

Statystyczna Analiza Danych

Analiza skupień i porządkowanie liniowe wybranych modeli telefonów

Wstęp

Projekt ma za zadanie przedstawienie analizy różnych modeli telefonów dostępnych na rynku. Dane techniczne zostały pozyskane ze strony mgsm.pl, a ich pojedyncze braki uzupełnialiśmy z ofert sprzedaży znajdujących się na allegro.pl. Ceny zostały zaczerpnięte ze strony ceneo.pl. Całość została zrealizowana w języku python. Projekt składa się z dwóch części: porządkowania liniowego oraz analizy skupień.

Spis treści

| | |
|--|----|
| Wstęp | 1 |
| Przedstawienie danych..... | 2 |
| Ogólnie o modelach i metodyce ich doboru | 2 |
| Wybrane parametry | 3 |
| Proste statystyki przedstawiające wykorzystane dane | 3 |
| Współczynnik zmienności | 3 |
| Macierz korelacji | 4 |
| Wartości odstające..... | 5 |
| Identyfikacja | 5 |
| Efekt dokonanych zmian | 6 |
| Dodatkowe spostrzeżenia | 6 |
| Porządkowanie Liniowe | 7 |
| Charakterystyka zmiennych | 7 |
| Metody Hellwiga | 7 |
| Metoda Hellwiga dla tych samych wag..... | 7 |
| Metoda Hellwiga dla konsumenta dla którego priorytetem jest cena | 8 |
| Metoda Hellwiga dla konsumenta gier mobilnych | 8 |
| Metoda Hellwiga dla konsumenta dla fotografa..... | 9 |
| Metoda Hellwiga dla nietechnicznego konsumenta | 9 |
| Podsumowanie wszystkich wyników metodą Hellwiga | 10 |
| Metoda TOPSIS..... | 10 |
| Metoda TOPSIS dla tych samych wag | 10 |
| Metoda TOPSIS dla konsumenta dla którego priorytetem jest cena | 11 |
| Metoda TOPSIS dla konsumenta gier mobilnych | 11 |
| Metoda TOPSIS dla konsumenta dla fotografa | 12 |
| Metoda TOPSIS dla nietechnicznego konsumenta..... | 12 |

| | |
|---|----|
| Podsumowanie wszystkich wyników metodą TOPSIS..... | 13 |
| Analiza skupień - Grupowanie podziałowe | 13 |
| Metoda k-średnich | 13 |
| Identyfikacja optymalnego podziału na grupy | 13 |
| Metoda k- średnich ostateczny podział | 14 |
| Metoda k-medoid..... | 16 |
| Identyfikacja optymalnego podziału na grupy | 16 |
| Metoda k- średnich ostateczny podział | 17 |
| Analiza skupień - Metoda hierarchiczna | 18 |
| Otrzymany dendrogram za pomocą metody Warda..... | 18 |
| Klasyfikacja: | 19 |
| Podsumowanie analizy skupień. | 20 |
| Zbiór danych i fragmentów kodu | 21 |
| Dane | 21 |
| Metoda Hellwiga/TOPSIS dla tych samych wag | 22 |
| Metoda Hellwiga/TOPSIS dla konsumenta dla którego priorytetem jest cena | 23 |
| Metoda Hellwiga/TOPSIS dla konsumenta gier mobilnych..... | 24 |
| Metoda Hellwiga/TOPSIS dla fotografa..... | 25 |
| Metoda Hellwiga/TOPSIS dla nietechnicznego konsumenta | 26 |
| Zastosowane wagi..... | 26 |

Przedstawienie danych

Ogólnie o modelach i metodyce ich doboru

Zebraliśmy 23 modele telefonów różnych producentów, takich jak: Apple, Samsung, Microsoft, Motorola, Google, Huawei, Asus, Nokia, HTC, Xiaomi, Oppo. Nie posiadaliśmy żadnej reguły doboru modeli telefonów. Wykorzystaliśmy te dane, które nas ciekawiły, lub dodaliśmy pierwszy lepszy popularnego producenta, którego uznaliśmy, że powinien otrzymać jakiegoś reprezentanta. Między innymi byliśmy zainteresowani flagowymi produktami firmy Apple (czyli na chwilę obecną iPhone 15 w wersji zwykłej jak i pro max), a także starszym modelem owej firmy (iPhone 13). Wykorzystaliśmy wiele niszowych modeli, takich jak ULEPHONE NOTE 16 PRO. Nie umknęły nam także starsze modele np. HTC 10. Udało nam się także znaleźć zmodernizowaną wersję telefonu Nokii 3310.

Po prawej stronie można zobaczyć dokładne modele, które zostały wykorzystane.

| | |
|----|-----------------------------|
| 1 | Apple iPhone 15 |
| 2 | Samsung Galaxy A54 |
| 3 | Motorola g72 |
| 4 | DOOGEE SMINI |
| 5 | ULEPHONE NOTE 16 PRO |
| 6 | Google Pixel 6pro |
| 7 | HTC U23 PRO |
| 8 | HTC DESIRE 22 PRO |
| 9 | HTC 10 |
| 10 | Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G |
| 11 | SAMSUNG GALAXY S23 |
| 12 | Huawei Mate 60 RS Ultimate |
| 13 | Apple iPhone 15 pro max |
| 14 | Apple iPhone 13 |
| 15 | ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE |
| 16 | ASUS ROG PHONE 7 |
| 17 | POCO F3 |
| 18 | OPPO A91 |
| 19 | POCO F5 PRO |
| 20 | nubia red magic 7 pro |
| 21 | NOKIA 3310 2017 DUAL SIM |
| 22 | POCO X3 NFT |
| 23 | MICROSOFT LUMIA 650 |

Wybrane parametry

Ze względu na zróżnicowane zapotrzebowania konsumentów wybraliśmy 9 parametrów, które według nas, są najważniejsze przy zakupie telefonu. Mianowicie:

- opinie użytkowników (w skali od 0 do 10)
- cena (w złotych polskich)
- wbudowana pamięć (w GB)
- pamięć RAM (w GB)
- waga (w gramach)
- pojemność baterii (w mAh)
- zegar procesora (w Mhz)
- data premiery (liczone jako różnica obecnego kwartału a kwartału wypuszczenia danego modelu)
- ilość megapikseli głównego aparatu

Zdajemy sobie sprawę z faktu, iż nie są to wszystkie parametry na które konsument zwraca uwagę, jednakże są to według nas wystarczająco godni reprezentanci danych, różnych typów konsumentów. Jednocześnie już tak duża ilość parametrów sprawiła nam pewne kłopoty, gdyż nie każdy telefon ma wymienione wszystkie parametry. Najcięższym przypadkiem który zachowaliśmy to Nokia 3310 z 2017r. Owa modernizacja legendarnego już telefonu posiada oryginalny procesor którego nie można w taki sposób mierzyć. Z tego też powodu zastosowaliśmy tam wartość 0. Pozostałe modele telefonów, które nie posiadały wszystkich danych zostały usunięte i nie są nawet prezentowane w załączonym pliku z danymi.

[Żeby zobaczyć pełne dane kliknij tutaj](#)

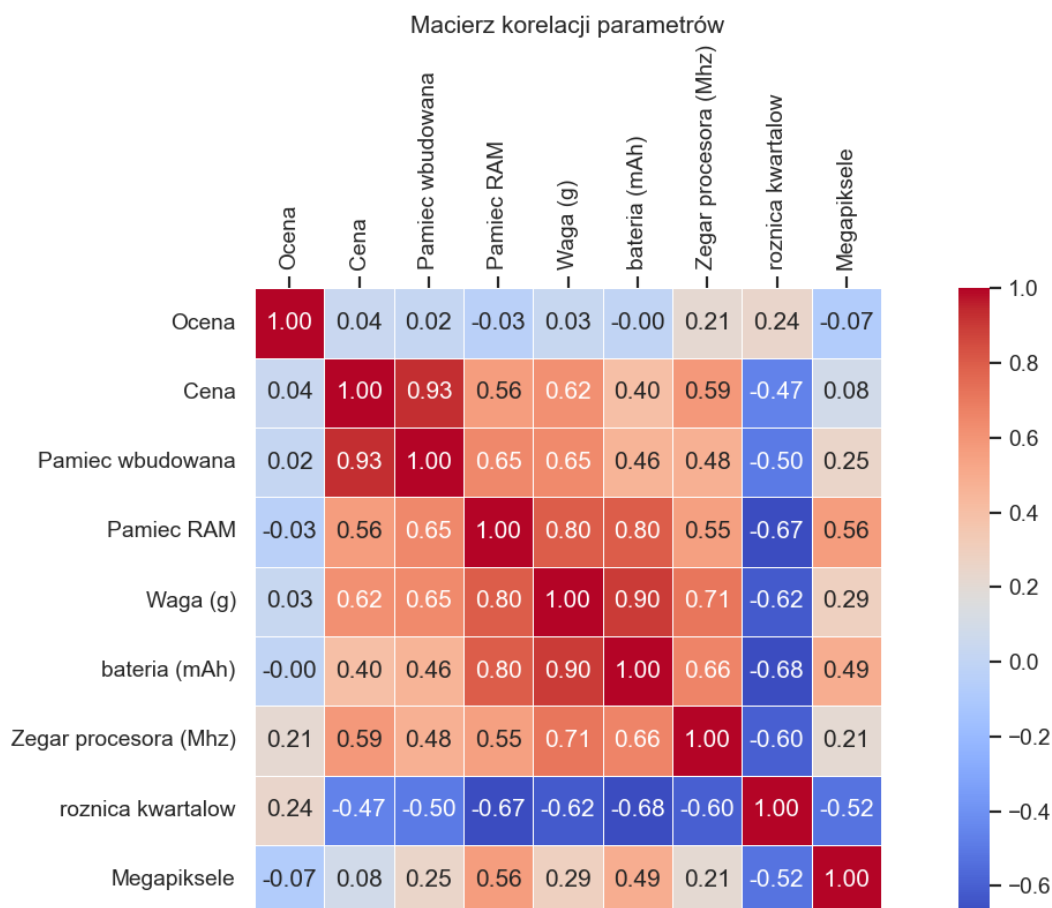
Proste statystyki przedstawiające wykorzystane dane

| | Ocena | Cena | Pamięć wbudowana | RAM | Waga | Bateria | Procesor | Różnica kwartałów | Mega-piksele |
|----------------|-------|--------|------------------|-------|-------|---------|----------|-------------------|--------------|
| Średnia | 7,2 | 2884,6 | 272,7 | 9 | 189,7 | 4323,7 | 2596,96 | 7,74 | 56,38 |
| Odchylenie std | 1,06 | 2822,6 | 279,31 | 4,78 | 39,6 | 1168,1 | 890,88 | 9,4 | 40,48 |
| Min | 5 | 249 | 0,015625 | 0,016 | 79,6 | 1200 | 0 | 0 | 2 |
| Max | 8,81 | 11000 | 1000 | 16 | 246 | 6000 | 4200 | 32 | 200 |
| Q1 | 6,52 | 968,5 | 128 | 6 | 169 | 3692,5 | 2200 | 2 | 48 |
| Me-diana | 7,28 | 1899 | 128 | 8 | 196 | 4520 | 2620 | 3 | 50 |
| Q3 | 8,09 | 3849,5 | 384 | 12 | 212,5 | 5001,5 | 3200 | 10 | 64 |

Współczynnik zmienności

| | Ocena | Cena | Pamięć wbudowana | RAM | Waga | Bateria | Procesor | Różnica kwartałów | Mega-piksele |
|----------------|-------|--------|------------------|--------|---------|---------|----------|-------------------|--------------|
| Wsp zmienności | 14,5% | 95,7 % | 100,18% | 51,9 % | 20,41 % | 26,42% | 33,55% | 118,8% | 70,27% |

Macierz korelacji



Analizując macierz korelacji możemy być zaskoczeni faktem, że nie ma znaczącej korelacji między oceną telefonu a jego parametrami technicznymi. Ta obserwacja wynika z heterogeniczności analizowanych modeli telefonów, które pochodzą z różnych okresów. Parametry, które w obecnej erze technologicznej są uznawane za suboptymalne, w przeszłości były całkowicie konkurencyjne w stosunku do dostępnych na rynku standardów. Dodatkowo, zaobserwowano nieznaczącą, lecz pozytywną korelację między oceną a różnicą w kwartałach wprowadzenia modelu na rynek. Możliwym wyjaśnieniem tego zjawiska jest ewolucja oczekiwań użytkowników w stosunku do telefonów komórkowych, co może skutkować ich bardziej krytycznym podejściem do oceny nowszych modeli. Podobną korelację można zauważyć pomiędzy oceną a zegarem procesora. Owe zjawisko w połączeniu z praktycznym brakiem korelacji pomiędzy oceną telefonu a innymi parametrami technicznymi, mogą wskazywać, że nie mała grupa konsumentów nie zwraca uwagi na procesor zainstalowany w telefonie, a następnie ocenia ten telefon między innymi na podstawie działania zainstalowanego w nim procesora.

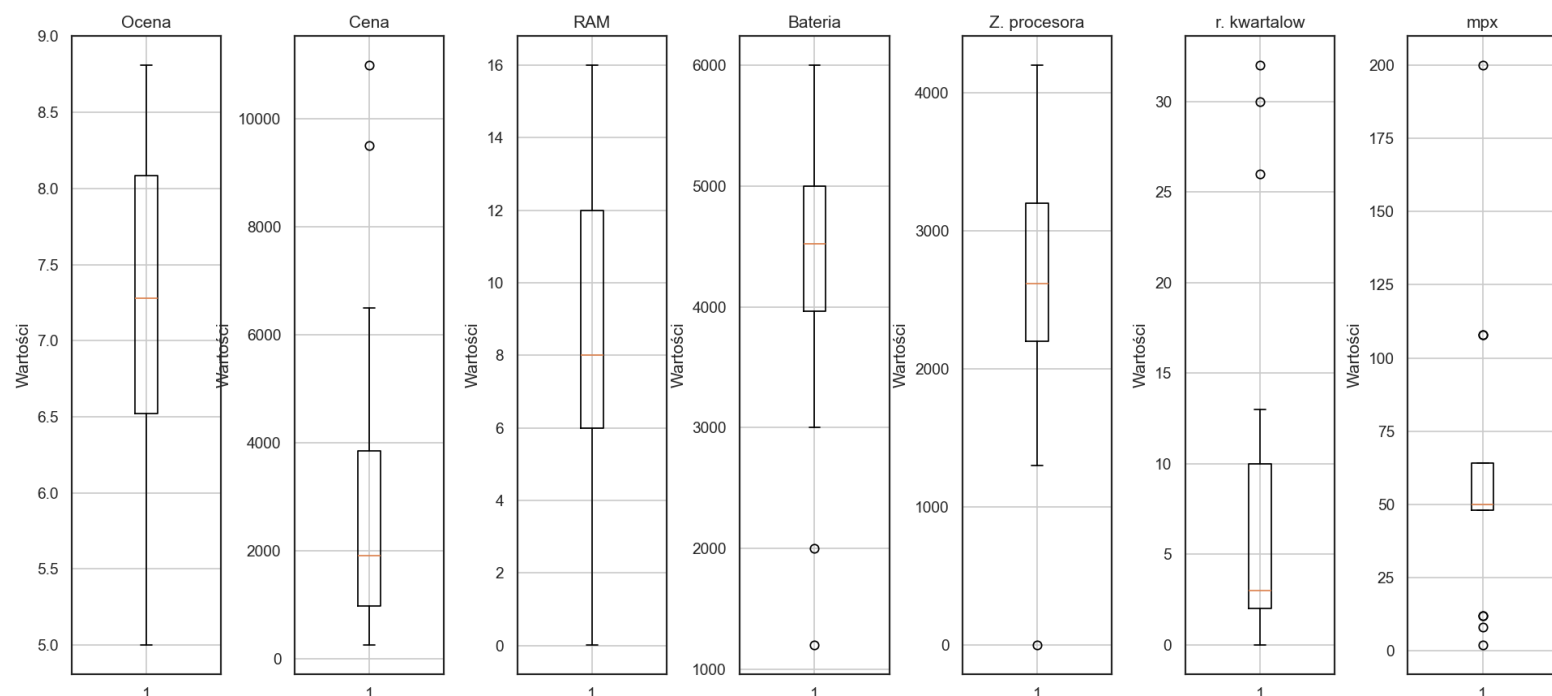
Największa korelacja została zauważona dla przypadku pamięci wewnętrznej porównywanej z ceną. Korelacja 0,93 wynika prawdopodobnie z tego, że telefony z 512/1000 GB pamięci są jednocześnie modelami droższymi, ponieważ są modelami gamingowymi (np. ASUS ROG PHONE 7 także w wersji ultimate, nubia red magic 7 pro) lub markami premium (np. produkty Apple takie jak iPhone 15 pro max)

Występuje także istotna korelacja pomiędzy wagą a pojemnością baterii, której wartość oscyluje w okolicy 0,9. Podejrzewamy, że jest to spowodowane sporym udziałem baterii w wadze całego telefonu oraz powolnymi zmianami technologicznymi dotyczącymi baterii, co spowodowało, że telefony na przestrzeni kwartałów mają bardzo zbliżone stosunki masy baterii do energii przez nie magazynowanej.

Dodatkowo można zauważyć, iż wszystkie korelacje różnicy kwartałów poza ocenami są istotnie ujemne, co potwierdza postęp technologiczny w modelach telefonów dostępnych na rynku oraz rosnące ceny nowych modeli.

Wartości odstające

Identyfikacja



Po wstępnej analizie uwidacznia się 6 wartości odstających. Są to modele:

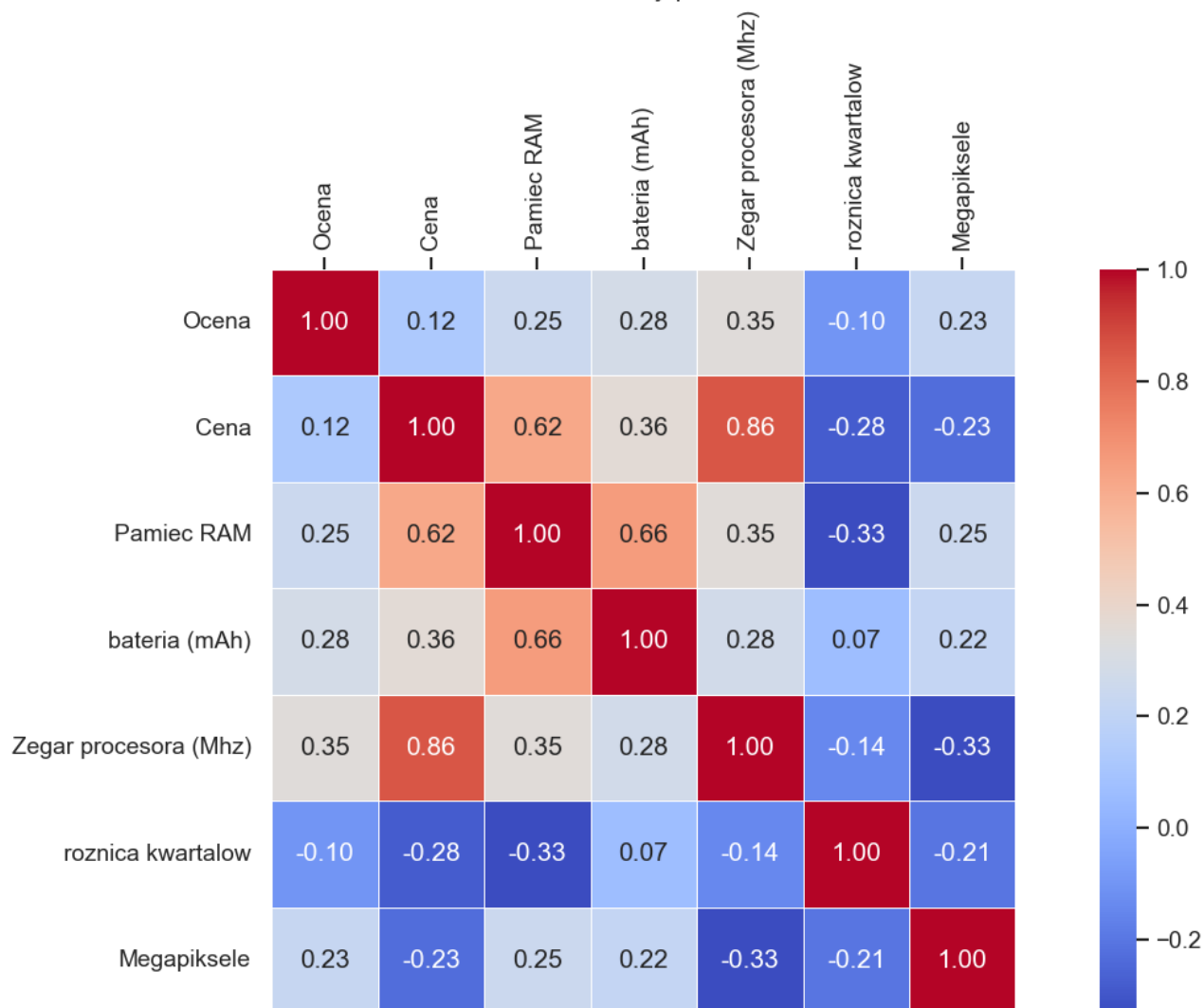
1. MICROSOFT LUMIA 650
2. HTC 10
3. NOKIA 3310 2017 DUAL SIM
4. Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G
5. Huawei Mate 60 RS Ultimate
6. Apple iPhone 15 pro max

Pierwsze trzy telefony są najstarszymi dostępnymi modelami przez nas zanotowanymi. Na tle konkurencji cechują się słabymi parametrami technicznymi, niskimi cenami i stosunkowo dobrymi opiniami. Telefon nr 4 ma nieproporcjonalnie dużo megapikseli na tle konkurencji. Ostatnie dwa telefony z kolei mają istotnie większe ceny względem konkurencji. Podsumowując, za wartości odstające uznaliśmy większość widocznych kropek na wykresach pudełkowych.

Po rozpatrzeniu macierzy korelacji, dla dalszych badań usuwamy parametr wagi. Zdecydowaliśmy się na usunięcie właśnie tego parametru, gdyż wystarczająco dobrze tłumaczy pojemność baterii, oraz jest jednocześnie parametrem najmniej istotnym z omawianej dwójki. Dodatkowo, na podstawie podobnych stwierdzeń, zdecydowaliśmy, że dla bezpieczeństwa, podczas analizy skupień nie weźmiemy pod uwagę pamięci wbudowanej. Dane także będą różnić się w zależności od wykonywanych badań. Ze względu na wrażliwość analizy skupień na wartości odstające, wyłącznie dla owego badania nie będziemy ich uwzględniali. Dzięki temu zabiegowi współczynnik zmienności istotnie się zmieni wraz z macierzą korelacji

Efekt dokonanych zmian

Macierz korelacji parametrów



Współczynnik zmienności:

| | Ocena | Cena | Pamięć wbudowana | RAM | Bateria | Procesor | Różnica kwartałów | Megapiksele |
|-----------------|---------|---------|------------------|---------|---------|----------|-------------------|-------------|
| Wsp. zmienności | 14,18 % | 66,07 % | 65,97 | 38,45 % | 16,92 % | 23,14 % | 78,41 % | 37,72 % |

Dodatkowe spostrzeżenia

Eliminacja wartości odstających nie tylko zmniejszyła wszystkie wartości tabeli ze współczynnikami zmienności, ale także mocno zmodyfikowała macierz korelacji. Owa macierz w zdecydowanej większości przypadków posiada wartości bezwzględne mniejsze od 0,4, oraz posiada wyłącznie jedną wartość bezwzględną większą od 0,66. Jest to mianowicie korelacja pomiędzy ceną a zegarem procesora, która urosła do wartości 0,86. Owa korelacja nie przekracza bezpiecznej bariery 0,9, więc jest akceptowalna. Zaobserwowane zmiany macierzy korelacji najprawdopodobniej zaszyły z powodów nieodporności korelacji liniowej Pearsona na wartości odstające.

Dodatkowo stawia to pod znakiem zapytania hipotezę, że wraz z upływem czasu konsumenci stają się coraz bardziej wymagający. Owe zjawisko może występować, ale w dłuższym terminie, jednakże żeby to zweryfikować należałoby zebrać więcej danych. Jednakże hipotezę, że konsumenci nie zwracają uwagi na

procesor zainstalowany w telefonie wzmacnia, gdyż korelacja zwiększyła się z 0,21 na 0,35. Dodatkowo, można spostrzec nieznaczące korelacje oceny pomiędzy innymi parametrami technicznymi.

Porządkowanie Liniowe

W naszym projekcie wykorzystujemy dwie metody wzorcowe porządkowania liniowego: metodę Hellwiga i TOPSIS.

Metoda Hellwiga to technika porządkowania liniowego, która polega na wyborze alternatywy najbardziej zbliżonej do modelu idealnego, zdefiniowanego przez zestaw kryteriów. Metoda ta opiera się na idei maksymalizacji wskaźnika dostosowania każdej alternatywy do modelu idealnego.

TOPSIS jest oparty na idei, że wybrana alternatywa powinna mieć najmniejszą odległość euklidesową od idealnego rozwiązania (najlepsze wartości dla wszystkich kryteriów) i największą odległość od najgorszego rozwiązania (najgorsze wartości dla wszystkich kryteriów).

Zastosowaliśmy wagi dla czterech różnych typów konsumentów i dla porównania zastosowaliśmy obliczenia bez stosowania wag. Nazwaliśmy tych konsumentów: o priorytecie ceny, konsumentem gier mobilnych, fotografem, nietechnicznym konsumentem.

[Dokładne wartości wag można zobaczyć klikając tutaj.](#)

Charakterystyka zmiennych

- Ocena (w skali od 0 do 10) – stymulanta
- cena (w złotych polskich) – destymulanta im niższa cena tym lepiej dla konsumenta
- wbudowana pamięć (w GB) - stymulanta
- pamięć RAM (w GB) - stymulanta
- pojemność baterii (w mAh) - stymulanta
- zegar procesora (w Mhz) - stymulanta
- data premiery (liczone jako różnica obecnego kwartału a kwartału wypuszczenia danego modelu) – destymulanta im nowszy telefon (mniejsza różnica kwartalna), tym lepiej (kompatybilność, nowsze i bardziej wspierane systemy operacyjne)
- ilość megapiksli głównego aparatu stymulanta

Metody Hellwiga

Metoda Hellwiga dla tych samych wag

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro | |
| 5G | 0,624947358 |
| HTC U23 PRO | 0,500229973 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0,495910164 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|----------------------|---------------|
| HTC 10 | 0,117696784 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0,003798165 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL | |
| SIM | -0,128361733 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Najlepsze trzy modele są stosunkowo nowe, mają dużo pamięci wewnętrznej (256gb-512gb) jak i RAM (12gb-16gb), są średnio wyższej ceny o sporej pojemności baterii, o średnich procesorach ale dobrych aparatach. Na miejscu pierwszym, z istotną różnicą punktów, umieścił się telefon, który poza wymienionymi parametrami, ma najlepszy dostępny w naszych danych aparat.

Natomiast najgorsze trzy modele są naszymi wartościami odstającymi, czyli starymi modelami ze słabymi parametrami technicznymi, za to o niskich cenach.

Metoda Hellwiga dla konsumenta dla którego priorytetem jest cena

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| HTC U23 PRO | 0,5514738 |
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0,5307839 |
| POCO F5 PRO | 0,5104056 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|----------------------------|---------------|
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0,0686704 |
| Apple iphone 15 pro max | 0,0408995 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | -0,1020309 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Najlepsze dwa telefony są dokładnie tymi samymi co w przypadku tych samych wag, jednak z odwrotną kolejnością. Natomiast na trzecim miejscu pojawił się telefon tańszy, kosztem pamięci wewnętrznej jak i RAM oraz pojemnością baterii, za to otrzymując nieco lepszy aparat i opinie. Różnice w wynikach wartości są nieznaczne, co oznacza, że nie ma zdecydowanego zwycięzcy w tym rankingu.

Najgorszymi telefonami stały się najdroższe modele pomimo ich dobrych parametrów technicznych. Na trzecim miejscu od końca wylądował najtańszy telefon, za to z najgorszymi parametrami technicznymi.

Metoda Hellwiga dla konsumenta gier mobilnych

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0,6211472 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0,5955303 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE | 0,5955223 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| HTC 10 | 0,1357434 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | -0,0013916 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | -0,1476042 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Najlepsze telefony nie mają zbyt dużej różnicy w wartości punktowej, co oznacza że są do siebie zbliżone. I faktycznie, wszystkie z nich są z wyższej półki cenowej, o dużej pamięci wewnętrznej (512gb) jak i RAM (16gb), o dużych bateriach. Telefon znajdujący się na pierwszym miejscu ma najlepszy dostępny aparat, kosztem średniego procesora. Jest to przeciwieństwo dwóch pozostałych telefonów, które to mają dobre procesory, za to średnie aparaty. Wszystkie te telefony są modelami tegorocznymi.

Natomiast najgorszymi telefonami są nasze wartości odstające, czyli telefony tanie, za to stare o słabych parametrach technicznych.

Metoda Hellwiga dla konsumenta dla fotografa

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro | |
| 5G | 0,76939 |
| HTC U23 PRO | 0,518905 |
| Motorola g72 | 0,4855068 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| HTC 10 | 0,0914111 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0,0372495 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | -0,0149095 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G wydaje się być dobrym wyborem dla fotografa. Spośród analizowanych modeli, trzy najlepsze charakteryzują się największą liczbą megapikseli, co jest kluczowym czynnikiem dla telefonu fotograficznego. Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G przoduje w tej kategorii, oferując aparat o rozdzielczości 200 MP, znacznie przewyższając konkurencyjne modele, takie jak HTC U23 PRO i Motorola G72, które dysponują kamerami o rozdzielczości 108 MP. Ta różnica w liczbie megapikseli prawdopodobnie miała istotny wpływ na wyższość tego modelu nad pozostałymi dostępnymi na rynku. Dodatkowo, te nowo wprowadzone na rynek modele wyróżniają się ponadprzeciętną pojemnością akumulatora oraz procesorami o średniej wydajności. Należy jednak zaznaczyć, że mimo nowości tych urządzeń, ich ogólne recenzje mieszczą się poniżej średniej branżowej.

Podobnie jak w poprzednich przypadkach najgorszą 3 są nasi outsiderzy. Najistotniejszymi parametrami technicznymi dla telefonu fotografa są (pamięć wewnętrzna, pojemność akumulatora baterii, ilość megapikseli), we wszystkich tych parametrach telefony te wypadają słabo, są niekonkurencyjne względem nowszych telefonów, stąd wybór tych telefonów będzie słaby dla fotografa.

Metoda Hellwiga dla nietechnicznego konsumenta

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro | |
| 5G | 0,5598035 |
| HTC U23 PRO | 0,5397966 |
| POCO F5 PRO | 0,5343469 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Apple iphone 13 | 0,1135949 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0,0824342 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | -0,1100794 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Najlepszymi telefonami są dokładnie tymi samymi modelami, co w przypadku konsumenta kierującego się cenami. Różnice w wynikach wartości są nieznaczne, co oznacza, że nie ma zdecydowanego zwycięzcy w tym rankingu. Wszystkie te telefony mają dużo pamięci wewnętrznej jak i RAM, ponadprzeciętnie pojemne baterie. Są tegorocznymi modelami o dobrych aparatach i średnich procesorach.

Dwa z trzech najgorszych telefonów są uznanymi przez nas wartościami odstającymi. Jednakże pojawił się tutaj także starszy model iPhona. Prawdopodobnie jest to spowodowane tym, że owy model zebrał fatalne opinie, posiada nienajlepsze parametry z wyłączeniem dobrego procesora i kosztuje ponadprzeciętnie.

Podsumowanie wszystkich wyników metodą Hellwiga

Niezależnie od zastosowanych przez nas wag, Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G zawsze był w top 3 najlepszych wyborach. Podobnie dobrze wypadł telefon HTC U23 PRO, jednakże owy telefon nie był optymalnym wyborem dla konsumenta gier mobilnych. Są to telefony o najlepszych dostępnych aparatach i o jednej z większych pamięci. Pozostałe modele nie wykazywały tendencji do dominowania najlepszych opcji.

W przypadku najgorszych modeli zauważyliśmy podobną tendencję dla modeli: Nokia 3310 2017 dual sim i Microsoft lumia 650. Dodatkowo model HTC 10 pojawił się 3 razy wśród najgorszych modeli. Pokazuje to skalę odstawania owych modeli od pozostałych.

Dodatkowo zauważyliśmy, że wartości odstające zajmują zazwyczaj albo bardzo dobre pozycje, albo bardzo słabe. Żadnej innej zasady, wobec której zmiany danych występowały, nie zauważyliśmy.

Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS dla tych samych wag

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.250746 |
| HTC U23 PRO | 0.379469 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0.399149 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| HTC 10 | 0.623831 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.648423 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.649238 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

W owym przypadku, widać silny wpływ parametrów technicznych, spowodowany brakiem wyważenia zmiennych, przy jednoczesnym odsunięciu najdroższych modeli na dalsze miejsca. Najlepsze telefony mało popularnych marek, z wyróżniającymi się parametrami zajęły najwyższe miejsca. Natomiast najgorsze miejsca

zajął urządzenie przestarzałe, których parametry techniczne są wyjątkowo słabe, pomimo ich bardzo niskich cen.

Metoda TOPSIS dla konsumenta dla którego priorytetem jest cena

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| HTC U23 PRO | 0.290045 |
| Motorola g72 | 0.290055 |
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.297188 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|----------------------------|---------------|
| ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE | 0.526710 |
| Apple iphone 15 pro max | 0.631251 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 0.657087 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

W tym przypadku, kiedy konsument zwraca uwagę na cenę w największym stopniu, jako optymalny wybór wychodzą telefony tanie względem oferowanych podzespołów, które swoją drogą są nienajgorsze. Są to jednocześnie telefony niszowych producentów telefonów, więc widoczne zjawisko może być spowodowane zachęcaniem nowych konsumentów do poznania się z ich produktami. Na samym końcu są najdroższe modele z dobrymi podzespołami. Warto zauważyć, że ostatnie dwa modele różnią się dosyć sporą ilością punktów od trzeciego. Najprawdopodobniej, jest to spowodowane, że producenci tych telefonów są dobrze znani i posiadają spory udział w tym rynku.

Metoda TOPSIS dla konsumenta gier mobilnych

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.283938 |
| Apple iphone 15 pro max | 0.317593 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 0.320637 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| HTC 10 | 0.697873 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.742722 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.749902 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Dla tego przypadku, widać iż metoda TOPSIS pokazuje, iż dla gracza, najlepszymi telefonami będą marki premium. Zastanawiającym faktem jest, iż Xiaomi Redmi Note 13 pro 5G wyszedł lepiej niż ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE. Wymieniony Asus ma lepszy procesor i baterię od omawianego Xiaomi. Najprawdopodobniej zostało to spowodowane tym, że mimo wszystko wpływ megapikseli na wynik odgrywa istotną rolę. To Xiaomi ma czterokrotnie lepszy aparat od Asusa, co w połączeniu ze stosunkowo niewielką odległością od

antywzorca aparatu i ceny, omawiany Asus spadł na piąte miejsce. W przypadku telefonów będących najgorszymi, nie ma zaskoczenia. Najgorszymi modelami są te najstarsze ze słabymi parametrami technicznymi.

Metoda TOPSIS dla konsumenta dla fotografa

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro | |
| 5G | 0.203350 |
| HTC U23 PRO | 0.453502 |
| Motorola g72 | 0.480114 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| HTC 10 | 0.791997 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.806824 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.808191 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Dla osób, którym zależy na najlepszych aparatach, zgodnie z oczekiwaniami, wychodzą, że najlepszymi modelami są te, które mają najlepsze aparaty. Co więcej, widać istotną różnicę w punktacji pomiędzy dwoma najlepszymi modelami. Jest to spowodowane różnicą megapikseli tam osiąganymi. Na drugim końcu tego rankingu są telefony o najgorszych parametrach.

Metoda TOPSIS dla nietechnicznego konsumenta

Najlepsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|--------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro | |
| 5G | 0.252726 |
| HTC U23 PRO | 0.354860 |
| Motorola g72 | 0.377634 |

Najgorsze 3

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| HTC 10 | 0.561638 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.583056 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.591805 |

[Żeby zobaczyć pełną tabelę kliknij tutaj](#)

Z analizy TOPSIS wynika, że najlepszymi telefonami dla konsumenta, który nie jest zainteresowany technologią, najlepszymi modelami są dokładnie te same, co dla konsumenta fotografa. Jest to spowodowane całkiem niezłymi parametrami technicznymi jak i przystępnymi cenami. Jednocześnie klarowność decyzji nie jest tak jednoznaczna co w przypadku fotografa. Mimo to, dosyć istotnie wygrywa w tym przypadku Xiaomi. Na samym końcu, znowu zostały umiejscowione nasze wartości odstające. Co ciekawe, w tym przypadku, produkty marki Apple zostały umiejscowione wyjątkowo nisko, zarówno te starsze modele jak i te najnowsze. Zajmują 4, 6 i 7 miejsce od końca.

Podsumowanie wszystkich wyników metodą TOPSIS

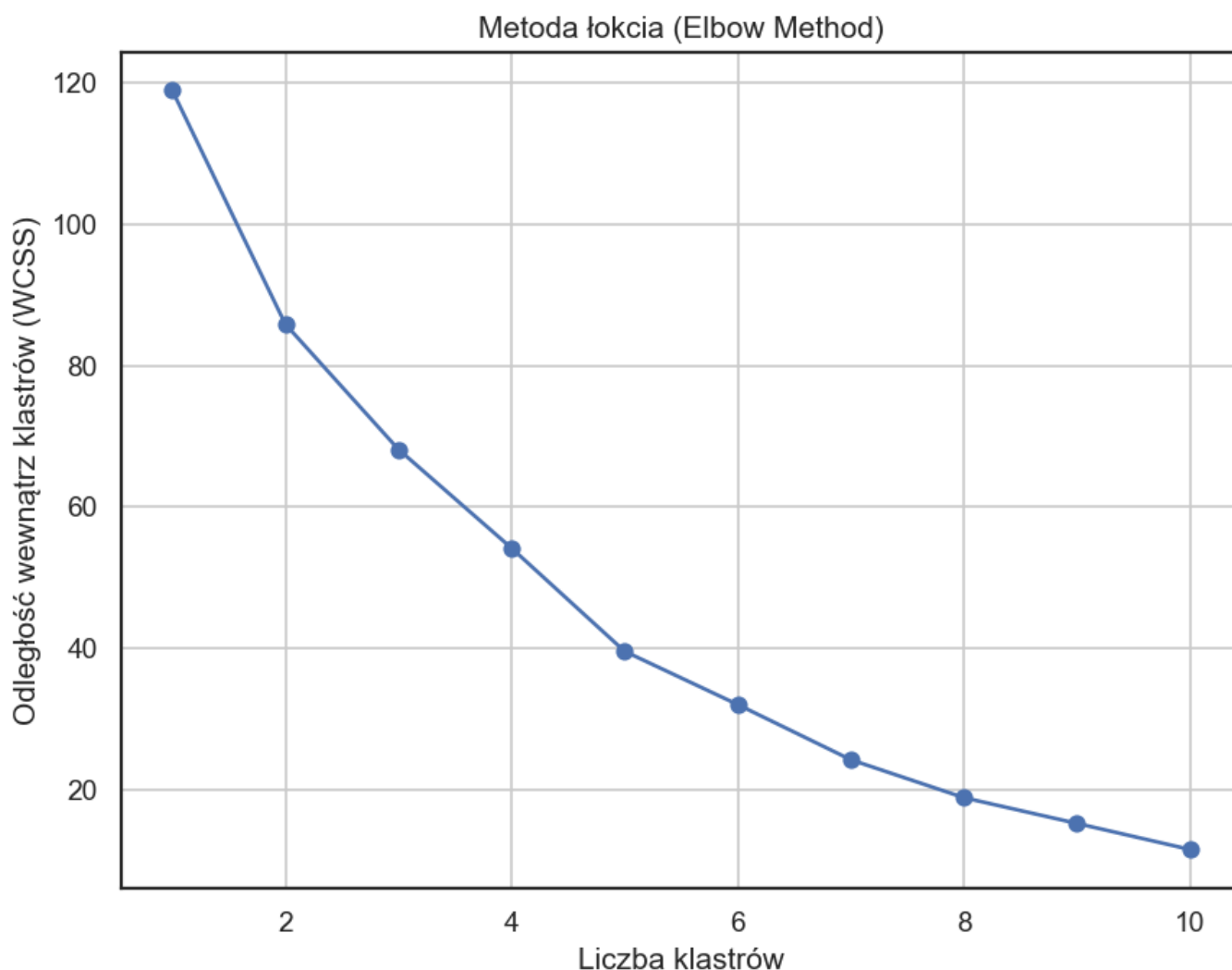
Najlepsze wyniki metodą TOPSIS wyszły podobne do tych metodą Hellwiga, natomiast najgorsze miejsca, zajęły prawie wszystkie najstarsze modele. Nie są one najgorszym wyborem tylko i wyłącznie w przypadku konsumenta kierującego się priorytetem cen, gdzie najgorszymi modelami będą te, które są najdroższe. Wydaje się to oczywiste, jednakże metoda Hellwiga nie jest tego samego zdania. Odnosimy wrażenie, że metoda TOPSIS jest bardziej wyczulona na stosowane wagi.

Analiza skupień - Grupowanie podziałowe

Metoda k-średnich

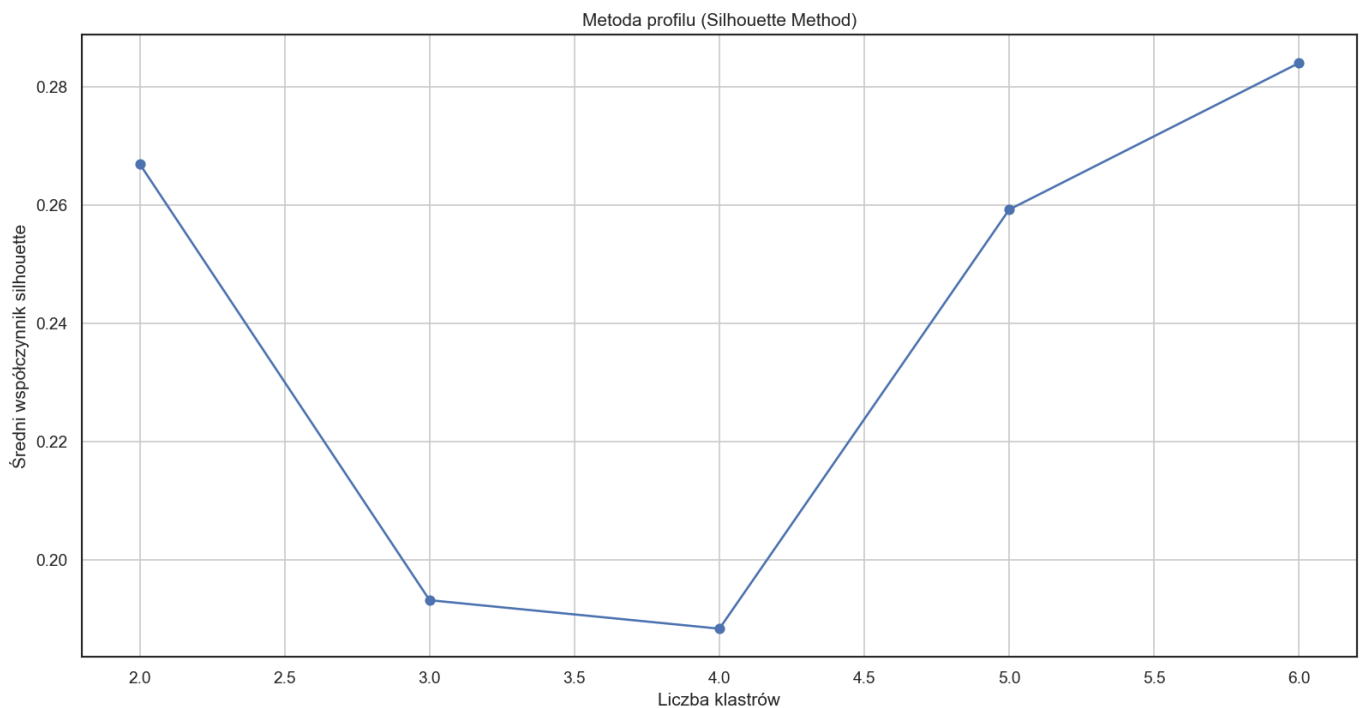
Identyfikacja optymalnego podziału na grupy

Metoda łokcia



Z racji tego, że metoda łokcia jest subiektywną metodą ciężko powiedzieć w którym momencie wykres zaczyna się spłaszczać. Można się spierać czy w tym wypadku powinno się podzielić na 2, 3 czy 4 grupy czy 5. W naszej opinii wykres zaczyna się spłaszczać dla liczby klastrów większej od 5. Natomiast z racji tego, że metoda łokcia jest mocno subiektywna, do wyboru grup zastosujemy metodę profilową.

Metoda profilu



Wg metody profilowej optymalnym podziałem aktualnego zbioru będzie podzielenie danych na 6 grup.

W kontekście tego, że nasz aktualny zbiór po podziale zawiera 17 danych, wydaje się lepszym pomysłem podzielenie naszego zbioru na 2 grupy niż na 6 jakby to wynikało z metody profilowej, grupy byłyby zbyt mało liczne, tak naprawdę nie stanowiłyby grup

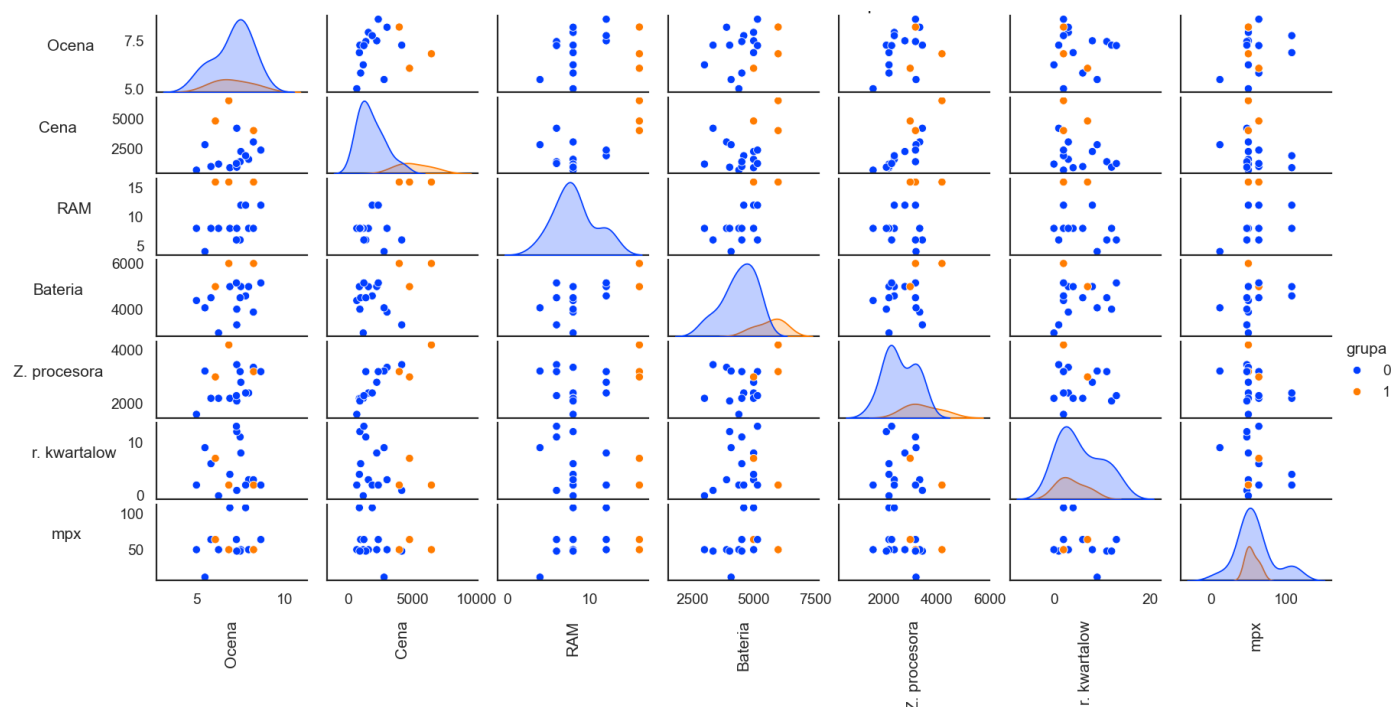
Metoda k- średnich ostateczny podział

Grupa 0

Apple iphone 15
Samsung Galaxy A54
Motorola g72
DOOGEE SMINI
ULEFONE NOTE 16
PRO
Google Pixel 6pro
HTC U23 PRO
HTC DESIRE 22 PRO
SAMSUNG GALAXY
S23
Apple iphone 13
POCO F3
OPPO A91
POCO F5 PRO
POCO X3 NFT

Grupa 1

ASUS ROG PHONE 7 ULTI-
MATE
ASUS ROG PHONE 7
nubia red magic 7 pro



Średnie wartości zmiennych w grupie

| Grupa | Ocena | cena | Ram | Bateria | Zegar procesora | różnica kwarta- łów | Mpx |
|-------|-------|------|------|---------|-----------------|------------------------|-------|
| 0 | 7,06 | 1825 | 8,14 | 4408,71 | 2617,14 | 5,429 | 58,14 |
| 1 | 7,04 | 5099 | 16 | 5666,66 | 3466,6666 | 3,66 | 54,67 |

Charakteryzacja grup

Grupa 0 charakteryzuje się jako segment telefonów o bardziej przystępnej cenie, z umiarkowanym RAM. Urządzenia te, są stosunkowo nowe na rynku, osiągają przeciętne oceny. Są to modele, które oferują niezbędne funkcje i wydajność, spełniając podstawowe potrzeby użytkowników poszukujących solidnego, ale niekoniecznie najbardziej zaawansowanego technologicznie urządzenia.

Z kolei Grupa 1 wyróżnia się jako kategoria telefonów premium. Charakteryzują je wysokie ceny, znacznie większa pamięć RAM. Te telefony oferują również dłuższą żywotność baterii, co jest kluczowym atrybutem dla użytkowników którzy długo korzystają z telefonów. Z nowoczesnymi procesorami i aktualnymi funkcjami, urządzenia te stanowią idealny wybór dla konsumentów poszukujących najwyższej klasy technologii mobilnej. Co ciekawe, wszystkie te modele mają największe masy i wbudowane pamięci ze wszystkich niewyeliminowanych modeli, pomimo że nie były brane pod uwagę w tym badaniu.

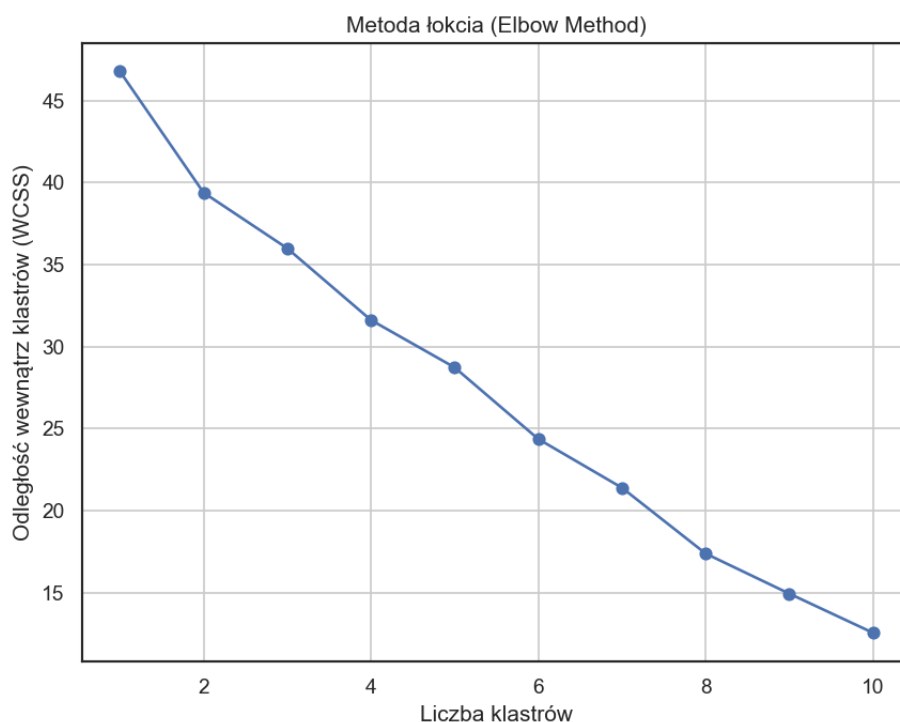
Podsumowanie uzyskanych wyników

Zaproponowany podział na grupy jest faktycznie interesujący, aczkolwiek niespodziewany. Jesteśmy zaskoczeni faktem idealnego dopasowania grup do parametrów wagi i pamięci wewnętrznej. Z tego też powodu, dla bezpieczeństwa, sprawdziliśmy, czy nie popełniliśmy jakiegoś błędu, który spowodowałby wzięcie pod uwagę tych zmiennych. Okazało się, że wykonaliśmy to badanie zgodnie z zamiarami. Podsumowując, podział na grupy pokazuje, jak silne korelacje pomiędzy wyrzuconymi grupami występują. Biorąc to wszystko pod uwagę, zgadzamy się z tym podziałem.

Metoda k-medoid

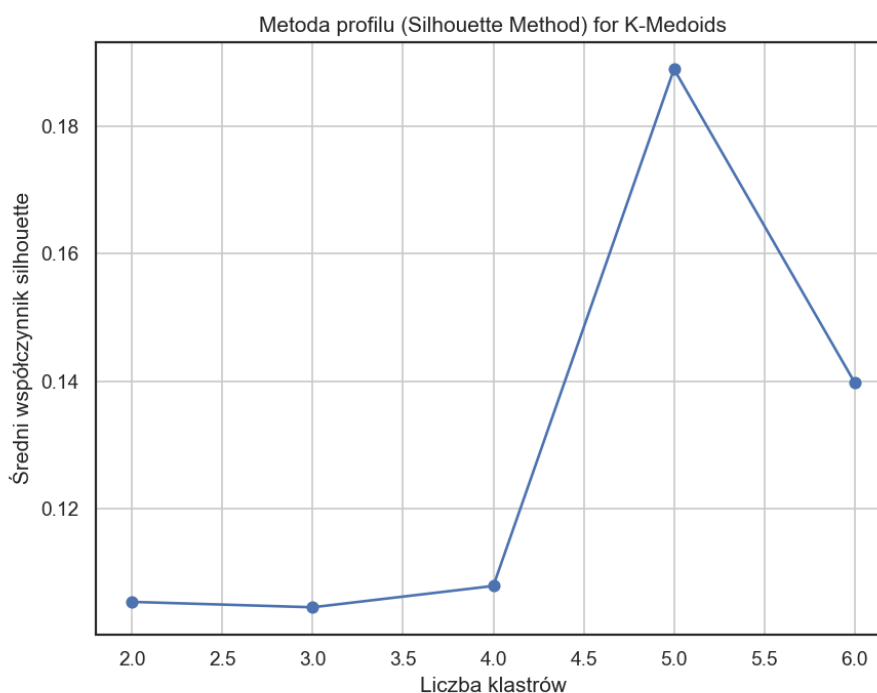
Identyfikacja optymalnego podziału na grupy

Metoda łokcia



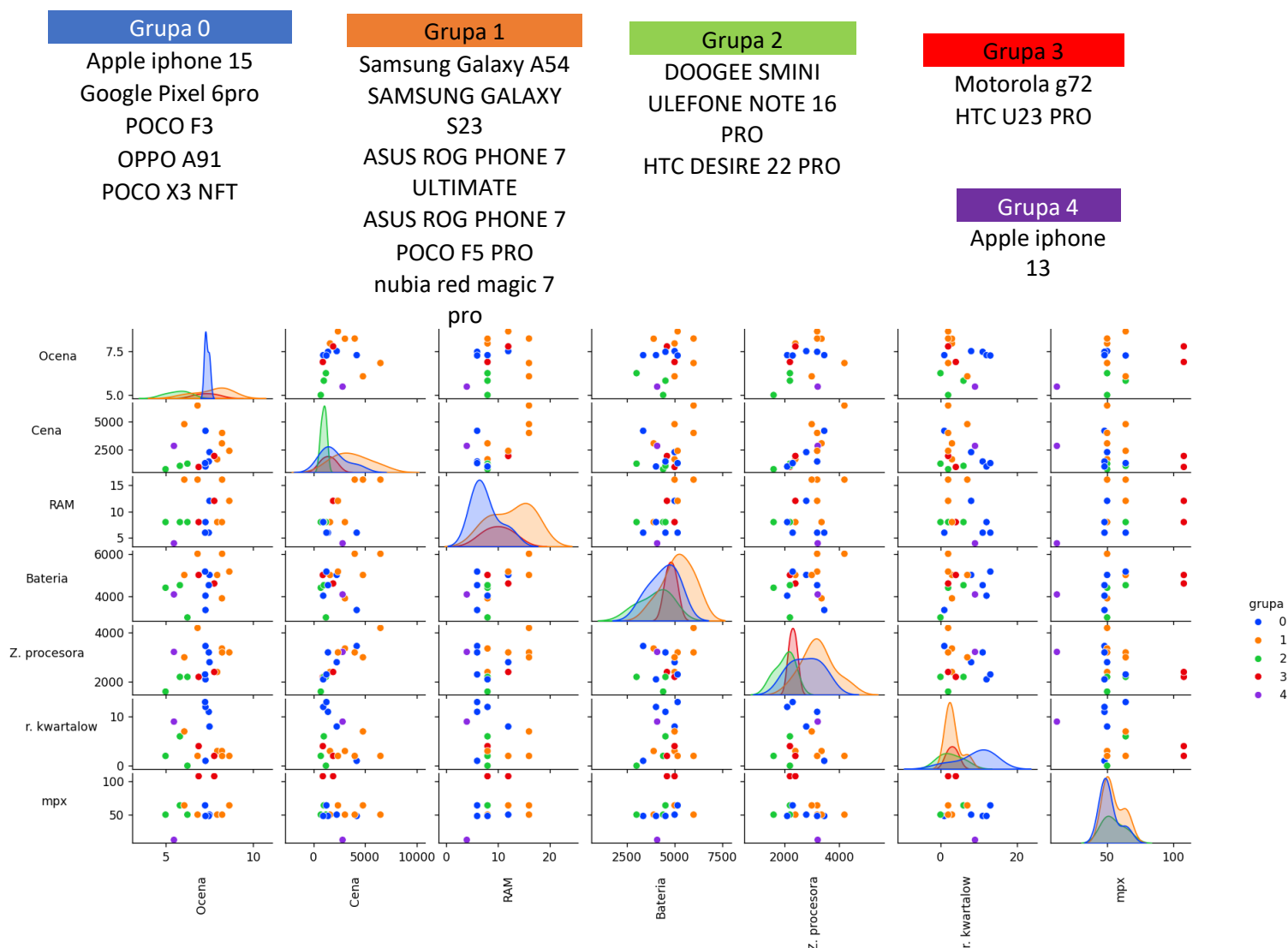
Ciężko jednoznacznie stwierdzić gdzie następuje wypłaszczenie wykresu. W naszej opinii zaczyna się wypłaszczać w okolicach 5, 6 klastrów. Natomiast tak jak wcześniej napisaliśmy wolimy zaufać metodzie profilu, która jest mniej subiektywna.

Metoda profilu



Wg metody profilowej optymalnym podziałem aktualnego zbioru będzie podzielenie danych na 5 grup, co też zastosujemy.

Metoda k- średnich ostateczny podział



Średnie wartości zmiennych w grupie

| grupa | Ocena | Cena | RAM | Bateria | Z. procesora | r. kwartalow | mpx |
|-------|----------|----------|----------|----------|--------------|--------------|----------|
| 0 | 7,36 | 2005,8 | 7,6 | 4411,4 | 2772 | 9 | 51,6 |
| 1 | 7,656667 | 3718,833 | 12,66667 | 5176,667 | 3226,667 | 3,166667 | 54,66667 |
| 2 | 5,69 | 965,2333 | 8 | 3973,333 | 2000 | 2,666667 | 54,66667 |
| 3 | 7,335 | 1399 | 10 | 4800 | 2300 | 3 | 108 |
| 4 | 5,48 | 2819 | 4 | 4085 | 3220 | 9 | 12 |

Charakterystyka grup

Grupa 0 jest typowym średniakiem. Podzespoły średnie, około dwuletnie modele ze średnimi opiniami w zamian za średnią cenę. Do tej grupy trafiają zarówno modele markowe jak i nie. Wszystkie te telefony, mają bardzo zbliżone wartości opinii użytkowników.

Grupa 1 składa się z telefonów wyższej jakości. Mają dobre opinie. Posiadają bardzo dobre procesory, oraz dobre podzespoły. Wyjątkiem są aparaty, które są średnie. Wszystko to w zamian za stosunkowo wysoką cenę.

Grupa 2 składa się z telefonów niskobudżetowych. Ogólnie parametry mają średnie, poza procesorami które są słabe. Są to telefony nie markowych producentów, co przełożyło się na niskie ceny. Te telefony mają bardzo złe opinie.

Grupa 3 składa się z telefonów tanich, ale stosunkowo dobrych. Posiadają sporą ilość ramu i dobre aparaty. Dodatkowo są to modele maksymalnie roczne i posiadają bardzo podobne procesory.

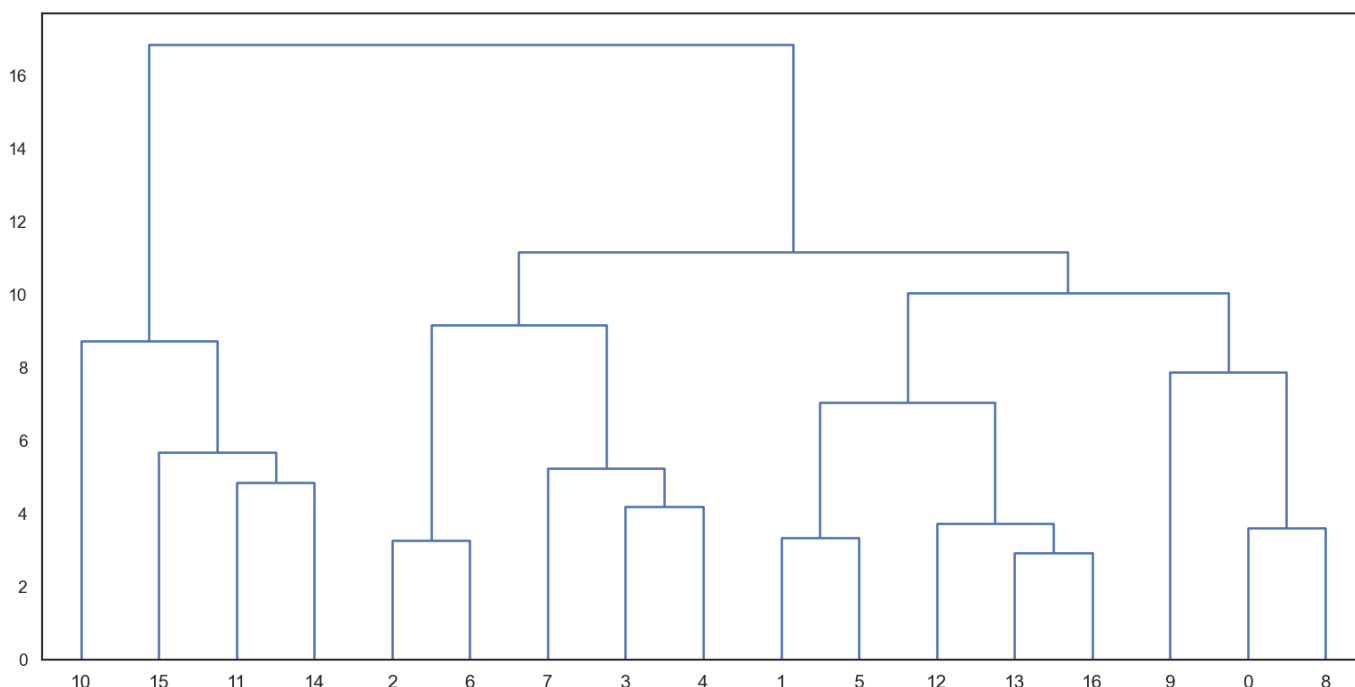
Grupa 4 składa się przestarzałych telefonów markowych, które posiadają niskie parametry w zamian za wysokie ceny.

Podsumowanie uzyskanych wyników

Ten ciekawy podział na grupy, sprawia nam wiele problemów z analizą. Odczuwamy tutaj niedosyt danych, który powoduje, że musimy charakteryzować grupy składające się z jednego elementu. Istnienie takiej grupy oznacza, że być może nie wykryliśmy wszystkich wartości odstających, lub że dobraliśmy za mało danych. Sam podział na pięć grup jest dosyć ryzykowny przy 17 danych, ponieważ średnio wychodzi nieco powyżej 3 modeli na grupę. Przy istnieniu jakiegokolwiek grupy dominującej, pozostałe grupy muszą być nieliczne. Ogólnie uważamy, że jest to raczej zbyt drobiazgowy podział jak na taką próbkę danych.

Analiza skupień - Metoda hierarchiczna

Otrzymany dendrogram za pomocą metody Warda



Jak widać na załączonym obrazku nie jest łatwo jednoznacznie stwierdzić gdzie przyciąć dendrogram. Nie istnieje jeden dobry podział. Generalnie skłaniamy się do dwóch opcji czyli przycinanie przy $y=15$, generalnie wtedy odległości na osi y mają szerokie odstępy. Warto jednak rozważyć opcje przycięcia na 8 gdyż telefon nr 10 jest daleko od grupy

Klasyfikacja:

```
wynik Silhouette przy przycięciu 15: 0.2357449852852848
wynik Daviesa przy przycięciu 15 1.226904455017394
wynik Calinski przy przycięciu 15 6.035290892272769
wynik Silhouette przy przycięciu 8: 0.20826952813559962
wynik Daviesa przy przycięciu 8 0.947959136746407
wynik Calinski przy przycięciu 8 5.367283430525851
```

Silhouette index 0,236 – wartość ta jest bliska 0, klastry nie są dobrze podzielone, jednak jest to lepszy wynik niż 0,2082 dla przycięcia na 8

Davies_Bouldin index 1,227 – im wynik jest bliższy 0 tym lepiej, wynik jest umiarkowany, sugeruje to przeciętną separację klastrów, w tym wypadku podział na $y=8$ wychodzi lepiej

Calinski Harabasz index 6,03 – im wyższy wynik tym lepiej. Wynik dla $y=15$ daje lepszy rezultat niż dla $y=8$

Klasyfikacja wykazała, że lepiej podzielić na $y = 15$. Oto powstałe grupy.

| Grupa 0 | Grupa 1 |
|-----------------------|---------------------------|
| Apple iPhone 15 | Apple iPhone 13 |
| SAMSUNG GALAXY A54 | ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE |
| Motorola g72 | OPPO A91 |
| DOOGEE Smini | POCO F5 PRO |
| Ulefone Note 16 Pro | |
| Google Pixel 6 Pro | |
| HTC U23 Pro | |
| HTC Desire 22 Pro | |
| SAMSUNG GALAXY S23 | |
| ASUS ROG Phone 7 | |
| POCO F3 | |
| nubia red magic 7 pro | |
| POCO X3 Pro | |

Średnie wartości zmiennych w grupie

| | Ocena | Cena | Pamięć wbudowana | Pamięć RAM | Waga (g) | bateria (mAh) | Zegar procesora (MHz) | roznica kwartałowa | Megapiksele |
|---------|-------|---------|------------------|------------|----------|---------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| Grupa 0 | 7,06 | 2171,44 | 206,77 | 9,38 | 196,19 | 4 573,23 | 2 640,00 | 4,77 | 61,85 |
| Grupa 1 | 7,06 | 3156,50 | 256,00 | 10,00 | 199,00 | 4 817,50 | 3 180,00 | 6,25 | 43,50 |

Charakterystyka grup

Grupa 0 średnio składa się z młodych modeli o stosunkowo dobrych aparatach, ale mniejszej pamięci. Za to kosztują stosunkowo niewiele.

Grupa 1 średnio składa się z nieco starszych modeli o dobrych procesorach i większej pamięci. Natomiast kosztują one znacznie więcej.

Podsumowanie uzyskanych wyników

Modeli telefonów w obu grupach tak naprawdę nic nie łączy. Zebrane telefony wyglądają na przydzielone losowo i nie widzimy sensu takiego rozdzielenia modeli pomiędzy grupami. Jest on bezsensowny i chaotyczny.

Podsumowanie analizy skupień.

Według nas, sensownym podziałem na grupy dokonała tylko pierwsza metoda. W przypadku podziału metodą K-Medoid zabrakło nam danych na poprawny podział. Ostatni podział – hierarchiczny – jest bezsensowny. Uważamy, że analiza skupień dla naszego zestawu danych jest naprawdę wymagająca, żeby osiągnąć racjonalne efekty.

Zbiór danych i fragmentów kodu

Dane

| Tele- fon\zmienne | Ocena | Cena | Pamięć wbudo- wana | Pamięć RAM | Waga (g) | bate- ria (mAh) | Zegar pro- cesora (Mhz) | różnica kwarta- łów | Me- gapik- sele |
|-----------------------------|-------|-------|--------------------------|---------------|-------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Apple iPhone 15 | 7,28 | 4192 | 128 | 6 | 171 | 3349 | 3460 | 1 | 48 |
| Samsung Galaxy A54 | 7,95 | 1599 | 128 | 8 | 202 | 5000 | 2400 | 3 | 50 |
| Motorola g72 | 6,89 | 899 | 128 | 8 | 166 | 5000 | 2200 | 4 | 108 |
| DOOGEE SMINI | 6,25 | 1200 | 256 | 8 | 155 | 3000 | 2200 | 0 | 50 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 5 | 697,7 | 128 | 8 | 184 | 4400 | 1600 | 2 | 50 |
| Google Pixel 6pro | 7,51 | 2250 | 128 | 12 | 210 | 5003 | 2800 | 8 | 50 |
| HTC U23 PRO | 7,78 | 1899 | 256 | 12 | 205 | 4600 | 2400 | 2 | 108 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 5,82 | 998 | 128 | 8 | 205,5 | 4520 | 2200 | 6 | 64 |
| HTC 10 | 8,78 | 555 | 32 | 4 | 161 | 3000 | 2200 | 30 | 12 |
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 6,81 | 3700 | 512 | 16 | 187 | 5100 | 2800 | 1 | 200 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 8,22 | 3048 | 128 | 8 | 167 | 3900 | 3360 | 3 | 50 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 6,79 | 11000 | 1000 | 16 | 246 | 5000 | 2620 | 1 | 48 |
| Apple iPhone 15 pro max | 8,22 | 9504 | 1000 | 8 | 221 | 4422 | 3770 | 1 | 48 |
| Apple iPhone 13 | 5,48 | 2819 | 128 | 4 | 174 | 4085 | 3220 | 9 | 12 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE | 6,83 | 6499 | 512 | 16 | 246 | 6000 | 4200 | 2 | 50 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 8,23 | 3999 | 512 | 16 | 239 | 6000 | 3200 | 2 | 50 |
| POCO F3 | 7,47 | 1399 | 128 | 6 | 196 | 4520 | 3200 | 11 | 48 |
| OPPO A91 | 7,28 | 939 | 128 | 8 | 172 | 4025 | 2100 | 12 | 48 |
| POCO F5 PRO | 8,64 | 2369 | 256 | 12 | 204 | 5160 | 3200 | 2 | 64 |
| nubia red magic 7 pro | 6,07 | 4799 | 512 | 16 | 235 | 5000 | 3000 | 7 | 64 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 6,15 | 249 | 0,015625 | 0,015625 | 79,6 | 1200 | 0 | 26 | 2 |
| POCO X3 NFT | 7,26 | 1249 | 128 | 6 | 215 | 5160 | 2300 | 13 | 64 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 8,81 | 483 | 16 | 1 | 122 | 2000 | 1300 | 32 | 8 |

Metoda Hellwiga/TOPSIS dla tych samych wag

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0,624947358 |
| HTC U23 PRO | 0,500229973 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0,495910164 |
| POCO F5 PRO | 0,479339215 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTI-MATE | 0,43635835 |
| nubia red magic 7 pro | 0,420086192 |
| Motorola g72 | 0,416679448 |
| Apple iphone 15 pro max | 0,384568052 |
| Google Pixel 6pro | 0,383931509 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0,366749608 |
| Samsung Galaxy A54 | 0,363916627 |
| POCO F3 | 0,34310305 |
| POCO X3 NFT | 0,339012555 |
| Huawei Mate 60 RS Ulti-mate | 0,325276412 |
| Apple iphone 15 | 0,306814915 |
| OPPO A91 | 0,300273763 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0,299984444 |
| DOOGEE SMINI | 0,27946177 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0,209399396 |
| Apple iphone 13 | 0,181973042 |
| HTC 10 | 0,117696784 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0,003798165 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | -0,128361733 |

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.250746 |
| HTC U23 PRO | 0.379469 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0.399149 |
| Motorola g72 | 0.415979 |
| POCO F5 PRO | 0.418318 |
| nubia red magic 7 pro | 0.425246 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTI-MATE | 0.428681 |
| Apple iphone 15 pro max | 0.444818 |
| DOOGEE SMINI | 0.448462 |
| Huawei Mate 60 RS Ulti-mate | 0.455463 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0.469355 |
| Samsung Galaxy A54 | 0.469406 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0.470537 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0.482311 |
| Google Pixel 6pro | 0.482793 |
| Apple iphone 15 | 0.500083 |
| POCO F3 | 0.503907 |
| POCO X3 NFT | 0.504898 |
| OPPO A91 | 0.511241 |
| Apple iphone 13 | 0.554818 |
| HTC 10 | 0.623831 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.648423 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.649238 |

Metoda Hellwiga/TOPSIS dla konsumenta dla którego priorytetem jest cena

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| HTC U23 PRO | 0,5514738 |
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0,5307839 |
| POCO F5 PRO | 0,5104056 |
| Motorola g72 | 0,4759463 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0,4570585 |
| Samsung Galaxy A54 | 0,4412941 |
| Google Pixel 6pro | 0,428283 |
| POCO X3 NFT | 0,4203441 |
| POCO F3 | 0,405765 |
| OPPO A91 | 0,395215 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0,3902853 |
| DOOGEE SMINI | 0,3378 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0,337545 |
| nubia red magic 7 pro | 0,3149784 |
| Apple iphone 15 | 0,2860224 |
| HTC 10 | 0,2714191 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0,2450128 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE | 0,2447952 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0,1940701 |
| Apple iphone 13 | 0,1852015 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0,0686704 |
| Apple iphone 15 pro max | 0,0408995 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | -0,1020309 |

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| HTC U23 PRO | 0.290045 |
| Motorola g72 | 0.290055 |
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.297188 |
| DOOGEE SMINI | 0.320119 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0.323317 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0.325017 |
| POCO F5 PRO | 0.334036 |
| OPPO A91 | 0.336394 |
| POCO X3 NFT | 0.337703 |
| Samsung Galaxy A54 | 0.341779 |
| POCO F3 | 0.348917 |
| Google Pixel 6pro | 0.363226 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0.386985 |
| HTC 10 | 0.388855 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0.398792 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.400527 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.401309 |
| Apple iphone 13 | 0.428295 |
| nubia red magic 7 pro | 0.435973 |
| Apple iphone 15 | 0.459780 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE | 0.526710 |
| Apple iphone 15 pro max | 0.631251 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 0.657087 |

Metoda Hellwiga/TOPSIS dla konsumenta gier mobilnych

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0,6211472 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0,5955303 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE | 0,5955223 |
| Apple iPhone 15 Pro Max | 0,5673346 |
| nubia red magic 7 pro | 0,5418201 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 0,5189994 |
| POCO F5 PRO | 0,5125459 |
| HTC U23 PRO | 0,4678188 |
| Google Pixel 6pro | 0,4120469 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0,4102334 |
| Apple iPhone 15 | 0,3710123 |
| POCO F3 | 0,3668294 |
| Motorola g72 | 0,3639349 |
| Samsung Galaxy A54 | 0,3597943 |
| DOOGEE SMINI | 0,3423831 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0,3194571 |
| POCO X3 NFT | 0,3140042 |
| OPPO A91 | 0,3040014 |
| Apple iPhone 13 | 0,2839883 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0,2406284 |
| HTC 10 | 0,1357434 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | -0,0013916 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | -0,1476042 |

| Telefony | Wynik |
|-----------------------------|----------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.283938 |
| Apple iPhone 15 Pro Max | 0.317593 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 0.320637 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0.341732 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTIMATE | 0.343075 |
| nubia red magic 7 pro | 0.369927 |
| HTC U23 PRO | 0.418687 |
| POCO F5 PRO | 0.418814 |
| DOOGEE SMINI | 0.458432 |
| Motorola g72 | 0.482615 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0.484246 |
| Apple iPhone 15 | 0.490208 |
| Samsung Galaxy A54 | 0.496046 |
| Google Pixel 6pro | 0.497433 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0.506588 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0.511552 |
| POCO F3 | 0.534508 |
| Apple iPhone 13 | 0.554656 |
| OPPO A91 | 0.557178 |
| POCO X3 NFT | 0.563787 |
| HTC 10 | 0.697873 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.742722 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.749902 |

Metoda Hellwiga/TOPSIS dla fotografa

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0,76939 |
| HTC U23 PRO | 0,518905 |
| Motorola g72 | 0,4855068 |
| nubia red magic 7 pro | 0,4012885 |
| POCO F5 PRO | 0,3878768 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0,372526 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTI-MATE | 0,3623404 |
| Apple iphone 15 pro max | 0,3559158 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 0,3515723 |
| POCO X3 NFT | 0,3428752 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0,3341036 |
| Google Pixel 6pro | 0,3096875 |
| Samsung Galaxy A54 | 0,3085341 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0,2958026 |
| POCO F3 | 0,2901098 |
| DOOGEE SMINI | 0,2809072 |
| OPPO A91 | 0,2777299 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0,2755238 |
| Apple iphone 15 | 0,2704883 |
| Apple iphone 13 | 0,1456053 |
| HTC 10 | 0,0914111 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0,0372495 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | -0,0149095 |

| Telefon | |
|-----------------------------|----------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.203350 |
| HTC U23 PRO | 0.453502 |
| Motorola g72 | 0.480114 |
| Huawei Mate 60 RS Ultimate | 0.509167 |
| Apple iphone 15 pro max | 0.510150 |
| nubia red magic 7 pro | 0.545857 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0.550050 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTI-MATE | 0.557052 |
| POCO F5 PRO | 0.558779 |
| DOOGEE SMINI | 0.593891 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0.595715 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0.609469 |
| Samsung Galaxy A54 | 0.611713 |
| POCO X3 NFT | 0.621292 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0.622526 |
| Apple iphone 15 | 0.627393 |
| Google Pixel 6pro | 0.631199 |
| POCO F3 | 0.651576 |
| OPPO A91 | 0.657959 |
| Apple iphone 13 | 0.715233 |
| HTC 10 | 0.791997 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.806824 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.808191 |

Metoda Hellwiga/TOPSIS dla nietechnicznego konsumenta

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0,5598035 |
| HTC U23 PRO | 0,5397966 |
| POCO F5 PRO | 0,5343469 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0,527367 |
| Motorola g72 | 0,4402031 |
| Samsung Galaxy A54 | 0,4354871 |
| Google Pixel 6pro | 0,4251652 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0,4024165 |
| POCO X3 NFT | 0,3970996 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTI-MATE | 0,3898788 |
| POCO F3 | 0,3840789 |
| Apple iphone 15 pro max | 0,365802 |
| OPPO A91 | 0,3398266 |
| nubia red magic 7 pro | 0,3322277 |
| Apple iphone 15 | 0,3004129 |
| Huawei Mate 60 RS Ulti-mate | 0,2637614 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0,2516496 |
| DOOGEE SMINI | 0,222035 |
| HTC 10 | 0,1980953 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0,1194493 |
| Apple iphone 13 | 0,1135949 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0,0824342 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | -0,1100794 |

| Telefon | Wartość miary |
|-----------------------------|---------------|
| Xiaomi Redmi Note 13 Pro 5G | 0.252726 |
| HTC U23 PRO | 0.354860 |
| Motorola g72 | 0.377634 |
| POCO F5 PRO | 0.400842 |
| ASUS ROG PHONE 7 | 0.403805 |
| DOOGEE SMINI | 0.438901 |
| Samsung Galaxy A54 | 0.439437 |
| HTC DESIRE 22 PRO | 0.439452 |
| nubia red magic 7 pro | 0.441695 |
| ULEFONE NOTE 16 PRO | 0.446372 |
| Google Pixel 6pro | 0.456137 |
| POCO X3 NFT | 0.456823 |
| ASUS ROG PHONE 7 ULTI-MATE | 0.458803 |
| POCO F3 | 0.468655 |
| SAMSUNG GALAXY S23 | 0.470098 |
| OPPO A91 | 0.470927 |
| Apple iphone 15 pro max | 0.501045 |
| Apple iphone 15 | 0.503543 |
| Huawei Mate 60 RS Ulti-mate | 0.516314 |
| Apple iphone 13 | 0.540027 |
| HTC 10 | 0.561638 |
| MICROSOFT LUMIA 650 | 0.583056 |
| NOKIA 3310 2017 DUAL SIM | 0.591805 |

Zastosowane wagi

| | Ocena | Cena | Pa-miec Wbu-do-wana | Ram | Pojem-ność baterii (mAh) | Zegar Proce-sora (Mhz) | Roz-nica kwar-tałów | Mega-piksele |
|---------------|-------|------|---------------------|------|--------------------------|------------------------|---------------------|--------------|
| Oszczędny | 0,15 | 0,5 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,04 | 0,07 |
| Gamer | 0,05 | 0,05 | 0,2 | 0,2 | 0,05 | 0,25 | 0,15 | 0,05 |
| Fotograf | 0,04 | 0,04 | 0,17 | 0,04 | 0,15 | 0,03 | 0,1 | 0,43 |
| Nietechniczny | 0,3 | 0,14 | 0,07 | 0,07 | 0,2 | 0,05 | 0,07 | 0,1 |