

Žmogaus emocijų atpažinimo nuotraukose konvoliuciniais neuroniniais tinklais problemos

Ataskaita už 2024/2025 studijų mokslo metų I pusmetį
Studijų laikotarpis: 2021 m. spalio mėn. 1 d. – 2025 m. rugsėjo mėn.
30 d.

Doktorantas: Modestas Motiejauskas

Darbo vadovas: prof. habil. dr. Gintautas Dzemyda

2025-03-28

Studijų / ataskaitinių metų planas ir jo vykdymas

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse ²		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu ⁴			Be citav. rodiklio ⁵		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta ⁶	Būklė ⁷	Planas	Įvykdyta ⁶	Būklė ⁷
I (2021/2022)	0	0	1	0						
II (2022/2023)	1	1	0	1 (skola iš I metų)				1	0	
III (2023/2024)	1	0			1	1	Įvykdyta			
IV (2024/2025)	0	1 (skola iš III metų)			1		Įteikta: 2025-03-10		1 (skola iš II metų)	Įvykdyta
Iš viso:	2	2	1	1	2	1		1	1	

Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
Data Analysis Methods for Software Systems, 2022, Lietuva	Modestas Motiejauskas, Gintautas Dzemyda, On recognizing emotion of sadness in images of a general nature using CNN, 2022-12-01 – 03, Druskininkai, Lietuva	Nacionalinė
Dalyvavimas konferencijose 2022/2023 (2 pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
„Numerical Computations: Theory and Algorithms NUMTA-2023“, Italija	Modestas Motiejauskas, Gintautas Dzemyda, „Optimization of EfficientNetV2 Models for Predicting Sadness Emotion“, 2023-06-14 – 20., Calabria, Italija	Tarptautinė

Studijų / ataskaitinių metų planas ir jo vykdymas

Dalyvavimas konferencijose 2024/2025 (1 pusmetis)

Planas	Ivykdyta	Konferencijos tipas
„2024 4th International Conference on Artificial Intelligence, Robotics, and Communication (ICAIRC)“, Kinija	Modestas Motiejuskas, Gintautas Dzemyda, „Evaluation of Emotions in Artworks Using EfficientNet Network Integrating the Gram Matrix Modules“, 2024-12-27 – 29., Xiamen, Kinija	Tarptautinė

Egzaminai

Planas	Ivykdyta	Būklė
Egzamino pavadinimas	Mašininis mokymasis, 2022-02-17	Išlaikytas
Egzamino pavadinimas	Gilieji neuroniniai tinklai, 2022-05-30	Išlaikytas
Egzamino pavadinimas	Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika, 2022-06-30	Išlaikytas
Egzamino pavadinimas	Fundamentalieji informatikos ir informatikos inžinerijos metodai, 2023-03-28 2023-01-24	Išlaikytas

Studijų / ataskaitinių metų planas ir jo vykdymas

Publikacijos 2023/2024 (II pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Būklė	Publikacijos tipas
International Journal of Computers Communications & Control	Modestas Motiejauskas, Gintautas Dzemyda (2024). EfficientNet Convolutional Neural Network with Gram Matrices Modules for Predicting Sadness Emotion. International Journal of Computers Communications & Control, 19(5), Article 6697. https://doi.org/10.15837/ijccc.2024.5.6697	Įvykdyta	Žurnalas turi cituojamumo rodiklį (impact factor) pagal Clarivate Analytics/Web of Science JCR (Journal Citation Reports) duomenis. 2023 metų impact factor (IF) yra 2.0 (Q3)

Studijų / ataskaitinių metų planas ir jo vykdymas

Publikacijos 2024/2025 (I pusmetis)			
Planas	Įvykdyta	Būklė	Publikacijos tipas
2024 4th International Conference on Artificial Intelligence, Robotics, and Communication (ICAIRC) <i>IEEE Access</i>	M. Motiejauskas ir G. Dzemyda, "Evaluation of Emotions in Artworks using EfficientNet Convolutional Network Integrating the Gram Matrix Modules," <i>2024 4th International Conference on Artificial Intelligence, Robotics, and Communication (ICAIRC)</i> , Xiamen, China, 2024, pp. 882-887, doi: 10.1109/ICAIRC64177.2024.10900186.	Publikuota	Publikacija yra konferencijų medžiagoje be cituojamumo rodiklio.
	M. Motiejauskas ir G. Dzemyda, " The Effective Evaluation of Emotions in the Visual Emotion Images Using Convolutional Neural Networks", <i>IEEE Access</i>	Įteikta: 2025-03-10	Žurnalas turi cituojamumo rodiklį (impact factor) pagal Clarivate Analytics/Web of Science JCR (Journal Citation Reports) duomenis. 2023 metų impact factor (IF) yra 3.4 (Q1)

Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

	Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
1.	<p>Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):</p> <p>1.1. Disertacijos tyrimo objekto detalizavimas.</p> <p>1.2. Atlikti konvoliucinių neuroninių tinklų architektūrų pritaikymo emocijų klasifikavimui pagal vaizdus ir garsus analitinę apžvalgą.</p> <p>1.3. Nustatyti (identifikuoti) mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su konvoliucinių neuroninių tinklų taikymu emocijoms atpažinti, o taip pat ir su tam naudojamų tinklų specifika.</p> <p>1.4. Tyrimo tikslo suformavimas.</p>	<p>2021 m. spalio mėn. – 2022 m. kovo mėn.</p> <p>2022 m. balandžio mėn. – 2022 m. rugsėjo mėn.</p>	<p>Pabaigta rengti mokslinės literatūros apžvalga</p> <p>Įvertinti galimi naujesnės kartos (2021 m. paskelbimo) konvoliucinių neuroninių tinklų modeliai nenusileidžia efektyvumu tankiems, dideliems tinklams..</p>
2.	<p>Mokslinio tyrimo vykdymas:</p> <p>2.1. Tyrimo metodikos sudarymas:</p> <p>2.1.1. Tyrimo metodikos iškeltiems uždaviniams spręsti parinkimas;</p> <p>2.1.2. Teorinio ir empirinio tyrimų suplanavimas pagal pasirinktą metodiką.</p> <p>2.2. Teorinis tyrimas:</p> <p>2.2.1. Konvoliucinių neuroninių tinklų, naudojamų žmogaus emocijoms nustatyti, tyrimas.</p> <p>2.2.2. Žmogaus emocijoms nustatyti skirto konvoliucinio neuroninio tinklo funkcionavimo tyrimas ir jo vidinės elgsenos analizė priklausomai nuo skirtingų emocijų. Emocijų vertinimo proceso optimizavimas remiantis gautomis analizės žiniomis.</p>	<p>2022 m. spalio mėn.</p> <p>2022 m. lapkričio mėn. – 2023 m. rugsėjo mėn.</p>	<p>Priešpaskutinio neuroninio tinklo požymių dimensijų sumažinimas naudojant t-SNE ir UMAP leido įvertinti siūlomo tinklo trūkumus. Apmokyto tinklo vizualizacijos gerai atitinka ir klasifikavimo, ir sumišimo matricos metrikų įverčius.</p>

3.	<p>Atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas:</p> <p>3.1. Tikslų, uždavinių, tyrimo metodikos, ginamųjų teiginių patikslinimas;</p> <p>3.2. Analitinės disertacijos dalies parengimas;</p> <p>3.3. Teorinės disertacijos dalies parengimas;</p> <p>3.4. Eksperimentinės disertacijos dalies parengimas;</p> <p>3.5. Bendrųjų išvadų formulavimas.</p>	2024 m. spalio mėn. – 2025 m. gegužės mėn.	<p>Sudalyvauta tarptautinėje konferencijoje. Rezultatai tap pat yra publikuoti konferencijų medžiagoje.</p> <p>Žurnale „IEEE Access“ įteikta (2025-03-10) publikacija: M. Motiejauskas ir G. Dzemyda, " The Effective Evaluation of Emotions in the Visual Emotion Images Using Convolutional Neural Networks", <i>IEEE Access</i>.</p>
4.	Daktaro disertacijos parengimas ir svarstymas padalinyje	2025 m. birželio mėn.	
5	Daktaro disertacijos gynimas	2025 m. rugsėjo mėn.	

Tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai

Šiame darbe yra tiriama vaizdai, kuriuose norima įvertinti emocijas.

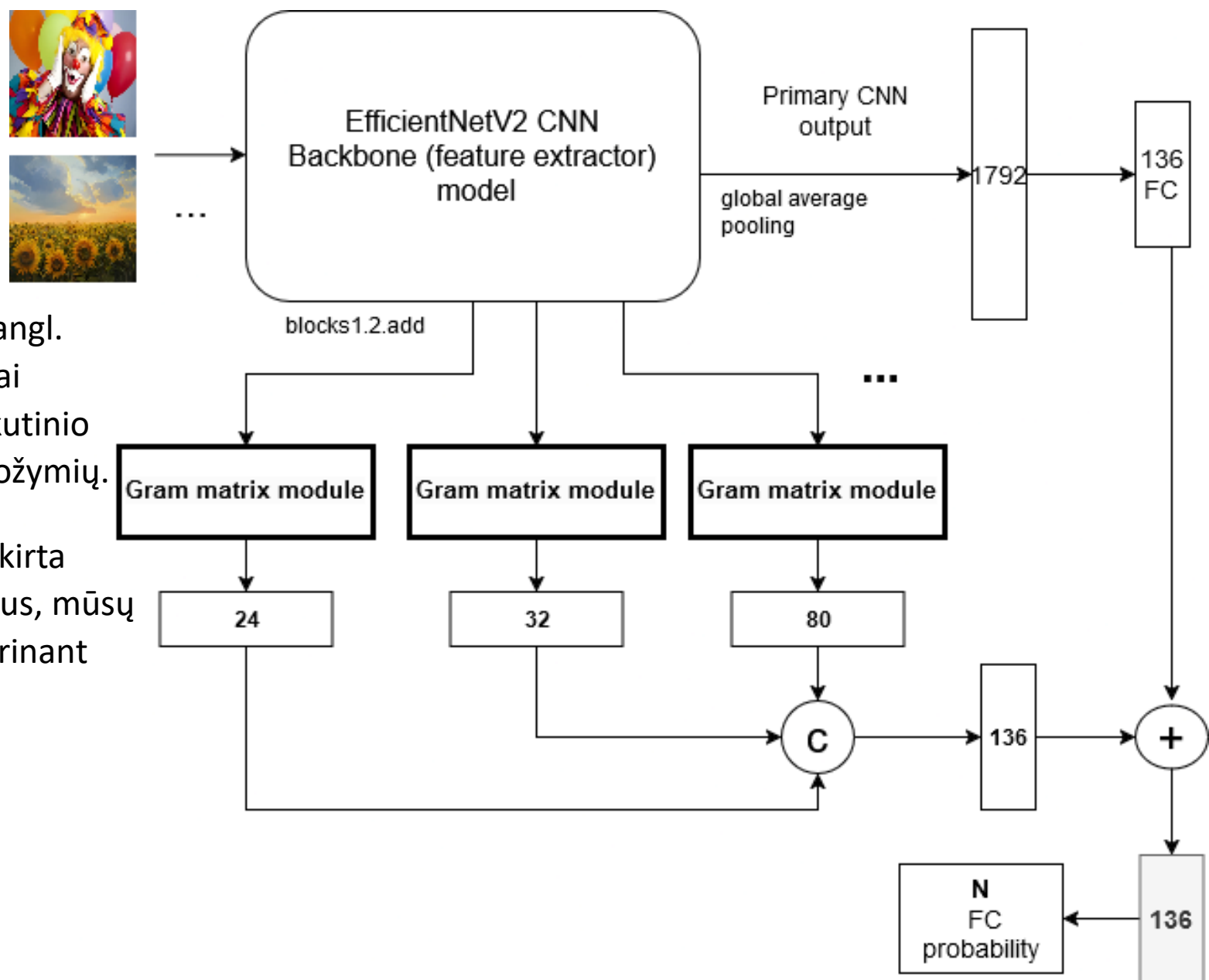
Tikslas: Atlikti emocijų klasifikavimą vizualinių emocijų vaizduose.

Uždaviniai:

- Atlikti mokslinės literatūros apžvalgą.
- Nustatyti (identifikuoti) mokslines problemas, kylančias uždaviniuose, susijusiuose su konvoliucinių neuroninių tinklų taikymu emocijoms atpažinti, o taip pat ir su tam naudojamų tinklų specifika.
- Pateikti efektyvų kontrastinio-centro optimizavimo integravimo sistemą.
- Išvystyti gilųjį neuroninį tinklą vizualinių emocijų atpažinimui. Atlikti išsamų tinklo efektyvumo palyginimą, pasinaudojant laisvai prieinamais vizualinių emocijų duomenų rinkiniais.

Mokslinių rezultatų pristatymas

- Įprastai yra išskiriamos šios bazinės emocijos: linksmumas, susižavėjimas, pasitenkinimas, jaudulys, pyktis, pasibjaurėjimas, baimė ir liūdesys.
- Pereita prie platesnio emocijų kategorijų atpažinimo tyrimo.
- Pasiūlytas efektyvus kontrastinio centravimo optimizavimo integravimo mechanizmas.
- Apmokomas konvoliucinis neuroninis tinklas vizualinių emocijų klasifikavimui.



- Šis tinklas turi dvi pagrindines išeigas (angl. outputs): vektorius, sudarytas iš N pilnai sujungtų neuronų požymių ir priešpaskutinio sluoksnio vektorius, sudarytas iš 136 požymių.
- Kontrastinio centro tikslo funkcija yra skirta optimizuoti giliuosius neuroninius tinklus, mūsų atveju konvoliucinį neuroninį tinklą, gerinant požymių išsiskyrimą.

Mokslinių rezultatų pristatymas

- Ši tikslo funkcija susideda iš dviejų komponentų: L_{intra} ir L_{inter} . Intra-klasės kompaktiškumu siekiama minimizuoti atstumus tarp požymių išreiškimų (embeddings) ir atitinkančių klasių centrų.
- O antrasis tikslo funkcijos narys, komponente siekiama pagerinti klasės centrų atskyrimą „bauduojanč“ centrų poras, esančias per arti pagal nurodytą atstumą (margin).
- Pasiūlymas yra integruoti kontrastinio-centro tikslo funkcijos optimizavimą įtraukiant šios f-jos dalį į bendrąją tikslo funkcijos formulę pateiktą (6).

$$L_{\text{contr}} = L_{\text{intra}} + L_{\text{inter}}. \quad (1)$$

$$L_{\text{total}} = L_{\text{entr}} + \beta \cdot L_{\text{contr}}, \quad (6)$$

Mokslinių rezultatų pristatymas

- Modelio ir kontrastinio-centro tikslo funkcijos integravimo efektyvumas buvo vertintas vizualinių emocijų klasifikavimo problemai.
- Kontrastinio-centro integravimo įtaka buvo įvertinta šiomis metrikomis: tikslumo ir atliekant klasterių analizę, esant apmokytam tinklui.
- Ištyrus optimaliausius hiperparametrus, susijusius su kontrastinio-centro formulavimu, gauti 1.55 %, 2.2 % ir 2.52 % aukštesni tikslumo rezultatai WEBEmo liūdesio, FI-8 ir EmoSet-118K atitinkamuose duomenų rinkiniuose. Tai atitiktų: 82.14 % -> 83.71 %, 69.68 -> 71.88, ir 77.94 % -> 80.49 %
- Papildoma klasterių analizė ir daugiamačių požymių vizualizavimas taip pat teigiamai atspindi kontrastinio-centro integravimo poveikį, apmokant tinklą.

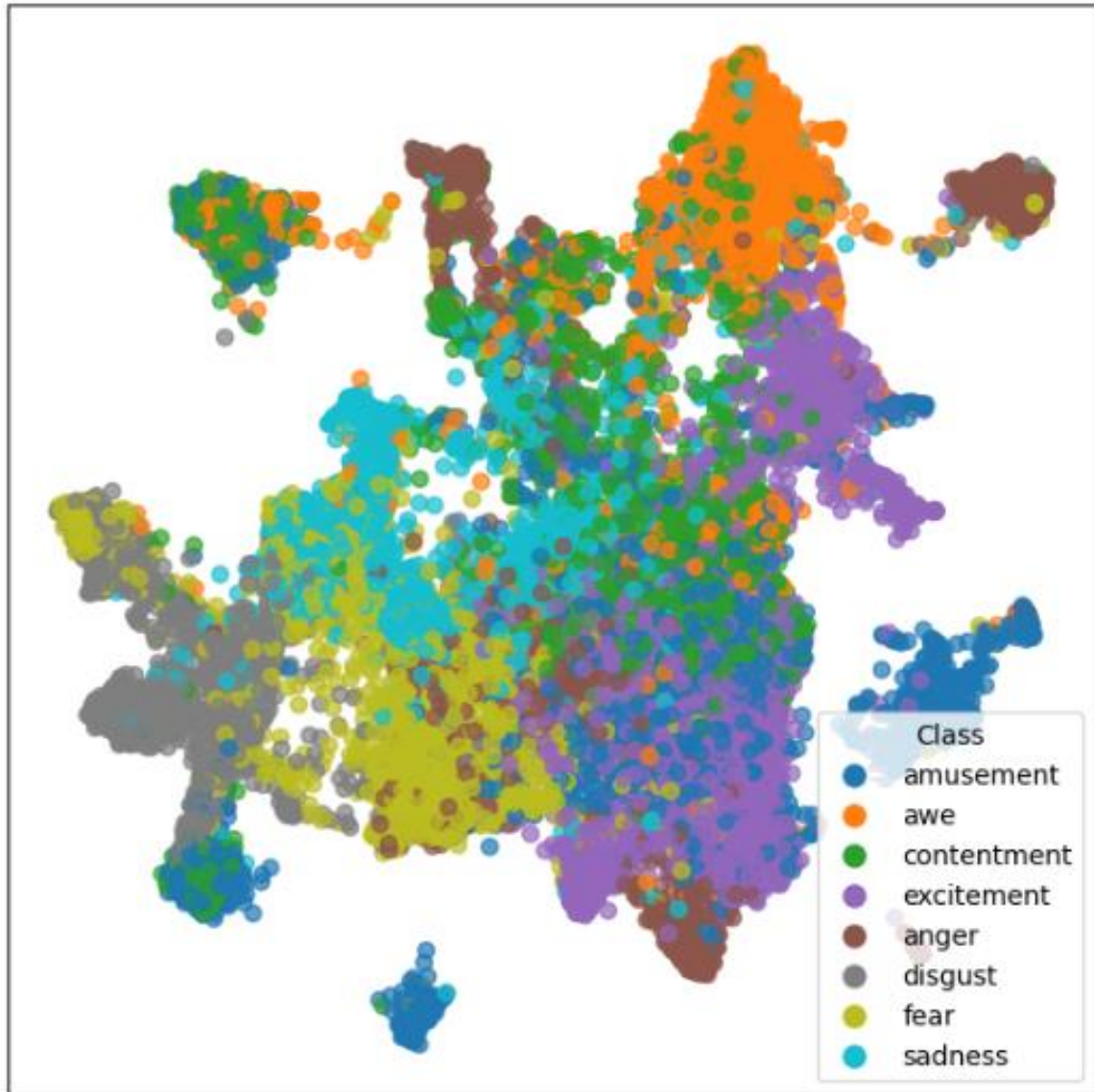
Mokslinių rezultatų pristatymas

TABLE 4. Performance metrics on dependence on β ; FI-8 testing set

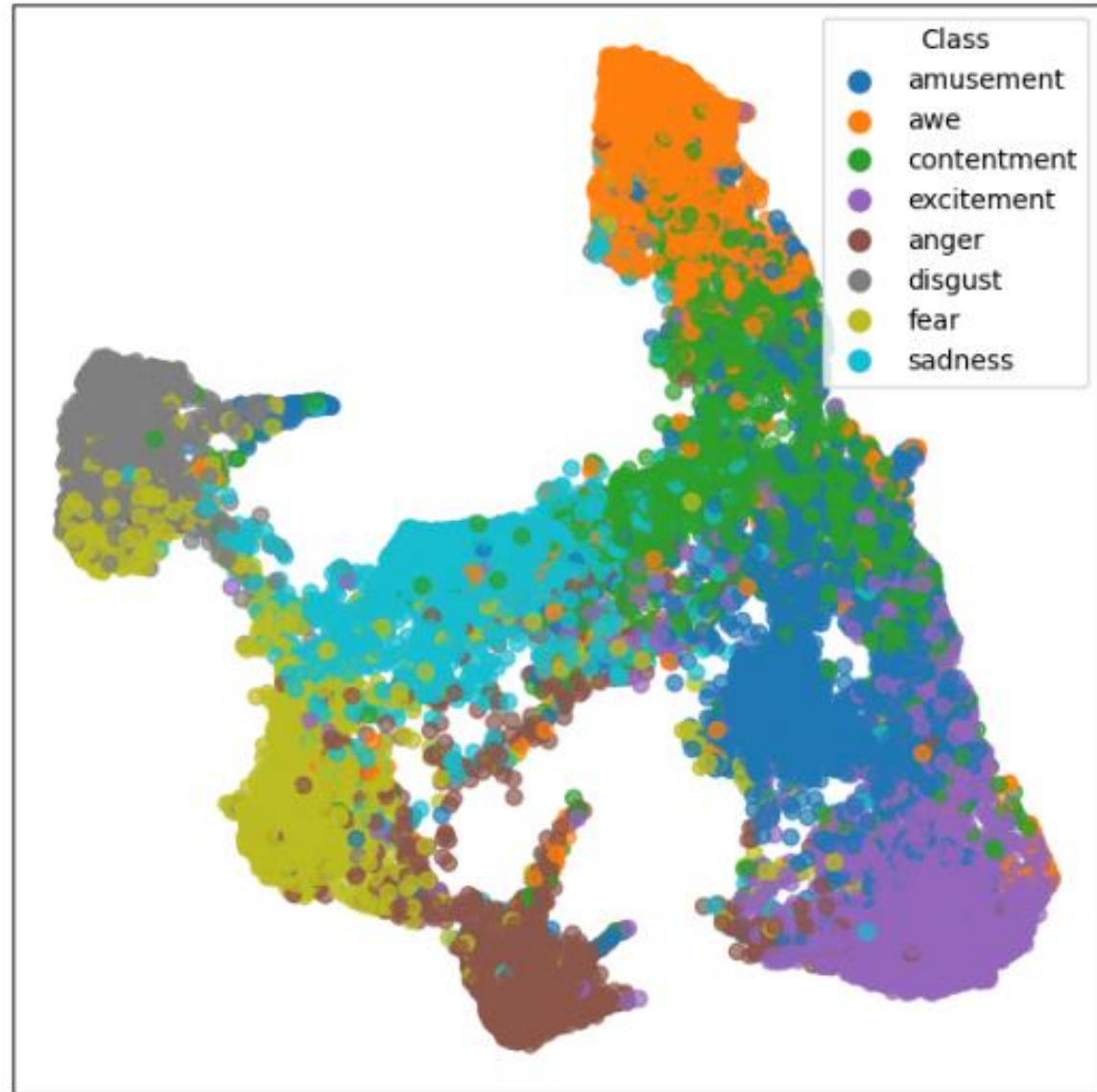
β	Accuracy	ARI	NMI	ASR
0	0.6968	0.3907	0.4337	0.8262
0.1	0.7132	0.4735	0.4706	0.2659
0.3	0.7124	0.4498	0.4650	0.2492
0.4	0.7138	0.4486	0.4648	0.2172
0.5	0.7153	0.4565	0.4692	0.1858
0.8	0.7135	0.4574	0.4688	0.1341
1.0	0.7127	0.4233	0.4597	0.2433
1.2	0.7138	0.4682	0.4755	0.0728
5.0	0.7147	0.4837	0.4787	0.0106

TABLE 5. Performance metrics on dependence on β ; EmoSet-118K testing set

β	Accuracy	ARI	NMI	ASR
0	0.7794	0.3416	0.4605	0.8156
0.1	0.7858	0.5400	0.5833	0.3766
0.3	0.7859	0.5565	0.5945	0.2560
0.4	0.7870	0.5608	0.5983	0.2257
0.5	0.7866	0.5630	0.6008	0.1995
0.8	0.7879	0.5618	0.6026	0.1517
1.0	0.7880	0.5656	0.6055	0.1298
1.2	0.7886	0.5093	0.5906	0.0759

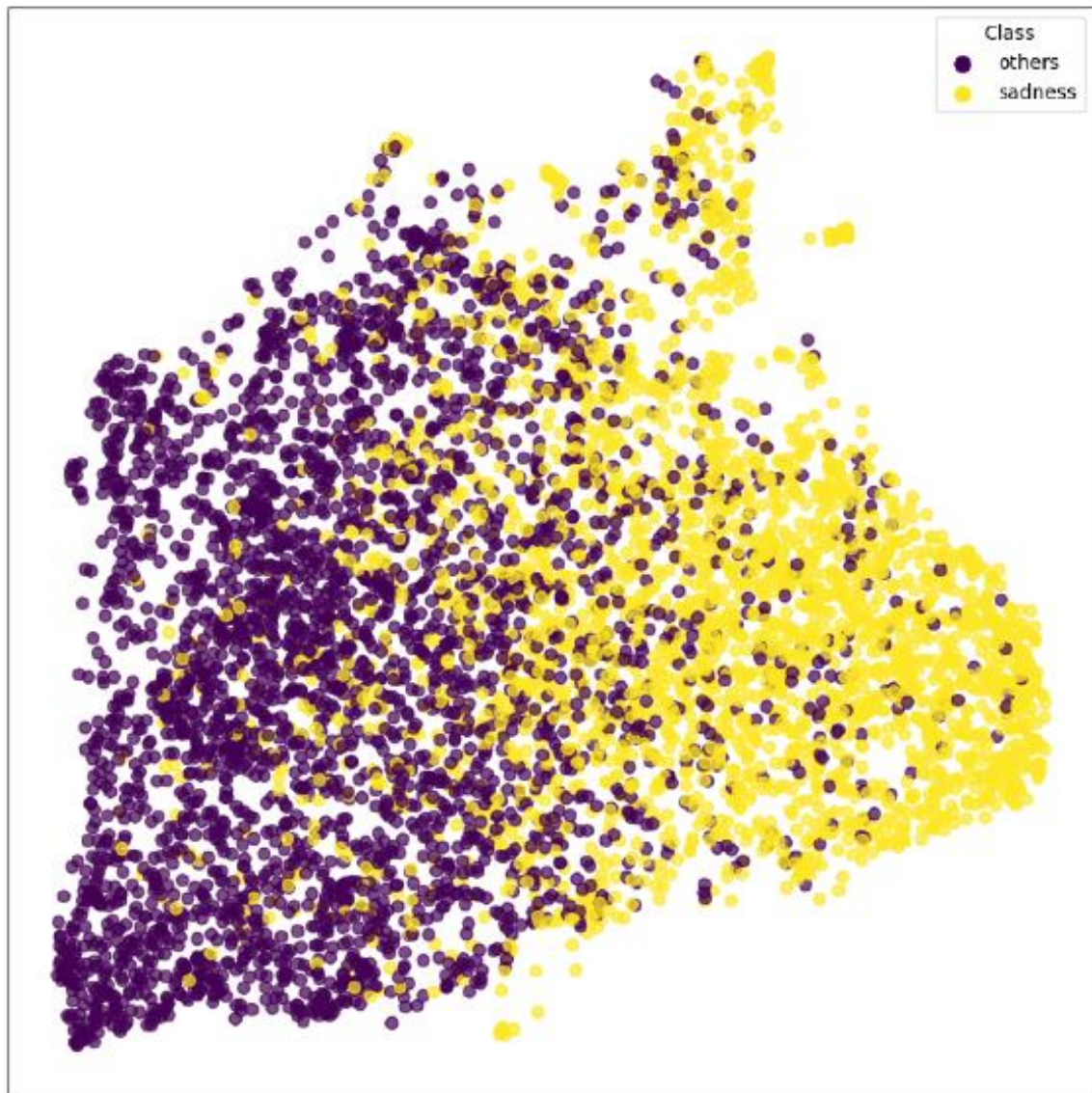


(a) $\beta = 0$

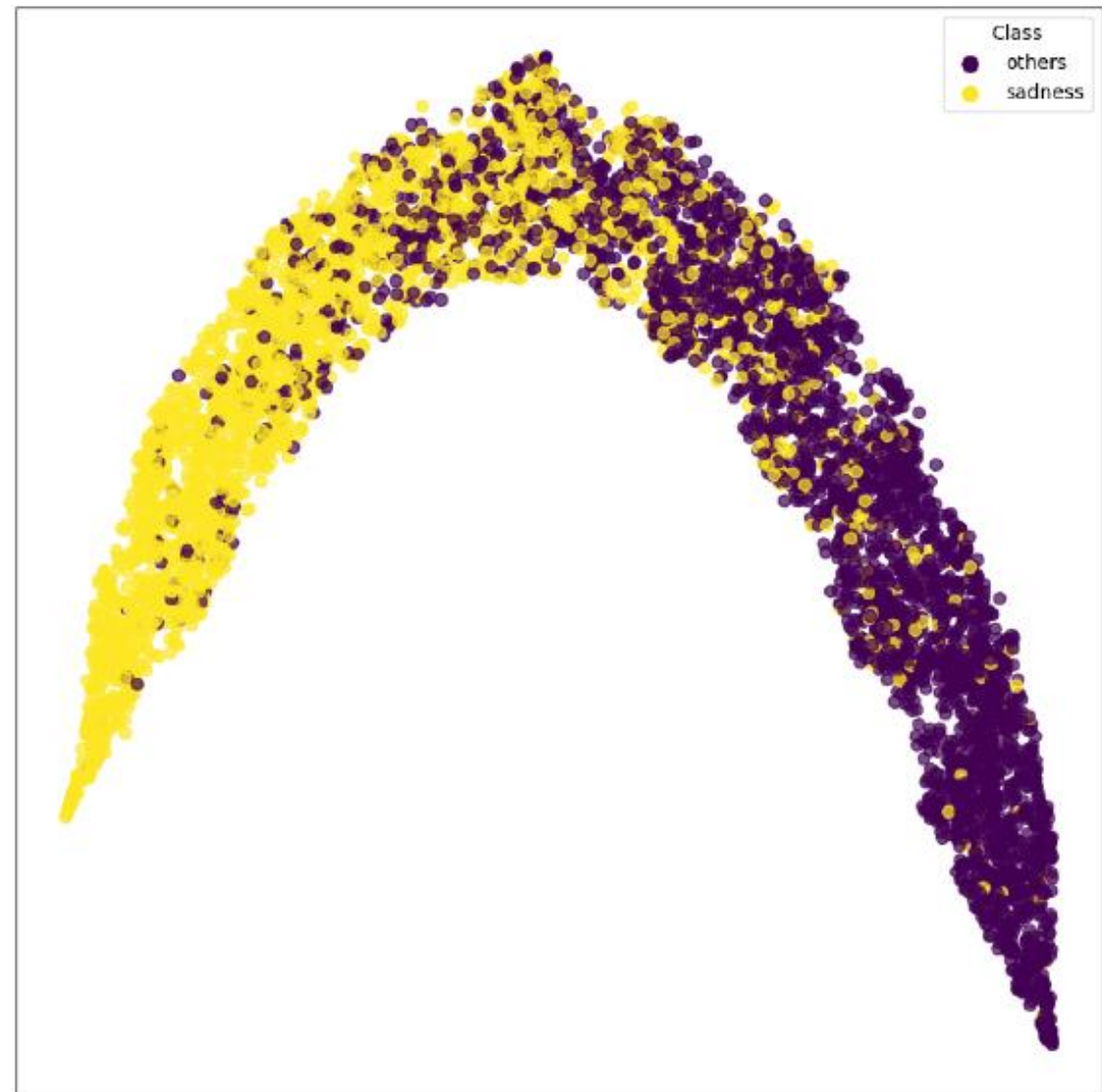


(b) $\beta = 0.5$

FIGURE 6. Visualization of the trained model results; EmoSet-118K.



(a) Contrastive-center loss integration
term $\beta = 0$.



(b) Contrastive-center loss integration
term $\beta = 0.5$

FIGURE 5. Visualization of the trained model results; WEBEmo.

Išvados

- Išryškėjo trūkumai, susiję su kontrastinio-centro integravimu.
- Vienas iš trūkumų yra papildomų parametrų įvedimas, kurie savo atžvilgiu reikalauja papildomo optimizavimo (angl. tuning).
- Papildoma klasterių analizė ir daugiamačių požymių vizualizavimas taip pat teigiamai atspindi kontrastinio-centro integravimo efektą.
- Tam tikros emocijų kategorijos yra identifikuojamos kaip „artimos“. Tinklas jas maišo – tai pasireiškia ir vizualizacijose ir klasifikavimo matricos rezultate.

Kito pusmečio darbo planas

- Redaguoti įteiktą antrą medžiagą publikacijai į leidinį, turintį cituojamumo rodiklį, recenzentams pateikius pastabas.
- Pildyti ir ruošti medžiagą galutinei disertacijai.