

# Sensores em robótica

## Como é que os *robots* sentem o ambiente envolvente?

Um sensor é um dispositivo que mede o valor de uma grandeza física, como por exemplo a temperatura, a velocidade, a distância, a pressão. Os *robots* que trabalham inseridos em ambientes reais, estáticos ou dinâmicos, estão dotados de sensores que lhes permitem adquirir informação sobre o modo como interactivam com o mundo em que operam e sobre o seu próprio estado interno.

### 1. Sensores internos e externos.

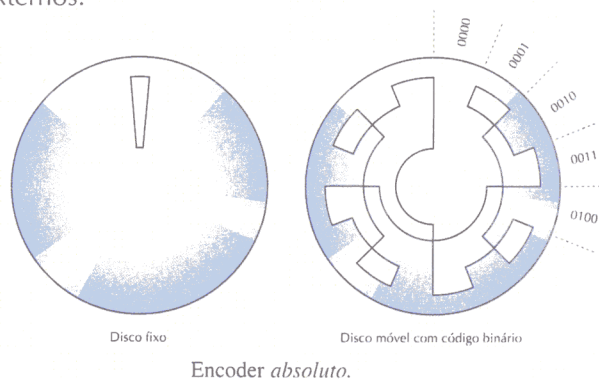
Os sensores podem ser classificados como:

- sensores internos que fornecem informação sobre os parâmetros internos do *robot*, por exemplo, avaliam o nível de carga das baterias, a posição ou velocidade de uma roda, ou o ângulo de uma junta num manipulador ou num *robot* móvel com patas. Potenciómetros, codificadores (*encoders* na designação anglo-saxónica), **taquímetros**, **sensores inerciais** (incluindo acelerómetros, **giroscópios**, inclinómetros e bússolas), são exemplos de sensores internos.
- sensores externos que lidam com a observação de aspectos do mundo exterior ao *robot*. Sensores de contacto, sensores de proximidade, sensores de força, visão, sensores de distância, *laser*, sensores de ultra-som ou de infravermelhos e sensores químicos, são exemplos de sensores externos.

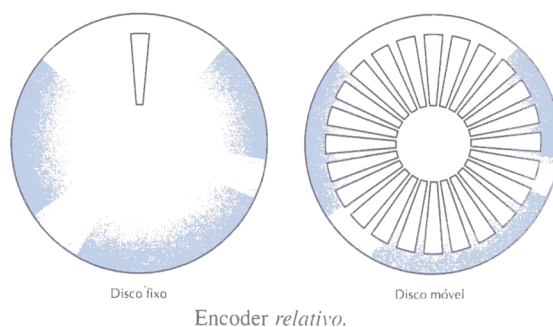
### 2. Encoders.

Os *encoders* medem a posição angular ou a velocidade angular de um eixo em rotação (por exemplo associado a um motor), pelo que o seu uso em robótica móvel é generalizado. Por exemplo, medindo a velocidade de rotação de cada uma das rodas de um *robot* e sabendo o seu tipo e disposição é possível avaliar as velocidades de translação e de rotação do *robot* e estimar a sua posição ao fim de um certo período de operação.

**2a. O *encoder absoluto*** fornece a posição angular de um eixo de rotação. O princípio de funcionamento é baseado num par de discos opacos, um fixo e outro móvel (solidário com o eixo de rotação), uma fonte de luz de um lado e um conjunto de fotossensores do outro. O disco fixo tem uma ranhura radial e o disco móvel tem padrões de ranhuras dispostos radialmente. A cada padrão corresponde uma posição angular diferente. À medida que o disco móvel roda, solidário com a rotação do eixo, os fotossensores vão detectando diferentes padrões de luz. Como a cada padrão de luz corresponde um padrão de ranhuras particular e estas estão associadas a uma posição angular, a determinação da posição do veio do motor é imediata.



**2b. Os *encoders incrementais*** têm um princípio de funcionamento idêntico, mas fornecem à saída um sinal periódico cujo período é inversamente proporcional à velocidade de rotação do eixo. Velocidades de rotação elevadas determinam que o sinal fornecido pelo *encoder* varie muito rapidamente, ou seja, tenha uma frequência elevada e um período pequeno. Neste caso, as ranhuras do disco móvel não estão associadas a nenhuma posição angular, mas dispostas de modo a gerarem à saída um sinal periódico. É o aumento ou a diminuição da velocidade de rotação que diminui ou aumenta o período do sinal à saída. Medindo esse período fica-se a conhecer a velocidade de rotação do eixo.



### 3. Sensores activos e passivos.

Os sensores também podem ser classificados de acordo com o modo como gerem a energia envolvida no processo de sensoriamento.



**3a. Sensores activos.** Medem através da emissão de energia para o ambiente ou por modificarem o ambiente, como por exemplo sensores *laser*, sensores de ultra-som, sensores de contacto.

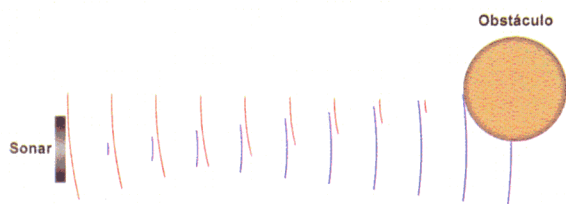
**3b. Sensores passivos.** Não emitem energia mas, pelo contrário, recebem energia do ambiente. O exemplo mais comum de sensor passivo é uma câmara de visão em que cada imagem adquirida é uma matriz de pontos. Cada ponto está associado à intensidade luminosa do elemento correspondente do ambiente.

## 4. Sensores de distância, de posicionamento absoluto, ambientais e inerciais.

Uma outra classificação agrupa os sensores pelo tipo de grandeza que avaliam. Assim, há sensores de distância (*laser*, ultra-som), sensores de posicionamento absoluto (que avaliam a localização absoluta do *robot*, por exemplo os sistemas de GPS – *Global Positioning System*), sensores ambientais (que indicam temperatura, humidade), sensores inerciais (que indicam componentes diferenciais da posição do *robot*, como por exemplo aceleração ou velocidade).

## 5. Sensores de ultra-som e *laser*.

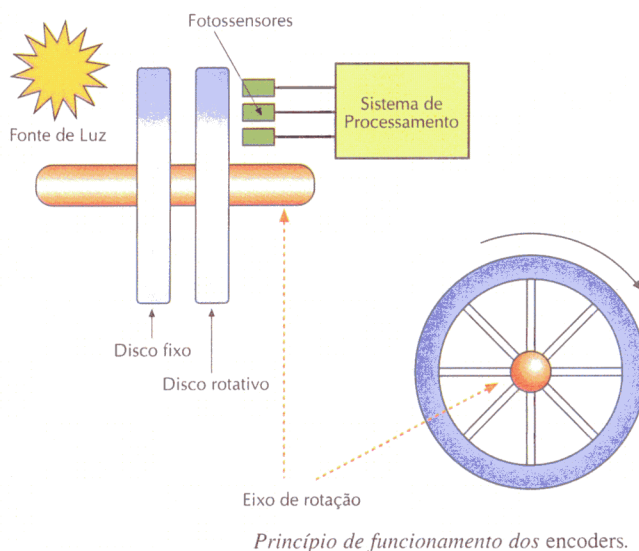
Muitos *robots* móveis, em particular *robots* terrestres, usam sensores de ultra-som para detectar obstáculos inesperados e deles se desviarem. Também há automóveis comerciais dotados deste tipo de sensores para auxiliar o estacionamento em zonas apertadas. Os sonares (acrónimo de *Sound Navigation And Ranging*), como são vulgarmente conhecidos, são sensores externos, activos e que avaliam distâncias. O princípio de funcionamento é a avaliação do tempo de voo de uma onda acústica, gerada pelo sensor em rajadas curtas, e que se propaga no meio ambiente. Quando existem obstáculos a onda é reflectida e a energia reflectida é detectada pelo sensor. O tempo que medeia entre a emissão e a detecção depende da velocidade de propagação do som no ar (em *robots* terrestres) e é proporcional ao dobro da distância percorrida pela onda sonora. Na água, os golfinhos usam impulsos ultra-sónicos para localizar e apanhar peixe, para comunicar e para navegar.



Sensores sonares e princípio de funcionamento.

maioria dos *lasers* calcula a distância aos obstáculos pelo tempo de voo entre a emissão e a recepção de um feixe de luz. A diferença relativamente aos sonares reside na velocidade de propagação (que é de 340 m/s para as ondas sonoras no ar e de 300 000 km/s para a luz) e na largura do feixe correspondente. O feixe do sonar pode ser, aproximadamente, considerado como cónico, com largura da ordem dos 10°-15° (para os correntes sonar *Polaroid*). O feixe *laser* pode ser aproximadamente considerado como cilíndrico com um diâmetro da ordem dos milímetros. Os emissores *laser* estão muitas vezes associados a mecanismos de varrimento que permitem cobrir uma larga área à frente dos *robots*. Designam-se, então, como *laser scanners*.

À semelhança dos sonares, também a



## Glossário

**Giroscópio:** sensor inercial que avalia a orientação de um objecto relativamente a um eixo de referência.

**Sensores inerciais:** transdutores que exploram a propriedade da inércia, i.e., a resistência a alterações de momento, para avaliar o movimento angular e as variações em movimento linear.

**Taquímetro:** instrumento que indica a velocidade, usualmente expressa em revoluções por minuto, a que roda um eixo associado a um motor.

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

Autora: Maria Isabel Ribeiro