

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 BY-SA



Zpracování a analýza biosignálů

Ing. Jan Hejda, Ph.D.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

The logo of the Ministry of Education, Youth and Sports (MŠMT) of the Czech Republic, featuring stylized letters M, Š, M, and T in a blue and green color scheme.
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Úvod a geneze elektrického signálu v hlavě

- Biopotenciál
 - Elektrické napětí naměřené mezi dvěma body tkáně vzniklé důsledkem její činnosti.
- Stimulace,
 - Umělé vybuzení.
- Evokované biosignály,
 - Stimulace za účelem diagnostiky.



Úvod a geneze elektrického signálu v hlavě

- Elektrická aktivita mozku
 - Geneze, záznam (EEG).
- Signály v oku,
 - Geneze, záznam (elektroretinografie – ERG, elektrookulografie – EOG, elektronystagmogram – ENyG).
- Signály sluchového ústrojí
 - Geneze, vyšetření.
- Signály rovnovážného ústrojí
 - Geneze, vyšetření.



Úvod a geneze elektrického signálu v hlavě

Doporučená literatura

Svatoš J.: Biologické signály I. Geneze, zpracování a analýza. Skriptum ČVUT FEL, 1995.



Biosignály kosterních svalů. Vznik EKG křivky. Polysomnografie.

- Biosignály kosterních svalů,
 - Geneze, měření, elektromyogram – EMG.
- EKG křivka,
 - Geneze.
 - Morfologie EKG křivky a její elektrofyziologický základ.
 - Základní sledované parametry.
 - Normální a patologická křivka.



Biosignály kosterních svalů. Vznik EKG křivky. Polysomnografie.

- Polysomnografie,
 - Příklady použití,
 - Sledované veličiny.



Biosignály kosterních svalů. Vznik EKG křivky. Polysomnografie.

Doporučená literatura

Eisenberger M., Bulava A., Fiala M.: Základy srdeční elektrofyzologie a katéetrových ablací. Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3677-8.



Snímání elektrických veličin. EEG, EKG, EMG, ERG, EGG.

- Prostředky pro snímání elektrických veličin v medicíně.
- Elektrody
 - Unipolární,
 - Bipolární.
- Záznam naměřených veličin
 - Analogový,
 - Digitální.



Snímání elektrických veličin. EEG, EKG, EMG, ERG, EGG.

- EEG,
 - Princip,
 - Schémata zapojení elektrod,
 - Základní typy aktivit,
 - Evokované potenciály.
- EKG,
 - Princip,
 - Bipolární končetinové svody,
 - Unipolární svody,
 - Elektrokardiogram,
 - Další končetinové svody.



Snímání elektrických veličin. EEG, EKG, EMG, ERG, EGG.

- EMG,
 - Princip,
 - Elektrody,
 - Povrchové,
 - Jehlové.
 - Stimulace,
 - Záznam.
- ERG,
 - Princip.



Snímání elektrických veličin. EEG, EKG, EMG, ERG, EGG.

- EGG,
 - Princip.
 - Rozdělení podle snímání,
 - Elektrogastrogram.



Snímání elektrických veličin. EEG, EKG, EMG, ERG, EGG.

Doporučená literatura

Svatoš J.: Biologické signály I. Geneze, zpracování a analýza. Skriptum ČVUT FEL, 1995.



Snímání neelektrických veličin. Obrazové senzory, termovizní systémy, RTG, zobrazování v nukleární medicíně, ultrazvukové zobrazovací systémy.

- Principy snímání:
 - Mechanických veličin,
 - Akustických veličin,
 - Teplotních veličin,
 - Elektromagnetického záření,
 - Nukleárních veličin.



Snímání neelektrických veličin. Obrazové senzory, termovizní systémy, RTG, zobrazování v nukleární medicíně, ultrazvukové zobrazovací systémy.

- Obrazové senzory,
 - Princip funkce,
 - Využití,
 - Rozdělení,
 - Záznam obrazu.
- Termovizní systémy,
 - Princip funkce,
 - Využití.



Snímání neelektrických veličin. Obrazové senzory, termovizní systémy, RTG, zobrazování v nukleární medicíně, ultrazvukové zobrazovací systémy.

- RTG,
 - Princip,
 - Metody registrace.
 - Vypočetní tomografie.
- Zobrazování v nukleární medicíně,
 - MRI.
 - Princip,
 - Metody registrace.



Snímání neelektrických veličin. Obrazové senzory, termovizní systémy, RTG, zobrazování v nukleární medicíně, ultrazvukové zobrazovací systémy.

- Ultrazvukové zobrazovací systémy,
 - Princip,
 - Druhy sond,
 - Módy zobrazování.



Analogová filtrace. A/D a D/A převod. Vzorkování. Aliasing. Fourierova transformace.

- Analogová filtrace,
 - Horní propust,
 - Dolní propust.
- A/D převod,
 - Vzorkování,
 - Vzorkovací teorém,
 - Kvantování,
 - Kódování.



Analogová filtrace. A/D a D/A převod. Vzorkování. Aliasing. Fourierova transformace.

- Aliasing
 - V časové oblasti,
 - Ve frekvenční oblasti.
- Fourierova transformace,
 - Princip,
 - Použití,
 - 2D, 3D,
 - FFT.



Digitální filtrace – FIR (Finite Impulse Response) filtry. Okénková metoda.

- Úvod,
- Vlastnosti FIR filtrů s lineární fází.
 - Návrh pomocí optimalizace,
 - FIR návrh v praxi,
 - Okénková metoda,
 - Equiripple design,
 - Software (Matlab).



Digitální filtrace – FIR (Finite Impulse Response) filtry. Okénková metoda.

- Specifikace,
 - Impulsní odezva,
 - Frekvenční odezva.
- Vlastnosti
 - Stabilita,
 - Efektivní implementace.
- Diagram pólů a nul.
- Okénková metoda návrhu.



Digitální filtrace – FIR (Finite Impulse Response) filtry. Okénková metoda.

Doporučená literatura

Uhlíř J., Sovka P., Číslicové zpracování signálů, ČVUT FEL, 1995.

Proakis, J.G., Manolakis, D.G.: Introduction to Digital Signal Processing. Macmillan Publishing Company, New York, 1988.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Digitální filtrace – IIR (Infinite Impulse Response) filtry. Metody návrhu.

- Úvod,
- Princip rekurze,
- z-transformace,
- Umístění pólů,
- Metody návrhu emulací analogového prototypu:
 - Chebyshev,
 - Bessel,
 - Butterworth.
 - Metoda impulsně invariantní transformace,
 - Bilineární transformace, frequency warping.



Digitální filtrace – IIR (Infinite Impulse Response) filtry. Metody návrhu.

- Metoda impulsně invariantní transformace,
- Bilineární transformace, frequency warping.
- Mapování – přizpůsobení pólů a nul,
- Implementace filtrů.



Digitální filtrace – IIR (Infinite Impulse Response) filtry. Metody návrhu.

Doporučená literatura

Uhlíř J., Sovka P.: Číslicové zpracování signálů, ČVUT FEL, 1995.

Proakis, J.G., Manolakis, D.G.: Introduction to Digital Signal Processing. Macmillan Publishing Company, New York, 1988.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Spektrální analýza

- Úvod,
- Motivace,
- Metody
 - Parametrické,
 - Neparametrické.
- Spektrální výkonová hustota.
- Parametrické a neparametrické metody.



Spektrální analýza

- Periodogram a metody jeho výpočtu.
- Vzájemné spektrum, koherence a fáze, kordance.
- Spektrální analýza a syntéza signálů pomocí FFT.
- Korelační analýza – autokorelace a vzájemná korelace.
- Měření časových rozdílů mezi dvěma kanály.
- Koherenční funkce.



Spektrální analýza

Doporučená literatura

Meddins B.: Introduction to Digital Signal Processing, Newness, 2000.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Digitální zpracování obrazu vs. počítačové vidění. Digitální obraz. Histogram jasu. Transformace jasu.

- Digitální zpracování obrazu vs. počítačové vidění.
- Motivace.
- Základní vlastnosti digitálního obrazu:
 - Rozlišení,
 - Barevná hloubka,
 - Barevné prostory.
- Základní obrazové formáty.



Digitální zpracování obrazu vs. počítačové vidění. Digitální obraz. Histogram jasu. Transformace jasu.

- Jasový histogram,
 - Princip,
 - Využití.
- Transformace jasu,
 - Motivace,
 - Zvýšení / snížení kontrastu,
 - Prahování,
 - Inverze,
 - γ -korekce,
 - Ekvalizace histogramu.



Digitální zpracování obrazu vs. počítačové vidění. Digitální obraz. Histogram jasu. Transformace jasu.

Doporučená literatura

- Hlaváč V., Sedláček M.: Zpracování signálů a obrazů, skriptum FEL ČVUT, Vydavatelství ČVUT, Praha 2009.



Zpracování v prostorové oblasti – morfologické transformace, geometrické transformace.

- Morfologické transformace
 - Dilatace
 - Eroze
 - Morfologické otevření / zavření
- Top-hat
- Granulometrie
- Vzdálenostní transformace
- Principy funkce
- Použití



Zpracování v prostorové oblasti – morfologické transformace, geometrické transformace.

- Geometrické transformace
 - Příklady použití,
 - Transformace souřadnic bodu,
 - Aproximace jasové funkce.
 - Afinní transformace,
 - Bilineární transformace,
 - Projektivní transformace.



Zpracování v prostorové oblasti – morfologické transformace, geometrické transformace.

Doporučená literatura

- Hlaváč V., Sedláček M.: Zpracování signálů a obrazů, skriptum FEL ČVUT, Vydavatelství ČVUT, Praha 2009.



Zpracování v prostorové oblasti – Fourierova transformace, konvoluce. Filtrace šumu, detekce hran.

- Fourierova transformace ve 2D,
 - Princip,
 - Rychlá Fourierova transformace,
 - Zpětná transformace,
 - Vizualizace spekter,
 - Frekvenční filtrace obrazu,
 - Použití při ztrátové kompresi.



Zpracování v prostorové oblasti – Fourierova transformace, konvoluce. Filtrace šumu, detekce hran.

- Konvoluce,
 - Konvoluční jádro (konvoluční maska),
 - Využití pro
 - Vyhlazení,
 - Zvýraznění hran,
 - Detekci hran.
- Nelineární metody vyhlazení.



Zpracování v prostorové oblasti – Fourierova transformace, konvoluce. Filtrace šumu, detekce hran.

Doporučená literatura

- Hlaváč V., Sedláček M.: Zpracování signálů a obrazů, skriptum FEL ČVUT, Vydavatelství ČVUT, Praha 2009.



Zpracování v prostorové oblasti – Segmentace objektů v obrazu.

- Motivace,
- Použití segmentace obrazu,
- Omezení segmentace,
- Segmentace,
 - Částečná,
 - Kompletní.



Zpracování v prostorové oblasti – Segmentace objektů v obrazu.

- Základní přístupy k segmentaci:
 - Pomocí prahování,
 - Použití prostorové koherence,
 - Hledání vzorů,
 - Hledání neobvyklých jevů.



Zpracování v prostorové oblasti – Segmentace objektů v obrazu.

Doporučená literatura

- Hlaváč V., Sedláček M.: Zpracování signálů a obrazů, skriptum FEL ČVUT, Vydavatelství ČVUT, Praha 2009.



Principy MR zobrazování, gradienty. Prostorové kódování, rozlišení, pulzní sekvence.

- Magnetický dipólový moment,
- Atomové jádro v magnetickém poli,
- Larmorova frekvence,
- Rezonance,
- Relaxační časy.



Principy MR zobrazování, gradienty. Prostorové kódování, rozlišení, pulzní sekvence.

- Prostorové kódování,
- Magnetický gradient,
- Prostorové rozlišení,
- Pulzní frekvence,
- Použití kontrastních látek.



Metody vizualizace jedno- a vícerozměrných dat.

- Analogové způsoby vizualizace.
- Digitální způsoby,
 - Multimetr,
 - Osciloskop,
 - PC.
- Vizualizace v grafech,
- Časové závislosti, logaritmické měřítko, komplexní hodnoty.



Metody vizualizace jedno- a vícerozměrných dat.

- Metoda zhuštěných spektrálních kulis (CSA)
- Vizualizace ve 3D,
 - 3D grafy,
 - 3D modely, řezy.
- 2D a 3D animace.



Děkuji za pozornost

Required

1. Proakis, J. G., Manolakis, D. G.: Introduction to Digital Signal Processing. Macmillan Publishing Company, New York 1988, ISBN 978-0029462539.
2. Šonka, M., Hlaváč, V., Boyle, R.: Image, processing, analysis and machine vision, Cengage Learning, Canada, 4th edition, 2014, ISBN: 978-1133593607.

Recommended

1. Meddins, B.: Introduction to Digital Signal Processing, Newness, 2000, ISBN: 978-0080535005.
2. Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering, John Wiley & Sons, 2006, ISBN 978-0471249672 (print), 978-0471740360 (online).



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY