

文章编号: 2095-2163(2019)03-0106-04

中图分类号: TP391.41

文献标志码: A

基于嵌入式图像处理系统的安检机违禁品智能识别系统的应用

郑丁丁¹, 詹毅²

(1 杭州电子科技大学 通信工程学院, 杭州 310018; 2 中国电子科技集团第36研究所, 浙江 嘉兴 314033)

摘要: 安检机是安检工作中的关键设备,传统方式是人工看图识别,安检员岗前培训长,作业疲劳时易产生误检和漏检。嵌入式系统凭借其成本低、功耗低、集成度高、自动化程度高等优点在诸多领域迅速发展。本文从硬件和软件两方面对嵌入式图像处理系统进行了设计开发,并将其应用至安检机违禁品智能识别系统中。通过实测可知,安检机违禁品智能识别系统可快速、高效地识别出各类违禁品,可大大提高安检的工作效率,实现减员增效的目标。

关键词: 嵌入式图像; 安检机; 违禁品智能识别; 系统开发

The design and application of embedded image processing system in intelligent identification system for security products

ZHENG Dingding¹, ZHAN Yi²

(1 School of Communication Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China;
2 No.36 Research Institute, China Electronic Technology Corporation, Jiaxing Zhejiang 314033, China)

[Abstract] The security inspection machine is the key equipment in the security inspection. The traditional method is to identify by manual view, and the security inspector is trained before the post. It is easy to produce false detection and missed inspection when the operation is fatigued. Embedded systems are rapidly evolving in many areas due to their low cost, low power consumption, high integration, and high degree of automation. This paper designs and develops the embedded image processing system from both hardware and software, and applies it to the intelligent identification system for security products. According to the actual measurement, the security identification system of the security inspection machine can quickly and efficiently identify various types of contraband, which can greatly improve the efficiency of security inspection and achieve the goal of reducing staff and increasing efficiency.

[Key words] embedded image; security inspection machine; intelligent identification of contraband; system development

0 引言

近些年,公共场所的安全问题已成为关系社会民生的重要事件,安全检查工作可以有效减少安全事故的发生^[1]。传统的安检机人工成本高、实时性不强,且对安检员依赖大,常出现漏检和错检的现象^[2-4]。嵌入式系统是近些年发展起来的图像处理系统,凭借其成本低、功耗低、集成度高、自动化程度高等优点^[5-6]在医疗器械、工业控制、网络通讯等领域迅速发展^[7-8]。本文从软硬件两方面对嵌入式系统进行了设计研究,并将其应用至安检机违禁品智能识别系统中。

1 硬件系统的构建

1.1 电源设计

本嵌入式系统包含一个为处理器内核供电的1.6 V电源和一个为核心板供电的3.2 V电源。本次电源设计中采用非隔离 Buck 降压变换器。其设计

原理如图1所示。由图1可知, D 为二极管, L 为电感, C 为电容, R_L 为负载。当开关 S 闭合时,整个电路连通,电源将通过电感 L 为电容器 C 充电,同时电流经过负载。当 S 打开时,无电流通过电感 L ,但电路闭合式电容 C 中的电量可以使负载 L 通电。

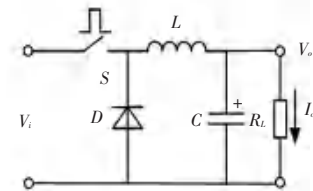


图1 电源电路设计图

Fig. 1 Power supply circuit design

输出的电流^[9]如式(1)所示:

$$V_o = \frac{(V_i T_{ON})^2}{V_i T_{ON}^2 + 2I_o L T_s} \quad (1)$$

由式(1)可知,输出的电压与滤波电感 L 、负载电流 I_o 、开关导通时间 T_{ON} 和输入电压 V_i 等因素均有关系。

作者简介: 郑丁丁(1992-),男,硕士研究生,主要研究方向:电路与系统; 詹毅(1972-),男,博士,研究员,主要研究方向:通信信号处理。

收稿日期: 2019-03-12

本文设计的系统输入电压可保证恒定,但负载的变化会引起电流和电压的变化,本文通过调整占空比来解决此问题,从而使得电流恒定。

1.2 晶体振荡电路设计

本文选用的系统时钟为内部锁相环和外接无源晶振两者结合的方法。系统外接 8.512 MHz 的无源晶振,并可通过软件将其最高时频率调整至 175 MHz。当系统在连接电源工作后,其工作频率低于 175 MHz。此外,由于处理器 AT91RM9200 中包含实时时钟模块,因此在设计时还需连接一个无源晶振,其频率为 34.571 KHz。当该系统在某些时间段不需要实时信息时,可以设置定时器,设置成其他低于 32 KHz 的频率。

1.3 复位电路设计

复位电路的作用主要为电源电压监控、上电复位和用户按键复位等^[10]。本文的复位电路采用 RC 电路构成,其中采用的元器件为 IMP811,该元器件可进行手动键入输入复位功能,还可通过低功耗微处理器、数字系统和微控制器等进行电源的监视工作,运行工作范围为-35℃~110℃。本文复位电路的基本构造如图 2 所示。

1.4 FLASH 存储器接口设计

FLASH 存储器是一种目前较为常用的信息存储器,并具有电擦写、断电后仍可保存信息的功能^[11],且有读写速度快、存储容量大,耗电低等优点^[12]。此外,FLASH 存储器支持在整片或者分扇

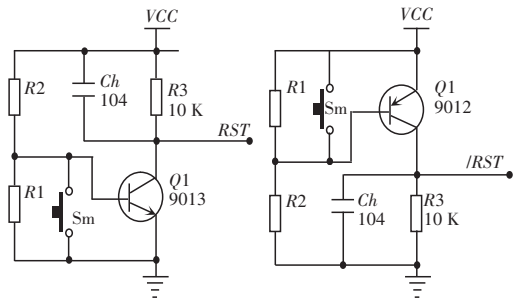


图 2 复位电路设计图

Fig. 2 Reset circuit design

进行编程,也可以通过其内部嵌入算法展开操作。时下,工程中通用的编程电压为 3.3 V,数据宽度为 16 位和 8 位两种。在进行本文嵌入式图像处理系统构建时,采用 2 种 FLASH 存储器。一种为 16 位并行的 ATMEL,其存储容量为 2.0 M;另一种为串行的 DATAFLASH,其存储容量为 8.0 M。而在存储容量为 2.0 M 的 FLASH 存储器中,配置了 16 位和 8 位两种工作方式,其数据宽度为 16 位,标准电压为 2.8~3.2 V,工作电压为 2.68~3.56 V,封装形式为 48 脚 TSOP。在常见系统中,FLASH 存储器可在 3.0 V 的电压下实现擦除和编程功能,工程师可以进行整点擦拭、编程及输入命令序列等操作。

本系统的 FLASH 存储器子系统的作用就是存储程序代码,并当系统收到执行指令后开始工作。所以本系统需将带有程序代码的 FLASH 存储器子系统在短时间内匹配至 ROM 模块。本系统 FLASH 存储器设计原理如图 3 所示。

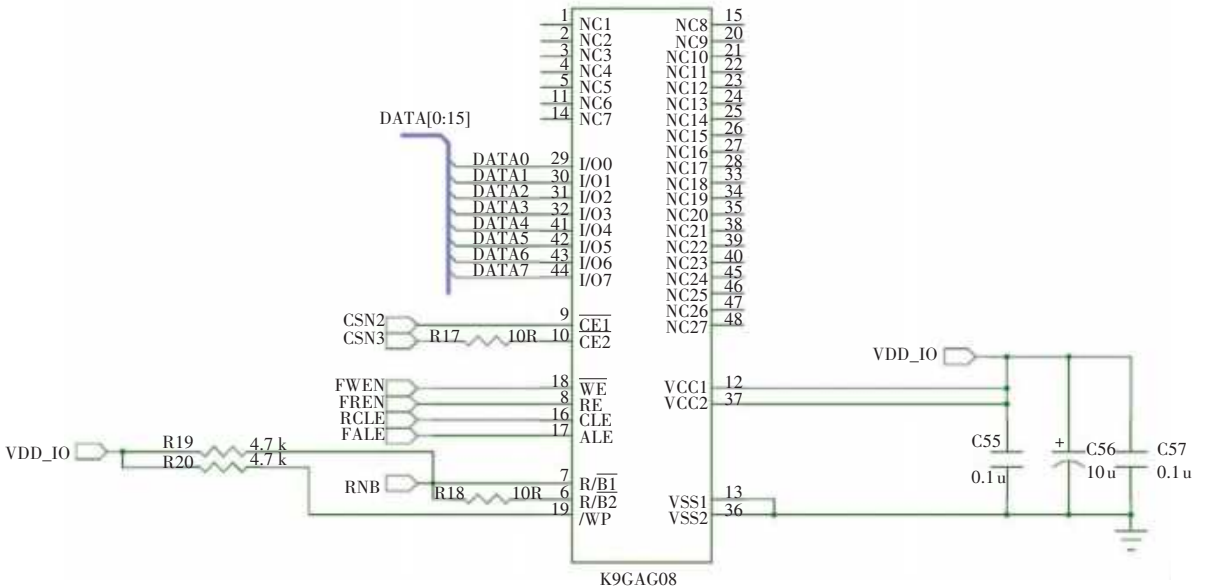


图 3 NAND Flash 设计原理图

Fig. 3 NAND Flash design schematic

2 软件系统的设计

2.1 图像编码模块设计

(1) 离散余弦变换 (Discrete Cosine Transformation, DCT)。离散余弦是一种基于实数的正交变换^[13]。这里,研究给出了一维离散余弦的数学运算公式为:

$$\begin{aligned}
 F(0) &= \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{x=0}^{N-1} f(x), \\
 F(u) &= \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N}.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

其中, u 表示广义频率分量; $f(x)$ 表示时域中 N 点序列; $F(u)$ 表示第 u 个余弦变换系数; $x = 0, 1, 2, \dots, N - 1$ 。

同时,再次给出了二维的离散余弦变换的数学运算公式为:

$$\begin{aligned}
 F(0,0) &= \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y); \\
 F(u,0) &= \frac{\sqrt{2}}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N}; \\
 F(0,v) &= \frac{\sqrt{2}}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}; \\
 F(u,v) &= \frac{2}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}.
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

离散余弦变换是一种常见的压缩算法,该算法是一种技术非常成熟的图像有损压缩。DCT 通过函数的形式对图像进行表达,以褶翻作为图像边界,并利用傅立叶变换来对图像进行加工。在实际运用中,由于图像各个部位的属性不同,其表达形式存在一定的差异,因此在处理图像时往往根据图像的不同属性,分别启用不同的技术方法。在进行图像编码时,用该系统基于对 DCT 系数的量化,通过解码特定范围内的余弦运算,从而完成每个图像的反转。综合上述处理步骤后,系统会自动将此数据进行甄别解析,再统一生成新的图像。该系统在安检机违禁品智能识别应用时,由于安检机智能识别图像的 DCT 较小,一般均小于 0.1,因此对图像的质量损失较小,可以保证图像的高清性。

(2) DCT 图像压缩编码的实现。编码过程主要分为输入图片、划分像素块、输入量化表、扫描量化系数、选择任意突变进行压缩比变化和 DCT 逆变换

等步骤。对此过程可描述为:首先利用安检机的摄像系统进行图像采集,然后将图像转换为数字信号,数字信号传输至系统的芯片,芯片会对数据进行图像处理。在得到成为固定的像素模块后,再对图像中的每个像素辅以 DCT 变换,接下来就是对此数据的判别分析,最后获得压缩后的图像数据。

2.2 畸变校正模块的设计

由于目前安检机的图像一般均来自于 X 射线, X 射线得到的多为直线的成像结果,此外 X 射线得到的图像质量也并不高,通常还会存在失真或者不清晰等现象,使得安检员难以做出正确判断。因此对图像的畸变进行校正就显得十分必要。本文采用的畸变校正算法为最小二乘法^[14]。具体运算过程为:研究畸变的图像模型,对畸变系数进行计算。在此基础上进行畸变校正,从而确定各个标点的灰度值。安检机的标靶与镜头之间约为 52 cm,线条间距约为 1.2 cm。通过对安检机得到的原始图像详加分析后可知,系统获得的图像质量不高,特征也不明显。所以需要原始图像进行处理,从而提取图片中的关键信息,图像的处理一般包括滤除噪声干扰、控制图像的灰度值等环节。由径向畸变数学模型^[15]推知,校正后的图像坐标和原始的图像坐标之间的关系是非线性的。其计算方程组为:

$$\begin{pmatrix} \hat{e}_1 \\ \hat{e}_2 \\ \hat{e}_3 \\ \hat{e}_4 \\ \hat{e}_5 \\ \hat{e}_6 \\ \hat{e}_7 \\ \hat{e}_8 \\ \hat{e}_9 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & r^2 & r^4 \\ u_{d1} & u_{d1} & u_{d1} \\ u_{d2} & u_{d2} & u_{d2} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{dn} & u_{dn} & u_{dn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \hat{u}_1 \\ \hat{u}_2 \\ \hat{u}_3 \\ \hat{u}_4 \\ \hat{u}_5 \\ \hat{u}_6 \\ \hat{u}_7 \\ \hat{u}_8 \\ \hat{u}_9 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{e}_{v_{d1}} \\ \hat{e}_{u_{d1}} \\ \hat{e}_{v_{d2}} \\ \hat{e}_{u_{d2}} \\ \vdots \\ \hat{e}_{v_{dn}} \\ \hat{e}_{u_{dn}} \end{pmatrix} \tag{4}$$

其中, k_1, k_2 为径向畸变系数,可通过最小二乘法计算得到。由此可知方程组的各个坐标,再根据安检机的镜头参数进行像素的标定,计算出各个像素的校正参数和畸变参数,而后将统一罗列校正系数,以便系统的快速校正图像。本次研究中得到的图像校正结果如图 4 所示。

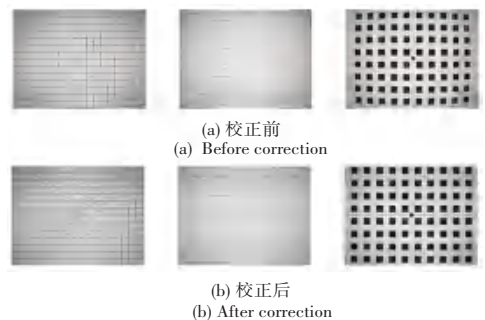


图 4 图像校正图

Fig. 4 Image correction chart

3 嵌入式图像处理系统在安检机中的应用

将道具、毒品、电池等违禁品输入至图像智能处理系统中,在 X 射线的投射和检测下可以清晰看到违禁品。如果行李中没有违禁品,则报警界面不会显示警告信息,行李会安全通过安检机。如图 5 所示,如果行李中含有违禁品,则装有嵌入式图像处理系统的安检机将会智能识别出违禁品,并将可疑的物品进行图像和声音报警,提示安检员进行进一步处理。

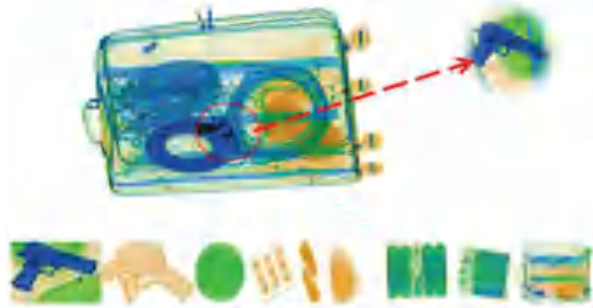


图 5 嵌入式图像处理系统在安检机中的应用

Fig. 5 Application of embedded image processing system in security inspection machine

4 结束语

本文首先对嵌入式图像处理系统从电源、晶体振荡电路、复位电路设计及 FLASH 存储器接口等方面提供了硬件上的具体设计方案。在此基础上,还对嵌入式图像处理系统的软件进行了研究,而且又基于离散余弦变换实现了 DCT 图像的压缩编码,然后利用最小二乘法成功研发了畸变校正模块。最后将该系统运用至安检机违禁品智能识别系统中,通过实测可知,该系统可快速、高效地识别出违禁品。

参考文献

- [1] 薛可平, 石国勇. 加强人员密集场所消防监督检查工作的思考[J]. 建设科技, 2017(1): 90-91.
- [2] 赵振武, 唐玉丽, 麻建军. 基于旅客分类的机场安检系统研究[J]. 综合运输, 2017, 39(3): 37-41.
- [3] 刘兴龙, 初秀民, 尹奇志, 等. 基于 PDA 的过闸船舶快速安检系统研究与实现[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2014, 36(6): 747-750.
- [4] WANG C H. A review of operational mechanisms and simulations for security screening systems [J]. Computer Science and Application, 2017, 7(11): 1067-1078.
- [5] 蔡松涛, 张祺, 贺荣峰, 等. 基于 6000 系列 DSP 的嵌入式图像处理平台设计[J]. 工业控制计算机, 2016, 29(11): 42-43, 45.
- [6] 王小龙, 邵春伟, 朱琛. 基于 TMS320DM8168 嵌入式图像处理系统的软件设计[J]. 电子与封装, 2016, 16(1): 44-48.
- [7] 王旭东, 王晓卫, 李明哲. 基于 DM642 嵌入式图像融合处理系统硬件设计[J]. 电子设计工程, 2017, 25(18): 172-177.
- [8] 赵星. 嵌入式图像处理系统的模块化软件设计[J]. 电子设计工程, 2016, 24(18): 129-131, 134.
- [9] 胡亮灯, 孙驰, 赵治华, 等. 高压宽范围输入低电压输出的 DC-DC 辅助电源设计[J]. 电工技术学报, 2015, 30(3): 103-114.
- [10] 晋孝峰, 岳素格, 刘丽艳, 等. CMOS 图像传感器的硬复位电路研究[J]. 电子学报, 2014, 42(1): 182-186.
- [11] FAI A, WAKRAT N J, SEROFF N. Obtaining debug information from a flash memory device; USA, US8966319 [P]. 2015-02-24.
- [12] PARK K T, NAM S, KIM D, et al. Three-dimensional 128 Gb MLC vertical NAND flash memory with 24-WL stacked layers and 50 MB/s high-speed programming [J]. IEEE Journal of Solid-State Circuits, 2015, 50(1): 204-213.
- [13] 徐平, 肖冲, 张竟成, 等. 基于分组三维离散余弦变换字典的植物高光光谱数据去噪方法[J]. 光学学报, 2017, 37(6): 0630003(1)-0630003(10).
- [14] 荀倩, 王培良, 李祖欣, 等. 基于推理最小二乘法的永磁伺服系统参数辨识[J]. 电工技术学报, 2016, 31(17): 161-169.
- [15] 张飞, 单忠德, 任永新, 等. 缸盖缺陷检测系统线阵相机现场标定方法[J]. 吉林大学学报(工学版), 2017, 47(2): 540-545.
- [5] DENG Li, YU Dong. Deep learning: Methods and applications [J]. Hanover, MA, USA; Now Publishers Inc., 2014.
- [6] 张曙. 工业 4.0 和智能制造[J]. 机械设计与制造工程, 2014, 43(8): 1-5.
- [7] GERS F A, SCHMIDHUBER J, CUMMINS F. Learning to forget; Continual prediction with LSTM [J]. Neural Computation, 2000, 12(10): 2451-2471.
- [8] GRISHMAN R. Information extraction [M]//MITKOV R. The Oxford Handbook of Computational Linguistics. New York: Oxford University Press, 2003: 545-559.
- [9] 李向阳, 苗壮. 自由文本信息抽取技术[J]. 情报科学, 2004, 22(7): 815-821.
- [10] HOLTGRAVES T, HAN Tailin. A procedure for studying online conversational processing using a chat bot [J]. Behavior Research Methods, 2007, 39(1): 156-163.
- [11] BRAND D, ZAFIROPULO P. On communicating finite-state machines [J]. Journal of the ACM, 1983, 30(2): 323-342.
- [12] 刘晓慧, 郑广泽. C2M 模式下服装智能个性化定制的优势及发展[J]. 服装学报, 2016, 1(5): 477-481.
- [13] 李晗. 面向个性化定制的智慧服装生态系统若干问题研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2017.
- [14] 贾艳玲, 郭伟, 李瑞华. 纺织企业实施大规模定制生产模式的研究[J]. 纺织科学研究, 2005(4): 36-40.
- [15] 曾婷婷, 李辉. 面向电子商务的产品报价系统研究与设计[J]. 微计算机信息, 2008, 24(30): 137-138, 136.
- [16] 徐广林, 林贡钦. 工业 4.0 背景下传统制造业转型升级的新思维研究[J]. 上海经济研究, 2015(10): 107-113.

(上接第 105 页)