

林业三维GIS的应用

李建华

(浙江省龙游县林业局 324400)

提要：简述了三维 GIS 的相关情况、特点和在林业上的应用，探讨了在三维 GIS 中存在的问题，最后为三维 GIS 实际系统的开发提出了几个值得注意的要点。

关键词：三维 GIS 空间分析 林业规划 数据结构

中图分类号：TP392

文献标识码：B

文章编号：1004-7743 (2004) 04-0056-04

1 三维 GIS 简介

二维 GIS 在林业中的应用始于八十年代初期，今天在林业系统中已得到广泛开展，并逐渐成为一个系统化的工程，如森林资源管理、营造林管理、公益林管理、林地征占用管理、采伐管理、自然保护区管理、防火指挥等。但二维 GIS 存在着自身难以克服的缺陷，本质上二维 GIS 是基于抽象符号的系统，不能给人以自然界的直观感受。二维 GIS 只能处理平面 X、Y 轴上的信息，不能处理垂直方向 Z 轴上的信息。它在表达上通常是将 Z 值投影到二维平面上进行处理，因此对于同一 (x, y) 位置的 Z 值不能表达。

世界的本质是处在三维空间中的，随着 GIS 应用的深入，第三维的高程信息显得越来越重要，人们越来越多地要求以三维空间来处理问题。二维 GIS 将现实世界简化为平面上二维投影的概念模型注定了它在描述三维空间现象上的无能为力，克服这一缺陷需要基于三维空间的 GIS。随着计算机三维显示技术的不断发展，地图符号形象化的要求日渐迫切。地图符号的抽象化和形象化在相互对立的发展过程中向三维形象化回归，导致了空间信息三维可视化成为 GIS 发展的重要特征之一。三维可视化技术使传统二

维的、静态的地图表示向三维的、动态的场景表示方向发展，利用虚拟现实技术在空间数据库支持下构建虚拟环境，利用计算机实现以视觉为主的全方位交互，这是空间数据可视化最有发展前景的新领域，已成为利用数字地球资源的重要工具。

由于二维 GIS 数据模型与数据结构理论和技术的成熟，图形学理论、数据库理论技术及其它相关计算机技术的进一步发展，加上应用需求的强烈推动，三维 GIS 的大力研究和加速发展已成为可能。在现行的国际国内 GIS 系统中基本都包含了三维处理模块。

2. 三维 GIS 的特点

与二维平面地图上的符号所处的表达环境不同，GIS 中的三维模型具有以下显著的特点。

1) 在三维GIS中，空间目标通过X、Y、Z三个坐标轴来定义，它与二维GIS中定义在二维平面上的目标具有完全不同的性质。在目前二维GIS中已存在的二维空间要素上进行三维扩展，在几何表示中增加三维信息。三维模型能够给予用户更加直观的三维空间信息。而平面地图符号反映的都是空间物体的平面布局，其高程信息只

是作为一个属性值而存在,并不能被直观地反映出来。三维模型不仅能够反映空间物体或对象的平面位置(x, y),高程信息(z)也同样可以反映出来。

2) 三维坐标定义使得空间关系也不同于二维GIS,其复杂程度更高。与二维GIS相比,三维GIS对客观世界的表达能给人以更真实的感受,它以立体造型技术给用户展现地理空间现象,不仅能够表达空间对象间的平面关系,而且能描述和表达它们之间的垂向关系;以更加直观和逼真的方式指出空间目标种类、数量和质量特征以及对象的空间位置和现象的时空分布,所以三维模型具有完整的时空定位特征。

3) 三维模型以电子为介质,不仅可以由电子介质各个方位观察图形图像的效果,还能够按照具体的飞行路线观察图形图像的动态变化。

4) 对空间对象进行三维空间分析和操作也是三维GIS特有的功能。与CAD及各种科学计算可视化软件相比,它具有独特的管理复杂空间对象能力及空间分析的能力。三维空间数据库是三维GIS的核心,三维空间分析则是其独有的能力。

3 三维GIS在林业中的应用

KELK为三维地学模拟提出过14项功能:

从其它系统中引进数据和部分分析功能;

- a. 保存和操作真三维坐标数据;
- b. 无原始坐标信息损失地变化方向;
- c. 保存和显示地理对象内部组分的信息;
- d. 能够方便地进行交互式修改,可针对地理对象及其数据库;
- e. 允许满足不同数据模型要求的模型重建;
- f. 将断层等特征作为事件考虑,允许它们影响地学对象;
- g. 处理大的比例尺差异;
- h. 处理内部流体运动和其它时间方面的事

件;

- i. 和其它定量公式交互;
- j. 允许局部细节和更广的软中心图片显示;
- k. 视觉上使用户满意;
- l. 分析各种建模趋势、模式及与其它GIS模块的联系;
- m. 在主要的数据库中存贮模型和导出报表。

林业三维GIS同样具备了以上功能,主要表现在如下:

坡度、坡位的计算

坡度是一个表面的倾斜度,坡位是表示斜坡面对的方位的物理量。在林业造林规划、生物多样性、退耕还林、森林资产评估等项目都跟坡度、坡位有关;在以二维为基础的平面图上,决定坡度和坡位是一项很困难的事情。但在三维GIS中,任一点的坡度和坡位,只要通过TIN(不规则三角网)就可以很方便的计算,而且可以按照用户的要求生成坡度或坡位的渲染图,使用户对坡度、坡位分布情况一目了然。

可视域分析

可视域是指在某一点上能看到的山体表面部分。计算一点的可视域对森林防火中了望塔的布置、自然保护区中观测站的设置等具有重要的作用。在平面图中,要判断一点的可视范围几乎是不可能的;但在三维GIS中,由于知道各点的海拔,用户可以直观地显示观测点的真实影像。

计算面积、体积

在二维GIS中,其面积的数值都是参考某一平面的相对数,由长、宽的简单计算得来。在实际应用中,如森林火灾的损失面积、病虫害的侵害面积、造林面积等都需要其真实的山体表面积,由于三维GIS的面积计算考虑到了Z坐标的存在,所以能够较真实地反映山体的实际情况,而且使体积的计算成为可能。

林相的模拟再现

在三维GIS中,不但可以从各个视角观测森

林的生长情况,而且可以预先定义行走路线,动态显示沿线所能见到的森林情况,展示了三维GIS的独特魅力。

三维空间分析

在二维GIS中,空间分析是GIS区别于CAD的特有功能,在三维GIS中也同样如此。空间分析三维化,也就是在直接在三维空间中进行空间操作与分析,对空间对象进行三维表达与管理,使得三维GIS明显不同于二维GIS,同时在功能上也更加强大。

4. 林业三维GIS系统开发存在的问题

由于三维GIS涉及的专业领域很广,它还有很多问题需要解决:复杂的空间关系;稀疏的、随机的不充足的采样数据;来自于遥感的数据的比例尺太小;充足采样数据的获得需要昂贵的代价。当前林业三维GIS系统的开发也存在如下问题。

(1) 三维数据实时廉价获取

由于三维GIS需要矢量化的高程数据为基础,在林业中基本上都采用1:10000比例尺或更小的地形数据,其等高线数据的矢量化和高程标注,是一项即费时又费钱的事。三维数据能否实时廉价获取,成为林业三维GIS发展的最大障碍。

(2) 大数据量的存储与快速处理

在三维GIS中,无论是基于矢量结构还是基于栅格结构,对于不规则表面对象的精确表达都会遇到大数据量的存储与处理问题。对于高精度的数据,由于受计算机硬件速度的限制和软件算法的制约,其显示和处理速度都非常缓慢。

(3) 完整的三维空间数据模型与数据结构

三维空间数据库是三维GIS的核心,它直接关系到数据的输入、存储、处理、分析和输出等GIS的各个环节。而三维空间数据模型是人们对客观世界的理解和抽象,是建立三维空间数据库

的理论基础。三维空间数据结构是三维空间数据模型的具体实现,是客观对象在计算机中的底层表达,是对客观对象进行可视表现的基础。现行软件基本采用其二维GIS的数据存储模式,数据的管理和检索存在一定的问题。

(4) 三维空间分析方法的开发

空间分析能力在二维GIS中就比较薄弱,目前大多数的GIS都不能做到决策层次上来,只能作为一个大的空间数据库,满足简单的编辑、管理、查询和显示要求,不能为决策者直接提供决策方案。其中很大一个原因就是现有的GIS中,空间分析的种类及数量都很少。在三维GIS中,同样面临着这个问题。

5. 当前林业三维GIS开发的几个注意点

从前面关于三维GIS的发展、特点、功能、面临的困难,结合当今林业GIS建设的情况,当前林业三维GIS研发应该注意的几个方面。

(1) 目前应以开发二维为主、三维为辅的混合型GIS为主要目标,不宜单纯开发林业三维GIS。原因有二:

a.需求上的决定。在当前林业GIS应用中,二维GIS已经能够满足大部分实际需求,对三维GIS的需求仍然只占少部分。

b.技术上的限制。当前在三维数据获取、大数据量处理与存储、三维可视化、三维空间分析方面还不能以较好的性价比满足大规模商业应用的需要。如果完全采用三维GIS,势必将花费高昂的系统建设费用,在二维GIS能够满足需要的情况下,没有必要去一味追求高性能。在具体实现时,建议在一般情况下进行二维显示与分析,当有特殊需要时可以调出三维结构作相应处理。

(2) 在数据结构上要以矢量数据为主。虽然三维GIS有栅格空间分析能力,但林业三维GIS的实际需求仍然以三维可视化为主,因此在林业三维GIS系统中要以矢量结构为主体数据结构,而

在需要时转换为栅格结构，以增加林业三维GIS系统的显示效率。

6. 结束语

作者根据开发三维GIS的经验体会，评述了三维GIS的特点与功能，同时指出三维GIS的发展面临着完整的三维数据模型和数据结构的缺乏，数据获取及大数据量存贮和处理上的困难，三维空间分析能力薄弱等问题，提出了实际三维GIS系统的开发几个值得注意的要点。

参考文献：

- [1.]肖乐斌.三维GIS的基本问题探讨.中科院地理信息发展中心学术论文
- [2.]朱庆等.GIS中三维模型的设计.武汉大学学报
- [3.]Kelk B..3-D modelling with geoscientific information systems
- [4.]龚健雅.矢量与栅格集成的三维数据模型.武汉测绘科技大学学报
- [5.]Using ArcGis 3D Analyst.ESRI