

基于动态分段技术的城市管网空间数据库

彭文祥,薛惠锋,张洪才,李西宁

(西北工业大学 自动控制系,陕西 西安 710072)

摘要:针对传统的弧段-结点拓扑关系模型在建立线形要素空间数据库中存在的问题,利用动态分段技术提出了建立城市管网空间数据库的技术方案。详细介绍了动态分段技术的3个基本概念即路径、度量和事件,系统地分析了城市管网的空数据模型。最后将动态分段技术与城市管网模型结合,提出了实用性强的城市管网空数据库逻辑设计方法,该数据库具有数据冗余低,数据维护方便、高效、简便的特点。

关键词:地理信息系统;动态分段;地下管线;空间数据库

中图分类号:P208 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-274X(2002)01-0097-04

城市管网是城市基础设施的重要组成部分,主要包括给水、排水(雨水、污水)、燃气(煤气、天然气、液化石油气)、电信、电力、热力、工业管道等几大类,是城市赖以生存和发展的物质基础,被称为城市的“生命线”。显而易见,这些设施中的任何一类发生问题都会对经济建设、人民生活乃至国家安全产生重大影响。如何有效地管理城市管网信息,就显得非常重要。一些研究者普遍认为,利用地理信息系统(GIS)技术,建立城市管网信息系统是一条有效的途径^[1-2]。众所周知,运用GIS建立信息系统的主要任务为建立空数据库,该项工作一般占整个系统开发的60%以上^[3]。

对如何给空实体赋属性,其经典方法是利用弧段-结点拓扑关系模型,对属性分段不一致的线状地物如管线,一般采用以下3种方法:一是按不同的属性分段来分层描述管线,即一种属性数字化一段管线;其次是考虑到不同属性的分段,将管线分成最小的不等段,以保证在每一小段内每种属性的值都是一样的;其三,按等长分段的方式处理,即按某一长度进行定长分段,段内采样点的值代表这一段的属性值。不论按以上哪一种方法建立管网的空数据模型,其工作都极其困难复杂,管线的分段十分烦

琐,也难于保证精度。同时,属性一旦变化就必须修改空数据,使数据库的维护十分困难,如管线的管径发生变化,则须重新分段修改空数据,这样即便能顺利地建立数据库,其维护工作也是极其烦琐的,这样的数据库,在实际中很难推广应用。笔者在开发西安市排水管网信息系统中,采用动态分段技术,较好地解决了这一难题,并达到了事半功倍的效果。

1 动态分段的基本原理

动态分段(Dynamic segmentation)就是根据不同的属性按照某种度量(Measures)标准(如按距离、时间等)对线形要素进行相对位置划分的技术^[4]。对同一个线形要素,可以根据不同的度量标准得到不同的相对位置划分方案,划分得到的相对位置信息存贮在线形要素的某个数据字段中,用它可以确定线形要素上的不同分段。也就是说,在动态分段中,线形要素的定位不是使用X,Y坐标,而是使用相对位置的信息来实现的。例如,同样是说明一个单位的位置,可以用(5639,11511)来定位,也可以用“距家10 km”来表示,其中后者便是动态分段的定位方法。

收稿日期:2001-03-27

基金项目:陕西三五人才基金资助项目(2000CQ0901);西安市科技攻关资助项目(GG200113)

作者简介:彭文祥(1966-),男,重庆万州人,西北工业大学高级工程师,博士生,从事计算机网络、空信息系统理论与应用研究。

① ESRI. Dynamic Segmentation. ARC/INFO Version 7.1.1, Online Help.

动态分段技术的 3 个基本概念是路径(Routes)、度量(Measures)和事件(Events)。

1.1 路径

路径是指一个有序的弧段的集合,是定义了属性的线形要素如道路、铁路和河流等。路径的定义依赖于 GIS 中的线形要素,但它的起止点并不一定与原始的线形要素相一致(见图 1)。

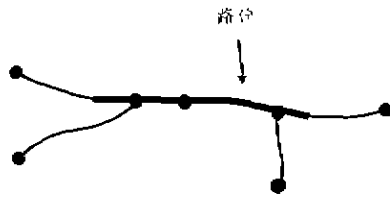


图 1 路径示意图

Fig. 1 Routes

1.2 度量

每个路径都与一个度量系统相关,分段线形要素是由沿路径的一个起始值和其他值共同组成的,分段的属性(或称事件)等是根据这一度量标准来定位的(见图 2)。

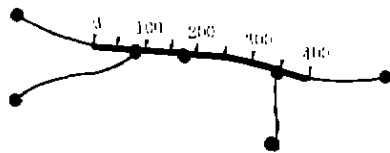


图 2 路径中的度量示意图

Fig. 2 Measures for routes

1.3 事件

事件指路径的一个部分或某个点上的属性,如道路质量、交通事故等。事件包括线事件(Linear events)、连续事件(Continuous events)和点事件(Point events)。

1) 线事件:描述路径系统的不连续部分的属性(见图 3)。

2) 连续事件:描述覆盖整个路径的不同部分的属性(见图 4)。

3) 点事件:描述路径系统中具体点(如加油站、交通事故等)的属性(见图 5)。

2 城市管网的数据模型

采用面向对象的分析方法,城市管网面对的空间目标主要是:管线点和管线两类(见图 6)。前者对应于 GIS 中的结点(NODE),后者为弧段(ARC)即管段。任意一条弧段都仅与首尾两结点相关联,即典

型的弧段-结点模型。为了在计算机中有效地管理管网信息,须确定结点,经研究发现,一条管段可按管线连接关系,用下列管线点为管段的起点和终点:① 管网交叉点(三通、四通等);② 权属单位变化点;③ 管径变化点;④ 材质变化点;⑤ 埋深变化点;⑥ 埋设年代变化点;⑦ 附属物(阀门、消防栓、窨井、接线箱、污水篦、手孔、上杆等)。

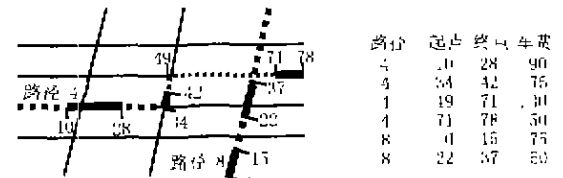


图 3 线事件的表示

Fig. 3 Linear events

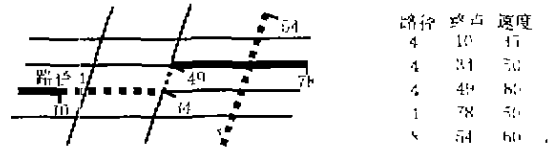


图 4 连续事件的表示

Fig. 4 Continuous events

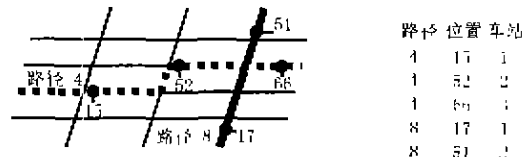


图 5 点事件的表示

Fig. 5 Point events

结点即管线点确定后,相应的管段也就确定了,接下来是给管段赋属性值。研究发现,管网的属性值变化频繁(见图 7)。传统的弧段-结点模型,其赋值结果见表 1。从表 1 可知,该方法建立的数据库有数据冗余,若属性数据改变,须重新将管线数字化,数据库维护极其困难。实际建立管网信息系统时,属性数据内容更多,有时由于资料不全,井位不准,常常只知道起始点的坐标和相对于该点的距离,显然采用上述方法是不可取的。根据动态分段的原理,可以较好地解决这一问题。

3 实例分析

利用动态分段技术建立城市管网空间数据库的基本步骤如下(以图 7 为例)。

3.1 建立路径系统

在数字化时,对同一条连续的管线只需将起点(A)和终点(E)作为结点对待,而不需要将 A, B, C, D, E 均作为结点,这样可提高数字化的效率,并对每一条管线编码。

3.2 确定度量标准

研究发现,管线点一般是由一个已知坐标点和相对距离确定的,因此选用管线的累计长度作为度量标准,采用连续事件的形式建立属性数据库。

70 m,DE 为 30 m,并设管线的编码为 1111,应建立如下数据库:

- 1) 管材数据库(见表 2)
- 2) 管径数据库(见表 3)

3.3 事件数据库的建立

假设 AB 段长为 50 m,BC 为 65 m,CD 为

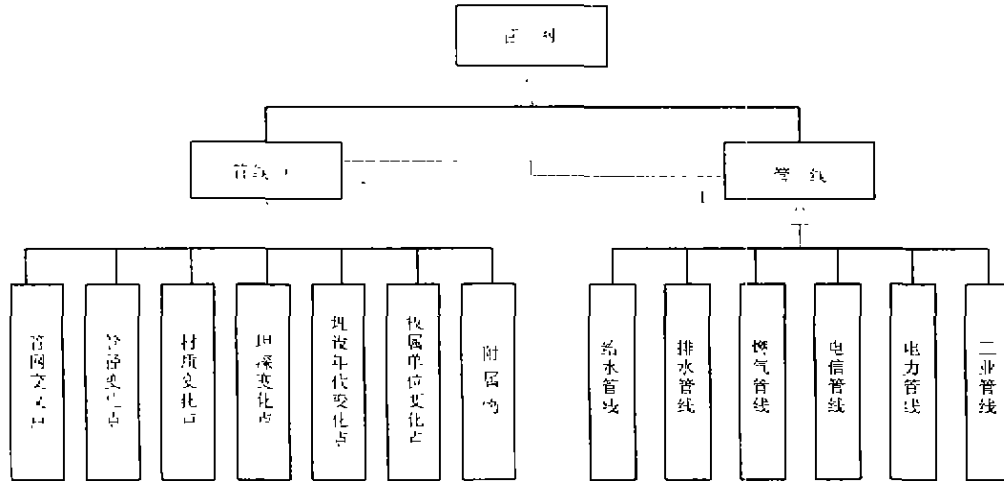


图 6 城市管网的概念模型图

Fig. 6 Conception model for urban distribution networks

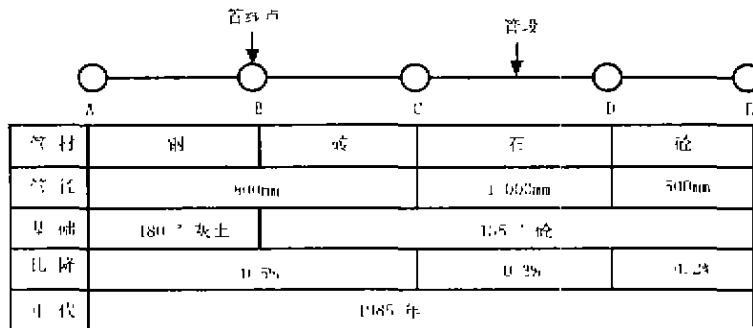


图 7 管线属性数据变化示意图(以排水管网为例)

Fig. 7 Variational attribute data for underground pipelines

表 1 图 7 对应管段的属性赋值表

Tab. 1 Attribute for the pipeline segments related to Fig. 7

管段名	AB 管段	BC 管段	CD 管段	DE 管段
管 材	钢	砖	石	砼
管 径/mm	800	800	1 000	500
基 础	180°灰土	135°砼	135°砼	135°砼
比 降/%	0.5	0.5	0.3	0.2
埋设年代	1985	1985	1985	1985

表 2 管材数据库

Tab. 2 Database for material of pipelines

管线编码	TO	管 材
1111	50	钢
1111	115	砖
1111	185	石
1111	215	砼

表 3 管径数据库

Tab. 3 Database for diameter of pipelines

管线编码	TO	管 径/mm
1111	115	800
1111	185	1 000
1111	215	500

同理,可以建立其他属性如基础、比降和埋设年

代等的数据库。这样,就可利用动态分段技术,动态地将属性值分配于不同的管段。

运用 GIS 技术可以有效地对城市管网的管线类别、容量、截面、平面、高程、架设高度、埋设深度、管线之间的平行关系和交叉关系进行管理。建立城市管网信息系统是一项庞杂的系统工程,其中空间

数据库的有效建立尤为重要。研究表明,利用动态分段技术设计建立城市管网空间数据具有数据冗余低、数据维护方便、高效、简便和定位准确的特点。实践表明,该方法是比较实用的,可达到事半功倍的效果。该技术还可应用于公路、铁路、河流、海岸线、海运、空运和油气勘探等领域,具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] MOUTAL HP, BOWEN D R, WENDY D. GIS: New York's pipe dream[J]. *Civil Engineering*, 1992, 62(2): 66-67.
 [2] 于海龙, 谢刚生, 邹时林. 基于 Mapinfo 的城市综合管网信息系统的开发[J]. *江苏地质*, 1999, 23(3): 156-161.
 [3] 阎正, 蒋景瞳. 城市地理信息系统标准化指南[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 55-56. (编辑 徐象平)

Spatial database design for urban distribution networks based on dynamic segmentation

PENG Wen-xiang, XUE Hui-feng, ZHANG Hong-cai, LI Xi-ning

(Automatic Control Department, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: A method to set up a spatial database for urban distribution networks was presented by means of dynamic segmentation techniques in order to overcome the shortcomings that the conventional arc-node topological model faces in modeling the linear features. Three basic concepts, namely route, measure and event, relating to dynamic segmentation techniques were given in detail. A spatial data model for urban distribution networks is proposed systematically. Finally, a prototype spatial database for urban distribution networks, which is of low redundancy for data storage, easy maintenance and high efficiency for database management, is designed and implemented by integrating dynamic segmentation techniques with the urban distribution network model.

Key words: GIS; dynamic segmentation; underground pipeline; spatial database

(上接第 92 页)

- [5] 何隆华, 赵宏. 水系的分形维数及其意义[J]. *地理科学*, 1996, 16(2): 124-128.
 [6] 刘继生, 陈彦光. 城镇体系等级结构的分形维数及其测算方法[J]. *地理研究*, 1998, 17(1): 82-89.
 [7] 刘继生, 陈涛. 东北地区城市体系空间结构的分形研究[J]. *地理科学*, 1995, 15(2): 136-143.
 [8] 赵永平, 王一谋. 图形分形理论在沙漠化定量研究中的应用[J]. *中国沙漠*, 1995, 15(2): 175-180. (编辑 徐象平)

Fractional research on dynamic variation of wetland resources:

A case study of wetland resources in Lixiahe region, north of Jiangsu province

KE Chang-qing

(Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, 210093)

Abstract: Fractional theory and its characteristics were introduced, so were the computational formula of Fractal dimension and its physical significance. The applications of fractional method on the dynamic variation of wetland resources were investigated, wetland resources in Lixiahe region, north of Jiangsu province, as an example. The fractional dimensions of marshes in Lixiahe region during the different period showed their changes were very severe, and their stability was the poorest one. Basically, the variation of marshes can represent that of wetland because of the very large proportion of marshes in the whole wetland resources in the Lixiahe region.

Key words: Lixiahe region; wetland resources; dynamic variation; fractal