

# Sistemas de Visão e Percepção Industrial

## 12 - Outras formas de percepção - Parte 1

Imagem Termográfica

Medição de distâncias por triangulação IR e Sonar

- 1 Imagem termográfica
- 2 Medição de distâncias sem contacto
- 3 Triangulação ótica
- 4 Sonar

# Imagem termográfica

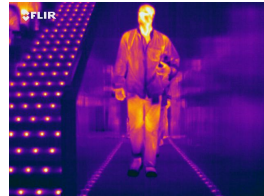
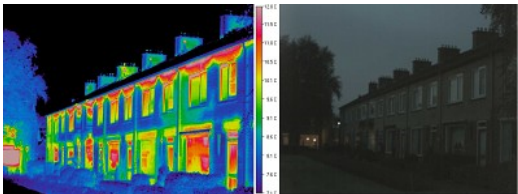
# Câmaras termográficas

- Fornecem imagem onde o valor do pixel é proporcional à intensidade de radiação infravermelha (e à temperatura dos corpos)
- Uso de pseudo-cor
- Análise similar à da imagem no visível em níveis de cinzento
- Tem aplicações em:
  - Medicina, Segurança, Inspeção de edifícios
  - Monitorização de máquinas, etc.



Source: The National Geographic

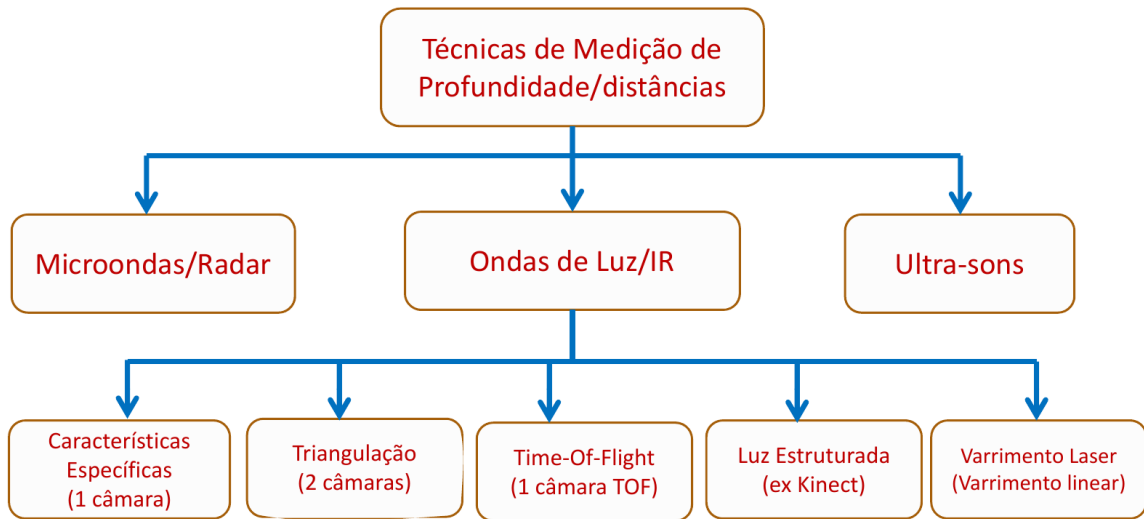
Photograph by Tyrone Turner



# Medição de distâncias sem contacto

- Importância da medição de distâncias
  - Em muitas aplicações, a percepção do espaço livre é essencial para se tomar decisões
    - navegação
    - segurança
    - inspeção, ...
  - A percepção de distâncias permite também a modelização de objetos e ambiente.
- Há diversas técnicas assentes em múltiplos princípios

# Medição de distância/profundidade



# Alguns princípios físicos envolvidos na medição de distâncias

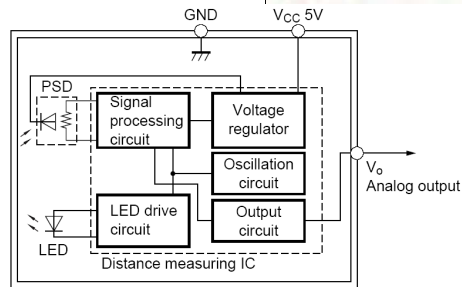
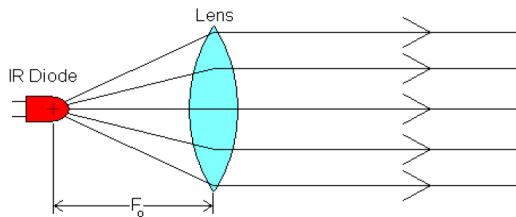
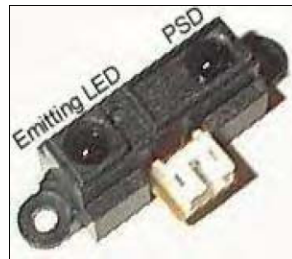
- Tempo de voo (sistemas pulsados)
  - Tempo de ida e volta
- Medida do desvio de fase (onda contínua)
  - Alteração de fase na reflexão
- Modulação de frequência (onda contínua)
  - “Tempo de voo” de onda modulada em frequência variável periodicamente (triangular em geral) e comparação com a onda de frequência variável que “ficou” no emissor.
- Interferometria (dois feixes de luz interferem)
- Intensidade do sinal de retorno
- Distanciometria por triangulação geométrica
  - Disparidade estéreo
  - Luz estruturada
  - Fluxo ótico (optical flow)
  - etc.
- Etc. (Everett, 1995)



# Triangulação ótica

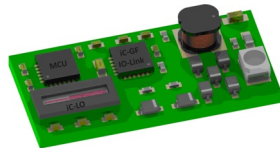
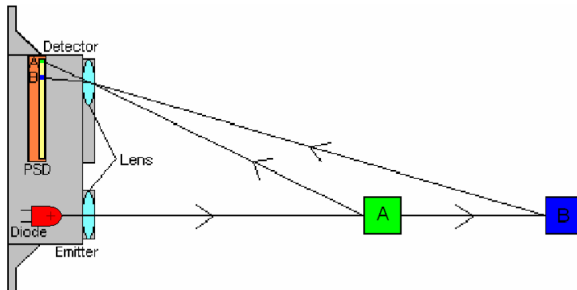
# Sistemas de IR e triangulação

- Caso do sensor GP2D12 da Sharp
- Um sistema emissor/recetor com reflexão no ambiente
- Usa um sistema de lentes para focar um feixe emitido por um LED de infravermelho (IR)
  - PSD = Position Sensing Device ou Position-Sensitive Detector



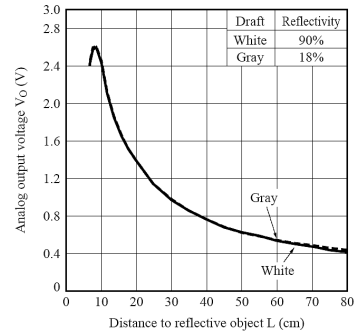
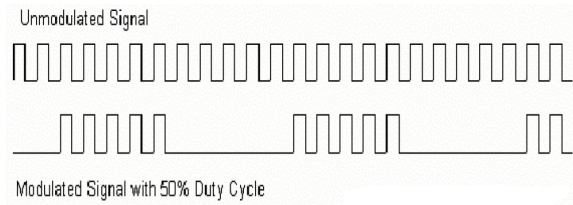
# Triangulação IR - Princípio de medição

- O fotodetector especial, PSD, permite distinguir a distância a que se encontra o sistema refletor (objeto A ou B na figura)
- Lentes ajudam a focar os feixes



# Resposta e limitação do GP2D12

- Resposta não linear.
- Ambiguidade para distâncias abaixo dos 9 cm
- Fiável para muitos materiais
- Baixo custo
- O sistema emite um sinal pulsado (modulado) e, por isso, é robusto ao ruído ambiente

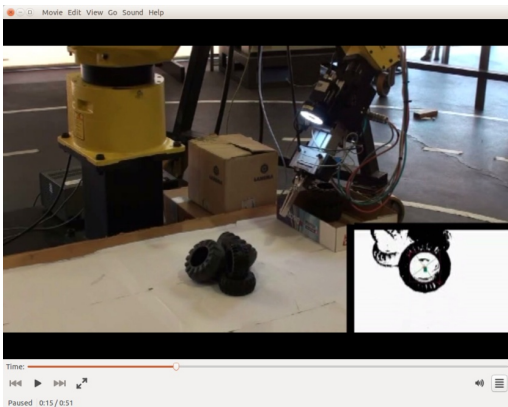


# Sumário de características do GP2D12

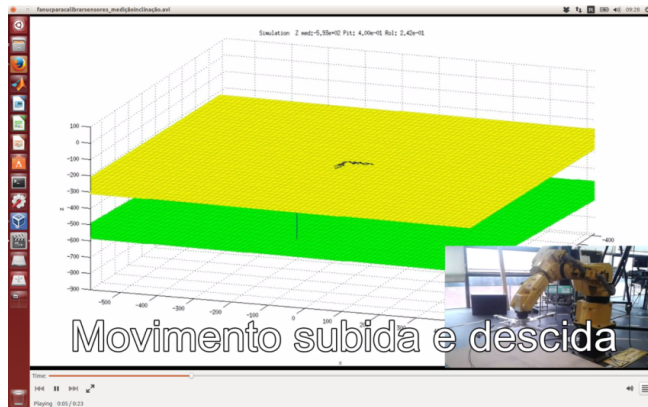
- Gama de medição: 10 cm a 80 cm
- Taxa de atualização: 25Hz
  - Definida pela eletrónica interna
- Direção da distância medida: muito direcional devido ao LED de IR e sua lente
- Max. ângulo em superfície plana:  $> 40^{\circ}$
- Tensão de alimentação: 4.5 a 5.5V
- Ruído na saída analógica :  $< 200\text{mV}$
- Consumo médio: 35 mA
- Consumo máximo de pico: ca. 200 mA
  - Convém precaver com hardware próprio (reguladores, condensadores VCC-GND, etc.)

# Dois exemplos de aplicação no LAR

## • Medição de perfis de altura



## • Medição de inclinações



• [http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/BinPicking/2010\\_LuisRodrigues/Videos/Bin%20Picking%201.avi](http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/BinPicking/2010_LuisRodrigues/Videos/Bin%20Picking%201.avi)

• [http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/Perception/2014\\_GoncaloCarpinteiro/presentation/Ud.avi](http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/Perception/2014_GoncaloCarpinteiro/presentation/Ud.avi)

# Sonar

# Sonar - Introdução

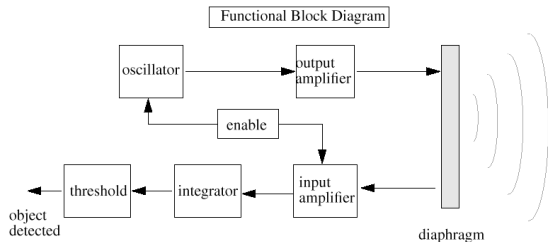
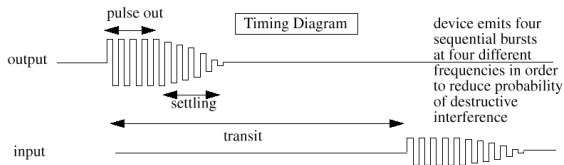
- SONAR – (SOund Navigation and Ranging) desenvolvido originalmente para aplicações submarinas
- Apesar dos sucessos óbvios da biologia (morcegos, golfinhos) os progressos no sonar tem sido limitados.
- A maioria dos sonares comerciais são baseados no tempo de voo (TOF) apesar da disponibilidade, a nível teórico, de alternativas mais sofisticadas.
- Os problemas que podem dificultar o uso incluem
  - grande largura do feixe (10-30 graus)
  - baixa velocidade de propagação
  - lóbulos laterais do feixe
  - alta atenuação
  - reduzida distância máxima
  - reflexões especulares e multi-reflexões
  - interferência do ambiente
- Porquê usá-los então?
  - muito económicos, simples, leves, baixo consumo
  - bons para desvio de obstáculos



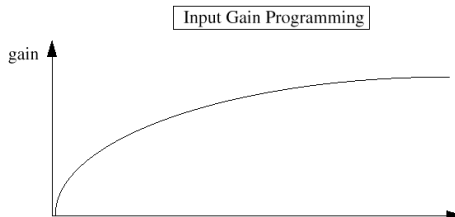
# Sonar - Princípios

- O Transdutor electroacústico

- dispositivo que opera como altifalante ou como microfone
- Gera pulsos de (ultra)som e detecta o eco

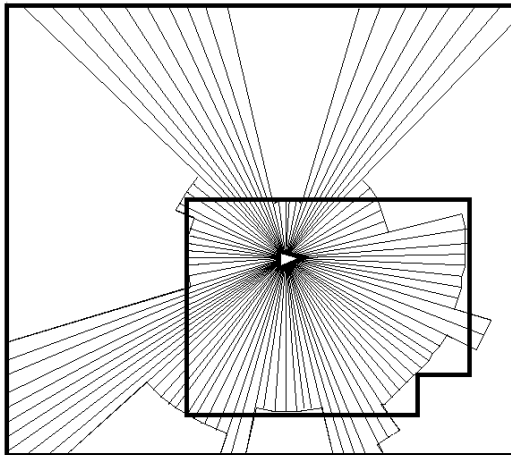


- O limiar de decisão é fixo, logo deve-se amplificar o sinal de retorno para compensar a atenuação e dispersão do feixe de retorno



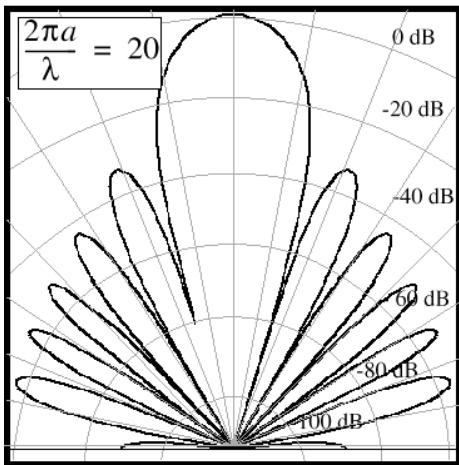
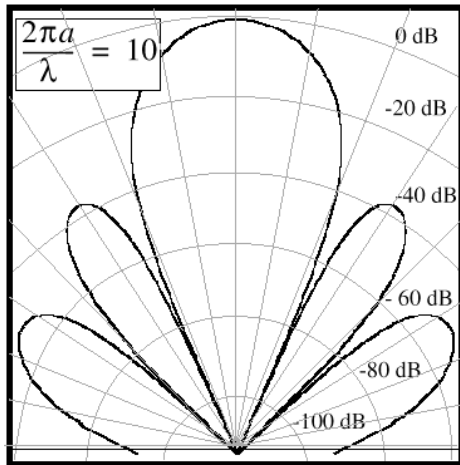
# Sonar – Medição típica

- Medição típica de Sonar dentro de uma sala
  - Notem-se os comportamentos nalguns casos especiais (cantos, grande ângulo de incidência)...

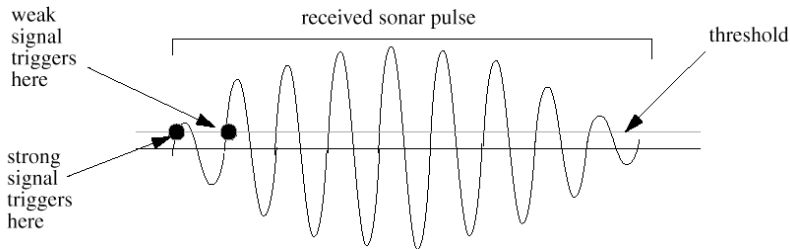


# Sonar – Padrões de Sensibilidade

- Precisão angular - padrões de sensibilidade (ou diagramas de radiação)
  - A intensidade da emissão (e sensibilidade de recepção) em função do ângulo para uma antena é dado tipicamente por um gráfico de diretividade como ilustrado de seguida.

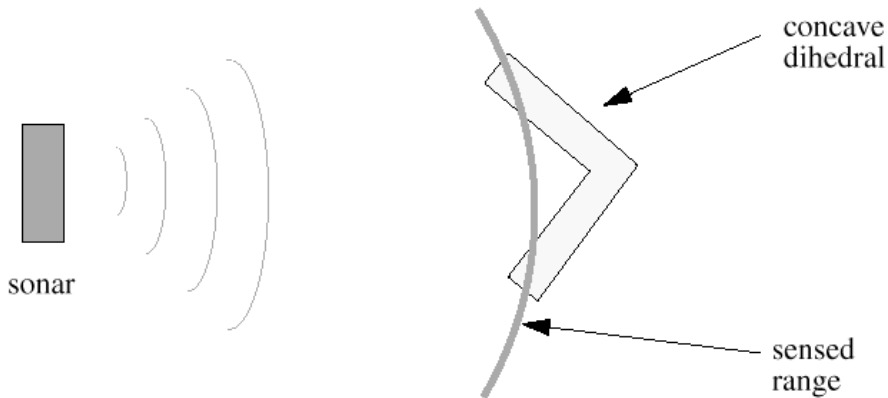


- Precisão das medidas (inerente ao método de medição)
  - Precisão intrínseca condicionada pelo comprimento de onda da portadora ultra-sónica
  - A intensidade do sinal de retorno é ditada pela integração da energia do feixe (é necessário esperar por “mais” sinal de retorno);



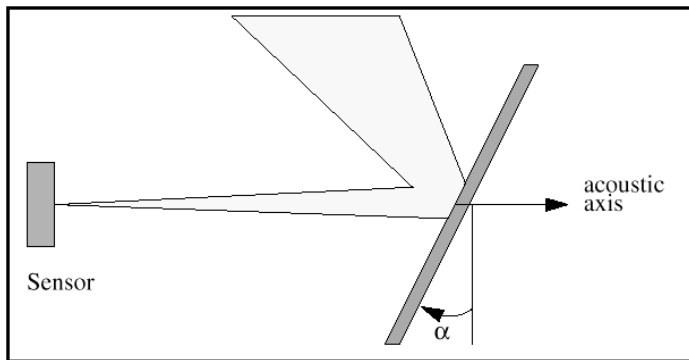
## Sonar – Limitações (cont.)

- Limitação da baixa resolução angular
  - uma consequência da baixa resolução angular é a fraca precisão em distância, que resulta também no arredondamento dos "cantos"



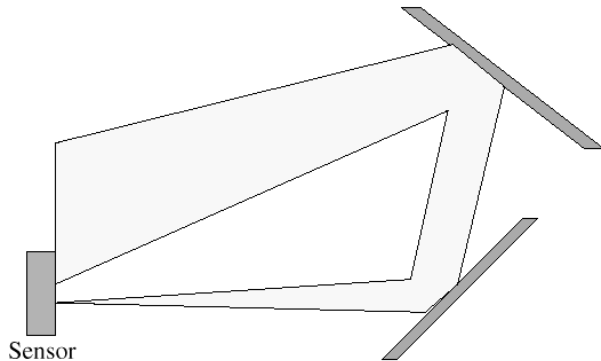
## Sonar – Limitações (cont.)

- Especificidade (ângulos de incidência)
  - a maioria dos objetos feitos pelo homem reflete especularmente o ultra-som nos comprimentos de onda usados
  - virtualmente não há qualquer energia devolvida ao recetor
  - O ângulo limite para não se obter retorno é a abertura do feixe



## Sonar – Limitações (cont.)

- Múltiplos caminhos
  - podem dar origem a miragens e até colisões se não forem levados em conta
  - os cantos podem refletir os lóbulos laterais (secundários) do feixe de ultrassom



system thinks  
obstacle is here !!



# O Sistema Sonar da Polaroid

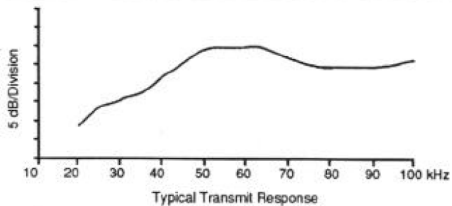
- Apareceu pela 1ª vez nas máquinas fotográficas Polaroid 660 e similares
  - Anos 1981-1986, etc.
  - Usado para a medição de distâncias para a focagem automática
- O sensor podia ser reciclado desmontando a câmara e aproveitando o seu circuito



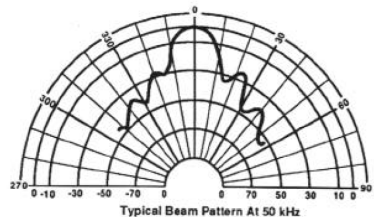


# Características dos sensores Polaroid

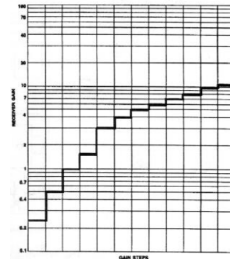
- Espectro da emissão



- Diagrama de radiação



- Ganho do amplificador do eco na recepção

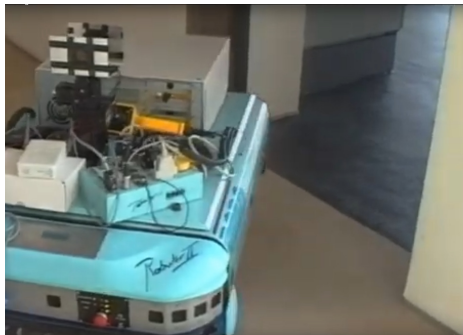


# Aplicações no LAR com Sonar

- Apoio na navegação e segurança de um robô móvel



- Roboter Detecting & Crossing a Door With Ultrasound



- [http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/RobotNavigation/2010\\_BrunoAndrade/LAR\\_Meetings/2/ppt/media/media2.wmv](http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/RobotNavigation/2010_BrunoAndrade/LAR_Meetings/2/ppt/media/media2.wmv)
- [http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/RobotNavigation/2010\\_BrunoAndrade/LAR\\_Meetings/2/ppt/media/media3.wmv](http://lars.mec.ua.pt/public/LAR%20Projects/RobotNavigation/2010_BrunoAndrade/LAR_Meetings/2/ppt/media/media3.wmv)
- <https://youtu.be/zzuOMcJpByQ> (vintage!)