

Podjmowanie decyzji w R - w warunkach pewności, ryzyko oraz niepewności

Konferencja Why R? 2017

Vasyl Martsenyuk¹

¹Katedra Informatyki i Automatyki
Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
e-mail: vmartsenyuk@ath.bielsko.pl

Warszawa, 29-09-2017

Outline I

- 1 Streszczenie
- 2 Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego
- 3 Proces podejmowania decyzji
- 4 Metody MCDA
- 5 Podstawowe pojęcia
- 6 Schemat metody TOPSIS
- 7 Implementacja metody MCDM w R
- 8 Podejmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji
- 9 Porównanie parami
- 10 Implementacja metody analitycznej hierarchizacji w R
- 11 Warianty Zadania
- 12 Podejmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe
- 13 Implementacja metody sieci neuronowej w R
- 14 Instrukcji do korzystania neuralnet
- 15 Warianty zadania z użyciem neuralnet

Outline II

- 16 Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Drzewa decyzyjne
- 17 Warianty zadania konstruowania drzewa decyzyji
- 18 Podjęmowanie decyzji w warunkach niepewności. Logika rozmyta
- 19 Linki
- 20 Wnioski

Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego

- Z koniecznością podejmowania decyzji spotykamy się praktycznie na każdym kroku, tak w życiu prywatnym, jak i w rozwiązywaniu problemów związanych z pracą zawodową, w szczególności z pracą o charakterze inżynierskim.
- Decyzje takie dotyczyć mogą na przykład akceptacji danego rozwiązania technicznego czy też wyboru najkorzystniejszego rozwiązania spośród dostępnych wariantów.
- W zależności od horyzontu czasowego oraz warunków zewnętrznych podjęcie poprawnej decyzji może napotykać na trudności, często również związane jest z ryzykiem popełnienia błędu.
- Decyzję podejmuje z reguły człowiek lub w sposób automatyczny zaprojektowane przez niego urządzenie, np. układ sterowania lub przełącznik zabezpieczeniowy.

Chcemy kupić Macbooka w sklepach Euro RTV AGD ?

RTV EURO AGD

Wpisz nazwę, markę lub cechę produktu...

Laptopy

855 855 855
Do 21:00

Witaj, zaloguj się
MOJE KONTO

CENA

od - do OK

RATY

☐ Raty 30x0% (2)
☐ Raty 20x0% - W tym roku nie płacisz! (9)
☐ Raty 10x0% - W tym roku nie płacisz! (9)
☐ Dobre Raty (9)

STATUS


☐ nowości (0)
☐ promocje (0)

MARKA [WZCZYŚĆ](#)

☐ Dell (207)
☐ Acer (63)
☐ HP (153)
☐ Lenovo (435)
☐ ASUS (49)
☒ Apple (33)
☐ Kiano (4)
☐ MSI (26)
☐ Fujitsu (7)
☐ Microsoft (17)
☐ Huawei (4)
☐ Allview (1)

128GB Dysk - OS Sierra
★★★★☆ (8 opinii) ultrabook Apple nr kat. 1122105

ZGARNIJ KOD DO PCmover. PRO



Ekran: 13,3 cala, 1440 x 900 pikseli
Procesor: Intel® Core™ i5 5Spn S360U 1,8 - 2,9 GHz
System operacyjny: Mac OS X Sierra
Pamięć RAM: 8 GB
Dysk: 128 GB SSD
Dodatkowy dysk: nie
Grafika: Intel® HD Graphics 6000
Ekran dotykowy: nie
Kolor: srebrny
Kod producenta: MQD32ZE/A

[PORÓWNAJ](#) [DO SCHOWKA](#) [OBLICZ W SKLEPIE](#) [ZADZWOŃ I ZAMÓW](#)

Placujesz raty w styczniu! Szacujesz


189,95 zł x 20
3 799 zł rat 0%

PCmover w zestawie!
Darmowy transport

Do odbioru: już za godzinę!
Do domu: 2 października!

DO KOSZYKA

OKAZJA DNIA




Medela Swing
laktator elektroniczny
Oszczędzasz: 30zł
499 zł
52zł

ZŁAP OKAZJĘ

Apple MacBook Air 13,3" Intel® Core™ i5-5360U - 8GB RAM - 256GB Dysk - OS Sierra
★★★★☆ (3 opinii) ultrabook Apple nr kat. 1122107

ZGARNIJ KOD DO PCmover. PRO



Ekran: 13,3 cala, 1440 x 900 pikseli
Procesor: Intel® Core™ i5 5Spn S360U 1,8 - 2,9 GHz
System operacyjny: Mac OS X Sierra
Pamięć RAM: 8 GB
Dysk: 256 GB SSD
Dodatkowy dysk: nie
Grafika: Intel® HD Graphics 6000
Ekran dotykowy: nie
Kolor: srebrny
Kod producenta: MQD42ZE/A

[PORÓWNAJ](#) [DO SCHOWKA](#) [OBLICZ W SKLEPIE](#) [ZADZWOŃ I ZAMÓW](#)

Placujesz raty w styczniu! Szacujesz

264,95 zł x 20
5 299 zł rat 0%

PCmover w zestawie!
Darmowy transport

Do odbioru: już jutro!
Do domu: 2 października!

DO KOSZYKA

Apple MacBook Pro 13,3" Intel® Core™ i5-6267U - 8GB RAM - 512GB Dysk - OS X

Spłaca Ostatnio oglądane [Wypisz \(1\)](#)

Porównanie towarów

SMPO - Online LaTeX Editor

Laptopy - porównanie

Polish-Russian Online Translator

Bezpieczna

https://www.euro.com.pl/porownanie.bhtml?p1=1542085248&p2=20674215353&p3=206746558665

TV, AUDIO I VIDEO

AGD

AGD DO ZABUDOWY

AGD MALE

KOMPUTERY

GRY I KONSOLE

FOTO I KAMERY

TELEFONY I ZEGARKI

PROMOCJE

SKLEP RTV EURO AGD > PORÓWNIANIE TOWARÓW

Porównanie towarów

WROĆ DO LISTY PRODUKTÓW

DODAJ DO SCHOWKA

WYDRUKUJ

Podziel się:

7 499 zł

374,95 zł x 20 rat 0%

DO KOSZYKA

Przejdź na kartę produktu

6 499 zł

216,63 zł x 30 rat 0%

DO KOSZYKA

Przejdź na kartę produktu

7 499 zł

374,95 zł x 20 rat 0%

DO KOSZYKA

Przejdź na kartę produktu

Specyfikacja towarów

OPROGRAMOWANIE	Mac OS X Sierra polski	Mac OS X Sierra polski	Mac OS X Sierra polski
System operacyjny	Mac OS X Sierra polski	Mac OS X Sierra polski	Mac OS X Sierra polski
Wersja językowa	polski	polski	polski
PODZESPOŁY			
Procesor	Intel® Core™ i5 6gen 6267U 2.9 - 3.3 GHz	Intel® Core™ M-series 7Y32 1.2 - 3.0 GHz	Intel® Core™ i5 7Y54 1.3 - 3.2 GHz
Liczba rdzeni procesora	2	2	2
Pamięć podręczna CACHE	4 MB	4 MB	4 MB
Ekran	13.3", 2560 x 1600 pikseli	12.1", 2304 x 1440 pikseli	12.1", 2304 x 1440 pikseli
Typ matrycy	Ekran dotykowy	błyszcząca LED, IPS	błyszcząca LED, IPS
Ekran dotykowy	nile	nile	nile
Pamięć RAM	8 GB, DDR3 1866 MHz	8 GB, DDR3 1866 MHz	8 GB, DDR3 1866 MHz
Dysk twardy	512 GB (SSD)	512 GB (SSD)	512 GB (SSD)

Dodano do porównania

Porównaj

Ostatnio oglądane

Współ (1)

ZŁAP OKAZJĘ

18:17 20.09.2017

Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego

Definition

Podejmowanie decyzji jest pewnym procesem obejmującym grupę logicznie powiązanych ze sobą operacji myślowych i/lub obliczeniowych, prowadzących do rozwiązania problemu decyzyjnego poprzez wybranie jednego z możliwych wariantów działania (decyzji).

Podstawy procesów decyzyjnych i różnorakie ich aspekty opisane są w niniejszym wykładzie.

Definition

Problematyką podejmowania decyzji zajmuje się dział nauki zwany **teorią decyzji**, który obejmujący analizę i wspomaganie procesu podejmowania decyzji.

Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego

- Teoria decyzji stanowi **wspólny obszar zainteresowań** wielu różnych dziedzin. Korzystają z niej i rozwijają ją m.in.
 - kognitywistyka,
 - matematyka,
 - statystyka,
 - psychologia,
 - socjologia,
 - ekonomia,
 - zarządzanie,
 - filozofia,
 - informatyka oraz
 - medycyna.

Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego

- **Klasyczna inżynierska teoria decyzji** szuka rozwiązań optymalnych/najlepszych w dziedzinie dobrze sformalizowanej i dotyczy tzw. **well defined problems**.
- **Kognitywistyczne teorie decyzji**, z kolei, szukają rozwiązań wystarczających/skutecznych dla tzw. **real world problems** oraz **ill defined problems**, sięgając po narzędzia psychologii, socjologii, filozofii umysłu, czy lingwistyki, pragnąc wyjaśnić procesy myślowe i strategie podejmowania decyzji.

Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego

Sformułowanie problemu decyzyjnego

Sformułowanie problemu decyzyjnego obejmuje informacje dotyczące m.in.

- decydenta (człowiek, grupa osób, maszyna),
- warunków ograniczających decyzję,
- zbioru decyzji dopuszczalnych (wynikających z ograniczeń, czynników niezależnych od decydenta),
- kryteriów oceny decyzji zdefiniowanych przez decydenta, takich jak: **użyteczność (subiektywna wartość wyników działania), zysk, strata, itp.**

Sytuacja decyzyjna, fazy procesu decyzyjnego

Kryteria

- Stosowane w procesie decyzyjnym kryteria mogą mieć **charakter jakościowy i/lub ilościowy**.
- W przypadku decyzji ekonomicznych oraz inżynierskich z reguły stosowane są ilościowe miary korzyści, kosztów i zysków danej decyzji.
- Stosowane kryteria decyzyjne mogą być wyrażone zależnościami funkcyjnymi, a wartości kryteriów są porównywane z progami lub charakterystykami decyzyjnymi, a także – dla poszczególnych wariantów decyzji – między sobą.

Przykład

- Przykładowo, podejmując decyzję dot. **kredytu konsumpcyjnego** podstawowym kryterium decyzyjnym jest obliczona wg odpowiednich równań rata kredytu.
- Pośrednio zależy ona od wielu parametrów (liczba rat kredytu, oprocentowanie roczne, prowizja banku itd.), niemniej jej wysokość pozwala na ocenę oferty bankowej i podjęcie decyzji o przyjęciu kredytu w danym banku.

Podstawowe pozycje literaturowe dotyczące teorii decyzji i podejmowania decyzji w warunkach niepewności zebrano w

- ① HEILPERN S., Podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka i niepewności, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław, 2001.
- ② KŁOSIŃSKI K.A., BIELA A., Człowiek i jego decyzje, Wydawnictwo KUL, Lublin, 2009.
- ③ ROS J., Podejmowanie trafnych decyzji, Zysk i S-ka, Poznań, 2007.
- ④ ROBBINS S.P., Skuteczne podejmowanie decyzji, PWE, Warszawa, 2005.
- ⑤ TURBAN E., Decision Support and Expert Systems, Prentice-Hall. London, 1995.

Proces podejmowania decyzji

Różne definicje

Definition

Podejmowanie decyzji polega na akcie świadomego wyboru jednego z rozpoznanych i dostępnych (uznanych za możliwy do wdrożenia) wariantów przyszłego działania.

Definition

Podejmowanie decyzji polega na rozważeniu wielu możliwych działań w przyszłości, porównywaniu ich i zdecydowaniu, który z wariantów jest najodpowiedniejszy.

Proces podejmowania decyzji

Różne definicje

Definition

Podejmowanie decyzji jest wyborem lub też świadomym powstrzymaniem się od wyboru (co jest także decyzją).

Decydent ma do wyboru szereg alternatyw, które musi ze sobą porównać i ocenić możliwość ich wprowadzenia oraz przewidzieć skutki ich realizacji.

Proces podejmowania decyzji

Ujęcia problemu decyzyjnego

Ujęcia problemu decyzyjnego:

- Ujęcie **przedmiotowe** jest to odchylenie między stanem pożądanym i rzeczywistym sytuacji decyzyjnej.
- Ujęcie **podmiotowe** problemu określane jest przez pryzmat możliwości i kompetencji decydenta oraz potrzeb informacyjnych i ich przetworzenia w celu podjęcia decyzji i rozwiązania problemu.

Czynniki charakteryzujące problem decyzyjny w ujęciu przedmiotowym:

- przedmiot decyzji,
- stopień strukturalizacji,
- stopień złożoności,
- liczba i rodzaj potrzebnych informacji,
- zakres rzeczywistości, którego problem dotyczy,
- miejsce występowania,
- częstotliwość pojawianie się problemu,
- znaczenie problemu dla sprawności funkcjonowania danego systemu.

Czynniki charakteryzujące decydenta:

- **osobowość** psychiczna i fizyczna,
- jego miejsce i **znaczenie** w strukturze organizacyjnej,
- formalne i rzeczywiste **możliwości działania**,
- sposób **postrzegania** problemów i warunków działania,
- liczba i rodzaj posiadanych **informacji**.

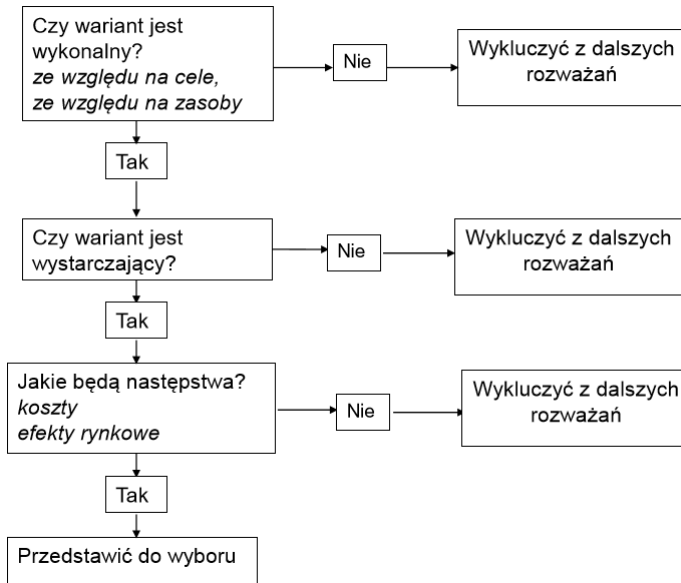
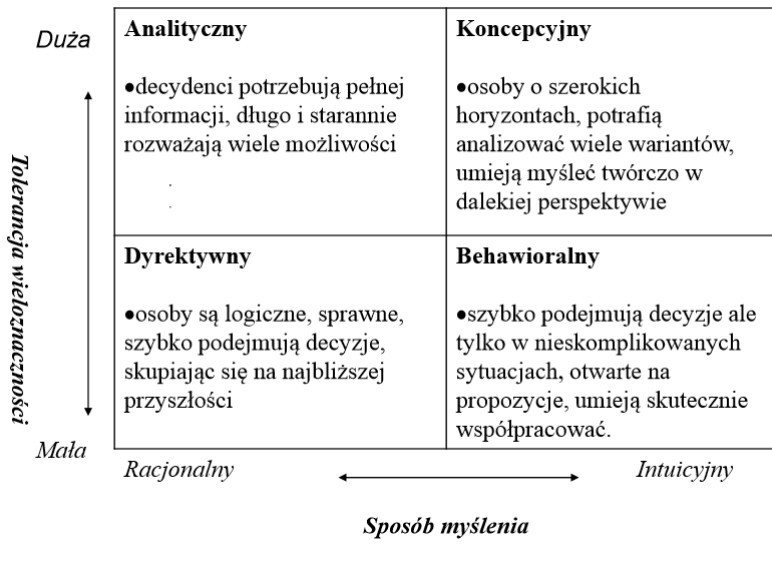


Figure: Ocena alternatywnych wariantów w procesie decyzyjnym

Style podejmowania decyzji



Różne metody MCDA są opracowane które wykorzystują różne paradygmy oraz podejścia. One mogą być klasyfikowane jako:

- The **American School**, which has as its conception the use of a utility function to obtain the information aggregation of the different criteria; for example, the sum average weighted (SAW), the **Analytic Hierarchy Process (AHP)** (Saaty. 1980), the Simple Multiattribute Rating Technique (SMART) (Edwards et al. 1994), and others.
- The **European School**, represented mainly by the French School, which bases its conception under the basic principle of establishing a preference relationship between alternatives; for example, the **ELimination and Choice Expressing Reality (ELECTRE)** (Roy. 1968) and the Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations (PROMETHEE) (Brans et al. 1986), with their respective variants.

- Other methods which use different conceptions such as: The **Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)** (Hwang et al. 1980); the Multicriteria Optimization and Compromise Solution (VIKOR) (Opricovic. 1998); the Closed Procedures near Reference Situations (ZAPROS) (Larichev et al. 1991); the lexicographical method (Fishburn. 1973), among others.

Definition

Podejmowanie decyzji jest procedurą odnalezienia najlepszej alternatywy pomiędzy wykonalnych (feasible) alternatyw.

Definition

Problemy podejmowania decyzji zawierające kilka kryteria czasami nazywają wielokryterialne podejmowanie decyzji (multi-criteria decision-making, MCDM)

W procesie MCDM jest konieczne określić kilka elementów w tym:

Definition

Osoby podejmujące decyzje (Decision-makers) są encje odpowiedzialne za wybór możliwej alternatywy.

Definition

Alternatywy są możliwe akcji do wyboru osobą podejmującą decyzję

Definition

Kryterium lub atrybut jest charakterystyką, parametrem lub reference point wykorzystywanym dla opisywania jakości alternatywy.

Definition

Macierz oceny (valuation matrix) przedstawia oceny wszystkich alternatyw dla każdego kryterium z elementami x_{ij} którzy przedstawiają oceny alternatywy A_i według kryterium C_j .

Definition

Wagi są miary które wskazują na odnośną ważność kryterium dla osoby podejmującej decyzję

Problem MCDA z m alternatywami i n kryteriami może być przedstawiona za pomocą macierzy zwanej też **macierzą decyzji (decision matrix)**

$$X = \begin{array}{ccccc} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \\ & w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{array} \quad (1)$$

gdzie A_1, A_2, \dots, A_m są wykonalne alternatywy, C_1, C_2, \dots, C_n - kryteria oceny, x_{ij} jest oceną jakości alternatywy A_i według kryterium C_j , w_j jest wagą kryterium C_j .

W ogóle mówiąc, możemy oświadczyć, że proces wyboru lepszej alternatywy zaczyna się od ustalenia zestawu kryteria. Potem, osoby podejmujące decyzję korzystają z zestawem kryteriów, żeby ocenić każdą alternatywę, i na ich podstawie otrzymują maszyn ocen (rys. 2).

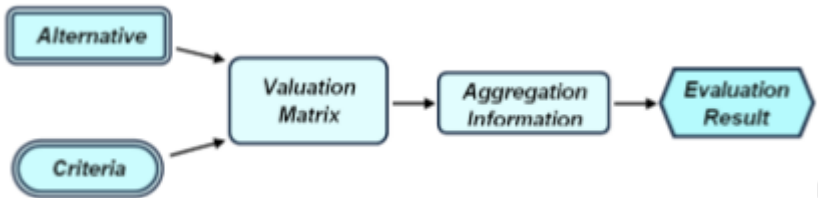


Figure: Ocena alternatyw

Krok 1. Określenie macierzy decyzji (1)

Krok 2. Normalizacja macierzy decyzji

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} \quad (2)$$

Consequently, with this normalization each attribute has the same unit scale.

Krok 3. Wyliczamy zważoną znormalizowaną macierz decyzyj

$$v_{ij} = w_j \otimes n_{i,j}, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \quad (3)$$

Wagi mogą być otrzymane np. za pomocą metody AHP (dalej)

Krok 4. Wyliczamy pozytywne i negatywne idealne rozwiązania (positive and negative ideal solutions)

Pozytywny idealny zbiór wartości określamy jako

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$$
$$\text{where } v_j^+ = \begin{cases} \max_{i=\overline{1, m}} v_{ij} & \text{if } j \in J \\ \min_{i=\overline{1, m}} v_{ij} & \text{if } j \in J' \end{cases} \quad (4)$$

Negatywny idealny zbiór wartości określamy jako

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$
$$\text{where } v_j^- = \begin{cases} \min_{i=\overline{1, m}} v_{ij} & \text{if } j \in J \\ \max_{i=\overline{1, m}} v_{ij} & \text{if } j \in J' \end{cases} \quad (5)$$

Tu J kryteria które chcielibyśmy maksymalizować, J' - minimalizować.

Krok 5. Wyliczamy miary odległości alternatyw od pozytywnego oraz negatywnego idealnych rozwiązań

$$d_i^+ = \left(\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2 \right)^{1/2}, \quad i = \overline{1, m} \quad (6)$$

$$d_i^- = \left(\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2 \right)^{1/2}, \quad i = \overline{1, m} \quad (7)$$

Krok 6. Wyliczamy względną bliskość do idealnego rozwiązania

$$R_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = \overline{1, m} \quad (8)$$

Zauważymy że $R_i \in [0, 1]$. Jeżeli $R_i = 1$ wtedy $A_i = A^+$. Jeżeli $R_i = 0$ wtedy $A_i = A^-$.

Krok 7. Rankingujemy A_i według zmniejszającego się porządku R_i .

Metody MCDA są zrealizowane w paczkach

- MCDM - Multi-Criteria Decision Making Methods
- OutrankingTools - Functions for Solving Multiple-criteria Decision-making Problems <https://cran.r-project.org/web/packages/OutrankingTools/OutrankingTools.pdf>
- topsis - TOPSIS method for multiple-criteria decision making (MCDM)

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji

Procedura analitycznej hierarchizacji jest modelem procesu decyzyjnego, w którym główny problem (ogólnie – problemy złożone) rozkłada się na problemy prostsze z ustanowieniem hierarchicznych relacji między tymi problemami. Problem decyzyjny przedstawia się w postaci drzewa decyzyjnego, w którym wierzchołek jest celem, gałęzie reprezentują kryteria decyzyjne, a ostatni poziom przedstawia warianty decyzyjne do wyboru (Fig. 3)

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji

- Wynikiem prowadzonej analizy jest **ustalenie rankingu wariantów z wykorzystaniem subiektywnych ocen otrzymanych z analizy problemów rangi niższej (gałęzie drzewa)**.
- Rozwiązanie końcowe akceptowane jest z **uwzględnieniem wag poszczególnych kryteriów**.
- Przy skomplikowanych problemach, kiedy otrzymane drzewo jest obszerne a analiza utrudniona, aplikacja omawianej metody możliwa jest z **zastosowaniem systemu ekspertowego**.

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji

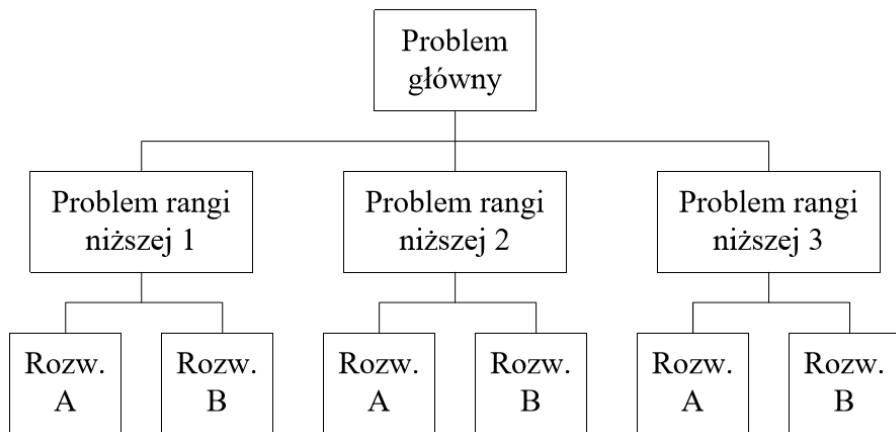


Figure: Ilustracja procedury analitycznej hierarchizacji

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji

Przykładem zastosowania metody analitycznej hierarchizacji może być rozwiązanie **zadania wyboru dostawcy**, w którym:

- rozważanymi aspektami (kryteriami) są: jakość produktów, koszt, szybkość i pewność dostawy, struktura biznesowa dostawcy,
- realizowane są porównania w parach,
- poszczególnym kryteriom i rozwiązaniom przypisane są współczynniki wagowe,
- zbudowana jest supermacierz dla wyboru optymalnego rozwiązania.

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji

Nie zawsze preferencję można wyrazić w sposób bezpośredni na skali liczbowej

Wyrażenie preferencji względnej w stosunku do wszystkich par wariantów z wyróżnieniem pięciu sytuacji podstawowych (Saaty 1980):

- sytuacja równoważności, kiedy obydwa warianty są równoważne,
- sytuacja słabej preferencji, kiedy pierwszy wariant jest słabo preferowany względem drugiego, albo odwrotnie,
- sytuacja istotnej preferencji, kiedy pierwszy wariant jest istotnie preferowany względem drugiego, albo odwrotnie,
- sytuacja wyraźnej preferencji, kiedy pierwszy wariant jest wyraźnie preferowany względem drugiego, albo odwrotnie,
- sytuacja bezwzględnej preferencji, kiedy pierwszy wariant jest bezwzględnie preferowany względem drugiego, albo odwrotnie.

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji

Wyznaczenie uporządkowania na skali liczbowej - obliczenie wag

Ocena r_{ij}	Preferencja
1	Równoważność wariantów i, j
3	Słaba preferencja wariantu i-tego w stosunku do wariantu j-tego
5	Istotna preferencja wariantu i-tego w stosunku do wariantu j-tego
7	Wyraźna preferencja wariantu i-tego w stosunku do wariantu j-tego
9	Bezwzględna preferencja wariantu i-tego w stosunku do wariantu j-tego
2,4,6,8	Wartości pośrednie
Odwrotności powyższych liczb	Odpowiednia preferencja odwrotna do wyżej wymienionych

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji

Implementacja metody analitycznej hierarchizacji w R

Metoda analitycznej hierarchizacji jest zrealizowana w paczce **ahp**

<https://cran.r-project.org/web/packages/ahp/index.html>

Dokumentacja znajduje się to

<https://cran.r-project.org/web/packages/ahp/ahp.pdf>

Oto przykłady stosowań <https://cran.r-project.org/web/packages/ahp/vignettes/examples.html>

Format pliku .AHP dla opisywania modelu decyzyjnego <https://cran.r-project.org/web/packages/ahp/vignettes/file-format.html>

Wybór samochodu I

plik .AHP

Version: 2.0

Alternatives Section

#

Alternatives: &alternatives

Here, we list all the alternatives, together with th

We can use these attributes later in the file when d

preferenceFunctions. The attributes can be quantitat

qualitative.

Accord Sedan:

price: 20360

mpg: 31

passengers: 5

cargo: 14

curb weight: 3289

safety class: Midsize Car

crash rating: 4 in Side Impact Front

residual value: 0.52

Accord Hybrid:

price: 31090

mpg: 35

passengers: 5

cargo: 14

curb weight: 3501

safety class: Midsize Car

crash rating: 4 in Side Impact Front

residual value: 0.46

Pilot:

price: 27595

mpg: 22
passengers: 8
cargo: 87.6
curb weight: 4264
safety class: Midsize SUV
crash rating: 4 in Rollover
residual value: 0.4

CR-V:

price: 20700
mpg: 27
passengers: 5
cargo: 72.9
curb weight: 3389
safety class: Small SUV
crash rating: 4 in Rollover

Wybór samochodu IV

plik .AHP

residual value: 0.55

Element:

price: 18980

mpg: 25

passengers: 4

cargo: 74.6

curb weight: 3433

safety class: Small SUV

crash rating: 3 in Rollover

residual value: 0.48

Odyssey:

price: 25645

mpg: 26

passengers: 8

cargo: 147.4

Wybór samochodu V

plik .AHP

curb weight: 4385
safety class: Minivan
crash rating: All 5 Stars
residual value: 0.48

End of Alternatives Section

#####

#####

Goal Section

#

Goal:

The goal spans a tree of criteria and the alternative
name: Buy Car

description: >

This is a classic single decision maker problem. It

the situation facing by a family that wants to buy

author: unknown

preferences:

preferences are typically defined pairwise

1 means: A is equal to B

9 means: A is highly preferable to B

1/9 means: B is highly preferable to A

pairwise:

- [Cost, Safety, 3]
- [Cost, Style, 7]
- [Cost, Capacity, 3]

- [Safety , Style , 9]
- [Safety , Capacity , 1]
- [Style , Capacity , 1/7]

children :

Cost :

preferences :

pairwise :

- [Purchase Price , Fuel Cost , 2]
- [Purchase Price , Maintenance Cost , 5]
- [Purchase Price , Resale Value , 3]
- [Fuel Cost , Maintenance Cost , 2]
- [Fuel Cost , Resale Value , 2]
- [Maintenance Cost , Resale Value , 1/2]

children :

Purchase Price :

preferences :

pairwise :

- [Accord Sedan , Accord Hybrid , 9]
- [Accord Sedan , Pilot , 9]
- [Accord Sedan , CR-V , 1]
- [Accord Sedan , Element , 1/2]
- [Accord Sedan , Odyssey , 5]
- [Accord Hybrid , Pilot , 1]
- [Accord Hybrid , CR-V , 1/9]
- [Accord Hybrid , Element , 1/9]
- [Accord Hybrid , Odyssey , 1/7]
- [Pilot , CR-V , 1/9]
- [Pilot , Element , 1/9]
- [Pilot , Odyssey , 1/7]
- [CR-V , Element , 1/2]

- [CR–V, Odyssey, 5]
- [Element, Odyssey, 6]

children: *alternatives

```
# We don't need to retype the alternatives h  
# we can simply make a reference to the alte  
# defined in the alternatives section of the
```

Fuel Cost:

```
# Alternatively to the pairwise preferences ,  
# can define a preference function. This fun  
# is in R syntax, and needs to have two argu  
# The Calculate method will pass all combina  
# of alternatives to this function, and the  
# is expected to return the pairwise preferen  
# a number between 1/9 and 9.
```

preferences:

pairwiseFunction :

```
function(a1, a2) min(9, max(1/9, a2/$mpg
```

```
children: *alternatives
```

Maintenance Cost:

preferences:

pairwise:

- [Accord Sedan, Accord Hybrid, 1.5]
- [Accord Sedan, Pilot, 4]
- [Accord Sedan, CR-V, 4]
- [Accord Sedan, Element, 4]
- [Accord Sedan, Odyssey, 5]
- [Accord Hybrid, Pilot, 4]
- [Accord Hybrid, CR-V, 4]
- [Accord Hybrid, Element, 4]
- [Accord Hybrid, Odyssey, 5]

- [Pilot , CR-V, 1]
- [Pilot , Element , 1.2]
- [Pilot , Odyssey , 1]
- [CR-V, Element , 1]
- [CR-V, Odyssey , 3]
- [Element , Odyssey , 2]

children: *alternatives

Resale Value:

preferences:

pairwiseFunction: >

```
GetResalePreference <- function(a1, a2)
  if (a1\$('residual value' < a2\$('residual value'
  ratio <- a1\$('residual value' / a2\$('residual value'
  if (ratio < 1.05) return (1)
  if (ratio < 1.1) return (2)
```

```
        if (ratio < 1.15) return (3)
        if (ratio < 1.2) return (4)
        if (ratio < 1.25) return (5)
        return (5)
    }
    children: *alternatives
```

Safety:

preferences:

pairwise:

- [Accord Sedan, Accord Hybrid, 1]
- [Accord Sedan, Pilot, 5]
- [Accord Sedan, CR-V, 7]
- [Accord Sedan, Element, 9]
- [Accord Sedan, Odyssey, 1/3]
- [Accord Hybrid, Pilot, 5]

Wybór samochodu XIII

plik .AHP

- [Accord Hybrid , CR-V, 7]
- [Accord Hybrid , Element , 9]
- [Accord Hybrid , Odyssey , 1/3]
- [Pilot , CR-V, 2]
- [Pilot , Element , 9]
- [Pilot , Odyssey , 1/8]
- [CR-V, Element , 2]
- [CR-V, Odyssey , 1/8]
- [Element , Odyssey , 1/9]

children: *alternatives

Style:

preferences:

pairwise:

- [Accord Sedan , Accord Hybrid , 1]
- [Accord Sedan , Pilot , 7]

Wybór samochodu XIV

plik .AHP

- [Accord Sedan , CR-V, 5]
- [Accord Sedan , Element , 9]
- [Accord Sedan , Odyssey , 6]
- [Accord Hybrid , Pilot , 7]
- [Accord Hybrid , CR-V, 5]
- [Accord Hybrid , Element , 9]
- [Accord Hybrid , Odyssey , 6]
- [Pilot , CR-V, 1/6]
- [Pilot , Element , 3]
- [Pilot , Odyssey , 1/3]
- [CR-V, Element , 7]
- [CR-V, Odyssey , 5]
- [Element , Odyssey , 1/5]

children : *alternatives

Capacity :

```
preferences :  
  pairwise :  
    – [Cargo Capacity , Passenger Capacity , 1/5]  
children :  
  Cargo Capacity :  
    preferences :  
      pairwiseFunction : >  
        CargoPreference <- function(a1, a2) {  
          if (a1\scargo < a2\scargo) return (1/C  
          ratio <- a1\scargo / a2\scargo  
          if (ratio < 3) return (1)  
          if (ratio < 8) return (2)  
          return (3)  
        }  
  children : *alternatives
```

Passenger Capacity:

preferences:

pairwise:

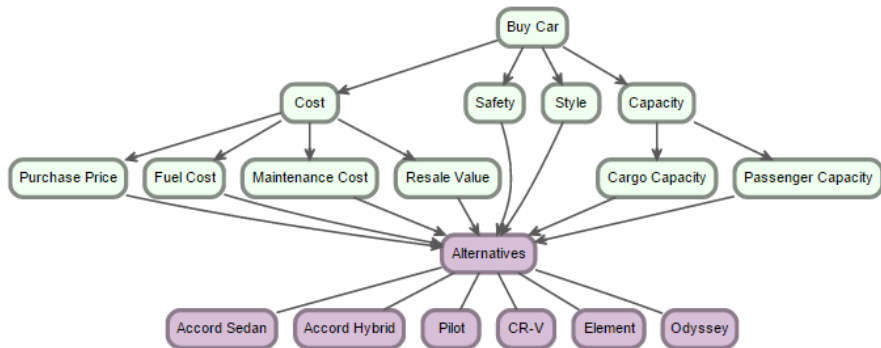
- [Accord Sedan, Accord Hybrid, 1]
- [Accord Sedan, Pilot, 1/2]
- [Accord Sedan, CR-V, 1]
- [Accord Sedan, Element, 3]
- [Accord Sedan, Odyssey, 1/2]
- [Accord Hybrid, Pilot, 1/2]
- [Accord Hybrid, CR-V, 1]
- [Accord Hybrid, Element, 3]
- [Accord Hybrid, Odyssey, 1/2]
- [Pilot, CR-V, 2]
- [Pilot, Element, 6]
- [Pilot, Odyssey, 1]

```
– [CR–V, Element , 3]  
– [CR–V, Odyssey , 1/2]  
– [Element , Odyssey , 1/6]  
children : *alternatives
```

```
#
```

```
# End of Goal Section
```

Visualize(carAhp)



AnalyzeTable(carAhp)

	Weight	Odyssey	Accord Sedan	CR-V	Element	Accord Hybrid	Pilot	Inconsistency
Buy Car	100.0%	22.0%	21.0%	16.3%	15.1%	14.1%	11.5%	7.4%
Cost	51.0%	5.9%	11.7%	11.7%	12.9%	4.8%	4.0%	1.5%
Purchase Price	24.9%	2.3%	6.1%	6.1%	9.1%	0.6%	0.6%	6.8%
Fuel Cost	12.8%	2.2%	1.9%	2.1%	2.3%	1.7%	2.6%	0.0%
Resale Value	8.2%	1.1%	1.9%	2.9%	1.1%	0.9%	0.3%	3.2%
Maintenance Cost	5.1%	0.3%	1.8%	0.5%	0.4%	1.6%	0.4%	2.3%
Safety	23.4%	10.2%	5.1%	0.8%	0.5%	5.1%	1.8%	8.1%
Capacity	21.5%	5.7%	2.8%	3.1%	1.5%	2.8%	5.6%	0.0%
Passenger Capacity	17.9%	4.9%	2.4%	2.4%	0.8%	2.4%	4.9%	0.0%
Cargo Capacity	3.6%	0.8%	0.3%	0.7%	0.7%	0.3%	0.7%	0.4%
Style	4.1%	0.3%	1.5%	0.6%	0.1%	1.5%	0.2%	10.2%

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji I

Warianty Zadania

Zadanie dotyczy podejmowania decyzji przy kupowaniu urządzeń RTV AGD. Używając metody AHP opracować plik w języku R oraz plik AHP danych wejściowych z wykorzystaniem odpowiednich paczek.

- 1 Podjąć decyzję o kupowaniu **smartfonu Samsung z systemem Android 6, ośmiordziennej procesorem** dla klienta. Dla klienta udało się określić **cztery kryteria, które powinny służyć ocenie telefonu: wydajność, jakość, styl, cena**. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta telefon. Uwzględniamy następujące dane: **wyświetlacz, pamięć RAM, pamięć wbudowana, aparat foto, cena**. Komunikacja (wifi itp) nie ma znaczenia. Dane (10 telefonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji II

Warianty Zadania

- 2 Podjąć decyzję o kupowaniu Macbooka Apple dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie Macbooka: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta Macbook. Uwzględniamy następujące dane: ekran, pamięć RAM, dysk, cena i ewentualnie jakieś inne parametry. Dane (10 Macbooków) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji III

Warianty Zadania

- 3 Podjąć decyzję o kupowaniu aparatu z wymienną optyką dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie Macbooka: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta aparat. Uwzględniamy następujące dane: rozdzielczość, zakres czułości, obiektyw w zestawie itp. Dane (12 aparatów) pobrać ze strony
<http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji IV

Warianty Zadania

- 4 Podjąć decyzję o kupowaniu lodówki dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie lodówki: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta lodówkę. Uwzględniamy następujące dane: pojemność użytkową chłodziarki, pojemność użytkową zamrażarki, cena oraz jakieś inne parametry (kolor itp). Dane (15 lodówek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji V

Warianty Zadania

- 5 Podjąć decyzję o kupowaniu lodówki turystycznej typu elektrycznego dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie lodówki: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta lodówkę. Uwzględniamy następujące dane: pojemność, wagę, cena itp. Dane (20 lodówek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 6 Podjąć decyzję o kupowaniu pralki ze sposobem załadunku od przodu dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie pralki: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta pralkę. Uwzględniamy następujące dane: pojemność, maksymalna prędkość wirowania, cena itp. Dane (20 pralek) pobrać ze strony

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji VI

Warianty Zadania

<http://www.euro.com.pl>

- 7 Podjąć decyzję o kupowaniu tableta iPad z systemem iOS 9, 2-rdzeniowym procesorem, modemem LTE dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie tableta: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta tablet. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, cena itp. Dane (10 iPadów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji VII

Warianty Zadania

- 8 Podjąć decyzję o kupowaniu monitora LED dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie monitora: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta monitor. Uwzględniamy następujące dane: matrycę (pikseli), jasność ekranu, czas reakcji matrycy, cena itp. Dane (10 monitorów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 9 Podjąć decyzję o kupowaniu smartfonu Microsoft dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie smartfona: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta smartfon. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji VIII

Warianty Zadania

wbudowana, aparat foto, cena itp. Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony

<http://www.euro.com.pl>

- 10 Podjąć decyzję o kupowaniu smartfona Lenovo z systemem Android 6, ośmiokdzeniowym procesorem dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie smartfona: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta smartfon.

Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, cena, komunikacja (wifi itp). Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony

<http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji IX

Warianty Zadania

11. Podjąć decyzję o kupowaniu smartfonu z dual sim Huawei z systemem Android 6, ośmiokdzeniowym procesorem dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie smartfona: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta smartfon. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, cena, komunikacja (wifi itp). Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach pewności. Procedura analitycznej hierarchizacji X

Warianty Zadania

- 12 Podjąć decyzję o kupowaniu smartfonu iPhone z czterodziennym procesorem architektury 64-bit dla klienta. Dla klienta udało się określić cztery kryteria, które powinny służyć ocenie smartfona: wydajność, jakość, styl, cena. Na podstawie względnej ważności poszczególnych kryteriów wybrać dla klienta smartfona. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, cena, komunikacja (wifi itp). Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe I

Sztuczne sieci neuronowe są techniką inteligentną powstałą z inspiracji strukturą i możliwościami analitycznymi ludzkiego mózgu.

Zastosowanie sieci neuronowych wiąże się z możliwością ich uczenia do konkretnego zadania, tak iż sieć taka staje się matematycznym modelem systemu czy procesu, który podlega analizie.

Niezależnie od konkretnej struktury, każda sieć neuronowa zbudowana jest z pojedynczych modułów obliczeniowych, zwanych **neuronami**

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe II

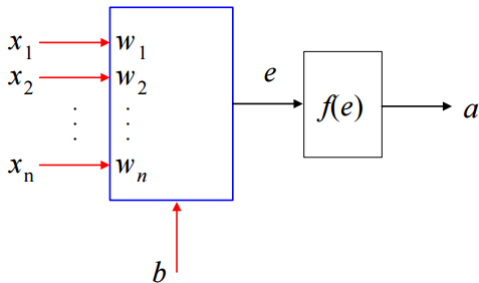


Figure: Model pojedynczego neuronu z nieliniową funkcją aktywacji

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe III

Pojedynczy neuron realizuje obliczeniu sumy ważonej sygnałów wejściowych z nałożoną nieliniową funkcją aktywacji. Jego wyjście określone jest zależnością

$$a = f(X * W + b)$$

gdzie: X – wektor sygnałów wejściowych o rozmiarze $[n \times 1]$, W – wektor wag synaptycznych o rozmiarze $[1 \times n]$, $f(e)$ – funkcja aktywacji neuronu, zwykle nieliniowa, b – współczynnik przesunięcia (ang. bias).

Projektowanie neuronowego układu rozpoznającego lub decyzyjnego zarówno jedno-neuronowego, jak i wielowarstwowego, jest możliwe poprzez **uczenie sieci neuronowej** z wykorzystaniem odpowiednio przygotowanych wzorców uczących i stosownego algorytmu uczenia.

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe IV

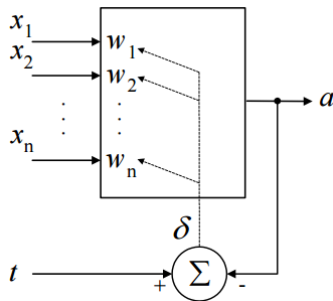


Figure: Ilustracja procesu uczenia pojedynczego neuronu

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe V

Szczegółowe **algorytmy uczenia** można znaleźć w literaturze, jak również w pomocy paczki **neuralnet** programu R, gdzie można skorzystać z gotowych procedur uczenia i testowania sieci neuronowych.

Ze względu na to, że możliwości obliczeniowe pojedynczego neuronu są ograniczone, praktyczne zastosowanie znalazły tzw. sieci neuronowe będące układami pojedynczych neuronów ułożonych w pewne struktury. Do **najczęściej stosowanych sieci neuronowych** należy zaliczyć:

- sieci typu wielowarstwowy perceptron, Rys. 6 – trój- lub czterowarstwowe sieci jednokierunkowe, sieci z radialną funkcją bazową,
- sieci typu Hopfielda – maszyny Boltzmann, Gaussa, sieci chaotyczne,
- sieci Kohonena – dwu- lub trójwymiarowe sieci kratowe,
- inne – rzadziej stosowane.

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe VI

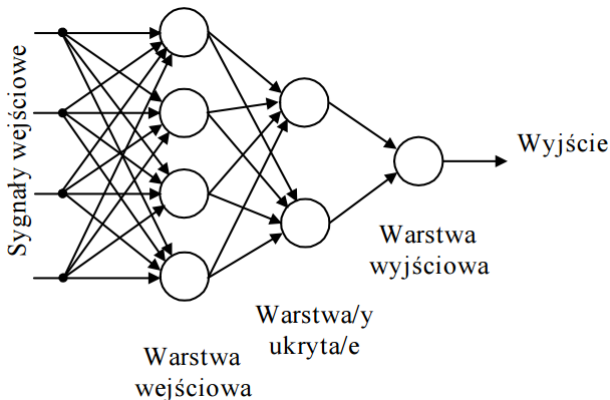


Figure: Struktura wielowarstwowego perceptronu

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe VII

Przygotowanie efektywnego modułu decyzyjnego opartego na technice SSN wiąże się z rozwiązywaniem zadań należących do dwóch grup problemowych:

- **wyбір optymalnej sieci neuronowej** (rodzaj sieci, liczba warstw i neuronów w poszczególnych warstwach sieci, rodzaj funkcji aktywacji neuronów),
- **uczenie sieci** (algorytm uczenia, początkowe wartości wag synaptycznych i współczynników przesunięcia, dobór sygnałów uczących i testujących).

Dodatkowe trudności związane są z **wyborem „najlepszych” sygnałów** dla danego zadania klasyfikacji wiążą się z rozważeniem następujących kwestii:

- liczba i rodzaj sygnałów wejściowych sieci (składowych wektora uczącego i testującego) – niosących w miarę możliwości maksymalną ilość informacji o zjawiskach mających podlegać klasyfikacji,

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Sztuczne sieci neuronowe VIII

- wstępne przetwarzanie sygnałów dostarczanych z systemu elektroenergetycznego (algorytmy cyfrowego pomiaru wielkości decyzyjnych),
- długość okna decyzyjnego (ilość próbek sygnałów w wektorze wejściowym sieci).

Implementacja metody sieci neuronowej w R

Metoda sztucznej sieci neuronowych jest zrealizowana w paczce **neuralnet**

<https://cran.r-project.org/web/packages/ahp/index.html>

Dokumentacja znajduje się [https:](https://cran.r-project.org/web/packages/neuralnet/neuralnet.pdf)

[//cran.r-project.org/web/packages/neuralnet/neuralnet.pdf](https://cran.r-project.org/web/packages/neuralnet/neuralnet.pdf)

Oto **przykłady stosowań** [http://gekkoquant.com/2012/05/26/](http://gekkoquant.com/2012/05/26/neural-networks-with-r-simple-example)

[neural-networks-with-r-simple-example](http://gekkoquant.com/2012/05/26/neural-networks-with-r-simple-example)

[https://www.r-bloggers.com/](https://www.r-bloggers.com/fitting-a-neural-network-in-r-neuralnet-package/)

[fitting-a-neural-network-in-r-neuralnet-package/](https://www.r-bloggers.com/fitting-a-neural-network-in-r-neuralnet-package/)

[http://www.kdnuggets.com/2016/08/
beginners-guide-neural-networks-r.html](http://www.kdnuggets.com/2016/08/beginners-guide-neural-networks-r.html)
[https://www.r-bloggers.com/
using-neural-networks-for-credit-scoring-a-simple-example/
\[https://journal.r-project.org/archive/2010-1/RJournal_
2010-1_Guenther+Fritsch.pdf\]\(https://journal.r-project.org/archive/2010-1/RJournal_2010-1_Guenther+Fritsch.pdf\)](https://www.r-bloggers.com/using-neural-networks-for-credit-scoring-a-simple-example/)

Przykład stosowania neuralnet I

```
#install.packages('neuralnet')  
library("neuralnet")  
#Going to create a neural network to perform prediction #Type ?neuralnet  
for more information on the neuralnet library  
#Generate training data  
#And store them as a dataframe  
traininginput <- as.data.frame(matrix(c(32,1000,  
16,500,  
8,256,  
64,500,  
32,500,  
64,1000,  
16,500,  
8,256,  
64,500,
```

Przykład stosowania neuralnet II

```
32,500),nrow=10,ncol=2))
trainingoutput <- c(4000,3000,1100,2200,2500,4200)
# Create Vector of Column Max and Min Values
maxs <- apply(traininginput[,1:2], 10, max)
mins <- apply(traininginput[,1:2], 10, min)
# Use scale() and convert the resulting matrix to a data frame
scaled.traininginput <- as.data.frame(scale(traininginput[,1:2],center =
mins, scale = maxs - mins))
# Check out results
print(head(scaled.traininginput,2))
#Column bind the data into one variable
trainingdata <- cbind(scaled.traininginput,trainingoutput)
colnames(trainingdata) <- c("RAM","HDD","Price")
print(trainingdata)
#Train the neural network
#Going to have c(3,2) hidden layers
```

Przykład stosowania neuralnet III

```
#Threshold is a numeric value specifying the threshold for the partial
#derivatives of the error function as stopping criteria.
net.price <- neuralnet(Price RAM+HDD,trainingdata, hidden=c(7,5,3,2),
threshold=0.01)
print(net.price)
#Plot the neural network
plot(net.price)
#Test the neural network on some training data
testdata <- as.data.frame(matrix(c(64,1000,
32,500,
8,100),nrow=3,ncol=2)) #Generate some articles
scaled.testdata <- as.data.frame(scale(testdata[,1:2],center = mins, scale
= maxs - mins))
net.results <- compute(net.price, scaled.testdata) #Run them through the
neural network
#Lets see what properties net.price has
```


Przykład stosowania neuralnet IV

```
ls(net.results)  
#Lets see the results  
print(net.results$net.result)
```

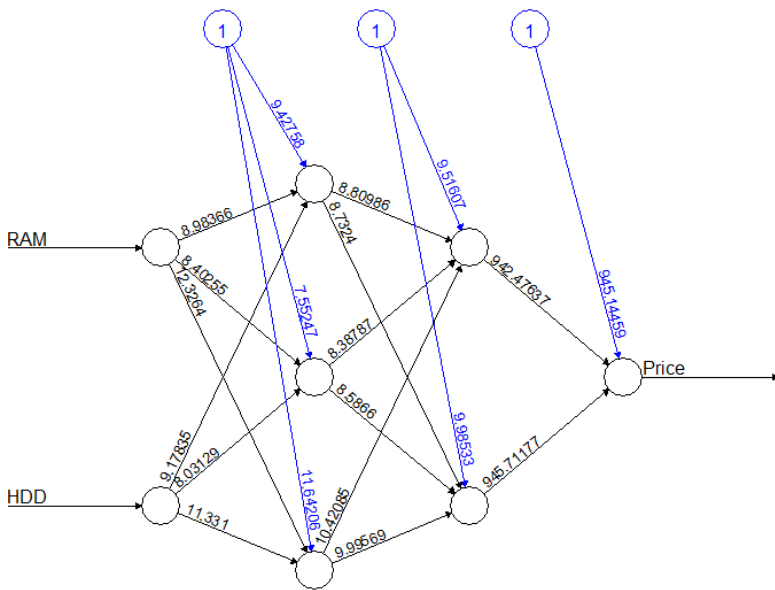


Figure: Sieć neuronowa dla danych wejściowych znormalizowanych

Warianty zadania z użyciem neuralnet I

Zadanie dotyczy **prognozowania ceny urządzeń RTV AGD ($\text{error} \leq 100 \text{ zł}$)**.
Używając metody sztucznych sieci neuronowych opracować plik w języku R
z wykorzystaniem paczki *neuralnet*.

- 1 Smartfon Samsung z systemem Android 6, ośmiordziennejowy procesorem. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM, pamięć wbudowana, aparat foto. Komunikacja (wifi itp) nie ma znaczenia. Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 2 Macbook Apple. Uwzględniamy następujące dane: ekran, pamięć RAM, dysk i ewentualnie jakieś inne parametry. Dane (10 Macbooków) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Warianty zadania z użyciem neuralnet II

- ③ Aparat z wymienną optyką. Uwzględniamy następujące dane: rozdzielczość, zakres czułości, obiektyw w zestawie itp. Dane (12 aparatów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- ④ Lodówka. Uwzględniamy następujące dane: pojemność użytkową chłodziarki, pojemność użytkową zamrażarki oraz jakieś inne parametry. Dane (15 lodówek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- ⑤ Lodówka turystyczna typu elektrycznego. Uwzględniamy następujące dane: pojemność, wagę itp. Dane (20 lodówek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- ⑥ Pralka ze sposobem załadunku od przodu. Uwzględniamy następujące dane: pojemność, maksymalna prędkość wirowania itp. Dane (20 pralek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Warianty zadania z użyciem neuralnet III

- 7 Tablet iPad z systemem iOS 9, 2-rdzeniowym procesorem, modemem LTE. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną itp. Dane (10 iPadów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 8 Monitor LED. Uwzględniamy następujące dane: matrycą (pikseli), jasność ekranu, czas reakcji matrycy itp. Dane (10 monitorów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 9 Smartfon Microsoft. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowana, aparat foto itp. Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Warianty zadania z użyciem neuralnet IV

- 10 Smartfon Lenovo z systemem Android 6, ośmiokdzieniovym procesorem. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, komunikacja (wifi itp). Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 11 Smartfon z dual sim Huawei z systemem Android 6, ośmiokdzieniovym procesorem. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, komunikacja (wifi itp). Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 12 Smartfon iPhone z czterodzieniovym procesorem architektury 64-bit. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, cena, komunikacja (wifi itp). Dane (10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Drzewa decyzyjne I

Definition

Drzewa decyzyjne stanowią model decyzyjny, w którym w uporządkowany sposób przedstawia się hierarchiczne ciągi działań (w pełni zależnych od decydenta) i zdarzeń (niezależnych od decydenta, czasami o charakterze losowym).

- Graficzne przedstawienie w postaci drzewa decyzyjnego **ułatwia analizę wszystkich elementów sytuacji istotnych przy podejmowaniu decyzji.**
- W efekcie możliwe staje się **określenie wariantów decyzyjnych i ich konsekwencji.**
- W modelu tym nie występują tu w jawnej postaci **warunki sztywne i elastyczne**, są one uwzględniane w trakcie budowy drzewa.

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Drzewa decyzyjne II

- Dodatkowe **podanie prawdopodobieństw** i kosztów poszczególnych wariantów decyzyjnych prowadzi do zwiększenia racjonalności optymalizacyjnej poprzez maksymalizację funkcji użyteczności.
- Celem stosowania modelu w postaci drzewa decyzyjnego jest **uproszczenie oceny sytuacji decyzyjnej**, model ten pozwala na jednoczesną analizę wielu wariantów decyzyjnych i kryteriów ich oceny.
- Model taki jest użyteczny, o ile drzewo nie staje się zbyt obszerne (nie mieści się na kartce lub ekranie).
- Z wykorzystaniem drzew decyzyjnych może być prowadzona **analiza wielowariantowa** (what-if analysis), a poprzez implementację programową możliwe jest zastosowanie tego modelu w komputerowych systemach wspomagania decyzji.

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Drzewa decyzyjne III

Przykład. Przykład typowego drzewa decyzyjnego (2-poziomowego) przedstawiono na Rys. dalej

Rozważana jest tutaj sytuacja związana z **ubezpieczeniem mieszkania**, przy założeniu kosztów polisy w wysokości 3% oraz wkładu własnego w wysokości 2% wartości mieszkania. Możliwym zdarzeniom (brak kradzieży, kradzież niewielka – nie przekraczająca wkładu własnego oraz kradzież pełna) przypisano prawdopodobieństwa ich wystąpienia (odpowiednio 80, 15 i 5%). Zarówno wydatki związane z zakupem polisy, z ponoszeniem wkładu własnego, jak i rekompensatą za skradzione wyposażenie mieszkania (w przypadku rezygnacji z zakupu polisy) traktowane są jako strata, którą należy zminimalizować.

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Drzewa decyzyjne IV

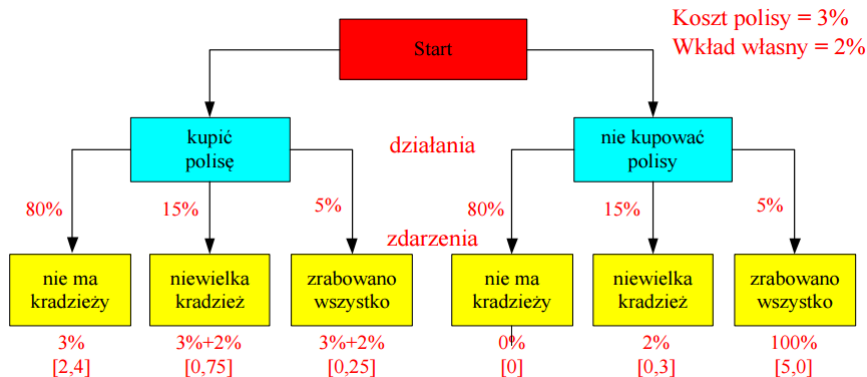


Figure: Drzewo decyzyjne dot. decyzji o zakupie polisy na ubezpieczenie mieszkania

Podjęmowanie decyzji w warunkach ryzyko. Drzewa decyzyjne V

Wartość oczekiwaną straty związanej z daną decyzją można obliczyć z zależności (1.2) wprowadzonej przy okazji omawiania strategii scalania prawdopodobieństw i użyteczności, przy czym tutaj użytecznością (negatywną – strata) będzie koszt poniesiony przy danym wariancie decyzyjnym dla poszczególnych zdarzeń. Wartości iloczynów $\pi_i(s_k)$ $u_i(s_k)$ umieszczono w nawiasach kwadratowych pod zdarzeniami na Rys. 8. Oczekiwana strata dla poszczególnych decyzji wynosi

$$SPU(d_i) = \begin{cases} 3.4, & \text{dla decyzji kupować polisę} \\ 5.3, & \text{dla decyzji nie kupować polisy} \end{cases}$$

a zatem właściwą decyzją będzie zakup polisy ubezpieczeniowej.

Warianty zadania konstruowania drzewa decyzji I

Zadanie dotyczy prognozowania oceny klientów (w skali 5-punktowej, $\text{Error} < 5\%$) urządzeń RTV AGD. Używając metody indukcji drzewa decyzji C5.0 opracować plik w języku R z wykorzystaniem paczki C50.

- 1 Smartfon Samsung z systemem Android 6, ośmiordziennej procesorem. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM, pamięć wbudowana, aparat foto. Komunikacja (wifi itp) nie ma znaczenia. Dane (>10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 2 Macbook Apple. Uwzględniamy następujące dane: ekran, pamięć RAM, dysk i ewentualnie jakieś inne parametry. Dane (>10 Macbooków) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Warianty zadania konstruowania drzewa decyzji II

- 3 Aparat z wymienną optyką. Uwzględniamy następujące dane: rozdzielczość, zakres czułości, obiektyw w zestawie itp. Dane (12 aparatów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 4 Lodówka. Uwzględniamy następujące dane: pojemność użytkową chłodziarki, pojemność użytkową zamrażarki oraz jakieś inne parametry. Dane (15 lodówek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 5 Lodówka turystyczna typu elektrycznego. Uwzględniamy następujące dane: pojemność, wagę itp. Dane (20 lodówek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 6 Pralka ze sposobem załadunku od przodu. Uwzględniamy następujące dane: pojemność, maksymalna prędkość wirowania itp. Dane (20 pralek) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Warianty zadania konstruowania drzewa decyzji III

- 7 Tablet iPad z systemem iOS 9, 2-rdzeniowym procesorem, modemem LTE. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną itp. Dane (10 iPadów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 8 Monitor LED. Uwzględniamy następujące dane: matrycą (pikseli), jasność ekranu, czas reakcji matrycy itp. Dane (>10 monitorów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 9 Smartfon Microsoft. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowana, aparat foto itp. Dane (>10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

Warianty zadania konstruowania drzewa decyzji IV

- 10 Smartfon Lenovo z systemem Android 6, ośmiokdzieniovym procesorem. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, komunikacja (wifi itp). Dane (>10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 11 Smartfon z dual sim Huawei z systemem Android 6, ośmiokdzieniovym procesorem. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, komunikacja (wifi itp). Dane (>10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>
- 12 Smartfon iPhone z czterodzieniovym procesorem architektury 64-bit. Uwzględniamy następujące dane: wyświetlacz, pamięć RAM i pamięć wbudowaną, aparat foto, cena, komunikacja (wifi itp). Dane (>10 smartfonów) pobrać ze strony <http://www.euro.com.pl>

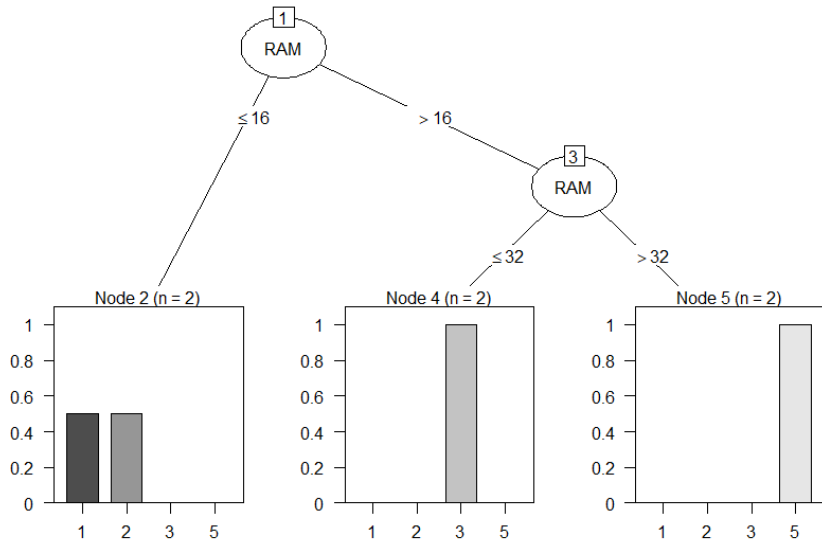


Figure: Drzewo z użyciem C50

Drzewo decyzyjne w C50

```
library("C50")  
#Generate training data  
#And store them as a dataframe  
RAM = c(32,16,8,64,32,64)  
Monitor = c(19,19,15,15,17,19)  
Price = c(4000,3000,1100,2200,2500,4200)  
Responces = c("3", "2", "1", "5", "3", "5")  
HDD = c(1000,500,256,500,500,1000)  
mat <- data.frame(RAM,Responces,HDD,Price,Monitor)  
mat  
tuples <- as.data.frame(mat)  
tuples  
dt <- C5.0(tuples[1:6,-2],tuples$Responces)  
dt  
summary(dt)  
plot(dt)
```

Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności. Logika rozmyta

Motywacje

- Potrzeba opisania zjawisk i pojęć wieloznacznych i nieprecyzyjnych używanych swobodnie w języku naturalnym, np.
 - „wysoka temperatura”
 - „młody człowiek”
 - „średni wzrost”
 - „duże miasto”
- Wcześniej znane metody matematyczne, np.
 - klasyczna teoria zbiorów
 - logika dwuwartościowa,nie były w stanie rozwiązać tego typu problemów.

Definition

Definicja [zbiór rozmyty]: Zbiorem rozmytym A w pewnej (niepustej) przestrzeni X , co zapisujemy jako $A \subseteq X$, nazywamy zbiór par

$$A = (x, \mu_A(x)); x \in X$$

gdzie

$$\mu_A : X \rightarrow [0, 1]$$

jest funkcją przynależności zbioru rozmytego A . Funkcja ta każdemu elementowi $x \in X$ przypisuje jego stopień przynależności do zbioru rozmytego A , przy czym można wyróżnić 3 przypadki:

- $\mu_A(x) = 1$ oznacza pełną przynależność do zbioru rozmytego A , tzn. $x \in A$,
- $\mu_A(x) = 0$ oznacza brak przynależności elementu x do zbioru rozmytego A , tzn. $x \notin A$,
- $0 < \mu_A(x) < 1$ oznacza częściową przynależność elementu x do zbioru rozmytego A .

- X jest przestrzenią o skończonej liczbie elementów, $X = x_1, \dots, x_n$:

$$A = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \dots \frac{\mu_A(x_n)}{x_n}$$

- X jest przestrzenią o nieskończonej liczbie elementów:

$$A = \int_X \frac{\mu_A(x)}{x}$$

Podjęmowanie decyzji w warunkach niepewności. Logika rozmyta I

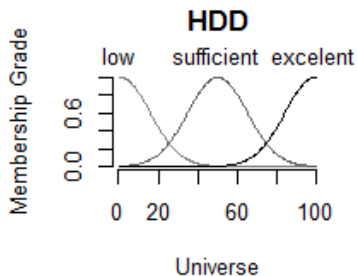
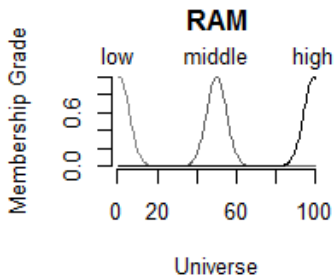
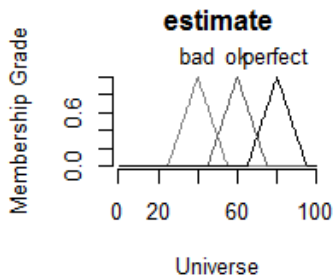
```
library(sets)
sets_options("universe", seq(1, 100, 0.5))
variables <- set(
  RAM = fuzzy_partition(varnames = c(low = 1, middle = 50, high = 99),
    sd = 5.0),
  HDD = fuzzy_partition(varnames = c(low = 1, sufficient = 50, excellent
    = 99),
    sd = 15.0),
  estimate = fuzzy_partition(varnames = c(bad = 40, ok = 60, perfect =
    80),
  FUN = fuzzy_cone, radius = 15)
)
# Fuzzy rules
rules <- set(
```

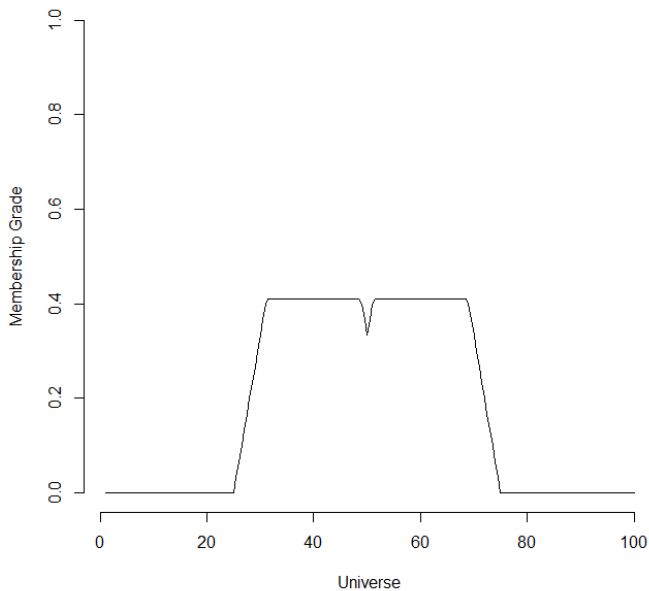
Podjęmowanie decyzji w warunkach niepewności. Logika rozmyta II

```
fuzzy_rule(RAM %is% high && HDD %is% excelent, estimate %is% perfect),  
fuzzy_rule(RAM %is% middle && HDD %is% sufficient, estimate %is% ok),  
fuzzy_rule(RAM %is% low && HDD %is% low, estimate %is% bad),  
fuzzy_rule(RAM %is% middle && HDD %is% sufficient, estimate %is% bad),  
fuzzy_rule(RAM %is% middle && HDD %is% low, estimate %is% bad)  
)  
model <- fuzzy_system(variables, rules)  
print(model)  
plot(model)  
example.1 <- fuzzy_inference(model, list(RAM = 50, HDD = 30))  
gset_defuzzify(example.1, "centroid")
```

Podejmowanie decyzji w warunkach niepewności. Logika rozmyta III

```
dev.new()  
plot(example.1)
```





- Tutorial http://juandes.github.io/FuzzyLogic-R/docs/fuzzy_tutorial
- Dokumentacja pakietu **sets**
<https://cran.r-project.org/web/packages/sets/sets.pdf>

Zadanie dotyczy prognozowania oceny klientów o urządzeniach RTV AGD

Szczegółowa i dogłębna analiza decyzyjna nie zawsze jest niezbędna. Jest ona **potrzebna**, gdy:

- istnieje duża liczba możliwych wariantów decyzyjnych,
- sytuacja decyzyjna jest skomplikowana,
- z podejmowaną decyzją związana jest możliwość wysokich korzyści lub dużych strat,
- proces decyzyjny jest złożony i/lub wieloetapowy,
- waga problemu decyzyjnego jest znaczna.

W procesie podejmowania decyzji można wyróżnić następujące **fazy**:

- identyfikacja sytuacji decyzyjnej,
- sformułowanie problemu decyzyjnego (opis sytuacji decyzyjnej),
- zbudowanie modelu decyzyjnego (syntetyczne, analityczne odwzorowanie problemu decyzyjnego),
- wyznaczenie zbioru decyzji dopuszczalnych i decyzji wystarczających lub decyzji optymalnych,
- podjęcie ostatecznej decyzji.

Metody podejmowania decyzji zrealizowane w R:

- optymalizacja wielukryterialna
- AHP
- sieci neuronowe
- drzewa decyzyjne
- reguły klasyfikacyjne
- zbiory rozmyte
- analiza krzywych decyzji (DCA)
- ???