

系统建模与仿真技术

课程编号：031303

课程中文名称：系统建模与仿真技术

课程英文名称：System Modelling and Simulation Technology

开课学期：春季

学分/学时：3/48

先修课程：矩阵理论、数值分析

建议后续课程：建模仿真技术相关实验

适用学科/开课对象：信息类一年级硕士/博士研究生

团队负责人：龚光红 执笔人：龚光红、宋晓、李妮 核准院长：王磊

一、课程的性质、目的和任务

系统建模与仿真技术是认识与改造客观世界的第三种手段，在复杂产品论证与设计，产品使用训练，作战模拟等领域有着重要的应用价值。本课程的教学目的是使学生系统了解系统建模与仿真的方法、技术与应用领域，培养学生掌握系统仿真的建模方法与仿真工具，掌握仿真系统的设计与实现方法。通过课程的学习，培养学生从方法论、认识论和实践论角度，理解与分析客观世界对象，具备建立对象模型系统、设计与构建仿真工程系统的能力，为今后从事相关工程技术研究和应用系统研发工作打下必要的基础。

二、课程内容、基本要求及学时分配

第一章 绪论（2 学时）

1.1 课程简介

1.2 课程讲授方式与考核要求

基本要求：理解系统建模仿真概念内涵，掌握相似原理含义及其表现形式；了解系统建模与仿真技术的发展历史，掌握建模与仿真技术框架、应用技术，了解建模仿真领域技术热点问题；理解布置的课程综合设计报告的具体要求。

第二章 系统建模与验模方法（12 学时）

2.1 系统建模方法概述

2.2 连续系统建模方法

2.3 离散系统建模方法

2.4 混合系统建模方法

2.5 复杂系统建模方法

2.6 系统模型 VV&A 方法

基本要求：了解系统建模、验模理论与基本方法，掌握模型含义、模型种类划分方法；掌握连续系统数学模型建立与及仿真模型建立方法，理解模型解算方法；掌握离散系统建模方法及仿真模型建立方法，理解模型解算方法；掌握离散系统时间、事件推进方法；掌握混合系统建模方法、模型解算方法，能够建立仿真模型；掌握面向对象建模方法。掌握基于多 Agent 的复杂系统建模方法，理解面向多智能体仿真的社会仿真模型和人群仿真模型；理解复杂系统网络模型。了解仿真系统 VV&A 的含义和实施方法，以飞行器运动建模为例，理解系统多粒度仿真模型的含义，理解系统模型 VV&A 分析方法。

第三章 仿真系统及仿真支撑技术（12 学时）

3.1 仿真支撑技术概论

3.2 协同仿真的软件工程基础

3.3 面向多学科协同仿真的仿真语言

3.4 面向大规模分布式仿真的中间件技术

3.5 面向复杂系统的并行仿真技术

3.6 面向复杂系统仿真的 GPU 并行计算模型

3.7 云服务与仿真技术

基本要求：了解仿真系统标准体系与体系结构标准和典型的建模与仿真支撑工具软件。掌握协同仿真的软件工程基础，了解 UML（统一建模语言）、SysML（软件工程标准），掌握用例图、状态图、活动图、时序图等。了解面向多学科协同仿真的仿真语言，理解并能运用 Matlab、开源软件 Modelica；了解面向大规模分布式仿真的主流中间件，深入理解 HLA/RTI 和分布式通讯标准 DDS。了解大规模仿真的并行计算模型，掌握常用的并行数值算法，理解程序模式 SIMD、MIMD 和实现技术，掌握并行算法的 MPI 实现方法。了解 GPU-CUDA 硬件架构，理解 CUDA 内存处理方法，掌握 CPU 与 GPU 的协同方法，理解 GPU-CUDA 应用实例。了解面向服务的体系架构（SOA）和 Web 服务，理解云仿真内涵和云仿真关键技术，理解云仿真典型应用。

第四章 虚拟技术及其应用（10 学时）

4.1 虚拟技术与虚拟现实技术概述

4.2 可视化技术与三维场景建模技术

4.3 三维场景渲染与显示技术

4.4 三维声音生成与空间定位技术

4.5 数据采集与人机交互

4.6 虚拟人建模与仿真技术

4.7 虚拟环境技术

基本要求：了解虚拟技术的技术内涵、种类、应用领域；了解虚拟现实的发展历史，理解虚拟现实涉及的主要技术，掌握虚拟现实的基本特征、虚拟现实的典型结构、虚拟现实系统的类型。理解可视化技术与显示系统的坐标系，掌握三维场景建模与生成技术。了解主流的三维场景渲染软件，理解三维场景渲染流程，理解三维输出显示的典型结构与体显示技术，掌握视景系统技术指标与评价指标。理解两种三维声音建模与空间定位技术，掌握三维声音生成方法；理解数据采集、人机交互原理与技术。了解虚拟人技术特点，理解四个层次虚拟人技术特点与应用范畴；了解虚拟环境研究内容，了解 SEDRIS 标准，理解虚拟环境应用领域。

第五章 系统仿真技术在作战模拟中的应用（6 学时）

5.1 作战模拟概述

5.2 作战模拟理论与方法

5.3 效能评估方法与工具

5.4 典型作战模拟系统与作战模式实验室

基本要求：了解作战模拟的起源、发展历史，理解作战模拟与仿真技术的关系，掌握作战模拟的特点与分类，掌握作战模拟基本方法。了解作战模拟中的数学模型、作战模拟的校核验证与确认的方法，掌握计算机生成兵力技术，了解人在回路仿真器在作战模拟中的作用。掌握作战效能评估方法，了解评估指标体系的构建方法，掌握战效能评估模型的建模方法和评估技术。了解当前典型的作战模拟系统与作战模式实验室，了解战争复杂性的含义与网络中心战的内涵与表现形式，理解现代仿真技术在作战模拟与指挥决策中的作用。

第六章 建模仿真技术的发展动态与系统应用（6 学时）

6.1 现代建模与仿真技术内涵

6.2 现代仿真技术的应用展示

6.3 发展动态展望与课程总结

基本要求：了解现代建模与仿真技术的热点研究问题，通过实验室参观交流、典型案例展示，理解现代建模与仿真技术内涵与技术体系；从方法论、认识论和实践论角度，分析课程给出的仿真系统综合设计的系统需求、对象特点，完成仿真系统综合设计报告技术要点的撰写；学生分组讲授各自的设计报告和系统开发过程、仿真系统运行结果，对技术要点进行答辩，组织同学进行报告互评，让学生掌握现代仿真技

术的应用方法。

三、教学方法

课程以课堂讲授为主，仿真系统设计、开发为辅，结合一定课时的实验室参观、讨论，课外阅读建模仿真相关参考资料。

指导学生利用所学建模方法、仿真技术，完成仿真系统技术报告撰写，学生采用教师提供的建模仿真支撑平台，完成仿真系统开发、分析系统运行结果。

学生课外选修相关实验。

四、课内外教学环节及基本要求

课内教学环节：课堂学习（听课，笔记），参与课堂讨论；实验室参观（1次）。课堂展示仿真系统的设计报告和仿真系统动态运行过程，进行项目答辩。

课外教学环节：学生查阅技术资料，学习消化建模仿真支撑平台的使用方法；开展仿真系统的方案设计、撰写报告，进行仿真系统的开发与调试，并完成答辩 PPT 的制作。

五、考核方式及成绩评定

本课程成绩由平时成绩和期末考试组合而成，采用百分计分制。各部分所占比例如下：

平时成绩占 10%，通过课堂随堂小测验，考查各章知识点的理解程度，课堂讨论时的沟通和表达能力。

方案设计报告撰写占 10%；仿真系统开发、系统运行与答辩陈述，占 40%。

期末成绩占 40%，采用笔试的考核方式，题型为判断题、填空题、分析简答题、设计与计算题等。

六、教材和参考资料

教材：

[1] 王精业等，仿真科学与技术原理，电子工业出版社，2008 年 6 月。

[2] 彭晓源等，系统仿真技术，北京航空航天大学出版社，2006 年 12 月。

参考资料：

[1] 康凤举，现代仿真技术与应用，国防工业出版社，2001 年 9 月。

[2] 刘兴堂等，复杂系统建模理论、方法与技术，科学出版社，2008 年 6 月。

[3] 赵雪岩等，系统建模与仿真，国防工业出版社，2007 年 7 月。

[4] 胡晓峰等，战争复杂系统建模与仿真，国防大学出版社，2005 年 6 月。

[5] 王行仁，龚光红等，飞行控制与飞行仿真，国防工业出版社，2019 年 4 月。