

基于多 Agent 的指挥引导智能决策模型研究

李永宾¹, 徐浩翔¹, 李俊涛², 杨宝强²

(1_空军工程大学科研部, 陕西西安 710051; 2. 空军工程大学工程学院, 陕西西安 710038; 3. 空军工程大学训练部, 陕西西安 710051)

摘要:以多机协同作战为背景,以拟制协同作战方案为目的,将分布式人工智能理论技术引入到多机协同作战智能辅助决策,构建了基于多 Agent 的智能决策指挥系统框架,给出了该系统的 Agent 组成,定义并说明了各 Agent 的功能以及相互关系、信息运行流程,并分析了该系统的辅助决策过程。

关键词:多 Agent; 智能决策; 指挥引导

中图分类号: N94 文献标识码: A 文章编号: 1009-3516(2005)02-0040-03

多机协同攻击多目标已成为空、天、地一体作战的主要形式。要制定多机协同作战方案,单靠空中作战飞机很难满足当前空战要求,必须借助于丰富的信息资源,依靠空地一体的指挥系统完成对空中态势的评估,整体规划,目标分配等辅助决策,将更有助于多机协同作战。

本文利用 Agent 理论和技术建立智能决策指挥系统,Agent 具有自主性、协作性、反应性、自适应性、推理和规划能力等属性,符合智能决策系统中各单元特性,有助于实现多机协同空战条件下的自动化指挥系统的快速指挥引导。目前,将 Agent 理论用于工业管理智能决策系统的研究很多,用于作战决策的研究还比较少^[1-4]。本文鉴于当前空战的特点,将 Agent 理论技术引入到空战指挥决策系统,建立了一套能够满足多机协同空战要求的辅助决策指挥引导模型。

1 系统结构设计

根据指挥系统的组成要素和主要功能,将整个系统划分成不同的子系统,由相应的 Agent 完成,系统结构图见图 1。各 Agent 主要功能如下:

1.1 情报 Agent

情报是作战指挥的前提,是整个指挥决策系统的输入。本系统所涉及的情报主要指空中情报信息。情报 Agent 实时接收的多路信息包括各种雷达,预警机,空中作战单元等探测的空中目标信息,以及通过界面 Agent 输入的非雷达情报信息。由情报 Agent 对多路信息通过数据融合进行优化综合处理,发现目标,识别目标确定出各个目标的空中坐标,把融合后的综合情报信息经过地面网络通信 Agent 以不同的方式发送到其它 Agent,供其它 Agent 使用。

1.2 通信 Agent

通信 Agent 分为地面通信 Agent 和地空通信 Agent,负责管理各 Agent 间的通信方式及信息格式,完成地

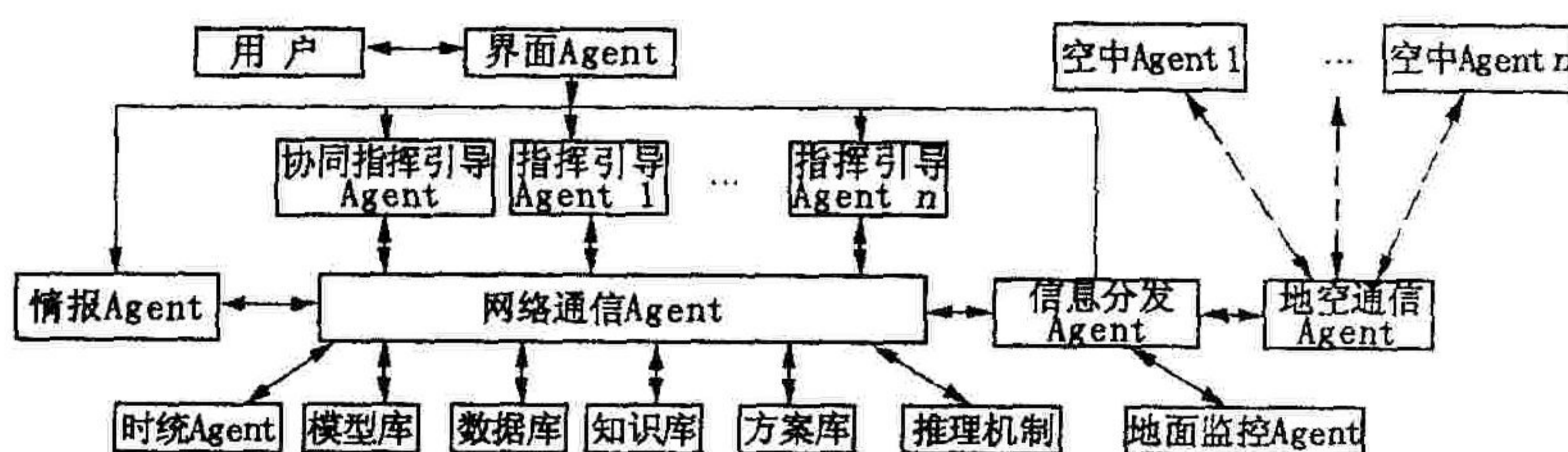


图 1 智能指挥决策系统结构图

收稿日期:2004-06-21

基金项目:军队科研基金资助项目

作者简介:李永宾(1977-),男,河北赞皇人,讲师,博士生,主要从事指挥控制与智能决策等研究。

面、地空各 Agent 间的通信联络任务,采用广播和会话两种通信方式。

1.3 协同指挥引导 Agent

协同指挥引导 Agent 主要完成对 MAS 的作战指挥引导任务分解,各指挥引导 Agent 间的组织协调等功能。本系统的任务分解和目标分配环节,是依据方案库的作战决心方案,根据空中态势情况,解算空中作战单元的编组配批情况,对敌我双方兵力进行合理分配,将每一战斗群作为系统的一个指挥引导 Agent 承担各自的子任务,共同完成 MAS 的对空中作战单元的指挥引导任务。另外,兼有指挥引导 Agent 的功能。

1.4 指挥引导 Agent

指挥引导 Agent 的最主要功能是辅助决策,为空中作战单元提供作战引导指令,使作战单元更好地完成作战任务。该 Agent 领受任务后,分析实时更新综合情报信息,评估空中态势,结合作战模型,完成任务结算,自动或人工辅助生成引导我机起飞接敌、预先展开、战术机动、战术攻击、威胁规避、退出等一系列动作指令。

1.5 信息分发 Agent

信息分发 Agent 是所有信息的总控中心,完成情报信息、作战任务信息、引导指令信息等所有信息的分发。实时通过网络通信 Agent 读取由情报 Agent 生成的综合空情信息,进行态势评估,按信息重要程度进行排序。从指挥引导 Agent 接收作战任务、引导指令等信息。对指令信息与空情信息综合排序,通过通信 Agent 发送到空中作战 Agent。此外,还承担接收空中 Agent 的信息,分发到相应地面的 Agent。

1.6 界面 Agent

界面 Agent 实现人机交互,通过人工界面将各 Agent 决策信息反馈给用户,同时将用户的干预信息提交给相应的界面 Agent。通过界面实现各个 Agent 与各部分决策管理人员的信息交互,并对各 Agent 状态实时监控。

1.7 时统 Agent

时统 Agent 为整个系统提供统一时间,保证各分系统时间一致。时统 Agent 以约定格式向其他 Agent 发送时间信息,分两种发送方式:定时发送和申请发送。

1.8 空中 Agent

空中 Agent 放在各空中作战单元上,其功能是完成地面上传信息的解算、显示,为飞行员提供周边态势信息;显示指挥系统下达的作战任务,作战方案。飞行员根据周边态势信息和指令信息实施战术动作,完成作战任务。

2 指挥引导辅助决策过程

辅助决策主要完成单机作战或多机协同作战时,我机出动方案、敌我配批计算及自动生成引导指令。

数据库、知识库、方案库、模型库、推理机制是指挥引导 Agent 辅助决策的基础^[5-6]。数据库为不同级别的决策模块提供不同的数据描述,包括各类飞机战技指标,武器装备战技指标以及各类环境信息,知识库由分布式规则库组成,主要有目标威胁判断规则、规避机动规则、火力分配规则等规则库。模型库的功能是按决策 Agent 的要求提供作战模型。模型不一定很复杂,但一定要符合实际。模型库主要包括战场环境模型库,各类飞机、各型号导弹运动模型库,武器系统使用条件和效果模型库等,建模时要特别注意推理能力和决策者的干预性。方案库主要包括单机基本机动动作、多机协同作战协同编队方案。多机协同作战时,根据这些基本动作,构成不同战法。

在推理机制中,系统采用主动规则概念^[1],主动规则建立在事件(event)、条件(condition)、动作(action)三大要素上,又称 ECA 规则。其运行基本方式是,一旦系统监测到规则事件 Event 的发生,就启动主动搜索规则条件功能,如果条件 Condition 满足,则触发执行相应的动作 Action1,否则执行 Action2,或不执行。

多机协同作战时,可以通过 AND 或 OR 关联式表达更加复杂的事件和条件,如: $Event = Event1 \text{ AND } Event2 \text{ AND } Event3 \dots\dots$; $Condition = Condition1 \text{ AND } Condition2 \text{ AND } Condition3 \dots\dots$ 。将作战原则、武器性能要求、协同原则等知识映射为 ECA 规则,并利用 ECA 规则通过推理机根据一定的作战策略进行推理、计算,提交给指挥引导 Agent。

辅助决策过程(参见图2)是:综合情报是该决策模块的输入,决策模块从数据库提取各类目标的战技指标,从模型库获得各类目标的运动模型,按照知识库中的约定规则,根据当前情报信息,由推理原则进行空中态势判断,按一定的模糊权值从方案库中查找已有作战方案,或根据基本机动动作构成新的作战方案,并对可选方案进行效能评估,对可选方案和评估结果通过界面 Agent 提交给指挥员选择作战方案,实现人机交互。在自动指挥引导模式下,由系统直接做出作战方案选择,生成相应引导指令,由信息分发 Agent 组织发送到空中 Agent,引导空中作战单元。

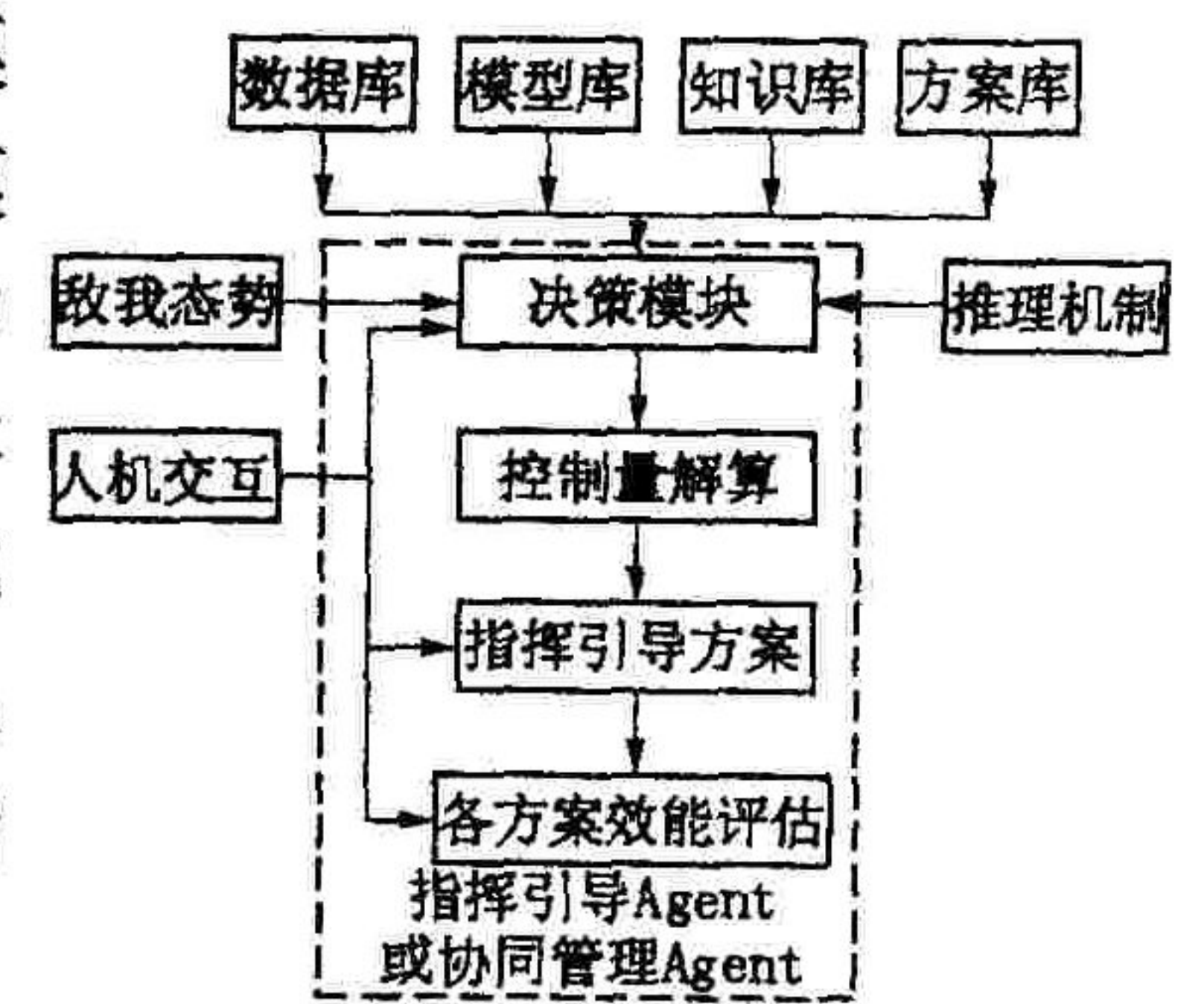


图2 辅助决策过程

3 结束语

多机协同空战已成为当前空中作战的主要作战模式,本文以多机协同指挥为研究对象,基于 Agent 理论技术构建了智能决策指挥系统。本文所建立的辅助决策模型能自动或在人工干预下快速完成多机指挥引导,适合大机群、多批次的空战指挥引导辅助决策,具有一定的实际意义。

参考文献:

- [1] 徐润萍,王树宗,顾健. 协同计划智能体结构设计与实现[J]. 计算机仿真,2003,20(4):44-47.
- [2] 徐润萍,王树宗,顾健. 兵力协同计划方案智能决策系统研究[J]. 系统仿真学报,2002,14(11):1521-1523.
- [3] 郑文恩,孙尧. 基于实时多 Agent 系统的作战智能决策仿真模型[J]. 计算机仿真,2003,20(9):23-26.
- [4] 杨凡,常国岑,段弢,等. 一种建议集成 Agent 的军事仿真方法[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2004,5(4):43-46.
- [5] 徐邦年,周彦冰,方礼明,杨镜宇. 单机空战智能仿真系统的建立[J]. 飞行力学,2001,19(1):1-4.
- [6] 吴新垣,范海,曾义,吴海昕. 基于智能决策的仿真演示系统[J]. 系统仿真学报,2002,14(2):243-246.

(编辑:姚树峰)

The Research on the Model of Command Direct Intelligent Decision Based on Multi -Agents

LI Yong - bin¹ , XU Hao - xiang¹ , LI Jun - tao³ , YANG Bao - qiang²

(1. Department of Scientific Research, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710051, China; 2. Training Department, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710051, China; 3. The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710038, China)

Abstract :Taking the multi -aircraft cooperative air combat as a background and aiming at making combat plan, this paper builds intelligent decision command system by using multi - agent theory and technology, presents the system form frame, the function of each agent and their correlation, information run flows. At the same time, the way of assistant decision-making is analyzed.

Key Words: multi - agent ; intelligent decision ; command lead