

测量船中心机实时监控专家系统建造技术*

刘江宁 吴泉源 吴春龙 张忠华

(国防科技大学计算机系 长沙 410073)

摘要 测量船中心机实时监控专家系统应用于测量船中心机系统执行海上测量任务的时节,旨在提高整个系统的实时性和可靠性。本文围绕实时专家系统的时序性、时变性、时效性等特征,从系统设计与实现两个方面讨论建造该专家系统的一些关键技术。

关键词 实时专家系统, 限时推理, 分层递阶方法

分类号 TP391.7

Building Technology of Real-Time Diagnose Expert System of the Center Computer System on Board the Ship for Fulfilling the Measuring Task on Sea

Liu Jiangning Wu Quanyuan Wu Chunlong Zhang Zhonghua

(Department of Computer, NUDT, Changsha, 410073)

Abstract The purpose of building real-time monitor expert system of the Center Computer System of the ship for fulfilling the measuring task on sea is to improve the real-timing and reliability. Around the real-time expert system's time-order, time-variable and timing, the kernel technology to design and build this system is discussed in the paper.

Key words real-time expert system, bound-time reason, hierarchical degrade method

在给定时间内自动完成规定的操作,以实现控制过程的最优化和准确制导,而要求专家系统具有一定的实时处理能力,这种增加了实时控制功能的专家系统称为实时专家系统。它既具有一般专家系统的结构和特点,又包含了相应的实时控制机制。它的实时性体现在时序性,时变性,时效性几个方面。

测量船中心机监控专家系统是我们为某部开发设计的一个实时专家系统,下面,我们从系统设计与实现两个角度讨论该专家系统的一些关键技术。

1 系统结构

系统分成四大功能模块:用户界面、监控数据发生器、问题求解机构及解释学习机制,并在系统实现时分别由四个线程协同完成,以强化系统的并行性,提高系统的实时效果,缓冲系统的复杂程度。系统的总体结构图如图1所示。

用户界面是用户与系统之间进行交互通信和信息交换的媒介;数据发生器的功能主要是产生被监控对象的数据。在实际环境下,它运行网络收发任务,按照系统的监控周期,收集网络上各个设备节点发来的数据,并根据网络通信格式进行数据解包、量纲转换,最后存放到指定的存储区,供求解任务使用。也可根据实际需要,将问题求解的结论或求解过程的解释信息打包,发送到网上指定的设备节点。数据发生器可作为数据模拟器,代替网络收发任务,产生各种测控数据及测控状态;问题求解功能模块是监控专家系统的核心部分,由数据库、知识库、方法库、推理机四个部分组成。按照数据输入、数据分析及结论报告三部曲循环运行。具体地说,当问题求解功能模块接收到数据发生器送来的数据准备好信号后,进行数据输入阶段,将数据按照规定的模式转换成事实信息,存放到数据库中。然后,在控制机构的作用下,进入数据处理、分析阶段。系统在完成这一阶段的工作后,进入结果报告阶段,最后,回到数据输入阶

* 国家部委基金资助
1998年7月5日收稿
第一作者:刘江宁,男,1966年生,副教授

段,等待数据准备好信号。整个求解任务就这样周而复始,循环工作,保质保量地完成中心机系统的实时监控任务。

2 基础数据库与知识库组织

基础数据库是反映当前问题求解状态的集合,由动态数据库及静态数据库两部分组成,包括求解问题所需的各种初始数据和中间信息,这些信息既是推理机选用知识的依据,也是解释机制获得推理路径的来源。实时监控专家系统的数据源有三种:数据发生器产生的被监控对象的数据;指令数据及系统本身为提高求解效率而设置的控制数据。

由于监控系统需要监视的数据多,类型复杂,使得数据库非常庞大,影响系统搜索时间。因此,在设计系统时,我们将数据库按问题求解目标的需要划分成若干子库,以加快事实匹配的速度,加强系统的实时性。

监控专家系统是一个多数据多目标的网络结构,且有丰富的知识。除专家知识外,还包括各类数学模型,如船摇变形的等效欧拉角计算、船摇变形修正、坐标系的转换、初轨根数的计算、理论弹道插值等。为适应实时要求,防止出现规则匹配的“组合爆炸”,在组织知识库时,把它分成多级子知识库,每个子知识库对应一个或一组接近的目标,由元知识控制推理机进行子规则库的选择。

3 问题求解模型

本系统采用分层递阶方法作为系统求解的基本策略,并以黑板模型实现知识源、问题的分解与解的构造。

根据被监控数据在系统中的作用及处理结论间的因果关系,任务可分成四层:第一层:用户通过界面输入的指令,包括任务号、参试设备、对监控系统执行功能的指令,这实际上是显式地告诉监控系统运行条件及求解的目标,因此,具有最高优先接受处理的特权;第二层:测量设备的工作状态及中心机实际程序的运行状态,该类数据源的正确性关系到测量数据的质量及中心机对测量数据的处理结果,它们享受第二接受处理的优先权;第三层:测量设备的测量数据,该类数据是整个测控任务被处理数据中最原始的数据源,是监控专家系统第三优先接受处理的数据;第四层:为经中心机实际程序处理后的数据,它是系统处理的最后一层数据。

中心机任务程序分工协作,共同完成海上测控任务中的数据采集、处理、加工功能,它们之间的信息流存在着层次制约关系,这种层次关系为监控专家系统分析数据结果、定位故障原因提供方便快捷的手段。

4 推理技术和控制策略

监控专家系统旨在通过应用专家知识,对任务中的测控通信设备工作状态、测量数据、中心机的任务程序的运行状态等进行监视和控制,以提高中心机系统执行任务的实时性和可靠性。

监控专家系统的特点表现在以下几个方面:一是实时性高,要求在秒节点从网上录取测量设备数据、中心机处理数据及其它通信数据、状态数据,同时,对这些数据进行分析判断并将结果输送到网上;二是工作量大,处理的数据除了通常与飞行器有关的外测数据外,为适应海上测控的特点,还涉及一些动态数据,包括船姿船位数据、变形数据等,构成数据量大、数据处理复杂的系统特性。兼顾上述特点,监控系统将问题求解目标分成两部分。第一部分为对设备工作状态、中心机任务程序的运行状态及测量设备的测量数据进行处理;第二部分为对中心机处理数据的处理,推理活动采用有限时间推理原则,在完

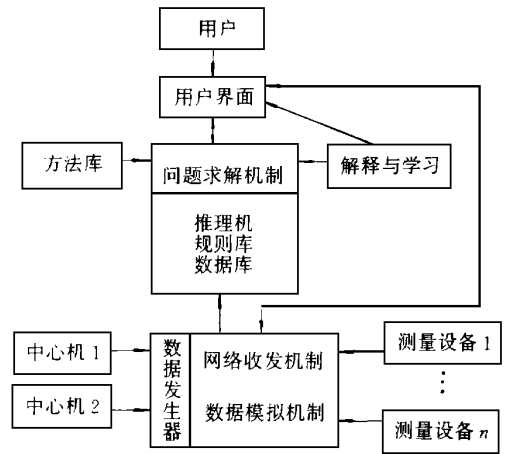


图1 实时监控专家系统总体结构

Fig. 1 Architecture of real time monitor expert system

成第一部分工作后,根据剩余时间的多少,确定是否进入下一步的工作,在一定范围内保证系统的正确性与可靠性。

监控专家系统在推理过程中使用了五种规划策略:一是将求解的问题空间划分成若干子空间,每个子空间有自己的知识源集及事实信息集,黑板监督程序根据求解过程的深入,将相应的知识源集、事实信息集放入调度队列,供调度程序执行;二是将问题求解过程进行划分,特定阶段完成特定的任务,使整个求解过程紧张而有序地往下发展;三是利用各个子问题之间的因果关系,减少重复劳动;四是将规则按优先级进行排序,优先级越高越优先执行;五是根据目标级规则的上下文关系,采用上下文树对知识的适用范围进行限制,避免知识的盲目使用,增强知识的目的性,加快不适用知识实体的失败。

此外,为了加快模式匹配的效率,我们把数据库按照事实的表示模式进行划分和组织,有效地减少了模式匹配过程中的搜索空间和时间,并针对不同的模式及问题求解的需要编写特定的匹配算法,用牺牲模式匹配算法的通用性来换取效率。采用过程式模式匹配算法后,系统的模式匹配速度提高了一个数量级。

5 系统的实现

监控专家系统求解问题的全过程可分为三个阶段。第一阶段:输入数据源;第二阶段:分析与处理数据;第三阶段:报告信息。在第二阶段,针对求解的问题特点、重要性及因果约束关系,又可把问题空间划分成若干子空间,第一,对用户命令字的分析(CMD_ANALYSE),将用户命令的执行行为转化为一系列的规则,是监控专家系统灵活运用专家系统增量式开发的特点,便于用户命令的增删,而无须理会程序结构;第二,对中心机任务程序运行状态的分析(PGM_ANALYSE);第三,对测控通信设备工作状态、测量数据质量及通信入数据的分析(QUT_ANALYSE);第四,对主机、备机处理数据结果的分析(DAT_ANALYSE),在这一子问题空间内,系统还根据时间的容忍程度决定是否对每个子问题的解作进一步的深入探索(主要检查主机、备机对同一测量数据源的处理结果是否一致),在时间容许的情况下,对结果一致的解再分别用一组规则进行推理,找出故障,分析原因,提供决策。

上述控制策略作为元知识源,形成元级控制,它的激活优先级最低,只有在不存在任何目标级知识源激活的情况下,它才被激活,但它一旦被激活,要么是激活其它目标级知识源,要么是系统挂起。

系统按照产生式系统认知-行动循环模式进行问题求解。考虑到实时监控专家系统的运行受到严格的时间和时序的约束,它接受和处理的数据随时间而变化,且必须在限定的时间内给出响应。推理机按有限时间原则进行推理,利用该原理可以控制规则中产生上下文标志,并插入到数据库中,推理机通过检查该标志是否存在决定系统的行为趋向。

6 结束语

经过两年多的努力,作者设计并实现了“测量船中心机实时监控专家系统”。大量模拟实例的测试显示,效果良好,基本达到了设计的要求。

该系统不但具有良好的实际应用价值和广阔的应用前景,而且可以在此基础上带动其他类型的专家系统的开发与应用。在今后的工作中,一方面要协调好中心机系统的接口关系及信息交换格式,另一方面要不断修改和补充新的知识,进一步完善该系统,使其真正能够服务于部队实践。

参考文献

- 1 吴泉源,刘江宁.人工智能与专家系统.长沙:国防科技大学出版社,1995
- 2 陆汝钤.人工智能.北京:科学出版社,1996
- 3 史忠植.高级人工智能.北京:科学出版社,1998
- 4 吴鹤龄.专家系统工具CLIPS及其应用.北京:北京理工大学出版社,1991
- 5 陈燕庆等.工程智能控制.西安:西北工业大学出版社,1991
- 6 蒋静坪.计算机实时控制系统.杭州:浙江大学出版社,1990
- 7 Richter J. Windows NT 高级编程技术.北京:清华大学出版社,1994