



## Controlo Postural de Robô Humanóide Baseado em Realimentação Visual

Mestrados	Mestrado em Engenharia de Automação Industrial (MEAI)
Orientadores	Filipe Silva (DETI-IEETA, fmsilva@ua.pt), Vítor Santos (DEM-IEETA, vitor@ua.pt)

### ENQUADRAMENTO

Um elemento fundamental do comportamento motor humano é o sistema de controlo postural responsável pela estabilidade e orientação do corpo no espaço. O controlo postural constitui uma tarefa motora complexa assente na interacção de múltiplos processos sensoriomotores que integram informação sensorial de múltiplas fontes, nomeadamente dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo. Os principais objectivos funcionais do comportamento postural envolvem o alinhamento activo do tronco e da cabeça em relação à gravidade, à superfície de suporte, ao ambiente visual e às referências internas, bem como a coordenação de estratégias de movimento para estabilizar o centro de massa (COM) quando o ocorrem perturbações internas e/ou externas. Contudo, do ponto de vista da robótica, a manutenção de uma postura estável tem estado associada, essencialmente, ao controlo da localização do centro de pressão (COP) debaixo do pé, com o uso reduzido de sinais vestibulares ou da visão.

### OBJECTIVOS

Este trabalho de dissertação tem como objectivo principal implementar um algoritmo de controlo postural para um robô humanóide sujeito a perturbações externas aplicadas na sua superfície de suporte (Fig. 1). O estudo incidirá sobre o papel da informação visual no equilíbrio do robô em posição ortostática, assumindo a existência de características fixas a extrair do ambiente. Desta forma, o primeiro passo é assegurar a orientação activa da cabeça do robô em relação a essas características na imagem, enquanto o robô está sujeito a diferentes tipos de perturbações. Em simultâneo, pretende-se estimar a posição do COM para estabelecer estratégias de movimento que assegurem o equilíbrio do robô através do controlo da orientação relativa dos seus segmentos em relação à superfície de suporte. A geração de diferentes tipos de perturbações (*e.g.*, translação/rotação, transitórias/estacionárias e previsíveis/imprevisíveis) a aplicar na superfície de suporte será garantida pelos movimentos de um braço manipulador (robô industrial FANUC).

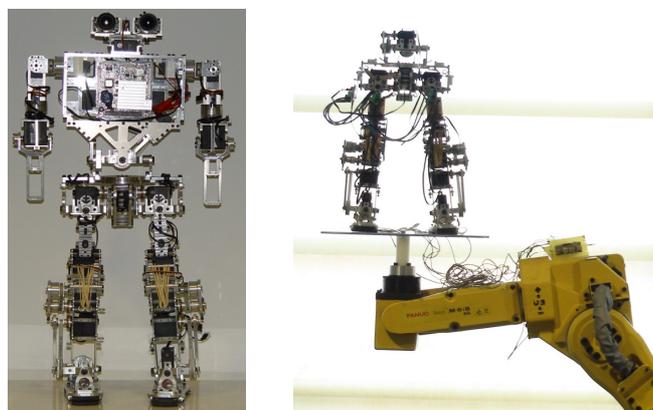


Fig. 1: O robô humanóide (à esquerda) será colocado sobre uma superfície de suporte rígida sujeita a perturbações externas em resultado de movimentos programados num robô industrial (à direita).

## PLANO DE TRABALHO

Pretende-se com este trabalho demonstrar a importância da percepção visual na orientação postural e no equilíbrio de um robô humanoíde sujeito a perturbações na superfície de suporte. O algoritmo de controlo postural será implementado e testado numa plataforma humanoíde existente no laboratório. Durante a realização do trabalho, o estudante terá oportunidade de se familiarizar com o ambiente de desenvolvimento ROS (*Robot Operating System*) e a programação em C/C++, os algoritmos básicos de processamento de imagem e as bibliotecas associadas (*e.g.*, OpenCV), a programação de um robô industrial (FANUC), assim como com os formalismos e algoritmos de controlo baseados no Jacobiano (controlo cinemático). O trabalho deverá evoluir de acordo com as seguintes tarefas:

- 1. Levantamento do estado actual.** Nesta tarefa pretende-se que o estudante documente os trabalhos mais significativos relacionados com os conceitos de controlo postural e se familiarize com o estado actual de desenvolvimento do projecto, nomeadamente o ambiente de desenvolvimento (*Robot Operating System* - ROS, C/C++), o sistema de percepção baseado em visão monocular e sensores de força, e a operação/comando dos actuadores do robô.
- 2. Extração de características estáticas na imagem.** Esta tarefa será dedicada ao desenvolvimento do sistema de visão baseado numa unidade de pan-tilt que movimenta uma câmara para aquisição de imagem. Em particular, pretende-se implementar técnicas de processamento de imagem que permitam extrair características fixas no ambiente visual nas quais o robô concentrará a sua atenção. Para o efeito, pretende-se definir alvos fáceis de segmentar como, por exemplo, um painel branco com geometrias a preto.
- 3. Alinhamento da cabeça em relação ao ambiente visual.** A realimentação visual será determinante para a geração dos movimentos compensatórios da cabeça sempre que o robô está sujeito a perturbações externas na sua base de suporte. Esta tarefa envolve o estudo e implementação de algoritmos de controlo baseados na imagem que permitam o alinhamento da cabeça em relação ao ambiente visual. Em simulatâneo, esta informação do movimento de alinhamento da cabeça será combinada com informação acerca da orientação relativa dos segmentos do robô em relação à superfície de suporte (dados fornecidos pelo sistema proprioceptivo) e acerca da distribuição de forças na planta dos pés (dados fornecidos pelos sensores de força).
- 4. Controlo do equilíbrio durante perturbações na postura.** Esta tarefa envolve a implementação e teste de um algoritmo de controlo postural capaz de proporcionar ajustes automáticos na postura do robô para manter a sua estabilidade em várias condições. O objectivo central é estudar a melhor estratégia de movimento para fazer regressar o COM à posição inicial, tais como o movimento em torno dos tornozelos ou em torno da anca, mantendo os pés assentes na base de suporte. Para lidar com este problema, pretende-se usar um algoritmo conhecido sob a designação genérica de controlo cinemático baseado no Jacobiano.
- 5. Escrita da dissertação e outra documentação detalhada.**