

MultiAtributive Ideal-Real Comparative Analysis (MAIRCA)

Capitão-Tenente Arthur Pinheiro de Araújo Costa
Mestrando em Sistemas em Computação - IME

Grupo de Pesquisa IME – UFF – USP

SUMÁRIO

- Introdução
- Panorama do Método
- Etapas do método
- Mão na massa
- Aplicações encontradas na literatura
- Palavra aberta

INTRODUÇÃO

- O método *MultiAtributive Ideal-Real Comparative Analysis* (MAIRCA) foi desenvolvido pelo Professor Dragan Pamucar em 2016 no Centro de Pesquisa Logística da Universidade de Defesa de Belgrado.
- A configuração básica do MAIRCA é definir a lacuna (Gap) entre classificações ideais e empíricas. A soma dos Gaps de cada critério gera o lacuna total para cada alternativa observada.

INTRODUÇÃO

- A classificação das alternativas vem no final do processo, sendo a alternativa melhor ranqueada a que possui menor valor de Gap.
- É necessário já ter os pesos dos critérios para executar o MAIRCA.
- Para tal, o MAIRCA é processado em seis etapas.

ARTIGO SEMINAL



Article

The Combination of Expert Judgment and GIS-MAIRCA Analysis for the Selection of Sites for Ammunition Depots

Ljubomir Gigović ¹, Dragan Pamučar ², Zoran Bajić ^{3,*} and Milić Milićević ²

¹ Department of Mathematics, University of Defence, Belgrade 11000, Serbia; ljubomir.gigovic@va.mod.gov.rs

² Department of Logistics, University of Defence, Belgrade 11000, Serbia; dpamucar@gmail.com (D.P.); milic.milicevic@mod.gov.rs (M.M.)

³ Department of Military-Chemical Engineering, University of Defence, Belgrade 11000, Serbia

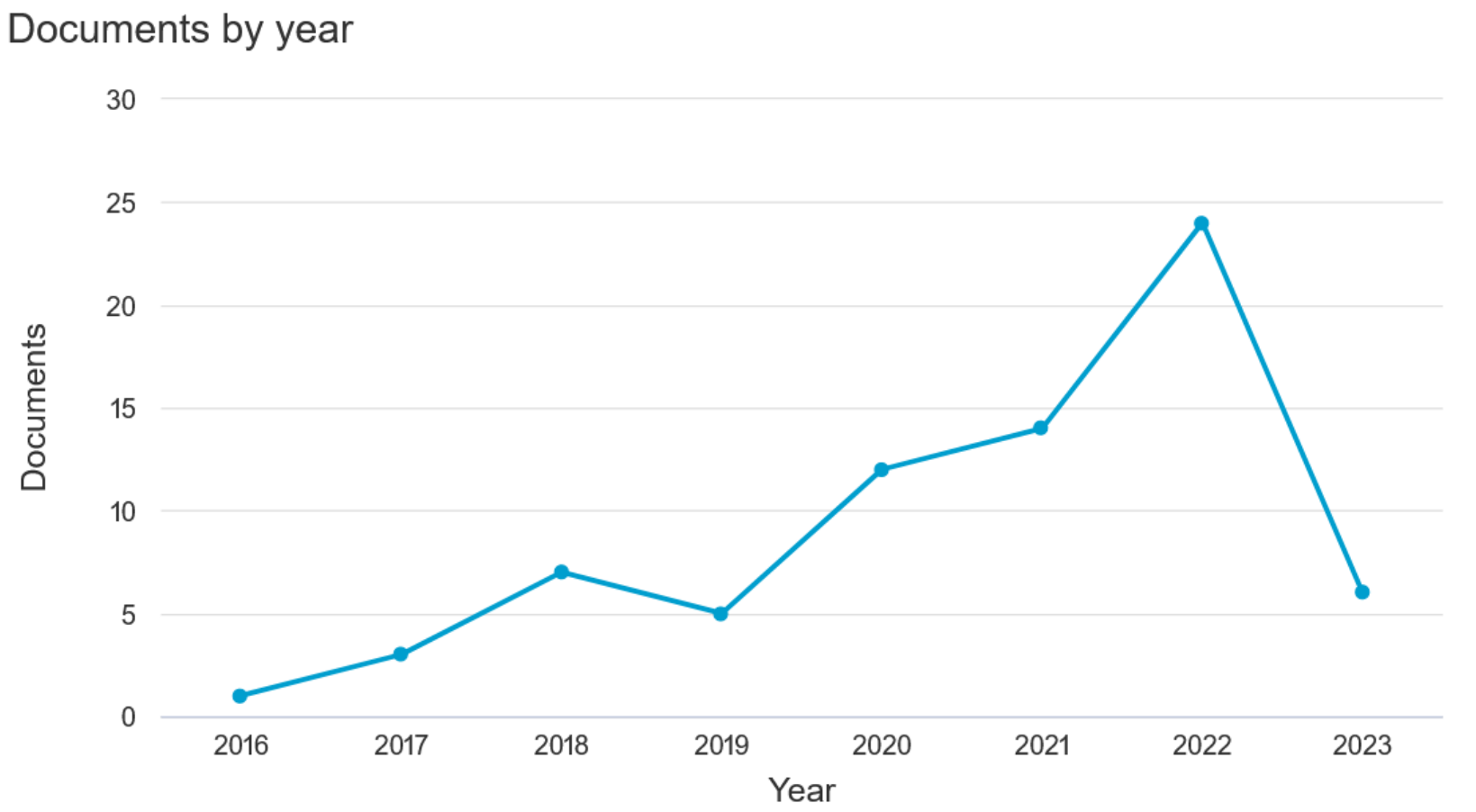
* Correspondence: zoran.bajic@va.mod.gov.rs; Tel.: +381-11-3603259

Academic Editor: Vincenzo Torretta

Received: 8 February 2016; Accepted: 11 April 2016; Published: 15 April 2016

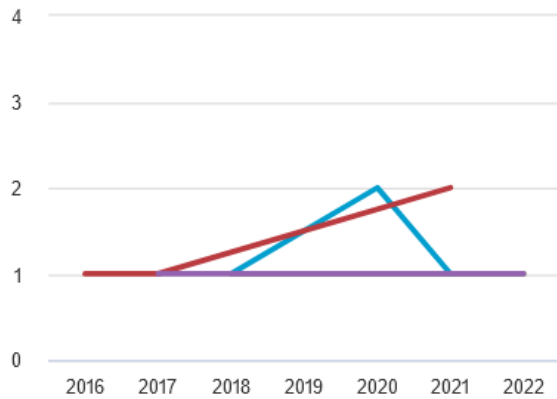
PANORAMA DO MÉTODO NA BASE SCOPUS

| Year ↓ | Documents ↑ |
|--------|-------------|
| 2023 | 6 |
| 2022 | 24 |
| 2021 | 14 |
| 2020 | 12 |
| 2019 | 5 |
| 2018 | 7 |
| 2017 | 3 |
| 2016 | 1 |

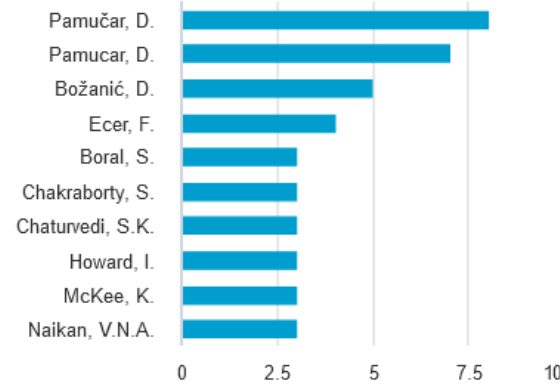


PANORAMA DO MÉTODO NA BASE SCOPUS

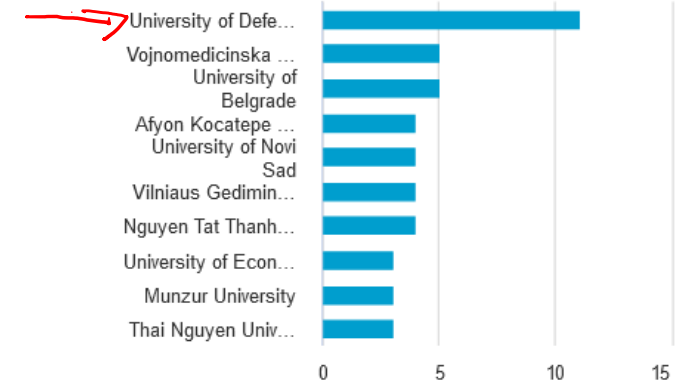
Documents per year by source



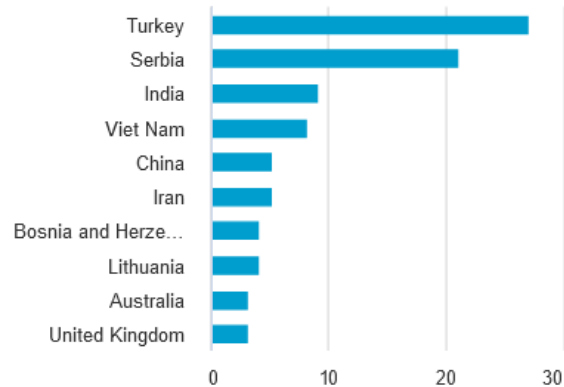
Documents by author



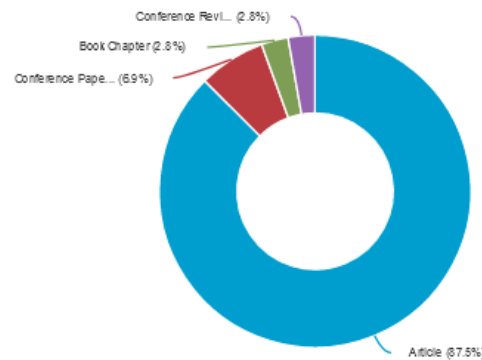
Documents by affiliation



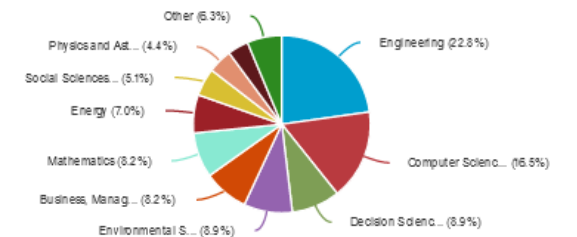
Documents by country/territory



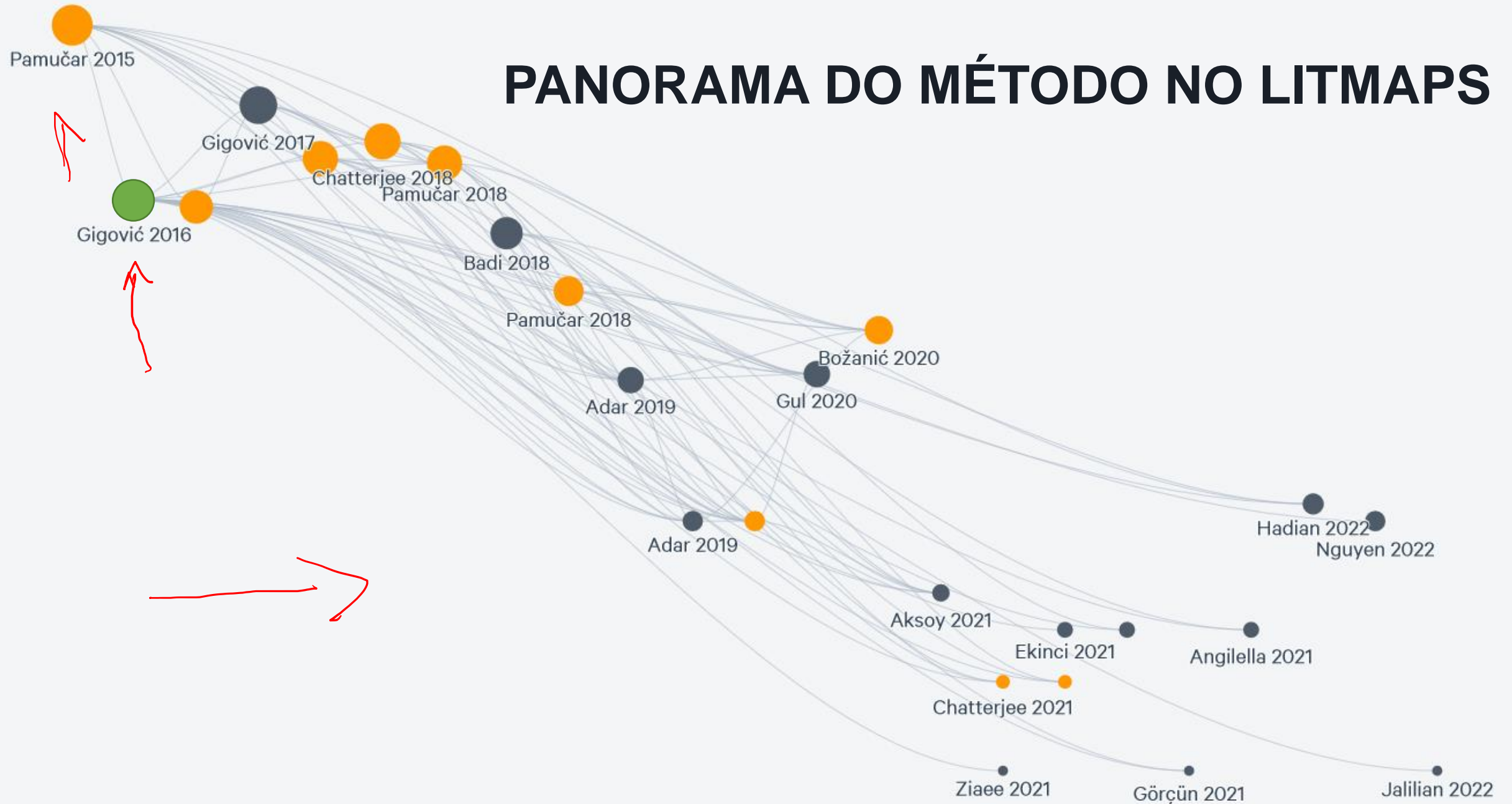
Documents by type



Documents by subject area



PANORAMA DO MÉTODO NO LITMAPS



O MÉTODO PASSO A PASSO

- Passo 1: Determinar a Matriz de Decisão;
- Passo 2: Definição de preferências para a escolha de alternativas PA_i ;
- Passo 3: Determinar a Matriz de Decisão Teórica (T_p);
- Passo 4: Determinar a Matriz de Decisão Real (T_r);
- Passo 5: Determinar a Matriz de Decisão do Gap (G); e
- Passo 6: Ranqueamento das alternativas.

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 1: Determinar a Matriz de Decisão)

$$X = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 70 | 245 | 16,4 | 19 |
| A2 | 52 | 246 | 7,3 | 22 |
| A3 | 53 | 295 | 10,3 | 25 |
| A4 | 63 | 256 | 12 | 8 |
| A5 | 64 | 233 | 5,3 | 17 |

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 2: Definição de preferências para a escolha de alternativas PA_i)

- Definição de preferências para a escolha de alternativas PA_i :
$$P_{A_i} = \frac{1}{m}; \sum_{i=1}^m P_{A_i} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, m$$
- Considera-se que o Decision Maker (DM) inicialmente é neutro para a probabilidade de seleção de cada alternativa:
$$P_{A_1} = P_{A_2} = \dots = P_{A_m}$$
- Logo, na Matriz de decisão com 5 alternativas, temos: $P_{A_i} = \frac{1}{5} = 0,20$

$$P_{A_i} = \frac{1}{5} = 0,2$$

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 70 | 245 | 16,4 | 19 |
| A2 | 52 | 246 | 7,3 | 22 |
| A3 | 53 | 295 | 10,3 | 25 |
| A4 | 63 | 256 | 12 | 8 |
| A5 | 64 | 233 | 5,3 | 17 |

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 3: Determinar a Matriz de Decisão Teórica (Tp))

- Como já explicado inicialmente, as prioridades das alternativas são iguais, então:

$$P_{A_1} = P_{A_2} = \dots = P_{A_m}$$

$$T_p = P_{A_i} \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ t_{p1} & t_{p2} & \dots & t_{pn} \end{bmatrix} = P_{A_i} \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ P_{A_i} \cdot w_1 & P_{A_i} \cdot w_2 & \dots & P_{A_i} \cdot w_n \end{bmatrix}$$

$$P_{A_i} = \frac{1}{5} = 0,20$$



| Pesos de cada critério | |
|------------------------|--------|
| C1 | 0,0474 |
| C2 | 0,0246 |
| C3 | 0,5136 |
| C4 | 0,4144 |
| PAi | 0,2 |



| Matriz de decisão Teórica (Tp) | | | |
|--------------------------------|----------|----------|---------|
| Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| C1 | C2 | C3 | C4 |
| 0,009488 | 0,004928 | 0,102714 | 0,08287 |

➤ $T_{p1} = 0,2 * 0,0474 = 0,00948$

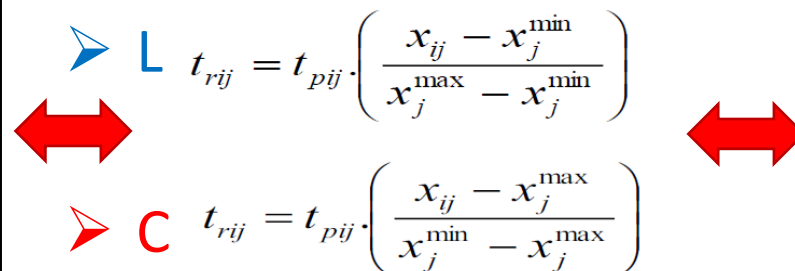
➤ $T_{p2} = 0,2 * 0,0246 = 0,00492$

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 4: Determinar a Matriz de Decisão Real (Tr))

- Para calcularmos a Tr, usamos a Matriz de decisão inicial e a Tp:

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 70 | 245 | 16,4 | 19 |
| A2 | 52 | 246 | 7,3 | 22 |
| A3 | 53 | 295 | 10,3 | 25 |
| A4 | 63 | 256 | 12 | 8 |
| A5 | 64 | 233 | 5,3 | 17 |



L $t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \right)$

C $t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_j^{\max}}{x_j^{\min} - x_j^{\max}} \right)$

| Matriz de decisão Teórica (Tp) | | | |
|--------------------------------|----------|----------|---------|
| Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| C1 | C2 | C3 | C4 |
| 0,009488 | 0,004928 | 0,102714 | 0,08287 |

- $Tr_{11} = 0,00948 * (70 - 52)/(70 - 52) = 0,00948$
- $Tr_{23} = 0,10271 * (7,3 - 5,3)/(16,4 - 5,3) = 0,018507$

| Matriz de decisão Real (Tr) | | | | |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 0,009488 | 0,000954 | 0,102714 | 0,053622 |
| A2 | 0,000000 | 0,001033 | 0,018507 | 0,068246 |
| A3 | 0,000527 | 0,004928 | 0,046268 | 0,082870 |
| A4 | 0,005798 | 0,001828 | 0,061999 | 0,000000 |
| A5 | 0,006325 | 0,000000 | 0,000000 | 0,043872 |

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 5: Determinar a Matriz de Decisão do Gap (G))

- Para calcular G, executamos a diferença entre T_p e T_r :

$$G = T_p - T_r = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & \cdots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \cdots & g_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \cdots & g_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{p11} - t_{r11} & t_{p12} - t_{r12} & \cdots & t_{p1n} - t_{r1n} \\ t_{p21} - t_{r21} & t_{p22} - t_{r22} & \cdots & t_{p2n} - t_{r2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ t_{pm1} - t_{rm1} & t_{pm2} - t_{rm2} & \cdots & t_{pmn} - t_{rmn} \end{bmatrix}$$

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 5: Determinar a Matriz de Decisão do Gap (G))

- Para calcular G, executamos a diferença entre Tp e Tr:

↓

| Matriz de decisão Teórica (Tp) | | | |
|--------------------------------|----------|----------|---------|
| Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| C1 | C2 | C3 | C4 |
| 0,009488 | 0,004928 | 0,102714 | 0,08287 |

→

| Matriz de decisão Real (Tr) | | | | |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 0,009488 | 0,000954 | 0,102714 | 0,053622 |
| A2 | 0,000000 | 0,001033 | 0,018507 | 0,068246 |
| A3 | 0,000527 | 0,004928 | 0,046268 | 0,082870 |
| A4 | 0,005798 | 0,001828 | 0,061999 | 0,000000 |
| A5 | 0,006325 | 0,000000 | 0,000000 | 0,043872 |

$TP_1 - TR_{11} = 0$

- $G_{11} = 0,009488 - 0,009488 = \text{ZERO}$

- $G_{43} = 0,10271 - 0,06199 = 0,04071$

||

| Matriz de decisão do Gap (G = Tp - Tr) | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 0,000000 | 0,003974 | 0,000000 | 0,029248 |
| A2 | 0,009488 | 0,003895 | 0,084207 | 0,014624 |
| A3 | 0,008961 | 0,000000 | 0,056446 | 0,000000 |
| A4 | 0,003690 | 0,003100 | 0,040715 | 0,082870 |
| A5 | 0,003163 | 0,004928 | 0,102714 | 0,038998 |

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 6: Ranqueamento das alternativas(Q_i))

- Finalmente as alternativas são classificadas de acordo com o somatório dos valores de G .
- É desejável que G_{ij} ($T_p - T_r$) tenha valores que tendam a ZERO, visto que a alternativa com a menor diferença entre T_p e T_r é a escolhida.

$$g_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{if } t_{pij} = t_{rij} \\ t_{pij} - t_{rij}, & \text{if } t_{pij} > t_{rij} \end{cases} \quad (g_{ij} \rightarrow 0)$$

O MÉTODO PASSO A PASSO

(Passo 6: Ranqueamento das alternativas(Qi))

- Soma-se os valores de G (Qi) para cada alternativa, sendo a alternativa com o menor Qi a determinada como melhor.

| Matriz de decisão do Gap (G = Tp - Tr) | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| | Lucro | Lucro | Lucro | Lucro |
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 0,000000 | 0,003974 | 0,000000 | 0,029248 |
| A2 | 0,009488 | 0,003895 | 0,084207 | 0,014624 |
| A3 | 0,008961 | 0,000000 | 0,056446 | 0,000000 |
| A4 | 0,003690 | 0,003100 | 0,040715 | 0,082870 |
| A5 | 0,003163 | 0,004928 | 0,102714 | 0,038998 |

$$Q_i = \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

| Somatório dos Gaps (Qi) | | Rank |
|-------------------------|----------|------|
| A1 | 0,033222 | 1 |
| A2 | 0,112214 | 3 |
| A3 | 0,065407 | 2 |
| A4 | 0,130375 | 4 |
| A5 | 0,149802 | 5 |

- $Q_{i1} = 0 + 0,00397 + 0 + 0,0292 = 0,0332$
- $Q_{i5} = 0,0316 + 0,00492 + 0,1027 + 0,0389 = 0,149$

MÃO NA MASSA

GR DENAR

Vamos ~~calcular os pesos dos critérios~~ para escolha de um drone de guerra!

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 15 | 27 | 17 | 240 |
| SCAN EAGLE | 6 | 18 | 5 | 60 |
| KRONSHTADT | 7,5 | 24 | 13 | 100 |
| HERON | 10 | 45 | 46 | 140 |
| HUNTER-B | 18 | 10 | 30 | 540 |

mm / hora

| Pesos de cada critério (MERECA) | |
|---------------------------------|--------|
| ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | 0,1529 |
| AUTONOMIA (HORAS) | 0,2414 |
| CUSTO (US\$ MILHÕES) | 0,3141 |
| VELOC. (NÓS) | 0,2917 |
| PAi | 0,2 |

$$PA_i = \frac{1}{5} = 0,20$$

MÃO NA MASSA

Vamos escolher um drone de guerra!

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 15 | 27 | 17 | 240 |
| SCAN EAGLE | 6 | 18 | 5 | 60 |
| KRONSHADT | 7,5 | 24 | 13 | 100 |
| HERON | 10 | 45 | 46 | 140 |
| HUNTER-B | 18 | 10 | 30 | 540 |



| Pesos de cada critério (MERECA) | |
|---------------------------------|--------|
| ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | 0,1529 |
| AUTONOMIA (HORAS) | 0,2414 |
| CUSTO (US\$ MILHÕES) | 0,3141 |
| VELOC. (NÓS) | 0,2917 |
| PAi | 0,2 |

$$PA_i = \frac{1}{5} = 0,20$$

MÃO NA MASSA

Vamos calcular os pesos dos critérios para escolha de um drone de guerra!

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 15 | 27 | 17 | 240 |
| SCAN EAGLE | 6 | 18 | 5 | 60 |
| KRONSTADT | 7,5 | 24 | 13 | 100 |
| HERON | 10 | 45 | 46 | 140 |
| HUNTER-B | 18 | 10 | 30 | 540 |

| Pesos de cada critério (MERECE) | |
|---------------------------------|--------|
| ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | 0,1529 |
| AUTONOMIA (HORAS) | 0,2414 |
| CUSTO (US\$ MILHÕES) | 0,3141 |
| VELOC. (NÓS) | 0,2917 |
| PAi | 0,2 |

➤ $PA_i = 1/n = 1/5 = 0,2$

MÃO NA MASSA

Determinar a Matriz de Decisão Teórica (Tp)

$$T_p = P_{A_i} \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ t_{p1} & t_{p2} & \dots & t_{pn} \end{bmatrix} = P_{A_i} \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ P_{A_i} \cdot w_1 & P_{A_i} \cdot w_2 & \dots & P_{A_i} \cdot w_n \end{bmatrix}$$

$$0,2 \times 0,1529$$

- $T_{p1} = P_{A_i} \times W_1 = 0,2 \times 0,1529 = 0,03057$
- $T_{p2} = P_{A_i} \times W_2 = 0,2 \times 0,2414 = 0,04828$

| Pesos de cada critério (MEREC) | |
|--------------------------------|--------|
| ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | 0,1529 |
| AUTONOMIA (HORAS) | 0,2414 |
| CUSTO (US\$ MILHÕES) | 0,3141 |
| VELOC. (NÓS) | 0,2917 |
| PAi | 0,2 |

| Matriz de decisão Teórica (Tp) | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| 0,030573357 | 0,048284563 | 0,062810908 | 0,0583312 |

TP_1 TP_2

MÃO NA MASSA

Determinar a Matriz de Decisão Real (Tr)

➤ LUCRO

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \right)$$

➤ CUSTO

$$t_{rij} = t_{pij} \cdot \left(\frac{x_{ij} - x_j^{\max}}{x_j^{\min} - x_j^{\max}} \right)$$

TP_1

➤ $Tr_{11} = 0,03057 * (15 - 6) / (18 - 6) = 0,02293$

➤ $Tr_{23} = 0,06281 * (5 - 46) / (5 - 46) = 0,06281$

TP_3

$C1$ $C2$ $C3$ $C4$

| Matriz de decisão | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 15 | 27 | 17 | 240 |
| SCAN EAGLE | 6 | 18 | 5 | 60 |
| KRONSHADT | 7,5 | 24 | 13 | 100 |
| HERON | 10 | 45 | 46 | 140 |
| HUNTER-B | 18 | 10 | 30 | 540 |

| Matriz de decisão Teórica (Tp) | | | |
|--------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| 0,030573357 | 0,048284563 | 0,062810908 | 0,0583312 |

| Matriz de decisão Real (Tr) | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 0,022930 | 0,023453 | 0,044427 | 0,021874 |
| SCAN EAGLE | 0,000000 | 0,011036 | 0,062811 | 0,000000 |
| KRONSHADT | 0,003822 | 0,019314 | 0,050555 | 0,004861 |
| HERON | 0,010191 | 0,048285 | 0,000000 | 0,009722 |
| HUNTER-B | 0,030573 | 0,000000 | 0,024512 | 0,058331 |

MÃO NA MASSA

Matriz de Decisão do Gap ($G = T_p - T_r$)

| Matriz de decisão Teórica (T_p) | | | |
|-------------------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| 0,030573357 | 0,048284563 | 0,062810908 | 0,0583312 |



| Matriz de decisão Real (T_r) | | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | Lucro | Lucro | Custo | Lucro |
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 0,022930 | 0,023453 | 0,044427 | 0,021874 |
| SCAN EAGLE | 0,000000 | 0,011036 | 0,062811 | 0,000000 |
| KRONSHTADT | 0,003822 | 0,019314 | 0,050555 | 0,004861 |
| HERON | 0,010191 | 0,048285 | 0,000000 | 0,009722 |
| HUNTER-B | 0,030573 | 0,000000 | 0,024512 | 0,058331 |

- $T_{P1} - T_{R11}$
- $G_{11} = 0,03057 - 0,02293 = 0,007643$
- $T_{P3} - T_{R23}$
- $G_{23} = 0,06281 - 0,06281 = \text{ZERO}$

| Matriz de decisão do Gap ($G = T_p - T_r$) | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 0,007643 | 0,024832 | 0,018384 | 0,036457 |
| SCAN EAGLE | 0,030573 | 0,037248 | 0,000000 | 0,058331 |
| KRONSHTADT | 0,026752 | 0,028971 | 0,012256 | 0,053470 |
| HERON | 0,020382 | 0,000000 | 0,062811 | 0,048609 |
| HUNTER-B | 0,000000 | 0,048285 | 0,038299 | 0,000000 |

MÃO NA MASSA

Somatório dos Gaps/Rankeamento

| Matriz de decisão do Gap ($G = T_p - T_r$) | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|----------------------|--------------|
| | ALTITUDE DE VOO MÁX. (KM) | AUTONOMIA (HORAS) | CUSTO (US\$ MILHÕES) | VELOC. (NÓS) |
| PREDATOR B | 0,007643 | 0,024832 | 0,018384 | 0,036457 |
| SCAN EAGLE | 0,030573 | 0,037248 | 0,000000 | 0,058331 |
| KRONSHTADT | 0,026752 | 0,028971 | 0,012256 | 0,053470 |
| HERON | 0,020382 | 0,000000 | 0,062811 | 0,048609 |
| HUNTER-B | 0,000000 | 0,048285 | 0,038299 | 0,000000 |

- $Q_{i1} = 0,007 + 0,024 + 0,018 + 0,036 = 0,0873$
- $Q_{i2} = 0,030 + 0,037 + 0,000 + 0,058 = 0,1265$
- $Q_{i3} = 0,026 + 0,028 + 0,012 + 0,053 = 0,1214$
- $Q_{i4} = 0,020 + 0,000 + 0,062 + 0,048 = 0,1318$
- $Q_{i5} = 0,000 + 0,048 + 0,038 + 0,000 = 0,0865$

| Somatório dos Gaps (Q_i) | | Rank |
|------------------------------|----------|------|
| PREDATOR B | 0,087316 | 2 |
| SCAN EAGLE | 0,126153 | 4 |
| KRONSHTADT | 0,121448 | 3 |
| HERON | 0,131802 | 5 |
| HUNTER-B | 0,086584 | 1 |

FERRAMENTA COMPUTACIONAL

➤ EXCEL MÉTODO MAIRCA

MÃO NA MASSA

(Utilizando a ferramenta computacional)

➤ EXCEL MÉTODO MAIRCA

APLICAÇÕES ENCONTRADAS NA LITERATURA



Economic Research-Ekonomska Istraživanja



ISSN: 1331-677X (Print) 1848-9664 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/rero20>

**New hybrid multi-criteria decision-making
DEMATEL-MAIRCA model: sustainable selection
of a location for the development of multimodal
logistics centre**

Dragan S. Pamucar, Snezana Pejic Tarle & Tanja Parezanovic

APLICAÇÕES ENCONTRADAS NA LITERATURA

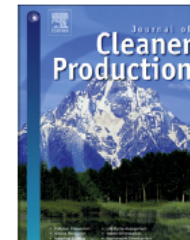
Journal of Cleaner Production 184 (2018) 101–129



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Journal of Cleaner Production

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclepro



Evaluating the performance of suppliers based on using the R'AMATEL-MAIRCA method for green supply chain implementation in electronics industry



Kajal Chatterjee ^a, Dragan Pamucar ^b, Edmundas Kazimieras Zavadskas ^{c, *}

^a Department of Mathematics, National Institute of Technology, Durgapur, 713209, India

^b Department of Logistics, University of Defence, Belgrade, 11000, Serbia

^c Institute of Sustainable Constructions, Vilnius Gediminas Technical University, Sauletekio al. 11, LT-1022, Vilnius, Lithuania

APLICAÇÕES ENCONTRADAS NA LITERATURA

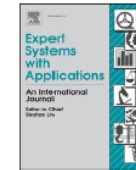
Expert Systems With Applications 88 (2017) 58–80



Contents lists available at ScienceDirect

Expert Systems With Applications

journal homepage: www.elsevier.com/locate/eswa



Novel approach to group multi-criteria decision making based on interval rough numbers: Hybrid DEMATEL-ANP-MAIRCA model



Dragan Pamučar^{a,*}, Milan Mihajlović^b, Radojko Obradović^c, Predrag Atanasković^d

^a University of defence in Belgrade, Department of logistics, Pavla Jurisica Sturma 33, 11000 Belgrade, Serbia

^b University of defence in Belgrade, Department of finances, Pavla Jurisica Sturma 33, 11000 Belgrade, Serbia

^c University of Belgrade, Faculty of Architecture, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11000 Belgrade, Serbia

^d University of Novi Sad, Faculty of Technical Science, Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Serbia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 March 2017

Revised 21 June 2017

Accepted 23 June 2017

Available online 27 June 2017

Keywords:

Interval rough numbers

DEMATEL

ANP

MAIRCA

Public procurements

ABSTRACT

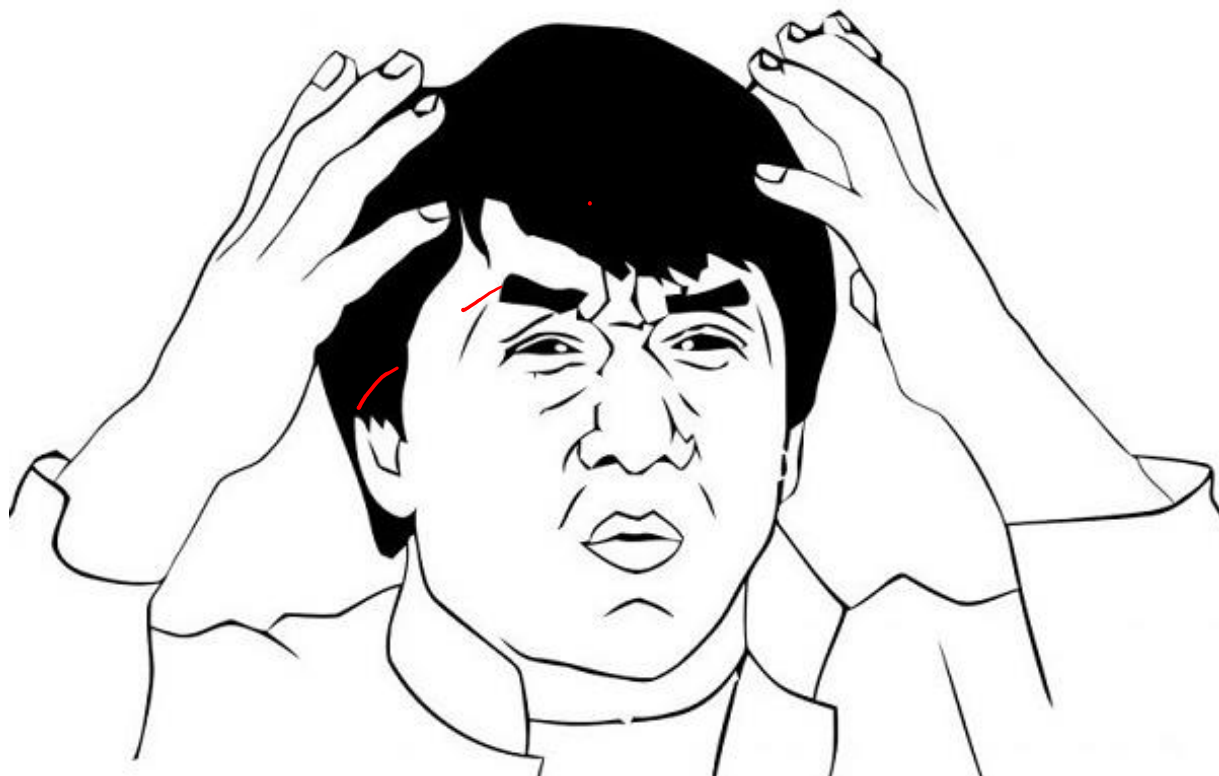
This paper presents a novel approach for treating uncertainty in the multi-criteria decision making process by introducing interval rough numbers (IRN). The IRN approach enables decision making using only the internal knowledge incorporated in the data provided by the decision maker. A hybrid multi-criteria model was developed based on IRN, and demonstrated using the example of the bidder selection process in the state administration public procurement procedure. The first segment of the hybrid model deals with the rough interval DEMATEL-ANP (IR'DANP) model, which enables more objective expert evaluation of criteria in a subjective environment than the traditional/crisp approach. In the second segment, the evaluation is enabled by applying the new rough interval MAIRCA method, which introduces mathematical tools and shows high stability concerning changes in the nature and characteristics of the criteria. The results of the hybrid IR'DANP-MAIRCA model were analyzed using 36 scenarios of sensitivity analysis, which showed high stability of the results. The results of the interval rough method were compared with the fuzzy extensions of the TOPSIS, VIKOR, MABAC, TODIM, ELECTRE I and DEMATEL-ANP models.

© 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved.

REFERÊNCIAS

- Gigović, L., Pamučar, D., Bajić, Z., & Milićević, M. (2016). The combination of expert judgment and GIS-MAIRCA analysis for the selection of sites for ammunition depots. Sustainability (Switzerland), 8(4). <https://doi.org/10.3390/su8040372>; e
- Pamučar, D., Mihajlović, M., Obradović, R., & Atanasković, P. (2017). Novel approach to group multi-criteria decision making based on interval rough numbers: Hybrid DEMATEL-ANP-MAIRCA model. Expert Systems with Applications, 88, 58–80. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.06.037>.

Dúvidas?



arthurcosta.araujo@ime.eb.br



+55 84 99601-1040