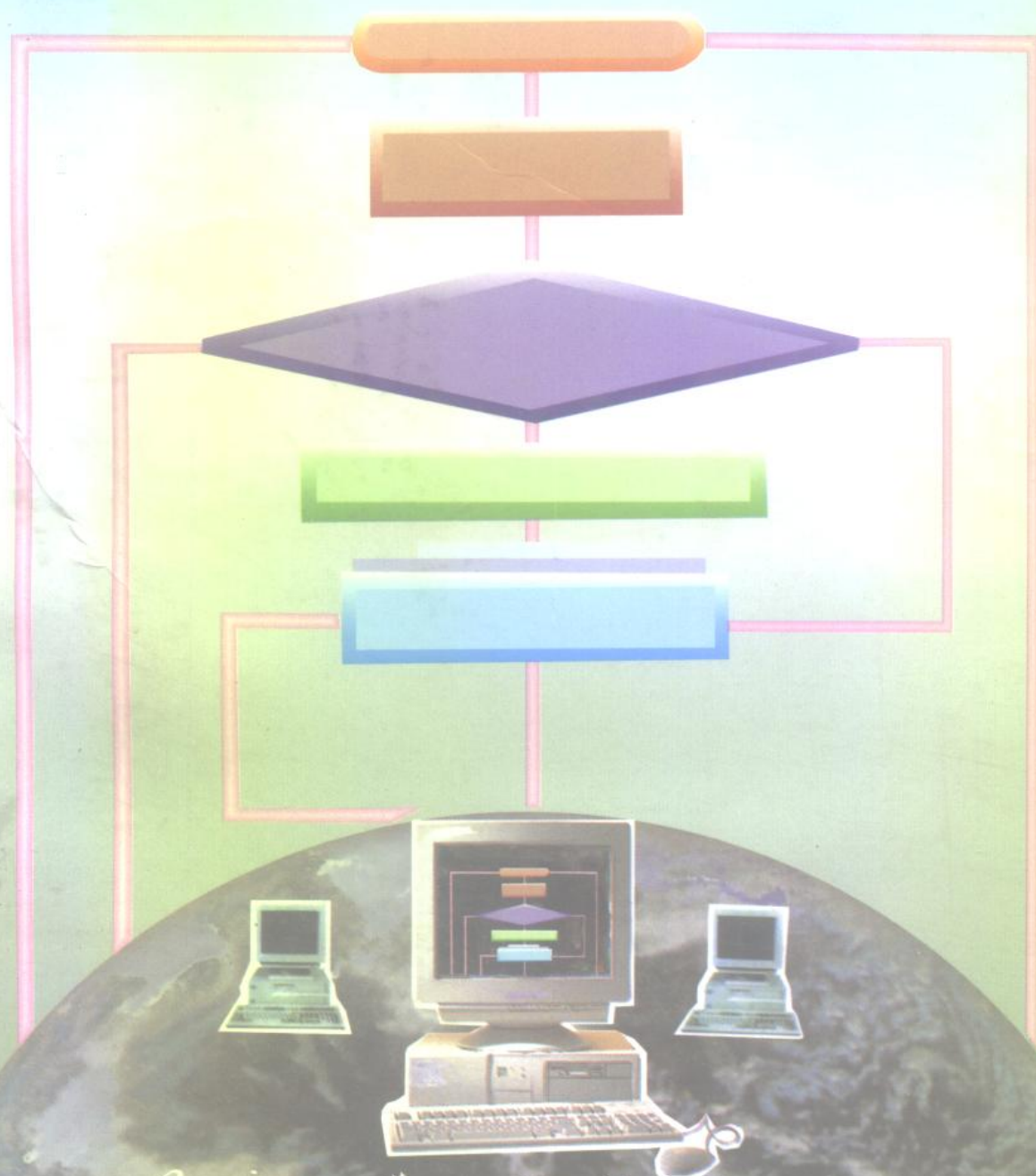


计算机模拟与信息技术

COMPUTER SIMULATION & INFORMATION
TECHNOLOGY

徐 洸 主编



國防工業出版社

计算机模拟与信息技术

主 编 徐 洸
编 委 冯允成 侯炳辉 俞金康
林 健 史如琴 朱镛道
李意起



国防工业出版社

· 北京 ·

JS133/08

图书在版编目(CIP)数据

计算机模拟与信息技术/徐洸主编. —北京:国防工业出版社, 1997. 8

ISBN 7-118-01790-6

I. 计… I. 徐… II. 计算机模拟-文集 IV. TP302.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 13066 号



国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 31 725 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月北京第 1 次印刷

印数: 1—1500 册 定价: 51.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

前 言

计算机模拟和信息技术近年来在国内得到了迅速的发展。不论是理论探索、方法研究,还是应用项目的开发,都有了长足的进步。计算机模拟是多学科交叉的领域,计算机硬件以及人工智能、系统科学、计算方法等理论的飞速发展,为计算机模拟迈上新台阶创造了有利的条件。计算机模拟在工业、农业、商业、军事、教育等各个方面都得到了广泛的应用,许多成果发挥了显著的经济效益或社会效益。为了交流近年来计算机模拟和信息技术的最新研究成果,推动计算机模拟在各个领域的深入发展,全国计算机模拟学会将于 1997 年 10 月在北京召开第六届学术会议。会议筹备阶段,得到了全国各条战线同行的关心和支持,共收到论文 100 多篇,内容丰富,涉及广泛。经过编委会的认真审阅和讨论,从中筛选出 94 篇,汇编成本论文集,取名为《计算机模拟和信息技术》,由于涉及保密和篇幅有限等原因,还有一些论文未被收入,希望作者给予谅解。在论文编排的分类上,考虑到计算机模拟多学科相互渗透的特点,难以过细的区分,故分成计算机模拟理论、方法与应用,信息技术理论、方法、应用及其他两部分,如有不当之处欢迎各位同行批评指正。愿论文集的出版能为计算机模拟的发展起到积极的促进作用。

编 者

目 录

计算机模拟的理论、方法与应用

离散系统仿真的发展与现状	冯允成	3
迈向 21 世纪的计算机作战模拟	徐洸	9
面向用户的仿真建模环境 GPMS	林健	14
关于模拟模型生成的探讨	邱志刚 黎志成	21
模拟模型自动生成器	姜林奇	27
层次仿真模型的构造	冯惠军 冯允成	33
可变分辨率建模	马欣明 张景良	40
智能化作战模拟系统初探	卢拾贵 钱世新	46
多媒体在系统仿真中的应用	韦有双 冯允成	50
军事信息系统仿真方法探讨	吴健 胥红文	55
基于模板的模拟数据支持专家系统	张晨东 徐洸	61
基于 k-ary n-cube 计算机互联网的仿真	肖晓强等	68
批平均值法中的样本量与最优批容量的关系	邹志红等	74
改进的模拟退火算法及在解成批车间作业排序问题上的应用	韩丽敏等	79
一种离散型系统模拟语言 GPSL	韦司滢等	83
SIMAN 仿真语言运行控制部分剖析	刘颖 敖志军	88
国外计算机仿真与建模的发展动态	张莲芳	92
企业经营决策仿真系统	赵玮 龚小军	95
工业企业生产经营决策模拟系统的开发与应用	刘爱贞等	101
单件小批量生产作业调度计划仿真系统	吕韶义等	107
系统模拟技术在矿山工程中的应用探讨	苏靖 张幼蒂	112
高速公路行车安全管理信息系统研究	范春杰	118
邮件转运中心积压邮件处理的仿真分析	段晓江等	123
邮政枢纽转运车间系统仿真及运行性能评估	霍国仁 冯允成	129
作战模拟系统的体系结构与系统配置方法	马亚平	135
计算机军事对抗指挥训练模拟系统中的多媒体技术	宋华文等	141
计算机作战模拟中图形界面的设计与实现	朱磊明等	146
作战模拟软件系统中的文书处理	苏忠	152
C ³ I 系统试验床研究	包卫东等	155
正确运用 SIMAN 仿真语言进行作战仿真	敖志军等	160
合同战术炮兵作战计算机模拟与建模研究	石全 沈达坤	164
直瞄射击顺次捕捉的计算机模拟	杨有龙 冯开寅	170

计算机在分队作战模拟中的应用	孙少斌等	174
主从分布式岸炮射击训练模拟器的设计	唐金国等	178
舰载指控系统作战指挥模拟训练软件	杨美健 李婴歌	183
舰艇作战情报指挥系统模拟器设计	张旭东等	187
舰载电子对抗系统仿真器的现状与展望	戎华	192
鱼雷武器系统射击效果模拟计算	施富清 史如琴	196
联合战役模拟空军系统设计	郭庆丰 李意超	203
防空兵基本火力单位火力控制仿真模型	严建钢 董文洪	208
近空动目标检测与识别计算机仿真	阎冬梅等	213
导弹效能作战模拟系统研究	徐培德 崔卫华	218
反舰导弹效能分析仿真模型	董文洪 李斌雄	224
作战模拟技术在军事后勤中的应用	张莲芳	228
军械保障系统图形化建模方法	杜立伟等	232
一个多媒体军械勤务教学训练系统的设计与实现	赵武奎等	237
工程保障能力仿真研究	杨菊梅 田平	242
干扰遮障伪装效能评估模型	王世云 蔡鄂	246
野战维修保障指挥训练模拟研究	柏彦奇 刘皓	250
空军战役飞机战伤抢修模拟模型	张少华 丁明	255
卫勤保障模拟模型的研制方法	李雪芳等	260
基于人工神经网络的战斗减员模拟系统	吴志家等	265
卫勤保障计算机模拟训练和教学的初步尝试	李雪芳等	269

信息技术的理论、方法、应用及其他

MIS 开发纵谈	侯炳辉	275
MIS 开发平台的选择及其应用	石双元等	282
管理信息系统与规范化管理问题	李冬梅	287
基于自组织方法的智能模型库系统初探	王棠等	291
一种基于责任驱动的面向对象体系模型的设计	梁静等	295
管理信息系统在我国国民经济信息化与社会发展信息化中的 作用	邵丽萍 邵光亚	300
一类以经营方式优化为核心的企业生产、经营 DSS	沈祖志 叶福根	304
基于人工神经网络的企业出口潜力决策支持系统	许志端 郭艺勤	310
建设工程施工招标投标辅助管理系统的研究	蔡淑琴等	315
基于客户/服务器体系结构的大型建设项目招标投标管理系统的 设计与实现	鲁耀斌等	320
投标报价决策专家系统	黄顺德等	327
工程成本控制专家系统	高鑫 谢行皓	333
基于 CPM 的工程项目资金运用的优化	邓明荣等	340
施工企业财务信息管理决策系统的设计与实现	刘高峡等	344

混凝土施工裂缝诊断的神经网络专家系统·····	熊鹰 谢行皓	349
项目管理的并行调度·····	戴绍利等	355
国防科研项目评审模型研究及其 DSS 设计 ·····	罗小明等	362
深圳机场管理信息系统(SAPMIS)简介 ·····	周飞跃	367
全国民航油料设备管理信息系统·····	李枫	372
露天开采长期规划与设计 CAD 系统 ·····	李克民等	376
导弹测发系统电源的实时在线监测与故障诊断专家系统 PFDES ···	叶鸿盛等	384
航天发射试验可靠性分析初步·····	任继平 陈庆华	391
空军通信业务管理信息系统的设计开发·····	于滨	394
智能汉语文稿校对系统的设计与实现·····	王海山	399
一个学习考核系统的设计与实现·····	赵倩	403
“778”光电经纬仪参试状态评判专家模型 ·····	郑绍钰等	409
公用经济信息网系统结构与系统特性·····	马铁柱	414
福建省宏观经济计量分析·····	叶阿忠 朱琼	419
电子信息技术模仿社会及其质元置换法·····	王思明	424
军事信息系统建设与现代战争·····	张士海	429
系统分析·决策·管理支持·····	左小德 梁云	433
层次分析法的问题及分析·····	陈伯成 李英杰	439
有区间约束误工工件数的单机排序问题复杂性·····	周贤伟	445
求解非线性多目标决策问题的一种算法·····	李智	449
动态规划问题的位势解法·····	陈新文	453
改进的 Dijkstra 算法——分解算法及其在路径搜索中的应用 ·····	秦大国等	460
A—O—A 网络工作衔接的一种新算法 ·····	姜明远 孙仁升	465
A—O—A 网络中冗紧前工作的矩阵判断法 ·····	姜明远 孙仁升	469
关于多方向防御作战中的兵力最优分配问题·····	白福庆	473
武器(弹药)对目标最佳分配问题的量化分析·····	盖双锁	477
对地作战飞机全寿命效能费用分析·····	高翔等	484

计算机模拟的理论、方法与应用

离散系统仿真的发展与现状

冯允成

(北京航空航天大学)

摘 要 本文简要回顾了离散系统仿真原始理念的产生及其在系统仿真中的作用,阐述了离散事件仿真的机制、系统分析的统计性质和统计分析方法、系统仿真与其他学科领域的交叉与融合以及目前系统仿真软件的特点与发展趋势。

关键词 仿真理念与机制 仿真的统计性质 仿真优化 智能仿真 虚拟现实仿真 分布式仿真

1 前言

公元 1773 年法国物理学家 Buffon 发现了随机投针实验与 π 的关系。他在平面上绘制相距 $2a$ 的平行线束,从一定高度向平面上随机投掷长为 $2l$ 的钢针, $a > l > 0$, 导出针与平行线相交的概率为 $p = \frac{2l}{\pi a}$, 当投针次数 N 足够多时, $p \approx \frac{n}{N}$, n 为相交的次数,从而可由实验结果求得 π 的近似值。由 DeMoivre—Laplace 中心极限定理可知,当 $N \rightarrow \infty$ 时,相交频率 $\frac{n}{N} \rightarrow p$ 。从那以后,许多科学家对投针实验产生极大兴趣。Smith(1855)作了 $N=3204$ 次投针实验,得到 $\hat{\pi}$ 的值为 3.1553; Fox(1894)取 $N=1120$, 得到 $\hat{\pi}=3.1419$, Lazzerini(1901)取 $N=3408$, 得到 $\hat{\pi}=3.1415929$ (被认为是罕见的例外)。中国学者裴鹿成等在 80 年代用计算机作投针实验,当 $N \rightarrow 50$ 万次时, $\hat{\pi}=3.141322$ 。投针实验给出了朴素的离散事件仿真的科学思想,直到近代,它仍然是离散系统仿真的基本理念和思路。

在投针实验的基础上, Gosset(1876)用类似的实验方法求得任意连续函数在一定区间内定积分的近似值。1908 年一篇用笔名 Student 发表的论文,用实验方法给出了 t 分布的密度函数。直到 1950 年, Von Neumann 才将这类实验方法命名为 Monte Carlo 方法,并逐渐在计算机上得以实现。此后,由于“时钟推进,事件调度”思想的发展,逐步形成计算机仿真的概念。到 60 年代初期,出现了以 SIMULA—60 和 GPSS 为代表的离散系统仿真语言,显著地扩展了系统仿真在各行各业中的应用,取得显著的效果。80 年代初期,由于微机问世,使系统仿真得到划时代的发展,在工业、军事、交通、航空航天、经济和社会服务等领域得到广泛应用,开创了无限美好的前景。

系统仿真是以多种学科理论为基础,以计算机及其软件为工具进行实验研究的理论和方法论体系。它体现了实验思考的方法,用以探索复杂系统深层次的运动机理和规律性,具有科学的先验性。

从系统仿真的实施进程来看,可以分成以下几个阶段:

①模型驱动的仿真。这种模式以建立仿真模型(含数学模型、逻辑模型和过程模型)为主,借助计算机高速度、大容量的优势,对模型进行反复实验和研究,以再现和评价系统的动态特性。

②含实物仿真。实际系统运行中的部分实物,如控制环节、执行环节或传感器、雷达信号系统等,直接连接到仿真系统,实施实时、超实时或欠实时的仿真实验,以达到控制运行中系统的要求。

③人在回路中仿真。这种仿真模式可将操作人员、技术人员、管理/决策人员的行为嵌入仿真系统,以便对他们的行为和素质进行评价,对他们所做的实时决策/决定进行仿真,以便选择最佳的策略和方案。人在回路中仿真必须实时进行。

人们逐步认识到,系统仿真已成为继理论分析和实物实验(或演习)之后,认识客观世界规律性的强有力的手段,它可以把复杂系统的运行过程放在实验室中进行,具有良好的可控性、无破坏性、可复现性和经济性,在辅助决策、计划优化、管理调度、方案比较、制订规划、军事训练、投资风险分析、辅助设计以及谈判策略等方面均有巨大的应用潜力。

2 国内外发展概况

海湾战争以后,美军公布了在战胜伊拉克过程中,在战略、战术的制订或战役、战场上的兵力部署和调动之前,采用系统仿真辅助作战的成功案例,给予世界各国军事参谋部门以极大的启示。美国总统办公室和国防部从 1992 年以来,每年均修订和公布其国家关键技术和国防关键技术实施规划,其中“仿真与建模”一直列入优先发展的先进技术,并认为是最经济的高新技术。我国国防系统也于 1993 年制订了相应的国防关键技术规划,在 21 项关键技术中,“仿真与建模”名列第七。表明各国领导层都对系统仿真给予高度重视。

我国航天工业部为适应导弹和宇航研究与设计的需要,于 90 年代初期建立了我国规模最大的航天系统仿真中心,对航天系统研制起了重要的作用。深圳市也成立了系统仿真公司,主要进行电力系统仿真。航空工业总公司也将筹建全国联网的分布式交互仿真(DIS)中心,以适应新型飞机的设计、研制与管理的需要。此外,我国交通、能源、化工等部门都要求新建项目必须先做仿真运行和评估以后才能立项。表明系统仿真已在领导部门得到认可。

在学术研究方面国内外都有长足进展,在离散系统仿真机制、仿真的统计性质和输出数据分析、随机数发生器的算法与检验、仿真优化理论、智能仿真决策系统、可视仿真系统、分布式并行仿真系统、定性仿真以及重要抽样理论等方面均有大量研究成果,但国内理论研究在规模和深度方面尚稍逊一筹,最为薄弱的还在于离散系统和混合系统的软件开发方面,与国外相比还有较大的差距。

在学术组织方面,国内目前并存两个专业学会,即系统仿真学会和计算机模拟学会。前者侧重于连续系统仿真和仿真器方面的学术活动,每两年在国内举办一次国际会议“International Conference on System Simulation and Scientific Computing”,每年一次国内学术会议。后者则侧重于离散系统仿真理论与应用,每两年举行一次国内学术会议。国外最大

的系统仿真学术组织当数美国的计算机仿真学会 SCS(Society of Computer Simulation),其他如 SIGSIM(Special Interest Group on Simulation),TCSIM(The Simulation Technical Committee)和 IEEE 中的系统仿真分会等。除了每年在美国举行一次冬季仿真会议(WSC)以外,还有夏季仿真会议(SCSC),美国东南地区仿真会议(SSC)和专业性仿真会议,如面向对象的仿真会议、国际教育仿真会议、医疗和药学仿真会议、灾害和应急仿真国际会议和欧洲地区专业仿真会议等。

国内出版的定期学术刊物有“计算机仿真”、“系统仿真学报”等。美国则以“Simulation”期刊为主,另外还有“Statistical Computation and Simulation”,“Simulation Digest”,“ACM & IEEE Computer Simulation”,“Transactions of SCS”等。

3 离散系统仿真实理论的进展

离散系统仿真的理论研究和系统开发是系统仿真学科发展的核心。本文试图作形式上的归纳,供读者参考。

3.1 离散系统仿真机制

迄今为止,“时钟推进、事件调度”的仿真策略依然是离散系统仿真的基本思路。70年代中期,Zeigler 提出离散事件系统(DEVS)的形式化理论,将 DEVS 表示为外部事件(X)、输出事件(Y)、序贯状态(S)、状态转移函数(δ)、输出函数(λ)和时间推进函数(t_a)的逻辑集合

$$M = \langle X, Y, S, \delta, \lambda, t_a \rangle$$

形式化逻辑为构成层次化和模块化抽象仿真器提供了理论基础。目前广泛应用的事件扫描、时间间隔扫描和三阶段法的离散事件仿真机制,均可在 DEVS 形式化理论中得到解释。

3.2 仿真输出数据的统计分析

由于随机离散系统的性质,仿真输出数据所反映的系统性能测度均为随机变量、仿真数据一般只能代表一定样本量下的分布参数,需要进行必要的统计推断。经典统计方法在比较严格的统计假设下,可以给出仿真输出结果的点估计(均值、方差等)和一定置信水平的置信区间、输出变量的相关系数等。但随着系统仿真应用的扩展,针对终态和稳态仿真的特点,提出了固定样本量独立重复仿真运行算法;单仿真运行的分批平均值法;为消除初始状态影响的重复删除法、再生点法以及谱分析法等。随后,仿真研究人员又将其他新兴领域的研究成果融入仿真输出统计分析,如重迭抽样法、Bayes 分析方法、DEDS 中的扰动分析法、用模糊集理论识别输出变量的分布类型,以及用人工神经网络技术辅助仿真的后期决策等。

3.3 仿真优化理论

将优化理论和方法与系统仿真相结合,一直是求解随机系统最优解的期望方法,如响应曲面法与仿真的优化结构、无穷小扰动单运行仿真优化、以及非数值型模拟退火仿真优化和遗传仿真优化算法等都能实现在仿真环境下的寻优,有些还能证明以概率 1 收敛于全局最优解。目前困扰仿真优化应用的仍是其效率低下的问题,需要有突破性研究成果的

支持。

3.4 智能仿真系统

系统仿真与人工智能和专家系统的结合使系统仿真进入新的领域。知识库仿真系统可达到领域专家处理问题的水平,自动建模与仿真程序自动生成可以取代仿真建模和编程人员的工作,智能化仿真决策系统可辅助决策人先进行科学决策。智能仿真系统具有巨大的发展潜力。

3.5 面向对象的仿真系统

当计算机科学在面向对象程序设计取得明显进展时,面向对象的仿真形式化描述理论、面向对象的仿真机制、相应的建模理论和面向对象的用户界面相继问世。如以 C++ 语言为基础的 SIMPLE++ 面向对象仿真系统软件具有一定的代表性。

3.6 分布式并行仿真理论

仿真过程需要进行大量独立重复运行,在离散系统仿真中实施多处理器并行仿真和计算机网络上的并行仿真已是仿真界的共识。而基于并行分布式交互仿真系统,对于实施大型复杂系统的异地并行仿真具有重要的应用价值,可在局域网和远程网上进行分布式仿真。在大型企业、社会连锁服务系统和军事训练系统中已得到卓有成效的应用。

3.7 全球网(WWW)仿真系统

由于 INTERNET 的迅速崛起,1995 年以来,研究人员利用面向 WWW 的 Java 程序语言,已经开发了多种面向 WWW 的仿真系统。如美国海军研究生院开发的 Simkit 可在网上浏览器(Web Browser)的支持下进行分布式仿真,用 Simkit 建立的仿真模型,可在世界任何网点的用户机上运行,各网点上建立的仿真子模型,可在其他网点上运行,或进行全球范围内总仿真模型的运行。由于 Java 语言面向对象的特点,甚至可在世界各地网点间进行仿真对象、仿真类的交互。面向 WWW 的仿真系统必将成为新的研究热点。

3.8 可视化仿真和虚拟现实仿真

当离散系统的数字仿真进入实用领域之后,广大工程技术人员和管理/决策人员逐渐对大量和仿真输出数据处理感到繁琐和不便。希望从仿真建模、仿真运行和输出分析等方面都能得到更为直观和真实的图形/图像显示,能动态地观察到系统运行的图形显示,从而能抓住系统的关键环节,做出实时决策,因此,可视化交互仿真系统(VIS)应运而生。VIS 通常都具有用形象图标建模的图形界面、仿真程序自动生成功能、动画和动态数据显示功能等,从而可使非仿真专业人员能集中主要精力对系统本身的深层次问题进行思考。

1992 年 3 月在法国 Montpellier 召开了第一次虚拟现实(VR)的国际学术会议。自那以后,VR 仿真系统开始形成研究热点。VR 是在 3D 可视仿真系统的基础上,按照“人在回路中”的思想,建立人与仿真系统的实时交互和控制,用户可近似身临其境地通过视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉感受到被仿真系统的动态变化,并随用户的意愿自由“进入”系统的特定地点,近乎实时地与系统交流信息,进行控制和作出动态决策,并对所定参数、决策方案或决定进行仿真运行。用户可感受到不同参数、决策所产生的影响和系统所作的评价。VR 与可视化仿真系统之间有着自然的联系,但是没有用户与系统的交互、控制和决策,就不成其为 VR 仿真系统。在 3D 图形/图像处理技术飞速发展的今天,将人的行为,人与系统的实时交互和控制决策功能,融入离散系统仿真领域,使系统仿真进入 VR 世界,将是离散系统仿真的一大飞跃。

4 离散系统仿真软件的发展现状

自从 60 年代初期 Simula—60 和 GPSS 仿真软件问世以来,离散系统仿真软件(包含离散连续混合仿真软件)的开发和应用已经过三十多年的历程。截至 1995 年初,据美国 SCS 的统计,现有离散系统(含混合系统)仿真的商品化软件约有 170 种。主要由美国、加拿大、德国、以色列、法国、荷兰、瑞典、挪威、澳大利亚、爱尔兰、墨西哥等国家开发。我国于 1995 年推出由北京计算机应用和仿真技术研究所研究开发的 IHSL 离散/连续混合系统仿真语言和 ICSL—II 高性能连续系统仿真语言均已进入研究和应用领域,但似乎尚未进入国际仿真软件市场。从上述 170 余种仿真软件的功能来看,大致可分为以下几类:

4.1 通用仿真软件

目前比较流行的通用仿真软件仍属 GPSS/H,它比原 GPSS 增加的新功能有:调用用户编写的 C 语言或 FORTRAN 子程序,通过 BLET 模块向 SAVEVALUE 模块传送数据,在 BSYCALL 模块中执行 DOS 命令等。GPSS/WORLD 是 GPSS 的进一步发展,它可进行离散/连续混合仿真,增加了 Windows 下的拖/放建模功能,并且具有使用虚存、自动排错和网上运行等功能。

SLAM—I 是多用途仿真语言 SLAM 的改进版本,除了可进行面向过程、面向事件和再向连续系统及混合仿真以外,增加了物料搬运功能,可对吊车、AGV 和存储区进行建模,以适应制造系统中的应用。此外,SLAM—I 中还增设了仿真运行中断功能,可在运行中修改变量值和步长,具有初步的动态控制功能。

SIMAN—V 是仿真分析软件 SIMAN 的最新版本,在建模中仍沿用模型框架与实验框架分开的机制,并可与 CINEMA 动画系统联接,构成由仿真程序驱动的多画面动画显示。SIMAN—V 增加了输入数据的分布拟合和输出数据的统计分析功能。

SIMSCRIPT I.5/SIMGRAPHICS 是一种类自然语言的仿真系统,当与 SIMGRAPHICS 联用时,其图形前方提供图形建模环境,可自动生成可执行程序,直接进入仿真运行。

其他通用仿真软件有 GEMS, GSS, SIMULA—R 和 PC—MODEL 等。

4.2 仿真环境

目前呼声较高的仿真环境是 ARENA,它是面向制造系统的 VIS,是 SIMAN/CINEMA 的结合,具有输入/输出分析器和车间计划进度生成与仿真动画显示功能。

SIMPLE++ 是面向对象的图形化仿真环境,具有图形用户界面、模块化建模功能,递阶继承功能,并行建模和仿真动画功能等。

MAST 是一种与经济评价相结合的仿真环境,可用于评价车间的生产进度、物料搬运仿真、进度安排准则、产品实际成本和资金费用计算,以及彩色仿真动画显示等功能。

其他仿真环境有 MOGUL, ANPS, MATLAB 等。

4.3 可视仿真系统

新近开发的离散系统仿真软件几乎都具有不同水平的可视化功能。

SIMFACTORY 可对工厂整体生产过程进行 VIS 仿真,具有交互式图形界面、3D 图形建模、制订企业计划、物料供应仿真及高分辨率动画显示和后置统计分析等功能。

AUTOMOD/AUTOSCHED/AUTOSTAT 是一类系列化可视仿真软件,具有图形建模、

程序自动生成、多功能动画显示(如 ZOOM,画面漫游等),提供生产进度、产量/设备负荷、在制品控制等功能,并可与 ARP/ I 连接以及仿真输入/输出数据的统计分析等功能。

PROMODEL/MEDMODEL/SERVICEMODEL 也是一类面向制造、医疗、服务系统的可视仿真软件,具有交互式图形建模界面、仿真实验设计、多功能动画显示、仿真数据统计分析和动态显示等功能。

TAYLOR— I 是由德国与荷兰合作开发的可视仿真软件,其特点是提供 3D 图形建模环境,也可直接接受 CAD 三维背景图形,从而可显示更为逼真的动画图景。

4.4 仿真支持软件

由于系统仿真应用领域的特殊需要,用户不断提出增加系统仿真软件的功能的要求,这将使仿真软件本身日趋庞大和复杂,为此,许多专业软件公司开发了一些具有特定功能的专业软件,同时又提供能与多种仿真软件联接的接口,以适应不同用户的要求。

UNIFIT 和 EXPERTFIT 是专门用于拟合仿真数据的软件,可对输入/输出数据的概率分布类型进行自动识别,选择最佳分布参数等。后者还采用专家系统来辅助进行统计分析和推断。

RISK 系统可对设计中的系统、工程项目仿真中的经济和技术风险进行评估。OPTMA 可联入各种仿真软件,对所研究的系统进行仿真优化。

PROOF 是 Wolverine 公司开发的仿真动画支持系统,它可与 GPSS/H, SLAM— I, SIMAN 等多种仿真语言兼容,在执行仿真过程中生成驱动动画的程序跟踪代码,实行后置动画显示,具有动态对象运动平稳和颜色自动覆盖和恢复等特点。

其他类似的支持软件还有 SL, POWERSIM, GMS 和 CRAFT 等。

参考文献

- 1 Avril Law, David Kelton. Simulation Modeling and Analysis. McGraw-Hill, 1992
- 2 Jarry Banks, John Carson. Discrete-Event System Simulation. Prentice-Hall, 1996
- 3 Paul Bratley, Bennett Fox. A Guide to Simulation. Springer-Verlag, 1987
- 4 邹志红, 冯元成. 离散系统仿真输出数据的统计分析. 北京航空航天大学学报, 1995, 21(2)
- 5 Zeigler B P. Systems Hierarchy as a Basis for Simulation Model Description. Simulation, 1995, 15(1)
- 6 Law A M, Kelton W D. Statistical Analysis of Simulation output Data. Operations Research, 1983, 31(6)
- 7 Buss A H. Discrete Event Simulation on the world wide web using Java. WSC'96 proceedings 1996
- 8 Barnes M. Virtual Reality and Simulation. WSC'96 Proceedings, 1996
- 9 冯惠军, 冯允成. 面向对象的仿真综述. 系统仿真学报, 1995, (3)
- 10 张寿祥, Schroer B J, 冯允成. 运用程序自动生成技术进行网络模型仿真. 系统工程理论与实践, 1992, (4)

迈向 21 世纪的计算机作战模拟

徐 光

(空军指挥学院)

摘 要 本文是一篇反映计算机作战模拟现状与发展的综述文章。首先通过分析计算机作战模拟在人员训练、作战效果预测、作战方案评估、武器装备论证、战例分析等方面的应用情况,进而探讨了计算机作战模拟在向 21 世纪迈进的过程中,模拟系统的硬件环境的变化,人工智能技术以及军用仿真语言的应用等发展趋势。

关键词 计算机模拟 作战指挥 系统 训练 仿真

计算机作战模拟在世界各国军队中,正受到越来越多的重视,在各个领域得到广泛的应用。虽然计算机作战模拟的历史仅有数十年,但它发展的速度却相当迅速。其中一个重要原因是作战模拟与计算机科学、运筹学等技术和理论的发展紧密联系在一起,特别是近几年来以海湾战争为代表的遍布世界各地的局部战争的实践以及高技术兵器的使用,战争的复杂性明显增大,对指挥决策水平和参战人员素质提出了更高的要求。首战成功与否,对整个战争的胜败起着举足轻重的影响。计算机作战模拟提供了和平时期或战前训练部队、提高指挥水平的有效手段。计算机技术的每一个新成果,都可以直接或间接地运用到作战模拟领域,这种需要和可能的一致性,决定了计算机作战模拟将以快速的步伐迈向 21 世纪。

1 计算机作战模拟地位作用的变化

计算机作战模拟是以计算机软硬件为基础,以军事运筹学等理论为指导,针对不同对象和目的所开发的对作战过程进行仿真模拟的计算机系统。其应用领域随着军队现代化建设的需要和计算机软硬件技术的不断发展而日益扩大,目前在人员训练、预测作战效果、作战方案拟制、条令条例制定、武器装备论证等诸多方面都有了成功的应用系统。

1.1 人员训练

现代高技术战争对军队人员素质提出了很高的要求,掌握和运用好高技术兵器的关键在训练。但军队许多高技术兵器的训练不仅耗资巨大,有的在实际装备上不能进行,计算机作战模拟提供了技术操作训练和战役战术指挥训练的有效途径。经过多年的不断开发,我军已在陆海空三军形成了门类齐全的技术操作模拟训练系统。如坦克、军舰、飞机驾驶训练模拟系统,轰炸射击训练模拟系统,飞机空战训练模拟系统,兵器维修训练模拟系统等。在指挥训练方面,从战术规模到战役规模,从单一军兵种到三军联合作战,都有了相

应的指挥训练模拟系统,不仅可以训练指挥员,同时可以训练各级指挥班子。一些发达国家的军队还经常进行多个国家联合参与的计算机作战模拟演习。

1.2 预测作战效果

在战役战斗开始前,预测击毁敌方的战果和己方的可能损失,是指挥决策中的重要依据。由于影响作战效果因素的复杂性,许多难以用解析方法解决的问题,使用计算机模拟是十分有效的。如轰炸机对机场轰炸突击时预期封锁效果的计算,舰艇规避轰炸时不同机动方式的效果优劣分析,对快速机动目标跟踪射击时的弹着点散布和击毁效果计算等,均采用计算机模拟的方法,收到了十分满意的效果。解析计算所需的各种参数,除实战或实弹试验获取外,不少参数也需通过模拟方法产生。

1.3 作战方案评估分析

世界各国特别是发达国家的军队十分重视在实施战役战斗行动前按作战方案对整个作战行动的过程进行计算机模拟。它可以发现在不同阶段可能出现的意外情况,研究防范措施并补充到作战方案中。在一些外科手术式的空中突击行动中,由于突然性强,一旦失利,很难再有二次重新进行的机会,从多个战例看,攻击一方通常预先都采用计算机模拟方法对作战方案进行了评估分析,对作战行动的获胜起到了重要的作用。

1.4 条令条例制定

军队的条令和条例是对历史经验的高度总结,也是对今后作战行动的规范。条令中涉及到的一些作战样式可能是过去没有实践过,却又是今后很可能遇到,条令中必须给出作战原则的。这些原则的确定仅靠翻阅资料,进行一般的定性分析远远不够,一些国家的军队为此建立了相应的模型和模拟软件,以原有的经验为基础,分析新的作战环境和样式将面临的情况和特点,把原则量化后进行反复的模拟检验,使其正确性得到足够的保证。

1.5 武器装备论证

军队武器装备的研制和生产具有周期长、耗资大的特点,一种新的进攻型武器出现后,新的防御型武器很快问世。各国军队武器装备论证是一项非常复杂的工作。目前所建立的用于武器装备论证的模拟模型,可以帮助决策机关制定近期、中期甚至长期的武器发展规划,确定优先发展哪一类武器,以及这些武器的具体战术技术性能指标。这些模拟模型包括战术和战役等不同层次,现装备的和正在研制的武器可以同时出现在模拟系统中,通过随时改变研制中武器的性能参数,分析其对作战效果的影响,使武器装备的研制少走或不走弯路。

1.6 战例分析

计算机作战模拟已进入了军事历史的研究领域。以往对战例的研究偏重于总结成功的经验或失败的教训,现在引入了作战模拟的方法,可以在原有战例的基础上,改变用兵方案,如兵力换一种方式部署,主攻部队从另一个方向进入,各部队的任务作一些调整等,通过模拟分析不同兵力使用的战果。这样大大增强了战例分析的深度,使某些从特殊性的战例中总结出来的经验更具有普遍的指导意义。

2 计算机作战模拟发展趋势

2.1 集多种技术与学科于一体

计算机作战模拟是一个综合性很强的领域,计算机技术的突飞猛进为作战模拟的发