

# Application of AI in Grain Depot Supervision

Haitao Wang

China Grain Reserve Management Group Co., Ltd., Beijing, 100000, China

## Abstract

This paper analyzes the problems of information lag, human error, high management cost, and low work efficiency in grain depot supervision, and uses AI, big data analysis and other technologies to innovate AI supervision scenarios, forming a set of intelligent, visualized grain depot supervision solutions. Hope it can help for similar projects.

## Keywords

AI; Internet of Things; grain storage industry; intelligent transformation; grain depot supervision

# AI 在粮库监管中的应用

王海涛

中国储备粮管理集团有限公司, 中国·北京 100000

## 摘要

论文对粮库监管中存在的信息滞后、人因失误、管理成本高、工作效率低等问题进行了分析,并借助AI、大数据分析等技术创新AI监管场景,形成了一套智慧化、可视化的粮库监管解决方案。希望能给类似工程项目提供帮助。

## 关键词

AI; 物联网; 粮食仓储行业; 智能化改造; 粮库监管

## 1 引言

几十年来,人工智能在智能化改造领域持续不断地研究,现今AI技术已有能力利用计算机强大的算力和信息储存能力从技术角度进行一定范围内的决策或提供决策内容。随着人工智能技术引爆点的临近,从技术到商业应用的拓展逐渐显现,机器视觉、语音识别、人脸技术、指纹识别、自然语言识别(NLP)、语音交互、专业机器人、智能传感器、智能控制等综合应用技术开始陆续由理论研究转为项目实践。虽然人工智能暂时不能完全替代人工,但已可以为工商业提供技术助力,人工智能在业务智能化改造方面具有巨大潜力。

经过20多年的努力,随着粮食行业数字化改革,中国粮库仓储行业已完成业务模式转变,已由传统线下业务模式转为线上信息化业务模式,部分数据已实现云监管模式。同时,部分线下库点内部已形成了一套基于粮食业务的物联设备组,且建立了一套统筹物联设备的集成控制平台。但目前存在数据信息连路节点延迟和安全监管响应滞后的问题,影响了物联设备发挥全部的数据互联互通能力,硬件手段的引入对提升效率的作用陷入边际效应递减阶段。想要进一步提

升线下库点数据互联互通能力,充分发挥数据互联在提升业务效率中的作用,同时在保障安全的前提下提升管理和资金利用效率,引入人工智能进行辅助决策势在必行。

利用物联网形成的数据网络,可以建立虚拟现实的数据仓储信息库,人工智能可以在粮食仓储业务中充分发挥优势,完成智能决策支撑、智能质量管控、智能安全防护、智能资源管理、智能生产协同,最终辅助物联网的数据互联互通。人工智能技术作为产业转型升级的助燃剂,可以进一步推动粮食仓储行业的工业现代化革命。

## 2 粮库监管现阶段问题分析

粮库监管信息化建设先后经历了“信息化”和“数字化”两个阶段,目前基本实现了办公自动化和管理信息化,初步实现了仓储数字化和决策线上化。通过ERP系统实现了人、财、物的集约化管理,通过WMS系统等信息化管理系统实现了对粮、油等购销调存业务的全流程管控。粮库监管不再是仅仅依靠报表,而是通过物联网手段直接管控到现场、管控到实地、管控到粮情即时变化,真正实现了对粮食看得见、管得住<sup>[1]</sup>。

粮库监管现阶段存在的问题主要包括两个方面。

### 2.1 粮库监管数据信息连路节点延迟

基于现有技术,粮库监管数据信息连路已经完成了从线下信息到线上数据的汇总,包括数据收集、数据整理、数

【作者简介】王海涛(1976-),男,中国黑龙江肇东人,本科,工程师,从事信息化技术及软件工程研究。

据储存、数据显现这四个过程。从数据与业务的关系来看，数据是辅助业务的材料之一，属于一类特殊的资源，目前的数据资源利用程度看，最终形成业务行动仍然需要人工干预。人工干预的速度直接影响了数据决策链的效率，物联网数据互联互通的全部能力并没有很好的展现。比如在粮库出入库过程中，对检斤环节取样点的确定仍需要人工选择，直接影响整个检斤甚至出入库流程的进度；再如，库区内车辆调度仍采用保管员线下调度模式，大型仓储秋粮收储时往往出现十几辆车分散不同仓库储存，保管员管理不过来的情况。

总的来说，缺少人工智能的协助，系统不具备协助决策的能力，大量指令、方向、指标等工作仍需要人工进行深度参与，导致业务联调部分环节进展缓慢，出现一定的卡点现象，没有充分发挥物联网在粮食监管内的“数据互联互通”能力。

## 2.2 粮库安全监管响应滞后

粮食监管中安全监管是一项重点工作，安全监管包含人员安全、质量安全、环境安全三方面。人员安全主要指库内人员作业安全、个人防护安全、外来入侵安全等关于库内库外人员生命健康及业务操作规范的相关安全注意事项。质量安全特指粮食质量安全，主要包括粮食的三温两湿、霉变程度、虫情、粮食质量等级等参数，保障库内粮食状态及品质。环境安全包括周界防御、门禁系统及安消联动，主要负责防止库区安防及火灾情况。现有粮库监管信息化建设中，监管主要有报表呈现和传感器探测报警两种手段，传感器报警手段中自动报警仅覆盖火情、粮情等数据，其他监管主要依靠“数据上传+人工监测”，除部分机械检测外，其余监测需要经过人工判断后得出结论进行后续处理，人工判断存在误报率，且由于人员排班、经验、判断规则不一等原因，检测范围会受到限制，最终影响监测工作的结果。对于现有粮食仓储行业安全监测业务，平衡安全与效率之间的关系，是一个亟待解决的问题<sup>[2]</sup>。

## 3 AI 技术介绍

### 3.1 AI 技术实现

粮库监管中 AI 技术实现方式主要分为图像识别、数据分析两部分。图像识别主要用于识别、解析图像数据，将图像模块化，实现根据图像进行物品识别、分类、动作捕捉、色彩分析等功能，常用算法包括 DenseNet 算法和 YOLOv3 算法，可广泛应用于人员倒伏检测、安全帽检测、皮重异常检测、周界防御、人员入侵检测等。数据分析用于分析物联网传感器收集到的数据，数据分析通过决策树算法确定业务决策，以及通过 K 最近邻算法对状态参数进行一定的估算，应用于粮情预警检测、能耗检测、人情粮检测等决策类算法。

#### 3.1.1 图像识别算法

第一，DenseNet 算法。

作为图像识别算法，DenseNet 脱离了加深网络层数和加宽网络结构来提升网络性能的定式思维，从特征的角度考虑，通过特征重用和旁路设置，既大幅度减少了网络的参数量。

DenseNet 网络架构见图 1。

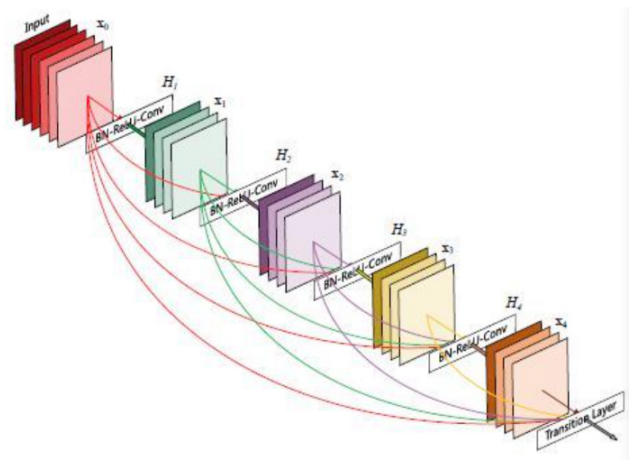


图 1 DenseNet 网络架构

DenseNet 作为一种拥有较深层数的卷积神经网络，具有如下优点：

- ①拥有更少的参数数量；
- ②旁路加强了特征的重用；
- ③网络易于训练，并具有一定的正则效果。

DenseNet 具体思路如下：假设输入为一个图片  $X_0$ ，经过一个 L 层的神经网络，其中第 i 层的非线性变换记为  $H_i$  (\*),  $H_i$  (\*) 可以是多种函数操作的累加，如 BN、ReLU、Pooling 或 Conv 等，第 i 层的特征输出记作  $X_i$ 。

第 i 层的输入不仅与 i-1 层的输出相关，还有所有之前层的输出有关。记作：

$$X_i = H_i ([X_0, X_1, \dots, X_{i-1}])$$

即将  $X_0$  到  $X_{i-1}$  层的所有输出特征地图按信道组合在一起，这里所用到的非线性变换 H 为 BN+ReLU+Conv(3×3) 的组合。由于在 DenseNet 中需要对不同层的 feature map 进行 cat 操作，所以需要不同层的特征地图保持相同的特征型号，这就限制了网络中 Down sampling 的实现。为了使用 Down sampling，笔者将 DenseNet 分为多个 Denseblock。在 Denseblock 中，假设每一个非线性变换 H 的输出为 K 个特征地图，那么第 i 层网络的输入便为  $K_0 + (i-1) \times K$ ，这里我们可以看到 DenseNet 和现有网络的一个主要的不同点：DenseNet 可以接受较少的特征图数量作为网络层的输出。

DenseNet 算法可以建立不同层之间的连接关系，充分利用特征数据，减轻了梯度消失问题，提升训练效果，十分适合粮库监管图像识别功能。

第二，YOLOv3 算法。

Yolo 算法是由滑动窗口技术改进发展出来的一种图像分类算法，可应用于粮库目标识别业务。滑动窗口目标检测的思路可以理解为将检测问题转化为了图像分类问题。其基本原理就是采用不同大小和比例（宽高比）的窗口在整张图片上以一定的步长进行滑动，然后对这些窗口对应的区域做图像分类（见图2）。

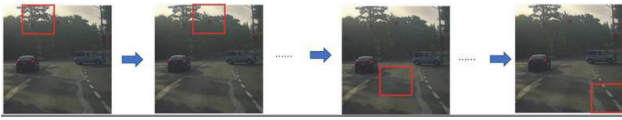


图2 采用滑动窗口进行目标检测

Yolo 算法为提高计算效率，直接将原始图片分割成互不重合的小方块，然后通过卷积最后生产这样大小的特征图，可以认为特征图的每个元素也是对应原始图片的一个小方块，然后用每个元素来可以预测那些中心点在该小方格内的目标，这就是 Yolo 算法的朴素思想（见图3）。

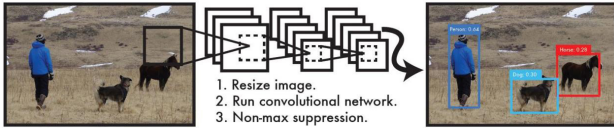


图3 YOLO 网格划分

在网络设计方面，Yolo 采用卷积网络来提取特征，然后使用全连接层来得到预测值。网络结构参考 GooLeNet 模型，包含 24 个卷积层和 2 个全连接层。对于卷积层，主要使用  $1 \times 1$  卷积来做信道缩减，然后紧跟  $3 \times 3$  卷积。网络架构最终会形成  $7 \times 7 \times 30$  大小的张量，这 30 个元素都是对应一个单元格，其排列是可以任意的。但是分离排布，可以方便地提取每一个部分，这样在做边界框时也可教简单地形成图像识别（见图4）。

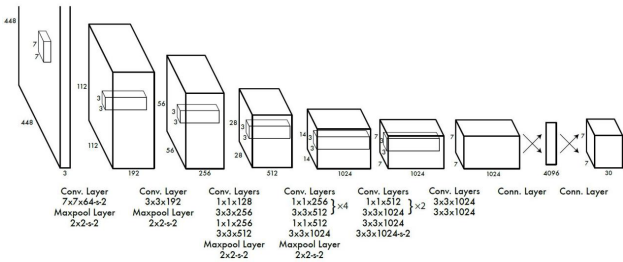


图4 YOLO 卷积网络架构

作为一种图像分类算法，Yolo 是单管道策略，训练和预测均为点对点模式，算法简洁、响应速度快。由于 Yolo 是对整张图片做卷积，所以其在检测目标有更大的视野，可以快速识别粮库监管画面中的人和车辆，不容易对背景产生误判。另外，Yolo 的泛化能力强，在做迁移时，模型鲁棒性高。

### 3.1.2 数据分析算法

第一，C4.5 决策树算法。

C4.5 是一系列用在机器学习和数据挖掘的分类问题中的算法。作为一种监督学习算法，C4.5 需要给定一个数据集，每个决策情况都由一个元祖代替，其中的每一个元组都能用一组属性值来描述，每一个元组属于一个互斥的类别中的某一类。C4.5 的目标是通过学习找到一个从属性值到类别的映射关系，并且这个映射能用于对新的类别未知的实体进行分类（见图5）。

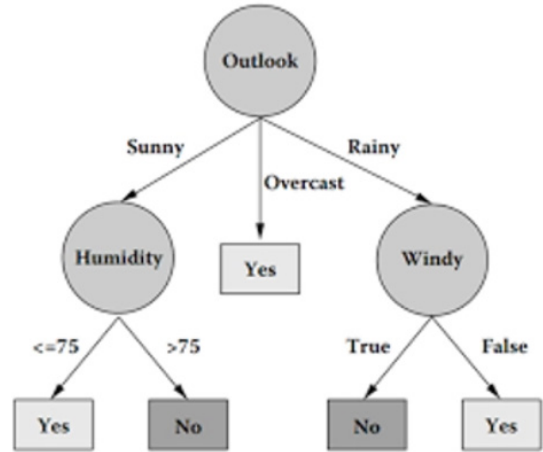


图5 C4.5 决策模型结构图

C4.5 算法产生的分类规则易于理解，对于决策执行方向的数据分析算法上准确率较高。但在构造树的过程中，需要对数据集进行多次的顺序扫描和排序，因而导致算法的低效。可适用于人情粮检测、能耗监测等一些对时效性较低的决策业务。

第二，KNN K 最近邻算法。

K 最近邻算法最简单有效的分类算法，适用于粮情分析等常规数据分析应用。KNN 对于随机分布的数据集分类效果较差，对于类内间距小，类间间距大的数据集分类效果好，而且对于边界不规则的数据效果好于线性分类器。

K 最近邻算法是将每个样本都可以用它最接近的 k 个邻居来代表。KNN 是一种分类算法，它输入基于实例的学习，属于懒惰学习。KNN 没有显示的学习过程，也就是说没有训练阶段，数据集事先已有了分类和特征值，待收到新样本后直接进行处理。与急切学习相对应。KNN 计算测试数据与各个训练数据之间的距离，按照距离的递增关系进行排序，选取距离最小的 K 个点，确定前 K 个点所在类别的出现频率，返回前 K 个点中出现频率最高的类别作为测试数据的预测分类（见图6）。



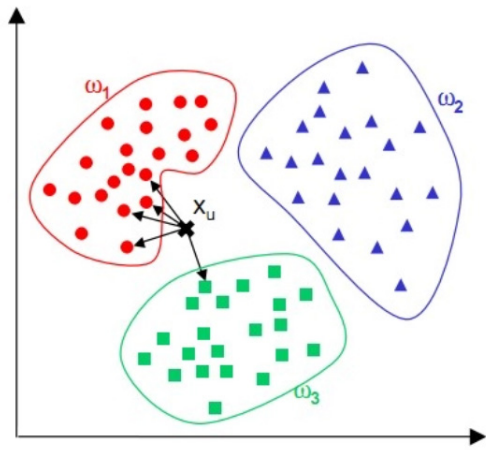


图 6 K 最近邻算法模型模拟图

K 最近邻算法的思路为：如果一个样本在特征空间中的 k 个最邻近的样本中的大多数属于某一个类别，则该样本也划分为这个类别。KNN 算法中，所选择的邻居都是已经正确分类的对象。该方法在定类决策上只依据最邻近的一个或者几个样本的类别来决定待分样本所属的类别。

K 作为临近数，其取值很重要。K 的取值尽量要取奇数，以保证在计算结果最后会产生一个较多的类别，如果取偶数可能会产生相等的情况，不利于预测。常用取 K 的方法是从 k=1 开始，使用检验集估计分类器的误差率。重复该过程，每次 K 增值 1，允许增加一个近邻。选取产生最小误差率的 K。一般 k 的取值不超过 20，上限是 n 的平方，随着数据集的增大，K 的值也要增大。

### 3.2 数据来源 + 数据架构

AI 技术在粮食仓储行业、粮库监管的过程中通过部署智能设备，利用物联网、人工智能等技术，主要通过摄像头等智能设备，实现粮仓存储作业效率、管理效率和储运安全管理能力的提升，其数据来源包括但不限于以下几个方面。

#### 3.2.1 仓内智能环境监控

通过在仓内部署物联网摄像机或动环接入空气湿度、CO<sub>2</sub>、光照强度等各种关键环境量传感器，实现感知环境变化，当监测指标超过设定阈值时发出警报（见图 7）。

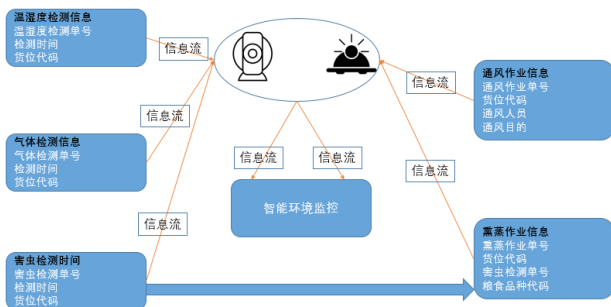


图 7 仓内智能环境监控系统

#### 3.2.2 仓门异动监控

在仓门、窗门上安装门磁，通过门磁感应门的开关状态，

在开门的瞬间联动摄像机找到对应的预置位进行抓拍，并记录一条预警信息，将抓拍到的图片上传平台，并记录在仓内异动列表中（见图 8）。

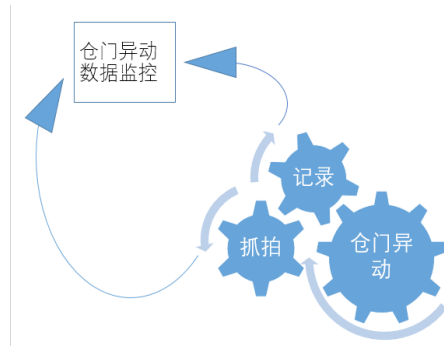


图 8 仓门异动监控系统

#### 3.2.3 仓储安全作业

智能识别安全帽佩戴检测、呼吸机佩戴检测、人员倒地检测，识别到异常情况及时触发报警，保障仓储作业的人员安全（见图 9）。

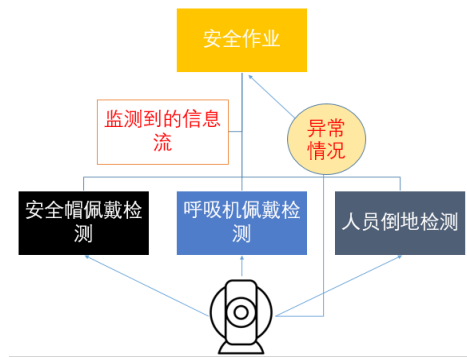


图 9 仓储安全作业

#### 3.2.4 智能提醒

通过部署独立的语音播放器，平台联动报警，广播内容可自定义编辑，如部署在装卸粮区，语音提醒：“请佩戴好安全帽”。部署在仓内，语音提醒：“仓内有人倒地，请予以帮助”。部署在巡检门外，语音提醒：“请佩戴好安全帽和呼吸机”（见图 10）。

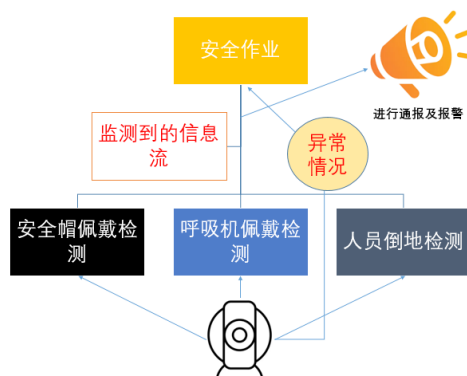


图 10 智能提醒系统

### 3.2.5 智能远程巡检

粮库内日常也存在巡逻检查的任务，通过智能远程巡检，以物联网感知为基础，结合 AI 智能分析技术，通过线上、线下远程巡检方式，对人、物、环境等重要因素进行监测和分析，具备巡检全流程闭环方案（见图 11）。

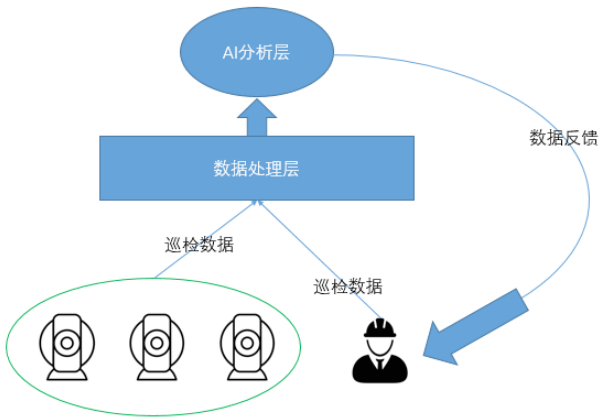


图 11 智能远程巡检

## 3.3 AI 技术在粮库应用

### 3.3.1 粮库 AI 赋能

近几年，云计算、物联网、大数据、区块链、人工智能等新技术飞速发展、叠加融合，不断推动粮食行业的技术升级和业务创新。针对这些新兴技术，我们在地方粮库、大型粮油集团已有良好的探索和实践，其中“全景数字粮库”是基于物联网、大数据、虚拟现实、AI、边缘计算终端等技术打造；通过在各类仓储设施中布设多要素数字感知网络，借助虚拟现实技术打造“数字仓储”，实现粮食储存环境的精准感知、风险预警与智能调节，实现基于智能通风、智能控温等专家模型的智慧仓储作业，强化物联网、自动控制、人工智能、边缘计算等数字技术与各类粮食作业流程的融合，实现远程自动化控制；创新智能化应用场景，融入 AI 技术，打造粮库“智慧大脑”，实现对各类安全生产事件和违规行为的自动识别和主动预警。粮库 AI 赋能，建立机器学习、深度学习等技术模型，实现粮面移动、人员倒地、烟雾识别等 25 种算法分析，并充分利旧现有的安防摄像头等物联网设备，采用后端增加 AI 分析服务器，实现各种业务场景 AI 检测及预警，实现粮库购销、出入库、安防、仓储作业等方面 AI 方面动态预警，让粮库拥有了“智慧大脑”。

### 3.3.2 AI 数字粮库

使用 3DMax 实景建模技术、实景漫游等 VR 虚拟现实技术，基于库区仓房、粮堆、道路、办公楼等粮库基本情况全真建模，结合真实业务数据，构建直观便捷的、沉浸式的虚拟现实交互平台，实时动态掌握粮库全貌，有效监管业务风险，建设沉浸式人机交互的粮食“元宇宙”，实现以下功能：

① 3D 实景建模：根据现场实地情况进行建模，实现沉浸式体验和人体交互；

② 视角转换：可全方位、多角度人机交互，对库区进行全景查看；

③ 虚拟现实技术与业务深度融合：通过 AI 全景数字粮库，在虚拟端操作即可实现实际操作；

④ 报警预警分析：通过物联网技术、人工智能技术的业务融合应用，结合科学储粮规范、储粮保管经验及储粮保管要求，将库区、仓房等地作为重点预警报警单位，实现仓储安全管理业务的智能化建设；

⑤ 精准感知：基于数字孪生、物联网、大数据、边缘计算终端等技术打造虚拟现实的“数字粮仓”，通过布设多要素数字感知设备，实现储存环境的精准感知、风险预警与智能调节；构建粮情预测、降温、控温等仓储作业专家模型，进行粮食健康诊断、预测，为降温、控温、熏蒸等仓储作业提供专家建议，远程、自动或智能控制通风窗、风机、空调等设备，实现仓储工作“防患于未然”的智能化目标；

⑥ 智能出入库：通过全景数字粮库，结合所有的前端设备，对粮食出入库的所有数据进行统一汇总、分析，实现粮食购销出入库全过程数字化、自动化和规范化、无人自助作业、业务过程留痕、作业视频追溯等目标<sup>[1]</sup>。

### 3.3.3 配套硬件

充分利旧库区已有摄像头，将摄像头采集的图像、视频数据汇总到 AI 分析服务器中，由图像预警算法服务器组负责图像处理，非图像预警算法服务器组负责数据分析，数据处理服务器组负责数据库汇总整理。

第一，图像预警算法服务器。

图像预警算法服务器用于 AI 的模型算法计算，配合普通摄像头使用，对普通摄像头的监控视频进行分析。可部署在云端和本地，主要针对无需时刻预警的非实时场景和需要立即反应的实时预警的图像场景进行计算并反馈结果（见图 12）。

非实时预警场景功能包括：局部发热监测预警、粮面异动监测等。

实时场景功能包括：皮重异常识别、人脸识别、区域入侵、人员倒地、安全帽检测、吸烟预警、车牌识别、离岗睡岗监测、呼吸器监测、仓门异动、火灾、烟雾监测等。



图 12 图像预警算法服务器

第二，非图像预警算法服务器。

采用机器分析计算理念，设备内部可运行算法逻辑，进行智能计算处理，提高实时响应速度。主要部署在本地，用于 AI 算法分析时，非图像数据进行分析处理，涉及粮情、购销、设备异常、结算等非图像处理场景数据分析。

第三，数据处理服务器。

主要部署在本地，用于对 AI 算法数据进行预处理和分

配，用于监控运算单元运行健康程度，分配运算工作量，保障各运算单元数据安全高效。

## 4 AI 监管工程概况

近几年，粮食行业将绿色储粮技术和智能化技术相结合，启动了智能粮库建设，包括智能出入库系统、智能仓储系统、智能安防等建设内容，有力地推动了粮食行业数字化转型，初步实现了粮库作业自动化、智能化，保障了粮食数量真实、质量良好的管理目标。

随着时间推移，早期建设的智能粮库系统暴露出了部分环节存在监管盲点、缺少基于 AI 的“技防技控”监管手段、一体化集成控制程度不高等问题。亟待借助新一代数字技术，创新粮库监管手段，通过在粮库开展 AI 监管工程建设，实现粮库从传统监管向智慧监管转型。

## 5 AI 在某粮库智能化改造项目实践

AI 监管系统在某粮库上线使用，将绿色储粮科技和 AI 智能化技术相结合，创新智慧化应用场景，融入 AI 技术，打造粮库“智慧大脑”，实现对各类安全生产事件和违规行为的自动识别和主动预警，成为人工智能和粮食业务相融合的典范，引领传统粮食行业向现代化转型。

### 5.1 信息架构拓扑图

AI 粮库监管平台的架构，主要由四部分组成，IOT 物联网平台、技术平台、数据支撑平台、AI 应用平台（见图 13）。

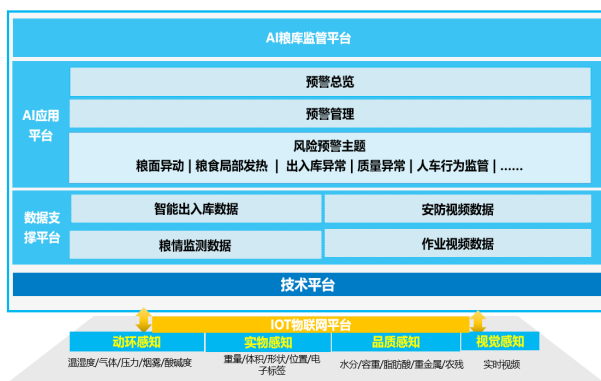


图 13 AI 粮库监管平台

IOT 物联网平台，将库区底层的感知设备进行统一接入，通过感知设备对数据采集的集成控制，感知设备类型包括温湿度、气体、烟感等动环感知传感器；重量、体积、形状等实物感知设备；水分等品质测量设备；视频监控等视觉感知设备。通过物联网平台采集到的数据，利用自有技术平台框架，实现出入库、安防、粮情等功能模块应用的开发，

进而产生出入库、粮情、安防视频、作业视频等业务数据，形成 AI 应用的数据支撑平台。基于数据支撑平台，借助 AI 和大数据技术，对数据场景化分类，根据不同场景的需求匹配对应的业务数据，通过 AI 模型对数据进行分析，进而形成粮面异动、粮食局部发热、粮食数量、出入库异常、人车行为监管等多种场景的 AI 动态的监管，通过可视化手段实现对监管结果的管理和总览。

### 5.2 阶段成果

针对库区的实际业务场景，从粮情质量监测、粮食数量监管、人车行为管理、安全生产监管、购销领域监管等 5 个关键场景进行了实践。

#### 5.2.1 粮食质量监测

根据库区实际粮温数据，通过大数据挖掘及 AI 技术结合，建立粮食质量 AI 分析模型，采用多种模型多维度并发分析，形成可训练云图和专家系统，并根据实际使用效果对分析模型和监测指标进行灵活配置和调整，实现行局部发热、结露预测及霉变预测，发现后通过手机短信等方式进行多维度及时预警。

#### 5.2.2 粮食数量监管

通过仓内摄像头定时进行仓内照片拍摄，动态监测粮面异动，建立粮面异动 AI 分析模型，对图像中的粮食区域进行针对性分析，通过对图片的视觉分析、对比，发现有凹陷，从而判断粮面发了异动，进行及时预警。

#### 5.2.3 人车行为管理

基于库区安防视频及照片，建立人车多目标跟踪模型，实现对人车动作的识别监测和异常行为的报警，包含人员聚集、人员滞留、人员离岗、人员睡岗、陌生人访问、地磅周边人员行为异常、车辆长时间逗留监测车辆黑名单。

#### 5.2.4 安全生产监测

安全生产监测包含安全帽、口罩等安全穿戴监测、人员倒地监测、区域入侵监测、禁烟场所吸烟、仓门异动监测、设备预警等监测场景，通过视频实时数据、出入库业务数据、动作分析等模型，实现针对性场景分析和异常报警。

#### 5.2.5 购销领域监管

通过车脸识别技术、车牌识别结果、出入库业务数据及对应的视频录像，建立购销 AI 分析模型，实现包含车皮重异常监测、出入库异常监测、套牌监测、账实不符异常监测、检斤环节车内人员异常监测、检验异常、扦样环节车 / 卡不一致监测等 7 种出入库环节的异常作业场景的动态监管。

### 5.3 前后工作效率效果对比

智能化粮库 AI 监管大幅度提高库区关键常见的监管效率，具体如表 1 所示。



表 1 不同监管方式工作效率对比表

场景	传统监管方式	AI 监管方式	效益提升
粮食质量监测	通过粮情测控设备采集粮情数据，数据停留在存储阶段，没有分析和预警，保管员根据自身经验判断粮情变化，且仓房数量较多，分析完毕需要3至5天的时间，且不具备实时性	通过采集粮情数据，并对当前数据和历史数据、全国粮情数据进行比对分析，通过趋势模型分析出未来粮情的变化走势，根据走势异常做出预警。3至4个小时，便可完成整个库区所有仓的粮情分析预警	库区监管由3到4名保管员，降低至1人通过电脑，即可完成全库区监管，人力成本降低75%；监测效率由3到5天降低至3到5小时，效率提高87%
粮食数量监测	没有较好的监测手段，数量发生变化处理时，往往是事后行为，不能动态监管	通过24小时仓内摄像头定时拍照，利用图片视觉分析对比，识别凹陷等粮面变化，并对变化进行预警	实现24小时动态监管，100%提升数量监管效率
人车行为监管	没有较好的监测手段，主要通过库区安保巡查检查或现场管理人员现场检查有无异常行为，但存在严重的滞后、效率低、防范漏洞大的问题	基于库区安防视频及照片，通过使用卷积神经网络、轨迹卡尔曼滤波和匈牙利算法实现画面中人和车的多目标跟踪，然后针对画面中的每一个目标，通过对称空间转换网络（SSTN）和姿态引导建议算法（PGPG）对其动作进行识别检测实现人车异常行为	无需专人监管，人员节省100%，实现24小时动态监管，违规行为能够实时识别并预警，效率提升95%
安全生产监管	没有较好的监测手段，主要通过库内作业人员自觉或安全员巡查检查指出改正的方式，无法24小时实时监控，安全事故高发	通过摄像头视频实时视频流监测仓门的开关状态；利用物联网监测设备运行状态；利用对视频中人员行为的特征分析，判断状态是否合规，利用空间转换和姿态引导建议算法判断动作是否符合要求，进而实时判断人员在安全生产场景中是否符合要求	无需专人监管，人员节省100%，实现24小时动态监管，安全事故率降低95%
购销领域监管	主要靠现场作业管理人员的人眼识别和经验识别，作业高峰期，很容易被违规人员钻漏洞	通过车脸识别技术、车牌识别结果、出入库业务数据及对应的视频录像，通过后台算法分析，判断出入库购销中的异常场景并进行分线管控	设备实时监控，现场人员主要精力放在作业上，对于异常违规作业能够第一时间识别并预警，作业效率98%，节省人工100%

## 6 结论及展望

在科技发展迅猛的今天，人们正享受着安防监控带来的安全感。我们结合图像识别、机器学习、数据分析等 AI 技术，并与安防监控数据深度融合，对某粮库进行智能化改造，基于粮库当前信息化建设成果及新建内容，通过对粮情数据和接入视频的分析，实现了对储粮情况的监管，起到了“防患于未然”的作用。

### 6.1 应用后的成果概述

AI 技术的引入，促使我们打造了技术领先、作业高效、风险可控、业内一流的新型智能化粮库。通过加强与业务场景联动，进一步提升了粮库仓储智能化程度。

建设 AI 预警分析、智能安防监控等人工智能型应用，为粮库提供了科学的作业指导和主动、精准的风险预警。实现了粮库各项生产作业、人、财、物等信息的全方位管控和运行数据的精确分析，确保粮食数量真实、质量良好，保障粮库安全生产。

建设可视化 AI 预警中心，实现粮库人、财、物的全方位的可视化监管，实现生产作业的远程监控，违规作业的远程干预。

### 6.2 应用存在的问题

AI 技术可以为每个用户提供差异化的服务，虽然前景广阔，但目前中国国内的基础还比较薄弱，在应用过程中还存在着许许多多的障碍和困难。

根据在某粮库进行智能化改造的实践中，AI 技术在安防监控领域面临着两大痛点。

#### 6.2.1 对外接环境适应性差

AI 技术对视频数据的辨识度，容易受到光照、天气、环境质量、目标外形、外物遮挡等环境的影响。

#### 6.2.2 缺乏自主完善学习能力

目前 AI 技术在专业领域的知识积累不足，没有自我学习成长的能力，只能根据设定的条件进行自主分析，而不能根据分享能力和积累经验提高完善自己。

### 6.3 未来改进的方向

动荡的世界环境、极端天气事件和新型冠状病毒不断考验着人们的毅力和决心，人工智能、大数据分析等前沿科技也正在挑战着人类的潜力和认知。世界格局的变化和科技的迅猛发展，对粮食行业形成了巨大冲击，同时也带来了许多前沿科技的融合，带动了粮食全产业链的数字化转型，为优质粮食工程和国家粮食安全提供了助力。

论文研究的 AI 技术，在未来需要在以下几个方面进行改进和提升。

#### 6.3.1 深度学习

大量积累行业内、专业领域内的知识储备，再通过特殊的深度学习算法以及大量的数据来实现系统的自主学习。学习系统随着时间的推移，收集的数据越来越多，变得越好。

### 6.3.2 云端部署

采用云端集中部署,各类数据实时汇聚,在云端监管,更有利于提升粮食安全监管能力。

### 6.3.3 提高对环境影响的判断

AI技术应用能够在恶劣视频环境情况下实现比较正常的监控功能。在恶劣天气、夜间低照度情况时,尽早发现视频画面中的人和物;在判断出摄像头遮挡、偏移、抖动等情况后要提前发出报警。

### 6.4 AI在其他粮库监管领域的应用可行性

库外监管现状:全国库外储粮库点数量众多;库点地理位置分散,监管压力大;库点变动情况频繁;库容、仓房、设备、人员等情况参差不齐。

根据国家关于粮食监管方面“数量定性不少,人员定位不跑”既盯人又盯粮的监管要求,搭建粮食库外远程监管系统,强化库外储粮管控力度,实现对库外储粮在线实时监管。

借助AI监管系统+视频监控设备。对整库租赁的,管住出入口、仓房通道、地磅关键点。非整租的管住仓门和卸

粮口,识别分析周围进入车辆情况进行AI分析预警。

融入AI技术和管理新思路,充分发挥“AI技术”+“物联网”的优势,提升对库外粮食的监管,确保库外粮食“数量真实、质量良好”。

### 6.5 结语

我们要立足于传统的粮食行业,更要高度重视信息化建设工作,虽然科技创新道路曲折,但是随着相关部门的大力投入和支持、各类数据的开放和共享、AI算法算力的不断提升,AI技术与物联网数据将全面融合,粮库监管的AI时代正在加速到来。

### 参考文献

- [1] 赵云.基于KNN和多电流特征的配电网接地故障区段定位方法[J].电气开关,2022,60(1):70-74+95.
- [2] 牛学德,高丙朋,南新元,等.基于改进DenseNet卷积神经网络的番茄叶片病害检测[J].江苏农业学报,2022,38(1):129-134.
- [3] 李永杰,周桂红,刘博.基于YOLO-V3模型的人脸检测与头部姿态估计融合算法[J/OL].广西师范大学学报(自然科学版):1-11[2022-04-08].