

项目管理组织设计与 性能测试模拟研究

Project Management Organization
Design and Performance Testing:
A Simulation Approach

王有天◎著



项目管理组织设计与 性能测试模拟研究

王有天◎著



九州出版社
JIUZHOU PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

项目管理组织设计与性能测试模拟研究 / 王有天著.
—北京: 九州出版社, 2017.6
ISBN 978-7-5108-5847-5

I. ①项… II. ①王… III. ①项目管理—研究
IV. ①F224.5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第237493号

项目管理组织设计与性能测试模拟研究

作 者 王有天 著
出版发行 九州出版社
地 址 北京市西城区阜外大街甲35号 (100037)
发行电话 (010) 68992190/3/5/6
网 址 www.jiuzhoupress.com
电子信箱 jiuzhou@jiuzhoupress.com
印 刷 北京天宇万达印刷有限公司
开 本 710毫米×1000毫米 16开
印 张 12
字 数 128千字
版 次 2017年6月第1版
印 次 2017年6月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5108-5847-5
定 价 42.00元

★版权所有 侵权必究★

序 言

企业运作是一个复杂的系统工程，既包括任务处理等物理过程，也包括人的行为等心理因素。本研究在总结模拟方法和手段的基础上，针对组织内人与任务互动过程中的任务管理部分，评述了针对任务处理的传统项目管理方法以及其中存在的部分不足。项目管理方面的方法主要有项目评审技术和关键路径法。但是这些方法都是直接把任务的工期期望作为任务的工期指标，从而把任务工期确定化，再来计算整个项目的关键路径和工期。从理论上讲，这样得到的项目工期既不是项目的期望工期，也不是项目的最可能时间。此外，关键路径法等方法得到的数据过于单薄（比如无法得到项目工期的分布区间）。而我们采用模拟方法，将模拟引入到项目管理，可以得到项目管理的经验分布，从而计算各项工期指标，包括最乐观时间、最悲观时间、最可能时间和期望时间。

我们将上述项目管理方法编程实现后，将其包装为 Web Service，供用户调用。对该服务的调用也可以在网页中进行。我们在网页里通过脚本发起 Web 请求，获取模拟服务返回的数据，并采用 SVG 技术将项目工期的分布以函数图像的形式呈现出来。我们给出的 Demo 网址可供读者访问，查看该方法。这表明可以利用 Web 技术实现模拟。

较新的浏览器都支持 SVG 和 ECMAScript 语言, 因此用户无须下载任何软件和插件, 就可进行模拟实验。这大大减轻了用户安装和维护软件的成本和负担, 也为不同模拟模型集成提供了解决方案。

项目管理的模拟方法可以对企业管理中任务处理流程进行建模和求解、并衡量项目工期, 而对于企业管理中人的行为及人群互动对企业管理运作影响的分析, 则需要采用不同的模拟方法进行处理。基于心理学模型的个体属性和群体互动理论, 本研究建立了多智能体模型来模拟企业中人群互动, 并以此为例, 探讨了任务处理的离散事件模拟方法和人的行为的多智能体模拟方法的结合。这种协同模拟方法可以贴切建模反映企业运作管理现实, 并通过计算实验对企业运作性能进行测试, 为企业管理者提供建议, 以对人员配置、业务流程进行可能的调整。我们还采用了模拟方法刻画了企业管理中宏观层面的组织结构问题以及在不同组织框架下人的协作问题。基于计算组织理论, 采用了多 Agent 模拟和离散事件模拟的集成方法, 以组织成员间的协作关系为出发点, 分析了不同的协作模式对组织效率的影响, 讨论了在这些协作模式下沟通机制和激励机制的作用, 得到了一些对组织结构有意义的结论。该研究展示了对企业宏观管理建模和模拟的方法, 从而有助于将其包装成 Web Service, 与前面的任务处理、人群互动等模型结合, 可以在一个基于 Web Service 的协同模拟系统中反映企业运作管理的全貌。

基于前面的模拟方法研究及技术实现路线, 我们还提出了基于 Web Service 的集成模拟系统。这一模拟系统的设计呼应云计算的趋势, 能够让多个用户在网页中建立模型、调用网络上已有的服务, 并进行模拟实验。处于网络上的模拟服务要想使计算机识别自己, 需要向调用者描述自己的语义; 在这一方面, 文章借鉴了语义网络建

设中的本体工程方法，采用本体语言建立和描述模型以及模拟服务。基于Web的模拟平台相对于单机模拟软件而言具有诸多优势，为建模者和使用者都提供了方便，能推动模拟的应用，从而提高模拟理论研究和技术的应用，让其在实践中发挥更大的效率。

最后，值本书出版之际，作者在激动之余要特别感谢为本书出版提供大力支持的人们，包括本人单位的各位同事和出版社的各位同志。谢谢你们。

2017年6月 于汤逊湖畔

目 录

序 言	1
1 绪 论	1
1.1 选题来源、目的和意义	1
1.2 国内外相关研究评述	3
1.3 研究内容及方法	27
2 项目管理组织设计与运作的模拟方法	39
2.1 企业组织运作模型的建立	40
2.2 项目管理传统方法的不足	43
2.3 业务流的离散模拟建模	45
2.4 组织中人的行为分析与表达	53
2.5 本章小结	58

3 项目管理组织结构设计的集成模拟及分析	59
3.1 组织成员的协作模式	61
3.2 集成模拟模型	70
3.3 模拟实验及分析	75
3.4 本章小结	79
4 项目管理组织运作性能的模拟测试	81
4.1 心理学模型的 Agent 建模	82
4.2 嵌入方法	92
4.3 系统开发及确认	96
4.4 模拟测试及分析	108
4.5 本章小结	118
5 基于 Web Service 的集成模拟系统	121
5.1 基于 Web Service 的模拟	122
5.2 Web Service 语义描述	134
5.3 多用户模拟平台	143
5.4 本章小结	150

6 总结与展望	151
6.1 全文总结	151
6.2 主要创新点	154
6.3 研究展望	156
 致 谢	159
参考文献	161

1 绪 论

1.1 选题来源、目的和意义

1.1.1 选题目的和意义

企业组织作为一个复杂系统，其运作既包括以心理学为理论基础进行研究的人的行为，也包括以管理科学为基础的任务处理流程运作。如图 1.1 所示，管理组织由有形组织和信息系统组成，有形组织由各部门、岗位、人员组成。任务到达组织后，每类任务的处理流程包含多个步骤，每个步骤由人或由信息系统处理，人处理又分为个人处理和多人处理（如开会等）。有形组织和信息系统之间相互影响，人的影响指人对信息系统的操作、维护，或导致操作时间延迟等；系统的影响指信息系统对人的行为的约束、对人的心理属性的影响等。

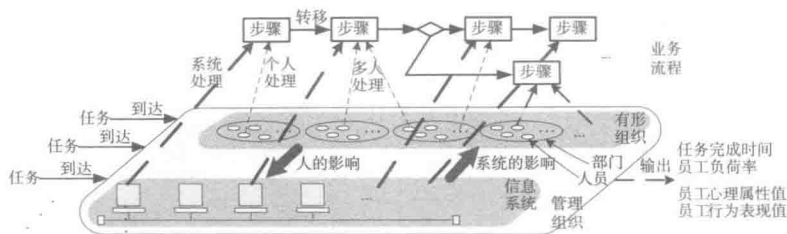


图 1.1 管理组织混合运作模式及性能指标

企业的目标是利润最大化；对于管理者来说，要把握两个方面的工作。首先是保证企业生产率。系统输入各种类型的任务，每个任务可以归为某种类型，包括一般类型以及具体子类。内部环境包括人的因素的变化、流程进展、管理标准的调整等。企业作为一个有边界的系统，就是对输入进行加工，然后再输出产品。各类任务在管理组织中停留时间多长、员工的负荷率多大就是我们要考察的重要指标，因为这些指标代表着组织的效率。

企业的次要目标是使得企业成员身心得到发展，有物质基础。企业内部个体在处理各种工作过程中，接触到外部环境传递过来的工作，同时他们内部也进行互动，因此互相之间产生影响。员工的内在属性和外在表现向什么方向演化关乎人的发展。

本研究综合仿真方法和手段，将模拟与项目管理方法结合起来，针对组织内部人群与任务相互作用过程中的项目管理内容，采用基于 Web Service 的项目进度管理模拟分析平台，来为企业管理者提供决策参考。此外，要反映企业管理的全貌，还要考虑人的行为。人

的行为可以根据心理学模型,采用多智能体模型来模拟。多智能体模型和任务处理的 DES 模型结构不同。两者需要协同来刻画图 1.1 所示的企业运作,因此本研究还将探讨组织结构和人的行为模拟,以及其如何与任务处理过程通过数据交换和时钟同步来实现协同。对此理论和方法的研究可以推动基于 Web Service 的模拟开发实现。

1.2 国内外相关研究评述

1.2.1 模拟求解方法

决策问题可分类为确定不变型、概率分布已知型以及概率分布未知型^[1]。这种分类也为提出离散事件模拟(QDES: Qualitative Discrete Event Simulation)^[2]提供了帮助。确定型决策问题指人们对问题的解决具有完全的知识。风险型问题是一些信息可以用概率分布来表示的问题。不确定型问题是其中一些变量连用概率分布都难于表示。这种分类可用到优化问题中^[3],对确定性的数学问题、随机过程问题(风险决策问题)以及健壮性(或鲁棒性的,即 Robustness)解决方案寻优问题(不确定性问题)等进行区分。

决策问题可以分为结构化问题和非结构化问题^[7, 8],前者有解决步骤可循,可以用一些规划求解方法,是管理问题的科学性所在;后者没有固定的步骤可循,往往需要创新和个案处理,体现出管理问题的艺术性。

难以结构化的问题也是复杂问题^[6]。基于 Gorry 和 Scott-Morton

框架^[8]，可对 DSS 进行分类^[7]，把决策问题和系统解决方法按照复杂程度分为 6 个层次（图 1.2）。

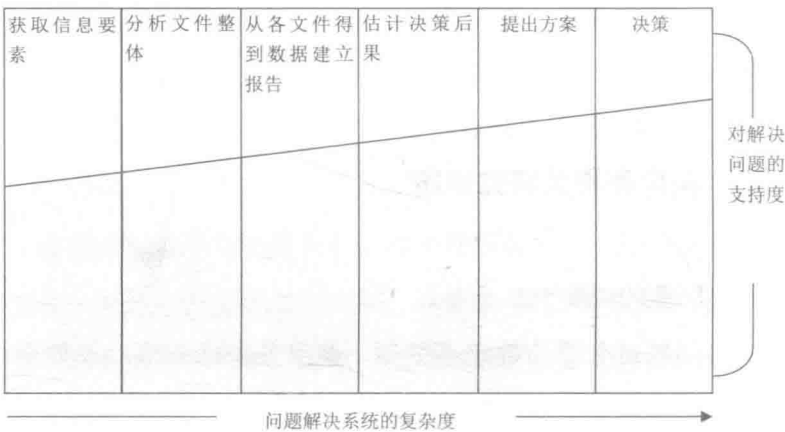


图 1.2 Alter 决策类型

1.2.1.1 问题的求解方法

人们对于问题的解决方法可以分为两种。一种是确定性的推导方法，另一种就是计算实验或仿真模拟方法。

解析方法通过已知的假设 / 公理 / 运算规则，推导出结论，回答问题。这种方法要求我们能够把原问题转化成有一定结构的问题——即结构化处理；其基于严格推理得到的结论是确定的，即解析方法得到的答案是 100% 正确的（或者说我们有 100% 的把握认定答案正确，没有可能出现例外）。比如计算积分 $\int_0^{\pi/2} \sin x dx$ ，我们用积分函数 $\sin x$ 的原函数 $-\cos x$ 来求，就是一种确定性方法。其结果是完全

正确的。

解析方法的缺点是对于太复杂的问题,难以找到解析解。这种困难大概出现以下几个方面:①原问题很复杂,不可能结构化,比如很多社会学问题、人的心理问题等;②问题可以说清楚,但难以用已知的推导方式得到答案;或者虽然有解析的方法来求解,但求解过程太麻烦而根本没办法用;或者求解过程时间/空间复杂度太高。比如对于很难求原函数的积分函数,其积分就无法求解;再比如计算机对一些式子进行数值运算往往采用近似的方法而不会用复杂的表达式进行运算,由于运算的连续性,其结果也能保证不偏离真值太多。模拟方法可以应用在这些难以用解析方法求解的问题。

模拟方法也要求对问题建模。这主要是由于:

1. 模拟方法允许知识不完全的情况下,用已知的知识对问题进行描述。

比如定性模拟可以把无法定量的变量用定性方法描述。定性模拟最初是在物理学中发展起来的^[9],后来在经济和商务中得到广泛应用^[10]。

如果我们对于一个系统模型所知有限,则定性方法就能派上用场。事实上,定性模拟的设计就是为了用于我们对一事物所知没到满格的情况。例如,描述系统状态的变量就可以用定性方法设立,让其表示增加、减少、不变等,而不需要再多的知识。定性模拟模型中推断出的结论,尽管不够精确,但却会更加一般、更加健壮。究其原因,是因为这些结论没有依赖于精确但却可能是错误的前提。

文献^[2]把离散事件和定性的两种模拟对定性离散事件模拟(QDES)方法进行改进,把时间之外的变量(如订购数量、职员数量)也尝试着采用区间来表示。为了区分定性离散事件模拟和传统的离散事件模拟,文献^[2]举了一个例子假设一家公司接收原料供应,然后分批处理后送给客户。这家公司的运作用EG表示^[2],是供应链管理中常见的一个例子^[11];其假设没有存货容量方面的限制,从而可以使用单服务者排队模型^[12]。有研究对采用区间来定性描述状态变量的离散事件过程进行了实现^[16],文献[14]对上述理论和实现做了一个简要说明。用区间来表述一个值就是知识不完全时怎么样来表述知识,并将其参与运算推理的方法。对于一个数 x ,如果我们知道其值是1, x 可以直接参与运算。此时,我们的所知是完整的。对于 x 的任何描述都是多余的。用香农的理论来说,就是 x 完全没有了不确定性。再增加数据也减少不了 x 的不确定性。而倘若我们对 x 是啥并不全部知情,但知晓其部分特征,比如 x 的某个属性是什么,则该信息是残缺的。换句话讲,我们还可以获取更多的数据,这些数据会增加我们对 x 的了解^[15]。文献[19]采取定性方法提出Symbolized Simulation,使得模拟可以在我们所知有限的局面下来获取一些不错的结论。当然这个模拟过程由于不知道概率分布,需要采取一些特殊的逻辑推理。

2. 适用于推导过程复杂的问题

涌现(Emergence)中最下面的构成部分相互作用可能比较简单,但当构成部分多个在一起就会形成复杂的整体效应。由低层可以通

过仿真得到整体表现，但反过来就不太可逆。比如，气体的压力等特性是分子运动和相互碰撞形成的；社会运行的规律是每个人的行为和互动造成的。涌现现象多通过多 Agent 模拟实现^[17]。

如果对于一个宏观问题或现象我们难以了解其行为模式和规律，我们可以考虑对其分而治之——宏观现象往往是微观部分的简单行为涌现出来的。这样对于不太好建模的复杂问题，我们能从最不复杂的最原始规则入手，通过很多最原始最小的构成部分间的互动，复合形成并表现出一个系统的整体规律。当然，我们可以递归，把这个稍微复杂的系统再放到更复杂的整体里面去。比如我们可以用多智能体模拟一个企业内部的运作，再将企业与其他企业进行市场交易模拟。人心里的活动，也是行为的底层因素。

用推导方法找答案可能太复杂，这种情况下，我们也可以采用计算实验方法。最简单的对于：求积分 $\int_0^{\pi/2} \sin x dx$ ，我们就能选择蒙特卡洛方法得到满意解^[17]。

3. 强调可验证性

模拟可以看成一种不确定方法。比如离散事件模拟可以看作是一个随机过程。在模型运行过程中，Event Calendar 中间的事件对应的时钟就是概率分布抽样的结果。这可以作为 Stochastic Process 处理。

很多不确定性算法本质上是抽样方法的不同。我们前面提到的 Monte Carlo 算法往往把问题转化为在某个特定分布（通常是平均分布）中的抽样。遗传算法，常常用于牵扯有组合排列的优化问题，以避免确定性算法中组合爆炸带来的复杂性。遗传算法的遗传其实

是对下一次如何抽样的一个启示，其受到的批评也有时集中于此。这些遗传和变异应该选择哪些是启发式的，因此往往因为追求运算速度而直接处理数据，忽略数据隐含的信息和意义。这样的遗传算法其实就是随机抽样了（这也是变异可以比较随意的原因），只不过冠之以遗传，把“随机”合理化了。但这种合理化往往将简单的随机抽样复杂化，同时遗传过程的不考虑数据意义的变异往往使抽样遵循的分布偏离真实分布，变得难以捉摸。所以遗传变异选择过程也就往往没有令人信服的道理（如果有，则直接推理即可，就没必要再采用这一不确定的算法）。其实，随机抽样得到的结果可能比遗传算法更快，更贴近问题。

模拟退火算法也是一种不确定算法。只不过抽样的时候会偏向于局部最优解。蚁群算法^[18]，即每个含有纪律性的独立智能体可以形成出来整体的表现特征^[19]，是涌现在 AI 方面的使用。蚁群算法源于对图上最短路的计算，蚂蚁随机地选择道路，结果最短路上的蚂蚁变多，从而帮助我们找出最短路。蚁群算法考虑了问题的实际背景和意义，虽然蚂蚁的选择是随机的，但陷于图上的线路设定，最终抽样倾向于最短路，因此，蚁群算法其实是利用蚂蚁来帮助我们进行抽样的选择；它与遗传算法的区别在于对问题建立的模型不同，并且它是采用蚁群来使抽样集中逼近最优解。几个方面进行比较，非确定算法的重点在于如何获取观测值，当观测值很多时，怎么样快速的渐近到目标值。仿真方法要求建立的模型与实际问题的相一致，这可以使得观测值与实际运行值吻合。所以，模拟特别强调要检验