

基于电子鼻和近红外光谱农产品检测系统设计

任晓宇 何欣悦

天津科技大学

DOI:10.12238/ems.v4i7.5849

[摘要] 本文以农产品为对象,针对农产品因成熟度较高在仓储过程中出现的腐烂变质问题,基于电子鼻和近红外光谱技术进行一个成熟度检测系统的设计,用于降低农产品在仓库中的损耗问题。电子鼻和近红外光谱技术能够对农产品的成熟度进行检测,本系统能够对仓库内农产品的货位和出库顺序进行合理调整,从而在一定程度上降低农产品的损耗,提高经济效益。

[关键词] 电子鼻技术; 近红外光谱技术; 成熟度检测; 系统设计

中图分类号: TP302.1 **文献标识码:** A

Design of Agricultural Product Detection System Based on Electronic Nose and Near-infrared Spectroscopy

Xiaoyu Ren Xinyue He

Tianjin University of Science & Technology

[Abstract] This article focuses on agricultural products and aims to address the problem of decay and deterioration during storage due to their high maturity. Based on electronic nose and near-infrared spectroscopy technology, a maturity detection system is designed to reduce the loss of agricultural products in the warehouse. Electronic nose and near-infrared spectroscopy technology can detect the maturity of agricultural products, and reasonably adjust the storage location and delivery order of agricultural products in the warehouse, so as to reduce the loss of agricultural products to a certain extent and improve economic benefits.

[Key words] electronic nose technology; near infrared spectroscopy technology; maturity detection; system design

农产品成熟度已成为农业生产中的热点话题,而获得优质农产品的首要条件是成熟度的精准管理。到目前为止,国内对农产品成熟度的判断还是仅依靠主观经验和化学成分检测。主观经验判是生产者根据对农产品外观特征(颜色等)和物理性质(硬度、气味等)的主观评价,形成定性的评判方法。该方法无法科学准确地进行定量描述,严重依赖主观经验,个体主观感受差异较大,主观性和随机性强,因此该方法难以建立科学的标准体系^[1]。化学成分检测是定量检测样品中相关的、有代表性的成分的测定技术,因为没有一个样品能代表整体,所以难以大规模推广^[2]。因此,建立大规模定性和定量地无损、快速、高效地检测农产品成熟度的技术是非常现实和紧迫的。

本文基于电子鼻和近红外光谱技术设计农产品入库时进行成熟度检测系统,以降低农产品在仓储过程中就腐烂变质的损失。

1 电子鼻和近红外光谱技术

1.1 电子鼻

1.1.1 电子鼻简介

电子鼻是一种由多个传感器阵列、信号处理单元以及相应的模式识别方法组成。传感器阵列能够识别单一或混合气体,同时将化学信号转化为电信号后再输出,在电子鼻中起到信息转换的作用。信号处理单元是选择合适的方法来处理传感器发出的电信号,大多数采用滤波、数据归一化、特征提取等方法。模式识别是电子鼻系统分析出气体含量和特征的核心。目前,模式识别方法有神经网络、K近邻法、判别分析、聚类分析、主成分分析等。

1.1.2 电子鼻在农产品领域的应用

目前,国内王俊平等^[3]将机器视觉和电子鼻相融合得出一种番茄的成熟度检测方法。得出的结果表明,在训练集和测试集中成熟度检测的准确度分别为100%和98.3%;浦宏杰等^[4]利用电子鼻对芒果的成熟度进行检测,得出的结果,检测结果的准确率高达90%。Henike Guilherme Jordan Voss等^[5]利用电子鼻对桃子的成熟度进行检测,得出模型验证准确率为99.24%,测试准确率为98.08%。

1.2 近红外光谱

1.2.1 近红外光谱简介

近红外光是一种波长为780~2526nm的电磁波^[6],通过扫描样品的近红外光谱,可以获得样品中有机分子含氢基团的特征峰,再对特征峰进行分析,可检测出物质的成分和含量。

1.2.2 近红外光谱在农产品中的应用

目前,国内周靖宇等^[7]将近红外技术和偏最小二乘法相结合得出一种无花果成熟度检测方法。得出的结果表明,在训练集和测试集中成熟度检测的准确度分别为99.59%和99.15%。国外,Sirirak Ditcharoen等^[8]利用近红外光谱对榴莲果实成熟度检测的分类模型进行了改进,所有检测结果都高达85%以上。

2 系统设计

在2021年时,全国人大代表、中国工程院院士陈温福就指出,我国的农产品“吃掉1/3、扔掉1/3、烂掉1/3”,每年损失将近2亿吨,造成了生产资源的巨大浪费和农民经济损失。这种情形也让国家的努力打了折扣。关于农产品损耗的一部分原因是无法正确判断农产品腐烂变质的期限,导致农产品在仓储过程中就发生了腐烂变质。目前,国内较多地区仍使用主观经验判断,导致农产品腐败变质率还是较高。

基于以上的需求,本文将构建基于电子鼻和近红外光谱技术的农产品成熟度检测系统。在应用时,可在原有的入库流程中品质检验阶段增加该检测步骤,并依据得到的数据,判定农产品是否存在机械损伤及过热现象,以此为依据合理安排后续的分区入库和发货顺序,具体流程见图2-1。

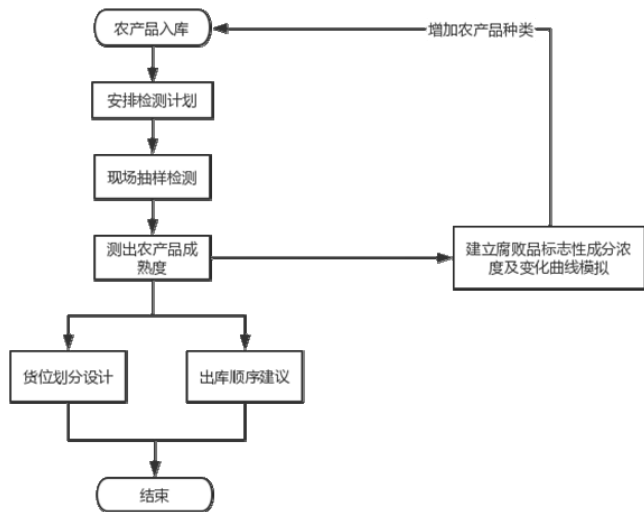


图2-1 系统作业流程图

2.1 货位划分设计

我们基于仓库ABC方法和成熟度检测方法进行仓库优化分区。具体分区见图2-2。

首先,入库前工作人员在仓储信息系统中查询近几个月每种农产品每月出入库情况,其结果按照排列顺序生成数据信息,根据信息安排该批次农产品的具体货架。在入库区进行验货,后利用电子鼻和近红外光谱仪对合格的农产品进行成熟度检测,得出相关成分浓度信息并录入数据库中,预测较为准确出库时

间并设置电子标签贴在外包装上,再根据出库时间短到长进行货位划分。

从农产品数量少且周转率高和成熟度高低两个层次考虑安排农产品的存放按照离出库口的远近并分为A、B和C三个区域。A类农产品周转量最高,应存放在靠近出库区域最近的货架,周转量高且成熟度也高的应放于靠近出库口或下层的货位,方便出库,节约时间。B类和C类农产品也按照其原则进行货位的划分。进行出库作业时,重要的是需要根据农产品出库预警时间来制定合理的出库计划,按照季节实时更新货位分配。因此综合考虑,设置A类农产品占据总货位的5%~10%,B类占20%~30%,其余货位都属于C类。这既可以使各个作业衔接的效率提高,又可以减少农产品的损耗率,保证其质量。

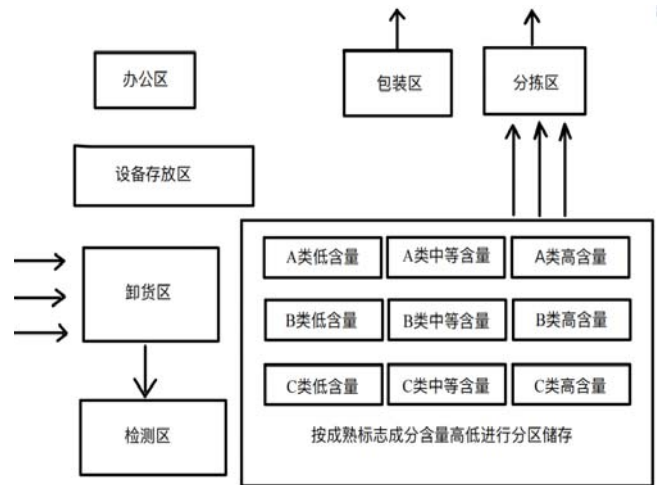


图2-2 货位布局图

2.2 出库顺序应用

工作人员收到订单,将订单中的农产品输入系统中,得到所需在库农产品信息。工作人员再结合运输时间和出库预警时间,选择成熟度较为合适的农产品,查询该批农产品的库内货位,进行搬运出库,最后运往客户手中。

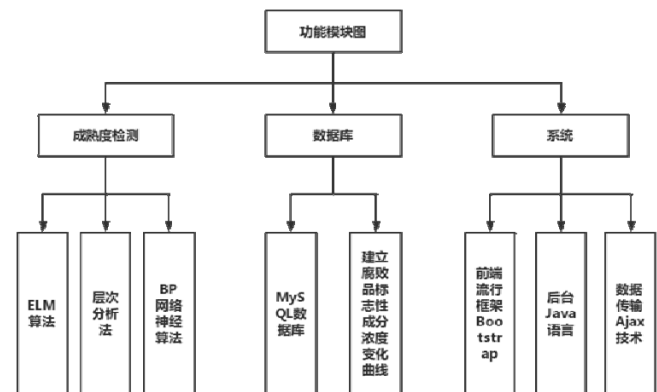


图2-3 功能模块图

2.3 数据库

成熟度检测部分采用ELM算法,数据库部分,采用MySQL数据库。系统可采用B/S模式,前端界面运用流行框架Bootstrap实现,

后台运用java语言自编程序实现,数据库采用MySQL数据库,数据传输采用Ajax技术。功能模块图见图2-3。

2.3.1成熟度检测算法

将成熟度看成一个二分类问题,即农产品是否合格,采用层次分析法,确定各个指标的权重。通常划分为成熟度60%、70%、80%以及过熟等分类。此外还可以通过视觉系统收集成熟图片,结合BP神经网络算法,通过训练得到不同成熟程度食品所对应的分类器模型参数,构造分类器,实现对食品成熟度类型的准确高效识别。

2.3.2农产品成熟度检测系统

当接收到农产品后,对其进行检测计划。在进行现场检测后,上传此时农产品的成熟度并与数据库中的农产品腐烂代表成分数据进行对比,给出分区管理建议以及出库计划优化建议。用户可以通过输入箱外条码查询预测结果,支持单一预测以及批量预测;首次预测需要先进行模型训练,进行相关的实验操作;得出农产品出库预测结果,并建立相关的变化曲线模型完善数据库数据。

3 可行性分析

3.1政策可行性

近年来我国农业总产量较高,但由于变质、腐败等问题,生鲜农产品损失可达20-30%,而这些损失对农民来说是一种负担。出于对农户们经济上的保护,国家在《“十四五”冷链物流发展规划》中提出有效减少农产品产后损失和食品流通浪费,扩大市场供给需求。

3.2经济可行性

电子鼻和近红外光谱仪二者市面价格大约在6-7万元,而每年蔬菜和水果的损失高达1000亿元,这远远高于两种设备的投资价格。同时,降低损耗对影响农民增收和农业增效具有极大意义。

3.3技术可行性

本项目研究的核心技术是利用电子鼻和近红外光谱仪检测出数据,并与腐败品成分浓度数据库进行对比,再结合成分浓度变化曲线进行模拟计算,推算出农产品当下的成熟度,判断出农产品的出库日期。其中,电子鼻技术在我国发展已经相对成熟,但模型过于单一,所以需要建立数据库,而近红外光谱是建模数据,难以获取稳定的模型,因此两者结合可以建立更加稳定有效

的模型,优化算法。因此,基于电子鼻和近红外光谱技术的农产品检测系统在技术上具有较好的可行性和适应性。

4 结论

本文将电子鼻、近红外光谱技术与数据库系统相结合,通过对农产品成熟度特征的识别,实现对农产品的成熟度检测与最优出库时间的预测,避免农产品在仓库内就出现的腐烂变质问题。但目前,该系统还未应用到市场中,预测农产品在运输和储存过程产生的损耗率大约降低5%-10%,其中各环节可能还需完善。希望该检测系统,能够完善物流仓储体系,提升冷链物流信息化水平,从而降低农产品的损耗率以及增加经济效益。

[参考文献]

[1]陈进熏,丁洁瑾.基于机器视觉的番茄采摘器红外图谱识别研究[J].农机化研究,2022,12(4):44-53.

[2]张铮,熊盛辉,王孙强,等.基于机器视觉的香蕉果肉缺陷预测方法[J].食品与机械,2020,36(7):150-154.

[3]王俊平,徐刚.机器视觉和电子鼻融合的番茄成熟度检测方法[J].食品与机械,2022,38(02):148-152.

[4]浦宏杰,汪迪松,王辉,等.基于zNose~(TM)电子鼻的芒果腐烂及成熟度检测[J].现代食品科技,2017,33(03):304-310.

[5]Henike Guilherme Jordan Voss,Sergio Luiz Stevan,Ricardo Antonio Ayub. Peach growth cycle monitoring using an electronic nose[J].Computers and Electronics in Agriculture,2019,163.

[6]康虎,国德旺,马丽娥.粉体物料混合均匀度评价研究进展[J].广州化工,2015,43(08):30-32.

[7]周靖宇,孙锐,余多,等.基于近红外技术和偏最小二乘判别法对无花果成熟度的快速判别[J].食品与机械,2020,36(11):107-111.

[8]Sirirak Ditcharoen,Panmanas Sirisomboon,Khwantri Saengprachatanarug, et al.Improving the non-destructive maturity classification model for durian fruit using near-infrared spectroscopy[J].Artificial Intelligence in Agriculture,2023, ISSN 2589-7217.

作者简介:

任晓宇(2001--),女,汉族,天津市武清区人,本科,研究方向:物流管理。