

基于 JAVA 的 GPS 位置服务系统的构建与应用*

洪沙¹, 李川^{1,2}, 胡勇³, 王勇¹

(1. 重庆大学 软件学院, 重庆 400044; 2. 重庆工商大学, 重庆 400067; 3. 重庆市水利电力职业技术学院, 重庆 402160)

摘要:介绍了利用 JAVA 技术构建一种 GPS 移动定位服务系统的方法。GPS 接收终端接收 GPS 卫星发送的定位数据,由基于 J2ME 的移动计算系统采用差分 GPS 算法进行解析,并通过无线 GPRS 网络向定位服务器提交位置查询,基于 J2EE 体系的定位服务器经过计算和数据查询,将结果返回给移动系统,由移动系统进行位置图形显示或进行进一步的处理,从而构建了一套完整的高精度移动定位服务系统。

关键词:移动定位; JAVA; 移动计算; 无线网络

中图分类号:P228.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2005)02-0116-05

Construction and Application of GPS Location - based Services System Based on JAVA

HONG Sha¹, LI Chuan^{1,2}, Hu Yong³, WANG Yong¹

(1. Software School, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China; 2. Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, P. R. China; 3. Chongqing College of Water Resources and Electric Engineering, Chongqing 402160, P. R. China)

Abstract: A method of constructing GPS - based positioning services system by means of JAVA technology is introduced in this paper. The position data, which are sent from GPS satellites, are received by GPS receiving terminal and are analyzed by mobile computing client developed on J2ME in accordance with the differential GPS algorithm. The client submits special position querying information to position server in way of wireless GPRS network. After computing and data querying, the server developed by J2EE returns results to the mobile device. Then, the mobile computing client displays the position map or carries out further processing. All of these form a highly precise location - based services system.

Keywords: mobile positioning; JAVA; mobile computing; wireless network

当今社会是一个信息的社会,人们对于信息的需求就如同对空气和水的需求一样,须臾不能离开。据统计,当今人们所使用的信息中有 80% 以上的信息与“位置”有关,人类几乎每天的活动都要考虑自己身在何处,目的地在何方,这些都或多或少地涉及到位置信息。为了满足人们能在任何时间、在任何地点、对于任何人、对任何事情都能获取所需的位置信息的需求,一种功能强大且使用方便的位置服务系统是非常必要的。

位置服务又叫基于位置的服务(LBS, Location - based Services),是一种通过无线网络和互联网络,获取无线移动用户的位置信息,并给无线移动用户提供相应的所处环境的信息以及其他进一步的如导航、控制等服务的一种业务。获取无线移动用户位置信息的技术目前一般有三种^[1]:基于小区 ID 的定

* 收稿日期:2004-12-22

作者简介:洪沙(1962-),男,重庆人,副教授,博士后,主要从事 GPS、计算机图形学及软件项目管理的研究。

位方法、OTDOA-IPDL定位法和网络辅助的GPS定位法。基于小区ID的定位方法是根据移动基站与小区ID相对应,并将移动用户所处的小区ID映射为具体地理位置的方法,定位精度较差。OTDOA-IPDL利用UE接收来自同一移动用户从不同小区发射信号的时间延迟量与不同小区之间的距离差进行计算,从而实现具体时刻无线移动用户的定位,这种方法实际上是一种预测的定位,因而定位精度仍然不高,一般只有几百米,在郊区等移动基站较少的地方,甚至低到几公里甚至几十公里。网络辅助的GPS定位^[2]是依靠UE GPS接收处理与网络的交互完成UE位置的定位,其定位精度高,但需要UE能力的支持。目前这几种移动定位技术主要针对手机用户,而手机的发展由受到自身在内存、显示等硬件方面的限制,在进一步开发LBS方面尚有难以克服的瓶颈。另一方面,近年来个人数字助理(PDA)、便携式计算机等移动设备不断发展,同时在硬件上具有手机所不可比拟的优势。为了满足各种不同移动设备用户的需求,适应不同移动设备不同类型的操作系统,本文在基于JAVA的体系结构上,构建了GPS位置服务系统。该系统作为一种下一代的位置服务系统,在定位精度上可以精确到10m以内。

1 GPS位置服务系统的工作原理

GPS位置服务系统中的GPS接收终端接收GPS卫星发送的信号,并对其进行解析,完成定位数据的采集;然后GPS接收终端把采集到的数据通过GPRS网络发送到定位服务器;定位服务器接收终端的位置信息,存入数据库,供地图终端查询;各地图显示终端(如JAVA手机、PDA、便携式电脑、甚至包括一般PC)根据需要向定位服务器发出查询请求;定位服务器接收到位置查询请求,查询数据库,把结果返回给请求者;各地图显示终端根据返回的结果在本地的GIS系统中进行图形显示,并可以做进一步的处理,如控制、跟踪等。

在结构上,该系统可以分为如下几个子系统:GPS信号接收、解析和网络(GPRS)发送子系统;位置数据库服务子系统(定位服务器,即webGIS);服务请求和终端地图显示子系统。事实上,在移动位置方面,GPS信号的接收、解析和发送与服务请求和终端地图显示功能都是在移动用户本地实现的。而GPRS无线网络只是一个载体,通过这个载体实现客户端与服务器的连接。为了实现进一步的追踪、控制等功能,系统也支持桌面系统的PC通过互联网访问定位服务器,并通过定位服务器对移动设备用户进行监控和干预。这些进一步的处理功能是在本系统基础上的二次开发和应用。因此,系统总体上包括三层的分布式计算模式,分别是客户端的数据采集与显示、定位服务器和逻辑服务应用。

2 JAVA在系统中的应用

要适应同一个GPS位置服务系统下不同用户的使用,必须考虑到不同用户使用的移动设备。由于LBS的发展是随着移动设备硬件而发展起来的,而不同的移动设备制造商从自身的利益出发,使用了不同的操作系统。例如,我们常见的便携式电脑所使用的Windows、Macintosh OS、Linux等操作系统,PDA和手机等所使用的嵌入式操作系统Windows CE、Palm OS、嵌入式Linux和EPOC等。

以上这些不同操作系统及其对应的设备都可能是移动定位系统的接收平台和终端设备,如果针对这许多的操作系统分别进行编程,那么将是一个非常繁杂的任务,而且系统维护和升级的工作量更大。为了解决这个跨平台的问题,实现位置服务系统终端的多样性,必须采用一种跨平台的系统。

JAVA正是这样一种理想的平台。JAVA的最大目标和特点,就是“一次编写,到处运行”的平台无关性。JAVA可以和浏览器结合在一起,因而很自然地得到广泛应用。从计算的结构来看,目前的JAVA 2平台主要分三个版本的应用:第一是服务器端,这里就有了J2EE(JAVA 2 Enterprise Edition);第二是PC,包括便携式电脑,这一类用的是J2SE(JAVA 2 Standard Edition);第三类是掌上电脑、移动手机等,用的一般都是J2ME(JAVA 2 Micro Edition)。

在系统设计方面,根据JAVA各个版本的特点,采用J2ME平台进行终端的开发,这样,只需要各种不同的操作系统提供对应的J2ME虚拟机就行了。在定位服务器平台采用J2EE,在逻辑服务应用方面使用J2SE进行开发,从而有效适应LBS的需要。

3 定位服务器功能实现

定位服务器的功能是基于 J2EE 实现的。定位服务器是整个移动定位系统的中枢神经,是整个移动定位网络的数据交换平台和数据存储仓库,它以多种多样的方式为网络中的终端提供服务,包括 Web 服务、TCP/IP 端口服务、手机短信服务、电子邮件服务等手段^[3]。

由于移动定位系统的特点是网络内的终端多、系统容量大、数据实时性要求比较高,而且终端设备的差别大,需要的访问方式多,因此对本子系统的稳定性、灵活性、扩展性提出了很高的要求。从以上要求出发,设计的系统模型如图 1。



图 1 定位服务器模型

为了保证系统的稳定性和扩展性,把本子系统内部划分为三个层次:数据层、EJB 层和应用层。EJB 层是系统的核心所在,它既是存取底层数据库的通道,又为应用层提供了一个统一的访问接口,以实现对各种不同形式的服务的支持。

服务器端的系统实现过程如图 2 所示。图 2 中共涉及四个对象:User、PositionManager、GPSObject、Position。User 对象代表查询服务的使用者,

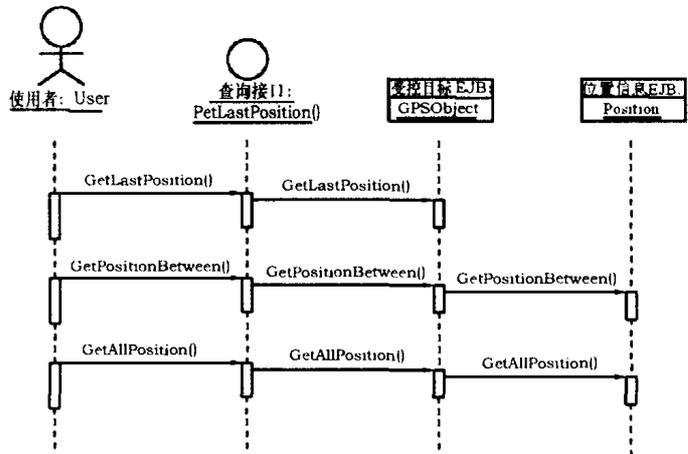


图 2 服务器系统时序图

这个使用者是一个广义的使用者,它不是代表用户,而是代表运行在应用层的一系列使用查询服务的程序。比如:一个 Servlet 服务程序、一个 JSP 页面等等。PositionManager 对象是应用层和 EJB 层之间进行交互的接口,应用层的程序都通过这个接口来访问 EJB,得到位置数据。GPSObject 对象代表一个受控的 GPS 地图目标,在这里它是一个 EJB 的实体对象(Entity Bean),提供对受控目标位置的访问。Position 对象代表一个受控目标

的位置点,它也是一个 EJB 对象,一个 GPSObject 对象对应于多个 Position 对象,以存储该对象的运动轨迹,提供历史信息的查询服务。在 PositionManager 接口中,定义了三个接口方法供应用层访问 EJB,分别是 getLastPosition、getPositionsBetween、getAllPositions。getLastPosition 用于取得最近一次的位置信息,getPositionBetween 用于取得一个时间段内的位置信息的序列,getAllPositions 用于取得受控目标的所有历史位置信息。

4 客户端功能实现

4.1 客户端的组成

客户端的功能是在移动终端设备上实现的。移动终端模块主要负责把位置信息可视化的显示在图形化的电子地图上,并实现与用户进行交互,为用户提供一个集成的友善的操作界面。它是用户和定位服务之间联系的纽带。如图 3,客户端主要包括 GPS 接收模块、网络通讯模块和移动地图模块。

4.2 GPS 数据的接收与解析

GPS 接收模块通过接收卫星信号解算出自身的位置、速度和其他信息,以实现定位导航功能。利用串口通信获取 GPS 信息,我们希望能够 5 s 更新一次经纬度和时间数据,更频繁的数据更新会白白浪费移动终端设备有限的电池。GPS 每 1 s 发送 10 条数据,每 5 s 就是 50 条,我们从中挑选需要的数据,其余信息可忽略掉。软件接口的通讯协议采用 NMEA0183 ASC II 码协议,此协议是 GPS 导航设备的统一标准。我们不需要了解通信协议的全部信息,只需要从中挑选我们用得上的线路数据位信息。GPS 信号

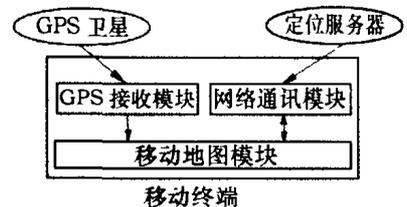


图 3 移动终端模块图

的解析可以按照文献[4]的标准进行转换。例如,当接受到的数据为:“\$GPRMC, 162836, A, 46.868, N, 34.432, E, 001.9, 201203”,信号可以直接解析为:在2003年12月20日16时28分36秒,定位目标于东经34.432度,北纬46.868度。

4.3 差分GPS算法实现高精度定位

如果直接将接受到的数据流用于定位,将会产生较大的偏差。GPS定位是利用一组卫星的伪距、星历、卫星发射时间等观测量和用户钟差来实现的。要获得地面的三维坐标,必须对至少4颗卫星进行测量。在这一定位过程中,存在三部分误差:第一部分误差是各用户接收机固有的误差,由内部噪声、通道延迟、多径效应等原因造成,是一种无法消除的系统误差。第二部分是由传播延迟导致的误差,通过减少基准接收机和用户接收机的距离可以尽可能的消除。在本系统中,其误差可以忽略不计。第三部分是最主要的误差,是由卫星钟误差、星历误差、电离层误差、对流层误差等引起的。

对于常规C/A编码的GPS接受和解析的定位系统,由于以上三部分误差的叠加,其最高精度也只能达到数十米。由于卫星钟误差和星历误差可以通过调整精确的时钟脉冲消除,因此我们利用差分GPS技术来消除电离层误差和对流层误差。

通过解算GPS接收到的二进制编码的星历数据流,系统可以得出卫星的位置,从而获得四颗卫星的网格坐标,利用内插差分法计算用户电离层穿透点的垂直延迟值,内插公式为

$$D_{ionl}^u(\lambda_u, \varphi_u) = \sum_{i=1}^4 W_i(x_u, y_u) D_{ionl}^i \quad (1)$$

式中: x_u, y_u 为4颗卫星的坐标,m赫 λ_u, φ_u 为接收点经度,纬度; $W_i(x_u, y_u)$ 为卫星坐标的转换系数,根据四颗卫星之间的相对位置差分计算而得; D_{ionl}^i 为第*i*颗卫星的垂直延迟值,m; D_{ionl}^u 为校正后的垂直延迟值,m。

在考虑垂直延迟的基础上考虑倾斜因子 F_u (由四颗卫星与接收点的相对位置差分决定)的影响,利用下式求解电离层穿透点的实际延迟值 D_{ionl}^u ,从而消除了电离层误差的影响:

$$d_{ionl}^u = D_{ionl}^u(\lambda_u, \varphi_u) F_u \quad (2)$$

另一方面,使用改进的Hopfield差分模型对对流层进行修正:

$$\Delta D_{trop} = \Delta D_{dry} + \Delta D_{wet} \quad (3)$$

式中: ΔD_{trop} 为对流层修正量; $\Delta D_{dry}, \Delta D_{wet}$ 为干、湿分量,由卫星高度仰角,用户地心向径及用户位置函数决定。

在实际应用中,通过差分GPS算法,可以完全消除对定位精度影响最大的电离层误差和对流层误差,从而将定位精度提高到10m以内。

4.4 网络通讯的实现

网络通讯模块主要负责移动设备和定位服务器之间的通讯,其传输的具体内容有:终端设备的位置信息(上行)、查询位置的请求指令(上行)、由服务器返回的位置信息(下行)、更新地图的请求指令(上行)、下载的地图信息(下行)等。传统的与定位服务器之间的通讯是直接通过TCP/IP Socket连接的,系统升级和维护的工作量大,程序难度高,所以我们使用HTTP连接实现Web Service方式调用。

由于HTTP是在TCP/IP之上的一个针对Web传输的专用协议,因此使用此协议进行开发,能使系统具有更好的适应性和扩展性。同时,使用XML对传输对象进行描述,极大的提高了系统的可移植性。J2ME提供了开发无线应用的标准类库,最关键的是J2ME提供了通用的支持输入、输出的互联框架,使用这个框架允许无线设备具有网络通讯输入/输出的可编程能力,其调用格式为:

```
Connector.open(".....");
```

所有的连接都通过调用javax.microedition.io.Connector类中的方法open来创建,通过这个连接类,我们可以方便的实现无线设备与PC服务器进行TCP/IP的socket的通讯:

```
StreamConnection conn = (StreamConnection)
```

```
Connector.open("socket://www.site.com:8080");
```

```
InputStream in = conn.openInputStream();  
OutputStream out = conn.openOutputStream();
```

在实际应用中,使用更广泛的是透过防火墙来访问企业数据库的 Http 方式,我们也可以简单的使用下面的方式来实现无线设备与 PC 服务器进行 TCP/IP 的 http 通讯:

```
HttpConnection conn = (HttpConnection)  
Connector.open("http://www.site.com/index.jsp");  
InputStream in = conn.openInputStream();  
OutputStream out = conn.openOutputStream();
```

5 结论

1) 基于 JAVA 的 GPS 位置服务系统有效克服了传统的定位方法关于定位精度和扩展服务的弱点,可以在目前应用的定位服务精度数百米的基础上降低到 10 m 以内,并可以在多种移动平台之间进行数据交换,是一种全新的下一代位置服务系统。

2) 该系统的设计充分考虑了平台适应性,其功能可裁剪,系统可伸缩,针对不同行业可以加载相关的专业扩展模块或者进行二次开发。

3) 随着嵌入式技术、无线网络技术的快速发展,未来的定位系统拥有更多可用资源,可更大程度上满足空间数据的计算与可视化,未来的移动定位系统将会和移动数据库技术、移动服务器技术、移动多媒体技术、穿戴式电脑等技术紧密结合,从而实现人类与地理信息之间更为良好的互动。

参考文献:

- [1] 刘继兴,李军,张纪金. 3G 网络中 LBS 的分析与发展思路[J]. 中国数据通信,2003,(8):61-65.
- [2] 英国国家标准 3GPP BS 25.305[S]. Stage 2: Specification of UE Position in UTRAN,2002.
- [3] ArcPad: Mobile Mapping and GIS. An ESRI White Paper[M]. New York: September 2000.
- [4] GB18072-99,地球空间数据交换格式[S].