

BALTAMATICA

BALTAMATICA NUMERICAL COMPUTATION SOFTWARE

北太天元

数值计算通用软件

V3.0



KEEP IN TOUCH

联系我们

 **联系邮箱**
技术支持 support@baltamatica.com
市场合作 market@baltamatica.com

 **地址**
重庆高新区西园北街6号附6号

 **官网**
www.baltamatica.com



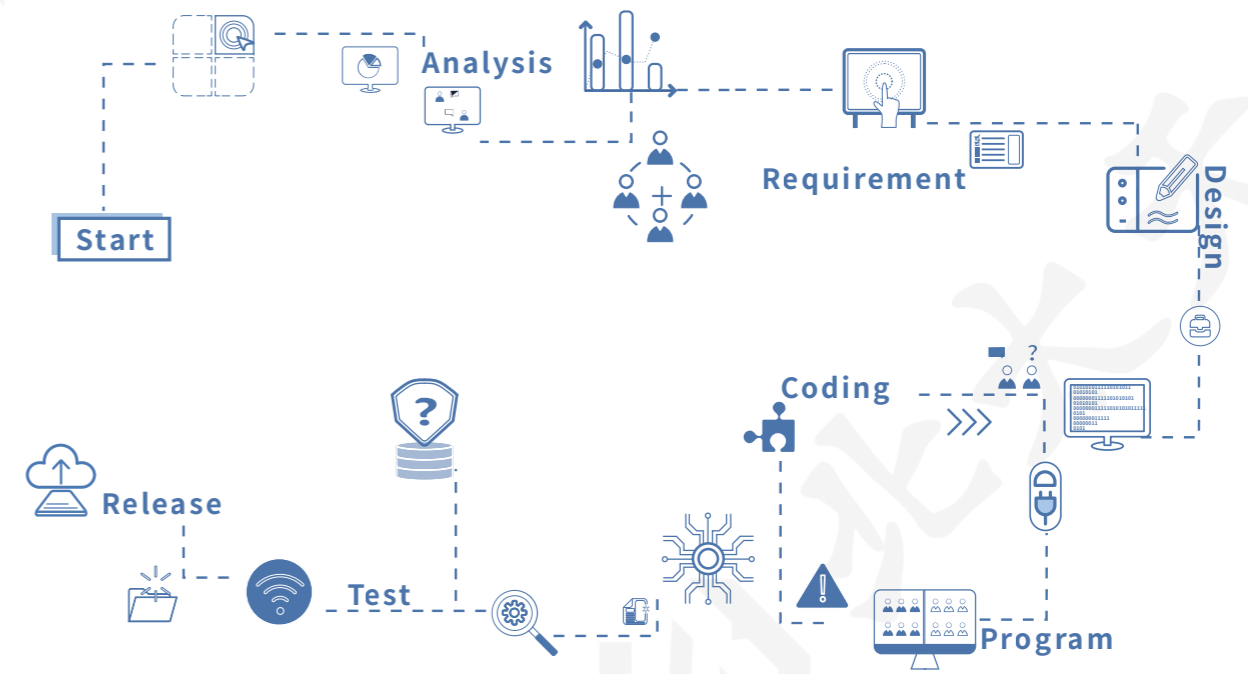
公众号二维码



官网二维码

 **北京大学 重庆大数据研究院**
PEKING UNIVERSITY CHONGQING RESEARCH INSTITUTE OF BIG DATA

北太振寰（重庆）科技有限公司



版权声明 © 2023 北京大学重庆大数据研究院 保留一切权利

任何单位或个人未经北京大学重庆大数据研究院书面许可, 不得擅自摘抄、复制本文件中的内容, 不得以盈利为目的开展任何形式的传播。

商标声明

本文件展示、提及或使用的所有商标归北京大学重庆大数据研究院所有。本文件内容不视为以明示、暗示、默许或者其他形式授予任何单位或个人商标使用权。未经北京大学重庆大数据研究院书面许可, 任何单位或个人不得以任何形式使用北京大学重庆大数据研究院的商标或标记。

安全港声明

您购买的产品、服务或功能等受您与北京大学重庆大数据研究院所签订的商业合同约定, 本文件所描述的产品、服务或功能可能不在您购买或使用范围之内。由于产品版本升级或其他原因, 本文件内容会不定期进行更新, 对此不会另行通知。除非另有约定, 本文件仅作参考作用, 所有陈述不构成对合同相对方的任何担保、承诺, 不视为合同的组成部分或者附件, 北京大学重庆大数据研究院对此保留最终解释权。



“中国正在以超出预期的模式和速度进入人类文明进程的核心舞台,作为现代文明基石的科学技术,首当其冲地成为遏阻我们前进步伐的中心角斗场。自2020年6月起,具有生态性垄断地位的国外某科学计算通用软件被禁用,《人民日报》称之为打响了对我国科技封锁的第一枪。我们在禁用事件后迅即开始工作,经过这几年持续不断的艰苦努力,以完全自主可控为根本原则开发了北太天元软件,目标是在由禁用带来的致命打击之下争得一线生机。

今天,北太天元已经成为了角斗场上的斯巴达克斯,虽仍强敌环伺,但已有一战之力!北太天元已经具有了十分稳定的内核架构和相当可观的技术支撑能力,特别地是在这个过程中我们形成了一支可以进行高效开发的队伍,这使得我们对软件的功能和体验可以不断完善有了坚实的信心。

北太天元的使命是实现整个相关产业链的本土替代,这需要教育界、学术界、产业界以及政府机构等各方的共同努力和坚定决心,以建立一个稳固的国产软件生态系统。为了方便更多的开发者加入此生态系统,我们特意为北太天元设计了灵活的SDK接口,所有从事科学计算与数值模拟的专家,均可方便地将最新的研究成果以插件的形式实现为软件底层工具包,最终以脚本的形式直接提供给用户使用相应的算法和功能。

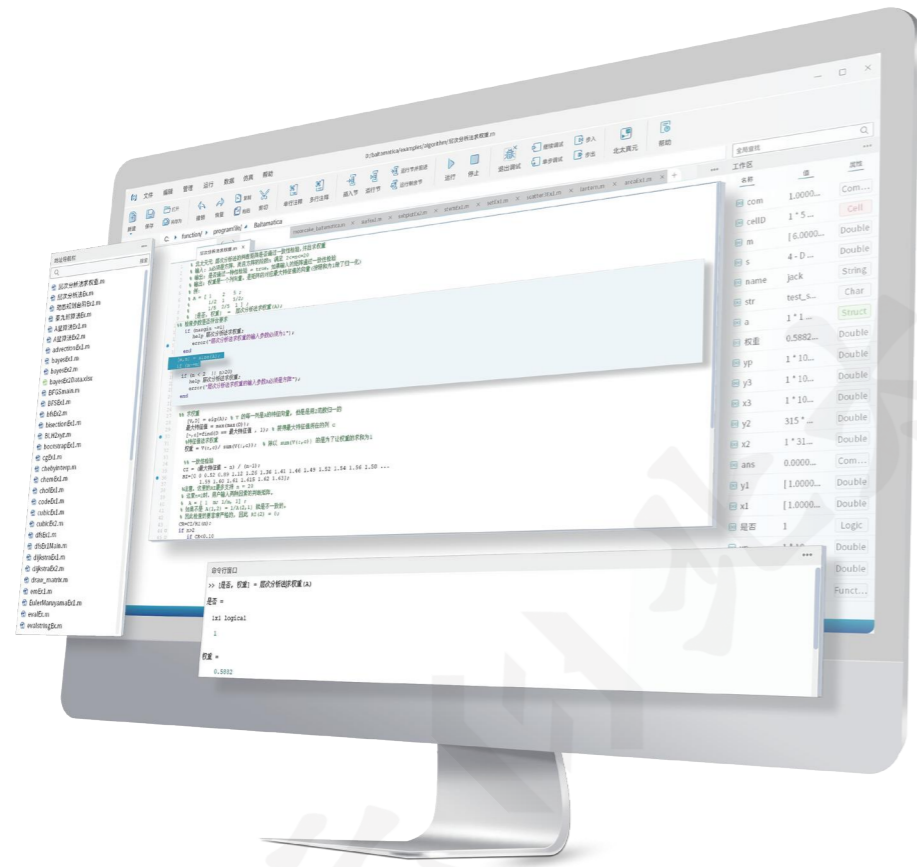
北太天元是北京大学对社会所做出的一点贡献,我们期待北太天元的开发者和使用者在漫长的岁月里和我们一路同行,致力于为人类命运共同体的科学事业持续发展做出中国贡献。”

—— 李强

目录

Contents

摘要	5
名词解释	6
1 产品概述	7
2 产品架构	9
3 产品功能	11
3.1 底层能力	12
3.2 集成开发环境 (IDE)	21
3.3 命令行界面 (CLI)	23
3.4 帮助系统	23
3.5 工具箱	24
3.6 插件	27
4 用户体验	29
4.1 软件操作	30
4.2 支持的操作系统和芯片架构	31
4.3 部署方式	32
5 技术架构与核心技术	33
5.1 技术架构	34
5.2 技术路线	35
5.3 核心技术	36
6 技术优势解读	37
7 行业应用	39
7.1 应用场景案例	40
8 目标市场	43
9 软件生态	45
10 关于我们	47



北太天元数值计算通用软件 Baltamatica Numerical Computation Software

北太天元数值计算通用软件(Baltamatica Numerical Computation Software)是在北京大学、北京大学数学科学学院、北京大学大数据分析与应用技术国家工程实验室、北京大学重庆大数据研究院共同支持下,由北太振寰(重庆)科技有限公司,突破关键核心技术,自主研发的国产通用型科学计算软件(以下简称“北太天元”)。

北太天元是面向科学计算与工程计算的国产通用型科学计算软件。本软件具有自主知识产权,提供科学计算、可视化与交互式程序设计环境,具备丰富的底层数学函数库,支持数值计算、数据分析、数据可视化、数据优化、算法开发等工作,可通过SDK与API接口,扩展各类学科与行业场景应用能力,为各领域科学家与工程师提供优质、可靠的科学计算平台。

名词解释

名词	解释
API	API (Application Programming Interface) 应用程序接口,又称为应用编程接口,是软件系统不同组成部分衔接的约定。
插件	插件 (Plug-in) 是一种用于增强或扩展已有软件或应用程序的软件组件,可以被加载到软件或应用程序中,以提供额外的函数、功能或特性。
CLI	CLI (Command Line Interface, 命令行界面) 是一种用于与计算机操作系统或应用程序进行交互的用户界面。
CSV文件	CSV (Comma-Separated Values, 逗号分隔的值) 是一种简单、实用的文本文件格式,通常用于存储表格数据。
DDE	DDE (Delay Differential Equation) : 时滞微分方程。
FFT	FFT (Fast Fourier Transform) : 快速傅里叶变换,即利用计算机计算离散傅里叶变换 (DFT) 的高效、快速计算方法的统称。
工具箱	工具箱是软件的扩展模块,用于提供额外的函数、功能、工具和特性,以满足特定领域、行业的需求。
IDE	IDE (Integrated Development Environment, 集成开发环境) : 用于提供程序开发环境的应用程序,一般包括代码编辑器、调试器和图形用户界面等工具。
脚本编辑器	脚本编辑器是一种用于创建、编辑和管理计算机脚本文件的软件工具,提供语法高亮、代码折叠、自动补全等功能。
解释器	解释器是一种计算机程序,逐行或逐条地将高级编程语言转换成计算机可以直接执行的机器语言或中间代码。
M脚本	M脚本是以.m为扩展名的程序文件。文件中包含命令、函数定义、变量声明和其他编程相关的代码,用户可以通过运行这些脚本来执行其中包含的操作。
MAT文件	MAT文件是以.mat为扩展名的数据文件,是美国MathWorks公司MATLAB的数据存储标准格式。北太天元已兼容.mat文件格式。
算法库	算法库是一种已经编写好的通用程序代码集,旨在为用户提供可重用的计算方法和操作,以便解决特定类型的问题或执行特定的计算任务,而无需重新编写程序,提高用户工作效率。

01.

Product Introduction

产品概述

产品概述

北太天元作为国内首款通用型科学计算软件，已突破并实现内核根技术，具备面向科学与工程计算的解释型高级编程语言，提供完全自主研发的分析器和解释器，兼容国外通用型科学计算软件脚本语法与数据格式，提供500余个内置函数，包含数学、语言基础、数据导入与分析等；300余个工具箱函数，包含优化、符号计算、曲线拟合、图像处理、统计、数值积分和微分方程等；20余个插件函数，包含关联规则、快速傅里叶变换、计算几何或网格剖分等；60余个绘图函数，包含二维绘图、三维绘图，提供交互式集成开发环境，具备数值计算、数据分析、数据可视化、数据优化等能力，支持数学物理建模、算法开发、数值计算与模拟等功能应用。

500+

内置函数

300+

工具箱函数

20+

插件函数

60+

绘图函数



产品

- 解释器
- 内置函数500+
- 工具箱与插件函300+
- 绘图函数60+
- 集成开发环境
- ...



能力

- 数值计算
- 数据分析
- 数据可视化
- ...



支持

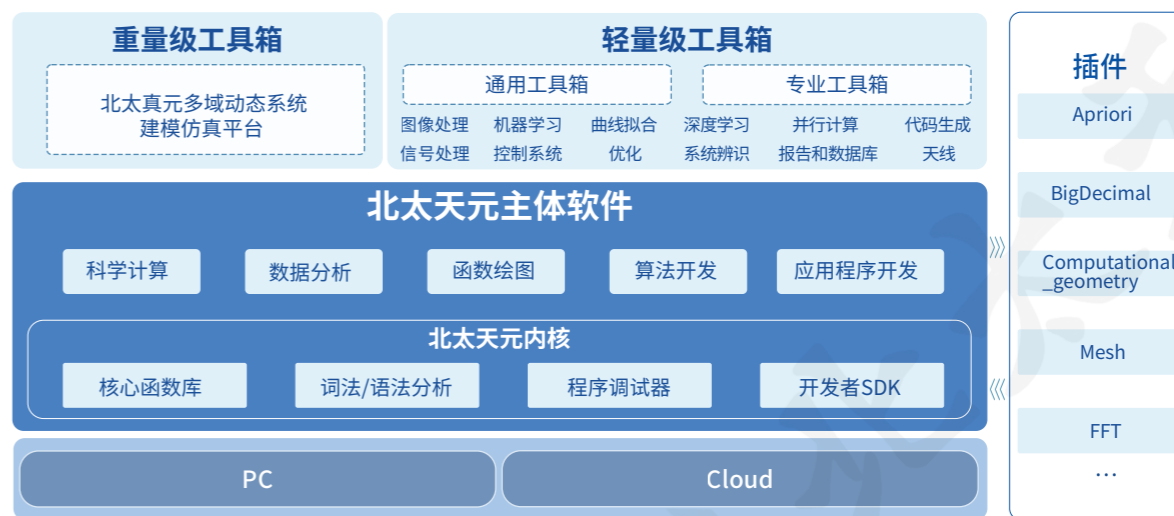
- 数学建模
- 物理建模
- 算法开发
- 模拟分析
- ...

北太天元致力于将以往的科研成果转化为实际生产力与生产工具，一是作为国内工业研发设计类软件的计算底层，助力完成我国的工业软件布局；二是作为各专业软件的计算内核，推进实现数字化智能制造的目标；三是汇集数学、物理、计算机和工程技术等多方面的知识，将还未实现且核心的技术进行研究、孵化及软件化，从过往的经验型制造转变为软件定义制造。

02.

Product Architecture 产品架构

产品架构



北太天元由四大模块组成，涵盖北太天元内核与主体软件、重量级工具箱（北太真元多域动态系统建模仿真平台）、轻量级工具箱（持续开发中）、插件。

北太天元内核与主体软件

北太天元内核作为根技术，具备解释器机制与词法语法体系，是软件的计算引擎，并配备了核心函数库、词法语法分析、程序调试器与开发者工具(SDK)。

北太天元主体软件在北太天元内核根技术之上，配备通用型科学计算软件的基本功能，具备数据处理和可视化等能力，支持数值计算、数据分析、数据可视化、数据优化、算法开发等工作，可通过SDK与API接口，扩展支持各类学科与行业场景。

重量级工具箱（北太真元多域动态系统建模仿真平台）

北太真元多域动态系统建模仿真平台依托北太天元而研发，提供模块化建模仿真环境，具备多类模块库与求解器，支持各类系统的通用型模块化建模、仿真与验证。更详细的介绍请参考《北太真元多域动态系统建模仿真平台白皮书》。

轻量级工具箱

该类工具箱包含多种的函数与工具，可用于解决不同领域的科学、工程和数据分析等问题。用户可根据自己的需求选择和使用相应的工具箱，以完成各种复杂的任务。

插件

使用北太天元提供的开发者工具(SDK)开发的软件组件，为北太天元扩展函数、功能或特性。

03.

Product Function 产品功能

- 3.1 底层能力
- 3.2 集成开发环境 (IDE)
- 3.3 命令行界面 (CLI)
- 3.4 帮助系统
- 3.5 工具箱
- 3.6 插件

产品功能

3.1 底层能力

语言知识基础

北太天元语言是一种面向科学与工程计算的高级编程语言,其特点简洁且高效,符合科研工作者与工程设计人员等相关用户对数学表达式的书写格式要求,有利于非计算机专业用户使用。软件支持面向矩阵编程,可移植性高,可拓展性强。

语言知识基础可分为以下五类:



命令执行

- 自动补全: 命令行窗口显示 help m 后，下方列出 magic, magic_end, manual, mat2str, mathieu_McMs, mathieu_aq, mathieu_sece 等选项。
- 格式化内容输出: 命令行窗口显示 format short; pi, format long; pi, format hex; int32(1024) 等命令，输出结果按指定格式显示。
- 历史指令记忆: 命令行窗口显示 clc, clear, plot(1:10), format short; pi, format long; pi, format hex; int32(1024), clear 等命令，下方显示历史指令列表。
- 错误提示: 命令行窗口显示 >> x 后，显示错误信息: 错误: 您输入的第0列附近: x没有被赋值。函数执行中显示有错误信息, 请反馈给开发团队。

用户在使用北太天元时,可在脚本编辑器以及命令行窗口中输入并执行软件提供的各种命令语句或函数指令。针对命令的键入及执行,软件提供自动补全、格式化内容输出、中断指令执行、历史指令记忆、错误提示等功能。这将提升用户在编程和计算过程中的体验,有效地提升其开发效率。

矩阵和数组

在北太天元中,矩阵和数组是表示信息和数据的基本形式。关于矩阵和数组的相关操作,北太天元提供34个函数指令,覆盖72%的矩阵和数组函数:

功能	函数名称
创建常用数组	zeros、ones、rand、eye、diag、blkdiag...
合并数组	horzcat、vertcat...
创建网络	linspace、logspace、meshgrid...
确定数组大小、形状和排序	length、size、isscalar...
重构和重新排列	sort、transpose、reshape...
索引	colon、ind2sub、sub2ind...

此外,软件还可以依照其特定的语法完成以下常规操作:

- 矩阵的创建、拼接、扩展
- 数组元素的查找访问
- 删除行或列
- 重构和重新排列数组

数据类型

北太天元支持以下数据类型:

数据类型	说明
数值类型	浮点类型(稠密/稀疏、实数/复数):double、single 整数类型:int8、int16、int32、int64、uint8、uint16、uint32、uint64
逻辑类型	logical(稠密/稀疏)
字符和字符串	字符数组(char)、字符串数组(string)
结构体	使用字段(field)将相关数据组合在一起的数据类型
函数句柄	支持间接调用函数的变量
元胞数组	各分量为元胞(cell)的数据容器类型,其中的每个元胞可以包含任意类型的数据

用户可以使用数据类型标识函数来确定变量的数据类型,也可以使用特定的函数指令进行数据类型的转换。

运算符和基本运算

北太天元支持基础的算术运算,矩阵运算,以及常用的关系运算、逻辑运算功能,提供15个函数指令,覆盖88%的关系运算、逻辑运算函数:

运算类别	函数名称或运算符
算术运算	+、-、*、/、.*、./、.^、\、uminus、uplus...
矩阵运算	mtimes、mpower、cross、dot...
关系运算	>、>=、<、<=、==、~=、isequal
逻辑运算	or()、and(&)、not(~)、xor、all、any、find、logical

循环及条件语句

北太天元提供9个(组)循环及条件语句函数及相关语法结构,覆盖82%的循环及条件语句用法:

程序结构及流程控制	说明
顺序结构	由多个程序语句顺序构成,各语句之间用“;”隔开,程序执行时按照由上至下的顺序进行
循环结构	for-end循环与while-end循环
分支结构	if-else-end结构和switch-case-end结构
指令跳转	break、return、continue

数学基础

初等数学

北太天元提供145个初等数学函数,包括算术运算、三角函数、指数对数等7个功能模块,覆盖81%的初等数学函数指令:

功能名称	说明
算术运算	+、-、*、/、^ (幂运算)、transpose、uminus、uplus...
三角函数	sine functions、cosine functions、tangent functions、cotangent functions、secant functions、cosecant functions
指数和对数	exp、log、log10、log1p、log2、nextpow2、pow2、sqrt...

功能名称	说明
复数	abs、angle、complex、conj、i、imag、isreal、j、real
舍入函数	mod、rem、ceil、fix、floor、round
多项式	polyfit、roots、polyval、polyint
特殊函数	Bessel functions、beta functions、error functions、gamma functions...

»» 线性代数

北太天元的线性代数函数具有快速且数值稳健的矩阵计算功能。北太天元提供43个线性代数函数，覆盖57%的线性函数指令：

功能名称	说明
矩阵分解	矩阵LU分解、矩阵Cholesky分解、Hermitian 不定矩阵的分块 LDL 分解、QR分解
特征值计算	特征值和特征向量、特征值和特征向量的子集
奇异值计算	奇异值分解、奇异值和向量的子集
矩阵运算	矩阵乘法、矩阵幂、转置向量或矩阵、复共轭转置、叉积、点积等
矩阵结构	获取三角矩阵函数、判断三角矩阵、判断对称/斜对称矩阵、向量范数、条件数、行列式、零空间等

»» 随机数生成

北太天元提供5个生成随机数的函数，覆盖83%的随机数生成函数指令：

功能名称	函数名称
生成均匀分布随机数	rand
生成正态分布随机数	randn
生成给定区间内随机整数	randi
整数的随机排列	randperm
控制随机数生成器	rng

»» 稀疏矩阵

北太天元支持稀疏矩阵相关功能，涉及稀疏矩阵基本操作、重新排序算法、迭代法、稀疏线性代数，功能函数如下：

功能名称	函数名称
创建稀疏矩阵	spalloc、speye、sprand、sprandn、spconvert
访问稀疏矩阵	issparse、nnz、nonzeros、nzmax、spones、find、full
重排序算法	amd、colamd、dmperm、randperm、symamd、symrcm
迭代法和预条件子	pcg、lsqr、minres、symmlq、gmres、bicg、bicgstab、bicgstabl、cgs、qmr、tfqmr、ichol、ilu
特征值和奇异值	eigs、svds

»» 数据的导入、导出和统计分析

»» 数据的导入和导出

北太天元支持mat/csv/xlsx/xls/txt文件的导入导出，提供的功能包括：

功能名称	说明
从文件中读取矩阵	readmatrix
将矩阵写入文件	writematrix
将文件变量加载到工作区中	load
将工作区变量保存到文件中	save

支持底层文件读写，提供的功能包括：

功能名称	说明
关闭一个或所有打开的文件	fclose
文件读写错误信息	ferror
打开文件或获得有关打开文件的信息	fopen
将数据写入文本文件	fprintf
将文件位置指示符移至所打开文件的开头	frewind

功能名称	说明
读取文本文件中的数据	fscanf
移至文件中的指定位置	fseek
获取当前位置	ftell

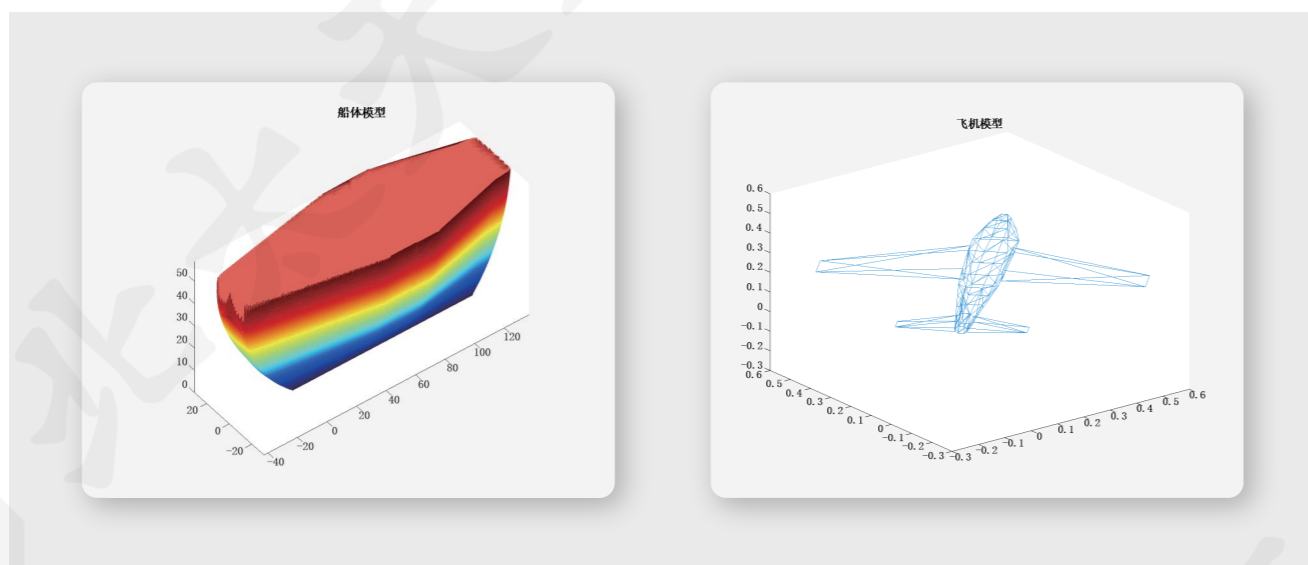
»» 统计分析

北太天元支持一系列基本统计量函数,包括6个基本统计函数,2个协方差和相关性函数,2个累积统计量函数,覆盖相关领域56%的功能:

功能名称	说明
基本统计函数	min (最小值)、max (最大值)、mean (平均值)、median (中位数)、std (标准差)、var (方差)
协方差和相关性函数	cov (协方差)、corrcoef (相关系数)
累积统计量	cummax (累积最大值)、cummin (累积最小值)

»» 绘图功能

北太天元提供的图形函数(包括二维绘图函数和三维绘图函数),以可视化的形式来呈现数据的结果,以交互式或编程式的方式自定义绘图页面。



»» 支持导出、网格线、放大、缩小、平移、旋转、还原视图等功能

绘图工具栏可使用鼠标对图形进行导出、增删网格线、缩放、平移、旋转、还原视图等操作。



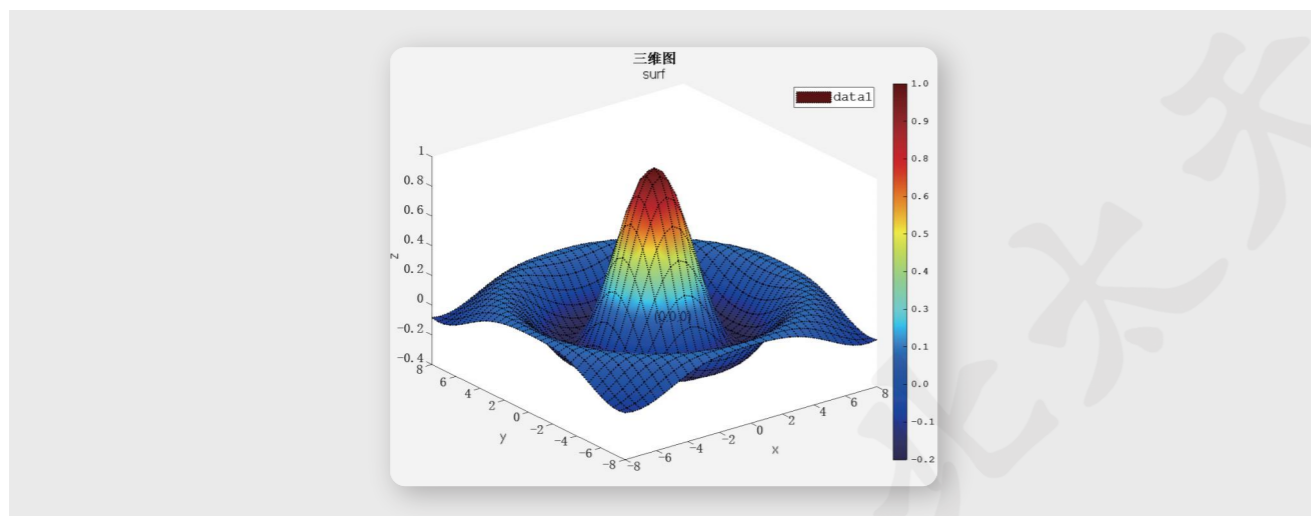
»» 支持20种以上绘图类型

可绘制二维线图、三维线图、网格曲面图、散点图、饼图、区域图、条形图、直方图、等高线图、箭头图、气泡图、阶梯图、含误差条的线图、箱线图。



支持设置图形属性, 添加文本描述、轴标签、标题、图例和颜色栏等

可设置面颜色、边缘线型、标记符号等图形属性, 并支持添加图例、标题等, 进一步提升绘图美观度与实用性。



SDK与插件机制

北太天元提供了开发者工具 (SDK), 允许用户和开发者基于软件主体开发不同类型的扩展功能。开发者可通过SDK直接访问北太天元的底层数据, 将自己的 C/C++/FORTRAN 程序整合到软件中直接调用。北太天元的优化、符号计算、曲线拟合工具箱等功能是基于此方法实现的。

开发者工具 (SDK)

开发者工具 (SDK) 随北太天元主体发布, 提供北太天元底层的各类接口。用户可利用开发者工具编写穿透北太天元底层的扩展功能模块。开发者工具现已有200余个接口函数, 支持不同类型的矩阵、字符串、结构体、元胞数组等底层数据的访问以及各类常用软件内核操作的调用。此外, 开发者工具提供包装编译器bex, 用户可使用bex快速编译出适用于北太天元的扩展模块。

BEX 函数开发机制

利用 SDK 将现有的 C/C++/FORTRAN 代码编译为北太天元可调用的函数模块 (BEX 函数), 其使用方式与内置函数和脚本相同。例如用户将 C 代码 create.c 编译为 BEX 文件 create.bexa64 (Linux平台), 那么软件中就可以使用名称 create 来调用相应BEX函数。

插件开发机制

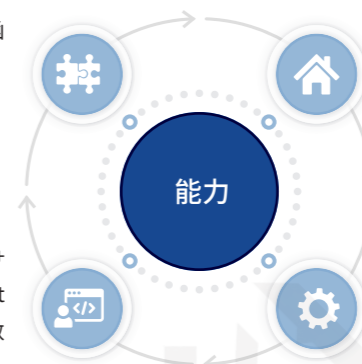
利用SDK将现有的 C/C++/FORTRAN 库或个人编写的代码开发为北太天元可调用的插件。插件具有如下代表性的能力:

增加插件函数

插件可向内核注册函数, 注册成功后, 插件函数调用方式与内置函数和脚本相同。

创建自定义数据类型

插件可向内核注册自定义的C结构体或者 C++对象, 以供北太天元存储和访问。例如: A = init(x); X = oper(A); 其中变量 A 是插件自定义数据类型。



重载内置运算符

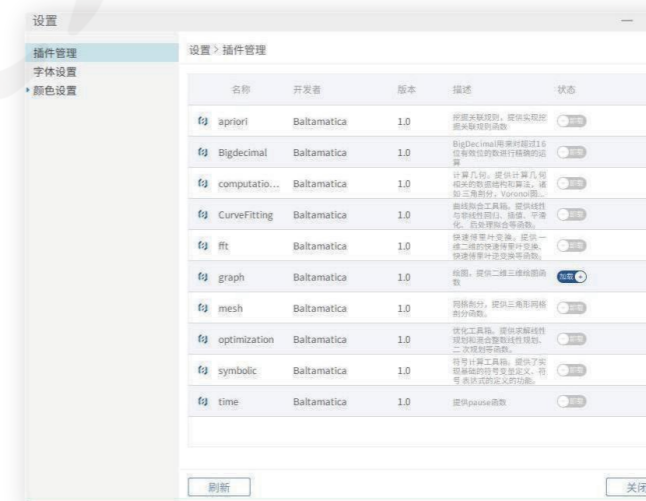
插件可重载北太天元内置的运算符, 如四则运算符等。通过使用运算符重载, 开发者可以很容易为自定义数据类型定义运算。例如对用户自定义的插件变量 A和B, 软件可以执行 C = A + B 的运算。

重载内置函数

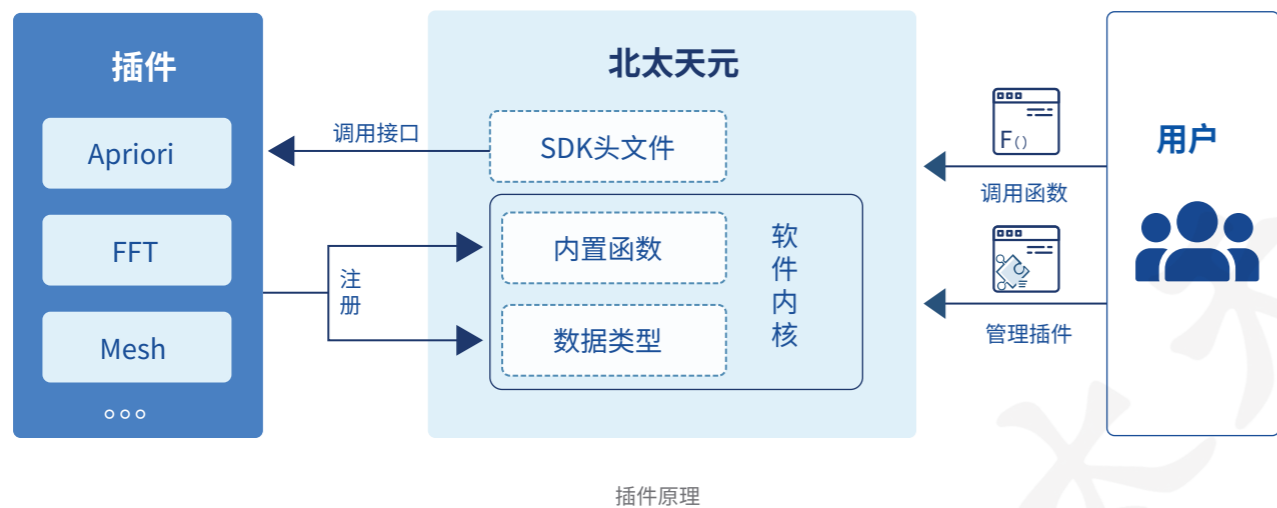
插件可重载北太天元内置函数, 如disp、zeros等。通过使用函数重载, 开发者可以对内置函数进行扩展。北太天元可以自动根据函数输入参数来判断应该使用的重载函数。

插件管理机制

北太天元可以在运行时对插件进行动态管理, 随时对插件进行安装、载入与卸载, 且不需要每次对软件进行重启操作。插件之间的依赖机制由内置的插件管理器自动完成。

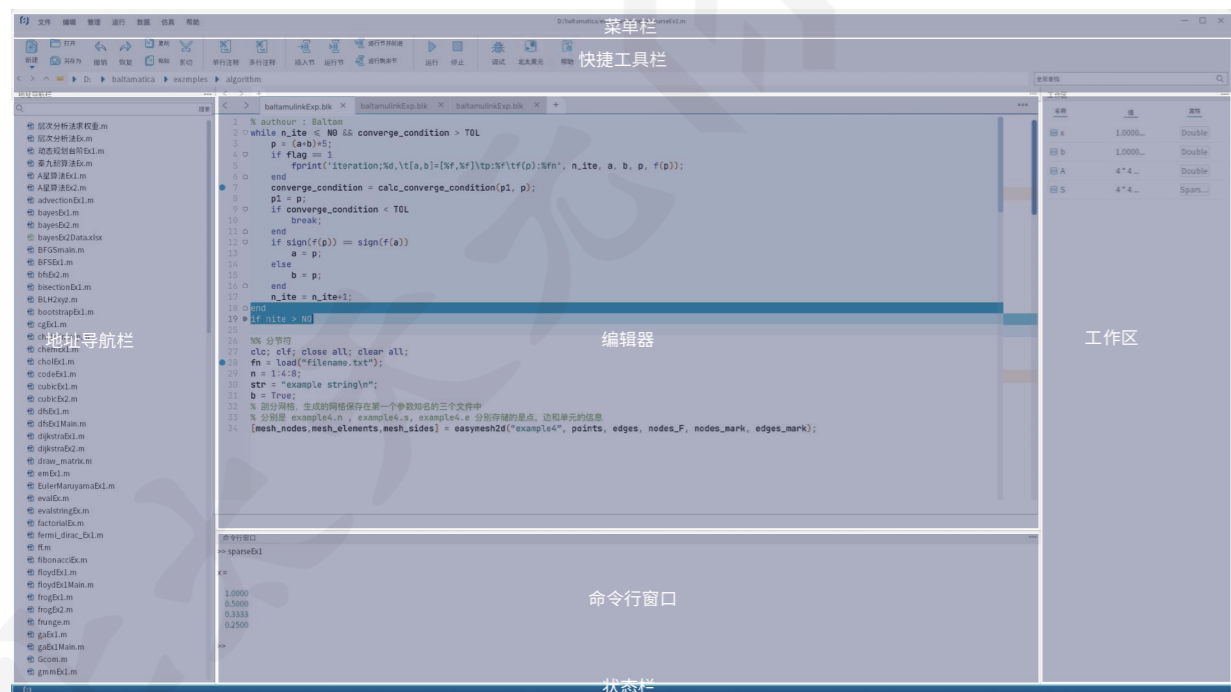


插件管理



插件原理

3.2 集成开发环境 (IDE)



集成开发环境 (IDE) 由菜单栏、快捷工具栏、地址导航栏、脚本编辑器、命令行窗口、工作区、状态栏以及其它图形界面组成。



菜单栏

包含了各种菜单和选项, 用于访问北太天元的不同功能和工具。



快捷工具栏

提供了一些常用的操作和功能的快捷方式, 以使用户更方便地访问这些功能。包括文件操作、编辑、运行、调试和帮助等。



地址导航栏

显示了当前工作目录中的文件夹和文件, 同时具备目录切换功能。



脚本编辑器

创建、编辑和管理脚本代码的工具, 提供自动补全、代码高亮、代码缩进、文本搜索等功能。



命令行窗口

允许用户与北太天元进行交互, 执行命令、运行脚本以及获取计算结果。



工作区

是一个用于存储且管理变量和数据的地方, 用户可以查看和操作当前会话中的变量, 包括从命令行输入的变量、脚本中定义的变量以及通过加载数据文件或计算生成的变量。



状态栏

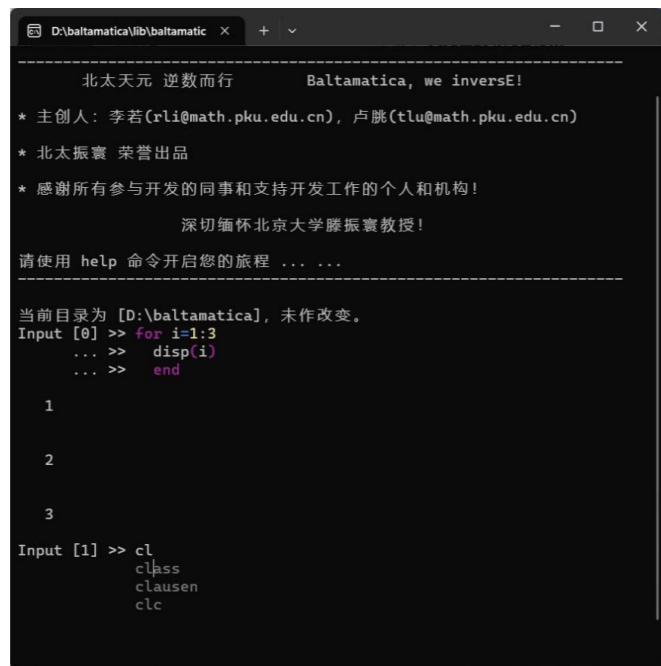
提示用户北太天元是否处于运行状态。



其它图形界面

比如变量编辑查看界面、数据导入导出界面, 设置界面等。

3.3 命令行界面 (CLI)



命令行界面 (CLI)

命令行界面 (CLI) 是一个交互式的文本界面, 允许用户通过输入命令来与北太天元环境进行交互。与IDE相比, CLI提供了更直接和灵活的方式来执行北太天元命令和操作。包含命令执行、脚本函数执行、自动补全、命令行语法高亮、命令历史记录 (浏览和查找)、变量查看和编辑等功能。支持无图形化环境下使用以及非交互式使用, 适用于自动化任务以及需要执行大量重复性操作的情况。

3.4 帮助系统

帮助文档

用户可以从菜单栏或快捷工具栏中的“帮助”选项启动帮助界面, 帮助文档包含北太天元操作指南、语言基础知识、数据导入和分析、数学、图形、编程、软件开发工具、外部语言接口、环境和设置等内容。便于用户快速入门、明晰函数功能及调用方法, 帮助用户调试代码, 提高软件使用效率。



帮助系统

帮助指令

用户可以在命令行窗口使用help指令获取详细的函数帮助信息。

在命令行窗口直接输入help, 北太天元会输出当前会话下所有可执行的函数列表: 内核提供的命令、脚本提供的命令、绘图插件提供的命令 (其他插件可以使用 list_plugins和plugin_help("插件名") 命令获取相应帮助关键词)。

使用 help 命令后跟函数名称, 获取特定函数的简要帮助信息, 如: help plot。

3.5 工具箱

优化工具箱 (插件形式调用)

优化函数用于求解线性优化、二次优化、整数优化和非线性优化问题。北太天元提供的优化函数总计16个, 如下:

函数分类	函数列表
非线性优化	fminbnd, fmincon, fminsearch, fminunc, fseminf, fgoalattain, fminimax
线性规划和混合整数线性规划	intlinprog, linprog
二次规划	quadprog
最小二乘	lsqlin, lsqnonneg, lsqcurvefit, lsqnonlin
非线性方程组	fsolve, fzero

符号计算工具箱 (插件形式调用)

符号计算又称计算机代数, 即用计算机推导数学公式, 如对表达式进行因式分解、化简、微分、积分、解代数方程、求解常微分方程等。符号计算工具箱由北太振寰研发团队与上海交通大学、吉林大学研发团队合作完成, 主要提供多项式功能和函数:

功能名称	说明
符号创建	sym
符号计算	加、减、乘、除、幂
符号展示	sym_show

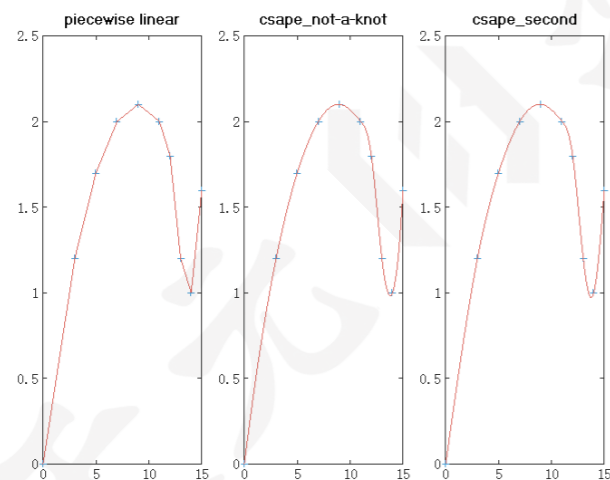
示例:

```
>> x=sym('x');
>> y=sym('y');
>> c=x+y+1;
>> f=c^3
```

在北太天元的命令行窗口中执行以上代码, 将返回以下结果:

```
>> f
f =
1x1 sym
x^3 + (3 y + 3) x^2 + (3 y^2 + 6 y + 3) x + (y^3 + 3 y^2 + 3 y + 1)
```

» 曲线拟合工具箱 (插件形式调用)



北太天元提供的曲线拟合工具箱是由北太振寰研发团队与浙江大学研发团队合作开发完成, 可以对数据进行曲线拟合处理。该工具箱支持探索性数据分析、预处理和后处理数据、比较候选模型和删除异常值, 工具箱还支持非参数建模技术, 例如样条曲线、插值和平滑。

北太天元提供的曲线拟合函数, 总计10个, 函数列表如下:

函数分类	函数列表
样条函数生成	csapi, csape, ppmak, bspline, spapi, spmak
样条函数后置处理	fnval, fnder, fn2fm, fnbrk

» 图像处理工具箱 (插件形式调用) (河北师范大学)

图像处理工具箱用于图像处理、可视化和分析。基于北太天元主体软件, 河北师范大学开发的图像处理工具箱支持图像读写和转换、图像显示、几何变换和图像配准、图像滤波和增强、图像分割与分析、特征检测和提取相关函数功能, 北太天元提供的图像处理函数如下:

函数分类	函数列表
图像读写和转换	imread, imwrite, im2gray, mat2gray, rgb2gray, gray2ind, cmap2gray, imsplit, immerge, im2double, im2uint8, im2int16, im2single, rgb2cmy, cmy2rgb, hsi2rgb, hsv2rgb, xyz2rgb, lab2xyz, ycbcr2rgb, imnoise, imbinarize...
图像显示	imshow, imfuse, imshowpair...
几何变换和图像配准	imcrop, imresize, imrotate, imtranslate, fitgeotform2d, affinetform2d, rigidform2d, translform2d, imwarp, imref2d...
图像滤波和增强	fspecial, convmtx2, imfilter, medfilt2, imgaussfilt, wiener2, stdfilt, ordfilt2, entropfilt, imboxfilt2, padarray, imadjust, histeq, bwperim, imfill, bwmorph, conndef, strel, imabsdiff, imadd, imdivide, imlincomb, immultiply...
图像分割与分析	graythresh, multithresh, adapthresh, grayconnected, edge, imgradient, imgradientxy, imhist...
特征检测和提取	detectORBFeatures, extractFeatures, matchFeatures...

» 统计工具箱

统计函数使用统计信息来分析数据。北太天元支持概率分布相关函数功能, 涉及离散分布、连续分布和多元分布, 北太天元提供的统计函数总计129个, 辅助函数总计10个, 如下:

函数分类	函数列表
离散分布	binopdf, binocdf, binoinv, geopdf, geocdf, geoinv, hygepdf, hygecdf, hygeinv, mnrnd, mnpdf, nbinpdf, nbinocdf, nbininv, poisspdf, poisscdf, poissinv, unidpdf, unidcdf...
连续分布	betapdf, betacdf, chi2pdf, chi2cdf, exppdf, expcdf, evpdf, evcdf, fpdf, fcdf, gampdf, gamcdf, gevpdf, gevinv, gppdf, gpcdf, lognpdf, logncdf, ncx2pdf, ncx2cdf, nctpdf, nctcdf, normpdf, raylpdf, raylcdf, tpdf, tcdf, unifpdf, unifcdf, wblpdf, wblcdf...
多元分布	mvnrnd, mvnpdf, mvtpdf, mvtrnd
辅助函数	distchck, stirlerr, binodeviance, histcounts, betaln, cholcov, statpoisci, statexpci, statsizechk, statbinoci

» 数值积分和微分方程工具箱

北太天元提供数值积分和微分方程工具箱用于求解常微分方程、时滞微分方程、数值积分和微分。北太天元提供的数值积分和微分功能函数如下：

函数分类	函数列表
常微分方程 (ODE)	ode23, ode45, ode78, ode89, ode113, ode15s, ode23s, ode23t, ode23tb, ode15i
时滞微分方程 (DDE)	dde23, ddesd, ddensd
数值积分	integral, integral2, integral3, quadgk, quad2d, cumtrapz, trapz, quad, dblquad, triplequad, quadl, quadv

» 3.6 插件

» Apriori 插件

Apriori 插件用于挖掘关联规则, 该插件提供的函数有：

功能	Apriori 函数
挖掘关联规则算法	apriori

» BigDecimal 插件

BigDecimal 插件用来对超过16位有效位的数进行精确的运算, 北太天元支持对 BigDecimal 转换成字符串、小数位四舍五入处理、转换成双精度数、比较大小、加、减、乘、除、幂、取模等运算, 该插件提供的函数有：

功能	BigDecimal 函数
操作Bigdecimal	bigdecimal, bd_create, bd_to_string, bd_setscale, bd_to_double, bd_gt
Bigdecimal运算	bd_mod, bd_pow, bd_add, bd_subtract, bd_multiply, bd_divide

» Computational_geometry 插件

Computational_geometry 插件用于计算几何相关的数据结构和算法, 该插件提供的函数有：

功能	Computational_geometry 函数
基于软件包 qhull 生成凸包, Delaunay 三角剖分和 Voronoi 图	qh_qhull
基于软件包 triangle 构建2维约束 Delaunay 三角剖分	tri_triangle
计算几何学中函数 freeBoundary 的具体实现	cg_freeBoundary
计算几何学中函数 edges 的具体实现	cg_edges
计算几何学中函数 neighbors 的具体实现	cg_neighbors

» FFT 插件

FFT 插件用于快速傅里叶变换, 该插件提供的函数有：

功能	FFT 函数
2的更高次幂的指数	nextpow2
将零频分量移到频谱中心	fftshift
逆零频平移	ifftshift
快速傅里叶变换	fft
快速傅里叶逆变换	ifft
二维快速傅里叶变换	fft2
二维快速傅里叶逆变换	ifft2

» Mesh 插件

Mesh 插件用于网格剖分, 该插件提供的函数有：

功能	Mesh 函数
三角形网格剖分	mesh2d, mesh3d

» Time 插件

Time 插件用于暂停执行, 该插件提供的函数有：

功能	Time 函数
暂停一段时间	pause

04.

User Experience

用户体验

4.1 软件操作

4.2 支持的操作系统和芯片架构

4.3 部署方式

用户体验

> 4.1 软件操作



友好的中文编程体验

充分考虑了中文母语使用者的操作习惯,支持中文变量、中文符号、中文字符串、中文路径等,有效的提升中英文输入切换的便利性。



界面结构清晰

轻量化的软件主体及界面信息结构及合理的功能分区,能有效的简化操作步骤及优化用户体验旅程,保障了软件的易用性。



兼容性和适应性

软件具备良好兼容性,支持跨平台使用。各界面样式保持系统性和一致性,且自适应于各种屏幕尺寸及分辨率,以保证软件的可用性和识别度。



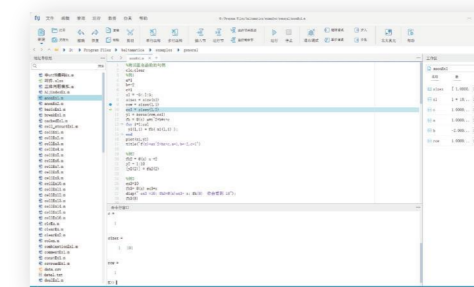
熟悉的代码操作

遵循脚本编写和代码开发的操作习惯,保持代码命令的一致性且可预测(如快捷键的使用方式、代码补全等)。



便捷的调试工具

允许用户通过断点调试等方式轻松的跟踪问题并在需要时对其进行定点故障排除,以保障编程的效率。





有效的帮助系统

自安装伊始,用户就可以通过帮助指令、帮助文档、问题反馈等一系列的操作获得帮助与指引。



高效简洁的图形化用户界面

简洁的视觉层级、规范的交互系统、平衡的色系搭配和统一的多平台界面设计,可促使开发人员在软件使用过程中保持注意力集中,提高开发效率。

4.2 支持的操作系统和芯片架构

支持的操作系统

国产操作系统



历史版本支持, 3.0适配中



历史版本支持, 3.0适配中



历史版本支持, 3.0适配中

国外品牌操作系统



历史版本支持, 3.0适配中



适配中

支持的芯片架构

芯片架构



历史版本支持, 3.0适配中



历史版本支持, 3.0适配中

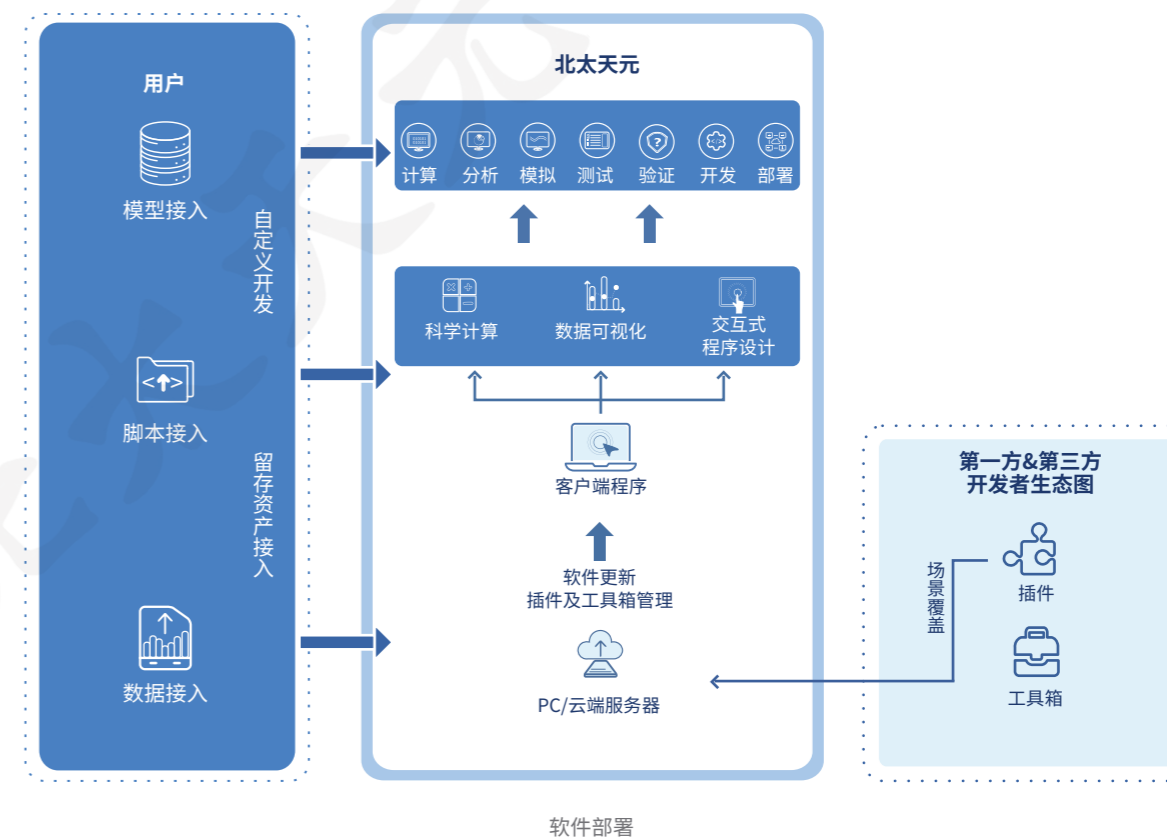


历史版本支持, 3.0适配中



4.3 部署方式

北太天元支持部署到个人PC和云端服务器,我们将不断地收集各界人士的需求与反馈,不断地完善底层能力与新功能,以实现各类场景部署与使用。



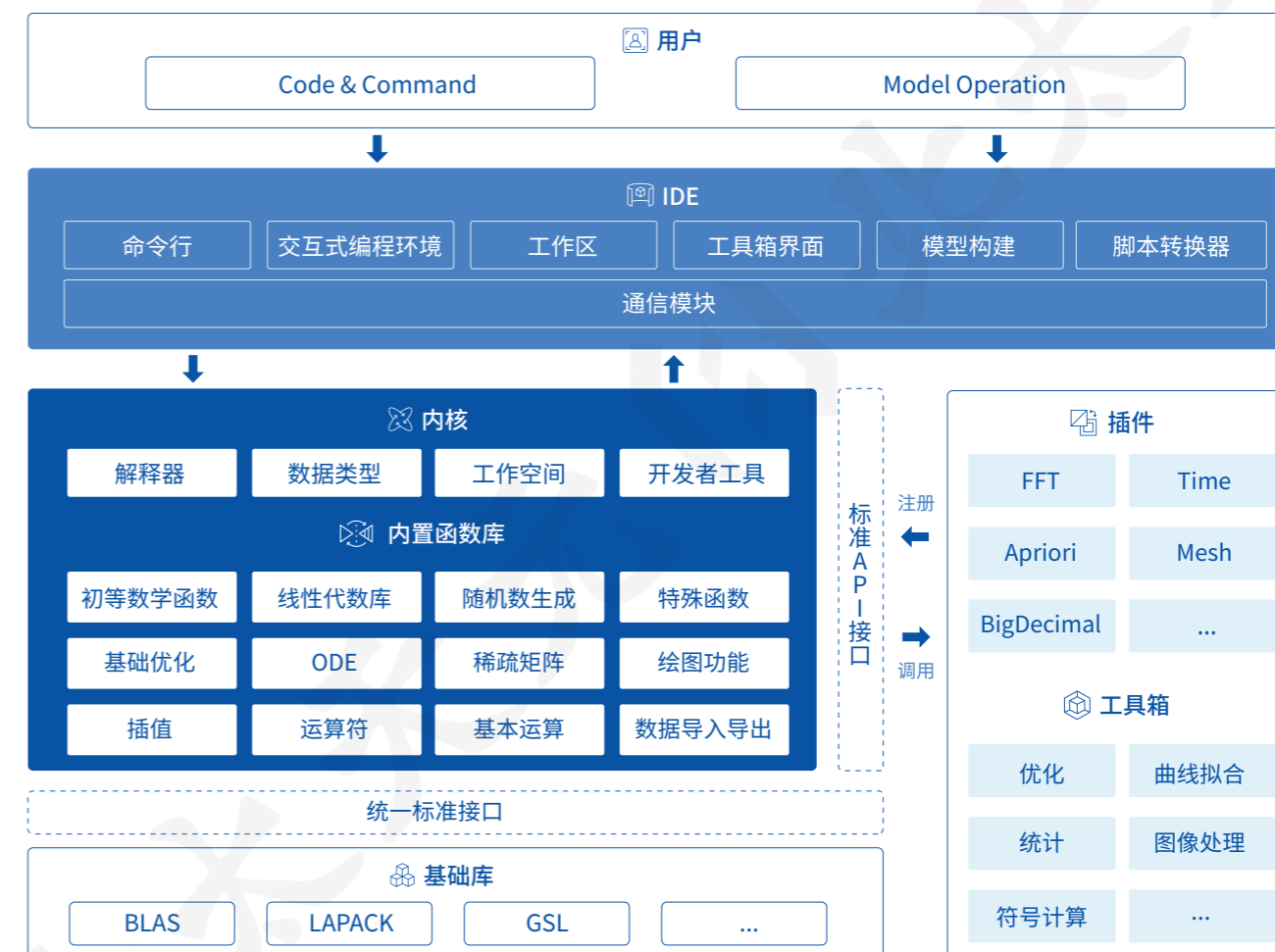
05.

Technical Architecture & Core Technologies 技术架构与核心技术

- 5.1 技术架构
- 5.2 技术路线
- 5.3 核心技术

技术架构与核心技术

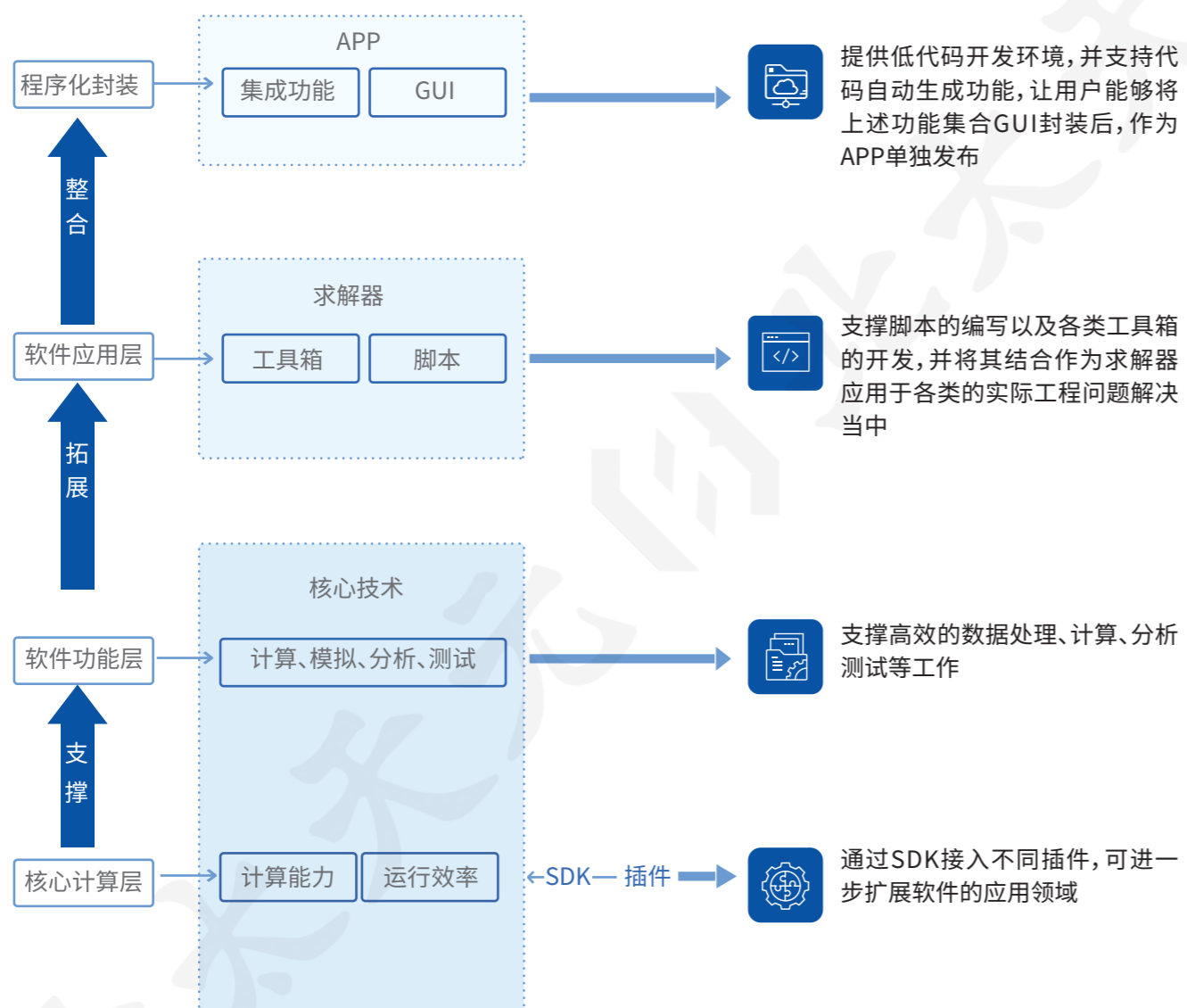
5.1 技术架构



北太天元的技术架构主要由四大模块组成：IDE、内核与内置函数库、插件与工具箱、底层基础库。

5.2 技术路线

北太天元采用模块化技术路线,整体软件分为多个层级,在提高了产品内外合作开发效率上,可拓展多场景、多行业的应用场景。



5.3 核心技术

独立自主研发的解器

北太天元具有国内首款自主研发的解器。解器将更底层的算法、数学符号与运算,转换为计算机语言执行。提供全面的数学运算能力,具有提示友好、运行高效、易于调试、交互性强、支持跨平台等优势。

丰富的函数算法库

北太天元内置丰富的数学函数和脚本,覆盖大部分某国外主流软件常用函数,注重效率优先的代码实现,提升用户工作效率。

核心技术

统一标准的开发接口

北太天元提供统一标准的开发接口,可以快速连接各种不同的软件和设备,降低开发成本,提高软件的灵活性和可扩展性,使得上游代码迅速整合。

便捷的开发者工具

北太天元具备完善的开发接口和即插即用的插件机制,方便用户获取丰富的官方插件,也可通过开发者社区获取多种第三方插件与工具箱。

06.

Technical Advantages Interpretation

技术优势解读

技术优势解读

北太天元语言及解释器

北太天元语言是一种解释性高级编程语言,适合向量化编程,可移植性高,可拓展性强。自主研发的解释器和调试器提供全面的数学运算能力,同时具有提示友好、运行高效、支持跨平台等优势。核心技术的高自主性,使北太天元成为真正解决了国家战略科技力量在科学计算领域被“卡脖子”问题的软件。

轻量高效的底层框架

北太天元轻量高效的底层框架在保证兼容性与扩展性的同时,可高效处理各类计算任务。

丰富的函数算法库

北太天元内置丰富的数学函数和脚本,覆盖大部分某国外主流软件常用函数,注重效率优先的代码实现,提升用户工作效率。

高效的参数解析能力

北太天元能够有效支持复杂参数的解析及处理工作,提高代码可维护性、提升开发效率、减少代码错误率。

零成本高效率脚本迁移

北太天元支持主流脚本文件格式,且兼容M脚本文件,用户可以通过软件内置的编程语言接口,零成本、高效率的将科研、工程项目中等过往工作成果便捷地迁移到软件内。

支持多种主流操作系统与数据格式

北太天元已实现各类主流操作系统兼容,包括Windows, Ubuntu等国际主流操作系统及统信Deepin, 银河麒麟等国产操作系统。同时支持CSV, XLS等主流数据格式的导入导出,以及mat文件格式的读写。

中文友好的代码编辑能力

北太天元有效解决使用中文编程时错误输入中文符号导致的程序错误,提升数值计算编程语言的灵活性。同时支持中文变量、中文路径等,为中文使用者降低语言障碍,提升使用体验。

完善的开发接口与插件机制

北太天元具备完善的开发接口和即插即用的插件机制,方便用户获取丰富的官方插件,并通过社区获取多种第三方插件与工具箱,满足各领域用户的使用需求。

07.

Industry Applications

行业应用

7.1 应用场景案例

行业应用



教育



智能汽车



航空航天



机器视觉



智能装备



金融工程



生物工程



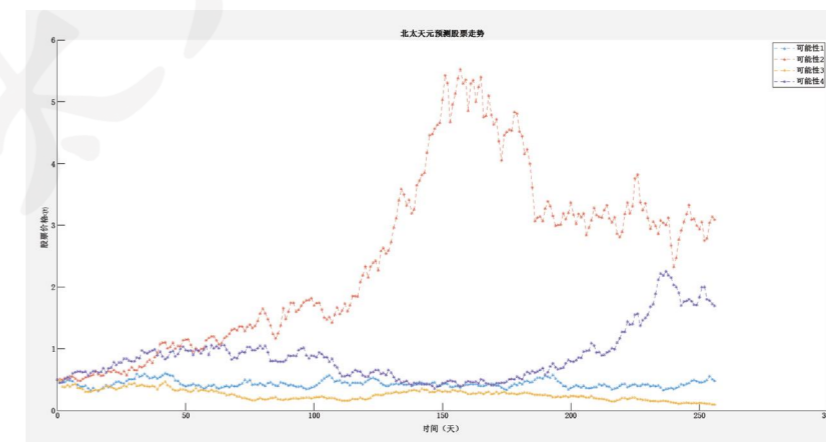
通信工程

北太天元的功能目前已支持教育、智能汽车、航空航天、机器视觉、智能装备、金融工程、生物工程、通信工程等行业应用,并在与高校、企事业单位的合作中积累了丰富的应用案例,也在实践中证明了软件架构的稳定性、软件能力的扩展性,可解决各类应用场景下的产品替换与技术创新。

7.1 应用场景案例

案例一 北太天元预测股票价格

尽管股票市场具有不确定性和复杂性,但预测股票价格仍然可以为投资者、交易员和分析师提供一些有用的信息。例如,为投资者提供决策支持,帮助投资者更好地理解市场趋势和预测可能的价格变动,还可以帮助投资者更好地管理风险。通过了解预测结果,投资者可以调整其投资组合,采取风险分散策略,以减少潜在的损失。



北太天元使用数值求解随机微分方程来模拟股票价格随时间的变化情况,通过绘图进行可视化展示。上图展示了在同一个初始价格的情况下,不同随机扰动对股票价格走势的影响。

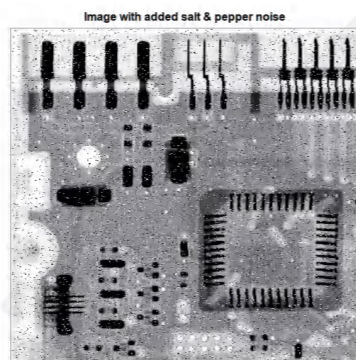
案例二 图像去噪

图像去噪是数字图像处理领域中的一项重要任务，旨在从带有噪声的图像中恢复出更干净、更清晰的图像。噪声可能来自于图像采集设备、传输过程中的干扰，或者其他环境因素。图像去噪的目标是减少或消除这些噪声，以便更好地呈现图像中的细节和结构。在医学成像、计算机视觉、遥感等领域，图像质量对于正确的分析和诊断至关重要。

以下是北太天元图像处理工具箱的图像去噪示例：

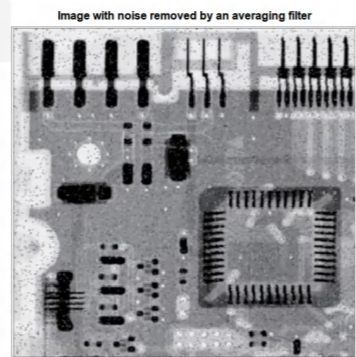
1. 加载一张图片并添加椒盐噪声：

```
X = imread("ckt-board-orig.png");
Y = imnoise(X, "salt & pepper", 0.05);
imwrite(Y, "noise.png");
```



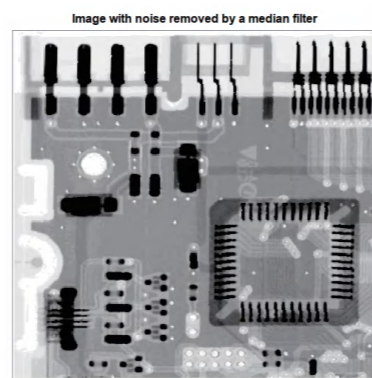
2. 使用平均滤波进行去噪：

```
h = fspecial("average", 3, 3);
Z_average = imfilter(Y, h);
imwrite(Z_average, "average_3x3.png");
```



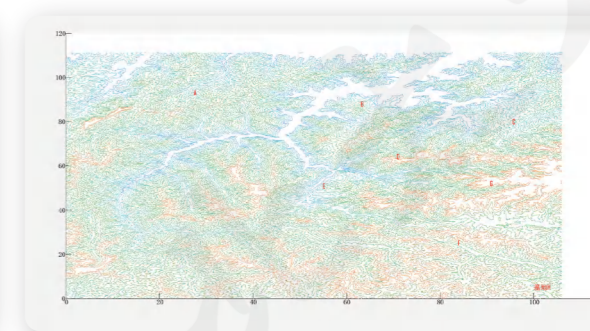
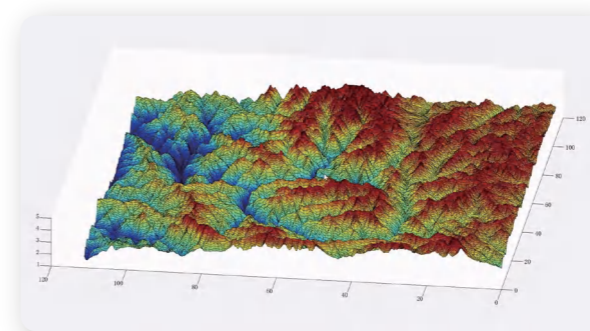
3. 使用中值滤波进行去噪：

```
Z_median = medfilt2(Y, [3 3]);
imwrite(Z_median, "median_3x3.png");
```

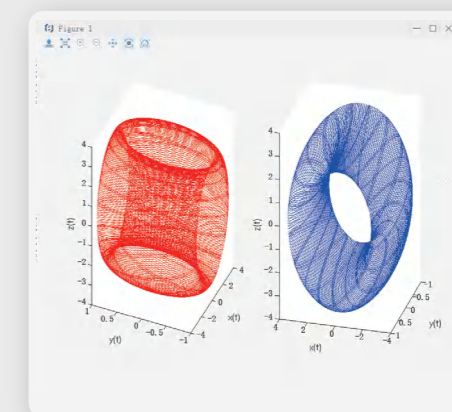
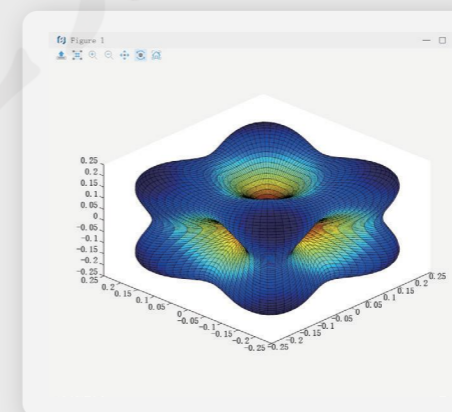
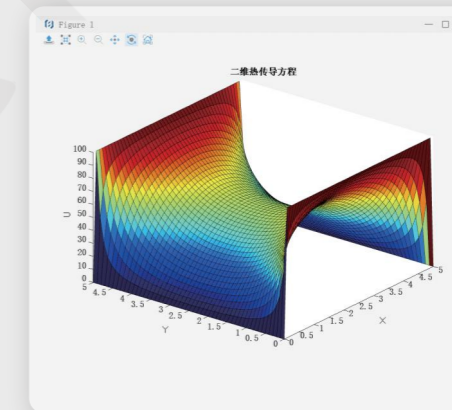
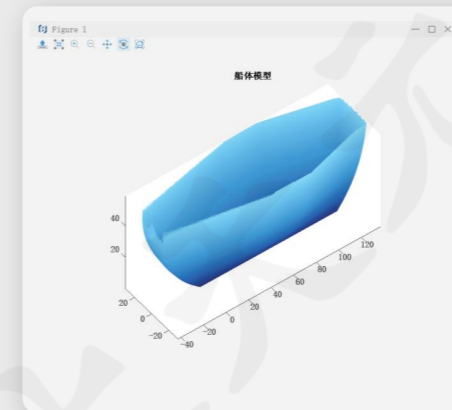


案例三 北太天元绘制高程图

高程图在地球科学、航空航天、自然灾害预防和响应、地质学等方面有广泛应用。将高程图的数据导入到北太天元中，通过北太天元的绘图功能，可以将高程图以三维的形式展示，供研究人员进行参考。并且北太天元强大的数值计算能力也可以为后续数据处理和分析提供支撑，例如使用相关的算法进行路径规划，制定飞机或无人机的航行路线等。



使用北太天元的其他案例的汇总



08.

Target Market 目标市场

目标市场

北太天元作为解决科学与工程计算难题的数学软件和工业基础软件,积极支持我国数学、物理学、金融学、生物学等多个学科的发展和人才培养,专注于为我国数字经济、新一代信息技术、智能制造、汽车制造、航空航天、机械设计、能源电力、金融工程、生物信息等各个行业领域的科研工作者与工程师,提供稳定、高效、便捷的工具软件和技术服务。用户在使用北太天元进行数值计算、模拟、分析、测试、开发等工作的同时,也可以根据自身专业知识、行业特点等,依托软件平台的计算能力与底层接口进行具有行业属性的专有插件与行业工具箱的开发。北太天元持续为各领域科学家与工程师提供工具箱解决方案,助力解决各类科学与工程学问题。

北太天元致力于将应用数学从科研成果转化为实际生产力与生产工具,作为国内工业研发设计类软件的计算底层,助力完成我国的工业软件布局,同时作为各专业软件的计算内核,推进实现数字化智能制造的目标。



航空航天和军工



汽车



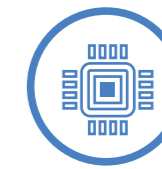
生物科学



生物技术与制药



通信



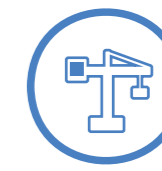
电子



能源



金融服务



工业机械



医疗设备



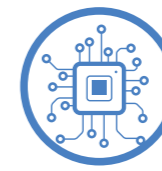
金属、材料与矿业



神经科学



轨道交通



半导体



软件与互联网

09.

Software Ecology 软件生态

软件生态

北太振寰(重庆)科技有限公司致力于构建“平等开放、合作共赢”的生态体系,并坚持以“科学自主”生态战略为蓝图,积极推进“技术耦合、市场融合、服务整合”生态目标。生态合作伙伴是建设国产通用型科学计算软件生态的重要组成部分,也是实现国产基础软件与核心工业软件自主可控的关键一环。

“持之以恒加强基础研究”是我们长期坚持的行动纲领和战略原则。我们不仅聚焦国产通用型科学计算软件与工业仿真软件的产品研发与解决方案,同时也向合作伙伴开放软件底层接口,支持合作伙伴基于北太天元进行功能扩展。北太天元加强应用数学与产业的交流与合作,探索学术创新链与产业链深度融合,将与合作伙伴携手创建中国科学计算软件与工业软件新生态,与合作伙伴实现“共生共赢”的商业格局。



10.

Our Team

关于我们

北京大学重庆大数据研究院

单位介绍

北京大学重庆大数据研究院是在重庆市人民政府指导下,由重庆高新技术产业开发区管理委员会和北京大学共同举办的具有独立法人资格的重庆市属事业单位。研究院由院士专家领衔,相关领域杰出学者亲自挂帅,组建超两百人的高水平科研队伍。在“卡脖子”的基础软件方向、自主创新的工业软件方向、面向重大战略需求的应用软件方向等均已取得重大突破,已建成 3 个中心、15 个实验室、4 个院企共建联合实验室,成立4家科技企业。在研原创科技成果 30 余项,已公开发布10 余项,主持或参与横向项目 30 余项,申请知识产权 125 项,承办数学促进经济社会发展论坛等高水平学术活动 40 余场,入选重庆市引进类高端研发机构,获批国家级博士后科研工作站。

建设背景



2020年8月18日,北京大学校长郝平(时任)率团赴重庆,拜会重庆市委书记陈敏尔(时任),重庆市委副书记、市长唐良智(时任),双方签署市校战略合作协议。

2020年11月21日,重庆高新技术产业开发区管理委员会与北京大学正式签订合作协议。双方在西部(重庆)科学城共建北京大学重庆大数据研究院。



北太振寰(重庆)科技有限公司

北太振寰(重庆)科技有限公司(以下简称“北太振寰”)是由北京大学重庆大数据研究院基础软件科学研究中心(以下简称“中心”)孵化的科技型企业。2020年10月以来,李若教授带领团队在北京大学数学科学学院内开启北太天元数值计算通用软件(以下简称“北太天元”)“0-1”的内核原创研究,在北京大学大数据分析与应用技术国家工程实验室进行技术孵化,并落地北京大学重庆大数据研究院推动“1-10”的产品孵化。

北太振寰以重庆为总部,辐射全国,致力打造国产通用型科学计算软件,融合数学、物理、计算机、工业工程等多种学科的理论知识与实践经验,围绕国产自主知识产权的科学计算软件底层根技术,发展国内数学软件、工业软件、专业软件等核心关键软件,构建以应用数学为基础的技术生态、应用生态与产业生态。

◆ 企业愿景 ◆

愿景

成为世界领先的科学计算软件提供者

使命

实现计算数学的根本价值,架起数学到应用的桥梁,服务科学研究和工业应用,
推动人类文明共同进步

核心价值观

自主创新,以人为本,至诚至信,合作共赢

◆ 发展历程 ◆

