



**César Miguel
Rodrigues de Sousa**

**Controlo Visual de uma Cabeça Humanóide
Usando Alvos Fixos**

**Visual Servoing of a Humanoid Head Using Fixed
Targets**



**César Miguel
Rodrigues de Sousa**

**Controlo Visual de uma Cabeça Humanóide
Usando Alvos Fixos**

**Visual Servoing of a Humanoid Head Using Fixed
Targets**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Automação Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Filipe Miguel Teixeira Pereira da Silva, Professor Auxiliar do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro, e do Doutor Vítor Manuel Ferreira dos Santos, Professor Associado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

o júri / the jury

presidente / president

Prof. Doutor Pedro Nicolau Faria da Fonseca

Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

vogais / examiners committee

Prof. Doutor António Manuel Ferreira Mendes Lopes

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor Vítor Manuel Ferreira dos Santos

Professor Associado do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

agradecimentos / acknowledgements

Quero expressar o meu profundo agradecimento aos meus orientadores, Professor Filipe Silva e Professor Vítor Santos, por me ajudarem a focar nos objetivos, pelo entusiasmo, confiança e os valiosos ensinamentos transmitidos ao longo do projeto.

Agradeço também a todos os meus colegas do laboratório de Automação e Robótica pelo companheirismo e boa disposição, especialmente ao Ricardo Pascoal, Jorge Almeida e João Torrão pelas ajudas e conselhos constantes ao longo do projeto que em muito contribuíram para a sua concretização. Ao Eng. Festas pela ajuda na concretização do novo pescoço do humanoide e à empresa Motofil por disponibilizar o robô que permitiu realizar a parte experimental da dissertação.

À ESSUA pela disponibilização do equipamento VICON, nomeadamente ao Professor António Amaro, responsável pelo equipamento e ao Sr. Mário Rodrigues pelo acompanhamento e ajuda em todo o processo.

A todos os meus amigos que me acompanham (excepcionais!), um especial agradecimento à Joana e à Ana pelo valioso feedback da escrita desta dissertação e ao Carlitos, Renato e Daniela pela ajuda na obtenção de informação nas áreas da fisiologia e neurociência.

À (Univer)cidade de Aveiro por tudo o que me deu.

Por último, mas de todo não menos importante, à minha família que está sempre presente, especialmente os meus pais pelo apoio e suporte incondicionais. Obrigado!

Palavras Chave

Controlo Visual, Visão por Computador, Cabeça Robótica, Alvo Fixo e Estimação de Movimento

Resumo

Este trabalho apresenta como tese que a visão pode ter um papel importante no equilíbrio e navegação de robôs humanóides tal como acontece nos seres humanos, em particular se se assumir a existência de características fixas no cenário envolvente. O Projeto Humanóide da Universidade de Aveiro (PHUA) é usado neste trabalho como base para desenvolver a proposição desta dissertação. Todos os componentes mecânicos do pescoço do PHUA foram reconstruídos e melhorados para assegurar uma infraestrutura fiável. Foram desenvolvidos algoritmos de processamento de imagem e seguimento visual para encontrar e seguir um alvo fixo, com o intuito de obter realimentação visual para o sistema de seguimento do pescoço. Desenvolveu-se também um algoritmo de controlo de seguimento para a cabeça do humanoide com o intuito de seguir um alvo baseado em realimentação visual. A informação da posição do pescoço pode ser integrada posteriormente com a rede sensorial do humanoide de forma a melhorar o equilíbrio do robô. Foram ainda calculadas e testadas as equações que estimar o movimento do robô, recorrendo aos ângulos da *pan and tilt unit* (pescoço) e sabendo a distância em cada instante da câmara ao alvo a seguir. O desenvolvimento do software foi baseado numa plataforma modular que permite a criação de vários modos de funcionamento independentes (ROS). Para simular os movimento do humanoide com a intenção de testar o sistema de seguimento desenvolvido, foi utilizado um robô industrial Fanuc. Os resultados dos testes demonstraram que os algoritmos de visão por computador tem um bom desempenho face ao contexto da aplicação. O controlo de seguimento baseado em velocidade, é o melhor para obter um sistema de seguimento visual para robôs humanóides simples e fiável.

Keywords

Visual Control, Computer Vision, Robotic Head, Fixed target and Ego-motion

Abstract

Assuming the existence of fixed characteristics on the scene, this work addresses the thesis that vision may play a major role in humanoids balance and navigation such as it plays in humans. The Project Humanoid of the University of Aveiro (PHUA) is used as a framework to evolve the thesis of this dissertation and all the mechanical components of the PHUA's neck were rebuilt to guarantee a good infrastructure basis. Image processing and tracking algorithms were developed to find and track a fixed target on an image. Based on the image feedback, a neck's tracking control algorithm was implemented to track the target. The information of the position of the neck may be further used to integrate with other sensor data aiming to improve the PHUA's balance. Throughout the information of the angle of the pan and tilt servomotors and knowing the distance of the target, there were calculated the equations that translate the position of the pan and tilt unit in the world and therefore, the robot's position. The software development is sustained by the Robot Operating System (ROS) framework following the philosophy of a modular and open-ended development. An industrial anthropomorphic robot was used to reproduce the humanoid movements in order to test the whole tracking and ego-motion system. The results showed that the computer vision algorithms present a satisfactory performance for the specific needs and the velocity control algorithm for the tracking system suits the best to accomplish a good and simple tracking system infrastructure in order to obtain the visual feedback for the humanoid.

