

公交车辆监控的一维图形显示方法

刘 维,熊桂喜

(北京航空航天大学 计算机科学与工程学院,北京 100083)

摘 要:公交车辆是按固定路线行驶运营的,运营信息具有一维线性分布的特点,因此提出了一种新的公交车辆监控的一维图形显示方法。该方法采用一维坐标系的数据模型描述和绘制监控场景,通过相对定位方式标定车辆位置。最后,以实例说明了该方法在公交车辆监控系统中的应用。

关键词:公车监控;一维坐标系;数据模型;动态分段;相对定位

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2006)10-0182-03

One - Dimensional Graphic Display Method for Bus Monitoring

LIU Wei, XIONG Gui-xi

(School of Computer Science and Engineering,
Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: Buses run on the fixed line and the distribution of information is one - dimensional. Presents a new one - dimensional graphic display method for bus monitoring. In the method, representations and drawing of monitor scene used data model of one - dimensional coordinate system, and buses were located by relative location. The application of the method in the bus monitoring sub - system is illustrated.

Key words: bus monitoring; one - dimensional coordinate system; data model; dynamic segmentation; relative location

0 引 言

公交车辆监控系统是先进公共交通系统(APTS, Advanced Public Transportation Systems)的重要组成部分。通过全程监控公交车辆的行驶,调度人员能够实时了解当前车辆的运营情况,及时有效地制定调度计划。

目前,国内公交车辆运营监控大多采用集成GPS/GSM(GPRS)/GIS的“3G”方案,监控子系统的图形显示终端均采用GIS软件平台作为支持进行监控信息的显示。其优点是省去了较复杂的GIS数据的组织、管理、显示等工作,软件的主要任务集中在GPS模块、管理模块等的二次开发上^[1]。

然而,交通信息的空间分布都存在或发生在交通网络系统中的某一路段或某一点,也就是说这些现象可视为一维线性分布而不是常规的二维空间分布,且绝大多数基础交通数据具有一维线性分布的特点^[2]。城市公交车辆运输系统是定时、定线行驶,并按客流量、流向时-空分布的变化而不断调节的随机服务系统^[3]。相对于GIS基于二维坐标系的数据模型,公交线路所要模拟的客观事物以及作用在其上的分析操作却是依赖于线性参考系统的。在GIS中,为解决在二维坐标系下对线性特征的描述和分析

问题,采用了线性参考系统和动态分段等技术,虽然解决对线性特征的信息存储、查询等问题,但为了在二维坐标参照系中显示线性信息,仍然要进行额外的转换工作^[4,5]。另外,GIS数据模型采用二维坐标对序列表达线(弧)要素,需要存储大量空间数据,传输和管理费用较高。

因此,文中提出了一种适用于公交车辆监控的一维图形显示方法。该方法简化了空间数据的结构,减小了信息描述和解析的复杂性,能够降低数据融合的难度。

1 设计思想

公交车辆监控所关注的信息较为明确,主要是某时刻车辆的运营方向、状态、当前位置、回程距离和时间等,所需的地理参照信息主要包括公交线路、公交站点和路口等。其他地理信息和公交线路的几何形式对公交运营并没有太多的参考意义。

根据公交车辆监控的特点,一维图形显示方法的设计思想如下:

(1) 监控地图中只包含运营线路和线路上与运营有关的地理要素:站台、路口、弯道等,简化监控界面的参照信息,减少空间数据的存储量;

(2) 忽略运营线路具体几何形式,将所有线路抽象为直线,简化信息的描述;

(3) 采用一维线性参考系统,简化空间数据结构,各地理要素的位置按其在运营线路上距起点的里程数等比

收稿日期:2006-01-17

作者简介:刘 维(1980-),男,湖南株洲人,硕士研究生,研究方向为智能公共交通运营管理系统;熊桂喜,副教授,硕士生导师,研究方向为企业系统集成、智能交通系统。

例在监控地图的线路上标定。

相比于 GIS 软件采用二维坐标进行位置标定,该方法中实体的位置采用一维坐标进行标定。因此, GPS 定位技术传回的二维 GPS 坐标都将转换成与某点的距离值。这样做虽然增加了 GPS 定位技术下定位数据转换的复杂度,但在前台显示时省去了因为 GPS 数据误差造成定位漂移而需要进行的地图匹配处理,简化了前台数据的组织和显示。同时,便于兼容其他定位技术,例如航位推算(DR)、里程表定位(OPS)等。这些定位技术可以直接或间接地获得车辆行驶的里程数^[6]。根据里程数,经过简单的计算,可转换为车辆在该监控地图上的一维坐标。

2 方法实现

2.1 数据模型

在 GIS-T 中,对于线性特征的描述和分析已经有了比较成熟的数据模型。因此,文中在数据模型的设计上参考了文献[7,8]中的 GIS-T“弧段—结点”模型和动态分段技术,将空间数据和属性数据分开处理。

由于对运营线路统一采用直线表示,通过参考 GIS-T 中的“弧段—结点”模型,文中提出了“线段—结点”的空间数据模型来描述运营线路,该模型由一组线段组成,线段的两端点称为结点。因此,公交运营网络可以映射为一个有向图, $G = \{N, A\}$, 其中包括结点集 N 和线段集 A , 与运营线路相关的属性信息存储在与线段相关联的属性表中。

线段的数据结构见表 1。

表 1 线段的数据结构

| lineID | sectionNo | beginNodeID | endNodeID |
|--------|-----------|-------------|-----------|
|--------|-----------|-------------|-----------|

其中 lineID 是线段对应的运营线路的标示码;sectionNo 是线段在线路中的序号;beginNodeID 和 endNodeID 分别为线段起始节点的标示码。

结点的数据结构见表 2。

表 2 结点的数据结构

| nodeID | position | XVL | YVL |
|--------|----------|-----|-----|
|--------|----------|-----|-----|

其中 nodeID 是结点的标示码;position 是结点的一维坐标;XVL 和 YVL 分别为结点的地理 X, Y 坐标,主要用于 GPS 定位技术下相对距离的计算。

对于线路的属性数据, GIS-T 中采用动态分段技术将以一维线性参照为基础的属性数据与以二维参照系统中的空间数据统一起来^[9]。同样,在一维参照系中,也同样存在要素—属性的一对多关系以及站点与控制点不一致的问题,因此文中参考了动态分段技术的思想,设计属性数据的数据结构。

动态段的数据结构见表 3。

表 3 动态段的数据结构

| lineID | dSectionNo | attrType | attrValue | bgRefID | endRefID |
|--------|------------|----------|-----------|---------|----------|
|--------|------------|----------|-----------|---------|----------|

其中 lineID 是线段对应的运营线路的标示码;dSectionNo 是动态段在线路中的序号;attrType 和 attrValue 是动态段的属性类型和值;bgRefID 和 endRefID 分别为动态段起始节点的标示码。

动态结点(参考点)的数据结构见表 4。

表 4 动态结点的数据结构

| referenceID | sectionNo | position | XVL | YVL |
|-------------|-----------|----------|-----|-----|
|-------------|-----------|----------|-----|-----|

其中 referenceID 是动态结点的标识码;sectionNo 是空间结构中线段的标识码;position 为动态结点相对于线段的相对位移;XVL 和 YVL 分别为动态结点的地理 X, Y 坐标,主要用于 GPS 定位技术下,相对距离的计算。

2.2 监控地图的绘制

监控地图是监控显示界面的背景,是车辆位置的参照。为了将运营线路和线路上的情况真实地反映到监控地图上,需要在运营线路上采集地理信息和运营信息(如行驶速度、客流量、事故频率等),并在监控地图上准确地标定。

依据“线段—结点”的空间数据模型,结点间的运营线路应为直线。然而,实际中公交运营线路大部分都是折线或曲线,线路上两点间的里程并不一定等于它们之间的直线距离。因此,在对运营线路进行分段时,需要将折线和曲线部分划分为若干直线或近似直线的区段进行处理。监控地图的绘制如图 1 所示,具体步骤如下:

- a. 在运营线路上采集控制点,控制点将运营线路分为了若干个直线或近似直线的区段;
- b. 沿运营线路方向,测算出各相邻控制点之间的直线距离;
- c. 根据相邻控制点间的距离求得线路长度和监控地图的比例尺,并依次确定各点在监控地图线路上的位置,形成监控范围的线性参照基准框架。
- d. 在运营线路上采集参考点,沿运营线路方向,测算出各参考点与其相邻的控制点之间的相对距离;
- e. 根据比例尺、关联控制点的位置和相对距离,确定各参考点在监控地图线路上的位置;

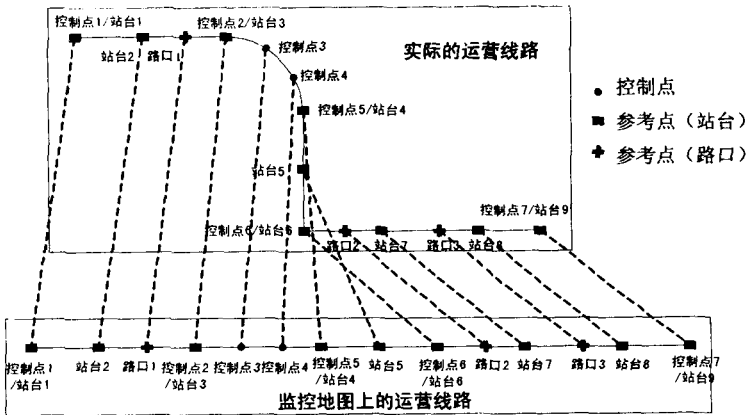


图 1 监控地图的绘制

f. 根据参考点的位置以及参考点间属性段的属性信息,绘制监控地图。

2.3 车辆位置标定

车辆位置标定就是根据信息采集终端传回的车辆位置信息在监控地图上确定车辆的位置。车辆位置的准确标定是整个公交车辆监控的核心问题。车辆位置的标定有绝对定位和相对定位两种方案。

* 绝对定位:整个线路设定一个统一的原点,所有车辆的位置均为相对于原点的位置;

* 相对定位:线路中没有固定的原点,车辆以其前一个参考点为原点,位置为相对于该参考点的位置。

绝对定位便于全局采用统一的计算方法对车辆进行定位,无需在监控过程中保存其他参照信息。但是,这种方案首先必须保证原点坐标的精确和稳定,否则整个线路的定位都会出现定位不准确的现象。另外,由于行车线路绝大多数是折线或曲线,计算车辆离原点的里程需要将它们之间所有区段的距离进行累加。

相对定位避免了以上问题。所有车辆的位置都是相对于其前一参考点的位置,参考点的位置在地图绘制时已经确定好了,车辆定位时只需计算车辆与前一参考点的相对距离。此外,如果地图中某一个参考点的坐标不准,也只会影响到以它为端点的区段,不会对全局造成影响。但是,相对定位在监控过程中需要记录车辆的运营方向和前一参考点等信息。对于同一参考点,不同的运营方向,车辆相对该点的移动方向是不同的。

经过综合考虑,选用相对定位方案进行车辆位置的标定,步骤如下:

- 在对车辆的监控过程中始终记录车辆运营方向和前一参考点的编号;
- 根据实时定位数据,求得车辆离前一参考点的距离;
- 根据前一参考点在地图上的位置和车辆与其的相对距离确定车辆在监控地图上的位置。

另外,如果车辆中途加入或出现故障,将会导致未记录或丢失运营方向和前一参考点编号的情况。对于运营方向,可以通过与起点距离的增减进行判断。对于前一参考点编号,可通过定位数据与监控地图上参考点的位置数据进行比较,确定车辆所在的区段从而确定其前一参考点。

3 实例应用

目前,该方法已应用于北京市公交某线路车辆监控软件中。车辆监控软件结构如图 2 所示。

消息处理模块负责接收采集终端传回的定位数据,提交给数据处理和控制模块,并将原始数据保存至运营数据库。该模块采用 WinSock 控件实现与消息服务器的通信。

数据处理和控制模块对定位数据进行转换、修正、融合和识别,为异常检查和监控显示模块提供格式化的数据。主要的处理包括坐标转换、车辆进出站识别、运营方向判断等。

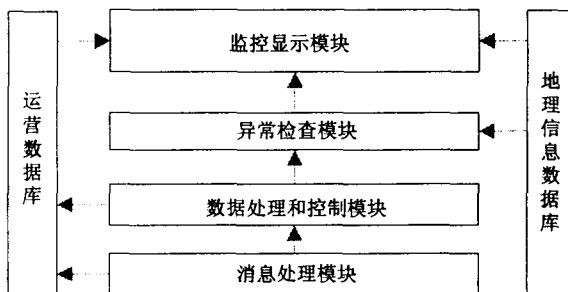


图 2 北京市公交某线路车辆监控软件结构图

异常检查模块通过检查处理后的监控数据,判断公交车辆运营是否正常。若出现异常,将异常数据提交显示模块进行显示。公交车辆的异常情况主要包括车辆偏航(车辆不按运营线路行驶)、车辆超速、车辆早晚点等。

监控显示模块根据一维图形显示方法进行设计,该监控显示模块的类图如图 3 所示。

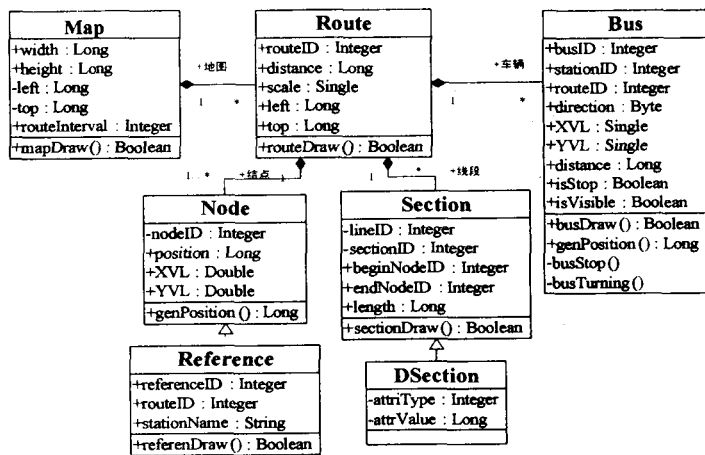


图 3 监控显示模块类图

Map类(监控地图)由Route类(运营线路)聚合而成,Route类中包含Bus类(公交车辆)、Node类(结点)和Section类(线段)。Reference类(参考点)是一个继承于Node类的抽象类,所有实现该接口的具体子类(站台 Station类、路口 Cross类、弯道 Creek类等)都可以加入至Route类中。这样保证了监控地图上属性信息的可扩展性。在程序设计中,为了兼容各类定位技术,重载了Reference类和Bus类中的genPosition()方法,使其能分别接受里程数、GPS坐标等参数并进行位置计算。

车辆监控软件运行界面(如图 4 所示)上半部分为车辆位置监控地图,下半部分为车辆运营信息和站台人员信息。点击监控地图中的车辆,车辆信息栏将显示该车辆的当前运营信息;点击监控地图中的站台,人员信息栏将显示该站台的人员信息。

4 结束语

公交车辆监控中采用该一维图形显示方法,需要的采集和存储的地理信息少,界面简单明了,开发成本低;由于采用线性参照系,能够更好地描述和分析公交车辆的运营

(下转第 188 页)

age-occurrence, 表明统一 BOM 模型的 BOM 单层结构主要通过这两者来表达; 实体 Occurrence 表达了 unified-BOM-revision 是由一个或多个单层 unif-BOM-occurrence 实例所构成, 但是逻辑上这种递归特性无法在图中描述。

4 结 论

文中针对 BOM 研究中突出存在的 BOM 模型不统一的问题, 结合某动力股份有限公司 CIMS 应用示范工程的实际需要, 研究并实现了基于 STEP 标准构建了统一 BOM 模型, 实践证明, 文中提出的基于 STEP 标准的统一 BOM 模型可以较好地解决多视图 BOM 的模型不统一问题。

参考文献:

- [1] 程存有, 叶晓俊. BOM 的建立及在 PDM 与 ERP 集成系统中的应用[J]. 计算机工程, 2003, 29(4): 143-145.
- [2] 倪 莉, 秦鹏飞. 企业 BOM 的集成管理[J]. 中国纺织大学学报, 1998, 24(6): 26-29.
- [3] 王国鸿, 宁汝新. 对制造业物料清单的研究[J]. 北京理工大学学报, 2001, 21(2): 196-200.
- [4] 胡 敏. 企业集成环境下的 BOM 研究[J]. 计算机工程, 2001, 7(6): 22-24.
- [5] 刘晓冰, 黄学文, 马 跃, 等. 面向产品全生命周期的 XBOM 研究[J]. 计算机集成制造系统 CIMS, 2002, 8(12): 983-987.
- [6] VanVee E A. Modeling Product Structures by Generic Bills-of-material[D]. Amsterdam: Elsevier Science, Technology University of Eindhoven, 1992.
- [7] VanVee E A. Generative bill of material processing systems[J]. Production Planning Control, 1993(3): 314-316.
- [8] 蒋 辉. BOM 演变与制造工艺系统集成研究[D]. 北京: 北京航空航天大学, 2002.
- [9] ISO 10303-11. Industry Automation Systems and Integration-Product Data Representation and Exchange-Part 11, Description Methods: The EXPRESS Language Reference Manual[S]. 1994.
- [10] ISO 10303-41. Industry Automation Systems and Integration-Product Data Representation and Exchange-Part 41, Integrated Generic Resources: Fundamentals of Product Description and Support[S]. 1994.
- [11] ISO 10303-44. Industry Automation Systems and Integration-Product Data Representation and Exchange-Part 44, Integrated Generic Resources: Product Structure Configuration[S]. 1994.
- [12] 李善平, 刘乃若, 郭 鸣. 产品数据标准与 PDM[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

(上接第 184 页)

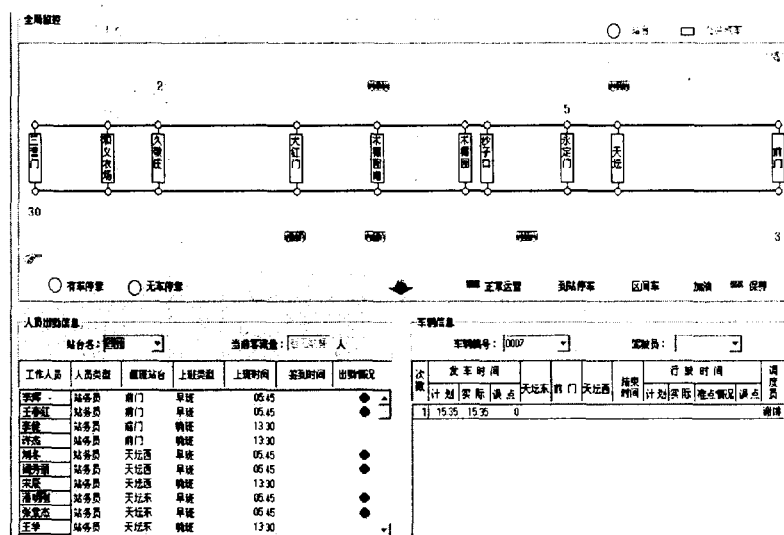


图 4 北京市公交某线路车辆监控软件运行界面

信息; 采用统一的线路模型, 不针对具体的运营线路, 具有通用性; 车辆的定位可兼容和融合多种定位技术, 便于提高监控的精确度和可靠性。但是, 这种技术仅局限于运营线路固定的车辆监控(如公交、铁路等)。

目前, 该方法已成功应用于北京市公交某线路一、二期工程的车辆监控软件中, 并获得用户的好评。由于基于该方法实现的监控软件显示所需的数据量小, 因此可考虑将基于该方法的监控显示模块通过 Internet 以 Web 的方

式进行监控显示。

参考文献:

- [1] 杨兆升. 城市智能公共交通系统的理论与方法[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- [2] 桂智明, 晏 磊, 严 明. 线性参考系统和动态分段在 GIS-T 中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2003(9): 208-209.
- [3] 李维斌. 公路运输组织学[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [4] 黄正东. 公交实体的详细表达及其在出行系统中的应用[J]. 武汉大学学报(工学版), 2003, 36(3): 69-75.
- [5] 张青年. 线状要素的动态分段与制图综合[J]. 中山大学学报, 2004, 43(2): 104-107.
- [6] 孙泰屹, 丁卫东, 朱晓宏, 等. 适用于公交车辆的定位技术研究[J]. 城市车辆, 2004(6): 62-64.
- [7] 高 勇, 刘 瑜, 邱 伦. GIS 网络分析的动态分段方法与实现[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 4(19): 41-44.
- [8] Nyerges T L. Locational referencing and highway segmentation in a geographic information system[J]. ITE Journal, 1990(3): 27-31.
- [9] 童小华, 杨东援, 刘大杰. 一种新的线性参照系统数据模型[J]. 同济大学学报, 2001, 29(4): 410-415.