

基于 HSI 空间伪彩色异构多传感器图像融合仿真

刘洲洲

(西安航空学院, 陕西 西安 710077)

摘要:文章从人的视觉系统出发提出一种新的基于 HSI 空间伪彩色异构多传感器图像融合方法,可以用于解决异构多传感器的图像融合问题,在 HSI 色彩空间可以大大简化图像分析和处理的工作量。图像融合仿真实验充分验证了该方法可以帮助在人眼和机器识别下克服了由 RGB 空间伪彩色法造成的融合图像分辨率的下降,同时保留了异类传感器的完整信息,仿真实例证明该算法得到的融合图像的灰度图像其空间分辨率,该算法利于人眼的判读和机器的识别,具有较大的应用价值。

关键词:图像融合;多分辨率分析;异类传感器;图像融合的性能评估;彩色空间

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)10-0201-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.10.050

Simulation of Pseudo-color Heterogeneous Multi-sensor Image Fusion Based on HSI Space

LIU Zhou-zhou

(Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710077, China)

Abstract: Present a novel heterogeneous multi-sensor image fusion method based on HSI pseudo-color space, which solves the image fusion problem of heterogeneous multi-sensors, simplify the workload in image analysis and processing in HSI color space. The experiment of image fusion simulation shows that the approach overcomes the decline of integration of image resolution caused by pseudo-color RGB space, and fully retains whole information of heterogeneous sensor. The simulation instance proves that this algorithm is beneficial to eye interpretation and identification of machine.

Key words: image fusion; multi-resolution analysis; different sensor; performance evaluation of image fusion; color space

0 引言

图像融合是指将共同目标的图像数据在多种信源信道所采集,然后经过视频或者图像处理以及微处理机技术等方法,尽可能地提取各自信道中值得利用的信息,最后将它们综合成高标准高质量的图像,以提高图像数据信息的利用率、改善微机解译精度和鲁棒性、增强原始图像的空间分辨率和光谱分辨率,利于各种应用的监测。其中效率较高的图像融合方法可以处理多源信道的信息,它的方法是根据需要综合各种情况来处理多源信道的信息,从而使图像信息的利用率被有效地提高,而且系统对目标识别探测的鲁棒性和系统的自动化程度同时大大增强。由于多传感器数据之间也存在冗余,而单一传感器里面则提供了多信道的信息数据以及其他不同类别的传感器所包含的信息,

可以对其加以进行综合,这样做可以去除数据之间存在的冗余,信息破译的精度、鲁棒性以及使用率可以得到应有的改善,与此同时图片影像中信息则会更加透明化,目标的信息描述也会更加的完整和准确^[1-4]。

在生物领域、地理、微机视觉、天气及军事目标探测识别等方面,图像融合的这些方面的优点使得其应用潜力得到充分认识,尤其是在通信视觉方面,有些技术难点的攻克方向可以考虑用到图像融合这个方向;由于在外太空的飞行器等多种运载平台上各种大量光谱遥感图像(其中分辨率差别、灰度等级差别可能很大)要通过遥感控制器所获得,如何将它们之间重复融合信号信息高效地提取出来已经提供了良好的方法,最后证明成果显著^[5]。

由于可见光、红外线、毫米波的图像之间的优势非

收稿日期:2012-12-31

修回日期:2013-04-05

网络出版时间:2013-07-24

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(2011K09-16)

作者简介:刘洲洲(1981-),男,博士研究生,研究方向为嵌入式 SOC 设计和系统仿真。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130724.1007.045.html>

常明显,而且之间的互补性也很强。比如可见光,它的图像几何和纹理细节都非常丰富;此外,毫米波和红外线的穿透能力很强;其中毫米波对金属和硬物散射较敏感,红外线的热红外成像原理是根据物体表面的温度高低来进行判断和追踪。所以在进行可见光,红外线以及毫米波的图像进行融合的时候,需要根据这些光谱特性来加以分析和处理,尽可能保留各图像的边缘信息^[6]。

1 彩色空间

根据麦克斯韦理论研究表明,光^[7]其实也可以被看成是一种电磁波。对于光强一般用平均能流密度 \bar{I} 来描述,它和电场强度振幅 A 的平方成正比,即:

$$\bar{I} \propto A^2 \quad (1)$$

已知光源的三大基本要素分别是:纯度、色彩以及亮度。其中:

1) 辐射通量 ξ 可以表述为:

$$\xi = e(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

2) 视见函数 $v(\lambda)$: 为了客观描述辐射通量和人眼的主观感知之间的关系,引入了视见函数 $v(\lambda)$ 的概念。若有一波长为 λ 的光和一波长为 555 nm 的光,产生相同亮、暗视觉所需的辐射通量分别为 $\Delta\xi\lambda$ 和 $\Delta\xi 555$ nm,则比值:

$$v(\lambda) = \Delta\xi\lambda / \Delta\xi 555 \quad (3)$$

就称为视见函数。

3) 光通量 Φ : 就是光源辐射通量对人眼引起的视觉强度,等于辐射通量与视见函数的乘积。光通量可以表述为:

$$d\Phi(\lambda) = k_m v(\lambda) e(\lambda) d\lambda \quad (4)$$

式中 k_m 称为最大光效率。

1.1 RGB 空间

光^[8]的颜色之所以被人们感受到,主要是因为通过对各种色谱的刺激强度来进行比较。彩色的基础就是使用红、绿、蓝三种基色进行的视觉理论表示,称之为 RGB 颜色模型。

RGB 可以认为是一个加色模型, R 、 G 、 B 三个参数中包含了光源的亮度、色度、饱和度。根据光通量的概念,光源的亮度(lightness) L 就应该表示为:

$$L = 0.3R + 0.6G + 0.1B \quad (5)$$

这里的系数只是近似表示,它具体的值要依赖于显示器所采用的磷标标准,以 NTSC 视频信号标准,则三个系数依次为:0.299、0.587、0.144,纯度 S 则为:

$$S = \text{MIN}(R, G, B) / \text{MAX}(R, G, B) \quad (6)$$

1.2 HSI 空间

关于 HSI^[5] 的色彩空间概念,主要从以下几个方

面来表述,各种色彩^[9]的描述主要从人的视觉角度来看,如图片的饱和度、图片的亮度以及图片的色调。

色调饱和度另一种说法是色度,它主要是用来表示各种彩色的类型与彩色的深浅程度。为了对各种色彩识别和处理更加方便,考虑到人类的视觉对亮光的敏感度是非常强的。通过与 RGB 色彩空间进行比较,HSI 空间将会更符合人普通的视觉特性。通过对 HSI 色彩空间的研究表明,改进融合图像的算法可以简化图像的分析 and 图像的处理的工作量。一般认为 HSI 色彩空间和 RGB 色彩空间本质上就是一个概念,只是同一个物理量的不同的表示方法,它们之间存在着转换关系^[10],如公式所示:

$$\begin{aligned} I &= \frac{R + G + B}{3} \\ H &= \frac{1}{360} \left[90 - \text{Arctan}\left(\frac{F}{\sqrt{3}}\right) + \{o, G\} B; 180, G \langle B \} \right] \\ S &= 1 - \left[\frac{\min(R, G, B)}{I} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

其中:

$$F = \frac{2R - G - B}{G - B} \quad (8)$$

1.3 色彩空间比较

文献[9]中针对 RGB、CMYK、Lab 是色彩模式,不是色彩空间,色彩模式可以对应多种色彩空间,一个色彩模式可以对应不同的色彩空间。由于在实际情况中,多种色彩,色饱和度,以及明暗度可以被眼加以区分。所以要在图像融合过程中,已经融合了的图像被用传统的伪色彩法对其人为地进行着色,核心实质正是利用人眼这一特点去。RGB 可以被看作一种模型,其中因为 R 、 G 、 B 三个参数中都存在着很多图像处理所用到的各种参数信息,改变其中一个参数会大大影响其他的参数,则会造成视频图像的模糊或者大大降低图像的分辨率。

考虑到人眼的视觉因素所受到的影响,为了体现各个异类传感器的特性,前提是必须尽可能地保持融合图像分辨率正常的情况下,关于在 HSI 空间中,三个参数是相互独立且互不干涉和影响的,假如调整了这三个参数当中的任何一个参数,是不会影响其他两个参数的,所以 HSI 空间则回避了视频图像模糊和降低了分辨率这些问题,因此采用 HSI 空间最为适合。

2 一种基于 HSI 空间的异类多传感器伪彩色图像融合算法

2.1 改进算法描述

为了解决某种异构多传感器的图像融合的问题,

文章提出了一种改进的基于 HSI 空间的异构多传感器伪彩色图像融合方法。由于 HSI 空间符合人的视觉特征,而且三个通道是可分离的,而且不同于 RGB 空间的耦合性,所以应该采用 HSI 空间融合。

算法首先保证融合图像性能不受到明显的影响,这个融合图像是通过使用图像共有特性所提取到的。算法框图如图 1 所示。

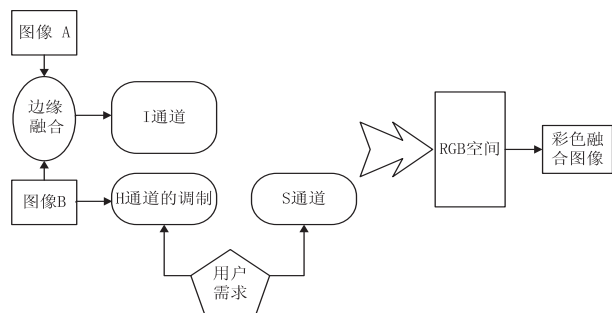


图 1 基于 HSI 空间的伪彩色异类传感器图像融合算法框图

算法主要步骤为:

- (1) A, B 的图像融合由现有的已知的典型算法进行;
- (2) 对已经融合好的图像进行性能评估,性能最好的融合图像 C 被挑选出来;
- (3) 基于 HSI 模型下创建一张空白图像 F ;
- (4) F 的 I 通道被融合图像 C 赋予;
- (5) 文中的特殊处理就是将包含特殊意义的图像 A 用式(7)映射到 F 的 H 通道上;
- (6) 给 S 通道赋予一致的饱和度 1;
- (7) 将图像 F 反变换到 RGB 空间。

其中文中的创新点是将包含特殊意义的图像 A 用式(7)映射到 F 的 H 通道上。

2.2 算法实例验证

通过仿真实例,将其和传统的伪彩色方法和 HSI 融合方法作比较来验证该算法。对该类图像进行融合时,互相取长补短,可见光图像中只保留了纹理部分,其他的红外图像也只保留了最亮和最暗的部分,各图像的边缘^[11]尽量保留。

通过对比图 2 是可见光图像,图 3 是热红外图像,



图 2 可见光图像

由于坦克尾气温度较高,在图 3 中有比较明显的反映。再通过对比灰度融合算法和 Zhao 的伪彩色图像融合方法,可以根据评估体系挑选一幅较优的融合图像。图 4 是文中的方法。



图 3 热红外图像



图 4 文中算法

3 结束语

文中通过对伪彩色异构多传感器的融合问题进行理论分析,实验充分证明该方法利于人眼的判读和机器的识别,同时可以得到融合图像的灰度图像及其空间分辨率,而且保留了异类传感器的完整信息,具有较大的应用价值。

参考文献:

- [1] Pohl C. Multi-sensor image fusion in remote sensing: concepts, methods, and applications [J]. Int J Remote Sensing, 1998, 9(5): 823-854.
- [2] David L H. An introduction to multi-sensor fusion [J]. Proceeding of the IEEE, 1997, 85(1): 6-23.
- [3] 李 静. 多传感器图像融合算法研究 [D]. 西安: 西北工业大学, 2004.
- [4] 汤志伟, 王建国, 黄顺吉. 使用小波分析的图像融合算法 [J]. 电子科技大学学报, 2000, 29(2): 122-125.
- [5] 蒋晓瑜, 高雅允, 周立伟. 基于小波变换的多分辨率图像融合 [J]. 北京理工大学学报, 1997, 7(4): 458-463.
- [6] 李树涛, 王耀南, 张昌凡. 基于视觉特性的多聚焦图像融合 [J]. 电子学报, 2001, 29(12): 1699-1701.
- [7] 朱卫新. Visual C#. NET 实现用户自定义图形编程方法 [J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(4): 130-132.

中断时,在耦合器中会出现有些仿真任务节点的最后一步数据没有存入耦合器,为此需要在步骤(2)中在重新获取下一步数据之前,重新再发仿真任务节点中最后一步仿真数据给耦合器。

故障恢复过程中耦合器端的故障处理流程图如图 5 所示。

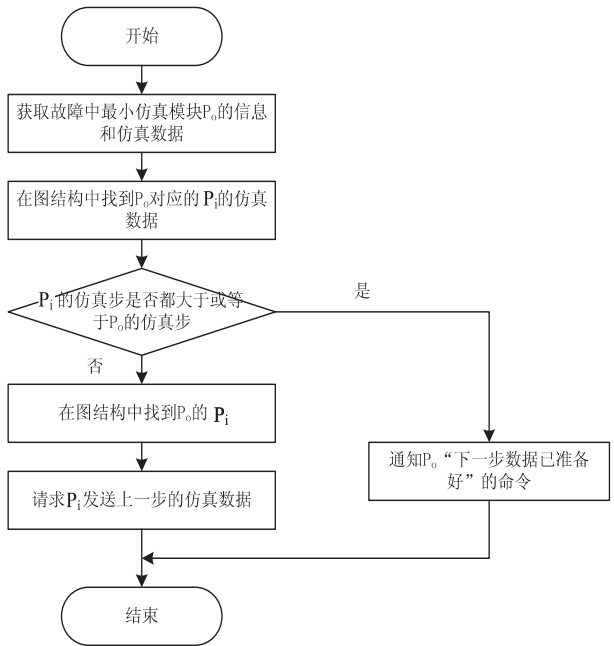


图 5 耦合器端对故障处理的流程图

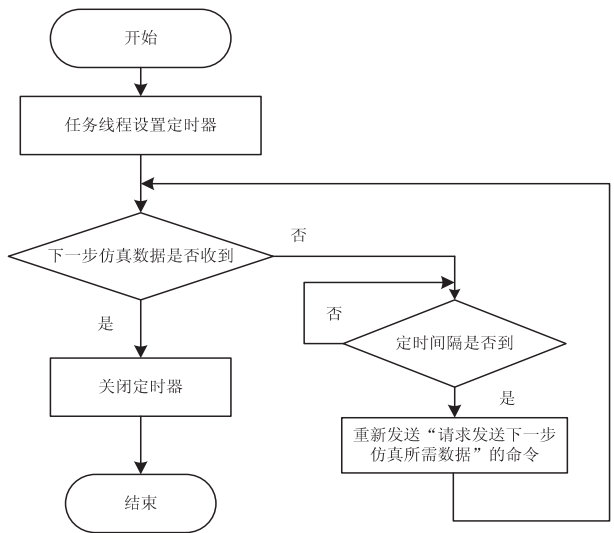


图 6 执行机端对故障处理的流程图

故障恢复过程中执行机端的故障处理流程图如图 6 所示。

3 结束语

该设计首先实现了耦合器和执行机之间通信故障的检测,然后定位故障,最后实现了故障的自动恢复。通过数据收发重传机制,解决了耦合器和执行机之间因传输数据量大、交换数据频繁等引起的通信故障,保证了系统的稳定工作和高效运行,这样才能更好地应用于现实,服务于社会。

参考文献:

[1] 于有志,沈为群,宋子善. 一个基于 HLA 的实时仿真通讯模型的研究[J]. 计算机仿真,2008,25(2):145-148.

[2] 张宇. 基于分布式的耦合仿真平台的研究与实现[D]. 成都:西南交通大学,2012.

[3] Smam L, Catlett C. Metacomputing[J]. Communication of the ACM,1992,35(6):44-52.

[4] Xiong Huanyu, Li Deyi. Development and architecture of global information grid[J]. Journal of Dalian University of Technology,2003,43:84-86.

[5] 徐守朋. 分布式耦合仿真平台中数据通信协议的研究与应用[D]. 成都:西南交通大学,2012.

[6] 徐庚保,曾莲芝. 论仿真技术的重点和其中的热点与难点[J]. 计算机仿真,2003,20(2):1-4.

[7] 刘晓建. 大规模分布式仿真信息传输延迟研究[D]. 长沙:国防科学技术大学,2003.

[8] 聂学武,张永胜,骆琴. 服务计算安全问题分析[J]. 计算机技术与发展,2012,22(2):181-184.

[9] 龚爱珍,艾丽蓉,王琼. 基于同步和异步时间管理的混合时间管理算法[J]. 计算机技术与发展,2011,21(7):32-35.

[10] Rose M, McCioghriane K. Management information base for network management of TCP/IP based Internets MIB[S]. RFC1213,1991.

[11] Rak S J, Hook D J V. Evaluation of Grid-based relevance filtering for multicast group assignment[C]//Proc of 14th Workshop on Standards for the Interoperability of Distributed Simulations. [s. l.]:[s. n.],1996:739-747.

(上接第 203 页)

[8] 杨焯,梁继民,杨万海,等. 基于进化策略和 IHS 变换的图像融合方法[J]. 电子学报,2001,29(10):1388-1391.

[9] 侯艳丽. 融合多特征的纹理图像分割算法[J]. 计算机技术与发展,2012,22(5):120-122.

[10] Muller A C, Narayanan S. Cognitively-engineered multisensor image fusion for military applications[J]. Information Fusion, 2009,10(2):137-149.

[11] Toet A, Ijspeert J K, Waxman A M, et al. Fusion of visible and thermal imagery improves situational awareness[J]. Displays, 1997,18(2):85-95.

基于HSI空间伪彩色异构多传感器图像融合仿真

作者：[刘洲洲, LIU Zhou-zhou](#)

作者单位：[西安航空学院, 陕西 西安, 710077](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

ISTIC

年, 卷(期): 2013(10)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201310050.aspx