

文章编号: 2095-2163(2019)04-0013-04

中图分类号: TP393

文献标志码: A

# 基于模糊证据推理的医疗诊断专家系统的设计与实现

李梵若, 李忠

(防灾科技学院, 河北 三河 065201)

**摘要:**随着人工智能技术的不断发展,涉及到的范围也在不断扩大。专家系统作为人工智能中较为重要的组成部分,在医疗诊断中的应用也愈发深入。本文主要介绍一种基于模糊证据推理的医疗诊断专家系统的设计与实现。该系统使用 python+MySQL 为开发工具,C/S 架构,以患者的症状为条件,使用已经具备的医疗知识作为推理证据,计算输入症状与先验知识中症状的相似度,再与设定的阈值进行比较,从而确定患何种病并给出疑似病症和处理建议。实验证明,该系统的准确率达到 87%,本系统中应用的模糊证据推理能够更好地进行多属性的决策推理,符合一种疾病伴随多种病症的现实情况。该系统对辅助医疗诊断、实现常见疾病的自助诊断和指导使用非处方药具有积极的推动作用。

**关键词:**模糊证据推理;专家系统;医疗诊断;人工智能;相似性度量

## Design and implementation of medical diagnostic expert system based on fuzzy evidential reasoning

LI Fanruo, LI Zhong

(Institute of Disaster Prevention, Sanhe Heibei 065201, China)

**[Abstract]** With the continuous development of artificial intelligence technology, the scope involved is also expanding. As an important part of artificial intelligence, expert system is increasingly applied in medical diagnosis. This paper introduces the design and implementation of a medical diagnostic expert system based on fuzzy evidential reasoning. This system uses python and MySQL as the development tool and C/S architecture. Taking the patient's symptoms as the condition and using the existing medical knowledge as the inference evidence, it calculates the similarity between the input symptoms and the symptoms in the prior knowledge, and then compares it with the set threshold value, so as to determine the disease and give the suspected symptoms and treatment suggestions. Experiments show that the accuracy of the system reaches 87%, and the fuzzy evidential reasoning applied in the system can better carry out multi-attribute decision reasoning, which conforms to the reality that a disease is accompanied by multiple symptoms. The system plays a positive role in assisting medical diagnosis, realizing self-diagnosis of common diseases and guiding the use of non-prescription drugs.

**[Key words]** fuzzy evidential reasoning; expert system; medical diagnosis; artificial intelligence; similarity measurement

## 0 引言

近年来,人工智能浪潮的不断高涨,使得人工智能在辅助诊断、医学影像、药物挖掘和专家系统等方面都取得了较大的进展<sup>[1]</sup>。其中,张德政等人<sup>[2]</sup>提出的中医专家系统,周仲宁<sup>[3]</sup>提出的眼科疾病诊断专家系统,潘军杰等人<sup>[4]</sup>提出的口腔电子病历及辅助诊疗系统等都是人工智能在辅助诊疗和自助诊断方面较为成功的研发实践。但是综合前述文献分析后可知,这些方案都是将人工智能应用在某一具体医疗科室中,而将专家系统应用在各个职能科室的疾病诊断的案例迄今仍较为少见。基于此,本系统致力于建立一个人机交互进行常见病诊断的自助诊

断专家系统,从而指导患者对轻微常见病使用合理的非处方药进行自诊,对非轻微常见病有就医科室的明确导诊。文中拟从模糊证据推理的原理、病例知识库的设计与构建、智能诊断的实现等方面全面阐述基于模糊证据推理的医疗诊断专家系统的设计与实现。研究内容详见如下。

## 1 模糊证据推理

作为一种应用较为广泛的证据推理方法,模糊证据推理在推理逻辑、命题语句以及判断时的隶属函数上都有别于经典证据推理。对此可做探讨论述如下。

### 1.1 模糊逻辑及模糊命题

不同于经典逻辑推理的非真即假的二值逻辑

**基金项目:**中央高校基本科研业务项目(ZY20180121);大学生创新创业训练项目(201911775108)。

**作者简介:**李梵若(1998-),男,本科生,主要研究方向:数据处理;李忠(1966-),男,博士,教授,主要研究方向:人工智能、数据处理。

**通讯作者:**李忠 Email:lizhong@cidp.edu.cn

**收稿日期:**2019-05-15

辑<sup>[5]</sup>,模糊逻辑推理将结果映射到 $[0,1]$ 区间内,本质上说模糊逻辑是经典二值逻辑应用的推广。

类似于模糊逻辑,模糊命题指的是带有模糊可能的陈述句,其反映了事物的“真假”程度。综合模糊逻辑和模糊命题的概念,可以将模糊证据推理抽象为如下的逻辑表达式:

$$\text{IF } (A \text{ and } B \text{ and } C \cdots) \text{ Then } D. \quad (1)$$

其中,  $(A \text{ and } B \text{ and } C \cdots)$  是推理证据上的多维模糊规则,  $D$  是推理结果上的模糊集合。

## 1.2 隶属函数

隶属函数用于描述前项属于推理结果的模糊集合的隶属度<sup>[6]</sup>,取值范围在 $[0,1]$ 之间。隶属程度越大,其隶属于结果的程度也就越高。在该系统中,采用患者症状与病例知识库中症状之间的相似性作为隶属函数,利用两者间的欧几里得距离作为相似性度量。设定与知识库症状的相似性阈值为60%,用来判定患病的可能性。

## 2 病例知识库的设计与构建

为了达到患者能够进行常见病的自助诊断,指导患者对轻微常见病使用合理的非处方药进行自诊,对非轻微常见病提供明确就医科室的目的,该系统中病例知识库涵盖的疾病范围要较为广泛;数据库的设计要尽量减少数据冗余,从而提高诊断效率。对此设计可得阐释分述如下。

### 2.1 病例知识库设计

医疗诊断专家系统中需要分别建立各个科室的病例库,缩小相似性计算量,提高诊断效率。此外,还需要对病人的基本信息(姓名、性别、年龄、过敏史等)详细了解,并记录病人的诊断历史等信息。该系统共设计3种类型数据库表,具体结构见表1~表3。

表1 病人信息表

Tab. 1 Patient information

字段名称	数据类型	字段描述
id	varchar	患者编号
Name	varchar	患者姓名
Sex	varchar	患者性别
Age	varchar	患者年龄
Allergy	varchar	过敏历史

表2 某科室疾病信息表

Tab. 2 A department disease information

字段名称	数据类型	字段描述
id	varchar	疾病编号
dis_division	varchar	疾病科室
dis_name	varchar	疾病名称
dis_sympton	varchar	疾病对应症状
prescription	varchar	诊断建议

表3 病人就诊历史表

Tab. 3 Patients' case history

字段名称	数据类型	字段描述
id	varchar	患者编号
name	varchar	患者姓名
pat_sympton	varchar	患者描述症状
pat_prescription	varchar	诊断建议

研究中设计得到的数据库表均符合第二范式的设计要求,数据冗余较少,保证了较高的诊断效率。

### 2.2 病例知识库的构建

为了涵盖较为广泛的疾病范围,该系统从医脉通、爱爱医医学网、病例库等病例网站中收集了包括儿科、眼科、泌尿科等6个科室的200多条病例及对应症状和诊断建议,基本包括了常见的轻微疾病和非轻微疾病。选取部分眼科、内分泌科的病例信息如图1和图2所示。

图1 眼科病例表

Fig. 1 Some ophthalmic diseases

图2 内分泌科病例表

Fig. 2 Some endocrine diseases

## 3 智能诊断的实现及测试

### 3.1 系统功能和流程

该系统采用C/S架构,实现了基本的用户登录、注册以及患者自助式医疗专家诊断的功能。对于有疑问的诊断建议,患者可以通过给专家留言的功能获得解答。本次系统研发的软件流程设计如图3所示。

在图3“推理机进行智能判定”这一节点中,将根据患者选择科室,运用设计研发算法对患者输入的症状进行模糊推理,并在符合条件的可疑疾病中给出相似度最高的疾病及对应处理方法。这里,针对计算相似度的模糊推理逻辑可得研究描述如下。

$input\_X$  # 输入的患者病症集合

$standard\_X$  # 病例知识库中病症集合

$standard\_Y$  # 病例知识库中病症对应的疾病集合

```

for i in standard_X :
#计算欧氏距离
distance = sqrt([(input_X1 - standard_X1)^2 +
(input_X2 - standard_X2)^2 + ..... + (input_Xn -
standard_Xn)^2])
similarity = distance/len(standard_X)
# 计算以欧式距离为衡量的相似性
if (similarity > 0.6)
print(standard_Y) #输出可能病状集合

```

这一方法较为合理地将模糊证据推理和实际应用环境以及知识库的数据相结合, 不仅使得该系统对于疑难杂症的诊断能力大大提高, 而且保证了常见疾病诊断的准确率。

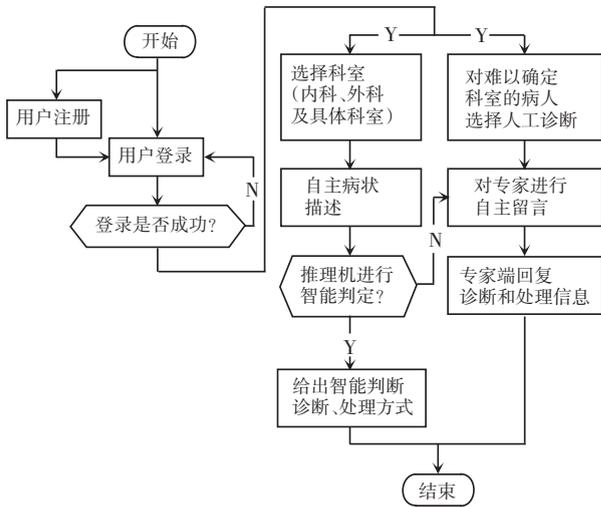


图 3 系统流程图

Fig. 3 System flow chart

### 3.2 系统测试

为了检验软件运行后的应用效果, 分别对软件的用户登录注册模块、患者自助诊断模块以及疑难杂症专家留言模块进行测试, 测试结果如图 4 所示。在患者输入 3 条自身存在的症状后, 系统根据患者描述, 成功地给出疑似疾病以及对应的诊断意见。



图 4 正常诊断图

Fig. 4 An example of correct diagnosis

但在患者描述的症状较为单一, 并且还包含了可能的致病因素时, 系统却未能提供对应的诊断结果。如图 5 所示。



图 5 诊断失败图

Fig. 5 An example of wrong diagnosis

## 4 测试结果分析

经过上述测试, 在病症较为多样或者表现较为复杂的疾病中, 该系统的诊断效果较为优秀, 准确率达到了 87%。而有 11% 的错误率主要来自于症状过多, 知识库中有较多符合阈值条件的疾病, 难以分辨; 剩余 2% 的误判是由于患者的症状较为单一或较少, 推理过程中没有达到对应疾病的最低阈值, 从而系统没有生成评判结果。

阈值对于诊断结果以及不同疾病的影响较大, 并且由于症状的多少和致病外界因素也会对诊断结果有一定程度的影响。

## 5 结束语

目前, 在人工智能应用较为广泛的医疗领域中, 已经出现了若干科室一级的专家系统。本文讨论了一种基于模糊证据推理的医疗诊断专家系统的设计与实现, 建立了一个人-机交互进行常见病诊断的自助诊断专家系统, 指导患者对大多数并不局限于某一科室的常见病进行处理。文中详细论述了模糊证据推理的方法、病例知识库设计与构建以及具体的系统流程设计, 并分析了测试结果。得到如下结论:

(1) 基于模糊证据推理的医疗诊断系统基本能够实现患者对于常见疾病的自助诊断, 准确率达到 87%。

(2) 模糊证据推理的方法能够较好地适用于类似医疗诊断这种多属性证据推理中。

(3) 以“症状—疾病名称”为设计模式的知识库

(下转第 20 页)