

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet: Obdelava biomedicinskih signalov
Course title: Biomedical Signal Processing

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Elektrotehnika, druga stopnja, magistrski	Biomedicinska tehnika (smer)	1. letnik	Letni

Univerzitetna koda predmeta/University course code: 64213

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
45		30			75	6

Nosilec predmeta/Lecturer: Tomaž Jarm

Vrsta predmeta/Course type: Obvezni-strokovni /Compulsory professional

Jeziki/Languages:

Predavanja/Lectures:	Slovenščina
Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:

Prerequisites:

Vpis v letnik.	Enrolment in the year of the course.
----------------	--------------------------------------

Vsebina:

Izvor in vrste biomedicinskih signalov ter cilji obdelave. Slučajna spremenljivka, verjetnostne funkcije, funkcije slučajnih spremenljivk. Slučajni procesi in momentne funkcije. Korelacija, konvolucija, koherenca. Ocenjevanje statističnih veličin iz časovno omejenih signalov. Ocenjevanje stacionarnosti in ponovljivosti. Spekter močnostne gostote. Klasične na Fourierjevi transformaciji temelječe in moderne (parametrične) metode za spektralno analizo slučajnih signalov. Podatkovna okna. Modeliranje slučajnih signalov. Linearna predikcija. Lastnosti in tipični postopki za obdelavo elektrofizioloških signalov (EKG, EMG, EEG). Motnje v biomedicinskih signalih in njihovo filtriranje. Optimalno in adaptivno filtriranje. Detekcija dogodkov in valovnih oblik v biomedicinskih signalih. Cepstrum in homomorfna dekonvolucija. Časovno-frekvenčna analiza nestacionarnih signalov. Zvezna in diskretna valčna transformacija (multiresolucijska analiza). Metodi PCA in PCL.

Content (Syllabus outline):

Sources and types of biomedical signals, goals of signal processing. Random variable, probability functions, functions of random variables. Random processes, moment functions. Correlation, convolution, coherence. Parameter estimation based on time-limited random signals. Stationarity and nonstationarity of random signals, assessment of stationarity. Power spectral density and its estimates based on classical (Fourier-based) and modern approaches (based on parametric modeling of random signals). Data windows. Parametric modeling of random processes and linear prediction. Common electrophysiological signals, their properties and common signal processing approaches (EKG, EMG, EEG). Noise in biomedical signals and filtering. Optimal and adaptive filtering. Event and wavelet detection. Cepstrum and homomorphic deconvolution. Time-frequency analysis of non-stationary signals (using short-time Fourier transform and wavelet transform).

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. E.N. Bruce: Biomedical signal processing and signal modeling. Wiley-Interscience, 200
2. R.M. Rangayyan: Biomedical signal analysis: a case-study approach. Wiley-IEEE Press, 2001.
3. L. Soernmo, P. Laguna: Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Academic Press, 2005.
4. H. Stark, J.W. Woods: Probability and random processes with applications to signal processing (3rd ed.). Prentice Hall, 2002.

5. J.L. Semmlow: Biosignal and biomedical image processing: MATLAB-based applications. CRC Press, 2004.
6. T. Jarm, S. Reberšek: Obdelava biomedicinskih signalov. Založba FE in FRI, 2005.

Cilji in kompetence:

Spoznati in razumeti koncept slučajnih procesov, ki je temelj za razumevanje metod za obdelavo slučajnih signalov. Razumeti delovanje različnih metod za obdelavo biomedicinskih signalov ter prepoznati njihovo praktično uporabnost na praktičnih primerih biomedicinskih signalov različnega izvora. Pridobiti sposobnost samostojno izbrati in utemeljiti ustrezen način obdelave različnih biomedicinskih in drugih signalov slučajne narave.

Objectives and competences:

To get insight into principles of random processes in relation to signal processing applications. Understanding of theoretical background of various methods for biomedical signal processing and to recognize practical usefulness of these methods for extraction of information from common electrophysiological and other signals of biomedical origin.

Predvideni študijski rezultati:

Po uspešno opravljenem predmetu na bi bili študenti zmožni:

- Razširiti znanje in razumevanje področja obdelave signalov z determinističnih signalov na signale slučajne narave.
- Klasificirati signale glede na njihove splošne lastnosti.
- Predstaviti najpogostejše vrste signalov biomedicinskega izvora in področja uporabe teh signalov.
- Aplicirati različna matematična orodja (v programskem okolju MATLAB) za določanje klinično pomembnih značilnosti iz biomedicinskih in drugih slučajnih signalov.
- Aplicirati orodja za časovno-frekvenčno analizo nestacionarnih signalov.
- Izbrati in preučiti dodatno literaturo za reševanje konkretnega specifičnega problema bodisi samostojno ali v skupini.
- Zgraditi programsko orodje za reševanje specifičnega problema.

Intended learning outcomes:

After successful completion of the course, students should be able to:

- Expand knowledge about signal processing approaches from deterministic to random signals.
- Classify signals according to their general properties.
- Present the most commonly encountered signals of biomedical origin and application areas for these signals.
- Apply various mathematical tools (using MATLAB) for extraction of clinically relevant information from biomedical and other stochastic signals.
- Apply mathematical tools for analysis of nonstationary signals in the time-frequency domain.
- Select and analyse additional literature to solve a concrete specific problem either independently or as member of a group.
- Design a program to solve a specific problem.

Metode poučevanja in učenja:

Metode poučevanja vključujejo predavanja in praktične laboratorijske vaje. Predavanja: formalno podajanje ključnih elementov snovi podprto s projekcijo slikovnega gradiva ter demonstracijo delovanja posameznih metod. Primeri analitičnega reševanja nekaterih računskih nalog. Laboratorijske vaje: uporaba obravnavanih metod na krajših nalogah na signalih biomedicinskega izvora, ki vsaj delno izvirajo iz praktičnega izvajanja meritev pri drugih predmetih. Del laboratorijskih vaj se lahko nadomesti z obsežnejšo projektno nalogo, kjer študenti zastavljeni problem analizirajo, poiščejo dodatno literaturo, in predlagajo rešitev. Pri reševanju problema morajo integrirati različne dele obravnavane snovi.

Learning and teaching methods:

Lectures, individual practical lab work, self study. One part of lab work can be replaced by project work (individual or team assignment). Practical work involves application of methods for signal processing on real signals of biomedical origin (signals from clinical environment or students' own signals recorded during lab assignments from other courses).

Načini ocenjevanja:

Način: laboratorijske vaje (lahko delno izvedeno kot projekt), izpit (pisni ali ustni ali kombinacija obeh oblik). Ocena 5 je negativna ocena, ocene od vključno 6 do 10 so pozitivne. Pozitivna

Delež/Weight

Assessment:

Type: laboratory exercises (can be partially realized as a project), exam (written, oral or a combination of both). Negative grade is 5, positive grades: from 6 to 10. Positive

ocena laboratorijskih vaj je pogoj za pristop k izpitu. Prispevki k oceni: laboratorijske vaje izpit		evaluation of laboratory exercises is a prerequisite for the exam. Contributions to final grade: laboratory exercises exam
laboratorijske vaje	40,00 %	laboratory exercises
izpit	60,00 %	exam

Reference nosilca/Lecturer's references:

1. JARM, Tomaž, REBERŠEK, Stanislav. Obdelava biomedicinskih signalov. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2005.
2. JARM, Tomaž, ČEMAŽAR, Maja, MIKLAVČIČ, Damijan, SERŠA, Gregor. Antivascular effects of electrochemotherapy: implications in treatment of bleeding metastases. Expert rev. anticancer ther., 2010, vol. 10, no. 5, str. 729-746.
3. ŠTIRN, Igor, JARM, Tomaž, KAPUS, Venceslav, STROJNIK, Vojko. Evaluation of muscle fatigue during 100-m front crawl. European journal of applied physiology. [Online izd.], 2011, vol. 111, no. 1, str. 101-11
4. Mali B, Žulj S, Magjarević R, Miklavčič D, Jarm T. Matlab-based tool for ECG and HRV analysis. Biomed. Signal Process. Control 10: 108-116, 2014
5. MALI, Barbara, GORJUP, Vojka, EDHEMOVIĆ, Ibrahim, BRECELJ, Erik, ČEMAŽAR, Maja, SERŠA, Gregor, STRAŽIŠAR, Branka, MIKLAVČIČ, Damijan, JARM, Tomaž. Electrochemotherapy of colorectal liver metastases - an observational study of its effects on the electrocardiogram. BioMedical engineering online, vol. 14, suppl. 3, 2015.