

云层运动的线性仿真

李霖森,董天罡

(四川大学 图像图形研究所,四川 成都 610064)

摘要:文中对空中云层的模型进行了充分的分析,运用马赛克算法将云模型结构粒子化。提出了一种基于线性插值原理的算法,将空中对云层运动产生影响的风层密集化,模拟了线性化以后各风层的风速和风向对云模型粒子运动方式的影响。在实时环境下,将粒子整合,投影到二维平面坐标系中,较为真实地反映了云的形状和运动方式的改变。该仿真算法运行效率高,仿真效果好。实践证明将该模拟过程应用于相关大型模拟仿真系统有着很好的效果。

关键词:线性插值;云模型;马赛克算法

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)02-0130-03

Linear Simulation of Cloud Movement

LI Lin-sen, DONG Tian-gang

(Institute of Image and Graphics, Sichuan University, Chengdu 610064, China)

Abstract: Fully analyzes the cloud model in the sky. Use mosaic arithmetic to split cloud model into particle. Presented a method based on linear interpolation theory to enrich the levels of wind which affected the movement of cloud. Simulated the wind speed and direction of every level which has influence to cloud particle. Under real time circumstance, integrate the cloud particle and projected them onto planar, effective reflected the varieties of the cloud's form and its movement. This arithmetic was implemented with great efficiency and outstanding simulation result. The experimental results show that the process of this simulation method has excellent effect on relative simulation system.

Key words: linear interpolation; cloud model; mosaic arithmetic

0 引言

云是自然界最常见的一种场景之一。在仿真模拟系统中,凡是涉及到自然环境,从三维的视景到二维的平面,对云的模拟几乎都是必不可少的一部分。在自然环境下,云基本上不是保持静止的,它的外形和运动方式的变化取决于云层所在高度的风速和风向。研究表明,在很大程度上,风速影响云层的运动快慢,风向影响云层的运动方向。然而,风在空中不同的高度一般有着不同的风向和风速,在一定高度范围内,风速和风向与高度之间有着线性的关系。因此,利用这种线性关系,把空中对云层产生影响的风进行线性插值,可以获得多个具有不同风速和风向的风层。将这些风的参数作用于云模型的粒子上,构成云的粒子的位置和状态就会发生变化,再实时地将这些粒子整合,投影到二维平面上,就能够很好地模拟云的运动状态^[1]。

1 线性插值原理

插值算法在图形、图像处理中有广泛的应用。当它运用在图像处理时,较多地应用于灰度确定和背景拟合及去噪等方面。在图形处理中,插值可以简洁而且可以随心所欲地提取或构造曲线(面)。一般指通过某些点(插值点)的计算来提取或拟合一条曲线或曲面^[2]。

根据插值曲线的次数不同,有线性插值、抛物线插值(二次插值)、三次插值等等。线性插值也称一阶插值,已知插值点 (x_1, g_1) 、 (x_2, g_2) ,线性插值后 (x, g) 为:

$$g = \frac{g_2 - g_1}{x_2 - x_1}(x - x_1) + g_1 \quad (1)$$

图像处理中的线性插值需要将其扩展成二维,即所谓双线性插值。抛物线插值,也称二次插值,是指通过三个互异的点的相关计算,一条抛物线提取或拟合一条曲线。三次插值适用于复杂外形的设计和描述。

现在考虑一个数值数列 $0, 10, 20, 30, 40, \dots, 10 * n (n \geq 0)$, 其一次线性插值后的结果为: $0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, \dots, 5 * n (n \geq 0)$, 即认为其变化

收稿日期:2008-06-16

基金项目:国家 863 计划资助项目(2007AA01Z328)

作者简介:李霖森(1982-),男,四川成都人,硕士研究生,研究领域为实时软件工程。

(增减)是线性的,能够在坐标系下画出一条直线。按照本原理,对于一个数列 $a[i]$,假设从 $a[i]$ 到 $a[i+1]$ 之间是线性变化的,那么对于浮点数:

$$x(i \leq x < i+1), a[x] = a[i+1] \times (x-i) + a[i] \times (1+i-x) \quad (2)$$

2 马赛克算法

马赛克算法用于把图片分成若干个颜色的小区块,是一种把图片在图片平面上划分成小区块的一种二维图像处理算法。这种小区块用像素来划分,每个小区块的颜色都是相同的。

文中将该原理应用到三维空间,将三维图像划分成若干个小的立方体。具体划分过程为:先将云层的横截面根据设定的粒子边长运用马赛克算法,得到二维平面上的正方形小区块。划分完成以后,在云层的最低高度和最高高度之间根据粒子边长进行竖直方向的划分(Z 坐标),这样就可以将云层模型粒子化为许多正方体,这些小正方体在以后的仿真模拟过程中受到模拟风的风速和风向影响,从而可以改变自己的运动方向和运动速度。再将这些质点实时整合,投影到平面坐标,就可以较为准确地模拟云层的运动状态。

在本算法中,粒子的边长大小设置显得比较重要。边长越小,划分出的粒子就越多,边长越大,划分出的粒子就越少。当云层模型体积很大的时候,粒子的边长对运算性能有着很大的影响。更高的性能就需要牺牲模拟的效果,更多的粒子提高模拟效果必然导致较低的性能^[2]。

3 云层运动的线性仿真

由于云层被马赛克化为很多粒子后再考虑其受到的风的影响,故对云层最初的形态并不太在乎。初始的云层形态被考虑为一个柱体,它在二维坐标平面(X, Y 方向)的投影可以是任意形状的。假定一种投影形状,能够获得形成该投影的边界点坐标,通过这些坐标,可以获得云层在三维空间的参数:将投影的坐标形成一个区域,取得该区域的外接矩形。设置云层的粒子边长,通过边长的值将该矩形网格化为多个小正方形。然后判断这些网格化以后的小正方形是否在投影的边界区域中,若是,则这个粒子是有用信息,反之则可以

忽略不计^[3]。这样,就得到了形成云层的粒子在三维空间下的 X, Y 坐标值。最后,根据云层的下层高度和上层高度,结合粒子边长,在云层高度的有效范围内可以获得粒子在三维空间下的 Z 坐标。获得云层被马赛克化形成的小立方体以后,根据这些小立方体在竖直(Z) 方向的值,可以判断到它是受哪个风层的作用,从而为以后实时模拟做好准备工作。云层粒子化过程请参考图 1。

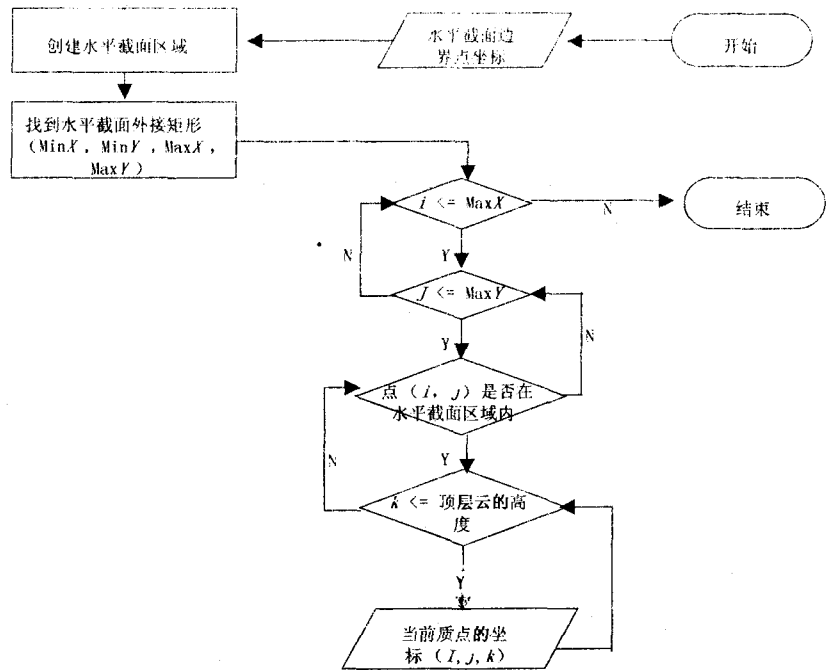


图1 马赛克云层粒子算法流程图

在云层粒子化以后,采用线性插值算法将风层密集化。具体过程如下:根据风的上层高度和下层高度计算出风的作用范围,根据上层高度的风向和下层高度的风向的方向计算出两层风之间风向的变化范围,根据上层高度风的风速和下层高度风的风速计算出两层风之间风速的变化范围;按照插值步长,即两个高度层的风之间的高度变化步长,计算出两层风之间的风的方向变化步长以及相应的风速变化步长^[4]。根据插值之前的两个风层对应的风速和风向,从处在下层高度的风层开始,按照插值步长往上层高度的风层进行风层、风速和风向的线性插值,即在当前层的下层基础上,风层增加一个风层步长,风向增加一个风向步长,风速增加一个风速步长。算法结束后可以得到风的作用范围内所有风层的高度、方向和速度。

风层的插值过程如图2所示。

需要注意的一点是,通过一个插值步长,确定了插值时高度的递增速度。插值步长越大,对云层粒子运动有作用意义的风层就越少,对云层粒子的影响就比较粗糙。插值步长越小,插值后形成的风层就越多,这

样对云层粒子的影响就会细腻而丰富,模拟效果也会更加真实。当然,这是以牺牲内存容量和程序性能为代价的,所以应该根据特定的需要做相应的取舍^[5]。

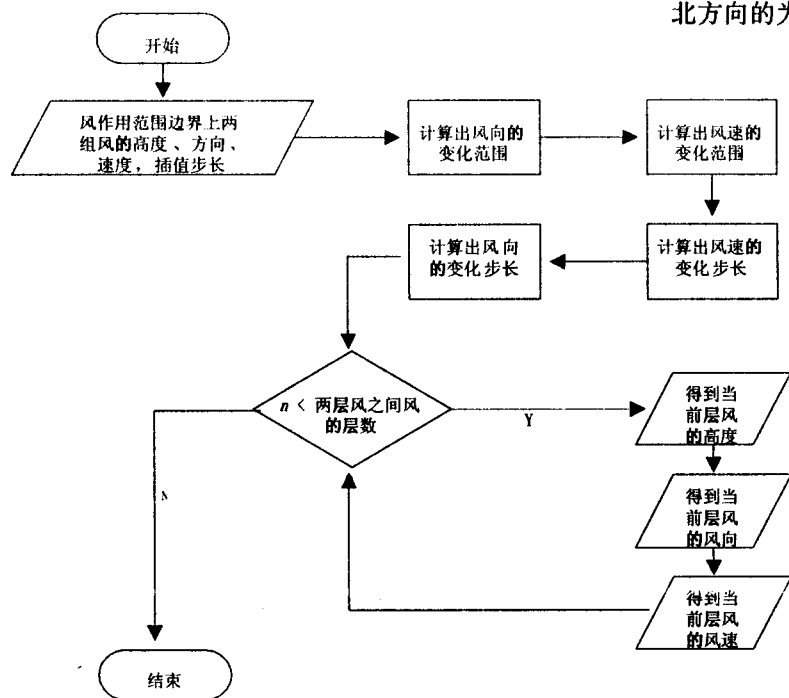


图 2 风层线性插值算法流程图

在将风层密集化以后,每个风层都有自己的风速和风向。它们对处在自己这一高度层之间的云层粒子就有不同的影响。云层粒子的 Z 坐标决定了它受到哪一层风的影响,X、Y 坐标则受到该层风速和风向的影响,决定了云层在二维平面的投影形状。

在一切参数准备就绪的情况下,可以进行风对云层形态和运动方式的模拟过程。模拟过程如下:对于所有的马赛克化后的粒子,找到当前粒子的高度(Z 坐标),然后查找相应高度的风的风向和风速。如果找到了风,则该粒子将受到风的影响,将该粒子的横坐标加上对应高度的风速与风向的余弦值的乘积,其纵坐标加上对应高度的风速与风向的正弦值的乘积。若没有找到对应高度的风,则该粒子不受到风的影响,横、纵坐标不会改变。计算完所有的粒子以后,将所有粒子在二维平面的投影显示出来。由于风有作用时间,在作用时间内,调用该算法计算每个粒子的位置并显示,就可以得到一个实时的模拟效果(见图 3)。

4 结果分析

用上述方法对多个云层形态进行了模拟,得到了不错的结果。图 4 为插值步长值为 20 的云层在二维平面的初始形态:

图 5 和图 6 分别为模拟过程进行到 1 分钟和 10

分钟以后云层的投影形态,其中,下层风层高度为 2000m,风速为 50km/h,风向 90 度;上层风层高度为 4500m,风速为 100km/h,风向 180 度。注:风向为正北方向的为 0 度。

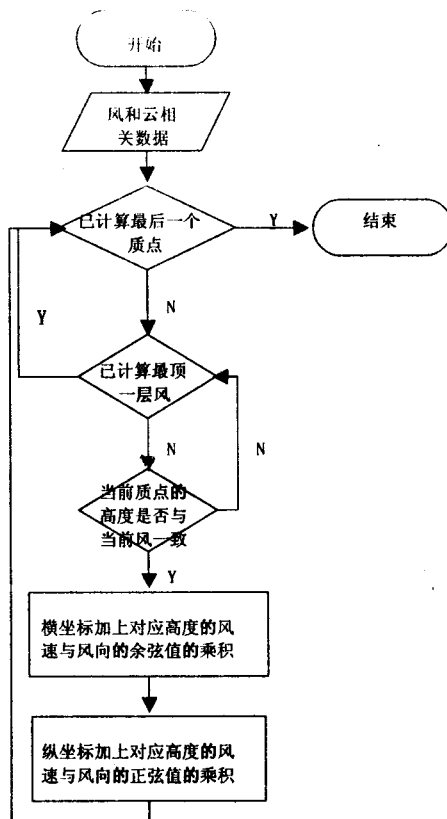


图 3 风对云层粒子运动方式模拟算法流程图



图 4 云层模型投影原图

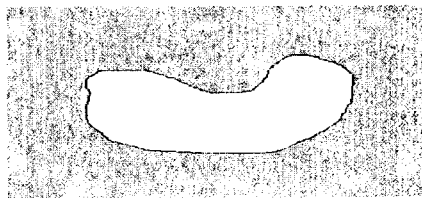


图 5 1 分钟以后云层模型投影图



图 6 10 分钟以后云层模型投影图

(下转第 136 页)

3 结束语

综上所述,文中根据指纹图像的具体特征研究并实现了一种有效的指纹图像预处理方法。该算法不但处理效果好,满足了预处理要求,而且速度快,是很好的指纹图像的预处理算法。

参考文献:

- [1] Lin Hong, Wan Yifei, Jain A. Fingerprint image enhancement algorithm and performance evaluation[J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1998, 20(8): 777 - 789.
- [2] Yin Y L, Zhan X S, Tan T Z, et al. An algorithm based on Gabor function for fingerprint enhancement and its application [J]. Journal of Software, 2003, 14(3): 484 - 490.

- [3] He Y L, Tian J. Image enhancement and minutia matching algorithms in automated fingerprint verification [J]. Pattern Recognition Letters, 2003, 24(9 - 10): 1349 - 1360.
- [4] 马笑潇, 黄席樾, 周欣, 等. 指纹自动识别系统中的关键技术——方向图[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2001, 24(3): 91 - 94.
- [5] Jain A, Lin Hong, Bolle R. On - line Fingerprint Verification [J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997, 19(4): 302 - 314.
- [6] 刘灵丽, 李丽娟. 指纹图像预处理和特征提取[J]. 计算机工程, 2006, 32(16): 190 - 192.
- [7] 卢 岫, 陶 刚, 李吉桂. 一种新的指纹图像细化算法[J]. 现代计算机, 2002, 25(5): 42 - 44.
- [8] 李徐周, 于 飞. 有效的指纹纹线细化算法[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(4): 626 - 628.

(上接第 129 页)

5 结束语

在整个系统研究的过程中,笔者阅读了大量的资料,对相关工作进行了细致的研究。

通过实验,特征点跟踪和提取风格化因子是一种进行风格化处理的有效方法。人脸部结构性强,适合使用特征点变换进行风格化。现有的风格化软件主要基于笔触模拟的方法,合成质量较好,但速度较慢,不适合大量处理图片、视频。采用特征点跟踪和提取风格化因子的方法有较快的速度。在实验中处理一张有 58 个特征点的 $431 * 431$ 图片的时间约为 10 秒。

本系统还有一些局限性,如对头发的处理还很不成熟,目前在跟踪中没有对头发进行准确定位。另外,在风格化合成中,输入图片中人物的肤色、脸的角度都对风格化效果都有影响。

(上接第 132 页)

5 结束语

文中提出了一种云层运动的线性仿真方法。这种方法在二维空间上对云层模型横截面应用马赛克算法,在三维空间下,利用马赛克算法中的小区块长度在竖直方向上将云层模型划分为许多个粒子。引入了线性插值原理,并在它的基础上进行风层密集化处理。将处理后的风层对云层粒子运动方式的影响实时模拟,能够得到比较理想的结果。实践证明将该模拟方式应用于相关大型模拟仿真系统有着很好的效果。

参考文献:

- [1] 崔 屹. 图像处理与分析[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 43

参考文献:

- [1] Cooper D H, Cootes T F, Taylor C J, et al. Active shape models - their training and application[J]. Computer Vision and Image Understanding, 1995, 61(1): 38 - 59.
- [2] Cootes T F, Edwards G J, Taylor C J. Active Appearance Models[C]//In Burkhardt H, Neumann B, editors. 5th European Conference on Computer Vision. Berlin: Springer, 1998: 484 - 498.
- [3] Beier T, Neely S. Feature - Based Image Metamorphosis[J]. Computer Graphics, 1992, 26(2): 35 - 42.
- [4] Lee Tong - Yee, Lin Young - Ching, Lin Leeween, et al. Fast Feature - Based Metamorphosis and Operator Design [J]. Computer Graphics Forum, 1998, 17(3): 15 - 22.
- [5] 王健宁, 董 峰, 石教英. 基于三角形对应关系的 Morphing 技术[J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(8): 641 - 646.

- 55.

- [2] Smeulders A W M, Worring M, Santini S, et al. Content - based image retrieval at the end of the early years[J]. IEEE Trans on Pattern analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(12): 1349 - 1380.
- [3] Dempster A P, Laird N M, Rubin D B. Maximum likelihood from incomplete data vi the EM algorithm[J]. J. R. Statist. Soc. B, 1977, 39: 1 - 38.
- [4] Schattenburg M L, Chen C. Sub - 100 nm metrology using interferometrically produced fiducials[J]. J. Vac. Sci. Technol., 1999, B17(6): 2692 - 2697.
- [5] Pawlak Z. Rough sets: Theoretical Aspects of Reasoning about Data[M]. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1991.