

基于“库”的方式构建差异性的杨树树林模型^①

孙瑞娟, 黄心渊

(北京林业大学 信息学院, 北京 100083)

摘要:提出了一种新的差异性树林建模方法,实现在“树枝库”的基础上,在3ds Max环境下通过使用MAXScript脚本语言实现差异性杨树树林建模。在以控制代码的方式快速、高效的完成建模中那些简单而重复的操作,与传统树林建模相比提高了建模的工作效率,同时具有年龄特征差异性杨树模型在植物仿真和景观动画中也有一定的应用价值。

关键词:库; 差异性; 杨树; MAXScript; 虚拟建模

Construction of Diversity Poplar Forest Modeling Based on the "Library" Method

SUN Rui-Juan, HUANG Xin-Yuan

(Institute of Information Science & Technology, Beijing Forestry University, Beijing 10083, China)

Abstract: This paper introduces a new method of building diverse poplar forest models, based on the "branch library" method. It introduces how to use MAXScript language to achieve the diversity of poplar model under 3ds Max environment. Compared with the simple and repetitive traditional modeling way, this method improves the efficiency of modeling with quick speed operations by the manner of code. At the same time, with age characteristic of the diverse poplar models have some application value in plant simulation and environmental animation field as well.

Key words: library; diversity; poplar; MAXScript; virtual modeling

1 引言

20世纪90年代以来,世界上面向森林或植物建模与绘制的软件或工具约20多种,主要由美国、法国、德国等发达国家开发,国内的相关工作尚未形成稳定的系统。世界主要植物建模软件^[1]有:

① **SpeedTree:** 采用动态LOD加速绘制,可以交互式建模、生成树木阴影、创建风动的效果,多用于游戏、动画制作。

② **Xfrog:** 基于改进的L系统,采用点、线、面混合绘制法,空间八叉树加速算法。定义了植物器官,是一种纯图形学上的模型、缺乏生物形态学特征,多用于动画、电影等场景中。

③ **AMAP/Bionatics:** 基于生物学机理^[2,3]过程方法建模、可达数亿个多边形数据量的实时绘制。可支持.3ds,.dxf,.obj和各种图像格式,同时能与Imagis, GIS软件集成。

④ **OnyxTree:** 通过参数化几何建模,实现四种植被(阔叶、针叶、竹子和棕榈树)200多种模型图库,与SpeedTree类似,适合单木建模的绘制。

这些虚拟森林建模软件之间的功能和应用范围差异很大:一类是通用的模型生成与绘制工具(如SpeedTree)单纯用于模型生成和场景管理,另一类是面向景观管理的综合系统(如Xfrog),文献[4]介绍了国内基于L系统建模的相关研究,绘制的植物或森林具有生长模拟等功能。分析发现这些系统都较于庞大复杂,用户不易快速上手使用,并且它们的三维树木模型都比较固定,制作出来的树木间差异性小,从视觉效果上看真实感不强,无法为动画制作和林业管理者提供虚拟森林环境的身临其境的视觉感受。而本文介绍的基于“库”的方式构建具有相对差异性的杨树树林模型插件,是根据文献[5]提供的杨树测量数据,分析大量关于不同生长年龄阶段下杨树的树叶、树枝等

① 基金项目:国家948计划(2009-4-41)

收稿时间:2011-02-14;收到修改稿时间:2011-03-25

详细数据记录，提供了可用户自定义选择的树龄、树枝夹角、缩放比例设置，以便增大了绘制的杨树间的差异性。另外，插件界面简单，易于使用和掌握，可广泛用于动画制作和植物生态模拟研究。

鉴于在 3ds Max 环境中构建树林模型时，普遍采用 3ds Max 树木插件、AEC 扩展功能、透明通道贴图等方法，而这些方法构建出来的森林中的树与树之间是相同的，即树木之间、树冠之间、树枝之间不具有较大的差异性，没有在虚拟环境中更逼真的模拟真实环境下的树林。差异性树林建模插件实现了在 3ds Max 环境中，以真实自然环境下对杨树调查数据为基础，借鉴“数据库”的概念，拓展出一种的“树枝库”的方式，使用文献[6,7,8]介绍的 MAXScript 语言实现对“库”中树枝的有效控制，构建具有相对差异性的杨树树林，使虚拟建模中的树林更符合真实环境。即差异性建模插件主要功能就是实现树枝依据不同的缩放比、夹角自动化的放置在树干的有效区域内，进而实现差异性树林建模。

2 基于“库”的方式建具有相对差异性的杨树树林模型

2.1 差异性建模插件特点

差异性树林建模插件是依据对自然环境下的二~五年生杨树调查数据，先在 3ds Max 环境下构建不同年龄段的杨树“树枝库”模型，再使用 MAXScript 脚本语言，通过对树枝库中树枝的调用，控制其摆放在树干上时的位置、夹角等，实现构建的树木模型之间是具有差异性，进而实现树林的差异性。

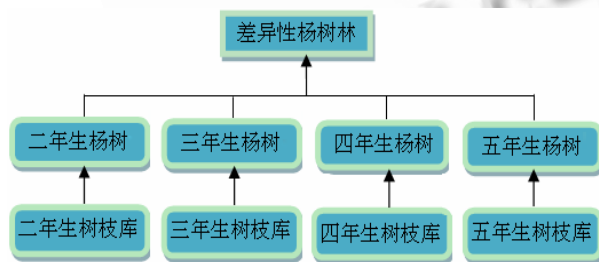


图 1 差异性杨树建模框架

插件建立的框架主要由单棵杨树搭建部分和组合成树林部分组成。单科杨树搭建部分按树龄不同包括有二年生杨树至五年生杨树，不同的树龄间即树枝库里树枝和树叶个数的大小、个数均有不同设置。插件

构成差异性树林的过程如图 1 所示：

2.2 需要考虑的几个细节问题

依据对各年龄段的杨树的调研数据，在构建最基层的树枝库时需要考虑的几个细节问题：

① 观察杨树树叶的生长特点可知，树叶越往上树叶的叶面越大，颜色也越翠绿鲜艳；树叶越往下树叶的叶面越小，颜色也越暗淡。

② 为了增加杨树树林的差异性，可以考虑以下两种方法：一种是加大各分级的“杨树树枝库”中树枝的数量及摆放时的随机性；另一种是多制作出几棵同一年龄段的杨树，以便增加杨树与杨树之间的差异性。

③ 要将树木生长的年龄考虑在内。以二年、三年、四年、五年的为例，分析树枝在分支上的生产特点和差异性。

2.3 差异性的树林模型

2.3.1 建造树枝库



图 2 杨树树枝贴图

本文“树枝库”是借鉴“数据库”的一些概念特点，就是在 3ds Max 中构建杨树树林模型的过程中，建立“树枝库”、“树库”。通过增加“树枝库”中树枝的数量及摆放时的随机性，以便增大单棵树冠的差异性，尤其是树枝间的差异性。通过再进一步构建尽可能多树，成为“树库”，以便增加树林中树木间的差异性。另外，“库”还可以推广到分级的“树枝库”中，以方便多年生的树木的构建。

先在 Photoshop 软件中制作贴图,然后在 3ds Max 环境中构建插件需要树枝库模型,如图 2 所示。为使后期渲染效果更逼真,贴图除在杨树生成特点上接近真实外,选择填充工具将背景层填充为绿色,这样将来做叶片透明时不会产生白边。

一棵杨树模型效果的好坏,和树叶、树枝的生长摆放是密切相关,在构建时注意疏密结合,调用后的树枝骨架模型效果,如图 3 所示。不同年龄特征的树枝具不同特点。在构建过程中要统一贴图命名避免混乱,也注意多样性用以满足自然特性,同时注意将合并成组的树枝坐标轴统一到树枝的底部,便于后期代码调用后树枝按要求随机移动到规定的位置,避免因属性未进行改变带来的混乱问题。



图 3 树枝骨架图

另外,构建“树枝库”过程中需要注意如下的几个问题:

① 依据杨树的生长特点,杨树的树叶是成队列状有序的生长在一条树枝上,如果树叶的贴图只是单个叶片的话,这样不仅增加很多的工作量,而且制作后的效果很不理想。因此本插件的树叶贴图是成两排以不同的数目排列在树枝枝条的两侧。另外树叶摆放位置的也应尽量以枝干为中心交错的对称,以便符合杨树生长特点,也利于两个树叶贴图十字交叉放置在 3ds Max 环境下坍塌的可编辑多边形树枝上时,不会出现树叶间交错穿过的现象。

② 为使树叶渲染后的树林更接近自然和多样性。贴图制作的过程中应适度增加贴图的种类的多样性,如制作带有黄色叶片树枝贴图。另外贴图上的树叶个

数也可以不尽相同,以便适应不同树龄的树木模型构建的需要。

③ 注意在将树叶贴图放置在树枝上后,注意将树枝和贴图成组,并将成组对象的“轴”移动到树枝的最底端,便于 MAXScript 调用。另外注意,在制作四年生和五年生的树枝库时,因为树枝主干上有坍塌的多边形侧枝,注意要将侧枝“附加”树枝主干上,相对于“成组”,这样多边形的树枝间结合更加紧密,以免程序调用后出现侧枝执行失败的现象,即侧枝在语言调用后位置属性没有发生改变。

2.3.2 语言调用树枝库

差异性树林插件 UI^[9]界面主控结构框架如下:

rollout age "树龄选择"

..... --依据杨树树龄调用树枝库模块

rollout adjust "调节"

(

button plant "摆放树枝"

button mov "移动整树"

on plant pressed do

..... --对调用的树枝进行摆放模块

)

rollout branches "树枝参数"

..... --对树枝进行参数调节模块

rof = newRolloutFloater "差异性树林建模" 200

555

addrollout age rof

..... --添加卷展栏

① 杨树构建模块

在将树枝库中的树枝调用到树干的过程中,依据调查数据,首先将树枝作用在树干的范围进行限定,按照大概率的方法限定在可控区域内 random 进行随机放置。另外,除需要考虑树枝与树干之间的夹角外,还要考虑树枝之间的夹角。如图 4 所示。

下面介绍两种控制角度的方法:

方法一: Angleaxis

Angleaxis <degrees_float> <axis_point3>

<degrees_float>是角度, <axis_point3>是方向向量。例如, rotate \$(Angleaxis 20 [0,0,1])就表示 Z 轴正向旋转 20 度。

方法二: Eulerangles

Eulerangles <x_degrees> <y_degrees> <z_degrees>

<x/y/z_degrees>分别定义 x, y, z 的角度。例如, Eulerangle 30 30 0 就表示 x 轴 30 度, y 轴 30 度, z 轴 0 度。

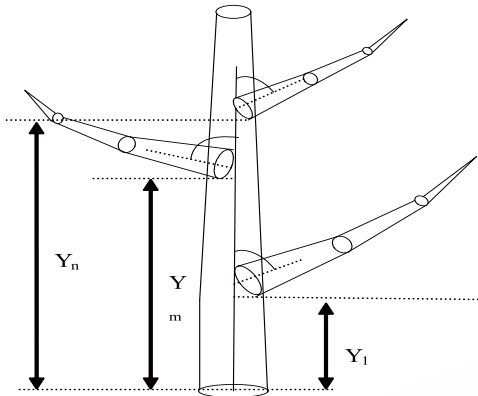


图 4 树木拓扑结构



图 5 杨树建模骨架

假设距离地面最近的树枝高度 Y_1 , 其缩放比例是 1, 其与树干的夹角为 $Angle_1$; 距离地面最远的树枝高度为 Y_n , 其缩放比例是 $1/n$, 其与树干的夹角为 $Angle_n$; 在 Y_1 与 Y_n 之间任意树枝其距离地面高度为 Y_m 时, 则其缩放比例是:

$$1 - [(Y_m - Y_1) / (Y_n - Y_1)] * [1 - (1/n)]$$

其与树干的夹角为:

$Angle_1 - [(Y_m - Y_1) / (Y_n - Y_1)] * (Angle_1 - Angle_n)$ “树枝库”经调用后的树木骨架效果, 如图 5 所示。

在 MAXScript 中 “\$” 表示当前选择的物体, “\$.属性”来控制选择的物体。对物体进行移动、旋转、缩放操作使用 move, rotate, scale 命令。插件主控程序如下:

```
$.pos=[0,0,0] --选择物体置于原点
```

```
move $ [0,0,randZ] --控制物体在 z 轴上的位置
rotate $ (Angle1-[(Ym- Y1)/(Yn-Y1)]
*( Angle1-Angle n),1) --参数化控制物体的旋转
scale $[1-[(Ym-Y1)/(Yn- Y1)]*[1-(1/n)],
1-[(Ym-Y1)/(Yn- Y1)]*[1-(1/n)], 1-[(Ym-Y1)/(Yn-
Y1)]*[1-(1/n)] ----参数化控制物体的缩放
```

② 参数调节模块



图 6 杨树树冠部近图



图 7 插件界面

差异性树林建模插件允许用户动态修改构建任意年龄段杨树模型时, 对其树枝的夹角和缩放比例进行更改, 如图 6 所示, 为构建后的树冠部近图。因为自然环境下的杨树夹角是有限的, 依据调研数据统计, 夹角在 15-85 度之间可控的随机选择便可以满足需要。插件主控程序如下:

```
spinner angl "树枝夹角:" range:[15, 85,
g_BranchAngle]
on angl changed val do
g_BranchAngle = angl.value
spinner scal "缩放比例:" range:[0, 1, 1-[(Ym - Y1)/
```

$(Y_n - Y_1) * [1 - (1/n)]$

```
on scal changed val do
```

```
scale = scal.value
```

另外,用户可以更改每棵树木的名称,并实现将构建好的单棵杨树在规定的范围内进行移动,如图7所示。插件主控程序如下:

```
edittext base_name " "
```

```
button rename_them "输入新名"
```

```
on rename_them pressed do
```

```
(
```

```
    Select $plane*
```

```
    if base_name.text != "" then
```

```
        for i in selection do i.name = uniquename
```

```
base_name.text
```

```
)
```

③ 渲染模块



图8 三年生树林建模



图9 五年生树林

为了使树林渲染后的效果更逼真,插件实现将预设好的环境场景合并“mergemaxfile”进场景,并自动进行渲染功能,如图8、9所示。插件设置了一个“150*100”的预览区域“bitmap”,便于场景较大时

快速的看到渲染效果。主控程序如下:

```
bitmap testrender "Bitmap" width:150 height:100
```

```
view=render outputwidth:150 outputheight:100
```

```
vfb:off
```

```
testrender.bitmap=view
```

3 结语

与文献[10]介绍的批量渲染系统相比,本文提出的差异性建模实现了对树枝库中树枝的有效控制,将树枝放置在树干上的这一简单而繁琐的操作完全自动化,大大节省了树林建模的时间。由此构建出来的杨树模型就由于它们之间的差异性,不仅在动画场景制作中构建树林模型具有一定的应用,也对杨树生态环境的观察和模拟起到一定辅助作用。

另外,用户还可以依据实际的需要,在制作自然界中某种植物的树枝模型后,再使用该差异性建模插件对树枝模型库进行调用,便可达到差异性植物树林模型效果。

参考文献

- 1 山笑珂.三维脚本插件技术研究与应用.成都:四川师范大学,2009.
- 2 Prusinkiewicz P. Modeling plant growth and development. *Current Opinion in Plant Biology*, 2004,7(1): 79-83.
- 3 Vicent J, Rosell V, Vivo R. A polar-plane-based method for natural illumination of plants and trees. *Computers & Graphics*, 2005,29(2):203-208.
- 4 薛峰,李文杰,余玲.基于 L 系统的三维树的改进建模方法. *合肥工业大学学报*,2009,32(4):482-485.
- 5 杨刚,邢美军,黄心渊.应用于 GreenLab 模型构建的测树方法. *北京林业大学学报*,2009,31(52):60-63.
- 6 王华.3dsMAXScript 脚本语言完全学习手册.北京:兵器工业出版社,2006.2028-2489.
- 7 孙振萍.解析 MAXScript 语言. *计算机时代*,2008,(6):51-52.
- 8 李凌.基于 3ds Max 脚本语言及其实践的研究. *科技资讯*,2009,(11):19.
- 9 李钰.MAXScript 为 3ds Max 个性化 UI 设计过程. *电脑知识与技术*,2009,5(9):2287-2288.
- 10 龚蕾,李晨,侯小静.基于 3ds Max 二次开发的批量渲染系统. *计算机技术与发展*,2009,19(2):102-104.