

基于信息编码的森林景观可视化模拟

刘 海¹, 张怀清^{1*}, 莫登奎², 鞠洪波¹

(1. 中国林业科学研究院资源信息研究所,北京 100091; 2. 中南林业科技大学遥感应用工程中心,湖南 长沙 410004)

摘要:通过对森林景观可视化模拟技术的研究,结合现有信息分类编码技术,提出一种利用自定义的数字化树木编码构建森林可视化环境的新方法。通过实验模拟结果可知,利用树木编码构建的森林可视化环境效果较好,此种方法为数字化森林模型的研建做出了部分尝试,在一定程度上提高了森林景观的构建速度。

关键词:数字化;可视化模拟;森林景观;信息分类编码

中图分类号:S757.1

文献标识码:A

Forest Landscape Visualization Simulation Based on Information Coding

LIU Hai¹, ZHANG Huai-qing¹, MO Deng-kui², JU Hong-bo¹

(1. Research Institute of Forest Resource Information Techniques, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Research Center of Forestry Remote Sensing Information & Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, Hu'nan, China)

Abstract: In order to promote the forest landscape construction, to prevent the forest visual environment from simplifying, the forest landscape visualization simulation technology and information classification and coding technology were studied. A new method for constructing forest visualization environment with a custom digital encoding was proposed. It is an attempt to build digital forest model. The results of simulation showed that the forest visualization environment constructed by tree coding had a good effect.

Key words: digitalization; visual simulation; forest landscape; information classification and coding

森林可视化景观是实现森林可视化人机交互的载体。由于森林环境复杂,信息量巨大,如何快速高效的构建出逼真的森林环境成为了当前急需解决问题之一。国内外对此进行了广泛的研究并研发了多种模拟系统,最典型的如美国的 SVS^[1], LMS^[2], 法国的 AMAP^[3], 德国的 Biwinpro 等^[4]。这些系统得到了一定的应用,但是在使用过程中也显露出了部分不足之处,其中最显著的一个特征就是模型单一化,可视化森林环境的表现力度不够好。针对这一问题,本研究从森林资源信息管理和应用的角度出发,结合现有信息分类编码的研究,提出了一种利用自定义的数字化树木编码实现森林环境构建的方法,在一定程度上加快了复杂森林环境的构建速度

并解决了大尺度森林环境表现单一化的问题。

1 森林景观可视化模拟中树木编码的建立

1.1 信息分类编码的概念

信息分类是指按照一定的原则和方法把具有某种共同属性或特征的事物或概念集合在一起,把不具有这种共同属性或特征的信息区别开来,并用一种易于被计算机和人识别的符号体系表示出来的过程。其分类对象是各种信息^[5]。编码是指对分类结果进行标识,以便计算机能够识别。任何与信息处理相关的系统,都有必要建立信息分类与编码体系,信息的存储、管理、分析、输出和交换都必须以其

收稿日期:2013-03-18

基金项目:国家自然科学基金(31170590);国家863计划课题(2012AA102002);林业公益性行业科研专项(201104028)

作者简介:刘 海(1985—),男,湖南邵东人,博士研究生,主要从事林业虚拟现实和计算机应用技术研究。

* 通讯作者:研究员,硕士生导师,主要从事林业可视化模拟技术与湿地监测技术研究。

分类与编码为前提和标准^[6]。

2.2 可视化环境中树木编码的建立

对森林中的树木建立有效的编码体系,可以实现复杂森林环境的快速构建和解决森林可视化环境表现单一化的问题。当前,较常采用的森林可视化环境构建流程如下^[7-11]:

- (1) 获取需要进行可视化模拟的森林边界;
- (2) 生成投影平面中树木的 X, Y 坐标并进行坐标转换;
- (3) 读取 DEM 地形数据,计算树的 Z 坐标;
- (4) 计算树高、胸径、冠幅等树木属性;
- (5) 读取树木模型,根据树高、胸径以及冠幅进行相应缩放;
- (6) 完成可视化森林场景的数据加载及优化,实现可视化森林环境的渲染。

传统的可视化森林环境构建流程中,由于构建的场景较大,多采用单一的树木简模来搭建森林可视化场景。这种做法能够在渲染速度上得到提升,但是渲染出来的森林景观缺乏表现力,无论从远处还是近处查看都是同一基调,无法表现出森林景观的层次感^[12]。

通过对上述可视化森林环境构建流程的分析,结合信息分类编码的理论,本研究提出了一种基于混合分类法及二进制编码的非单一化森林可视化环境的快速构建方案。其实现流程如图1所示:

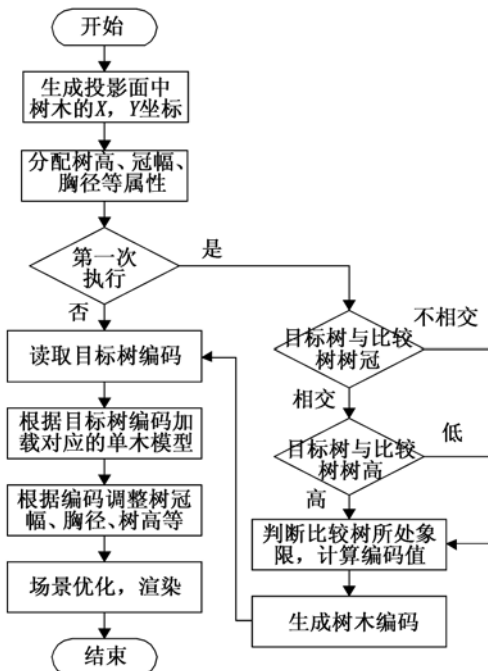


图1 基于信息编码的森林环境构建流程

生成树木编码的具体步骤如下:

(1) 生成投影平面中树的 X, Y 坐标,分配树高、胸径、冠幅等属性。

(2) 选取某一目标树作为中心原点,以投影面为基准面,取正北和正东方向为正方向,将目标树周围的领域划分为4个象限(如图2所示)。

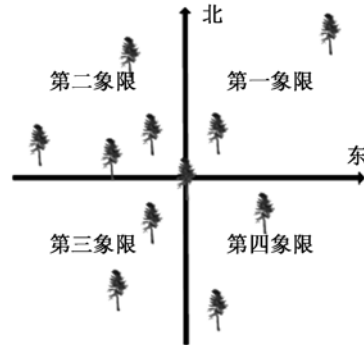


图2 目标树的象限划分

(3) 设定作为判断条件的领域半径 R ,依次遍历各象限,找出与目标树距离最近的比较树。

(4) 判断目标树与比较树是否相交,如不相交记为0,如相交则进一步比较其树高。如果目标树树高小于比较木树高,则当前象限内的树木编码值记为1,否则仍记为0。

(5) 生成目标树在4个象限内的编码,保存到数据库中。树木编码与象限对应关系如图3所示:

第一象限 (取值: 0或1)	第二象限 (取值: 0或1)	第三象限 (取值: 0或1)	第四象限 (取值: 0或1)
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

图3 树木编码与象限对应关系图

(6) 运行程序,读取并解析树木编码,根据树木的编码调用对应的树木模型,渲染森林环境,完成森林可视化场景的构建。

此种方法可以实现最多16种不同树木模型的加载,并可根据需要实现编码和树木模型的挂接。因为编码隐含了方位信息,所以在进行树木模型构建时,可以大致确定目标树受到来自哪个方向的竞争压迫,这样就能够较好对目标树和比较树的树冠进行修正。树木编码及其基本语意如表1所示。

1.3 实例分析

为了检测使用树木编码进行森林可视化环境模拟的效果,选用自定义杉木(*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook.)人工纯林数据进行林分场景的构建以检测其运行速度和模拟效果。模拟的林分信息如表2所示。

表1 树木编码及其语意

编码	语意	备注
0000	目标树所处空间未受到任何比较树的影响	
1000	目标树受到来自第一象限内比较树的压迫,处于不利位置;目标树在其他三个象限内未受到比较树的压迫,处于未受干扰或有利位置。	
0100	目标树受到来自第二象限内比较树的压迫,处于不利位置;目标树在其他三个象限内未受到比较树的压迫,处于未受干扰或有利位置。	
0010	目标树受到来自第三象限内比较树的压迫,处于不利位置;目标树在其他三个象限内未受到比较树的压迫,处于未受干扰或有利位置。	
0001	目标树受到来自第四象限内比较树的压迫,处于不利位置;目标树在其他三个象限内未受到比较树的压迫,处于未受干扰或有利位置。	
1100	目标树受到来自第一和第二象限内比较树的压迫,处于不利位置;目标树在第三和第四象限未受到比较树的压迫,处于未受干扰或有利位置。	
1110	目标树受到来自第一、第二和第三象限内比较树的压迫,且处于不利位置;目标树在第四象限未受到比较树的压迫,处于未受干扰或有利位置。	
1111	目标树受到来自4个象限内比较树的压迫,且处于非常不利的位置。	

此表并未列出所有树木的编码形式(共16种)。余下部分可以根据排列组合推导出来。编码的第一位表示第一象限,第二位表示第二象限,依此类推。编码中的0表示目标树未受到当前象限内比较树的压迫影响,处于未受干扰或有利的位置;1表示目标树受到了当前象限内比较树的压迫并处于不利的位置。

表2 林分模拟信息

树种起源	样地长宽/(m×m)	树种	株数/株	分布规则	年龄/a	平均胸径/cm	胸径分布规律
人工纯林	100×100	杉木	300~5 000	随机分布	10	12	Weibull 分布

其中自定义杉木人工纯林的树木坐标分布规律为随机分布,胸径分布规律选用的是 Weibull 分布,模拟中用到的杉木模型为作者使用 3D MAX 软件制作完成,杉木模型的胸径、树高及冠幅都可实现参数化控制。考虑到场景渲染的压力,所有的叶片模型都采用面片贴图的方式实现,杉木模型如图 4 所示。



图4 杉木模型

以中国林科院资源信息研究所计算机应用室独立研发的杉木林分结构分布自适应可视化模拟系统 SAVS 作为测试平台^[13-15],采用 64 位 Windows 7 操作系统的 DELL T3500 工作站作为测试的试验用机。

测试传统方式构建可视化林分场景和采用树木编码方式构建林分场景所消耗的时间,测试结果如表 3 所示。

表3 测试结果

样地内树木数量/株	常规方式构建时间/ms	树木编码构建时间/ms	三角形数量/个
300	6	40	274 144
550	41	42	551 138
1 500	339	50	1 363 732
3 500	1 477	80	3 179 740
5 000	2 936	96	4 542 062

从表 3 中可以看出,当构建的林分场景内树木为 550 株时,两种构建方式基本相同。低于 550 株时,采用常规方式构建速度较快,而当大于 550 株时,采用常规方式构建所需时间呈现出几何倍数的增长,对于百万株树的森林可视化景观的构建,其时间损耗是难以承受的。采用树木编码构建的方式则显示出了巨大的优势。为了更好体现出两种构建方式的差异效果,本文选用了 1 块大小为 50 m×50 m, 550 株树木的林分模拟样地分别对两种方法的模拟结果进行测试,模拟林分的基础信息如表 4 所示,其中模拟林分中树木坐标分布规律为随机分布,胸径分布规律为 Weibull 分布。

表4 林分模拟信息

树种起源	样地长宽/(m×m)	树种	株数/株	分布规则	年龄/a	平均胸径/cm	胸径分布规律
人工纯林	50×50	杉木	550	随机分布	10	12	Weibull 分布

未使用树木编码进行构建的运行效果如图5所示。其中左为生成模拟样地的二维窗口,右为三维窗口。在二维窗口中可以很明显的看出,模拟样地中大部分的树木存在重叠挤压的情况,四象限编码都为0的优势木较少。为了让显示效果更为直观,

将存在树冠严重重叠的树木在三维窗口中注成红色,如图5右侧所示。从其三维显示效果可以看出,模拟林分内林木显示效果不够理想,缺乏差异性和层次感,整体显示效果较差。

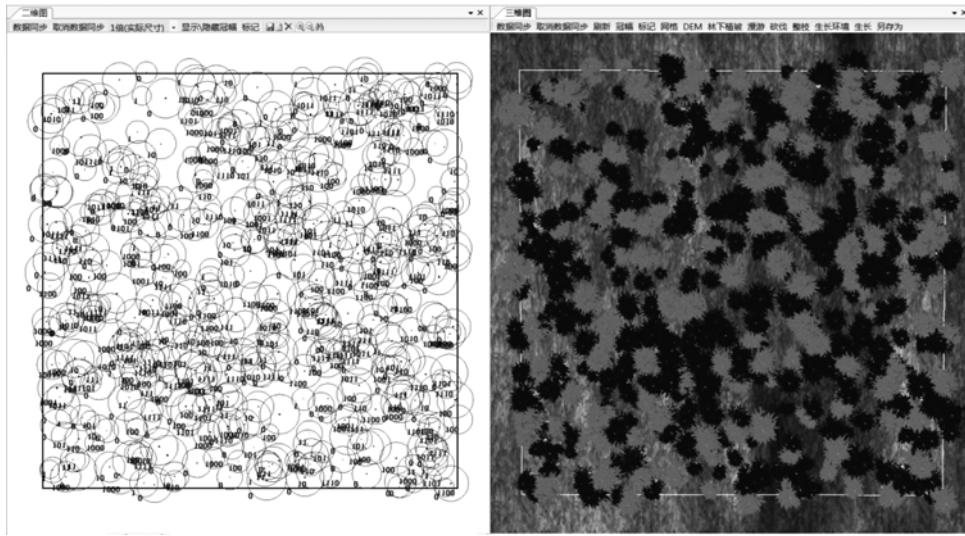


图5 未使用编码方式构建效果

图6所示为使用了树木编码的方式构建的二三维效果。相比于图5中效果,能够明显的看出:模拟样地内林木的分布更为合理,树冠重叠的树木明显减少,四象限掩码为0的优势木数量显著增多。而

其三维显示效果也得到了较好的改善,整个样地不再是没有层次感的单一色调,不同状态的树木也有了差异性的显示,整体模拟情况较好。

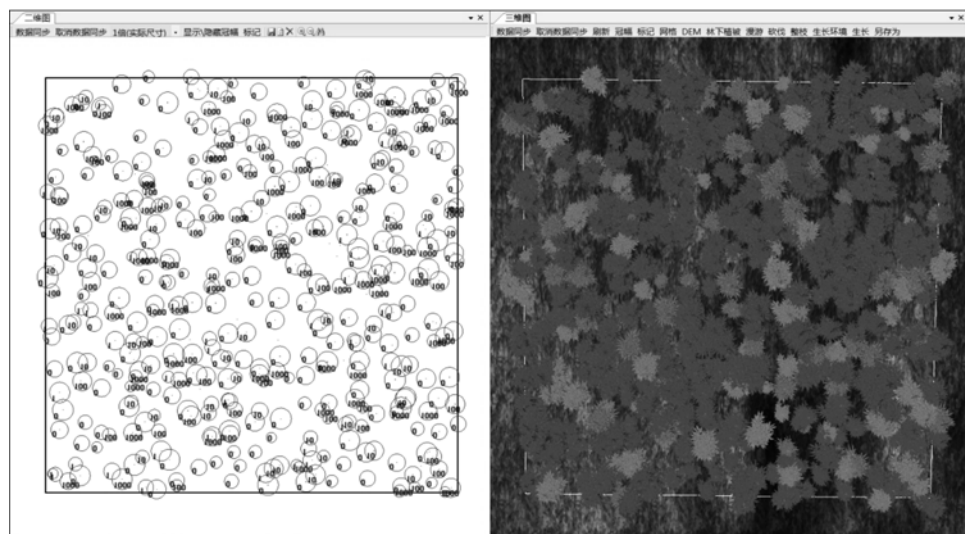


图6 使用编码方式构建效果

2 结论与讨论

利用自定义的树木编码能够较好的实现非单一化森林可视化场景的快速构建问题。利用此种编码不仅可以实现多达16种不同类型树木的表现,还能够为森林空间格局的分析和研究提供一定的帮助。在一定程度上提高了森林可视化环境模拟的真实性和可靠性。自定义树木编码存在优点,也有其不足和需要改进之处。概括如下:

(1)利用自定义树木编码的构建方法,不仅可以对各类树木实现不同的可视化形态的表现,还可以通过各类规则实现不同编码的制定。如可以根据不同的地类、海拔高度、混交程度、季节类型以及立地条件等实现信息分类以及编码。除此之外,还可以考虑对整个森林进行编码处理。通过将森林整体信息转化为自定义的编码,建立数字化森林模型。使用时只需对其进行解析并调用对应的树木模型即可实现森林的三维可视化再现。

(2)自定义树木编码在使用时必须和对应的模型进行匹配,如何依据编码调用不同等级和特征的树木模型是一个需要探讨的问题。比如不同的象限,不同的影响因子对应何种结构的树木模型。又比如当存在多个影响因子时,应该怎样对其进行量化以及分级判断。

(3)自定义树木编码能够较快的实现多元化的森林可视化场景构建,但是其实现本质是先将现有数据转换为一个中间形态上的数据编码,在森林可视化场景构建时再对其进行解析从而实现树木模型的读取和加载。这种方式在第一次生成编码时相对较慢,但是在编码生成成功后,则可大幅度的提升森林可视化场景的构建速度。

(4)本研究所模拟场景均基于自定义林分数据构建而成,并未使用实测林分数据进行场景构建。由于森林具有极其复杂的组成,要逼真的模拟出实际森林环境需要做大量的调查和研究,为了提高渲

染效率,场景内所模拟的林木暂时只考虑了树高、胸径及冠幅3个因子,还有诸多的林分测树因子并未加入考虑。对于森林景观的三维可视化模拟仍需进一步的研究。

参考文献:

- [1] Roth Paul Finley J C. Visualize your forest-Using forest simulation software to communicate forest management concepts to private forestland owners[J]. *Journal of Forestry*, 2007, 105(1): 15 - 19
- [2] 邓华锋,杨华,程琳,等. 森林经营规划[M]. 北京:科学出版社, 2012
- [3] Castel T, Caraglio Y, Beaudoin A, *et al.* Using SIR-C SAR data and the AMAP model for forest attributes retrieval and 3-D stand simulation[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2001, 75(2): 279 - 290
- [4] 刘海. 森林经营可视化模拟技术研究[D]. 长沙:中南林业科技大学, 2010
- [5] 刘植婷. 信息分类编码标准化综述[J]. *世界标准化与质量管理*, 2004, 25: 50 - 52
- [6] 张茂震,宋铁英,唐小明,等. 森林资源信息分类编码方法[J]. *福建林学院学报*, 2005, 25(2): 147 - 152
- [7] 张敏. 森林经营可视化模拟技术研究——以抚育间伐为例[D]. 北京:北京林业大学, 2009
- [8] 唐丽玉,陈崇成,权兵. 森林景观的计算机建模与可视化研究进展[J]. *林业科学*, 2006, 42(10): 109 - 116
- [9] 李建微,陈崇成,余轮,等. 一种大数据量森林场景组织及其实时绘制方法[J]. *系统仿真学报*, 2007, 19(24): 5722 - 5725
- [10] 李长银,陈永富,张怀清. 基于GPU和场景分页的森林可视化模拟[J]. *林业科学研究*, 2011, 24(4): 541 - 544
- [11] Paul van Schaik. Using interactive 3-D visualization for public consultation[J]. *Interacting with Computers*, 2010, 22(6): 556 - 568
- [12] 刘海,张怀清,林辉. 森林经营可视化模拟研究[J]. *世界林业研究*, 2010, 1: 21 - 27
- [13] 张敏,张怀清,陈永富. 虚拟森林环境构建研究[J]. *林业科学研究*, 2008, 21(增刊): 55 - 59
- [14] 蒋娴,张怀清,贺姗姗,等. 林分可视化模拟系统的设计[J]. *林业科学研究*, 2009, 22(4): 597 - 602
- [15] 吴谦. 杉木形态与生长可视化模拟技术研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2009