

# 基于机器视觉的青贮饲料质量监测系统设计与应用

邓红涛<sup>1</sup>, 陈红莉<sup>2\*</sup>, 李伟<sup>1</sup> (1. 石河子大学, 新疆石河子 832000; 2. 新疆西部牧业股份有限公司, 新疆石河子 832000)

**摘要** 设计了一套基于机器视觉的青贮饲料质量监测系统。系统在研究辨别青贮饲料质量关键因素的基础上, 利用颜色明暗差别和纹理结构特征训练分类样本, 采用聚类算法对传送带上饲料进行分类检测, 实现了对青贮饲料质量的自动精准监测。该系统在剔除变质饲料的同时建立数据库统计优劣比率和饲料加工信息, 为构建饲料质量可追溯体系奠定基础。

**关键词** 机器视觉; 特征识别; 质量监控; 饲料

中图分类号 S126 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)09-288-03

## Design and Application of Silage Quality Monitoring System Based on Machine Vision

DENG Hong-tao<sup>1</sup>, CHEN Hong-li<sup>2\*</sup>, LI Wei<sup>1</sup> (1. Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Xinjiang Western Animal Husbandry Co. Ltd., Shihezi, Xinjiang 832000)

**Abstract** A set of silage quality monitoring system was designed based on machine vision. On the basis of studying key factors in silage quality identification, color difference and texture feature was utilized for samples classification, the clustering algorithm was used to classify and detect silage on the conveyor belt, so as to realize the automatic precision monitoring of silage quality. In the process of eliminating bad silage, database was established for statistics of pros and cons ratio and processing information, which lays a foundation for constructing quality traceability system.

**Key words** Machine vision; Feature recognition; Quality control; Silage

青贮饲料是我国奶牛养殖的主要饲料, 对奶牛养殖具有重要的意义。青贮饲料质量的优劣直接影响奶牛的健康和产奶量。但由于青贮发酵过程贮藏量大, 温湿度无法达到完全一致, 青贮饲料在发酵池不同部位的质量存在一定的差别, 个别区域有可能存在变质结块的现象<sup>[1-2]</sup>。而在传统的质量检测过程中一般采取抽样检测的方法, 小区域的霉变很难发现和剔除, 变质的饲料被食用后会严重影响奶牛的健康<sup>[3-4]</sup>。随着现代化技术的发展, 青贮饲料的发酵、封装过程都实现了规模化、自动机械化生产。将机器视觉技术应用于饲料质量的检测, 利用霉变饲料和优质饲料颜色纹理特征的差别, 寻找流水线上饲料霉变结块区域, 利用弹片剔除变质饲料, 可提高青贮饲料质量, 为家畜健康养殖提供保障<sup>[5-7]</sup>。笔者利用机器视觉技术, 设计了一套青贮饲料质量监测系统, 并通过不同的青贮饲料样本试验, 验证了该系统的实用性。

## 1 系统设计

基于机器视觉识别技术, 设计了一套饲料质量检测系统。该系统通过图像摄取装置将传送线上的饲料转换成图像信号流, 传送给专用的图像处理系统, 通过样本训练构建分级模型, 根据像素分布位置和亮度、颜色、纹理等信息进行运算来抽取目标的特征, 比对样本参数分析判别输入类别, 辨别饲料质量等级, 进而根据判别的结果来控制现场的设备动作, 剔除变质腐烂饲料; 同时系统构建数据库, 记录饲料等级比例和其他信息, 用于精准统计每批次饲料质量, 实现饲料质量的可追溯。系统整体设计方案流程图见图1。

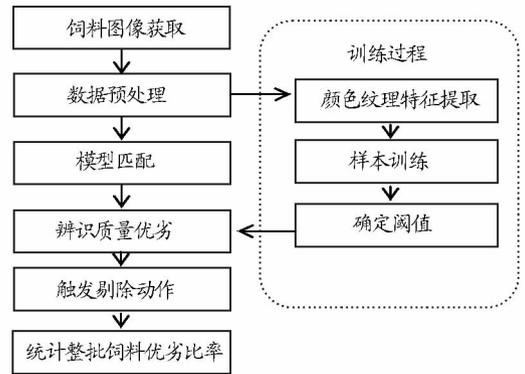


图1 基于机器视觉的青贮饲料质量监测系统整体设计方案流程  
Fig.1 The overall design process of silage quality monitoring system based on machine vision

## 2 检测算法研究

系统关键技术是对采集图像的辨别分类, 该系统采用K-均值聚类算法, 根据饲料颜色、纹理特征进行分类, 利用多次样本迭代方法确定阈值。此方法无固定样本和阈值, 利用输入整理图像流作为判别标准, 适合各类不同饲料。

**2.1 模式分类** 在进行模式识别分类时, 重要的是确定合适的阈值, 即告诉系统什么样的饲料是合格产品, 系统根据阈值识别饲料品质。由于不同饲料颜色不一致, 不能使用固定阈值识别。但是如果整个饲料大部分都变质, 就不需要封装识别直接全部淘汰, 因此, 默认整个饲料大部分是合格产品, 只有极个别区域发生腐烂, 将整个批次饲料都作为合格模式样本, 每次输入饲料图像都作为样本用于数据修正<sup>[8]</sup>。系统采用循环迭代样本学习的方法, 根据整批次饲料颜色自动调整权值。

系统将采集的整批次饲料的图像流作为模式训练的样本, 逐个输入系统进行逐次的迭代运算, 最后的均值作为合格样本分类判断标准; 挑取品质优质的饲料作为该批次饲料

**基金项目** 新疆生产建设兵团科技攻关课题(2015AB003)。  
**作者简介** 邓红涛(1981-), 女, 四川绵阳人, 讲师, 硕士, 从事信号处理、计算机仿真研究。\* 通讯作者, 硕士, 从事奶牛饲养管理领域的研究。  
**收稿日期** 2016-03-11

封装生产线首袋包装,记录样本颜色形状特征作为优等样品;其他超出判断阈值范围较大的认为是霉变腐烂饲料。

采用 K-均值聚类准则进行分类,聚类中心  $Z_j$  的选择使用准则函数的  $J_j$  值最小,令

$$\frac{\partial}{\partial Z_j} \sum_{i=1}^{N_j} \|X_i - Z_j\|^2 = \frac{\partial}{\partial Z_j} \sum_{i=1}^{N_j} (X_i - Z_j)^T (X_i - Z_j) = 0$$

式中,  $G_j$  是第  $j$  个聚类;  $N_j$  是第  $j$  个聚类中心的样本数;  $Z_j$  为第  $j$  个聚类的聚类中心。

从而可得:  $Z_j = \frac{1}{N_j} \sum_{i=1}^{N_j} X_i$ , 其中  $X_i \in G_j$ , 表明  $G_j$  类的聚类中心应选择该类样本的均值。

**2.2 特征选取** 同一类模式之间的相似性及不同类模式之间的差异性主要体现在由模式向量的各分量所表示的特征上,恰当地选择识别饲料质量的特征因素在检测过程中至关重要<sup>[9]</sup>。系统通过机器视觉设备采集封装生产线上的饲料视频,传送给数字图像处理模块对采集视频流中的图像进行预处理,提取图像特征指数,通过色彩比例、灰度直方图、纹理结构等特征参数的具体数值判断饲料发酵程度和是否存在结块现象。

**2.2.1 颜色特征。**青贮饲料的颜色是判断质量的重要指标。优质的青贮饲料颜色为原料的本色,呈青绿色或黄绿色,中等的为黄褐色或暗绿色,如果发现青贮饲料的颜色变成黑色或褐色,说明青贮饲料已变质发霉,不能用于奶牛的饲喂,必须剔除<sup>[10-12]</sup>。

颜色特征可采用直方图、色彩聚合矢量、颜色矩等方法表示。由于采集图像色彩均匀、突变量少,系统采用对某一色彩分量进行计算颜色一阶矩、二阶矩和三阶矩方法统计。一阶中

心距表示颜色分量的平均值,二阶中心距表示图像的标准方差,三阶中心距表示斜度,即图像的非对称性。公式表示为:

$$\mu_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N p_{ij}$$

$$\sigma_i = \left[ \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - \mu_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_i = \left[ \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - \mu_i)^3 \right]^{\frac{1}{3}}$$

式中,  $N$  表示图像的像素总数;  $p_{ij}$  表示图像空间二维坐标。

利用语句  $u_r = \text{sum}(\text{sum}(\text{img}_r)) / \text{sum\_pixel}$  求取 R 分量的平均值;利用语句  $\text{theta}_r = \text{sqrt}(\text{sum}(\text{sum}((\text{img}_r - \text{img}_{u_r})^2)) / \text{sum\_pixel})$  求取 R 分量的标准差;利用语句  $s_r = (\text{sum}(\text{sum}((\text{img}_r - \text{img}_{u_r})^3)) / \text{sum\_pixel})^{1/3}$  求取 R 分量的三阶矩。

**2.2.2 纹理特征。**判断青贮饲料质量的另外一个重要指标是质地,秸秆粉碎均匀、杂质异物少、柔软稍微湿润的为优质饲料,干燥或者粘结成块的为劣等饲料<sup>[13]</sup>。饲料图像具有均匀连续特征,适合利用纹理变化进行识别分类。自然纹理是物体的一个重要特征,纹理描述了局部区域中像素之间的关系,同时也描述了图像中的空间分布信息,可以用来描述对象的粗糙程度和方向性,也可用来分析材料组织结构和物体分布特性<sup>[14-15]</sup>。

图 2 分别是优质饲料(样本 1)、含有杂质结块饲料(样本 2)和严重变质饲料(样本 3)的图像,分析其纹理特征计算的一致性、平滑度(标准差)曲线见图 3。从图 3 可以看出,质量较好的饲料标准差小,一致性高;变质的饲料图像料标准差大,一致性差。



图 2 优质饲料、含杂结块饲料和变质饲料样本图像

Fig. 2 Samples of high quality silage, impurity silage and metamorphic silage

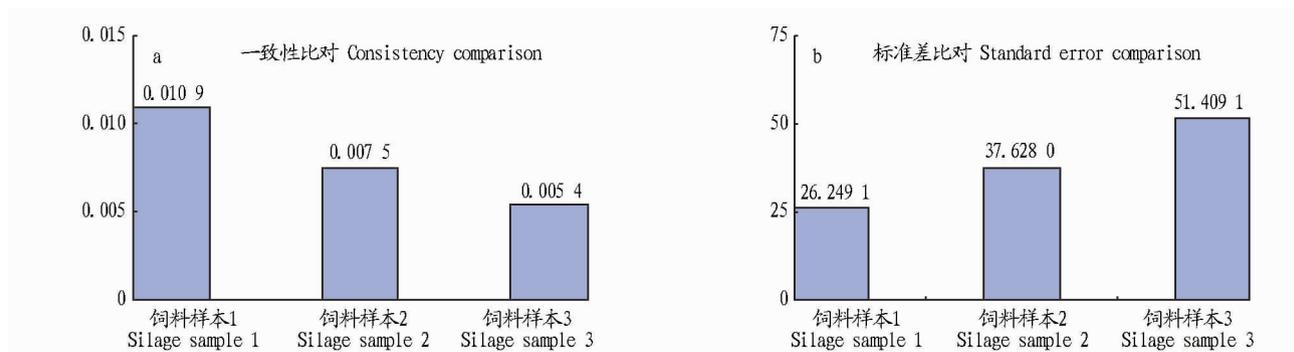


图 3 饲料样本一致性和标准差对比

Fig. 3 Consistency and standard error comparison of silage sample

### 3 辨别分类统计

利用高清摄像机获取监测传送带上青贮饲料的数字图像后,经过处理识别和样本比对分析后辨别饲料质量等级。如果识别出传送带上出现腐烂结块饲料,系统触发弹射装置剔除变质区域饲料。系统还可以根据传送带速度可计算饲料重量,根据判别图像分类比例统计本批次饲料优劣百分比,将这些信息存储在中心数据库中。数据库还包括记录饲料原材料(农户档案包括农药、地块及合同档案)、加工(原料批次、采集数据)、饲料仓库(进库、出库)、运输配送(配送、调度)等工作日志信息档案,整个信息在流通过程中始终保持不变,用于建立饲料质量可追溯体系。

### 4 结语

该研究利用机器视觉和图像处理技术,在分析辨别青贮饲料质量因素的基础上,建立分类模型,设计一套青贮饲料质量自动检测系统,对封装线上的青贮饲料进行实时质量检测,剔除变质霉变饲料,提高饲料品质和卫生安全级别,为建立科学的饲料评价体系和实现饲料加工销售全程监控提供技术基础。

(上接第277页)

中特殊的作用。建立廉政文化橱窗、长廊、清风阁等廉政文化宣传阵地;举办一系列诸如演讲赛、诗歌朗诵会、廉政歌曲大家唱、清风书画展、廉政征文活动,让广大干部群众在文化艺术氛围中,潜移默化地受到感知、熏陶,思想认识、价值观念、道德准则和思维模式得以教化、净化和升华。

**3.3 整合资源、创新载体** 发挥“大宣教”格局的作用,调动各方面共同参与的积极性、主动性、创造性,整合全院可利用资源,不断充实廉政文化内容,并通过生动活泼的形式,独特新颖的载体,营造人人思廉、人人倡廉、人人向廉的院所氛围;利用宣传栏、电子屏等阵地的宣传作用,不断扩大廉政文化覆盖面;应用现代科学技术构建廉政信息平台,快速传递廉政信息,保持廉政建设情况及时沟通;在院网站积极更新廉政视角、廉政专页等内容,随时登载廉政建设的情况;创办院《党风与廉政》简报、“廉政文化书屋”,通过一系列措施丰富廉政文化内容,增强直观性、全面性、灵活性、有效性。

**3.4 立足长远、建立长效机制** 要坚持和完善“党委统一领

### 参考文献

- [1] 刘元甲,宋鹏,任付平.复合微生物发酵青贮玉米饲料对奶牛产奶量及乳成分影响的研究[J].现代生物医学进展,2009,9(3):493-496.
- [2] 闫贵龙,曹春梅,刁其玉.青贮窖中不同深度全株玉米青贮品质和营养价值的比较[J].畜牧兽医学报,2010,41(6):697-704.
- [3] 周国文,代方强,饶宁,等.玉米秸秆青贮技术及饲喂的注意事项[J].中国农业信息,2013(23):169.
- [4] 奶牛饲喂青贮饲料应注意的问题[J].当代畜禽养殖业,2007(3):39.
- [5] 盛立东.模式识别导论[M].北京:北京邮电大学出版社,2010.
- [6] 董志国.优质苜蓿青贮饲料调整技术研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2005.
- [7] 陈嘉奇,杨光军.规模养殖场制作青贮饲料的技术探讨[J].中国畜禽种业,2014(6):72-74.
- [8] 杨淑莹.模式识别与智能计算[M].3版.北京:电子工业出版社,2015.
- [9] GONZALEZ R C,WOODS R E,EDDINS S L.数字图像处理(MATLAB版)[M].阮秋琦,等,译.北京:电子工业出版社,2008.
- [10] 杨苗苗.如何制作高品质青贮饲料[J].中国乳业,2012(6):26-31.
- [11] 刘铁岩,唐爱丽,黄开杰.玉米青贮饲料的制作及品质鉴定[J].饲料与添加剂,2012(7):63.
- [12] 王青青.玉米秸秆揉丝微贮饲料的制作及饲用效果研究[D].洛阳:河南科技大学,2013.
- [13] 陈昌质.青贮饲料使用时应注意的问题[J].中国奶牛,2013(16):9-11.
- [14] 曹文明,冯浩.仿生模式识别与信号处理的几何代数方法[M].北京:科学出版社,2010.
- [15] 王永慧,陈建平,张培通.甜高粱和玉米青贮质量及其对奶牛的饲喂效果[J].安徽农业科学,2015,43(14):127-128.

导、党政齐抓共管、纪委组织协调、相关部门密切配合、广大干部群众通过多种形式积极参与、形成整体合力”的廉政文化建设领导机制和工作机制;争取支持,建立资金保障机制,确保廉政文化建设具有持续的推动力和强劲的生命力;健全相关制度,制定系统的近期目标和长远规划,进一步健全廉政文化科学的运行模式,强化廉政文化督查和评价体系建设,保证廉政文化建设有序、有效开展。

廉政文化建设是一项紧迫的任务,也是一项长期坚持的工作。不但要抓当前,更要放手长远,从实际出发,制定廉政文化中长期规划,保证廉政文化建设的有计划、有步骤、有系统地深入开展,坚决克服和纠正搞花架子,做表面文章等现象,推动工作的有效落实。

### 参考文献

- [1] 冯敏.略论廉政文化在反腐倡廉中的作用和意义[J].学理论,2011(22):64-65.
- [2] 韩长赋.以新的发展理念引领现代农业发展[J].农民科技培训,2016(2):4-6.
- [3] 覃剑.中国特色廉政文化的问题研究[J].求实,2005(2):33-34.