

基于 iOS 的智能交通系统的设计与实现

潘东飞, 黄建明

(北京邮电大学电子工程学院, 北京市海淀区 100876)

摘要: 针对现有交通系统仅包含静态信息, 用户体验不佳等问题, 本文设计了基于 iOS 的智能交通系统, 它将静态交通信息和动态车辆位置信息有机结合, 提高了用户的出行效率。本系统采用 C/S 结构模式, 通过 HTTP 请求进行服务器端和客户端的网络通信。服务器端采用轻量级的 JFinal 框架和 MySQL 数据库, 客户端采用高内聚、低耦合的模块化思想。车辆实时位置信息是通过安装在车载终端的 GPS 定位模块采集并发送到车辆监控中心。测试表明, 该软件功能强大, 结构简单, 方便实用, 稳定性好。

关键词: iOS; 智能交通系统; 提醒机制; 实时位置

中图分类号:

Design and Implementation of Intelligent Transport System Based on iOS

PAN Dongfei, HUANG Jianming

(School of Electronic Engineering of Beijing University of Posts and Telecommunications, Haidian District Beijing 100876)

Abstract: An intelligent transport system based on iOS is presented by considering static data and a poor user experience. The static vehicle information and dynamic vehicle location information are used in the system to improve the efficiency of user's travel, as well as C/S architecture, and the server communicates with client through HTTP request. A lightweight JFinal framework and MySQL database are adopted in the server, at the same time the modularization with high cohesion and low coupling are provided in the client. The vehicle real-time location information is collected by GPS positioning module which installed in the vehicle terminal and send to the vehicle monitoring center. Tests indicate that this software has powerful function, simple construction, convenient for using and good stability.

Key words: iOS; intelligent transport system; remind mechanism; real-time location

0 引言

交通是社会、经济活动的动脉和纽带, 对社会经济发展和人民生活水平的提高起着非常重要的作用。交通问题已经成为制约全球经济发展的瓶颈, 有限的土地资源 and 环境质量正遭受着极大的挑战。在长期的实践中, 人们逐渐认识到, 仅仅依靠扩大路网规模来缓解交通拥挤是十分有限的, 这就需要依靠现代信息科学与工程来改造现有的道路运输管理体系, 以满足交通运输需求。目前 iPhone、iPad、iPod 等在当前智能终端领域里可以说是佼佼者, 它所搭载的 iOS 操作系统不仅稳定性高、简洁美观而且易操作。本文基于 iOS (iPhone Operating System) 的智能交通系统 (Intelligent Transport System, ITS)^{[1][2]} 对目前交通系统的结构体系和实现流程在现有的技术积累基础上进行了进一步的优化设计, 采用 C/S 结构模式, 综合了交通系统的静态车辆信息和动态实时位置信息, 增加了等车提醒、到站提醒和每日提醒的特色功能, 采用文字表达、图形描述和地图展示相结合的方式, 给用户直观、准确、全面的车辆信息查询服务, 方便快捷地为出行者提供切实可行的出行方案, 既方便了

作者简介: 潘东飞 (1988-), 女, 硕士研究生, 应用软件的开发

通信联系人: 黄建明 (1970-), 男, 副教授, 卫星导航技术和智能通信. E-mail: ejmhuang@bupt.edu.cn

乘客安排出行计划和出行时间,又提高了交通的运行效率,对于推进中国智能交通系统的发展、缓解城市交通压力具有重要的意义。

0 iOS 平台开发环境

iOS 的开发工具是 Xcode。作为 iOS 手机软件和 Mac OS X 应用程序的集成开发环境, Xcode 是一套集开发、测试、版本管理、软件发布于一体的完备的工具集。Xcode 软件主要特点:

- (1) 内存大,应用程序使用 64 位内存定址,内存访问远胜于磁盘访问;
- (2) 编译速度极快,操作起来简单易行;
- (3) 支持多种语言开发,如 C、C++、Objective-C、AppleScript 和 Java;
- (4) 加载模拟器,便于软件开发。^[3]

iOS 的开发语言是 Objective-C (简称为 OC) 语言。OC 是在 C 语言的基础上发展而来的,具有面向对象的所用通用属性:封装、继承、多态等。但是 OC 与 C++ 有一些明显的区别: OC 不支持运算符重载; OC 不支持多重继承,取而代之的是 categories 和 protocol 机制,具有多重继承的好处,却没有其潜在缺点;不同于 C++, OC 都是动态定型的,操作起来相对简单。此外 OC 不提供命名空间,只能由程序开发人员在类别名称前加上前缀,来加以区分。^[4]

本论文中,基于 IOS 的智能交通系统采用 C/S 构架(客户机/服务器模式),将车辆的全部信息存储在后台服务器上。客户端程序以 iPhone 手机为载体,该智能客户端的系统为 iOS 系统,其最大的特色是可以多点触控,提供给用户友好的交互界面。C/S 架构的优点是客户端可以充分利用本地数据库和自身的计算能力,即时响应用户请求,在一定程度上减轻了服务器的访问压力。

1 开发及流程详述

1.1 智能交通系统架构分析

基于 iOS 的智能交通系统综合了静态的交通信息和动态的车辆实时位置信息,因此该系统的总体架构包括车辆位置的实时采集、服务器数据的处理与存储、客户端数据的显示与请求,三者之间的关系如图 1。

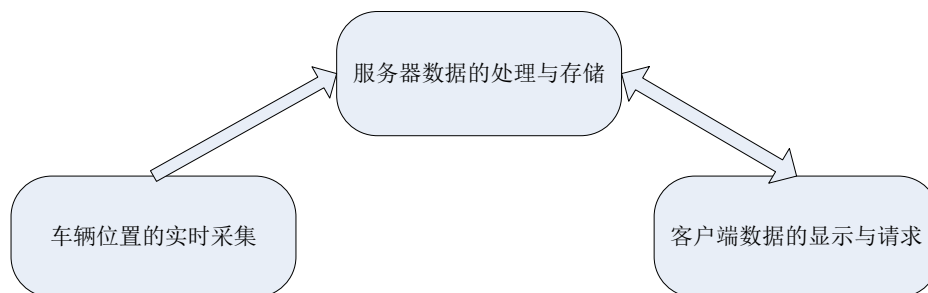


图 1 智能交通系统构架图
Fig.1 Framework of ITS

车辆位置的实时采集,是通过安装在车辆上的 GPS 定位模块^[5],获取车辆的实时位置,然后再通过电信网络将采集的位置信息汇总到车辆监控中心,最终将数据传输到服务器。服务器数据的处理与存储工作涉及以下两点:一是从车辆监控中心获得的车辆实时位置数据信息,存入数据库;二是接收客户端的网络服务请求,查询数据库,将网络请求结果反馈给智

能交通查询客户端。而 iOS 车辆查询客户端的主要工作就是提供与用户交互的载体，将用户的请求提交给服务器，获得用户所需数据后再以一个友好的方式展现给用户。

80 1.2 车辆位置的实时采集

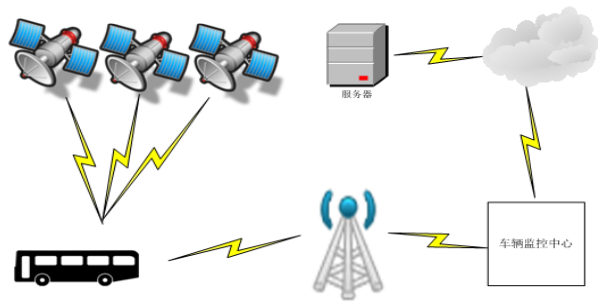


图 2 车辆实时位置采集过程
Fig. 2 Collection process of vehicle real-time location information

85 车辆位置的实时采集必须完成两个工作：一是车辆位置信息的实时采集，二是位置信息的网络传输与汇总。因此必须依赖 GPS 全球定位和 GSM/GPRS 通信网两大系统^{[1] [6]}。本系统的实时采集过程如图 2。通过车载 GPS 终端对运营中的车辆进行 GPS 定位，该部分能够将定位后的坐标信息存储在车载终端内，然后使用终端内搭配了 GSM/GPRS 通信网的 SIM 卡通信模块，将定位的坐标信息数据通过移动网络发送到车辆监控中心。原始定位数据信息
90 的数据结构如表 1 所示。最后车辆监控中心提取出车辆实时位置数据，传输给服务器，写入数据库，以供客户端查询使用。

表 1 定位信息数据结构表
Tab. 1 Data structure of location information

字段名	字段数据类型	字段代表的意义
device_id	varchar	GPS 定位设备编号
bus_number	varchar	对应车辆的车牌号
line_name	varchar	车辆所属的线路名称
line_id	int	车辆所属的线路 ID
longitude	double	经度
latitude	double	纬度
related_stationId	int	当前车辆相关联的站点
related_stationFlag	int	标识车辆位置

95 1.3 服务器数据的处理与存储

在智能交通系统中，服务器提供源数据以及接收客户端的 HTTP 请求并反馈，是系统的重要组成部分，其部署方案会影响整个系统的实现效果。根据 iOS 智能交通系统的需求分析，我们采用轻量级的 JFinal 框架^[7]。JFinal 是基于 Java 语言的极速 WEB+ORM 开发框架，其核心设计目标是开发迅速、代码量少、学习简单、功能强大、轻量级、易扩展、Restful。在拥有 Java 语言所有优势的同时再拥有 ruby、python、php 等动态语言的开发效率，其主要特点有：

- 1) MVC 架构，设计精巧，使用简单
- 2) 独创 Db+Record 模式，灵活便利

3) AOP 支持, 拦截器配置灵活, 功能强大

105 4) 功能齐全, 拥有 struts2 绝大部分核心功能

其中, 涉及的技术主要包括 HTTP 数据请求、JSON 数据包组件、DES 加密解密流程以及 MySQL 数据库的增删改查等。[8][9]

1.4 客户端数据的显示与请求

110 iOS 智能交通系统客户端采用模块化的思想进行设计, 按照系统的功能将软件分为若干相对独立的模块, 每个模块完成各自的特定功能。模块与模块之间相对独立, 同时又可以根据拟定的通信协议进行通信和数据交互, 高内聚、低耦合, 易于软件的功能扩展和系统维护。[10][11]

1.4.1 iOS 客户端设计

115 本文中 iOS 客户端软件按照功能, 可以划分为查询、评论、提醒、设置、显示, 以及作为本软件功能支撑的数据传输和本地数据库, 共七个功能模块, 如图 3。

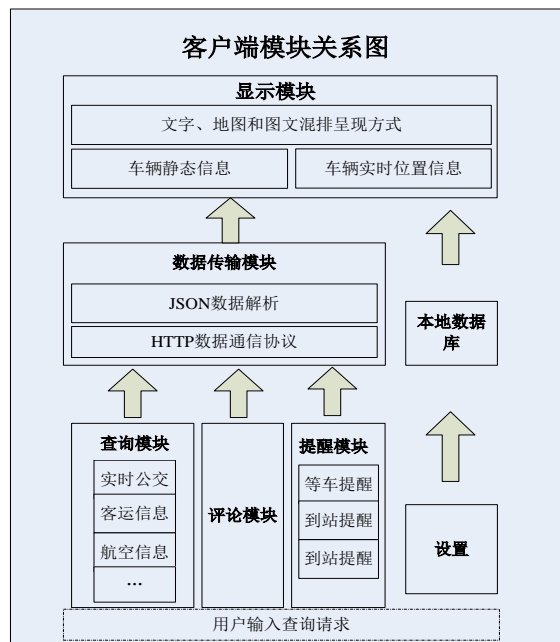


图 3 iOS 客户端软件功能模块构成图

Fig. 3 Compositions of function modules of iOS client application

120 查询模块的主要功能是, 接受用户的输入, 分析用户的查询请求, 确定查询类型和详细查询参数等信息, 将请求通过网络通信模块发送给服务器, 服务器根据相应的请求查询数据库, 并将信息返回到客户端。

125 评论模块能够通过用户采集一些定性、即时却有特定价值的信息, 这些积累起来的评论信息, 可以为其他用户提供出行的参考依据。这里主要根据用户的操作, 确定评论的对象、内容、等级, 然后通过数据传输模块, 提交给服务器, 服务器存储该评论以供用户的查询。

提醒模块分为等车提醒、到站提醒和每日提醒三种, 主要完成的工作有两个: (1) 根据用户的操作, 设置提醒, 将用户的提醒设置, 通过本地数据库模块进行持久化。(2) 根据用户设置的提醒记录, 周期性的检查车辆的位置, 判断提醒触发条件, 当条件满足时, 触发提醒, 通过铃声或者震动对用户进行提示。

130 设置模块的功能包括: 个人账户, 更换皮肤, 提醒设置, 热评广场, 检查更新, 交通咨询等, 主要为智能交通软件提供一些辅助性的、锦上添花的服务。

而显示模块，主要负责所有页面的显示工作。对此模块的要求是：（1）信息全面，无遗漏；（2）简洁，直观，形象。因此本软件在显示模块，综合采用了文字表示模式、地图显示模式和图文混排显示模式，为用户提供良好的用户体验。

135 数据传输模块的职责主要是在客户端和服务器端进行可靠的网络通信。采用 HTTP 超文本传输协议，并定制了专用的数据通信协议，保证网络通信的正常进行。本系统采用 JSON 的数据格式进行网络传输，因此该模块要完成 JSON 数据的接收和解析操作^[10]。

为了实现本客户端软件的收藏、历史记录、提醒、刷新时间设置、更换皮肤等功能，必须将用户的这些设置存储到本地。因此需要本地数据库模块，对数据进行本地持久化处理，
140 以保存用户的操作。本软件使用 iOS 嵌入式数据库 SQLite3^{[3][12]}，设计相应的表结构，以为上述功能提供技术支持。

1.4.2 提醒功能

本系统的一个特色服务就是全面的提醒功能，包括到站提醒、等车提醒和每日提醒。提醒模块主要完成两个工作：根据用户的操作，设置到站提醒、等车提醒、每日提醒，将用户
145 的提醒设置，通过本地数据库模块进行持久化；根据用户设置的提醒记录，周期性的检查车辆的位置，判断提醒触发条件，当条件满足时，触发提醒，通过铃声或震动对用户进行提示。

（1）到站提醒

到站提醒用于乘客乘坐某辆车时，当用户乘坐的车辆到达指定站点时，提醒用户下车，防止乘客坐过站。目前到站提醒功能常用的实现方案是：首先利用手机的 GPS 设备获得用户
150 的 GPS 位置，然后获得“提醒站点”的 GPS 位置，不停的对比用户手机的 GPS 位置和站点的 GPS 位置，当这两个位置的直线距离到达某一个范围时，则断定用户到达了指定的站点。但是这个方案存在一些不可克服的缺点：（1）因为一直需要手机的 GPS 位置，所以手机的 GPS 设备一直处于开启状态，造成了手机电量的过度消耗，续航能力降低。（2）手机的 GPS 设备定位精度有限，可能导致提醒不准确的现象。

155 而本系统采用了一种全新的实现方案：设置好到站提醒后，需要将用户与某辆公交车绑定，此时可以根据用户自己的判断，选择线路上的一辆公交车，即手动绑定，也可以通过手机获得用户的当前位置，发送给服务器，服务器通过匹配算法，帮助用户绑定到特定公交车上，称为自动绑定。之后，追踪的是公交车的位置，而不是用户手机的位置。公交车位置的采集和进出站处理由后台服务器来完成，无需用户参与。此方案，避免了手机 GPS 持续开启和定位精度的苛刻要求。
160

（2）等车提醒

等车提醒主要用于用户等车的过程。当用户需要在某车站等某辆车时，可以设置一个等车提醒，当指定的车辆到达指定站点之前若干站时，等车提醒功能被触发，提醒用户车辆即将到来。此时用户再有条不紊地前往车站即可，当用户到达乘车站点时，公交车正好进站。
165 等车提醒最大限度地减少了用户的等车时间，提高了用户的出行效率。

（3）每日提醒

当用户每天规律性地在特定站点等待特定的车辆时，每日提醒将是一个更好的选择。每日提醒的设置参数包括：等车的站点、等待的线路、等待出行的时间区间、提前提醒的站数、提醒频率、提醒方式（铃声或震动）等。设定好一个每日提醒后，就会像闹钟一样，在
170 设定的时间段监测某辆车有没有到达，以提醒用户。每日提醒一次设定，多次提醒，省去了用户每天设置等车提醒的繁琐。

表 2 提醒-数据库对应表
Tab. 2 Correspondence of remind-database

提醒类型	数据库表名	备注
到站提醒	XXT_ARRIVING_REMIND	到站提醒表
等车提醒	XXT_WAITING_REMIND	等车提醒表
每日提醒	XXT_DAILY_REMIND	每日提醒表

提醒设置好之后，相应参数都会保存到 SQLite3 数据库的对应表项中。每一个设置好的到站提醒对应到站提醒表中的一个记录；每一个设置好的等车提醒，对应于等车提醒表中的一个记录；每一个设置好的每日提醒对应数据库每日提醒表中的一个记录。如表 2 所示。实现提醒的触发，必须在后台开启一个独立线程，该线程专职负责提醒的业务流程。在开启的子线程中，首先要进行数据库操作，查询到站提醒表、等车提醒表、每日提醒表，把三种提醒信息提取出来，并暂存在程序中；然后进行网络操作，向服务器请求三种提醒服务中所涉及车辆的实时位置信息；最后对这些车辆的位置信息和暂存的提醒信息做比对，三种提醒中存在满足触发条件的车辆，就播放音乐或震动触发相应的提醒。提醒流程图如图 4。

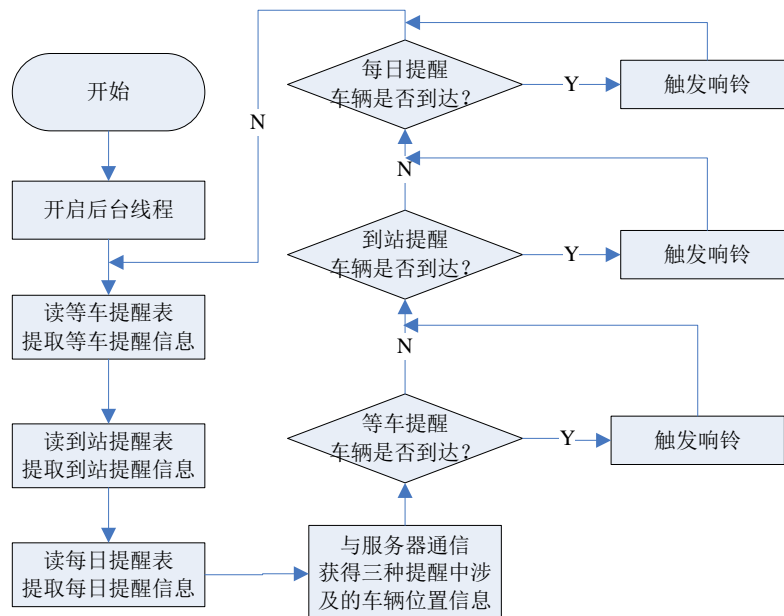


图 4 提醒检测流程图

Fig. 4 Process of reminding detection

2 智能交通系统测试

本智能交通系统在开发过程中由软件开发人员进行了单元测试、集成测试、确认测试和系统测试，在测试过程中，发现了系统的不少 bug，经过开发人员积极的沟通和努力使问题得到及时的处理和解决。在软件开发完成后，由专业的测试人员采用黑盒测试方法针对软件的每个功能进行了全面的测试：包括正确的操作流程和错误的操作流程，规范参数输入和不规范的参数输入，以及网络畅通和阻塞对返回信息的影响等。测试结果与本系统的设计需求和规格参数基本相符。

另外本系统的一个特色服务就是提醒功能。到站提醒和每日提醒的测试比较简单，只需要设定提前站数或时间等待提醒即可。到站提醒的测试工作由于需要和现实的车辆进行匹配，所以必须到现场进行实际测试。测试计划如下：首先在广州市随机抽取 10 条车辆线路，

抽取结果为 1 路、2 路、B7 路、番 8 路、B5、13 路、18 路、夜 8 路，夜 11 路、番 16 路。由专门的测试人员，携带装有本客户端软件的 iPhone 手机，乘坐这些抽取的线路进行匹配成功率和提醒准确性的测试。每条线路测试 10 次，其中 5 次采用手动匹配车辆，另外 5 次采用自动匹配车辆，测试结果如表 3 所示。在此次测试中，随机选了 10 条线路，进行了 100 次的到站提醒测试。其中手动绑定车辆 50 次，成功次数 50 次，成功率为 100%，说明该软件的提醒准确性可靠；自动绑定车辆 50 次，成功次数 49 次，成功率为 98%，说明该软件的匹配成功率很高，自动绑定车辆可行。

表 3 车辆绑定测试记录表
Tab. 3 Record of vehicle binding tests

线路	手动绑定测试次数	手动绑定成功次数	自动绑定测试测试	自动绑定成功次数
1	5	5	5	5
2	5	5	5	5
B7	5	5	5	5
番 8	5	5	5	5
B5	5	5	5	5
13	5	5	5	4
18	5	5	5	5
夜 8	5	5	5	5
夜 11	5	5	5	5
番 16	5	5	5	5

经过一系列的测试，最后得出结论：基于 iOS 的智能交通系统符合当初的软件设计需求。另外查询速度也比较理想，平均 1.5S 的查询时耗，超出了市场软件的平均值，可见软件具有良好的市场前景。

3 结论

随着经济社会的不断发展，智能交通系统的应用越来越被看好。本文实现了基于 iOS 的智能交通系统的设计，这是一款致力于提升行人交通出行效率的行业软件，该系统结合了智能交通系统的强大功能性以及 iOS 系统的稳定性，实现了车辆的查询、提醒等功能，并且在 iOS 智能终端设备上能够稳定的运行，极大地改善了用户的出行体验，提高了乘客的出行效率，推动了智能交通系统的发展。

但是从 C/S 构架对网络高度依赖的局限性来看，本系统还存在许多有待改进和完善的地方。如本系统的运行高度依赖于当前的网络通畅状态，当网络状态不佳或无网络的时候，本系统无法正常工作，因此可以考虑增加离线模式数据包功能，保证在无网络的情况下系统仍可运行。所以，在今后的学习和研究中，还需要进一步的完善本智能交通系统。

[参考文献] (References)

[1] 张利,曾连荪,秦正田. 基于 GPRS 网络的 ITS 智能交通系统[J]. 交通世界,2001,(12):32-34.
[2] Vicente R.Tomás, Marta Pla Castells,J.Javier Samper,Francisco R.Soriano.Intelligent transport systems harmonisation assessment: use case of some spanish intelligent transport systems services[J]. IET Intelligent Transport Systems,2013,7(3):361-370.
[3] 杨正洪,郑齐心,郭晨. IOS5 编程揭秘[M]. 北京:北京大学出版社,2012:24-50.
[4] 陆文昌,毕世高. 车辆监控系统中车载 GPS 定位终端的设计[J]. 通信技术,2010,(7):201-203.

- 230 [5] 王志刚,朱蕾,王中元. 20 天搞定 iPhone 软件开发[M]. 北京:电子工业出版社,2012:21-42.
- [6] 黄承安,张跃. 车载 GPS 智能终端的设计与实现[J]. 电子技术应用,2003,(7):27-29.
- [7] 詹波. JFinal 手册[OL].[2013-10-8]. <http://www.jfinal.com/>
- [8] 李兴华. Java 开发实战经典[M]. 北京:清华大学出版社,2009:577-831.
- [9] 卜烜. 21 天学通 Java Web 开发[M]. 电子工业出版社,2011:101-199.
- [10] Wei-Meng Lee 著, 宋梅译. IOS5 编程入门经典(第 3 版)[M].北京:清华大学出版社,2012:459-481.
- 235 [11] 刘乐廷,李敬兆. IOS 内存开发管理机制的研究[J]. 计算机与现代化,2013,(3):196-203.
- [12] 张丽娜. 基于 iOS 的智能交通信息发布系统的设计与实现[D].济南:山东大学,2012.