

图像的中值滤波算法及其 FPGA 实现

胡越黎¹, 计慧杰¹, 吴 频², 宣祥光²

(1. 上海大学 机电工程与自动化学院, 上海 200072; 2. 上海飞乐股份有限公司 技术中心, 上海 200050)

摘要: 图像滤波是图像预处理过程中重要的组成部分, 而基于 FPGA 的滤波算法相对软件算法而言具有高度的并行性, 能满足实时图像处理的要求, 同时也具有灵活的硬件可编程性; 简要说明了中值滤波的原理, 介绍并比较了标准中值滤波和多级中值滤波的特点和适用范围; 针对滤波算法的邻域性特点, 设计了基于 FPGA 的滤波器整体架构, 并设计了标准中值滤波和多级中值滤波两种滤波算法的 FPGA 实现方案和功能仿真, 同时通过实验结果对两种算法的滤波效果进行比较说明。

关键词: 图像预处理; 均值滤波; 中值滤波; 噪声检测; FPGA 实现

Research on Image Filtering Algorithm and Its FPGA implementation

Hu Yueli¹, Ji Huijie¹, Wu Pin², Xuan Xiangguang²

(1. School of Mechatronics Engineering and Automation, Shanghai University, Shanghai 200072, China

2. Technology Center, Shanghai Feilo Co., Ltd. Shanghai 200050, China)

Abstract: Image filtering plays an important role in image preprocessing. The FPGA based solution for filtering algorithms not only provides an effective method to realize real-time parallel processing of large volume of data but also possesses the flexibility of hardware programmability. Principle of the median filter is introduced. Then the standard median filter and the multi-level median filter are presented and their features are discussed. According to the neighboring feature of filtering algorithms, the whole structure of the image filter is studied and realized in the FPGA, and the FPGA implementation of the algorithms of two kinds of median filters are proposed as well.

Key words: image preprocessing; mean filter; median filter; noise detection; FPGA implementation

0 引言

图像信号在形成、传输和记录的过程中, 由于成像系统、传输介质、工作环境和记录设备等的固有缺陷, 不可避免地产生各种类型的噪声, 降低了图像的质量, 进而影响后续处理(如边缘检测、图像分割、特征提取、模式识别等)的效果或准确性。因此, 对噪声图像进行滤波是必要预处理过程。但滤波算法在去除噪声的同时难免对图像造成一定程度的模糊, 造成细节信息的丢失。许多文献对滤波算法进行分析与比较^[1], 并提出了一系列改进的算法^[2-3]。

可编程门阵列 FPGA^[4]的发展给数字信号处理算法开辟了全新的道路, 它不仅具有高速的并行运算能力, 其设计的灵活性也远远高于专用 ASIC 和通用 DSP。由于 FPGA 在灵活地改变内部算法时, 无需更改外部电路, 因此越来越多地被应用于实时图像的预处理算法中。

本文分析了去除噪声常用的中值滤波算法, 介绍两种中值滤波算法在 FPGA 上实现的方法, 并给出了以 FPGA 实现滤波器总体结构的设计方案。

1 滤波算法的原理及特点

1.1 中值滤波

中值滤波^[5]基于排序统计理论, 是抑制噪声的非线性信号处理技术。其核心运算是以模板中的数据点进行排序, 使得某个亮点(暗点)的噪声在排序过程中被排在数据序列的两侧。因

为数据序列中间位置上的值一般不是噪声点的值, 从而达到抑制噪声的目的。

1.2 标准中值滤波

标准中值滤波对邻域中的像素按灰度级进行排序, 然后选择该组的中间值作为输出像素值。

标准中值滤波对平均分布的噪声抑制效果差, 对脉冲声有较好的抑制效果。由中值滤波算法的定义可推知, 在 $n \times n$ 的滤波窗口内, 若噪声像素点的数量大于 $n(n+1)/2$, 则该噪声不会被滤除, 为了提高中值滤波的去噪效果, 必须增大滤波窗口。另一方面, 若窗口中的图像边缘细节的像素数小于 $n(n+1)/2$, 则该细节像素将会被其他像素的灰度值取代, 造成了图像细节的模糊。为了保护图像细节边缘, 又要求缩小滤波窗口, 这是标准中值滤波算法的一个矛盾。

1.3 多级中值滤波

为了改善标准中值滤波效果, Nieminen 和 Neuvo 提出了“多级中值滤波”^[6]。

设 $f(i, j)$ 为图像在 (i, j) 处的灰度值, W 是一个 $(2N+1) \times (2N+1)$ 的滤波窗口。在 W 内定义 4 个子窗口:

$$\begin{cases} W_1(i, j) = f(i+m, j), & -N \leq m \leq N \\ W_2(i, j) = f(i+m, j+m), & -N \leq m \leq N \\ W_3(i, j) = f(i, j+m), & -N \leq m \leq N \\ W_4(i, j) = f(i+m, j-m), & -N \leq m \leq N \end{cases}$$

令:

$$\begin{cases} Z_k(i, j) = \text{med}[f(\cdot, \cdot) \in W_k(i, j)] \\ T_1(i, j) = \min[Z_k(i, j), 1 \leq k \leq 4] \\ T_2(i, j) = \max[Z_k(i, j), 1 \leq k \leq 4] \end{cases}$$

其中, $\text{med}[]$ 、 $\min[]$ 和 $\max[]$ 分别表示对方括号内的所有元素取中值、最小值和最大值。则多级中值滤波的输出可表

收稿日期: 2008-01-22; 修回日期: 2008-02-27。

基金项目: 上海市科委技术攻关基金项目(025911323)

作者简介: 胡越黎(1959-), 男, 博士, 副教授, 主要从事图像处理、MCU 设计等方向的研究。

示为:

$$y(i, j) = \text{med}[T_1(i, j), T_2(i, j), f(i, j)]$$

多级中值滤波经过 4 个方向上的中值滤波, 提高了与中心像素点有边缘相关性的像素的权重, 同时由于进行了最大值与最小值滤波, 使第三次滤波时中心像素的权重相对于标准中值滤波算法得到了增强。因此在滤除噪声的同时, 中心点及其边缘相关性较强的像素点的灰度值得到了保护, 对于处理靠近图像细节边缘的脉冲噪声点, 该方法能较好地保护细节。

2 滤波器整体结构的 FPGA 设计

图像滤波器主要有 3 部分: 滤波窗口生成模块、行列计数器模块和滤波算法模块。其中, 滤波算法模块主要介绍上文介绍的标准中值滤波和多级中值滤波的硬件实现方法。

2.1 滤波窗口设计

图像预处理算法往往针对邻域像素操作。以 3×3 的窗口为例, 利用 2 个 FIFO 和 6 个寄存器对图像的行、列数据进行存储, 设计滤波窗口如图 1 所示。

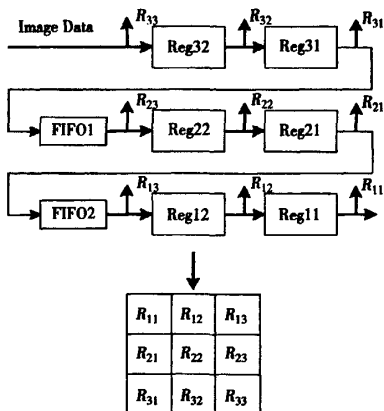


图 1 3×3 滤波窗口的 FPGA 实现

图 1 中, 每个 FIFO 的地址长度为图像的宽度, 即 1 个 FIFO 存储 1 行图像数据, 用于图像行数据缓存; 6 个寄存器分 3 组两两串接, 实现每行数据上列像素的缓存, 从而形成一个 3×3 的滤波窗口, 在一个像素时钟周期内并行输出 9 个数据作为后续算法模块的输入。

2.2 图像行列计数器设计

对二维图像进行邻域操作时, 随着窗口的滑动, 中心像素将运动到图像的边缘, 但边缘点是不存在邻域的, 故此时滤波窗口输出的邻域数据是无意义的。图 2 所示是滤波窗口变化过程, 窗口从 (a) 到 (d) 变化的过程中, (b) 和 (c) 所示的窗口均是无意义的。

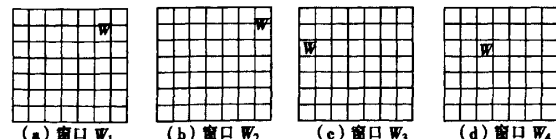


图 2 滤波窗口变化过程

通常, 图像边缘不包含重要信息, 很多处理算法将边缘点取为零, 因此要设计地址计数器和控制逻辑判断当前被处理像素的位置。对于一幅 $M \times N$ 的图像, 设计计数控制模块如图 3

所示。

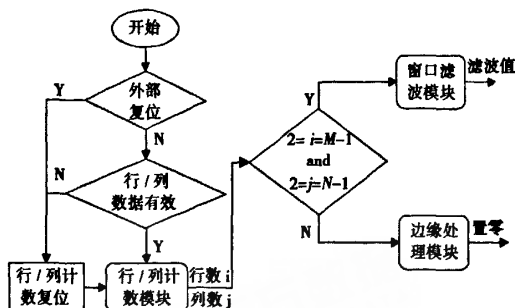


图 3 计数控制模块

由图 3 可知, 当行计数值 $i=1$ 或 $i=M$, 或列计数值 $j=1$ 或 $j=N$, 即滤波窗口中心像素处于图像边缘时, 直接将输出信号置为零, 而在其它时刻则输出算法模块的滤波值。

对于实时采集输入的图像数据流, 可以采取的计数方法是: 在行有效期间以像素时钟对 j 进行计数, 在行消隐期间对 j 复位; 在场有效期间以行有效同步信号对 i 进行计数, 在场消隐期间对 i 复位。

2.3 滤波算法设计

2.3.1 标准中值滤波

对于 3×3 窗口的中值滤波, 采用图 4 所示的 6 级比较电路输出中值, 其输入数据为图 1 所示的滤波掩膜所在的图像数据。第一级比较电路由 3 个三输入比较器 C 组成, 每个比较器的输出数据依序排列 (参见图示)。将 3 组比较结果中最小的 3 个数放在一起、中间的 3 个数放在一起、最大的 3 个数放在一起, 参加第二级比较。第二级比较电路的原理与第一级类似, 输出 out_1 和 out_9 分别是输入数据中的最大值和最小值, 这 2 个数将被舍去不参加下一级比较。参加第三级比较的有 7 个数, 其原理类似于前两级比较电路, 输出 out_2 和 out_8 分别是该 7 个数的最大值和最小值, 并且被舍去, 仅留下 5 个数参加第四级比较。剩下的几级比较电路以类似于先前的原理进行比较。如此, 经过 6 级比较后即可得到 9 个数据的标准中值滤波输出值 out_5 , 而 $out_1, out_2, \dots, out_9$ 分别是这 9 个数据从最大到最小的顺序排列值。此外, 为了保证流水线操作过程中数据的同步性, 在第三级和第五级比较电路中需要插入数据寄存器 R 缓存当前该级中不参与比较的数据。

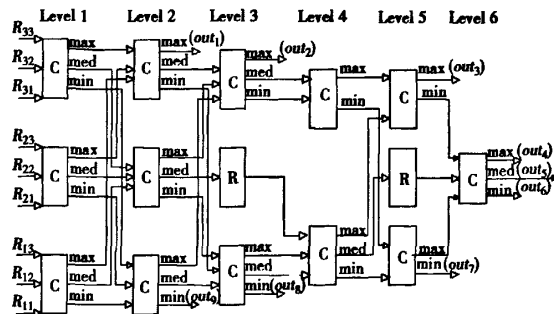


图 4 标准中值滤波结构图

2.3.2 多级中值滤波

对于 3×3 窗口的多级中值滤波, 采用图 5 所示的 4 级比

较电路。第一级比较电路由 4 个三输入比较器 C 组成，分别求出 4 个子窗口的中值。第二级和第三级比较电路均由 2 个 2 输入比较器组成，按类似于标准中值滤波模块的比较方法求出第一级输出的 4 个数据的最大值和最小值。最后将这 2 个最大、最小值与窗口中心像素的值进行比较，得出多级中值滤波的输出值。同样地，为了保证流水线操作时数据的同步性，在第二级和第三级比较电路中插入数据寄存器 R 缓存窗口的中心像素。

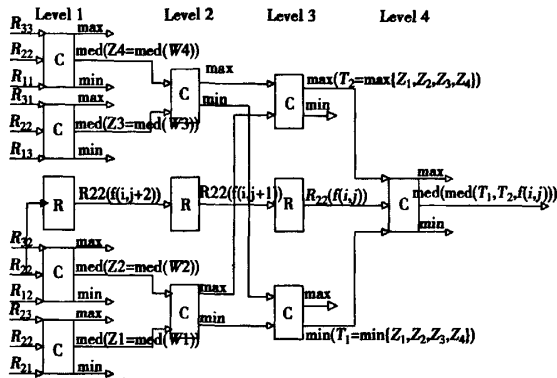


图 5 多级中值滤波结构

3 滤波算法的 FPGA 实现

本文设计的图像滤波模块采用 Xilinx 的 Virtex II Pro P30 FPGA 实现，该芯片具有 3 万多个逻辑单元、2Mb 的片内 RAM、136 个 18×18 的乘法单元以及时钟管理单元等。

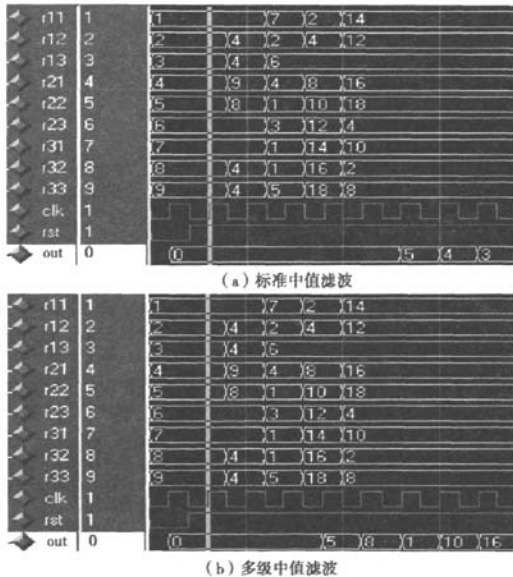


图 6 中值滤波仿真波形

图 6 的 (a) 和 (b) 分别是标准中值滤波和多级中值滤波两种算法的仿真波形。从图中可看出，经过时钟上升沿的同步复位后，图 6 (a) 和 6 (b) 分别延迟 6 个和 4 个时钟周期后输出第一个滤波数据，而之后的每一个时钟周期都输出一个滤

波数据，这种流水线操作的方式大大提高了处理速度，非常适合实时的图像处理系统。

两种滤波算法在 FPGA 上的资源消耗情况如表 1 所示。其中，前者使用的资源消耗大约是后者的 2 倍，这主要是因为算法复杂度的关系。从图 4 和图 5 的结构也可看出，标准中值滤波需要 13 个比较器、2 个寄存器，而多级中值滤波只用了 9 个比较器、3 个寄存器。而两者的处理速度差不多，后者的流水级数比前者还少 2 级。

表 1 FPGA 资源消耗情况

	Slices	Flip Flops	4input LUT
标准中值滤波	414	240	788
多级中值滤波	199	104	381

4 实验结果

对第 3 节中设计的两种滤波模块进行功能仿真，利用 MATLAB 将灰度图像的文件转换成 8 位 0~255 的仿真数据，作为滤波模块的输入，经滤波处理后将数据经 MATLAB 还原成图像文件显示。用该法对算法模块进行仿真，不仅简单有效，还能由图像直接比较滤波效果。这是系统模块化设计的一种方法，设计者能独立地开发算法模块并观察处理结果，而无

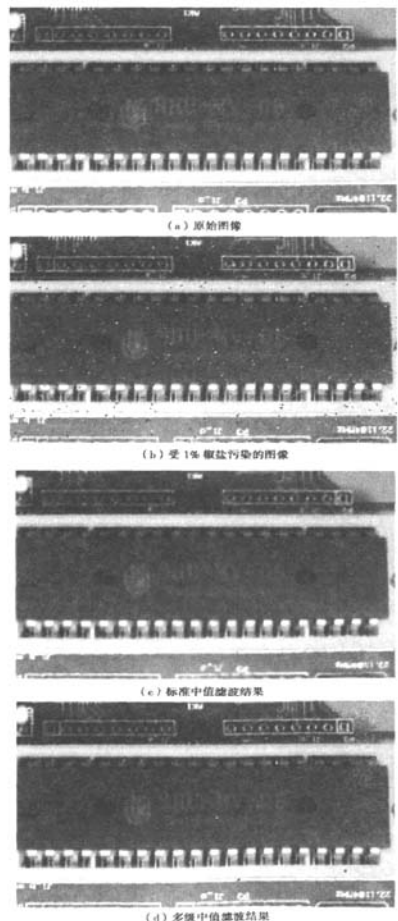


图 7 标准中值滤波与多级中值滤波预处理比较

需依赖其它模块 (如采集、显示模块)。

图 7 是由上海大学微电子中心自主研发的一款 8 位 MCU 芯片 (MV-05) 及其测试平台的部分图像。由图 7 (c) 可以看出, 标准中值滤波很好地去除了椒盐噪声, 但也在一定程度上模糊了图像; 图中的圆孔和竖线变得模糊不清, 尤其是图中右下角的数字几乎已经不能分辨; 采用多级中值滤波的图 7 (d) 虽然还存在极少数未滤除的椒盐噪声点, 但图像的清晰度几乎没有下降, 右下角的数字“22”清晰可见。比较图 7 (c) 和 7 (d), 不难看出多级中值滤波对图像的细节部分有较好的保护作用, 滤波后图像仍能保持较高的清晰度。

5 总结与展望

图像的预处理包括很多算法, 如去噪处理等。而为了有效地去除噪声, 应根据噪声类型采用不同的滤波方法。本文分析研究了几种滤波算法的原理和特点, 并提出了基于 FPGA 实现的滤波器的总体设计方案。以该方案为基础, 在不改变 3×3 方形窗模块和行列计数器模块的前提下, 只要改变其中的算法实现模块, 便可以根据需要实现其它不同的对图像邻域进行操作的算法, 如边缘检测等, 这在提高运算速度、实现图像实

时处理有很高的应用价值。

参考文献:

- [1] 宁媛, 李院. 图像去噪的几种方法分析比较 [J]. 贵州工业大学学报 (自然科学版), 2005, 34 (4): 63-66.
- [2] Chang J J. Modified 2D median filter for impulse noise suppression in a real-time system [J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 1995, 41 (1): 73-80.
- [3] NG P E, MA K K. A switching median filter with boundary discriminative noise detection for extremely corrupted images [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2006, 15 (6): 1506-1516.
- [4] 尚明. FPGA 技术的应用与发展趋势 [J]. 科技咨询, 2007, 14: 10-12.
- [5] 朱捷, 朱小娟, 贺明. 基于 FPGA 的实时图像中值滤波设计 [J]. 计算机测量与控制, 2007, 15 (6): 798-800.
- [6] NIEMINEN A, NEUVO Y. Comments on theoretical analysis of the Max/median filter [J]. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1988, 36 (5): 826-827.

(上接第 1668 页)

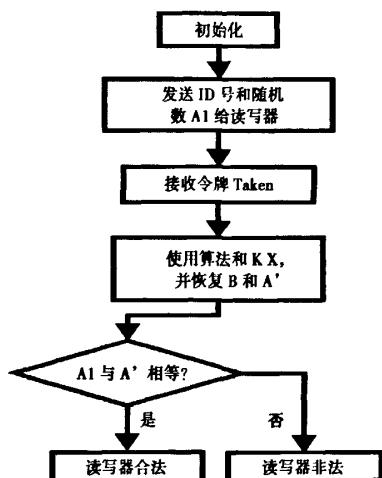


图 10 电子标签对阅读器的鉴别流程图

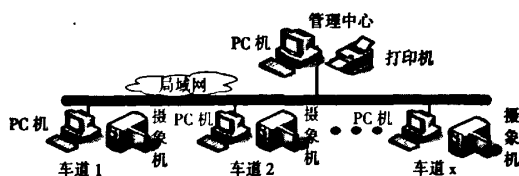


图 11 车道之间与管理中心的网络连接

停车场网络化连接模式如图 11 所示, 停车场各个车道的出入口都配置有数字摄像机, 数字摄像机与 PC 机通过数据线相连, 车辆经过车道出入口时, 摄像机就会及时抓拍图像, 同时完成车辆图像数据的上传。当停车场车道出入口有月租车或临

时车通过时, 合法或者非法的车辆信息, 包括车辆的 ID 号、车的车牌号、车主个人信息等, 都将通过电子关卡传给主控制器, 然后主控制器又上传车道的 PC 机, PC 机通过数据库处理和备份每辆车的信息, 这种处理和备份可以实时完成自动收费的任务。通过局域网完成各个车道出入口备份的数据信息上传管理中心, 管理中心配置有打印机等处理设备, 管理中心也可以发送信息给各个车道出入口的 PC 机。

7 结论

本文介绍的停车场通讯系统, 面对停车场系统存在的实际问题而设计, 该通讯系统经过实际具体场合的检验, 该通讯系统在车辆的安全管理和自动收费等方面具有实用性、可靠性、有效性。

参考文献:

- [1] 曾少林, 易灵芝, 王根平, 赵青清. 高级加密标准算法在 RFID 数据安全中的应用 [J]. 计算机测量与控制, 2007, 15 (6): 792-793.
- [2] Kin Seong Leong, Mun Leng Ng. Synchronization of RFID Readers for Dense RFID Reader Environments [A]. International Symposium on Applications and the Internet Workshops [C]. IEEE 2006.
- [3] 温欣玲, 姜金三, 赵雨斌, 陈宇. 基于红外技术的检测控制装置 [J]. 激光与红外, 2006, 36 (1): 24-25.
- [4] 徐义又, 杨恢先. 病房红外自动呼叫系统的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2005, 13 (10): 1125-1126.
- [5] Microchip Tech. inc. PIC16F630 Datasheets [DB/OL]. http://cn.ic-on-line.cn/TOL/datasheet/PIC12F629_156842.pdf.
- [6] Microchip Tech. inc. PIC16F87XD Datasheets [DB/OL]. <http://www.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>. 2003.
- [7] 游战清, 李苏剑. 无线射频技术 (RFID) 理论与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

图像的中值滤波算法及其FPGA实现

作者: [胡越黎](#), [计慧杰](#), [吴频](#), [宣祥光](#), [Hu Yueli](#), [Ji Huijie](#), [Wu Pin](#), [Xuan Xiangguang](#)

作者单位: [胡越黎, 计慧杰, Hu Yueli, Ji Huijie \(上海大学机电工程与自动化学院, 上海, 200072\)](#), [吴频, 宣祥光, Wu Pin, Xuan Xiangguang \(上海飞乐股份有限公司, 技术中心, 上海, 200050\)](#)

刊名: [计算机测量与控制](#) **ISTIC|PKU**

英文刊名: [COMPUTER MEASUREMENT & CONTROL](#)

年, 卷(期): 2008, 16(11)

被引用次数: 1次

参考文献(6条)

1. 宁媛. [李皖 图像去噪的几种方法分析比较](#)[期刊论文]-[贵州工业大学学报\(自然科学版\)](#) 2005(04)
2. Chang J J [Modified 2D median filter for impulse noise suppression in a real-time system](#) 1995(01)
3. NG P E, MA K K A [switching median filter with boundary dis-criminative noise detection for extremely corrupted images](#) 2006(06)
4. 尚明 [FPGA技术的应用与发展趋势](#)[期刊论文]-[科技咨询](#) 2007
5. 朱捷. 朱小娟. 贺明 [基于FPGA的实时图像中值滤波设计](#)[期刊论文]-[计算机测量与控制](#) 2007(06)
6. NIEMINEN A, NEUVU Y [Comments on theoretical analysis of the Max/median filter](#) 1988(05)

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [王辉](#). [董勇](#). [张成梅](#). [吴海滨](#). [刘立岩](#). [WANG Hui](#). [DONG Yong](#). [ZHANG Cheng-mei](#). [WU Hai-bin](#). [LIU Li-yan](#)

[图像预处理技术在轧钢加热炉内图像采集中的应用](#) -[大气与环境光学学报](#)2010, 5(2)

中值滤波可以有效的消除随机噪声, 均值滤波对高斯噪声的去噪效果显著, 在轧钢加热炉中这两种噪声同时存在. 提出将图像预处理技术应用在加热炉的钢坯图像中, 实验表明这种方法在去除噪声同时很好的保持了图像细节.

2. 学位论文 [马小蕾](#) [基于椒盐噪声图像的加权均值滤波算法研究](#) 2009

图像修复是图像复原研究中的一个重要内容, 它的目的是根据图像现有的信息来自动恢复丢失的信息. 椒盐噪声图像是一类特殊的缺损图像, 去噪是图像预处理的一个基本内容, 而去除椒盐噪声又是其中的一项重要任务.

本文针对图像椒盐噪声的去除, 提出一种基于直方图分解的自适应加权均值滤波器. 介绍了几种图像去除椒盐噪声的滤波方法, 探讨了基于直方图分解的加权均值滤波以及自适应加权均值滤波, 针对两种方法的优缺点提出一种基于直方图分解的自适应加权均值滤波方法. 在基于直方图分解的自适应加权均值滤波中, 利用图像点分布具有方向性的特点, 引入对椒盐噪声点的先决判断, 利用信号点所归属的高斯分布母体来最后确定权重系数的大小. 实验结果表明, 这一改进的方法简单有效.

3. 学位论文 [王军](#) [基于双目立体视觉的测量技术研究](#) 2009

随着计算机技术和光电技术的发展, 出现了一种新的检测技术—基于计算机视觉的测量技术, 该技术是一种利用CCD摄像机作为图像传感器, 综合运用图像处理技术进行非接触测量的方法, 具有精度高、速度快、成本低等诸多优点, 在现代工业领域尤其是三维测量方面有着广阔的应用前景。

本文在分析了国内外视觉测量现状的基础上, 研究利用双目立体视觉对机械零件进行测量. 整个测量系统由图像输入、摄像机标定、特征提取、立体匹配、三维尺寸重建、结果输出部分构成, 本文针对其中的摄像机标定、特征提取、立体匹配三个关键部分展开了研究, 其主要研究内容和成果如下

- (1) 在摄像机标定阶段, 提出了一种改进的Zhang平面标定法. 本文从三个方面对Zhang平面标定法作出改进: 首先, 在摄像机成像模型中加入了切向畸变校正; 然后, 在角点选取方法上作出改进, 本文方法是通过选取标定图像中心附近畸变较小的角点来求解初始值, 而不是选取所有的角点; 最后, 将角点精度定位到亚像素级。

- (2) 在图像预处理阶段, 对常用的滤波方法进行了比较, 根据实际测量图像的特点及特征提取的需要, 采用基于中值的加权均值滤波方法, 获得了较好滤波效果。

- (3) 在特征提取阶段, 对Harris算法作了改进, 有效地解决了角点冗余问题, 并且提高了角点定位的精度. 首先, 对图像目标区域分块及块内角点总数进行抑制; 然后, 对初始检测出的角点进行邻域非极大值抑制; 最后, 利用角点附近灰度梯度特征实现了角点坐标的亚像素定位。

- (4) 在立体匹配阶段, 对特征点匹配算法进行了研究, 在基于相似性度量的特征点立体匹配方法中, 通过双向视差约束和滑动平均邻域视差约束, 有效地提高了特征点的匹配速度和准确率。

- (5) 在上述理论研究的基础上, 实现了基于双目立体视觉的机械零件尺寸的精确测量, 并对测量误差和精度影响因素进行了分析。

4. 学位论文 [刘晓翔](#) [卫星多源遥感图像融合技术的研究](#) 2004

近年来, 多源遥感图像融合已经成为遥感应用领域和图像工程领域的研究热点. 它是为解决快速、有效处理多源传感器提供的海量数据这一问题而提出的一门新兴技术. 多源遥感图像融合技术可以将多源传感器的图像数据进行关联和复合, 产生出比单一信息源更精确、更完整、更可靠的估计和判断. 图像融合分为三个层次: 像素层、特征层和决策层. 该论文的工作是在像素层和特征层展开的, 取得了一些有新意的成果. 论文的主要工作和成果包括: 在像素层, 论文研究了多传感器数据融合理论及遥感图像预处理的过程和步骤, 归纳了多源遥感图像像素层融合的常用算法, 并针对目前遥感数据呈海量、复杂化这一发展趋势同遥感信息提取的能力和效率滞后这一矛盾, 在SFIM算法的基础上, 将IHS变换与SFIM相结合, 将原算法中的均值滤波器改进为自适应加权均值滤波器, 提出了一种改进的SFIM算法, 通过对一组多光谱图像和全色图像的双传感器融合仿真对比试验, 证明了该算法在保持原多光谱图像光谱信息的同时, 能够有效提高融合图像的空间分辨率. 由于该算法简洁, 更适合用于那些需要快速交互处理和实时可视化的融合系统. 在特征层, 论文研究了基于Markov随机场的图像分类方法. 在详细讨论Markov随机场基本理论的基础上, 论述了基于MAP-MRF框架的图像分类算法及该算法实现过程中的组合优化问题. 针对遥感图像非监督分类中的参数估计问题, 重点讨论了EM-MRF迭代算法的原理和实现, 并将EM-MRF迭代算法引入到多源遥感图像融合的过程中, 提出了两种分别基于集中式融合模型和分布式融合模型的图像融合方法. 通过对合成图像和真实遥感图像的仿真, 证明了EM-MRF分类方法有较高的分类精度和鲁

棒性. 该文的融合方法能进一步提高分类的精度。

5. 期刊论文 [赵晶晶, 谌海新, 刘星彤, 杨川东](#) [红外小目标图像预处理方法研究](#) -[信号处理](#)2009, 25 (7)

本文研究红外小目标检测的预处理问题,通过建立红外小目标图像的场景模型,分析该情况下图像预处理的特点,提出一种基于均值漂移滤波与高通滤波的预处理方法.基本思想是根据红外小目标图像的特点,利用改进的均值漂移滤波方法削减图像中的噪声,然后选择适合提取红外小目标的高通模板与均值滤波后的图像进行卷积,抑制低频背景;最后利用统计门限对图像进行二值化操作.该预处理方法综合考虑了噪声削减、背景抑制及目标增强效果,将多种预处理方法结合应用,实验结果表明该方法比传统预处理方法效果好,能对复杂背景条件下的红外小目标图像进行有效地预处理.

6. 学位论文 [霍秀丽](#) [基于改进型D-S证据理论的快速混合图像滤波](#) 2005

图像信号在产生、传输和记录过程中,由于受到各种噪声的干扰会变得模糊,这对于后期进行图像分割、特征提取等有很大影响.因此在进行后续处理前首先要对图像进行预处理来减少噪声。

在图像预处理中,图像滤波起着重要作用。目前,图像滤波常用的方法包括线性滤波技术和非线性滤波技术。线性滤波对加性高斯噪声有较好的平滑作用。但对脉冲信号和其它形式的高频分量抑制效果较差。非线性滤波对脉冲信号具有良好的抑制能力,但对均匀分布噪声和高斯噪声其滤波性能较差。因此,在实际应用时,可将二者进行结合,来充分发挥各自的优势。

信息融合技术是信息处理与分析的重要方法之一,它能对多方面的信息进行综合处理,比简单的信息处理方法更为可靠,将此技术与图像处理技术相结合的研究方向则越来越受到人们的关注。D-S证据理论属于信息融合中的决策层融合。D-S证据理论是一种不确定性推理的人工智能方法,它通过合并多重证据从而作出决策,对推理进行合理的信息论解释,所以它是一种决策理论。与概率决策理论相比,它不但能够处理由于知识不准确引起的不确定性,而且也能量特征由于不知道(无知)引起的不确定性,它能满足比概率更弱的公理系统,区分不确定性和不知道的差异。

本文首先对图像滤波技术进行了讨论,分析线性滤波中的均值滤波和非线性滤波中的中值滤波的特性。在此基础上将均值滤波和中值滤波相结合对图像进行混合滤波。针对混合滤波中,边界点判决准则的单源性所引起的误报风险大、可靠性和容错性差的缺陷,本文引入了改进型D-S证据理论。改进型D-S证据理论将边界点判决的两个准则(MTEP准则和IN-P准则)进行融合,提高了对边界点判断的准确性。在理论论证的基础上,本文进行了实验仿真,对其实际效果进行了验证。

基于信息融合的混合滤波算法对不同判别准则的决策进行决策级融合,得出最佳决策,有效的降低了算法误判、错判的概率,为图像滤波的技术发展提供了一个新的探索途径。

进一步的研究将探索它们的改进算法,使其更加快速、高效和智能化,使滤波后的图像更加逼近原图像。

7. 期刊论文 [姚敏, YAO Min](#) [基于融合的红外图像预处理技术](#) -[电光与控制](#)2008, 15 (7)

介绍了一种基于图像融合的红外图像预处理技术.分析了红外成像过程中引入的噪声类型,采用修正的阿尔法均值滤波方法来抑制噪声并利用边缘检测来增强目标的边缘成分,通过融合的处理方法来合并处理后的红外图像.实验表明该方法能够有效地增强复杂背景下的红外图像,从而有利于后续的目标识别处理.

8. 学位论文 [张世俊](#) [序列红外图像目标检测与识别算法研究](#) 2005

本文对低信噪比红外图像序列中弱小目标的检测,不完整信息的目标识别算法及智能目标识别问题进行了深入、系统的研究,主要研究成果如下:1. 利用点目标、噪声及背景杂波在空间分布的特征,提出了旋转均值滤波算法.这种算法不仅可以最大限度地提升点目标的信号强度,而且能够抑制背景及杂波,有效提高信噪比.深入分析复杂背景红外图像的噪声特性,并由此先对红外图像进行灰值形态学滤波,利用目标在图像平面表现为“能量包”的空间特性,提出了基于能量特征的红外斑点目标的检测算法.对实际红外图像数据处理结果表明该算法不仅具有很高的检测精度,而且计算简便,提高了算法的实时性.2. 分析了一种得到广泛重视的用于不变目标识别的高阶神经网络算法,并结合三角学知识实现了快速训练,大大提高了计算效率,解决了传统高阶神经网络实际运用中计算量的瓶颈问题.将信息熵的概念引入了特征提取过程,提出了一种针对二值模式的多窗二值局部熵的特征提取算法.结合最近邻分类算法,识别实验结果表明,本文提出的快速高阶神经网络学习算法及基于多窗二值局部熵的特征提取算法在保证了对分类性能的同时,大大简化了计算,提高了算法的实时性.3. 利用方向可调滤波器直接提取图像中目标子图的特征信息做为特征向量,而不再采取首先分割的方法.通过引入一种成功用于非线性的及非高斯情况时估计问题的序贯Monte Carlo方法—粒子滤波算法把识别问题转变为估计问题,使之避免了分割结果的影响,利用最大后验概率准则实现高的识别准确率.4. 提出一种新型的模糊形态学神经网络.利用模糊化函数及最大化模糊神经元对规一化的图像实现模糊化,并运用方向可调滤波器提取模糊化模式的特征量作为分类网络的输入.将灰值形态学中“Top-Hat”变换与自组织特征映射神经网络相结合,实现了映射区域的自动选择.结合遗传算法并行特点,实现网络连接权值的快速训练.实验对比结果表明,本文提出的方法不仅可达到对二值模式及灰度图像的快速识别的目的,而且克服了传统网络的基于梯度下降算法收敛性慢及输入新模式时需要重新调整网络结构的问题.5. 以真实红外点目标、斑点目标图像,中远距离红外外面目标图像及标准的模式库中的样本为研究对象,将基于旋转均值滤波的点目标图像预处理算法,基于能量特征的斑点目标检测算法,快速高阶神经网络学习算法、基于多窗二值局部熵的特征提取算法,基于序贯蒙特卡罗方法的不完全形状信息的目标识别算法以及基于遗传算法的模糊形态学神经网络应用于高性能红外目标检测、成像与识别系统平台,并开发了红外图像目标检测及识别仿真软件。

9. 学位论文 [阎永](#) [基于Curvelet变换的自适应去噪方法的研究](#) 2006

图像处理和图像通信是信号处理和现代通信的重要组成部分,与人们的关系日益密切。在图像中总存在噪声干扰,这种干扰在图像分析和图像通信中是不可忽略的因素。为了便于进一步的图像分析和图像通信,在图像预处理中必须减小图像中的噪声。

图像滤波既可以在空间域中进行,也可以在频率域中进行。在空间域,最常见的是中值滤波和均值滤波。但均值滤波对椒盐噪声的去噪效果不是很理想,基于均值滤波的思想,人们提出了加权均值滤波。在频率域中,小波理论已经广泛应用到信号处理和分析中。小波收缩去噪是图像处理和图像通信的重要内容。但在高维情况下,小波分析并不能充分利用研究对象的几何特征,比如二维图像的主要特征边缘轮廓,三维物体的重要特征丝状物(filaments)和管状物(tubes),而这些特征是人们最感兴趣的地方。小波主要适用于表示具有各向同性(isotropic)奇异性的对象,对于各向异性(anisotropic)的奇异性,如数字图像中的边界等线状特征,小波并不是最好的表示工具。

过去几年里,在小波理论的基础上,出现了一种特别适合于表示各向异性奇异性的多尺度方法——Ridgelet变换。由于Ridgelet变换本质上是通过对小波基函数中引入方向特征的参数得到的,所以它不但和小波一样具有局部时频分析能力,而且还具有很强的方向选择和辨识能力,可以非常有效地表示信号中具有方向性的奇异特征,这恰好是小波不能做到的。

基于以上分析,本文的研究工作主要分以下几个方面的内容:其一是改进了加权均值滤波的算法;其二是对小波收缩去噪算法进行自适应阈值研究;最后本文改进了基于有限Ridgelet变换的图像去噪算法,并把改进算法应用到Curvelet变换去噪中。

均值滤波对椒盐噪声的去噪效果不是很理想,基于均值滤波的思想,人们提出了加权均值滤波,其中图像像素间的相关性和位置信息对权重影响很大,很多算法中没能综合考虑到这两个因素,本文针对克服均值滤波算法的这种缺点,提出了一种基于均值滤波的新型滤波算法。实验结果表明,新的滤波算法对被脉冲噪声污染的图像的滤波效果相对于均值滤波来说,滤波后的图像在信噪比上有所提高。

自适应理论是现代信号处理中强有力的工具。将自适应理论和传统的小波收缩算法相结合,本文提出了基于图像局域特性的自适应收缩去噪算法,并详细地阐明了该方法的基本原理。传统的小波收缩去噪算法采用单一的阈值,其没有考虑到小波系数的类聚性。该算法根据图像局部的奇异性大小,选择适当的阈值进行去噪。实验表明,该算法比传统的单一阈值算法有更好的去噪效果。

本文把自适应理论推广应用到Ridgelet变换,根据各个尺度下Ridgelet系数子矩阵的奇异性,选择适当的阈值,提出了一种新的自适应阈值算法,并将其应用到有限Ridgelet变换(FRIT),相对于全局阈值来说,取得了较好的图像去噪效果。然后把Ridgelet变换局部化和多尺度化,得到Curvelet变换。应用Curvelet变换对图像进行去噪,相对于小波来说,取得了更好的去噪效果。

10. 学位论文 [李凌](#) [汽车牌照识别技术的研究与实现](#) 2006

汽车牌照自动识别系统是以汽车牌照为特定目标的专用计算机视觉系统,是计算机视觉和模式识别技术在智能交通领域应用的重要研究课题之一,是实现交通管理智能化的重要环节。

汽车牌照识别系统包括车牌图像的采集、预处理、字符的提取和字符识别。本文研究了车牌自动识别的各项关键技术,包括车牌图像预处理、车牌定位、车牌字符分割和字符识别,完成了实验,并对一些算法进行了改进。

牌照图像预处理是车牌定位与识别中最关键的一步。本文在对牌照图片进行各种综合处理的基础上,总结出将车牌图像进行灰度化、均值滤波、中

值滤波、直方图修正、直方图均衡化等的预处理方法，提出并实现了一种改进的均值滤波，很好地消除了图像的噪音；在车牌定位部分通过对车牌特征和定位技术的深入研究，实现了边缘检测与数学形态学的车牌定位方法，能够准确地提取车牌区域；在车牌字符分割前，对车牌进行二值化、倾斜矫正，提出了改进的Bernsen算法，改进的Bernsen算法简单、速度较快，对于输入图像的噪声抵抗能力较强，保持了牌照中字符笔画的完整性。采用了Prewitt模板进行边缘检测和投影相结合，对车牌进行倾斜矫正。在车牌字符切分环节，采用区域增长与投影结合的策略，完成了字符的切分。在字符识别部分，提出了基于模板匹配的改进算法，该算法不仅简单，而且抗噪能力强，具有较高的识别率。

最后，对全文进行了总结，并指出进一步的研究方向。

引证文献(1条)

1. [张海青, 杜晓晴, 赵釜, 李小涛](#) [基于横向拓展窗口的快速图像中值滤波算法](#)[期刊论文]-[激光与光电子学进展](#)
2010(2)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjzdclykz200811050.aspx
授权使用: 陕西理工学院(sxlgxy), 授权号: d2bb0c5b-8b20-4ac5-b7b5-9df2010c84e9

下载时间: 2010年9月15日