Redes Neurais para Previsão de Séries Temporais

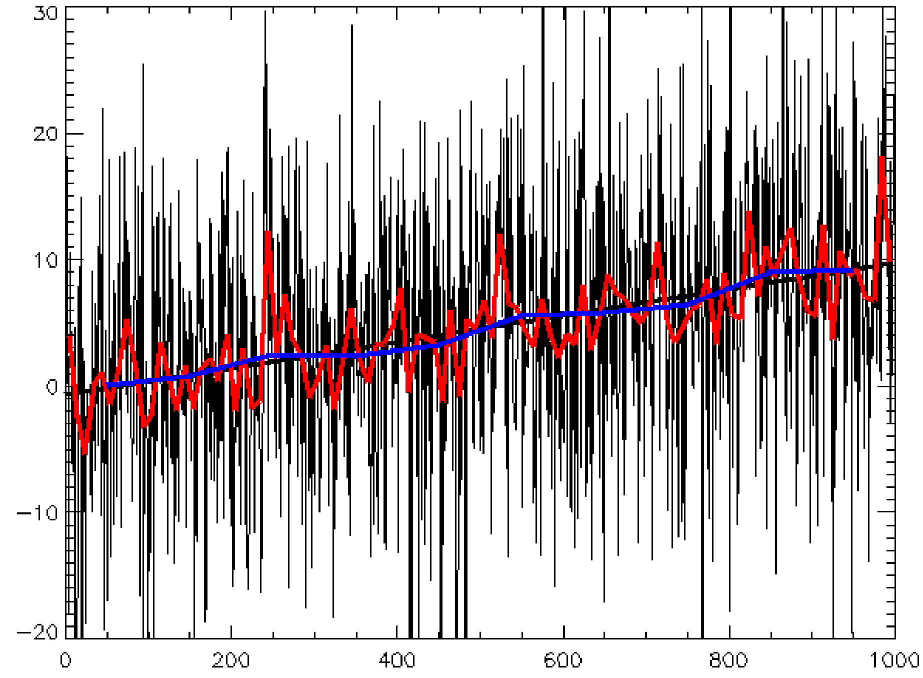
Bilzã Araújo

Conteúdo

- Introdução
- Arquiteturas
  - MLP
  - Elman
  - FIR
- Redes FIR
  - Plausibilidade Biológica
  - Temporal Backpropagation
- Considerações finais

Séries Temporais

- Ordem dos dados é fundamental
- Observações vizinhas são dependentes
- A evolução temporal encapsula informações importantes



Séries Temporais

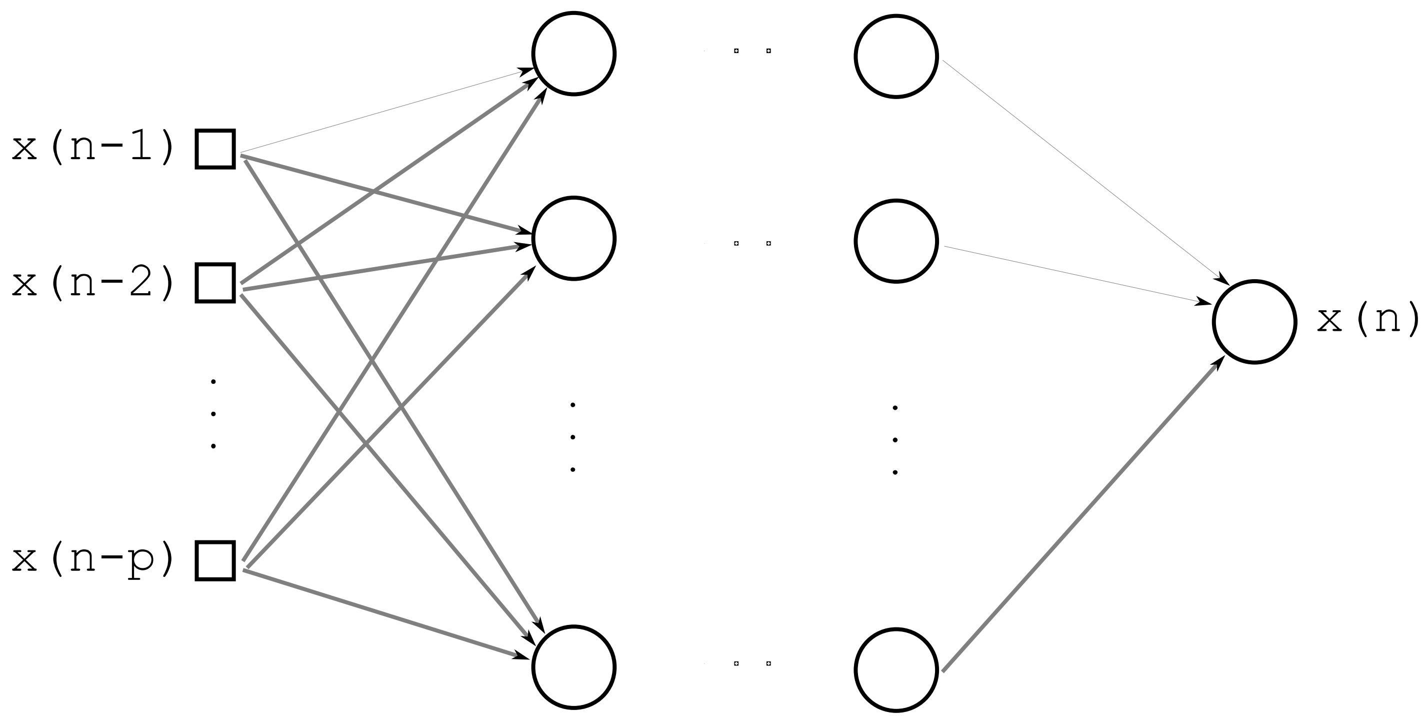
- Análise da série temporal
- Previsão a partir da série temporal

$$x(1), x(2), \ldots, x(n)$$

$$x(n+1), x(n+2) \ldots$$

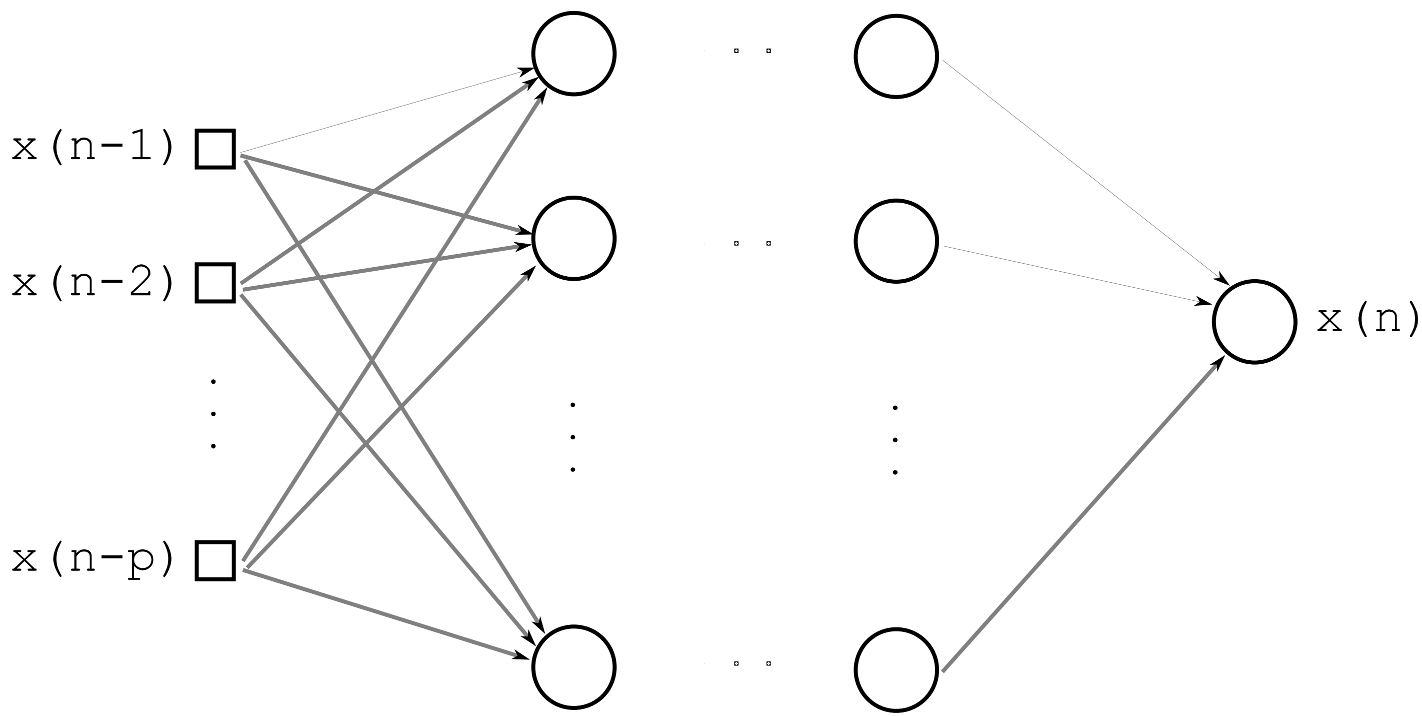
$$\boxed{?} \longrightarrow x(k)$$

Arquitetura MLP



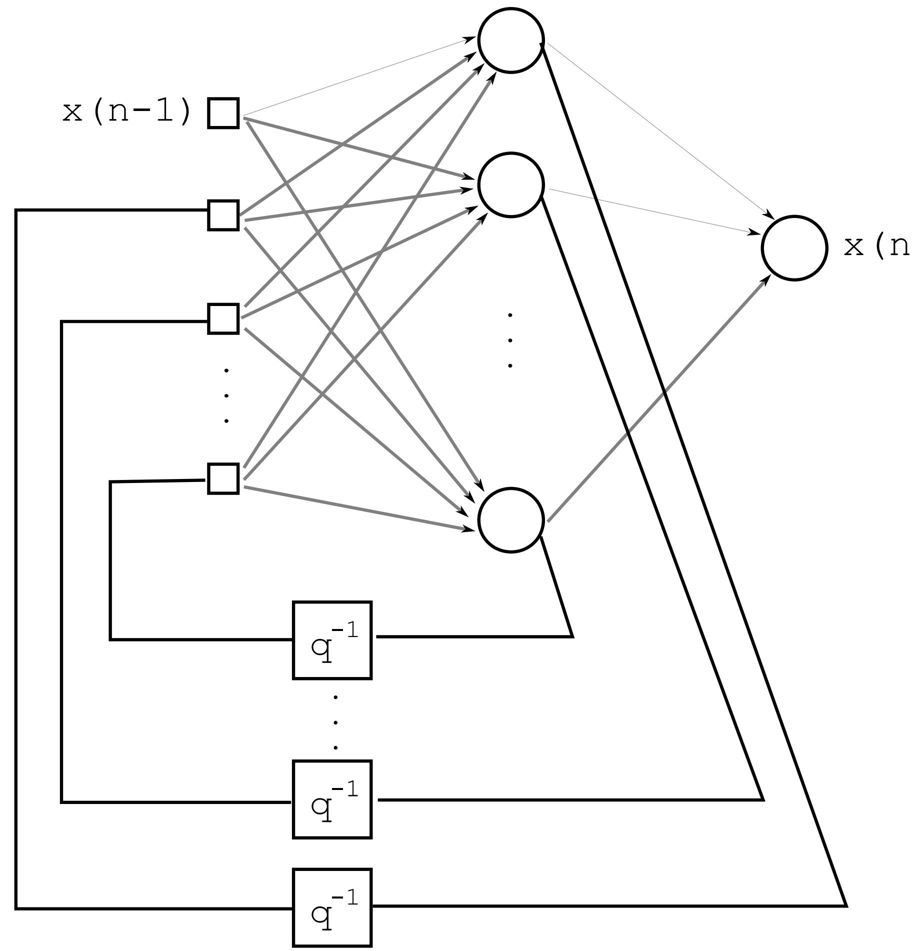
- MLP
- Representando tempo no espaço de atributos

Arquitetura MLP



- Bufferização
- Segmentação em tamanhos iguais
- Posição temporal relativa x absoluta

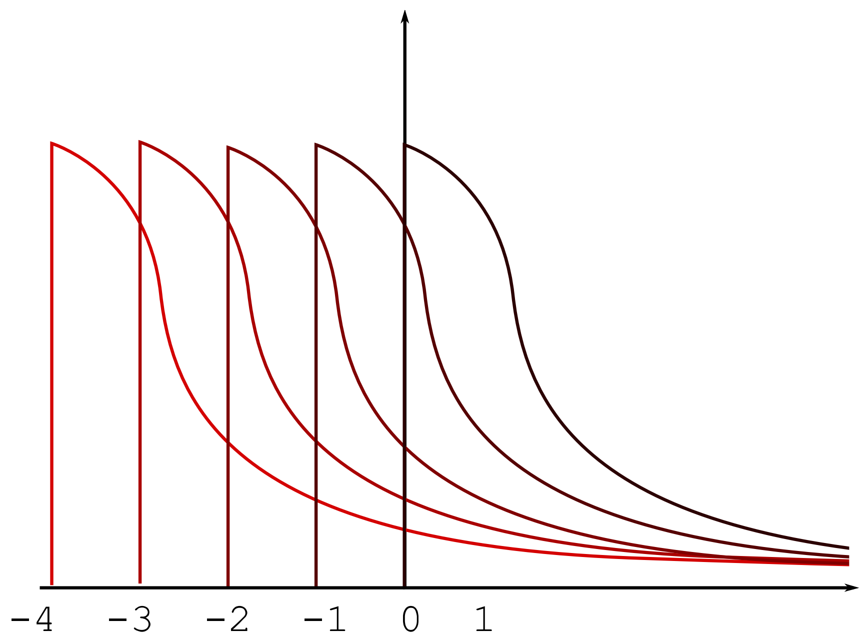
Arquitetura Elman

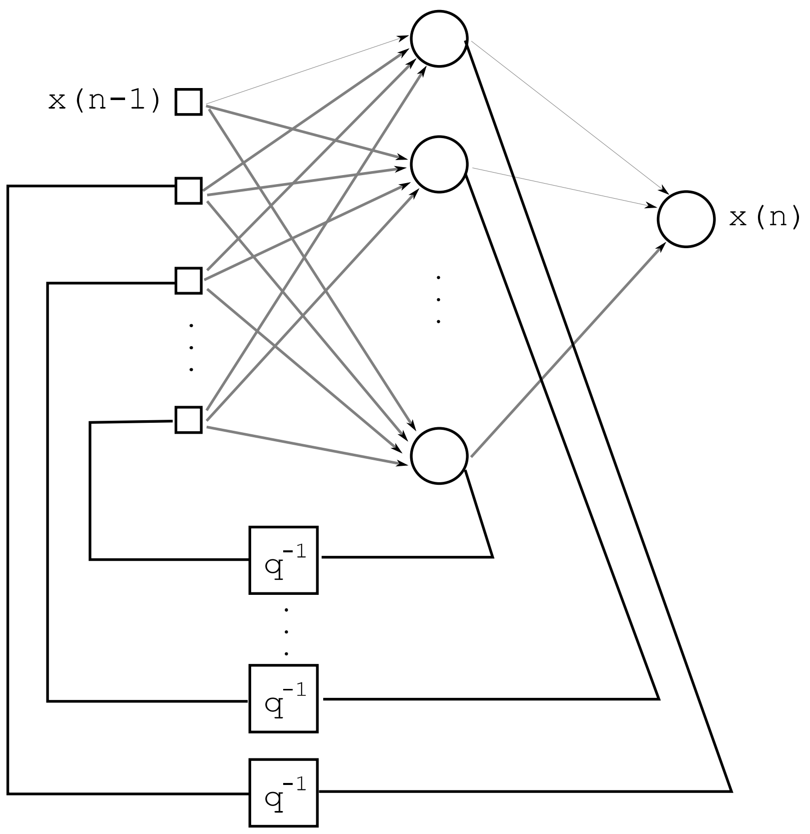


- Rede de Elman
- Recorrência e unidades de contexto

J.L. Elman, “Finding structure in time”, Cognitive Science, Vol. 14, pp. 179-211, 1990.

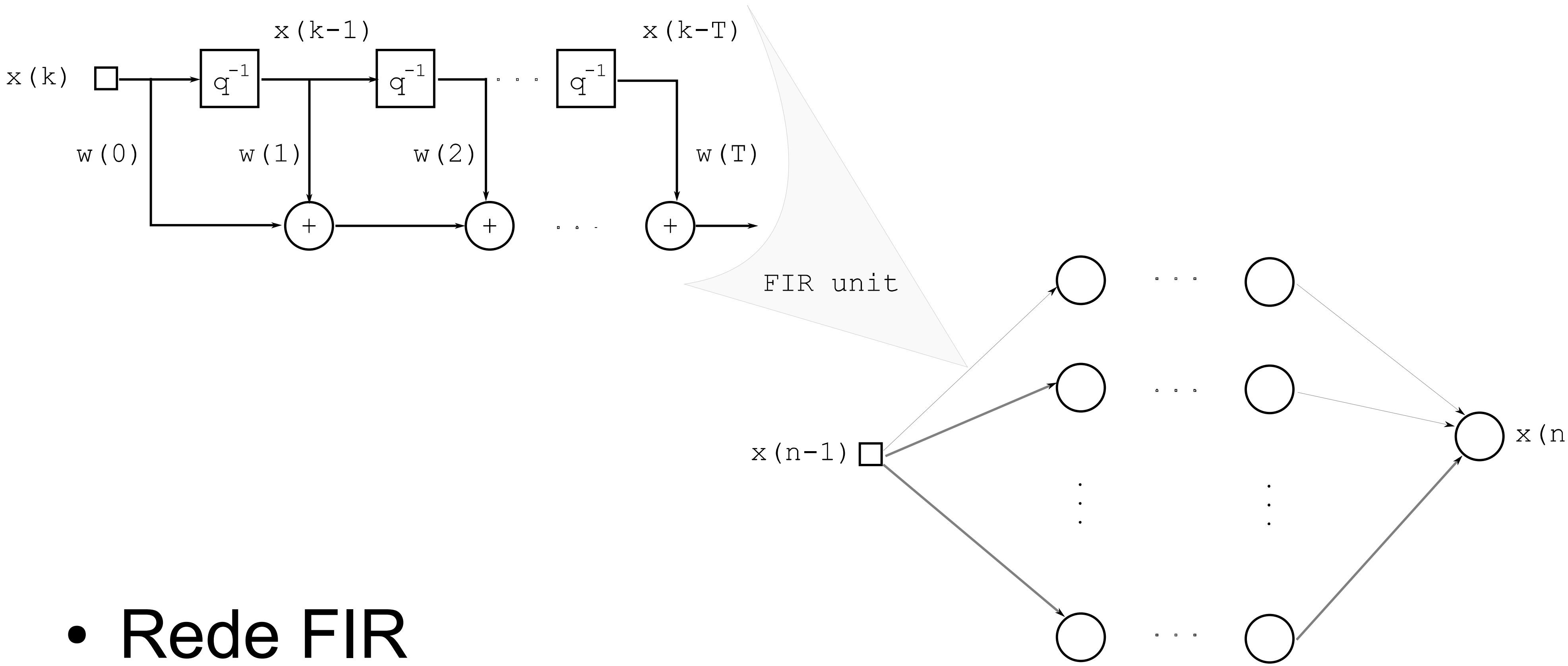
Arquitetura Elman





- Memória sem limite rígido
- Decaimento exponencial
- *high depth*, *low resolution memory*

Arquitetura FIR

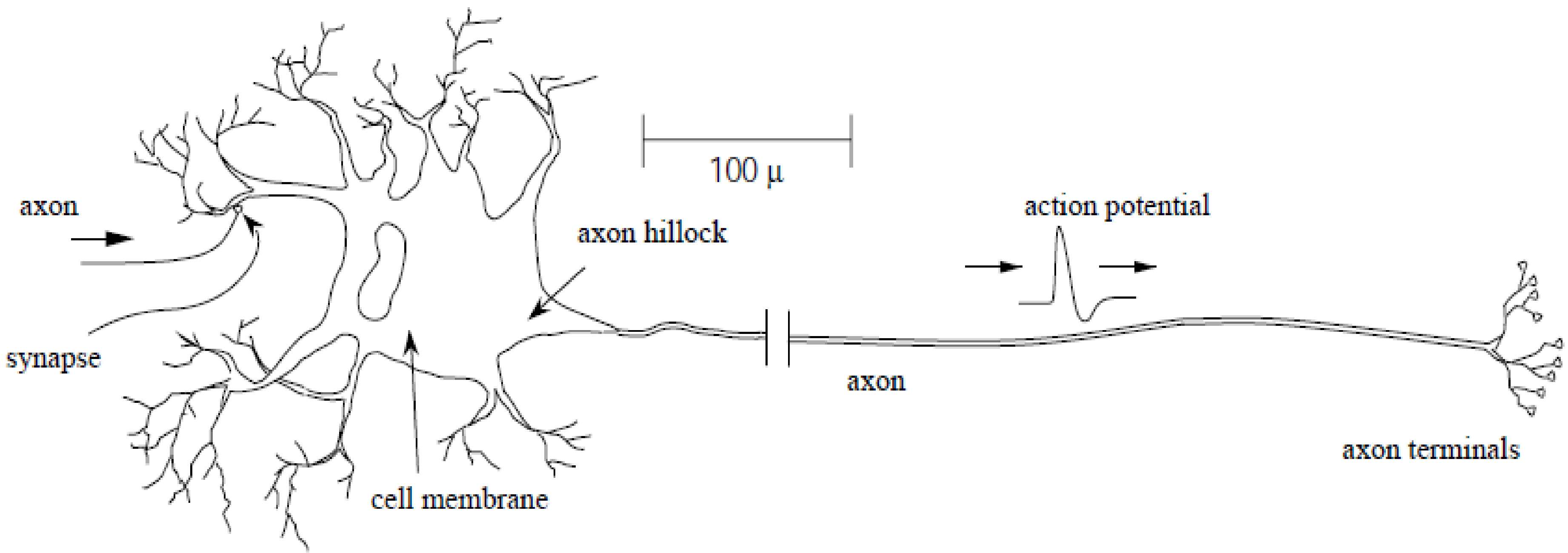


- Rede FIR
- Sinapses filtros Finite Impulse Response

A.D. Back and A.C. Tsoi, “FIR and IIR synapses, a new neural network architecture for time series modeling”, Neural Computation, Vol. 3, pp. 375-385, 1991.

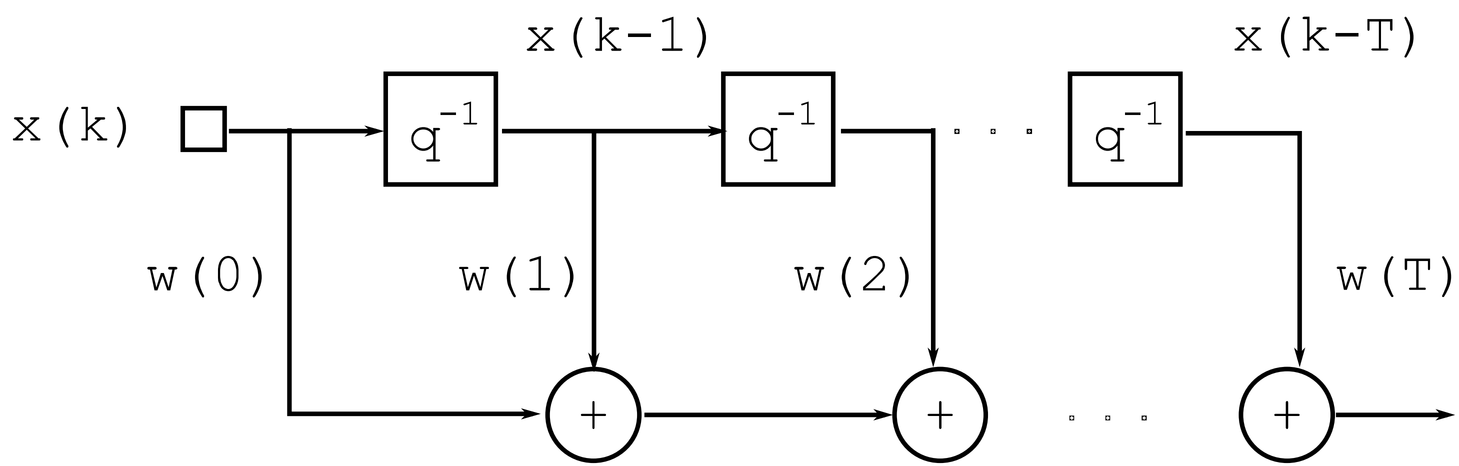
E. Wan, Finite impulse response neural networks with applications in time series prediction, Ph.D. Dissertation, Stanford University, November 1993.

Plausibilidade Biológica



- Integração espacial e temporal
- Transporte axonal
- Modulação sinaptica
- Dissipassão carga da membrana

Filtro FIR



$$s(k)=\sum_{i}\sum_{n=0}^{T} w_i(n)\, x_i(k-n)$$

$$y(k)=f(s(k))$$

Temporal Backpropagation

- Aprendizado Supervisionado

$$e(k) = d(k) - y(k)$$

- Ajuste dos coeficientes dos filtros (pesos)

$$J = \sum_{k=1}^{K} e(k)^T e(k)$$

Temporal Backpropagation

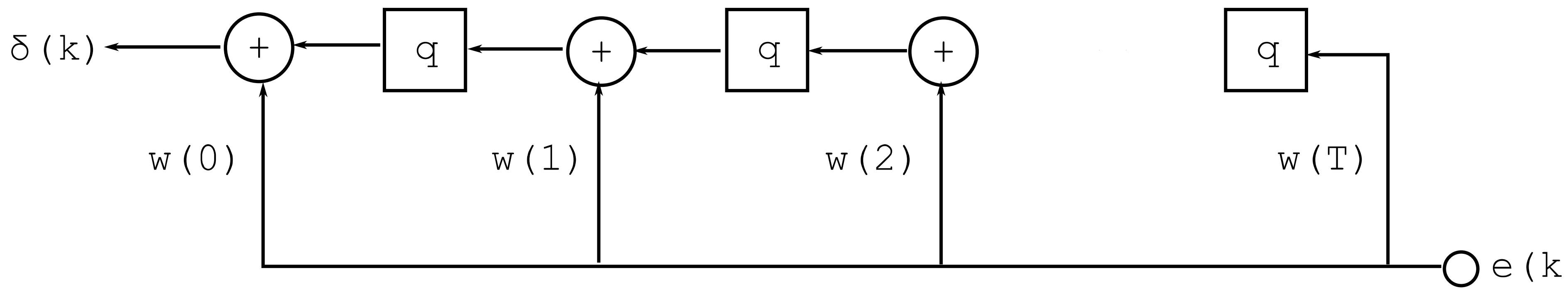
- Gradiente descendente instantâneo

$$W_{ij}^{l}(k+1)=W_{ij}^{l}(k)+\mu\frac{\partial e^{T}(k)e(k)}{\partial W_{ij}^{l}(k)}$$

- Temporal Backpropagation

$$\frac{\partial J}{\partial W_{ij}^{l}}=\sum_{k=1}^{K}\frac{e(k)^{T}e(k)}{W_{ij}^{l}}$$

Temporal Backpropagation



$$\Delta W_{ij}^{l}(k) = -\mu\, \delta_j^{l+1}(k)\,.\, x_i^{l}(k)$$

$$\delta_j^{l+1}(k) = \left\{ \begin{array}{cc} -2\, e_j(k)\, f'(s_j^L(k)) & l = L \\ f'(s_j^l(k))\,.\, \sum_m \delta_m^{l+1}(k)\,.\, W_{jm}^{l+1} & 1 \leqslant l \leqslant L-1 \end{array} \right\}$$

Considerações Finais

- Extendendo as sinapse através de filtros FIR a rede torna-se capaz de processar características temporais
- Substituindo os parâmetros **x**, **w** e **δ** por escalares temos exatemente o algoritmo backpropagation
- Rede estável (garantia de convergência) com *high resolution* e *low depth memory*.
- Parâmentro de profundidade (T) determina sensibilidade dos filtros
- O ajuste dos coeficientes dos filtros permite dar maioir/menor relevancia as informações temporais

Obrigado pela Atenção!