

# Balso kokybės vertinimo metodika balso klosčių sutrikimams aptikti

PARENGĖ: M. DANILOVAITĖ

VADOVAS: DR. G. TAMULEVIČIUS



# Informacija apie disertaciją

- ▶ **Doktorantūros pradžios ir pabaigos metai**
  - ▶ 2020-2025
- ▶ **Studijų metai**
  - ▶ 2024-2025 (4-ieji)

# Informacija apie disertaciją

## ► **Tyrimo objektas**

- Balso klosčių funkcionalumo, 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   |
| <b>I (2020/2021)</b>   | 1         | 1        |                            | 1 (V), 1 (T) |              |          |         |
| <b>II (2021/2022)</b>  | 1         | 1        | 1                          | 1 (T)        | 1            | -        |         |
| <b>III (2023/2024)</b> | 2         | 2        | 1                          | -            | 1            | -        |         |
| <b>IV (2024/2025)</b>  | 1         |          | 2                          |              | 1            | -        | vykdoma |

# Ataskaitinių metų darbo planas ir jo įvykdymas

| Egzaminai                                                  |          | Dalyvavimas konferencijose |          | Publikacijos |          |
|------------------------------------------------------------|----------|----------------------------|----------|--------------|----------|
| Planas                                                     | Įvykdyta | Planas                     | Įvykdyta | Planas       | Įvykdyta |
| Netiesiniai statistikos modeliai masinių duomenų analizėje | 1        | 1                          | -        | 1            | -        |
| Daugiamačių duomenų vizualizavimo metodai                  | 1        |                            |          |              |          |

# Visų mokslo tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

| Darbo pavadinimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Atlikimo terminai                          | Pastabos                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <p>Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):</p> <p>1.1. Patologinių balsų duomenų bazių apžvalga.</p> <p>1.2. Balso kokybės vertinimo metodų, kokybės požymių ir kriterijų apžvalga bei analizė.</p> <p>1.3. Balso klosčių veiklos sutrikimo aptikimo akustiniais metodais tyrimų apžvalga ir analizė.</p> <p>1.4. Analizės rezultatų apibendrinimas, metodologinių problemų suformulavimas balso kokybės vertinimo ir balso klosčių veiklos sutrikimų aptikimo srityse.</p> <p>1.5. Tyrimų tikslų ir užduočių suformulavimas, tyrimo metodikos sudarymas.</p> | 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                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mokslinio tyrimo vykdymas:</b>                                                                                   |                                               |                                                                                                                                                                        |
| <b>2.1. Teorinis tyrimas</b>                                                                                        | 2021 m. lapkričio mėn. – 2023 m. rugsėjo mėn. | Remiantis netiesiniais statistikos modeliavimo žiniomis ir daugiamačių duomenų tyrybos metodais, ieškomas požymių rinkinys, kad įvertinti balso klosčių funkcionalumą. |
| <b>2.2. Empirinis tyrimas</b>                                                                                       | 2023 m. spalio mėn. – 2024 m. rugsėjo mėn.    |                                                                                                                                                                        |
| <b>Atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas</b> | 2025 m. sausio mėn. – 2025 m. gegužės mėn.    |                                                                                                                                                                        |
| <b>Daktaro disertacijos parengimas ir svarstymas padalinyje</b>                                                     | 2025 m. birželio mėn.                         |                                                                                                                                                                        |
| <b>Daktaro disertacijos gynimas</b>                                                                                 | 2025 m. rugsėjo mėn.                          |                                                                                                                                                                        |

# Mokslo rezultatai (2024 rudenio-2025 žiema)

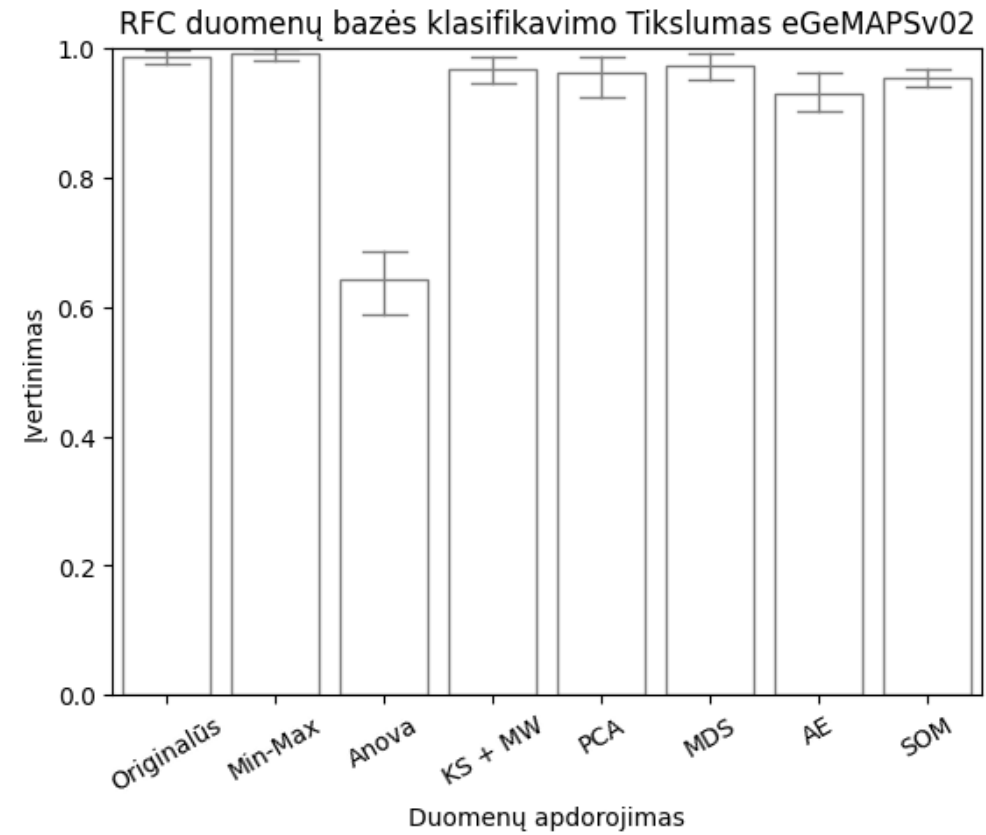
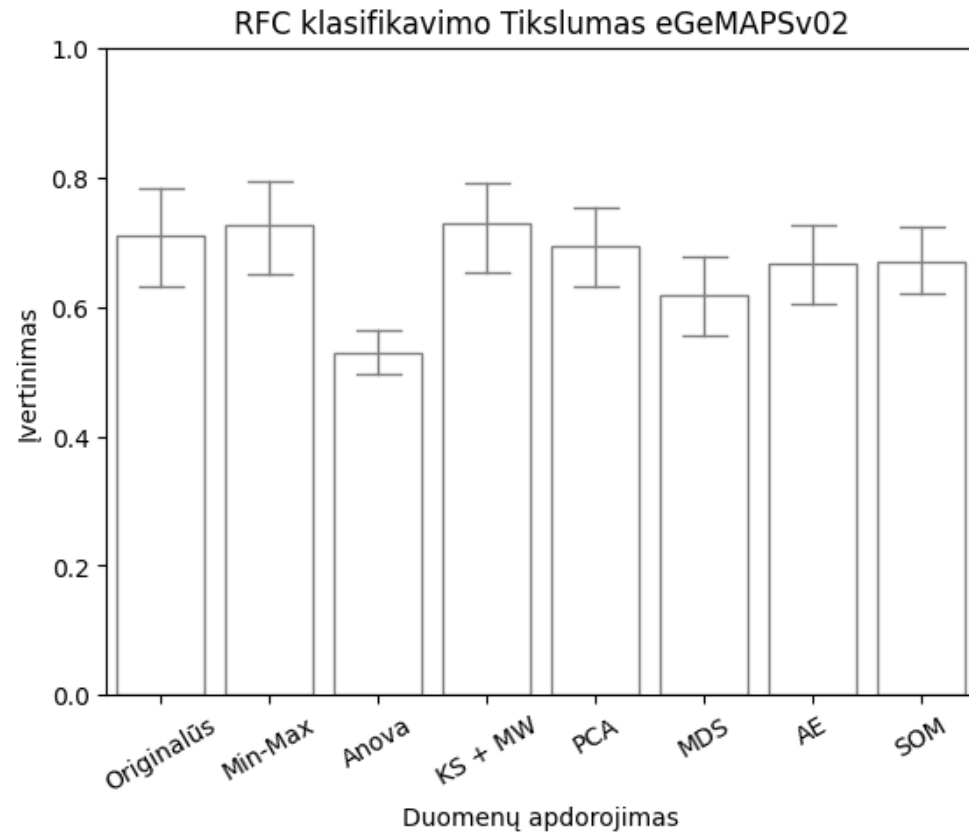
- ▶ **Tikslas:** apibendrinti žinias
- ▶ **Uždaviniai:**
  - ▶ Įvertintos požymių klasifikavimo galimybės.
  - ▶ Įvertintos statistinių modelių galimybės.
  - ▶ Įvertintos neuronų tinklų galimybės

## Mokslo rezultatai (2024 ruduo-2025 žiema)

- ▶ Turimas balso įrašų rinkinys papildytas naujais įrašais iš *Perceptual Voice Qualities Database (PVQD)*.
- ▶ Iš turimo duomenų rinkinio atrinkti įrašai, kur:
  - ▶ Pacientai: moterys
  - ▶ Turinys: tartas balsis /a/, neutrali intonacija
  - ▶ Patologijos: funkcinė disfonija, hiperfunkcinė disfonija, disfonija. Papildomai pridėti sveikų balsų įrašai.
- ▶ Naudojantis *OpenSMILE* įranga apskaičiuoti požymių rinkiniai *ComParE\_2016*, *emobase*, *GeMAPSv01b*, *eGeMAPSv02*.

# Mokslo rezultatai (2024 ruduo-2025 žiema). Požymiai kaip taškai

- ▶ Gautiems požymių rinkiniams buvo pritaikyti duomenų tyrybos metodai:
  - ▶ Pagrindinių komponentų analizė (*angl.* Principal component Analysis - *PCA*).
  - ▶ Daugiamačių skalių metodas (*angl.* Multi-dimensional Scaling - *MDS*).
  - ▶ Saviorganizuojantys neuroniniai tinklai (*angl.* Self-organizing Maps - *SOM*).
- ▶ Gautiems požymių rinkiniams buvo pritaikyti statistiniai metodai:
  - ▶ Dispersinė analizė
  - ▶ Kolmogorov-Smirnov testas + Mann–Whitney U testas.

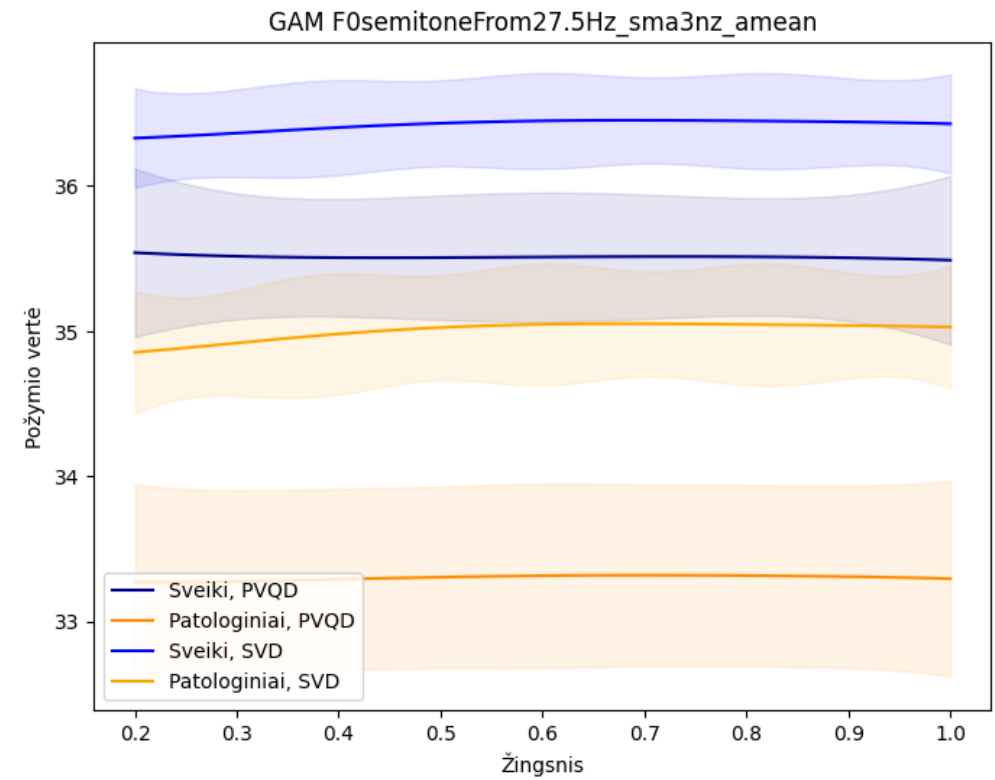
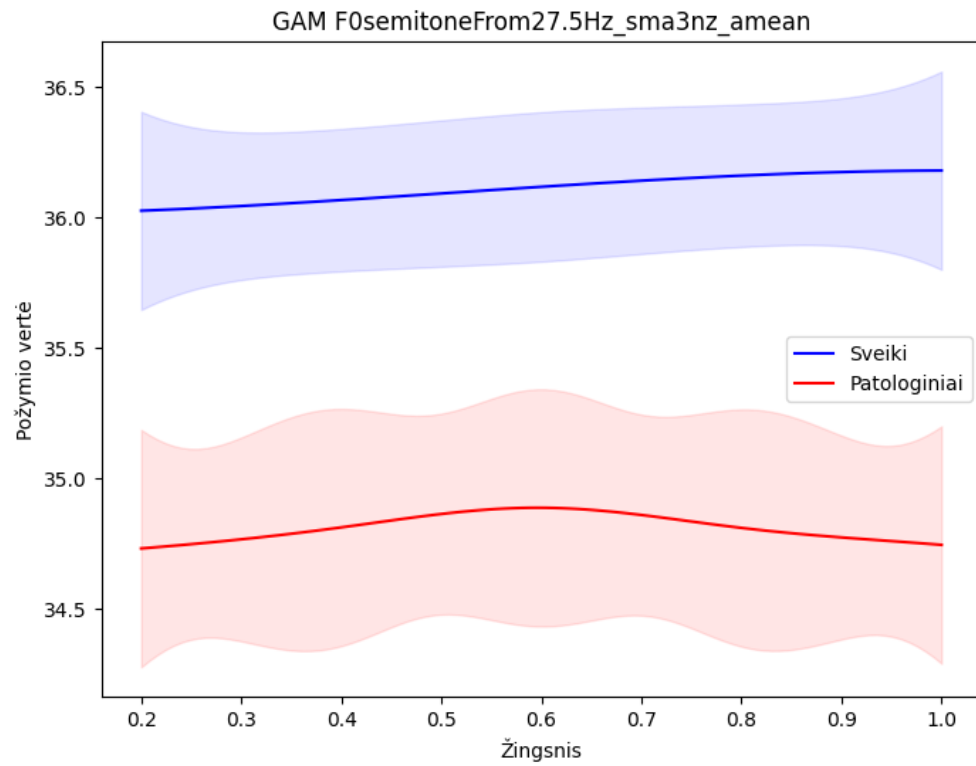


# Mokslo rezultatai (2024 ruduo-2025 žiema). Požymiai kaip taškai

- ▶ Pritaikius skirtingus duomenų tyrybos metodus, nustatyta, kad didžiausi skirtumai - tarp duomenų rinkinių (*SVD* ir *PVDQ*).
- ▶ Atrinkus požymius pritaikius statistinius metodus, įmanoma kiek pagerinti klasifikavimo tikslumą, tačiau pokytis nėra ypatingai reikšmingas.
- ▶ Iš balso signalo išskaičiuota požymių matrica nėra tinkama kurti tvirtus patologijų atpažinimo modelius.

## Mokslo rezultatai (2024 ruduo-2025 žiema). Požymiai kintantys laike

- ▶ Kiekvienas balso įrašas buvo padalintas į 5 dalis. Kiekvienai daliai apskaičiuoti eGeMAPSv02 požymiai.
- ▶ Duomenų rinkinio analizei pritaikyti metodai skirti pakartotinių stebinių analizei.
- ▶ Siekiant nustatyti klasifikavimui (Sveiki arba Patologiniai) reikšmingus požymius, pritaikyta *mišrių veiksmų RM-ANOVA* ir *tiesiniai mišrių veiksmų modeliai*, kad rasti požymius, kur būtų reikšmingas skirtumas tarp klasių (Sveiki arba Patologiniai).
- ▶ Gauti požymiai panaudoti sukurti *apibendrintiesiems adityviems modeliams*.
- ▶ Modeliuose buvo įvertinti skirtumai tarp duomenų bazių.

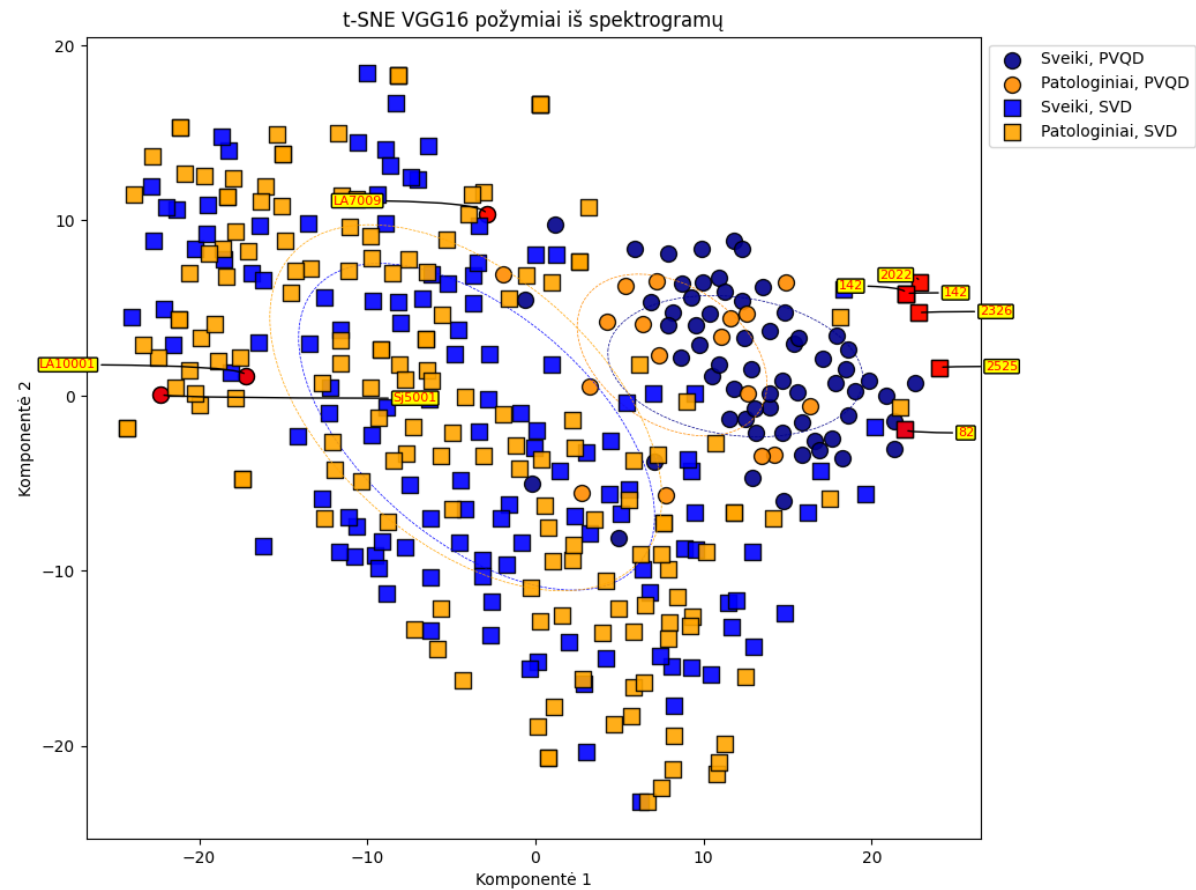


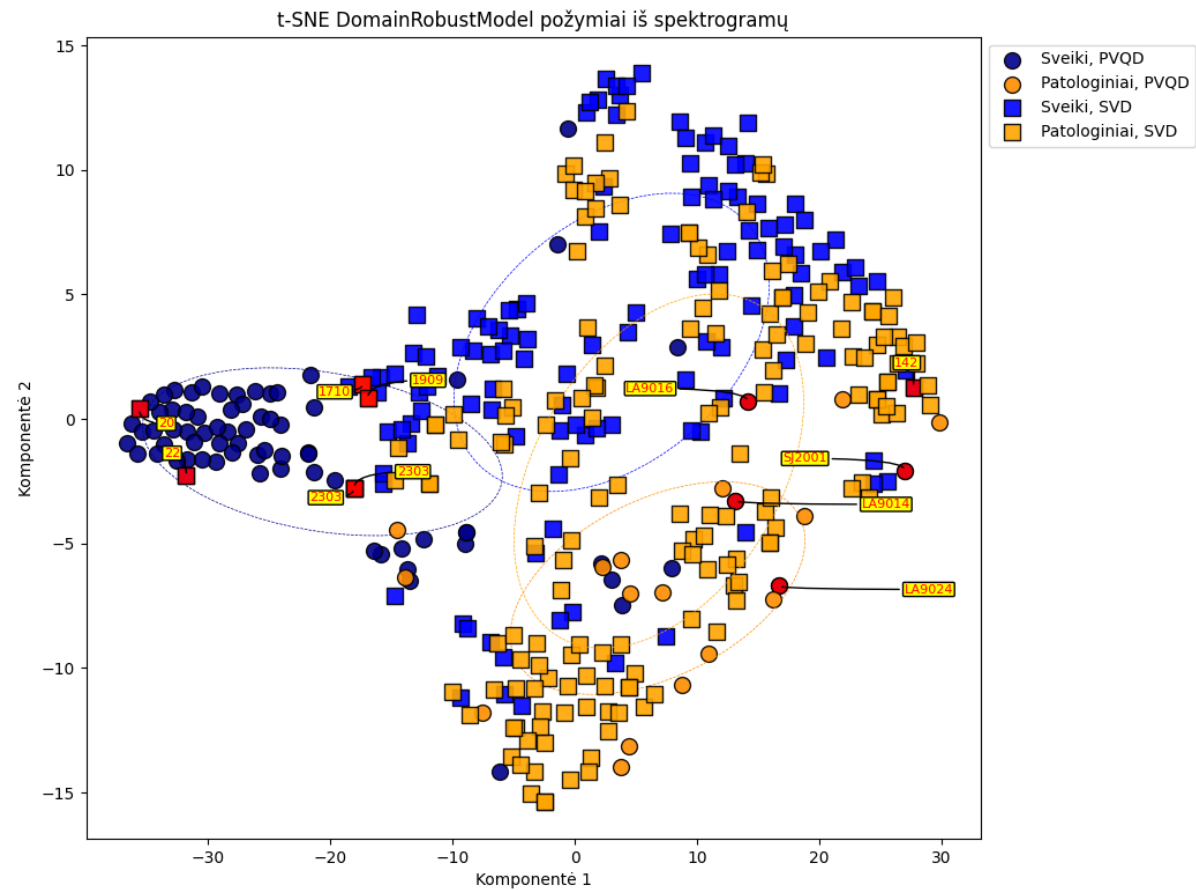
# Mokslo rezultatai (2024 ruduo-2025 žiema). Požymiai kaip laike kintanti eilutė

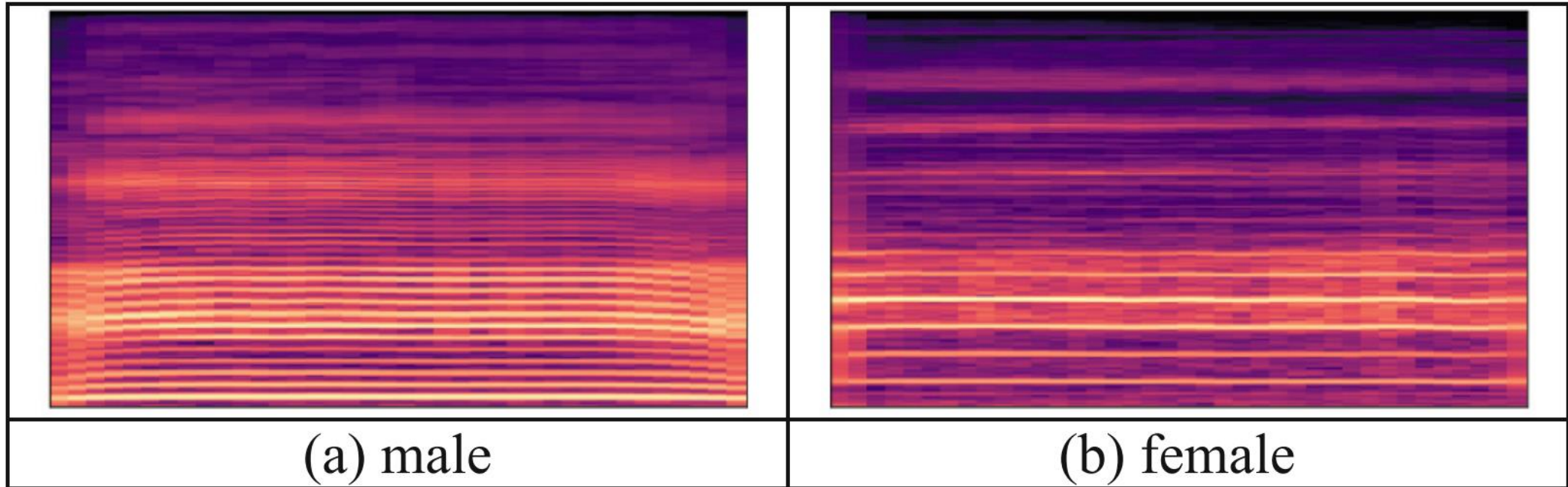
- ▶ Modeliuojant požymių kitimą laike matyti, jog *patologinių* ir *sveikų* balsų kitimo dėsniai skiriasi.
- ▶ Įtraukus kaip veiksnį *duomenų bazę*, kitimo dėsniai vis dar galioja, bet duomenų bazės išsiskiria.

# Mokslo rezultatai (2024 ruduo-2025 žiema). Neuronų tinklai

- ▶ Modernioje balso analizėje taikomi neuronų tinklai, vaizdų atpažinimo technologijos ir pan. Garso įrašai verčiami į spektrogramas – paveikslėlius.
- ▶ Kaip pasiskirsto požymiai, gauti pritaikius autoasociatyvius neuronų tinklus spektrogramoms?







Kim, C., Lee, S., Lee, K. (2023). Tremor Feature Extraction for Enhanced Interpretability of Vocal Disease Classification. In: Rousseau, JJ., Kapralos, B. (eds) Pattern Recognition, Computer Vision, and Image Processing. ICPR 2022 International Workshops and Challenges. ICPR 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13644. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-37742-6\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-031-37742-6_48)

# Kito pusmečio darbo planas

- ▶ Akademinės atostogos

# Mokslo rezultatai (2024 ruduo-2025 žiema)

Atliekant tyrimą kilo klausimų dėl duomenų kokybės – PVQD duomenų bazėje pacientai įvertinti pagal CAPE-V ir GRBAS skales. Tuo tarpu SVD duomenų bazėje pažymėta tik diagnozė – sunku susidaryti nuomonę apie „normalų“ balsą.

Atlikta analizė rodo, jog sveiki ir patologiniai balsai pasižymi skirtingomis požymių dinamikomis. Rasti dėsniai galioja ir įvertinus skirtingų duomenų bazių įtaką.

Pritaikius neuronų tinklus, duomenų bazės, lyties ir kitų faktorių įtaką pašalinti yra sunku, bet įmanoma. Nors kuriami modeliai leidžia grupuoti sveikus ir patologinius balsus, tačiau trūksta informacijos apie kaip vykdomi sprendimai – galimybė pritaikyti XAI.

Ačiū už dėmesį

---