基于机器视觉技术的粮食车辆防作弊检测

□王艳艳　邵安兴

山东金钟科技集团股份有限公司

【摘　要】汽车衡称重的公平性是粮食流通环节的核心保障，传统防作弊方式依赖人工监管，存在识别滞后、漏判率高、人工成本高、易受人为干扰等突出问题，难以适配粮食收购旺季的高效管控需求。针对这一行业痛点，本文提出核心创新点：将机器视觉技术与AI边缘计算深度融合，构建全流程自动化防作弊体系，通过轻量化改进YOLOv8目标检测算法强化粮库复杂工况下作弊目标的识别能力，结合多源数据融合技术实现“感知—分析—决策—执行”闭环管控，解决传统方案延迟高、断网失效、识别维度单一的难题。

【关键词】机器视觉技术；汽车衡；车辆防作弊检测；AI边缘计算

文献标识码：A　　**文章编号：**1003-1870（2026）07-0032-04

Grain Vehicle Anti-cheating Detection Based on Machine Vision Technology

【Abstract】The fairness of truck scale weighing is a core safeguard in grain circulation. Traditional anti-cheating methods rely on manual supervision, which suffers from prominent problems such as recognition delays, high missed detection rates, high labor costs, and susceptibility to human interference, making them difficult to adapt to the efficient management and control requirements during the peak grain procurement season. To addressing these pain points in the industry, key innovations are proposed in this paper: deeply integrate machine vision technology with AI edge computing to build a full-process automated anti-cheating system, adopt a lightweight YOLOv8 object detection algorithm to strengthen the identification of cheating targets under complex conditions in grain depots, and use multi-source data fusion technology to achieve closed-loop control of "perception-analysis-decision-execution," addressing the challenges of high latency, failure when disconnected from the network, and the single dimension of recognition found in traditional solutions.

【Keywords】machine vision technology; truck scale; vehicle anti-cheating detection; AI edge computing

引言

机器视觉技术推动汽车衡防作弊检测智能化升级，本文以粮食行业为切入点，研究基于机器视觉技术的粮食车辆称重防作弊方案。该技术联动道闸、语音播报、智能扦样机、无人值守液压翻板等设备，可实现无人值守自动称重、粮食品质监测、自动卸料全流程管控，无需人工介入，能高效、精准、安全完成车辆识别与称重，提升作业效率、降低运营成本，从源头防范粮车称重作弊行为。

1　基于机器视觉的粮食车辆防作弊的优势

防作弊检测在机器视觉的加持下，通过自动数据采集，自动数据处理分析和决策，对各种称重及相关衍生情况进行综合分析，及时发现企业在出入库管理中存在的问题，实现企业科学决策和经营决

策，提高经济效益。

智能化粮食防作弊汽车衡采用先进的称重计量模块、5G 通信技术、射频识别技术、视频监控技术以及机器视觉技术等，通过称重设备采集数据信息，将数据传输至云服务器平台中的服务器；通过对数据信息进行分析和处理，达到识别、预防和控制作弊行为的目的。

2 传统汽车衡存在的问题

在粮食流通的各个环节中，车辆载重计量是基础且关键的一环，其准确性与效率直接影响企业的经济效益和管理水平。长期以来，粮食行业依赖人工记录和传统衡器进行计量，存在操作繁琐、效率低下、易出差错、监管困难等问题，尤其在收购旺季容易造成车辆拥堵、数据混乱，给企业带来经济损失和管理风险。随着我国粮食流通体制改革的深化和粮食产业的高质量发展，行业对称重管理的精准化、自动化、信息化提出了更高要求。

3 汽车衡粮食车辆防作弊检测系统解决方案

针对传统智能汽车衡所存在的问题，为了实现无人值守和车辆防作弊检测，需要解决称重过程中的各种问题。其中主要包括机器视觉技术、基础设置、车辆称重、智能过磅、智能检测、防作弊等功能。

3.1 机器视觉技术

机器视觉目标检测的基本原理是：通过摄像机获取汽车衡现场的图像，经图像预处理（去噪、增强等）优化图像质量后，利用算法从图像中自动定位目标位置、识别目标类别，最终输出目标的坐标、类别及置信度，实现“从图像到目标信息”的智能提取，核心是解决“目标类别”和“在哪里”的问题。

系统总体架构采用“分层架构”设计并结合粮库场景特点，分为4 层，每层明确核心功能与模块：

（1）感知采集层：核心模块为多视角高清工业相机、补光灯、红外对射检测器、称重传感器、地磅仪表；功能是采集车辆图像、称重数据、车辆定位信号，为后续处理提供原始数据，实现“无死角感知”。

（2）网络传输层：核心模块为工业千兆交换机，功能是将感知层采集的图像流、称重数据、到位信号传输至边缘计算层，采用加密协议传输，确保数据不丢失、不延迟，同时具备防雷、抗干扰能力，适配粮库工业环境。

（3）核心处理层（边缘计算层）：核心模块为AI 边缘计算网关（内置图像预处理模块、深度学习识别模块、多源数据融合模块、决策判断模块）；功能是对图像进行预处理、提取特征、识别作弊行为，融合图像数据与称重数据进行综合判定，输出决策指令，是系统的“大脑”，实现“智能分析与决策”。

（4）联动执行与存证层：核心模块为道闸、语音播报、LED 显示屏、NVR 硬盘录像机、云端管控模块；功能是接收核心处理层的决策指令，执行联动操作（放行、报警、锁定），同时存储所有数据形成证据链，支持云端管控与数据查询，可衔接智能扦样辅助模块，实现“闭环控制与存证”。

后台管控层不参与现场实时AI 识别与作弊判定，仅负责数据管理、远程监管与宏观分析，为粮库运营决策提供支撑，分为两个层级，职责边界清晰：

本地中心服务器：部署于粮库本地机房，核心职责为接收AI 边缘计算网关上传的完整数据，实现本地数据加密存储、用户分级权限管理、多维度报表生成、现场设备运行状态监控，负责单粮库的集中管控，保障数据本地留存与业务可追溯。

云端服务器：依托公有云平台部署，采用弹性云服务架构，核心职责为多粮库数据汇总、远程数据查询、数据长期备份、系统远程升级与大数据分析，实现上级单位对多粮库的远程监管，为粮食流通计量规范化管理提供数据支撑。

4 系统组成

4.1 硬件设计

硬件设计部分由图像采集系统、数据采集系统、联动执行设备系统、视频存储与传输系统、边缘计算系统等组成。

（1）图像采集系统：采用高清工业摄像机和红外补光灯，摄像机的分辨率1080P，帧率25fps，IP66 防护等级，抗粉尘。摄像机部署位置为：车头1 台、车顶1 台、车侧2 台、地磅底部2 台、驾驶室1 台；补光灯采用红外补光灯，适用于夜间采集信息，并自动调节亮度，确保多视角无死角采集信息。

（2）数据采集系统：采用高精度称重传感器、可调节感应距离的红外检测防作弊和支持数据实时传输的地磅仪表等组成。

（3）联动执行系统：道闸含防砸功能，工业级防水，开关闸速度≤3 秒。语音播报由室外音箱、音箱支架、麦克风和电缆线等组成，可适时播报相应提示信息，指导司机计量。室外采用全天候大功率宽带防水音箱，具有逼真的放声特性,传送距离远，金属外壳具有很好的防水和防腐蚀性。点阵式LED大屏幕显示器是以网口方式接收数据信号并将接收到的信号通过模块化LED显示单元予以显示的装置。本显示器为两行显示，可同时显示重量、车号或汉字信息等，方便司机随时掌握计量信息。

（4）视频存储与传输系统：NVR 硬盘录像机、监控硬盘存储容量大于4TB，存储时间大于30 天，工业千兆交换机可支持多设备联网，防雷抗干扰。

（5）边缘计算系统：边缘计算系统是硬件系统的核心，也是机器视觉防作弊检测的关键，核心任务是承担图像预处理、改进YOLOv8 机器视觉算法推理、多源数据融合、作弊判定等核心运算任务，将算力下沉至现场，避免图像数据上传云端带来的延迟，实现作弊行为的实时识别与决策输出，断网状态下可独立运行。系统具有强大的AI 推理能力，支持深度学习算法实时运行。具有多接口扩展能力，可连接图像采集、数据采集、联动执行系统与后台服务器。支持断网独立运行，确保现场业务不中断，工业级稳定性，适配粮库高低温、粉尘等复杂工况。

4.2　软件设计

软件的核心运行流程：图像采集→预处理→特征提取→作弊识别→数据融合→决策输出→联动执行→数据存证。

（1）图像采集模块：实现多摄像头同步采集，支持补光灯自动开启，图像格式转换与实时传输，确保图像清晰可用，适配粮库粉尘、逆光环境。

（2）图像预处理模块：实现灰度化、去噪（优化高斯滤波，过滤粉尘干扰）、图像增强（自适应直方图均衡化，提升逆光图像清晰度）、图像矫正（修正相机角度偏差）、区域分割（提取车牌、车轮、车厢、秤台、地磅底部等关键区域），为后续识别提供高质量图像，结合Watershed 算法与Otsu 自适应阈值函数优化分割效果。

（3）防作弊识别模块：基于改进YOLOv8 算法，构建多类型作弊行为识别模型，分5 个维度实现识别：① 车牌与车辆身份识别（OCR 识别车牌，提取车辆特征，比对历史数据，识别套牌、换车）。② 过磅姿态识别（定位车轮与秤台边缘，结合称重波形，识别压边、跳磅、冲磅）。③ 车厢装载识别（分析粮面平整度、纹理、颜色，识别夹层、异物、水箱注水）。④ 地磅底部识别（识别垫砖、钢板等垫物）；⑤ 人员行为识别（检测违规下车、遮挡摄像头），优化模型参数提升识别精度与实时性，结合Mask R-CNN 算法优化目标分割效果。

（4）多源数据融合模块：融合图像识别结果与称重数据、红外对射数据，通过动态称重曲线分析与图像特征比对，提升识别精度，避免单一数据误判（跳磅行为结合称重波形与车辆姿态图像）。

（5）决策判断模块：根据融合后的结果，制定决策规则（任意一种作弊行为触发，判定为作弊；无作弊行为则判定为正常），输出控制指令（放行、报警、锁定道闸），同时标记作弊类型。

（6）联动控制模块：接收决策指令，控制道闸、语音播报、LED 屏的运行，实现“识别- 报警-控制”联动，同时向智能扦样辅助模块发送装载状态信息，规划扦样路径。

（7）数据存证与查询模块：实现图像、视频、称重数据、识别结果、时间戳的绑定存储，支持按车牌、时间、作弊类型检索、导出，形成不可篡改的证据链。

（8）人机交互模块：设计简洁的操作界面（Qt 开发），支持参数设置（摄像头参数、识别阈值、报警音量等）、作弊记录查询、设备状态监控、扦样数据查看、系统维护等功能，便于粮库工作人员操作。

4.3　相关案例

某粮库，占地面积50 亩，年收储粮食8 万吨，过磅通道1 条，日均过磅车辆12~18 辆，主要作弊类型为压边、跳磅，预算有限（3~5 万元），且设备安装简单、维护便捷，实现基础防作弊功能。图像采集部署3 台工业相机——入口1 台简易车牌识别相机（海

康威视DS-2CD1221D-I3，720P），实现车辆到位触发与身份识别；地磅秤台1 台工业相机，兼顾车轮位置、过磅姿态与地磅底部监测（调整相机角度，覆盖秤台底部部分区域）。无需部署车厢专用相机，通过秤台相机兼顾车厢顶部简单监测。仅在秤台相机旁部署1 台红外补光灯，夜间自动开启。线材采用简易防水PVC 线管，沿3m 普通监控立杆铺设，配套小型防水配电箱。智能识别算法采用轻量化YOLOv8 模型，保留压边、跳磅两类核心作弊行为识别功能，简化算法，降低硬件成本，适配小型粮库的简易硬件配置。识别到作弊后，触发语音提示器报警，人工确认后锁定道闸，无需复杂自动联动，兼顾成本与实用性。现场实际应用效果：常见作弊行为识别准确率大大提升，误报率降低。设备安装简单，后期维护便捷，年减少作弊损失约5 万元，有效解决小型粮库的核心作弊痛点，投入成本低、回报快。

总之，智能化升级项目成功实现了车牌识别、自动称重、数据分析和自动决策等功能，并取得了显著的效果和成果。通过采用机器视觉技术等的深度学习模型和高性能服务器，我们的汽车衡系统得到了极大的优化，为粮库的运营带来了更高效、更准确的服务保障。

5　结语

从传统的称重数据采集系统，到智慧称重管理系统，从“人”的计量到“智能”计量，智慧衡器不断升级，不仅节省了企业运营成本，更让企业实现了效率与安全的提升。随着人工智能、大数据、机器视觉、5G、物联网、云计算等新一代信息技术的发展和应用，在智慧称量系统中，机器视觉技术的应用也逐渐完善起来。基于机器视觉技术加持下的智能衡器，依托信息技术的不断创新，给传统企业带来了新的发展机遇。同时，也对衡器制造企业的智慧转型提出了更高的要求。

衡器制造企业要坚持以“致力于打造智能、安全、高效的智慧衡器解决方案”为发展方向，以“让计量变得更简单”为使命，通过对衡器产品结构、硬件和软件功能的不断优化与升级，实现了对传统汽车衡设备的智能化升级，为企业提供安全、高效的智慧称重解决方案。作为智慧衡器产品制造商，应自主研发具有自主知识产权的产品和解决方案，具有全自主研发生产，数据采集能力强、技术先进性高的特点，可为用户提供“软硬一体”的整体解决方案。掌握从工业相机到硬件模块、机器视觉技术、操作系统、平台开发等方面核心技术，具备完善的自主研发能力。

参考文献

[1] 杨世兴。基于 AI 智能算法的汽车衡智能化升级研究 [J]. 衡器，2023 (7):16-18.

[2] 贾俊新。基于汽车衡的无人值守称重销售系统设计 [J]. 衡器，2011 (2):20-22.

[3] 刘建勋。贸易计量电子汽车衡使用风险分析及防控技术措施 [J]. 科技风，2013 (9):78-79.

[4] 蒋宁，吕君海，宗珂。智能化汽车衡综合管理系统设计 [J]. 计量技术，2002 (4):45-47.

[5] 王浩宇，李博文。基于 YOLOv8 的车辆违规行为视觉识别方法 [J]. 计算机工程与应用，2024,60 (3):190-197.

[6] 陈亮。边缘计算下无人值守地磅防作弊系统设计与实现 [J]. 工业控制计算机，2023,36 (5):89-91.

[7] 周明轩。多源数据融合技术在车辆称重异常检测中的应用 [J]. 自动化与仪表，2024 (2):56-60.

[8] 刘思源。复杂工况下机器视觉图像预处理优化方法研究 [J]. 信息技术，2023 (8):34-39.

作者简介

王艳艳（1994—），女，山东济宁人，工程师。所学专业：电气工程及其自动化。

邵安兴（1998—），男，山东泰安人，工程师。所学专业：电气工程及其自动化。