端接收室外图像数据,对接收的室外图像数据进行数据处理,数据处理包括:对室外图像数据进行影像匀色、影像去雾、影像纠正、去除坏线和条带、以及去除噪声,并根据处理好的室外图像数据构建室外三维CityGML模型。获取市政大楼建筑基底靠南和靠西的边缘分别为X轴和Y轴其直角顶点为原点作为室外基准点O,建立室外三维模型坐标系E;获取室外每一非建筑地理区块的一个矩形面的四个顶点四个顶点坐标,且所述矩形面的四个顶点是该非建筑地理区块的平行于XOY坐标平面的一个面积最大、且离XOY坐标平面距离最近的平面的四个点构成,并以四个顶点中离开O点距离最远的点N作为E下的每一非建筑地理区块的编号,并在室外三维CityGML模型中自动生成每一非建筑地理区块的编号,每一个编号对应于在E下的一个坐标;以编号点N点横坐标表示;建立编号库K。

[0045] 步骤2:建立室内三维模型坐标系和室内建筑编号。

[0046] 根据地图场景相关信息,利用超宽带、各类感应器、监控设备或激光三维扫描仪等设备采集室内图像数据,将采集到的室内图像数据通过有线网络或者无线网络发送给客户端,客户端接收室内图像数据,对接收的室内图像数据进行数据处理,数据处理包括:去除室内图像中清晰度较低的图像数据、图纸数据预处理、图纸数据清洗,并根据处理好的室内图像数据通过CAD图纸构建室内三维CityGML模型。

[0047] 通过CAD图纸进行构建的室内三维CityGML模型,并按照每一栋建筑模型的基底与标准建筑基地一样构建每一栋建筑对应的室内三维模型坐标系I,获取室内每一建筑模型基底的一个矩形面的四个顶点四个顶点坐标,且所述矩形面的四个顶点是该基底的平行于坐标系I的xoy坐标平面的一个面积最大、且离xoy坐标平面距离最近的平面的四个点构成,并以四个顶点中离开o点距离最远的点M' 作为I下的每一栋建筑的编号,并在室内三维CityGML模型中自动生成每一栋建筑的编号,每一个编号对应于在I下的一个坐标;以编号点M' 点在I下的横坐标表示;建立编号库Q。

[0048] 步骤3:建立坐标系E和I之间的直角坐标系变换式,S1将E下的区域中建筑物或建筑物群给予划分,形成多个子区域L,对于一个小区子区域L的室内软件图纸分为训练集图纸和验证集图纸,该小区的栋建筑按照从西往东,从北往南的顺序排列构建编号矩阵M=

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots 0 \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & \dots 0 \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$
, 其中每一个矩阵元 $a_{ij}$ 包括了每一个编号N;将每一个矩阵元 $a_{ij}$ 对应的

室内软件图纸作为矩阵元而构建图矩阵 $p = \begin{pmatrix} p_{11} & \dots 0 \dots & p_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots \\ p_{m1} & \dots 0 \dots & p_{mn} \end{pmatrix}$ ;

[0049] S2矩阵M和p之间通过生成对抗网络(GAN)训练并使用验证集图纸建立识别模型  $GAN(M) = p(1)$ , S3按照S1-S2同理在L和周围相邻L区域M1 =

$$\begin{pmatrix} 0 & a_{11} & \dots 0 \dots & a_{1n} & 0 & b_{11} & \dots 0 \dots & b_{1n} \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & a_{m1} & \dots 0 \dots & a_{mn} & 0 & b_{m1} & \dots 0 \dots & b_{mn} \\ 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ 0 & c_{11} & \dots 0 \dots & c_{1n} & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & c_{m1} & \dots 0 \dots & c_{mn} & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \end{pmatrix}$$
 内建立识别模型 $GAN1(M1) = p(2)$ , L和周围相邻L、

次相邻区域M2 = 
$$\begin{pmatrix} 0 & a_{11} & \dots 0 \dots & a_{1n} & 0 & b_{11} & \dots 0 \dots & b_{1n} \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & a_{m1} & \dots 0 \dots & a_{mn} & 0 & b_{m1} & \dots 0 \dots & b_{mn} \\ 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ 0 & c_{11} & \dots 0 \dots & c_{1n} & 0 & d_{11} & \dots 0 \dots & d_{1n} \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 & 0 & 0 & \dots 0 \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots & \vdots & & & \vdots \\ 0 & c_{m1} & \dots 0 \dots & c_{mn} & 0 & d_{m1} & \dots 0 \dots & d_{mn} \end{pmatrix}$$
 内建立识别模型 $GAN2(M2) = p$

(3), 依次扩大区域范围, 直至扩展到城市E下全部区域, 第q个识别模型 $GANq(Mq) = p(q)$ , 其中编号矩阵M中矩阵元至少有两个来自不同的子区域, 第一列零向量代表河道, 其他零矩阵

元表示小区内道路；

[0050] S4同理按照步骤S1-S3建立室外的 $q+1$ 个识别模型 $GAN'(M')=p(1')$  (对应 $M' =$

$\begin{pmatrix} e_{11} & \dots 0 \dots & e_{12} \\ e_{21} & \dots 0 \dots & e_{22} \end{pmatrix}$ 表示M以北的机动车道,四个顶点矩阵元表示车道表面的四个顶点),

$$GAN' 1(M' 1)=p(2') \text{ (对应} M' 1 = \begin{pmatrix} & & & & f_{11}f_{12} \\ & & & & \vdots \\ & 0 & & & 0 \\ & & & & 0 \\ & & & & 0 \\ & & & & \vdots \\ & & & & 0 \\ g_{11}0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & f_{21}f_{22} \\ g_{21}0 & \dots & 0 & 0 & 0 & \dots & g_{22} \end{pmatrix}, f_{11}-f_{22} \text{ 表示M2东边的}$$

机动车道表面四个顶点,  $g_{11}f_{22}g_{21}g_{22}$ 表示南边的绿化带在地面上的四个顶点,左上角0代表剩余区域的矩阵元都为零矩阵元...  $GAN' q'(M' q')=p(q')$ ;其中 $M'$ 中的矩阵元为非建筑地理区块,包括小区外机动车道、非机动车道、人行道路、绿化带、草坪,但不包括任何子区域内部的小区内部的河道、道路、池塘、人工景观。

[0051] S5选择编号库Q中至少一个编号代入(1), (2)... (q), 分别得到图结果 $pR1, pR2... pRq$ ,通过比对室内图像数据或软件图纸与 $pR1, pR2... pRq$ 对比,筛选出相似度最高的室内图像数据或软件图纸 $pi1$ ,根据直角坐标系变换式换算到E下进行正确位置配准,直到编号库Q中编号选择且位置配准完毕;

[0052] S6选择编号库K中至少一个编号代入(1'), (2')... (q'), 分别得到图结果 $pR1', pR2'... pRq'$ ,通过比对室外图像数据或软件图纸与 $pR1', pR2'... pRq'$ 对比,筛选出相似度最高的室外图像数据或软件图纸 $pi2$ ,根据直角坐标系变换式换算到任选择一个步骤S5中编号配准的 $pi1$ 相应I下进行正确位置配准;直到编号库K中编号选择且位置配准完毕。

[0053] 步骤4:室内外三维模型一体化呈现:根据模型的室外坐标系和室内坐标系之间的变换式,在室外展示时,室内数据按照E下的编号进行数据图形的可视化呈现,室内展示时,室外数据按照I下的编号进行动态图形化的可视化呈现,从而消除了因数据源不同而造成的数据不配套问题。

[0054] 实施例2

[0055] 实施例2与实施例1的区别在于步骤3中采用各数据的编号进行矩阵匹配、图形比对、筛选,将室内外数据进行正确位置配准;步骤1,步骤2中的四个顶点坐标分别按照顺时针横坐标编号,则对步骤S1中建立室内编号矩阵M和步骤S2中建立室外编号 $M'$ ,其中每一个矩阵元包括了四个编号;

[0056] 还包括步骤S3':通过选择室内编号矩阵在E下的图像数据或CAD图纸中的编号矩阵匹配,以及E下的图像数据或CAD图纸与相应室内图像数据或CAD图纸的图形比对,筛选出

编号矩阵匹配和图形比对最吻合的配准位置得到配准位置的相应I坐标系;即编号矩阵匹配的编号相差正好是E和I之间原点的距离,且误差在预设的阈值范围内,而图形比对则根据图像数据正视图或CAD正视图之间灰度化后两幅图作差,得到灰度差值图中的总灰度小于预设阈值时认定对比成功。

[0057] S4'通过选择室外编号矩阵在配准位置的相应I下的图像数据或CAD图纸中的编号矩阵匹配,以及相应I下的图像数据或CAD图纸与相应室外图像数据或CAD图纸的图形比对,再次筛选出数列编号矩阵匹配和图形比对最吻合的配准位置;S5'最后重复上述步骤S3'和S4'直至室内编号和室外编号完全选择完毕完成配准,

[0058] S6'对于E下的室内图像数据或软件图纸都将I下的编号通过变换关系变换到E下的编号,对于I下的室外图像数据或软件图纸都将E下的编号通过变换关系变换到I下的编号。

[0059] 本发明的方法在室内外CityGML三维模型数据融合的时候,运用动态可视化模型融合展示的方法,消除了因数据源不同、坐标精度不同室内外场景无法融合的问题,且不需要进行室内室外数据坐标纠正来实现数据的完全匹配,相较于现有技术,大大提高了作业人员的作业效率。

[0060] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的仅说明了本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入本发明要求保护的范围内。本发明的请求保护范围应以所附权利要求为准。

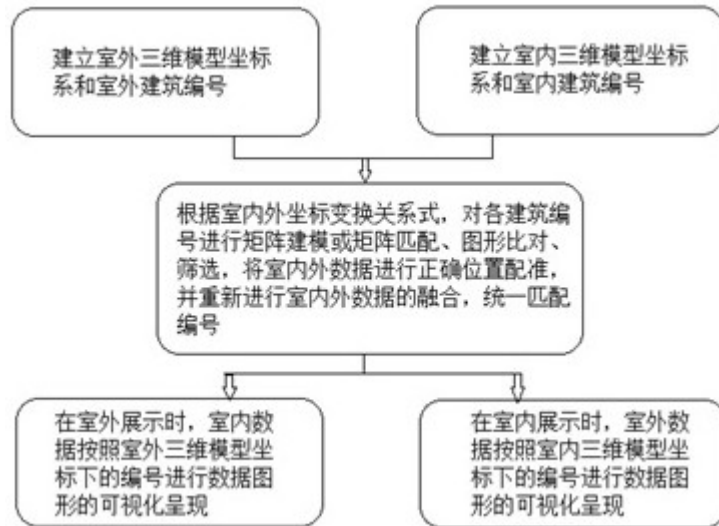


图1