

Sessão especial "**Métodos numéricos para o processamento de imagens**"

dia 11, 17h00-18h40

17h00-17h25

Mário Figueiredo
Instituto de Telecomunicações e Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Reconstrução e Restauração de Imagens: Um Pouco de História e Avanços Recentes

17h25-17h50

Sílvia Barbeiro
CMUC, Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra

Sistemas de difusão cruzada para processamento de imagens

17h50-18h15

José Alberto Rodrigues
ADM-ISEL

Técnicas fotogramétricas para a monitorização de quebra-mares

18h15-18h40

Luís Miguel Dias Pinto
Centro de Matemática da Universidade de Coimbra (CMUC)

O registo de imagens médicas no diagnóstico e tratamento de patologias gastrointestinais

dia 12, 9h00-10h30

9h00-9h25

Afonso S. Bandeira
Courant Institute of Mathematical Sciences, NYU, NY, USA
Synchronization problems on graphs

9h30-9h55

Ercília Sousa
CMUC, Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra
Cálculo do fluxo ótico para a deteção de movimento em sequências de imagens

10h00-10h25

Alberto M. Gambaruto
Dept Mechanical Engineering, University of Bristol, University Walk, Bristol BS8 1TR, UK
Segmenting medical images based on the discrete derivatives

Sistemas de difusão cruzada para processamento de imagens

Adérito Araújo¹, Sílvia Barbeiro¹, Eduardo Cuesta² and Ángel Durán²

¹CMUC, Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra

²Department of Applied Mathematics, E.T.S.I. of Telecommunication, University of Valladolid

O problema mais clássico e talvez o mais fundamental no tratamento de imagem, é o da remoção do ruído. Ele constitui, muitas vezes, o primeiro passo de um processo mais vasto onde também se considera a segmentação de imagem, a deteção ou o reconhecimento de forma. Outros problemas importantes no tratamento de imagens são o da acentuação de contrastes, o da restauração de imagens degradadas, o da compressão, entre outros.

Uma das técnicas matemáticas para o tratamento de imagens mais amplamente discutidas na comunidade científica, consiste em restaurar uma imagem a partir de um processo evolutivo que parte de uma imagem inicial degradada e tem como resultado a solução de um problema diferencial do tipo parabólico, geralmente não linear, onde o termo não linear depende do gradiente ou da matriz hessiana da solução. A escolha dessa dependência depende do objetivo do modelo que pode ser, por exemplo, a remoção de ruído ou deteção de contornos /segmentação. Um ponto de vista muito interessante mas menos estudado foi introduzido em [Gilboa, Sochen, Zeevi, 2004], onde é proposto um modelo de difusão complexa. Este modelo tem a capacidade de detetar contornos sem ser necessário impor a dependência do gradiente da solução no tensor de difusão, o que representa claras vantagens a nível computacional. Os modelos de difusão complexa representam casos particulares de modelos de difusão cruzada. Essa observação foi o ponto de partida para a realização de um trabalho de investigação onde propomos novos filtros de difusão cruzada e exploramos o seu impacto no tratamento de imagens.

Reconstrução e Restauração de Imagens: Um Pouco de História e Avanços Recentes

Mário A. T. Figueiredo

Instituto de Telecomunicações,
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.

A restauração e a reconstrução de imagens são problemas com incontáveis áreas de aplicação e enorme impacto socio-económico. Nesta apresentação, farei uma breve revisão da área, chamando a atenção para algumas áreas da matemática que têm um papel crucial neste domínio. A abordagem computacional a esta classe de problemas inversos envolve análise convexa, otimização, álgebra linear, análise harmónica, probabilidades e estatística, para mencionar apenas as mais óbvias. Em particular, e como ilustração, referirei alguns resultados recentes em algoritmos de otimização para problemas de restauração de imagens desfocadas e ruidosas.

Segmenting medical images based on the discrete derivatives

Alberto M. Gambaruto

Dept Mechanical Engineering, University of Bristol, University Walk, Bristol BS8 1TR, UK

Medical images are subject to limited resolution and the presence of noise, resulting in poor results when computing derivatives of the image intensity. Such inaccuracies impact object segmentation, and in this talk we explore simple methods for improving the robustness of automatic object segmentation, for subsequent use in computational fluid mechanics simulations.

Localização de lesões no intestino delgado usando imagens da cápsula endoscópica ¹

Isabel N. Figueiredo, Carlos Leal, Luís Pinto

CMUC, Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra, Portugal. isabelf@mat.uc.pt, carlosl@mat.uc.pt, luisp@mat.uc.pt

Pedro N. Figueiredo

Dep. de Gastreenterologia, HUC e Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal. pnf11@sapo.pt

Richard Tsai

Departamento de Matemática, Universidade do Texas em Austin, USA.
ytsai@math.utexas.edu

A cápsula endoscópica (CE) é uma micro-câmara de ingestão oral para a visualização do tracto gastrointestinal (TG). Devido ao seu carácter não invasivo, a CE é actualmente reconhecida como um excelente método de diagnóstico de patologias do TG. A CA é particularmente útil na visualização de zonas do TG que são tradicionalmente de difícil acesso através das convencionais endoscopia digestiva alta e colonoscopia. Ao longo do seu percurso pelo TG a CE recolhe aproximadamente 50.000 imagens. Estas imagens são transmitidas por wireless para um receptor colocado no exterior do corpo humano para posterior examinação pelos especialistas médicos. O movimento da CE através do TG realiza-se exclusivamente por acção do movimento peristáltico, o movimento involuntário do TG. Assim sendo, durante o período de examinação é impossível exercer qualquer tipo de controlo sobre o movimento da CE. A localização exacta da CE no interior do TG é igualmente desconhecida. Deste modo, sempre que uma anomalia é detectada nas imagens recolhidas pela CE, é extremamente difícil para os especialistas efectuar uma identificação precisa da localização da patologia no TG.

As técnicas usuais para a localização da CE recorrem a sensores externos colocados no exterior do corpo do paciente, nomeadamente, sensores de rádio frequência ou sensores magnéticos [2, 3]. Apesar de alguns resultados promissores, a precisão deste tipo de métodos não é ainda totalmente satisfatória. Nesta apresentação será abordada uma metodologia para a localização da CE baseada no registo de imagens [1]. O procedimento proposto engloba duas etapas primordiais. A primeira, consiste no registo de frames consecutivos recorrendo a uma

técnica de registo elástico multi-escala [5]. A utilização deste tipo de registo justifica-se pelo comportamento elástico dos órgãos que constituem o TG. Numa segunda etapa, o deslocamento e a rotação da CE são estimados recorrendo a geometria projectiva [4].

Referências

- [1] I. N. Figueiredo, C. Leal, L. Pinto, P. N. Figueiredo, and R. Tsai, An elastic image registration approach for wireless capsule endoscope localization, arXiv preprint, arXiv:1504.062606, 2015.
- [2] K. Pahlavan, G. Bao, Y. Ye, S. Makarov, U. Khan, P. Swar, D. Cave, A. Karellas, P. Krishnamurthy, K. Sayrafian. Rf localization for wireless video capsule endoscopy. *International Journal of Wireless Information Networks*, 19(4):326-340, 2012.
- [3] N. Atuegwu, R. Galloway. Volumetric characterization of the aurora magnetic tracker system for image-guided transorbital endoscopic procedures. *Physics in medicine and biology*, 53(16):4355, 2008.
- [4] E. Spyrou, D. Iakovidis. Video-based measurements for wireless capsule endoscope tracking. *Measurement Science and Technology Email*, 25(1), 2014.
- [5] J. Modersitzki. FAIR: flexible algorithms for image registration, volume 6. SIAM, 2009.

¹O trabalho a apresentar foi parcialmente financiado pelo projecto PTDC/MATNAN/0593/2012 e também pelo CMUC e a Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) através do programa Europeu COMPETE/FEDER e do projecto PEst-C/MAT/UI0324/2011.

Técnicas fotogramétricas para a monitorização de quebra-mares

Rute Lemos ¹, Amélia Loja ², João Rodrigues ³, and José A. Rodrigues ⁴

¹Núcleo de Portos e Estruturas Marítimas, Laboratório Nacional de Engenharia Civil

²Área Departamental de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

³Área Departamental de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

⁴Área Departamental de Matemática, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

As necessidade de zonas de abrigo em áreas costeiras leva à criação de estruturas como os quebra-mares, sendo o seu dimensionamento habitualmente realizado através de fórmulas semi-empíricas e baseadas na experiência do projetista. Para a confirmação da eficácia do dimensionamento recorre-se a ensaios em modelo reduzido. No núcleo de portos e estruturas marítimas (NPE) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) são feitos vários ensaios em modelo reduzido, em canais (bidimensionais) e em tanques (tridimensionais). Nestes ensaios é feita a avaliação do dano provocado com a contagem e sinalização das zonas onde existem alterações no quebra-mar, designadamente onde ocorreram quedas nos elementos que constituem o manto. Esta análise é algo subjetiva, podendo existir algumas quedas imperceptíveis para o observador, além de ser também suscetível ao fator de cansaço do mesmo. A fotogrametria tem vindo a ser implementada como um novo meio de

monitorização, uma vez que a recolha e análise de fotografias é um procedimento rápido e económico.

Neste trabalho apresentam-se técnicas de análise fotogramétrica, com vista à sua aplicação em fotografias, fornecidas pelo LNEC, referentes a um ensaio real. Foram aplicadas técnicas matemáticas para estabelecer os procedimentos de análise das fotografias, permitindo avaliar as alterações ocorridas entre dois momentos registados. Em resposta ao solicitado, identificaram-se as zonas de queda e movimentos registados na memória fotográfica do ensaio do quebra-mar.

Os procedimentos foram implementados em Scilab e permitiram: a quantificação e a marcação da área alterada, assim como a possibilidade de avaliação das translações sofridas pelos blocos artificiais que constituem o manto do quebra mar.

Cálculo do fluxo ótico para a deteção de movimento em sequências de imagens

Ercília Sousa

CMUC, Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra
ecs@mat.uc.pt

O fluxo ótico é uma técnica que permite detetar movimento numa sequência de imagens. A ideia principal é representar o deslocamento de objetos ou padrões na sequência de imagens como um campo vetorial, denominado campo vetorial do fluxo ótico. No artigo seminal de Horn and Schunck (1981) um método variacional foi proposto para determinar o campo vetorial do fluxo ótico. Nesta abordagem uma funcional energia é minimizada que consiste num termo de similaridade (ou termo dos dados) e num termo de regularidade. Para ultrapassar algumas das dificuldades apresentadas neste modelo inicial um grande número de alternativas para a funcional energia tem, desde então, vindo a aparecer na literatura. Neste trabalho, apresentamos um modelo que consiste em considerar no termo de regularidade um operador com derivadas fracionárias, isto é, derivadas de ordem não inteira. Um método numérico é desenvolvido para determinar a solução do modelo, ou seja, determinar uma aproximação do campo vetorial que representa o movimento na sequência de imagens. Este é um trabalho em colaboração com Somayeh Gh. Bardeji e Isabel N. Figueiredo.