

引文格式: 庄莹, 黄丽娜, 郑恒杰, 等. 二维码定位技术支持下的室内导航电子地图的设计与实现——以武汉大学图书馆为例[J]. 测绘通报, 2017(5): 125-128. DOI: 10.13474/j.cnki.11-2246.2017.0170.

二维码定位技术支持下的室内导航电子地图的设计与实现

——以武汉大学图书馆为例

庄莹¹, 黄丽娜¹, 郑恒杰², 刘统硕², 康雨豪¹

(1. 武汉大学资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430079; 2. 武汉大学国际软件学院, 湖北 武汉 430079)

摘要: 随着大型复杂公共室内空间逐渐增多, 室内导航已成为当前基于位置服务(LBS)领域的研究热点。本研究结合空间定位技术和移动地图技术, 设计和开发了一种面向复杂室内空间的导航电子地图, 利用二维码技术进行准确的室内空间定位, 并以武汉大学图书馆为样区, 设计了一套面向复杂室内空间结构的位置编码规则。在此基础上, 开发和实现了可提供图书馆室内定位与最优路径推送的手机端导航电子地图。

关键词: 室内定位; 二维码技术; 室内导航; 最优路径; 图书馆

中图分类号: P28

文献标识码: A

文章编号: 0494-0911(2017)05-0125-04

Design and Development of Indoor Navigation Map Based on QR Code: The Case of Wuhan University Library

ZHUANG Ying¹, HUANG Lina¹, ZHENG Hengjie², LIU Tongshuo², KANG Yuhao¹

(1. School of Resources and Environmental Science, Wuhan University, Wuhan 430079, China; 2. International School of Software, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: With the increase of large and complex public indoor space, indoor navigation has attracted great attention in the field of location based service. In this paper, we design and develop a navigational electronic map for the complex indoor space based on the spatial location technology and mobile map. For the purpose of obtaining the accurate indoor location, the quick response(QR) code is used, and a set of position coding rules for the complex indoor structures are designed. The library of Wuhan University is used as a sample area in the study. Then a mobile navigation electronic map, which is friendly and easy to provide indoor navigation service as well as to advise the optimal path in the library, is developed and implemented.

Key words: indoor location; quick response code technology; indoor navigation; optimal path; library

近 20 年来, GPS 在室外导航的应用发展趋于成熟, 衍生了如 Google 地图、百度地图、高德地图等一系列定位导航软件。然而, 在室外导航逐步趋向成熟化时, 室内导航并没有得到其应有的发展。随着人类需求的增加, 各种内部结构复杂的建筑正逐步占据城市中心, 人们往往在到达建筑外部后不知道如何准确到达建筑内部的某个具体点。利用传统的路标或人工指引显然已不能满足人们对快速定位和寻径的需要^[1], 室内导航具有极强的发展前景。

目前常见的几种室内定位技术如 GPS 定位、基站定位、WiFi 定位等仍难以广泛应用。对于常见的 GPS 定位, 常常会遇到室内建筑屏蔽信号, 在室内实现准确定位难度较大^[2]; 基站定位则需要足够的信

号覆盖范围, 因而建设成本较大^[3]; 而对于 WiFi 定位技术, WiFi 信号需要布置足够高的强度方可实现, 相对复杂^[4]。可以看出, 以上定位方式在定位精度及硬件设备部署成本方面尚无法较好地适应室内导航的需求。

近年来, 随着二维码的使用遍及生活, 其方便快捷的数据存储性^[5]为空间定位提供了另一种可能, 本文创造性地将空间信息存储于二维码中, 利用二维码技术准确匹配室内位置节点, 通过节点来构建矢量模型, 从而通过室内电子地图达到导航目的地。针对武汉大学图书馆馆藏资源丰富、空间结构复杂的特点, 选择该图书馆作为试验样区, 设计并实现了基于二维码定位技术的室内地图导航系统。本文

收稿日期: 2016-07-28; 修回日期: 2017-01-12

基金项目: 国家基础科学人才培养基金(J1103409); 武汉大学大学生创新创业训练项目(S2015531)

作者简介: 庄莹(1995—), 女, 研究方向为制图与地理信息。E-mail: 1102092161@qq.com

通信作者: 黄丽娜

将对研究过程中涉及的关键技术内容如基于二维码的位置信息生成、室内目标位置的分类与编码、室内地图构建与数据组织、网络分析与服务发布、手机端系统设计与实现等进行介绍。

1 基于二维码的位置信息生成

1.1 二维码生成基本算法

二维条码(2-dimensional bar code)也称为二维码,是用某种特定的几何图形按一定规律在平面(二维方向上)分布的黑白相间的图形记录数据符号信息^[6]。其生成基本算法^[7]主要分为以下几个过程:

(1) 数据分析:即确定编码字符类型,从而根据对应字符集转换成符号字符并确定纠错等级。

(2) 数据编码:将数据字符转换为位流,每八位一个码字。首先对数据进行分组,接着根据字符集转换为二进制码序列,再向序列中加入字符数与模式指示符的对应二进制码。

(3) 纠错编码:根据确定的等级产生纠错码字,并加入到数据码字序列的后面。生成纠错码主要是通过 Reed-Solomon error correction 算法实现的,分为三步:①计算校正子(syndrome);②计算错误位置;③计算错误值。

(4) 构造矩阵:先把数据分块,对每一块进行计算,得出相应的纠错码字区块;再把纠错码字区块按顺序构成一个序列,添加到原先的数据码字序列后面;最后把上面的完整序列填充到相应规格的二维码矩阵的区域中。

(5) 掩模:将掩模图形用于符号的编码区域,使得二维码图形中的深色和浅色(黑色和白色)区域能够比率最优地分布。

(6) 格式和版本信息:生成格式和版本信息放入相应区域内。

1.2 位置信息的二维码生成

在生活中,对地点的描述往往是文字性的,如C栋2楼文学区,然而计算机并不能直接将其与地点联系起来。为了能在地图上找到对应地点,笔者对图书馆的多个地点的坐标进行地理编码,形如A1-01-D1,然后用二维码技术生成含有坐标信息的二维码,这样只要用手机进行扫描二维码就可以读取相应位置信息。

如A1图书阅览区的第一个出口处,编码为A1-01-D1,在Version 1的尺寸下,纠错级别为H,则根据Alphanumeric mode字符编码。它是一个包括0-9、大写的A到Z(没有小写),以及某些符号(\$、%

*、+、-、.、/、:和空格)的序列,这些字符会映射成一个字符索引表(如图1所示)。

Char	Value	Char	Value	Char	Value	Char	Value	Char	Value	Char	Value	Char	Value	Char	Value
0	1	0	6	1	6	C	12	I	18	O	24	U	30	SP	36
1	1	7	7	D	13	J	19	P	25	V	31	S	37	/	43
2	2	8	8	E	14	K	20	Q	26	W	32	%	38	:	44
3	3	9	9	F	15	L	21	R	27	X	33	*	39		
4	4	A	10	G	16	M	22	S	28	Y	34	-	40		
5	5	B	11	H	17	N	23	T	29	Z	35	.	41		

注:SP是空格,Char是字符,Value是其索引值

图1 Alphanumeric mode 字符编码表^[8]

(1) 从字符索引表中找到A1-01-D1的索引(10,1,A1,0,1,A1,13,1),两两分组得到(10,1)、(41,0)、(1,A1)、(13,1)。

(2) 把每组转成11bits的二进制码,可得:

(10,1) $10 * 45 + 1 = 451$ 转成 001111000011

(41,0) $41 * 45 + 0 = 1845$ 转成 11100110101

(1,A1) $1 * 45 + 41 = 86$ 转成 00001010110

(13,1) $13 * 45 + 1 = 585$ 转成 01001001001

(3) 连接得到序列 001111000011 11100110101 00001010110 01001001001,再把字符的个数转成二进制(Version 1-H为9 bits):8个字符,8转成000001000,在二进制码前加上编码标识0010和表示字符个数为8的二进制编码,得到:0010 000001000 001111000011 11100110101 00001010110 01001001001。

(4) 添加结束符,如果所有的编码加起来不是8个的倍数,还要在后面加上足够的0。如果还未达到最大的bits数的限制,还须加一些补齐码,重复下面的两个bytes:11101100 00010001。

(5) 通过 Reed-Solomon error correction 生成纠错码。把数据码和纠错码穿插放置,先把数据分块,对每一块进行计算,得出相应的纠错码字区块;再把纠错码字区块按顺序构成一个序列,添加到原先的数据码字序列。

(6) 把完整序列填充到相应规格的二维码矩阵的区域中,并生成格式和版本信息放入相应区域内。使用掩模图像进行XOR操作得到最终二维码。

上述算法可以保证每个二维码可对应唯一的一个地理编码,从而保证了二维码识别定位技术的准确性和可靠性。本项目采用在安卓平台下的二维码识别功能,在地图导航APP中使用谷歌提供的扫描二维码API。通过二维码储存足够量的坐标数据,用户在张贴二维码处进行扫描,获取地理编码字符串信息,再通过解析即可在地图上实现定位。该方法部署简单节约,抗干扰性强,有效避免了出错并可以储存足够的位置信息,适用于在图书馆等大型室

内场所实现。

2 室内目标位置编码

2.1 室内设施分类

在编码体系中,室内地图数据的基本对象是房间、走廊、POI 等^[9],为方便进行地理编码,在此需对室内设施进行分类。首先将所有设施分为两大类:

一类为门、楼梯等可作为路径的通道入口^[10];另一类为其他体现室内环境特征的功能区。一般室内场馆根据其功能具有不同的功能分区。如商场内有餐馆、超市、服装区、娱乐区等;而图书馆内则有图书借阅区、阅览区、自主学习区等。

在本项目中,参照图书馆原有平面图,大致依据不同功能分类,对室内设施分类,见表 1。

表 1 图书馆室内设施分类

功能区设施	对应编码	功能区设施	对应编码	功能区设施	对应编码
图书借阅区	1	自主学习区	11	古籍阅览区	21
办公区	2	新书展区	12	武汉大学文库	22
总服务台	3	团体研修室	13	文科中文保存本图书阅览区	23
新馆正大门	4	第二培训室	14	民国文献、外文图书、港台报刊、 外文报纸阅览区	24
咨询台	5	个人研修室	15	文科中文保存本图书借阅区	25
第一培训室	6	媒体阅览区	16	卫生间	26
博物区	7	贵宾室	17	大厅	27
电子阅览区	8	馆员工作室	18	文科现刊阅览区	28
多功能学习区	9	办公室	19	学术报告厅	29
北出入口	10	文科中心书库、文科外文保存 本图书阅览区	20		

2.2 空间位置编码

由于目前室内地图编码缺乏相关标准,本项目中采用了自行研究创立的编码规则系统,对场馆内部设施进行分类及编码,以建立属性信息与空间点的联系。

项目中选取的图书馆共分为六层楼,每层楼分为 ABCDE 5 个区,对每个定位点进行编码,每个编码分为 3 段,形式为 xx-xx-xxx,如 A2-01-ST7。

各段编码规则如下:

(1) 分区编号。大型场馆内部一般已有分区,沿用该分区既具地理区分性,又符合人类认知。因此,此处编码分区与图书馆分区一致,中间连通地带及其他地区编为 F+楼层号。

具体编码格式为:1 位字母(A-F)+1 位数字。

(2) 功能编号。将功能区作为一个字段编码,有利于用户按需求快速检索到相关区域,体现电子地图的优点。

具体编码格式为:2 位数字。其中,00: 非功能区;01-29: 各功能区编号,对应图书馆所具有的各功能设施类别,如图书借阅区(01)、办公区(02)、卫生间(26)、学术报告厅(29)等。

(3) 门或楼梯编号。门或楼梯是室内一个功能空间实体与外界联通的地方,是路径导航中不可或

缺的节点,因此单独作为一个字段进行存储,以标识该空间点处的可连通性。由于一个功能区中可能具有多个门及楼梯,此处引入数字以做唯一区分标识。

门: D+1 位数字。各区不连续编号,每个区以最靠东北方向的门起编号为 1,再顺时针依次编号。

楼梯: ST+两位数字,每层楼最多有 10 个楼梯,由于各层楼梯大致相同,采用两位数字进行编号,每层同一位置楼梯编号相同,以保证连通性。

其他: 字母 O,适合如厕所、服务台、卫生间等较小且无需区分门的空间,此类节点在路径图中多为悬挂点。

根据以上编码规则,举例如下,1 楼总服务台不属于 A-E 分区中的任何一个,第一字段为 F1,总服务台功能编号为 03,且无需区分门,故属性编码为: F1-03-O; 2 楼 A2 区图书借阅区东边楼梯为: A2-01-ST7。

3 室内导航系统设计与开发

导航电子系统架构图如图 2 所示。本研究在 ArcGIS Server 上发布地图服务(Map Service)及路网分析服务(Network Analysis Service)。Map Service 允许用户以切片方式访问地图; Network Analysis Service 进行网络分析^[11],从而实现同层间的导航及

不同层间的导航。

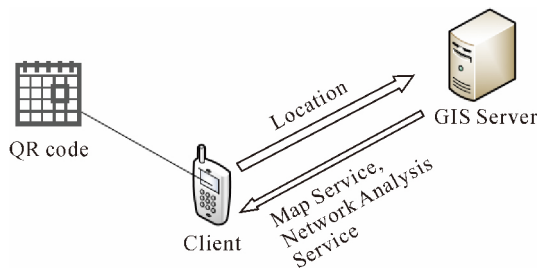


图2 系统结构

在定位节点上,用户可通过人机交互界面扫描二维码(如图3所示),得到对应于定位列表中 Primary Key 字段的索引值。定位列表保存有地图上所有可定位点的信息与索引,该列表由运行在 ArcGIS Server 上的程序自动生成与更新,储存在 ArcGIS Server 的数据库中。当安卓端与 Server 通信时,该列表加载到本地的缓存中,之后的查询指向本地缓存。通过检索列表从 ArcGIS Server 中查找到唯一室内定位点。

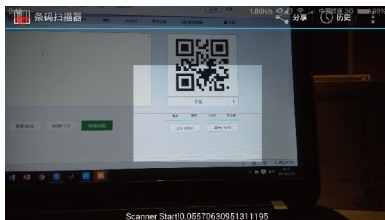


图3 扫描二维码读取定位点信息

该系统对原生的 MapView 控件进行了扩展,更改了其对多个图层的状态控制机制,使其不活跃的图层得以在后台继续加载。当切换到一个楼层时,其他楼层所对应的楼层变得不可见,不响应,但标记图层上与该楼层对应的图形得以显示。这使得每一个楼层所对应的标记都不会相互影响。

该系统的寻径功能针对同楼层和不同楼层的两种情况采取不同的分析策略:

(1) 起点终点在同楼层:使用 ArcGIS for Android SDK 的原生路径分析类,与服务器的 NAServer 通信,得到路径信息,如图4所示。

(2) 起点终点在不同楼层:每一楼层中的各寻路点都是联通的,不同楼层由楼梯相互连接。因此,使用 DFS 算法,首先找到起点距离最近的楼梯,再找到与该楼梯联通的楼层,到达边界时回溯,直到找到第一个可行路径。

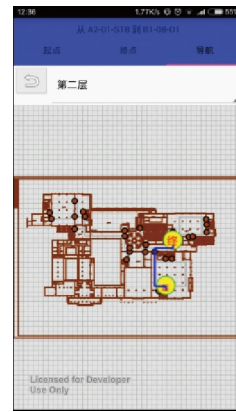


图4 最短路径实现图

4 结论与展望

本文基于二维码的位置信息生成基本算法,以武汉大学图书馆为例,进行了室内电子地图导航系统的设计与实现,为展会、图书馆和博物馆等大型建筑的室内导航提供了有益的探索。通过扫描二维码的方式使用户主动进行定位,它有别于传统手动输入文字的烦琐,利用图片扫描的方式来记录复杂的地理位置信息,同时又极为方便快捷,结果精确,成本低廉,不失为一种室内定位技术的良好方式。随着大型场馆的数量逐渐增多,传统的路标指示牌除了难以提供连续指引外,还存在成本高、数量少、更换困难等缺点。而二维码则可随时更新,还可通过显示屏显示,用户只需在起点处扫描二维码即可获取到终点路径。在图书馆情境下,除了道路指引,该系统经改进后还可提供书架索引、自习座位指引等,大幅度提升图书馆服务质量。随着二维码技术的逐渐成熟与推广,二维码已经成为人们生活的一部分,以二维码作为地理位置信息载体的应用将具有巨大的发展空间。

参考文献:

- [1] 李文武. 基于 OpenWrt Wi-Fi Mesh 网络的室内导航[D]. 大连: 大连理工大学, 2013.
- [2] 曹世华. 室内定位技术和系统的研究进展[J]. 计算机系统应用, 2013(9): 1-5.
- [3] 夏英, 万建斌, 刘素彤, 等. 基于 Wi-Fi 和基站信号强度的室内定位系统设计与实现[J]. 数字通信, 2012, 39(6): 21-25.
- [4] 徐伟. 基于 Android 手机的室内定位技术研究与应用[D]. 武汉: 华中师范大学, 2014.

(下转第 142 页)

的数据,然后通过人工干预的方式对要素进行编辑处理,建立基础地理信息的更新数据库。此外,该模块还提供了拓扑检查、处理,以及多种批量数据处理工具。

3 试验分析

为验证本文方法的可行性和实用性,选取了新都区主城区所在的4幅地形数据区(约110 km²)作为试验区进行数据更新生产试验,作业内容为新都区1:1万、1:5万地形图的更新生产,并建立更新后的1:1万、1:5万基础地理信息更新数据库。与传统生产作业方式的对比见表1。相比于传统更新生产方式,利用基于要素的联动更新技术,生产效率提高了约20%。

表1 两种更新方式对比

更新方式	作业方法	更新面积 /km ²	花费时间 /d
传统更新方式	对不同尺度数据分别进行更新采集	110	30
基于要素的数据更新	对不同尺度数据进行基于要素的更新采集	110	24

4 结 语

本文提出了一种基于要素的多尺度基础地理信息数据联动更新方法,初步实现了跨尺度数据的联

动更新技术;同时设计实现了基于要素的数据同步更新内外业系统。实践证明,该方法能够有效提高数据更新生产作业效率和成果质量,为今后其他联动更新方案提供了参考。

参考文献:

- [1] 刘虎林,闫浩文,刘涛.空间数据变化检测研究进展[J].测绘与空间地理信息,2014(9):25-28.
- [2] 许礼林,王明,郝天平,等.地理信息数据动态更新系统设计与实现[J].地理信息世界,2015,22(6):122-125.
- [3] 王东华,刘建军.国家基础地理信息数据库动态更新总体技术[J].测绘学报,2015,44(7):822-825.
- [4] 朱宏斌,陆海英,盛琦,等.城市基础地理信息数据库更新方案研究[J].测绘通报,2011(1):25-27,37.
- [5] 刘雪松,吴琼,张俊.基础地理信息数据库动态更新生产技术研究[J].测绘与空间地理信息,2013(9):146-148.
- [6] 刘建军,李雪梅,张元杰,等.国家1:25万基础地理信息数据库联动更新技术设计与工程应用[J].测绘通报,2016(4):1-4.
- [7] 常学立,王密,楼燕敏.基于摄影测量的基础地理数据库在线更新系统研究[J].测绘通报,2016(5):69-73.
- [8] 王密,胡芬,廖安平,等.1:5万基础地理信息综合判调更新系统的设计与实现[J].武汉大学学报(信息科学版),2009,34(10):1144-1148.
- [9] 王东华,刘建军,商瑶玲,等.国家1:50 000基础地理信息数据库动态更新[J].测绘通报,2013(7):1-4.
- [10] 赖剑菲,江舟.基于ArcObjects的组件式GIS的开发与研究[J].国土资源信息化,2005(3):29-32.

(上接第128页)

- [5] 杨军,刘艳,杜彦蕊.关于二维码的研究和应用[J].应用科技,2002,29(11):11-13.
- [6] 郭全中.二维码的应用[J].党政论坛(干部文摘),2013(11):26.
- [7] 程裕强,刘爱民,周国军.二维码生成算法研究[J].玉林师范学院学报,2014(5):118-122.
- [8] 陈皓.二维码的生成细节和原理[EB/OL].2013-10-29. http://developer.51cto.com/art/201310/414082_all.html.
- [9] 任玉环,刘亚岚,彭玲,等.室内地图数据标准体系探

讨[J].测绘通报,2015(7):50-53.

- [10] 游天,周成虎,陈曦.室内地图表示方法研究与实践[J].测绘科学技术学报,2014,31(6):635-640.
- [11] 杨泽运,杨金玲,李秀海,等.基于ArcGIS Server的网络地图服务系统设计与实现[J].测绘工程,2015,24(10):41-44.
- [12] 任豪毅.基于二维码的智能手机室内定位方法[D].杭州:浙江大学,2013.
- [13] 高建清,董义,董双林.室内定位技术在高校图书馆中的应用[J].科技情报开发与经济,2013,23(23):6-8.