



Detecção de Eventos como Problema Aberto

Definir 'evento' em séries temporais: um desafio aberto à interpretação.

Eduardo Ogasawara

eduardo.ogasawara@cefet-rj.br

<https://eic.cefet-rj.br/~eogasawara>

Introdução

Múltiplas Definições

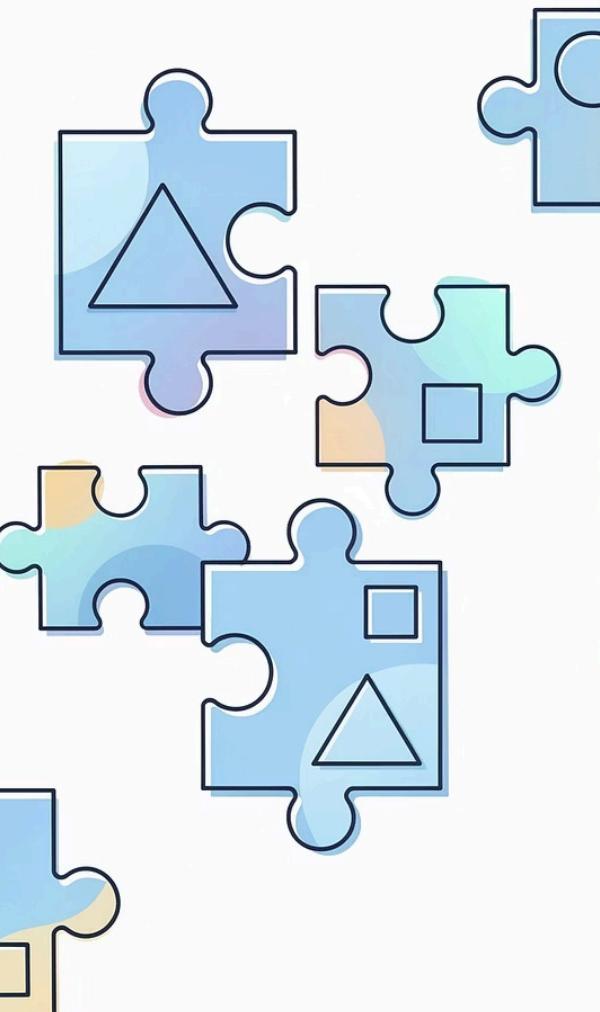
Não há consenso sobre o conceito de evento

Diversidade de Contextos

Dados e aplicações variam amplamente

Ausência de Métricas

Faltam critérios universais de avaliação



Fragmentação da Área

Anomalias, change points e motifs cresceram como campos próprios, com vocabulários e métodos específicos. O desenvolvimento técnico foi mais rápido do que a construção de uma teoria unificadora.

Subáreas Independentes

Evolução isolada de diferentes campos

Silos Conceituais

Métodos desenvolvidos sem integração

Baixa Integração Teórica

Falta de frameworks unificadores

Consequências Científicas

A fragmentação gera um cenário em que métodos parecidos são reinventados, resultados não são facilmente comparáveis e conclusões raramente se transferem entre domínios.

Comparabilidade Limitada

Métodos diferentes não podem ser facilmente comparados entre si

Dificuldade de Generalização

Resultados específicos não se transferem para outros contextos

Repetição de Ideias

Conceitos similares são reinventados sob nomes diferentes

Ambiguidade na Definição de Evento

A escolha de como representar eventos determina o tipo de método possível. Assim, comparar detectores sem alinhar a definição de evento é conceitualmente incorreto.

Se duas definições de evento são distintas, os detectores associados não são equivalentes:

$$\mathcal{E}_1 \neq \mathcal{E}_2$$

Definição dos símbolos:

- $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$ = diferentes definições de evento

Evento como Ponto

Momento específico no tempo

Evento como Intervalo

Período com duração definida

Evento como Padrão

Sequência recorrente

Complexidade da Avaliação

Avaliar detectores exige lidar com tempo, duração e incerteza. O problema da avaliação não é apenas técnico, mas conceitual: o que significa "acertar" um evento?



1 Métricas Insuficientes

Abordagens clássicas não capturam a complexidade temporal



2 Tolerância Temporal

Necessidade de considerar janelas de tempo



3 Eventos Intervalares

Duração complica a análise de acurácia

Falta de Generalização

O Problema

Muitos detectores são calibrados para um tipo de dado ou aplicação. Isso revela que a maioria dos métodos embute hipóteses implícitas sobre o fenômeno analisado.

01

Eficácia Específica

Métodos funcionam bem em domínios particulares

02

Queda de Desempenho

Performance reduzida em outros contextos

03

Dependência do Domínio

Hipóteses implícitas limitam aplicabilidade

Escalabilidade

A detecção de eventos precisa lidar com volumes crescentes de dados e múltiplas variáveis. Isso impõe limites computacionais e exige algoritmos escaláveis.

Crescimento do problema:

$$T \rightarrow \infty, \quad d \rightarrow \infty$$

Definição dos símbolos:

- T = comprimento da série temporal
- d = número de variáveis



Séries Longas

Volume temporal crescente



Alta Dimensionalidade

Múltiplas variáveis simultâneas



Streaming Contínuo

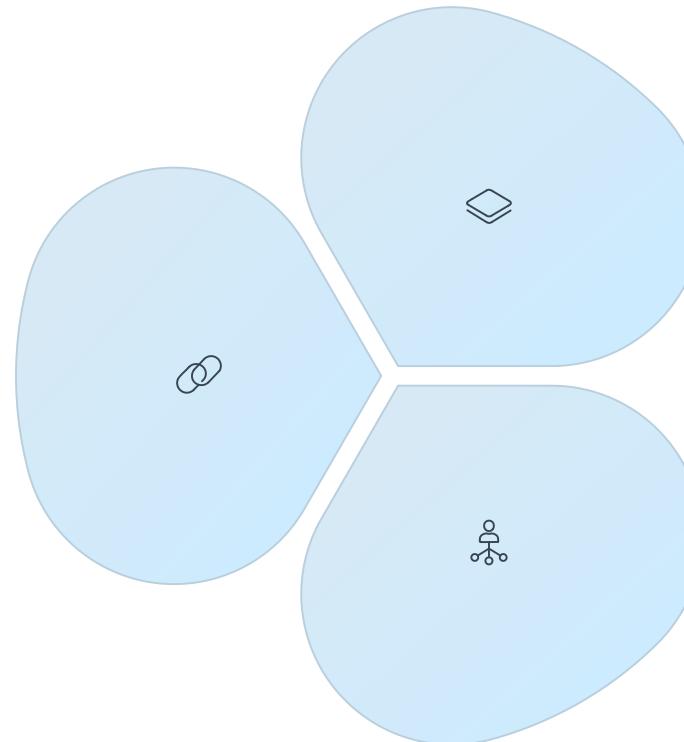
Processamento em tempo real

Multivariância e Multimodalidade

Eventos raramente são univariados. Em muitos sistemas, eles emergem da interação entre variáveis e modalidades, o que torna a detecção muito mais complexa.

Múltiplas Variáveis

Eventos dependem de interações complexas



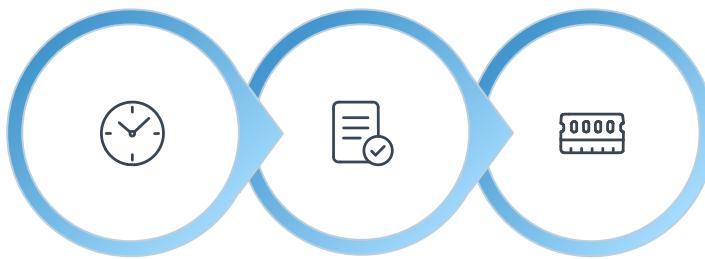
Fontes Diversas

Integração de diferentes tipos de dados

Interações Complexas

Emergência de padrões não-lineares

Desafios do Paradigma Online



Latência

Adaptação

Restrições

Latência Inevitável

Decisões com informação incompleta

Adaptação ao Drift

Mudanças contínuas no sistema

Restrições Computacionais

Limites de memória e tempo

No online, a detecção ocorre sob informação parcial. O detector precisa equilibrar rapidez, adaptação e custo computacional, redefinindo os limites do problema.

Semântica dos Eventos

Um desvio estatístico pode não ser relevante no domínio real. A noção de evento envolve significado, não apenas anomalia matemática.

Além da Estatística

Eventos não são apenas desvios numéricos, mas fenômenos com significado

Dependência de Contexto

A interpretação varia conforme o domínio de aplicação

Relevância vs. Anomalia

Nem todo desvio estatístico representa um evento relevante

Multiescala Temporal

A mesma série pode revelar eventos diferentes dependendo da escala temporal. Isso mostra que a definição de evento é intrinsecamente multiescala.

$$\mathcal{E}(w_1) \neq \mathcal{E}(w_2)$$

Definição dos símbolos:

- w_1, w_2 = escalas temporais distintas
- $\mathcal{E}(w)$ = eventos na escala w



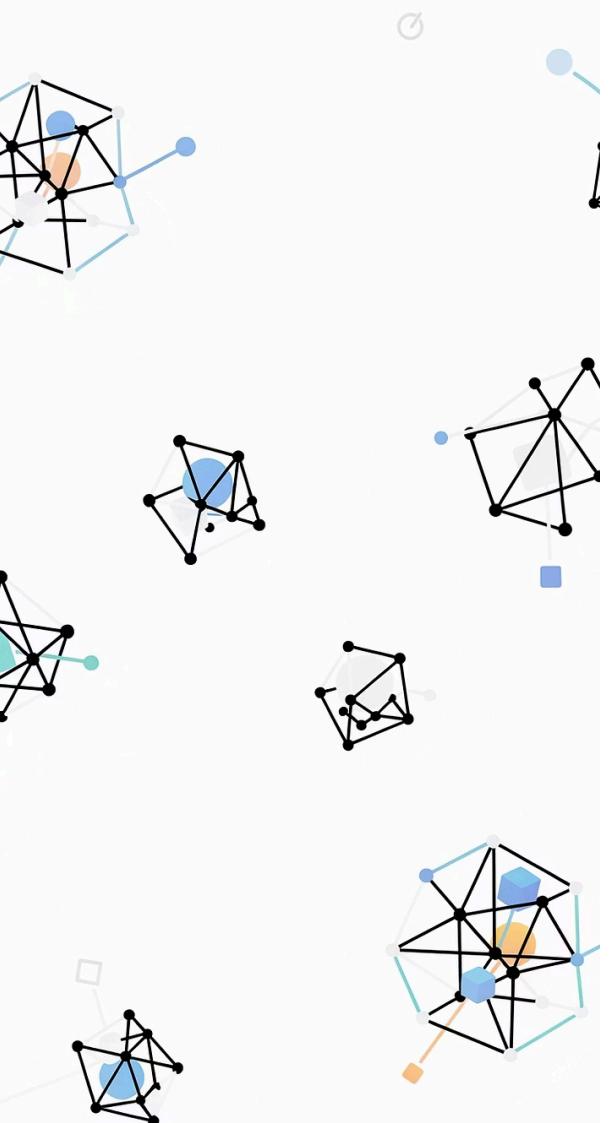
Escala Fina

Eventos de curta duração



Escala Ampla

Padrões de longa duração



Ausência de Teoria Unificada

O campo carece de uma estrutura teórica que conecte definições, métodos e métricas. A construção de uma teoria geral de eventos aparece como desafio central.

Falta de Frameworks Integradores

Ausência de estruturas que unifiquem diferentes abordagens

Métodos Ad Hoc

Desenvolvimento isolado sem base teórica comum

Necessidade de Teoria Geral

Urgência de um paradigma unificador para o campo

Arquitetura Conceitual das apresentações

As apresentações organizam o campo em quatro eixos: entender o fenômeno, detectar eventos, avaliá-los e integrar os resultados em uma visão científica coerente.

$$\text{Apresentações} = \text{Teoria} + \text{Métodos} + \text{Avaliação} + \text{Síntese}$$

Expressão conceitual da estrutura do curso



Fundamentos Teóricos

Base conceitual do campo



Classes de Eventos

Taxonomia e tipologia



Métodos e Avaliação

Técnicas e métricas



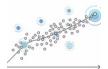
Síntese Científica

Integração e perspectivas

Taxonomia Consolidada de Eventos

As classes de eventos não competem entre si: elas descrevem dimensões complementares da dinâmica temporal.

$$\mathcal{E} = \mathcal{A} \cup \mathcal{C} \cup \mathcal{M} \cup \mathcal{D}_{dyn}$$



Anomalias

Eventos locais que desviam do padrão esperado (\mathcal{A})



Change Points

Eventos estruturais que marcam mudanças de regime (\mathcal{C})



Motifs

Eventos recorrentes que se repetem ao longo do tempo (\mathcal{M})



Drift/Online

Eventos dinâmicos em ambientes de streaming (\mathcal{D}_{dyn})

Lições Centrais e Perspectivas Futuras

Lições Centrais

O curso mostra que detectar eventos é, em essência, interpretar o comportamento temporal. Cada método expressa uma visão particular de tipicidade e mudança.

- **Não há definição única de evento**
- **Eventos dependem de tempo, escala e contexto**
- **Métodos refletem hipóteses sobre tipicidade**
- **Avaliação é parte da teoria**

Event Detection como campo científico: interdisciplinar, metodologicamente diverso e cientificamente aberto.

$$\text{Event Detection} = f(\text{dados, modelo, contexto})$$

A detecção de eventos pode ser vista como uma linguagem científica para interpretar o tempo. Ela conecta estatística, aprendizado de máquina e conhecimento de domínio.

Agenda Intelectual

As apresentações não encerram o tema, mas abrem uma agenda de pesquisa. A principal direção futura é integrar métodos, teoria e interpretação.

Deep Learning e Causalidade

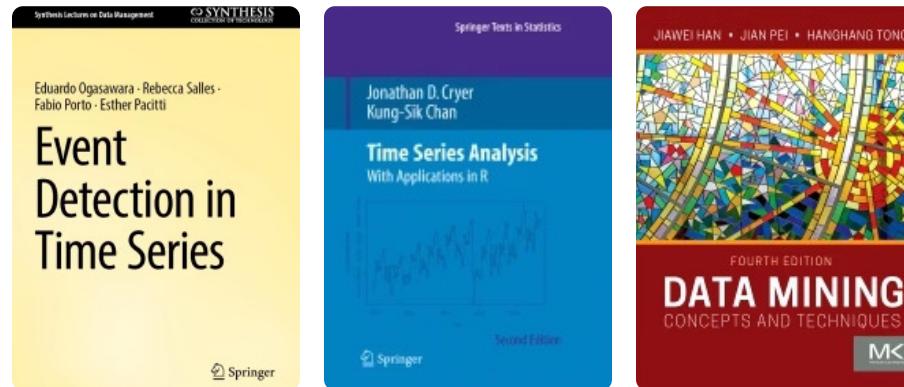
Detecção Multimodal

Explicabilidade

Frameworks Unificados

Referências Bibliográficas

Uma coleção cuidadosamente selecionada de obras fundamentais que abordam análise de séries temporais e mineração de dados.



Event Detection in Time Series

Ogasawara, E.; Salles, R.; Porto, F.; Pacitti,

E. (2025). Publicação recente da Springer Nature Switzerland que explora técnicas avançadas de detecção de eventos em séries temporais.

Time Series Analysis: With Applications in R

Cryer, J. D.; Chan, K.-S. (2008). Obra clássica da Springer que combina fundamentação teórica sólida com implementações práticas.

Data Mining: Concepts and Techniques

Han, J.; Pei, J.; Tong, H. (2022). Quarta edição publicada pela Morgan Kaufmann que consolida conceitos fundamentais e técnicas avançadas de mineração de dados