

# 中国医学人工智能进展

——附美国斯坦福大学医药信息学资料

主编 魏世成 张一立



成都科技大学出版社

# 中国医学人工智能进展

——附美国斯坦福大学医药信息学资料

Advances in Medical Artificial Intelligence

顾 问：康振黄

主 编：魏世成· 张一立

编 委：(笔划为序)

王翰章 刘国衡 邢中柱 张一立

张慧云 吴 庄 陈 红 赵逢余

席德宁 董 毅 魏世成

成都科技大学出版社



(川) 新登字 015 号

### 内容简介

本书主要介绍了我国 90 年代以来在医学人工智能领域的最新成果和研究进展, 内容涉及中西医医学专家系统、医学专家系统开发工具、医学专家系统方法及智能化医疗仪器与系统等。附有美国斯坦福大学医药信息学课程重要资料及常用医药信息学词汇。可供医药信息学研究人员、医药及理工院校本科生、研究生及临床医师等参考。

### 中国医学人工智能进展

顾 问 康振黄

主 编 魏世成 张一立

责任编辑 盛宇康

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

成都科技大学出版社出版、发行 成都科技大学出版社激光照排

成都科技大学印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15.06 字数: 348 千字

1993 年 8 月第一版 1993 年 8 月第一次印刷

印数: 1—1000 册

---

ISBN7-5616-2276-6/R·85

---

定价: 19.50 元

## 前 言

进入 90 年代,无论在国内还是在海外,人工智能在医学领域的应用研究均获得前所未有的进展,随着其中某些实用系统的成熟和商品化,医学人工智能系统的开发、推广应用已成为医学科学现代化的一个重要标志和不容忽视的一个重要发展方向。然而,受种种因素的影响,医学人工智能思想远未深入医务工作者人心,疑虑、不理解,甚至相当程度的抵制,严重影响了我我国医学人工智能研究与应用的深入、广泛开展,宣传与理解医学人工智能已成为当务之急。

在四川省计算机学会、四川省科协的支持与赞助下,四川省计算机学会人工智能与模式识别专业委员会、四川省科技青年联合会、成都太亚新技术研究所及成都科技大学出版社于 1993 年 2 月决定联合编辑、出版《中国医学人工智能进展》一书,并在全国范围内征稿。在发出通知后不到 3 个月的时间内,受到国内广大医学人工智能界同行与学者的积极响应,经编委会专家审稿 30 余位作者共计 36 篇稿件入选。入选稿件基本反映了 90 年代以来我国医学人工智能领域的最新研究成果,其主要内容包括医学专家系统、医学专家系统开发工具、医学专家系统方法及智能化医学仪器与系统等。其中医学专家系统的开发与应用仍是当前医学人工智能的主题。少数论文涉及到模式识别技术。

为了解国外动态,本书附有美国斯坦福大学医药信息学课程资料,供国内同行赶超国际水平参考。另附有常用医药信息学词汇,便于广大医学工作者迅速理解和掌握医学信息学。

本书的出版,得到四川省人大副主任、全国政协常委、四川省科学技术协会主席、四川省科技青年联合会顾问康振黄教授的积极支持和关怀,康振黄教授在百忙中审阅了本书的主要内容。

华西医科大学魏世成博士、四川大学张一立教授为本书的编辑出版付出了辛勤劳动,华西医科大学席德宁高级工程师、张慧云副教授、成都科技大学刘国衡副教授等专家对本书的审稿和编辑工作付出了艰辛劳动。

由于时间紧迫及编写水平有限,本书会存在不少问题,敬请同行专家学者和读者指正。

《中国医学人工智能进展》编委会

1993 年 8 月于华西坝

## 目 录

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| 第一部分 医学人工智能进展 .....                 | (1)   |
| 一. 医学专家系统 .....                     | (1)   |
| 西医 .....                            | (1)   |
| 宽领域多知识医学专家系统 ASIN- II .....         | (2)   |
| 恶性肿瘤化疗咨询系统的设计与实现 .....              | (9)   |
| 小儿疑难病微机辅助诊断专家系统 .....               | (17)  |
| 大肠癌高危人群早期诊治专家系统 .....               | (21)  |
| 肺部孤立性阴影诊断专家系统 PSNES 的设计 .....       | (26)  |
| 眩晕电脑辅助诊疗系统的设计与开发 .....              | (31)  |
| 昏迷电子计算机辅助诊疗专家系统 .....               | (35)  |
| 冠心病辅助诊断专家系统 .....                   | (39)  |
| 黄疸鉴别诊断专家系统 .....                    | (44)  |
| 微机急性药物中毒诊疗系统 .....                  | (47)  |
| 农药急性中毒咨询系统 .....                    | (51)  |
| 神经系统疾病综合征的电子计算机咨询系统 .....           | (55)  |
| 计算机辅助微循环综合定量评价系统的研制及应用 .....        | (59)  |
| 中医 .....                            | (64)  |
| 多功能大病域中医诊疗系统医理设计 .....              | (64)  |
| 多功能大病域中医诊疗系统程序设计 .....              | (67)  |
| 中医辨证诊断通用系统研究 .....                  | (71)  |
| 中西医甲亢诊疗专家系统的研制 .....                | (76)  |
| 中医肺病诊疗系统的研究 .....                   | (80)  |
| 新疆名中医刘欢祖男科病诊疗康复系统 .....             | (84)  |
| 头痛诊疗系统 .....                        | (88)  |
| 维吾尔医的电脑继承及多科门诊系统 .....              | (89)  |
| 二. 医学专家系统工具 .....                   | (95)  |
| 医用专家系统开发工具 MPRESS2 .....            | (95)  |
| 多功能医学专家系统开发工具 DEMESS .....          | (101) |
| 基于框架的中医专家系统开发工具 .....               | (109) |
| 三. 医学专家系统方法 .....                   | (114) |
| 一个基于 WINDOWS 的疾病诊断专家系统开发方法的研究 ..... | (114) |
| 一种医学决策方法 .....                      | (121) |
| 一种基于层次结构的鉴别诊断系统 .....               | (126) |

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| 专家知识的统计模型与获取方法.....                            | (131) |
| BFBEST 医学专家系统开发工具的病历管理与压缩储存.....               | (135) |
| 医学专家系统开发工具 MFDTBMES 的医理设计 .....                | (141) |
| MYCIN 中不精确推理算法的改进 .....                        | (147) |
| 中医诊疗专家系统的用户界面设计及其 Prolog 实现 .....              | (152) |
| 一种实用的中医知识表达语言 TCMKRL 及专家系统生成环境 TCM-ES-GE ..... | (155) |
| 四. 智能医疗系统与仪器 .....                             | (160) |
| 心脏外科术后监护系统的构成和信息表示.....                        | (160) |
| 新型隐球菌的微机自动识别系统的研究.....                         | (165) |
| 心电图的微机检测与智能诊断系统.....                           | (171) |
| 心血管临床应用多导生理记录仪的智能化.....                        | (177) |
| 医学实验数据处理智能系统.....                              | (182) |
| SMP-05 显微扫描光度与 PC 联机的软件系统 .....                | (188) |
| 第二部分 美国斯坦福大学医药信息学资料.....                       | (195) |
| 一. 斯坦福大学 MI 历史与经验 .....                        | (196) |
| 二. 斯坦福大学 MI 专家研究方向 .....                       | (204) |
| 三. 斯坦福大学 MI 学生研究课题资料 .....                     | (212) |
| 四. 斯坦福大学 MI 课程简介 .....                         | (226) |
| 五. MI 留学联系地址 .....                             | (230) |
| 第三部分 常用医药信息学词条.....                            | (231) |

# 第一部分

## 医学人工智能进展

本部分是全书的核心。详细介绍了我国 90 年代以来在人工智能(包括模式识别)医学应用领域的最新研究成果,展示了医学人工智能的发展对医学科学现代化的深刻影响及其重要意义,呈现了医学人工智能的美好前景。其中,专家系统技术在中医、西医领域的开发与应用是本书的主要内容。可以预测,医学专家系统、卫生决策支持系统及智能化医疗系统与仪器的研究也将是未来医学人工智能发展的主题。

本部分主要包括下述内容:

- 医学专家系统
- 医学专家系统开发工具
- 医学专家系统方法
- 智能化医疗仪器与系统

## 宽领域多知识医学专家系统 ASIN- I

朱 浩

邓德顺

(解放军第 92 医院计算机室)(厦门大学计算机科学系)

[提要] ASIN- I 是一个基于关联索引知识表示的大型医学专家系统,该知识表示法能够表达多种知识及知识间的丰富相互联系,其推理具有并行性特点。本文介绍 ASIN- I 的结构与功能,着重于知识表示、推理与知识获取,其所包含的专家系统间的知识获取与专家系统兼并功能为构造大型专家系统提供了新的方便途径。

[关键词] 关联索引式知识表示,推理,专家系统

### The Broad Domain and Multi-Knowledge Medical Expert System ASIN- I

Zhu Hao

(The Ninety-second Army Hospital, Nanping, Fujian, 353000)

Den Deshun

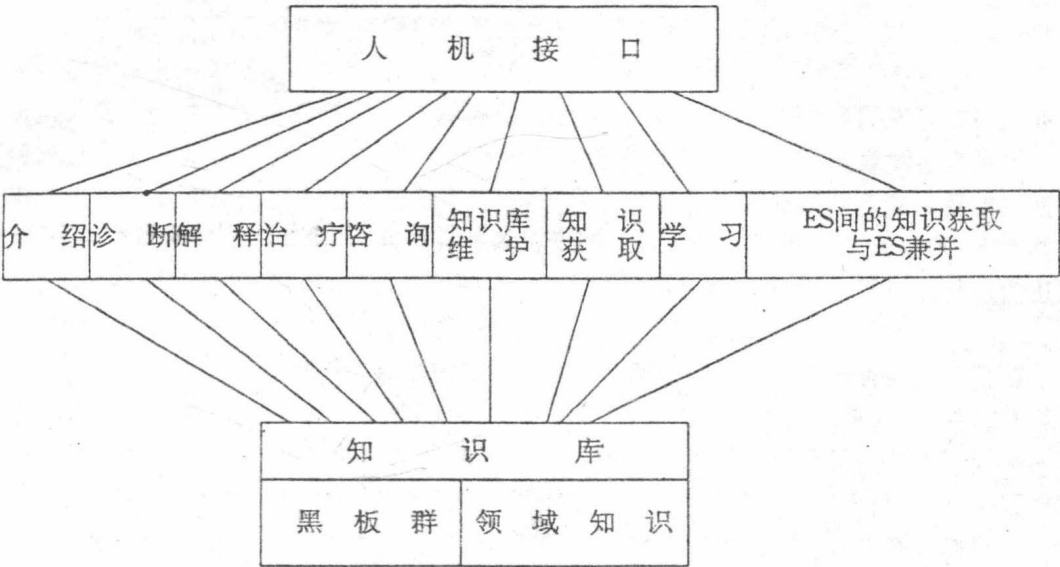
(Dept. of Computer Science, Xiamen University, Xiamen, 361005)

**Abstract** ASIN- I is a large scale medical ES based on associative-indexing knowledge representation which can represent many sorts of and rich relations among knowledge. In this paper we describe the structure and functions of ASIN- I, focusing on the knowledge representation, the inference mechanism, the knowledge acquisition and the expert system annexation.

**Key words** Associative-Indexing Knowledge Representation, Inference, Expert System

### 1. 引言

专家系统虽经多年的发展日趋成熟,但其面临的一些本质问题仍待解决,如知识获取的自动化及如何建造知识量与行为性能充分接近人类专家水平的大巨型专家系统。对这些问题的探讨促进了机器学习研究的兴起及分布式知识系统的产生。其实,这些问题在不同的领域里可能有不同的解决途径,有时,合适的知识表示起着重要的作用。本文介绍我们实现的基于关联索引式知识表示的医学专家系统 ASIN- I,其功能全面,知识丰富,领域宽阔,该系统用 Turbo Prolog 编写,编译为三个 EXE 文件,其体系结构见图一。

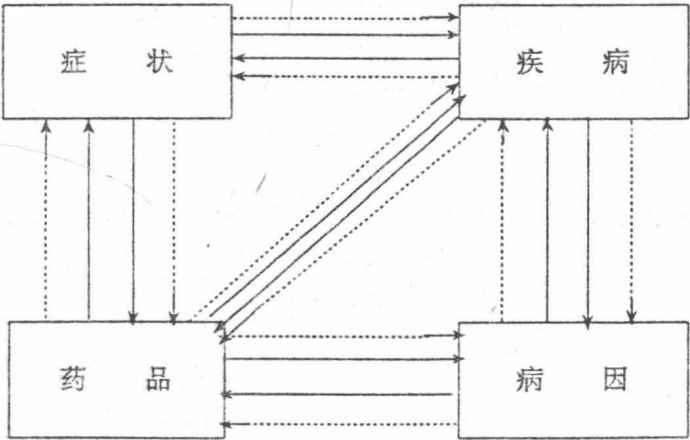


图一 ASIN-Ⅱ 的结构

## 2. 知识表示

### 2.1. 知识表示法

知识表示是专家系统的核心,ASIN-Ⅱ 采用改进的关联索引式知识表示<sup>[1]</sup>,知识结构



注:.....→:负相关索引,——→:正相关索引

图二 ASIN-Ⅱ 中的知识表示

为网状的,见图二。知识由知识概念及知识概念间的相互联系组成。知识库中有症状、疾病、病因、药品四类知识,知识间的关系有二种情形:相关与无关。如图二所示,症状与疾病、药品相关而与病因无关,疾病与症状、药品、病因都相关。相关有两种形式的联系:正相关与负相关,有点象神经网络中的兴奋性连接与抑制性连接。不同类知识间的正负相关联系其意义有不同的解释,如疾病与症状间的正相关表示某症状支持哪些疾病及某疾病可

有哪些病状,症状与药品间的正相关联系表示某症状可使用哪些药品及某药品可治疗哪些症状。需注意的是,无关与负相关较容易混淆。例如,“症状f不支持疾病集D”,指的是该症状与这些疾病负相关,当病人有症状f时,应排除D中疾病发生的可能性。引入正负相关联系有多种意义:①使知识表示更接近于在人脑中的复杂情形;②症状→疾病负相关联系在推理中能自动实现疾病域的动态修裁;③使用疾病→症状负相关联系可对结论疾病作判定;④能保持疾病、多种症状与多种药品间的完全互适,避免药物的不良反应。知识间正负两种相互联系是多种相互联系的特例,容易将其推广,用来表示更复杂的领域知识。

正相关联系有一个表示两知识概念间联系强度的权值,由领域专家给定。对负相关联系可有二种表示:带权值和不带权值,对后者可看作权值充分大。对前一种表示推理中采用两种权值累加及正负权值处理的办法,类似于神经网络中的竞争;对后一种表示则采取简单剔除办法,直接排除负相关联系引出的目标。ASIN-Ⅰ采用后一方法。

领域知识库由众多知识单元组成,知识单元=[单元地址+知识类别+知识概念名称+相关知识地址索引表串],在Turbo Prolog中定义如下:

```
rule(addr,type,name,list,item,list2,item,list,item)
```

其中,list=item\*, list2=item2\*, item=integer\*, item2=ddd(integer,string,string,string,string)。

在正相关联系中,item=(地址,权值),在负相关联系中,item=(地址,地址,……)。item2=(地址,用法,剂量/次,次数/天,优选级)。四类知识分别为:

```
rule(1xxx,1,findname,diseL,n.diseL,drugL,n.drugL,[],[])
rule(2xxx,2,disename,findL,n.findL,drugL,n.drugL,caueL,n.caueL)
rule(3xxx,3,drugname,[],[],dise-find-caueL,n.dise-find-caueL,[],[])
rule(4xxx,4,causname,[],[],drugL,n.drugL,diseL,n.diseL)
```

这里,diseL为所支持的疾病表,n.diseL为所排斥的疾病表,findL为可具有的症状表,n.findL为不应有的症状表,caueL为可能的病因表,n.caueL为不可能的病因表,drugL为可应用的药品表,n.drugL为不能用的药品表,dise-find-caueL为药品的可治对象表,n.dise-find-caueL为药品的忌用对象表。

## 2.2. 知识库的性态

使用这种知识结构,能够表达大范围的有丰富的相互间联系的知识。知识库具有如下一些特点:①知识无冗余;②知识的增长相当主要地是知识间联系的增长;③知识单元的结构能方便地扩展,知识种类与联系种类均易于扩充;④添加知识不会造成不一致性问题;⑤知识库的膨胀不会带来维护上的困难。

## 3. 推理

ASIN-Ⅰ中的推理是双向的。先进行数据驱动的正向推理,并行产生一系列可能目标,同时对目标域不断修裁;然后由可疑目标驱动反向推理,检查各可疑目标的剩余证据,得出结果;最后是对推理结果的判定,当病人具有任一推理结果所不应有的证据时,结果便被否决。推理可以是多结论的。推理中使用一组黑板来存记推理过程中的状态,其中黑

板 B2 存记可能目标疾病, B2b 存记排斥目标疾病, B2c 存记目标疾病(均为[地址, 权值]数据对), 黑板 B1 存记用过症状的地址, B1b 存记病人具有症状的地址。

### 3.1. 推理过程

A. A(1), 输入患者主诉 f,

A(2), 匹配 f 的知识单元, 将 f 的 diseL 写上 B2, 相同疾病权值相加, n.diseL 写上 B2b, 相同疾病不重写, f 的地址写上 B1 及 B1b;

B. 重复 A, 直至处理完所有主诉;

C. 根据 B2b 的内容对 B2 作修裁: 若 B2 上的目标 d 其地址是 B2b 上的成员, 则剔除 d;

D. 对 B2 上的疾病按权值大小排序, 权值超过怀疑阈值者作为怀疑目标放入 B2c, 若无一目标权值超过怀疑阈值则取最大值作为怀疑目标;

E. 取 B2c 的表头 d, 处理其 findL;

E(1), 取 findL 的表头 f, 若其地址是 B1 的成员, 不处理; 否则, 提问 f 获取回答, 若回答 1—yes, 执行步骤 A(2), 若回答 2—no, 仅把 f 的地址写上 B1, 若回答 3—unknown, 不作任何处理;

E(2), 重复 E(1), 直至 findL 空;

F. 重复 E, 直至 B2c 空;

G. 再根据 B2b 的内容对 B2 作修裁: 若 B2 上的目标 d 其地址是 B2b 上的成员, 则剔除 d;

H. 再对 B2 上的疾病按权值排序, 权值超过诊断阈值的疾病作为推理结果放入 B2c;

I. 取 B2c 的表头 d, 处理其 n.findL;

I(1), 取 n.findL 的表头 f, 若 f 在 B1b 中, 则排除结论 d, 若 f 不在 B1b 中但在 B1 中, 则不作处理; 否则提问 f 获取回答, 若回答 yes, 亦排除结果 d; 若回答 no, 则不作处理;

I(2), 重复 I(1), 直至 n.findL 空, 将 d 放入黑板 R, 作为真正结论;

J. 重复 I, 直至 B2c 空;

K. 最后黑板 R 上的疾病为诊断结论。若对结果不满意或有疑问, 仍可重复上述 A~K 的推理过程, 各黑板上内容仍旧保存着。

以上过程中 A~B 为数据驱动的正向推理, E~F 为目标驱动的反向推理, C、G 为对目标域的动态修裁, I、J 为对最终目标的进一步判定, 推理过程可反复多次。

### 3.2. 推理的并行性问题

ASIN- I 中的推理具有动态、全局、并行的特点。推理过程中可能被触发的目标是非常多的, 这就需考虑推理的效率与推理的有效性两个问题。每种疾病由于其内在的生理病理机制, 其表现出的一组症状有一定必然性和相关性, 其中一些症状对该疾病是较特异的, 权值较高, 这些特异症状对诊断该病起了主要的约束作用。若输入的症状均是一般症状且无内在联系, 则各疾病的权值可能不形成明显梯度且权值最大的疾病亦不超过诊断标准。因此推理的有效性取决于受诊者是否确实患病且其症状与疾病存在于专家系统的知识库中。对于推理的效率, 所采取的两个办法基本能避免目标数量的爆炸, 即触发目标的权值须超怀疑阈值才能作为怀疑目标及利用症状的负相关联系对目标域作动态的修裁。一个病人诸病共患是常见的, 推理的并行性可保证多原因源的同时诊断。

### 3.3. 结论的可信问题

在基于规则的系统中,规则或规则的结论多带有可信度,因而推理的结果也带有一个可信度。在某些领域,使用可信度似不是一个完满的办法,若能对结论作完全的判定更好。在本系统中,推理部分约束比较松,疾病被任何症状触发均予以考虑和处理,其全部可有症状间并非为逻辑与的关系,全部可有症状的权值之和远大于诊断阈值,只要所积累的症状权值超过阈值即作为推理结果,这样保证了凡病人可能具有的疾病都不会被漏诊,而不管其表现上及程度上可能有的各种差异,我们称之为推理的充分性。但另一方面这种推理也可能产生虚假结论,即病人并不真正的有疾病其权值也可能超过阈值。因此在推理的最后引入对结果的判定,疾病的不应有症状间的逻辑与的关系,须排除推理结果的所有不应有症状结论才能真正成立,这样保证了结论的完全可信性,我们称之为确诊的必要性。

## 4. 解释与治疗

### 4.1. 解释

ASIN-Ⅰ提供了基于跟踪的解释。每当输入一个主诉症状或系统得到一个提问症状的 yes 回答时,该症状的地址便被记上 B1b,而凡被处理过的症状均被记上 B1,以记住以后不再使用此症状。诊断得出结论后,B1b 上的所有症状便作为解释的依据。

### 4.2. 治疗

每一症状、疾病、病因都有一治疗药品集及忌用药品集,但得出结论后,并不能把所有症状、疾病、病因的治疗药品集汇总起来作为可用治疗药品,因为病人可能诸病并患,且有多症状,疾病与某些症状均需治疗。对任一疾病 d(或症状 f,病因 c),其治疗药品集  $D_y$  与忌用药品集  $D_n$  不相交,但对任二疾病  $d_i, d_j$ (或症状  $f_i, f_j$ , 疾病  $d_i$ 、症状  $f_i$  等),  $D_{iy}$  与  $D_{jn}$  可能相交,即有非空交集。例如,新诺明是治疗呼吸道感染的常用药,但当病人伴有肾功能不良时,则不能使用,因为新诺明对肾脏疾病属于忌用药品。ASIN-Ⅰ中的治疗算法是:①汇集各疾病、症状、病因的治疗药品集形成药品集 D;②排除 D 中的相同元素,形成  $D^*$ ;③汇集各疾病、症状、病因的忌用药品集形成集合  $N_d$ ;④排除  $N_d$  中的相同元素,形成  $N_d^*$ ;⑤从  $D^*$  中排除所有  $N_d^*$  中的元素,形成可用药品集 Drug;⑥向病人分别显示治疗其各疾病、症状与病因的药物,各种药的用法、剂量、使用次数与选用优先级,它们均是 Drug 中的元素。当某疾病(或症状、病因)有多个同类可用药品时,使用优先级最高者。

## 5. 知识获取

### 5.1. 从领域专家获取知识

包括四部分:(1)获取知识概念及其间的相互联系,建立知识单元;(2)增加知识间的联系;(3)修改知识间联系的权值;(4)删除知识间的联系。通过使用这四个模块与领域专家交谈获取各类知识。知识单元的地址由系统自行安排,有症状、疾病、药品、病因 4 个地址指针,初始值分别为 1000、2000、3000、4000。

### 5.2. 从专家系统获取知识

从专家系统获取知识有着实际的意义和可行性。我们提出了专家系统知识获取及构筑大型专家系统的一个新途径——专家系统间的知识获取与专家系统兼并<sup>[2]</sup>,并在 ASIN-Ⅰ中作了实现。它包括:(1)从专家系统中获取一已知知识概念的知识,即从外部

ES 中为一知识概念获取更多的与其它知识间的联系;(2)从专家系统中获取一未知知识,即从外部 ES 获取新知识概念及其与其它知识间的联系;(3)专家系统知识库兼并。知识获取后有关的知识单元作了重组,保持了前文所述的知识单元的结构和知识库的性态。

### 5.3. 从诊断过程中获取知识

这是一种自动或在专家指导下完成的学习,从诊治实例中获得知识。其基本方法是,在诊治中一经发现或在专家指导下发现新的知识(包括新知识概念及知识概念间的新联系),就自动存记这些新知识,为它们建立相应的知识结构,包括新知识间及新旧知识间的相互联系。由于若无专家指导对新知识就无法作有效的鉴定,比如在得出一个疾病的同时发现了一个新症状,但无法证实该症状是否确系该病所致,因而这种学习还是显得粗糙些。

### 5.4. 构造宽领域专家系统

临床医学领域所包含的疾病、症状及治疗药品达数千条,要真正接近人类专家的水平,专家系统的知识库必须超常地大,而人工构造这样的知识库是十分困难的,由于 ASIN- I 有一套从领域专家获取知识的机制,它可以作为专家系统外壳,复制若干份,通过与各个领域专家交谈同时建立数个不同的分支专家系统,然后使这些专家系统的知识库自行兼并,自动构筑成一大型系统。目前我们正在做这一工作。

## 6. 知识库的维护

对一个完整的专家系统,知识库维护功能是必不可少的。本系统的知识库维护部分提供了修改知识概念名、清擦黑板、删除知识单元、知识单元的矛盾性检查/校正、完备性检查/校正及冗余检查/校正等功能。知识单元的无矛盾性是指知识单元的每对正负相关的联系间不能有非空交集;完备性是指相关知识必须是双向索引的,可互相联想;无冗余是指每个知识索引表必须是一个无相同的元素的集合,及有关一个知识概念的知识只用一条知识单元表示。完备性要求系统在获取知识与修改知识时一般可自动保证。

## 7. 结语

ASIN- I 所具有的功能使之有良好的实用前景,作为目前最大的医学专家系统,INTERNIST 包含了数百个内科疾病<sup>[3]</sup>,其知识库的组织工耗巨大,而知识种类并不算多。ASIN- I 与之相比有更大的潜力,可表达与使用更丰富的知识,且能方便地构筑大型知识库。将此方法或专家系统外壳应用于其它适用领域是并不困难的。

## 参考文献

- [1]朱浩、邓德顺,关联索引式知识表示及其正反混合推理,计算机科学, No. 5, 1990.
- [2]朱浩,专家系统间的知识获取与专家系统兼并,计算机科学, No. 3, 1991.
- [3]Randolph, A. M., et al, Internist-1, an experimental computer-based diagnostic consultant for general internal medicine, The New England Journal of Medicine, 1982, Aug.

〔作者简介〕 朱浩,男,1963 年出生,1980 年毕业于福州军区军医学校,1985 年在厦门大学计算机系培训一年,1989 年毕业于福建省高等教育自学考试计算机专业,大专文化。现在解放军第 92 医院

从事微机应用工作,技师。在医院管理与专家系统方面做了一些工作,编制了病案统计联合软件、收费软件及药检计算程序包等,有关软件曾出版并获军队科技进步奖。专家系统方面先后开发了 ASIN- I、I、III 三个系统,并在知识表示、推理技术、知识获取及专家系统与神经网络的结合等方面作了些探讨(见《计算机科学》90 年 5 期、91 年 3 期及 92' 西安《中国人工智能学会第七次大会论文集》)。

[联系地址] 福建省南平市解放军第 92 医院,邮编:353000,电话:0599-824254

## 恶性肿瘤化疗咨询系统的设计与实现

曾 明                  孙 燕

(中国医学科学院肿瘤研究所计算机室)(中国医学科学院肿瘤医院内科)

[提要] 本文详细论述了肿瘤化疗咨询专家系统 CCCS 的建立,该系统包括病案管理模块、推理机、解释机制、知识库管理子系统及由元规则和产生式规则组成的知识库,其知识库包含 1090 条规则。系统能对 35 种恶性肿瘤给出治疗咨询。

[关键词] 专家系统,化学药物治疗,计算机医学应用,PROLOG 语言

### CCCS— an Expert System for Cancer Treatment

Zeng ming

(Department of Computer

Cancer Institute

Chinese Academy of Medical Sciences

Beijing, 100021, CHINA)

Sun Yen

(Department of Medical Oncology

Cancer Hospital

Chinese Academy of Medical Sciences

Beijing, 100021, CHINA)

**Abstract** This paper describes the development of an expert system for cancer chemotherapy. The system, which is called CCCS, includes a patient record management sub-system, an inference engine, an explanation facility, a knowledge base management sub-system and a knowledge base for meta-rules and production rules. Its knowledge base has more than 1090 rules now and it can give treatment advice to 35 type of cancers. To realize it on an IBM-PC compatible microcomputer, modular programming technique and the blackboard structure are used. Its knowledge representation and organization are also discussed.

**Key words** Expert System, Chemotherapy, Application of Computer in Medicine, Prolog Language

### 1. 引言

肿瘤治疗的主要方法之一——化学药物治疗是一个迅速发展的学科。目前,已证明有数十种药物对不同种类的恶性肿瘤有效,且采用多药物的联合化疗方案比单一药物的

疗效要好,手术+化疗或放疗+化疗的多方法综合治疗比单一方法的疗效要好。但是,如何为患者选择适合的化疗方案则需要专门的经验。为此,医科院肿瘤所计算机室与肿瘤医院内科合作研制了恶性肿瘤化疗咨询系统。该系统用 Turbo-PROLOG 语言实现,可运行于各档次长城微型计算机及支持联想汉卡或王码 DOS 软件汉字系统的 386 以上微型计算机。目前该系统已装入恶性淋巴瘤、多发性骨髓瘤、食管癌、原发性肝癌、大肠癌、胰腺癌、睾丸癌、黑色素瘤、肾癌、肾母细胞瘤、膀胱癌、尤文肉瘤、软组织肉瘤、卵巢恶性肿瘤、宫颈癌、子宫肉瘤、乳腺癌、肺癌、胃癌等二十个病种三十五类肿瘤的化疗知识,知识库含有规则 1090 余条,可提供的化疗方案 148 个。系统具备下列功能:①建立联机化疗病案,为治疗需要在机内长期保存患者病案。②在确认患者符合化疗适应证及可承受化疗的条件下,根据病种推荐化疗方案,并计算及调整患者的用药剂量,给出处方。③该系统面向医生,在咨询时除推荐最佳方案外,还能提供多个代换方案供医生选择。④具有咨询结果疗效收集功能。当患者复诊时,系统可将方案实施的疗效存入患者病案,做为进一步咨询的依据。⑤具有解释功能,在咨询时可进行有关 WHY(为什么提出这个问题)与 HOW(解释如何得出这个结果)的说明,还可提供有关肿瘤化疗的文摘及文献索引说明。⑥人一机接口的友好性,全部采用汉化的多窗口显示及菜单驱动工作方式。

## 2. 系统结构

本系统由总控模块、病案管理模块、初选化疗咨询模块、疗效收集模块、继续化疗咨询模块、知识管理模块及推理机制、解释结构、黑板机制、病种知识库、元知识库、说明文件库、病案文件库、人机接口组成,如图 1。

2.1. 总控模块 系统出入口,菜单驱动,负责调度、协调各个功能模块的运行。

2.2. 病案管理模块 负责建立、查阅、增补及调用患者病案。

2.3. 初选化疗咨询模块 根据就诊患者联机病案中记载的所患病种,调用治疗该病种的化疗知识库,当判定患者符合化疗适应证和符合化疗的基本条件后,该模块试图为患者推荐化学药物治疗方案。

2.4. 疗效收集模块 患者复诊时,首先调用该模块收集患者上一次化疗的疗效,为继续化疗提供依据。

2.5. 继续化疗模块 根据疗效收集模块对上次化疗疗效的评价,确定并推荐下一步应采用的化疗方案。

2.6. 知识库管理模块 为知识工程师及领域专家(专科医师)提供内部形式的知识编辑器及外部形式的知识阅读器。可用来建立知识库、输入知识及知识语法正确性的检查。

2.7. 病种知识库 为按病种分类的、以知识块为单位组织的化疗知识库文件集合。

2.8. 元知识库 为分块组织的关于如何选用目标知识(领域知识)的知识及如何调用说明性知识的知识。

2.9. 推理机制 为根据肿瘤化疗临床决策方法研制的正反向混合推理机制。

2.10. 黑板结构 为推理机制运行而建立的多功能内存工作区。

2.11. 人机接口 由病案基本信息窗、咨询问答窗、咨询解释窗、咨询结果窗、提示警告窗及各种窗口菜单组成。

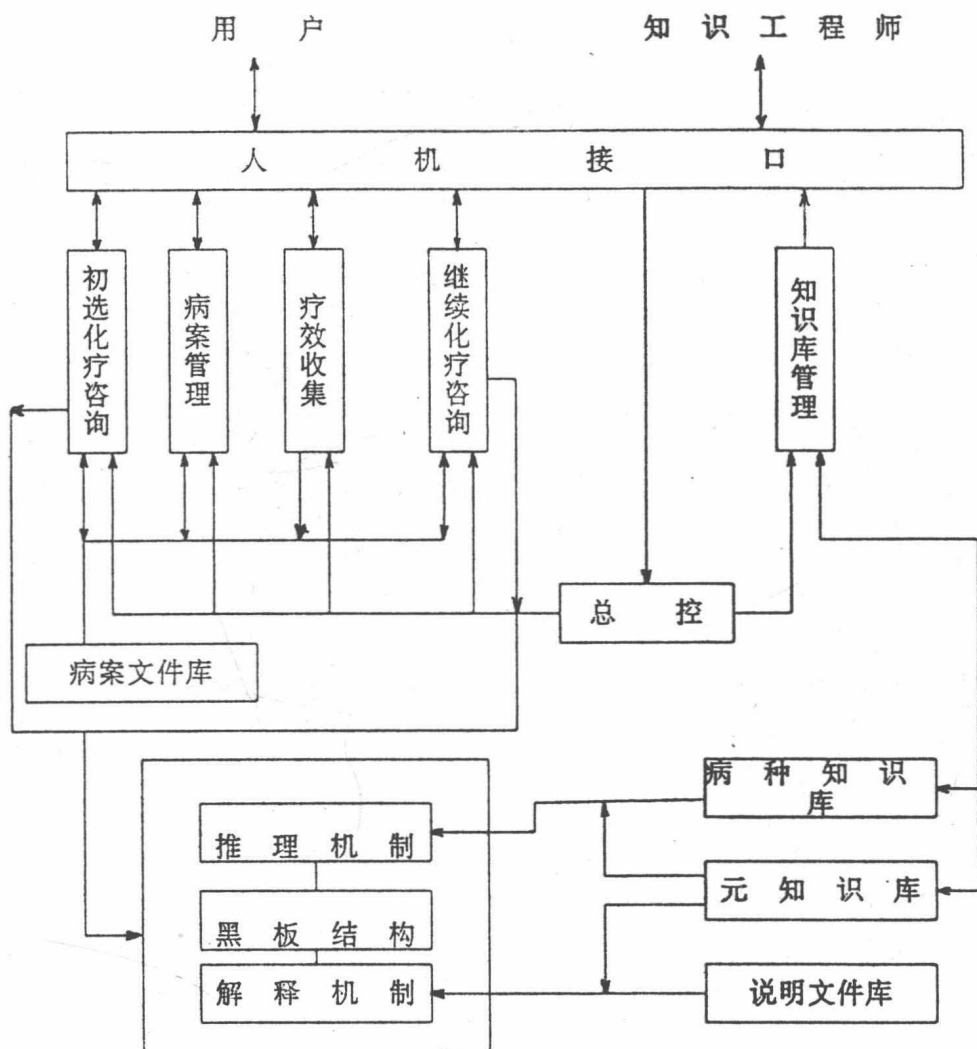


图 1: 肿瘤化疗咨询系统结构图

### 3. 知识的表达与组织

本系统采用产生式规则以及框架结构表示知识。

知识规则分为三类：

3.1. 元知识规则 供系统知识调用机制使用。它又分为两种：

①指导如何选用目标知识的元规则。例如：元规则：

如果 患者病种为肺癌，并且肿瘤细胞类型为小细胞未分化癌，  
则 应调用知识库文件“LUKNOW3B.DBA”

②指导选用说明性知识的元规则。例如：元规则：

如果 患者病种为乳腺癌，  
则 应调用说明文件“BRREMARK.MSG”。