

Reconstrução de Imagens Térmicas Ruidosas usando Decomposição em Modos Dinâmicos

Maria E. P. Silva,¹ Fernanda T. Colombo,² Samuel da Silva³
DEM/UNESP, Ilha Solteira, SP

A Decomposição em Modos Dinâmicos (DMD) é um método eficaz para a análise de sistemas, permitindo a identificação de padrões dominantes em dados temporais, tornando-se útil no processamento de imagens e na reconstrução de sinais [1], assim como na modelagem de sistemas não lineares por meio de um sistema linear equivalente [2].

Neste sentido, o presente artigo analisa a aplicação da DMD na reconstrução de campos de temperatura em imagens térmicas de uma chapa metálica, considerando variações de resolução.

A DMD é baseada em dados e busca identificar padrões espaciais em sistemas dinâmicos, sendo amplamente utilizada na modelagem de sistemas complexos [3]. O método estrutura os estados do sistema em uma matriz de *snapshots*, permitindo representar sua evolução temporal. A matriz dinâmica A , que descreve essa evolução, é estimada pela Pseudo-Inversa de Moore-Penrose:

$$A = X'X^\dagger. \quad (1)$$

Em seguida, a Decomposição em Valores Singulares (SVD) é aplicada para extrair os modos dinâmicos, que identificam padrões espaço-temporais, viabilizando a reconstrução de estados passados e a previsão da evolução do sistema.

Neste estudo, aplicamos a DMD na reconstrução de imagens térmicas de uma chapa metálica. O vídeo térmico original foi degradado com adição de ruído gaussiano com variância de 0,005 e uma redução de resolução de 0,900, simulando a perda de qualidade nos dados adquiridos. Os quadros processados foram armazenados na matriz de *snapshots*, e a DMD foi utilizado para extrair os modos dominantes, permitindo a reconstrução das imagens degradadas.

Os resultados indicaram que a reconstrução de imagens via DMD mantém as características principais da imagem original, reduzindo ruídos e recuperando detalhes críticos, como ilustrado nas Figuras 1 e 2. A DMD foi capaz de reconstruir as imagens, pois decompõe os dados em modos dinâmicos dominantes, destacando padrões térmicos relevantes e minimizando o ruído.

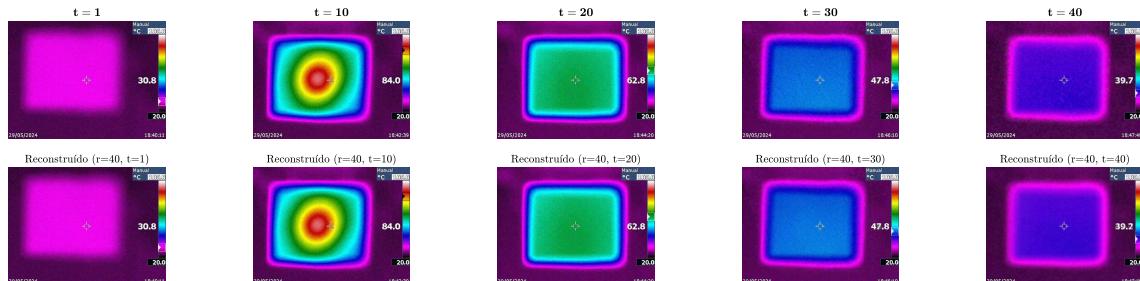
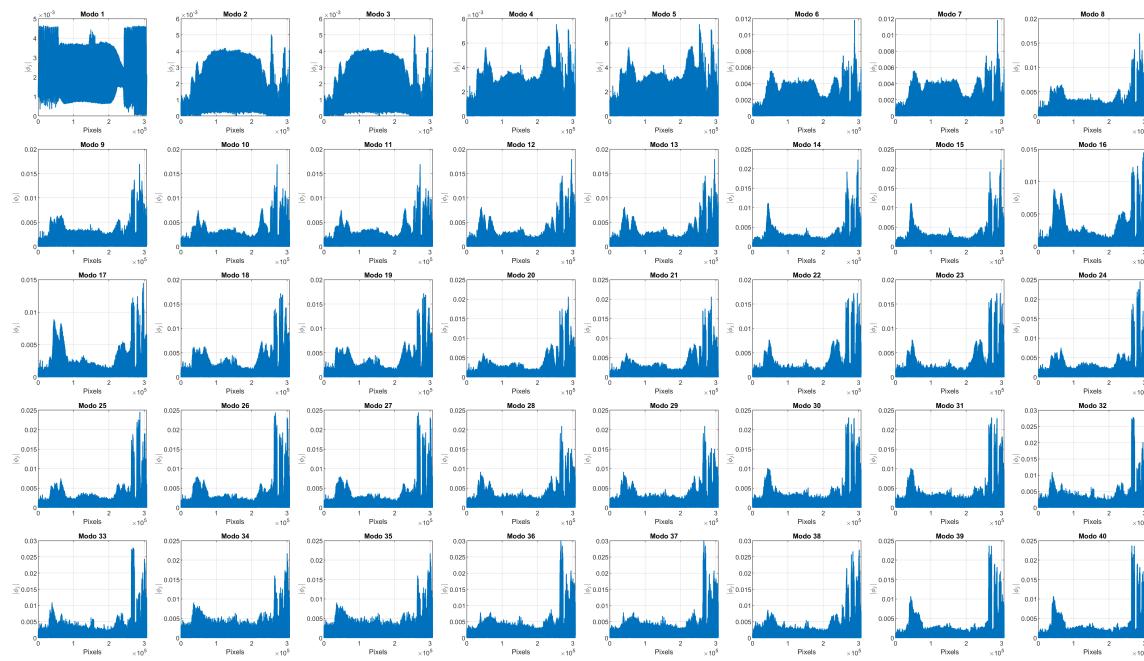


Figura 1: Reconstrução de imagens utilizando 40 modos dinâmicos. Fonte: Próprios autores.

¹eduarda.preuss@unesp.br

²ft.colombo@unesp.br

³samuel.silva13@unesp.br

Figura 2: Gráfico de modos para $r = 40$. Fonte: Próprios autores.

A DMD mostrou ser eficaz na reconstrução das imagens térmicas degradadas, reduzindo ruídos e mantendo os padrões dinâmicos essenciais. Os resultados demonstraram seu potencial para o tratamento de ruído em imagens, com possibilidade de otimização na escolha dos modos e uso em novos contextos experimentais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - processos 309467/2023-3 e 404475/2023-0), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP - Processos 22/16271-2), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e ao apoio do INCT-EIE (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Estruturas Inteligentes em Engenharia).

Referências

- [1] S. L. Brunton e J. N. Kutz. **Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control**. 2a. ed. Cambridge University Press, 2022. ISBN: 978-1108422093.
- [2] B. O. Koopman. “Hamiltonian Systems and Transformation in Hilbert Space”. Em: **Proceedings of the National Academy of Sciences** 17 (5) (1931), pp. 315–318. DOI: 10.1073/pnas.17.5.315.
- [3] P. J. Schmid. “Dynamic mode decomposition of numerical and experimental data”. Em: **Journal of Fluid Mechanics** 656 (2010), pp. 5–28. DOI: 10.1017/S0022112010001217.