

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 23320081153322

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 IHS 颜色空间的遥感图像融合方法研究

Research on Remote Sensing Image Fusion

Based on IHS Color Space

邱人元

指导教师姓名: 张晓玲 讲师

专业名称: 信号与信息处理

论文提交日期: 2011 年 5 月

论文答辩日期: 2011 年 6 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2011 年 5 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（     ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于     年     月     日解密，解密后适用上述授权。

（     ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年     月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

全色图像与多光谱图像是关于同一目标的不同图像,对于获取地球表面土地资源与环境等方面的信息起着非常重要的作用。全色图像通常具有比多光谱图像更丰富的空间细节信息,而多光谱图像提供图像的光谱信息。遥感图像融合用于将两者进行融合,提取全色图像中多光谱图像缺失的空间细节信息,并将该细节信息融合到多光谱图像中,形成具有更高空间分辨率同时不产生光谱失真的多光谱融合图像。遥感图像融合为遥感数据解译及应用提供更精确的数据。目前有很多遥感图像融合方法,按如何将空间细节信息融合到多光谱图像中,大致可归为三类:基于 IHS (Intensity, Hue, Saturation) 彩色空间方法、基于统计方法及基于变换域方法等。

遥感图像融合有两个主要难点:一是如何得到尽可能多的空间细节信息;二是如何产生尽量小的光谱失真。基于 IHS 彩色空间融合方法具有简捷快速等优点,该类融合方法也是遥感图像融合领域的热点。本文提出两种基于 IHS 彩色空间的遥感图像融合方法:

一. 针对遥感图像融合的光谱失真问题, IHS-MC(IHS-Mean Corrected method)方法基于融合前后能量一致性的原理,即融合前后的图像亮度信息保持一致,在保持光谱信息的基础上,利用权值对全色图像进行修正得到融合亮度分量,该方法有效地保持光谱信息,然而会产生严重的块效应。本章提出一种改进的 IHS-MC 方法,在保持光谱信息的基础上,采用插值的方法消除权值矩阵块与块之间的不连续性,消除权值本身存在的块效应,从而有效地消除了融合图像的块效应。实验证明该方法能得到较好的融合效果。

二. 在 TIHS (Traditional IHS) 方法的基础上提出全色图像与多光谱图像的亮度分量在局部近似呈线性关系的假设,认为某一像素位置上的融合图像的亮度分量与相应位置处全色图像的比值,近似等于该位置上的多光谱图像亮度分量的局部平均与全色图像的局部平均比值,在文中称之为平均亮度一致性。从而,可以通过该平均亮度比来估计融合亮度分量与原始全色图像之间的关系。实验结果表明该方法能得到较好的融合效果,有效地保持了空间细节信息和光谱信息。同

时该方法可以灵活地调整实验过程中的窗口大小，以满足不同应用的需求。

**关键词：**遥感图像融合；IHS；空间分辨率；光谱分辨率

厦门大学博硕士论文摘要库

## Abstract

Panchromatic and multispectral images are very useful for the acquisition of geospatial information about the Earth surface for the assessment of land resources and environment monitoring. They are different images about the same objects. Panchromatic images usually have a better spatial resolution than the multispectral images of the same sensor, while the multispectral images provide spectral properties of the objects. Remote sensing image fusion methods are needed to find and transfer the missing spatial detail into the multispectral images without distorting their spectral contents. Now there are many fusion methods existed. This dissertation categorizes the image fusion methods as IHS color-based, statistical-based methods, and wavelet transform-based methods based on how they extract the missing spatial information from the panchromatic image.

There are two main difficult aspects in remote sensing image fusion, firstly, how to extract the missing spatial information and transform it into the multispectral images, and secondly, how to reduce the spectral distortion as much as possible. Because of the simplicity and fast of the IHS-based method, this dissertation is going to introduce two remote sensing image fusion methods based on the IHS color space.

Firstly, focusing on the problem of spectral distortion in the fusion process, IHS-MC (IHS-Mean Corrected) method is based on the principle of uniformity of energy before and after fusion, that is, the intensity component before and after the fusion process should be consistent. while maintaining the spectral information, IHS-MC acquire the fusion intensity by using a weight to correct the panchromatic image, this method effectively maintain the spectral information, yet introducing serious the blocking effects. This chapter propose an improved IHS-MC method, while maintaining the spectral information, an interpolation process is introduced to remove the discontinuity between the weight blocks, eliminating the block effect of the weights, which effectively eliminated the blocking efforts of the fused image. Experiments show that this method can get better fusion results.

Secondly, On the bases of TIHS (Traditional IHS) method, hypothesis of local linear relationship between the panchromatic image and intensity component is proposed, then the Intensity Statistical Ratio(ISR) is proposed, by which the

relationship of the panchromatic image and the intensity component is estimated, that the ratio between the intensity of the fused image and the panchromatic image on a certain pixel location, is approximately equal to the ratio between the local average of the intensity of the multispectral image and that of the panchromatic image on the corresponding position, in the text we call the average intensity consistency. Thus, we can estimate the relationship between the fused intensity component and the panchromatic image by using this average intensity ratio. Experimental results show that the method can get better fusion results, which effectively maintaining the spatial detail information as well as the spectral information. Meanwhile, the proposed method can flexibly adjust the window size during the experiment in order to meet the needs of different applications.

**Key words:** Remote Sensing Image Fusion; IHS; Spatial Resolution; Spectral Resolution

## 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.2 遥感图像融合发展现状 .....	2
1.3 论文主要内容和结构 .....	4
<b>第二章 遥感图像数据简介及融合预处理</b> .....	<b>5</b>
2.1 遥感数据来源及其特征 .....	5
2.1.1 遥感卫星系统 .....	5
2.1.2 遥感图像的特征 .....	8
2.1.3 遥感图像的空间分辨率与光谱分辨率 .....	11
2.2 图像融合的预处理 .....	13
2.2.1 图像校正 .....	13
2.2.2 图像配准 .....	14
2.2.3 图像的插值与重采样 .....	16
<b>第三章 遥感图像融合方法概述</b> .....	<b>17</b>
3.1 基于彩色空间的遥感图像融合方法 .....	17
3.1.1 彩色图像的 RGB 和 IHS 空间 .....	17
3.1.2 基于 IHS 彩色空间的遥感图像融合方法 .....	20
3.2 基于统计的遥感图像融合方法 .....	26
3.3 基于变换域的遥感图像融合方法 .....	28
3.3.1 小波变换理论 .....	29
3.3.2 基于小波变换的遥感图像融合方法 .....	31
3.4 遥感图像融合评价方法 .....	33
<b>第四章 一种改进的 IHS-MC 遥感图像融合方法</b> .....	<b>37</b>
4.1 光谱失真分析及 IHS-MC 融合方法 .....	37
4.1.1 从能量角度分析 TIHS 方法的光谱失真 .....	37
4.1.2 IHS-MC 遥感图像融合方法 .....	38
4.2 改进的 IHS-MC 遥感图像融合方法 .....	39
4.2.1 图像双线性插值原理 .....	39

4.2.2 改进的 IHS-MC 融合方法.....	40
4.3 实验结果.....	41
4.4 本章小结.....	47
<b>第五章 基于平均亮度一致性的遥感图像融合方法.....</b>	<b>49</b>
5.1 平均亮度一致性的遥感图像融合原理和方法.....	49
5.2 实验结果.....	51
5.2.1 窗口大小的选取.....	51
5.2.2 融合实验结果.....	52
5.3 本章小结.....	58
<b>第六章 总结与展望.....</b>	<b>60</b>
6.1 总结.....	60
6.2 展望.....	61
参考文献.....	63
附录.....	66
致谢.....	67

## Table of Contents

<b>Chapter1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1 Backgrounds of the subject.....	1
1.2 Development status of remote sensing image fusion .....	2
1.3 Main work and content arrangements of the thesis.....	4
<b>Chapter2 Introduction of Remote Sensing Image Data and Their Preprocessing.....</b>	<b>5</b>
2.1 Data sources and their properties .....	5
2.1.1 Remote satellite systems .....	5
2.1.2 Properties of remote sensing images.....	8
2.1.3 The spatial and spectral resolution of remote sensing images .....	11
2.2 Preprocessing of remote sensing image fusion.....	13
2.2.1 Image correction .....	13
2.2.2 Image registration .....	14
2.2.3 Image interpolation and resample .....	16
<b>Chapter3 Methods of Remote Sensing Image Fusion .....</b>	<b>17</b>
3.1 Color-based remote sensing image fusion methods.....	17
3.1.1 RGB and IHS space for color image.....	17
3.1.2 Fusion methods based on IHS color space .....	20
3.2 Statistical-based remote sensing image fusion methods .....	26
3.3 Wavelet-based remote sensing image fusion methods .....	28
3.3.1 Foundation of wavelet transform .....	29
3.3.2 Wavelet-based remotesensing image fusion methods.....	31
3.4 Evaluation methods for remote sensing image fusion.....	33
<b>Chapter4 An Improved IHS-MC Remote Sensing Image Fusion</b>	<b>37</b>
4.1 Analysis for spectral distortion and IHS-MC method .....	37
4.1.1 Analysis for spectral distortion of TIHS .....	37
4.1.2 IHS-MC fusion method.....	38
4.2 Improved IHS-MC remote sensing image fusion .....	39
4.2.1 Foundation of bilinear interpolation .....	39
4.2.2 Improved IHS-MC remote sensing image fusion .....	40
4.3 Experiment results .....	41

4.4	Brief summary .....	47
<b>Chapter5</b>	<b>Remote Sensing Image Fusion Based on Average Intensity Ratio .....</b>	<b>49</b>
5.1	AIR based remote sensing image fusion.....	49
5.2	Experiment results .....	51
5.2.1	Determination of window size .....	51
5.2.2	Results of image fusion.....	52
5.3	Brief summary .....	58
<b>Chapter6</b>	<b>Conclusion and Expectation .....</b>	<b>60</b>
6.1	Conclusion .....	60
6.2	Expectation.....	61
<b>Reference</b>	.....	<b>63</b>
<b>Appendices</b> .....		<b>65</b>
<b>Acknowledgements</b> .....		<b>66</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景及意义

信息融合概念出现于 20 世纪 70 年代,随着科学技术的发展,各种传感器不断得到发展并运用于各个领域,信息融合技术也跟随传感器的发展逐渐形成。图像融合 (Image Fusion) 是信息融合的一个重要分支。图像融合是将单个或多个传感器在同一时间 (或不同时间) 获取的关于某个场景的多光谱段或多现场图像或者图像序列信息采用一定的算法加以综合,生成一个新的有关此场景的解释,而这个解释是从单一图像中无法得到<sup>[1]</sup>。单一传感器上获得的图像只能反映图像某一方面的特征,具有片面性,不完整性。多种传感器获取的大量图像数据之间,既具有互补性,又存在着极大的冗余性。如何从这些兼有互补性和冗余性的多源海量数据中有效地提取更有用、更精炼、质量更高的信息,为人为决策或人工智能决策系统提供决策依据,已经成为一个迫切需要解决的问题,图像融合技术随之成为研究的一个热点<sup>[1]</sup>。

在实际应用中,以遥感方式获得的遥感图像非常广泛。随着传感器技术的迅猛发展,单一的可见光模式逐渐发展成多种传感器模式,各种传感器具有不同的成像机理、不同的工作波长、不同的工作环境,完成不同的功能。在单一传感器获取的数据信息量很有限,这往往难以满足实际需要。利用多源数据可以提供对观测目标更精确的观察。随着遥感信息获取手段的增多,遥感图像的空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率也随之不断提高,多光谱图像 (Multispectral Image, MS) 是从遥感卫星上获得的一类重要的图像数据,多光谱图像是指利用多光谱传感器对同一对象 (目标或区域) 获得的多个窄光谱波段范围上的图像<sup>[1]</sup>。由于多光谱图像记录了成像对象对多个光谱波段的响应特性,体现的是地物的光谱特性,因此应用领域十分广泛 (如目标识别、地物分类等)。全色图像 (Panchromatic Image, Pan Image) 是另一类遥感图像,获取全色图像的传感器在一个较宽的光谱范围内获取单幅具有较高空间分辨率的灰度图像,更好地描述了地物的空间细节信息,以弥补具有丰富光谱特征的多光谱图像在空间特征信息量上的不足。为了能够较好地平衡遥感图像空间分辨率及其数据量这对矛盾,大多数机载和星载

传感器系统在配备多光谱传感器的同时，还装备有获取全色图像的传感器。

遥感图像融合技术将这些针对同一目标的不同来源、具有不同特点的遥感图像各自的优点综合起来，形成融合图像，减少数据间的冗余。融合不仅扩大了各种信息的应用范围，而且大大提高了遥感图像分析的精度。多光谱图像波段范围窄，故其频率分辨率高，但空间分辨率低。例如，多光谱图像含有较丰富的光谱信息，它能利用地物在不同光谱区不同的反射特性上增加目标的信息量，但其空间细节的表达能力较差；而全色图像的全色波段成像系统的频带宽，具有较高的空间分辨率，但所包含的光谱信息十分有限。如果将两者进行有效融合，可以得到既能很好保留原始场景的光谱信息，又能提高空间分辨率的融合图像，从而更有利于分类、识别、定位等后续研究工作的开展。遥感图像融合的过程如图 1.1 所示，该图中等式左边大图像为全色（Pan）图像，小图像为多光谱（MS）图像。



图 1.1 图像融合过程示意图

## 1.2 遥感图像融合发展现状

图像融合是信息融合和图像处理交叉的新科学，随着科学技术的发展，关于图像融合技术的研究也成为数据融合领域的研究热点。图像融合一般分为三个层次，即像素级（Pixel-level）、特征级(Feature-level)和决策级(Decision-level)<sup>[2]</sup>。像素级融合是对空间配准的原始图像像素进行直接合并，生成融合图像。像素级融合保留了尽可能多的信息，融合结果具有较高精度，但是处理信息量大、耗时长、实时性差。特征级融合是利用从各个传感器图像的原始信息中提取的特征信息进行综合分析处理。其优点是实现了可观的信息压缩，有利于实时处理，所提供的特征直接与决策分析相关，因此，融合结果最大限度地给出了决策分析时所

需要的特征信息。其缺点是比像素级融合精度差。决策级融合，先从每个源图像进行预处理、特征提取、识别或判决，作出目标的初级判断和结论，然后对来自各个传感器的决策进行相关处理，最后进行联合判断。该层次融合的优点是具有很强的容错性和很好的可改性，并且处理时间短。其缺点是图像信息损失较大。

大部分图像融合研究都集中在像素级融合。目前，地球资源卫星如 SPOT, IKONOS, QuickBird, 以及一些现代新的机载传感器如 LeicaADS40, 都提供高空间分辨率的全色图像和高光谱分辨率的多光谱图像。在遥感领域，由于技术的上限制，传感器不能提供同时具有高空间和高谱间分辨率的图像（具体分析见 2.1.2 节），只能用一类传感器获得空间分辨率低的多光谱图像，另外用传感器获得一幅全色图像，再通过数据融合技术将两类图像进行融合，获得信息量更全面的融合图像，因此，对图像融合技术的研究为我们提供高空间和高谱间分辨率的高质量图像具有至关重要的作用，图像融合的效果直接影响到融合图像的最终质量，从而影响对遥感图像的解译及后续应用。

在 20 世纪 80 年代中期，自从 1986 年法国发射的 SPOT-1 卫星提供 10m 的 Pan 图像和 20m 的 Ms 图像以后，图像融合技术在遥感和图像处理领域受到极大的关注，很多研究者为找出有效的遥感图像融合方法投入大量的研究。到目前，已经有很多用于多源遥感图像融合的方法，这些方法统合起来都是聚焦于两个重要问题，第一是要提高融合图像的空间分辨率；第二不发生光谱失真，即保留多光谱图像的光谱信息。

图像融合方法发展到现在，已经有很多方法，在众多的方法中，较常用的融合方法有 IHS 方法、PCA 方法和基于小波变换的方法等。一般将融合方法分为三类：基于 IHS (Intensity-Hue-Saturation) 彩色空间融合方法<sup>[3,4,5,6,7]</sup>，基于统计融合方法<sup>[8,9]</sup>和多分辨率分析<sup>[10,11,12,13,14]</sup>融合方法。遥感图像融合将全色图像中多光谱图像缺失的空间细节信息提取出来，并将该信息融合到多光谱图像中，同时避免光谱失真。然而空间分辨率的提高要以牺牲光谱信息为代价的。在某些应用如地质探测和植被分析等依赖于光谱信息的遥感应用中，保存图像的光谱信息是非常重要的，故光谱信息对这些应用显得尤为为重要。因此，在融合过程中如何在空间分辨率和光谱分辨率上都能得到更好效果是遥感图像融合方法的难点。

现在，多光谱遥感图像融合技术已广泛地应用于祖国建设的各行各业，在遥感、国土探测与规划、地理信息系统、反恐怖安全检测、军事国防、农业产量评

估、医学图像分析、环境保护和灾情检测与预报等领域的应用都有着重要的实际意义。

### 1.3 论文主要内容和结构

论文主要对遥感图像融合方法进行研究。在深入分析课题背景的基础上,对目前遥感图像融合的各种方法进行了研究。融合方法的好坏直接影响融合效果,好的融合方法不仅能使融合图像有较高的空间分辨率,而且不会引入光谱失真。本文在对各种方法进行研究比较之后,深入对基于 IHS 彩色空间融合规则的方法进行研究,提出两种基于 HIS 彩色空间遥感图像融合方法。两种方法分别从不同角度去获取原始图像的信息,实验表明两种方法在该类方法中都能得到较好的融合效果。

本文具体安排如下:

第一章主要介绍课题研究的背景及意义、遥感图像融合国内外发展现状,阐述常用方法和应用领域。

第二章首先介绍了遥感数据的信息,包括遥感的基本概念、遥感卫星的介绍、实验数据介绍、遥感图像融合的实质问题;其次介绍图像融合的预处理方法。

第三章详细介绍目前几类主要的融合方法及遥感图像预处理方法。

第四章提出了一种改进的 IHS-MC 遥感图像融合方法,该方法在 IHS-MC 的基础上,提出一种基于能量一致性融合方法,该方法利用权值系数的连续性,在保持光谱信息的基础上,用插值的方法消除权值矩阵块与块之间的间断性,有效地消除了 IHS-MC 方法产生的块效应。

第五章基于空间信息在相邻相素间具有相似性及连续性,而均值具有消除误差的作用,做出平均亮度比一致的假设。通过平均亮度比来估计在融合  $I_F$  分量与原始 Pan 图像之间的关系。同时可调整窗口大小以适应不同应用需求。实验效果显示该方法在空间分辨率和光谱分辨率上都能得到较好的效果。

第六章是结束语,回顾总结论文的全部工作,指出下一步工作的研究方向。

最后是参考文献和致谢。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库