

# 基于 Android 系统手机的甜玉米病虫害智能诊断系统

杨林楠<sup>1,2</sup>, 郜鲁涛<sup>2</sup>, 林尔升<sup>1</sup>, 彭琳<sup>2</sup>, 李文峰<sup>1,2</sup>

(1. 云南农业大学基础与信息工程学院, 昆明 650201; 2. 云南省高校农业信息技术重点实验室, 昆明 650201)

**摘要:**为农业智能诊断系统更加廉价、便捷、有效地为普通农户服务, 该文针对 Android 手机终端, 提出了一种基于 Android 手机的农业病虫害智能诊断系统的设计方法, 构建了一个通用的、便于“二次开发”且人机交互技术丰富的数据库和应用程序的开发环境, 并采用“产生式”规则和正向推理方法, 设计了甜玉米病虫害的树型图和推理机等, 重点研究和开发了“基于 Android 手机的甜玉米病虫害智能诊断系统”, 该系统的开发方法具有一定的通用性。测试和初步应用的效果显示, 该系统具有便携、实用、界面友好和不受有线网络环境限制等特点, 有较强的实用性和推广应用前景。

**关键词:**病害, 智能系统, 诊断, 手机, 虫害, 甜玉米, Android 系统

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.18.024

中图分类号: S24; S126

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-18-0163-06

杨林楠, 郜鲁涛, 林尔升, 等. 基于 Android 系统手机的甜玉米病虫害智能诊断系统[J]. 农业工程学报, 2012, 28(18): 163 - 168.

Yang Linnan, Gao Lutao, Lin Ersheng, et al. Intelligent diagnose system of diseases and insect pests in sweet corn based on mobile terminal with Android system[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(18): 163 - 168. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

80 年代初开始, 中国的农业科研人员针对 PC (personal computer) 机和 PDA (personal digital assistant) 个人数字助理和手持个人计算机 HPC (Hand PC) 等应用终端, 对玉米、苹果、小麦等农作物的病虫害、施肥、栽培管理等农业智能系统及其通用开发平台进行了大量的研究<sup>[1-9]</sup>。但就目前的实际效果来看, 一方面, 对普通农户而言, PC 机、PDA 和 HPC 等应用终端在农业智能系统应用中, 不仅价格昂贵、功能单一, 而且对网络环境的依赖性强<sup>[10]</sup>, 导致其适用的人群十分有限; 另一方面, 目前的农业智能系统开发平台多基于 Windows 操作系统<sup>[11]</sup>, 使其在开源性、免费性和人机交互等方面较差。因此, 在新一轮信息技术下寻求一种针对普通农户的、界面更为简单友好的农业智能系统应用终端<sup>[12]</sup>, 并为其构建一个开源、免费的开发环境, 对中国农业科技新成果、新技术及时有效地向农业生产一线普及具有重要的意义。

近年来, 随着全球智能手机的发展、Google 发布

Android 操作系统和中国 3G 网络覆盖工程的推进, 中国的 3G 智能手机得到了迅速的发展<sup>[13]</sup>。特别是千元以内的 Android 3G 智能手机推出之后, Android 智能手机在中国的市场占有率不断提升<sup>[13-15]</sup>。一方面, Android 3G 智能手机是集通话、多媒体、上网等多功能于一体的智能终端, 不仅价格低廉, 而且避免“二次投入”; 另一方面, 开源、免费的 Android 操作系统不仅为软件设计者提供了更为灵活的自主设计空间, 而且还支持语音、触屏等新的人机交互技术, 为研究和开发开源免费以及操作更具人性化的农业智能系统提供了较好的开发平台。

本文提出了一种基于 Android 手机的农业病虫害智能诊断系统设计方法, 构建了开源、免费的通用开发环境, 并以甜玉米病虫害智能诊断为例, 研究和开发了“基于 Android 手机的甜玉米病虫害智能诊断系统”, 为同类的系统开发和移植提供参考。

## 1 Android 手机的农业病虫害智能系统通用开发环境的构建

### 1.1 Android 操作系统简介

Android 是由 Google 推出的一个主要针对移动设备的操作系统, 主要包括应用程序层、应用程序框架层、程序库、Android 运行库和 Linux 内核等部分<sup>[16]</sup>。其中, 应用程序层的所有程序都采用 JAVA 语言编写, 应用程序框架层的设计使得开发人员可以访问核心应用程序中所使用的全部 API 接口, 程

收稿日期: 2011-11-01 修订日期: 2012-07-19

基金项目: 农业科技成果转化资金项目 (2011GB2F300013); 云南省自然科学基金 (2008ZC050M)

作者简介: 杨林楠 (1964 - ), 男, 汉族, 云南保山人, 教授, 博士, 主要从事为农业智能系统、嵌入式系统及农业信息技术的研究。昆明云南农业大学基础与信息工程学院, 650201。Email: lny5400@sina.com

序库则为 Android 系统中的组件提供了一些 C/C++ 库文件,Android 运行库则包括了 Android 操作系统的一个核心库,Linux 内核则依赖于 linux2.6 内核。

Android 操作系统已经支持了触屏、音频等功能,在最新推出版本中更支持了图像识别等人机交互技术,为程序人员自由灵活的开发更具人性化的人机交互界面提供了技术基础。

## 1.2 Android 手机的农业智能系统结构设计

针对 Android 手机在数据库支持和硬件资源等方面相对有限的特点,本文所设计的基于 Android 手机的农业智能系统的结构主要包括人机交互界面、推理机构、规则库和数据库等,其结构图如图 1 所示。

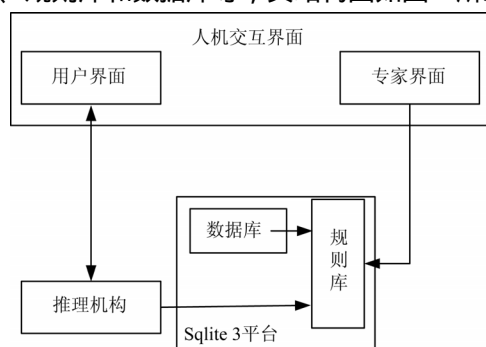


图 1 智能系统结构图

Fig.1 Architecture of intelligent system

如图 1 所示,用户界面是针对用户使用的可视化显示界面,专家界面是为农业病虫害专家更新规

则库和数据库使用,推理机构则是在系统开发环境中采用 JAVA 编程语言实现,数据库和规则库均是在 Sqlite3 平台上开发。

本文将数据库和规则库是独立于应用程序开发的,因此,在农业专家通过专家界面对系统的规则库和数据库进行更新之后,用户可以通过 3G 网络对数据库进行更新,以完成对整个农业病虫害智能诊断系统的更新。

## 1.3 应用程序开发环境的搭建

本文为开发“基于 Android 手机的农业病虫害智能诊断系统”构建了通用的应用系统开发环境,该开发环境是 Linux 操作系统下,由“JDK (Java development kit)+Eclipse +Android SDK (Software development kit)+ADT (Android development tools)”构建。其中,JDK 是整个 Java 的核心,包括了 Java 运行环境,Java 工具和 Java 基础的类库;Eclipse 是作为 Android 应用程序开发 IDE (integrated development environment)来使用的;Android SDK 是由 Google 提供的完全开放源代码的 Android 专属软件开发工具包,用于开发基于 Android 操作系统的第三方软件,该开发工具包中的布局管理器为程序设计者提供了丰富的控件,支持线性布局、相对布局和绝对布局等灵活的方式;ADT 是支持 Android 工程和工具的通用插件,使得创建、运行和调试 Android 更加快速简单<sup>[17-19]</sup>。系统开发环境界面如图 2 所示。

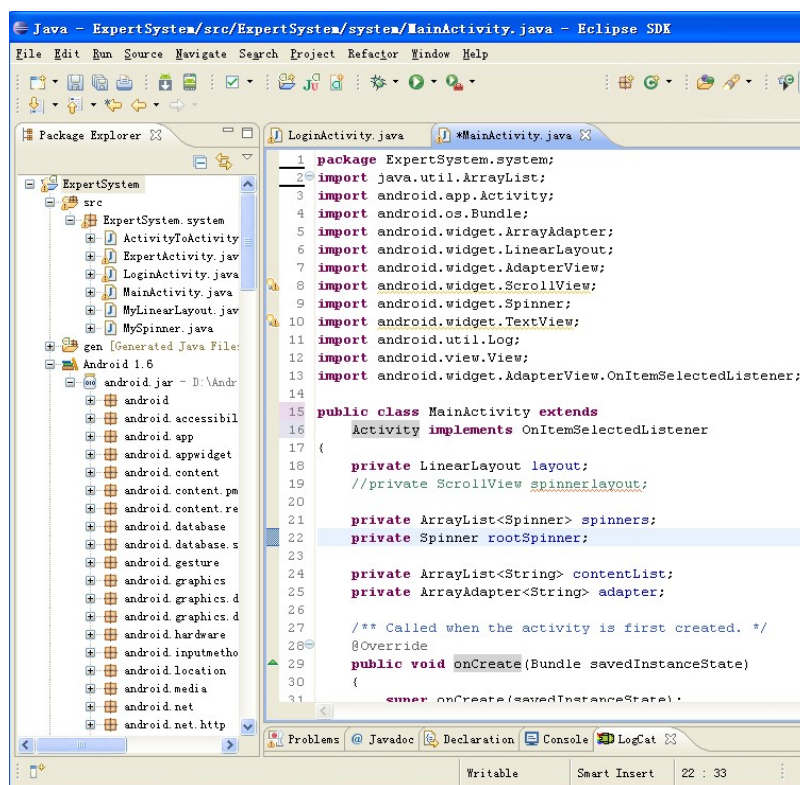


图 2 系统开发环境界面

Fig.2 Developing interface for system

在该应用程序开发环境中,通过执行“Run As Android Application”,即可生成可直接安装于 Android 智能手机中的 APK( Android Package )文件。

#### 1.4 SQLite3 开发平台的搭建

Android 手机的硬件资源较 PC 机等相对有限,无法使用大型数据库。目前,Android 手机采用 SQLite 数据库来完成各种复杂的数据处理工作<sup>[19]</sup>。因此,本文采用体积小、功能完备且源码开放的 SQLite 数据库,并在 Linux 操作系统中安装 SQLite3<sup>[20]</sup>作为“基于 Android 手机的农业病虫害智能诊断系统”的数据库开发平台。

## 2 “基于 Android 手机的甜玉米病虫害智能诊断系统”的设计与移植

本节在基于 Android 手机的农业病虫害智能系统通用开发环境上,以“甜玉米病虫害智能诊断”为例,对“基于 Android 手机的甜玉米病虫害智能诊断系统”进行了详细的设计和移植。

### 2.1 知识表的构建

本文结合实验室对甜玉米的研究和相关文献的资料,对甜玉米疾病的发病特征进行比较、归纳、总结,按照甜玉米发病部位(一般涉及叶、穗、茎、籽等部位)进行分类,设计了甜玉米病虫害知识表,为规则库的构建奠定了基础。

### 2.2 规则库及数据结构表的构建

结合甜玉米病虫害知识表,按照病虫害诊断的检索逻辑,将甜玉米的病虫害诊断知识表更加直观地描述,其甜玉米病害树型图如图 3 所示。

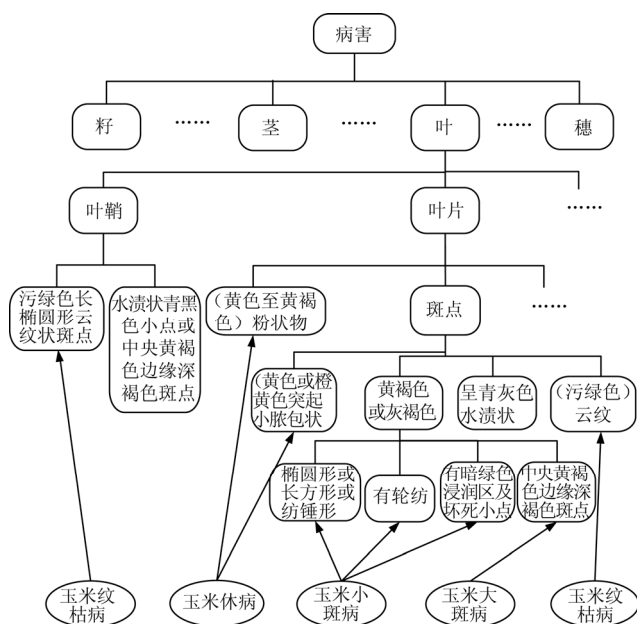


图 3 甜玉米病害树型图

Fig.3 Tree diagram for diseases of sweet corn

如图 3 所示,本文采用知识表示方法中最常见的方法“产生式规则”,来表示该智能诊断体系的知识规则,即:将从根节点到叶节点的所有路径,转化为产生式规则的表达式。

该智能诊断系统中每一条规则的结论分为过程结论和最终结论 2 类,其中,最终结论即为甜玉米的病虫害的名称,而过程结论则为其能推出结论的前验结论。据此本文为该智能诊断系统设计规则库数据结构表,其规则库数据结构表中的字段及其含义如下所述:

Id 表示规则编号;Condition 表示规则的条件部分;Conclusion 表示规则的结论部分;Prerule 表示该条规则的前提规则;Flag 表示结论是否为最终结论,是则保存为 1,否则为 0;Fkey 为外键,用于建立表与表之间的关系。

### 2.3 系统推理机的实现

根据该智能诊断系统规则库的设计和正向推理的方法,本文在“Android 手机的农业病虫害智能系统通用开发环境”上,采用 JAVA 语言设计并实现了该智能诊断体系的推理机,其推理机的程序流程图如图 4 所示。

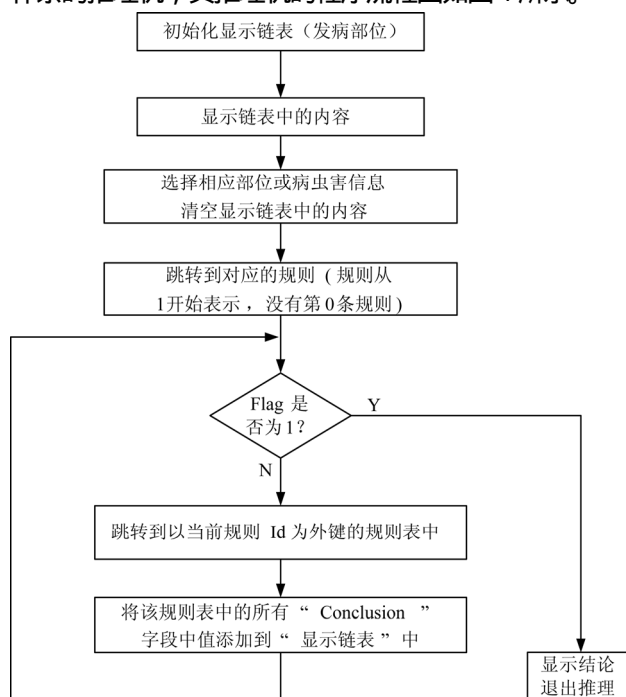


图 4 推理机程序流程图

Fig.4 Flow chart of inference process

如图 4 所示,该推理机中引入了显示库,其存放的内容是提供给用户选择的信息,为用户提供了更人性化的界面,避免因用户输入不规范、信息不准确,而导致推理失败的问题,提高了推理机的推理性能。

该推理机的实现过程中必然涉及到对数据库的处理,因此该推理机在“Android 手机的农业病虫害智能系统通用开发环境”上实现的过程中,必须引入 SQLiteDatabase 类<sup>[19]</sup>,即:“android.database.sqlite.SQLiteDatabase”,通

过 SQLiteDatabase 类的静态方法创建或打开数据库,并对 SQLite 数据库进行增、删、查、改的处理。

## 2.4 系统移植与更新

本文在“Android 手机的农业病虫害智能系统通用开发环境”上,执行“Run As Android Application”,即可生成系统的可安装文件包(APK 文件),并将其上传至服务器上。然后,通过 3G 无线网络即可将其下载到 Android 智能手机上,也可以通过在 PC 机上将其下载到 Android 智能手机 SD 上,即可将系统安装到智能手机上,即完成了“基于 Android 手机的甜

玉米病虫害智能诊断系统”的移植。

系统针对智能专家系统的特点,为该系统数据更新提供了很好的机制,其系统更新活动图如图 5 所示。本系统的数据更新分为专家专家和客户端,其中专家端可以通过 Android 智能手机终端对系统的数据库和规则库进行增、删、查、改操作,并在网络畅通的情况下,上传至服务器以更新系统的数据库文件;客户端则可以在获取更新提示的前提下,选择是否更新,如果需要更新则可以从新获取最新的数据库文件,实现系统的更新。

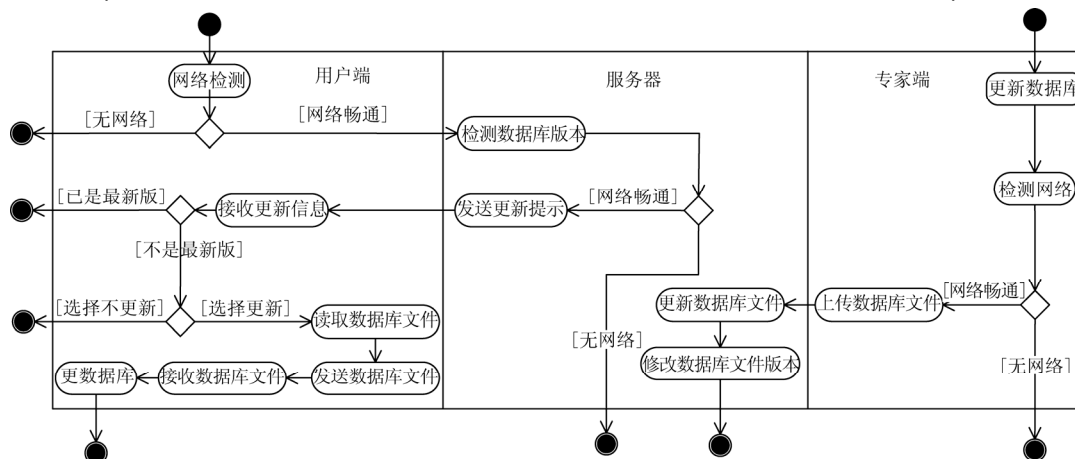


图 5 数据更新活动图

Fig.5 Activity chart of data update

## 3 系统的实现与应用

### 3.1 系统集成与实现

利用简单、友好的人机交互界面,指引用户挖掘出理想的决策规则,是农业智能诊断系统实现有效推广应用的重要前提<sup>[21]</sup>。该系统人机交互界面的设计充分结合了 Android SDK 提供的 LinearLayout 类、RelativeLayout 类和 AbsoluteLayout 类各自的优势,并采用其提供的多种更具人性化、操作简单的 Android 常用和高级控件,完成系统人机交互界面的设计。

### 3.2 系统测试

系统主要包括普通用户和专家两部分功能,其中普通用户功能主要是为用户查询甜玉米的病虫害信息,而专家功能则是通过后台对规则库进行增、删、查、改处理的。系统以三星的 I5700 作为系统的测试机型,分别在重点实验室和示范基地进行了测试:

1) 系统在“云南省高校农业信息技术重点实验室”进行了测试,并在测试过程中对系统部分规则进行更新,提高了系统的实际推理效果,系统的部分测试图如图 6 所示。



图 6 系统界面图

Fig.6 System interface

2) 在“云南省高校农业信息技术重点实验室”示范基地(云南省建水县)进行了初步应用,并以示范基地常见的玉米大斑病、玉米小斑病为例,对本系统的实用性和准确性进行了测试。测试过程分为玉米大斑病和玉米小斑病共 2 个组,每组采取普通农户 30 人、病害样本 3 种,每组 90 人次,共 180 人次使用本系统进行测试,并对诊断结果进行统计。结果表明,能正确诊断出玉米大斑病和玉米小斑病的次数分别为 88 人次和 82 人次,诊断准确率分别为 97.8%和 91.1%,诊断准确率较高。

测试和初步应用效果表明:该系统设计合理、便携、界面操作简单,且不受有线网络的限制,初步应用中的稳定性和准确性较好,较为适合在中国西部农村基层中推广应用。

## 4 结 论

本文提出了一种“基于 Android 系统手机的农业病虫害智能诊断系统”的设计方法,采用“JDK+Eclipse+Android SDK+ADT”和 sqlite3 构建了系统的通用开发环境,并在该开发环境上采用“产生式”规则和正向推理的方法、利用 Android 操作系统丰富的人机交互技术,研究开发了“基于 Android 系统手机的甜玉米病虫害智能诊断系统”,并为系统数据库文件的在线更新提供了很好的方法,在实际应用过程中对当地农户科学、合理、有效地防治甜玉米病虫害具有积极的作用。

1) 本文提出并设计的“基于 Android 系统手机的农业病虫害智能诊断系统”,支持 3G 无线网络,具有不受有线网络环境的限制的特点,是一种使农业病虫害智能诊断系统走向农村基层的有效方法。

2) 本文构建了基于 android 手机的农业智能系统通用开发环境,该环境具有开源、便于二次开发、支持面向对象的 JAVA 编程语言等特点。

3) 系统以 Sqlite3 为数据库平台,实现了灵活、便捷的数据库文件在线更新功能,有利于不断完善系统的规则库,提高系统的病虫害诊断效果。

### [参 考 文 献]

- [1] 胡建东,余泳昌,江敏,等. PDA 作物施肥通专家系统的技术研究[J]. 农业工程学报, 2006, 22(8): 149 - 152.  
Hu Jiandong, Yu Yongchang, Jiang Min, et al. Technology of a fertilizing expert system PDA for crop growing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2006, 22(8): 149 - 152. (in Chinese with English abstract)
- [2] 郭银巧,郭新宇,李存东,等. 基于知识模型的玉米栽培管理决策支持系统[J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 163 - 166.  
Guo Yinqiao, Guo Xinyu, Li Cundong, et al. Knowledge model based decision support system for maize management[J]. Transactions of the Chinese Society of

- Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2006, 22(10): 163 - 166. (in China with English Abstract)
- [3] 刘晴蕊,何东健,张宏鸣,等. 苹果病害智能诊断方法研究与设计[J]. 农机化研究, 2011, 33(4): 76 - 78, 84.  
Liu Qingrui, He Dongjian, Zhang Hongming, et al. Research and design in apple intelligent diagnosis system[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011, 33(4): 76 - 78, 84. (in China with English Abstract)
- [4] 陈立平,王东辉,赵春江,等. 掌上电脑农业专家系统开发平台的研究与开发[J]. 农业工程学报, 2002, 18(3): 142 - 145.  
Chen Liping, Wang Donghui, Zhao Chunjiang, et al. Research and development of a development platform on handheld personal computer for agriculture expert system[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2002, 18(3): 142 - 145. (in China with English Abstract)
- [5] 涂运华,王东辉,赵春江. 基于 Windows CE 的 HPC / PDA 农业专家系统开发平台的研究与开发[J]. 高技术通讯, 2000, 10(10): 28 - 31.  
Tu Yunhua, Wang Donghui, Zhao Chunjiang. The research and development of a development platform on HPC/PDA for agricultural Expert System Based on Windows CE[J]. Chinese High Technology Letters, 2000, 10(10): 28 - 31. (in China with English Abstract)
- [6] 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.  
Lei Hongzhou. Windows mobile technology applied realm in the agriculture[J]. Agriculture Network Information, 2007, (10): 31 - 32. (in Chinese with English abstract)
- [7] 欧阳建权,钱跃良,褚诚缘,等. 基于 PDA 的农业专家系统的设计和实现[J]. 计算机工程与应用, 2002, 38(2): 30 - 31, 114.  
Ouyang Jianquan, Qian Yueliang, Chu Chengyuan, et al. The design and implement of PDA oriented expert system in agriculture[J]. Computer Engineering and Applications, 2002, 38(2): 30 - 31, 114. (in China with English Abstract)
- [8] 张荣安,胡建东,高知林,等. 基于 Palm OS 平台的农业施肥通 PDA 的研制[J]. 河南农业大学学报, 2004, 38(1): 23 - 27.  
Zhang Rongan, Hu Jiandong, Gao Zhilin, et al. Researching and developing for agricultural fertilizing expert system PDA based on Palm OS[J]. Journal of Henan Agricultural University, 2004, 38(1): 23 - 27. (in China with English Abstract)
- [9] 魏圆圆,王儒敬,张英. 农业智能系统开发平台的知识表示与推理策略[J]. 智能系统学报, 2008, 3(6): 523 - 528.  
Wei Yuanyuan, Wang Rujing, Zhang Ying. A knowledge representation and inference strategy for a development platform of agricultural intelligence system[J]. CAAL Transactions on Intelligent Systems, 2008, 3(6): 523 - 528. (in Chinese with English abstract)
- [10] 李志达. 基于互联网的农业专家系统发展研究[J]. 农业科技与装备, 2011, (6): 135 - 136.

- Li Zhida. Research on the Internet-based Agricultural Expert System[J]. Agricultural Science and Technology and Equipment, 2011, (6): 135 - 136. (in Chinese with English abstract)
- [11] 李伟, 芦东昕, 柳长安. 基于 Windows Mobile 的智能终端上自动化测试研究[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(21): 4055 - 4057.
- Li Wei, Lu Dongxin, Liu Chang'an. Research on automation testing on Windows mobile-based device[J]. Computer Engineering and Design, 2006, 27(21): 4055 - 4057. (in Chinese with English abstract)
- [12] 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.
- Shi Lin, Chen Diyi, Ma Xiaoyi. Application and prospects of agriculture expert system[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2011, 33(1): 215 - 218. (in Chinese with English abstract)
- [13] 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.
- Guan Fuying, Long Shitong, Huang Jing. Research on rural mobile information service in 3G era[J]. Sci-Tech Information Development and Economy, 2011, 21(4): 134 - 136, 139. (in China with English Abstract)
- [14] Sharon P Hall, Eric Anderson. Operating systems for mobile computing[J]. Journal of Computing Sciences in Colleges Archive, 2009, 25(2): 64 - 71. (in China with English Abstract)
- [15] 陈琛. Android 驱动智能手机出货量增长[N]. 通信世界, 2010, (42): 8 - 8.
- [16] 宋小倩, 周东升. 基于 Android 平台的应用开发研究[J]. 软件导刊, 2011, 10(2): 104 - 106.
- Song Xiaoqian, Zhou Dongsheng. Development and research of application based on android platform[J]. Software Tribune, 2011, 10(2): 104 - 106. (in China with English Abstract)
- [17] 大山. Android 操作系统应用推荐[N]. 个人电脑, 2011, 7(3): 82 - 91.
- [18] 尚明华, 秦磊磊, 王风云, 等. 基于 Android 智能手机的小麦生产风险信息采集系统[J]. 农业工程学报, 2011, 27(5): 178 - 182.
- Shang Minghua, Qin Leilei, Wang Fengyun, et al. Information collection system of wheat production risk based on Android smartphone[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2011, 27(5): 178 - 182. (in Chinese with English abstract)
- [19] 吴亚峰, 索依娜. Android 核心技术与实例详解[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010, 22 - 25, 246.
- [20] 何永琪. 嵌入式 Linux 系统实用开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010: 688 - 689.
- [21] 张文静, 王晶, 杨捧, 等. 农业专家系统可视化人机交互界面的设计[J]. 农机化研究, 2008, (9): 120 - 121, 131.
- Zhang Wenjing, Wang Jing, Yang Peng, et al. Designs for an visible man-machine interactive expert system[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2008, (9): 120 - 121, 131. (in Chinese with English abstract)

## Intelligent diagnose system of diseases and insect pests in sweet corn based on mobile terminal with Android system

Yang Linnan<sup>1,2</sup>, Gao Lutao<sup>2</sup>, Lin Ersheng<sup>1</sup>, Peng Lin<sup>2</sup>, Li Wenfeng<sup>1,2</sup>

(1. College of Basic Science and Information Engineering, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China

2. University Key laboratory of Agricultural Information Technology in Yunnan, Kunming 650201, China)

**Abstract:** To provide cheap, convenient and effective general peasants services of agricultural intelligent diagnosis system, a new design approach of intelligent system was proposed in this paper based on Android mobile terminal for diagnosing the agricultural pest insects and disease. A universal database and programming environment which was easy to do secondary development and rich in human-computer interaction technologies was constructed. Production-rules and forward reasoning method were applied to figure out the tree diagrams and inference engine for sweet corn pest insects and diseases. The research of system developing was focused on based on Android mobile terminal to realize the intelligent diagnosing on sweet corn pest insects and diseases. The developing approach of this new system was general-purposed. The test and application results of this system showed that this system was benefit for the agricultural production in practice with excellent features as portable, friendly interface and unlimited with networks.

**Key words:** diseases, intelligent systems, diagnosis, mobile phones, insects pest, Android system