

# 畜禽健康养殖预警体系研究与应用

陈长喜<sup>1,2</sup>, 张宏福<sup>2\*</sup>, 王兆毅<sup>1</sup>, 王乙丁<sup>3</sup>

(1. 天津农学院计算机系, 天津 300384; 2. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;  
3. 天津财经大学信息技术科学系, 天津 300222)

**摘要:** 为实现动物健康、人健康、环境健康的畜禽健康养殖目标, 提出了畜禽健康养殖预警体系内容。以猪肉为例, 建立了基于 BP 神经网络的猪肉价格预警模型并采用 C# 与 Matlab 混合编程实现了猪肉价格预警; 以肉鸡为例, 采用 Java EE 架构设计实现了肉鸡产品质量和养殖疫情预警; 用 C# 语言设计实现了给定区域畜禽养殖自然环境承载力预警; 嵌入式编程设计实现了集约化畜禽养殖环境参数预警。当猪肉价格波动幅度超过 15%, 肉鸡日死亡率与产品投诉率超过设定的限值, 养殖数量超过自然环境理论承载力, 养殖环境参数超过设定的阈值范围均会给出预警信息。价格与自然环境承载预警能为管理部门引导畜禽生产提供依据, 避免价格波动与过量养殖所带来的经济缺失与环境破坏; 产品质量、疫情与养殖环境参数预警能从生产管理各环节保证畜禽产品安全, 提高动物福利。

**关键词:** 预警, 畜禽健康养殖, 价格预警, 产品质量预警, 环境预警

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.11.037

中图分类号: TP311.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-11-0215-06

陈长喜, 张宏福, 王兆毅, 等. 畜禽健康养殖预警体系研究与应用[J]. 农业工程学报, 2010, 26(11): 215—220.

Chen Changxi, Zhang Hongfu, Wang Zhaoyi, et al. Study and application of early warning architecture of animal health culture[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(11): —. (in Chinese with English abstract)

## 0 引言

在中国, 畜禽养殖业是农业增效、农民增收的重要产业, 近年来取得了长足的进展; 然而, 其发展也面临着严峻的挑战和危机<sup>[1-2]</sup>, 主要表现在: 1) 畜禽养殖业市场化程度低、生产呈“周期波动”的状况危及产业链中从生产到消费的各个环节。以猪肉为例, 从 2005 年至今, 猪肉价格似“过山车式”的波动<sup>[3]</sup>给养殖户与消费者均造成很大损失, 也给政府管理部门带来了担忧。2) 以“瘦肉精”、“红心蛋”、“三聚氢胺”等为代表的食品安全事件表明畜禽产品质量安全已呈现“危机”之势。3) 畜禽养殖业规模过大对自然环境造成的压力越来越大, 一方面畜禽粪便过量使得周边土壤、水体与空气受到严重的污染<sup>[4-5]</sup>, 另一方面所需的饲料增多, 饲料供给压力增大, 对天然草场侵蚀严重<sup>[6-7]</sup>。4) 随着集约化畜禽养殖场的饲养密集增加, 养殖环境变得恶劣、畜禽将处于亚健康或不健康状态, 导致疾病频繁发生。5) 缺乏畜禽疾病与疫情的预警及处理机制, 导致生产与消费常出现“异常”。6) 在畜禽生产与屠宰过程中增强动物福利和普及人道主义精神方面还有待于进一步提高。因此, 研究畜禽价格预警模型以便于引导畜禽养殖业健康发展;

做到在食品安全事件未发生前或发生初期就做出警报, 及在事件发生后落实并追究具体的相关责任单位或个人; 预警一定区域内畜禽养殖自然环境承载力以实现可持续发展; 在集约化畜禽养殖过程中预警养殖环境参数以实现自动地、信息化管理成为当务之急。本文根据畜禽健康养殖的理念, 提出了畜禽健康养殖预警体系内容并构建了相应的预警系统。

## 1 畜禽健康养殖预警体系内容

畜禽健康养殖包含 3 方面的含义<sup>[8-9]</sup>: 首先, 它以保护动物健康、提高动物福利为主线 (动物健康)。其次, 它以生产质量安全、富含营养的无公害畜产品, 以保护人类健康为目的 (人类健康)。第三, 它以管理科学、资源节约、环境友好, 追求产量、质量、效益和环境统一为最终结果 (环境健康)。

畜禽健康养殖所包含的动物、人类、环境健康的理念决定了畜禽健康养殖预警体系须包含如下几方面内容, 如图 1 所示 (图中粗线框为重点研究内容)。

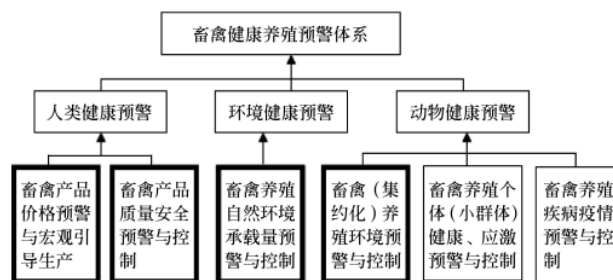


图 1 畜禽健康养殖预警体系内容

Fig.1 Contents of early-warning architecture of animal health culture

收稿日期: 2010-04-13 修订日期: 2010-11-03

基金项目: 国家星火计划项目 (2010GA610020); 天津市科技计划项目 (10ZXHNC08500)

作者简介: 陈长喜 (1970—), 男, 吉林敦化人, 博士后, 副教授, 主要研究方向为农业信息化技术。天津 天津农学院计算机系, 300384. Email: changxichen@yahoo.cn

\*通信作者: 张宏福 (1965—), 男, 博士生导师, 研究员, 从事动物营养与标准化研究。北京 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 100193.

Email: zhanghf6565@vip.sina.com

## 2 畜禽健康养殖预警系统的设计实现

### 2.1 畜禽产品价格预警与宏观引导生产

畜禽产品价格主要受供求关系影响,而畜禽产品供求过程是一种复杂的社会经济活动,具有时变性、高度非线性及相关因素繁多等特点。BP 神经网络<sup>[10]</sup>是解决这类问题的有效方法,其可从学习样本集中隐式地抽象出所研究系统各因素间的相互影响和关系,从近似的、不确定的、甚至相互矛盾的知识环境中做出预测。本文运用 BP 神经网络以猪肉价格预警为例构建畜禽产品价格预警系统。

#### 1) 猪肉价格预警指标及预警模型

文献[11]建立了基于 BP 神经网络的生猪价格预警模型,从供给、需求及供求环境方面设置了如“上一期生猪生产价格变动率”、“上一期末猪存栏增长率”等 17 个警兆指标。本文根据 1994—2009 年猪肉价格数据相关性研究确定了影响猪肉价格的 6 个主要预警指标来训练神经网络模型,分别是居民可支配收入、CPI、生猪存栏量、主要饲料价格、仔猪价格、毛猪价格。建立了前馈 3 层 BP 神经网络预警模型,模型由输入层、输出层和隐含层(简称隐层)组成,网络模型的学习是一种误差从输出层到输入层向后传播并修正数值的过程,学习的目的是使网络的实际输出逼近某个给定的期望输出<sup>[12]</sup>。其基本原理如图 2 所示。

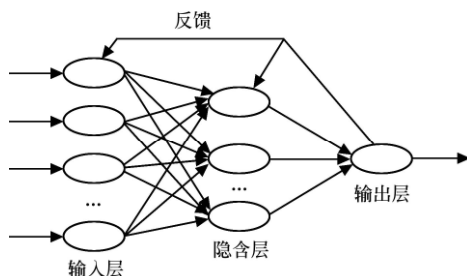


图 2 三层前向神经网络

Fig.2 Three layer feedforward neural networks

基于 BP 神经网络的猪肉价格预警模型输入层节点个数为 6,即 6 个预警指标,输出层节点个数为 1,即猪肉零售价格,隐层节点个数一般按照如下公式计算<sup>[10]</sup>

$$\text{隐层节点个数} = \frac{\text{输入层节点个数} + \text{输出层节点个数}}{2} + (1 \sim 10)$$

本例将相加的 1~10 的整数设为 6,则隐层个数为 9。

#### 2) 猪肉价格预警实现

采用 C#与 Matlab 混合编程实现,Matlab 负责设置与调整的 BP 神经网络模型,C#设计界面友好的人机界面接口并通过 Access 数据库批量导入训练、仿真预警数据,C#设计的接口在前台调用后台的 Matlab 模型。预警系统实现的主界面如图 3 所示。可设定训练误差目标,最大训练步数,批量导入 Access 数据库中的 1994—2009 年的猪肉价格预警指标数据,这些数据分为 BP 神经网络的训练数据与仿真预测的数据,其管理实现如图 4 所示。



图 3 猪肉价格预警系统主界面与导入数据

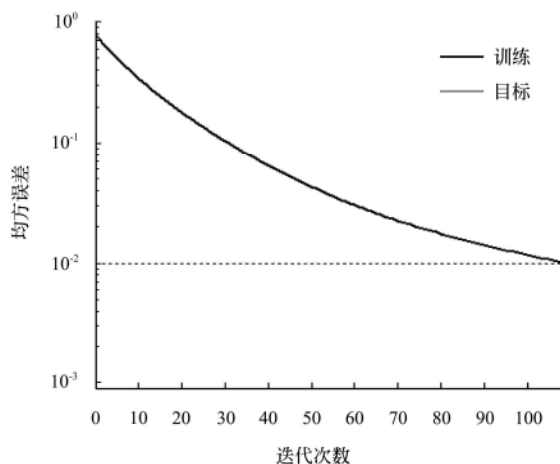
Fig.3 Main Interface of pork price early-warning system and import data



图 4 预警指标数据的管理

Fig.4 Data management of early-warning index

通过导入的猪肉价格指标数据,设定训练目标(即最大误差,本例设为 0.01)与最大训练步数(本例设为 1 000),对 BP 神经网络进行训练,让神经网络自学习,以便于猪肉零售价格的仿真、预测。神经网络训练时的性能、训练状态与回归图如图 5 所示。



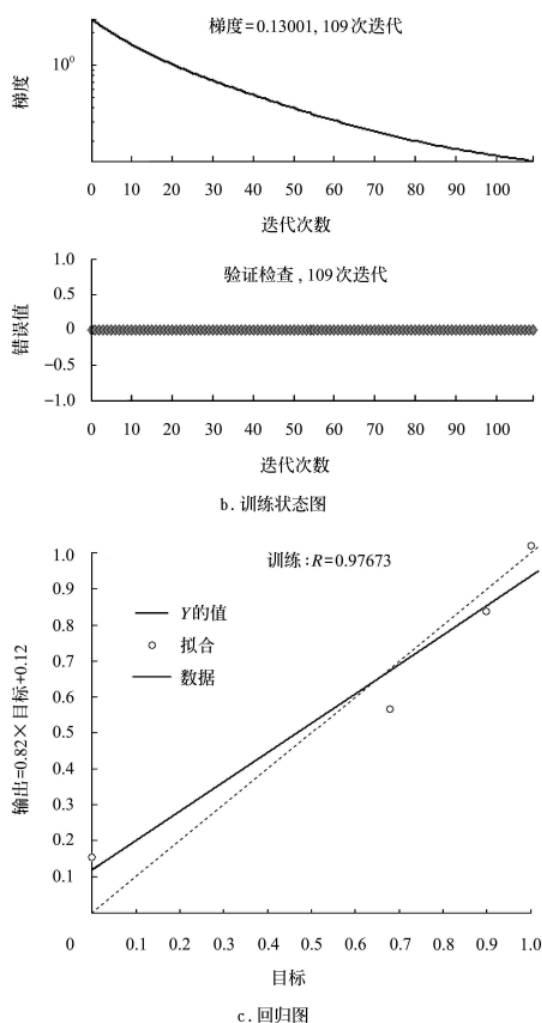


图 5 训练 BP 神经网络的性能、训练状态图与回归图  
Fig.5 Trained BP neural network performance, training status chart and regression chart

当神经网络训练完毕, 给予其一组猪肉仿真价格指标数据, 即可仿真预测出猪肉零售价格。当猪肉零售价格环比波动超过 15%, 或者根据国家有关部门联合发布的《防止生猪价格过度下跌调控预案(暂行)》, 即以猪粮比价为基本预警指标, 当猪肉零售价格与主要饲料价格相比小于 6 即可发出预警信息。预警实现如图 6 所示。

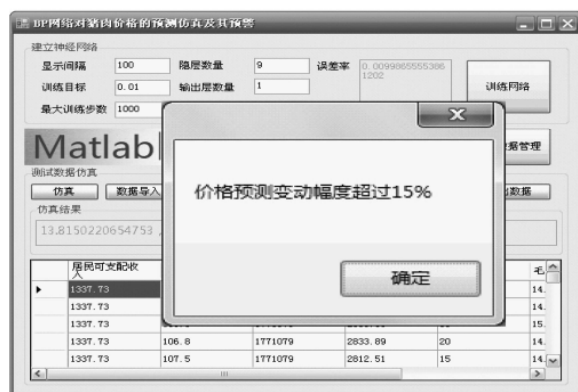


图 6 猪肉价格仿真预警结果  
Fig.6 Result of simulation and early-warning of pork price

只要能够确定影响畜禽价格的参数即可将猪肉价格

预警模型推广至其他畜禽产品价格预警。通过数据库将历史数据批量导入或自添加, 让 BP 神经网络自学习, 从而实现对影响因素众多、时变性强、非线性的畜禽价格进行预警。畜禽价格预警系统对于普通畜禽养殖户及时预测与掌握市场行情、对于政府管理部门引导畜禽生产具有现实意义。

## 2.2 畜禽产品质量安全预警与控制

本文以肉鸡为例, 开发了 B/S 与 C/S 混合架构的“中国肉鸡产业技术体系生产监测与产品质量追溯平台”, 该系统平台可体现肉鸡从生产、屠宰(加工)、储运到销售的所有过程及环节信息, 能让企业生产与管理信息化并通过信息化建设对产品质量安全进行全过程监控。具备肉鸡生产疫情预警与肉鸡产品质量安全风险预警功能; 便于企业管理与政府部门监管; 兼顾了生产者、消费者、监管部门三方的利益。系统用 Java 语言和 Action Script 3.0 编写, 采用 SSH (Spring + Struts + Hibernate) 架构, 以 SQL Server 2005 和 Tomcat 6.0 作为数据库和 WEB 服务器进行设计实现。该平台包含 7 个子系统, 肉鸡产品质量预警与疫情预警由肉鸡体系管理子系统来实现。肉鸡体系管理部门作为第三方认证机构可根据消费者对肉鸡产品的评价与投诉情况预警肉鸡产品质量, 通过可追溯平台肉鸡生产企业各养殖栋舍上报的日死亡量经汇总后计算企业日死亡率对可能发生的肉鸡疫情进行预警。体系管理部门可设定肉鸡死亡率与肉鸡产品投诉率阈值, 当超过给定阈值发出预警信息并显示相关的企业与产品信息。如图 7 所示为预警显示肉鸡日死亡率大于 5% (预警可能发生疫情) 及肉鸡产品消费者投诉率大于 2% 肉鸡生产企业及产品信息。



a. 产品质量



b. 疫情预警

图 7 肉鸡产品质量及疫情预警  
Fig.7 Early-warning of broiler products quality and epidemic situation for administrators

### 2.3 畜禽养殖自然环境承载量预警

文献[13-15]分析了一定区域面积条件下畜禽粪便的最大负荷量估算（一般以猪粪便作为当量计算，其他畜禽利用换算系数来计算）。文献[16-18]探讨了许多计算理论载畜量的方法，不论是从日食量还是从消化能来计算理论的载畜量，均与草场面积与类型（山地草原、山地草甸、高寒草甸、灌丛草甸、疏林）有关，还与气温、降水、日照、风速、蒸发、人类活动有关。一般 1 只绵羊单位年需草场面积  $0.45 \sim 1.27 \text{ hm}^2$ ，其他草食性动物与绵羊单位换算。畜禽健康养殖自然环境承载量预警系统实现分为 2 部分，分别以畜禽粪便量与以草场理论载畜量来进行预警。

以畜禽粪便量预警是将一定区域面积条件下畜禽粪便排泄总量（猪粪当量）作为预警指标。通过由行政管

理部门所统计的行政区域禽畜养殖存栏量（如牛、马、猪、羊、家禽等主要畜禽存栏数量）来计算总的猪粪便当量，当猪粪当量超过区域面积的最大承载量则给出年度预警信息。因为畜禽粪便有经过或不经过人工处理的，若经过人工处理可相应减少粪便排泄总量；若不经处理，粪便总量是累积的，在预警时可导入往年存栏数据进行累计预警。

以草场载畜量预警是将天然草场理论载畜量（绵羊单位）作为预警指标。通过行政管理部门所统计的行政区域草场面积与类型来计算理论载畜量，当畜禽养殖的存栏总量换算为绵羊单位超过给定区域面积的理载畜量则给出预警信息。

采用 C#语言设计了实现了畜禽养殖自然环境承载量预警系统。如图 8 所示。



a. 以粪便量理论载畜量为依据的自然环境预警系统



b. 以天然草场理论载畜量为依据的自然环境预警系统

图 8 一定区域面积下以粪便量与天然草场理论载畜量为依据的自然环境预警系统

Fig.8 Early-warning system of natural environment according to both animal manure excretion and theoretical stocking rate of natural grassland in a certain area

畜禽养殖自然环境承载量预警主要从宏观上预警一定区域面积畜禽的最大养殖数量。通过此预警系统，政府管理部门能更好地引导畜禽生产，保护生态环境。

### 2.4 畜禽集约化养殖环境预警与控制

参考文献[19-20]，以畜禽养殖环境参数作为预警指标，在畜禽养殖舍内安装温度、湿度、氨气浓度、光照等传感器、视频监控器，红外火警与入侵传感器。开发一组嵌入式设备，管理者能通过 Internet、Intranet 网络或 GPRS 无线网络远程监控养殖舍的环境参数。以白羽肉鸡养殖温度控制为例，雏鸡进入鸡舍，育雏温度第一周为  $33 \sim 35^\circ\text{C}$ ，以后温度每周降  $2 \sim 3^\circ\text{C}$ ，至 35d 的  $21^\circ\text{C}$  止，35d 前温度控制至关重要，35d 后，温度变动最大范围在  $19 \sim 24^\circ\text{C}$ 。肉鸡养殖工作人员可从进雏开始，由环境预警系统自动设定在每日龄的温度范围，也可人工预先设定时间与温度控制范围后，由嵌入式设备对温度进行监控，当监测的参数超过所设定的阈值上限或下限时向养殖人员发出声、光、电警报并通过无线网络向养殖管理人员发送短信。嵌入式开发板采用三星的 2440，嵌入式芯片为 ARM 9，操作系统为 Linux。编程语言为 C 语言。为了今后的扩展控制，输入通路设定为 8 路。畜禽养殖

环境参数监控预警框架图如图 9 所示。

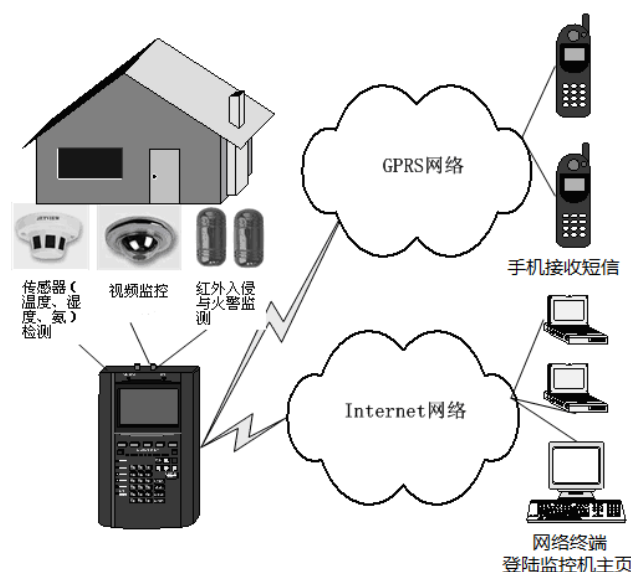


图 9 畜禽养殖环境监控预警框架及与嵌入式设备

Fig.9 Framework of culture environment early-warning system and embedded device

养殖环境参数预警与控制自动化程度的提高, 减少了畜禽养殖人员, 提升了工作效率, 便于企业管理, 更重要的是增加了动物福利。

### 3 其他畜禽健康养殖预警系统讨论

畜禽在亚健康或应激状态可导致动物生长发育缓慢, 生产性能下降, 免疫力减弱, 产品质量下降, 严重时引起死亡, 给畜牧业造成巨大损失。畜禽(个体或小群体)健康与应激预警主要是通过监控畜禽所表现的活动状态来推断其健康与应激状况。如鸡患病表现为: 食量下降, 粪便变稀, 颜色变化且不成形, 鸡翅尾下垂、啄食、饮水与梳羽次数减少等<sup>[21]</sup>。这需要根据畜禽养殖专家经验来判断。但通过畜禽所表现的活动状态来判断其所患病或应激的具体类型还有待于进一步研究。

畜禽疾病、疫情预警主要是通过探索自然环境因素与畜禽疾病与疫情流行之间的关系构建畜禽疾病与疫情流行趋势的预测模型。依靠疫病监测、疫情报告和流行病学分析等技术手段, 同时结合 GIS 构建畜禽疾病与疫情监测预警系统<sup>[22-23]</sup>。要真正构建畜禽疾病与疫情预警系统, 需要研究畜禽疾病与疫情发生情况、气象、遥感卫星等详细资料且在研究的方法与手段上均需创新才可构建预警系统。

### 4 结 论

1) 运用 BP 神经网络构建的猪肉价格预警系统能在猪肉零售价格环比波动超过 15%, 或猪肉零售价格与主要饲料价格相比小于 6 即可发出预警信息。可将猪肉价格预警模型推广至其他畜禽产品价格预警。

2) 畜禽价格预警系统对于普通畜禽养殖户及时预测与掌握市场行情、对于政府管理部门引导畜禽生产具有现实意义。肉鸡产品质量追溯平台不但能预警肉鸡养殖疫情还能预警畜禽产品质量, 并且在质量安全发生问题时落实责任。

3) 畜禽自然环境预警系统从宏观上预警一定区域面积畜禽最大养殖总量, 便于政府管理部门管理, 防止过度养殖、保护自然生态环境。

4) 畜禽集约化养殖环境预警系统一方面能便于生产管理, 另一方面也能为畜禽提供舒适的饲养环境, 增加了动物福利, 从而能生产出风味优质的畜禽产品。

#### [参 考 文 献]

- [1] 冯定远, 左建军. 饲料行业和养殖业可持续发展的影响因素及其饲料营养对策[J]. 广东饲料, 2008, 17(1): 17—22. Fen Dingyuan, Zuo Jianjun. Influencing factors of feed and feeding industry sustainable development and control nutrient countermeasures[J]. Guangdong Feed, 2008, 17(1): 17—22. (in Chinese with English abstract)
- [2] 张庆东, 田立亚. 我国畜禽养殖小区发展存在的问题及其对策[J]. 农业工程学报, 2006, 22(增刊 2): 68—70. Zhang Qingdong, Tian Liya. Problems and countermeasures in the development of animal raising villages[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(Supp 2): 68—70. (in Chinese with English abstract)

- [3] 周夏沛. 透视生猪价格大幅波动的原因及对策[J]. 饲料博览, 2009, (12): 70—71. Zhou Xiapei. Perspective about causations and countermeasures of pork price fluctuations[J]. Feed Review, 2009, (12): 70—71. (in Chinese with English abstract)
- [4] 汪开英, 代小蓉. 畜禽场空气污染对人畜健康的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2008, 44(10): 32—34. Wang Kaiying, Dai Xiaorong. Effects of livestock and poultry field air pollution for human health[J]. Chinese Journal of Animal Science, 2008, 44(10): 32—34. (in Chinese with English abstract)
- [5] Dinar A, Xepapadeas A. Regulating water quantity and quality in irrigated agriculture[J]. Journal of Environmental Management, 1998, 54(6): 273—289.
- [6] 谢双红. 北方牧区草畜平衡与草原管理研究[D]. 北京: 中国农业科学院农业经济与发展研究所, 2005: 65—76. Xie Shuanghong. Research on the Balance between Animal and Grassland Production and the Management of Grassland[D]. Beijing: Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Science, 2005: 65—76. (in Chinese with English abstract)
- [7] 陈全功. 关键场与季节放牧及草地畜牧业的可持续发展[J]. 草业学报, 2005, (14): 29—34. Chen Quangong. Key pasture, seasonal grazing and sustainable development of grassland animal husbandry production in China[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2005, (14): 29—34. (in Chinese with English abstract)
- [8] 于维军. 大力推进健康养殖提升畜产品国际竞争力[J]. 山西农业·畜牧兽医, 2008, (4): 25—28. Yu Weijun. Vigorously promote animal health culture and upgrade animal products international competitiveness[J]. Shanxi agriculture·Animal and Veterinary Sciences, 2008, (4): 25—28. (in Chinese with English abstract)
- [9] 邝声耀. 发展健康养殖 提高畜产品质量[J]. 四川畜牧兽医, 2007, 34(9): 7—11. Kuang Shengyao. Develop animal health culture and improve quality of animal products[J]. Sichuan Animal and Veterinary Sciences, 2007, 34(9): 7—11. (in Chinese with English abstract)
- [10] 南晋华. 决策神经网络模型及应用研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2005: 26—28, 37—48. Nan Jinhua. Research on Decision Neural Network Model with Applications[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2008: 26—28, 37—48. (in Chinese with English abstract)
- [11] 赵瑞莹, 杨学成. 农产品价格预警模型的建立与应用: 基于 BP 人工神经网络[J]. 农业现代化研究, 2008, 29(2): 172—175. Zhao Ruiying, Yang Xuecheng. Establishment and application of early-warning models of agricultural product price risks-based on BP artificial neural network[J]. Research Agricultural Modernization, 2008, 29(2): 172—175. (in Chinese with English abstract)
- [12] 周开利, 康耀红. 神经网络模型及其 MATLAB 仿真程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005: 224—225.
- [13] Mallin M A, Cahoon L B. Industrialized animal reduction: a major source of nutrient and microbial pollution to aquatic ecosystems[J]. Population and Environment, 2003, 24(5): 369—385.
- [14] 王晓燕, 汪清平. 北京市密云县耕地畜禽粪便负荷估算及

- 风险评价[J]. 农业生态环境, 2005, 21(1): 30—34.
- Wang Xiaoyan, Wang Qingping. Livestock manure load of farmland in Miyun County and its environmental risk assessment[J]. Rural Eco-Environment, 2005, 21(1): 30—34. (in Chinese with English abstract)
- [15] 张绪美, 董元华, 王辉, 等. 中国畜禽养殖结构及其粪便 N 污染负荷特征分析[J]. 环境科学, 2007, 28(6): 1311—1318.
- Zhang Xumei, Dong Yuanhua, Wang Hui, et al. Structure of Livestock and Variation of Fecal Nitrogen Pollution Load in China[J]. Environmental Science, 2007, 28(6): 1311—1318. (in Chinese with English abstract)
- [16] 白可喻, 徐斌. 政府决策和管理体制在草地健康发展中的作用[J]. 中国草地, 2005, 27(4): 74—79.
- Bai Keyu, Xu Bin. The function of government policy and management structure on rangeland health[J]. Chinese Journal of Grassland, 2005, 27(4): 74—79. (in Chinese with English abstract)
- [17] 任继周, 梁天刚, 陈全功, 等. 中国草业开发专家系统 Ver2.0 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 56—114.
- [18] 裴晓菲. 牧过渡带典型地区畜牧业生产系统优化模式研究 [D]. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 1999: 63—64.
- Pei Xiaofei. A Study on Optimized Model of Animal Husbandry Production System in Typical Area of Agri-Pastoral Transitional Zone[D]. Beijing: Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Science, 1999: 63—64. (in Chinese with English abstract)
- [19] 袁建敏, 张开臣, 胡晓飞, 等. 环境因素影响肉鸡生长的研究进展[J]. 家畜生态学报, 2007, 28(6): 136—138.
- Yuan Jianmin, Zhang Kaichen, Hu Xiaofei, et al. Study on the effect of environment factors on the growth of broiler chickens[J]. Acta Ecologiae Animalis Domastici, 2007, 28(6): 136—138. (in Chinese with English abstract)
- [20] 白红武, 滕光辉, 马亮, 等. 蛋鸡健康养殖网络化管理信息系统[J]. 农业工程学报, 2006, 22(10): 171—173.
- Bai Hongwu, Teng Guanghui, Ma Liang, et al. Layer healthy breeding management information system based on Internet [J]. Transactions of the CSAE, 2006, 22(10): 171—173. (in Chinese with English abstract)
- [21] 张宏福, 卢庆萍, 董红敏, 等. 加强应激与环境控制基础研究, 为集约化畜牧业健康发展提供理论支撑[J]. 中国农业科技导报, 2003, 5(4): 72—74.
- Zhang Hongfu, Lu Qingping, Dong Hongmin, et al. Enhancing foundation study on stress and environment adjustment to afford theory supporting to intensive livestock [J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2003, 5(4): 72—74. (in Chinese with English abstract)
- [22] 温亮. 海南省疟疾流行预测方法及基于 GIS 的疟疾监测预警系统的初步构建[D]. 西安: 第四军医大学流行病学院预防医学系, 2004: 2—32.
- Wen Liang. Research on prediction of malaria epidemic and construction GIS-based malaria surveillance and early warning system in Hainan province[D]. Xian: Department of Preventive Medicine, Institute of Epidemiology, The Fourth Military Medical University, 2004: 2—32. (in Chinese with English abstract)
- [23] 秦淑莲. 前期海温和 ENSO 指标与棉铃虫发生的遥相关及长期灾变预警[D]. 南京: 南京农业大学植物保护学院昆虫学系, 2003: 57—68.
- Qin Shulian. Teleconnection Between the Advance SST, ENSO and Outbreaks of the Cotton Bollworm: A Solution for Long-term Forecasting[D]. Nanjing: Department of Entomology, Institute of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, 2003: 57—68. (in Chinese with English abstract)

## Study and application of early warning architecture of animal health culture

Chen Changxi<sup>1,2</sup>, Zhang Hongfu<sup>2\*</sup>, Wang Zhaoyi<sup>1</sup>, Wang Yiding<sup>3</sup>

(1. Department of Computer Science, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384, China;

2. Institute of Animal sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

3. Department of Information Science Technology, Tianjin University of Finance and Economics, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** In order to realize the targets of animal health culture, which including animal health, human being health and environment health, early warning architecture contents of animal health culture was put forward. Taking the pork as an example, pork price early warning system model was established based on BP neural networks and the system platform was designed and implemented by combined programming of C# and MATLAB. Early warning system of chicken products quality and breeding disease was implemented by using Java EE architecture in taking the broiler as an example. Early warning system of natural environment was designed with C# language according to both animal manure excretion and theoretical stocking rate of natural grassland in a certain area. Early warning system of environment parameters in intensive culture was implemented by using of embedded program design. When the fluctuation range of pork price exceeds 15%, daily mortality of broilers and complaint rate of chicken products exceed prescribed threshold, breeding number of animal is more than theoretic capacity of natural environment, breeding environment parameters exceed the set range, the early-warning messages would be sent. Early-warning of animal price and capacity of natural environment can provide the basis for government administrators and guide animal production, the economic loss and environmental damage would be avoidable by reducing price fluctuation and excessive breeding. Early-warning of animal products quality, epidemic and environment parameters of animal culture, from all the aspects of production management, can ensure the safety of animal products and also improve the animal welfare.

**Key words:** early warning, animal health culture, price early warning, product quality early warning, environmental early warning