

文章编号: 2096-1472(2016)-04-05-03

## 基于事件驱动与分级多层黑板模型的态势评估方法

侯小军<sup>1</sup>, 陈 忱<sup>2</sup>, 王晓帆<sup>1</sup>

(1.西安理工大学网络信息管理中心, 陕西 西安 710048;  
2.扬州大学, 江苏 扬州 225000)

**摘要:**通过分析态势评估的过程, 指出态势评估的本质是根据已发生事件, 预测未来发生事件的趋势。本文分析了态势评估中已有黑板模型的不足, 以及黑板模型的优缺点, 提出基于事件驱动与分级多层黑板模型的态势评估方法, 克服了因黑板边界划分带来的黑板推理的不准确性, 使得态势评估更加准确与直观。

**关键词:** 态势评估; 计划识别; 黑板; 事件

**中图分类号:** TP311 **文献标识码:** A

## Research on Situation Assessment Based on Event-Driven and Multi-layer-blackboard

HOU Xiaojun<sup>1</sup>, CHEN Chen<sup>2</sup>, WANG Xiaofan<sup>1</sup>

(1. Network & Information Center, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China;  
2. School of Information and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225000, China)

**Abstract:** By analyzing the process of Situation Assessment(SA), we regard that SA is a process of forecasting happening events by comprehending happened events. Based on studying the blackboard model and the shortages of old Blackboard model, we foreword a new method of multilayer blackboard based on event-driving which gets rid of the shortage of inaccurate information because of uncertain boundary of blackboard, and make the SA being more accurate and intuitionistic.

**Keywords:** situation assessment; plan recognition; blackboard; event

### 1 引言(Introduction)

作为数据融合高级阶段的态势估计(Situation Assessment), 是在初级阶段(信息采集、信息融合)的基础之上, 对当前态势进行决策评估, 并对未来态势的发展做出预测。目前公认的定义是美国国防部联合实验室给出<sup>[1]</sup>: 态势估计是建立关于作战行动、事件、时间、位置及其兵力要素所组成的一张视图, 进一步的将所观测得到的战场环境、作战力量分布及相关活动、敌方作战意图及机动性有机地联系起来, 分析并确定事件发生的原因, 由此得到关于敌方兵力结构、使用特点的估计, 并最终形成有益于分析的战场综合态势图。

态势评估的模型国外发展的比较完备, 目前常用的模型有: 美国国防部的JDL模型<sup>[1]</sup>、DSS决策支持系统<sup>[2]</sup>与战场指挥员模型<sup>[3]</sup>等。发展比较成熟的态势评估方法<sup>[4-8]</sup>包括: 贝叶斯网络推理、基于HMM和信息熵、直觉模糊推理、黑板模型、计划识别、D-S证据理论、基于区间规则的条件证据方法等。

随着信息技术深入到战争的各个环节, 战争对信息的依赖程度也愈来愈深。因现代战场具有广泛复杂的环境, 从而获取到得信息具有海量性、缺失行、模糊性以及不确定性等

特点, 甚至具有欺骗性等。因此如何从具有海量性及不完备的动态信息中高效的获取有效信息, 分析战场态势, 进而判断出敌方意图, 具有巨大价值。同时, 战场的态势评估问题具有一定的领域规则, 需要有专家知识的支持, 依靠丰富的领域知识库。黑板模型是一种多专家协作、快速匹配的决策系统, 在此框架下, 一个动态问题被分解为多个子模板的有机联合, 各个子模板由对应专家在其特定领域内的知识提供支持, 为问题的解决提供逻辑推理与决策支持<sup>[7,9]</sup>。

### 2 事件(Event)

战争情况下, 事件<sup>[7,13,14]</sup>特指在一定的战场环境下, 作战单元或实体所进行的一系列具有时间和空间关系的某种军事意义的行动。

根据事件的时间相关性、空间相关性以及特性、重要程度, 在态势评估过程中将事件分为三大类:

(1)原子事件: 主要指作战及单元所做的基本动作。主要包括:

- a. 新目标出现
- b. 目标消失
- c. 雷达开/关

(2)重要事件：以原子事件为基础，对当前敌我双方态势有重要影响的事件，主要包括：

- a.重要目标出现/消失事件
- b.突围/突袭事件
- c.重要雷达或电台信号事件等

(3)复合事件：是两个以上原子事件或重要事件复合而成，目的是完成一个复合作战目标所形成的一系列作战活动。例如：

- a.电子干扰/空袭事件
- b.撤退/攻击事件等

总之，事件是态势觉察的原子组成，是态势评估中发生的具有一定意义的军事活动单元<sup>[7]</sup>，是进行态势评估的基础。

### 3 黑板模型(Blackboard)

1962年由A.Newell提出黑板模型，由黑板、知识源和控制机构(黑板监督、调度队列、控制数据库、调度程序)三个主要部分组成，现代专家系统中广泛使用了黑板结构，其原理结构如图1所示。

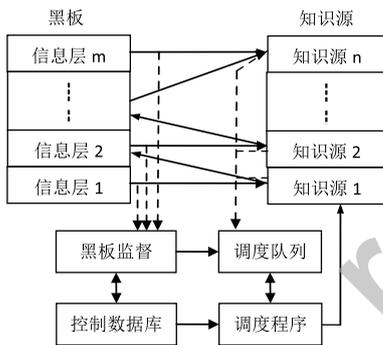


图1 黑板模型结构

Fig.1 Struct of blackboard

黑板模型是处理态势评估问题中一种十分有效的处理方法，人们针对不同领域、黑板性能上做了不同的改进。Johnson<sup>[10]</sup>和Hamon<sup>[11]</sup>分别提出了实时黑板模型和分布式黑板模型；徐从富等<sup>[12]</sup>提出了面向通侦信息融合的多层黑板模型；杜修平等<sup>[9]</sup>将黑板模型应用于证券态势估计领域，并结合本体论思想，提出了基于本体的黑板模型；程岳、李伟生等<sup>[7,13,14]</sup>提出态势估计的多级分层黑板模型。每个黑板内容按照信息抽象程度再次进行层次划分，以便完成对问题的局部求解。三个黑板系统协同工作，完成整个问题的求解。

本质上黑板结构即是对问题逐步求解的过程。黑板模板一般由多个子黑板组成，并分成多级结构，各级结构为相关领域问题的描述。

其中知识源<sup>[13,14]</sup>是对问题求解的相关领域知识库，知识源一般分为多个，每个知识源用来描述并完成对特定问题的

求解，对应于图1中的各个层次。知识源分为条件与动作两部分<sup>[13,14]</sup>，若当前状态满足条件，则知识源被触发，执行动作部分，产生新的状态。控制机构是黑板模型对问题求解的推理机构，监控黑板的状态变化，决定下一步的行动。

### 4 基于事件驱动的分级多层黑板模型(The grading the multilayer blackboard model based on event driven)

在黑板模型中，黑板的架构、黑板的划分与黑板的刻画决定着态势评估的准确程度。文献[13]根据态势评估的三个阶段，给出一个多级黑板模型，是一个相对完善的功能模型。而从实际意义与实现角度上看，态势觉察、态势理解和态势预测之间具有模糊的边界关系，三者之间的边界划分，都极大的影响模型求解的精度。

态势评估本质上是应用领域知识对事件进行逐级分层推理求解的过程，战场上某一时刻的态势是一系列军事行动/事件影响的结果。因此，根据黑板模型的特点，采用自顶向下的分解方法，建立态势知识表示的多级多模块表示结构，每个态势黑板由若干复合事件黑板组成，每个复合事件黑板由若干原子事件黑板和重要事件黑板组成<sup>[7,13,14,15]</sup>。因此，我们在黑板模型框架下，提出基于事件驱动的分级多层黑板模型，模型如图2所示。

黑板分为态势级黑板(譬如：敌军装备技术水平，敌军意图，敌军战备等级，敌军威胁等级等)、复合事件级黑板、简单事件级黑板，态势推理求解的过程按照自底向上对事件证据逐层推断，最终得出正确的高层态势假设。

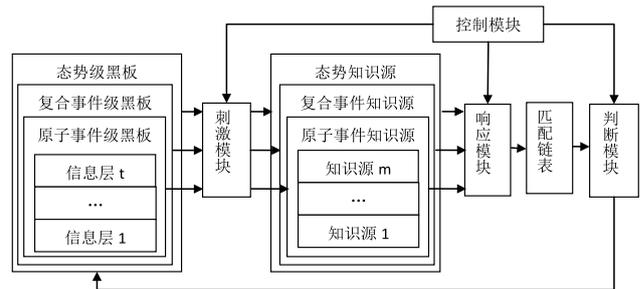


图2 分级多层黑板模型

Fig.2 Model of multilayer-blackboard

原子事件级黑板求解过程如下：

Step1：根据输入的信息数据，若原子事件级黑板状态改变，则由其对应的刺激模块匹配其相关的原子事件知识库，并访问之。

Step2：原子事件响应模块根据刺激模块产生的中间结果找到对应的原子事件匹配链表进行匹配；若匹配成功，则对应结点的匹配值增加1，同时用结点与中间结果两者中可信度较大的作为当前可信度；若没有匹配成功，则创建新结点并

赋值,记录结点知识信息,匹配值置为1,将新结点加入原子事件匹配链表。

Step3:原子事件判断模块根据对应领域的优先法则,找出原子事件匹配链表中匹配累计计数及置信度均为最大项,如果最大项的层次号为最高,则进入复合事件级黑板求解,否则用判断结果更新黑板中的相应内容,并转Step1。

复合事件级黑板求解与态势级黑板求解与简单事件级求解类似<sup>[7,13,14,15]</sup>,黑板的控制模块不仅控制刺激模块、相应模块和判断模块的执行,同时控制简单事件级黑板、复合事件级黑板、态势级黑板求解的级别转换,控制算法如下:

```
while(评估终止事件不终止时)do
```

```
{
```

调用原子事件级黑板求解过程算法,找出匹配值和可信度为最大的结点,进行如下判断:

```
If(当前项的层次号最高)then
```

```
{
```

复合事件级刺激模块接受黑板改变消息,根据对应领域知识的匹配准则激发知识源;

由相对应的响应模块将受到激发后产生的结果插入匹配链表;

根据领域知识比较的优先法则计算出匹配值和可信度都为最大的结点,更新复合事件级黑板中的相应内容,并进行如下判断。

```
If(当前项的层次号最高)then
```

```
{
```

进行态势级模板匹配,对匹配结果与中间结果进行比较,对匹配值加1并计算出可信度最大的结点,插入态势级匹配链表;

按照领域知识的择优法则从链表中找出匹配值和可信度都为最大的项,更新态势级黑板中的对应内容。

```
若当前结点的层次号最高,则输出态势评估的结果。
```

```
}
```

```
}
```

## 5 结论(Conclusion)

态势评估的本质是对战场的实时信息进行抽象提取,并对其进行动态分级处理的求解过程。战场事件是态势觉察的基本单位,根据态势评估的动态推理过程,提出了基于事件驱动的分级多层黑板模型。该模型根据态势评估的动态推理本质,结合其对应的领域知识,自顶向下逐步分解,并在对应的层次进行模板匹配。由于采用了逐层分级处理法则,且分层清晰、分级灵活(可以根据领域知识和阈值动态调整),克服了现实环境下由于数据的模糊性及缺失性带来的不确定性

问题。本模型适用于当前具有海量信息的复杂战场环境态势评估系统,同时为信息融合的发展提供了新思路。

## 参考文献(References)

- [1] Hall D L,Llinas J.An Introduction to Multisensor Data Fusion[J]. Proceedings of IEEE,1997,85(1):6-23.
- [2] Smith P J,McCoy C E,Layton C.Brittleness in the Design of Cooperative Problem-solving Systems:the Effects on User Performance[J].IEEE Transactions on Systems,Man and Cybernetics,Part A,1997,27(3):360-371.
- [3] Hall D L,Llinas J.Handbook of Multisensor Data Fusion[M]. Washington DC,N Y:CRC Press,2001.
- [4] 何友,等.多传感器信息融合及应用[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [5] 郭强,等.一种基于区间规则的条件证据网络推理决策方法[J].控制与决策,2016,31(3):394-402.
- [6] 雷英杰,王宝树.基于直觉模糊决策的战场态势评估方法[J].电子学报,2006,34(12):2175-2179.
- [7] 王晓帆.信息融合中的态势评估技术研究[D].安电子科技大学,2012.
- [8] 潘恒,等.基于HMM和信息熵的网络安全态势评估方法[J].小型微型计算机系统,2015,36(8):1784-1788.
- [9] 杜修平.基于数据挖掘的证券态势估计系统[D].天津大学,2006.
- [10] Johnson J,et al.Real-time blackboards for sensor fusion. Proc of SPIE-The Inter.Society for Optical Engineering:Sensor Fusion[C].Washington,1989,1100:61-72.
- [11] Harmon S Y,et al.Sensor data fusion through a distributed black-board.Proc of 1986 IEEE Inter Conf on Robotics and Automation [C].San Francisco,1986:1449-1454.
- [12] 徐从富,耿卫东,潘云鹤.面向通侦信息融合的多层黑板模型[J].电子学报,2001,29(3):361-363.
- [13] 李伟生.信息融合中态势估计技术研究[D].西安电子科技大学,2004.
- [14] 程岳,王宝树.基于分级多层黑板模型的态势估计系统结构研究[J].计算机应用研究,2002,19(6):29-31.
- [15] 程岳.数据融合中态势估计技术研究[D].西安电子科技大学,2004.

## 作者简介:

侯小军(1976-),男,硕士,工程师.研究领域:工商管理。

陈忱(1986-),男,硕士生.研究领域:智能信息处理,数字图像处理。

王晓帆(1976-),男,博士,副教授.研究领域:智能信息处理。