

电脑动画中 3D 虚拟人自主运动的研究

钱驰波 薛晓明

(常州信息技术学院计算机学院,常州 213164)

摘要 电脑动画中复杂环境下 3D 虚拟人自主运动的研究,是计算机图像处理技术发展过程中急待突破的一个环节。主要原因是传统处理的方式过于复杂耗时。针对上述问题,应用计划分离器建立虚拟人的运动模型,使虚拟人在高低不平的环境中实现正步走、侧走、跑步及跳跃等程序性动画。实验结果表明:提出的方法简单、快捷。

关键词 全域路径计划器 区域运动计划器 3D 虚拟人自主运动 电脑动画

中图法分类号 TN929.82; **文献标志码** A

3D 虚拟人的研究是近年来电脑动画研究的热门课题^[1]。完整的虚拟人模拟包括下半身的行走动作、上半身的抓取动作、脸部表情及衣服等部分^[2]。近年来的研究多放在以运动抓取的方式取得罐装动作后,再利用内差或变形的方式,套用在不同的模型上,以产生适应环境的新动作^[3]。由于对真人运动的重现,这个方式的好处在于其运动的可变度及自然度高;但缺点是无法产生事先未抓取的运动类型,而且设计过程复杂,以致于制作成本高,难以达到一定的经济效益,其应用范围受到一定的局限。特别是实时性动画的相关技术,要能跨越目前网上游戏 2D 或 3D 动画的现状,势必要开发新的动画制作技术,以提高动画设计师的生产力,使其能以少量的投入,产生多样化的实时动画^[4]。

针对上述问题,本文应用分离运动计划器,以较简单的方式产生一个在一般 3D 空间中具有自主性行动能力的虚拟人,此虚拟人能接受高阶指令,并根据环境的设定,自动正步走、侧走、跑步及跳跃等程序性动画。

1 实现虚拟人自主运动的方法

图 1 是包含深沟地形的多层复杂虚拟场景,假设虚拟人起初在地面,目标需要到达楼上的第三会议室。



图 1 包含深沟地形的多层虚拟场景

由于人体运动计划的计算复杂度高,为了简化计算,本文的运动计划器采用分离式计划的方式,其运作架构分为两个部分:全域路径计划器及区域运动计划器,两个计划器之间的连接框图如图 2 所示。在输入虚拟人的初始位置和最终目标后,先由全域路径计划器根据人体的粗略模型(如圆柱体)及运动能力(如可跨越的高度等)计划出一条可靠的路径,再交由区域运动计划器产生避碰的人体下半身运动。如果区域运动计划器按照全域路径计划器计划出的路径无法运动时,区域运动计划器将把相关信息返回给全域路径计划器,重新计划路径。

2011 年 5 月 9 日收到

第一作者简介:钱驰波(1978—),男,讲师,研究方向:多媒体与数字动画。

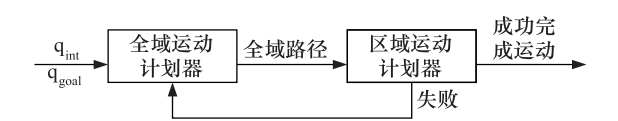


图 2 虚拟人运动计划器结构图

1.1 全域路径计划器

在全域路径计划器上,主要考虑较复杂的深沟地形,并能根据地形自动选用虚拟人的运动方式。首先对深沟地形以图像处理中的“开”运算加以计算^[5],以填补细窄深沟在搜寻时造成的阻绝。使用效果的范例如图 3 所示。

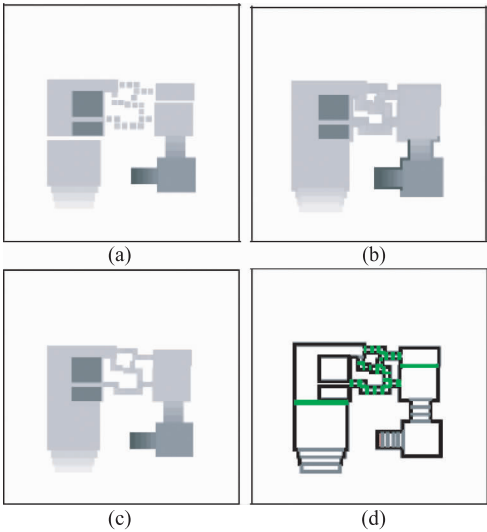


图 3 深沟地形的“开”运算

图 3 (a)为图 1 的高度图,图 3(b)为经过扩张运算的高度图,图 3(c)为经过侵蚀运算的高度图,图 3(d)为经过“开”运算后被修补的不稳定区域。在对深沟地形处理完成后进行计划路径的计算。计算计划路径的方法应用 STABLE – BFP 算法,这种算法具有小于 4 的低自由度,程序如图 4 所示。

在图 4 的程序中,为了下一步的探索,从候选 (OPEN) 的列表中,用“FIRST”操作来选择最有希望的配置 q ,然后访问 q 的每一个邻元 q' ,检查它们的有效性,并保持稳定。邻元的数量取决于主要运动数 n 。即对每一个运动,如果访问 m 个邻元,在每步迭代的时候需要访问 $m \times n$ 个邻元。

```
STABLE_BFP()
1  install  $q_i$  in  $T$ ;
2  INSERT( $q_i$ , OPEN); mark  $q_i$  visited;
3  SUCCESS  $\leftarrow$  false;
4  while  $\neg$  EMPTY(OPEN) and  $\neg$  SUCCESS do
5     $q \leftarrow$  FIRST(OPEN);
6    for every neighbor  $q'$  of  $q$  in the grid do
7      if  $q'$  is stable then
8        mark  $q'$  visited;
9        if LEGAL( $q', q$ ) then
10         install  $q'$  in  $T$  with a pointer toward  $q$ ;
11         INSERT( $q'$ , OPEN);
12         if  $q' = q_g$  then SUCCESS  $\leftarrow$  true;
13  if SUCCESS then
14    return the backtracked feasible path
15  else return failure;
```

图 4 STABLE-BFP 算法计算计划路径的方法

1.2 区域运动计划器

在区域运动计划上,根据运动特征及原理,制订适当的键格及键格之间的内差方式。除了正面行走运动外,进一步考虑侧走、跑步及跳跃等进阶动作。侧走运动的优点是运动方向的剖面较小,因此能穿越较窄的空间。但是由于必须限制膝盖的弯曲,因此运动的模拟反而较正面运动更容易指定适当的键格。

在跑步运动的模拟上,以三个关键格制订出三个运动阶段,如图 5 所示。第一、着地阶段:由前脚的脚跟或脚尖着地的瞬间开始,一直到前脚膝盖的弯曲(压缩)程度最大为止。在这个阶段中,主要是藉由膝盖的弯曲,来储存飞行阶段所需的跳跃力。第二、起跳准备阶段:由膝盖弯曲程度最大的瞬间开始,直到起跳的后脚脚尖离地的瞬间结束。此阶段中,后脚逐渐延展,将段膝盖弯曲时,肌肉所储存的能量转换成飞行所需要的动能。第三、飞行阶段:由后脚脚尖起跳离地开始,直到前脚着地为止。在这阶段中,身体悬浮于空中,骨盆的运动轨迹遵守斜向抛射的运动方程式。

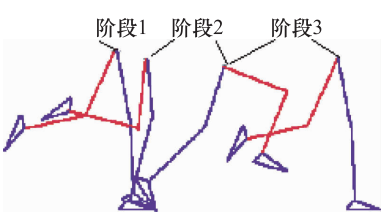


图 5 程式化跑步模拟的关键格设定

2 实验结果

为了验证提出方法的特点,使用一个范例进行演示,如图6所示。图6中的环境与图1完全一样,包括两层不同高度和大小的大理石柱体。图6(a)及(b)为在图1范例地形中所计划出的第一层及第二层的路径,图6(c)为在狭小通道时所采取的侧走运动,图6(d)为踩在梅花桩上的行走运动。在这个范例中,初始位置在地面,目标是第二层的某个位置,应用Java构建全域路径计划器及区域运动计划器,在VRML浏览器中显示的虚拟人自主运动步骤

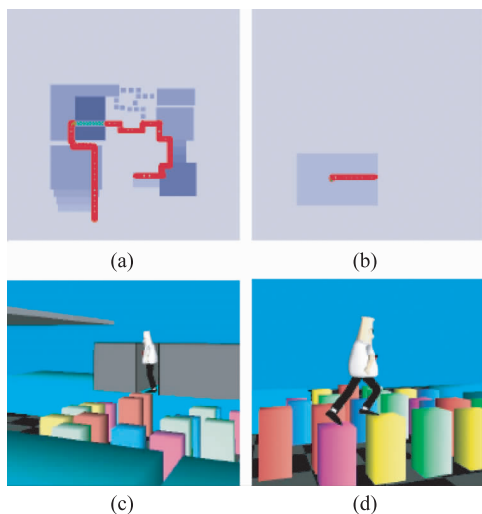


图6 演示范例

如下:以正步走爬楼梯到左侧平台,然后改变方向侧走通过狭窄通道,跳跃通过圆柱体到右侧平台,然后再爬楼梯到第二层的右侧平台。运行的时间包

括预处理和搜索两个过程,范例中预处理共耗时251 ms,其中计算层区域10 ms,计算到达的路径35 ms,计算场景耗时74 ms,计算不稳定区域132 ms。而搜索时间只耗时15 ms。

3 结论

经过研究,本文已经建立了虚拟人正步走、侧走、跑步及跳跃的运动模型;设计了适合虚拟人多种运动及复杂地形的全域路径计划模拟组,并以实验方式证实其有效性。未来的研究重点将放在对不同的环境及行为模式下,建立一个可扩展的多人虚拟环境系统,以将虚拟人的观念,实现在即时动画环境系统中。

参 考 文 献

- 1 Capin T K, Pandzic I S, Magnenat-Thalmann N, *et al.* Integration of avatars and autonomous virtual humans in: networked virtual environments. Proceedings of. ISICIS 98, IOS Press, Amsterdam, Netherlands, 1998:326—333
- 2 Li T Y, Chen P F, Huang P Z. Motion planning for humanoid walking in a layered environment. In: Proceedings of the 2003 International Conference on Robotics and Automation, 2003
- 3 Huang Q, Kaneko K, *et al.* Balance control of a biped robot combining off-line pattern with real-time modification. Proc of IEEE Intl Conf on Robotics and Automation, April, 2000:3346—3352
- 4 Yamane K, Nakamura Y. Dynamics filter-concept and implementation of on-line motion generator for human figures. Proc of IEEE Intl Conf on Robotics and Automation, April 2000: 688—695
- 5 孙继平,吴冰,刘晓阳. 基于膨胀/腐蚀运算的神经网络图像预处理方法及其应用研究. 计算机学报, 2005;6:985—990

(下转第6094页)

应 PID 控制器的研究. 现代制造工程, 2006;(9):112—114

6 张 越,张 炎,赵延军. 基于单片机和模糊控制的水温自动控

5 李士勇. 模糊控制、神经网络和智能控制论. 哈尔滨:哈尔滨工业

制系统仪表技术与传感器,2007;(4):71—72

大学出版社,2002

Temperature Control System of Calender Roller Based
on BP Neural Network PID

LI Quan-xi¹,SUN Zhen^{2*},CHENG Ling-xue³

(School of Computer Science & Technology¹, School of Electrical Engineering& Automation², Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, P. R. China;
Fengsheng Tire Limited Company³, Jiaozuo 454003, P. R. China)

[Abstract] A PID control method based on BP neural network was proposed, aiming at the temperature control of rollers for calender in Fengsheng Tire Limited Company and the limitations of the conventional PID control which resulted from complicated design, the poorer control accuracy and real-time update complicated parameter. The computer control system was also presented. The experiment results show that the method has the advantage of the high approach precision and self-adaptive, getting more satisfied results.

[Key words] BP neural network self-adaptive PID control calendar temperature control

(上接第 6090 页)

Research of Humanoid Robot Voluntary Movement
in 3D Computer Animation

QIAN Chi-bo,XUE Xiao-ming

(Changzhou College of Information Technology, Changzhou 213164,P. R. China)

[Abstract] It is urgent breakthrough technology for the development of computer image processing to research 3D humanoid robot voluntary movement in the complex environment due to the traditional way of dealing with time-consuming and too complex. In response to these problems, a motion planning system capable of generating both global and local motions for a humanoid robot in a layered or two and half dimensional environment are proposed, so that the humanoid robot in the rugged environment to achieve frontal and side walking, jogging and jumping procedural animation. The results show that the proposed method is simple and fast.

[Key words] global path planner local path planner 3D humanoid robot voluntary movement computer animation