

基于 WebGIS 的肉鸡养殖技术效率测评系统研究*

刘雪¹ 陈雪瑞¹ 李鑫星¹ 张领先¹ 傅泽田²

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

摘要: 将 WebGIS 技术与技术效率测评模型相结合, 采用面向对象的 JAVA 语言, 设计了基于 WebGIS 的肉鸡养殖技术效率测评系统, 实现了肉鸡养殖数据的(空间数据和属性数据)存储和管理、肉鸡养殖技术效率测算、时空特征分析、影响因素分析及其结果的可视化展示。系统应用结果表明, 系统不仅具备简便、快捷、全面的信息查询功能, 而且能够为行业主管部门提供一个集海量动态时空数据管理、养殖技术效率测评及其影响因素分析为一体的智能管理工具。

关键词: 肉鸡 WebGIS 技术效率 测评

中图分类号: TP311; F307.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2014)10-0252-06

引言

肉鸡养殖是我国传统养殖业之一, 近年来, 我国肉鸡产业持续发展, 2012 年我国鸡肉产量达 1 370 万 t, 占世界鸡肉总产量的 16.6%, 稳居世界第 2 位^[1]。然而, 随着消费者安全与营养意识的增强、劳动力以及玉米、豆粕等价格的不断上涨, 肉鸡养殖已经进入了微利时代, 并面临着越来越多的挑战。因此, 寻求系统、科学、便捷的肉鸡生产技术效率评估方法, 对于及时把握肉鸡养殖中投入要素的利用效率, 分析影响肉鸡养殖技术效率的因素, 从而提高肉鸡产业的市场竞争力, 促进资源的合理配置具有重大的现实意义。

国内外学者围绕肉鸡养殖效益和效率进行了大量研究, 国内研究主要侧重于对肉鸡成本收益及其影响因素的探讨^[2-6], 国外更加关注饲料配比对产出的影响^[7-8]。现有研究单纯关注技术效率在时间序列上的变化, 而忽略了空间特征的对比分析; 同时, 由于目前采用的传统评估方法需要进行大量的数据整理和计算工作, 耗时、耗力, 更不能直观地展示评估结果, 难以满足广大肉鸡产业经营者和行业管理人员的需求。

近年来, WebGIS 技术以其强大的数据管理和时空分析功能得以迅速发展, 并在农业^[9-13]中得到广泛的应用。本文将 WebGIS 技术与技术效率测评模型相结合, 设计和开发基于 WebGIS 的肉鸡技术效

率测评系统, 实现肉鸡养殖数据的(空间数据和属性数据)存储和管理、肉鸡养殖技术效率测评、技术效率影响因素定量分析及其结果的可视化等功能, 为肉鸡养殖者提供一个简便、快捷、全面的信息查询平台。

1 系统设计

1.1 设计目标

肉鸡养殖技术效率测评系统的设计旨在通过对肉鸡养殖过程中技术的有效利用及其影响因素进行动态监测和评价, 分析肉鸡养殖过程中物质资源和劳动力资源的利用效率及其影响因素, 从而为肉鸡生产者和行业主管部门提供决策依据。本系统将国内外专家对技术效率的研究成果与先进的 Web 和 GIS 技术相结合, 在对购进雏鸡—饲养—出栏整个肉鸡养殖过程产生的投入和产出信息进行采集和整理的基础上, 选取指标体系, 构建测评模型, 综合考虑肉鸡养殖技术效率测算、时空分析、技术效率影响因素分析和测评与分析结果直观展示等需求, 兼顾技术可行性、经济承受能力和系统适用性, 设计并开发了能够同时满足肉鸡经营者和行业主管部门需求的肉鸡养殖技术效率测评分析系统。通过简便、快捷、全面的养殖信息查询和技术效率测评, 及时发现肉鸡生产经营和管理中存在的问题, 并采取改进措施, 向经营管理要效益; 通过对海量养殖时空数据和信息的动态把握、技术效率及其影响因素的智能分

收稿日期: 2013-11-29 修回日期: 2014-01-26

* 现代农业产业技术体系北京市创新团队建设资助项目(京农发[2011]62号)

作者简介: 刘雪, 副教授, 主要从事农业信息管理、物流与供应链管理研究, E-mail: liusnow@cau.edu.cn

通讯作者: 傅泽田, 教授, 博士生导师, 主要从事农业系统与知识工程研究, E-mail: fzt@cau.edu.cn

析,行业主管部门可以及时掌握产业信息并进行有效的管理,从而实现资源的优化配置。

1.2 系统架构

系统采用 3 层 B/S(浏览器/服务器)体系结构,包括数据服务层、逻辑层和表现层,如图 1 所示。数据服务层是系统的基础,包含系统的数据处理逻辑,负责生产数据和空间数据的管理、存取和维护,为系统的运行提供数据支持;逻辑层是系统的核心,同时作为连接数据服务层和表现层的纽带主要提供 Web 服务和 GIS 服务;表现层是人机交互的端口,通过可视化的系统界面向用户展示数据,并完成数据的管理、各项参数设置以及查询、运算结果的浏览。

1.3 系统功能结构设计

根据设计目标,系统基于模块化思想从功能角度划分为 4 个模块,分别是数据管理、数据查询、测评分析、用户管理。系统功能模块设计如图 2 所示。4 个模块相互独立,分别具有不同功能:

(1)数据管理模块。系统进行智能测评和空间分析的基础是有效的数据采集与准确的空间展示,所以需要肉鸡养殖数据进行准确地采集,并将其与空间数据进行有机的组织和管理。

(2)数据查询模块。主要是为用户提供空间信息、属性数据的搜索查询、浏览和下载服务。

(3)测评分析模块。系统的核心模块,提供肉鸡养殖技术效率的时序分析、空间分析以及影响因素的定量分析,同时实现测评结果的可视化输出。

(4)用户管理模块。为了提高系统的安全性和数据的完整性,由系统管理员对用户管理登陆权限和系统日常事务进行管理,并对系统数据进行维护。

1.4 数据库设计

系统中的数据包括空间数据和属性数据 2 类,

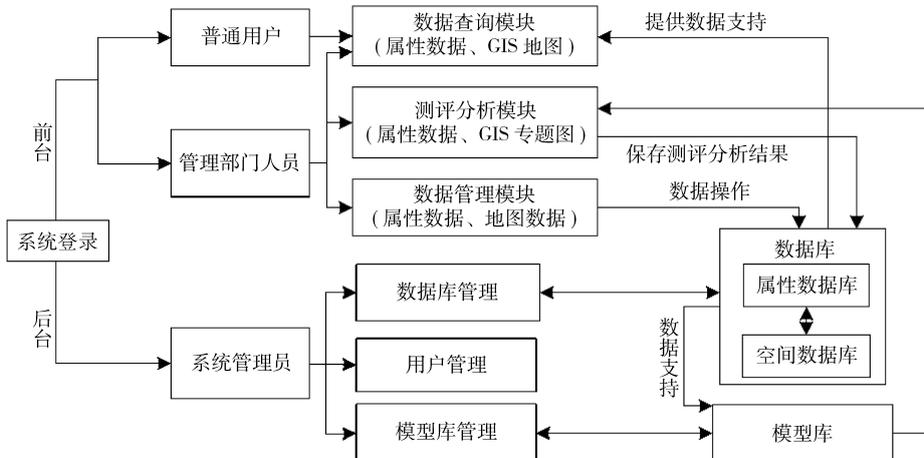


图 2 系统功能模块图

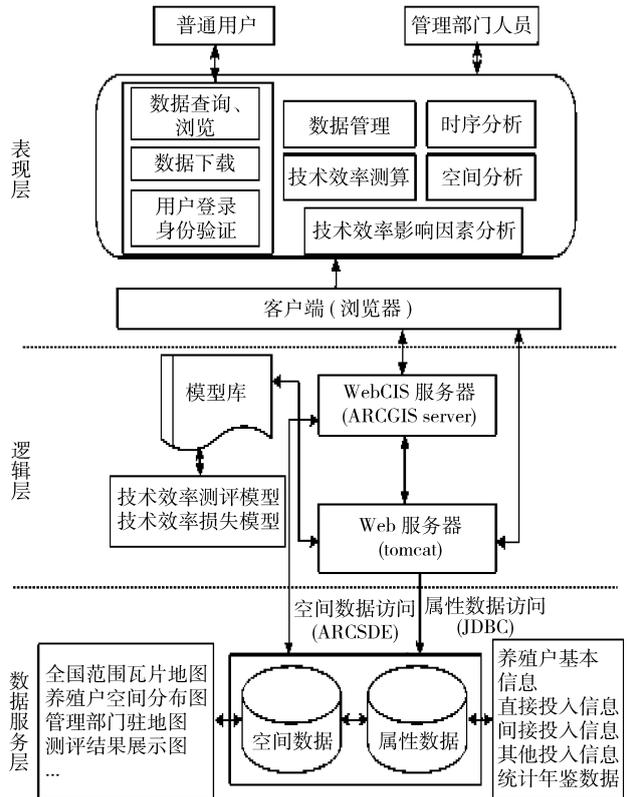


图 1 系统体系结构

Fig. 1 Web structure of the system

其中,空间数据包括全国范围瓦片地图、行政区划图、养殖场(户)点位图、管理部门驻地地图以及测评结果展示图等;属性数据包括调研数据(表 1)和统计年鉴数据(全国农产品成本收益统计资料汇编、省市统计年鉴数据等)。空间数据和属性数据有多种存储和管理模式,为了便于数据的管理和访问,本文采用混合存储模式,即空间数据和属性数据分别单独存储,通过字段的绑定来实现空间数据和属性数据的链接。

1.5 测评模型构建

不同养殖户养殖规模、养殖批次以及养殖间断

Fig. 2 Function module structure of system

性差异较大。因此,系统以单个养殖场(户)为调研对象,通过对肉鸡养殖数据的获取与管理,构建肉鸡养殖技术效率测评模型并对技术效率影响因素进行定量分析。

1.5.1 测评指标的选取

肉鸡生长周期短,极易受疫病影响,且近年来养殖成本波动较大,为了确保数据的有效性和精确性,以每百只为单位,对肉鸡的成本收益进行分析。根据2007—2013年全国农产品成本收益统计汇编资料,对肉鸡养殖成本和收益的构成进行分析,提取反映肉鸡养殖投入构成指标要素为:饲料费、仔畜费、人工成本、水费、燃料动力费、医疗防疫费、死亡损失费和其他资本投入;反映肉鸡养殖产出的指标要素为:主产品产量和产值合计。

表1 调研数据主要内容
Tab.1 Main content of survey data

数据类型	信息项
养殖户基本信息	姓名、联系方式、文化程度、地区、禽舍数、养殖模式、年份、最大养殖规模、是否合同养殖、技术培训次数
直接投入信息	雏鸡费、免疫防疫费、死亡损失费、饲料费、水费、燃料动力费、其他
间接投入信息	管理费、财务费、保险费、销售费、固定资产折旧
劳动投入信息	总劳动投入、家庭用工时间、雇工时间、雇工价格
产出信息	产值合计、主产品产量、净利润、政府补贴、副产品产量、成本利润率

1.5.2 技术效率测评模型

技术效率最早是由 Farrell 于 1957 年提出的^[14],经过不断地发展完善,技术效率的测算分析方法已经比较成熟。目前,比较主流的技术效率测评方法为随机前沿分析(SFA)方法和数据包络分析(DEA)。DEA方法的优点是不需要过多的先验假设,可以直接对数据进行生产前沿面的构造,但难以避免统计误差、运气等随机因素对技术效率的影响;相比之下,SFA方法不仅能够区分随机干扰和技术非效率^[15],同时也可以做出概率意义下的统计分析,更加适合单产出的测算。

肉鸡养殖具有多投入单产出、影响因素多而杂的特点,因此,本文基于随机前沿理论,采用参数随机前沿分析(SFA)方法进行肉鸡技术效率测评模型的构建。目前最常用的随机前沿函数模型即为运用面板数据进行生产前沿面估计的BC模型^[16],该模型主要有C-D函数和Translog(超越对数)函数2种函数形式。由于超越对数函数形式更为灵活,因此本文采用Translog函数形式,构造了肉鸡生产函数,具体表达式为

$$\ln Y_i = \beta_0 + \sum_j \beta_j \ln x_{ij} + \frac{1}{2} \left(\sum_k \sum_{j \geq k} \beta_{kj} \ln x_{ik} \ln x_{ij} \right) + V_i - U_i \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

式中 i ——决策单元(DMU),表示不同养殖户
 Y_i ——第 i 个决策单元的产出指标
 β_0 ——常数项
 β_i ——待估参数
 β_{kj} ——待估参数,系统利用最大似然估计的方法获得其值,用以进行随机生产前沿面的确定
 x_{ij} ——肉鸡养殖中第 i 个决策单元的第 j 个投入指标
 U_i ——非负随机变量,表示技术非效率程度,假设其服从截断正态分布 $N(m_i, \sigma_u^2)$
 V_i ——随机变量,服从正态分布 $N(0, \sigma_v^2)$,独立于技术非效率变量 U_i

误差项为 U_i 和 V_i 的复合结构, V_i 作为随机扰动项,用于测度误差及各种不可控的随机因素。 U_i 反映实际生产状况与随机前沿面的关系,根据假设, U_i 服从截断分布,则 $U_i \geq 0$ 。当 $U_i = 0$ 时,决策单元恰好在生产前沿面上且其技术效率 $T_E = 1$;当 $U_i > 0$ 时,决策单元在生产前沿面下方,此时存在技术非效率,技术效率 $T_E < 1$ 。

技术效率的表达式为

$$T_{Ei} = \frac{\exp(Y_i/U_i, x_i)}{\exp(Y_i/U_i = 0, x_i)} = \exp(-U_i) \quad (0 \leq \exp(-U_i) \leq 1) \quad (2)$$

式中 T_{Ei} ——养殖户 i 的技术效率

技术效率的影响因素具有多而杂的特点,主要可分为水质、气候等自然要素和人为能力起决定性作用的社会经济因素两大类。由于自然要素的不可控性,本文主要研究了人为可控的社会经济要素对肉鸡养殖技术效率的影响。

肉鸡养殖过程中影响技术效率的社会经济因素有:文化水平、养殖方式、户主性别、年龄、家庭规模、养殖规模、养殖品种、政府补贴、是否是合同养殖、技术培训次数、养殖年数等。结合生产函数式(1),通过技术效率损失模型对众多因素的影响力进行定量的测算,具体表达式为

$$m_i = \delta_0 + \sum_{1 \leq m \leq n} \delta_j x_{im} \quad (3)$$

式中 x_{im} ——第 i 个 DMU 技术效率的第 m 个影响因素
 n ——影响因素的总个数
 δ_0 ——常数项

δ_j ——待估参数,其值表示了影响因素对技术效率的作用程度,绝对值越大影响程度越大,取值为正表示对技术效率有正向影响,相反,取值为负则该因素对技术效率存在正向影响

2 系统开发与应用

2.1 系统开发

肉鸡养殖技术效率测评系统运行的支撑软件包括 Windows Server 2008 操作系统、SQL server 2005 数据库、ArcGIS Server 地图服务器、组件库。后台采用面向对象的 JAVA 语言进行开发,前台采用能够满足富客户端需求的 Flex 技术进行设计,系统主页如图 3 所示。通过专门的富客户端(RIA)开发包 ArcGIS API for Flex 将 Flex 与 ArcGIS Server 进行有机结合,在保证功能完整的基础上,实现形象直观的结果展示。

测评分析模型依照 REST 服务标准封装成相对独立的 REST 服务接口。当决策单元数据发生变化时,调用相应 REST 服务接口,根据客户端选择的模型参数,对从数据库调用的空间数据、属性数据进行测算分析,并将结果保存在服务器端数据库。



图 3 系统主页

Fig. 3 Home page of system

2.2 系统应用

基于不同空间尺度(省市区、区县、乡镇、养殖户),系统实现了包含时序分析、空间分析及技术效率影响因素分析为一体的肉鸡养殖技术效率的时空特征分析。基于数据可获得性考虑,当进行以省市区、区县以及乡镇为决策单元(DMU)的宏观分析时,系统提供了两种数据源:①基于单个养殖场(户)的生产信息、养殖品种、养殖规模等信息,推算出各级空间尺度(省市区、区县、乡镇)下决策单元(DMU)的投入产出水平。②根据系统中统计年鉴数据来确定各级空间尺度(省市区、区县、乡镇)下决策单元(DMU)的投入产出水平。

2.2.1 时序分析

本系统的首要功能是对决策单元进行技术效率

时序特征的分析。系统存储了 2006 年以来全国范围内的肉鸡养殖统计年鉴数据以及近年来的全部调研数据,为挖掘肉鸡养殖技术效率的年际变化提供数据支撑。以北京市为例,运行技术效率时序分析模块,可以得到 2006—2011 年北京市大规模肉鸡养殖投入、产出以及技术效率变化趋势,如图 4 所示。肉鸡养殖过程中的总投入由 2006 年的 1799.9 元上涨到了 2011 年的 2793.52 元,呈持续上升状态,相比之下肉鸡产值的走势则呈不规则 N 型。技术效率年度曲线直观反映在考察的时间跨度内,2009 年北京市大规模肉鸡养殖技术效率最高。



图 4 2006—2011 年北京市大规模肉鸡投入、产出及技术效率变化趋势图

Fig. 4 Trend chart of Beijing large-scale broiler input, output and technical efficiency in 2006—2011

2.2.2 空间分析

本系统的第二大功能是能够进行肉鸡养殖技术效率的对比分析,尤其是空间特征分析。

系统以预处理后的调研数据和年鉴数据为数据源,用统计时间、地区、养殖规模作为可选条件参数,投入和产出指标作为限定参数。首先根据设定的条件参数进行首次数据的筛选,从数据库中获得满足条件的数据。然后决策单元(DMU)根据限定参数来进行数据的合并处理,即当某些投入指标选择完成后,其余各项投入指标会自动合并作为其他投入指标项,最后通过运行技术效率测评模块,实现对各个决策单元肉鸡养殖技术效率的智能测评,最后将测评结果进行直观展示。图 5 为 2011 年全国中规模肉鸡养殖技术效率空间分布,该图直观地反映了中规模肉鸡养殖技术效率的空间差异。18 个省区市中,技术效率最高的安徽省可达 99%,而最低的海南省为 42%,相差 57%。

同样,该系统也可以对区县、乡镇等不同空间尺度的决策单元进行肉鸡养殖技术效率的空间特征的对比分析。

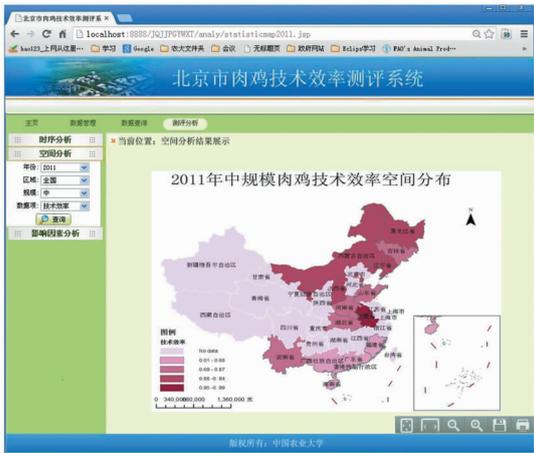


图5 技术效率空间分布

Fig.5 Spatial distribution map of technical efficiency

2.2.3 影响因素分析

肉鸡养殖技术效率测评的最终目的在于分析影响肉鸡养殖效率的因素,并作为合理管理或者安排生产的依据。该系统的第三个重要的功能模块是肉鸡养殖技术效率影响因素分析。

以密云县为例,对影响肉鸡养殖技术效率的因素进行分析。与全国层面的空间尺度不同的是,密云县的每一个养殖场(户)就是一个决策单元。2011—2013年,对密云县21家肉鸡养殖场(户)进行了调查,对可能造成技术效率差异的因素进行了统计分析,涵盖的因素主要包括:户主文化水平、养殖方式、养殖规模、政府补贴、是否是合同养殖、参加技术培训次数、养殖年数等。由于密云县养殖户文化水平、养殖方式、接受技术培训的次数以及政府补贴大致相同,因此选择了是否合同养殖、养殖规模、养殖年数作为技术效率差异的主要影响因素来进行分析,影响因素系数的测算结果如表2所示。表2中3种影响因素 T 检验值的显著性水平说明,影响因素的系数能够有效地反映影响因素与技术效率之间的关系。因此不难发现,合同养殖与养殖规模

对技术效率的影响作用较大且是正相关,说明合同养殖在一定程度上促进了养殖积极性,扩大当前养殖规模能够促进技术效率的提高。而养殖年数与技术效率呈负相关且影响较小,对养殖户的调研发现个中原因是:老养殖户经验观念意识较强,技术意识反而淡薄,对新技术的接受意愿较新养殖户弱。

表2 影响因素测算结果

Tab.2 Measurement results of factors

影响因素	系数	T 检验值	显著性水平
是否合同养殖	-1.44	4.3	0.05
养殖规模	-1.33	2.7	0.05
养殖年数	0.01	1.9	0.1

3 结论

(1)基于WebGIS技术和技术效率测评模型相结合,实现了肉鸡养殖成本收益数据的管理与共享,同时,集成了技术效率分析评价模型,实现了肉鸡养殖技术效率的测算、时序分析、空间分析、影响因素的定量分析等功能为一体的肉鸡养殖信息的时空分析。系统的建立有效地弥补了传统技术效率测评方法中数据存储管理与测评不同步且测评过程过于繁琐的缺陷,具有更强的实用性。

(2)系统以生产率测评为核心,结合了GIS的空间分析功能,从空间的角度来研究整个产业空间分布规律、对比分析区域间的技术效率差异,为肉鸡产业结构和空间布局的优化与调整提供参考。

(3)水质、气候等不可控自然要素,以及投入、养殖模式等人为能力起决定性作用的社会经济因素共同决定了肉鸡养殖技术效率水平。系统着重研究了人为可控因素对技术效率的作用,对于养殖环境等自然要素对技术效率的影响并未涉及,因此,自然和社会经济要素对肉鸡养殖技术效率的综合影响还有待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 United States Department of Agriculture. Livestock and Poultry: World Markets and Trade[EB/OL]. [2013-04-17]. <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/fas/livestock-poultry-ma//2010s/2013/livestock-poultry-ma-04-17-2013.pdf>.
- 2 浦华,文杰,赵桂苹,等.肉鸡成本收益分析[J].中国家禽,2008,30(18):20-26.
Pu Hua, Wen Jie, Zhao Guiping, et al. Cost-benefit analysis of broiler chickens production[J]. China Poultry, 2008, 30(18):20-26. (in Chinese)
- 3 柳岩.我国肉鸡生产区域比较优势分析[J].中国家禽,2011,33(5):23-26.
Liu Yan. Analysis on regional comparative advantage of broiler production in China[J]. China Poultry, 2011, 33(5):23-26. (in Chinese)
- 4 张领先,孙媛,刘雪,等.基于Malmquist-DEA模型的北京家禽产业生产效率与技术进步评价[J].科技管理研究,2013(3):24-27.
Zhang Lingxian, Sun Yuan, Liu Xue, et al. Evaluation on production efficiency on poultry industry in Beijing using Malmquist-DEA model[J]. Science and Technology Management Research, 2013(3):24-27. (in Chinese)
- 5 辛翔飞,王济民.不同养殖规模间肉鸡生产技术效率差异研究[C]//第三届中国黄羽肉鸡行业发展大会会刊,2012:217-

222.

Xin Xiangfei, Wang Jimin. Disparity in China's broiler production efficiency of different farm scales [C] // The 3rd Chinese Yellow Feather Broiler Industry Development Conference, 2012; 217 - 222. (in Chinese)

- 6 王寒笑, 安玉发, 陈丽芬. 中国肉鸡养殖成本分析 [J]. 中国家禽, 2006, 28(14): 10 - 13.
Wang Hanxiao, An Yufa, Chen Lifen. Analysis on cost of China broiler husbandry [J]. China Poultry, 2006, 28(14): 10 - 13. (in Chinese)
- 7 Ruiz J, Ventanas J. New device for direct extraction of volatiles in solid samples using SPME [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(11): 5115 - 5121.
- 8 Costa E F, Miller B R, Houston J E, et al. Production and profitability responses to alternative protein sources and levels in broiler rations [J]. Journal of Agricultural and Applied Economics, 2001, 33(3): 567 - 581.
- 9 焦伟华, 何茨彬, 张小栓, 等. 基于 GIS 的保护性耕作技术适宜性区划方法 [J]. 农业机械学报, 2010, 41(2): 47 - 51.
Jiao Weihua, He Yingbin, Zhang Xiaoshuan, et al. Suitability regionalization of conservation tillage based on GIS [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(2): 47 - 51. (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)
- 11 李帷, 李艳霞, 杨明, 等. 北京市畜禽养殖的空间分布特征及其粪便耕地施用的可达性 [J]. 自然资源学报, 2010, 25(5): 746 - 755.
Li Wei, Li Yanxia, Yang Ming, et al. Spatial distribution of livestock and poultry production and land application accessibility of animal manure in Beijing [J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(5): 746 - 755. (in Chinese)
- 12 Shen G. Location of manufactured housing and its accessibility to community services: a GIS-assisted spatial analysis [J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2005, 39(1): 25 - 41.
- 13 李帷, 李艳霞, 张丰松, 等. 东北三省畜禽养殖时空分布特征及粪便养分环境影响研究 [J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(6): 2350 - 2357.
Li Wei, Li Yanxia, Zhang Fengsong, et al. The spatial and temporal distribution features of animal production in Three Northeast Provinces and the impacts of manure nutrients on the local environment [J]. Journal of Agro-Environment Science, 2007, 26(6): 2350 - 2357. (in Chinese)
- 14 Farrell M J. The measurement of productive efficiency [J]. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General), 1957, 120(3): 253 - 290.
- 15 关忠诚, 杨志, 李宇红, 等. SFA 在研究所技术效率评估中的应用 [J]. 科研管理, 2009, 30(6): 152 - 155.
Guan Zhongcheng, Yang Zhi, Li Yuhong, et al. The application of SFA in the technical efficiency estimations of research institutes [J]. Science Research Management, 2009, 30(6): 152 - 155. (in Chinese)
- 16 Battese G E, Corelli T J. A model of technical inefficiency effects in stochastic frontier production for panel data [J]. Empirical Economics, 1995, 20(2): 325 - 332.

Design of Technical Efficiency Evaluation System for Broiler Based on WebGIS

Liu Xue¹ Chen Xuerui¹ Li Xinxing¹ Zhang Lingxian¹ Fu Zetian²

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

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

Abstract: Using the object-oriented JAVA language, a WebGIS-based system for evaluating the technical efficiency of broiler production was designed and developed. The system had multiple functions including the collection and storage of broiler breeding data (spatial and attribute data), calculation of technical efficiency, analysis of time spatial characteristics, analysis of the determinants of technical efficiency and visual displays of the evaluation results. The application of the system shows that it can provide a simple, rapid and comprehensive information query function, and serves as an intelligent and integrative tool for management of spatial data and the evaluation of dynamic technical efficiency and determinants.

Key words: Broilers WebGIS Technical efficiency Evaluation