

Inteligentne Systemy Wspomagania decyzji

Wprowadzenie

mgr inż. Andrii Shekhovstov

Uniwersytet WSB Merito

30 września 2025

Spis treści

- 1 Wprowadzenie i historia ISWD
 - Geneza i rozwój
 - Poddziedziny ISWD
- 2 Wprowadzenie do MCDA
 - Problem decyzyjny
- 3 Metoda TOPSIS
 - Idea i kroki algorytmu
- 4 Podsumowanie

Definicje ISWD

System wspomagania decyzji (Decision Support System, DSS)

System komputerowy, który wspiera decydenta w procesie podejmowania decyzji, łącząc dane, modele analityczne i interfejs użytkownika.

Inteligentny system wspomagania decyzji (ISWD)

Rozszerzenie DSS o elementy sztucznej inteligencji i metod zaawansowanej analizy, umożliwiające:

- modelowanie problemów złożonych i wielokryterialnych,
- wykorzystanie wiedzy eksperckiej i heurystyk,
- adaptację i uczenie się na podstawie danych.

Pytanie otwierające

Dlaczego komputery wspomagają decyzje, a nie decydują za nas?

- Decyzje często mają charakter wielokryterialny,
- Powinny uwzględniać preferencje i wiedzę ekspercką,
- Człowiek pozostaje odpowiedzialny za ostateczny wybór.

RODO (GDPR) – Artykuł 22

- Prawo osoby do **niepodlegania decyzji opartej wyłącznie na automatycznym przetwarzaniu**, jeśli decyzja wywołuje skutki prawne lub istotnie na nią wpływa.
- Dopuszczalne wyjątki:
 - zgoda osoby,
 - konieczność wykonania umowy,
 - szczególne przepisy prawa UE/krajowego.
- Wymagane: **interwencja człowieka**, prawo odwołania, transparentność.

AI Act (Akt o sztucznej inteligencji UE, 2024/2025)

- Zakazane praktyki AI o **nieakceptowalnym ryzyku**, m.in.:
 - manipulacja zachowaniem w sposób ukryty/oszukańczy,
 - wykorzystywanie słabości osób (np. wiek, niepełnosprawność),
 - systemy „social scoringu”,
 - przewidywanie przestępczości na podstawie cech biometrycznych.
- Automatyczne decyzje są dopuszczalne, jeśli istnieją odpowiednie gwarancje.

Historia badań operacyjnych (Operations Research)

- Dziedzina badań operacyjnych rozwinęła się w czasie **II wojny światowej**.
- Ówczesna definicja:
„Naukowa metoda dostarczania działom wykonawczym podstaw ilościowych do podejmowania decyzji dotyczących operacji znajdujących się pod ich kontrolą”.
- Około 1000 osób w UK było zaangażowane w badania operacyjne w trakcie II wojny światowej.

Współczesna definicja (INFORMS)

Operations Research to dziedzina stosująca zaawansowane metody analityczne, aby wspierać proces podejmowania lepszych decyzji.

Lata 50.–60.: początki OR i programowania liniowego

Rzeczywisty rozwój badań operacyjnych po II wojnie światowej – zastosowania cywilne.

- 1947: opracowanie **metody simpleks** przez George'a Dantzig – przełom w rozwiązywaniu problemów optymalizacyjnych.
- Lata 50.: pierwsze zastosowania OR w przemyśle, telekomunikacji i transporcie.
- Rozwój **programowania liniowego** i jego zastosowania do:
 - problemów transportowych,
 - alokacji zasobów,
 - planowania produkcji.
- Lata 60.: pierwsze komercyjne oprogramowanie do rozwiązywania LP (np. IBM MPS).

Lata 70.: Decision Support Systems (DSS)

- Pojęcie Decision Support Systems (DSS) wprowadzone w latach 70.
- Kluczowe cechy DSS:
 - interaktywność z użytkownikiem,
 - integracja danych z różnych źródeł,
 - wykorzystanie modeli analitycznych i statystycznych,
 - wspomaganie decyzji w warunkach niepewności.
- Typowe zastosowania DSS w latach 70.:
 - planowanie produkcji i zasobów,
 - zarządzanie finansami i budżetowanie,
 - wspomaganie decyzji w logistyce i transporcie.

Lata 80.–90.: Systemy ekspertowe

- Rozwój **systemów ekspertowych (Expert Systems)** – systemów wspomagających decyzje w oparciu o wiedzę ekspercką.
- Kluczowe cechy systemów ekspertowych:
 - baza wiedzy zawierająca fakty i reguły decyzyjne,
 - mechanizm wnioskowania (inference engine) do dedukcji i rozwiązywania problemów,
 - interaktywny interfejs dla użytkownika.
- Typowe zastosowania:
 - diagnostyka medyczna (np. system MYCIN),
 - doradztwo techniczne i inżynierskie,
 - planowanie i harmonogramowanie w przemyśle.

Po 2000 r.: Integracja DSS z AI, Big Data i IoT

- Ewolucja systemów wspomagania decyzji w kierunku **inteligentnych systemów wspomagania decyzji (ISWD)**.
- Kluczowe elementy integracji:
 - **Sztuczna inteligencja (AI)** – uczenie maszynowe, sieci neuronowe, systemy rekomendacyjne.
 - **Big Data** – analiza ogromnych zbiorów danych dla wsparcia decyzji w czasie rzeczywistym.
 - **Internet rzeczy (IoT)** – pozyskiwanie danych z sensorów i urządzeń w czasie rzeczywistym.
- Przykładowe zastosowania:
 - inteligentne zarządzanie produkcją i logistyką,
 - systemy rekomendacyjne w e-commerce i usługach,
 - analiza ryzyka i predykcja w finansach i energetyce.
- Systemy po 2000 r. łączą **modele matematyczne, wiedzę ekspercką i AI**, umożliwiając bardziej zaawansowane wspomaganie decyzji.

MYCIN (lata 70.-80.)

> (mycin)

----- PATIENT-1 -----

Patient's name: Sylvia Fischer

Sex: female

Age: 27

----- CULTURE-1 -----

From what site was the specimen for CULTURE-1 taken? blood

How many days ago was this culture (CULTURE-1) obtained? 3

----- ORGANISM-1 -----

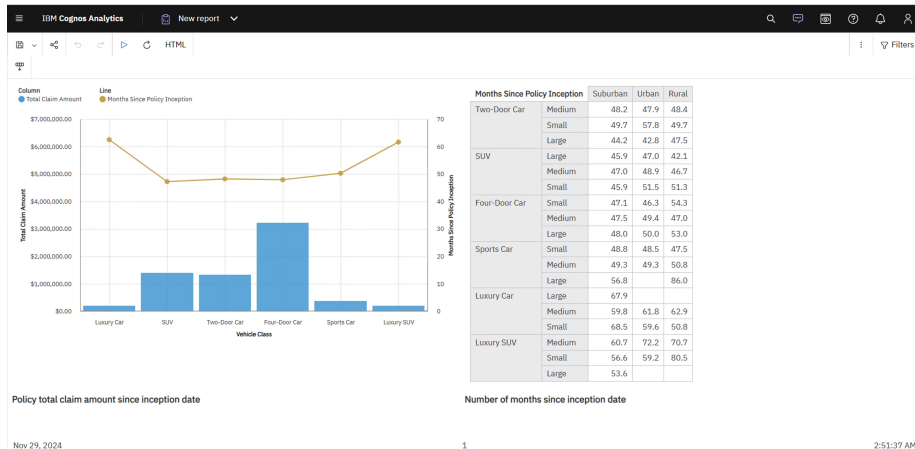
Enter the identity (genus) of ORGANISM-1: unknown

The gram stain of ORGANISM-1: ?

A GRAM must be of type (MEMBER ACID-FAST POS NEG)

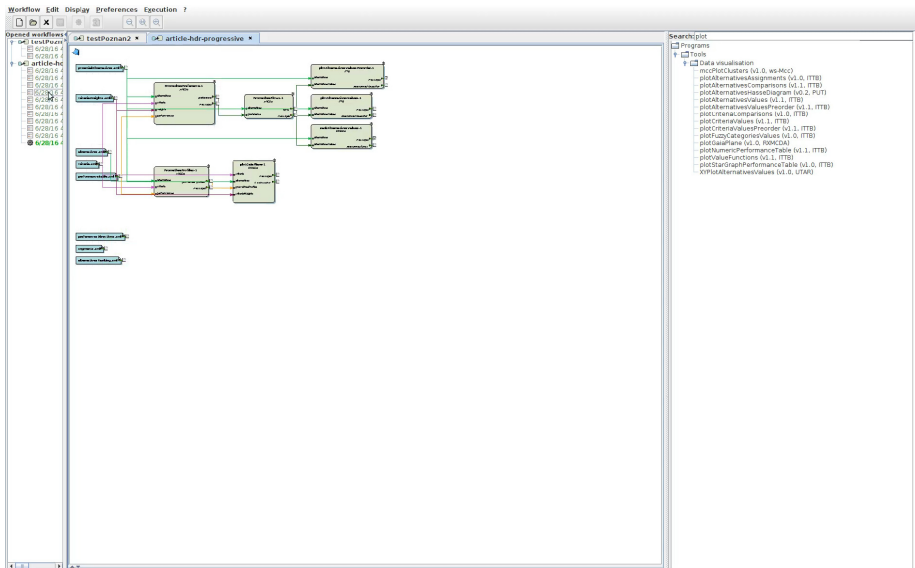
The gram stain of ORGANISM-1: neg

IBM Cognos Analytics

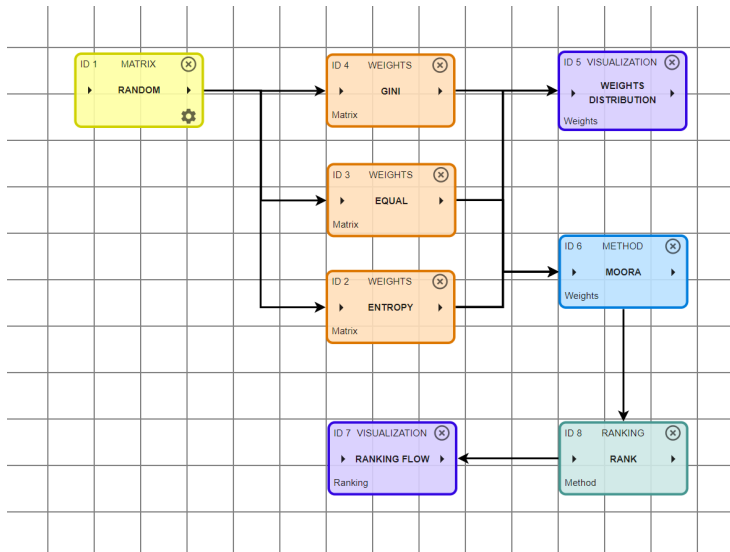


Months Since Policy Inception		Suburban	Urban	Rural
Two-Door Car	Medium	48.2	47.9	48.4
	Small	49.7	57.8	49.7
	Large	44.2	42.8	47.5
SUV	Large	45.9	47.0	42.1
	Medium	47.0	48.9	46.7
	Small	45.9	51.5	51.3
Four-Door Car	Small	47.1	46.3	54.3
	Medium	47.5	49.4	47.0
	Large	48.0	50.0	53.0
Sports Car	Small	48.8	48.5	47.5
	Medium	49.3	49.3	50.8
	Large	56.8		86.0
Luxury Car	Large	67.9		
	Medium	59.8	61.8	62.9
	Small	68.5	59.6	50.8
Luxury SUV	Medium	60.7	72.2	70.7
	Small	56.6	59.2	80.5
	Large	53.6		

Number of months since inception date



Make-Decision.it



Poddziały ISWD

- **Operations Research (OR)** – modele matematyczne i optymalizacja
 - Planowanie produkcji i logistyki, harmonogramowanie
- **MCDA** – analiza wielokryterialna
 - Wybór najlepszej alternatywy przy wielu kryteriach
- **Systemy ekspertowe** – reguły i baza wiedzy
 - Dedukcja i wnioskowanie na podstawie wiedzy eksperckiej
- **Systemy rekomendacyjne** – personalizacja decyzji
 - Analiza preferencji użytkownika, wsparcie decyzji zakupowych
- **Symulacje i analizy predykcyjne**
 - Modelowanie scenariuszy „co jeśli”: predykcja popytu, ryzyka
- **Decision Support Systems (DSS)** – systemy wspomagania decyzji
 - Łączą dane, modele analityczne i interfejs dla decydenta

Przykłady zastosowań ISWD 1

■ Medycyna – wspomaganie diagnozy i leczenia

- Systemy ekspertowe do diagnostyki chorób
- Shortliffe, E. H. (1977, October). Mycin: A knowledge-based computer program applied to infectious diseases. In Proceedings of the Annual Symposium on Computer Application in Medical Care (p. 66).

■ Logistyka – planowanie tras i alokacja zasobów

- Optymalizacja transportu, dostaw i magazynowania
- Vigo, D. (2004). The vehicle routing problem: Algorithms and applications. In Proceedings of the 9th International Conference on Operational Research (pp. 4-5). University of Osijek.

■ Energetyka – dobór technologii i analiza ryzyka

- Optymalizacja sieci energetycznych, predykcja zużycia
- Verwiebe, P. A., Seim, S., Burges, S., Schulz, L., & Müller-Kirchenbauer, J. (2021). Modeling energy demand—a systematic literature review. Energies, 14(23), 7859.

Przykłady zastosowań ISWD 2

■ **Finanse** – wspomaganie decyzji inwestycyjnych

- Ocena ryzyka kredytowego i portfela inwestycyjnego
- Altman, E. I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. The journal of finance, 23(4), 589-609.

■ **Przemysł i produkcja** – optymalizacja procesów

- Harmonogramowanie produkcji, zarządzanie zasobami
- Pinedo, M., & Hadavi, K. (1992). Scheduling: theory, algorithms and systems development. In Operations research proceedings 1991: Papers of the 20th annual meeting/vorträge der 20. Jahrestagung (pp. 35-42). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

■ **Administracja publiczna** – planowanie i polityka

- Analiza danych demograficznych i ekonomicznych
- Wspomaganie decyzji strategicznych i kryzysowych
- Van Horne, J. C., & Wachowicz, J. M. (2005). Fundamentals of financial management. Pearson education.

Definicja MCDA (Analiza Wielokryterialna)

MCDA – Multiple Criteria Decision Analysis

MCDA to zbiór metod i technik wspomagających podejmowanie decyzji w sytuacjach, gdy istnieje wiele, często sprzecznych kryteriów oceny alternatyw.

- Umożliwia ocenę i ranking alternatyw w oparciu o wiele kryteriów jednocześnie.
- Wykorzystuje macierze decyzyjne, wagi kryteriów i oceny eksperckie.
- Przykładowe metody MCDA:
 - TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)
 - AHP (Analytic Hierarchy Process)
 - ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité)
 - PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)

Problem decyzyjny 1

Alternatywy (A_1, A_2, \dots)

Alternatywy to różne możliwe warianty działań lub rozwiązań, spośród których decydent musi dokonać wyboru.

- Wybór dostawcy – DPD, InPost, DHL,
- Wybór lokalizacji fabryki – Szczecin, Poznań, Wrocław.

Problem decyzyjny 2

Kryteria (C_1, C_2, \dots)

Kryteria to miary lub cechy, według których ocenia się alternatywy. Mogą być ilościowe lub jakościowe.

- Wybór sklepu internetowego - Cena produktu, czas dostawy,
- Wybór dostawcy - Jakość obsługi klienta, poziom emisji CO_2 .

Problem decyzyjny 3

Typy kryteriów

Typy kryteriów określają kierunek pożądanej wartości: maksymalizacyjne - zysk (im więcej, tym lepiej) lub minimalizacyjne - koszt (im mniej, tym lepiej). Czasami też cel (target) - najlepsza wartość jest najbliższej docelowej.

- Zysk – zysk firmy, liczba sprzedanych produktów,
- Koszt – koszt inwestycji, czas realizacji projektu,
- Cel (target) - temperatura w procesie chemicznym.

Problem decyzyjny 4

Wagi kryteriów

Wagi kryteriów to liczby przypisane poszczególnym kryteriom, które odzwierciedlają ich względne znaczenie dla decydenta w procesie wyboru najlepszej alternatywy. Wagi pozwalają uwzględnić priorytety i preferencje decydenta w analizie wielokryterialnej. Większość metod zakłada, że

- Przykład: Wybór dostawcy
 - Cena – waga 0.4
 - Jakość – waga 0.35
 - Termin dostawy – waga 0.25

Problem decyzyjny 5

Decydent

Decydent to osoba lub grupa osób odpowiedzialna za wybór najlepszej alternatywy, kierująca się swoimi preferencjami i wagami przypisanymi kryteriom.

- Menedżer projektu, który preferuje krótszy czas realizacji nad niższym kosztem,
- Inwestor, który bardziej ceni bezpieczeństwo inwestycji niż maksymalny zysk,
- Student informatyki, szukający laptopa do studiów i gier, w dobrej cenie.

Przykładowy problem decyzyjny

Kryteria i wagi

C_j	Nazwa	Jednostki	w_j	Typ
C_1	Przebieg	k km	0.33	Min
C_2	Cena	k PLN	0.56	Min
C_3	Rok	Rok	0.11	Max

Alternatywy

A_i	C_1	C_2	C_3
A_1	94.0	69.9	2017
A_2	297.0	42.0	2013
A_3	205.0	68.9	2015
A_4	360.0	36.9	2014
A_5	86.0	59.9	2017
A_6	79.6	63.8	2017
A_7	113.0	56.9	2015
A_8	171.0	58.0	2016

Ocena ekspercka

Motywacje

W wielu decyzjach brakuje danych liczbowych lub obiektywnych miar jakości alternatyw. Decydent musi oprzeć się na swojej wiedzy, doświadczeniu i subiektywnej ocenie.

Rozwiązanie

Użycie standaryzowanych skal ocen, np. skala Likerta (1–5 lub 1–7), aby zapewnić porównywalność.

Przykład oceny jakości dostawy

- Kryterium: Terminowość dostaw
- Skala Likerta 1–5: 1 – bardzo słaba, 5 – doskonała
- Ekspert ocenia dostawcę A na 4, dostawcę B na 2

Normalizacja danych w MCDA

Normalizacja

Normalizacja to proces przekształcania wartości kryteriów do wspólnej skali, aby umożliwić ich porównanie i agregację w analizie wielokryterialnej.

- Kryteria mogą mieć różne jednostki miary (np. km, PLN, lata) – bez normalizacji nie da się ich bezpośrednio porównać.
- Kryteria mogą mieć różne zakresy wartości – normalizacja zapobiega nadmiernemu wpływowi kryteriów o dużych wartościach liczbowych.
- Pozwala uwzględnić wagi kryteriów i preferencje decydenta w sposób spójny.
- Umożliwia stosowanie metod MCDA, które wymagają porównywalnych wartości (np. TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE).

Rodzaje normalizacji 1: Metoda minimum-maksimum

Min-max

Normalizacja oparta na wartościach najmniejszych i największych w zbiorze.

- Dla kryteriów typu „profit”: wartości rosną proporcjonalnie do odległości od minimum.
- Dla kryteriów typu „cost”: wartości maleją proporcjonalnie do odległości od maksimum.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j(x_{ij})}{\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})} \quad (\text{profit}) \quad (1)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_j(x_{ij}) - x_{ij}}{\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})} \quad (\text{cost}) \quad (2)$$

Rodzaje normalizacji 2: Metoda maksimum

Max

Normalizacja oparta tylko na wartości największej w zbiorze.

- Dla „profit”: wartości są dzielone przez maksimum.
- Dla „cost”: wartości są odejmowane od 1 po podzieleniu przez maksimum.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_j(x_{ij})} \quad (\text{profit}) \quad (3)$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\max_j(x_{ij})} \quad (\text{cost}) \quad (4)$$

Rodzaje normalizacji 3: Metoda sumy

Sum

Normalizacja oparta na sumie wszystkich wartości w zbiorze.

- Dla „profit”: każda wartość dzielona przez sumę wartości.
- Dla „cost”: stosuje się odwrotność wartości, a następnie dzieli przez sumę odwrotności.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (\text{profit}) \quad (5)$$

$$r_{ij} = \frac{\frac{1}{x_{ij}}}{\sum_{i=1}^m \frac{1}{x_{ij}}} \quad (\text{cost}) \quad (6)$$

Rodzaje normalizacji 4: Metoda wektorowa

Vector

Normalizacja oparta na długości wektora (pierwiastek sumy kwadratów wartości).

- Dla „profit”: wartości dzielone przez pierwiastek sumy kwadratów.
- Dla „cost”: wartości odejmowane od 1 po tej normalizacji.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (\text{profit}) \quad (7)$$

$$r_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (\text{cost}) \quad (8)$$

Rodzaje normalizacji 5: Metoda logarytmiczna

Log

Normalizacja oparta na logarytmie naturalnym. Wartości muszą być dodatnie.

- Dla „profit”: logarytm wartości dzielony przez logarytm iloczynu wszystkich wartości.
- Dla „cost”: logarytm wartości w odwróconej proporcji, przeskalowany przez liczbę alternatyw.

$$r_{ij} = \frac{\ln(x_{ij})}{\ln(\prod_{i=1}^m x_{ij})} \quad (\text{profit}) \quad (9)$$

$$r_{ij} = \frac{1 - \frac{\ln(x_{ij})}{\ln(\prod_{i=1}^m x_{ij})}}{m - 1} \quad (\text{cost}) \quad (10)$$

Idea metody TOPSIS

Definicja i idea

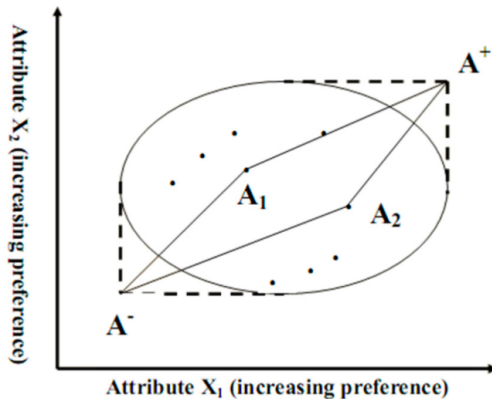
TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) to metoda analizy wielokryterialnej, która ocenia alternatywy na podstawie odległości od rozwiązania idealnego i anty-idealnego.

- Najlepsza alternatywa jest najbliżej **rozwiązania idealnego** – maksymalnych wartości kryteriów korzystnych i minimalnych wartości kryteriów niekorzystnych.
- Jednocześnie jest najdalej od **rozwiązania anty-idealnego** – minimalnych wartości kryteriów korzystnych i maksymalnych wartości kryteriów niekorzystnych.

Twórcy metody

Hwang, C. L. (1981). Multiple attributes decision making. Methods and applications.

Schemat działania metody TOPSIS



TOPSIS: Krok 1 – Normalizacja macierzy decyzyjnej

Obliczamy znormalizowaną macierz decyzyjną r_{ij} , aby wartości wszystkich kryteriów były porównywalne. Używamy normalizacji min-max, która sprawdza się lepiej niż klasyczna normalizacja wektorowa. Można użyć innej metody normalizacji.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j(x_{ij})}{\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})} \quad (\text{kryteria profit}) \quad (11)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_j(x_{ij}) - x_{ij}}{\max_j(x_{ij}) - \min_j(x_{ij})} \quad (\text{kryteria cost}) \quad (12)$$

TOPSIS: Krok 2 – Macierz ważona znormalizowana

Każda wartość znormalizowana jest mnożona przez wagę przypisaną kryterium, aby uwzględnić preferencje decydenta.

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (13)$$

TOPSIS: Krok 3 – Wyznaczenie PIS i NIS

Obliczamy wektory:

- PIS (Positive Ideal Solution) – maksymalne wartości każdego kryterium.
- NIS (Negative Ideal Solution) – minimalne wartości każdego kryterium.

Nie trzeba rozdzielać kryteriów na profit i cost, ponieważ normalizacja już uwzględnia kierunek kryteriów.

$$v_j^+ = \max_i(v_{ij}) \quad (14)$$

$$v_j^- = \min_i(v_{ij}) \quad (15)$$

TOPSIS: Krok 4 – Obliczenie odległości od PIS i NIS

Dla każdej alternatywy obliczamy odległość euklidesową od PIS i NIS.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (16)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (17)$$

TOPSIS: Krok 5 – Wyznaczenie oceny alternatywy

Obliczamy wskaźnik bliskości do rozwiązania idealnego dla każdej alternatywy. Wartość C_i mieści się w przedziale $[0,1]$, im bliżej 1, tym lepsza alternatywa.

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (18)$$

Przykład zastosowania TOPSIS 1

Kryteria i wagi

C_j	Nazwa	Jednostki	w_j	Typ
C_1	Przebieg	k km	0.33	Min
C_2	Cena	k PLN	0.56	Min
C_3	Rok	Rok	0.11	Max

Alternatywy

A_i	C_1	C_2	C_3
A_1	94.0	69.9	2017
A_2	297.0	42.0	2013
A_3	205.0	68.9	2015
A_4	360.0	36.9	2014
A_5	86.0	59.9	2017
A_6	79.6	63.8	2017
A_7	113.0	56.9	2015
A_8	171.0	58.0	2016

Przykład zastosowania TOPSIS 2

Normalized decision matrix (r_{ij})

A_i	C_1	C_2	C_3
A_1	0.9486	0.0000	1.0000
A_2	0.2247	0.8455	0.0000
A_3	0.5528	0.0303	0.5000
A_4	0.0000	1.0000	0.2500
A_5	0.9772	0.3030	1.0000
A_6	1.0000	0.1848	1.0000
A_7	0.8809	0.3939	0.5000
A_8	0.6740	0.3606	0.7500

Weighted norm. dec. matrix (v_{ij})

A_i	C_1	C_2	C_3
A_1	0.3131	0.0000	0.1100
A_2	0.0741	0.4735	0.0000
A_3	0.1824	0.0170	0.0550
A_4	0.0000	0.5600	0.0275
A_5	0.3225	0.1697	0.1100
A_6	0.3300	0.1035	0.1100
A_7	0.2907	0.2206	0.0550
A_8	0.2224	0.2019	0.0825
v_j^-	0.0000	0.0000	0.0000
v_j^+	0.3300	0.5600	0.1100

Przykład zastosowania TOPSIS 3

Ostatnie kroki i wyniki obliczeń

A_i	D_i^-	D_i^+	C_i	R_i
A_1	0.3318	0.5603	0.3720	7
A_2	0.4792	0.2916	0.6217	2
A_3	0.1913	0.5654	0.2528	8
A_4	0.5607	0.3402	0.6224	1
A_5	0.3806	0.3904	0.4937	4
A_6	0.3629	0.4565	0.4429	6
A_7	0.3690	0.3461	0.5161	3
A_8	0.3115	0.3749	0.4539	5

Zalety i wady metody TOPSIS

Zalety:

- Intuicyjna i łatwa do zrozumienia oraz implementacji.
- Uwzględnia zarówno rozwiązanie idealne, jak i anty-idealne.
- Może być stosowana do różnych typów kryteriów (ilościowe i jakościowe po normalizacji).
- Wyniki są uporządkowane w postaci wskaźnika bliskości, co ułatwia ranking alternatyw.

Wady:

- Wrażliwość na wybór metody normalizacji i wag kryteriów.
- W przypadku bardzo podobnych alternatyw różnice w odległościach mogą być minimalne, utrudniając ranking.
- Wynik nie uwzględnia niepewności lub subiektywności oceny decydenta poza wagami.

Problem odwrócenia rang (Rank Reversal) 1

Odwrócenie rang

Rank reversal to zjawisko, w którym wprowadzenie nowej alternatywy lub usunięcie istniejącej powoduje zmianę kolejności (rangi) pozostałych alternatyw w rankingu, mimo że ich własne oceny nie uległy zmianie.

Przyczyny

- Niektóre metody są wrażliwe na skalę i relatywne odległości między alternatywami (TOPSIS).
- Wprowadzenie alternatywy do zbioru może przesunąć wskaźnik bliskości PIS/NIS innych alternatyw.
- W metodach opartych na agregacji normalizowanych wartości wprowadzenie dodatkowego elementu zmienia zbiór normalizacji.

Problem odwrócenia rang (Rank Reversal) 2

Skutki

- Ranking może ulec zmianie w sposób nieintuicyjny dla decydenta.
- Może prowadzić do błędnych decyzji, jeśli nowe alternatywy wprowadzane są dynamicznie.

Przykład

- Alternatywy A_1, A_2 mają ranking: $A_1 > A_2$
- Wprowadzenie nowej, gorszej, alternatywy A_3 zmienia ranking na: $A_2 > A_1 > A_3$
- Pomimo że alternatywy A_1 i A_2 nie zmieniły się, ich ranga uległa odwróceniu.

Podsumowanie

- ISWD (Inteligentne Systemy Wspomagania Decyzji) łączą podejścia z zakresu OR, MCDA, AI i wiedzę ekspercką, aby wspierać procesy decyzyjne.
- MCDA umożliwia analizę decyzji wielokryterialnych, porównywanie alternatyw i uwzględnianie wag oraz preferencji decydenta.
- TOPSIS to popularna i praktyczna metoda rankingowa, uwzględniająca zarówno rozwiązanie idealne, jak i anty-idealne. Jak każda metoda, ma swoje zalety i wady.

Źródła

- https://en.wikipedia.org/wiki/Operations_research
- <https://www.informs.org/Resource-Center/INFORMS-Student-Union/Consider-an-Analytics-OR-Career>
- <https://www.ibm.com/products/cognos-analytics/financial>
- <https://github.com/norvig/paip-lisp/blob/main/docs/chapter16.md>
- <https://make-decision.it/#/about>
- <https://diviz.org/>

Dziękuję za uwagę!