

基于 OpenStreetMap 的地图匹配算法研究

蒋宗礼, 李 娟

(北京工业大学 信息学部, 北京 100124)

摘 要:借助 OpenStreetMap (以下简称 OSM) 开源组织, 分析研究了 OSM 相关的数据结构和使用方法, 构建了地图服务系统, 为研究地图匹配算法提供了基础。通过研究地图匹配算法, 实现了基于几何投影法的地图匹配研究项目, 为进行更复杂的地图匹配算法研究提供了依据。

关键词:地图匹配算法; 开源地图数据; 地图数据服务系统; OpenStreetMap; 地图匹配系统

DOI: 10. 11907/rjdk. 171147

中图分类号: TP312

文献标识码: A

文章编号: 1672-7800(2017)007-0052-03

0 引言

随着计算机的普及以及地理信息科学的发展, 地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 得到了广泛应用, 在电子导航、交通旅游、城市规划以及电力、通讯等管网、管线布局设计中发挥了重要作用^[1]。

地图服务是国家安全资源^[2], 传统的地图匹配算法^[3], 由于没有地图数据资源, 大都利用模型进行验证, 实际应用效果不佳。OpenStreetMap 不仅开放了地图数据资源, 还提供了许多工具来构建完善的地图服务系统, 对深入研究地图匹配算法提供了良好支撑。

1 地图基础服务构建

地理数据构建是地图服务的基础。然而, 地理数据一般都加密不对外公开^[4]。迄今为止, 数字地图市场被控制, 开发人员只能通过付费购买有限的地图数据使用权^[5]。互联网技术的发展提供了很多基于地图服务的开放平台, 如 Google 地图、百度地图、高德地图、腾讯地图等, 但是这些服务非常有限, 用户通过服务接口只能得到有限的地图数据, 这对基于地图服务的研究带来了很大的局限性。

OSM 是一个网上地图协作计划, 目标是创建一个能自由获取内容且能编辑的世界地图, 是当今最精确和完善的矢量地图数据集^[1]。OSM 的数据开源, 可以自由下载使用, 人们可以通过 OSM 的规范来构建自己的地图电子数据库, 构建自己的路网信息服务系统。

作者简介: 李娟 (1991—), 女, 河南许昌人, 北京工业大学信息学部硕士研究生, 研究方向为分布式、云计算、机器学习。

1.1 OSM 数据结构

OSM 提供了路网信息数据服务, 是一种类似于 XML 结构的文档数据类型, 包含 3 种空间数据类型节点, 分别是 node、way 和 relation, 构成了整个地图画面^[4]。图 1 是一张 OSM 描绘的北京工业大学附近的路网地图。从中可以比较清楚地看到路网信息的组织方式, 以及每个节点、道路和建筑物等。成千上万的节点信息如果用一个 way 进行保存数据会很大, 不方便计算, 可将 way 拆分, 用 relation 关联。关于 node、way 和 relation 这 3 种类型的节点, 参考文献^[1]中进行了详细描述。



图 1 北京工业大学路网

与北京工业大学附近路网信息地图相对应的 OSM 文档实例元数据部分内容如下:

```
<relation id='6440211' timestamp='2016-07-27T06:55:14Z' uid='4315392' user='tonybuaa' visible='true' version='7' changeset='41054648'>
```

```
<member type='node' ref='2433585113' role='/'>
```

```
<member type='way' ref='150930495' role='/'>
```

```
<member type='way' ref='128489875' role='/'>
```

```
<member type='way' ref='173345219' role='/'>
```

```

<member type='way' ref='173345241' role=' ' />
<member type='way' ref='144789897' role=' ' />
<member type='node' ref='1419861971' role='stop' />
<member type='node' ref='4322635119' role=' ' />
<member type='node' ref='4322773866' role=' ' />
<tag k='from' v='文慧桥南' />
<tag k='name' v='Bus 691: 文慧桥南 = &gt; 韩庄子
北' />
<tag k='ref' v='691' />
<tag k='route' v='bus' />
<tag k='to' v='韩庄子北' />
<tag k='type' v='route' />
</relation>

```

从 OSM 文件可以看到一个 relation 包含了很多的 member, 每个 member 可以是单独的节点, 也可以是一条新的道路信息。一个个 node、way 和 relation 共同组成了路网信息。

1.2 OSM 应用

OSM 是一种类似 XML 格式的文件, 可以解析 OSM 文件获取相应的数据信息。参考文献[1]采用正则表达式来实现此功能, 做法是提取 way 中的数据信息, node 和 relation 信息也必须解析利用。OSM 不仅仅是数据服务的开源, 还提供了许多可利用的开源工具帮助解析 OSM, Osmapi 就是其中一种。Osmapi 是一种针对 OSM 结构的解析工具, 能够解析并获取 OSM 文件中的数据信息, 有着完善的功能服务。除此之外, OSM 还提供了很多开源工具供开发者利用, 具体参考 <http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Frameworks>。关于 Osmapi 的资料比较少, 这里只对其进行简单的事例说明:

可直接通过 maven 使用 Osmapi。在 pom 文件中添加如下引用:

```

<dependency>
  <groupId>de.westnordost</groupId>
  <artifactId>osmapi</artifactId>
  <version>1.4</version>
</dependency>

```

利用 Osmapi 解析 OSM 数据文件具体代码可参考 OSM 官方网址: http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Ja-va_Access_Example, 其中给出了 Osmapi 的使用方法。

2 地图匹配算法设计与实现

地图匹配是一种通过软件方法校正导航定位误差的技术。建立数据模型, 将 GPS 位置信息转化为矢量地图的坐标位置信息, 从而将地图和 GPS 坐标点相匹配, 形成地图匹配功能。本文以最实用的几何投影法进行地图匹配实现。

2.1 候选路段选取法

获取 GPS 位置信息后, 需要从整个路网拓扑信息中获得候选路段。路网拓扑信息的数据量非常庞大, 获取候

选路段信息需要与每个路段进行最短距离计算。为了快速实现路段匹配, 采用 geohash 算法, 为路网拓扑信息划分网格。当 GPS 位置确定后, 可找出网格中的相关路段进行计算, 避免了多余节点的计算量, 原理见图 2。

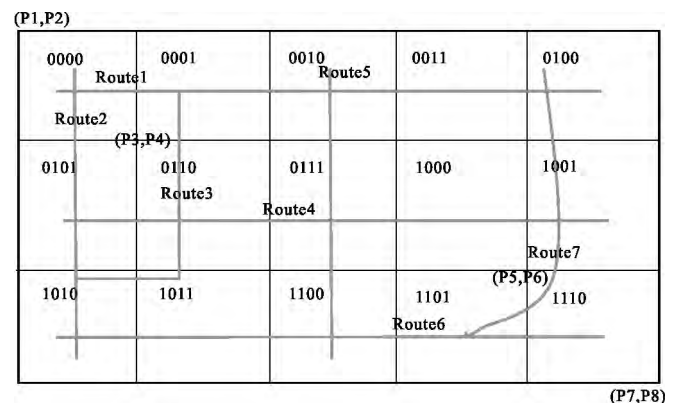


图 2 geohash 算法划分区域

如图 2 所示, 每个网格对应一个唯一编号(0000, 0001, ...), 根据路网的经纬度划分得到, 这个编号称为 geocode。每个网格中都有路网数据, 每段路网数据记录在网格编号中。当得到 GPS 位置信息时, 首先获取 GPS 网格编号, 通过网格编号查询该网格中相关路段有哪些, 然后在计算 GPS 位置与当前路段的最短路径时获取候选路段。

2.2 投影法匹配定位点

获取候选路段后, 如果要找到 P 点所在的路段及其所处的位置, 可根据投影法进行匹配点计算, 见图 3。

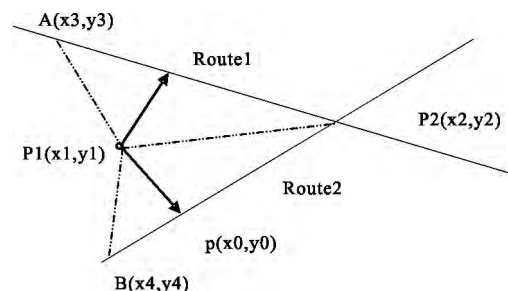


图 3 投影法匹配坐标点

2.3 几何法地图匹配算法描述

地图匹配过程: 准备候选集, 计算候选路段, 确定最终路段, 运行几何匹配算法, 确定匹配位置。

(1) 读取 OSM 地图数据, 构建路网拓扑信息 RL。路段信息用 R_i 表示, i 表示路段编号。 R_i 中保存本路段的所有坐标点信息。设置表示位 FLAG 用来表示当前行驶路段 RT 是否确认。

(2) 利用 geohash 算法划分路网, 给每个路段信息 R_i 添加 geocode 编号属性, 表示该路段所在的 geohash 区域可以包含多个 geocode。参照候选路段选取法进行 geohash 区域划分。

(3) 获取当前的 GPS 位置坐标点 P, 读取标志位 FLAG, 判断路网信息是否确认。如果确认直接跳转步骤(5), 否则继续步骤(4)。

(4) 根据坐标点 P 计算出该坐标点的 geocode, 根据

geocode 找出相关的候选路段信息。利用最短距离法,计算当前 P 点到各个路段的最短距离信息,确认当前行驶路段 RT,修改标志位 FLAG。

(5)应用地图匹配算法计算 P 点到当前道路轨迹的匹配点。

(6)将匹配后的点输出,描绘到地图道路轨迹中。

3 实验

本文通过分析 OSM 的数据结构以及 OSM 的使用方法,利用 Osmapi 解析获取 OSM 中的路网信息数据,实现了简易的路网信息服务系统。通过分析地图匹配算法,借助 OSM 提供的地图数据服务实现了基于几何投影法的地图匹配算法。为了验证实现效果,采用一段 GPS 轨迹信息,如图 4 所示,该 GPS 位置信息坐标点为车辆行驶轨迹,表现出没有匹配到道路的误差样本,期望利用 OSM 实现的地图匹配系统来进行修正。图中红色带箭头的轨迹路径为未经过匹配的行驶轨迹。



图 4 未经过匹配的行驶轨迹



图 5 经过地图匹配系统修正后的行驶轨迹

从图 5 可以看出,地图匹配过程基本可以将车辆的行驶轨迹匹配到正确的道路上去。但是几何地图匹配算法存在一定的不精确性,实验过程中仍会存在误差。

4 结语

本文通过研究 OSM 的数据结构和使用方法,构建了地图服务系统,能够提供地图相关的应用和计算。实现了基于几何投影法的地图匹配系统,能够将车辆的行驶轨迹匹配到正确的道路中。但几何投影法的地图匹配过程还不是很精确,存在很多需要改进的地方。更加精确的地图匹配算法是今后努力的方向。

参考文献:

- [1] 张英辉,张水平,张凤琴,等.基于 OpenStreetMap 最短路径算法的分析与实现[J].计算机技术与发展,2013,23(11):36-41.
- [2] 张继丽,张笑非,徐丹,等.基于 OpenStreetMap 的智能交通路网数据的构建[J].2014,14(1):41-47.
- [3] 陆文昌,张迎,陈龙,等.基于计算几何的地图匹配算法研究[J].机械设计与制造,2012(1):43-45.
- [4] HASHEMI M, KARIMI H. A critical review of real-timemap matching algorithms: current issues and future directions[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2015(11):153-165.
- [5] QUDDUS M, WASHINGTON S. Shortest path and vehicle trajectory aided map-matching for low frequency GPS data[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2015(6):328-339.
- [6] 赵东保,刘雪梅,郭黎.网格索引支持下的大规模浮动车实时地图匹配方法[J].计算机辅助设计与图形学学报,2014,26(9):1550-1556.
- [7] 肖维丽,岳春生,奚玲.基于高程的改进 D. s 证据理论地图匹配算法[J].计算机应用与软件,2015(3):262-265.
- [8] YANG J, MENG L. Feature selection in conditional random fields for map matching of GPS trajectories[J]. Springer International Publishing, 2015, 23(4):121-135.
- [9] 李清泉,黄练.基于 GPS 轨迹数据的地图匹配算法[J].测绘学报,2010,39(2):7-13.
- [10] YIN H, WOLFSON O. A weight-based map matching method in moving objects databases[J]. Proc Ssdm Con 2004, 16(5):437-438.
- [11] 曹凯,唐进军,刘汝成.基于 Fr6chet 距离准则的智能地图匹配算法[J].计算机工程与应用,2007,43(2):223-226.
- [12] 雷健.基于分布式架构的智能车辆管理系统设计与实现[D].杭州:浙江大学,2015.

(责任编辑:杜能钢)