

Filtragem Adaptativa

Charles Casimiro Cavalcante

`charles@gtel.ufc.br`

Grupo de Pesquisa em Telecomunicações Sem Fio – GTEL
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática
Universidade Federal do Ceará – UFC
<http://www.gtel.ufc.br/~charles>

“Filtros adaptativos, os quais têm como meta transformar os sinais portadores de informação em versões ‘limpas’ ou ‘melhoradas’, ajustam suas características de acordo com os sinais encontrados. Eles formam os exemplos mais simples de algoritmos no campo de aprendizado de máquinas.”

Philip A. Regalia, 2005
IEEE Control Systems Magazine, Agosto de 2005

Conteúdo do curso

- 1 Introdução
- 2 Revisão de Processos Estocásticos
- 3 Filtragem Linear Ótima
- 4 Algoritmos Recursivos no Tempo
- 5 Método dos Mínimos Quadrados
- 6 Estruturas Alternativas de Filtragem Adaptativa
- 7 Tópicos Avançados

Parte I

Introdução: Motivação

Aspectos tratados no curso

- 1 Noção e compreensão do se refere à análise de sinais e otimização de sistemas
- 2 Algoritmos e estruturas *úteis*
- 3 Relacionar com aplicações modernas

Processamento de sinais - divisão

Processamento de sinais clássico - PDS

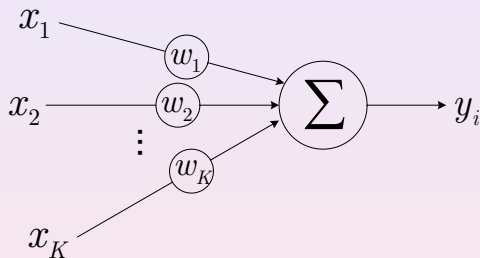
Processamento/análise de sinais determinísticos através de sistemas lineares e invariantes no tempo. Aplicação: processar sinais que ocupem faixas distintas de frequência.

Filtragem moderna

Anos 1940: Wiener e Kolmogorov

Processar de maneira ótima, sinais aleatórios que ocupam (geralmente) mesma faixa de frequência.

- ▶ processamento de voz/imagem: enriquecer codificação (abordagem preditiva)
- ▶ análise espectral



combinação linear dos dados
e parâmetros

$$y_i = \sum_{j=1}^K x_i w_i$$

$$y_i = \mathbf{w}^H \mathbf{x}$$

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_K \end{bmatrix}^T$$

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_K \end{bmatrix}^T$$

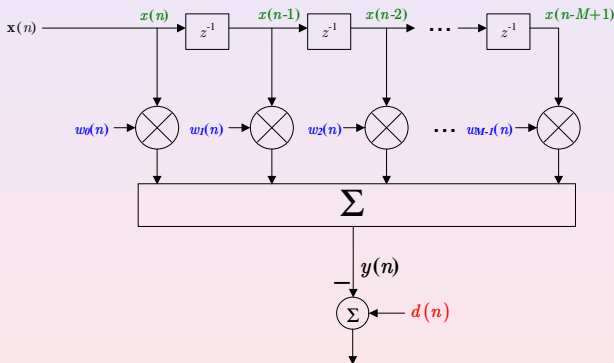
Problema

Otimizar w , isto é, calcular w para que $y_i = d_i$ (sinal desejado)

- Solução para w ótimo: filtragem de Wiener
- Esse problema dá origem a duas configurações fundamentais que nos interessam

Primeira estrutura: filtragem temporal, em que x_1, x_2, \dots, x_K são amostras temporais de um sinal $x(n)$

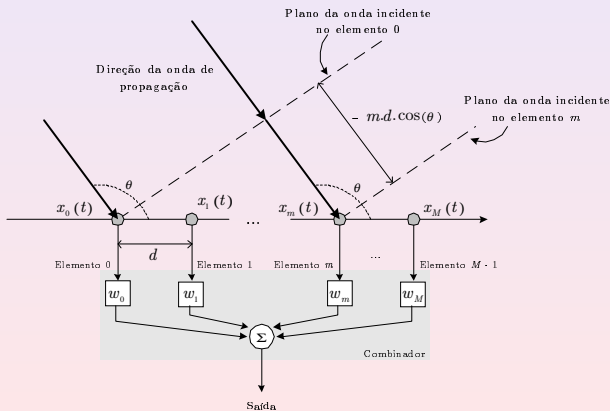
Problema: equalização de canais (Lucky, 1965)



$x(n)$ e $d(n)$ são processos estocásticos discretos estacionários

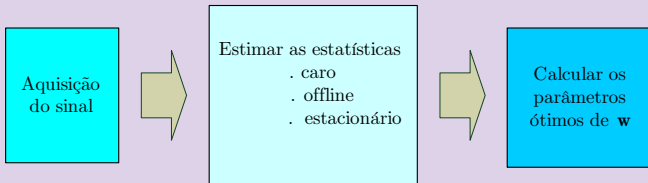
Segunda estrutura: filtragem espacial, em que x_1, x_2, \dots, x_K são amostras espaciais de um sinal $x(n)$ incidindo no conjunto de sensores (arranjo)

Problema: antenas adaptativas (Widrow, 1960)



Filtragem ótima

- Boa base teórica
- Calcular \mathbf{w} conhecendo as estatísticas dos sinais envolvidos
- Tipicamente o modelo abaixo



Filtragem adaptativa

Aquisição e otimização se dão de maneira conjunta!

- Redes neurais
- Lógica *fuzzy*
- Algoritmos genéticos

Associar às técnicas de processamento de sinais procedimentos ou tarefas de natureza cognitiva.