

## Trabalho 2

Implemente sua atividade sozinho sem compartilhar, olhar código de seus colegas, ou buscar na Internet. Procure usar apenas os conceitos já vistos nas aulas.

### Detector de pontos-chave de Harris

Nesse trabalho você deverá implementar e utilizar um detector de pontos chave utilizando o método de Harris.

O detector computa uma matriz  $A$  de tamanho  $2 \times 2$  para cada pixel da imagem de entrada:

$$A(\mathbf{x}) = \sum_{x,y} w(x,y) \begin{bmatrix} I_x^2(\mathbf{x}) & I_x I_y(\mathbf{x}) \\ I_x I_y(\mathbf{x}) & I_y^2(\mathbf{x}) \end{bmatrix}$$

onde  $I_x$  e  $I_y$  são as respectivas derivadas nas direções  $x$  e  $y$  no ponto  $\mathbf{x}$  e a função de peso  $w(x,y)$  é Gaussiana:

$$w(x,y) = g(x,y,\sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)}$$

Alternativamente você pode implementar de forma a ter três matrizes separadas. Primeiro compute a derivada nas direções  $x$ , e  $y$ , com base nessas duas matrizes, calcule o produto para obter  $I_x I_y$ , e filtre o resultado usando uma função Gaussiana.

Após isso será possível calcular:

$$Harris(I) = \det(A(\mathbf{x})) - \alpha(\text{tr}(A(\mathbf{x})))$$

que pode ser escrito como:

$$Harris(I) = [g(I_x^2)g(I_y^2) - g(I_x I_y)^2] - \alpha(g(I_x^2) + g(I_y^2))^2,$$

onde  $g(I)$  é um filtro gaussiano. Para construir o filtro geralmente se utiliza  $\sigma = [\sqrt{2}, 3]$  e para computar o detector o parâmetro  $\alpha = 0.044$ .

Após computar  $H$ , remova as respostas próximas aos cantos da imagem, para facilitar o processamento. A seguir encontre os máximos locais (pontos maiores que seus vizinhos em janelas  $7 \times 7$  ou maior).

### Tarefa

- Trabalho em duplas
- Data de entrega: 25/11/2011

Escreva um programa numa linguagem de sua escolha que realize as seguintes tarefas:

1. Abra uma imagens e carregue-a na memória principal
2. Se a imagem for colorida, converta-a para níveis de cinza.
3. Compute as respostas passa-altas  $X = I_x^2(\mathbf{x})$ ,  $Y = I_y^2(\mathbf{x})$  e  $Z = I_x I_y(\mathbf{x})$
4. Gere um filtro gaussiano  $5 \times 5$  com  $\sigma = 1.44$  e obtenha as versões filtradas de  $X$ ,  $Y$  e  $Z$ , chamadas  $A$ ,  $B$  e  $C$ .
5. Calcule  $Harris = [AB - C^2] - \alpha(A + B)^2$
6. Encontre os máximos locais de resposta alta, para isso:
  - a) Remova as respostas próximas a 5 pixels da borda da imagem.
  - b) Encontre os máximos locais, pontos cuja valor seja máximo numa vizinhança  $k \times k$ : esses passarão a ser os pontos candidatos, e armazene esses pontos numa matriz  $PC$ .
  - c) Filtre a resposta  $Harris$  usando um filtro de média de tamanho  $k \times k$ , obtendo  $Hmean$ .
  - d) Calcule o desvio padrão de  $Harris$  ou seja:  $\sigma_H = std(Harris)$  e o desvio padrão local em cada ponto por meio de  $Hstd = Harris - Hmean$
  - e) Remova de  $PC(x, y)$  os pontos  $(x, y)$  para os quais  $Hstd(x, y) < (\sigma_H/2)$ .
7. Grave no disco uma nova imagem utilizando a imagem original como base, mas que possua cor vermelha nos pontos chave detectados.

**Atenção:** Os passos 5 e 6 devem ser implementados pelo aluno sem usar função pronta de qualquer biblioteca para computar o detector de Harris, e encontrar os máximos locais.

## Requisitos

Devem obrigatoriamente ser implementadas as funções:

- `void HarrisDetector(IplImage *I, double alpha, double sigma, double **Harris...)` que retorne na variável `Harris` a resposta do detector de Harris para a imagem  $I$  com parâmetros  $\alpha$  e  $\sigma$ .
- `void localmaxima(double **Harris, int k, double **Lmax, ...)`, que retorne uma matriz binária `Lmax` com os pontos-chave finais, após encontrar os máximos locais e remover pontos de baixa resposta, usando uma janela  $k \times k$ .

Observação: a assinatura das funções acima usam a sintaxe da linguagem `C`, o que pode ser modificado se você usar linguagem de outra sintaxe.

Dica: veja no site uma parte da implementação da função `localmaxima()` usando Octave e baixe quatro imagens específicas para testes em detectores de pontos-chave.

## Instruções

O projeto será avaliado levando em consideração:

1. Detector de Harris (40%).
2. Tratamento dos pontos chave candidatos: encontrar os máximos locais e remover pontos de baixo desvio padrão (35%).
3. Gravação da imagem com os pontos detectados (25%).

Dúvidas conceituais deverão ser colocadas nos horários de atendimento. Dificuldades em implementação, por favor, envie e-mail para a estagiária PAE com o assunto [trab\_har]duvida, anexando o código e especificando o problema.

A detecção de cópia de parte ou de todo código-fonte, de qualquer origem, implicará reprovação direta no trabalho. Partes do código cujas **ideias** foram desenvolvidas em colaboração com outro(s) aluno(s) devem ser devidamente documentadas em comentários no referido trecho. O que **NÃO** autoriza a cópia de trechos de código. Portanto, compartilhem ideias, soluções, modos de resolver o problema, mas **não o código**. Qualquer dúvida entrem em contato com o professor.