

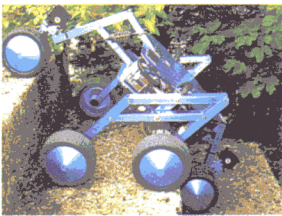
Robots móveis

Que dispositivos tem um robot móvel para funcionar autonomamente?

Desde meados do séc. xx, os *robots* móveis têm vindo a ser utilizados na realização de tarefas em ambientes industriais, na área dos serviços, em operações em ambientes perigosos ou inacessíveis ao homem, como elementos de entretenimento e em aplicações de medicina. Para que um *robot* móvel seja capaz de realizar as tarefas que lhe são destinadas, tem que ter capacidade de se mover, capacidade sensorial para recolher informação sobre o ambiente que o rodeia e sobre o seu próprio estado, capacidade de cálculo para processar a informação de que dispõe e tomar decisões (por exemplo, seguir em frente ou reduzir a velocidade) e capacidade de comunicação.

1. Componentes e funcionalidades.

Um *robot* móvel é uma combinação de elementos físicos (*hardware*) e computacionais (*software*) agrupados num conjunto de sub-sistemas que suportam: Locomoção: como é que o *robot* se desloca no seu ambiente?; Percepção: como é que o *robot* avalia propriedades do seu estado interno e do ambiente circundante?; Raciocínio: como é que o *robot* usa a informação de que dispõe para planear tarefas, aprender com a experiência passada, tomar decisões e implementar acções?; Comunicação: como é que o *robot* comunica com um operador externo ou com outros *robots*?



Robot Shrimp
(foto: EPFL/Suíça).

2. Sistemas de locomoção.

A locomoção é o mecanismo que permite que um *robot* se mova. As estratégias de locomoção presentes nos *robots* móveis são função das aplicações e dos ambientes em que os *robots* operam e resultam da necessidade de responder a perguntas do tipo: Qual é a velocidade máxima desejada? O *robot* precisa de vencer escadas ou pavimentos irregulares? O *robot* tem de sobrevoar o terreno? O *robot* apoia-se numa superfície ou move-se em ambiente aquático ou aéreo? Com base na aplicação, e conseqüentemente no tipo de ambiente em que se movem, há quatro grandes categorias de *robots* móveis:



Navio autónomo Caravela
(foto: ISR/Lisboa).

2a. Robots terrestres. Movem-se em contacto com o solo e são projectados para tirar partido da gravidade e/ou do contacto físico com uma superfície. Embora a maior parte dos *robots* móveis terrestres tenha rodas, existem *robots* que têm uma ou mais patas, lagartas, ou uma combinação destes sistemas. O tipo das rodas e a sua disposição, o número de patas e o movimento coordenado entre elas, e a disposição das lagartas definem o tipo de movimento e a liberdade para efectuar trajectórias mais ou menos complexas.

2b. Robots oceânicos. Os *robots* oceânicos funcionam à superfície, como navios autónomos de superfície (usados para fins de pesquisa oceanográfica) ou submersos. Por exemplo, o *robot* oceanográfico *Caravela*, operando sem intervenção humana e com uma larga autonomia, é movido através de **propulsores** constituídos por motores eléctricos associados a hélices. A maioria dos *robots* submarinos é movida do mesmo modo, sendo o controlo de orientação efectuado através de lemes horizontais e/ou verticais. Os *robots* submarinos correntes estão dotados de propulsores, com alimentação eléctrica fornecida por um sistema de baterias.



Helicóptero semiautónomo
(foto: ISR/Lisboa).

2c. Robots aéreos. Os *robots* aéreos são semelhantes a aviões, a balões ou a pássaros. Têm sido desenvolvidos helicópteros, dirigíveis, pára-quedas roboticamente controlados, todos a operar de modo autónomo ou semiautónomo. A movimentação resulta, na maioria dos casos, do controlo de um ou mais motores associados a hélices (no caso de helicópteros ou dirigíveis) conjugado, nalguns casos, com a movimentação de superfícies de deflecção.

2d. Robots espaciais. Operam em ambientes de gravidade nula ou quase nula. O seu desenvolvimento tem conhecido inúmeros progressos como consequência da conquista espacial.



3. Sistemas de percepção.

Há órgãos e mecanismos internos num ser humano que indicam o seu estado de saúde. Os cinco sentidos permitem, por outro lado, que nos apercebamos das características do ambiente que nos rodeia. Os *robots* móveis, para operarem correctamente, também precisam de ser capazes de avaliar o seu estado interno (designadamente, o nível de cargas das suas baterias, a distância percorrida num intervalo de tempo) e de recolherem informação sobre o ambiente circundante (por exemplo, a distância aos obstáculos mais próximos). Estas informações são recolhidas por sensores e processadas e interpretadas no computador a bordo.

4. Raciocínio.

Um *robot* móvel tem de ser capaz de planejar, de modo inteligente, os seus movimentos, aprender com a sua experiência passada e decidir as acções a tomar. Estas diversas componentes são implementadas como algoritmos ou programas que correm nos computadores de bordo, de acordo com uma arquitectura determinada. O

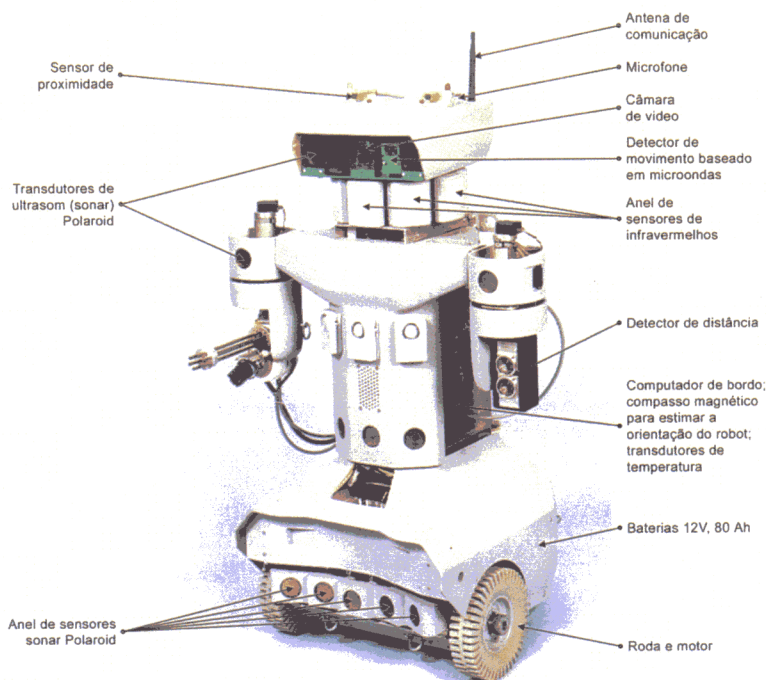
resultado desses algoritmos é um conjunto de referências enviadas para os actuadores dos *robots* e que os fazem mover de acordo com o planeado. O processamento dos dados dos sensores para que o *robot* determine a sua localização, a necessidade de modificar a sua trajectória para não colidir com um obstáculo, a construção de um mapa do ambiente circundante obtido a partir dos dados recolhidos pelos sensores e a decomposição de uma tarefa complexa em tarefas mais simples a executar sequencialmente são exemplos do que o sistema de raciocínio do *robot* implementa ou pode implementar. Esta é, actualmente, uma área com muitas questões em aberto e consequentemente alvo de intensa investigação.

5. Comunicação.

São muitas as razões pelas quais um *robot* móvel necessita de comunicar com um operador externo ou com outros *robots*. Nas situações em que não é completamente autónomo, mas apenas semiautónomo, um operador humano envia comandos para o *robot* através de um canal de comunicação e recebe, através dele, dados adquiridos a bordo. Esta é a situação dos *robots Spirit* e *Opportunity* que, deslocando-se em Marte, podem ser total ou parcialmente **teleoperados** a partir da Terra. Em missões em que o *robot* é completamente autónomo é frequente que envie para uma estação de controlo os dados recolhidos pelos seus sensores. Deste modo, é possível seguir remotamente a actividade do *robot*. Em função da aplicação, a comunicação pode ser óptica, por infravermelhos, por rádio-frequência ou por ondas sonoras.

6. Os robots no futuro.

A revolução da microelectrónica num passado recente e o desenvolvimento actual das nanotecnologias electrónicas e electromecânicas vai conduzir, num futuro muito próximo, a uma nova era de micro e *nanorrobots*, com aplicações muito diversas, mas seguramente com uma importância muito grande em medicina, biologia e química. A construção de *nanorrobots* inclui sensores, computadores, actuadores, energia e comunicações, tudo a uma nanoescala. Os grandes desafios científicos que se colocam são na construção e na programação destes *robots*, sendo expectável que surjam novos sistemas de locomoção, percepção, raciocínio e comunicação.



Componentes de um robot móvel.

Glossário

Propulsor: dispositivo mecânico, dotado de múltiplas lâminas, e que roda para fazer progredir ou avançar um veículo em água ou no ar.

Teleoperação: operação de um *robot* feita à distância por um operador humano. A distância pode variar de dezenas de centímetros a milhões de quilómetros (como nas aplicações do espaço).

Referências: Aplicações dos *robots*; Navegação em robótica autónoma; *Robots*; Sensores em robótica; Visão robótica.

Autora: Maria Isabel Ribeiro