

# 鱼病诊断专家系统设计

郑育红 傅泽田 张小栓

(中国农业大学农业工程研究院)

**摘要** 叙述了智能化鱼病诊断专家系统的总体设计思路与设计方法、关键技术及系统工作流程。重点阐述了智能化鱼病诊断的过程、基本内容以及推理机的基本原理。

**关键词** 专家系统; 鱼病诊断; 推理机

**分类号** TP 182; S 942

## Design of An Expert System for Fish Disease Diagnosis

Zheng Yuhong Fu Zetian Zhang Xiaoshuan

(Agricultural Engineering Institute, CAU)

**Abstract** System specialty, design method, collectively design thought, system working process of fish disease expert system and key technology of the expert system are discussed. Process and basic content of fish disease diagnosis, basic principle of ratiocination are introduced.

**Key words** expert system; fish disease diagnosis; ratiocination

智能化鱼病诊断专家系统是国家 863 重点资助项目“智能化水产养殖信息系统”的子系统,本系统以系统工程思想为指导,利用人工智能技术将水产领域专家知识加以归纳整理,使其系统化和形式化,从而为生产管理部门、鱼病医院提供鱼病诊断与防治的辅助决策工具,为广大养鱼专业户提供鱼病识别和防治等技术指导<sup>[1]</sup>。

## 1 鱼病诊断专家系统的主要内容及工作流程

### 1.1 主要内容

鱼病诊断专家系统由现场调查、目检、深层判断、镜检、解释机制多个模块集成,各模块主要内容如下。

现场调查模块包括对鱼类名称、生长阶段、发病时间、特殊表现、水质调查等项目的调查记录。

目检模块包括对体表、头部、鳃部、腹部、鳞片、鱼鳍、肌肉、内脏等 8 个项目的观察诊断。其中,体表具有 22 种不同的症状,头部有 12 种,鳃部 18 种,腹部 4 种,鳞片 6 种,鱼鳍 9 种,肌肉 5 种,内脏 17 种,共 93 种症状描述,186 张图片。对应每一种不同的症状,具有相应的图片描述。

深层判断模块是对应目检得出的多种结果而进行的。进行深层判断时,根据目检结果,判

收稿日期: 2000-04-14

国家 863 计划 306 主题重点资助项目

郑育红,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)121 信箱, 100083

断给出可能患有的几种鱼病综合图片,并给出诊断的可信度。用户在浏览目检结果完毕以后,可根据鱼的症状进一步筛选。

镜检模块主要针对体表、鳃、内脏 3 部分而设计,其目的是镜检这 3 部分的孢囊和明显病变部分,对可疑部位镜检后进行图谱识别,共 90 种症状描述。

解释机制模块可将用户在目检和镜检中所描述的鱼的所有症状列表,给出诊断过程及诊断结果。

## 1.2 工作流程

下面以常见鱼病诊断为例说明系统的工作流程。

- 1) 系统启动。
- 2) 选项。选择主菜单(系统主菜单分为系统帮助、系统功能演示、水产养殖、鱼病诊断、专家学习、数据库维护、基础知识浏览、信息咨询、会员注册等)中的鱼病诊断选项。
- 3) 现场调查。进入现场调查阶段,点选各种调查项,然后提交鱼病症状。
- 4) 目检。进入目检阶段后,系统不仅提供了对各个部位症状的文本描述,而且还有相应的图谱对照描述。用户可针对每个部位的症状,选择 1~3 项症状值,即可以根据图谱描述的症状进行各部位症状的浏览和对照。各选项完毕后,如果某一部位无明显症状或者具有单一明显症状时,进入镜检阶段,否则,进入深层判断阶段。
- 5) 深层判断。当目检结果得出多种鱼病时,要进行深层判断。深层判断列出目检结果的综合图片以及相应的可信度,用户在浏览目检结果以后,根据鱼的症状进一步筛选,得出深层判断结果。
- 6) 镜检诊断。进入镜检阶段后,用户可翻看各种图谱,选择与镜检结果相符的图片,得出诊断结果,如果仍然无法得出鱼病结果,返回目检。
- 7) 防治方法。根据诊断结果给出防治方法和主要防治鱼药等。
- 8) 解释机制。诊断结束后进入解释过程,将用户在目检和镜检中所描述的所有症状列表,给出诊断过程及诊断结果。

## 2 鱼病诊断系统的设计

### 2.1 总体结构

系统基本结构由知识库、数据库、图片库、用户界面和专家学习模块构成。

知识库采用产生式规则形式,主要包括常见鱼病诊断知识库、镜检部位提示库、复杂鱼病诊断知识库。它们存储着各种用来诊断常见鱼病的知识规则。

数据库采用关系数据库模型,将数据表示为表的集合,根据不同的鱼类建立不同的表,通过建立简单表之间的关系来定义结构。数据库主要包括鱼病资料库、鱼药资料库、鱼病防治库以及解释机制库。

图片库分为鱼病症状图片库、深层判断图片库、微观镜检图片库和鱼病结论图片库 4 部分,按照鱼病的不同存储图片。

用户界面的设计采用菜单式界面与表格式界面相结合的方式,使用时直接下拉点选即可。

专家学习模块有快速响应鱼病专家建设的能力,能给出响应结果,便于专家及时总结经验,修改自己的设想。

## 2.2 系统的网络体系

### 2.2.1 客户机/服务器模型

客户机/服务器结构采用3层Client/Server/Server结构模型:客户—应用服务器—数据库服务器,该结构将表示部分、应用逻辑部分、数据访问部分明确地进行分割,使其在逻辑上各自独立。

硬件系统的配置有2种方式。1)客户位于客户机上,应用服务器和数据库服务器位于同一主机上。在主机具有良好性能的前提下,这种方式能保证应用服务器和数据库服务器之间的通讯效率,减少客户和应用服务器之间网络上的数据传输,使系统具有良好的性能。2)客户位于客户机上,应用服务器和数据库服务器位于不同的主机上。这种方式比前一方式更加灵活,且能够适应客户机数目和应用负荷的变动。在增加新的应用逻辑时,可以追加新的应用服务器。系统规模越大,这种方式的优点越显著。

### 2.2.2 Client/Server/Server 结构的功能及优点

在3层C/S/S结构中,客户端是用户接口部分,负责用户与应用程序的交互。它接受用户的输入、请求,将结果以适当的形式(如图形、报表)返回给用户,常以GUI界面表现出来。与2层C/S结构的客户部分相比,3层C/S/S结构的功能更加简洁清晰,大部分的应用逻辑部分被移植到应用服务器上,但简单的应用逻辑处理和数据库访问仍然可以在客户端实现,以获得较高的效率。

在3层C/S/S结构中,应用服务器是应用逻辑处理的核心。客户将请求信息发送给应用服务器,应用服务器接收信息后向数据库服务器发送SQL请求,随后应用服务器将数据库服务器的数据访问结果返回给应用服务器。此外,应用服务器和数据库服务器之间也可能没有数据交换,而作为客户的独立服务器使用。在3层C/S/S结构中,数据库服务器以传统的基于SQL的DBMS实现,完成数据的存储、访问和完整性约束等。与2层C/S结构相比,3层C/S/S结构有以下优势。

1) 伸缩性。灵活的硬件系统构成,使各部分可以选择与其负荷和特性相适应的硬件。如在应用初始阶段,采用1台工作站作为服务器,将应用服务器和数据库服务器配置于此台工作站上。随着应用的发展,可以追加1台或多台工作站作为应用服务器。2) 可维护性。3层C/S/S结构中,各层相对独立,可以并行开发,客户端只需要关注用户界面,且可以和其他客户共享相同的数据访问模块,从而使客户端负荷大大减少,维护也相对简单。3) 安全性。应用逻辑和最终访问数据库大多由应用服务器实现,对单个用户来说是透明的,但用户之间不相互干扰,从而保证了系统的安全性,并且减少了网络上的数据流量。

## 3 推理机的设计

推理机的设计是开发专家系统的关键,系统成功与否主要取决于推理机性能的好坏。

1) 推理机原理。系统紧紧把握住鱼病专家对鱼病的诊断和处理过程来实现专家系统的推理。由于鱼病本身的复杂性,造成了鱼病诊断的困难,必须经过多阶段、多层次的推理和判断,才能得到较为满意的结果。按驱动力来讲本专家系统多数采用数据驱动推理(data-drive inference),少量采用目标驱动推理(Object-drive inference);按控制策略来讲主要采用正向推理和反向推理<sup>[2]</sup>。

鱼病诊断过程中的推理采用直接推理和模糊推理。第一,直接推理采用数据驱动的正向推理方法,从初始数据(鱼病症状)出发,利用知识库的规则,推导出结论。这种推理方法适用于具有典型症状的鱼病判断。第二,采用模糊推理方法,对不明显症状的鱼病进行判断。由于鱼病的发病季节不同,生长阶段不同,患病的病程不同,使鱼病在发病不是特别严重时,即症状并不十分典型时,不能确切推出是何种病症,但利用模糊推理的方法,根据症状符合度和规则可信度的综合值,进行优先级的排列,由此判断可能是患有哪几种鱼病。

推理机根据用户输入信息(鱼病症状)推出鱼病诊断结果的过程分为 6 步。a. 输入信息; b. 信息预处理; c. 搜索匹配规则进行初步诊断; d. 调用初步诊断结果,解释初步诊断过程; e. 初步诊断结果的校验; f. 输出初步诊断结果。推理利用非精确推理机制,把确定性和可能性有机的结合起来,尽量缩短推理过程,采用正向推理、反向推理、正向/反向混合推理策略。

2) 推理机设计。推理设计模型包括数据与规则匹配模型、冲突消解模型、选择模型、执行模型等<sup>[3]</sup>。对于具有典型症状鱼病的推理通常采用直接推理,即用户从列表中选取患病鱼类,选择对应的相关症状,系统自动进行规则知识的匹配,得到初步诊断结果,在调用初步诊断结果的同时,进行推理过程解释,完成初步诊断校验后,输出初步诊断结果。对于不明显症状鱼病,通常采用模糊推理过程,诊断过程中除考虑 8 大症状外,还考虑鱼的病程、发病时间、鱼的生长阶段等 3 个辅助判断项,共 11 个因素。分析诊断时,每种鱼病的可信度是不同的,对 8 项症状的符合情况也是不同的,对于每种不明显症状的鱼病事实,每有一项症状符合时,症状符合度自动增加相应的百分比。对于某种不明显症状的鱼病事实,也不是 8 项症状全符合,如果有 5 项症状相符,而有 3 项症状不符时,此事实症状符合度为 0.7。在数据库中存储的判断鱼病的事实可靠度是不同的,在模糊诊断中,利用算法对症状符合度和事实可靠度进行综合计算得出推理可信度结论。在可信度大于等于 0.5 到小于 1 的范围内,按可信度由高到低排列鱼病诊断结果,可信度越高,优先级越高。选出优先级最高的 10 种可能病症,按图表形式输出结果,结果包括鱼病名称、不同时期症状图片、可信度等。对上述结果进行深层判断,用户按特定生长阶段和病程的症状图片进行核实,如果符合,输出最终结果;不确定时,输出相关病症。

#### 4 结束语

根据本文所述原理,笔者开发研制了鱼病诊断专家系统。目前,该专家系统正处于试运行阶段。

#### 参 考 文 献

- 1 史忠植 知识工程 北京:清华大学出版社,1988 21~ 23
- 2 陆汝矽 人工智能 北京:科学出版社,1989 34~ 36
- 3 吴泉源,刘江宁. 人工智能与专家系统 北京:国防科技大学出版社,1995 18~ 19