

## Sistema de Navegação em Alto Nível para um Robot Móvel em Ambientes Estruturados

(Mobile Robot High-Level Navigation System for Structured Environments)

### Perfil:

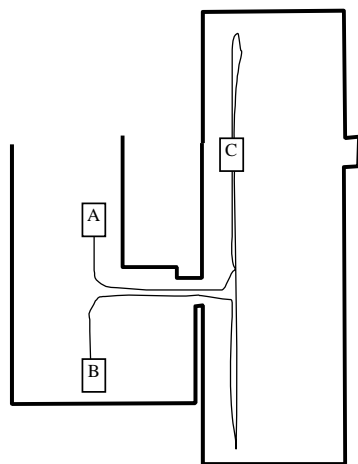
Computadores e Programação.

### Objectivo:

Concepção de um sistema de definição de missões de navegação de um robot móvel em ambientes conhecidos, com base em premissas de alto nível, recorrendo a sensores localizados a bordo exclusivamente. Para o efeito, será necessário fazer o eventual aperfeiçoamento ou adaptação das ferramentas de navegação do robot já desenvolvidas.

### Enquadramento e descrição sumária:

Se um ambiente é conhecido, então deveria ser possível programar a trajectória de um robot com relativa facilidade. De facto assim é, mas o problema são os erros acumulados durante o movimento (erros de odometria), que impedem a execução correcta de uma trajectória. Assim, é necessário extrair informação do ambiente para corrigir ou suplantar os erros odométricos. A navegação com base na odometria é suficiente em troços curtos, mas é inviável para percursos maiores. Existe já desenvolvido um conjunto de funções (ferramentas) a baixo e médio nível para a navegação de um robot móvel, que usa essencialmente dados vindos de sensores de ultra-som. Essas ferramentas incluem a execução de trajectórias em espaço livre (mas com erros cumulativos), atravessamento de passagens estreitas, e até a detecção de obstáculos ou zonas obstruídas numa dada direcção. Existe de igual modo todo um conjunto de funcionalidades que permitem a monitorização e o eventual controlo remoto do robot. Com base nessas ferramentas deverá ser desenvolvida uma forma de especificação de missões baseada em pares de *condição/acção*, em que a condição resulta essencialmente de uma conjuntura sensorial, e a acção está associada a um movimento ou conjunto de movimentos assegurados pelas tais ferramentas de navegação. O sistema deverá permitir a um operador humano especificar uma missão, não apenas em termos de distâncias e ângulos (até porque falharão mais tarde ou mais cedo), mas também num conjunto de condições sensoriais e acções associadas. Por exemplo para executar a trajectória ilustrada abaixo, onde o robot parte do ponto A e de desloca ao ponto B, mas com uma paragem no ponto C, a programação com base exclusiva na odometria falharia de certeza. Neste sistema proposto, e assumindo que o robot está em A e devidamente orientado, poder-se-ia especificar esta mesma missão da seguinte forma:



1. Avançar até se detectar um espaço livre de cerca de 2 m à esquerda.
2. Rodar 90° à esquerda
3. Avançar até se detectar uma passagem estreita em frente
4. Atravessar a passagem estreita.
5. Rodar 90° à esquerda
6. Seguir sempre a parede a 1 m à esquerda até haver espaço livre em frente
7. Rodar 180° à direita
8. Seguir a parede a 1 m à direita até haver uma porta do lado esquerdo
9. Parar durante 5 segundos
10. Seguir a parede a 1 m à direita até haver espaço livre em frente
11. Rodar 180° à esquerda
12. Avançar até se detectar uma abertura à esquerda
13. Rodar para o lado esquerdo até se detectar uma passagem estreita
14. Atravessar a passagem estreita
15. Avançar até haver espaço livre superior a 2 metros à direita.
16. Rodar 90 graus à esquerda
17. Avançar até haver espaço livre em frente.

Trata-se de um mero exemplo e as acções podem ser outras que não estas, ou haver algumas de mais alto nível do que as indicadas. Note-se sobretudo que não se fez recurso a nenhuma medida de deslocamento (à parte as rotações); porém, numa situação ou noutra poderiam ter sido feitas desde que não fossem "demasiado" longas. Em suma, procurou-se que as condições/acções fossem o mais possível referenciadas ao ambiente, ou seja, que o controlo da missão se faça o mais possível em malha fechada englobando o ambiente!

### Componentes a desenvolver:

1. Familiarização com os comandos do sistema do robot, e com as funções já existentes.
2. Definir o conjunto de acções e a sua parametrização, de tal modo que permitam especificar as missões, como no exemplo acima.
3. Refinar ou adaptar o desempenho e a funcionalidade de cada acção em execução individual.
4. Prever as soluções para casos de interrupção forçada da missão, bem como a detecção da incapacidade do sistema de levar a cabo uma qualquer componente da missão.

5. Criar uma linguagem (ou sistema similar à base de regras) de forma a permitir ao operador a definição de uma missão de navegação.
6. Em primeira abordagem o sistema poderá simplesmente gerar código recompilável para cada missão que será "linkado" ao código base (operação em *batch*), mas fica também em aberto a possibilidade de enviar as instruções de uma missão em tempo real durante a movimentação do robot, com a óbvia vantagem de permitir alterar e adaptar os passos da missão enquanto esta decorre.

### Eventuais componentes complementares:

7. Desenvolvimento de uma aplicação, na *workstation*, que a partir do mapa do ambiente e dos pontos de partida, de chegada e de passagem intermédia, se os houver, possa fazer o planeamento do movimento (decompô-lo) com base na linguagem ou nas regras definidas. No caso da missão em tempo real, e permitindo o sistema a monitorização contínua, poderá esta mesma aplicação determinar a todo o instante qual o novo passo mais adequado para levar a missão a bom termo.

### Áreas de trabalho mais importantes:

Sistemas operativos de tempo real (*AlbatrOS*)

Navegação de robot móveis

Programação em C (ou C++), e métodos de Inteligência Artificial

### Outras Palavras Chave:

*Natural landmarks, path planning, sonar, non-holonomic platforms.*

### Plataforma de desenvolvimento:

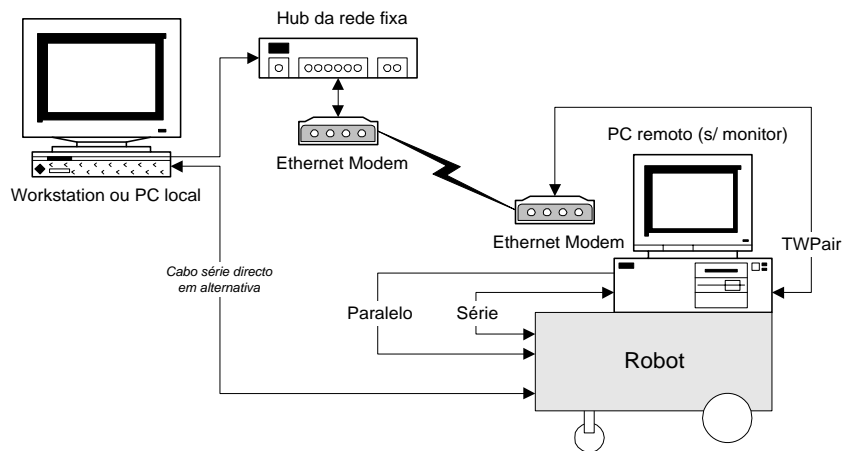
O CPU do robot é um *Motorola 68040*. O código é desenvolvido em PC ou *Workstation* e deverá ser *cross-compiled* para depois ser transferido para o robot. Será posto em execução de forma manual através do monitor do próprio robot.

### Local e Equipamento:

Laboratório de Automação e Robótica da Secção Autónoma de Engenharia Mecânica.

Sun SparcStation com *cross-compiler* Gnu GCC 2.8.x

Robot móvel *Robuter III* da Robosoft SA, que tem também acoplado a si um PC equipado com Linux Debian 1.3.1, com o qual comunica por porta série e paralela (*download* apenas). Este PC está ligado à rede informática por radio-modem Ethernet a uma taxa máxima de 3 Mb/s. O robot também pode comunicar via cabo directamente com a *Workstation*.



### Documentação a desenvolver (*deliverables*):

Apresentação de um relatório intermédio em Abril.

Relatório final com todo o trabalho descrito e listagens integrais (Julho)

Manual do utilizador para o sistema de especificação de missões

Se os resultados o permitirem, escrita de um artigo para publicação.

### Orientação:

*Orientação conjunta de:*

Luís Seabra Lopes (Dep. Electrónica e Telecomunicações)

Vítor Santos (Dep. Engenharia Mecânica)