

基于 DSP 的频域图形辨别系统

丁海洋, 唐英杰, 史记, 曹 阳

(北京印刷学院 信息与机电工程学院, 北京 102600)

摘 要: 为进行图形辨别, 提出一种基于 DSP 芯片 TMS320VC5509A 的频域图形辨别系统。通过对采集到的图形图像进行图像分割, 并对图像进行填充和抽样, 再通过二维 FFT 变换获取图像的频域信息, 频域模板匹配实现频域的图形辨别。实验证明, 该系统可以实现多种图形的频域辨别。

关键词: DSP; TMS320VC5509A; 图形辨别; 二维 FFT; 模板匹配

中图分类号: TP274.2

文献标识码: A

文章编号: 1004-8626(2010)02-0042-04

A Graph Distinguish System in Frequency Domain Base on DSP

DING Hai-yang, TANG Ying-jie, SHI Ji, CAO Yang

(College of Information & Mechanical Engineering, Beijing

Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China)

Abstract: This paper indicates a system of graph distinguish in frequency domain base on DSP chip TMS320VC5509A. We get image by using image extracting chip and DSP chip, segment image and fill image and transform image using FFT2 after image sampling; at last, we can distinguish graph in frequency domain through template matching. Experimental results show that our system can distinguish graphs in frequency domain.

Key words: DSP; TMS320VC5509A; graph distinguish; FFT2; template matching

图形辨别是图像识别技术中一个重要分支, 图形辨别指通过对图形的图像采用特定算法, 从而辨别该图形, 例如, 辨别三角形、矩形、圆形、六边形等。图形辨别技术在果形识别中有着广泛应用。赵静^[1]的论文和应义斌^[2]的论文所研究的都是采用图形辨别的方法进行果形识别。前面的图形辨别方法主要基于 PC 机实现, 本文采用 DSP 作为硬件基础实现图形辨别系统。因为相对 PC 机而言, 采用 DSP 设备可实现体积小、携带方便的图形辨

别系统, 并且 DSP 的硬件结构更适合进行数字信号处理。

采用 DSP 进行图形辨别可有两种选择, 一是采用低功耗的 5000 系列 DSP 芯片, 二是采用高性能的 6000 系列 DSP 芯片。6000 系列的 DSP 芯片, 运算速度快, 存储空间大, 接口丰富, 但基于 6000 系列 DSP 的图像处理系统成本较高, 针对图形辨别的需要, 会造成一定程度的资源浪费。所以本文采用 5000 系列的 TMS320VC5509A 作为核心处理芯片, 实现图形辨别系统。

5509A 芯片功耗低, 主频为 144MHz, 片上有 128k×16bitRAM 和 32k×16bitROM, 6 个 DMA 通道, 3 个 McBSP 接口^[3], 经常被用来实现图像处理 and 音频处理系统。刘珂含^[4]的论文和郭晶莹^[5]的论文所研究的都是采用 5509A 实现图像处理系统, 管必聪^[6]的论文和关胜平^[7]的论文所研究的都是采用 5509A 实现音频处理系统。

采用 DSP 实现图形辨别, 可分为空域图形辨别和频域图形辨别, 文献[8]针对基于 DSP 的空域图像辨别进行了研究。本文主要针对基于 DSP 芯片 TMS320VC5509A 的频域图形辨别系统进行研究, 实现一种基于 DSP 的频域图形辨别系统。基于 DSP 的频域图形辨别的主要过程见图 1。

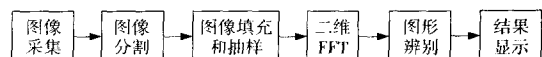


图 1 基于 DSP 的频域图形辨别过程

图像采集, 采用 DSP 设备连接摄像设备采集图形图像; 图像分割, 将图形部分从图像中分割出来; 图像填充, 对图像尺寸进行填充, 使其满足二维 FFT 的要求; 图像抽样, 采用 4:1 的抽样规则, 减少运算点数, 提高运算效率; 二维 FFT, 把空域图像变换为频域图像; 图形辨别, 采用匹配样板在频域进行匹配, 实现图形辨别; 结果显示, 通过 8×8 的 LED 阵列显示辨别结果。

收稿日期: 2009-11-20

基金项目: 北京印刷学院青年基金资助项目 (Eb201002); 北京市教育委员会科技发展计划面上项目 (KM201010015003)

1 图像分割

图像分割,把待辨别的图形部分同背景部分分开,分别用不同像素值表示。本文采用全局阈值法进行分割,即整幅图像用统一的阈值,通过设定一个恰当的阈值,完成图像分割。

图像分割可用公式(1)表示:

$$g(x,y) = \begin{cases} 255 & f(x,y) \geq T \\ 0 & f(x,y) < T \end{cases} \quad (1)$$

其中, $f(x,y)$ 表示分割前图像中坐标 (x,y) 点的像素值, $g(x,y)$ 表示分割后图像中该点的像素值, T 为选定的分割阈值。

2 图像填充和抽样

2.1 图像填充

通过 DSP 图像采集设备获取的图像为 120pixels×96pixels,所以图像分割后的二值图像也为 120pixels×96pixels,但二维 FFT 变换要求图像的行列像素数都是 2 的整数次幂,所以需要进行图像填充,把 120pixels×96pixels 的二值图像填充为 128pixels×128pixels 的图像。

2.2 图像抽样

因为在二维 FFT 变换过程中,计算量很大,为降低运算量,希望降低运算点数,通过分析发现,对 128pixels×128pixels 的图像进行二维 FFT 得到的频域图像,和 64pixels×64pixels 的图像二维 FFT 后的频域图像,频域特征一致,所以本文将填充后的 128pixels×128pixels 的图像,抽样为 64pixels×

64pixels 的图像,再进行二维 FFT 变换。

3 二维 FFT

要获取图像的频域信息,则要对数字图像数据进行二维 FFT,用公式(2)描述,其中 $f(x,y)$ 为二维 FFT 前的空域图像数据, $F(\mu,v)$ 表示二维 FFT 后的频域图像数据。实际编程中,将二维 FFT 分解为对行和列的一维 FFT 实现,即先对每行数据进行一维 FFT,再对每列数据进行一维 FFT,得到每个像素点上的频域数据是复数,包括实部和虚部,再对它们取模,获取每个点上的幅度特征,这就是原图像对应的幅度频率特征图像。图 2 表示对三角形图像和进行二维 FFT 后的频域图像。

$$F(\mu,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) e^{-j2\pi(\frac{x\mu}{M} + \frac{y\nu}{N})} \quad (2)$$

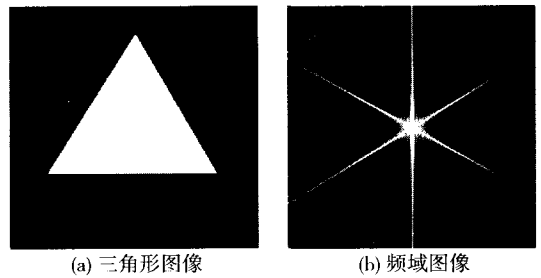


图 2 三角形图像和进行二维 FFT 后的频域图像

4 频域图形辨别

要进行频域图形辨别,首先要分析不同图形频域图像的特征。图 3 表示圆形、矩形、三角形原始

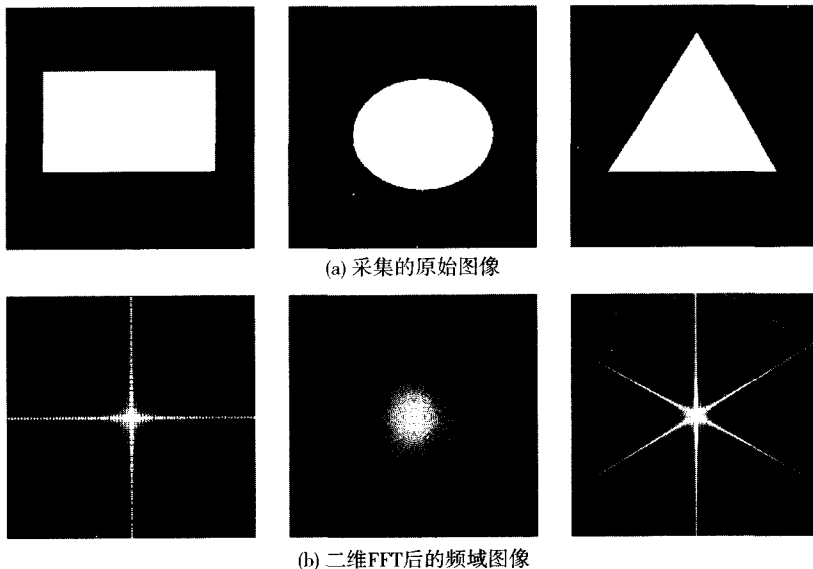


图 3

采集的空域图像和经过二维 FFT 后的频域图像。

从图 3 可以看出不同图形频域图像的区别:矩形的频谱中心存在明显的垂直线形成分;三角形的频谱中心存在线性成分,但不垂直;圆形的频谱则没有线性成分。因此,进行频域图形辨别,需要选取频谱图像的中心区域作为频谱分析对象,用特定频域匹配样板与频谱图像进行匹配运算,则可实现频域图形辨别。

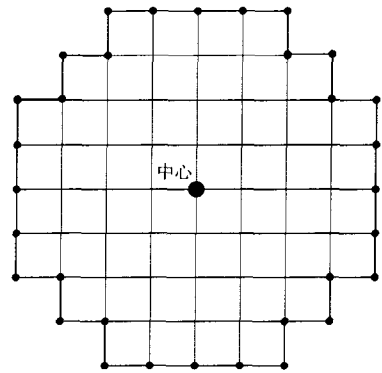


图 4 八边形匹配样板

实验箱结合 ICETEK-TVP5150-E 视频采集板,在 Code Composer Studio2.0 开发环境中编程实现。

5.1 图像采集

通过 ICETEK-TVP5150-E 视频采集板结合摄像头,可实现待辨别图形的图像采集,采集图像见图 5。

5.2 图像分割和图像填充

把采集的图像采用公式(1)进行图像分割,得到二值化图像,本文采用的分割阈值为 100。再把 120pixels × 96pixels 的图像填充为 128pixels × 128pixels 的图像,填充方法为在图像上方和图像右侧填充黑点,填充后的二值图像见图 6。

5.3 图像抽样

为降低运算量,把 128pixels × 128pixels 的图像抽样为 64pixels × 64pixels 的图像,抽样后的图像见图 7。

5.4 二维 FFT

对于抽样后的图像进行二维 FFT,得到频域图像,见图 8。

本文采用图 4 中的八边形匹配样板,以频域图像中心为匹配中心,按照适当的尺度选择频域图像中心周围的 32 个点,分别将这些点的值和判决阈值 T 进行比较,根据比较结果,可以辨别矩形、三角形和圆形。具体来讲,如果 32 个点中大于判决阈值的点数小于 4,如公式(3)所示,则判别该图形为圆形;如果大于判决阈值的点数大于等于 4,则对这些点取相邻 3 点 $a、b、c$ 计算夹角,先通过公式(4)计算 3 点间 3 个边长 $d_{ab}、d_{bc}、d_{ac}$,再通过公式(5)计算在 b 点处形成的夹角,如果夹角大于 60° 小于 105° ,则认为这 3 点垂直,该图形判别为矩形;如果夹角大于 105° ,则认为这 3 点不垂直,该图形判别为三角形。

$$\sum_{i=1}^{32} (F_i(\mu, v) > T) < 4 \quad (3)$$

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (4)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{d_{ab}^2 + d_{bc}^2 - d_{ac}^2}{2 \times d_{ab} \times d_{bc}} \right) \quad (5)$$

5 实验及结果

本文的系统是采用 TI 公司 TMS320VC5509A

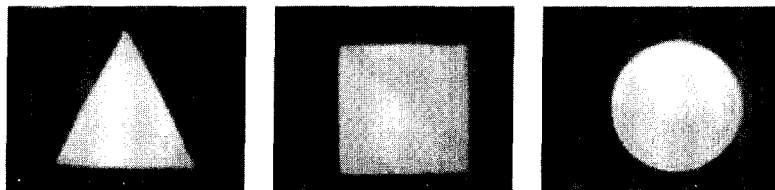


图 5 图形采集效果图(三角形、矩形、圆形)



图 6 图像填充后的二值图像(三角形、矩形、圆形)

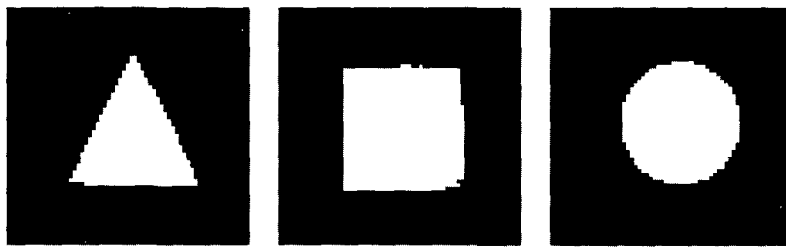


图 7 图像抽样后的图像(三角形、矩形、圆形)

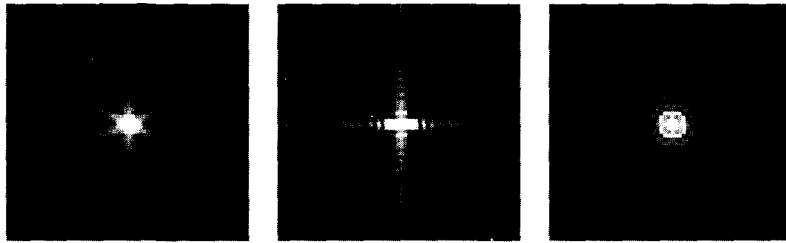


图 8 二维 FFT 后的频域图像(三角形、矩形、圆形)

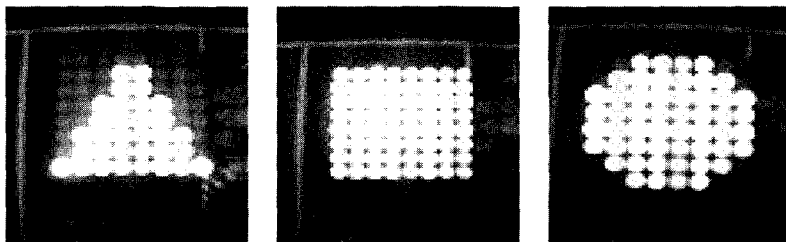


图 9 LED 阵列显示图(三角形、矩形、圆形)

5.5 图形辨别

对图 8 中的频域图像,采用八边形匹配样板在频域进行匹配,采用尺度为 2,阈值为 120。第 1 个图像频谱中,大于阈值的点数为 6,相邻 3 点的夹角为 118° ,该图形判别为三角形;第 2 个图像频谱中,大于阈值的点数为 4,相邻 3 点的夹角为 93° ,该图形判别为矩形;第 3 个图像频谱中,大于阈值的点数为 0,该图形判别为圆形。

5.5 图形辨别结果

本文把图形辨别结果通过 DSP 实验箱的 LED 阵列(8×8)显示,图 9 为三角形、矩形、圆形的 LED 阵列显示图。

6 结 论

采用一种基于 DSP 芯片 TMS320VC5509A 的频域图形辨别系统,通过对采集到的图形图像进行图像分割,并对图像进行填充和抽样,再通过二维 FFT 变换获取图像的频域信息,频域模板匹配实现频域的图形辨别。实验证明,该系统可在频域辨别多种图形。本文主要对三角形、矩形、圆形进行了

辨别。

参考文献:

- [1] 赵 静,鲁力群. 果形识别中果梗判别与果轴确定方法[J]. 山东理工大学学报:自然科学版,2004,18(5):28-32.
- [2] 应义斌,景寒松,马俊福,等. 花梨果形的机器视觉识别方法研究[J]. 农业工程学报,1999,15(1):192-196.
- [3] Texas Instruments. TMS320VC5509A fixed-point digital signal processor[EB/OL]. (2004-10-26) [2006-03-18]. <http://www.ti.com.cn/cn/docs/prod/folders/print/tms320vc5509a.html>.
- [4] 刘珂含,何培宇,关胜平,等. 基于 TMS320VC5509A 的图像采集与识别系统[J]. 四川大学学报:自然科学版,2008,45(1):48-52.
- [5] 郭晶莹,吴晴,商庆瑞. 基于 TMS320VC5509A 的指纹识别系统的硬件设计[J]. 微计算机信息,2006,22(9-2):151-153.
- [6] 管必聪,吕虹. 基于 TMS320VC5509 的 G. 729A 算法实现[J]. 机电工程,2008,25(2):50-52.
- [7] 关胜平,何培宇,刘珂含,等. 基于 TMS320VC5509A 的语音识别与控制系统[J]. 电子技术应用,2007(7):36-39.
- [8] 丁海洋,唐英杰,史记,等. 基于 DSP 的空域图形辨别算法研究[J]. 北京印刷学院学报,2008,16(2):53-56.

(责任编辑:周宇)