



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101996515 A

(43) 申请公布日 2011.03.30

(21) 申请号 201010531672.7

(22) 申请日 2010.11.04

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 王云鹏 李世武 于海洋 杨志发

孙文财 乔飞艳 田晶晶 孙维圆

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任

公司 22201

代理人 邵铭康 朱世林

(51) Int. Cl.

G09B 29/00 (2006.01)

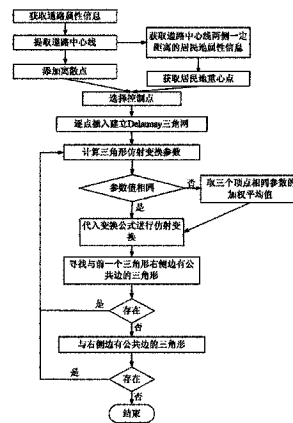
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法

(57) 摘要

GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法属智能交通数据获取技术领域, 本发明包括: 1. 提取道路中心线及路侧居民地重心点作为控制点; 2. 建立 Delaunay 三角网; 3. 对应三角形的仿射变换。本发明在综合考虑各种矢量路网配准方法的优缺点的基础上, 采用编程的方法获取道路中心线上离散点及两侧居民地重心点, 通过建立 Delaunay 三角网, 实现平面剖分, 将路网图的配准限制在三角网的单个三角形中进行, 可降低配准误差, 本发明实施性强、精度高, 且不需对图形进行大量的预处理, 使系统成本和系统设计的复杂程度降低、系统性能提高。



1. 一种 GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法,其特征在于包括下列步骤:
 - 1) 提取道路中心线及路侧居民地重心点作为控制点;
 - 2) 建立 Delaunay 三角网;
 - 3) 对应三角形的仿射变换。
2. 按权利要求 1 所述的 GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法,其特征在于步骤 1) 所述的道路中心线及路侧居民地重心点为道路中心线、中心点、中心线上的离散点、路侧房屋重心点、居民区重心点、道路交叉口中心点,并根据侧重点不同,选用不同的特征点作为控制点进行配准。
3. 按权利要求 1 所述的 GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法,其特征在于步骤 1) 所述的提取道路中心线及路侧居民地重心点,其具体步骤为:
 - 1.1 通过路网属性信息自动检测道路所在位置,提取道路中心线;
 - 1.2 以道路中心线端点为起点,按照路网图的复杂程度,在中心线上添加离散数据点,自动读取其坐标,并记录为 $P_{i1}, P_{i2} \cdots P_{in}$ ($i \geq 1, n \geq 1$),其中 i 为轮廓线, n 为数据点, P_{in} 表示第 i 条轮廓线上的第 n 个数据点;
 - 1.3 以道路中心线为中心,在左右两侧一定距离范围内获取居民地重心点,记录找到的所有居民地重心点 $P\{P_i | 3 \leq i \leq n\}$ 。
4. 按权利要求 1 所述的 GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法,其特征在于步骤 2) 所述的建立 Delaunay 三角网包括下列步骤:
 - 2.1 利用步骤 1) 获得的随机分布的离散点,采用逐点插入算法将未处理的点加到已存在的 Delaunay 三角网中,每次插入一个点;
 - 2.2 将 Delaunay 三角网重新定义,首先生成离散点的外凸多边形,然后内部用三角形分割,判断其余的点分别落在哪个三角形的外接圆内,取一点为顶点,把所在的三角形一分为三,直到所有的点都插入为止;
 - 2.3 调用局部优化算法,把三角网调到最佳。
5. 按权利要求 1 所述的 GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法,其特征在于步骤 3) 所述的对应三角形的仿射变换,包括下列步骤:
 - 3.1 从端点开始选择一个三角形,分别计算出三角形三个顶点的缩放尺度参数、旋转尺度参数和在坐标系里的平移尺寸;
 - 3.2 取三个顶点相同参数的加权平均值,代入变换公式进行仿射变换,其中的权数根据具体配准图形的特点分别选取;
 - 3.3 完成第一个三角形变换后,寻找与第一个三角形相邻的有公共边的三角形,采取右侧优先遍历的原则,以公共边为基准,先变换右侧相邻三角形,如果没有与右侧边公共的三角形,则寻找与左侧边公共的三角形,运用相同的方法进行仿射变换,直至所有三角形变换结束;
 - 3.4 将所有的点按照源文件的几何规则写成新的图形数据,并将属性数据赋予新的数据。
6. 按权利要求 4 所述的 GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法,其特征在于步骤 2.3 所述的把三角网调到最佳,包括下列步骤:
 - 2.3.1 定义一个包含所有数据点并作为初始 Delaunay 三角形的超三角形;

- 2.3.2 从数据点中取出一点 P 加入到三角网中；
- 2.3.3 搜寻外界圆包含点 P 的三角形,将点 P 与此三角形三个顶点相连,形成三个三角形；
- 2.3.4 应用局部优化法更新所有生成的三角形；
- 2.3.5 重复步骤 2.3.2 ~ 2.3.4,直到所有点处理完毕；
- 2.3.6 删除所有包含一个或多个超三角形顶点的三角形。

GIS-T 中基于局部控制的都市矢量路网配准方法

技术领域

[0001] 本发明属智能交通数据获取技术领域。

背景技术

[0002] 交通 GIS(GIS-T, Geography Information System-Transportation) 是收集、存储、管理、综合分析和处理交通地理的空间信息和交通信息的信息系统。在交通 GIS 中是以与道路交通关联的各类空间数据和属性数据为基础,在计算机软硬件技术能支持下,实现对道路信息和交通信息的收集、存储、检索、处理和综合分析,以满足用户需要。因此,道路网络等交通要素数据几何位置的一致性十分必要,它是保证信息处理和分析真实准确的基础。但是由于图像的来源不同,采集设备及位置不同,其坐标、投影方式等也存在巨大的差异,交通 GIS 中路网数据经常是来源、格式、特征不同的多源数据库的集成,数据的兼容性差,这给图像配准带来了很大的困难。各种来源路网的配准成为交通 GIS 建立过程中的一项关键基础技术。

[0003] 针对不同来源的矢量数据的配准,在 GIS 软件中提供了一些算法相对简单的解决方法。现有软件中提供了利用控制点的配准的算法实现矢量数据的空间配准。这种配准方式只能消除 X、Y 方向上的变形误差,而对于图形旋转、扭曲而产生的误差就无法消除。对于 CAD 类数据配准,在 GIS 软件中通常利用定义文件来完成 CAD 数据的空间匹配。文件通过指定两组数据的变换,完成 CAD 坐标到地理坐标的转换。这种转换并没有进行控制点误差平差,变换结果很大程度上要依赖控制点的选择。对于现有商业软件配准方式所存在的问题,研究者试图通过一些研究进行解决。主要有基于对象分类的仿射变换方法、基于特征的图像配准方法和基于解释相似的算法等,这些方法解决了很多图像配准方面的难题,但也存在着一些不足。基于对象分类仿射变换算法,是一个整体模型,它能够有效解决大多数矢量数据的几何纠正问题,但是对于具有局部变形的矢量数据不能做出有效的处理。基于特征相关的匹配算法存在特征提取的多样性、相似性计算的复杂性问题。而基于解释的图像匹配需要建立在图片自动判读的专家系统之上进行,至今尚未取得突破性的进展。相对于上述的大范围地图配准来说,将路网图进行分割,剖分成不规则形状的图形,然后相应区域进行配准,则配准的精度相对较高。Delaunay 三角网是图像剖分的理想模式,其优点是结构良好,数据结构简单,数据冗余度小,存储效率高,与不规则的地面特征和谐一致,可以表示线性特征和叠加任意形状的区域边界,易于更新,可适应各种分布密度的数据等。局部配准的方法在国内外都有应用先例,但通过建立 Delaunay 三角网进行局部配准的方法目前国内还尚未有具体的研究成果和实际应用系统。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现有技术的上述不足及实际需要,提供一种利用道路中心线上的点和居民地重心点等特征点建立 Delaunay 三角网来剖分平面,实现不同路网间大尺寸图形的局部配准及校正的方法,提高配准的精度及可靠性,减小配准误差。

[0005] 为实现这样的目的,本发明在综合考虑现有道路配准技术在对大范围地图进行配准时由于图形变形大、误差大等方面的限制,利用道路网的特点,通过获取路侧居民地的重心点及道路中心线上的离散点,建立 Delaunay 三角网,将道路网剖分。完成对应区域三角形的配准校正,减小路网配准中的关键要素——道路线配准的误差,提高配准精度。

[0006] 本发明包括下列步骤:

[0007] 1. 提取道路中心线及路侧居民地重心点作为控制点。

[0008] 道路中心线及路侧居民地重心点为道路中心线、中心点、中心线上的离散点、路侧房屋重心点、居民区重心点、道路交叉口中心点,并根据侧重点不同,选用不同的特征点作为控制点进行配准。

[0009] 提取道路中心线及路侧居民地重心点的目的是利用这些路网特征点生成的 Delaunay 三角网来完成图形对应的配准,减少道路网上特征地物在配准中的误差,其具体步骤为:

[0010] 1.1 通过路网属性信息自动检测道路所在位置,提取道路中心线;

[0011] 1.2 以道路中心线端点为起点,按照路网图的复杂程度,在中心线上添加离散数据点,自动读取其坐标,并记录为 $P_{i1}, P_{i2} \cdots P_{in}$ 。 ($i \geq 1, n \geq 1$), 其中 i 为轮廓线, n 为数据点, P_{in} 表示第 i 条轮廓线上的第 n 个数据点;

[0012] 1.3 以道路中心线为中心,在左右两侧一定距离范围内获取居民地重心点,记录找到的所有居民地重心点 $P\{P_i | 3 \leq i \leq n\}$ 。

[0013] 2. 建立 Delaunay 三角网,包括下列步骤:

[0014] 2.1 利用步骤 1 获得的随机分布的离散点,采用逐点插入算法将未处理的点加到已存在的 Delaunay 三角网中,每次插入一个点;

[0015] 2.2 将 Delaunay 三角网重新定义,首先生成离散点的外凸多边形,然后内部用三角形分割,判断其余的点分别落在哪个三角形的外接圆内,取一点为顶点,把所在的三角形一分为三,直到所有的点都插入为止;

[0016] 2.3 调用局部优化算法,把三角网调到最佳。

[0017] 把三角网调到最佳,包括下列步骤:

[0018] 2.3.1 定义一个包含所有数据点并作为初始 Delaunay 三角形的超三角形;

[0019] 2.3.2 从数据点中取出一点 P 加入到三角网中;

[0020] 2.3.3 搜寻包含点 P 的三角形,将点 P 与此三角形三个顶点相连,形成三个三角形;

[0021] 2.3.4 应用局部优化法更新所有生成的三角形;

[0022] 2.3.5 重复步骤 2.3.2 ~ 2.3.4,直到所有点处理完毕;

[0023] 2.3.6 删除所有包含一个或多个超三角形顶点的三角形。

[0024] 3. 对应三角形的仿射变换,是基于单个三角形进行的局部变换,包括下列步骤:

[0025] 3.1 从端点开始选择一个三角形,分别计算出三角形三个顶点的缩放尺度参数、旋转尺度参数和在坐标系里的平移尺寸;

[0026] 3.2 取三个顶点相同参数的加权平均值,代入变换公式进行仿射变换,其中的权数根据具体配准图形的特点分别选取;

[0027] 3.3 完成第一个三角形变换后,寻找与第一个三角形相邻的有公共边的三角形,采

取右侧优先遍历的原则,以公共边为基准,先变换右侧相邻三角形,如果没有与右侧边公共的三角形,则寻找与左侧边公共的三角形,运用相同的方法进行仿射变换,直至所有三角形变换结束;

[0028] 3.4 将所有的点按照源文件的几何规则写成新的图形数据,并将属性数据赋予新的数据。

[0029] 本发明在综合考虑各种矢量路网配准方法的优缺点的基础上,采用编程的方法获取道路中心线上离散点及两侧居民地重心点,通过建立 Delaunay 三角网,实现平面剖分,将路网图的配准限制在三角网的单个三角形中进行,可降低配准误差,本发明实施性强、精度高,且不需对图形进行大量的预处理,使系统成本和系统设计的复杂程度降低、系统性能提高。

附图说明

[0030] 图 1 为 GIS-T 中基于局部控制的城市矢量路网配准方法流程图

[0031] 图 2 为局部放大的吉林市昌邑区行政区划地图

[0032] 图 3 为昌邑区解放北路待配准 CAD 路网地图

[0033] 图 4 为配准完成后的地图

[0034] 图 5 为配准后地图局部放大效果图

具体实施方式

[0035] 以下结合附图及具体的实施例,对本发明的技术方案作进一步描述。

[0036] 实施例以吉林市昌邑区行政区划地图(见图 2)和昌邑区解放北路待配准 CAD 路网地图(见图 3)的配准为例,首先将两幅矢量图添加相同的坐标系,使这两幅图可以在同一界面显示。本发明采用如图 1 所示的处理流程,先提取道路中心线及路侧居民地重心点,再根据这些离散点建立 Delaunay 三角形,形成 Delaunay 三角网,实现平面剖分。

[0037] 本发明具体实施步骤如下:

[0038] 1. 提取道路中心线及路侧居民地重心点。

[0039] 由于路网图包含比较完整的属性信息,通过图形属性信息,自动检测出待配准图形“解放北路.shp”图在昌邑区“行政区划.shp”图中的位置;提取各自的道路中心线。然后以道路中心线端点为起点,间隔一定距离,添加离散数据点。记录其坐标并记为 $P_{i1}, P_{i2} \dots P_{in}$ 。($i \geq 1, n \geq 1$),其中 i 为轮廓线, n 为数据点, P_{in} 表示第 i 条轮廓线上的第 n 个数据点。以道路中心线为中心,在左右两侧一定距离范围内获取居民地重心点,读取坐标信息,并记录找到的所有居民地重心点 $P\{P_i | 3 \leq i \leq n\}$ 。

[0040] 2. 建立 Delaunay 三角网

[0041] 建立 Delaunay 三角网包括下列步骤:

[0042] 2.1 利用步骤 1) 获得的随机分布的离散点,采用逐点插入算法将未处理的点加到已存在的 Delaunay 三角网中,每次插入一个点;

[0043] 2.2 将 Delaunay 三角网重新定义,首先生成离散点的外凸多边形,然后内部用三角形分割,判断其余的点分别落在哪个三角形的外接圆内,取一点为顶点,把所在的三角形一分为三,直到所有的点都插入为止;

[0044] 2.3 调用局部优化算法,把三角网调到最佳。

[0045] 把三角网调到最佳的具体步骤如下:

[0046] (1) 定义一个包含所有数据点并作为初始 Delaunay 三角形的超三角形;

[0047] (2) 从数据点中取出一点 P 加入到三角网中;

[0048] (3) 搜寻外界圆包含点 P 的三角形,将点 P 与此三角形三个顶点相连,形成三个三角形;

[0049] (4) 应用局部优化法更新所有生成的三角形;

[0050] (5) 重复 (2) ~ (4) 直到所有点处理完毕;

[0051] (6) 删除所有包含一个或多个超三角形顶点的三角形。

[0052] 在具体的实现中,使用开源项目 shapelib 对 shp 进行读写。本发明在 Windows 平台上使用 Visual Studio 2005 对 shapelib 建立工程,重新对其源程序打包,并将 shapelib 编译成 DLL 文件。通过使用 .net 平台的平台调用功能,导入 shapelib 的方法。通过 ShapeFile 类,将矢量文件解析为由大量的“点”构成的文件。ShapeFile 类保存 shapefile 文件每一个要素(点)的标记号及原始要素(点、线、面)的属性,以便将属性赋予变换之后的 shapefile。Delaunay 类实现对平面的剖分。Delaunay 类使用离散点坐标进行类的初始化,生成 Delaunay 对象。这个类用一个字段来保存生成的 Delaunay 三角形,通过标记号来完成对三角形顶点的访问;然后,根据坐标之间的对应关系,生成另外一套不规则三角网。这两套三角网内的三角形使用标记号对应起来。

[0053] 3. 对应三角形的仿射变换

[0054] 校正变换函数主要是针对“点”进行的。通常采用仿射变换也称六参数变换,其变换公式为:

$$[0055] \quad X' = Ax + By + C \quad (1)$$

$$[0056] \quad Y' = Dx + Ey + F \quad (2)$$

[0057] 以上公式中 (X', Y') 为地图输出坐标系中的坐标点对, (x, y) 为输入坐标系中的坐标点对, A、B、C、D、E、F 为方程参数。参数在坐标系空间上的几何意义为: A、E 分别确定点 (x, y) 在输出坐标系中 X 方向和 Y 方向上的缩放尺度, B、D 确定旋转尺度, C、F 分别确定在 X 方向和 Y 方向上的平移尺寸。

[0058] 本发明中的仿射变换是基于单个三角形进行的局部变换。具体实施方法为:从端点开始选择一个三角形,分别计算出三角形三个顶点的缩放尺度参数(A、E)、旋转尺度参数(B、D)和在坐标系里的平移尺寸(C、F)后,取三个顶点相同参数的加权平均值,代入变换公式进行仿射变换。其中的权数可根据具体配准图形的特点分别选取。本实例中采用的是路网图,配准后的道路重合度要求较高,所以选取道路中心线点的权数大。完成第一个三角形变换后,寻找与第一个三角形相邻,且有公共边的三角形,采取右侧优先遍历的原则,以公共边为基准,先变换右侧相邻三角形,如果没有与右侧边有公共的三角形则寻找与左侧边有公共边的三角形,运用相同的方法进行仿射变换,直至所有三角形变换结束。将所有的点生成新的图形数据后,再将属性数据赋予新生成的数据。配准完成后的地图见图 4,配准后地图局部放大效果图见图 5。

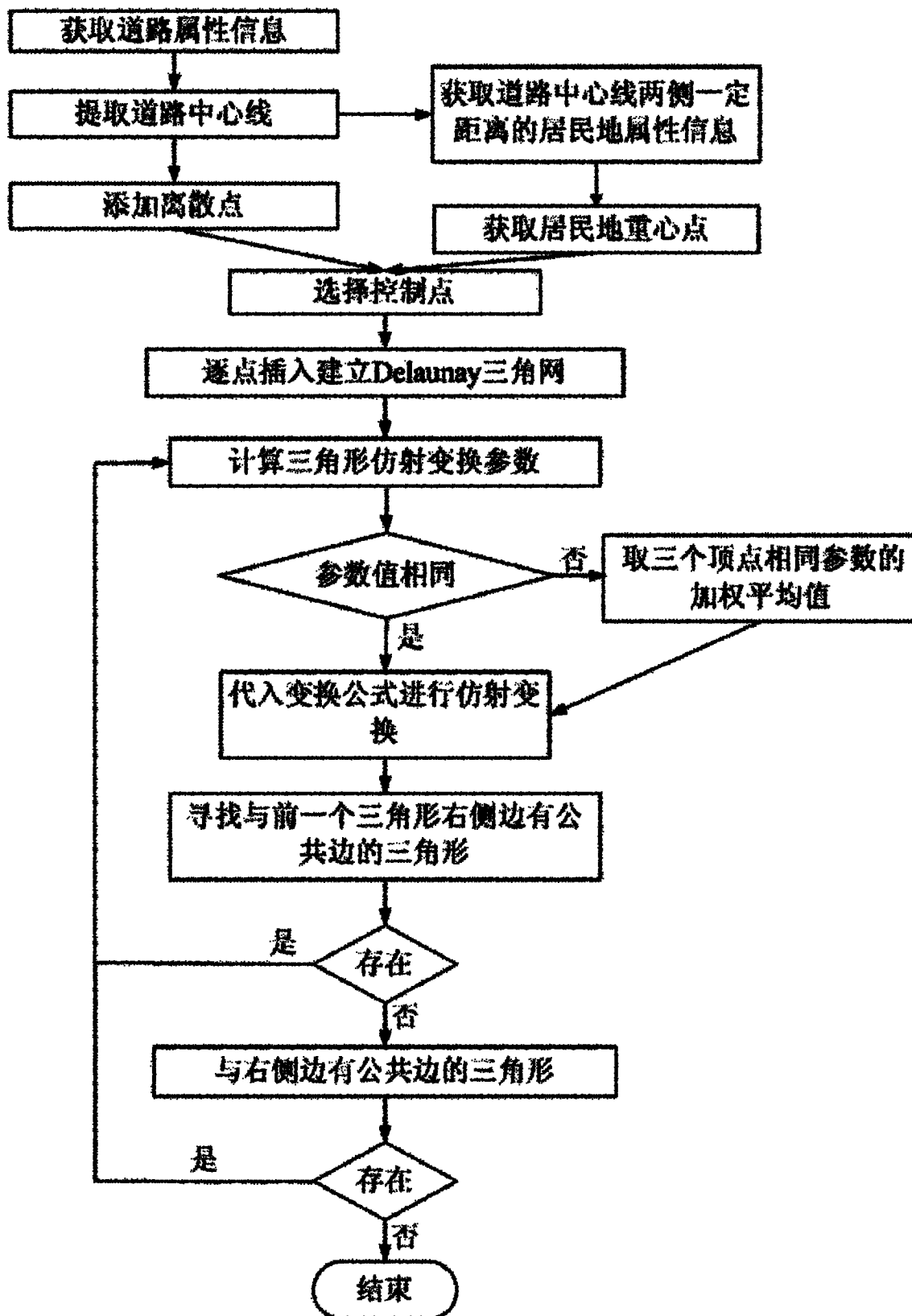


图 1

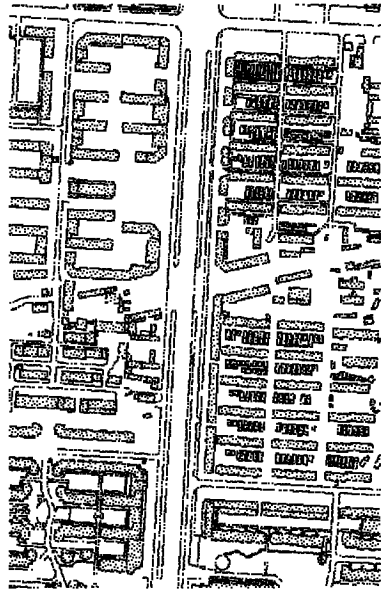


图 2

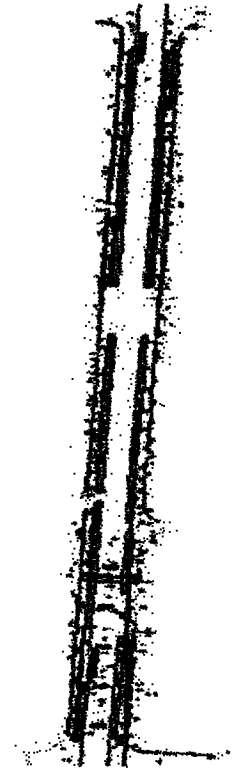


图 3

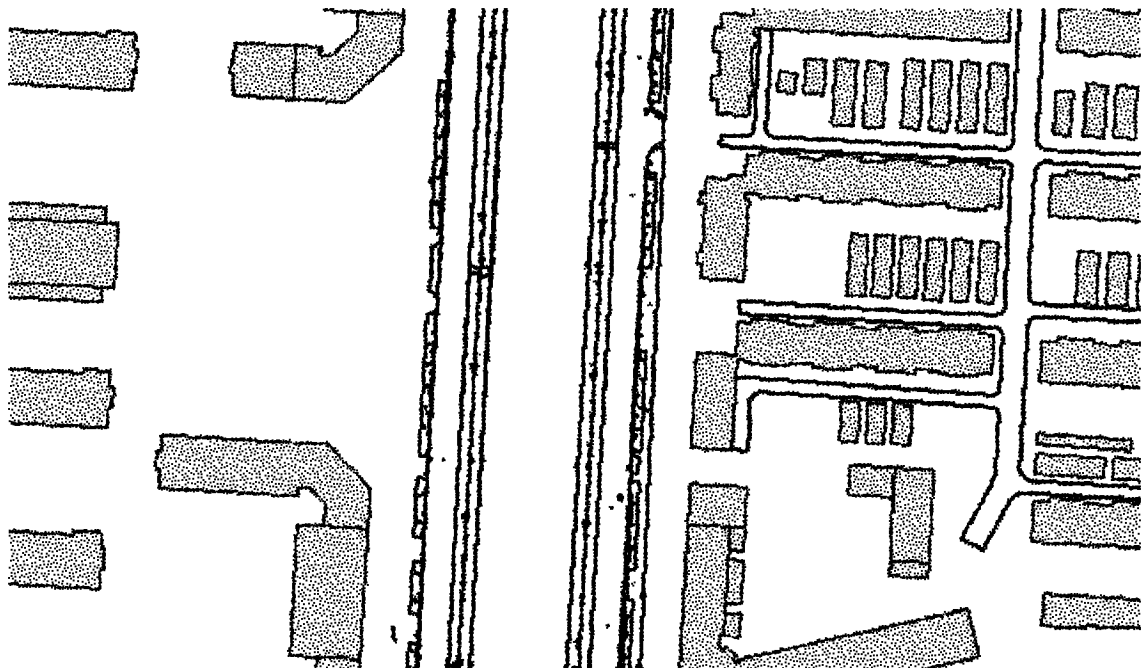


图 4

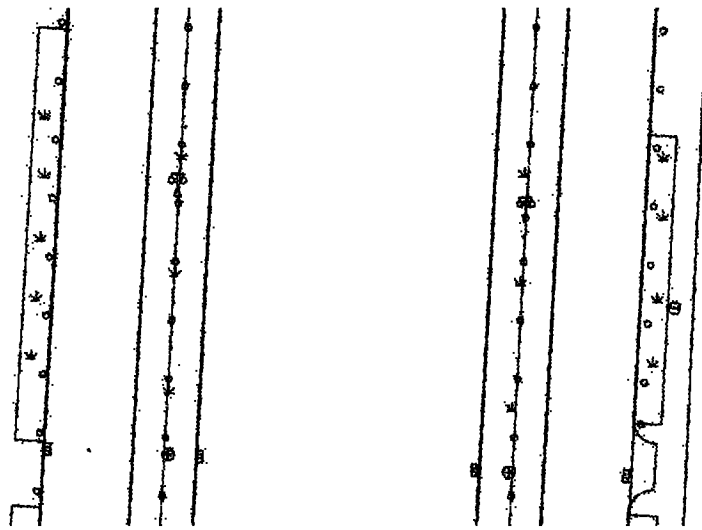


图 5