

移动交通信息服务系统的体系结构与关键技术

周永华

(北京交通大学电子信息工程学院, 北京 100044)

摘要: 阐述了移动交通信息服务系统的功能目标, 设计了系统结构, 提出了基于移动网络、移动定位、交通地理信息系统、交通流数据采集与处理、基于 XML 的交通地理信息组织与应用、网格计算、流媒体服务等关键技术的解决方案。提出了基于预测控制的车辆导航技术, 并以此为例, 分析了所设计系统及关键技术的应用。

关键词: 移动信息服务; 智能交通系统; 设计; 关键技术

Architecture and Critical Techniques of Mobile Transportation Information Service System

ZHOU Yonghua

(School of Electronics and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044)

【Abstract】 This paper elucidates the functional objectives of the system of mobile transportation information service, designs the system architecture, and proposes the solution based on such critical techniques as mobile network, mobile positioning, geographical information system for transportation, traffic-flow data collection and processing, XML-based organization and application of transportation geographical information, grid computing, flow media service, etc. The technique of predictive control-based vehicle navigation is presented, which is set as an example to analyze the application of designed system and employed critical techniques.

【Key words】 Mobile information service; Intelligent transportation system; Design; Critical Technique

智能交通系统应用先进的信息技术, 例如计算机、互联网、通信、自动化及信息处理, 对传统交通运行系统进行改造, 以增强系统运行效率、提高系统安全性和可靠性、减少环境污染等。智能交通系统通过交通管理指挥中心来控制移动的车辆和出行者, 但它们之间还缺乏有效的信息交换渠道。

移动通信技术的迅猛发展为移动交通信息服务提供了强有力的支持。依赖于固定和移动网络的移动交通信息服务系统将会极大地增进交通管理指挥中心和移动的车辆及行人之间的信息交流, 方便出行活动, 合理分配和控制交通流。本文将讨论移动交通信息服务系统的功能需求、总体结构和系统实现所依赖的关键技术, 并以系统的重要功能即车辆导航为例, 阐述所设计系统及关键技术的应用。

1 功能目标

移动交通信息服务系统的目标是实现移动车辆及出行者在任何时刻、任何地方能够得到交通信息服务。主要功能如下:

(1) 车辆和出行者移动定位。提供不同精度的定位方法以满足不同用户和不同情况的定位需求, GPS 定位技术主要用于高精度定位例如车辆导航。

(2) 交通信息移动查询。驾驶员和出行者可以通过移动设备随时随地得到所需要的信息, 例如交通流信息、违章信息、付费信息、公交信息、停车场信息等。

(3) 自动选择交通信息服务器。移动交通信息请求与服务是海量级别的, 单台甚至几台服务器不能满足实时服务需求, 网格计算机将用于服务任务的自动负载均衡。

(4) 车辆运行前方道路的交通流信息实时发布。除了传统

的交通流检测手段, GPS 也用于交通流的检测。实时交通流信息可通过数据融合和数据挖掘方法得到。实时交通流信息通过流媒体技术发布。

(5) 移动车辆的辅助导航。基于工业控制中先进的控制方法——预测控制, 实现有性能保障的交通流诱导服务。使用网格计算机, 确保大规模计算的实时性。

(6) 交通信息和服务下载。通过固定和移动网络, 提供电子地图及其更新下载, 提供个性化的信息服务定制, 例如旅行安排、交通信号控制器程序配置。

(7) 停车诱导服务。停车常常是一件费时的事情, 停车场也是非常珍贵的资源。该系统可以帮助司机找到经济、方便的停车场所。

(8) 物流信息服务。对于物流过程实现实时跟踪和监控。该功能的实现涉及到分布式、异构系统的信息共享与应用集成问题, Web 服务 (Services) 是一个低成本、操作性强的解决方案。

(9) 特殊事件处理。提供紧急事件发生和举办大型活动时的交通指挥和调度服务, 通过移动信息服务, 避免交通拥堵, 增进交通安全。

2 体系结构

图 1 给出了移动交通信息服务系统的体系结构。驾驶员

基金项目: 中国博士后科学基金资助项目(2004036071)

作者简介: 周永华(1970—), 男, 博士, 主研方向: 系统集成, 智能交通系统

收稿日期: 2006-03-01 **E-mail:** zhouyonghua@tsinghua.org.cn

和出行者通过车载嵌入式系统、智能手机或者个人数字助手PDA发送信息服务请求。基于GPS的定位装置的基本组成由GPS接收机、微计算机和无线通信设备组成。当信息服务请求通过移动和固定网络被发送到指挥服务器后,请求信息将被传送到相关服务器进行处理。交通流数据服务器主要收集交通流检测网络通过线圈、红外、微波、视频和GPS检测到的交通流数据,并应用数据融合和数据挖掘方法对数据进行处理。交通地理信息系统(GIS-T)服务器提供具有交通图层(交通流、信号控制器、视频监控设备等)的电子地图。应用服务器主要处理交通管理局域网内客户/服务器模式下的请求服务。Web服务器主要处理互联网用户浏览/服务器模式下的请求服务。移动信息服务器处理移动网络用户通过手持设备的请求服务。Web服务负责提供特定的功能服务,例如车辆身份验证、电子银行支付和电子地图服务等。网格用于实时计算和负载均衡,例如车辆导航和车辆运行前方道路的交通流信息发布。网格计算机中的应用服务器主要负责计算车辆导航策略和车辆运行前方道路的交通流信息生成,流媒体服务器负责实时交通流的传输控制服务,通信服务器负责通过无线网络的直接通信。

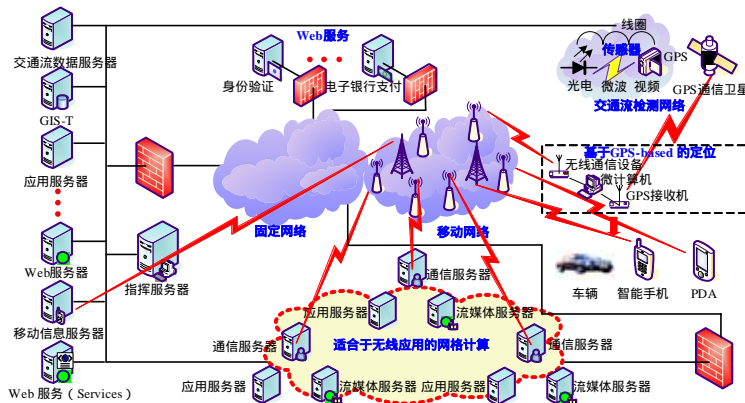


图1 移动交通信息服务系统的体系结构

3 关键技术

3.1 移动网络

移动通信网络经历了3代系统的发展:第1代(1G)系统正在被淘汰;第2代(2G)系统 GSM 可提供 9.6kb/s 的数据传输速率;第3代(3G)系统 CDMA 可提供 2Mb/s 的数据传输速率。2G 和 3G 之间的过渡阶段(2.5G),即 GPRS,理论上可提供 171.2kb/s 的数据传输速率。2G 可以实现文本信息传输,2.5G 可以提供图形信息传输,3G 可以提供多媒体信息传输。

3.2 移动定位

移动定位技术根据定位参数测量位置的不同可分为基于网络、终端的定位和混合定位3种。基于网络的定位方法有起源蜂窝小区(COO)、到达时间(TOA)、到达时间差分(TDOA)、到达角度(AOA)、增强观测时间差分(E-OTD)等,可以提供 50m~1100m 的定位精度。基于终端的定位方法是纯粹基于GPS的定位,军用GPS定位精度可达10m以内,民用GPS定位精度可到10m~100m。混合定位方法有A-GPS(辅助GPS)和GPSOne。A-GPS的定位精度可达几米,GPSOne的定位精度为5m~50m。

3.3 GIS-T

地理信息系统(GIS)是采集、存储、管理、分析和描述与空间和地理分布有关的数据的信息系统。地理信息系统的典型代表是美国ESRI公司的GIS系列软件。GIS-T是交通地理

信息系统,在GIS的基础上增加了有关交通信息的图层及管理,它依赖GIS,但不一定需要GIS的完整功能,它实现与交通管理密切相关的地理信息与交通信息的管理。交通信息包括道路网信息、交通管理设施信息、机动车保有量、道路交通量、出行规律等静态信息,以及实时交通流、交通控制状态以及实时交通环境等动态信息。

3.4 交通流数据采集与处理

交通流数据采集与处理的主要目标是得到导航交通流量和非导航交通流量的分布情况,车辆运行速度与交通流量之间的关系,交叉口各相位的延误与路段上交通流量的关系等。图2描述了交通流数据采集与处理过程。数据采集的主要手段是线圈、光电、微波、视频和GPS检测。对于多源和多层次(速度、流量和占有率等)的交通流采集信息,需要进行数据融合处理,以得到全面反映路网交通流真实状况的一致可靠的交通流数据。数据挖掘主要是发现路网交通流的运行模式,并按照模式进行分类和预测。由于成本的限制,传感器不可能遍布所有道路。如果在相同类别道路上运行的装载有GPS车辆的速度在一定时间范围内是相等的,那么可以用安装传感器道路的交通流近似替代未安装传感器道路的交通流。当装载有GPS的车辆运行覆盖了全部路网,通过长期的数据采集与处理可以得到一个城市全部路网的交通流分布。

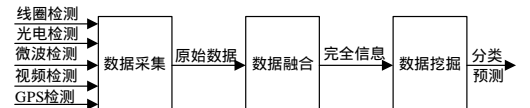


图2 交通流数据采集与处理过程

3.5 基于XML的交通地理信息组织与应用

移动交通信息服务系统存在着Web应用、各种操作系统的窗体应用、嵌入式系统应用和移动Web应用用户。GIS-T作为移动交通信息服务系统的信息管理支撑,需要对交通地理信息进行合理组织,既满足各种操作系统的固定终端设备又满足各种移动设备的服务请求。XML技术是广泛采用的异构系统之间信息交换的技术。图3描述了基于XML的交通地理信息组织与应用体系。XML解析器利用XML模式(Schema)或DTD文件,将GIS-T数据库的数据变成XML或者GML(地理标记语言)^[1]文件。XSLT引擎利用样式文件,实现特定格式输出的转换,例如HTML/SVG(可缩放矢量图像)^[2]/XML/WML/移动SVG文件等。通过这些文件提供的DOM和SAX接口,应用脚本和高级语言编程,可以实现特殊复杂的客户端应用。

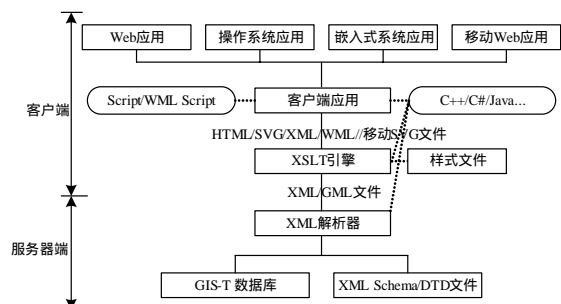


图3 基于XML的交通地理信息组织与应用体系

3.6 网格计算

网格是通过高速网络连接并集成地理上分布的、异构的各种高性能计算机系统、软件系统、数字存储系统、数字化仪器设备和控制系统等各种资源为一体,实现跨地域的、分

布式的高性能联合协同计算服务和决策支持服务^[3]。网格体系结构包括5层体系结构(构造层、连接层、资源层、汇集层和应用层)和结合Web服务技术提出的开放网格服务结构(OGSA)。考虑服务性能的稳定性,移动交通信息服务系统不一定需要在Internet范围构建网格计算环境,可以在局域网内实现高性能的海量级计算服务,例如车辆导航。

3.7 流媒体服务

导航跟踪和车辆运行前方的交通流信息发布,需要借助流式传输和播放服务技术来表现车辆位置和交通流的动态变化。支持流媒体传输的网络协议有网络层协议IP、资源预订协议RSVP、传输层协议TCP/UDP、实时传输协议RTP、实时传输控制协议RTCP和实时流协议RTSP。RSVP通过预留一部分网络资源,从IP层控制流媒体传输的QoS。RTP提供流媒体端到端的组播或点播的实时传输,RTCP提供可靠的数据传送机制,并提供流量控制或拥塞控制,RTSP传输多媒体数据及其控制信息,从应用层控制流媒体传输的QoS。

3.8 Web服务

Web服务^[4]是一种依赖互联网的XML-RPC实现方法,应用它可以实现跨平台、可互操作的分布式系统应用集成。Web服务应用需要服务提供者提供服务,并通过WSDL向服务注册机构注册,服务请求者通过UDDI及SOAP向服务注册机构查找Web服务,并实现Web服务与客户应用程序的绑定以及基于XML的以对象形式的数据交换。Web服务提供了Web服务提供者所特有的功能服务,它提供了各个城市的移动交通信息服务系统的松散耦合的协同运行机制。

4 举例:车辆导航

4.1 导航请求与服务过程

首先,导航车辆向指挥服务器发出导航请求。指挥服务器向交通管理部门的服务器进行身份验证,向银行部门的服务器进行账户信息检查。然后,指挥服务器向导航车辆发送导航是否接受的信息。如果导航被接受,车载设备进行电子地图及版本检查。如果需要下载电子地图或者更新,则向GIS-T服务器下载或者更新电子地图。做好这些准备后,车载设备向指挥服务器发出开始服务请求,指挥服务器启动网格计算机,网格计算机在交通流服务器和GIS-T服务器的配合下,开始导航策略计算。同时,网格计算机的中心计算机指派网格计算机中的某应用服务器为导航服务器,指派某通信服务器和导航车辆建立无线通信联系。当计算出导航策略后,应用服务器将导航策略和车辆运行前方道路的交通流信息转化成XML格式的文件,然后通过流媒体服务器进行传输控制处理,再通过通信服务器处理后,传输到导航车辆。经过导航车辆处理,提取出导航策略和交通流的显示信息,经过简单的比较、叠加和处理后连续动态地显示到电子地图上。之后根据导航车辆的位置变化,应用服务器将会重新更新导航策略和车辆运行前方道路的交通流信息。如果导航停止,指挥服务器会向电子银行服务器发出导航车辆付费信息。

4.2 基于预测控制的车辆导航

图4描述了基于预测控制的车辆导航系统结构,以及系统的各个环节与图1中的各个网络服务器功能之间的关系。路网交通流诱导的目标是使系统最优和用户最优。系统最优的典型度量参数是路网的饱和度。根据预测控制的思想,当道路的饱和度大于1时,应该让其渐近下降趋近于1,当道路的饱和度小于1时,可以调配车辆到该条道路使其饱和度渐近上升趋近于1(伪给定)。这种控制思想,可以避免过度

控制和模型不精确而带来的系统不稳定。用户最优的典型度量参数是旅程时间,可以选取预测旅程时间与理想最短旅程时间的比值来度量用户最优的性能。诱导目标是寻找导航车辆的运行前方路口到终点的路径,使得未来预测饱和度渐近趋于未来理想饱和度,各导航车辆的运行时间尽可能地接近理想最短旅程时间。

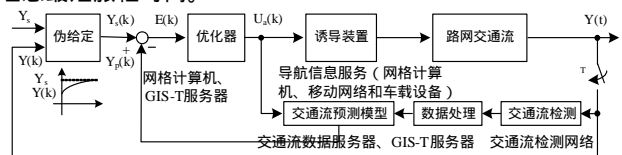


图4 基于预测控制的车辆导航系统结构

图4中的优化器采用两级遗传算法处理车辆导航的计算。外围多目标遗传算法主要处理所有导航车辆路径编号随机分配后的进化问题,优化目标是系统控制目标。内部单目标遗传算法是先给各个路段分别分配预测时域的交通流量,然后计算各导航车辆的各个路段行驶时间,从而可推知各个路段的预测时域内的交通流运作分布,如果流量分配与运作分布相等,就找到了交通流运作分布的结果。内部遗传算法所求出的交通流运作分布的结果用于计算外部遗传算法的目标函数。

4.3 基于网格的计算

网格计算机对于导航服务需要提供实时服务,即实时路径诱导、实时位置跟踪、实时交通流信息发布。网格计算机的应用层需要对任务组织、内存分配和处理机之间的协调进行优化,优化目标是计算速度快、处理机之间的通信少、任务管理方便、服务负荷均衡。为了减少计算机的通信瓶颈,提高并行计算程度,方便操作管理,应该将遗传算法的染色体及其基因对称地分布在网格计算机中。遗传算法的处理过程虽然是串行的,但遗传算法的每一步操作例如种群产生、选择、交叉和变异,可以由很多台计算机在中心计算机的控制下并行完成。另一方面,内部遗传算法要分别处理种群的每条染色体,因此可以用子网格计算机来并行完成。于是随着计算任务的推进,网格计算机机会分解成若干个子网格计算机,每个层次的网格计算机都有一台中心计算机负责网格内部计算机及网格之间的通信。中心计算机还根据负载对称均衡的原则指派完成实时服务的计算机。

5 结束语

移动交通信息服务系统将实现移动的车辆及出行者、道路和交通管理更大范围的集成(运作优化)。移动交通信息服务系统充分利用了信息技术的最新成果,例如移动网络、移动定位、交通地理信息系统、数据融合与挖掘、基于XML的交通地理信息组织与应用、网格计算、流媒体和Web服务。这些技术都是移动交通信息服务系统功能实现所依赖的。基于预测控制的车辆导航技术实现的例子,全面描述了所设计系统和关键技术的应用。

参考文献

- 1 李建平,陈洪辉,胡爱国等.基于GML的多源异构空间数据协同集成[J].计算机工程,2004,30(23):34-36.
- 2 宗勇,郑培余,姚绍文.基于SVG的实时交通信号Web监控设计与实现[J].计算机应用,2004,24(6):401-403.
- 3 徐志伟,冯百明,李伟.网格计算技术[M].北京:电子工业出版社,2004.
- 4 向璐,向祚铁.Microsoft .NET XML Web服务程序设计[M].北京:清华大学出版社,2003.