

## 定点运输车辆调度管理系统关键技术研究

姚如贵<sup>1</sup>, 赵 雨<sup>2</sup>, 李晓波<sup>2</sup>, 张三奇<sup>2</sup>

(1 西北工业大学 电子信息学院, 陕西 西安 710072; 2 中煤航测遥感局 计算机信息研究所, 陕西 西安 710054)

**摘 要:** 提出了基于 GPS/GSM/GIS 的车辆管理系统结构, 分析了无线通信链路、客户分中心与服务器通信模式设计等关键技术, 针对砼罐车调度管理系统应用, 深入分析了砼罐车调度管理系统功能需求和模块划分, 研究了实现过程中 3 个关键技术: 采用距厂距离变化率准则和方位一致性判断准则的联合判断准则提高去/回程判断准确性; 采用 B/S 和 C/S 混合模式实现客户分中心与网络客户服务平台的通信; 采用自动设定和手动设定相结合的方式实现目的地 GPS 位置设置/修订功能。最后给出了软件实现结果。

**关键词:** 全球定位系统(GPS); 无线通信链路; 地理信息系统; 车辆调度

**中图分类号:** P208

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7180(2011)01-0023-04

## Key Techniques for Vehicle Scheduler System with Fixed Routines

YAO Ru-gui<sup>1</sup>, ZHAO Yu<sup>2</sup>, LI Xiao-bo<sup>2</sup>, ZHANG San-qi<sup>2</sup>

(1 School of Electronics and Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China;

2 Computer Information Institute, Aerial Photogrammetry and Remote Sensing Bureau, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** We proposed the system structure for vehicle scheduler and analyzed the corresponding key techniques. With the emphasis on the application for concrete mixing carrier, we deeply studied the function requirement and module plan, and conquered 3 obstacles, including decision of outward / backward trip, communication between server and client, and position auto setting. Finally, the implementation by software is exhibited.

**Key words:** global positioning system; wireless communication links; geographic information system; vehicle scheduler

### 1 引言

随着城市建设和道路建设规模的扩大, 车辆日益增多, 如何实现各种车辆的有效指挥、协调、管理和保证其安全成为相关部门和企业面临的一个重要问题。由于地理信息系统(GIS)<sup>[1]</sup>、全球定位技术(GPS)<sup>[2]</sup>和无线通信技术的长足进展, 使人们对移动目标进行实时定位、远程监控调度成为可能, 车载 GPS 监控调度管理系统应运而生。GSM (Global System for Mobile Communication) 是国家投资建设的公众网络, 是目前国内覆盖范围最广、系统可靠性最高、话音清晰度最高的移动蜂窝通讯系统, 提供多种电信服务, 包括话音、电文、传真、数据、短消息等<sup>[3]</sup>。车载 GPS 监控调度管理系统融合了全球定位技术、无线通信技术、地理信息系统以及计算机网络

技术为一体, 可实现对车辆实时监控、调度管理、轨迹回放、数据查询与报警等几方面的功能, 是高精度、高效率、低成本、技术先进的车辆监控调度系统<sup>[4-6]</sup>。

本文的研究是针对一类特殊的调度管理系统——定点运输车辆调度管理系统。这类车辆包括砼罐车、物流车辆、快递业务车辆以及消防、公安等特种车辆。本文将对基于 GPS/GSM/GIS 集成的砼罐车调度管理系统进行分析, 并探讨其设计思路 and 实现关键技术。

### 2 基于 GPS/GSM/GIS 的车辆管理系统结构

基于 GPS/GSM/GIS 的车辆管理系统结构如图 1 所示。

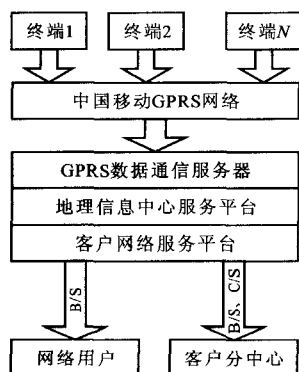


图1 基于GPS/GSM/GIS的车辆管理系统结构

该系统由车载GPS终端、无线通信链路、地理信息中心服务平台、客户网络服务平台和客户监控分中心组成。车载GPS终端接收到GPS卫星信号(包括经度、纬度、速度等信息),并将这些信息数据按照自定义协议打包,然后通过车载内置的无线通信模块传送到通信服务器,地理信息中心服务平台对接收到的数据拆包分析,分析结果存放在客户网络服务平台的数据库中。网络用户通过访问客户网络服务平台对所属车辆进行监控、管理和调度。

### 2.1 无线通信链路

无线数据链路作为监控中心和各个受控车辆进行信息交换的桥梁,它是车载GPS监控调度管理系统的主要组成部分。公网GSM是我国现存的覆盖范围最广,最完善,应用最成熟的系统,目前能够提供语音业务、短消息业务、数据业务和漫游业务等。短消息服务方式的优点在于价格低廉,通信成本较低,但是存在时延大、信息传输不稳定<sup>[7]</sup>以及通信费用高<sup>[8]</sup>等问题。而GPRS的工作方式优点是数据处理能力较强,时延相对较小,通信成本较低,但该通信方式需拥有独立IP地址的通信服务器。综合考虑成本和系统实时性、可靠性,本系统采用中国移动公司通用无线数据分组传输(GPRS)业务,这种服务模式具有数据传输速率高,链路建立时间短,能够快速登录,永远在线,按流量收费,通信成本低,数据处理能力强和安全性高等特点。

### 2.2 地理信息中心服务平台

地理信息中心服务平台是整个系统的中心环节,它可与车载移动设备通过无线通信链路进行信息交换,接收由车载GPS设备通过无线通信系统发来的车辆定位信息,并进行解析,同时保存在对应数据库中。通过对定位数据的接收、集成与融合,通过数据的预处理完成相关数据的可信度划分、过滤、转换等,形成面向管理层、应用层的有用信息,供客户

网络平台及各客户监控分中心使用。

### 2.3 客户网络服务平台

客户网络服务平台是监控管理用户与地理信息中心服务平台连接的纽带。客户网络服务平台通过INTERNET与各监控管理用户连接,实现与监控管理用户的协调运作,完成网络客户管理。通过分组、分时等方式为各监控管理用户提供GPS/GIS的使用和数据维护、车辆定位与调度、报警处理、通信管理等信息服务。通过客户网络服务平台,监控中心和分中心在权限许可的条件下可查询任意一辆车的运行位置与状态、车辆属性及相关数据,同时可通过短信息、语音等通信方式及时与司机联系。

### 2.4 客户监控分中心

客户监控分中心作为车辆调度管理系统的一部分,设立在对应的客户部门。客户监控分中心通过网络和营运车辆监控系统相连,通过监控分中心的监控系统、GIS等完成特定的监控调度功能。客户监控分中心和网络服务平台之间的通信方式采用B/S和C/S混合模式。利用B/S模式经网络服务平台上的数据下载到本地,本地客户端利用这些数据,通过计算得到关心的信息,提供给用户决策使用。由于大量的计算在客户端完成,采用这种混合模式可以获得较好的响应速度。

本文的研究重点是针对砼罐车应用的客户监控分中心的功能设计和实现关键技术研究。

## 3 砼罐车调度管理软件模块划分

砼罐车调度管理软件包括与网路服务平台的通信模块、定位信息解算模块、报警处理/查询模块、任务派发模块、目的地设置模块,模块划分如图2所示。

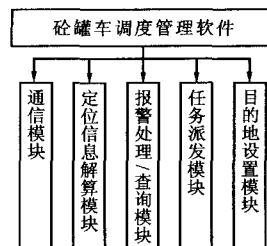


图2 砼罐车调度管理软件模块划分

- 通信模块:利用B/S模式中Request/Response机制,将服务平台中数据以XML文件形式下载到本地,客户端利用ADO.net的DataSet对数据进行解析预处理。

- 定位信息解算模块:根据预处理后的数据,

完成车辆当前的运行状态(去/回程、在厂/到达工地、等待卸料/正在卸料)判断,目的地的经纬度自动计算,车辆出厂/返厂时间记录等功能。

- 任务派发模块:根据记录返厂时间,对车辆进行调度,将运送任务分发给指定车辆,即指定车辆的目的地。

- 目的地位置设置模块:由于目的地经纬度自动计算可能存在误差或者错误,需要人工加以修正。该模块完成对不同工地的位置进行修订或设置。

- 报警处理/查询模块:为了保证司机/车辆的安全,以及生产运输任务的高质量完成,需要对整个运输过程进行监控,一旦发生违规操作,需要立即报警通知管理人员。一般情况下需要监控的操作包括超速行驶、非工地卸料、无任务外出等。同时,该模块还需要提供对历史报警信息的查询。

#### 4 砼罐车调度管理软件关键技术研究

在砼罐车调度管理软件实现时,需要突破以下3个关键技术。

##### 4.1 去/回程判断

为了方便管理人员对当前运行状态有清晰的了解,需要提供车辆当前的位置:去/回程信息以及距厂距离。由于砼罐车属于定点运输车辆,运输线路具有不确定性,去/回程的正确判断是一个难点,可以采用以下4种准则。

###### 4.1.1 距厂距离变化率准则

考虑一般情况,当车辆处于去程运行状态,距厂距离随时间变化逐渐增大;而处于回程状态时,距厂距离随时间变化逐渐减小。因此,利用这个规律,我们采用距厂距离变化率作为判断准则。距厂距离变化率定义为

$$\Delta d = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

式中, $d_1$ 、 $d_2$ 表示 $t_1$ 、 $t_2$ 时刻车辆距厂距离,这里的距离均指指定时刻车辆GPS位置与厂之间的大地直线距离。当 $\Delta d$ 大于0时,判断为去程;否则判断为回程。

###### 4.1.2 方位一致性判断准则

考虑车辆当前的方位角(指的是起点指向车辆当前坐标点矢量在大地坐标系下的角度)和运行方向角(GPS定位信息解算得到的速度方向角),一般情况(不考虑转盘、拐弯等少量特殊情况)下,当车辆处于去程运行状态,方位角和速度方向角之间的夹角为锐角;而处于回程状态时,该夹角为钝角。方位角和速度方向角之间的夹角 $\Phi$ 定义为

$$\Phi = \text{normalize}(A_d - A_r) \quad (2)$$

式中, $A_d$ 为车辆当前的方位角, $A_r$ 为运行方向角,函数 $\text{normalize}(\cdot)$ 将方位角和方向角之间的夹角归一化到区间 $[0^\circ, 180^\circ)$ 。当 $\Phi$ 小于 $90^\circ$ ,判断当前为去程;当 $\Phi$ 大于 $90^\circ$ ,判断为回程。在采用此种方式时,需要注意转盘、拐弯等特殊情况对计算造成的误差,通常采用多时隙联合判决,即连续检测多个时隙的状态均为同一状态时,改变车辆去/回程状态。

###### 4.1.3 离散点行驶方向角一致性准则

由于道路状况影响,单次判断时,距厂距离变化率准则和方位一致性判断准则准确度可能不会很高。为了提高精度,可以考虑采用在起点和目的地之间添加插值点,并根据道路状态指定插值点的参考方向(这里采用去程的方向作为标准)。每个时刻,接收到GPS定位的经纬度,选择距离当前位置最近的参考点 $P_m$ 及其方向角 $A_s$ ,计算运行方向角和参考方向角之间的夹角 $\Phi'$ ,若为锐角 $\Phi'$ ,则判定为去程;若 $\Phi'$ 为钝角,判定为回程。夹角 $\Phi'$ 定义为

$$\Phi' = \text{normalize}(A_r - A_s) \quad (3)$$

式中, $A_s$ 为距离当前位置最近的参考点 $P_m$ 的方向角, $A_r$ 为运行方向角。采用这种准则,需要添加插值点,设置插值点方向,对于非专业的管理人员很难实现。而且,砼罐车调度管理系统的管理线路较多,此项工作量太大,通用性不强。本系统不采用这种判断准则。

###### 4.1.4 联合判断准则

为了进一步提高判断准确性,本系统采用距厂距离变化率准则和方位一致性判断准则的联合判断准则。联合判断条件 $S$ 定义为

$$S_t = w_1 \times \text{sgn}(\Delta d) + w_2 \times (1 - 2[\Phi/90]) \quad (4)$$

式中, $S_t$ 为 $t$ 时刻的判断条件值, $w_1$ 、 $w_2$ 为权值,满足 $w_1 + w_2 = 1$ , $\text{sgn}(\cdot)$ 为符号函数,满足

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (5)$$

当判断条件 $S$ 大于0时,判断为去程,否则,判断为回程。

为了防止特殊道路状况造成判断误差,这里使用多时刻联合判决UD:

$$UD = \text{IS}(S_{t-K+1}, \dots, S_{t-1}, S_t) \quad (6)$$

式中,函数 $\text{IS}(\cdot)$ 定义为

$$\text{IS}(x_1, \dots, x_K) = \begin{cases} 1, & x_1, \dots, x_K \text{ 均大于 } 0 \\ 0, & \text{其他} \\ -1, & x_1, \dots, x_K \text{ 均小于 } 0 \end{cases} \quad (7)$$

若连续判断  $K$  个时刻的联合判断条件均大于 0, 即多时刻联合判决值  $UD$  为 1, 则判定为去程; 若连续判断  $K$  个时刻的联合判断条件均小于 0, 即多时刻联合判决值  $UD$  为 -1, 则判定为回程; 否则, 处于切换状态或者有信号毛刺, 不进行状态判定, 等待下一个时刻的进一步判断。

根据实测数据, 令  $w_1 = 0.75, w_2 = 0.25, K = 5$  即可以获得较高的判定准确度。由设定的权值可以表明, 采用距厂距离变化率准则得到的准确性要高于方位一致性判断准则。

#### 4.2 通信方式实现

由前面的分析, 客户监控分中心与客户网络服务平台之间的架构可以采用 B/S 和 C/S 两种模式。B/S 可以实现跨网段, 安全访问数据中心, 但是计算、显示等工作必须在服务器中完成, 响应速度较慢。C/S 可以实现本地计算, 响应速度较快, 但是跨网段访问数据很困难, 同时, 可能对服务器端带来较大威胁。因此, 本系统综合两者的优点, 采用混合架构。设计通信流程如下:

- 客户端通过 Request 发起请求, 并将所需车辆信息的车牌号组成协议字符串发送给服务器。
- 服务器收到请求, 解析协议字符串, 查询数据库, 将查询结果组织成一个 XML 流发送给客户端。
- 客户端通过 Response 接收 XML 流, 利用 ADO.net 的 DataSet 类解析接收到的 XML 数据流, 存储供数据解析使用。

通信流程实现的 C# 代码如下:

```
public static DataSet GetDataSet(string sWeb, string sRequest)
{
    try{
        WebRequest request = WebRequest.Create(@sWeb);
        byte[] data = Encoding.UTF8.GetBytes(@sRequest);
        request.Method = "POST";
        request.ContentType = "text/xml";
        request.ContentLength = data.Length;
        request.Credentials =
            CredentialCache.DefaultCredentials;
        request.Timeout = 20000;
        if (data.Length > 0){
            Stream newStream =
                request.GetRequestStream();
```

```
int nLen = data.Length;
newStream.Write(data, 0, data.Length);
newStream.Close();
}
WebResponse response = request.GetResponse();

Stream streamResponse =
    response.GetResponseStream();
StreamReader streamRead = new StreamReader
    (streamResponse, Encoding.UTF8);
XmlTextReader Reader = new
    XmlTextReader(streamRead);
DataSet ds = new DataSet();
ds.ReadXml(Reader);
Reader.Close();
streamRead.Close();
streamResponse.Close();
response.Close();
return ds;
} catch {
    return null;
}
```

函数 GetDataSet 的参数 sWeb 为服务器上响应 Request 的网址, sRequest 为请求数据协议字符串, 返回值为数据 XML 流解析数据集。

#### 4.3 目的地位置设定

目的地位置(经纬度)的设定对于非专业人员很难准确完成, 这无疑增加了操作人员的工作量。在本系统中, 我们采用自动设定和手动设定相结合的方式, 实现目的地位置设定。在车载终端上传的数据中包含砵罐正反转信息, 设定正转为正常行驶状态, 反转为卸料状态。可以利用这个信息实现目的地位置自动设定。假设当前前往工地位置未知, 自动设置流程如下: 判断当前砵罐状态, 若为反转, 表明当前车辆处于卸料状态; 为了防止正反转传感器采集信息中毛刺对判断的影响, 利用多次(本系统中设定为 3 次)联合判断, 若连续 3 次均为反转, 我们确信该车辆处于卸料状态, 而当前 GPS 回传经纬度即为目的地的位置, 写入数据库。并作为将来的去/回程, 是否到达工地等状态判断提供依据。

由于车载终端正反转传感器可能出现故障, 或者司机可能出现违规操作(如非工地卸料), 这都会造成目的地自动设置错误, 因此, 系统中提供手动修改/设定模式, 选择指定目的地名称, 在地图上点选

(下转第 30 页)

通常用于密钥管理、密钥交换、数字签名和认证等涉及信息较少的场合。目前,主要使用的仍是 DES、RSA 这样的算法,算法的更新可以使密码用户获得更好的性能,还可以使 IC 卡、手机等本来难以实现密码算法的领域可以使用密码技术来保证信息安全。但算法更新带来的安全性是研究者必须非常注意的问题,本文对 ECC 算法的功耗攻击防护进行了一定的研究,提出与设计了关键步固定值掩码算法,通过实验证明可以抗一阶差分功耗攻击。

#### 参考文献:

- [1] Cillard A, Coppolino L, Mazzocca N, et al. Elliptic curve cryptography engineering[J]. Proceedings of the IEEE, 2006, 94(2): 395—405.
- [2] Kocher P, Joshua Jaffe, Benjamin Jun. Introduction to differential power analysis and related attacks [EB/OL]. [2009-09-19]. <http://www.cryptography.com/dpa/technical>.
- [3] 邹程,张鹏,邓高明,等. 差分功率分析攻击的信号对齐方法研究[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(7): 227—230, 233.

- [4] Itoh K, Izu T, Takenaka M. Address-bit differential Power analysis of cryptographic schemes OK—ECDH and OK—ECDSA[C]. CHES' 2002, LNCS2523, 2003: 129—143.
- [5] 赵岚. 椭圆曲线密码算法的抗差分功耗攻击研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [6] 赵彦光, 白国强, 陈弘毅. 一种针对特征 2 域椭圆曲线密码芯片的差分功耗分析[J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(12): 78—81.
- [7] 童元满, 王志英, 戴葵, 等. 可扩展公钥协处理器的设计与实现[J]. 小型微型计算机系统, 2007, 28(2): 243—246.

#### 作者简介:

李浪 男, (1971—), 博士, 副教授, 中国计算机学会高级会员。研究方向为嵌入式安全。

焦 铭 男, (1979—), 硕士, 讲师。研究方向为嵌入式系统。

李仁发 男, (1957—), 教授, 博士生导师。研究方向为嵌入式计算。

李 静 女, (1986—), 硕士生。研究方向为加密芯片功耗攻击与防护。

(上接第 26 页)

位置, 然后保存即可更新目的地的位置。

定点运输车辆调度管理系统采用 C# 实现, 经过测试和用户实际使用, 该系统操作简便、信息丰富。

## 5 结束语

提出了基于 GPS/GSM/GIS 的车辆管理系统结构, 针对砼罐车调度管理应用, 给出了砼罐车调度管理系统操作简便、信息丰富, 界面美观, 对车辆调度工作起到了积极辅助作用。

同时, 本系统可以推广到其他定点运输车辆调度管理应用中, 从根本上提高调度指挥系统对营运状况的实时掌握与应变能力, 促进资源优化配置, 提高企业效率。

#### 参考文献:

- [1] 邬伦, 刘宇, 张晶. 地理信息系统——原理、方法和应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [2] 倪建军, 范跃祖, 李松林. 利用 GPS 短消息业务实现 GPS 车辆监控[J]. 电子技术应用, 2000, 26(7): 53—55.

- [3] Derekenaris G, Garofalakis J, Makris C. Integrating GIS, GPS and GSM technologies for the effective management of ambulances [J]. Computers, Environment and Urban System, 2001, 25(2): 267—278.
- [4] 张海刚, 顾幸生. 基于混合免疫遗传算法的车辆调度问题[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(1): 119—122.
- [5] 张海刚, 顾幸生, 王军伟. 基于改进免疫遗传算法的带硬时间窗车辆调度问题的实现[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(6): 218—221.
- [6] 刘华东, 张勤, 曾一. 一类 GPS 车辆监控系统的设计与实现[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(9): 123—125.
- [7] 梅志雄, 迟国彬, 郑冲. 基于 GPS/GSM/GIS 的海船监控调度系统的构建[J]. 热带地理, 2003, 23(1): 40—43.
- [8] 刘涪, 胡长水, 马晓萍. 西安市营运车辆 GPS/GIS 监控系统可行性研究[J]. 测绘技术装备, 2004, 6(2): 9—11.

#### 作者简介:

姚如贵 男, (1980—), 博士后。研究方向为先进信道编码、宽带无线通信技术以及 GPS 应用技术。