

67-69

植物真实感建模

建模

三维模型

计算机

(18)

计算机科学2000Vol. 27No. 4

植物真实感建模方法研究^{*}

The Research on Plant's Realistic Modeling Method

毛卫强 耿卫东 潘云鹤

(浙江大学人工智能研究所 杭州 310027)

TP391.41

Abstract Plant's 3D structure is quite complex. This paper presents an Open Synthetic Plant Modeling Method. It includes three parts: plant's realistic representation model, synthetic modeling method and realistic display method. Branch is the base element of plant's realistic representation model and is simulated by cubic parameter surface. The synthetic modeling method is implemented by interactively using several simulation methods in the growth procedure of plant. Bark texture and leaf are added to realistically display the plant's 3D structure. Four test examples indicate that this method is feasible in plant's 3D modeling.

Keywords Plant, Realistic display, Cubic parameter surface

1 引言

许多植物的建模方法往往只注重模拟植物的生长,如L-系统^[1]主要是通过一系列产生规则模拟植物的生长过程,A-系统^[2]和忠实于植物真实结构和生长的系统^[3]同样也是着重于植物生长的模拟,由于没有植物的真实的三维表达模型,这些方法中植物的建模和真实感处理往往是脱节的,导致无法综合采用对植物的多种建模方法,而有些方法则注重于对植物的真实感表示,如对枫树的真实感处理方法^[4],其应用的局限性也是显而易见的。

为达到植物的真实感建模和真实感处理,以下三个方面是缺一不可的:①植物的真实感三维表达模型。②对植物生长的模拟。③植物的真实感显示。

植物的真实感三维表达模型是植物生长模拟和真实感显示的基础,通过对植物的生长模拟获得植物的三维表达模型,然后由真实感显示方法显示该三维表达模型。

植物的生长模拟方法完成对植物的三维真实感建模,为达到对复杂植物空间结构的真实模拟,综合运用多种模拟方法是一种可行的方法。由母树枝生长出新的子树枝的生长模拟算法是模拟植物形态的最基本的方法,对生成植物局部区域树枝的位置和形状的交互

修改可以使植物的形状更加逼真,由于自然生态环境因素对植物形状会产生很大的影响,对环境因素的模拟也会丰富植物的三维模型。

生成植物三维模型的真实感显示包括树枝之间的光滑连接、树皮纹理和叶子形状等细节的描述,最后采用一定的光照模型进行真实感显示。

2 植物模型的真实感三维表达



图1 用三次参数曲面表示的弯曲树枝

植物的真实感表示模型以树枝为基本元素,植物模型的空间结构分为拓扑结构和几何结构两部分。拓扑结构表示了树枝之间的层次关系,通过层次关系把树枝组织在一起形成一棵完整的植物,其中每一树枝都可以有多个子树枝,也可以没有子树枝,除根树枝没有母树枝外,每一树枝都有唯一母树枝,植物的几何结构则定义树枝的空间形状,为模拟树枝几何形状的自

^{*} 本文研究得到国家自然科学基金项目,浙江省科委项目资助,毛卫强 博士生,研究方向:计算机图形学与智能CAD技术,耿卫东 副教授,研究方向:计算机图形学,认知科学,智能CAD,人工智能技术,潘云鹤 工程院院士,浙江大学校长,博士生导师,教授,研究方向:计算机图形学,认知科学,智能CAD,人工智能,多媒体技术。

由弯曲现象,采用三次参数拉伸圆柱曲面^[3]表示树枝的几何结构是一种合理的解决方法(图1),树枝的形状由树枝起始结点位置、切线矢量、半径、结束结点位置、切线矢量、半径这六个参数控制。

其中起始点位置和切线矢量、结束点位置和切线矢量决定树枝的弯曲形状。起始点半径、结束点半径决定拉伸圆柱的粗细。

3 植物的真实感建模

以植物的真实感表示为基础,采用多种模拟方法同时对植物进行综合建模可以方便快速地建立逼真的植物三维模型,图2是一个交互的植物三维建模模型。

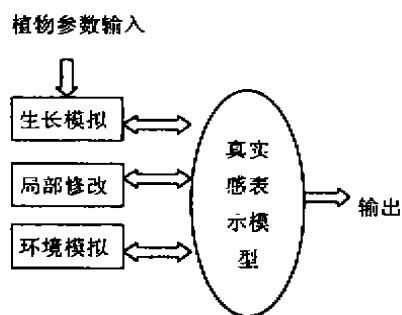
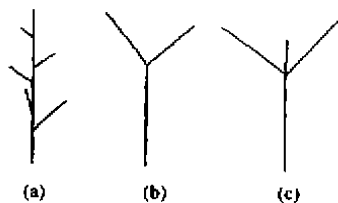


图2 植物真实感建模模型

(1)植物的生长模拟 生长模拟提供母树枝生长子树枝的方法,由参数控制植物子树枝的生长,这些参数包括:子树枝与母树枝的夹角、子树枝长度收缩比例、子树枝半径收缩比例、子树枝相对母树枝的空间旋转角以及子树枝的生长模式。其中典型的子树枝的生长模式有:单轴型生长模式(图3(a))、二分型生长模式(图3(b))、三分型生长模式(图3(c))。



(a)单轴型 (b)二分型 (c)三分型

图3 植物的三种生长类型

各子树枝需设置不同的生长参数,在植物的生长过程中,用户可以交互地修改这些参数,对子树枝的生长还需要增加随机控制,使子树枝不至于显得呆板。

(2)局部修改模拟 对植物形状的局部修改包括

对植物拓扑结构的修改和对树枝几何结构的修改。拓扑结构的修改包括对局部树枝的增加操作和删除操作,几何结构的修改包括对树枝局部位置的修改,对树枝起始、结束切线的修改等操作。

(3)环境因素的模拟 环境是影响植物形状最重要的因素之一,比如太阳光能、地球引力、地面水份分布、植物与植物之间空间资源的竞争等,这些具体体现在对树枝空间形状的弯曲变化,对环境因素的模拟可以看作是对植物进行的一种整体变形方法,比如为模拟植物向上生长的特性,通过向上旋转所有树枝或用户指定的树枝的生长角度,达到对植物的整体上翘变换,对重力作用则可以通过整体的下垂变换获得树枝下垂的效果。

在植物的建模过程中,这三种方法需要交互使用,对植物的生长模拟分层进行,每次生长一层或几层,然后对生成的树枝进行局部修改或进行基于环境因素的整体变形操作,然后再重复生长,同时可以修改植物的生长参数和树枝生长类型,最后获得用户满意的结果。

多种方法的综合使用可以使用户快速方便地建立植物的三维真实模型。本模型是一个开放的模型,各种模拟方法相互独立,只与植物的真实感表示模型有关,这为将来对模型的扩充提供了方便,用户在实际应用中,为获得某种特定的效果,可以加入新的模拟方法,也可以不使用某些已有的模拟方法。

4 植物的真实感显示

植物的真实感处理包括对树皮纹理的设置、叶子形状的设置、对树枝用三次参数曲面表示(图1)及树枝与树枝之间的光滑连接,然后采用一定的光照模型进行真实感绘制。

(1)树皮纹理的设置 树枝纹理一般采用真实植物的树皮的图像,为达到树枝间纹理的无缝连接,需把树皮图像处理成上下边和左右边都能吻合(图4)。



图4 树皮的纹理



图5 树枝的光滑连接

(2)叶子形状的设置 由于用曲面来表示叶子形状的开销太大,一般可以用多边形来表示叶子。然后采

用光照模型对叶子进行真实感处理。

(3)树枝之间的光滑连接处理 为达到树枝和生长于它顶部的子树枝之间的光滑连接,只要使得该树枝与子树枝连接点处有相同的切线矢量即可。树枝往往有多个子树枝,这时候可以使该树枝与其中一棵子树枝光滑连接,其它子树枝按它们自己的生长方式生长(图5)。

(4)真实感绘制 首先是光源和视点的设置,然后



图6 单轴类树



图7 柳树



图8 二分类树



图9 三分类树

按一定的光照模型进行真实感绘制,光照模型可以采用 Phong 模型,为达到更逼真的效果,也可以采用光线跟踪算法,但这是以时间为代价的。

(5)例子 下面是四幅真实感绘制的植物三维图形,其中图6是单轴类植物,加上了对树枝进行整体下垂的弯曲变换。图7是柳树,加上了对叶子的真实感处理。图8是二分类型的树,图9是三分类型的树。

结论 计算机对植物的真实感模拟可以应用在多个领域,比如对生态环境的模拟、建筑物布景、计算机美术创作、计算机动画设计等。由于植物结构的多样性,因此提供一个开放的交互的、多种模拟方法混合使用的植物建模系统能更快速方便地对植物进行三维建模。

参考文献

- 1 Radomir M, et al. Visual Models of Plants Interacting With Their Environment. Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996, 397~410
- 2 Masaki A, et al. Botanical Tree Image Generation. IEEE Computer Graphics and Application, 1984, 4(5): 10~34
- 3 Philippe D R, et al. Plant Models Faithful to Botanical Structure and Development. Computer Graphics, 1988, 22(4): 151~158
- 4 Jules B. Modeling the Mighty Maple. Computer Graphics, 1985, 19(3): 305~311
- 5 孙家广,杨长贵. 计算机图形学. 北京:清华大学出版社, 1995

(上接第27页)

TOOLS Asia 会议树立了一个好的样板。

主要收获如下:

1. 了解和掌握了 OO 领域国际最新发展和动态

面向对象技术是软件技术中最为引人注目的软件技术,从事该方向的研究人员众多,发展也非常迅速。该次会议我们特别邀请到了对象技术的创始人 Kristen 教授、对象技术新热点的知名学者作特邀报告和专题讲座,会议录用文章作者也来自五湖四海,通过这些学者的面对面的交流和相互学习、研讨,了解和掌握了对象技术领域在构架技术、XML 技术、Agent 技术、Java 技术等各方面的研究成果和发展动态,这对指导我们进一步的科研工作具有重要的意义。

2. 加强了学术交流,建立了新的科研合作渠道

计算机技术发展一日千里,广泛而深入的学术交流和合作是计算机领域科研工作的重要环节。该次国际会议为我系我室乃至我国软件领域研究人员提供了一个非常好的国际交流和合作的机会。就我系我室而言,通过该次会议,我们结交了众多的海内外朋友,

探讨了对象技术的最新进展和动态。更为有意义的是,我们结合重点实验室的对外开放的契机,在会议期间选择了部分工作较为出色的海外作者,和他们进行了深入的讨论,并最终建立了长期、稳定的科研合作和交流渠道。

3. 扩大了南京大学计算机软件新技术国家重点实验室、南京大学计算机系、南京大学及南京的知名度和影响

南京大学计算机系及南京大学计算机软件新技术国家重点实验室在中国计算机软件领域具有一定的知名度和影响力,这次会议是自我系成立及重点实验室建立以来举办的比较大型的国际会议,会议期间,我们通过各种渠道,系统地介绍了我系、我室的研究方向、科研成果,吸引了与会各国代表的关注和好评。此外,会议期间我们细致、认真的会务工作也展示了我们的工作作风和中华民族的好客之道,受到了各国与会代表的一致称赞。这次会议的成功举办,在学术上和其他方面扩大了我系、我室、我校的影响,提高了知名度。