

# 联机实时诊断专家系统外壳 ASESS

任伟光 王庆利 (沈阳电力高等专科学校自控系 110036)

## 一、引言

随着工业的进步,传感器技术、计算机动态检测技术不断发展完善,导致许多自动化程度高,运行速度快的数据采取,检测系统的出现。这类系统大大提高了测试检查的效率,但这类系统都缺乏故障分析能力。近年来随着人工智能技术的发展,构造基于知识的诊断系统取得了一定进展,但这些专家系统大多是离线,非实时的,其故障征兆需由操作人员通过人-机交互接口输入,因此产生速度慢,输入症状不全及有些症状难于表达等弊端,将两种系统结合起来,使之取长补短,是故障诊断技术的重要发展方向。本文将对采用自动检测与人工智能技术相结合的方式,建立的联机实时诊断专家系统外壳工具 ASESS 的基本结构、通讯接口技术、系统的诊断模型、知识表示、推理机制等进行较详细的讨论和说明。

## 二、系统的基本结构

ASESS 系统主要由检测参数接口、实时信号分析解释器、知识获取系统及人机接口等部分组成,系统的基本结构如图 1 所示。

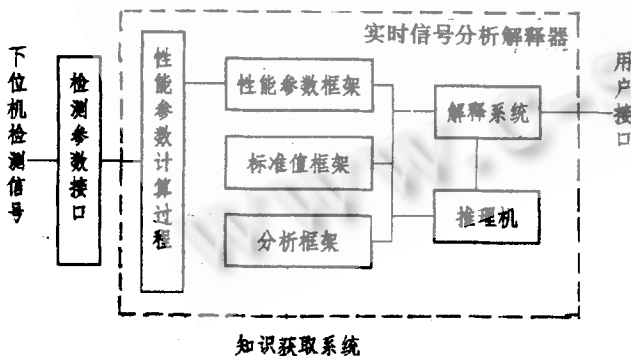


图 1 系统基本结构

·检测参数接口:为了实现下位机检测系统与诊断系统的数据通讯,ASESS 系统提供了自行设计的 RS-422A 通讯接口电路板,RS-422A 接口采用差动信道传送数据,其抗干扰好,而且无接地回路问题,因此特别适

于工业现场下位机与上位机之间距离较远、传送速率较高的数据通讯。该接口电路,采用 IN8250 作为异步通信收发器(UART),选用 MC3487 作为 TTL 电平到 RS-422A 电平转换器件,选用 MC3486 作为 RS-422 电平到 TTL 电平的转换器件,该接口电路板可以方便地插入 PC 机扩展槽内。

数据通讯模块由通讯子模块与数据转换子模块构成。通讯子模块实现以串行方式与检测系统的数据通讯,数据转换子模块可将检测数据转换成系统规定的格式,并存入检测参数数据库。

·实时信号分析解释器:由知识库、推理机、解释系统等组成,可实现对实时信号分析和诊断,解释系统可显示当前整个系统的推理过程及状态以及每一步推理原因、结果,使用户一目了然,理解系统当前的状态,亦可使用户能监控系统的推理。

·知识获取系统:知识获取系统的设计如图 2 所示。



图 2 知识获取系统

系统的知识获取模式是将各类领域专家的知识经过知识收集器收集,并以文本方式存入原始知识库,然后知识转换器将其转换成系统规定形式。知识获取系统还提供了对知识库的直接编辑功能,以实现知识库的扩展和修正,因而整个知识获取系统的实现简单高效,取得了满意的结果。

·用户接口:用于接收和检查用户的各种要求,为用户提供各种诊断、分析信息。

## 三、系统的诊断模型

构造诊断专家系统的核心问题是建立一个合适而有效的诊断模型,因为诊断模型在很大程度上决定了诊断专家系统的知识表示以及推理策略和控制策略。为了诊断故障或分析产品质量,大多数人类专家采用分析

- 综合的思维方法, 即他们首先将客观对象的整体分解成各个部分、方面、特性、因素等, 分别加以认识、了解, 一旦抓住客观实体各方面的规定性, 人的思维活动就由分析转化为综合, 将客观实体的各方面的特性因素有机地结合起来, 形成统一综合的认识。ASESS 系统就是模拟人类专家这种思维方法而提出了基于分析-综合的思维模式并解决了其中的关键技术。系统采用模糊事件隶属度来描述故障的严重程度和信号征兆的强烈程度, 并强调了不同征兆在诊断问题中的重要性, 因此这一诊断模型非常适合解决工程领域的诊断问题。

#### 四、基于诊断模型的知识表示 及推理机制

ASESS 系统中, 知识是采用框架表示的, 如图 1 所示. 通过不同的过程计算, 检测信号的特征值被抽取出来, 每一组值表示被检测客观实体的一个特征, 这些特征值被放入性能参数框架(FCFRAME)的各个槽中, 在知识库中, 标准值框架(FVFRAME)各槽放有各参数标准值及容差, 分析框架(ANFRAME)的每个槽分别对应被检测客观实体的一个方面或一个特性, 其槽值对应一组分析推理规则。

在现实世界中, 事物之间的关系往往是不确定的, 非常精确的事例并不多见, 人类专家的知识中, 相当一部分属于人的主观判断, 是不精确的和含糊的。在这里, 概念本身就没有明确外延, 一个对象是否符合这个概念是难以确定的, 因此, 由这些知识归纳出来的推理规则也往往是不确定的, 在这种情况下, 传统的逻辑推理不能奏效。同样, 概率统计理论也难以处理。ASESS 系统通过引进隶属函数来表达推理规则的不确定性。

设  $A$  是论域  $U$  上的一个模糊子集, 对任意  $u \in U$  都指定一个数  $\mu_A(u) \in [0, 1]$ , 定义  $u$  为对  $A$  的隶属程度, 而映射

$$\mu_A: u \rightarrow [0, 1]$$

$$u \in U \rightarrow \mu_A(u)$$

称作  $A$  的隶属函数,  $\mu_A$  越大, 表示  $u$  对  $A$  的隶属性越强. 有了模糊子集及其隶属函数, 就可以用来描述推理规则的不确定性, 在分析框架中, 第  $j$  槽第  $i$  条推理规

则表示为

$$\text{IF } E_{i1} \text{ AND } E_{i2} \text{ AND } \dots \text{ AND } E_{in} \text{ THEN } H_i (C_{ij})$$

这里  $H_i(C_{ij})$  表示结论,  $H_i$  的模糊隶属度是  $C_{ij} \ i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$ .

系统在推理过程中, 采用向前推理策略, 如果采样信号特征值(EVFRAME)与信号标准值(SVFRAME)比较不匹配, 即某些信号特征值与标准值之间的差别大于容差, 则系统应用元规则激活分析框架对应槽的推理规则, 进行分析推理, 并得出分析的诊断的中间结果  $H_i$ , 如果  $H_i$  从分析框架各槽的分析推理中得到不同的  $C_{ij}$  值, 表示由于证据及分析角度的不同, 引起中间分析结果不同程度的差异, 系统将运用综合算法对中间结果进行综合。

设  $H_i$  中间分析结果的隶属度值为  $C_1, C_2$ ,  $C_{com}$  为综合后的隶属度值, 则用下面的加分函数进行综合计算:  $C_{com}[H_i, C_1, C_2] = C[H_i, C_1] + C[H_i, C_2] * (1 - C[H_i, C_1])$  使用上面的方法, 可以得到一组不同的结论  $H_i(C_i), i = 1, 2, \dots, m$  最后系统选取隶属值最大  $H_k(C_k)$  的方向, 作为被检测实体主要故障原因输出。其它结论可以作为辅助的故障原因。

#### 五、结束语

ASESS 系统已全部采用 Turbo-C 编程实现. 该系统采用元知识结构、框架结构对知识分类组织, 并采用分析-综合推理技术, 可以获得较快的推理速度, 该系统通过接口部件从实时过程采集信号, 因此可以满足实时的需要。

这个系统简易、可靠、容易实现, 已经使用该系统建立了发电机运行诊断系统和电动机质量检验分析系统均取得了满意的结果。

#### 参考文献:

- [1] Waterman, Donald A. A guide to expert systems, Addison - wesley publishing, 1986
- [2] Zadeh. L. A, Fuzzy set, Information and Control, 1965, 8.
- [3] 陈世福等, 专家系统开发环境 NEW 的设计与实现, 软件学报, 93.6