



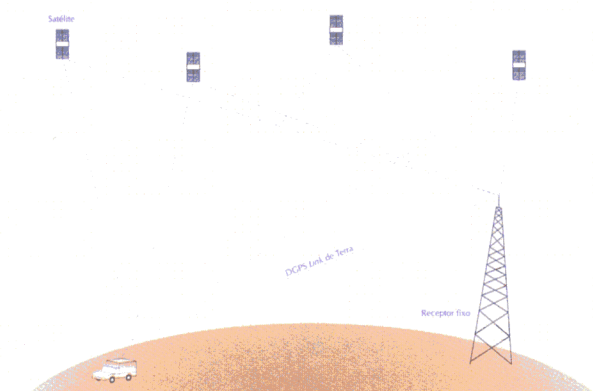
Navegação em robótica autónoma

Onde estou? Para onde vou? Como chego lá?

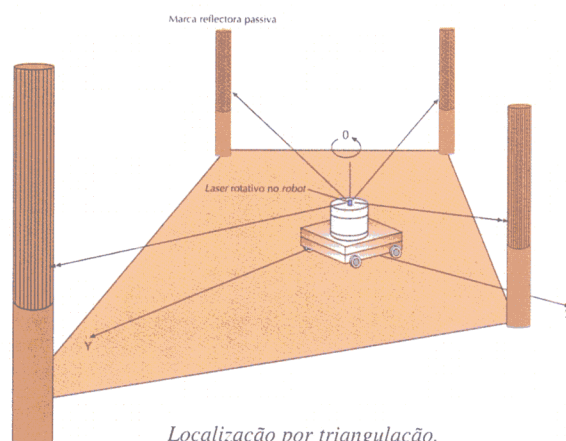
A navegação é a ciência de controlar a deslocação de um *robot* enquanto este se movimenta no ambiente (terra, mar ou ar). Associado a qualquer esquema de navegação em robótica está a necessidade de, a partir da posição inicial, alcançar uma posição final sem se perder e sem chocar com obstáculos.

1. Questões da navegação em robótica móvel.

O problema da navegação em robótica móvel pode ser formalizado como o conjunto das seguintes perguntas: onde estou? Para onde vou? Como chego lá? Estas são exactamente as perguntas que os humanos formulam quando, por exemplo, fazem turismo numa cidade que não conhecem. Usualmente identificamos a nossa posição num mapa (onde estamos), antes de iniciar um passeio a pé até à Catedral (para onde queremos ir) que queremos visitar. Planeamos o caminho a seguir, normalmente escolhendo o mais rápido (estamos a otimizar um critério – o tempo do percurso), e iniciamos a caminhada. Se uma das ruas do plano inicial estiver em obras, impossibilitando a passagem de peões, escolhemos uma rua paralela e retomamos o caminho planeado assim que possível. Ao longo da caminhada vamos usando as placas toponímicas para saber/confirmar onde estamos, ou seja, localizamo-nos. De que modo é que o *robot* responde a estas perguntas?



Localização com DGPS.



Localização por triangulação.

2. Onde estou?

Como posso determinar a minha posição com base naquilo de que me apercebo do mundo e do conhecimento que me transmitiram à partida? Este é o problema vulgarmente conhecido como localização. Localizar é determinar a posição e orientação do *robot* relativamente a um determinado **referencial**. Para localizar usam-se as observações adquiridas pelos sensores instalados nos *robots* móveis, e os mapas conhecidos do ambiente.

2a. A odometria usa a leitura e a soma consecutivas do movimento das **rodas** de um *robot* móvel terrestre, obtidas através de *encoders*. Sabendo a posição inicial e medindo a deslocação de cada roda num intervalo de tempo, obtém-se uma estimativa da localização ao fim desse intervalo de tempo, usando a metodologia «sei onde estava e sei o que andei, pelo que sou capaz de calcular onde estou». É uma localização com medidas relativas que tem erros que se vão acumulando.



2b. As técnicas de localização absoluta fornecem indicação da localização do *robot* num referencial fixo, independentemente das deslocações anteriores e usando o conhecimento *a priori* sobre características particulares do ambiente exterior. Estão generalizadas:

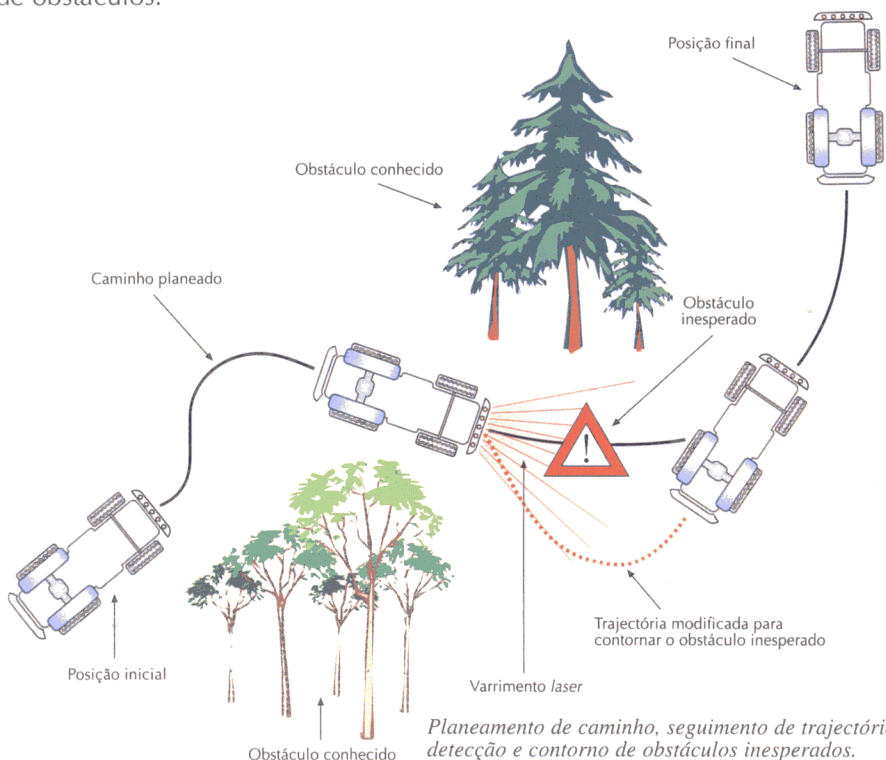
- a trilateração em que a localização é baseada em medidas da distância a balizas ou faróis (*beacons*) colocados em posições conhecidas. No sistema de GPS (*Global Positioning System*) as balizas são constituídas por satélites, em órbitas quase circulares a 20 230 km da terra, estando o sistema projectado de tal forma que em qualquer ponto da superfície terrestre se recebe o sinal de, pelo menos, quatro satélites. Com os sinais recebidos desses satélites, um receptor (instalado no *robot*) avalia a distância aos mesmos e, a partir delas, calcula a posição absoluta do *robot*. Os sistemas de GPS podem ter erros elevados que são reduzidos através do uso de DGPS (*GPS Diferencial*) em que se instala um segundo receptor fixo, numa localização conhecida.
- a triangulação em que a localização é baseada no valor do ângulo com que o *robot* detecta três ou mais **marcas** colocadas em posições conhecidas do ambiente. Esta técnica está muito vulgarizada em ambientes interiores. O *robot* dispõe de um feixe *laser* rotativo que detecta **marcas** reflectoras (**passivas**) instaladas nas paredes da instalação.

3. Para onde vou?

É função da tarefa que o *robot* tem para cumprir e que pode ser atribuída por um operador externo (por exemplo, a indicação do ponto de carga num ambiente industrial numa operação de transporte automático de materiais) ou resultar, de forma autónoma, das operações em curso (num jogo de futebol robótico, por exemplo, um *robot* pode atribuir-se, num dado instante e dependendo da estratégia da equipa, a tarefa de se mover para a bola).

4. Como chego lá?

Sabendo onde está e para onde deve ir, o *robot* planeia um caminho que evita os obstáculos conhecidos do ambiente e controla os seus motores para se mover ao longo desse caminho. São os problemas do planeamento de caminhos e do seguimento de trajectórias. A partir do conhecimento *a priori* dos obstáculos e do espaço livre, planeia-se um caminho que não contenha obstáculos e que seja óptimo segundo um determinado critério (por exemplo, o caminho mais curto, ou mais rápido, ou que passe o mais afastado possível de todos os obstáculos ou que não inclua curvas muito apertadas). Para que o *robot* siga o caminho planeado controlam-se os motores para minimizar o erro entre as trajectórias real e planeada. Este é um problema de controlo. Ao longo do movimento podem surgir obstáculos inesperados, fixos ou móveis, que não tinham sido considerados na fase do planeamento. Estes obstáculos são detectados pelos sensores a bordo, cujos sinais são constantemente monitorizados. Para evitar a colisão, o *robot* modifica a sua trajectória para os contornar e regressa ao caminho planeado para atingir o ponto desejado. Estes são os problemas da detecção e contorno de obstáculos.



Glossário

Marca: emissor colocado em posição conhecida, usado isoladamente ou em conjunto, para ajudar na localização de veículos. Também designado por baliza activa.

Marca passiva: objecto, não emissor, colocado em posição conhecida e cuja detecção a partir de um veículo pode ajudar na sua localização.

Referencial: conjunto de três eixos ortogonais com uma origem comum.

Referências: Aplicações dos robots; Robots; Robots móveis; Sensores em robótica; Visão robótica.

Autora: Maria Isabel Ribeiro