文章编号: 1001-7445(2011) 02-00279-06

基于 Surfer的地学数据快速可视化研究及应用

卢涵宇[1,2], 王华军[1], 柳锦宝[1,3], 陈 军[1,3], 段英杰[1,3]

(1. 成都理工大学 地球探测与信息技术教育部重点实验室, 四川 成都 610059;
2. 贵州大学 计算机与信息工程系, 贵州 贵阳 550003;
3. 成都信息工程学院 资源环境学院, 四川 成都 610225)

摘要: 为了研究不同插值方法进行数据插值的结果差异和评价特征。运用可视化的开发工具 VB 6. 0中集成的 Surfer软件, 可以使用 12种插值方法进行数据插值, 根据客户的不同需要实现了等高线、三维曲面等地学数据的快速显示, 并可以对插值的结果进行定量评价。以湖南省平均温度为例, 通过多种方法的比较结果表明: 不同插值方法得出的结果有所差异, 具体情况要具体分析; 而且可从得到的叠加图上能够对数据的空间分布规律和某种走势进行预测和总结。

关键词: Surfer; Active X; 插值; 等高线; 三维图; 可视化
中图分类号: TP31 文献标识码: A

Rapid visualization of geoscience data based on Surfer and its applications

LU Han-yu[1,2], WANG Hua-jun[1], LIU Jin-bao[1,3], CHEN Jun[1,3], DUAN Ying-jie[1,3]

(1. Key Laboratory of Earth Exploration and Information Techniques of Ministry of Education, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;
2. Department of Computer and Information Engineering, Guizhou University, Guiyang 550003, China;
3. School of Resources and Environmental, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

Abstract: In order to analyze the performance of different algorithms for data interpolation, an evaluation system is setup. Using the visual development tools-Surfer software that integrated in VB 6. 0, 12 kinds of interpolation methods can be used to implement data interpolation. Geosciences data, such as contour, three-dimensional, etc, can be displayed rapidly for different users; moreover, quantitative assessment of the results of interpolation can be achieved. Taken the average temperature of HuNan providence as an example, experiment results shows that the performance of interpolation algorithms differ with specific conditions. Meanwhile, spatial distribution and tendency of the data can be predicted and summarized from the obtained overlay chart.

Key words: Surfer; ActiveX; interpolation; contour; 3-D surface; visualization

Surfer是一个完美的二维数据处理和显示软件, 并具有一定的三维显示功能。新版本增加了 Automation技术, 支持二次开发, 用户可以把 Surfer软件作为后台服务器, 利用 Delphi、VB、VC等可视化

收稿日期: 2010-12-28; 修订日期: 2011-02-23
基金项目: 国家 863重点基金资助项目 (2007AA120306); 国家科技支撑计划项目 (2009BAH50B02)
通讯联系人: 卢涵宇 (1978-), 男, 河南周口人, 成都理工大学博士研究生; E-mail: luhanyu@ 163. com。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

开发工具作为开发平台, 进行二者的简单集成开发, 实现地学数据的快速可视化, 方便快捷地构建出应用系统[1-4]。

国内外众多专业人士都对基于 Surfer的地学数据显示进行了多方面的实际探索。张丽莉等[5]利用 Surfer实现了地学三维曲面的动态显示; 柳锦宝等[6]结合地网 GeoBeans开发平台实现了地图浏览、天气信息查询、降水量和温度曲线图显示等功能; 杨朝辉等[7]基于 Surfer Automation技术绘制了三维立体渲染图; 于平等[8]应用 Surfer实现了自动绘制等值线图; 张宗灏等[9]基于 Surfer实现了将任意时段的中尺度自动气象站资料以图形的形式在互联网上为用户服务; 林伙海等[10]通过调用 Surfer的绘图函数, 实现雨量图形可视化。

文中在可视化的开发工具 Visual Basic 6.0中集成 Surfer, 实现地学数据的快速可视化, 并给出一个在气象中的应用实例, 相对其他研究者所实现的等值线和三维立体图显示系统的区别, 本系统不但可以根据客户的需要选择多达 12种的插值方法, 并可以对插值的结果进行定量评价, 而且从得到的叠加图上能够对数据的某种走势进行预测和总结。

1 实现原理

1.1 VB 6.0中集成 Surer的工作原理

在 VB 6.0中调用 Surfer 8.0进行嵌入式编程的原理类似于调用 ActiveX控件编程。

Surfer 8.0采用了 Automation方法来公开其接口, 提供了近 60种不同种类的 ActiveX Automation对象, 它们几乎覆盖了 Surfer 8.0的所有功能。在安装 Surfer 8.0之后, 开发人员就可以在 VB程序中创建、调用它所提供的 Automation对象, 用以实现相应的数据可视化功能。更准确地说这种编程方法是一种面向对象的嵌入式编程方法。

使用该项技术的应用程序运行过程中, 显示控制模块将用户的控制命令传递给核心控制模块, 由其将用户命令翻译成各种参数传递给调用 Surfer嵌入代码模块。该模块通过 VB 6.0编译运行环境启动 Surfer 8.0后台服务, 读取数据文件, 制作数据可视化图形, 再将图形产品复制到系统粘贴板 (Clipboard)中。最后, 核心控制模块将 Clipboard内容拷贝至应用程序界面中相应 Image对象的显示区。其工作基本原理如图 1所示。

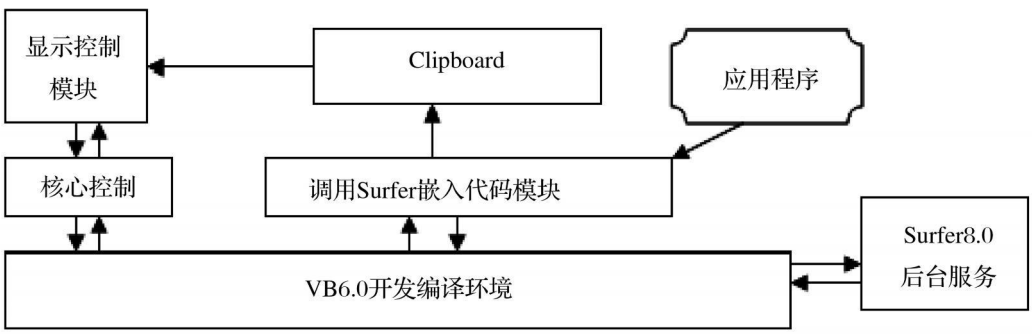


图 1 软件工作原理图

Fig. 1 Working principle of the software

在本系统的研究中, 主要的研究对象就是地图框架 (MapFrame), 等高线图 (ContourMap), 底图 (BaseMap), 立体渲染图 (SurfaceMap)对象及其属性和方法, 以及绘图过程中用到的插值方法的选择。

1.2 Surfer中的插值方式及插值结果评价

一般情况下, 等值线作为准确描述要素、场景设计、着色、阴影和层调色, 在某种意义上最适合人类视觉习惯的手段。目前, 离散的点被用来进行表面插值, 空间内插方法的选择决定了质量、准确性及后续分析的应用。

Surfer 8.0提供的插值方法多达 12种, 用户可根据不同情况选用不同的内插方法[11]。Surfer软件提供的插值方法有: 反距离加权插值法 (The Inverse Distance to a Power Method)、克里金插值法 (The

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

KrigingMethod)、最小曲率法 (TheMinimum CurvatureMethod)、改进谢别德法 (TheModified Sheppard's Method)、自然邻点插值法 (The NaturalNeighborMethod)、最近邻点插值法 (The NearestNeighborMethod)、多元回归法 (The PolynomialRegression Method)、径向基函数内插法 (The Radial Basis Function Interpolation Method)、线性插值三角网法 (The Triangulation with Linear Interpolation Method)、移动平均插值法 (The Moving Average Method)、数据度量插值法 (The Data Metrics Methods)、局部多项式插值法 (The LocalPolynomialMethod)。

Surfer中提供的这 12种插值方法, 基本上包括了现在常用的绘制等值线的内插方法, 在最终选定某种内插方法生成规则格网文件之前, 应该对用来预测未知点的插值方法做个评价。在 Surfer中采用的是"Cross validation(交叉验证)"来评价某一指定的插值方法的质量, 交叉验证首先预留一个或多个数据样点, 然后对该数据点做出预测。通过交叉验证报告文件中的统计量可以确定设置的插值方法相关参数是否合理, 或者用来比较两个或多个不同的插值方法的相对质量。

2　系统的设计与实现

2.1　设计目标和系统框图

本系统要实现地学数据的快速可视化, 即开发基于 Surfer 8.0的可视化应用程序。其过程主要包括两部分工作: 一是按照以往的经验和习惯编写程序的主框架代码, 即核心控制模块和显示控制模块; 二是在完成主体代码后, 参考 Surfer提供的 Automation对象, 实现地学可视化功能模块。软件系统的框架如图 2所示:

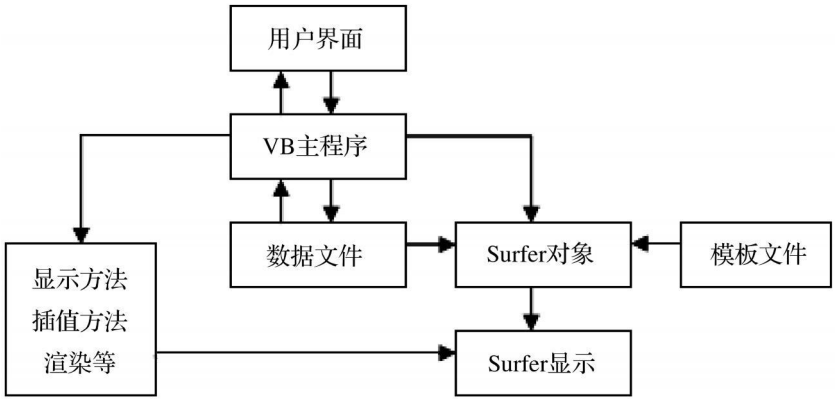


图 2　地学数据快速可视化软件的框架图

Fig. 2　Geoscientific data visualization software framework for rapid map

2.2　基本界面设计

此程序主要包括两个界面:

① 主界面: 界面中包含了命令按钮 (command button)控件, 标签 (label)控件, 框架 (Frame)控件, 选项按钮 (option button)控件, 文本框 (textbox)控件, 滚动条 (slider)控件, 图象显示 (image)控件, 通用对话框控件。主要用来实现软件的主要功能。

② 子界面: 包含了命令按钮 (command Button)控件, 以及选项按钮 (option button)控件数组, 主要用来进行插值方式的选择。

2.3　功能的实现

① 数据的读入: 本系统可以直接读取 WMF、EMF、GIF、JPG、TIF、BMP等常见的栅格数据格式, 也可以无需格式转换就直接读取常见的矢量数据, 如 Golden软件的 GSB、PLT、BLN、GSI格式, AutoCAD软件的 DXF格式, MapInfo软件的 MIF格式, ESRI软件的 SHP、E00格式等。

② 插值方式的选择及插值结果评价: 在进行二维和三维显示前, 首先要将原始离散数据文件转换为 Surfer软件的格网文件 (Grd)。这里用到了格网化内插函数 GridData, 它包含 57项参数, 用户可以选

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

定任意的数据列和数据范围进行内插。而且 Surfer 8提供了 12种插值方法, 用户可根据需要选择内插方式, 并准确设置相关参数。

在进行插值后, 可以对插值的结果进行评价, 笔者采用交叉验证方法 (Cross V alidation) 来评价某一指定的插值方法的质量, 主要是通过交叉验证报告文件中的统计量确定。交叉验证报告中的主要统计指标有 M inimum、M aximum、M ean、V ariance、Correlation w ith Z、RM S ofR esidual Z等。

③ 数据的二维及三维显示: 本系统可以对插值后的结果进行等值线图以及三维图的显示, 可以分别通过图形集对象的 AddCon touM ap和 AddSurface方法加以实现。

④ 图形数据的操作、控制与叠加: 本系统可以根据起始底平面的设定, 计算等高线图上所表示地域的体积, 以及 Z 值的最大和最小值, 并且在对应的文本框空间中进行显示。对三维图的控制主要是对三维图的倾斜度、光照和视角进行设置, 控制三维图的变化。图层的叠加主要是将等值线图与曲面图进行叠加显示。

3 应用实例

3.1 研究区域数据说明

研究区域数据包括湖南省气象站数据和湖南省边界矢量图, 如图 3所示。插值计算采用的数据为湖南省气象站数据, 为湖南境内 95个气象站的海拔高度和年平均温度。底图为湖南省边界矢量图, 格式为 .m if, 为 Surfer支持的格式。

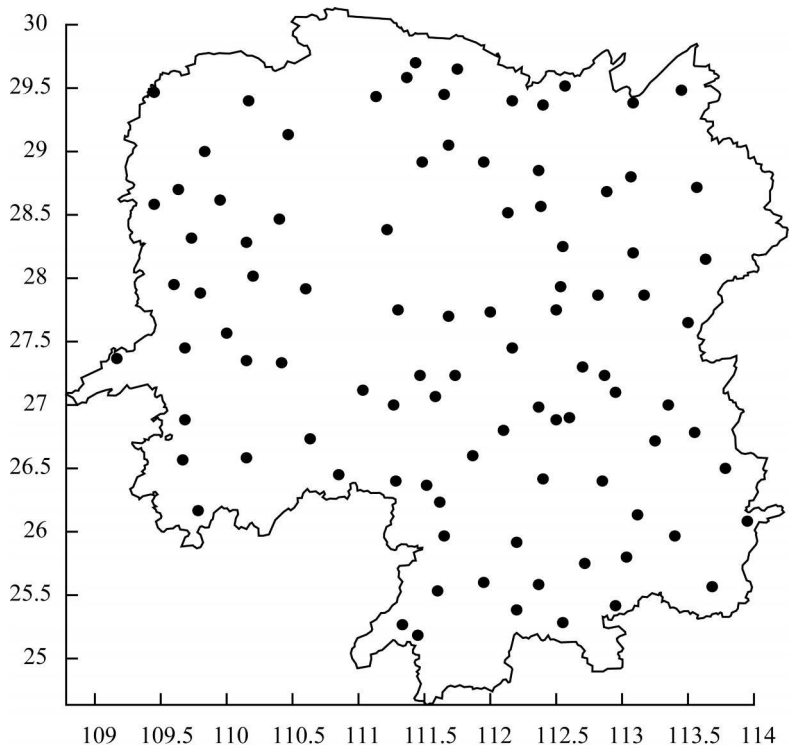


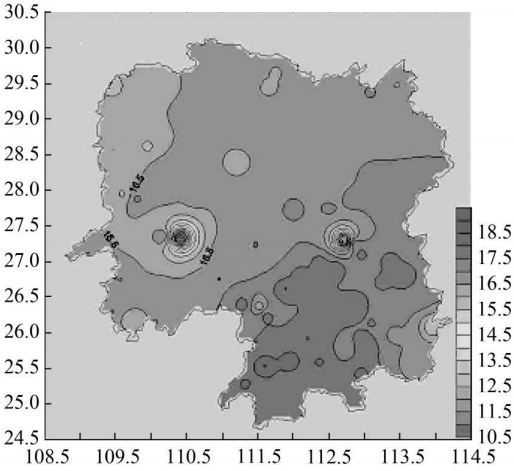
图 3 湖南省边界矢量图和气象站点的叠加图

Fig. 3 Boundary of hunan province vector s and weather overlay m ap

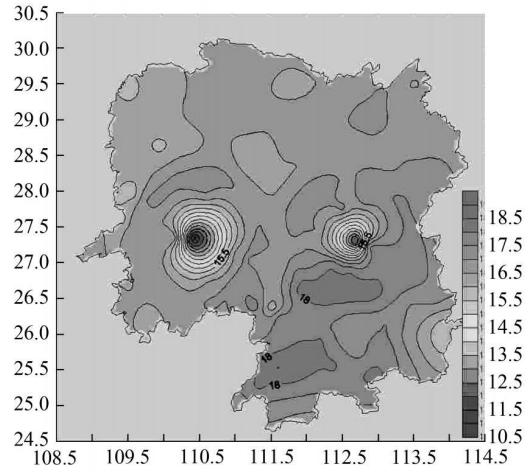
3.2 插值方法以及结果图

采用反距离加权法 (Inverse D istance)、克里金法 (K riging)、最近邻法 (N earest N eighbor)、多项式法 (P olynom ialR egression)、径向基函数法 (R adialB asis Function) 等 5种方法, 对年平均温度进行插值, 结果如图 4所示。

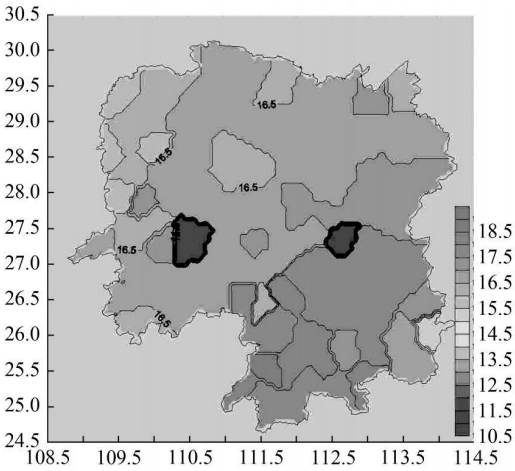
© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



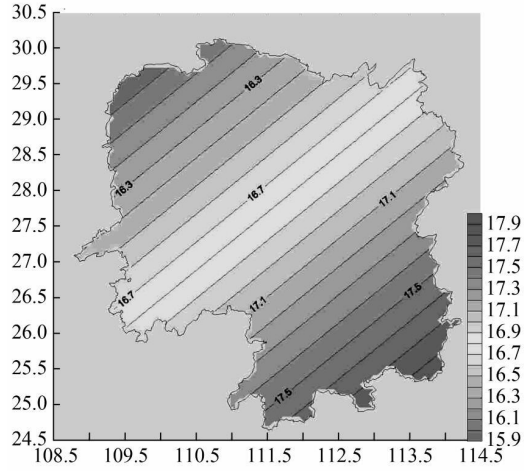
(a) 反距离加权法插值结果



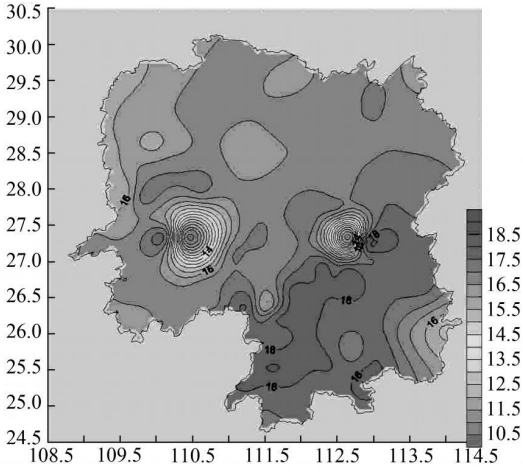
(b) 克里金法插值结果



(c) 最近邻法插值结果



(d) 多元回归法插值结果



(e) 径向基函数法插值结果

图 **4**　**5**种不同插值方法的结果图

Fig 4　Five different methods of interpolation results map

3.3　插值结果的评价

表 1是以湖南境内 95个气象站的年平均温度数据为例得到的 5种插值评价结果。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 1 5种插值方法交叉统计结果

Tab. 1 Five kinds of values in the field of statistical methods

插值法	最小	最大	平均	方差	估计值与实测值的相关系数	估计值与实测值残差的均方根
反距离加权法	15. 448	17. 926	16 920	0 191	0. 191	1 027
克里金法	13. 860	18. 180	16 920	0 524	0. 291	1 119
最近邻点法	15. 842	18. 391	16 943	0 840	0. 263	1 226
最近邻点法	15. 927	17. 790	16 895	0 200	0. 411	0 993
径向基函数法	13. 405	19. 193	16 933	0 738	0. 243	1 212

比较 5种方法, 可以得到结论: 多元回归法的估计值与实测值的相关性最好, 达到了 0. 411; 估计值与实测值残差的均方根最小, 能反应出湖南省境内年均温在空间上的宏观趋势, 但是对细部的刻画不够, 比如很明显的是, 没有表现出用其他方法都可反映出的两个温度低值区。最近邻法对样本数据的要求高, 而且要求区域之间的断线要选取出来。距离反比法的相关系数也较高。但以上 3种方法对最小值反映不明显。径向基函数法, 克里金插值的估计值与实测值相关系数不好。通过多种方法的比较可以得出, 通过不同插值方法得出的结果有所差异, 因此具体情况要具体分析。

从图 4中可以看出湖南省气温的变化趋势: 从东南到西北气温逐渐降低, 而山地的存在部分改变了这种趋势, 因为高度每升高 100 m, 温度降低 0. 6 ℃。

4 结 语

笔者将 Surfer和 VB想结合, 通过 Surfer软件提供的接口, 不但可以批量绘图, 减免不必要的重复操作过程, 而且可以通过 VB编制界面使绘图任务简单明了, 只需要较少的人工干预, 可以节省一定的人力和时间。同时, 以湖南省平均温度数据为例, 通过插值评价进行最佳插值方法的选择, 从得到的叠加图上能够对数据的某种走势进行预测和总结。

但是软件也有不足之处: 比如 VB 6. 0处理图形图像的功能较弱, 对于 Surfer提交的图形产品很难再进行二次调整, 最终产品结果很大程度上还是依赖于 Surfer的后台支持程度, 而 Surfer 8. 0对于中文的支持还存在一些问题, 对等值线对象还无法进行微调整。

参考文献:

[1] 伍超奎, 陆道调, 吴英, 等 . 基于组件式 GIS的外资林地资源管理信息系统的研制 [J]. 广西大学学报: 自然科学版, 2009, 34(1): 111-114.
[2] 吴坤占, 陈尧隆, 司政, 等 . 基于 VB和 Surfer的等值线图批处理可视化 [J]. 水力发电学报, 2008, 27(5): 84-87.
[3] 陈华根, 吴健生, 王家林, 等 . 利用编码技术快速实现地学成果可视化及其意义 [J]. 物探化探计算技术, 2003, 25(3): 279-283.
[4] 杨庆坤, 郭福生, 王继尧, 等 . Surfer软件在煤层储量计算和可视化中的应用 [J]. 煤炭技术, 2010, 29(1): 181-184.
[5] 张丽莉, 吴健生 . 综合利用 VB与 Surfer实现地学三维曲面的动态显示 [J]. 计算机工程与应用, 2003, 14(7): 139-141.
[6] 柳锦宝, 何政伟, 王增武, 等 . 四川省气象服务信息系统的设计与实现 [J]. 气象科技, 2010, 38(4): 484-487.
[7] 杨朝辉, 党立华 . 基于 Surfer Automation技术的三维立体渲染图的绘制 [J]. 海洋测绘, 2003, 23(4): 26-28.
[8] 于平, 李汉彬 . 应用 ActiveX 技术实现 Surfer自动绘制等值线图 [J]. 广东气象, 2006(3): 61-63.
[9] 张宗灏, 王咏青, 景安华, 等 . 中尺度自动气象站 Web图形显示系统 [J]. 气象科技, 2008, 36(3): 372-374.
[10] 林伙海, 吴陈锋 . 基于 surfer8. 0实现雨量图形可视化 [J]. 气象, 2006, 32(7): 117-120.
[11] 陈欢欢, 李 星, 丁文秀 . Surfer8. 0等值线绘制中的十二种插值方法 [J]. 工程地球物理学报, 2007, 4(1): 52-57.

(责任编辑 梁碧芬)

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net