

物联网架构在植保无人机通信系统开发中的应用

王荣华¹, 温放², 魏莉¹

(1. 安徽开放大学 信息与建筑工程学院, 合肥 230022; 2. 安徽大学 集成电路学院, 合肥 230039)

摘要: 为了优化植保无人机通信系统的信息通信效率和信息传输有效率, 在物联网架构下, 利用 STC60S2 系列单片机控制植保无人机、传感器等装置作业状态, 实现植保信息的采集、传输与接收。研究表明: 与传统通信系统相比, 系统设计方案的信息传输效率提升 5%, 在总通信量为 58 T 条件下, 有效通信量大于等于 46 T; 系统作业期间, 最小 DXV 和最大 DXV 数值均增加 10%。

关键词: 物联网架构; 通信系统; 植保无人机

中图分类号: TP391; TP368

文献标识码: A

文章编号: 2097-0625(2023)01-0091-06

随着科学技术的发展, 我国农业环境与森林环境的植保工具日益丰富, 植保无人机设备应用也日益增多^[1]。早期的植保设备由飞行器及配套作业工具两部分组成, 由地面工作人员操控设备, 实现无人机施肥、喷雾等作业, 农业及林业工作效率提高 50%^[2-3]。随着无人机应用的普及, 无人机控制系统的研究成了一个热点话题。尤其是无人机控制系统通信模块的性能开发有较大上升空间, 主要表现在传输通道逻辑分配方面, 系统作业期间信息冗余量较大^[4]。物联网技术的出现, 打破了传统通信模式, 利用物联网架构改善通信接口干扰, 可有效改善通道逻辑分配合理性^[5]。本文按此研究思路, 将物联网架构应用于植保无人机通信系统开发, 提出了新的系统通信模块设计方案。

一、植保无人机网络拓扑结构及通信操控需求

植保无人机的出现, 打破了传统植保工作模式, 实现了智能化植保, 可在大面积监测条件下, 捕获植保状况信息^[6]。无人机网络拓扑结构多采用星型、大星型结构, 此类结构的提出, 提高了无人机通信系统设计需求^[7]。第一, 提升植保数据信息传输效率; 第二, 提高数据信息传输精准度; 第三, 在现有的基础上

逐渐提高信息有效性^[8]。

二、植保无人机通信系统中物联网架构设计

系统选取物联网架构作为系统创新设计, 借助该架构通信设计思路, 对数据传输功能进行新的定义, 同时优化传输路径, 改善系统通信现状, 这主要体现在传输通道分配和信息传输效率两个方面^[9-10]。控制器作为新的通信系统的核心部分, 在其作用下, 对通信数据采取封装处理, 以此控制多模块数据联合通信, 充分利用传输通道, 实现短路径信息扩散。图 1 所示为系统物联网架构设计方案。

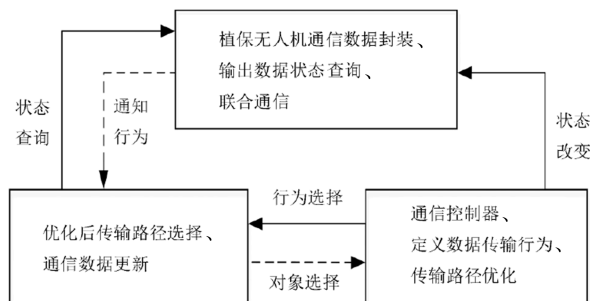


图 1 系统物联网架构

架构以通信控制器为中心控制装置, 根据通信功能开发需求, 定义数据传输行为, 优化信息传输路径。

收稿日期: 2022-09-07

基金项目: 安徽高校自然科学基金项目“基于语音识别技术的 ZigBee&WiFi 智能家居系统研究与设计”(项目编号: KJ2019A0970)

作者简介: 王荣华(1974—), 女, 内蒙古赤峰人, 副教授。研究方向: 控制科学与工程。

系统优化处理后合理选取传输路径,更新通信数据,查询当前系统通信作业状态。在此过程中,核心控制器会向植保无人机发出状态改变命令,对该设备的通信数据封装处理方式进行调整,建立联合通信体系。当用户选择需要传输的信息后,系统为此部分信息分配传输通道,同时定义数据传输行为,在核心控制器的控制下,开启植保无人机的数据封装模式,对本次定义的数据传输行为中信息采取封装处理,根据通信行为,合理分配通信路径,确保信息高效传输。为了提高信息传输效率,系统建立了联合通信体系。该体系支持多通道并发传输,按照通信行为的不同,自动为其分配传输路径。每完成一次通信传输行为,系统都会以发送短消息的形式,告知用户本次操作已经完成。用户根据自身需求,随时查看信息传输状态,在操作界面对话框中查看传输结果。

三、系统数据接收与传输设计

(一)系统数据接收模块设计

新型通信系统选择物联网架构作为开发工具。系统的通信功能以网络管理为要点,按照节点不同,将数据信息拆分为多个部分,分别采取信息接收控制,使得信息接收有序进行。其中,数据接收建立在联合通信体系基础上,根据联合通信命令要求,开启数据接收作业模式。系统支持节点调整,根据信息接收控制需求,或者受周围环境干扰等,导致物联网节点发生改变,此时系统接收功能模块并不会舍弃此部分信息的接收,而是开启临时存储功能,实现这部分信息的存储^[11]。该控制方法借助串口通信,创建无人机与接收终端节点通信连接,调整数据通信通道,为节点改变而无法接收的信息提供存储空间,起到临时存储信息作用。

新型联合通信系统是一种支持数据筛选、自动反馈的高效信息处理系统。系统在接收信息过程中,按照通信需求设置接收控制函数,通过运行控制函数,实现对数据信息筛选。对于符合接收标准的信息,存储至指定文件夹中,对于不符合接收标准的信息,单独存储到一个文件夹中,以使用户查询。系统作业期间,所有信息筛选处理结果将以反馈的形式发送给用户。系统的运行离不开数据库的支撑,该数据库与普通数据库不同,是一种联合通信数据库,支持数据调用。根据用户需求,选择需要调用的数据信息限定条件,搜索相关数据,在查询结果中显示相关数据。系

统数据接收模块作业主要流程如下:

第一步:根据数据传输需求,设定通信数据节点,同时查询处于作业状态的通信数据节点;

第二步:判断当前网络节点是否发生变化,如果发生变化,则进入第三步,如果没有发生变化,则按照原有的数据节点传输设置方案进行数据接收,返回第一步;

第三步:开启数据接收函数运行模式,将接收通道的信息带入此函数中;

第四步:利用函数对数据信息进行筛选处理;

第五步:按照上一个步骤筛选处理结果,将数据信息存储至数据库中的不同文件夹中;

第六步:等待用户调用数据,根据用户调用信息要求,调用相应文件夹数据信息。

系统数据接收功能的实现,需要创建正交载波,为多用户提供数据并发接收服务。假设正交载波数量为 N ,为了满足通信需求,为系统匹配单天线发射控制模式,操控通信基站作业状态,为多用户提供通信服务。假设用户数量偏多,超过正交载波数量,那么当系统运行时刻为 t 时,接收到编号为 n 的正交载波数据如下:

$$y_{nt} = \sum_k h_{nk} x_{kt} + \omega_{nt} \quad (1)$$

公式(1)中, ω_{nt} 代表时刻为 t 条件下的编号为 n 的正交载波对应的噪声信号。

传统通信模块中数据接收功能存在信息接收效率低的问题,问题产生的主要原因是用户地址码没有进行合理区分,在地址码混乱条件下,需要耗费大量时间来识别需要接收的信息。为了弥补传统通信的不足,引入物联网架构,采用载波分配向量法,高效匹配用户位置,以此提高数据接收效率。考虑到用户的非零元素位置存在一定差异,由稀疏向量进行有效控制,依据信道系数特征,对用户加以区分。假设非零信道中衰落系数服从高斯分布,其中方差为 σ ,均值为 0。通过分析数据接收与先验概率之间的关联关系,采用隐马尔可夫特性,对系统数据接收涉及的变量进行有效控制,实现全局数据接收操作高效控制。

(二)系统数据传输模块设计

系统数据传输功能的开发,采用串口通信协议,在数据频段划分上进行了优化^[12]。优化方案将通信数据划分为多个频段,分别对各个频段数据进行处

理,以提升数据传输分配合理性。植保无人机通信控制,系统数据传输主频率为 2.4 GHz,传输频段数量在 16 个以上,一般设置为 20 个。考虑到传输通道分配可能存在冲突问题,为了提高数据传输效率和有效性,通过优化通信协议栈程序,打造稳定性较高的数据通信频段,保证 20 个通信传输频段正常作业。设计在栈内建立通信连接,实现相邻频段之间的数据传输,形成完整的联合通信体系。系统数据传输功能模块作业,采用串口通信协议,在植保无人机和信息传输模块之间建立通信连接^[13]。无人机作业状态及操控命令的传输皆通过串口通信进行传输,在栈程序运行期间,实现数据频段划分,并为其分配相应数据传输通道,数据沿着此通道传输至指定位置。其中,为了提高数据传输功能模块性能,系统在多频段通道内部结构中,创建相邻栈的通信连接,实现栈内数据信息有效分配,以此提高数据传输的有效性,同时充分利用通信资源。

(三) 系统显示模块设计

系统利用液晶显示屏为用户显示系统操控结果,支持数据信息传输、接收、筛选等多个环节系统操控作业情况的查询显示。模块功能的设计以系统运行实时状态信息、信息传输与接收、历史数据查询等结果显示为主。系统初始化结束后,在用户未采取任何变更显示情况下,液晶屏显示当前传输、接收数据信息。如果用户有其他查看需求,在显示功能栏中设定显示条件参数。

四、系统硬件设计

(一) 核心控制器的选取

系统核心控制器长期在室外作业,需要具备低功耗、抗干扰能力较强、多串口、低噪音等优势。核心控制器的选取,应结合环保、低成本开发等多项需求。本系统选择 STC60S2 系列单片机作为核心控制器。控制器作业期间可以抵抗强干扰,不会对周围环境造成过大影响,产生的噪音较小,串口数量较多,满足系统的串口通信设计需求。

(二) 核心控制器电路设计

系统以 STC60S2 系列单片机作为控制器,与植保无人机内部结构建立通信连接,实现无人机作业监测与操控管理。图 2 为核心控制器电路设计方案。

图 2 中,控制器的各个引脚与无人机设备各个引脚连接,控制器的引脚 P20~P37 与无人机设备引脚

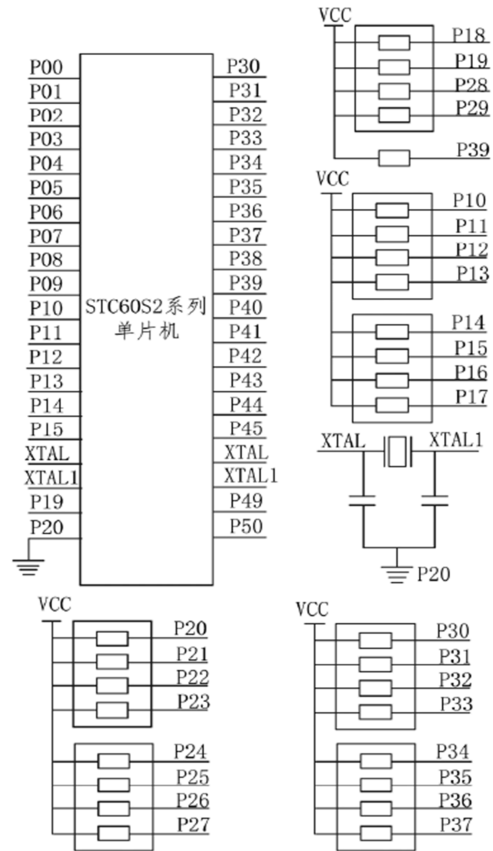


图 2 无人机通信核心控制器连接电路

建立连接,增加晶振,提升系统作业稳定性。

(三) 传感器通信电路设计

利用传感器监测植保环境状况,根据监测到的信息,挖掘当前植保存在的问题,针对这些问题,开启不同功能设备加以调控,达到改善植保环境的目的。其中,传感器作为信息采集工具,其通信功能的设计尤为重要。将传感器与通信模块采用串行通信的方式连接,完成植保数据采集。图 3 为传感器通信电路设计方案。

传感器通信电路的连接,采用串口连接方式,将多个节点传感器连接到一起,组成一个网状结构,通过统一管理的方式对传感器的作业状态进行控制,实现植保环境信息的采集。传感器统一由太阳能电池供电,满足长期野外作业环境需求。

(四) 联合通信接口电路设计

系统通信功能的开发以传统通信为核心,利用串口设备,建立各个设备之间的通信连接。其中,串口设备在线路中的连接,是与无人机系统的工控装置建立连接。在系统接收数据信息过程中,为了数据更加

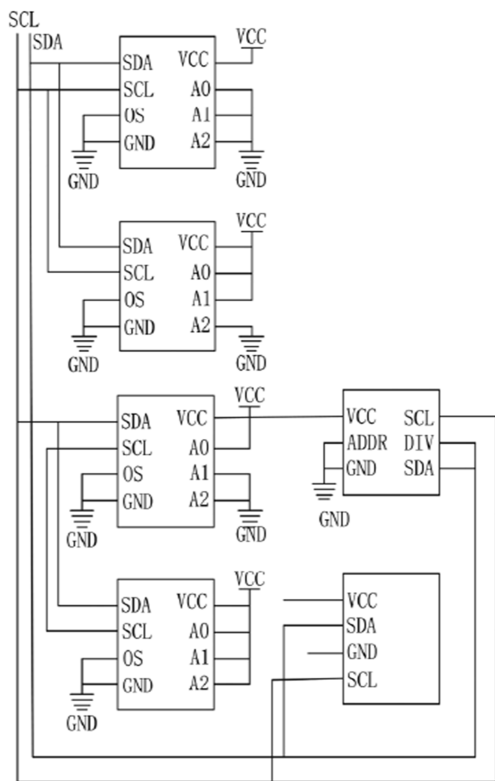


图 3 传感器通信电路

便于统计,系统增加了数据规范化处理功能。该处理方案在半双工数据传输条件下,借助双绞线搭建两架无人机的通信连接信息传输桥梁,系统根据管理需求,对半双工数据采取统一处理,使得数据描述和管理更加便捷。

另外,对于位置相邻的无人机,装置的差分信号之间具有一定逻辑关系,按照此关系完成通信数据传输。该串口通信方式较传统串口通信方式在传输方式上有了很大改善,是对数据信息采取差分处理,生成差分信号后,开启信号传输模式的。实际操作过程中,联合控制系统装置电平出现了显著下降趋势,免去了芯片电平转换环节,为系统通信管理提供可靠工具。图 4 为联合通信接口电路设计方案。

电路设计方案以改善上位机电平为目的,通过在线路中增加电路和电容,使得上位机电平下降,不需要采取电平转换处理,降低了电路复杂程度。

(五) 辅助电路设计

为了保证系统正常运行,在上述电路设计方案基础上,需要添加辅助电路,为系统作业供电、信号处理、频域解调等创造条件。第一,增加电源转化电路,根据各个传感器作业供电需求,利用 AMS1117 转化

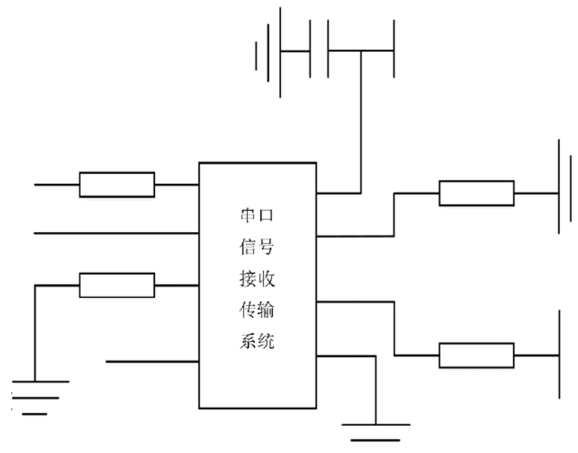


图 4 联合通信接口电路

供电电压。第二,部分电路信号需要解码处理,系统电路设计增加了 VS1003B 解码芯片,通过搭建解码电路,实现不同装置信号解码处理。作业期间,系统按照信号存储需求,结合系统数据库存储模块设置情况,对信号频域采取解调处理,实现信号之间相互解调,满足读取需求,为信号载波分析奠定基础。第三,增加液晶显示屏驱动电路,利用串口通信方式,将系统作业状态及相关数据发送至液晶显示屏,为用户提供查看信息服务。

五、系统调试与测试

(一) 系统调试

系统硬件调试是确保实现各个器件在系统功能开发中作用的关键。调试期间,需要软件程序的配合,将软件程序烧写至核心控制器中,采用串口通信方式进行测试。每运行一条程序,观察系统硬件运行效果,判断当前程序操控对应的系统硬件是否存在问题。如果存在问题,需要检查硬件设备线路连接情况和设备作业状况,采取针对性解决方法处理。如线路连接问题的排查,利用万用表测试线路电压和电流;设备作业状况问题的排查,根据系统开发功能及系统作业状况匹配程度进行检验与分析。待系统调试无问题后,进入系统测试环节。

(二) 系统测试

系统测试以系统传输通道分配、有效信息传输作为对比指标,以传统植保通信系统和无人机通信系统作为测试对象,进行系统测试试验。

1. 信息传输通道分配测试

测试以最小 DXV 和最大 DXV 及相应通信量作为测试指标,通过设置 3 组对照试验,对比每组试验

的测试指标。其中,通信量较大的组别,判定其信息传输通道分配水平更高,测试结果如表 1 所示。

表 1 信息传输通道分配测试结果

试验编号	组别	最小 DXV (%)	通信量 (T)	最大 DXV (%)	通信量 (T)
1	对照组	8.92	9.69	60.41	2.99
	试验组	33.39	10.11	47.98	4.09
2	对照组	8.95	9.70	60.44	3.01
	试验组	33.43	10.13	48.02	4.12
3	对照组	8.86	9.65	60.39	2.98
	试验组	33.32	10.08	47.91	4.06

3 组对照试验中,试验组的最小 DXV 和最大 DXV 数值更大,且两者差值较小,对应的通信量高。所以,系统能够在相同条件下,提升通道的通信量,有助于植保信息管理水平的提升。物联网框架下无人机通信系统较传统通信模式在信息传输方面有改进。

2. 有效信息传输测试

系统在扩大通信量的同时,必须保证传输信息的有效性,如果信息传输无效,则认为该通信量的扩大无意义。系统传输信息的有效情况测试,设置总通信量为 58 T,测试对照组和试验组传输信息中有效通信量和冗余通信量数值,两组中有效通信量较多的,判定有效信息传输水平更高。表 2 为有效信息传输测试结果。

表 2 有效信息传输测试结果

试验编号	组别	冗余通信量(T)	有效通信量(T)	总通信量(T)
1	对照组	29	29	58
	试验组	12	46	
2	对照组	28	30	58
	试验组	11	47	
3	对照组	28	30	58
	试验组	12	46	

表 2 统计结果显示,3 组试验测试结果相近,试验组的有效通信量优势较为显著,在总通信量为 58 T 条件下,有效通信量大于等于 46 T,而对照组最高有效通信量为 30 T。系统设计方案的信息传输效率较传统系统设计方案有明显提升。

六、结语

植保无人机通信系统设计是在现有研究基础上,保留了串口通信方式,引入物联网架构,创建联合通信体系。通信系统的设计,选取 STC60S2 系列单片机作为核心控制器,对通信数据采取封装处理,建立多模块数据联合通信体系,利用多个传输通道,实现短路径信息扩散,以改善通信系统性能。测试结果显示,与传统通信系统相比,本系统设计方案实现传输效率提升 5%,在总通信量为 58 T 条件下,有效通信量大于等于 46 T。系统作业期间,最小 DXV 和最大 DXV 数值均增加 10%。

参考文献:

- [1] 赵圣涛,常青,刘慧,等. 物联网在工厂化水产养殖中的应用分析[J]. 渔业现代化,2019,46(4):8-13.
- [2] 戴华兵. 无线传感技术在物联网农业中的应用[J]. 信息系统工程,2019(7):131-132.
- [3] 宋庆恒,郑福春. 基于无人机的物联网无线通信的潜力与方法[J]. 物联网学报,2019(1):82-89.
- [4] 周仁龙,纪秀丽,汪琛,等. 基于轻小型无人机技术在数字园林系统建设中的应用[J]. 华北自然资源,2020(1):81-82.
- [5] 张江南,王海,赵树林. Kaa 技术在农业物联网中应用的研究[J]. 计算机技术与发展,2019,27(10):117-120.
- [6] 李佳,李瑞正,丁黎明. 基于物联网架构的智慧农业及发展建议[J]. 农业工程,2019,72(10):66-68.
- [7] 岳宇君,岳雪峰,仲云云. 农业物联网体系架构及关键技术研究进展[J]. 中国农业科技导报,2019,21(4):79-87.
- [8] 马爱霞. 基于多网融合的智能农业物联网系统研究[J]. 办公自动化(办公设备与耗材),2020,25(7):19-20.
- [9] 王洋. 基于云计算和物联网的跨区域农机智能调度体系架构研究[J]. 自动化技术与应用,2019,38(10):159-161.
- [10] 王茂励,王浩,董振振,等. 基于物联网技术的数字农田信息监测系统研究[J]. 中国农机化学报,2019,40(9):164-169.
- [11] 杜志伟,郝凤琦,程广河,等. 基于物联网的农机状态监控系统研究[J]. 中国农机化学报,2019,40(11):189-194.

- [12] 杨海峰. 基于网络平台的植保无人机通信系统设计[J]. 农机化研究, 2021, 43(1): 115-119.
[13] 周俊平. 农用无人植保机远程控制系统操作终端设计[J]. 农机化研究, 2020, 42(12): 107-112.

Application of Internet of Things Architecture in the Development of Plant Protection UAV Communication System

WANG Ronghua¹, WEN Fang², WEI Li¹

(1. School of Information and Architectural Engineering, Anhui Open University, Hefei 230022, China;
2. School of Integrated Circuits, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: In order to optimize the information communication efficiency and information transmission efficiency of the plant protection UAV communication system, under the Internet of Things architecture, the STC60S2 series of single-chip computers are used to control the operation status of plant protection UAVs, sensors and other devices to realize the collection, transmission and reception of plant protection information. The research results show that compared with the traditional communication system, the information transmission efficiency of the system design scheme is improved by 5%, and the effective communication volume is greater than or equal to 46 T when the total communication volume is 58 T. During the system operation, both the minimum DXV and maximum DXV values are increased by 10%.

Keywords: Internet of Things architecture; communication system; plant protection UAV

[责任编辑 李潜生]

《安徽开放大学学报》征稿简则

《安徽开放大学学报》是安徽开放大学(原安徽广播电视大学)于 1980 年创办的以社科为主的综合性学术期刊。40 余年来,期刊始终坚持质量导向,积极传播优秀科研成果,多次荣获全国优秀社科学报、全国高校优秀社科期刊、安徽省高校优秀学报、安徽省高校学报质量监测优秀等荣誉,为三类学术期刊。

本刊突出理论性、学术性和探索性,常设栏目包括现代远程开放教育、老年教育、经济与管理、安徽地域文化、文学与历史、教育与教学等,热忱欢迎国内普通本科高校、科研院所等单位作者惠赐原创佳作。

本刊不收取费用,文章刊出后另付稿酬。来稿规范、参考文献著录格式等参考本刊网站要求和已刊发文章。本刊可对来稿做必要的文字修改、删节。投寄本刊的稿件自发表之日起,其网络传播权即授予本刊。

投稿邮箱:<https://agdx.cbpt.cnki.net/EditorHN/index.aspx?t=1&.mid=agdx>

电话: 0551-63629039;0551-63638351

网址:<https://www.ahou.edu.cn/xb/>

邮箱:ahddxuebao@vip.sina.com