

基于北斗导航的定位服务平台设计与实现

沈磊贤, 庞佳逸, 张卿云, 徐 鹤

(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210023)

摘 要:针对目前市场上定位服务的需求以及当前市场上的定位系统部署维护成本高的现状,给出了定位服务平台方案的设计与实现,提供 Web 平台化定位服务。该平台以北斗卫星导航系统为基础,辅助以 GPS 和 GNSS 导航系统,综合卫星定位、GPRS 通讯等技术设计硬件。采用 B/S 架构,通过数据库、无线通讯和 AJAX 等手段实现数据的存储和传输,最后在 Web 端展示处理数据的效果。目标为用户提供位置查询、轨迹查询、地理围栏、路线规划、天气查询以及数据可视化等服务。后期还可以结合深度学习等前沿技术提供时间序列预测、驾驶行为分析等大数据功能。个人及企业用户只需要使用相应的硬件即可直接接入平台,方便快捷且降低了部署成本,有利于北斗卫星导航系统的推广和中小企业的业务发展。

关键词:卫星导航;GPRS 通讯;Web 平台;定位服务

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)01-0173-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.01.036

Design and Implementation of Positioning Service Platform Based on Beidou Satellite Navigation System

SHEN Lei-xian, PANG Jia-yi, ZHANG Qing-yun, XU He

(School of Computer Science, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210023, China)

Abstract:In view of the current market demand for positioning services and the high cost of positioning system deployment and maintenance in the market, the design and implementation of positioning service platform scheme is given to provide Web platform positioning services. The platform is based on the Beidou satellite navigation system, assisted by GPS and GNSS navigation system, integrated satellite positioning, GPRS communications and other technologies to design hardware. B/S architecture is adopted to realize data storage and transmission through databases, wireless communication, AJAX and other means. Finally, the effect of data processing is displayed on the Web. The goal of the platform is to provide users with services such as location query, track query, geofencing, route planning, weather query and data visualization. We can also combine cutting-edge technologies such as deep learning to provide time prediction, driving behavior analysis and other big data features. Personal and business users only need to use the appropriate hardware to directly access the platform, which is convenient, fast and reduces the deployment cost, and is conducive to the promotion of Beidou satellite navigation system and SME business development.

Key words:satellite navigation; GPRS communication; Web platform; positioning service

0 引 言

北斗卫星导航系统(Beidou navigation satellite system)是中国正在实施的自主研发、独立运行的全球卫星导航系统。北斗导航系统是主动式双向测距二维导航。地面中心控制系统解算,供用户三维定位数据。它除了具有 GPS 卫星定位的功能以外,还增加了通讯功能,能够在海洋监测、军事通信等一些领域发挥很大的作用。

目前 GPS 垄断国内导航产业 95% 以上,世界范围

内,手机 GPS 的集成率超过 80%。北斗卫星导航系统要挤入市场,在精度没有落后的情况下,降低部署成本是推动企业使用北斗卫星导航系统的最大动力^[1-3]。而硬件成本和平台搭建维护成本是部署成本中的两大组成部分,其中硬件成本是一次性投入,而平台维护成本是长期投入,尤其对于中小企业来说,维护一个平台需要大量的人力物力。定位服务平台的出现可以完美地解决这个问题。平台为用户提供各种需要的功能,包括位置查询、轨迹查询、地理围栏、路线规划等。用

收稿日期:2018-03-08

修回日期:2018-07-03

网络出版时间:2018-11-15

基金项目:国家自然科学基金(61572260,61572261,61672296,61602261);江苏省科技支撑计划(BE2015702, BE2016185, BE2016777)

作者简介:沈磊贤(1998-),男,研究方向为软件工程;徐 鹤,副教授,CCF 会员(19957M),研究方向为信息网络与通信软件。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20181114.1557.054.html>

户只需要使用硬件接入平台即可。硬件的拥有者可以给用户发放权限。任何用户只要拥有相应的权限就可以通过平台了解并管理相应的硬件或硬件组所在的位置。

使用定位服务平台的优势巨大。对企业用户而言,降低了定位系统平台的研发和维护成本,更有利于中小企业在与定位相关领域的发展;此外,对个人用户而言,可以以更低的成本和更便捷的方式实现一整套包括老人、儿童、车辆、电脑、手机等的监控和寻找系统。定位服务平台的应用前景很广,市面上已有的任何与定位相关的业务,包括物流管理、共享单车、外卖、公交定位、网约车等,都可以直接接入平台管理,降低企业维护负担,提高开发效率。还有自行车赛、马拉松赛等长途赛事情况监控这样的非持续性业务也可以轻松搞定,此外,敬老院、学校,尤其是幼儿园可以轻易地部署地理围栏,减轻管理负担。

1 相关研究现状

从定位技术上来说,目前的定位服务平台多使用 GPS。相比于北斗卫星导航系统,GPS 进入市场较早,目前垄断国内导航产业 95% 以上。但是,国内拥有自主知识产权的北斗卫星导航系统在安全性上处于优势,在定位精准度上,中国的北斗卫星导航由 35 颗卫星组成,卫星数目的提高,带来的将是定位精度和服务范围的提高。北斗是全球第一个提供三频信号服务的卫星导航系统。三频信号可以更好地消除高阶电离层延迟影响,提高定位可靠性,除此之外,北斗还拥有自身特有的短报文通信功能。

从服务定位上来说,目前的定位服务专注于实现单一功能,比如实现车辆位置可视化、老人儿童位置监控、野生动物跟踪、物流服务等^[4-7],针对性比较强,自然也就导致普适性较弱,用户无法在同一平台上使用针对不同需求的定位服务。如今针对市场上个人和企业不同需求的定位服务,传统的基于行业用户需求而建立的定位服务模式在可靠性、扩展性和服务多样性等方面已无法满足大众用户的定位需求。此外,现有的很多移动目标定位平台大都依赖于专用的 GIS 平台和专用网络,普遍存在价格昂贵、维护困难的问题^[8-9]。

国内的百度地图、高德地图等的服务普适性虽好,但其一般只提供定位功能,其他部分功能只是提供了 API 接口,就专业人员来说开发和维护需要大量成本,而非专业人员就根本无法享用这类功能^[10]。定位服务可以选择在安卓平台或 Web 平台开发。通过安卓平台开发的定位服务需要通过安卓智能终端使用相应软件才能进行访问,而 Web 端定位服务平台只需要

浏览器便可轻松访问,避免了用户不必要的软件安装。

文中提出的基于北斗卫星导航系统的定位服务平台安全性高,推广了中国的专有技术;通用性强,能够满足不同用户的不同需求;在保证基本定位功能的基础上还提供了信息查询、轨迹查询、地理围栏等功能模块,实用且易操作。

2 相关技术

2.1 卫星定位技术

定位原理:卫星定位的基本原理是根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据,采用空间距离后方交会的方法,确定待测点的位置。如图 1 所示,设时刻 t 在测站点 P 用接收机同时测得 P 点到四颗卫星 S_1, S_2, S_3, S_4 的距离 P_1, P_2, P_3, P_4 , 通过电文解译出四颗 GPS 卫星的三维坐标 $(X_i, Y_i, Z_i), i = 1, 2, 3, 4$, 用距离交会的方法求解 P 点三维坐标 (X, Y, Z) 的观测方程如下:

$$P_1^2 = (X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z - Z_1)^2 + c\delta t \quad (1)$$

$$P_2^2 = (X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2 + (Z - Z_2)^2 + c\delta t \quad (2)$$

$$P_3^2 = (X - X_3)^2 + (Y - Y_3)^2 + (Z - Z_3)^2 + c\delta t \quad (3)$$

$$P_4^2 = (X - X_4)^2 + (Y - Y_4)^2 + (Z - Z_4)^2 + c\delta t \quad (4)$$

其中, c 为光速; δt 为时钟^[11]。

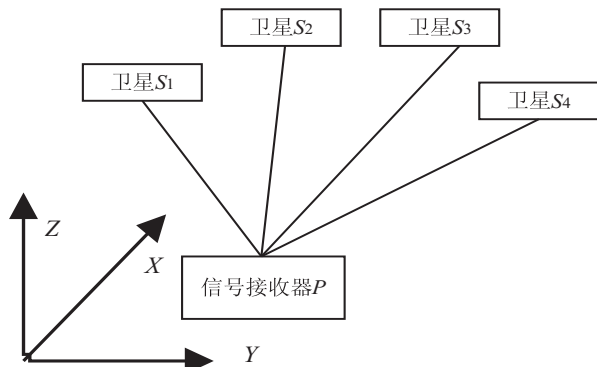


图 1 卫星定位原理

2.2 GPRS 通信技术

GPRS 是通用分组无线服务技术的简称,它是 GSM 移动电话用户可用的一种移动数据业务,GPRS 和以往连续在频道传输的方式不同,是以封包式来传输,采用分组交换技术,能兼容 GSM 网络并在网络上更加有效地传输高速数据和信令,允许用户在端到端分组转移模式下发送和接收数据,不需要电路交换模式的网络资源。GPRS 的传输速率可提升至 56 甚至 114 kbps。GPRS 技术可以在任何时间、任何地点快速

方便地实现连接,其通信原理如图 2 所示。

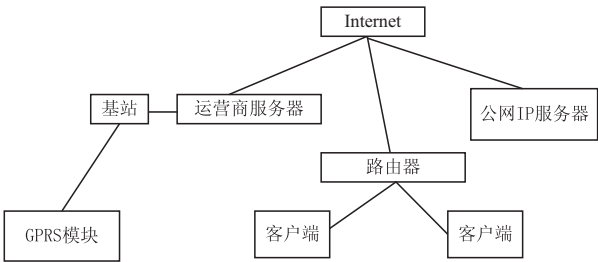


图 2 GPRS 通信原理

GPRS 终端的数据通过基站传输到移动公司服务器,移动公司服务器再通过互联网转发到具有公网 IP 的服务器中,服务器返回的数据再通过互联网发送给移动公司服务器,移动公司服务器再转发给 GPRS 终端。与此同时,客户端可通过访问公网 IP 服务来查看 GPRS 终端上传的数据^[12]。

2.3 AJAX

AJAX 即“Asynchronous Javascript And XML”(异步 JavaScript 和 XML),是指一种创建交互式网页应用的网页开发技术。通过在后台与服务器进行少量数据交换,AJAX 可以使网页实现异步更新,这意味着可以在不重新加载整个网页的情况下,对网页的某部分进行更新。AJAX 并非一种新的技术,而是几种原有技术的结合体,主要包括:使用 CSS 和 XHTML 来表示;使用 DOM 模型来交互和动态显示;使用 XMLHttpRequest 来和服务器进行异步通信;使用 Javascript 来绑定和调用。AJAX 的核心是 JavaScript 对象 XmlHttpRequest,该对象是一种支持异步请求的技术,可以通过 JavaScript 向服务器提出请求并处理响应,而不阻塞用户^[13-14]。

3 系统硬件

3.1 设计方案综述

硬件部分主要有 UM220-III 双模导航授时模块、SIM800C GSM 模块、Raspberry Pi 3 Model B 开发板以及相关串口、USB 口连接线和供电设备^[15-17]。因为 Raspberry Pi 只有一对 TXD,RXD 引脚,所以将定位模块接在 USB 口上,GSM 模块接在串口上,连接图如图 3 所示。

3.2 UM220-III 双模导航授时模块

UM220-III 双模导航授时模块同时支持 GPS 和北斗 BD 定位,同时扩展支持差分 GNSS RTCM2.3/3.0,支持 AGNSS 辅助定位功能,集成度高、功耗低,非常适合对尺寸、功耗要求高的北斗规模应用^[15-16]。

3.3 SIM800C GSM 模块

SIM800C GSM 模块可支持 4 频 GSM/GPRS,模块的物理接口为 42 引脚的 SMT 焊盘,提供了模块的

所有硬件接口。模块的尺寸很小,可以满足应用中对空间尺寸的要求^[16]。模块通过 AT 指令来控制,系统涉及的 AT 指令如表 1 所示。

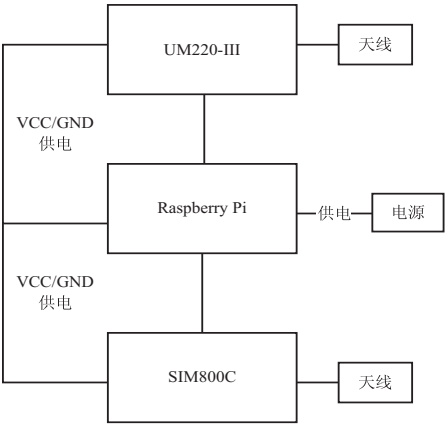


图 3 硬件模块连接图

表 1 系统涉及的 AT 指令

AT 指令		功能
AT	握手	
ATD	拨号	
AT+CSQ	查询网络信号质量	
AT+CREG	查询网络注册情况	
AT+CGATT	查询模块是否附着 GPRS 网络	
AT+CSMS	选择消息服务,可选 GSM-MO、SMS-MT、SMS-CB	
AT+CSCA	短信服务中心地址	
AT+CMGF	优先信息格式	
AT+CMGR	读短信。信息从+CPMS 命令设定的存储器读取	
AT+CMGS	发送信息	
AT+CMGD	删除短信息	
AT+CSTT	设置 APN	
AT+CIICR	激活移动场景	
AT+CIFSR	获得本地 IP 地址	
AT+CIPSTART="TCP","ip",端口	建立 TCP/IP 连接	
AT+CIPSEND	向服务器发送数据	
AT+CIPSHUT	关闭 TCP 连接	

3.4 Raspberry Pi 3 Model B 开发板

Raspberry Pi 是一款基于 ARM 的微型电脑主板,以 SD/MicroSD 卡为内存硬盘,卡片主板周围有 1/2/4 个 USB 接口和一个 10/100 以太网接口(A 型没有网口),可连接键盘、鼠标和网线,同时拥有视频模拟信号的电视输出接口和 HDMI 高清视频输出接口。以上部件全部整合在一张仅比信用卡稍大的主板上,具备所有 PC 的基本功能,只需接通电视机和键盘,就能执行如电子表格、文字处理、玩游戏、播放高清视频等诸

多功能^[17]。树莓派配套使用软件:Putty:通过 IP 登入树莓派;Xrdp:远程连接登入树莓派;Minicom:访问串口和 USB 口,实现数据传输。

4 系统设计

4.1 数据传输

硬件模块获取相关数据,通过 GPRS 通信和公网

IP 传到服务器,服务器上实时将数据存入数据库。网页上利用 AJAX 技术,通过 JavaScript 请求 PHP 服务端访问数据库从而读取数据,部分功能需要请求 Web 服务获取相应返回参数,JavaScript^[18-19]处理数据最后通过 HTML 显示,数据传输流程如图 4 所示。

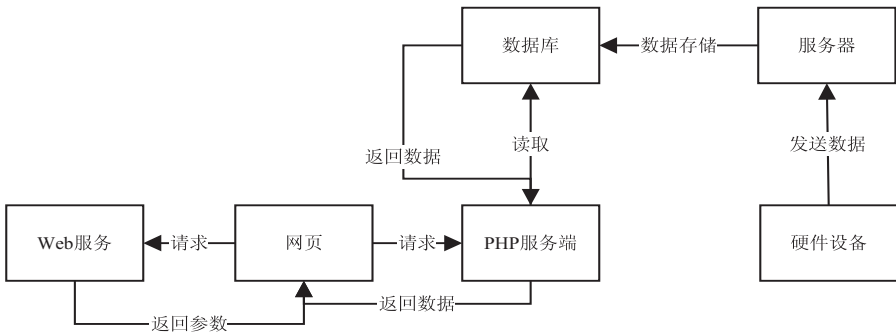


图 4 数据传输流程

4.2 数据库建模

硬件设备获取物体数据包括经纬度、海拔、当前接收信号卫星个数、信号质量、系统误差。一个用户可以

拥有多个硬件设备,且每个设备拥有唯一 id,用户设置用户名和密码登入平台,数据库建模 ER 图如图 5 所示。

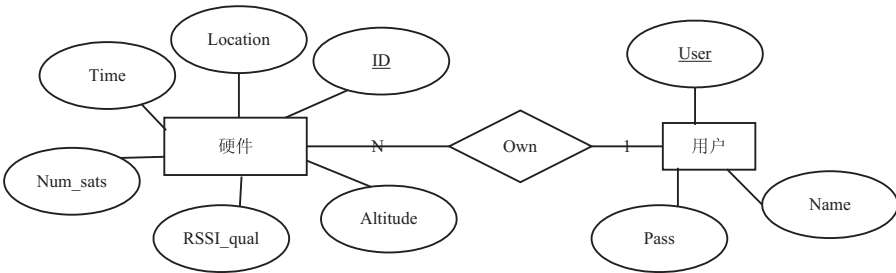


图 5 数据库建模 ER 图

4.3 系统功能

系统以高德地图 API 为基础进行二次开发^[20],功能模块上主要分为信息查询、监控管理、本地数据可视化。具体系统功能分析与测试如下:

4.3.1 位置查询

使用方式:用户通过 id 选择设备(组)后,地图上会展示该设备(组)的位置信息,同时展示设备的经纬度,海拔,当前接收信号卫星个数,信号质量和定位误差信息。

应用场景:适用于一切需要获得定位信息的场景,比如:物流类场景,了解设备所在位置;共享单车类场景,展示单车分布,方便调度;寻找类场景,查找设备、车辆、老人、儿童等所在位置。

4.3.2 轨迹查询

使用方式:用户通过 id 选择设备(组)并指定时间(没有指定时间时,默认展示最近 4 小时的轨迹),地图会展示该设备的运动轨迹。同时通过巡航栏还原运动过程,可获得运动距离,时间等信息。

应用场景:适用于需要得到物体历史移动信息的场景,比如网约车、出租车的行程轨迹;马拉松等比赛选手的移动轨迹。

4.3.3 地理围栏

使用方式:点击设置电子围栏后,用户可在右侧地图上标记至少三个点,组成多边形围栏,确认后地图上显示围栏形状,用户同时可以右击显示功能框进一步编辑围栏。点击查看围栏按钮时,地图上展示之前设置的地理围栏和相关设备与地理围栏的位置关系。如果有短信提醒等功能需求也可以满足,当与围栏绑定的设备发生预设的行为比如进入、离开、逗留等时发出提醒。

应用场景:主要适用于监管类场景,比如:共享单车类场景,停车区域限制;监护管理场景,老人,儿童离开指定区域时发出提醒。

4.3.4 路线规划

使用方式:指定起点终点后系统自动规划最佳行驶路线,包括驾车、骑行和步行的路线规划。

应用场景:调度类场景,为远程调度自动规划路线。

4.3.5 天气查询

使用方式:因为卫星定位必须在室外,所以必须要考虑到天气问题,此功能可以展示指定地点当前与最近 4 天的天气情况。

应用场景:快捷地了解目标地址的天气情况。

4.3.6 上传本地数据

使用方式:上传指定格式的本地数据,可以在地图上展示对应的轨迹、分布或热力图像。

应用场景:用户拥有相关数据,应用于数据可视化和大数据分析。

5 结束语

文中提出的定位服务平台的设计方案,符合市场需求,具有一定创新性,安全性高,推广了中国的专有技术,通用性强,能够满足不同用户的不同需求,在保证基本定位功能的基础上提供了信息查询、轨迹查询、地理围栏等功能模块,实用且易操作。平台未来可以在已有基础上结合大数据分析、深度学习、计算机视觉等前沿技术增加时间序列预测,驾驶行为分析等更加智能化的功能,在很多细节上还需要不断完善。硬件上需要进一步集成,缩小体积方便使用,硬件功能上也可以进一步增加,比如北斗的短报文功能、图片信息的展示等。

参考文献:

[1] 唐金元,周洪霞,王思臣.北斗卫星导航系统应用特性分析[J].中国设备工程,2017(8):161-163.

[2] 苏雪梅.导航卫星发展概述[J].科技经济导刊,2016(25):81-82.

[3] 杨少鲜,崔克萍.透过四大典型企业看我国北斗产业发展现状[J].卫星应用,2017(11):56-63.

[4] 李林,杜程,武思齐.一种基于蜂窝网络的高速公路位置服务系统[J].西安邮电大学学报,2016,21(4):102-108.

[5] 张红平,张一,蒋捷,等.基于天地图和北斗定位的藏羚羊跟踪与保护系统开发[J].地理信息世界,2015,22(2):31-33.

[6] 仲跻炜,陈大吾,朱峰.基于北斗高精度定位和车道级高精度地图的车辆监控平台设计与实现[J].全球定位系统,2015,40(4):50-55.

[7] 宋博,刘静华,陈殿生,等.实时定位监护系统—保障老人的健康安全生活[J].机器人技术与应用,2013(3):38-42.

[8] 陈霄凯,刘明辉.基于 Google Maps 的通用定位服务平台的开发研究[J].计算机技术与发展,2011,21(11):215-218.

[9] 施闯,章红平,辜声峰,等.云定位技术及云定位服务平台[J].武汉大学学报:信息科学版,2015,40(8):995-999.

[10] 龙际梦,刘宏建,蔡中祥,等.主流网络地图应用开发 API 技术研究[J].北京测绘,2015(3):79-82.

[11] 孔志宏.全球卫星定位系统原理及应用[J].山西科技,2006(1):27-28.

[12] 陈凯旋,谢海滔.GPRS 原理及其应用[J].铁道通信信号,2003,39(7):7-8.

[13] LI Jingmei,ZHANG Baoquan,WU Yanxia. Research of data processing method based on ajax technology[J]. Advanced Materials Research,2013,791-793:1454-1457.

[14] 夏天.Ajax 站点数据采集研究综述[J].现代图书情报技术,2010,26(3):52-57.

[15] 怀洋,邵琼玲,路振民.北斗/GPS 混合定位模块 UM220 应用研究[J].国外电子测量技术,2014,33(3):76-79.

[16] 张远海,翁佩纯.基于北斗 GPS 模块 UM220 和四频 GPRS 模块 SIM800H 的人员定位应用研究[J].电子设计工程,2016,24(13):107-109.

[17] 梁元,骆乃瑞.基于树莓派的移动环境检测装置:CN203605974 U[P].2014-05-21.

[18] 邱炳发,马燕.基于微信的研究生信息服务系统的设计与实现[J].计算机技术与发展,2016,26(1):190-194.

[19] 刘华星,杨庚.HTML5—下一代 Web 开发标准研究[J].计算机技术与发展,2011,21(8):54-58.

[20] 邢伟寅.基于高德地图的高校校园信息查询系统的设计与实现[J].信息与电脑:理论版,2015(18):76-77.