

空战决策指挥引导专家系统

王刚, 雷英杰, 何晶
(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

摘要:将专家系统引入到空战决策指挥引导过程,并通过加入指挥引导模型库,增强系统的决策支持能力。最后详细探讨了空战决策指挥引导专家系统的原型开发。空战决策指挥引导专家系统的建立,将有效的提高压力条件下指挥引导决策的稳定性、可信度和实时性。

关键词:人工智能;专家系统;指挥引导;拦截;模型库

中图分类号:TP393 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2002)01-0011-03

指挥引导^[1],是用地面或机上的指挥引导设备,根据飞机的性质、战术、技术性能、气象条件、战术要求等,选择既能占据有利战术位置又便于对歼击机实施攻击的方法,指引歼击机飞向目标的一种活动。

随着空中作战的战场环境、作战样式、指挥手段等情况的不断变化,传统的基于人工决策的指挥引导方式、方法,已不能完全适应高技术条件下空中作战的需要,为此,建立高效、稳定、可信的指挥引导决策支持系统,是解决上述矛盾的有效途径。专家系统由于具有反映领域专家知识、知识积累、可信度高等优点,成为一个必然的选择。

1 指挥引导空战决策专家系统模型

1.1 指挥引导领域知识的描述

以地面指挥引导过程为例,指挥引导决策过程如图1所示。指挥引导涉及的因素包括:

- 1) 上级指挥员的命令:上级的指挥命令,具有最高优先级,主要是涉及航空兵与地面防空部队的协同。
- 2) 指挥引导原则:包括指挥引导的规则和不同条件下的引导原则,其核心是指挥引导的战术知识。
- 3) 战场态势信息:主要是战场气象信息、地理信息以及各种航空武器的参数信息。
- 4) 战场感知信息:包括敌机识别信息、敌我机的运动学信息。
- 5) 指挥引导人员的经验知识和压力条件下决策能力。

指挥引导决策形成的过程:指挥引导人员除接受上级指挥人员的直接命令外,其主要任务是利用先前形成的关于指挥引导的经验知识,结合航空兵作战指挥引导原则,通过对带有大量不确定性、不完整的战场感知信息,如机型、编队以及数量的模糊识别信息,火控雷达工作和武器攻击信息等,进行分析和判断,提出实施迎击或机动的最佳决策。决策的做出同时依赖于特定的时间和空间,即和当前的战场环境信息和上级赋予的任务有关,决策的质量很大程度上受到指挥引导人员在压力条件下进行决策的能力的影响。

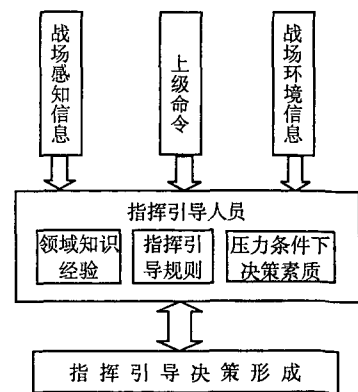


图1 指挥引导决策过程

收稿日期:2001-04-25

作者简介:王刚(1975-),男,山东青州人,博士生,主要从事防空作战专家系统和作战模拟研究;
雷英杰(1956-),男,陕西渭南人,教授,博士生导师,主要从事防空作战智能决策研究。

1.2 专家系统决策模型

专家系统^[2]是利用领域知识和推理,来解决具有一定难度、需要丰富专家知识才能解决的问题的智能软件系统。由于专家系统具有持久性、可靠性、稳定性以及决策可理解性等优点,已经广泛的应用到军事领域,为战场指挥员提供科学、准确、高效的决策支持。同时根据专家系统计算能力较弱,而指挥引导的最终目的是提供指挥引导方案和实时的指挥引导数据的特点,加入指挥引导模型库,增强系统的决策支持能力。根据指挥引导领域知识的描述,建立指挥引导空战决策专家系统的模型如图 2 所示。

知识库及知识获取程序:专家系统性能与系统所拥有知识的数量和质量成正比。为了使系统能够为引导指挥人员提供有效的决策支持能力,必须有大量的有关指挥引导的战术知识输入到专家系统知识库中去。知识库通过知识获取程序,将格式化的指挥引导人员的经验知识以及指挥引导规则,输入到知识库中。

数据库及其接口程序:数据库信息包括静态信息和实时信息。静态信息一般不需经常改变,主要包括有关各类航空武器如飞机的飞行性能、火控系统、空对空武器、电子对抗能力等的数据库信息;动态信息主要是指由各种传感器获取的战场感知信息和环境信息,战时实时录入。这些信息通过数据库接口存入数据库。

推理过程:按照确定的推理策略,根据知识库中的规则、数据库中的事实及输入的人工命令或假设进行推理,得到与战场环境和态势相一致的最优或较优的空战策略。决策结果输出至指挥引导综合决策模块。

指挥引导综合决策模块:根据推理结果,选择、执行相应的指挥引导模型,获取指挥引导数据,最终的决策方案以及该方案的引导数据输出至人机界面,提供给指挥人员。

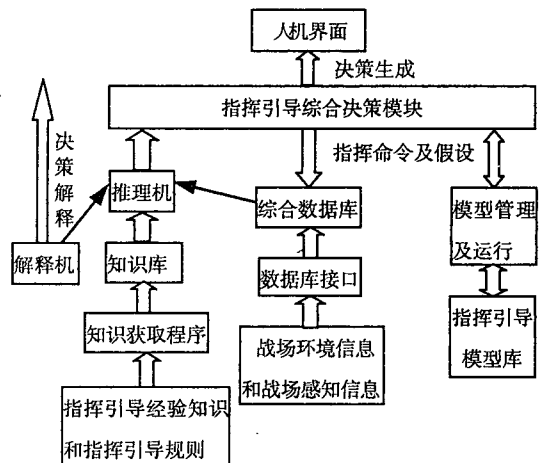


图 2 指挥引导专家系统模型

2 指挥引导空战决策专家系统的原型开发

原型开发方法是开发专家系统的有效方法。通过开发一个原型系统,用以演示该系统的基本功能,验证系统的基本结构和性能,以此为基础,通过指挥引导人员的参与,提出系统的改进意见或新的要求,该过程反复进行,直至系统满足用户要求。其优点是开发过程引入了用户的参与,对指挥引导专家系统而言,可以引入具有丰富指挥引导经验的领域人员,参与到专家系统的开发过程。

指挥引导专家系统原型开发工作的目的是在最小限度下的空战环境下,模拟基于知识的指挥引导专家系统,实施空战决策的过程。最终目标是建立一个能够在复杂战场环境中,为指挥引导人员提供高效、可靠的决策支持能力的专家系统。指挥引导专家系统基本上是基于可信度理论(或 CF 模型)来处理其中的不确定性和不精确性要素,所以原型开发过程中要特别注意解决知识表示方法和推理策略问题。

2.1 知识表示方法

指挥引导人员,其经验知识多以规则的形式出现,故采用产生式规则表示方法,由于战场信息的不确定性及考虑到推理的效率,知识库中的规则采用既带有可信度又带有前后推规则表的表示方法。形式如下:

IF 敌机为 A 型机(CF1) 且 我机为 B 型机(CF2)
THEN 对头接敌引导(CF) (< BT > < AT >)(RC)

其中,RC 为规则的静态强度,表示"敌机为 A 型机且我机为 B 型机"为真时,实施对头接敌引导以 RC 的程度成立,其数值由指挥引导专家给出;CF1、CF2 表示证据("敌机为 A 型机且我机为 B 型机")为真的程度,由相应的目标识别模块给出;CF 表示结论成立的程度,可以通过 CF1、CF2、RC 依照不精确推理方法^[3]得到;BT、AT 分别表示规则结论部分含有本规则证据的规则表和规则的证据中含有本规则结论的规则表。

CF1、CF2、CF 在规则的表示中均为隐含的要求。BT、AT 的建立一定程度上增加了知识库的冗余,但是避免了在推理过程中的大量搜索,提高了推理的效率。

2.2 推理策略

推理策略直接影响着专家系统的效率,其选取与专家系统应用的领域知识的特点有关。空战决策指挥

引导过程的主要任务是通过大量的战场感知信息的处理,为指挥引导人员提供最优或较优的引导我机接敌的方案。真实空战中,最优方案是难以得到的,通常得到的是若干较优的指挥引导接敌方案,供指挥员决策。根据上述特点,空战决策专家系统采用混合推理策略。即首先使利用大量的战场信息提供的事实和知识库中提供的规则,进行正向推理,获取若干个符合当前态势的较优的空战方案,并将所有方案提供给指挥引导人员;然后,指挥引导人员通过分析判断,从中选取或另外提出新的方案,提供给专家系统,进行反向推理,并在推理过程中,为专家系统提供一些新的信息,最终得到改进方案的合理性或可行性结论。采用混合推理策略,既克服了正向推理目的性不强的缺点,同时又减少了反向推理目标选取的盲目性,逼真的反映了指挥引导决策过程。

2.3 原型验证和评价

对指挥引导专家系统原型的验证和评价主要包括^[4]:决策方案的准确性,决策生成时间,以及潜在的系统使用性能。

1)决策方案的准确性:首先通过对知识库的维护和优化,保证知识的一致性和无冲突性。然后通过静态信息的输入,如给系统提供各种战场环境信息、敌机的机型和编队信息,验证由专家系统原型所提供的决策和方案的准确性。

2)决策生成时间:决策生成时间是专家系统最重要的性能之一^[5],它体现了该系统控制和推理策略的效率和效果,决定着该系统能否走向实用阶段。对指挥引导专家系统而言,采用前后推规则表的知识表示方法及混合推理策略,能够满足实时性的决策要求,但反向推理中的人工输入和选择造成了一定的时间延迟。

3)系统使用性能:系统使用性能包括知识库的容量和用户的使用性能。尽管构造的是专家系统原型,但由于采用产生式规则表示指挥引导领域知识,因此便于战术专家表达和总结指挥引导经验知识,并通过知识库的丰富,逐渐实现指挥引导专家经验的传递和积累。用户的使用性能涉及适合用户的人机界面,符合引导人员的思维习惯,随着作战指挥引导人员的参与,这方面将逐渐得到加强。

3 结论

本文所提出的空战决策指挥引导专家系统,虽然只涉及了系统的原型开发过程,但却显示了专家系统在空战决策指挥引导领域应用的可行性和潜在的应用价值。随着知识库的不断完善和丰富,既可以用于平时的指挥引导训练,提高指挥引导人员的指挥能力,又可以通过作为地面指挥引导自动化系统的一部分或嵌入到飞机空战引导模块中去,为实时的空战过程提供可信、稳定的决策支持能力。

参考文献:

- [1] 王 刚.新机型截击引导建模研究与实现[D].西安:空军导弹学院,2000.
- [2] Joseph Giarratano, Gary Riley. Expert Systems Principles and Programming[M].北京:机械工业出版社,1998.
- [3] 罗石麟,唐小兵.知识表示与不精确推理[M].空军导弹学院,1998.
- [4] 刘宝国.战术指挥官反潜专家系统模型[J].情报指挥控制系统与仿真技术,2001,(4):41-53.
- [5] 张 雷,郑泽席,宋万德.一种基于遗传算法的决策支持系统建模方法,空军工程大学学报,2000,1(3):27-29.

(编辑:田新华)

Interception Guidance Expert System for Airfight Decision

WANG Gang, LEI Ying-jie, HE Jing

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

Abstract: Expert system is introduced into interception guidance for air-fighting decision (IGAD) in this paper, and the capability of decision support is enhanced by using an extra model base. Finally, the development process of IGAD ES prototype is discussed in detail. The construction of IGAD ES will improve its stability, reliability and real-time performance under the pressure.

Key words: artificial intelligence; expert system; interception guidance; interception; model base