

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: Erickson Rangel do Nascimento (erickson@dcc.ufmg.br)
Período: 1º semestre / 2010
Aulas: Terças e Quintas, das 9:25 às 11:05, na sala 2029 do ICEx
Página: <http://www.verlab.dcc.ufmg.br/cursos/verlab/visao/2010-1/index>

1ª Lista de Exercícios

Data da entrega: 08/abr/2010

A lista é individual e as datas de entrega são fixas, devendo o trabalho ser entregue no início da aula. O valor desta lista é 5 pontos. Para cada dia de atraso na entrega será descontado 0,5 ponto do valor da lista.

Não há formato específico para apresentar as respostas e resultados. Porém, clareza na redação é um requisito essencial. Embora o resultado possa ser manuscrito, lembre-se de que “o que não se pode ler não se pode avaliar”. Assim, sugere-se que o trabalho seja digitado, podendo o desenvolvimento matemático ser manuscrito.

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 FreeImage (<http://freeimage.sourceforge.net/>) 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. Quais problemas são tratados pela Visão Computacional? Descreva as principais diferenças entre Visão Computacional, Processamento Digital de Imagens e Computação Gráfica.

2. Descreva da forma mais completa o possível o processo de formação de uma imagem digital. Considere que o sistema é composto por um sensor CCD. Não deixe de citar a influência da função de espalhamento de um ponto, PSF (Point Spread Function), tamanho do sensor e dimensão dos fotodetectores (pixels).
3. Cite os problemas causados pela amostragem do sinal no processo de formação de uma imagem. Qual é a frequência mínima que deve ser usada para que o sinal amostrado possa ser completamente recuperado.
4. Explique de forma clara o que é radiância e irradiância. Qual a diferença entre elas?
5. Explique qual é o principal problema de aproximar as superfícies do mundo real por superfícies lambertianas.
6. Considere um modelo de camera perspectiva. O que acontece com a projeção de: i) um ponto; ii) duas retas paralelas; iii) um círculo. Prove suas respostas.

2 Exercícios Práticos

1. Escreva um programa que mostre imagens de profundidade como imagens de intensidade (níveis de cinza codificam distâncias) ou como imagens sombreadas (ou tonalizadas) pelo coseno (*cosine shaded image*). Experimente com imagens disponíveis na Internet (dica: uma biblioteca de imagens sintéticas está disponível em <http://saml.ece.ohio-state.edu/data/3DDB/RID/MSU/Synth/index.htm>).
2. 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:* Salve as imagens em PNG.

Para melhorar os resultados, observe as dicas a seguir:

- Procure uma cena iluminada por luz natural, evitando iluminação artificial;
- 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;
- Desative 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) Explique o que acontece com a razão sinal ruído (SNR) ao somar duas imagens considerando: i) que as cenas são parecidas, ou seja, as condições são semelhantes; ii) uma cena é mais intensa que outra.

3. Implemente em C/C++ ou Python usando OpenCV um programa que recebe duas imagens e gera um terceira que é o resultado da subtração das imagens de entrada.

3 Exercícios de Pesquisa

1. Pesquise sobre o processo de formação de imagens em ambientes nos quais o meio de propagação é participativo, como água e névoa. Qual é o problema de usar algoritmos de Visão Computacional nesses ambientes?