



PUC Minas Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
ICEI - Curso de Ciência da Computação
Disciplina: Processamento e Análise de Imagens
Prof. Alexei Machado

Trabalho Prático

Reconhecimento de células em exames de Papanicolau

Data de entrega: 11/06/2024 até às 23:00 pelo Canvas

Valor: 35 pontos

Penalidade por atraso: Valor total, não se admite atraso!

Grupos: 2 ou 3 componentes

Descrição:

O Papanicolau é um exame histológico realizado para detectar alterações nas células do colo do útero, sendo o principal método de detecção de lesões para o diagnóstico precoce do câncer cervical. Neste trabalho, você deverá implementar um aplicativo que leia imagens de exames de Papanicolau e possibilite o reconhecimento automático de células cancerosas.

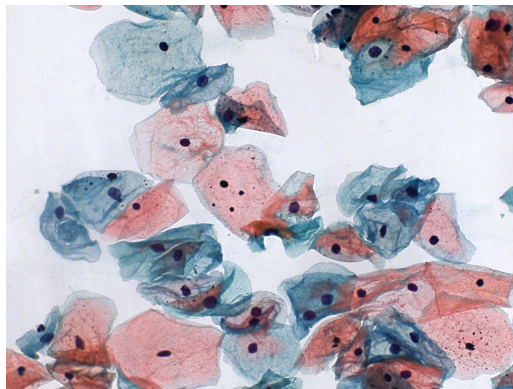


Fig. 1 Exemplo de imagem do exame de Papanicolau

Especificações do programa:

- O programa deve ser implementado em C++, Python ou Java.



PUC Minas Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

ICEI - Curso de Ciência da Computação

Disciplina: Processamento e Análise de Imagens

Prof. Alexei Machado

- b) É permitido o uso de funções elementares de bibliotecas. Por função elementar entende-se uma função básica de manipulação de imagens, cujo resultado não seja a solução final do problema. Ex: leitura de arquivos, cálculo de histogramas, filtros, cálculo de distâncias, conversão entre formatos de imagens, cálculo de características, classificadores. O código principal que utiliza as funções deve ser original do grupo.

1a etapa:

- 1) Os dados usados no treinamento e teste dos classificadores devem ser preprocessados. Através da planilha `classifications.csv`. Obtenha as coordenadas dos núcleos das células das imagens disponíveis no dataset (apenas uma parte das imagens está disponível). Recorte as imagens, gerando uma sub-imagem 100x100 para cada célula e armazene em sub-diretórios de acordo com a sua classe. O nome da imagem deve ser o número da célula na planilha. O arquivo `README.md` contém a descrição das classes.
- 2) Implemente um ambiente totalmente gráfico com um **menu** para as seguintes funcionalidades:
 - Menu para ler e visualizar imagens nos formatos PNG e JPG. As imagens podem ter qualquer resolução;
 - Menu para converter a imagem para tons de cinza e exibi-la.
 - Menu para gerar o histograma de tons de cinza e o de cores no espaço HSV e exibi-los.
 - Menu para caracterizar a imagem em tons de cinza através de descritores de Haralick, mostrando os valores calculados.
 - Menu para caracterizar a imagem em tons de cinza e canais de cor através dos momentos invariantes de Hu mostrando os valores calculados.
 - Menu para classificar uma sub-imagem através das técnicas selecionadas para o grupo, indicando qual a classe encontrada.
- 3) Implemente a funcionalidade de leitura e exibição das imagem em cores e em tons de cinza com opção de zoom;
- 4) Implemente a funcionalidade de geração do histograma de tons de cinza da imagem com 16 tons.
- 5) Implemente a funcionalidade de geração dos histogramas de cor da imagem com quantização de 16 valores para o canal H e 8 valores para o V (histograma 2D com 16*8 entradas).
- 6) Calcular as matrizes de co-ocorrência $C_{i,i}$ onde $i=1,2,4,8,16$ e 32, considerando 16 tons de cinza.



PUC Minas Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

ICEI - Curso de Ciência da Computação

Disciplina: Processamento e Análise de Imagens

Prof. Alexei Machado

- 7) Calcular os descritores de Haralick Entropia, Homogeneidade e Contraste para as matrizes de co-ocorrência do item anterior (3*6 características)
- 8) Calcular os momentos invariantes de Hu para a imagem em 256 tons de cinza e para os 3 canais originais do modelo HSV (4*7 características)

2a etapa: Para a especificação desta etapa, calcule os seguintes números:

$NF = (\text{soma dos números de matrícula dos componentes do grupo}) \bmod 3$

$NC = (\text{soma dos números de matrícula dos componentes do grupo}) \bmod 2$

$ND = ((\text{soma dos números de matrícula dos componentes do grupo}) \bmod 4) \div 2$

Se $NF=0$, as características usadas serão os valores do histograma 2D ($H \times V$, 16*8 características)

Senão se $N=1$, as características usadas serão os descritores de Haralick calculados (3*6 características), Senão as características usadas serão os momentos de Hu (4*7 características).

Se $NC=0$, o classificador raso será o SVM, senão será o XGBoost.

Se $ND=0$, o classificador profundo será a ResNet50 senão será a EfficientNet.

- 1) Separe os dados em 2 conjuntos sorteados aleatoriamente: o conjunto de treino deve ter 80% dos dados e o de teste 20%. Cada classe deve ser separada nesta proporção de 4:1 nos conjuntos de treino e teste para garantir balanceamento.
- 2) Implemente dois classificadores rasos para o problema, conforme NC, sendo o primeiro binário (classe negativa X demais) e o segundo com as 6 classes. Avalie a acurácia e mostre as matrizes de confusão de cada um. As características usadas como entrada para os classificadores dependem de NF.
- 3) Implemente dois classificadores profundos para o problema, conforme ND, sendo o primeiro binário (classe negativa X demais) e o segundo com as 6 classes. Ajuste os pesos já disponíveis na biblioteca que foram treinados com o ImageNet (fine tuning). Avalie a acurácia e mostre as matrizes de confusão de cada uma. Plote os gráficos de aprendizado (acurácia de treino e teste após cada época). As entradas para os classificadores são as sub-imagens recortadas.
- 4) Compare os resultados obtidos entre as soluções.



PUC Minas Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

ICEI - Curso de Ciência da Computação

Disciplina: Processamento e Análise de Imagens

Prof. Alexei Machado

5) A documentação **EM FORMATO LATEX E PDF CORRESPONDENTE** deve ser na forma de um artigo com estilo da SBC, contendo:

- a) A descrição do problema.
- b) Descrição das técnicas implementadas para a solução, principalmente dos classificadores e características.
- c) As referências das bibliotecas utilizadas na implementação.
- d) As medidas de tempo de execução para diversas imagens, descritores e hiperparâmetros do classificador.
- e) Análise dos resultados obtidos nos testes, exemplos de erros e acertos dos métodos.
- f) Referências bibliográficas.

O que entregar:

Arquivos fontes e documentação. Coloque todos os arquivos na raiz de um diretório cujo nome deve ser o número de matrícula de um dos componentes. Comprima o diretório e poste no Canvas (link em drive não serve) até a hora especificada. O tamanho total dos arquivos não deve ultrapassar 20 Mbytes. **NÃO INCLUA A BASE DE DADOS!**

Obs: Trabalhos de qualidade superior poderão ganhar pontos extras.

Artigo de referência:

Rezende, M.T., Silva, R., Bernardo, F.d.O. *et al.* Cric searchable image database as a public platform for conventional pap smear cytology data. *Sci Data* **8**, 151 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00933-8>