

**ICMC/USP - Processamento de Imagens - SCC0251**  
**Projeto Final (2018) - Proposta Final**

**Sistema para Validação de Assinaturas**  
**Tema: Aprendizado de Características**

Caio Abreu de Oliveira Ribeiro - nUsp: 10262839  
Vinicius Torres Dutra Maia da Costa - nUsp: 10262781

## **I - Introdução:**

O problema abordado pelo projeto é a validação de assinaturas manuscritas a partir de características da imagem. As características utilizadas foram a orientação dos traços que compõem a assinatura, aplicando uma análise estatística para comparar as imagens utilizadas para treinamento com as novas imagens de teste. As imagens utilizadas foram solicitadas para colegas, familiares e conhecidos, os quais assinaram em folhas de papel brancas utilizando caneta escura e utilizou-se o *scanner* da impressora para a digitalização das imagens. Estas podem ser obtidas a partir deste link: <https://goo.gl/6tvn8W>.

## **II - Métodos:**

Inicialmente, realizou-se o pré-processamento da imagem. A imagem RGB é convertida de em tons de cinza e, posteriormente, em uma imagem binária, isto é, possui pixels apenas 0 e 1. A partir desta imagem, realiza-se o processo de thinning, que aplica o conceito morfológico de erosão para afinar os traços da assinatura. O processo ocorre iterativamente até que a assinatura possua largura máxima de um pixel, momento em que encerra-se o *loop* do algoritmo. Por fim, garante-se que a imagem possui 800x400 pixels por meio de um corte ou acréscimo de pixels à imagem, para que as próximas etapas ocorram mais facilmente, pois garante-se, assim, que é possível dividir a imagem em retinas ou janelas do mesmo tamanho.

Com a imagem pré-processada, inicia-se o método de extração de características por meio da subdivisão da imagem em retinas de resolução 25x10, para que características locais sejam abrangidas pela classificação, uma vez que o problema inicial de extrair características de orientação da imagem inteira era a perda das propriedades locais da imagem. Assim, para quatro orientações possíveis (horizontal, vertical, diagonal e diagonal invertida) calcula-se o número de pixels nas direções em relação ao pixel anterior, por retina. Aplica-se, então, um tratamento estatístico para se obter uma característica normalizada para cada retina, por meio da distribuição normal. Por fim, calcula-se o módulo do vetor direção com todas as retinas, gerando um valor para cada orientação.

Para o treinamento, utilizou-se a média e o desvio padrão deste vetor característica, obtendo-se um vetor com 4 valores e intervalos de confiança que representam cada escritor. Na fase de teste e verificação, realiza-se toda a extração de características da nova imagem e comparar cada elemento do vetor gerado com o do vetor do escritor, caso dois ou mais elementos estejam equivalentes, é considerado uma assinatura válida, caso haja empate, considera-se indefinido o resultado.

## **III - Resultados:**

Na fase final, realizou-se testes com 7 escritores diferentes, para os quais o sistema já havia sido treinado, ou seja, já havia gerado um valor e um intervalo para cada orientação. Utilizou-se um conjunto com 5 exemplares das assinaturas (que não foram usadas no treinamento) de cada escritor como conjunto de teste, no qual escolheu-se 10 assinaturas aleatórias para testar cada um dos 7 escritores. Para esse teste, definiu-se as seguintes saídas: assinatura válida, inválida ou indefinida. Válida caso 3 ou 4 orientações fossem equivalentes, indefinida caso existam 2 orientações equivalentes e 2 diferentes, inválida caso contrário.

				Considerando como	as indefinições inválidas
Escritor	Acertos	Indefinição	Erros	Acertos	Erros
Caio	40%	10%	50%	50%	50%
Daniel	60%	40%	0%	90%	10%
Ewerton	70%	30%	0%	100%	0%
Flavio	80%	20%	0%	100%	0%
Gabriel	90%	0%	10%	90%	10%
Mariana	60%	30%	10%	90%	10%
Vinicius	60%	40%	0%	90%	10%

Tabela 1 - Porcentagem de erros e acertos na classificação.

#### IV - Discussão:

Os resultados obtidos foram positivos, considerando que utilizou-se apenas a análise estatística para reconhecer e extrair as características de orientação da imagem, por outro lado, apesar de testar diferentes abordagens estatísticas, alguns erros persistiram. Um dos fatores que influenciam nos erros é a inconstância da assinatura manuscrita, o que gera intervalos de confiabilidade grandes e que acabam permitindo erros como validar uma assinatura que não é semelhante, visualmente, à assinatura do escritor. Portanto, utilizando pesos para diminuir o intervalo de confiança e tentando realizar uma análise que também considere a relação entre as quatro orientações poderia gerar resultados ainda mais satisfatórios.