

文章编号: 1005-8451 (2013) 05-0034-03

# 铁路自动售票系统故障诊断与维修专家系统方案的研究

李 超

(中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081)

**摘 要:** 针对铁路自动售票系统故障特点与故障分析, 提出铁路自动售票系统的故障诊断与维修专家系统的方案, 并对系统的知识表示和推理进行深入研究。该系统为铁路自动售票系统的故障诊断与维修提供一种科学途径, 有助实现铁路自动售票系统技术支持及维护工作的智能化和自动化。

**关键词:** 铁路自动售票系统; 故障诊断与维修; 专家系统

**中图分类号:** U293.22 : TP39 **文献标识码:** A

## Research on plan of Fault Diagnosis and Maintenance Expert System for Railway Ticketing and Reservation System

LI Chao

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

**Abstract:** According to the properties of fault diagnosis and maintenance of the Railway Ticketing and Reservation System(TRS), the paper proposed the plan of Fault Diagnosis and Maintenance Expert System for Railway TRS, researched on the knowledge representation and reasoning, put forward a scientific approach for the fault diagnosis and maintenance of the Railway TRS. It was helpful for the Railway TRS to implement the technical support and maintenance work intelligently and automatically.

**Key words:** Railway Ticketing and Reservation System(TRS); fault diagnosis and maintenance; Expert System

随着我国铁路的高速发展, 自动售票系统得到了更加广泛的应用, 也发挥着越来越重要的作用。随着互联网取票和银行卡支付功能的开通, 自动售票系统应用越来越广, 技术支持和售后任务也越来越繁重, 目前通过人工电话来解决用户问题的技术支持存在很多弊端:

(1) 维护工作对人的依赖性太强, 如果维护人员没有及时接到车站维护电话, 可能造成严重后果。

(2) 技术支持人员的技术水平和工作经验没有实现共享, 造成资源浪费, 现场维护人员维护水平也有差异, 某些问题甚至是维护人员解决故障方法不当导致。

(3) 系统维护过程中很多问题具有共性, 造成了维护人员大量重复性劳动。

针对铁路自动售票系统的维护现状和系统故障

特点, 在项目组所积累的工作经验和自动售票系统相关理论的基础上, 提出建立自动售票故障诊断与维修专家系统, 用以提高技术支持人员和维护人员的技术水平, 减少自动售票系统故障恢复时间, 保证系统正常稳定运营。

### 1 故障诊断与维修专家系统总体方案

#### 1.1 专家系统总体结构

专家系统总体结构如图 1 所示。

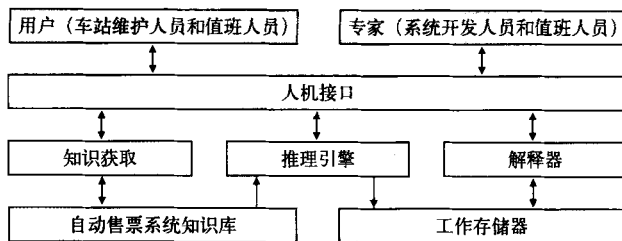


图1 自动售票系统的故障诊断与维修专家系统结构

#### 1.2 功能模块

收稿日期: 2012-10-22

作者简介: 李 超, 助理研究员。

知识库主要存储自动售票系统相关的原理性知识、维护经验性知识和系统运行需要的有关参数等。知识库的知识来源于知识获取模块，同时又为推理求解过程提供所需的知识。知识库的知识主要以产生式规则的形式表示，并以关系表结构存储，知识库主要包括事实库和规则库两部分，如表 1 和表 2 所示。

表1 事实库结构

事实类别代码	事实号	事实描述
--------	-----	------

表2 规则库结构

规则类别代码	规则号	条件1	条件2	结论
--------	-----	-----	-----	----

工作存储器用于存放咨询过程中用户提供的初始事实、问题描述以及系统提供的故障信息描述等。推理机根据工作存储器中的内容与知识库中的知识进行匹配和推理，然后把推理结果存入工作存储器，继续进行匹配和推理，直至推出最终结论。

推理引擎是实现问题求解的核心执行机构，其任务是模拟领域专家的思维过程，完成问题的求解，在推理过程中，系统首先通过人机交互界面获取用户提供的初始故障描述信息，并根据该初始信息为出发点，推理得出结论，再围绕该结论通过询问驱动进一步获取事实，实现更准确的推理。

解释器负责解答用户提出的各种问题，解释器在推理过程中把每步推理所用的数据和知识按照推理顺序连接起来，并显示给用户，以此作为对用户的回答。专家系统通过人机接口接收用户的问题，通过推理机和知识库以及工作存储器的交互作用求解问题，通过解释器回答问题，再通过人机接口反馈给用户。

知识获取主要包括两方面：(1) 知识的编辑

与求精，根据专家或者技术支持人员提供的知识进行整理与归纳，作为新知识加入知识库。(2) 系统的知识自学习，系统在运行过程中积累的经验，自动修改和补充知识库的内容，完善系统知识库。

人机接口是指专家系统与人的交互界面，自动售票系统的故障诊断与维修专家系统的人机接口包括专家系统与专家、软件开发人员、技术支持人员以及车站维护人员的接口。车站维护人员和技术支持人员通过人机接口用户可以提出问题并得到问题的解决方法，专家和软件开发人员通过接口可以维护系统的知识库，进一步提高和改善系统求解问题的能力。

1.3 知识表达与推理

知识表达方式有谓词逻辑表示法、产生式表示法、语义网络表示法和框架表示法等多种表达方式，结合自动售票系统的故障知识特点，系统的故障都有着前后因果关系，如纸币找零钱箱纸币非常破旧，则必然纸币找零故障；如车站网络出现故障，则车站所有自动售票系统无法正常使用。采用产生式系统来表达知识并构建知识库的产生式规则如下：

IF Condition A Then B  
IF Condition A1 And Condition A2 And ... An  
Then B

其中，A，A1，A2，...，An 为前提，B 为结论。

上述规则的含义是单个规则之间的描述，未表达规则间的前后继承关系，在自动售票维修专家系统很多规则之间都是因果关系，建立规则关系树，依据规则之间的前提和结论之间的联系，从上而下生成树枝和树梢，图 2 给出自动售票系统制票找零出现故障的推理过程，通过搜索关系

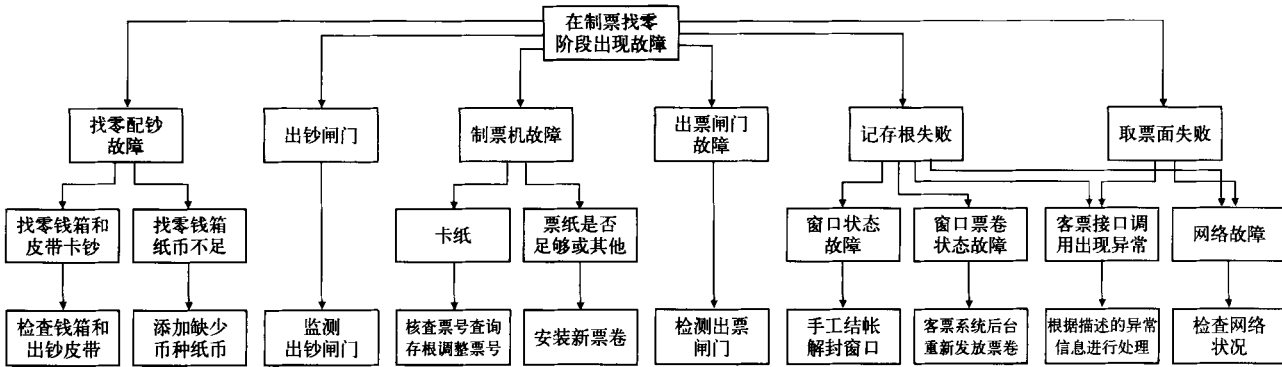


图2 制票找零故障诊断关系树

树, 得到最终故障原因和解决办法。

## 2 故障诊断与维修专家系统推理机制

### 2.1 推理方法

在产生式系统的表达知识方案中, 因规则的前提和结论之间有必然性联系, 采用演绎推理中的前向推理方法。从知识库和工作存储器中的数据出发, 循环尝试所有适用的规则, 每次使用规则得到的结论都加入工作存储器, 直到找到目标。

通过对自动售票系统运行特点分析, 将自动售票系统状态分为售票和维护两种状态, 两者为互斥关系。根据售票流程和维护流程将对状态进行细分, 图3为自动售票系统售票状态的状态分类图。在任何时刻自动售票系统都处于一个待定的状态, 状态的转换依赖于系统所接受的事件和当前的状态, 机器的故障也是在某种状态下发生的, 系统的规则按照子状态进行分类存储。采用启发式搜索策略和回溯搜索策略相结合, 在定位状态时根据用户输入的初始状态, 从根节点开始, 向下一层进行遍历, 如果启发信息不够, 则通过用户界面向用户询问, 获取信息以确定下一步推理方向。在定位故障原因时采用回溯策略, 定位到子状态后选择每条规则时建立一个回溯点, 当后续的计算出现困难时, 系统自动退回到回溯点, 重新选择规则执行, 直到遍历完成。

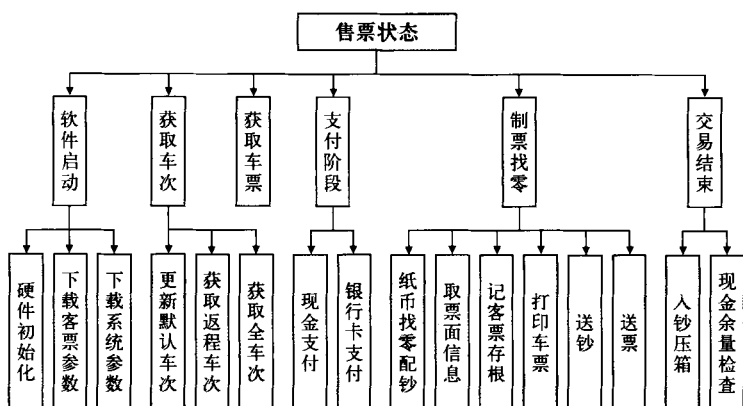


图3 自动售票系统售票状态分类图

### 2.2 专家系统的求解

当车站自动售票系统出现故障时, 车站维护人员欲寻求帮助时可以根据现场条件, 将自动售票系统的维护操作屏和管理监控机接入故障诊断与维修专家系统。现场维修人员根据故障状况对

故障状态进行定位, 专家系统根据状态信息从知识库中匹配相应的规则, 形成该问题的解答规则集, 按照出现故障概率的大小进行高低排序。现场维护人员根据输出的故障原因检查系统的状态, 如确定系专家系统所给的故障提示, 再选择继续得到相应的维修方法和建议。否则选择下一个可能的故障原因, 再次核对。

## 3 结束语

自动售票系统故障诊断与维修专家系统可以提高自动售票系统故障诊断与维修的科学性和规范性, 给维护人员提供较系统的维修技术支持, 帮助他们更快、更有效地处理售票系统故障, 解决现场维护人员的后顾之忧, 为提高现场故障处理水平, 缩短故障处理时间提供帮助, 为自动售票系统持续可靠运行提供更好的安全保证。

### 参考文献:

- [1] 孙政肖. 铁路客票发售和预订技术支持专家系统的研究[J]. 中国铁道科学, 2002 (5): 37-40.
- [2] KAREN A R, JOHN D A. A fault tree analysis strategy using binary decision diagrams [J]. Reliability Engineering and System Safety, 2002(1):45-56.
- [3] Li Jie. Research on the Algorithm of Avionic Device Fault Diagnosis Based on Fuzzy Expert System [J]. Chinese Journal of Aeronautics, 2007(20):223-229.
- [4] 汪子皓. 基于故障诊断二叉树的内燃机车故障诊断专家系统[J]. 中国铁道科学, 2008 (5): 98-101.
- [5] 张喜. 车站信号控制设备故障诊断专家系统的研究与实现[J]. 铁道学报, 2009 (3): 42-49.
- [6] 李小平. 堆垛机远程故障诊断关键技术的研究[J]. 兰州交通大学学报, 2011 (4): 14-20.
- [7] 汪振兴. 基于改进 BP 神经网络的某型装备故障诊断专家系统[J]. 计算机与现代化, 2010 (2): 58-62.
- [8] 陈国荣. 滚齿机网络化故障诊断专家系统的设计及应用[J]. 重庆大学学报, 2010 (5): 62-72.
- [9] 吴海桥. 现代大型客机故障诊断专家系统的研究与开发[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2002.
- [10] 宋晓霞. 变压器故障综合诊断专家系统的研究与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2010.

责任编辑 杨利明