

面向精细农业的无线传感器网络关键技术研究

谢永盛, 李志明, 王忠东, 余荣川, 赵浩钧

广西科技师范学院, 数学与计算机学院, 广西 来宾

Email: 551907834@qq.com, zhaohaojun0596@qq.com

收稿日期: 2020年9月18日; 录用日期: 2020年10月3日; 发布日期: 2020年10月10日

摘 要

随着科学技术的不断发展, 无线传感器网络技术应运而生, 并在农业生产过程中得以广泛的应用。无线传感器网络的应用为精细农业生产提供了有效的决策支撑, 改变了农业管理的方式, 利于更好地实现农业经济的增长, 推动精细农业迅速发展。本文对精细农业中无线传感器网络技术需求以及无线传感器网络关键技术进行了探析, 便于更好地对农业实施精细化管理, 达到加强规范化的管理, 提升农业生产效率的目的。

关键词

精细农业, 无线传感器网络关键技术, 需求分析

Research on Key Technologies of Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture

Yongsheng Xie, Zhiming Li, Zhongdong Wong, Rongchuan Yu, Haojun Zhao

School of Mathematical and Computer Sciences, Guangxi Science & Technology Normal University, Laibin Guangxi

Email: 551907834@qq.com, zhaohaojun0596@qq.com

Received: Sep. 18th, 2020; accepted: Oct. 3rd, 2020; published: Oct. 10th, 2020

Abstract

With the continuous development of science and technology, wireless sensor network technology emerged at the historic moment and has been widely used in agricultural production. The application of wireless sensor networks provides effective decision-making support for precision agriculture production, changes the way of agricultural management, helps to achieve better agricul-

tural economic growth, and promotes the rapid development of precision agriculture. This article analyzes the technical requirements of wireless sensor network in precision agriculture and the key technologies of wireless sensor network, which is convenient for better implementation of refined management of agriculture, to strengthen standardized management and improve the efficiency of agricultural production.

Keywords

Precision Agriculture, Key Technology of Wireless Sensor Network, Demand Analysis

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国人口众多,人均占有土地量存在严重不足的现象。为此,要保护好我国的生态环境,并在基础上对我国有限土地资源进行合理化的利用,采取有效的农业科学技术来提高我国的农产品的质量。精细农业主要是通过利用计算机技术、网络信息技术并结合农业种植专业知识理论在保障农作物质量的基础上提高农产品的产量和质量。由于每种农作物的生长环境要素都各不相同,所以要尊重物种的差异,做到具体情况具体分析,以此来更好地提高农产品的产量和质量。

2. 精细农业中无线传感器网络技术需求

2.1. 容易进行布置

一般情况下,农业生产的环境都相对比较复杂,例如:在设施大棚中会放置各种各样的生产工具和生产材料,存放位置相对杂乱;农业生产人员的自身专业素质较低,无法全面掌握无线网络技术。应用在农业生产中的无线传感网络无法满足简单、便捷的布置需求就会降低无线传感器的应用价值。无论是在安装上还是在部署上都要求非常低,而且对于实际的应用环境也没有太过于严格的要求方能利于无线传感网络技术在精细农业中的应用[1]。

2.2. 容易进行合理化的控制

由于农业生产者不具备专业的无线网络技术知识,且对农业生产复杂环境没有一个正确的认知,通过在农业生产中应用无线传感器可以起到重要的作用:一方面,可以满足农业生者对农业生产易控制的需求,不需要开展过于复杂的操作即可完成农业生产;另一方面,能够开展智能化的工作,不需要人为干预,极大的减少了人力和物力,提高了农业生产的效率和水平,为实现较高的经济效益奠定了良好的基础[2]。

2.3. 低功耗

由于农业生产的环境非常复杂,所以农业生产的过程中无法对每一个监测点都设置相应的电源接口,特别是在大田的生产环境中,更不能保证每个监测点都有电源接口。在大田生产环境中,即使前期进行管道布线,也有因自然的外力作用而致使布线受损的风险。相应田块经过耕耙之后,表土就会变得疏松,如遇大暴雨侵袭,表土所受到的侵蚀性会变得更加的严重,沙尘、逆流泛滥,会对整个管道造成严重的堵塞[3]。再加上垃圾的排放,加大了环境污染的程度,严重威胁着大田中农作物的生长。为了更好的适

应作物种植环境，在农业生产中应用排线传感器，一般都情况下都需要自行安装一个电源。为了更好的减少自带电源对供电造成的压力，需要结合实际情况对传感器整体的功能消耗进行调节，降至到标准范围内，所以在对无线传感器网络技术进行选择的时候，一定要重视功耗这一问题，它直接决定着整个农业生产的效率和无线传感器网络技术的应用价值[4]。张恩光[3]研究中对低功耗进行了深入性的研究，超低功耗其供电电压为 2.4~3.6 V，内建低电压复位功能和低电压检测功能。系统可采用双时钟方式，支持两种省电模式：IDLE 模式和掉电模式，能够支持该技术更好的应用。

2.4. 保障通信的稳定性

更好的保障精细农业在生产过程中可以对各个目标进行合理化的控制，对于每个所监测的传感器的节点就要每天按时完成对数据监测的工作，并对监测的数据进行统计、分析和整理，整理好后将数据和信息长传到相应的系统中，所以在对达到精细农业的控制目标，各个监测点的传感器需要按时完成监测数据的上传，基于此，在对无线传感器网络技术进行选择的时候一定要先对农业生产的复杂环境进行分析，根据分析结果选择良好的技术，确保该技术可以达到良好的通信能力，并且还具有稳定性的特征[5]。

2.5. 使用成本低

在使用无线传感器网络技术的时候，一定要结合农业生产现状，创新精细农业生产的粗放式管理方式，加强指导，从而选择合适的生产方式来降低整个农业生产过程中的成本，从而获取更多的经济效益，同时也可以有效提高产品的质量和产量，为了实现以上目标，需要对无线网络传感设备的造成进行权衡，选择性价比最高且可以满足当下农业生产实际需求的设备，能够有效提高农业生产的经济效益，为促进精细农业的发展奠定了良好的基础。

3. 精细农业中无线传感器网络技术分析

3.1. 系统拓扑结构设计

通过结合目前无线传感器网络结构的具体特征和精细农业发展的现状，对该系统结构进行了设计和改造，即：星型拓扑网络结构，具体结构见图 1。

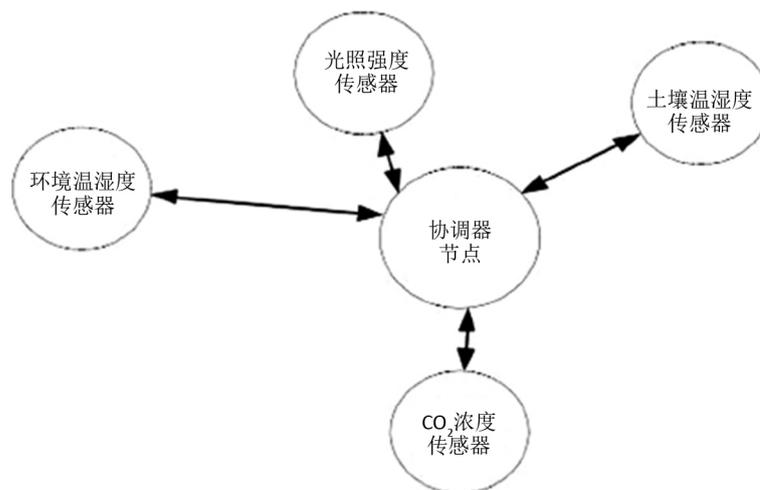


Figure 1. Topology
图 1. 拓扑结构

星型的拓扑网络结构具有点到点的特征，所有数据的传送以及信息的交换和管理都通过中央集线设备来实现。在星型拓扑结构中，系统结构中的任何一个传感器的节点都会与中央协调节点有着密切的关系，可以完成双向性的通信功能，确保通信内容的流畅性和完整性。

3.2. 系统功能设计

该系统的具体功能情况见表 1。

Table 1. System function design

表 1. 系统功能设计

功能类型	功能列表	描述	土壤成分
植物土壤管理成分管理	植物选择默认性的成分值	主要就是对每种植物中所含有的土壤成分情况进行记录，日期段最多可以设定 12 个。	主要有 ET, 盐分, 养分
	成分最大值的含量	超过标准范围值, 报警系统就会开启, 提示需要对植物加强养护。	
	成分最小值的含量	低于标准范围值, 报警开启, 提示需要对植物加强养护。	
	成分最优值的含量	提供建议数值。	
巡测数据	自动化的巡测	可以在一定的巡视时间内, 通过自动建立执行系统, 对精细农业生产过程中的情况进行全面的巡视和检测。	包含土壤的水分, 盐分, 养分, 日照强度, 温度等
	人工巡测	系统用户可以采用自己手动操作的方式对系统的运行情况进行全面的了解和分析, 根据分析结果可以获取更多相关的数据和信息。	
报警功能	主动上报	在精细农业管理的过程中, 设置相关的监控设备可以按照用户的需求和想法将测量农业的数据进行传送。	
	文字	采用文字的方式利用界面的功能将不达标或者是需要警示的内容按照实际情况将其推送出去。	包括的内容有: 设备运行过程中所出现的各种异常情况, 例如: 缺水。浇水报警, 溢水报警。常规性的养护。
	语音	通过语音的方式加强对精细农业的管理, 工作人员将农业生产过程中所遇到的疑难杂点进行语音播报, 可以使管理人员及时根据播报的警示内容进行处理。	门禁防盗提醒, 电池压力不足发出警报等。
	短信	将各种警报信息采用短信的方法及时的发送出去。	

3.3. 无线通信设计

ZigBee 无线通信。通过对我国农业生产环境分析可知, 我国的农业地域环境分布的非常广泛, 且不均衡, 所以在对远距离的农业生产情况进行检测的过程中所选择的通信方式的标准和要求就比较高, 需要成本低, 信号的覆盖面广可以对地域和角落进行检测, 且维护程度低, 不需要短时间内对该设备进行维护和检修, 可以减少大量的人力和物力, 进而获取更高的经济效益[6]。精细农业在管理过程中最好的通信方式就是选用 Zig-Bee 无线通信。因为 Zig-Bee 无线通信方式在实际应用的过程中不仅数据速率非常低, 使用成本低, 而且操作的难度系数也非常低, 操作人员易上手, 延时性短, 实现了低成本、高效益使用目标。各项无线通信技术的应用特征介绍见表 2, 便于在不同的环境下和情况下选择最优的通信方式, 达到最理想的结果。

使用型号为 CC2530 的 ZigBee 技术, 构建完善的无线传感器网络, 将已经采集好的相关管理数据传输到上位机数据端并对所有数据进行融入[7]。对于系统结构中的协调器节点需要完成的任务就是对无线网络、网络运行中的数据进行采集, 采集整理后将其进行上传, 这样可以保障系统的网络组成建设结构更加完善[8]。在 ZigBee 技术的协议栈中, 要想保障协调器电器中的各项功能达到初始化的状态, 实现地址配置、节点之间的绑定操作需要从以下三个方面入手: 做好每个层上的主功能相应工作、数据采集和转发的过程中可以顺利完成及确保系统网络可以定期进行维护和管理[9]。

Table 2. Features of wireless communication technology**表 2.** 无线通信技术特点

通信方式	传输距离	费用	接入	备注
Wi-fi	在短距离内传输	成本低		上下链路的数据业务具有对称性的特点
蓝牙	在短距离内传输	无		短距离进行纯传输, 使用成本非常低
ZigBee	在短距离内传输	无	无线方式进行操作	延时性短、近距离传输、复杂程度较低, 工作人员容易上手操作
GPRS	长距离传输	成本低		采用计算流量的方式进行计费
GSM	长距离传输	成本低		在长距离下进行传输、持续保持在线状态

GPRS 通信。采用 GPRS 远距离无线传输模块, 该模块由济南市的物联网技术公所研发和生产, 该模块在应用的过程中一般都是采用内嵌协议栈的设计方案, 模块的外部不假设任何的芯片。这种模块主要的性能就是运行的稳定性非常高, 可以支持 4 路网络并行连接, 共同运行[10]。该模块可以将串口中所接到的数据和信息在同一个状态下进行发送, 分别发送给 4 个服务器。该模块通过设定 keep-alive 机制, 容易确保网络在运行的过程中不会出现断开或者是连接错误的现象, 可以永久性的保持在线状态, 同时 GPRS 远距离无线传输模还可以对远程的配置参数进行使用, 采用短信的方式, 发送 AT 指令对其他的参数进行配置。

3.4. 网络配置

无线传感器网络在运行过程中会收集到非常多的数据和信息, 对于这些数据都可以直接利用 ZigBee 网络发送到相应的位置节点上。在协议栈中, 对网络运行中的数据进行发送和传输主要就是通过 AF_Data Request 函数进行调用来实现[11] [12]。具体来讲, AF_DataRequest 函数完成这一任务主要就是通过物理层的相关函数进行调用, 再采用驱动天线的方式就可以将相关信息数据进行发送。

3.5. 系统实现

实现方案主要包括网络与通信技术、协同信息处理技术、管理技术三个方面。其中, 网络与通信技术实现数据从传感节点到用户端的有效传输; 协同信息处理技术实现从复杂信息中获取有效的分析结果, 包括信号特征提取、模式识别与分类、协同感知、目标跟踪等; 管理技术则是对分布的传感节点进行管理和协调, 并依据功能可将其分为能量管理、拓扑管理、移动管理和任务管理等。每一个模块都完成正确的配置, 并结合实际情况对完成配置的模块进行调试后可以通过相应软件进行远程操控, 本文采用 Android 系统上手机的应用软件和计算机软件进行操作, 主要操控的内容有包括农田环境数据的采集, 浇水、施肥等[13]。

以猕猴桃种植的测土数据为例, 通过嵌入式 GIS、数据库、ArcGIS for Android、ArcGIS Server 等技术的应用, 借助精准施肥法与 GIS 空间分析来共同设计完成了嵌入式猕猴桃施肥系统, 并在此过程中实现了 EGIS 与农业施肥的有效结合。这一举措不仅明显改善了盲目施肥对生态环境与农业生产效率所造成的不良影响, 同时也进一步提升快农业生产的精准化[14] [15] [16] [17]。

嵌入式猕猴桃施肥系统在 Android 系统的基础上, 可以在装有 Android 虚拟机的计算机上, 或者是 Android 手机、Android 平板上实现运行。猕猴桃施肥系统界面见图 2, 图 2a 为猕猴桃施肥系统的主功能界面。若利用地图定位功能, 研究区的地图显示在界面上就如图 2b 所示。操作人员可以通过手指来滑动屏幕, 进而实现移动地图的放大与缩小。同时, 根据自己的需求点击 GPS 按钮, 除了可以获取该区域的准确位置之外, 还可以将该位置明确的标志在图上。另外, 待定位成功后, 操作人员能够选择生成施肥建议, 或者是通过经纬度查询施肥建议[10], 图 2c 为某点地块生成的施肥建议。通过嵌入式猕猴桃施肥系统的应用, 实验地区的猕猴桃生产效率大大提升。

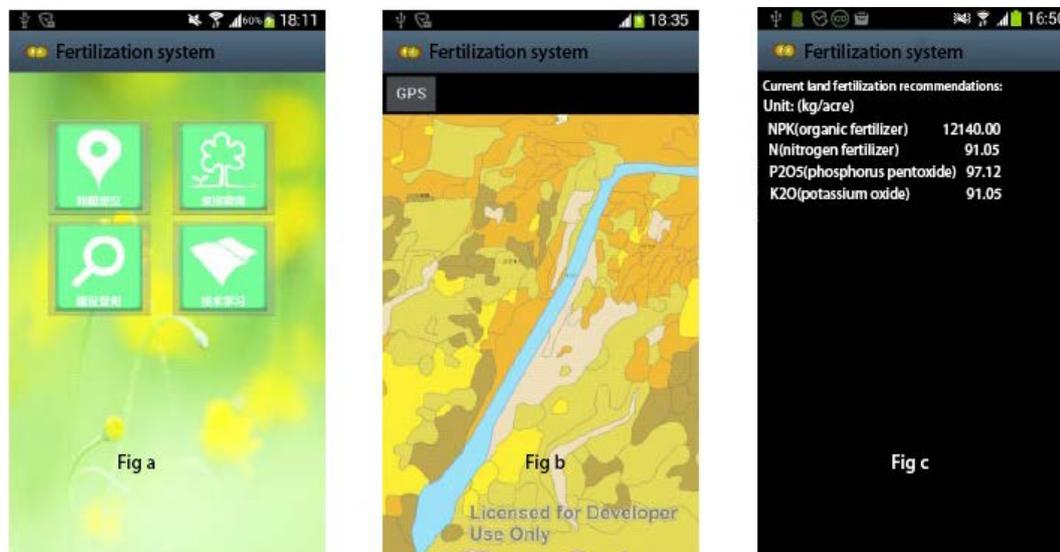


Figure 2. Fertilizer system interface
图 2. 猕猴桃施肥系统界面

4. 结束语

综上所述, 精细农业生产的过程中通过对无线传感器网络关键技术进行合理化的应用, 并结合科学技术发展对无线传感器网络系统进行不断的优化和设计, 能够对农作物生长过程中植物的气候、植物生长的土壤情况以及发育的温度进行实时监控, 可以更好地促进农作物的生长, 通过分析所监测到的实时数据可以实现因地制宜的精细农业管理, 一方面可以提高农业的管理水平, 进而提高农产品的产量, 另一方面还可以降低农业生产过程中的能耗, 获取更大的经济效益和社会效益, 为保障农产品的质量奠定了良好的基础。

基金项目

广西科技师范学院青年科研创新团队(No. GXKS2020QNTD02)、广西来宾市科学研究与技术开发项目广西来宾市智慧农业云平台研究与建设(来科能 193305)、广西高校中青年骨干教师基础能力提升项目(No. 2018KY0701, No. 2018KY0703, No. 2020KY23024)、广西教育厅教改项目(No. GXGZJG2018B123, No. 2020JGB405, No. 2020JGB407, No. 2020JGB347)。

参考文献

- [1] 朱壮普, 吴勇. 农业机械远程电子监测技术研究——基于分簇无线传感器网络路由算法[J]. 农机化研究, 2020, 42(1): 199-203.
- [2] 刘永礼, 侯庆丰. 基于网络拓扑的生鲜食品供应链管理的无线传感器网络设计[J]. 食品与机械, 2020, 36(1): 166-170.
- [3] 张恩光, 张志伟, 常静. 基于无线传感器网络的智慧农业农作物环境多参数监测系统的研制[J]. 黄河科技学院学报, 2020, 22(2): 84-88.
- [4] 刘宝, 柴林杰, 周杰. 基于 GA 的农业无线传感器网络与水肥一体化技术[J]. 科技与创新, 2019(17): 5-6, 9.
- [5] 高云, 鲁斯迪, 廖慧敏, 等. 基于无线传感器网络的猪舍环境监测研究进展[J]. 中国猪业, 2019, 14(6): 67-74.
- [6] 王俊, 杜壮壮, 贺智涛, 等. 仿蛛网农田无线传感器网络抗毁性量化指标体系构建[J]. 农业工程学报, 2019, 35(14): 174-182.
- [7] 王栋, 文小玲, 马忠明. 无线传感器网络的太阳能电源管理系统控制策略研究[J]. 甘肃科技纵横, 2019, 48(9):

24-29.

- [8] 董香丽. 基于 ZigBee 无线传感器网络在温室大棚中的应用研究[J]. 科技资讯, 2019, 17(19): 34, 36.
- [9] 段莹, 李文锋. 工业物联网推动智能制造——解读《工业无线传感器网络抗毁性关键技术研究》[J]. 中国机械工程, 2019, 30(18): 2263-2267.
- [10] 夏承龙. 无线传感器网络的关键技术及其在物联网中的应用[J]. 通讯世界, 2017(21): 66-67.
- [11] 唐世翔, 肖子凡, 郑益庆. 基于无线传感器网络的农业自动化监控系统的设计与应用[J]. 南方农机, 2017, 48(3): 27, 30.
- [12] 刘彤彤, 王磊. 基于改进蚁群算法的智慧农业无线传感器网络路由优化研究[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(15): 199-202.
- [13] 许培培, 万雪芬, 杨义, 等. 用于观光农业的混合型无线传感器网络节点设计[J]. 华南农业大学学报, 2017, 38(2): 118-124.
- [14] 李永, 顾容榕. 基于嵌入式系统的农业产地环境监测系统[J]. 农业装备技术, 2018, 44(2): 26-29.
- [15] 高国齐. 基于嵌入式 Linux 的农业信息采集系统设计与研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉轻工大学, 2019.
- [16] 周习谦. 基于嵌入式的农业大棚检测系统[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉轻工大学, 2019.
- [17] 刘子文, 刘青山. 通用处方农作嵌入式 GIS 信息处理系统的研制[J]. 农业装备技术, 2019, 45(1): 15-20.