

# 基于 DSP 的条码图像实时处理系统的研究

范永法, 姚俊

(河海大学 机电工程学院, 江苏 常州 213022)

摘要: 介绍了基于 DSP 的条码图像实时识别系统, 对原图像进行预处理后, 运用模板匹配法进行图像区域查找, 在原图像上分割出条码区域。DSP 的强大运算功能克服了模板匹配法计算量大的缺点; DSP 控制还具有电路简单、可靠、应用灵活等特性。

关键词: 条码图像; 实时处理; 模板匹配; DSP; 复杂背景

中图分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2005)07-0170-02

## Study of Real-time Processing System for Bar Code Image Based on DSP

FAN Yong-fa, YAO Jun

(College of Mechanical & Electrical Engineering, Hehai University, Changzhou Jiangsu 213022, China)

**Abstract:** This paper introduces the real-time processing system for bar code images based on DSP. After pre-processing of the original image, the template matching method is utilized to region-searching, the bar code region is segmented out. The powerful computing function of DSP overcomes the shortcoming of large computing consumption for the template matching, also DSP control has features of simple circuit, reliability, and application flexibility.

**Key words:** Bar Code Image; Real-time Processing; Template Matching; DSP; Complex Background

条形码技术作为数据标志和数据自动输入的一种手段已被广泛应用于交通管理、金融服务、商务管理等各个领域。因其快速、准确, 已渗透到计算机管理的各个角落。近年来出现的基于数字图像的条码图像识别, 正逐渐发展成熟。条码识别首要解决的问题就是从印刷品图像上分割出条码区域<sup>[1]</sup>。

本文根据条码图像的特征, 应用模板匹配的方法在条码图像中分割出条码区域<sup>[4]</sup>, 有效地解决了图像分割的问题; 但存在着计算量大, 普通微型计算机的计算速度无法达到实时处理的要求。近年来, 随着微电子技术和数字信号处理技术的迅速发展, DSP 的性能价格比不断提高, 以 DSP 为核心的复杂计算和控制的嵌入式系统以其高速的数据处理能力、灵活的应用方式、低廉的价格在数字图像处理中发挥着越来越大的作用。本系统就使用 DSP 芯片 TMS320VC5410 来实现有复杂背景的条码图像的自动识别。

### 1 系统的总体功能

当系统开始识别时, 由 DSP 系统发出指令驱动采集部分采集待识别的图像。系统对要进行处理的图像进行预处理, 如滤波、旋转等; 再进行运算, 分割出条码部分; 最后调用相应的读码函数, 读出条码值。

### 2 硬件的构成及原理

#### 2.1 系统的主要特点<sup>[2]</sup>

本系统(图 1)采用 TMS320VC5410 芯片作为 CPU, 其主要特点如下: 修正的增强型哈佛结构, 有着各自独立的程序总线

和数据总线, 可以在调用指令的同时进行数据运算, 而未采用哈佛结构的芯片则采取分时使用总线的方法, 运算的效率就只有前者的一半。在 DSP 中存在硬件乘法器, 用硬件实现乘法运算减少了指令的运行, 而未采用的芯片则用软件实现, 大大增加了运行时间。DSP 片内有 64k ×16bits RAM, 16k ×16bits ROM; 64k/8M ×16bits 数据/程序寻址空间, 可以把程序和一部分数据装入片内运行, 减少了从片外存储器调用指令和数据的步骤。TMS320VC5410 的处理速度快, 足以满足图像计算的需要, 可寻址空间可达 8M ×16bits, 能满足存放图像数据的需要。片上的缓冲串口能通过接口与微机实现数据交换。

本处理系统因为待处理的图像数据量大, 识别系统的算法较复杂, 不同码制的条码图像的模板不同, 所以需要扩展 1M ×16bits 的 Flash, 采用 SST39VF160; 同时扩展数据和程序各为 64k ×16bits RAM。

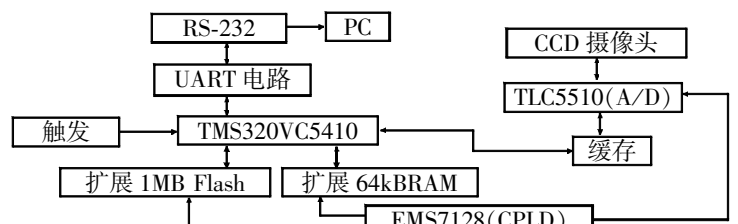


图 1 TMS320VC5410 系统图

#### 2.2 外围电路

外围芯片的逻辑译码采用 CPLD 可提高系统的集成度减少外围芯片、增强系统可靠性并降低成本。本系统 CPLD 选用 EPM7128, 由其产生译码逻辑选通 RAM、Flash、A/D 转换器、UART 等外围芯片的作用; 可以使系统体积减小, 硬件故障率明显降低, 调试变得容易等<sup>[2]</sup>。

CPLD 的有关译码逻辑如下:

CPLD 选通静态 RAM 的译码逻辑 (“+”表示逻辑与; “||”表示逻辑或)  
RAM0. CE = PS + ((A19 ~ A16) < 2) 扩展的程序 RAM  
RAM1. CE = PS 扩展的数据 RAM  
CPLD 选通 Flash RAM 的译码逻辑

FLASH. CE = ( IS + A15 ) || ( PS + ( A19 ~ A16 ) 2)

AD 芯片 TLC5510A 的译码逻辑

AD. OE = A20 + ( DS + ( A19 ~ A16 ) 2)

对其余芯片的译码逻辑 ( R 为读, W 为写)

WE = W + ( ISTRB | MSTRB)

OE = R + ( ISTRB | MSTRB)

图像数据的采集采用普通的数码相机或摄像头, 采集设备的 CCD 感光元件将入射到传感器光敏面上按空间分布的光强信息, 转换为按时序串行输出的电信号, 再通过 A/D 转换器, 转换成数字信号输入 DSP 进行处理。

### 3 软件系统

本软件<sup>[1,5]</sup>使用 CCS 2.0 编写, 采用 C 语言与汇编语言混合编程的方式进行, 主干程序用 C 语言编写, 各功能模块用汇编语言编写, 最后再编译链接。上电后, 软件首先要对系统进行初始化。初始化结束后, 当需要辨识时, 通过硬件中断向辨识系统提出请求, 识别系统得到请求后相应中断, 屏蔽中断, 向采集系统发出采集控制指令, 此时可以开始对对象进行图像采集, 当采集结束后, 采集系统向系统发出中断, 通知识别系统采集完毕, 系统可开始进行处理。

主程序使用 C/C++ 语言开发, 首先是系统的初始化, 而后是各功能模块的函数。主程序采用中断的方式调用中断函数。

```
void main()
{ unsigned int i = 0;
  init_board(); //初始化 DSP 系统
  /* 主程序循环等待 */
  while ( 1)
  {
  }
  Write_BSP1( dOut );
}
interrupt void readBSP0()
{ ...
}
interrupt void writeBSP1()
{
asm( " SSBX INTM" );
...
}
...
```

系统软件使用模板匹配算法来进行条码图像的分割, 其算法的数学模型如下: 以一个任意的条码图像作为模板, 以预处理后的有复杂背景的条码图像作为搜索图。寻找与模板的最大相似度的区域, 令  $S_1(i, j)$  表示子图,  $t$  表示模板。则简化形式为

$$R(i, j) = \frac{t^T S_1(i, j)}{t^T t (S_1^T(i, j) S_1(i, j))} \quad (1)$$

用式(1)计算相关性, 取其中误差值最小的点作为匹配点, 从而分割出条码区域<sup>[1]</sup>。

因为图像数据量较大, 在 DSP 片上的存储器空间不够, 需要 TMS320VC5410 内部存储器与 Flash 存储器相互配合, TMS320VC5410 芯片内部的 RAM 为 64kB, 其中 8k × 16bits DARAM, 56k × 16bits SARAM, 片内的物理存储器必须被映射到映射存储器上才能访问。所以应将数据区映射到 DARAM, 程序区映射到 SARAM。

当 TMS320VC5410 芯片的逻辑地址映射到片上, 在 0 ~ 16k 地址中, 因为存储器物理地址上, 数据区与程序区的 0 ~ 16k 地址都映射到片上的同一块 RAM 区, 通过软件分给程序区或数据区, 若已分配给程序区, 则该地址范围不能再分配给

数据区, 尽管两个地址的数据和程序在逻辑上是不同的, 但会出现编译器认为正确, 而实际运行就会出错<sup>[4,6]</sup>。其算法流程图如图 2 所示。

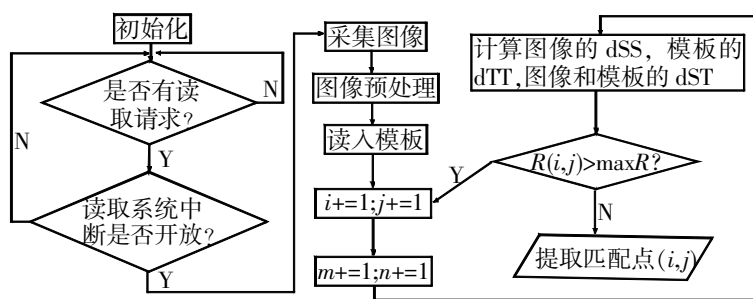


图 2 图像算法流程图

### 4 运行情况分析

DSP 系统流程图如图 3 所示。因为本系统中模板匹配的运算量较大, 使用了 TMS320VC5410 芯片的强大的运算功能, 采用 PC 机进行对图 4(a) 进行处理运算需要 400 秒, 无法达到实时识别的功能, 而采用本处理系统 750 毫秒之内可以完成处理, 达到实时处理的要求, 这些使得 DSP 系统的使用成为必然。

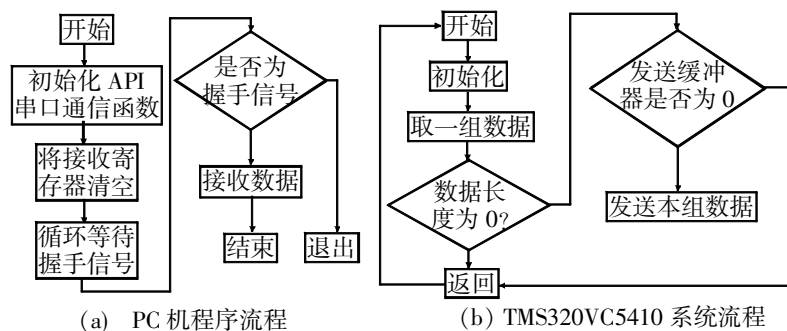


图 3 系统流程图

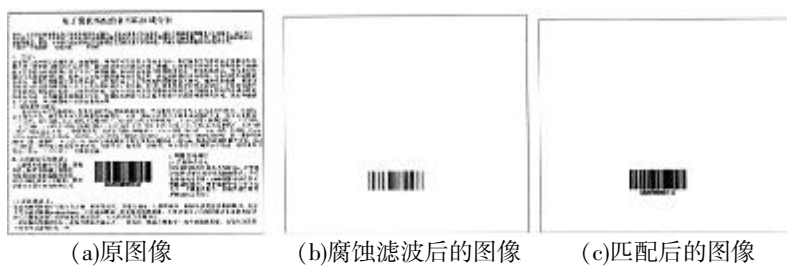


图 4 处理结果图

### 5 结论

本系统经过运行检验, 具有使用灵活、电路可靠, 运算速度快, 达到实时处理的功能。本系统还可以通过修改或添加部分程序扩展成图像的识别系统或实时监控系统, 有较好地应用前景。如果要处理更为复杂的图像和进一步提高运算速度, 就需要改进算法或选用更快速的芯片如 TMS320VC6x 系列。

#### 参考文献:

- [1] 姚俊, 范永法. 基于模板匹配的有复杂背景的条码图像区域分割 [J]. 河海大学常州分校校报, 2003, 19(4).
- [2] 姚俊, 范永法. 基于 DSP 的有复杂背景的条码图像自动识别 [J]. 河海大学常州分校校报, 2004, 20(2).
- [3] 范永法, 郭艳萍. 条码图像处理及识别的软件开发 [J]. 计算机应用研究, 2003, 20(2): 86-87.
- [4] 王建校, 宁改娣. MAX + PLUS 应用入门 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [5] Milan S, Vaclav H, Roger B. Image Processing, Analysis, and Machine Vision (2nd Edition) [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2002.
- [6] 何斌, 马天予, 王运坚. Visual C++ 数字图像处理 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.

#### 作者简介:

范永法 (1944-), 江苏常熟人, 系主任, 教授, 主要从事图像处理、CAD、无损检测等方面的研究; 姚俊 (1972-), 湖南人, 硕士生, 研究方向为微机测控及自动化。