



ANALIZA WYDOLNOŚCI SPORTOWCÓW NA PODSTAWIE KRZYWYCH KWASU MLEKOWEGO

Isolation Forest

Jakub Nieśmiała, Krzysztof Malisak, Hubert Król

WSTĘP

Przeprowadzono testy wydolności dla 183 sportowców.

Oczyszczono dane z braków i wartości odstających.

Wstępne cechy predyktywne:

- wiek, wzrost, waga, $VO_2\text{max}$, VE, HRmax, RF, $VO_2\text{max}_{l_m}$.

Dodatkowe dane z krzywych kwasu mlekowego:

- Poziom kwasu mlekowego przy prędkościach 6, 8, 10 km/h (la_8 , la_{10}).
- Tętno przy prędkościach (hr_6 , hr_8 , hr_{10}).
- Charakterystyczne punkty krzywej, np. la_{min} , $hr_{min_{la}}$, la_{max} , $hr_{max_{la}}$.

Wyzwaniem był brak pełnych zakresów obciążeń (6–22 km/h).

Dane kontekstualizowane pod kątem różnorodnych środowisk treningowych.

Użyteczność zbioru danych:

- Ocena wydolności sportowców
- Planowanie indywidualnych programów treningowych

ZBIÓR DANYCH

Dane osobowe:

- Płeć, data badania, wiek, wzrost, waga, dyscyplina sportowa

Parametry wydolności:

- AeT (próg aerobowy), AnT (próg anaerobowy), $VO_2\text{max}$ (maksymalna wydolność tlenowa).
- VO_2 przy AnT (wydolność tlenowa na progu aerobowym), VE (wentylacja minutowa)
- R (wskaznik oddechowy), HRmax (maksymalne tętno), RF (Częstotliwość oddechów na minutę)
- $Vo2\text{max_l_m}$ - max wydolność tlenowa w przeliczeniu na masę ciała

Tętno i poziom kwasu mlekowego przy różnych prędkościach:

- hr_X i la_X (tętno i poziom kwasu mlekowego dla prędkości 6-22km/h)

Strefy treningowe:

- **z2** – Tętno na poziomie rozwoju wytrzymałości tlenowej.
- **z3** – Tętno na poziomie kształtowania mocy tlenowej (strefa mieszana).
- **z4** – Tętno na poziomie progu tlenowo-beztlenowego.
- **z5** – Tętno w strefie wytrzymałości beztlenowej.

ZBIÓR DANYCH

Proces oczyszczania i transformacji

1. **Usunięcie zbędnych kolumn:**
 - `date`, `hr_6`, `la_6`, oraz dane od 16 km/h w górę.
2. **Uzupełnienie braków:**
 - Średnie wartości w kolumnach numerycznych.
3. **Zakodowanie kolumn kategorycznych:**
 - `sex`, `discipline`, `rf` zakodowane jako wartości numeryczne.
4. **Zachowanie oryginalnych wartości:**
 - Dodano kolumnę `discipline_original`.

Efekty przetwarzania

- Zbiór danych stał się jednolity i gotowy do analizy.
- Umożliwiono dokładniejsze badanie anomalii przy wykorzystaniu algorytmu Isolation Forest.

ZBIÓR DANYCH

cleaned_data																												
Unnamed: 0	sex	age	height	weight	discipline	AeT	AnT	vo2max	vo2_at	ve	r	hrmax	rf	vo2max_lm	hr_8	la_8	hr_10	la_10	hr_12	la_12	hr_14	la_14	z2	z3	z4	z5	discipline_original	
0	1	45	184	81.0		11	128	157	56.3	52.6	138.2	1.0	165	57	4561	116	4.1	133	3.2	138	3.3	149.0	3.5	121	129	149	158	running
1	0	33	171	64.0		11	171	184	52.8	47.8	113.2	3.0	197	116	3378	152	5.5	168	5.2	180	1.6	186.0	1.8	154	172	178	185	running
2	1	38	185	72.0		11	157	178	56.2	54.6	122.5	1.0	178	66	4044	105	1.4	128	1.2	140	1.0	152.0	1.2	138	158	167	179	running
3	1	37	182	81.0		25	134	176	53.3	51.9	154.9	1.5	180	95	4314	112	2.1	127	1.9	143	2.3	162.0	2.6	123	135	162	177	triathlon
4	1	40	175	72.0		11	139	158	58.7	46.7	135.8	2.0	181	63	4224	119	1.2	132	1.0	145	3.2	158.0	5.7	126	140	152	159	running
5	1	26	174	63.0		11	152	178	58.6	54.6	114.8	1.0	180	82	3693	119	1.4	130	1.2	142	1.9	152.0	2.0	138	153	167	179	running
6	1	16	178	53.0		11	171	189	65.1	62.1	136.0	1.0	193	128	3452	146	2.0	161	1.7	171	1.9	179.0	2.1	158	172	183	190	running
7	1	29	173	97.0		9	148	166	51.2	48.3	158.0	1.0	175	111	4966	132	5.5	144	4.2	153	1.9	166.0	3.6	136	149	159	167	kickboxing
8	1	34	184	78.0		11	142	171	34.1	27.4	87.1	2.0	183	8	2663	150	4.0	169	3.8	176	6.3	183.0	9.6	134	143	161	173	running
9	1	44	176	82.0		13	131	169	47.9	46.7	118.1	1.0	172	26	3673	131	2.8	146	2.7	160	2.5	172.0	3.3	119	132	152	170	running/cycling
10	1	28	176	77.0		23	159	189	50.3	46.7	147.1	2.0	196	129	3873	132	2.4	162	2.1	181	3.2	189.0	4.1	138	160	176	190	skiing
11	1	37	173	75.0		11	132	162	58.0	52.9	132.3	3.0	176	43	4348	119	7.5	134	2.9	142	3.0	156.0	3.6	121	133	149	163	running
12	0	27	175	89.0		5	128	164	40.6	35.7	118.1	1.0	175	123	3618	132	3.0	150	2.7	169	3.8	175.0	7.6	119	129	151	165	handball
13	1	42	170	69.0		11	141	176	58.1	56.3	119.0	2.5	182	75	4007	151	4.1	162	3.9	169	3.1	177.0	3.6	135	142	162	177	running
14	1	50	168	98.0		22	123	161	41.7	39.5	116.6	1.5	167	51	4084	127	2.3	145	2.8	161	3.2	167.0	3.70248447204969	115	124	144	162	running/weightlifting/crossfit
15	1	49	170	75.5		11	131	161	53.4	48.7	130.2	2.5	172	44	4059	130	2.7	143	2.4	155	3.3	164.0	4.2	124	132	150	162	running
16	1	25	175	73.0		15	137	175	52.7	47.8	130.8	1.5	179	94	3846	132	2.7	151	2.5	163	3.4	175.0	4.7	121	138	162	176	running/squash
17	1	52	176	71.0		16	137	145	48.4	46.7	103.5	1.5	148	10	3439	112	1.0	126	0.6	137	1.9	145.0	3.1	121	138	142	146	running/swimming
18	1	51	183	80.0		11	129	152	44.7	36.8	112.6	3.0	165	47	3575	138	4.6	152	4.4	161	5.2	164.0	8.2	121	130	144	153	running
19	1	23	183	77.5		0	155	193	62.2	54.5	185.4	1.0	208	104	4789	163	4.0	175	3.4	174	3.3	193.0	3.9	141	156	178	194	MMA
20	1	40	169	73.0		0	142	179	51.3	46.7	103.0	3.0	191	7	3742	131	2.4	142	1.2	160	2.4	179.0	2.8	129	143	165	180	MMA
21	1	33	173	73.5		0	136	171	57.9	53.4	139.8	3.0	187	126	4225	136	3.6	148	3.1	159	2.4	168.0	3.7	127	137	160	172	MMA
22	1	24	184	75.0		0	157	188	56.6	51.2	139.6	3.0	202	88	4245	151	2.4	161	2.1	172	2.3	182.0	3.4	142	158	172	189	MMA
23	1	37	177	71.0		11	140	173	55.2	53.2	137.5	3.0	180	115	3916	126	3.4	140	1.9	147	2.5	155.0	2.8	129	141	159	174	running
24	1	37	188	80.0		11	151	187	54.5	51.2	135.8	2.5	196	75	4361	151	4.1	155	3.9	160	2.8	181.0	3.3	137	152	176	188	running
25	1	52	174	75.7		11	141	174	37.4	32.1	93.6	3.0	177	40	2846	165	4.8	175	5.7	177	7.4	171.316091954023	3.70248447204969	136	142	156	175	running
26	0	36	158	62.0		8	132	157	48.0	39.7	107.2	3.0	183	76	2978	137	5.1	160	4.5	175	7.8	183.0	3.70248447204969	125	133	149	158	kayaking
27	0	52	169	60.0		11	139	177	43.7	42.1	88.9	2.0	182	54	2621	139	2.3	163	2.8	174	3.2	182.0	4.0	122	140	168	178	running
28	0	24	175	60.0		11	147	188	43.8	41.2	93.5	1.5	193	69	2626	147	3.5	167	3.6	181	3.8	191.0	4.2	132	148	172	189	running
29	0	46	156	52.0		11	164	171	50.1	42.3	94.2	3.0	182	87	2606	166	4.8	171	6.3	177	7.1	182.0	3.70248447204969	155	165	168	172	running
30	0	35	162	59.0		21	138	169	46.8	36.7	89.3	1.5	184	55	2763	156	8.9	168	7.1	176	6.2	184.0	3.70248447204969	129	139	152	170	running/weightlifting
31	1	24	183	80.0		4	131	166	49.3	43.2	136.1	3.0	193	67	3944	136	3.5	155	3.3	166	3.9	179.0	4.6	125	132	152	167	football
32	1	36	179	80.0		11	122	159	63.4	59.8	165.1	1.5	169	46	5074	112	2.8	120	2.5	135	2.7	143.0	2.9	107	123	142	160	running
33	1	47	175	95.0		26	129	165	42.8	37.8	110.9	2.5	176	16	4065	129	2.1	148	3.3	165	4.3	176.0	3.70248447204969	118	130	152	166	weightlifting/crossfit
34	1	56	175	72.0		11	155	175	47.5	45.1	115.4	3.0	179	64	3421	120	1.5	132	1.2	150	1.4	162.0	1.8	134	156	164	176	running
35	1	16	183	63.0		1	148	177	53.8	45.1	111.6	1.0	193	34	4564	161	4.7	168	2.6	178	5.0	190.0	5.4	134	149	164	178	basketball
36	1	27	190	90.0		1	162	189	54.0	48.9	150.8	2.5	197	62	4656	134	3.1	163	1.3	165	1.8	182.0	3.4	148	163	175	190	basketball

ALGORYTM ISOLATION FOREST

Zastosowanie i cel

- Analiza potencjalnych błędów pomiarowych, nietypowych zachowań lub przypadków zdrowotnych.
- Wyodrębnienie próbek odstających od normy w zakresie zmiennych takich jak VO2max, AeT, AnT.

Implementacja algorytmu

1. Trenowanie modelu:

- **Liczba estymatorów:** 500 drzew decyzyjnych.
- **Wskaźnik anomalii (contamination):** 10,3% (odpowiada liczbie oczekiwanych anomalii).
- **Losowość:** Ustawiona na stałą wartość (`random_state=2137`).

2. Detekcja anomalii:

- Usunięto kolumny nieistotne dla predykcji (`discipline_original`).
- Dane przekształcono przy użyciu skalera (normalizacja).
- Wyniki detekcji:
 - `anomaly = 1`: Próbkę zakwalifikowaną jako odstającą (anomaliam).
 - `anomaly_label`: Przyjazny opis wyników (`Anomaly` lub `Normal`).

METRYKI

Ze względu na brak dostępnych etykiet prawdziwych (ground truth), skuteczność modelu Isolation Forest została oceniona w sposób przybliżony, z wykorzystaniem dwóch podejść:

1. **Analiza proporcji wykrytych anomalii**
 - Obliczono odsetek wykrytych anomalii w stosunku do liczebności całego zbioru danych, co pozwoliło ocenić skalę odstających próbek.
2. **Wizualizacja rozkładu danych**
 - Przeanalizowano rozkład anomalii i obserwacji normalnych w przestrzeni wybranych cech (np. VO_{2max} oraz HR_{max}), aby zweryfikować, czy anomalie rzeczywiście odbiegają od trendu w danych.

Powyższe metody umożliwiły ogólną ocenę działania algorytmu, jednak należy podkreślić, że brak obiektywnych etykiet uniemożliwił przeprowadzenie pełnej walidacji modelu.

METRYKI

Wybrane metryki

1. **Liczba wykrytych anomalii:**
 - Pokazuje skalę odstępstw w zbiorze danych.
 - Przykład: 19 z 183 próbek oznaczone jako anomalie (10,38%).
2. **Rozkład danych w przestrzeni cech:**
 - Wizualizacja grup anomalii i danych normalnych umożliwia:
 - Identyfikację różnic pomiędzy grupami.
 - Interpretację potencjalnych przyczyn odstępstw.
3. **Kontaminacja danych (contamination):**
 - Wartość założona przy trenowaniu modelu: 10,3%.
 - Pozwala dostosować oczekiwaną liczbę anomalii do specyfiki zbioru danych.

WYNIKI

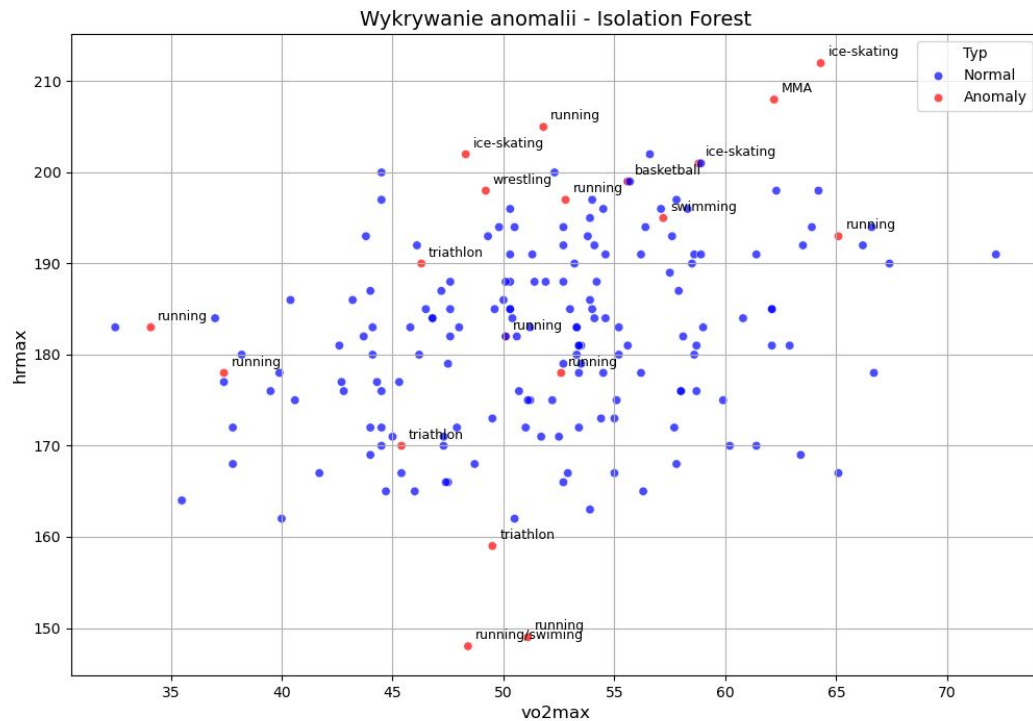
Wyniki eksperymentu

- **Liczba próbek:** 183.
 - **Normalne:** 164 (89,62%).
 - **Anomalie:** 19 (10,38%).
- **Wnioski:**
 - Algorytm skutecznie zidentyfikował niewielką liczbę anomalii.
 - Dalsza analiza anomalii może ujawnić nietypowe zachowania lub stany zdrowotne.

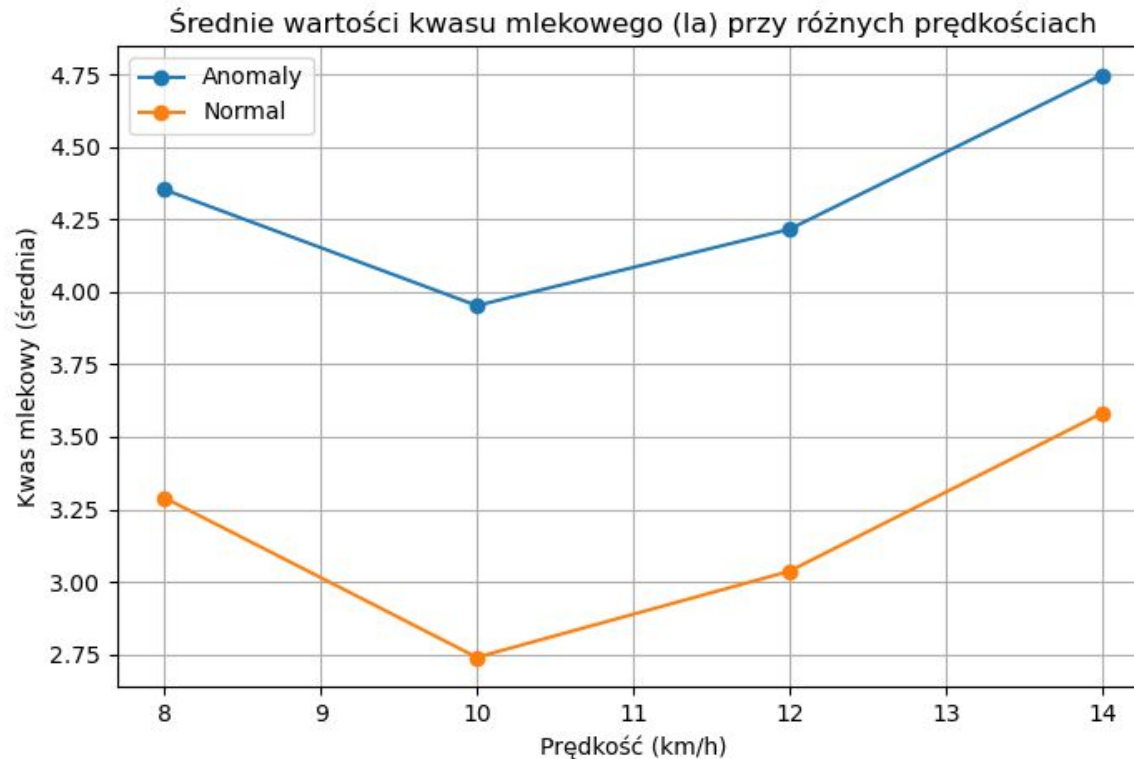
Podsumowanie i wnioski

- **Efektywność Isolation Forest:**
 - Skuteczna identyfikacja rzadkich przypadków.
 - Możliwość praktycznego zastosowania w monitorowaniu zdrowia sportowców.
- **Rekomendacje:**
 - Rozszerzenie zbioru danych i testowanie innych algorytmów.
 - Szczegółowa analiza wykrytych anomalii dla dalszych badań.
- **Praktyczne znaczenie:**
 - Wczesne wykrywanie potencjalnych problemów zdrowotnych.
 - Lepsze dostosowanie programów treningowych.

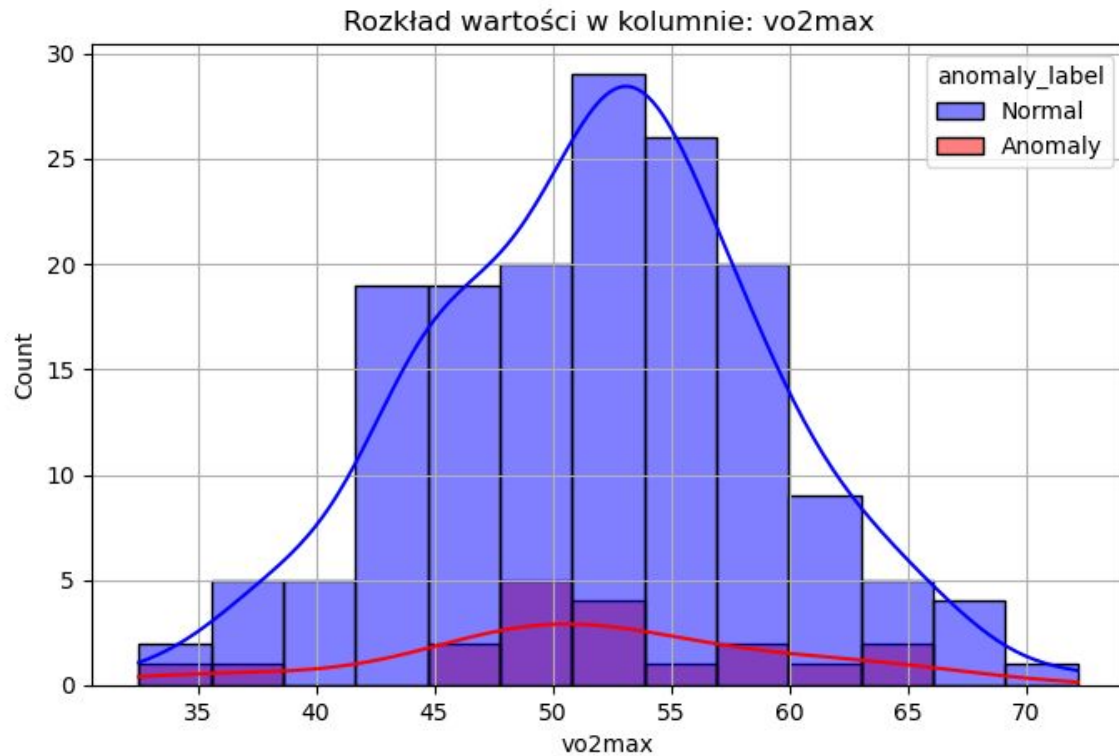
AL EN ND



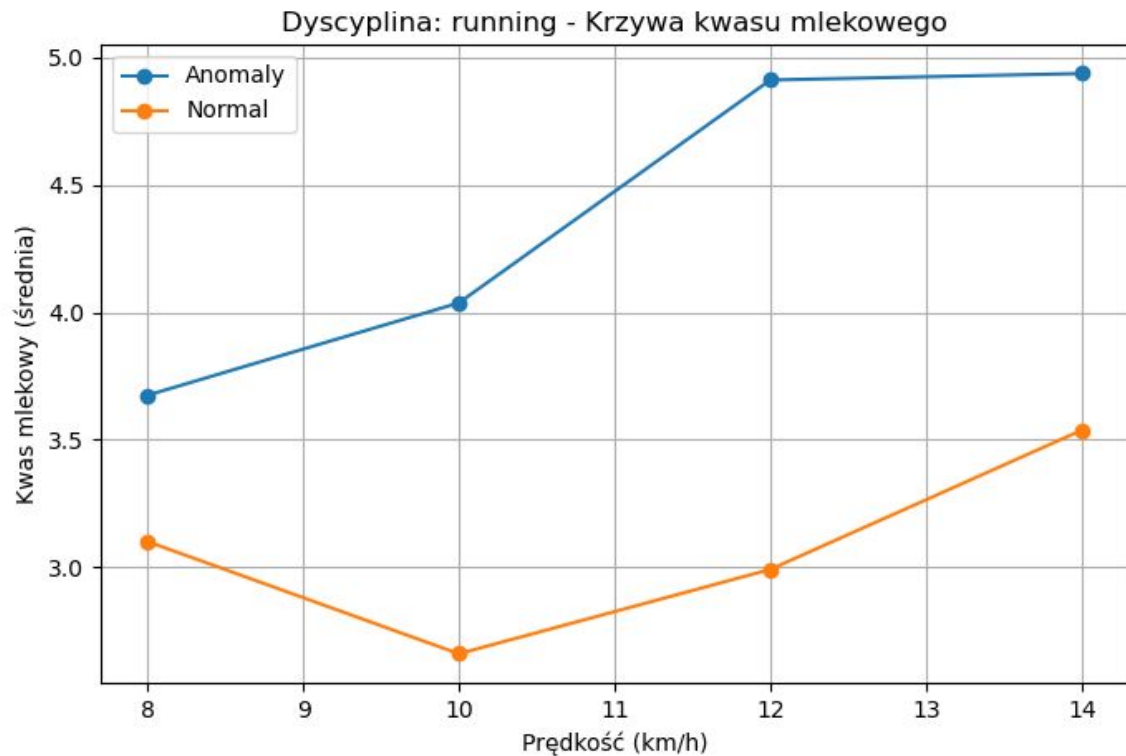
WYKRES WARTOŚCI KWASU MLEKOWEGO PRZY RÓŻNYCH PRĘDKOŚCIACH



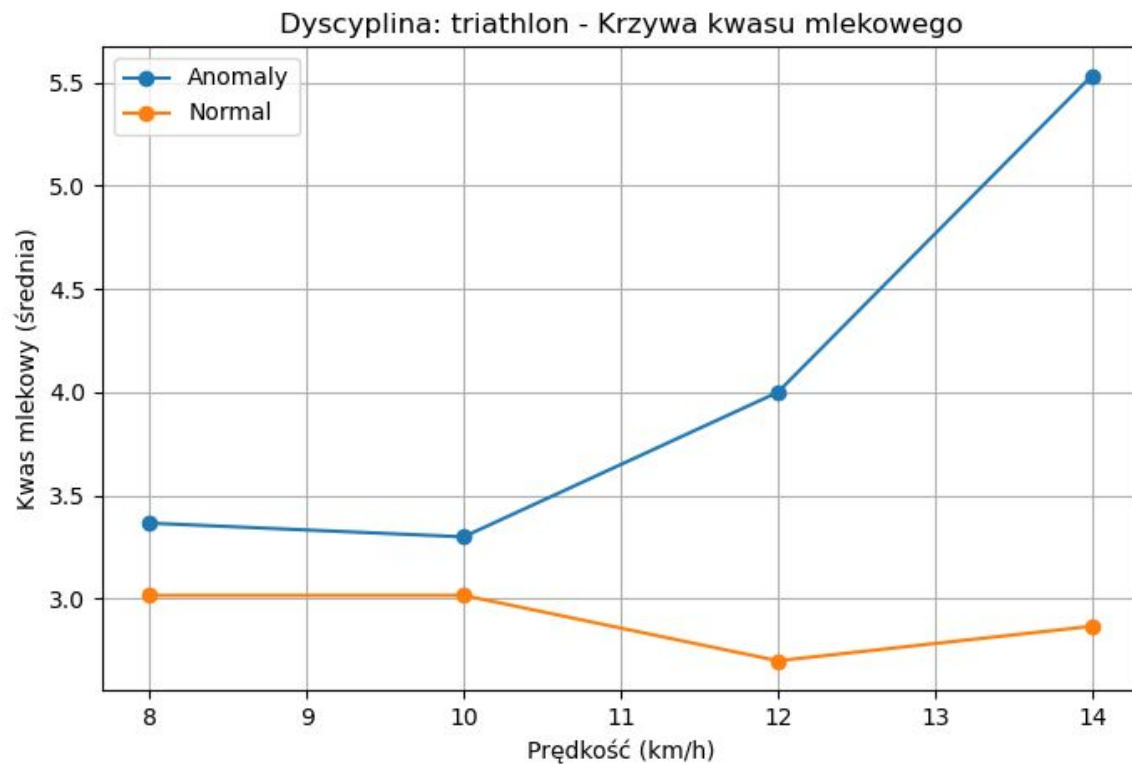
WYKRES ROZKŁADU WARTOŚCI W KOLUMNIE DLA VO2MAX



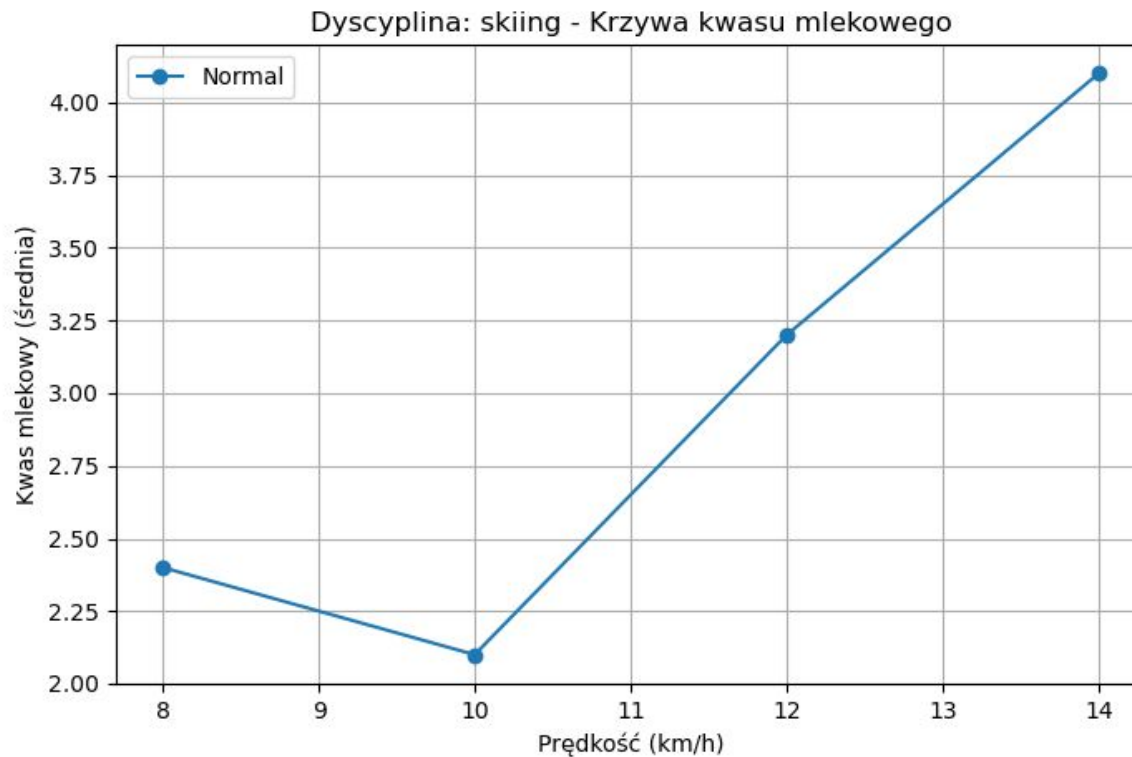
WYKRES KRZYWEJ MLEKOWEJ DLA RUNNING



WYKRES KRZYWEJ MLEKOWEJ DLA TRIATHLON



WYKRES KRZYWEJ MLEKOWEJ DLA SKIING



SŁOWNIK NAZW ZBIORU DANYCH

Dane osobowe:

- **Płeć (sex):** Male/Female.
- **Data badania (date):** Data wykonania testu.
- **Wiek (age):** Wiek badanej osoby [lata].
- **Wzrost (height):** Wzrost badanej osoby [cm].
- **Waga (weight):** Waga badanej osoby [kg].
- **Dyscyplina sportowa (discipline):** Dyscyplina sportowa, np. biegacz, triathlonista.

Wyniki testów wydolnościowych:

- **AeT:** Próg aerobowy [hr].
- **AnT:** Próg anaerobowy [hr].
- **VO₂max:** Maksymalna pojemność tlenowa.
- **VO₂ at AnT:** Zużycie tlenu na progu anaerobowym.
- **VE:** Wentylacja minutowa [L/min].
- **R:** Wskaźnik oddechow.
- **HRmax:** Maksymalne tętno [uderzenia/min].
- **RF:** Częstotliwość oddechów [oddechy/min].
- **VO₂max (L/min):** Maksymalna pojemność tlenowa względem masy ciała.

Pomiar reakcji organizmu na wysiłek:

- **Tętno (HR):** Przy różnych prędkościach (6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 km/h).
- **Kwas mlekowy (LA):** Przy różnych prędkościach (8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 km/h).

Dodatkowe strefy tętna:

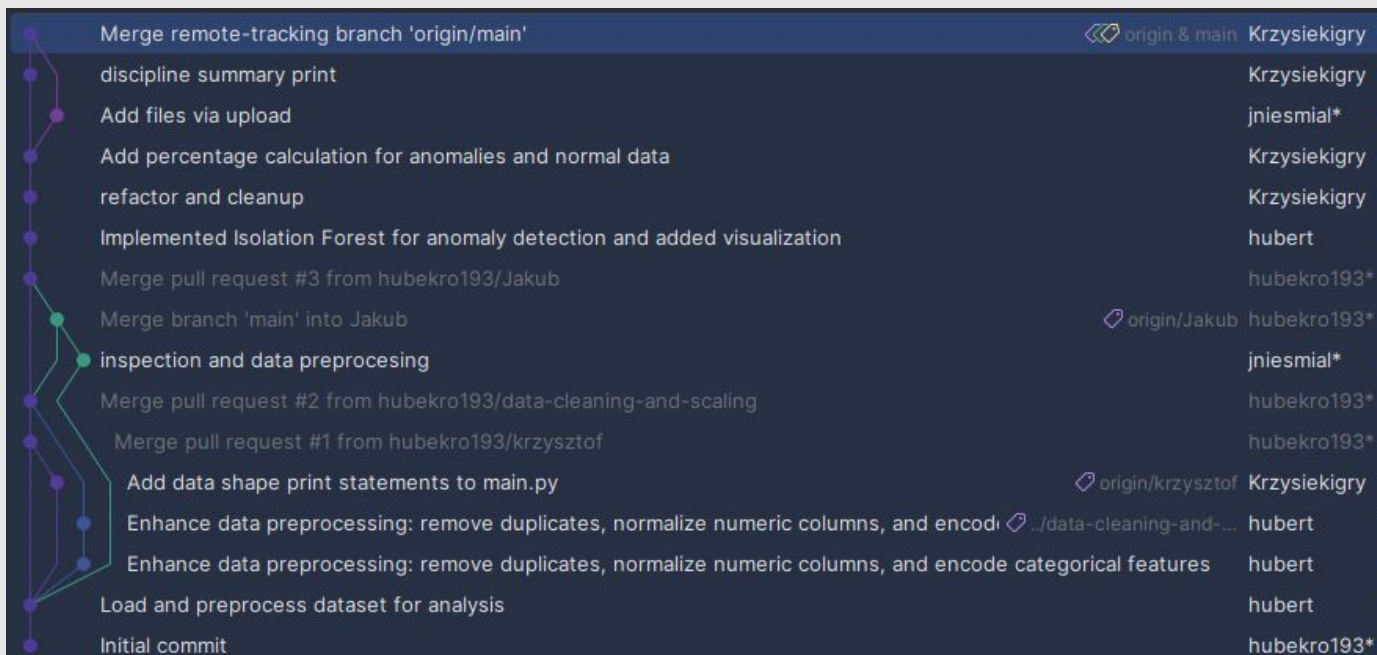
- **Z2:** Wytrzymałość tlenowa.
- **Z3:** Moc tlenowa (strefa mieszana).
- **Z4:** Próg tlenowo-beztlenowy.
- **Z5:** Wytrzymałość beztlenowa.



ZBIÓR DANYCH PO WYKRYCIU ANOMALII

cleaned_data (1)																													
0	sex	age	height	weight	discipline	AeT	AnT	vo2max	vo2_at	ve	r	hrmax	rf	vo2max_l_m	hr_8	la_8	hr_10	la_10	hr_12	la_12	hr_14	la_14	z2	z3	z4	z5	discipline_original	anomaly	anomaly_label
0	1	45	184	81.0	11	128	157	56.3	52.6	138.2	1.0	165	57	4561	116	4.1	133	3.2	138	3.3	149.0	3.5	121	129	149	158	running	0	Normal
1	0	33	171	64.0	11	171	184	52.8	47.8	113.2	3.0	197	116	3378	152	5.5	168	5.2	180	1.6	186.0	1.8	154	172	178	185	running	1	Anomaly
2	1	38	185	72.0	11	157	178	56.2	54.6	122.5	1.0	178	66	4044	105	1.4	128	1.2	140	1.0	152.0	1.2	138	158	167	179	running	0	Normal
3	1	37	182	81.0	25	134	176	53.3	51.9	154.9	1.5	180	95	4314	112	2.1	127	1.9	143	2.3	162.0	2.6	123	135	162	177	triathlon	0	Normal
4	1	40	175	72.0	11	139	158	58.7	46.7	135.8	2.0	181	63	4224	119	1.2	132	1.0	145	3.2	158.0	5.7	126	140	152	159	running	0	Normal
5	1	26	174	63.0	11	152	178	58.6	54.6	114.8	1.0	180	82	3693	119	1.4	130	1.2	142	1.9	152.0	2.0	138	153	167	179	running	0	Normal
6	1	16	178	53.0	11	171	189	65.1	62.1	136.0	1.0	193	128	3452	146	2.0	161	1.7	171	1.9	179.0	2.1	158	172	183	190	running	1	Anomaly
7	1	29	173	97.0	9	148	166	51.2	48.3	158.0	1.0	175	111	4966	132	5.5	144	4.2	153	1.9	166.0	3.6	136	149	159	167	kickboxing	0	Normal
8	1	34	184	78.0	11	142	171	34.1	27.4	87.1	2.0	183	8	2663	150	4.0	169	3.8	176	6.3	183.0	9.6	134	143	161	173	running	1	Anomaly
9	1	44	176	82.0	13	131	169	47.9	46.7	118.1	1.0	172	26	3673	131	2.8	146	2.7	160	2.5	172.0	3.3	119	132	152	170	running/cycling	0	Normal
0	1	28	176	77.0	23	159	189	50.3	46.7	147.1	2.0	196	129	3873	132	2.4	162	2.1	181	3.2	189.0	4.1	138	160	176	190	skiing	0	Normal
1	1	37	173	75.0	11	132	162	58.0	52.9	132.3	3.0	176	43	4348	119	7.5	134	2.9	142	3.0	156.0	3.6	121	133	149	163	running	0	Normal
2	0	27	175	89.0	5	128	164	40.6	35.7	118.1	1.0	175	123	3618	132	3.0	150	2.7	169	3.8	175.0	7.6	119	129	151	165	handball	0	Normal
3	1	42	170	69.0	11	141	176	58.1	56.3	119.0	2.5	182	75	4007	151	4.1	162	3.9	169	3.1	177.0	3.6	135	142	162	177	running	0	Normal
4	1	50	168	98.0	22	123	161	41.7	39.5	116.6	1.5	167	51	4084	127	2.3	145	2.8	161	3.2	167.0	3.70248447204969	115	124	144	162	running/weightlifting/crossfit	0	Normal
5	1	49	170	75.5	11	131	161	53.4	48.7	130.2	2.5	172	44	4059	130	2.7	143	2.4	155	3.3	164.0	4.2	124	132	150	162	running	0	Normal
6	1	25	175	73.0	15	137	175	52.7	47.8	130.8	1.5	179	94	3846	132	2.7	151	2.5	163	3.4	175.0	4.7	121	138	162	176	running/squash	0	Normal
7	1	52	176	71.0	16	137	145	48.4	46.7	103.5	1.5	148	10	3439	112	1.0	126	0.6	137	1.9	145.0	3.1	121	138	142	146	running/swimming	1	Anomaly
8	1	51	183	80.0	11	129	152	44.7	36.8	112.6	3.0	165	47	3575	138	4.6	152	4.4	161	5.2	164.0	8.2	121	130	144	153	running	0	Normal
9	1	23	183	77.5	0	155	193	62.2	54.5	185.4	1.0	208	104	4789	163	4.0	175	3.4	174	3.3	193.0	3.9	141	156	178	194	MMA	1	Anomaly
10	1	40	169	73.0	0	142	179	51.3	46.7	103.0	3.0	191	7	3742	131	2.4	142	1.2	160	2.4	179.0	2.8	129	143	165	180	MMA	0	Normal
11	1	33	173	73.5	0	136	171	57.9	53.4	139.8	3.0	187	126	4225	136	3.6	148	3.1	159	2.4	168.0	3.7	127	137	160	172	MMA	0	Normal
12	1	24	184	75.0	0	157	188	56.6	51.2	139.6	3.0	202	88	4245	151	2.4	161	2.1	172	2.3	182.0	3.4	142	158	172	189	MMA	0	Normal
13	1	37	177	71.0	11	140	173	55.2	53.2	137.5	3.0	180	115	3916	126	3.4	140	1.9	147	2.5	155.0	2.8	129	141	159	174	running	0	Normal
14	1	37	188	80.0	11	151	187	54.5	51.2	135.8	2.5	196	75	4361	151	4.1	155	3.9	160	2.8	181.0	3.3	137	152	176	188	running	0	Normal
15	1	52	174	75.7	11	141	174	37.4	32.1	93.6	3.0	177	40	2846	165	4.8	175	5.7	177	7.4	171.316091954023	3.70248447204969	136	142	156	175	running	0	Normal
16	0	36	158	62.0	8	132	157	48.0	39.7	107.2	3.0	183	76	2978	137	5.1	160	4.5	175	7.8	183.0	125	133	149	158	kayaking	0	Normal	
17	0	52	169	60.0	11	139	177	43.7	42.1	88.9	2.0	182	54	2621	139	2.3	163	2.8	174	3.2	182.0	4.0	122	140	168	178	running	0	Normal
18	0	24	175	60.0	11	147	188	43.8	41.2	93.5	1.5	193	69	2626	147	3.5	167	3.6	181	3.8	191.0	4.2	132	148	172	189	running	0	Normal
19	0	46	156	52.0	11	164	171	50.1	42.3	94.2	3.0	182	87	2606	166	4.8	171	6.3	177	7.1	182.0	3.70248447204969	155	165	168	172	running	1	Anomaly
20	0	35	162	59.0	21	138	169	46.8	36.7	89.3	1.5	184	55	2763	156	8.9	168	7.1	176	6.2	184.0	3.70248447204969	129	139	152	170	running/weightlifting	0	Normal
21	1	24	183	80.0	4	131	166	49.3	43.2	136.1	3.0	193	67	3944	136	3.5	155	3.3	166	3.9	179.0	4.6	125	132	152	167	football	0	Normal
22	1	36	179	80.0	11	122	159	63.4	59.8	165.1	1.5	169	46	5074	112	2.8	120	2.5	135	2.7	143.0	2.9	107	123	142	160	running	0	Normal
23	1	47	175	95.0	26	129	165	42.8	37.8	110.9	2.5	176	16	4065	129	2.1	148	3.3	165	4.3	176.0	3.70248447204969	118	130	152	166	weightlifting/crossfit	0	Normal
24	1	56	175	72.0	11	155	175	47.5	45.1	115.4	3.0	179	64	3421	120	1.5	132	1.2	150	1.4	162.0	1.8	134	156	164	176	running	0	Normal
25	1	16	183	63.0	1	148	177	53.8	45.1	111.6	1.0	193	34	4564	161	4.7	168	2.6	178	5.0	190.0	5.4	134	149	164	178	basketball	0	Normal
26	1	27	190	90.0	1	162	189	54.0	48.9	150.8	2.5	197	62	4656	134	3.1	163	1.3	165	1.8	182.0	3.4	148	163	175	190	basketball	0	Normal
27	1	16	191	77.0	1	144	189	61.4	56.3	181.0	2.0	191	92	5674	141	3.9	166	3.8	171	2.7	181.0	3.1	132	145	172	190	basketball	0	Normal
28	1	33	182	82.0	11	153	176	53.5	51.2	132.3	1.0	181	59	4385	133	1.8	146	1.6	167	3.6	177.0	4.2	139	154	168	177	running	0	Normal
29	0	45	165	65.0	3	132	159	47.5	37.6	108.3	1.5	166	73	3085	133	4.3	150	4.0	159	4.9	166.0	6.2	124	133	148	160	crossfit	0	Normal

KONGO NA GICIE



A Git commit history visualization showing a series of commits and their authors. The commits are listed in a table format, with a vertical line on the left indicating the commit sequence. The authors are listed on the right. The commits are as follows:

Merge remote-tracking branch 'origin/main'	origin & main	Krzysiekigry
discipline summary print		Krzysiekigry
Add files via upload		jniesmial*
Add percentage calculation for anomalies and normal data		Krzysiekigry
refactor and cleanup		Krzysiekigry
Implemented Isolation Forest for anomaly detection and added visualization		hubert
Merge pull request #3 from hubekro193/Jakub		hubekro193*
Merge branch 'main' into Jakub	origin/Jakub	hubekro193*
inspection and data preprocessing		jniesmial*
Merge pull request #2 from hubekro193/data-cleaning-and-scaling		hubekro193*
Merge pull request #1 from hubekro193/krzysztof		hubekro193*
Add data shape print statements to main.py	origin/krzysztof	Krzysiekigry
Enhance data preprocessing: remove duplicates, normalize numeric columns, and encode	../data-cleaning-and-...	hubert
Enhance data preprocessing: remove duplicates, normalize numeric columns, and encode categorical features		hubert
Load and preprocess dataset for analysis		hubert
Initial commit		hubekro193*