

71-72

计算机科学1999Vol. 26No. 10

## CAI 中专家系统、模糊数学模型的应用与研究 \*

Application Research on Expert System and Fuzzy Mathematics Model in CAI

刘甫迎 邓礼清

6434

(成都电子机械高等专科学校计算机工程系 成都610031)

**Abstract** This paper propounds a method to compute dependency function  $M_{A_i}(X)$  in expert rules for fuzzy match based on the  $n$ -dimension Euler space composed of  $n$  knowledge items for intelligent CAI. This method is used to decide the type of knowledge deficiency of students, and gives the navigational hypertext and navigational demonstration for the students to learn again.

**Keywords** CAI, Expert system, Fuzzy mathematics, Threshold value

## 1 前言

21世纪到来之际,为培养出高科技人才,抢占新世纪经济战略的制高点,各国都在进行“面向21世纪的课程教学内容和课程体系的改革”,当然也包括教学手段的改革。无疑,智能CAI的研究便成了人们关注的焦点之一。

本文所述模型在CAI中引入了智能化,通过学生在CAI中的练习,利用专家系统、模糊数学对学生进行知识缺陷病型的判断,然后再给出指导学生再学生的“行动”。

在CAI中,利用模糊数学进行学生知识缺陷病型的判断,最直观的方法是,对各型确定一个阈值  $S_j$  ( $0 \leq S_j \leq 1$ ),并计算某一学生  $X_i$  属于第  $j$  型知识缺陷病型的隶属(程度)函数  $M_{A_j}(x_i)$ ,若该学生  $x_i$  属于第  $j$  型知识缺陷病型,是指:

$$M_{A_j}(x_i) \geq S_j \quad (1)$$

具体做法如下。

## 2 知识点(或症候群)空间的确定

可以把某一学科(或课程)的知识在CAI中对学进行检测,如同看病一样,如果学生对某个知识点未掌握,则可以说它具有某个“症状”。

由  $n$  个症状组成的  $n$  维欧式空间,称为症候群空间。那么,每一“症候群”对应空间中的一点。在  $n$  个症状的情况,总数为  $2^n$  个的点的集合就是以  $X$  标之的我们的“论域”,即:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_{2^n}\} \quad (2)$$

当把不同类型的知识缺陷病看成是  $X$  上不同模糊子集时,学生知识缺陷病判断的问题就归结为确定  $X$  上的某一元素  $x_i, i \in \{1, 2, \dots, 2^n\}$ , 以多大的程度属于哪一个模糊子集的问题。

假设在  $X$  上划出  $m$  个模糊子集:  $A_1, A_2, \dots, A_m$ 。显然

$$A_j \subseteq X, j \in \{1, 2, \dots, m\} \quad (3)$$

现在,对每一模糊子集定义一个隶属函数  $M_{A_j}(x_i)$ 。那么,  $M_{A_j}(x_i), i \in X$  即表示  $X$  的元素  $x_i$  隶属于  $A_j$  的程度大小。

3 隶属函数  $M_{A_j}(x)$  的计算

## 3.1 权系数的确定

每一类型的知识缺陷病都有相应的标准症候群,其中所包括的症状数各型不相同。这些不同的症状对决定学生属于某型知识缺陷病所起的作用是不同的;同一症状在确定不同型知识缺陷病所起的作用也是不同的,这种所起的作用程度大小的量,称为权系数。

可对多个知识缺陷病例进行统计,由此得出每一症状在确定某一型知识缺陷病的经验权系数,即经验条件概率。

3.2 隶属函数  $M_{A_j}(x)$  的计算

首先,对每一型求如下的和:

$$P_{A_i}^j = \sum_{i=1}^n a_i a_i \quad (4)$$

\* 本文所述课题受四川省重点科研项目资金资助,刘甫迎 副教授,研究方向:计算机应用,数据库,邓礼清 讲师,研究方向:计算机应用,数据库。

式中  $a_1, a_2, \dots, a_{p_j}$  是第  $j$  型知识缺陷病的标准症候群所包含的所有症状, 在(4)式中均取1;  $a_1, a_2, \dots, a_{p_j}$  是相应症状在第  $j$  型中的权系数。

其次, 对具体学生  $X_i$ , 作如下求和:

$$P_{A_j} = \sum_{i=1}^q a_i a'_i \quad (5)$$

式中  $a'_1, a'_2, \dots, a'_q$  是  $X_i$  含有的所有症状, 其中的症状在第  $j$  型知识缺陷病的标准症候群中有的话, 取1, 否则取0;  $a'_1, a'_2, \dots, a'_q$  是  $X_i$  的各症状在第  $j$  型病中相应的权系数。

最后, 计算隶属函数如下:

$$M_{A_j}(x_i) = P_{A_j} p_{A_j}^0 \quad (6)$$

显然,  $M_{A_j}(x_i)$  在  $[0, 1]$  中取值。

#### 4 阈值的求法

按照分数判断原则, 将需要计算的型分为三组(其中个别兼跨两组)。若一个学生的知识缺陷病需计算辨别类型, 那该型必在三组中之一。这样, 只要在一组的少量几个型中计算辨别类型即可。由上面我们提出如下公式:

$$P_{A_i} \geq S_j \times P_{A_j}^0 \triangleq S'_j \quad (7)$$

这样, 求阈值  $S_j$  的问题, 就归结为求阈值  $S'_j$  的问题。

具体求法是:

(1) 分级匹配权系数。在分配各型所含症状的权系数时, 采用了分级匹配的方法, 即对每一组中的各型按专家诊断分型的优先顺序, 对各级的主要症状实行分级加权。级先者加较大的数; 级后者加较小的数。例如, 第一级加“9”, 第二级加“7”, 第三级加“5”。这样做的结果, 就有意识地把各型的  $P_{A_i}$  值的变化范围在数轴上拉开一定的距离, 确定  $S'_j$  也比较容易了。

(2) 逐级筛选。具体辨别类型时, 按各组中的各型优先级顺序逐级筛选。

(3) 用多个学生作实验, 确定  $S'_j$  的值。

(4) 浮动阈值技术。由于学生的情况千差万别, 为了考虑实际学生的极端情况也能够较准确地辨别类型, 按照我们的方法确定的权系数与阈值, 还可采用浮动阈值技术作为辅助辨别类型的手段, 此不赘述。

结束语 上述模糊数学的数学模型已在我们新近

开发的四川省重点科研项目——“多媒体 Visual Fox-Pro 中文版教学软件系统(VFPCAI)”中得到成功的应用。VFPCAI 以基于美国微软公司最新版本 Visual FoxPro 6.0 中文简体版为内容, 包括超文本电子书基础篇、多媒体动画声音同步的演示篇以及练习器三部份, 其练习器实际上就使用了模糊数学模型的专家系统。该专家系统, 包括了数据基、知识基、控制系统三部分。数据基相当于人的短期记忆, 知识基相当于人的长期记忆。知识基一般包括几十条或更多的产生式规则。这种产生式规则又分为两部分, 即左部的“条件”及右部的“行动”, 当系统在控制部分下运行时, 数据基就选取一条比较好的途径不断与产生式规则的左部进行匹配。如匹配成功, 则这种产生式规则即被列入竞选集合。最后, 系统应用某种调优法则, 在竞选集合中判定出学生知识缺陷病的病型, 选取一条产生式产生一定的行动(即指导学生再学习的“超文本导航”和“演示导航”的行动)。

目前, 各种专家系统运行时, 数据基与产生式规则左部的匹配一般是采用完全匹配或刚性匹配的方式, 少数也采用部分匹配的方式。而我们根据 CAI 的特点, 使用了一种新颖的匹配方式——模糊匹配方式。模糊匹配与完全匹配显然不同, 与部分匹配也不同。与完全匹配相比, 模糊匹配是不完全的; 与部分匹配相比, 它又不是截然的一部分, 而仍然是从整体考虑的, 但边界是模糊的。在 CAI 中, 学生的知识缺陷千差万别, 要对所有出现的情况形成产生式规则, 显然十分困难, 而对应于典型症候群的产生式规则左部, 又往往不容易被一般学生满足。因此, 模糊匹配特别适用于 CAI。在公式(1)中所选的方法即可进行模糊匹配。

使用本模糊数学模型的 VFPCAI 已通过省级鉴定, 在学生中使用, 运行情况良好。

#### 参考文献

- 1 郭荣江·计算机医学诊断系统, 电子技术应用, 1982, (6)
- 2 刘甫迎·visual FoxPro(中文版)教学软件系统(VFPCAI)·成都电子机械高等专科学校学报, 1998, 5(2): 38~42
- 3 刘甫迎·Visual BASIC 教程·成都: 电子科技大学出版社, 1999. 310~338