



基于 Agent Based Production Scheduling and Controlling System Agent 的制造系统 调度与控制

张洁 著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

基于 Agent 的制造 系统调度与控制

Agent Based Production Scheduling and
Controlling System

张 洁 著

國防工業出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

基于 Agent 的制造系统调度与控制/张洁著. —北京:国防工业出版社, 2013. 1

ISBN 978-7-118-08370-5

I. ①基... II. ①张... III. ①柔性制造系统—程序设计 IV. ①TH165-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 231512 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责任公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 19¼ 字数 333 千字

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 78.00 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

此书同时获得

总装备部国防科技图书出版基金资助

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金 第六届评审委员会组成人员

主任委员 王 峰

副主任委员 宋家树 蔡 镭 杨崇新

秘 书 长 杨崇新

副 秘 书 长 邢海鹰 贺 明

委 员 于景元 才鸿年 马伟明 王小谟

(按姓氏笔画排序) 甘茂治 甘晓华 卢秉恒 邬江兴

刘世参 芮筱亭 李言荣 李德仁

李德毅 杨 伟 肖志力 吴有生

吴宏鑫 何新贵 张信威 陈良惠

陈冀胜 周一宇 赵万生 赵凤起

崔尔杰 韩祖南 傅惠民 魏炳波

前 言

随着先进制造技术的快速发展,制造模式历经单件生产、大批量生产、多品种小批量生产逐渐向定制化生产模式发展。面对消费者需求日益多变、产品生命周期不断缩短的经济全球化市场环境,传统推式或拉式生产管理方法越来越不适应动态变化的实际环境,制造系统需要建立具有柔性、智能化和自适应性的推拉结合生产计划、调度与控制系统,以适应环境快速变化的要求。

自 1992 年以来,Agent 技术逐渐受到了美、日等制造强国的关注。1992 年日本智能制造系统协会(Japanese Intelligent Manufacturing System Program)将基于 Agent 的制造作为主要的研究领域之一,而 1993 年美国国家制造科学中心(U. S. National Center for Manufacturing Science)启动多项 Agent 制造相关的项目。研究实践表明,Agent 技术是实现复杂制造系统准确、高效生产计划、调度与控制的基础技术之一,可以有效增强制造系统柔性,提高产品质量和降低生产成本。

作者长期以来在先进制造系统生产计划、调度和控制理论及技术方面进行了广泛而深入的研究。特别是近年来,作者将 Agent 技术应用于制造系统的生产计划、调度和控制,主持了多项国家自然科学基金、国家高技术研究发展计划项目,在这些项目的支持下,作者对 Agent 技术在制造系统的建模、计划、调度、控制等方面的理论和关键技术进行了研究,取得了一批重要的理论成果,发表了大量的高质量论文。本书是作者在制造系统生产计划、调度与控制方面的研究成果的系统化的总结。本书重点介绍基于 Agent 的自适应、智能、协同生产计划、调度与控制系统的相关方法和技术,同时也介绍了融合 RFID 技术和 OPC 技术的制造系统数据采集技术,希望为复杂制造系统的生产计划、调度与控制问题的解决提供参考和借鉴。

本书完成过程中,朱琼为本书做了大量的工作,付出了心血,对她表示由衷地感谢,同时吴立辉、张功、田世勇、董义军、孙磊、杨俊刚、刘国宝、夏志等提供了相关资料,在此对他们表示感谢。书稿完成过程中参考了大量的文献,在此表示衷心感谢,作者在书中尽可能地标注了,有疏忽未标注的,敬请谅解。

本书的研究工作得到了国家自然科学基金项目“面向 ATP 的网络化制造系

统生产计划与调度的研究”(项目编号:50875172)和“知识化制造系统优化方法研究与应用”(项目编号:60934008)、机械系统与振动国家重点实验室项目“复杂非等效并行机生产调度方法研究”(项目编号:MSV-MS-2010-04)、国家高技术研究发展计划项目(863 计划项目)“复杂制造系统多态互补建模方法的研究”(项目编号:2007AA04Z019)的资助,在此表示感谢!

本书的出版获得 2010 年度国家科学技术学术著作出版基金和国防科技图书出版基金资助,在此表示感谢。

现代制造系统生产计划、调度与控制的相关理论、方法和应用处于迅速发展之中,基于 Agent 技术的制造系统生产计划、调度与控制理论和方法已经引起越来越多的研究和应用人员的关注。由于作者水平有限,书中的缺点和错误在所难免,欢迎广大读者批评指正。

张 洁

2012 年 1 月于上海交通大学

目 录

第 1 章 现代制造领域中的 Agent 技术	1
1.1 引言	1
1.2 Agent 及多 Agent 系统	1
1.2.1 Agent 概念	1
1.2.2 多 Agent 系统	3
1.3 Agent 技术在制造领域的应用	5
1.3.1 Agent 技术在协同产品设计中的应用	5
1.3.2 Agent 技术在计算机辅助工艺规划中的应用	6
1.3.3 Agent 技术在生产计划、调度与控制中的应用	8
1.3.4 Agent 技术在供应链管理中的应用	9
1.4 本书各章安排	10
1.4.1 本书目的	10
1.4.2 本书结构安排	11
1.4.3 本书各章的主要内容	12
参考文献	13
第 2 章 Agent 技术基础	19
2.1 引言	19
2.2 Agent 的结构	19
2.2.1 思考型 Agent 结构	20
2.2.2 反应型 Agent 结构	22
2.2.3 混合型 Agent 结构	23
2.3 多 Agent 系统结构	24
2.3.1 多 Agent 系统的环境	24
2.3.2 多 Agent 系统的结构	24
2.4 多 Agent 系统的建模方法	27
2.4.1 多 Agent 系统的行为建模	27
2.4.2 多 Agent 系统的运行建模	28
2.5 多 Agent 系统的通信与交互模型	29

2.6	多 Agent 系统通信协议	30
2.6.1	Agent 通信语言	31
2.6.2	Agent 通信的本体	32
2.7	多 Agent 系统交互协议	33
2.7.1	交互协议的分类	33
2.7.2	交互协议的描述	34
2.7.3	基于协作的交互协议	35
2.7.4	基于协商的交互协议	36
2.8	小结	37
	参考文献	37
第3章	基于 Agent 的生产计划与控制	40
3.1	引言	40
3.2	制造系统	40
3.2.1	制造系统的概念	40
3.2.2	制造系统的分类	41
3.3	生产计划与控制	44
3.3.1	生产计划与控制活动	44
3.3.2	生产计划与控制方式	45
3.3.3	生产计划与控制系统	46
3.3.4	推拉结合的生产计划与控制系统	47
3.4	基于 Agent 的推拉结合生产计划与控制系统	49
3.4.1	Agent 的映射方法	50
3.4.2	推拉结合生产计划与控制系统的功能	51
3.4.3	MAP4CS 的结构	53
3.4.4	MAP4CS 的运行模型	56
3.4.5	MAP4CS 中 Agent 的行为模型	58
3.4.6	MAP4CS 的信息交互方法	60
3.5	小结	63
	参考文献	63
第4章	基于 Agent 的分布式制造的生产计划	66
4.1	引言	66
4.2	分布式制造的生产计划	66
4.2.1	分布式制造系统	66
4.2.2	分布式制造的生产计划特征	68

4.2.3	分布式制造的生产计划优化方法	70
4.3	基于 Agent 的分布式制造的生产计划系统	72
4.3.1	分布式制造的生产计划问题模型	72
4.3.2	分布式制造的生产计划 MAS 结构	76
4.3.3	分布式制造的生产计划 MAS 运行模型	78
4.4	生产计划 MAS 中的 Agent	80
4.4.1	订单/产品需求管理 Agent	80
4.4.2	计划协同 Agent	81
4.4.3	关键资源能力管理 Agent	83
4.5	基于合同网协议的生产计划优化方法	84
4.5.1	合同网交互协议	84
4.5.2	基于合同网的 MAS 协作优化算法	86
4.5.3	实例分析	88
4.6	基于竞价拍卖的生产计划优化方法	90
4.6.1	竞价拍卖交互协议	91
4.6.2	基于竞价拍卖的 MAS 协商优化算法	92
4.6.3	实例分析	94
4.7	小结	94
	参考文献	95
第 5 章	基于 Agent 的 Job Shop 型制造的生产调度	97
5.1	引言	97
5.2	Job Shop 型制造的生产调度	97
5.2.1	Job Shop 型制造系统	97
5.2.2	Job Shop 型制造的生产调度特征	98
5.2.3	Job Shop 型制造的生产调度优化方法	99
5.3	基于 Agent 和双反馈调度策略的 Job Shop 型制造生产调度系统	102
5.3.1	双反馈调度策略的基本原理	102
5.3.2	基于双反馈调度策略的生产调度 MAS 结构	103
5.3.3	基于双反馈调度策略的生产调度 MAS 的运行模型	104
5.4	基于双反馈策略的生产调度 MAS 中 Agent	105
5.4.1	作业任务 Agent	105
5.4.2	调度协同 Agent	106
5.4.3	资源能力管理 Agent	107

5.5	基于正反馈策略的 Job Shop 型制造的生产调度	108
5.5.1	基于正反馈策略的生产调度问题描述	108
5.5.2	基于合同网协议的正反馈生产调度 MAS 协作过程	110
5.5.3	基于递阶遗传算法的正反馈生产调度优化方法	111
5.5.4	实例分析	114
5.6	基于负反馈策略的 Job Shop 型制造的生产重调度	116
5.6.1	基于负反馈策略的重调度问题描述	116
5.6.2	基于蚁群协商协议的负反馈重调度 MAS 协商过程	117
5.6.3	基于蚁群算法的负反馈重调度优化方法	119
5.6.4	实例分析	122
5.7	小结	123
	参考文献	123
第 6 章	基于 Agent 的可重入型制造的生产调度	127
6.1	引言	127
6.2	可重入型制造的生产调度	127
6.2.1	可重入型制造系统	127
6.2.2	可重入型制造的生产调度特征	130
6.2.3	可重入型制造的生产调度优化方法	131
6.3	基于 Agent 的可重入型制造分层自适应生产调度系统	133
6.3.1	分层自适应生产调度策略	133
6.3.2	分层自适应生产调度 MAS 结构	134
6.3.3	分层自适应生产调度 MAS 的运行模型	135
6.4	分层自适应生产调度 MAS 中 Agent	136
6.4.1	作业任务 Agent	136
6.4.2	调度协同 Agent	137
6.4.3	资源能力管理 Agent	139
6.5	可重入型制造的分层生产调度	139
6.5.1	分层生产调度问题描述	139
6.5.2	基于合同网协作协议的系统层生产调度	142
6.5.3	基于 GPCP - CN 协作协议的设备层生产调度	145
6.5.4	实例分析	152
6.6	可重入型制造的自适应重调度	156
6.6.1	自适应重调度问题描述	156
6.6.2	重调度策略	157

6.6.3	基于 FNN 的重调度技术	158
6.6.4	实例分析	161
6.7	小结	163
	参考文献	164
第 7 章	基于 Agent 的生产控制	167
7.1	引言	167
7.2	基于 Agent 的生产控制系统	167
7.2.1	生产控制的需求分析	167
7.2.2	生产控制 MAS 结构	168
7.2.3	生产控制 MAS 的运行模型	169
7.3	生产控制 MAS 中 Agent	171
7.3.1	派工协同 Agent	171
7.3.2	设备管理 Agent	171
7.3.3	物料管理 Agent	173
7.3.4	生产监控 Agent	173
7.3.5	报警管理 Agent	173
7.3.6	生产性能分析 Agent	174
7.3.7	质量管理 Agent	175
7.3.8	生产过程跟踪 Agent	176
7.4	生产控制 MAS 的控制技术与方法	179
7.4.1	基于 XML 的生产过程监控方法	179
7.4.2	基于差分曼彻斯特编码规则的报警管理方法	179
7.4.3	生产过程跟踪与追溯过程物料标识技术	181
7.5	小结	187
	参考文献	187
第 8 章	基于 Agent 的物料数据采集	188
8.1	引言	188
8.2	RFID 技术基础	188
8.2.1	RFID 技术的发展与分类	188
8.2.2	RFID 技术标准	191
8.3	基于 Agent 的物料数据采集系统	194
8.3.1	物料数据采集的需求分析	194
8.3.2	基于 RFID 技术的物料数据采集 MAS 结构	195
8.3.3	物料数据采集 MAS 的运行模型	197

8.4 基于 RFID 技术的物料数据采集 MAS 中 Agent	198
8.4.1 RFID 中间件 Agent	198
8.4.2 RFID 识读者 Agent	206
8.4.3 RFID 标签 Agent	206
8.5 基于 RFID 技术的物料数据采集 MAS 实现	208
8.5.1 系统硬件与配置	208
8.5.2 物料数据处理与发布	209
8.6 小结	211
参考文献	211
第 9 章 基于 Agent 的设备数据采集	213
9.1 引言	213
9.2 OPC 技术基础	213
9.2.1 OPC 技术的产生	213
9.2.2 OPC 技术概述	214
9.3 基于 Agent 的设备数据采集系统	217
9.3.1 设备数据采集的需求分析	217
9.3.2 基于 OPC 技术的设备数据采集 MAS 结构	218
9.3.3 设备数据采集 MAS 的运行模型	220
9.4 基于 OPC 技术的设备数据采集 MAS 中 Agent	222
9.4.1 OPC Agent	222
9.4.2 OPC 服务 Agent	223
9.4.3 OPC 客户 Agent	225
9.5 基于 OPC 技术的设备数据采集 MAS 实现	226
9.5.1 系统硬件选型与网络搭建	227
9.5.2 基于 OPC 技术的数据集成	227
9.6 小结	231
参考文献	231
第 10 章 多 Agent 系统的实现技术	233
10.1 引言	233
10.2 软件需求分析方法	233
10.2.1 面向对象的 MAS 需求分析	233
10.2.2 面向功能的 MAS 需求分析	234
10.2.3 面向过程的 MAS 需求分析	236
10.3 软件系统设计方法	238

10.3.1	面向对象的设计方法	238
10.3.2	面向功能的设计方法	239
10.3.3	面向过程的设计方法	240
10.4	软件系统开发技术	241
10.4.1	C/S 和 B/S 体系结构	241
10.4.2	.NET 软件开发平台	243
10.4.3	数据库系统平台	245
10.4.4	XML/SOAP 技术	246
10.4.5	软件系统集成技术	248
10.4.6	多 Agent 系统开发工具	250
10.5	小结	253
	参考文献	253
第 11 章	基于 Agent 的生产计划与控制原型系统	255
11.1	引言	255
11.2	原型系统的体系架构	255
11.2.1	系统体系架构	255
11.2.2	硬件整体架构	257
11.3	原型系统的 Agent 封装与通信	258
11.3.1	Agent 封装方法	258
11.3.2	Agent 通信实施模型	259
11.3.3	Agent 消息分类	260
11.3.4	Agent 通信机制的实现	263
11.4	原型系统运行过程的制造系统仿真	264
11.4.1	制造系统仿真建模	264
11.4.2	仿真模型与原型系统的信息交互逻辑架构	266
11.5	原型系统软件实现与应用	268
11.5.1	原型系统的功能设计	268
11.5.2	原型系统的运行过程	271
11.5.3	分布式制造的生产计划	272
11.5.4	Job Shop 型制造的生产调度	273
11.5.5	可重入型制造的生产调度	275
11.5.6	制造过程的生产控制	276
11.6	小结	278
	参考文献	278

Contents

Chapter 1 Agent Based Comtemporery Manufacuturing	1
1.1 Introduction	1
1.2 Agent and Multi – Agent System	1
1.2.1 Agent	1
1.2.2 Multi – Agent System	3
1.3 Agent Based Manufacuturing	5
1.3.1 Agent Based Cooperative Product Designing	5
1.3.2 Agent Based CAPP	6
1.3.3 Agent Based PPC	8
1.3.4 Agent Based SCM	9
1.4 Book Description	10
1.4.1 Purpose of the Book	10
1.4.2 Scope of the Book	11
1.4.3 Content of the Book	12
References	13
Chapter 2 The Basics of Multi – Agent System	19
2.1 Introduction	19
2.2 Structure of Agent	19
2.2.1 Thinking Agent	20
2.2.2 Reactive Agent	22
2.2.3 Hybrid Agent	23
2.3 Structure of Multi – Agent System	24
2.3.1 Environment for Multi – Agent System	24
2.3.2 Multi – Agent System Structure	24
2.4 Modeling of Multi – Agent System	27
2.4.1 Action Model of Multi – Agent System	27
2.4.2 Running Model of Multi – Agent System	28
2.5 Communication Model of Multi – Agent System	29
2.6 Communication Protocols for Multi – Agent System	30