

doi: 10.7690/bgzdh.2014.07.006

基于 Unity 的虚拟战场地理环境构建

陈永科, 杨艾军, 王华, 何伟

(陆军军官学院军事训练教研室, 合肥 230031)

摘要: 虚拟战场地理环境在部队的训练和作战过程中发挥越来越重要的作用。采用 Unity 开发平台是构建虚拟战场地理环境的一种有效方式。针对战场地理的基本要素, 研究基于 Unity3d 开发引擎的虚拟战场地理环境构建步骤, 提出地形生成顺序和制作素材工具的优化方法, 并对地形高度图生成、地形纹理、道路交通、地质细节等关键技术进行探讨。该研究对于虚拟地形环境构建具有一定的技术参考作用。

关键词: 虚拟战场地理环境; Unity3d; 构建方法; 关键技术

中图分类号: TJ02 **文献标志码:** A

Building of Virtual Battlefield Geographic Environment Based on Unity

Chen Yongke, Yang Aijun, Wang Hua, He Wei

(Military Training Staff Room, Army Officer Academy of PLA, Hefei 230031, China)

Abstract: Now virtual battlefield geographic environment plays more important role in the process of army training and operations. Using Unity platform can become an effective way to build it. In view of the basic elements, this article studies the steps of virtual battlefield environment building based on the Unity3d, and puts forward the optimization method of terrain generation sequence and production material tools. The paper also discusses many key technologies, such as terrain height map generation, terrain texture, road traffic, geology details. The research has a certain technical reference on the construction of virtual terrain environment.

Keywords: virtual battle geographic environment; Unity3d; building methods; key technologies

0 引言

虚拟战场地理环境的构建, 较多的是采用 MultiGen Creator/Vega 和 OpenSceneGraph 等。Vega 是 Multigen-Paradigm 公司最主要的工业软件环境, 主要用于开发交互式、可视化仿真应用的一套完整的软件平台和工具集, 具有实时视景仿真、声音仿真、虚拟现实等可视化功能, 在可视化领域软件环境中位于世界领先水平^[1]。OpenSceneGraph(OSG) 是一个基于工业图形标准 OpenGL 的高层次图形开发 API 接口, 具有开源、平台无关性、高品质及高性能等优点, 已广泛用于虚拟仿真、虚拟现实、科学和工程可视化等领域, OSG 在地形可视化方面也提出了 VirtualPlanetBuilder、osgGIS 及 osgEarth 等解决方案^[2-3]。这些开发平台为虚拟战场地理环境的构建, 提供了很好的可行方案。

由于智能终端设备的大量应用和跨平台开发技术的提高, 跨平台系统开发逐渐引起重视。跨平台开发的好处是一次编码多平台使用, 系统开发只需制作一遍, 就可适用于多终端平台, 如 Windows、Android、iOS、Windows Phone 等, 降低了应用开发周期和成本, 提高了应用系统的应用范围。可用

于跨平台开发的虚拟引擎很多, 其中 Unity 是较专业、较稳定、效率较高的跨平台开发引擎, 可横跨 9 种平台, 如 Web、PC、Mac、Android、iOS 等。基于这种跨平台开发的思考, 笔者采用 Unity 开发平台来研究虚拟战场地理环境的构建方法。

1 虚拟战场地理环境的应用

《孙子兵法》始计篇认为, 战争筹划要经之以五事, 分别是道、天、地、将和法, 其中, 天和地反映了战场环境对战争胜负影响的重要性。战场环境^[4]是指战场及其周围对作战活动有影响的各种情况和条件的统称, 包括地形、气象、水文等自然条件, 交通、建筑物等人文条件, 国防工程构筑、作战设施建设等战场建设情况, 以及信息、网络和电磁状况等。战场地理环境是指战场及其相关空间中, 对作战活动有影响的各种地理情况和条件的统称。地形战场地理环境的基础, 是构成作战活动的基本要素, 通常包括地貌、土质、居民地、道路、水系和植被等基本要素, 这些要素的特点影响着部队的指挥、行动和武器装备的运用^[5]。

虚拟战场地理环境是指运用计算机仿真技术、多媒体技术、可视化计算、图形图像技术、航空侦

收稿日期: 2014-02-16; 修回日期: 2014-03-13

作者简介: 陈永科(1972—), 男, 河北人, 博士, 副教授, 从事军事训练技术、虚拟现实研究。

察、卫星侦察等多种手段，在获取战场信息基础上进行信息综合计算与处理，实现战场地理环境的真实呈现，为军事训练、作战实验、指挥作战等活动提供了可靠的虚拟战场环境。

外军相继成立了虚拟战场环境职能部门^[6]，如美国国防部成立了建模与仿真办公室，指定或组建了专门的虚拟战场环境研发机构，包括 21 个国家和组织在内的欧洲仿真工作组，并在虚拟战场环境基础建立了不同层次、不同类型的模拟仿真训练系统，如美军 JWAS(联合作战仿真系统)。国内研究虚拟战场环境的单位较多，如国防科学技术大学、解放军信息工程大学等，开发了一系列的虚拟战场环境平台，在院校教育、部队训练等领域发挥了重要的作用。

2 基于 Unity3d 的虚拟战场环境构建方法

2.1 基本构建步骤

虚拟战场地形是真实地形的虚拟化，是虚拟训练或虚拟环境下装备操作的前提条件。虚拟战场地形通常包括陆战地形的基本要素，如道路、河流、植被、高程等。根据 Unity3d 仿真开发平台的特点，基于 Unity3d 的虚拟战场地形生成过程，经研究表现，比较优化的虚拟地形生成方法可简化为 8 个步骤。按照先后顺序分别是地形素材准备、基本战场地貌生成及修理、地表纹理贴图、河流水系设置、道路交通设置、灌木杂草叠加、地表植被叠加和地形细节设置等步骤。基于 Unity3d 的虚拟战场地形构建，通常是从高度图或 Terrain 工具生成开始的，依次经过地形润色、地形要素编辑、地形细节设置，最终生成较真实的虚拟地形环境。其构建方法如图 1 所示。

2.2 构建优化方法

战场地形生成方法中所谓的优化包含 2 个方面：一是对地形生成先后顺序的优化，二是对各步骤所需要素材及辅助工具的优化。

顺序优化表现在图 1 左侧部分中那些带“*”号的地形生成步骤。从本质上讲，都是地形生成的必要环节，没有先后顺序之分。但考虑到地形建模的方便性和 Unity3d 场景的特点，通常按照“从下到上、从小到大、从疏到密、从点到面”的原则进行。地表纹理处于地形最底层，制作的优先度高，其次是河流水系、道路交通等，从高度上讲，它们往往处于地表之下或紧贴在地表上，制作的优先度应该

是灌木和植被之上。如果先添加了许多树木，那么设置道路或河流时，从视觉上就会受到影响，不便于精细化操作。

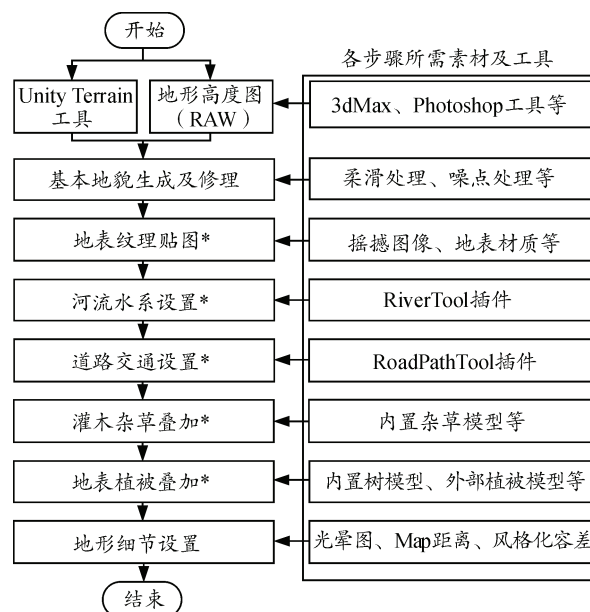


图 1 基于 Unity3d 的虚拟战场地形构建方法

辅助工具优化表现在图 1 右侧大方框中的内容。该内容是结合 Unity3d 平台的开发特点，对各步骤实现的辅助工具和支持方法的描述。辅助工具优化中，即有 Unity3d 内部制作的优化方法，如 Terrain 地形工具的柔滑处理、光晕图的细节设置等，也有外部的插件或文件的引用，如道路工具 RiverTool、河流工具 RiverTool 等。

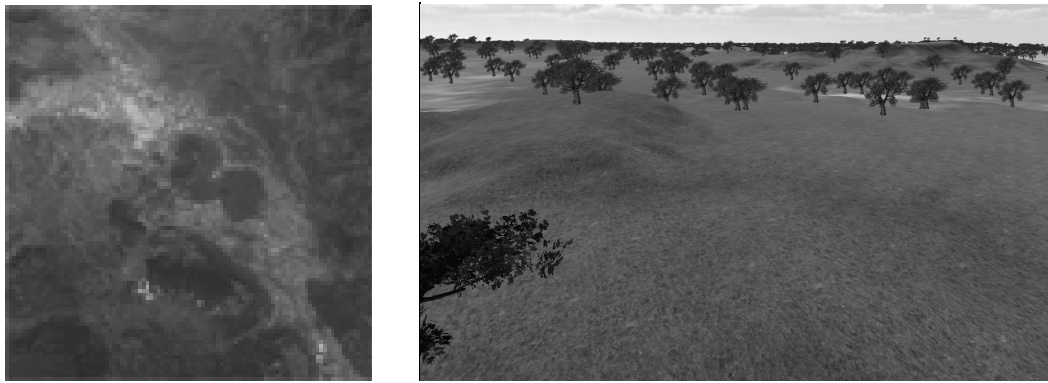
3 虚拟地形生成关键技术

3.1 地形高度图生成与导入

1) 基本地形貌生成方法。

Unity3d 的地形制作分为 2 种类型：一是利用 Terrain 工具，在 SceneView 中使用 height tools 直接绘制地形高程；二是利用外部工具制作的高度图 heightmaps，然后利用 Unit 的 Import Heightmap-Raw 导入高度图的方式生成具有高程的地形。第 1 种方法采用手工直接绘制地形，适合小面积、比较简单地形制作，地形可以随心所欲地制作，但对制作人员技巧要求较高，且耗费时间。第 2 种方法，利用与实现高程基本一致的高度图间接生成地形，适合大面积、较复杂的在地形制作，地形的真实性较好，但对高度图的质量要求较高。对于大型项目来说，建议采用第 2 种方法，如图 2 所示。为了能够较好地理解该方法的效果，用 2 幅图进行比对。图

2(a)是生成 raw 格式的卫星照片的直观图, 图 2(b) 是生成虚拟战场地形的局部截图。



(a) 实地卫片

(b) 虚拟战场地形

图 2 地形貌生成方法

2) HeightMap 数据格式。

Unity3D HeightMap 必须是 16 bit 的 RAW 格式灰度图。Raw 格式是一种灵活的文件格式, 用于在应用程序与计算机平台之间传递图像。Raw 格式由一串描述图像中颜色信息的字节构成。每个像素都以二进制格式描述, 0 代表黑色, 255 代表白色(对于具有 16 位通道的图像, 白色值为 65 535)。格式支持具有 Alpha 通道的 CMYK、RGB 和灰度图像以及无 Alpha 通道的多通道和 Lab 图像。以 Photoshop Raw 格式存储的文档可为任意像素大小或文件大小, 但不能包含图层。Photoshop 指定描述图像所需的通道数以及图像中的任何其他通道。头参数指定在实际的图像信息开始之前, 文件中显示的信息字节数。该值决定了作为占位符插入到文件开头的 0 的数目。默认情况下没有头(头大小=0)。以 Raw 格式打开文件时可以输入头, 用隔行或非隔行格式存储图像。如果选择隔行格式, 颜色值(如红、绿和蓝)按顺序存储, 选择哪种格式取决于将打开文件的应用程序的要求。

3) 灰度与高度的转换算法及限制处理。

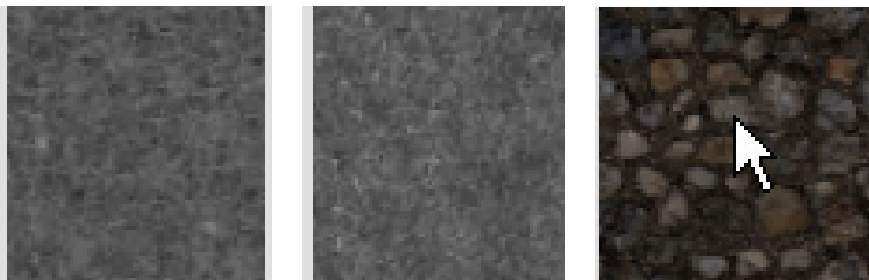
高度图制作需要有一幅灰度图来生成。灰度图制作的工具有 3dMax、Photoshop 等, 还可以通过

其他方式获取灰度图, 如 Google 地图下载等。灰度数据可以转换为地形高度数据, 其转换方法为: 灰度 $\times 3-250$ =高度。如果灰度值为 83, 则对应的地形海拔约为 0 m, 灰度值 117 对应的地形高度为 100 m, 以此类推。该计算方法可用于对灰图值进行精确的细化和修改。

该方法的局限性在于灰度值大小的限定。灰度值为 0~255。最高点灰度值 255 大约对应的地形是 515 m。灰度图所做出来的地图最大海拔也不过就是约 515 m。解决的技术方法有 2 种, 一是在 Unity3d 场景中进行手动修正, 添加超过高程限制的高地或洼地; 二是通过设置 terrain 的绝对高度和相对比高来实现真实的高程。

3.2 地表纹理设置

为了增加真实性和美观度, 虚拟战场的地表纹理进行 2 方面处理。一是在地表添加精度较高的卫星照片贴图, 使起伏的地貌上展现地形原貌, 达到总体视觉逼真的效果。二是针对局部地表特性, 在地表添加细节不同类型的地表贴图, 达到局部视觉逼真的效果。图 3(a)显示的是杂草地表, 图 3(b)是泥土地表, 图 3(c)是碎石地表, 根据地形需要, 还可以添加多种特定的地表贴图。



(a) 杂草地表

(b) 泥土地表

(c) 碎石地表

图 3 地表纹理素材

3.3 道路交通设置

道路交通具有弯曲多变、形状不定的特性。其构建方式有：1) 通过地表贴图的方式设置道路，该方式适用于构建不规则的碎石路、乡间土路等，如



(a) 虚拟战场乡间路

图 4(a)所示；2) 通过专业的插件制作道路，如 EasyRoad3D 和 RoadPathTool 等 Unity 插件工具，能保证距离较长的、道路较好的紧贴在地面，该方式适用于构建高等级的公路、铁路等，如图 4(b)。



(b) 虚拟战场公路

图 4 道路交通效果

3.4 植物种植设置

一般情况下，战场地形表面会被大量的树木和灌木等植物所覆盖；因此，虚拟战场地理环境也必须在植物的表现形式上力求准确和真实。所谓植物种植准确，是指植物的种类、植物覆盖的范围、植物疏密的程度、植物生长的高度等基本属性，应该与实际地形相一致。对于大范围的地理环境，可以通过卫星照片等其他资料作为参考，利用 Unit3d 自带的种植树工具即可完成。所谓植物种植的真实，是指植物的特性表现应该与当前的季节、战场氛围等相衬托，如夏天时有大片的树荫、秋天的叶子部分泛黄、北方冬天时树上通常会有冰雪等。可以通过引入较专业的树木、灌木模型来达到特殊的效果。

3.5 地质细节设置

地形中的草地、岩石面、河道等特殊地质的细节，可通过给地形添加纹理的贴图方法来实现。可以使用 Unit3d 自带的地形编辑工具，从文件中添加材质，设置材质的长度和宽度，设置笔刷的大小、强度和融合度，之后在需要种植植被(如各种草地)的区域进行绘制。

4 结论

对于虚拟战场地理环境构建，笔者主要从战场地理的要素出发，研究了基于 Unit3d 开发引擎的虚

拟战场地理环境构建方法，并根据项目开发实践经验，提出了地形生成顺序以及各步骤素材和工具的优化方法。并对地形高度图生成、在形纹理、道路交通、地质细节设置等部分的关键技术和方法进行探讨。虚拟战场环境的构建只有以上要素是远远不够的，例如，还需要增加气象天候环境和人工战场设施环境。气象天候环境包括雾、雨、雷、电、风、雪等要素设置，可通过 UniStom、UniSky 等专业的气象插件来实现。除此之外，人工战场设施环境包括工事、指挥所、碉堡等人为构置战场目标，可通过导入 FBX 格式外部模型来实现。

参考文献：

- [1] MGPI. Vega Programmer's Guide[S]. Version 3.7 for Windows NT and Windows 2000. MultiGen-Paradigm Inc., 2001: 23-28.
- [2] 王锐, 钱学雷. OpenSceneGraph 三维渲染引擎设计与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009: 14-19.
- [3] 张曙, 王异凡, 陈国柱. 虚拟仪器技术在 SVC 控制系统中的应用[J]. 机电工程, 30(6): 737-740.
- [4] 全军军事术语管理委员会, 军事科学院. 中国人民解放军军语[M]. 北京: 军事科学出版社, 2011: 97.
- [5] 中国人民解放军总参谋部军训部. 军事地形学[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 11-16.
- [6] 李志亮, 邢国平, 崔跃山, 等. 面向语义的物联网战场感知模型[J]. 兵工自动化, 2013, 32(11): 77-80.