**Vlastnosti biologických signálov**: Biologické signály sú merateľné fyziologické prejavy živých organizmov, ktoré môžu mať elektrický, mechanický alebo chemický charakter. Medzi hlavné charakteristiky týchto signálov patria:

* Amplitúda: maximálna hodnota signálu
* Frekvencia: počet cyklov signálu za sekundu (Hz)
* Čas trvania: trvanie každej udalosti v signále
* Dynamika: zmeny signálu v priebehu času
* Periodicita: pravidelnosť, s akou sa signál opakuje

**Metódy vzniku, snímania a základné parametre biosignálov potrebných na diagnostiku**: Biosignály vznikajú ako výsledok fyziologických procesov a ich snímanie je kľúčové pre diagnostiku zdravotných stavov.

Spôsoby vzniku biosignálov

* Elektrofyziologické: Elektrická aktivita buniek, napríklad akčné potenciály neurónov alebo svalových buniek.
* Mechanické: Mechanické pohyby, napríklad zvuky srdca alebo pohyby svalov.
* Chemické: Zmeny v koncentráciách iónov a metabolitov.

Snímanie biosignálov

* Elektródy: povrchové, ihlové alebo intramuskulárne elektródy.
* Senzory: Piezoelektrické, optické alebo chemické senzory.
* Zobrazovacie techniky: MRI, CT, ultrazvuk.

Základné parametre

* Amplitúda: Meria silu signálu.
* Frekvencia: Hodnotí frekvenciu opakovania cyklov.
* Latencia: Časové oneskorenie medzi udalosťou a reakciou.
* Rýchlosť vedenia: Rýchlosť šírenia signálu v nervovom alebo svalovom vlákne.

**Signály srdca (EKG)**: Elektrická aktivita srdca vzniká depolarizáciou a repolarizáciou srdcových buniek. Sinoatriálny (SA) uzol, hlavný kardiostimulátor srdca, generuje impulzy s frekvenciou 60-100 úderov za minútu. Tieto impulzy sa šíria cez predsieňový myokard, atrioventrikulárny (AV) uzol a Hisov zväzok do komorového myokardu a spôsobujú kontrakciu srdca.

Snímanie elektrickej aktivity srdca sa vykonáva pomocou elektrokardiografie (EKG), ktorá zaznamenáva elektrickú aktivitu srdca pomocou elektród umiestnených na povrchu tela. Štandardné 12-zvodové EKG poskytuje komplexné informácie o činnosti srdca z rôznych uhlov pohľadu. Základné parametre EKG sú:

* Vlna P: depolarizácia predsiení
* QRS komplex: depolarizácia komôr
* Vlna T: repolarizácia komôr
* Srdcová frekvencia: Počet úderov za minútu.
* Intervaly a segmenty: PR interval, QT interval, ST segment.

**Signály mozgu (EEG)**: Elektrická aktivita mozgu je generovaná synaptickou aktivitou neurónov. Táto aktivita vytvára elektrické potenciály, ktoré sa šíria mozgovou kôrou a vytvárajú merateľné elektrické vlny. Elektroencefalografia (EEG) zaznamenáva túto elektrickú aktivitu pomocou elektród umiestnených na povrchu pokožky hlavy. Používajú sa štandardné zostavy elektród, ako napríklad systém 10-20. Základné parametre EEG sú:

* Frekvenčné pásma
  + Delta (0,5-4 Hz): hlboký spánok
  + Theta (4-8 Hz): ľahký spánok a relaxácia
  + Alfa (8-13 Hz): stav uvoľnenia
  + Beta (13-30 Hz): aktívne myslenie
  + Gama (> 30 Hz): vysoká kognitívna aktivita
* Amplitúda: Výška elektrických vĺn meraná v mikrovltoch.
* Synchronizácia: Súčasná aktivita neurónov.

**Signály svalov (EMG)**: Počas svalovej kontrakcie dochádza k elektrickej aktivite svalov. Nervový impulz spôsobí uvoľnenie neurotransmiterov, ktoré spustia depolarizáciu svalových vlákien a následnú kontrakciu. Elektromyografia (EMG) zaznamenáva túto elektrickú aktivitu pomocou povrchových alebo intramuskulárnych elektród. Základné parametre EMG sú:

* Motorická jednotka: skupina svalových vlákien inervovaných jedným motorickým neurónom
* Amplitúda: sila svalovej aktivity
* Frekvencia: frekvencia elektrických impulzov
* Svalové potenciály: elektrické signály produkované svalovými vláknami počas kontrakcie

**Signály nervového systému (ENG)**: Elektrické impulzy v nervoch vznikajú pri prenose signálov cez nervové vlákna. Depolarizácia a repolarizácia nervových buniek vytvára akčné potenciály, ktoré sa šíria pozdĺž nervových dráh. Elektroneurografia (ENG) zaznamenáva tieto elektrické impulzy v periférnych nervoch pomocou povrchových elektród. Základné parametre ENG sú:

* Rýchlosť vedenia: rýchlosť, akou sa elektrický impulz šíri nervom
* Amplitúda akčného potenciálu: veľkosť elektrického signálu
* Latencia: časové oneskorenie medzi stimuláciou nervu a odpoveďou
* Refraktérna perióda: čas, počas ktorého nervové vlákno nereaguje na ďalšiu stimuláciu

**Metódy a algoritmy na spracovanie a vyhodnocovanie najdôležitejších elektrofyziologických signálov**: Predspracovanie signálu zahŕňa odstránenie artefaktov a šumu, ktoré môžu ovplyvniť presnosť analýzy. Na odstránenie nežiaducich frekvencií sa používa dolnopriepustná, hornopriepustná a pásmová filtrácia. Korekcia artefaktov, ako napríklad analýza nezávislých komponentov (ICA), pomáha odstrániť artefakty spôsobené pohybom, žmurkaním alebo svalovou aktivitou.

Analýza signálu sa môže vykonávať v časovej alebo frekvenčnej oblasti. V časovej oblasti sa na vyhodnotenie signálov používajú štatistické metódy na výpočet priemeru, štandardnej odchýlky a RMS (Root Mean Square). Identifikácia a detekcia udalostí zahŕňa detekciu vrcholov, vĺn a iných významných udalostí v signáloch. Vo frekvenčnej oblasti sa Fourierova transformácia používa na prevod signálov z časovej oblasti do frekvenčnej oblasti a na analýzu spektrálnych zložiek. Spektrálna analýza identifikuje dominantné frekvencie a vyhodnocuje frekvenčný obsah signálov.

**Nestacionarita EEG**: Signály EEG sú nestacionárne, čo znamená, že ich štatistické vlastnosti sa v čase menia. Analýza nestacionárnych signálov si vyžaduje pokročilé metódy, ako je napríklad vlnková transformácia, ktorá poskytuje časovo-frekvenčné rozlíšenie a umožňuje analýzu prechodných javov. Krátkodobá Fourierova transformácia (STFT) umožňuje analýzu frekvenčných zložiek signálu v krátkych časových oknách.

**Frekvenčný rozsah a pásma**: Biologické signály pokrývajú rôzne frekvenčné rozsahy, čo je dôležité pre ich analýzu. Nízke frekvencie (0 - 0,5 Hz) zahŕňajú stacionárne zložky a dlhodobé trendy. Stredné frekvencie (0,5 - 40 Hz) zahŕňajú dýchacie a autonómne funkcie. Napríklad EKG signály majú rozsah 0,05 - 100 Hz, pričom klinicky relevantná analýza sa zameriava na pásmo 0,5 - 40 Hz. Vysoké frekvencie (40 Hz - niekoľko kHz) zahŕňajú svalovú aktivitu, napríklad EMG signály sa zvyčajne pohybujú v rozsahu 5 - 500 Hz, pričom vysoké frekvencie dosahujú až 1 000 Hz.

**Základný reťazec konverzie do počítača**: Analógové biosignály sa musia previesť do digitálnej formy na počítačové spracovanie. Tento prevod zahŕňa použitie A/D prevodníka. Vzorkovacia frekvencia musí byť dostatočne vysoká, aby zachytila všetky relevantné informácie signálu, čo je definované Nyquistovým teorémom. Rozlíšenie A/D prevodníka určuje počet bitov použitých na kvantovanie signálu, čo ovplyvňuje presnosť. Problémy vzorkovania a kvantizácie signálu zahŕňajú Nyquistov teorém, ktorý vyžaduje, aby vzorkovacia frekvencia bola aspoň dvojnásobkom maximálnej frekvencie signálu, aby sa zabránilo aliasingu. Aliasing spôsobuje skreslenie signálu pri nedostatočnej vzorkovacej frekvencii. Kvantovacia chyba je rozdiel medzi skutočnou a kvantovanou hodnotou signálu a je ovplyvnená rozlíšením A/D prevodníka.

**Spektrálna analýza biosignálov**: Spektrálna analýza umožňuje analyzovať frekvenčný obsah signálov a identifikovať ich spektrálne zložky. Medzi základné metódy spektrálnej analýzy patria parametrické metódy, ktoré modelujú signál pomocou parametrov, ako napríklad AR (AutoRegressive) modely, a neparametrické metódy, ktoré nepredpokladajú špecifický model signálu, ako napríklad Fourierova transformácia. Periodogram odhaduje výkonové spektrum signálu a zobrazuje frekvenčný obsah signálu. Medzi praktické problémy odhadu spektra patrí obmedzená dĺžka vzorky a spektrálny únik.

Krížové spektrum analyzuje vzťah medzi dvoma signálmi vo frekvenčnej oblasti, koherencia meria stupeň synchronizácie medzi dvoma signálmi v každom frekvenčnom pásme a fáza poskytuje informácie o časovom oneskorení medzi signálmi. Rýchla Fourierova transformácia (FFT) je efektívny algoritmus na výpočet diskrétnej Fourierovej transformácie (DFT), ktorý znižuje počet potrebných operácií z O(N^2) na O(N log N) a umožňuje rýchlu spektrálnu analýzu signálov.

**Filtrácia a odstránenie šumu**: Digitálna filtrácia zahŕňa použitie filtrov FIR (Finite Impulse Response) a IIR (Infinite Impulse Response) na odstránenie nežiaducich frekvencií a šumu. Techniky odstraňovania šumu, ako je adaptívna filtrácia a vlnková denoizácia, pomáhajú odstrániť šum bez straty dôležitých informácií.

**Vizualizácia výsledkov analýzy**: Vizualizácia výsledkov analýzy uľahčuje interpretáciu a prezentáciu spektrálnej analýzy. Spektrogramy zobrazujú frekvenčný obsah signálu v čase a poskytujú časovo-frekvenčné rozlíšenie. Topografické mapovanie vizualizuje priestorové rozloženie signálov na povrchu mozgu a zobrazuje amplitúdy a frekvencie.

**Metóda kondenzovaného spektrálneho poľa (CSA)**: Metóda CSA zobrazuje spektrálne zmeny výkonu v časovo-frekvenčnom priestore, čo je užitočné na analýzu nestacionárnych signálov. Poskytuje podrobné časovo-frekvenčné rozlíšenie a zobrazuje dynamiku signálov.

**Topografické mapovanie elektrofyziologickej aktivity**: Princípom mapovania mozgu je vizualizácia mozgovej aktivity pomocou farebného kódovania číselných hodnôt. Používa sa na zobrazenie amplitúd, frekvencií a iných parametrov mozgovej aktivity. Na jemnejšie zobrazenie hodnôt medzi bodmi merania sa používa interpolácia, pričom splajnová interpolácia poskytuje hladšie výsledky a presnejšie mapovanie. Mapovanie amplitúd a frekvencií zobrazuje priestorové rozloženie týchto parametrov na povrchu mozgu, čo pomáha identifikovať oblasti abnormálnej aktivity a podporuje diagnostiku a terapiu neurologických ochorení.