

Programma dettagliato del Corso di Misure ed Analisi di Biosegnali

Laurea Magistrale in Fisica (Biosistemi)

Università di Roma Tor Vergata

A.A. 2012-13 – *Dr. Arturo Moleti*

Introduzione al problema della misura di segnali biologici. Aspetti tecnici ed etici.

Segnali deterministici e stocastici. Loro descrizione nel dominio del tempo e della frequenza.

Analisi di Fourier. Segnali periodici e non periodici. Informazione sulla localizzazione temporale e frequenziale in una serie temporale e nella sua trasformata di Fourier (FT), significato della fase della FT complessa, ritardo del gradiente di fase, o di gruppo. Filtraggio dei segnali nel dominio della frequenza e nel dominio del tempo.

Sistemi lineari. Relazione tra risposta impulsiva e risposta in frequenza di un sistema lineare e relative tecniche di misura. Funzione di autocorrelazione e spettro di potenza. Teorema di Parseval.

Sistemi di acquisizione dati. Digitalizzazione dei segnali. Conversione Analogico-digitale (ADC). Generazione di segnali digitali e loro conversione in stimoli analogici (DAC). Programmazione sincronizzata di generazione di stimoli ed acquisizione dei segnali biologici di risposta. Cenni sull'utilizzo del software Labview.

Analisi di Fourier di serie temporali discrete. Tempo di campionamento, intervallo totale di misura. Limitazioni introdotte dal tempo di campionamento: teorema e frequenza di Nyquist, aliasing. Uso dell'aliasing per ridurre la frequenza di campionamento in segnali limitati in banda, Limitazioni introdotte dal tempo di misura finito: risoluzione frequenziale, windowing. Determinazione di un compromesso ottimale di acquisizione in base alle limitazioni sulle dimensioni dei file di dati, per esigenze di storage e di successiva analisi.

Analisi tempo-frequenza di segnali non stazionari. Rappresentazione nel piano t-f. Short Time FT (STFT). Trasformata wavelet (WT). Matching Pursuit. Costanza del prodotto di indeterminazione della risoluzione temporale e frequenziale nelle trasformate lineari. Filtraggio dei segnali nel dominio tempo-frequenza.

Risposta evocata da stimoli. Stimoli transienti e continui.

Segnali bioelettrici. Trasduttori, elettrodi e magnetometri.

Rumore. Tecniche di averaging per l'incremento del rapporto segnale-rumore (SNR).

Interferenza. Accoppiamento capacitivo ed induttivo. Tecniche di riduzione dell'interferenza.

Acquisizione differenziale. Amplificatori bioelettrici. Reiezione del modo comune. Gradiometri.

Analisi statistica dei dati sperimentali. Teorema di Bayes e sue applicazioni. Test di ipotesi, sensibilità e specificità di un test diagnostico dicotomico. Curve ROC, potere diagnostico.

Cenni sulla fisiologia del sistema nervoso. Il neurone. Potenziali di membrana. Potenziali d'azione neurali e muscolari. Conduzione elettrica in tessuti biologici. Misura di potenziali d'azione tramite elettrodi, effetto della distanza sulla struttura temporale-spettrale degli impulsi. Elettroencefalografia (EEG). Elettromiografia (EMG). Elettrocardiografia (ECG).

Principi fisici della Risonanza Magnetica Nucleare (NMR). Rilassamento spin-spin e spin-reticolo. Uso degli impulsi a radiofrequenza a 90 e 180 gradi, sequenze spin-echo. Uso dei gradienti di campo e della FT del segnale per la localizzazione spaziale delle sorgenti.

Fisiologia del sistema uditivo umano. Tonotopicità della membrana basilare. Ruolo delle cellule ciliate interne ed esterne. Modelli cocleari a linea di trasmissione. Nonlinearità della risposta cocleare. Invarianza di scala.

Tecniche diagnostiche obiettive, ABR. Emissioni otoacustiche (OAE). Modelli della loro generazione. Tecniche di misura. Emissioni spontanee (SOAE), evidenza dell'esistenza di un meccanismo di amplificazione attivo e non lineare. Emissioni evocate da stimolo transiente (TEOAE), evocate da stimolo sinusoidale (SFOAE) e prodotti di distorsione (DPOAE). Meccanismi di generazione place- e wave-fixed e ritardo di gruppo delle relative OAE, in una coclea invariata di scala. Utilizzo della nonlinearità della risposta per la rimozione di artefatti.

Acquisizione di segnali OAE in laboratorio. Applicazione dell'analisi di Fourier e dell'analisi tempo-frequenza all'analisi ed al filtraggio di segnali OAE, per l'individuazione di sorgenti associate a diversi meccanismi di generazione. Interpretazione e utilizzo diagnostico delle OAE.

Testi consigliati: Dispense del corso (A. Moleti)