

Análise de Imagens (MO445A/MC940A)

Prof. Alexandre Xavier Falcão

25 de julho de 2017

1 Objetivo

Este curso aborda a detecção, extração, representação, e análise de informação em imagem, como continuidade ao curso de Introdução ao Processamento de Imagem Digital (MC920/MO443).

2 Visão geral

O conteúdo de interesse na imagem em análise é denominado **amostra**. Uma amostra pode ser um elemento básico da imagem (pixel), uma região com textura e cor características (superpixel), um objeto com forma conhecida, ou uma subimagem em torno de um objeto.

Este curso aborda inicialmente os fundamentos de análise de imagem, onde são apresentados os conceitos e técnicas clássicas para cada uma das etapas do processo de análise: (a) extração de amostras, representação (caracterização) das amostras, aprendizado de máquina, e classificação de padrões. Na sequência, técnicas mais avançadas são apresentadas para cada etapa do processo.

A extração de amostras pode requerer a segmentação da imagem. O curso apresenta os principais paradigmas de segmentação de imagem baseada em borda, região, e modelo de aparência/forma. A caracterização das amostras pode ser baseada em transformações lineares e/ou não-lineares. No caso linear, o curso apresenta uma formulação geral para transformações do espaço-frequência e a filtragem multiescala da imagem para a caracterização. Para o caso não-linear, são apresentados vários outros descritores de imagem baseados em cor, forma, e textura, como por exemplo descritores baseados em dicionário visual e rede de convolução. No caso de descritores de forma, o curso também apresenta transformadas geodésica e de distância, e esqueletos multiescala como representações clássicas para a obtenção desses descritores. Em um dado espaço de representação, as amostras podem ser categorizadas por um modelo de decisão ou agrupadas por similaridade. O curso apresenta técnicas de aprendizado de máquina e classificação de padrões para categorização e agrupamento de amostras. Por fim, o curso discute como as técnicas abordadas podem ser usadas para problemas de análise de vídeo digital.

3 Programa

1. Fundamentos de análise de imagem.
 - Imagem multidimensional e multibandas.
 - Adjacência, conectividade, componente conexo, e amostra.
 - Espaço de coordenadas da imagem, espaço de características, e transformações de domínio.
 - Representações local e global, funções de similaridade, e descritores de imagem.
 - Técnicas clássicas de aprendizado de máquina e classificação de padrões.

2. Segmentação de imagem.

- Localização e delimitação de superpixels e objetos.
- Paradigmas de segmentação baseada em borda, região, e modelo de aparência.
- Transformada imagem-floresta.
- Delimitação de superpixels e objetos usando a transformada imagem-floresta.
- Localização de objetos por classificação de padrões e/ou modelo de aparência.

3. Transformadas avançadas do espaço-frequência e filtragem multiescala.

- Fundamentos de filtragem linear.
- Formulação geral sobre transformadas de domínio espaço-frequência.
- Exemplos da transformada de Fourier a wavelets.
- Filtros de Gabor e suas aplicações.

4. Descritores de cor, forma, e textura.

- Imagem integral e características inspiradas em wavelets de Haar.
- Descritores populares de cor e textura.
- Dicionário visual: construção e codificação da imagem.
- Rede de convolução (ConvNet).
- Descritores de forma.

5. Modelos de aprendizado de máquina e classificação de padrões.

- Perceptron, regressão linear, e máquinas de vetores de suporte.
- Redes neurais de múltiplas camadas.
- Árvores de decisão e florestas aleatórias.
- Aprendizado e classificação por floresta de caminhos ótimos.
- Sistemas com múltiplos classificadores.

6. Introdução à análise de vídeo digital.

- Problemas clássicos em análise de vídeo.
- Como utilizar as técnicas abordadas para esses problemas.

4 Estratégia de avaliação

A avaliação será baseada na participação em sala de aula, relatórios, e códigos de programas (em C e/ou Python), de tarefas individuais, possíveis de serem realizadas no período máximo de 15 dias (prazo para entrega de cada tarefa). O curso prevê 4 tarefas, uma para cada mês. Cada tarefa consistirá de um programa C (e/ou script Python, a critério do aluno) para cômputo e ilustração de técnicas de análise de imagem. As tarefas deverão ser mais complexas para os alunos de pós-graduação do que para os alunos de graduação. O relatório deve apresentar uma explicação sobre a técnica implementada, imagens, tabelas, e/ou gráficos que ilustrem os resultados, e uma discussão sobre os resultados obtidos.

Cada tarefa valerá uma nota em $[0, 0 - 2, 5]$. Se a soma NT dessas notas for $NT \leq 3,0$, o aluno estará automaticamente reprovado. Alunos com $NT \geq 6,0$ estarão aprovados e alunos com $3,0 < NT < 6,0$ deverão fazer prova teórica sobre todo o conteúdo da matéria. Neste caso, a nota final NF será calculada por $NF = \frac{NT+PT}{2}$, em que PT é a nota da prova teórica.

A prova teórica será considerada exame final para os alunos de graduação. Alunos de graduação estarão aprovados se $NF \geq 5,0$. No caso dos alunos de pós-graduação, as seguintes transformações de conceitos serão aplicadas a NT , no caso de aprovação direta, e a NF no caso de necessidade de prova teórica: A, se $NT \in [8, 5 - 10, 0]$ ou $NF \in [8, 5 - 10, 0]$; B, se $NT \in [7, 0 - 8, 5)$ ou $NF \in [7, 0 - 8, 5)$; C, se $NT \in [6, 0 - 7, 0)$ ou $NF \in [5, 0 - 7, 0)$; D, se $NT \in [0, 0 - 3, 0]$ ou $NF \in [0, 0 - 5, 0)$. O conceito E será atribuído no caso de reprovação por falta.

5 Informações importantes

As aulas ocorrerão às segundas e sextas das 8h às 10h (sala CC51 / prédio IC3, sala 351). Os dias sem aula cairão neste semestre em 08/09/2017, 13/10/2017, 03/11/2017, e 20/11/2017. Por determinação da diretoria, será considerada atividade letiva a participação dos alunos nas palestras da Semana da Computação (SECOMP) de 31/07/2017 a 04/08/2017. Desta forma, a primeira aula com a matéria do curso ocorrerá no dia 07/08/2017. A prova teórica mencionada na Seção “Estratégia de avaliação” ocorrerá no dia 11/12/2017.

6 Bibliografia

1. R. O. Duda, P. E. Hart, and D.G. Stork, Pattern Classification, Wiley, 2nd. Edition, 2001.
2. L. I. Kuncheva, Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms, Wiley-Interscience, 2004.
3. S. Haykin, Redes Neurais: Princípios e Prática, 2nd. Edition, Bookman, 2001.
4. L.da F. Costa and R.M. Cesar Jr. Shape Analysis and Classification: Theory and Practice. CRC Press. 2001.
5. K. Fugunaga, Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic, 1990.
6. E.R. Dougherty and R. A. Lotufo. Hands-on Morphological Image Processing.SPIE Press. 2003.
7. P. Soille. Morphological Image Analysis: Principles and Applications, Springer, 1999.
8. R. C. Gonzalez & R. E. Woods. Digital Image Processing, Addison-Wesley, 2007.
9. A.X.Falcão. Notas de Introdução ao Processamento Digital de Imagens em www.ic.unicamp.br/~afalcao/mo443.
10. A.X.Falcão. Notas de Processamento de Imagens usando Grafos em www.ic.unicamp.br/~cpg/material-didatico/mo815/200402.
11. L. Kaufman and P.J. Rousseeuw. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis, Wiley & Sons, 1990.
12. M. Petrou and P. Garcia. Image Processing: Dealing with Texture. Wiley, 2006.
13. H. Pedrini and W.R. Schwartz. Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos e Aplicações. Thomson Learning, 2007. A.M. Tekalp. Digital Video Processing. Prentice - Hall, 2005.