

农业虫害自动测报终端的设计

包晓敏, 吕文杰, 夏海霞

(浙江理工大学信息学院, 杭州 310018)

摘要: 为提高农业虫害测报和防灾减灾能力,同时有效便利地获得农业虫害测报数据,设计了一种以 PIC24F 单片机为核心,基于 SIM900A 无线通信模块的农业虫害自动测报终端。经验证,该终端不仅能够实现虫害数据的采集、存储,分析处理以及虫害数据的无线远程传输,而且测报精度与传统的人工测报相比得到提高。测报人员可以随时随地获取测报终端所监测的虫害数据,这不仅提升了我国农业虫害测报能力,而且对我国农业经济的发展有积极的影响。

关键词: SIM900A; PIC24F; 虫害测报; 无线传输; 数据采集

中图分类号: TP274.2; S126

文献标志码: A

0 引言

农业是支撑国民经济建设发展的基础。随着全球气候变暖和生态气候条件的变化,中国大部农作物虫害发生呈扩大、加重趋势^[1]。有效便利地测报虫害的发生时间和发生程度是制定治理措施的基础。传统的人工测报方法不但耗时、费力,而且导致的预报滞后会进一步增加损失程度^[2]。因此为了有效防控虫害,农业虫害自动测报将是未来需要重点解决的关键问题。

在虫害自动测报方面,国内外学者开展了各种相关研究。水果和受损粮食中可以检测出害虫的活动声^[3-4],因此人们开始运用声学技术进行虫害检测。由于分辨复合种类、多数量害虫的声信息困难,声特征检测大多用于水果、粮食等仓储害虫^[5]的检测。Gordon^[6]发现昆虫能够产生雷达回波,基于该发现,蒋春先等^[7]应用昆虫雷达观测了稻纵卷叶螟迁飞,显然昆虫雷达适用于迁飞害虫的观测,而不适用于田间作物虫害精准测报。基于计算机图像识别,张恩迪等^[8]设计了一种适用于监测稻飞虱的虫害智能监控系统,采用特定算法从拍摄图片背景中

提取稻飞虱病虫数目,实现了稻飞虱数目的自动采集,但分析处理的图像都为高质量的静态图像,不能够满足虫害测报实时性的要求。

针对上述问题,本文设计了一种农业虫害自动测报终端,实现虫害数据有效便利地采集、分析处理、存储以及实时无线远程传输,从而实现对虫害的自动检测与预测预报,该终端涉及昆虫性信息素,这为测报指定昆虫提供了生物技术保证。本设计对于指导病虫害防治,提高农业虫害预测防控的准确率和减少农作物损害,指导我国的农业科学生产具有重大意义。

1 测报终端总体方案

农业虫害自动测报终端的总体方案如图1所示,该终端主要由虫害数据采集和 PIC24F 单片机控制端组成。通过光电传感器组采集信息并输出到控制端 PIC24F 单片机,虫害数据采集模块在农田实现对农作物虫害数据的采集。PIC24F 单片机控制端对接收到的数据进行分析处理之后,通过 SMS 短消息方式或 GPRS 网络方式将有效数据发送给虫害测报人员,测报人员可以随时随地获取测报终

端所监测的虫害数据。PIC24F 单片机作为核心,负责上述功能模块具体行为的控制。

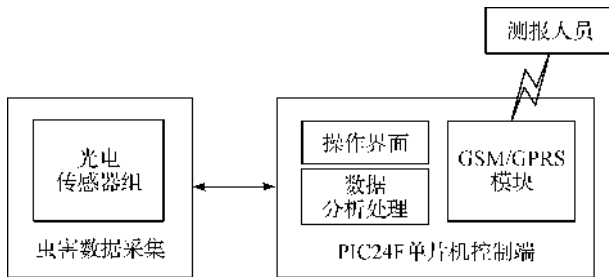


图 1 农业虫害自动测报终端总体方案

2 硬件设计

农业虫害自动测报终端以 PIC24F 单片机为硬件的控制核心,附加外围的电源以及数据采集模块、数据分析处理模块、SIM900A 数据传输模块、实时时钟模块以及片外存储器模块等构成硬件平台。农业虫害自动测报终端硬件设计如图 2 所示。

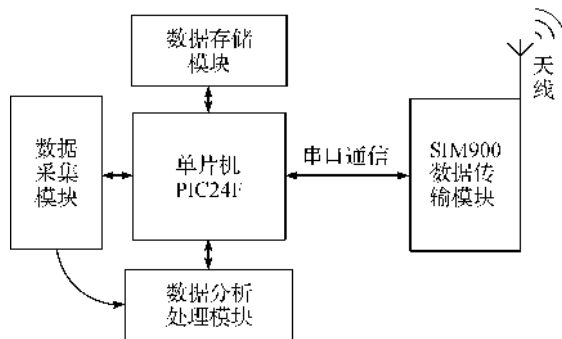


图 2 农业虫害自动测报终端硬件设计

2.1 控制核心 PIC24F 单片机

Microchip 公司生产的 PIC24FJ256GB106^[9] 单片机的核心采用 16 位改进型哈佛结构,工作性能最高可达 16MIPS,具有 256KB 片内闪存,16KB SRAM,选用该控制器使整个自动测报终端有较快的处理速度。且该单片机片上接口及通讯资源丰富,满足农业虫害自动测报终端设计需求。

2.2 虫害数据采集模块

该模块采用昆虫性信息素作为诱饵,诱导害虫通过由多个传感器组成的数据采集通道,利用传感器采集到的有效信号实现害虫信息的检测。害虫信息自动检测采用光电检测方式,选用对射式、开关型红外线光电传感器,免去比较器、抗干扰等处理电路,可直接与单片机接口或逻辑芯片连接。光电传感器检测害虫示意如图 3 所示。

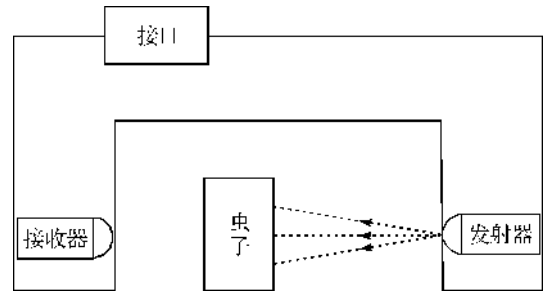


图 3 光电传感器检测害虫示意

光电传感器主要由分离的发射器和接收器组成,接口负责供电与数据输出。当数据采集通道内无害虫遮挡时,接收器能够接收到发射器发出的红外线;当数据采集通道内有害虫时,接收器便接收不到红外线,从而产生脉冲信号,并通过接口输出给主控芯片。

基于昆虫求偶过程中试探性接近的行为特性,该数据采集模块还将微型直流电机与类似于缩小版苍蝇拍的拍子组合成电动拍,如图 4 所示。通过对直流电机加以控制,驱赶徘徊摇摆于数据采集通道入口处的害虫,使其穿过数据采集通道,尽量避免害虫逗留在通道入口处对正常数据采集产生影响。

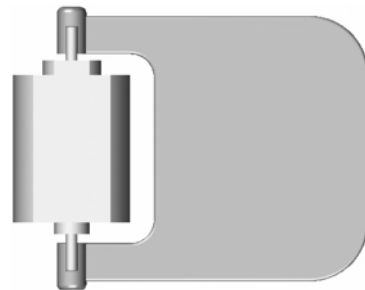


图 4 电动拍结构示意图

2.3 SIM900A 数据传输模块

基于 GSM/GPRS 网络的 SIM900A 数据传输模块^[10],使得分布于田间的传感器实现网络化,虫害信息可以跨越 GSM/GPRS 网络传输到任何区域,实现虫害信息跨地域的实时无线远程测报。SIM900A 采用省电技术设计,满足需要长时间工作于野外农田的虫害自动测报终端对于低功耗的要求。此外,该模块内嵌 TCP/IP 协议,扩展的 TCP/IP AT 命令让用户方便使用 TCP/IP 协议,可以缩短终端软件开发周期,降低开发成本。

SIM900A 无线通信模块与 PIC24FJ256GB106 单片机采用半双工异步通信方式进行数据传输。实际效果表明,SIM900A 能够快速响应微控制器发送的 AT 指令。

2.4 其他硬件电路设计

本设计中,除了上述模块硬件设计,还有供电、实时时钟电路、片外存储电路以及人机交互等模块的设计。为了实现长期不间断地检测虫害信息以及提高虫害测报终端的自动化程度,本终端采用太阳能供电方案,太阳能电池板将太阳能转换为电能,为包括 SIM900A 数据传输模块在内的整个测报终端供电。实时时钟电路选用具有涓流充电能力的低功耗实时时钟 DS1302 芯片,实现数据与出现该数据的时间同时记录,这对测报终端检测结果的分析及对异常数据出现的原因的查找具有重要意义。片外存储器选用 EEPROM 存储芯片 24LC512,实现虫害信息的暂存。人机交互采用键盘与液晶的结合,实现测报点相关信息输入以及虫害数据查询功能。

3 软件设计

本虫害自动测报终端软件主要实现功能是,分析处理并存储数据采集模块采集到的虫害信息,并通过 SIM900A 无线通讯模块发送携带有效虫害信息的短信给测报人员,或是发送数据包到测报中心服务器。软件设计采用模块化的编程思想,主要包括有效虫害数据获取和 SIM900A 无线通信两部分。其中,有效虫害数据获取通过数据采集、数据分析处理、数据存储 3 个步骤实现。测报终端整体流程如图 5 所示。

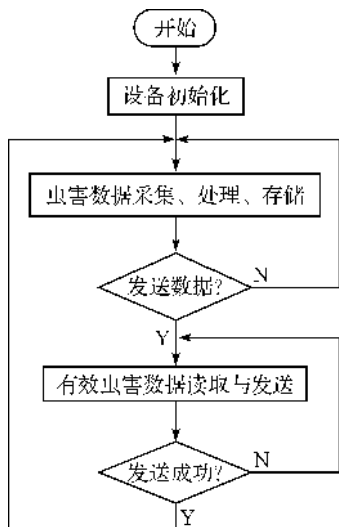


图 5 测报终端整体流程

3.1 有效虫害信息的获取

农作物有效虫害信息的获取是农业自动测报以及精确防治得以实施的重要基础。在农作物虫害信息的采集过程中,受到自然气候、野外复杂环境以及害虫本身的行为特性等方面的干扰,使得有效虫害信息的获取精度降低,难度增加。因此,提高有效虫

害信息获取的精度以及效率很有必要。本终端有效虫害信息的获取流程如图 6 所示。

为了提高有效虫害信息获取的精度以及效率,本终端有效虫害信息的获取采取外部信号触发中断与定时扫描传感通道协同工作的方式。每个虫害自动测报终端周围分布有 4 个数据采集通道,即虫害入口通道,每个虫害入口通道处都配置电动拍,通道内从外到内都有一对平行放置的光电传感器。

当有害虫进入任何一个通道,且当前系统处于空闲状态的时候,8 个光电传感器至少有一个捕捉到信号,经过逻辑电路处理后产生一个脉冲,触发控制核心 PIC24F 的外部事件中断,中断事件处理程序内读取并记录所有光电传感器的当前状态,并使能 2 ms 定时器中断以及关闭外部事件中断。定时中断的主要作用是检测信号的脉宽,用于虫害信号分类。根据脉冲信号的脉宽,虫害信号分为三类:小信号、大信号以及无效信号。当脉冲信号的脉宽低于最低脉宽阈值时,分类为无效信号,避免自然气候、野外复杂环境造成的误触发引起的有效信息误差;当脉冲信号的脉宽高于最高脉宽阈值时,分类为大信号,主要考虑长时间徘徊摇摆于数据采集通道入口处的害虫引起的有效信息误差;当脉冲信号的脉宽介于最低脉宽阈值与最高脉宽阈值时,分类为小信号,此类信号能够及时得到处理,并且不会影响其他通道的数据采集,有效数据获取效率较高。

如果触发信号是外部传感器捕捉到的虫害信号,单片机对相应外部信号进行标记,并通过电机驱动电路控制相应电机转动,实现电动拍转动,将触发了外部光电传感器的害虫赶入虫害入口通道内部,避免逗留或摇摆在数据采集入口的害虫产生干扰,造成有效虫害信息误差。如果触发信号是内部光电传感器捕捉到的信号,单片机查看相应外部信号记录标记,判断是否为有效信号,若外部信号有记录标记,则为有效信号,存储有效信息。实现数据存储后或到达预设阈值时间,控制相应电机反向转动,实现电动拍返回。终端在处理大信号的过程中,是通过单片机实时扫描光电传感器的状态,来实现数据的采集和记录,以防丢失其他信号。光电传感器捕捉到其他信号被记录下来,进入排队等待单片机处理。

3.2 无线通信的软件实现

SIM900A 无线通信模块是数据传输部分的重要组成部分,控制器 PIC24F 通过 AT 指令对 SIM900A 通信模块进行设置和操作^[11]。本终端无线通信使用到的 AT 指令如表 1 所示。

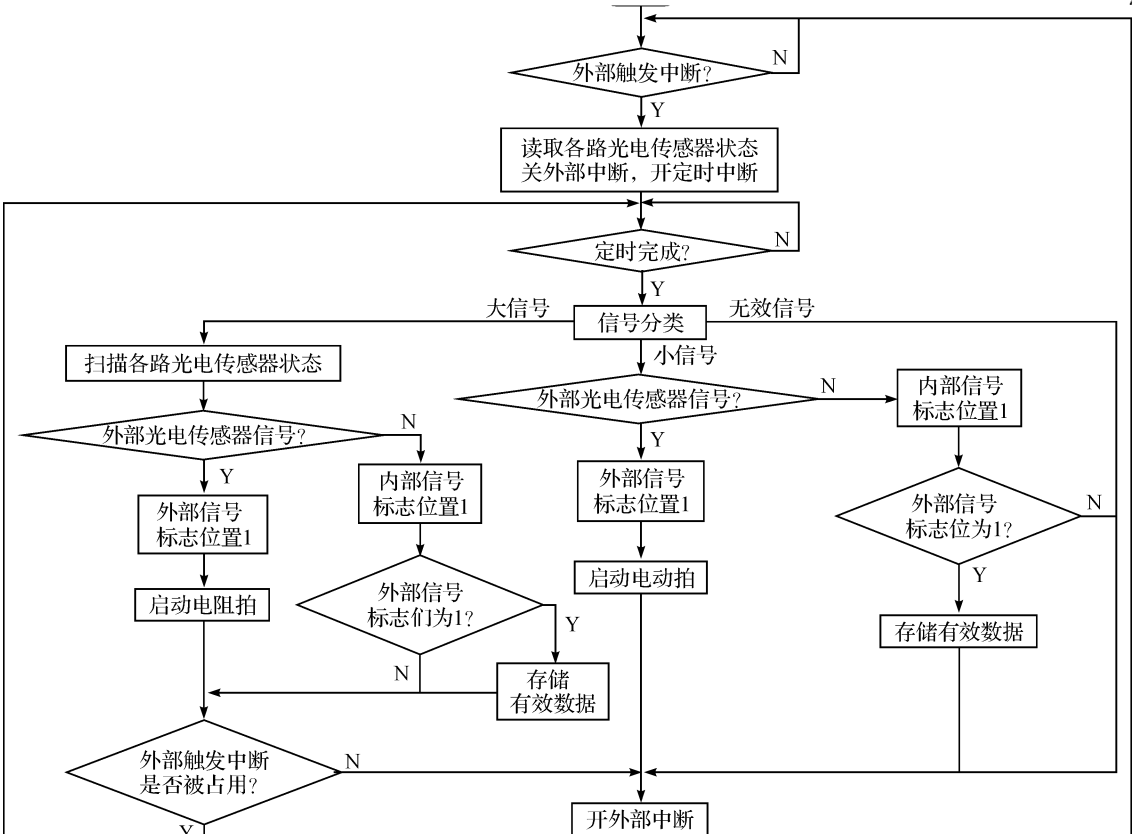


图 6 有效虫害信息的获取流程

表 1 AT 指令表

| AT 指令 | 功能描述 |
|-------------------------------------|------------|
| AT+CSTT | 启动任务 |
| AT+CIICR | 激活移动场景 |
| AT+CIFSR | 获取本地 IP 地址 |
| AT+CLPORT ="TCP","2022" | 设置本地端口号 |
| AT+CIPSTART ="TCP","对方 IP","端口号" | 建立 TCP 连接 |
| AT+CIPSEND | 发送数据 |
| AT+CIPCLOSE | 关闭 TCP 连接 |
| AT+CIPSHUT | 关闭移动场景 |

有效虫害信息无线传输流程如图 7 所示。SIM900A 与服务器首次建立 TCP 连接或者移动场景关闭后再次建立 TCP 连接之前,需要一个初始化的过程。这个过程分为启动任务、激活移动场景、获取本地 IP 地址 3 个步骤。这 3 个步骤可以由 AT+CIPSTART 一次完成,也可以通过 AT+CSTT、AT+CIICR、AT+CIFSR 分步完成。在这些步骤执行完成后,AT+CIPSTART 只进行连接操作。

TCP 连接建立完成之后,通过 AT+CIPSEND 以数据包的形式发送有效虫害信息到服务器。数据成功发送之后,通过 AT+CIPCLOSE、AT+CIPSHUT 分别关闭 TCP 连接和移动场景。

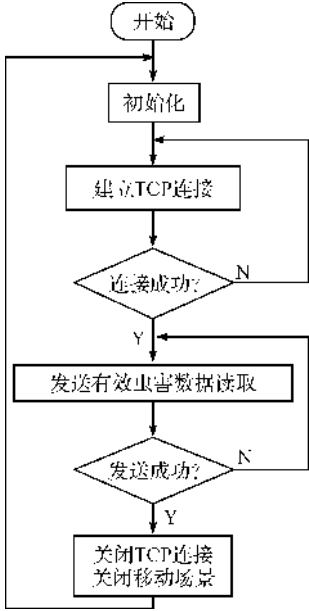


图 7 数据发送流程

其中,有效虫害信息数据包格式如表2所示。测报中心服务器可以通过唯一测报终端编号识别不同终端发来的数据包,并录入数据库或者做进一步的统计处理。

表2 数据包格式

| 字段 | 测报点 编号 | 测报终 端编号 | 记录时间 | 虫害总数 | 小时 虫害数 |
|----|-----------|------------|------|------|-----------|
| 字数 | 6 | 6 | 10 | 4 | 96 |

4 结 语

本文设计一种农业虫害自动测报终端,该终端基于SIM900A无线通信模块,以PIC24F单片机为核心,实现对农作物虫害数据的采集和无线远程传输。农田现场测试结果表明该终端能够有效便利地采集、分析处理、存储以及实时无线远程传输虫害信息,实现了对虫害的自动检测与预测预报,提高了农作物虫害测报效率,减少了测报人员工作量,降低了测报成本,有着广阔的应用前景、重大的社会和生态效益。

参考文献:

- [1] 霍治国,李茂松,王 丽,等. 气候变暖对中国农作物病虫害的影响[J]. 中国农业科学,2012,45(10):1926-1934.
- [2] 周志艳,罗锡文,张 扬,等. 农作物虫害的机器检测

- 与监测技术研究进展[J]. 昆虫学报,2010,53(1):98-109.
- [3] 耿森林. 储粮害虫活动声特征检测、分析及其数据库建立[D]. 西安:陕西师范大学,2005:13-14.
- [4] Adams R E, Wolfe J E, Milner M, et al. Aural detection of grain in fested internally with insects[J]. Science 1953, 118(3058):163-164.
- [5] 郭 敏,张明真. 基于GMM和聚类方法的储粮害虫声信号识别研究[J]. 南京农业大学学报,2012,35(6):44-48
- [6] Gordon W E. A theory on radar reflections from the lower atmosphere[J]. Proceedings of the Institute of Radio Engineers,37(1):41-43.
- [7] 蒋春先,杨秀丽,齐会会,等. 中国华南地区稻纵卷叶螟迁飞的一次雷达观测[J]. 中国农业科学,2012,45(23):4808-4817
- [8] 张恩迪,张佳锐. 基于物联网的农业虫害智能监控系统[J]. 农机化研究,2015(5):229-234,
- [9] Microchip. PIC24FJ256GB110 Family Data Sheet[EB/OL]. (2009-12-11) [2015-01-29]. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39897c.pdf>.
- [10] A Company of SIM Tech. SIM900A_Hardware Design_V1.03[EB/OL]. (2011-10-25)[2015-01-29]. <http://wm.sim.com/upfile/20121129151745f.pdf>
- [11] A company of SIM Tech. SIM900A模块AT命令手册_V1.05[EB/OL]. (2011-10-25)[2015-01-29]. <Http://wm.sim.com/upfile/20111031144921.pdf>.

Design of Crop Pests Automatic Detecting and Reporting Terminal

BAO Xiao-min, LU Wen-jie, XIA Hai-xia

(School of Information science and Technotogy, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: To improve the ability of crop pest detection, disaster prevention and mitigation, and effectively gain crop pests detecting and reporting data, we designed the crop pests automatic detecting and reporting terminal based on SIM900A wireless communication module by using PIC24F microcontroller as main control chip. Experiments show that the terminal can not just realize the acquisition, storage and analysis of crop pest data as well as data wireless remote transmission; besides, detecting and reporting precision improves, compared with traditional manual detecting and reporting. In anywhere and at any time, the operator can get the data monitored by the terminal. This can not merely improve the ability of crop pests detecting and reporting in our country, but also has positive effects on development of agricultural economy.

Key words: SIM900A; PIC24F; crop pest detecting and reporting; wireless transmission; data acquisition

(责任编辑:陈和榜)