

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2013.04.007

# 基于 Vega 的爆炸毁伤视景仿真技术研究\*

王 平<sup>①③</sup> 陈智刚<sup>①</sup> 郭光全<sup>②</sup> 孙玉振<sup>③</sup> 李益强<sup>③</sup>

①中北大学地下目标毁伤技术国防重点实验室(山西太原,030051)

②晋西集团(山西太原,030027)

③77538 部队(西藏拉萨,850000)

[摘 要] 文章在对可视化视景仿真技术理论研究的基础上,分析建立了爆炸毁伤视景仿真系统的体系结构,论述了在 Vega 软件环境下特殊爆炸毁伤效果的不同实现方式,包括基本特效、通过 API 接口设置特效以及自定义粒子系统对特效的影响。综合运用这些方法能够有效提高特定目标遭到打击后爆炸毁伤的视景仿真效果。

[关键词] 爆炸毁伤 可视化 视景仿真 Vega 软件

[分类号] TP391.9

## 引言

可视化视景仿真技术在军事仿真领域的运用越来越深入,军事仿真技术的发展也日新月异。其中军事目标遭到打击后爆炸毁伤仿真场景的视觉保真度,直接影响着武器系统整个战斗过程仿真的真实度。基于其在军事仿真中的巨大作用,因此提高爆炸毁伤视景仿真场景的视觉保真度具有较大的研究价值。

Vega 是目前一款非常优秀的视景仿真软件,具有多种快速有效的编程工具。它提供了友好的图形环境用户界面、灵活的 Visual C++ 程序接口、多种便捷的可视化编辑工具以及各种实用库函数,避免了编写大量的复杂代码,使得视景仿真程序的编辑过程大大简化<sup>[1]</sup>。本文主要研究的是利用 Vega 软件开发出高保真度的爆炸毁伤视景仿真场景。

## 1 爆炸毁伤场景主要特效

不同目标(如建筑物、工事、飞机等)遭到攻击后,会产生不同的爆炸毁伤效果,特定目标爆炸并损坏,伴随着剧烈的燃烧、滚滚的浓烟和地面出现弹坑等现象。这需要在爆炸毁伤视景仿真中突出表现火焰、烟雾、气浪、爆炸碎片、空气冲击等视觉效果。

以上特效用一般的仿真建模方式来表现难度大,且效果不佳,而在 Vega 软件环境下通过一定的技术手段,使用其特效模块就能模拟仿真出高保真度的特殊视觉效果。该模块提供的特效纹理渲染方式和自定义粒子系统,更加提高了爆炸毁伤视景仿真所要求的视觉特效效果<sup>[2]</sup>。

## 2 视景仿真系统结构与功能

### 2.1 总体结构框架

根据想定的爆炸毁伤过程,初步建立好整个仿真系统的总体框架。依照框架用 Creator 建模软件搭建起战场环境,建立三维大地形、工事、街道、桥梁、植被、建筑物等模型,并导入 Vega 中。再参照规划设想计算出仿真需要的模型和特效(如火焰、烟雾、气浪等)的各项属性参数,并输入到 Vega 中。同时再设定好目标破坏过程、破坏形态等仿真参数,通过特效纹理渲染方式和自定义粒子系统的进一步修饰,最后实现完整的爆炸毁伤视景仿真过程。

仿真场景的三维动静态模型以及特效的实时属性参数存储在模型和特效数据库中。各个不同模块之间的参数主要由系统主控制模块负责进行实时调控<sup>[3]</sup>。爆炸毁伤视景仿真系统整体结构见图 1。

### 2.2 各模块的相关职能

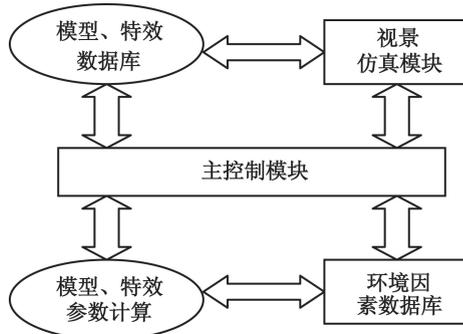


图 1 视景仿真系统结构框架

Fig. 1 Framework of the visual simulation system

\* 收稿日期: 2013-03-29

作者简介: 王平(1986~),男,硕士,主要从事爆炸毁伤视景仿真研究。E-mail:wang.ping860307@163.com

### 2.2.1 三维动静态模型定义模块

三维动静态模型导入到 Vega 中后,需要由三维动静态模型定义模块定义其在仿真场景中的各项属性参数。该模块起到的主要作用是构建一个可以动态调用的完整模型数据库,模型库主要存储 \*.flt、\*.fst、\*.3ds、\*.max、\*.inta 等 Vega 软件兼容的模型数据格式,但通常情况下都统一使用 \*.flt 模型格式。这些三维动静态模型主要包括:1) 工事、建筑物、桥梁、道路等静态模型;2) 飞机、坦克、发射车辆、导弹等动态模型;3) 陆地、海洋、河流、山地、植被等地形模型;4) 燃烧火焰、爆炸碎片、烟雾模型以及各种特效渲染装饰模型。

### 2.2.2 模型及特效参数计算模块

该模块不仅要建立爆炸毁伤过程中目标三维模型与各种特效的映射关系,更重要的是在实时的三维视景仿真中不间断地调用各类数值计算结果并进行准确快速的转换,及时向主控制模块提供三维模型、特效计算参数,并使其能够及时准确地调用模型库的内部数据。

### 2.2.3 视景仿真及主控模块

整个仿真系统真正的核心是视景仿真及主控模块,系统的初始化、视觉特效显示、人机交互操作等过程由视景仿真模块来负责,各个仿真单元模块的顺序、内容及进行方式都由主控模块来主导。动静态的三维模型根据仿真过程中特有和设定的作用规律,并联系模型、特效参数计算模块提供的实时数据,最后实现整个三维视景仿真的实时演示<sup>[4]</sup>。

## 3 爆炸毁伤效果仿真的实现方式

### 3.1 爆炸毁伤基本特效

Vega 特殊效果模块提供了 12 种定义好的特效,如地面爆炸 (explosion)、闪光 (flash)、烟雾 (smoke)、碎片 (debris)、空中爆炸 (flak) 等,这些特效都是基于粒子系统的特效模式,其属性是封闭的,不能直接控制更改,在条件合适或仿真要求不高的情况下可直接使用。下面使用自定义特效对建筑物遭受到炮火打击后爆炸起火的场景进行仿真。

各类三维场景模型准备好后,运用特殊效果模块创建特效(表 1),创建的 ADF 文件部分代码为:

```
speffx explosion {
  type 0;
  alpha 1;
  auto 1;
  deffadedur on;
  offset 0 1 5 0 0 0 0 0;
  position 0 0 0 0 0 0;
```

```
repmsk 0x1;
xfmdlist 1;
fxupproc 0;
}
.....
speffx debris {
  type 3;
  alpha 1;
  auto 1;
  deffadedu on;
  repmsk 0x2;
  scale 20 20 20;
  xfmdlist 1;
  fxupproc 0;
  light_offset 0 0 0;
  duration 4;
}
```

表 1 特殊效果创建列表

Tab. 1 Setting list of the special effects

创建特效	Type	Style	Start At	目的
debris	Debris	New	2	爆炸碎片效果
flak	Flak	New	1	爆炸闪光效果
smoke1	Smoke	New	3	建筑物冒烟效果 1
smoke2	Smoke	Old	3	建筑物冒烟效果 2
fire1	Fire	New	4	建筑物着火效果 1
fire2	Fire	Old	4	建筑物着火效果 2

在 Vega 操作面板将特殊效果添加到场景中,设定各项特效参数并检验仿真出的特效效果(图 2)。



图 2 爆炸火焰和飞散碎片

Fig. 2 Explosion fire and flying debris

### 3.2 通过 API 接口设置特效

基本特效模块的设置不能完全考虑到动态仿真过程中涉及到的多种影响因素,因此很大程度上降低了视景仿真时的保真度。为了弥补这种不足,可以依据实时变化的影响因素,通过 Vega 软件的 API

函数库接口,将设定的特效参数编写为 Visual C++程序语言并导入到 Vega 软件中,建立的应用程序都遵循图 3 所示的基本框架。

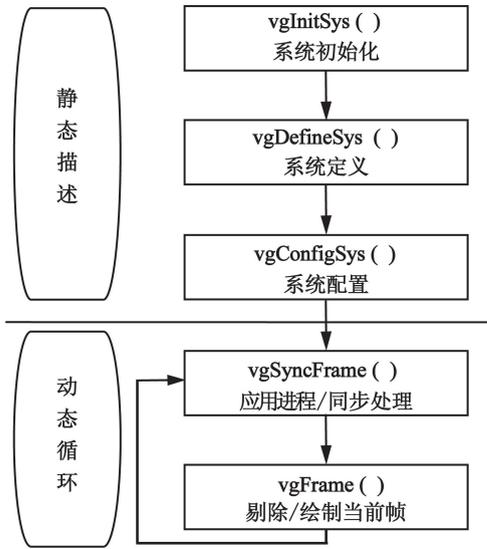


图 3 应用程序的基本框架

Fig. 3 Basic framework of the application

其流程如下:1)vgInitSys()函数是对系统的图形状态进行初始化,并创建共享内存区和信号区;2)vgDefineSys()函数是读取定义好的 ADF 文件;3)vgConfigSys()函数是完成系统配置,根据程序设置的处理模式和运行平台的处理器个数等属性确定进程的分配方式,并准备进入主循环;4)使用 vgSyncFrame()函数进行当前帧的应用进程同步处理;5)使用 vgFrame()函数完成当前帧的剔除和绘制进程及处理<sup>[5-7]</sup>。部分代码如下:

```
void main(void)
{
    static vgObserver * obs;
    static vgChannel * chan;
    static vgScene * scene;
    static vgPlayer * tank, * missile;
    e_trail1 = vgFindFx("E_trail");
    e_airhit = vgFindFx("E_airhit");
    t_explode = vgFindFx("T_explode");
    t_debris = vgFindFx("T_debris");
    t_smoke = vgFindFx("T_smoke");
    vgAddFunc(chan, VGCHAN_POSTDRAW,
    DrawInfoCallBack, NULL);
    //注册回调函数
    startTime = vgGetTime();
    while(1)
    {
```

```
vgSyncFrame();
vgFrame(); //处理输入事件
stateHandler();
}
}
```

由此,在仿真实验中设置实时动态特效,图 4、图 5 所示为导弹攻击坦克时爆炸毁伤场景。

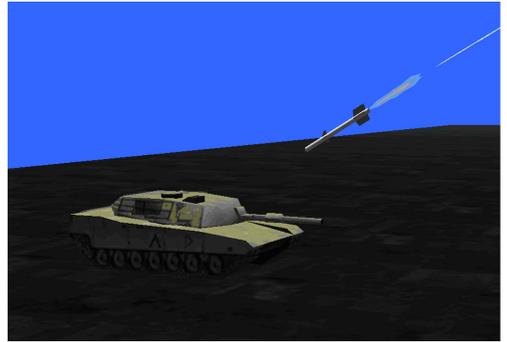


图 4 击中目标

Fig. 4 Hitting the target



图 5 爆炸瞬间

Fig. 5 Explosive moment

### 3.3 粒子系统对特效保真度的影响

细腻逼真的仿真画面会让人产生身临其境的感觉,如何最大限度地提高仿真中特效的保真度一直是视景仿真中的难点。因为特效中的火焰、烟雾和爆炸冲击等现象,其外观形状极不规则,且极复杂随机,这使得用点线面的传统方式来建模就非常困难。

而 Vega 中基于粒子系统(particle system)的建模方法较好地解决了这一难题。粒子系统是针对特效建模相对成熟的理论,也是模拟特效的方法中视觉效果最好的一种。其基本思想是采用具备各种特效属性的大量微小粒子图元作为基本元素来描述特效对象。每一个粒子的生命周期内都具有特定的颜色、形状、速度等相关属性。

以烟雾特效为例:烟雾粒子由粒子源产生后,要经历产生和活动期进而消亡,然后进入下一轮循环,当粒子存在的时间超过其设定的生命周期时,粒子会回到粒子源重新发射。烟雾粒子从粒子源中发射出来,都具有一定的形状、颜色、速度等属性,它们在

粒子循环过程中是随时间相对变化的。图 6 中, 横轴代表某烟雾粒子的生命周期, 竖轴代表粒子移动的速度变化情况<sup>[8-10]</sup>。

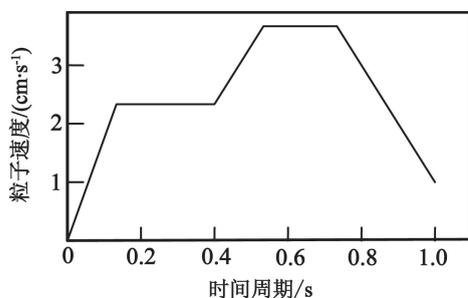


图 6 某烟雾粒子移动速度—时间分布图

Fig. 6 Moving speed-time distribution of the smoke particle

图 7 为应用粒子系统对烟雾(空中云雾和滚滚黑烟)的建模效果。



图 7 烟雾特效

Fig. 7 Special effects of smoke

#### 4 结论

文中主要研究了 Vega 软件平台下, 在特定的环境中爆炸毁伤特效的可视化视景仿真技术的理论和应用, 依据爆炸毁伤视景仿真系统体系结构基础, 分析阐述了在该结构下各个模块的职能和特效的不同实现方式。仿真实验结果表明, 综合运用此类方法能够有效提高爆炸毁伤视景仿真的视觉保真度, 较好地满足了真实感和逼真度的要求。

### Research on Visual Simulation of Explosion and Damage Based on Vega

WANG Ping<sup>①③</sup>, CHEN Zhigang<sup>①</sup>, GUO Guangquan<sup>②</sup>, SUN Yuzhen<sup>③</sup>, LI Yiqiang<sup>③</sup>

①National Defense Key Laboratory of Underground Damage Technology, North University of China  
(Shanxi Taiyuan, 030051)

②Jinxi Industries Group(Shanxi Taiyuan, 030027)

③77538 troops(Xizang Lasa, 850000)

[ABSTRACT] The paper analyzed and established the structure of explosion damage visual simulation system, based on the theoretical research of visual simulation technology. Different ways to realize special blast damage efficiency based on Vega were discussed, including basic special effects, API interface setting special effects and the influence of user-defined particles to special effects. The integrated use of these methods can effectively improve the visual simulation effect of the explosion and damage.

[KEY WORDS] explosion and damage, visualization, visual simulation, vega

#### 参考文献

- [1] 王乘, 李利军, 周均清, 等. Vega 实时三维视景仿真技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005.
- [2] 操军, 孙宇锋, 赵广燕, 等. 导弹毁伤效果可视化仿真[J]. 火力与控制指挥, 2012(3): 141-145.  
Cao Jun, Sun Yufeng, Zhao Guangyan, et al. Research on visual simulation of missile damaging special effects [J]. Fire Control & Command Control, 2012(3): 141-145.
- [3] 王乘, 周均清, 李利军. Creator 实时可视化仿真建模技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005.
- [4] 高伟亮, 周朝阳, 王幸. 导弹毁伤建筑物过程视景仿真技术研究[C]//Proceeding of 14th Chinese Conference on System Simulation Technology & Application (CCSSTA' 2012). USA: Scientific Research Publishing (SCIRP), Inc., 2012: 521-525.  
Gao Weiliang, Zhou Chaoyang, Wang Xing. Research on scene simulation of damage process by a missile to buildings [C]//Proceeding of 14th Chinese Conference on System Simulation Technology & Application (CCSSTA' 2012). USA: Scientific Research Publishing (SCIRP), Inc., 2012: 521-525.
- [5] Multigen-Paradigm, Inc. Vega Programmer's Guide [M]. Dallas: Multigen Paradigm Inc., 2001.
- [6] Multigen-Paradigm, Inc. Lynx User's Guide [M]. Dallas: Multigen Paradigm Inc., 2001.
- [7] 龚卓蓉. 可选模块的开发与使用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003.
- [8] Shankel J. Fractal terrain generation-fault formation [M]. Hingham: Charles River Media, 2000.
- [9] Unbescheiden M, Trembilski A. Cloud simulation in virtual environments [C]//VRAIS'98 Proceedings of the virtual reality annual International Symposium. Washington, DC: IEEE Computer Society, 1998: 98-104.
- [10] Polack T. Focus on 3D Terrain Programming [M]. Boston: Course Technology PTR, 2002: 35-39.