Universidade Federal de Minas Gerais — UFMG
Instituto de Ciências Exatas — ICEx
Departamento de Ciência da Computação — DCC

Disciplina: DCC884 — Visão Computacional
Professor: Mario Fernando Montenegro Campos (`mario@dcc.ufmg.br`)
Monitor: Wagner Ferreira de Barros (`wbarros@dcc.ufmg.br`)
Período: 1º semestre / 2009
Aulas: Terças e quintas, das 09:25 às 11:05, na sala 2029 do ICEx
Página: `http://www.verlab.dcc.ufmg.br/cursos/visao/2009-1/index`

1ª Lista de Exercícios

Data da entrega: 31/mar/2009

A lista é individual e as datas de entrega são fixas, devendo o trabalho ser entregue no início da aula. Cada lista vale 5 pontos na nota final. Para cada dia de atraso na entrega será descontado **1** ponto do valor da lista. Esta lista de exercícios é composta de duas partes: a primeira de exercícios teóricos e a segunda com implementações práticas. Não há formato específico para apresentar as respostas e resultados.

O Matlab ou Scilab são recomendados para o desenvolvimento das aplicações, pois permitem o desenvolvimento rápido de aplicativos e já incorporam várias rotinas matemáticas e de manipulação de imagens. O Scilab é gratuito e pode ser baixado da página `http://www.scilab.org/`. Você também pode usar outras linguagens de programação, mas nesse caso lembre-se de incluir as instruções de compilação dos programas e eventuais arquivos auxiliares, como "makefiles" ou arquivos de projeto.

Em todos os casos, não se exige nenhuma interface gráfica: os programas podem ler os dados de entrada por argumentos de linha de comando ou por digitação pelo usuário, e podem gravar a saída em arquivos no disco.

Para arquivos gráficos, recomenda-se o uso dos formatos PNG ou JPEG. Nesse sentido o Matlab e o Scilab ajudam, pois ambos disponibilizam rotinas de leitura e gravação para esses formatos. Para os entusiastas de C e C++, a biblioteca OpenCV (`http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/`) é uma alternativa gratuita e multi-plataforma. Para a visualização dos arquivos, os aplicativos IrfanView (Windows) e xv (Linux) são boas ferramentas e também são gratuitos.

Em qualquer situação, os programas devem ser entregues com documentação de uso ou devem ser auto-explicativos.

1 Exercícios Teóricos

1. Defina o conceito de Visão Computacional. Quais são os tipos de problemas tratados neste contexto? Estes problemas são fáceis? Quais são as ferramentas utilizadas? Justifique!

2. O que ocorre com a imagem capturada por uma câmera projetiva se alterarmos a distância focal?

3. Use as equações de projeção perspectiva para explicar por que, em uma foto frontal de um rosto tomada a curta distância, o nariz apresenta-se muito maior que o o resto do rosto. Este efeito pode ser reduzido alterando-se a distância focal?

4. Os olhos respondem à radiância. Explique por que superfícies Lambertianas são frequentemente referenciadas como tendo um brilho que independe do ângulo de visualização.

2 Exercícios Práticos

1. A aquisição de uma imagem de intensidade está sujeita à ação de diversas fontes de ruídos. O objetivo deste exercício é ter uma noção de quanto os ruídos podem interferir no processo de captura de imagens.

   Use uma câmera fixa para obter 10 imagens de uma mesma cena estática, ou seja, sem objetos em movimento. Importante: *Se possível*, salve as imagens em um formato sem perdas, de preferência PNG.

   Para melhorar os resultados, observe as dicas a seguir:

   - Procure uma cena iluminada de maneira controlada (de preferência com lâmpadas fluorescentes), evitando iluminação natural;
   - Procure uma cena com objetos claros e escuros, mas evite a saturação (estouro de branco);
   - Para fixar a câmera, o melhor é usar um tripé;
   - O experimento pode ser feito com qualquer câmera: *webcam*, câmera fotográfica ou filmadora. O laboratório possui algumas câmeras que podem ser usadas neste experimento;
   - Tente desativar o ajuste automático de exposição (*auto gain control*) e não use *flash*.

   Responda as questões a seguir:

   (a) Descreva o seu sistema de captura, o tipo, marca e características da câmera, assim como as características das imagens obtidas.

   (b) Estime o desvio-padrão da aquisição do ruído em cada pixel, $\sigma(i, j)$. Gere uma imagem em escala de cinza para representar o mapa de ruídos medidos na imagem. Os valores de intensidade dos pixels devem ser escalados de modo que o maior ruído seja representado por branco (ou seja, intensidade `255`) e a ausência de ruído seja representada por preto (ou seja, intensidade `0`).

   Analise a imagem resultante. Em condições ideais — ou seja, segundo o modelo de ruído aditivo, branco e uniforme —, a imagem deve ser praticamente toda branca, indicando que a magnitude do ruído é aproximadamente a mesma em todos os pixels (e, portanto, sempre próxima do máximo), sem relação com a estrutura da imagem capturada. Foi esse o resultado que você obteve? Caso contrário, analise criticamente e tente tirar conclusões: quais são as regiões com o maior ruído? Há alguma relação entre o mapa de ruídos e as imagens da cena?

   (c) Plote um gráfico que apresente, para uma única linha de varredura no conjunto de imagens, a média de cada pixel e os valores acrescidos e reduzidos de $\sigma(i, j)$.

   (d) Estime a média do ruído (a média de $\sigma(i, j)$). O que este valor indica?

   (e) Qual o pior caso de aquisição de ruído?

   (f) Encontre a auto-covariância. Que conclusões você pode inferir com este resultado?

2. A entropia pode ser considerada como uma medida para a quantidade informação para a Transmissão da Informação. Esse número pode ser usado para medir a quantidade de informação presente em imagens.

   Considere os níveis de intensidade de uma imagem I_0, como apresentado na Tabela 1:

9	9	9	8	9	8	9	8	8	8	8	9	9	9	9
8	8	9	8	8	8	8	8	7	8	8	8	9	8	9
7	7	7	6	6	7	7	7	7	6	6	6	7	8	8
6	7	6	6	2	1	1	1	1	1	1	1	7	8	8
7	7	6	4	3	1	0	0	0	1	2	2	6	7	8
7	6	5	4	2	0	0	0	0	1	2	5	6	7	8
7	7	6	6	7	6	0	0	1	6	7	7	7	8	7
7	7	7	7	6	6	0	0	1	6	7	7	8	7	8
7	5	8	7	6	6	0	1	1	6	7	7	7	7	8
7	4	7	8	7	6	1	1	2	6	7	7	7	8	7
6	6	6	7	8	7	2	2	3	6	7	6	7	7	7
6	6	4	6	7	6	2	3	5	7	6	6	6	7	7
6	6	3	4	6	6	6	7	7	6	6	6	6	7	7
4	4	6	4	4	6	6	6	7	7	6	7	7	5	8
2	3	6	6	6	4	6	7	6	7	6	6	6	7	4

Tabela 1: Níveis de Intensidade de uma imagem.

   (a) Calcule o Histograma de intensidades de níveis de cinza desta imagem.

   (b) A entropia de uma imagem pode ser obtida a partir das intensidades dos níveis de cinza em uma imagem. Estas intensidades estão presentes no histograma de luminância da própria imagem, $P(l)$. A entropia é calculada pela expressão abaixo:

$$E(l) = -\sum_{0}^{N} P(l) \cdot \log\left(P(l)\right) \qquad \text{(expressa em bits/pixel).}$$

   - Calcule a entropia de I_0 (i.e. sua quantidade de informação).
   - Qual seria o valor da entropia se esta imagem fosse uniforme (i.e. com um único nível de cinza)? E para a situação onde todos os níveis de cinza têm a mesma ocorrência na imagem?

3. Considere as imagens *forest_ 1.jpg* e *forest_ 2.jpg* na Figura 1 (as imagens originais podem ser baixadas na página da disciplina).

(a)forest_1.jpg (b)forest_2.jpg

Figura 1: Imagens de teste.

(a) Jogo dos sete erros: Essas imagens são iguais ou são diferentes? Escreva um programa que demonstre sua afirmativa. *Não utilize nenhuma função já pronta, a não ser aquelas para ler imagens do arquivo e exibir imagens na tela.*

(b) O Histograma da imagem pode ser usado para responder à pergunta anterior? Justifique e apresente exemplos práticos que confirmem sua justificativa.

(c) A Figura 2 foi obtida a partir da imagem da Figura 1(a). Escreva um programa simples que gere um resultado semelhante à esse. *Dica: analise o histograma da imagem original (ela não é preta-e-branca) para segmentar as regiões a serem coloridas.*

(a) (b)

Figura 2: (a) Imagem original em tons de cinza. (b) resultado da colorização da imagem original.