

用 Vis5D 软件包在 PC 机上实现模式 预报输出结果的可视化^①

贝 刚

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

提 要

介绍了 Vis5D 系统的运行环境、安装要点及主要功能; 给出了 Vis5D 制作的图象实例; 着重介绍了把模式输出结果转换为 v5d 格式文件的方法, 以及几种常用网格数据文件转换为 v5d 格式文件的方法; 简要说明了在 Windows 环境下使用 Vis5D 制作的气象图象及进行动画播放的过程。

关键词: Vis5D 可视化 Linux 图象

引 言

目前, 国内在对模式预报输出结果的分析、显示及输出的处理上, 使用得比较多的是网格分析与显示系统 (GrADS)。该软件包在处理二维平面图象上的功能较强, 但无法在三维立体空间中同时对多个不同位置的二维平面图象进行分析、移动和显示, 更不能在三维空间中显示三维等值面图象。

本文介绍一种可以在三维立体空间内对模式预报输出结果进行分析、显示及输出的可视化处理系统——Vis5D 软件包。该系统操作简便, 通过鼠标的点击、拖拽即可实现, 而不必象 GrADS 那样必须在命令窗口中键入命令来完成各种操作; 它生成的图象形象、直观、漂亮, 还可以进行动画播放, 大大改善了模式预报输出产品的外包装。该系统可以在微机上运行, 这对于不具备工作站条件的科研人员来说无疑是一个好消息: 只需一台 Pentium 300 以上的微机, 你就可以对模式预报结果进行可视化处理了。

1 Vis5D 概述

Vis5D 是美国威斯康星-麦迪逊大学空间科学与工程中心 (SSEC) 研制的两个可视化系统中的一个, 主要用来供科学家们在日常工作中对网格数据和不规则定位数据进行可视化分析与研究, 其数据来源可以是数值天气预报模式的输出、地面观测资料或其他类似数据。

Vis5D 以 5 维矩形 (five-dimensional rectangle) 形式对数据进行处理, 即它的输入数据是由 3 个空间维 (行、列、层) 所确定的网格点上的实数, 此外还有一个时间维和一个用于枚举物理变量数目的变量维。

Vis5D 对于物理变量的图象表示主要有以下几种方式: 2 维水平及垂直等值线切片图、2 维水平及垂直彩色切片图、3 维彩色等值面图、3 维体积透视图、水平及垂直风矢量图、水平及垂直风流场图、风及其他有关变量的廓线图、空气块运动的轨迹图等。在各种图象中都可以叠加相应区域上的地形图或者地图轮廓线。图 1~5 给出了上述几种主要图象表述方法的示例。由于是以黑白图象代

^① 本文得到 973 项目“中国暴雨研究”项目办公室资助。

替彩色图象,显示器屏幕上的彩色、立体及动画效果在这里无法体现出来。

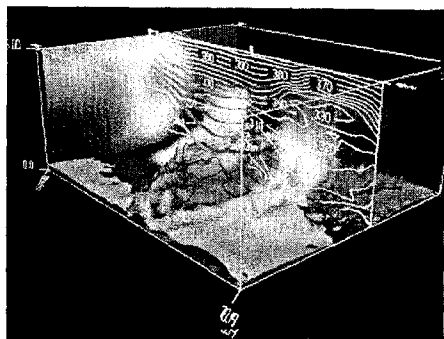


图1 在同一个3维立体空间中同时展示物理变量的等值线切片以及体积透视图,图形下方叠加有区域内的地形图

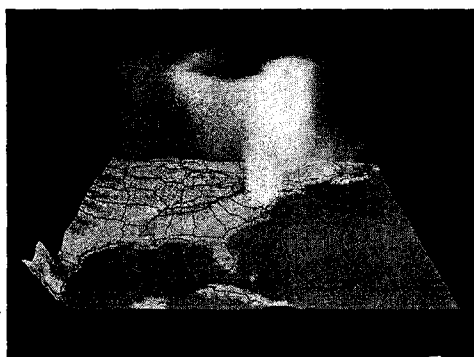


图2 用体积透视方式表示的风涡度图象示例

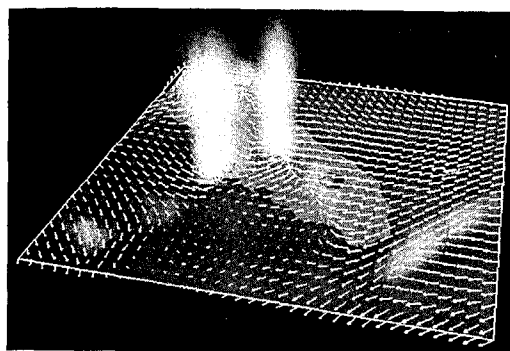


图3 雷暴及风矢量图示例

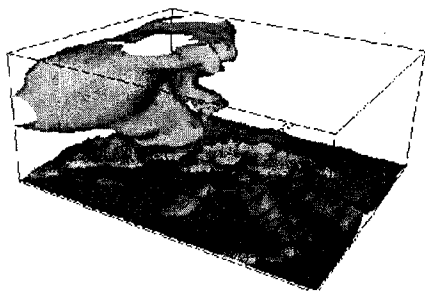


图4 等值面图示例

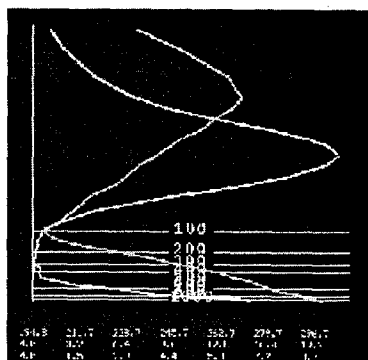


图5 风廓线图示例

Vis5D的一个重要特性是支持对多个数据集进行比较分析。它允许在同一显示窗口中装入一个以上的数据集,用于对相同经纬度范围和相同时间步长的不同数据集进行比较分析;它也可以在多个显示窗口中分别显示不同数据集的结果,用以对不同单位或个人制作的相同区域、相同时间的预报结果进行比较研究。

Vis5D属自由软件,使用者需遵循GNU通用公共特许条款,即该软件包提供源程序代码,允许使用者在不以商业应用为目的的前提下对程序进行开发研究,或者编写新的适合个人应用的程序。这就为我们在它的基础上开发满足新的使用要求的可视化程序提供了极大的便利。

Vis5D的最新版本为5.2版,可以从以下ftp站点获得:

iris.ssec.wisc.edu/pub/vis5d-5.2

2 Vis5D 的运行环境

2.1 硬件要求

Vis5D 目前可以在多种工作站(如 SGI、HP 及 SUN 等)上运行,也可以在 IBM PC 兼容机上运行。在所有情况下,都需要至少 32 兆内存和 8 位 (bit) 彩色显示。由于该系统主要用于图象处理,特别是 3 维图象处理,所以运行时占用的内存较大,建议使用 128 兆以上内存;为使图象颜色更为丰富、鲜艳,应使用 16 位以上的彩色显示。对于微机而言,CPU 采用 Pentium 300 以上即可,当然,更高档的机器运行起来效果会更好。目前一般微机上配备的硬盘容量(6~8G)已足够使用。

2.2 操作系统

在 PC 机上运行 Vis5D,要求使用 Linux 1.0 版本以上的操作系统。

Linux 是当前十分流行的一种操作系统。粗略地讲,它几乎和 UNIX 一模一样,可以认为 Linux 就是单机版的 UNIX,或者在微机上运行的 UNIX。

Linux 的功能十分强大,它可以作为个人 UNIX 工作站、X 终端客户或 X 应用服务器使用;它还提供完整的 UNIX 开发平台环境;Linux 操作系统的网络功能要胜过其他操作系统,甚至连 Windows NT 也不是它的对手。

Linux 近年来之所以越来越流行,除了其强大的功能以外,另一个重要原因在于它的免费及源代码的开放性。Linux 可以完全免费得到,它的源代码随软件包同时发放。我们可以根据个人的需要,在它的基础上编写、开发自己的操作系统。

Linux 有许多不同的版本,目前比较流行的有 Red Hat、Slackware 和 Debian。我们建议使用 Red Hat Linux 6.0 以上版本。经过试验,该系统安装方便,Vis5D 在该操作系

统下工作稳定可靠。而且,Red Hat Linux 具有 RPM(软件包管理)功能,可以在安装后随意增、删软件包。

为运行 Vis5D,在 Linux 操作系统中必须安装 XFree86 窗口系统。

3 Vis5D 的安装要点

从网上获得 Vis5D 软件包的压缩文件后,首先应解压缩。对于“*.Z”文件,使用“uncompress”命令;对于“*.gz”文件,使用“gunzip”命令。再将得到的“*.tar”文件用“tar-xfv”命令还原,就生成了 Vis5D 系统的主要目录,其下存放着运行该软件包所需的所有子目录和文件。

接下来是对软件包进行编译,使用“make”命令。这一步需要注意的是应选择与你所使用的机器操作系统相匹配的选项参数。如果选项参数使用得不正确,系统将无法进行编译。对于使用 Linux 操作系统的 PC 机而言,应选用“linux-x”参数,即编译时,应键入命令“make linux-x”。

Vis5D 在其 5.2 版中增加了读取 NetCDF 格式的非网格数据文件的功能。为此,在 5.2 版的安装中需要获得一个名为 libnetcdf.a 的库文件,并将其放入 Vis5D 主目录下的“src”子目录中。具体方法可以参阅 Vis5D 的 README 文件。

4 在 Vis5D 中使用模式输出数据

在 PC 机上建立起 Vis5D 的运行环境,并安装好 Vis5D 软件包后,系统的使用并不困难。当你已经有了一个 v5d 格式文件之后,只要按照使用说明(README 文件)中介绍的方法,就不难制作出概述一节中提及的不同物理变量的各种三维空间图象。本文不打算对 Vis5D 的具体使用操作做详细的描述。

对于使用者而言,重要的也是较为困难的问题是:如何把自己的模式输出结果转换为 Vis5D 系统能接受的 v5d 格式文件,以便在 Vis5D 系统中对网格数据可视化。这一工

作需要通过编程来完成,所幸的是,Vis5D 提供有转换程序的模板,只要在其中加入一些读入头信息和网格数据的程序代码就可以完成转换工作了。Vis5D 对于一些常用的网格数据文件还提供有专用接口程序,对于这些网格数据文件,只需要通过鼠标进行操作就可以完成数据格式的转换,从而大大简化了使用者的工作。

4.1 使用模板程序进行数据转换

在使用模板程序对数据进行转换时,你应该先准备好自己的数据文件。数据文件包括头信息和网格数据两部分。

头信息部分告诉 Vis5D 你的数据结构是怎样的。它主要包括物理变量的个数和名称;时间步的数目和具体日期与时间;网格的行、列、层数及网格的起始经、纬度和高度;经、纬度和高度的增量值;投影类型;垂直坐标系类型;以及压缩模式等。头信息的内容可以包括在数据文件里,也可以在程序中通过赋值语句传递相应的变量。

网格数据是按 Vis5D 规定的顺序排列的各物理变量在各个时间步的网格点上的实数值。对于某一确定物理变量和时间步的一组网格数据,其排列顺序是先行、后列、再层。

准备好数据文件后,就可以编写模板程序了。在 Vis5d 主目录下的“convert”子目录中有一个名为“foo2-to-v5d.f”的 Fortran 语言模板程序(系统还提供有 C 语言的模板程序,这里仅以 Fortran 语言模板程序为例加以说明),使用者只需要在该程序中的两处分别插入读头信息和网格数据的 Fortran 77 语句就可以实现数据转换了。如果你的数据文件中不包含头信息,需要在插入读头信息的代码处使用赋值语句给有关的头信息变量赋值;否则,应使用 READ 语句从数据文件中读入头信息。网格数据的读入只需要一个循环 READ 语句就可以实现了。

模式输出数据可以有格式的 ASCII 码,也可以是无格式的二进制码。对于不同格式的数据代码,应在打开输入数据文件的 OPEN 语句中使用不同的选项参数。

在数据转换中需要注意的一点是:压缩模式最好选为 2,即把每个 4 字节的浮点数压缩为 2 字节。这种选择可以在节省磁盘空间与保证数据精度两者之间取得较好平衡,即便是对涡度这样绝对数值很小的物理量,转换后的数据精度也完全可以满足要求(误差小于千分之一)。

4.2 常用网格数据文件到 v5d 格式文件的转换

对于熟悉 GrADS 等格式文件的科研人员,可以不必通过编程而直接把这些格式文件转换成 v5d 格式文件,从而在 Vis5D 系统对网格数据进行可视化。Vis5D 提供了一个名为“v5dimport”的应用程序接口,它可以直接读取 5 种格式的文件,并在读取后,根据使用者的需要,重新选择所要输出的变量、时间步、投影类型、垂直坐标系统类型以及经纬度范围,制作出新的 v5d 文件。5 种文件格式如下:

- McIDAS GR3D 和 GRID 文件;
- Vis5D 的 v5d 和 comp5d 文件;
- GrADS 文件;
- “UW vis”文件(威斯康星大学使用);
- EPA MM4 和 RADM 文件(仅在 Crays 机上使用)。

由于 GrADS 在平面二维图象的处理上比 Vis5D 更为优越,所以在制作出 GrADS 文件后,利用 Vis5D 的这种 v5dimport 功能,将两个图象处理软件结合起来使用,可以很方便地制作出令人满意的二维及三维空间的各种漂亮的气象图形。

5 把 MM5 模式输出结果转换成 v5d 格式文件

MM5 中尺度预报模式的 V2 和 V3 版现在都已经有了可以在 PC 机上 Linux 环境下运行的版本。为了使用 Vis5D 将其预报输出结果可视化,最近模式的开发者编制了从 MM5 (V2 和 V3 版) 输出结果到 v5d 格式文件的转换程序,并将其放在他们的网站上供有需要的科研人员使用。压缩程序的文件名是“tovis5d.tar.gz”,ftp 网址为:

ftp://ftp.ucar.edu/mesouser/MM5V3/
Util

该压缩程序也需要经过解压、还原及编译后才能使用。利用编译后生成的 tovis5d 应用程序,可以方便地将 MM5 模式输出结果转换成 v5d 格式文件。需要注意的是,MM5 的 Linux 移植版本是在 PGF77 Fortran 编译器环境下开发的。要想在 PC 机 Linux 环境下运行 MM5 或上述转换程序,需要先安装 PGF77 软件包。

6 在 Windows 环境下显示 Vis5D 生成的图象结果

目前,科研人员在演讲或学术报告时,用得比较多的是微机环境下的 Windows 操作系统,例如在 IE 或 Netscape 浏览器中或者 PowerPoint 幻灯片制作与演示软件中播放演讲稿。如何将 Vis5D 中得到的图象结果在 Windows 环境下演示是必须解决的问题。

对于单张图象问题很好解决,只要在 Vis5D 中把所需图象结果保存为浏览器或 PowerPoint 能识别的图象格式就行了,例如,可以保存为 GIF 或 JPEG 图象格式。由于 Linux 操作系统可以在 PC 机上与 DOS 和 Windows 操作系统同时并存,并且可以在 Linux 下直接向 DOS 分区存取文件,如果将图象直接保存在 DOS 分区下的指定目录中,重新启动机器并进入 Windows 系统后即可直接对图象进行加工和使用。

如果想在 Windows 环境下进行图象的动画演示,则需要多做一些工作。首先,应

在 Vis5D 中把需要进行动画演示的某一三维空间图象的各时间步分别存储为 GIF 格式的图象文件。然后在 Windows 环境下,用 GIF 动画制作软件(如 GIF Movie Gear 2.6)把各时间步的 GIF 格式图象文件连接成一个动画 GIF 文件,也可以输出为一个 AVI 格式文件。浏览器和 PowerPoint 可以接受这种图象并进行动画播放。你只需在浏览器中加入适当的链接,或者在 PowerPoint 的新幻灯片里插入 GIF 动画文件或 AVI 文件,就可以在报告中使图象动画起来。

7 地形和地图轮廓线文件的制作

Vis5D 系统本身带有全球地形和地图轮廓线文件。全球地形文件的分辨率较低,当网格范围较小时,效果不理想。全球地图轮廓线仅给出全球海陆分界的轮廓线,对于小范围区域显然是不能满足要求的。

上述问题可以通过编程来解决。Vis5D 提供了两个制作地形文件和地图轮廓线文件的模板程序,如果你能获得高分辨率的区域地形数据,或者所需区域内的地图轮廓线顶点经、纬度坐标数据,完全可以通过在模板程序中加入适当的程序编码来制作出符合要求的地形文件和地图轮廓线。

为便于有兴趣的读者制作较高分辨率的地形文件,我们给出一个可以获得全球 1km × 1km 分辨率地形数据的 www 站:

<http://www.ngdc.noaa.gov/seg/topo/globeget.shtml>

8 结语

Vis5D 是一个很好的对网格数据和部分非网格数据(如 NetCDF 格式数据)进行可视化的系统,目前在国外的气象及其他相关领域中有着广泛的应用。用它制作的气象图象直观、形象而且漂亮。很多科学家把他们的用 Vis5D 制作的工作成果放在网上相互交流。相信这一工具不久也会在我们的气象领域得到广泛应用。

(下转第 23 页)

Visualizing Numerical Weather Models Output by Using Vis5D Package on PC

Bei Gang

(Chinese Academy of Meteorological Science, Beijing 100081)

Abstract

Hardware and software required to run Vis5D, the main points of installing Vis5D and its major functions were introduced. The typical examples of Vis5D images were given. The method of converting numerical weather models output to v5d format files was emphatically pointed out. The process of using and animating meteorological images produced by Vis5D on MS Windows PC was simply described.

Key Words: Vis5D visualize Linux image