

ktu

kauno
technologijos
universitetas

1922

BALSO SIGNALO DEKOMPOZICIJA PARKINSONO LIGOS DETEKCIJAI

AIVARAS ŠIMULIS, IFM-5/4

DR. EVALDAS VAIČIUKYNAS

SPRENDŽIAMA PROBLEMA, JOS AKTUALUMAS

PARKINSONO LIGOS APTIKIMAS

```
graph TD; A[PARKINSONO LIGOS APTIKIMAS] --> B[Ankstyvas ligos aptikimas]; A --> C[Ligos eigos sušvelninimas]; A --> D[Šiuo metu taikomų sudėtingų diagnostinių procedūrų išvengimas]; A --> E[Norisi turėti neinvazinį įrankį ligos progreso stebėjimui];
```

Ankstyvas
ligos
aptikimas

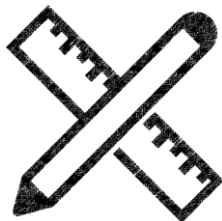
Ligos eigos
sušvelninimas

Šiuo metu taikomų
sudėtingų diagnostinių
procedūrų išvengimas

Norisi turėti
neinvazinį įrankį ligos
progreso stebėjimui

TYRIMO SRITIS IR OBJEKTAS

Sritis:



Balso signalo analizė,
atpažinimo teorija,
ekspertinės sistemos,
skaitinis intelektas.

Objektas:



Sveikų ir sergančių
Parkinsono liga
asmenų balso įrašai.

Sritis siejasi su nurodytu objektu

DARBO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Tikslas:



Ankstyvas Parkinsono ligos aptikimas iš balso signalo.

Sprendžiant šiuos uždavinius
buvo pasiektas nurodytas
tikslas

Uždaviniai:

Apžvelgti susijusius darbus

Aprašyti metodus signalo išskyrimui

Parengti įrašų duomenų bazę (LSMU)

Dekomponuoti signalą į komponentus

Išskirti dažninius požymius iš komponento

Sukurti ekspertinę sistemą, įvertinti
tikslumą

Empiriškai rasti lango trukmę ir langų kiekį

Palyginti siūlomą sprendimą su
egzistuojančiu

Vizualizuoti gautus rezultatus

Informacinės sistemos paslaugos prototipo
specifikacija

ANALIZĖS REZULTATAI IR IŠVADOS

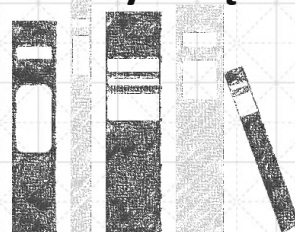
Neurologinės prigimties kalbos sutrikimų tyrimai Parkinsono liga sergančiųjų kalbos tyrimai

Extensive overview – Orozco-Arroyave et al. 2016:

Orozco-Arroyave JR, Hönig F, Arias-Londono JD, Vargas-Bonilla JF, Daqrouq K, Skodda S, Rusz J, Nöth E (2016)

Automatic detection of Parkinson's disease in running speech spoken in three different languages. The Journal of the Acoustical Society of America 139(1):481–500. doi:10.1121/1.4939739

16 tyrimų



F. L. Darley, J. R. Green,
Y. T. Wang, M. O. Paja,
M. A. Little, S. Sapir,
S. Skodda, J. Rusz, Bocklet ir K.
Chenausky, J. R. Orozco, M.
Novotny, T. Tsanas

ANALIZUOTI TYRIMAI:

- naudojami **įvairūs** audiopožymiai - tiek globalūs iš viso įrašo, tiek lokalūs iš įrašo kadru;
- naudojamos gana mažos duomenų imtys (maks. **88 Parkinsonai, 55 sveiki**);
- dažnai atliekamas nekorektiškas tikslumo įvertinimas. Įrašai **nėra** atskirti nuo testavimo ir mokymo imčių;
- **nebuvo** sukurtas joks tyrimo rezultatus atspindintis sprendimas;

MŪSŲ TYRIMAS:

- naudojami lokalūs **dažniniai PLPCC** požymiai;
- naudojama gana solidi duomenų imtis (maks. **75 Parkinsonai, 308 sveiki**);
- tikslumo įvertinimas yra atliekamas korektiškai: įrašai **yra** atskirti nuo testavimo ir mokymo imčių;
- **kuriama** tyrimo rezultatų informacinė sistema;

BALSO ĮRAŠŲ DUOMENŲ BAZĖ

Balso įrašai	Sergantys	Sveiki	Iš viso
Vyras	36 (107)	105 (312)	141 (419)
Moteris	39 (116)	203 (599)	242 (715)
Iš viso:	75 (223)	308 (911)	383 (1134)

Skaičiai lentelėje: asmenų skaičius (balso įrašų skaičius).

Duomenų šaltinis: LSMU ausų, nosies ir gerklės ligų klinika.

Mikrofonas: „AKG Perception 220“ – akustinis, kardioidinis.

Įrašo formatas: .wav, mono PCM, 16 bitų, 44 kHz.

Sveikas:



Sergantis:



METODOLOGIJA

Požymiai

- dekompozicija;
- požymių išskyrimas.

Statistinės f-jos

- min., maks., vidurkis, medijana, stand. nuokrypis, kvartiliai, asimetrijos ir eksceso koeficientai.

Detekcija

- atsitiktinio miško klasifikatorius;
- klasifikatorių kolektyvas.

← } ekspertinė sistema

Validavimas

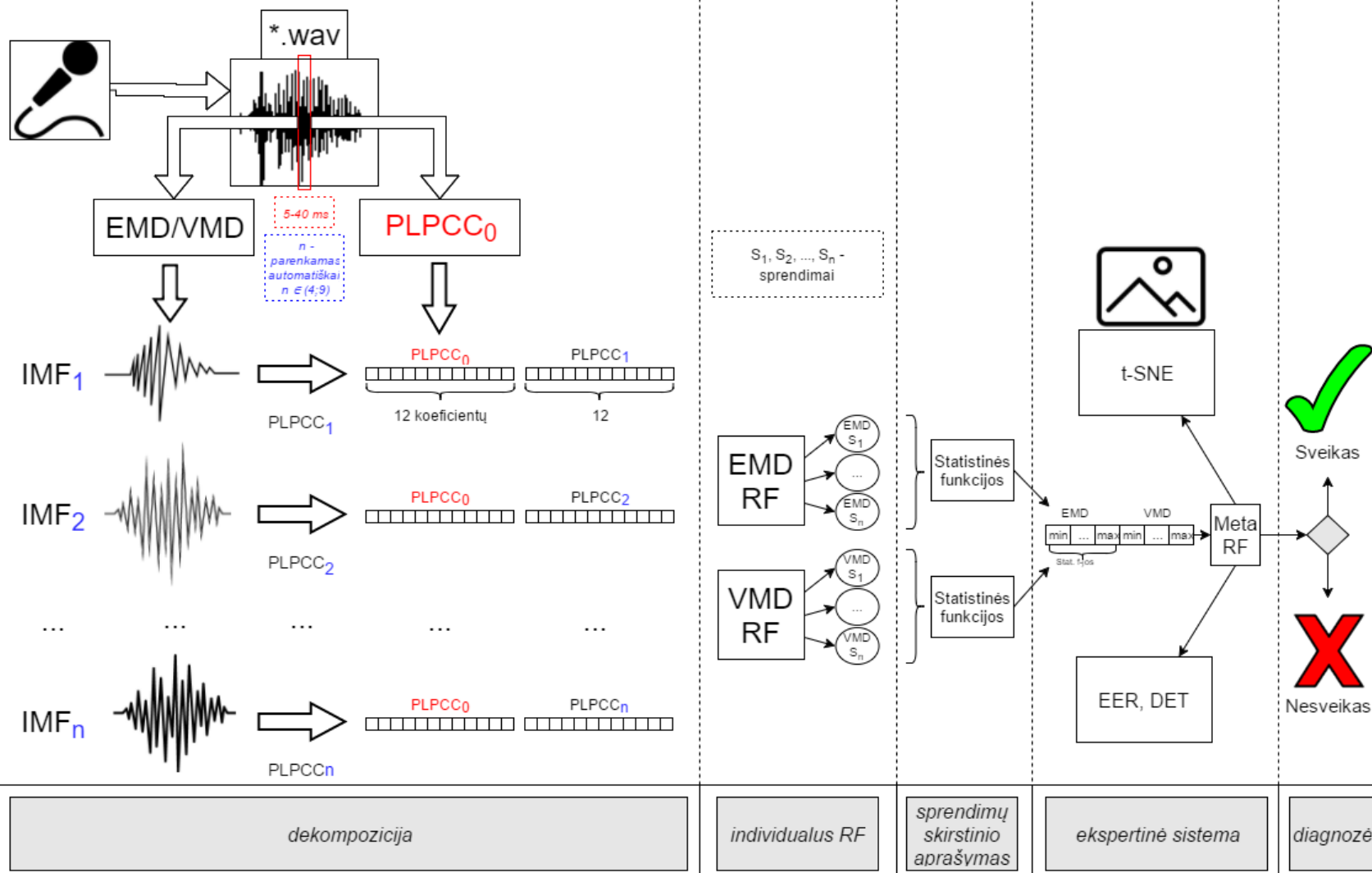
- detekcijos gerumo įvertinimas;
- gretimumų matricos iš RF vizualizavimas.

Prototipas

- prototipo kompiliavimui;
- serverio reikalavimai;
- programiniai įrankiai;
- technologijos.

← } informacinė sistema

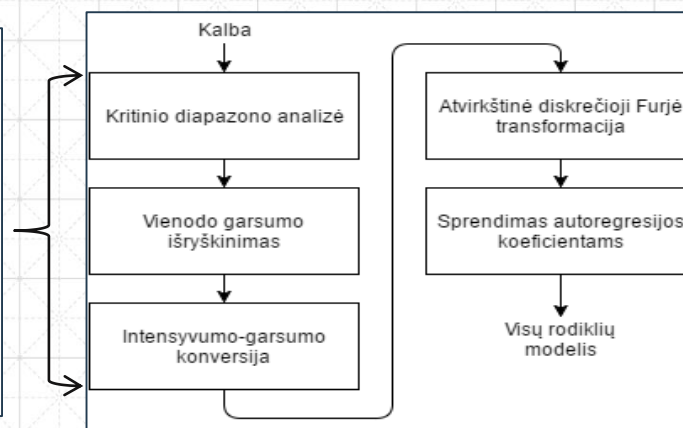
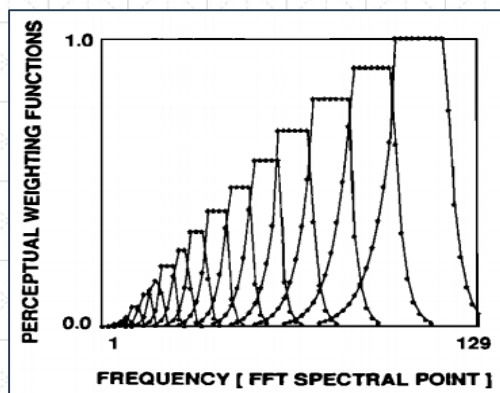
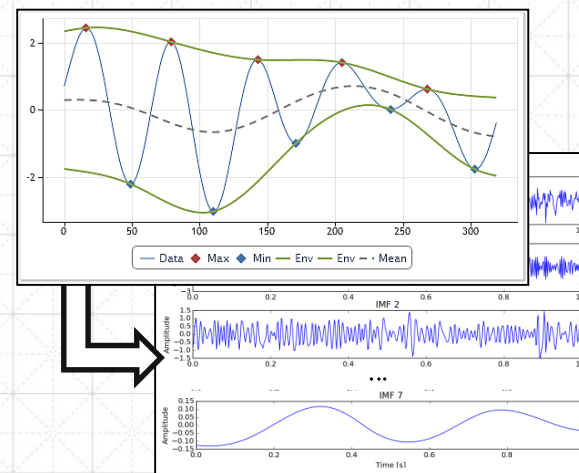
TYRIMO ANALIZĖS PROCESO EIGA



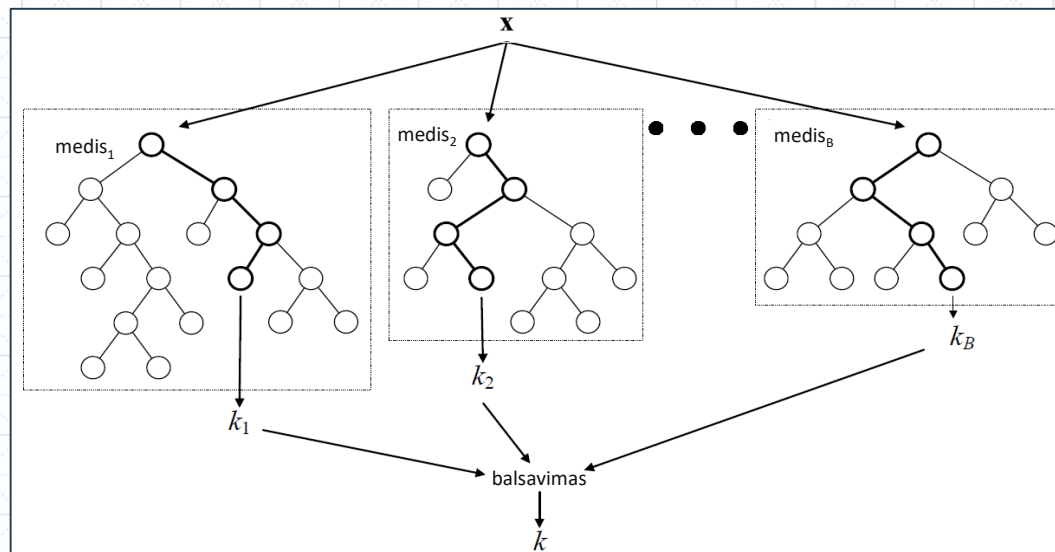
- **naujas** sprendimo apjungimo būdas ekspertinei sistemai:
 - sprendimai atskiriems komponentams suspaudžiami panaudojant statistines funkcijas.
- informacija iš **EMD** ir **VMD** dekompozicijos variantų yra **sujungiama** sprendimų lygmenyje;
- visų langų informacija **palyginta** su informacijos gilesniu ištraukimu iš keleto langų;

DEKOMPOZICIJA

- dekompozicija į empirinius komponentus (EMD)
 - Torres ME, Colominas MA, Schlotthauer G (2011) **A complete Ensemble Empirical Mode decomposition with adaptive noise**. Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 4144-4147.
- dekompozicija į variacinius komponentus (VMD)
 - Dragomiretskiy K, Zosso D (2014) **Variational Mode Decomposition**. IEEE Transactions on Signal Processing, 62(3), 531–544.
- dažniniai audio požymiai (PLPCC)
 - Hermansky, H. (1990) **Perceptual Linear Predictive (PLP) Analysis of Speech**. J. Acoust. Soc. Am, 87(4), 1738-1752.



Atsitiktinio miško klasifikatorius (RF)



RF yra klasifikavimo ir regresijos medžių komitetas (CART). Galutinis sprendimas k – procentas visų (B) miško medžių, balsavusių už konkrečią klasę.

- B (medžių skaičius miške) = 5000
- m try (požymių skaičius kiekvienam mazgui) = \sqrt{p} , $2 \cdot \sqrt{p}$, $\frac{1}{2} \cdot p$
 - p – objekto x dimensija (požymių vektoriaus dydis)

DETEKCIJOS GERUMO ĮVERTINIMAS

$$\text{EER} = [0 \dots 50 \dots 100\%]$$

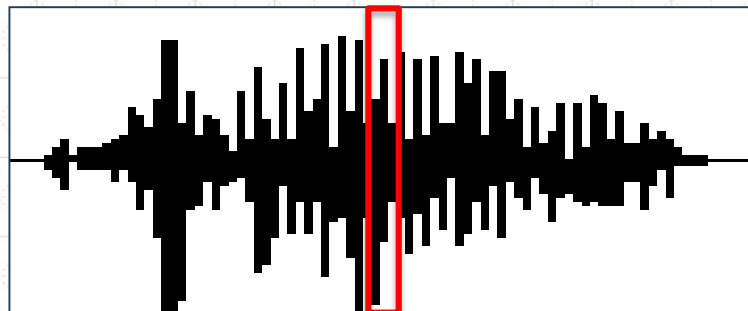
- lygių klaidų lygis (*angl. equal error rate*);
- $C_{llr} = [0 \dots \log_2 N \dots \infty]$
 - sergamumo tikėtinumo santykio kaina
(*angl. cost of log-likelihood-ratio*)

$$C_{llr} < 1 \text{ ir } \text{EER} < 50 \%$$

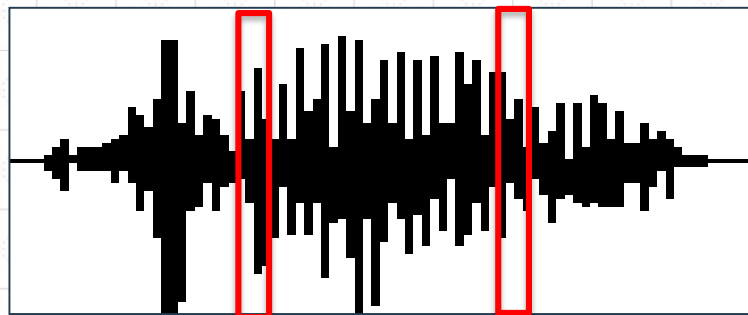
EKSPERIMENTO BALSO ĮRAŠŲ LANGŲ POZICIJOS

Lango dydis (0.01 – 0.10 s)

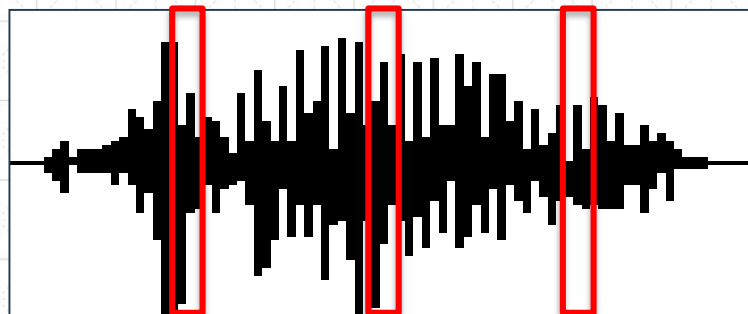
1 langas



2 langai



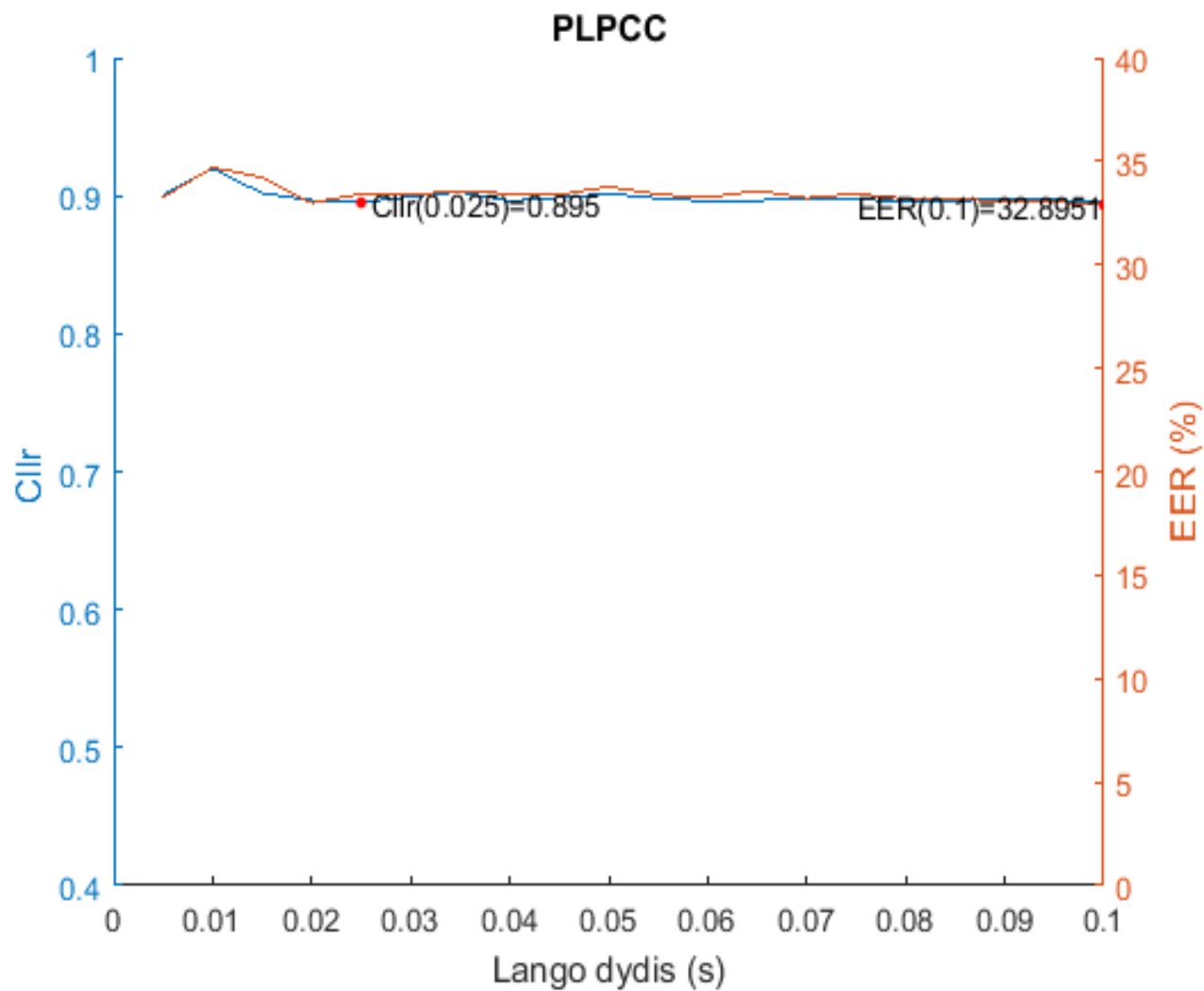
3 langai



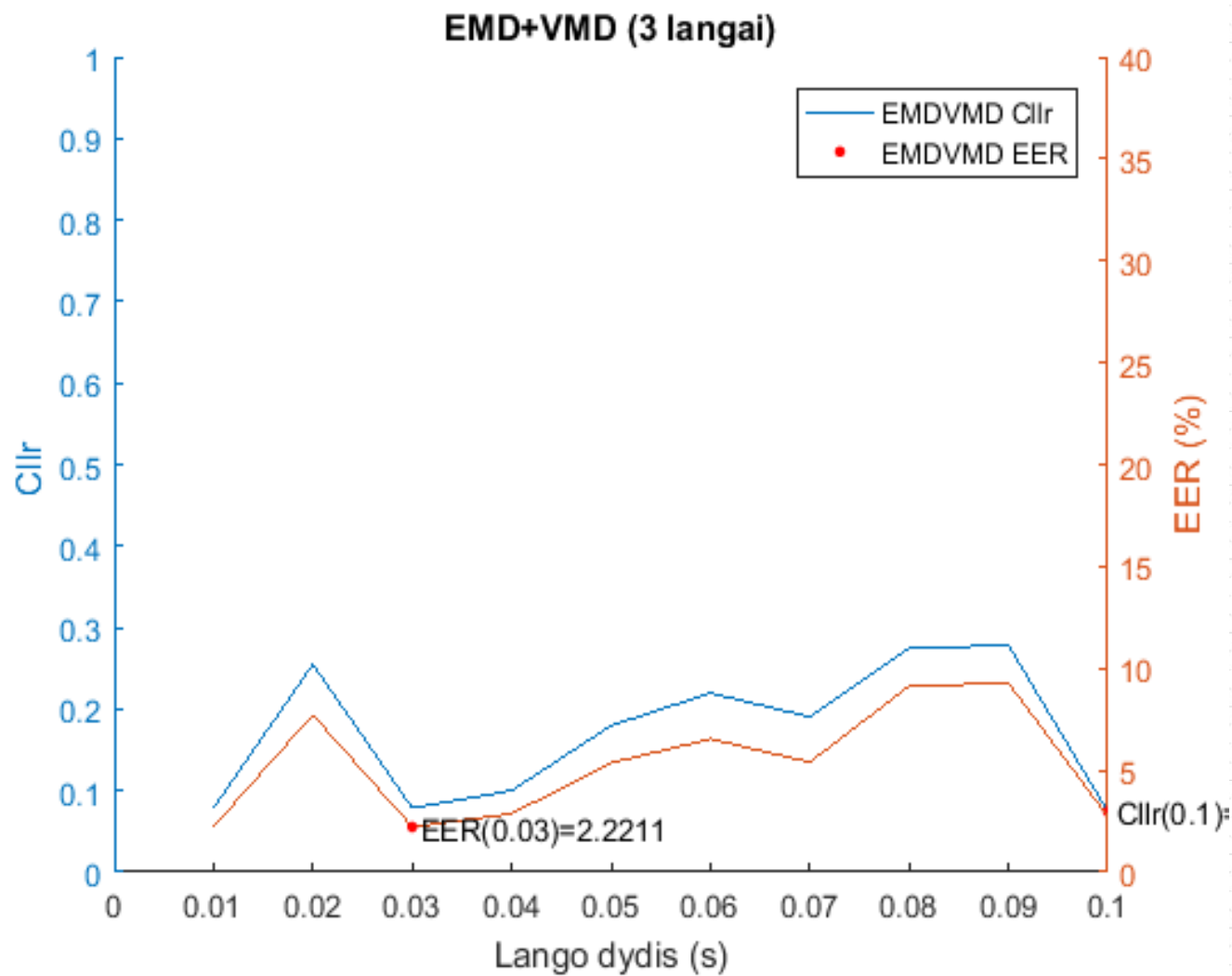
EKSPERIMENTO REZULTATAI

Lango dydis (s)	Langų skaičius	Dekompozicijos tipai					
		EMD		VMD		EMD+VMD	
		Cllr	EER	Cllr	EER	Cllr	EER
0,01	1	0.718	26.23	0.237	6.65	0.215	6.10
	2	0.617	20.83	0.754	26.20	0.565	19.12
	3	0.115	3.03	0.245	6.71	0.079	2.24
0,02	1	0.448	13.96	0.682	23.03	0.375	12.42
	2	0.385	13.08	0.610	20.32	0.336	10.45
	3	0.321	9.70	0.499	16.66	0.255	7.72
0,03	1	0.456	13.92	0.100	2.65	0.085	2.22
	2	0.306	10.07	0.503	14.95	0.264	8.27
	3	0.342	11.32	0.115	3.33	0.079	2.22
0,04	1	0.419	11.77	0.586	19.08	0.359	11.51
	2	0.379	11.69	0.541	17.01	0.313	10.05
	3	0.010	2.90	0.451	13.70	0.100	2.87
0,05	1	0.355	10.71	0.583	19.02	0.303	8.53
	2	0.347	10.92	0.539	16.67	0.300	9.73
	3	0.216	5.80	0.449	13.36	0.180	5.37

EKSPERIMENTO REZULTATAI

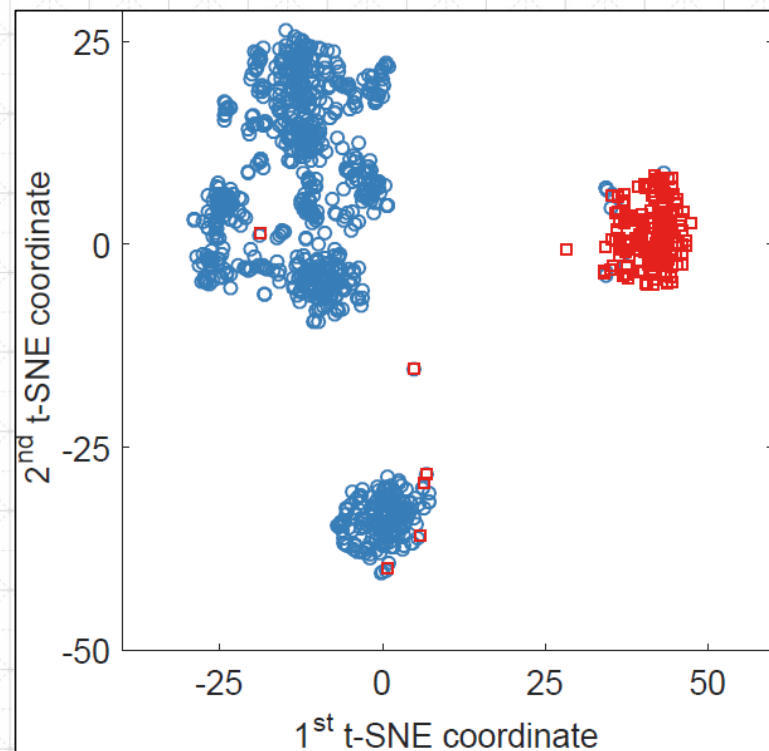
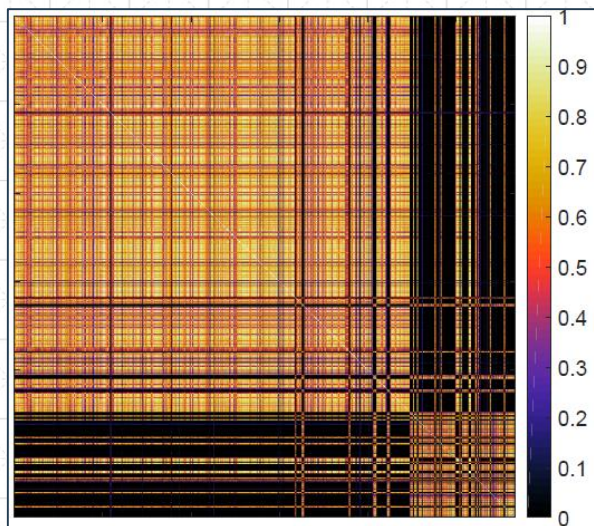


EKSPERIMENTO REZULTATAI

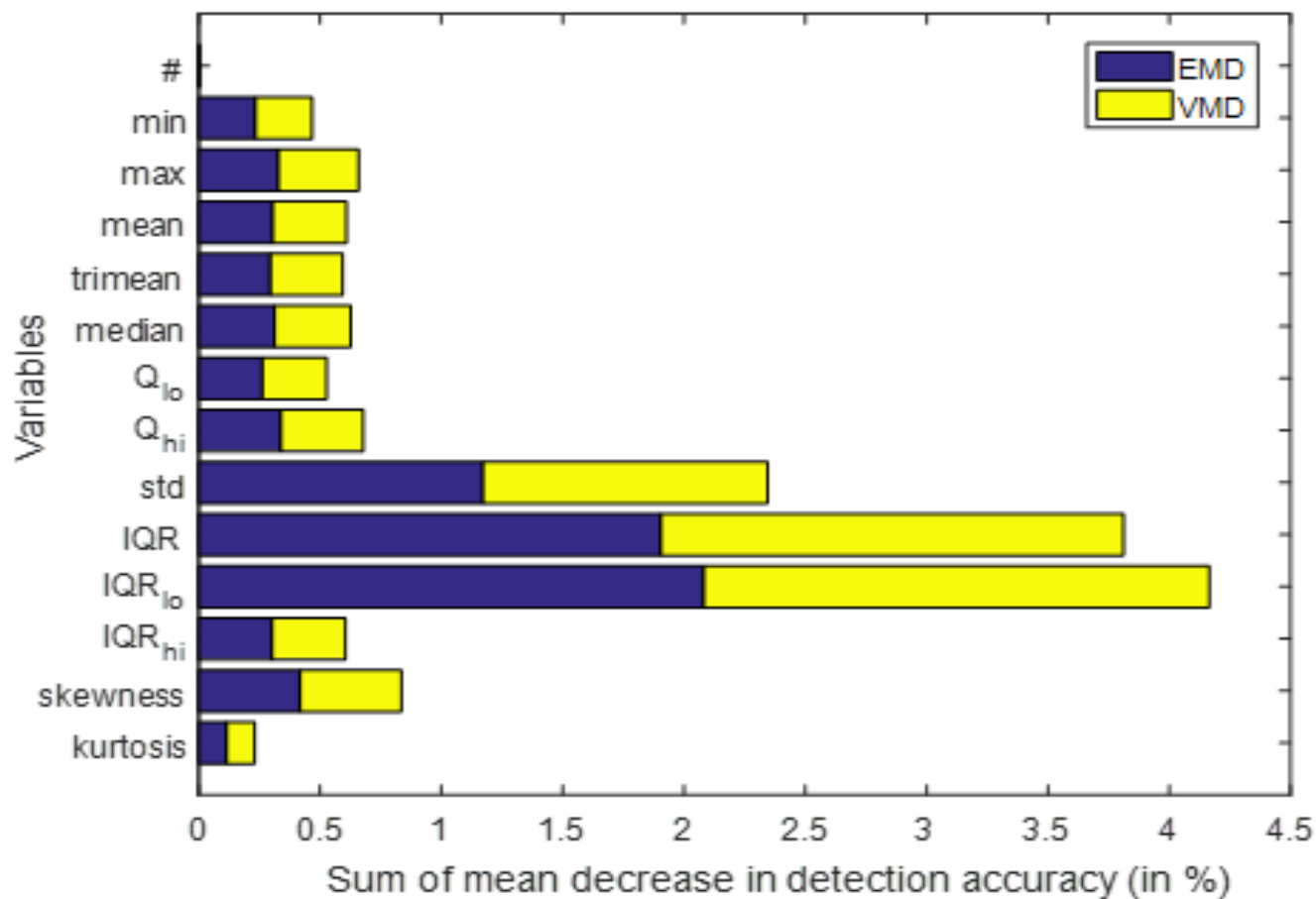


VIZUALIZAVIMO REZULTATAS

- meta-RF artimumų matrica → t-SNE → 2D .wavs žemėlapis

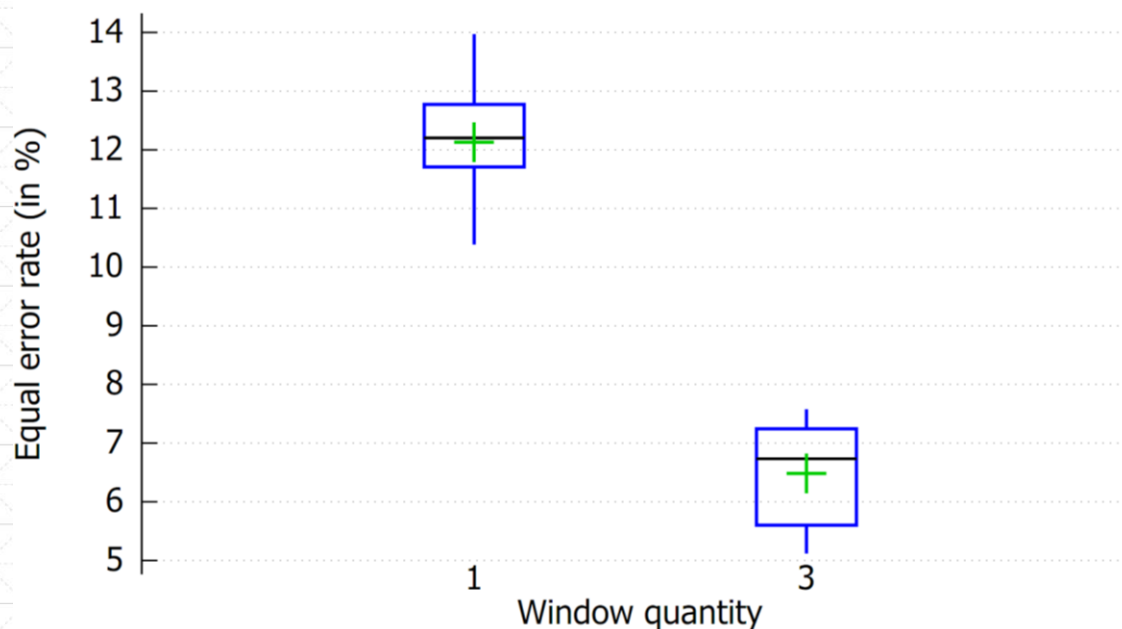


KINTAMŲJŲ REIKŠMINGUMAS IŠ META-RF



JAUTRUMO ANALIZĖ – PAKARTOTINA DETEKCIJA

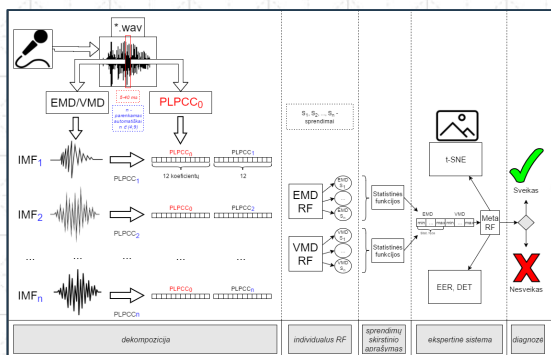
- $(5 \text{ EMD+VMD pakart.}) \times (5 \text{ bazinis-RF}) \times (5 \text{ meta-RF}) = 125$;
- vidurkiai labai skiriasi pagal Wilcoxon Rank-sum testus;



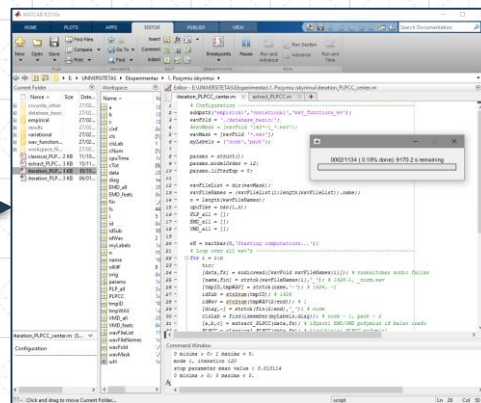
	mean	min	Q1	median	Q3	max
1	12.129	10.386	11.708	12.203	12.772	13.972
3	6.4818	5.1183	5.6006	6.7329	7.2433	7.5783

EKSPERTINĖS SISTEMOS INTEGRACIJA INFORMACINĖS SISTEMOS PROTOTIPE

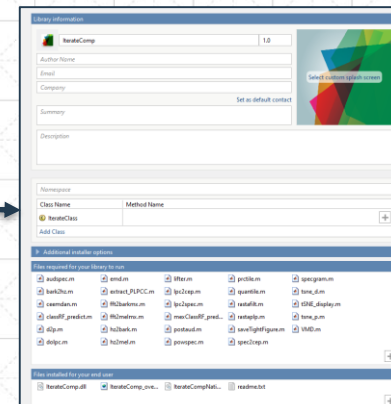
Tyrimo analizės procesas



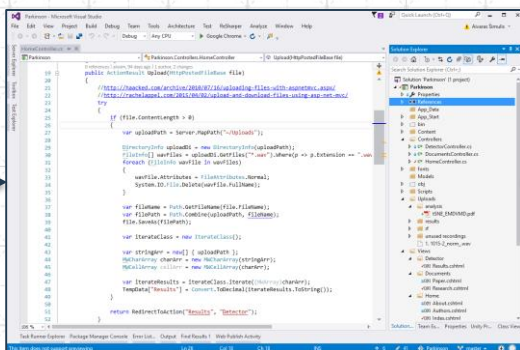
Matlab sprendimas



.NET klasių projektas



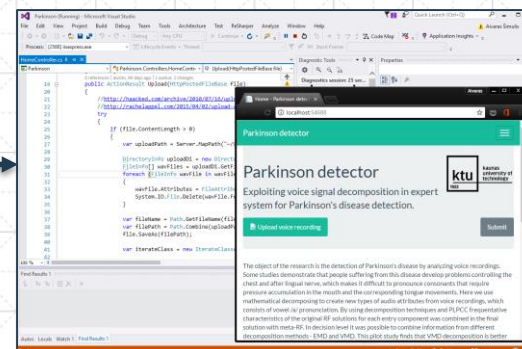
Informacinė sistema



Serveris

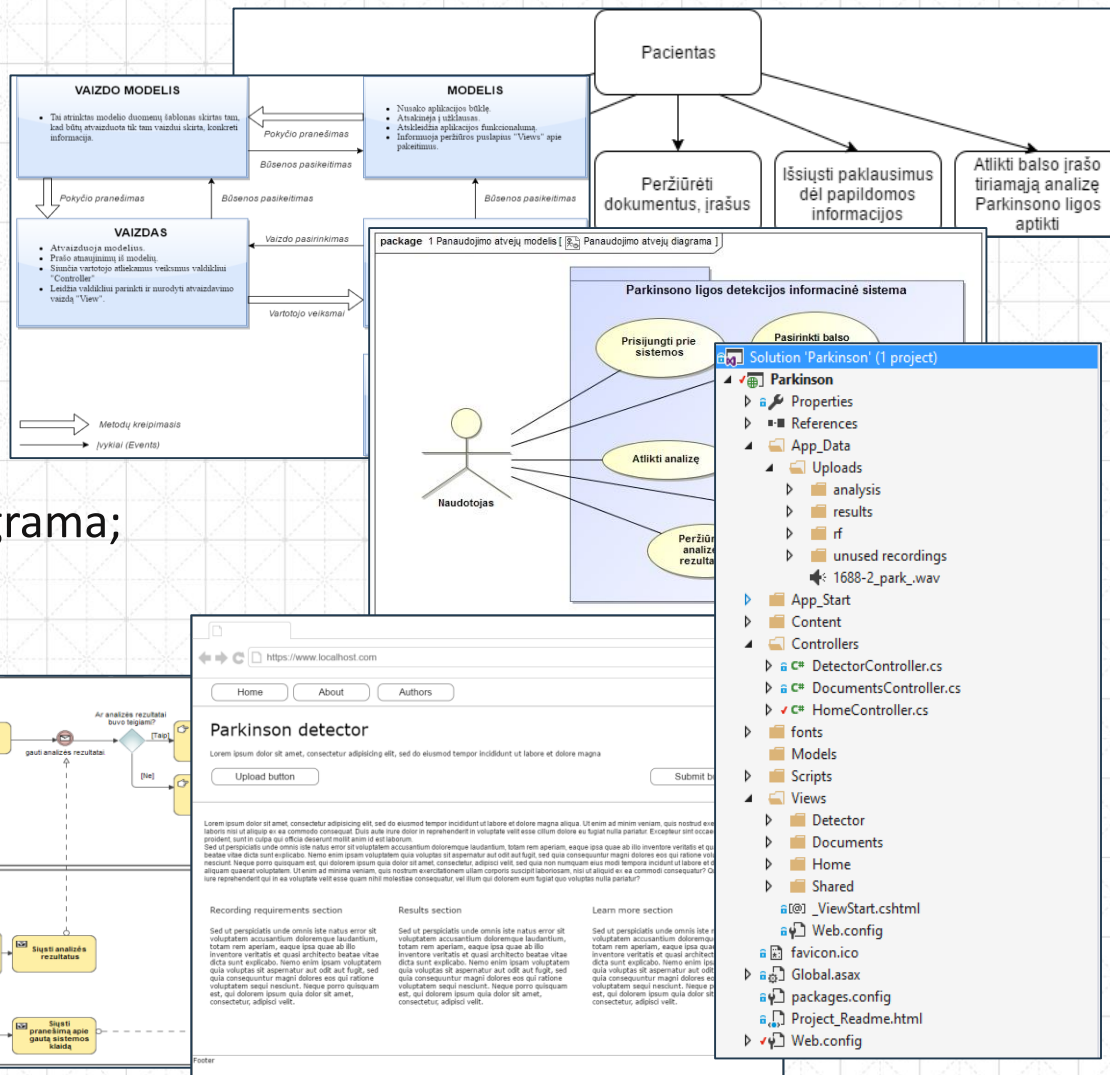


Klientas



INFORMACINĖS SISTEMOS PROTOTIPO PROJEKTAVIMAS


- produkto apibrėžimas;
- sistemos apribojimai;
- funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai;
- hierarchijos diagrama;
- techninė specifikacija;
- loginė architektūra;
- veiklos logika;
- panaudojimo atvejų diagrama;
- vartotojo sąsaja;
- naudotojo vadovas;



INFORMACINĖS SISTEMOS PROTOTIPO REALIZACIJA

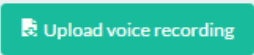
- žiniatinklio sprendimas įkelti .wav ir gauti diagnozę;

Parkinson detector
About
Authors


kaunas
university of
technology
1922

Parkinson detector


Exploiting voice signal decomposition in expert system for Parkinson's disease detection.



Submit

The object of the research is the detection of Parkinson's disease by analyzing voice recordings. Some studies demonstrate that people suffering from this disease develop problems controlling the chest and after lingual nerve, which makes it difficult to pronounce consonants that require pressure accumulation in the mouth and the corresponding tongue movements. Here we use mathematical decomposing to create new types of audio attributes from voice recordings, which consists of vowel /a/ pronunciation. By using decomposition techniques and PLPCC frequentative characteristics of the original RF solutions for each entry component was combined in the final solution with meta-RF. In decision level it was possible to determine if certain person is susceptible to the disease or not.

Results.



Recording recording

- Sustained voicing of vowel
- At least 2 seconds in length
- Record in a sound-proof room

position in expert system for Parkinson's disease detection

Parkinson's disease by analyzing voice recordings. Some studies demonstrate that people suffering from this disease develop problems controlling the chest and after lingual nerve, which makes it difficult to pronounce consonants that require pressure accumulation in the mouth and the corresponding tongue movements. Here we use mathematical decomposing to create new types of audio attributes from voice recordings, which consists of vowel /a/ pronunciation. By using decomposition techniques and PLPCC frequentative characteristics of the original RF solutions for each entry component was combined in the final solution with meta-RF. In decision level it was possible to determine if certain person is susceptible to the disease or not.

Parkinson detector
About
Authors

Solution authors

Aivaras Šimulis, IFM-5/1 group student
Department of Information Systems
Kaunas University of Technology
Kaunas, Lithuania
E-mail: aivaras.simulis@ktu.edu

Dr. lect. Evaldas Vaičiukynas
Department of Information Systems
Kaunas University of Technology
Kaunas, Lithuania
E-mail: evaldas.vaicukynas@ktu.lt

© 2017 · Parkinson detector

IŠVADOS IR ATEITIES DARBAI

- Detekcijos sėkmingumas:
 - (iš visų kadry, be dekompozicijos) geriausias EER = $\sim 33\%$;
 - (su dekompozicija, 1 lango, 30 ms) EER vidurkis = $\sim 12.1\%$;
 - (su dekompozicija, 3 langų 30 ms) EER vidurkis = $\sim 6.5\%$;
- 3 langų skaičius ir EMD+VMD apjungimas yra rekomenduojamas;
- Abi dekompozicijos yra naudingos. VMD yra geriau nei EMD;
- Sprendimų sklaidos charakteristikos pasirodė svarbiausios;
- Ateities darbai:
 - kartojama modų dekompozicija dėl rezultatų nestabilumo;
 - bazinis detektorius būtų apmokamas su daugiau IMF komponentų;
 - sprendimų statistikos meta detektoriui būtų patikimesnės;
 - testai su įrašais, įrašytais mobiliuoju telefonu;
 - ištestuoti ekspertinę sistemą su kita duomenų baze;

ktu

kauno
technologijos
universitetas

1922

AČIŲ UŽ DĖMESĮ. KLAUSIMAI?

**BALSO SIGNALO DEKOMPOZICIJA PARKINSONO LIGOS DETEKCIJAI
AIVARAS ŠIMULIS, IFM-5/4 GR.
DR. EVALDAS VAIČIUKYNAS**