

文章编号: 1005-8451 (2010) 12-0040-03

Agent 技术在全电子信号模块中的应用

黄靖涛, 魏文军

(兰州交通大学 光电技术与智能控制实验室, 兰州 730070)

摘要: 分析计算机联锁系统的特点, 讨论其联锁运算过程的现状及存在的问题。针对采用集中联锁运算控制的缺点及列车运行过程的多目标要求, 提出一种多 Agent 集成技术在全电子计算机联锁系统中的综合智能控制。以全电子信号模块为例, 讨论建立多 Agent 集成技术在全电子计算机联锁中应用的必要性和可行性, 并给出信号模块的结构和实现方法。

关键词: Agent 技术; 全电子; 铁路信号

中图分类号: U284.43

文献标识码: A

Application of Agent technology to full-electronic signal module

HUANG Jing-tao, WEI Wen-jun

(Key Laboratory of Opto-eletronic Technology and Intelligent Control, Lanzhou Jiaotong University,
Lanzhou 730070, China)

Abstract: It was analysed Computer Interlock System characteristic, discussed the current situation and problems of the process in its chain operations. For the shortcomings of centralized control in computer interlocking and multi-objective requirements of train operators running, it was propose a system-wide integrated intelligent control that integrated multi-Agent technology in computer interlocking. For a full-electronic signal module example, it was discussed the necessity and feasibility of creating multi-Agent integrated technology in full-electronic computer interlocking and given the structure and implementation method of signal module.

Key words: Agent technology; full-electronic; railway signal

计算机联锁系统由于控制规模、功能的完备程度、经济因素、技术实现等的不同有多种体系结构。我国从 80 年代研究计算机联锁系统, 从机械联锁、电气集中联锁、计算机联锁到目前全电子计算机系统, 这些联锁系统多采用集中式结构。当关键部位发生故障时影响面较大。且继电执行电路与现场设备通过大量信号电缆相连, 使系统施工复杂, 工程造价高, 由于现场环境恶劣, 电缆容易发生混线、断线等故障, 直接威胁到系统安全可靠的工作。

本论文以信号模块为例, 应用 Agent 技术, 利用其所具有的自主性、分布性和自适应性为逻辑上和物理上分散的计算机联锁系统提供了一种新的技术支持, 完全实现了计算机联锁的智能化, 提高了安全性和可靠性。

1 多 Agent 系统

20世纪80年代以来, 分布式人工智能逐渐成

收稿日期: 2010-09-30

作者简介: 黄靖涛, 在读硕士研究生; 魏文军, 副教授。

为人工智能领域的一个研究热点。分布式问题求解是其早期阶段, 多 Agent 系统可以认为是分布式问题求解的进一步发展。

1.1 Agent 的概念和结构

Agent 至今没有统一确切的定义。大多数研究者认为, Agent 是一种具有知识、目标和能力, 并能单独或在人的少许指导下进行推理决策的能力实体。它可以指一个机器人, 一个专家系统, 一个过程或求解单元等。一般具有以下特性: 自治性、社会能力、反应能力、自发行为、移动性、推理能力、规划能力学习和适应能力等。不管哪一种 Agent, 目前普遍公认的 Agent 的结构如图 1。

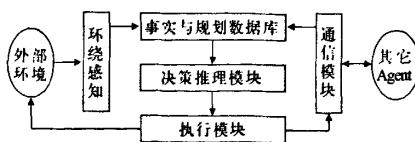


图 1 Agent 的广义结构

1.2 多 Agent 系统

多Agent系统主要研究一组自治Agent在分布式、开放式的动态环境下,通过交互、合作、竞争、协商等智能行为完成复杂的控制或任务求解。目的是将大的复杂系统分解成若干小的且易于管理、彼此能相互通信及协调的智能体,每个智能体根据当前的状态决定自己的行为,协作解决当前全局任务,实现全局目标。系统具有很强的鲁棒性和可靠性,且灵活性强,实时性好并易于扩展。

2 基于Agent技术的信号模块

铁路信号作为列车运行或调车作业的命令对列车的安全运行起着至关重要的作用,通常以信号机的装置来设置。信号机在特定时刻的正确显示是列车安全运行的可靠保证。信号Agent作为三大设备之一,对操作命令能够在线储存,设备的安全可靠能实时监测,信号机的显示状态能实时采集,同时能够与同一站场或区段的轨道Agent、道岔Agent进行高速实时通信,联锁运算。

2.1 信号模块的结构

根据信号模块的功能特点及任务需求,构造了信号系统框架图如图2。

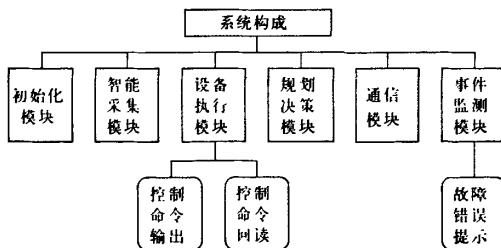


图2 全电子信号模块的系统框架图

(1) 初始化部分完成系统时钟设置、中断初始化、微处理器端口配置等任务。

(2) 通信模块负责接收来自联锁机的控制命令,并将设备状态传输给联锁机,同时完成信号模块与其他模块之间的协调协作。

(3) 采集部分根据控制命令有选择的完成信号机工作状态采集,包括点灯电流、信号开放、关闭状态等信息。

(4) 执行模块完成信号机的点灯,并与通过采集模块及时更新信号状态显示;报警提示模块即事件监测模块,完成设备的故障声明。

(5) 规划决策模块完成多任务的通信协作,尽量优化运用有限设备,保证列车的正常运行。

(6) 事件监测模块:实时跟踪系统设备的状态显示,对设备的故障运用FCPN算法即时监测并进行故障报警。

2.2 信号模块的逻辑原理图

首先由操作员根据工作要求并参照现场设备状态,通过操作及时发出操作命令;判断后将合法操作命令通过系统网络传至相应的智能模块:启动定时器,在规定的时间内采集设备状态,如果采集状态超时则返回系统初始状态循环采集,当采集3次以上还没有采集到系统参数则说明系统发生故障,报警提示;如果采集正常通过通信模块与其它Agent进行KQML(Knowledge Query and Manipulation Language)通信,获取其它设备Agent的状态信息;根据知识库中的推理规则查找相应的操作命令,驱动执行模块,控制设备动作。逻辑原理如图3。

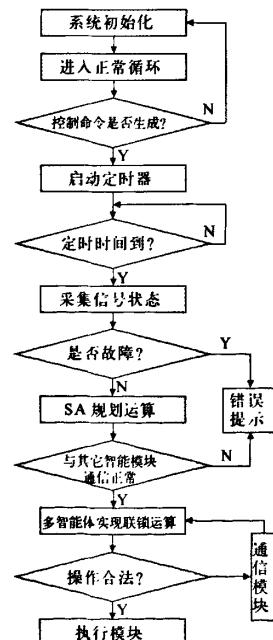


图3 全电子信号模块的逻辑原理图

3 关键技术的研究

3.1 Agent内部状态的抽象化描述

信号灯的显示有多种颜色,并且含义不同,但

其基本功能是防护所关联的区段，即允许或禁止列车进入所防护的区段，因此要想建立信号机的知识库，对于信号灯状态显示的抽象化描述至关重要。

本文以信号机的显示为例采用一阶谓词逻辑对信号的开放进行抽象描述，并采用3元组表述： $\text{SignalIsOn}(\text{St}, \text{Si}, \text{t})$ 。若 $\text{SignalIsOn}(\text{St}, \text{Si}, \text{t}) = \text{True}$ ，则表示车站 St 的信号灯 Si 在 t 时刻为开放状态，即允许列车进入所防护的区段；若 $\text{SignalIsOn}(\text{St}, \text{Si}, \text{t}) = \text{False}$ ，表示车站 St 的信号灯 Si 在 t 时刻为禁止状态，即列车进入所防护的区段。关于信号灯具体显示的颜色，以及在确定颜色下的释义可通过一阶谓词逻辑建立规则知识库，根据相应的规则驱动 Agent 模块进行动作。

3.2 Agent 之间交互与通信

基于 Agent 技术的全电子联锁系统是以全体 Agent 协同工作为基础的，所以为完成整个联锁运算及监测任务，多 Agent 之间必须有很好的协同机制。这些多 Agent 系统可能处于一个节点之下，也可能分布在不同的节点上，或多 Agent 系统处于同一个单元中，它们之间的交互以通信为基础，该信号模块中采用 KQML 语言通信，其最大特点是辅助信息包含于通信信息中。

3.3 Agent 之间的协调规划

全电子联锁运算模块按运行工况可分为进路选择、进路锁闭、信号开放、进路解锁 4 个过程。在每一工况下，每一架信号机的显示都是不同的。若再细化到每一个运行区间，加上时间和空间的约束条件，因此各个过程的特征和控制要求是不同的。在实际运行过程中，上述过程交替出现，控制目标和要求也随之变化，单个智能体的资源、知识和能力等往往是有限的，协调和合作在多智能体系统中就变得非常重要。即使有的任务单个智能体能够完成，但多个智能体的协作往往能够大幅度地提高完成任务的效率。对于全电子联锁系统来说，这一点尤为重要。单个 Agent 的优化并不能保证全部联锁进路的控制优化，有时甚至会造成整个联锁系统的瘫痪。通过智能体间的协调与全局规划，利用模糊 Petri 网进行进路优化搜索，控制各个智能体，以使列车正常运行。

3.4 系统的可靠性和安全性

系统的可靠性和安全性是铁路运输生产的永

恒主题。信号设备的重要作用之一就是保障行车安全。信号模块采用高可靠性硬件设备（新型的带有 ARM 处理器的芯片），CAN 通信与其它 Agent 实时通信，通过智能检测模块实时跟踪，利用 FCPN 算法诊断系统的安全性；同时将 Agent 技术应用于全电子计算机联锁系统中，各个智能体中的联锁运算规划模块并行运算，将控制命令进行对比，相当于多重冗余，提高了系统安全性和可靠性。因此对全电子联锁系统中各个模块的安全性和可靠性的设计尤为重要。

4 结束语

利用多 Agent 技术是面向全电子联锁的新技术，这种新技术在全电子联锁系统中的应用不但通过并行处理可以提高系统的运算效率，同时还可以提高系统的安全性和可靠性，此外使信号设备的故障监测智能化。当然作为一个新兴的技术，也不可能完美无缺的，特别是在复杂实时动态环境下的建模还存在很多无法解决的问题，本文只是提出一种理论可能性，具体实践方法需要进一步的研究。

参考文献：

- [1] 赵志熙. 计算机联锁系统技术[M]. 北京：中国铁道出版社，1999, 9.
- [2] 陈晓伟，董 显，薛红岩，江文丹. 新型分布式计算机联锁系统的研究与设计[J]. 铁道通信信号，2009 (5).
- [3] 董海鹰，贾世峰，李 华，范多旺. 列车运行过程的多 Agent 集成探讨[J]. 铁道学报，2004 (3).
- [4] A.Fay. ABB Corporate Research, Heidelberg,Germany. Train control by multi-agent software systems[J]. Computer in Railways VII: 818-826.
- [5] 马 鑫，董 显. 计算机联锁进路搜索的 Petri 网模型[J]. 科技咨询导报，2007 (7).
- [6] LIU Zi-yu,HUANG Lei.Research on the IDSS of High-speed Railway Based on Multi-agent[J]. International Conference on Management Science & Engineering Harbin, 2007(14).
- [7] 俞 峰，李建勇. 多智能体在交通控制系统中的应用[J]. 交通运输工程学报，2001 (1).
- [8] 岳丽丽，王瑞峰. 基于多 Agent 的铁路信号设备智能故障监测与诊断的实现[J]. 交通与计算机，2008 (2).