

基于电子墨水屏的无线电子标签设计

贺轶烈, 许晓荣, 楼丁漂, 袁瑞明

(杭州电子科技大学 通信工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要: 基于电子墨水屏的无线电子标签是一种可以代替传统纸张显示货物信息的低功耗电子显示设备。它由电源转换模块、MSP430F5529 开发板、电子墨水屏、NodeMCU 模块组成。将 NodeMCU 模块内置的 WiFi 无线模块 ESP8266 设置成 WiFi 网络接入点。通过设置接入点密码, 手机连接到 NodeMCU 接入点。采用开发的手机 APP 软件通过 TCP 协议对 NodeMCU 发送信息, NodeMCU 将接收到的数据通过串口发送给 MSP430F5529, MSP430F5529 进行数据处理后控制电子墨水屏显示货物信息, 从而实现用户通过手机 APP 远程监控电子标签。设计的低功耗无线电子标签实用性高、安全性好、大大减少了系统能耗。用户通过手机 APP 实现对电子标签货物信息的远程监控, 丰富了物联网对于智能商品管理的现实意义。

关键词: 无线电子标签; 电子墨水屏; MSP430F5529 开发板; NodeMCU 模块; 手机 APP

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2019)06-0138-04

Design of wireless electronic label based on E-ink screen

HE Yi-lie, XU Xiao-rong, LOU Ding-li, YUAN Rui-ming

(School of Communication Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Wireless electronic label based on e-ink screen belongs to low power consumption electronic display equipment that can replace traditional commodity information display via paper. Wireless electronic label is composed of power conversion module, MSP430F5529 development board, E-ink screen and NodeMCU module. WiFi module ESP8266 that is built in the NodeMCU module can be set as WiFi access point (AP). Smart phone can be connected to NodeMCU AP through setting the AP login name and password. Users implement smart phone APP software to send message to NodeMCU via TCP protocol, and NodeMCU forwards the received data to MSP430F5529 through serial port. The corresponding commodity information can be displayed on E-ink screen after MSP430F5529 data processing. Hence, users can remote control electronic label via their smart phone APP software. The designed wireless electronic label has the features such as higher practicability and safety. System power consumption can be effectively reduced. Users can remote control the commodity information display on the electronic label through their smart phone APP, which enriches practical significance of Internet of things (IOT) to the intelligent commodity management.

Key words: wireless electronic label; E-ink screen; MSP430F5529 development board; NodeMCU module; smart phone APP

DOI:10.14022/j.cnki.dzsjgc.2019.06.032

随着通信技术以及互联网技术的发展, WiFi 技术凭借自身的优势逐渐得到了广泛的认知与认可, 甚至演变成为一种热潮, 展示出了极大的应用价值

收稿日期: 2018-07-10 稿件编号: 201807040

基金项目: 2017 年度杭州电子科技大学通信工程学院大学生科研创新训练计划项目; 2018 年度国家级大学生创新训练计划项目资助(201810336037)

作者简介: 贺轶烈(1997—), 男, 浙江台州人。研究方向: 微处理器与嵌入式系统设计等。

-138-

和良好的发展前景。

WiFi^[1]是 Wireless Fidelity 的缩写, 即无线高保真传输协议。在现有的条件下, 选择 WiFi 作为电子标签^[2]通信模块是最好的选择, WiFi 传输速率快, 并提

供了以太网访问方式,便于实现智能家居系统和以太网的连接。

目前在智能仓储系统,无线技术已经得到了较多应用^[3]。无线电子标签^[4]辅助拣选系统^[5]可以省却布线环节,大大方便了系统建设。无线电子货架标签系统是一种固定在货架上可以替代传统纸张显示商品信息的电子显示设备。终端装有数据库的上位机通过无线传输方式将数据传输给电子货架标签接收端,电子标签将数据整理并显示在电子墨水屏上^[6]。目前,无线电子标签已经应用于超市、仓库等商品管理方面,其在物联网货物管理方向具有一定的应用前景^[6]。

1 电子墨水屏及其远程监控

1.1 电子墨水屏的特点

1) 功耗低

由于电子墨水屏只在翻页等操作时才产生能耗,如果不刷新显示内容,哪怕关闭电源,电子墨水屏上的画面仍可保留。例如亚马逊的电子书 Kindle paperwhite,其续航可达8周^[6-7]。

2) 无闪烁、无辐射、可视角度大

传统液晶显示屏由于在不断刷新,所以会有闪烁,尽管肉眼可能无法察觉,但这一现象客观存在,这也是观看屏幕导致用眼疲劳的一大主因。但电子墨水屏由于它工作原理的先天优势,一旦屏幕刷新后就不再变化,也大大减少了眼睛的疲劳度。因此,电子墨水屏通常应用于电子书阅读器等产品。

电子标签使用的电子墨水屏由许多电子墨水胶囊组成,每个胶囊内含有液体电荷。其中正电荷染白色,负电荷染黑色。在一侧给予正负电压后,带有电荷的液体就会被吸引和排斥。电压加大和减小的过程,给予同样的电压,电子墨水黑白程度是不同的,即双稳态效应(磁滞效应)^[7]。

3) 超薄

目前的电子墨水屏仅1.2 mm厚度,屏幕越薄,越能有效减少设备的厚度,使之更加轻薄。

1.2 手机APP远程监控电子标签

在本设计中,电子墨水屏作为无线电子标签的显示屏,它通过SPI接口与MSP430F5529微处理器连接,MSP430F5529通过串口与NodeMCU连接。NodeMCU模块采用ESP8266 WiFi处理器固件^[8]。它接收手机终端通过WiFi发送的数据,经MSP430F5529

处理后在电子墨水屏上进行显示,即实现用户通过手机远程监控电子标签功能。

2 无线电子标签系统硬件设计

2.1 MSP430F5529 LaunchPad 开发板

本设计采用针对物联网应用的德州仪器(TI)低功耗MSP430F5529 LaunchPad开发板^[9]。MSP430F5529是TI公司推出的16位超低功耗混合信号微处理器(MCU)。该微处理器具有以下特点:1)超低功耗,电源供电电压1.8~3.6 V,待机电流约为2 μ A,具有1种活动模式(AM)和6种低功耗模式(LPM);2)强大的处理能力,采用16位精简指令集(RISC)结构,系统时钟主频25 MHz,8 kB RAM,内部带128 kB Flash存储器;3)丰富的外围模块资源,集成了比较器、定时器、12位ADC、串口(UART)、电容式触摸IO、SPI和I²C接口。MSP430F5529 LaunchPad 口袋实验板是TI中国大学计划提供的MSP430微处理器教学实验平台,其体积小巧,便于随身进行开发学习。

2.2 NodeMCU 模块

NodeMCU是一个开源的物联网平台,它使用Lua脚本语言^[10]编程。该平台基于eLua开源项目,底层使用ESP8266 sdk 0.9.5版本^[10-11]。该平台使用了很多开源项目。例如:lua-cjson, spiffs。NodeMCU包含了可以运行在ESP8266 WiFi SoC^[8,10-11]芯片之上的固件,以及基于ESP-12模组的硬件。

2.3 系统总体设计

本设计采用MSP430F5529 LaunchPad开发板作为电子标签主板,外扩电源转换模块、NodeMCU模块。结合TI的Code Composer Studio(CCS)软件开发平台和手机APP,设计了基于电子墨水屏的无线电子标签系统。系统总体设计框图如图1所示。

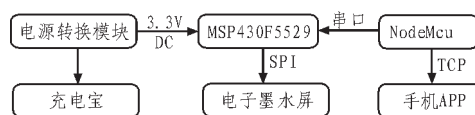


图1 无线电子标签系统设计框图

在本设计中,电源转换模块采用了电源转换芯片AMS1117,电源转换模块输入端的正负极性接口连接到充电宝中(5 V直流电源),输出端的正负极性接口连接到MSP430F5529 LaunchPad开发板的外接电源供电接口VCC和GND,提供开发板3.3 V直流电源。采用NodeMCU开发板内置的ESP8266处理器设置为WIFI网络接入点(AP)^[8,11-12],用户通过手机的

APP NetAssist 或其他的网络助手,以 TCP 协议与 NodeMCU 进行通信。当手机终端通过 TCP 协议发送数据到 NodeMCU 后,NodeMCU 将数据通过串口传输给 MSP430F5529。识别对应的信息后,MSP430F5529 就会通过 SPI 协议将数据发送给电子墨水屏,将会在电子墨水屏上显示不同的商品标签信息,实现通过手机 WiFi 控制电子墨水屏的显示。

3 无线电子标签系统软件设计

3.1 选择合适的固件并烧录 NodeMCU

封装有 ESP8266 处理器的 NodeMCU 开发板^[13]采用 ESPlorer 软件平台进行开发。首先在 NodeMCU 官方网站选择需要使用的固件,提交申请后就能在邮箱中收到对应的固件文件,再使用 ESP8266 Flasher 将配置的固件烧录入 NodeMCU 开发板。在 ESPlorer 软件平台中,使用 Lua 语言配置 NodeMCU^[14]。将 NodeMCU 的波特率配置成 115 200 波特,参考 NodeMCU 官方文档进行开发。将 NodeMCU 设置成 AP 模式,写入端口号,与手机 APP 建立连接。同时写入串口发送函数,当 NodeMCU 接收到手机 APP 通过 TCP 给它发送的信息后,其通过串口发送给 MSP430F5529 处理器。

将固件烧录入 NodeMCU 后,用 USB 线连入电脑,我们打开 ESPlorer 软件平台,选择对应的端口建立连接,按下 NodeMCU 的 RST 键,在 ESPlorer 软件平台的显示界面将会显示与电脑连接的 NodeMCU 信息。然后参考 NodeMCU 官方文档进行开发。

3.2 NodeMCU 与手机 APP 的配置

在 ESPlorer 软件平台中,我们使用 Lua 语言开发,先将 NodeMCU 设置为 AP 模式,配置热点的名字和密码,手机连接到该热点。当连接成功后,再将 NodeMCU 设置为 TCP Server 模式,设置端口号,启用 Server 监听,写入串口通信函数,每当 NodeMCU 收到 Client 发送的数据,就会把该数据通过串口发送给 MSP430F5529。在手机 APP NetAssist(或其他网络助手)中,将 NodeMCU 的 IP 和端口号写入后点击连接,即建立 NodeMCU 与手机的 WiFi 连接并通过 TCP 协议进行通信^[15]。手机 APP 与 NodeMCU 通过 TCP 协议通信界面如图 2 所示。

4 系统实现

本设计使用充电宝提供 5 V 电压,通过 USB 线

连接到电源转换模块,经过 AMS1117^[16-18]将 5 V 电压降为 3.3 V 后给 MSP430F5529 开发板供电,NodeMCU 开发板连到 MSP430F5529 的 P4.4、P4.5 引脚。NodeMCU 上电后,用户使用手机连接到 NodeMCU 建立的热点,在手机 APP 中以 TCP Client 给 NodeMCU 发送数据,NodeMCU 将接收到的数据通过串口发送给 MSP430F5529,经 MSP430F5529 处理后显示在电子墨水屏上。图 3 给出了系统设计流程图。

用户通过手机 APP 远程监控电子墨水屏上商品标签信息的显示,实现通过手机远程监控电子标签。图 4 给出了所设计的基于电子墨水屏的无线电子标签实物图。



图2 手机 APP 与 NodeMCU 通过 TCP 协议通信界面

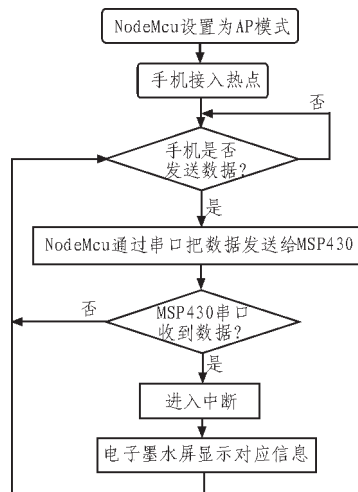


图3 系统设计流程图

5 本设计的创新与应用扩展

5.1 本设计的创新之处

目前已投入应用的电子标签,也采用了电子墨

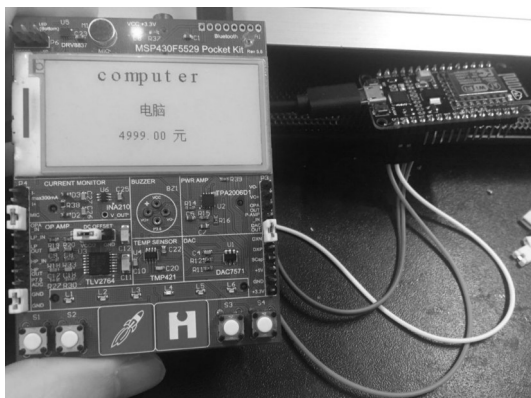


图4 所设计的基于电子墨水屏的无线电子标签实物图
水屏,具有低功耗优点。但是,其上位机一般采用PC机,难以实现无线远程实时监控电子标签的显示内容。本设计旨在通过NodeMCU,以智能手机作为上位机,实现通过手机APP无线实时远程监控电子标签显示的货物信息,且在手机APP端对货物信息的修改即可实现无线电子标签显示内容的更改,具有方便快捷的功能。

5.2 本设计的应用扩展

本设计除了应用于超市、仓储、物流等领域的无线电子标签,亦可应用于电子便签、电子台历、电子户外广告、电子公交站牌等低功耗电子墨水屏显示领域。用户采用手机APP即可实现对低功耗电子墨水屏显示信息的远程实时监控。

6 结束语

文中阐述了基于电子墨水屏的无线电子标签设计。采用低功耗MSP430F5529 LaunchPad开发板并配置WiFi接入点为AP模式的NodeMCU。用户手机接入NodeMCU创建的AP热点后,通过手机APP发送数据给NodeMCU,NodeMCU采用串口与MSP430F5529通信,实现用户手机终端远程控制无线电子标签。所设计基于电子墨水屏的无线电子标签可以作为物联网在智能仓储、超市、物流等领域的典型应用,具有低功耗、实用性高、安全性好、设计新颖等特点。

参考文献:

- [1] 张婷. 基于REST的WiFi智能插座家具系统[J]. 计算机工程, 2016, 42(2): 70-76.
- [2] 祁晓阳. WiFi无线通信和数据采集系统设计[J]. 计算机产品与流通, 2017(9): 128.
- [3] 曾繁庄. 电子标签在食盐仓储中的应用[J]. 盐业与化工, 2014, 4(43): 42-44.
- [4] 袁琳. 无线温湿度电子标签设计[J]. 信息系统工程, 2013(10): 108-109.
- [5] 华清科仪(北京)科技有限公司. TI MSP430F5529 PacketBoard 口袋板实验指导书_v3.0a. [EB/OL]. <http://www.ti.com.cn/university>, 2015.
- [6] 申倩楠. 低功耗电子货架标签系统设计[D]. 杭州: 杭州电子科技大学硕士学位论文, 2014.
- [7] 胡子涵, 张立成, 冯琼辉, 等. 基于电子纸技术的无线电子标签研究[J]. 电子设计工程, 2009, 17(12): 62-63.
- [8] 范兴隆. ESP8266在智能家居监控系统中的应用[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2016, 16(9): 52-56.
- [9] 任保宏, 徐科军. MSP430单片机原理与应用——MSP430F5xx/6xx系列单片机入门、提高与开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [10] 林巧. Lua语言在轻量级Web服务器设计中的应用[J]. 农机化研究, 2017, 1(39): 207-211.
- [11] 焦再峰. ESP8266的无线光色电测试系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2017, 12(17): 68-70, 74.
- [12] 深圳市安信可科技有限公司. ESP8266 WiFi模块用户手册[EB/OL]. <http://www.ai-thinker.com>, 2014.
- [13] 寇世文. 一种基于NodeMCU的智能锁控制系统[J]. 电子技术与软件工程, 2018(10): 100.
- [14] 王浩. 基于NodeMCU固件平台的RGB三色灯远程控制设计与实现[J]. 软件工程, 2017, 5(20): 47-50.
- [15] 李昕. 基于多视角分析的TCPIP协议网络安全问题研究[J]. 通讯世界, 2017(22): 26-27.
- [16] 马晓慧. 一种双向DC-DC变换器的设计与实现[J]. 山西电子技术, 2016(4): 49-51.
- [17] 武卫强, 王立宝, 邵文权, 等. 模块化多电平功率变换器建模与控制[J]. 西安工程大学学报, 2018(2): 210-215.
- [18] 张龙, 苗红霞, 顾菁. 基于GPIO的DC-DC Buck变换器Backstepping不匹配抗干扰设计[J]. 陕西电力, 2016(5): 39-43.