

小波和傅里叶分析基础

Xin Li (李新)

Phone: 0551-63607202



注意事项：

- 程序作业如有任何疑问，请尽早与宋寅助教联系，不接受补交或迟交。
- 提交邮箱：syin@mail.ustc.edu.cn
- 提交时请将文件压缩提交，文件名格式：“学号+姓名”



作业1：Chebyshev插值

实现切比雪夫插值，并验证切比雪夫插值多项式的逼近效果，完成以下内容：

- 选择 20,40,60,80 个切比雪夫节点在 $x \in [-1,1]$ 上插值下列函数，并绘制原函数与插值函数。

$$f_1(x) = |\sin(6x)|^3 - \cos(5e^x)$$

$$f_2(x) = \frac{1}{1 + 25x^2} - \sin(20x)$$

- 选择合适的节点数，证明切比雪夫插值多项式的逼近结果（Theorem 2,3 见下页）。

如果觉得困难，你可以只验证误差阶。如果定理不适用，请简要说明理由。

（算法详细参见 chapter_2_3离散FFT.ppt 78-89页）

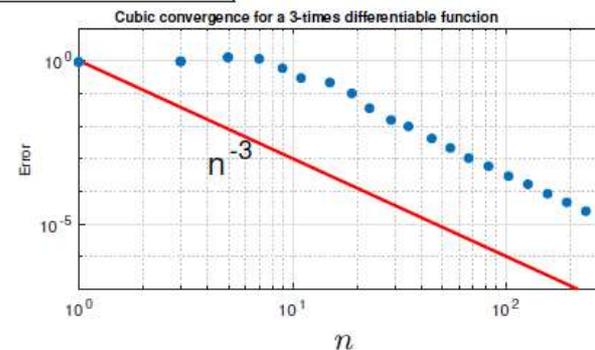
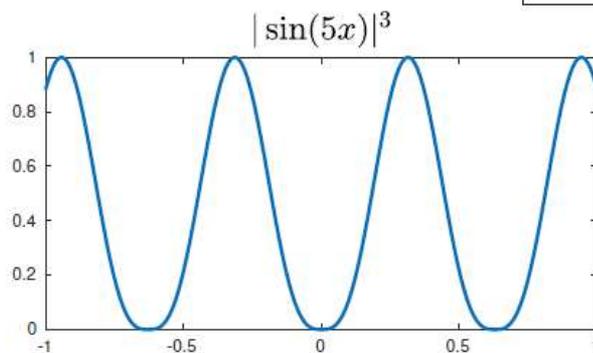
Chebyshev插值

Theorem 2 (differentiable functions): For an integer $m \geq 0$, let f and its derivatives through $f^{(m-1)}$ be absolutely continuous on $[-1, 1]$ and suppose the m -th derivative $f^{(m)}$ is of bounded variation V . Then for $k \geq m + 1$, the Chebyshev coefficients of f satisfy

$$|c_k| \leq \frac{2V}{\pi(k-m)^{m+1}}.$$

and the Chebyshev interpolants satisfy

$$\|f - p_n\| \leq \frac{4V}{\pi m(n-m)^m}.$$



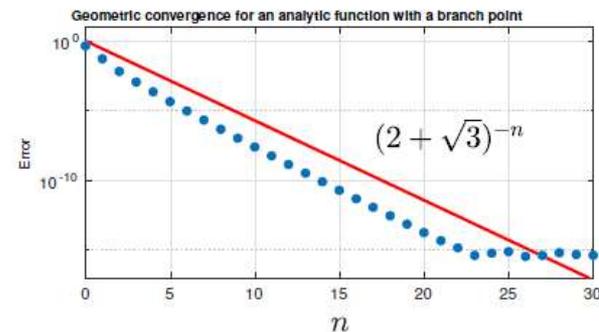
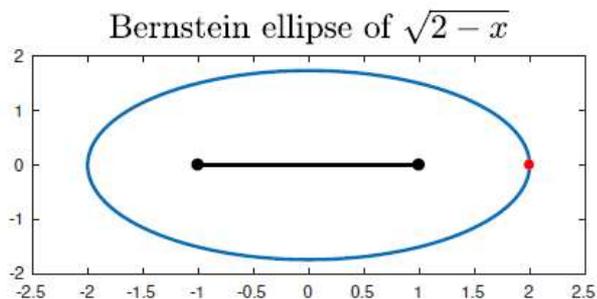
Chebyshev插值

Theorem 3 (holomorphic functions): Let a function f analytic in $[-1, 1]$ be analytically continuable to and bounded by M in an open Bernstein ellipse E_ρ . The Bernstein ellipse E_ρ is an ellipse with foci at ± 1 and the length of its semimajor axis plus the length of its semiminor axis is ρ . The Chebyshev coefficients of f satisfy $|c_0| \leq M$ and

$$|c_k| \leq 2M\rho^{-k}, \quad k \geq 1.$$

and its Chebyshev interpolant p_n satisfies

$$\|f - p_n\|_\infty \leq \frac{4M\rho^{-n}}{\rho - 1}.$$





Chebyshev插值

- 实现：个人
 - 程序代码(C++ or Matlab or Mathematica)
 - 程序结果报告
- 提交要求：
 - 源代码必须可以直接运行，有良好的变量名和相关注释，如有引用的库文件等需要说明且一并提交。
 - 报告需包含：问题说明、使用的算法、结果图、结果分析等内容。报告请提交 pdf 格式。



注意事项：

- 程序作业如有任何疑问，请尽早与助教联系，不接受补交或迟交。
- 提交邮箱： `syin@mail.ustc.edu.cn`
- 提交时请将文件压缩提交，文件名格式：“学号+姓名”
- **Deadline:** 4.30晚24.00之前



作业2：小波变换的图像处理

调查小波相关的技术在图像处理方面的应用，选择一个合适的主题，完成以下内容：

- 介绍主题的相关背景，说明使用的相关小波技术的原理，介绍技术细节（例如：算法流程、阈值选择、对照实验、质量评估等），并实现相关的实验样例。
- 本次作业允许使用任何 Matlab 已有函数，C++ 现成数据库或程序库，Mathematica 集成库，旨在加强学生对小波技术实际应用的理解。可以参考教材第九章，《小波变换与图像处理》或者其他相关内容。



小波变换的图像处理

图像处理的主题包括但不限于：

1. 图像去噪
2. 图像压缩
3. 图像增强
4. 图像融合
5. 边缘检测
6. 指纹识别
7. 数字水印



小波变换的图像处理

- 实现：个人
 - 程序代码(C++ or Matlab or Mathematica)
 - 程序结果的报告
- 提交要求：
 - 源代码必须可以直接运行，有良好的变量名和相关注释，如有引用的库文件等需要说明且一并提交。
 - 报告需包含：问题说明、使用的算法、结果图、结果分析等内容。报告请提交 pdf 格式。



注意事项：

- 程序作业如有任何疑问，请尽早与宋寅助教联系，不接受补交或迟交。
- 提交邮箱：syin@mail.ustc.edu.cn
- 提交时请将文件压缩提交，文件名格式：“学号+姓名”
- **Deadline:** 时间待定，群内通知。



作业3：期末大作业

基于Loop细分的提升小波/ PDE/ 分形，选择其中一个主题，完成以下内容：

实现：个人或者两人，取决于工作量

- 程序代码(C++ or Matlab or Mathematica)
- 程序结果报告
- 简述背景和算法原理，报告中需包含实验对象，实验结果，结论分析，可运行代码。

（以下几页有主题参考）



1.提升小波 (lifting scheme)

- Wim Sweldens homepages
 - <http://cm.bell-labs.com/who/wim/>
- 考察的内容
 - 定义和基本理论, (Haar小波)
 - 利用细分格式构造提升小波 (Catmull-Clark)
- 实现内容: OpenGL+提升小波

计算机图形学



- 小波在图形学中的应用
- **Peter Schröder**
 - <http://www.multires.caltech.edu/pubs/pubs.htm>
 - Wavelets in Computer Graphics
 - Multiresolution Signal Processing for Meshes
 - Wavelets on Irregular Point Sets



2. 小波和偏微分（积分）方程

- R. O. Wells, Jr. and X. Zhou, "Wavelet Interpolation and Approximate Solution of Elliptic Partial Differential Equations"
- Troparevsky, María I., Eduardo P. Serrano, and Marcela A. Fabio. "Approximate solutions to integral equations by wavelet decomposition methods."
- 小波数值方法及应用



2.小波和偏微分（积分）方程

- 微分（积分）算子的小波近似
算子在小波基下的稀疏形式
- Galerkin方法
在逼近空间内表示为小波基的线性组合，求解大型线性方程获得系数
- 数值求解



3. 小波和分形

- A. Davis, A. Marshak and W. Wiscombe, "Wavelet-Based Multifractal Analysis of Non-Stationary and/or Intermittent Geophysical Signals."



可以参考 但是不允许重复

[小波图像去噪及matlab实例 - CSDN博客](#)
图像去噪 图像去噪是信号处理的一个经典问题,传统去噪方法多采用平均或线性方法进行,常用的星维纳滤波,但是去噪效果不太好(维纳滤波在图像复原中的作用)。随着...
<https://blog.csdn.net/mingtian...> - 百度快照

为您推荐: [python小波降噪程序](#) [小波去噪原理](#) [小波滤波 matlab](#) [wavedec2](#)
[小波变换去噪 matlab](#) [matlab wden](#) [matlab 去噪](#) [小波分解](#) [lstm3d](#)

[\[W\] 小波包在图像处理中的应用_百度文库](#)
★★★★★ 评分:3.5/5 41页
2016年11月1日 - 小波包在图像处理中的应用 - 陕西理工学院毕业设计 小波包在图像处理中的应用 刘晨云 (陕西理工学院 物理与电信工程学院 通信工程专业 1202 班 陕西...
<https://wenku.baidu.com/view/a...> - 百度快照

[小波变换图像处理_百度经验](#)

wavedec2函数用于对图像进行二维小波分解... 小波变换用于图像去噪,噪声会影响图像... 小波分析用于图像增强,图像增强是对原... 图像转化成图像的可... 以在时域中,也可...

[显示全部](#)

[jingyan.baidu.com](#)

[什么是小波图像处理技术?_百度知道](#)
3个回答 - 提问时间:2011年10月26日
【专业】答案:小波图像处理技术通过分析Fourier变换和Gabor变换的特点,说明小波变换的起源和发展,给出连续和离散小波变换的定义,介绍多分辨率分析的概念以及小波变换的快速...
[更多关于小波图像处理的问题>>](#)
<https://zhidao.baidu.com/question...> - 百度快照

[Matlab小波图像处理+完整程序_CSDN下载](#)
Matlab小波图像处理+完整程序(以下为部分程序:clc,clear,% 读取图像 load woman; % X轴去

[\[图\] 小波变换及应用\(多尺度边缘检测\)_百度文库](#)
2015年4月14日 - 多尺度边缘检测就是有效组合利用多个不同尺度的边缘检测算子,同时正确地检测一幅图像内发生在各个尺度上的边缘。小波多尺度边缘检测设平滑函数满足...
<https://wenku.baidu.com/view/8...> - 3页
[小波多尺度边缘检测 doc](#) 评分:0/5
[基于小波变换的多尺度边缘检测算法.pdf](#) 评分:5/5
[基于小波多尺度分析的图像边缘检测.pdf](#) 评分:0/5
[更多文库相关文档>>](#)

[Matlab 多尺度小波边缘检测_木樨地_新浪博客](#)
2009年9月5日 - Matlab 多尺度小波边缘检测 (2009-09-05 20:57:36) 转载▼ 标签: 杂谈 分类: 算法天下 matlab Matlab 多尺度小波边缘检测 I=imread('b.jpg'); %读入...
blog.sina.com.cn/s/blog... - 百度快照

[\[人\] 基于小波变换多尺度边缘检测分析_百度文库](#)
★★★★★ 评分:4.5/5 50页
2011年3月27日 - 本文以基于小波变换多尺度边缘检测分析为主轴,简要介绍小波变换和图像处理的基础理论;简要介绍小波变换单尺度边缘检测;接着介绍文章的重要内容:小...
<https://wenku.baidu.com/view/5...> - 3 - 百度快照

[基于小波变换的多尺度边缘检测_百度学术](#)
李强, 李东君, 勒中鑫 - 全国图象图形学学术会议 - 1996
该文提出了一种基于小波变换的多尺度边缘检测算法,能够较好地检测出图象的弱边缘,并有效地抑制噪声分量。
xueshu.baidu.com

[基于小波变换的多尺度图像边缘检测matlab源代码\(在Matlab..._CSDN博客](#)
2013年10月16日 - 基于小波变换的多尺度图像边缘检测matlab源代码(在Matlab7.0下运行) 举报原因: 色情 政治 抄袭 广告 招聘 骂人 其他 原文地址: 原因补充: 最多只允...
<https://blog.csdn.net/u0101730...> - 百度快照

[基于小波变换多尺度边缘检测分析_百度学术](#)
何世文 - 《成都理工大学》 - 2009 - 被引量:5
物体边缘通常存在于目标与背景、目标与目标、区域与区域之间。它能够勾画出物体的几何轮廓特征,能够传递多种信息,能够描述物体景象的重要特征,为人们描述或识别目标、...
xueshu.baidu.com



注意事项：

- 程序作业如有任何疑问，请尽早与宋寅助教联系，不接受补交或迟交。
- 提交邮箱：syin@mail.ustc.edu.cn
- 提交时请将文件压缩提交，文件名格式：“学号+姓名”
- **Deadline:** 时间待定，群内通知。