



**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE**

Biblioteka w językach R/Java wspierająca metodę porównywania parami

**Wydział Elektrotechniki, Automatyki,
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej
Katedra Informatyki Stosowanej**

Kraków, 16.01.2017

Plan prezentacji

1. Metoda porównywania parami
2. Matematyczne podstawy metody
3. Biblioteka w językach R i Java
4. Podsumowanie

Metoda porównywania parami

Algorytm porównywania parami:

1. Wybór obiektów (alternatyw)
2. Zestawienie każdego obiektu z pozostałymi
3. Wybór *lepszego* obiektu i określenie stopnia jego dominacji
4. Przypisanie oceny

Istnieje wiele skal ocen, najpopularniejsza z nich to **skala Saaty'ego** (ang. *Saaty scale*).

Metoda porównywania parami

Macierz porównań parowych i wektor wag

Oceny każdej pary wpisane zostają do macierzy zwanej **macierzą porównań parowych**. Jest to podstawowy element metody, na którym opierają się wszystkie dalsze działania.

Na podstawie macierzy, wykorzystując jej wartości własne lub średnie geometryczne, wyliczony zostaje wynikowy **wektor wag**.

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{6} \\ 2 & 6 & 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 0.3 \\ 0.1 \\ 0.6 \end{bmatrix}$$

Metoda porównywania parami

Główne kierunki rozwoju metody:

1. **Analytic Hierarchy Process (AHP)**
wielokryteriowe rankingi oparte na drzewiastej hierarchii
2. **Heuristic Rating Estimation (HRE)**
połączenie wartości znanych i szukanych wzajemną relacją

Metoda porównywania parami

Przykładowe zastosowania metody:

1. Systemy wspomagające podejmowanie decyzji.
2. Wycena dóbr i towarów, np. nieruchomości.
3. Analiza i zarządzanie działalnością przedsiębiorstwa.

Matematyczne podstawy metody

Obliczenia wykorzystywane w metodzie

Metoda porównań parami posiada silne podłoże matematyczne. Opiera się na badaniach i dowodach prowadzonych przez naukowców.

Istnieje kilka sposobów, które pozwalają na pracę z metodą. Dwa podstawowe z nich wykorzystują:

- średnie geometryczne,
- wartości własne macierzy.

Wykorzystywane są także inne działania z algebry, np. dodawanie wektorów i przemnażanie ich przez skalar.

Niespójność

Kolejnym ważnym elementem jest obliczanie niespójności macierzy. Dzięki temu można ocenić, czy otrzymane dane są wiarygodne i warto na nich pracować.

Niespójność danych jest głównym zarzutem krytyków metody, dlatego opracowano kilka metod, które pozwalają ją sprawdzać.



Język R

Z powodu dużej ilości obliczeń matematycznych wykonywanych w metodzie, do stworzenia biblioteki wykorzystano język *R*.

R-project (w ramach którego rozwijany jest język R oraz środowisko) to pakiet matematyczny przeznaczony do zaawansowanych obliczeń. Głównie wykorzystywany w statystyce, świetnie nadaje się jednak także do innych obliczeń.

Zaletą R jest łatwa rozszerzalność. Istnieje ponad 1000 pakietów, dedykowanych do różnych zagadnień, które można dołączyć do pakietu.

Pierwszą częścią pracy było wykonanie pakietu R, który będzie pomocny w obliczeniach związanych z porównaniami parami.

Zostało stworzonych 49 funkcji wraz z dokumentacją.

- *Przykład*

```
#' @title Value of the Saaty Inconsistency Index
#' @description Returns the value of the Saaty Inconsistency Index computed for the matrix
#' @param matrix - PC matrix
#' @return the value of the Saaty Inconsistency Index computed for the matrix
#' @export
saatyIdx <- function(matrix){
  chopM(matrix)
  matrix <- apply(matrix, 2, as.numeric)
  n <- nrow(matrix)
  alpha <- principalEigenValueSym(matrix)
  chopV((alpha - n)/(n-1))
}
```

Biblioteka w językach R i Java

Drugą częścią pracy było wykonanie biblioteki w języku Java, która wykorzystuje pakiet R oraz narzędzie *RCaller*.

- *Przykład*

```
public double saatyIdx(double[][] matrix){
    validateMatrix(matrix);
    openConnection();
    try {
        engine.put("m", matrix);
        engine.eval("res <- saatyIdx(m)");
        result = ((double[]) engine.get("res"))[0];
    } catch (Exception e) {
        closeIfOpen();
        throw new RcallException("A problem occurred while call function in R. Check your variables.");
    }

    closeConnection();
    return result;
}
```

Biblioteka w językach R i Java

- *Przykład wywołania funkcji w języku R*

```
> M
      [,1] [,2]      [,3]      [,4]      [,5]
[1,]  1.0    2 1.666667 0.1428571 0.2500000
[2,]  0.5    1 0.2000000 0.1000000 0.1666667
[3,]  0.6    5 1.0000000 0.1250000 0.3333333
[4,]  7.0   10 8.0000000 1.0000000 3.0000000
[5,]  4.0    6 3.0000000 0.3333333 1.0000000
> kv
[1] 0 0 0 3 2
> HREmatrix(matrix = M, knownVector = kv)
      [,1] [,2]      [,3]
[1,]  1.000 -0.50 -0.4166667
[2,] -0.125  1.00 -0.0500000
[3,] -0.150 -1.25  1.0000000
```

- *Przykład wywołania funkcji w języku Java*

```
double[][] matrix = new double[][]{
    { 1, 3d/5d, 4d/7d, 5d/8d, 0.5 },
    {5d/3d, 1, 5d/7d, 5d/2d, 10d/3d },
    {7d/4d, 7d/5d, 1, 7d/2d, 4 },
    {8d/5d, 2d/5d, 2d/7d, 1, 4d/3d },
    { 2 , 3d/10d, 1d/4d, 3d/4d, 1 }
};
double[] knowValues = new double[]{0,5,7,0,0};

double[] HREgeomFullRank = pairwiseComparisons.HREgeomFullRank(matrix, knowValues);

System.out.println("\n HREgeomFullRank: \n");
System.out.println(Arrays.toString(HREgeomFullRank));
```

PC

HREgeomFullRank:

[2.11272663786607, 5.0, 7.0, 2.49035234195355, 2.13344360781637]

Podsumowanie

Cel pracy, którym było stworzenie biblioteki w języku R i Java, został osiągnięty. Pakiet służy do wykonywania obliczeń matematycznych, na których opiera się metoda porównywania parami.

Bibliotekę wykorzystać można w czasie pisania aplikacji, które wykorzystują omawianą metodę. Ułatwi to pracę programistom, którzy nie będą musieli skupiać się na szczegółach matematycznych metod i ich implementacji.

Dziękuję za uwagę.