

# Ritminukas

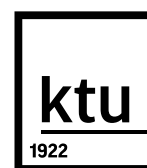


Tai kompiuterinė sistema su grafine vartotojo sąsaja (GUI), skirta širdies ritmo (ŠR) reguliavimo modelio parametrų, susijusių su kvėpuojamąja aritmija ir barorefleksu, personalizavimui konkreitiems empiriniams žmogaus psichofiziologinių duomenų įrašams ir po to išskirti liekamuosius ŠR svyravimus – kardiogramos R dantelių prasislinkimus, kurių negalima paaiškinti kvėpuojamosios aritmijos ir baroreflekso mechanizmais. Sistema taip pat apima automatinį psichofiziologinių signalų apdorojimą, elektrokardiogramos R dantelių aptikimo algoritmus, R dantelių peržiūros ir taisymo GUI, ŠR reguliavimo modelį.

Kompiuterinė sistema su ŠR modeliu sukurta įgyvendinant projektą Nr. 09.3.3-LMT-K-712-19-0228 „Kompiuterinė sistema personalizuotam širdies ritmo reguliavimo modeliavimui ir tyrimams“. Projektas finansuotas Europos socialinio fondo lėšomis pagal priemonę Nr. 09.3.3-LMT-K-712 „Mokslininkų, kitų tyrėjų, studentų mokslinės kompetencijos ugdymas per praktinę mokslinę veiklą“.



Kuriame  
Lietuvos ateitį  
2014–2020 metų  
Europos Sąjungos  
fondų investicijų  
veiksmų programa



biomedicininės  
inžinerijos  
institutas

© 2020-2023 Mindaugas Baranauskas

© 2020-2023 Kauno technologijos universitetas

## Licencija

Ši programa yra laisva. Jūs galite ją platinti ir/arba modifikuoti remdamiesi Free Software Foundation paskelbtomis GNU Bendrosios Viešosios licencijos sąlygomis: 3 licencijos versija, arba (savo nuožiūra) bet kuria vėlesne versija.

Ši programa platinama su viltimi, kad ji bus naudinga, bet BE JOKIOS GARANTIJOS; taip pat nesuteikiama jokia numanoma garantija dėl TINKAMUMO PARDUOTI ar PANAUDOTI TAM TIKRAM TIKSLU. Daugiau informacijos galite rasti pačioje GNU Bendrojoje Viešojoje licencijoje.

Jūs kartu su šia programa turėsite gauti ir GNU Bendrosios Viešosios licencijos kopiją; jei ne - žr. <<https://www.gnu.org/licenses/>>. Neoficialų GNU Bendrosios Viešosios licencijos versijos Nr. 3 vertimą į lietuvių kalbą: <[https://galubickas.lt/gplv3\\_lt/](https://galubickas.lt/gplv3_lt/)>.

Kai kurios „external“ kataloge esančios funkcijos gali turėti kitas suderinamas licencijas.

# 1. Reikalavimai sistemai

MATLAB R2020b arba aukštesnė versija su

- **Simulink**
- Signal Processing Toolbox
- Statistics and Machine Learning Toolbox
- Curve Fitting Toolbox
- Global Optimization Toolbox
- Parallel Computing Toolbox (nebūtina, bet primygtinai rekomenduojama)

# 2. Palaikomi psichofiziologinių duomenų formatai

„Ritminukas“ gali nuskaityti:

- **European Data Format (EDF)** arba EDF+ per MATLAB *edfinfo* ir *edfread* funkcijas (šios įtrauktos į „Signal Processing Toolbox“ tik nuo MATLAB R2020b);
- **BIOPAC** eksportuotosios į MATLAB **MAT** rinkmenos;
- **BIOPAC ACQ** per išorinę *load\_acq* funkciją (tačiau glaudinimas nepalaikomas);
- **EEGLAB SET** ir kitos rinkmenos (kai EEGLAB įdiegtas sistemoje – jo nėra „Ritminuke“) – kitų formatų palaikymas priklauso nuo į EEGLAB įdiegtų papildinių<sup>1</sup>, pvz., BIOSIG<sup>2</sup>, FILEIO<sup>3</sup>.

# 3. Širdies ritmo reguliavimo modelis

Sistema su GUI gali matyti ir naudoti bet kokius ŠR reguliavimo modelius ir jų versijas, kurių pradžioje yra žodis „ritminukas“. Norėdami sužinoti konkretaus modelio parametrus, ieškokite pridedamų TXT rinkmenų arba pagrindiniame „Ritminuko“ lange užvesdami pelės žymeklį virš mygtuko „Modelio parametrai“ skaitykite debesėlyje išskylančius paaiškinimus.

Numatytuoju atveju ŠR modelio **įvedime** yra:

- tikrųjų EKG R dantelių išsidėstymas laike (*Rt*);
- kvėpavimo signalas (*kvepavimas*);
- kraujo spaudimo signalas (*abp*);

ŠR modelis **išveda**:

- sumodeliuotų R dantelių laikus (*Rtm*) ir
- simpatinį nervų aktyvumą (*SNA* arba *MSNA* – kaip *timeseries* tipo kintamąjį).

1 Žr. [https://sccn.ucsd.edu/eeglab/plugin\\_uploader/plugin\\_list\\_all.php](https://sccn.ucsd.edu/eeglab/plugin_uploader/plugin_list_all.php)

2 Taip pat žr. <http://biosig.sourceforge.net/>

3 Taip pat žr. <https://www.fieldtriptoolbox.org/development/module/fileio/>

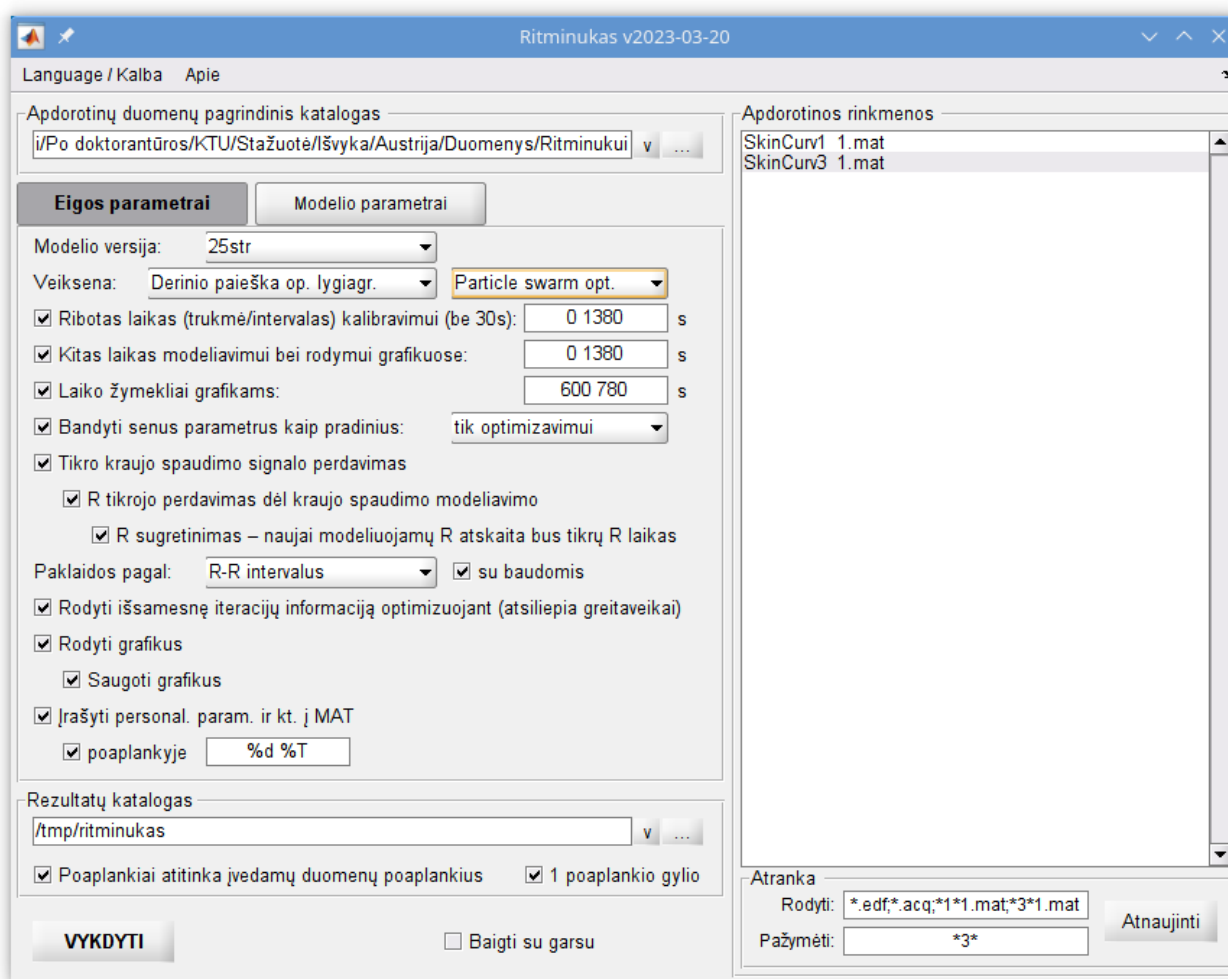
Numatyta ŠR modelyje įgyvendintas tikrųjų ir modeliuojamų R dantelių sugretinimas, kuris reikalingas tolesniam liekamųjų ŠR svyravimų – sumodeliuotų R dantelių poslinkių tikrųjų R dantelių atžvilgiu – išgavimui už modelio ribų.

Taigi tyrėjai gali susikurti kitą naują arba tobulinti esamą ŠR modelį bei išsaugoti kaip kitą jo versiją ir ŠR modelio personalizavimui naudoti tą pačią „Ritminuko“ GUI.

## 4. Naudojimas

Norėdami paleisti „Ritminuko“ GUI, MATLAB programoje įvykdykite **RITMINUKAS\_GUI**.

Tuomet galėsite pasirinkti psichofiziologinių duomenų rinkinius, ŠR reguliavimo modelį, konfigūruoti darbo eigos (žr. 1 pav.) bei ŠR modelio parametrus (žr. 2 pav.), pasirinkti išvestis ir jų vietą (rezultatų katalogą). Dauguma parinkčių turėtų būti savaime suprantamos.



1 pav. Pagrindinis „Ritminuko“ langas su skydeliu darbo eigai konfigūruoti.

Ritminukas v2023-03-20

Language / Kalba Apie

Apdorotinių duomenų pagrindinis katalogas  
i:/Po doktorantūros/KTU/Stažuotė/Išvyka/Austrija/Duomenys/Ritminukai v ...

Eigos parametrai **Modelio parametrai**

	Pradinė	Apatinė	Viršutinė	Kintamas
HRbasal	89.6000	81.6000	97.6000	<input checked="" type="checkbox"/>
Ssmpt	0	0	0	<input type="checkbox"/>
Sparas	0.1000	0	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Drsa	0.7000	0.4000	2.5000	<input checked="" type="checkbox"/>
Krsa	0.5000	0	2	<input checked="" type="checkbox"/>
Trsa	0	0	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Arvlm_sp	0.8000	0	5	<input checked="" type="checkbox"/>
Arvlm_mx	0.0500	1.0000e-03	0.5000	<input checked="" type="checkbox"/>
Kcvlm	5	0	30	<input checked="" type="checkbox"/>
Dcvlm	0.5000	0.1000	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Ks	3	0	10	<input checked="" type="checkbox"/>
Pk	0.5000	0	5	<input checked="" type="checkbox"/>
Kb	0.5000	0.0100	10	<input checked="" type="checkbox"/>
Peq	92	80	100	<input checked="" type="checkbox"/>
Kab	11.7580	1	50	<input checked="" type="checkbox"/>
Bmax	1	0	5	<input checked="" type="checkbox"/>

HRbasal pagal amžių  = 89.6 k/min; SD ~ 8 k/min Nustatyti

☒ Pirminį HRbasal nustatyti pagal amžių (jei žinomas) automatiškai

Rezultatų katalogas  
/tmp/ritminukas v ...

☒ Poaplinkiai atitinka įvedamų duomenų poaplinkius ☒ 1 poaplinkio gylio

**VYKDYTI** ☐ Baigti su garsu

Apdorotinos rinkmenos  
SkinCurv1 1.mat  
SkinCurv3 1.mat

Atranka  
Rodyti: \*.edf;\*.acq;\*.mat;\*.3\*.mat  
Pažymėti: \*3\* Atnaujinti

2 pav. „Ritminuko“ langas su skydeliu širdies ritmo modelio parametrus konfigūruoti.

„Ritminukas“ turi kelias darbo **eigos veiksenas**:

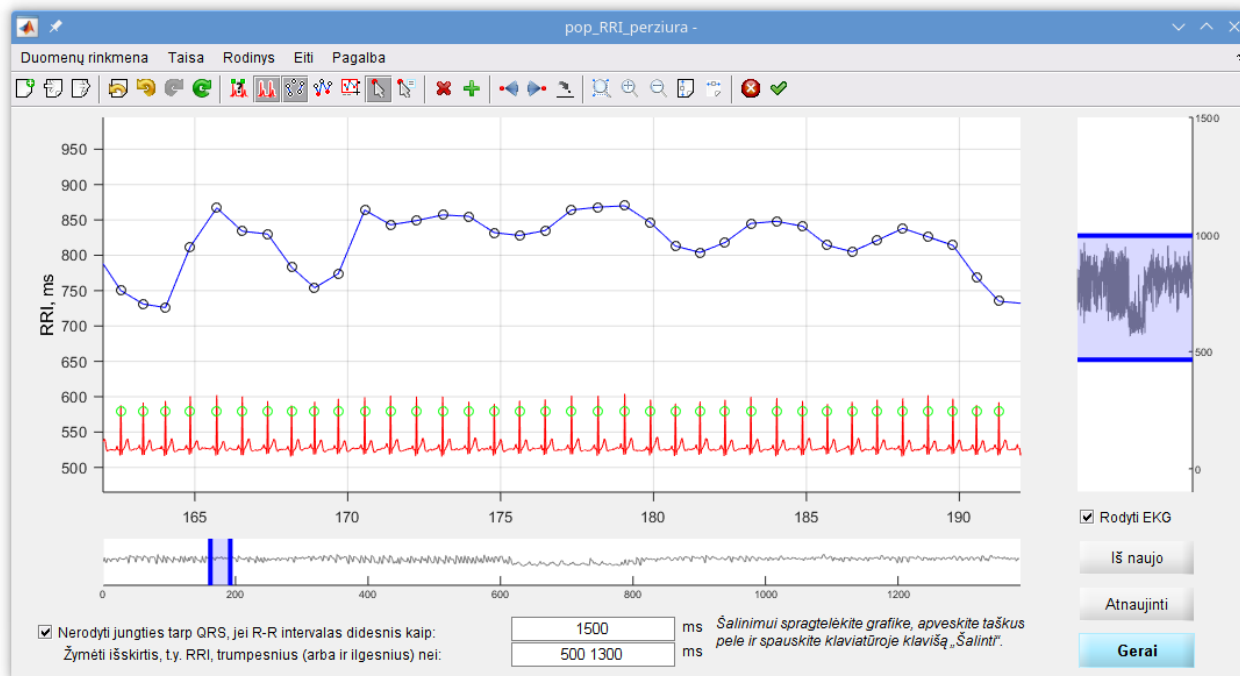
- „Vienas tikslus“ – ŠR modelio paleidimas tik vieną kartą, o modelio parametrus naudojamos parametrų lentelės reikšmės iš „pradinių“ reikšmių stulpelio (žr. 2 pav.).
- „Derinio paieška op. lygiagr.“ – automatizuotas ŠR reguliavimo modelio personalizavimas pagal parametrų lentelėje naudotojo nustatytas parametrų apatines ir viršutines ribas (žr. 2 pav.); ši veiksmas gali išbandyti tūkstančius parametrų rinkinių atitinkamą kartų paleisdamas ŠR modelį. Jei įmanoma, optimizavimas vyksta lygiagrečiuose procesuose – taip gerokai sutrumpėja skaičiavimų trukmė. Galite pasirinkti vieną iš šių MATLAB optimizavimo algoritmų: *Pattern search*, *Surrogate optimization*, *Particle swarm optimization*, *Genetic algorithm*, *Nonlinear programming*, *MultiStart* arba *GlobalSearch*.
- „Derinio paieška optimizavimui“ yra beveik tokia pati veiksmas kaip aukščiau aprašyta „Derinio paieška op. lygiagr.“, tačiau optimizavimas bus atliekamas kaip vienas nuoseklus procesas (nėra lygiagrečių procesų), tad prireiks daugiau laiko gaunant tuos pačius rezultatus. Ji gali praversti norint matyti kiekvieno išbandomo atvejo rezultatus gyvai.

- „Rankinė (tik įkelti duomenis)“ – į MATLAB darbo erdvę kaip „SimIn“ objektą iš anksto įkels parametrus, naudotojo įvestus kaip „pradines“ ŠR modelio reikšmes (žr. 2 pav.) ir nuskaitytuosius psichofiziologinius duomenis, tačiau nebus paleidžiamas ŠR modelis.
- „Tik simuliacija“ – įkels parametrus ir duomenis (kaip ir „Rankinė (tik įkelti duomenis)“ veiksenos atveju), atidarys Simulink modelį, paleis jį ir išsaugos „SimOut“ objektą MATLAB darbo erdvėje. Tačiau ši veiksmas neatliks jokių darbų už modelio ribų, pvz. : nei paklaidų įvertinimo, nei R dantelių sugretinimo taisymo, nei bus kuriami grafikai.
- „Tik nuskaityti senus rezultatus“ – perskaityti anksčiau išsaugotus personalizuotus sprendimus; ŠR modelis nebus paleistas.

Norėdami paleisti sukonfigūruotą darbą, spauskite „VYKDYTI“.

Jei jūsų pasirinktas psichofiziologinis duomenų rinkinys dar nebuvo naudojamas, atsivers dialogo langas (žr. 3 pav.), kuriame bus rodomi EKG R dantelių laikai („R laikai“) – peržiūrėkite ir, jei reikia reikia, pataisykite juos. Jei išsaugosite, bet ateityje norėsite dar pataisyti šiuos „R laikus“, atidarykite `pop_RRI_perziura`, importuokite RRT rinkmeną, pakoreguokite R dantelius ir perrašykite rinkmeną eksportuodami pataisytus duomenis.

Pasibaigus darbui rezultatų kataloge rasite TXT rinkmeną su optimizuotais rezultatais ir, jei pasirinkote, papildomus grafikus; taip pat (priklausomai nuo konfigūracijos) įvedimo kataloge šalia psichofiziologinių duomenų rasite optimizuotus/asmeninius ŠR modelio parametrus MAT rinkmenoje pakartotiniam naudojimui (įvedimui) su „Ritminuku“.



**3 pav.** Interaktyvus „`pop_RRI_perziura`“ dialogas EKG R dantelių peržiūrai ir taisymui.