

## 技术创新平台中基于 Agent 的多议题协商算法与策略

储军飞<sup>1\*</sup>, 潘 郁<sup>1</sup>, 张振海<sup>2</sup>

(1. 南京工业大学 经济与管理学院, 南京 211816; 2. 南京工业大学 国家大学科技园, 南京 210009)

(\* 通信作者电子邮箱 731141604@qq.com)

**摘 要:** 针对技术创新平台应用背景下的技术对接协商问题, 结合智能感知 Agent 技术, 分析并设计了多议题协商算法与策略。由技术创新平台中技术对接的实际环境, 充分地利用平台中的历史技术对接提议, 并考虑到技术对接双方的技术对接效益, 设计技术对接中基于智能感知 Agent 的多议题协商算法, 并在此基础上设计提议生成策略, 提出技术对接协商中的建议解。保证了技术对接过程中技术交易双方的综合效益最优, 使得技术交易双方能够在技术对接协商中达到效益“双赢”。通过技术创新平台中的技术对接的实际算例, 例证了该协商算法与协商策略对技术创新平台中技术对接环境的适用性、合理性、可行性和有效性。

**关键词:** 协同技术创新; 技术对接; 不确定议题; 协商策略; 智能感知 Agent

**中图分类号:** TP181 **文献标志码:** A

### Agent-based multi-issue negotiation algorithm and strategy of technology innovation platform

CHU Junfei<sup>1\*</sup>, PAN Yu<sup>1</sup>, ZHANG Zhenhai<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Nanjing University of Technology, Nanjing Jiangsu 211816, China;

2. National University Science Park, Nanjing University of Technology, Nanjing Jiangsu 210009, China)

**Abstract:** To solve the problem of technology docking negotiation of technology innovation platform, the Agent-based multi-issue negotiation algorithm and strategy were analyzed and designed with reference to the technology of IntelliSense Agent. In the practical application environment of technology docking on technology innovation platform, the data of history technology docking proposals were fully used and the technology docking benefits of both the technology trading sides was fully considered, and then the Agent-based multi-issue negotiation algorithm was designed. Based on this algorithm, the technology docking strategy and the proposed solution in technology docking negotiation were designed and proposed. Thus, the optimality of comprehensive benefits was ensured and the "win-win" benefits situation was reached by the two trading sides in the technology docking negotiation. Through practical examples of technology docking on the technology innovation platform, the applicability, rationality, feasibility and effectiveness of this negotiation algorithm and negotiation strategy in its practical application environment were exemplified.

**Key words:** collaborative technology innovation; technology docking; uncertain issue; negotiation strategy; intelligent perception Agent

## 0 引言

技术创新平台最早起源于欧盟创新驿站 (Innovation Relay Centre, IRC), 是欧盟为鼓励中小企业进行跨国技术创新合作的中介网络, 于 1995 年正式出台, 由欧盟委员会根据其“创新和中小企业计划”资助而建立, 是欧盟促进中小企业之间技术合作和转移的最主要的计划<sup>[1]</sup>。技术对接协商是技术创新平台中技术交易的重要环节, 目前的技术创新平台还处于初步阶段, 类似于简单的技术发布系统, 在技术对接过程中不能够通过有效的技术对接协商算法提出“建议解”<sup>[2]</sup>, 促使技术对接协商的成功进行, 技术对接协商的过程中仍然需要投入大量的人力、物力和财力。因此, 若能针对技术创新平台的实际应用环境, 结合 Agent 的自治性、社会性、自学习和自感知性<sup>[3]</sup>, 设计高效的技术对接协商算法和协商策略, 促使技术对接双方在多议题协商中达到共识、双赢, 对技术创

新平台中技术交易顺利完成、科学技术转移并转化为生产力都具有重要的意义。

文献[4-6]将遗传算法引入协商模型, 试图通过对手提议的变化评估对手的偏好, 从而提高并优化适应度函数判断能力, 遗传算法的搜索优化效果很好, 但是容易陷入局部最优解, 出现早熟现象。文献[7]提出了一种两阶段属性协商模型, 通过关键提议的概念, 解决了一对多多议题谈判问题中的悖论, 但该模型易忽略低权重议题在谈判协商中的作用。文献[8]中的协商模型则引入 Bayesian 法则, 该模型通过 Bayesian 法则根据每回合的提议来更新 Agent 的信念, 但是 Bayesian 法则需要建立在先验概率的基础上。文献[9]提出了一种基于 Pareto 效率理论的协商模型, 该模型构建一个效益评估函数, 通过对协商双方的让步提议不断评估, 来寻找 Pareto 最优效益提议, 促成协商达成一致, 该模型的缺点在于目标效益函数缺乏有效的连续型约束空间, Agent 的分布型让

收稿日期: 2013-05-27; 修回日期: 2013-07-22。

基金项目: 江苏省教育厅科技项目 (2012JSSPT0904); 南京市鼓楼区科技计划项目 (2013018)。

作者简介: 储军飞 (1990-), 男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 主要研究方向: 管理决策与人工智能; 潘郁 (1955-), 男, 江苏南通人, 教授, 博士, 主要研究方向: 计算管理与商务智能; 张振海 (1968-), 男, 江苏沛县人, 工程师, 主要研究方向: 技术创新与战略管理。

步提议不一定是有效谈判区间内的 Pareto 最优效率点。文献[10]提出了一种基于 Mediator 调节的双边协商模型,该模型能有效地解决传统交替时提议的协商双方容易陷入僵局的问题,但是模型的评价联合效益的方法和维持公平效益方面的理论还有待进一步的验证。另外,一些学者还将记忆演化学习理论<sup>[11-12]</sup>、模糊推理理论<sup>[13]</sup>、TOPSIS( Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution )算法<sup>[14]</sup>、协同过滤算法<sup>[15]</sup>等理论与算法引入,并讨论解决基于 Agent 的协商问题。

目前对于多议题协商算法的理论研究较多,且各自的理论都能够解决协商过程的相应的问题,也有相应不足的地方。但是目前针对多提议算法与策略的研究值限于理论研究,能结合实际的应用环境设计协商算法与策略的研究目前很少,特别是针对技术创新平台中的不定类型的多议题技术对接协商算法与策略的研究几乎没有,因此本文针对这一实际应用环境中的问题,提出基于 Agent 的多提议协商算法和策略,使得技术创新平台中的技术对接双方能够在多议题技术对接中实现效益“双赢”,从而促进技术对接协商的顺利进行。

## 1 基于 Agent 的协商模型的形式化描述

根据实际应用环境的需要,可将协商模型( Model )定义为如下 8 元组:

$$Model = \langle Ag, A, Q, W, T, P, U, I \rangle$$

其中:

$Ag$  表示协商参与方 Agent,  $Ag = \{Ag_f | f = 1, 2, \dots, n\}$ 。 $Ag_f$  表示第  $f$  个 Agent, 本文研究的是双边多议题协商和基于人工智能的知识库 Agent 的自学习, 所以定义  $Ag = \{S, B, SL\}$ ,  $S$  表示卖方 Agent,  $B$  表示买方 Agent,  $SL$  表示自学习 Agent。

$A$  表示行为空间, 即 Agent 可以采取的所有行为集合。定义  $A = \{start, propose, evaluate, agree, reject, end\}$ , 代表含义为: start 表示发出协商请求; propose 表示发出提议 / 反提议; evaluate 表示评估提议; agree 表示同意提议; reject 表示拒绝提议; end 表示请求终止协商。

$Q$  表示协商议题集,  $Q = \{q_i | i = 1, 2, \dots, n\}$ ,  $q_i$  表示第  $i$  个协商议题。在技术创新平台中, 由于技术的复杂性和多样性, 所以技术议题无法统一拟定, 因此技术议题将由比较了解所发布技术的技术发布方提供, 并设置相应的议题权值。

$W$  表示协商议题的权值集, 即协商方对协商对象议题的偏好。权值越大, 表明协商方对该议题的重视程度越高。 $W = \{w_{Ag_f}^i | i = 1, 2, \dots, m\}$ , 其中  $w_{Ag_f}^i$  表示协商方  $Ag_f$  对第  $i$  个议题  $q_i$  的权值。比如  $w_s^i > w_b^i$ , 表明对于议题  $q_i$ , 卖方 Agent  $S$  更倾向于  $q_i$ 。

$T$  表示协商双方应遵守的协商期限, 超过期限未达成一致协议则被视为协商失败。

$P$  提议集,  $P_{Ag_f \rightarrow Ag_{f'}}^t$  表示在时刻  $t$  协商方  $Ag_f$  向协商方  $Ag_{f'}$  发出的提议,  $P_{Ag_f \rightarrow Ag_{f'}}^t(q_i)$  表示时刻  $t$  针对第  $i$  个议题, 协商方  $Ag_f$  向  $Ag_{f'}$  发出的提议值。

$U$  表示效用集合,  $u_{Ag_f}^t$  表示在时间  $t$ ,  $Ag_{f'}$  的提议  $P_{Ag_f \rightarrow Ag_{f'}}^t$  带给协商方  $Ag_f$  的效用。协商的目的就是找出使协商双方的总效用达到最优的提议组合。

$I$  表示经让步策略之后得到的  $q_i$  的区间约束集合, 该集合

中记录了让步策略后各议题的约束范围。

## 2 多议题协商算法

### 2.1 参数规范化处理

在技术创新平台中技术对接双方将要对接的技术的各项议题作重视度(即权值)设置, 权值由用户设定的偏好度决定, 权值的规范化处理方法即是求解该议题权值在所有议题权值中的比重。假设权值集合  $W$  定义为  $W = \{w_{Ag_f}^i | i = 1, 2, \dots, n, f = 1, 2, \dots, m\}$ ,  $w_{Ag_f}^i$  是 Agent  $Ag_f$  对协商对象的第  $i$  个议题的权值。

对  $w_{Ag_f}^i$  进行规范化处理如式(1):

$$w_{Ag_f}^{i'} = \frac{w_{Ag_f}^i}{w_{Ag_f}^1 + w_{Ag_f}^2 + \dots + w_{Ag_f}^n} \quad (1)$$

通过规范化处理权值看到 Agent 对于对接技术的每项议题的权值都落在区间  $[0, 1]$  的  $W' = \{w_{Ag_f}^{i'} | i = 1, 2, \dots, n; f = 1, 2, \dots, m\}$ 。

技术创新平台的对接双方不论是买方还是卖方在对接过程都要对各个议题设定相应的议题的值。根据协商议题的不同, 议题值分布有的是离散的, 有的是连续的。协商模型使用线性方法对议题值进行规范化处理。假设议题集  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m\}$ ,  $q_i \in [\min_i, \max_i]$ 。对  $q_i$  规范化处理如式(2):

$$V_i = \begin{cases} \frac{\max_i - q_i}{\max_i - \min_i}, & \text{单调递增} \\ 1 - \frac{\max_i - q_i}{\max_i - \min_i}, & \text{单调递减} \end{cases} \quad (2)$$

通过对议题集  $Q$  进行规范化处理可以得到规范化的议题集合  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ , 其中  $v_i \in [0, 1]$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ )。算法中参数的规范化处理, 能够为后期的算法的运行和效用计算的构建提供统一化的标准。

### 2.2 基于案例推理的相似度分析算法

案例推理( Case-Based Reasoning, CBR )是人工智能领域中一种重要的基于知识问题求结合学习的方法, 具有良好的可扩充性和可移植性以及自学能力。本文结合技术创新平台中的实际应用环境, 利用技术创新平台中的历史交易提议, 设计基于 CBR 的相似度分析算法, 算法的步骤主要有如下 5 个阶段。

1) 确定要进行相似度分析的提议的数量。

技术创新平台中的各种技术产品的议题会由技术发布方所发布的产品的不同确定不同数量的且不同种类的议题, 对于这些不确定、不统一议题的相似度分析很复杂。首先, 对技术对接的议题个数确定一个保留区间  $[a, b]$ ; 当新提议所涉及的技术的议题个数  $N \in [a, b]$  时, 系统将按照新提议的技术议题的个数进行相似度分析; 若新提议的技术议题个数  $N > b$  时, 则 Agent 将选择用户较为偏好的  $b$  个议题作相似度分析; 若技术对接议题个数  $N < a$  时, 采用让步策略进行分析求建议解。

2) 计算历史提议与新的提议的各议题作相似度。

设历史提议集合为  $V = \{V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_m\}$ , 第  $i$  个买卖双方的技术对接初始提议集合分别为  $V_{iB} = \{v_{iB}^1, v_{iB}^2, \dots, v_{iB}^j, \dots, v_{iB}^n\}$  和  $V_{iS} = \{v_{iS}^1, v_{iS}^2, \dots, v_{iS}^j, \dots, v_{iS}^n\}$ , 第  $i$  个历史提议的技术成交的结果议题集合为  $V_{iSuc} = \{v_{iSuc}^1, v_{iSuc}^2, \dots, v_{iSuc}^j, \dots, v_{iSuc}^n\}$ , 新的提议的买卖双方的初始提议分别为  $V_{rB} = \{v_{rB}^1, v_{rB}^2, \dots, v_{rB}^j, \dots, v_{rB}^n\}$ ,

$\dots, v_{rb}^n\}$  和  $V_{rs} = \{v_{rs}^1, v_{rs}^2, \dots, v_{rs}^j, \dots, v_{rs}^n\}$ , 则议题相似度的计算可用式(3)算法来计算:

$$Sim_{Agent}^i(v_{iAgent}^j, v_{rAgent}^j) = 1 - |v_{iAgent}^j - v_{rAgent}^j|/k_j \quad (3)$$

其中:  $Agent \in \{S, B\}$ ,  $S, B$  分别表示买卖双方的谈判 Agent;  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ;  $k_j$  表示第  $j$  个特征的取值范围长度。在本文中标准化的议题值的取值范围都为  $[0, 1]$ , 则有  $k_j = 1$ 。

3) 计算原提议与新提议的整体相似度。

相似度的最终判断还是要比较历史提议与新提议的整体的相似度, 因此本文给出整体相似度的算法如式(4):

$$Sim_{Agentir} = \sum_{j=1}^n (w_{Agent}^j \times Sim_{Agent}^j(v_{iAgent}^j, v_{rAgent}^j)) \quad (4)$$

其中:  $n$  为提议的议题个数,  $w_{Agent}^j \in [0, 1]$  为 Agent 方第  $j$  个议题的权值, 且有  $\sum_{j=1}^n w_{Agent}^j = 1$ ,  $Sim_{Agent}^j(v_{iAgent}^j, v_{rAgent}^j) \in [0, 1]$  表示新提议  $V_{iAgent}$  与历史提议  $V_{rAgent}$  中第  $j$  个议题的相似度。

在本算法中需要结合技术对接双方的初始设定参数的相似度, 进行综合的分析, 因此可以定义效益相关性函数如式(5):

$$Sim(B, S) = \beta \cdot Sim_{bir} + (1 - \beta) \cdot Sim_{sir} \quad (5)$$

其中:  $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $\beta \in [0, 1]$  为相关性偏向指数, 这里考虑到技术对接双方的相似度的公平性可以取  $\beta = 0.5$ ,  $Sim_{bir}$  与  $Sim_{sir}$  分别表示历史提议  $V_i$  的技术对接双方初始提议与新提议  $V_r$  的技术对接双方初始提议综合相似度。

4) 对历史提议按整体相似度的大小进行排序, 选出整体相似度最大的历史提议为新的提议做决策支持。即对第3)步中式(5)所计算得到的结果进行排序, 选择其中相关度最高的历史提议, 并使用其成功技术成交结果议题集  $V_{isuc} = \{v_{isuc}^1, v_{isuc}^2, \dots, v_{isuc}^j, \dots, v_{isuc}^n\}$  作为决策支持议题, 作进一步的分析改进, 为技术对接双方提供技术对接的建议解。

5) 对支持策略的还原, 将第4)所得到的建议解还原为用户能直接理解的议题数值, 方便用户的理解, 在还原的过程中还要注意议题值、名称以及权值之间的对应关系。

## 2.3 技术对接双方效益最优模型

本文所提出的技术对接双方的最优效益模型, 是在技术对接协商的提议/反提议的过程中得到的, 在提议/反提议中, 技术交易的 Agent 之间通过相互的让步促使协商的进行, 对于议题  $q_i$ , 假设当前时刻为  $t_j$ , 提议保留值为  $Reserve_i$ , 自身当前期望提议值为  $Desire(q_i, t_j)$ , Agent 对  $q_i$  的议题权值(即重视程度)为  $w_i$ , 让步后的期望提议值为  $Desire(q_i, t_{j+2})$ 。当  $Reserve_i \geq Desire(q_i, t_{j+2})$  时, 议题提议值越小 Agent 的效用值越大, 让步函数为增函数; 当  $Reserve_i < Desire(q_i, t_{j+2})$  时, 议题提议值越大 Agent 效用值越大, 让步函数为减函数。

1) 基于时间因素的让步函数, 如式(6):

$$Desire(q_i, t_{j+2}) = Desire(q_i, t_j) + (t_j/T)(Reserve_i - Desire(q_i, t_j)) \quad (6)$$

2) 基于自身信念的让步函数, 如式(7):

$$Desire(q_i, t_{j+2}) = Desire(q_i, t_j) + (1 - w_i)(Reserve_i - Desire(q_i, t_j)) \quad (7)$$

3) 综合策略让步函数, 如式(8):

$$Desire(q_i, t_{j+2}) = Desire(q_i, t_j) + \sqrt{(t_j/T)(1 - w_i)(Reserve_i - Desire(q_i, t_j))} \quad (8)$$

其中权值对协商让步率的影响是: Agent 对议题  $q_i$  的重视程度  $w_i$  值越大, 议题的期望提议值的调整率就越小。时间对协商让步率的影响是: 时间充裕时让步率较小, 时间紧迫时让步率较大。

让步策略的 Agent 之间的提议/反提议的过程能使买卖双方在各议题值上相互逐渐靠拢。但是买卖双方议题值之间的靠拢, 并不能真正地使各 Agent 的议题值( $V_i$ ) 达成一致, 它所能真正带来的结果有如下两种情况:

1) 买卖双方 Agent 的某项议题值在一方做出让步之后, 会恰好达到了一致, 这样的结果也是让步策略最期待的结果, 但是这样的结果出现的概率非常小, 因此以下第2)种情况会是让步策略的主要结果。

2) 买卖双方 Agent 的某项议题值在一方做出让步之后的新提议, 满足了在让步阶段的离散型空间点上的评估让步最优, 即:  $\{u_1^*, u_2^*, \dots, u_n^*\}$  满足双方的让步效益, 此时技术对接让步达到了瓶颈。

因此本模型结合上述两种情况下, 为了使得让步策略在使得双方的在议题上达成一致方面做到最大贡献, 提出了议题值约束区间构造法。对于第1)种情况, 会直接将让步所达到的共同的议题值作为约束区间中的约束条件之一, 即:  $v_i = u_i$  ( $u_i$  表示对接双方 Agent 让步恰好达到一致时的议题值)。对于第2)种的让步瓶颈的情况, 许多的协商模型将该最终的导致离散点的技术对接结果当作是最终的对接提议解, 但是该结果并不一定是在整个约束空间中的效益最优点, 在连续的空间里, 可能还能找到使得技术对接双方的对接效益进一步增大的点, 因此在这种情况下, 本模型将确定该种议题值约束范围, 对此时  $q_i$  议题值的约束有如下描述:  $q_i$  议题的值在上一次提议的买卖双方未达到完全靠拢的议题值之间, 即:  $\min[P_{Agf \rightarrow Agf'}^{t-1}, P_{Agf' \rightarrow Agf}^{t-2}] \leq v_i \leq \max[P_{Agf \rightarrow Agf'}^{t-1}, P_{Agf' \rightarrow Agf}^{t-2}]$  ( $P_{Agf \rightarrow Agf'}^{t-1}$  表示在时刻  $t$  协商方  $Ag_f$  向协商方  $Ag_{f'}$  发出的提议)。因此在让步策略之后会得到约束集合公式(9):

$$I = \{v_1 = u_1, \dots, v_i = u_i, \dots, \min[P_{Agf \rightarrow Agf'}^{t-1}, P_{Agf' \rightarrow Agf}^{t-2}] \leq v_j \leq \max[P_{Agf \rightarrow Agf'}^{t-1}, P_{Agf' \rightarrow Agf}^{t-2}], \dots\} \quad (9)$$

此集合为之后的评估策略提供相应的议题值约束条件集合。

为了实现让步双方能在技术对接中获得最大的对接效益, 达到技术对接双方的对接双赢, 本文采用效益函数作为衡量标准, 如式(10):

$$F(U_s, U_b) = \alpha \left( \sum_{i=1}^n r_s^i \cdot w_s^i v_i \right) + (1 - \alpha) \left( \sum_{i=1}^n r_b^i \cdot w_b^i v_i \right) \quad (10)$$

其中:  $\alpha \in [0, 1]$ ;  $r_s^i, r_b^i \in [0, 1]$ ;  $w_s^i, w_b^i \in [0, 1]$ 。

很明显, 经过规范化处理后, 权值和议题值都落入  $[0, 1]$  区间内。假设评估系数  $R = \{r_s^1, r_s^2, \dots, r_s^n, r_b^1, r_b^2, \dots, r_b^n\}$  其中  $r_s^i, r_b^i$  是第  $i$  个议题的系数值,  $r_s^i, r_b^i \in [0, 1]$ , 评估系数随机生成, 其中  $\alpha$  为效益评估函数的效益偏向系数, 表示效益评估函数是偏向买方或是卖方的效益买卖双方的效益偏向系数之和为 1, 在技术创新平台中, 由于为了使总的效益达到最高且注重买卖双方的公平性, 因此, 此效益偏向系数一般设为 0.5。提议评估函数即效用函数, 用来求解提议对用户的效用大小。故根据上述描述可以定义如式(11)的技术对接双方的最优效益模型:

$$\max \alpha \left( \sum_{i=1}^n r_s^i \cdot w_s^i v_i \right) + (1 - \alpha) \left( \sum_{i=1}^n r_b^i \cdot w_b^i v_i \right)$$

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{array}{l} \dots \\ v_i = u_i \\ \dots \\ \min [P_{Agf' \rightarrow Agf}^{t-1}, P_{Agf' \rightarrow Agf}^{t-2}] \leq v_j \leq \max [P_{Agf \rightarrow Agf'}^{t-1}, P_{Agf \rightarrow Agf'}^{t-2}] \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n r_s^i w_s^i v_i \geq \sum_{i=1}^n r_s^i w_s^i u_i^*; i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n r_b^i w_b^i v_i \geq \sum_{i=1}^n r_b^i w_b^i u_i^*; i = 1, 2, \dots, n \\ 0 \leq v_i \leq 1; i = 1, 2, \dots, n \end{array} \right. \\
 & \text{s. t.} \\
 & (11)
 \end{aligned}$$

通过求解该线性规划模型,就可以在确定的约束区间内求解出能够使得技术对接双方效益最大化的技术对接议题值。

### 3 技术对接智能协商策略

下面本文将针对第 2 章所设计的基于 CBR 的相似度分析算法,技术对接双方的效益最优模型,设计如图 1 所示智能协商策略。

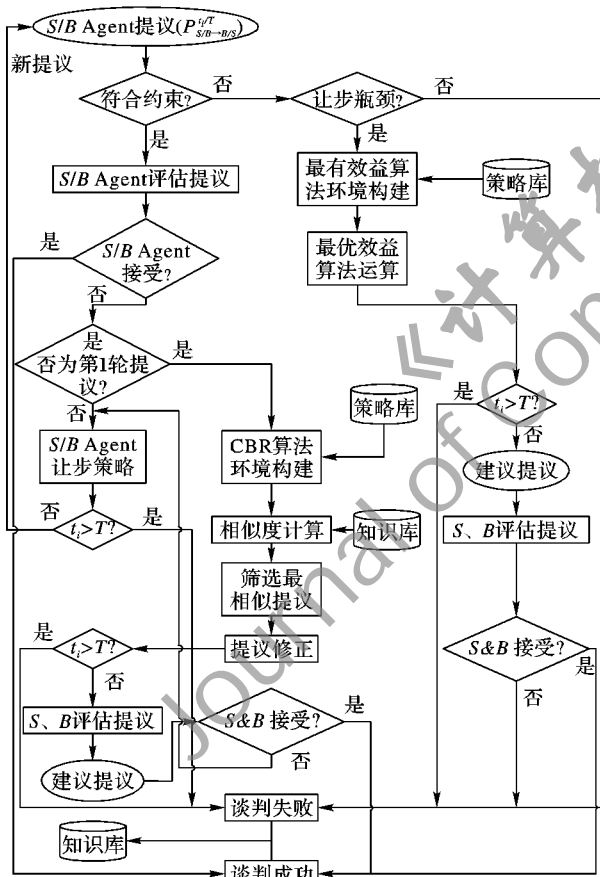


图 1 技术对接策略

这里,假设技术创新平台中积累了比较丰富的技术交易案例,这些成功交易的历史提议记录在知识库中,策略库中也记录了技术对接双方的对接策略和用户偏好。该协商策略描述如下:

1) 卖方(买方)Agent 在接收到一轮新的由买方(卖方)Agent 发送来的协商提议( $P_{S/B \rightarrow B/S}^{t/T}$ )后,对所接收到的新的提议作议题的约束性检测,此处的约束性检测主要是指双方的议题的保留值( $Reserve_i$ )和提议期望值( $Desire_i$ )的约束

检测、各议题值初始约束检测以及让步瓶颈约束检测。议题满足约束条件转入 2),检测结果不满足议题约束条件则转入 5)。

2) 由卖方(买方)Agent 做提议评估(Propose Evaluating, PE),并据此评估的结果确认卖(买)方是否接受本次提议:若接受本次提议,则转入 8);若不接受本次提议,则技术对接策略进入 3)。

3) 在卖方(买)方 Agent 不接受本次提议的情况下,谈判 Agent 会自动判断这是否是本次协商的提议的首轮,如果是首轮提议进入 4);非首轮则进入 6)。

4) Agent 将转入构建 CBR 算法模型,采用基于 CBR 的算法进行计算,寻找出知识库中的相似度最高的历史提议,并判断买方、买方 Agent 的提议和整体提议的相似度是否能够达到相似度的门值(设  $\varepsilon_B, \varepsilon_S, \varepsilon_Z$  分别表示买方、买方和综合相似度的门值,且有  $\varepsilon_B, \varepsilon_S, \varepsilon_Z \in [0, 1]$  由系统根据谈判的经验设定,技术创新平台中的该门值的设定有待于系统中的技术交易的提议的不断积累,并随着知识库中的知识的丰富和改变适时调整,这可以作为一个自算法做进一步的研究,本文中假设门值已确定)。若相似度都能够达到门值,则进入 5);若不能够达到门值则进入 6)。

5) 将 CBR 算法所计算出来的建议解作为决策支持建议提议发送给买卖双方的谈判 Agent,由 Agent 对提议进行评估,决定是否受理,有参与谈判的决策者确定是否接受该提议:若接受提议则转入 10);若不接受提议则转入 6)。

6) 卖(买)方 Agent 就对接初始时所设置的用户偏好、谈判经验采用特定的让步策略,提出反提议,在提交反提议之前,Agent 检测谈判是否超时:若谈判超时,转入 11),Agent 可以选择重新发起对接;若谈判没有超时,则新的协议进入 1)。

7) 判断不符合议题约束是否是由让步瓶颈造成的:若不是则协商失败;若是有让步瓶颈造成的则协商策略转入 8)。

8) 确定议题的约束范围、效用函数,构建最优效益算法环境,计算能够使得技术对接双方在已有的谈判区间内达到最大对接效益的建议解,谈判策略进入 9)。

9) 建议解由买、卖双方的谈判 Agent 做评估,决定是否受理,并由技术对接的双方参与者决定是否接受本次协议:若接受本次协议进入 8);若不接受本次协议进入 11)。

10) 协商成功,技术对接完成,转入 12)。

11) 协商失败,转入 12),Agent 可以发起一轮新的提议转入 1)。

12) 向知识库添加成功或失败的技术对接提议,实现对接子系统的自学习。

### 4 算例

随机选取一种技术发布方价格取值范围为  $[280.0, 350.0]$  的技术产品对最优效益模型进行测试。技术发布方在发布技术信息页面添加技术的同时对技术供应方 Agent 进行信息初始化,初始化技术信息数据如表 1。

表 1 卖方初始设定的协商议题值

参数名称	价格/元	最小起订量	质量等级	发货期限	运费承担方
初始期望值 $D$	350.00	30	1	12	0(买方)
保留值 $R$	280.00	15	3	3	1(卖方)
权值 $w$	3	4	2	1	2
权值规范化 $w'$	0.25	0.33	0.17	0.08	0.17

技术需求方发出协商请求,在议题设置页面设定协商议题,对需求 Agent 进行信息初始化,初始化数据如表 2。

表 2 买方初始设定的协商议题值

参数名称	价格/元	订购量	质量等级	发货期限	运费承担方
初始期望值 $D$	260.00	10	4	3	1(卖方)
保留值 $R$	320.00	25	2	7	0(买方)
权值 $w$	3	2	4	3	0
权值规范化 $w'$	0.25	0.17	0.33	0.25	0

算例首先通过基于 CBR 的相似度分析算法结合技术创新平台中的历史对接提议数据进行相似度计算,得到相似度分析结果如图 2 所示。

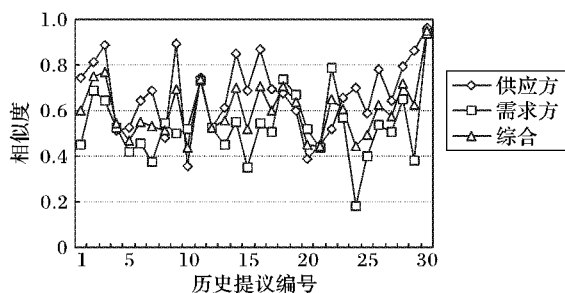


图2 相似度分析结果

由相似度分析的分布可知,若技术创新平台中的历史提议的数量越多,可参照的结果被发现的概率越大,在达到算法的相似度门值的结果中选择其中相似度最高的历史提议作为技术对接双方 Agent 的对接策略支撑。

通过 Agent 之间的提议/反提议,以及模型(11)对技术对接双方的可协商空间中技术交易双方的效益最大化的计算,可以计算出最优的建议议题值结果,其中,在对接的过程中的效益变化及优化过程如图 3 所示。

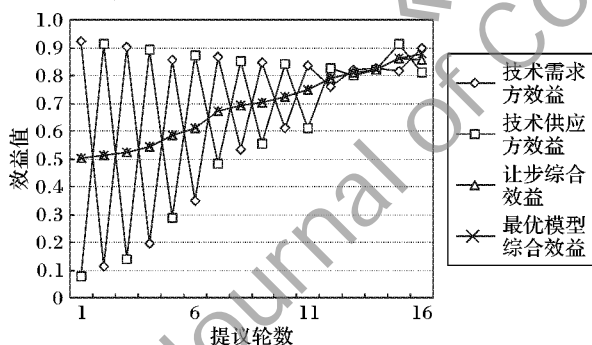


图3 提议中效益值变化及优化

从模型的计算结果可以看出,随着技术交易双方不断的提议/反提议,双方能够达到的效益值在不断地相互靠拢,技术交易双方的 Agent 的综合效益在随着技术对接协商的不断进行不断增加,待到对接瓶颈时,即技术对接双方的离散提议点效益最大时,双方的下一轮提议会使综合效益降低,此时为离散提议点的最优解。通过建立模型(11),来进一步的计算最优模型综合效益,能够使得双方的综合效益再提高一些,从 0.863 增加到 0.875。

从算例计算的结果可知,该模型能够在技术创新平台的技术对接协商中,技术对接双方的 Agent 在达到技术对接的让步瓶颈时,为目标效益函数建立连续的约束空间,通过模型计算出使得技术对接进一步优化的双方效益最大的最优解,并将该解作为建议解,为技术对接双方 Agent 做策略支持,能

够满足技术创新平台中的技术对接的实际需求。

## 5 结语

本文所研究的基于 Agent 的多议题协商算法与策略是在技术创新平台中技术对接协商的实际应用环境中提出的,所构建协商算法、模型和协商策略符合技术创新中的技术对接的实际应用。模型中第一次在技术创新平台技术对接的环境中提出了效益评估函数的连续约束空间,为技术创新平台中的技术对接协商实现技术对接双方的效益最大化提供了保证,促进了技术创新平台中技术交易的顺利完成。另外,本文所研究的多议题协商算法与策略对于像技术创新平台这样的复杂、多议题、不定议题的双边或多边协商的研究也有一定的借鉴作用,也为诸如此类的研究环境和背景的协商提供了新的研究思路。

### 参考文献:

- [1] 秦善勇,卞艺杰,郭吉涛,等. 信息技术对技术创新平台和技术转移中介作用研究[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(29): 25-27.
- [2] LUO X, JENNINGS N R, SHADBOLT N. Acquiring user tradeoff strategies and preferences for negotiating Agents: a default-then-adjust method [J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2006, 64(4): 304-321.
- [3] CHARI K, AGRAWALL M. Multi-issue automated negotiations using Agents [J]. INFORMS Journal on Computing, 2007, 19(4): 588-595.
- [4] 马彦,刘莉,杨金霞. 基于遗传算法的 Agent 多边多议题协商模型[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(3): 664-667.
- [5] LAU R Y K. Towards genetically optimized multi-Agent multi-issue negotiation [C]// Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2005: 35-45.
- [6] ZENG D, SYCARA K. Bayesian learning in negotiation [J]. Internet journal of Electronic Market, 2008, 9(3): 13-17.
- [7] 王迎,蒋国瑞,黄梯云. 多 Agent 两阶段多属性协商模型[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(2): 573-576.
- [8] ZENG D, SYCARA K. Benefits of learning in negotiation [C]// AAAI-97/IAAI-97: Proceedings of the 14th National Conference on Artificial Intelligence and 9th Innovative Application of Artificial Intelligence Conference. Menlo Park: AAAI Press, 1997: 36-42.
- [9] 孟凡丽,黄敏,王兴伟. 基于双边多议题的 Pareto 最优协商研究[J]. 计算机工程, 2011, 37(1): 7-9.
- [10] 库洪峰,吴清烈. B2B 市场中基于 Mediator 调节的双边协商模型[J]. 武汉大学学报: 信息与管理工程版 2012, 34(6): 781-184.
- [11] 闫爱梅,称晓荣,王玉辉. 基于学习的多 Agent 多议题协商优化研究[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(2): 89-91.
- [12] 廉佐政,王海真,邓文新,等. 应用记忆演化学习的 Agent 协商研究[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(19): 131-133.
- [13] LIN C C, CHEN S C, CHU Y M. Automatic price negotiation on the Web: a Agent-based Web application using fuzzy expert system [J]. Expert System with Application, 2011, 38(5): 5090-5100.
- [14] 库洪峰,吴清烈. 基于 TOPSIS 算法的双边多议题智能协商[J]. 工业工程, 2013, 15(3): 53-57.
- [15] 傅鹤岗,李冉. 基于用户实时反馈的协同过滤算法[J]. 计算机应用, 2011, 31(7): 1744-1747.