

基于 ARM 的嵌入式工具管理系统的设计与实现

阚艳¹, 张子明², 李金猛¹, 韩梁¹, 周勇军²

(1. 中国人民解放军第 5720 工厂, 安徽 芜湖 241007;

2. 安徽省航空设备测控与逆向工程实验室, 安徽 芜湖 241007)

摘要: 由于人工方式管理工具容易造成工具丢失无法溯源, 且效率低下耗时费力, 已不能满足现代企业的需求; 针对这一问题, 提出了一种基于 ARM 的嵌入式工具管理系统; 该系统以 S3C2416 作为主控器件, 控制 RFID 读写器探测工具, 控制液晶触摸屏作为人机交互工具, 控制 IC 读卡器判断用户权限, 实现工具取还信息的自动生成, 并且可以随时对历史信息进行查询和上传, 同时还使用超声波测距传感器检测是否有人操作以进行系统工作状态的切换, 进而降低功耗; 实验结果表明, 本系统操作简便快捷, 大幅缩短工具取还和信息生成的时间, 提高工作效率, 同时可以准确追溯工具领用情况, 具有良好的市场前景。

关键词: 工具管理; 嵌入式系统; ARM; S3C2416; RFID; 触摸屏

Design and Implementation of Embedded Tools Management System Based on Arm

Kan Yan¹, Zhang Ziming², Li Jinmeng¹, Han Liang¹, Zhou Yongjun²

(1. No. 5720 Factory of the PLA, Wuhu 241007, China; 2. Aviation Equipment Monitoring and

Control and Reverse Engineering Laboratory of Anhui Province, Wuhu 241007, China)

Abstract: Managing tools manually is easy to cause losing and untraceable, as well as low efficiency and time consuming, it cannot meet the needs of modern enterprises. Aiming at this problem, it proposes an embedded tool management system based on ARM. This system uses S3C2416 as the master device, control the Radio Frequency Identification (RFID) read-write device to detect tool, control LCD touch screen as human-computer interaction tools, control IC card reader to judge the user permissions. To implement tools borrow-return information generated automatically, and can at any time query and upload the history information, as well as the use of ultrasonic ranging sensors to detect whether someone is operating, to switch the status of the system, thus reducing power consumption. The experimental results show that the system is simple and quick to operate, greatly reduces the time of tool retrieval and information generation, improves the working efficiency, and can accurately track the use of tools, which has a good market prospect.

Keywords: tools management; embedded system; ARM; S3C2416; RFID; touch screen

0 引言

人工管理是当前工具管理的主要方式, 即使目前主要采用的“三清点”制度(作前清点, 转移清点, 工作后清点)能起到一定的作用, 但这种方式更容易受到人为因素的主观影响, 造成工具无故丢失, 且定位不了责任人等严重后果^[1]。另外由于大型企业产品系统复杂, 涉及到的工具种类众多, 导致工具的借用与归还和工具的盘点等工作非常麻烦, 且耗时费力。因此传统的依靠人工管理的模式已不能满足现代企业的需求^[2-3]。

随着电子技术的高速发展, 以微控制器和传感器为代表的嵌入式技术开始运用在工具管理系统的设计中, 尤其

以 ARM 为代表的嵌入式处理器的广泛应用以及工程方法的软件开发使嵌入式技术渗透到各行各业^[4]。使用无线射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID), 通过无线电信号识别特定的目标对象, 无需识别系统与目标对象之间有接触, 即可实现两者的双向数据通信。与以往应用在工业现场的条形码识别技术相比, RFID 技术不受应答对象尺寸大小和形状限制, 不易被污染, 适应恶劣环境的能力更强^[5], 使得工具可以自动快速识别, 为解决工具管理的诸多问题提供了可能^[6], 初步在铁路建设^[7]、航空维修^[8]、电力系统^[9-10]的工具管理中进行了探索。

本文提出的基于 ARM 的嵌入式工具管理系统设计方法, 通过 RFID 天线扫描并反馈含 RFID 标签的工具, 设计面向用户的触摸屏操作界面, 用户通过刷卡验证权限, 提供超声波测距模块判断处于工作模式还是节能模式, 可以实现对工具的自动检测、人员权限自动判断、借还操作的自动记录、操作的数据上传与查询、人员工具的库管理、工作状态的自动切换等。

1 系统结构及原理

本文设计的系统以 ARM9 内核的 S3C2416 处理器作为

收稿日期:2019-08-31; 修回日期:2019-09-23。

基金项目:安徽省创新型省份建设专项(省科技重大专项)项目(18030901058)。

作者简介:阚艳(1981-), 男, 安徽芜湖人, 硕士, 高级工程师, 主要从事航空维修技术研发与管理方向的研究。

通讯作者:张子明(1989-), 男, 安徽芜湖人, 硕士, 工程师, 主要从事嵌入式开发与应用方向的研究。

监控控制台, 打印系统启动的初始化自检信息, 电路见附图 10 所示。调试维护接口为开发者使用, 工具管理设备工作时不使用。

2.3.2 RFID 读写器接口

使用异步串口 1 与 RFID 读写器进行通讯, 用于识别带有 RFID 标签的工具, 通过不断扫描明确工具明细和借还操作。

2.3.3 触摸屏接口

使用异步串口 2 与串口触摸屏进行通讯, 接收用户的操作指令, 发送需要传输到触摸屏上的数据信息, 实现与用户的人机交互。

2.3.4 IC 读卡器接口

使用异步串口 3 与 IC 读卡器进行通讯, 用户在进行各种操作前均需要进行刷卡操作以验证权限, 权限判断后进入相应的操作界面。

2.4 超声波测距模块

共设置 4 个超声波测距模块, 型号选用 HC_SR04, 每个模块使用两个 GPIO 口分别与 HC_SR04 模块的 TRIG 触发和 ECHO 回声引脚相连, 通过计算声速与发送接收时间差的乘积得到距离。与 HC_SR04 模块连接的 GPIO 口需要包含外部中断功能, 并通过上拉电阻与电源相连, 超声波测距接口电路如图 4 所示。

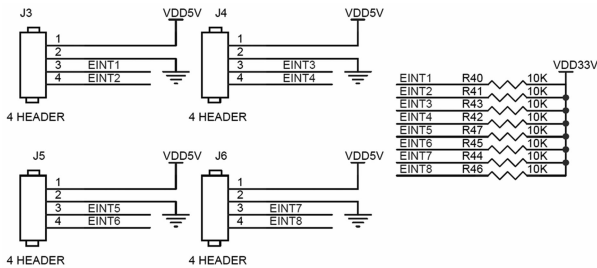


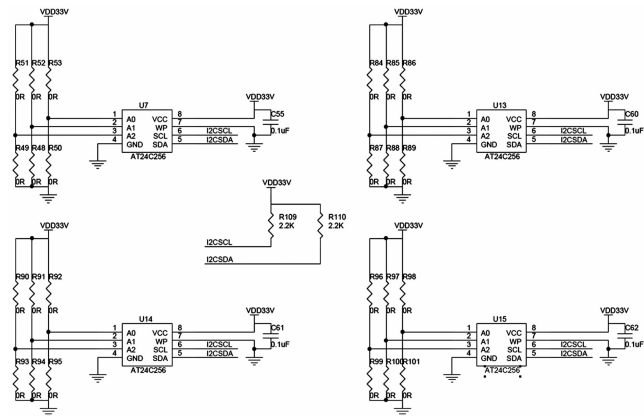
图 4 超声波测距接口电路

2.5 人员、工具库存储器

使用 AT24C256 作为人员、工具库存储, 存放具有权限的人员 ID、姓名, 以及工具 ID、名称、状态等, AT24C256 属于一种 I²C EEPROM, 因此处理器要通过 I²C 接口 (GPE14 复用为 SCL, GPE15 复用为 SDA) 与 AT24C256 连接。本系统共设置 4 个 AT24C256 芯片作为库存储, 其中两个为人员库存储, 两个为工具库存储, 通过上拉电阻和下拉电阻的选择焊接设置每个 AT24C256 芯片的地址, 从而区别库存储的不同, 其电路原理图如图 5 所示。

2.6 操作日志存储器

使用 W25Q32 作为操作日志存储器, 将用户的所有操作记录下来, 并可通过读取回调查询。W25Q32 属于一种 SPI 接口的存储器, 因此需要将处理器的 SPI 接口 (GPL13 复用为 CS, GPE13 复用为 CLK, GPE12 复用为 MOSI, GPE11 复用为 MISO) 与其连接起来。操作日志存储器电路原理图如图 6 所示。



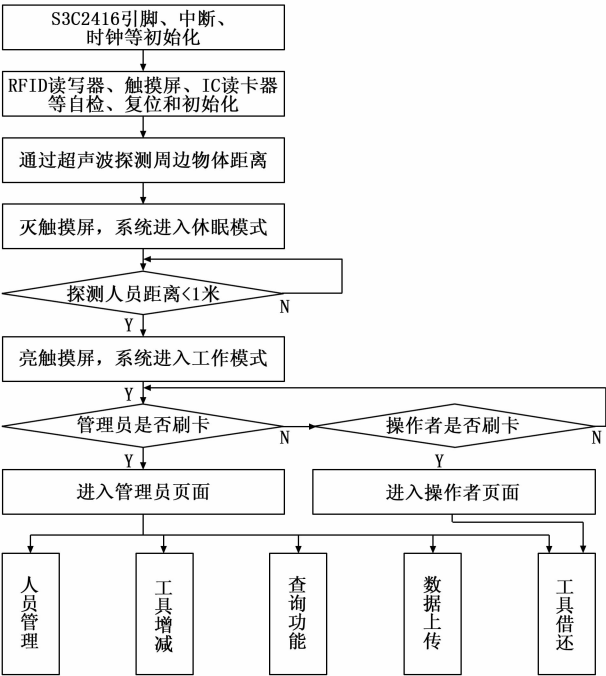


图7 主软件流程图

率为 115 200 bps) 等。

3.1.2 中断初始化

包括用于距离测量接收超声波测距模块传输回波信号的外部中断 5 设置以及串口 1、串口 2、串口 3 三个通信端口的接收中断设置，清除相应的中断屏蔽寄存器标志，如表 1 所示。在这些模块进行中断设置用来实现有信息到达时的实时性处理。

表 1 中断对应的寄存器

中断名称	一级寄存器位	二级寄存器位
外部中断 5	INTMSK[4]	EINTMSK[5]
串口 1 接收中断	INTMSK[23]	INTSUBMSK[3]
串口 2 接收中断	INTMSK[15]	INTSUBMSK[6]
串口 3 接收中断	INTMSK[18]	INTSUBMSK[24]

3.1.3 超声波测距模块引脚初始化

对与 HC _ SR04 超声波测距模块 TRIG 触发引脚、ECHO 回声引脚连接的 S3C2416 的 GPF6、GPF5 引脚进行初始化设置。将 GPF6 引脚设置为输出模式向 HC _ SR04 模块发送触发信号，将 GPF5 设置为中断模式并设置为双边沿触发模式，检测接收回声信号的边沿。

3.1.4 I²C 接口初始化

本系统的人员、工具库存放在 I²C 存储器 AT24C256 中，因此在使用前要对 S3C2416 的 I²C 接口进行初始化，包括将 GPE15、GPE14 引脚复用为 I²C 接口的 SDA 线和 SCL 线，使能 I²C 接口 ACK、16 分频预分频器、中断等功能，设置 S3C2416 从地址为 [7: 1] 位，使能 I²C 接口总线数据输出等。

3.1.5 定时器 0 初始化

在超声波测距模块中需要根据时间和声速的乘积计算

距离，因此选择定时器 0 作为时间的度量，需要对定时器 0 进行初始化，包括 100 分频预分配、16 分频、装载计数初始值为 PCLK/100/16、手动装载启动等。

3.1.6 触摸屏版本读取

通过串口 1 向触摸屏发送版本读取指令，接收触摸屏回送的版本信息，并通过串口控制台打印显示。可以得到触摸屏版本信息并同时实现了对触摸屏的自检。

3.1.7 IC 读卡器识别号读取

通过串口 3 向 IC 读卡器发送识别号读取指令，接收 IC 读卡器回送的识别号信息，并通过串口控制台打印显示。可以得到 IC 读卡器识别号信息并同时实现了对 IC 读卡器的自检。

3.1.8 RFID 读写器复位和自检

通过串口 2 向 RFID 读写器发送复位指令，然后继续通过串口 2 完成对 RFID 固件版本、工作天线、输出功率、模块温度等信息的读取，并通过串口 0 控制台显示，从而实现对 RFID 读写器的自检。

3.2 距离测量

本系统通过 HC—SR04 超声波测距模块测量与本系统相距最近人员的距离，当该距离小于一个阈值，如 1 米时，认为有人员靠近并准备使用本系统，此时将系统唤醒运行工作模式。

HC—SR04 超声波测距模块具有性能稳定、测度距离精确、模块高精度、盲区小等优点。广泛应用于机器人避障、物体测距、液位检测、公共安防、停车场检测等领域。

HC—SR04 超声波测距模块工作原理如图 8 所示。

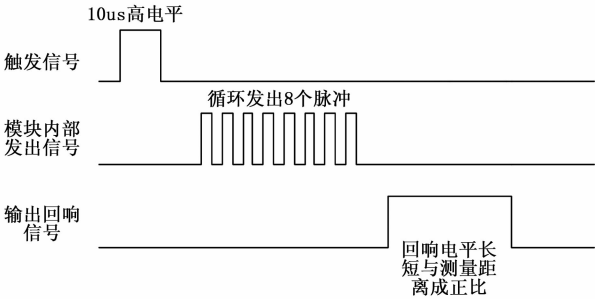


图 8 HC—SR04 超声波测距模块工作原理

1) 通过向 TRIG 引脚给至少 10 μ s 的高电平信号触发测距；

2) 模块自动发送 8 个 40 kHz 的方波，自动检测是否有信号返回；

3) 通过 ECHO 引脚输出一个高电平返回信号，高电平持续的时间就是超声波从发射到返回的时间。测量距离 = (高电平时间 * 声速) / 2。

根据以上 HC—SR04 测距模块工作原理设计了以下软件，其流程如图 9 所示。

1) 通过 GPF6 端口向 TRIG 引脚发一个 10us 的高电平信号；

2) 延时 50 ms，在这段时间内因为连接 ECHO 引脚的 GPF5 端口使能了双边沿中断，所以在中断处理函数中检测到 GPF5 上升沿时启动定时器 0，检测到 GPF5 下降沿时记

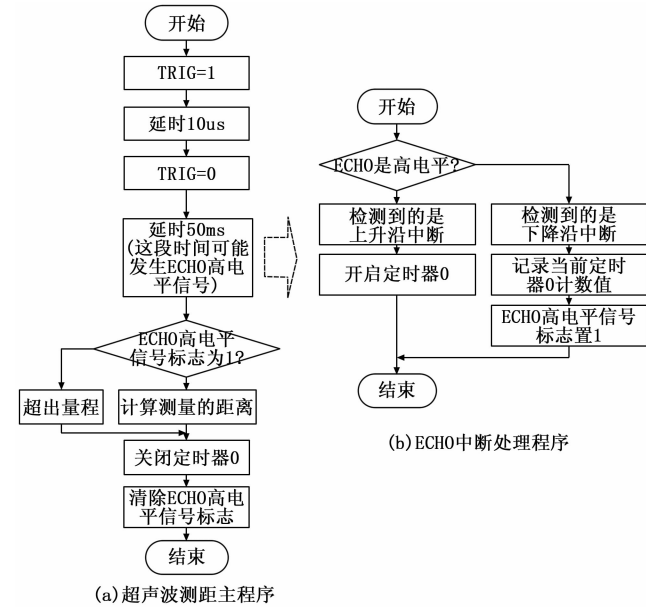


图 9 超声波测距主程序和中断处理程序

录定时器 0 的计数值 outcome;

3) 延时结束后, 检测是否接收到 ECHO 高电平信号, 如果收到了 ECHO 高电平信号, 则将高电平结束时刻的计数值 outcome 代入下列公式, 计算出测量得到的距离值; 如果没有接收到 ECHO 高电平信号则认为相距最近的人员超出测量范围, 不计算距离值。

3.3 扫描刷卡

本系统采用 IC 读卡器对操作人员进行权限检测, 当有人刷卡时, 将读取卡片的序列号与人员库中的序列号进行比对, 如果可以在人员库中检索到则根据刷卡人的权限进入相应的操作选择界面, 其中管理员和操作员权限均可以进行工具的借还, 管理员还可以进行人员、工具的增减, 查看操作日志和数据上传。

在人员库中检索时要先读取库中人员的数量, 这样就可以不用再整个库存储器中搜索和比对, 只要在制定人数的区域内进行检索即可, 扫描刷卡的软件流程如图 10 所示。

3.4 操作功能

本系统的功能包括人员管理、工具管理、查询功能、数据上传以及工具借还等。

3.4.1 人员管理

人员管理功能用于管理员根据实际情况进行系统中具有权限人员的增减, 因此本功能包括向人员库中增加人员和从人员库中移除人员。管理员只需在人员添加页面刷卡并输入该卡片的持有人姓名即可添加; 在删除时在人员删减列表中点击需要删除人员的姓名即可。

3.4.2 工具增减

工具增减功能用于管理员进行系统工具库中含标签工具的增减, 因此本功能包括向工具库中增加工具和从工具库中移除工具。管理员只需在添加工具相应界面直接放入工具, 系统即可自动扫描到该工具, 其后管理员输入该工

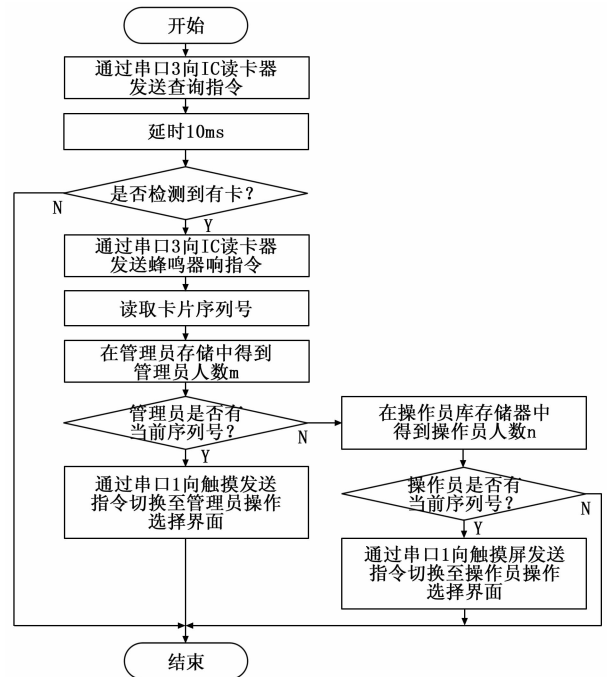


图 10 扫描刷卡主程序流程

具的名称即可; 删除工具时, 管理员只需在相关列表点击需要删除的工具即可。

3.4.3 查询功能

查询功能用于管理员进行系统使用情况的查询, 可以通过该功能方便地查询工具状态, 并且有追溯地查找工具的借还历史并定位借还责任人。本系统提供了两种模式的查询, 一种是针对工具查看当前状态并查看最近一次借出情况; 另一种是针对历史记录查看本系统的所有工具借还历史信息。

3.4.4 数据上传

数据上传功能用于管理员将本地的工具借还历史信息上传到远端服务器, 以供存储、分析和进一步统筹管理, 上传的通信接口使用以太网接口。

3.4.5 工具借还

工具借还功能是本系统最基本的功能, 管理员和操作员均有本功能的权限。本系统的工具借还采用自动识别和记录技术, 用户借还工具时只需将工具取出或者将工具放回, 系统就自动识别出借还的工具, 并将当前的操作人记录到存储器中, 省去了人工登记的手动步骤, 大大提高了效率和准确性。

4 实验结果与分析

对本项目的嵌入式工具管理系统进行试验验证, 预先录入用户和工具信息, 系统开启后通过人员“郑永龙”(管理员)刷卡进入如图 11 所示的管理员操作界面, 点击“借工具”按钮, 进入“借工具选择”页面, 屏上提示请取走借出的工具, 此时取出工具“活动扳手”, 屏上随即显示借出工具的名称和借出人信息; 随后在管理员操作页面再点击“还工具”按钮, 进入“请还回工具”页面, 此时放回

工具“活动扳手”，屏上随即显示还回工具的名称和还回人信息；最后点击“查记录”按钮，屏上显示之前所有的操作信息，如图 12 所示。在试验中所有操作步骤快捷流畅准确，操作友好，实用性强，功能得到了验证。



图 11 管理员操作页面

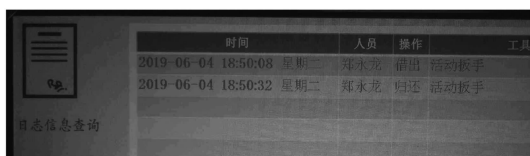


图 12 日志查询页面

5 结束语

本文讨论基于 ARM 的嵌入式工具管理系统的设计，详细介绍了工具管理系统中的视频图像采集方案和视频压缩方案。在本工具管理系统中，用户可以根据各自的权限完成相应的操作，包括人员管理、工具增减、查询功能、数据上传和工具借还等，以达到工具管理自动化的目的。实

(上接第 219 页)

- [5] Damara—Venkata N, Kite TD, Venkataraman M, et al. Fast blind inverse halftoning [A]. Proceedings 1998 International Conference on Image Processing. ICIP98 (Cat. No. 98CB36269) [C]. Chicago, IL, USA, 1998 (2): 64–68.
- [6] Benameur S, Mignotte M, Soucy J, et al. Spect image restoration via Recursive Inverse Filtering constrained by a probabilistic MRI atlas [A]. 2008 15th IEEE International Conference on Image Processing [C]. San Diego, CA, 2008, 2984–2987.
- [7] 肖震宇, 于舒春, 刘 爽, 等. 基于改进维纳滤波运动模糊仪表图像恢复算法 [J], 2017, 54 (2): 88–91.
- [8] Mbark Z, Seddik H, Ben Braiek E. Non blind image restoration scheme combining parametric wiener filtering and BM3D denoising technique [A]. 2018 4th International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP) [C]. Sousse, 2018.
- [9] Shui PL. Image denoising algorithm via doubly local Wiener filtering with directional windows in wavelet domain [J]. in IEEE Signal Processing Letters, 2005, 12 (10): 681–684.
- [10] Li YW, Xie SG. A super resolution algorithm based on L—R iteration geometric mean in electromagnetic imaging [A]. 2017 IEEE 2nd International Conference on Opto—Electronic Information Processing (ICOIP) [C]. Singapore, 2017, 40–44.
- [11] Shang L, Su P, Du J. L—R restoration method of millimeter

验表明，该系统开发成本低、体积小、重量轻、功耗低、通用性强、操作简便，可以清楚地追溯工具的领用情况。可满足航空、航天、造船、汽车、建筑、电力、水利等各个行业的工具管理需求，具有良好的市场前景。

参考文献:

- [1] 杨斌彬. 基于 ARM 的工具管理控制系统软硬件设计与实现 [D]. 成都: 西南交通大学, 2018.
- [2] 刘 英, 谢家雨. 智能化航空维修工具管理系统的研究 [J]. 科技视界, 2016 (10): 72+120.
- [3] 王宇星, 王星州, 尚金秋. 基于物联网的民航维修工具管理系统 [J]. 航空维修与工程, 2019 (5): 51–54.
- [4] 张子明, 周勇军, 吴传贵. S3C2416 中断系统的人机交互模块设计 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2019, 19 (4): 53–58.
- [5] 王 涛, 王 琪, 张如伟, 等. 智能制造中 RFID 多标签快速识别问题的研究 [J]. 计算机测量与控制, 2019, 27 (4): 163–166.
- [6] 李宝国. 基于 RFID 技术的智能工具箱研制 [D]. 广汉: 中国民用航空飞行学院, 2017.
- [7] 成 硕. 基于 RFID 信号维修工具管理系统 [D]. 北京: 中国铁道科学研究院, 2016.
- [8] 叶耀祖, 雷 利. 基于 RFID 的智能化航空维修工具管理系统探索 [J]. 科技创新与应用, 2019 (8): 191–192.
- [9] 张慧丽, 许 明, 张 姝, 等. 基于二维码与 RFID 技术的变电站工器具管理 [J]. 计算机产品与流通, 2018 (10): 73.
- [10] 王春明, 郑 凯, 黄 勇, 等. 基于 RFID 的抽水蓄能电站检修工具智慧管理系统研究及开发 [J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 10 (4): 108–112.
- [11] wave image based on NNSC shrinkage technique [A]. 2011 4th International Congress on Image and Signal Processing [C]. Shanghai, 2011, 790–793.
- [12] 张博夫. 图像成像过程中抖动补偿技术的研究 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2010.
- [13] Hu Z, Huang J, Yang M. Single image deblurring with adaptive dictionary learning [A]. 2010 IEEE International Conference on Image Processing [C]. Hong Kong, 2010, 1169–1172.
- [14] 梁晓萍, 罗晓曙. 基于遗传自适应的维纳滤波图像去模糊算法 [J]. 广西师范大学学报 (自然科学版), 2017, 35 (4): 17–23.
- [15] Huang P, Qin S, Lu D. A Novel Approach to Image Assessment by Seeking Unification of Subjective and Objective Criteria Based on Supervised Learning [M]. Computer Vision/Computer Graphics Collaboration Techniques. Springer Berlin Heidelberg, 2011: 274–285.
- [16] 魏政刚, 袁杰辉, 蔡元龙. 图象质量评价方法的历史、现状和未来 [J]. 中国图象图形学报, 1998 (5): 41–44.
- [17] Danielyan A, Katkovnik V, Egiazarian K. BM3D Frames and Variational Image Deblurring [J]. in IEEE Transactions on Image Processing, 2012, 21 (4): 1715–1728.
- [18] Mairal J, Bach F, Ponce J, et al. Non—local sparse models for image restoration [A]. 2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision [C]. Kyoto, 2009, 2272–2279.