

# OCDES: 口腔癌医疗诊断专家系统设计与实现

邓 锋<sup>1,3</sup> 符云清<sup>2</sup> 宋锦璘<sup>1</sup> 樊瑜波<sup>3</sup> 范小平<sup>1</sup>

(重庆医科大学附属口腔医院 重庆400015)<sup>1</sup> (重庆大学网络教育学院 重庆400044)<sup>2</sup>

(四川大学生物力学工程实验室 成都610041)<sup>3</sup>

**摘 要** 本文描述了口腔癌医疗诊断专家系统 OCDES 的设计与实现技术, 针对口腔医疗诊断的特点, 讨论了该系统建立过程中所采用的关键技术。本文重点介绍了系统的结构框架、知识表示方法、正向推理机制以及基于示例的推理方法的实现技术, 并给出了系统的测试方法。

**关键词** 专家系统, 知识表示, 推理机制, 口腔癌

## OCDES: Design and Implementation of an Expert System for Diagnosing Oral Cancer

DENG Feng<sup>1</sup> FU Yun-Qing<sup>2</sup> SONG Jin-Lin<sup>1</sup> FAN Yu-Bo<sup>3</sup> FAN Xiao-Ping<sup>1</sup>

(Affiliated Stomatological Hospital, Chongqing University of Medical Sciences, Chongqing 400015)<sup>1</sup>

(School of Network Education, Chongqing University, Chongqing 400044)<sup>2</sup>

(Laboratory of Bio-mechanics, Sichuan University, Chengdu 610041)<sup>3</sup>

**Abstract** This paper describes the design and implementation of the OCDES, an expert system for diagnosing oral cancer. Some problems in this system and methods while implementing are discussed according to the feature of oral cancer. This paper presents its architecture, knowledge representation, reasoning and the key technology in detail.

**Keywords** Expert system, Knowledge representation, CBR (Case-Based Reasoning), Oral cancer

## 1 引言

专家系统是一种面向具体应用领域的、应用专门的规范知识和直接的评判规则进行推理、判断从而实现问题的求解的计算机软件系统。专家系统的一个重要贡献, 就是它有助于防止社会最珍贵的财富之一的专门知识的流失, 从人类专家头脑中挖掘出来的专门知识和经验所构筑起来的专家系统, 可使专家的专长不受时间和空间的约束, 为更多的专业工作者提供咨询和建议, 从而提高一般专业人员的工作水平, 所以在最近二十多年里, 专家系统的发展显示了它特有的实用性及巨大的经济效益。目前研究成功的专家系统已广泛地应用于一些投资成本高的领域, 如石油钻探、医疗诊断、设备故障诊断等<sup>[1]</sup>。特别是最近几年, 我国863高新技术每年都投入一定的经费开发各种类型农业专家系统和专家系统开发环境, 在这些方面的应用取得了良好的效果<sup>[2]</sup>, 人工智能和图像处理技术在医疗诊断领域也取得了广泛的应用, 并研制出一些实用的医疗诊断专家系统<sup>[3]</sup>。例如中医诊断专家系统、青光眼诊断专家系统以及最近研制成功的肺癌早期细胞病理诊断专家系统等<sup>[3,4]</sup>。

口腔癌或称口腔粘膜癌是口腔医学中常见的口腔恶性肿瘤, 全球流行病学资料表明, 口咽部癌占男性全身癌的8%, 女性为4%; 每年新病例, 男性为25万例, 女性为12万例。而中国六所院校54296例病理诊断中, 口腔鳞癌有11714例, 占21.57%<sup>[5]</sup>, 所以口腔癌的发病率相对较高, 给人们健康带来了很大的灾害, 而往往在广大的边缘地区和农村又缺乏该领域的专门医生, 以致于延误了早期的诊断和治疗, 基于此, 我们用人工智能技术研制了口腔癌医疗辅助诊断专家系统

OCDES。本文主要介绍了 OCDES 的系统结构、知识表示方法和推理机制等主要的实现技术。

## 2 OCDES 系统结构

OCDES 采用模块化结构, 将推理机、口腔知识库、数据库、解释系统、人机界面和知识获取作为独立的模块, 便于程序的调试和维护, 也便于系统的扩充, 其系统结构和各模块之间的关系如图1所示。各部分的功能简述如下:

·**口腔癌知识库**: 在该系统中, 知识库包括事实库、事例库、诊断规则库和治疗方案库, 其中事实库存放口腔病患者的各种症状、检查和化验结果等数据, 诊断规则库存放口腔癌相关的原理性知识和多个专家对口腔癌的治疗经验, 这是系统的核心。该知识库为推理诊断提供医疗诊断所需的知识; 事例库中存放以往对口腔癌治疗过程中的经验性知识和治疗的具体事例, 是事例推理的基础; 治疗方案库存放治疗处方, 根据推理判断的结论和病人的情况给出推荐的治疗处方。

·**推理诊断模块**: 该模块根据病人的症状事实, 利用知识库的知识进行反向推理诊断或基于实例的推理, 并提供相应的参考治疗方案。

·**解释系统模块**: 解释整个推理的过程, 并详细说明推理结果的依据, 根据病人的病症所利用的知识, 回答用户或系统设计人员的“WHY”、“HOW”等各种询问。

·**知识获取**: 该模块主要是通过知识工程师和口腔专家之间的对话来完成口腔癌知识的获取, 并将获取的知识输入到口腔知识库。

·**工作数据库**: 存放所有与患者有关的信息, 如症状, 推理的中间结果, 诊断结果等事实的信息。

邓 锋 副教授, 博士生, 主研方向是口腔生物医学工程。

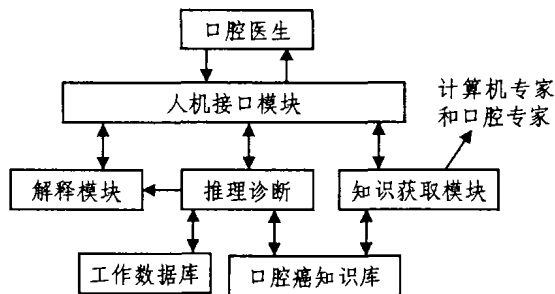


图1 OCDES 结构图

### 3 OCDES 的主要实现技术

#### 3.1 知识获取方法

OCDES 的知识获取主要是通过机器与口腔癌专家的对话来完成的。系统将专家和书籍上的知识整理后,采用规则或者以事例的形式输入到知识库,并且系统以菜单方式主动征求口腔专家或用户的意见,是否想添加、删除和修改规则。例如,如果你想添加一条规则,则可用直接输入这条规则的具体内容和可信度因子,系统便可自动地将此条规则转化为内部的机器表示形式存放在知识库中,口腔癌知识库维护十分方便。

#### 3.2 知识库结构

OCDES 知识表示不仅要能表达出口腔癌的大量诊断知识和规律,而且还要求全面地体现出口腔专家的实践经验知识,以保证系统的诊断推理是否能够模拟出口腔专家的思维过程。

在 OCDES 系统中,我们采用了产生式规则和基于事例的知识表达方式。

##### 3.2.1 知识库的产生式规则表示方法

IF 〈前提条件〉 THEN 〈结构〉

各规则的结论部分都附加一定的可信度,推理最后得出的结论如果可信度满足一定的值,则认为结论成立,否则结论就不可信或不成立。下面是 OCDES 知识库中口腔癌病理诊断规则的示例:

Rule 20:

IF 基底细胞的数量不等 and  
细胞间桥的鳞状细胞数量不等 and  
细胞角化明显 and  
核分裂现象少 and  
非典型核分裂和多核细胞极少 and  
细胞核和细胞多形性不明显  
THEN 该患者为高分化鳞状细胞癌:(0.9)

Rule 21:

IF 细胞间桥几乎不能发现 and  
核分裂常见 and  
不典型核分裂现象易见 and  
细胞及核多形性明显 and  
多核细胞常见 and  
细胞角化少见  
THEN 该患者为低分化鳞状细胞癌:(0.9)

目前 OCDES 系统的知识库中存有30多条与规则20和21类似的规则,规则的每个结论都有一个可信度。OCDES 系统中条件分为两种,确定的和不确定的。只有病症的强度在阈值范围之内,系统才承认该症状成立,反之则不成立。

3.2.2 基于事例的表示方法 OCDES 系统将口腔癌专家以往对口腔癌患者诊断的大量事例存入事例知识库中。该事例包含口腔癌患者的各种症状和化验数据,以及对该患者的诊断结果和医疗手段。当系统诊断一个新病人时,可以将该患者的症状输入计算机,与事例知识库中的事例去匹配,当匹

配成功,即可判断该患者的患病种类和治疗方案,否则将进行一定的修正,其诊断速度和正确性将能大大地提高。

在 OCDES 系统中,主要将口腔癌治愈者的症状和诊断结果作为一个完整的事例存储在知识库中,事例的表示和存储结构如下:

$Case_i = \{SEX, AGE, P_1, V_1, \dots, P_i, V_i, Conc, ADVISE\}$

其中的属性表示是:SEX 为患者的性别,AGE 为年龄, $P_i$  为第  $i$  个症状, $V_i$  为该症状的属性值,Conc 是对该事例  $Case_i$  患者的诊断结果,ADVISE 是推荐的治疗方案。

#### 3.3 推理方法

3.3.1 反向推理策略 OCDES 系统采用不确定的反向推理机,即目标驱动方法,推理机从某一个设定的目标开始,找到知识库有相同结论的规则,依次查看规则的每个条件,如果没有一条规则的结论可与之匹配,则到事实库中与患者的症状匹配。如果规则的条件都被匹配,则该假设目标成立,反之假设不成立<sup>[6]</sup>。如前所述,OCDES 系统知识是用规则表示的,其形式是

IF ( $P$ ) THEN ( $H$ ).....( $CF$ )

其中  $P$  是前提条件(Premise), $H$  是假设(Hypothesis), $H$  同时又可以是另一规则的条件, $CF$  是可信度因子(Certainty Factor),意思是:当前提条件为真时,假设  $CF$  的可信度为真,它的值在  $[-1, 1]$  范围内, $CF > 0$  表示前提为真,增加假设为真的可信度; $CF$  越大,假设为真的可信度越大。 $CF < 0$  表示前提为假,增加假设为假的可信度, $CF$  越小,假设为假的可信度越大。当  $CF = 0$ ,表示前提与假设相互独立。可信度因子反映了现实世界中因果关系的不确定性。

假如,当前提条件为真的可信度  $CF(P, E)$  已知时,其中  $E$  是与  $P$  有关的所有证据,假设  $H$  为真的可信度,则  $CF(H, E)$  是:

$CF(H, E) = CF(H, P) \cdot \max\{0, CF(P, E)\}$

其中  $CF(H, P)$  是附加在规则上的可信度,它是由口腔癌专家确定的, $CF(P, E)$  是证据为真的程度值,其值在 0 与 1 之间,目前系统确定,当得出的结论  $CF > 0.6$  时,结论为真,否则结论不成立。

3.3.2 基于事例的推理方法 OCDES 系统在进行诊断治疗时,可以用以往的诊断结果事例来进行推理诊断类似的患者,而不必从头做起,基于事例的推理(Case-based Reasoning)是通过访问口腔癌事例库中过去同类患者的诊断事件进行推理诊断从而获得当前患者的诊断结果的一种推理策略。其基于事例的推理算法如下:

Begin

第一步:输入患者的病症事实和化验结果;

第二步:根据患者的病症事实,从事例库中检索相应的事例,并取出一个相似的事例;

第三步:根据当前患者的各种事例的诊断方案,使之更适合于当前患者的病情;

第四步:形成对当前患者的诊断结果,并形成一个新的事例,送入解释机使用;

第五步:将新的事例加入到事例库中,以便以后的应用。

End.

### 4 系统运行测试

OCDES 系统在 Windows2000 环境下,用 VC++ 编程实现,其系统的诊断界面如图2所示。

如图所示,OCDES 系统使用非常方便,系统利用人机对话的方式确定患者的症状以及化验结果,然后系统进行推理并给

出相应的诊断结果,以及为什么得出该结果的解释。

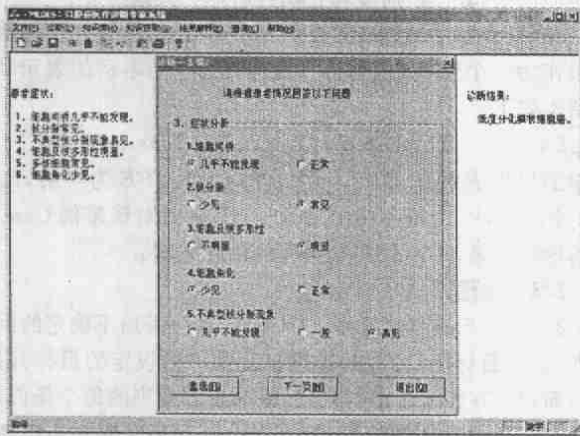


图2 OCDES 系统界面

我们设计了一种类似 V. L. Yu<sup>[6]</sup>等人提出的对 MYCIN 的“评价和测试方法的评价和测试”格式表,即“口腔癌诊断专家系统”性能评价测试表。

OCDES 系统性能评价测试方法是对某一患者的病症系统推理诊断之前,先由“口腔癌专家”根据该患者的病症进行专家级诊断,并详细记录专家的诊断意见和结论,然后运用

OCDES 诊断专家系统进行推理诊断,并逐项比较两者的诊断结果,找出两者的差异。该评价方法不仅能逐渐改进和完善 OCDES 系统,并能使该系统的诊断结果逐渐达到“口腔癌专家”的诊断水平,使系统达到实用化。

**结束语** OCDES 系统采用模块化程序设计技术,按逻辑功能合理划分模块、编程、生成各自对应的目标模块,调试和维护十分灵活方便。另外系统还提供了图文并茂的输出信息,便于使用者的理解。目前系统还在不断地扩充口腔癌专家的知识,在使用中将会逐渐地完善,以使该系统达到对口腔癌的辅助诊断和咨询的目标。

参考文献

- 1 陈世福,潘金贵,等. 知识工程语言与应用. 南京大学出版社, 1989
- 2 杭小树,张友华,等. 一个综合知识发现与知识求精系统—XFKDRS. 模式识别与人工智能, 2002,15(4): 334~338
- 3 花蕾,杨育彬,等. 基于知识的肺癌早期细胞病理诊断专家系统. 计算机应用与研究, 2000,17(2): 90~92
- 4 杨育彬,李宁,等. 肺癌分类识别中的神经网络集成技术研究. 计算机科学, 2003,30(9): 39~42,53
- 5 于世风,汪说之,等. 口腔组织病理学. 人民卫生出版社(北京), 2003. 8
- 6 Shortliffe E H. Computer-based Medical Consultation: MYCIN. American Elsevier, Newyork, 1976
- 7 金传伟. 缺陷诊断专家系统的知识与推理技术. 计算机工程与应用, 2002,13: 119~121
- 8 陈世福,等. 勘探地下水专家系统 NCGW 的设计与实现. 计算机学报, 1989,12(6): 452~457

(上接第109页)

根据第2小节的理论分析以及本小节的实验结果可以得出结论  $[a, b]$ -SSG 适合于在流密码系统中应用。

4 几类自缩减型生成器的比较

Meier<sup>[5]</sup>将缩减生成器<sup>[3]</sup>简化为自缩减生成器,只用一个线性反馈移位寄存器得到一个隔位受控输出序列。Kanso<sup>[4]</sup>改变了自缩减生成器的输出规则:考虑比特对  $(a_i, a_{i+1})$ ,若  $a_i = 1$ ,则输出  $a_{i+1}$ ;否则,没有输出。Hu<sup>[6]</sup>进一步将自缩减生成

器推广,得到了广义自缩减生成器。其输出规则为:设  $a = \dots a_{-2}a_{-1}a_0a_1a_2\dots$  为  $GF(2)$  上的  $m$ -序列,周期为  $2^n - 1$ ,  $G = (g_0, g_1, \dots, g_{n-1})$ 。序列  $v$  满足

$$v_k = g_0 a_k + g_1 a_{k-1} + \dots + g_{n-1} a_{k-n+1} \quad (15)$$

若  $a_k = 1$ ,则输出  $v_k$ ;否则,没有输出。广义自缩减序列具有群结构和良好的相关性质。

表2列出了上述3种自缩减型生成器(分别称之为 Meier 生成器, Kanso 生成器和 Hu 生成器)与本文的  $[a, b]$ -自缩减生成器的性质比较。这里被缩减的序列均为  $n$ -级  $m$ -序列。

表2 几类自缩减型生成器的比较

	数据率	周期	线性复杂度	符号分布
Meier 生成器	1/4	$2^{\lfloor n/2 \rfloor} < P \leq 2^{n-1}$	$2^{\lfloor n/2 \rfloor - 1} < LC \leq 2^{n-1} - n + 2$	平衡序列
Kanso 生成器	1/2	$P = 2^{n-1}$	$2^{n-2} < LC \leq 2^{n-1} - n + 2$	平衡序列
Hu 生成器	一族序列	不少于 3/4 的序列周期为 $2^{n-1}$ , 不少于 7/8 的序列周期 $\geq 2^{n-1}$		平衡序列
$[a, b]$ -自缩减生成器	$> 1/2$	$2^{n-1}(2^n - 1)$	$n \cdot 2^{n-2} < LC \leq n \cdot 2^{n-1}$	0,1 符号的个数分别为 $2^{2n-2}$ 和 $2^{n-1}(2^{n-1} - 1)$

从表2可以看出满足一定的条件下  $[a, b]$ -SSS 的周期与线性复杂度性质是最优的,而且对同一个反馈多项式和相同的初始状态,改变  $a, b$  的值就可以得到不同的输出序列。由于  $[a, b]$ -SSS 具有指数级线性复杂度,因此能够抵抗 B-M 综合算法的攻击。

关于  $[a, b]$ -SSG 的密码分析,需要做进一步的讨论,我们将在后续工作中解决这一问题。但有一点可以肯定的是由于  $a, b$  的引入,使得对  $[a, b]$ -SSG 的密码分析更为困难。

参考文献

- 1 Rueppel R A. Stream ciphers, Contemporary, the Science of Information. IEEE Press, Gustovos J. Simmons, editor, 1992. 65~134
- 2 Gollman D, Chambers W G. Clock-controlled shift registers: a

- review. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1989, 7(4): 525~533
- 3 Coppersmith D, Krawczys H, Mansour Y. The shrinking generator, Advances in Cryptology-Crypt'93, LNCS, vol. 765. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 22~39
- 4 Kanso A. Clock-controlled generators. [PhD thesis]. University of London, 1999. 132~185
- 5 Meier W, Staffelbach O. The self-shrinking generator, Advances in Cryptology-Eurocrypt'94, LNCS, vol. 950. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 205~214
- 6 HU Yupu, XIAO Guozhen. The generalized self-shrinking generator. IEEE Trans. on Info. Theory, to appear
- 7 Beker H, Piper F. Cipher Systems: The protection of communications. New York; van Nostrand Reinhold, 1982
- 8 Erdemann E. Empirical tests of binary keystreams; [MPhil Thesis]. University of London, 1992
- 9 丁存生,肖国镇. 流密码学及其应用. 北京: 国防工业出版社, 1994