

文章编号: 1001-0920(2003)04-0436-05

基于 AI 技术的组织决策协调模型研究

徐博艺¹, 姜丽红², 吴家春¹

(1. 上海交通大学 安泰管理学院, 上海 200052; 2. 上海交通大学 计算机系, 上海 200030)

摘要: 分析了传统组织决策协调模型中存在的不足, 设计出一种新的决策协调模型——GWB 模型。该模型能协调各决策单元的目标, 以完成组织的统一目标。GWB 模型中采用了遗传算法、世界模型和黑板结构。将 GWB 模型应用于并行工程环境下多产品开发的组织决策问题, 实验结果表明该模型是有效的。

关键词: 组织决策; 协调; 并行工程; 遗传算法
中图分类号: C931 **文献标识码:** A

AI-based coordination model of organizational decision making

XU Bo-yi¹, JIANG Li-hong², WU Jia-chun¹

(1. Aetna Management School, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China; 2. Department of Computer Science and Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The shortcomings of traditional coordination models of organizational decision making are analyzed. A new coordination model call GWB model is designed. The new model coordinates the goals of the decision units to archive the goal of the organization. Genetic algorithm, world model and blackboard architecture are used in the GWB model. The application of the GWB model in organizational decision making about multi-product development in concurrent engineering environment is investigated. The experimental result demonstrates the efficiency of the GWB model.

Key words: Organizational decision; Coordination; Concurrent engineering; Genetic algorithms

1 引言

组织决策是组织中通过不同专业化分工的成员, 利用各自的知识和问题处理能力, 共同协调制定决策方案, 以实现组织目标的过程。组织中的各决策单元都会受到自身能力、经验、信息及资源等限制, 组织通过分散的决策来解决由于有限理性对决策能力的限制^[1]。

组织目标是一个组织通过决策及决策的实施所期望达到的未来状况和衡量该状况的各种指标。决策目标在决策过程中处于中心地位, 决策过程的一

切活动都是围绕实现决策目标而展开的。组织中各个决策单元具有各自追求的目标, 这些目标具有层次性。根据组织作出的分权与集权关系的安排, 一般情况下, 组织总目标和发展战略的决策权集中于组织的最高层, 为实现组织目标而选择什么手段的各种决策权分散于中下层。下层的目标都从属于组织的最高目标。高层管理者通过战略目标的提出, 引导所属各部门作出满意的决策。同时, 高层管理者通过协调各决策点的目标, 使他们向组织的统一目标前进, 避免出现互不联系和战略上不一致的情况。

收稿日期: 2002-02-04; 修回日期: 2002-05-08。

作者简介: 徐博艺(1966—), 男, 山东莱州人, 副教授, 博士, 从事电子商务信息、管理与信息系统等研究; 姜丽红(1968—), 女, 山东烟台人, 副教授, 博士, 从事群决策支持系统、分布式人工智能等研究。

国内外学者已提出了一些组织决策协调模型,如资源分配模型和多层规划模型。但这些模型都存在着一些不足:一般假设组织结构是层次型的,难以适应诸如枝状和矩阵型等复杂的组织结构。在协调机制方面,这些模型很少体现各种协调机制对组织决策的影响,仅将下层各部门视为执行上层愿望的工具,因而下层各部门只有很小的自治性,下层部门对最终决策的影响很小。对于先进管理信息系统对组织决策过程的影响问题,这些模型也考虑不足^[2~4]。

2 基于 AI 技术目标导向的组织决策协调模型设计

本文设计的目标导向组织决策协调模型,主要采用了遗传算法、世界模型和黑板结构 3 种技术^[5],该模型简称为 GWB 模型。

GWB 模型的总体思想是:下层决策单元(LDU)从备选措施集中选择一个子集,构成一个可行方案,该方案既要满足本单元目标,又要满足中间层(协调层)决策单元(MDU)的目标。如果下层决策单元所选方案的期望成就不能满足协调层目标,则该协调层单元将对其下层单元进行协调。在调整后目标的引导下,下层决策单元重新构造可行方案,重复该过程,直至达到协调层决策单元的目标。

MDU 的目标是由其上层决策单元(UDU)设定的,或在上层单元的影响下生成的。当通过各 MDU 目标的调整达到战略目标的要求时,GWB 模型的运算过程便结束。

在 GWB 模型中,协调层决策单元模块使用了两种 AI 技术:黑板结构和世界模型模块。黑板通常传递 3 项内容:①由自己设定或由头面上司规定的 MDU 的目标;②LDU 的目标;③LDU 为实现目标所取得的成就。

黑板与世界模型相连,世界模型也由 3 部分组成:①MDU 或 LDU 的目标所确定的目标状态;②LDU 的期望成就所指示的当前状态;③一个合法的操作集,这些操作为 LDU 设置新的目标,使得世界模型的当前状态向期望状态移动。

下级决策单元面对的是可供选择的措施集和 MDU 为其规定的目标。措施选择过程中包含一些约束条件,其中有一些不为 MDU 所知。LDU 必须决定选择哪些措施,并将选出的措施列表提供给 MDU。LDU 还要通过黑板向协调层报告每一措施预期的成就,MDU 的黑板将新的成就传递到世界模型。在世界模型中,如果协调层的目标状态没有达

到,则将采用一些合适的操作,使当前状态逐渐向目标状态逼近。这一过程重复进行,直至达到上层决策单元的目标。

下级决策单元在选择期望措施时采用遗传算法,并不需要黑板和世界模型指示。本文假定 LDU 处于最低单元。如果存在向其报告的下级,则它将被作为协调层来对待,并为其提供黑板和世界模型。

本文使用控制和影响两种协调方式作为世界模型的操作^[6]。世界模型的算法流程如图 1 所示。

整个组织决策流程可分为两个阶段:问题分解阶段和协调阶段,如图 2 所示。问题分解阶段要求明

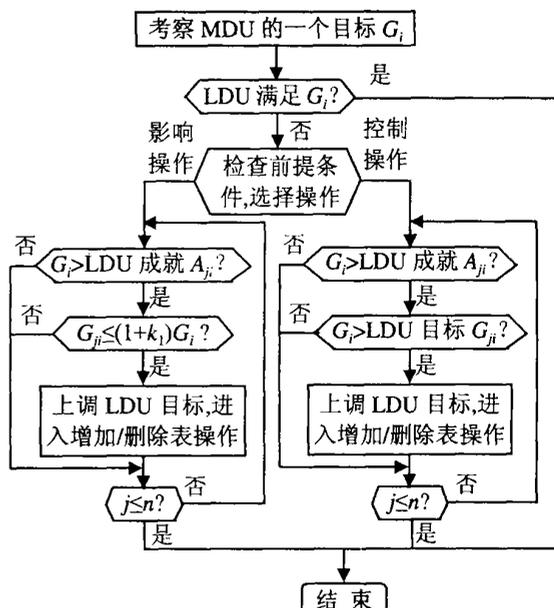


图 1 世界模型的算法流程

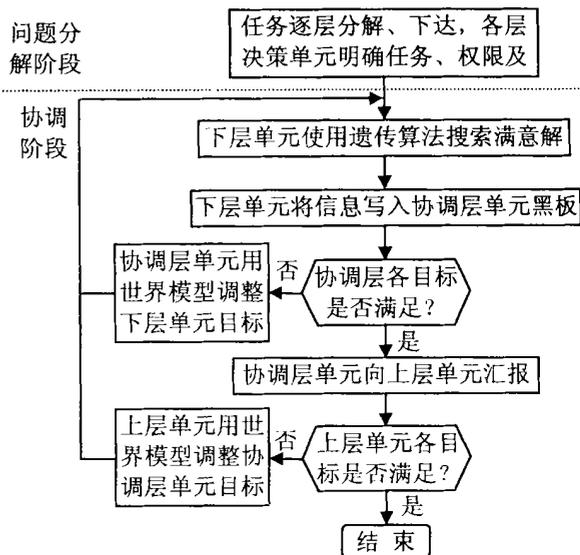


图 2 GWB 模型的运算流程

确决策问题, 获得相应的权力及资源。决策协调阶段则由 GWB 模型来实现, 通过迭代过程对各个决策单元进行协调, 使各个决策单元的决策目标趋向于统一。

3 GWB 模型的应用

3.1 并行工程环境下多产品开发的组织决策

并行工程(CE)环境下多个新产品开发的组织协同决策问题受到许多因素的影响。在新的组织结构形式下, 上层领导如何将决策问题分解给多个下属决策单元, 多个决策单元之间如何有效地进行协调, 是实施并行工程企业有效实现产品开发过程的前提条件。其中: 产品指导委员会可以设置项目优先权, 并协调解决多个产品开发小组目标之间的冲突, 使企业多项新产品开发都能顺利进行, 以完成企业的总目标; 产品多功能小组对某一个产品负责, 研究并提出具体的产品开发方案。

实施 CE 的 S 企业中, 有两个多功能小组(MDU), 每个多功能小组有两个下级小组(LDU)。多功能小组 1 有类似产品的开发经验, 而多功能小组 2 面对的是一个全新的问题。产品指导委员会(UDU)通过向多功能小组 1 施加影响和向多功能小组 2 进行控制来进行协调, 其组织结构和协调方式如图 3 所示。

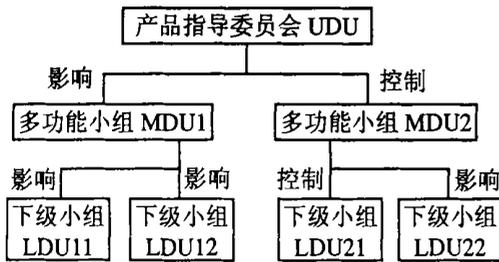


图 3 企业组织结构和协调方式

为完成企业多产品开发任务, 可使用新设备、新工艺、新技术等一系列措施。假定可采用 6 种措施, 每种措施的技术成功率 TS、收益率 RR 及使用资源情况 RS 见表 1, $RS = f(TS, RR)$ 。LDU 的决策方案

表 1 各项措施特征

措施编号	收益率 RR/%	技术成功率 TS/%	资源情况 RS
1	14	35	2.0
2	16	28	1.5
3	30	18	2.5
4	20	25	3.0
5	25	15	1.5
6	15	30	2.0

是由不同的措施组合构成的, 每采用一项措施都要消耗一份资源, 如表 1 所示。各 LDU 都被分配一定量的资源, 表 2 显示了每个下级小组所拥有的资源量, 各底层决策点所选取的措施组合不能超过其资源量的限制。

表 2 各决策单元的目标和约束

决策单元	目标				约束资源
	收益率 RR 值/%	权重	技术成功率 TS 值/%	权重	
产品指导委员会	21	2	28	1	—
多功能小组 1	21	2	28	1	—
多功能小组 2	22	2	26	1	—
下级小组 11	20	2	25	1	6.5
下级小组 12	15	1	30	2	5.5
下级小组 21	21	2	24	1	5.5
下级小组 22	17	1	29	2	6.5

S 企业关注的两个目标是 RR 和 TS。每个决策单元不仅要确定其目标水平, 而且应确定各目标的相对重要性, 表 2 给出了各目标的优先权。由表 2 可见, 各决策单元的期望目标水平可通过其上级的影响和控制来调整, 以实现高一层的目标。

3.2 GWB 模型运算过程

GWB 模型运算过程从各 LDU 对措施的选择开始, 措施选择的约束条件不能超过分配给它们的资源, 措施选择决策使用遗传搜索来进行。通过搜索备选措施集, 直到发现一个符合期望目标水平准则的方案, 则停止搜索并选择该方案。各 LDU 的方案选择过程可并行执行。

下层评价函数设定为

$$F = M \left[\min(0, RS_{total} - \sum_j RS_j) \right]^2 + (RS_{total} - \sum_j RS_j) + \sum_{i=1}^n P_i \left[100 \max(0, G_i - \sum_j \frac{A_{ij}}{|J_k|}) \right]^2 \quad (1)$$

其中: M 为惩罚因子, n 为目标数, RS_{total} 为总的资源量, RS_j 为采用第 j 项措施所需的资源量, P_i 为第 i 个目标的权重, G_i 为第 i 个目标的期望值, A_{ij} 为第 j 项措施在第 i 个目标上的贡献, $|J_k|$ 为考虑的措施数, J_k 为第 k 个决策者考虑的措施集合。

在评价函数 F 中, 第 1 项为惩罚项, 主要根据资源约束考虑所选措施的可行性; 第 2 项要求各个下级小组充分利用资源; 第 3 项表示增加一项新的措施的相对作用, 该函数产生一个非负值, 遗传搜索

下级小组 11			下级小组 12			下级小组 21			下级小组 22		
成就			成就			成就			成就		
措施号	收益率	技术成功									
1	14%	35%	1	14%	35%	2	16%	28%	1	14%	35%
3	30%	18%	2	16%	28%	3	30%	18%	2	16%	28%
6	15%	30%	4	20%	25%	6	15%	30%	4	20%	25%
平均	19.7%	27.7%	平均	16.7%	29.3%	平均	20.3%	25.3%	平均	16.7%	29.3%
目标	20%	25%	目标	15%	30%	目标	21%	24%	目标	17%	29%

多功能小组的目标: 21% , 28%

多功能小组目标 : 20% , 26%

(a) 多功能小组 1 的黑板

(b) 多功能小组 2 的黑板

图 4 中层多功能小组的黑板

的目的是求评价函数 F 的最小值, 即 $F = \min$ 。

以 LDU 22 为例, 其资源量为 6.5 个单位, 采用遗传算法进行搜索, 参数选择为: 群体容量 $N = 15$, 交叉率 $P_c = 0.6$, 变异率 $P_m = 0.01$ 。搜索结束后, 它选中的措施为 1, 2, 4, 它们所消耗的总资源量为 6.5 个单位。

各下级小组完成措施方案选择后, 便将中层多功能小组所需的各项数据写入中层黑板, MDU 1 和 MDU 2 的黑板如图 4 所示。以 MDU 2 的黑板为例, 黑板中的 3 类数据分别是: ① MDU 2 对于 RR 和 TS 的目标分别为 20% 和 26%; ② LDU 22 的目标分别为 17% 和 29%; ③ 下级小组通过搜索所得到的各措施都列于其中层黑板, 下级小组的成就用各措施的平均绩效来表示, 则 LDU 22 的预计成就分别为 $RR = 16.7%$, $TS = 29.3%$ 。

至此, 各 MDU 已具备衡量其目标是否能实现的信息, 并在其目标未实现前对其下级进行引导, 这种机制可以通过世界模型来实施。通过考察初始状态和目标状态, 世界模型决定是否需要进行协调。如果需要, 则给出从初始状态到逼近目标状态的调整方法。

设 MDU 取得的是其 LDU 成就的平均值

$$OA_i = \frac{m}{j=1} \frac{A_{ij}}{|J_i|} \quad (2)$$

考虑 MDU 2 的两个目标, 允许有 10% 的误差, 则下级小组所取得成就的均值 RR 和 TS 应分别达到 19.8% 和 23.4%。实际上, 两个下级小组在两个目标 RR 和 TS 上的平均值为 $(20.3\% + 16.7\%) / 2 = 18.5\% < 19.8\%$, $(25.3\% + 29.3\%) / 2 = 27.3\% > 23.4\%$ 。MDU 2 的技术成功率的目标已经达到, 不再进入下一步, 而其收益率的目标尚未实现。

进一步考察世界模型是否已经满足运行前提。

先考虑 LDU 21, MDU 对它进行协调控制, 控制的第一前提是看 MDU 2 关于 RR 的允许调整目标是否超过 LDU 21 的成就。由于 MDU 2 关于 RR 的允许调整目标为 19.8%, 小于 LDU 21 的成就 20.3%, 前提未通过, LDU 21 没有启动世界模型。再考察 LDU 22 关于收益率目标的前提, 由于 MDU 2 的允许调整目标 19.8% 大于 LDU 22 的成就 16.7%, 通过了影响的第一前提。第二前提是指下级目标不得高过一定的上限, 假定上限是中层目标的 1.2 倍, 由于 MDU 2 的目标 $\times 1.2 = 26.4\%$, 大于下 LDU 22 的目标 = 17%, 因此第二前提也已通过。在两个前提均通过时, 世界模型的操作部分将对 LDU 22 进行调整。这是由删除表操作和增加表操作完成的, 删除表过程是擦掉 LDU 22 在 MDU 2 黑板上的全部输入, 增加表操作是建立 $(1 + k_2)$ 倍于当前目标的该下级目标。设 $k_2 = 0.1$, 则世界模型将目标 1 提高为 18.7%。LDU 22 将再次进行遗传搜索, 以满足新的目标。

多功能小组 MDU 1 的目标 1 没有实现, MDU 1 通过影响两个下级小组来实现协调。LDU 11 的前提条件未被满足, 故仅对 LDU 12 产生影响。中层为其设定新的目标水平, 通过重新使用遗传搜索来选择新的措施组合, 向组织总目标方向逼近。

GWB 模型解决后续问题的工作程序简述如下: 首先, MDU 要对 LDU 实施数次协调, 每次都启用一次新的遗传搜索; 当 MDU 的目标均已实现时, 各 MDU 将当前结果写入上级黑板; 上级判断其目标是否实现, 若未实现, 则通过世界模型对 MDU 进行影响或控制, 而 MDU 则促使 LDU 作出相应的响应。该过程重复进行, 直至实现上层决策单元所设定的目标。

4 结 语

针对传统的组织决策协调模型中存在的不足, 本文提出一种新的决策协调模型——GWB 模型, 并研究了该模型在并行工程环境下多产品开发的组织决策中的应用。该模型的特点是: 1) 适应不同的组织结构: 在 GWB 模型中, 可通过不同的决策模块之间的适当连接来模拟不同的组织结构; 2) 可以模拟各种协调机制: 协调和权力类型包括控制、影响、奖励、强制和运用专家系统技术等; 3) 采用了遗传算法, 不需建立问题本身的精确模型, 也不依赖于知识表示, 可直接对输入数据进行处理, 且所需计算时间合理。

通过对组织决策过程的记忆和学习, 可以帮助管理者改善决策的方法, 提高其协调水平。将具有学习能力的知识模块(如 BP 模型)引入到 GWB 模型, 用于指导世界模型进行协调方式的选择, 是一种值得尝试的方法。

参考文献(References):

- [1] 西蒙 H A. 现代决策理论的基石[M]. 杨砾, 等译. 北京: 北京经济学院出版社, 1991.
- [2] Nicholls M G. Aluminum production modeling——A

nonlinear bi-level programming approach[J]. *Operation Research*, 1995, 43(2): 208-218.

- [3] Kasanen Eero, Wallenius Hannele, Wallenius Jurki, et al. A study of high-level managerial decision processes with implications for MCDM research[J]. *European J of Operational Research*, 2000, 120(3): 496-510.
- [4] 仲伟俊, 徐南荣. 分散组织结构下的资源配置模型及方法研究[J]. 管理工程学报, 1996, 10(3): 131-137. (Zhong Weijun, Xu Nanrong. The model and method of resource allocation in a decentralized organization [J]. *J of Management Engineering*, 1996, 10(3): 131-137.)
- [5] Brunetti A. A fast and precise genetic algorithm for a non-linear fitting problem[J]. *Computer Physics Communications*, 2000, 124(2): 204-211.
- [6] Leu Yow yuh, Rakes Terry R, Rees Loren P, et al. Modeling resource allocation in a decentralized organization with an AI-based, goal-directive model[J]. *Decision Sciences*, 1992, 23(5): 1027-1049.
- [7] Malone T W. Modeling coordination in organization and markets[J]. *Management Science*, 1987, 33(10): 1317-1332.

(上接第 435 页)

参考文献(References):

- [1] Zhou B, Bose N K. Multitarget tracking in clutter fast algorithms for data association [J]. *IEEE Trans on AES*, 1993, 29(2): 234-239.
- [2] Bar-Shalom Y, Leon Campo. The effect of the common process noise on the two-sensor fused-track covariance [J]. *IEEE Trans on AES*, 1986, 22(6): 803-804.
- [3] Kosoka M. A track correlation algorithm for multi-sensor intergration [A]. *Proc of the IEEE/AIAA 5th Digital Avionics Systems Conf*[C]. Seattle, 1983. 3: 1-8.
- [4] Blackman S S. *Multiple-target Tracking with Radar Application*[M]. London: Artech House, 1986. 350-380.
- [5] Chen G, Hong L. A genetic algorithm based multi-dimensional data association algorithm for multi-sensor-multi-target tracking[J]. *Mathematical Computing Modelling*, 1997, 26(4): 57-69.
- [6] Bar-Shalom Y. Multiple target-to-track association and track estimation system using a neural network [A]. *Proc of SPIE - The Int Society for Optical Engineering* [C]. Orlando, 1991. 1481(3): 418-429.
- [7] Chang K C. Joint probabilistic data association in distributed sensors networks[J]. *IEEE Trans on Automatic Control*, 1986, 31(4): 889-897.
- [8] Rice R, Alouani A T. Single model asynchronous fusion of correlated tracks[A]. *Proc of the SPIE Conf on Acquisition, Tracking and Pointing XIII* [C]. Orlando, 1999. 456-462.
- [9] Chang C B, Youens L C. Measurement correlation for multiple sensor tracking in a dense target environment [J]. *IEEE Trans on AES*, 1982, 27(6): 1250-1252.
- [10] 杨福生. 小波变换的工程分析与应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 57-68.