

川贝母智能栽培技术研发

意义

川贝母是一种名贵中药材，具有润肺止咳的功效，应用历史悠久，主要分布在我国四川西部、云南西北部、西藏东南部、甘肃、青海等地，海拔大约为 3500-4500 米的高寒地区。因其药用价值高，市场需求量大，加之生长环境所限，野生资源已日渐枯竭，已处于濒危状态，被列入国家三级保护植物名录。因此，对川贝母进行人工栽培、规范化种植，显得尤为重要与必要。

研发目标

- (1) 综合运用多种传感器、物联网技术实现川贝母种植数据的全过程、连续、自动采集，包括土壤温度、湿度、肥力及光照等环境信息，还包括作物生长状态的图像信息，实现川贝母生态种植数字化。
- (2) 建立川贝母种植大数据，借助深度神经网络学习模型，对包括精准施肥等一序列种植操作做出预测，为川贝母精准种植提供决策支持。

技术路线

为实现川贝母种植过程的数据化、自动化、智能化，需要搭建自动化的采集设备，能对土壤、环境及作物状态实时监测，并形成完整有效的数据，进而通过机器学习方法，实现智能种植决策。实施过程如图 1 所示。

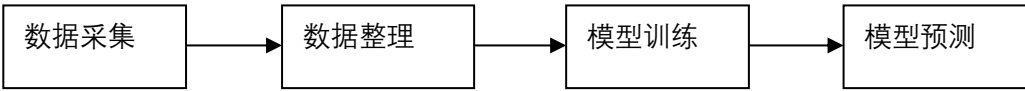


图 1 系统技术路线

对环境数据的采集是典型的农业物联网应用，可根据需要选择对应的传感器，完成相应采集任务。

采集系统的关键是对作物状态与土壤养分的自动检测，拟采用基于高光谱相机的光谱采集技术。高光谱相机能够在电磁波谱的紫外、可见光、近红外和中红外区域，以数十至数百个连续且细分的光谱波段对目标区域同时成像，可同时获得目标图像信息与光谱信息。氮素是与作物光合作用、产量及品质关系最密切的营养元素，也是作物需求量和施用量最大的矿质元素。作物发育过程中，氮素营养水平的变化会引起叶片颜色、叶绿素水平、水分含量等作物形态结构变化，进而引起冠层光谱的变化，这是高光谱图像进行氮素估测的理论基础。通过对贝母植株上层高光谱成像，分析与氮素相关的特征光谱，从而实现对作物长势的检测。

土壤、环境与作物之间的非线性关系是随着时间变化的，系统所采集的种植数据是典型的序列数据。循环神经网络（Recurrent Neural Network, RNN）不仅具有强大的计算和建模能力，还具有记忆能力，能够处理序列数据。理论上，RNN 能够处理任意长度的序列数据。RNN 的基本结构如图 3 所示， x 为输入单元，对应网络的输入向量； o 为输出单元，对应输出序列； s 为隐藏单元，对应隐藏状态， U 、 V 、 W 为网络共享权重值。基本网络按时间展开后，形成循环网络结构。 t 时刻，隐藏层 s_t 的值不仅与 x_t 有关，还与 s_{t-1} 的值有关。即

$$s_t = f(U * x_t + W * s_{t-1}) \quad (1)$$

$$o_t = g(V * s_t) \quad (2)$$

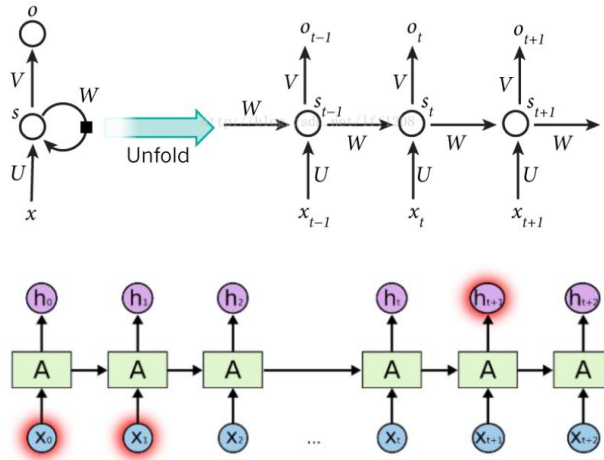


图 3 循环神经网络（RNN）

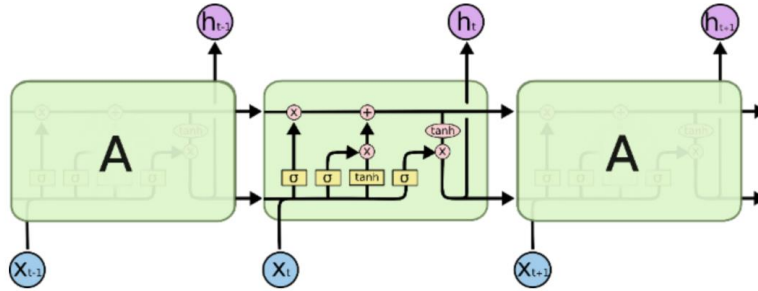


图 4 LSTM 循环神经网络

鉴于基本 RNN 处理长序列数据时存在的缺陷，采用长短期记忆网络（Long Short-Term Memory, LSTM），能够学习长期依赖信息，如图 4 所示。LSTM 能够处理类似种植过程这样的长序列数据。本项目中，环境信息、土壤信息构成输入向量 x ，作物光谱图像作为输出，作物的生长周期作为序列长度，形成训练样本。通过学习，建立环境、土壤与作物长势的映射关系，能够对作物生长情况、产量进行预测。为了获得种植决策，直接将环境信息、种植操作（如施肥量、浇水量）作物输入，以作物光谱图像（或者作物产量）为输出进行学习，建立农田操作与作物之间的关系模型。然后在此模型（神经网络权值已确定）基础上，通过输出对输入 x 进行优化，获得最佳施肥量、浇水量，农业操作的时间由序列时间确定。