

# Izlučivanje nelinearnih značajki iz biomedicinskih vremenskih nizova korištenjem radnog okvira HRVFrame

## *Extraction of nonlinear features from biomedical time-series using HRVFrame framework*

Alan Jović<sup>\*1</sup>, Nikola Bogunović<sup>1</sup>, Goran Krstajić<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, Hrvatska

<sup>2</sup> Poliklinika za prevenciju kardiovaskularne bolesti i rehabilitaciju, Zagreb, Hrvatska

<sup>1</sup> Faculty of Electrical Engineering and Computing, Zagreb, Croatia

<sup>2</sup> Institute for Cardiovascular Diseases Prevention and Rehabilitation, Zagreb, Croatia

Biomedicinski vremenski nizovi (BVN) kao što su srčani ritam, elektrokardiogram, elektroencefalogram, itd., obično zahtijevaju detaljnu analizu kako bi se ustanovila prisutnost poremećaja. Normalan obrazac određenog BVN često ima vrlo složeno ponašanje i sadrži nestacionarnosti koje su rezultat bioloških procesa koji se događaju u pozadini. Modeliranje normalnih obrazaca kao i obrazaca poremećaja je problematično budući da je prostor značajki beskonačan — bilo koja karakteristika vremenskog niza može se smatrati značajkom. Uobičajeni pristup za određivanje koja značajka vremenskog niza se treba analizirati je putem informirane odluke koju donosi medicinski stručnjak. Ova odluka je ponešto proizvoljna budući da u nekim slučajevima ne postoje jasne smjernice koja bi značajka trebala biti najbolja za modeliranje pojedinog obrasca BVN. Nelinearne značajke BVN kao što su: približna entropija, entropija uzorka, spektralna entropija, korelacijska dimenzija, indeks prostorne popunjenosti, fraktalna dimenzija i mnoge druge su nedavno razvijene s ciljem boljeg opisa normalnog obrasca kao i za razlikovanje normalnog obrasca od obrasca poremećaja. Prema našoj spoznaji, ne postoji slobodno dostupan alat za izlučivanje velikog broja nelinearnih značajki iz BVN. Cilj ovog rada je promovirati HRVFrame, radni okvir otvorenog koda pisan u Javi koji omogućuje korisnicima da izluče velik broj nelinearnih značajki (i određen broj standardnih linearnih značajki) iz BVN. Trenutačno, HRVFrame je ograničen na izlučivanje značajki iz srčanog ritma, ali su nadogradnje za druge BVN u planu. HRVFrame omogućuje proces nadziranog učenja i olakšava izgradnju točnog modela tako što izlučuje vektore značajki u datoteke koje se zatim mogu analizirati pomoću uobičajenih alata za dubinsku analizu podataka.

**Ključne riječi:** nelinearna dinamika, srčane aritmije, izlučivanje značajki, dubinska analiza podataka.

Biomedical time-series (BTS) such as cardiac rhythm, electrocardiogram, electroencephalogram, etc., usually require in-depth analysis in order to determine the presence of disorder. Normal pattern of a particular BTS often possesses highly complex behavior and contains non-stationarities as a result of background biological processes. Modelling of normal patterns as well as disorders is troublesome because of the indefinite feature space — as any characteristic of the time-series might be considered a feature. A usual approach to determining which feature of the time-series should be analyzed is through an informed decision by a medical professional. This decision is somewhat arbitrary because in some cases there are no clear guidelines to which feature should be considered best for modelling of a particular BTS pattern. Nonlinear features of BTS have been recently developed such as: approximate entropy, sample entropy, spectral entropy, correlation dimension, spatial filling index, fractal dimension, and many others, which aim to better describe both the normal pattern as well as to distinguish normal patterns from disorders. To our knowledge, there is no freely available tool for extraction of many nonlinear features from BTS. This work aims to promote HRVFrame, a Java based open-source framework that allows users to extract a large number of nonlinear features (and a number of standard linear features) from BTS. Currently, HRVFrame is limited to feature extraction from cardiac rhythm, but upgrades for other BTS are planned. HRVFrame enables supervised learning and facilitates accurate model construction by extracting feature vectors to files that can be analyzed by standard data mining tools.

**Keywords:** nonlinear dynamics, cardiac arrhythmia, feature extraction, data mining.

\*Corresponding author — E-mail: [alan.jovic@fer.hr](mailto:alan.jovic@fer.hr)