

Vega Prime

视景仿真开发技术

万明 樊晓光 南建国 等编著



國防工業出版社
National Defense Industry Press

Vega Prime 视景仿真开发技术

万 明 樊晓光 南建国 王 星 王 勇
寇亚楠 敬 军 程 军 莫停飞 代 忠 编著
褚真福 丛 伟 黄 雷 褚文奎 魏 斌

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

视景仿真技术是计算机技术在虚拟现实领域的典型应用技术之一。本书循序渐进、系统翔实地介绍了 Vega Prime 各组成模块的功能、结构和使用方式,涵盖了 Vega Prime 视景仿真开发中的重要概念、丰富功能和具体技术。通过详细的项目配置和代码设计实例,深入浅出地给出了基于 Vega Prime 的视景仿真应用开发方式与方法。

本书适用于从事视景仿真应用设计的技术人员,也可作为大专院校进行计算机视景仿真教学的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Vega Prime 视景仿真开发技术 / 万明等编著. —北京:国防工业出版社, 2015. 6
ISBN 978 - 7 - 118 - 10166 - 9

I. ①V… II. ①万… III. ①仿真程序 - 程序设计
IV. ①TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 112746 号

※

国防工业出版社 出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)
三河市腾飞印务有限公司印刷
新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 17 字数 385 千字
2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 68.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777 发行邮购:(010)88540776
发行传真:(010)88540755 发行业务:(010)88540717

前 言

视景仿真(Visual Simulation)又称虚拟现实仿真(Virtual Reality Simulation),是21世纪最有前景的科学技术之一。它是计算机技术、图形图像技术、音响音效技术、自动控制技术等多种高科技的结合,是延伸人类感觉器官、拓展认知领域的一门科学。

视景仿真基于可计算信息构建沉浸式的人机交互环境。具体地说,就是根据相似原理,以计算机技术为核心,将研究对象进行数学描述、建模,并利用计算机来逼真模拟系统中的研究对象,借助其他现代高科技手段,生成逼真的视、听、触、嗅觉一体化的虚拟环境,以自然的方式与虚拟环境中的对象进行交互作用、相互影响,从而产生接近于真实环境的“沉浸式”感受和体验。

作为计算机技术中最前沿的应用领域之一,视景仿真技术在我国已广泛使用于各研究和应用领域,例如:商业领域的漫游系统、商业游戏、模拟驾驶等,工业领域的零件建模、虚拟装配等,军事领域的数字沙盘、装备操作训练、战场环境虚拟、武器装备效能仿真评估等,以及教育教学领域的方方面面。视景仿真技术发展前景十分诱人,是一项快速发展中的、具有深远的潜在应用方向的新技术。

本书的主要目的是通过对 Vega Prime 视景开发软件的阐述,为基于 Vega Prime 的视景应用开发提供指导和帮助。需要说明的是,本书并不是 Vega Prime 帮助手册的中文翻译,而是通过系统的内容选择、翔实知识讲解、丰富的演示实例、通俗的语言表达,既突出 Vega Prime 软件中最基础、最常用、最重要的部分,又具有一定的深度,剖析其内部运行机制和设计思路,以便读者更好地理解其运行的原理、方式,开发高级视景仿真应用。读者在使用本书的同时,可以交叉使用 Vega Prime 软件提供的帮助文档和应用实例,以便更好、更有效地掌握 Vega Prime。

第1章对 Vega Prime 的特性、相关的概念、安装配置等进行了介绍,同时给出了第一个应用实例,分析了每个步骤的重要知识点。通过此章,用户可以快速了解 Vega Prime,建立初步的视景应用开发基础。

第2章和第3章,侧重 Vega Prime 的两个重要基础知识进行阐述。第2章介绍坐标系及其转换的相关知识,视景仿真应用必然是三维空间的仿真,因此首先了解 Vega Prime 的坐标系结构及其使用方法是整个应用开发的基础。第3章重点说明 VSG 模块(为 Vega Prime 的基础)中的实用类,该部分所述内容将不断出现于后续各个章节中,因此也先行说明。

从第4章开始,系统介绍 Vega Prime 中的各个模块。作为 Vega Prime 开发的基础,应用配置文件提供了快速的可视化应用配置方式,能够有效提高 Vega Prime 应用开发的效率。本章系统介绍基本应用配置文件中的相关类,对其功能、接口、使用方式进行了详细阐述。

第5章介绍场景显示特效,包括19种基本显示特效、光束显示效果、阴影显示效果、摄像显示效果、风吹显示效果,以及海洋显示效果,该部分内容是最具有视觉冲击效果的内容。

第6章介绍运动控制与碰撞检测,通过该章的内容学习,读者能够建立具有交互性的视景仿真应用。该部分内容介绍了8种运动控制策略和7种碰撞检测算法,通常能满足大多数视景仿真应用开发的需要。

第7章介绍大地形数据库管理。在地形勘测、卫星遥感、军事应用领域,大地形是常见的应用场景,有时需要建设大至几百千米、几千千米范围内精细的地形地貌,对于这样的海量数据视景仿真,Vega Prime的大地形管理方式与开发模块提供了极为有效的管理和显示方式。

第8章介绍运动路径管理模块。作为运动策略的一种,运动路径管理不是依靠外部输入控制对象运动,而是基于预定的轨迹控制对象的运动。该模块可用于运动轨迹回放、军事训练过程回放与讲评等场合。

第9章对一些小的模块,如平面显示模块、声音控制模块,以及类似于通用程序设计中经常用的定时器类进行了说明,以便系统、完整阐述Vega Prime的具体内容。

第10章(最后一章),对Vega Prime自带的一些小工具,包括统计信息浏览器、DDS图片创建工具、VSB模型创建工具、VSB模型浏览器、分布式渲染和代理工具、SpeedTree-CAD,进行了简要介绍。

最后在附录中,给出了Vega Prime的模块组成和按键定义。

参加本书编写的同志还有樊晓光、南建国、王星、王勇、寇亚楠、敬军、程军、莫停飞、代忠、嵯真福、丛伟、黄雷、褚文奎、魏斌等。在编写过程中,杨永健、黄金科等同志也给出了一些很好的建议,在此一并表示衷心谢意。

笔者近年编写了一些计算机领域的教材和专著,深感编撰图书是件艰难的苦差事。尽管费劲心血,但纰漏和错误也在所难免。恳请广大读者和同仁批评指正,以便再版时加以修订,使它能更令人满意一些。

万明

2015年1月

目 录

第 1 章 Vega Prime 概述	1
1.1 Vega Prime 简介	2
1.1.1 基本结构	2
1.1.2 模块组成	3
1.1.3 附加模块	6
1.1.4 第三方插件	6
1.1.5 辅助开发工具	9
1.2 Vega Prime 的安装	10
1.2.1 安装需求	10
1.2.2 目录结构	11
1.3 Vega Prime 中的若干基本概念	12
1.3.1 ACF 文件	12
1.3.2 VSB 文件	12
1.3.3 DDS 纹理	12
1.3.4 MetaFlight 文件	12
1.3.5 支持的模型格式	13
1.3.6 支持的纹理格式	13
1.4 Vega Prime 程序初步	13
1.4.1 第一个示例程序 vp_simple	13
1.4.2 vpApp 类详解	16
1.4.3 模块及其初始化	18
1.4.4 截取和绘图	19
1.5 Vega Prime 使用中的若干表示方法	20
1.5.1 对象、实例和单独类	20
1.5.2 嵌套类	20
1.5.3 get - set 函数对	21
1.5.4 数据库单位	21
本章小结	22
第 2 章 坐标系及其变换	23
2.1 Vega Prime 空间坐标系	23

2.1.1	空间坐标系分类	23
2.1.2	椭球体	26
2.1.3	投影方式	27
2.1.4	坐标系	29
2.1.5	坐标转换	30
2.2	空间坐标系的变换	31
2.2.1	坐标变换的一般过程	31
2.2.2	用 LynX Prime 配置坐标变换	32
2.2.3	用编程方式为实例关联坐标转换	34
2.2.4	Geodetic 与 Geocentric 坐标系的相互转换	36
2.2.5	Geodetic 与投影坐标系的相互转换	37
2.2.6	Geocentric 与投影坐标系的相互转换	38
2.3	平面坐标系及其变换	39
2.3.1	Vega Prime 中的各种平面坐标系	39
2.3.2	平面坐标系的转换	41
2.4	笛卡儿直角坐标系之间的变换	41
2.4.1	坐标转换方法	41
2.4.2	坐标转换实例	42
	本章小结	44
第 3 章	VSG 实用类	45
3.1	数学类型	45
3.1.1	数学	45
3.1.2	向量	46
3.1.3	矩阵	47
3.2	字符串	51
3.3	几何图形	52
3.3.1	线段	52
3.3.2	平面	53
3.3.3	球体	53
3.3.4	盒子	53
3.3.5	平截头体	54
3.4	文件目录	55
3.4.1	目录	55
3.4.2	文件	56
3.4.3	搜索路径	59
3.5	网络通信	60
3.5.1	管道	60
3.5.2	TCP 管道	62

3.5.3	UDP 管道	67
3.6	线程与锁	70
3.6.1	线程	70
3.6.2	线程锁	72
3.6.3	线程同步实例	72
	本章小结	75
第 4 章	基本应用配置文件相关类	76
4.1	内核类	76
4.1.1	仿真中的帧循环	77
4.1.2	内核类的接口函数	78
4.1.3	内核的相关事件	80
4.2	搜索路径类	81
4.3	管道类	81
4.4	窗体类	82
4.5	通道类	83
4.6	场景类	86
4.7	对象类	86
4.8	观察点类	88
4.9	仿真环境相关	91
4.9.1	全局环境类	91
4.9.2	环境类	92
4.9.3	太阳类	94
4.9.4	月亮类	94
4.9.5	星体类	95
4.9.6	天体类	95
4.9.7	云层类	95
4.9.8	风类	96
4.10	回收服务类	97
	本章小结	97
第 5 章	场景显示特效	98
5.1	基本特效模块	98
5.1.1	特效的抽象基类	100
5.1.2	刀刃特效	101
5.1.3	线条特效	102
5.1.4	导弹尾烟特效	102
5.1.5	粒子系统特效	103
5.1.6	飞行色带特效	106

5.1.7 基本特效的配置	106
5.2 光束效果模块	106
5.2.1 类组成与功能	106
5.2.2 光束效果的配置	108
5.3 阴影效果模块	109
5.3.1 类组成与功能	109
5.3.2 阴影效果的配置	109
5.4 摄像效果模块	110
5.4.1 摄像机效果	110
5.4.2 摄像机	113
5.4.3 摄像效果的配置	113
5.5 风吹效果模块	113
5.5.1 风吹效果类	113
5.5.2 风吹效果的配置	114
5.6 海洋特效	115
5.6.1 海洋	115
5.6.2 海浪	118
5.6.3 船体	123
5.6.4 船体运动策略	125
5.6.5 船体运动特效	126
5.6.6 海洋特效的配置	128
本章小结	131
第6章 运动控制与碰撞检测	132
6.1 输入设备	132
6.1.1 元输入设备	132
6.1.2 输入设备与组合输入设备	134
6.1.3 键盘输入设备	136
6.1.4 鼠标输入设备	137
6.1.5 跟踪输入设备	138
6.2 运动控制	143
6.2.1 UFO 运动	144
6.2.2 飞行运动	145
6.2.3 驾驶运动	146
6.2.4 一般行走运动	147
6.2.5 第一人称行走运动	148
6.2.6 限制区域运动	149
6.2.7 旋转运动	150
6.2.8 系留运动类	151

6.3	碰撞检测	152
6.3.1	Z 碰撞检测类	153
6.3.2	ZPR 碰撞检测类	153
6.3.3	XYZPR 碰撞检测类	153
6.3.4	HAT 碰撞检测类	153
6.3.5	LOS 碰撞检测类	154
6.3.6	Tripod 碰撞检测类	154
6.3.7	Bump 碰撞检测类	155
6.4	地面爬行运动	155
	本章小结	156
第7章	大地形数据库管理	157
7.1	MetaFlight 文件简介	157
7.1.1	MetaFlight 数据库 Database	158
7.1.2	CTS 地形数据	159
7.1.3	CTS 网格	167
7.2	MetaFlight 模块	168
7.3	vpLADBM 模块	172
7.3.1	几何网格数据集	172
7.3.2	分页策略点	173
7.3.3	虚拟纹理中心计算	173
7.3.4	LOSP 碰撞检测	173
7.4	vpVT 模块	174
7.4.1	虚拟纹理数据集	174
7.4.2	虚拟纹理技术	175
7.4.3	虚拟纹理管理器	178
7.4.4	虚拟纹理中心	178
7.5	大地形数据库/文件的配置使用方法	178
7.5.1	MetaFlight 数据库	178
7.5.2	TXP 数据文件	181
7.5.3	超纹理文件	181
	本章小结	182
第8章	运动路径管理	183
8.1	模块功能与组成	183
8.2	路径与路径点	184
8.2.1	路径点	185
8.2.2	路径点集合	185
8.2.3	路径	186

8.2.4	路径配置文件	191
8.3	路径插值算法	196
8.3.1	线性插值算法	197
8.3.2	Cardinal 样条插值算法	197
8.3.3	Hermite 样条插值算法	197
8.3.4	Kochanek - Bartel 样条插值算法	197
8.4	路径导航	198
8.4.1	路径导航类	198
8.4.2	导航配置文件	200
8.4.3	路径导航事件	206
8.5	路径点的状态	207
8.5.1	路径运动状态	207
8.5.2	路径视线状态	207
8.5.3	路径渲染状态	208
8.6	路径管理应用实例	209
	本章小结	214
第9章	其他常用模块	215
9.1	平面模块	215
9.1.1	点到点线条	217
9.1.2	带状线条	217
9.1.3	二维文字	217
9.1.4	二维图片	218
9.1.5	实例分析	219
9.2	声音模块	223
9.2.1	声音播放	224
9.2.2	环境音播放	224
9.2.3	空间音播放	224
9.2.4	声音收听	225
9.2.5	实例分析	225
9.3	定时器	228
9.3.1	定时器类	228
9.3.2	实例分析	228
9.4	统计信息服务器模块	229
	本章小结	230
第10章	辅助开发工具	231
10.1	统计信息浏览器	231
10.1.1	vpApp 类的统计信息显示	231

10.1.2 统计信息浏览器的使用	232
10.2 DDS 图片创建工具	234
10.2.1 命令行使用方式	234
10.2.2 图形用户接口使用方式	235
10.3 VSB 模型创建工具	236
10.3.1 命令行使用方式	236
10.3.2 图形用户接口使用方式	238
10.4 VSB 模型浏览器	240
10.5 分布式渲染和代理工具	241
10.5.1 代理	241
10.5.2 分布式渲染	243
10.5.3 配置实例	244
10.6 SpeedTreeCAD	247
本章小结	247
附录 A Vega Prime 模块组成	248
附录 B vrWindow 按键枚举变量	255
参考文献	260

第 1 章 Vega Prime 概述

视景仿真渲染工具 Vega Prime 是世界上领先的,应用于实时视景仿真、声音仿真和虚拟现实等领域的软件环境,它用来渲染战场仿真、娱乐、城市仿真、训练模拟器和计算可视化等领域的视景数据库,实现环境效果等的加入和交互控制。Vega Prime 代表了视景仿真应用程序开发的巨大进步,它使视景仿真应用程序快速准确的开发变得易如反掌,是最具有适应性和可扩展性的商业软件。

Vega Prime 在提供高级仿真功能的同时还具有简单易用的优点,使用户能快速准确地开发出合乎要求的视景仿真应用程序。它将易用的工具和高级视景仿真功能巧妙地结合起来,从而可使用户简单迅速地创建、编辑、运行复杂的实时三维仿真应用。Vega Prime 还包括许多有利于减少开发时间的特性,使其成为现今最高级的商业实时三维应用开发环境。这些特性包括自动的异步数据库调用、碰撞检测与处理、对延时更新的控制、可扩展可定制的文件加载机制、对平面或球体的地球坐标系统的支持、对应用中每个对象进行优化定位与更新的能力、星象模型、各种运动模式、环境效果、模板、多角度观察对象的能力、设备输入输出支持、代码的自动生成和上下文相关帮助等。通过使用 Vega Prime,用户能把时间和精力集中于解决应用领域内的问题,而无须过多考虑三维编程的实现。此外,Vega Prime 具有灵活的可定制能力,使用户能根据应用的需要调整三维程序。由于它大幅度减少了源代码的编写,使软件的进一步维护和实时性能的优化变得更容易,从而大大提高了开发效率。使用它可以迅速地创建各种实时交互的三维视觉环境,以满足各行各业的需求。

除此之外,Vega Prime 还具有以下特性:

(1) 跨平台性:它支持 Microsoft Windows、SGI IRIX、Linux、Sun Microsystems Solaris 等操作系统,并且用户的应用程序也具有跨平台特性,用户可在任意一种平台上开发应用程序,而且无须修改就能在另一个平台上重新编译运行。

(2) 高效的生产率:Vega Prime 是对普通视景仿真应用的高级抽象,它提供了许多高级功能,能满足现今绝大部分视景仿真应用的需要,同时还具有简单易用的特性,因此具有高效的生产率,它可让用户集中精力解决与特定应用领域相关的问题。

(3) 可定制用户界面和可扩展模块:Vega Prime 可扩展的插件式体系结构采用了最复杂的技术,提供了最简单的使用方法,它可进行最大可能的定制,用户可根据自己的需求来调整三维应用程序,能快速设计并实现视景仿真应用程序,用最低的硬件配置获得高性能的运行效果。

(4) 与 C++ 标准模板库(Standard Template Library, STL)兼容。

(5) 支持双精度浮点数。

(6) 同时支持 OpenGL 和 DirectX。

(7) 支持 MetaFlight 文件格式,极大地扩展了 OpenFlight 的应用范围。

1.1 Vega Prime 简介

1.1.1 基本结构

Vega Prime 的基本结构如图 1.1 所示。

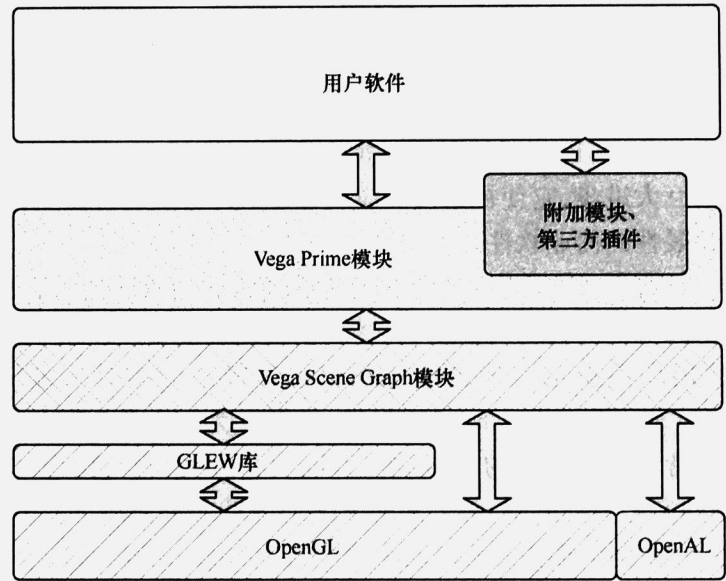


图 1.1 Vega Prime 的基本结构

1. OpenGL 和 OpenAL

Vega Prime 的最底层是 OpenGL 和 OpenAL。OpenGL(Open Graphics Library)是计算机行业领域中最广泛接纳的 2D/3D 图形 API 之一。与另一种图形 API DirectX 相比,OpenGL 具有更好的软硬件兼容性。OpenAL(Open Audio Library)是自由软件界的跨平台音效 API,用于提供音频控制功能。

2. GLEW 库

GLEW 库(OpenGL Extension Wrangler Library)是一种跨平台的开源 C++ 扩展库,用于帮助 C/C++ 开发者初始化 OpenGL 扩展功能,并书写可移植的应用程序。GLEW 库当前支持的操作系统包括 Windows、Linux、Darwin、Irix 和 Solaris。

3. VSG 模块

Vega Prime 直接基于 VSG(Vega Scene Graph)创建。VSG 是一组高级跨平台场景渲染 API,在为视景仿真和可视化应用提供的各种低成本商业开发软件中,VSG 具有最强大的功能,它为仿真、训练和可视化等高级三维应用开发人员提供了最佳的、可扩展的基础。VSG 具有极高的高效性、优化性和可定制性,无论用户有何需求,都能在 VSG 基础之上快速高效地开发出满足需要的视景仿真应用程序,是开发三维应用程序的最佳基础。Vega Prime 包括了 VSG 提供的所有功能,并在易用性和生产效率上作了相应的改进。

VSG 具有以下特性:

- (1) 帧频率控制;

- (2) 内存分配;
- (3) 内存泄漏跟踪;
- (4) 基于帧的纹理调用;
- (5) 异步光照处理;
- (6) 优化的分布式渲染;
- (7) 跨平台可扩展的开发环境,支持 Windows、Irix、Linux 和 Solaris;
- (8) 与 C++ STL 相兼容的体系结构;
- (9) 强大的可扩展性,允许最大程度的定制,使得用户可调整 VSG 来满足应用需求,而不是根据产品的限制来调整应用需求;
- (10) 支持多处理器、多线程的定制与配置;
- (11) 应用程序也具有跨平台性,用户在任意一种平台上开发的应用程序无须修改就能在另一个平台上编译运行;
- (12) 支持 OpenGL 和 DirectX 的优化的渲染功能,应用程序能基于 OpenGL 或 DirectX 运行,其间无须改动程序代码;
- (13) 支持双精度浮点数,可使几何物体和地形在场景中精确地放置与表示;
- (14) 支持虚拟纹理、软件生成图像的动态查阅。

VSG 的组成模块包括:Scene Library(场景库)、Rendering Library(渲染库)、Virtual Texture(虚拟纹理)、Node Loaders(节点加载)、Geo - Builder(几何图形创建)、Texture Loaders(纹理加载)、Image Loaders(图像加载)、Font Loaders(字体加载)、Shader Loaders(阴影加载)、Statistics(统计功能)、Utility Library(实用类/函数库)等。

4. Vega Prime 及其附加模块、第三方模块

在 VSG 之上,才是 Vega Prime,其中封装了大量仿真应用类。除基本的 Vega Prime 组成部分之外,Vega Prime 还配套有一些附加模块,以及一些第三方模块,使用这些模块通常需要另付费。

1.1.2 模块组成

Vega Prime 的 API 结构主要以模块的方式进行组织,包括 19 个模块:

(1) Vega Prime:主模块,封装了最基本、最主要、最核心的若干类,包括用于建立仿真程序的应用、内核、管道、窗体、通道等,用于建立仿真环境的场景、对象、变换、观察点、光照等,用于模拟现实情况的碰撞检测,用于实现空间变换的坐标管理等。

(2) Environment:环境模块,封装了各种天体及气象效果,包括天体、太阳、月亮、星星,以及云、雪、雨、风等。

(3) Motion:运动特效,用于实现多种物体运动策略,包括飞行、车辆驾驶、人的行走、旋转等。

(4) Statistics:统计模块,用于统计和显示程序运行性能。

(5) Special Effects:特效模块,用于实现仿真中常用的各种显示特效,例如爆炸、火焰、闪光、彩带、冒烟等,如图 1.2 所示。

Vega Prime FX 模块为实时三维应用中大量特殊效果的仿真提供跨平台,且扩展性良好的开发环境。所有的效果都能采用 LynX Prime GUI 配置工具或直接通过 API 进行访



图 1.2 Vega Prime Special Effects

问、修改,并添加到具体应用中。同时,采用 Vega Prime FX,仅需要对某些视觉属性进行预定义或调整,就能够定制场景中效果的显示、时间、触发以及性能特征。

Vega Prime FX 提供可完全定制和升级的粒子系统,能够极其方便地进行粒子特效的定制和构建。配置属性包括速度、重力、颗粒大小和颗粒生命周期等。除了可创建定制的特殊效果外,用户还能够直接访问任意 Vega Prime 应用中的预定义特效。并且,联合 GUI 配置工具,如向导工具和先进的 API 功能,能为简单快速地创建和展开实时三维应用提供理想的特殊效果。

(6) Marine:海洋模块,用于创建针对海洋仿真的各种应用(图 1.3)。



图 1.3 Vega Prime Marine

Vega Prime Marine 在实时三维仿真应用中用于创建极具真实感的海洋、湖泊、海岸线等,能够方便地在任何 Vega Prime 应用中添加动态的水流表面效果,充分满足交互式实时三维仿真与训练中对综合动态海洋表面的真实性和准确性要求。该模块提供高性能海浪模型,可轻松控制海浪的形态,包括在风力影响下海浪的方向、高度、长度和形式分布。

开发者能够定义船体特征和参数,以控制船首、船尾、船体外观。海浪的大小和形状完全吻合船体的大小、形状和速度。该特征使用户能够对仿真环境下船体的速度、机动性和转向进行控制。此外,Vega Prime Marine 支持多洋面和多观察点,并支持正确的真实感海岸线浅水动态仿真,包括海浪冲击效果,水深变化效果和沙滩效果。

(7) Overlay:平面模块,在三维场景中增加对二维显示的支持,包括平面的线条、图片、文字等。

(8) Path:路径模块,用于管理物体运动的轨迹。

(9) Shadow:阴影模块,用于实现物体在有光照时产生的阴影效果。

(10) Speed Tree:风吹模块,用于模拟风吹拂时树木等的摇曳效果(图 1.4)。



图 1.4 Vega Prime Speed Tree

SpeedTree 模块能够在实时帧率下进行植被景观的定义与渲染。该模块集成来自 IDV 公司的获奖产品 SpeedTree 技术。SpeedTree 模块能够对 Vega Prime 应用中高密度植被进行定义和渲染,并能在达到最佳视觉效果的同时保持原有的渲染效率不变。Speed-Tree 模块能生成具备碰撞映射、阴影和精细纹理的植被效果,并提供具有 200 种树和植物种类的模式库,包括阔叶树、针叶树、棕榈树、仙人掌和灌木,并允许对现有树型进行修改,并创建新的树型。

(11) Camera: 摄像机模块,用于模拟各种摄像机录像效果,包括摄像机抖动、模糊、噪声、饱和、荧光、反转、黑白等(图 1.5)。

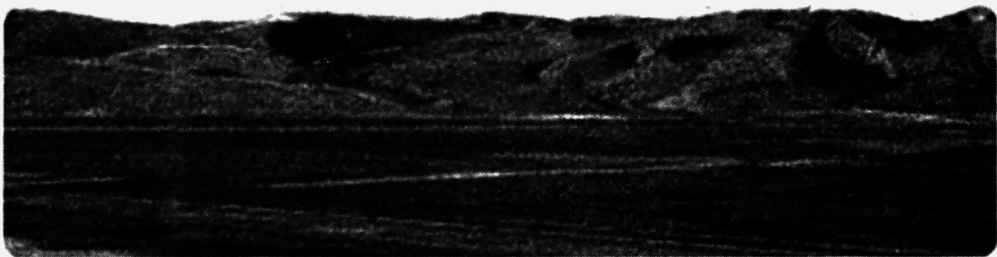


图 1.5 Vega Prime Camera

Vega Prime Camera 模块能够模拟出用于任何类型的监视工具或闭路电视系统视频或光学设备的彩色或黑白效果。Vega Prime Camera 为操纵仿真、无人机、安全演练、突发事件响应等多种应用提供理想的工具。各种效果能通过 LynX Prime GUI 接口或 Vega Prime API 进行组合,添加到任何 Vega Prime 场景中,并提供多种类的镜头特效。

(12) Light Lobes: 光束模块,用于模拟探照灯等光束效果(图 1.6)。

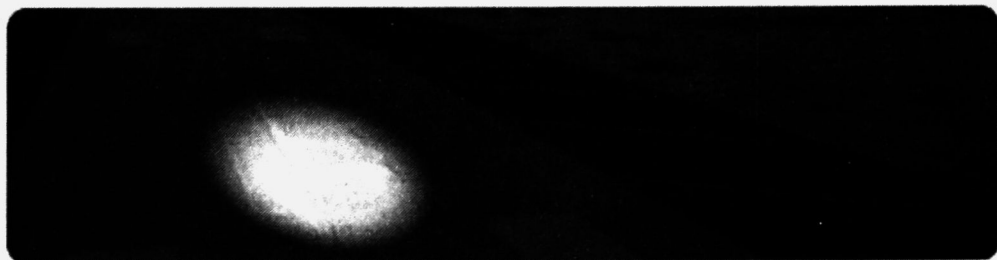


图 1.6 Vega Prime Light Lobes

Vega Prime Light Lobes 模块为 Vega Prime 应用提供极具真实感的照明效果。能够创建真实的场景照明且避免产生错误的贴图效果,且支持实时帧率下的大量移动光源模拟