

基于 SEED-DTK6437 的视频图像增强系统设计*

张陈梅, 陈芬, 吴明昊, 严迪群, 彭宗举

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 设计了视频图像增强系统, 该系统采用基于 TI 公司高性能 Davinci 系列 TMS320DM6437 处理器的 SEED-DEC6437 EVM 板作为主要硬件平台, 在 DSP 集成开发环境 CCS3.3 中采用 C 语言和汇编语言混合编程, 对摄像头采集的实时视频图像实现了图像增强算法从软件到硬件平台的移植, 同时使用主板上 TMS320DM6437 和 TMS320C5402 双 DSP 芯片进行通信, 实现良好的人机交互。结果表明, 该系统具有算法简单、性能稳定和实时性好的特点。

关键词: DSP; 图像增强; TMS320DM6437

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)05-0032-03

Design of video image enhancement system based on SEED-DTK6437

Zhang Chenmei, Chen Fen, Wu Minghao, Yan Diqun, Peng Zongju

(College of Information Science and Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The video image enhancement system uses SEED-DEC6437 EVM as the main hardware platform, which is based on TI's high performance Davinci series TMS320DM6437 processor. In the DSP integrated development environment CCS3.3 by C language and assembly language mixed programming, real-time video image that the camera collected achieves the image enhancement algorithm from software to hardware platform migration. At the same time, by using the motherboard TMS320DM6437 and TMS320C5402 double DSP chip communication, the system achieves a good human-computer interaction. The result shows that the system is simple, stable and has good real-time characteristics.

Key words: DSP; image enhancement; TMS320DM6437

随着电子计算机技术的进步, 图像增强技术近年来得到飞跃的发展。由于图像在成像、传输和转换过程中受设备条件、传输信道和照明等客观因素的限制, 所获得的图像往往存在某种程度上的质量下降。图像增强就是通过对图像的某些特征(如边缘、轮廓和对比度等)进行强调或锐化, 同时减弱或去除不需要的信息, 将原图像转换成一种更适合于人眼观察和计算机分析处理的形式。迄今为止, 图像增强技术已经广泛用于军事、地质、海洋、森林、医学、遥感、微生物以及刑侦等领域。

在数字图像增强处理研究中, 大部分图像增强技术在 PC 纯软件下实现, 难以达到实时图像处理的速度要

求。SEED-DTK6437 数字媒体处理器是首批支持达芬奇技术的纯 DSP 器件, 其功能强大, 接口和编程方便, 稳定性和可重复性好, 对于环境温度、湿度、噪声、电磁场的干扰和影响较小, 可靠性高。本系统在 SEED-DTK6437 平台上实现视频图像增强系统^[1-3]。

1 视频图像增强系统总体设计

本文设计的视频图像增强系统主要是在所搭建的 SEED-DEC6437 开发板、摄像头和液晶显示器等硬件平台上实现对采集的视频图像进行实时的增强处理, 最后在彩色显示器上实时输出。同时加入了人机接口, 可以通过按键功能进行系统切换, 选择图像增强算法, 并且通过 LCD 液晶显示信息, 使整个系统操作性更强, 更加人性化。系统流程图如图 1 所示。

整个系统的流程为: 前端设备 CCD 摄像头获取原始视频图像数据, 视频解码器 TVB5150 将数据转化成

* 基金项目: 宁波市 IT 产业应用型专业人才培养基地建设项目(Jd100514); 2010 年宁波大学重点教研项目(“双证书”人才培养模式下 DSP 技术课程群的教学改革); 宁波市服务型重点建设专业(Sfwxzdzy200903); “电子信息科学与技术”浙江省/宁波市重点建设专业

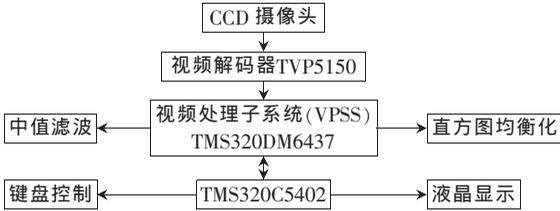


图1 视频图像增强系统整体设计图

YUV 格式的视频图像数据,然后图像增强算法对视频图像数据进行处理,处理后把需要显示的视频图像放到缓冲区进行显示。在本系统中,数据处理过程主要在于实现视频图像增强算法,其中主要包含中值滤波增强算法和直方图增强算法。

本系统人机交互模块采用 TMS320VC5402 作为主控制器,同时外扩有 SRAM 及 Flash,拥有 17 按键薄膜键盘,配置 LCD 液晶显示部件,可以显示系统相关参数的设置。

2 基于 SEED-DEC6437 视频采集回放

在进行视频图像增强之前,首先在 SEED-DEC6437 开发板上搭建视频输入输出系统,主要包括视频采集、图像处理和显示 3 个模块。SEED-DEC6437 开发板中,TMS320DM6437 处理器中集成的视频处理子系统(VPSS)包含视频处理前端(VPFE)^[4]和视频处理后端(VPBE)^[5]。视频采集回放系统回路如图 2 所示。



图2 视频图像采集回放系统回路

系统视频输入是利用解码芯片 TVP5150 将模拟信号解码成为 YCbCr422 格式的数字图像信号,再送入 TMS320DM6437 进行相应的图像处理。TVP5150 是一款高性能的视频解码芯片,可以将 PAL 制式的视频信号或 NTSC 制式的视频信号转换成 YCbCr422 格式的数字信号。

视频输出是利用内置的 VPSS 的视频输出编码模块(VENC)中 4 路 10 bit 的 DAC 输出,实现 CVBS 与 VGA 的输出。本系统在设计过程中主要采用以 composite 复合信号的形式来进行最终实时图像的输出显示。

3 系统的视频图像增强设计

系统的视频图像增强是整个系统的核心部分,从算法精度和复杂度等方面考虑,本系统主要采用增强算法中值滤波和直方图均衡化,最终能够实现对从场景中所采集的加有噪声的视频图像进行增强处理,并且在显示器上实时输出增强后的视频图像^[6-10]。视频图像增强系统的流程如图 3 所示。

3.1 中值滤波及结果分析

本系统采用 3×3 型二维滑动模板,将板内像素按照像素值的大小进行排序,生成单调上升(或下降)的二维数据序列。二维中值滤波输出为 $g(x,y)=\text{med}\{f(x-k,y-l)\}$,

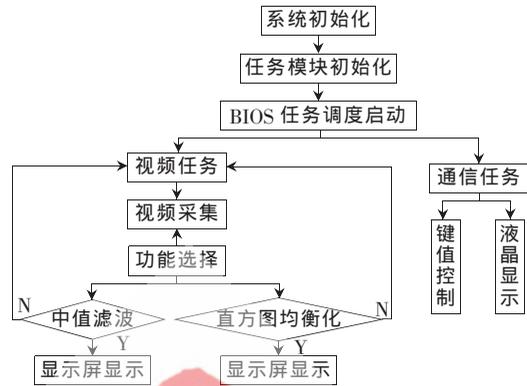


图3 本视频图像增强系统整体流程图

$(k,l \in W)\}$,其中 $f(x,y)$ 、 $g(x,y)$ 分别为原始图像和处理后图像, W 为二维模板。图 4 给出了本系统中值滤波处理前后的对比效果,可以看出中值滤波对椒盐噪声很有用。

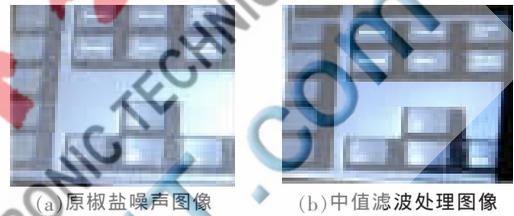


图4 中值滤波增强处理前后对比图

3.2 直方图均衡化及结果分析

3.2.1 一般直方图均衡化

直方图均衡化的主要任务是将每个区间等概率分布代替原来的随机分布,即增强后的图像每个灰度级内大致有相同个数的元素。具体的实现过程为:首先求出原图像的概率函数 $p_r(r) = \frac{n_k}{n}$,其中 n_k 表示第 k 级灰度值

像素的总数, n 表示总体图像的像素值的个数。变换公式可以写成: $s_k = T(r_k) = \sum_{i=0}^k \frac{n_i}{n} = \sum_{i=0}^k p_r(r_i)$ 。最后按照计算出来

来的映射关系,把原图的原始灰度值映射到经过均衡化的新灰度级上,从而实现图像的增强。算法的具体流程如图 5 所示。

3.2.2 多峰直方图均衡化

为了能够增强直方图均衡处理的有效性和自适应性,本系统根据直方图分布中的波谷将直方图分成几个部分,这时采用抑制最大频数和波谷分割相结合的技术将图像分层处理,即选择适当的数值限制图像中的高频数,同时利用波谷将图像进行分层处理。

采用多峰直方图均衡化处理的基本步骤如下:

(1)对给定的待处理图像统计其直方图分布并求出各灰度级的概率值 $p_r'(r)$;

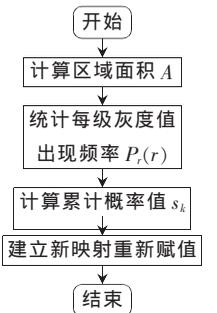


图5 一般直方图均衡化流程图

(2) 求出累积概率密度 $C(r_k)$:

$$C(r_k) = \sum_{i=0}^k p_r'(r_i), k=0, \dots, L-1 \quad (1)$$

(3) 依据 $C(r_k)$ 运用变换函数进行分层增强处理:

$$T(r_k) = r_c + (r_s - r_c) \times C(r_k) + 0.5, k=0, \dots, L-1 \quad (2)$$

其中, r_c 代表每层的最小灰度值, 如第 1 层的 $r_c=0$; r_s 代表每层的最大灰度值, 并且后一层初始值等于紧挨着的前一层的灰度最大值, 即第 2 层的最小灰度值为第 1 层的最大灰度值。

(4) 确定映射对应关系, 用新灰度代替旧灰度, 求出 $p_i'(s)$ 。

3.2.3 直方图均衡化结果及分析

图 6 显示了本系统的多峰直方图均衡化和一般直方图均衡化的效果对比。其中图 6(a) 显示的是在光线较暗的情况下原视频图像, 可以看出图 6(b) 和图 6(c) 比图 6(a) 的对比度明显提高, 可见直方图均衡化可以提高图像对比度, 达到增强效果。但是图 6(b) 所示的一般直方图均衡化使原图像亮度明显增加, 失去了图像原始信息, 而图 6(c) 所示的多峰直方图均衡化不仅提高了图像对比度, 达到增强效果, 而且没有过度增强, 与实际原图像信息接近, 效果更加真实。由此可得, 多峰直方图均衡化弥补了一般直方图均衡化的缺点, 既提高了对比度又能保持图像的原始信息, 增强效果较好。



图 6 多峰直方图均衡化和一般直方图均衡化对比图

3.3 整体系统结果及分析

整体系统分为中值滤波模式、直方图均衡化模式和整体混合模式 3 大功能模式, 它们可通过按键实现人工选择和切换。

整体混合模式即中值滤波和多峰直方图均衡化结合处理, 效果如图 7 所示。图 7(a) 显示的是一般灰度图像加入噪声后的效果, 显然, 图像中引入了很多随机的亮点。图 7(b) 是经过中值滤波后的图像, 显然, 图像中的噪声点被基本滤除, 但是图像的清晰度和分辨率不是很高。图 7(c) 是进一步加入多峰直方图均衡算法处理后的图像, 可以明显看出图像的对比效果有了增强。

以上分析从人的肉眼角度进行主观定性分析, 具有不确定性, 为此, 本系统通过 DSP 高速运算计算峰值信噪比 (PSNR) 进行定量分析, 结果如表 1 所示, 并且

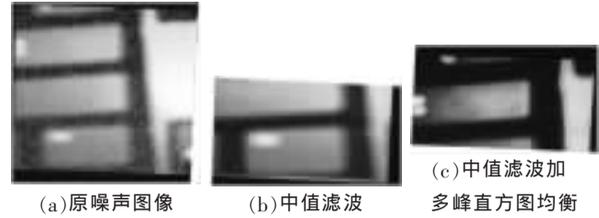


图 7 整体混合模式效果图

在 CCS3.3 上打印出来, 以便观察分析。从表 1 可知, 中值滤波和多峰直方图均衡化结合处理的 PSNR 值基本上大于原噪声图像 PSNR 值, 而理论上 PSNR 比值越大, 说明增强处理效果好, 由此可得, 本系统的整体混合模式中多峰直方图均衡化主要用于对比度拉伸, 与中值滤波相结合后, 既可以去除噪声, 又达到了增强的效果。

表 1 图 7 整体混合模式峰值信噪比前后对比表

原噪声图像 PSNR/dB	中值滤波和多峰直方图均衡化结合 PSNR/dB
13.851 290	19.165 831
11.530 266	15.737 354
16.603 958	18.719 629
12.835 794	21.455 433
13.544 283	18.334 032
13.695 340	18.834 999
13.607 242	19.688 784
13.012 880	18.320 417
13.957 664	18.898 205

3.4 人机交互

本系统共使用了视频任务和通信任务两个任务模块, 而通信任务即实现人机交互功能。当系统各模块初始化以后, BIOS 根据实现的配置自动调度视频任务和通信任务。视频任务主要处理视频图像数据的采集以及算法的实现, 通信任务主要调度通信函数根据按键的不同指令来选择不同的算法以及控制液晶显示和交通灯的状态。人机交互效果图如图 8 所示。通过按键输入数字, 选择系统的不同工作模式, 这里使用 0 代表中值滤波模式, 1 代表直方图均衡化模式, 2 代表整体混合模式。



图 8 人机交互效果图

本文以 SEED-DEC6437 开发板为核心硬件, 成功搭建了一个视频图像增强系统。在设计过程中, 首先在 DSP/BIOS 环境下实现了视频采集驱动程序, 进而成功地在 SEED-DEC6437 开发板上搭建了视频输入输出系统, 该系统具有良好的实时性及稳定性。其次, 本系统采

用中值滤波模式、直方图均衡化模式和整体混合模式进行选择切换,从而使得本系统可以根据不同的场景进行不同的视频图像增强,适应性好。最后,为了增强本系统的灵活可控性,加入了人机接口,实现良好的人机交互。

参考文献

- [1] 彭启琮. 达芬奇技术——数字图像/视频信号处理新平台[M]. 北京:电子工业出版社,2008.
- [2] MAINI R, AGGARWAL H. A comprehensive review of image enhancement techniques[J]. Journal of computing, 2010, 2(3): 2151-9617.
- [3] GOPINATHAN S, THANGAVEL P. A non linear technique for image enhancement based on discrete wavelet transform[J]. European Journal of Scientific Research, 2012, 79 (3): 328-336.
- [4] Texas Instruments Incorporated. TMS320DM643x DMP video processing front end(VPFE)user's guide[Z]. 2008.
- [5] Texas Instruments Incorporated. TMS320DM643x DMP Video processing back end(VPBE)user's guide[Z]. 2008.
- [6] 邹彦. DSP 原理及运用[M]. 北京:电子工业出版社,2007.
- [7] 龚昌来. 基于小波变换和均值滤波的图像去噪方法[J]. 光电工程,2007,37(1):72-75.
- [8] 倪虹霞. 基于小波变换和中值滤波的遥感图像预处理[D]. 长春:吉林大学,2005.
- [9] 王国权,仲伟波. 灰度图像增强算法的改进与实现研究[J]. 计算机应用研究,2004(12):175-176.
- [10] 任艳斐. 直方图均衡化在图像处理中的应用[J]. 科技信息,2007(4):37-38.

(收稿日期:2012-12-21)

作者简介:

张陈梅,女,1992年生,本科,主要研究方向:嵌入式系统设计,DSP 视频信号处理。

陈芬,女,1973年生,副教授,主要研究方向:数字信号处理技术、光通信技术等。

吴明昊,男,1990年生,本科,主要研究方向:嵌入式系统设计,DSP 视频信号处理。