蜂巢思维对于农业工程学领域分布式决策系统的启示

1引言

蜜蜂作为自然界群体智能的典范,其行为机制已在很大程度上融入到现代农业工程的设计范式之中。西班牙的研究团队通过模拟蜂群选址机制,开发出了可自主协商任务分配的无人机集群系统;而基于蜜蜂觅食行为的改进型人工蜂群算法(ABC),则通过建立能耗-时间双目标优化函数,为联合收割机规划出全局最优路径。我们尝试进一步考虑到智能农业工程领域,相较于工业装备设计的最大难点在于其极强的"因地制宜"特性。笔者将尝试通过应用蜜蜂的蜂巢思维特性,优化现有的农业生产体系,构建一个成本更低、效率更高、通用性更强的分布式农业统一生产系统来解决这一难题。

本文作者受蜜蜂决策系统去中心化与自发性特点启发,抽象出了蜂群的决策系

统

2中心-分布式决策系统

2,1分布式决策系统原理

仿生学视角的群体智能决策机制研究揭示,蜜蜂群体通过分布式协商实现最优决策,并且具有独特的自组织特性。特定个体通过信息素释放与舞蹈编码传递候选方案,而群体基于这些信息做出迭代式决策,不断缩小可能的决策范围逼近答案,直到有足够多的个体认可的方案出现。

现在,我们将这个过程抽象到现代计算机系统。由于没有绝对中心的存在,我们现在假设信息源,也就是决策申请源为决策过程的中心。决策中心因为本地某些环境因子与全局系统已知的因子不同,触发自动决策过程。决策中心将发送决策请求到与本地环境因子相似度达到一定程度的非本地平台,并申请共同决策。为了保证所得到的结果在决策中心更加具有可信度,我们采用五层递推式来模拟蜂群投票过程。

首先赋予满足相似度大于0.6的非本地平台动态参数调整的权利。所有此类非本

地平台都能够通过自行分析历史记录得出绝对符合或者绝对不符合的决策归因。如果后续决策中出现非本地平台出现了相同原因并给出不同于历史的决策,则自动减小此类决策的权重。

然后赋予满足相似度大于0.75的非本地平台表决投票的权利。经过相似度转换为权重的函数与上述动态调整处理后,我们得到相应的加权权重,当平台给出赞成与反对票时乘上加权权重系数。

出于对群体可能淹没重要个体观点的考虑,我们再加入风险熔断机制。当相似度达到0.95时,此类非本地平台有权越过所有决策流程,直接否决这一过程。但此类否决必须提供完整的归因过程,此时应当进行人工处理。

最终所有决策结果与归因将交由算网进行分析。如果决策通过,则将该决策的

归因过程上传到每一个平台,允许所有平台在符合条件时自动进行下一步行

为,而无需再次决策;如果决策被否决,则根据否决强度,在否决强度一般时

根据归因报告自动改进决策申请的内容,在否决强度过高时直接禁用此类决策,加入到决策黑名单中。

当然,我们也必须考虑可能出现的错误决策或者部分错误决策。为了避免错误决策影响整个系统,当某一节点根据历史决策记录作出行为并造成糟糕的结果时,应当由人工进行决策逻辑补充(比如是否有条件漏判?)。如果问题过于严重,则手动将其移交到黑名单中。

2,2可能的具体实现与难点

我们假设node(1)是一个普通农户的农业系统,并且通过相似度下限的系统有以

下部分:

(图1模拟决策结果表格)

决策结果

农业系统权重值(w(i))决策权(a=调整参数权,

b=赞成/反对权,c=否决

权)

(模拟)投票结果(node(i)

yes=1, no=0。标注a表示

不参与平均值计算,仅修

改权重值

node(2)0.95 a, b, c yesnode(3)0.8 a, b no

node(4)0.75 a, b nonode(5)0.65 a yes(a)node(6)0.6 a yes(a)

node(1)1 a, b, c yes

Result(number)= Result(

∑n

i=1 node(i)⋅(w(i)−∑n

i=1 a(i))

n

)

笔者的构想是,将农业耕种的经验通过这种分布式系统在全国范围内进行共

享,尤其是将国有农场的播种经验共享到私营或者个人的耕种基地,避免相同问题,比如不合理种植对土地的破坏等等问题重复出现,把预期生产效率做到最大化;同时,将现代农业工程的自动化设备连接到这一决策系统,通过统一的协议与标准,还能够最大程度上降低使用智能设备的门槛,解决不同系统之间不兼容的问题;并且,因为分布式系统的特点,我们可以通过引入区块链技术,很容易的判断出系统数据是否被人恶意篡改,降低了智能农业系统被人为破坏的可能。

但就目前而言,仍然有许多难点待以解决。

首先是算力分配问题。很显然的一个事实是,整个系统的算力申请与分配一定不会公平。一些大型的农场的token申请数一定会远远超过小型农场。其次是分布式部署中的信息储存问题,信息应当储存在每一个系统节点,但小型农场可能无法承担节点的维护费用,尤其是在全国性连接的要求下。最后是具体实现的各处细节问题。权重值如何计算?调参函数如何设置才合理?达到何种程度农业系统才会通过决定?

2,3技术细节处理

我们可以尝试建立一种分层式混合计

算架构,通过地理空间网格化策略构

建多级农业物联网系统。如图1所

示,构建分布式边缘计算节点与云端

集中式管控平台协同运作的模型,将

全国农业产区划分为多个自治管理区

块。每个区块都将部署独立的智能边

缘网关,既作为区域算力中心,也作

为数据预处理、本地决策和协议统一

的区域枢纽。农业生产主体可根据运

营规模以及资产情况,自主选择部署

私有化边缘计算集群或接入区域性公

共算力枢纽。目前比较成熟的方案时

通过LoRa/NB-IoT等多模通信协议实现异构设备接入,运用联邦学习算法

保障数据隐私的同时完成跨区块模型

(图2中心-分布式模型)

协同训练。边缘层实时处理传感器数据并执行自动化控制指令,云端平台则负责宏观态势分析、资源调度及全链路追溯管理,形成「边缘即时响应+云端全局优化」的闭环控制体系。

(i)

针对第三个问题,我们可以尝试建立理论框架与实践应用的归因机制。以蜂产业数字化管理为例,我们将构建三级知识转化体系:首先整合一线蜂农的实践经验,由昆虫学专家抽象、归因为理论模型;再由农业工程团队采用多源异构数据融合引擎,将非结构化经验转化为具备时空标签的标准化数据集。

3总结

伴随着现代人工智能的普及,智慧农业不再遥不可及。我们在应用之前,应当选择出正确可靠的思维模型。因为农业工程学科具有的极强的因地制宜特性,这个学科十分依赖于实践过程中得到的经验。因此,我们需要足够庞大的经验库才能够让一个通用的农业生产系统在任何地方任何时候都可以正确的工作。依靠蜜蜂的群体思维模型,我们最终推导出了一个具有一定可行性的全国性农业生产系统模型——中心-分布式决策系统。如果这个系统可以真正在工程上实现,我们离"放一个机器人在田里,他便能自主耕作"的梦想将不再遥远。