

面向对象的虚拟现实模拟研究

黄 斐

(苏州大学计算机科学与技术学院 苏州 215006)

摘 要 本文介绍了面向对象的虚拟现实模拟,结合虚拟现实研究,论述了虚拟现实和系统模拟的区别与联系,结合电梯模型,介绍了面向对象模拟系统结构和设计原理。

关键词 面向对象,虚拟现实,系统模拟,电梯模型

On the Object-oriented Virtual Reality Simulation

HUANG Fei

(Computer Science&Technology School of Suzhou Univ., Suzhou 215006)

Abstract This paper introduces the object-oriented virtual reality simulation, difference and connection of virtual reality and simulation, introduces the object-oriented simulates system structure and design principle.

Keywords Object-oriented, Virtual reality, Systme simulation, Electric elevator model

虚拟现实(Virtual Reality)和系统模拟(System Simulation)之间既具有区别又有着内在的联系,或者说二者之间是既互相包容又互相区别的,存在二者之间的交集。这个交集的内涵和外延,就是虚拟现实模拟。它在内容、理论和方法上都有新的特点和亮点,它综合了虚拟现实和系统模拟各自的优点和长处,并且具有广阔的应用潜力和发展前景。将两个不同而又相互联系的事物集成一个新的概念和方法,关键在于找到二者的结合点,形成有机的整体并构成虚拟现实模拟集成系统。

1 虚拟现实模拟分析

虚拟现实(Virtual Reality,简称VR)是一项综合集成技术,涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能等领域,借助它可以完全置身于由计算机创造的神奇的虚拟世界,可以和虚拟世界中的物体进行交互,也可以静静地观察这个虚幻的世界。

系统模拟是一种实验技术,它为一些复杂系统创造了一种计算机实验环境,使系统的未来性能测度和长期动态特性,能在相对极短的时间内在计算机上得到实现。从实施过程来看,它是通过对所研究系统的认识和了解,抽取其中的基本要素的关键参数,建立与现实系统相对应的模拟模型,经过模型的确认和模拟程序的验证,在模拟试验设计的基础上,对该模型进行模拟试验,以模拟系统的运行过程,观察系统状态变量随时间变化的动态规律性,并通过数据采集和统计分析,得到被模拟系统参数的统计特性,据此推断和估计系统的真实参数和性能测度,为决策提供辅助依据。

虚拟现实侧重在表现形式,而系统模拟则侧重于真实复杂世界的科学抽象,真正反映出现实世界的运动形式。利用虚拟现实技术可以更好地帮助系统模拟验证模型的有效性,并可更直观、有效地表现模拟结果。

虚拟现实模拟系统在航空航天、军事、科学研究、工业生产、交通运输、环境保护、生态平衡、卫生医疗、经济规划、商业经营、金融流通等领域已经得到成功的应用,并取得显著的经济效益。虚拟现实模拟系统的发展和完善,将使工程技术人员、管理人员、领导决策人员有可能在虚拟环境中对所设计的

系统、所管理的系统、所领导范围内的系统进行观察、设计、修改、决策、调度或重组等,使这些系统更加完善。虚拟现实模拟系统具有广泛的应用前景。此外,虚拟现实模拟系统还是一种理想的训练和实践系统,操作人员在实际使用新型装备之前,可在虚拟环境中进行操作训练,以便熟练掌握装备的操作技术。作战指挥人员可在虚拟战场或虚拟战斗中,培养作战指挥能力,或对所制定的作战策略和战术进行模拟评估。企业领导和决策人员则可在虚拟生产环境或虚拟市场模拟环境中,培养实时决策能力,以提高其领导和决策素质。

从本质上讲,模拟的核心组成部分仅是一个计算、调度的过程。模拟并不一定需要表现过程,只要通过对模型的计算最后给出一系列的数据即可,这就是数值模拟(Numerical Simulation)。其优点是对机器要求不高,速度快,但不直观,不易验证模拟程序的对错。

为数值模拟的过程及结果显示增加文本提示、图形、图像、动画表现,可使模拟过程更直观,结果更容易理解,并能够验证模拟过程是否正确。这种模拟被称为可视化模拟(Visual Simulation)。在此基础上再加入声音,就可得到狭义上的多媒体模拟(Multimedia Simulation)。

虚拟现实模拟系统,研究具有不确定性的某一类系统的表现特征,重点关注模拟的过程及结果,要根据模拟的过程及结果来辅助决策。而虚拟现实应用系统,在于解决某种实际问题,一般只关心结果。

2 基于 VRML 的虚拟现实模拟

通常,虚拟现实系统以表现和参与为目的,大多数虚拟现实系统都是被动的,需要用户参与。而模拟系统的重点在于获得模型系统的统计信息,通过自主地运行,并最终获得所模拟系统的统计状态。构建虚拟现实模拟系统,并不是把虚拟现实技术与模拟简单地相加,而应是融合了两种类型系统的特点的有机体。所构造的虚拟现实模拟系统应该能够自主地运行,用户应该能够进入系统到处观察,而且需要的时候应能够暂时停止模拟过程。

VRML语言是一种三维造型描述语言,用来描述三维实体造型,将这些造型结合起来就可构造出一个虚拟世界。在

这个虚拟世界中对象可以移动、旋转并响应用户的动作,如碰触或接近一个对象。然而从模拟的观点来看,纯 VRML 构造的虚拟世界是静态的、预先定义好的。当一个 VRML 文件生成后,所有的运动及反应行为都已经预先定义好了。从这个角度来看,对于模拟没有应用价值,因为模拟的目的就是为了获得未知系统的信息。

当然,采用 VRML 与其他编程语言接口也可以完成模拟过程。Java 小程序是虚拟现实模拟系统的模拟驱动核心(Simulation Engine),可以控制模拟的运行,收集模拟统计数据,动态地添加、删除模拟实体等。VRML 文件在这里仅仅是用来描述模拟的环境布局。跟虚拟现实相关的一些问题如自由转换视角、检测物体碰撞、响应用户的动作等都由播放器来处理。

借助 VRML 实现一个虚拟现实模拟系统的时候,重点应该放在 Java 小程序上,也就是模拟驱动上。于是现在目标问题发生了一些变化,从一个非常复杂的问题转变为一个相对容易的工作,即用 Java 小程序来实现模拟的任务。

3 进程式虚拟现实模拟

采用 Java 技术建立面向对象的进程式模拟系统的机制,需要建立模拟模型,确定实体的进程式结构和行为,并封装模拟对象。面向对象的进程式模拟系统结构如图 1 所示。

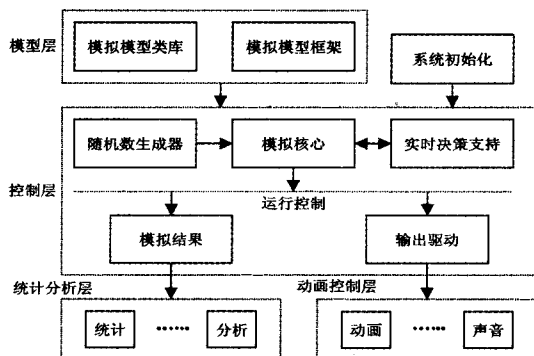


图 1 面向对象模拟系统结构

系统结构描述了系统对象之间的关系,该系统由模型层、控制层、动画控制层和统计分析层组成。模型层包括模拟模型类库和模拟模型框架,控制层包括,随机数生成器、模拟核心、实时决策支持、输出驱动和模拟结果控制。动画控制层可以控制图像的动态现实,并可用声音增加模拟效果。统计分析层包括常规统计、结果分析和统计图表输出。

面向对象的进程式模拟要有模型框架、模型运行控制、模拟实体、模拟输入/输出和实时驱动等所有模块和功能的对象化,使用户在进行个性化开发时具备面向对象方式的灵活性,系统以模拟器为核心,并对各种功能对象进行有机组合,通过事件来驱动系统模拟。

以电梯模拟系统框架为例,首先由一个模拟运行控制对象来启动并管理整个模拟的进程,控制对象的生命存在于整个模拟过程。模拟开始后,系统产生实体对象不断地激发到达事件;实体对象的使命与实际情况一样,首先确定电梯井对象的忙、闲属性,若电梯井对象的状态是忙,则进入队列等待服务并触发一个事件,将队列对象的长度属性加 1。当电梯井空闲可以进行服务时,就激发了服务开始事件,电梯井开始服务过程,并触发队列对象进行重新排队。

在系统运行过程中,模拟核心控制输出驱动模块,进行动画控制,演示排队和电梯服务过程。最后实体在服务完毕后,

结束生命进程,并启动统计对象的统计函数,例如显示区间宽度为 0.1 的顾客到达电梯间隔,利用直观检验法和 χ^2 检验法分别对数据及其选定的拟合分布指数分布进行拟合优度检验,如图 2 所示。

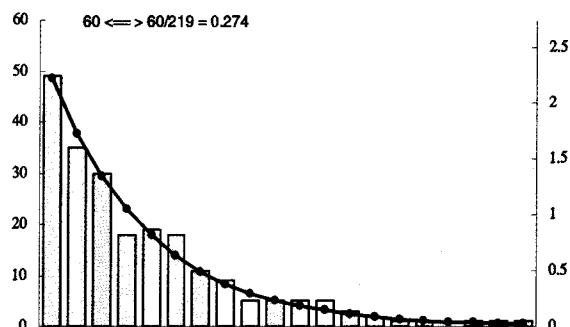


图 2 利用直观法对电梯顾客到达间隔时间的拟合优度检验

(1)首先确定区间数目,为了保证 $np_j \geq 5$,取 $k=20$,则 $p_j = 1/20 = 0.05$,因此, $np_j = 219 \times 0.05 = 10.95$ 。

(2)所选定的拟合分布的分布函数为

$$F(x) = 1 - e^{-x/0.399}$$

可求出其反函数为

$$F^{-1}(y) = -0.399 \ln(1-y)$$

(3)按 $a_j = F^{-1}(\frac{j}{k}) = -0.399 \ln(1 - \frac{j}{20})$,用 $j=1,2,3, \dots, 19$,可计算出 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{19}$,而在这里 $a_0 = 0, a_{20} = \infty$ 。

通过检验可认为观测数据的拟合分布为指数分布,均值为 0.399,最后确定了这批数据的拟合分布。

(4)其他计算及其结果也列在表 2.4 中。得到的检验统计值 $\chi^2 = 22.188$ 。

(5)若检验水平 $\alpha = 0.1$,从 χ^2 分布表中可查得 $\chi^2_{20-1,1-\alpha} = \chi^2_{19,0.90} = 27.204$ 。

(6)由于 $\chi^2_{19,0.90} = 27.204$ 大于 $\chi^2 = 22.188$,我们在 $\alpha = 0.10$ 的水平上不拒绝 H_0 假设。

(7)通过 χ^2 检验,我们认为所选拟合分布与所观察的数据是吻合的。到此我们才最后确定了这 219 个数据的拟合分布为

$$f(x) = \frac{1}{0.399} e^{-x/0.399}$$

电梯模拟系统中采用连续的图像描述 Person 对象的运动行为,并演示其运动过程,如图 3 所示。系统对象间的交互不同于用户和系统间的交互,然而两者都构成了系统行为的一部分。

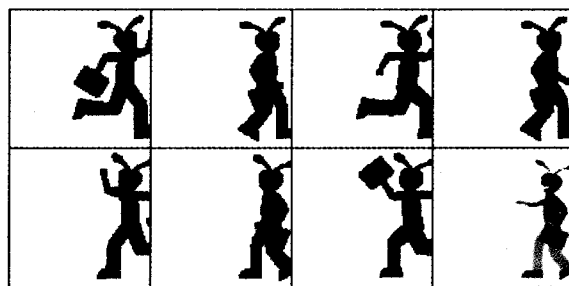


图 3 Person 对象的图像描述

面向对象模拟系统,以模拟事件联系各类对象的运转,可实施最基本的模拟任务。它具备进程式的模型过程,以实体的线程来控制系统,系统状态的改变引发事件的产生,从而实

现实体对象间的消息传递,运动实体对象的行为受到固定实体属性的约束,而固定实体对象的状态也受到运动实体的触发。面向对象的进程式模拟系统结构包括系统基本模块和扩展模块。如果两个对象为完成某个任务而互相通信,则称为协作,就是一个对象向另一个对象发送特定的消息,对象通过调用操作来实现这种协作。图4描述了顾客达到后,电梯对象之间的协作。

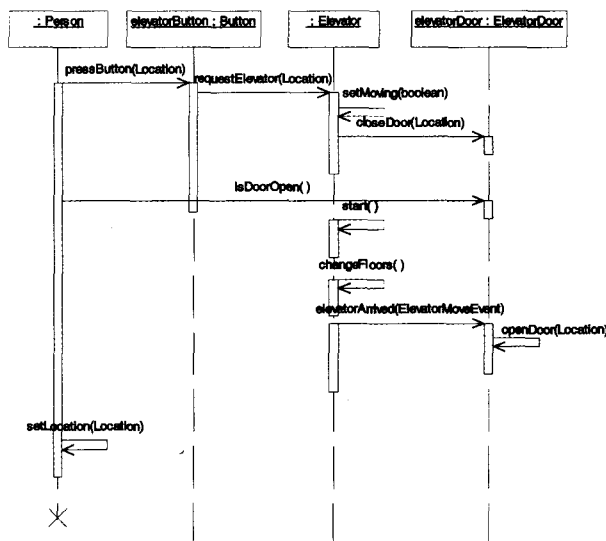


图4 电梯对象之间的协作

(1) 基本模块

基本模块包括模拟模型对象、状态变量对象、模拟控制对象、模拟执行对象和实体对象。扩展模块包括动画与声音对象、图形用户交互对象、决策对象、随机数对象和统计对象。

模拟模型对象是整个模拟模型的入口,用来确定模拟模型的结构和运行时采用什么方式。状态变量对象用以描述模拟系统的特征属性,是属于公共变量类型的。模拟控制对象的任务是用来控制重复次数、模拟长度、是否采用动画或模拟决策等,因此可以将它们确定为模拟控制对象的变量。此外模拟控制对象的函数功能是用来在模拟开始后启动服务台对象、队列对象和到达实体对象的生命,并判断模拟的结束条件,在模拟结束后输出统计报告并终止服务台对象、队列对象和到达实体对象的生命。此外由于希望能够在模拟中加入决策参与环节,模拟控制对象还有终止和恢复模拟两个功能。

模拟执行对象用来推进模拟的进行,负责所有模拟事件的调度,并以面向事件的方式推进模拟时钟。实体对象将模拟研究对象的属性(包括动画及声响属性)、特征变量以及行为等封装在一起形成实体对象,并采用了实体流技术反映实体的生存进程,由此可以自然而然地驱动相应的外部事件。实体对象分为运动实体和固定实体,固定实体一般指队列和资源等。

运动实体对象采用实体流技术,它的属性包括是否需要动画表述、是否被服务以及创建和结束的时刻等。其中的运行函数采用面向过程,遍历了实体的所有线程,它是一个进入队列、等候服务、服务启动、离开服务再进入下一个队列直至最后结束的过程。队列对象的属性包括队列长度和队首实体指针。它的内部方法包括队列长度获取、实体进入排队、实体离开队列以及之后的重排队等等。需要注意的是这些函数方法是由别的对象通过接口间接调用的,这也是面向对象的灵活性特征。资源对象对象的属性有产生一个负指数的服务时

间,忙和闲状态等。它的方法是在上一次服务结束后判断队列的状态,取得队首实体后开始服务,并启动相应队列的重新排队。

上述的几个对象是构成一个面向对象模拟系统的基本模块,可以实施最基本的模拟任务。该系统是一个以模拟事件联系起来的各类对象的有机运转系统。模拟系统具备进程式的模型过程,而系统也是以实体的线程来运行。系统状态的变化通过实体对象间的消息交互来完成,运动实体对象的行为受到固定实体属性的约束,而固定实体对象的状态也受到运动实体的触发。

(2) 扩展模块

如果在上述基础上继续拓展动画模拟等功能,则需要建立动画与声响对象、图形用户交互对象、随机数对象、统计对象和决策对象。

动画与声响对象用以描述模拟的进程、模拟实体的行为以及状态变量的改变。主要描述模拟实体从产生到消除过程中所经历的排队、等待和行进等。也可以用直方图的形式描述模拟运行的进度,以及所关心的系统状态变量的改变等。声响对象以各种模拟系统的事件来驱动并以不同声响效果来描述。图形用户交互对象可直观地观察和控制模拟模型运行时的参数变化和进度指示;跟踪模拟运行进度;改变默认的模拟运行程度;改变默认的模拟运行次数;停止模拟运行;开启模拟动画;生成模拟输出统计报告;开启模拟运行错误提示窗口等。

随机数对象产生符合需要的各种随机数,随机数发生器类提供了常用分布的一些伪随机数的产生。首先利用线性同余法产生均匀分布的伪随机数流,然后利用逆变法生成其余分布。可按需要指定所需随机数的参数,采用不同的构造法。

统计对象用来对模拟模型的变量进行统计,对模拟模型中的状态变量进行跟踪统计和记录。决策对象以图形用户交互对象为基础,把用户的决策消息传递到模拟系统的运行进程中。由于实现了模拟运行框架与决策实验框架的分离,它们统一在模拟控制对象的管理下。

结束语 面向对象的进程式模拟系统的机制,具有开放式的特点,给用户带来了极大的创造空间,在进行面向对象的进程式模拟系统的开发时,应该是从构造一个支持模拟模型的包做起,然后根据实际情况进行针对性的模型和运行,这种模拟系统与传统模拟系统的区别如下:

(1) 开放式框架

开放式的模型框架,在进行模拟模型的构造和设计时,应该发挥面向对象设计的通用性和灵活性,在一个大的框架下进行个性化的开发,因此,模型框架对于模型的控制是开放式的,在保证了模型运行控制和实验数据的输入和获取等基本要求下,对于模拟系统的输出驱动(音响和动画)和网络协同等功能采用了可选的兼容设计。

(2) 动画模拟

动画模拟作为数字模拟的有益补充,正进一步发挥着其独有的特点,它不仅能够在设计阶段帮助用户确认模拟模型,在模拟运行中辅助用户对模拟运行的认识和控制,而且在模拟决策系统中它还是进行交互所必需的实验手段。

(3) 数据透明

由于采用了面向对象的设计和开发,对于模拟系统中纷繁复杂的数据应进行分类,将系统状态变量和运算变量等数据进行不同的封装,使用户只和自己关心的数据打交道,也就是说,在面向对象的设计中要保证数据的可见度,从而维护系统的稳定性。

基于改进 K-均值聚类的快速分形图像编码算法^{*})

王向阳^{1,2} 于雁春¹

(辽宁师范大学计算机与信息技术学院 大连 116029)¹

(南京大学计算机软件新技术国家重点实验室 南京 210093)²

摘要 将先进的 K-均值聚类理论引入到分形图像编码领域,是目前国际学术界的研究热点之一。本文全面分析了 K-均值聚类的初始聚类中心选取问题,给出了基于均值-标准差的初始聚类中心选取新方案,并据此提出了一种新的快速分形图像编码算法。仿真实验表明,本文所提出的快速分形图像编码算法是一种高效的图像压缩方法,不仅其压缩效果明显优于传统 K-均值聚类分形图像压缩方案,而且具有较短的编码时间。同时,该算法还具有较强的通用性与适应性(传统 K-均值分形编码方法对于纹理图像压缩效果较差,而本文算法的压缩效果却较理想)。

关键词 图像压缩,分形编码,K-均值聚类,初始聚类中心

A Fast Fractal Image Compression Using the Improved K-mean Clustering

WANG Xiang-Yang^{1,2} YU Yan-Chun¹

(School of Computer and Information Technology, Liaoning Normal University, Dalian 116029)¹

(State Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing 210093)²

Abstract How to import the advanced theory of K-mean clustering into the domain of fractal image encoding is a hotspot research in national academia. In this paper, the selection of initial clustering center for K-Means clustering is analyzed, an new initial clustering center selection based on average value and variance is given, and a novel fast fractal image coding method is proposed. Experimental results show that the proposed coding is a fast and efficient image compression scheme; it can considerably shorten the encoding time, while achieving the same or better decoded image quality.

Keywords Image compression, Fractal coding, K-mean clustering, Initial clustering center

1 引言

自 20 世纪 80 年末 Barnsley 等首次提出分形编码理论以来,分形图像压缩编码得到了广泛关注,并已成为国际学术界研究的一个热点^[1,2]。所谓分形图像编码,就是利用图像中不同区域间所存在的跨尺度相似性,从而把图像看成分形集来进行图像压缩。一般说来,分形图像编码具有高压缩比、与分辨率无关等优点,但普遍存在编码时间较长等不足。近年来,为了有效解决分形编码时间过长等问题,国内外学者陆续开展了一系列卓有成效的研究工作,并相继提出了多种快速分形图像编码算法^[3~6]。其中,利用 K-均值聚类理论对子块和父块进行分类处理,进而在更小范围的类内进行搜索匹配(即变全局搜索为局部搜索)等方法受到了人们重视,并在一定程度上提高了图像编码速度^[7,8]。然而,理论分析和实验

结果表明,尽管 K-均值聚类方法具有简单快速、能有效处理大量数据等优点,但其存在聚类质量完全依赖于初始聚类中心等不足^[9],而现有 K-均值聚类分形编码普遍采纳了随机选取初始聚类中心策略,这不仅严重影响了分形图像编码方案的工作效率,而且降低了系统的稳定性能。

本文全面分析了 K-均值聚类的初始聚类中心选取问题,给出了基于均值-标准差的初始聚类中心选取新方案,并据此提出了一种新的快速分形图像编码算法。同时,仿真实验也证明了算法的有效性。

2 分形图像编码理论简介

分形图像编码的基本思想是寻求一个使图像近似不变的适当压缩变换。一方面,因为表达图像的变换是压缩的,压缩映射原理保证变换的不动点 x_T 是唯一存在的,且可以从任

^{*})本文得到辽宁省自然科学基金(20032100)、视觉与听觉信息处理国家重点实验室(北京大学)开放基金(0503)、大连市科技基金(2006J23JH020)、“图像处理与图像通信”江苏省重点实验室(南京邮电大学)开放基金(ZK205014)和江苏省计算机信息处理技术重点实验室(苏州大学)开放课题基金(KJS0602)资助。王向阳 教授,主要研究领域为多媒体信息处理技术、网络信息安全技术。

(4)结果明晰

用户进行模拟决策实验的目的是通过对相关参数的组合和控制达到系统响应的最优,因此系统应该能够及时地体现用户决策的效果,而且还可以把模拟结果写入一个可返回的文件中。

(5)控制可选

由于要进行模拟决策的实验,在一定的系统框架下运行模拟系统时,用户要具备对模拟系统完全的控制权,能够自始至终参与模拟的进程,为此,模型的设计者首先就要根据用户

的要求来确定控制策略的深度和广度。

参考文献

- 黄斐. 电子商务网站数据挖掘方法. 计算机科学, 2006(12)
- 黄斐. 网络计划在软件项目进度管理中的应用. 计算机科学, 2006(12)
- 黄斐. 电子商务网站学习网站建设. 计算机应用, 2002(7)
- 黄斐. 信息管理专业网上教学实验环境建设. 计算机科学, 2006(7)
- 黄斐. Java 程序设计与应用技术教程. 科学出版社, 2003(9)
- 黄斐. 电子商务网站数据处理. 微机发展, 2002(3)