

Surfer 自动化在非矩形网格插值中的应用

黄文辉

南京水利科学研究院河流海岸研究所, 南京 (210029)

E-mail: 024598@163.com

摘要: Surfer 是一款强大的二维绘图数据处理软件。它提供多种插值方式, 供不同类型特性的数据使用。文章分析了 Surfer 的插值和文件格式特点, 并结合非矩形网格数据插值的需求, 提出采用分块插值的方法解决了 Surfer 用于非矩形网格数据插值的问题。最后使用 Surfer 自动化技术结合 VB6, 对 Surfer 进行二次开发, 编制了自己的数据插值程序。

关键词: Surfer 自动化 非矩形网格 插值 VB

中图分类号: TP319

1. 引言

Surfer 是美国 GOLDEN 软件公司开发的一款数据处理软件, 主要功能是将数字化或者人工读取、实际测绘获得的三维空间数据转换成为一个均匀的矩形数据格网, 并根据格网数据生成等高线和地形立体图等。从 Surfer 7 开始, 软件增加了自动化技术 (Automation), 支持 VB 语言的二次开发。目前, 最新的版本是 2002 年发布的 Surfer 8。在 Surfer8 中提供了包括克里格法、距离倒数加权法、径向基函数等多种插值方法, 并配以丰富的参数选项, 以满足不同类型特性的数据的要求。

长期以来, Surfer 在科研等工作中有着十分广泛的应用, 但就应用水平而言, 一般均是以获得 Surfer 的图形的视觉效果为目的, 主要用于等值线图绘制、动态演示, 以及用 Surfer 带的功能做体积运算或者剖面图绘制等方面。对 Surfer 自动化的 Surfer 的二次开发接口早有人研究^{[1][2][3]}, 但主要运用是做求等值线绘图的批处理以及以此为基础的动态演示或者求积分^[4]等。

在构建数值模型中, 很多资料需要由原始的测量资料插值而得到, 比如地形高程, 盐度, 含沙量等等。人工读图手工填充数据, 费时费力而且插值质量难以保证, 而且往往会错点漏点, 插值后仍需多次校验。再者不同的数据类型应该采用不同的插值方法, 为此从头自己编制程序工作量巨大。Surfer 提供了的多种插值方法正是提供了好的选择。在做数值模型中, 大量采用的是贴体曲线网格或者三角网格, 所需要的数据点一般不能构成均匀的矩形网格。而 Surfer 直接插值得到的只能是行列均匀的矩形网格, 不能直接使用结果。而切需要计算的河道海湾等区域往往长而弯曲, 用 Surfer 直接插值要达到足够精度, 网格非常巨大, 计算量会很大, 其中大部分是无用的计算。本文提供一种利用 Surfer 自动化二次开发 Surfer, 插值数据到曲线网格上的方法, 充分利用 Surfer 提供的多种插值方法。

2. 分析及程序设计

2.1 基本思路

插值的基本思路是: 每次去若干要插值的点, 构成一个小的矩形网格; 用这小的矩形网格区进行插值, 然后在插值结果中提取需要的数据。基本流程如下图所示:

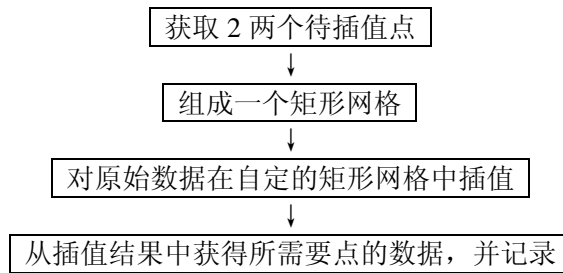


图 1.1 流程示意图

Surfer 自动化提供的接口可以用多种语言调用, 为了方便编程本文采用 VB6 调用 Surfer 进行二次开发。VB 编程简单, 而且可以比 VBA 提供更多更强大的功能, 比如程序界面以及文本操作等, 有更好的扩展性和健壮性。

2.2 基于VB6 的Surfer 自动化介绍

Surfer 采用层次化的方式来组织其自动化对象, 其中应用程序对象(Application Object) 处于最高层, 所有其他对象是直接或间接通过应用程序对象派生而来, 各级对象的获得需逐级进行。常用 Surfer 对象有 Application, Axes, BaseMap, ContourMap, Document, Documents, Grid, ImageMap, Levels, MapFrame, Overlays, PlotDocument, Selection, Shape, Shapes, Windows 等等。其中 Application 对象代表 Surfer 应用程序实例是其他 Surfer 对象的根^[1]。在程序中, 可以给任何对象的属性赋值, 通过赋予不同的参数值改变对象的状态; 方法执行过程中可以通过参数控制图形的输出。Surfer 系统中进行的一系列手工操作可以用外部程序中的一段代码代替从而实现 Surfer 绘图的程序化、自动化、批量化。

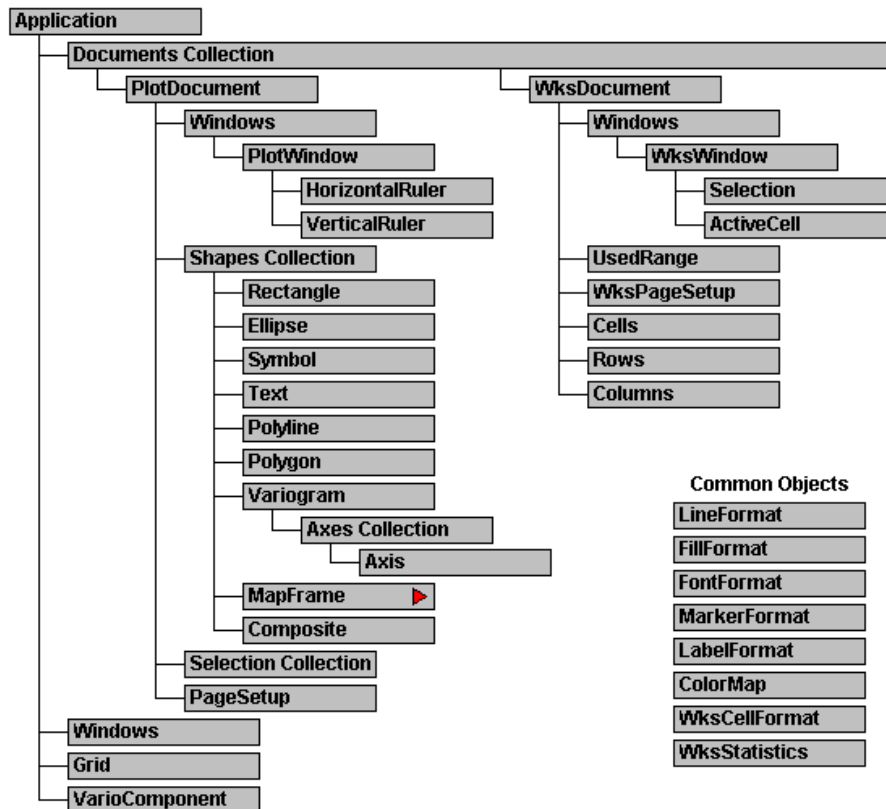


图 2.1 Surfer 对象的层次关系图

VB 二次开发 Surfer 一般首先要获得 Surfer 的 Application 对象。VB 中提供了两个函数可以调用：CreateObject 和 GetObject。

创建 Application 对象的方法是：

```
Set SurferApp = CreateObject ("Surfer. Application")
```

若 Surfer 已启动，可使用 GetObject 连接到已存在的 Surfer 实例：

```
Set SurferApp = GetObject ("Surfer. Application")
```

2.3 Surfer 自动化中的网格插值接口

在 Surfer 程序界面中，插值是通过 grid 菜单下的 data 对话框实现的。而在自动化中是使用 Surfer application 对象的 getData 方法。Data 对话框中可以设置的地方都可以通过修改 gridData 的参数来实现同样功能。

gridData 方法由很多的参数，具体的细节可以参考 Surfer 软件本身提供的帮助中的相关章节。这里主要介绍本文所用方法中用的到的，以及一些二次开发自动化编程常用的，以供参考。

DataFile 指示差值的原始数据文件名。文件格式一般为 xyz 格式。

Algorithm 插值算法，有 10 多种插值方法可以选择。不同参数所指示的插值方法详见表 1。根据作者的使用经验，在样本数据比较少少的情况下，采用参数 2 的克里格方法或者参数 8 的径向基函数方法内插外推，能更好的还原地形，带有趋势预测的能力，可以很好的还原数据，但是对于有限值的量，有可能出现不合理的预测；在样本数据比较多，比较密的情况下，采用参数 5 的自然临近点法或者参数 9 的线性插值三角剖分法内插，能快速得到结果，而且精度不错，只是这些插值法只能内插不能外推，可能需要用其它插值法补充外部数据。先采用带趋势预测的方法补充数据，再用比较简单快速的算法进行内插也是不错的选择。不同的插值方法都有它适用的场合，对于不同的数据类型，不同的数据状态要用不通的方法。

表 1 Surfer 提供插值方法与自动化参数对应表

参数值	插值方法
1	加权反距离插值 (Inverse Distance to a Power)
2	克里格 (Kriging)
3	最小曲率 (Minimum Curvature)
4	改进谢别德 (Modified Shepard's Method)
5	自然邻点 (Natural Neighbor)
6	最近邻点 (Nearest Neighbor)
7	多项式回归 (Polynomial Regression)
8	径向基函数 (Radial Basis Function)
9	线性插值三角剖分 (Triangulation with Linear Interpolation)
10	移动平均 (Moving Average)
11	数据度量 (Data Metrics)
12	局部多项式 (Local Polynomial)

NumCols, NumRows 设置插值网格行数和列数

Xmin, Xmax, Ymin, Ymax 网格的边界 x, y 方向的最大最小值, 限制了网格的范围
数据搜索半径, 影响插值效率和插值精度

OutGrid 输出网格文件名

OutFmt 输出文件格式, 有 4 种格式可以选择, 这里用的是 4 的文本格式。详见下表:

表 2 输出文件格式与自动化参数值对应表

参数值	输出格式
1	GS 二进制格式
2	GS 文本格式
3	Surfer 7 格式, 默认格式, 二进制, 即常用的 .grd 文件
4	xyz 文本格式, 每一列存一个维度的数据

2.4 局部矩形网格构建

为了优化程序运行速度, 每次的差值使用两个网格点扩展成一个 2×2 的临时网格来差值。网格由 xmin, xmax, ymin, ymax 来确定。因此插值得到的临时数据文件中有 4 行数值, 为了确定哪两行是有用的数据, 必须对节点进行编号, 在最后的处理中找到对应的数据并提取。

对于如下图 2.2 的网格:

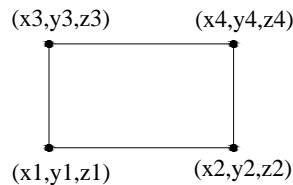


图 2.2 示例网格

在 Surfer 的 xyz 格式的文件中是如下记录的

```
x1 y1 z1
x2 y2 z2
x3 y3 z3
x4 y4 z4
```

对应关系一共有 4 种对位和两种同 x 坐标, 两种同 y 坐标, 共 8 种。不算复杂, 可以采用列表匹配的方法直接配对, 这样编制出来的程序非常庞大而且不方便维护。经分析, 在对位的情况下, 两点的位置的编号的和为 5。确定一个的位置序号即可知道另一个的位置, 再对特殊情况进行修正即可。根据上述分析可以大大简化程序编制, 具体程序见示例程序。

2.5 示例程序及注释

程序主要是一个 main 函数。程序中使用 3 个文件, 用 fresult, fgrid, fdata, ftemp 分别代表, 它们分别是数据输出结果文件, 网格数据文件, 原始数据文件, 以及临时数据文件。Fgrid 文件是两列的网格坐标文本文件, fresult, fdata, ftemp 都是 3 列的文本文件, 前两列是坐标, 最后一列是值。具体程序如下:

```
Sub Main()
Dim SurferApp As Object
dim Fresult as string,Fgrid as string,Fdata as string,Ftemp as string
Dim n As Long, i As Long, ik As Long, xt As Long, yt As Long, nn(2) As Long
```

```
Dim tt As Double, xx(2) As Double, yy(2) As Double, vv(4) As Double
Dim xmax As Double, xmin As Double, ymax As Double, ymin As Double
```

```
Fresult="Result.dat" '数据输出结果文件
Fgrid="Grd.dat" '待插值网格数据文件
Fdata="Data.dat" '原始数据文件
Ftemp="temp.dat" '临时数据文件
```

```
Set SurferApp = CreateObject("Surfer.Application")
SurferApp.Visible = False '引用 Surfer 对象并且设置 Surfer 界面不可见
Open Fgrid For Input As #5
Open Fresult For Output As #1
n = 1 : ik = 0
```

```
Do While (Not EOF(5))
```

```
    Input #5, xx(n), yy(n)
    n = n + 1
```

```
    If (n = 3) Then '取到两个数据,开始建网格插值
        n = 1
```

```
        If (xx(1) <= xx(2)) Then '求节点编号代码开始
```

```
            xmin = xx(1) : xmax = xx(2) : xt = 1
```

```
            Else
```

```
                xmin = xx(2) : xmax = xx(1) : xt = 2
```

```
            End If
```

```
            If (yy(1) <= yy(2)) Then
```

```
                ymin = yy(1) : ymax = yy(2) : yt = 0
```

```
                Else
```

```
                    ymin = yy(2) : ymax = yy(1) : yt = 2
```

```
                End If
```

```
                nn(1) = xt + yt
```

```
                nn(2) = 5 - nn(1)
```

```
            If (ymax = ymin) Then
```

```
                ymax = ymin + 10 : nn(2) = nn(2) - 2
```

```
            End If
```

```
            If (xmax = xmin) Then
```

```
                xmax = xmin + 10 : nn(2) = nn(2) - 1
```

```
            End If '求节点编号代码结束
```

```
            '对 Fdata 插值,共 2 行 2 列,使用克里格方法,输出为文本格式
```

```
            SurferApp.GridData DataFile:=Fdata, Algorithm:=2, NumCols:=2, NumRows:=2, _
            xmin:=xmin, xmax:=xmax, ymin:=ymin, ymax:=ymax, OutGrid:=Ftemp, OutFmt:=4
```

```
        Open Ftemp For Input As #2 '把需要的数据取出输入结果文件
```

```
For i = 1 To 4
Input #2, tt, tt, vv(i)
Next
Close #2

Print #1, xx(1), yy(1), Format(vv(nn(1)), ".0")
Print #1, xx(2), yy(2), Format(vv(nn(2))), ".0")
For i = 1 To 2 '显示计算过程
ik = ik + 1'
Debug.Print vv(nn(i)), ik
Next
End If

Loop

If (n = 2) Then '对最后不能配对的数据组网格并且计算
SurferApp.GridData DataFile:=Fdata, Algorithm:=2, NumCols:=2, NumRows:=2,
xmin:=xx(1), xmax:=xx(1) + 10, ymin:=yy(1), ymax:=yy(1) + 10, OutGrid:=Ftemp,
OutFmt:=4
Open Ftemp For Input As #2
Input #2, tt, tt, vv(1)
Print #1, xx(1), yy(1), Format(vv(1), ".0")
Close #2
End If

Close #1'关闭文件退出
Close #5
End Sub
```

3. 实例应用

以松花江中游一处分叉河道的数值模拟处理为例。地形如图 3.1 所示，采用 50×20 的网格。网格和地形关系如图 3.2 所示。采集地形图中的坐标点和等高线点到 Data.dat 文件中。坐标点写在 Grd.dat 中。使用上面提供的程序可以很快计算出结果。插值结果见图 3.3。

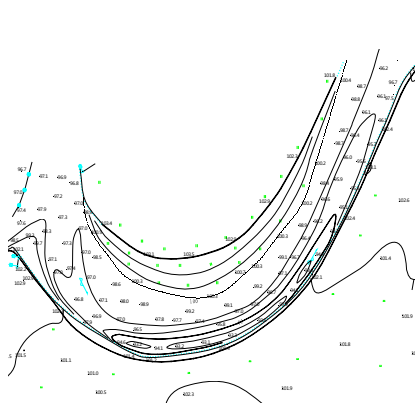


图 3.1 原始地形

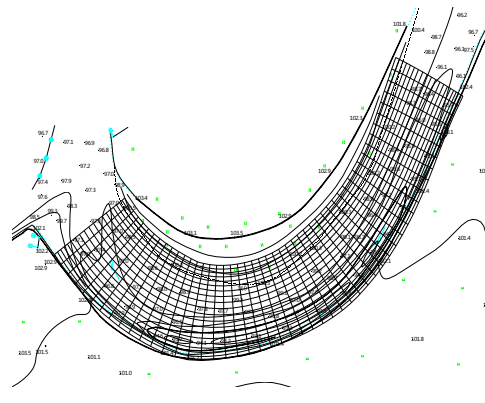


图 3.2 网格和地形

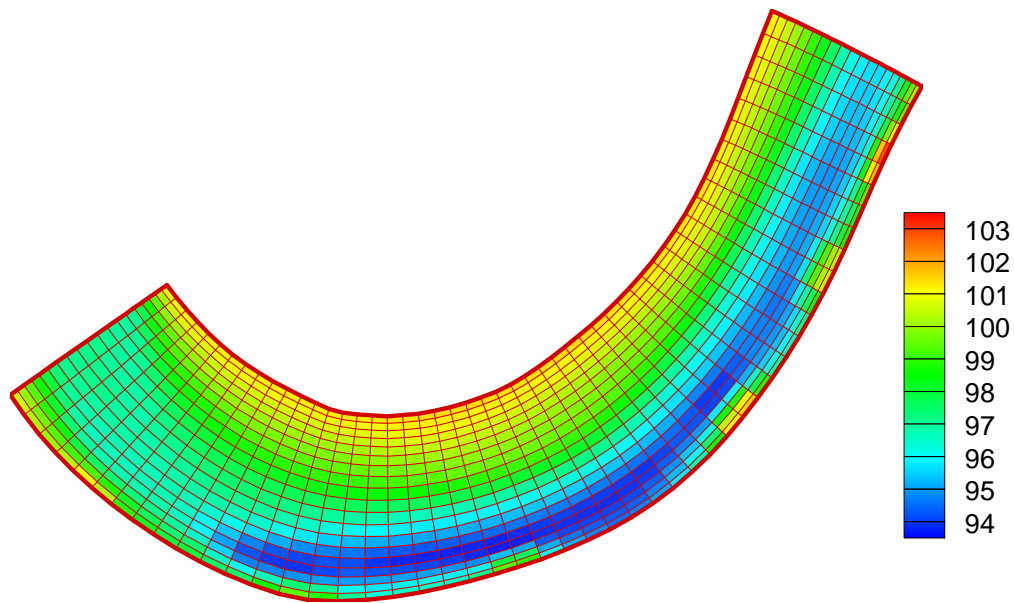


图 3.3 插值结果

插值结果和原始地形很接近，很好的还原了原始资料。

4. 小结

- 1 采用分块插值的方法解决了 Surfer 用于曲线网格数据插值的问题
- 2 采用用两个点构成的矩形网格，并设计了算法，有效的提高了运算速度
- 3 相比完全自己编制插值计算程序，不但简单迅速，而且可以通过简单的改变个别参数方便的修改插值的方法，提高程序的适用性。Surfer 提供的成熟算法可以满足许多场合的需要。

参考文献:

- [1] 宣瑞卿, 朱介寿, 郑圻森. C++与 Surfer 的接口技术及其应用[J]. 计算机应用, 2004,24(S1):364-365
- [2] 张二勇, 李云峰, 王玮. Surfer 软件绘图接口的开发及应用[J]. 地下水, 2005,27(3):212-214
- [3] 孙学阳, 夏玉成. VB 和 Surfer 接口研制及在地表移动变形的应用[J]. 煤炭科学技术, 2006,34(1):53-55
- [4] VB6.0 和 Surfer Automation 技术开发土方量计算程序[J]. 岩土工程技术, 2007,21(1):7-10

The Application of Surfer Automation to The Interpolation on Non-Rectangular Mesh

Huang Wenhui

River Harbor Engineering Department, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing, PRC,
(210029)

Abstract

Surfer is a powerfull contouring and 3D surface mapping program, which provides many kinds of interpolation methods for different types of data. This paper proposes a method which solve problem of interpolating data on Non-Rectangular Mesh by using Surfer software by block interpolating, through analysing the characteristics interpolation and output data format of Surfer software and considering the requirements of Non-Rectangular Mesh interpolation. Finally, a data interpolating program has been developed with Visual Basic and Surfer Automation technology.

Keywords: *Surfer, Automation, Non-Rectangular Mesh, Interpolation, Visual Basic*