

## ◎学术探讨◎

# 基于辩论的社会性 Agent 间的谈判模型

伍京华<sup>1</sup>, 蒋国瑞<sup>1</sup>, 黄梯云<sup>1,2</sup>WU Jing-hua<sup>1</sup>, JIANG Guo-rui<sup>1</sup>, HUANG Ti-yun<sup>1,2</sup>

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

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

2.Management School, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China

E-mail: uwhua@163.com

WU Jing-hua, JIANG Guo-rui, HUANG Ti-yun. Negotiation model among social Agents based on argument. *Computer Engineering and Applications*, 2007, 43(12): 23-25.

**Abstract:** After analyse the key elements in social Agents, sets up negotiation model among social Agents based on argument, and relative decision function; then based on the hypothesis of relative datum, analyzes the validation of the model and decision function through relative calculations with an negotiation example of social Agents in multi-agent society, and makes a simulation of its argument dialogue about this example based on defining the locutions of relative negotiation.

**Key words:** argument; social; negotiation

**摘要:**通过对 Agent 间存在的有关社会性的关键元素进行分析,建立了基于辩论的社会性 Agent 间的谈判模型,并建立了相关的决策函数;然后通过一个存在于多 Agent 社会中而具有社会性的 Agent 间的谈判实例,在假设了相关数据的基础上对模型和决策函数进行了举例计算,分析验证了其有效性,并在对相关的谈判原语作出定义的基础上对此谈判实例的辩论对话过程进行了模拟。

**关键词:** 辩论; 社会性; 谈判

文章编号: 1002-8331(2007)12-0023-03 文献标识码: A 中图分类号: C931.9; C931.6

## 1 引言

谈判作为解决冲突的一种方式,发生在社会生活的各个方面,如商务交易中的谈判、社会交往中的谈判、政府之间的谈判,等等。基于 Agent 的谈判作为一种较新的谈判方式,能较好地满足谈判较少或不需要人工参与的需求,并在很大程度上节约了谈判各方的时间等成本,极大地提高了谈判各方的效率,因而能使谈判各方最终作出较好的决策<sup>[1]</sup>。

以往研究中,主要将 Agent 间的谈判停留在使用博弈论<sup>[2]</sup>和启发式方法<sup>[3]</sup>这两个方面,并没有充分发挥 Agent 作为人工智能的一面在谈判中的重大作用。最近,基于辩论的 Agent<sup>[4-5]</sup>间的谈判方式被引入其中,主要研究 Agent 作为谈判成员所应该具有的信念、愿望和意图,并能使用一些相关的谈判方式<sup>[4,6-8]</sup>如威胁、奖励和申辩等来进行谈判。但是,他们都没有考虑到 Agent 作为社会成员对谈判的影响个方面。

而在有关 Agent 的社会性方面的研究中,文献[9]通过提出以信念、愿望和义务作为基本思维属性来描述 Agent 的思维状态和社会属性,并考虑了奖励、惩罚、承诺和承诺解除问题,在此基础上建立了社会 Agent 的 BDO 模型;文献[10]对多 Agent

的社会规范进行了形式化定义,在对 Agent 认知能力分类的基础上,介绍了社会规范的生成机制,并给出了隐式社会规范生成的判定规则;文献[11]提出了一个基于角色和关系的多 Agent 社会结构的抽象模型,并分析了几种常见关系。这些研究虽然对 Agent 作为社会成员的一些属性和规范等进行了建模和分析,但都还没有将其与谈判尤其是使用辩论的谈判方式结合。

综合来看,以上研究都还没有将处于一定社会结构中的 Agent 作为社会成员与辩论的谈判方式进行结合。文献[12,13]初步进行了这方面的探索,在定义了相关的角色和关系及社会承诺的基础上给出了 Agent 作为社会成员如何进行辩论的谈判的模型。但是,一方面他们没有考虑到作为社会成员的 Agent 在一定的社会结构中还受到一定的规则制约的问题,另一方面他们也没有对相关的辩论做出评价,即如何解决辩论谈判中的冲突问题,因此显得不够完善,需要进一步深入。

## 2 Agent 的社会性

有关社会学理论认为,整个社会结构是由许多不同的网络

基金项目:北京市哲学社会科学规划项目;北京市教育委员会人文社会科学研究计划重点项目(No.SZ200610005002)。

作者简介:伍京华(1978-),男(汉族),北京工业大学经济与管理学院管理科学与工程专业博士研究生,专业方向为管理信息系统中的智能谈判;蒋国瑞,北京工业大学经济与管理学院教授,主要研究方向为管理信息系统、商务智能;黄梯云,哈尔滨工业大学管理学院北京工业大学经济与管理学院双聘教授,博士生导师,主要研究方向为管理信息系统、决策支持系统。

构成,而每个网络又都是由许多不同的节点构成。其中,每个网络代表一种社会关系,每个节点代表一个社会成员,节点与节点之间的连接规则即映射关系代表这两个社会成员在这个社会关系中所应遵守的规则,并且每个社会成员在这个社会关系中各自应充当一定的角色,具有一定的权利和义务。

对于作为人工智能的 Agent 来说,由于其具有类似于人的信念、意图、愿望等内在属性,因此可将每个 Agent 视为一个具有多个不同社会关系网络的社会成员,所有 Agent 和社会关系网络构成多 Agent 社会。其中的 Agent 为了实现各自及共同的目标,通过在每个社会关系中扮演不同的角色,遵守属于其中的规则,从而在其所具有的这种社会关系中承担一定的权利和义务,进而完成某个行为,发挥其所具有的功能。

为便于进一步说明,考虑如图 1 所示的例子。其中, AgentA、AgentB、AgentC 都是多 Agent 社会中的成员,A 和 B 之间是工作关系,同时 A 和 C 之间还存在学校关系。A 在工作关系中所承担的角色是公司员工,具有的权利如要求及时发工资等,具有的义务有按时完成工作等,遵守的规则是公司制定的各项制度,与此同时,其还在学校关系中承担学生的角色,具有的权利有要求老师按时批改作业等,具有的义务有按时完成作业等,遵守的规则是学校制定的各项制度。此外,B 和 C 也还各自在其余的社会关系中承担一定的角色,还可以进一步将此网络图拓展。

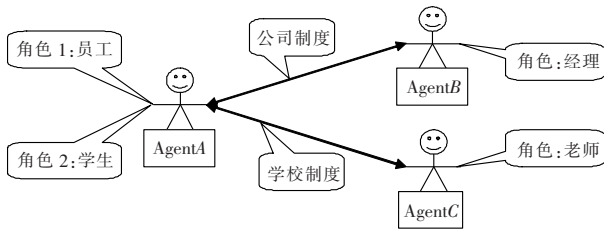


图 1 Agent 社会性举例

### 3 基于辩论的社会性 Agent 间的谈判模型

处于某种社会关系中,承担其中某个特定角色的 Agent 在完成某个特定行为的同时,常常会因为其同时属于其余某种或某些社会关系中的某个特定角色而与之产生冲突。这时候,为了更好地做出决策,达成一致,需要寻找较为有效的谈判方式来解决冲突,而基于辩论的谈判方式由于能在此时的信息不对称条件下给谈判对手带来其有可能忽略的信息,因此其作用显得尤为突出,对其进行模型构建也显得极其重要。

在建立模型之前,先对多 Agent 所构成的社会中的成员的属性及相关集合作出如下定义<sup>[2]</sup>:

- (1)  $\Phi = \{\alpha, \beta, \gamma, \dots\}$  表示所有 Agent 的集合;
- (2)  $\Psi = \{Ru_1, Ru_2, Ru_3, \dots\}$  表示以上 Agent 所应遵守的规则集合;
- (3)  $\Sigma = \{Rl_1, Rl_2, Rl_3, \dots\}$  表示以上 Agent 所具有的社会关系集合;
- (4)  $\Omega = \{Ro_1, Ro_2, Ro_3, \dots\}$  表示以上 Agent 在整个多 Agent 社会中所承担的角色集合;
- (5)  $\Xi = \{d_1, d_2, d_3, \dots\}$  表示以上 Agent 的所有行为集合。

通过以上定义,可以看出,对处于某种规则中的某两个 Agent 如  $\alpha, \beta (\alpha, \beta \in \Phi)$  来说,如  $\alpha$  要求  $\beta$  完成某行为  $d (d \in \Xi)$ ,  $\beta$  表示拒绝,  $\alpha, \beta$  将为此进行谈判,而传统的提议和反提议的谈判方式并不能使作为人工智能,具有一定思维、信念和意

图等内在属性的 Agent 谈判对手信服,因此难以解决问题,  $\alpha, \beta$  陷入谈判僵局。此时,为了更好地做出决策,达成一致,解决冲突,  $\alpha$  会根据其在所处社会关系中承担的角色及相关的规则提出相关的辩论,以使  $\beta$  接受,完成此行为。相关符号及关系表达式定义如下:

(1)  $Arg\{d(\alpha \rightarrow \beta)\}$  表示此辩论,  $Rl_d^{\alpha-\beta} (Rl_d^{\alpha-\beta} \in \Sigma)$  表示  $\alpha, \beta$  在此辩论中所具有的社会关系,  $Ro_d^\alpha, Ro_d^\beta (Ro_d^\alpha, Ro_d^\beta \in \Omega)$  表示  $\alpha, \beta$  所承担的角色,  $Ru_d^{\alpha-\beta} (Ru_d^{\alpha-\beta} \in \Psi)$  表示  $\alpha, \beta$  所应遵守的规则,  $R_d^{\alpha-\beta}, O_d^{\alpha-\beta}$  表示  $\alpha$  对  $\beta$  来说享有的相应的权利和义务;

(2)  $In: \Phi \times \Sigma \times \Omega \times \Xi$  表示处于某种社会关系的某个 Agent 为完成某个行为而承担的相应的角色,  $Rel: \Psi \times \Sigma$  表示其此时应当遵守的规则与这种社会关系的从属关系。

综合以上各项,可将此辩论表示为如公式(1)的多元函数,其中的各项元素关系符合公式(2)、(3)、(4):

$$Arg\{d(\alpha \rightarrow \beta)\} = \{\alpha, \beta, Rl_d^{\alpha-\beta}, Ro_d^\alpha, Ro_d^\beta, Ru_d^{\alpha-\beta}, R_d^{\alpha-\beta}, O_d^{\alpha-\beta}\} \quad (1)$$

$$In(\alpha, Rl_d^{\alpha-\beta}, Ro_d^\alpha) \wedge In(\beta, Rl_d^{\alpha-\beta}, Ro_d^\beta) \wedge Rel(Ru_d^{\alpha-\beta}, Rl_d^{\alpha-\beta}) \rightarrow [R_d^{\alpha-\beta}] \quad (2)$$

$$In(\alpha, Rl_d^{\alpha-\beta}, Ro_d^\alpha) \wedge In(\beta, Rl_d^{\alpha-\beta}, Ro_d^\beta) \wedge Rel(Ru_d^{\alpha-\beta}, Rl_d^{\alpha-\beta}) \rightarrow [O_d^{\alpha-\beta}] \quad (3)$$

$$Ru_d^{\alpha-\beta} \rightarrow [R_d^{\alpha-\beta}] \wedge [O_d^{\alpha-\beta}] \quad (4)$$

同理,  $\beta$  也可向  $\alpha$  提出反辩论,表示为公式(5),其中的各项元素关系符合公式(6)~(8):

$$CouArg\{d(\beta \rightarrow \alpha)\} = \{\beta, \alpha, Rl_d^{\beta-\alpha}, Ro_d^\beta, Ro_d^\alpha, Ru_d^{\beta-\alpha}, R_d^{\beta-\alpha}, O_d^{\beta-\alpha}\} \quad (5)$$

$$In(\beta, Rl_d^{\beta-\alpha}, Ro_d^\beta) \wedge In(\alpha, Rl_d^{\beta-\alpha}, Ro_d^\alpha) \wedge Rel(Ru_d^{\beta-\alpha}, Rl_d^{\beta-\alpha}) \rightarrow [R_d^{\beta-\alpha}] \quad (6)$$

$$In(\beta, Rl_d^{\beta-\alpha}, Ro_d^\beta) \wedge In(\alpha, Rl_d^{\beta-\alpha}, Ro_d^\alpha) \wedge Rel(Ru_d^{\beta-\alpha}, Rl_d^{\beta-\alpha}) \rightarrow [O_d^{\beta-\alpha}] \quad (7)$$

$$Ru_d^{\beta-\alpha} \rightarrow [R_d^{\beta-\alpha}] \wedge [O_d^{\beta-\alpha}] \quad (8)$$

### 4 有关模型的决策函数及评价

在对作为社会成员的 Agent 间的辩论谈判建模即知道相关的辩论如何产生后,需要知道有关此模型的决策函数即被辩论的谈判方如何对此辩论进行评价,从而在完成谈判的同时作出正确决策,最终解决冲突并实现有意义的合作,而模型中辩论和反辩论的本质一样,因此以公式(4)为例对其决策函数及评价进行研究。

从  $\alpha$  向  $\beta$  提出的辩论的模型即公式(4)可以看出,  $\beta$  有关此辩论模型的决策函数主要应该包括对  $\alpha, \beta, Rl_d^{\alpha-\beta}, Ro_d^\alpha, Ro_d^\beta, Ru_d^{\alpha-\beta}, R_d^{\alpha-\beta}, O_d^{\alpha-\beta}$  这八个元素的综合评价。在这里,主要考虑谈判双方所具有的社会性,因此对元素  $\alpha, \beta$  的评价等价于对其各自所处的社会关系及在其中承担的角色综合评价,计算如公式(9)、(10);对其所应遵守的规则的评价等价于为完成行为  $d$  而需要承担的一定的权利和义务的综合评价,可以看出,  $\alpha$  完成行为  $d$  享有一定的权利即是完成此行为为可能会给其带来的一定的利益,以函数  $Benefit(d)$  表示,而所应当履行的义务则是不完成此行为可能会给其带来的一定的惩罚,以函数  $Penalty(d)$

表示,需要注意的是,由于是惩罚,所以这里取其负值相加。具体计算如公式(11):

$$E(\alpha)=E(R_d^{\alpha-\beta},Ro_d^\alpha)=\lambda_1\times\lambda_2 \quad (9)$$

$$E(\beta)=E(R_d^{\alpha-\beta},Ro_d^\beta)=\lambda_1\times\lambda_3 \quad (10)$$

$$E(Ru_d^{\alpha-\beta})=E(R_d^{\alpha-\beta})-E(O_d^{\alpha-\beta})=Benefit(d)-Penalty(d)=\mu\times E(R_d^{\alpha-\beta})-\nu\times E(O_d^{\alpha-\beta}) \quad (11)$$

其中, $\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3$  及  $\mu,\nu$  分别表示就  $\beta$  自身有关谈判的知识来看, $R_d^{\alpha-\beta},Ro_d^\alpha,Ro_d^\beta$  所占权重及  $E(R_d^{\alpha-\beta}),E(O_d^{\alpha-\beta})$  所占权重。

综上,可将此决策函数  $D(d)$  视为以行为  $d$  为变量的函数,其值可通过公式(12)计算得到:

$$D(d)=E(\alpha)+E(\beta)+E(R_d^{\alpha-\beta})+E(Ro_d^\alpha)+E(Ro_d^\beta)+E(Ru_d^{\alpha-\beta})+E(R_d^{\alpha-\beta})-E(O_d^{\alpha-\beta})=\lambda_1+(1+\lambda_1)\times(\lambda_2+\lambda_3)+2\times[\mu\times E(R_d^{\alpha-\beta})-\nu\times E(O_d^{\alpha-\beta})] \quad (12)$$

### 5 模型及决策函数的举例计算和辩论对话模拟

为便于计算和说明,以下假设数据中权重的取值范围均为 0 至 1 之间的一位小数,值的取值范围均为 1 至 10 之间的一位整数,谈判中只考虑辩论,且以谈判只进行一轮辩论为例进行举例和模拟。

考虑图 1 所示的例子,假设  $B,C$  分别要求  $A$  同时完成工作  $j$  和作业  $h$ ,由于时间冲突, $A$  都不能接受,表示拒绝, $B$  和  $C$  为说服  $A$  同时向其提出相关的辩论,根据以上模型可分别表示为式(13)、(14):

$$Arg\{j(B\rightarrow A)\}=\{B,A,WorkRl,Manager,Worker,CompanyRu,R_j^{B\rightarrow A},O_j^{B\rightarrow A}\} \quad (13)$$

$$Arg\{h(C\rightarrow A)\}=\{C,A,TeachRl,Teacher,Student,SchoolRu,R_h^{C\rightarrow A},O_h^{C\rightarrow A}\} \quad (14)$$

在这个时候, $A$  需要对以上两个辩论做出评价,以做出决策。假设  $A$  只具有工作和学校关系这两个社会关系,首先计算  $E(R_j^{B\rightarrow A}),E(O_j^{B\rightarrow A}),E(R_h^{C\rightarrow A}),E(O_h^{C\rightarrow A})$  的值,为简化计算,分别将其对有关  $B$  的权的评价即相应的利益函数只分解为对可能得到的奖金和升职这两个指标的综合评价,将其对有关  $B$  的义务的评价即相应的惩罚函数只分解为对可能扣除的工资和降职这两个指标的综合评价,给出假设的权重和值并计算得出相应的值,如表 1;其次,将其对有关  $C$  的权的评价即相应的利益函数只分解为对可能得到的老师奖励和家长奖励这两个指标的综合评价,将其对有关  $C$  的义务的评价即相应的惩罚函数只分解为对可能受到的老师批评和家长批评这两个指标的综合评价,给出假设的权重和值并计算得出相应的值,如表 2。

表 1  $E(R_j^{B\rightarrow A})$  和  $E(O_j^{B\rightarrow A})$  值

	$R_j^{B\rightarrow A}$		$O_j^{B\rightarrow A}$		评价值	
	奖金	升职	扣工资	降职	$E(R_j^{B\rightarrow A})$	$E(O_j^{B\rightarrow A})$
权重	0.6	0.4	0.3	0.7	5.4	4.3
值	5.0	6.0	5.0	4.0		

在以上基础上,分别给出  $A$  有关  $B$  和  $C$  的相应的假设的  $\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3$  及  $\mu,\nu$  值,具体如表 3。

将表 1、2 中的评价值和表 3 中给出的假设数据应用于公

表 2  $E(R_h^{C\rightarrow A})$  和  $E(O_h^{C\rightarrow A})$  值

	$R_h^{C\rightarrow A}$		$O_h^{C\rightarrow A}$		评价值	
	老师奖励	家长奖励	老师批评	家长批评	$E(R_h^{C\rightarrow A})$	$E(O_h^{C\rightarrow A})$
权重	0.7	0.3	0.4	0.6	5.7	4.8
值	6.0	5.0	6.0	4.0		

表 3  $\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3$  及  $\mu,\nu$  值

	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\mu$	$\nu$
$B$	0.4	0.4	0.7	0.5	0.5
$C$	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6

式(12)中,可计算出相应的  $D(j),D(h)$  值:

$$D(j)=0.4+(1+0.4)\times(0.4+0.7)+2\times(0.5\times5.4-0.5\times4.3)=3.04$$

$$D(h)=0.6+(1+0.6)\times(0.6+0.6)+2\times(0.4\times5.7-0.6\times4.8)=1.32 \quad (15)$$

因此, $A$  会选择接受  $B$  提出的辩论,即完成工作  $j$ ,而拒绝  $C$  提出的辩论,即拒绝完成作业  $h$ 。

通过定义 Agent 间谈判所使用的一些通讯原语(表 4),可得到  $A,B,C$  有关此谈判的第一轮辩论的对话模拟,如图 2。此外, $A,B,C$  之间还可根据同样的原理以反辩论的方式进行更多轮的谈判。

表 4 Agent 间通讯原语表示

原语	表示
PROPOSE(do(j))	提议完成工作 $j$
REJECT(do(j))	拒绝提议,不完成工作 $j$
START-NEGOTIATION	谈判开始
END-NEGOTIATION	谈判结束
Conflict(do(j),do(h))	同时完成工作 $j$ 和作业 $h$ 冲突
DECESION(do(j))	做出决策,决定完成工作 $j$
DECESION( $\neg$ do(j))	做出决策,决定不完成工作 $j$

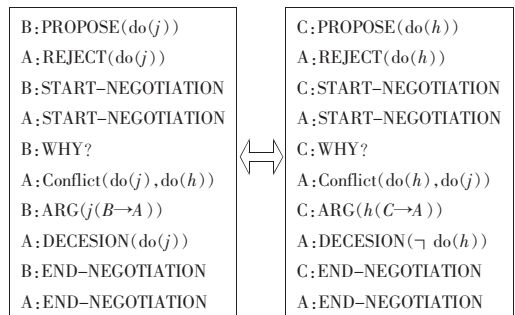


图 2  $A,B,C$  三者之间有关谈判的辩论对话模拟

### 5 结论

与传统的提议——反提议的谈判方式相比,基于辩论的谈判方式由于能给谈判各方带来其在信息不对称条件下可能忽略的信息,因而应用于 Agent 间的谈判显得更为有效。而作为人工智能的 Agent 来说,其处于一定的多 Agent 社会之中时也类似的具有人类在社会生活中所具有的各项社会属性。因此,文中提出的模型和决策函数试图将这些方面进行有机结合,研究一种使智能 Agent 之间的谈判和决策比传统谈判都更加理性和有效的方法,并通过最后的算例和模拟说明了这种方法不仅可行而且有效。(收稿日期:2006 年 11 月)

### 参考文献:

[1] 黄梯云.智能决策支持系统[M].北京:电子工业出版社,2001.  
 [2] Fatima S S, Wooldridge M, Jennings N R. An agenda based frame-