

基于 L-系统的分形植物模拟研究

李娜¹, 方恩浩¹, 滕飞², 俞敏健², 胡海龙²

(1. 浙江农林大学 集贤学院, 浙江 临安 311300;

2. 浙江农林大学 理学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 鉴于动态植物模拟生动逼真的要求, 致力于为植物动态模拟领域提供更加广阔的图形选择空间, 文中以分形理论为基础, 首先介绍了 L-系统文法的基本原理, 详细阐述了 L-系统文法对植物的生成规则, 并在 VC++6.0 环境下用字符串替换算法对植物进行模拟, 给出了具体的分形图形模拟步骤, 进而对生成流程做出分析。通过连续改变字符串内部参数, 模拟植物在风中摇曳的姿态, 从而产生逼真的动态效果, 避免出现建模方法下生成的植物呆板、不自然的现象。实验结果表明, 通过连续改变生成角度以实现植物的动态模拟效果, 实现了比较好的动态视觉效果, 从而逼真模拟自然界中的动态植物, 满足了实验要求。

关键词: 分形; L-系统; 植物模拟; 生成角度

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)08-0199-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.047

Research on Fractal Plant Simulation Based on L-system

LI Na¹, FANG En-hao¹, TENG Fei², YU Min-jian², HU Hai-long²

(1. Jixian Honors College, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, China;

2. School of Science, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, China)

Abstract: In view of the vivid requirements of dynamic plants simulation, in order to provide a broader choice space of graphics in the field of virtual plants, based on the fractal theory of plants in this paper, the L-system grammar is briefly introduced firstly, elaborating on generation rules using L-system grammar for the model of common plant, and then simulating the plant using string replacement algorithm in VC++ 6.0 environment, giving the specific simulation steps of fractal graphics, and making an analysis on the generation process. Through continuously changing the internal parameters of the string, simulated the posture of plant swaying in the wind, so generating animation effect which is a strong senses of realism, avoid rigid and unnatural simulation of natural scenery. Experimental result shows that through changing the generating angle continuously to achieve realistic simulation of dynamic plants, thus vivacious simulation of the dynamic plant comes true, and satisfy the test requirements eventually.

Key words: fractal; L-system; plant simulation; generating angle

0 引言

分形可以分为规则分形和不规则分形。规则的分形图形具有严格的自相似性, 如 Cantor 集、Koch 曲线、Sierpinski 垫片、地毯、海绵等^[1]。不规则分形具有形态的不规则性、结构的精细性、局部与整体的自相似性、维数的非整数性、生成的迭代性等^[2]。这类曲线的自相似性只限于一定标度范围内, 超出标度区域相似性则不复存在^[3], 如蜿蜒曲折的海岸线、变换无穷的布朗运动、美丽多姿的珊瑚等^[4]。这类图形既不能用经典的欧几里得几何学描述, 也不能用传统的绘图方式

表现, 其艺术造型形式的耦合性可以用计算机模拟生成。因此, 分形图形的应用范围越来越广, 可以为广告设计、装饰图形设计等家居设计领域提供广阔的图形选择空间, 也可用于模拟植物及植物生长、山川、云朵等自然现象, 为虚拟现实等领域提供支持和新方法^[5-8]。鉴于此, 文中以分形理论为基础, 在 VC++6.0 环境下模拟植物受风速影响而产生的动态效果, 并给出了模拟步骤和流程分析。实验结果表明, 通过不断改变生成规则内部参数, 可以达到比较好的视觉上的动态效果, 从而逼真模拟自然界中的动态植物, 满足实

收稿日期: 2013-09-26

修回日期: 2013-12-30

网络出版时间: 2014-05-21

基金项目: 浙江省教育科研项目(Y201329332); 浙江农林大学大学生创新项目(201213020); 浙江农林大学教改项目(ZC1222)

作者简介: 李娜(1992-), 女, 山东潍坊人, 研究方向为分形图形学; 胡海龙, 硕士, 讲师, 研究方向为计算机图形学、分形。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140524.2149.010.html>

验要求。

1 L-系统的基本原理

L-系统是由美国生物学家 A. Lindenmayer 于 1968 年为模拟生物形态而设计出来的^[9],它着重研究植物形态与生长的描述,起初只用于描述植物的拓扑结构,即植物的主干与旁支之间的相邻关系,后来把几何解释加进描述过程,形成所谓的 L-系统。1984 年,A. R. Smith 首次将 L-系统与计算机图形学结合起来,为计算机模拟植物生长提供了一个有力的工具。

L-系统实际上是一种重复替换的系统,它利用生成规则定义的字符串不断重复替换上一级的每个字符,是一种简单明快地用计算机绘制分形图形的方法,但却能绘制出复杂优美的图形^[10]。因此,采用 L 系统模拟植物具有定义简单、结构化程度高、图形压缩能力强、易于实现等特点^[11-12]。其理论依据主要基于分形可以由生成元迭代产生这一基本原理,因此可以用字符串表示生成元的构成,再把字符串反复迭代就能生成所希望得到的分形图。L-系统由三部分(v, ω, ρ)组成。 v 是各种符号,用来表示所要模拟事物的基本机构; ω 是被称为“公理”的字符串; p 是生成规则。

1.1 文法模型

- 1)字母表:使用到的字母符号规定及解释;
- 2)公理:初始字母;
- 3)生成规则:字母的替换形式。

1.2 绘图规则

某一确定的 L-系统有三个最基本的方面,即角度增量、公理、生成规则。在实际的编程中还要视作图需要约定一些初始量,如起始点坐标、起始角、步长、迭代上限次数等。下面将具体举例说明。

设初始元:F;

生成规则:FF-[-F+F-F]+[+F-F+F];

压缩因子:1/3;

角度 δ :30°。

第一步:F;

第二步:FF-[-F+F-F]+[+F-F+F];

第三步:FF-[-F+F-F]+[+F-F+F]FF-[-F+F-F]+[+F-F+F]-[-FF-[-F+F-F]+[+F-F+F]+FF-[-F+F-F]+[+F-F+F]-FF-[-F+F-F]+[+F-F+F]]+[+FF-[-F+F-F]+[+F-F+F]-FF-[-F+F-F]+[+F-F+F]];

第四步:无限重复第三步进行循环迭代,直到生成比较逼真的树木图形,如图 1 所示。

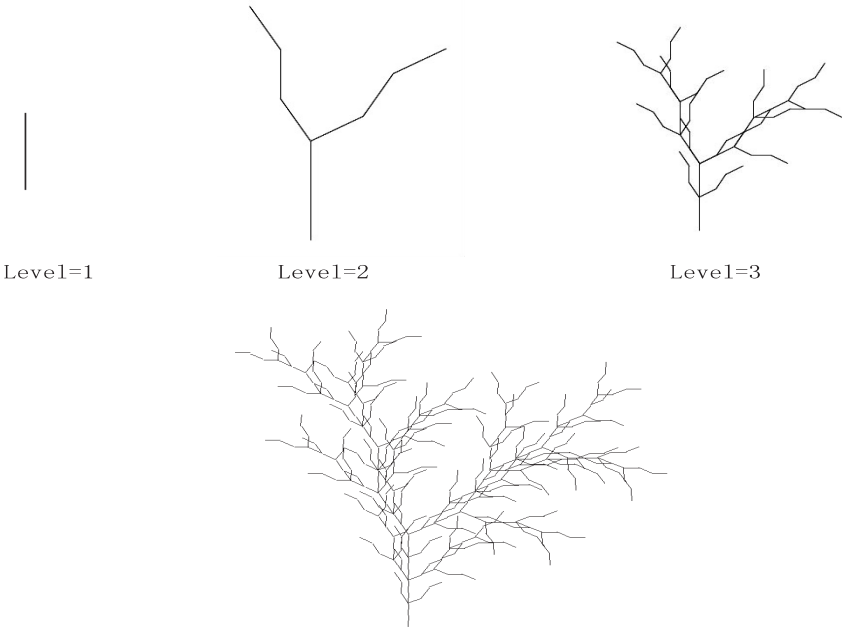


图 1 文法模型生成树

2 基于 L-系统的分形树绘制

L-系统主要用于描述植物外部形态,在绘制时要注意分支结构,即一树干带大量的分支,每个分支都有一个终点,是一种一个起点多个终点的图形。这就意味着画到一个分支的终点时画笔必须退回来再继续画其他结构,这就是所谓的“[]”绘图法则,方括号中有

F, +, - 三个简单符号,当执行完方括号中的指令后,画笔回到左方括号前的位置并保持原先的方向不变。

绘图规则如下:

- 1)F:代表主干和旁枝,步长为 L ;
- 2)+:代表植物逆时针生长方向;
- 3)-:代表植物顺时针生长方向;
- 4)[:代表存储分支点;

5)]:释放分支点。

2.1 静态植物模拟

字母表:F,+,-,[,];

初始元:F;

生成规则:F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F];

角度:23°;

压缩因子 δ :1/3。

替换规则如下:

第一步:F;

第二步:F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F];

第三步:F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F]+F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F][-F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F]-F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F]+F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F]-F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F]-F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F]-F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F]-F+F[-F-F+F-F-F]-[+F-F];

第四步:无限重复第三步进行循环迭代,直到生成比较逼真的树木图形,如图 2 所示。

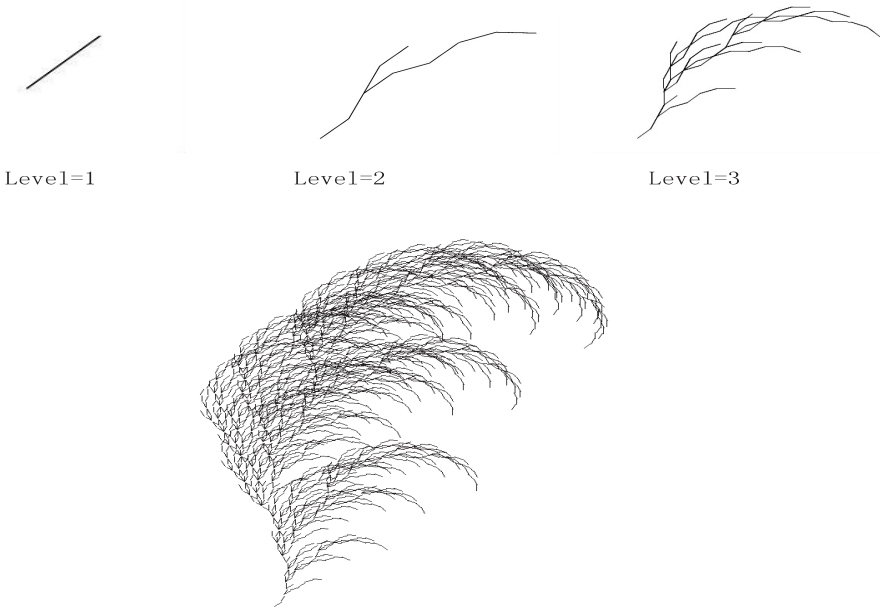


图 2 静态植物

2.2 动态植物模拟

由图 2 可以看出,植物显得呆板不自然。鉴于此,控制生成规则保持不变,仅通过连续改变角度参数,会得到下面具有动态效果的植物模拟图形。当然,也可以用随机 L-系统,但由于无法演示,因此此处采用具有动态视觉效果的图形连续模拟自然界中的动态植物,达到该课题动态模拟的要求。

由于生成规则保持不变,因此操作流程没有发生根本性的变化,仅通过连续改变角度来实现植物动态模拟效果,如图 3 所示。



图 3 动态植物

3 结束语

L-系统实质是根据生成规则对字符串进行无限

迭代,通过改变内部参数值,即可以得到具有动态效果的植物分形图形^[13]。随着分形技术与计算机技术的快速结合,必将对改善模拟效果的逼真程度产生巨大的推动作用^[14]。文中主要介绍了 L-系统文法模型及其绘图规则,又详细分析了其生成流程,利用其基本原理,在 VC++6.0 环境下编程生成风中摇曳的植物,达到自然逼真模拟植物动态的效果。

参考文献:

[1] Hanan J S. Parametric L-systems and their application to the modelling and visualization of plants [D]. Regina: University of Regina, 1992.

[2] 孙 霞,吴自勤,黄 昀. 分形原理及其应用[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2003.

[3] 王安志,魏小琴,李明东,等. 基于分形的三维莲花模拟[J]. 云南民族大学学报:自然科学版,2009,18(4):365-367.

[4] 孙博文. 分形算法与程序设计-VISUAL C++实现[M]. 北京:科学出版社,2004.

[5] 刘 萍,刘艳艳,宗 岩. 基于分形的树木建模算法的研究[J]. 计算机技术与发展,2011,21(12):26-28.

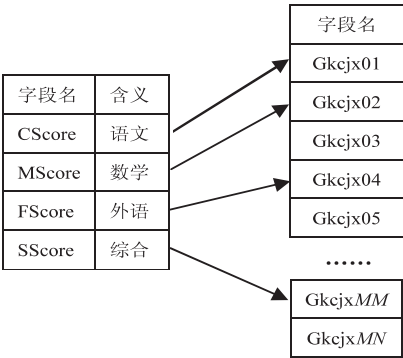


图 4 成绩项字段映射关系示意图

因为各省成绩项构成复杂,命名和顺序不统一,所以只能通过代码表记录进行关键字匹配,实践中为了提高准确性还应该结合成绩分析验证。由于目前高考单科成绩总分已知,一个投档单中成绩平均分应处于合理区间,如果字段对应错误,平均成绩会严重偏离。此外,由于总分是明确的,因此还可以将映射后的单科成绩相加与总分比对,如果不相等则表明字段对应发生错误,需要重新建立映射关系。

4 结束语

虽然高考网上招生录取工作模式已比较成熟,但随着高考改革进程的不断推进,各省区高考录取工作的差异性将会逐渐加大,网招系统还会不断更新和改进,这必然带来数据结构和接口模式的变化,即便是微小的改变也会对高校自身系统造成巨大影响。文中提出的基于 XML 的异构数据交换模型利用统一的方法对投档单数据进行结构化的描述和交换,具有实现简单、功能可靠、扩展性良好的特点,能够以较低的成本适应不断变化的使用环境。目前,该模型已被应用于新疆高校科研计划重点项目“新疆高等院校招生工作综合管理信息平台建设”中,效果良好。

参考文献:

[1] 邵庆辉. 一网当关:网上录取流程解析[J]. 招生考试通讯(高考版),2013(4):24-25.

[2] 张 强. 远程网上录取模式下高校招生工作初探[J]. 河南工业大学学报(社会科学版),2007,3(4):39-41.

[3] 陈 军,汪卫斌,王宏涛,等. 基于 B/S 与 C/S 结构的招生管理系统的实现[J]. 计算技术与自动化,2005,24(1):78-81.

[4] 颜廷良. 基于 XML 消息的安全数据交换平台研究与应用[J]. 计算机技术与发展,2013,23(2):173-176.

[5] 谢晓燕,王 浩,陈彦萍. 资源受限网络中高效 XML 交换的性能评估[J]. 计算机技术与发展,2013,23(6):54-58.

[6] 胡能发,唐为萍. 基于 XML 的通用异构数据交换模型[J]. 计算机工程与设计,2010,31(8):1743-1745.

[7] 赵 凯,赵正德. 低开销的异构数据交换[J]. 中国图象图形学报,2012,17(6):726-729.

[8] 刘 铮,刘 伟. XML 模式与关系模式间的映射冲突解决方法[J]. 计算机工程与设计,2010,31(17):3895-3898.

[9] 常 浩,安建成. 基于 XML 的异构数据交换模型的研究[J]. 电脑开发与应用,2011,24(3):27-29.

[10] 周红波,孙宇达,王继霞,等. 基于 XML 的数据交换及其参照完整性研究[J]. 计算机工程与设计,2006,27(14):2611-2613.

[11] 贾长云,朱跃龙,朱 敏. 基于 Huffman 编码与 XML 的大对象数据交换[J]. 计算机工程与应用,2006,42(19):177-179.

[12] 黄国言,郭 徽. 基于 XML 的协同设计中数据交换方法的研究[J]. 计算机工程与设计,2007,28(24):6000-6002.

[13] Tan Zijing, Zhang Liyong, Wang Wei, et al. XML data exchange with target constraints[J]. Information Processing & Management,2013,49(2):465-483.

[14] Seng Jia-Lang, Wong Zon. An intelligent XML-based multidimensional data cube exchange[J]. Expert Systems with Applications,2012,39(8):7371-7390.

(上接第 201 页)

[6] 孔令德. 计算机图形学基础教程[M]. 北京:清华大学出版社,2008.

[7] 彭 辉,刘善梅. 分形理论在植物形态模拟中的应用[J]. 农机化研究,2010,32(6):190-192.

[8] 汪富泉,罗朝盛. 基于迭代函数系统的分形算法及其应用[J]. 工程数学学报,2002,19(2):103-108.

[9] Lindenmayer A. Mathematical models for cellular interaction in development, Parts I and Parts II[J]. Journal of Theoretical Biology,1968,19:280-315.

[10] 邹运兰,杨志红,王仁芳. 基于分形几何的植物模拟研究[J]. 农机化研究,2012(1):195-198.

[11] 黄艳峰,薛占熬,陈 涛. 基于 L-系统的植物模拟研究[J]. 计算机工程与应用,2005,41(19):53-55.

[12] 丁 欢,万旺根,黄 炳,等. 三维嵌套 L 系统及其在植物模拟中的应用[J]. 计算机工程与应用,2009,45(5):207-209.

[13] Huang Yi, Sun Hai'an. Combining IFS and VQ in fractal image coding[J]. The Journal of China Universities of Posts and Telecommunications,2000,7(1):26-30.

[14] Zhou Jun, Chen Leiting, Liu Qihe, et al. Fractal-based 3D tree modeling[C]//Proc of 2010 international conference on computer design and applications. Qinhuangdao: [s. n.], 2010: 454-457.

基于L-系统的分形植物模拟研究

作者：[李娜](#)，[方恩浩](#)，[滕飞](#)，[俞敏健](#)，[胡海龙](#)，[LI Na](#)，[FANG En-hao](#)，[TENG Fei](#)，[YU Min-jian](#)，[HU Hai-long](#)

作者单位：[李娜, 方恩浩, LI Na, FANG En-hao \(浙江农林大学 集贤学院, 浙江 临安, 311300\)](#)，[滕飞, 俞敏健, 胡海龙, TENG Fei, YU Min-jian, HU Hai-long \(浙江农林大学 理学院, 浙江 临安, 311300\)](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014(8)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201408047.aspx