

基于 Multi-Agent 的供应商选择系统

李冉冉¹, 孙华梅², 蒋国瑞¹, 黄梯云^{1,2}

(1. 北京工业大学经济与管理学院, 北京 100022; 2. 哈尔滨工业大学管理学院, 哈尔滨 150001)

摘要: 制造企业在网上采购进行商务谈判的第一阶段任务是选择供应商, 该文运用 Multi-Agent 技术对该问题的自动化实现进行研究。设计基于 Multi-Agent 的供应商选择系统的总体结构、评价指标体系和评价方法, 给出有关 Agent 的功能结构, 在设计系统工作流程的基础上研制原型系统。制造商 Agent 通过改进的 FIPA 合同网协议获得各供应商的报价, 采用 AHP 方法进行评价和选择。该方法可快速自动选择符合要求的供应商, 为企业下一阶段谈判提供初始报价依据。

关键词: 供应商选择; 多方代理; AHP 方法

Supplier Selection System Based on Multi-Agent

LI Ran-ran¹, SUN Hua-mei², JIANG Guo-rui¹, HUANG Ti-yun^{1,2}

(1. School of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100022;

2. College of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

【Abstract】 The task of the first stage for the manufacture enterprise to stock by negotiation on the web is choosing suppliers. This paper focuses on the automation of supplier selecting by introducing Multi-Agent technology, presents the framework, evaluation system, evaluation method, functional structure of related agents and implements a prototype based on the designing of flow of the system. The manufacture Agent adopts FIPA contract net protocol to obtain the offer from the suppliers, adopts AHP to evaluate the suppliers and choose the suited ones. This method can select suppliers for negotiation automatically and help the manufacture to make initial quotation.

【Key words】 supplier selection; Multi-Agent; AHP method

1 概述

随着信息技术和网络技术的发展, 电子商务越来越多地影响着人类的经济生活和行为方式。各制造企业在网上频繁地通过商务谈判进行采购, 正确选择供应商是商务谈判的首要任务, 供应商选择的速度和质量直接影响商务谈判效率。Agent 技术为提高商务活动的自动化和智能化程度提供了条件。将 Multi-Agent 用于供应商选择是实现供应商选择过程自动化的可行方案。

目前关于供应商选择的文献通常关注供应商评价指标体系的建立及评价方法的介绍^[1-2], 很少考虑供应商选择的自动化问题。将 Multi-Agent 技术应用在商务谈判中的相关文献主要研究谈判过程, 而忽略了谈判初期供应商的选择与询价过程。本文指出, 制造商在商务谈判中, 应通过询价过程对潜在供应商进行筛选, 以提高谈判效率并为下一步首轮谈判提供有根据的报价。其主要过程如下: 由制造商采用 FIPA 合同网协议向所有潜在供应商提出询价, 按供应商的报价对供应商进行评价, 从多个潜在供应商中选择符合谈判要求的供应商作为下一步商务谈判的对象, 利用各个供应商的报价为下一步谈判的初始报价提供依据。在上述过程中, 制造商采用 AHP 方法构建供应商选择指标体系, 对供应商进行评价。

2 基于 Multi-Agent 的供应商选择系统评价体系

本文运用层次分析法建立供应商选择系统评价体系, 其原理是将一个复杂问题分解成若干组合因素, 并将这些因素按其系统支配关系, 分组形成层次结构。通过两两比较的方式确定层次中各个因素的重要性, 结合用户经验决定诸因素

的重要性顺序和权重^[3-4]。在此过程中, 笔者先建立层次型指标体系, 然后自下而上计算各供应商在各节点上的得分, 根节点上的得分即其总得分, 最后选择得分最高者作为合作对象。全过程通过多智能代理自动化实现。

2.1 供应商选择指标体系

Dickson 于 1966 年调查研究了 273 位典型代理人和管理人员后, 系统地提出供应商选择和评价的 23 条准则。Weber 于 1991 年总结了对供应商选择准则的研究进展, 在大量实证研究中, 总结出价格、质量、按时交货这 3 个准则是供应商选择中最重要的因素^[5]。本文提出, 除上述 3 个准则外还应考虑与供应商合作的历史情况, 因此, 选取 4 条基本准则, 即将价格、质量、到货率、历史合作度作为试验原型的指标, 指标体系如图 1 所示。

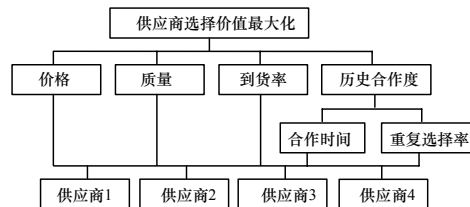


图 1 供应商选择 AHP 模型指标体系

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70601008); 北京市教育委员会基金资助重点项目(SZ200610005002)

作者简介: 李冉冉(1981—), 女, 硕士, 主研方向: 信息管理与信息系统, 商务智能; 孙华梅, 副教授; 蒋国瑞、黄梯云, 教授

收稿日期: 2007-10-12 **E-mail:** jianggr@bjut.edu.cn

用供应商对产品的报价衡量价格因素。用产品合格率衡量质量因素。按准时交货率,即每 100 件产品中按合同准时到达的货物数量衡量到货情况。历史合作度包括公司合作时间长度与重复选择率 2 个子指标,公司合作时间长度指曾经合作的年度长度;重复选择率表示在历史过程中,当公司产品变化时,仍选择该供应商的比率。重复选择率越大,表示供应商适应性越强。重复选择率等于选择该供应商的次除除以某种商品制造商的需求次数。其中,价格、质量、到货率 3 个方面的因素由供应商的报价直接获得;历史合作度数据从制造商数据库获得。上述指标体系对减少交流不畅带来的信息不对称、降低谈判成本具有重要意义。

2.2 供应商选择模型的建立及说明

设 $i \in [1, n]$ 表示可选的供应商数量; p_i, q_i, od_i 分别表示由供应商 i 提供的产品价格、产品合格率、准时交货率; l_i, c_i 分别表示与供应商 i 的公司合作时间长度和重复选择率; $\mu_i (i=1, 2)$ 表示制造商在公司间合作与重复选择率的权重; $M_k, M_k, k=\{1, 2, 3, 4\}$ 分别表示供应商 i 在价格、质量、到货率和历史合作度 4 个指标中的得分和权重; $R_i \in [1, n]$ 表示供应商 i 的最终评分; $\sigma \in [0, 1]$ 为制造商设定的阈值,只有最终评分 $R_i \geq \sigma$ 的供应商是可供选择的供应商。其中, W_k 及 μ_1, μ_2 采用 AHP 方法获得。

本文采用比重法对按时交货率、公司合作长度、重复选择率、价格、产品合格率等指标进行量化处理,使数值大小范围在 $[0, 1]$ 内。对上述指标进行标准化处理,供应商 i 在价格、质量、到货率和历史合作度 4 个指标中的得分依次为

$$M_1 = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{p_i}}$$

$$M_2 = \frac{1 - q_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{1 - q_i}}$$

$$M_3 = \frac{Od_i}{\sum_{i=1}^n Od_i}$$

$$M_4 = \mu_1 \frac{l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} + \mu_2 \frac{c_i}{\sum_{i=1}^n c_i}$$

供应商最终得分为 $R_i = w_k M_k$

3 基于 Multi-Agent 的供应商选择系统

本系统采用 JADF(Java Agent Development Framework) 开发平台,遵守 FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agent) 规范构建 Agent 框架,其中,制造商与供应商之间的交互采用改进的 FIPA 合同网协议^[6]来实现,即将传统合同网协议中管理者最终只选择一个订约人修改为制造商可以选择多个合格的供应商。

3.1 供应商选择系统的框架分析

基于 Multi-Agent 供应商选择系统的总体框架如图 2 所示。系统中的 Agent 可以分为 3 类:(1)库存 Agent。检测数据库,需要订货时向制造商 Agent 发送订货通知。(2)制造商 Agent。接收库存 Agent 的订货通知,搜索可供选择的潜在供应商,向供应商 Agent 发送询价请求,并按供应商 Agent 的报价评价各个供应商,最终做出选择。(3)供应商 Agent。决定是否参与谈判,最终决定是否与制造商 Agent 签订合同。其中,制造商 Agent 与供应商 Agent 之间的交互过程如下:

制造商 Agent 向所有可以提供其缺货备件的供应商 Agent 发送询价请求(包括备件价格、合格率、准时交货率);各个供应商 Agent 根据自身的知识判断是否有能力满足制造商的要求并决定是否参与报价;制造商 Agent 等待所有供应商 Agent 的报价,决定接受其中一个或多个 proposal,将 accept-proposal 发送给这些供应商 Agent,同时发送 refuse-proposal 到其他供应商 Agent;当被接受的供应商 Agent 通知制造商 Agent 接受合同时,协议结束。

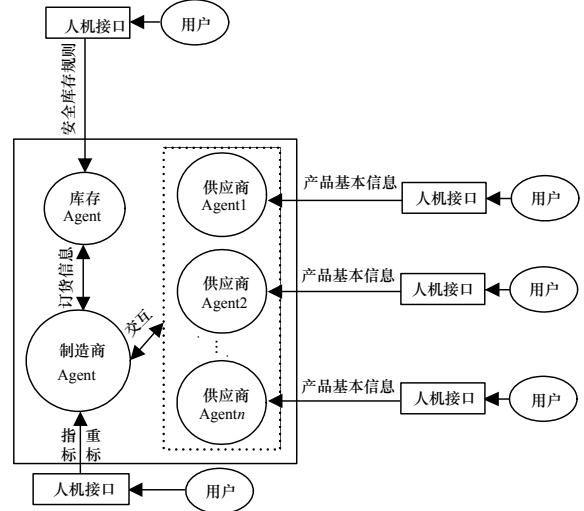


图 2 供应商选择系统的框架

3.2 Agent 角色

3.2.1 制造商 Agent

图 3 给出了制造商 Agent 的体系结构。

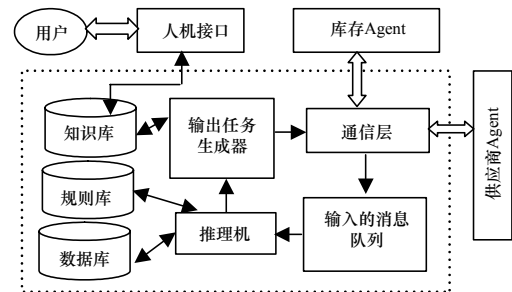


图 3 制造商 Agent 的体系结构

通信层接收库存 Agent 和供应商 Agent 发送的信息,并将信息存入消息队列。规则库是供应商评价指标体系的另一种表现形式,是对供应商进行评价计算的准则。知识库中存放备件领域的基本信息。人机接口是整个系统的输出界面,方便了企业决策者查看供应商的信息和评价指标,是决策变化时决策者的指令输入界面。推理机读取消息队列中的消息分为 2 种:库存 Agent 发送的订货信息和供应商 Agent 的交互信息。当执行器接收到库存 Agent 发送的订货信息时,它从消息中分离出缺货的备件及缺货数量,搜索所有提供该备件的供应商,生成一条搜索潜在供应商的供应商认证信息,即对报价的规定,经输出任务生成器和通信层向供应商 Agent 发送 CFP(Call For Proposal)询价信息。当执行器接收到供应商 Agent 的交互信息时,评价各个供应商 Agent 并做出最终选择。

3.2.2 供应商 Agent

供应商 Agent 接收制造商 Agent 的 CFP,决定是否参与报价,若参与则发送 proposal 给制造商 Agent,否则发送拒

绝消息。若接收到制造商 Agent 的 accept-proposal, 则通知制造商 Agent 签订合同。

3.2.3 库存 Agent

库存 Agent 与制造商 Agent 结构相似。通信层接收制造商 Agent 返回的信息, 并将信息存入消息队列。规则库里存放安全库存的计算准则。人机接口是整个系统的输出界面, 方便企业决策者查看安全库存参数, 也是决策变化时决策者的指令输入界面。推理机读取消息队列中的消息, 生成一条订货信息(包括缺货备件和需订货数量), 经输出任务生成器和通信层与制造商 Agent 交互。

3.3 基于 Multi-Agent 的供应商选择系统工作流程

基于 Multi-Agent 的供应商选择系统的工作流程和步骤如下:

(1) 库存 Agent 根据库存变化情况计算安全库存, 判断所有备件是否低于安全库存, 若某一备件低于其安全库存则向制造商 Agent 发出该备件订货请求, 其他缺货备件等待该备件订货完毕后向制造商 Agent 发出订货请求。

(2) 制造商 Agent 向供应商 Agent 发出 CFP 消息, CFP 消息的内容属性包括动作(如“我想买物品 A”)和条件(如“报价包括价格、合格率、按时到货率、可提供的数量不得少于 q”), q 由库存 Agent 发送给制造商 Agent。

(3) 供应商 Agent 根据接收到的 CFP 消息, 判断是否符合要求并决定是否参与报价, 如果参与报价则按制造商 Agent 的要求发送 proposal。

(4) 制造商 Agent 根据接收的各个供应商 Agent 提供备件的价格、合格率、准时交货率及数据库中各个供应商的合作年度长度、重复选择率, 并从知识库中获得评价规则, 选出合格的供应商。若该供应商是新的供应商, 则合作的年度长度、重复选择率都为零。

(5) 制造商 Agent 决定接受步骤(4)得到的供应商的 proposal, 将 accept-proposal 发送给这些供应商 Agent, 同时发送 refuse-proposal 到其他供应商 Agent。

(6) 被接受的供应商 Agent 发送 inform 通知给制造商 Agent, 协议结束。返回步骤(1), 对其他备件进行订货处理, 直到所有缺货备件都完成订货处理后, 库存 Agent 进行下一轮安全库存检测。若被接受的供应商 Agent 遇到任何错误则发送 failure 给制造商 Agent, 此时制造商 Agent 需要进行新的供应商选择。

3.4 供应商评价过程实例分析

汽车制造商要购买车灯, 现有供应商个数为 $i=3$, 在系统外利用 AHP 方法得到对价格、质量、到货率、历史合作度 4 个准则的权重 $W_k=\{0.14, 0.32, 0.34, 0.20\}$, 制造商在公司间合作历史长度和重复选择率的权重 $\mu_i=\{0.5, 0.5\}$, 系统最初制造商设定的阈值 $\sigma=0.3$ 。

根据制造商获得 3 个供应商的报价信息和数据库中这 3 个供应商历史合作度的基本情况, 如表 1 所示。

表 1 供应商基本情况

供应商	价格/(元·件 ⁻¹)	产品合格率(%)	按时到货率	合作时间/年	重复选择率
S1	1 920	97.7	0.81	7.0	1.00
S2	1 850	95.5	0.96	2.5	0.67
S3	2 000	99.2	0.90	3.5	0.33

计算得到候选供应商 i 在价格、质量、到货率和历史合作度 4 个指标中的得分 M_{ki} , 如表 2 所示。

表 2 供应商 4 个指标的得分

供应商	价格(M_1)	质量(M_2)	到货率(M_3)	历史合作度(M_4)
S1	0.333 573 76	0.358 565 72	0.303 370 77	0.519 230 80
S2	0.346 195 46	0.183 266 92	0.359 550 54	0.263 653 84
S3	0.320 230 80	0.458 167 34	0.337 078 63	0.217 115 40

供应商的最终评分为

$$R_i = w_k M_{ki} =$$

$$(0.14, 0.32, 0.34, 0.20) \begin{bmatrix} 0.333 573 76 & 0.346 195 46 & 0.320 230 80 \\ 0.358 565 72 & 0.183 266 92 & 0.458 167 34 \\ 0.303 370 77 & 0.359 550 54 & 0.337 078 63 \\ 0.519 230 80 & 0.263 653 84 & 0.217 115 40 \end{bmatrix} =$$

$$(0.367 4, 0.289 0, 0.343 6)$$

由于 $R_1=0.367 4$ (大于 0.3), $R_2=0.289 0$ (小于 0.3), $R_3=0.343 6$ (大于 0.3), 因此最后选择的供应商为 S_1, S_3 。

制造商 Agent 的运行过程和结果如下:

供应商选择 Agent Schoice 启动。

等待库存 agent 的订货请求……

从 storeagent@bi02:1099/JADEagent 接收到订货消息。产品名称: 笔芯, 需要订货的数量: 6.25

发现如下供应商 agents:

Supplier3@bi02:1099/JADE

Supplier2@bi02:1099/JADE

Supplier1@bi02:1099/JADE

向所有的供应商 agent 发送 cfp 消息并等待回复。

接收到来自 s3 的提议 'PROPOSE' 信息。

接收到来自 s2 的提议 'PROPOSE' 信息。

接收到来自 s1 的提议 'PROPOSE' 信息。

接收完所有的供应商提议 'PROPOSE' 信息。

供应商 s3 的最终得分是: 0.3494757。

供应商 s2 的最终得分是: 0.28209072。

供应商 s1 的最终得分是: 0.36843356。

阈值 $s=0.3$

选择得供应商为: s1 和 s3。

4 结束语

本文将 Multi-Agent 用于供应商选择, 以 Agent 代替人工方式, 根据库存变化自动生成缺货信息。按合同网协议获得针对价格、产品合格率、准时到货率的报价, 选择适合下一步谈判的供应商。交互过程中的报价可以为谈判的初始报价提供依据。此系统提高了供应商选择的效率, 为提高下一阶段谈判的质量和效率奠定了基础。

参考文献

- [1] Bi Weining, Ru Qinyao. Supplier Evaluation and Selection via Taguchi Loss Functions and an AHP[J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2006, 27(5/6): 625-630.
- [2] Bayazit O, Karpak B, Yagci A. A Purchasing Decision: Selecting a Supplier for a Construction Company[J]. Journal of Systems Science and Systems Engineering, 2006, 15(2): 217-231.
- [3] 田宇. 物流服务供应链构建中的供应商选择研究[J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(5): 51-52.
- [4] 王荣培, 万麟瑞. 多专家 AHP 的算法改进及其在供应商选择模型中的应用[J]. 计算机应用与软件, 2005, 22(7): 89-90.
- [5] 王军武, 冯淑文. 基于灰色关联度的建筑供应商选择方法研究[J]. 武汉理工大学学报, 2007, 29(3): 154-155.
- [6] Thomas N S R, Li Wentao. A Parallel Bargaining Protocol for Automated Sourcing of Construction Suppliers[J]. Automation in Construction, 2006, 15(3): 365-373.