



仿真科学与技术及其军事应用丛书

Principle and Technology
of Military Model Service

军事模型服务 原理与技术

赵倩 李永红 李宏权 邓红艳 董冬梅 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press



014041587

E83-39
09

仿真科学与技术及其军事应用丛书

军队“2110 工程”重点建设项目资助
空军指挥学院优秀专著后期资助项目

军事模型服务原理与技术

赵倩 李永红 编著
李宏权 邓红艳 董冬梅



国防工业出版社

· 北京 ·

E83-39
09

内 容 简 介

本书围绕构建作战模拟系统的军事模型资源,研究如何以面向服务的方式实现军事模型的共享与重用。全书分为15章,第1章主要介绍军事模型服务的相关概念;第2章和第3章分别论述了支持实现军事模型服务的技术;第4章到第8章分别阐述了军事模型共享服务的体系设计、军事模型服务组件设计方法、设计实例、开发规范和目录服务方法;第9章至第11章分别论述了模型服务的主动机制、基于需求的主动服务和主动服务设计;第12章和第13章探讨了基于云计算的军事模型服务问题;第14章给出了一个军事模型共享服务的实例;第15章展望了军事模型服务的发展。

本书可以作为相关院校建模与仿真专业方向本科生和研究生的教科书,也可作为相关专业工程技术人员研究模型服务技术的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

军事模型服务原理与技术/赵倩等编著. —北京:国防工业出版社,2014.2

(仿真科学与技术及其军事应用丛书)

ISBN 978-7-118-09202-8

I. ①军... II. ①赵... III. ①计算机仿真—应用—作战模型—研究 IV. ①E211-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第022487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100048)

北京嘉恒彩色印刷有限公司

新华书店经售

*

开本710×960 1/16 印张24½ 字数425千字

2014年2月第1版第1次印刷 印数1—3000册 定价48.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

丛书编写委员会

主任委员 郭齐胜

副主任委员 徐享忠 杨瑞平

委员 (按姓氏音序排列)

曹晓东	曹裕华	丁 艳	邓桂龙	邓红艳
董冬梅	董志明	范 锐	郭齐胜	黄俊卿
黄玺瑛	黄一斌	贾庆忠	姜桂河	康祖云
李 雄	李 岩	李宏权	李巧丽	李永红
刘 欣	刘永红	罗小明	马亚龙	孟秀云
闵华侨	穆 歌	单家元	谭亚新	汤再江
王 勃	王 浩	王 娜	王 伟	王杏林
徐丙立	徐豪华	徐享忠	杨 娟	杨瑞平
杨学会	于永涛	张 伟	张立民	张小超
赵 倩				

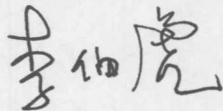
总序

为了满足仿真工程学科建设与人才培养的需求,郭齐胜教授策划在国防工业出版社出版了国内第一套成体系的系统仿真丛书——“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”。该丛书在全国得到了广泛的应用,取得了显著的社会效益,对推动系统建模与仿真技术的发展发挥了重要作用。

系统建模与仿真技术在与系统科学、控制科学、计算机科学、管理科学等学科的交叉、综合中孕育和发展而成为仿真科学与技术学科。针对仿真科学与技术学科知识更新快的特点,郭齐胜教授组织多家高校和科研院所的专家对“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”进行扩充和修订,形成了“仿真科学与技术及其军事应用丛书”。该丛书共 19 本,分为“理论基础—应用基础—应用技术—应用”4 个层次,系统、全面地介绍了仿真科学与技术的理论、方法和应用,体系科学完整,内容新颖系统,军事特色鲜明,必将对仿真科学与技术学科的建设与发展起到积极的推动作用。

中国工程院院士

中国系统仿真学会理事长



2011 年 10 月

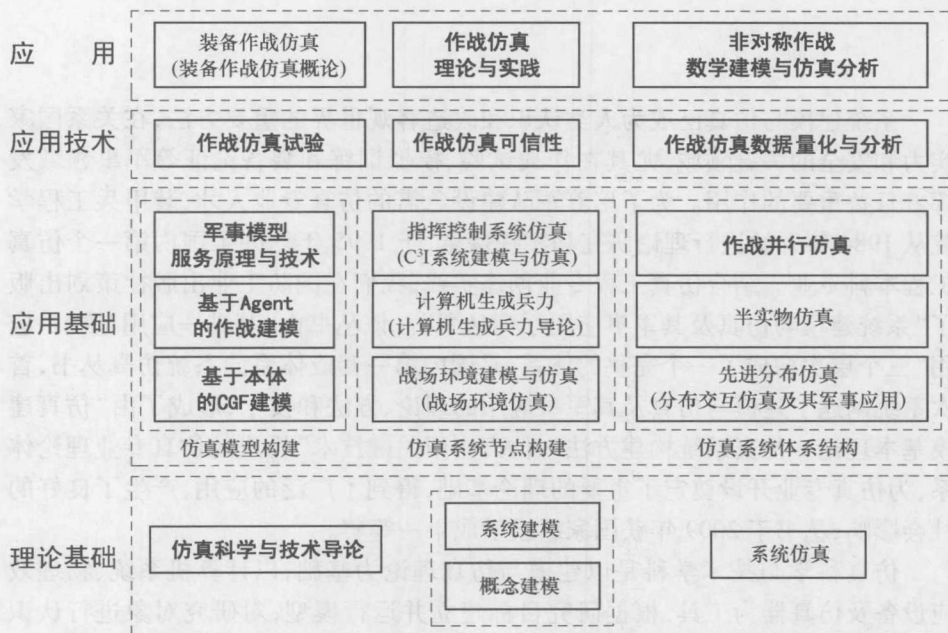
序 言

系统建模与仿真已成为人类认识和改造客观世界的重要方法,在关系国家实力和安全的关键领域,尤其在作战试验、模拟训练和装备论证等军事领域发挥着日益重要的作用。为了培养军队建设急需的仿真专业人才,装甲兵工程学院从 1984 年开始进行理论研究和实践探索,于 1995 年创办了国内第一个仿真工程本科专业。结合仿真工程专业创建实践,我们在国防工业出版社策划出版了“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”。该丛书由“基础—应用基础—应用”三个层次构成了一个完整的体系,是国内第一套成体系的系统仿真丛书,首次系统阐述了建模与仿真及其军事应用的理论、方法和技术,形成了由“仿真建模基本理论—仿真系统构建方法—仿真应用关键技术”构成的仿真专业理论体系,为仿真专业开设奠定了重要的理论基础,得到了广泛的应用,产生了良好的社会影响,丛书于 2009 年获国家级教学成果一等奖。

仿真科学与技术学科是以建模与仿真实论为基础,以计算机系统、物理效应设备及仿真器为工具,根据研究目标建立并运行模型,对研究对象进行认识与改造的一门综合性、交叉性学科,并在各学科各行业的实际应用中不断成长,得到了长足发展。经过 5 年多的酝酿和论证,中国系统仿真学会 2009 年建议在我国高等教育学科目录中设置“仿真科学与技术”一级学科;教育部公布的 2010 年高考招生专业中,仿真科学与技术专业成为 23 个首次设立的新专业之一。

最近几年,仿真技术出现了与相关技术加速融合的趋势,并行仿真、网格仿真及云仿真等先进分布仿真成为研究热点;军事模型服务与管理、指挥控制系统仿真、作战仿真试验、装备作战仿真、非对称作战仿真以及作战仿真可信性等重要议题越来越受到关注。而“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”中出版最早的距今已有 8 年多时间,出版最近的距今也有 5 年时间,部分内容需要更新。因此,为满足仿真科学与技术学科建设和人才培养的需求,适应仿真科学与技术快速发展的形势,反映仿真科学与技术的最新研究进展,我们组织国内 8 家高校和科研院所的专家,按照“继承和发扬原有特色和优点,转化和集成科研学术成果,规范和统一编写体例”的原则,采用“理论基础—应用基础—应

用技术—应用”的编写体系,保留了原“系列丛书”中除《装备效能评估概论》外的其余9本,对内容进行全面修订并修改了5本书的书名,另增加了10本新书,形成“仿真科学与技术及其军事应用丛书”,该丛书体系结构如下图所示(图中粗体表示新增加的图书,括号中为修改前原丛书中的书名):



中国工程院院士、中国系统仿真学会理事长李伯虎教授在百忙之中为本丛书作序。丛书的出版还得到了中国系统仿真学会副秘书长、中国自动化学会系统仿真专业委员会副主任委员、《计算机仿真》杂志社社长兼主编吴连伟教授,空军指挥学院作战模拟中心毕长剑教授,装甲兵工程学院训练部副部长王树礼教授、装备指挥与管理系副主任王洪炜副教授和国防工业出版社相关领导的关心、支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢!

仿真科学与技术涉及多学科知识,而且发展非常迅速,加之作者理论基础与专业知识有限,丛书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

郭齐胜
2012年3月

总序

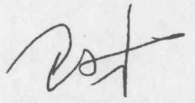
系统建模与仿真及其军事应用系列丛书

仿真技术具有安全性、经济性和可重复性等特点,已成为继理论研究、科学实验之后第三种科学研究的有力手段。仿真科学是在现代科学技术发展的基础上形成的交叉科学。目前,国内出版的仿真技术方面的著作较多,但系统的仿真科学与技术丛书还很少。郭齐胜教授主编的“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”在这方面作了有益的尝试。

该丛书分为基础、应用基础和应用三个层次,由《概念建模》、《系统建模》、《半实物仿真》、《系统仿真》、《战场环境仿真》、《C³I 系统建模与仿真》、《计算机生成兵力导论》、《分布交互仿真及其军事应用》、《装备效能评估概论》、《装备作战仿真概论》10 本组成,系统、全面地介绍了系统建模与仿真的理论、方法和应用,既有作者多年来的教学和科研成果,又反映了仿真科学与技术的前沿动态,体系完整,内容丰富,综合性强,注重实际应用。该丛书出版前已在装甲兵工程学院等高校的本科生和研究生中应用过多轮,适合作为仿真科学与技术方面的教材,也可作为广大科技和工程技术人员的参考书。

相信该丛书的出版会对仿真科学与技术学科的发展起到积极的推动作用。

中国工程院院士



2005年3月27日

序言

系统建模与仿真及其军事应用系列丛书

仿真科学与技术具有广阔的应用前景,正在向一级学科方向发展。仿真科技人才的需求也在日益增大。目前很多高校招收仿真方向的硕士和博士研究生,军队院校中还设立了仿真工程本科专业。仿真学科的发展和仿真专业人才的培养都在呼唤成体系的仿真技术丛书的出版。目前,仿真方面的图书较多,但成体系的丛书极少。因此,我们编写了“系统建模与仿真及其军事应用系列丛书”,旨在满足有关专业本科生和研究生的教学需要,同时也可供仿真科学与技术工作者和有关工程技术人员参考。

本丛书是作者在装甲兵工程学院及北京理工大学多年教学和科研的基础上,系统总结而写成的,绝大部分初稿已在装甲兵工程学院和北京理工大学相关专业本科生和研究生中试用过。作者注重丛书的系统性,在保持每本书相对独立的前提下,尽可能地减少不同书中内容的重复。

本丛书部分得到了总装备部“1153”人才工程和军队“2110工程”重点建设学科专业领域经费的资助。中国工程院院士、中国系统仿真学会副理事长、《系统仿真学报》编委会副主任、总装备部仿真技术专业组特邀专家、哈尔滨工业大学王子才教授在百忙之中为本丛书作序。丛书的编写和出版得到了中国系统仿真学会副秘书长、中国自动化学会系统仿真专业委员会副主任委员、《计算机仿真》杂志社社长兼主编吴连伟教授,以及装甲兵工程学院训练部副部长王树礼教授、学科学位处处长谢刚副教授、招生培养处处长钟孟春副教授、装备指挥与管理系主任王凯教授、政委范九廷大校和国防工业出版社的关心、支持和帮助。作者借鉴或直接引用了有关专家的论文和著作。在此一并表示衷心的感谢!

由于水平和时间所限,不妥之处在所难免,欢迎批评指正。

郭齐胜

2005年10月

前言

当今,人们身处于一个被信息完全包围的世界里,信息化技术已经渗透到人类社会生活的每一个角落,无论是否使用计算机,它都在主动或被动地为人提供着服务。信息技术与传统技术相比,最大的特点是它的发展变化和更新速度快,同时也带动了各应用领域快节奏的变化,这在以信息化技术为基础的现代作战模拟领域体现地尤为明显。因作战模拟手段的安全性、经济性以及可重复性、可调整性和可预测性,它已成为研究战争和参与战争不可或缺的手段,并成为世界各军事强国积极发展的重要领域之一。

为适应复杂的战争需要,作战模拟系统不仅要随时根据军事需求的不断变化调整系统功能,而且还要不断地引入新技术与新方法以带动军事理论研究、武器装备论证和作战训练的创新。传统的“一事一议”的系统开发模式,已经不能适应作战模拟系统建设时效性的要求,只有采用开放的体系结构和开放的标准,在最大可能共享已有资源的基础上,利用工程化的快速组合装配的系统开发模式,才能使作战模拟系统以更高的时效性、适用性和可信度满足各种军事应用的需求,并充分发挥模拟系统建设的投资效益。在作战模拟系统建设中可以共享的资源既包括模型、数据,也包括系统平台。其中,模型资源的共享与重用尤为重要。模型是作战模拟系统中的核心,模型的质量直接影响作战模拟的可信性。因此,如何科学有效地管理作战模拟系统,及其所包含的大量的军事模型,共享已有的研究成果,提高军事模型的质量,促进作战模拟训练系统的进一步发展,并发挥在模拟(仿真)建设领域投资的最大效益,已成为当前各国包括我军军事训练信息化基础建设中面临的主要问题之一。

任何理论的发展都始于实践的需要,同时理论又要指导实践并为实践服务。军事模型的理论和应用价值具体体现在军事模型的表达和军事模型的使用方面。军事模型一旦开发出来,只有不断地重复使用才能发挥其效益。重复使用既包括模型开发者在不同的模拟系统中重用已有的军事模型,还包括军事模型的其他使用者重用已有的军事模型。随着第三代网络技术——网格技术的发展,“模型就是服务的思想”应运而生;同时 SOA 及云计算技术的成熟与发展,也为实现军事模型服务注入了新的活力。通过实现军事模型服务,一方面

可以减少或避免军事模型的重复建设和资源浪费,让模型建设的投入经费发挥更大的效益;另一方面,军事模型服务提供的共享模型资源能够支持实现作战模拟系统的快速构建,适应瞬息万变的战场需要。

本书的作者均长期从事建模与仿真理论研究、模拟系统开发和模型建设工作。结合实际工作,我们感觉到有必要对军事模型服务建设中有关理论和技术方法进行总结、梳理和提高,这也是我们编写本书的初衷。

全书分为15章,第1章主要介绍军事模型服务的相关概念;第2章阐述了面向服务的架构原理,包括SOA的框架结构及服务设计模式等;第3章论述了服务实现的技术基础,包括WS的体系结构、协议规范及实现方式等;第4章分析了军事模型共享服务的策略和设计原则,探讨了军事模型服务体系和服务流设计;第5章基于组件技术提出了军事模型服务组件的概念,分析了基于军事模型服务组件的系统开发及组件化的军事模型建模过程;第6章结合实例阐明了军事模型组件化的实现方法;第7章介绍了军事模型服务组件的开发规范;第8章论述了军事模型服务中的目录服务体系架构,以及相关的模型和实现技术;第9章探讨了军事模型服务的主动机制,包括军事模型服务方式、主动服务的体系结构、实现流程和其中的模型挖掘的相关内容;第10章分析了基于需求的主动服务,包括相关的概念和实现技术、体系架构等;第11章结合实例说明了主动服务中的主动发现和服务组合方法;第12章探讨了基于云计算的军事模型服务平台的设计及其结构;第13章论述了基于云计算的军事模型服务的资源管理方法;第14章给出了一个军事模型共享服务的实例;第15章展望了军事模型服务未来的发展。

在本书的编写过程中,我们查阅了大量资料,并参考和引用了许多国内外相关书刊和文献,在此衷心感谢所有参考文献的作者以及未在参考文献中一一列出的作者;特别指出的是,本书在编写过程中得到了毕长剑教授的大力支持与帮助,并借鉴和吸收了周良伟、夏准博士的研究成果,同时还得到了空军指挥学院优秀专著出版基金资助,在此一并表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,加之信息技术发展日新月异,模型服务理论与技术不断发展和完善,书中难免有错误、疏漏与不妥之处,殷切期望有关专家和广大读者批评指正。

作者

2013年10月

目 录

第 1 章 绪论	001
1.1 现代作战模拟与军事模型	002
1.1.1 现代作战模拟	002
1.1.2 军事模型	009
1.2 军事模型服务	013
1.2.1 军事模型重用与共享	013
1.2.2 军事模型服务概念的提出	017
1.2.3 军事模型服务的实现基础	025
1.3 军事模型重用的演变历程	027
1.3.1 模型重用技术	027
1.3.2 模型计算环境的演变与计算技术	031
1.4 军事模型发展特征与应用现状	038
1.4.1 军事模型的发展特征	038
1.4.2 军事模型建设的发展历程	041
第 2 章 面向服务的架构原理	044
2.1 SOA 概述	044
2.1.1 SOA 的基本概念	045
2.1.2 SOA 的基本特点	045
2.1.3 面向服务的计算环境	047
2.1.4 面向服务的抽象	049
2.2 SOA 的概念层次	052
2.2.1 层次框架	052
2.2.2 功能描述	052
2.3 SOA 的服务特征	054
2.4 SOA 的设计模式	055

2.4.1	发现服务	056
2.4.2	确定服务规约	057
2.4.3	实现服务	058
第3章 服务实现的技术基础		060
3.1	Web 服务的体系结构	060
3.1.1	基本概念	060
3.1.2	体系结构	066
3.2	Web 服务的协议规范	068
3.2.1	基本内容	068
3.2.2	Web 服务开发支撑环境	070
3.3	Web 服务的实现方式	074
3.3.1	Web 服务的客户端	074
3.3.2	Web 服务的服务器端	075
3.3.3	Web 服务的开发方式	076
3.4	Web 服务的资源框架	076
3.4.1	Web 服务资源与 WSRF 技术规范	076
3.4.2	WSRF 资源模型及流程	077
第4章 军事模型共享服务体系设计		080
4.1	军事模型共享服务的策略分析	080
4.1.1	军事模型共享的方式策略	080
4.1.2	军事模型服务组件的设计策略	082
4.1.3	军事模型服务的角色管理策略	084
4.2	军事模型共享服务的设计原则	087
4.2.1	概念表达相一致的设计原则	087
4.2.2	保持服务灵活性的设计原则	088
4.2.3	保持松散耦合的设计原则	090
4.3	军事模型服务的体系结构	091
4.3.1	军事模型多维分类体系框架	091
4.3.2	军事模型服务体系结构的层次模型	093
4.3.3	军事模型服务管理的逻辑结构	095

4.3.4	军事模型服务实现的拓扑结构	095
4.4	军事模型共享的服务流设计	096
4.4.1	服务流的概念	096
4.4.2	服务流引擎的设计	098
第5章	军事模型服务组件的设计方法	100
5.1	组件化的相关技术	101
5.1.1	组件的基本概念	101
5.1.2	组件的技术特征	101
5.1.3	组件化技术	103
5.2	军事模型服务组件	107
5.2.1	军事模型服务组件的概念模型	107
5.2.2	军事模型服务组件的主要特点	107
5.2.3	军事模型服务组件与软件组件的比较	108
5.3	基于军事模型服务组件的系统开发	109
5.3.1	基于军事模型服务组件开发的核心思想	110
5.3.2	基于军事模型服务组件的开发过程	110
5.4	组件化军事模型建模过程分析	112
5.4.1	系统需求分析	113
5.4.2	组件的设计模型	114
5.4.3	基于组件的模型资源库构建	116
第6章	军事模型服务组件化设计实例	119
6.1	空军战役训练仿真中的模型组件结构设计	119
6.1.1	组件划分原则与方法	119
6.1.2	模型组件的实现结构	120
6.1.3	空军战役训练仿真中的模型组件描述	121
6.1.4	模型组件的组合结构	123
6.2	空军地空导弹兵作战行动仿真军事模型组件	126
6.2.1	仿真中的模型组件结构	126
6.2.2	构建雷达探测功能模型组件	128
6.2.3	构建射击指挥功能模型组件	130
6.2.4	构建火力打击功能模型组件	132

6.3	空军地空导弹兵作战行动仿真军事模型组件调用	134
6.3.1	模型组件的接口设计	135
6.3.2	地空导弹兵抗击战斗模型组件调用流程	136
第7章	军事模型服务组件的开发规范	138
7.1	军事概念模型的开发规范	138
7.1.1	基本术语	138
7.1.2	军事概念模型的建模原则与建模方法	140
7.1.3	基于 EATI 的军事概念模型描述	141
7.1.4	基于 UML 的军事概念模型描述	141
7.1.5	军事概念模型建立的基本步骤	146
7.2	数学逻辑模型的开发规范	150
7.2.1	基本术语	150
7.2.2	建模原则	151
7.2.3	建模一般步骤	152
7.2.4	模型文档描述	153
7.3	仿真程序模型的开发规范	155
7.3.1	基本术语	155
7.3.2	建模的一般要求	156
7.3.3	建模的基本步骤	156
7.3.4	模型文档描述规范	158
7.4	模型接口交互规范	160
7.4.1	基本术语	160
7.4.2	模型交互内容	161
第8章	军事模型服务中的目录服务	175
8.1	概述	175
8.2	基于网格的军事模型服务目录体系架构	176
8.3	军事模型服务中的 LDAP 信息模型	178
8.3.1	LDAP 信息模型概述	178
8.3.2	元数据概述	179
8.3.3	基于军事模型元数据的目录服务信息模型	180
8.4	军事模型服务中的 LDAP 命名模型	181

8.4.1	LDAP 命名模型概述	181
8.4.2	基于军事模型结构体系的 LDAP 命名模型	182
8.5	军事模型服务中的 LDAP 功能模型	183
8.6	军事模型服务中的 LDAP 安全模型	185
8.6.1	访问控制策略的选择	185
8.6.2	基于角色的 LDAP 安全模型	186
8.7	目录服务的技术实现	189
8.7.1	方案设计	189
8.7.2	方案实现	190
第 9 章	军事模型服务的主动服务机制	193
9.1	军事模型服务方式	193
9.1.1	军事模型服务方式的划分	193
9.1.2	感知需求的主动服务	195
9.2	军事模型主动服务的体系结构	197
9.2.1	主动服务体系中的角色关系	198
9.2.2	实现主动服务的协议规范	199
9.3	军事模型主动服务的实现流程	202
9.3.1	主动服务实现流程的阶段划分	202
9.3.2	模型服务的主动发现	203
9.3.3	模型服务的主动定制	205
9.4	主动服务中的模型挖掘	206
9.4.1	实现主动服务的相关技术	206
9.4.2	主动服务中的模型挖掘技术	209
9.4.3	模型挖掘的主要研究内容	213
第 10 章	基于需求的军事模型主动服务分析	216
10.1	基于需求的模型服务概述	216
10.1.1	基于需求的模型服务的提出	216
10.1.2	基于需求的模型服务的内涵	218
10.1.3	基于需求的模型服务的功能	219
10.2	基于语义 Web 服务的实现技术	223
10.2.1	语义 Web 服务技术	224

10.2.2	本体技术与 OWL-S 描述语言	226
10.2.3	基于语义的服务发现与组合	230
10.3	基于需求的模型服务体系架构	233
10.3.1	面向空军战役训练仿真系统的模型服务需求	234
10.3.2	基于需求的模型服务系统的结构	235
10.3.3	基于需求的模型服务系统的功能组成	236
10.3.4	基于需求的模型服务系统的协议规范	240
10.3.5	基于需求的模型服务运行流程设计	241

第 11 章 基于需求的军事模型主动服务设计 244

11.1	空军战役训练模型服务的描述、注册与发布	244
11.1.1	基于 OWL-S 扩展的模型服务描述	244
11.1.2	基于 OWL-S/UDDI 的模型服务注册与发布	249
11.2	空军战役训练模型服务的自动发现	252
11.2.1	模型服务自动发现的设计思路	253
11.2.2	模型服务自动发现匹配算法——分级匹配 过滤模型	254
11.2.3	模型服务自动发现匹配算法——各级匹配算法	255
11.2.4	模型服务自动发现功能的实现设计	263
11.2.5	模型服务自动发现的实现过程	264
11.3	空军战役训练模型服务的组合	266
11.3.1	模型服务组合的设计思路	266
11.3.2	模型服务组合的功能结构	269
11.3.3	模型服务组合的实现设计	273

第 12 章 基于云计算的军事模型服务平台 277

12.1	云计算技术概述	277
12.1.1	云计算的概念	277
12.1.2	云计算的特征及服务形式	279
12.1.3	云计算军事应用前景	281
12.2	军事模型服务云平台设计	281
12.2.1	设计目标	281