

动态真实感自然景物图象的生成模型

徐国栋

杨彩田

(哈尔滨工业大学电子与通信工程系, 哈尔滨 150001) (哈尔滨广播器材厂正力研究所, 哈尔滨 150036)

摘要 提出了一种计算机图象生成模型, 利用预测加伪随机噪声的方法实现几何造型及模拟光学模型, 生成了可控宏观结构且具有丰富微观结构的真实感自然景物图象, 例如云、水域、草地及山体等。该模型的特点是运算量少, 几何造型与光照明计算均用同一模型产生, 简化了仿真过程。

关键词 计算机图象生成, 预测, 仿真

1 引言

在计算机动画及仿真应用中, 对生成自然景物图象有较多的要求, 不仅要能够生成较强真实感的图象, 而且还要算法简单, 能够实时处理。在真实感图象生成方法中, 通常是根据一定的物理及数学模型, 对某些现象或景物作近似的描述^[1], 由于真实感自然景物图象需要丰富的细节, 用通常的计算机图形描述语言来生成图象其效率是很低的。一般物体的几何造型是利用三角片构成的, 三角片的数量决定了所生成图象的真实程度。三角片的数量越多, 图象的真实感越强, 但运算量也越大, 一幅图象的真实程度最终受到设备能力的限制。根据这种情况本文将图象处理中的理论用于计算机图象的生成方法中, 提出了一种运算简单并能产生丰富细节的动态图象生成模型。

2 动态图象生成模型

为了生成动态的自然景物图象, 不仅要生成具有较强真实感的立体图象, 而且要能产生在时间上相关的图象序列。为了使生成的图象具有类似真实图象的细节, 需要对真实自然景物图象的特点进行分析。研究表明, 真实图象的特点主要表现在灰度分布的统计规律上, 包括: 图象的灰度分布有很强的相关性; 相同景物具有相同或相近的灰度分布, 不同景

物具有不同的灰度分布。它们描述了景物的几何空间相关性及光谱间的相关性, 几何空间相关性表现为: 当图象中某像素取某一灰度或颜色时, 其相邻像素也将取相同或相近的灰度或颜色。光谱间相关性表现在形成图象的不同颜色之间的灰度数据不是正交的, 数据间存在冗余。这种相关性也表现了景物的聚类特征, 即在局部的空间上景物具有相同或相近的灰度分布。景物在图象上表现的这种相关性, 说明景物表面灰度分布在统计上有确定的性质, 同时也描述了图象灰度的随机性质, 确定性的一面表明景物宏观结构上的可预测性, 其光能分布的群体趋势是可预测的, 而随机性的一面表明景物的丰富多彩, 其图象具有丰富的细节, 它的微观结构的多样性。这种性质在图象处理中被用来进行图象数据压缩, 成为图象处理的理论基础之一, 其最具代表性的是DPCM方法^[2]。

在DPCM中, 由于图象数据间的相关性, 其将要处理的像素值可由其相邻的像素进行预测, 通常预测值与实际像素值之间有一些误差, 必须对该误差进行编码。在这种方法中, 只要知道了误差编码数据既可重建原图象数据, 也就是说, 预测误差中包含了图象中的全部信息。进一步的统计工作表明, 预测误差类似于随机噪声, 具有一种特定的分布, 形成一种特定的误差序列, 并通过这种特定的误差序列产生了一幅真实的图象。不同的图象具有不同的误差序列, 而不同的误差序列也将产生不同的图象。由于误差序列类似噪声序列, 因此用伪随机噪声序列来

代替预测误差序列也将得到一帧图象,它与真实图象不同。但是,如果仅要求生成具有真实感的图象,而不是真实景物图象的话,则可能解决图象生成中的问题,由此得出图象生成的数学模型:

$$f(x,y) = \hat{f}(x,y) + r(x,y) \quad (1)$$

式中 $\hat{f}(x,y)$ 为 $f(x,y)$ 的预测值(Prediction), $r(x,y)$ 为伪随机噪声序列(Random)。 $\hat{f}(x,y)$ 可以由已生成的图象数据进行预测,最简单的预测可由下式给出:

$$\hat{f}(x,y) = a_1 f(x-1,y) + a_2 f(x,y-1) \quad (2)$$

式中 a_1 及 a_2 为常数。以下将由式(1)及式(2)构成的图象生成模型简记为 P&R 模型。

在 P&R 模型的基础上引入时间参数,可以模拟动态的自然景物图象。在时间方向上景物的宏观变化通过预测产生,而微观变化通过引入伪随机序列来实现。微观变化累积到一定程度后,其生成图象中景物也将改变,从而仿真了生成图象中景物的渐变过程。分析表明:该模型所生成的数据在一定条件下具有 $1/f$ 的谱特性,与利用分形几何所生成的图象数据类似。此外,通过改变模型中的预测系数,还可以控制所生成图形数据的谱特性,从而使该模型更具灵活性,例如生成某些特殊的纹理结构等。

3 实验结果

根据 P&R 模型生成了几种常见的自然景物图象,如图 1 及图 2 所示。图中云及水域部分是由 P&R 模型生成的平面图象,但由于灰度分布的微观



徐国栋,哈尔滨工业大学电子与通信工程系副研究员,1985 年获哈尔滨工业大学硕士学位,主要研究领域包括信息与信号处理、图象处理、计算机图形学及计算机仿真等。

A Model for Computer Image Generation

Xu Guodong, Yang Caitian

(Dept. of Electronic and Communication Engineering, Haerbin Institute of Technology, Haerbin 150001)

Abstract A model for computer image generation is given in this paper. Both geometric and illumination modeling can be simulated by prediction and pseudo noise sequence in this model. The generated image of natural scenery, e. g. cloud, water area and grass land, is rich in details which indicate that the model is suitable for computer simulation.

Keywords Computer image generation, Prediction, Computer simulation

细节非常丰富,因此在图象中也表现了较强的真实感。另外,由于不同时刻云及水域不同,表现了流动的云及变化的水域纹理。图中山地部分其宏观结构突出,同样具有丰富的微观细节,明显的植物覆盖增强了图象的真实感,灰度分布的明暗变化模拟了光能分布的自然现象。

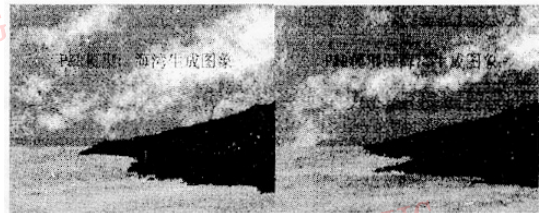


图 1

Fig. 1

图 2

Fig. 2

4 结 论

P&R 动态图象生成模型用统一的方法实现了图象的几何造型及光照明模型的模拟,利用预测模拟了自然景物几何结构及光能分布的宏观变化,而伪随机参数的引入增强了生成图象的真实感。

参 考 文 献

- 1 Schachter B. Random Pattern Generation Process, Computer Graphics and Image Processing, 1979, 10: 95~114.
- 2 Gonzalez R C. Digital Image Processing. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1977.