

Introdução à Robótica

Sensores (Odometria)

Prof. Douglas G. Macharet
douglas.macharet@dcc.ufmg.br

Introdução

- Encoder
 - Medir a variação (rotação) do eixo da roda
 - Velocidade
 - Taxa de rotação
 - Posição
 - Número de giros

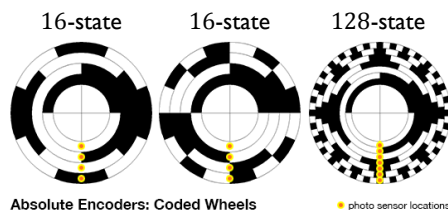
Introdução

- Tipos de encoder
 - Absolutos
 - Fornecem a posição atual do eixo
 - Incrementais
 - Fornecem valores relativos ao movimento do eixo

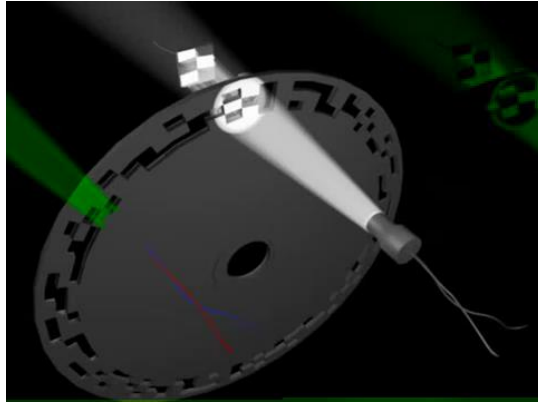


Encoder absoluto

- Um feixe de luz é emitido sobre um disco especial, produzindo um código binário
- O código é observado por um conjunto de sensores ópticos e traduzido na posição



Encoder absoluto



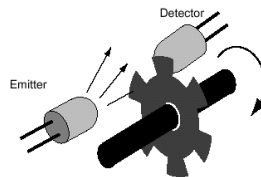
Encoder incremental

- Sensores Break-Beam
 - *Shaft-Encoding*
 - Medir a variação (rotação) do eixo da roda
 - Quão rápido as rodas estão girando
 - Número total de rotações
- Odômetro/Velocímetro dos carros



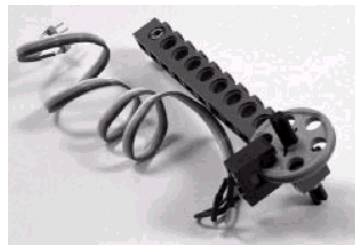
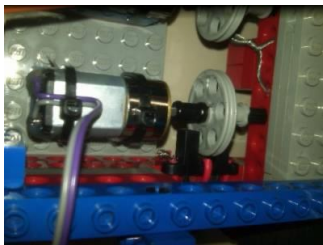
Shaft Encoding

- Um disco perfurado é montado sobre o eixo, entre o par de emissor-detector
- À medida que o eixo gira, os furos no disco cortam o feixe de luz na velocidade do giro



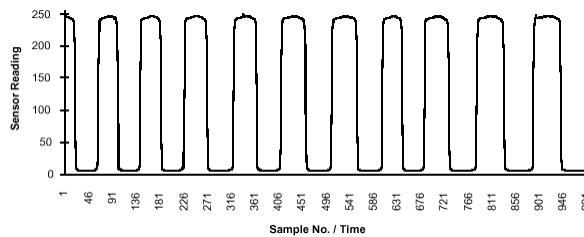
Shaft Encoding

- Exemplo de montagem com LEGO



Shaft Encoding

- Exemplo de dados coletados (MOV70VI)
 - Rotação contínua em uma direção
 - Próximo de uma onda quadrada ideal



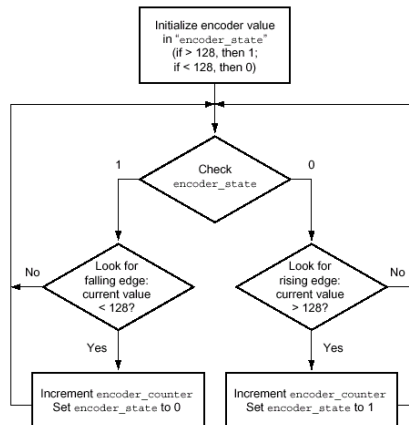
Shaft Encoding

- Como contar as rotações?
 - Subidas/Descidas
 - Threshold (e.g. valor intermediário)
 - Autômato
- Rotina para verificar repetidamente o valor
 - E se o eixo girar mais rápido que a checagem?



Shaft Encoding

- `encoder_state`
 - Guarda a última leitura
 - 1 (alto, > 128)
 - 0 (baixo, < 128)
- `encoder_counter`
 - Guarda a contagem total



Shaft Encoding

Hysteresis

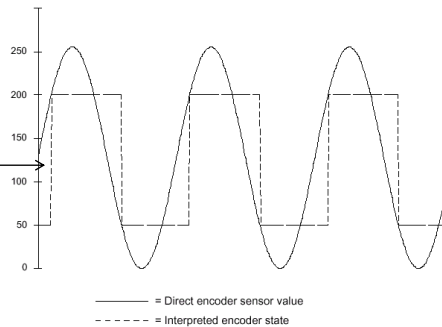
- Utilizar dois *thresholds* para identificar o *click*
 - Leitura deve ser maior que um limiar superior
 - Leitura deve ser menor que um limiar inferior
 - No intervalo de leitura entre esses valores, o algoritmo espera um threshold ser alcançado



Shaft Encoding

Hysteresis

Cada transição sobre a onda quadrada corresponde a um incremento do contador.



Shaft Encoding

- Como definir a velocidade?
 - Calcular a diferença dos valores obtidos de posição após um intervalo definido de tempo
- Informação importante para o controle
 - Ex: Andar em linha reta, girar corretamente, ...
- O Interactive C fornece algumas rotinas



Shaft Encoding

Interactive C

- Rotinas para cada entrada analógica
 - Contagem dos *clicks* (encoderX_counts)
 - Velocidade (encoderX_velocity)
- sencdrX.icb ou fencdrX.icb
 - S: slow, realiza a medição a 250 Hz
 - F: fast, realiza a medição a 1000 Hz
 - X: Número da entrada analógica (0 - 6)



Shaft Encoding

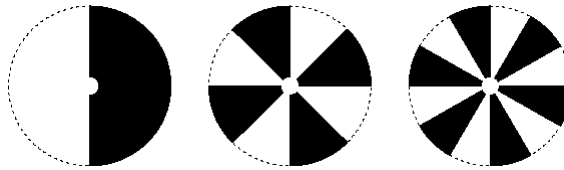
Interactive C

- encoderX_counts
 - Contador dos clicks do encoder
- encoderX_velocity
 - Medida da diferença da velocidade (64 ms)
- encoderX_low_threshold
 - Threshold do limite inferior (50)
- encoderX_high_threshold
 - Threshold do limite superior (200)



Shaft Encoding

- Utilizando sensores óptico-reflexivos
 - Utilizar discos com faixas de cores diferentes
 - Número de marcas → qualidade na estimativa



Shaft Encoding

- Como saber a direção de movimento?
- É importante saber isso?
- É possível fazer isso com apenas um sensor?
 - Quantos são necessários?



Quadrature Shaft Encoding

- *Shaft encoding* (básico)
 - Mede a velocidade de rotação (contagem)
 - Não diferencia mudanças na direção de giro
- *Quadrature Shaft Encoding*
 - Mantém uma contagem precisa dos giros do eixo mesmo que a direção de movimento mude



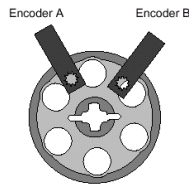
Quadrature Shaft Encoding

- Aplicações
 - Monitoração de posição (direção)
 - Ex: Manipuladores (juntas)
 - Sistemas de *dead-reckoning*
 - Ex: Odometria de um robô móvel



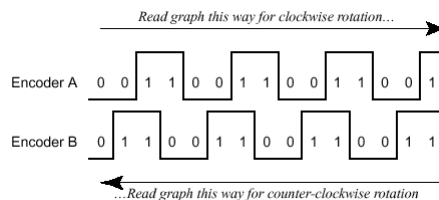
Quadrature Shaft Encoding

- Utilizar 2 sensores *break-beam* com uma diferença de fase de 90° entre as leituras
 - Encoder A bloqueado, enquanto o Encoder B está na transição de bloqueado para aberto



Quadrature Shaft Encoding

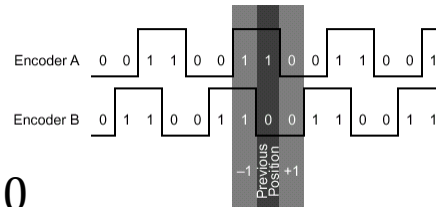
- Leituras com $\frac{1}{4}$ de ciclo fora de fase (90°)
- Apenas um dos encoders muda de estado
 - O encoder alterado determina a direção



Quadrature Shaft Encoding

Determinando a direção de movimento

- Considerando
 - Encoder A: 1
 - Encoder B: 0
- Rotação para AB=00
 - Incremento
- Rotação para AB=11
 - Decremento



Introdução à Robótica - Sensores (Odometria)

23

Quadrature Shaft Encoding

Determinando a direção de movimento

- Alteração de um único bit
 - Incrementar/Decrementar a contagem
- Alteração de dois bits
 - Erro na leitura (desalinhamento, muito rápido)

		Current State			
		00	01	10	11
Previous State	00	0	+1	-1	×
	01	-1	0	×	+1
	10	+1	×	0	-1
	11	×	-1	+1	0

0 = no change
 -1 = decrement count
 +1 = increment count
 × = illegal transition

"01" = encoder A is 0, encoder B is 1



Introdução à Robótica - Sensores (Odometria)

24

Quadrature Shaft Encoding

- Mouse “de bolinha”
 - Par de encoders com quadratura

