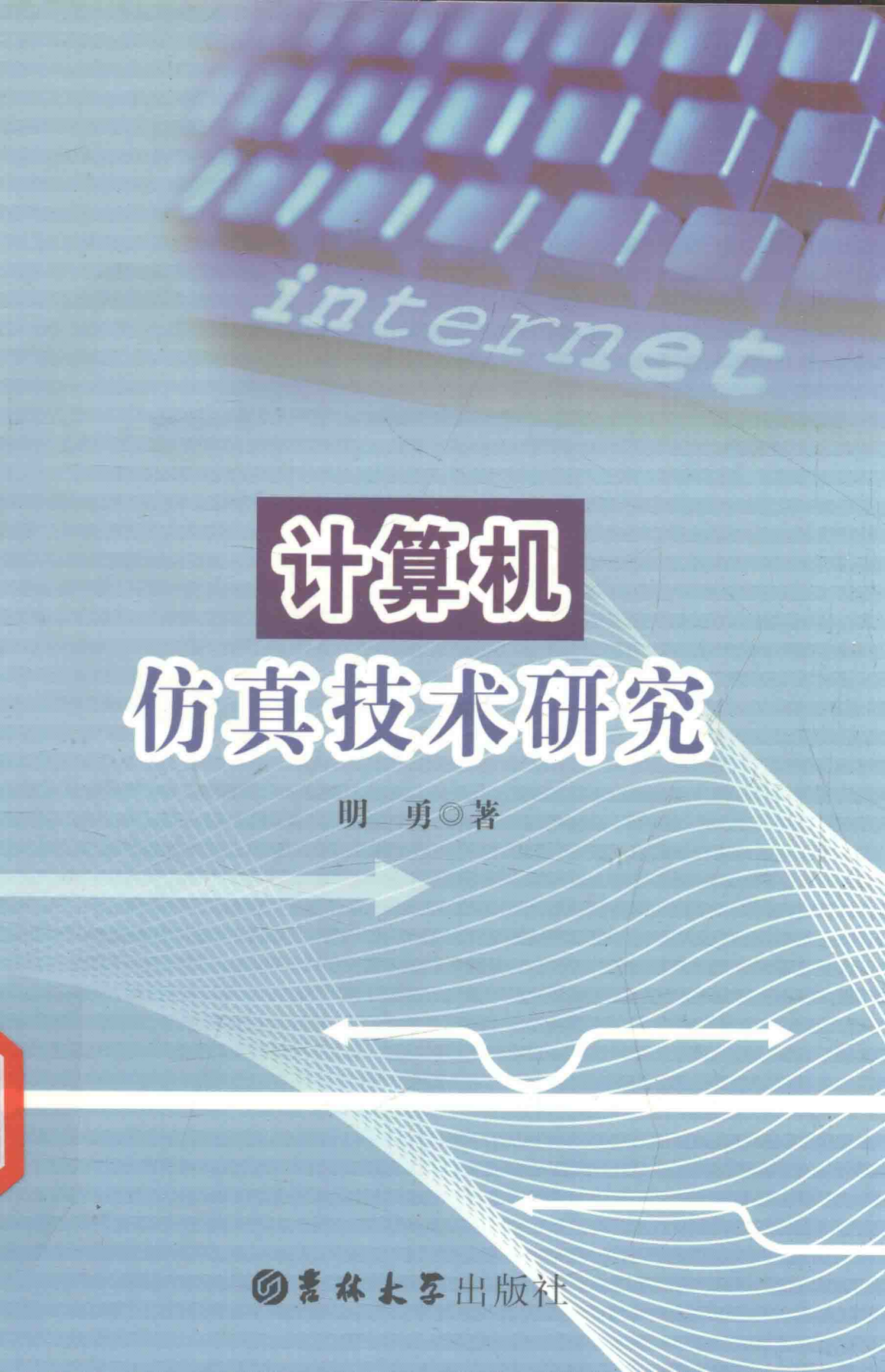




internet

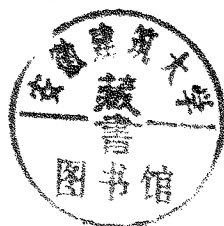
计算机 仿真技术研究

明 勇◎著

吉林大学出版社

计算机仿真技术研究

明 勇 著



吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机仿真技术研究 / 明勇著. — 长春 : 吉林大学出版社, 2016. 11

ISBN 978 - 7 - 5677 - 7988 - 4

I. ①计… II. ①明… III. ①计算机仿真 - 研究
IV. ①TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 266208 号

书 名: 计算机仿真技术研究

作 者: 明勇 著

责任编辑:朱进 责任校对:卢婵 郝岩

吉林大学出版社出版、发行

开本:787×1092 毫米 1/16

印张:11.25 字数:200 千字

ISBN 978 - 7 - 5677 - 7988 - 4

封面设计:美印图文

北京龙跃印务有限公司 印刷

2017 年 1 月 第 1 版

2017 年 1 月 第 1 次印刷

定价:36.00 元

版权所有 翻印必究

社址:长春市明德路 501 号 邮编:130021

发行部电话:0431 - 89580028/29

网址:<http://www.jlup.com.cn>

E-mail:jlup@mail.jlu.edu.cn

目 录

第一章 计算机仿真概述	(1)
第一节 仿真的定义和分类	(2)
一、系统仿真的定义	(2)
二、系统仿真的分类	(3)
第二节 仿真计算机与软件	(4)
一、仿真计算机的发展与用途	(4)
二、人工智能计算机	(6)
三、仿真软件的构成	(7)
四、仿真软件的应用与发展	(12)
五、仿真系统的作用和意义	(18)
第二章 计算机仿真理论	(21)
第一节 相似理论	(21)
一、相似及其理论发展	(21)
二、相似的概念及类型	(22)
三、相似定理	(25)
四、相似方法	(27)
五、相似理论是科学实验的基础	(29)
第二节 同态理论	(31)
一、同态学是复杂系统的科学	(31)
二、同态学研究对象	(32)
三、数学上同态概念	(35)
第三节 分形几何	(40)
一、分形几何与经典几何	(40)

二、分形几何概念	(41)
三、分形几何的产生	(43)
四、分形几何的内容	(44)
五、分形几何学的应用	(45)
六、分形几何和计算机仿真	(46)
第五节 矩阵理论	(49)
一、矩阵运算	(49)
二、正交相似变换和酉相似变换	(50)
三、3D 矩阵变换	(51)
第三章 计算机仿真模型研究	(56)
第一节 系统模型	(56)
一、系统建模	(56)
二、连续系统的数学模型	(61)
第二节 连续系统数字仿真模型	(65)
一、数值积分法	(65)
二、替换法	(71)
三、离散相似法	(74)
四、病态系统的仿真方法	(77)
第三节 离散事件系统仿真模型	(77)
一、离散事件系统与模型的概念	(77)
二、离散事件系统仿真	(81)
三、排队系统的仿真	(88)
第四节 云计算环境下仿真模型资源虚拟化	(95)
一、云计算环境下的仿真	(95)
二、仿真模型资源的虚拟化	(96)
三、仿真流程的定制和运行	(99)
第四章 基于云计算技术的仿真平台	(101)
第一节 云计算技术概述	(101)
第二节 仿真云平台的设计	(105)
一、仿真云平台架构设计	(105)
二、仿真云平台的逻辑实现	(111)

第三节 仿真云平台实现	(114)
一、硬件结构及说明	(114)
二、底层结构及说明	(115)
三、操作系统承载方式	(118)
四、业务应用	(120)
第五章 计算机仿真实践	(122)
第一节 先进仿真技术	(122)
一、分布式仿真	(122)
二、协同仿真	(127)
第二节 MATLAB 与连续系统	(131)
一、MATLAB 语言简介	(131)
二、Simulink 功能介绍	(132)
三、Simulink 模型的建立	(134)
四、Simulink 中的基本操作	(135)
五、Simulink 系统仿真环境的设置	(138)
第三节 离散系统仿真	(142)
一、离散事件系统仿真语言	(142)
二、GPSS 及 GPSS/H 离散仿真工具与应用	(142)
第四节 机械系统协同仿真	(150)
一、仿真软件环境与接口实现	(150)
二、天线系统的协同仿真	(154)
第六章 计算机仿真技术的展望	(155)
第一节 计算机仿真发展趋势	(155)
一、计算机仿真理论、仿真技术、仿真对象三者有机结合	(155)
二、多学科融合加速人类社会信息化进程	(156)
三、高性价比计算机仿真系统促进计算机仿真技术的发展	(156)
四、新技术解决计算机仿真系统开发中的软件瓶颈问题	(156)
五、信息安全保密成为计算机仿真技术领域的重大课题	(157)
六、计算机仿真技术自主知识产权的国产化与产业化	(157)
七、加强学科的交叉融合,促进计算机仿真学科的协调发展	(157)

第二节 虚拟现实技术	(158)
一、虚拟现实技术基础	(158)
二、虚拟现实硬件技术	(163)
三、虚拟现实软件技术	(165)
参考文献	(172)

第一章 计算机仿真概述

仿真又称作蒙特卡罗方法,它是一种通过用随机数做实验来求解随机问题的技术。这种方法最早可以追溯到 1773 年法国自然学家 G. L. L. Buffon 为了估计 π 的值所进行的物理实验。然而,第一个利用这种方法做随机数实验的人也许是美国统计学家 E. L. De Forest,那是在 1876 年。比较早而且著名的蒙特卡罗方法使用者是 W. S. Gosset。他在 1908 年以“Student”为笔名发表论文时,使用了蒙特卡罗方法来证明他的 t 分布法;在这之前已经由“theory”发展了 t 分布法,当然还不是十分精确。尽管蒙特卡罗方法起源于 1876 年,但是直到约 75 年之后 S. Ulam 和 J. VonNeumann 才将它命名为蒙特卡罗方法。从 1946 年到 1952 年间,数字计算机在一些科研机构得到发展。这些研究机构有:宾夕法尼亚大学、麻省理工学院、国家标准局和国际商用机器公司。现代化的具有程序储存功能的计算机使冗长的计算成为可能,而这种计算正是蒙特卡罗方法所要求的。

与今天的计算机相比,早期的计算机运算速度慢而且几乎不能储存任何东西。比如,在 20 世纪 60 年代初期,利用计算机进行算术运算,每秒钟少于 1 万次,在 60 年代中期达到约 50 万次,到 70 年代初期达到 2000 万次,而如今的超级计算机每秒钟进行同样的计算可超过百亿次。

自计算机诞生以来,性能的提高几乎是以每四五年提高 100 倍,每 10 年提高 1 万倍的速度持续发展着。

高性能计算机的出现为计算机仿真创造了条件,同时计算机仿真的需求又促进了高性能计算机的发展。在某种意义上说,计算机仿真发展历史就是计算机发展历史的一个重要组成部分。巨型机几乎都被用于模拟实验。现在,无论在科学现场还是在工程学现场,巨型机都成为不可缺少的工具。

科学的基本方式就是长久地观察、观测和实验。通过观察和观测得到

数据,对这些数据进行归纳并从理论上进行分析,产生假说,然后再利用实验验证这种假说。或者通过更为广泛的观察和观测来确定没有能够反对这一假说的事实。这就是科学的基本程序。但是现在,计算机模拟实验正在作为第三种科学方法构筑十分牢固的基础。甚至可以说,这几乎就是科学方法论上的革命。

总之,计算机模拟实验已经不单单是一个方便的研究手段,它已经成为发现新世界的新的认识手段,而且这个新世界是没有这个手段就无法发现的。

如今计算机仿真技术被广泛运用于众多的领域之中。进入 21 世纪,仿真模拟技术在高科技中所处的地位日益提高。一些发达国家非常重视仿真模拟技术的开发利用,在科学研究、工业、交通、军事、教育等领域得到大量应用。

第一节 仿真的定义和分类

计算机仿真技术综合集成了计算机、网络技术、图形图像技术、面向对象技术、多媒体、软件工程、信息处理、自动控制等多个高新技术领域的知识。

计算机仿真技术是以数学理论、相似原理、信息技术、系统技术及其应用领域有关的专业技术为基础,以计算机和各种物理效应设备为工具,利用系统模型对实际的或设想的系统进行试验研究的一门综合性技术。

计算机仿真技术的应用已不仅仅限于产品或系统生产集成后的性能测试试验,仿真技术已扩大为可应用于产品型号研制的全过程,包括方案论证、战术技术指标论证、设计分析、生产制造、试验、维护、训练等各个阶段。仿真技术不仅仅应用于简单的单个系统,也应用于由多个系统综合构成的复杂系统。

一、系统仿真的定义

仿真界专家和学者对仿真下过不少定义。艾伦在 1979 年 8 月出版的《仿真》期刊上对众多的定义进行了综述,其中雷诺于 1966 年在其专著中对仿真作了如下定义:“仿真是在数字计算机上进行试验的数字化技术,它包括数字与逻辑模型的某些模式,这些模型描述某一事件或经济系统在若干周期内的特征。”其他一些定义只对仿真作一些概括的描述:仿真就是模仿

真实系统;仿真就是利用模型来做实验等等。从这些有关仿真的定义中不难看出,要进行仿真试验,系统和系统模型是两个主要因素。同时由于对复杂系统的模型处理和模型求解离不开高性能的信息处理装置,而现代化的计算机又责无旁贷地充当了这一角色,所以系统仿真实质上应该包括三个基本要素:系统、系统模型、计算机。而联系这三项要素的基本活动则是:模型建立、仿真模型建立和仿真试验。

系统仿真是建立在控制理论、相似理论、信息处理技术和计算技术等理论基础之上的,以计算机和其他专用物理效应设备为工具,利用系统模型对真实或假想的系统进行试验,并借助于专家经验知识、统计数据和信息资料对试验结果进行分析研究,进而做出决策的一门综合性的和试验性的学科。

计算技术,除了包含通常意义下的计算理论和技术,还应该包括现代运筹学的绝大部分内容。对信息理论、控制理论、运筹学等概念和术语,其他一些有关系统科学和系统工程的著作都给予了明确的解释。定义中模型可以是定量的,也可以是定性的;可以是物理的,也可以是数学的,或者是它们的综合。要对某一系统进行研究,其“白色”部分,可以建立定量的解析模型;“灰色”部分则可以通过实验、观测和归纳推理获得其模型结构,并根据专家经验和知识来辨识其参数;而对于“黑色”部分则只能借助于各种信息知识给予定性描述。

二、系统仿真的分类

依据不同的分类标准,可将系统仿真进行不同的分类。如:

1. 根据被研究系统的特征可分为两大类,连续系统仿真及离散事件系统仿真。连续系统仿真是指对那些系统状态量随时间连续变化的系统的仿真研究,包括数据采集与处理系统的仿真。这类系统的数学模型包括连续模型、离散时间模型以及连续—离散混合模型。

离散事件系统仿真则是指对那些系统状态只在一些时间点上由于某种随机事件的驱动而发生变化的系统进行仿真试验。这类系统的状态量是由于事件的驱动而发生变化的,在两个事件之间状态量保持不变,因而是离散变化的,称之为离散事件系统。这类系统的数学模型通常用流程图或网络图来描述。

2. 按仿真实验中所取的时间标尺 τ 与自然时间时间标尺 T 之间的比例关系可将仿真分为实时仿真和非实时仿真两大类。若 $\tau/T=1$,则称为实时仿真,否则称为非实时仿真。非实时仿真又分为超实时 $\tau/T>1$ 和亚实时

$\tau/T < 1$ 两种。

3. 按照参与仿真的模型的种类不同,将系统仿真分为物理仿真、数学仿真及物理—数学仿真。

物理仿真,又称物理效应仿真,是指按照实际系统的物理性质构造系统的物理模型,并在物理模型上进行试验研究。物理仿真直观形象,逼真度高,但不如数学仿真方便;尽管不必采用昂贵的原型系统,但在某些情况下构造一套物理模型也需花费较大的投资,且周期也较长,此外在物理模型上做试验不易修改系统的结构和参数。

数学仿真是指首先建立系统的数学模型,并将数学模型转化成仿真计算模型,通过仿真模型的运行达到对系统运行的目的。现代数学仿真由仿真系统的软件及硬件环境、动画与图形显示、输入/输出等设备组成。数学仿真在系统分析与设计阶段是十分重要的,通过它可以检验理论设计的正确性与合理性。数学仿真具有经济性、灵活性和仿真模型通用性等特点,今后随着并行处理技术、集成化软件技术、图形技术、人工智能技术、先进的交互式建模和仿真软硬件技术的发展,数学仿真必将获得飞速发展。

现代仿真技术已发展成为以相似原理、计算机、控制论为基础,以计算机和各种物理效应为工具,借助系统模型对真实系统进行试验研究的一门综合性高技术。

第二节 仿真计算机与软件

一、仿真计算机的发展与用途

仿真计算机,是指运行仿真对象模型的计算机,根据仿真应用的需求,仿真机可以用通用计算机,也可以设计专用的仿真计算机。20 世纪 70 年代以前,由于当时的数字计算机的处理速度只能每秒千万次,达不到仿真应用的实时性要求,所以仿真机都是用模拟计算机。到了 20 世纪 80 年代以后,出现了亿次数字计算机,仿真机才跨入数字仿真计算机时代。从满足仿真应用领域的要求以及数字仿真机自身发展的规律来看,数字仿真机发展主要集中在三个方向。

1. 满足实时的纯数学仿真和半实物仿真需求的高性能数字仿真机。高性能突出地表现在处理速度和实物接口技术方面。高性能仿真,要求仿真机的处理速度高达万亿次每秒以上。因此,高性能仿真机正朝着并行处理

和多机方向发展。

2. 满足多系统综合仿真需求的分布集群式网络仿真机系统。以美国 1997 年进行的大规模合成战场军事演习为例,这次演习包括了两栖作战、扫雷作战、战区导弹防御、空中打击、地面作战、情报通信等各兵种的作战任务,模拟战场范围 375000km^2 ,包括了 3700 多个仿真平台,8000 多个仿真实体。

3. 满足包括人参与仿真需求的虚拟仿真计算机系统。人参与仿真,必须建立起使人感到身临其境的“交互式拟实世界”。虚拟现实仿真计算机具有沉浸—交互—构想三个基本特征,以虚拟现实技术创造虚拟环境,特别强调人参与其中的身临其境的沉浸感,同时人与虚拟环境之间可以多维信息交互作用,参与者从定性和定量综合集成的虚拟环境中,可以获得客观世界中事物的感性和理性的认识,从而深化概念和建造新的构想和创意。

20 世纪 50 年代是模拟计算机的黄金时期。20 世纪 70 年代是混合计算机的鼎盛时期。1980 年美国 ADI 公司 SYSTEM10 的诞生标志着进入全数字实时仿真的新阶段。为了克服 SYSTEM10 的缺点,1986 年美国又开发出 SYSTEM100。国防科学技术大学为跟踪国际先进水平先后于 1985 年和 1993 年研制成功 YH-F1 和 YH-F2 全数字仿真计算机系统,其性能分别相当或超过 SYSTEM10 和 SYSTEM100,用于八大仿真系统中的五大仿真系统。20 世纪 90 年代美国 ADI 公司又推出了 ADRTS 实时仿真工作站。因为近年来随着 VLSI 工艺、精简指令集计算机(RISC)技术、分布/并行处理技术等的发展,使高性能计算机和工作站已成为仿真主流机。工作站的速度可达 10 亿次/s 运算,高性能计算机也已达亿次/s 的运算。对于精确制导系统的仿真,通用机的速度、精度、存储空间、I/O 能力等已能满足需求。

真实仿真、虚拟仿真、结构仿真之间的无缝连接接口所需的硬件支撑将成为仿真计算机的主要矛盾。

仿真计算机的用途,就是用计算机模仿现实世界的物理系统,物理实体所有的功能都能在仿真机上用数学模型来描述。如在运载火箭设计中,仿真机能通过数字仿真模拟出参数变更后可能导致的结果,设计者不需要根据实物实验就能对方案反复进行改进。待火箭研制出来后,还可用仿真机进行半实物仿真,确保实际发射一次成功。这样可以大幅度缩短研制周期,提高产品质量,节约科研试验经费。它可以广泛应用于航空、航天、水利、电力、核能、化工、机械制造等许多领域。尽可能把科学实验转到计算模拟的

轨道上来是科学发展过程中迟早要实现的重要步骤,加强高性能科学计算研究和应用是具有战略意义的国家科技举措。

20 世纪 80 年代初,当我国向某发达国家提出购买一台高性能的仿真机时,对方却要求在我国建立一个安全区,在他们的监督下使用。

仿真计算机具有“神机妙算”的美称,它与巨型计算机一样是衡量一个国家科技实力的重要标志。仿真计算机已在我国国民经济建设和国防建设中发挥着越来越重要的作用。“银河”仿真计算机系统已在我国得到了广泛使用,取得了巨大的经济与社会效益。据不完全统计,目前已取得经济效益 20 多亿人民币。“银河”仿真计算机多次为“长征”系列火箭发射完成仿真实验任务。

二、人工智能计算机

自从半个世纪前计算机问世以来,科学家就在不断设想具有学习能力的计算机。但是真正意义上的人工智能,即从金属和电路板上产生的智能,却一直是一个无从捉摸的目标。然而在这个被称为具有里程碑意义的试验里,美国、英国以及加拿大的科学家表示,他们研制出了一台能自己思维的计算机。有关研究人员在《自然》杂志上发表的文章中介绍了他们如何突破实现人工智能的障碍的情况。这些研究人员组装了一台机器人计算机,并且对其进行了程序编制。这台计算机能设计包括酵母在内的简单遗传试验,进行试验,并且对有关数据进行解读。

一个国际研究小组研制出了世界上第一台“人工智能计算机”。这种计算机不仅能从事试验,而且还能设计研究项目,并对研究结果进行分析。这个研制项目的成功被认为是人工智能科学领域中的一项突破。在人工智能领域,计算机的智慧同开发这种计算机的人的智慧不相上下。许多计算机已经具备了收集庞大数据的程序。这是第一次有人将一种全新的系统同机器人结合在一起,这种机器人能在实验室里对实验进行实际操作。这种能力具有更加广泛的潜在用途,有了科学发现的计算机模式后,你就能开始对这种科学发现的由来提出一系列问题。

仿真建模软件系统,是为科研人员在计算机上进行仿真实验提供支持的系统。如果把在计算机上进行仿真实验比作一场军事演习,那么科研人员就是这场演习的指挥官,仿真建模系统则在这场演习提供场地和手段。它能为指挥官加工信息、预计结果和进行辅助决策。其用途非常广泛,经济价值极高。

在对仿真科学计算问题的许多特点进行深入分析的基础上,提出了用同构型多处理机实现计算机并行仿真的思想。采用同构多机并行仿真,就是让原来由一台处理机完成的任务改由多个处理机来协同并行完成,其目的是加快问题求解的速度。然而,如何将一个题目划分成多个可并行计算的子任务,是并行仿真要解决的关键性问题。这种划分工作以前完全由用户人工完成,既费事又容易出错,用户希望这一工作由计算机软件“自动”实现。研制成功了面向数学模型的高级仿真语言,设计了一个以多机网络为基础的同构型并行仿真机,创造性地提出了一种高效的计算任务划分算法,于1990年研制成功了并行程序自动生成系统。

在主辅机通信机制、计算方法等方面提出了一系列高质量的设计方案并付诸实施。尤其是函数优化算法,使“银河仿真Ⅱ型机”对有关仿真问题的计算速度比国际上同类产品高出3倍。仿真软件是一类面向仿真用途的专用软件,它的特点是面向问题、面向用户。仿真软件一般由模型和实验描述语言、翻译程序、实用程序、算法库、函数库、模型库、运行控制程序等组成,应具有建模、运行控制、结果处理以及相关的数据库等功能。

三、仿真软件的构成

仿真软件包括仿真程序和仿真语言,其中仿真程序是仿真软件的初级形式,是仿真软件的基本组成部分。仿真程序用于某些特定问题的仿真,可提供许多算法;仿真语言则为用户提供更强的仿真功能,适于不同领域的多种系统的仿真。

(一) 仿真程序的主要特点

1. 仿真程序对计算机系统硬件要求低。因为仿真程序多由 FORTRAN 语言编写,故只要配备有标准 FORTRAN 编译程序的计算机都可运行仿真程序,甚至只配有 BASIC 语言的计算机也可运行低一级的仿真程序。

2. 被仿真的问题千差万别,难以采用一种通用仿真软件完全解决其仿真问题,而各种仿真程序则可通过对其适当的修改和一定的扩充更好地给予解决。

3. 仿真程序使用简单,使用者只需输入系统模型及参数即可,并能选择多种积分算法。仿真程序能提供进行多次仿真运行的控制功能以便进行参数变化效应的研究,进行最优化设计。

几种广泛应用的仿真程序有:面向微分方程的 CSS1,面向结构图的 CSS2 及 CSS3,以及处理偏微分方程的 PDEL, LEANS-3 等。

(二) 仿真语言的分类

数字仿真语言是现代仿真工具,因其相对简单而被广泛应用。仿真语言最大的优点是相对独立于硬件和系统软件装置,其缺点是仿真速度有时不能满足实时仿真的需要。

1. 根据建模过程和运行系统特性的普适性,仿真语言可分为下列两种:通用仿真语言和专用仿真语言。

通用仿真语言有 ACSL、CSSLⅢ、TUTSIM、CSMP 等,其建模过程与被仿真的系统类型无关;专用仿真语言仅仅对特定的系统进行有效的建模和仿真,例如应用于电子线路和电子学系统仿真中的语言——SPICE、PSPICE、ECAP 等。

通用仿真语言有其优点,根据系统的物理定律和数学关系可直接建模,由此,这类语言在实践中被广泛应用于各个领域,但是用户必须对建模和仿真方法有一个基本的了解,另外一点需强调的是通用仿真语言之所以通用是因为它们能处理一般的物理和数学问题而不是因为它们能解决所有的问题,因此,这类语言适合于解决一般的并不太复杂的问题。相反,专用仿真语言往往用于解决特殊的复杂问题,要求用户能深入了解建模和仿真问题,但用它们去解决一般性问题则极不方便。

连续系统仿真语言用于动力学系统的仿真,也可用于某些混合系统仿真,但仅适用于非连续系统的模型构造,而不能用于数值处理过程。

2. 根据微分方程类型,仿真语言可分为下列两种:常微分方程系统仿真语言(ODE)和偏微分方程系统仿真语言(PDE)。

ODE 仿真语言得到了很大的发展,而对于 PDE 系统,至今未能有一种通用的仿真语言。PDE 系统中的数学问题相当复杂,例如某特殊系统仿真中积分算法效率公式

$$\eta(a, p) = \frac{t_{\text{cpu}}(a^*, p)}{t_{\text{cpu}}(a, p)}$$

式中: η ——积分算法效率;

a ——所使用的积分算法;

a^* ——最优的积分算法;

P ——被仿真的问题;

t_{cpu} ——CPU 处理时间。

在解决 ODE 问题时,对于任何问题和任何算法,其效率都很少低于 0.01,除非解决的是非弹性或振荡问题。而在解决 PDE 问题时,效率则非常

低,例如对于椭圆问题,最常用的算法效率在 $10^{-3} \sim 10^{-6}$ 之间。在 PDE 问题中,正确使用恰当的积分算法是很重要的,不同方法得到的结果相差很大,因此,即使有一种通用的 PDE 仿真语言,其结果也是令人怀疑的。

3. 另外一种分类也是很重要的,语言可分为:解释型仿真语言和编译型仿真语言。

在解释型仿真语言中,仿真程序分成许多描述模型结构和参数的框图,解释器按照正确的次序依次执行这些框图,用户可以交互地修改模型的结构和参数而不需重新运行。模型初建时其结构的参数会多次被修改,因此,这种解释型方式是极为方便的,但这会降低仿真速度,故不适于复杂的模型的仿真;对于仿真试验某一复杂实验,面向解释器的仿真语言也是不适用的;它的另一缺点是用户不能加入自己的框图,因为解释型仿真语言由一个可执行程序构成,用户不能连接到仿真语言库,这使此类语言不适于复杂系统的建模和仿真。解释型语言几乎都是面向框图的,模型只能用简单的基本框图描述,为了描述一个模型,用户必须定义框图类型、它们的参数和连接,这样,程序就会很庞大,给用户使用带来很大困难,这种语言被称为合同语言。

面向编译型仿真语言几乎没什么缺点,它直接把源程序编译成机器码,因此,仿真的速度很高,甚至是在修改模型结构的过程中,它也可提供高层次的交互,这类语言多用于极端复杂的问题。1956 年,提出了编译的概念,依照这种概念,许多现代仿真语言把源程序翻译成高级通用语言,并可被这种高级语言所扩充,当解决某一个问题时,可用此种高级语言建模。面向编译仿真语言可提供更多更好的积分算法,为解决代数循环和实现最优化等问题提供可能性。在解决复杂问题时,这类语言比其他计算机系统具有更多的灵活性、方便性和高速度,所产生的运行程序也完全独立于仿真语言本身,故此类语言非常适合于建立应用程序,然而,这类语言的处理过程需有编译和连接两个过程,占用相当长的时间。

解释型仿真语言几乎都是面向框图的,而编译型仿真语言可分为面向框图和面向方程两种。编译型仿真语言中,模型可被任意的数学表达式描述,这意味着微分方程可以直接加入程序中,因此,建模过程变得既容易又快捷,仿真程序也变得简短、易理解。

几十年来,以仿真语言为基础,在实际应用需求的牵引和不断涌现的相关新技术的推动下,仿真软件得到了很大的发展,仿真软件走过了通用程序

设计语言、仿真程序包、商品化仿真语言、一体化建模与仿真环境阶段,正向智能化建模与仿真环境和支持分布交互仿真的综合仿真环境方向发展,特别是向通用性、支持复杂大系统的综合集成环境发展。

(三) 基于网络的仿真语言和工具

网络三维的仿真应用,大都基于 JAVA、XML、VRML 等网络基础语言的进一步开发。主要的开发语言和工具有 Flash, JAVA, MGI, Viewpoint, XML, Cult3D, VRML, QuickTime, RealMedia, MicroMedia。

Flash 的 VR 技术是通过 Action Script 控制 360° 图片的位移或模拟三维空间实现。因此理论上有可能实现全空间的 360° 视角。

JAVA 是一种强大的 WEB 编程语言,这里只阐述它的 VR 应用。利用 JAVA 技术,可以轻松地创建 360° 实景物体和场景展示,并能模拟三维空间。可贵的是, JAVA 技术产品可在浏览器上直接浏览,不需要任何插件。

MGI 技术是基于 JAVA 的系列全景图片和连续图片处理软件,产品是模拟的三维 VR,使用简捷高效,并有多种交互效果。

Viewpoint 可以创建照片级真实的 3D 影像,并且可以和其他高端媒体综合使用,更加引人注目的是在目前窄带环境里 Viewpoint 同样可以发挥其逼真的效果。

XML 指可扩展标记语言,标准通用标记语言的子集,是一种用于标记电子文件使其具有结构性的标记语言。在电子计算机中,标记指计算机所能理解的信息符号,通过此种标记,计算机之间可以处理包含的各种信息比如文章等。它可以用来标记数据、定义数据类型,是一种允许用户对自己的标记语言进行定义的源语言。它非常适合万维网传输,提供统一的方法来描述和交换独立于应用程序或供应商的结构化数据,是 Internet 环境中跨平台的、依赖于内容的技术,也是当今处理分布式结构信息的有效工具。

Cult3D 技术可以做到档案小、3D 真实互动、跨平台运用,完整地呈现企业产品外形及功能表现。Cult3D 并能在网页上建立互动的 3D 物件。对于窄带网的应用, Cult3D 也是最好的解决方案之一, Cult3D 的文件量非常小,却有近乎完美的三维质感表现。基于 JAVA 技术。对于一般的浏览器只需安装一个插件,即可即时浏览。

VRML 语言的起源可以追溯到 1994 年 3 月在瑞士日内瓦召开的一次题为 Virtual Reality Markup Language and the World Wide Web(虚拟现实标注语言与万维网)的会议。以此为开端, VRML1.0 草案于 1994 年 10 月在美国芝