

Vitae

Pedro M. Q. Aguiar

Data: Agosto, 2005.
Morada: Instituto Superior Técnico (IST), Dep. Eng. Electrotécnica e Computadores (DEEC),
Instituto de Sistemas e Robótica (ISR), E-mail: aguiar@isr.ist.utl.pt.

Afiliações Profissionais

2005- Professor Auxiliar com Nomeação Definitiva. DEEC, IST.
1993- Investigador. Grupo de Processamento de Sinal e Imagem, ISR.
2000-05 Professor Auxiliar. DEEC, IST.
2001-02 Consultor. Computer Science Lab., XEROX Palo Alto Research Center (PARC), EUA.
1994-00 *Visiting Scholar* (por períodos). ECE Dep., Carnegie Mellon University (CMU), EUA.
1993-00 Assistente. DEEC, IST.
1990-93 Assistente Estagiário. DEEC, IST.
1988-93 Investigador. Grupo de Redes Neurais, Inst. Eng. Sistemas e Computadores (INESC).
1989-90 Monitor. DEEC, IST.
1987-89 Monitor. Departamento de Matemática, IST.
1987-88 Investigador. Centro de Análise e Processamento de Sinais (CAPS), IST.
1986-88 Investigador. Grupo de Microelectrónica, INESC.

Graus Académicos

2000 Doutoramento (D), Engenharia Electrotécnica e de Computadores, IST.
1993 Mestrado (M), Engenharia Electrotécnica e de Computadores, IST.
1989 Licenciatura (L), Engenharia Electrotécnica e de Computadores, IST.

Actividade Docente

2001- Responsável por disciplinas L, M, e D, na área do Processamento de Sinal Multimedia.
1989- Disciplinas L em diversas áreas da Engenharia Electrotécnica e de Computadores.
1987-89 Disciplinas L em Análise Matemática.

Orientação de Estudantes e Participação em Júris

2002- Orientador de um estudante de doutoramento e um estudante de mestrado.
2001- Orientador de 13 estudantes de licenciatura, envolvidos em 9 projectos finais de curso.
2001- Membro de 4 júris científicos de doutoramento e de 4 de mestrado.

Projectos de Investigação

2002- Investigador principal no projecto *Modelização Automática de Arquitectura*, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).
2001-02 Processamento de sinal acústico — projecto XEROX PARC *Digital Voices*.
2000-03 Visão por computador — projecto FCT *Modelos 3D a partir de Video*.
1994-99 Processamento de imagem — projecto CMU *Content-Based Video Processing*.
1988-93 Aprendizagem automática — projectos Europeus *Auditory/Connectionist Techniques for Speech* e *Heterogeneous Integration Architecture for Intelligent Control Systems*.
1987-88 Controlo automático — projecto CAPS *Sistemas de controlo para robótica submarina*.
1986-88 Microelectrónica — projecto INESC *Gatearrays: projecto de circuitos integrados*.

Outras Actividades

2005- Membro da Direcção do ISR.
2003- Membro de comissões técnicas e de organização de conferências internacionais.
1996- Revisor científico para revistas e conferências internacionais.
2000-04 Membro da Comissão Científica de Pós-graduação do DEEC.
1994-00 Representante dos Assistentes na Comissão Coord. Ensino e Formação do DEEC.

Interesses Científicos

O grande objectivo do meu trabalho de investigação dos últimos anos é fazer com que um sistema artificial de processamento de sinal, *e.g.*, um computador, infira a terceira dimensão do espaço físico como a interpretação mais simples de uma sequência de imagens (bidimensionais) de video. Estou principalmente interessado em modelos estatísticos e/ou baseados em teoria da informação, assim como em algoritmos eficientes para estimar os parâmetros desses modelos a partir de imagens. As áreas de aplicação deste trabalho são, fundamentalmente, a realidade virtual — geração automática de vistas arbitrárias de modelos tridimensionais — e o video digital — representações baseadas em conteúdo, que permitem altas taxa de compressão e novas possibilidades de acesso e edição.

Para além da área de análise de imagem, tenho interesses científicos por problemas em áreas que incluem a aprendizagem automática, o processamento estatístico de sinais e os sistemas não-lineares.

Actividade de Investigação

Até 1993, a minha actividade de investigação foi essencialmente desenvolvida no INESC, na área da aprendizagem automática. Desde 1993, sou investigador do ISR. O meu trabalho de investigação actual enquadra-se nos objectivos deste Laboratório Associado, na Área Temática de *Processamento de Sinal em Redes de Comunicações e Multimedia*. Nos parágrafos seguintes, listo os principais tópicos de investigação em que trabalhei, citando as respectivas publicações produzidas.¹

A maior parte do meu trabalho de investigação foi motivada pela procura de representações eficientes para video digital, em particular, *representações baseadas no conteúdo* [9,34]. A inferência automática de conteúdo tem motivado diversos problemas de análise de imagem. Como uma das principais fontes de informação numa sequência de video é o *movimento do padrão de intensidade luminosa*, tenho trabalhado nos problemas da estimação [14,16,22,41,44] e segmentação [4,12,30,31,40,42] de movimento.

Tenho estado particularmente interessado na inferência automática de *estrutura tridimensional*, uma vez que a gama de aplicações para estes sistemas extravasa a área do video digital, incluindo a realidade virtual e a robótica. Um método que se tornou referência obrigatória na reconstrução tridimensional a partir de video baseia-se na decomposição em valores singulares (factorização) de uma matriz de observações que coleciona as trajectórias de pontos notáveis no plano da imagem. Parte do meu trabalho insere-se nesta linha de investigação [1,5,7,13,19,24-29].

Quando a matriz acima referida tem entradas desconhecidas, por exemplo devido à oclusão de pontos notáveis, a sua decomposição em valores singulares não pode ser determinada de modo convencional. Este problema é particularmente relevante quando se pretende fazer a reconstrução automática de modelos tridimensionais *completos* uma vez que, em geral, não é possível observar *todos* os pontos notáveis em *todas* as imagens da sequência. Tenho abordado este problema [11,15,18,21,39].

Tenho também seguido uma linha de investigação que utiliza *modelos estatísticos* para análise de imagem. Trabalhei em particular no problema da estimação da orientação de uma câmara de video a partir de uma ou mais imagens de um meio ambiente tipicamente urbano, *i.e.*, onde grande parte dos contornos se orientam segundo três direcções perpendiculares. Estima-se a orientação da câmara que origina a distribuição estatística do gradiente de intensidade observada na imagem. Esta abordagem permite evitar decisões prematuras em passos intermédios, como a detecção e agrupamento de contornos, ou o cálculo da localização de pontos de fuga, levando a uma estimativa final muito mais precisa [3,17].

Outra área científica em que trabalhei é o processamento de sinal acústico. Neste âmbito, desenvolvi sistemas de comunicação (MODEMs) para o canal acústico aéreo. Estes MODEMs têm como principal característica distintiva o facto de produzirem *sons não intrusivos*, ou até agradáveis, para humanos que presenciem a comunicação [2,6,20,23,43]. Trabalhei também no desenvolvimento de algoritmos para classificação automática de características de *sinais de fala*, usando *mapas topológicos* [37].

Recentemente, tenho trabalhado em algoritmos de optimização para alocação de recursos. Este trabalho foi originalmente motivado por um problema que mereceu ampla divulgação a nível nacional: a colocação centralizada dos docentes do ensino pré-escolar, básico e secundário [33].

¹Os trabalhos sumariados nesta secção foram realizados em colaboração com os investigadores que figuram como co-autores das publicações citadas. Estas publicações estão disponíveis em <http://www.isr.ist.utl.pt/~aguiar/pubs.html>.

Os meus interesses científicos incluem ainda o estudo de *sistemas dinâmicos*. Trabalhei na caracterização da classe dos sistemas que, tal como os sistemas lineares e invariantes no tempo, admitem como funções próprias o sinal exponencial [8]. Anteriormente, desenvolvi *algoritmos de aprendizagem* para o controlo automático [35,38] e monitorização [32,36] do comportamento de sistemas dinâmicos.

Estudantes Orientados e Participação em Júris Científicos

Teses de doutoramento e mestrado orientadas:

- “Classificação de documentos usando aprendizagem baseada em núcleos”, A. Martins, doutoramento em curso, iniciado em 2005.²
- “Modelos 3D Densos a partir de Imagens com Sobreposição Parcial: Factorização com Dados Desconhecidos”, Tese de Mestrado, R. Guerreiro, 2004.

Trabalhos finais de curso (TFC) orientados:

- “Imagens panorâmicas”, B. Pires, 2004.
- “Imagens panorâmicas”, J. Silva, 2004.
- “Interpretação automática de esboços”, H. Policarpo e J. Deusdado, 2003.²
- “Modelos 3D a partir de video”, B. Gonçalves, 2003.
- “Imagens panorâmicas”, A. Matos e R. Albuquerque, 2003.
- “Orientação automática na Baixa Pombalina”, A. Martins, 2002.² Vencedor do prémio Prof. Luís Vidigal para o melhor TFC do IST nas áreas científicas da Eng Electrotécnica e Computadores.
- “Voz Digital: comunicação acústica aérea”, N. Domingues e J. Lacerda, 2002.
- “Modelos 3D a partir de video”, R. Guerreiro, 2002.
- “Meta-Video – segmentação baseada em movimento”, A. Miranda e N. Castro, 2002.

Participações em júris científicos de provas de doutoramento:

- Relator de “An Investigation of Statistical Aspects of Linear Subspace Analysis for Computer Vision Applications”, P. Chen, *Monash University*, Australia, 2004.
- “Compressão de Video para Aplicações Submarinas”, J. Barbosa, IST, 2003.
- “Maximum Likelihood 3D Reconstruction From One or More Uncalibrated Views Under Geometric Constraints”, E. Grossmann, IST, 2002.
- Relator de “Global Matching: Optimal Solution to Correspondence Problems”, J. Maciel, IST, 2001.

Participações em júris científicos de provas de mestrado:

- “Global Robust Image Registration”, N. Silva, IST, 2005.
- “Transmissão de Video em Tempo Real na Internet”, R. Santos, U. Aveiro, 2005.
- “Modelos 3D Densos a partir de Imagens com Sobreposição Parcial: Factorização com Dados Desconhecidos”, R. Guerreiro, IST, 2004.
- “Seguimento do Corpo Humano com Modelos Articulados Bidimensionais”, R. Jesus, IST, 2001.

²Em co-orientação com o Prof. M. Figueiredo, Instituto de Telecomunicações / DEEC, IST.

Disciplinas Leccionadas

- 04/05, 2º sem., Licenciatura em Eng. Electrotécnica e de Computadores (LEEC) / Mestrado em Eng. Electrotécnica e de Computadores (MEEC) – *Aplicações do Processamento de Sinais a Sistemas Multimedia*, aulas teóricas e laboratório, responsável pela disciplina.
- 04/05, 2º sem., LEEC – *Sinais e Sistemas*, aulas práticas.
- 03/04, 2º sem., LEEC/MEEC – *Aplicações do Processamento de Sinais a Sistemas Multimedia*, aulas teóricas e laboratório, responsável pela disciplina.
- 02/03, 2º sem., LEEC/MEEC – *Aplicações do Processamento de Sinais a Sistemas Multimedia*, aulas teóricas e laboratório, responsável pela disciplina.
- 02/03, 2º sem., Programa de Doutoramento em Eng. Electrotécnica e de Computadores (PDEEC) – *Statistical and Computational Models in Vision*, aulas teóricas, co-responsável pela disciplina.³
- 02/03, 1º sem., LEEC – *Sinais e Sistemas*, aulas práticas.
- 01/02, 2º sem., LEEC – *Controlo*, aulas práticas e laboratório.
- 01/02, 2º sem., PDEEC – *Statistical and Computational Models in Vision*, aulas teóricas, responsável pela disciplina.
- 01/02, 1º sem., LEEC – *Controlo*, aulas práticas e laboratório.
- 00/01, 2º sem., LEEC/MEEC – *Processamento de Imagem e Visão*, aulas práticas e laboratório.
- 00/01, 1º sem., LEEC – *Controlo*, aulas práticas e laboratório.
- 99/00, 2º sem., LEEC/MEEC – *Processamento de Imagem e Visão*, aulas práticas e laboratório.
- 99/00, 2º sem., MEEC – *Multimedia - Métodos e Algoritmos*, aulas de laboratório.
- 99/00, 1º sem., LEEC – *Controlo*, aulas práticas.
- 99/00, 1º sem., LEEC – *Introdução à Engenharia Electrotécnica e de Computadores*, aulas de laboratório.
- 98/99, 2º sem., LEEC – *Controlo*, aulas práticas e laboratório.
- 94/95, 2º sem., LEEC – *Teoria dos Sinais*, aulas práticas.
- 94/95, 1º sem., LEEC – *Introdução à Engenharia Electrotécnica e de Computadores*, aulas de laboratório.
- 93/94, 2º sem., LEEC – *Processamento de Sinais*, aulas práticas e laboratório.
- 93/94, 2º sem., LEEC – *Teoria dos Sinais*, aulas práticas.
- 93/94, 1º sem., LEEC – *Optimização e Algoritmos*, aulas práticas e laboratório.
- 92/93, 2º sem., LEEC – *Processamento de Sinais*, aulas práticas e laboratório.
- 92/93, 2º sem., LEEC – *Teoria dos Sinais*, aulas práticas.
- 92/93, 1º sem., LEEC – *Introdução à Engenharia Electrotécnica e de Computadores*, aulas de laboratório.
- 91/92, 2º sem., LEEC – *Processamento de Sinais*, aulas práticas e laboratório.
- 91/92, 1º sem., LEEC – *Controlo*, aulas práticas e laboratório.

³Leccionada em colaboração com o Prof. J. Victor, ISR / DEEC, IST.

- 90/91, 2º sem., LEEC – *Teoria dos Sinais*, aulas práticas.
- 90/91, 1º sem., LEEC – *Teoria dos Sistemas*, aulas de laboratório.
- 89/90, 2º sem., LEEC – *Teoria dos Circuitos*, aulas de laboratório.
- 89/90, 2º sem., LEEC – *Controlo*, aulas práticas.
- 89/90, 1º sem., LEEC – *Controlo II*, aulas práticas e laboratório.
- 88/89, 1º sem., LEEC / Licenciatura em Eng. Civil (LEC) / Licenciatura em Eng. Química (LEQ), *Análise Matemática IV*, aulas práticas.
- 88/89, 1º sem., LEEC/LEC/LEQ, *Análise Matemática III*, aulas práticas.
- 87/88, 2º sem., LEEC/LEC/LEQ, *Análise Matemática II*, aulas práticas.
- 87/88, 1º sem., LEEC/LEC/LEQ, *Análise Matemática I*, aulas práticas.

Actividade Editorial

- Membro da comissão técnica da conferência *IEEE International Conference on Image Processing*, Génova, Itália, 2005.
- Membro da comissão de organização da conferência *IEEE Signal Processing Advances in Wireless Communications*, Lisboa, 2004. *Publications chair*, co-editor das respectivas actas [10].
- Membro da comissão técnica da conferência *IEEE Multimedia Signal Processing Workshop*, Siena, Itália, 2004.
- Membro da comissão técnica da conferência *IEEE International Conference on Image Processing*, Singapura, 2004.
- Membro da comissão técnica da conferência *International Workshop on Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition*, Lisboa, Portugal, 2003.
- Revisor científico para as revistas e conferências:
 - *IEEE Transactions on Image Processing*,
 - *IEEE Transactions on Multimedia*,
 - *IEEE Transactions on Information Theory*,
 - *IEEE Transactions on Circuits and Systems*,
 - *IEEE Transactions on Signal Processing*,
 - *IEEE Signal Processing Letters*,
 - *ELSEVIER Computer Vision and Image Understanding*,
 - *EURASIP Image Communication*,
 - *IEEE International Conference on Image Processing*,
 - *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*,
 - *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*
 - *IEEE International Conference on Multimedia and Expo*,
 - *IEEE Multimedia Signal Processing Workshop*,
 - *European Conference on Computer Vision*.

Patentes

- [1] “System and Method for Generating a Three-dimensional Model from a Two-dimensional Image Sequence,” P. Aguiar e J. Moura, *US Patent and Trademark Office*, S.N.6,740,488, July 6, 2004.
- [2] “Modulator For Musically-Oriented Acoustic Communications,” C. Lopes, H. Haussecker e P. Aguiar, *patent filed with US Patent and Trademark Office*, May, 2002.

Artigos em Revistas Internacionais

- [3] A. Martins, P. Aguiar e M. Figueiredo, “Orientation in Manhattan: Equiprojective Classes and Sequential Estimation,” *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 27, no. 5, 2005.
- [4] P. Aguiar e J. Moura, “Figure-Ground Segmentation from Occlusion,” *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 14, no. 8, 2005.
- [5] P. Aguiar e J. Moura, “Rank 1 Weighted Factorization for 3D Structure Recovery: Algorithms and Performance Analysis,” *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 25, no. 9, 2003.
- [6] C. Lopes e P. Aguiar, “Acoustic Modems for Ubiquitous Computing,” *IEEE Pervasive Computing Magazine*, vol. 2, no. 3, 2003.
- [7] P. Aguiar e J. Moura, “Three-dimensional Modeling from Two-dimensional Video,” *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 10, no. 10, 2001.
- [8] P. Aguiar e F. Garcia, “Systems with Exponential Eigenfunctions and Exponential-Input / Constant-Output Operators,” *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 7, no. 8, 2000.

Artigos em Livros, Capítulos de Livros e Livros Editados

- [9] P. Aguiar, R. Jasinski, J. Moura e C. Pluempitiwiriyawej, “Content-based Image Sequence Representation,” *Digital Image Sequence Processing: Compression and Analysis*, CRC Press Handbook, Todd Reed (Ed.), 2004.
- [10] V. Barroso e P. Aguiar (Eds.), “Proceedings of the IEEE Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications,” 2004.
- [11] R. Guerreiro e P. Aguiar, “Estimation of rank deficient matrices from partial observations: two-step iterative algorithms,” *Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition*, Lisboa, Portugal, 2003, n^o 2683 de Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag.
- [12] P. Aguiar e J. Moura, “Maximum likelihood estimation of the template of a rigid moving object,” *Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition*, Sophia-Antipolis, França, 2001, n^o 2134 de Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag.
- [13] P. Aguiar e J. Moura, “Maximum likelihood inference of 3D structure from image sequences,” *Energy Minimization Methods in Computer Vision and Pattern Recognition*, York, Inglaterra, 1999, n^o 1654 de Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag.

Artigos em Actas de Conferências Internacionais

- [14] B. Pires e P. Aguiar, “Featureless global alignment of multiple images,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Génova, Itália, 2005.
- [15] B. Gonçalves e P. Aguiar, “Complete 3D models from video: a global approach,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Singapura, 2004.

- [16] B. Pires e P. Aguiar, “Registration of images with small overlap,” *IEEE Multimedia Signal Processing Workshop*, Siena, Itália, 2004.
- [17] A. Martins, P. Aguiar e M. Figueiredo, “Navigating in Manhattan: 3D orientation from video without correspondences,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Barcelona, Espanha, 2003.
- [18] R. Guerreiro e P. Aguiar, “Factorization with missing data for 3D structure recovery,” *Multimedia Signal Processing Workshop*, St. Thomas, EUA, 2002.
- [19] P. Aguiar e J. Moura, “3D Rigid structure from video: what are “easy” shapes and “good” motions?,” *Multimedia Signal Processing Workshop*, St. Thomas, EUA, 2002.
- [20] N. Domingues, J. Lacerda, P. Aguiar e C. Lopes, “Aerial communications using piano, clarinet, and bells,” *Multimedia Signal Processing Workshop*, St. Thomas, EUA, 2002.
- [21] R. Guerreiro e P. Aguiar, “3D Structure from video streams with partially overlapping images,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Nova York, EUA, 2002.
- [22] P. Aguiar e J. Moura, “Image motion estimation – convergence and error analysis,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Thessaloniki, Grécia, 2001.
- [23] C. Lopes e P. Aguiar, “Aerial acoustic communications,” *IEEE Int. Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*, Nova York, EUA, 2001.
- [24] P. Aguiar e J. Moura, “Weighted factorization,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Vancouver, Canadá, 2000.
- [25] P. Aguiar e J. Moura, “A fast algorithm for rigid structure from image sequences”, *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Kobe, Japão, 1999.
- [26] P. Aguiar e J. Moura, “Fast 3D modelling from video”, *Multimedia Signal Processing Workshop*, Copenhagen, Dinamarca, 1999.
- [27] P. Aguiar e J. Moura, “Factorization as a rank 1 problem”, *IEEE Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, Fort Collins, EUA, 1999.
- [28] P. Aguiar e J. Moura, “Video representation via 3D shaped mosaics”, *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Chicago, EUA, 1998.
- [29] P. Aguiar e J. Moura, “Robust structure from motion under orthography”, *IEEE Int. Workshop on Image and Multidimensional Digital Signal Processing*, Austria, 1998.
- [30] P. Aguiar e J. Moura, “Detecting and solving template ambiguities in motion segmentation,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Santa Barbara, EUA, 1997.
- [31] P. Aguiar e J. Moura, “Incremental motion segmentation in low texture,” *IEEE Int. Conf. on Image Processing*, Lausanne, Suíça, 1996.
- [32] P. Aguiar, T. Langlois, H. Ramos e L. Almeida, “Neural networks in industrial modelling,” *Workshop on Integration in Real-Time of Intelligent Control Systems*, Madrid, Espanha, 1993.

Outras Publicações

- [33] J. Sobrinho, J. Dias e P. Aguiar, *O M(in)istério da Educação: ou o Problema da Colocação dos Docentes 2004/2005*, Revista Ingenium, Ordem dos Engenheiros, 2005.
- [34] P. Aguiar, *Rigid Structure from Video*, Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, 2000.
- [35] P. Aguiar e L. Almeida, “Redes neuronais em robótica,” *Técnica*, Revista de Engenharia, nº 3/94, IST, 1994.
- [36] P. Aguiar, *Estimação de Limites de Confiança com Redes Neuronais*, Tese de Mestrado, Instituto Superior Técnico, 1993.
- [37] P. Aguiar, J. Rodrigues e L. Almeida, *Extracção de Características com Mapas Topológicos*, Relatório Técnico RT/47-92, INESC, 1992.
- [38] P. Aguiar, *Redes Neuronais – Aplicação ao Controlo de Sistemas*, Relatório de Projecto, Instituto Superior Técnico, 1990.

Artigos Submetidos para Publicação ou em Fase de Escrita

- [39] P. Aguiar, R. Guerreiro e B. Gonçalves, “3-D Rigid Structure from Partial Views—Global Factorization,” submetido para publicação, 2005.
- [40] P. Aguiar, A. Miranda e N. Castro, “Occlusion-based accurate silhouettes from video streams,” submetido para publicação, 2005.
- [41] R. Guerreiro e P. Aguiar, “Global motion estimation: feature-based, featureless, or both ?!,” submetido para publicação, 2005.
- [42] P. Aguiar e J. Moura, “Joint recovery of background and occluding object using relaxation,” submetido para publicação, 2005.
- [43] C. Lopes e P. Aguiar, “Aerial Acoustic Channels for Ubiquitous Computing: Characteristics and Limitations,” a submeter para publicação.
- [44] B. Pires e P. Aguiar, “Maximum Likelihood Mosaics,” a submeter para publicação.