

## Trabalho de Programação 2

TADs + Listas encadeadas: Recuperação de imagens baseada no conteúdo

Valor: 35 pontos + 5 pontos extra <sup>1</sup>.

Deadline: 20 de Junho de 2023

Prof. Thiago M. Paixão

thiago.paixao@ifes.edu.br

### 1 Introdução

O objetivo deste trabalho é trabalhar o conceito de TADs e listas encadeadas para gerenciar uma base de imagens. Em particular, queremos possibilitar a busca de imagens baseada no seu conteúdo (*Content-based Image Retrieval*, CBIR)<sup>2</sup>. Diferente da busca baseada em metadados, que utiliza descrições textuais da imagem, CBIR envolve a recuperação de imagens utilizando somente o conteúdo derivado dos pixels da imagem, isto é, o conteúdo visual inerente à imagem. Esse tema é amplamente estudado e documentado na literatura, como pode ser observado na revisão de literatura disponível em <https://github.com/willard-yuan/awesome-cbir-papers>.

A realização deste trabalho compreende a captura e organização de imagens por localidade, extração dos descritores para indexação e consulta de imagens. Os detalhes são apresentados nas próximas seções.

### 2 Organização da Base de Dados

Uma sugestão de organização da base de dados está ilustrada nas Figuras 1, 2 e 3. As imagens da base serão armazenadas efetivamente em `base`, as imagens de consulta estarão em `query` e as imagens de resultado de uma consulta serão gravadas em `results`.

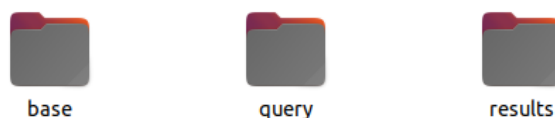


Figura 1: Organização geral da base de dados.

A Figura 2 descreve a estrutura de `base`:

- `img` contém as imagens estruturadas pela localidade;
- `extractor_1, ..., extractor_n` armazenam os arquivos `.txt` com os descritores das imagens para cada extrator, isto é, a representação simplificada (descritor) que servirá de índice para o sistema de busca.

Por fim, a Figura 3 exhibe a estrutura de `img` onde as imagens são organizadas pela localidade.

<sup>1</sup>Pontuação definida com cada grupo de acordo com as funcionalidades extras propostas.

<sup>2</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Content-based\\_image\\_retrieval](https://en.wikipedia.org/wiki/Content-based_image_retrieval)

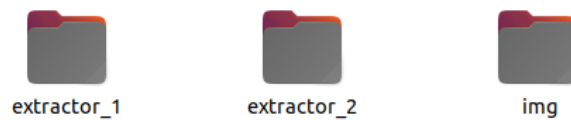


Figura 2: Organização da base de dados (base).



Figura 3: Organização das imagens por localidade (img).

### 3 Extração de Descritores

Descritores visuais são representações simplificadas que capturam características essenciais de uma imagem. Em um sistema CBIR de localidades, o extrator deve ser robusto para que, dada uma imagem de consulta, sejam recuperadas imagens da mesma localidade capturadas sob diversas condições (ângulo, iluminação, etc.). Além disso, o extrator deve ser discriminativo o suficiente para diferenciar imagens de localidades diferentes, mesmo que se assemelhem à imagem de busca.

Para tratar disso, diversos extratores têm sido desenvolvidos ao longo do tempo. Para fins didáticos, você pode utilizar extração baseada em histograma de níveis de cinza de uma imagem <sup>3</sup>. No entanto, é importante ressaltar que o histograma pode não ser a melhor opção para essa tarefa, e é recomendado realizar uma pesquisa para compreender as razões por trás disso.

## 4 Funcionamento do Sistema

A seguir, é descrito o funcionamento do sistema, que compreende basicamente dois estágios: indexação das imagens e consulta (*query*).

### 4.1 Indexação das Imagens

A indexação das imagens é realizada *offline* por um programa específico que itera sobre<sup>4</sup> os arquivos no diretório `img`, extrai as características de cada uma delas de acordo com o extrator `j` e grava os resultados em `extractor_j`. Uma sugestão é utilizar argumentos em linha de comando, conforme exemplo a seguir (para usuários Linux): `./index_images histogram-extractor`. Esse comando realiza as seguintes ações:

- Varre as imagens do diretório `img`;
- Armazena as imagens numa lista encadeada;
- Extrai os descritores de cada imagem da lista e os grava no diretório `histogram-extractor`;
- Gera o arquivo `index_histogram-extractor.txt` (Tabela 1) que faz a associação entre uma imagem, o descritor (baseado em histograma) dessa imagem e a localidade correspondente à imagem.

<sup>3</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Image\\_histogram](https://en.wikipedia.org/wiki/Image_histogram).

<sup>4</sup>Verifique em [https://www.gnu.org/software/libc/manual/html\\_node/Simple-Directory-Lister.html](https://www.gnu.org/software/libc/manual/html_node/Simple-Directory-Lister.html) como listar arquivos de um diretório.

número de imagens		
caminho/para/imagem_1	caminho/para/descritor_1	localidade_1
caminho/para/imagem_2	caminho/para/descritor_2	localidade_2
...		
caminho/para/imagem_n	caminho/para/descritor_n	localidade_n

Tabela 1: Arquivo de índices (index\_descritor\_j.txt).

## 4.2 Consulta

A consulta (*query*) pode ser feita com qualquer imagem do diretório *query*. Uma sugestão de uso seria o comando `./query caminho/para/imagem/de/consulta histogram-extractor 5` que realiza as seguintes ações:

- Carrega os descritores associados ao extrator *histogram-extractor* em uma lista encadeada (os descritores devem ser implementados como TAD do tipo estrutura com um campo que identifica a respectiva localidade);
- Extrai o índice (descritor) da imagem de consulta;
- Verifica os 5 índices mais similares (*top-5*) utilizando distância euclidiana e grava as respectivas imagens em `results`;
- Exibe na tela as *top-5* localidades resultantes da busca.

## 5 Critérios de avaliação

Os critérios de avaliação são os seguintes:

1. Modularização: 5 pontos.
2. Estilo e organização do código: 1 ponto.
3. Uso adequado de TADs: 10;
4. Documentação: 4;
5. Funcionalidade extras (combinadas com o professor): até 5 pontos;
6. Apresentação: fator real  $\alpha \in [0, 1]$ ;
7. Correção:  $\beta = 1$  se não houve falhas, e  $\beta = 0$  caso contrário;
8. Dias de atraso: d.

A nota será calculada utilizando a equação  $\text{nota} = (1 - d/5) \times \alpha \times \beta \times P$ , onde P é a soma dos pontos dos critérios 1 a 5. É importante notar que a nota será zerada após 5 dias de atraso.

## 6 O que entregar?

1. Um link para um repositório .git com código fonte e a documentação.
2. A documentação/relatório será feita no próprio arquivo README do repositório e deverá explicar a estrutura de diretórios que você escolheu, como executar o programa e descrição das principais estruturas de dados.

Bom trabalho!