

**Laurea in Fisica**  
**a.a. 2003-2004**  
**Elaborazione Segnali Biomedici (ex. "Trattamento del Segnale")**  
**Titolare: Prof. Maurizio Varanini**

**Programma.**

**Introduzione:** i segnali biologici come somma di componenti relative a numerose sorgenti di segnale e di rumore. L'importanza di separare i contributi dovuti a specifiche sorgenti di segnale.

**Modelli lineari**

**Filtri "ottimi"**

"Ottimi" in quanto si rende minimo un errore cumulativo; i criteri di ottimo: minimo errore assoluto, minimo errore quadratico, minimax.

L'errore quadratico medio, e l'equazione normale (filtro di Wiener)

Metodi iterativi per la ricerca del minimo.

**Filtri adattativi**

Algoritmo LMS e sua versione normalizzata.

Algoritmo RLS

Tracking di sistemi tempo varianti.

I filtri ottimi come filtri predittivi, la stima di modelli autoregressivi

**Il metodo Total Least Squares**

Componenti principali

Decomposizione a valori singolari, sottospazi segnale e rumore.

Confronto tra le soluzioni LS, TLS e GTLS

**Analisi a Componenti Indipendenti (ICA)**

Le restrizioni e le ambiguità

I criteri di stima: massimizzazione della non gaussianità; massima verosimiglianza; minimizzazione

della mutua informazione.

Misure convolutive e separazione cieca delle sorgenti.

**Modelli non lineari**

**Filtri ottimi non lineari**

Filtri adattativi polinomiali (Volterra)

Filtri di tipo lineare a tratti

**Cenni sulle Reti Neuronal**

Considerazioni generali sui filtri adattativi e le reti neurali.

Modello di neurone. Reti a strati di neuroni.

Apprendimento con supervisione (BackPropagation, Generalizzazione)

Apprendimento senza supervisione (Apprendimento competitivo, Reti di Kohonen).

**Stime spettrali parametriche e non parametriche**

Richiami sulle stime spettrali non parametriche (Periodogramma, Welch, Daniell)

Stime spettrali parametriche: filtri ottimi predittivi --> stime AR.

Stime spettrali parametriche: Metodo TLS --> stime Pisarenko e Minimum Norm

Stime tempo varianti: gli algoritmi LMS e RLS nelle stime spettrali AR

Rappresentazioni tempo-frequenza lineari: la Short Time Fourier Transform, l'analisi a Q costante (wavelets); Generalizzazione della STFT: risoluzione nel tempo funzione della frequenza.

Rappresentazioni tempo-frequenza bilineari: Wigner-Ville.

Durante il corso saranno mostrate applicazioni e svolti esercizi sia su segnali biologici reali sia su segnali simulati