

基于 ARM 嵌入式图像处理系统设计与实现

林文森, 李钟慎, 洪健

(华侨大学机电及自动化学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 针对现在的过程检测系统的实时需求, 设计出一种成本低, 功能适中的图像处理采集系统. 该系统以 ARM 7 (S3C44B0X) 为核心并配上外围电路实现图像处理功能, 再加上多种通讯接口设计的图像传输通道, 然后加入 SD 卡接口用于提取图像数据. 最后基于 uC/OS-II 嵌入式操作系统设计了一种图像处理的方法, 在系统中实现了图像增强、图像分割和目标定位. 实验表明, 该系统能够很好地解决图像在线处理功能的实时问题, 图像处理的准确率也满足了过程检测系统的要求, 而且实现简单, 成本比较低, 特别适合于对功耗、体积要求较严格的过程检测系统.

关键词: ARM; 图像处理系统; 图像增强; 目标定位

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

Design and implementation of embedded image data processing system base on ARM

LIN Wen-sen, LI Zhong-shen, HONG Jian

(College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Quanzhou, Fujian 362021, China)

Abstract At the process detecting system in nowadays of real-time need, designing a low cost and moderate function image processing system. The system use ARM 7 (S3C44B0X) as core with circuit realize image processing function, multi-communication interface constitute image transmission channels, SD card interface acquire image data. At last design a image processing methods base on uC/OS-II embedded operating system to realize image enhancement, image division and target orientation. The experiment indicates that the system resolve real-time problem well in image on-line processing, image veracity also meet the need of process detecting system. The system carry out simply and cost low, especially suitable for process detecting system in consumed power and cubage strict request.

Keywords ARM; image data processing system; image enhancement; target recognition

随着科技的进步和社会的发展, 数字视频图像的采集、存储、处理及传输技术在最近几年得到了广泛的应用, 各类图像采集及处理系统已经逐渐深入到人们生活的各个方面. 与图像处理卡等传统图像处理系统相比, 嵌入式图像处理系统具有体积小、成本低、可靠性高等优点, 在智能交通、远距离监控、计算机视觉等领域应用广泛^[1]. 本研究所设计的嵌入式图像处理系统是采用以 ARM 7 为内核的 S3C44B0X 作为主控芯片, 先获取 FIFO 存储器模块中的图像数据, 然后由 S3C44B0X 进行图像增强、图像分割和目标定位等处理, 最后图像处理结果可通过多种通信接口进行传输, 或者利用 SD 卡来提取该图像处理系统中的图像数据, 其中的人机交互利用 LCD 和触摸屏完成. 该图像处理系统仅用一个 ARM 芯片就实现了图像处理和传输功能, 系统结构紧凑, 实时性好, 有良好的人机界面.^[2]

1 图像处理系统总体方案

该系统是由 ARM 为核心的嵌入式图像处理系统、串口与以太网的图像传输模块、SD 卡接口的图像提取模块、LCD 显示模块和触摸屏模块组成的. 其中, 嵌入式图像处理系统是系统的核心部分, 它是三星公司的嵌入式 ARM-S3C44B0X 处理器为基础. 如图 1 所示, 在检测时, 图像采集系统将采集到的图像

收稿日期: 2008-06-12

作者简介: 林文森 (1983-), 男, 硕士研究生; 通讯联系人: 李钟慎, 副教授.

基金项目: 泉州市科技计划重点资助项目 (2006G6); 福建省经贸委企业技术创新资助项目

存储到 FIFO 存储器模块, ARM 从 FIFO 模块获取到图像数据, 再把获得的图像数据进行图像处理. 其间可通过 LCD 和触摸屏进行人机交互, 或者通过串口和以太网与外界设备进行通讯, 还可利用 SD 卡接口将图像存入放入 SD 卡中.

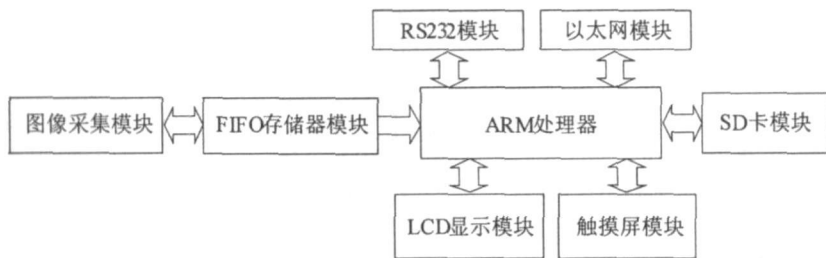


图 1 图像处理系统总体框图

Fig 1 The overall block diagram of image processing system

2 图像处理系统硬件构成

2.1 基于 S3C44BOX 的图像处理模块

S3C44BOX 是 Samsung 公司为手持设备和一般类型应用提供高性价比和高性能微控制器解决方案的 16/32 位 RISC 处理器. 它采用了 ARMTTDMI 内核、0.25 μm 的 CMOS 标准宏单元和存储编译器. 它的低功耗、精简和出色的全静态设计特别适用于对成本和功耗敏感的应用. 同时 S3C44BOX 还采用了一种新的总线结构, 即 SAMBA II (Samsung ARM CPU 嵌入式微处理器总线结构). S3C44BOX 除了具有 ARM7 系列处理器的优点, 还内置有 LCD 驱动控制器便于扩展 LCD 模块.

2.2 FIFO 存储模块

FIFO 存储模块选用 AvnetLogic 公司的 AL4V8M440 做为 FIFO 存储器, 它的容量有 8 Mbits, 速度最高可为 80MHz, 满足了图像处理系统实时性. 该模块的作用是先存储图像采集模块的采集到的图像数据, 再传输给图像处理模块进行处理, 作为两者的中介.

2.3 人机交互模块

人机交互模块主要是由 LCD 模块和触摸屏模块组成, LCD 选用 5.7 寸的 CMD520 接口的 CSTN LCD, 可直接与 S3C44BOX 内置的 LCD 接口直接相连. 触摸屏选用 ADS7843 作为触摸屏控制器, 可控制四线电阻式触摸屏, 直接同 S3C44BOX 的普通 I/O 口相连.

2.4 通讯模块

通讯模块包括 RS232 模块和以太网模块, RS232 模块采用 MAX3232 作为电平转换芯片, 同 S3C44BOX 的 UART 接口相连, 实现 RS232 传输. 以太网模块是以 10M 的 RTL8019 做以太网控制器, 与 S3C44BOX 的地址线和并行数据线相连, 从而通过寻址进行对以太网控制器内部寄存器的设置.

2.5 SD 卡模块

SD 卡 (Secure Digital Memory Card) 是一种基于半导体快闪记忆器的新一代记忆设备. SD 卡由日本松下、东芝及美国 SanDisk 公司于 1999 年 8 月共同开发研制. SD 卡有着广泛的应用领域, 音乐、电影、新闻等多媒体文件都可以方便地保存到 SD 卡中^[3]. 本系统加入该接口, 可以方便提取图像采集系统的数据. SD 卡支持 SPI 和 BUS 两种接口模式, 系统采用 SPI 接口模式, 可以直接利用 S3C44BOX 自身带有的 SPI 接口, 连接方便.

3 图像处理系统的算法设计

3.1 图像增强算法设计

在图像处理中, 当光学系统成像时出现背景与目标灰度范围相对比较窄, 即低对比度的情况, 一般会采用对图像进行灰度的拉伸变换, 从而加大特征目标与背景的灰度差, 实现图像增强, 以利于提取出特征目标来. 灰度变换可分为线性灰度变换、分段线性变换、非线性变换. 本研究采用线性灰度变换, 该方法

用于克服当图像由于成像时曝光不足或过度所产生的对比度不足的弊病. 假设原图像 $f(x, y)$ 的灰度范围为 $[a, b]$, 希望变换后图像 $g(x, y)$ 的灰度范围扩展到 $[c, d]$, 其数学表达式为^[4]:

$$g(x, y) = \begin{cases} c & (0 \leq f(x, y) \leq a) \\ \frac{d-c}{b-a} \cdot f(x, y) + c & (a \leq f(x, y) \leq b) \\ d & (b \leq f(x, y) \leq Mf) \end{cases} \quad (1)$$

式中: Mf 表示 $f(x, y)$ 的最大值.

3.2 图像分割算法设计

经过图像增强后, 要将一幅图像分解为若干互不交叠的、有意义的、具有相同性质的区域, 并从中提取出所感兴趣的目标, 即图像分割. 图像分割有边缘检测和阈值分割, 这里采用阈值分割方法. 阈值分割是基于灰度阈值的分割方法, 它通过设置阈值, 把像素点按灰度级分若干类, 从而实现图像分割. 把一幅灰度图像转换成二值图像是阈值分割的最简单形式, 设原始图像为 $f(x, y)$, 首先就是按一定准则在 $f(x, y)$ 中找出一个灰度值 t 作为阈值, 将图像分割为两部分, 即把大于等于该阈值的像素点的值置成 1, 小于阈值的像素点置为 0. 阈值运算后的图像为二值图像 $g(x, y)$.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & (f(x, y) \geq t) \\ 0 & (f(x, y) < t) \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中全局阈值 t 的选择直接影响到分割效果. 通常可以通过分析灰度直方图来确定它的值, 最常见的方法是利用灰度直方图来确定它的值, 利用灰度直方图求双峰, 选择两峰之间谷底处的灰度值作为阈值.

3.3 目标定位算法设计

目标定位是用计算机代替人们来认识图像并确定一幅图像中感兴趣目标的所在位置. 本研究中的目标是商标带上的图案, 对图案定位主要采用扫描法进行, 先寻找商标带的上下边缘, 再根据此上下边缘进行左右扫描找出图像块, 再根据图案的大致长度和宽度找出图案, 从而提取到图案具体位置.

4 图像处理系统的软件设计

根据上面所设计的算法在 $\mu C/OS-II$ 操作系统中进行实现, 可以将各个算法模块化, 变成可调用的函数, 将图像处理编写成一个独立的任务, 定时处理采集到的图像数据. 图像处理任务的流程图如图 2 所示.

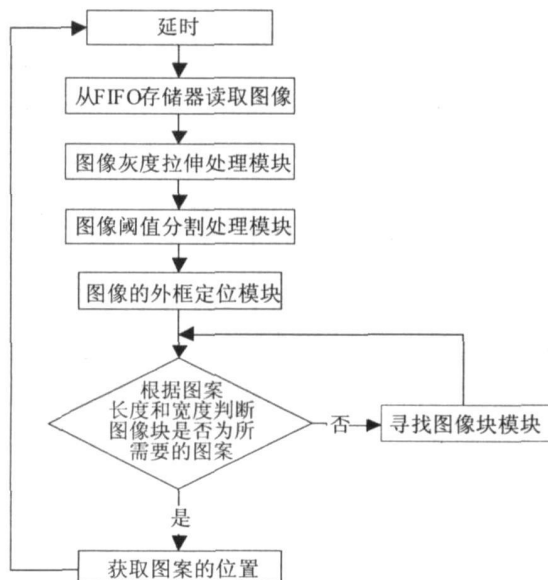


图 2 图像处理任务的流程图

Fig 2 The overall flow chart of image processing task

5 实验结果

根据以上的设计思路搭建一个图像处理系统,在此进行图像处理实验.并将处理的图像数据添加上 BMP 位图文件头信息以 bmp 格式文件通过串口或者以太网传输到电脑上读取.现以确定商标带的图案为例,采集到的原始图像如图 3 所示,先经过图像灰度拉伸处理可得图 4,再对其进行阈值分割得图 5,最后找到图案的位置可得图 6

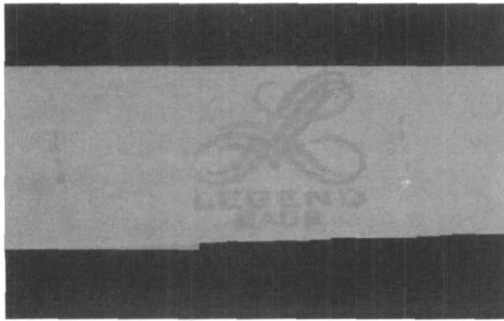


图 3 原始图像的示意图

Fig. 3 The conventional diagram of original picture

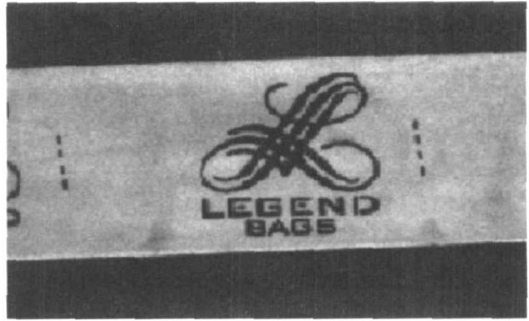


图 4 灰度拉伸的示意图

Fig. 4 The conventional diagram of gray scale stretching



图 5 阈值分割的示意图

Fig. 5 The conventional diagram of threshold segmentation



图 6 图案定位示意图

Fig. 6 The conventional diagram of pattern orientation

6 结语

设计了以 S3C44B0X 为核心的嵌入式图像处理系统,将采集到的图像数据进行图像处理从而获取目标位置信息,为目标的切割提供了重要的依据,另外系统还配有多种通讯接口和 SD 卡接口同外界交互,还有以 LCD 和触摸屏为基础的友好的人机界面.与普通的图像处理卡相比,此嵌入式图像处理系统极大地简化了系统结构,降低了系统设计成本,缩短了开发周期.

参考文献:

- [1] 吴 晴, 周 健. 嵌入式图像采集系统的设计与实现 [J]. 电子测量技术, 2007, 30(2): 90- 92
- [2] 任贵伟, 张 海. 基于 ARM 的紧凑型图像采集系统 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2007(2): 35- 37.
- [3] 周燕艳. Secure digital card (SD 卡) 与 LPC2210 的接口设计 [J]. 微型电脑应用, 2006, 22(2): 48- 49
- [4] 龚声蓉, 刘纯平, 王 强, 等. 数字图像处理与分析 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2006

(责任编辑: 郑美莺)