

农业病虫害远程诊断与知识呼叫中心系统*

李鑫星¹ 傅泽田¹ 张领先²

(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 中国农业大学信息与电气工程学院, 北京 100083)

【摘要】 设计了一套用于远程病虫害诊断的农业知识呼叫中心系统。该系统将呼叫中心技术与传统的专家系统相结合,采用呼叫中心的 IVR 流程自动调用专家系统知识库的实施方案,并将呼叫中心的 CTI 服务器和传统的数据库服务器、Web 服务器配合使用,实现了借助电话网对农业病虫害进行远程诊断的功能;同时系统提供了知识浏览、案例查询等功能,能够满足不同信息化发展水平地区农民对病虫害防治知识及诊断的需求。

关键词: 农业病虫害 远程诊断 呼叫中心 专家系统

中图分类号: S431.9 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2010)06-0153-05

Call Center System for Agricultural Knowledge Based on Remote Diagnosis of Pests and Diseases

Li Xinxing¹ Fu Zetian¹ Zhang Lingxian²

(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China

2. College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract

In order to help the farmers to obtain the agricultural knowledge to prevent and control the pests and diseases as well as to carry on the remote diagnosis by telephone, a call center system was presented for agricultural knowledge based on the remote diagnosis of pests and diseases. Based on the union of the call center technology and the traditional expert system, this system adopted the implementation plan of call center IVR flow transferring the expert system knowledge base automatically, and coordinated the call center CTI server the traditional database server and Web server to provide the function of carried on the remote diagnosis of agricultural pests and diseases with the aid of the telephone network; the system also provided the functions of knowledge browsing, case gaining and expert consultation, and could satisfy the farmers' needs to gain the agricultural knowledge as well as to carry on the remote diagnosis.

Key words Pest and disease, Remote diagnosis, Call center, Expert system

引言

随着信息技术及互联网的发展,农业病虫害诊断专家系统得到较快推广使用^[1~3]。但是,由于我国大部分农村地区计算机普及程度还较低,致使必须借助于互联网和计算机等基础的专家系统推广应用受到限制。与计算机相比,农村固定电话和手机的普及率很高,且仍在逐年递增;

特别是手机价格的下降和国家对“3G”网络推行的扶持,农村电话网络系统已基本形成。呼叫中心在农业领域方面的应用较少,不过呼叫中心技术本身已经相对成熟。本文基于电话网络系统将呼叫中心技术与农业专家系统结合起来,设计能够提供简单易学、及时快捷的系统服务和农业(包括农作物和养殖牲畜)病虫害远程诊断功能的呼叫中心系统。

收稿日期: 2009-08-24 修回日期: 2009-10-15

* “十一五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD10A07-02)

作者简介: 李鑫星,博士生,主要从事农业系统与知识工程研究,E-mail: lxxcau@cau.edu.cn

通讯作者: 张领先,副教授,主要从事农业系统与知识工程研究,E-mail: zlx131@163.com

1 系统设计

1.1 设计目标

将多年来国内专家对于农业病虫害知识的研究成果,与先进的通信网络和呼叫中心技术相结合,旨在提供一种高效的农业病虫害远程诊断手段。同时,满足广大农户能够借助于普及的电话网络系统及时获取病虫害防治知识的需要。

1.2 功能模块设计

根据设计目标,设计出专家系统和呼叫中心平台 2 个功能独立又紧密结合的功能模块。如图 1 所示,虚线部分为专家系统,实线部分为呼叫中心平台,二者共用相同的知识库。知识库存储的知识决定了呼叫中心所能提供服务的类型,进而决定了整个呼叫中心系统的性质。因此,知识库的设计是整个系统的基础,它包括知识表示规则、存储知识的数据库以及病虫害诊断算法等。

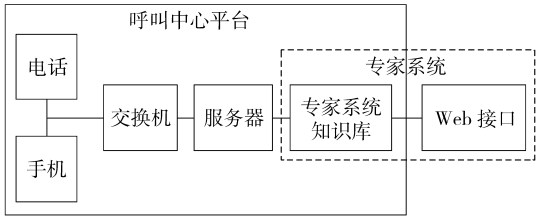


Fig. 1 Function module structure of the system

1.2.1 专家系统设计

对于诊断类专家系统的设计,诊断算法的优劣直接决定了整个专家系统的效率,因而诊断算法是系统的核心。系统将案例检索与模糊推理相结合,设计出适合呼叫中心系统应用的诊断算法,现以棉花疾病诊断为例介绍此诊断算法。

系统结合农业病虫害知识表示的特点,选择产生式规则表示方法,如在知识库中棉花立枯病的记录为: $E = \{ \text{幼苗出土前出现红褐色腐烂 } W_1 \} \text{ and } \{ \text{幼苗萎倒或枯死 } W_2 \} \text{ and } \{ \text{幼茎出现凹陷缢缩 } W_3 \} \text{ and } \{ \text{茎基湿生粉红色黏液 } W_4 \}$ THEN 立枯病 WITH $W^{[4]}$ 。其中, $W_j(j = 1, 2, 3, 4)$ 为第 j 个症状在这个推断案例的过程中所占的权重,其计算公式为

$$W_j = P(s_j) / \sum_{x=1}^n P(s_x) \tag{1}$$

$$W = \sum_{j=1}^4 W_j \tag{2}$$

式中 $P(s_j)$ ——第 j 个症状在此案例库中的总和
 $\sum P(s_x)$ ——所有症状的总和^[5]
 W ——推断概率

案例检索是传统专家系统最常用的知识获取方

法之一,其诊断结果通常只有 2 个,即:①成功:从知识库中检索到相同的案例。②失败:未能检索到相同的案例。模糊推理可以对案例检索方法进行有效的补充:计算用户提供的症状组合与知识库中案例的相似度,只要相似度在一定范围之内,即使没能与案例完全匹配,也可成功作出诊断。相似度 ρ 的计算公式为

$$\rho = \frac{\sum_{k=1}^m w_k W_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^m w_k \sum_{k=1}^m W_k}} \tag{3}$$

式中 w_k ——用户提供的症状组合中 k 个症状的权重
 W_k ——知识库案例中 k 个症状的权重^[5]

这样就将诊断结果修正为 3 个,即:①成功:从知识库中检索到相同的案例($\rho > 0.95$)。②成功但不够精确:从知识库中检索到相似案例($0.70 \leq \rho \leq 0.95$)。③失败:未能检索到相关案例($\rho < 0.70$)。当诊断结果为成功时,用户即可获得病虫害诊断结果及相关的防治方法。如为成功但不够准确时,系统会提醒用户提供的症状组合不够完整,请用户补充症状后重新诊断,用户也可选择不再补充,同样可获得病虫害诊断结果及相关的防治方法。为失败时,告知用户知识库中没有相关病虫害的案例,但若连续 3 次诊断都失败,系统将启动专家咨询的功能,将用户提供的症状组合发送给领域专家进行会诊。如专家确诊此组合确为一种病虫害,系统在将专家的诊断结果反馈给用户的同时,会将此案例加入知识库,以便后续诊断所用^[6]。

1.2.2 呼叫中心平台设计

在对专家系统、病虫害知识数据资料分析的基础上,将基于 VOIP 的呼叫技术应用到农业知识浏览及病虫害防治咨询服务,开发适合于农户应用的病虫害知识呼叫中心系统。

农业病虫害知识呼叫中心系统平台将专家系统模块嵌入,作为后台的知识库。而在病虫害案例检索过程中所需的索引和关键字可直接由用户按键选择,或由座席人员通过用户的语音,手工录入关键字。一旦检索出相应案例,用户可继续根据语音提示,按键选择定位到该病例的防治方法(在设计病虫害诊断过程时,已将每种病虫害的防治方法录入后台数据库)。

平台局域网的实施采取一根主线连接着各设备的拓扑结构。系统网络架构的各种服务器(包括数据库服务器、应用服务器)提供整个系统的数据和文件。管理平台负责对硬件设备和软件环境进行维护和监督。电话用户通过公共电话网、移动用户通过

移动通信网对呼叫中心进行访问,其访问要通过模拟交换机连接 CTI 服务器。最后,根据结构层次将整个呼叫中心系统划分为如图 2 所示的 4 个层次:用户层、传输层、呼叫中心层和服务层。

(1)用户层。访问呼叫中心的用户是农户,他们可以通过固定电话或手机访问本系统。

(2)传输层。农户与本系统进行信息交互要经过通信网络,其中使用固定电话的农户通过公共电话网(PSTN)访问,使用手机的农户通过移动电话网

(PLMN)访问。

(3)呼叫中心层。由 6 部分组成:程控交换机(PBX)、自动呼叫分配器(ACD)、交互式语音应答(IVR)、计算机语音集成(CTI)服务器,人工座席(Agent)和农业病虫害诊断系统。

(4)服务器层。包括数据库服务器和 Web 服务器,其中数据库服务器完成对系统数据库、知识库和案例库的访问和维护,Web 服务器完成网络系统的运行和维护。

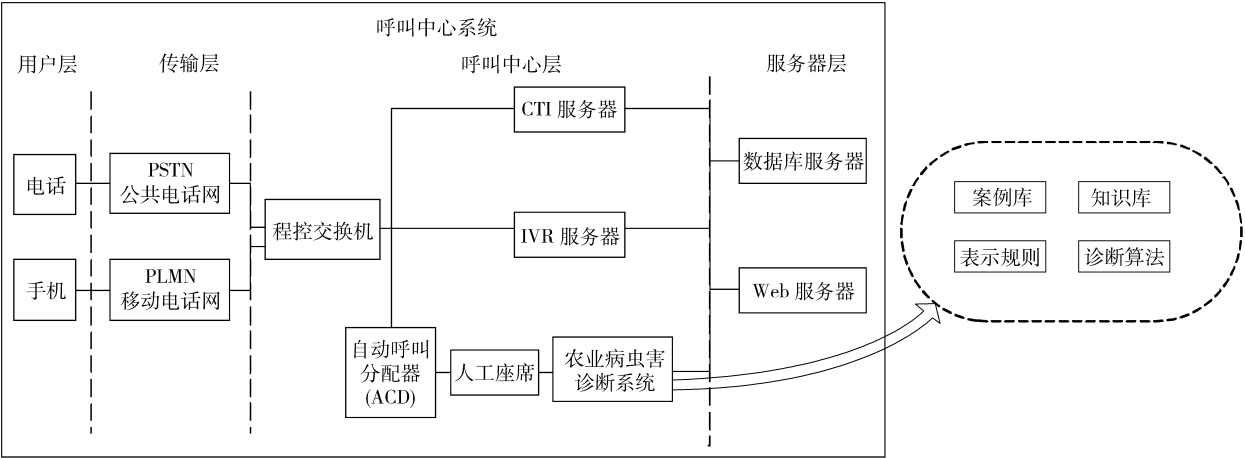


图 2 呼叫中心结构框图

Fig. 2 Call center structure

1.2.3 专家系统与呼叫中心平台的结合

系统设计思想是将传统的专家系统与呼叫中心技术相结合。系统将呼叫中心的数据库触发器技术与专家系统的事件监听器技术相结合,通过呼叫中心与用户的交互(用户根据语音提示输入或座席人员帮助录入),获得代表相关症状特征的数组(在设计专家系统的诊断算法时,考虑到目前呼叫中心只能输入数字的限制,将知识库设计成症状特征与唯一的一个数字一一对应的形式),并将数组写入系统指定的数据库。进而激活专家系统的相应程序,完成呼叫中心对知识库的自动调用,实现呼叫中心平台与专家系统的有机结合。其调用流程如图 3 所示。

以棉花病害诊断为例,知识库的调用流程如下:
(1)用户拨打电话号码,进入呼叫中心系统。
(2)根据语音提示,进入疾病诊断模块。此模块分为自动语音诊断和人工帮助诊断,选择自动语音诊断,即进入诊断算法的调用流程。

(3)系统的诊断算法,即专家系统的诊断算法,特别为呼叫中心系统设计:①将输入的症状分为根、茎、叶、花、果实、种子等多个部位的症状,避免用户听一次语音提示输入的症状过多。②用户每输入一个数字都代表了一个症状特征,且数字与知识库的

症状一一对应。③数字均设定为两位数,个位数字前面需加零,每次用户输入的数字个数必须是偶数位,并以#键结束。例如用户输入的数字可以为(011589#),系统会自动解析,认为用户输入的数字为 01,15,89,但若用户输入的是(11589#),系统会提示用户重新输入。

(4)随后系统将用户输入的数组(如 01,15,89)写入数据库,数据库事先已经设置好了触发器程序,该数组被视为未处理的数据,从而激活了触发器程序。

(5)设计的专家系统端事件监听器程序,将实

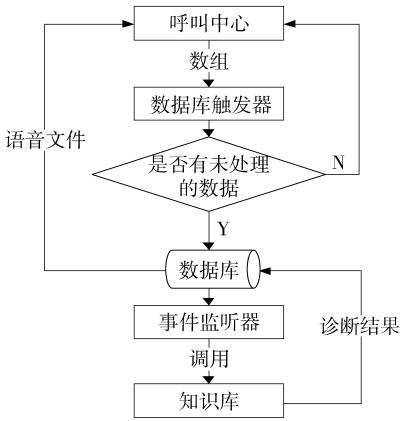


图 3 知识库调用流程图

Fig. 3 Flow chart of knowledge base transfer ring

时对数据库进行扫描,一旦发现数据库触发器被激活,则自动激活诊断程序:从数据库中读取数组,并在知识库中匹配每个两位数对应的症状(如 01 表示幼苗萎倒或枯死,15 表示子叶早落,89 表示花上有暗红色斑点),进而调用诊断算法,得到诊断结果为炭疽病,最后将此结果写回数据库中同一条记录(存储刚刚输入数组的那条记录)的另外一个字段。

(6)由于数据库中多了诊断结果的记录,触发器再次被激活,并将与诊断结果对应的语音文件播放给用户。

2 系统实现

系统专家系统端程序利用 JAVA 技术将互联网与病虫害诊断相结合,以 MyEclipse6.0 为设计开发工具,采用 SQL Server2000 为数据库开发工具^[7-9]。呼叫中心端采用 CTI 服务器加语音板卡的方案,将 VOIP 的呼叫技术应用到农业咨询服务中来,实现了自动呼叫分配应答、传真和语音电话自动识别分发、动态互动语音应答、信息综合管理、在线同步录音等功能。呼叫中心系统的服务流程如图 4 所示。

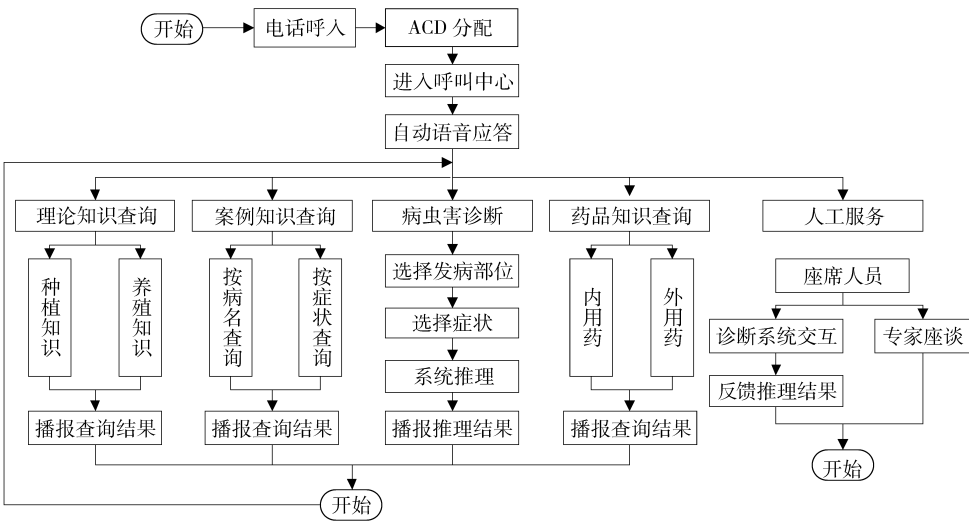


图 4 系统服务流程

Fig.4 Flow chart of system service

2.1 人工服务

人工服务包括座席服务和专家咨询。

2.1.1 座席服务

系统在开发过程中,采用的是 4 外、4 内的呼叫中心服务器,即在呼叫中心通用的计算机电话集成 (computer telephony integration, 简称 CTI) 服务器上,加入了可同时接入 4 条外线和 4 条内线的语音板卡,并进行二次开发(在购买基本硬件设备的基础上,根据不同需要进行的个性化开发)。其中外线用于接收并处理拨入的电话信号,内线用于连接座席的线路。

当用户根据语音提示,按键进入人工座席功能后,即可与座席人员通话。系统在开发过程中为座席人员提供了 3 种权限:①播放语音文件。因座席人员并非专业的农技人员,无法对用户的问题进行作答。系统则授予座席浏览知识库和调用语音文件的权限,这样座席人员可根据用户的要求为其播放包含各种农业知识的语音文件。②转回交互语音应答 (interactive voice response, 简称 IVR), 即电话信号接入系统后,按照何种流程为用户提供服务,此部分为本系统二次开发的重点内容) 流程,当用户获

得相应服务后,座席可使用户在不断线的情况下,返回任意一级 IVR 流程,继续为其服务。③转接。座席人员可为用户转接到专家咨询的电话,也可替用户转接到任意号码。

2.1.2 专家咨询

系统为用户提供了专家咨询功能,用户可根据语音提示,拨通专家的咨询热线,直接向专家进行咨询。同样可以先接通人工座席,利用座席的转接功能,由座席人员帮助接通专家。用户也可把自己的问题留给座席人员,由其代为向专家咨询后,将结果反馈给用户。目前系统仍处于开发测试阶段,为专家预留了 2 条线路,当系统正式上线后,可根据实际需要增设专家热线。

2.2 自动语音服务

用户接入系统后,根据自动语音提示,按键获取所需知识的功能。此功能根据用户是否向系统输入参数,又分为静态服务和动态服务 2 部分。

2.2.1 静态服务

用户无需向系统输入任何参数,通过按键即可收听系统事先录制的语音文件,获取相关农业知识的服务功能。

此部分包括“农业病虫害理论知识”、“案例知识”、“药品知识”等 3 方面的知识,系统在开发过程中借助于呼叫中心提供的知识浏览及录音功能,将在调研过程中获得的资料录制成语音文件(需获得相应的授权),并将其存储于呼叫中心的语音文件数据库。当用户接入呼叫中心,并按键选取欲获取的知识后,呼叫中心可从语音文件数据库调出相应的语音文件,并播放给用户。

2.2.2 动态服务

用户需向系统输入参数,如作病虫害诊断时需输入症状,系统经过推理过程,最终将结果反馈给用户的服务功能。

此部分主要实现了“病虫害诊断”的功能。将用户输入的代表症状的数字作为关键字,访问设计好的诊断算法和知识库,激活存储与 Web 服务器的专家系统程序。待获得诊断结果后,再由呼叫中心读取代表诊断结果的数字,并从语音文件数据库中调用与之匹配的语音文件,播放给用户。实现了呼叫中心与专家系统的有机结合。

2.3 系统验证

系统处于开发测试阶段,选用的是 4 外 4 内的

语音板卡,即可以同时处理 4 个拨入的语音信号,第 5 个呼入的信号将进入自动呼叫分配器(ACD)等待,当有空闲的线路后,系统将优先分配给排在前面的用户,系统上线运行后将采用 64 外、64 内的板卡,即可同时处理 64 条外线。

对于多条线路同时查询同一症状的情况,系统也做了相应处理,为每条线路在数据库中单独设立一条新的纪录,不同的记录之间彼此独立,再由不同数据库记录读取知识库中的症状。

3 结束语

将呼叫中心技术与传统的专家系统相结合,设计了一套呼叫中心系统。此系统集农业病虫害知识浏览、案例查询、专家咨询等功能为一体,是一套智能的农业病虫害知识推广体系。同时本系统借助固定电话和手机进行推广,在计算机普及率相对低的地区将发挥优势,即使在计算机普及率较高的地区,也可作为专家系统的有效补充,为农户提供快速、方便、准确的知识查询服务。

参 考 文 献

1 高灵旺,陈继光,于新文,等. 农业病虫害预测预报专家系统平台的开发[J]. 农业工程学报,2006,22(10):154~158.
Gao Lingwang, Chen Jiguang, Yu Xinwen, et al. Research and development of the expert system platform for forecast and prediction of agricultural pests[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(10): 154~158. (in Chinese)

2 蒋平安,玉山江,马德英,等. 新疆棉花病虫害管理专家系统[J]. 新疆农业大学学报,1997,20(4):77~81.
Jiang Ping'an, Yu Shanjiang, Ma Deying, et al. Insect and disease management expert system on xinjiang cotton[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University,1997,20(4):77~81. (in Chinese)

3 Bange M P. Deutscher S A. A handheld decision support system to facilitate improved insect pest management in Australian cotton systems[J]. Computers and Electronics in Agriculture,2004,43:131~147.

4 张信,赵国防,王琦,等. 植物病害数学诊断与防治[M]. 北京:中国农业出版社,2007.

5 邢斌,李道亮,段青玲. 基于数值诊断与案例推理相结合的牛病诊断专家系统[C]//中国畜牧兽医学会信息技术分会学术年会,2008:57~63.

6 李鑫星,张领先,傅泽田,等. 棉花虫害诊断系统的设计与 Web 实现[J]. 农业工程学报,2009,25(增刊 2):208~212.
Li Xinxing, Zhang Lingxian, Fu Zetian, et al. Design and implementation of pest diagnosis system for cotton based on Web [J]. Transactions of the CSAE, 2009,25(Supp.2):208~212. (in Chinese)

7 金晓萍,仇莹,毛恩荣,等. 车辆人机界面布局优化推理系统研究[J]. 农业机械学报,2008,39(4):183~186.

8 何勇,余心杰. 基于 Web GIS 的农机化信息管理系统设计与实现[J]. 农业机械学报,2005,36(10):88~90.
He Yong, Yu Xinjie. Design and implementation of agricultural mechanization information management system based on Web GIS[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005,36(10):88~90. (in Chinese)

9 杜璟,李道亮. 基于 Web 的农业机械化发展决策支持系统[J]. 农业机械学报,2005,36(5):53~56.
Du Jing, Li Daoliang. Design of a decision support system for development agricultural mechanization based on Web[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery,2005,36(5):53~56. (in Chinese)

10 刘明辉,沈佐锐,高灵旺,等. 基于 WebGIS 的农业病虫害预测预报专家系统[J]. 农业机械学报,2009,40(7):180~186.
Liu Minghui, Shen Zuorui, Gao Lingwang, et al. Expert system based on WebGIS for forecast and prediction of agricultural pests[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009,40(7):180~186. (in Chinese)