

基于 ArcGIS Engine 的车辆监控 GIS 系统开发

吴建华

(1. 江西师范大学地理与环境学院, 南昌 330022; 2. 鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室, 南昌 330022)

摘要: 基于 GPS/GIS 的车辆监控调度系统可以实时了解车辆的位置、速度、方向等状态信息, 为人们提供了一种全新的车辆管理手段。客户端车辆监控 GIS 系统是车辆监控系统中重要的组成部分, 对其进行研究开发具有较强的现实意义与应用价值。针对实际的车辆监控项目的应用需求, 本文采用 ArcGIS Engine、Oracle 数据库和 Visual Basic 6.0 等开发工具, 利用 MapControl、TocControl、ToolBarControl 控件、ICommand、ITool、IToolBarDef 等接口开发了监控中心客户端软件——车辆监控 GIS 系统。在开发车辆监控 GIS 软件的过程中, 我们设计了车辆监控 GIS 系统的技术框架, 实现了原型系统和关键功能, 建立了数据库。其关键功能包括: 长度或面积量算时坐标的动态转换、IFeatureCache 接口缓存技术的捕捉、自定义车辆符号的动态显示(符号方向随着车辆运行方向动态变化)、历史轨迹的查询与绘制和车辆最新位置信息提取与定位等。研究结果表明: 系统实现方法简单实用, 有助于优化系统结构及提高开发效率; 系统功能使用方便、快捷, 能够满足实际应用的需求, 对相关 GIS 系统的建设具有参考价值。

关键词: 车辆监控; 电子地图; 地理信息系统; ArcGIS Engine

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2011.00088

1 引言

现实生活中车辆违规使用、车辆被堵、车辆遭抢劫、公车私用、车辆应急调度不及时等事件时有发生, 为了防止类似事件的发生, 我们有必要采用现代高科技手段实现对车辆的跟踪监控, 实时了解车辆的位置、速度、方向等状态信息。基于 GPS 与 GIS 的车辆监控调度系统正是由于这种需求而出现, 并不断发展起来的。它的基本原理是先利用安装在车辆上的 GPS 接收机获取车辆的位置和状态信息, 然后, 通过无线网络通信技术实现数据从移动车辆到监控中心的传输, 最后, 在监控中心的车辆监控 GIS 系统中, 以可视化的方式动态显示车辆的位置及状态信息^[1-8]。它改变了以往过多人工干预的车辆指挥调度模式, 为人们提供了一种全新的车辆管理手段。可见在现阶段研究、开发和应用该系统具有重要的现实意义。本文正是在实际的车辆监控工程项目要求下进行的一项研究与开发工作, 以满足用户的实际需求。

目前, 基于 GPS/GIS 的车辆监控调度系统的研究与应用在国内蓬勃发展, 并在一些发达城市及某些特殊领域得以应用。当今这类系统的客户端监控软件开发主要有两种模式: (1) B/S 模式, 即对于远程的客户终端, 只需要普通 Web 浏览器即可访问监控中心网站, 通过用户验证即可查询车辆的各种信息; (2) C/S 模式, 即只允许在安装有车辆监控 GIS 软件的主机上, 可查询车辆的信息, 当然也可以采用 C/S 与 B/S 混合构架的模式^[9-10]。鉴于 ArcGIS Engine 具有简洁、灵活、易用、可移植性强等优点, 本文选择 ArcGIS Engine 在 VB 6.0 开发环境中进行 C/S 模式的车辆监控 GIS 系统的开发。

2 基于 ArcGIS Engine 的系统开发方法

2.1 ArcGIS Engine 开发工具应用分析

ArcGIS Engine 是美国 ESRI 公司发布的一款地理信息系统二次开发产品, 由于它具有简洁、灵活、易用、可移植性强等优点, 受到了广大 GIS 人员

收稿日期: 2009-10-30; 修回日期: 2010-10-22.

基金项目: 江西师范大学博士启动基金项目(2644); 江西师范大学青年成长基金项目(2703)。

作者简介: 吴建华(1981-), 男, 博士, 讲师。主要研究方向: GIS 应用与开发及空间数据融合与更新。

E-mail: wjhgis@126.com

的喜爱。ArcGIS Engine 由两部分组成:面向开发人员的开发工具包(ArcGIS Engine Developer Kit)和面向最终用户的使已完成的应用程序能够运行的运行时环境(ArcGIS Engine Runtime)。ArcGIS Engine 可以在不同开发语言环境(VB、VC、JAV、.NET(VB.NET、C#.NET 等))下开发,它提供了一系列可以在 ArcGIS Desktop 框架之外使用的 GIS 组件和可视化控件,它提供的组件包含 20 多个类库,比如:Geometry、Display、Geodatabase、System、Carto 等,用户通过引用各个类库中的接口并配合控件的使用,可以方便实现 GIS 功能,这使得开发者将精力集中到解决应用程序中的业务逻辑中,而不是从头开始开发 GIS 功能。开发人员可以将定制的 GIS 功能嵌入到已有的应用软件中或创建自定义应用软件^[11-13]。

2.2 车辆监控 GIS 软件开发的过 程与方法

根据用户提出的对车辆进行动态监控并进行车辆历史轨迹查询的需求,笔者结合多年开发 GIS 软件的经验,开发了客户端车辆监控 GIS 系统,现将其开发的基本过程与方法归纳如下:

(1)系统主界面设计。创建一个新的主工程,引用相关部件和类库,根据需要在主窗体上添加地图控件(MapControl)、框架控件(TocControl 和 ToolbarControl)及其他控件。通过属性设置进行框架控件与地图控件的绑定,当然也可以在程序中动态绑定。此外,考虑到车辆监控业务与地图的交互,需要把历史轨迹查询界面与车辆最新位置界面动态嵌入到主界面。

(2)ArcGIS Engine 产品的许可认证。所有的应用必须在运行时初始化一个产品许可,可以通过提供的 License 控件设置完成,也可以利用使用 esriSystem.AoInitialize 方法初始化产品许可。

(3)GIS 功能模块实现。比如,地图浏览、空间查询、监控管理等,分别在 ActiveX DLL 工程中实现,模块中的每一个小功能点通过类实现 ICom-mand 或 ITool,实现 ICommand 时,可以为每个命令(对应于工具条或菜单按钮)配置名称、图标、提示信息、是否有效等。然后将多个命令和工具集成实现 IToolBarDef 或 IMenuDef 接口。

(4)功能模块集成到工具条控件。在主工程中引用上一步中的 ActiveX DLL 工程,然后通过 ToolbarControl 的 AddToolBarDef 方法建立

IToolBarDef 实现类的对象与 ToolbarControl 的关联,例如:程序语句“tbQuery. AddToolBarDef pQueryToolBar”其中,tbQuery 是 ToolbarControl 控件,pQueryToolBar 是 IToolBarDef 实现类的对象。

(5)程序打包与发布。在开发完所有的功能后,就需要进行系统的打包发布,打包时需要配置好你所需的数据和符号库(存储地图数据的符号,比如表示车辆的符号)等,由于 ArcGIS Engine Runtime 是 ArcGIS Engine 应用程序的运行环境,所以,需与应用程序一起打包。

3 系统设计

3.1 系统技术框架设计

系统技术框架如图 1 所示。整个系统的开发在 VB 6.0 开发环境中实施,其中客户端的属性数据通过 ADO 来进行访问,而地图数据则利用 ArcGIS Engine 组件提供的接口实现访问与操作。从逻辑上将系统分为数据资源层、应用支撑层和应用层,数据资源层专门存放系统数据,应用支撑层提供各类服务组件来访问数据服务层和响应客户端的请求,应用层表示客户端的车辆监控 GIS 系统。在数据管理方面,GPS 数据库使用 Oracle 10g 数据库管理系统进行管理,而 ArcGIS 地图数据库通常有以下几种管理方式:①通过 ArcSDE 把地图数据存放到商业数据库,比如,Oracle、SQLServer 等;②通过 Personal Geodatabase 管理;③通过 File Geodatabase 管理;④将地图数据以 Shapefile 格式存放

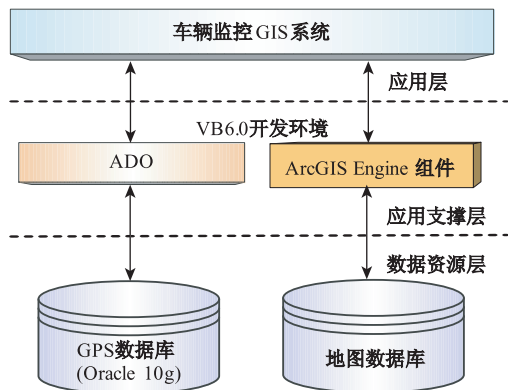


图 1 系统技术框架

Fig. 1 Technical framework of GIS system for vehicle monitoring

到文件夹中。考虑到用户成本和便于数据管理,并通过实际应用的对比分析,最终选择第二种方式建立地图数据库。

3.2 系统功能结构设计

车辆监控 GIS 系统的主要功能是实现对运营车辆的动态可视化监控管理,方便管理人员对运营车辆进行指挥调度及急救等。因此,从用户使用方便性,以及满足用户日常的业务管理需求的角度出发进行系统功能设计。系统功能结构如图 2 所示。



图 2 系统功能结构

Fig. 2 Function structure of GIS system for vehicle monitoring

- (1)地图文件管理:包括地图文件(MXD 格式)的打开、新建、保存、另存为功能,此外,还包括加载图层,导出图片(以 JPEG 或 PDF 格式导出地图控件中的地图,例如可以导出绘制有历史轨迹的图片,以备以后查询、分析使用)等功能。
- (2)地图浏览:包括地图放大、缩小、固定放大、固定缩小、平移、全屏显示、地图书签(用于切换到以前的地图视图)、地图鹰眼(本文通过动态添加与删除表示范围的 Element 来实现,比以往临时绘制刷新的方法速度快得多)等。
- (3)图层控制:包括显示、关闭、移除所有图层,显示、关闭、移除当前图层,当前图层可选与不可选等功能。
- (4)空间查询:其功能有:选择空间对象查询其属性(一般的 GIS 系统将点查询和拉框查询分为两个命令按钮实现,本文将两个功能集成在一起,根据用户的操作自动选择功能,简化了操作)、一般条件查询、综合条件查询。
- (5)空间量算:在地图上拉皮筋方式进行长度量算或面积量算或点击对象查询其长度或面积。
- (6)地图标注:设置图层标注信息,可以设置需要标注的属性字段及辅助信息,并且可以设置标注文本的颜色、字体、大小等。
- (7)车辆监控:包括启动监控(读取最新的 GPS

数据)、停止监控、历史轨迹的查询与显示、车辆沿历史轨迹运行的动画、车辆符号动态显示(显示车辆符号和编号,以及车辆符号方向随着车辆运行方向动态变化)、查看车辆最新位置等功能。

3.3 系统数据库设计

系统数据库主要包括 GPS 数据库和地图数据库。GPS 数据库存放所有监控车辆发送来的各项信息。GPS 数据库中主要设计了 3 张关系表:最新轨迹数据表(表名为 LastTracks,保存每台车最新的一条轨迹)、历史轨迹数据表(表名为 RealTimeTracks,保存所有车的所有轨迹),以及设备状态变化表(表名为 StateChange,保存所有设备上报的状态,以及应用服务所产生的状态),其中,最新轨迹数据表的属性结构见表 1。

表 1 最新轨迹数据表结构

Tab. 1 List structure of last track data

字段名	字段意义	字段类型
UnitID	设备编号	VARCHAR2(20)
Longitude	经度	FLOAT
Latitude	纬度	FLOAT
Altitude	高度	FLOAT
GpsTime	GPS 时间	DATE
NavigationState	导航状态	NUMBER(1)
Direction	方向	NUMBER(5)
Velocity	速度	DOUBLE
RecordTime	记录时间	DATE
SatelliteNumb	卫星数	NUMBER(38)
UnitState	设备状态	NUMBER(19)
...

各张关系表内的数据由 GPS 指令服务器程序执行 GPS 数据库的存储过程时自动写入。地图数据库包含了多个不同要素类图层,具体包括境界、居民地、国道、省道、高速公路、县乡道、铁路图层等,数据采用的坐标系统是专为 GPS 使用而建立的 WGS84 坐标系。最终这些 shapefile 数据被导入到 Personal Geodatabase 中。

4 系统实现

4.1 原型系统的设计开发

依据以上系统开发方法和系统设计,实现了设计功能(见图 3)。

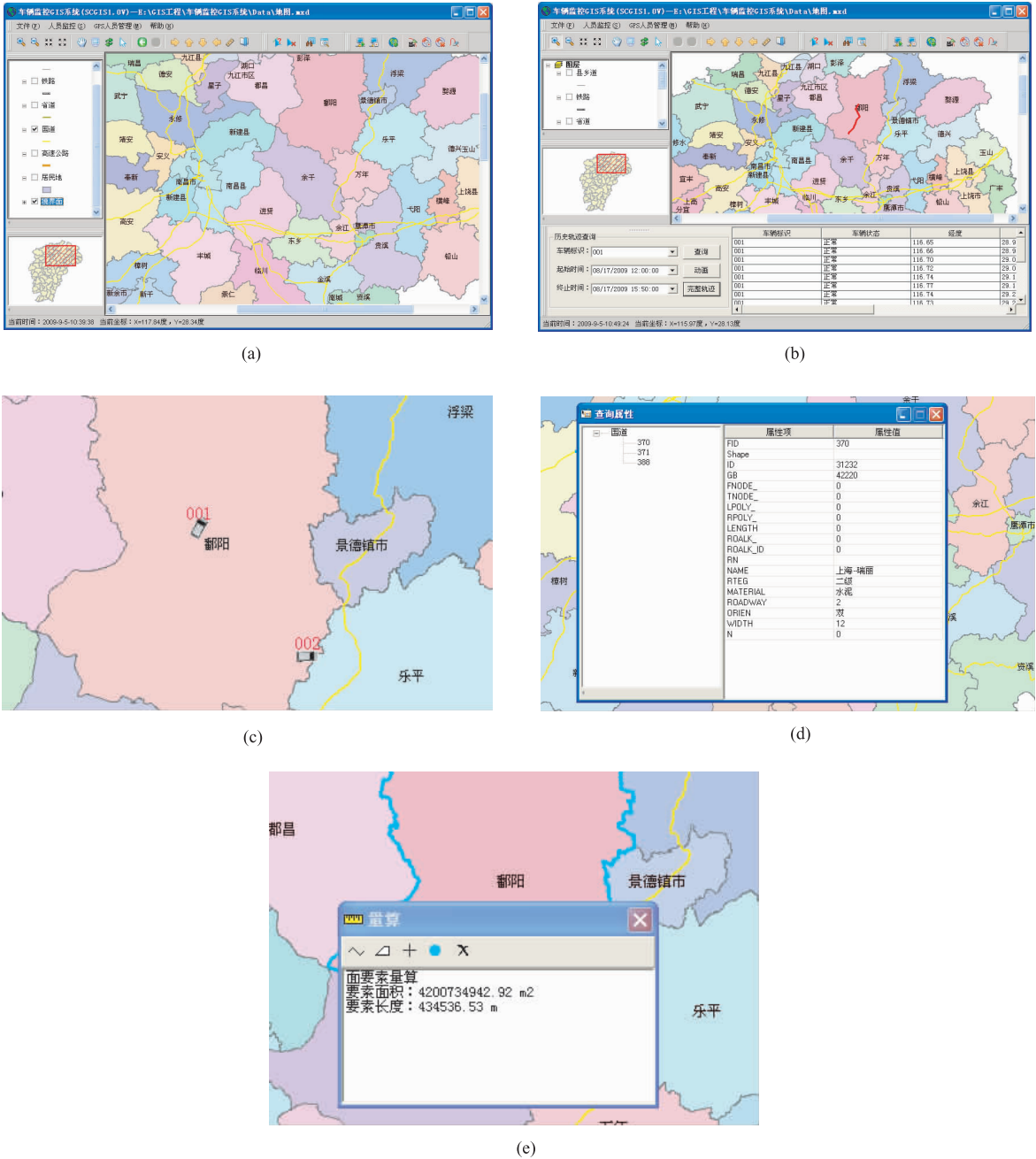


图 3 系统的部分界面

(a)系统的主界面 (b) 历史轨迹查询界面 (c)车辆动态显示界面 (d)选择对象查询属性界面 (e)面积量算界面

Fig. 3 Some interfaces of GIS system for vehicle monitoring

(a) Main interface of the system; (b) Query interface of historical path; (c) Dynamic display interface of vehicles;

(d) Interface of attribute query on object selection; (e) Interface of area measuring

4. 2 系统的关键功能实现与应用

4. 2. 1 量算功能

(1)量算时坐标动态转换

由于地图数据采用的是 WGS84 坐标系,该坐标系下显示的是经纬度坐标,所以,在量算长度或

面积时需要将相关点位坐标转换成平面坐标。系统数据经度范围约为 113. 5~118. 5°,本文按以下策略进行点位投影:①经度小于等于 115. 5°的点位按照北京 54 坐标系 3°带中央经线为 114°进行高斯投影转换;②经度大于 115. 5°的点位按照北京 54

坐标系 3°带中央经线为 117°进行高斯投影转换。
参考代码如下：

```
If dblX<= 115.5 Then      'dblX 表示经度
    Set pProjectSpatial = pSpatialRef. CreateProjected
    CoordinateSystem(esriSRProjCS_Beijing1954_3_Degree
_GK_CM_114E)
ElseIf dblX > 115.5 Then
    Set pProjectSpatial = pSpatialRef. CreateProjected
    CoordinateSystem(esriSRProjCS_Beijing1954_3_Degree
_GK_CM_117E)
End If
pGeometry. Project pSpatialRef 对点位进行投影
```

(2)捕捉功能实现

橡皮筋方式量算任意折线长度或任意多边形面积时,有时需要捕捉地理对象上的节点,这种任意式的量算,导致捕捉的目标点的不确定性,也就是说捕捉的节点可能是当前视图范围内的任意一点,所以节点捕捉功能的实现相对来说是比较困难的。本文的实现方法是:首先,利用 IFeatureCache2 接口将当前地图可视范围内的可见图层的所有地理对象存放到缓存中,然后,利用 IHitTest 接口在存放地理对象的缓存区中获取当前鼠标光标点缓冲区范围内离光标点最近的节点,缓冲区半径大小为 3 个像元距离转换而成的地图距离值。实际操作表明这种捕捉效果较好。

4. 2. 2 车辆运行的动态显示

车载终端传回到服务器端的 GPS 点位要实时地将其用车辆的符号在客户端(GIS 系统)中显示,与此同时还要显示车辆编号。车辆符号化时,首先将自己制作的车辆符号图片导入到 ArcGIS 符号库文件中并为其命名,比如,命名为“car”,然后利用 IStyleGallery、IEnumStyleGalleryItem、IStyleGalleryItem、IMarkerSymbol 接口,地图控件的 DrawShape 函数,以及 OnAfterDraw 事件完成符号的实时绘制(符号的绘制也可以通过添加 Element 的方式实现),部分参考代码如下:

```
Dim pStyleGal As IStyleGallery
Dim pEnumStyleGall As IEnumStyleGalleryItem
Dim pStyleItem As IStyleGalleryItem
Set pStyleGal = New StyleGallery
Set pEnumStyleGall = New EnumStyleGalleryItem
Set pEnumStyleGall = pStyleGal. Items (" Marker Symbols", StylePath, "vehicle")
pEnumStyleGall. Reset
Set pStyleItem = pEnumStyleGall. Next
```

```
Do While Not pStyleItem Is Nothing
    If pStyleItem. Name = "car" Then
        Dim pSym As IMarkerSymbol
        Set pSym = pStyleItem. Item
        Exit Do
    End If
    Set pStyleItem = pEnumStyleGall. Next
Loop
pSym. Size = 8
pSym. Angle = dblAngle
Me. mapMain. DrawShape pPt, pSym
```

车辆符号化不仅要考虑车辆的点位还要考虑车辆运行方向,即车辆符号的朝向,车辆的运行方向由当前点位前一时刻的点位指向当前点位的方向确定。而车辆编号的显示主要是通过 ITextSymbol 接口、地图控件的 DrawText 函数及 OnAfterDraw 事件来实现,值得注意的是要将车辆编号文本在 Y 方向进行一定距离的偏移,避免与车辆符号压盖。

4. 2. 3 历史轨迹查询与绘制

系统提供了对任意车辆在某一时间段内历史运动轨迹的查询与显示功能。系统中使用的 SQL 查询语句如下:

```
Dim strCondition As String
Dim MySQL As String
strCondition = "a. RecordTime >=TO_DATE(" & DTP-
From. Value & ", 'yyyy-MM-dd HH24:mi:ss') and a.
RecordTime <=TO_DATE(" & DTPTo. Value & ", 'yyyy-
MM-dd HH24:mi:ss')"
```

MySQL = "Select * from RealTimeTracks a where a. UnitID =" & Me. cboID. Text & "and " & strCondition
其中 RecordTime 表示 GPS 消息返回时间,UnitID 表示车辆编码,Me. cboID. Text 表示用户要查询的车辆编码。

系统将查询的记录显示在可视化界面上。如果双击某一条记录可依据记录中的经纬度实现车辆位置的显示,如果单击界面上的“完整轨迹”命令按钮,则在地图上以红线绘制出车辆在这段时间内的运动轨迹。“完整轨迹”功能实现的方法,首先,依据每条记录中的点位坐标,将其生成 ArcGIS 点(Point),然后,把这些按时间序列排列的点构成折线(Polyline),最后,通过地图控件的 DrawShape 函数来绘制表示车辆运动轨迹的折线。如果单击界面中的“动画”命令按钮,则车辆会沿着记录中的坐标点位作运动,“动画”功能主要是通过时钟控件来完成,其他功能同车辆的符号化显示。

4.2.4 最新位置信息提取

最新位置是指每辆车最后运行时刻的位置(即每辆车最后时刻发送的位置信息)。每辆车最后时刻发送的位置信息可从 LastTracks 表中直接读取,也可从 RealTimeTracks 表中采用以下 SQL 语句查询得到,代码如下:“select * from sa. RealTimeTracks a, (select b. id, max(b. RecordTime) as maxtime from sa. RealTimeTracks b group by b. UnitID) c where a. RecordTime = c. maxtime and a. UnitID = c. UnitID order by a. UnitID”。系统将查询结果以记录的形式显示在界面上,用户双击界面中每一条记录,即可实现对某辆车的最新位置进行定位。

5 结束语

本文介绍了用 VB 6.0 + ArcGIS Engine 开发车辆监控 GIS 软件的基本过程与方法。采用该方法开发的客户端车辆监控 GIS 系统,不仅界面美观友好,功能使用方便快捷,而且还具有车辆符号方向动态变化、车辆编号显示、量算时坐标动态转换、量算捕捉效果好等特色。目前,系统中采用的方法已经成功应用于笔者主持的南昌市的“网络语音视频监控 GIS 系统”和乌鲁木齐市的“天山区综合视频指挥管理系统”的 GIS 工程项目,应用效果良好,能够满足用户对车辆监控的需求,对相关 GIS 系统的设计与开发具有参考价值。

参考文献:

- [1] 颜聪伟,马争. MapX 在车辆监控系统中的应用研究[J]. 微机发展,2004, 14(10):76-77.
- [2] 吕明成,姚明海,陈宝塔. 基于 Max 的车辆监控管理系统的设计与实现[J]. 计算机与数字工程,2007, 35(2):149-151.
- [3] 张书毕,刘作才. 基于 GIS 的 GPS 车辆监控系统设计与实现[J]. 测绘通报,2002,42(17):31-33.
- [4] 李春立,曾志远,徐学军. 基于 ArcGIS Engine 的车辆监控系统[J]. 计算机工程,2006, 2(24):257-259.
- [5] 许志海,张昭云,王佑武. 基于组件的可扩展车辆监控系统的设计[J]. 测绘通报,2005(11):50-52.
- [6] 陈岗. 车辆监控平台 GIS 监控中心应用软件设计[J]. 科技信息(学术研究),2008(21):3-5.
- [7] 李响. 基于 GIS/GPS 车辆监控软件系统的设计与应用[D]. 华北电力大学,2009,6-9.
- [8] 贺丽红. 基于 GIS/GPS 车辆监控子系统的设计与实现[D]. 北京交通大学,2009,11-15.
- [9] 王京卫,郝光荣,王金辉. 基于 WebGIS/GPRS/GPS 的车辆监控调度系统研究[J]. 计算机与数字工程,2008(3):131-133.
- [10] 杨海燕,周荣福,谷双喜. 基于 ArcGIS Engine 的 GIS 开发的系统设计与实现[J]. 国土资源信息化,2008(1):16-18.
- [11] ESRI 中国(北京)有限公司. ArcGIS 轻松入门——ArcGIS Engine[M]. ESRI, 2008.
- [12] ESRI 中国(北京)有限公司. ArcGIS Engine 开发指南[M]. ESRI, 2004.
- [13] Zeiler M. Exploring ArcObjects Vol. 1: Application and Cartography[M]. ESRI, 2001.

GIS System Development for Vehicle Monitoring Based on ArcGIS Engine

WU Jianhua

- (1. School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China;
2. Key Lab of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education, Nanchang 330022, China)

Abstract: Vehicle monitoring and dispatching system based on GPS/GIS can real-timely know of the vehicle's status messages such as position, speed and direction. This technology provides a brand-new vehicle management method for people. GIS system for vehicle monitoring in client-side is an important component part of vehicle monitoring system, and researching and developing this system has strong practical significance and application value. In order to meet the actual demand of vehicle monitoring project, by using ArcGIS Engine, Oracle database and Visual Basic6.0, this paper developed client-side software in monitoring center, i. e. GIS system for vehicle monitoring. This paper discussed development process and

function integration method of vehicle monitoring GIS system by utilizing some controls such as MapControl, TocControl, ToolbarControl and some component interfaces, including ICommand, ITool, and IToolBarDef, designed system's technology frame, functions and database for vehicle monitoring GIS system, implemented prototype system, and provided implementation methods of system's feature and key functions. These functions include the following aspects: (1) Measurement function: coordinate dynamic transforming when measuring arbitrary length or area, implemented snap function by using the cache technology of IFeatureCache interface, achieved better effect. (2) Dynamic display of vehicle's moving: using self-defined symbol to symbolize the vehicle on digital map, symbol's direction will change along with vehicle's moving direction after starting monitoring. (3) Querying and drawing of historical track: provides querying and displaying of historical track in a certain period for one vehicle. (4) Getting the latest position: provides querying of the latest position information and spatial positioning for vehicle on digital map. The results show that the proposed development method is simple and practical, helping to optimize the system structure and improve development efficiency. The system's functions are easy to use, meeting the needs of practical application. So, it has great reference value for related GIS system construction.

Key words: vehicle monitoring; digital map; GIS; ArcGIS Engine