

# 空间数据的零初始化与障碍空间下的最小生成树实现方法

夏兰芳<sup>1,2</sup> 胡 鹏<sup>1,2</sup> 黄梦龙<sup>1,2,3</sup>

(1 武汉大学资源与环境科学学院,武汉市珞喻路 129 号,430079)

(2 武汉大学地理信息系统教育部重点实验室,武汉市珞喻路 129 号,430079)

(3 福建省基础地理信息中心,福州市华林路 205 号,350003)

**摘 要:**介绍了障碍空间下的最小生成树实现方法。首先采用零初始化的思想,初始化“位”数据;然后在构建障碍空间下实体点的 Voronoi 图的基础上,通过障碍空间下的回溯算法得到实体点间的最近连通图,即障碍空间下实体点之间的 Delaunay 图;最后根据连通图,采用贪婪策略来得到最小生成树。

**关键词:**零初始化;障碍;Voronoi 图;Delaunay 图;最小生成树 MST

**中图法分类号:**P208

最小生成树 MST(minimum spanning tree)是网络分析的一个重要组成部分。现有的 MST 算法基本上分为以下两种情况:① 没有考虑空间中存在障碍物的情况;② 只考虑了障碍物为简单规则几何体的情况<sup>[1-5]</sup>。然而,现实世界中的障碍物是 MST 研究中不可或缺的因素,并且障碍物的形状是全形态的、复杂多变的。由于矢量方式在描述全形态复杂障碍物时存在困难,本文采用栅格方式零初始化思想来解决障碍物描述问题,构建了障碍空间下实体点间的最近连通图,并基于最小生成树是实体点间连通图一个子集的事实,采用贪婪策略 Kruskal 算法从连通图得到最小生成树。

## 1 $G(\Omega)$ 障碍空间问题

欧氏障碍空间是指欧氏空间中具有障碍物集  $\Omega = \{w_1, w_2, \dots, w_k\}$ , 其中  $w_i$  是多边形并且互不相交。

$G(\Omega)$ 问题可以分为以下三个子类。

①  $G(S, \Omega)$ 问题。当定位与  $S$  点有关的新点时,障碍物通常是被禁止通过的区域。

②  $G(E, \Omega)$ 问题。要求所构造的网络的边必须避开障碍物,因此这些边将不再是直线段而是

多边形的链。

③  $G(S, E, \Omega)$ 问题。所构造的网络的边和附加的 Steiner 点必须避开障碍物。

文献[6]中仅讨论了障碍物是多边形的情况,而本文中的空间障碍物并非单指点障碍物和点或折线、或多边形,而是指二维平面上的全形态图形,它是点、自然曲线、自然曲面以及它们的组合。全形态图形一般不限定函数形式或解析与否,是广义上的图形在平面上的映射,可采用特定的点集(离散或连续或其组合)来定义一个全形态图形。显然,这是普通  $G(\Omega)$ 问题的扩展。

## 2 障碍空间问题的算法

### 2.1 传统算法

传统障碍空间下的最小生成树(EMST)通过矢量方式来解决,常用的算法有可见图算法<sup>[6]</sup>,该算法要求先有给定点和所有障碍物顶点与有关边构造无向图,由无向图找出给定点间的最小生成树。当障碍物数量及障碍物顶点个数较少时,算法效率比较高,但如果障碍物数量较多,或者障碍物边界复杂,或边界包含曲线而要用折线来逼近时,无向图就会变得很大。李武龙等对平面上线状障碍物的可视最短路径 Voronoi 图进行了研究<sup>[7]</sup>,提

[10] 罗三定,鸟胁纯一郎. 数字图像中圆形物体的识别及其应用[J]. 中南珞珈学院学报,1989,20(8):301-309

[11] Sartaj Sahhi. Data Structures, Algorithms, and Applications in C++ [M]. 北京:机械工业出版社,2000

[12] 杨传勇. 欧氏障碍空间的最短路径问题解法[D]. 武汉:武汉大学,2005

第一作者简介:夏兰芳,博士生. 研究方向为 GIS 理论与应用。  
E-mail:xialanfang@gmail.com

# Zero Initialization of Spatial Data and Minimum Spanning Tree Algorithm in Presence of Arbitrary Obstacles

XIA Lanfang<sup>1,2</sup> HU Peng<sup>1,2</sup> HUANG Menglong<sup>1,2,3</sup>

(1 School of Resource and Environments Science, Wuhan University,129 Luoyu Road, Wuhan 430079,China)

(2 Key Laboratory of Geographic Information System, Ministry of Education, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079,China)

(3 Geomatics Center of Fujian Province, 205 Hualin Road, Fuzhou 350003, China)

**Abstract:** A raster algorithm of minimum spanning tree in space with obstacles is described. Firstly, with the idea of zero initialization, location data, including entity point, obstacle point and ordinary spatial point, are initialized. Secondly, the nearest connected graph in space with obstacles, also known as the Delaunay graph, is gained by trace back algorithm on the basis of Voronoi graph. Lastly, minimum spanning tree is gained by greedy strategy according to the nearest connected graph.

**Key words:** zero initialization; obstacle; Voronoi graph; Delaunay graph; minimum spanning tree

About the first author: XIA Lanfang, Ph.D candidate, majors in the theory and application of GIS.  
E-mail: xialanfang@gmail.com

(上接第 59 页)

[5] 陈志荣,刘仁义,涂财江,等. 一种面向网络发布的海洋遥感数据库引擎[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2007,32(12):1 107-1 110

[6] 张立华,朱庆,暴景阳,等. 一种基于数字伴潮海岸线的潮滩淹没区仿真算法[J]. 武汉大学学报·信

息科学版,2007,32(17):637-640

第一作者简介:徐敏,硕士. 现主要从事三维 GIS 方面的研究。  
E-mail:summerxu2008@gmail.com

# Design and Implementation of Multidimension and Animated Visualization System for Ocean and Atmosphere

XU Min<sup>1</sup> FANG Chaoyang<sup>2</sup> ZHU Qing<sup>1</sup> LIN Hui<sup>2</sup>

(1 State Key Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

(2 Institute of Space and Earth Information Science, The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, China)

**Abstract:** A multidimensional and animated visualization system is proposed; and the significance key techniques, design and implementation of the system are described. Then an application to typhoon is given to explain the functions of the system. At last, the prospects of the system are discussed.

**Key words:** visualization system; multidimensional and animated environment; typhoon

About the first author: XU Min, master, majors in 3D-GIS.  
E-mail: summerxu2008@gmail.com