

一个医疗辅助诊断专家系统的设计与实现

陈再旺 陈景长 (桂林空军学院计算机教研室 541003)



摘要: 本文介绍《急性腹痛辅助诊断》专家系统的组成, 系统知识的获取及表示模式, 系统的推理规则及冲突的消解方法, 系统与用户的接口方式以及自学习功能的设计。系统通过不断地学习, 最终成为具有不同用户自己独特风格的一个专家系统。

关键词: 动态库 知识库 阈值 可信度因子 推理机

众所周知, 在医学、医疗方面已广泛地应用计算机, 而且在有些领域中的应用还处于领先地位, 但还有不少领域仍有待进一步地开展。在所有的应用中, 人们首先引入的是人工智能的辅助诊断系统。我们在这方面也开展了一些研究, 并设计实现了《急性腹痛辅助诊断》专家系统。下面就对该系统的设计和实现的过程进行介绍。

自学习子系统: 本系统采用被动复杂征询指导式和归纳推理式的自学习方法, 系统通过不断学习, 使数据库和知识库进一步得以完善, 成为具有不同用户独特风格的系统。

1 系统组成

人机接口: 主要用于完成输入输出工作。专家和知识工程师通过它输入知识, 更新和完善数据库和知识库; 一般用户通过它输入已知事实到动态库; 系统通过它输出运行结果、回答用户的询问或者向用户索取进一步的事实。

本系统由数据库、知识库、动态库、推理机、解释子系统、自学习子系统、人机接口等组成, 其中:

由于本系统是医疗辅助诊断系统, 所以我们选择本系统为集中式诊断型系统。系统总体框图如图 1 所示:

数据库: 存放所有症状、体征、检验、化验结果、病名、治疗方法等数据集。

知识库: 知识库是系统的核心之一, 主要存放与急性腹痛有关的原理性知识、专家的经验性知识等, 为推理机提供求解问题所需的知识。

动态库: 它是反映当前问题求解状态的集合, 用于临时存放求解问题所需的各种问题所需的各种初始数据或证据, 以及求解期间由本系统产生的各种中间信息, 它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。

推理机: 它是专家系统的思维机构, 是系统的核心, 其任务是模拟急性腹痛方面的专家的思维过程, 控制并执行问题的求解。根据当前已输入的症状、体征、检验结果等, 利用知识库中的诊断规则, 按一定的推理方法和控制策略进行推理, 求得最后的诊断结果。

解释子系统: 回答用户提出的“为什么?”、“结论是如何得出的?”等问题。

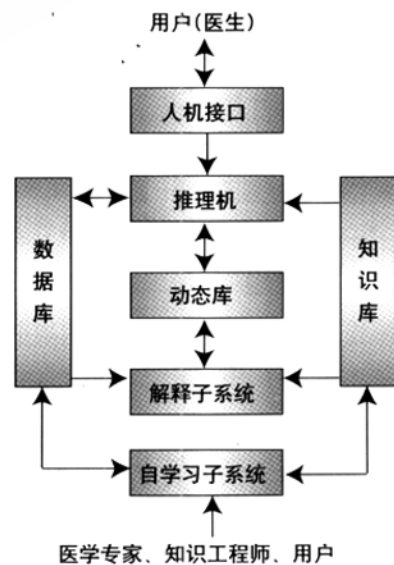


图 1

2 知识的获取

知识获取是专家系统开发过程中最重要的一步, 也

是最难的一步。为了把领域知识和经验从专家的头脑中和书本中抽取出来，将其形式化以表示成计算机可识别的处理的形式。一般来说，根据获取知识与经验的自动化程序，知识获取可有四种方式：

- (1) 以知识工程师为主人工抽取知识与经验。
领域专家 → 知识工程师 → 知识库 (领域知识)
 - (2) 采用知识编辑程序辅助抽取知识与经验。
领域专家 → 知识编辑器 → 知识库 (领域知识)
 - (3) 采用归纳推理程序自动抽取专家的知识与经验。
领域专家 → 归纳推理程序 → 知识库 (领域知识)
 - (4) 采用文本理解程序自动抽取书本中的知识。
文献载体 → 文本理解程序 → 知识库 (领域知识)
- 在本系统中我们主要采用第一、第二、第三种方法获取知识。

3 推理控制策略及冲突的消解

本系统采用正向推理及深度优先结合剪枝的搜索策略。

在设计过程中，我们以响应时间及提示的合理性作为主要指标，把输入方法、推理与搜索有机地结合在一起，根据知识库中的产生式进行推理。

为提高搜索效率，我们预先按腹痛性质、腹部分区、有无放射痛等，把知识库中的产生式组成一个多级索引树形结构，如图 2 所示：

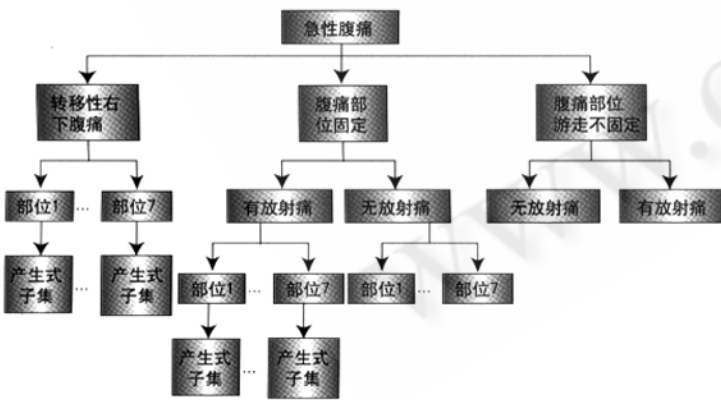


图 2

由于树的组织是人为的，故产生式子集中可能存在冗余量。即一个产生式在此子集中出现，有可能在另一子集中也存在。

系统进入诊断时，首先屏幕提示从树根开始，当提问得到回答以后，马上进行剪枝，往纵向进一步深入提问，随着不断提问，症状不断输入，剪枝亦不断进行，这样相关的产生式子集越来越少，直到症状输入完毕，这

个过程才结束。第二步，根据刚才输入的结果，作为知识库中产生式的条件，判断是否有满足条件的知识。第三，根据推理的情况，输出最终结果。

那么，系统是如何进行推理判断的呢？

首先，对于前提条件：

$$E = E1(\omega_1) \text{ AND } E2(\omega_2) \text{ AND } \dots \text{ AND } En(\omega_n)$$

所对应的组合证据，其可信度用下式计算：

$$CF(E) = \sum_{i=1}^n \omega_i \times CF(E_i)$$

CF(E_i) 默认值都为 1，若用户专门输入，则以输入的值进行计算。当 CF(E) 满足如下条件时，即

$$CF(E) \geq \lambda$$

该知识就可被应用，从而推出相应的结论 H。对于结论 H 的可信度，用下式计算可得：

$$CF(H) = CF(H, E) \times CF(E)$$

然后，根据 CF(H) 的值，输出分为三种情况：

- (1) 当 CF(H) > 0.7 时，系统确诊为某病，并给出治疗方案等建议。
- (2) 当 0.3 < CF(H) ≤ 0.7 时，系统输出可考虑为某病。由于不能确诊。此时，将提供作进一步检查的建议，以及应注意的鉴别诊断等。
- (3) 当 CF(H) ≤ 0.3 时，系统将不能作出诊断。

关于结论冲突的消解，根据 CF(H) 值的不同，采用不同的策略。

若 CF(H_i) ≥ 0.7 (i=1,2,...,n)，则认为是并发症；若 0.3 < CF(H_i) < 0.7 则取 CF(H_i) 中的最大值，并给出相应的鉴别诊断。

4 系统与用户的接口方式

本系统在运行时，输入病人的症状是一个重要的过程，输入方法的选择将直接影响到整个系统的设计与运行效率。

通常，输入方法有二种选择：一是主动式；二是被动式。主动式输入法指操作人员直接用自然语言输入病人的症状。这在国外的专家系统中是常用的一种方法。但目前国内较难实现，主要原因是汉字输入速度慢且症状的称呼要么必须标准化，要么计算机具有理解句子语义的能力。所以，我们选择被动式的输入方式，即在屏幕上提示一组有序症状，用户只需选择输入病人具有的症状代号即可。

(下转第 34 页)

5 系统的自学方式

本系统的知识主要来源是从医学专家多年的实践经验及相关的专业技术文献中抽取得到的。系统初步建成后,是很难做到完美无缺的,知识库中每一产生式推理出的诊断结果是否确实有效,应由临床实践来验证,只有通过运行才能发现知识是否健全,是否有误,不断进行修改和补充新的知识。为达这一目的,本系统采取两个措施:首先,系统设立了诊断结果反馈功能。当诊断错误时,由医生或操作员将结果输入计算机,当错误诊断超过一定次数时,系统将自动修改该条知识。第二,由专家直接修改或将新的知识输入到系统的知识库中,因为每个专家都有自己的独特见解。这样,不同的用户在

使用系统的过程中,系统会不断地通过临床实践和专家来完善知识库的内容,使本系统成为不同用户独特风格的专家系统。

6 结束语

该系统在桂林市人民医院、中国人民解放军第一军医大学附属南方医院、中山医科大学附属第一医院等单位试用,并抽检 1800 份病历进行验证,符合率达 98.38%。后经军内外医学和计算机方面的 20 多名专家对本系统进行技术鉴定通过,目前该系统已获军队科技进步四等奖。■