

水稻灌溉预测系统软件的设计

吴加加

重庆三峡学院计算机科学与技术 重庆万州 404120

摘要: 水稻是我国重要的粮食作物, 其生产过程中需要大量水资源, 但在现如今淡水资源分布不均且紧缺的情况下, 水稻生产对淡水资源的有效利用率低, 传统人工使得灌溉效率低以及水肥流失严重, 此外农田信息检测与收集困难。针对以上针对这些问题, 本文建立了与之相对应的水稻灌溉用水数据库, 并对灌溉预测中的水稻用水进行了预测, 设计了水稻灌溉用水的系统, 在科学用水方面具有深远意义。

关键词: 水稻灌溉 预测系统 现代农业发展

Design of the prediction system software for rice irrigation

Jiajia Wu

Chongqing Three Gorges University Computer Science and Technology Chongqing Wanzhou 404120

Abstract: Rice is an important food crops in our country, the production process requires a lot of water resources, but in the distribution of fresh water resources and shortage, rice production of freshwater resources utilization, traditional artificial irrigation efficiency and fertilizer loss, in addition to farmland information detection and collection difficulties. In view of the above problems, this paper establishes the corresponding database of rice irrigation water, and predicts the rice water use in irrigation prediction, and designs the system of rice irrigation water, which has far-reaching significance in scientific water use.

Keywords: Rice irrigation; Prediction system; Modern agricultural development

引言

中国是一个十分缺水的国家, 因此, 国家十分重视水资源的节约以及有效利用。中国也是一个农业大国, 农业生产用水占全国总体用水量的 60%以上, 其中约 90%用于农业灌溉。水稻一直是我国主要粮食经济作物, 根据国家统计年鉴 2021 的报告指出, 2020 年全国粮食总播种面积为 116768 千公顷, 其中水稻播种面积达 30076 千公顷, 占 25.75%; 粮食作物总产量 66949.2 万吨, 水稻产量 21186 万吨, 占 31.64%水稻不仅在粮食作物总产量中占比较大, 而且在其整个生长周期相对于玉米、花生等其他作物需水量更大, 尤其是在水稻拔节孕穗期和抽穗开花期。灌溉对水稻的生长发育来说尤其重要, 合理把握水稻生长发育过程中的灌溉用水, 对于实现水资源的高效利用以及水稻的高产有深远意义。

一、现今, 我国水稻灌溉用水存在的主要问题包括

1.地域辽阔, 土地情况迥异

我国的国土面积很大, 南北横跨 50 多纬度, 东西横跨 60 多经度, 这就造成了我国地势地形多样、南北气候差异大的地理特点。而由于地理环境的差异, 也就造成了

种植农作物种类的差异。由于作物对其生长环境的要求差异, 使得其对土壤水分的要求存在较大差异, 导致其灌水过程中的水分参数具有较大的不确定性。在农业生产中, 应根据当地的实际情况, 采取相应的灌水方法, 并选用相应的灌水控制系统, 以取得最佳的灌水效果。那样的话, 不但要消耗巨大的资源, 还要消耗大量的专业人员。

2.技术与需求不匹配, 信息传递不及时

尽管现在的物联网技术和传感器网络技术大家都很熟悉, 然而, 对于农业所适应的技术的应用及推广还处于起步阶段, 许多新兴技术由于不能与农业生产环境相适应, 而没有得到充分的利用, 不仅造成了资源的浪费, 还影响了农业相关技术的发展。就当前的农业而言, 仍然使用传统的设备, 造成了采集系统的不健全, 使得农业大数据的数据量很少, 不能满足大数据时代的需要。

3.管理模式落后, 灌溉效率低

当前, 在我国, 大多数的农业灌溉系统仍以人工操作作为主要方式, 因为农民或现场工作人员缺乏经验, 以及他们的主观判断错误, 所以会导致灌溉水量不稳定, 不仅会对水资源产生极大的浪费, 而且还可能会对作物的生长环境进行破坏, 造成严重的污染。没有了科学的判断力, 也就没有了对自然法则的遵守, 最后造成了粮食减产。

4.水源分布不平衡，设备数量不足

因为当前的农业灌溉系统还没有达到精密和完善的程度，因此会导致在时间和空间上的水分分配不均匀，很容易造成一次性渗透太多，土壤中的墒情峰值过高，这对作物的生长不利。与此同时，因为灌溉设备的数量有限，造成了接近水源的作物根部活动层水分过量，而远离水源的农作物根系活动层水分过少甚至不足的现象，而现实中为满足全部区域农作物的水分需求，一般采用过量的方法进行灌溉，从而导致了大量水资源被白白浪费^[1]。

如何科学、高效、合理地利用水资源，实现水资源高效利用，实现高效、节灌、丰产是目前迫切需要解决的问题。灌区用水是灌区节水的重要经济指标。灌区水量的准确预报是提高灌区水资源利用率的关键。当前，我国农业生产中普遍采用的是以历史灌区数据为基础，选择具有代表性的年份，并结合当年的气象和水文条件来制定灌区的“静态”供水方案。针对目前基于多维信息融合，并考虑稻区生育特征，建立基于多维信息的稻田灌区动态灌溉规划方法的现状，本项目拟采用人工神经网络方法，建立田间田间灌区水资源需求的预测模型，为稻田田间灌区水资源的合理配置提供科学依据。

二、农田智能灌溉系统的总体方案设计

农田灌溉对于农户来说是一个必不可少的过程，而智能化的灌溉系统能够实现对农作物的精确灌溉。在这一章中，本文首先对系统中各个模块的功能需求展开了分析，之后以此为基础，对整个系统的整体结构进行了一个简要的介绍，最后对其中所采用的一些关键技术做了一个简单的介绍，从而达到了智能化灌溉系统的目的。

1.系统需求分析

因为我国是一个产粮大国，所以有很多种作物，各种作物从播种到结果的每个生育阶段，对水分的需求也有很大的差异。我国的农业发展呈现出复杂、非线性、多元化的特点，当前，大多数地方仍然采用传统的灌溉方式，目前，我国农业生产中，农民仅凭以往的经验进行灌水，这样的灌水方法既没有理论基础，又不能保证灌水的准确性。本文通过 Zig Bee 无线传输技术，实现对空气的温湿度、风速、光照时数等环境数据的实时采集，并构建灌溉模型，对采集的数据展开分析，从而对作物的实际需水量进行预测。为了满足现代农业发展的需要，智能灌溉系统必须与

各种信息技术相结合，所以有以下的设计需求。

(1) 实时数据采集。

为了保证农业生产的顺利进行，需要对农业生产过程中的各种信息进行实时采集。由于农田灌溉具有复杂性、非线性和多元化的特点，本文对数据进行实时采集时所采用的技术是无线传输技术和传感器技术。

(2) 便捷可用。

当前，我国农村缺乏专业、创新的农业研究人员，农民受教育程度普遍不高。所以，为了给农户操作系统提供便利，在对系统的界面和功能进行设计的时候，要充分考虑到界面的可视化要体现出清晰、简单、易操作的特点。在对耕地灌溉进行操作的时候，农户不但可以在现场对耕地进行灌溉，而且在家中也可以查看耕地的状况，让农户足不出户就可以对耕地灌溉进行控制。

(3) 安全可靠。

在信息传输的网络设计中，本文先用 Zig Bee 技术采集了土壤的墒情数据，然后再通过 GPRS 无线传输技术将数据上传到数据库中。两种通信技术的相互运用，确保了数据在传输过程中的安全性、灵活性和流畅性。

(4) 智能与自动化

在节约人力的前提下，实现最佳的灌水效果，实现灌水过程的自动化和智能化。

2. 系统功能设计

要实现以上功能，就应该对系统进行设计。对系统的设计主要包括农业信息采集系统的设计、预测系统的设计 and 灌溉控制系统的设计。

该系统的功能模块框图如图 1 中所示，该系统的主要功能包括以下几个部分

(1) 用户管理：这一部分包括用户的登录，注册，密码的更改，具有一定权限的管理员可以注册，登录到水稻灌溉预报软件系统；具体的管理者也会对用户进行授权，根据用户的不同，用户所拥有的功能也会不同。

(2) 实时监测：在指定的灌区，可以对灌溉数据进行实时采集，并将其上载至服务器。

(3) 历史查询：可以在系统中查询特定灌溉区域的站点、选定时间范围内的灌溉量。

(4) 预测系统：能够对所传送的气象信息、所选择的地区的水文变化情况等资料进行处理，并通过所选择的

数学模型进行数值计算,实现对短尺度的灌溉预报;在此基础上,利用已有的灌区资料,建立相应的数学模型,实现了灌区中长尺度灌区的预报。

(5) 系统管理:通过对操作者的工作日志进行查询,实现对灌溉过程的远程监控。

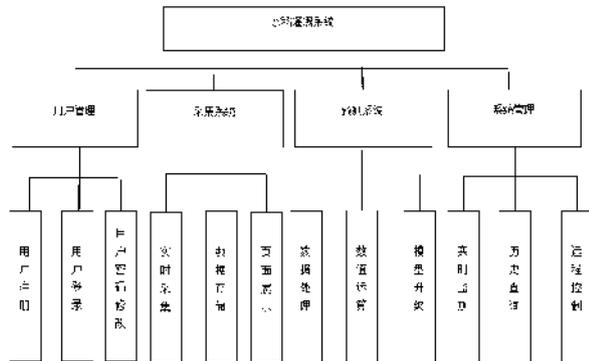


图 1 系统的功能模块

3.采集系统总体设计

本论文所设计的农业信息收集系统,由四个部分组成,即传感器网络,物联网网关,服务器与数据库,客户端。

(1) 传感器网络,负责采集农作物生产环境参数并将采集到的所有参数进行 A/D 转换后上传至物联网网关。它的功能主要包括两部分:数据采集和数据传送。数据采集由模拟量传感器完成,数据处理及传送则由 arm 处理器负责,将模拟量数据转换为数字量,并打包上传给物联网网关。

(2) 物联网网关,完成了对节点数据的采集和上载。这一部分就像是一个数据转存的介质,它在访问传感器网络的时候,还可以以网络节点的方式与互联网进行连接,这样就可以将节点的信息顺利地上传到云计算中,从而实现了农业物联网。

(3) 服务器及数据库,对数据进行存储,分析和处理。这个模块是整个系统的核心,它能对每个节点上传过来的数据进行分类和存储,同时该系统还能对用户进行历史资料的查询,并能对用户的资料进行管理。在此基础上,对土壤水分进行了数值预报,并将预报结果输入到数据库中。

(4) 人机交互界面,它能显示出作物生长所处的环境条件,并能对土壤水分进行预报,同时还能为用户提供遥控的操作界面。使用者可依据所显示之资讯,来决定下一个循环之灌溉量,实现精确之灌溉量。

4.传感器网络设计

在传感器网络中,传感器节点设备均选用了 485 型传感器,其中包含了土壤水分传感器空气温湿度传感器、光照度传感器、雨量传感器、风向传感器和风速传感器。每 6 种传感器设备节点组成一个传感器网络。

5.物联网网关设计

物联网网关的任务是对传感器网络中不同节点上载的数据进行采集,并对其进行包装,之后再利用 WiFi 与因特网相连,将数据包上载到服务器平台上。

6.服务器与数据库设计

本系统中服务器环境采用的是 Linux 系统, Linux 是一种免费的计算机操作系统,它起源于 UNIX 操作系统,是真正的多用户、多任务、多平台的操作系统。并且在服务器搭建方面,相对于 Windows 系统, Linux 系统具有稳定性高、投入成本低、维护成本低、病毒数量少且危害小、无需频繁更新升级和开源等优点[32]。

数据库是进行灌溉预测和管理的数据来源,数据库设计的优劣对系统稳定性、流畅性有较大影响,因此要合理地设计数据库表。该系统的数据库包括 7 个数据表格。包含:(1) 使用者信息表格,其主要储存使用者的基本信息;(2) 站点资料表格,它是对灌区站点基本资料进行保存;(3) 站点操作记录表,以保存现场操作的实时性资料为主;(4) 数据日志表,以对每一次用户的行为进行记录为主要内容;(5) ET0 数值表格,其主要用于通过彭曼蒙蒂斯方程,从历史天气资料和 ET0 数值两方面进行记录;(6) 短尺度灌水预测表,它是将以将来的天气预报为依据,对预报结果进行预报的表格;(7) 中长尺度灌区的预测表格。

7.客户端设计

客户端的主要功能是向用户清晰地展示所采集的数据参数,除了人机交互界面外,还应具备一定的运算和处理数据能力。所以本系统采用的客户端平台为 PC 端的 Windows 操作系统,客户端应用程序的开发则选择 Qt 编程软件。客户端采用表格的方式进行信息展示。表格中包含 10 列:设备号、上传时间、土壤湿度、空气湿度、空气温度、光照度、降水量、风向、风速和墒情预测。

三、系统主要功能模块设计

1.灌溉预测模块设计

(1) 基于支持向量回归机的水稻短尺度灌溉预测模块

基于支持向量回归机(Support Vector Regression, SVR)模型的算法程序流程图如图 2 所示。

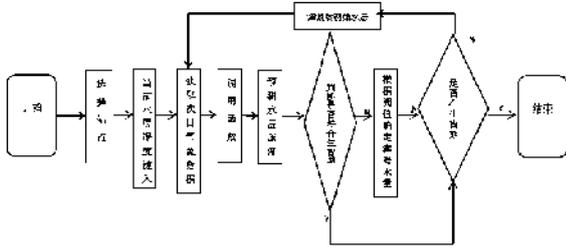


图 2 SVR 算法流程

在图 3 中给出了水稻短期灌溉预测流程。在使用“短尺度灌溉量预测”时，先选定要进行短期灌溉量预测的地点，输入目前的水层厚度，再单击“确定”，系统就会通过 API 获得未来一周内的气象预报。其次，以此为基础，利用 SVR 模型，对第二天的农田水层厚度进行预报，判断该预报结果与目前的作物生长状况是否相适应，进而决定第二天的灌溉状况；最后，以第二日的土壤水层厚度为初值，对后续数日的灌溉量进行反复预报。反复地调用这些数据，就可以预测出下一周的灌溉量。

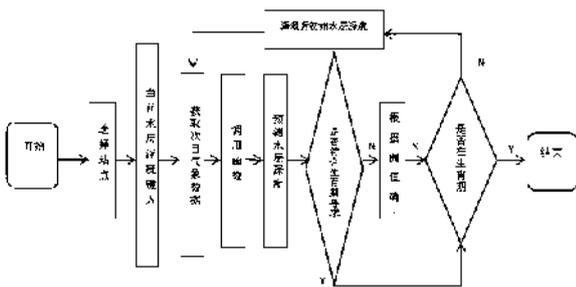


图 3 水稻短期灌溉预测流程

(2) 基于 ARIMA-SVR 模型的水稻中长尺度灌溉预测模块

基于 ARIMA-SVR 模型在图 4 中示出了该模型的水稻中长尺度灌溉预测流程 (6)。点击主面板上的“中长尺度灌水预测”，即可进入“中长尺度灌水预测”界面。在使用“实时监控”功能时，可以在网站中进行选取，然后点击“开始监控”，就可以看到网站的监控数据。在系统的监控界面上，设置了一个“刷新”键，可以随时对系统的实时数据进行更新。在图 7 中给出了实时监控流程，在图 8 中给出了实时监控接口的设计。

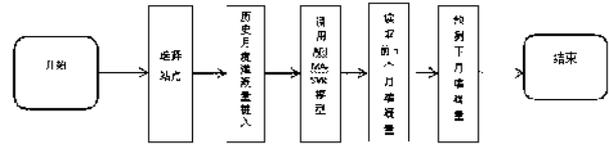


图 4 水稻中长尺度灌溉预测流程

2.灌溉管理模块设计

(1) 实时监控功能模块设计

进入实时监控功能后，用户可以进行站点选择，点击开始监测即可查看该站点的实时监控数据。同时，在实时监控界面有刷新按钮，可更新实时数据。实时监控流程图如图 7 所示，实时监控界面设计如图 5 所示。

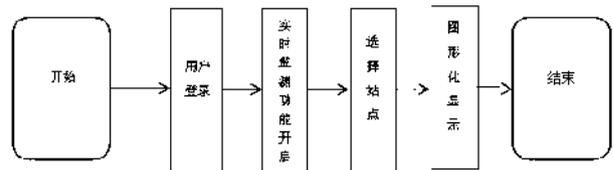


图 5 实时监控界面设计

(2) 历史查询功能模块设计

历史查询功能主要分为数据表显示、报表打印和曲线图显示 3 部分。查询选项主要包括起止日期，查询地区范围(市、县、镇或站点)。查询的数据表主要包含了站点、站点各泵站在查询时间区间内的历次灌溉量和总灌溉量。历史查询实现流程图如图 6 所示。

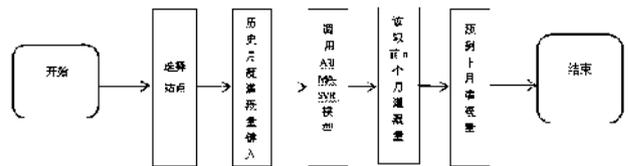


图 6 历史查询实现流程图

四、意义

1.通过水稻灌溉预测系统使得人们在水稻生产过程中对水资源合理有效利用，逐渐由以往农田粗放式管理向着自动化、智能化、精准化方向发展。有相关研究成果和科研人员研究报告指出，相较于常规灌溉，根据预测结果，采用控制灌溉的水稻，更能延迟水稻株高增长、促进茎粗。节水效果十分显著，而且对于稻田产量、大米质量和水稻抗倒伏能力均有提高，田间渗漏量少，有效减少田间肥力损失。

2.预测系统一方面能够实时掌握稻田气象和土壤环境的变化情况，灵活调整土壤各项动态指标，使得其更好地

应用在水稻生产过程中;另一方面可根据水稻不同时期需水量,科学合理分配资源,对改善现今农村劳动力不足、资源最大化利用具有一定作用,使稻田灌溉自动化、精准化,提高水稻生产过程效率。

五、结束语

本文首先分析了目前水稻灌溉存在的问题,然后在水稻灌溉需求分析的基础上,简单设计了一个能够预测水稻灌溉需求的系统。该系统包含系统用户信息管理、数据采集、灌溉预测、灌溉管理等功能,能够实现对水稻灌溉的预测和水资源的有效利用。具有较高的经济、生态和社会效益,对缓解水资源短缺也有一定的积极作用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部.2017 中国水资源公 [EB/OL].(2017-07-11)[2021-07-08].
- [2] 国务院办公厅.国务院办公厅关于推进农业水价综合改革的意见(国办发〔2016〕2 号).
- [3] 邹世鹏, 郭盼盼, 秦乐郑莹娜基于 Zig Bee 技术的大棚温湿度无线监控系统研究[J]. 电子设计工程, 2015(4): 92-95.
- [4] 王永慧. 农业气象服务现状与发展趋势[J]. 农民致富之友, 2017(13): 164.
- [5] 王文旭. 基于物联网架构的精准灌溉控制系统研究[D]. 聊城大学, 2017.