

Journal of Image  
and Graphics

# 中国图象图形学报



ISSN1006-8961  
CN11-3758/TB

2012 12  
Vol.17 No.

中国科学院遥感应用研究所  
中国图象图形学学会主办  
北京应用物理与计算数学研究所

# 中国图象图形学报

Zhongguo Tuxiang Tuxing Xuebao

2012年12月 第17卷 第12期(总第200期)

## 目次

### 综述

高斯混合模型、求解算法及视觉应用综述..... 管涛,李玲玲(1461)

### 图像处理和编码

基于曲波变换和色度模型的彩色图像去噪 ..... 张云强,张培林,王国德,卓洪波(1472)

子矢量排序的渐进不相似度逼近算法 ..... 李阳,潘志斌,吴鑫鹏(1478)

稀疏梯度先验模型的正则化图像复原 ..... 刘伟豪,梅林,蔡烜(1485)

高精度亚像素全局运动估计的上采样梯度互相关算法 ..... 余应淮,王锦荣(1492)

### 图像分析和识别

点到弦距离累加的自适应角点检测 ..... 王万良,金亦挺,赵燕伟,胡峰俊(1500)

最大子分类间隔准则的核函数优化 ..... 张静,杨智勇,于红芸,孙晓燕(1509)

核典型相关性鉴别分析 ..... 陈伟琦,程强(1516)

小波变换和特征加权融合的人脸识别 ..... 赵焕利,王玉德,张学志,薛乃玉(1522)

具有身份标识的多目标跟踪 ..... 安国成,肖坦(1528)

### 图像理解和计算机视觉

用于圆锥体位姿测量的曲面标记..... 李蒙,谌德荣,周广铭,蒋玉萍,高翔霄(1534)

## 计算机图形学

基于特征识别的3维人脸动画模型自动构造…………… 徐明, 乔宁博, 文振焜, 曾新, 采振祥(1540)

3D GIS 环境下雨雪天气实时仿真…………… 李欢, 樊红, 冯浩(1548)

## 医学图像处理

结合马尔可夫随机场与模糊 C-均值聚类的脑 MRI 图像分割…………… 余黎煌, 钟华, 张石(1554)

## 遥感图像处理

面向遥感影像镶嵌的 SVR 色彩一致性处理…………… 吴炜, 骆剑承, 李均力, 杨海平, 沈占锋(1561)

遥感影像投影寻踪回归分类模型…………… 张正健, 李祚泳, 秦宁生, 刘志红, 巴桑(1568)

《中国图象图形学报》2012 年第 17 卷总目次…………… (1)

志谢…………… 封2

# 中国图象图形学报

刊名题字: 宋 健

月刊(1996 年创刊)

第 17 卷 第 12 期

2012 年 12 月 16 日出版

主管单位 中国科学院

主 办 中国科学院遥感应用研究所

中国图象图形学学会

北京应用物理与计算数学研究所

主 编 李小文

编辑出版 《中国图象图形学报》编辑出版委员会

北京 9718 信箱 邮编 100101

电子信箱:jig@irsa.ac.cn

电话:010-64807995 010-82614429

网 址:www.cjig.cn

印刷装订 北京北林印刷厂

广告经营许可证 京朝工商广字第 0346 号

总 发 行 北京报刊发行局

订 购 全国各地邮局

国外发行 中国国际图书贸易总公司

(中国国际书店)

(北京 399 信箱 邮编 100044)

Superintended by Chinese Academy of Sciences

Sponsored by Institute of Remote Sensing Application,

CAS China Society of Image and Graphics

Institute of Applied Physics and Computational

Mathematics

Chief editor LI Xiaowen

Editor, Publisher Editorial and Publishing Board

of Journal of Image and Graphics

(P. O. Box 9718, Beijing 100101, China)

E-mail:jig@irsa.ac.cn

Distributed by Beijing Bureau for Distribution of Newspapers

and Journals

Domestic All Local Post Offices in China

Foreign China International Book Trading Corporation

(P. O. Box 399, Beijing 100044, China)

Printed by Beijing Beilin Printing House

ISSN 1006-8961 CN11-3758/TB CODE ZTTXFZ 国内邮发代号: 82-831 国外发行代号: M1406 国内定价: 45.00 元

# Journal of Image and Graphics

(Monthly, Started in 1996)

Vol. 17 No. 12 December 2012

## Contents

### Review

Overview of Gaussian mixture models, solving algorithms and visual applications ..... Guan Tao, Li Lingling(1461)

### Image Processing and Coding

Denoising method for color images based on chrominance model and curvelet transform  
..... Zhang Yunqiang, Zhang Peilin, Wang Guode, Zhuo Hongbo(1472)

Improved incremental dissimilarity approximations algorithm using sub-vector sorting ..... Li Yang, Pan Zhibin, Wu Xinpeng(1478)

Regularized image restoration algorithm on sparse gradient prior model ..... Liu Weihao, Mei Lin, Cai Xuan(1485)

High accuracy sub-pixel global motion estimation based on upsampled gradient cross-correlation algorithm  
..... Yu Yinghuai, Wang Jinrong(1492)

### Image Analysis and Recognition

Adaptive corner detection based on chord-to-point distance accumulation  
..... Wang Wanliang, Jin Yiting, Zhao Yanwei, Hu Fengjun(1500)

Kernel optimization approach based on maximum subclass margin criterion  
..... Zhang Jing, Yang Zhiyong, Yu Hongyun, Sun Xiaoyan(1509)

Kernel discriminant analysis based on canonical correlation ..... Chen Weiqi, Cheng Qiang(1516)

Face recognition based on wavelet transform and weighted fusion of face features  
..... Zhao Huanli, Wang Yude, Zhang Xuezhi, Xue Naiyu(1522)

Multi-target tracking algorithms with identification label ..... An Guocheng, Xiao Tan(1528)

### Image Understanding and Computer Vision

Curved surface marker used for cone pose measurement  
..... Li Meng, Chen Derong, Zhou Guangming, Jiang Yuping, Gao Xiangxiao(1534)

### Computer Graphics

The approach to automatically construct animation models based on 3D facial geometry and texture features recognition  
..... Xu Ming, Qiao Ningbo, Wen Zhenkun, Zeng Xin, Cai Zhenxiang(1540)

Real-time snow and rain rendering in 3D GIS environment ..... Li Huan, Fan Hong, Feng Hao(1548)

### Medical Image Processing

Fuzzy C-means clustering algorithm combined with markov random field for brain MR image segmentation  
..... She Lihuang, Zhong Hua, Zhang Shi(1554)

### Remote Sensing Image Processing

Support vector regression color normalization method for image mosaic  
..... Wu Wei, Luo Jiancheng, Li Junli, Yang Haiping, Shen Zhanfeng(1561)

Remote sensing image classification model based on projection pursuit regression ..... Zhang Zhengjian, Li Zuoyong, Qin Ningsheng, Liu Zhihong, Ba Sang(1568)

中图分类号: TP391.9 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2012)12-1548-06

论文引用格式: 李欢, 樊红, 冯浩. 3D GIS 环境下雨雪天气实时仿真[J]. 中国图象图形学报, 2012, 17(12): 1548-1553.

## 3D GIS 环境下雨雪天气实时仿真

李欢, 樊红, 冯浩

武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉 430079

**摘要:** 3D GIS 最重要的特征之一就是虚拟现实表现, 其本质是可视化技术与 GIS 数据库的整合, 以满足各种应用如生态农业、灾害预测等方面的需求。以 GIS 数据库的环境数据和气象数据为基础, 通过对雨雪的效果模拟, 将 GIS 气象数据以实时的可视化形式逼真地表现出来。实验方法采用粒子系统, 对单个点元赋予利用 Photoshop 制作的大面积纹理, 这样采用的粒子数减少到普通粒子系统的十分之一, 渲染速度为普通粒子系统的十倍以上, 以较小的系统资源消耗达到了更加实时逼真的效果, 对雪的动态堆积和雨水地面效果采用 GPU 加速 3 维渲染, 原型系统同时能接受用户对实验环境如粒子纹理、雨雪量的设置。提出根据气象数据进行天气模拟的自适应策略, 从而更加适应实际应用需要。

**关键词:** 3D GIS; 雨雪仿真; 天气模拟; 实时渲染

### Real-time snow and rain rendering in 3D GIS environment

Li Huan, Fan Hong, Feng Hao

State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China

**Abstract:** Virtual reality is the most important character of 3D GIS, whose essence is the integration of visualization technology and GIS databases to meet the needs of a variety of applications such as agriculture or, disaster prediction. In this study, based on the environmental data and meteorological data of a GIS database, meteorological data can be visualized in near real-time, through the simulation of rain and snow effects. In this paper, we use particle systems to reach better real-time effect with lower memory consumption through endowing every particle with a large area texture. Thus, the number of particles reduces to 10% of common particle system and rendering speed rises over 10 times. GPU coding is used to accelerate 3D rendering of the ground effect of the rain. The prototype system can accept the settings of particle texture and rainfall or snowfall intensity by users. To satisfy practical applications, we propose a self-adaptive strategy based on meteorological data.

**Key words:** 3D geographical information system (3D GIS); snow and rain simulation; natural phenomena; real-time rendering

## 0 引言

与 2 维 GIS 相比, 3 维 GIS 对客观世界的表达能给人以更真实的感受, 它以立体造型技术给用户展现地理空间现象, 不仅能够表达空间对象间的平

面关系, 而且能描述和表达它们之间的垂向关系; 另外对空间对象进行 3 维空间分析和操作也是 3 维 GIS 特有的功能。

国内外从 20 世纪 90 年代开始 3 维 GIS 的研究, 随着计算机软、硬件技术, 以及海量空间信息数据获取和管理等技术的发展, 3 维 GIS 软件在国土、

收稿日期: 2012-05-21; 修回日期: 2012-07-03

第一作者简介: 李欢(1989—), 女, 2012 年于武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室获硕士学位, 主要研究方向为 3 维 GIS。

E-mail: scarletlee33@foxmail.com

测绘、军事、海洋、石油、林业、矿山开发、地理教学等众多行业中逐步得到成功应用。在农业应用领域,国内众多的 2 维、3 维 GIS 平台,已经能够很好地将现有的各类地理数据、元数据以及其他相关行业的数据进行有机地整合,但是,对气候的仿真方面研究相对较弱。

在 3 维虚拟地球领域非常成功的 Google Earth 除了实现云层的实时动态 3 维展示,目前也只是以数值、图片和文字的形式显示气象信息。由 GIS、GPS、RS 构成的 3S 技术在农业方面的应用迫切需要研究将现有的气候要素、或者称为气象要素(包括气压、气温、湿度、风向风速、降水、雷暴、雾、辐射、云量云状等)进行 3 维绘制,给农业生产提供信息化辅助决策支持。

3 维 GIS 的典型技术有数据动态装载、图形渐进描绘、多重细节层次 LoD 和虚拟现实表现<sup>[1]</sup>,虚拟 GIS 几乎可以被用于任何传统 GIS 可以使用的地方:城市规划、植被评价、土壤、水路或道路模式等<sup>[2]</sup>。因为常用包含天气仿真模块的飞行模拟器来模拟飞行,军队对天气仿真技术具有极大的兴趣,同时天气模拟还是农业管理系统、灾害预警系统必不可少的表现功能之一。

目前雨雪天气的模拟主要采用 3 种方法:

1) 采用动态纹理的方法,通过在视点前蒙上一层纹理,并通过该纹理的有机运动来产生雨雪粒子运动的特效。Wang 等人<sup>[3]</sup>通过双锥体实现飞行系统中雨雪天气模拟,比粒子系统快,但缺乏与环境的交互,并且实验中帧速率很低,坠落纹理的滚动也有卡住的现象。ATI Toyshop 的 demo 对雨的模拟也采用到了这种方法<sup>[4]</sup>。

2) 纯物理光线追踪渲染,Wang 等人<sup>[5]</sup>通过完全的光线追踪的物理分析方法实现了水珠在下落和在物体表面的运动,效果非常逼真。但不足之处是该方法只能使用在某个细节空间范围内,同时会产生很大的计算量,因此无法满足大范围场景实时的渲染。

3) 粒子系统,粒子是一种很好的模拟不规律的自然事物和现象的方法,而对于粒子的渲染可以采用 DirectX 点精灵或公告板技术。Rousseau 等人根据水滴的光学特性为雨滴赋予变形的纹理,同时考虑下落时的视觉暂留<sup>[6]</sup>,利用物理的方法具有很高的逼真度,该研究对每个雨粒子采用公告板技术,这是一种允许在 2 维对象出现在 3 维中的常用技术。

举例来说,一个复杂的对象,诸如一棵树,在一个建模程序中,可以将树的侧视图(side view)渲染到一个矩形上,这个矩形通常朝向观察点,因此不论从模型的哪个角度进行观察,好像都能看到完整的树,但每个表示粒子的公告板需要存储 4 个顶点信息,增加了数据量。

采用 DirectX 点精灵技术<sup>[7]</sup>,Direct3D 引入的一个特殊的点元就是点精灵,多数时候被应用在粒子系统中,与一般的点元不同的是,点精灵有纹理映射并能改变大小;与必须保存和处理 4 个点的公告板相比,点精灵能用一个简单的点描述,大大节省了内存和处理时间。Wang 等人<sup>[3]</sup>使用 4 幅美工制作的纹理来模仿坠落,Langer 等人<sup>[8]</sup>通过从图像中基于光谱信息提取纹理,将纹理赋予粒子点元,实现雪的飘落。本研究与上述研究的不同之处是不用分析粒子复杂的光谱信息,直接用 Photoshop 制作纹理,具有逼真、快捷的优点,对单个点元赋予大面积纹理,与其他的粒子系统比较,以较小的系统资源消耗达到了更加实时逼真的效果。

对于雪的堆积,Wang 等人<sup>[9]</sup>采用具有不同灰度级和 Alpha 值的纹理来反映雪量,本研究的雪的动态堆积和雨水的地面效果则采用 GPU 编程技术,DirectX 的高级着色器语言 HLSL 能将一些复杂的图像处理快速而又有效地在显示卡上完成。

## 1 方法和实验

### 1.1 数据库资料导入

系统总体框架如图 1 所示,图 1 显示该系统主要由两大部分组成:3D GIS 数据库和雨雪天气渲染系统。3D GIS 数据库资料是多种多样的,除了天气资料外,还包括背景环境数据及其渲染,本研究主要

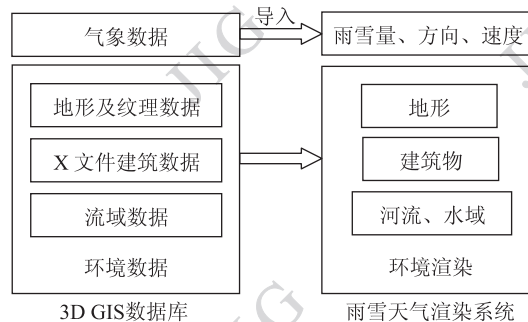


图 1 3D GIS 雨雪天气仿真系统结构

Fig. 1 Structure of rain and snow rendering system in 3D GIS

涉及如地形、建筑、流域和气象数据,通过这些数据的预处理,然后导入到雨雪天气渲染系统,这样就避免了文件、表格、某些格式的图形等数据,需要一定专业知识才能对其很好地观察和分析的弊端。

环境数据可以根据具体的需求和数据库资料来决定哪些需要渲染。

一般情况下对于地形上的山丘、河流使用高度图来描述,高度图是一个数组,数组中的每个成员指定地形顶点描述中的高度信息。可以把高度图想像成一个矩阵,因为每个元素都一一对应于每个地形网格中的顶点。当保存高度图到磁盘上时,通常为高度图的每个元素分配 1 个 byte 的内存,所以高度的范围是  $0 \sim 255$ ,  $0 \sim 255$  的范围对于地形的高度之间保持平滑过渡是足够用的。但为了在程序中匹配 3 维世界中的物体,可能需要的范围在  $0 \sim 255$  以外。例如,中国城市 3 维建模技术规范规定模型的统一计量单位为“米”<sup>[10]</sup>,那么  $0 \sim 255$  的范围对于表现任何感兴趣的现实对象是不够的。因此,当数据读进应用程序时,给每个高度元素分配一个整型数(或浮点型),它允许很好地缩放  $0 \sim 255$  范围之外的任何大小的物品。高度图有多种可能的图形表示,其中之一是灰度图,较小的灰度值表示地形中较低的地方,较大的灰度值表现地形中较高的地方。

建筑模型采用 DirectX 特有的格式 .x, 如果为 3dsmax 的 3ds 格式或 sketchup 的 skp 格式的文件,需要通过相应的插件将其转换为 .x 格式的文件,同时通过其包含经纬度坐标的配置文件,将建筑物准确地渲染到相应的地理位置。通过水域资料信息,可以在模型的相应的地区添加河流、池塘等。

## 1.2 系统框架

雨雪场景模拟的框架如图 2 所示,通过 GIS 数据库的气象资料,确定雨雪的浓度,作为参数传入系统。使用 DirectX Sound 技术添加雷声、风声、雨滴落地的声音,同时采用雾化技术模拟烟雨濛濛的效果。天空使用半球模拟,并贴上逼真的阴霾的天空纹理。

因为雨本身的动态感比雪强,所以雪会有地面的积累和消融,而雨下落到地面会因碰撞产生水花,特别地,落到水面还会有涟漪的效果,同时因重力作用水会由高地势区向低地势区汇流,因此雨雪天气的仿真还涉及对动态水面的渲染。

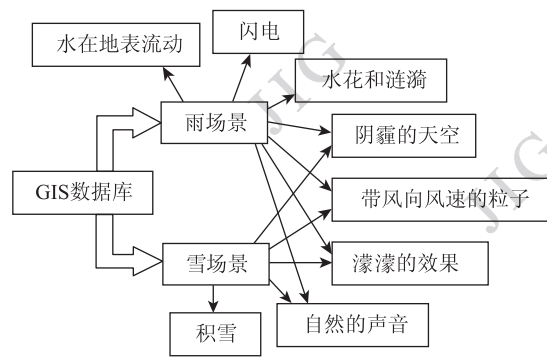


图 2 雨雪场景的实现框架

Fig. 2 Realizing frame of rain and snow scene

## 1.3 粒子的运动

对于粒子的下落,风向和风速是很重要的指标,粒子的速度分析如图 3 所示,Direct3D 中使用的是左手坐标系,故  $Z$  轴的正方向指向屏幕内。

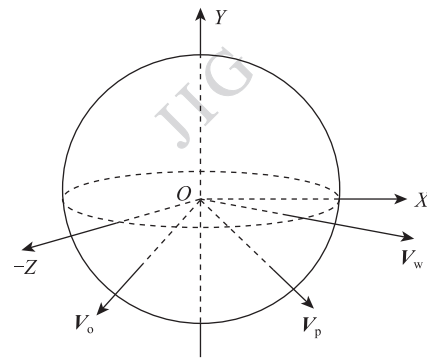


图 3 粒子速度分析图

Fig. 3 Analysis graphics of a particle's velocity

$V_o$  为粒子初始速度,因为粒子的受力很复杂,重力、空气阻力、其他粒子的碰撞力等,使其初始速度具有很大的随机性,因此,在这个模型中, $V_o$  简化为随机生成的速度矢量。粒子的实时速度

$$V_p = V_o + V_w \quad (1)$$

式中, $V_w$  为风速矢量,由数据库中风向风速数据获得。

在粒子渲染的过程中,需要实时计算每帧所有粒子的位置,用 3 维矢量  $particle\_pos[n]$  表示某个粒子第  $n$  帧的位置,则第  $n+1$  帧该粒子的位置应该满足

$$particle\_pos[n+1] = particle\_pos[n] + V_p \times \Delta t \quad (2)$$

式中, $V_p$  为粒子的速度, $\Delta t$  为第  $n$  帧和  $n+1$  帧之间的时间间隔。

## 1.4 实时雪天气模拟

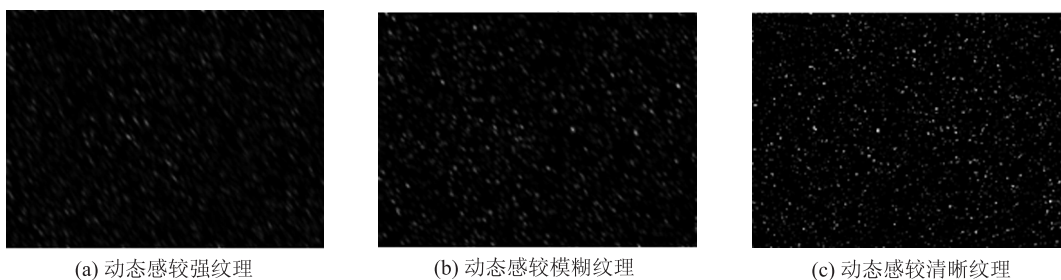
由于点精灵技术具有可以自由设置纹理的优

势,对每个点元采用逼真的大面积纹理技术,使得一个大范围场景大雪的渲染只需很少的粒子数。

将纹理分为多个层次,以达到随机和更加真实的效果,纹理采用 Photoshop 制作,首先新建一个新的图层,用黑色填充,使用滤镜→杂色→添加杂色,设置合适的数量,选择高斯分布,单色;然后使用滤镜→模糊→进一步模糊,图像→调整→色阶,属性值分别设为 162、1、204,可以根据实际效果设置;再次,滤镜→模糊→动感模糊,调整合适的距离和角

度;滤镜→像素化→晶格化,单元格大小可自己适当地设置;最后,新建 Alpha 通道,将前面步骤做好的纹理粘贴到 Alpha 通道内,这样做好的纹理就具有了透明信息。

通过 Photoshop 不同处理效果的选择和参数的设置,制作多种层次的纹理,制作的纹理如图 4 所示,为了达到真实的效果,在渲染的过程中将随机地赋予每个点元某个层次的纹理,使场景更加自然逼真。



(a) 动态感较强纹理

(b) 动态感较模糊纹理

(c) 动态感较清晰纹理

图 4 不同层次的粒子纹理

Fig. 4 Particles' texture of different hierarchy separately

积雪采用 Direct3D 的 GPU 效果架构,像素着色器实现雪在地面逐渐堆积引起的地表颜色变化,顶点着色器用以改变顶点位置,实现积雪厚度的模拟。

### 1.5 实时雨天模拟

雨天对于雨纹理的设置,采用和雪类似的方法。雨天模拟的难点在于雨水落地效果的实现,地面大致分为两种情况:实体(包括地面、屋顶等)和水面。

对雨水在地面的渲染采用 GPU 编程技术,水面的动态效果采用动态凹凸纹理的方式,法向量贴图如图 5 所示,使用 RGB 格式来存储法向量,通过对景物法向量的扰动,能导致表面光亮度的变化,用一个 2 维数组即凹凸映射贴图保存扰动后的法向量,通过动态改变反射纹理的坐标值,产生水面因为风和雨滴的作用而产生的视觉上的动态效果。

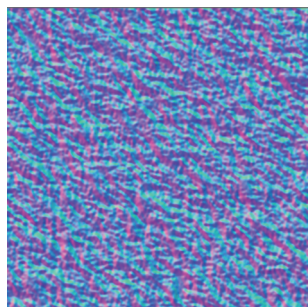


图 5 用于水面渲染的法向量贴图

Fig. 5 Normal map used to render water surface

雨水打落屋顶等地表物体上时,会产生水花,如图 6 所示是一个液滴落地的序列图,通过有序纹理的动态切换,即可以模拟出较好的水花效果。

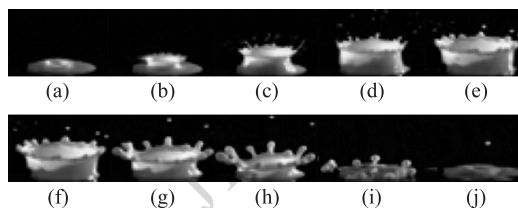


图 6 水花动态纹理

Fig. 6 Dynamic Texture of a water splash

### 1.6 天气模拟的自适应策略

本研究实现了根据气象数据自适应模拟各种天气现象的方法。GIS 数据库将根据气象部门的预报实时更新,气象预报包括阴、晴、雨、雪、雾、台风等天气类型,还有与之相关风向、风速、降水量、降雪量、温度等信息,天气仿真的原型系统能够根据这些信息自动设置相应的参数,如粒子纹理、天空纹理,调整粒子数量、粒子速度、积雪厚度、水花数量和大小等,以实现天气状况的逼真渲染。

接受渲染参数的天气类型有:雪(小雪、中雪、大雪、暴雪)、雨(小雨、中雨、大雨、暴雨)、雾、阴、晴,这几种类型具有的共同参数包括风向、风速等级、气压、温度和湿度。

阴天和晴天的渲染通过自动选择天空纹理和光照强度实现,雾的特有参数包括能见距,雪的参数为降雪量级、能见距、积雪深度,雨的参数为降水量。

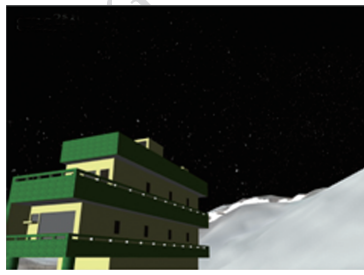
其余的天气类型尚未表现,如冰雹、霜冻、飓风等。

## 2 实验结果分析

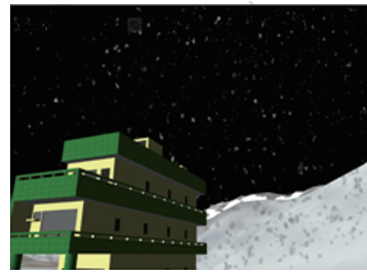
### 2.1 雪花渲染效果

雨雪仿真的最终目的是使雨雪天气的渲染达到实时、逼真的沉浸式效果,图 7(a)一(c)显示的是本

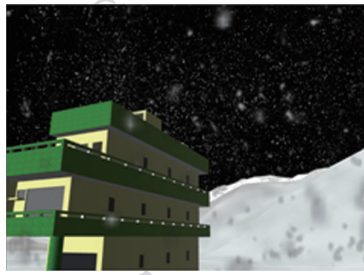
文方法得到的小中大雪的渲染效果,图 7(d)是使用常规的粒子渲染方法得到的大雪效果,和图 7(c)图本文方法的渲染同样大雪效果比起来速度慢了许多,图 7(c)为 514 帧/s,图 7(d)为 42 帧/s。由图 7 可以看出,本文方法使用很少的粒子数实现了实时的天气模拟,消耗小,渲染速度比常规的渲染速度快,效果相对逼真。在效果类似的情况下尽量地减少了 GPU 资源的使用,另外,一次粒子纹理的制作便可以满足后续每一次渲染的需求。但不足之处是视觉上会存在一定的缺陷,即块状纹理边缘容易显露出来,降低了真实度。



(a) 3D 小雪场景, 粒子数 50, 速度 876 帧/s



(b) 3D 中雪场景, 粒子数 100, 速度 783 帧/s



(c) 3D 大雪场景, 粒子数 500, 速度 514 帧/s



(d) 使用一般方法渲染同(c)的效果, 粒子数 5 000, 速度 42 帧/s

图 7 不同雪量场景

Fig. 7 Scenes with different snow density

### 2.2 雨渲染效果

图 8 为本文方法渲染的雨水动态效果,可以看出,大面积雨纹理能达到和雪一样逼真的效果,利用 GPU 渲染的受到雨水压力作用的动态水面效果也较逼真。

图 9 为雨滴打落到湿漉屋顶溅起的水花效果。水花的大小和发生位置是通过系统随机生成的。其动态过程即采用的图 6 所示纹理序列的快速切换。



图 8 具有雨水动态效果的雨场景  
Fig. 8 Rain scene with dynamic effect

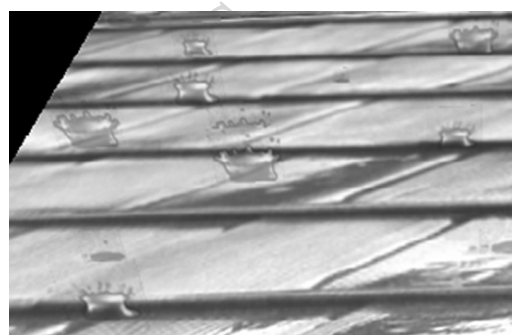


图 9 雨水打落到屋顶的渲染效果  
Fig. 9 Effect of water splashes when rain drop to a roof

### 3 实际应用

本研究的实验原型系统能够很好地将现有的 3D GIS 数据库中的环境数据、气象数据等进行实时逼真的 3 维可视化渲染,同时能够接受用户自定义的气象环境,如雨雪量、风向风速、持续时间等,因此能够应用到农业生产和灾害预测等实际应用中去。

在农业应用领域,农作物对天气环境非常敏感,农业生产中人们会依据天气预报决定未来几天的耕作计划,传统的方式仅仅是用 2 维的图片方式传播天气信息,因此以气象资料为基础得到的实时准确的天气情况 3 维模拟将会更直观易懂。此外利用实时渲染技术将气候数据实时绘制并有机地展现出来,为农作物的生产提供自然环境方面的直观和真实的数据支持和参考。

在灾害模拟方面,根据数据库中雨雪量、气压、温度、湿度和持续时间等气象部门实时和预测的气象信息,动态模拟在雨雪影响下,某地区当前和未来的天气状况,采用这种 3 维的表现形式能直观地预见许多可能的损失,以提前做好防备措施,或者对已经受雨雪灾害的地区的受灾情况进行全方位多角度的 3 维展示。

### 4 结 论

以 3D GIS 数据库为基础,利用实时渲染技术将环境、天气数据实时绘制并有机地展现出来,从调用 3D GIS 数据库气象数据和环境数据渲染雨雪的效果可以看到,提出的对单个点元采用大片纹理的方法和 GPU 图形处理器编程技术的应用,可以在占用极小内存资源的情况下实现实时高效的雨雪天气的渲染,能够满足大面积渲染的需求。使用 Photoshop 制作纹理的方法也比较简单。

不足之处是粒子飘落的过程中,如果仔细观察,纹理的边界可以看出来,小雪情况下会比较明显,一定程度上降低了渲染的真实度。另外,雨粒子和地面碰撞的效果还没充分体现,未来的研究计划是添加碰撞检测,并制作雨滴落到水面产生的水波效果。目前还没有涉及地质、地形地貌、地表的渗透性等因素对天气现象的影响,在以后的研究中,将对这一方

面做进一步的研究,以求能更系统、科学地分析降水量对水位的定性或定量的影响,使本文方法能得到更广泛的应用。

### 志 谢

本文研究得到了中国烟草总公司贵州省公司科学研究与技术开发项目“山区烟叶生产‘3S’系统关键技术研究与应用”(合同号:201120)的支持,在此表示感谢。

### 参考文献 (References)

- [ 1 ] Zhu Q. The summary of 3D geographic information system technique[J]. Geographic Information World, 2004, 3(2): 8-12. [朱庆. 3 维地理信息系统技术综述[J]. 地理信息世界, 2004, 3(2):8-12.]
- [ 2 ] Koller D, Lindstrom P, Ribarsky W, et al. Virtual GIS: A real-time 3D geographic information system [C]//Proceedings of the 6th conference on Visualization'95. Washington DC, USA: IEEE Computer Society, 1995:94-104.
- [ 3 ] Wang N, Wade B. Rendering falling rain and snow [C]//ACM SIGGRAPH 2004 technical sketches program. New York, USA: ACM,2004:14.
- [ 4 ] Tatarchuk N. Artist-directable real-time rain rendering in city environments [C]//ACM SIGGRAPH 2006 Courses. New York, USA: ACM,2006:23-64.
- [ 5 ] Wang H, Mucha P J, Greg T. Waterdrop on surfaces [C]//ACM SIGGRAPH 2005 Papers. New York, USA: ACM,2005: 921-929.
- [ 6 ] Rousseau P, Jolivet V, Ghazanfarpour D. Realistic real-time rain rendering[J]. Computers & Graphics, 2006, 30(4):507-518.
- [ 7 ] Microsoft Company. Sprite Class[EB/OL]. (2011)[2012-06-01]. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/microsoft.windowsmobile.directx.direct3d.sprite%28v=VS.80%29.aspx>.
- [ 8 ] Langer M S, Zhang L, Klein A W, et al. A spectral-particle hybrid method for rendering falling snow [C]//Rendering Techniques 2004 Eurographics Symposium on Rendering. Norrkoping, Sweden: Eurographics Association,2004:217-226.
- [ 9 ] Wang C B, Wang Z Y, Xia T, et al. Real-time snowing simulation[J]. Visual Computer, 2006, 22(5):315-323.
- [ 10 ] Ministry of housing and urban-rural development of China. CJJ/T 157-2010 Technical specification for three dimensional city modeling [S]. Beijing, China: China Architecture & Building PRESS, 2011. [中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ/T 157-2010 城市 3 维建模技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.]