

一种新型自动气象站触控屏交互式系统设计

刘艳中 吕玉嫦

(广东省气象探测数据中心 广州 510080)

摘要: 设计了一种基于 STM32 的异步全双工串口通信(USART)的触控式显示屏人机交互式系统,应用于 DZZ1-2 型新型自动气象站中。设备用户可通过该交互式系统直接对数据采集器进行数据查看、参数设置等操作,为 DZZ1-2 型新型自动气象站的安装调试和维修维护提供极大的便利性。设计包括:硬件电路设计、用户 UI 设计和嵌入式软件设计,重点讲述了用户 UI 的设计流程和嵌入式软件设计中 USART 中断函数的使用。试验结果及在广东省一年多的业务运行,证明该系统运行稳定、便捷可靠。

关键词: 新型自动气象站;STM32;USART;触控屏;交互式系统

中图分类号: TP311.52 **文献标识码:** B **国家标准学科分类代码:** 510.99

Interactive system design of touch screen for new automatic weather station

Liu Yanzhong Lü Yuchang

(Guangdong Meteorological Observation Data Center, Guangzhou 510080, China)

Abstract: A man-machine interactive system, which is based on USART of STM32 and applied to new automatic weather station of DZZ1-2, is designed. Through this interactive system, the user can directly and conveniently set parameters or view data in the installation and maintenance for the new automatic weather station. This design includes hardware circuit design, user UI design and embedded software design. The design flow of user UI and the key points of the USART interrupt function are described emphatically. It proves that the system is stable and reliable after testing and business operation for one year in Guangdong Province.

Keywords: new automatic weather station; STM32; USART; touch screen; interactive system

1 引言

新型自动气象站设计采用了国际标准、并遵循标准、开放的技术路线,具有显著的优势,能够满足对气象探测日益提高的新需求和当前业务发展的新需要^[1-2]。按照中国气象局对新型自动气象站的设计与开发要求,显示屏及按键系统并未纳入必要的设计指标^[3]。但针对用户使用习惯和操作的便捷性来说,具有一套直接交互式操作系统的新型自动气象站更为用户所接纳,毕竟直接查看数据或是设置参数相对于使用辅助设备进行调试测试来说,前者更为便捷。而触摸屏则由于占用空间少、灵活等特点,已成为嵌入式系统中最方便自然的一种人机交互方式^[4]。

本文设计了一种基于 STM32 通用同步/异步串行收发器(USART)的触控式显示屏交互式系统,选用 4.3 寸 XFS48272T043-TP 型触控屏通过 USART6 口与 CPU 交互式通信,用户只需触控显示屏即可对采集器进行查看数

据或修改参数等操作,这为设备的安装和维护提高了极大的便利性^[5]。该系统已应用于广东省气象计算机应用开发研究所开发设计的 DZZ1-2 型新型自动气象站中。

2 硬件设计

LCD 显示屏作为 DZZ1-2 型新型自动气象站的辅助设备,在设计上需要考虑配置方便、占用接口资源较少的特点,因此在 LCD 选型上选用异步全双工串口通信的 4.3 寸 XFS48272T043-TP 触控式显示屏。该型显示屏具有内置标准 ASCII 字库、波特率支持 1 200~921 600 bps、支持 BMP 和 JPEG 格式图片下载、支持触摸界面自动切换等特点,极大的提高了设计的方便性及丰富性。设计中只需对 STM32F207 系列芯片的 USART 串口进行相应配置,另外再配置 1 个输入 IO 口接收来自 LCD 的 BUSY 信号,这样仅占用 CPU 的 3 个 IO 口即可实现用户与采集器的交互式操作^[6-7],如图 1 所示。

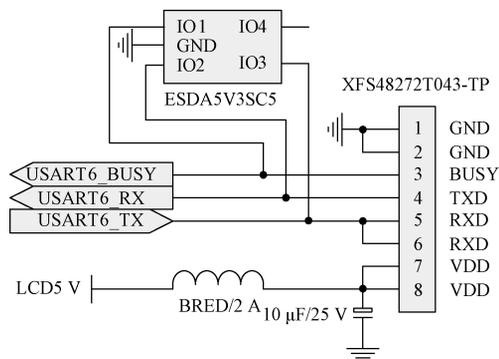


图 1 LCD 显示屏电路



(a) 菜单界面



(b) 数据显示界面

图 3 交互式界面设计

3 UI 设计

3.2 用户 UI 设计

XFS48272T043-TP 触摸式显示屏可下载多幅大小不受限制的 BMP 或 JPEG 格式的图片,用户可将设计好的 UI 界面图片下载到 LCD 显示屏的内存芯片中供用户调用显示^[8-9]。在图片显示方式上,LCD 显示屏支持触控自动切换或接收指令全幅显示或部分显示。

UI 界面底图的设计通过专业的绘图工具完成,设计底图前需要根据项目显示的内容规划好显示屏的交互界面及方式,如图 2 所示。之后通过触控屏厂商提供的设计软件在工程图片上添加按钮控件,并对应选择按钮动画背景,设置是否切换到目标背景图片及指定按钮触控后的返回值等。动画背景为按钮按下后按钮区域显示的图片,以此增加触控动画效果;目标背景为按钮触控后当前显示画面切换到的图片;返回值为按钮触控后 LCD 的 USART 串口发送的数值,CPU 通过该返回值做相应的后续处理。设计好后的用户 UI 界面如图 3(a)所示,图 3(b)为分钟数据显示界面。

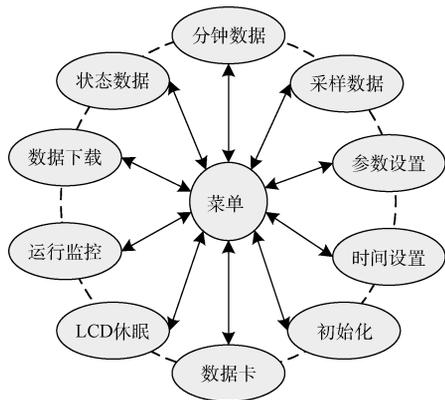


图 2 LCD 显示界面规划

3.2 用户 UI 测试

将设计好的界面图片连同触控按钮代码下载到 LCD 显示屏的内存中,通过串口调试助手等串口调试工具查看

LCD 触控后的返回值是否为指定的值,同时检查画面切换效果是否与设计相同。

4 软件设计

4.1 触控指令规划

为了使 LCD 显示程序结构清晰及易读,根据 3.1 节指定的触控键返回值规划好 LCD 的触控指令,文中程序定义了一个枚举型变量 LCD_Comm 代表触控返回值^[10]。同时为了提高显示屏效率及减少显示程序的代码量,LCD 显示屏触控界面设定为触控后自动切换。为确保 LCD 触控指令响应正确,确保界面与显示内容的一致性,程序定义了另外一个枚举型变量 LCD_Menu 指定当前显示界面。只有在当前显示界面下,正确的触控指令才能响应,避免 USART 口数据变码或野值出现导致屏幕显示内容与页面不符。触控指令及显示界面规划如表 1 和 2 所示。

4.2 USART 接口初始化

USART 接口初始化包括以下几个部分:USART 的 GPIO 端口复用;USART 的中断向量 NVIC 配置;USART 的波特率、数据位、奇偶校验位、停止位等配置;USART 的端口使能等。初始化 USART 接口过程中需要注意两点:1)气象数据,如风、温、雨、湿、压等均为中断采集,为确保气象数据的正常采集,USART6 口的中断优先级不应设置过高,设计中优先级设置为 3;2)USART6 接口初始化完成后,应通过 USART_ITConfig(USART6, USART_IT_RXNE, ENABLE)打开接收中断,指定接收数据寄存器不为空时产生中断,以便 CPU 能正确接收 LCD 触控指令。

表1 触控指令表

程序码	指令值	说明	程序码	指令值	说明
Tap_ReWork	0	上电恢复工作	Tap_Left	14	指针左移
Tap_Menu	1	菜单	Tap_Right	15	指针右移
Tap_NextPage	2	下一页	Tap_Up	16	指针上移
Tap_PrePage	3	上一页	Tap_Down	17	指针下移
Tap_DataDis	4	分钟数据	Tap_Dot	18	小数点
Tap_RealData	5	采样数据	Tap_Back	19	退格
Tap_SetPara	6	参数设置	Tap_ReSet	20	重设
Tap_SetTime	7	时间设置	Tap_Enter	21	确认
Tap_InitSys	8	初始化	Tap_Cancel	22	取消
Tap_InfoSta	9	状态信息	Tap_Zero-Tap_Nine	30-39	数字 0-9
Tap_SD	10	SD卡	Tap_Plus	40	背光+
Tap_LCDSleep	11	LCD休眠	Tap_Minus	41	背光-
Tap_Download	12	数据下载	Tap_SDFORMAT	42	SD卡格式化
Tap_Monitor	13	运行监控	Tap_Awake	234	屏幕唤醒

表2 显示页面表

程序码	指令值	说明	程序码	指令值	说明
Menu_FstPage	0	分钟数据第1页	Menu_Status	7	状态数据页
Menu_SedPage	1	分钟数据第2页	Menu_SD	8	SD卡页
Menu_RealFst	2	采样数据第1页	Menu_Sleeped	9	LCD休眠中
Menu_RealSed	3	采样数据第2页	Menu_Download	10	数据下载页
Menu_SetPara	4	参数设置页	Menu_Monitor	11	运行监控页
Menu_SetTime	5	时间设置页	Menu_Menu	12	菜单页
Menu_Init	6	初始化页			

4.3 中断响应函数

USART6 接口的中断入口函数为 USART6_IRQHandler。在 USART6_IRQHandler 函数中,调用 USART_GetITStatus 函数检测是否发生接收中断或发送中断,然后调用 USART_ClearITPendingBit 函数清除中断标志位,之后再行其他处理。

4.3.1 发送中断函数

USART_IT_TXE 是发送缓冲寄存器为空时产生中断的中断标志位。当发送缓冲区 LCD_Tx_Buff 内有待发送指令时,启用该中断源,通过 USART_SendData(USART6, LCD_Tx_Buff[LCD_Tx_Cnt++])函数发送数据位,发送完成后需立即禁用该中断源,同时清空发送缓冲区并将发送指针 LCD_Tx_Cnt 置 0。

4.3.2 接收中断函数

USART_IT_RXNE 是接收数据寄存器不为空产生中断的中断标志位。当接收数据寄存器接收到数据后触发该中断,通过 LCD_Rx_Buff[LCD_Rx_Cnt++] = USART_ReceiveData(USART6)函数持续接收数据位,判断接收到的数据是否有触控指令结束符[CC 33 C3 3C],存在则将

中断产生信号 LCD_Flag 置 1,否则不做处理。2 s 接收中断未触发,接收指针 LCD_Rx_Cnt 将自动置 0。

中断处理函数放在接收中断函数之外,置于主函数循环任务中,目的是为了避免中断函数处理时间过长影响 USART 的正常接收中断。在主函数循环任务中当判断 LCD_Flag 为 1 时,中断处理函数运行并判断触控指令为表 1 中何种指令,并进行相应的处理,处理完成后将 LCD_Flag 置 0。

4.3.3 溢出中断函数

为避免接收溢出导致触控指令不能正常接收,中断函数中应设有溢出中断处理函数,当溢出中断标志位 USART_IT_ORE 为 1 时,应清除接收溢出中断标志位并使用 USART_ReceiveData(USART6)将接收寄存器中的数据读走弃用。

5 试验结果及业务运行情况

文中实例应用到广东省气象计算机应用开发研究所研制开发的 DZZ1-2 型新型自动气象站中进行测试,测试平台如图 4 所示。XFS48272T043-TP 触摸式出厂默认设

置波特率为 115 200,使用该波特率进行测试时发现在触控刷新分钟数据或实时数据时,触控指令响应后偶尔会出现分钟数据或实时数据不能显示的现象。分析原因为日期时间和分钟数据或实时数据为两条显示指令连续发送,因波特率过高导致 LCD 不能正确处理第二条显示指令。测试过程中调整两条连续指令发送时间间隔,时间刷新与数据刷新之间有顿挫,不符合设计要求。最终将 LCD 波特率调整为 57 600 和 38 400 后,系统能够 100% 响应触控指令,LCD 也能正确显示数据及参数,并且不影响气象数据的正确采集。考虑到显示屏刷新速率与效果,选用波特率较高的 57 600。



图 4 测试平台

DZZ1-2 型新型自动气象站自 2014 年 5 月陆续在广东省安装后至今已建站 86 个,经过 1 年多的业务运行,通过各地用户使用反馈信息统计,该交互式系统未出现明显故障导致采集器不能操作的现象,系统运行稳定。

6 结 论

文中介绍了基于 STM32 的 USART 口的触控屏交互式系统设计的方法及流程,包括:硬件电路的设计、用户 UI 界面的设计和软件系统的设计。重点讲述了用户 UI 设计及软件系统设计,为开发者提供了一整套开发思路,并在 USART 口的中断函数中讲述了注意事项,解决了 LCD 触控中断影响数据的正常接收或是中断处理函数置于接收中断函数中导致中断不能及时退出的问题。

DZZ1-2 型新型自动气象站已正式纳入广东省新型自动气象站业务一年多,结果证明该交互式系统植入到 DZZ1-2 型新型自动站中,对采集器运行和数据正常采集无任何影响,在自动站的维修维护中提供了极大的便利性。

参考文献

- [1] 刘晋生,党文生,宿秋兰. 新型自动气象站技术简介[J]. 山东气象,2014,34(1):84-86.
- [2] 陈冬冬,杨志彪,施丽娟,等. 新型自动气象站结果特点及其优越性[J]. 气象水文海洋仪器,2011,4(4):93-99.
- [3] 陈刚. 新型自动气象站的分析与对比[J]. 现代建筑电器,2014,5(3):36-40.
- [4] 陈小贝,汪志成,叶宝安. 基于嵌入式系统的 PLC 触摸屏控制系统设计[J]. 电子测量技术,2015,38(3):54-56.
- [5] 刘和平,高尚勇,余银辉. 触摸屏液晶控制器与 DSP 的接口设计与应用[J]. 电子测量技术,2008,31(4):150-153.
- [6] 刘艳中,敖振浪. 一种新型自动气象站外接数据存储系统的设计[J]. 电子测量技术,2015,38(8):109-112.
- [7] 吕雪芹,敖振浪. 新型自动气象站 4 路高速串口的设计与实现[J]. 电子测量技术,2014,37(5):121-123.
- [8] 戴军建,张传胜. 基于 STM32 的人机接口设计与实现[J]. 长春工业大学学报:自然科学版,2012,33(6):673-675.
- [9] 解伟. 基于 STM32 的自动气象站控制模块设计[J]. 电子测量技术,2014,37(7):107-110.
- [10] 宋经雄,赵小寒,顾家玉,等. 基于 STM32 的液晶多层菜单结构设计[J]. 视听,2012(4):26-28.

作者简介

刘艳中,1980 年出生,硕士,工程师,主要从事气象装备保障和研发工作。

E-mail:24354954@qq.com

吕玉嫦,1977 年出生,学士,工程师,主要从事气象装备保障和研发工作。