

## VERIFICAÇÃO DE ASSINATURAS ATRAVÉS DE ANÁLISE DE REDES COMPLEXAS

**Yan antonino Costa dos Santos**

Universidade Federal de Pernambuco - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção  
Avenida da Arquitetura, Recife - PE, Brasil  
yan.acs@hotmail.com

**Leandro C. Rêgo**

Universidade Federal do Ceará - Departamento de Estatística e Matemática Aplicada  
Campus do Pici, Fortaleza - CE, Brasil,  
leandro@dema.ufc.br

**Raydonal Ospina**

Universidade Federal de Pernambuco - Departamento de Estatística, CASTLab  
Recife - PE, Brasil  
raydonal@de.ufpe.br

### RESUMO

Neste trabalho, um modelo para verificação de assinaturas manuscritas online através de análise de redes complexas é proposto, em que métricas de centralidade são utilizadas como características preditoras. O modelo de aprendizagem supervisionado é a regressão logística como classificador da veracidade da assinatura. No estudo é utilizado o banco de dados de assinaturas do MCYT-100 (Ministerio de Ciencia Y Tecnologia da Espanha), que é utilizado em problemas de verificação. A base de dados possui informações da dinâmica de assinatura de 100 indivíduos, sendo que cada assinatura é replicada (25 assinaturas genuínas e 25 falsas) a fim de tornar viável a avaliação da variabilidade do indivíduo. Em nosso framework, nós consideramos as assinaturas como os nós de uma rede complexa em que a relação de conexão existente entre duas assinaturas é mensurada através das correlações entre as séries temporais das coordenadas da assinatura que excedem um limiar de comparação. A relação temporal local (entre vizinhos de cada série) usando as coordenadas de cada assinatura podem ser facilmente identificadas. As relações globais relevantes e de longo alcance são estabelecidas ao transformar o conjunto de séries temporais em uma grande rede complexa de interação. Este estudo consiste na implementação e avaliação de 4 etapas: a) pré-processamento dos dados; b) construção da rede, em que os vértices representam as assinaturas conectadas às outras através das correlações que satisfazem um certo limiar crítico; c) cálculo das métricas topológicas da rede; d) avaliação do modelo de aprendizado supervisionado para a verificação. As variáveis preditoras para o modelo foram as medidas topológicas de centralidade de grau e de autovetor, pois estas apresentam maior relação com o tipo de assinatura. A entropia de permutação como quantificador da informação das séries temporais é usado como um preditor. Para o ajuste do modelo foram selecionados aleatoriamente 15 assinaturas verdadeiras e 15 falsas por indivíduo. Métricas de erro preditivo foram calculadas usando as 20 assinaturas restantes por indivíduo. Esse processo foi repetido num esquema Monte Carlo com 100 repetições para obter estimativas médias de ajuste. Algumas métricas para medir os erros de classificação são utilizadas, entre elas o False Rejection Rate (FRR) que identifica a porcentagem de assinaturas verdadeiras que são rejeitadas pelo modelo, o False Acceptance Rate (FAR) como sendo a porcentagem de assinaturas falsas que são aceitas pelo mecanismo de aprendizado e a Average Error Rate (AER) como o erro médio. Neste framework obteve-se uma taxa de falsos positivos de 5,2%, uma taxa de falso negativo de 11,9% e um erro médio de aproximadamente 8,6%.

**PALAVRAS CHAVE.** Verificação de assinaturas, Análise de redes complexas, Regressão logística.