

数字高程模型上自动提取长距离断面数据

杨 茂, 廖亚东

(中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

摘 要: 介绍了通过航摄数字高程模型自动提取长距离断面数据的一种新方法, 该方法降低了应用程序对计算机硬件的要求, 提高了长距离纵断面的测制效率。

关键词: 数字高程模型; 断面数据

文章编号: 1006-5539(2006)01-0067-03

文献标识码: B

0 引言

目前, 通过航摄数字高程模型(DEM)提取断面数据广泛应用在实际工程中, 但常规的提取方法是在单模型(或由几个单模型拼接而成的多模型)中通过 Auto CAD 或 GIS 软件实现^[1]。这种方法对短距离断面数据的提取是比较有效的, 但是对长距离断面来说, 由于模型多、数据量大, 往往存在运行效率低下甚至无法运行的问题, 主要表现在以下几个方面:

a. 巨大的 DEM 将产生大量的无效数据。由于 DEM 描述的是矩形区域的地形特征, 因此要提取长距离线路的断面数据必须要一个巨大的 DEM, 该 DEM 范围应该大于长距离线路的最小外接矩形。要将这样大的 DEM 装入计算机是很困难的。

b. DEM 数据无法全部载入内存。即使是直伸的长距离线路其 DEM 也是巨大的, 无节制地霸占内存将导致其他进程缓慢、系统效率下降、甚至死机。

c. 计算机 I/O 操作繁忙。由于无法将 DEM 全部装入内存, DEM 中的数据将被反复读出。由于提取格点高程信息的顺序与格点高程存储顺序不一致或者格点高程被反复使用, 格点数据都会被通过 I/O 操作反复读取。本来 DEM 数据量就大, 再加上反复读出无疑将严重影响系统工作效率。

d. 人工干预过多无法实现自动提取。可以提

取剖面数据的 Auto CAD 和 GIS 软件不是专门为提取长距离断面而定制的。对于长距离断面数据用户必须分段提取和拼接, 需要花大量的精力参与人机对话、模型管理、里程管理、中间结果文件管理。

针对以上问题, 笔者认为可以根据断面数据提取的特点, 作进一步优化处理, 采取数字地模分块, 以模型为单位提取断面数据, 从而达到自动提取的目的。

1 长距离断面数据自动提取方法

1.1 数字地模分块

由于大型的 DEM 很难装入内存, 较好的办法就是将大 DEM 划分成若干个小 DEM。分块以后, 将无有效高程小 DEM 块抛弃。

在内存中建立 DEM 的映像, 以便于小 DEM 块搜索, 使这些分离的 DEM 在逻辑上成为一个整体。

1.2 以模型为单位提取断面

由于线路可能反复在模型区域中进出, 在同一个小 DEM 区域内可能会构成若干条互不连通的里程段。软件在处理该 DEM 期间应该全部处理这些里程段, 否则就会导致该 DEM 被反复读取。只有提取了该 DEM 上所有断面数据后才能处理下一个模型。

这样以模型为单位提取断面会造成已经被处理

收稿日期: 2005-10-11

作者简介: 杨 茂(1963-), 女, 四川成都人, 高级工程师, 学士, 主要从事计算机应用工作。电话: (028)86014050。

的线路成为一系列里程段, 因此需要在内存中建立未处理的线路部分的里程映像。通过对里程映像的管理可以保证整个线路断面数据被不重不漏地提取。

1.3 格点数据预查询与文件位置自动定位

防止数据的反复读写必须满足两个条件: 首先每个格点只能从设备上读一次; 其次, 格点的读取顺序与格点的物理存储顺序一致。因此需要采取: 预查询→登记格点和线路采样点→格点排序→读存储设备→计算采样高程→释放格点占用的内存。

预查询是读取格点高程前的预处理, 主要包括确定线路采样点位置和需要的格点。线路采样点和需要的格点被登记到各自的链表中, 重复使用的格点只被登记一次。所有采样点的预查询完成后, 对链表中的格点按照物理存储顺序排序。

文件位置自动定位就是指自动计算需要的格点数据在设备上的位置, 避免对不需要的数据发生 I/O 操作。

2 长距离断面数据自动提取方法主要数据结构

2.1 DEM 映像

DEM 映像是描述 DEM 格点的分布、大地坐标的数据结构, 用于判断待求点所需要的 DEM。下面给出结构描述:

```
typedef struct-DEM-files-
{
    char file[ 128]; // DEM 文件名
    double x0;      // DEM 基点的大地坐标
    double y0;
    float dx;       // DEM 采样点的 x 方向上的间距
    float dy;       // DEM 采样点的 y 方向上的间距
    int rows;       // 采样点行数
    int cols        // 采样点列数
    DEM-files *next; // 下一个 DEM 映像
} DEM-files;
```

2.2 线路里程映像

线路里程映像是描述线路里程范围、线路各部分是否已提取断面等信息的数据结构, 用于搜索还没有被插值的点位和未被使用过的 DEM。下面给出结构描述:

```
typedef struct-pipeSeg-
{
    double st; // 里程段的开始里程
    double sp; // 里程段的结束里程
    -pipeSeg- *next; // 指向下一个里程段
} pipeSeg;
```

2.3 格点标记

格点标记是描述在插值过程中需要用到的格点的位置、里程的数据结构。通过对线路的采样点的搜索罗列出所有需要的格点, 进一步对所有需要的格点按照 DEM 文件中格点的存储顺序排序, 最后可以从 DEM 文件中顺序读出所有需要的格点的高程。下面给出结构描述:

```
typedef struct-GridP-
{
    int ci;      // 格点所在的行
    int cj;      // 格点所在的列
    double z;    // 格点高程
    -GridP- *next; // 指向下一格点
} GridP;
```

2.4 采样点标记

采样点标记是描述采样点(断面点)的里程、坐标、需要的格点的数据结构, 在格点高程读出以后用于计算采样点的高程。下面给出结构描述:

```
typedef struct-pipePoint-
{
    double x; // 线路采样点的大地坐标 x
    double y; // 线路采样点的大地坐标 y
    double z; // 线路采样点的大地坐标 z
    GridP *g1; // 指向需要采用的格点
    GridP *g2; // 指向需要采用的另一个格点
    double lmd; // 插值比例系数
    int segID; // 离散里程段唯一标识
    pipePoint- *next; // 指向下一个采样点
} pipePoint;
```

3 长距离断面数据自动提取流程

3.1 数据准备阶段

断面提取需要的数据为线路转角桩坐标成果和中线经过的带状区域的 DEM 数据文件。线路转角桩坐标成果为文本文件, DEM 文件可由全数字摄影

测量软件或GIS软件生成。

3.2 数据处理阶段

3.2.1 数据初始化

首先读取中线文件,计算中线的总里程。构造里程段映像,将整个线路设置为未采样。

下一步读取各个DEM文件头,构造DEM映像。DEM的其它部分,在经过采样分析后,根据需要再读入内存,不需要再使用时释放占用的内存。

3.2.2 提取线路采样点

在里程段映像上通过搜索里程段找到未采样的里程段,由该段开始里程反算该段开始点的大地坐标,再进一步搜索DEM映像找到含有该开始点的DEM。

通过对DEM覆盖区域与中线的叠加运算确定重叠部分的里程段。

针对每个重叠部分的里程段,计算中线与格网线的交点坐标作为线路的采样点。计算采样点的坐标,确定计算采样点所需要的格点。将这些采样点和格点的信息分别保存到采样点标记和格点标记的数据链表中。

提取该DEM上的采样点任务完成后计算格点标记链中的数据在DEM文件中的位置,并根据数据链表中的格点在DEM文件中的位置排序。

然后打开该DEM文件,按照格点标记链表预测期望得到的格点在文件中的位置及时提取格点高程。

获得需要的格点高程后可计算该DEM上的每个线路采样点的高程,计算方法采用双线性插值法。

将已采样的高程段及时从里程段映像链表中删除。删除操作将引起里程段映像链表的分断、释放。当里程段映像链表为空时标志线路采样过程已经完成。

3.2.3 采样点的排序

当完成所有DEM上的线路采样后需要所有线路采样点与中线一起按照里程排序。为了加快排序速度,先在所有离散段中抽取一个采样点按里程

排序确定段顺序,照些顺序整体移动每个离散段的采样点在数据链表中的位置。最后对线路采样点抽稀。

3.2.4 数据输出

数据被分批写到设备上。当已采样的若干离散段可以拼接在一起,并且能与已写到设备上的数据无缝结合时这批连续的采样点数据将被写入设备,同时释放被占用的内存。

4 实现断面数据自动提取

按照上述的断面数据提取流程,我们编制了断面数据自动提取软件,使断面数据提取过程得以自动实现。软件开发环境为VC++6.0, windows操作系统,软件需要的DEM文件由全数字摄影测量软件或GIS软件提供,提取的断面成果可直接导入通用的断面设计软件中生成距离断面图。

5 结论

本文着重探讨自动提取长距离断面数据的优化方法。采用文中介绍的优化方法并不意味数据精度的提高或损失。要达到需要的数据精度必须根据实际情况选取DEM的精度和采样间距。

介绍的优化方法仅要求用户有足够硬盘保存DEM数据,在8M内存的windows95的环境下仍能运行。程序占用的内存与DEM整体大小无关,仅仅与线路采样点在DEM中的分布情况和格点数量有关,从而降低了对计算机硬件的要求,提高了断面的测制效率。

笔者认为,在保证DEM质量的条件下,该方法具有效率高、出错率少、适用范围广的特点,可在工程实际中推广应用。

参考文献:

- [1] 柯正宜. 数字地面模型[M]. 北京: 中国科学出版社, 1993.