

中国岩石圈三维结构数据库数据 可视化控件的设计与实现

欧少佳 许惠平 陈华根

同济大学海洋地质教育部重点实验室,上海 200092

摘 要 中国岩石圈三维结构数据库和其他研究场合涉及大量数据可视化问题。研制数据可视化控件可以达到最大程度的重用。各种二维数据可视化控件用 Visual Basic 开发,用 Windows API 提高图形绘制能力。开发中从控件的显示界面、控件的属性、控件的事件和方法等方面进行规划和实现。对于各种地球物理数据可视化,除了涉及数据的控件专业属性、数据的传递和图形的具体绘制过程不同外,控件的其他部分是相同的,因此在开发不同的控件时可以重用大部分的代码和设计思想。

关键词 岩石圈 数据库 可视化 ActiveX 控件

The Design and Implementation of Geophysical Data Visualization Controls for Chinese 3D Lithosphere Structure Database

OU Shaojia XU Huiping CHEN Huagen

Key Laboratory in Marine Geology of Ministry of Education, Tongji University, Shanghai, 200092

Abstract China 3D lithosphere structure database and other research cases involve a large quantity of data visualization problems. Data visualization controls can be reused to the full extent. 2D data visualization controls are developed with Visual Basic, using Windows APIs to enhance their graphic capability. The development includes planning and realizing in such aspects of the controls as the displaying interfaces, properties, events and methods. For various geophysical controls, some properties related to the data, the data transferring methods and the graphic drawing procedures are different, whereas other aspects of the controls are the same. It is thus concluded that the designing approach and most of the codes may be reused in the development of various controls.

Key words lithosphere database visualization Active X control

可视化和虚拟现实是 GIS 的重要内容, GIS 应用于地球物理研究时各种地质资料的可视化更是必不可少(Bishop 等, 1999)。可视化的任务主要是各种专业探测数据的图形表达, 如地震反射记录剖面图、重磁数据的平面剖面图等等。这些功能不仅在特定的地球物理 GIS 应用系统中使用, 在其他的专业研究场合可以使用。为了达到最大程度的重用, 应该考虑把这些专业数据可视化功能做成 ActiveX 控件, 这样即使在 WebGIS 应用中也可使用(Bo Huang 等, 2001; 欧少佳, 2002)。

地球物理研究中有非常复杂的三维可视化(虚拟现实), 但也有大量的二维资料需要显示, 本文结合“中国岩石圈三维结构数据库”项目的情况, 讨论各种二维地球物理数据可视化控件的开发问题。

1 基本思想

如果仅从本地使用的角度考虑, 把所有的专业数据可视化功能封装在一个 ocx 文件中, 每一种图件用一个类来实现, 通过公共的 Picture box 控件显示各种图件, 这样可使整体结构较为简洁、整齐。但“中国岩石圈三维结构数据库”中还要实现 WebGIS 方面的功能, 在网上发布数据时, 这样的一个 ActiveX 控件占用的空间较大, 不利于客户的下载。因此, 为了将来 WebGIS 的需要, 还是将每种图件单独作为一个控件较为合适。

在开发语言的选择方面, 用 Visual Basic 6 开发 ActiveX 控件无疑是最简便的, 但不利之处也很明显, 即 VB 提供的绘图函数功能有限。解决办法是

调用 Windows API(张昆深等 2001; 王国荣, 1999)。通过实践, 笔者认为, Windows API 提供的绘图函数对于平面图件的绘制来说, 其性能已经足够。具体的实现需要考虑以下几个主要方面:

(1) 控件的显示界面: 无论何种数据的显示, 当图件某个方向的长度超出控件窗口的范围时, 就需要实现图件的滚动功能, 需要有相应的滚动条加以控制。当图件大小在控件窗口范围内时, 滚动条就不显示。

(2) 控件的属性: 控件的属性包括通常控件所具有的各种属性, 包括版面属性和图件的专业属性。如背景颜色、宽度、高度等等; 专业属性如一个绘制反射地震剖面图(其数据通常为 SEG-Y 格式(Society of Exploration Geophysicist, 2003; Kessinger, 2002)的控件必须具有地震剖面图的专业属性, 即地震道的采样点数、采样间隔、横向和纵向的比例尺、记录的开始时间等。因此, 实现每个可视化控件时, 必须对专业图形的属性作详尽的规划。

(3) 控件的事件: 把图片框的点击等事件和滚动条的滚动事件映射为控件的相应事件。这些代码对所有的专业图形控件都是相同的, 在实现不同的控件时可以重用。

(4) 控件的方法: 主要是把专业数据传递到控件内部以及控件的个别控制方法。专业数据通常是数组的形式, 把数组的指针传到控件中可以加快传递速度。数值传递方法取决于具体的专业数据。

(5) 图形绘制: 在控件内部隐藏一个绘图函数供发生需要绘图事件时调用。该绘图函数对每个图形的实现代码不同。

2 实例

2.1 控件显示界面的设计

控件的显示界面由一个图片框(图片框)、一个垂直滚动条和一个水平滚动条组成(图 1)。考虑到图件显示的性能, 必须把图件先在内存中绘制然后再显示到图片框(图片框)中, 因此, 与 VB 中一般的实现滚动图片框时用两个图片框(其中的一个作为图形滚动)实现方法不同, 这里只用一个图片框实现, 当发生图形滚动事件时, 只需把可视化控件窗口范围内的图形在内存中绘制后再用 Windows API 函数 BitBlt 复制到图片框中即可, 这里“滚动”的是要显示的图形, 图片框实际上并不滚动。

2.2 控件的属性

如上所述, 控件的属性包括一般控件的一些属

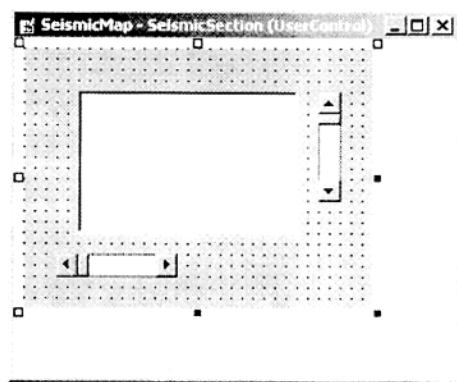


图 1 控件显示界面的组成

Fig. 1 Elements of the control interface

性、一般图件的版面属性和各种地球物理数据特有的专业属性。

对一般控件的常用属性, 如 BackColor(背景色)、ForeColor(前景色)、Font(字体)、BorderStyle(边框风格)、Enabled(有效性)等, 这些属性是一般图件版面属性的一部分, 可由现有控件属性映射而来, 而不需另外定义。

图件的版面属性包括: MapWidth、MapHeight, 它们是图幅总的宽度和高(包括图边), 以毫米为单位; BorderX、BorderY 是以毫米为单位的图件在 X 方向和 Y 方向的页边距(对称); MapTitle 是图件所显示的图名。

以上所列属性, 无论对何种地球物理数据的显示都是一样的, 在开发不同的控件时都不需改动。为了编程的方便, 还可以加上一些辅助属性, 如 DataLoaded 用来标识数据加载与否。

对于地震剖面控件而言, 其特有的属性(专业属性)有: Samples 为每道的样点数; Traces 为整个剖面的道数; Dtime 为采样间隔(单位 us); StartTime 为每道数据的起始时间(单位 us); Xscale 为 X 方向(水平方向)的绘图比例, 为每厘米内绘制的道数; Yscale 为 Y 方向(垂直方向)的绘图比例, 为一秒时间间隔在图中所占的长度(单位 cm); Polar 为指示需要填充的相位, 1 为正半周填充, -1 为负半周填充, 0 则只绘制曲线; AmaxLen 为最大振幅对应的图面长度(厘米)。

其他如标注时间、道号的字体、字体的大小、颜色等属性。针对所显示的数据而定, 开发不同的数据可视化控件需要设计和定义不同的专业属性。

2.3 控件的事件

控件的事件映射自构成该控件的控件的事件,

用来控制控件窗口的显示、图形滚动等动作。对所有数据可视化控件,该部分代码都相同,可以重用。其中映射自图片框相应的事件有:Click、DblClick、KeyDown、KeyUp、KeyPress、MouseDown、MouseUp、MouseMove 等。映射自水平滚动条的事件有 HChange、HScroll(分别对应水平滚动条的 Change 和 Scroll 事件)。同样,映射自垂直滚动条的事件有 VChange 和 VScroll。

开发时需要在映射控件的事件中,填写相应的代码,以控制可视化控件的各种动作。这些细节不必细述。

2.4 控件的方法

可视化控件的方法主要有以下 3 个。
(1) SetData:把地震数据传递到控件的内部数据成员中。

(2) SetMap:根据传递进来的数据,进行一些必要的计算和统计,如可视化控件窗口范围内的图幅范围,振幅的最大值等等。这些数据是绘图时必要的参数。每一次图件参数(控件的专业属性)的改变,都要执行一次该方法,然后重绘图形。因此,为方便起见,可在该方法内调用下面的绘图方法 DrawSection。

(3) DrawSection:这是执行所有的绘图动作的方法。该方法可以隐藏在控件内部而不暴露出来,只由可视化控件内部代码调用。

以上 3 个方法对每种地球物理数据,其具体实现的方法并不相同,特别是 DrawSection 方法。

2.5 实现中的关键点

由于在绘图中需要实现一些比较高级的功能,需要调用 Windows API 来解决。这些 API 的声明用 Visual Basic 开发工具所带的插件 API Viewer 来帮助实现。

地震剖面的幅面通常很大,采样点也比较密集,因此,要充分考虑绘图时的速度、内存占用等情况。理想的解决办法是只绘制出露在可视化窗口的部分,先把图形绘制到内存中,绘制完成后再把图形拷贝到控件窗口中,同时还克服了图形闪烁的问题。用到的 Windows API 主要有 CreateCompatibleDC(创建与特定设备场景一致的内存设备场景)、CreateCompatibleBitmap(创建与设备有关的位图)、BitBlt(将位图从一个设备场景复制到另一个设备场景)等。

绘制地震剖面时,对每一道按采样时间顺序连结每个样点值形成振幅曲线,然后对正半周或负半

周波形进行着色(通常是填充黑色)。用 Windows API 中的 LineTo 执行连线操作,用 Polygon 来完成多边形绘制和填充,同时用 SetPolyFillMode 这个 API 来指定如何在多边形内部进行填充。

如图 2 所示,当振幅曲线与坐标轴(指振幅为 0

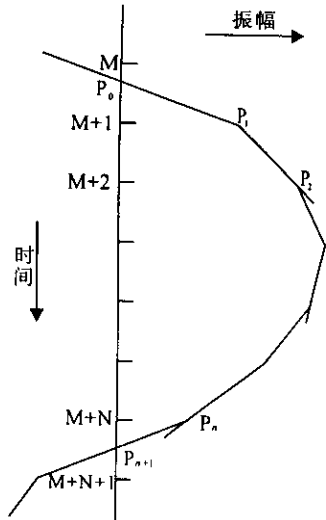


图 2 地震道绘制示意图

Fig. 2 Illustration of Drawing the Graph of a Seismic Trace

的假想轴)相交时,其交点为 P_0 和 P_{n+1} 。假设需要填充正半周波形,即填充多边形 $P_0, P_1, P_2 \dots P_n, P_{n+1}$ 。点 $P_1, P_2, \dots, P_n$ 的坐标已知,只需把它们转换成相应的设备坐标就可以了。但两个交点 P_0 和 P_{n+1} 计算起来就显得麻烦了。由于绘制时只需要设备坐标,因此可用一个 Windows API 即 LineDDA 来巧妙地取得 P_0 和 P_{n+1} 点的设备坐标,从而避免了繁琐的计算。LineDDA 可枚举出指定线段中所有的点,因此可用它来找到坐标轴处 P_0 和 P_{n+1} 的纵坐标(横坐标很容易得到)。方法是编写一个简单的过程 LineDDAProc:

```
Sub LineDDAProc( ByVal X As Long, ByVal Y As Long, ByVal lpData As Long )
    If X = tmpXpixel Then
        tmpYpixel = Y
    End If
End Sub
```

其中 tmpXpixel 和 tmpYpixel 为全局变量, tmpXpixel 为每一道坐标轴的设备横坐标。当直线的两个端点的振幅值发生符号改变时,就执行 LineDDAProc,求得相应的纵坐标 tmpYpixel。

图 3 是在测试工程中测试地震剖面显示控件时的截屏图。该地震剖面显示控件的使用非常简单,首先把地震剖面数据用控件的 SetData 方法传给控

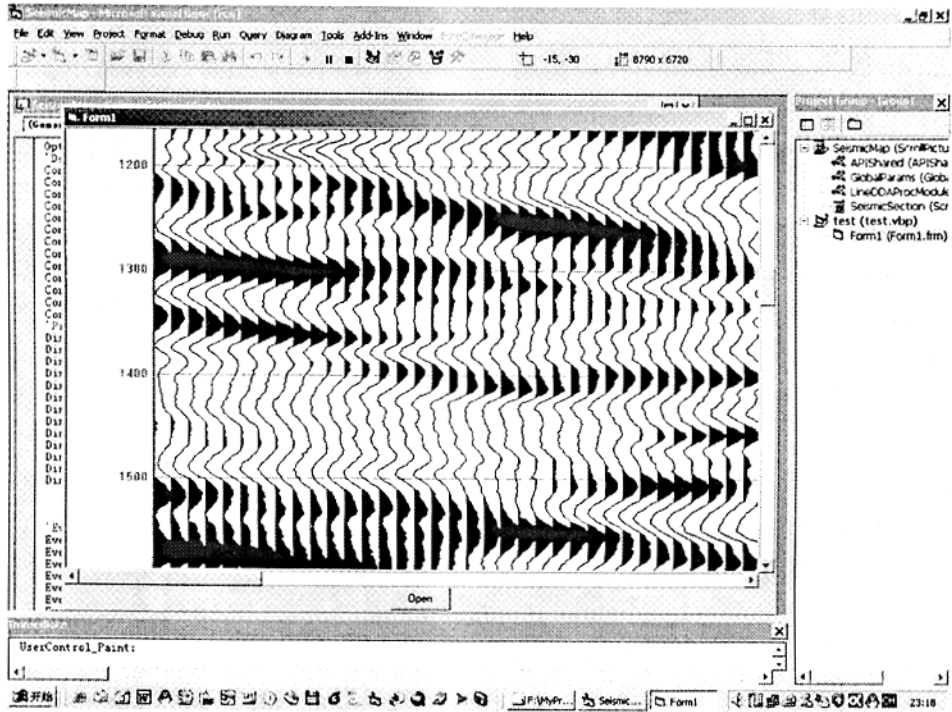


图 3 测试工程中的地震剖面显示控件

Fig. 3 A seismic profile displaying control in the test project

件, 然后根据需要设置几个专业属性, 如纵、横比例, 振幅放大系数等, 最后执行控件的 SetMap 方法即可把剖面显示出来。每次改变专业属性, 就执行一次 SetMap 方法进行刷新。在控件界面上可执行窗口缩放, 图片滚动等常见的操作。对控件的事件编写响应代码, 还可以进行更为复杂的专业操作, 如地震相的拾取等。当然要完成这些更高级的功能, 在控件设计时就要考虑得更周密一些。

控件测试完毕, 包装成二进制的 ocx 文件, 就可在中国岩石圈三维结构数据库的客户端软件中使用, 同时也可用于其他必要的场合。

3 结语

各种地球物理数据可视化控件的设计, 其设计过程是相同的, 控件的界面、控制控件动作的各种事件代码以及图件的通用属性等都是相同的。只是需要处理的专业数据不同, 控件相应的专业属性不同, 具体的绘图过程不同。在完成一个控件的开发以后, 就可以把完成的工程作为开发其他控件的一个“模板”, 重用其中大部分代码, 加快开发过程。

创建各种地球物理数据可视化控件, 对于形成技术积累, 构筑更复杂的应用, 提高软件开发水平等具有重要的意义, 也体现了软件开发专业化、商品化的发展趋势(李鸿吉 2003)。

参考文献

李鸿吉. 2003. Visual Basic 高级编程技术——从 VB6.0 向 VB.NET 过渡. 北京: 科学出版社.
欧少佳, 许惠平, 叶娜. 2002. 基于组件体系结构的地质 GIS 应用系统开发研究. 吉林大学学报(地球科学版), 32(4): 408~412.
王国荣. 1999. Visual Basic 6.0 与 Windows API 讲座. 北京: 人民邮电出版社.
张昆深, 晓黄. 2001. API for Windows 98/2000 详述. 北京: 清华大学出版社.

References

Bishop I D, Ramasamy S M, Stephens P et al. 1999. Visualisation of 8 000 years of geological history in Southern India. International Journal of Geographical Information Science, 13(4): 417~427.
Huang Bo, Jiang Bin, Li Hui. 2001. An integration of GIS, virtual reality and the Internet for visualization, analysis and exploration of spatial data. Int. J. Geographical Information Science, 15(5): 439~456.
Li Hongji. 2003. Advanced Programming with Visual Basic—from VB 6.0 to VB.NET. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).
Ou Shaojia, Xu Huiping, Ye Na. 2002. Development of a component architecture based geological GIS application system. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 32(4): 408~412 (in Chinese with English abstract).
Wang Guorong. 1999. Lectures on visual basic 6.0 and Windows API. Beijing: Posts and Telecom Press (in Chinese with English abstract).
Walter Kessinger. 2002. The SEG-Y Format for Geophysical Data. <http://walter.kessinger.com/work/segy.html>.
Society of Exploration Geophysicist. 2003. SEG-Y rev 1 Data Exchange format. <http://www.seg.org/publications/tech-stand/seg-y-rev1.doc>.
Zhang Kunshen, Xiao Huang. 2001. Elaborations on API for Windows 98/2000. Beijing: Tsinghua University Press (in Chinese with English abstract).