

# 基于无线通信和墨水屏的电子标识技术研究

浩 钿, 王 猛\*, 陈 聪, 柴 溢, 李玉斌, 陈 默

(中国地质大学(北京) 地球物理与信息技术学院, 北京 100083)

**摘 要:** 针对零售行业更换纸质标签所需人工成本高、纸质资源多且错误率高的缺点, 文章开展了基于无线通信和墨水屏的电子标识技术研究, 实现了上位机与单片机之间的无线通信和低功耗刷新墨水屏并准确显示信息的功能, 为商品信息实时化、资讯化和自动化更新提供了硬件基础。实验测试结果表明, 该电子标识技术的无线通信稳定可靠, 具有低成本、低功耗和高效率的优点, 且拥有非常广阔的市场运用前景。

**关键词:** 无线通信; 墨水屏; 电子标识; 单片机

随着人们生活水平的不断提高, 零售行业的商品种类和数量急剧增加, 商品价签的频繁更新对商场工作人员提出了更高的要求。据调查, 一个典型的零售商店每周需要变动商品价格约10 000~12 000次<sup>[1]</sup>, 如果使用传统的纸质标签, 不仅会浪费大量的纸质资源, 还会消耗大量的人力成本。

电子标识技术采用电子的形式来显示商品的货价及信息, 解决了人力成本高、资源消耗多的问题。本文研究的基于无线通信和墨水屏的电子标识技术在利用无线通信传输技术的基础上, 编写了相应的上位机软件, 以供零售商修改货价信息, 最终显示在功耗小的墨水屏上。不仅节约了纸张和劳动力, 还提高了工作效率。

## 1 系统的总体设计

系统的硬件结构主要由4部分组成: PC上位机、无线串口模块、STM32F103VBT6型单片机(简称STM32单片机)和墨水屏电子纸。图1为系统的总体结构。

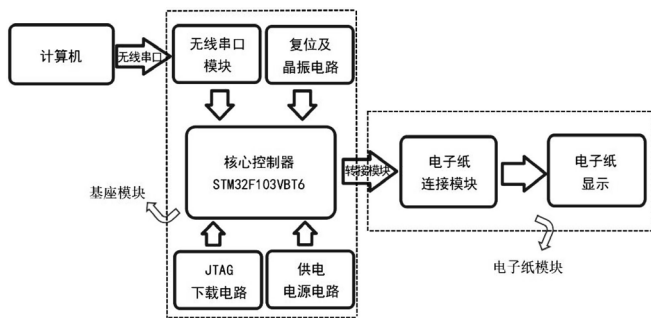


图1 系统的总体结构

PC上位机有相应的应用软件, 可将输入的商品信息通过编辑转为图片格式形成预览, 并以字节为单位, 发送至串口。无线串口模块, 负责将接收的数据发送至STM32单片机; STM32单片机将接收的数据信息通过串行外设接口(Serial Peripheral Interface, SPI)串口传给电子纸转接板终端; 电子纸终端接触接口进行信息的刷新后, 将图片信息显示在墨水屏上。

## 2 系统的硬件设计

在各模块硬件的选择上, 本研究进行设计前综合考虑了

成本、功耗和产品需求等因素, 选择出了最适合用于超市和商场的硬件。

在利用无线通信技术传输信息时, 为保证数据在商场中准确、稳定和快速地传给下一个模块, 即要求系统的无线串口在具有较低丢包率的同时, 能够实现一定范围内的穿墙传输。对比市场上价格相近的ESP8266无线串口模块和带2.4 G CC2530芯片的DL-20无线发射接收模块可以发现<sup>[2]</sup>, ESP8266无线串口模块在每次正常工作前都需要进行一次配置, 而DL-20模块在第一次配置后可以自动保存设置, 不需要每工作一次就配置一次, 一定程度上简化了操作。另外, DL-20模块支持不间断传输, 过程中不会丢失数据, 同时内置PCB天线, 使其拥有点对点的工作模式和广播模式, 覆盖范围可达100 m<sup>[3]</sup>。因此, 选择带2.4 G CC2530芯片的DL-20无线发射接收模块作为无线串口模块能够更方便、快捷且准确地实现系统的功能。

针对单片机在电子标识技术中处理上位机信息并传输至显示模块的作用, 稳定性和处理速度成为挑选单片机型号的一部分标准, 加之综合考虑低功耗的要求, STM32单片机成为系统所需。该型号单片机作为一款中低端型芯片, 具有较高的性价比, 完全满足设计的需求。

传统的电子显示设备主要有阴极射线管(Cathode Ray Tube, CRT)屏和液晶屏等, CRT屏的主要优点是色彩性强, 而对于商场中的电子标识显示设备而言, 不需要过强的色彩性, 甚至黑白的显示设备即可满足要求。液晶屏虽然在快速切换图像方面具有优势, 但需要持续供电, 且在超市、商场等光线较强的地方往往会产生显示不清晰的现象, 为此, 在技术设计中没有采用传统的电子显示设备而是选择了墨水屏电子纸。墨水屏是一种超薄、超轻的显示屏, 采用电泳显示技术作为显示面板, 显示效果接近自然纸张, 具有长续航、阳光下可视、舒适护眼无蓝光、抗摔不易碎裂、持续显示不易耗电和广视角等优点<sup>[4]</sup>。

### 2.1 基座模块电路设计

基座模块是处理图片并发送至电子纸连接模块的重要部分。该模块的主要功能是下载图片信息、通过串口与电子

基金项目: 北京市大学生创新创业训练计划项目; 项目编号: 2018AB051。

作者简介: 浩钿(1998—), 女, 江苏南通人, 本科生; 研究方向: 测控技术与仪器。

\*通信作者: 王猛(1984—), 男, 河南许昌人, 副教授, 博士; 研究方向: 测控技术与仪器的教学与科研。

纸模块进行无线通信。因此,电路设计时加入了J-Link下载电路、无线传输模块接口电路、串口BootLoader电路、电子纸驱动电路以及时钟源电路。

为了实现无线串口通信,本系统设计了一个1×4的接口电路,分别用作数据发送、数据接收、接地以及电源输入。

系统的电源来自计算机USB口,经过稳压芯片AMS1117—3.3 V的转换,5 V的电压源转为3.3 V后接入无线

串口模块。

## 2.2 电子纸模块电路设计

电子纸模块通过转接板电路(见图2)将串口接收到的数据完整地传输到电子纸上加以显示。由于电子纸只需在刷新时上电,很容易使电路中的电流产生较大的变化,因此,电路中加入3个二极管用以保护电路,同时采用场效应管作为恒流源,防止电子纸在刷新时内部电流不稳定。

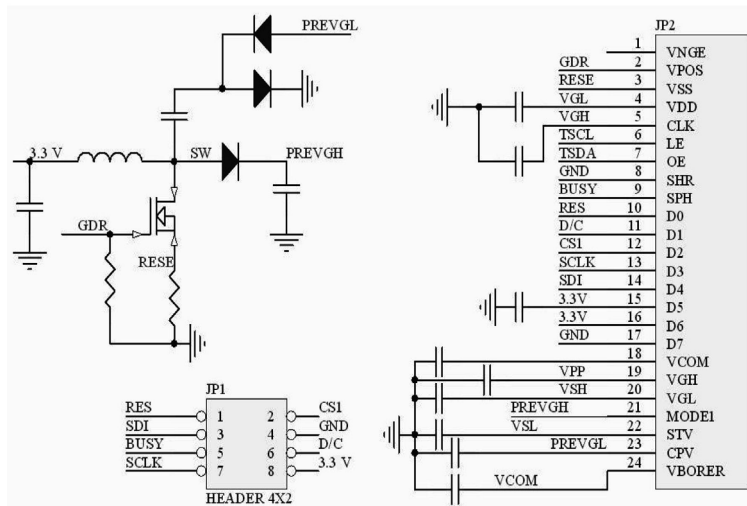


图2 转接板电路

## 3 系统的软件设计

### 3.1 上位机应用程序设计

系统设计了一个基于C#语言的可视化人机交互界面,C#语言是Microsoft公司发布的一种面向对象的高级程序设计语言,用户可以通过C#语言设计出更改商品的价格、条形码和规格等信息的界面,并选择将其发送至串口。

应用程序通过读取用户输入的信息并调用串口类函数,实现电子标识的更新功能<sup>[5]</sup>。用户在界面控件,如品名、编号、产地、规格、等级、单位、价格中输入信息,程序捕获这些参数后,按相应格式在图形化界面生成预览图片,然后调用库函数serialPort()生成字符串并发送至串口。针对用户输入的国际条形码(前12位),系统采用条形码读写控件Barcode Writer生成一维条形码并以图片的形式发送至串口,上位机程序流程如图3所示。

### 3.2 单片机程序设计

STM32单片机的主要功能是接收并处理来自上位机的实时商品信息并将其显示在电子纸上,STM32程序流程如图4所示。单片机上电后,首先,初始化串口、系统时钟、输入输出参数和电子纸等模块。其次,接收并读取来自无线串口的字符数组并发送。为了便于数据的存储和处理,程序中的数组信息包含296×128个像素点,通过改变每个像素点的电压大小来控制二值化图像的灰度值<sup>[6]</sup>。发送字符数组时,每发送16个字符即向上位机发送确认信息以保证传输过程的正确性。所有字符发送完毕后,调用刷新函数刷新电子纸,最终在墨水屏上显示出黑白的图片信息。程序中的延时语句用于等待先前语句执行完毕以防止出现乱码。

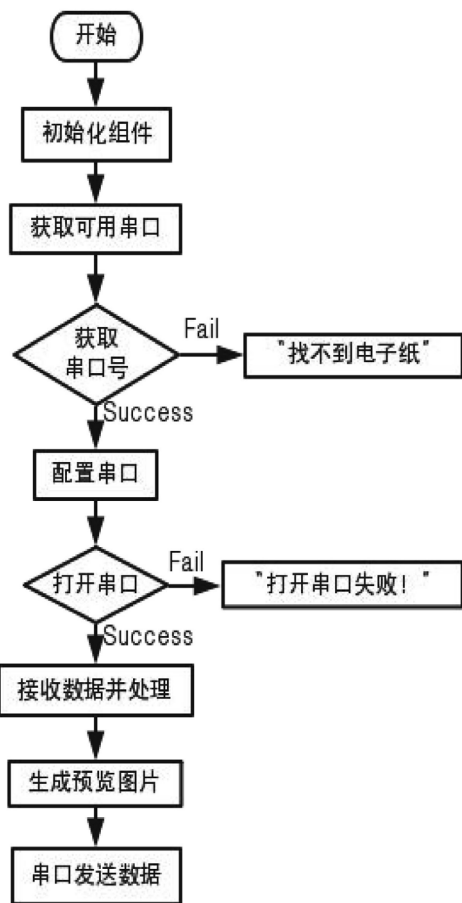


图3 上位机程序流程

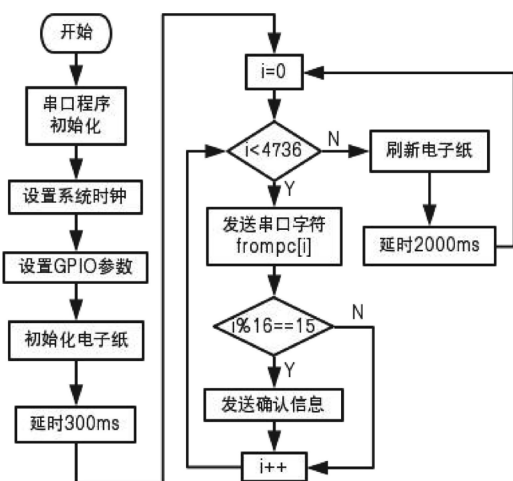


图4 STM32程序流程

#### 4 系统测试

鉴于该技术的应用环境,测试选择在超市和商场中进行,多次连续测试的结果表明,基于无线通信的电子标识技术在室内可穿透墙壁的有效数据传输距离为100 m,数据在传输时稳定可靠。电子标签信息更新及时,显示准确,验证了无线通信技术的高效准确性。在不同强度的灯光下,墨水屏都能够较清楚地显示内容,且仅在刷新时消耗较低的电量。而在显示时不耗电,验证了基于墨水屏的电子标识技术具有低成本、低功耗的特点,上位机应用程序测试结果如图5所示,电子标识测试结果如图6所示。

#### 5 结语

基于无线通信和墨水屏的电子标识技术采用带2.4 G CC2530芯片的DL-20无线发射接收模块和STM32F103VBT6型单片机,实现了稳定可靠的无线通信传输,采用墨水屏作为显示终端,实现了无纸化、低功耗显示的功能。

文章从硬件和软件两方面展开,根据该技术设计的电子

标识系统能够通过无线通信的方式接收最新的商品信息,且通信距离可达100 m,墨水屏在显示时准确无误。目前国内外的零售行业开始逐渐普及电子标识,本文基于无线通信和墨水屏的电子标识技术低功耗、无纸化、高效率的特点使其具有非常广阔的市场运用前景。



图5 上位机应用程序测试结果

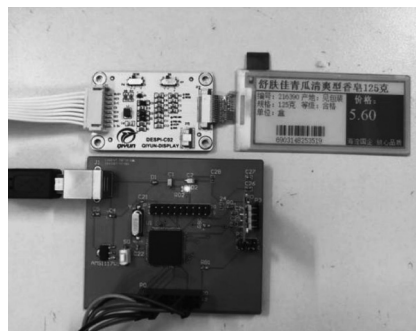


图6 电子标识测试结果

#### [参考文献]

- [1]刘美健.无线网络电子价签系统的设计与实现[J].自动化与仪表, 2014(4): 49-52.
- [2]杨涛.基于无线通信传输技术的电子标识系统[D].北京:中国地质大学, 2018.
- [3]骆吉旺.基于无线射频技术的药物仓储系统的设计与实现[D].北京:中国科学院大学, 2017.
- [4]何燕卉.电子纸才是未来科技[J].计算机与网络, 2017(15): 20-21.
- [5]周羽, 赵家彦, 冷静文.基于无线SOC的RFID信息采集系统的设计[J].电气电子教学学报, 2009(6): 41-43.
- [6]堵成蕾, 李相鹏, 梁晶.电子价签系统设计与实现[J].通信电源技术, 2016(2): 103-105.

## Research on electronic identification technology based on wireless communication and ink screen

Hao Tian, Wang Meng\*, Chen Cong, Chai Yi, Li Yubin, Chen Mo

(School of Geophysics and Information Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract:** Aiming at the problems of the retail sector with high labor costs, plentiful paper resources and the high error rate, this paper studies the technology of electronic identification based on wireless communication and ink screen, realizes the wireless communication between PC and MCU and the function of refreshing the information displayed on ink screen with low power consumption, which provides the hardware basis for real-time, information and automatic updating of commodity information. The experimental tests show that the wireless communication of the electronic identification technology is stable and reliable, with the advantages of low cost, low power consumption and high efficiency, and has a very broad market application prospect.

**Key words:** wireless communication; ink screen; electronic identification; MCU