

Balso kokybės vertinimo metodika balso klosčių sutrikimams aptikti

PARENGĖ: M. DANILOVAITĖ

VADOVAS: DR. G. TAMULEVIČIUS



Informacija apie disertaciją

- ▶ **Doktorantūros pradžios ir pabaigos metai**
 - ▶ 2020-2026
- ▶ **Studijų metai**
 - ▶ 2025-2026 (4-ieji)

Informacija apie disertaciją

► **Tyrimo objektas**

- Balso klosčių funkcionalumas, būklės vertinimas akustiniais metodais.

► **Tyrimo tikslai**

- Suformuluoti balso klosčių būklės vertinimo metodiką, leidžiančią atlikti ankstyvąją sutrikimų diagnostiką, balso kokybės vertinimą.

► **Tyrimo uždaviniai**

- Plačiausiai naudojamų būklės vertinimo metodų analizė.
- Plačiausiai naudojamų metodų eksperimentinis palyginamasis tyrimas.
- Naujos būklės vertinimo metodikos formulavimas ir eksperimentinis tyrimas.

Visų studijų planas ir jo vykdymo suvestinė

Studijų metai	Egzaminai		Dalyvavimas konferencijose		Publikacijos		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2020/2021)	1	1		1 (V), 1 (T)			
II (2021/2022)	1	1	1	1 (T)			
III (2023/2024)	2	2	1	-	1 (Q4)	-	
IV (2024/2025)	1		2	1 (T)	1 (Q3) + 1 (Q4) (skola)	1 (Q3)	vykdoma

Ataskaitinių metų darbo planas ir jo įvykdymas

Egzaminai		Dalyvavimas konferencijose		Publikacijos	
Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta
		2	CIEES 2025, skolų nėra – planas pasivytas	1 + 1 (skola iš III metų)	1 pateiktas Language and Speech žurnalui, 1 baigiamas

Visų mokslo tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje): 1.1. Patologinių balsų duomenų bazių apžvalga. 1.2. Balso kokybės vertinimo metodų, kokybės požymių ir kriterijų apžvalga bei analizė. 1.3. Balso klosčių veiklos sutrikimo aptikimo akustiniais metodais tyrimų apžvalga ir analizė. 1.4. Analizės rezultatų apibendrinimas, metodologinių problemų suformulavimas balso kokybės vertinimo ir balso klosčių veiklos sutrikimų aptikimo srityse. 1.5. Tyrimų tikslų ir užduočių suformulavimas, tyrimo metodikos sudarymas.	2020 m. spalio mėn. – 2022 m. gegužės mėn.	Paruoštas straipsnis publikacijai. Straipsnis išspausdintas 2023 pavasarį.

Visų mokslo tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
Mokslinio tyrimo vykdymas: 2.1. Teorinis tyrimas 2.2. Empirinis tyrimas	2021 m. lapkričio mėn. – 2023 m. rugsėjo mėn. 2023 m. spalio mėn.– 2026 m. balandžio mėn.	Duomenų ruošimas ir vertinimas pritaikius tikimybių, statistinio modeliavimo ir informacijos teorijas. Apibrėžti modelių apibendrinamumą ribojantys faktoriai. Pritaikytas paaiškinamas konvoliucinis neuronų tinklų modelis.
Atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas	2026 m. gegužės mėn. – 2026 m. rugpjūčio mėn.	
Daktaro disertacijos parengimas ir svarstymas padalinyje	2026 m. liepa mėn.	
Daktaro disertacijos gynimas	2026 m. spalio mėn.	

Mokslo rezultatai (2025 ruduo-2026 žiema)

- ▶ **Tikslas:** Pradėti empirinį tyrimą.
- ▶ **Uždaviniai:**
 - ▶ Įvertinus duomenų rinkinių specifiką, apibrėžti klasifikavimo strategiją.
 - ▶ Išbandyti apibrėžtą strategiją.

Mokslo rezultatai (2025 ruduo-2026 žiema)

- ▶ Iširtos patologinių balsų įrašų duomenų bazės *HUPA, SVD, PVQD, VOICED*.
- ▶ Rasti **skirtumai** tarp **lyčių**, **klasių** ir svarbiausia **duomenų bazių** pasinaudojus neparametriniais statistinės analizės metodais.
- ▶ Remiantis gautais analizės rezultatais, formuoti požymių rinkiniai.
- ▶ Požymių rinkiniai įvertinti pritaikius paaiškinamą konvoliucinį neuronų tinklą.

Neparametrinė analizė

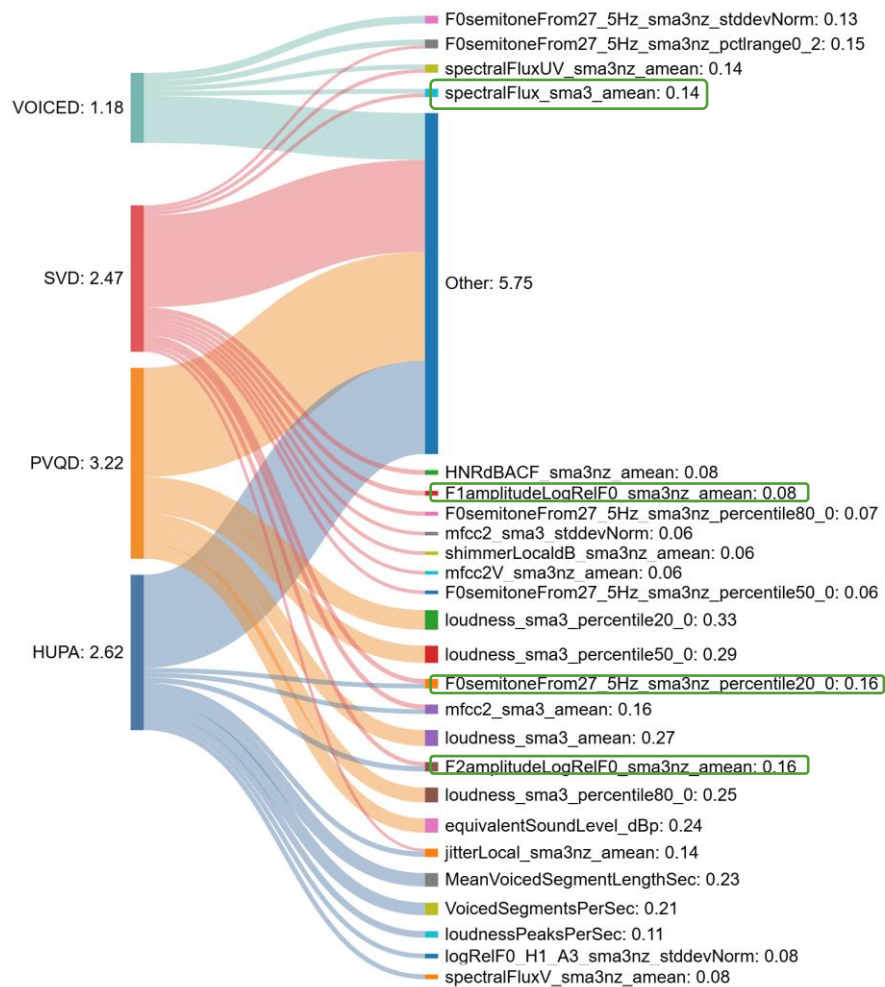
Pritaikytas *Mutual Information* įvertis – leidžia įvertinti abipusę priklausomybę tarp kintamųjų. Pasirinktas, nes nereikalauja prielaidų apie duomenis ir jų netiesiškumą.

$$MI(X, Y) = \int \int f_{XY}(x, y) \log\left(\frac{f_{XY}(x, y)}{f_X(x)f_Y(y)}\right) dx dy$$

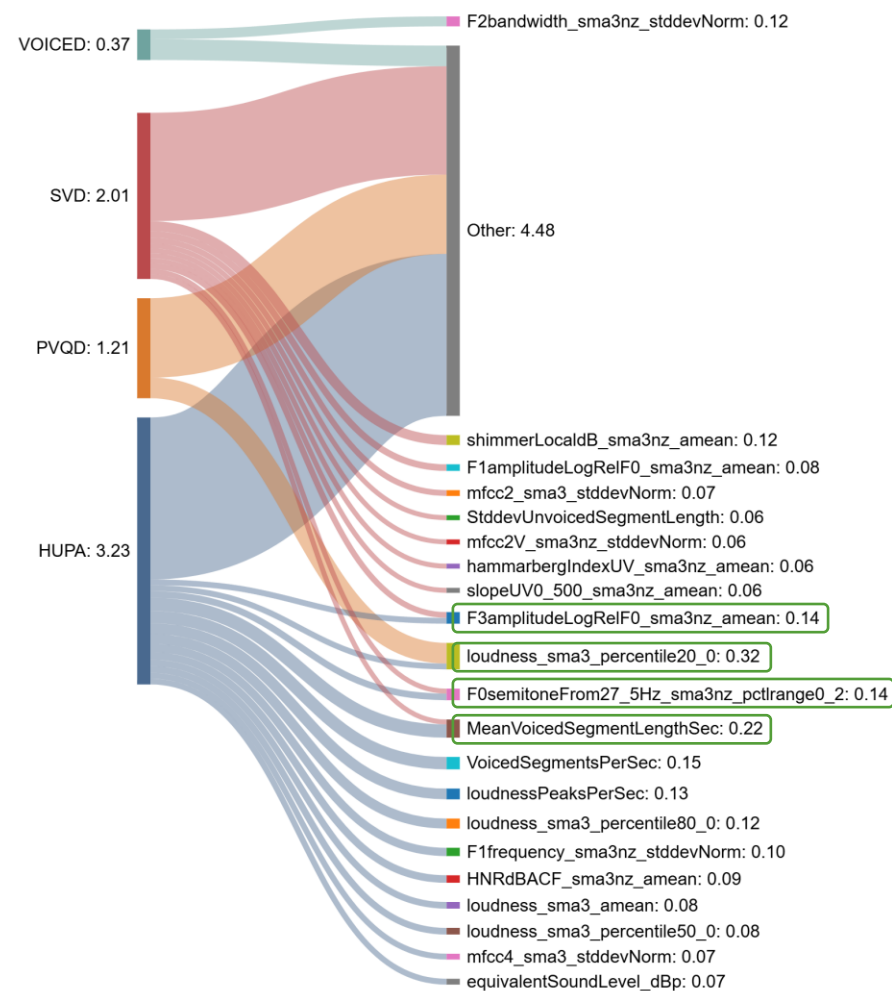
Gautos vertės patikrintos *Permutacijos* testu – atsitiktinai keičiant žymas (pvz., lyties, duomenų bazės ar balso būklės), įvertinimas skirtumas su *MI* įverčiu, kai žymos yra tikrosios.

Balso būklės identifikatoriai, kai kalbėtojai atskirti lytimis ir duomenų bazėmis

11



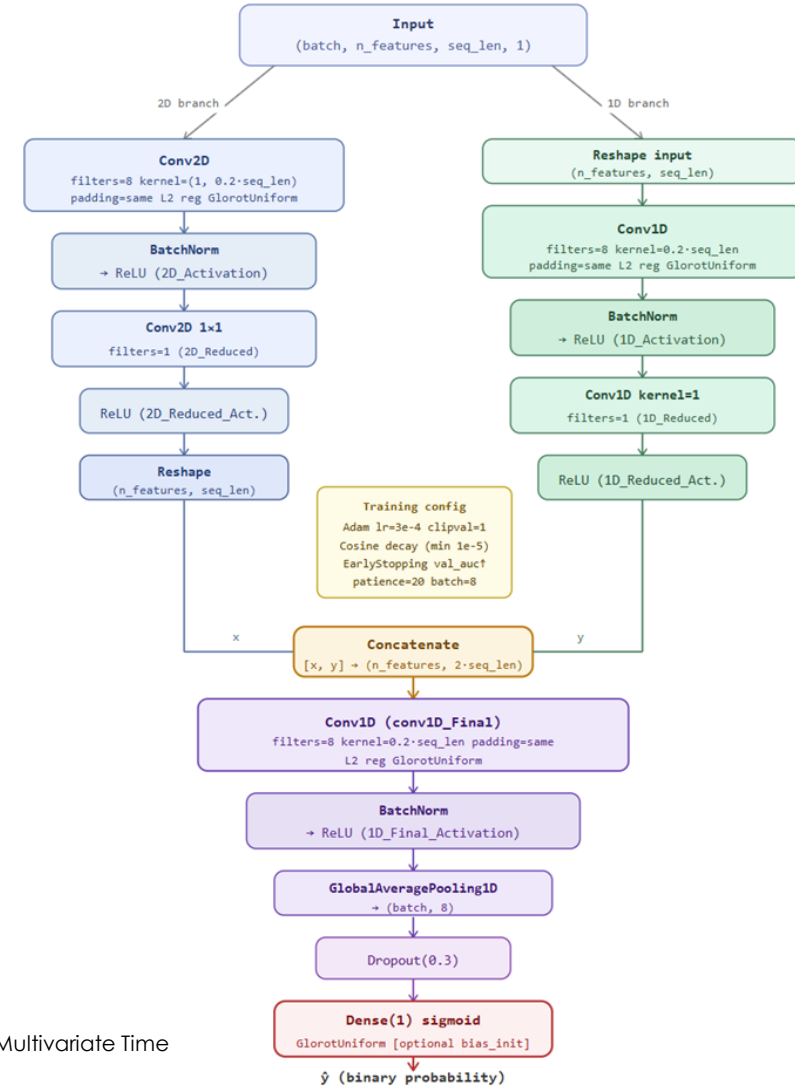
Moterys



Vyrai

Naudoto klasifikatoriaus struktūra sukurta remiantis **eXplainable Convolutional neural network for Multivariate time series classification (XCM)**.

Duomenys – vienodo ilgio laiko eilučių matricos (panaudota interpoliacija ir diskretizavimas).



Moterys (GPU)

Brute force

6373 features

Test AUC 0.717 ± 0.011

Val AUC 0.753 ± 0.025

Val-test gap 0.036

AUC 0.713 Acc 0.621 F1 0.664

Prec 0.604 Rec 0.738 Spec 0.500

Brier 0.2219

Training time (5 folds) 06 min. 54 s

eGeMAPS

88 features

Test AUC 0.684 ± 0.020

Val AUC 0.696 ± 0.026

Val-test gap 0.012

AUC 0.691 Acc 0.593 F1 0.646

Prec 0.579 Rec 0.730 Spec 0.451

Brier 0.2260

Training time (5 folds) 2 min. 35 s

Minimal

4 features

Test AUC 0.712 ± 0.017

Val AUC 0.736 ± 0.034

Val-test gap 0.024

AUC 0.708 Acc 0.649 F1 0.709

Prec 0.613 Rec 0.841 Spec 0.451

Brier 0.2251

Training time (5 folds) 2 min. 39s

Vyrai (GPU)

Brute force

6373 features

Test AUC 0.820 ± 0.031

Val AUC 0.816 ± 0.035

Val-test gap -0.004

AUC 0.786 Acc 0.698 F1 0.704

Prec 0.639 Rec 0.784 Spec 0.625

Brier 0.2270

Training time (5 folds) 07 min. 33 s

eGeMAPS

88 features

Test AUC 0.728 ± 0.019

Val AUC 0.732 ± 0.067

Val-test gap 0.004

AUC 0.696 Acc 0.640 F1 0.646

Prec 0.589 Rec 0.716 Spec 0.577

Brier 0.2360

Training time (5 folds) 2 min. 17 s

Minimal

5 features

Test AUC 0.686 ± 0.009

Val AUC 0.763 ± 0.044

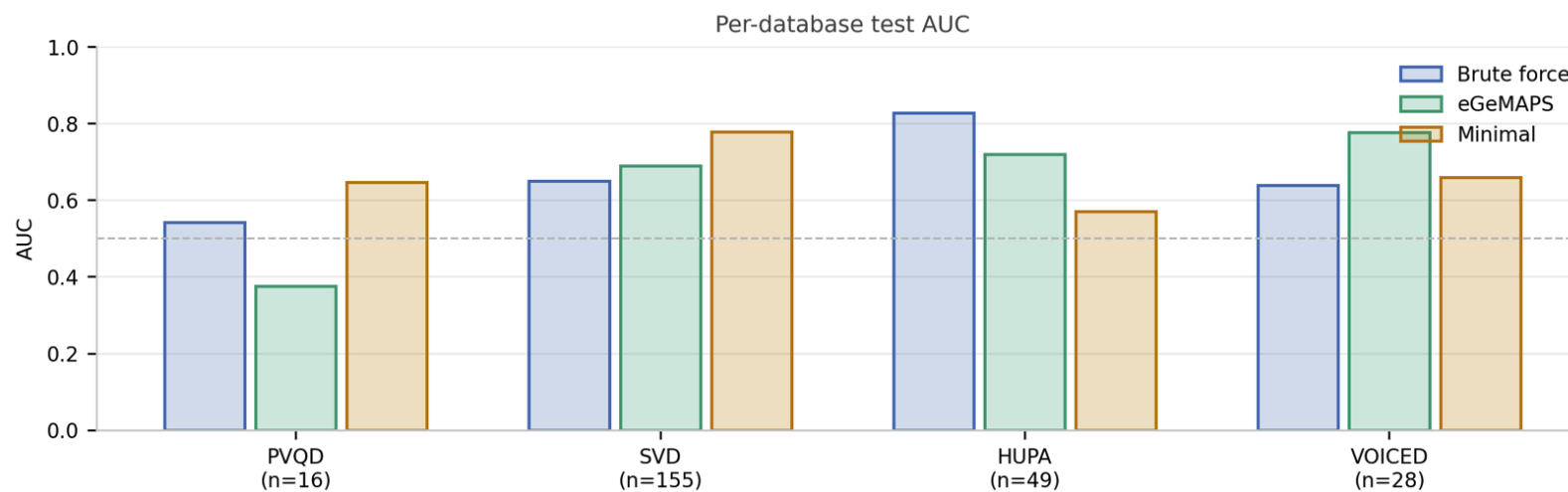
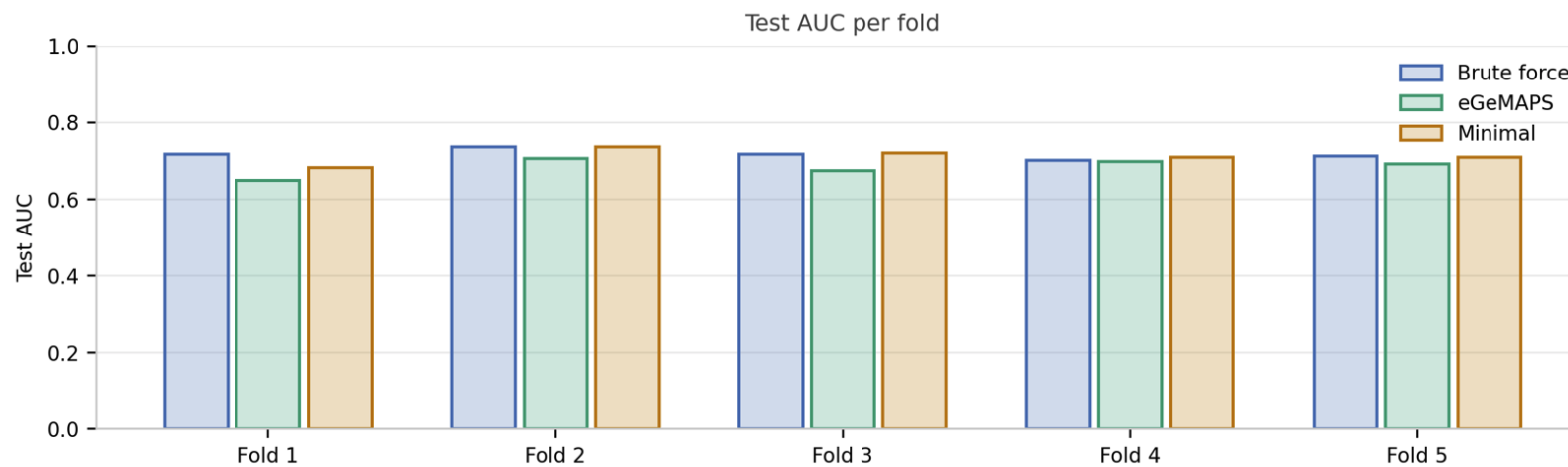
Val-test gap 0.077

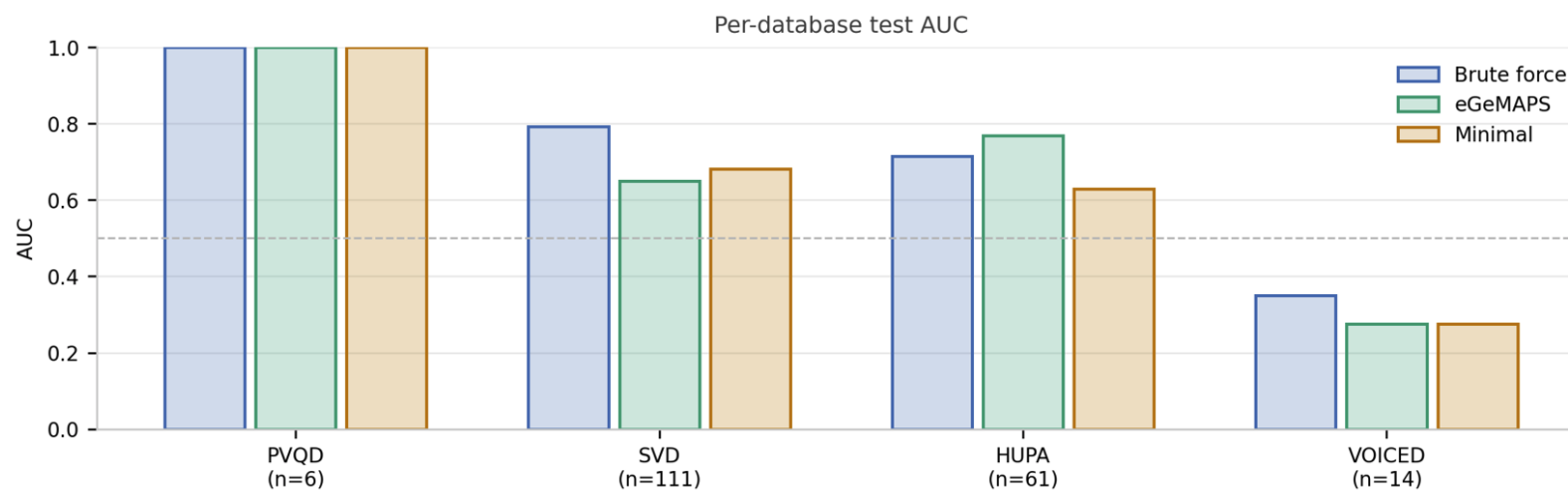
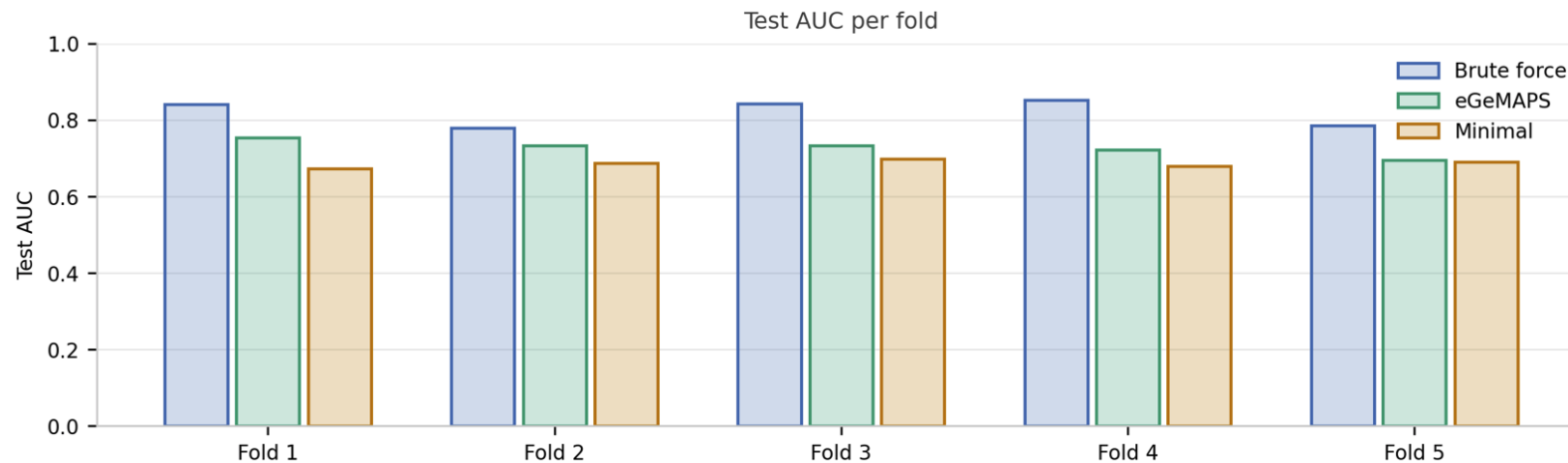
AUC 0.690 Acc 0.656 F1 0.612

Prec 0.634 Rec 0.591 Spec 0.712

Brier 0.2257

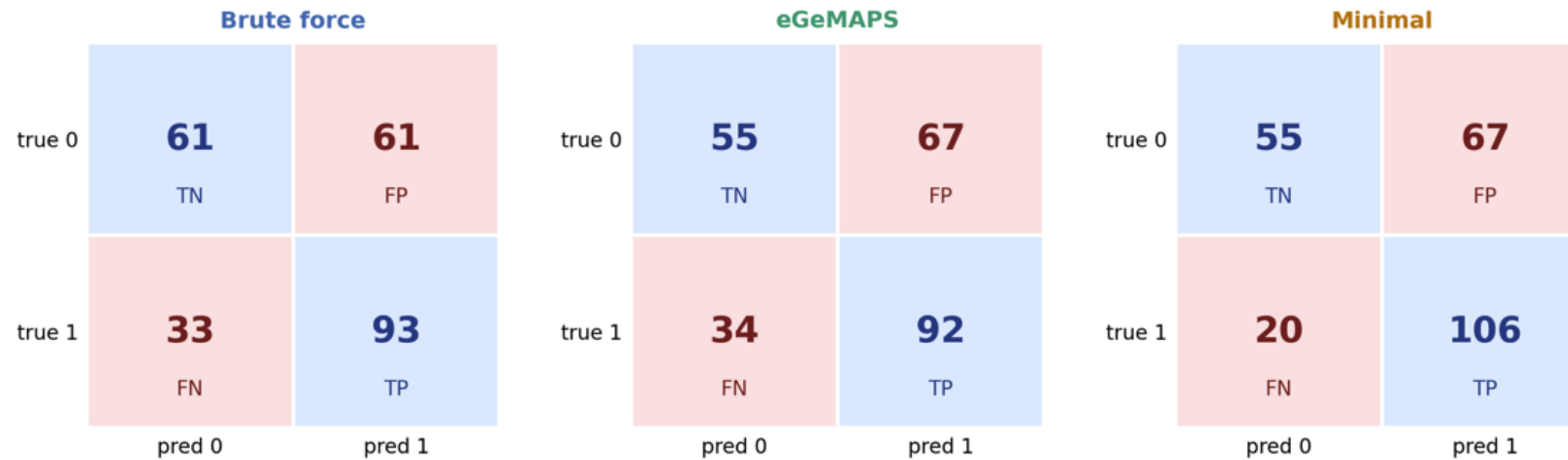
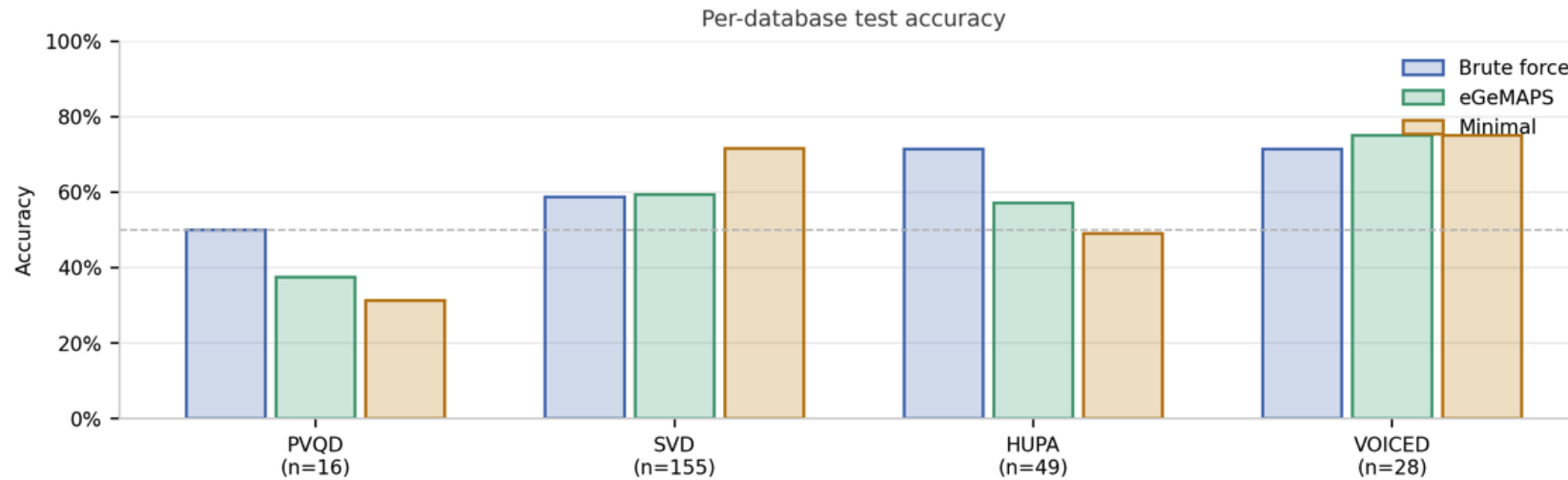
Training time (5 folds) 2 min. 31s

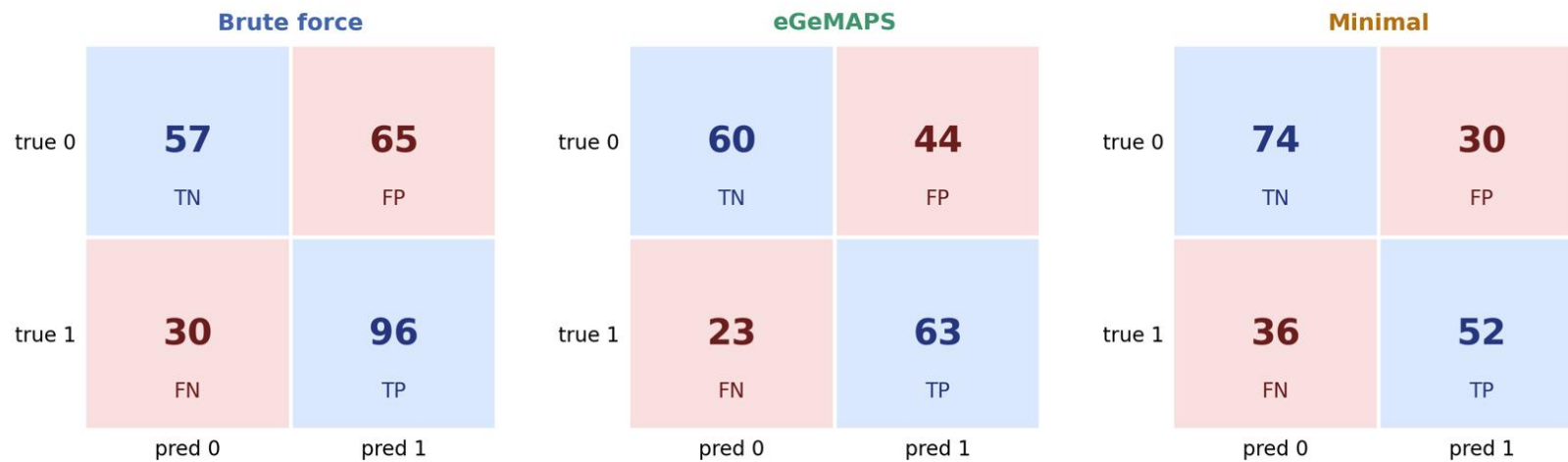
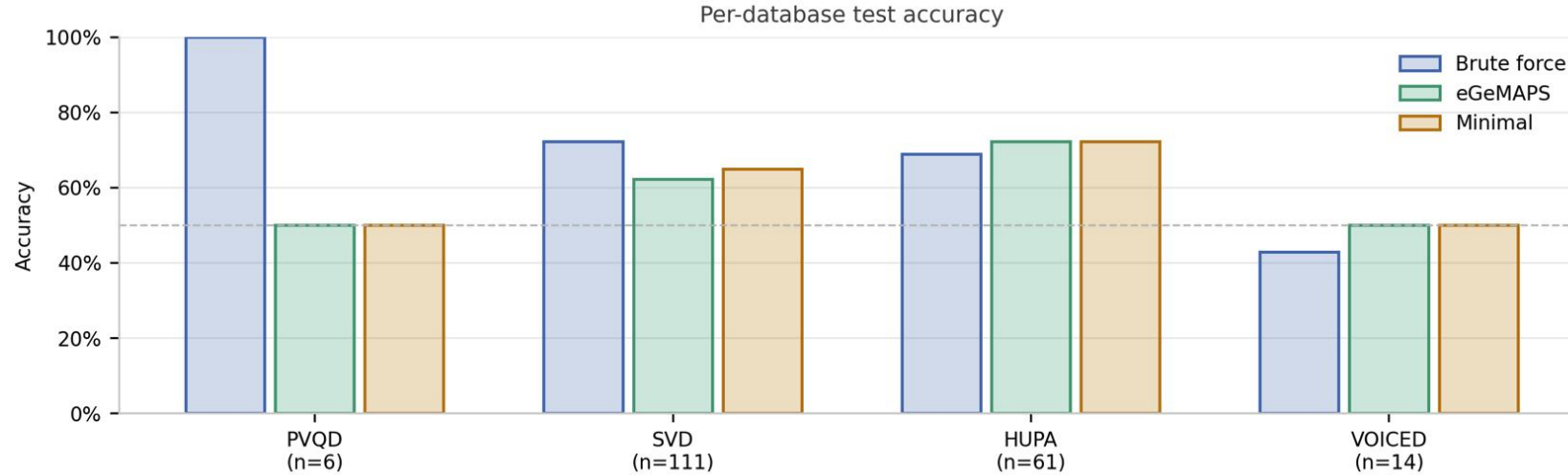




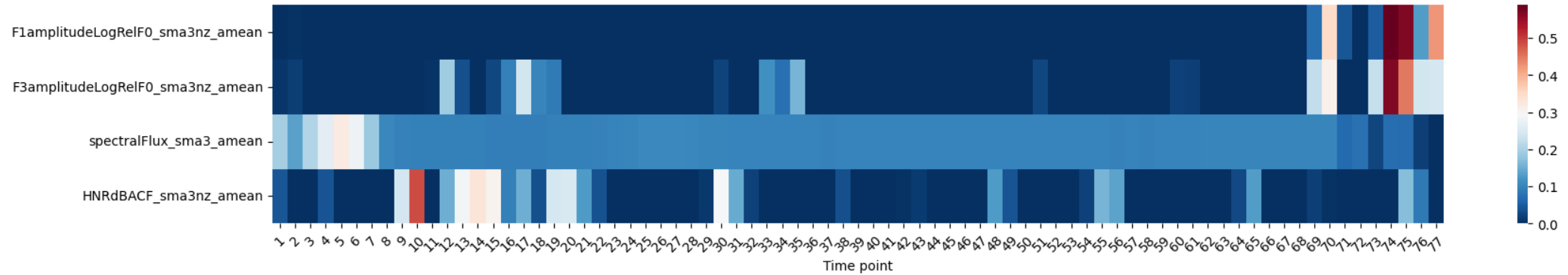
Moterys, modelių testas

16

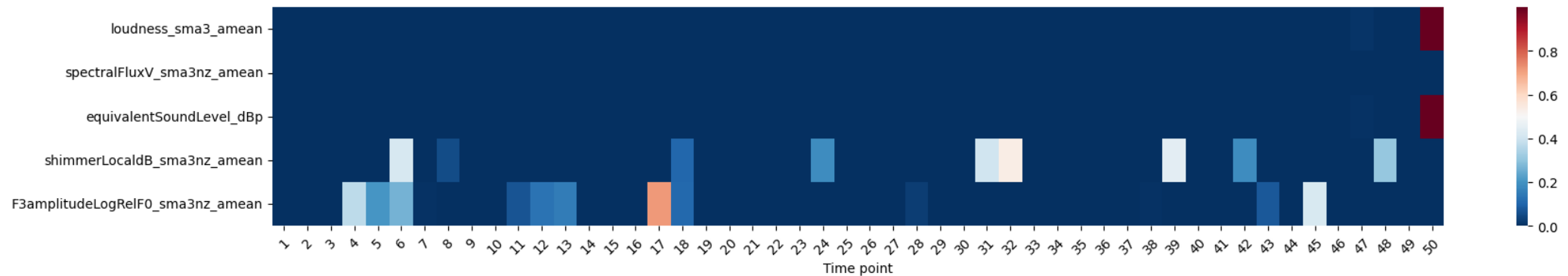




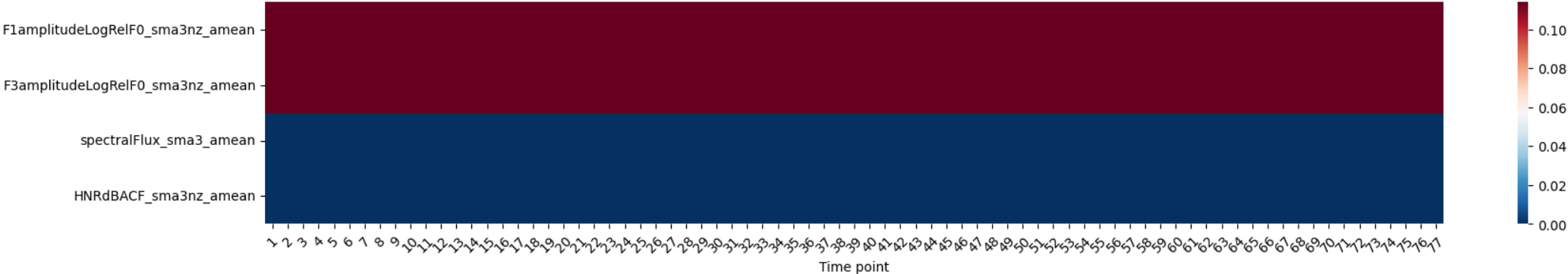
Moterys



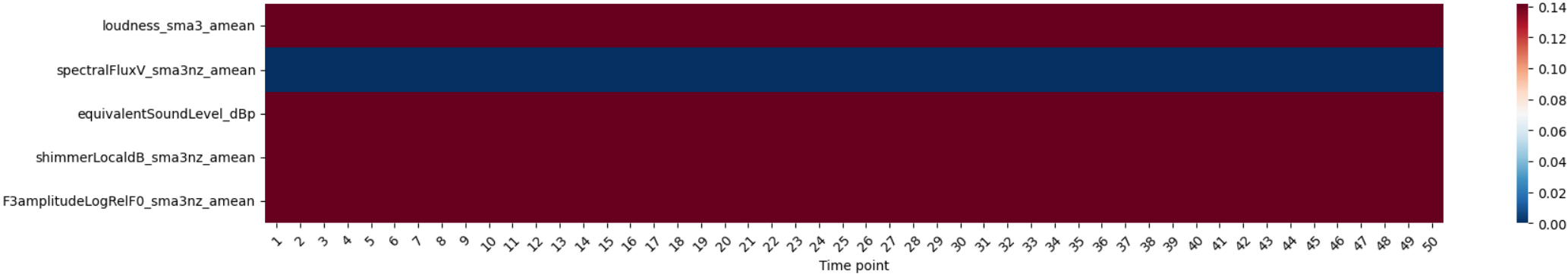
Vyrai



Moterys



Vyrai



Mokslo rezultatai (2025 ruduo-2026 žiema)

Patologijų aptikimui moterų balsuose pakanka kelių reikšmingų požymių atrinktų iš eGeMAPs. Tuo tarpu vyrų atveju, reikšmingi požymiai iš eGeMAPs buvo nenaudingi – naudojant „Brute force“ rinkinį, buvo pasiekti geresni rezultatai. Norint geriau apibūdinti patologinius vyriškus balsus, reikia pritaikyti MI analizę „Brute force“ rinkiniui.

Pacientai iš tam tikrų duomenų bazių yra prastai klasifikuojami. Moterims tai buvo PVQD (78% sveikų balsų įrašai, likę – patologiniai), o vyrams – VOICED (30% patologinių balsų, likę yra sveikų balsų įrašai).

Gautų rezultatų nėra su kuo palyginti – moderniuose tyrimuose modeliai įprastai mokomi ir tikrinami iš tos pačios duomenų bazės duomenų. Rasti keli pavyzdžiai iš senesnių tyrimų rodo, kad duomenų bazių kombinacijos blogina rezultatus.

Like darbai

- ▶ Pabaigti straipsnį remiantis empirinio tyrimo rezultatais.
- ▶ Apsiginti disertaciją.

Ačiū už dėmesį
