

# 信函自动分拣设备故障诊断知识处理

石家庄邮政专科学校  
李电生 马记

函分拣机在邮政中心局信函处理中起着关键作用，是集机、电、光于一体的复杂的综合性技术设备。随着使用时间的增加，故障的种类和频次日益增多，加上各局使用状况不一，维护 维修人员层次不齐，对故障现象和原因的分析还处于一种零乱的、表面的认识。本文通过对国内各地信函分拣机的故障诊断知识分析，利用专家系统对故障知识进行了计算机处理。

## 一、诊断知识的分析

知识是以各种方式把一个或多个信息关联在一起的信息结构，诊断知识则可以认为是把一个或多个故障信息关联在一起的信息结构。

在信函分拣设备故障诊断领域中，一般遵循这样一种规则：首先根据故障现象，利用已有的经验或启发性知识(合理的推理、较精确的猜测)，提出各种假设，进行各种测试，然后确定故障的原因和故障部件，这种经验或启发性知识主要表现为故障症状与故障结论的联系，并通常以规则的逻辑形式表示。可以将其分为以下三种类型：

### 1. 全面症状(集合)－故障规则

在信函分拣机溢出量大故障诊断中，对故障事件“溢出量大”有规则，如果皮带速度不够、带松、中心距未变，则带老化(故障)。

此规则把全面的故障症状(集合)和目标故障直接联系起来，即全面症状(集合)——故障是一一对应关系，我们称“全面症状(集合)——故障”规则为故障诊断精确知识。

### 2. 不全面症状(集合)－故障(集合)

在信函分拣机卡塞故障中，动态卡塞对应四个故障结论，即：速度误差积累、信函状态改变失调、跑偏、转辙器动作不正常。由于受客观条件限制，引起故障结论的症状知之甚少或一无所知，因而不能形成全面症状(集合)——故障规则，只能通过统计资料给出此故障与故障结论相关的概率。这种“不全面症状(集合)——故障(集合)”的诊断知识称为不全面诊断知识。

### 3. 不确定症状(集合)－故障(集合)规则

精确知识是指故障事件发生时，故障结论到故障事件这段故障树中故障症状都是确定的，并与故障结论之间的关系是明确的，然而在实际故障诊断中，存在着下列情况：故障事件→故障症状(集合)→故障结论(1)、故障结论(2) ... ..故障结论(N)即：故障事件和故障症状与故障结论之间的关系不是确定的，而是模糊的。称此种诊断知识为模糊知识。

## 二、知识表示和实现

专家系统的工作过程是一个获得知识并应用知识的过程，也就是说专家系统是一个知识处理系统，为了对知识进行处理，首先遇到的就是如何表示知识的问题。所谓知识表示是为了描述世界所做的一组约定，是知识的符号化和形式化过程，知识表示方法就是研究如何设计各种数据结构，以便将已获得的某个问题领域的各种知识以计算机内部代码的形式加以合理地描述和存储。一般来讲，任何一个给定的问题都有多种等价的表示方法，但它们可能产生出不完全相同甚至完全不同的效果。合适的表示方法会使问题十分明确，并为内部推理提供方便条件，从而使问题变得比较容易求解。

知识表示是专家系统的核心问题，已经形成了一个研究知识表示方法的子领域——知识表示方法学。它研究的主要问题是知识的表示形式，研究表示与控制的关系，表示与推理的关系及表示与其他领域的关系，其目的在于通过知识的有效表示使人工智能程序利用这些知识进行正确的推理和迅速作出决策。

对知识表示的要求有表示能力(能正确地、有效地将求解问题所需的各类知识表示出来)、可理解性(所表示的知识易读、易懂、便于知识获取、知识的修改和维护)、可访问性(能方便地利用知识库中的知识)、可扩充性(能方便地扩充知识库)、相容性、正确性、简洁性。

在诸多知识表示方法中，产生式规则已成为当前专家系统中最常用的一种知识表示方法，很适合于故障诊断系统的知识组织。它结构简单、自然、易于表达人类的经验知识。本文以产生式规则作为信函分拣设备故障诊断知识的表示方法，它是一个具有以下形式的语句：

IF 〈条件〉 THEN 〈结论〉。

运用产生式规则的一个基本思想就是从初试的事实出发，用模式匹配技术寻找合适的产生式，如果代入已知事实后使其产生式的前提(条件)为真，则这个产生式便可以作用在这组事实上，该产生式即被激活，从而推出新的事实。依次类推，直到得出结论

为止。

根据前面对信函分拣设备的故障诊断分析，我们将其分为精确知识、不全面知识、模糊知识等三类。因此与之对应的知识表示可分为精确知识表示、不全面知识表示、模糊知识的表示。三类知识的实现，都是以产生式与一阶谓词相结合，用Prolog语言来具体完成。

### 1. 精确知识的表示与实现

通过建造故障诊断树，来体现精确诊断知识。故障诊断树的建造原则是：以故障诊断树的顶端 作为故障事件，节点(即二层以下底层以上各点)为可测或可观察点，其值称为故障症状，树叶为故障结论。我们建造的故障诊断树，其特点是故障事件与各相关的故障结论之间的关系一目了然。图1是以“溢出格口信函太多”作为故障事件时所建造的故障树。

图1中“溢出量大”作为树中的故障事件，皮带速度不够、带松、出双、中心距的改变等为 故障症状；带的老化、滚轮磨损等为故障结论。图中逻辑门体现了故障事件、故障症状、故障结论之间的关系。溢出格口故障诊断树逻辑图 实现形式为故障症状(症状号、症状说明、症状值)，其中，症状号为该故障症状的识别标志；症状说明为对故障症状的说明和解释；症状值为故障症状的现象或值。规则为规则号、故障设备、故障部件、故障事件、故障症状号表、故障结论，其中，规则号 为表示产生式规则；故障设备为调用规则的关键字；故障部件为调用规则的次关键字；故障事件为调用规则的再次关键字；故障症状号表为作为规则激活的前提条件。

从图1中可得：

```
Symptoms (10, 通过测试得到, 皮带速度不够);
Symptoms (101, 观察得到, 带松);
.....
Symptoms (1010, 测量得到, 中心距未变);
Rules (F1011, 信函输送设备, 夹持皮带, 溢出, {10, 101}, 中心距改变);
Rules (F10100, 信函输送设备, 夹持皮带, 溢出, {10, 101, 1010}, 老化);
规则F10100意思是：当规则F10100满足表中的三个条件(故障症状)时，可得到“老化”的结论。
```

### 2. 不全面知识的表示与实现

根据对不全面诊断知识的分析，同样可利用故障诊断树来体现不全面诊断知识，图2是不全 面诊断知识建造故障诊断树的一个例子。

图2中，“卡塞灯亮，电机停转”为故障事件，“动态卡塞”为故障症状，四个虚线框代表无法得到的故障症状。不全面诊断知识故障诊断树逻辑图

实现形式：

```
故障症状(症状号、症状说明、症状值);
规则(规则号, 故障设备、故障事件, 故障症状号表, 故障结论, 故障强度的归纳强度);
其中, 故障结论为归纳强度; 故障事件隶属于本故障结论的强度。其它参数含义同于前述。
```

从图2中可得：

```
Syptoms (000, 观察所得, 动态卡塞);
Rules (F0000, 输送设备, 夹持皮带, 卡塞灯亮, 电机停转, {000}, 速度呈差积累, 0.2);
.....
Rules (F0003, 输送设备, 夹持皮带, 卡塞灯亮, 电机停转, {000}, 速度误差积累, 0.3)。
```

### 3. 模糊知识的表示与实现

设U、A是两个有限论域，U是故障症状集，A是故障结论集，由经验资料可统计得到引起某个故障事件发生的故障元件总数。而每一个故障结论又伴随着一组故障状症，从经验资料结合故障分析，可对每一故障结论确定一组典型故障症状，即“标准故障症状群”。比如某一故障 事件中第j个结论A<sub>j</sub>，对应有P个标准故障症状，可表示为：

$$A_j = (x_1, x_2, x_3 \dots x_p) (j=1, 2, 3, 4, 5 \dots m)。$$

又考虑到每一个故障症状对判断故障结论A<sub>j</sub>的贡献是不相等的，因此，对A<sub>j</sub>所具有的全部 故障症状赋予相应的权系数，此权系数也可看成是某个故障症状x<sub>i</sub>的隶属度，即μ<sub>A<sub>j</sub></sub>(x<sub>i</sub>)，这样对每个故障结论A<sub>j</sub>都有一组以隶属度形式表示的故障症状群：

$$A_j = ( \mu_{A_j}(x_1), \mu_{A_j}(x_2), \mu_j(x_3) \dots \mu_{A_j}(x_p) ) ；$$

也就是说，对任意故障结论 $A_j$ 是论域 $U$ 的一个模糊子集。

如果在 $A_j$ 故障结论时，把未出现的故障症状以隶属度为零的形式补入 $A_j$ 中，则故障结论可用 $P$ 元素的列向量表示：

$$A_j = (\mu_{A_j}(x_i); \quad i=1, 2, 3, \dots, p)^T。$$

式中  $\mu_{A_j}(x_i) = \mu_{A_j}(x_i)$   $x_i$  故障症状出现

$$0 \quad x_i \text{ (故障症状未出现)}$$

这样有 $m$ 个故障结论，而每一个故障结论可表示成 $P$ 个元素的隶属度列向量，组成矩阵：

$$M = (\mu_{ij})_{p \times m}。$$

此即为模糊诊断矩阵，式中 $\mu_{ij} = \mu_{A_j}(x_i)$ 即第 $i$ 个故障症状对于第 $j$ 个故障结论的隶属度。

实现形式：

故障症状 (症状号、症状说明、症状值)。

规则 (规则号、故障设备、故障部件、故障事件、故障结论、症状号表、隶属度表)。

隶属度表：故障症状 $x_i$ 隶属于故障结论 $A_j$ 的隶属度表。

其它各参数的含义同前述。

在上述知识表示的基础上，专家系统通过模糊推理，即可得到某一故障事件隶属于各相关故障结论的隶属度。

专家系统是一门综合性很强的边缘学科。虽然在许多领域出现了较为成功的专家系统，但在邮政领域的设备故障诊断中，专家系统的应用还是一片空白，本文对信函自动分拣设备故障诊断专家系统的知识处理进行了探讨，对其他方面的研究工作也有待进一步开展。