

风险防范下供应链多 Agent 模糊任务分配研究

陈成¹, 薛恒新¹, 张庆民²

(1. 南京理工大学 经济管理学院, 南京 210094; 2. 南京财经大学 管理科学与工程学院, 南京 210046)

摘要:将任务分配给风险应对能力强的供应商, 可以提高供应链的整体风险防范能力。本文构建了基于层次分布式的供应链多 Agent 结构。核心企业 Agent 与供应商 Agent 之间通过招投标方式进行任务分配, 当有多个供应商竞标时, 先由风险评估 Agent 对各类风险进行评估, 再结合供应商风险应对信息, 由核心企业 Agent 通过推理选取最佳供应商。最后, 进行了实例验证。

关键词:风险防范; 多 Agent 系统; 模糊推理; 任务分配

中图分类号: F274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-980X(2009)10-0120-05

供应链可以快速集成不同企业的相关优势资源, 实现企业间资源共享、优势互补、风险共担, 提高新产品开发能力以及对市场需求的快速响应能力和竞争能力。但是, 节点企业的多元性、功能上的集成完整性、地域上的分散性和组织上的非永久性等特点, 使得供应链中隐藏着许多内在风险因素。另一方面, 供应链运行在一个动态变化的不确定性现实环境中, 企业在执行生产任务时不可避免地会遇到许多外界动态情况的影响^[1]。

不少文献对供应链风险管理问题进行了研究, 文献[2]针对供应链风险中的各种不确定性因素进行了研究; 文献[3]提出供应链风险防范策略; 文献[4]对供应链管理下物流外包风险进行了研究; 文献[5]对供应链中各类风险性质、风险鉴定指标以及风险评估方法进行总结。但是, 现有文献主要对供应链整体风险进行了建模分析与评价研究。事实上, 节点企业是供应链的组成部分, 节点企业应对各类风险能力各不相同^[6]。因此, 在生产任务多样性与外部情况动态变化的前提下, 任务分配时需要结合多方面因素, 动态地选取最佳供应商, 以提高供应链整体风险防范能力。

多 Agent 系统(multi-agent system, MAS)具有分布式并行处理、强壮性、可伸缩性、可维护性等特点, 特别适合于解决分布式动态环境下的决策问题^[7]。近年来, 不少学者把多 Agent 理论应用到供应链中, 采用分布、自主式的多 Agent 系统, 代替供应链中不同的实体或功能, 来完成系统的特定任务^[8-10]。文献[11]将 Agent 的核心概念运用到供应链风险管理机制中, 提出了基于 Agent 有效管理

供应链风险的框架模式。本文在上述研究的基础上, 建立了供应链的层次分布式 MAS 结构。核心企业 Agent 与供应商 Agent 之间, 通过招投标方式进行任务分配。当有多个供应商对同一任务竞标时, 通过将任务分配给风险应对能力最强的供应商来提高供应链整体风险防范能力。

1 供应链 MAS 结构

供应链上的每个节点企业可视为一个独立的 Agent。其主要功能是接受生产任务, 从外界环境中读取相关数据资料以决定自身生产情况和上游供应商供货情况。企业 Agent 是供应链 MAS 结构的基本单元, 其基本特征包括自治性、可通讯性、反应性和面向目标性等。自治性是指每个 Agent 对自己的生产行为具有控制权, 能自主地完成其特定的任务; 可通讯性是指每个 Agent 在有组织的供应链中, 通过数据链路进行相互的通讯, 接受生产任务和反馈生产任务执行的信息; 反应性是指 Agent 能够感知外界环境的变化, 并做出相应动作的能力; 面向目标性是指企业能对自己的生产行为做出评价, 并使其逐步导向到供应链的总体生产目标。

供应链各节点企业在空间上位置分布并有明显的层次划分, 对于这类具有层次结构的系统, 不宜采用纯分布式结构。因为纯分布式结构中 Agent 之间没有层次划分, 只适用于规模较小、通信量不大的系统, 虽然这种结构的局部自治性很好, 但不容易达到全局优化的目标^[12], 因而, 本文采用了层次分布式结构的 MAS 结构, 以最简单的两级供应链为例, 按照功能将供应链上企业分成两个层次(图 1)。

收稿日期: 2009-02-06

作者简介: 陈成(1978—), 男, 江苏扬州人, 南京理工大学经济管理学院博士研究生, 研究方向: 供应链管理; 薛恒新(1964—), 男, 江苏泰兴人, 南京理工大学经济管理学院教授, 博士生导师, 研究方向: 管理信息系统; 张庆民(1976—), 男, 山东邹城人, 南京财经大学管理科学与工程学院讲师, 博士, 研究方向: 供应链管理。

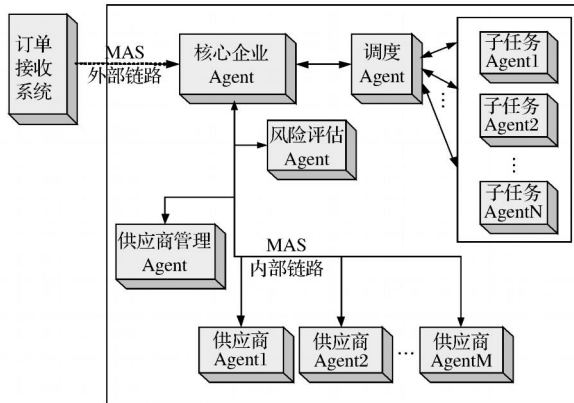


图1 供应链 MAS 结构

供应链 MAS 结构由核心企业 Agent、供应商 Agent、供应商管理 Agent、调度 Agent、子任务 Agent、风险评估 Agent 以及这几类 Agent 相互之间的交互协作构成。第一层集中在核心企业上,引入核心企业 Agent 对应于核心企业;调度 Agent 负责将订单任务分解为若干个子任务 Agent;供应商管理 Agent 负责记录所有供应商的产品种类、加工能力等各项属性,当供应商发生变化时,自动更新相关数据;风险评估 Agent 负责评估各类风险。第二层分布在供应商上,引入供应商 Agent 对应于各个供应商,通过核心企业 Agent 获得生产任务。

这几类 Agent 之间通过目前最主要的 ACL (agent communication language) 之一的 KQML (knowledge query and manipulation language) 进行通信。总之,供应链 MAS 结构不是多个 Agent 的简单叠加,系统中的 Agent 按照约定的协议,进行通信和协商,解决单个 Agent 无法解决的问题。供应链 MAS 结构具有如下特性: 数据的分布性; 计算过程异步并发; 每个 Agent 具有不完全的信息或问题的求解能力; 不存在系统的全局控制。

2 基于 MAS 的任务分配

采用基于合同网的招投标方式,实现供应链上任务分配。合同网调度是 MAS 中常用的一种任务调度机制,作为一种分布式的动态任务调度机制,它与传统的集中式任务调度机制不同,是通过 Agent 之间不断的协商过程来完成分布式的动态任务分配机制^[13]。通过 Agent 间不间断的交互协商行为,可持续感知系统和外界环境的变化,并在招投标过程中,实时考虑这些变化信息,从而使任务调度对环境具有高度的适应性。在供应链的层次分布式 MAS 中,出于全局控制考虑,只有核心企业 Agent 与供应商 Agent 之间才进行交互协调,供应商 Agent 之

间不进行交互协调。而且,与传统的通过“讨价还价”式的反复协商过程不同,供应商 Agent 没有与核心企业 Agent 谈判的权力,只需要判断自己是否有能力完成招标任务,并完成成本评估即可。通过在标书中附加足够详细的约束,可以使协商过程只需要进行一次即可完成,具体步骤如下。

2.1 标书发送

核心企业 Agent 通过 MAS 外部链路,与外部订单接收系统相联接,从待生产的订单集合中读取一个订单。选取订单的原则是基于任务优先级的贪婪规则,即优先级高的订单先进行读取。采用以下模糊读取规则: IF 任务交付的紧迫性高, THEN 该订单的优先级高; IF 任务交付的紧迫性较高, THEN 该订单的优先级较高; IF 任务交付的紧迫性适中, THEN 该订单的优先级适中; IF 任务交付的紧迫性较小, THEN 该订单的优先级较低。

接着,核心企业 Agent 将读取到的订单传给调度 Agent,调度 Agent 作为一种功能 Agent,它封装了若干种调度算法,根据内置的算法,将订单任务分解为若干个子任务。这些子任务共分为两种类型:一类是核心企业自身能够完成的子任务;另一类是由供应商完成的子任务,称之为待分配子任务(简称为子任务),并生成相应的子任务 Agent。根据待分配子任务的具体要求,子任务 Agent 构造出各自的标书,标书内容包括任务标志、任务优先级、加工精度以及任务交货期等。子任务 Agent 是动态存在的,随子任务生成而产生,随子任务的分配完成而消亡。

由核心企业 Agent 确定子任务 Agent 的招投标次序,主要依据两类指标: 加工任务优先级,即优先向高优先级的子任务投标; 根据核心企业 Agent 自身规则确定,如最短加工时间优先(SPT)、最早完成时间优先(EFT)等规则。通过供应商管理 Agent,查询出与子任务类型匹配的供应商 Agent; 通过 MAS 内部链路,向这些供应商 Agent 发出标书。

供应商 Agent 接收到标书后,根据任务要求和约束条件,结合自身的能力信息与生产状态信息,判断自己是否有能力完成任务。如果有能力完成任务,则计算完成任务成本,并在规定的投标期限内向核心企业 Agent 提交投标书,投标书内容包括任务开始时间、任务完成时间等等。如果没有能力完成任务,则不参与此次投标。

2.2 风险评估

风险评估就是综合相关因素,计算出各类风险可能发生的机率^[1]。考虑到供应链的风险因素具有很大的不确定性,无法根据历史数据或资料对风险

作出准确估计,只能依靠专家或决策人员根据自身经验和知识对风险作出主观估计。而这种主观估计即专家意见具有未确知性,是未确知信息。基于此,文献[14]采用未确知模糊综合评判法来评估供应链中各类风险,解决了风险评估中“未确知性”和“模糊性”带来的不确定性问题。

目前,风险指标已经被广泛接受并且应用于风险评估,与传统指标相比取得了更好的效果^[15]。然而,由任务招标书所得的风险指标只是一个相对静止的指标,还必须对同一子任务的所有投标书进行分析,得到能够反映风险趋势的风险指标变化率。

由风险评估 Agent 内部若干个模糊逻辑模块对各类风险进行评估。一个模糊逻辑模块只对特定类型风险进行评估。模糊逻辑模块的核心是一个基于模糊关系合成原理的模糊推理,结构如图 2 所示。模糊规则库由评估规则构成,这些知识均按给出的知识模型进行描述。推理机的输入信息由招/投标书以及 Agent 内部的数据库给出。模糊推理运算的功能是利用规则和输入信息进行模糊关系合成运算,产生与输出变量相对应的推理结果,该结果以模糊集合表示,再通过反模糊化转换为精确量。

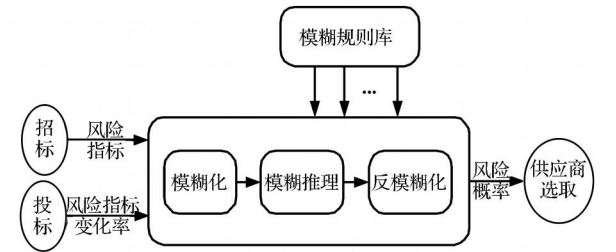


图 2 模糊逻辑模块

1) 模糊化。

模糊化在处理不确定信息方面有着重要的作用。当存在 n 类风险时,先将各类风险指标与风险指标变化率模糊化,通过尺度变换,使其变换到相应的论域范围。设各类风险指标 K_i 和风险指标变化率 ΔK_i 的变化范围分别为 $[K_{i\min}, K_{i\max}]$ 、 $[\Delta K_{i\min}, \Delta K_{i\max}]$ ($i = 1, 2, \dots, n$), 相应的论域均为 $[K_{if\min}, K_{if\max}]$, 取值为 $[0, 1]$ 。 $[K_{i\min}, K_{i\max}]$ 和 $[\Delta K_{i\min}, \Delta K_{i\max}]$ 通过风险曲线确定。则 K_i 和 ΔK_i 模糊化后对应的值 K_{if} 和 ΔK_{if} , 分别为:

$$K_{if} = [(K_{if\min} + K_{if\max})/2] + \frac{(K_{if\max} - K_{if\min})}{(K_{i\max} - K_{i\min})} (K_i - \frac{K_{i\max} + K_{i\min}}{2}); \tag{1}$$

$$\Delta K_{if} = [(\Delta K_{if\min} + \Delta K_{if\max})/2] + \frac{(\Delta K_{if\max} - \Delta K_{if\min})}{(\Delta K_{i\max} - \Delta K_{i\min})} (\Delta K_i - \frac{\Delta K_{i\max} + \Delta K_{i\min}}{2})。 \tag{2}$$

2) 输入输出空间的模糊分割。

风险指标和风险指标变化率构成了模糊输入空间,风险概率构成了模糊输出空间。模糊分割的个数决定了模糊推理的精细化程度。将风险指标、风险指标变化率以及风险概率划分为很小、小、中、大、很大 5 个层次,其隶属度函数为高斯型,见图 3 所示。

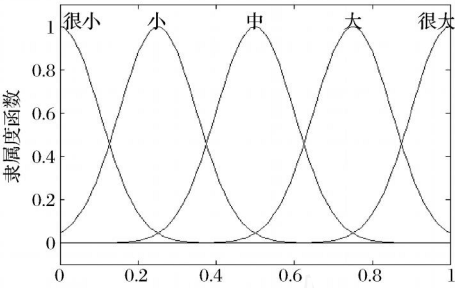


图 3 隶属度函数

3) 规则库。

模糊规则具有模糊条件句的形式,通过总结专家经验,形成 25 条模糊推理规则,如表 1 所示。

表 1 模糊规则

风险指标	风险指标变化率				
	很小	小	中	大	很大
很小	很小	很小	很小	小	小
小	很小	很小	小	小	小
中	小	小	中	中	大
大	中	中	大	大	很大
很大	大	大	大	很大	很大

4) 归一化结果。

通过模糊推理得到的各类风险概率分布于 $[0, 1]$ 区间内,以归一化结果形式表示,供核心企业 Agent 在选取供应商时使用。

2.3 供应商选取

考虑到风险类型众多,且供应商应对各类风险的能力也各不相同,当有多个供应商对同一任务竞标时,核心企业 Agent 在已知任务风险概率的前提下,通过供应商管理 Agent,得到投标供应商风险应对信息,通过推理找出最佳供应商。

将“风险-供应商”之间的对应关系定义为: $P = (B, R, C, E, R_s)$ 。

其中, $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ 表示所有供应商的有限非空集合; $R = (r_1, r_2, \dots, r_k)$ 表示各类风险的有限非空集合; $C = \{C_{11}, C_{12}, \dots, C_{mk}\}$; C_{ij} 表示供应商 b_i 应对风险 r_j 的能力,由历史交易数据得到; $E \subseteq B \times R \times C$, $\langle b_i, r_j, C_{ij} \rangle \in E$, 其定义域为 $T(E) = B$, 而值域为 $F(E) = R$ 。

给定 B, R, C, E , 可定义:

$prevent(b_i) = \{r_j \mid \langle b_i, r_j, C_{ij} \rangle \in E, \forall b_i \in B\}$, 表示投标供应商 b_i 能应对的风险集合;

$deal(r_j) = \{ b_i \mid < b_i, r_j, c_{ij} > \in E, \forall r_j \in R \}$, 表示能够应对风险 r_j 的投标供应商集合。

$R_s = (r_1, r_2, \dots, r_k)$ 是 R 的一个子集,为已知风险集合,对于每一个 $r_j \in R_s, \alpha(r_j) \in [0, 1]$ 是风险 r_j 的发生概率。

在核心企业 Agent 内部的元知识库、规则库、数据库基础上,从已知风险概率出发,对能够应对风险的投标供应商做试探性选取,然后在当前假设引导下,寻求进一步信息,从而推出新的结果。

引入以下符号定义: R_i, R_s 的子集,表示目前风险集合; $B_i, deal(R_i)$, 表示能应对目前风险的投标供应商集合; S , 应对目前风险的投标供应商试探解集合;为描述供应商能应对的多种风险,用“ $\times$ ”表示笛卡尔积。初始状态为 $R_1 = \varnothing, B_1 = \varnothing, S = B$, 终止条件为 $R_1 = R_s$, 即找不出待分配的风险。推理过程如下:

从已知风险集合 R_s 中得到一个风险 r_j ;
往目前风险集合 R_1 中加入新增风险 ($R_1 = R_1 \cup r_j$);

往集合 B_i 中加入可应对新增风险 r_j 的招标供应商 ($B_i = B_i \cup deal(r_j)$);

构造招标供应商试探解集合 $S(S' = S' \cup S, S' = S, S = S \cap deal(r_j))$;

果试探解集合 S 为空 ($S = \varnothing$), 则构造试探集合 $S_1(S_1 = S' \cap deal(r_j))$ 。如果 $prevent(s_j) \cap prevent(\{ b_i \mid b_i \in deal(r_j) \})$ 是 R_i 的最小覆盖, 则构造试探集合 $S_2(S_2 = \{ b_i \} \times S')$; 如果不是最小覆盖, 则构造试探集合 $S(S_2 = \varnothing, S = S_1 \cup S_2)$ 。

如果目前风险集合与已知风险集合一致 ($R_1 = R_s$), 则推理结束。否则, 转到步骤 11。

根据问题假设, 定义招标供应商选取解的相对似然函数为:

$$L(B_i, R_s) = L_1(B_i, R_s) \cdot L_2(B_i, R_s); \quad (3)$$

$$L_1(B_i, R_s) = \prod_{r_j \in R_s} \alpha(r_j) p(r_j \mid B_i) = \prod_{r_j \in R_s} \alpha(r_j) (1 - \prod_{b_i \in B_i} (1 - c_{ij})); \quad (4)$$

$$L_2(B_i, R_s) = \prod_{b_i \in B_i} \frac{p_i}{1 - p_i} \quad (5)$$

式(3)表示已知信息中包括的投标供应商集合 B_i 的相对似然函数, 作为 B_i 能够应对风险集 R_s 的程度; 式(4)表示 B_i 有多大可能应对 R_s 中风险存在形成的加权; 式(5)表示由 B_i 的先验概率组成的加权。相对似然函数用于度量在已知供应商风险应对能力的情况下, 供应商被选取的相对似然度即相对可能程度。似然函数 L 体现出了风险概率及供应商应对风险能力对供应商被选取的正影响。

2.4 中标通知

核心企业 Agent 选取风险应对能力最优的供应商作为中标企业, 然后向中标供应商 Agent 发出中标通知, 向未中标供应商 Agent 发送未中标通知。中标供应商 Agent 接收到中标通知后, 向核心企业 Agent 发出合同确认信息, 未中标供应商 Agent 向核心企业 Agent 发出确认信息。核心企业 Agent 从待分配子任务集合中去除已签订合同的子任务 Agent, 从而本轮招标过程结束。接着对下一个待分配子任务开始新一轮招标。

以上招投标过程循环进行, 直至待分配子任务集中没有子任务为止。中标供应商 Agent 收到中标通知后, 由其自身的生产规划系统, 得到完成任务的具体活动方案, 驱动企业的生产执行, 并将任务执行结果及时传送给核心企业 Agent。如果中标供应商因为生产能力或环境变化无法完成合同或只能完成部分合同, 则及时将具体情况通知给核心企业 Agent, 核心企业 Agent 重新招标, 或者仅对剩余生产任务进行招标。

3 应用实例

在 MAS 开发平台 JADE 上, 对本文提出的风险防范下供应链任务分配方法进行软件实现。由一个核心企业和 25 个供应商 (供应商 B ~ 供应商 Z) 构成一个两级供应链, 每项子任务均可交由若干个供应商来完成。核心企业 Agent 接收到电脑生产订单后, 由调度 Agent 划分为主板、CPU、内存、显示器及机箱生产等子任务。核心企业 Agent 首先对优先级最高的显示器生产进行任务招标。

通过供应商管理 Agent, 搜索到有 9 个供应商 Agent 满足条件, 接着向这些供应商 Agent 发送标书, 共有 7 个供应商参与此次投标。任务生产中的 15 类风险用 $r_{01} \sim r_{15}$ 代表。由风险评估 Agent 进行风险评估, 得到 $R_s = (r_{04}, r_{13}, r_{14})$, 概率分别为: $\alpha(r_{04}) = 0.82, \alpha(r_{13}) = 0.47, \alpha(r_{14}) = 0.32$ (计算过程略)。此外, $B_i = 7, p_i = 1/7$ 。

由供应商管理 Agent, 得到投标供应商 Agent 应对风险集合 (表 2)。再根据推理算法, 求出各集合的关系变化 (表 3)。

表 2 投标供应商应对风险集合

代号	投标供应商	风险应对类型 $prevent(b_i)$
b_{01}	供应商 B	$r_{01} \ r_{02} \ r_{03} \ r_{07}$
b_{02}	供应商 D	$r_{04} \ r_{07}$
b_{03}	供应商 F	$r_{04} \ r_{07} \ r_{08} \ r_{13}$
b_{04}	供应商 G	$r_{01} \ r_{07} \ r_{09}$
b_{05}	供应商 K	$r_{04} \ r_{07} \ r_{10} \ r_{13}$
b_{06}	供应商 R	$r_{07} \ r_{11} \ r_{12}$
b_{07}	供应商 Q	$r_{07} \ r_{13} \ r_{14} \ r_{15}$

表 3 供应商选取推理结果

风险集合	初始状态	r_{04}	r_{13}	r_{14}
R_1	$\varnothing$	$\{r_{04}\}$	$\{r_{04}, r_{13}\}$	$\{r_{04}, r_{13}, r_{14}\}$
B_1	$\varnothing$	$\{b_{02}, b_{03}, b_{05}\}$	$\{b_{02}, b_{03}, b_{05}, b_{07}\}$	$\{b_{02}, b_{03}, b_{05}, b_{07}\}$
S'	$\varnothing$	B	$\{b_{02}, b_{03}, b_{05}\}$	$\{b_{03}, b_{05}\}$
S''	$\varnothing$	$\varnothing$	$\{b_{01}, b_{04}, b_{05}\}$	$\{b_{02}, b_{03}\}$
S	B	$\{b_{02}, b_{03}, b_{05}\}$	$\{b_{03}, b_{05}\}$	$b_{07} \times \{b_{03}, b_{05}\}$

根据表 3 的诊断结果,得出试探解集合为: $S = b_{07} \times \{b_{03}, b_{05}\} = (\{b_{03}, b_{07}\}, \{b_{05}, b_{07}\})$ 。

先根据式(5)~式(6)求出试探解的可能程度:

$L_1(\{b_{03}, b_{07}\}) = 0.072;$

$L_2(\{b_{03}, b_{07}\}) = 0.026;$

$L_1(\{b_{05}, b_{07}\}) = 0.034;$

$L_2(\{b_{05}, b_{07}\}) = 0.029。$

再根据式(4),得:

$$\frac{L(\{b_{03}, b_{07}\})}{L(\{b_{03}, b_{07}\}) + L(\{b_{05}, b_{07}\})} = 0.655;$$

$$\frac{L(\{b_{05}, b_{07}\})}{L(\{b_{03}, b_{07}\}) + L(\{b_{05}, b_{07}\})} = 0.345。$$

当风险类型为 $R_s = (r_{04}, r_{13}, r_{14})$ 时,得出的最佳投标供应商 Agent 集合为 $\{b_{03}, b_{07}\}, \{b_{05}, b_{07}\}$,由最大似然值原则得出 2 种解集的可能性分别为 65.5%和 34.5%。因此, b_{03} 为风险防范下的最佳供应商,核心企业 Agent 将显示器生产任务分配给供应商 F。

4 结语

随着供应链中断事件的频繁发生及其严重后果,风险管理目前已成为供应链研究的一个重要方向。通过将任务分配给风险应对能力强的供应商,可以提高供应链的整体风险防范能力。多 Agent 系统已经被广泛研究并应用在许多领域,用来提供分布式系统的智能行为。本文采用多 Agent 系统的分布式问题求解思想,建立了供应链的层次分布式 MAS 结构,深入研究了基于风险防范的分布式任务分配方法。核心企业 Agent 与供应商 Agent 之间通过招投标方式进行任务分配,由风险评估 Agent 对各类风险进行评估。当多个供应商对同一任务进行竞标时,通过推理模型选取最佳供应商,并给出已知各类风险发生概率下的相关求解公式。应用实例表明,这种分布式任务分配方法能够降低问题的求解难度,并对动态情况做出快速反应,从而提高供应链的整体风险防范能力。

参考文献

[1] CHRISTOPHER M,LEE H. Mitigating supply chain risk through improved confidence[J]. International Journal of Physical Distribution &Logistics Management, 2004, 34 (5):388-396.

[2] WU T,BLACKHURST J,CHIDAMBARAM V. A model for inbound supply risk analysis[J]. Computers in Industry,2006,57(4):350-365.

[3] KLINKE A,RENN O. A new approach to risk evaluation and management[J]. Risk Analysis,2002,22(6):1071-1094.

[4] 李广. 供应链管理下物流外包风险研究[J]. 技术经济, 2007,26(8):28-30.

[5] CUCCHIELLA F,GASTALDI M. Risk management in supply chain:a real option approach[J].Journal of Manufacturing Technology Management,2006,17(6):700-720.

[6] KLIMOV R,MERKURYEV Y. Simulation model for supply chain reliability evaluation[J]. Technological and Economica Development of Economy,2008,14(3):300-311.

[7] CAMPBELL M,SCHETTER T. Comparison of multiple agent-based organizations for satellite constellations[J]. Journal of Spacecraft and Rockets,2002,39(2):274-283.

[8] SWAMINATHAN J M, SMITH S F, SADEH N M. Modeling supply chain dynamics: a multi-agent approach[J]. Decision Science,1998,29(3):607-632.

[9] LAU H C,AGUSSURJA L,THANGARAJOO R. Real-time supply chain control via multi-agent adjustable autonomy[J]. Computers &Operations Research, 2008, 35 (5):3452-3464.

[10] JIAO J X(ROGER),YOU X,KUMAR A. An agent-based framework for collaborative negotiation in the global manufacturing supply chain network[J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing,2006,22(3):239-255.

[11] 邓宁,刘加顺,罗荣桂. 基于 Agent 对供应链风险管理的研究[J]. 商业研究,2007(9):14-17.

[12] 张洁,高亮,李培根. 多 Agent 技术在先进制造中的应用[M]. 北京:科学出版社,2004:21-23.

[13] 张正强,谭跃进,王军民. 基于 MAS 的分布式卫星系统任务规划研究[J]. 系统仿真学报,2007,19(12):2868-2871.

[14] 肖美丹,李从东,张瑜耿. 基于未知模糊理论供应链风险评估[J]. 软科学,2007,21(5):27-30.

[15] 赖茂宇,郑建国. 供应链风险量化分析与优化控制[J]. 东华大学学报:自然科学版,2007,33(2):158-162.

(下转第 128 页)

[10] 王卓甫. 工程进度风险计算研究[D]. 南京:河海大学,

2002.

Transforming Spliced Network to AoA Network

Tong Hejing, Qi Jianxun

(Business Administration, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: This paper studies the problem that how to transform a spliced network to an AoA network in engineering project management. Firstly, it gives the relations corresponding to different spliced relations, then gives the standard form of spliced network. Finally, it proposes the steps how to transform a spliced network to an AoA network, and uses an application example to illustrate these steps. The algorithm provided in this paper is helpful to enrich the theory of spliced network and broaden the research space of practical problems in project management.

Key words: project management; spliced network; AoA network

(上接第 101 页)

Research on Evaluation of Tourism Resource Value and Tourism Industry Competence in Anhui

Jia Huimin

(School of Management, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui 243002, China)

Abstract: Based on the fuzzy comprehensive evaluation model, and synthesizing the basic idea on fuzzy analysis, factor analysis and hierarchical analysis, this paper establishes a fuzzy comprehensive evaluation model with multi-factors and hierarchy. And through constructing the evaluation index systems on tourism resource value and tourism industry competitiveness, it applies this model to evaluate the tourism resource value and the tourism industry competitiveness of Anhui respectively. Finally, it studies the effects of tourism resource value on tourism industry competitiveness with the index of contribution rate.

Key words: tourism resource value; tourism industry competitiveness; fuzzy comprehensive evaluation; Anhui province

(上接第 124 页)

Research on Multi-agent-based Fuzzy Task Allocation in Supply Chain under Risk Prevention

Chen Cheng¹, Xue Hengxin¹, Zhang Qingmin²

(1. School of Economics & Management, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China;

2. School of Management Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210046, China)

Abstract: When the task is assigned to the supplier who can deal with risks strongly, the supply chain can prevent risks better as a whole. A layered distributed architecture with multi-agent system for supply chain is designed, and each task between core enterprise agent and supplier agent is allocated by means of tender. When more than one supplier bid for the same task, risks are evaluated by risk evaluation agent, and fuzzy reasoning is used to select the optimal supplier. Finally, an example is made to evaluate the feasibility of the proposed mechanism.

Key words: risk prevention; multi-agent system; fuzzy reasoning; task allocation