

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1672-884x.2013.09.016

多目标优化在 ERP 模块化服务设计中的应用

周振坤^{1,2} 马士华¹ 林 勇³ 岳 锋⁴

(1. 华中科技大学管理学院; 2. 深圳信息职业技术学院;
3. 格林威治大学商学院; 4. 畅捷通信息技术股份有限公司)

摘要: 以 ERP 实施服务为研究视角,在模块化服务平台概念模型的基础上设计出 ERP 实施服务模块化平台。首先阐述了服务模块、服务部件、流程模块、活动模块之间的相互关系,然后运用数学建模语言描述了 ERP 实施服务集成商的 4 个决策目标,最后应用多目标优化算法予以求解。研究结果表明应用模块化方法设计知识型服务,并应用多目标优化方法予以量化控制,决策者不仅可以清晰地确定服务范围,达到以服务流程模块为边界设计服务的目的,还可以基于客户需求动态地衡量服务成本,在服务供应链上敏捷地实现资源的高效配置,提高服务效益的目的。

关键词: 模块化设计; ERP 实施服务; 多目标粒子群优化算法; 服务供应链

中图法分类号: C93;F270.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-884X(2013)09-1368-07

Multi-Objective Optimization for Modular ERP Implementation Service Design

ZHOU Zhenkun^{1,2} MA Shihua¹ LIN Yong³ YUE Feng⁴

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, China;
2. Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen, Guangdong, China ;
3. University of Greenwich, London, UK; 4. Changjet, Beijing, China)

Abstract: Focusing on ERP implementation service perspective, this study aims to explore modular ERP implementation service model based on Modularity Service Platform framework. We begin with demonstration on the relationship among the mainly elemental composition such as service module, service component, process module and activity module. Mathematical programming language is used to illustrate the multi-objective decision making of ERP service provider by applying particle swarm optimization algorithm. It turns out that there is a greater use of modular logic in the case of the knowledge-advisory service for decision makers, who are qualified to define service areas distinctly and account service cost dynamically for customization more and more, as well as to build modular service boundary along with loosely coupling each process modules, which facilitates resources configuration agilely and efficiently resulting in the holistic performance of service improvement within a service supply chain.

Key words: modularity; ERP implementation service; MOPSO algorithm; service supply chain

1 问题由来

在信息和通讯技术高度发达的今天,IT 服务已在众多行业的商业流程管理中显现出重要的战略地位,几乎所有行业的成功运作都依赖它,尤其依赖 ERP(enterprise resource plan-

ning)等系统的成功运作^[1]。虽然 ERP 有敏捷制造之说^[2],然而,ERP 系统实施难度很大^[3]。所以,成功运作 ERP 系统的最大挑战就是 ERP 实施服务。从服务性质来看,ERP 实施服务不是纯技术性的简单活动,而是一项涉及信息系统、组织流程和组织战略的管理改造工程^[4]。

收稿日期: 2012-10-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71072035)

实施过程中涉及的组织风险、专业技能风险、项目管理风险、系统风险、用户风险、技术风险增加了实施复杂度^[5]。为防控这些风险,许多 ERP 实施服务集成商基于“最佳实践”设计出各种实施方法规范实施服务流程^[6]。从服务类型来看,ERP 实施服务属于复杂高质量专业服

务,可视为知识型服务^[2],这类服务最适合模块化设计方法^[7]。本研究基于马士华等^[8]的“模块化服务平台”概念,结合 LIN^[9]提出的“服务模块、流程模块、活动模块”概念,应用模块化方法^[10]设计了“ERP 实施服务”^[11]模块化平台(见图 1)。

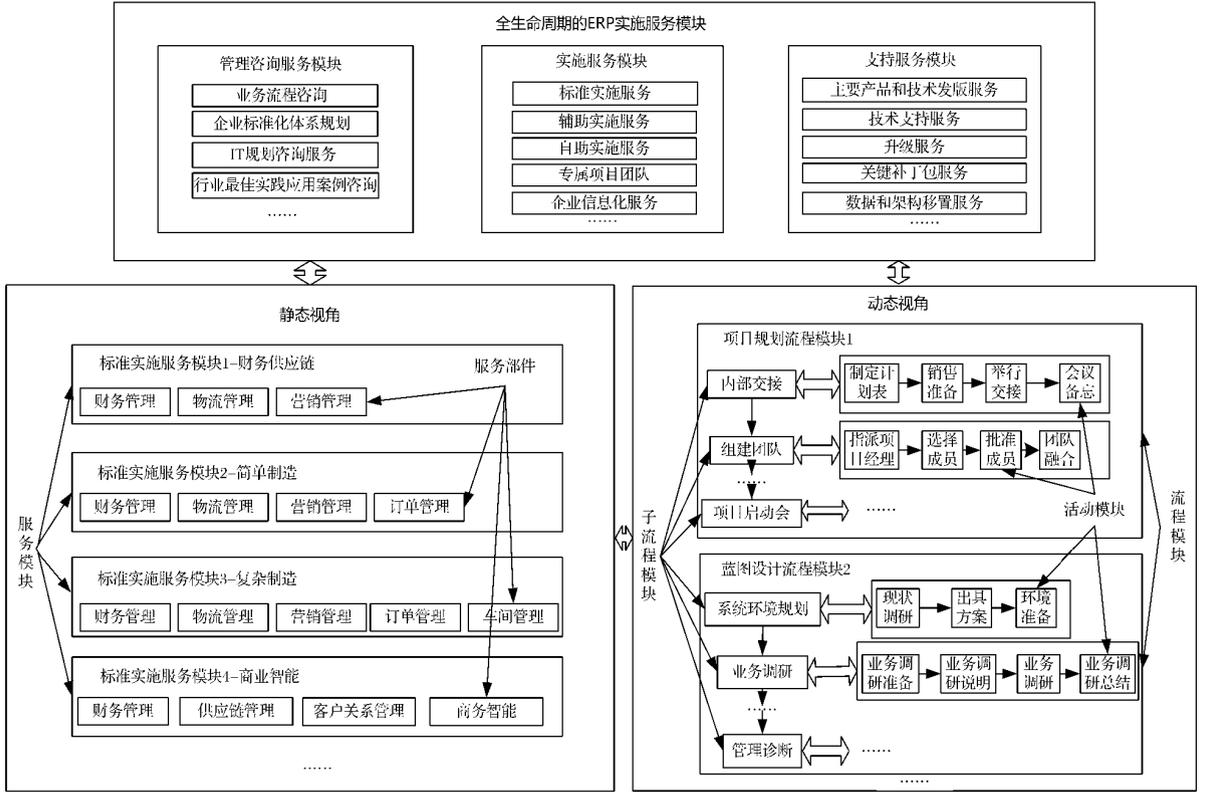


图 1 ERP 实施服务模块化设计图

全生命周期的 ERP 实施服务划分成管理咨询服务、实施服务和支持服务 3 个模块。从 2 个视角分析服务模块:①静态属性视角,即设计的服务模块要满足客户需求,客户的需求通常从客户特点、关联行业、资源配置能力、服务方式要求等进行多因素分析并设计,如财务会计模块、物流模块、分销模块等;②动态属性视角,即为向客户交付服务模块,组织需要做什么及如何做?组织要设计合适的流程模块满足服务模块的功能,流程模块由一系列活动模块组成。依据实施方法论,组织可以设置项目规划、蓝图设计、系统建设、切换准备、系统切换、持续支持 6 个流程模块。流程模块包括一连串的流程步骤,如项目规划流程模块包括定义项目组成员、制定实施主计划、项目启动会等活动步骤,本文称之为活动模块。服务模块、服务部件、流程模块、活动模块之间的关系总结如下:①服务模块表示客户的需求,组合服务模块实现客户的多样化需求。②服务部件表示服务模块的某项或几项具体的功能,从服务模块到服

务部件可以是一层或多层的分解,但服务部件代表服务模块被划分后最小的功能单元,多个服务部件的混配完整地实现客户需求,创造定制化的服务^[8]。③流程模块用于实现服务模块的功能。如果说服务模块对客户可见,那么流程模块仅对提供服务的组织及其相关合作者可见。④活动模块是标准化的不可再分或不需要再分的流程步骤。⑤在服务模块或服务部件、流程模块、活动模块不同的层次上可以通过模块化操作符^[12]的运用实现系统组合,达到服务创新的目的。

依据服务供应链的定义^[13],构造 ERP 实施服务供应链(见图 2)。服务集成商是服务供应链的核心成员,它扮演着类似于传统的供应链中制造商的角色,服务供应商向客户提供

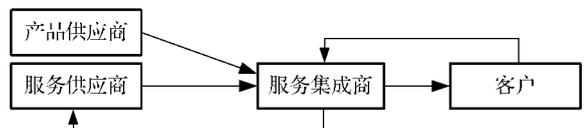


图 2 ERP 服务供应链

相关 ERP 模块的实施服务。ERP 服务供应链的运作模式是：客户向专业且资历雄厚的服务集成商购买 ERP 产品和实施服务，并同服务集成商签订“一揽子合同”，由服务集成商负责协调客户、产品供应商、ERP 实施服务供应商等多方资源。当服务集成商承接 ERP 实施服务后，会综合考虑多因素外包服务模块（或服务部件）。服务集成商决策问题：① 确保整个 ERP 项目工程的利润最大化；② 服务供应商之间要相互协作，确保整体实施计划有效执行；③ 重点关注严重超期的服务供应商；④ 鼓励服务供应商尽可能多地承接服务模块，以减少协调服务供应商所产生的管理成本。

2 问题描述

假设 ERP 实施服务集成商选择了 n 个服

务供应商，要求他们在规划的实施周期内参与实施 m 个服务模块，不同的服务供应商实施同一服务模块会因其资源分配、技术能力存在差异导致实施人天数出现差异。本文用 t_{ij} 表示第 i 个服务供应商对第 j 个服务模块的实施人天数。服务集成商根据客户需求、客户基本素质、行业特点、服务方式要求等综合因素考虑为客户配置服务模块，本文以实施服务模块为例，简化情境如下：服务集成商在实施服务模块方面为客户配置了 11 个服务部件，划分成 6 个流程模块，18 个活动模块。服务集成商需要决策：如何指定合适的服务供应商实施相应的服务部件？情境举例见表 1。

实践中，服务集成商除了遵循服务部件相互之间的数据和信息的传递规律，还要考虑服务部件的启用次序，同时还要考虑客户实际操

表 1 ERP 实施服务模块分解表

实施服务模块	服务部件 j																	
	流程模块																	
	1 项目规划			2 蓝图设计			3 系统建设			4 切换准备			5 系统切换			6 持续支持		
	子流 程模 块1	子流 程模 块2	子流 程模 块3	子流 程模 块4	子流 程模 块5	子流 程模 块6	子流 程模 块7	子流 程模 块8	子流 程模 块9	子流 程模 块10	子流 程模 块11	子流 程模 块12	子流 程模 块13	子流 程模 块14	子流 程模 块15	子流 程模 块16	子流 程模 块17	子流 程模 块18
1. 现场服务	1. 顾问			√	√				√			√		√		√	√	
	2. 高级顾问				√	√										√	√	√
2. 非现场服务	1. 顾问							√		√			√				√	
	2. 高级顾问		√				√								√			

作时存在由易到难的客观要求，用 w_j 表示服务部件在实施过程中的优先权重； s_i 表示客户要求服务集成商交付项目的实施周期； g_i 表示服务集成商要求各服务供应商交付项目的实施周期。一般情况下，项目的实施周期以实施人天数为单位表示。服务集成商分解项目实施主计划，得到 g_i 用于规定服务供应商的实施周期。实际运作中，服务集成商会与客户相互协商制定 s_i 和项目实施主计划，一旦确认，就按计划执行；另外，因客户与服务集成商在商务阶段存在讨价还价的博弈行为，因此客户的项目委员会在服务集成商最终制定的实施主计划基础上依据自身的实际情况单方面制定 s'_i 上报给客户的项目监管机构， s'_i 对服务集成商一般是隐藏信息。一般情况下， $g_i \leq s_i \leq s'_i$ 。

服务集成商为保证理想的服务水平，要求服务供应商组建结构合理的顾问梯队实施服务部件，假设顾问梯队为 2 个级别，即顾问 k_1 和高级顾问 k_2 ；并且服务集成商还考虑服务供应商驻场服务的及时性，提出现场服务 on-site 和非现场服务 off-site 2 种支持手段。因此，实施人天数表示为：

$$t_{ij} = t_{ij}^{k_1, \text{on-site}} + t_{ij}^{k_2, \text{on-site}} + t_{ij}^{k_1, \text{off-site}} + t_{ij}^{k_2, \text{off-site}}$$

顾问级别不同，为项目带来的收益也不同。设顾问 k_1 现场服务 on-site 人天报价是 $r_{\text{on-site}}^{k_1}$ ，非现场服务 off-site 人天报价是 $r_{\text{off-site}}^{k_1}$ ；高级顾问 k_2 现场服务 on-site 人天报价是 $r_{\text{on-site}}^{k_2}$ ，非现场服务 off-site 人天报价是 $r_{\text{off-site}}^{k_2}$ 。人天平均成本用 c_i 表示。

3 数学模型

3.1 决策目标

综上所述，决策变量设为 x_{ij} ，它是一个 0-1 变量，当 $x_{ij} = 1$ 表示服务集成商指派第 i 个服务供应商实施第 j 个服务部件。“服务集成商考虑多目标分配服务供应商实施相应的服务部件”，可转变为非平衡的指派问题，涉及的 4 个决策目标如下：

(1) 实施利润最大化 实施利润 P 等于实施收益 R 扣除实施成本 C ，即 $P = R - C$ 。其中，实施收益 R 表示为

$$R = \sum_{\forall j} \sum_{\forall i} (r_{\text{on-site}}^{k_1} t_{ij}^{k_1, \text{on-site}} + r_{\text{on-site}}^{k_2} t_{ij}^{k_2, \text{on-site}} + r_{\text{off-site}}^{k_1} t_{ij}^{k_1, \text{off-site}} + r_{\text{off-site}}^{k_2} t_{ij}^{k_2, \text{off-site}}) x_{ij}$$

服务集成商向不同的服务供应商租赁顾

问,服务集成商向客户出具的“顾问人天报价”方案形式带来的收益大部分由服务集成商所得,而服务供应商仅分配到较少收益,为简化问题,假设人才租赁费用为 0。

实施成本 C 分解为两部分 C_{regu} 和 C_{over} , 即

$$P = R - C_{\text{regu}} - C_{\text{over}}, \quad (1)$$

式中, $C_{\text{regu}} = \sum_{\forall i} c_i \left[\min \left(\sum_{\forall j} t_{ij} x_{ij}, g_i \right) \right]$, $\min \left(\sum_{\forall i} t_{ij} x_{ij}, g_i \right)$ 表示服务供应商实施的所有服务部件周期不能大于服务集成商将要求的项目周期 g_i , 否则会直接影响项目验收时间, 服务集成商遭受客户的惩罚; 服务集成商为督促服务供应商按期完成项目, 故设定惩罚成本为 $C_{\text{over}} = \sum_{\forall i} c_i^* \left[\max \left(0, \sum_{\forall j} t_{ij} x_{ij} - g_i \right) \right]$, c_i^* 表示惩罚系数, 令 $c_i^* = 2c_i$ 。

综上, 第 1 个决策目标:

$$\max P = \max(R - C_{\text{regu}} - C_{\text{over}}) = \min(-P) = \min(C_{\text{regu}} + C_{\text{over}} - R)。$$

(2) 服务供应商相互协调, 确保整体实施计划有效执行 服务集成商要把实施主计划分解到每个服务供应商, 实施人天计划数表示为 g_i ; 为了激励各服务供应商按 g_i 有效执行, 服务集成商设定了工作效率指标 u_i , 用于控制项目实施整体的同步性和稳健性。

$$u_i = \left(\sum_{\forall j} t_{ij} x_{ij} \right) / g_i \text{ 表示第 } i \text{ 个服务供应商}$$

实施第 j 个服务部件的效率; $\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{\forall i} u_i$ 表示 n 个服务供应商的平均实施效率; 实施效率的偏差用标准差 δ 来反映, 用于描述所有服务部件整体实施进度的稳健性, δ 越大表示各服务部件的实际执行进度越不稳定, 实施效率越低, δ 越小表示各服务部件的实际执行进度越稳定, 实施效率越高。

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{\forall i} (u_i - \bar{u})^2}。 \quad (2)$$

第 2 个决策目标:

$$\min \delta = \min \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{\forall i} (u_i - \bar{u})^2}。$$

(3) 重点关注严重超期的服务供应商 实施周期长, 实施过程中难以避免发生突发事件, 导致服务供应商实施进度超期, 影响整体实施进度。因此, 服务集成商特别要关注那些严重超期的服务供应商, 并协助他们及时调整实施进度, 挽回项目损失时间。可见, 识别严重超期的“关键”服务供应商, 防范不良的连锁反应很有必要。用 h 表示服务供应商实施服务部件的最大超期量, 处于此状态的服务供应商可称之

为“关键”服务供应商。

$$h = \max_{\forall i} \left[\max \left(0, \sum_{\forall j} t_{ij} x_{ij} - g_i \right) \right]。 \quad (3)$$

第 3 个决策目标:

$$\min h = \min \left\{ \max_{\forall i} \left[\max \left(0, \sum_{\forall j} t_{ij} x_{ij} - g_i \right) \right] \right\}。$$

(4) 最大化服务供应商的平均工作效率

服务集成商一方面要监控项目按客户预期的时间范围 s_i 内交付, 另一方面要协调多个服务供应商相互之间的执行进度, 若服务供应商实施的服务部件越多, 表明它的工作效率越大。所以, 为鼓励一个服务供应商实施多个服务部件, 第 4 个决策目标是最大化服务供应商的平均工作效率。

$$\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{\forall i} u_i, \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{即 } \max \bar{u} &= \max \left(\frac{1}{n} \sum_{\forall i} u_i \right) = \min(-\bar{u}) = \\ &= \min \left(-\frac{1}{n} \sum_{\forall i} u_i \right)。 \end{aligned}$$

3.2 约束条件

(1) 一个服务供应商可以承接多个服务部件, 但是一个服务部件只能由一个服务供应商完成, 即

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad \forall i, \quad (5)$$

且服务供应商对各个服务部件的实际实施人天数 $\sum_{\forall j} t_{ij} x_{ij}$ 最迟不能超过客户指定的实施周期 s_i , 即

$$\sum_j t_{ij} x_{ij} \leq s_i。 \quad (6)$$

(2) 每个服务部件具有不同的优先权重 w_j , 依次为: {1: 最高, 2: 高, 3: 中, 4: 低}, 当服务供应商的实施工期有限时, 优先安排服务供应商实施重点的服务部件, 即:

$$\text{当 } j \in \{\text{最高}\} \text{ 时, } \sum x_{ij} = 1;$$

$$\text{当 } j \notin \{\text{最高}\} \text{ 时, } \sum x_{ij} \leq 1。$$

因此, 安排实施每个服务部件, 还要结合该服务部件在整个项目中的重要性地位来统一考虑, 表现为权重越大, 该服务部件实施的概率越大, 越需要提前安排, 即:

$$\text{Prob} \left[\sum_i x_{ij} = 1 \right] = p = \begin{cases} p_2, & \text{如果 } j \in \{\text{高}\}, \\ p_3, & \text{如果 } j \in \{\text{中}\}, \\ p_4, & \text{如果 } j \in \{\text{低}\}, \end{cases}$$

$$\text{且 } 1 > p_2 > p_3 > p_4 > 0。$$

$$\text{令 } p_2 = 0.75; p_3 = 0.5; p_4 = 0.25。$$

综上所述, 应用模块化设计 ERP 实施服务的问题不仅包括多个目标多个约束, 而且模型本身还包含非线性、不平滑、不可微等特点, 因此不能用经典的数学规划方法或基于梯度优化

的方法求解。

4 模型算法

本次研究采用多目标粒子群优化算法求解, 简述为 MOPSO (multi-objective particle swarm optimization)。PSO 算法因其具有较高的收敛性, 因而在求解多目标问题上具有很大优势^[14]。基本 PSO 算法^[15]如下:

$$v_{kd}(t+1) = \omega v_{kd}(t) + c_1 r_1 [p_{kd}^{best} - y_{kd}(t)] + c_2 r_2 [g_{kd}^{best} - y_{kd}(t)]; \quad (7)$$

$$y_{kd}(t+1) = y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1)。 \quad (8)$$

其中:

(1) 粒子位置 Y 用于表征问题解。第 k 个微粒的位置 Y_k 是 d 维的向量, 本研究中 d 表示服务部件的数量, 位置 Y_k 表示成 $Y = [y_{k1}, y_{k2}, \dots, y_{kd}]$ 且 $y_{kd} \in [0, 1]$, 否则,

$$y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1) = \begin{cases} 1 - [y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1) - 1], & \text{若 } y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1) > 1; \\ 0 - [y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1) - 0], & \text{若 } y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1) < 0. \end{cases} \quad (9)$$

此外, 第 d 维的粒子位置要表现出服务部件 d 按照优先权重被分配给服务供应商的过程, 即

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{若 } \text{ceil}(y_{kd} \times n) = i \\ 0, & \text{其他} \end{cases}, \quad \text{若 } j \in \{\text{最高}\}; \quad (10)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{若 } \theta < p \text{ 且 } \text{ceil}(y_{kd} \times n) = i \\ 0, & \text{其他} \end{cases}, \quad \text{若 } j \notin \{\text{最高}\}。 \quad (11)$$

式中, $\theta = \text{rand}(0, 1)$; n 为服务供应商的数量; p 为预先指定的概率;

(2) 粒子速度 V 用于更新粒子位置, 它由 3 个部分构成, 且满足 2 个限制条件: ① 式(7)第 1 项前次迭代中自身的速度。 $\omega v_{kd}(t)$ 是粒子飞行中的惯性作用, 是粒子能够飞行的基本保证; ω 为惯性权重, 解释为粒子运动的流动性介质, 平衡粒子的探索能力和开发能力, 本研究采用线性减少惯性权重的方式, 第 I_{ter} 次迭代时惯性权重表示为 $\omega_{I_{\text{ter}}} = \omega_{\text{max}} - \frac{\omega_{\text{max}} - \omega_{\text{min}}}{I_{\text{ter_max}}} I_{\text{ter}}$; ② 式(7)第 2 项自我认知部分。 $c_1 r_1 [p_{kd}^{best} - y_{kd}(t)]$ 表示粒子飞行中考虑到自身的经验, 向自己曾找到的最佳位置 p^{best} 靠近。③ 式(7)第 3 项社会经验的部分。 $c_2 r_2 [g_{kd}^{best} - y_{kd}(t)]$ 表示粒子飞行中考虑到社会的经验, 向领域中其他粒子学习, 使粒子在飞行时向邻域内所有粒子曾经找到的最好位置 g^{best} 靠近。④ 为了避免寻优过程中的震荡, 粒子速度 V 常被限制在一个最大速度 V_{max} 的范围内, 若 $|v_{kd}(t+1)| > v_{\text{max}}$ 则

$$v_{kd}(t+1) = \frac{v_{kd}(t+1)}{|v_{kd}(t+1)|} v_{\text{max}}; \quad (12)$$

⑤ 由于粒子位置的范围限制 $y_{kd} \in [0, 1]$, 因此粒子速度通过转换式(9)调整为

$$v_{kd}(t+1) = \begin{cases} 2 - 2y_{kd}(t) - v_{kd}(t+1), & \text{若 } y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1) > 1; \\ -2y_{kd}(t) - v_{kd}(t+1), & \text{若 } y_{kd}(t) + v_{kd}(t+1) < 0. \end{cases} \quad (13)$$

(3) c_1 和 c_2 为正数, 常称为学习因子或加速系数, 使粒子向自己的历史最优位置 p^{best} 以及群体内或领域内的历史最优位置 g^{best} 靠近。一般 $c_1 = c_2$, 变化范围在 0 和 4 之间; r_1 和 r_2 为在 0~1 之间均匀分布的随机数。

基于以上构造, 本研究 MOPSO 算法步骤见图 3。

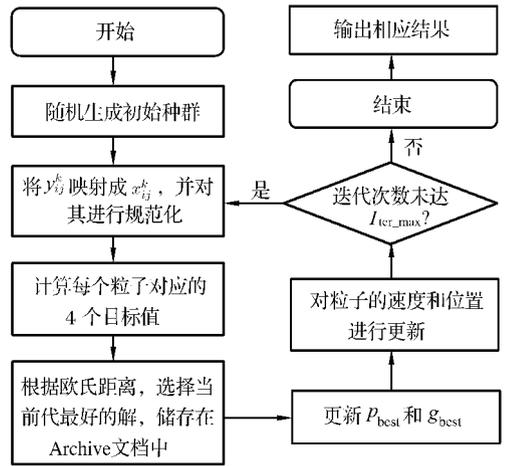


图 3 MOPSO 算法流程图

步骤 1 初始化粒子群: 给定群体规模 P_{opsize} 和迭代次数 $I_{\text{ter_max}}$, 随机产生每个粒子的位置 $y_{ij}^k(0)$ 和速度 $v_{ij}^k(0)$, $k=1, 2, \dots, P_{\text{opsize}}$ 。

步骤 2 根据式(10)和式(11)将 $y_{ij}^k(t)$ 映射成 $x_{ij}^k(t)$, 并按式(7)对 $x_{ij}^k(t)$ 进行规范化处理, $t=0, 1, 2, \dots, I_{\text{ter_max}}$ 。

步骤 3 根据式(1)~式(4)计算每个粒子对应的 4 个目标函数值。

步骤 4 用欧氏距离来确定当前代的最好解, 将其存储于外部文档 Archive 中。

步骤 5 在 Archive 中根据欧氏距离选择截止当前代全局最优粒子, 更新 g^{best} ; 在每个粒子自身经历过的位置中选择个体最优粒子, 更新 p^{best} 。

步骤 6 根据式(7)计算粒子速度 $v_{ij}^k(t+1)$, 然后根据式(12)限制速度; 如果速度不可行, 根据式(13)进行调整; 根据式(8)计算粒子位置, 如果位置不可行, 根据式(9)进行调整。

步骤 7 判断是否达到最大迭代次数

I_{ter_max} , 如果没有则转到步骤 2; 反之, 输出所需的计算结果。

5 数值分析

设置算法参数: 种群规模 $P_{opsize} = 200$; 迭代次数 $I_{ter_max} = 1\ 000$; 学习因子 $c_1 = c_2 = 1$; 最大速度 $V_{max} = 0.8$; 惯性权重 $\omega_{min} = 0.4, \omega_{max} = 1$, 其

$$\text{中惯性权重按线性时变 } \omega_{l_w} = 1 - \frac{1 - 0.4}{1\ 000} I_{ter}。$$

设置问题参数: 服务供应商的数量 $I = 6$; 服务部件的数量 $J = 11$; 每个服务部件预先指定的概率 $p = [1\ 0.75\ 0.5\ 0.25]$; 其他相关参数见表 2~表 4。

表 2 参数表

t_{ij}	服务部件 j											$c_i / (\text{元}/\text{人} \cdot \text{天})$	$s_i / \text{人} \cdot \text{天}$	$g_i / \text{人} \cdot \text{天}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
服务供应商 i	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	682	82	55
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	477	112	75
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	409	321	215
	4	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	364	294	197
	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	591	175	117
	6	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	500	242	162
W_j	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	合计	1 226	821

表 3 参数表

r	元/人·天	
	现场服务	非现场服务
k_1	4 500	2 500
k_2	6 000	4 500

按照图 3 的算法流程, 运用 Matlab 7 求得近似最好解存于 Archive 中, 从 Arvhive 中依每个目标排序后可选择前 5 个方案供决策者分析选择; MOPSO 寻优过程收敛性见图 4 和图 5

分布变化很大, 没有规律; 图 5 是按照 MOPSO 算法迭代 1 000 次以后, 每代选优得到的 Archive 对应的目标值, 可见除少数粒子外, 大多数团聚在“利润 P 为 $[2\ 850\ 000, 2\ 950\ 000]$, 标准差 δ 为 $[0.35, 0.65]$, 平均工作效率 $\bar{\mu}$ 为 $[70\%, 85\%]$ ”这个区域内, 具有较好的稳定性, 构成了本模型的 Pareto 前沿。为了便于决策者更加直观地从目标域中选择决策结果, 我们设置了筛选条件: $P \geq$ 前 5 位的均值, $\delta \leq 0.4, \bar{\mu} \geq 70\%$ 得到了一个近似最优的方案供决策者采纳, 见表 4。这个折衷方案对应的 4 个目标值: 利润 $P = 2\ 966\ 140$, 标准差 $\delta = 0.31$, 超期 $h = 37$, 平均工作效率 $\bar{\mu} = 89.39\%$ 。

表 4 按条件筛选后的 0-1 矩阵表

服务 供应商	服务部件											$\sum_{V_i} t_{ij} x_{ij}$	s_i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	82
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	90	112
3	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	199	321
4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	234	294
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	90	175
6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	95	242

优化前后对比结果见表 5。

表 5 ERP 实施服务周期比较表

优化前/人·天	优化后/人·天	周期增减/人·天
55	25	-30
75	90	+15
215	199	-16
197	234	+37
117	90	-27
162	95	-67
合计		-88

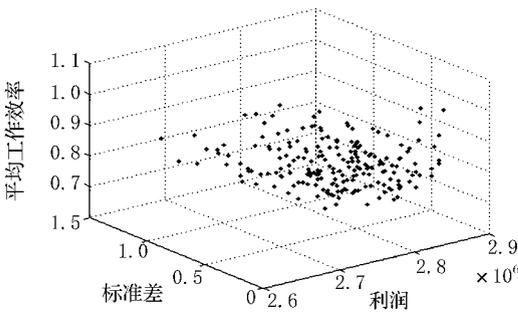


图 4 初始种群适应值

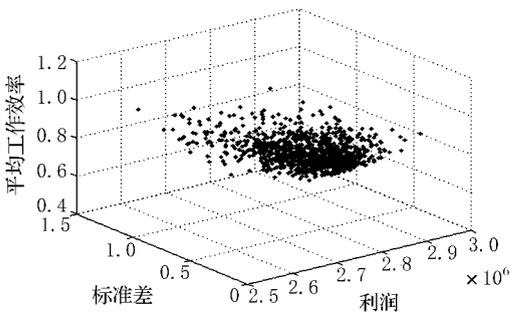


图 5 Archive 中的适应值

对比所示: 图 4 表现出初始群体对应的目标值

6 结语

ERP 实施服务是一项高风险的专业服务。防控实施风险,提高实施效率,规范化实施服务的运作管理是每个服务集成商所追求的目标。本文提出了 ERP 模块化服务设计的概念模型,并以实施服务模块为例,从静态和动态 2 个视角详细分析了构成该平台的各要素,即服务模块、服务部件、流程模块、活动模块之间的关系。通过分析发现,不同的服务供应商能力不同,在活动模块上投入的资源和时间也就不同,混配不同的活动模块构成的流程模块所耗费的成本自然也不同,卷积计算到最后的的服务部件层,自然“利润、标准差、超期和平均工作效率”4 个决策目标结果也不同。在这种具有多个目标多个约束的情境下,最适合运用多目标优化方法建模,由于建立后的模型还包含非线性、不平滑、不可微等特点,因此本文采用粒子群算法求解。研究结果表明 ERP 实施服务在采用了模块化方法设计后,更适合运用多目标规划方法建模。

参 考 文 献

- [1] MIKA H, KRISTIAN M. Service Packaging: Key to Successful Provisioning of ICT Business Solutions [J]. Journal of Services Marketing, 2007, 21(5): 304~313
- [2] SENTHIL M, RAMARAJ P, JONATHAN M. Developing Knowledge Management Systems (KMS) for ERP Implementation: A Case Study From Service Sector[J]. Journal of Services Research, 2005(s): 66~92
- [3] HONG Kyung-Kwon, KIM Young-Gul. The Critical Success Factors for ERP Implementation: An Organizational Fit Perspective [J]. Information & Management, 2002, 40(1): 25~40
- [4] EARL M J, SAMPLER J L, SHORT J E. Strategies for Business Process Reengineering: Evidence from Field Studies [J]. Journal of Management Information Systems, 1995, 12(1): 31~56
- [5] AMIN H, HAMID H. A Practical Model on Controlling the Erp Implementation Risks [J]. Information Systems, 2010, 35(2): 204~214
- [6] PELLERIN R, HADAYA P. Proposing a New Framework and an Innovative Approach to Teaching Reengineering and ERP Implementation Concepts[J].

- Journal of Information Systems Education, 2008, 19(1): 65~74
- [7] SUNDBO. Modulization of Service Production and a Thesis of Convergence between Service and Manufacturing Organizations [J]. Scandinavian Journal of Management, 1994, 10(3): 245~266
- [8] 马士华,周振坤,林勇,等. 基于 BOM 的模块化服务平台设计研究[J]. 工业工程与管理, 2011(2): 5~11
- [9] LIN Y. Modular Logistics Service Platform [C]//2010 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics. 2010:200~204
- [10] BALDWIN C Y, CLARK KIM B. Managing in an Age of Modularity [J]. Harvard Business Review, 1997, 75(5): 84~93
- [11] LAW C C H, CHEN C C, WU B J P. Managing the Full Erp Life-Cycle: Considerations of Maintenance and Support Requirements and It Governance Practice as Integral Elements of the Formula for Successful Erp Adoption [J]. Computers in Industry, 2010, 61(3): 297~308
- [12] BALDWIN C Y, CLARK K B. Design Rules, Volume 1: The Power of Modularity [J]. Academy of Management Review, 2001, 26(1): 130~134
- [13] LIN Y, SHI Y J, ZHOU L. Service Supply Chain: Nature, Evolution, and Operational Implications [M]//Proceedings of the 6th CIRP—Sponsored International Conference on Digital Enterprise Technology, HUANG G, MAK K, MAROPOULOS P, Springer Berlin / Heidelberg, 2010: 66, 1 189
- [14] TSAI SHANG-JENG, SUN TSUNG-YING, LIU C C, et al. An Improved Multi-Objective Particle Swarm Optimizer for Multi-Objective Problems [J]. Expert Systems with Applications, 2010, 37(8): 5 872~5 886
- [15] CRISTIAN T I. The Particle Swarm Optimization Algorithm: Convergence Analysis and Parameter Selection [J]. Information Processing Letters, 2003, 85: 317~325

(编辑 刘继宁)

通讯作者: 马士华(1956~),男,天津人。华中科技大学(武汉市 430074)管理学院教授、博士研究生导师。研究方向为生产与运作管理、供应链与物流管理。E-mail: shihuama@mail.hust.edu.cn