

# 图像处理和达芬奇技术在纺纱断线检测中的应用

王铭铭,方千山,颜佳泉,王 胜

(华侨大学 机电及自动化学院,福建 厦门 361021)

**摘要:** 设计了纺纱断线在线检测的嵌入式系统。提出了采用 CCD 摄像头采集图像信息,运用编解码技术和 FIFO 缓存实现数据的高效、稳定传输。选择内嵌 ARM 和 DSP 的达芬奇双内核构架芯片 TMS320DM6446 来控制系统外围设备并进行图像处理,其中 ARM 负责系统的控制,DSP 负责有关图像处理算法的运算。该系统将图像处理技术和嵌入式技术应用在纺纱断线检测领域,实现了高实时性、高稳定性、低成本的纺纱断线检测和控制系統。

**关键词:** 图像处理;TMS320DM6446;DSP;ARM

中图分类号: TP911.73

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)17-0044-02

## Application of image processing and Davinci technology in spinning break detection

Wang Mingming, Fang Qianshan, Yan Jiaquan, Wang Sheng

(Mechanical Engineering and Automation College, Huaqiao University, Xiamen 361021, China)

**Abstract:** This paper designs an embedded system of spinning break online detection. It captures images by CCD camera, and uses the technology of codec and FIFO cache to make the data transmission more effective and stable. It selects the Davinci dual-core architecture chip TMS320DM6446 which is embedded with ARM and DSP. It is used to control the peripherals equipment and image processing. The ARM is responsible for control the system and the DSP is used for the related image processing algorithms. The system combines the technology of image processing and embeddes technology, and applies them to the field of spinning break detection. It achieves the real-time, high stability, low-cost spinning break detection and control system.

**Key words:** image processing; TMS320DM6446; DSP; ARM

图像处理技术发展日益成熟的今天,其应用已涉及到生活中的各个方面。由于图像处理技术具有无接触、成本低及可靠性好的优势,使其在工业过程监测和产品残缺检验等方面备受推崇。纺纱断线检测系统是根据实际需要应运而生的产品,目前国内尚无此类检测设备,国外大多采用基于 PC 的图像处理技术来进行检测,可以满足在线检测的高实时性和高可靠性的要求,但价格昂贵、产品维护麻烦等缺点给国内的客户带来诸多不便。本文采用 Davinci 处理芯片和图像处理技术以对纺纱过程进行断线检测和监控,设计了一套纺纱断线检测的嵌入式系统。

### 1 Davinci 技术介绍

Davinci(达芬奇)平台是典型的基于共享式存储的嵌入式处理环境,其关键技术在于片内实现了多通道的交换

中心资源。美国 TI 公司于 2005 年推出的高集成度 Davinci 数字视频处理芯片 TMS320DM6446 集成了 ARM 子系统、DSP 子系统以及视频处理子系统(VPSS)等模块,是一个高集成度的视频处理芯片<sup>[1]</sup>。其中,ARM 子系统采用 ARM926EJ-S 内核 CPU,工作频率高达 297 MHz;DSP 子系统采用 TMS320C64x+内核 CPU,其内核构建在 VelociTI.2 体系结构的基础上,并以其 C64+内核的先进超长指令字(VLIW)结构,获得当前应用设备所需要的极高性能,其内核最高工作频率高达 594 MHz;视频处理子系统包括用于视频捕获的视频前端(VPFE)输入接口和用于图像显示的视频后端(VPBE)输出接口,十分适合用于高速视频/图像处理方面的设计<sup>[2-3]</sup>。

### 2 系统原理与设计

本系统选用面阵 CCD 摄像头用于前端的图像采集,

采用 ARM 和 DSP 双内核的处理器对采集到的图像进行实时处理并控制相关的外围设备,实现一个完整实用的小型纺纱断线检测系统。系统整体设计框图如图 1 所示。

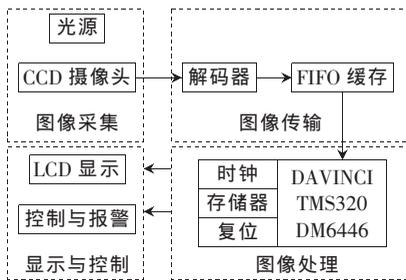


图 1 系统设计框图

### 2.1 图像采集模块设计

本设计采用 MTSC 制式的面阵数字 CCD 摄像头对纺纱图像进行采集,其输出为模拟 RGB 信号,输出图像大小为  $720 \times 480$ 。图像采集模块结构如图 2 所示。对于图像采集来说,光源是影响图像质量的关键因素之一,尤其纺纱车间中环境一般比较恶劣,光线不均匀、空气中粉尘较多等环境因素会带来很大的噪声干扰。为了减少这些干扰则需要设计一个辅助光源。考虑到 LED 照明光源具有体积小、重量轻、光源单色性好,发光亮度高、亮度便于集中调整等优点,本设计采用 LED 灯作为照明光源。无光源下的纱线图像及 LED 光源下的纱线图像分别如图 3 和图 4 所示。

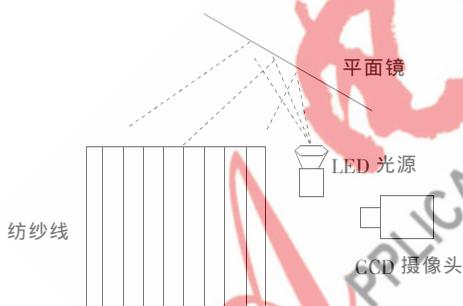


图 2 图像采集模块结构图



图 3 无光源下的纱线图像



图 4 LED 光源下的纱线图像

### 2.2 图像传输设计

CCD 摄像头输出  $720 \times 576$  的模拟 RGB 格式图像信息。而对于 YUV 4:2:2 格式的图像来说每 4 点 Y 采样,只有 2 点 Cb(U)和 2 点 Cr(V),这种格式中,色度信号的扫描线数量和亮度信号一样多,但是每条扫描线上的色度采样点数却只有亮度信号的一半,因此图像数据量比 RGB 的小。此外,对于 DM6446 的视频处理子系统前端 VPFE 来讲,处理 YUV 格式的图像比处理 RGB 格

式的图像更为方便和省时。因此本设计采用 TVP5150 编解码芯片对 CCD 输出的 RGB 图像信息进行格式转换<sup>[1]</sup>。

图像信息数据量大,传输速度一般较慢,消耗很多时间,严重制约着系统实时性的提高。如何解决高速的 CPU 与相对较慢的图像传输之间的矛盾成为图像处理设计的一个难题。本设计通过在编解码器和 CPU 之间加入 FIFO 缓存模块来解决这个问题。系统工作时,在 DM6446 的 ARM 核控制下,从编解码器输出的图像数据先后存入 FIFO 存储器中,当 FIFO 半满时,通知 DM6446 并引发一个中断,此时 DM6446 开始从 FIFO 中读取数据,并分批以 DMA 方式传送至 DM6446 的外部存储器,这样就实现了数据传输和图像处理的并行工作,大大减少 CPU 的中断次数,提高数据传输速度。图像采集和传输的流程图如图 5 所示。



图 5 图像采集与传输流程图

### 2.3 图像处理算法设计

对于图像处理而言,算法设计是非常重要的环节。算法不仅决定图像处理的质量,还直接关系到处理的速度,进而对实时性影响较大。一般在视觉检测系统中,所应用的图像处理算法主要包括图像增强、图像平滑、边缘检测、图像分割、特征抽取和图像识别等内容<sup>[4-5]</sup>。根据本设计的特定环境和需要,需要涉及到图像平滑、二值化和图像识别等几个模块。

图像平滑的目的即是要消除原始图像的噪声。中值滤波对随机噪声有非常理想的降噪能力,它在有效抑制椒盐噪声的同时模糊效应也较低,因此本文采用中值滤波算法对图像进行平滑。滤波后的纱线图像如图 6 所示。二值化是把所得到的 YUV 格式的图像信息中的 Y 分量(即亮度信号)与一个阈值相比,从而使亮度值变成 0 或 255 的过程。二值化后的图像亮度就 0 和 255 两个值,因此对后续的处理和识别提供很大的便利。二值化后的纱线图像如图 7 所示。边缘检测是为了突出图像中的边缘信息,可以得到清晰的边缘图像。本设计采用 Sobel 算子的方法提取纱线的边缘。提取边缘之后需要对图像进行判断,是否断线可以通过跟所在的像素段内的灰度值大小判断,所在像素段内的灰度值小于一个适当的值则认为线已断开。边缘检测后的纱线图像如图 8 所示。



图 6 滤波后纱线图像 图 7 二值化后纱线图像 图 8 边缘检测后纱线图像

#### 2.4 显示与控制模块设计

显示部分选择 320×240 的 LCD 液晶显示器。控制模块包括控制机器的继电器和报警两部分。经过图像处理之后,如果检测到有纺纱断线,一方面需立即触发继电器,使纺纱机停止运转,另一方面控制报警电路报警,提醒工人进行处理。报警部分采用蜂鸣器和发光二极管组成的声光报警电路。报警与控制电路如图 9 所示。

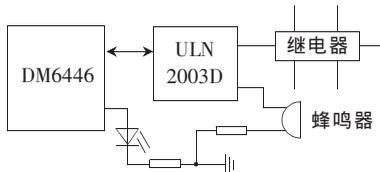


图 9 报警与控制电路示意图

本文以 Davinci 系列的 TMS320DM6446 为控制核心,利用图像处理技术来在线检测纺纱断线。系统在数据传输方面采用 FIFO 缓存的方式实现图像处理和数据传输的并行工作,在图像算法方面又力求算法的简洁快速,从而保证在线检测的高实时性。将嵌入式技术和图像处理应用到纺纱领域,具有实时性好、稳定性高的特性,可

以缓解纺纱企业难以购买昂贵的外国设备和维修不便的难题。

#### 参考文献

- [1] 张起贵,张胜,张刚.最新 DSP 技术——“达芬奇”系统、框架和组件[M].北京:国防工业出版社,2009.
- [2] 徐鹏,皱浩斌.基于达芬奇技术的 TM320DM6446 视频研究[J].电子产品世界,2006(2):135-137.
- [3] Texas Instruments. TVP5150PBS Ultralow-Power NTSC/PAL Video Decoder. <http://www.ti.com>,2012-05-01.
- [4] 马美丽,马义忠,张永忠.图像处理技术在工业产品测量中的应用[J].电子设计工程,2010,3(3):6-7.
- [5] 郎培.基于 ARM+DSP 实时图像处理系统的研究[D].天津:天津理工大学,2007.
- [6] Texas Instruments. TMS320DM6446 Digital Media System-on-Chip. <http://www.ti.com>,2012-05-01.

(收稿日期:2012-05-07)

#### 作者简介:

王铭铭,男,1987年生,硕士研究生,主要研究方向:测试计量技术与仪器。