

GPS 车辆监控系统的研制

鲍远律 张旺生 黄晓光 程俊

中国科技大学自动化系 GPS 实验室，合肥，230026

摘要： 本文首先指出在国内目前条件下开发高性能 GPS 车辆监控系统急需解决三项关键技术问题。继而介绍中国科大 GPS 实验室在解决这些问题，进行车辆监控系统总体设计时所采取的技术措施。新设计的监控系统已经工程实现，达到了快（快速响应即刻报警）准（准确显示车辆位置）精（向量地图生成修正）全（全国有线无线联网）的实用效果。

关键词： 全球卫星定位系统 GPS，交通地理信息系统 GIS，无线数字通信

1、前言

一个实用的 GPS 智能车辆监控系统在硬件上分为基地监控中心加上全部移动车台两大部分；在环境上分为连系中心和移动车台的集群移动通讯网加上监控中心局域网两大部分；在软件上分为基地中心的包括向量地图 GIS 的高级程序监控软件加上管理集群通讯和传输卫星定位数据的汇编级软件。

整个 GPS 车辆监控系统可以分成三个部分：移动单元、中央控制单元和监控平台。移动单元负责接收 GPS 卫星定位信号，解算出其定位信息，然后在中央控制单元的控制下，把信息编码发往监控中心；中央控制单元负责控制整个无线通讯网的运行，接收移动单元传来的信息，并把信息送到监控平台；监控平台则是主要以电子地图为基础的监视和控制操作平台，具有很方便的信息数据库和强大的电子地图操作功能。监控系统的简单工作原理如图 1 所示。

由于 GPS 车辆监控系统具有其他车辆监控系统难以具有的定位的功能，所以在需要实时知道被监控车辆的位置的监控场合，该类系统具有很强的应用价值。特别是在运钞车、邮车、警车和其他一些保安要求较高的场合，该类系统正日益发挥越来越重要的作用。

GPS 智能车辆监控系统的总体设计涉及综合性的高科技研制开发。从技术上看主要是融合全球卫星定位系统(GPS)、交通地理信息系统(GIS)和无线数字通信技术(GMS)三项高新技术为一体的最新高科技研制任务。当然设计试验过场中离不开巨量的计算机软件编程及调试优化工作。本文指出，在这一高科技研制过程中，当前急需解决的三项技术问题如下：

1. 监控系统的速度，亦即监控系统的容量。工程验证的效果表现为最快速的巡视速度和最迅捷的报警处理，我们称之为快速响应即刻报警。在使用已内含向量地图的中心监控软件基础上，决定全系统快速响应即刻报警的关键是发展为监控目的专用的无线数字通信技术，其次是压缩数据处理技术。

2. 智能化监控软件。工程验证的效果表现为监控中心显示界面的向量化地图结构和多层次的供用户管理的 GIS 数据库。特别应含有能与美国政府人为设立的 100 米民用 GPS 随机定位偏差政策对抗，能对车辆位置与实际运行路面之间的偏差进行实时修正的智能软件。避免目前国内外车辆监控中心普遍存在的所谓“车在路外跑”的现象。

3. 研制能自动生成城市车辆导航监控用向量地图并能利用现场 GPS 定位数据快速修正的 GIS 环境支持平台软件，使得实用于中等城市的一幅导航监控用向量地图的生成周期由一般数百天缩短为数天。

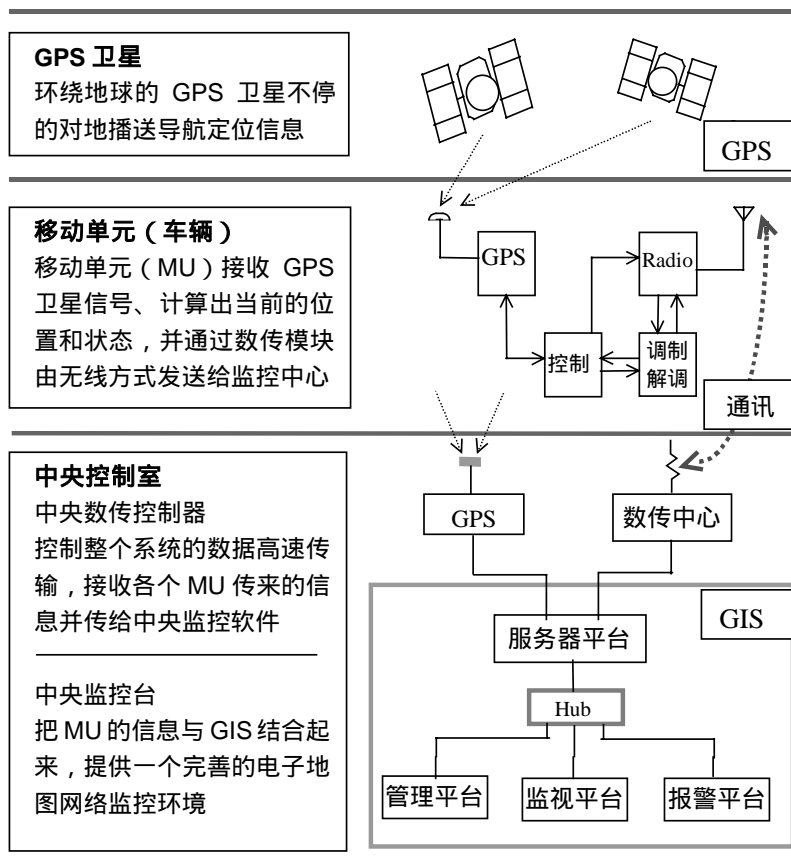


图 1 监控系统工作原理

中国科技大学 GPS 实验室抓住影响系统关键性能的上述三项技术问题,进行了艰苦的研究,取得了独特的结果,不仅形成了三套相应的软件产品,并且对国内若干中等城市进行了实际设计并成功实施^[1,2]。以下将上述三项技术问题的解决方案分节予以简要介绍。

2、加快监控系统的速度

使系统监控移动目标达到快(快速响应即刻报警)的实用效果关键在于无线数字通信技术。在整个车载监控系统中,有两个衡量系统速度的关键指标,即巡检周期和报警响应时间。车辆的巡检周期就是指在所有车辆优先级一致的情况下整个系统中所有车辆的信息更新一遍所需的时间;报警响应时间就是指移动单元触发报警至中心站收到报警所需时间。在现有这类系统中,普遍存在巡检时间慢的缺点(如南京 110 巡逻车监控系统的巡检时间大于 8 分钟每百辆车^[3])。有的系统中,移动单元的报警信息要等到其被巡检到的时候才能发出,因此一般和车辆巡检时间一致的慢。不难看出,解决这两个问题的关键所在就是要构造一个高效的通讯协议^[2]。

使用一般的话音通讯车载电台,在同一时间上通讯域中只允许有一个移动单元或中心站发射信息。我们的设计中采用了大区制组网方式,单信道通信,异频半双工方式。使用国际标准化组织 ISO 提出的 OSI 开放系统互连参考模型。其模型由七层组成,从下而上依次为物理层、数据链路层、网络层、传送层、会话层、表示层和应用层。为了达到高速可靠的传输目的,在数据链路层(DLL)我们采用的同步通讯协议是在国际标准化协议 HDLC 上变化而成的。关键的设计在于网络层,该层的功能是通过网络传送报文分组并负责路径和拥挤控制。结合地区性高速专用特点,我们设计了独特的同步时基协议。介绍如下:

1. 统一时基，分时使用

为充分利用信道资源，并保证信道畅通，将系统所用的单信道也即物理信道在时基统一的基础上划分为多个逻辑信道。如图 2 所示：

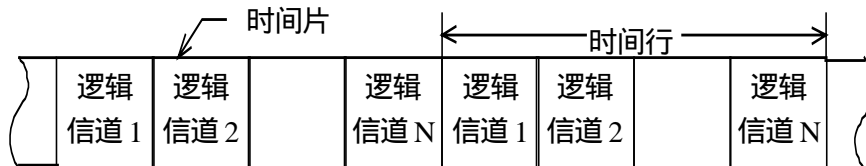


图 2. 逻辑信道的划分

每个逻辑信道称为一个时间片。每一片的宽度可以一致，也可以有差别。N 个时间片组成一个时间行，每个时间片携带其各自的信息。我们在时间片的开始把 PTT 打开，在结束处把 PTT 关闭。则一个时间片的结构就如在物理层中所描述的“电台传送一次数据”一样。

2. 时间片的功能划分及使用

在各个时间片包含的信息中，有的是从中心站发往移动单元的控制命令，有的是从移动单元发往中心站的数据信息。时间帧和时间行的宽度直接影响系统的巡检周期和报警反应能力。因此我们把各个时间片分为如下几个种类：同步片、命令片、应答片、报警片和数据片。其中同步片和命令片是中心站发往移动单元的，应答片、报警片和和数据片是移动单元发往中心站的。

3. 通讯数据压缩

时间帧的宽度和三方面因素有关：数据包（有用信息和编码信息等冗余信息）的大小、波特率、时延时间。下面我们来分析一下定位数据帧的宽度。我们的实验结果表明，在一个城市大小的范围之内，定位信息、车辆状态信息和标识信息加起来经过压缩之后，可以缩短到九个字节以下。加上 CRC 校验码，不超过十一个字节。由于采用了“零位插入”，则极端情况下（最长）是位流增加 1/5，即最多增加到 106 个位。再加上首尾两个同步标志和开始的预同步头，一共有 138 个位。由以上设计可以看出，这个同步时基协议充分利用了时间域的各个环节，基本上达到了最大限度的利用时间的目的，解决了单信道的多单元工作的使用问题。

研制成功的数传控制器采用了同步时基控制协议使大容量连网 GPS 通信变为现实。控制中心不但能同时接纳数百辆的移动单元入网，而且高速巡查监控与更新记录 100 台移动车辆数据只要 30 秒。确保即使上千辆车同时入网，其中任何一部车辆单独按下报警按钮或报警线被破坏 3 秒钟之内中心就可以获得报警信息。与南京市公安局 110 警用 GPS 系统^[3]相比，我们系统的速度提高了十多倍，而 3 秒整体报警时间的设计并实现更打下了城市报警系统大规模扩容的技术基础。

3、提高监控系统的精度

使系统监控移动目标达到准（准确显示车辆位置）的实用效果关键在两项技术，一是要生成准确的的城市交通向量电子地图 GIS，另一项是对 GPS 定位随机偏差的实时智能修正。

系统监控中心的管理操作台与监视操作台上安装的智能 GIS 系统，把层次丰富的矢量电子地图与 GPS 定位信息及相应窗口中运行车辆位置文字显示完美地结合在一起。对于地图操作的基本功能要求如下：地图能被单击放大缩小，选取区域放大，抓取某点平移等；在发生报警的时候，能自动的打开事先设置好的报警地图，并以报警单元所在位置为中心放大显示。图 3 表示我们的一个实际运行的监控中心同时显示的两幅画面，图 3b 显示以报警车辆（图 3a 中已转为红色警示）为中心放大。

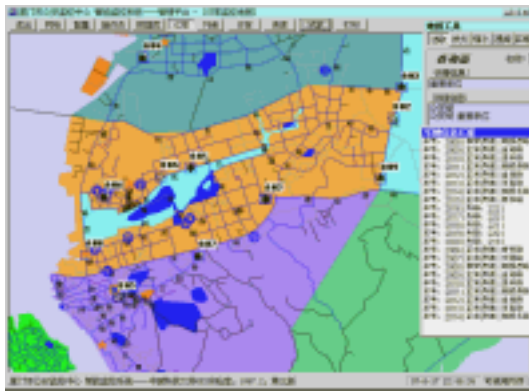


图 3a 管理操作台监控界面

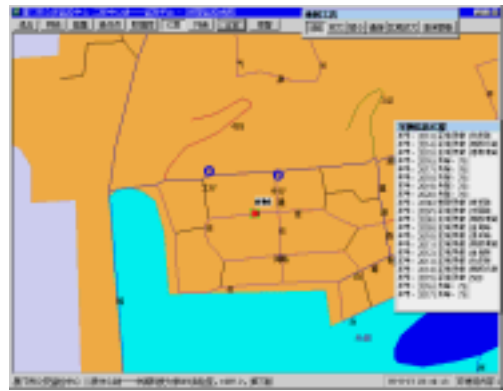


图 3b 报警时监视操作台报警监控界面

在矢量化地图的基础上，我们独创了智能型路面偏差自适应修正功能模块软件，可以有效的修正美国政府人为设立的 GPS 随机定位偏差的影响，使移动单元位置与电子地图道路之间达到很好融合效果。从而使得用户能方便准确地判断出各移动目标的真实位置。图 4 表示我们安装在合肥的一个实际运行的监控中心分别将该功能模块关闭与开通后显示的两幅画面。从图 4a 输出的车辆实时所在位置的道路名称列表也可看出，由于没有使用智能型路面偏差自适应修正功能，部分车辆离开了正在行驶的路面。



图 4a 未使用智能型路面偏差自适应修正功能



图 4b 使用智能型路面偏差自适应修正功能

由于我们的地图是组织性很强的矢量结构，可以很方便的引入智能化的功能，而成为具有智能性的监控系统。有一些基本的智能功能如下：预先指定某车辆的路线或区域，发现离开指定路线或区域即报警；计算某移动单元到达某地的最短路径；分析某移动单元可能的逃逸路线，建议布置封堵计划；某移动单元告警后，其他移动单元赶往出事地点的最佳方案。这些智能化的功能都可以采用一定的人工智能算法加以实现。但其基础是地图的结构具有很好的数字化。

4、监控专用 GIS 的自动生成与非线性校正

中国目前绝大多数城市尚无向量化电子地图，而向量化电子地图是实现高质量车辆定位监控的基础。需要指出的是，监控系统使用的地图数据库是从哪儿获得？在目前国内统一的数字地图数据库基本上是空白的情况下，一般都采用以某种方式把印刷地图给数字化来获得数字地图数据库。常用的方法是采用数字化仪，但耗费太多的人力和时间。尤为严重的问题是，这样得到的电子地图若需修正或更新，同样困难而周期很长。目前国际最有名的 GIS 环

境支持平台 Map/Info 与 Arc/Info 软件虽然其通用功能很强,但用于制作车辆保安监控系统专用电子地图 GIS 就存在着上述两个缺陷。正是因此国外公司才未能迅速如愿地占领中国的城市监控系统市场。基于这种状况,考虑到在中国 GPS 车辆导航与监控系统推广应用中对专用向量化电子地图的大量需求,我们下大力气,研制了弥补这两缺陷的中国 GPS 车辆导航与监控系统专用向量地图 GIS 环境支持平台软件。该软件利用模式识别原理,直接由计算机从扫描图像中特征抽取交通信息,自动生成向量地图,再利用现场 GPS 车辆轨迹信息,在全区域平面上进行非线性区域网络位置拟合校正,生成最终实用的导航与监控向量地图。

该专用向量地图 GIS 环境支持平台软件,在保留我们知识产权的前提下,可以向外提供给工程用户。在电子地图自动生成领域,国内外还初在刚刚起步的状态。我们实验室在该项研究上已达到一个较高的自动化水准,并在大数据量,大批量的地图数字化领域中发挥出很强的实用性。它已不仅仅是车辆监控软件的辅助工具,在 GIS 及管理信息系统中有着更大的应用前景,更广泛地用于需要 GIS 向量地图为背景或 GIS 为基础数据库的管理信息系统上,如高速公路车流,水系资源、环保数据、电力负荷、电话网络、城市用水、消防监控、农田植保等管理信息系统。

五、设计总结

本文对 GPS 车辆监控系统做了一个总体设计。该系统的设计从实验结果和现场操作结果来说是成功的,设计性能达到了目前国内 GPS 车辆监控领域的最好状况,具有国内外同期同类产品技术上的先进水平。

参考文献

1. Yuanlu Bao, Wangshen Zhang, Ming Zhu, Weiran Wang & Lingyu Duan, "USTC GPS Vehicular Monitoring System", 1997 中日双边先进能源与交通工程学术会议论文集 1997, Yellow Mountain City, China, p339-347
2. 鲍远律, "GPS 车辆监控系统的总体设计", 《世界 GPS 接收机购买手册》, 中国 GPS 信息中心, 航空航天工业部出版社, p167-183, 1998.10
3. 刘传宁、陈和迈, " 警用 GPS 系统 ", 《电子世界》, 1997 年第 4 期

USTC GPS Vehicular Monitoring System

Bao Yuanlu, Zhang Wangshen, Huang XiaoGang, Cheng Jun
Dept of Automation, University of Science and Technology of China
Hefei, Anhui 230026, China

Abstract: The USTC GPS Intelligent Vehicular Monitoring System (IVMS) is introduced. We overcome three crucial technical difficulties in developing the IVMS: Computer aided generation of city vector-map, Full speed for monitoring all moving objects and On-time correcting the deviation of vehicle tracks upon the road locus.

Keywords: GPS, GIS, Data radio communication