



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111221464 B

(45) 授权公告日 2023.05.02

(21) 申请号 201911346544.2	G06T 1/20 (2006.01)
(22) 申请日 2019.12.24	(56) 对比文件
(65) 同一申请的已公布的文献号 申请公布号 CN 111221464 A	CN 101327785 A, 2008.12.24 CN 103021373 A, 2013.04.03 CN 105549932 A, 2016.05.04 CN 108280799 A, 2018.07.13 CN 203616975 U, 2014.05.28 US 5502808 A, 1996.03.26 US 5724497 A, 1998.03.03 US 2007/0046670 A1, 2007.03.01
(43) 申请公布日 2020.06.02	余朝宇; 黄国荣; 亢红占. 基于ARM的备份导航系统控显仪设计. 计算机测量与控制. 2015, (08), 第2904-2907页.
(73) 专利权人 太原航空仪表有限公司 地址 030006 山西省太原市2号信箱型号业务部	(08), 第2904-2907页.
(72) 发明人 丰新龙 宣晓刚 张伟	审查员 宋丽
(74) 专利代理机构 中国航空专利中心 11008 专利代理师 杜永保	
(51) Int. Cl. G06F 3/05 (2006.01) G06F 3/147 (2006.01) G06F 15/163 (2006.01)	权利要求书2页 说明书4页

(54) 发明名称

一种航空仪表图形处理模块及方法

(57) 摘要

本发明属于航空仪表隶属于机载显示领域, 具体为一种航空仪表图形处理模块及方法, 包括硬件和软件部分, 所述硬件部分由微处理器、按键采集电路、AD转换电路、总线通讯电路、总线收发电路、时钟复位电路、flash存储器、SDRAM内存电路组成; 主要实现飞行参数的显示, 为飞行员提供姿态、速度、高度、航向等主要飞行信息; 着陆/着舰引导信息; 气象信息; 近地告警图形; 发动机参数信息; 综合告警、操作提示信息; 机电、飞控等外系统的工作状态等信息。降低功耗, 减少体积, 降低成本, 实现良好的经济和社会效应。

1. 一种航空仪表图形处理方法,其特征在于,基于软件环境和硬件环境而实现;其中:

硬件环境由微处理电路、按键采集电路、AD转换电路、总线通讯电路、总线收发电路、时钟复位电路、flash存储器、SDRAM内存电路组成;按键采集电路采集导光板按键信息并通过IO传输至微处理器,AD转换电路采集外部电压信息并通过本地总线传输至处理器,总线通讯电路通过总线与外部设备通讯并通过本地总线或SPI串行总线与处理器通讯,总线收发电路直接把微处理电路中微处理器的串行总线驱动与外部模块进行通讯,时钟复位控制电路给微处理器提供复位与时钟信号,flash存储器通过串行总线与微处理器通讯外扩处理器的非易失存储空间,SDRAM内存通过SDRAM电路通讯接口与微处理器通讯扩大图形处理模块高速内存空间;微处理电路由微处理器、复位电路、时钟电路、视频驱动电路、flash电路组成;与液晶屏通过RGB视频信号相连,输出视频信号、与通讯电路交换数据与外部系统进行通讯、与按键电路IO口相连采集按键信息、与AD转换电路SPI口相连,采集电压信息;通讯电路有RS422、RS232、1553B、HB6096、网络驱动电路,采集外部总线信息,传输至处理器进行处理;

微处理器采用ARM-ContexM4+DMA2D架构的低功耗处理器,并集成有多种外设接口;

所述软件环境包括编程语言、操作系统、图形绘图方式、开发环境;

所述编程语言为标准C语言;所有操作为直接底层硬件操作;所述图形绘图方式直接利用DMA2D底层操作与软件算法实现各种航空仪表界面显示;所述开发环境为keil5;

实现步骤具体为:

- 1) 初始化外设接口及通讯电路采集外部信息;
- 2) 初始视频显示接口驱动液晶屏显示画面;
- 3) 初始化SDRAM作为显存,设置两个区域形成乒乓切换模式,避免割裂效果;
- 4) 初始化外制flash作为汉字字库存储位置、旋转天地气字符存储位置,及其他存储;
- 5) 上电拷贝flash中的字库至SDRAM中,作为快速绘图的拷贝源;
- 6) 利用DMA2D四种功能与软件算法封装成自定义的航空仪表函数底层操作库;
- 7) 绘图底层函数库包括以下函数,高效绘图方式,不采用中间件,直接采用图形处理加速器与软件算法加速绘图;

a) 颜色块填充函数;

b) 内存块拷贝函数;

c) 抗锯齿线绘制函数;

d) 带颜色的字符打印函数;

e) 图片旋转函数;

f) 图片显示函数;

g) 汉字打印函数;

8) 通过以上底层驱动函数,即可按照飞行员操作程序生成各种所需画面;

9) 外部信息结合POP显示飞行员需要的各种飞行参数。

2. 根据权利要求1所述的一种航空仪表图形处理方法,其特征在于,所述6) 中DMA2D应具备以下四种功能:复制某一源图像到目标图像中;复制某一源图像到目标图像中并同时进行特定的格式转换;将两个不同的源图像进行混合,并将得到的结果进行颜色格式转换;用颜色填充目标图像区域。

3. 根据权利要求1所述的一种航空仪表图形处理方法,其特征在于,按键采集电路由按键防抖电路、矩阵式IO采集电路组成,采集到按键信息传送至微处理器。

4. 根据权利要求1所述的一种航空仪表图形处理方法,其特征在于,AD转换电路由AD转换芯片及外围电路组成,采集模拟电压信号转换成数字量传送至微处理器。

5. 根据权利要求1所述的一种航空仪表图形处理方法,其特征在于,SDRAM内存电路由32位SDRAM及外部滤波电路,作为显存、汉字字库、旋转天地球字库存储使用。

## 一种航空仪表图形处理模块及方法

### 技术领域

[0001] 航空仪表隶属于机载显示领域, 主要实现飞行参数的显示, 为飞行员提供姿态、速度、高度、航向等主要飞行信息; 着陆/着舰引导信息; 气象信息; 近地告警图形; 发动机参数信息; 综合告警、操作提示信息; 机电、飞控等外系统的工作状态等信息。

### 背景技术

[0002] 航空仪表图形处理模块主要功能为通过总线等其他接口接收外部信息, 根据POP (飞行员操作程序) 自主产生航空仪表所需画面, 通过航空仪表的液晶等显示介质显示出来。飞行员通过航空仪表获知飞机当前的飞行参数。

[0003] 目前机载航空仪表图形处理模块主要有两种, 一种为支持OpenGL标准图形编程接口图形处理模块, 该方式处理电路复杂, 功耗较大。一种为嵌入式处理器软件绘图方式, 通过软件算法并直接操作显存方式绘制图形。

[0004] 支持OpenGL标准图形编程接口的图形处理模块具有以下特点:

[0005] 1) 需要集成采用CPU+GPU双模块处理模式;

[0006] 2) 功耗较大, 功耗6W以上;

[0007] 3) 需要集成操作系统;

[0008] 4) 支持OpenGL编程接口;

[0009] 5) 图形处理模块采用器件较多, 可靠性值小于40000h;

[0010] 6) 外形尺寸较大, 约为160mm×180mm。

[0011] 采用直接操作显存方式的图形处理模块受限于处理器速度及功能, 绘图速度较慢, 支持分辨率较小( $\leq 640 \times 480$ ), 图符显示全靠纯软件算法实现。

### 发明内容

[0012] 航空技术不断发展, 对航空仪表提出了越来越高得要求。需要降低功耗以减少飞机能耗、减少体积并减轻重量提升飞机载荷, 提升产品可靠性, 降低产品成本提高经济效益。

[0013] 随着电子技术水平的发展, 嵌入式处理器性能提升并增加了许多功能, 针对目前现有航空仪表图形处理模块功耗高、器件多模块体积大、可靠性低或性能不足, 提出了一种改进型航空仪表图形处理模块及方法。

[0014] 技术方案

[0015] 一种航空仪表图形处理模块及方法, 包括硬件组成和实现方法, 具体如下:

[0016] 一种航空仪表图形处理模块, 包括硬件和软件部分, 所述硬件部分由微处理器、按键采集电路、AD转换电路、总线通讯电路、总线收发电路、时钟复位电路、flash存储器、SDRAM 内存电路组成。

[0017] 按键采集电路采集导光板按键信息并通过IO传输至微处理器, AD转换电路采集外部电压信息并通过本地总线传输至处理器, 总线通讯电路通过总线与外部设备通讯并通过

本地总线或SPI串行总线与处理器通讯,总线收发电路直接把微处理器的串行总线驱动与外部模块进行通讯,时钟复位控制电路给微处理器提供复位与时钟信号,flash存储器通过串行总线与微处理器通讯外扩处理器的非易失存储空间,SDRAM内存通过SDRAM电路通讯接口与微处理器通讯扩大图形处理模块高速内存空间。

[0018] 微处理电路由微处理器、复位电路、时钟电路、视频驱动电路、flash电路组成;与液晶屏通过RGB视频信号相连,输出视频信号、与通讯电路交换数据与外部系统进行通讯、与按键电路I/O口相连采集按键信息、与AD转换电路SPI口相连,采集电压信息;通讯电路有RS422、RS232、1553B、HB6096、网络等驱动驱动电路组成,采集外部总线信息,传输至处理器进行处理。

[0019] 按键采集电路由按键防抖电路、矩阵式I/O采集电路组成,采集到按键信息传送至微处理器。

[0020] AD转换电路由AD转换芯片及外围电路组成,采集模拟电压信号转换成数字量传送至微处理器。

[0021] SDRAM内存电路由32位SDRAM及外部滤波等电路组成,作为显存、汉字字库、旋转天地球字库存储使用。

[0022] AD转换电路采集外部电压信息并通过SPI串行总线传输至处理器;

[0023] 微处理器采用ARM-ContexM4+DMA2D架构的低功耗处理器,并集成有多种外设接口。

[0024] 一种航空仪表图形处理方法,包括软件环境和实现步骤;其中:

[0025] 所述软件环境包括编程语言、操作系统、图形绘图方式、开发环境;

[0026] 所述编程语言为标准C语言;不包含操作系统,所有操作为直接底层硬件操作;所述图形绘图方式不利用任何中间件,直接利用DMA2D底层操作与软件算法实现各种航空仪表界面显示;所述开发环境为keil5;

[0027] 实现步骤具体为:

[0028] 1) 初始化外设接口及通讯电路采集外部信息;

[0029] 2) 初始视频显示接口驱动液晶屏显示画面;

[0030] 3) 初始化SDRAM作为显存,设置两个区域形成乒乓切换模式,避免割裂效果;

[0031] 4) 初始化外制flash作为汉字字库存储位置、旋转天地气字符存储位置,及其他存储;

[0032] 5) 上电拷贝flash中的字库至SDRAM中,作为快速绘图的拷贝源;

[0033] 6) 利用DMA2D四种功能与软件算法封装成自定义的航空仪表函数底层操作库;

[0034] 7) 绘图底层函数库包括以下函数,高效绘图方式,不采用中间件,直接采用图形处理加速器与软件算法加速绘图;

[0035] a) 颜色块填充函数;

[0036] b) 内存块拷贝函数;

[0037] c) 抗锯齿线绘制函数;

[0038] d) 带颜色的字符打印函数;

[0039] e) 图片旋转函数;

[0040] f) 图片显示函数;

- [0041] g) 汉字打印函数;
- [0042] 8) 通过以上底层驱动函数,即可按照飞行员操作程序生成各种所需画面;
- [0043] 9) 外部信息结合POP显示飞行员需要的各种飞行参数。
- [0044] 所述6) 中DMA2D具备支持以下四种功能:复制某一源图像到目标图像中;复制某一源图像到目标图像中并同时进行特定的格式转换;将两个不同的源图像进行混合,并将得到的结果进行特定的颜色格式转换;用特定的颜色填充目标图像区域。
- [0045] 技术效果
- [0046] 改进目前国内航空图形处理模块。降低功耗,减少体积,降低成本,实现良好的经济和社会效应。
- [0047] 1) 降低低功耗,功耗小于500mw;
- [0048] 2) 外形尺寸较小,约为50mm×50mm;
- [0049] 3) 图形处理板器件少,可靠性大于100000h;
- [0050] 4) 高效绘图方式,不采用中间件,直接采用图形处理加速器与软件算法加速绘图;
- [0051] 5) 典型航空仪表画面图形刷新率大于20fps。

### 具体实施方式

[0052] 某型航空仪表图形处理模块具体实施方式。该航空仪表图形处理模块用于某型电子高度表,高度表内置压力传感器,感受飞机的静压,并读取场压装订信号由此计算出飞机的气压高度并在液晶显示模块上显示当前高度。在产品前面板上设有“场压”按键,通过“场压”按键+旋钮的操作方式进行场压装订;

[0053] 图形处理模块原理

[0054] CPU控制板组件由微处理电路、AD转换器、DA转换器、RS422收发器等部分组成,各功能模块介绍如下:

[0055] 微处理电路采用具有图形处理功能及计算单元的MCU及其外扩SDRAM、非易失性存储器、晶振,该系列MCU具备高性能、低成本、低功耗等优点,内含LCD并行/串行接口,并具备丰富的外设(I2C接口、UART接口、SPI接口、16位定时器);外部晶振采用16MHz温补晶体振荡器,具备±2PPM/°C的温度稳定性。微处理电路通过I2C接口、SPI接口、UART接口、定时器接口完成数据采集和PWM信号输出,并绘制图形画面,分辨率800×480。

[0056] AD转换电路采用Sigma-Delta架构的三通道16位AD转换器,该器件具有低功耗、低噪声、完整模拟前端等特性,并采用具备温度补偿功能的外部4.096V电压基准源,实现0.3V~3.6V温压信号和大气机10V电压基准的采样。

[0057] DA转换电路采用R-2R架构的单通道16位串行输入、电压输出的数模转换器,该芯片具备低噪声、低毛刺等优点,片上集成±2PPM/°C的2.5V电压基准源,能够将场压装订值以0.1V~9.9V模拟量形式输出。

[0058] RS422收发电路采用国产的HWD488芯片,用于前、后舱产品同步场压装订。

[0059] 使用铁电对掉电前数据(场压装订数据、故障现场)保护,保证上电后可读入。

[0060] 绘图方式为高效绘图方式,不采用中间件,直接采用图形处理加速器与软件算法加速绘图;绘图底层函数库包括以下函数

[0061] a) 颜色块填充函数;

- [0062] b) 内存块拷贝函数;
- [0063] c) 抗锯齿线绘制函数;
- [0064] d) 带颜色的字符打印函数;
- [0065] e) 图片旋转函数;
- [0066] f) 图片显示函数;
- [0067] g) 汉字打印函数;
- [0068] 按键采集电路由按键防抖电路、矩阵式IO采集电路组成,采集到按键信息传送至微处理器。
- [0069] AD转换电路由AD转换芯片及外围电路组成,采集模拟电压信号转换成数字量传送至微处理器。
- [0070] SDRAM内存电路由32位SDRAM及外部滤波等电路组成,作为显存、汉字字库、旋转天地球字库存储使用。
- [0071] AD转换电路采集外部电压信息并通过SPI串行总线传输至处理器;
- [0072] 微处理器采用ARM-ContexM4+DMA2D架构的低功耗处理器,并集成有多种外设接口。
- [0073] 一种航空仪表图形处理方法,包括软件环境和实现步骤;其中:
- [0074] 所述软件环境包括编程语言、操作系统、图形绘图方式、开发环境;
- [0075] 所述编程语言为标准C语言;不包含操作系统,所有操作为直接底层硬件操作;所述图形绘图方式不利用任何中间件,直接利用DMA2D底层操作与软件算法实现各种航空仪表界面显示;所述开发环境为keil5;
- [0076] 该航空仪表图形处理模块采用新型ARM ContexM4处理器+DMA2D绘图加速架构,硬件电路进行了优化,航空仪表显示界面采用DMA2D加速及软件算法实现。较旧有航空仪表图形处理模块具有较大改进。可解决旧有技术可靠性低,功耗高,占用体积大、成本高问题。提升航空仪表类产品性能,降低成本提升效益。