

微型智能化面粉麸星检测系统研究

于心俊, 李贝贝, 李秀娟 (河南工业大学电气工程学院, 河南郑州 450007)

摘要 [目的] 小麦面粉麸星含量是评价面粉等级的重要指标之一, 为了快速准确地检测出面粉麸星含量, 介绍一种基于 ARM11 处理器的面粉麸星检测系统。[方法] 系统采用机器视觉和嵌入式 Linux 操作系统, 在 Qt 框架中运用 V4L2 (Video for Linux 2) 的驱动架构实现麸星图像数据采集、显示和保存, 最后通过数字图像处理技术检测面粉中的麸星含量。[结果] 采集到的麸星图像分辨率高, 麸星检测结果精确。[结论] 该系统具有高的稳定性和精确度, 并且检测效率明显提高。

关键词 麸星检测; ARM11; Linux; V4L2; 机器视觉

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)17-05686-03

Micro Intelligent Bran Specks Detection System Research

YU Xin-jun et al (College of Electrical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450007)

Abstract [Objective] Wheat bran specks content of flour is one of important index for flour grade evaluation, in order to accurately detect the bran specks content, a kind of bran specks detection system based on ARM11 processor was introduced. [Method] In the system, machine vision and embedded Linux operating system were used, V4L2 (Video for Linux 2) driven architecture was adopted to implement bran specks image acquisition, display and save in the Qt framework, finally the content of the bran specks was detected through digital image processing techniques. [Result] The collected bran specks image had high resolution, and the result of bran specks detection was precise. [Conclusion] The result indicates the system has high stability and precision, and detection efficiency has improved significantly.

Key words Bran specks detection; ARM11; Linux; V4L2; Machine vision

小麦面粉中麸星含量是评价面粉等级的一项重要指标, 同时它也反映了小麦品种的优劣和面粉生产工艺水平的高低。目前, 大多数科研机构和生产厂家都是采用面粉打板检测和人工识别的方法来检测麸星含量, 不仅费时费力而且检测精度不高。近年来, 数字图像处理技术应用日益广泛, 用图像处理技术检测面粉麸星的研究也取得很大发展, 然而在小麦粉生产质量评价领域这些检测装置大都没能达到成本低、效果好的发展要求^[1-2]。

该研究中小麦面粉麸星检测系统采用 ARM11 和嵌入式 Linux 操作系统作为开发平台, 不仅成本低、体积小、功耗低、可靠性高、扩展性强, 而且通过应用程序设计实现智能化采集; 利用系统无线功能实现网络化通信。同时, 此系统采用的 CMOS 图像传感器灵敏度高、动态范围宽、分辨率高、功耗低、系统集成优良, 因此采集到的图像清晰、质量高, 为数字图像处理工作提供很大方便。

1 系统硬件架构

该研究中的面粉麸星检测系统以 ARM11 和 Linux 为开发平台, 采用集成高品质 CMOS 图像传感器的 USB 摄像头和 V4L2 (Video for Linux 2) 驱动架构, 在 Qt 框架中应用 V4L2 编程接口提供的数据结构及函数库实现图像数据采集, 运用 Qt 画图机制中的 QPixmap 类实现图像显示, 并且保存图像。采集结果显示麸星图像清晰, 给图像处理提供了很大方便, 工作效率显著提高。

该系统架构如图 1 所示。硬件平台采用三星 S3C6410 处理器, 其 CPU 内部集成了强大的多媒体处理单元, 支持 Mpeg4、H. 264/H. 263 等格式的视频文件硬件编解码, 可同时输出至 LCD 和 TV 显示; 另外, 系统使用 USB Host 接口连接 USB 摄像头, 基于 Qt 的图形界面编程, 通过 LCD 显示, 通过

RS232 接口和 PC 机通信实现图像传输以及使用其一维触摸功能对采集到的图像简单操作。该系统中 USB 摄像头采用高品质 CMOS 图像传感器, 静态分辨率 1280 × 960, 高速 USB2.0 传输接口。此外, 系统提供 WiFi 支持可以轻松实现图像数据无线传输, 作为智能结点实现采集系统网络化。

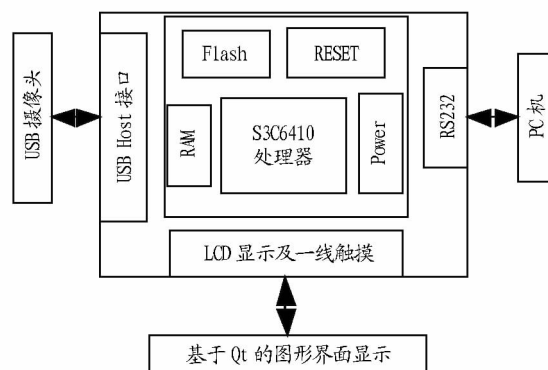


图 1 系统架构

2 系统软件设计

2.1 基于 V4L2 的图像采集方法 由于 Linux 2.6.38 系统内核带有通用 USB 型摄像头驱动, 无需加载 USB 摄像头驱动、配置系统内核, 因此需要采集图像时可直接采用 V4L2 获取摄像头数据。V4L2 是 Linux 内核中关于视频设备的内核驱动, 它为 Linux 中视频设备访问提供了通用接口。首先, V4L2 接口的使用具有结构化的方式, 视频采集流程基本按照打开视频设备、设置采集参数、处理数据、关闭设备的模式进行^[3], 编程简单直观, 便于理解。此外, V4L2 接口只需通过 ioctl() 函数给驱动程序发送命令、传递不同的参数即可完成对设备的操作, 简单方便。再者, 由于使用直接读取设备文件方式, 对于系统来说开销很大, 因此采用内存映射 (mmap) 方式, 在内核空间开辟内存, 再把该内存区间映射到用户程序空间, 实现用户对数据的直接操作, 执行速度大大

提高。

综上所述,依据 V4L2 接口的结构化模式,视频采集流程^[4]如图 2 所示。

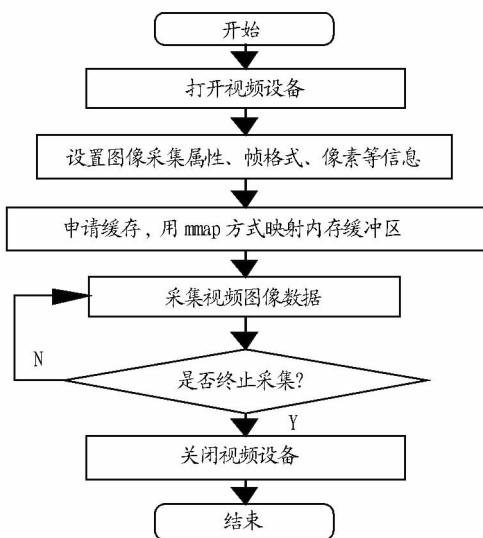


图 2 视频采集流程

(1) 打开视频设备。首先确认 USB 摄像头在系统中所对应的设备文件 `/dev/video2` 存在,然后采用系统调用函数 `fd = open("/dev/video2", O_RDWR, 0)` (`fd` 是设备文件打开之后返回的文件描述符)阻塞方式打开视频设备。

(2) 设置视频捕获格式。该摄像头捕获幅面是 320×240 ,输出格式是 YUYV,对应设置如下:

```
v4l2_format fmt;
```

Figure 2 flow chart of video acquisition

```
fmt.type = V4L2_BUF_TYPE_VIDEO_CAPTURE;
```

```
fmt.fmt.pix.width = 320; //图像宽度设置为 320
```

```
fmt.fmt.pix.height = 240; //图像高度设置为 240
```

```
fmt.fmt.pix.pixelformat = V4L2_PIX_FMT_YUYV; //图
```

像输出格式为 YUYV

```
ioctl(fd,VIDIOC_S_FMT,&fmt); //通过 ioctl() 函数的
```

VIDIOC_S_FMT 指令设置视频采集格式。

由于图像输出格式为 YUYV,因此还需要格式转换函数将其转换为 RGB 真彩色格式。

(3) 申请缓存。用 `mmap` 方式映射内存缓冲区。

```
v4l2_requestbuffers req;
```

```
memset(&req, 0, sizeof(req));
```

```
req.count = 4;
```

```
req.type = V4L2_BUF_TYPE_VIDEO_CAPTURE;
```

```
req.memory = V4L2_MEMORY_MMAP;
```

```
ioctl(fd, VIDIOC_REQBUFS, &req);
```

这里利用 `VIDIOC_REQBUFS` 命令参数分配视频采集设备的缓冲区,分配了 4 个缓冲区。

`mmap(NULL, buf.length, PROT_READ | PROT_WRITE, MAP_SHARED, fd, buf.m.offset)`; 用 `mmap()` 函数将缓冲区映射到应用程序地址空间。

(4) 视频流获取。

```
ioctl(fd, VIDIOC_QBUF, &buf);
```

```
ioctl(fd, VIDIOC_STREAMON, &type);
```

利用 `ioctl()` 函数的 `VIDIOC_QBUF` 指令使一个空缓冲区进入队列,使用 `VIDIOC_STREAMON` 指令获取视频流。

(5) 图像采集。

```
ioctl(fd, VIDIOC_DQBUF, &queue_buf);
```

利用 `ioctl()` 函数的 `VIDIOC_DQBUF` 指令获取图像信息,这些信息由参数 `queue_buf` 携带。

(6) 停止采集,关闭视频设备。

```
ioctl(fd,VIDIOC_STREAMOFF, &type); //停止采集
```

```
close(fd); //关闭视频设备
```

该系统设计的图像采集方式有 3 种:①人工采集方法,通过触摸屏上的按钮实现实时采集及保存;②定时采集方法,通过编程设计定时采集,这样即使无人现场也可以获取希望得到的图像数据,有效减少人力资源,提高工作效率;③图像连拍,当现场受到噪声的影响时,增大获取精确图像的概率,同时也为图像处理过程提供可靠的数据资源。

2.2 基于 Qt/Embedded 的图像显示与保存

Qt/Embedded 是 Trolltech 公司针对嵌入式系统开发的工具包,Qt 程序跨平台移植性强,使用 Qt Designer 开发工具能够开发出比较好的图形用户操作接口界面程序。对于 LCD 屏幕显示,Qt 的画图机制为其提供了统一的 API 接口,主要由 3 部分组成:QPainter 类、QPaintDevice 类和 QPaintEngine 类。QPainter 类提供了丰富的操作接口,可以很方便地绘制各种各样的图形;QPaintEngine 类为其他两个类提供内部使用的抽象接口定义,程序开发一般不会用到;QPaintDevice 类是所有可用 QPainter 类进行绘制的类的基类。作为画图容器,最常用到的是 QWidget 类和 QPixmap 类^[5]。该系统显示图像用到的是 QPixmap 类,编程如下所示:

```
ui -> label_video -> setPixmap ( QPixmap::fromImage (* frame, Qt::AutoColor)); //在 QLabel 类(label_video 参数)中显示图像,图像信息由 frame 参数的值决定。
```

```
frame -> save(&buffer, "PNG"); //用于保存图片。
```

通过创建文本文档保存图像序列号实现多幅图像保存,然后对采集到的图像进行处理,从而检测出面粉中麸星的含量。

3 应用程序移植

由于程序运行平台是 ARM11,因此图像采集用到的 V4L2 构架需要使用嵌入式交叉编译工具 `arm-linux-gcc4.5.1` 对 `libv4l2` 库进行编译^[6],之后将生成的 `libv4l2.so`、`libv4lconvert.so` 动态文件库复制到 ARM 开发板上,确保程序可靠运行。另外,程序在嵌入式 Linux 平台下运行,必须用基于 ARM 平台 (QtEmbedded-4.7.0-arm 中 bin 文件下)的 `qmake` 工具对程序进行编译,生成可以在 ARM 平台上运行的二进制文件,然后通过 ftp 或串口将交叉编译后的二进制文件传输到 ARM 平台下文件内并保存到相应路径 (这里使用路径为 `/home/plg`),使用命令 `chmod +x video` (`video` 为二进制文件名,即程序名)将二进制文件 `video` 的权限修改为可

执行文件,最后输入命令./video -qws & 即可运行。

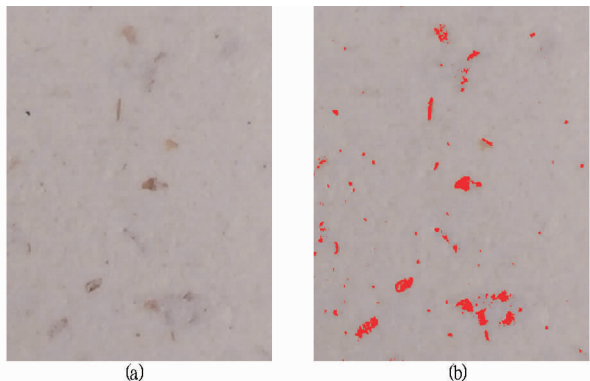
为了方便采集图像,设置采集程序开机自动运行,只需要修改/etc/init.d/rcS 文件,在/bin/qltopia & 之前加#号注释掉此行命令,在最后加上:

```
cd /home/plg
. setqt4env(注意点后面的空格)
./video -qws &
```

保存后退出,然后重新开机,便可自动运行终端采集程序,实现图像采集。

4 小麦粉麸星图像识别

如图3所示,采集到的麸星图像清晰,分辨率高,可见系



注:(a)为采集到的麸星图像;(b)为麸星识别图像。

图3 麸星图像

(上接第5670页)

不应设定过多的框框条条,也不应该搞“一刀切”。精益生产管理思想无疑是正确的,精益生产可以有多种具体方式,内涵内容应有差异(地区特色)。技术工程(如标准化、良好农业规范和精益生产)的基本思想是普适性的,但专项技术内容(如移栽技术、烘烤技术、病虫害综合防治技术)是有地区性的,不能强求一致。切忌一味期望通过评比,抓先进、促后进,拔苗助长。

4.3 与生产实际结合,与现实工作相融,考核最终效果 在端正和提高对精益生产认识的基础上,既要防止将精益生产片面理解为纯技术工作,又要将其与现行的技术工作相融合,在烟叶生产实践中实施,特别是要将其与技术开发应用、标准化生产、良好农业操作规范紧密结合。要牢记精益思想,全员参与并持续改进,研究技术的精准性,流程的精确化,制定和修订实用标准体系和操作规程,实施安全生产、清洁生产,提高烟叶质量,改进生产效益,保障员工福利,维护生态平衡。

精益生产的实施能力和结果取决于人员、技术、环境和

统能有效地进行图像采集且采集效果很好;麸星识别图像中红色区域代表检测出的麸星。经过两幅图像对比可以看到,系统有效识别出麸星,通过计算麸星区域面积占比便可得知此粉板中的面粉麸星含量,约为8.79%。

5 结论

该研究中介绍的微型智能化面粉麸星检测系统充分利用了嵌入式Linux系统的优势,其中使用高版本应用系统中的V4L2驱动架构和无驱动USB摄像头,省略了繁琐的USB驱动移植和系统内核配置,模块化的编程接口大大降低了开发难度,缩短了开发周期,并且系统的网络化支持可以轻松实现与PC通信。另外,此系统软件部分稍加改动即可用于其他机器视觉系统,扩展性强。

参考文献

- [1] 霍权恭,杨红卫,周展明,等. 小麦粉粉色与麸星检测方法研究[J]. 中国粮油学报,2006,21(3):27-31.
- [2] 乔常明. 基于图像处理技术的面粉麸星检测技术与实现[D]. 哈尔滨:黑龙江大学,2010.
- [3] 李涛. 基于ARM的视频采集系统研究[D]. 秦皇岛:燕山大学,2011.
- [4] 廖慧明. 基于嵌入式Linux的图像采集与无线传输的研究[D]. 成都:西华大学,2007.
- [5] 成洁,卢紫毅. Linux窗口程序设计——Qt精彩实例分析[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [6] 于艳萍,朱晓智,王中训. 基于ARM9和USB摄像头的网络视频采集系统设计[J]. 现代电子技术,2011,34(24):49-51,55.

文化四大关键因素,考核精益生产宜兼顾过程和结果两个方面^[7]。笔者认为,烟叶精益生产应以结果考核为主,最佳考核指标应选择烟叶生产质量和生产效益。要达到理想的最终结果,关键要有扎实的工作,将标准执行到位,技术落实到位,管理贯彻到位。没有执行,再好的标准和技术等于空谈;执行不到位,再精致完美的管理措施也会无效。

参考文献

- [1] WOMACK J P, JONES D T, ROOS D. The Machine That Changed The World[M]. NY:Free Press, 1990.
- [2] 汪宏武,牛晓玲,李惠成,等. 精益生产模式的理论渊源研究[J]. 海军航空工程学院学报,2008,23(2):234-238.
- [3] 周延虎,何桢,高雪峰. 精益生产与六西格玛管理的对比与整合[J]. 工业工程,2006,9(6):1-4.
- [4] 武淑萍. 精益生产在中国的应用现状[J]. 郑州航空工业管理学院学报:社会科学版,2004,23(6):132-134.
- [5] 何泽华. 在全国烟叶收购暨现代烟草农业建设现场全上的讲话[R]. 2013.
- [6] 国家烟草专卖局关于推进企业精益管理的意见,国烟运[2013]316号[Z]. 2013.
- [7] 魏鹏飞. 精益生产实施关键因素及评价体系研究[J]. 组合机床与自动化加工技术,2013(4):4-8.