

MAPGIS 在数字高程建模方面的应用

江 兰

(青海省地质调查院, 西宁 810012)

摘 要:结合 MAPGIS 数字高程模型子系统在数字建模中的应用, 论述 MAPGIS 数字高程建模的方法, 总结了建模方面的基本技巧, 为推广 MAPGIS 三维建模在实际工作中的应用, 提供一些有益的帮助。

关键词:MAPGIS 数字高程模型 DEM 数据采集 TIN 模型建立 模型应用

数字高程模型是对地形地貌进行数字模拟的一种表现形式, 与传统地形图比较, 数字高程模型是地形表面的一种数字表达形式, 以不同的形式显示地形信息, 不受比例尺的影响, 同时精度也不会损失, 对于常规的增加和修改也更加方便、快捷。MAPGIS 数字高程模型子系统可以非常方便的完成地形图数据的处理及专业地学图件的自动生成, 大大的省去了处理数据的时间, 形成的高程数据可以作为各种基础数据进行研究。

1 数字高程模型建模方法

1.1 DEM 数据来源及采集方法

常见的数据来源有影像、地形图、地面本身和其它一些数据来源, 针对不同的数据来源将会用到不同的采集方法。针对工作现状, 我们选择地形图作为数据来源, 利用数字化仪对地图上的信息(如等高线)进行数字化。

首先收集最新版的 1:5 万地形图, 检查用于扫描的地形图是否平整和完好无损, 量测图廓边长, 计算理论值校差, 对原图有问题的地方进行处理, 选取图上面积大于 25mm² 的水域(如湖泊、水库), 并根据相邻等高线或高程注记点估读其水涯线高程, 选取所有双线河; 其次对地形图进行彩色扫描, 扫描分辨率为 300dpi, 等高线密集时, 应提高扫描分辨率, 尽可能减少矢量化及其编辑的工作量; 最后对扫描图进行等高线栅格矢量化和编辑处理, 并对每一条等高线赋高程值, 同时还应对与地形有关的数据进行采集, 如高程点、双线河等。

在采集过程中应注意等高线应尽可能连续, 视不同情况处理如下:

- (1) 等高线遇注记要素被隔断, 应顺势连通;
- (2) 等高线遇双线河要素被隔断, 一般应根据地形特征顺势连通;
- (3) 等高线遇冲沟、陡坎等要素被隔断, 应参照上、下等高线沿沟、坎符号的边线方向将等高线连通;
- (4) 等高线遇陡崖、陡石山等要素被隔断, 应将陡崖上、下坡线的两条等高线连通, 中间的等高线不连, 构 TIN 时视为等坡面;
- (5) 等高线过密需省略时, 应保持计曲线连续, 首曲线可不

连, 视为等坡面。

1.2 建立 TIN 模型

表示数字高程模型的方法有很多种(图 1), 在实际应用中, 由于基于点的建模并不实用而混合表示往往也转换为三角形网格, 因此基于高程矩阵模型和不规则三角网模型的建模方法使用较多, 被认为是两种基本的建模方法。

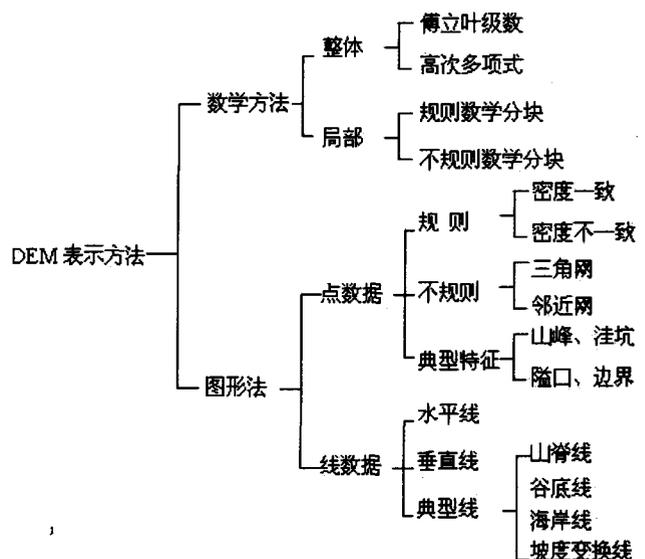


图 1 DEM 表示方法

高程矩阵模型结构简单, 计算机对矩阵的处理比较方便, 高程矩阵已成为 DEM 最常用的形式, 高程矩阵特别有利于各种应用, 但在地形简单的地区存在大量冗余数据, 如不改变格网大小, 则无法适用于起伏程度不同的地区, 对于某些特殊计算如视线计算时, 格网的轴线方向被夸大, 由于栅格过于粗略, 不能精确表示地形的关键特征, 如山峰、洼坑、山脊等。

不规则三角网(TIN)模型是另外一种表示数字高程模型的方法, 它既减少规则格网方法带来的数据冗余, 同时在计算(如坡度)效率方面又优于纯粹基于等高线的方法。TIN 模型根据区域有限个点集将区域划分为相连的三角面网络, 区域中任意点落在三角面

的顶点、边上或三角形内。如果点不在顶点上,该点的高程值通常通过线性插值的方法得到,即在边上用边的两个顶点的高程,在三角形内则用三个顶点的高程。所以 TIN 是一个三维空间的分段线性模型,在整个区域内连续但不可微。TIN 的数据存储方式比格网 DEM 复杂,它不仅存储每个点的高程,还要存储其平面坐标、节点连接的拓扑关系,三角形及邻接三角形等关系。

1.3 建模的步骤

打开 MAPGIS 下的 DTM 分析子系统,装入原始等高线数据和高程点数据,在属性高程数据域项中,我们选择带有高程属性的字段作为高程点数据的提取项,属性域必须为数值型,否则系统无法进行。生成的高程点数据以数据高程模型中“*.TIN”方式保存。此时,就可以运用 TIN 模型菜单下的快速生成三角剖分网功能,直接生成优化过的三角剖分网(图 2)。在三角网的建立过程中,我们应考虑到地线性的骨架作用。如:连接沟谷线两端的

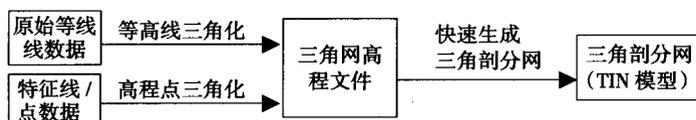


图 2 建模流程示意图

高程点所建立的三角形将会“架空”于沟谷上,这与实际情况是不符的。因此,通过指定“约束特征码”,来避免上述情况的发生。打开一个等值线文件,增加短整型“约束特征码”字段。对等值线数据进行“线数据高程点提取”操作;对提取的高程点数据进行“生成约束三角剖分网”操作。最后,在三角剖分网建好以后,我们再对其中一些不合理的三角网进行一些手工调整就可以存盘退出。

2 存在的问题及处理方法

2.1 数据采集

数字化后的等高线数据通过一定的处理,如粗差的剔除、高程点的内插、高程特征的生成等,便可产生最终的 DEM 数据。粗差实际上是一种错误,是不能与集合中的其他观测值一起使用,必须予以剔除。由于 DEM 有着非常适宜建立三维可视化的特点,可以首先通过视觉效果对粗差进行检测(有粗差的地形是很不自然的),然后再使用各种方法,进行自动或半自动的粗差探测与剔除。相邻等高线的高程值之间的关系有递增、递减、相等三种。根据这些关系,可对等高线的高程值是否有错作一判断;在等高线密集、注记的压盖、断崖地形等情况,常常造成等高线的不连续,有时甚至丢失的情形,这时就应在自动检测后,由人工交互进行校验并进行修改。

2.2 精度问题

模型的精度涉及到使用者和生产者,具有十分重要的意义。这一领域仍有许多基础问题没有解决,已有的一些数学模型或者不能产生可靠的结果,或者不够实用。

对于用地形图矢量化直接得到的 DEM 数据,等高距是影响 DEM 精度的一个主要因素。参照国家现有的测量规范,考虑一般地形情况和各种误差影响,我们可以确定 1:1 万 DEM 的空间分

辨率。主要 DEM 产品的基本格网间距采用 10m 比较合适。这种分辨率的 DEM 产品在精度上将可以满足绝大部分常规 1:1 万比例尺地形图用户的应用要求;同时,一个标准图幅(如 6410m × 4620m)的 DEM,数据量约 1M 字节,进一步应用也比较简单。当然,如果同时使用地形特征数据库,则建议采用 20m 的基本空间分辨率,二次应用则相对要复杂一些,并应有配套的专业处理软件。而其他空间分辨率如 5m 和 25m 等的的数据则可以作为辅助产品,以满足特殊的应用需要。

2.3 三角剖分网处理

三角剖分网形成以后,我们必须对数据进行一定的处理,才能进行应用。任何数字高程模型都存在一些边缘无法处理的数据,对三角剖分网边缘的无实际意义的三角网边进行手动删除,采用压缩存储方式。对三角网边缘的狭长三角形也要处理,我们可以选择“整理三角剖分网”功能进行处理,其中“最大内角度数”参数选择 120°,“一边边长大于三边平均边长”参数选择 6 倍,系统整理完成再选择“删除无效三角形”,对三角剖分网无效三角形进行删除,最后我们就可以对数据重建邻接拓扑关系,压缩存盘保存数据。

3 数字高程模型的应用

对经过各种程序处理好的数据合理应用才是我们最终的目的,数字高程模型可以有多种用途,涉及的领域也是非常多,如:在数字地形图数据库中存储高程数据;为武器精确制导进行地形匹配;用于军事目的三维地形显示及真实地貌还原;在工程项目中计算挖填土石方量、道路规划、项目选址等;计算地表粗糙度及拟合地形曲面、剖面视觉分析、还可进行地形之间的静态分析和比较坡度、坡向的分析及成图;辅助地貌分析或建立侵蚀图;作为专题信息的显示背景或将地形数据与专题数据进行叠合;当用其它特征(如气温等)代替高程后,还可进行人口、地下水位等的分析。

在实际工作中,我们不可能进行如此全面的分析,下面仅对剖分坡度分级图、剖分坡向分级图的绘制进行叙述。首先,在数字地面模型子系统下装入我们处理好的“*.TIN”数据,选择“TIN 模型”菜单下的“剖分坡度分级图的绘制”项,其中阈值选取 0.8 (0-1),分级数目不用设置很高,过高并不能得到很好的分级效果,在实际工作中一般设为 6-8 级,确认后,系统自动形成坡度分级图,形成的图形以 MAPGIS 的区、线、点文件保存;坡向分级图的形成与坡度分级图的形成类似,在“TIN 模型”菜单下选择“剖分坡向分级图的绘制”项,系统设置坡向按 9 类分级方式,我们可以对不同的坡向进行颜色设置,用以区分不同的坡向,设置完成后,系统自动生成坡向分级图,生成的图形也以 MAPGIS 的区、线、点文件保存。

参考文献

- [1] 李志林. 数字高程模型. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 2000

责任编辑:魏锦萍