

文章编号: 1001- 2486(2010) 05- 0137- 06

# 基于辩证语义的分布式协同态势分析方法<sup>\*</sup>

姚 莉, 袁金平, 漆学田

(国防科技大学 信息系统工程重点实验室, 湖南 长沙 410073)

**摘要:** 分布式协同态势分析在联合作战战役筹划中起着十分重要的作用。当前的战场环境呈现动态不确定性, 传统的态势分析方法在处理不确定、不一致及不完全信息等实际应用中存在较大的局限性。本文基于辩论理论的辩证语义, 提出了一种新的分布式协同态势分析方法。该方法通过多方对话博弈展现不同参与者的主张和论据之间的攻击关系及矛盾焦点, 进而构建相应的辩证分析树网格以辅助决策者协同解决态势分析中的信息不一致和观点冲突问题。该方法的研究将为联合作战的态势分析提供新的方法论。

**关键词:** 态势评估; 辩论; 论据; 辩证语义; 辩证分析模型

中图分类号: TP393 文献标识码: A

## A Distributed Cooperative Situation Analysis Approach Based on Dialectic Semantics

YAO Li, YUAN Jin-ping, QI Xue-tian

(Science and Technology on Information Systems Engineering Laboratory, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract:** The distributed cooperative situation analysis plays a significant role in the Campaign Planning of Joint Operations. Since the current environments of battlefields are so dynamic and full of uncertainty, the traditional methods of situation analysis deal with the uncertain, inconsistent and incomplete information in these contexts with limited capability. This paper proposes a novel approach for the distributed cooperative situation analysis based on the Dialectic Semantics of the Argumentation Theory. The approach analyzed and represented the claims of different participants, the attack relationships among the arguments from different participants, and the focuses of contradictions between different claims using the multilateral dialogue games, and constructed a Grid of Dialectical Analysis Trees to assist the decision makers to cooperatively solve the inconsistencies of their beliefs and the conflicts among their standpoints in situation analyses. This study will provide a new methodology for the situation analysis of Joint Operations.

**Key words:** situation assessment; argumentation; argument; dialectic semantics; dialectical analysis model

分布式协同态势分析在联合作战战役筹划中起着十分重要的作用。传统的方法主要依据指挥员的直觉和经验来进行态势分析。随着计算机辅助决策技术的发展和成熟, 目前指挥员在计算机辅助下通过定量计算, 可比以往更准确地判断并预测敌方的作战意图和行动方案。然而由于现代战争战场态势瞬息万变, 来自不同信息源的信息存在不一致、不确定、不完整性等特征, 联合作战中的协同态势评估仍然是难以解决的困难问题。态势评估问题本质上是一个多层次、多角度和多成分的模式识别问题<sup>[1]</sup>, 其任务就是确定特征与给定类的相关性。长期以来, 解决信息不确定条件下的态势评估决策问题主要采用人工智能中的不确定推理技术, 典型的方法包括可信度方法、主观 Bayes 方法、Dempster-Shafer 证据理论方法、可能性理论等<sup>[2]</sup>。然而, 大多数方法都需要与数值计算相关联, 而这些数值, 如可信度、先验概率、条件概率等的确定却是知识表示中的难点, 通常都带有较大程度的主观性, 而且, 由于知识表示的复杂性以及推理的低效性, 这些方法在实际应用中存在较大的局限性。

辩论是日常生活中解决观点冲突的有效途径之一。在人工智能领域, 为了解决经典逻辑系统在常识推理中的困境, 辩论作为一种特定的非单调推理形式被引入<sup>[3]</sup>。辩论技术引入论据 (Argument) 来解

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2010- 05- 20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (70971134; 90716015)

作者简介: 姚莉 (1965—), 女, 教授, 博士。

释说明相关主张(Claim)或结论,从而使得对手或“听众”可以根据论据的可信性来确定主张或结论的可接受性<sup>[4]</sup>。我们认为将辩论技术引入到态势分析中可以有效地辅助决策者在信息不一致、不完全和不确定环境下做出更为合理的决策。

本文提出了一种基于辩证语义(Dialectic Semantics)的分布式协同态势分析方法,该方法通过对论据的辩证分析,获得决策意见的一个选择序列。这里的辩证语义是通过定义对话类型的博弈规则和胜出标准构建一个证明理论来定义的<sup>[5]</sup>,不同对话类型和不同的胜出标准能够组合出辩证证明理论的不同语义。本文提出的辩证分析模型 DAM-MAG 提供了开放环境中针对主张冲突而展开的动态辩证分析过程,反映了基于不同信息源的多个决策者通过辩证思维实现理性决策的方法。

## 1 基于辩证语义的协同态势分析系统

在传统的辩论框架中,辩证语义是通过双方论据博弈的对话系统来实现的,而分布式协同态势评估却涉及多方论据博弈,因此,建立基于辩证语义的协同态势分析系统的难点在于如何表示多方论据博弈的辩证语义。本文通过借鉴中国武术的擂台比武思想,将多方论据博弈转化为两两之间的对话博弈,从而模型化了多个主张不同的 Agent 通过辩论寻求可辩护论据的动态过程,形成表示多方论据博弈的辩证分析树网格<sup>[6]</sup>。通过辩证语义能够分析出一个主张的支持证据和反对证据之间的关系,获得同一议题的不同主张之间矛盾的焦点集,以及由此产生的强势和弱势关系,进而有效辅助决策者在动态不确定条件下实现态势评估。

一个基于辩证语义的协同态势评估系统(Cooperative Situation Assessment Systems based on Dialectic Semantics, CSAS-DS)可用语言、辩证分析模型和实现辩证分析的对话系统来定义。

定义1 (基于辩证语义的协同态势评估系统 CSAS-DS) 一个基于辩证语义的协同态势评估系统是一个三元组  $CSAS-DS = (L, DAM-MAG, MiDiS)$ , 其中  $L$  为 CSAS-DS 实现辩论的逻辑语言;  $DAM-MAG$  是采用语言  $L$  实现多方论据博弈的辩证分析模型;  $MiDiS$  是实现辩证分析的多方对话系统。

定义2 (辩论逻辑语言) 用于辩证分析的逻辑语言  $L$  定义为一阶语言  $\mathcal{L}$  和  $\mathcal{L}$  的元素之间的二元语言关系构成。这里的元语言关系称作经验规则,记为“ $\alpha \rightarrow \beta$ ”,其中  $\alpha$  和  $\beta$  均为一阶语言  $\mathcal{L}$  中含有自由变量的合式公式。

在协同态势分析过程中,上述定义中的经验规则表示在信息或知识不完全条件下基于经验进行态势分析的一种推论,其含义是“前件  $\alpha$  成立提供了结论  $\beta$  成立的理由”。

定义3 (论据) 逻辑语言  $L$  的论据  $A$  定义为  $L$  中一致元素的子集,该元素的集合是推导出  $L$  某一结论  $h$  的最小子集,  $h$  为  $\mathcal{L}$  中闭合式公式。亦称该论据  $A$  支持结论  $h$ , 记作  $A \Rightarrow h$ , 论据  $A$  中的元素称作推导结论  $h$  的前提。

例如,  $E1: \forall x [HeightOver5000(x) \wedge HasRadar(x) \rightarrow EWRAircraft(x)]$  是一条经验规则,依据情报信息:飞行物  $a$  飞行高度 9000 米 ( $height(a) = 9000m$ ); 有雷达 ( $HasRadar(a)$ ), 可推论出飞行物  $a$  可能是预警机  $EWRAircraft(a)$ 。结论  $EWRAircraft(a)$  的论据为  $\{HeightOver5000(a), HasRadar(a), E1\}$ 。

定义4 (攻击关系) 设  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ ,  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$  为逻辑语言  $L$  中两个论据, 分别支持结论  $h_A$  和  $h_B$ 。论据  $A$  攻击论据  $B$  的充要条件为

- (1)  $\exists b_i \in B (i \leq m)$ ,  $b_i$  为  $L$  中的闭合式公式, 满足  $h_A = \neg b_i$ ; 或者
- (2)  $\exists b_i \in B (i \leq m)$ ,  $b_i$  为  $L$  中的经验规则,  $B \Rightarrow h_B$ , 满足  $h_A = \neg h_B$ 。

这里,称  $h_A$  为论据  $A$  攻击论据  $B$  的攻击点。

辩论框架定义了语言  $L$  上所有可能的论据集合以及论据之间的二元攻击关系。辩论框架是定义辩证分析的基础。

定义5 (辩论框架) 一个辩论框架是一个二元组,  $AF = (\mathcal{A}, \mathcal{R})$ , 其中,  $\mathcal{A}$  是语言  $L$  表示的论据集合,  $\mathcal{R}$  是  $\mathcal{A}$  上二元攻击关系的集合, 即  $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A} \times \mathcal{A}$ 。

本文建立在一个抽象辩论框架上的辩证分析模型定义了多方论据博弈的规则和辩论过程。有关辩

证分析模型的详细资料参见文献[6]。

定义6 (辩证分析模型) 设  $AF = (\mathcal{A}, \mathcal{B})$  是一个辩论框架, 定义在该框架上的所有双方论据博弈对话(记为  $DAM-MAG_{TPD}$ ) 集合为  $\mathcal{D}$ 。一个辩证分析模型是定义在  $AF$  上的一个三元组  $DAM-MAG = (Agents, Masters, \lambda)$ , 其中:

1)  $Agents$  表示参加辩证分析的参与者集合, 每一参与者用一个三元组来刻画, 记为  $agent_i = (claim_i, argument_i, \mathcal{B}_i)$  ( $i \in \mathbb{N}$ ), 其中  $claim_i$  表示  $agent_i$  的主张;  $argument_i$  表示  $agent_i$  支持其主张  $claim_i$  的论据, 称为主论据;  $\mathcal{B}_i$  表示  $agent_i$  的信念集, 即  $\mathcal{B}_i = Bel(agent_i)$ ,  $\mathcal{B}_i$  是一致的,  $\mathcal{B}_i \vdash claim_i$ ,  $\mathcal{B}_i \vdash argument_i$ , 且  $argument_i \vdash claim_i$ 。

2)  $Masters$  表示历届的擂主序列  $Masters = (master_1, master_2, \dots, master_{current})$ , 其中,  $master_i \in Agents$  ( $i \in \mathbb{N}$ ),  $master_1$  是最初提出主张的参与者,  $master_{current}$  是当前主张的提出者(即擂主), 且对  $\forall 1 < i \leq current$ , 存在一个  $master_{i-1}$  和  $master_i$  的  $DAM-MAG_{TPD}$  的双方论据博弈, 针对  $master_{i-1}$  的主论据  $argument_{master_{i-1}}$ ,  $master_i$  具有胜出策略。

3) 辩证分析函数  $\lambda: Masters \rightarrow 2^{\mathcal{D}}$ , 即对每一个擂主  $\forall master_i \in Masters$  ( $1 \leq i < current$ ), 都对应一个  $DAM-MAG_{TPD}$  的双方论据博弈的集合  $D_i \in 2^{\mathcal{D}}$ , 该集合  $D_i$  中至少存在一个  $DAM-MAG_{TPD}$  的双方论据博弈  $d$ , 在  $d$  中  $master_i$  是失败的, 而致使  $master_i$  失败的论据称为矛盾焦点, 记作  $Focus_i$ ; 而对  $master_{current}$ ,  $D_{current} = \lambda(master_{current})$ ,  $D_{current} \in 2^{\mathcal{D}}$ , 该集合  $D_{current}$  中任意一个  $DAM-MAG_{TPD}$  的双方论据博弈  $d$ ,  $master_{current}$  都是胜出的,  $Focus_{current} = \emptyset$ 。在集合  $D_i$  中擂主  $master_i$  在辩论中提出的所有论据(包括主论据  $argument_{master_i}$ ) 构成支持证据集  $Sups_i$ , 而所有挑战者提出的攻击论据构成反对证据集  $Opps_i$ 。只有  $master_{current}$  的支持证据集  $Sups_{current}$  是可容许集。

由定义6可见, 辩证分析模型  $DAM-MAG = (Agents, Masters, \lambda)$  中参与者  $agent_i$  的信念库  $\mathcal{B}_i$  是一致的,  $Agents$  成员之间的双方论据博弈  $DAM-MAG_{TPD}$  各  $Agent_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) 都只使用自己相信的论据攻击对手。为避免重复辩论,  $Agents$  成员之间的  $DAM-MAG_{TPD}$  双方论据博弈中曾当过擂主的  $Agent$  不能使用已被击败的主论据攻击当前擂主的论据。

定义7 (多方对话系统  $MiDiS$ ) 多方对话系统定义为一个三元组  $MiDiS = (\mathcal{L}_c, \mathcal{P}, \mathcal{C})$ , 其中  $\mathcal{L}_c$  表示通信语言, 是会话原语的集合;  $\mathcal{P}$  是  $\mathcal{L}_c$  上的多方对话协议;  $\mathcal{C}$  是承诺函数, 用于说明参与者在对话中使用原语表示的承诺, 即定义  $\mathcal{L}_c$  原语的效果规则集。

为了  $agent$  之间对话的简洁性, 我们通常需要设计一种论据的表示结构, 以便交互论据博弈的基本信息。

定义8 (论据结构) 一个语言  $L$  表示的论据结构定义为一个二元组  $AStruc = \langle A, h \rangle$ , 表示论据  $A$  支持信念  $h$ , 即  $A \Rightarrow h$ , 其中  $A$  是  $L$  中元素的集合,  $h$  为  $L$  中闭合公式。

定义9 (通信语言) 给定一组操作原语集  $PERs$ , 通信语言  $\mathcal{L}_c$  定义为一组原语集, 每个原语表示为:  $per(\sigma)$ , 式中  $per \in PERs$ ,  $\sigma$  是一个语言  $L$  表示的论据结构。

例如, 在 CSAS-DS 中定义原语集  $PERs = \{propose, argue, concede, retract, declare\}$  分别表示提出主张及主论据、反驳论据、承认失败、撤回主张及主论据、宣布主张及主论据辩论成功等, 其语义如表1所示。设  $c$  为主张,  $A$  是支持  $c$  的主论据(即  $A \Rightarrow c$ ), 则  $propose(\langle A, c \rangle)$  表示擂主提出主张  $c$  和支持  $c$  的主论据  $A$ 。

通信语言  $\mathcal{L}_c$  上的协议可通过双方对话协议和多方对话协议来刻画。我们从辩证分析模型的定义可知, 一个辩证分析的多方论据博弈过程是由多个双方对话过程而组成, 而两个双方对话过程的衔接, 或者是擂主的替换, 或者是出现新的挑战者。因此, 可以通过一个替换函数将多个双方对话衔接起来。这样, 通过双方对话协议和替换函数就可以定义多方对话协议。

定义10 (多方对话协议) 多方对话协议定义为一个二元组  $\mathcal{P} = (\mathcal{L}, \mathcal{T})$ , 其中,  $\mathcal{L}$  为双方对话协议的集合;  $\mathcal{T}$  为替换函数, 表示在一个双方对话终止时, 如何启动一个新的对话。

表1 原语定义

Tab.1 Locutions

原语	含义	示例
<i>propose</i>	在辩论开始或获得擂主资格时,建议者提出一个主张和主论据	$propose(\langle A, c \rangle)$
<i>argue</i>	攻击某个论据,即能够提供相反的结论或与支撑该结论的前提矛盾的论据	$argue(\langle A, c \rangle)$
<i>concede</i>	挑战者承认失败	$concede(\langle A, c \rangle)$
<i>retract</i>	擂主撤回主张和主论据	$retract(\langle A, c \rangle)$
<i>declare</i>	擂主宣布主张及主论据辩论成功	$declare(\langle A, c \rangle)$

定义11 (替换函数) 设  $d_j$  表示擂主  $master_i \in Masters$  和挑战者  $agent_j \in Agents$  之间的一个双方论据博弈对话,所有 DAM-MAG<sub>TPD</sub> 对话的集合为  $\mathcal{D}$ ,  $d_{ij} \in \mathcal{D}$ . 替换函数  $\mathcal{F}$  定义为  $\mathcal{F}: \mathcal{D} \rightarrow \mathcal{D}$ , 满足

$$\mathcal{F}(d_{ij}) = \begin{cases} d_{ik}, & \text{if } master_i \text{ wins } agent_j \text{ in } d_j; \\ d_{(i+1)k}, & \text{if } agent_j \text{ wins } master_i \text{ in } d_j. \end{cases}$$

这里,  $agent_k \in Agents$  为新对话的挑战者。

辩证分析模型中的一个 DAM-MAG<sub>TPD</sub> 的抽象对话  $d$  是定义在  $\mathcal{A}$  上的移动的可数序列  $m_0, m_1, \dots$ . 在实际的对话系统中,每一次移动  $m_i (i \in \mathbb{N})$  都表示为参与者的一次言语行为,记为  $\mathcal{S}(m_i)$ ,因而,双方论据博弈的一个对话就表示为对话双方的一系列言语行为  $\mathcal{S}(m_0), \mathcal{S}(m_1), \dots$ .

定义12 (移动的语言行为函数) 设双方论据博弈  $DAM-MAG_{TPD} = (Players, AF, \Psi_{(DAM-MAG_{TPD})})$  的所有合法移动构成的集合为  $M$ ,  $\mathcal{L}$  为通信原语的集合,则移动的语言行为函数定义为

$$\mathcal{S}: M \rightarrow \mathcal{L}$$

显然,对双方论据博弈 DAM-MAG<sub>TPD</sub> 的一个对话而言,合法移动函数  $\Psi_{(DAM-MAG_{TPD})}$  确定了对话双方的开始规则、交替规则、正确的移动规则和终止规则,而移动的语言行为函数  $\mathcal{S}$  则规定了对话的实施规则。因此,双方对话协议可如下定义:

定义13 (双方对话协议) 设  $d_j$  表示擂主  $master_i \in Masters$  和挑战者  $agent_j \in Agents$  之间的一个双方论据博弈对话,  $\mathcal{S}$  是该对话合法移动的语言行为函数,则双方对话协议定义为一个二元组  $\mathcal{G} = (\Psi_{d_j}, \mathcal{S})$ , 其中,  $\Psi_{d_j}$  将对话  $d_j$  映射为在  $\mathcal{A}$  上的移动的可数序列  $m_0, m_1, \dots$ ;  $\mathcal{S}$  将该移动序列映射为言语行为序列  $\mathcal{S}(m_0), \mathcal{S}(m_1), \dots$ .

定义14 (承诺函数) 承诺函数  $\mathcal{C}$  定义为  $\mathcal{C}: \mathcal{D} \rightarrow 2^{\mathcal{L}}$ , 记为  $C_d(p)$ , 用于表示在对话  $d$  中参与者  $p$  的承诺集。显然,  $C_{\approx}(p) = \approx$ 。

在 CSAS-DS 中,针对原语集  $PERs = \{propose, argue, concede, retract, declare\}$ , 参与者  $p$  的承诺规则集,如表2所示,其中  $\mathcal{C}(d, p)$  表示对话  $d$  中参与者  $p$  的当前承诺集;  $\mathcal{C}_m(d, p)$  表示参与者  $p$  完成言语行为  $\mathcal{S}(m)$  之后的承诺集。

表2 承诺规则

Tab.2 The roles of commitments

承诺规则	含义
1 如果 $\mathcal{S}(m) = propose(\langle A, c \rangle)$ , 则 $\mathcal{C}_m(d, p) = \mathcal{C}(d, p) \cup A \cup \{c\}$	擂主提出主张 $c$ 及论据 $A$ , 即承诺论据 $A$ 的前提与所支持的结论 $c$ 。
2 如 $\mathcal{S}(m) = argue(\langle A, c \rangle)$ , 则 $\mathcal{C}_m(d, p) = \mathcal{C}(d, p) \cup A \cup \{c\}$	以论据 $A$ 进行反驳, 承诺论据 $A$ 的前提与所支持的结论 $c$ 。
3 如果 $\mathcal{S}(m) = concede$ , 则 $\mathcal{C}_m(d, p) = \approx$	挑战者撤回所有承诺, 即撤回对话 $d$ 中挑战者提出的所有论据的前提与结论。
4 如果 $\mathcal{S}(m) = retract(\langle A, c \rangle)$ , 则 $\mathcal{C}_m(d, p) = \approx(D$ 表示擂主 $p$ 在 $m$ 之前的对话集合)	擂主撤回与主张 $c$ 及主论据 $A$ 相关的所有承诺, 即撤回擂主提出的所有论据的前提与结论。
5 如果 $\mathcal{S}(m) = declare(\langle A, c \rangle)$ , 则 $\mathcal{C}_m(d, p) = \mathcal{C}(d, p)$	表示擂主辩论成功, 承诺集不再变化。

## 2 实例分析

我们在 Jade 平台上研制了 CSAS-DS 的原型系统。下面以多情报机构协同态势评估为例说明多方论据博弈的辩证分析过程。假设有情报机构 1、情报机构 2 与情报机构 3 等单位对进入我防空领域的空中飞行物进行了情报收集与判断, 然后协同实现态势评估。

针对飞行物  $a$ , 情报机构  $agent_1$ 、 $agent_2$  和  $agent_3$  的信息、知识和主张分别如图 1、图 2 和图 3 所示。

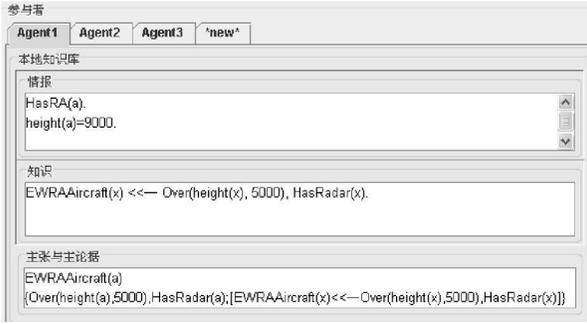


图 1  $agent_1$  的信息、知识和主张

Fig. 1 The information, knowledge and claim of  $agent_1$

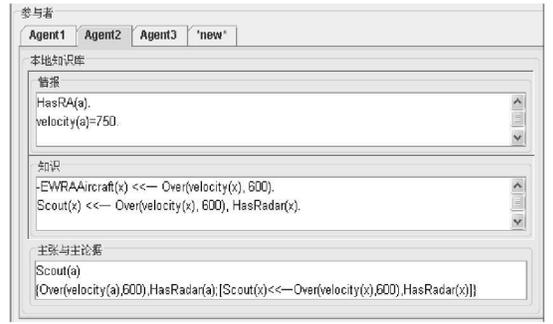


图 2  $agent_2$  的信息、知识和主张

Fig. 2 The information, knowledge and claim of  $agent_2$

假定  $agent_1$  首先提出主张, 当有多个挑战者时按  $agent$  提出挑战的先后顺序控制, 则根据前面定义的辩证分析模型, 针对不明飞行物  $a$  的一个辩证分析过程如图 4 所示。

由图 4 可见,  $agent_1$  首先成为擂主  $master_1$ 。 $agent_3$  首先挑战  $master_1$ ,  $agent_3$  攻击主证据的前提  $HasRadar(a)$ ,  $agent_1$  攻击  $agent_3$  论据的前提  $\neg HasRadar(a)$ ,  $agent_3$  没有论据反驳;  $agent_3$  改变辩论线, 攻击主证据的经验规则  $E1$ ,  $agent_1$  再次攻击论据的前提  $\neg HasRadar(a)$ ,  $agent_3$  没有论据反驳, 挑战失败。

然后,  $agent_2$  挑战  $master_1$ ,  $agent_2$  攻击主证据的经验规则  $E1$ ,  $agent_1$  没有速度方面的信息和知识, 无法进行辩驳,  $agent_1$  承认失败, 撤回主张。此后,  $agent_2$  成为擂主  $master_2$ ,  $agent_3$  挑战  $master_2$ 。 $agent_3$  攻击主证据的前提  $HasRadar(a)$ ,  $agent_2$  攻击论据的前提  $\neg HasRadar(a)$ ,  $agent_3$  没有论据反驳;  $agent_3$  改变辩论线, 攻击主证据的经验规则  $E2$ ,  $agent_2$  再次攻击论据的前提  $\neg HasRadar(a)$ ,  $agent_3$  没有论据反驳, 挑战失败。由于  $agent_1$  的主论据是已被击败的主论据, 不能参与辩论, 此时, 辩论达到暂时的稳定状态,  $agent_2$  宣布自己的主张是当前辩论成功的主张。

从上述辩证分析过程可见, 在达到稳定状态时, 按照  $Masters$  的顺序可获得一个自弱至强的主张序列, 所有从未进入擂主序列的参与者被视为主张最弱者。我们用  $\alpha < \beta$  表示主张  $\beta$  强于主张  $\alpha$ , 如上例所示, 辩论参与者  $Agents = \{agent_1, agent_2, agent_3\}$  的不同主张之间存在如下强弱关系:  $c_3 < c_1 < c_2$ 。辩证分析树另一重要的作用在于通过矛盾分析, 可发现决策中的焦点问题。例如在上例中, 决策的焦点在于“飞行物是否有雷达”、“飞行物的最大平飞速度是否大于  $600 \text{ km/h}$ ”。当这两个问题的答案是肯定时,  $agent_2$  的主张处于最强势。从图 5 所示的辩证分析可视化平台中, 可以清楚地看到辩证分析树网格以及每一个辩证分析树描述的辩论过程与结论。

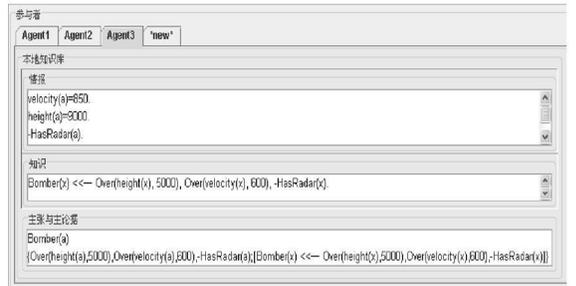


图 3  $agent_3$  的信息、知识和主张

Fig. 3 The information, knowledge and claim of  $agent_3$

```

辩证分析过程
Master1 (Agent1)
propose:({Over(height(a),5000),HasRadar(a);[EWRAircraft(x)<←Over(height(x),5000),HasRadar(x)],EWRAircraft(a))
Challenger (Agent3)
argue:({-HasRadar(a)},-HasRadar(a))
Master1 (Agent1)
argue:({HasRA(a);[HasRadar(x)<←HasRA(x)],HasRadar(a))
Challenger (Agent3)
argue:({Over(height(a),5000),Over(velocity(a),600),-HasRadar(a);[Bomber(x) <← Over(height(x),5000),Over(velocity(x),600),-HasRadar(x)],Bomber(a))
Master1 (Agent1)
argue:({HasRA(a);[HasRadar(x)<←HasRA(x)],HasRadar(a))
Challenger (Agent3)
concede
Master1 (Agent1)
propose:({Over(height(a),5000),HasRadar(a);[EWRAircraft(x)<←Over(height(x),5000),HasRadar(x)],EWRAircraft(a))
Challenger (Agent2)
argue:({Over(velocity(a),600);[EWRAircraft(x)<←Over(velocity(x),600)],-EWRAircraft(a))
Master1 (Agent1)
retract:({Over(height(a),5000),HasRadar(a);[EWRAircraft(x)<←Over(height(x),5000),HasRadar(x)],EWRAircraft(a))
Master2 (Agent2)
propose:({Over(velocity(a),600),HasRadar(a);[Scout(x)<←Over(velocity(x),600),HasRadar(x)],Scout(a))
Challenger (Agent3)
argue:({-HasRadar(a)},-HasRadar(a))
Master2 (Agent2)
argue:({HasRA(a);[HasRadar(x)<←HasRA(x)],HasRadar(a))
Challenger (Agent3)
argue:({Over(height(a),5000),Over(velocity(a),600),-HasRadar(a);[Bomber(x) <← Over(height(x),5000),Over(velocity(x),600),-HasRadar(x)],Bomber(a))
Master2 (Agent2)
argue:({HasRA(a);[HasRadar(x)<←HasRA(x)],HasRadar(a))
Challenger (Agent3)
concede
Master2 (Agent2)
declare

```

图4 辩证分析过程  
Fig. 4 The dialectic analysis process

### 3 结论

在哲学中辩证分析意指矛盾分析<sup>31</sup>。本文提出的基于辩证语义的分布式协同态势分析方法,是从可能态势的支持证据出发,通过构建辩证语义的对话发现矛盾,实现对论据的辩证分析,从而获得不同决策意见的矛盾焦点集,以及针对可能态势决策意见的一个选择序列。该方法与传统使用不确定推理进行态势分析的方法存在本质不同,传统方法通常根据数值计算获得决策意见的一个排序,它能解释推导出一个结论推理过程,但却不能依据观测证据解释一个决策意见优于另一决策意见的理由。而且由于数值计算常常带有主观性,实际应用中十分受限。

本文的方法是一种定性的方法,由于可通过辩证分析树网格基于支持论据和反对论据的辩证关系给出决策的理由,因而该方法可以有效地辅助协同态势评估的决策者在信息不一致、不完全和不确定环境下做出更为合理的决策。目前本方法的实验系统主要基于多 Agent 的自动辩论技术实现协同态势评估。我们认为:利用人机混合主动推理将使该方法具有更广阔的应用前景。

### 参考文献:

- [1] Ben-Bassat M. Knowledge Requirement and Management in Expert Decision Support Systems for (Military) Situation Assessment [J]. IEEE Assessment. IEEE Trans on SMC. 1982, 12(4): 479- 490.
- [2] 蔡自兴,姚莉. 人工智能及其在决策系统中的应用[M]. 长沙:国防科技大学出版社, 2006 2: 154- 156.
- [3] Bench-Capon T J M, Dunne P E. Argumentation in Artificial Intelligence[J]. Artificial Intelligence, 2007, 171 (1): 114- 159.
- [4] Dung P M. On the Acceptability of Arguments and Its Fundamental Role in Nonmonotonic Reasoning. Logic Programming and N-person Games [J]. Artificial Intelligence 1995, 77: 321- 357.
- [5] Jakobovits H, Vemreir D. Dialectic Semantics for Argumentation Frameworks [C]//Proc. 7<sup>th</sup> ICAIL, 1999: 53- 62.
- [6] 姚莉,袁金平,漆学田. 用于多方论据博弈的辩证分析模型 [C]// 中国人工智能大会. 北京,中国: 2009:104- 109.

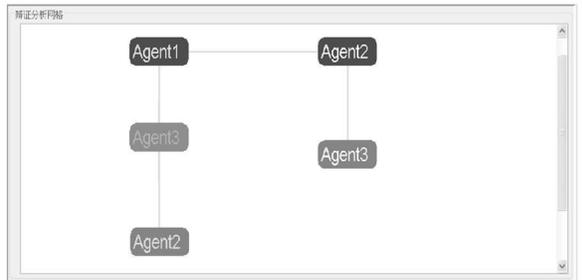


图5 辩证分析树网格  
Fig. 5 The grid of dialectic analysis trees