

# 基于 G2 的想定推演系统的设计与实现

(北京伽略电子系统技术有限公司北京 100081)

**摘要:** 本文讨论了基于专家系统 G2 的想定推演系统的设计和开发, 介绍了本系统的基本结构、军事知识库的建立与管理以及基于专家系统后期展望。系统采用灵活开放的军事模型库与知识库的架构设计, 对该领域知识的迭代积累有着重要的意义。最后文章以实例展示基于专家系统的系统特性。

**关键字:** 专家系统, 想定, 知识库, 仿真

**中图分类号:** TJ01 **文献标识码:** GEX01

## 0 引言

在现代战场的高度复杂环境中, 各种实时数据造成的信息风暴可能将指挥员和指挥控制系统完全淹没。运用人工智能技术来辅助指挥员迅速和正确地制定出应对高度动态、复杂战场环境的决策成为克敌致胜的关键。

想定推演系统是军事仿真领域的一个重要分支, 在辅助军事训练, 提供指挥员作战水平, 节省费用开支方面发挥着重要作用。近些年, 军事想定系统层出不穷, 涉及的方面有各式各样。尤其在网络模式的引入后, 仿真系统更是如虎添翼, 可以接入实际战场, 采用高速互联网技术, 在线采集武器装备和指挥数据, 乃至视频信号, 实现在线同步推演。

但是现代军事活动的特点是因素复杂多变, 数据量大, 实时及可靠性要求高等, 传统的军事推演只是简单的过程展示, 信息分析较浅显且片面, 所以在很多情况必须借助计算机人工智能技术。军事应用的特点决定了军事仿真领域中特别适合应用以专家系统为核心的人工智能系统。首先, 各具体军事仿真领域一般来说专门化程度高, 范围较小, 且其实现的目标和功能都已被明确地定义和指出。这适合于专家系统“专门化”的特点。其次是许多军事仿真领域主要涉及符号处理和逻辑运算, 并且不存在固定的算法, 需要用搜索技术和启发式方法来解决, 适合于专家系统的运算特点。第三, 军事仿真领域已积累了丰富的领域知识(如经验, 规则, 条文等), 并且已经有了高水平的专家。这使知识获取不像其他领域那样困难; 尤其是军队的统一管理制度, 使专家和知识工程师能紧密地积极合作, 这一点也是重要的。且有, 从知识的积累和复用角度上, 专家系统的库模式, 使知识更容易得到验证和复用。综上所述, 建立和运用军事想定推演专家系统是可行和必要的。

## 1 专家系统 G2 及在军事仿真领域的应用

所谓“专家”, 一般都拥有某一特定领域的大量知识, 以及丰富的经验。在解决问题时, 专家们通常拥有一套独特的思维方式, 能较圆满地解决一类困难问题, 或向用户提出一些建设性的建议等。专家系统, 简单地讲就是一个具有智能特点的计算机程序, 它的智能化主要表现为能够在特定的领域内模仿人类专家思维来求解复杂问题。专家系统在各个领域中已经得到广泛应用, 并取得了可喜的成果。

G2 是国内外最为领先的专家系统开发平台, 先进的知识表示和推理引擎, 真正的让设计者和开发者解放思想, 集中精力于解决行业难题。

在国际上, G2 在军事领域得到了广泛的应用, 如美国中央司令部的 C3 系统、战场仿真和辅助决策系统、联合军事指挥系统 (JMACE) 和美军后勤综合部 (LIA) 的全军后勤供应链模拟和管理系统。鉴于 G2 的开发优越性, 参照其之前的成功案例, 作者就急于此产品展开设计和开发想定推演系统。

## 2 基于 G2 的军事想定推演专家系统的设计需求

建立一个军事想定推演专家系统主要包括三部分工作, 第一, 推理引擎、知识获取的解释器的建立, 第二, 知识库及业务逻辑接口的建立, 第三则是用户交互界面的创建。推理引擎为系统提供规则推理的必要基础, 同时为想定的按时间推演提供了运行基础 (解决时间轴问题); 知识库是专家系统的核心, 存储系统中模型集合规则集, 结合业务逻辑模块形成知识库管理接口; 用户交互界面提供操作接口, 提供图形化的编辑和推演界面, 并呈现推演过程中的态势信息。

## 3 系统基本结构

针对上述需求,充分发挥基于专家系统 G2 的特点,对该系统进行架构设计,如图 1 所示,系统结构主要分为三层,分别为用户交互层、业务逻辑层和系统支撑层。



图 1 系统框架图

G2 作为系统运行的支撑平台,它为系统提供了模型输入、规则类型知识的输入、知识解释和多种驱动方式的推理引擎。模型输入采用图形化的建模接口,丰富的图表和图形接口,大大加快了从学习到使用,再到实现深层次开发的进程。基于结构化自然语言、引导形式的规则输入界面,也为系统开发节省了大量的时间;实时高效稳定的推理引擎,提供给系统运行以坚实基础。同时,使用专家系统的推理引擎作为想定推演的驱动部分,节约了推演在时间轴上的工作,充分解决实体运行的时间同步和步长控制的问题。

业务逻辑层包含业务逻辑处理模块、模型库和规则库。业务逻辑处理模块提供了模型库和规则库的管理接口,用来维护由规则库和模型库组成的决策知识库,同时提供了与数据库的交互接口,用于将模型信息保存与共享数据库中,提高模型数据表达的多样性。决策知识库是专家系统中最有价值的部分,也是该系统的核心。知识库提供了对武器装备的静态特性的描述,同时提供了针对各个特性及其关联特性的约束规则集和使用决策规则集,通过动态的运行,提供对特性认识的深度和广度。

用户交互层分别由知识库库维护、想定编辑、想定推演三部分的用户操作界面组成。这三部分的功能都由业务逻辑层的业务逻辑处理模块实现,该部分主要为用户提供友好的操作接口,是用户可以快速的构建想定、推演想定和验证想定的正确性。通过使用想定管理专家系统,可以根据想定文书快速的构建想定,明确战略意图,并验证战术思想的可行性。在编辑过程中,在决策知识库的约束规则的引导下,还可以发现想定中存在的缺点和不足,并根据想定管理专家系统给出的专家意见进行改进,从而达到提高想定编辑水平,进一步提高作战水平的目的。当编辑完成的想定,在运行环境中推演,系统一方面用过推理引擎调用模型的基本规则,完成武器装备的移动、攻击的仿真,一方面在武器装备的移动、攻击等活动中,如弹药的选择、打击对象的选择等,引用决策知识库对其进行自动判断,使武器装备按照或者逼近指挥人员的思路行动。

系统在设计中加入了与数据库交互、TCP 通讯和 XML 导入导出的接口。将想定保存到数据中,一是利于系统的分布式部署,当想定中的实体数量达到更高的量级时,将实体分散在各个子系统计算机上运行,提高仿真的速度;二是可以实现想定的断点推演,指挥员可以让想定从任何可以回溯的断点开始推演想定,节省时间,达到针对性的反复训练和验证的效果。

## 4 军事想定知识库的建立和管理

知识库是专家系统的核心,也是该系统的最核心的组成部分。在实际的建立过程中,知识库需要长期的积累和验证,并且需要随技术的进步不断改进以适应。为了满足该要求,系统设计了开放式的知识库管理接口。

想定管理专家系统的知识库主要由模型库和规则库两部分组成。模型库主要用来存储描述装备的基本参数和特性的模型,规则库用来存储武器装备相关及其指挥控制类的推理规则。

系统基于 G2 的建模框架,提供了基础的建模接口,用户可以基于系统内部存在的模型进行扩展,也可以对内在模型做优化和修改。在创建模型时,只需要做简单录入模型的名称、参数名称和类型,即可轻松完成。

由于 G2 中提供了多种面向对象的规则,使基于面向对象思想的设计得以良好沿用。在创建对象后,通过通用类型规则(“FOR ANY [CLASS]”开头),来建立通用类型规则库;该类规则同样受类的继承关系影响,即对该类的子类依然有效;如:为地面机动类型的武器装备建立自动计算油耗的规则如图 2:

```

for any 机动武器装备 VOBJ
the 油料消耗 of VOBJ = the 油耗率 of VOBJ * the
已行驶路程 of VOBJ.

```

图 2 示例规则 1

该规则会对所有的机动武器装备有效，并当所有的机动装备对象坦克、飞机等发生移动动作时，自动完成推理修改对象的属性值。相对于通用类型，系统还可以建立专用类型规则，针对某个独特的对象进行推理，乃至针对某个对象的单一属性进行推理，如制定一个判定特殊任务的完成条件：当一方总指挥中心被摧毁，判定该方战败。

```

if the 状态 of 总指挥中心 of 阵营 SIDE = the symbol
摧毁
start 判定胜负 (SIDE) ;// 调用函数判定胜负
    
```

图3 示例规则 2

在该规则中，推理的结果是判定双方胜负，并使用一个方法完成判定胜负所做的附属动作，如播放语音、动画，输出文字，调用战斗总结接口，输出战斗统计报表等。方法和函数也是知识库中非常重要的一部分，主要提供数据运算分析、算法实现、仿真动作的实现等等。在规则的前置条件判断和结果判定中，都可以调用方法函数获得所需数据，实现相应动作。如，两方兵力遭遇中，通过调用方法函数，引用双方的兵力战斗力、武器装备的精良度、环境因数，来对双方的命中率、作战效能等进行计算，同时还可以引入蒙特卡洛或是兰切斯特的交战判决思想，从而推理出双方的胜负情况。

通用模型一般在建立模型时生成，而专用模型在编辑想定有特殊要求时作为补充输入，通用和专用结合使系统变得更加灵活，加上方法函数对数据的深度分析，使得系统能够充分应对不同类型需求。

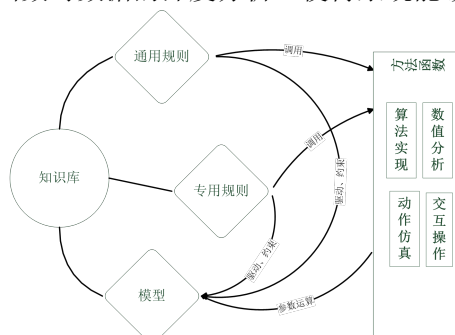


图4 知识库结构

该系统的主要目的是通过帮助军事指挥人员快速构建、编辑想定，并进行推演，一方面从总体上验证想定的可行性，另一方面通过长期积累和试验形成军事知识库，辅助军事指挥人员进行决策支持。在想定推演过程中，想定管理系统不停的综合之前考虑到的各方面的情况，形成决策表并进行推理，完成自动或是辅助决策，产生执行结果。结果产生后，系统使用军事专业人员的知识库对其进行分析、评估，验证知识库的水平。经过长期使用系统进行验证和改进，形成一整套完善的军事知识库。与此同时，由于专家系统的知识库具有完全独立的特点，可以轻松的分离，方便不同部门之间的交流和学习。

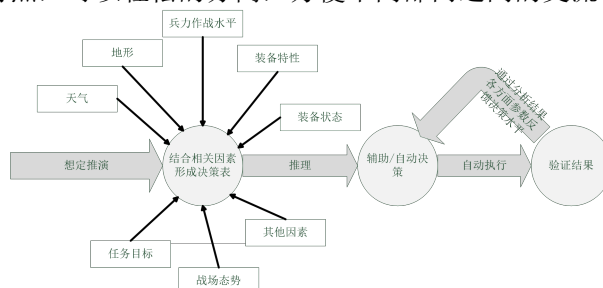


图5 知识库的提炼与迭代改进

## 5 实际案例

### 5.1 简述

前面的章节描述了军事想定推演系统的设计与实现，下面的实例具体展现在开发的接口和最终成果。

### 5.2 规则录入

图6表示的是，G2提供的服务器参数配置窗口和规则录入接口。在规则录入接口中，下半部分的编辑辅助窗口自动完成语法提示和错误检测。

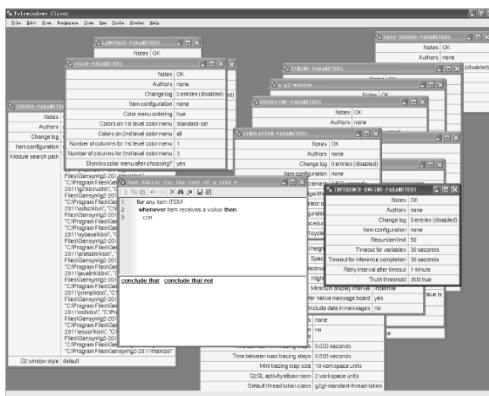


图 6 G2 服务器配置及规则录入

### 5.3 图形化编程语言

系统中的方法和函数应用了 G2 的图形化编程模块，可以直观的展现方法函数的分值流程，大大增强了源文件的可读性。

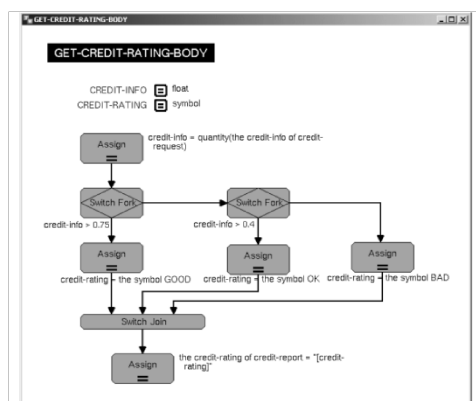


图 7 G2GL 图形化代码示例

### 5.4 E-R 图和推演过程 XML 输出

系统对采用了多种方式存储静态和动态数据，包括数据库、DOC/XML，方便系统的扩展和与外部系统的集成。在数据库设计的开放性和灵活性方面，也做了充分的工作，用户对实体模型的增加和维护都很方便。

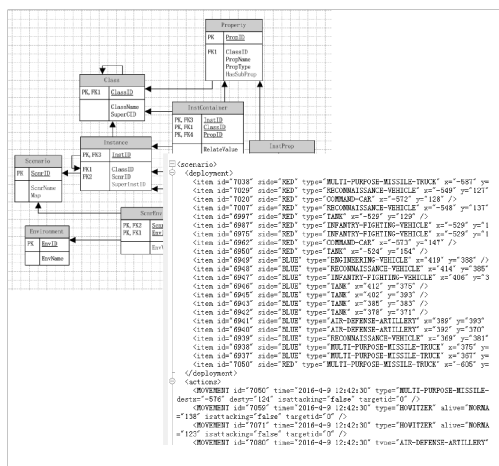


图 8 数据库设计与想定指定输出

## 6 总结与后期展望

本系统的设计和开发都是基于专家系统，有效验证了此方法的可行性，为蓬勃发展的计算机军事仿真领域起到了添枝加叶的作用。此外，系统是一个想定编辑与推演的框架，为指挥人员提供了信息化的便利，也为军事知识库的积累提供了良好的环境。

目前系统已经启动了下一个版本的开发项目，在此前的基础上，在辅助决策方向上做更多的努力。本

系统现版本的任务编制虽然存在一定的灵活性，但是在推演过程中，并没有实现随战场情况的变化而自动给出智能选择和决策建议，没有发挥出专家系统的最大优势。所以，在下版本中，在想定的编制和运行中，会以任务为中心，采用由知识库组织的触发器模型，效果更贴近作战指挥人员的思路。

#### 参考文献：

- [1] 刘剑锋,余滨,凌云翔,蔡红卿.军事应用系统效能仿真的仿真想定开发方法研究[J].计算机仿真,2005 年第 07 期
- [2] 李玉成,杨明,马萍.军事仿真想定开发方法[J].研究现代防御技术,2007 年第 05 期
- [3] 范希辉,刘萍,王海涛,吴海兵.军事概念模型的仿真想定生成[J].火力与指挥控制,2012 年第 07 期.
- [4] 刘占伟,柏彦奇,王帅.军事想定的系统六元组成研究[J].现代电子技术,2012 年第 24 期
- [5] 杨伦作战仿真中想定推演与态势显示系统关键技术研究[J].国防科学技术大学,2007-11
- [6] 刘良,毕义明,杨萍.作战任务计划想定建模及其视景仿真研究[J].计算机仿真,2009 年第 06 期.
- [7] 刘良,毕义明,吴瑕.XML 仿真想定的 Vega 可视化研究[J].系统仿真学报[J],2008 年第 1 期.
- [8] 黄智,邱晓刚军事想定定义语言 MSDL 技术研究.计算机仿真,2008 年第 08 期.
- [9] 石峰,赵雯,王维平.联合作战仿真应用中的想定系统框[J].系统仿真学报,2003 年第 02 期.
- [10] 康晓予,邓贵仕作战模拟系统想定研究综述[J].系统仿真学报,2009 年第 10 期.
- [11] 作战仿真技术综述黄柯棣刘宝宏黄健曹星平尹全军郭刚张琦传富刘云生系统仿真学报 2004, 16(9).
- [12] 梁炳成,王恒霖,郑燕红.军用仿真技术的发展动向和展望[J].系统仿真学报,2001, 13(1).
- [13] Shu-HsienLiao,Yen-PingHobA knowledge-based architecture for implementing collaborative problem-solving methods in military e-training[J].Expert Systems with Applications , 2008-10.
- [14] SH Liao.An Intranet-based architecture for buildingmilitary scenario training systems [R].Journal of the Operational Research Society ,(2005) 56, 504–513.