

Frequency Modulation

Fábio Demo da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria
Pós-Graduação em Ciência da Computação
Disciplina de Robótica Móvel

faberdemo@gmail.com

25 de Agosto de 2023

- ① Frequency Modulation
- ② VRSS Automotive Collision Avoidance Radar
- ③ VORAD Vehicle Detection and Driver Alert System
- ④ Safety First System Vehicular Obstacle Detection and Warning System
- ⑤ Millitech Millimeter Wave Radar

Frequency Modulation I

- O *Frequency Modulated Continuous Wave Radar* (FMCW), ou Radar de Onda contínua com Modulação de Frequência, é uma técnica alternativa ao Phase-shift measurement;
- Transmissão de uma onda eletromagnética contínua modulada por um sinal triangular periódico que ajusta a frequência da portadora acima e abaixo da frequência média f_0 ;
- O transmissor emite um sinal que varia em frequência como uma função linear do tempo;

$$f(t) = f_0 + at \quad (1)$$

- Onde:

$a = \text{some constant};$

$t = \text{elapsed time}.$

- O sinal é refletido no alvo e chega ao receptor em um tempo $t + T$

$$T = \frac{2d}{c} \quad (2)$$

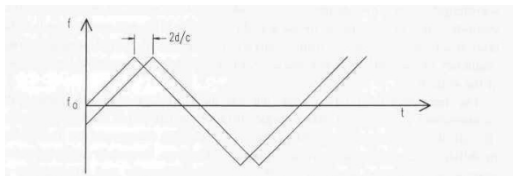
Frequency Modulation II

- Onde:

$T = \text{round-trip propagation time};$

$d = \text{distance to target};$

$c = \text{speed of light}.$



Fonte: (EVERETT, 1995)

Figura 1: A curva de frequência recebida é deslocada ao longo do eixo do tempo em relação à frequência de referência.

- O sinal recebido é comparado com o sinal referência obtido diretamente do transmissor;

Frequency Modulation III

- A curva de frequência recebida será deslocada ao longo do eixo de tempo, por um período igual ao tempo necessário para a onda se propagar e retornar;
- Devido ao efeito Doppler, pode ocorrer um deslocamento no eixo de frequência.
- As duas frequências da 1, quando combinadas em um misturador, produzem uma frequência de batida f_b :

$$F_b = f(t) - f(T + t) = aT \quad (3)$$

- A *frequency beat* é a medida usada para calcular a distância do objeto (alvo):

$$d = \frac{F_b c}{4F_r F_d} \quad (4)$$

- Onde:

c = range to target;

d = speed of light;

F_b = *beat frequency*;

Frequency Modulation IV

F_r = repetition (modulation) frequency;

F_d = total FM frequency deviation.

- A medida da distância é proporcional a diferença ou *frequency beat*;
- Os avanços no controle de onda de diodos laser permite essa tecnologia de alcance com radar ser usada com lasers.
- A *frequency-modulation* apresenta vantagens sobre a *phase-shift measurement*, já que não apresenta ambiguidade quando medindo uma única distância;
- Entretanto, possui desvantagens associadas com a linearidade e repetibilidade da *frequency ramp*, assim como a coerência do feixe de laser em sistemas ópticos;
- Sendo assim, a maioria dos

Automotive Collision Avoidance Radar I

- É um radar Doppler modificado, com intuito de alertar motoristas para situações perigosas;
- uma antena de microondas miniaturizada, montada no para-choque do veículo envia um sinal de feixe estreito que detecta apenas os objetos diretamente no caminho do veículo
 - ignorando alvos (placas de trânsito e carros estacionados) em ambas as vias.
- Quando o sinal do radar é refletido por um alvo estacionário ou em movimento mais lento, ele é detectado pela antena e transmitido a um processador de sinal eletrônico sob o capô.
- O processador de sinal computa constantemente:
 - Velocidade do veículo;
 - Aceleração;
 - Distância do alvo;
 - Velocidade relativa.
- Se algum desses parâmetros requerirem que o motorista tome uma ação ofensiva/corretiva, um *buzzer* e uma luz são ativadas em um painel "especial" do veículo.

Vehicle Detection and Driver Alert System I

- Semelhante a uma Feedforward Neural Network, sem conexões apontando para trás;

Safety First System Vehicular Obstacle Detection and Warning System I

- Semelhante a uma Feedforward Neural Network, sem conexões apontando para trás;

Millitech Millimeter Wave Radar I

- Semelhante a uma Feedforward Neural Network, sem conexões apontando para trás;

EVERETT, H.R. **Sensors for Mobile Robots**. [S.l.]: CRC Press, 1995. ISBN 9781439863480.
Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=s0BZDwAAQBAJ>.

Frequency Modulation

Fábio Demo da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria
Pós-Graduação em Ciência da Computação
Disciplina de Robótica Móvel

faberdemo@gmail.com

25 de Agosto de 2023