

基于人工智能的农田水利自动化监测系统

刘飞诗¹, 胡腾腾^{2*}, 何晓静³, 付梁其⁴, 潘 磊⁵

(1. 江苏远瀚建筑设计有限公司, 江苏 常州 213000; 2. 常州市金坛区水利建设管理所, 江苏 常州 213200;
3. 江苏省水文水资源勘测局常州分局, 江苏 常州 213100; 4. 江苏先行建设有限公司, 江苏 常州 213100;
5. 常州市金坛区水利规划服务中心, 江苏 常州 213200)

摘要:阐述了人工智能在利用无线传感器网络(WSN)技术采集数据和实现农田水利自动化监测方面的潜力。无线传感器网络应用包括数据的采集、统计和分析,可用于监测农业及其自动化活动过程;农田水利自动化监测包含了温度、湿度、大气压力、水或土壤pH值等传感器的布设。通过各种机器学习算法(人工神经网络)的测试,研究发现广义回归神经网络(GRNN)是最适合农田水利自动化监测的。

关键词:人工智能; 农田水利自动化; 机器学习; 算法

中图分类号:TV93 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2022)11-0046-0004

Research on automatic monitoring system of farmland water conservancy based on artificial intelligence

LIU Feishi¹, HU Tengting², HE Xiaojing³, FU Liangqi⁴, PAN Lei⁵

(1. Jiangsu Yuanhan Architectural Design Co., Ltd., Changzhou 213000, China;
2. Changzhou Jintan District Water Conservancy Construction Management Office, Changzhou 213200, China;
3. Changzhou Branch of Jiangsu Province Hydrology and Water Resources Investigation Bureau,
Changzhou 213100, China; 4. Jiangsu Xianxian Construction Co., Ltd., Changzhou 213100, China;
5. Changzhou Jintan District Water Resources Planning Service Center, Changzhou 213200, China)

Abstract: This paper expounds the potential of artificial intelligence in using wireless sensor network (WSN) technology to collect data and realize automatic monitoring of farmland water conservancy. The application of wireless sensor network includes data collection, statistics and analysis, which can be used to monitor the process of agriculture and its automation activities. Automatic monitoring of farmland water conservancy includes the deployment of sensors such as temperature, humidity, atmospheric pressure, water or soil PH value. Through the tests of various machine learning algorithms (artificial neural networks), the study found that generalized regression neural network (GRNN) is the most suitable for automatic monitoring of farmland water conservancy.

Key words: artificial intelligence; farmland water conservancy automation; machine learning; algorithm

收稿日期: 2022-05-26

基金项目: 水利部水科学与水工程重点实验室开放研究基金项目(YK914012)

作者简介: 刘飞诗(1991—),男,工程师,硕士,主要从事农田水利自动化研究。E-mail: 512267916@qq.com

通信作者: 胡腾腾(1990—),女,工程师,硕士,主要从事节水灌溉研究。E-mail: 751839457@qq.com

农产品的生产效率是国家重点关注的问题,农田水利领域的无线传感器网络为促进农作物生产效率提供了新的方向^[1-3]。基于无线传感器网络的农业自动化监测系统可对收集到的数据进行多重分析,为提高作物产量、减少水资源消耗、避免过量杀虫剂、改善消费者的健康状况提供指导。无线传感器网络是一个专用的传感器系统,它记录、监测大气和土壤环境并从中收集数据,该网络可以与云存储连接进行在线分析,从而增加了无线传感器网络的应用推广价值^[4]。无线传感器网络(WSN)通常依赖于无线通信服务,通过无线通信服务,测量值从一端传输到另一端^[5]。所有这些通信都是通过一个或多个节点进行双向处理的。这项技术具有很多优点,但是也存在能源存储不足的缺点,需要在频繁维护的节点中嵌入电池^[6]。

研究通过对无线传感器网络中机器学习算法的改进,旨在使农田水利自动化监测系统为智能决策提供信息管理,实现资源管理、生产管理等方面的高效运作。此外,生态环境变化对农作物生长施加了更大的压力,希望通过该系统的开发,为农业精准灌溉、适量施肥做出正确决策,使作物长势良好,从而有效应对环境变化。

1 无线传感器网络模块

基于AI农业自动化的WSN传感器模块包括与GPS模块连接的AI处理系统、数据存储(云存储)、无线通信模块、机器学习和决策模块,见图1。每个组件的排列方式都使其能感知、收集和存储用于AI分析的数据。传感器涉及CO、CO₂、O₂、SO₂、NH₃、CH₄和其他可燃气体、H₂、NO、NO₂、湿度、压力、H₂S、O₃、Cl₂、HCl、HCN、温度、颗粒物(PM1/PM2.5/PM10)、粉尘、PH₃、ETO,传感器可基于机器学习的分析方法进行研究和收集。根据数据密度和速率,存储空间被云计算操纵。传感器模块的作用是收

集自然数据,无线通信模块通过处理器的监控将来自传感器的数据传输到云存储。处理器将通过传感器节点增强的GPS模块了解每个节点的位置^[7],以便做出基于区域的决策。此外,通过该模块,可以识别出故障的WSN节点,用于校正和校准,该节点位于数千个节点中^[8]。

显示模块增强为WSN处理单元,用于检查整个网络和与其连接的节点的状态。这个显示单元还负责分析土壤、资源等性质和情况。系统中使用的处理器单元是Cortex ARM A7,它作为中央处理器,由内存、状态和控制组成,该处理器是Broadcom BCM2835片上系统,包括700MHZ ARM-11处理器^[9],它还具有带有1级高速缓存的RAM和带有2级高速缓存的图形处理单元^[10]。模块中的CPU负责通过将一个模块的功能连接到另一个模块来协调整个过程,通过促进每个模块之间的通信,处理器能够将从传感器阵列收集到的数据组织到基站,而不会出现任何失真^[11]。本文以农村地区为中心,提出了基于无线网络的微处理器或微控制器的自动灌溉系统的开发和部署。为了实施和演示用于减少用水量和提高作物产量的自动灌溉系统,该系统将从包含土壤水分参数的光伏电池中获取电力,灌溉系统由2台泵控制,每台泵的功耗为48 W,由5 000 L水箱供水。

无线单元算法中实现了4种不同的灌溉操作:(1)使用按钮进行手动灌溉,持续时间固定;(2)通过网络在任何需要的时间以指定的日期和时间安排灌溉;(3)如果至少一个土壤湿度传感器值低于阈值水平,则可以进行固定持续时间的自动灌溉;(4)如果至少一个土壤温度传感器值低于阈值水平,则可以进行固定持续时间的自动灌溉。

无线单元编程具有用于同步无线传感器单元以监控每个无线传感器单元确切状态的功能,如果所有信息丢失,系统将自动执行默认灌溉计划模式,同时将发送一封电子邮件提醒系统管理员,以便在自动灌溉系统中进行安全通信。

1.1 人工智能处理的系统架构

人工智能处理的系统架构(图2)生成了一种方法,该方法通过歧管来处理系统,歧管组织来自农业区域的传感器阵列的数据,在云存储的帮助下收集数据^[12]。传感器阵列的每个处理单元都配有结构,以便为各种操作相互通信^[13]。在案例中,处理单元使用了一个名为Raspberry Pi的设备,使用的云平台是“ThingSpeak”^[14]。它在处理硬件之间形成

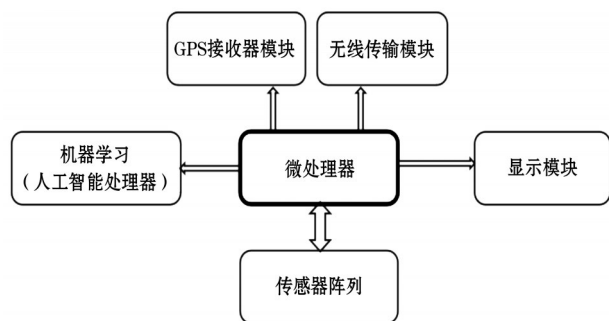


图1 人工智能农业自动化无线传感器模块

了牢固的联系以获取数据,机器学习算法通过 MATLAB 工具通过“训练-测试-验证”过程进行模拟,网络经训练后,该单元将用于做出决策。

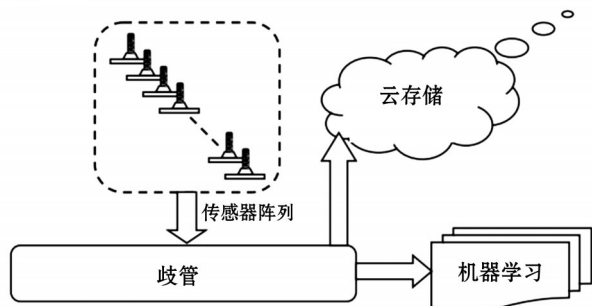


图2 人工智能处理的系统架构

1.2 广义回归神经网络

系统在收集具有分散性质的随机数据时,希望这些数据在一个元素与另一个元素之间具有一些回归关系。一般而言,所有人工神经网络有不同的学习特征,不同的人工神经网络可能适用于各种应用。在这种情况下,人工神经网络如前馈反向传播神经网络、级联前馈反向传播神经网络、回归神经网络、径向基神经网络等被用于测试适用性^[15]。在分析过程中,本文发现GRNN(Generalized Regression Neural Network)适合该操作。随着GRNN从元素关系中获得限制值,提供了宝贵的生产量。

GRNN 预测的概率比由下式给出:

$$Y(X) = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i \exp(-D_i^2/2\sigma^2)}{\sum_{i=1}^n \exp(-D_i^2/2\sigma^2)} \quad (1)$$

$$D_i^2 = (X - X_i)^T (X - X_i) \quad (2)$$

式中: D_i^2 为训练样本与预测值偏差之间的距离; $Y_i \exp(-D_i^2/2\sigma^2)$ 为训练之前的交互; σ 为数据点的标准偏差,它负责将相关点调整为平滑度。广义回归神经网络(GRNN)的体系结构如图3所示。

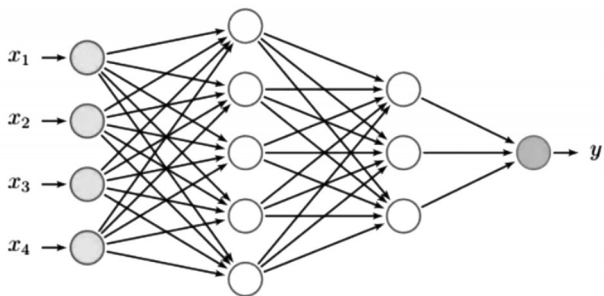


图3 广义回归神经网络(GRNN)

系统利用传感器对农田采集的分散数据进行组织,然后通过无线通信协议,将数据传输到云端分析。如前所述,每个人工神经网络在使自身适应相关问题的过程中彼此不同。GRNN 架构具有输入层、模式识别层、求和、近似层、目标或输出层。输入处理层将数据作为学习的输入,每个数据元素之间的距离被用于学习特定数据跟随识别到激活函数的过程的模式,系统中的求和或近似层概括了用于均衡值的模型,如果此传递函数将关注值限制为0至1,则分母和分子将生产值减少为因子。GRNN 中的输出层测量网络处理值中匹配模式的可能性,并在模式和求和层的帮助下计算输出决策。GRNN 使用 MSE(均方误差)来验证可以进行分类的学习过程。迭代训练在性能最佳的地方收敛,使训练好的网络直接用于应用程序做出决策。因此,本文将 GRNN 用于学习过程和制定策略。

2 农田水利自动化监测系统调试

2.1 实施程序

(1)分析动态农业性质,例如发生不确定性的土壤、肥力和其他资源状况;(2)在处理模块(Raspberry Pi)的帮助下,从大气中收集数据的传感器阵列通过 MQTT 协议进行传输,数据与适合 HTTP 协议的标头一起合并和移动;(3)收集的传感器数据存储在云端,并在使用网络后作为信息包进行通信;(4)智能云计算由 Thing-Speak 云平台处理,提供分析,使机器学习操作顺畅;(5)GRNN 的训练正在处理以下拆分,例如 60% 的收集数据用于训练 GRNN, 30% 数据用于测试, 10% 数据用于验证;(6)由于 GRNN 是一种监督学习方法,并且需要映射过程,因此加入目标值,以便产生最佳网络;(7)由于这是一个迭代过程,如果映射完美匹配(即输入层到目标层),则达到收敛阶段,由于学习过程是迭代的,该过程继续将输入映射到目标;(8)在经过训练后的网络的帮助下,对最佳策略进行预测。

2.2 使用 GRNN 进行训练和测试

如上所述,在云中心获取的数据被合并以适应人工神经网络训练策略。图4由不同时期的均方根误差(MSE)数据组成,从图4可知,测试在 epoch 2 获得了最佳验证性能,验证图达到其最小 MSE 值 0.0918。

从 2000 年开始,将 CO₂ 增加的数据用于神经网络训练并馈送到运算过程中,训练序列经过多次校准,从中选出了最好的网络,图5表示在 GRNN 中处理的训练序列的状态。

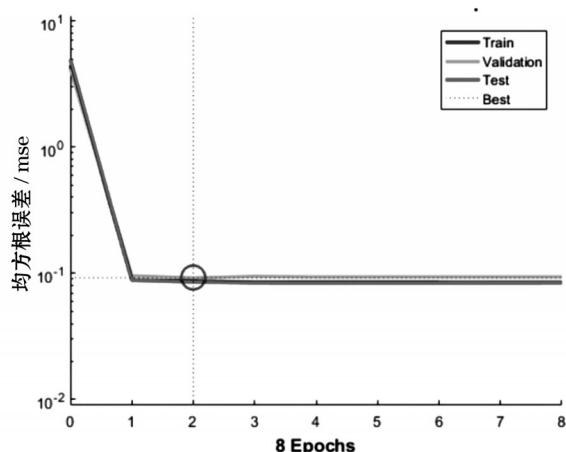


图4 GRNN训练性能

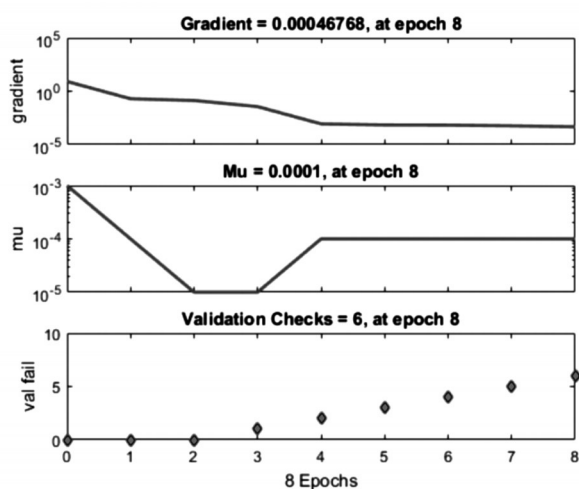


图5 GRNN训练状态

通过 GRNN,记录每次迭代的影响以进行分析,下一次迭代对错误命中率和未命中率进行改进。图 6 为 GRNN 回归过程图,显示了与训练、验证和测试集目标相关的网络输出。对于完美的结果,数据应该沿着 45°线落下,表明网络输出等于目标,从而验证网络性能。在这种情况下,收敛状态是在均方误差计算的帮助下获得的,该计算递归地检查误差。根据预测误差,通过增强或调整不确定方程的斜率来提高性能。用户也可以选择隐藏层中不需要的神经元。

使用带有 ARM 处理器的 Raspberry Pi 等技术组件来控制 WSN 的整个处理过程。系统过程还包括云计算机器学习策略,以对农业的未来发展做出更好的决策。尤其是 ThingSpeak 云平台,提供了多种同时进行数据存储和分析的服务,在进行存储之前通过标题数据对参数进行分类。本文提出并解释

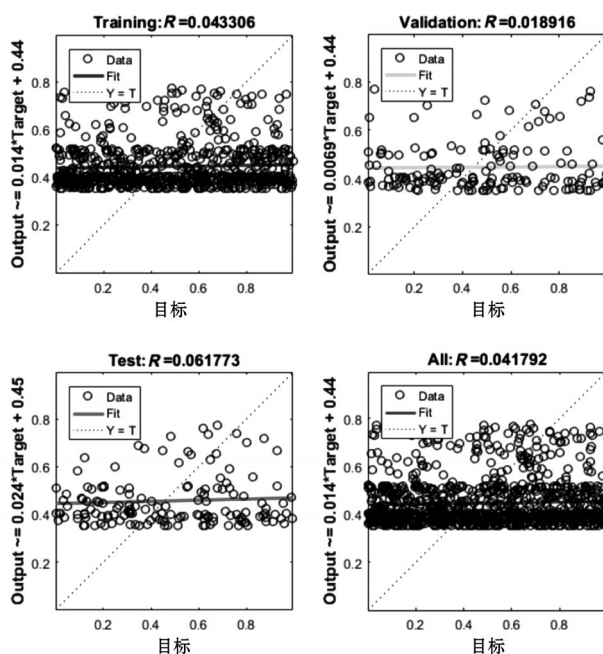


图6 GRNN回归过程

了通过 WSN、云计算和机器学习算法的效用将人工神经网络引入系统农业监测的方法,开发的系统通过预测不确定条件下的值显示了期望的结果,试点应用发现,通过使用这种自动化系统,农田节水率高达 92%,并具有更优的粮食产出能力。因此,这项研究将继续分析影响农业的其他参数,以预测实际生产中可能遇到的情景。

3 结 论

农田水利监测自动化是一项提高农作物生长效率和灌溉用水效率的新革命,引入人工智能使管理部门利用更少资源的同时提高了粮食产量,此举具有重大现实意义。

本文提出并解释了通过 WSN、云计算和机器学习算法的效用将人工神经网络引入系统农业监测的方法。通过将无线传感器网络与农田水利领域相结合,有助于改善农业用水条件、保障高效合理的灌溉用水。通过引入无线通信技术以及各种传感器来研究无线传感器网络在农田水利自动化领域中的作用,提出了一种利用无线传感器网络实现智能管理自动化系统的方法。

参考文献:

- [1] 王学渊,赵连阁. 中国农业用水效率及影响因素[J]. 农业经济问题,2008(3):10-17.

(下转第 65 页)

杆,激发员工的认同感和参与感。三是坚持分级管理,自上而下推广精细化管理,才能形成上下合力的良好局面。

4.2 注重引领创新

精细化管理是一项长期、系统、复杂、艰巨的工作^[4],是一个不断完善、不断提高、不断发展、不断创新的过程,必须持之以恒推进,与时俱进创新,形成“人人会精细管理、处处有精细管理、事事见精细管理”的格局^[5]。工作中及时发现问题、分析问题、解决问题,针对具体问题再分析、再完善、再总结、再提高,力求每项工作有改进,每项任务有提高,最终形成持续改进、不断创新的工作机制。

4.3 突出管理质效

精细化管理的目标就是实现效益最大化、管理最优化。既要整体推进,又要紧盯重点问题、突出重要部位、关注重点环节;既要细化工作业务流程、固化管理制度,又要优化管理标准、补齐工作短板,从而做到整体精细化、重点环节最优化,促进整体管理水平不断提高。

5 结 语

精细化管理在三河闸工程中的应用实践,以其“精确细致、精准规范”为特征的全面管理模式,为推动精细化管理在各类水闸管理中的运用提供了参考,为提升水闸技术管理水平探索了有效路径,将有助于推进水闸精细化管理技术水平的整体提高。

参考文献:

- [1] 周灿华,郭宁,魏强林,等. 水利工程精细化管理模式及实践研究[J]. 水利发展研究,2019(11):39-44.
- [2] 陈昌仁,周和平,陆美凝,等. 关于水利工程精细化管理的几点思考[J]. 江苏水利,2020(4):63-67.
- [3] 王雯. 推进企业精细化管理面临的误区和对策分析[J]. 商品与质量,2012(8):14.
- [4] 陈松林. 如何做好精细化管理推进工作[J]. 交通企业管理,2009(11):29-30.
- [5] 张君超. 盘活人力资源 实行精细化管理[J]. 福建基础教育研究,2013(12):18.
- [2] 梁美社. 基于虚拟水土资源贸易的区域农业结构优化研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [3] SETHURAMALINGAM T K, NAGARAJ B. A proposed system of ship trajectory control using particle swarm optimization[J]. Procedia Computer Science, 2016(87): 294-299.
- [4] 赵欣. 智能机器人在农业自动化领域的主要应用[J]. 中国农学通报,2010(26):360-364.
- [5] FEI X, SHAH N, VERBA N, et al. CPS data streams analytics based on machine learning for cloud and fog computing: a survey [J]. Future Gener. Comput. Syst, 2019(90):435-450.
- [6] ARUNKUMAR R, BALAKRISHNAN N. Medical image classification for disease diagnosis by DBN methods[J]. Pak J Biotechnol, 2018(15):107-110.
- [7] IVANOV S, BHARGAVA K, DONNELLY W. Precision farming: sensor analytics[J]. IEEE IntellSyst, 2015, 30(4): 76-80.
- [8] AGRAWAL H, DHALL R, IYER K S S, et al. An improved energy efficient system for IoT enabled precision agriculture [J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2020, 12(6):2337-2348.
- [9] KHAN T F, KUMAR D S. Ambient crop field monitoring for improving context based agricultural by mobile sink in WSN[J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2019, 11(4):1431-1439.
- [10] 王韶,杨江平,李逢兵,等. 基于经验模式分解和神经网络的短期风速组合预测[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(10):6-11, 18.
- [11] RAJENDRAN A, BALAKRISHNAN N, VARATHARAJ M. Malleable fuzzy local median c means algorithm for effective biomedical image segmentation[J]. Sensing and Imaging, 2016, 17(1):24.
- [12] 周和平,张明义,周琪,等. 新疆地区农业灌溉水利用系数分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(22):100-107.
- [13] 彭世彰,高晓丽. 提高灌溉水利用系数的探讨[J]. 中国水利, 2012(1):33-35.
- [14] NAGARAJ B, MUTHUSAMI P, MURUGANANTH N. Optimum PID controller tuning using soft computing methodologies for industrial process[J]. Computer Science, 2014(4):1761.
- [15] LI G, PENG S, WANG C, et al. An energy-efficient data collection scheme using denoising autoencoder in wireless sensor networks[J]. 清华大学学报自然科学版(英文版), 2019, 24(1):86-96.

(上接第49页)