

# Pattern Recognition Paradigm for Civil Engineering Infrastructure | Paradigma de Reconhecimento de Padrões para Infra-estruturas de Engenharia Civil



Elói J. F. Figueiredo

Professor Auxiliar

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia

Lisboa, Portugal

Structural Health Monitoring (SHM) research has increased significantly over the last 20 years in several engineering fields. However, the full implementation of this technology is still very limited. Additionally, real-world structures are subjected to operational and environmental condition changes that impose difficulties for detecting and identifying structural damage. In fact, the author believes that separating changes in sensor readings caused by damage from those caused by operational and environmental variability is one of the biggest challenges to the complete transition of SHM technology from research to practice. Therefore, this presentation will first differentiate “structural monitoring” from “structural health monitoring” because there are numerous real-world deployments of the former while the latter is still very limited. Then, the SHM process is posed in the context of the statistical pattern recognition (SPR) paradigm, where data-driven models are applied to detect damage in civil infrastructure under varying operational and environmental conditions, especially in bridges. The applicability of the SHM-SPR paradigm is demonstrated on data sets from a three-story frame structure located at the Los Alamos National Laboratory (USA), the Alamosa Canyon Bridge (USA), and the Z-24 Bridge (Switzerland). It will also be given a brief overview of the *SHMTools* software developed at the University of California in San Diego (USA), as one of the first attempts to implement machine learning algorithms to detect damage in structures. Finally, some current shortcomings and needs as well as future trends will be presented based on the conclusions of the book *Condition Assessment of Bridges: Past, Present, and Future. A Complementary Approach*. | A investigação na área da monitorização da integridade estrutural (*SHM – Structural Health Monitoring*) tem crescido significativamente nos últimos 20 anos em várias áreas da engenharia. Contudo, a aplicação plena desta tecnologia é ainda muito limitada, sendo um dos motivos o facto de as estruturas estarem, frequentemente, sujeitas a variações operacionais e ambientais que dificultam a detecção e identificação de dano estrutural. De facto, o autor acredita que a eliminação de tais variações das respostas estruturais é uma das grandes barreiras para a plena implementação desta tecnologia na detecção fiável de dano. Portanto, esta apresentação começa por expor a diferença entre “monitorização estrutural”, correntemente aplicada nas estruturas, e “monitorização da integridade estrutural”, ainda em fase clara de investigação. Seguidamente, o processo de identificação de dano é colocado no contexto do paradigma de reconhecimento de padrões (*Statistical Pattern Recognition Paradigm*), baseado no conhecimento *a priori* em informações estatísticas extraídas das medições. A aplicabilidade deste paradigma é demonstrada em medições realizadas num modelo estrutural idealizado de três pisos localizado no *Los Alamos National Laboratory* (EUA), na *Alamosa Canyon Bridge* (EUA), e na passagem superior Z-24 (Suíça). Será realizada ainda uma breve descrição do programa *SHMTools*, como uma das primeiras tentativas para sistematizar a utilização de algoritmos baseados no reconhecimento de padrões para detecção de dano em estruturas. Finalmente, serão sintetizadas algumas das atuais limitações e necessidades bem como algumas tendências para o futuro, baseado nas conclusões do livro *Condition Assessment of Bridges: Past, Present, and Future. A Complementary Approach*.