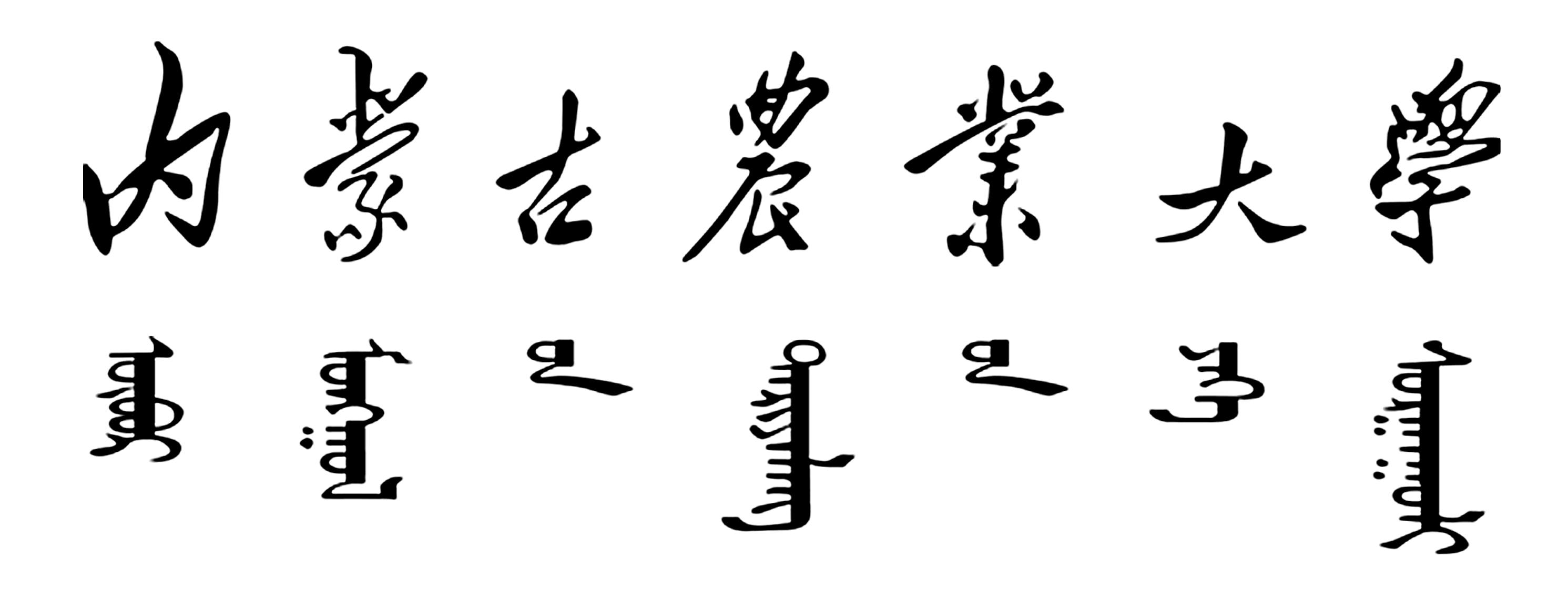
**（一）本科生毕业论文封面**



本科生毕业论文

基于机器视觉的种蛋筛选及孵化成活性检测研究

**Study on Automatic Identifying Quality and Fertility**

**of Hatching Eggs Based on Machine Vision System**

姓 名： AAA

学 号： 202502251549

学 院： XXX学院

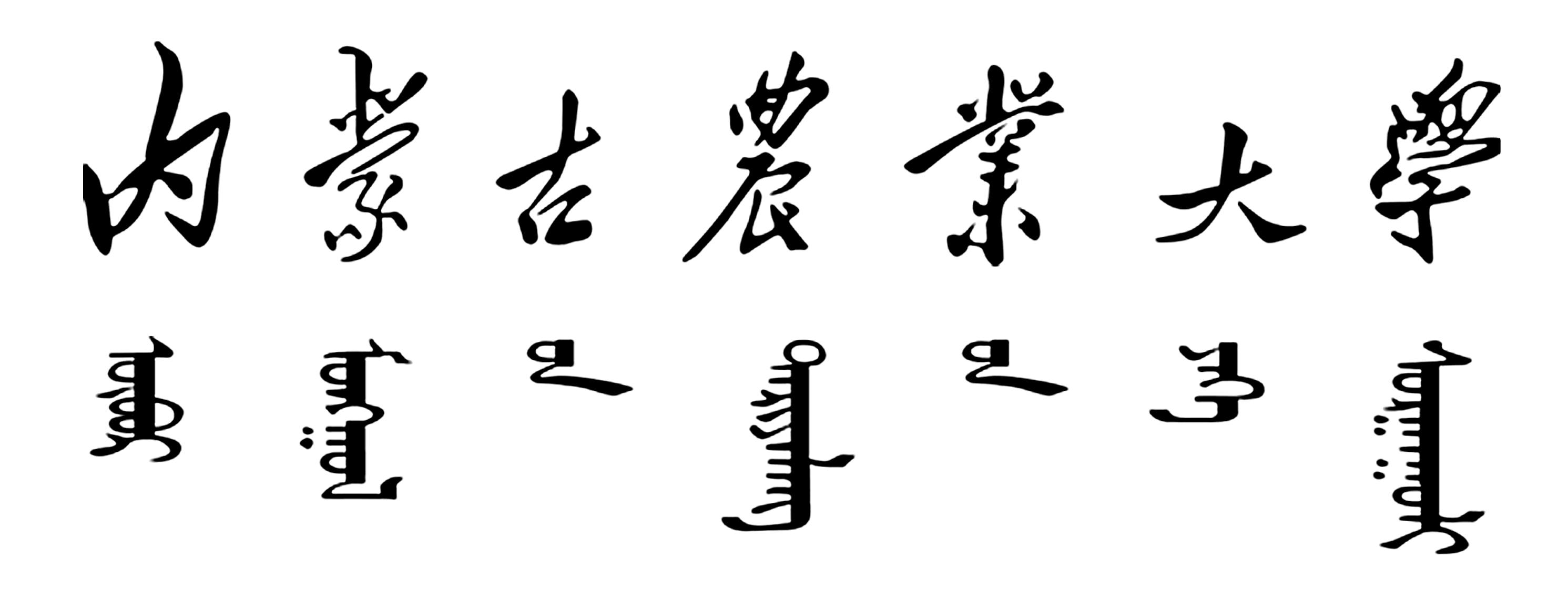
专 业： 机械设计制造及其自动化

指导教师： XXXX 教授

XXXX 副教授

二〇二五年六月

**（二）本科生毕业设计封面**



本科生毕业设计

基于机器视觉的种蛋筛选及孵化成活性检测研究

**Study on Automatic Identifying Quality and Fertility**

**of Hatching Eggs Based on Machine Vision System**

姓 名： AAA

学 号： 202502251549

学 院： XXX学院

专 业： 机械设计制造及其自动化（辅修/第二学士学位）

指导教师： XXXX 教授

XXXX 副教授

二〇二五年六月

**内蒙古农业大学毕业论文（设计）诚信承诺书**

**（三）诚信承诺书**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 毕业论文（设计）  题目 |  | | | | |
| 学生姓名 |  | 学号 |  | 班级 |  |
| 所学专业 |  | | | 指导教师 |  |
| **学生承诺**  **本人慎重承诺和声明：**  1．认真学习了教育部《学位论文作假行为处理办法》（中华人民共和国教育部令第34号）和《内蒙古农业大学学位论文作假行为处理实施细则（试行）》。  2．在毕业论文（设计）撰写过程中遵守学校有关规定，恪守学术规范和道德，毕业论文（设计）在指导教师的指导下独立完成。  3．在毕业论文（设计）中未剽窃、抄袭他人的学术成果，未篡改研究数据，引用他人的观点和参考资料均做了注释和说明。  4．如有违规行为发生，我愿承担一切责任及相关的后果。  学生（签名）： 年 月 日 | | | | | |
| **指导教师承诺**  **本人慎重承诺和声明：**  认真学习了教育部《学位论文作假行为处理办法》（中华人民共和国教育部令第34号）和《内蒙古农业大学学位论文作假行为处理实施细则（试行）》，在指导学生毕业论文（设计）活动中遵守学校有关规定，恪守学术规范，经过本人认真的核查，该同学的毕业论文（设计）中未发现有剽窃、抄袭他人的学术观点、思想和成果的现象，未发现篡改研究数据。  指导教师（签名）： 年 月 日 | | | | | |

摘 要

**（四）毕业论文（设计）编写样本及详细要求**

入孵前种蛋筛选以及种蛋孵化过程中胚胎成活性检测是孵化工作的重要技术环节。鉴于人工检测劳动强度大，效率低，准确性差。通过对基于机器视觉的种蛋筛选和孵化成活性检测方法的系统研究，建立了种蛋筛选和孵化成活性自动检测系统。

1．建立了基于机器视觉的种蛋筛选和孵化成活性检测硬件系统。通过对比试验研究，确定了图像采集时的最佳光源和背景颜色；对种蛋筛选硬件系统进行了标定，标定精度能满足种蛋外观品质检测要求。

2．对基于机器视觉技术的种蛋筛选方法进行了系统研究，建立了种蛋重量、蛋形、蛋壳表面缺陷和蛋壳颜色等4个检测指标的种蛋外观品质综合评价体系。

(1) 提出利用种蛋图像零阶矩计算图像投影面积代替重量称量的方法，检测结果与实际称量值间有良好的相关性，过大蛋、正常蛋、过小蛋检测准确率分别达到了97.73%、97.04%和96.51%。

(2) 研究了基于机器视觉的种蛋蛋壳表面缺陷识别方法，提出利用阈值识别法结合八邻域边界跟踪算法检测裂纹、脏斑、血斑等种蛋蛋壳表面缺陷，裂纹蛋、污斑蛋和正常蛋的检测准确率分别达到了91.25%、94.18%和96.36%。

(3) 提出基于机器视觉、矩和神经网络技术，以种蛋蛋形指数及蛋径差为检测指标的蛋形分步检测方法。先检测种蛋蛋形指数，再利用提出的改进免疫遗传算法优化LMBP神经网络结构，并用优化后的神经网络识别畸形蛋。过长蛋、过圆蛋和畸形蛋的检测准确率分别达到了97.1%、95.59%和94.87%，正常蛋平均检测准确率达到了95.75%。

(4) 以色度频度值为蛋壳颜色特征参数，采用改进免疫遗传LMBP神经网络进行蛋壳颜色一致性检测，浅壳蛋、正常蛋和深壳蛋的检测准确率分别达到了95.6%、95.8%和91.3%。

3．参照人工照蛋时间，对孵化早期、中期和后期的种蛋胚胎成活性检测方法进行了系统研究。利用改进模拟退火微粒群优化算法，优化BP神经网络结构。以种蛋色度频度值为特征参数，用优化后的BP神经网络检测种蛋孵化成活性，对孵化早期、中期和后期的种蛋孵化成活性平均检测准确率分别达到了92.5%、98.3%和100%。

关键词：种蛋筛选；成活性检测；机器视觉；图像处理；微粒群算法

**Abstract**

Identifying quality and fertility of hatching eggs are an important and hard work in the farms. Manual inspection suffers from visual stress and tiredness and is low accuracy and time-consuming. An automatic and practical detection system based on machine vision system and ANN is developed instead of manual inspection of hatching egg for improving detecting accuracy and effciency.

1. The machine vision hardware system is built for identifying exterior quality and fertility of hatching egg .The light source and background color are found out through a lot of experiments. Camera calibration is done for correcting image distortion, and its accuracy is able to match the demand of identifying exterior quality of hatching egg.

2. Based on machine vision technique, criterion is proposed for comprehensive evaluating egg’s exterior quality by weight, shape, eggshell defect feature and eggshell color, and method of egg quality classification is developed.

(1) The projection area of egg image is extracted by 0-order moment and used to classify egg weight instead of metage. The classification accuracy is 97.73% for bigger eggs, 97.04% for normal eggs, and 96.51% for smaller eggs.

(2) Threshold recognition and 8-connected boundary tracking method are combined to extract the defect feature on eggshell, and its classification accuracy is 91.25% for cracked eggs, 94.18% for dirt stained, blood spotted eggs and 96.36% for normal eggs.

(3) Egg shape index and radius differences are extracted as shape feature parameters, a two-step shape measurement method is proposed based on machine vision, moment technique and neural network. An improved immune GA algorithm is put forward, which is used to optimize topology structure of LMBP neural network for detecting quality of hatching egg automatically.

Key Words: *Fertility identification; Image processing; Genetic algorithm; Neural network*

目 录

1 引言 1

1.1 机器视觉概述 1

1.2 研究背景和意义 1

1.3 国内外研究现状 2

1.3.1 国外研究现状 2

1.3.2 国内研究现状 3

1.4 存在问题 4

1.5 研究内容及目标 5

1.5.1 种蛋筛选和孵化成活性检测硬件系统建立 6

1.5.2 基于机器视觉的种蛋筛选 7

1.5.3 基于机器视觉的种蛋孵化成活性检测 8

1.5.4 软件系统集成 9

1.6 小结 10

2 彩色机器视觉硬件系统与颜色模型 13

2.1 种蛋筛选机器视觉硬件系统 14

2.1.1 摄像机 15

2.1.2 计算机 16

2.1.3 光照箱 17

2.1.4 光源 18

2.1.5 背景 19

2.2 种蛋孵化成活性检测机器视觉硬件系统 20

2.3 视觉系统标定 21

2.3.1 摄像机模型 22

2.3.2 摄像机标定方法 23

2.4 颜色模型 25

2.4.1 常用的颜色模型 27

2.4.2 本文使用的颜色模型 30

2.5 小结 31

3 基于机器视觉的种蛋筛选 32

3.1 种蛋重量检测 33

3.1.1 种蛋图像投影面积计算 36

3.1.2 种蛋周长计算 37

3.1.3 种蛋重量检测样本 39

3.1.4 检测结果与分析 40

3.2 种蛋蛋壳表面缺陷检测 41

3.2.1 图像分割 42

3.2.2 分割结果 45

3.2.3 种蛋蛋壳表面污斑面积计算 46

3.2.4 种蛋蛋壳表面缺陷检测样本 47

3.2.5 检测结果与分析 48

3.3 种蛋蛋形检测 49

3.3.1 种蛋蛋形特征参数提取 50

3.3.2 改进的免疫遗传LMBP神经网络模型建立 51

3.3.3 种蛋蛋形检测样本选择 52

3.3.4 免疫遗传LMBP神经网络检测种蛋蛋形结果与分析 55

3.4 种蛋壳色检测 56

3.4.1 种蛋壳色特征参数提取 57

3.4.2 种蛋蛋壳颜色检测样本选取 59

3.4.3 免疫遗传LMBP神经网络检测种蛋壳色结果与分析 60

3.5 基于机器视觉的种蛋筛选检测结果与分析 61

3.6 小结 62

4 基于机器视觉的种蛋孵化成活性检测 63

4.1 种蛋孵化成活性特征参数提取 64

4.2 改进模拟退火微粒群算法 65

4.2.1 微粒群算法 66

4.2.2 模拟退火算法 67

4.3 小结 68

5 基于机器视觉的种蛋筛选及孵化成活性检测软件系统集成 69

6 结论 70

7 展望 71

致谢 72

参考文献 74

1 引言

1.1 机器视觉概述

机器视觉是近几十年来发展起来的一门智能技术，它主要用计算机来模拟人的视觉功能，从客观事物的图像或图像序列中提取信息，对客观世界的三维景物和物体进行形态和运动识别，目的是寻找人类视觉规律，从而开发出从图像输入到自然景物分析的图像理解系统，最终用于实际检测、测量和控制[1-3]。

机器视觉是计算机、自动化、光学、视觉学、心理学、脑研究等多学科的交叉领域，它始于20世纪70年代，是在遥感和生物医学图片分析应用技术取得卓越成果的基础上发展起来的。随着计算机技术的飞速发展，机器视觉、模式识别、人工智能及人工神经网络等交叉学科的研究与应用已扩展到人们生产生活的各个领域，在工业检测、农业生产自动化、农产品分选、收获机器人、动植物生长状态监控、机器人导航、视觉伺服系统、军事、医学、商业、闭路电视监控系统和卫星遥感系统等领域得到了广泛的应用，并取得了重要研究成果。机器视觉技术的诞生与应用，极大地解放了劳动生产力，提高了生产自动化水平，改善了人类生活现状，具有很好的应用前景。

机器视觉不仅是人眼的延伸，也具有人脑的部分功能，其优点是速度快、信息量大、功能多、检测精度和效率高。借助红外线、紫外线、X射线、超声波等高新探测技术，机器视觉在探测不可视物体和高危险场景时更突显其优点。在需要重复、单调的依靠视觉获取信息的场合，如大批量的产品品质检测、分级，机器视觉还能够达到快速、准确、无损等人工无法比拟的效果。目前，国内外的许多研究人员已为开发应用于农产品品质识别和分级的机器视觉系统付出了不懈努力，如谷粒的表面裂纹检测、农作物种子的分级以及根据鸡蛋、黄瓜、玉米、竹笋、番茄、辣椒、苹果、桃、梨、柑橘等的大小、形状、颜色和表面损伤与缺陷进行分级，取得了不少阶段性的研究成果。

1.2 研究背景和意义

禽蛋含有人体所需的蛋白质、脂肪、矿物质和多种维生素，易于消化和吸收，具有很高的营养价值，是人们日常生活中重要的动物性营养食品。我国禽蛋资源丰富、品种多样，是世界禽蛋生产和消费大国。伴随着中国经济体制改革开放的步伐，禽蛋业也轻舒猿臂、展翅腾飞。据统计，1982年我国的鲜蛋产量仅281万t，1992年突破1000万t大关，1998年则达到2000万t。2002年中国禽蛋产量增加到2462万t，之后产量连年递增，到2005年已达到2860万t[4，5]，近八年来我国禽蛋年产量一直呈增长趋势（图1）。自1985年以来我国已连续20年保持了世界第一产蛋大国的地位，禽蛋的人均占有和消费量均超过了世界平均水平[5]，禽蛋业在我国工农业生产中扮演着重要的角色。作为全球第一禽蛋生产大国，我国禽蛋的生产成本大大低于其它国家，因此，禽蛋业作为国内畜牧业的优势产业，开拓国际市场理应很有潜力。20世纪90年代以后，我国鲜蛋产量虽逐年飙升，但出口量却持续下滑。①



图1 禽蛋年产量增长趋势

Fig.1 The annual output trend of eggs

美国鲜蛋年产量虽占世界第二位（仅为我国产量的1/5），然而其出口量却占到[[1]](#footnote-0)世界出口总量的22%；荷兰、马来西亚的鲜蛋生产量并不在世界前10位之列，但其出口已分别占到世界总量的31%和7%。他们成功的秘诀是在高效控制质量的前提下，形成了产品规格和包装统一化的市场模式。造成中国禽蛋产业与国际市场差距的主要原因，有以下两个方面：

(1) 禽蛋产品本身的质量存在问题，如农药残留、微生物污染等。我国禽蛋业生产集约化程度不高，仅占30%左右，而农村的散养比重却高达70%[4,8]。禽舍的环境控制不力，禽蛋产后处理方式不当及大量的手工劳动污染引起的微生物污染。

(2) 禽蛋检测标准未达到国际技术质量标准，缺乏严格的挑选与分级，品种混杂、质量参差不齐。CAC、欧盟和美国均有现行的禽蛋标准，其中CAC是国际通用的标准，其制定有着较为严密的程序和规范，具有一定的先进性、广泛性和普适性，为大多数国家所承认，已被采用为禽蛋国际贸易的基本准则。我国在禽蛋的标准制定方面相对滞后，不能适应国际禽蛋发展的要求。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 国外研究现状

20世纪80年代，美国率先运用机器视觉技术进行蛋品品质检测与分级的研究，并在生产中得到了广泛应用，此后日本、西班牙等国也相继开展了这方面的研究。具有代表性的研究有：

正方形箱体的边长L可按式(1)计算：

 (1)

所设计光照箱大小为60cm×60cm×60cm，内壁表面均匀用油漆涂成白色，以形成均匀的漫反射。箱顶部有一个4cm×4cm的方孔用于固定摄像机。箱内顶部四角装有位置对称、上下可调的灯座，并配置合适的光源，载物台的支架位置同样可以上下调节，可实现在摄像机固定的条件下不同物距的比较，以获得最佳图像效果。

设为三维世界坐标系中某目标点的三维坐标，从三维世界坐标到摄像机图像齐次坐标的变换如式(2)：

 (2)

式中：分别为焦距*f*与像素点在*u*、方向宽度的比值，为图像平面不垂直光轴产生的畸变因子，为光轴与图像平面交点坐标，为3×3旋转矩阵，为三维平移向量，。只与摄像机内部结构有关，称为摄像机内参数，由摄像机相对于世界坐标系的方位决定，称为摄像机外参数。

1.3.2 检测结果与分析

检测结果如表1所示。

表1 种蛋蛋壳表面缺陷检测结果

Table.1 The different types of defect detection results on eggshells

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 污斑蛋 | 裂纹蛋 | 正常蛋 | 检测准确率 |
| 污斑蛋 | 73 | 5 | 2 | 94.18% |
| 裂纹蛋 | 3 | 81 | 2 | 91.25% |
| 正常蛋 | 5 | 1 | 104 | 96.36% |

注：检测结果XXXX

由于在用阈值识别法进行缺陷分割时，将小于50的区域都置为背景，造成了裂纹蛋及污斑蛋的误判；对正常蛋的误判，是由于误将种蛋表面均匀斑点判为脏斑造成的。

今后应对算法作进一步改进和优化，以提高检测准确度。

是

否

混沌初始染色体

初始化连接权值

种群P(t)←种群P(t+1)

训练LMBP网络

计算网络输出值和

期望输出间的误差

修正连接权值

误差反向传播

染色体变异操作

对应的LMBP网络结构

种群P(t+1)

给定

隐层数

染色体交叉操作

染色体选择操作

计算各染色体

适应度值和浓度

计算隐含层和输出层各节点的输入、输出

误差稳定?

种群P(t+1)

达到终止条件？

得到最佳隐含层节点数及连接权值

否

是

图2 基于改进免疫遗传算法的LMBP网络算法流程图

Fig.2 Flow chart of LMBP network based on improved immune GA

注：检测结果，图中XXXX

② 编码方式

遗传算法染色体的编码策略有两种方式[128]：一是根据模式定理建议用尽量少的符号编码（如二进制编码）；二是以数值优化计算的方便和精度为准，采用一个基因一个参数的办法（如十进制编码），并把相应的基因操作改造成适合十进制操作的方式。

虽然二进制编码有成熟的模式定理，但采用二进制编码在网络学习中有明显的缺点：一是不直观，二进制编码只能用0和1表示参数，每位上的0和1表示的含义不明确；二是精度低，因为实际的连接权值是实数，将它们用二进制数表示编码实际上是用离散值来尽量逼近权、阈值，这就有可能导致因某些实数权值不能被更精确表达而使网络的训练失败；三是运算效率低。

与二进制编码相比，实数编码存在很多的优势。

表2 算法性能比较

Table.2 Comparison of algorithm performance

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 算法 | 平均  收敛率(%) | 平均  收敛代数 | 平均收敛  速度(s) | 回想  准确率(%) | 检测  准确率(%) |
| 标准GA-BP | 95.8 | 62 | 5.8954 | 100 | 100 |
| 改进免疫GA-LMBP | 98.15 | 41 | 3.0432 | 100 | 100 |

由表3可知，本文提出的改进免疫遗传LMBP神经网络具有较好的收敛性能，检测准确率高。因此改进免疫遗传LMBP神经网络模型是正确。

1.4 存在问题

本文提出的......

1.5 研究内容及目标

1.5.1 种蛋筛选和孵化成活性检测硬件系统建立

1.5.2 基于机器视觉的种蛋筛选

1.5.3 基于机器视觉的种蛋孵化成活性检测

1.5.4 软件系统集成

1.6 小结

2 基于机器视觉的种蛋孵化成活性检测

2.1 种蛋孵化成活性特征参数提取

种蛋筛选机器视觉硬件系统种蛋筛选机器视觉硬件系统种蛋筛选机器视觉硬件系统种蛋筛选机器视觉硬件系统种蛋筛选机器视觉硬件系统......

6 结论

下面是本文的主要研究内容：

(1) 建立了基于机器视觉的种蛋筛选和孵化成活性检测硬件系统，确定了用于图像采集的光照条件。

(2) 对种蛋筛选方法进行了系统研究，提出了基于机器视觉技术的根据种蛋重量、蛋形、种蛋蛋壳表面缺陷和蛋壳颜色进行种蛋孵化前的种蛋筛选即对种蛋外观品质检测的综合指标评价体系。

① 研究了用于种蛋蛋形和蛋壳颜色自动检测的神经网络模型。将混沌思想、免疫算法与遗传算法相结合，提出了一种改进免疫遗传算法。

② 使用本文提出的方法检测结果与实际称量结果间有良好的相关性，过大蛋、正常蛋和过小蛋检测准确率分别达到了97.73%、97.04%和96.51%。

7 展望

为了进一步提高研究的实用化程度，探索更加有效、快速准确的检测方法，今后还应在以下几方面继续开展研究：

(1) 扩大研究对象范围，研究适合更多品种的种蛋品质与孵化成活性以及商品蛋品质检测分级的方法与技术。

(2) 扩展研究领域。

致 谢

本论文是在导师XXX教授的悉心指导下完成的。多年来，恩师在我的课程学习，试验研究、教学活动、学术交流、论文撰写和工作生活等方面都给予了极大的关怀和支持，并为我提供了良好的学习研究环境。导师的严谨治学、孜孜不倦、持之以恒的师表风范是我终身学习的楷模，在此向恩师表示诚挚的感谢和崇高的敬意！

感谢所有关心、帮助和支持我的人们！

参 考 文 献

[1] 唐向阳，张勇，李江有，等．机器视觉关键技术的现状及应用展望[J]．昆明理工大学学报(理工版)，2004，29(2):36-39．

[2] 刘曙光，刘明远，何钺．机器视觉及其应用[J]．河北科技大学学报，2000，21(4):11-15．

[3] 任奕林，伍冬生．我国禽蛋业的现状及发展对策[J]．中国家禽，2005，27(2):5-6.

[4] R T Elster J W Goodurm. Detecting of Cracks in Eggs Using Machine Vision[J]. Transactions of the ASAE, 1991, 34(1):307-312.

[5] J W Goodurm, R T Elster. Machine Vision for Cracks Detection in Rotation Eggs[J]. Transactions of the ASAE, 1992, 35(4):1323-1328.

[6] 章毓晋．图像理解与计算机视觉[M]．北京：清华大学出版社，2003．

[7] 胡承正，周详，缪灵．理论物理概论：上[M]．武汉：武汉大学出版社，2010：112．

[8] International Federation of Library Association and Institutions. Names of persons: national usages for entry in catalogues[M]. 3rd ed. London: IFLA International Office for UBC, 1977.

[9] 雷光春．综合湿地管理：综合湿地管理国际研讨会论文集[C]．北京：海洋出版社，2012．

[10] Babu B V, Nagar A K, Deep K, et al. Proceedings of the Second International Conference on Soft Computing for Problem Solving, December 28-30,2012[C].New Delhi:Springer,2014.

[11] 赵豫玉．穿戴式下肢康复机器人的研究[D]．哈尔滨：哈尔滨工程大学，2009：3-20．

[12] 王毅力，张达鑫，李俊仪，等．一种在线测定水中颗粒物分形维数的方法：CN202010425930.7[P]．2020-08-14．

以下是论文中常用的参考文献类型标注形式。

（一）当引用文献是“期刊文章”时，其格式为：

[序号] 主要责任者．引用文章题名[J]．期刊名，年，卷号（期号）：起止页码．

（二）当引用文献是“普通图书”时，其格式为：

[序号] 主要责任者．题名：其他题名信息[M]．其他责任者．版本项(第1版不写)．出版地：出版者，出版年：起止页码．

（三）当引用文献是“论文集中的析出文献”时，其格式为：

[序号] 析出文献主要责任者．析出文献题名[A]//主编．论文集名[C]．出版地：出版者，出版年：析出文献起止页码．

（四）当引用文献是“学位文章”时，其格式为：

[序号] 主要责任者．文献题名[D]．培养单位所在地：培养单位，出版年：页码．

（五）当引用文献是“报纸文章”时，其格式为：

[序号] 主要责任者．文献题名[N]．报纸名，出版日期（版次）．

（六）当引用文献是“专利”时，其格式为：

[序号] 专利所有者．专利题名：专利号[P]．公告日期或公开日期．

（七）当引用文献是“电子文献”时，其格式为：

[序号] 主要责任者．电子文献题名[文献类型标志/文献载体标志]．电子文献的出处或可获得地址，发表或更新日期/引用日期（任选）

表1 参考文献类型及其标识代码

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 参考文献类型 | 标识代码 | 参考文献类型 | 标识代码 |
| 普通图书 | M | 专利 | P |
| 会议录 | C | 数据库 | DB |
| 汇编 | G | 计算机程序 | CP |
| 报纸 | N | 电子公告 | EB |
| 期刊 | J | 档案 | A |
| 学位论文 | D | 舆图 | CM |
| 报告 | R | 数据集 | DS |
| 标准 | S | 其他 | Z |

表2 电子资源载体和标志代码

|  |  |
| --- | --- |
| 电子资源载体类型 | 载体类型标识代码 |
| 磁带(magnetic tape) | MT |
| 磁盘(disk) | DK |
| 光盘(CD-ROM) | CD |
| 联机网络(online) | OL |

附 录

计算机程序：

1. ① 脚注文本XXXX。 [↑](#footnote-ref-0)