



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica – MIEM

Unidade curricular Dissertação (2º semestre, 2012/2013)

Proposta de área temática de investigação

ROBÓTICA, PERCEÇÃO AVANÇADA, AUTOMAÇÃO E CONTROLO

Docentes/Investigadores responsáveis pela proposta

Nome/email

Vitor M. F. Santos – vitor@ua.pt

Jorge A. Fernandes Ferreira – jaff@ua.pt

Especificação de pré-requisitos por parte dos alunos (opcional)

Disponibilidade e apetência para uma actividade transversal em engenharia, que pode ir desde o hardware e conceção até à programação de dispositivos e sistemas. Para uma melhor integração das actividades, e sobretudo se se pretender uma especialização em Automação e Robótica, recomenda-se a frequência de disciplinas de opção desta área. Será útil a predisposição para trabalhar em equipa, e participar em ações de divulgação do respetivo trabalho ao longo do ano.

Descrição genérica da área temática proposta (enquadramento e objectivos)

Esta área temática enquadra-se na actividade de automação e robótica levada a cabo essencialmente no Laboratório de Automação e Robótica (LAR) do DEM (<http://www.mec.ua.pt/robotics/lar/>) no Laboratório de Biomecânica e no de Termofluidos. Alguns dos trabalhos serão realizados no âmbito de projectos financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). As principais linhas de actividade são:

Projecto ATLAS, incluindo o ATLASCAR (<http://atlas.web.ua.pt>)

Projecto de Robô Humanóide

Sistemas de Percepção Avançada

Robótica Industrial

Simulação, Modelização e Controlo de Sistemas e Processos

No que respeita o LAR, durante os anos letivos recentes foram acolhidos por ano mais de uma vintena de estudantes e professores, tendo colaborações com outros departamentos da UA e várias empresas da região. Em curso há também vários trabalhos de doutoramento. Os projetos e temas de dissertação potenciais cobrem questões ligadas à segurança, assistência à condução, navegação autónoma de robôs, protótipo avançado de robô humanóide, sistemas distribuídos de controlo de robôs, teleoperação de robôs, percepção avançada com visão artificial e laser, aplicações de visão em problemas industriais envolvendo monitorização ou controlo de qualidade, e também aplicações de robótica de manipulação. À semelhança de anos anteriores, as actividades específicas de alguns projetos podem prever a participação em eventos e concursos ligados à robótica, bem como a eventual realização de trabalhos encomendados por empresas. Estão previstas cooperações com outros docentes e investigadores.

Meios e recursos disponíveis

Dos meios e sistemas disponíveis para a realização dos trabalhos no LAR destacam-se:

- Dois robôs de competição ATLAS,
- Um robô humanóide,
- Um robô industrial *FANUC*,
- Várias unidades de percepção laser,
- Uma câmara trinocular de grande resolução para percepção estéreo,
- Uma câmara de alta resolução *GigaEthernet*,
- Equipamento vario para visão industrial incluindo sistemas de iluminação,
- Diversas câmaras *Firewire* para visão artificial,
- Unidades *pan-tilt* para orientação espacial de sensores,
- Câmara 3D Kinect
- Programadores de microcontroladores,
- etc.

Dos ambientes e softwares mais usuais, além dos normais utilizados durante o resto do curso, destacam-se:

- sistema operativo Linux
- programação em C/C++ (entre outras possibilidades)
- Desenvolvimento em ambiente ROS



- Matlab/simulink e toolboxes de processamento de imagem,
- Software *opensource* vários (e.g., openCV),
- Uso de PICs e sistemas Arduino,
- Software de visão industrial *Sherlock*,
- Software *Eagle* para desenho de circuitos e PCBs,
- etc.

Exemplos de assuntos que podem originar temas de dissertação

Sem prejuízo de outros trabalhos ou propostas que possam surgir no contexto desta área temática, há um conjunto de assuntos de interesse imediato que podem servir de tema de dissertação de mestrado. Segue abaixo uma lista de algumas possibilidades para o laboratório. N.B. Os trabalhos não poderão decorrer todos neste ano letivo e, por isso, serão afetos aos alunos na medida das disponibilidades de recursos materiais e humanos do Laboratório na sequência dos contactos que os alunos forem estabelecendo com os docentes/investigadores. Os tópicos foram agrupados em 4 grupos (A, B, C e D) de acordo com a sua afinidade.

Grupo A - Trabalhos relacionados com o ATLASCAR e robôs ATLAS

Na maior parte dos trabalhos deste grupo haverá uma etapa de familiarização com o ambiente ROS.

1. Determinação e Seguimento do Egomotion do ATLASCAR

- Desenvolver um módulo de software que receba informação simultânea do GPS/IMU/Encoder da roda/ângulo da direção/outros e, com base num modelo preditivo de filtros de Kalman ou similar, devolva a posição, velocidade e orientação do carro num referencial apropriado (determinação do Egomotion).

2. Detecção de Estrada a Bordo do ATLASCAR

- Desenvolver um módulo de software que receba imagens e outra informação adicional (laser, outputs do modulo navegador, etc) e que determine a localização da estrada. Etapas principais: estudo e implementação de algoritmos existentes; Implementação de um descritor de estrada; Averiguação das vantagens na utilização de informação adicional (para além das imagens) na detecção de estrada; Detecção de cruzamentos e entroncamentos; uso de bibliotecas públicas como, por exemplo, a SMP (<https://bitbucket.org/djlyon/smp-driverless-car-robot/wiki/Home>).

3. Planeamento de Caminhos e Navegação em Robôs com Direção Ackermann

- O ROS está se tornando o *framework* por excelência para projetos robóticos. Já existem centenas de módulos desenvolvidos, entre eles módulos de *path planning* e *navigation*. Porém ainda não há módulos oficiais que realizem estas funções para robôs do tipo Ackermann. O objetivo deste trabalho consiste na criação de tais módulos, baseado em trabalhos já desenvolvidos em ROS. Etapas principais: Estudo de soluções já existentes; Validação de soluções em simulador; Validação com o robô ATLAS2000; Testes reais com o veículo: criação de mapas e navegação; Partilha dos módulos desenvolvidos com a comunidade ROS.

4. Detecção Visual de Peões para um Sistema de Ajuda à Condução

- Este trabalho visa a implementação e avaliação de algoritmos de visão para a deteção e seguimento de peões em tempo-real. O trabalho é constituído por três partes: segmentação, reconhecimento e seguimento. A validação do algoritmo será feita através da integração no ATLASCAR usando dados reais gravados e/ou em tempo real.

5. E-Stop e Consola de Controlo e Monitorização para o ATLASCAR

- Desenvolver um sistema remoto de paragem de emergência para o ATLASCAR (E-Stop) de acordo com as regras do ELROB, utilizando para o efeito uma consola de controlo para aeromodelismo e que seja o mais independente possível do software a correr nos computadores genéricos do veículo, recorrendo a unidades de microcontroladores dedicados ou similar. Integrar num dispositivo único a unidade atual de controlo remoto do carro (gamepad Xbox) com esta nova unidade E-stop. Finalmente, desenvolver um módulo de software que emule um painel de monitorização (por exemplo em GTK) do estado do carro usando um suporte de comunicação remota sobre TCP/IP.



6. Calibração de sensores no ATLASCAR

- Um dos problemas mais relevantes num sistema multi-sensorial é a transformação geométrica que relaciona cada um dos sistemas de referência dos sensores. No caso de sensores com princípios físicos diferentes, o exercício é ainda mais complexo pela dificuldade em correlacionar os mesmos pontos nas diferentes perceções. O objetivo principal do trabalho é o de providenciar técnicas manuais ou semi-automáticas de calibrar pares de sensores entre si (laser-laser, laser-câmara, etc.) e assim permitir uma mais fácil fusão da informação criando robustez e redundância na perceção.

7. Planeamento de Rotas para Navegação com GPS no ATLASCAR

- Desenvolver um módulo de software que determine uma lista de waypoints GPS, recebendo como input a posição atual e o destino pretendido. O módulo deve recorrer a mapas de domínio público como, por exemplo, o Openstreet maps. Entre outras funcionalidades, o sistema deve fazer o registo dos percursos efetuados e avaliar o grau de cumprimento do planeamento.

8. Detecção do Espaço Navegável no ATLASCAR usando Informação 3D

- Elaboração de um módulo de software com o objectivo de detetar os limites físicos do espaço navegável (estrada, berma) com base em informação 3D. Esta informação 3D será obtida pela reconstrução dinâmica da vizinhança do veículo, usando para isso sensores laser que fornecem nuvens de pontos que devem ser processadas. O sistema prevê-se utilizável quer em ambientes estáticos (laser 3D rotativo - SICK), quem em movimento com velocidades baixas (laser planar mapeador da estrada - Hokuyo). Existe também a possibilidade dos dados 3D serem fornecidos por uma câmara stéreo. Algumas etapas previstas: Estudo e caracterização de algoritmos existentes; Implementação de algoritmo de deteção; Validação em diversos ambientes (urbano, autoestrada, ...)

9. Detecção e Seguimento de Alvos num Ambiente de Estrada

- O objetivo deste trabalho é a implementação de um algoritmo de seguimento de alvos múltiplos (*multiple target tracking*). Este algoritmo deverá indicar a presença de agentes móveis na vizinhança do veículo e fornecer informação relativa às respetivas velocidades. Para este fim serão utilizados dados fornecidos por sensores de distância laser. Principais etapas: estudo e caracterização de algoritmos existentes; Implementação de um algoritmo de associação; Validação em diversos ambientes (urbano, autoestrada, ...).

10. Segmentação de Objetos em Medições LASER a 2D e 3D

- Desenvolver um algoritmo que, a partir de uma representação 2D/3D do ambiente, consiga distinguir os agentes presentes (veículos, peões, ...) do ambiente de fundo. O trabalho terá por base dados obtidos com sensores de distancias (laser/stereo). Poder-se-ão usar técnicas de subtração de fundo ou similares. As etapas principais incluem: estudo e caracterização de algoritmos existentes; Implementação de algoritmos; Validação em diversos ambientes (urbano, autoestrada, rural, ...) para diversos tipos de alvo (peões, carros, autocarros, ...)

Grupo B – Trabalhos relacionados com o robô Humanóide

11. Equilíbrio de Robô Humanóide usando Interface Háptica

- Desenvolvimento e instalação de um sistema de monitorização do centro de pressão nos pés do robô humanóide e controlo háptico (*force feedback*) para recolher dados de percepção/actuação do robô com vista à aprendizagem futura por demonstração de manobras de equilíbrio e movimentação básica. O trabalho inclui o uso de unidades microcontroladoras (por. ex. Arduino) para fazer a aquisição dos sianis das células de carga ou outros sensores que se vierem a usar.

12. Estabilização de imagem na percepção do robô humanóide

- Um robô humanóide tem normalmente uma ou mais câmaras para percepção visual. O problema é que, devido ao movimento do corpo, as câmaras estão em constante movimento complicando a percepção obtida a partir delas. É assim necessário, atuar de forma a compensar esses efeitos para tornar mais simples as tarefas da percepção visual. A abordagem pode passar por uma conjugação de informações quer da cinemática do resto do corpo quer da variação da imagem em si. O controlo dos graus de liberdade do pescoço será porventura determinante para a solução (impondo-se correções nos atuadores para manter o campo visual estabilizado), mas técnicas de análise de imagem



serão também por certo úteis para permitir correções em tempo real. Assim, a instalação experimental poderá ser feita quer no robô quer numa unidade destacadas só com a cabeça sobre a qual se exercem perturbações de translação e rotação de forma a estimular a correção da orientação da cabeça e em simultâneo transformar a imagem de forma a mantê-la o mais estabilizada possível na frame de aquisição.

Grupo C – Trabalhos em Automação e Processos de Fabrico

13. Avaliação da influência de diferentes estratégias de controlo de força e velocidade no retorno elástico de peças obtidas através de processos de conformação plástica.
 - Será utilizada uma prensa de actuação hidráulica existente no laboratório de Automação e Robótica.
14. Projecto e desenvolvimento um protótipo para recolha de ar exalado para aplicações médicas.
 - O ar exalado deverá ser recolhido em função do seu teor de dióxido de carbono (CO₂). Será utilizada uma plataforma de comando e controlo baseada no microcontrolador Arduino em conjunto com uma interface tátil.
15. Projecto e conceção de um protótipo de baixo custo para enrolar bobinas de pequenas dimensões.
 - Os parâmetros para proceder ao enrolamento da bobina (diâmetro do fio, dimensões da bobina, número de voltas para o enrolamento, etc) deverão ser inseridos no sistema através de uma interface tátil e este deverá ser controlado através de um microcontrolador Arduino.
16. Modelação e simulação de um sistema pneumático de aproveitamento de energia para instalação em veículos de duas rodas.
 - A simulação deverá avaliar a viabilidade de implementação bem com deverá caracterizar em termos energéticos a resposta do sistema a situações típicas (subidas, descidas, travagem, etc).

Grupo D – Trabalhos no âmbito do projeto PTDC/EME-PME/105465/2008

O projeto consiste num sistema de alimentação fisiológica para avaliação in vivo do comportamento de implantes ósseos. No novo conceito de prótese de anca é o próprio implante que implementa as suas próprias terapêuticas quando é detectado algum problema ao seu funcionamento nominal. Por isso, é necessário que a prótese gere energia elétrica por si mesmo e para si mesmo, de modo a que possa utilizar essa mesma energia nos seus actuadores que implementarão as acções corretivas.

17. Implementação de geradores electromagnéticos para próteses de anca.
 - Com este trabalho, pretende-se o desenvolvimento de geradores de energia elétrica para aplicação em próteses de anca inteligentes. Será utilizado o princípio electromagnético para o processo de geração. Deverão ser propostas e testadas várias configurações e feito o estudo comparativo.
18. Implementação de uma prótese de teste de geradores de energia eléctrica.
 - Com este trabalho, pretende-se projetar as alterações a uma prótese de anca de modo a que possa ser utilizada no teste configurações de geradores de energia eléctrica. Deverão ser propostas várias soluções e maquinada uma prótese de teste.