

Editorial

Que papel para a APCA?

João Miranda Lemos e Filomena Soares

Que papéis pode desempenhar a APCA? Desde a sua fundação um dos principais foi ser a âncora da organização das Conferências Controlo XX, que são um importante ponto de encontro da comunidade portuguesa que se dedica à investigação em controlo automático. Isto só por si é relevante, mas muitos de nós esperamos um pouco mais. De facto, a APCA é também o ponto de contacto nacional português do IFAC, embora a sua participação nas atividades desta sociedade internacional não seja muito forte. Nos últimos anos surgiram algumas atividades, umas novas, outras renovadas e outras no seguimento de edições anteriores: A realização de duas conferências internacionais, CONTROLO18 e CESCIT18, ambas com indiscutível sucesso graças ao envolvimento e dedicação dos seus organizadores, a organização de uma Escola de Verão, a reativação do Boletim Eletrónico, a visita da direção a grupos e centros de investigação em Portugal na área do controlo automático, a atribuição dos prémios para as melhores teses de mestrado e doutoramento e a criação de um grupo de aconselhamento e apoio científico à organização das conferências Controlo XX. São atividades a prosseguir e a consolidar. Mas há outras que podem ser efetuadas e que se enquadram no espírito, objetivos e meios de uma associação como a APCA: O lançamento de uma discussão sobre um currículo universitário tipo em controlo automático a nível do 2º ciclo, a criação de um curso unificado de doutoramento em controlo automático que explore as sinergias entre as principais universidades portuguesas e um maior dinamismo na atividade de investigação feita em Portugal (por exemplo disponibilizando na página da APCA as teses de Mestrado e Doutoramento feitas em Portugal) através da página da APCA são ideias que podem ser exploradas. Há ainda a questão da ligação com a atividade industrial que, a despeito de vários esforços feitos no passado, permanece residual. Poderia pelo menos elaborar-se um diretório de empresas com atividades relacionadas com o controlo automático. Estas são algumas atividades que poderíamos desenvolver (no fim de contas a APCA somos nós), umas mais trabalhosas, outras mais simples, dependendo do nosso espírito de iniciativa.

Eventos

IFAC-PID18: *What is an ideal undergraduate control curriculum?*

Integrada na conferência PID18, *3rd IFAC Conference on Advances in Proportional-Integral-Derivative Control*, que decorreu de 9-11 de Maio de 2018 em Genth, foi organizada uma sessão com o título *What is an ideal undergraduate control curriculum?* Esta sessão foi promovida pelo comité técnico TC 9.4. *Control*

Education teve como objetivos globais a promoção do debate e recolha de opiniões sobre questões relacionadas com este tema, tais como os seguintes exemplos:

- Nos cursos somente com uma cadeira introdutória sobre sistemas de controlo, quais os tópicos fundamentais a lecionar?
- Deve-se utilizar uma abordagem mais focada em conceitos e aplicações?
- Até que ponto se devem incluir técnicas de análise clássicas (e.g.): Bode, Nyquist?
- Quais as competências fundamentais que um aluno deve adquirir no primeiro curso de controlo automático?
- Até que ponto é que uma primeira disciplina de sistemas de controlo deve ser adequada conforme ao curso em que se enquadra?

Foi efetuado um inquérito aos presentes incluindo um conjunto de questões sobre o tema e ficou planeado transpor esse inquérito para um formato eletrónico, de forma a permitir receber contributos da comunidade IFAC a nível mundial. Os resultados obtidos a partir desse inquérito devem ser apresentados na próxima conferência: *IFAC Symposium on Advances in Control Education (ACE)*.

Assembleia Geral da APCA

António Dourado Correia, Presidente da Assembleia



A Assembleia Geral da APCA decorreu no Auditório Norte do Edifício da Aula Magna da Universidade dos Açores, no dia 5 de junho de 2018, pelas 17:00h, durante o CONTROLO 2018. Foram discutidos e aprovados documentos importantes para a vida da APCA. A Direção propôs algumas alterações aos estatutos para agilizar o seu funcionamento dentro das obrigações legais, propôs também regulamentos internos para o funcionamento dos corpos sociais a fim de lhe dar um maior formalismo, bem como o regulamento de apoio a conferências (nomeadamente no quadro da IFAC). Foram também aprovados o relatório de atividades e as contas de 2016 e 2017 (com parecer favorável do Conselho Fiscal). Foi aprovado um voto de louvor ao excelente trabalho da Direção durante estes dois últimos anos. As discussões foram muito participadas e todos os documentos foram aprovados sem votos contra, havendo uma ou duas abstenções em alguns.

Foi também apreciada a proposta de organização do CONTROLO 2020 no Instituto Politécnico de Bragança, a única proposta submetida, tendo o colega José Gonçalves do INESC TEC (Porto) e do Departamento de Engenharia Eletrotécnica do IPB justificado e defendido a proposta, que foi aprovada por unanimidade. Espera-se que o CONTROLO 2020 prossiga a trajetória de sucesso das edições anteriores.

Finalmente foram eleitos os corpos sociais para o biénio 2019-2020. Surgiu apenas uma lista, encabeçada pelo colega Alberto Cardoso (*Chairman* do CONTROLO 2018), do Departamento de Engenharia Informática

da Universidade de Coimbra, e atempadamente divulgada aos sócios. Alberto Cardoso apresentou a lista e o programa de ação proposto, procedendo-se de seguida ao voto secreto em urna. A lista foi eleita por unanimidade dos 23 votos expressos.

Neste 25º aniversário da APCA, verificou-se nesta Assembleia Geral uma renovação geracional que garante o seu futuro com associação científica que afirma a nível nacional e internacional a importância da comunidade Portuguesa de Controlo Automático.

Notícias

Medalha comemorativa dos 25 anos APCA

Estando a APCA a celebrar o 25º aniversário da sua fundação, a organização do CONTROLO2018 procedeu à emissão de uma medalha comemorativa, da autoria do Mestre Avelino Leite (a quem agradecemos reconhecidamente pela oferta do seu trabalho) e com a seguinte memória descritiva:

"A medalha tem a forma de um cérebro humano, aludindo a uma sociedade científica, conhecimento, investigação e desenvolvimento.

O anverso da medalha apresenta o seu elemento principal, o logótipo da APCA representando uma espiral em movimento para uma situação de equilíbrio. O nome da associação acompanha o bordo superior desta face da medalha. O elemento central abre-se noutras órbitas espirais, dando a ideia de expansão e globalidade.

O reverso da medalha retoma a ideia de cérebro, evidenciando a interface entre o real (sulcos cerebrais) e o artificial (redes neuronais / inteligência artificial)."

De referir que esta medalha comemorativa poderá ser adquirida pelos sócios pelo preço de 25€.



Neste contexto, a Direção da APCA e a Organização do CONTROLO2018 promoveram uma homenagem aos sócios fundadores durante o Jantar da conferência, com a entrega da medalha comemorativa.



Criação do *Steering Committee* da CONTROLO

A Assembleia Geral (AG) e o Conselho Nacional (CN) da APCA decidiram o criar o *Steering Committee* (SC) das Conferências CONTROLO, a colocar em atividade na CONTROLO2020.

Resumidamente, o comité (constituído por 6 elementos de renome na área) deverá acompanhar/validar/apoiar/ajudar a comissão organizadora na definição do programa e das áreas temáticas da conferência CONTROLO. De preferência, 50% dos membros deverão ser estrangeiros (ou a trabalhar no estrangeiro) e especialmente dos mais reputados e respeitados pela comunidade científica internacional.

Os colegas António Dourado Correia, João Miranda Lemos e Sebastião Feyo de Azevedo são os membros nacionais do comité. Francisco Rubio, João Hespanha e Michel Kinnaert completam o SC.

Os trabalhos do SC iniciam-se em Novembro.

Parceria APCA INSTICC

Foi renovada a parceria entre a Associação Portuguesa de Controlo Automático e o evento ICINCO 2019.

Esta parceria traduz-se numa troca de logos entre a APCA e ICINCO 2019 e na disseminação das conferências pelos membros APCA, os quais tem um desconto no preço de inscrição igual ao praticado para os membros do INSTICC.

APCA na estrada

A APCA continuou com este projeto de visitas aos laboratórios/centros de investigação portugueses na área do Controlo Automático com o objetivo de conhecer e dar a conhecer à comunidade científica o que se faz em Portugal nesta área.

Está planeada para Dezembro a deslocação da APCA a Coimbra.

Prémios APCA - Melhor Dissertação de Mestrado e Tese de Doutoramento

O Prémio APCA para a melhor Dissertação de Mestrado e Tese de Doutoramento em Controlo Automático, ou áreas científicas relacionadas, visa estimular a inovação e o rigor do trabalho de investigação, bem como promover a disseminação de realizações científicas relevantes.

Na última edição foram recebidas 8 dissertações de Mestrado e 3 teses de Doutoramento candidatas ao prémio APCA.

Os vencedores foram:

- Master of Science Thesis Award
Samuel Balula, Nonlinear control of an inverted pendulum, Instituto Superior Técnico
- Doctoral Thesis Award ex-aquo
Pedro Casau, Synergistic Hybrid Feedback Control with Application to Autonomous Air Vehicles, Instituto Superior Técnico
Daniel Silvestre, Fault-tolerant Stochastic Distributed Systems, Instituto Superior Técnico

Os prémios foram entregues no jantar de gala da CONTROLO 2018.

Portugueses no Controlo - Jorge M. Gonçalves



Jorge M. Gonçalves é licenciado pela Universidade do Porto, tendo feito o mestrado e o doutoramento, que completou em 2000, no MIT (USA). Enquanto aluno de doutoramento recebeu o *Best Student Paper Award* na *Automatic Control Conference*, realizada em Chicago em Junho de 2000. Ocupou diversas posições de pós-doutoramento em universidades americanas de elevada qualidade, sendo atualmente professor da Universidade do Luxemburgo onde coordena o *Systems Control Group* https://wwwfr.uni.lu/lcsb/research/systems_control

Os seus interesses de investigação incluem a modelação, análise, e controlo de sistemas complexos, aplicações interdisciplinares em campos como as redes metabólicas e o controlo de sistemas híbridos.

Laboratório em destaque

Instituto de Sistemas e Robótica

O Instituto de Sistemas e Robótica (<http://www.isr.tecnico.ulisboa.pt>) do Instituto Superior Técnico, U. Lisboa, acolhe mais de 40 doutorados docentes universitários e bolseiros/contratados e faz parte do LARSyS (Laboratório de Robótica e Sistemas de Engenharia) - www.larsys.pt. O ISR/IST está envolvido numa nova geração de desafios de investigação que avançam as fronteiras do conhecimento, oferecendo programas de formação pós-graduada de nível mundial com as melhores universidades (por exemplo, diplomas duplos/conjuntos com o MIT, EPFL, CMU) e alimentam a colaboração com a indústria nacional e

estrangeira. O ISR/IST desenvolve soluções e projetos de engenharia com um claro impacto social, e tem um longo histórico de participação em projetos europeus e em outros projetos internacionais. O ISR/IST é constituído por 5 grupos de investigação em áreas que incluem a Robótica e Processamento de Informação, Teoria de Sistemas e Controlo, Processamento de Sinais, Visão Computacional, Otimização, Sistemas Inteligentes e Engenharia Biomédica.

Cursos de Verão

A APCA organizou o *Summer School on Control and Robotics: Fundamentals for advanced research*, que decorreu na FEUP, Sala I-105, a 23-24 Julho 2018. O objetivo do curso foi apresentar de uma maneira tutorial e acessível ao maior número de alunos de doutoramento e investigadores (Mestres em matemática, engenharia eletrotécnica, mecânica, ou afins) ferramentas fundamentais da Matemática que suportam a engenharia avançada do Controlo e Robótica. O curso teve a participação de 16 alunos/investigadores nacionais e estrangeiros. Os temas e formadores foram: a) Controlo não-linear, António Pedro Aguiar; b) Análise funcional, Fernando Lobo Pereira; c) Controlo de Manipuladores Robóticos, Rui Cortesão; d) Otimização esparsa, processamento de imagem, Mário Figueiredo. O balanço foi muito positivo, registando-se o interesse na organização de uma 2ª edição.

Mais detalhes em <http://www.apca.pt/site/detalhesevento/22>



CESCIT2018 em resumo

António Ruano, CESCIT Chair, Klaus Schilling, IPC Chair, M. Graça Ruano, Editor

Following the successful previous events in Würzburg, Germany in 2012, and in Maribor, Slovenia in 2015, the 3rd IFAC Conference on Embedded Systems, *Computational Intelligence and Telematics in Control* – CESCIT 2018 - was held at the University of Algarve, Faro, Portugal, 6-8 June 2018.

CESCIT is a triennial conference co-locating all events of the IFAC Coordinating Committee on Computers, Cognition and Communication in Control (CC3) scheduled to occur in the year following the IFAC World Congress. It addresses interdisciplinary scientific aspects related to interaction between control, computers and software. CESCIT 2018 was sponsored by the Technical Committees for Computers for Control (3.1), Computational Intelligence in Control (3.2) and Telematics: Control via Communication Networks (3.3). It

was also co-sponsored by the TCs on Modelling, Identification and Signal Processing (1.1), Adaptive and Learning Systems (1.2), Discrete Event and Hybrid Systems (1.3), Control Design (2.1), Linear Control Systems (2.2), Robust Control (2.5), Robotics (4.3), Human Machine Systems (4.5), Automotive Control (7.1), Aerospace (7.3) and Intelligent Autonomous Vehicles (7.5).

IFAC CESCIT 2018 International Program Committee has done a wonderful job in reviewing the papers and setting up the Technical Program. We would like to thank the effort of the IPC Co-Chairs, Brigit Vogel-Heuser, Thierry-Marie Guerra and Ulrich Jumar, and, Serge Boverie the Industrial Chair, and also, the IPC members for their revision work.

IFAC CESCIT 2018 Technical Program consisted of 4 invited sessions, 4 plenary lectures and 4 regular sessions. Social program was designed to give a glance of old Faro and the Algarve's gastronomy, and to explore the beauty of the River Formosa.

The invited sessions covered leading control topics: Smart Home and Buildings Management and Control, Wireless Communication in Industrial Automation, Fuzzy-inspired convex analysis and control of nonlinear systems and Smart Control in Industry. The plenary lectures were given by Professors Lucian Busoniu, Jose Principe, Alfons Crespo and Dr. René Zweigel, leading experts in the field.

To stimulate the involvement of young scientists and engineers in IFAC, as well as to recognize top-level contributions of the younger generation in our field, CESCIT has an IFAC Young Author Award. Four finalists were selected by the jury. Three have received honorable mentions, and the award certificate and the monetary prize was delivered to Dorine Petit, for the paper entitled *A Strategy to Implement a Software Defined Networking Controller in a Space Launcher*.

Without the help of a number of individuals and Institutions this event would never be possible. A special word of thanks to Lina Lopes, and her staff, from Untapped Events. We would also acknowledge the support of Algarve Technologic Research Centre, University of Algarve and its Faculty of Science & Technology, Portuguese Association of Automatic Control, Fundação para a Ciência e Tecnologia, Região de Turismo do Algarve, Grupo Rolar, Visualforma, CRESC Algarve 2020, Portugal 2020 and also Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional.

We believe that the beautiful environment of Algarve supported and inspired scientific exchanges and the cooperation between the international participants in this future oriented field.



CONTROLO2018 em resumo

Alberto Cardoso, Chair CONTROLO 2018

A conferência internacional CONTROLO2018 (*13th APCA International Conference on Automatic Control and Soft Computing*) decorreu de 4 a 6 de junho de 2018, em São Miguel, Açores, promovendo a cultura e a atividade científicas e o desenvolvimento das capacidades tecnológicas e científicas, a nível regional, nacional e mundial, na temática do controlo automático e da computação (*soft computing*), contribuindo para o reforço e para a disseminação de trabalhos de investigação e de desenvolvimento, juntando engenheiros, professores, investigadores, estudantes e profissionais da área empresarial.

O CONTROLO2018 foi a 13ª edição da conferência da Associação Portuguesa de Controlo Automático (APCA), organizada pela Universidade de Coimbra, pela Universidade dos Açores e pela Universidade Nova de Lisboa, e coincidiu com a celebração do 25º aniversário da APCA. A conferência contou com o apoio técnico do IEEE e de diversas entidades e laboratórios científicos nacionais e regionais, como o Parque de Ciência e Tecnologia de São Miguel (Nonagon), o Centro Ciência Viva ExpoLab, a Ordem dos Engenheiros e o CIVISA.

No website da conferência, <http://www.apcacontrolo.org/controlo2018/>, pode ser encontrada informação detalhada sobre a conferência que, para além das atividades técnico-científicas, também incluiu a realização de sessões e de visitas técnicas em diferentes locais da ilha de São Miguel.

O Comité Internacional de Programa do CONTROLO2018 teve a seu cargo a avaliação dos 122 artigos científicos submetidos, envolvendo 3 avaliadores por cada artigo e tendo resultado na aceitação de 75 artigos, correspondendo a uma taxa de aceitação de 61%, e na publicação das Atas da conferência na IEEE Xplore Digital Library.

A conferência contou com a presença de 100 participantes (engenheiros, professores, investigadores, estudantes e profissionais de várias áreas empresariais e tecnológicas), provenientes dos seguintes 11 países de 3 continentes: Alemanha, Austrália, Brasil, Eslováquia, Eslovénia, França, Inglaterra, México, Polónia, Portugal e USA.

A conferência foi estruturada em sessões plenárias e sessões paralelas, para além das sessões de abertura e de encerramento. O CONTROLO218 contou com as seguintes sessões especiais: “Advances in Control Education”, “Computational Intelligence for Data Processing and Control”, “Applications of Differential Geometry to Engineering Problems”, “Applications on Health, Environment and Earth Sciences”, “Marine Systems and Robotics: Theory and Applications” e “Structural Control and Health Monitoring Systems”.

Nas 3 sessões plenárias da conferência foram abordados os seguintes temas:

- “Micro-Data Learning for Animal-Like Adaptation in Robots” por Jean-Baptiste Mouret (INRIA, FR);
- “Present and Future of Automatic Control” por João Miranda Lemos (INESC-ID/IST/Univ. of Lisbon, PT);
- “Communicating with Machines” por Richard Bowden (University of Surrey, UK).

Complementarmente, na manhã do dia 6 junho foi organizado um workshop para alunos do ensino secundário, no Centro Ciência Viva – ExpoLab, em Lagoa, sobre o tema “Uma aventura com rodas exóticas”, da autoria da Colega Fátima Silva Leite. A sinopse desta iniciativa foi: “Já te imaginaste a conduzir uma bicicleta de rodas quadradas ou pentagonais? E que tal uma voltinha num triciclo que desce escadas? Se pensas que isto é impossível sem solavancos, verás que não é verdade. Esta oficina vai ajudar-te a perceber que qualquer roda exótica pode rolar suavemente sobre uma estrada.”

Realizou-se também uma visita técnica à Central Geotérmica do Pico Vermelho.

O interesse e o entusiasmo demonstrados pelos participantes comprovam a utilidade e a importância da realização deste tipo de iniciativas que poderão vir a ser consideradas em próximos eventos.

De referir que as sessões de abertura e de encerramento, as sessões plenárias e a sessão especial para a indústria, realizada no Parque de Ciência e Tecnologia de São Miguel (Nonagon), foram abertas à comunidade académica, a membros da Ordem dos Engenheiros, a empresas e ao público em geral.

O programa social da conferência incluiu uma Recepção no Salão Nobre da Câmara Municipal de Ponta Delgada, o Jantar da Conferência, a visita à Lagoa do Fogo, o “Tea break” na Fábrica de Chá da Gorreana, a visita à Lagoa das Furnas e o Jantar na Vila das Furnas.

O ambiente vivido durante a conferência foi bastante profícuo e de grande empatia entre os participantes, quer pela discussão dos trabalhos apresentados e pelo estabelecimento de contactos para futuras colaborações, quer pela oportunidade de contactar com várias entidades e empresas tecnológicas da região.



Conferências em 2018

- **IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2018)**
Miami, EUA, 17-19 dezembro 2018
<https://cdc2018.ieeecss.org/>
- **IFAC Conference on Cyber-Physical and Human Systems - 2nd CPHS 2018**
Miami, EUA, 13-15 dezembro 2018
<http://www.cphs2018.org/>

Conferências em 2019

- **ICINCO 2019** (com o apoio da APCA)
Prague, Czech Republic 29 - 31 Junho 2019
<http://www.icinco.org/>
- **MED 2019 - 27th Mediterranean Conference on Control and Automation**
Akko, Israel, 1 - 4 Julho 2019
<https://med19.net.technion.ac.il>
- **CoDIT - INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONTROL, DECISION AND INFORMATION TECHNOLOGIES**
Paris, França, 23-26 Abril 2019
<http://codit19.com/index.php>

Livros

A área do Cálculo Fracionário tem sido alvo de esforços de investigação significativos na área do controlo automático nos últimos anos. Neste boletim destacam-se dois livros com a participação de investigadores Portugueses:

- Duarte Valério and José Sá da Costa, *An Introduction to Fractional Control*, The Institution of Engineering and Technology (IET), ISBN: 2013, 978-1-84919-546-1 (PDF).
Mais Informação em: <http://digital-library.theiet.org/content/books/ce/pbce091e>
- Riccardo Caponetto, Gary Bohannon, Karabi Biswas, J. A. Tenreiro Machado, António Mendes Lopes, *Fractional-Order Devices*, SpringerBriefs in Nonlinear Circuits, 2017, ISBN 978-3-319-54460-1.
Mais informação em: <https://www.springer.com/gp/book/9783319544595>

Experimenta

Unidades de Medição Inercial - IMU

Introdução

Paulo Jorge Oliveira

Saber qual a posição e atitude num referencial inercial é um problema antigo em muitas aplicações de engenharia, automação e robótica. Dada a sua importância tem sido o motor de uma série de desenvolvimentos tecnológicos e científicos. De seguida descrevem-se brevemente algumas soluções para este desafio, recorrendo a Unidades de Medição Inercial (*Inertial Measurement Units* - IMU nas línguas anglo-saxónicas). Estes sistemas são compostos por conjuntos típicos de sensores que se tornaram populares para medir grandezas no corpo em movimento: i) tríades ortogonais de giroscópios de velocidade angular, para medir a velocidade angular, em relação a um referencial inercial; ii) acelerómetros tri-axiais, medindo a aceleração total experimentada pelo corpo a que estão acoplados, i.e. a aceleração da gravidade expressa nesse referencial somada com as componentes centrífugas e de Coriolis no caso de movimentos complexos com velocidades lineares e de rotação simultaneamente não nulas, e mais recentemente popularizou-se também a inclusão de iii) magnetómetros tri-axiais de fluxo que medem o fluxo magnético, distorcido no entanto por campos magnéticos locais e pela presença de metais ferromagnéticos na proximidade.

Os primeiros contributos técnicos e científicos modernos foram desenvolvidos no Draper Lab do MIT nos anos 30 e 40 do século XX. Essas primeiras soluções propostas baseavam-se em sensores eletromecânicos e os sinais analógicos obtidos eram processados em cadeia aberta. Muitos desenvolvimentos têm ocorrido desde então. Entre os mais relevantes encontra-se o desenvolvimento e a ampla comercialização nas últimas três décadas de sensores micro-eletromecânicos (*micro-electro-mechanical systems* - MEMs). Estes baseiam-se nas propriedades mecânicas e elétricas do silício ou em compósitos que são depositados no

substrato de silício de circuitos integrados e que efetuam a medição das quantidades descritas acima como integrando os IMUs.

Teoricamente os sinais fornecidos pelos IMUs são capazes de resolver o problema de determinação de posição e atitude em relação a um referencial inercial e que se denomina de forma compacta como navegação inercial. Integrando as velocidades de rotação, expressas num referencial inercial local, pode obter-se a atitude e com a dupla integração dos sinais de aceleração, rodados para o referencial inercial usando a atitude atrás calculada, pode ser obtida a velocidade e a posição da plataforma. Infelizmente as perturbações presentes, e.g. ruído eletromagnético, polarizações variantes no tempo das medidas das grandezas inerciais, a distorção do campo magnético e gravítico e as limitações na medição da aceleração da gravidade bem como outras não idealidades, limitam o desempenho da solução obtida. O problema de navegação inercial é pois bastante difícil de resolver com precisão, especialmente em aplicações de sistemas a funcionar durante longos períodos como são os casos das aplicações aéreas, espaciais e submarinas.

A forma que a comunidade científica encontrou de ultrapassar as limitações do uso das IMUs em cadeia aberta foi: i) amostrar os sinais analógicos a ritmos que podem chegar aos 1000 Hz e recorrer a sistemas embebidos para implementar os algoritmos de estimação a desenvolver, ii) efetuar uma formulação como um problema de estimação não linear, com soluções baseadas em filtros de Kalman estendidos, denominadas por mecanizações em aplicações de navegação atuais, e iii) recorrer a metodologias alternativas mais complexas de resolução de problemas de estimação não lineares nomeadamente por técnicas baseadas em teoria de Lyapunov, cálculo em variedades, integradores simpléticos etc. Embora melhorando o desempenho e as garantias teóricas de operação, todas as alternativas revelaram limitações semelhantes às soluções clássicas.

Assim foi necessário despender largos recursos para explorar formas de complementar a informação interna obtida pelas IMUs com medições em relação ao ambiente, e.g. o uso de faróis em relação aos quais se podem efetuar medições, a acrescentar ao conjunto disponível de medidas na formulação do problema de navegação em causa. Casos típicos de sucesso de soluções para posicionamento global são os sistemas baseados em constelações de satélites como o NAVSTAR-GPS (EUA), GLONASS (Rússia), GALILEU (EC), e BeiDou (China). Outras soluções locais que exigem estruturação do ambiente podem ser encontrados em aeronáutica, com recurso a rádio faróis (CVOR, DME, ILS, NDB, VOR) ou em aplicações submarinas com base em emissores e recetores acústicos (USBL, LBL, SBL, SBN, VG).

Mais recentemente iniciou-se outra abordagem alternativa, abandonando-se a necessidade de ajuda de sensores e sistemas externos. Nesta nova estratégia instalam-se sensores de medição de características no ambiente (*laser range finders*, câmaras de vídeo, sonares, etc.) que em conjunto com os sinais da IMU permitem a formulação com sucesso do problema conjunto de navegação inercial simultaneamente com o mapeamento de pontos conspícuos (*Simultaneous Localization and Mapping* – SLAM).

Dada a complexidade do problema em causa, a miríade de aplicações em que se pretende saber a localizar e a atitude de um utilizador, o volume elevado de IMUs em uso com precisão interessante e de baixo custo

(grande parte de nós usa pelo menos uma no bolso – telemóvel) a investigação em melhores e mais precisas soluções e a incorporação das mesmas em aplicações e sistemas mais evoluídos não tem parado de aumentar fazendo com que esta área continue a estar muito ativa e que seja uma boa aposta de trabalho.

Hands-on

Carlos Cardeira, Paulo Jorge Oliveira

As IMUs (*Inertial Measurement Units*) são um sensor básico de qualquer sistema de orientação no espaço. Estas IMUs são tipicamente compostas por três acelerómetros (XYZ), três Rate Gyros e três magnetómetros. Os dados lidos pelas IMUs são sujeitos a escorregamentos vários que limitam a sua utilização. Por exemplo, os dados dos acelerómetros, lidos isoladamente não permitem o conhecimento da posição senão através da dupla integração da aceleração. Também os *Rate Gyros* isolados não conseguem dar as mesmas informações de um giroscópio uma vez que também exigem uma integração dos dados lidos. Já os dados do magnetómetro, se usados em ambiente exterior e longe de estruturas metálicas, dão a informação direta da atitude da IMU em relação ao campo magnético terrestre. No entanto, estes dados devidamente filtrados e com a adição de mais sensores absolutos, por exemplo, recorrendo a referências no exterior, conduzem a um sensor de postura (posição e atitude) de enorme aplicação em sistemas de navegação.

Os preços das IMUs (*Inertial Measurement Units*) de gama baixa têm descido bastante devido à sua miniaturação e à integração em pequenos circuitos integrados à base de MEMS (*Microelectromechanical systems*). É agora possível adquirir IMUs a custos inferior a 5 euros em várias plataformas *online* de mercados tipicamente asiáticos.

Os três acelerómetros (XYZ), três *Rate Gyros* e três magnetómetros encontram-se tipicamente distribuídos por três circuitos integrados que normalmente se conseguem identificar no próprio circuito impresso. Continuamente surgem novos modelos pelo que é muito frequente adquirir um modelo que passado algum tempo seja descontinuado e substituído por um outro. É o caso da CHR UM6-LT que apesar de recentemente substituída pela CHR UM7-LT, servirá nesta experiência para mostrar o funcionamento básico da mesma.



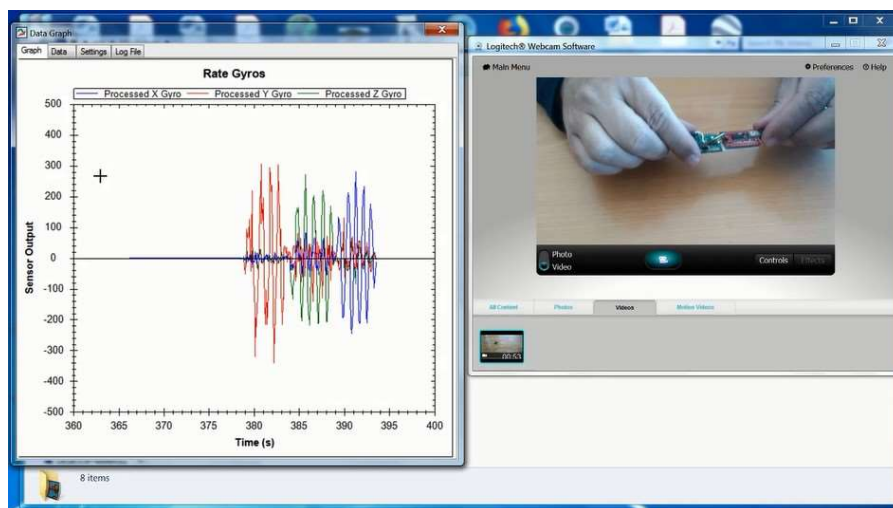
A sua ligação a um microcontrolador é em geral feita através de uma porta série ou um dos protocolos mais frequentes usado em microcontroladores como, por exemplo, a interface I2C.

No caso presente a IMU foi ligada a um PC normal através de um conversor USB-série típico. Trata-se de um circuito baseado no FT232 que é frequente encontrar para a emulação das portas séries virtuais dos PCs. A vermelho, na figura, temos o circuito da interface USB-série e a verde temos a IMU propriamente dita.



Para o teste do circuito recorreu-se ao programa que acompanha a IMU onde se pode visualizar os gráficos de cada variável. Testou-se o funcionamento dos Rate Gyros e dos acelerómetros.

A figura e a ligação para o filme mostram as variações dos *Rate Gyros* quando sujeitos manualmente a variações dos ângulos. É possível verificar que quando as variações são segundo os vários eixos principais, as saídas do respetivo Rate Gyro são as de maior amplitude.



Nos vídeos o resultado é bastante mais elucidativo. Através das ligações [RateGyros.flv](#) e [Accel.flv](#) é possível visualizar os resultados obtidos.

A integração de dados inerciais na construção de filtros de posição e atitude por ser consultada em [1] e [2].

[1] Carreira, F., Calado, J. M., Cardeira, C., & Oliveira, P. (2015). Enhanced pca-based localization using depth maps with missing data. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 77(2), 341-360.

[2] Barbosa, J., Cardeira, C., Oliveira, P., Batista, P., & Silvestre, C. (2015). Design and validation of an RGB-D based localization system-integration in a docking system. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 80(3-4), 423-440.

SMARTBOX Pineapple Azorica: projeto inovador para a produção tradicional de ananás dos Açores

Luís Mendes Gomes

A exploração da cultura do ananás em estufa de vidro em São Miguel (Açores) remonta a meados do séc. XIX. Esta cultura é única no mundo e conserva os métodos e as técnicas de produção, num acumular de conhecimento, por saber de experiência feito, ao longo de várias gerações. Apesar de algumas experiências inovadoras nas infraestruturas e nas técnicas de produção do ananás, esta cultura continua a ser, maioritariamente, tradicional.

No ciclo de produção do ananás, o ambiente climático no interior da estufa determina o seu desenvolvimento vegetativo, condiciona os processos de indução floral e o desenvolvimento do fruto. Este ambiente é condicionado pela meteorologia no local da estufa e pelas ações que o produtor executa tais como: caiar os vidros, abrir e fechar os albóios, abrir e fechar as portas, gerir a rega, proceder à indução floral. A execução destas ações é feita manualmente e é suportada pelo conhecimento do produtor nos fatores que influenciam o desenvolvimento da planta assim como na sua previsão meteorológica, que é, por vezes, apoiada pela consulta aos portais Web de meteorologia nacionais e internacionais.

O projeto SMARTBOX Pineapple Azorica, em linha com o desenvolvimento e a massificação da utilização dos sistemas inteligentes de controlo e automação, está enraizado nos seguintes objetivos: (a) monitorizar e visualizar a temperatura, a humidade do ar e do solo, a radiação solar, e o teor de etileno no interior das estufas; (b) automatizar a realização de ações, tais como o controlo de temperatura, luminosidade e etileno, em resposta aos parâmetros monitorizados; (c) monitorizar, visualizar e integrar os principais indicadores meteorológicos, bem como aqueles que são disponibilizados pelos serviços de dados meteorológicos nacionais e internacionais, no exterior das estufas; (d) planificar as épocas e quantidades de colheita de ananás para enquadrar a sua comercialização num modelo *just-in-time*; (e) disponibilizar um sistema de informação e apoio à decisão dirigido ao produtor na gestão da sua produção que forneça um serviço específico de acompanhamento da produção e vocacionado para as entidades reguladoras das atividades económicas primárias nos Açores.

A expectativa do projeto SMARTBOX Pineapple Azorica é ajudar na racionalização e otimização dos recursos humanos e materiais envolvidos na produção do ananás, tendo como preocupação central assegurar uma melhor qualidade do ananás colhido, uma produção a mais baixo custo com maior valorização económica no mercado, sem prejudicar o rendimento do produtor nem descaracterizar as práticas e os saberes tradicionais da produção.

Mais informações sobre o projeto podem ser obtidas contactando Luís Mendes Gomes através do email luis.mp.gomes@uac.pt