

2005年

中国农业工程学会
学术年会论文集

农业工程科技创新与建设现代农业

第VI分册



中国农业工程学会

2005年12月19日—21日

主办单位：中国农业工程学会

承办单位：广东省农业厅 华南农业大学

华南农业大学

《中国农业工程学会 2005 年学术年会论文集》

编辑委员会

主任：罗锡文

编委（以姓氏笔划为序）：

马瑞峻 区颖刚 刘 瑛 刘金艳 朱立学 李就好

张兆国 洪添胜 梁松练 蒋恩臣 简秀梅 臧 英

责任编辑： 马瑞峻

封面设计： 汪 隽

主办单位： 中国农业工程学会

承办单位： 广东省农业厅

华南农业大学

特别鸣谢： 中国一拖集团公司

中国农机化导报

目 录

基于 ERP 思想的网络化蛋鸡健康养殖管理信息系统.....	白红武 滕光辉 马亮(1)
再生水在不同灌溉方式下对玉米生长的影响.....	马 敏 黄占斌 苗战霞等(8)
水稻种子纯度动态检测系统设计与试验研究.....	燕德 吴继华 欧阳爱国(12)
激光技术在农产品质量检测中的研究现状.....	木华 药林桃 刘道金(15)
冬小麦棵间蒸发变化规律及估算模型研究.....	刘浩 段爱旺(18)
北方水田耕整地机组技术性能评价分析.....	乔金友 王福林 丛昕等(23)
小流域土壤侵蚀模数的支持向量机预报模型研究.....	李云开 任树梅 杨培岭等(28)
基于 Matlab 语言的杂交水稻品种的颜色特征.....	吴继华 罗 吉 陈兴苗等(33)
太湖清淤工程淤泥质土改良试验研究.....	邵玉芳(36)
基于 MODIS 时序数据分析的作物识别方法.....	张明伟 周清波 宫攀等(39)
赣南脐橙可溶性固形物的可见光快速检测研究.....	罗 吉 刘燕德(44)
初论《四个草字系统》——与草业工程学科研究.....	杨明韶(48)
考虑多因素影响的土壤水分入渗模型的构建与模拟.....	杨培岭 孟凡奇 任树梅等(53)
坡耕地麦玉薯三熟保护性耕作水土保持效应的研究.....	杨勤 刘永红 柯国华等(56)
对地观测技术在粮食安全预警中的应用潜力分析.....	周清波 张明伟 陈仲新等(60)
大型连栋湿帘-风机降温温室环境因素的分析.....	赵淑梅 马承伟 雷隽卿等(65)
金银花中提取纯化绿原酸清除亚硝酸盐的研究.....	钟耕 张伟敏 魏益民等(69)
蔬菜工厂化嫁接育苗系统关键设备的研究.....	辜 松(74)
高分子吸水树脂作用下的苹果树节水灌溉制度研究.....	韩玉国 杨培岭 任树梅等(78)
再生水灌溉对草坪草生长速率及叶绿素的影响特征.....	彭致功 杨培岭 任树梅等(83)
摩擦对偏心轮推杆行星传动接触应力及疲劳强度的影响.....	陶栋材 宋建农 任述光等(88)

基于 ERP 思想的网络化蛋鸡健康养殖管理信息系统

白红武¹, 滕光辉¹, 马亮¹, 袁正东², 李志忠¹, 李传业²

(1. 中国农业大学水利与土木工程学院, 北京 100083; 2. 德青源蛋鸡健康养殖生态园, 北京 102100)

摘要: 近年来, 由于禽流感的出现, 人们对蛋禽食品的安全性要求越来越高。蛋禽企业为了自身的发展, 也急需一种便捷式的 ERP 管理系统。ERP (Enterprise Resource Planning) 企业资源计划系统, 集信息技术与先进的管理思想于一体, 是提高企业管理水平和竞争实力的一种重要手段。鉴于此, 一个基于 ERP 思想的网络化蛋鸡健康养殖管理信息系统应运而生。该系统选用 Windows 2003 Server 操作平台、SQL Server 2000 数据库、ASP.NET 开发环境和 C# 开发语言, 采用了三层体系结构和组件式开发。系统主要包括员工服务、人事管理、文档管理、饲料管理、蛋鸡管理、视频监控、鸡病诊断、鸡蛋查询、系统维护等 9 个应用模块。该系统考虑到了蛋鸡的产前、产中和产后管理, 结合生产计划、生产报表和效益分析, 为企业提供决策依据。系统的视频监控子系统, 避免了人员的不必要流动, 预防了禽流感的发生, 为管理者提供了远程管理和防疫预警的功能。通过鸡蛋查询模块, 消费者可以在网上查询到任意一枚德青源鸡蛋的安全信息和健康信息, 例如鸡蛋生产地点、生产时间, 鸡蛋照片, 生产环境, 营养成分等。该系统在 50 万羽蛋鸡的北京某养殖生态园得到了应用, 取得了良好的效果。

关键词: ERP; 食品安全; 健康养殖; 蛋鸡管理; ASP.NET; 组件技术

中图分类号:

0 引言

随着人民生活水平的日益提高和近年来禽流感的突然出现, 人们对禽蛋食品的质量安全问题越来越关注。长期以来, 动物疫病控制与动物产品有害残留物和污染物引起的食品安全问题^[1], 使我国动物产品的出口量仅占产量的极小部分。1999 年以来, 中国大陆各地区的有关部门先后采取一系列措施保障食品安全^[2-4], 充分表明了我国政府对食品安全的重视。目前我国已有信息化在畜禽养殖管理、饲料配方、疾病防治^[5-10]等方面的应用, 但在实现禽蛋产品安全控制方面, 有关鸡蛋的产中和产后信息化管理的研究尚未见报道。因此如何根据我国国情, 运用信息技术来提高禽蛋产品的安全品质, 提高消费者对鸡蛋和鸡肉的信任度, 加快禽蛋产业的现代化进程, 实现与数字农业接轨, 是我国现代畜禽业亟待解决的问题之一。

据报道^[11], 2003 年度中国蛋鸡存栏量 20 亿只左右, 其中集约化商品蛋鸡约 10 亿只, 占世界蛋鸡存栏的 40%, 中国蛋鸡产业正逐步由世界养鸡大国向养鸡强国迈进。在鸡场的经营管理中, 生产管理是最基本的管理之一。而生产管理的过程就是根据生产信息和管理者的经验进行决策, 并实施决策的过程。生产信息包括定量信息和定性信息^[12]。定量信息是指各种数量信息, 如存栏数、死淘率、产蛋率等; 定性信息是指各种描述性信息, 如操作规程、鸡群健康状态、职工的劳动态度、鸡场内部

的人际关系等。定量信息的管理就是对生产数据进行记录、整理, 编制报表和图表。管理者通过各种报表了解和分析生产过程中存在的问题。越来越多的管理者已经意识到, 某个部门的单独信息已经不能满足生产的需要, 必须结合各个部门各个环节, 才能制定出最佳的决策。而 ERP 正是基于企业资源整合思想的管理系统, 它可以优化企业的业务流程, 建立企业各职能部门之间的高速信息通道, 使企业内部信息及时准确地传达, 实现企业对市场变化的快速反应, 从而保障企业的长远发展。可以预见, 基于 ERP 思想的管理系统, 是蛋禽企业做大做强, 参与国际竞争的必由之路^[16]。

近年来, 产品防伪编码从数据库编码到加密编码, 使用范围也从电子产品扩展各个行业。德青源生态养殖场采用的是多米诺公司生产的鸡蛋喷码设备, 使用绿色可食用墨水, 消费者可以通过单机版软件查询防伪信息, 但尚未实现网络查询综合信息的功能。基于以上问题, 笔者利用 ASP.NET 技术、组件技术、数据库管理技术、产品防伪技术和 ERP 管理思想, 结合北京德青源生态养殖场的实际情况, 建立了网络化的蛋鸡健康养殖管理信息系统。

1 系统设计

1.1 信息流与物质流

蛋鸡场的各部门之间的联系, 依靠的是物质流和信息流, 如图 1 所示。有形物质 (如防疫药品、饲料、鸡蛋) 的规则运动形成了蛋鸡场的物质流。而用于衡量这些有形物质的无形信息 (如数量、重量、指标、生产计划、各种报表等) 就形成了与之相对应的信息流。根据

收稿日期:

修订日期:

作者简介: 白红武, 男, 硕士研究生, 山西运城人。现就读于中国农业大学水利与土木工程学院。Email: HongwuBai@gmail.com
通讯作者: 滕光辉, 男, 博士, 教授, 北京海淀区清华东路 17 号 中国农业大学 195#, 100083。Email: futong@cau.edu.cn

禽蛋企业的生产经营活动的要求,使物质流为达到一定目的而运动。现代养鸡企业一般采用分阶段饲养法,不同生理阶段的鸡群分别饲养,并提供相应的环境、饲料和鸡舍等。另外,饲料在商品蛋鸡的生产总成本中占 65%

以上^[12],所以饲料的运输和投喂也是鸡场的主要物质流。物质流和信息流是蛋鸡场健康科学养殖管理的基础,也是企业进行 ERP 管理的第一步。

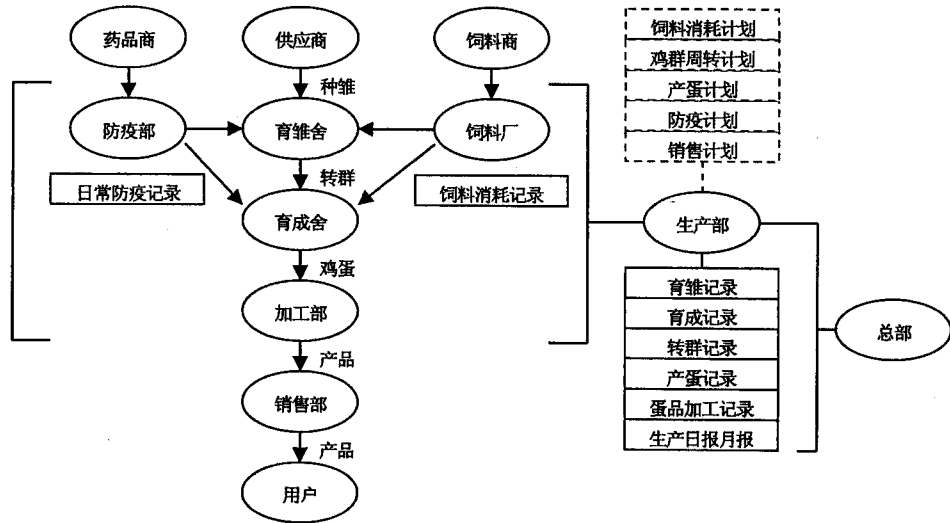


图 1 德青源生态养殖场的物质流和信息流
Fig 1 The information flows and material flows in Deqingyuan farm.

1.2 系统的功能模块设计

石文雷^[16]认为:“健康养殖”是指根据养殖对象的生物学特性,运用生态学和营养学原理来指导养殖生产,也就是说要为养殖对象营造一个良好的、有利于快速生长的生态环境,提供充足的全营养饲料,使其在生长发育期间最大限度地减少疾病的发生,使生产的食用产品无污染、个体健康、肉质鲜嫩、营养丰富与天然鲜品相当。笔者认为“健康养殖”是指通过对畜禽动物的品种、饲料、环境进行科学地管理,使经济动物的遗传潜力得以发挥,在产前、产中和产后均有详细的生产记录,从

养殖的各环节上控制了重大疫病的发生,最终生产出长期对人体无不良影响,符合人类营养需要的畜禽产品。基于上述指导思想,蛋鸡健康养殖管理信息系统主要包括员工服务、人事管理、文档管理、饲料管理、蛋鸡管理、视频监控、鸡病诊断、鸡蛋查询、系统维护等 9 个功能模块(如图 2 所示),涉及到了鸡蛋的产前、产中和售后服务,为消费者提供了鸡蛋的安全纪录和健康信息,为蛋禽企业的 ERP 资源整合打下了基础。

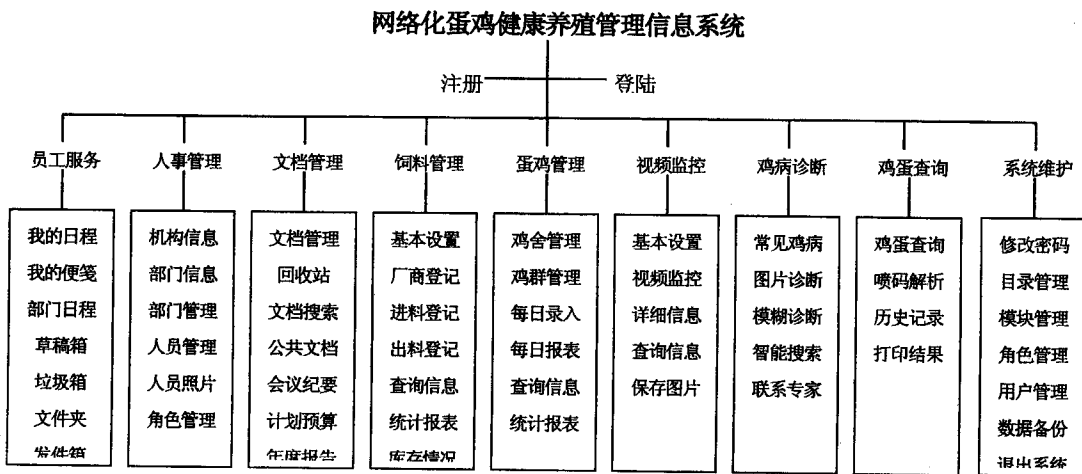


图 2 蛋鸡健康养殖管理信息系统总框架图

Fig 2 The total frame chart of layers healthy breeding management information system

2 系统实现

2.1 系统开发流程图

本系统采用组件开发方式，故开发过程可分为系统功能分析、组件需求分析、组件开发和组件装配。功能分析是分析系统的功能模块，为规划系统所需的组件提供依据。组件需求分析根据系统的功能模块提取实现系统功能所需的组件，建立系统的组件体系结构，然后设计组

件的功能与接口以及后台数据库，决定组件是否采购。若有现成的组件，采购是最好的选择，本系统中的“员工服务”组件就是采用 Hoptopoa 的组件。组件开发是根据规划好的组件功能与接口，采用具体的组件技术标准编程，实现组件的功能。组件装配是根据组件体系结构，将自己开发的组件与采购的组件通过包容和聚合等组装成完整的应用系统。图 3 显示了基于组件的系统开发流程图。

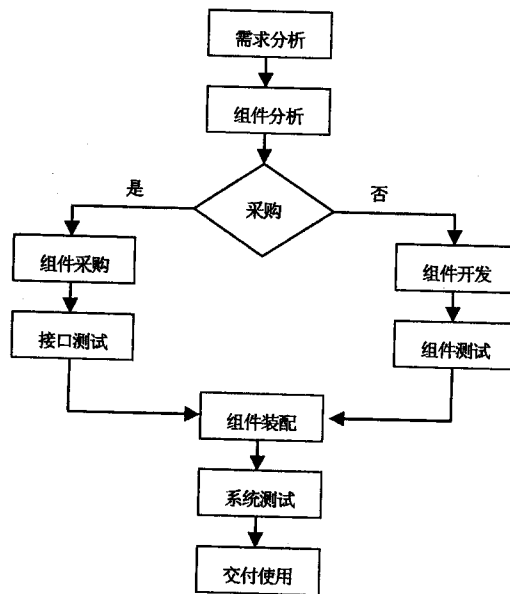


图 3 基于组件的系统开发流程图

Fig 3 The development flow chart based on component technology

2.2 系统的详细功能

2.2.1. 员工服务

大型养殖业不仅要生产出更好的产品，也要为公司的员工谋福利。在员工服务模块内，员工们不仅可以进行远程实时通讯，而且可以实现网络日志的功能，为员工的考核和奖励提供了依据。人性化的界面设计，使得一般员工无需培训即可使用。强大的在线提醒功能随时让员工清楚当前待办事宜，方便快捷而又及时准确。基于 Internet 或 Intranet，公司员工可以进行远程网络办公事务处理。

2.2.2. 人事管理

人力资源是企业四大资源之一，人力资源的科学管理是 ERP 管理的重要一环。该模块涉及到了机构管理、部门管理、人员管理（基本信息，人员照片，福利待遇，学历信息，履历信息，档案信息，合同信息等），全面把握企业每个员工的详细信息，即便出现人员流动，也不

会造成信息丢失。因为，系统提供了“员工回收站”，随时关注员工的更替和升迁。

2.2.3. 文档管理

企业中有些信息是公开的，有些则是非常保密的。文档管理模块，采用角色授权方式，从而保证了企业信息的公开性和保密性。该模块，主要包括回收站、文档搜索、公共文档、会议纪要、计划预算、年度报告等。允许高级员工有添加和删除某些文档和文件夹的权限，而普通员工只有浏览的权限。这与 Windows 的资源管理器很类似，使用起来也很方便。

2.2.4. 饲料管理

饲料是养殖企业的主要消耗品之一，科学地管理饲料可最大程度降低企业运行成本，提高效益。该模块提供了快速记录往来饲料厂商信息，详细记录每日每舍饲料消耗情况，以及库存情况等功能。根据饲料采购、加工和调拨等信息，系统可以自动进行成本分析，能够输

出饲料原料出入库一览表、成本测算表、月报表、价格明细账等表格,以达到优化管理的目的。

2.2.5. 蛋鸡管理

鸡蛋管理模块是生产管理的核心。先建立鸡舍信息表,授权的用户可以随时添加和修改这些信息。再建立每批鸡群的信息表,根据蛋鸡的生长情况,进行防疫记录、饲料投喂记录、产蛋记录和死淘记录。然后,根据记录的信息进行蛋鸡的产蛋分析,自动生成统计报表,供管理者参考和决策。由于使用了水晶图表组件,可生成各种漂亮的生产统计图表,图文并茂,简明直观。包括生长期周报表、产蛋期日报表、产蛋期月报表、疫病监测汇总表、鸡群汇总表等等。

2.2.6. 鸡蛋查询

德青源公司采用了进口的多米诺鸡蛋喷码设备,给

每个商品蛋都加上了 12 位的全球唯一标示码。该鸡蛋防伪码采用加密算法、随机编码并包含特征信息等多项技术。利用鸡蛋查询模块,消费者通过 IE 浏览器就可以查询到该鸡蛋的安全信息和健康信息,包括鸡蛋生产地点,生产时间,蛋鸡照片,生产环境,营养成分等。一旦消费者进行鸡蛋质量投诉,企业可根据鸡蛋喷码进行追溯查询,以确定生产中哪个环节出了问题。此外,通过时间算法,把鸡蛋和产蛋环境建立了联系,可以进行鸡蛋品质与环境关系的研究。此项鸡蛋可追溯管理体系,有利于品质保证,品牌效应和品种优势,真可谓“给鸡蛋取个名字还不够,让每个鸡蛋都有身份证!”

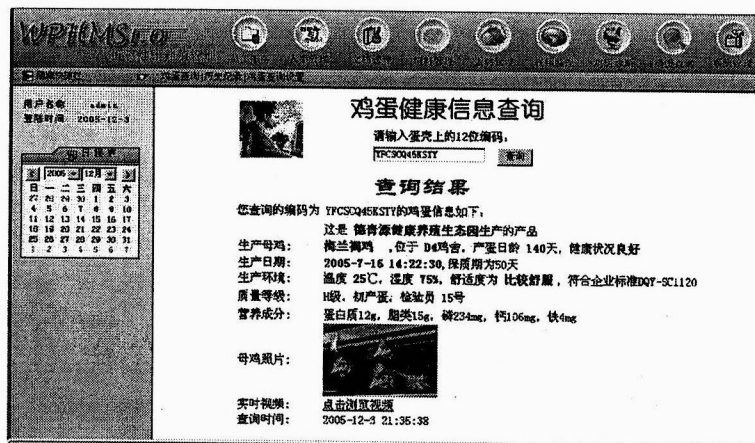


图 4 鸡蛋喷码查询结果界面

Fig4 The result interface of egg spray code inquiry

2.2.7. 视频监控

通过视频监控,鸡舍管理人员就可以远程的管理、监视、检测鸡舍内的情况。经过授权的用户,也可以使用 IE 浏览器访问到鸡舍内的视频信息和环境信息。为了全方位的监控鸡舍,笔者开发了具有自主知识产权的自移动环形视频监控装置。该装置是由网络化的视频服务器、数字式摄像机、无线信号收发器、云台、小车和环

形轨道组成。由于采用了无线视频传输方案,有效的解决了视频监控的移动问题,视频信号的无线传输范围为 150 米,完全满足了普通鸡舍的要求,节约了投资。此外,通过嵌入式 web 服务器,把鸡舍内各种环境信息传感器采集到的环境参数实时发布到网上,供管理者和消费者参考。图 5 显示了数字视频综合环境监控的网络界面。

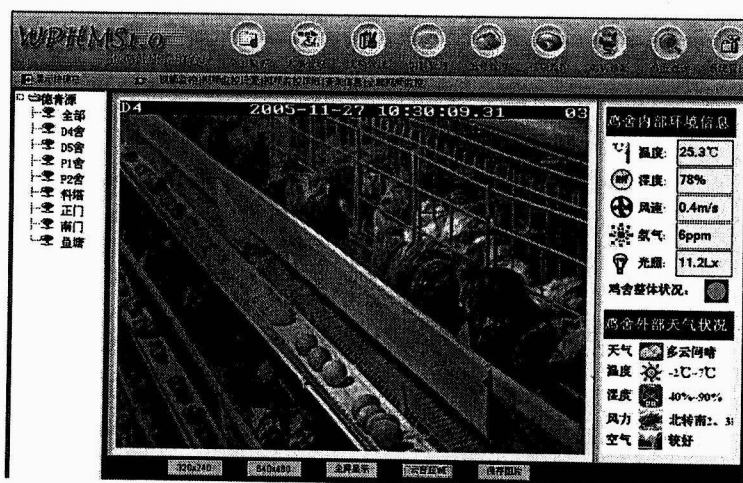


图 5 数字视频监控界面

Fig 5 The digital video monitor interface

2.2.8. 鸡病诊断

笔者采用病理手册的管理方式，把蛋鸡的常见的 53 种疾病，按照病原、流行病学、临床症状、病理变化、图片、诊断、防制措施和药物治疗的结构输入数据库。用户通过模糊搜索或精确搜索，就可以把找到该鸡病的诊断信息和防治措施。对于没有找到历史记录的鸡病，系统会自动的从百度和 GOOGLE 上搜索信息，反馈给用户。根据用户需要，可以记录网络上的信息到数据库。此外，系统增加了“特约专家”，必要时可以给专家们群发信息，寻求帮助。

2.2.9. 系统维护

该系统拥有良好的安全保障机制，能够定期自动备份数据库，以避免意外情况对系统造成的损失。另外系统支持可扩展功能，允许在后台添加更多的模块。对于整个管理系统的参数设置和用户权限管理也在此进行设置管理。

3 关键技术

3.1 三层结构开发

根据管理信息系统的实际应用和软件层次模型理

论，笔者采用了企业级电子商务体系结构，即 3 层架构的 B/S 模式，分别为表示层、中间层和数据层^[13]，如图 6 所示。

(1) 表示层(Presentation Tier) 表示层用来实现在客户浏览器中显示的用户界面。该层需要以适当的形式显示由中间层动态传送的数据信息，同时还要负责获得用户输入的信息，并完成对信息的校验工作，继而将信息传送给中间层进行业务逻辑分析。

(2) 中间层(Middle Tier) 中间层是整个分层模型的中介，主要负责业务逻辑分析和数据访问连接。这一层为表示层提供功能调用，同时它又调用数据层所提供的功能来访问数据库。该层需要根据整个系统的设计构造系统中关键的几个对象，从而实现其大部分逻辑控制功能。

(3) 数据层(Data Tier) 数据层是整个分层体系的最底层，它主要用来实现与数据库的交互。数据层为中间层提供服务，根据中间层的要求从数据库中提取数据或者修改数据库中的数据。有时在这一层要对数据库访问进行优化。

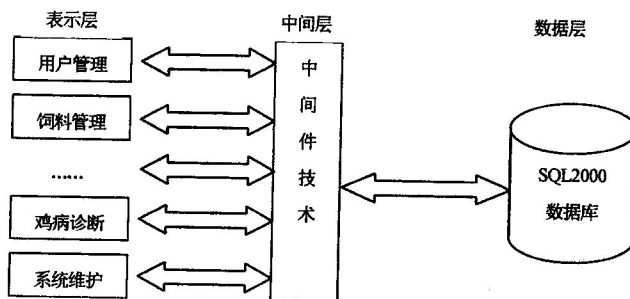


图 6 三层结构开发框架图

Fig 6 The framework chart of the three tiers' structure development

3.2 可复用组件技术

组件技术和面向对象技术是当今软件设计和开发中的两个非常关键的技术,借助于组件技术和面向对象技术可以提高软件的开发效率、提高系统的可靠性和可维护性^[14]。根据三层体系结构,系统应用组件分为数据访问组件、业务组件和外观组件三大类。每一组件生成独立的 DLL 文件。数据访问组件是连接数据库和各个业务的桥梁,它由一个类组成,没有用户界面,直接连接数据库存储过程来实现数据操作功能。业务组件是一个缓冲层,它需要引用数据访问组件的命名空间,与数据访问组件共同实现数据管理。根据系统的具体要求,分别建立鸡蛋查询组件、视频监控组件、报表打印组件、报表显示组件、安全组件等。举例说明,安全组件实现用户的身份验证和 IP 身份验证功能,通过 MD5 组件实现数据的加密和解密功能,输入接口参数为用户名、密码、IP 地址,输出参数接口为用户名和密码。外观组件封装系统反复用到的用户界面控件如网页 Logo、主菜单标签、导航标签和数据列表等。

3.3 鸡蛋喷码可追溯技术

防伪编码在许多行业均有应用,这不仅可以杜绝假冒伪劣产品,保护消费者的利益,而且为企业的产品的可追溯提供了依据。在鸡蛋的防伪编码上,德青源公司走在了前列。率先引进多米诺鸡蛋喷码设备,采用可食用的墨水,产品打入北京市场,销量可观。笔者利用组件技术,调用单机版的 API 函数,使得用户远程网络查询成为可能,很大程度方便了用户。此外,笔者扩展了查询功能,不仅提供防伪辨别功能,而且提供鸡蛋的安全信息和健康信息,例如鸡蛋生产地点、生产时间、鸡蛋照片、生产环境、营养成分等。

3.4 智能环境预警技术

蛋鸡生产对鸡舍内的环境有严格的要求,例如,鸡舍内 NH₃ 浓度不宜超过 20mg/kg,在适宜温度范围内(15℃-25℃),蛋鸡的产蛋率最高等。笔者根据健康养殖的理念,对鸡舍的环境分为三个等级,分别为“绿色标识”,“黄色预警”和“红色警报”。以产蛋舍为例,当鸡舍内的五大环境指标均在企业的“健康养殖标准”内时,鸡舍整体状况显示“绿色标识”(如图 5 所示);当鸡舍内的温度超过适宜温度范围,又在极限温度范围内,或者风速和氨气浓度稍有异常,鸡舍整体状况显示“黄色预警”,并自动播放预警音乐,记录环境信息,启动邮件发送功能,向鸡舍管理人员提醒;当鸡舍内的温度超过极限温度范围,或者风速和氨气浓度持续异常,鸡舍整体状况不断显示“红色警报”,并自动播放报警音乐,记录环境信息,启动短信发送功能,向鸡舍管理人员立刻报

警。该系统有助于保障蛋鸡的生产环境,避免重大养殖事故的发生。

3.5 ERP 企业资源整合思想

ERP 系统是对企业物流、资金流、信息流进行一体化管理的软件系统,其核心管理思想就是实现对“供应链(Supply Chain)”的管理。ERP 系统的应用将跨越多个部门甚至多个企业,以实现集成化应用,建立企业决策完善的数据体系和信息共享机制。该蛋鸡管理信息系统正是基于这种思想开发的,考虑到了鸡蛋生产的全程管理,考虑到了各个部门信息的实时交流,考虑到了产品的售后服务。该系统将促使德青源养殖场业务流程更加合理化,各级业务部门根据完全优化后的流程重新构建;绩效监控动态化,绩效系统能即时反馈以便纠正管理中存在的问题;管理改善持续化,企业建立一个可以不断自我评价和不断改善管理的机制。

4 结束语

结合北京德青源生态养殖场的实际情况,运用组件技术、移动式无线数字视频技术和智能环境预警技术,初步设计建立了具有 ERP 思想的蛋鸡健康养殖管理信息系统。系统由服务器、工作站、数据库等部分组成,具有高度集成性和扩展性。根据实际需求的变化可方便地增改组件,易于系统的维护和升级。系统的使用提高了蛋鸡企业的生产管理水平和经济效益;同时也提高了禽蛋市场的质量透明度,为消费者蛋类食品安全提供了安全保障。该系统的成功应用,为我国畜禽业的产业化、信息化和数字化历程开辟了道路,有利于养殖企业实现蛋鸡生产信息管理现代化,使养鸡生产管理水平提到新的高度。

参考文献

- [1] 刘秀梵. 加入 WTO 后我国的动物疫病控制和食品安全控制[J]. 中国兽医杂志, 2002, 38(3): 58-59
- [2] 农业部. 全面推进“无公害食品行动计划”的实施意见. [EB/OL]. http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2002-08/02/content_508333.htm, 2002-08-02
- [3] 卫生部关于印发《食品安全行动计划》的通知 [EB/OL]. <http://www.law999.net/law/doc/c012/2003/08/14/00137334.html>, 2003-08-14
- [4] 关于加快食品安全信用体系建设的若干指导意见 [EB/OL]. <http://www.agri.gov.cn/zcfg/t20040430200929.htm>, 中国农业信息网. 2004-04-30
- [5] 陆昌华, 吴孜, 王立方, 等. 规模化蛋鸡场现代化生产管理系统的建立与应用[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 256-259

- [6] 苑存忠, 王建民, 樊新忠, 等. 现代肉羊生产管理系统的设计与应用[J]. 中国畜牧杂志, 2004, 40(1): 35-37
- [7] 王根林, 韩兆玉, 闰玉琴, 等. 牛场技术管理软件系统设计[J]. 畜牧与兽医, 2003, 35(9): 15-16
- [8] 扬毅, 张曦, 陶琳丽, 等. 基于 Internet 的动物营养与饲料专家咨询系统设计与关键技术研究[J]. 计算机应用与软件, 2003, 20(9): 89-91
- [9] 陆昌华, 王立方, 胡肆农, 等. 鸡病临床诊断多媒体专家系统的研究[J]. 中国家禽, 2001, 23(4): 8-12
- [10] 熊本海, 罗清尧, 庞之洪. 网络远程交互畜禽饲料配方系统的研制[J]. 畜牧兽医学报, 2003, 34(5): 447-451
- [11] 孙皓. 中国蛋种鸡产业现状、问题及发展方向[J]. 山东家禽, 2004, 12: 3-4
- [12] 严华祥. 企业化鸡场生产的定量信息管理[J]. 中国家禽, 1997, 4: 1-4
- [13] 王志晓, 张景, 李军怀, 等. ASP.NET 技术在电子商务系统中的应用研究[J]. 计算机工程, 2003, 29(18): 74-76
- [14] 谢菊芳, 李保明, 陆昌华, 等. 基于组件技术的猪肉安全生产全程数字化监控系统[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(1): 76-80
- [15] 石文雷. 水产动物营养与健康养殖[J]. 内陆水产, 2000, 12: 24-26
- [16] 王梅, 刘清水, 张延虎. ERP 在农机企业中的应用及发展趋势[J]. 农业网络信息, 2005, 1: 28-31

Layers Healthy Breeding Management Information System for a Large Poultry Farm Based on ERP and Web

Bai Hongwu¹, Teng Guanghui¹, Ma liang¹, Yuan Zhengdong², Li Zhizhong¹, Li Chuanye²

1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing, China, 100083;

2. Deqingyuan Healthy Breeding Ecological Garden, Yanqing County, Beijing, China, 102100

Abstract: Since the bird flu raided suddenly the mainland of China these years, the people are more and more care about the eggs and chickens food security. Poultry farms also urgently needed one kind of convenient and secure enterprise resource planning management system for standardization of production. Just so, layers healthy breeding management information system aroused based on ERP and Web. This system was developed by Windows Server 2003, SQL server 2000 database and C# language, with three system structures. The system consisted of nine applications modules and they were the staff service, the personnel management; the document management; the feed management, the layers management, the video monitor, the chicken disease diagnosis, the egg code inquiry and the system maintenance. There were subsystems in each module. The whole management was considered before, during or after egg production. The decision-making was suggested for enterpriser based on the production planning, production recording and benefit analyzing. Using the video monitor can avoid personnel's ambulation inner poultry farm, for the case of epidemic prevention, especially bird flue. Using the egg code inquiry system, the customers could get the safety healthy information of any Deqingyuan eggs he or she ate by internet. And the information included the egg production house, the egg productive time, the layer pictures, the environment information and the nutrition content. This system was applied successfully in a large poultry farm with 1,200,000 layers, Beijing Deqingyuan Healthy Breeding Ecological Garden.

Key Words: ERP; Food security; Healthy breeding; Layer management; ASP.NET; Component technology

再生水在不同灌溉方式下对玉米生长的影响

马敏¹, 黄占斌^{1, 2*}, 苗战霞¹, 侯利伟¹

(1. 中国矿业大学(北京校区), 北京 100083;

2. 中国科学院水利部水土保持研究所 土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西杨凌 712100)

摘要: 采用北京市高碑店污水处理厂生产的二级水、三级水, 以纯灌、混灌、轮灌等方式灌溉盆栽玉米, 设置七种处理研究对玉米生长的影响。结果表明: 不同水质的再生水在不同灌溉方式下对玉米生殖生长阶段的株高、叶面积、干重、产量和水分利用效率影响差异不显著, 影响主要体现在营养生长阶段。苗期再生水轮灌比混灌和纯灌较好, 二级水相对于清水和三级水对玉米苗期的干重有一定影响。同一水质在纯灌、混灌和轮灌不同方式下对玉米生殖生长和产量影响很小。

关键词: 再生水; 盆栽; 灌溉; 玉米

0 引言

将未经处理或只经简单处理的城市污水和工业废水用于农业灌溉, 对水资源造成严重污染, 导致环境质量的恶化, 而且对人类也将造成严重的生存威胁^[1-2]。而随着社会的发展和进步, 城市污水处理率将逐步提高, 这样城市每天将产生大量的再生水。再生水是指将城市污水或生活污水经处理后达到一定的水质标准, 可在一定范围内重复使用的非饮用水。如果将这部分水白白排放势必造成水资源的严重浪费而且对接受水体也形成一定的负担, 另一方面, 我国是一个农业用水紧张的农业大国, 农业用水约占总用水量的 70%^[3]。随着我国经济的蓬勃发展, 农业用水将趋向紧张, 所以将再生水应用于农业灌溉, 将成为解决我国农业用水问题的一个重要措施之一。再生水作为一种灌溉水源在许多国家和地区得到应用^[4-5]。其优势主要体现在以下方面: ①水量稳定可靠, 避免了农业用水与其他用水争水的现象, 减轻供水压力; ②水中的氮、磷、钾等营养物质可作为作物生长的肥源, 促进作物生长, 可减少使用合成肥料, 改善土壤性质(土壤肥力、更高的产量); ③简化污水处理工艺, 减轻市政污水直接排放对水体造成的污染^[6-8]。

关于再生水在农业上应用的研究, 国外进行了相对多的比较细致的研究和试验^[9-12], 而国内过去主要针对对未经处理或只经简单处理的污水的应用问题。对于再生水在农业上的应用的研究则相对较少, 中国农大的冯绍元、黄冠华等人进行了清、污水灌溉玉米和小麦的田间试验, 污水为污水处理厂的二级出水, 研究了不同灌水水平和施肥量

对夏玉米和小麦生长和产量的影响^[13-14]。

由于污水处理工艺及深度的不同, 给再生水的水质也带来很大差别, 将他们应用于农业灌溉对作物的生长也可能带来不同影响; 另一方面由于再生水相对常规的灌溉用水(地表水、地下水), 它的营养物质(N、P、K)较丰富, 总固体含量较大并含有丰富的微生物包括各种致病菌以及一定的重金属残留, 所以应用于农业时灌溉方式的选择也是一个应该慎重考虑的因素^[15]。

鉴于此, 本研究以春玉米为研究对象, 以盆栽试验为手段, 研究北京高碑店污水处理厂的不同水质的再生水(二级水、三级水)在不同灌溉方式下(纯灌、混灌、轮灌)对玉米生长的影响。

1 材料与方法

试验地点在北京高碑店城市污水处理厂院内试验基地的大棚内, 大棚平时收起, 遇雨遮盖。盆栽用土取自北京水利所农业节水中心试验站(北京市通州区试验站)的田间表土, 土壤质地为壤土, 其理化性能见表 1。供试春玉米品种为农大 108, 播种时间和收获时间分别为 2005 年 4 月和 2005 年 8 月。

表 1 试验用土壤理化性质

Table 1 Physical and chemical characteristics of the soil used in potted experiment

粘粒 /%	粉粒/%	沙粒 /%	总碳 /%	总氮/%	NH ₄ ⁺ -N /mgkg ⁻¹	NO ₃ ⁻ -N /mgkg ⁻¹
16.23	59.65	24.5	1.493	0.059	0.837	27.53

1.1 试验处理

试验设计根据灌水水质和灌溉方式共设七个处理, 分别为: 清水纯灌(对照, F)、二级水纯灌(S)、三级水纯灌(T)、清水二级水混灌(1:1, FSM)、清水三级水混灌(1:1, FTM)、清水二级水轮灌(FSR)、清水三级水轮灌(FTR)。

收稿日期:

修订日期:

项目基金: 北京城市排水集团

作者简介: 马敏(1976-), 女, 湖北随州人, 博士生, 研究方向为可持续发展和再生水应用。北京市海淀区学院路丁 11 号中国矿业大学(北京校区)化学与环境工程学院, 100083 Email: houmlin@126.com

*通讯联系人。

每个处理 8 个重复, 共计 56 盆。灌溉用清水为自来水, 二级水为高碑店污水处理厂二沉池出水, 三级水为高碑店污水处理厂砂滤池出水。灌溉用水为现浇现取, 水质由高碑店污水处理厂提供。水中主要化学成分见表 2。

表 2 灌溉用清水与再生水成分

Table 2 Chemical properties of reclaimed water and fresh water used in experiment

化学成分/mg L ⁻¹	清水	二级水	三级水
CO ₂	0.94	9.25	5.85
CO ₃	0.94	38.1	23.8
SS	4	12.2	5.55
NO ₃ -N	2.37	16.1	9.05
NH ₄ -N	<0.02	21.6	20
TN	7.81	30.1	20.05
TP	0.02	1.95	2.02
Cl ⁻	45.9	133	143
pH	7.77	7.85	7.49
EC/μS cm ⁻¹	1112	1149	1135

试验用盆为内径 33cm, 高 40cm 的白色 PVC 花盆, 每盆装土 15kg, 底肥施万分之五的尿素, 拔节时, 每盆施 8 克磷二铵 (美国产), 定苗时每盆三株。通过称盆重确定浇水量, 当土壤含水量为最大持水量的 50-60% 时浇水至 90-100%, 在整个玉米生长期, 不同处理之间每次所浇的水量基本是相同。

1.2 试验方法

根据生育期进行取样, 分苗期 (五片叶)、拔节期 (9 片叶) 和收获期, 在苗期和拔节期每盆去一株, 测定鲜重、干重和叶面积。收获期测定鲜重、干重 (包括根)、棒重、籽粒重、籽粒行数及百粒重。株高和叶面积测定采用直尺法, 干重是烘干称重法, 105℃ 杀青 30 分钟, 76℃ 恒温烘 18 小时以上。

1.3 试验数据分析

试验所有数据采用统计分析软件 SPSS 11.5 进行分析,

考虑 95% 的置信水平, 应用最小显著差异法 (LSD) 对不同处理进行多重比较分析。

2 结果分析

2.1 不同水质的再生水在不同灌溉方式下对玉米生长的影响

根据表 3 可以看出, 在各生长期, 同清水对照相比, 各处理的叶面积同清水差异不显著, 株高上的差异体现在三级水纯灌、清三混在收获期同清水有显著差异, 清三轮在苗期与清水纯灌差异显著。表明三级水能够在一定程度上对玉米株高的增长有利, 二级水纯灌、清二混和清二轮同清水相比, 在株高上无显著性差异。在干重上, 苗期仅三级水纯灌和清三轮同清水差异不显著, 其他都存在差异; 在拔节期, 清水灌溉同三级水纯灌以及清二混存在显著差异; 在收获期不存在显著差异。表明, 二级水灌溉在苗期相对清水和三级水对玉米生长有一定负面影响。二级水和三级水这两种灌溉方式的差异也主要体现在苗期, 进入生长发育期基本不存在显著性差异。将三个生长期的各种指标进行综合比较, 可以看出玉米在营养生长阶段清水纯灌同再生水处理方式相对较好, 但到了生殖生长阶段后, 再生水灌溉处理同清水差异不显著或者较好。

同一水质在纯灌、混灌和轮灌处理之间, 对二级水而言, 苗期的三种灌溉处理间, 在株高和叶面积方面差异不显著, 但轮灌对干重有促进作用。在拔节和收获期, 三种灌溉方式在干重、叶面积和株高上均不存在显著性差异。对三级水而言, 苗期清三混的干重和清水纯灌间有显著性差异, 清三轮的株高和清水纯灌和清三混间存在显著性差异, 叶面积间不存在显著性差异。可以认为, 在苗期三级水轮灌是一个较好灌溉方式。三级水的三种灌溉方式在拔节和收获期在株高、叶面积和干重上不存在显著性差异。综合比较, 不同水质再生水在灌溉方式上对玉米影响主要在苗期, 在其他生长阶段差异不显著。

表 3 不同处理玉米生长指标变化

Table 3 Leaf area, plant height and dry weight of spring corn versus time

处理	苗期			拔节期			收获期	
	干重 (g)	株高 (cm)	叶面积 (cm ²)	干重 (g)	株高 (cm)	叶面积 (cm ²)	干重 (g)	株高 (cm)
F	0.328a	14.18a	87.004ab	15.64a	60.36a	1989ab	200.47a	185a
S	0.228b	16.65ab	60.848a	14.74ab	66.33a	1793.9ab	213.35a	196ab
T	0.285ac	16.30ab	103.378b	13.79b	60.06a	1518.82a	215.83a	203.67b
FSM	0.210b	15.65ab	65.294a	13.67b	61.43a	1784.06ab	214.02a	189.33a
FTM	0.263c	14.43a	74.373ab	14.71ab	59.7a	1607.37ab	213.03a	200.33b
FSR	0.273c	16.35ab	71.944ab	14.64ab	69.93a	2057b	205.02a	184.17a
FTR	0.298ac	18.33b	74.948ab	14.48ab	61.16a	1536.84a	215.73a	185.17a

注：数字后有相同字母表明无显著性差异，无相同表明差异显著。

2.2 对玉米产量和水分利用效率的影响

表 4 不同处理产量与水分利用效率

Table 4 Yield and water use efficiency of different treatment of spring corn

处理	灌水量 Q(mm)	干物质量 Yd (g/株)	籽粒产量 Y (g/株)	百粒重 (g)	水分利用效率 WUE(g/mm)	
					Yd/Q	Y/Q
F	511.19	230.69a	109.52a	25.37a	0.451a	0.214a
S	511.19	249.02a	115.38a	25.65a	0.487a	0.226a
T	511.19	241.17a	108.25a	26.78a	0.472a	0.212a
FSM	511.19	244.03a	108.2a	25.77a	0.477a	0.212a
FTM	511.19	241.61a	108.57a	24.98a	0.473a	0.212a
FSR	511.19	230.17a	106.85a	25.7a	0.450a	0.209a
FTR	511.19	243.88a	115.58a	25.68a	0.477a	0.226a

注：数字后有相同字母表明无显著性差异。

表 4 列出不同处理下玉米干物质量（包括根、茎、叶、穗、花）、籽粒产量、百粒重及水分利用效率。可以看出，在相同的灌水量情况下，以清水为对照，各处理的干物质量、籽粒产量、百粒重同清水灌溉无显著性差异；二级水和三级水间也无显著性差异。同一水质不同灌溉方式间也无显著性差异。表明，不同水质的再生水在不同灌溉方式下在对玉米产量及水分利用效率的影响之间不存在显著性差异。

3 结论与讨论

- 1) 不同水质再生水对玉米生长的影响。试验结果表明，不同水质的再生水（二级水、三级水）对玉米生长的影响主要体现在营养生长阶段。在苗期二级水参加的处理相对于三级水和清水影响玉米的叶面积和干重。而在拔节期三级水和清二混的干重和清水相比有差异。在收获期，两种不同水质的再生水间，以及同清水对照之间对玉米株高、叶面积和干物质总量之间的影响差异不存在。
- 2) 不同灌溉方式对玉米生长的影响。以清水纯灌为对照在苗期，清二轮相对于清二混和二级水纯灌对玉米生长的影响相对较小。对三级水而言，在苗期有三级水参加的三种灌溉方式之间的差异主要体现在轮灌和混灌的株高上，其他则不存在显著性差异。而在其他两个生长期不存在由于灌溉方式不同而带来的玉米生长的影响差异。
- 3) 不同水质的再生水在不同灌溉方式下对玉米产量和水分利用效率的影响。三种水质在不同灌溉方式下对玉米籽粒重、干物质量、百粒重及水分利用效率的影响不存在显著性差异。表明从对玉米生长影响的角度二级水和三级水可以作为农业灌溉用水。

- 4) 讨论：由于作物的生长受到多方面因素的影响，而且针对不同地方、甚至同一地方不同时期再生水的水质都存在诸多差异，所以针对再生水在农业上的应用还需要大量的进一步的系统的科学试验。

参考文献

- [1] 杨飞, 蒋丽娟. 浅议污水灌溉带来的问题及对策. 节水灌溉, 2002. 2. 23-25
- [2] 杨红霞 大同市污水灌溉对土壤的影响及防治对策 太原科技 2002 (6) 52-53
- [3] 中国工程院“21世纪中国可持续发展水资源战略研究”项目组 中国可持续发展水资源战略研究综合报告 中国工程科学第2卷第3期 Aug 2000 VOL. 2 NO. 8 1-17
- [4] A. N. ANGELAKIS I M, M. H. F. MARECOS DO MONTE, L. BONTOUX M T. ASANO. The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines *Wat. Res.* Vol. 33, No. 10, pp. 2201-2217, 1999
- [5] A.N. Angelakisa, L. Bontoux Wastewater reclamation and reuse in Eureau countries *Water Policy* 3 (2001) 47-59
- [6] Eran Friedler Water reuse -an integral part of water resources management: Israel as a case study *water policy* 3(2001)29-39
- [7] A. Pollice, A. Lopez, G. Laera, P. Rubino, A. Lonigro Tertiary filtered municipal wastewater as alternative water source in agriculture: a field investigation in Southern Italy *Science of the Total Environment* 324 (2004) 201-210
- [8] J.D. Gregorya, R. Luggb, B. Sanders Revision of the national reclaimed water guidelines *Desalination* 106 (1996) 263-268
- [9] WHO (1989) Health guidelines for the use of wastewater in

- agriculture and aquaculture, Technical report series no. 778, World Health Organization, Geneva.
- [10] Gideon Oron, Claudia Campos, Leonid Gillerman, Miquel Salgot Wastewater treatment, renovation and reuse for agricultural irrigation in small communities *Agricultural Water Management* 38 (1999) 223-234
- [11] G. Oron, R. Armon, R. MANDELBAUM, Y. Manor, C. Campos, L. Gillerman Secondary wastewater disposal for crop irrigation with minimal risks *Water Science and Technology*, Volume 43 No 10 pp 139-146
- [12] G.A. Al-Nakshabandi, M.M. Saqqar, M.R. Shatanawi, M. Fayyad, H. Al-Horani Some environmental problems associated with the use of treated wastewater for irrigation in Jordan *Agricultural Water Management* 34 (1997) 81-94
- [13] 齐志明, 冯绍元, 黄冠华 清、污水灌溉对夏玉米生长影响的田间试验研究 *灌溉排水学报* Apr. 2003 36-38
- [14] 冯绍元, 邵洪波, 黄冠华 重金属在小麦作物体中残留特征的田间试验研究 *农业工程学报*
- [15] R. K. X. Bastos, D. D. Mara The bacterial quality of salad crops drip and furrow irrigated with waste stabilization pond effluent: an evaluation of the WHO guidelines *Wat. Sci. Tech* Vol. 31. No. 12, pp. 25-430, 1995

RECLAIMED WATER'S INFLUENCE ON CORN GROWTH UNDER DIFFERENT IRRIGATION MODE

Ma Min¹, Huang Zhanbin^{1,2}, Miao Zhanxia¹, Hou Liwei¹

(1 China University of Mining and Technology (Beijing) 100083

2 State key laboratory of soil erosion and dry land agriculture of institute of soil and water conservation of the Chinese Academy of science and ministry of water resource, Yangling Shaanxi 712100)

Abstract: Water shortage has been indicated as a problem for many north China area. Irrigation farmland with reclaimed water will be an important measure to buffer the serious situation. In this paper potted experiment is employed to study the influence on corn's growth irrigated with reclaimed water of different quality (second and tertiary effluent water of Beijing Gaobeidian wastewater treatment plant) and different irrigation mode (irrigated with reclaimed water entirely, mixed (1:1) and rotated (1:1) with fresh water). The results show that: reclaimed water of different quality under different irrigation mode haven't significant difference on corn's plant height, leaf area, dry matter weight, yield and water use efficiency in the stage of procreation growth. Influence is mainly embodied in nourishment growth stage. In the seedling stage reclaimed when rotated with freshwater will be better than the other two kinds of irrigation mode and also the second effluent has a certain influence on dry matter weight compared with fresh water and tertiary effluent. There are little influence on corn procreation growth and yield of the same reclaimed water on different irrigation manner.

Key words: Reclaimed water, potted experiment, irrigation mode, maize corn

水稻种子纯度动态检测系统设计与试验研究

刘燕德, 吴继华, 欧阳爱国

(江西农业大学工学院, 江西南昌 330045)

摘要: 本研究基于计算机视觉提出了一种快速低成本检测杂交水稻种子纯度的新方法。该动态系统建立了一组可以自动上料、图像采集、图像处理、品种识别、下料的自动检测系统。通过上料斗自动装入种子, 种子由单片机控制的输送装置进入光照箱, 每隔 2 秒停止一次, CCD 摄像头采集图像, 图像被读入内存, 通过软件系统处理图像, 提取特征参数。由 BP 网络识别品种, 然后输出结果。通过此系统识别 100 粒种子的时间为 5 秒, 样本识别率: 先农 5 号为 99.99%, 金优桂为 99.93%, 优 166 为 98.89%, 先农 3 号为 78.82%, 中优 463 为 86.65%。

关键词: 计算机视觉; 种子; 图像处理; 检测

0 引言

现代水稻种子纯度检验技术包括植物形态技术、生化电泳技术、分子生物学技术、叶色标记检验技术、荧光检验技术等。但由于人工劳动强度大、检验周期长、适用范围较窄且许多性状的表现常受栽培措施及环境因子影响所需条件严格, 易失去灵活性, 操作技术要求高和检验成本较高等缺点, 限制了其应用, 目前仅停留在实验探索阶段。因而在生产实践中一直没有得到推广应用^[1]。

计算机视觉, 也称机器视觉, 是利用代替人眼的图像传感器获取物体图像, 将图像转换成数字图像, 并利用计算机模拟人的判别准则去理解和识别图像, 达到分析图像和做出结论的目的。该项技术是 20 世纪 70 年代在遥感图像处理和医学图像处理技术成功应用的基础上逐渐兴起的, 并应用于多种领域。目前, 计算机视觉技术在农业上的应用日益增多。农业物料的检测不像工业上的产品检测有严格的规律可循, 农作物在其生产过程中由于受到人为和自然等复杂因素影响, 产品品质差异很大, 故在农产品检测与分析时要有足够的应变能力来适应情况的变化。^[2] 机器视觉不仅是人眼的延伸, 更重要的是可以代替人脑的部分工作, 其在农产品品质检测上的应用正是满足了这些应变的要求。

1 动态硬件系统的设计

1.1 硬件系统的设计及实现

本文研究的机器视觉自动检测系统如图 1

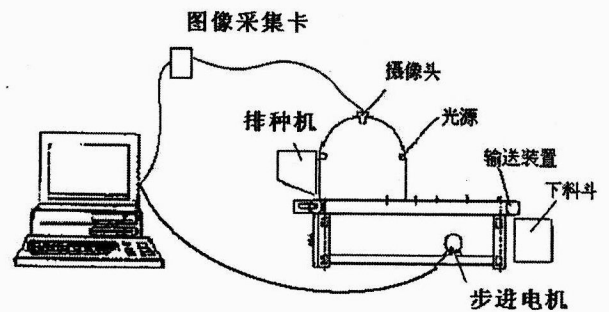


图 1 硬件系统

选用的配置为: 日本产 Panasonic WV-CP410/G 彩色数字摄像机; Matrox Meteor II / Standard 图像采集卡, 是加拿大 Matrox 公司研制生产的, 具有 32 位 PCI 总线, 可将采集到的图像实时传递到计算机内存或显示于计算机显示器上, 并内置 4MB 缓存, 以保证图像数据的实时传输; 计算机 CPU 为 Intel PIII, 128M 内存, 20G 硬盘。经 RS-232 串行接口与步进电机相连。照明采用 2 只 32W 的白色环形灯为光源, 布置如图。样本由上料斗连续地送入由单片机控制的输送装置上, 当摄像机采集图像的时候自动停止。单片机控制输送装置上的步进电机的转速而控制输送装置的启动和停止, 实现每隔 2 秒采一幅图像。用过的样本由下料斗收集。

1.2 图像分析及处理过程

本研究选用江西省种子子公司销量很好, 且外观近似, 不能用肉眼识别的品种。如金优桂 99、先农 3 号、先农 5 号、优 166、中优 463 五个品种各 100 粒。首先把采集的图像进行低通滤波, 消除由于机器误差和传输误差形成的噪声。在 RGB 模式下提取 R、G、B 分量, 后转换到 HSV 模式提取 H、S、V 分量。然后转为灰度图, 进行二值化处理提取背景, 进行拉斯普斯锐化边缘, 计算面积、长轴长、短轴长。提取目标图像轮廓, 由于提取的轮廓较粗, 我们要进行一下细化处理, 计算周长。

图像分析流程如图 2

国家自然科学基金资助项目 (项目编号: 60468002, 30560064) 和江西省重点和一般科技项目 (项目编号: 1246)

作者简介: 刘燕德, 女, 1968-, 江西农业大学工学院, 教授, 博士生, 硕士生导师, 农产品品质智能化无损检测

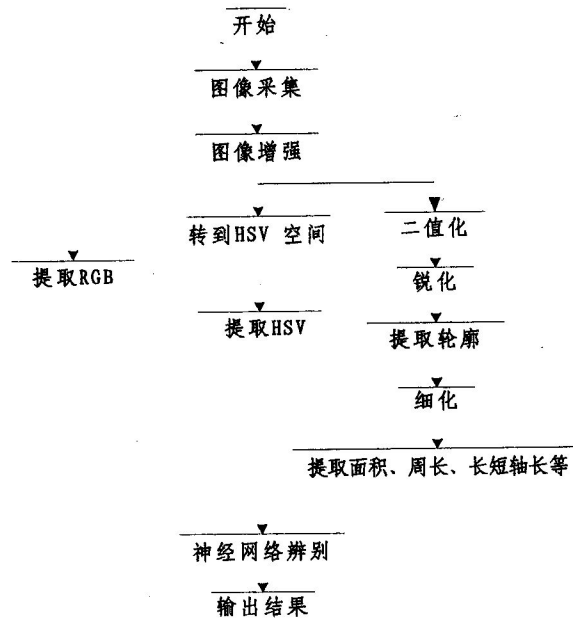


图 2 图像分析流程

1.3 神经网络分类器判别

本研究采用 BP 神经网络, 输入参数为 R、G、B、H、S、V、A(面积)、L(周长)、 A_1 (长轴长)、 A_s (短轴长) 十个参数, 输出参数为金优桂 99(00001)、先农 3 号(00010)、先农 5 号(00100)、优 166(01000)、中优 463(10000)。分类器结构含一个有三个节点的隐含层, 100 粒样本用于训练网络, 100 粒样本用于确认网络结构, 另外用 500 粒用于验证训练好的网络分类器。试验证明分辨率最高。如图 3

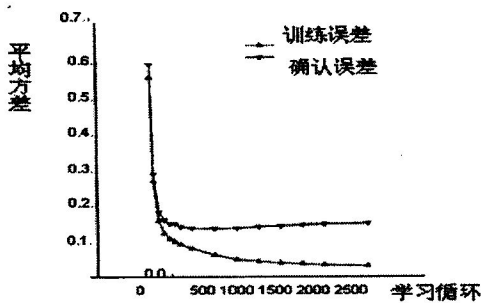


图 3 网络训练

在学习样本为 100 粒种子的条件下, 神经网络的学习率和训练次数分别为 78.9% 和 18800。识别结果为: 先农 5 号为 99.99%, 金优桂为 99.93%, 优 166 为 98.89%, 先农 3 号为 78.82%, 中优 463 为 86.65%。

2 基于 VC++ 的检测软件开发

本研究编制的系统软件用 VC++6.0 编写。根据功能划分, 系统可分为文件模块, 用于打开图像和保存处理结果。图像采集模块完成用 CCD 摄像头采集水稻种子图像的过程, 并把位图以 DIB 格式存到硬盘上。图像低层处理模块包括图像增强, 图像分割, 空间转换, 边缘检测, 边缘细化。特征提取模块, 该模块包括颜色特征模块和形态特征模块组成。网络训练模块用于神经网络的权值训练。结果输出模块把判断出的结果显示到屏幕上。

如图 4:

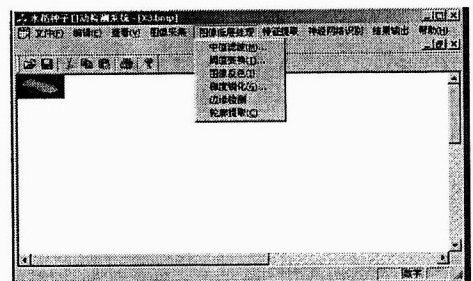


图 4 检测软件界面

3 结束语

本研究提出一种检测杂交水稻种子的新方法, 并设计了高效准确性好的自动检测系统, 突破了常规检测方法的高成本、低效率, 对操作人员专业要求高的局限性, 有很高的实用性, 对机器视觉在农产品深入应用做了有效的探索。