

基于改进的最近距离法建立 TIN 的算法研究

师军良¹, 范玉茹², 王战举³

(1.黄河水利职业技术学院, 河南 开封 475004; 2.解放军信息工程大学测绘学院, 河南 郑州 450052;

3.英塔信息技术有限公司, 河南 郑州 450006)

摘要: 在研究传统最近距离法建立 TIN 的算法基础上, 提出了一种新的、改进的最近距离构网算法, 通过实验, 对该算法进行了测试, 结果表明, 与传统的算法相比, 提高了建立不规则三角形格网 (TIN) 的速度, 扩大了容量, 为海量数据建立 DEM 创造了有利条件。

关键词: TIN; DEM; 距离最近法; 算法

中图分类号: P224.2

文献标识码: A

文章编号: 1008-486X(2007)02-0041-03

0 引言

在测量中, 建立数字高程模型 (DEM) 可以方便地查到相关区域内任一点的地形信息, 从而获得等高线、断面图等地形图资料, 并用于计算其高程、区域面积和土方工程量等。DEM 一般分为规则格网和不规则三角形格网 (TIN) 两类。其中, TIN 具有分辨率可变、精度高等特点, 适用于各种数据分布, 最能体现其地貌特征点和特征线, 且能较好地表示复杂地形和处理断裂线。

在构筑 TIN 过程中, 算法和数据结构对构网速度有着重要的影响。传统的最近距离算法生成 TIN 是先在离散点中找到两个最近的点 (一般从地性线开始), 以两点连线为基础, 寻找与此段连线最近的离散点, 构成三角形, 以此三角形的 3 条边为基础按同样规则扩展, 构成新的三角形。如此反复, 直到没有可扩散的离散点或所有三角形的边均无法再构造出新的三角形为止。由于使用这种方法在逐边扩展三角形的过程中, 需要不断地进行三角形的重复和交叉检查, 所以, 随着已经形成的三角形数量的增多, 联网速度将会越来越慢。因此, 点的搜索和边的扩展过程有待改进。

1 改进的构网算法

1.1 确定第一个三角形位置

对于平面上的 n 个离散点 (x_i, y_i) ($i=1, 2, \dots, n$), 要将其连接起来, 构成三角网, 关键是要确定哪 3 个点构成最佳三角形。距离最近法使每个距离最近的离散点都成为三角形的顶点, 并且尽量使三角形

的内角均为锐角。依据余弦定理, 在已知三角形两顶点 A、B, 要选取另一顶点 C 时, 若 C 对应角最大, 则扩展三角形的顶点离扩展边 c 距离最短。这样既可保证由相邻的最近 3 个点构成三角形, 又能保证不让某个离散点在组成三角形时被漏掉。

1.2 动态排除封闭点和同侧点

1.2.1 封闭点

点 P 是离散点集 S 中的一点, 与 P 点连接的集合 $F(P)=\{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$, 如果在某一时刻有 $F(P)$ 不为空, 且 $D(Q_1, P, Q_2), D(Q_2, P, Q_3), \dots, D(Q_n, P, Q_1)$ 均为已形成的三角形, 则称点 P 是封闭点。封闭点不可能再与其他点构成满足部分要求的三角形, 所以, 在扩展三角形时, 为避免重复和交叉, 应动态地将封闭点排除出考虑的范围。

在点的搜索过程中, 用计算机程序判断点 P 是否为封闭点, 当以一点 P 为顶点的边均使用两次时, 点 P 就为封闭点。反之, 如果点 P 不与任何其他点相连接, 或者与点 P 连接的边只用一次, P 点就不是封闭点。

1.2.2 同侧点

有 3 个离散点 $t1[dwk], t2[dwk], t3[dwk]$ 构成的三角形, 需要对每一边向外扩展, 形成新的三角形。当从 $t1 [dkw], t2 [dkw]$ 组成的边向外扩展时, 位于 $t3 [dkw]$ 同侧的离散点应该被排除在外, 对于同侧点可用直线判别正负的原理来确定。

直线方程判别式为 $F(x, y)=y-Ax-B$

其中

收稿日期: 2006-03-23

作者简介: 师军良 (1979-), 男, 河南兰考人, 助教, 从事数字测图与地籍测量教学与研究工作。

$$A=(y_2-y_1)/(x_2-x_1), B=(y_1x_2-y_2x_1)/(x_2-x_1).$$

$$F(x, y) \begin{cases} >0, \text{点位于正区} \\ =0, \text{点位于直线上} \\ <0, \text{点位于负区} \end{cases}$$

式中： $(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x, y)$ 分别为 $t1[dwk], t2[dwk], t3[dwk]$ 3 个离散点的数学坐标。

把 $t3[dwk]$ 的坐标代入判别式进行计算，只有离散点的判别式的值与 $t3[dwk]$ 的判别式的值符号相反时，才有可能成为被选中的离散点。

1.3 动态排除无效三角形

在边的扩展中，三角形只需要扩展两条边（仅有第一个三角形需要扩展 3 条边），并且一条边仅需要扩展两次，边界边不需要扩展。如用 dwk 和 dwl 分别表示已形成的三角形和已扩展的三角形，当 $dwl=dwk$ 时，三角形扩展完毕。在程序被执行时，应先判断边的使用次数，如果小于两次，则需要扩展。由于在所有点中寻找合适的点计算量大，影响结果输出速度，应采用差分的方法，动态判断距离较近的点。这样可以在很大程度上优化程序，大大减少运算量。

例如： $t1[dwk], t2[dwk], t3[dwk]$ 构成的三角形，在扩展 $t1[dwk], t2[dwk]$ 边时，除了判断正负区外，还要找离散点。离散点在 $t1 [dwk].x+d, t1 [dwk].x-d, t1 [dwk].y+d, t1 [dwk].y-d$ 的区域内， d 为一合适距离，根据测区密度而定。经测试，证明可行，构网速度快，构网效果良好（如图 1）。

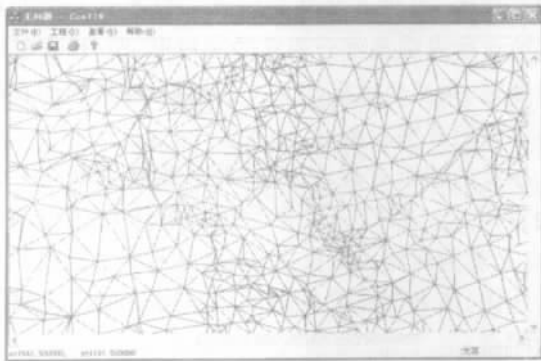


图 1 三角形扩展程序运行结果

Fig.1 Operation result of triangle extended program

2 程序结构

定义点类：

```
class CTINPoint : public CObject
{public:
  CString strNo; // 点编号
  double x;
  double y;
  double z;};
```

定义三角形类：

```
class CTINTriangle
{public:
  CTINPoint point1;
  CTINPoint point2;
  CTINPoint point3;
public:
  CTINTriangle();
  CTINTriangle (CTINPoint p1, CTINPoint p2,
  CTINPoint p3);
  CTINTriangle(CTINTriangle &t);
  virtual ~CTINTriangle();
}

// 构网类
class CTIN : public CObject
{DECLARE_SERIAL(CTIN)
private:
  int nPoints; // 坐标点的个数
  CArray<CTINPoint, CTINPoint> points; // 动态缩放数组
  CArray<int, int> t1;
  CArray<int, int> t2;
  CArray<int, int> t3; // t1, t2, t3 为三角形序列
  int* pT1;
  int* pT2;
  int* pT3; // pT1, pT2, pT3 分别为 t1, t2, t3 的临时缓冲区
  DWORD dwl; // 已形成的三角形的个数
  // 已被扩展的三角形的个数，当 dwk=dwl 时，三角形扩展完毕
  DWORD dwk;
  CPoint pointMin; // 坐标值最小的点
  CPoint pointMax; // 坐标值最大的点，用于确定逻辑窗口大小
public:
  double HighOfPoint (CPoint point, WORD MULTIPLE);
  virtual ~CTIN();
  virtual void Serialize(CArchive &ar);
  BOOL InputPoints(); // 从文件中读入坐标点
  // 根据输入的坐标点构建 TIN 三角网
  void ConstructTIN(); // 描绘 TIN 三角网
  void DrawTIN(CDC *pDC, WORD MULTIPLE);
  BOOL IsTINConstructed(); // 判断 TIN 三角网是否已建立
private:
  void SelMintwoPoint(int &p1, int &p2); // 选择距
```

离最近的两点

```
void InitFirstTriangle();//构建第一个三角形
void ExtendTriangle(int m);//扩展三角形
//判断三角形的每条边是否超过三次
BOOL IsValidTiangle(int p1, int p2, int p3);
int CountOfEdgeUsed (int p1, int p2);//记录各个边被用的次数
void ExtendEdge (int p1, int p2, int p3);//扩展边}。
```

3 结语

改进的距离最近构网算法,采用分块思想,在所有数据中检索临近点,构成第一个三角形,之后向外扩展构成 TIN。这时,采用动态排除封闭点和同侧点的方法把所有数据分为正负两个区域,择一而行,可以克服传统在逐边扩展三角形的过程中,由于不断地进行三角形的重复和交叉检查,致使联网速度越来越慢的缺点。采用差分法排除无效三角形,可以弥补采用传统的三角形逐边扩展方法,因为重复和交叉的缘故,一次搜索未必能形成一个有

效的三角形的不足。因此,改进的距离最近构网算法能够使构网的运算量大大减少,提高构网的速度和效果。

参考文献:

- [1] 郝向阳,赵夫来.数字测图原理与方法[M].北京:解放军出版社,2001.
- [2] 李志林,朱庆.数字高程模型[M].武汉:武汉大学出版社,2000.
- [3] 徐青.基于自适应分块的 TIN 三角网建立算法[J].中国图像图形学报,2000,5(6):461-465.
- [4] 潘正风,杨德麟,黄全义,等.大比例尺数字测图[M].北京:测绘出版社,1996.
- [5] 张小望.基于点的构网算法及等值线追踪方案设计[J].测绘通报,1998,44(9):21-24.
- [6] 武晓波,王世新,肖春生. Delaunay 三角网的生成算法研究[J].测绘学报,1999,28(1):28-35.
- [7] 虞继进.数字高程模型(DEM)的建立与应用[J].江苏测绘.1999,22(3):33-36.
- [8] 徐宇飞,数字测图技术[M].郑州:黄河水利出版社,2005.

[责任编辑 杨道富]

Algorithm Research on Improved Shortest Distance Algorithm to Construct TIN

SHI Jun-liang¹, FAN Yu-ru², WANG Zhan-ju³

(1.Yellow River Conservancy Technical Institute, Kaifeng 475004, Henan;

2.College of Surveying and Mapping, PLA Information Engineering University, Zhengzhou 450052, Henan;

3.Inta Information Technology Ltd., Zhengzhou 450006, Henan)

Abstract: Based on the traditional shortest distance algorithm to construct TIN, the paper puts forward a new and improved algorithm which was tested by experiment. The result shows that when compared with the traditional one, this algorithm accelerates the speed of establishing TIN and enlarges the volume to create the advantage for establishing DEM by mass data.

Key words: TIN; DEM; shortest distance algorithm; algorithm

我院有 3 个项目入选河南省教育厅 2007 年度研究计划

2007 年 2 月 5 日,河南省教育厅教科外[2007]66 号文件《关于下达 2007 年度自然科学研究计划项目的通知》公布了入选的研究项目,我院有 3 个项目入选河南省教育厅 2007 年度研究计划,分别为:王俊副教授主持的《河南省黄河滩区社会主义新农村建设》(科技攻关项目编号:2007840003,有资金),杨道富教授主持的《国际工程项目管理体系教育新机制研究》(软科学项目编号:2007630025),王飞寒副教授主持的《黄河多功能防汛抢险船的研究与应用》(科技攻关项目编号:2007570007)。

(和平)