

【武器装备】

基于多 Agent 的某型车载导弹 智能故障诊断系统

杨军, 高博

(装甲兵工程学院 兵器工程系, 北京 100072)

摘要:针对某型车载导弹武器系统的维修保障问题,在多 Agent 系统(MAS)理论和技术的基础上,结合智能故障诊断专家系统,提出了各种 Agent 的功能模型和基于 MAS 的故障诊断系统模型,研制了基于多 Agent 的某型车载导弹智能故障诊断系统,并给出了系统的故障诊断流程和具体实现过程。

关键词: Agent; 多 Agent 系统; 故障诊断

中图分类号: TJ760

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2010)08-0004-03

Agent 理论是近年来 AI 领域研究较为活跃的理论之一。Agent 作为一个独立的主体,具有自治性、能动性、反应性、社会性以及推理能力等特性,是人工智能认知的一个重大突破。Agent 理论与技术的发展为大型复杂装备故障诊断系统的设计和实现提供了一条极具潜力的途径。鉴于传统集中式故障诊断专家系统的不足,同时考虑复杂武器系统故障诊断的新特性,本文拟将 MAS(multi-agent system)理论和技术应用于某型车载导弹故障诊断系统,提出一种基于多 Agent 系统的某型车载导弹武器故障诊断系统的设计方案。

1 Agent 以及多 Agent 系统

1.1 Agent 概念

智能 Agent 是代表一切具有智能的实体的一个抽象名词,因此,他可以描述人,也可以描述机器人、智能设备、智能软件等^[1-3]。当 Agent 置于某种环境中时,能通过传感器感知环境,并通过效应器作用于环境。但是,Agent 不能在环境中单独存在,而要与多个智能体在同一环境中协同工作。Wooldridge^[4]在《Intelligence Agents: Theory and Practice》中给出的 Agent 的 2 种定义获得了大多数研究者的认同。本文采用 Wooldridge 等人提出的弱定义,规定 Agent 为一个软件或硬件系统,应具有以下 4 个特性。

1) 自治性(autonomy): Agent 应该是一个独立自主的计算实体,具有不同程度的自治能力,即部分或者彻底地不受用户干预而自行工作。他应能在无法事先建模的信息环境中独立规划复杂操作步骤;在没有用户参与的情况下,独立发现和索取符合用户需求的资源与服务。

2) 社会性(social ability): Agent 具有一定程度的社会性,即他们可以跟 Agent 的用户、资源以及其他 Agent 进行通信交流。

3) 反应性(reactivity): Agent 能感知所处的环境,并对相关事件做出适当的反应。

4) 主动性(pre-activeness): Agent 能遵循承诺采取主动行动,表现出面向目标的行为。例如,故障特征参数获取 Agent 可以根据系统性能参数检测流程主动地进行参数的获取。

1.2 多 Agent 系统

多 Agent 系统可定义为:能进行问题求解,能随环境改变而修改自己的行为,并能通过网络与其他 Agent 进行通信、交互、协同、协作完成求解统一问题的分布式智能系统。多个 Agent 的解题能力相互弥补,远远超过单个 Agent 的能力;并且多 Agent 系统的建立可以解决数据、控制具有分布性的问题,能够提高系统的效率和鲁棒性。多 Agent 系统的建立涉及 Agent 间的协商、通信、规划和 Agent 的实现等问题,各个 Agent 的构建应结合诊断对象的系统结构。某型车载导弹武器系统的总体构成如图 1 所示。

由于各子系统故障特征参数的获取都是一个动态的过程,因此需要构建 3 个子系统的故障特征参数获取 Agent(fault feature paramater extraction agent, 简称 TA)。故障特征参数获取 Agent 属于主动型 Agent,即他可以面向所属于系统主动进行故障特征参数的获取。除此以外,还应构建 1 个管理 Agent(management agent, MA)和若干诊断 Agent(diagnosis agent, DA)。这 2 种 Agent 属于反应型 Agent,即能对环境进行感知并进行一定的反应。

收稿日期:2010-05-26

作者简介:杨军(1962—),男,博士,主要从事导弹工程技术研究。

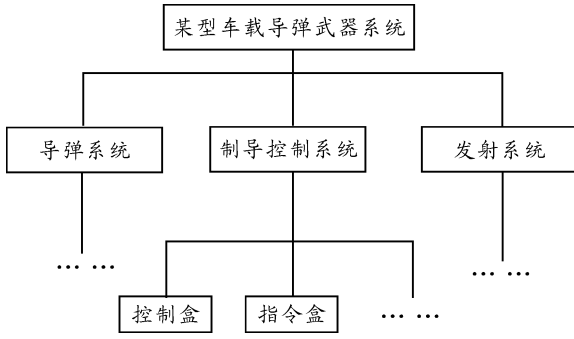


图1 某型车载导弹武器系统结构

2 基于 MAS 的导弹故障诊断系统总体构成

基于 MAS 的导弹故障诊断系统结构如图 2 所示。

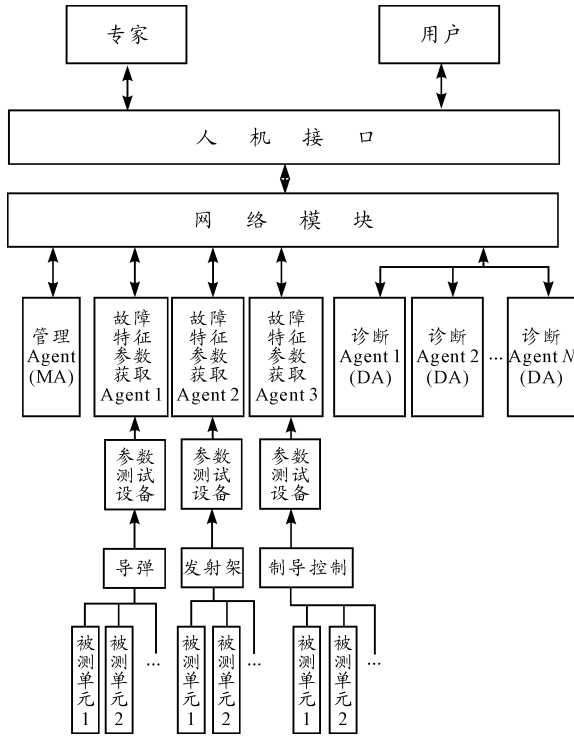


图2 基于 MAS 的导弹故障诊断结构

图 2 中,各故障特征参数获取 Agent 可以主动地动态检测参数测试设备发送的检测信号,并将信息传递给人机接口和管理 Agent;人机接口面向领域专家和用户,提供信息交互功能;管理 Agent 负责协调各诊断 Agent 的工作,并向人机界面输出诊断结果;诊断 Agent 则独立地完成被测单元的故障诊断。该结构能降低系统的复杂程度,使系统设计和编程实现得到简化。在结构划分的基础上,各诊断 Agent 还可针对各被测单元进一步进行故障任务分解,以明确故障诊断任务。

3 分布式故障诊断专家系统中的 Agent 功能模型

3.1 故障特征参数获取 Agent (TA) 的功能模型

故障特征参数获取 Agent 的功能模型如图 3 所示。

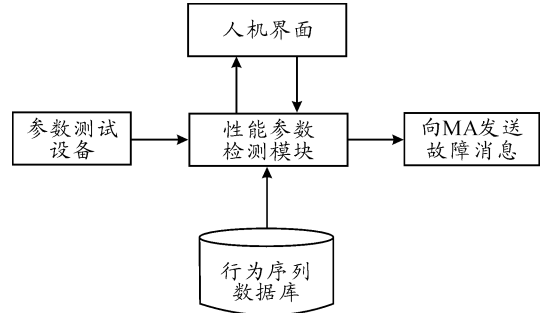


图3 故障特征参数获取 Agent 的功能模型

故障特征参数获取 Agent 的主要功能模块是性能参数检测模块,他通过调用行为序列数据库判断当前情况是否正常、是否需要人进行相应的操作以及向 MA 发送故障消息等。行为序列数据库是根据导弹的子系统性能参数检测流程建立的数据库,通过调用此数据库,检测 Agent 可以像人一样动态地检测性能参数。

3.2 管理 Agent (MA) 的功能模型

管理 Agent 的功能模型如图 4 所示。

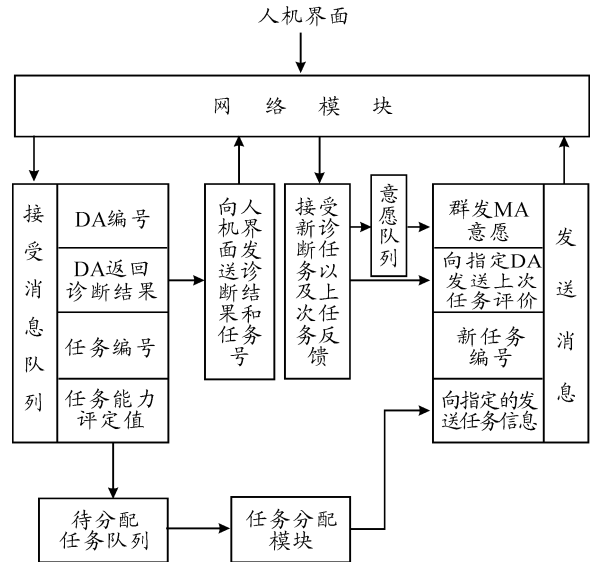


图4 管理 Agent 功能模型

管理 Agent 属于反应型 Agent,他通过接收来自网络环境的信息队列来感知环境。接收到来自 DA 的消息里包含 DA 编号、DA 返回的诊断结果、任务编号以及任务能力评定值;接收到来自 TA 的消息包含接受新故障任务以及上次任务反馈结果。管理 Agent 将接受的 DA 诊断结果直接发送给人机界面,供用户及专家读取;同时,将任务能力评定值加入待分配的任务队列,由任务分配模块调用此队列的信息,计算出任务分配结果并向指定的 DA 发送任务信息;还将新接受的诊断任务加入 MA 意愿队列,依次向各

Agent 群发 MA 意愿;最后将接收的上次任务评价价值向指定的 DA 发送。

3.3 诊断 Agent (DA) 的功能模型

诊断 Agent 的功能模型如图 5 所示。

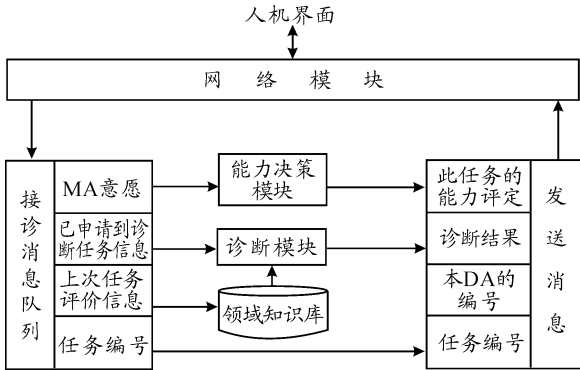


图 5 诊断 Agent 的功能模型

诊断 Agent 也被构建成反应型 Agent,他通过接收消息队列感知网络环境,通过发送消息对环境做出反应。DA 如果接受到 MA 意愿,将调用能力决策模块对此诊断任务的能力进行计算并返回任务评定值;如果接收到来自 MA 分配的诊断任务,DA 将调用诊断模块对此故障任务进行诊断,然后返回诊断结果。接收的上次任务评价信息用于更新领域知识库。

4 系统实现

系统的诊断过程如图 6 所示。

首先启用的是故障特征参数获取 Agent,管理 Agent 以及各诊断 Agent 默认状态为等待状态。根据诊断对象的结构特点,建立了 3 个故障特征参数获取 Agent,分别是导弹系统故障特征参数获取 Agent、发射系统故障特征参数获取 Agent 以及制导控制系统故障特征参数获取 Agent,故需人工选择故障特征参数获取 Agent 对相应的子系统进行参数检测以及故障获取。检测过程中如果一切正常则继续进行直到结束检测;如遇到非正常现象则将获取故障特征参数,提取故障征兆并将其发送给管理 Agent。管理 Agent 将接收到的故障诊断任务依次加入意愿队列,同时管理 Agent 依次从意愿队列中读取任务信息向各诊断 Agent 发送,并等待各诊断 Agent 的能力评定结果。针对已有能力评定结果的任务管理 Agent,他将调用任务分配模块并向相应的诊断 Agent 分配任务,而后等待诊断结果并将结果返回给故障特征参数获取 Agent。诊断 Agent 等待接收的信息主要有 2 种,即 MA 意愿和已申请的任务信息。对于接收到的 MA 意愿信息,诊断 Agent 将调用能力评定模块进行能力评定并返回能力评定值;对于接收到的任务信息,诊断 Agent 则调用诊断模块对此故障任务进行诊断并返回诊断结果。

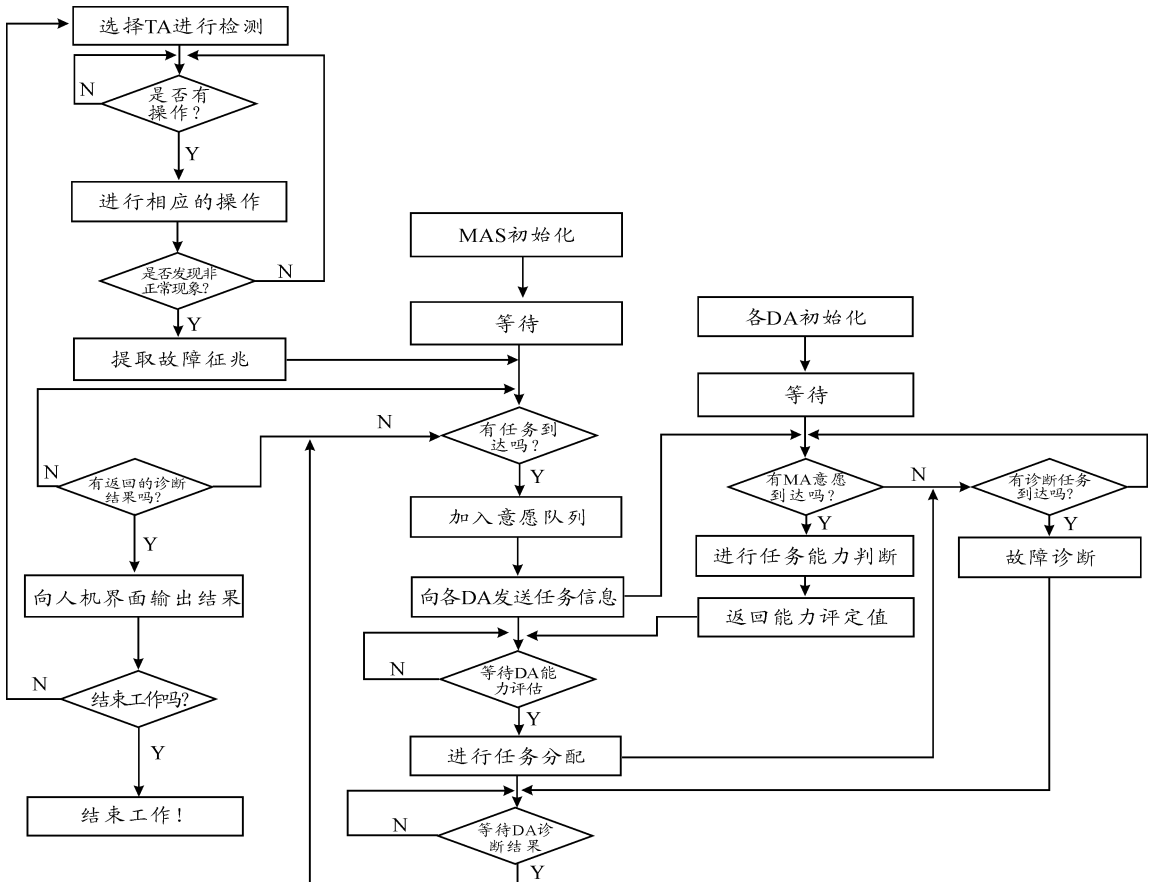


图 6 系统诊断流程