



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103366068 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 14

(21) 申请号 201310318520. 2

(22) 申请日 2013. 07. 26

(73) 专利权人 福州大学

地址 350108 福建省福州市闽侯县上街镇大学城学园路 2 号福州大学新区

(72) 发明人 唐丽玉 陈崇成 林定 邹杰 黄洪宇

(74) 专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51) Int. Cl.

G06F 17/50(2006. 01)

G06T 17/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102999273 A, 2013. 03. 27, 全文.

CN 103105929 A, 2013. 05. 15, 全文.

US 2005128212 A1, 2005. 06. 16, 全文.

审查员 姜朝霞

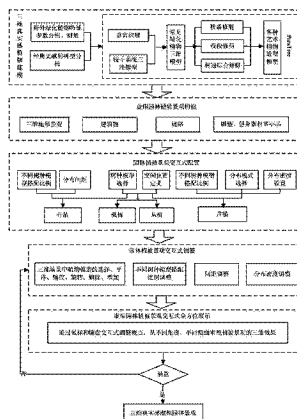
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

虚拟园林植被景观交互式设计方法

(57) 摘要

本发明公开了一种虚拟园林植被景观交互式设计方法,它属于现代农业技术和园林景观规划领域。其特征在于:首先获取常见园林植物形态结构特征参数,采用虚拟植物技术建立真实感和艺术造型的三维植物模型库;然后建立园林硬质景观的三维场景,根据园林景观植物功能分区和植物的点植、丛植、行植和片植的基本分布方式,交互式配置景观要素模型,生成三维基本园林景观场景;用鼠标、键盘交互式地选择、移动、旋转、缩放等操作修改模型的属性和空间位置,通过滑动条调整种植密度,直至生成逼真三维园林植被景观。本发明利用虚拟场景的直观性、计算机交互性,使园林植物景观设计易用化,有利于发挥人类视觉审美功能,提高园林植被景观设计的合理性和艺术性。



1. 一种虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于,包括以下步骤实现:

步骤 10:获取常见园林植物种类的形态结构特征参数和器官纹理图片,运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件建立三维植物模型;

步骤 11:建立园林硬质景观三维模型,运用 VisForest 三维森林可视化软件,用待设计的园林区的数字高程模型构建其三维基座,根据园林景观的功能分区,交互式配置建筑物、道路、雕塑、座椅的硬质景观的三维模型,形成园林硬质景观的三维场景;

步骤 12:根据园林景观的功能分区和园林植被孤植、丛植、行植、片植的分布基本形式,在园林硬质景观的三维场景的基础上,利用鼠标和键盘交互式地配置植被三维模型的空间分布,形成三维基础园林景观;

步骤 13:在三维基础园林景观基础上,利用鼠标对三维场景中的植物单体模型进行平移、缩放、旋转、删除、增加的交互操作,利用键盘和鼠标调整行植和片植的植物种类组成、比例、间距,利用滑动条调整分布密度;

步骤 14:以三维的形式全方位直观地展示园林植被景观的设计效果,从不同角度、不同侧面审视植被景观布局的合理性和艺术性,进行多情境分析;

步骤 15:若满意,则形成虚拟园林植被景观场景,为园景植被景观建设提供支持;若不满意,重复步骤 13 和 14,交互式调整植被布局,直至满意为止;

所述步骤 14 中虚拟园林植被景观的交互式全方位展示,通过鼠标和键盘,实现三维场景的前进、后退、左转、右转漫游方式,抬高或降低视点,实现 540 度的不同侧面、不同角度地审视虚拟园林植被景观布局的合理性和艺术性,进行多情境分析。

2. 根据权利要求 1 所述的虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于:所述步骤 10 中建立真实感三维绿化植物模型包括以下步骤:

步骤 101:通过野外调查、测量和文献资料收集,分析提取常见绿化植物的形态结构特征参数、枝干系统的拓扑结构和几何信息,并采集叶簇、花、果、茎观赏器官的纹理图片;

步骤 102:对器官纹理进行处理,生成具有 Alpha 通道的器官纹理或普通纹理,对具有粗糙不平的表面特征的树皮,还要生成法向纹理;

步骤 103:根据所述植物枝干系统的拓扑结构和几何信息,运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件,建立植物三维枝干系统,映射上树皮纹理;如果树皮具有粗糙不平的表面特征,则将树皮普通纹理与法向纹理相融合,采用凹凸纹理映射方法来表达树皮这种特征;采用 Billboard 布告牌技术生成叶簇模型和其它器官模型,按植物器官分布规则,将模型挂接于各级枝干上,形成具有真实感的三维常见绿化植物三维模型;

步骤 104:根据园林绿化植被造型的艺术性要求,运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件的编辑功能,调整枝条的参数控制曲线,形成扭曲、弯曲造型,结合枝段、枝条的交互编辑,形成不同艺术风格的植物三维模型;或采用圆锥曲面、半球曲面、长方体表面约束图形,快速形成圆头型、锥型或长方体的绿化植物三维逼真模型;从而形成风格多样化的园林绿化植物模型。

3. 根据权利要求 1 所述的虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于:所述步骤 11 中所述园林硬质景观的三维场景中的地形三维景观以数字高程模型为基础,根据园林景观的功能分区,运用 VisForest 三维森林可视化软件,把建筑物、道路、雕塑、椅子的三维模型交互式的放置于三维场景的各功能区中。

4. 根据权利要求 1 所述的虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于:所述步骤 12 中园林植被孤植、丛植、行植、片植的分布基本形式包括以下步骤:

步骤 121:植物模型的实例化,每个树模型实例包括 ID 号、位置信息、模型索引号、模型信息、层次细节信息、树实例与相机的距离、旋转方向;

步骤 122:用鼠标拾取所要栽培的树种模型,并拖放到三维场景中指定的位置,然后平移、旋转、缩放,或修改树实例参数,从而在三维园林硬质景观基础上布局孤立树和丛林;

步骤 123:用鼠标在三维场景中绘制道路几何图形,或导入道路地理矢量图层,叠置于三维地形场景之上,然后用鼠标选择某一条线,选择要栽培的树种的三维模型,配置树种的搭配比例、分布间距,从而在三维园林硬质景观基础上布局行道树;

步骤 124:用鼠标在三维场景表面绘制几何区域,或导入绿地布局面状地理矢量图层,叠置于三维地形场景之上,然后用鼠标选择某一区域,选择要栽培的树种三维模型和分布模式,配置树种的搭配比例,通过调整滑动条设置分布密度,从而在三维园林硬质景观基础上布局成片的植物模型。

5. 根据权利要求 4 所述的虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于:所述步骤 122 中模型的拾取的步骤包括:根据鼠标在屏幕上的 X 和 Y 坐标信息,采用射线求交的方法获得深度缓冲区中深度值 z,再利用逆变换函数 OpenGL 的 `gluUnProject()` 函数,将指定的窗口坐标映射为物体坐标,从而判断所拾取的对象。

6. 根据权利要求 4 所述的虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于:所述步骤 124 中园林片植的分布模式包括随机分布、均匀分布和集群分布。

## 虚拟园林植被景观交互式设计方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及现代农业技术和园林景观规划,具体涉及一种基于虚拟植物的虚拟园林景观交互式设计的方法,以真三维直观的形式预展示将来建设的效果,可充分利用人类视觉审美功能,分析对比不同情境,提高园林植被景观设计的合理性和艺术性。

### 背景技术

[0002] 园林景观规划设计是指在一定地域范围内,通过多方面的园林艺术和工程技术手段,以及地形改造、植被种植、建筑营造和园林道路布置等途径,创建一个环境优美、生活闲适的居住场所。通过景观设计,可预先分析和评价园林周边环境日常使用和美学欣赏双重价值功能、保持生态的可持续性发展的综合指标(郑淮兵,2004),使园林建设有的放矢。园林景观要素一般可划分为两大类:一类是软质景观,另一类是硬质景观。软质景观一般是指自然界的物质,包括植被、水体、天空、风雨等;硬质景观通常是指人造的物质,包括建筑物、构筑物、地面铺设物、道路、园林中坐凳、花架、雕塑、健身器材等小品。园林绿化植被、建筑物、道路是园林景观的基本组成要素。园林绿化植被具有美化环境,净化空气的功效。园林景观要素的复杂度,决定了园林景观规划设计的复杂性,规划设计者需要整体性地考虑多方要素对园林景观的影响。传统园林景观规划设计方法,首先进行的是二维平面设计,然后采用三维渲染技术生成景观效果图。这种方法在视觉上能够满足一定的要求,但只能从某一侧面大致展示虚拟园林景观规划设计,无法全方位、多角度、直观地审视和评价景观效果,这样容易造成建设者对规划设计方案理解不透彻,导致规划方案与建设要求不统一。特别是绿化植物大部分采用 Billboard 布告牌技术,从侧面看,三维场景的视觉效果不错;但是从上俯视三维场景时,植物只成了一条线。伴随着计算机软硬件、计算机图形图像技术、虚拟现实技术、虚拟植物技术的快速发展及其应用领域的不断扩大,以及面对现代园林景观规划的新需求,迫切需要园林景观规划三维交互式设计平台,为规划者提供“所见即所得”的辅助工具。通过三维图形显示与渲染技术,直观地展示规划设计方案,为政府相关工作者提供决策,为园林景观规划设计者提供规划设计技术支持;通过三维交互式规划设计,为大众提供任意角度、实时互动、真实地察看设计效果,身临其境地掌握周围环境和理解设计师的设计意图,为未来城市与园林的设计提供科学地、合理地解决方案,将突破传统园林景观规划设计的技术瓶颈。

[0003] 虚拟植物可为绿化植物建模提供技术支撑。随着虚拟植物研究的不断深入,人们在这个领域也已经取得了一定程度的进展。先后涌现出了多款虚拟植物建模工具,国内外主要有 AMAP、Xfrog、SpeedTree、PlantStudio、Vlab/L-Studio、OntoPlant 等。这些建模工具软件可推广于农林业、景观设计、计算机动画、三维游戏等领域,具有实时的、精细的、真实的建模性能,是非常优秀的植物建模工具。ParaTree 是福建省空间信息工程研究中心自主开发的 OntoPlant 系列软件的单树建模软件。它是一款面向专业用户和普通用户使用的全参数化单树几何建模工具。系统可参数化、交互式地定制不同树种、年龄、物候阶段、形态结构的真实感单株植物三维模型。其主要功能有:(1)单株木建模。用户可根据特定植物

的形态结构特征,通过交互地设置、调整主干(树高、胸径、半径变化、分节数、树干纹理等)、枝条(着枝角度、各节枝条的起始半径、半径变化、枝条长度等)和叶(叶的大小、分布频率、叶距、叶序、纹理等)的参数,形成满足用户需求的模型。形成的植物三维模型具有较强的真实感,同时符合植物的形态结构特征。(2)模型整型修剪。用户可通过约束规则、交互拾取某枝条(或枝段)和采用曲面约束的整型修剪三种方式对模型进行整型修剪。(3)物候变化和生长过程模拟。用户可通过编辑树叶纹理对植物的宏观物候现象,如抽枝、开花、坐果、果实成熟等进行模拟或仿真。也可根据特定植物的生长发育特点,通过改变其所处的生长阶段,来模拟植物生长发育过程,形象表达植物生长发育。(4)可视化交互。系统能够提供友好的人机交互界面,树木参数调整通过“即见即所得”的方式进行。功能包括模型查看、渲染模式切换、背景设置、单株基本参数设置等。用户可以通过鼠标和键盘实现模型的平移、旋转、缩放等浏览方式,可以采用不同的天空、地面纹理渲染三维可视区域背景以及查看树木的拓扑形态和几何形态统计数据。采用层次结构图形象表示植物形态结构的拓扑结构。

[0004] VisForest 是由福建省空间信息工程研究中心自主开发的虚拟植物(OntoPlant)系列软件产品之一。该软件系统是利用虚拟现实技术开发而成的三维虚拟森林场景的浏览器,与数字高程模型和遥感影像数据结合,实现森林景观的可视化表达和再现。系统可用于辅助森林资源经营管理、景观规划、园林规划、军事仿真以及植物学、生态学教研、宣教等领域。

## 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于,包括以下的实现步骤:

[0006] 步骤 10:获取常见园林植物种类的形态结构特征参数和器官纹理图片,运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件建立真实感三维常见植物模型和不同艺术风格的三维植物模型;

[0007] 步骤 11:建立园林硬质景观三维模型,运用 VisForest 三维森林可视化软件,用待设计的园林区的数字高程模型构建其三维基座,根据园林景观功能分区,交互式配置建筑物、道路、雕塑、座椅等小品的硬质景观的三维模型,形成园林硬质景观的三维场景;

[0008] 步骤 12:根据园林景观的功能分区和园林植被孤植、丛植、行植、片植等基本分布方式,在园林硬质景观的三维场景的基础上,用鼠标和键盘交互式地配置植被三维模型的空间分布,形成三维基础园林景观;

[0009] 步骤 13:在三维基础园林景观基础上,用鼠标对三维场景中的植物单体模型进行平移、缩放、旋转、删除、增加等交互操作,用键盘和鼠标调整行植和片植的植物种类组成、比例、间距,利用滑动条调整分布密度;

[0010] 步骤 14:以三维的形式全方位直观地展示园林植被景观的设计效果,从不同角度、不同侧面审视植被景观布局的合理性和艺术性,进行多情境分析;

[0011] 步骤 15:若满意,则形成虚拟园林植被景观场景,为园景植被景观建设提供支持;若不满意,重复步骤 13 和 14,交互式调整植被布局,直至满意为止。

[0012] 在本发明一实施例中,其特征在于:所述步骤 10 中建立真实感三维绿化植物模型包括以下步骤:步骤 101:通过野外调查、测量和文献资料收集,分析提取常见绿化植物的

形态结构特征参数、枝干系统的拓扑结构和几何信息,并采集叶簇、花、果、茎等观赏器官的纹理图片;步骤 102:对器官纹理进行处理,生成具有 Alpha 通道的器官纹理或普通纹理,对具有粗糙不平的表面特征的树皮,还要生成法向纹理;步骤 103:根据所述植物枝干系统拓扑结构和几何信息,运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件,建立植物三维枝干系统,映射上树皮纹理;如果树皮具有粗糙不平的表面特征,利用树皮普通纹理与法向纹理相融合,采用凹凸纹理映射方法来表达树皮这种特征,增强真实感;运用 Billboard 布告牌技术生成叶簇模型和其它器官模型,按植物器官分布规则,挂接于各级枝干上,形成真实感的三维常见绿化植物三维模型;步骤 104:根据园林绿化植被造型艺术性要求,运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件编辑功能,调整枝条参数控制曲线,形成扭曲、弯曲等造型,结合枝段、枝条交互编辑,形成不同艺术风格的植物三维模型;或采用圆锥曲面、半球曲面、长方体表面等几何约束图形,快速形成圆头型、锥型、长方体等特殊造型的绿化植物三维逼真模型;从而形成风格多样化的园林绿化植物模型。

[0013] 在本发明一实施例中,所述步骤 11 中建立园林硬质景观的三维场景,其特征在于:园林硬质景观的三维场景中的地形三维景观以数字高程模型为基础,根据园林景观的功能分区,运用 VisForest 三维森林可视化软件,把建筑物、道路、雕塑、椅子等小品的三维模型交互式的放置于三维场景各功能区中。

[0014] 在本发明一实施例中,所述步骤 12 中园林植被孤植、丛植、行植、片植等植物布局方式一般包括以下步骤:步骤 121:植物模型的实例化,每个树模型实例包括 ID 号、位置信息、模型索引号、模型信息、层次细节信息、树实例与相机的距离、旋转方向;步骤 122:用鼠标拾取所要栽培的树种模型,并拖放到三维场景中指定的位置,然后平移、旋转、缩放,或修改树实例参数,从而在三维园林硬质景观基础上布局孤立树和丛林;步骤 123:用鼠标在三维场景中绘制道路等线状几何图形,或导入道路地理矢量图层,叠置于三维地形场景之上,然后用鼠标选择某一条线,选择要栽培的树种三维模型,配置树种类型的搭配比例、分布间距,从而在三维园林硬质景观基础上布局行道树;步骤 124:通过鼠标在三维场景表面绘制几何区域,或导入绿地布局面状地理矢量图层,叠置于三维地形场景之上,然后用鼠标选择某一区域,选择要栽培的树种三维模型和分布模式,配置树种类型的搭配比例,通过调整滑动条设置分布密度,从而在三维园林硬质景观基础上布局成片的植物模型。

[0015] 在本发明一实施例中,所述步骤 122 中模型的拾取的步骤包括:根据鼠标在屏幕上的 X 和 Y 坐标信息,采用射线求交的方法获得深度缓冲区中深度值 z,再利用逆变换函数 OpenGL 的 `gluUnProject()` 函数,将指定的窗口坐标映射为物体坐标,从而判断所拾取的对象。

[0016] 在本发明一实施例中,所述步骤 124 中园林片植的分布模式包括随机分布、均匀分布和集群分布。

[0017] 在本发明一实施例中,所述步骤 14 中虚拟园林植被景观交互式全方位展示,用鼠标和键盘,实现三维场景的前进、后退、左转、右转等漫游方式,抬高或降低视点,实现 540 度的全方位审视虚拟园林植被景观布局的合理性和艺术性,进行多情境分析。

[0018] 本发明利用虚拟场景的直观性、计算机交互性,使园林植物景观设计易用化,有利于发挥人类视觉审美功能,提高园林植被景观设计的合理性和艺术性。

## 附图说明

[0019] 图 1 为本发明方法具体实施例的技术流程示意图。

[0020] 图 2 为行植植物的种植流程图。

[0021] 图 3 为片植植物的种植流程图。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步说明。

[0023] 如图 1 所示,提供一种虚拟园林植被景观交互式设计方法,其特征在于,包括以下步骤:步骤 10:获取常见园林植物种类的形态结构特征参数和器官纹理图片,运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件建立真实感三维常见植物模型和不同艺术风格的三维植物模型;步骤 11:建立园林硬质景观三维模型,运用 VisForest 三维森林可视化软件,用待设计的园林区的数字高程模型构建其三维基座,根据园林景观功能分区,交互式配置建筑物、道路、雕塑、座椅等小品的硬质景观的三维模型,形成园林硬质景观的三维场景;步骤 12:根据园林景观的功能分区和园林植被孤植、丛植、行植、片植等分布基本形式,在园林硬质景观的三维场景的基础上,用鼠标和键盘交互式地配置植被三维模型的空间分布,形成三维基础园林景观;步骤 13:在三维基础园林景观基础上,用鼠标对三维场景中的植物单体模型进行平移、缩放、旋转、删除、增加等交互操作,用键盘和鼠标调整行植和片植的植物种类组成、比例、间距,利用滑动条调整分布密度;步骤 14:以三维的形式全方位直观地展示园林植被景观的设计效果,从不同角度、不同侧面审视植被景观布局的合理性和艺术性,进行多情境分析;步骤 15:若满意,则形成虚拟园林植被景观场景,为园景植被景观建设提供支持;若不满意,重复步骤 13 和 14,交互式调整植被布局,直至满意为止。下面为了让一般技术人员更好的理解本发明,下面对上述的一些模型的建立及场景配置方法做简单介绍:

[0024] (1) 三维真实感常见绿化植物和艺术造型植物模型构建

[0025] 从某城市的常见绿化树种中选择 8 种乔木、2 种灌木和 1 个盆景为实施例,建立模型库。其中乔木分别为:樟树、榕树、白玉兰、刺桐、枫树、芒果树、龙眼、垂柳;灌木主要包括:海芋、圆头型小叶榕;1 个盆景为梅花。

[0026] 三维真实感植物模型的构建过程为:1) 通过野外实测数据、拍摄的照片和经典文献的收集,获取植物的形态结构拓扑信息和几何信息,植物叶、花、果、干的纹理图片;2) 对器官纹理进行处理,采用 PhotoShop 这类图像处理软件,为了使纹理具有透明效果,将目标纹理存储在 Alpha 层;为了避免纹理边缘出现白边现象,需要将图片的背景色填充为与目标纹理相近的颜色,对于叶片、花、果实纹理,背景分别需要使用绿色、白色、黄色填充,生成具有 Alpha 通道的透明效果的器官纹理;3) 运用 ParaTree 交互式单树建模工具软件,首先生成一个默认三维模型,调整模型形态,映射上器官纹理,生成逼真的绿化植物三维模型;4) 在植物模型基础上,利用 ParaTree 交互式单树建模工具软件编辑功能,调整枝条参数控制曲线,形成扭曲、弯曲等造型,结合枝段、枝条交互编辑,形成如盆景梅花等不同艺术风格的植物三维模型;或采用圆锥曲面、半球曲面、长方体表面等几何约束图形,快速形成圆头型、锥型、长方体等特殊造型的绿化植物三维逼真模型;从而形成如圆头型小叶榕等风格多样化的园林绿化植物模型。

[0027] 以枫树为例说明具体建模过程。

[0028] 枫树的形态结构参数如表 1 和表 2 所示,表中起止和终止生长位置是相对于上一级枝干基部起算,与整条枝干长的相对值,同种植物不同生长阶段相差很大,表中数据供参考。首先运用 ParaTree 建模软件新建 1 个默认三维模型,再通过参数约束生成模型基本骨架,最后交互式调整各枝干长度分布曲线、半径分布曲线、弯曲控制曲线、密度分布曲线等,从视觉上对比,模型枝干系统与真实树的枝干相似为止。

[0029] 表 1 枫树模型的枝干系统部分参数表

[0030]

参数	主干	一级枝条	二级枝条	三级枝条	四级枝条
长度(m)	15	3-5	1.8-3	0.3-1.8	0.06-1.0
直径(m)	0.5	0-0.15	0-0.04	0-0.01	0-0.01
纵向分节数	10	5	3	3	3
横向分节数	10	4	4	3	3
起始生长位置	—	0.2	0.1	0.1	0.1
终止生长位置	—	0.95	0.8	0.8	0.8
分布频率	—	9	10	10	10

[0031] 本实施例中枫树的叶和果采用 Billboard 建模方法,几何映射模型可以为长方形或 Mesh,然后把叶模型导入 ParaTree 软件中,挂接于枝干系统上,具体参数如表 2 所示,调整器官的数量、悬挂位置、分布密度以及大小等等,最后形成真实感三维枫树模型。

[0032] 表 2 器官分布部分参数表

[0033]

参数	叶器官模型			果器官模型
	二级枝条	三级枝条	四级枝条	四级枝条
悬挂位置				
起始生长位置	0.1	0.3	0.3	0.1
终止生长位置	1	1	1	1
分布频率	15	30	100	40

[0034] (2) 三维园林硬质景观场景构建

[0035] 园林硬质景观要素一般比较规则,可采用 3DMAX、MultiGen 等三维建模软件建立建筑物、道路、雕塑、座椅等小品的三维模型,并转换为通用的三维模型格式(.3ds、.obj、.max 等)。虚拟园林的基本地理平台采用数字高程模型 DEM,映射各种地面纹理,形成基础三维场景。根据园林景观各功能分区,运用 VisForest 三维森林可视化软件,将园林景观硬质景观要素三维模型交互式的放置于三维景观场景中,形成三维园林硬质景观场景。

[0036] (3) 绿化植物三维模型实例化

[0037] 绿化植物三维模型实例化,以提高虚拟园林景观绘制的效率。每个树模型实例包括 ID 号、位置信息、模型索引号、模型信息、层次细节信息、树实例与相机的距离、旋转方向。



[0038] (4) 绿化植被的交互式配置。

[0039] 根据园林景观功能分区,在孤植、丛植的区域,用鼠标拾取所要栽培的植物模型,拖放到三维场景相应的地方,通过旋转、缩放或修改模型参数,调整大小、放置方向,直到满意。对于行植的区域,如行道树,导入道路矢量地理图层,用鼠标选择某一条道路,然后设置所要种植的树种模型(可以一种或多种)、分布间距,若是多种类型植物混植,设置搭配比例,流程如图 2 所示。对于片植区域,以“枫树为主体的枫树林”为实施例,导入绿地布局面状地理矢量图层,叠置于三维地形场景之上,然后用鼠标选择某一区域,选择枫树和柳树模型,枫树与柳树的比例为 2:1;分布密度为每亩 30 棵,以集群分布模式进行布局,从而形成三维枫树与柳树间种的景观,若不满意,交互式调整空间布局等,直至满意为止,从而在三维园林硬质景观基础上布局成片的植物模型,实现流程如图 3 所示。

[0040] (5) 虚拟园林植被景观的交互式调整

[0041] 用鼠标和键盘交互式全方位审视虚拟园林植被景观,若不满意,调整绿化植物模型的类型、搭配比例、分布密度、行道树的分布间距等,通过反复调整浏览、对比不同的情境,直到满意。

[0042] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所做的均等变化与修饰,皆应属本发明的涵盖范围。

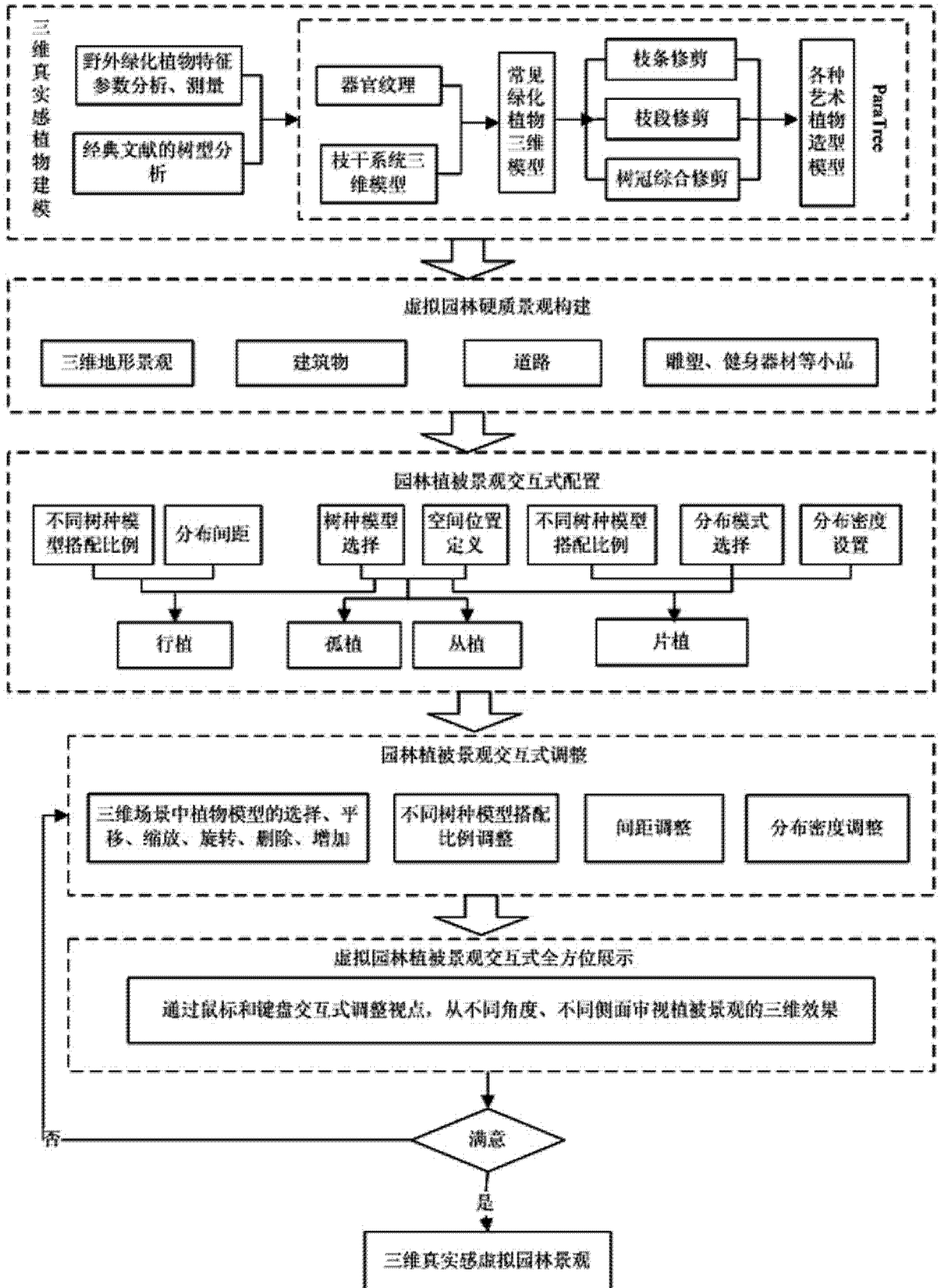


图 1

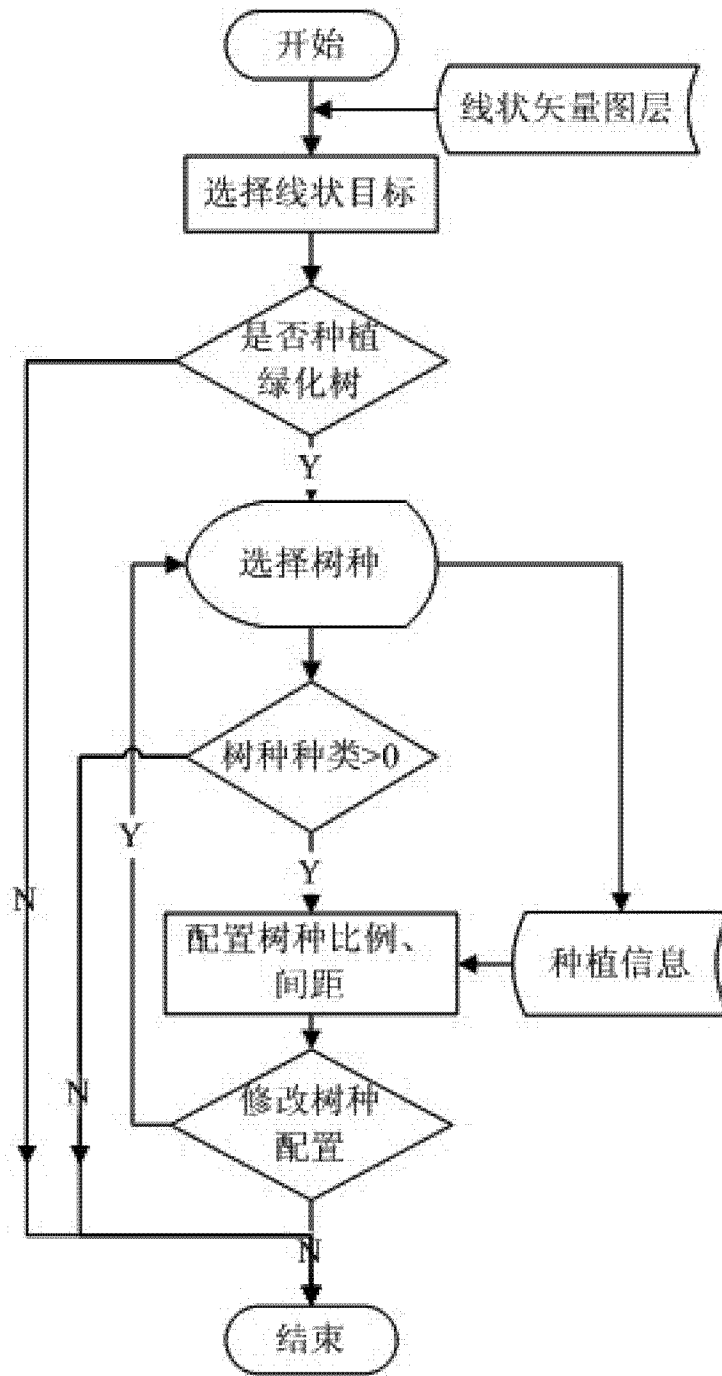


图 2

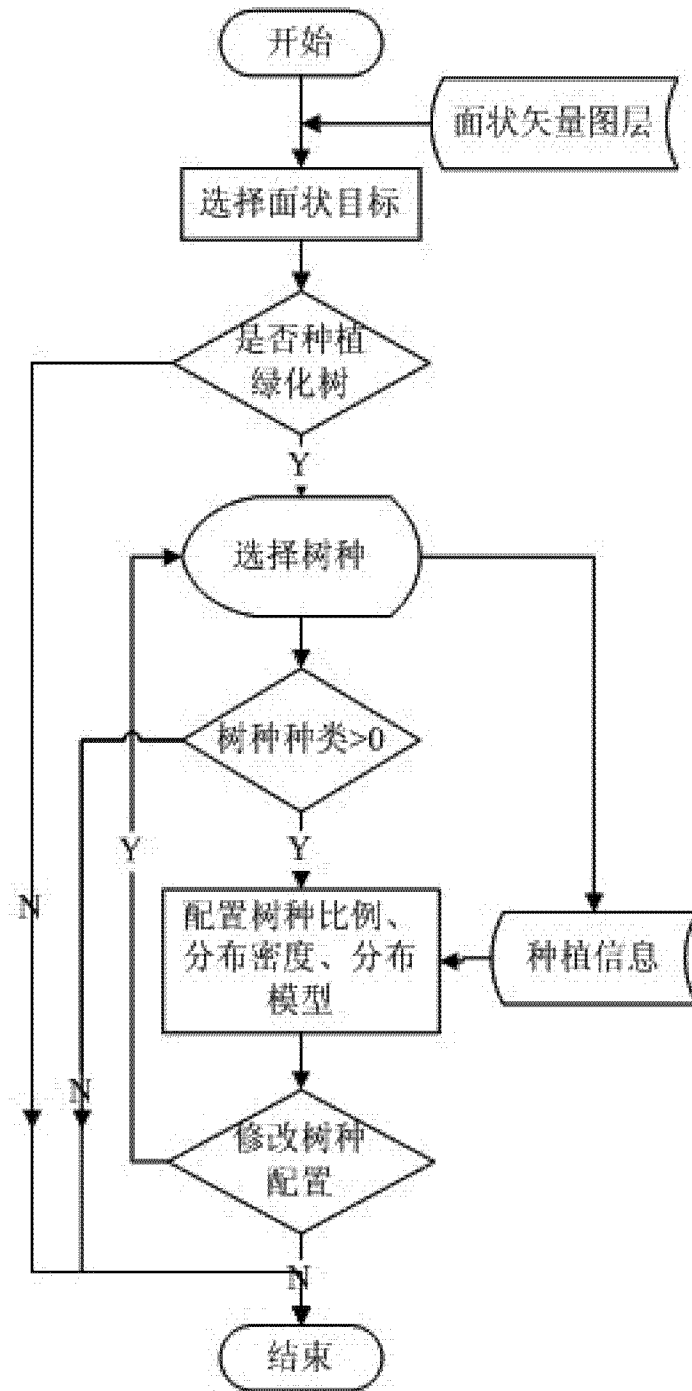


图 3