

研究简报

医学诊疗领域通用专家系统设计与实现

林 东 邵军力

(南京通信工程学院计算机系 南京 210016)

关键词: 专家系统, 知识树, 鉴别诊断.

1 引言

目前,国际上只有 INTERNIST 已成为商品化的多疾病综合诊断专家系统,但其主要依据是实验室诊断.为了追踪世界先进水平,我们研制了以临床经验诊断为主的内科西医诊疗专家系统 MES.首先通过分析医生的临床行为,确立了诊疗的认知模型,包括知识在医生大脑中的存储模型,而后按快速原型生成法设计而成,并引入了知识获取模块.其中知识由全军肿瘤中心提供,经 750 例双盲试验和 70 例门诊报告,临床符合率达 93%.目前系统已投入临床.由于它采用规范化诊疗,有助于降低临床误诊率,对门诊、普查、教学、家庭咨询具有普及性.系统用汉化 GCLISP 语言编成,适用于 286 以上 PC 机.系统结构见图 1 所示.

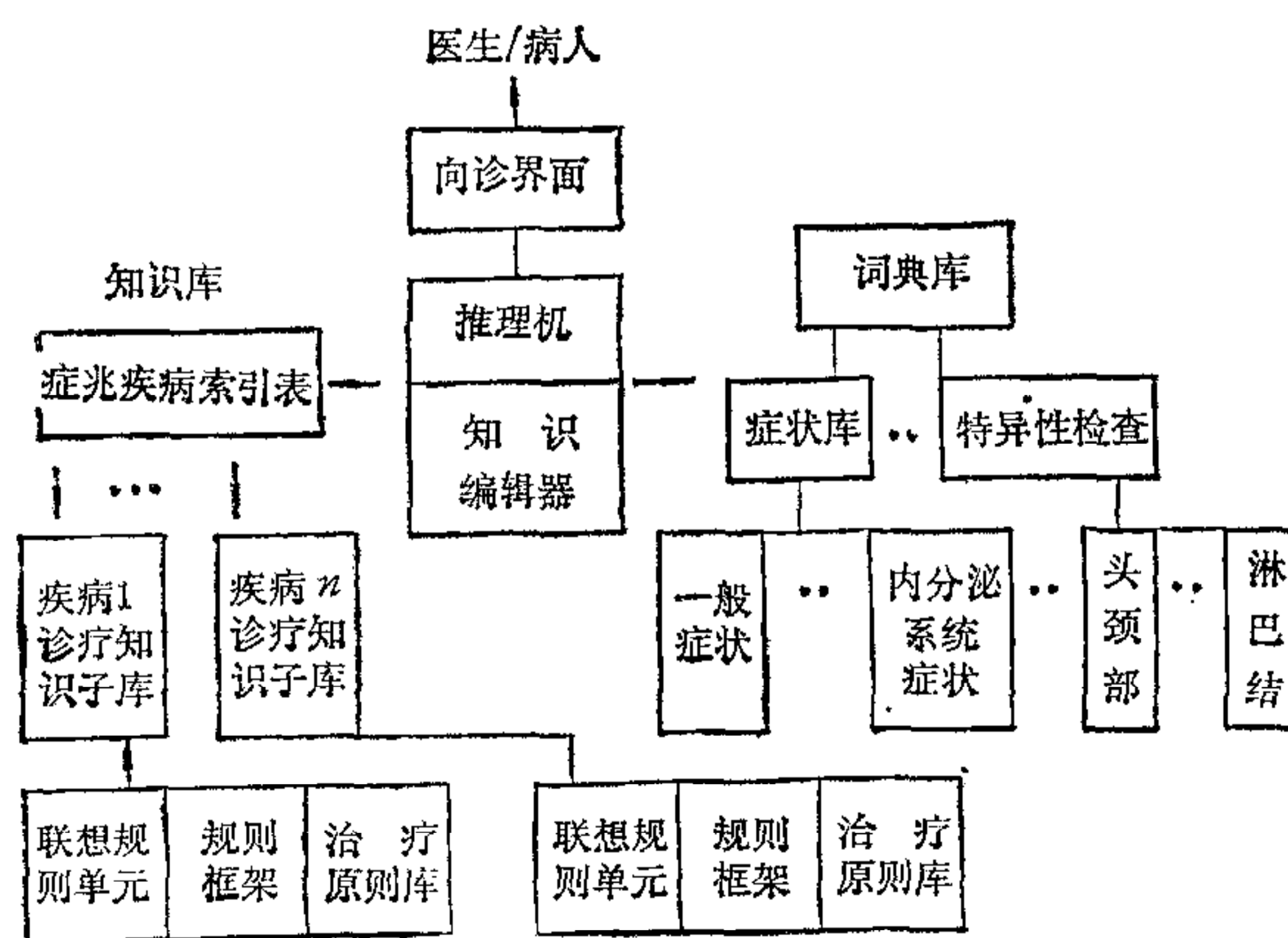


图 1 MES 结构

2 临床诊断通用知识表示与知识树

诊疗知识在西医大脑中体现为各疾病较独立的联想——鉴别模型,前者起着触发各

疾病诊疗知识所在脑神经区的效应功能, 后者起着各疾病脑神经区的兴奋增减过程。通过总结国际医疗系统常用的规则、框架、语义网络、原型和关联索引表示等, 针对“联想”设计了各疾病的加权征兆疾病索引和联想规则单元, 用于正向推理; 针对“鉴别”设计了用于逆向推理的疾病鉴别规则框架, 并构成基于索引表、各疾病诊疗知识子库、规则单元的三级知识树(见图 1), 从而在微机上实现了大型专家系统。

2.1 层次原型 HP

临床诊断是并行论证多疾病假设, 而对每个疾病的论证都基于独立的多层规则框架, 其中不同层规则按疾病、征兆间概念从属关系嵌套起来, 而问诊检体的次序决定了有序框架槽。

2.2 广义加权模糊产生式规则 WFPR

标准产生式规则前件间呈平等关系, 且前件总是二值逻辑(即 0/1), 但实际并非如此, 临床诊断中征兆的取值是多值逻辑, 如疼痛有不适、胀痛、酸痛、剧痛等多样性, 且征兆(即证据)对疾病(即结论)的重要程度也不同, 所以征兆级规则采用了一种称为广义加权模糊产生式规则来实现。这种表示也通用于其它领域。

$$\text{IF } \begin{matrix} [W_1 A_1 (f_{11}/a_{11}, \dots, f_{1m}/a_{1m})] \\ \Lambda \quad \dots \quad \Lambda \\ [W_n A_n (f_{n1}/a_{n1}, \dots, f_{nm}/a_{nm})] \end{matrix} \text{ THEN } CF_1, CF_2, \{CF_1, CF_2 \in (0,1)\}. \quad (1)$$

其中 A_i 是前件; B 是结论; f_{ij}/a_{ij} 是 A_i 的隶属函数; W_i 是 A_i 的重要度, 当 A_i 缺省时起着衰减结论信度的作用, 以免整个规则失败; CF_1/CF_2 表示规则前提成立/失败对结论的支持/否定程度, 而判定前提支持/否定结论由阈值限定。

3 临床诊断通用联想-鉴别推理机

MES 立足于吻合临床诊断, 确立了临床通用的多疾病综合问诊的联想-鉴别认知模型。

3.1 开放式多疾病假设联想-鉴别推理黑板结构

临床诊断是一个采集联想、评估鉴别的双向推理过程。为达到多目标推理的并行性, 系统采用黑板结构, 并将黑板向用户开放, 使医生能实时监视推理过程, 实施人工干预。并为符合临床实际, 可按阈值提出降级解。

3.2 基于一致性测度方法的不精确推理模型 CM

临床诊断是贯穿疾病、征兆、征兆因子多层概念的综合推理, 找出这些概念间的从属关系, 构造了多级加权模糊产生式规则, 通过规则间合成运算, 并在信度传播过程中做了抗衰减处理, 求出一组征兆对于各种疾病假设的一致性测度, 而对每个疾病的评判过程都构成了一个较独立的剪枝与或树。

将疾病(I)定义成征兆(S)空间的模糊子集, 并令疾病 I 所能诱发的征兆全集为 I 的标准征兆集 U , 那么任意一组征兆 U_i 对诊断疾病 I 的支持程度(称 U_i 对 I 的一致性测度, 实际就是隶属度)来自 I 的 Σ 概念范式:

$$I = u_i/U_i + \dots + u_i/U_i + \dots + 1/U + \dots \quad (U_i \text{ 是一组征兆, } U \text{ 是 } I \text{ 的标准征兆集}). \quad (2)$$

由于 U_i , 不可穷举, 于是将上式转化为 I 的一致性测度范式:

$$I = CF_1/S_1 + \cdots + CF_m/S_m (S_i \in U, CF_i \in [-1, 1]). \quad (3)$$

这样, u_i 就转化为 CF_i 的合成:

$$u_i = \text{Poss}\{x = U_i | x \text{ is } I\} = \Pi(U_i, I) = \frac{\text{Count}(U_i \cap U)}{\text{Count}(U)} = \frac{\sum \Pi'(CF_k, v_{s_k})}{\sum CF_k}. \quad (4)$$

其中 v_{s_k} 是前件 S_k 本身的一致性测度, CF_k 由专家提供. 由于 $\sum CF_k \approx 1$, 则 $u_i \approx \sum \Pi'(CF_k, v_{s_k})$. 同样征兆 $\langle S_k \rangle$ 可看作征兆因子 (W) 空间的模糊子集, 疾病 I 的征兆 S_k 也有一标准征兆因子集 V . (因子是征兆的某种属性, 是知识的最小粒度.)

$$S_k = cf_{k1}/W_1 + \cdots + cf_{kn}/W_{kn} [W_{ki} \in V]. \quad (5)$$

那么当前 S_k 的一组因子 V_{s_k} 对疾病 I 所表现的 S_k 标准征兆因子集 V 的一致性测度:

$$v_{s_k} = \text{Poss}\{x = V_{s_k} | x \text{ is } S_k\} = \frac{\text{Count}(V_k \cap V)}{\text{Count}(V)} = \frac{\sum \Pi''(cf_{ki}, W_{ki})}{\sum cf_{ki}}. \quad (6)$$

其中 W_{ki} 为疾病 I 征兆 S_k 的因子 W_{ki} 本身的一致性测度, cf_{ki} 由专家提供.

由于 $\sum cf_{ki} \approx 1$, 则 $V_{s_k} \approx \sum \Pi''(cf_{ki}, W_{ki})$.

同样征兆因子 W_{ki} 来自征兆 S_{ki} 同一属性的互斥集, 有计数模型:

$$W_{ki} = z_1/Z_1 + \cdots + z_m/Z_m \quad (Z_i \text{ 为因子值, } z_i \text{ 由专家提供}). \quad (7)$$

由上可知, 一组征兆 U_i 对于某种疾病 I 的一致性测度是子信度, 子一致性测度在多级规则间传递合成的结果.

参 考 文 献

- [1] Zadeh LA. Fuzzy sets and expert systems. *Information Science*, 1985, 36.
- [2] Paul R Cohen. A Framework for heuristic reasoning about uncertainty: An artificial intelligence. Pitman Advanced Publishing Program, Boston, London, Melbourne, 1985.
- [3] Barr A, Feigenbaum EA. 人工智能手册第二卷, 科学出版社, 1988.
- [4] 何新贵. 加权模糊逻辑及其广泛应用. *计算机学报*, 1989, (6): 458—464.

A GENERAL AND PRACTICAL DIAGNOSING & TREATING EXPERT SYSTEM OF MEDICINE

LIN DONG SHAO JUNLI

(Nanjing Communication Engineering Institute Nanjing 210016 China)

Key words: Expert system, knowledge tree, differential diagnosis.