

Vilniaus universitetas
Duomenų mokslo ir skaitmeninių technologijų
institutas



Duomenų mokslo ir
skaitmeninių technologijų
institutas

INFORMATIKOS KRYPTIES DOKTORANTŲ ATESTACINĖ KONFERENCIJA
VEIKLOS ATASKAITA UŽ 2023 M. SPALIO 1 D. – 2024 M. KOVO 28 D.

GILIOJO MOKYMOSI METODŲ VYSTYMAS DEPRESIJOS DIAGNOSTIKAI PAREMTAS EEG SIGNALŲ ANALIZE

DOKT. GAJANE MIKALKĖNIENĖ – INFORMATIKA N 009
STUDIJŲ METAI: I

DARBO VADOVAS: VYRESN. M. D. DR. JOLITA BERNATAVIČIENĖ
DOKTORANTŪROS PRADŽIOS IR PABAIGOS METAI: 2023–2027

Doktorantūros studijų ir mokslinių tyrimų planas

Doktorantūros studijų egzaminų planas

Studijų metai	Egzaminai	
	Planas	Įvykdyta
I (2023/2024)	2	1
II (2024/2025)	1	
III (2025/2026)	1	
IV (2026/2027)		
Iš viso	4	

Doktorantūros studijų mokslinių pasiekimų planas

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu			Be citav. rodiklio		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2023/2024)			1	1						
II (2024/2025)								1		
III (2025/2026)	1							1		
IV (2026/2027)	1				2					
Iš viso	2		1	1	2			2		

Doktorantūros studijų ir mokslinių tyrimų plano vykdymo suvestinė (egzaminai, kiti gebėjimai)

Egzaminai 2023/2024 (I pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Būklė
Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai (2024 m. I ketvirtis)	Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai (2024 m. sausio 24 d.)	Išlaikytas

Bendrieji gebėjimai 2023/2024 (I pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Būklė
Retorika (2023 m. IV ketvirtis)	Retorika (2023 m. lapkričio 29 d.)	Išlaikytas
LATEX (2023 m. IV ketvirtis)	LATEX (2023 m. lapkričio 17 d.)	Išlaikytas

Doktorantūros studijų ir mokslinių tyrimų plano vykdymo suvestinė (konferencijos, mobilumas.)

Dalyvavimas konferencijose 2023/2024 (I pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
14 tarptautinė konferencija „Duomenų analizės metodai programų sistemoms“, 2023-11-30 – 2023-12-02, Druskininkai, Lietuva.	Machine Learning Approaches for the Analysis of Functional Brain Connectivity Patterns in Depression: 14 tarptautinė konferencija „Duomenų analizės metodai programų sistemoms“, 2023-11-30 – 2023-12-02, Druskininkai, Lietuva.	Nacionalinė

Dalyvavimas doktorantų mobilumo veiklose 2023/2024 (I pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Mobilumo veiklos tipas
Dalyvavimas tarptautinėje doktorantų vasaros/žiemos mokykloje arba stažuotė užsienio mokslo ir studijų institucijoje (2025 m. IV ketvirtis)	13 žiemos mokykla "Ethics of Neuroscience and AI", 2024-02-26 – 2024-03-01, Berlynas, Vokietija	Žiemos mokykla, ERASMUS komandiruotė

Mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
1. Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):		Įvykdyta
1.1. Disertacijos tyrimo objekto detalizavimas.	2023 m. IV ketvirtis – 2024 m. I ketvirtis	Įvykdyta
1.2. Mašininio mokymosi metodų taikymo galvos smegenų funkcinio jungumo depresijos metu duomenims apžvalgos atlikimas.	2023 m. IV ketvirtis – 2024 m. III ketvirtis	Apžvalgos rezultatai pristatyti nacionalinėje konferencijoje, atspausdinta konferencijos pranešimo tezė
1.3. Problemų, kylančių taikant įvairius mašininio mokymosi metodus galvos smegenų funkcinio jungumo depresijos metu duomenims, iškėlimas	2023 m. IV ketvirtis – 2024 m. III ketvirtis	Įvykdyta

Tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai

Tyrimo objektas: Bioelektriniai galvos smegenų signalai elektroencefalografijos (EEG) įrašuose ir jų analizei taikomi metodai.

Tikslas: Sukurti dirbtinių neuroninių tinklų modelius ir pritaikyti galvos smegenų funkcinio jungumo analizei sprendžiant klasifikavimo uždavinius.

Uždaviniai:

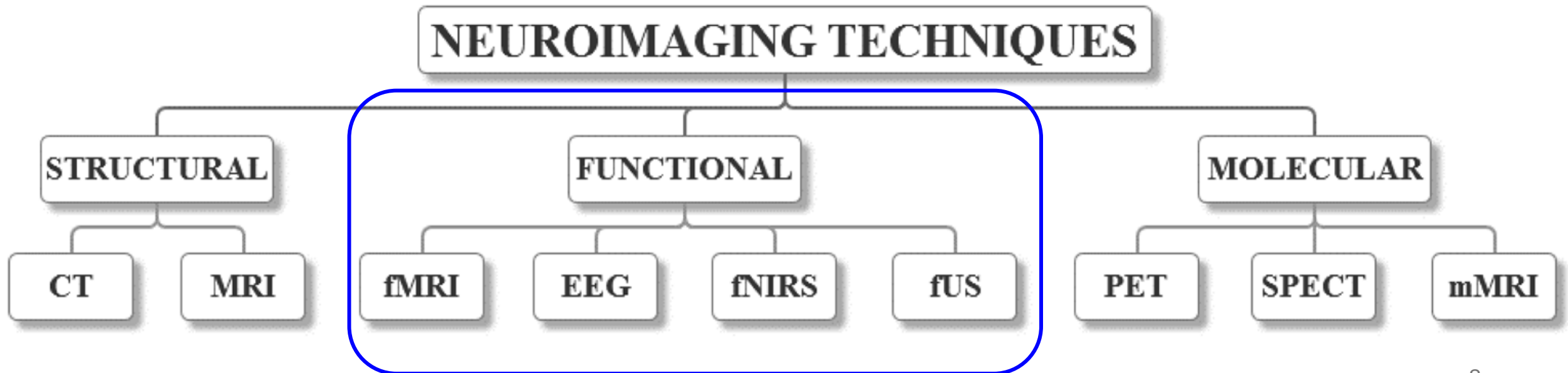
- Atlikti išsamią mokslinių tyrimų, susijusių su mašininio mokymosi metodų taikymo galvos smegenų funkcinio jungumo depresijos metu duomenims, apžvalgą ir analizę;
- Sukurti metodiką, apimančią giliojo mokymosi metodais grįstus algoritmus galvos smegenų funkcinio jungumo klasifikavimui depresijos atveju;
- Įvertinti sukurtos metodikos efektyvumą realių klinikinių atvejų duomenims atliekant eksperimentinius tyrimus;
- Atlikti gautų rezultatų analizę, apibendrinti rezultatus, parengti išvadas.

Gauti moksliniai rezultatai

- Atlikta literatūros apžvalga apie mašininio mokymo taikymo metodus analizuojant funkcinio galvos smegenų jungumo tendencijas depresijos atveju
- Laimėta COST veikla tiesiogiai susijusi su disertacijos tema:
 - CA22111 - A European consortium to determine how complex, real-world environments influence brain development (ENVIRO-DEV)
 - 2 darbo grupė (WG2), „Metodai ir įrankiai“

Literatūros apžvalgos rezultatai

- Lietuvoje 24 iš 1000 gyventojų kenčia dėl depresijos, kuri yra viena dažnų savižudybės priežasčių. Prevencijos ir gydymo gerinimas yra svarbus gerinant gyvenimo kokybę, psichikos sveikatą bei bendrą gerovę.
- Sergant depresija keičiasi ne tik elgesys, bet ir galvos smegenų bioelektrinis aktyvumas, kuris gali būti sekamas taikant neurovaizdinimo metodus. Taikant funkcinis metodus galima nustatyti funkcinį galvos smegenų jungumą, kuris yra tiriamas kaip biožymuo depresijai.



Literatūros apžvalgos rezultatai

- Mašininiai mokymosi metodai dažnai taikomi siekiant:
 - Klasifikuoti depresija sergančius pacientus ir sveikus tiriamuosius;
 - Skirstyti pacientus pagal depresijos potipius;
 - Prognozuoti ligos eigą.
- Kad įvertinti taikytus mašininio mokymosi metodus taikytus pasirinktoje temoje, kokie rezultatai buvo pasiekti, kokios stiprybės ir silpnybės, buvo atlikta straipsnių analizė iš PubMed duombazės, nuo 2000 iki 2023. Šių metodų tobulinimas gali leisti patobulinti depresijos diagnostikos ir gydymo būdus. Buvo apžvelgti 87 straipsniai, 207 atmesti.
- Visuose straipsniuose tiriamieji turėjo depresijos diagnozę. Taikyti 4 neurovaizdinimo metodai – elektroencefalografija (EEG), magnetoencefalografija (MEG), funkcinio magnetinio rezonanso tomografija (fMRI), funkcinė trumpųjų infraraudonųjų spindulių spektroskopija (fNIRS).

Literatūros apžvalgos rezultatai

- Funkcinis galvos smegenų jungumas gali būti taikomas, siekiant nustatyti efektyviausį modelį, kad klasifikuoti depresija sergančius pacientus ir sveikus tiriamuosius, kad skirstyti pacientus pagal depresijos potipius, kad prognozuoti depresijos eigą, kad atskirti depresiją nuo kitų sutrikimų.

Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author
AdaBoost	fMRI	59/59/59	Zhi, 2021
AMNI	fMRI	65/65/31	Wang, 2022
BNCPL	fMRI	71/69/73	Zhi, 2021
DNN	fMRI	68/66/70	Zhi, 2021
DUG	fMRI	81/89/68	Li, 2022
GCN	fMRI	84/89/68	Kong, 2021
LR	fMRI	84/80/88	Ichikawa, 2020
SLR	fMRI	80/70/85	Sato, 2023
unFEPG	fMRI	93/93/86	Li, 2022
RF	fMRI	77/87/64	Xu, 2022
	EEG	99.6/99.6/99.6	Zhang, 2022
CNN	fMRI	71/66/72	Chun, 2020
	EEG	94/96/94	Duan, 2020
	fNIRS	90/NA/NA	Wang, 2021
XGBoost	fMRI	73/72/74	Shi, 2021
SVM	fMRI	98/100/97	Guo, 2017
	EEG	99.95/99.92/99.98	Zhang, 2022
KNN	EEG	99/99/99.5	Zhang, 2022
LC-KSVD	EEG	99/99/99	Mohaved, 2022
BPNN	EEG	100/99/99	Zhang, 2022

Prediction			
Of brain bioelectric activity			
Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author
SVM	MEG	91/91/92	Bailey, 2018
LRM	fMRI	82/100/50	Li, 2023
DMN+nCPM	fMRI	80/46/91	Ju, 2022
Of depression severity			
For fMRI data were applied such methods as RF (Wade, 2022), SVM (66/72/65; Yamashita, 2021), ADTree (87/89/86; Patel, 2015), SVR (Li, 2021).			
Of medication response			
Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author
GCN	fMRI	90/85/93	Kong, 2021
SVM	fMRI	68/62/74	Leaver, 2018
Other predictions			
Prediction of behavioral changes: SVR by fMRI data (Yin, 2019)			
Prediction of MDD development: SVM (92/90/93) by fMRI data (Hirshfeld-Becker, 2019)			
Prediction based on a single scan: SVR by fMRI data (Chen, 2022)			
Prediction of "brain age": EN, Bayesian ridge, ridge regression by fMRI data (Chen, 2022); MML by fMRI data (77/88/32; Maglanoc, 2020)			

Differentiation into MMD subgroups				
Responders or non-responders to treatment				
Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author	
SVM	fMRI	93/95/92	Cash, 2019	
	EEG	87/84/89	Bailey, 2019	
CNN-LSTM	EEG	99/NA/98	Shahabi, 2023	
EN	EEG	87/88/85	Corlier, 2019	
RF	EEG	80/80/81	Oakley, 2023	
Medicated or not medicated patients				
Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author	
LR				
(MDD placebo / HC placebo)	fMRI	77/84/72	Liu, 2020	
LR				
(MDD placebo / MDD)	fMRI	80/89/67	Liu, 2020	
MDD or different disorder				
Disorder	Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author
bipolar	KNN	EEG	99/99/100	Ravan, 2023
	RF	EEG	85/83/90	Sanchez, 2022
	SVM	EEG	89/89/87	Sanchez, 2022
		fMRI	91/NA/NA	Yu, 2020
	GPC	fMRI	70/ NA/ NA	Cha, 2022
PTSD	RVM	fMRI	84/86/81	Zhang, 2021
schizophrenia	SVM	fMRI	83/84/81	Han, 2019
MDD by suicidal ideation				
Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author	
Bayesian algorithm	fMRI	85/75/88	Xu, 2022	
DL	fMRI	91/100/84	Xu, 2022	
RF	fMRI	88/94/85	Q. Li, 2023	
SVM	fMRI	85/85/78	Lin, 2023	
MDD by depression types				
Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author	
K-Means	fMRI	80/46/91	Liang, 2020	
MDD by brain bioelectric activity				
Method	Neuroimaging	ACC/SENS/SPEC,%	Author	
SVM	MEG	90/88/94	Bi, 2018	
Other classifications				
First episode vs recurrent: GNN by fMRI data (Yin, 2019)				
MDD subtypes based on connectivity: K-means by fMRI data (80/46/91; Liang, 2020; Zendehrouh, 2020), SVM by fMRI (73/74/72; Nakano, 2020; Frässle, 2020)				
Response to treatment: by TMS, fMRI data for SVM (Hopman, 2021)				
By symptoms of depression in HC: fNIRS data for diffpool and GCN methods (Yu, 2022)				

Literatūros apžvalgos rezultatai

- Atraminių vektorių klasifikatoriai (angl. support vector machines, SVM) buvo taikomi dažniausiai, siekiant įvairių tikslų, klasifikavimo ar prognozavimo – 54 straipsniai iš 87.
- Elektroencefalografijos (EEG) ir magnetoencefalografijos (MEG) duomenis buvo tiriama rečiau, o daugiausiai tyrimų naudojo funkcinio magnetinio rezonanso tomografijos duomenis. fMRI – 70 straipsnių iš 87, EEG – 12 iš 87, MEG – 2 iš 87, fNIRS – 3 iš 87.
- Siekiant plėsti tyrimus, mašininio mokymosi metodai, taikyti fMRI duomenims, galėtų būti taikomi EEG ir MEG duomenims. O kad pagerinti klasifikavimo rezultatus, galima būtų taikyti giliuosius mokymosi tinklus, atsižvelgiant į tai, kad jie buvo tikslesni esant didelėms imtims
- Sprendžiamų klasifikavimo uždavinių tikslumas nėra pakankamas, todėl tikslinga taikyti mašininio mokymo metodus, siekiant tą tikslumą pagerinti.

Kito pusmečio darbo planas

- Šiuo metu rengiamas literatūros sisteminės analizės straipsnis apie mašininio mokymosi metodų taikymą analizuojant funkcinį smegenų jungumo tendencijas depresijoje.
- Ateinantį semestrą bus atsiskaitoma už dalyką „Gilieji neuroniniai tinklai“, bendruosius gebėjimus „Pedagoginės veiklos gebėjimų ugdymo modulis“ ir „Informacijos saugojimas ir citavimas naudojantis programa Zotero“.

Ačīū už dėmesj!