

基于 3G 通讯的移动农业专家系统开发平台研究

邱荣洲, 翁启勇, 池美香, 陈 宏, 赵 健

(福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350013)

摘 要: 基于 3G 通讯的移动农业专家系统开发平台 DepAes 是在新型的信息技术与通信环境下, 以产生式规则为推理机原理, 将推理树结构分枝结点的搜索过程与计算机数据结构中树的递归算法相结合, 为用户提供一个自主构建专家系统的软件工具。该平台具有界面友好、操作简单、开放共享等特点。用户可通过平台自助编写“知识库”与“规则库”, 生成发布支持 Windows OS、MAC OS、Windows Mobile、Google Android 等多种操作系统的农业专家系统。

关键词: 3G 通讯; 农业专家系统; 开发工具; DepAes

中图分类号: S 126

文献标识码: A

Platform for Agriculture Expert System Development with 3G/Smart Phone Technology

QIU Rong-zhou, WENG Qi-yong, CHI Mei-xiang, CHEN Hong, ZHAO Jian

(Plant Protection Institute, Fujian Academy of Agriculture Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China)

Abstract: This paper presents a developmental platform for the agriculture expert system based on the 3G/Smartphone technology. DepAes, applying the dichotomous reasoning method, could be used for the development of expert information and mathematical models by searching for nodes within dichotomous trees of the data-structure. It was designed to be a generalized platform for agricultural professionals to develop their own multimedia expert systems. DepAes was friendly for data entry, simple in operation, and open for sharing. Therefore, it should be useful for the development of agricultural informatization. As the demand for mobile communications grows constantly, the Smartphone and 3G mobile technologies were deemed to be adapted for the agriculture mobile information processing and mobile computing as well. Establishment of DepAes platform would facilitate such development.

Key words: 3G; agriculture expert system; developmental platform; DepAes

农业专家系统开发平台是为各级农业技术人员开发的适合于当地农业生产的农业专家系统的软件工具平台。我国 20 世纪 80 年代中期就开始研制面向领域和面向任务的专家系统开发工具, 主要有熊范纶等研制的雄风系列^[1]、哈尔滨工业大学的专家系统平台^[2]、河北农业大学的农业专家系统生成工具 AEST3.0^[3]、吉林大学的 MES、浙江大学的 ZDEST、中国科学院计算所的 VESS^[4], 以及国防科技大学和北京农林科学院研制的开发平台 PAID 5.0^[5]等, 国际上有 CALEX 开发平台、MICCS 工具、FARMSCAPE、PCYield、GLA & NUTBAL、WHEATMAN、EUEDE 等^[6-7], 这些平台开发的系统均基于 PC 机上的应用, 目前还

未有基于移动智能终端应用的专家系统开发平台相关报道。随着 3G 技术的日渐成熟, 智能终端手机普及率的提高, 以及移动互联网的不断发展、壮大, 开发基于 3G 通信终端应用的专家系统将有巨大的市场效益^[8]。

因此, 根据农业专家系统多种运行环境(个人电脑、PDA、移动智能终端、智能手机)的需要, 开发了一种开放的、共享的基于 3G 通讯的移动农业专家系统开发平台 DepAes。不同地区、不同行业的专家只需专注于专业知识的整理, 将整理后的知识输入到平台系统中即可构建适用于当地农业生产的专家系统。DepAes 的开发解决了在野外或者在无网络环境下专家系统的使用问题^[9-10], 对各

收稿日期: 2011-07-27 初稿; 2011-09-20 修改稿

作者简介: 邱荣洲 (1979-), 男, 助理研究员, 研究方向: 农业信息化 (E-mail: qiurz@sina.com.cn)

通讯作者: 赵健 (1973-), 男, 副研究员, 研究方向: 植物病理与农业信息学 (E-mail: zhaojian@faas.cn)

基金项目: 福建省科技创新平台建设项目 (2008S1001); 福建省科技计划项目——省属公益类科研院所基本科研专项 (2009R10028-8)

种农业专家系统的推广应用具有十分重要的意义^[11]。

1 系统开发环境及架构

1.1 系统开发环境

开发平台: Microsoft .NET Framework 2.0、Windows Mobile 6.5 SDK、Android SDK 2.2、Flex Framework; 开发工具: Microsoft Visual Studio .NET 2008、Eclipse、Flex Builder; 数据库: Microsoft SQL Server 2005 (服务器)、SQLite (移动终端)、XML; 数据接口: Web Service。

1.2 系统架构

DepAes 是一个将不同行业应用的农业专家系统进行集成, 形成开放式、自主式且界面统一的管

理平台, 是农业专家设计、构建、发布专家系统的场所, 也是各类用户使用专家系统的统一窗口。平台的数据采用集中存储的方式, 由系统管理员负责系统配置、日志维护和数据更新发布。终端用户可通过互联网、移动互联网下载更新数据包、软件升级包。系统架构见图 1。

2 系统功能设计

DepAes 是一个开放的农业专家系统管理平台, 由农业专家系统应用网站、自助构建系统客户端、辅助诊断专家系统 (网络版、桌面版、移动版)、专家系统制作工具和数据管理实用工具 5 个子系统组成, 各功能结构如图 2 示。

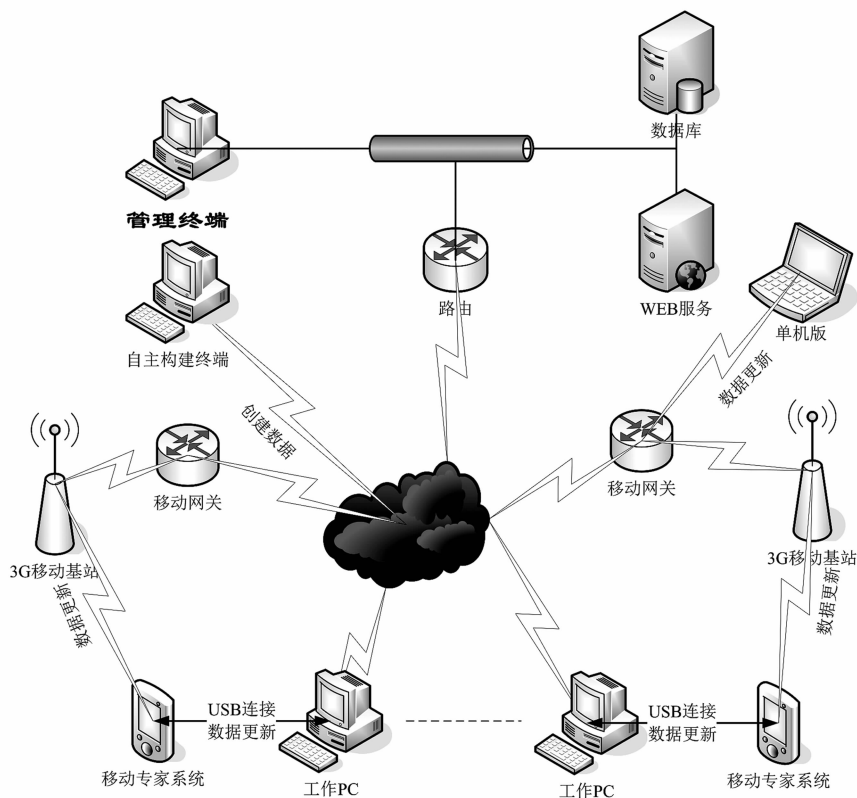


图 1 系统架构

Fig. 1 DepAes system architecture

2.1 农业专家系统应用网站

农业专家系统应用网站是平台对外的一个窗口, 是一个介绍目前国内外有关农业专家系统的研究与应用情况的专业网站。设有行业动态、行业应用、产品资讯、开发平台、研究进展、白皮书、下载中心、专家微博等 8 个模块。

2.2 自助构建系统

2.2.1 自助构建原理 系统以产生式规则为自助构建推理机原理, 将推理树结构分枝结点的搜索过程与计算机数据结构中树的递归算法相结合, 从而有效清除了农业专家与计算机之间的语言沟通障碍, 使不懂计算机开发的用户也可完成复杂专家系统的构建。

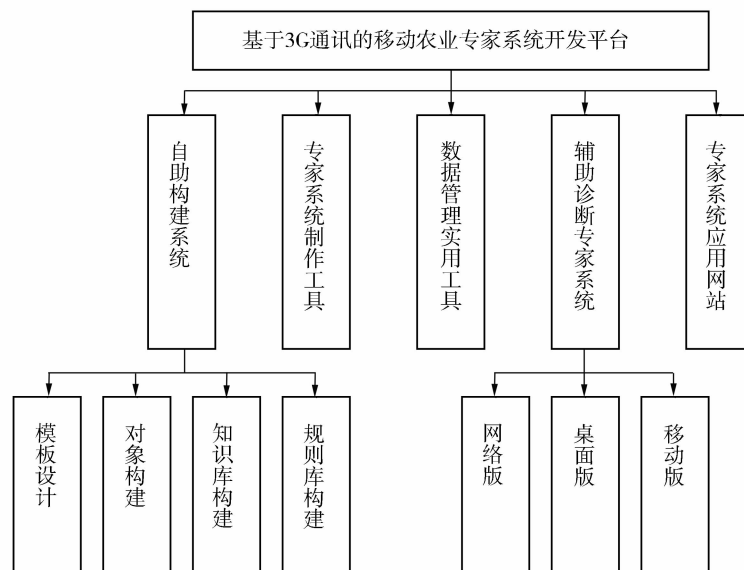


图 2 系统功能结构

Fig. 2 Functions of DepAes system

2.2.2 自助构建系统的设计 专家在线自助构建系统是开发平台的核心部分，设计有数据模板、对象创建、数据录入（知识库构建）、数据推理（规则库构建）四大功能模块。数据模板是为不同的专业领域设计的，如植物病害、植物害虫可根据病虫害的特点建设不同的数据模板，目前系统内置的数据模板有植物病害、植物害虫、农田杂草、物种鉴定 4 个模板供专家选择；对象创建是指专业领域下的专家系统构建对象，如植物病害模板下可创建水稻病害、枇杷病害等对象；数据录入则是提供专家录入农业知识，这里主要指对象的知识细节，如水稻病害对象中的稻瘟病、纹枯病、稻曲病等病害的发生规律、防治方法、为害图片等信息；数据推理指的是专家诊断的依据，将推理过程表达成诊断鉴定检索表，通过编辑检索表完成推理规则库的构建。

2.2.3 自助构建系统的实现 基于上述设计开发的自助构建系统客户端为用户自助构建专家系统提供便捷的软件工具。用户登录系统后只需选择/创建模板、创建对象、知识库构建、规则库构建 4 个步骤就能完成农业专家系统的制作。在制作过程中，系统主要完成以下工作：

(1) 用户登录系统时，系统对客户端进行安全性验证，以避免非法链接。

(2) 根据用户创建的模板，数据库将新建模板表，并以 GUID（全球唯一码）进行命名，同时将表结构生成 XML 文件，发布到 Web Service 服务接口中，以方便其他用户共享。

(3) 在对象表中添加对象记录，对象 ID 值为 GUID，以实现对象与模板的关联。

(4) 根据用户选择的模板在对应的表中添加知识库记录。

(5) 以对象 ID 为根节点完成推理树（规则库）的添加，并将结果设为叶结点，与知识表对应记录进行关联。

(6) 上传知识库与规则库对应的图片文件，并与相对应的记录关联。

2.3 辅助诊断专家系统

推理机是辅助诊断专家系统的一个重要部分，主要实现以已知的信息来查找与之相匹配的客体。为满足用户的不同运行环境要求，开发适用于 Windows OS、MAC OS 的桌面版、B/S 网络版和适用于 Windows Mobile、Google Android 的手持智能终端的移动版。系统整个诊断与推理设计为匹配、选优、回溯、结论 4 个步骤。(1) 匹配：规则库中所有规则的前提条件与当前农情比较，取出与当前农情符合的下一级规则（匹配成功的规则）；(2) 选优：从匹配成功的规则中选取最符合当前农情的规则；(3) 回溯：发现匹配的规则与当前农情不符合时，可返回上 1 次或 N 次的结果进行重新选择；(4) 结论：推理诊断结束，把符合推理结论的规则列出，并展示结论对应的农业知识。推理机的实现实际上就是完成对知识搜索树结构分枝结点的搜索过程。

2.4 专家系统制作工具

专家系统制作工具是为管理员设计的日常管理

软件。主要功能是将平台的知识库、规则库、图片、安装程序根据用户选择的对象自动生成桌面版安装包或移动版数据包。

2.5 数据管理实用工具

数据管理实用工具主要实现模板定义、数据导入、导出、合并、备份等功能。数据合并分为同模板的数据合并和不同模板的数据合并。同模板数据合并通过检查是否已存在对象数据执行相应操作：存在则追加记录，不存在则导入数据；不同模块的数据合并则需先导入模板，创建知识表，再追加记录。

3 自助构建系统数据结构设计

本系统的数据库采用 XML 与 SQL Server 2005 相结合的方式存储，用户自定义知识库（数据规范、模板）以 XML 格式文件发布到服务器的 Web Service 的 model 文件夹中，供不同客户端用户共享调用。为了实现自助构建专家系统，并统一管理异构专家系统数据库，通过建立 SQL Server 数据库，将用户自建表按 GUID 进行统一命名管理。

3.1 知识库的数据规范设计

数据是数据库中最基本的存储单元，它的位置要由所在表中的记录和字段来定义。用户新增一个自定义农业知识数据表时，则需要明确该数据表对应的表名和这个表的各个列名、数据类型等信息。为了保证同一数据库中表的名称的唯一性要求，我们将表统一命名为“Detail”+GUID，其中 GUID 的命名由用户的计算机 MAC 地址+3 位自增 ID 组成。列名由用户自定义，其中索引字段为内置 detail_GUID，以实现用户自定义对象与知识规则库的关联。字段类型统一设置为 VARCHAR 类

型，用户可自定义其长度，但同一知识数据表累计长度不能超过 8000 字符。为方便用户对知识库的操作，系统还设计了枚举功能。如在作物病虫害辅助诊断专家系统中，可将作物的被害部位设为根、茎/秆、叶/芽、花/穗、果实、种子等枚举值，不同值之间用“、”或“，”隔开。

3.2 知识库的数据规范共享机制

数据规范的共享是 DepAes 平台的核心，也是平台的魅力所在。为实现不同用户共享数据规范，平台将知识库的表结构生成 XML 文件，存放在 Web Service 的 model 文件夹。用户可根据实现需求情况选择不同的数据规范，也可自定义规范（模板）与其他用户共享。

4 应用实例

目前通过 DepAes 成功开发的移动专家系统有 46 个，支持的智能终端（图 3）有：Windows Mobile 平台、Google Android 平台和移动互联网设备（MID）。其中作物的病虫害辅助诊断系统 45 个：水稻病害、白菜类病害、菠菜病害、菜豆病害、菜用大豆病害、蚕豆病害、大葱病害、大蒜病害、冬瓜病害、番茄病害、甘蓝类病害、胡萝卜病害、葫芦病害、花菜病害、黄瓜病害、豇豆病害、芥菜病害、韭菜病害、空心菜病害、苦瓜病害、辣椒病害、萝卜病害、马铃薯病害、木耳菜病害、南瓜病害、茄子病害、芹菜病害、丝瓜病害、甜瓜病害、甜椒病害、豌豆病害、莴苣类病害、西瓜病害、细香葱病害、洋葱病害、荔枝（龙眼）病害、枇杷病害、茶树病害、橄榄病害、水稻害虫、蔬菜害虫、枇杷害虫、龙眼害虫、茶树害虫、橄榄害虫；杂草种子鉴定专家系统 1 个。系统运行结果如图 3 示。



图 3 运行结果

Fig. 3 Result of a simulation run

5 讨 论

基于3G通信的农业专家系统开发平台是以数据库技术、多媒体技术、3G通信技术和专家系统为技术手段,以产生式规则为推理机原理,具备知识库编写与维护、自主生成推理机与自动生成交互界面等主要功能模块,农业专家可便捷、快速地完成一个可独立运行于多种终端(个人电脑、平板电脑、PDA、智能手机等)的农业专家系统开发与应用。平台提供了用户通过3G通信网络对系统数据远程智能升级、在线数据传输、离线工作机制、缓存服务等功能。该平台相关软件产品获得国家版权局软件著作权登记:基于3G通信的农业专家系统开发平台(2010SR052726)、杂草种子鉴定专家系统(2010SR053179)、移动农业专家系统(2010SR052529)。

通过实际应用表明,平台设计合理,操作简单方便,实用性强,解决了农业专家系统开发重复性建设和产品化程度低的问题,实现了在平台上进行二次开发,使得用户可以根据当地的实际情况创建适合自己的知识库和模型库的农业专家系统。平台采用开放式的共享机制,为专家系统同行提供了交流协作的平台。随着智能手机与移动智能终端的普及,农业专家系统在扩大应用面的同时,将平台移植在PDA、移动智能终端、智能手机上,在户外与田间地头实现专家系统应用,随时随地实现专家系统辅助决策,可有效地提升专家系统的应用效果。随着移动互联网不断发展、壮大,基于移动智能终端的应用有着很好的应用前景,也是未来农业信息化方面发展的趋势。

致谢: 福建农业科学院植物保护研究所黄圣护、谢

文裕、江文星、林劲松、陈红梅等协助软件开发,高晓丹、陈圆、伊俏等协助数据整理工作,谨此致谢。

参考文献:

- [1] 熊范纶. 雄风农业专家系统开发工具 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000: 79.
- [2] 郑丽敏, 任丽梅, 任发政. 农业专家系统的发展与精准农业 [J]. 中国农业科技导报, 2002, 4 (4): 62—65.
- [3] 蒋文科, 陈丽萍, 张梅. 农业专家系统生成工具 AEST3.0 [J]. 河北农业大学学报, 2001, 24 (3): 67—71.
- [4] 王志春. 信息技术在农业上的应用 [J]. 农业与技术, 2000, 20 (5): 1—3.
- [5] 杨宝祝, 李爱平. 网络化、构件化农业专家系统开发平台 (PAID) 的研究与应用 [J]. 高技术通讯, 2002, 12 (3): 5—9.
- [6] 孙妮娜, 秦向阳, 杨宝祝, 等. 农业专家系统开发平台的研究现状及发展趋势 [J]. 中国农学通报, 2006, 22 (6): 436—440.
- [7] SHAH JAHAN MIAH, DON V KERR, JOHN G GAMMACK. A methodology to allow rural extension professionals to build target-specific expert systems for Australian rural business operators [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36 (1): 735—744.
- [8] 关富英, 龙世彤, 黄婧. 3G时代农村移动信息服务研究 [J]. 科技情报开发与经济, 2011, 21 (4): 134—136, 139.
- [9] 雷宏洲. Windows Mobile 技术在农业中的应用领域 [J]. 农业网络信息, 2007, (10): 31—32.
- [10] 余水清, 朱伟兴. Net 和 Web Service 的移动专家系统的研究——以番茄病虫害诊断为例 [J]. 农机化研究, 2006, (1): 206—210.
- [11] 石琳, 陈帝伊, 马孝义. 专家系统在农业上的应用概况及前景 [J]. 农机化研究, 2011, 33 (1): 215—218.

(责任编辑: 柯文辉)