

ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加 CCS 号

T/JAASS

团 体 标 准

T/JAASS XX—2022

大田小区小麦麦穗遥感智能计数规程

Rule for intelligent counting of wheat spike in field by remote sensing image

(征求意见稿)

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

江苏省农学会 发 布

目 次

前 言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
(请注意排序)	错误! 未定义书签。
3 术语和定义	1
麦穗密度 spike density	1
监测时期 Monitoring period	1
遥感器 Remote sensor	1
机器学习 Machine learning	1
计数精度 Accuracy assessment	2
多时相图像 Multi-temporal images	2
种植制度 Cropping system	2
遥感技术 Remote sensing technology	2
高分辨率图像 High resolution image	2
平均绝对误差 Mean Absolute Error	2
均方根误差 Root Mean Squared Error	2
4 智能计数流程	2
4.1 数据采集	2
4.2 辐射校正	2
4.3 几何校正	2
4.4 特征提取	3
4.5 特征融合	3
4.6 密度计数	3
5 精度检测与评价	3
5.1 精度检验	3
5.2 精度评价	3
6 检测产品制作	3
附 录 A (资料性附录) 大田小区小麦麦穗遥感能计数模型	4
智能计数模型	4
模型训练	4

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由扬州大学提出并组织实施。

本文件由江苏省农学会归口。

本文件起草单位：扬州大学、江苏里下河地区农业科学研究所、江苏诺丽慧农农业科技有限公司。

本文件主要起草人：谭昌伟、洪青青、马鸿翔、刘伟、王永刚、陈士强、张勇、张永涛。

大田小区小麦麦穗遥感能量计数规程

1 范围

本文件规定了以无人机影像为遥感数据，规定了影像获取、影像预处理、大田小麦麦穗数量计算、测报产品制作等方法。

本文件适用于江苏省小麦种植区。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 14950 摄影测量与遥感术语

GB 15968 遥感影像平面图制作规范

GB/T 20257—2017 国家基本比例尺地图图式

GB/T 17798 地理空间数据交换格式

GJB 2700 卫星遥感器术语

DB32/T 2430—2013 大田小麦长势遥感测报操作规范

QX/T 364—2016 卫星遥感冬小麦长势测报图形产品制作规范

CH/Z 3001—2010 无人机航摄安全作业基本要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

麦穗密度 **spike density**

指在农田中单位面积内麦穗的数量。通常以每平方米或每公顷的麦穗数量来表示。

3.2

监测时期 **Monitoring period**

小麦成熟期。

3.3

遥感器 **Remote sensor**

能感测事物并能将感测的结果传递给使用者的仪器。[GJB 2700-1996]

3.4

机器学习 **Machine learning**

利用统计学和计算机科学的方法，让计算机从数据中学习并产生模型，用于识别和计数小麦麦穗等任务。

3.5

计数精度 Accuracy assessment

对计数结果的准确性进行评估和验证的过程，与实地采样或其他手段相结合进行。

3.6

多时相图像 Multi-temporal images

不同时间获取的同一地区的图像。[GB/T 14950—2009]

3.7

种植制度 Cropping system

指一个地区或生产单位的作物组成、配置、熟制与种植方式的综合。

3.8

遥感技术 Remote sensing technology

指利用卫星、无人机等遥感平台获取地球表面信息的技术，通常包括数据获取、处理、分析和应用等方面。

3.8

高分辨率图像 High resolution image

指图像中每个像素代表的地面面积较小，能够提供更为细致的地物信息的图像。

3.9

平均绝对误差 Mean Absolute Error

衡量的是模型预测的麦穗数量与实际数量之间的平均绝对差值。

3.9

均方根误差 Root Mean Squared Error

均方根误差对平均绝对误差进行了平方处理，更注重较大误差的影响。

4 智能计数流程**4.1 数据采集**

使用无人遥感平台获取高分辨率图像。于晴朗、无云、无风或微风的天气，飞行高度12m，采用Z字型航线覆盖目标农田范围。传感器镜头垂直向下，数据获取时间与地面调查时间保持一致。

4.2 辐射校正

对获取到的遥感图像数据进行辐射校正，利用机载传感器配套的定标板将获取的无人机影像DN值图像转换为反射率图像，转换公式为：

$$Rrs = DN \times DB \times B$$

式中：

Rrs——遥感反射率；

DN——遥感影像像元亮度值（Digital Number），无单位；

DB——定标板像元亮度值；

B——定标板的校正系数；

4.3 几何校正

通过添加已知控制点，对无人机影像进行几何精校正，校正后的影像地理位置偏差应小于1个像元。

4.4 特征提取

特征提取采用经典的卷积神经网络架构作为基础，通过一系列卷积层、池化层来提取图像的局部特征。卷积层能够捕捉图像中的纹理、边缘等局部信息，池化层则可以降低特征图的维度，减少计算量。在卷积网络提取的特征基础上，引入 Transformer 架构来捕捉图像中的全局信息。Transformer 中的自注意力机制可以对图像中的不同区域进行加权，使得模型能够更好地理解麦穗在整个大田小区中的分布情况。

4.5 特征融合

将传统卷积网络提取的局部特征和 Transformer 提取的全局特征进行融合，融合的方式是通过注意力权重进行加权求和，得到既包含局部细节又包含全局上下文信息的综合特征。

4.6 密度计数

利用生成的密度图，首先进行预处理以提高图像质量和准确性。然后，通过提取密度图中的麦穗区域，并采用像素级计数进行麦穗数量统计。最后，对统计结果进行分析，并以图表或报告形式展示，以直观呈现大田小区麦穗数量的分布情况。

5 精度检测与评价

5.1 精度检验

对监测区小麦提取结果精度检验，可以采用两种方法：有地面调查样点区域，选取未参与地面样本训练的定位点用于精度验证；采用与进行小麦麦穗数量监测的遥感图像获取时间相近、空间分辨率更高的遥感图像数据，随机选取的不少于50个的小麦样本进行精度评价。

5.2 精度评价

根据计数结果和地面验证数据，采用平均绝对误差和均方根误差计算计数精度。确保计数结果与真实值的偏差较小，在5%以内。

平均绝对误差（MAE）是绝对误差的平均值。对于一组预测值和真实值，先计算每个预测值与对应真实值差值的绝对值。即 $|y_i - \hat{y}_i|$ （其中 y_i 是真实值， \hat{y}_i 是预测值），然后将这些绝对值求和并除以样本数量n，计算公式为：

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

均方根误差是先计算预测值与真实值差值的平方的平均值，然后再取其平方根，其计算公式为：

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

6 检测产品制作

大田小麦麦穗遥感智能计数专题报告可采用文字信息、专题图和统计表格等形式表示。文字信息包括时间、范围、无人机平台及传感器、地面分辨率、计数指标等信息。专题图包括图名、图例、比例尺、小麦生长参数分布信息以及行政区域边界线，图廓整饰内容应按GB 15968执行。统计表格包括统计区地名、统计数目等信息。

附录 A

大田小区小麦麦穗遥感智能计数模型

智能计数模型

该大田小区小麦麦穗遥感智能计数模型主要基于计算机视觉技术，融合了传统卷积网络与Transformer。

首先是图像采集与预处理环节，通过专业遥感设备采集大田小区小麦图像，再进行几何校正来消除图像因拍摄角度和地形产生的几何变形，确保图像与实际地理空间相符；同时进行辐射校正，排除大气和光照对图像亮度、色彩的干扰，还原小麦真实状态。

接着是特征提取部分，传统卷积网络中，卷积层利用不同尺寸卷积核提取麦穗的纹理、形状等局部特征，小尺寸卷积核（3x3）可捕捉细节，之后的池化层（最大或平均池化）降低特征图维度、减少数据量且保留关键信息，使用激活函数ReLU引入非线性以增强学习复杂特征的能力。Transformer 方面，先将经过卷积网络处理后的特征图分块，为这些图像块添加位置编码让 Transformer 理解其空间位置关系，再利用自注意力机制获取麦穗在大田小区分布的全局特征。

特征提取之后是融合与计数，特征融合采用注意力机制加权融合，通过为两者特征图赋予不同权重后求和。在密度计数上，先通过小型卷积神经网络把融合后的特征图转化为密度图，再对密度图进行积分或求和运算得到麦穗总数。

模型训练

在模型训练阶段，构建数据集时，收集大量不同条件下的大田小区小麦麦穗遥感图像，并对图像中麦穗数量进行人工标注。然后把数据集按一定7: 1: 1的划分为训练集、验证集和测试集。

在训练过程中，使用逐像素的欧氏损失来训练网络，计算模型预测的麦穗密度图和实际麦穗密度图之间的误差，使模型能学习到麦穗真实分布情况。损失函数如下：

$$L_{den} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|P(x_i) - G_i\|^2$$

其中 $P(x_i)$ 是第 i 幅输入图像的预测密度图， G_i 是第 i 幅输入图像的真实密度图， x_i 表示第 i 幅输入图像， N 是输入图像的数量。优化算法选择 Adam，它根据训练时的梯度信息自动调整学习率，让模型能够快速、稳定地收敛到最优参数。在训练过程中，根据验证集的性能来调整学习率、模型结构等超参数，以防止过拟合。