

一种基于实景地图的地下管网表达研究

周 浩, 张志军

(天津市测绘院 天津 300381)

摘 要: 随着地理信息研究的范围从地表覆盖延伸至地下空间,地下管网的表达和分析成为当前研究的热点。以符号化表达为主的传统地图在地物表达时不够生动直观,本文尝试将地下管网与实景地图相结合,提出了一种基于实景地图的表达方法,研究了线路路由、视口同步和嵌入方式等关键技术并加以实现。实验证明该方法具有较好的表达效果,能够为用户提供更多、更好的地理信息服务。

关键词: 实景地图; 地下管网; 线路路由; 视口同步; WebGL

中图分类号: P25; TB22 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-5867(2019)02-0217-03

Research on the Expression of Underground Pipe Network Based on Real Scene Map

ZHOU Hao, ZHANG Zhijun

(Tianjin Institute of Surveying and Mapping, Tianjin 300381, China)

Abstract: With the research scope of geographic information extended from the surface to the underground space, the expression and analysis of underground pipe network is becoming the focus of current research. The traditional map which mainly uses symbolization for expression is not vivid and intuitive enough. This paper tries to combine the underground pipe network with Real Scene Map, the author proposes a method to express underground pipe network based on real map, researches the key technology such as line routing, synchronous viewport, embedding mode and implements it. The experiment proves that this method has better effect for expression, can provide more and better geographic information service for users.

Key words: real scene map; underground pipe network; line routing; synchronous viewport; WebGL

0 引 言

随着地理信息技术的发展,地理信息研究的范围已从地表覆盖延伸至地下空间,城市地下管网^[1]的表达和分析逐渐成为当前研究的热点。传统的管网表达是基于二维地图、三维模型进行可视和空间分析,同时配以区域内的现场照片,辅助完成管理工作。由于现场照片的局限性,其只能反映固定角度、固定范围的视场情况,而且需要反复地投入人力进行照片采集工作,已成为制约管理效率提高的重要因素。随着数字城市建设的推进,实景地图作为新数据形式已逐步普及^[2],天津市目前已完成全市 2 400 多 km 的实景地图数据采集和生产工作,实现了实景地图数据的全覆盖。利用实景地图可快速获取管网区域的 360° 实景照片,且数据具有连续性。利用实景地图代替现场照片辅助管网管理工作,具有较高的应

用价值。

1 实景地图

实景地图(Real Scene Map)是指以实景影像为基础,将空间信息与地图要素建立关联的一种电子地图。通过对同一位置地理场景不同方位拍摄的多幅实景影像按成像视场进行拼接融合得到水平方向为 360°、垂直方向大于 90° 的全景影像,经投影后与人眼视觉感知一致,能反映地理场景真实的空间关系、时间以及人文社会环境等信息。

二维地图、三维模型等符号化的方法为人们对地下管网的管理提供了便利,却无法直观生动地还原场景的真实空间关系,利用实景地图则能直接获取管网周边的真实面貌,方便地下管网的管理。将地下管网与实景地图相结合首先需要解决管网与实景地图的线路路由问

收稿日期: 2017-10-11

作者简介: 周 浩(1988-),男,湖北恩施人,工程师,硕士,2013年毕业于武汉大学自然地理学专业,主要从事 Web GIS 方面的应用研究工作。

题, 路由结束后还需保持实景地图与二维、三维的视口同步, 其中还涉及实景地图与二维地图、三维地图嵌入方式等问题。

2 关键技术

2.1 线路路由

GIS 数据库具有明确的地理空间位置, 是建立在一定坐标系下的地理坐标^[3]。为获取管网区域的实景地图数据, 首先需要经过三维数据至实景地图的线路路由实现空间位置同步。根据管线数据管理对象^[4]分类, 划分为管线路由和管点路由两类。

1) 管线路由算法

①获取三维场景中管线上某点 P 的空间位置坐标 (X, Y, Z) 。

②以 P 点空间位置坐标 (X, Y) 为圆心, 50 m 为半径搜索实景地图实际线路表, 根据最近距离算法^[5]选择距离最近的记录作为该管线的实景地图数据源 R 。若无记录则退出线路路由, 待相关区域实景地图数据入库后开始①操作。

③读取实景地图数据源 R 实际路线, 绘制在二维地图和三维地图窗口。

④读取实景地图数据源 R 所有站点数据, 加载至实景地图视图内。

⑤通过实景地图视图漫游查看规划管线区域的实景情况, 同时在二维地图和三维地图窗口以扇形面标绘实景地图位置和朝向。

2) 管点路由算法

①获取三维场景中某管点 P 的空间位置坐标 (X, Y, Z) 和 P 点观察者视角参数 $(\text{Camera_Yaw}, \text{Camera_Pitch}, \text{Camera_Height})$, Camera_Yaw : 相机偏航角, Camera_Pitch : 相机俯仰角^[6], Camera_Height : 相机高度。

②以 P 点三维空间位置坐标 (X, Y) 为圆心, 分站式实景地图站点距离为半径建立缓冲区, 搜索缓冲区范围内的实景地图站点。

③根据最近距离算法, 选取最近站点 S 作为 P 点的实景地图数据源, 并记录该站点的 GPS 航向 GPS_Heading 。

④以正北方向为 0° 线方向, 计算 P 点观察者视角参数 Camera_Yaw 对应的实景地图偏航角 Panorama_Yaw , 其计算公式:

$$\text{Panorama_Yaw} = \text{Camera_Yaw} - \text{GPS_Heading} \quad (1)$$

式中: Camera_Yaw 为三维视图中偏航角; GPS_Heading 分站式实景地图站点的 GPS 航向角; Panorama_Yaw 为实景地图视图中偏航角。

⑤以水平方向为 0° 方向, 计算 P 点观察者视角参数 Camera_Pitch 对应的实景地图俯仰角 Panorama_Pitch , 其计算公式:

$$\text{Panorama_Pitch} = |\text{Camera_Pitch}| \quad (2)$$

⑥根据相机高度 Camera_Height 计算实景地图视图

缩放参数 Panorama_Fov , 通过多元线性回归得出其计算公式:

$$\text{Panorama_Fov} = -0.000\ 002 \times h^4 + 0.000\ 689 \times h^3 - 0.074\ 105 \times h^2 + 3.656\ 998 \times h + 40.173\ 160 \quad (3)$$

式中: h 为三维视图中相机高度 Camera_Height ; Panorama_Fov 为实景地图视图中缩放级别参数, 常用参数有效范围为 70—140。

⑦加载站点 S 实景地图视图数据, 根据偏航角 Panorama_Yaw 、俯仰角 Panorama_Pitch 和缩放级别 Panorama_Fov 设置实景地图视口范围指向管点 P 处, 并缩放至相应的级别。

管点路由算法流程如图 1 所示。

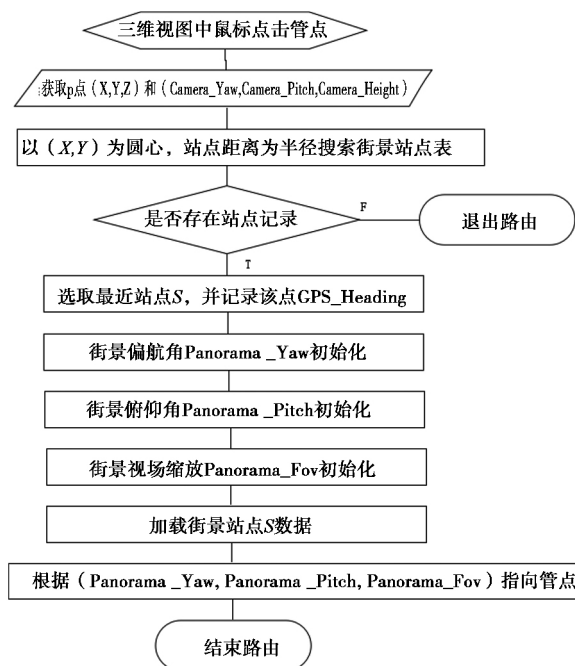


图 1 管点路由算法

Fig.1 Point routing algorithm

2.2 视口同步

视口同步是指从观察者的角度而言, 三维视图中第一人称的视角和实景地图视图之间保持一致, 具体包括 3 个维度的参数 (偏航角 Yaw , 俯仰角 Pitch , 视距 Height), Pitch 与 Height 参数的换算参见式 (2) 和式 (3)。 Yaw 参数换算如下:

1) 实景地图数据: 偏航角沿实景地图采集相机行进方向为 0° 偏航角起点, 顺时针方向为正值, 逆时针方向为负值, 一周 360° , 实景地图偏航角 β 理论数值范围 $-\infty$ — $+\infty$, 如图 2 所示。

2) 三维数据: 偏航角以正北方向为 0° 角起点, 沿顺时针方向递增, 数值范围 0° — 360° , 如图 3 所示。

为保持实景地图视图与三维视图的偏航角一致性, 利用实景地图站点采集时的 GPS 航向参数 α 对原始偏航角进行纠正, 统一为正北 0° 方向。其计算公式:

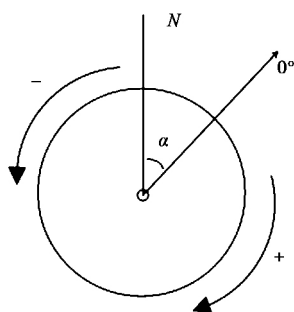


图2 实景地图偏航角

Fig.2 Yaw angle of scene map

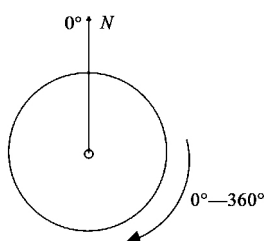


图3 三维偏航角

Fig.3 Three-dimensional yaw angle

$$Yaw = (\beta + \alpha) - 360 \times \lfloor (\beta + 360) \rfloor \quad (4)$$

式中: β 为原始偏航角; α 为 GPS 航向参数; Yaw 为实景地图视图纠正后偏航角。

2.3 嵌入方式

实景地图数据表达常用的技术路线包括基于 ActionScript 的 Flash 实景地图(百度实景地图、搜搜实景地图)和 Microsoft 的 Silverlight 实景地图。它们均是 RIA 富客户端技术,依赖客户端环境插件且需发布成 swf 或 xap 运行包,其他系统无法进行嵌入式开发。随着 Html5 技术的发展,利用 WebGL 技术对实景地图数据进行渲染和表达已经成为可能,WebGL 的本质是增加 OpenGL ES 2.0 的一个 JavaScript 绑定,为 HTML5 Canvas 提供硬件 3D 加速渲染。通过 WebGL 实现实景地图数据的渲染和表达无须依赖客户端插件,同时由于 WebGL 属于 JavaScript 体系,与目前主流的 WebGIS 开发技术路线 JavaScript API、Flex API 和 Silverlight API 能够快速地进行嵌入式开发,具有较好的应用前景。

在技术路线选型的基础上,开发了基于 WebGL 的实景地图数据加载、查询、交互等相关接口,接口的使用非常便捷,步骤如下:

1) Html 页面 head 中添加 JavaScript 文件引用, `<script charset="utf-8" src="webgl_pano.js"></script>`。

2) Html 页面 body 内添加一个 div 元素,内容为 `<div id="webgl_pano"></div>`。

3) 激活并设置起始实景地图站点,代码如下:

// 创建实景地图,按路名方式 默认加载指定道路最

新实景地图数据。

```
var pano = new webgl.Panorama( document.getElementById(
  'webgl_pano' ), {
  "userKey": 'xxxxxxxx',
  "roadName": '琼州道'
});
```

// 创建实景地图,按坐标方式, $coor_X$ 和 $coor_Y$ 为经纬度坐标。

```
var pano = new webgl.Panorama( document.getElementById(
  'webgl_pano' ), {
  "userKey": 'xxxxxxxx',
  "coor_X": xxx.xxxxxx,
  "coor_Y": xx.xxxxxx,
});
```

4) 进行实景地图漫游、查询、交互等接口的调用。

3 实验成果

利用 Visual Studio 作为开发平台,以 JavaScript 为主要技术语言,选取琼州道沿线作为实验数据,完成地下管网所涉及的初测管线、外业详测管线等专题数据的收集整理、数据发布和管线建模,完成实景地图数据后期处理资源发布及接口开发等工作,借助地下管网辅助管理系统进行嵌入式开发,在系统内调用实景地图资源和开发接口,实现了基于实景地图的地下管网可视化表达。

4 结束语

本文分析了地下管网管理的现状和具备的数据条件,重点阐述了实景地图与地下管网相结合的关键技术,并以地下管网辅助管理系统为例,介绍了实景地图在地下管网管理中的应用成果。作为客观世界的真实表达,实景地图以人眼认识世界的方式,可以为用户提供手段更丰富、效果更逼真的地理信息服务。

参考文献:

- [1] 马民涛,任杰,陈克龙,等.城市地下管网管理信息系统中管线三维显示的实现[J].测绘工程,2005,14(4): 8-10.
- [2] 杨洪泉.大众电子地图的应用现状及发展趋势[J].测绘通报,2014(11): 37-41.
- [3] 卢新海.多源城市规划数据的融合与集成方法[J].测绘与空间地理信息,2005,28(4): 47-49.
- [4] 骆朝亮,杨晶.高清三维实景在数字城管中的创新应用[J].测绘通报,2014(3): 139-140.
- [5] 田洪军,闫浩文,王丹英,等.空间关系中两相邻实体间最近距离算法研究[J].测绘科学,2008,33(1): 200-201.
- [6] 罗宽,范蕾,高玉军,等.基于光测图像的空间目标的俯仰角和偏航角的测量技术[J].长春理工大学学报:自然科学版,2007,30(3): 12-14.

[编辑:张 曦]