

ABSTRACT

This thesis addresses the design, development and implementation of autonomous systems with emphasis on the control perspective. Two directions were considered: While in one of them, two different applications autonomous transportation in an industrial environment and underwater autonomous motion were addressed, in the other an effort towards the systematisation for which it is essential to consider a formal framework was sought.

Given the considerable ambition of this objective, the treatment of the case studies were essential to evaluate the properness of the various formalisms for the representation, analysis and synthesis for the partial problems arising in the design of the multiple instances associated with the addressed autonomous systems.

In the pursuit of the main aim of this dissertation, several contributions were obtained in addressing the partial objectives in which the main goal was decomposed. They are as follows:

- specification of performance requirements for the system, environment description and characterisation of the functional system to environment interaction;

- analysis of viable system strategies fulfilling of the specified requirements;

- specification of structural properties underlying the behaviours of the autonomous system operation;

- definition of a control architecture for the of the autonomous system activities enabling an implementable solution;

- demonstration of the approach in the context of the two addressed concrete applications;

- extension of the approach to control problems involving multiple interacting autonomous systems;

- refinement of the systems engineering process for the design of autonomous systems in order to take into account the specificities embedded systems.

In parallel, a scenario for the intervention of autonomous underwater vehicles in environmental monitoring was identified. A novel solution is

presented for the addressed scenario, which involves requirements of active search. The adopted approach is based on the defined autonomous systems design methodology. This approach permitted the development of contexts enabling the integration of concepts and methods of different areas, which contribute to the emergence of a solution.

The work described in this dissertation encompasses the developments under the Po-Robot project carried out by the activities of Underwater Systems and Technologies Laboratory (LSTS) of FEUP, and, more recently in cooperation with Autonomous Systems Laboratory (LSA) of ISEP.

RESUMO

Esta tese endereça a concepção, o desenvolvimento e a implementação de sistemas autónomos com ênfase na perspectiva de controlo. Foram privilegiadas duas vertentes: Enquanto que numa, foram endereçadas duas aplicações concretas respeitantes ao transporte autónomo num ambiente industrial semi-estruturado e à movimentação submarina autónoma, na outra, procurou-se levar a cabo um esforço de sistematização para o qual se torna essencial a consideração de um quadro formal. Dada a extrema ambição deste objectivo foi procurado, com base no esforço de tratamento dos casos estudo, avaliar a adequabilidade de vários formalismos para a representação, análise e síntese de problemas parciais para o projecto das instâncias de sistemas autónomos endereçadas.

Na prossecução do objectivo fundamental desta dissertação, foram realizadas contribuições num conjunto de objectivos parciais integrantes de um quadro para a análise e para a síntese de sistemas autónomos em que destacamos, a:

especificação das necessidades de desempenho do sistema, a descrição do ambiente, a caracterização da interacção funcional do sistema com o meio;

análise das estratégias viáveis do sistema tendo em vista o preenchimento dos requisitos especificados;

especificação das propriedades estruturais subjacente aos comportamentos a obter na operação do sistema autónomo;

definição de uma arquitectura para o controlo das actividades do sistema autónomo tendo em vista a viabilização de uma solução implementável;

comprovação da abordagem através do endereçamento de sistemas para duas aplicações concretas referidas na secção anterior;

extensão da abordagem para problemas de controlo envolvendo o interacção de múltiplos sistemas autónomos;

refinamento do processo de engenharia de sistemas para o projecto de sistemas autónomos tendo em vista dos as especificidades dos sistemas "embedded".

Paralelamente identificamos um cenário para intervenção de veículos submarinos autónomos na monitorização e estudos ambientais que carecem de pesquisa activa, para os quais apresentamos uma inovadora solução.

A abordagem adoptada tem como base a análise do desenvolvimento do projecto de sistemas autónomos, pois este constitui um núcleo privilegiado para o desenvolvimento conceptual essencial à definição de uma metodologia de projecto baseada num quadro formal. Esta procura desenvolver contextos em que se torna possível a integração de conceitos e métodos de diferentes áreas científicas concorrentes para a definição de soluções, contribuindo assim para a procura de um quadro de projecto unificador desde a especificação sistémica até à implementação da solução.

O trabalho descrito nesta dissertação foi consubstanciado no desenvolvimento do projecto Po-Robot, nas actividades de investigação do Laboratório de Sistemas e Tecnologia Subaquática da FEUP e mais recentemente em conjugação com as actividades do Laboratório de Sistemas Autónomos do ISEP.