

doi:10.3799/dqkx.2010.056

# 电信网络两类逻辑图自动生成算法

陈亮<sup>1,2</sup>, 李杏梅<sup>1</sup>, 罗津<sup>1,2</sup>, 张发勇<sup>1,2</sup>, 吴信才<sup>1,2</sup>

1. 中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

2. 地理信息系统软件及其应用教育部工程研究中心, 湖北武汉 430074

**摘要:** 为解决电信手工绘制的逻辑图不易维护的问题, 研究了电信带方向逻辑图和不带方向逻辑图的自动生成算法。算法是从数据库提取缆线的路由信息, 用深度优先的方式遍历缆线经过的所有坐标, 采取回溯的方式, 计算缆线在每个点的偏移值, 调整缆线顺序, 自动绘制逻辑图。产生的逻辑图没有不必要的交叉, 避免了传统的手工绘制。结果表明, 对于常用的电信逻辑图, 自动生成算法是可以满足要求的。

**关键词:** 逻辑图自动生成; 回溯; 深度优先。

**中图分类号:** TP302.4

**文章编号:** 1000-2383(2010)03-0459-04

**收稿日期:** 2010-01-15

## Algorithm of Auto-Creation of Two Types of Logic Diagrams of Telecommunication Network

CHEN Liang<sup>1,2</sup>, LI Xing-mei<sup>1</sup>, LUO Jin<sup>1,2</sup>, ZHANG Fa-yong<sup>1,2</sup>, WU Xin-cai<sup>1,2</sup>

1. Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Engineering Research Center of GIS Software and Applications, Ministry of Education, Wuhan 430074, China

**Abstract:** This paper studies the algorithm of auto-creation of logic diagrams with or without orientation of telecommunication to overcome the maintenance difficulty of hand-drawn logic diagram telecommunications. This algorithm initializes the graph by database, traverses the graph by deep-search-first method, and sets the vertex's offset of every line. At a result, a diagram is created without needless intercrossing by adjusting the line's order. This method avoids getting this diagram manually. Therefore this algorithm works when the diagram is of normal scale.

**Key words:** auto-creation of logic diagram; backtracking; deep search first (DSF).

## 0 引言

电信行业日常维护需要进行的外业勘察、资源管理、工程设计和工程建设都离不开各种图纸。这些图纸种类繁多, 包括逻辑图、路由图、设备分布图等。传统上, 这些图纸的绘制都是手工完成的, 需要消耗大量的人力物力。通常电信部门都保留有大量的竣工图纸和施工图纸, 这些数据很难维护更新, 且不易管理和调阅。

目前, 电信部门大量引入地理信息系统 (geography information system, GIS) 技术和数据库技术

来管理外业资源。随着各类 GIS 应用的深入和发展, 这些设施的属性数据和空间数据都已经纳入了企业的信息化管理系统。为自动生成电信各类图纸准备了条件, 本文讨论了两种逻辑图的自动生成算法 (张发勇等, 2006a, 2006b; 吴信才, 2009)。

逻辑图是电信施工和设计中最常见的图纸之一, 这种图纸要求能够体现电缆或光缆的接续情况和线序芯序的变化, 是电光缆逻辑分布的最佳表现形式。逻辑图包含两个主要要素: 缆线和设备。缆线作为线绘制, 设备作为点绘制。按照绘制要求的不同, 逻辑图分为带方向的逻辑图和不带方向的逻辑

基金项目: 国家“十一·五”科技支撑计划重点项目课题“城市市政基础设施管理与运营关键技术研究及示范”(No. 2006BAJ15B03); 国家重点“863”项目 (No. 2007AA120503)。

作者简介: 陈亮 (1977-), 男, 讲师, 主要从事通信地理信息系统软件开发及应用研究。E-mail: chen623@263.net

辑图。

不带方向的逻辑图中,缆线绘制基本是水平或者垂直绘制的,设备的空间信息和设备的相对位置不一定能得到体现。这是一种很传统的逻辑图绘制方式,这种逻辑图必须和表现缆线路由分布(即空间信息的路由)图纸一起阅读才能全面体现缆线信息。绘制这种图纸时,设备点布局可以高度规则化,比如输入信号从左边进入,输出信号从右边引出。这种图因为规则简单,点位置灵活,所以自动生成相对容易。但此类图纸没有方位信息,指导工程施工时会发现信息不全。

带方向的逻辑图在传统逻辑图的内容中增加了路由图的信息,使电光缆的空间信息也体现在逻辑图上。此种图纸中设备的位置基本准确,缆线绘制符合实际铺设路由。由于带方向的逻辑图在体现缆线信息的同时还要体现缆线实际的路由走向,所以缆线的绘制一般不是横平竖直,设备点的位置也不能随意改变,缆线接续和分支也比较复杂,在一张图中绘制多条缆线时,很容易产生扭曲和交叉,算法设计比较困难。

本文主要讨论了相关设备坐标和路由信息具备的情况下,这两种逻辑图的自动生成算法的设计和实现。主要思路是采用一种深度优先的回溯算法,根据缆线的路由信息来自动生成逻辑图。自动生成的逻辑图没有不必要的交叉,并能体现基本的路由走向、分支和接续信息。对于带方位的逻辑图和不带方位的逻辑图采用同样的算法,不同之处在于带方位逻辑图不能去掉路由过程的中间点坐标,绘制时候也是严格遵守已有坐标信息,而不带方位的逻辑图直接保留缆线起点和终点坐标,绘制的时候直接横平竖直绘制。

## 1 逻辑图绘制算法设计

### 1.1 数据结构

算法需要处理的数据对象有两类:点和线。点有两类,一种是途经的路由点,通常对应室外的电杆、人手井等,这些点主要负责提供缆线的路由坐标,在图上就是个拐点。此类点在不带方位的逻辑图中通常可以去掉。另外一种点是端点,就是实际的电(光)设备,如交接箱等,它们是缆线的两端,必须实际绘制出来。线由多个点组成,用线来描述电缆或光缆。线由两个端点和中间的  $n(n \geq 0)$  个路由点组成。

两类点的坐标均已知,但由于逻辑图一般需要同时绘制多根缆线,而这些缆线往往会有相同的端点或者路由点,如果严格按照路由点的坐标连接起来,那么这些线会重合。逻辑图的通常处理方法是针对同路由的地方绘制平行线,使同路由的缆线相对实际路由平行。所以要求自动出图算法要围绕路由点和端点坐标进行偏移,保证多条同路由的缆线绘制效果类似图 1 的平行线,两种逻辑图的差异只是一个横平竖直的平行线,一个是任意角度的平行线。

为了方便计算偏移,点和线的关系是多对多的关系,即点可以被多条线经过,线可以经过多个点。同时线需要对应两种坐标列表,一种是经过端点和路由点的坐标;一种是计算好偏移的偏移量列表。最后绘制的时候,是根据两者共同计算出图位置的。

### 1.2 相关经典算法

本文涉及到的问题与打印电路板(print circuit board, PCB)的自动布线有类似之处。这个领域的电路图自动生成算法已经有很多的研究和经典算法:

(1)李氏算法(lee-algorithm):这是一种利用波传播原理依次向临近点探索的广探算法。好处是能够保证两点之间如果有通路一定能够计算出来;缺点是缺乏全局观点,已经布好的线不能调整,会产生很多不必要的交叉(Naveed,1998)。

(2)线探法(line expansion):一种基于线扩展的布线方法。此方法确定是对于复杂情况,有时候不能找到通路,通常与李氏算法结合使用(Reinhard,2005)。

PCB 自动布线阶段的算法一个很重要的衡量标准是连通率,有时候连通率不能达到 100%。由于逻辑图的前提是先有数据后产生图纸。也就是说,提供的数据通常是实际存在的,即是连通的,所以对于

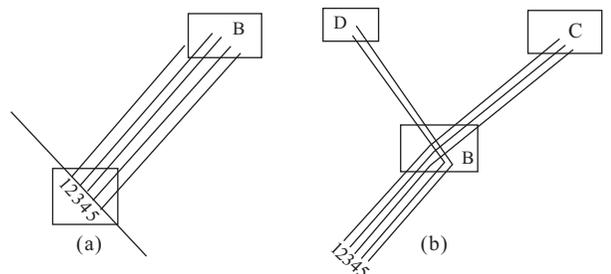


图 1 计算起点偏移量(a)和调整线顺序(b)

Fig. 1 Get the offset in start point (a) and adjust lines order (b)

电信逻辑图生成,不存在连通率的问题,那么算法主要的目标还是研究如何将这些连通的数据正确的绘制出来,更关注的是减少交叉和压盖。

## 2 算法实现

算法实现主要包括简化拓扑、计算平移量、减少交叉优化和绘制几个部分。

### 2.1 简化拓扑

对于准备好的点数据和线数据,一般可以删除部分对整图效果影响不大的路由点以简化整图,对于带方向逻辑图,采用 douglas-peuker 算法即可,参数可以根据出图范围酌情调整,对于无方向的逻辑图,直接去掉所有的路由点,然后根据两个端点的坐标,再增加一个路由点,此点坐标的  $x$  轴与前点相同, $y$  轴与后点相同,以保证最后的连线是横平竖直的。

### 2.2 计算偏移量

对于多根线经过的点,需要计算具体每根线对应点在上的偏移量,算法要求要有一个偏移量已经计算好的起始点作为开始计算的依据,起始点一般选取线最多的端点,直接在连线的垂直方向按照一定的间距根据经过的线条数可以直接计算出来,如图1所示,得到起点的偏移后,直接计算经过偏移点且平行于当前点和下点的直线方程,然后得到直线与下点对应位置的坐标,即可得到偏移量。

### 2.3 调整线对应的偏移的顺序

计算某点的偏移量的时候,还需要调整线的顺序,如图1,线1、2、3、4和5在B点绘制本来是没有

问题的,但由于线的下点分别是C和D,导致了线在B点产生交叉,因此深度搜索到点B时,根据下点(C和D)的方位,可以判断线1和2和线3、4和5是应该分开的,而且线4和5要在线1、2和3的上边,这样整图的线条在B点才不会产生不必要的交叉,因此在计算B点的偏移值的时候,可能需要将经过的线调整顺序,并需要回溯到起点,即需要一直回溯到找到线1、2、3、4和5的前点为止。

### 2.4 绘制

根据对应的路由点和计算的偏移,直接连线即可,最后得到的逻辑图线路清晰,没有不必要交叉,这种图能够和地图套接起来,对工程设计、施工均有很强的指导意义,两种逻辑图示如图2。

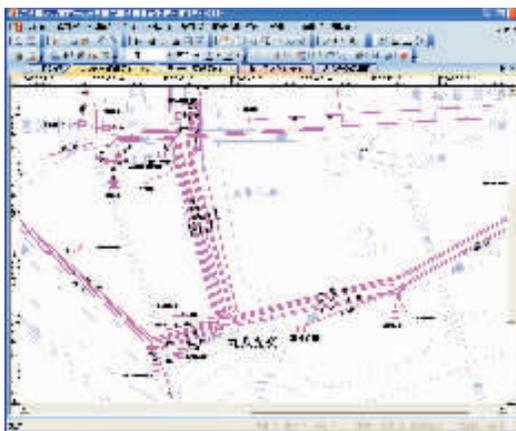
## 3 讨论

本文主要解决了布局为已知条件,布线方向横平竖直和任意方向的两种逻辑图的布线解决方案,这种算法避免了人工的图纸绘制,能够实时多维度从数据库提取数据进行图纸的自动生成,成图既能反映最新的缆线信息,又能够方便的调阅,大大提高了工作效率,有一定的社会效益和经济效益。

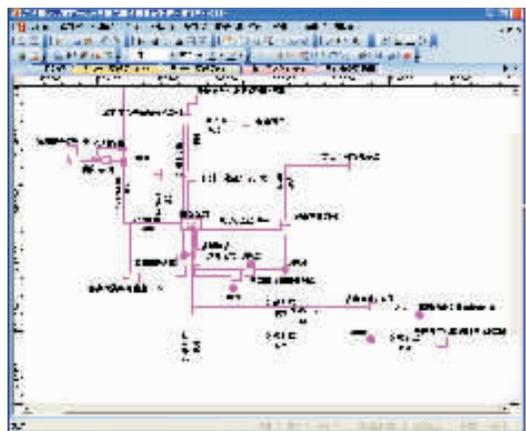
逻辑图的生成算法的不足之处在于对于布局的优化未作处理,可以考虑引入力向量松弛法使布局更加匀称,目前仅仅采用算法对路由点做了稀疏化处理。

## References

Naveed, A., 1998. Algorithms for VLSI physical design



(a)



(b)

图2 带方向逻辑图(a)和横平竖直逻辑图(b)

Fig. 2 Logic diagram with direction (a) and without direction (b)

automation. 3rd ed., Kluwer Academic Press, New York.

Reinhard, D., 2005. Graph theory, Springer-Verlag Heidelberg. New York, 251—273.

Wu, X. C., 2009. Data center integration development technology: the next generation GIS architecture and development model. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 34(3): 540—546 (in Chinese with English abstract).

Zhang, F. Y., Wang, Y., Li, C. X., 2006a. Designing an urban telecommunication pipe & cable management system based on GIS. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 704—708 (in Chinese with English abstract).

Zhang, F. Y., Wang, X. F., Wu, X. C., 2006b. Application of

GIS in telecommunications. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 683—687 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

吴信才, 2009. 数据中心集成开发技术: 新一代 GIS 架构技术与开发模式. *地球科学——中国地质大学学报*, 34(3): 540—546.

张发勇, 王勇, 李才仙, 2006a. 基于 GIS 的城市通信管线管理系统的设计. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 704—708.

张发勇, 王新峰, 吴信才, 2006b. GIS 在通信行业中的应用. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 683—687.

\* \* \* \* \*

(上接 406 页)

Zheng, K., 2006. Study on the key techniques for 3D-GIS in urban areas (Dissertation). China University of Geosciences, Wuhan (in Chinese).

Zheng, K., Hou, W. S., Liu, X. G., 2006. Framework 3D urban geophysical data management and service system. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 663—667 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

樊文友, 谢靖, 卞州昱, 2006. MapSUV 数字测图成果 3D 模拟系统的设计. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 739—742.

OpenGL 结构评审委员会, 2000. OpenGL 参考手册. 孙守迁,

王剑, 林宗楷, 等译, 2005. 北京: 机械工业出版社.

OpenGL 体系结构审核委员会, 2004. OpenGL 编程指南(第四版). 邓郑祥译, 2005. 北京: 人民邮电出版社.

普建涛, 查红彬, 2005. 大规模复杂场景的可见性问题研究. *计算机研究与发展*, 42(2): 236—246.

吴信才, 2009. 数据中心集成开发技术: 新一代 GIS 架构技术与开发模式. *地球科学——中国地质大学学报*, 34(3): 540—546.

郑坤, 2006. 城市区域三维 GIS 关键技术研究(学位论文). 武汉: 中国地质大学.

郑坤, 侯卫生, 刘修国, 2006. 三维城市地球物理数据管理与服务系统框架. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 663—667.