

实时自适应导航手机地图服务系统的研究和实现^①

鲍文欣 陈临强 (杭州电子科技大学 计算机学院 浙江 杭州 310018)

摘要: 通过分析传统手机地图服务系统,设计与实现了导航手机地图服务系统。系统对地图数据进行有效组织,并通过记录与分析用户的交互操作对用户感兴趣对象进行归类,从而提供实时更新和自适应的手机地图。

关键词: 基于位置的服务;手机地图;实时自适应地图;导航地图;地图服务系统

Research and Design of Real-Time and Adaptive Mobile Map System

BAO Wen-Xin, CHEN Lin-Qiang

(Computer College, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Contraposing the shortage of mobile map in existence, a design of mobile map service system is introduced. The system organizes the map data effectively, records, analyses user interactions, and automatically classifies the objects which interest the user, thereby providing real-time updates and adaptive mobile maps.

Keywords: location-based services; mobile maps; real-time adaptive maps; navigation maps; map services system

1 引言

随着移动通信技术的迅速发展和移动终端的智能化,基于移动网络和终端的增值业务越来越受到人们的关注。特别随着 3G 网络技术的成熟和发展,基于位置的服务(LBS)一个被业界誉为继电话服务、短信服务后又一能改变人们生活方式的增值业务,必将成为电信运营商发展的重点,具有极大的市场和商业前景^[1]。

LBS 中大量的信息与地理信息有关,其中导航和地图服务为其核心服务。由于 2G 和 2.5G 网络系统的网络带宽和网速的限制,以及受定位精度、位置服务质量、手机终端硬件等多种因素的制约,使得基于位置的服务一直处于缓慢增长的状态^[2]。近年来虽然有长足的发展,但依旧不能满足用户对手机导航地图个性化和实时性的满足。本文针对目前已有地图系统的缺陷^[3-5]结合手机地图数据动态更新的需要和手机及网络的特性,设计与实现了一种利用无线网络动态更新并自适应提供个性化导航手机地图的服务系统。

2 技术背景及相关工作

当前,面向智能手机的地图服务系统分为两种模式:本地模式和本地/服务器模式。在本地模式下,智能手机将空间地图数据保存在自身存储空间中,但由于手机本身的存储空间和处理能力十分有限,使得一般的分析功能和服务不能过于复杂,地图数据信息量不能太多,导致应用十分受限。本地/服务器模式则将全部数据或绝大部分数据放在服务器端,而手机端则处理地图信息的接受、解析和显示。这种模式使得庞大的地理信息数据完全摆脱了智能手机在运算速度和存储空间的局限,实现了空间信息完全共享,是今后手机地图服务系统发展的主要方向。

当前在手机设备上没有一个国际标准的格式用于描述和表现地图信息。目前已有的手机地图服务系统所提供的地图信息数据都非常有限,大多采用单纯的栅格图或单纯的矢量图作为地图信息描述和表现格式。栅格图对手机终端的要求非常低,展现的信息也非常丰富,

^① 收稿时间:2009-11-06;收到修改稿时间:2009-12-29

但栅格图缺乏信息的灵活性很难满足用户交互的各方面需求。而矢量图所需网络流量相对较少,操作亦具有灵活性,很好地弥补了栅格地图的缺陷,但其在解析渲染时对终端的计算能力要求极高,因此单纯采用矢量来描述地图信息是完全无法实现实时动态的手机地图服务的。鉴于此,本系统采用栅格矢量相结合的地图格式来平衡和克服手机终端、网络、服务器之间的相互制约及各自缺陷,同时也能很好地满足用户的交互以及实时性和个性化的需求。

3 实时手机地图服务系统

3.1 手机地图服务系统设计

为了生成实时动态且内容个性丰富的手机地图信息,本系统采用以栅格地图为主,辅以所需的矢量数据来构成手机客户端所需的地图数据。手机地图服务系统结构如图 1 所示。

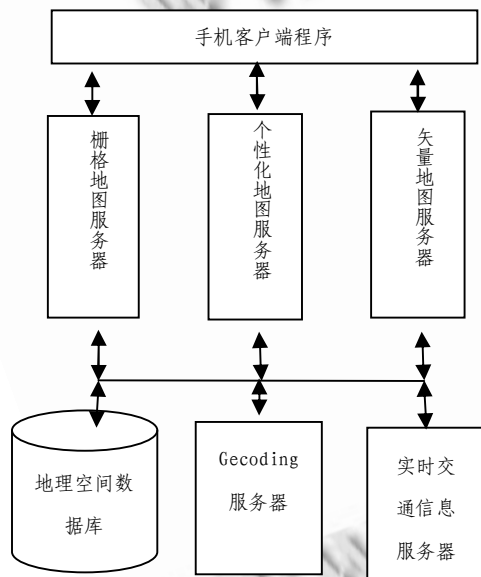


图 1 手机地图服务系统结构

本系统底层由地理空间数据库、实时交通信息服务器、Geocoding(地理信息编码)服务器构成,其中空间数据库以矢量的形式存储地理空间数据。交通信息服务器用于存储汇总实时交通信息,并通过计算获得客户端用户所请求路段区域的较佳行车路线,及周边交通拥堵情况。Geocoding 服务器,用于将用户提交的地理信息如地址、邮政编码、建筑物名称等信息转换成用经纬度表示的地理坐标,亦能根据用户的地

理坐标进行反向操作。

系统上层由静态栅格地图服务器、动态个性化栅格地图服务器、矢量地图服务器构成。其中静态栅格地图服务器用以存放最基本的栅格地图,该地图描述行政区域、道路、路边建筑轮廓、河流桥梁等使用频率极高但数据较为固定的地理信息。单独设立静态栅格地图服务器能有效地保障地图服务的实时性。动态个性化栅格地图服务器将分析用户的请求,随后结合空间数据库和 Geocoding 服务器产生个性化地图图层,来满足用户的需求与爱好。矢量地图服务器,则主要用于根据用户需求结合底层系统获取各种地理交通信息、个性化属性等信息,随后结合栅格地图生成最终地图数据传送给手机客户端。这种系统结构能很好地解决用户手机存储空间有限、更新地图迟缓的问题,同时能较好地实时提供个性化地图服务。

3.2 端架构

手机客户端由地图解析器、地图显示控制器和定位导航模块构成。地图解析器用于读取和解析栅格矢量地图数据。地图显示控制器则作为用户交互界面提供地图的显示和对地图的控制操作,如缩放、平移等操作。定位导航模块则用于计算定位当前位置并结合所获取的矢量信息进行精确的定位与导航。

3.3 地图标准

空间数据间的兼容匹配非常重要。因此为了与更多的空间数据兼容,本系统也采用 WGS84 大地基准面作为参考坐标系。WGS84 是目前使用最多的大地基准面,同时也是全球定位系统(GPS)、北斗定位系统所使用的参考坐标系。为了矢量数据的地图匹配及动态栅格地图图层的匹配更方便与直观,同时为了减少地图服务器生成地图时的计算量,加快地图生成速度,系统采用了基于 EPSG:900913 标准的球面墨卡托投影。

4 系统关键技术与实现

4.1 栅格手机地图的生成和组织

栅格地图生成便捷快速,数据结构简单对手机终端硬件要求极低,且更易于地图信息的共享。相比矢量地图,栅格地图不能无极缩放,但在普通手机地图应用中并非完全需要无极缩放属性,因此本系统通过提供多个缩放级别的地图来弥补这一缺陷。

系统将地图分成 23 个缩放层级,第一层级将整

个世界缩放为 512x512 像素，第二层级为 1024x1024 像素，以此类推，即每一层级的地图宽或高的像素为 $256 \times 2^{\text{层级}}$ 。这样在第 23 层级时的比例尺能达到 1:70.53，每个像素的精度为 0.0187 米，已完全能满足导航手机地图的精度需求。为了适应手机屏幕较小的特性，系统将每一层级地图分成 64x64 像素的小块，这样既可以提高下载速度，同时也避免下载过大地图块而造成的网络流量的浪费。

4.2 个性化手机地图及感兴趣图层的生成

当前已有地图服务系统所提供的多是经过预生成的手机地图，这些地图不是提供了太少的信息就是所提供的信息非用户真正所需。这样的地图不仅满足不了用户需求，也极大地增加了地图的生成和传输代价。考虑到这些缺陷，提出了一种基于用户的自适应个性化手机地图生成方法。系统为每位用户建立一个用户模型，该模型包括两个模块：①基于用户感兴趣地图信息自适应模块。②基于用户位置的认知模块。

系统首先负责将地图信息用域分类模型根据对象的内容和属性描述来进行分类。本系统中，通过域分类模型将空间数据库中的地理数据分类成道路、建筑、景点地名等大类，并对大类进行细化，在本系统中称为系统分类。用户选择其感兴趣的地图信息便被视作对其相关的地理数据服务感兴趣，迅速缩小地图检索范围减少地图数据量，提高地理信息准确度，加快感兴趣图层的生成。

尽管对地理数据进行了相当的细分归类，但用户可能仅对某一特定对象或特定的对象属性产生兴趣。比如，用户选择了宾馆图层，用户多次检索浏览某一名称或某价位区间的宾馆，表明用户对该名称或该价位区间的宾馆更感兴趣。模块一将根据用户的特定感兴趣地理信息或属性进行实时的数据分析与细分，在本系统中称为用户分类对象。模块根据在某个时间间隔阈值内用户对用户分类对象的操作频率以时间优先并结合历史操作对不同用户分类对象赋权值，当用户对用户分类对象的操作频率达到或超过某一阈值时，用户分类对象的权值将被赋以常量值，以此表示用户对该用户分类对象真正感兴趣，如图 2 所示。随着用户的不断交互，系统对用户分类对象的判断精度越高，生成的感兴趣图层内容也更符合用户需求。在用户检索浏览地图时，在一小范围地图区域中如有众多对象的情况下将优先提升用户分类对象的显示比例，从而能有效的改进地图的个性化体验，减少用户等待和查询时间，一定程度上也减少了网络的流量。

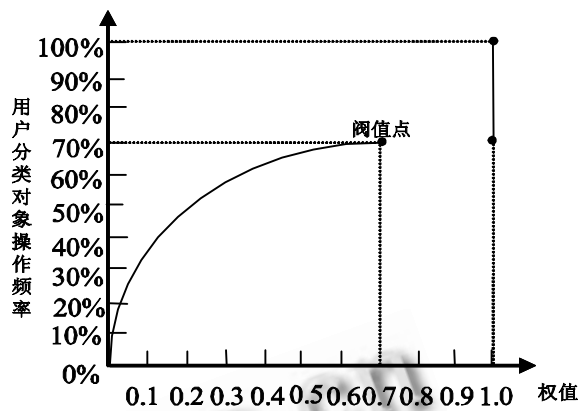


图 2 用户分类对象操作频率与权值

模块二基于用户位置认知模块能使系统快速更新用户当前位置，从而快速获取周边精确的地理信息，提供去感兴趣地点的路径指引服务。当用户处于导航状态时，采用实时动态最短路径规划算法提供当前较佳行进路线，从而避开交通拥堵。

4.3 手机地图的传输与缓存

手机平台作为受限设备，受到内存空间、计算能力、网络带宽与流量等诸多因素的限制，为了最大限度地平衡各方因素，本系统的栅格地图采用 PNG 格式，矢量信息采用 KML(Keyhole Markup Language)语言进行描述。

PNG 格式作为当前所有手机必须支持的唯一图片格式，具有很强的兼容性。同时 PNG 图片格式既能无损地保留图像信息又能将图像最大限度地压缩，在网络上传输时候只需下载 1/64 的图像信息便可以显示出低分辨率的预览图像，因此非常适合手机终端和网络。

KML 为开放地理空间信息联盟标准格式，使用基于标记的结构，含有嵌套的元素和属性，并符合 XML 标准。KML 文件格式指定了一系列的属性集，如点、线、平面多边形、路标、路径、图像、文字描述等属性，对地理数据有很好的描述。同时其设计重点更是关注于地理信息的表现和用户导航的便捷，KML 格式文件能采用各种有效的压缩算法进行压缩传输，因而完全满足手机地图服务的需求。

手机客户端受限于内存、并发线程以及带宽流量，因此必须严格的按所需下载地图数据。为了使地图的操作和显示平滑流畅，系统引入动态缓存机制，将近期下载下来的地图块存于缓存中以备重用。地图缓存容量取决于手机的内存空间大小，采取自动调整方式，当缓存容

量达到极限时采用最近最久未使用算法剔除相应地图块。当每次用户拖动、缩放地图或出于导航状态时,系统都会首先从缓存中检索和显示可用地图块,否则将像地图服务器请求新数据。在导航时,系统自动根据行进方向预下载所需地图块,使地图显示更流畅,极大地改进用户体验。

4.4 实例与实验结果

系统实例采用 PostgreSQL + PostGIS 作为空间数据库,地图生成与渲染服务器采用 GeoServer,自适应逻辑采用 J2EE 架构设计,手机客户端基于 JavaME 平台设计与开发。系统在 Nokia N79、Nokia S60 模拟器及 Sun JavaME 模拟器上测试。在导航测试阶段,当车速在 75km/h 时,手机能非常流畅的下载并显示地图,当车速达到并超过 110km/h 时,受手机屏幕大小及缓存容量等客户端的限制,地图显示存在的轻微跳格现象。在用户检索浏览地图模式的测试中,用户前两次检索酒店时系统所返回的酒店为系统随机抽选十个附近酒店地标,一般各星级酒店均匀分布,如图 3。



图 3 用户前两次检索酒店信息



图 4 用户多次检索四五星级酒店信息

当用户多次检索和点击浏览四五星级酒店后,当再浏览酒店信息时,系统能自适应地在该区域优先选择四五星级酒店地标信息反馈给用户,地图上四五星级酒店显示的数量增加 20%左右,如图 4。

5 结语

随着智能手机的普及和 3G 网络的发展,向手机用户实时提供动态个性化导航地图服务成为可能。本文系统采用客户端-服务器模式,将最新地图数据、交通信息等资料存储在服务器端,实现了手机导航地图的即时更新。系统采用栅格地图和矢量地图相结合的地图组织方式,并配以有效的地图压缩传输和缓存,使得在受限的通信网络和手机客户端能够较好地显示丰富的地图信息。同时系统采取自适应手机地图生成方法,使得手机地图更能满足用户的个性化需求。但由于手机客户端系统的繁多以及移动通信网络的复杂性,系统还有很多问题有待解决。比如系统的集成问题、安全性问题、系统的功能性问题等,这些问题还需在今后的工作中进一步解决和完善。此外,今后还将在基于用户感兴趣地图信息自适应模块中改进个性化自适应算法并采用自适应阈值,进一步提高系统认知与学习精度。

参考文献:

- 1 Roza TD, Bilcey G. An overview of location-based services. *BT Technology Journal*, 2003,21(1):20-27.
- 2 2007 年中国移动位置服务研究咨询报告.[2008-05-16].<http://data.chinabyte.com/259/2701259.shtml>.
- 3 Reichenbacher T. Adaptive methods for mobile cartography. *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference*. Durban, South Africa: Document Transformation Technologies, 2003:1311-1322.
- 4 Doyle J, Han Q, Weakliam J, et al. Developing Non-proprietary Personalized Maps for Web and Mobile Environments. *Lecture Notes In Computer Science*,2005,3428:181-194.
- 5 Peng YW, Xie WP, Zhai BX, Peng ZY. A Personalized Electronic Map System Based on Object Deputy Mode. *Proc. of ICDE Workshops*. 2005:1252-1252.