

Técnicas matriciais na resolução de equações diferenciais, processamento de imagens e análise de dados

MS902 - Tópicos Especiais em Matemática Aplicada

MT803 - Tópicos em Matemática Aplicada

O objetivo deste curso é (1) fornecer formação teórico-prática em sistemas lineares multidimensionais, combinando decomposições matriciais (diagonal, Jordan, SVD) com métodos computacionais modernos, com ênfase na resolução de equações diferenciais via exponencial de matrizes; (2) articular aplicações em áreas interdisciplinares como processamento de imagens, compressão por SVD, redução de ruído, e matrizes de transferência; (3) introduzir a álgebra dos quaternions como ferramenta para representação de rotações em 3D; (4) explorar modelos de regressão linear e métodos de mínimos quadrados para ajuste de curvas e análise de dados; (5) utilizar plataformas como Mathematica (Wolfram) e frameworks de IA para desenvolver habilidades em visualização científica e interpretação de dados multivariados.

Prof. Stefano De Leo

Departamento de Matemática Aplicada, Universidade de Campinas
deleo@unicamp.br

Conteúdo Programático

- 1) Cadeias de Markov e diagonalização.
- 2) Forma canônica de Jordan.
- 3) Exponencial de matrizes e resolução de equações diferenciais no plano e no espaço.
- 4) Decomposição em valores singulares, compressão de imagens e reconhecimento de padrões.
- 5) Modelagem com matrizes de transferência.
- 6) Quaternions: álgebra, rotações em 3D e conexão com matrizes complexas.
- 7) Regressão linear e métodos de mínimos quadrados para análise de dados.
- 8) Visualização e interpretação gráfica de soluções.
- 9) Implementação de algoritmos em Mathematica/Wolfram.
- 10) Uso de IA na resolução de problemas multivariados.

Sem pré-requisitos formais (conhecimentos básicos de álgebra linear e cálculo recomendados)

Bibliografia

Boyce, Di Prima (2017). Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems. Wiley.
Bronson, Costa (2009). Matrix Methods: An Introduction. Academic Press.
Kuang, Yang (2021). Quaternions and Rotation Sequences. Princeton University Press.
Strang, G. (2019). Linear Algebra and Learning from Data. Wellesley-Cambridge Press.

II aulas teóricas (14:00-16:00) e IV aulas de programação em Mathematica (14:00-16:00)

Avaliação

A avaliação dos alunos será realizada por meio de relatórios que deverão cobrir parte do conteúdo programático resolvendo problemas analiticamente e numericamente utilizando o software Mathematica e as ferramentas de IA.

Matrix techniques for solving differential equations, image processing and data analysis

MS902 - Special Topics in Applied Mathematics

MT803 - Topics in Applied Mathematics

The objective of this course is (1) to provide theoretical-practical training in multidimensional linear systems, combining matrix decompositions (diagonal, Jordan, SVD) with modern computational methods, with emphasis on solving differential equations via matrix exponentials; (2) to articulate applications in interdisciplinary areas such as image processing, SVD compression, noise reduction, and transfer matrices; (3) to introduce quaternion algebra as a tool for representing 3D rotations; (4) to explore linear regression models and least squares methods for curve fitting and data analysis; (5) to use platforms such as Mathematica (Wolfram) and AI frameworks to develop skills in scientific visualization and interpretation of multivariate data.

Prof. Stefano De Leo

Department of Applied Mathematics, University of Campinas
deleo@unicamp.br

Syllabus

- 1) Markov chains and diagonalization.
- 2) Jordan canonical form.
- 3) Matrix exponential and solving differential equations in the plane and space.
- 4) Singular value decomposition, image compression, and pattern recognition.
- 5) Modeling with transfer matrices.
- 6) Quaternions: algebra, 3D rotations, and connection with complex matrices.
- 7) Linear regression and least squares methods for data analysis.
- 8) Visualization and graphical interpretation of solutions.
- 9) Algorithm implementation in Mathematica/Wolfram.
- 10) Use of AI in solving multivariate problems.

No formal prerequisites (basic knowledge of linear algebra and calculus recommended)

Bibliography

Boyce, Di Prima (2017). Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems. Wiley.
Bronson, Costa (2009). Matrix Methods: An Introduction. Academic Press.
Kuang, Yang (2021). Quaternions and Rotation Sequences. Princeton University Press.
Strang, G. (2019). Linear Algebra and Learning from Data. Wellesley-Cambridge Press.

Tuesday theoretical classes (14-16) and Thursday programming classes in Mathematica (14-16)

Assessment

Student assessment will be carried out through reports that must cover part of the syllabus solving problems analytically and numerically using Mathematica software and AI tools.

Técnicas matriciales en la resolución de ecuaciones diferenciales, procesamiento de imágenes y análisis de datos

MS902 - Temas Especiales en Matemática Aplicada

MT803 - Temas en Matemática Aplicada

El objetivo de este curso es (1) proporcionar formación teórico-práctica en sistemas lineales multidimensionales, combinando descomposiciones matriciales (diagonal, Jordan, SVD) con métodos computacionales modernos, con énfasis en la resolución de ecuaciones diferenciales mediante exponencial de matrices; (2) articular aplicaciones en áreas interdisciplinarias como procesamiento de imágenes, compresión por SVD, reducción de ruido y matrices de transferencia; (3) introducir el álgebra de los cuaterniones como herramienta para la representación de rotaciones en 3D; (4) explorar modelos de regresión lineal y métodos de mínimos cuadrados para ajuste de curvas y análisis de datos; (5) utilizar plataformas como Mathematica (Wolfram) y frameworks de IA para desarrollar habilidades en visualización científica e interpretación de datos multivariados.

Prof. Stefano De Leo

Departamento de Matemática Aplicada, Universidad de Campinas
deleo@unicamp.br

Contenido Programático
1) Cadenas de Markov y diagonalización. 2) Forma canónica de Jordan. 3) Exponencial de matrices y resolución de ecuaciones diferenciales en el plano y el espacio. 4) Descomposición en valores singulares, compresión de imágenes y reconocimiento de patrones. 5) Modelado con matrices de transferencia. 6) Cuaterniones: álgebra, rotaciones en 3D y conexión con matrices complejas. 7) Regresión lineal y métodos de mínimos cuadrados para análisis de datos. 8) Visualización e interpretación gráfica de soluciones. 9) Implementación de algoritmos en Mathematica/Wolfram. 10) Uso de IA en la resolución de problemas multivariados.
Sin requisitos previos formales (se recomiendan conocimientos básicos de álgebra lineal y cálculo)
Bibliografía Boyce, Di Prima (2017). Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems. Wiley. Bronson, Costa (2009). Matrix Methods: An Introduction. Academic Press. Kuang, Yang (2021). Quaternions and Rotation Sequences. Princeton University Press. Strang, G. (2019). Linear Algebra and Learning from Data. Wellesley-Cambridge Press.
Clases teóricas los martes (14:00-16:00) y clases de programación en Mathematica los jueves (14:00-16:00)
Evaluación La evaluación de los alumnos se realizará mediante informes que deberán cubrir parte del contenido programático resolviendo problemas analítica y numéricamente utilizando el software Mathematica y las herramientas de IA.