

一种基于 FPGA 动态可重构的图像融合算法

焦 铭^{1,2} 易小波² 李仁发¹ 李 浪^{1,2} 邹 玮²

(湖南大学计算机通信学院¹,长沙 410082;衡阳师范学院计算机系²,衡阳 421008)

摘 要 提出一种基于 FPGA 动态可重构的图像融合算法。该方法对小波分解后的图像低频子带采用平均融合算子处理,在高频子带的融合中依据小波系数树状结构特点,提出了一种新的自适应融合方法,最后经过小波逆变换得到融合图像。核心算法集成到一片 FPGA 中实现,提高算法的实时性,降低系统的实际功耗,有效地减少融合图像的失真。

关键词 FPGA 图像融合 提升小波变换 小波树

中图法分类号 TP391.41; **文献标志码** A

图像融合(Image Fusion)技术是指将多源信道所采集到的关于同一目标的图像经过一定的图像处理,提取各自信道的信息,最后综合成同一图像以供观察或进一步处理。自20世纪80年代到现在,有关图像融合的研究不断升温,出现了很多新算法,图像融合技术也在军事、医学、资源管理等许多领域得到了广泛的应用。

图像融合的关键就是将融合算法硬件实现^[1]。FPGA器件为实现图像处理提供了一种数据处理算法的硬件实现的一个理想的平台。FPGA器件集成度高、体积小,通过用户编程实现专门应用的功能。它允许电路设计者利用基于计算机的开发平台,经过设计输入、仿真、测试和校验达到预期的结果,减少了开发周期^[2]。目前FPGA的产品以Xilinx公司和Altera公司的产品系列为主。

1 基于提升小波变换的融合算法

1.1 提升小波变换

基于小波变换的图像融合方法的基本处理步

2009年5月25日收到 “863”计划项目(2007AA012104)、
国家自然科学基金(60673061)、湖南省教育厅高校科研计划项目
(07C166)资助

第一作者简介:焦 铭(1979—)男,湖南湘阴人,讲师,硕士研究生,研究方向:嵌入式系统。

骤为^[3]:首先对图像进行多尺度空间小波分解,然后依据小波分析的方向信息选择合适的融合策略依次融合,最后,对小波分量进行重构,所得的图像即为融合图像,融合图像质量主要取决于小波变换算法的选择和融合规则的设计。

提升算法^[4]是由Sweldens等提出的在空间域中构造紧支集双正交小波的一种新方法,被称为“第二代小波”。它不但可以包容所有传统小波,而且相比Mallat算法具有原位快速计算、可实现整数小波等优点。因此,在处理信息量大,效率要求高的应用中具有独特的优势。其实现思想非常简单,分解过程(如图1所示)通过分裂(Split)、预测(Predict)和更新(Update)三个步骤即可以实现:

(1)分裂(Split):将输入信号(s^i)分成两个互不相交的集合,通常通过奇、偶抽样来获得信号的偶序列集合 s_{even}^i 和奇序列集合 s_{odd}^i ,称为懒(Lazy)小波分解;

(2)预测(Predict):利用信号局部相关性强的特点用 s_{even}^i 去尽量精确地预测 s_{odd}^i ,并把 s_{odd}^i 与预测值的差作为信号的高频细节进行保存: $d^{i-1} = s_{\text{odd}}^i - \text{Predict}(s_{\text{even}}^i)$;

(3)更新(Update):对信号能量进行适当调整,用高频细节 d^{i-1} 对 s_{even}^i 进行更新,并作为下一级变换的输入: $s^{i-1} = s_{\text{even}}^i + \text{Update}(d^{i-1})$;

在本文介绍的融合算法中,利用整数可逆双正

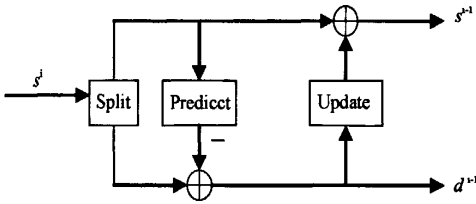


图1 提升算法实现小波分解

交小波变换 CDF(2,2) 来实现图像分解及合成,其滤波器系数如表 1。

表 1 CDF(2,2)可逆双正交小波滤波器系数

n	-2	-1	0	1	2
h_n		1/4	1/2	1/4	
h_n^*	-1/8	1/4	3/4	1/4	-1/8

1.2 融合规则

在融合过程中,规则的选择非常重要,也是目前图像融合领域中的一个研究热点和难点。由于小波系数的绝对值越大,对应于原始图像中像素值更为尖锐的变化。因此,在像素级的融合规则设计中一个主要的原则就是判断小波系数的绝对值的大小。目前比较常见的融合规则一般采用对低频系数的加权平均和高频系数取最大值及一些改进算法,这些算法充分考虑了图像不同子带的频率特征,但是忽略了小波图像具有的天然树状结构的特点。这里我们针对多聚焦图像的融合提出一种新的融合规则:

(1)低频系数采用平均算子处理:分解层次适当增大或通过计算低频子图像的均方误差来确定分解层次;

(2)高频系数依据小波树状结构分层进行融合:首先,依据小波图像高频子带中的每个像素点在空间位置上都对应于其相邻分辨率下高频子带的四个像素点的特点,将待融合的两幅图像按频带从低到高的顺序构造高频系数的四叉树,如图 2 的三级小波变换树结构:

根据小波分解的特点,树型结构中四个子节点是对父节点同一方向高频边缘细节的补充^[5]。融合过程中如果能保证四个子节点取值来源的一致性就能对边缘细节信息提供更好的保护,这样就可

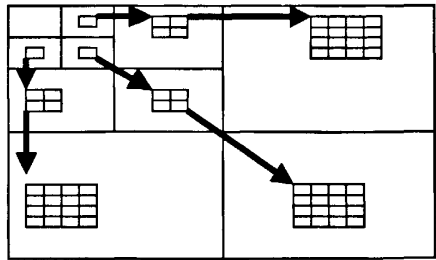


图2 三级小波变换高频系数的树结构图

以减少融合图像斑块和拼接现象的出现。很显然,只考虑取值的一致性会不可避免地导致部分高频率信息的丢失如文献^[6]提出的基于区域特征法。比较好的方法是折中考虑这两方面的影响:

首先,计算待融合的两幅图像相应位置四个子节点的值 a^i 和 b_i 的绝对值和计为 V_1 、 V_2 ,如式 1:

$$V_1 = \sum_{i=1}^4 |a_i| V_2 = \sum_{i=1}^4 |b_i| \quad (1)$$

然后,利用式 2 完成融合图像节点值 c_i 的取值:

$$\begin{cases} \text{if } V_1 \geq V_2 \begin{cases} \text{if } |a_i| \geq |b_i|; c_i = a_i \\ \text{else;} c_i = b_i w + a_i (1 - w) \end{cases} \\ \text{else} \begin{cases} \text{if } |b_i| \geq |a_i|; c_i = a_i \\ \text{else;} c_i = a_i w + b_i (1 - w) \end{cases} \end{cases} \quad (2)$$

式(2)中: w_i 为权值,利用式(3)进行自适应选取:

$$w_i = \left| \frac{|b_i| - |a_i|}{(V_1 - V_2) + (|b_i| - |a_i|)} \right| \quad (3)$$

1.3 算法的实现

```
#include "LiftWaveAPI.h"
void WINAPI Line_Transform( LONG * spOriginData, int length,
bool flag)
{int i,j;
int iWidth = length >> 1; //变换数据的长度值的一半
LONG Trans_Coeff0; //小波变换系数
LONG Trans_Coeff1;
if (flag)
{
LONG * spTransData0 = new LONG[length];
//本模块完成变换系数的赋值采样
for(i = 0; i < iWidth; i++)
{
j = i * 2;
```

```

spTransData0[i] = spOriginData[j] ; //偶
    spTransData0[iWidth + i] = spOriginData[j + 1] ;
    //奇
}
for(i = 0; i < iWidth - 1; i++)
{
    Trans_Coeff1 = (spTransData0[i] + spTransData0[i
+ 1]) >> 1; //奇偶数值和的一半
    //逻辑非操作后数值加 1
    Trans_Coeff1 = ~Trans_Coeff1 + 1; //系数预测
    spTransData0[iWidth + i] = spTransData0[iWidth
+ i] + Trans_Coeff1;
    | //预测最后一个点
Trans_Coeff1 = (spTransData0[iWidth - 1] + spTransData0
[iWidth - 2]) >> 1; //可以试图周期化补偿
Trans_Coeff1 = ~Trans_Coeff1 + 1;
spTransData0[length - 1] = spTransData0[length - 1] + Trans_
Coeff1; //提升第一个点
Trans_Coeff0 = (spTransData0[iWidth] + spTransData0[iWidth
+ 1]) >> 2;
spTransData0[0] = spTransData0[0] + Trans_Coeff0;
//提升,整数到整数的变换
for(i = 1; i < iWidth; i++)
{
    Trans_Coeff0 = (spTransData0[iWidth + i] + spTransData0
[iWidth + i - 1]) >> 2;
    spTransData0[i] = spTransData0[i] + Trans_Coeff0;
}
memcpy(spOriginData, spTransData0, length * sizeof( LONG));
delete [] spTransData0;
spTransData0 = NULL;
}
else
{
    for(i = 1; i < iWidth; i++)
    {
        Trans_Coeff0 = (spOriginData[iWidth + i] + spOriginData[iWidth
+ i - 1]) >> 2;
        spOriginData[i] = spOriginData[i] - Trans_Coeff0;
    }
    Trans_Coeff0 = (spOriginData[iWidth] + spOriginData[iWidth
+ 1]) >> 2;
    spOriginData[0] = spOriginData[0] - Trans_Coeff0;
    for(i = 0; i < iWidth - 1; i++)
    {
        Trans_Coeff1 = (spOriginData[i] + spOriginData[i + 1]) >>

```

```

1; //奇偶数值和的一半
    spOriginData[iWidth + i] = spOriginData[iWidth + i] + Trans
_Coeff1;
    } //预测最后一个点
    Trans_Coeff1 = (spOriginData[iWidth - 1] + spOriginData
[iWidth - 2]) >> 1; //可以试图周期化补偿
    spOriginData[length - 1] = spOriginData[length - 1] + Trans_Co
eff1;
    LONG * spTransData0 = new LONG[length];
    memcpy( spTransData0, spOriginData, length * sizeof( LONG));
    for(i = 0; i < iWidth; i++)
    {
        j = i * 2;
        spOriginData[j] = spTransData0[i]; //偶
        spOriginData[j + 1] = spTransData0[iWidth + i]; //
        奇
    }
    delete [] spTransData0;
    spTransData0 = NULL;
}
}

```

2 基于 FPGA 的数字图像融合

根据拟采用的融合算法运算量大,需要大量的存储空间,故选用了 Altera 公司的 CycloneII 系列 FPGA 作为算法实现的芯片。该系列产品带有高性能的内部存储器结构,采用完全的双口存储器结构,最多可提供 1Mb 以上的块存储器资源,具有多达 68K 的 LE(Logic Elements:逻辑单元)和 1 百万个以上的逻辑门,同时专用的 18 位 × 18 位乘法器模块最多可达 150 个,能工作在 250MHz,同时它还具有先进的外部存储器接口,通过专用的 DDRII 以及 QDRII 接口电路,可以获得高达 668Mbps 的性能。此外,可嵌入高性能、低资源占有率的 NiosII 软核处理器,都为其实现高性能的融合系统提供了有力保障。

在图 3 的 FPGA 内部,主要设计了实现融合算法的图像分解、融合重构等模块^[7]。其中图像分解部分包括 A 和 B 两个模块。分别对 A、B 两个通道输入的图像进行 IHS 图像分解和小波图像分解;融合重构模块对每幅图像的小波对应级进行融合,得

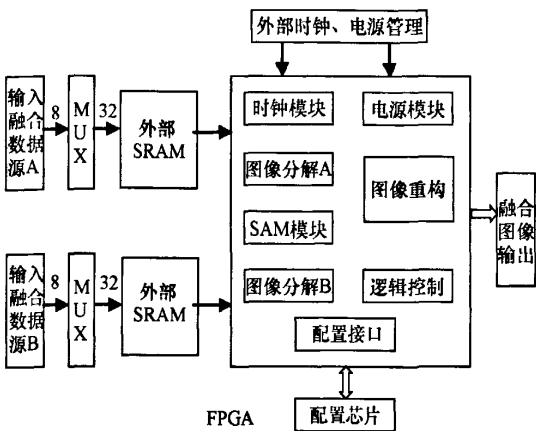


图3 基于FPGA的图像融合框图

到融合小波序列;最后对融合小波序列进行重构运算,得到最终融合图像数据输出。电源和时钟模块与外部为FPGA提供电源和时钟的器件相连接。配置接口用来下载与FPGA相关的配置文件。SRAM模块是在考虑到FPGA内部存储资源不够用的情况下而预留的。逻辑控制模块主要完成FPGA内部和外部的逻辑控制。

3 仿真实验与评价

仿真环境是在Windows下用VC++开发的的融合实验系统。对绝对值最大法(方法1)、基于区域特征法(方法2)以及本文提出的方法(方法3)分别进行仿真实验,结果如图4:

本文用熵和平均梯度两项指标对三种方法的融合性能进行比较,结果如下表2所示。

表2 三种方法性能比较

Guideline for evaluation		Method 1	Method 2	Method 3
Three level	Entropy	7.032 6	6.840 7	6.991 8
	Mean gradient	4.8353	4.545 2	4.682 2
Four level	Entropy	7.012 8	6.853 0	6.973 6
	Mean gradient	4.835 1	4.689 8	4.797 2
Five level	Entropy	7.044 9	6.840 9	6.976 4
	Mean gradient	4.795 2	4.567 5	4.7481

同时,提取图像中人头部分,从主观视觉角度

了解三幅图像局部斑块效应和模糊现象,如图5。



图4 仿真实验结果



(a) 方法1 (b) 方法2 (c) 方法3

图5 融合图像局部显示

综合客观量化指标和主观视觉评价可以得出：方法1虽然能很好地保留图像的高频细节，但图像局部斑块效应严重，主观视觉效果差。本文提出方法3不但有效地减小了融合图像的失真度，而且相比于方法2能更好地保留图像高频细节信息，是一种实用的多聚焦图像融合方法。

4 结论

本文提出一种基于FPGA动态可重构的图像融合算法。它有效地利用了小波图像树状结构的特点，依据不同子带的频率特征实现多聚焦图像的融合，核心的算法集成到一片FPGA中实现，提高算法的实时性，降低系统的实际功耗，仿真实验表明该

方法取得了较好的融合效果。同时本文提出的算法也局限于小波树中同一方向高频子节点相关性的研究，更深入的工作应集中在研究小波树高频子带的三个不同方向系数的相关性，设计出更适合人眼视觉的融合算法。

参考文献

- 1 冉晓强,汶德胜,满 锋. 基于FPGA的亚像元图像融合系统的设计与实现. 光子学报, 2007;36, (6): 274—277
- 2 Walder H, Steiger C, Platzner M. Fast online task placement on FPGAs: free space partitioning and 2D-hashing. In: 2003 IEEE Proceedings of the International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'03). 2003
- 3 Pajares G. A wavelet-based image fusion tutorial. Pattern Recognition, 2004; 37: 1855—1872
- 4 赵大一, 刘雪峰, 霍丙全, 等. 基于离散余弦变换和聚类算法的遥感图像融合. 微计算机信息, 2006;5—3: 234—236
- 5 穆 静, 王长元. 基于小波变换的多分辨率图像融合技术的研究. 微计算机信息, 2005;12—3: 175—176
- 6 蓝 伟, 刘玉树, 杜志歧. 二代小波及其在图像融合中的应用. 计算机应用, 2005;25(12): 2832—2834
- 7 孙颖力. 图像融合算法的研究及可重构FPGA实现. 中国优秀硕士学位论文全文数据库, 2007

Image Fusion Algorithm Based on Dynamic Reconfigurable FPGA

JIAO Ge^{1,2}, YI Xiao-bo², LI Ren-fa¹, LI Lang^{1,2}, ZOU Yi²


(School of Computer&Communication, Hunan University¹, Changsha 410082, P. R. China;

Computer Department, Hengyang Normal University², Hengyang 421008, P. R. China)

[Abstract] An image fusion algorithm present is presented based on dynamically reconfigurable FPGA. The decomposed low frequency sub-band is fused by mean operator, and the high frequency sub-bands use a new adaptive method which considered the tree characteristic of wavelet coefficients. Finally, the fusion image date is obtained by taking the inverse wavelet transform. Core algorithm integrated into an FPGA implementation, improve real-time algorithm, reducing the actual power consumption, effectively reduce the integration of image distortion.

[Key words] FPGA image fusion lifting wavelet transform wavelet tree

一种基于FPGA动态可重构的图像融合算法

作者: 焦铭, 易小波, 李仁发, 李浪, 邹伟, JIAO Ge, YI Xiao-bo, LI Ren-fa, LI Lang, ZOU Yi
作者单位: 焦铭, 李浪, JIAO Ge, LI Lang (湖南大学计算机通信学院, 长沙, 410082; 衡阳师范学院计算机系, 衡阳, 421008), 易小波, 邹伟, YI Xiao-bo, ZOU Yi (衡阳师范学院计算机系, 衡阳, 421008), 李仁发, LI Ren-fa (湖南大学计算机通信学院, 长沙, 410082)
刊名: 科学技术与工程 
英文刊名: SCIENCE TECHNOLOGY AND ENGINEERING
年, 卷(期): 2009, 9(17)
被引用次数: 0次

参考文献(7条)

1. 冉晓强, 汶德胜, 满锋 基于FPGA的亚像元图像融合系统的设计与实现 2007(06)
2. Walder H, Steiger C, Platzner M Fast online task placement on FPGAs: free space partitioning and 2D-hashing 2003
3. Pajares G A wavelet-based image fusion tutorial 2004
4. 赵大一, 刘雪峰, 霍丙全 基于离散余弦变换和聚类算法的遥感图像融合[期刊论文]-微计算机信息 2006
5. 穆静, 王长元 基于小波变换的多分辨率图像融合技术的研究[期刊论文]-微计算机信息 2005
6. 蓝伟, 刘玉树, 杜志歧 二代小波及其在图像融合中的应用[期刊论文]-计算机应用 2005(12)
7. 孙颖力 图像融合算法的研究及可重构FPGA实现 2007

相似文献(10条)

1. 期刊论文 牛欣伟, 李会方, 张琛, 马建仓, NIU Xin-wei, LI Hui-fang, ZHANG Chen, MA Jian-cang 基于图像融合的可重构FPGA实现-信息安全与通信保密2008, ""(5)

文章研究了基于IHS变换与小波变换相结合的图像融合方法, 采用VerilogHDL语言和同步设计方法对设计进行了完全可综合的RTL级描述, 给出了一种基于Cyclone II 系列EP2C50的硬件实现方案, 并利用Altera公司的FPGA开发软件Quartus II 6.0对设计的各模块进行了仿真和实现, 结果表明, 给出的设计能很好地实现图像融合。

2. 学位论文 宋茂江 基于FPGA的实时图像融合处理系统的逻辑设计 2008

随着多媒体技术发展, 数字图像处理已经成为众多应用系统的核心和基础。图像处理作为一种重要的现代技术, 已经广泛应用于军事指挥、大视场展览、跟踪雷达、电视会议、导航等众多领域。因而, 实现高分辨率高帧率图像实时处理的技术不仅具有广泛的应用前景, 而且对相关领域的发展也具有深远意义。

大视场可视化系统由于屏幕尺寸很大, 只有在特制的曲面屏幕上才能使细节得到充分地展现。为了在曲面屏幕上正确的显示图像, 需要在投影前实时地对图像进行几何校正和边缘融合。而现场可编程门阵列(FPGA)则是用硬件处理实时图像数据的理想选择, 基于FPGA的图像处理技术是世界范围内广泛关注的研究领域。

本课题的主要工作就是设计一个以FPGA为核心的硬件系统, 该系统可对高分辨率高刷新率(1024*768@60Hz)的视频图像实时地进行几何校正和边缘融合。

论文首先介绍了图像处理的几何原理, 然后提出了基于FPGA的大视场实时图像融合处理系统的设计方案和模块功能划分。系统分为算法与软件设计, 硬件电路设计和FPGA逻辑设计三个大的部分。本论文主要负责FPGA的逻辑设计。围绕FPGA的逻辑设计, 论文先介绍了系统涉及的关键技术, 以及使用Verilog语言进行逻辑设计的基本原则。

论文重点对FPGA内部模块设计进行了详细的阐述。仲裁与控制模块是顶模块的主体部分, 主要实现系统状态机和时序控制; 参数表模块主要实现SDRAM存储器的控制器接口, 用于图像处理时读取参数信息。图像处理模块是整个系统的核心, 通过调用FPGA内嵌的XtremeDSP模块, 高速地完成对图像数据的乘累加运算。最后论文提出并实现了一种基于PicoBlaze核的I2C总线接口用于配置FPGA外围芯片。

经过对寄存器传输级VerilogHDL代码的综合和仿真, 结果表明, 本文所设计的系统可以应用在大视场可视化系统中完成对高分辨率高帧率图像的实时处理。

3. 期刊论文 宋亚军, 许廷发, 倪国强, 高昆, 王强, SONG Ya-jun, XU Ting-fa, NI Guo-qiang, GAO Kun, WANG Qiang 基于Virtex-4 FPGA的低功耗图像融合系统-光学精密工程2007, 15(6)

基于电源模块、外部存储器和FPGA器件等具体分析了融合系统的低功耗设计。FPGA器件选择了Xilinx公司针对高性能信号处理的Virtex-4 SX35三百万门级芯片, 电源模块采用TI公司的两片TPS54310和一片TPS54610, 具有低功耗特性, 电压调节范围为0.9~3.3 V, 调节精度可达1%。外部存储器使用高速、低功耗的ZBT SDRAM存储器, 消除了标准SRAM器件存在的读和写周期间的等待状态和空闲周期, 该功能可极大地改善存储器性能, 在存在频繁的读/写操作变换时效果更佳。结合图像融合算法的特点和Virtex-4 SX系列FPGA的资源与技术优势, 讨论了在总线编码、流水线设计和并行处理等方面的低功耗设计方法。结果显示: 采用此技术设计的融合系统有效降低了系统的实际功耗, 其动态功耗降幅可达50%, 为提高融合系统的可靠性提供了有力支持。

4. 学位论文 王茂 基于FPGA的大场景图像融合可视化系统的设计 2008

随着图像处理技术和投影技术的不断发展, 人们对高沉浸感的虚拟现实场景提出了更高的要求, 这种虚拟显示的场景往往由多通道的投影仪器同时在屏幕上投影出多幅高清晰的图像, 再把这些单独的图像拼接在一起组成一幅大场景的图像。而为了给人以逼真的效果, 投影的屏幕往往被设计为柱面屏幕, 甚至是球形屏幕。当图像投影在柱面屏幕的时候就会发生几何形状的变化, 而避免这种几何变形的就是图像拼接过程中的几何校正和边缘融合技术。

一个大场景可视化系统由投影机、投影屏幕、图像融合机等主要模块组成。在虚拟现实应用系统中, 要实现高临感的多屏幕无缝拼接以及曲面组合

显示,显示系统还需要运用几何数字变形及边缘融合等图像处理技术,实现诸如在平面、柱面、球面等投影显示面上显示图像。而关键设备在于图像融合机,它实时采集图形服务器,或者PC的图像信号,通过图像处理模块对图像信息进行几何校正和边缘融合,在处理完成后再送到显示设备。

本课题提出了一种基于FPGA技术的图像处理系统。该系统实现图像数据的A/D采集、图像数据在SRAM以及SDRAM中的存取、图像在FPGA内部的DSP运算以及图像数据的D/A输出。系统设计的核心部分在于系统的控制以及数字信号的处理。本课题采用Xilinx Virtex4系列FPGA作为主处理芯片,并利用VerilogHDL硬件描述语言在FPGA内部设计了A/D模块、D/A模块、SRAM、SDRAM以及ARM处理器的控制器逻辑。

本课题在FPGA图像处理系统中设计了一个ARM处理器模块,用于上电时对系统在图像变化处理时所需参数进行传递,并能实时从上位机更新参数。该设计在提高了系统性能的同时也便于系统扩展。

本文首先介绍了图像处理过程中的几何变化和图像融合的算法,接着提出了系统的设计方案及模块划分,然后围绕FPGA的设计介绍了SDRAM控制器的设计方法,最后介绍了ARM处理器的接口及外围电路的设计。

5. 期刊论文 [卢蓉,高昆,倪国强,杨虎,宋亚军,LU Rong,GAO Kun,NI Guo-qiang,YANG Hu,SONG Ya-jun 基于FPGA的多分辨图像融合系统实时实现的研究-激光与红外2007, 37\(z1\)](#)

文章在分析了主流的Laplacian金字塔多分辨图像融合算法处理特点的基础上,介绍了基于FPGA的实时实现方法,给出了滤波、插值、延时、融合等算法模块的参数化设计方案及其并行处理流水线的细分和优化技术,分析了各个模块的资源占用情况,可以在单片Xilinx V4SX35 FPGA上实现双通道720×576×10 bit图像的3层Laplacian金字塔算法融合处理。实验结果显示,采用该方法设计的融合系统融合效果良好,处理延迟小,可以实现25f/s的实时融合处理。

6. 学位论文 [孙颖力 图像融合算法的研究及可重构FPGA实现 2007](#)

图像融合技术(Image Fusion Technology)是近二十年来,引起了世界范围内广泛关注的研究领域。图像融合是对多个传感器采集到的关于同一场景或目标的多个源图像进行适当的融合处理,充分利用多个待融合源图像中包含的冗余信息和互补信息,以获取对同一场景的更为准确、更为全面、更为可靠的图像描述。融合后的图像应该更适用于人类视觉感知或计算机后续处理。

FPGA器件为实现图像处理提供了一种数据处理算法的硬件实现的一个理想的平台。FPGA器件集成度高,体积小,通过用户编程实现专门应用的功能。它允许电路设计者利用基于计算机的开发平台,经过设计输入,仿真,测试和校验达到预期的结果,减少了开发周期。

本文在分析了数字图像融合理论的基础上,讨论了对IHS图像融合算法和小波变换图像融合算法。综合两种算法的优点,研究了基于IHS变换与小波变换相结合的图像融合方法。同时小波变换的提升算法系数简单,能够实现快速算法,有利于硬件实现,并且有很好的兼容性。在确定了使用的图像融合算法后,本文设计了实现图像融合的硬件结构。完成硬件结构设计的基础上,采用Verilog硬件描述语言对设计进行了完全可综合的RTL级描述,采用了同步设计,提高了可靠性。在Altera公司的FPGA开发软件Quartus 115.0对设计的各模块进行了仿真和实现,结果表明,本设计能很好的实现图像融合。

7. 期刊论文 [宋亚军,高昆,倪国强,SONG Ya-jun,GAO Kun,NI Guo-qiang 一种基于FPGA的双波段实时红外图像融合系统-激光与红外2005, 35\(11\)](#)

文章对当前实时图像融合技术和实现方法进行了综述,提出了一种采用FPGA设计的双波段实时红外图像融合系统的设计方法。该系统将核心算法、外设管理等功能单元集成在1片Virtex-II Pro FPGA上实现,并提供了I2C等接口通道,使系统更加紧凑、灵活、可靠和低功耗。对拟采用的拉普拉斯金字塔融合算法的复杂性、实时性、资源占用率等指标进行了评估,并对系统的双通道视频数据流同步、帧缓冲与数据的实时传输等关键功能单元的实现方法进行了介绍。

8. 学位论文 [龚俊斌 激光成像雷达图像融合匹配系统的设计与实现 2005](#)

现代化战争对精确导航系统提出了越来越高的要求,传统的地形匹配导航和景象匹配导航都受到一定条件的限制,无法满足需求。随着科学技术的发展,新型传感器不断出现,激光成像雷达是激光技术与雷达技术相结合产生的一种新型高精度距离图像传感器,作为一种主动成像系统,具有常规光学传感器所不具备的多种优点。利用激光成像雷达获取的图像进行匹配导航,具有定位精度高、不受外界条件影响等优点,激光成像雷达可以代替多个传统的传感器用于飞行器自主精确制导,开展基于激光成像雷达的地形匹配辅助导航技术的研究具有重要意义。其中,针对图像匹配导航应用的激光成像雷达实时信息处理机的研制是其关键技术之一。本文首先探讨里激光成像雷达的工作机理,研究了激光成像雷达距离探测、图像恢复、匹配导航的信息处理原理,确定了该信息处理机应该完成的任务。激光成像雷达通过光学系统的横向扫描和飞行器的纵向位移实现三维距离测量,然后通过三角关系、坐标变换和几何校正等方法得到飞行器下方地形高度图和激光反射强度图,最后利用上述数据进行无人飞行器的图像融合匹配导航等应用。然后,根据激光成像雷达信息处理的基本原理,我们对系统进行需求分析、任务分解和软硬件功能适配。接着,我们设计并实现了激光成像雷达信息处理机的硬件和软件系统。在硬件系统方面,采用高性能DSP芯片为主处理器,外加中等规模的高速FPGA作为协处理器构成处理机计算核心;采用多级存储结构来满足图像处理算法的高速大容量的存储需求;前向提供与雷达数据的LVDS接口和与仿真数据的USB2.0接口,后向提供与控制系统的RS422接口和RS232等接口,并提供板间通信接口以备多机扩展。在本章的末尾,我们本文分析了高速数字系统设计中有关PCB设计的关键技术,并给出了硬件系统的PCB设计和相应的解决方案。最后,我们该信息处理机系统的软件算法框架和并在该处理机上实时实现了图像匹配算法。该图像匹配算法采用神经网络多特征融合和小波的多尺度相关匹配进行融合图像匹配,具有匹配精度高,实时性好和可靠性高的特点,能够满足系统的需求。实验结果表明,该系统高实时性,高可靠性,结构灵活,可以满足导航系统需要。

9. 期刊论文 [邢素霞,XING Su-xia 基于DSP与FPGA的红外与可见光实时图像融合系统硬件设计-北京工商大学学报\(自然科学版\) 2008, 26\(6\)](#)

红外图像与可见光图像融合系统在目标识别、监控等方面有着广泛的应用。采用高速器件TMS320DM642和高性能FPGA、集成视频采集和视频合成芯片、以及乒乓的数据流方式,设计了实时图像融合硬件系统。该系统具有速度快、体积小、功耗低等优点。

10. 学位论文 [倪平平 红外与微光图像融合夜视系统设计 2006](#)

近年来图像融合成为一个热门研究领域。通过融合处理,综合运用多源信息,能得到性能比任一源图像好的图像,更好地满足应用的要求。

“微光”和“热成像”是实现军用夜视观察的两个必不可少的技术途径。它们感应的是目标不同波段的辐射/反射,因此它们的输出信息具有互补性,采用融合处理技术,利用信息互补性,可有效扩展系统目标探测的空间和时间覆盖范围,提高系统的空间分辨率。

本文的工作在图像融合系统的图像处理器的基础上进行,该图像处理器以红外和微光图像输入为双通路输入,FPGA为图像处理核心、DSP为协同工作。通过原理图和VHDL语言手段完成对FPGA的功能设计,实现对双通路的视频数据的存储控制,完成对图像的增强,实现双通路数据的实时融合,并且将融合的结果以PAL制式的形式输出到显示器终端。FPGA在DSP的协同工作下,还可以通过编程实现基于Prewitt算子的边缘提取的图像处理,和对静态目标的减背景功能。经过本文的初步研究和试验,在经过图像处理后,显示器终端获得较好的融合图像和清晰的边缘图像。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kxjsygc200917072.aspx

授权使用: 陕西理工学院(sxlgxy), 授权号: ae7853a1-7216-4845-ac96-9df2010d9cb4

下载时间: 2010年9月15日