



**Vilniaus
universitetas**

VEIKLOS ATASKAITA

Kelių asmenų kūno padėties sekimas realiuoju laiku taikant mašininio mokymosi metodus

Doktorantūros pradžios/pabaigos metai: 2022-2026

Studijų metai: 2024/2025 antras pusmetis

Doktorantas: Algimantas Skuodis

Vadovas: Olga Kurasova, prof. Dr

Studijų planas ir jo vykdymo suvestinė

Studijų metai	Egzaminai	
	Planas	Įvykdyta
I (2022/2023)	2	2
II (2023/2024)	2	2
III (2024/2025)		
IV (2025/2026)		
Iš viso:	4	4

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu			Be citav. rodiklio		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2022/2023)										
II (2023/2024)		1	1	1				1	1	Publi kuota
III (2024/2025)	1				1					
IV (2025/2026)	1				1					
Iš viso:	2	1	1	1	2			1	1	

Egzaminai 2024/2025 (II pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Būklė

Dalyvavimas konferencijose 2024/2025 (II pusmetis)		
Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas

Publikacijos 2024/2025 (II pusmetis)			
Planas	Įvykdyta	Būklė	Publikacijos tipas
Image and Vision Computing, Elsevier		Bus įteikta iki rugsėjo pabaigos	Su citavimo rodikliu

Tyrimų objektas

*Mašininio mokymosi metodai kelių asmenų
kūno padėties sekimui realiuoju laiku.*

Tikslas

Sukurti mašininio mokymosi metodą kelių asmenų kūno padėties sekimui realiuoju laiku, skirtą kūno padėties sekimui ir taškų skaičiavimui parašiotų sporto laisvojo kritimo derinių disciplinoje.

Uždaviniai

- Iširti modernius mašininio mokymosi metodus, naudojamus kelių asmenų kūno padėties sekimui realiuoju laiku.
- Sukurti duomenų rinkinį, skirtą mašininio mokymosi metodų, skirtų kelių asmenų kūno padėties sekimui realiuoju laiku parašutų sporto laisvojo kritimo derinių disciplinoje, vertinimui.
- Pasiūlyti mašininio mokymosi metodą, tinkamą kelių asmenų kūno padėties sekimui realiuoju laiku parašutų sporto laisvojo kritimo derinių disciplinoje.
- Atlikti eksperimentinius tyrimus ir įvertinti pasiūlytą metodą naudojant sukurtą duomenų rinkinį.
- Atlikti eksperimentinius tyrimus ir įvertinti pasiūlytą metodą naudojant kitus atvirus duomenų rinkinius, dažniausiai naudojamus kelių asmenų kūno padėties identifikavimo metodų vertinimui.



Laisvojo kritimo deriniai

- 4 kilometrai
- 10 turų / šuolių
- 35 sekundės laisvojo kritimo
- 5-6 burtų būdu ištrauktos figūros
- Viso 16 figūrų ir 22 blokai (2 figūros)
- t.y., 60 skirtingų formacijų



1



17

7.1



Round 10 - 451 "Great Britain"

4-Way Female

7/24



Problema

- Nėra galimybės matyti preliminarų rezultatą gyvai

Kuriamas duomenų rinkinys

- 12 varžybų (2019-2022)
- 60 formacijų (figūrų)
- 26 436 kadrai

Competition	Rounds	Teams
Airspace2022	10	36
Eloy2022	10	25
Tanay2021	6	13
Eloy2019	10	20
FlyspotOpen2021	10	6
FlyspotOpen2022	10	11
DIPC2021	10	6
USPANationals2022	10	12
SwissNationals2022	8	3
USPANationals2022Advanced	10	15
1STDITC2021	10	7
AbhuDhabiFirstOpen2022	6	4

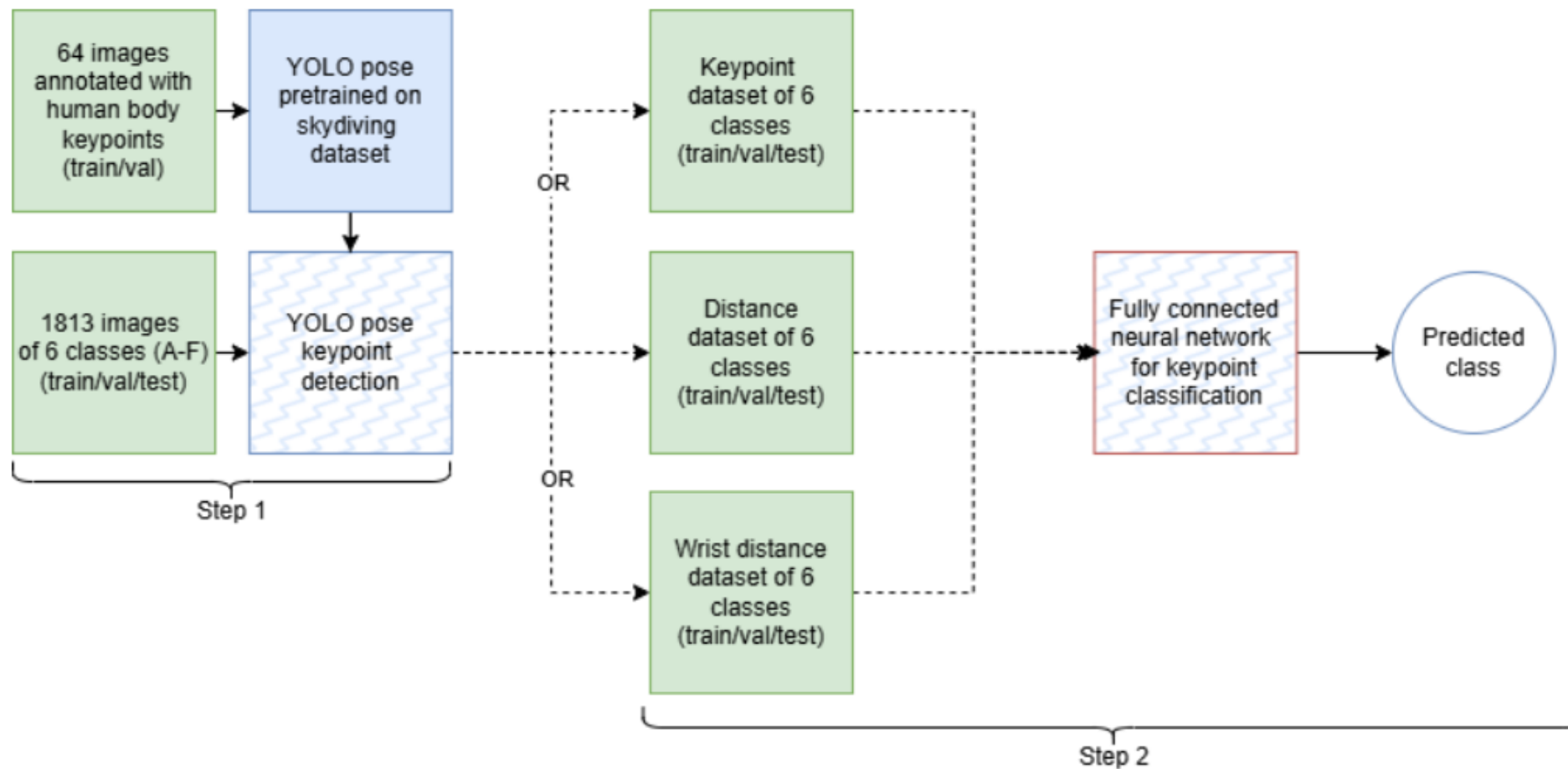
Experimentinis duomenų rinkinys

- Mokymo/validavimo:
 - Pirmos šešios figūros (A,B,C,D,E,F),
 - 1753 vaizdai,
 - 6 klasės,
 - Suvienodintas dydis,
 - Pašalintos šiukšlės,
 - Padalinta 80/20.
- Testinis:
 - 60 vaizdų, po 10 kiekvienai figūrai.



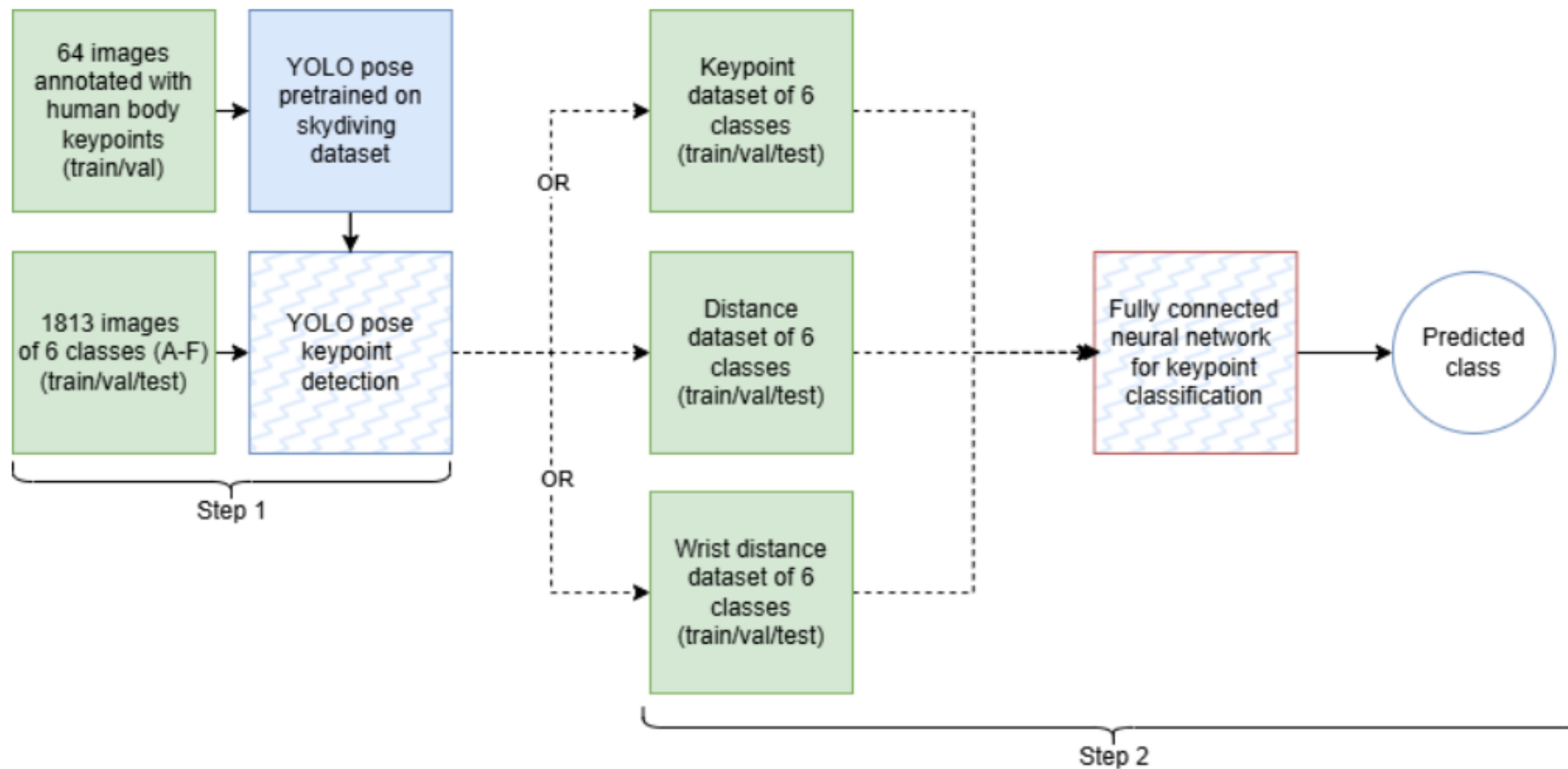
Dviejų etapų metodas

- Kūno taškų detektorius (1),
- Formacijų klasifikatorius (2).



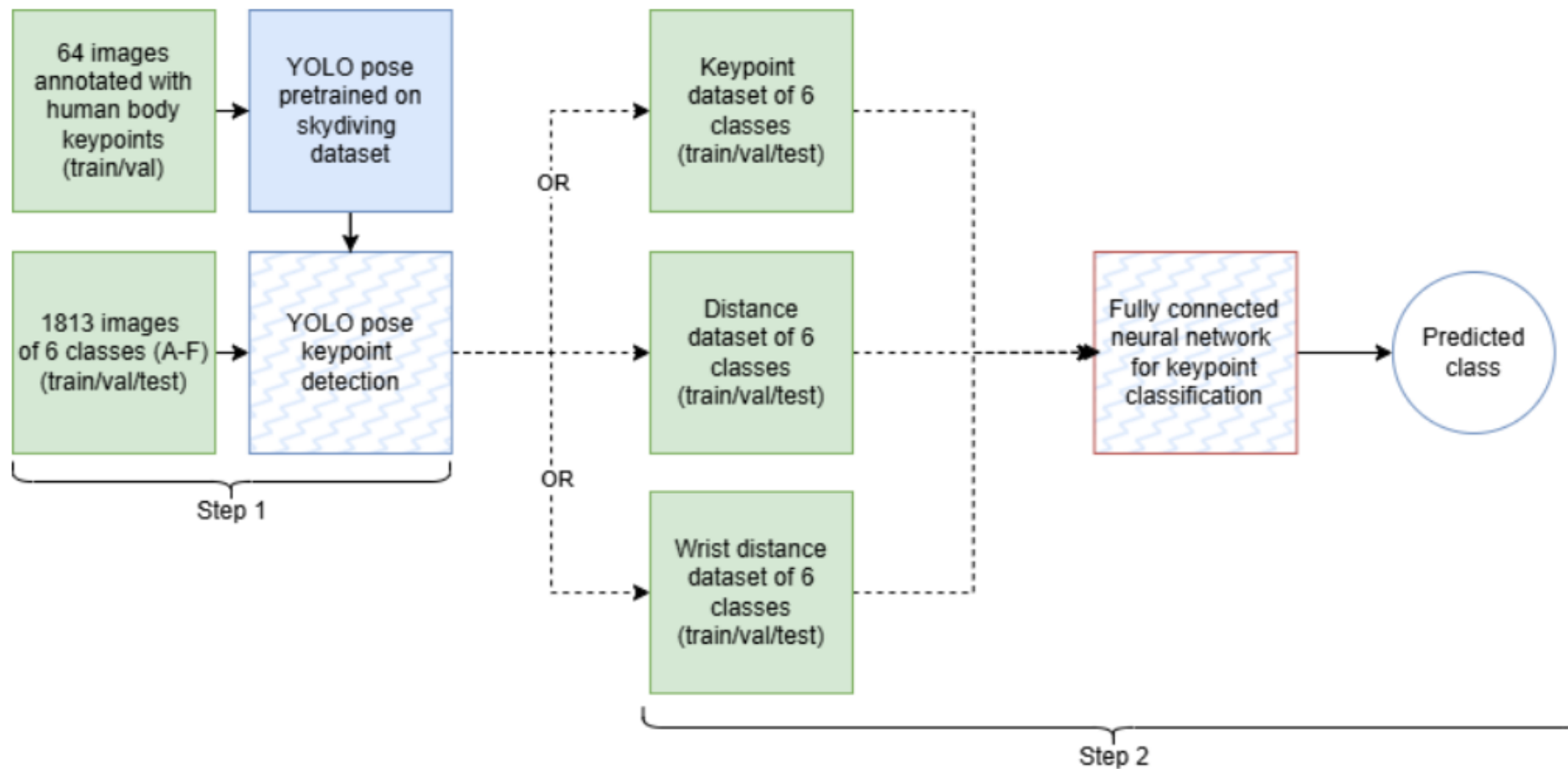
Dviejų etapų metodas

- Kodėl YOLO Pose?



Dviejų etapų metodas

- Ką klasifikuosime ?
 - Koordinatės, atstumai, prasmingi atstumai.



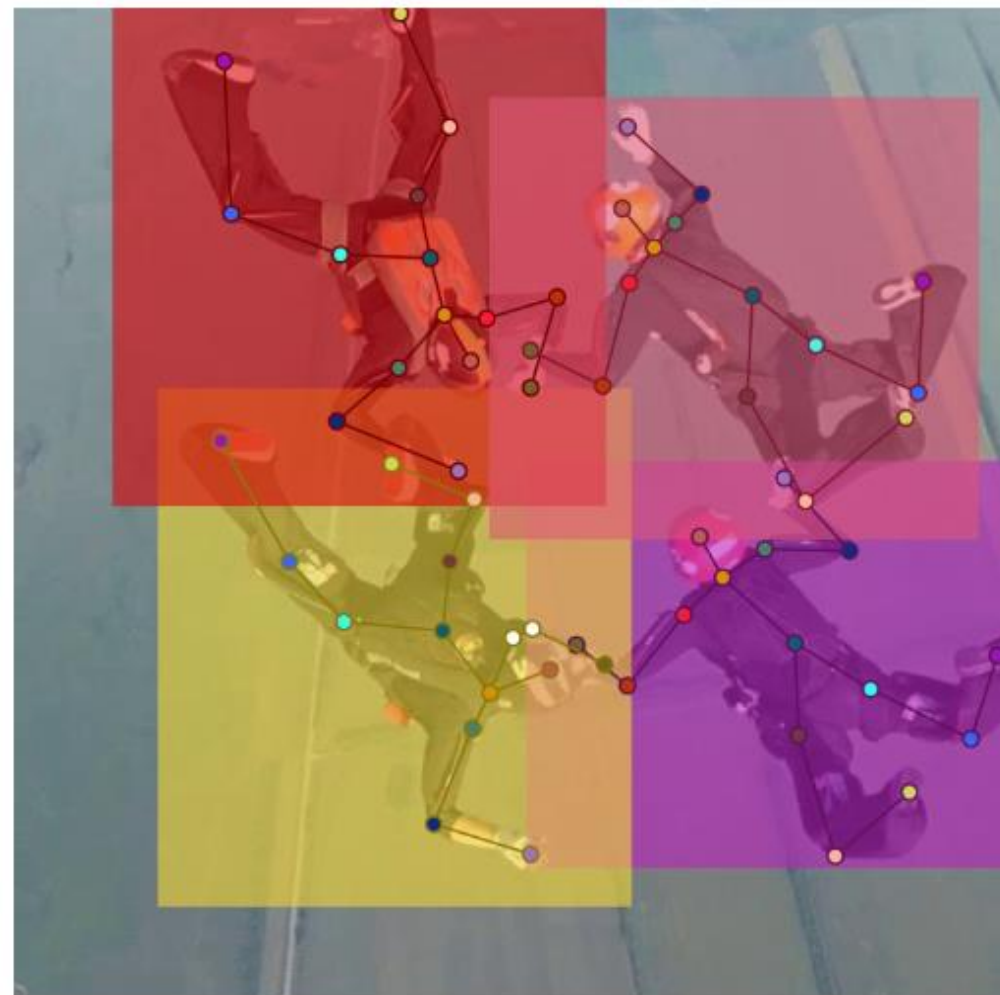
Nuoroda į video.



YOLO Pose apmokymas

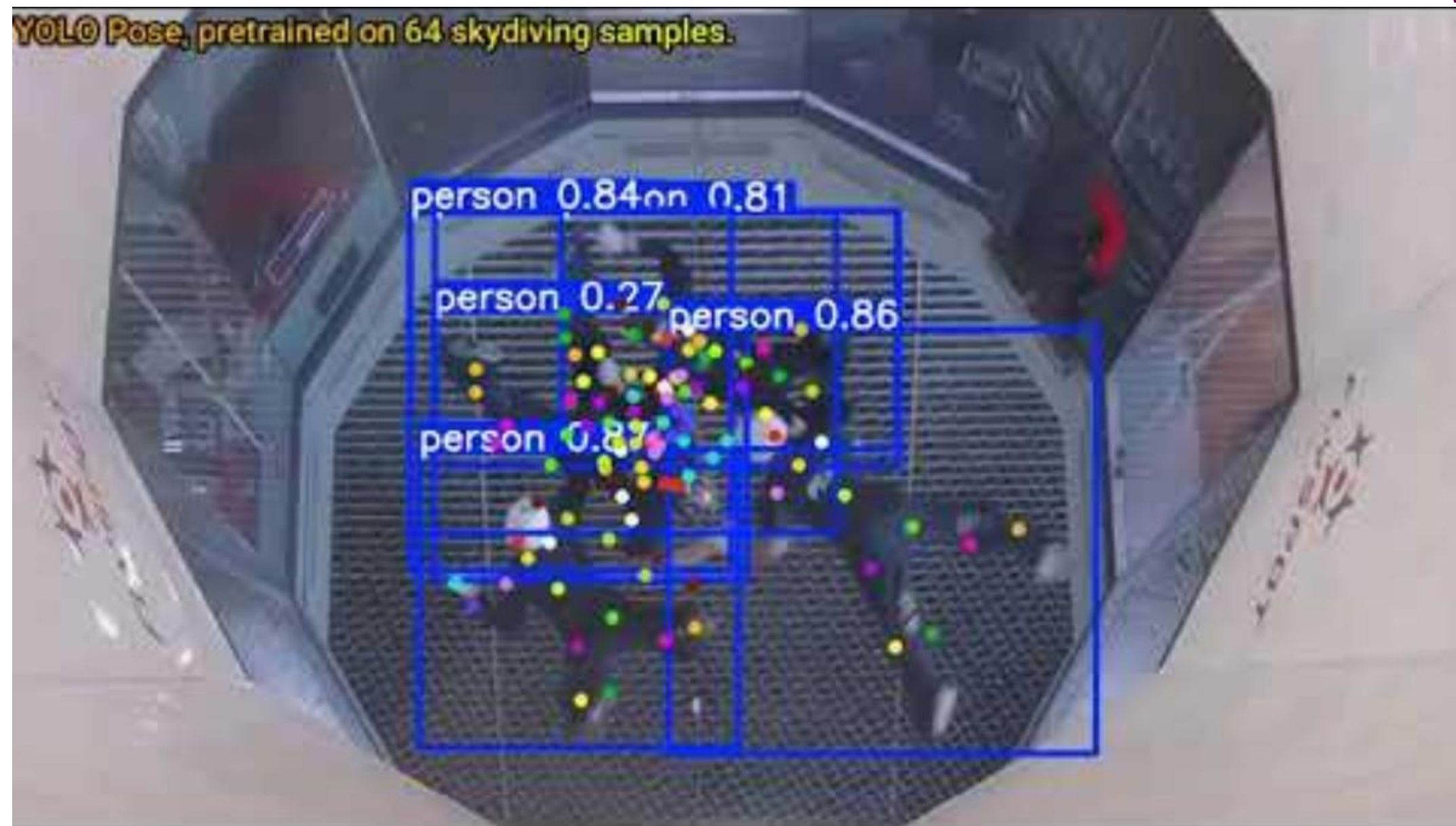
64 pavyzdžiai, 15 kūno dalių. Nereikia detalių.

No. Keypoint		No. Keypoint	
1	Head	9	Right hip
2	Neck	10	Right knee
3	Right shoulder	11	Right ankle
4	Right elbow	12	Left hip
5	Right wrist	13	Left knee
6	Left shoulder	14	Left ankle
7	Left elbow	15	Chest
8	Left wrist		



YOLO Pose apmokymas

Vilniaus
universitetas



Klasifikatorius

- Koordinatės - 120,
- Atstumai – 1350,
- Atstumai nuo rankų - 360.

Layer Name	Output Shape
Dense	(None, 256)
BatchNormalization	(None, 256)
Activation	(None, 256)
Dense	(None, 128)
BatchNormalization	(None, 128)
Activation	(None, 128)
Dense	(None, 64)
BatchNormalization	(None, 64)
Activation	(None, 64)
Dense	(None, 32)
BatchNormalization	(None, 32)
Activation	(None, 32)
Dense	(None, 6)

Koordinačių klasifikavimas

Table 8: Keypoint-based classification results, Light Gradient Boosting Machine

Class	Validation Data			Test Data		
	Precision	Recall	F1-Score	Precision	Recall	F1-Score
A	0.67	0.61	0.64	0.67	0.61	0.64
B	0.46	0.44	0.45	0.46	0.44	0.45
C	0.52	0.49	0.50	0.52	0.49	0.50
D	0.54	0.46	0.50	0.54	0.46	0.50
E	0.45	0.51	0.48	0.45	0.51	0.48
F	0.51	0.59	0.55	0.51	0.59	0.55
Accuracy			0.52			0.52
Macro Avg	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
Weighted Avg	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

Table 5: Two-step approach, keypoint classification results

Class	Validation Data			Test Data		
	Precision	Recall	F1-Score	Precision	Recall	F1-Score
A	0.69	0.55	0.61	0.62	0.80	0.70
B	0.61	0.42	0.50	0.60	0.30	0.40
C	0.70	0.82	0.76	0.88	0.70	0.78
D	0.55	0.63	0.59	0.67	0.80	0.73
E	0.58	0.67	0.62	0.54	0.70	0.61
F	0.66	0.66	0.66	0.67	0.60	0.63
Accuracy			0.63			0.65
Macro Avg	0.63	0.62	0.62	0.66	0.65	0.64
Weighted Avg	0.63	0.63	0.62	0.66	0.65	0.64

Atstumų klasifikavimas

Table 9: Distance-based classification results, CatBoost Classifier

Class	Validation Data			Test Data		
	Precision	Recall	F1-Score	Precision	Recall	F1-Score
A	0.92	0.94	0.93	0.77	1.00	0.87
B	0.88	0.88	0.88	1.00	0.50	0.67
C	0.92	0.95	0.94	1.00	0.80	0.89
D	0.86	0.89	0.88	0.88	0.70	0.78
E	0.82	0.82	0.82	0.60	0.90	0.72
F	0.97	0.90	0.93	0.91	1.00	0.95
Accuracy			0.90			0.82
Macro Avg	0.90	0.90	0.90	0.86	0.82	0.81
Weighted Avg	0.90	0.90	0.90	0.86	0.82	0.81

Table 6: Two-step approach, distance classification results

Class	Validation Data			Test Data		
	Precision	Recall	F1-Score	Precision	Recall	F1-Score
A	0.96	0.90	0.93	0.91	1.00	0.95
B	0.92	0.95	0.93	0.80	0.80	0.80
C	0.85	0.93	0.89	0.89	0.80	0.84
D	0.88	0.91	0.90	1.00	0.90	0.95
E	0.96	0.88	0.92	0.91	1.00	0.95
F	0.93	0.90	0.91	1.00	1.00	1.00
Accuracy			0.91			0.92
Macro Avg	0.92	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92
Weighted Avg	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92

Prasmingų atstumų klasifikavimas

Table 10: Wrist distance-based classification results, CatBoost Classifier

Class	Validation Data			Test Data		
	Precision	Recall	F1-Score	Precision	Recall	F1-Score
A	0.96	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00
B	0.90	0.93	0.92	0.90	0.90	0.90
C	0.90	0.98	0.94	0.90	0.90	0.90
D	0.83	0.79	0.81	0.82	0.90	0.86
E	0.84	0.82	0.83	0.89	0.80	0.84
F	0.95	0.90	0.93	1.00	1.00	1.00
Accuracy			0.90			0.92
Macro Avg	0.90	0.90	0.90	0.92	0.92	0.92
Weighted Avg	0.90	0.90	0.90	0.92	0.92	0.92

Table 7: Two-step approach, distance from wrists classification results

Class	Validation Data			Test Data		
	Precision	Recall	F1-Score	Precision	Recall	F1-Score
A	0.94	0.96	0.95	0.91	1.00	0.95
B	0.93	0.95	0.94	0.82	0.90	0.86
C	0.88	0.93	0.90	1.00	0.80	0.89
D	0.89	0.89	0.89	1.00	1.00	1.00
E	0.89	0.89	0.89	1.00	1.00	1.00
F	0.97	0.89	0.93	1.00	1.00	1.00
Accuracy			0.92			0.95
Macro Avg	0.92	0.92	0.92	0.95	0.95	0.95
Weighted Avg	0.92	0.92	0.92	0.95	0.95	0.95

Rezultatų palyginimas

Table 14: Comparison of weighted F1-scores across classification approaches

Approach	Formation classifier	Validation Weighted F1	Test Weighted F1
Two-step (keypoint-based)	LightGBM	0.52	0.52
Two-step (keypoint-based)	FCNN	0.62	0.64
Two-step (distance-based)	CatBoost	0.90	0.82
Two-step (distance-based)	FCNN	0.91	0.92
Two-step (wrist distance-based)	CatBoost	0.90	0.92
Two-step (wrist distance-based)	FCNN	0.92	0.95

Išvados

- Kūno dalių modelio apmokymui naudojant perkėlimo mokymą reikia sąlyginai nedidelio kiekio pavyzdžių.
- Vien koordinačių naudojimas klasifikavimas nėra pakankamas.
- Atstumų panaudojimas klasifikavimui yra tinkama strategija siekiant aukšto klasifikavimo rezultato.
- Prasmingų kūno dalių naudojimas gali pagerinti klasifikavimo rezultata.
- Dviejų etapų metodas yra tinkama strategija figūrų klasifikavimui ir gali būti naudojamas kūno padėties sekimui ir taškų skaičiavimui parašiotų sporto laisvojo kritimo derinių disciplinoje.

Tolimesni darbai

- Paruošti ir teikti publikaciją į žurnalą Clarivate Web of Science duomenų bazėje su citavimo rodikliu.
- Pristatyti tyrimo rezultatus tarptautinėje konferencijoje.

Klausimai?