

带有熟人关系的 agent 劝说及其 评价模型研究*

伍京华¹, 孙华梅²

(1. 中国矿业大学 管理学院, 北京 100083; 2. 哈尔滨工业大学 管理学院, 哈尔滨 150001)

摘要: 为进一步提高 agent 劝说效果, 对 agent 熟人关系进行了新的分类; 结合形式化理论, 构建了带有熟人关系的 agent 劝说模型; 对模型中的熟人关系等元素进行量化, 构建了相应的评价模型; 最后通过算例对带有熟人关系的 agent 劝说及其评价模型进行了验证。该模型进一步发挥了 agent 在劝说中的人工智能特性, 使劝说效果更加合理和有效。

关键词: 熟人; 关系; agent; 劝说模型; 评价模型

中图分类号: C931.9; TP315; TP181

文献标志码: A

文章编号: 1001-3695(2013)02-0386-03

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2013.02.018

Persuasion and evaluation model of agent with acquaintance relationship

WU Jing-hua¹, SUN Hua-mei²

(1. Management School, China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China; 2. Management School, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: This paper put forward a new classification of acquaintance relationship of agent. Combined with theory of formalization, it built the agent persuasion model with acquaintance relationship. It quantified elements in this model such as acquaintance relationship, and also built relative evaluation model. Finally, it verified these models by a calculation example. This models improves the artificial intelligence features of agent in its persuasion, and makes its result more reasonable and effective.

Key words: acquaintance; relationship; agent; persuasion model; evaluation model

0 引言

自动谈判要求谈判方在无人值守的情况下, 能开展高效的远程异地谈判, 不仅能极大地节约谈判成本, 还能适应全球经济快速发展的节奏, 并推动其快速发展, 因此正受到广泛关注。但是该谈判模式对谈判参与对象的自动化和智能化程度要求较高, 因此一直较难实现。作为一种新兴的信息技术, agent 具备自治、主动、协作等人工智能特性, 能满足以上要求, 解决该项难题^[1]。

现有的基于 agent 的谈判中, 劝说作为辩论^[2~4]中一种较为理性的谈判方式, 使谈判 agent 不仅仅局限于简单的报价和反报价的谈判模式, 而是对谈判所涉及的其他方面都能有所考虑, 如对谈判对象和劝说策略的衡量和评价等。因此, 与其他谈判模式^[5,6]相比, 该模式更符合实际谈判需求, 即促使谈判结果更加合理, 已有许多学者对其展开研究^[7~14]。

熟人关系在人类谈判中较为常见, 尤其在谈判陷入僵局时, 熟人关系的劝说往往具有正面效果, 能使谈判朝更加理性的方向发展。因此将其引入基于 agent 的谈判中, 能进一步发

挥 agent 在谈判中的人工智能优势, 促使谈判各方有效合作^[15~20]。

现有研究中, 文献[7]将 agent 的信任和劝说联系在了一起, 主要研究了 agent 如何通过劝说建立信任关系, 并建立了相应模型。文献[8]提出了信念修正因子的概念和相应的推理方法, 并在考虑对手对谈判议题偏好的基础上, 借助该推理工具, 提出了一种劝说式的多 agent 多议题谈判方法。文献[9]对基于 agent 的劝说型辩论谈判系统展开一定研究, 提出了相应的协议、模型和评价体系, 并通过相应的系统开发进行了验证。

此外, 文献[15]给出了任务熟人集的概念, 随后提出了一种改进的合同网模型。文献[16]结合传统的合同网协议、熟人模型和熟人联盟内部任务分配最优机制等, 提出了基于扩展的合同网协议的 agent 谈判模型。文献[17]引入了熟人联盟以及信任度参数, 提出熟人联盟生成方法及信任度更新规则, 构造了相应的扩充合同网协议。文献[18]定义了三类重要的熟人关系, 提出了相应的复合熟人模型和综合评价体系。文献[19]在文献[15~17]基础上提出了一种逐渐精炼的熟人模型 (IRAM)。文献[20]用概率值表示声誉值, 凭借 agent 熟人链

收稿日期: 2012-07-09; **修回日期:** 2012-08-24 **基金项目:** 国家自然科学基金资助项目 (70971032); 中央高校基本科研业务费资助项目 (2009QG03, HIT. HSS. 201105)

作者简介: 伍京华 (1978-), 男, 江西高安人, 讲师, 博士, CCF 会员, 主要研究方向为多 agent 系统、谈判支持系统、商务智能、市场营销 (uwuhua@163.com); 孙华梅 (1972-), 女, 吉林长春人, 教授, 博导, 主要研究方向为智能决策支持系统和电子商务等。

传播声誉,建立了曾合作与未曾合作过的 agent 之间的声誉模型。

纵观以上研究,文献[7~9]虽然关注了 agent 劝说,但都没有考虑熟人关系在其中的作用。文献[15~20]则从不同角度探讨了 agent 合作中的不同熟人模型,其中也有少部分涉及到谈判,但围绕 agent 劝说这种更为理性和智能化的谈判模式展开的还较少;此外,这些研究对于评价模型的建立还较少。因此,本文拟在以上研究的基础上,对 agent 劝说中的熟人关系进行分类,并在分类的基础上建立带有熟人关系的 agent 劝说模型,并建立相应的评价模型。

1 Agent 劝说中的熟人关系分类

带有熟人关系的 agent 劝说及其评价模型的建立,首先在于对 agent 劝说中的熟人关系分类;其次,在于对该关系下的 agent 劝说的研究,如对其中的劝说策略的选择和评价等。因此,在这里需要先对 agent 劝说中的熟人关系进行分类。在已有研究中,对 agent 熟人关系进行分类且较有代表性的有如下两个:

a) 文献[18]将 agent 熟人关系分为三类:状态熟人关系,指与系统当前状态密切相关的 agent 之间的关系;普通熟人关系,指与交互历史信息相关的 agent 之间的关系;系统熟人关系,指与系统特征相关的 agent 之间的关系。

b) 文献[20]将 agent 熟人关系分为两类:与曾经合作过的 agent 之间的熟人关系;与未曾合作过但又有过其他交往(如其他熟人介绍)的 agent 之间的熟人关系。

以上两种分类虽然有一定可取之处,但考虑的还只是 agent 的非人工智能方面因素。例如,文献[18]中是依据多 agent 系统中 agent 与系统之间的关系而分类的,这限制了 agent 人工智能特性的发挥,而这些特性在很大程度上起着左右 agent 劝说过程和结果的作用。另外,与人类的社会关系类似,由于 agent 社会性的存在,agent 之间也存在各种熟人关系。

因此,基于以上分类,同时结合 agent 的社会性及 agent 的劝说特征^[9],可将 agent 劝说中的熟人关系分类如下:

a) 基于亲人关系的熟人关系,例如在 agent 家庭中,父 agent 与子 agent 之间的熟人关系。

b) 基于同事关系的熟人关系,例如在 agent 工作中,经理 agent 与雇员 agent 之间的熟人关系。

c) 基于朋友关系的熟人关系,例如在 agent 社会交往中,agent 朋友之间的熟人关系。

2 带有熟人关系的 agent 劝说及其评价模型

Agent 的人工智能特性使得 agent 建模研究都要考虑如何保持 agent 交互的高效持续进行。同理,带有熟人关系的 agent 劝说中,既要能对所提出的劝说建模,也要能对劝说如何评价建模,才能保证劝说的交互和有效。

2.1 劝说模型

为更好表述该模型,考虑 agent α 和 agent β 正在就某事项谈判的场景,由于双方期望相差太远,因此谈判陷入僵局。此时,为促进双方的合作,agent α 利用其与 agent β 之间的熟人关系,选择相应的劝说策略,向 agent β 提出相应的劝说提议,期望能打破僵局。该劝说对 agent β 来说,可通过一个四元函数

形式化表示如下:

$$P(\alpha \Rightarrow \beta) = \langle \alpha, \beta, A, S \rangle$$

该模型中,各元素含义及关系如下:

a) $P(\alpha \Rightarrow \beta)$ 表示 agent α 向 agent β 提出的劝说;

b) α 表示劝说方,即 agent α ;

c) β 表示被劝说方,即 agent β ;

d) A 表示 agent α 与 agent β 之间的熟人关系,且 $A \in A_\alpha$;

e) S 表示 agent α 向 agent β 提出的劝说中采用的策略,且 $S \in S_\alpha$ 。

该模型具有通用性,即在该项谈判过程中,如果 agent β 对 agent α 提出劝说,对 agent α 来说,该劝说也可以同理表示为 $P(\beta \Rightarrow \alpha) = \langle \beta, \alpha, A, S \rangle$,但 $A \in A_\beta, S \in S_\beta$ 。

为更好阐述该模型,考虑 agent α 和 agent β 之间的熟人关系为同事关系(colleague)的谈判场景,两者正在就工作中的某项任务谈判,但双方期望相差太远,谈判陷入僵局。此时,agent α 会向 agent β 提出带有熟人关系的劝说。该劝说中采用升职(advancement)的奖励^[2~4]策略,则该劝说可表示为 $P(\alpha \Rightarrow \beta) = \langle \alpha, \beta, \text{colleague}, \text{advancement} \rangle$ 。

2.2 评价模型

以上模型讨论的是在两个 agent 之间谈判出现僵局时,其中一个 agent 为促进双方合作而作出的带有熟人关系的劝说提议,该模型同样适用于多个 agent 之间的劝说。而在多 agent 劝说中,为体现该类劝说的有效性,需要对该类劝说评价进行量化和分析比较,即建立相应的评价模型。

为简化研究,再考虑 agent α , agent β , agent γ 就某项商品的采购工作交易的场景,agent α 和 agent β 为该商品的买方,agent γ 为卖方;agent α 和 agent β 的购买条款都与 agent γ 的销售期望相差较远,agent α 和 agent β 又都希望 agent γ 尽快同意其购买条款,因此 agent α 和 agent β 都向 agent γ 提出带有熟人关系的劝说。此时,agent γ 同时要 agent α 和 agent β 所提出的劝说作出比较和选择。以 agent α 对 agent γ 的劝说为例,相应的评价模型为

$$E\{P(\alpha \Rightarrow \gamma)\} = E(\alpha) \times \omega(\alpha) + E(A) \times \omega(A) + E(S) \times \omega(S)$$

该评价模型中,各元素的集合均属于 agent γ ,并且:

a) $E\{P(\alpha \Rightarrow \gamma)\}$ 表示 agent γ 对 agent α 所提出的劝说的价值;

b) $E(\alpha), \omega(\alpha)$ 表示 agent γ 对 agent α 本身的评价值和相应的权重值;

c) $E(A), \omega(A)$ 表示 agent γ 对 agent α 所提出劝说中的熟人关系的评价值和相应的权重值;

d) $E(S), \omega(S)$ 表示 agent γ 对 agent α 所提出劝说中的策略的评价值和相应的权重值。

3 算例和分析

为验证以上劝说模型和评价模型的有效性,该算例选择在 2.2 节提出评价模型的 agent 谈判场景中,agent α 和 agent γ 之间的熟人关系为同事关系,且前者向后者提出的劝说中采用升职的奖励策略;agent β 和 agent γ 之间的熟人关系为朋友关系,且前者向后者提出的劝说中采用绝交的威胁策略,则这两个劝说可表示为

$$P(\alpha \Rightarrow \gamma) = \langle \alpha, \gamma, \text{colleague}, \text{advancement} \rangle$$

$$P(\beta \Rightarrow \gamma) = \langle \beta, \gamma, \text{friend}, \text{breakOff} \rangle$$

为验证该表述的正确性,需要运用 2.2 节的评价模型对其进行评价。为更好表述,算例中拟定的值为 1~10 之间的整数,权重拟定的值为 0.1~1 之间的一位小数。

a) agent γ 对 agent α 和 agent β 本身的评价选择对交易条款的评价,具体值及相应权重如表 1 和 2 所示。

表 1 agent γ 对 agent α 的交易

条款值及相应权重值		
	价格	质量
值	3	5
权重	0.4	0.6

表 2 agent γ 对 agent β 的交易

条款值及相应权重值		
	价格	质量
值	5	4
权重	0.6	0.4

可得:

$$E(\alpha) = 3 \times 0.4 + 5 \times 0.6 = 4.2$$

$$E(\beta) = 5 \times 0.6 + 4 \times 0.4 = 4.6$$

b) 拟定 agent γ 对 agent α 和 agent β 的熟人关系和劝说策略的值及相应权重,如表 3 和 4 所示。

表 3 agent γ 对 agent α 劝说中的

各项值及相应权重值			
	交易	同事	升值
	主体	关系	策略
值	4.2	5	6
权重	0.4	0.4	0.2

表 4 agent γ 对 agent β 劝说中的

各项值及相应权重值			
	交易	朋友	绝交
	主体	关系	策略
值	4.6	4	5
权重	0.3	0.4	0.3

agent γ 对 agent α 和 agent β 提出劝说的评价值为

$$E|P(\alpha \Rightarrow \gamma)| = 4.2 \times 0.4 + 5 \times 0.4 + 6 \times 0.2 = 4.88$$

$$E|P(\beta \Rightarrow \gamma)| = 4.6 \times 0.3 + 4 \times 0.4 + 5 \times 0.3 = 4.48$$

$$\text{故 } E|P(\alpha \Rightarrow \gamma)| > E|P(\beta \Rightarrow \gamma)|$$

综上,在 agent γ 同时遭受到 agent α 提出的带有同事关系的升职奖励策略的劝说提议和 agent β 提出的带有朋友关系的绝交威胁策略的劝说提议后,运用自己对 agent α 和 agent β 的综合知识经验等,对这两个劝说提议进行量化比较,得出结论,即 agent α 的劝说提议的力度比 agent β 的要大。因此,agent γ 最终选择与 agent α 交易,即 agent α 通过熟人关系对 agent γ 劝说成功,完成交易;agent β 通过熟人关系对 agent γ 劝说失败,不能交易。

4 结束语

Agent 劝说能使谈判中的 agent 更好说服对方接受相应的谈判条款,因此在模拟人类谈判方面表现出了人工智能所应具有主动、自治等特性。这比传统的 agent 谈判方式更加理性,并使谈判结果更能符合各方预期。熟人关系在其中的应用能更进一步发挥这种谈判模式的优势,促进 agent 之间的合作,因此在模拟人类谈判方面具备更高的研究价值。

通过对 agent 劝说中熟人关系的分类,建立了带有熟人关系的 agent 劝说模型,对其中的熟人关系等元素进行量化,并根据此量化原理建立了相应的评价模型。与已有研究相比,该劝说及其评价模型能更好地阐述熟人关系在 agent 劝说中的作用,并能较好被量化,量化的方法也相对简单,这能有效减少 agent 在劝说中的系统开销,提高谈判效率,同时能保证 agent 的理性得到充分发挥。

因为本文的研究重点在于 agent 劝说及其评价模型的提出,所采用的算例只是为了阐述和验证该模型,因此对其中的数据选择只是初步考虑。下一步将考虑采用数据挖掘或机器学习等方法选择更为全面合理的数据对其进行验证。

参考文献:

- [1] JENNINGS N R, FARATIN P, LOMUSCIO A R, *et al.* Automated negotiation: prospects, methods and challenges[J]. *Group Decision and Negotiation*, 2001, 10(2): 199-215.
- [2] RAHWAN I, RAMCHURN S D, JENNINGS N R, *et al.* Argumentation-based negotiation[J]. *The Knowledge Engineering Review*, 2003, 18(4): 343-375.
- [3] WU Jing-hua, JIANG Guo-rui, HUANG Ti-yun. Using two main arguments in agent negotiation[C]//Proc of the 9th Pacific Rim International Workshop on Multi-agents. Berlin: Springer-Verlag, 2006: 578-583.
- [4] 伍京华,蒋国瑞,孙华梅,等. 基于 agent 的辩论谈判过程建模与系统实现[J]. *管理工程学报*, 2008, 22(3): 69-73, 83.
- [5] FATIMA S S, WOOLDRIDGE M, JENNINGS N R. A comparative study of game theoretic and evolutionary models of bargaining for software agents[J]. *Artificial Intelligence Review*, 2005, 23(2): 187-205.
- [6] NGUYEN T D, JENNINGS N R. A heuristic model of concurrent bilateral negotiations in incomplete information settings[C]//Proc of the 18th International Joint Conference on AI. San Francisco: Morgan Kaufmann Publisher, 2003: 1467-1469.
- [7] SARVPALI D R. Multi-agent negotiation using trust and persuasion[D]. Southampton: University of Southampton, 2005: 1-126.
- [8] 杨佩,高阳,陈兆乾. 一种劝说式多 agent 多议题协商方法[J]. *计算机研究与发展*, 2006, 43(7): 1149-1154.
- [9] 伍京华. 基于 agent 的劝说型辩论谈判系统研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2008: 1-100.
- [10] 张鸽,蒋国瑞,黄梯云. 基于辩论的多 agent 商务谈判产生机制研究[J]. *计算机应用研究*, 2011, 28(2): 593-596.
- [11] 蒋国瑞,许扬威. 基于辩论的多商品谈判模型研究[J]. *计算机应用研究*, 2011, 28(5): 1661-1663.
- [12] CROKIDAKIS N, De OLIVEIRA P M C. The Sznajd model with limited persuasion: competition between high-reputation and hesitant agents[J]. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2011(11): 1-9.
- [13] 冯磊,查亚兵,胡记文,等. 一种基于辩论的协作型 CGF 分层协商模型[J]. *国防科技大学学报*, 2011, 33(5): 78-82.
- [14] ATKINSON K, BENCH-CAPON P, BENCH-CAPON T. Efficiency in persuasion dialogues[C]//Proc of the 4th International Conference on Agents and Artificial Intelligence. 2012: 23-32.
- [15] 万武南,张蕾. 基于任务熟人集的合同网模型的改进[J]. *计算机应用*, 2003, 23(3): 3-5.
- [16] WANG Han-lun. Multi-agent system negotiation based on expanded contract net protocol research[C]//Proc of International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering. 2005: 472-478.
- [17] 陶海军,王亚东,郭茂祖,等. 基于熟人联盟及扩充合同网协议的多智能体协商模型[J]. *计算机研究与发展*, 2006, 43(7): 1155-1160.
- [18] 耿兰芹,王平. 复合熟人模型——一种多 agent 合作组织方法[J]. *华北电力大学学报*, 2007, 34(1): 123-127.
- [19] DOUBEK J, VOKRINEK J, PECHOUCHEK M, *et al.* Incrementally refined acquaintance model for consortia composition[C]//Proc of the 12th International Workshop on CIA. Berlin: Springer-Verlag, 2008: 280-291.
- [20] 莫思敏,曾建潮. 基于熟人链的 agent 声誉模型[J]. *太原科技大学学报*, 2009, 30(1): 17-20.