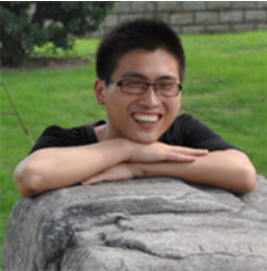


Visitors

	CN	177,205		CA	816
	US	15,556		FR	805
	HK	5,780		GB	775
	JP	3,721		AU	695
	TW	3,008		DE	670
	SG	1,356		KR	336
Pageviews: 377,090					
Flags Collected: 83					



个人经历
2015 至今 阿里巴巴
2013-2015 美团
2010-2013 中科院（硕士）
2006-2010 浙大（本科）
[阿里巴巴RDC长期招聘Java研发工程师，有意者站内联系！](#)

昵称：zhanlijun
园龄：4年10个月
粉丝：664
关注：5
[+加关注](#)

最新随笔

1. 一个复杂系统的拆分改造实践
2. mysql死锁问题分析
3. 近期code review几处小问题集锦
4. 你应该知道的RPC原理
5. 如何健壮你的后端服务？
6. 如何用消息系统避免分布式事务？
7. 一个故事讲清楚NIO
8. 地图匹配实践
9. 利用模拟退火提高Kmeans的聚类精度
10. 空间插值文献阅读 (Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall)

地理围栏算法解析 (Geo-fencing)

地理围栏算法解析

<http://www.cnblogs.com/LBSer/p/4471742.html>

地理围栏 (Geo-fencing) 是LBS的一种应用，就是用个虚拟的栅栏围出一个虚拟地理边界，当手机进入、离开某个特定地理区域，或在该区域内活动时，手机可以接收自动通知和警告。如下图所示，假设地图上有三个商场，当用户进入某个商场的时候，手机自动收到相应商场发送的优惠券push消息。地理围栏应用非常广泛，当今移动互联网主要app如美团、大众点评、手淘等都可看到其应用身影。



图1 地理围栏示意图

地理围栏的核心问题就是判断用户是否落在某多边形围栏内部。本文将介绍实际应用中常用的解决方法。

1 如何判断点在多边形内部

地理围栏一般是多边形，如何判断点在多边形内部呢？可以通过射线法来判断点是否在多边形内部。如下图所示，从该点出发沿着X轴画一条射线，依次判断该射线与每条边的交点，并统计交点个数，如果交点数为奇数，则在多边形内部（如图3个交点），如果焦点数是偶数，则在外部，射线法对凸和非凸多边形都适用，复杂度为O(N)，其它N是边数。源码可参考（<http://alienryderflex.com/polygon/>）

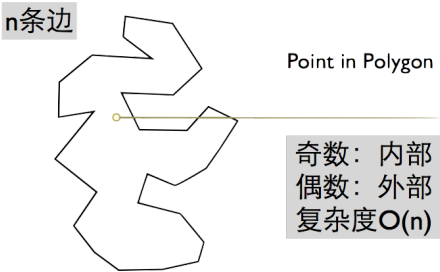


图2 射线法判断点在多边形内外

当地理围栏多边形数目较少时，我们可以依次遍历每一个多边形（暴力遍历法），然后用射线法进行判断，这样效率也很高。而当多边形数目较多时，比如有10万个多边形，这个时候需要执行10万次射线法，响应时间达到3.9秒，这在互联网应用几乎不可忍受。下表是本人的简单测试，多边形边数均为7。

表1 射线法性能测试

随笔分类(57)

java(3)

LBS(10)

paper阅读笔记(2)

大数据(6)

定位原理/算法(3)

发表的SCI/SSCI(4)

服务治理(4)

空间索引原理(7)

数据库(5)

推荐相关(1)

线上问题定位及解决(2)

消息系统(2)

信息检索算法/实践(6)

应用服务器(2)

积分与排名

积分 - 115075

排名 - 2612

最新评论

1. Re:如何设计实现一个地址反解析服务？

如果仅仅是为了将用户坐标解析到道路级别的话，也未必需要用栅格。对于任意一条道路，根据历史记录，可以得到定位于这条道路的所有点，根据这堆点可以得到一个外包多边形，以后所有落在这个多边形内的点都可以认为是.....

--张可纯biubiu

2. Re:GeoHash核心原理解析

lucene里面使用了geohash，但是计算距离的时候貌似还是用经纬度计算距离，那使用geohash还有什么意义呢？

--casterQL

阅读排行榜

1. GeoHash核心原理解析(43980)

多边形数目	响应时间 (ms)
10000	803
100000	3931

2 R树索引加速判断

暴力遍历法效率低下的原因是与每一个多边形都进行了射线法判断，如果能减少射线法的调用次数性能就能提升。因此我们的优化思路很直接，首先通过粗筛的方法快速找到符合条件的少量多边形，然后对粗筛后的多边形使用射线法判断，这样射线法的执行次数大大降低，效率也能大大提高。怎么粗筛呢？对于一维数据我们常常使用索引的方法，比如通过B树索引找到某一个范围区间段，然后对此范围区间段进行遍历查找，对于二维空间数据常常使用空间索引的方法，比如通过R树找到范围区间内的多边形，然后对此范围内的多边形进行精确判断，下面介绍最常使用的空间索引R树的解决思路。

1) 外包矩形表示多边形

由于多边形形状各异，我们需要以一种统一的方式来对多边形进行近似，最简单的方式就是用最小外包矩形来表示多边形。

面

统一的形式表达:

MBR = {(L.x,L.y)(U.x,U.y)}

图3 最小外包矩形 (MBR) 表达多边形

2) 对最小外包矩形建立R树索引

图4 对最小外包矩形进行R树索引

3) 查询

a) 首先通过R树迅速判断用户所在位置 (粗红点) 是否被外包矩形覆盖 (图5，红色点代表用户所在位置；R树平均查询复杂度为O(Log(N))，N为多边形个数) ；

b) 如果不被任何外包矩形覆盖则返回不在地理围栏多边形内；

c) 如果被外包矩形覆盖则还需要进一步判断是否在此外包矩形的多边形内部，采用上文提到的射线法判断 (图2) 。

图5 R树查询示例

3 多边形边数较多怎么办

大多数应用的地理围栏多边形都比较简单，但有时也会遇到一些特别复杂的多边形，比如单个多边形的边数就超过十几万条，这时候对此复杂多边形执行一次射线法也非常耗时 (因为射线法时间复杂度为O(N)，N为多边形边数) 。

http://www.cnblogs.com/LBSer/p/4471742.html

2/6

2. 你应该知道的RPC原理(30598)
3. 如何用消息系统避免分布式事务？(23677)
4. mysql死锁问题分析(22275)
5. 位图索引:原理（BitMap index）(21132)

评论排行榜

1. 地图匹配实践(82)

2. 如何用消息系统避免分布式事务？(42)

3. 你应该知道的RPC原理(23)

4. GeoHash核心原理解析(22)

5. 地理围栏算法解析（Geo-fencing）(20)

如何提高对复杂多边形执行射线法的计算效率呢？同样使用R树索引！笔者在实际应用中对边数较多（如超过1万）的多边形的边再单独进行R树索引，具体如图6所示，首先对多边形的每条边构建最小外包矩形，然后在这些最小外包矩形基础上构建R树索引（R树索引上的外包矩形未画出），这样射线法求交点的时候首先通过R树判断射线是否与外包矩形相交，最后对R树粗筛后的边进行精确求交判断，时间复杂度从O(N)降到O(Log(N))，大大提高了计算效率。

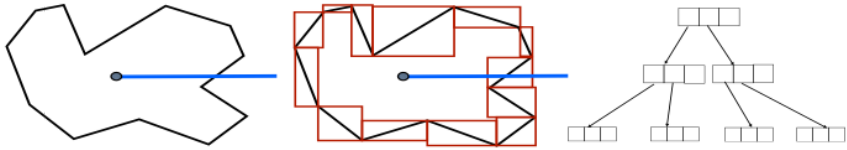


图6 对多边形的边进行R树索引

4 实践

某线上应用服务有30万个地理围栏多边形，通过在内存中构建R树索引，使得线上实时地理围栏查询平均响应时间在1ms以内，而暴力查询响应时间是9秒左右。

5 R树相关源码

- <https://pypi.python.org/pypi/Rtree/>（Python）
- <http://jisi.sourceforge.net/>（Java）
- <https://github.com/leaflet-extras/RTree>（Javascript）
- <http://sourceforge.net/p/cspatialindexrt/code/HEAD/tree/>（C#）

空间索引相关博文：

- [深入浅出空间索引：为什么需要空间索引](#)
- [深入浅出空间索引：2](#)
- [GeoHash核心原理解析](#)

转载请标明源地址：http://www.cnblogs.com/LBSer

分类：[LBS](#),[空间索引原理](#)

标签：[空间索引](#)

好文要顶 关注我 收藏该文





[zhanlijun](#)
[关注 - 5](#)
[粉丝 - 664](#)
[+加关注](#)

19 0

- « 上一篇：[利用OpenStreetMap（OSM）数据搭建一个地图服务](#)
- » 下一篇：[如何设计实现一个地址反解析服务？](#)

posted @ 2015-05-02 11:26 zhanlijun 阅读(10129) 评论(20) 编辑 收藏

评论列表

#1楼 2015-05-02 13:02 liuqiang01

好文，已经推荐收藏

支持(0) 反对(2)

#2楼 2015-05-02 14:19 三人成虎

可否分享R树索的demo？

支持(0) 反对(0)

#3楼[楼主] 2015-05-02 16:06 zhanlijun

@ liuqiang01
thks

支持(0) 反对(0)

#4楼[楼主] 2015-05-02 16:06 zhanlijun

@ 誉满中华
已经在博文后附录了一些R树的源码，可以参考下

支持(2) 反对(0)

#5楼 2015-05-02 16:22 三人成虎

谢谢~~~，希望有.net C#下的R树实现分享下

支持(0) 反对(0)

#6楼[楼主] 2015-05-02 18:36 zhanlijun

@ 誉满中华
C# 版本Rtree源码已经补充到附录后面

支持(0) 反对(0)

#7楼 2015-05-02 21:32 LoveLong

Only collection

支持(0) 反对(0)

#8楼[楼主] 2015-05-02 22:04 zhanlijun

@ 竹峰 (Z.峰)
thks

支持(0) 反对(0)

#9楼 2015-05-03 10:56 努力变瘦

R树复杂度？

支持(0) 反对(0)

#10楼[楼主] 2015-05-03 11:08 zhanlijun

@ yajunw
R树查询的平均复杂度为 $O(\log(N))$ ，N为多边形数目

支持(0) 反对(0)

#11楼 2015-05-04 20:55 岳阳楼

感谢您的分享！本人有点愚钝，不太明白你说的“对边进行单独R树索引”的含义，不知道您方便解释一下么？谢谢您！

支持(0) 反对(0)

#12楼[楼主] 2015-05-04 21:57 zhanlijun

@ 岳阳楼
你好，在文中对这一段进行了补充解释，不知道有没有写明白？

支持(1) 反对(0)

#13楼 2015-05-04 22:11 岳阳楼

@ zhanlijun
恩，看明白了，谢谢您的耐心补充！

支持(0) 反对(0)

#14楼 2015-06-09 15:40 QQ12QQ

楼主，可否分享下代码参考下？

支持(0) 反对(0)

#15楼[楼主] 2015-06-09 18:34 zhanlijun

@ QQ12QQ
代码都在文中有链接的

支持(0) 反对(0)

#16楼 2016-02-29 18:29 袜子破了

最简单的判断一个点是否在一个多边形内部，不是用向量法吗？
高中数学学的那种向量。。

如果一个点位于多边形内部，则顺时针沿着多边形的边界走，这个点总是位于边界的右侧。

判断一个点，位于一条线的左边还是右边，就是向量的点积是大于零还是小于零。

支持(0) 反对(0)

#17楼 2016-07-18 22:34 michaeliao

跪求楼主能分享一点此算法的源码，谢谢

支持(0) 反对(0)

#18楼 2016-07-25 20:42 michaeliao

最小外包矩形能否分享一下源码，谢谢~

支持(0) 反对(0)

#19楼 2016-07-27 10:10 呜呜哈哈哈哈哈

想请问下，如果判断一个点是否在一个多边形内部，在通过R树算法精确到了最底层即最小那一层的矩形内，会出现一个问题，即因为每个最小矩形是以多边形的某条边作为对角线绘制，这就导致这个矩形有一半面积是不在这个多边形内部的，因此最后无法精确判断这个点实在多边形内部还是外部，如果可以，请您帮忙解下疑，谢谢！

支持(0) 反对(0)

#20楼 2016-10-09 16:13 脆脆的心

要是能写一个PHP的算法就好了。

支持(0) 反对(0)

[刷新评论](#) [刷新页面](#) [返回顶部](#)

注册用户登录后才能发表评论，请 [登录](#) 或 [注册](#)，[访问网站首页](#)。

【推荐】超50万VC++源码：大型组态工控、电力仿真CAD与GIS源码库！

【缅怀】传奇谢幕，回顾霍金76载传奇人生

【推荐】业界最快速.NET数据可视化图表组件

【腾讯云】买域名送解析+SSL证书+建站

【活动】2050 科技公益大会 - 年青人因科技而团聚



腾讯云

0基础建站 网站模板9元起

五合一建站套餐 满足多场景需求

立即抢购

最新IT新闻：

· 美团打车：已拿下上海1/3市场份额

- 孙宏斌：投资乐视网肯定是失败了，对财务和团队判断有失误
 - 蓝色光标陷劳资纠纷 6年人员成本增逾10倍
 - 投资育碧、腾讯财报 这两件事应该一起看
 - 7小时通宵大搜查！英国隐私监管机构进驻剑桥分析可查服务器
- » 更多新闻...



最新知识库文章:

- 写给自学者的入门指南
 - 和程序员谈恋爱
 - 学会学习
 - 优秀技术人的管理陷阱
 - 作为一个程序员，数学对你到底有多重要
- » 更多知识库文章...

历史上的今天:

2014-05-02 发布或重启线上服务时抖动问题解决方案