

各位同行和从事信息处理技术的研究生们：

您们好！《超小波分析及应用》一书已经由国防工业出版社出版，标志着国内这一领域初步研究工作取得一定成果。

小波变换自从 20 世纪 80 年代以来得到了广泛的应用，尤其是在数据压缩和噪声去除等方面。但是，图像处理中的二维小波变换采用先对行做一次一维小波变换，再对列做一次一维小波变换扩展而来，基函数的支撑区域为正方形，不具有各项异性的特点，方向性差，对图像方向性强的边缘和纹理表示效率欠佳。在高维情况下，小波分析并不能充分利用数据本身特有的几何特征，并不是最优的或“最稀疏”的函数表示方法。

为克服小波分析，尤其是图像和视频中的小波变换的缺点，人们一直找其改进的方法。我们将这些方法统称超小波(Beyond Wavelet)分析方法，即 Curvelet、Ridgelet、Contourlet、Bandelet、Beamlet、Directionlet、Wedgelet 和 Surfacelet 变换的统称，也有人称 X-let(包括 Wavelet)。

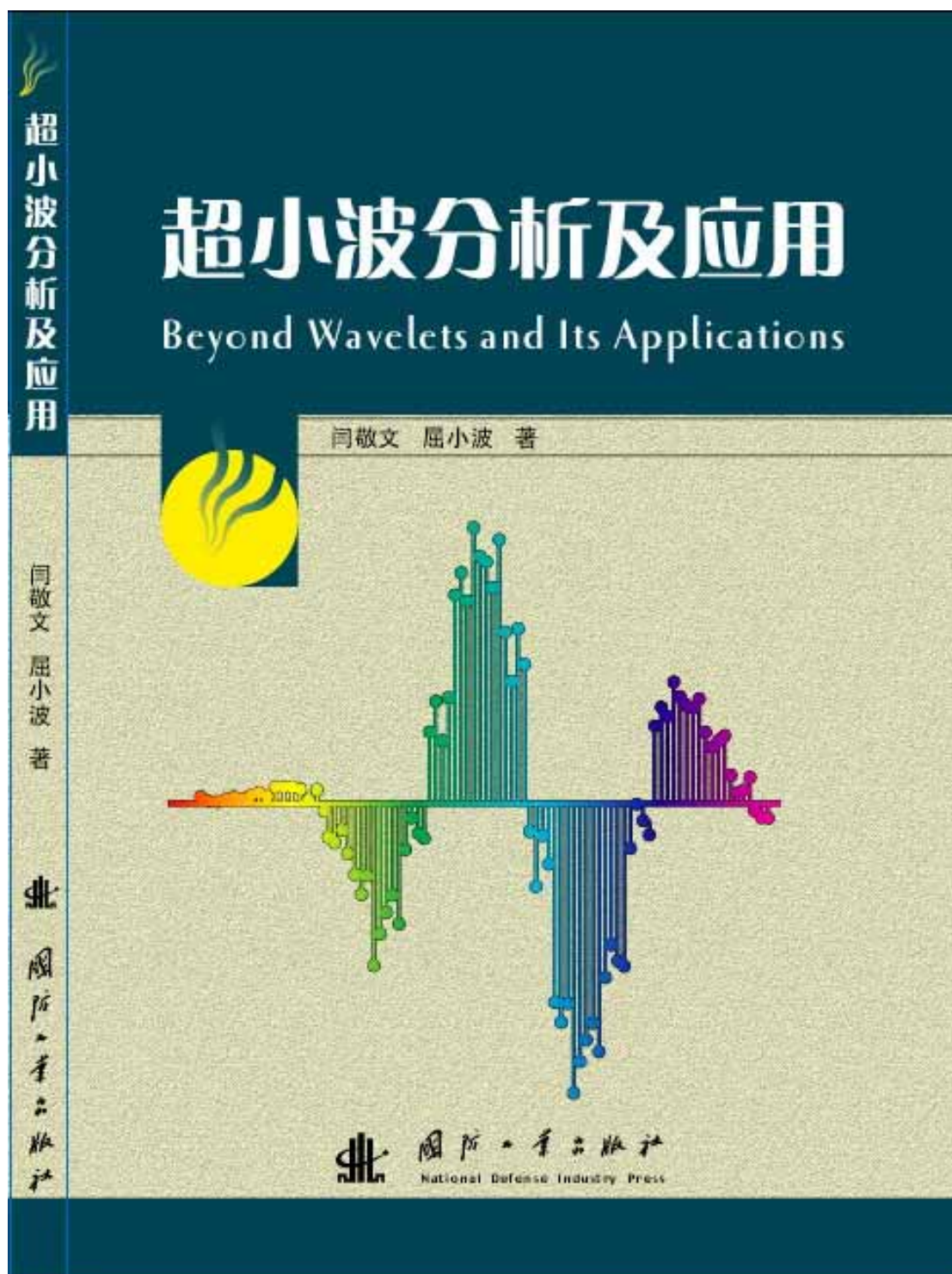
本书在实测大量工具箱的基础上，将本课题组在多尺度分析、光谱压缩、图像融合和视频处理等热点研究领域取得的成果书写完成。通过全书的内容学习和编程实验，可将本书中的内容做成一个初步的软件包，为进一步学习和研究时应用，具有较强的系统性。可作为计算机应用、通信工程和电子工程专业硕士和博士研究生、工程硕士、教师及工程技术人员学习数字图像处理、小波分析、多尺度分析和基本图形学技术研究型教材、参考书和实验教学指导书。

长期以来，人才创新能力不足导致培养的硕士研究生和博士研究生质量严重滑坡。导致这一问题的因素是多方面的，任何学校、老师和学生都不可能单方面地解决这一问题。但作为一名普通高等学校的教师，我本人深感责任重大，时常叮嘱自己不敢有轻松懈怠。同时对待学生以严格要求，力争做到尽好一名合格教师的责任。

经过多年积累，已经取得初步成效，积累了卓有成效的培养创新能力的方法。在 2001 年全国电子设计大奖赛中，指导的十组中获得福建省唯一的全国一等奖一项，四个二等奖占两项。本书的第二作者系本人指导的研究生（二年级，提前攻读博士），在厦门大学近 3000 名同学中，评选凌云学术之星名列第二（共五名）；汕头大学二年级研究生在电子学报 2008 年 7 月发表。为了能够让自己自认为能够让学生受益的经验和方法使更多的人受益，出版《超小波分析及应用》一书。创新能力培养研究是一项没有终点的过程，还有很多不完善之处，期待读者批评指正！

本书研究内容受到国家自然科学基金(No.60472081)和航空基础科学基金(No.05F07001)资助，著作出版受到汕头大学出版基金资助。

封面



章节目录

第一章 介绍本门课程学习方法。

介绍如何开展课程学习方法、新技术学习对策和工程训练推荐方式。这属于方法论的范畴，告诉大家如何学和怎样学习本书；

第二章 介绍应用小波分析和应用时必须掌握的基本理论。

内容不多，不会占用太多的学习时间。超小波是基于小波分析基础之上新的多尺度分析，不了解小波分析直接去学习，显然不合适。本章主要向读者介绍必须掌握的小波分析内容，即多尺度分析和 MALLAT 算法。第三章脊波和曲波分析。由小波变换引入到脊波和曲波分析，介绍其方向性的优点。结合其特点，进行初步的应用研究。

第四章 3D-DFB 和 Surfacelet 变换。

简要介绍了数字滤波器组基础上，重要分析了 Surfacelet 变换特点、性质和应用。应用是一个基于 3D 纹理模型的滤波，根据 Surfacelet 变换特点，将原来基于由常用 2D 纹理模型拓展到 3D，充分利用了分解后数据的 3D 纹理信息，取得了良好的噪声抑制效果。

第五章 方向波与楔波变换。

这个变换保留了可分离滤波和二次采样，计算简单以及由标准二维小波变换进行滤波器设计等特点，这区别于其他的一些方向变换（比如 curvelets, contourlets or edgelets）结构中的情况。相应的各向异性基函数（directionlets）在沿着任何两个有着合理斜率的方向上都有方向消失矩（DVM）。

第六章 高光谱压缩。

介绍了 KL 变换、第二代小波变换和基于小波的编码方法，并提出改进式 KL 变换/整数小波变换/SPIHT 压缩算法等多种先进的研究方法，是项目组中研究的优势研究和重点应用领域之一。

第七章 Bandelet 变换和应用。

这章是全书的一个重点章节，是近几年新技术的代表。有大量的研究和应用包含这一章中，给读者展示学术新天地。特别是 Bandelet 变换，虽然工具箱已经公布多年，在实际应用和测试过程中，因数学方法的复杂性导致对方法不十分了解，工具箱函数中的参数和变量的特性不能完全了解，限制了它的应用。本章还将对它的系数特征进行分析，给出分布规律和特点，指出其合适的应用研究方向。

第八章 小线变换。

小线变换 (Beamlets Transform) 是斯坦福大学的 David L. Donoho 教授 1999 年首次提出的, 已经得到了初步的应用。由小线变换引入的小线分析 (Beamlets Analysis) 也是一种多尺度分析, 但又不同于小波分析的多尺度概念, 可以理解为小波分析多尺度概念的延伸, 小线分析以各种方向、尺度和位置的小线段为基本单元来建立小线库, 图像与库中的小线段积分产生小线变换系数, 以小线金字塔方式组织变换系数, 再通过图的形式从金字塔中提取小线变换系数, 从而实现多尺度分析。这一章也是重点研究内容, 是近几年才出现的变换。由于 Beamlet 软件工具包还没有开放, 应用实现比较难, 只给出一些原理和基本研究应用的初步。

第九章 Contourlet 变换及其应用。

Contourlet 变换是用类似于轮廓段 (Contour segment) 的基结构来逼近图像。基的支撑区间是具有随尺度变化长宽比的“长条形”结构, 具有方向性和各向异性, Contourlet 系数中, 表示图像边缘的系数能量更加集中, 或者说 Contourlet 变换对于曲线有更“稀疏”的表达。而二维小波是由一维小波张量积构建得到, 它的基缺乏方向性, 不具有各向异性。只能限于用正方形支撑区间描述轮廓, 不同大小的正方形对应小波的多分辨率结构。

第十章 脉冲耦合神经网络 (PCNN) 与小波变换。

介绍脉冲耦合神经网络的基本原理的基础上, 分析 PCNN 的特点、应用、分类等, 并将其与小波变换比较, 最后给出了 PCNN 与小波变换应用。因项目组在这一领域进行图像融合技术上取得了突破进展, 故将本章放在最后, 也是项目重点研究方向之一。

作者简介：闫敬文，男，汕头大学电子工程系教授，博士生导师。中国图像图形学会理事，中国通信学会会员，广东省数字信号图像处理重点实验室副主任。主要从事小波分析及应用、遥感图像处理、图像处理和识别技术等，发表论文近 100 篇，SCI 和 EI 检索 15 篇，主持国家自然科学基金、省部级项目及横向课题十多项。

作者网站：<http://naec.stu.edu.cn>, <http://isip.xmu.edu.cn>

引文信息：闫敬文,屈小波.超小波分析及应用[M].北京:国防工业出版社,2008 年 6 月.

Citation information: Yan Jingwen, QU Xiaobo. Beyond Wavelets and Its Applications [M].Beijing: National Defense Industry Press, June 2008. (In Chinese)

订购信息

- 1.各大新华书店经售
- 2.国防工业出版社 (<http://www.ndip.cn/>), 购部电话: 010-68414474
- 3.与作者联系购书,电话: 15914768526, Email: jwyan@stu.edu.cn, yjwen@xmu.edu.cn
欢迎订购, 量大从优。

部分相关论文

- 1 **Xiaobo Qu**, Jingwen Yan, Guofu Xie, Ziqian Zhu, Bengang Chen. A Novel Image Fusion Algorithm Based on Bandelet Transform. *Chinese Optics Letters (中国光学快报)*, Vol.5, No.10, pp: 569-572, 2007.
- 2 **Xiao-Bo Qu**, Guo-Fu Xie, Jing-Wen Yan, Zi-Qian Zhu, Ben-Gang Chen. Image Fusion Algorithm Based on Neighbors and cousins information in Nonsubsampled Contourlet Transform Domain, *Proceedings of the 2007 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition*, Beijing, China, 2-4 Nov. 2007, pp.1797-1802.
- 3 **Qu Xiao-Bo**, Yan Jing-Wen, Xiao Hong-Zhi, Zhu Zi-Qian, Image fusion algorithm based on Spatial Frequency-Motivated Pulse Coupled Neural Networks in Nonsubsampled Contourlet Transform Domain, *Acta Automatica Sinica (自动化学报)*, article in press
- 4 **Xiaobo Qu**, Jingwen Yan, Ziqian Zhu, et al. Multi-focus image fusion algorithm based on regional firing characteristic of Pulse Coupled Neural Networks, *Conference Pre-proceedings of The Second International Conference on Bio-Inspired Computing: Theories and Applications*, pp:563-565,2007
- 5 **Xiaobo Qu**, Jingwen Yan. Image Fusion Algorithm Based on Features Motivated Multi-channel Pulse Coupled Neural Networks. *The 2nd International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering-iCBBE2008*, Shanghai, China, 16-18 May 2008, pp. 2103-2106
- 6 **Xiaobo Qu**, Changwei Hu, Jingwen Yan, Image Fusion Algorithm Based On Orientation Information Motivated Pulse Coupled Neural Networks, *The seventh World Congress on Intelligent Control and Automation-WCICA 2008*, in press
- 7 闫敬文,屈小波.超小波分析及应用[M].北京:国防工业出版社,2008年6月.
- 8 闫敬文,屈小波,陈嘉臻.分组 Karhunen-Loeve 变换/整数小波变换高光谱影像无损压缩新方法.光学学报,Vol.27,No.10, pp:1740-1744,2007. (EI: 074610915894)
- 9 闫敬文,余见,屈小波,张晓玲.优化预测运动矢量的快速运动估计算法.光学精密工程,Vol.15,No.10,pp:1622-1627,2007. (EI: 074610915888)
- 10 肖弘智,闫敬文,屈小波.基于 Surfacelet 变换的 3D Context 模型视频去噪新方法.电子学报,Vol.36, No.7, pp.55-60