

UTA EXTENDED

Dokumentacja

Spis treści

| | |
|----------------------------------------|----|
| 1. Metoda UTA | 2 |
| 1.1. Wyznaczanie użyteczności | 2 |
| 1.2. Współczynnik Kendalla | 4 |
| 2. Wczytywanie i zapis danych | 5 |
| 2.1. CSV | 5 |
| 2.2. XML | 6 |
| 2.2.1. Attributes | 6 |
| 2.2.2. Objects | 6 |
| 2.3. UTX | 9 |
| 2.4. XMCDa | 11 |
| 2.4.1. criteria.xml | 12 |
| 2.4.2. alternatives.xml | 13 |
| 2.4.3. criteria_scales.xml | 13 |
| 2.4.4. performance_table.xml | 15 |
| 2.4.5. value_functions.xml | 17 |
| 2.4.6. alternatives_ranks.xml | 20 |
| 2.4.7. criteria_segments.xml | 21 |
| 2.4.8. method_parameters.xml - UTA | 22 |
| 2.4.9. method_parameters.xml - Assess | 23 |
| 2.4.10. weights.xml | 24 |
| 3. Instrukcja obsługi aplikacji | 27 |
| 4. Przykład rozwiązania problemu | 31 |
| 4.1. Tworzenie instancji | 31 |
| 4.2. Wczytywanie danych | 33 |
| 4.3. Tworzenie rankingu referencyjnego | 34 |
| 4.4. Rozwiązanie problemu | 34 |
| 4.5. Zapis stanu | 36 |

1. Metoda UTA

UTA to metoda wspomagania decyzji dla problemów wielokryterialnego porządkowania. Pozwala użytkownikowi utworzyć ranking poprzez narzucenie na zbiór wariantów porządku częściowego lub zupełnego. Metoda korzysta z modelu preferencji opartego o funkcję użyteczności.

Funkcja użyteczności modeluje preferencje decydenta przez agregację funkcji cząstkowych. W metodzie UTA wykorzystuje ona model dezagregacji – agregacji. Agregacja oparta jest o prostą postać addytywną. Przeważnie używa się znormalizowanej funkcji użyteczności globalnej, oznacza to, że najlepszy wariant przyjmuje wartość 1, a najgorszy równą 0.

Ocena każdego wariantu jest sumą odpowiadających mu wartości odczytywanych z wykresu. Porównywanie wartości określa zachodzącą pomiędzy nimi relację. W zależności od przyjętych założeń może występować pewien próg nierozróżnialności. Wówczas jeżeli różnica ocen jest większa od tego progu oznacza, że wariant o większej ilości punktów jest preferowany ponad ten drugi. W przeciwnym przypadku warianty są nierozróżnialne, a ich kolejność względem siebie nie ma żadnego znaczenia.

1.1. Wyznaczanie użyteczności

Metoda UTA opiera się na modelu agregacji kryteriów, polegającej na sumowaniu ważonych cząstkowych funkcji użyteczności:

$$u(g) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i)$$

Przy założeniu, że wagi są sobie równe $p_i = 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$ otrzymujemy:

$$u(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i)$$

Następnie dodawane są ograniczenia związane z normalizacją:

$$\sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1$$

$$u_i(g_{i*}) = 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

Na podstawie rankingu referencyjnego REF stworzonego przez decydenta tworzony jest model programowania liniowego dla danego problemu. W ramach pracy zaimplementowano metodę UTASTAR [4], w związku z tym dla każdego wariantu $a \in REF$ osobno rozpatrywany jest błąd niedoszacowania $\sigma^{-(a)}$ oraz przeszacowania $\sigma^{+(a)}$:

$$u^*[g(a)] = \sum_{i=1}^n u_i[g_i(a)] - \sigma^{+(a)} + \sigma^{-(a)}$$

Przy dodatkowym ograniczeniu:

$$w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad \forall j = 1, 2, \dots, m,$$

(gdzie m oznacza ilość punktów charakterystycznych kryterium g_i) nie jest konieczne sprawdzanie warunków monotoniczności funkcji użyteczności cząstkowych, ponieważ zawsze są spełnione. Podczas obliczeń wartości w kolejnych punktach charakterystycznych kryterium są agregowane z poprzednimi, można to opisać równaniem rekurencyjnym:

$$u_i(g_i^1) = 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$

$$u_i(g_i^j) = \sum_{k=1}^{j-1} w_{ik} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad \forall j = 1, 2, \dots, m$$

Dla wariantów przy pomocy dezagregacji sprawdzane są ich zależności od kolejnych wartości każdego kryterium. Za pomocą regresji porządkowej, na podstawie różnic zależności dla kolejnych dwóch wariantów w rankingu zostają wygenerowane wiersze macierzy pośredniej:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = u^*[g(a_k)] - u^*[g(a_{k+1})]$$

Każdą parę wariantów można opisać jedną z relacji:

- preferencja/przewyższanie – relacja ta jest asymetryczna, niezwrótta i przechodnia,
- nierozróżnialność – relacja ta jest symetryczna, zwrotna i przechodnia [5].

Sprowadzając równania do postaci kanonicznej do macierzy pośredniej dodawane są zmienne charakterystyczne dla problemów programowania liniowego w zależności od relacji opisujących kolejne pary:

- dla nierówności opisujących relację przewyższania dodawana jest zmienna swobodna,
- dla nierówności opisujących relację nierozróżnialność wymagane jest odjęcie zmiennej swobodnej i dodanie zmiennej sztucznej.

Tak utworzona macierz stanowi reprezentację problemu rozwiązywanego algorytmem Simplex.

Algorytm ten został użyty ze względu na jego popularność w rozwiązywaniu zadań programowania liniowego, szybkość działania oraz dobre efekty przetwarzania [1]. Ze względu na różne odmiany tego algorytmu, konieczny był wybór najlepiej pasującej do opisywanego problemu. Ostatecznie wykorzystujemy metodę „Big M” z działu badań operacyjnych ze względu na pojawiające się ograniczenia „większe niż”. Funkcja celu obejmuje błędy związane z niedoszacowaniem oraz przeszacowaniem. Próba rozwiązania układu równań ma za zadanie minimalizować tę funkcję, więc

powyższa metoda wprowadza nieskończenie duże stałe, które nie mogą znaleźć się w wyniku optymalnego rozwiązania [2].

Wynik przetwarzania jest bezpośrednio kojarzony z punktami charakterystycznymi kryteriów. Kolejno zostaje sprawdzona próba odwzorowania rankingu referencyjnego decydenta, a miarą odwzorowania przez ranking powstały w wyniku przetwarzania jest współczynnik Kendalla.

Jeżeli nie udało się odtworzyć rankingu to równania ograniczeń zostają na nowo wygenerowane oraz uzupełnione o komplementarne równania dla relacji nierozróżnialności. Wykorzystywane są one do obliczenia wartości minimalnych oraz maksymalnych w kolejnych punktach charakterystycznych dla kryteriów.

1.2. Współczynnik Kendalla

Miarą odwzorowania rankingu decydenta przez ranking powstały w wyniku przetwarzania zadania programowania liniowego jest współczynnik Kendalla τ . Przyjmuje on wartości od -1 do 1 , gdzie -1 oznacza całkowity brak zgodności, a 1 informuje o pełnej zgodności, czyli że udało się opisać relacje za pomocą funkcji użyteczności. Do obliczeń konieczne jest wyznaczenie dwóch macierzy R_1 oraz R_2 o rozmiarze $m \times m$, gdzie m jest liczbą wariantów referencyjnych. Pierwsza macierz opisuje narzucone przez decydenta zależności pomiędzy wariantami, natomiast druga związana jest z wyznaczonym przez program rozwiązaniem. Elementy r_{ij} mogą przyjmować trzy wartości:

- 0 , gdy i jest równe j lub a_i przewyższa a_j ,
- $0,5$, gdy a_i jest nierozróżnialne z a_j ,
- 1 , gdy a_i przewyższa a_j .

Kolejnym krokiem jest obliczenie odległości Kendalla pomiędzy macierzami R_1 i R_2 :

$$d(R_1, R_2) = 0.5 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m |r_{ij}^1 - r_{ij}^2|$$

Ostatecznie obliczany zostaje współczynnik Kendalla τ :

$$\tau = 1 - \frac{4 * d(R_1, R_2)}{m(m-1)}$$

2. Wczytywanie i zapis danych

Aplikacja umożliwia użytkownikowi definiowanie wariantów i kryteriów zarówno za pomocą interfejsu, jak i poprzez *import plików z danymi*. Program obsługuje cztery formaty plików wejściowych:

- CSV
- XML
- UTX
- XMCD

CSV pozwala na przystępne i szybkie definiowanie kryteriów i wariantów, przez co jest powszechnie używany podczas laboratoriów. Formaty XML oraz UTX wspierane są głównie, aby zapewnić kompatybilność wsteczną z poprzednimi implementacjami oprogramowania, z którego korzystali studenci na laboratoriach. XMCD jest standardem definiowania danych dla problemu wielokryterialnego wspomagania decyzji. Został zaimplementowany jako bazowy format plików zarówno przez naszą grupę inżynierską, jak i drugą, opracowującą aplikacje dla metod Electre. Eksport danych odbywa się wyłącznie do tego formatu. Umożliwia on zapis wariantów oraz kryteriów, a także informacji specyficznych dla poszczególnych metod (funkcji użyteczności, liczby jej odcinków liniowych czy rankingu referencyjnego). Każdy z czterech wyżej wymienionych typów pliku musi zostać utworzony według określonych reguł.

2.1. CSV

CSV (ang. *comma-separated values*) – format pliku, w którym wartości są rozdzielone przecinkiem lub innym (konsekwentnie stosowanym w całym dokumencie) separatorem. Wiersze pliku stanowią warianty z opisanymi w kolumnach wartościami na poszczególnych kryteriach. Pierwszy wiersz opisuje, czy dane kryterium jest typu koszt (ang. *cost* - "c") czy zysk (ang. *gain* - "g"). Drugi wiersz zawiera nazwy kryteriów. Pierwsza kolumna musi zawierać nazwy poszczególnych wariantów. Należy pamiętać, aby symbol dziesiętny różnił się od separatora wartości w pliku.

Przykład:

```
;c;g;c  
;CONS;SPACE;CC  
R4TL;6,1;5,47;3  
CX20;9,7;8,24;1  
A100CL;9,1;8,67;2
```

2.2. XML

XML (ang. *Extensible Markup Language*) - język znaczników pozwalający reprezentować dane w strukturalizowany sposób [6]. Jego integralną częścią są *znaczniki*, które nie są z góry narzucone przez standard (jak w przypadku HTML – ang. *HyperText Markup Language*), ale definiowane przez użytkownika. XML posiada strukturę drzewa, w którym elementy nadrzędne nazywamy *rodzicami*, natomiast elementy zagnieżdżone *potomkami*. Format ten był obsługiwany przez poprzednie implementacje programów używanych na laboratoriach. XML, który może zostać przetworzony przez aplikację, składa się z dwóch głównych sekcji: ATTRIBUTES, gdzie opisane są atrybuty, oraz OBJECTS, zawierającej wystąpienia wariantów oraz wartości ich atrybutów. Plik może zawierać trzecią sekcję, w której znajdują się dane charakterystyczne dla metod wspomagania decyzji Assess oraz Electre 1s, jednak nie są one importowane.

2.2.1. Attributes

W przestrzeni ATTRIBUTES znajdują się następujące znaczniki:

- NAME – nazwa atrybutu,
- DESCRIPTION – opis atrybutu,
- ROLE – rola, jaką pełni atrybut. Przyjmuje następujące wartości:
 - "Description" – atrybut zawierający opis wariantów,
 - "Name" – atrybut przechowujący nazwy wariantów,
 - "Condition" – kryterium wykorzystane w ocenie wariantów
- TYPE – typ atrybutu. Może przyjmować trzy wartości:
 - String – typ tekstowy, używany w przypadku atrybutów niestanowiących kryterium (jak np. nazwa, opis),
 - Numeric – typ numeryczny, charakteryzujący kryteria,
 - Enum – typ wyliczeniowy. Nie jest obsługiwany w programie jako osobny typ wartości, dlatego zostaje zaimportowany w postaci kryterium typu koszt. Podczas importu wariantom nadawane są wartości podane w bloku ze znacznikiem CRITERION
- CRITERION – wskazuje czy kryterium jest typu koszt ("Cost"), zysk ("Gain") czy też wyliczeniowego ("Rank").

2.2.2. Objects

Sekcja OBJECTS zawiera wystąpienia potomków o znaczniku OBJECT, stanowiących warianty. Każdy z tych potomków zawiera atrybut "ObjID", który jest obowiązkowy i musi być

unikalny. Na opis wariantu składają się obiekty ze znacznikiem "VALUE", określające wszystkie dostępne kryteria. Charakteryzują się one dwoma atrybutami:

- "AttrID" – ID atrybutu z sekcji ATTRIBUTES
- "Value" – wartość atrybutu dla danego wariantu

Struktura pliku:

```
<DATA>
  <ATTRIBUTES>
    <ATTRIBUTE AttrID = "...">
      [ <DESCRIPTION Value = "..." /> ]
      <TYPE Value= "String" | "Numeric" /> |
      <TYPE Value = "Enum">
        <ENUM EnumID = "..." Value = "..." />
      </TYPE>
      <ROLE Value = "Condition"
        | "Name" | "Description"/>
      [ <CRITERION Value = "Gain" | "Cost" /> |
        <CRITERION Value = "Rank">
          <RANK EnumID = "..." Value = "..." />
        </ CRITERION> ]
    </ATTRIBUTE>
  </ATTRIBUTES>
  <OBJECTS>
    <OBJECT ObjID = "...">
      <VALUE AttrID = "..." Value = "..." />
    </OBJECT>
  </OBJECTS>
</DATA>
```

Przykład:

```
<DATA DataID="CARS">
  <ATTRIBUTES>
    <ATTRIBUTE AttrID="MAKE">
      <DESCRIPTION Value="Car's model" />
      <TYPE Value="String" />
      <ROLE Value="Name" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="DESC">
      <DESCRIPTION Value="Car's description" />
      <TYPE Value="String" />
      <ROLE Value="Description" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="CONS">
      <DESCRIPTION Value="Consumption per 100 km" />
      <TYPE Value="Numeric" />
    </ATTRIBUTE>
  </ATTRIBUTES>
  <OBJECTS>
    <OBJECT ObjID="1">
      <VALUE AttrID="MAKE" Value="Ford" />
      <VALUE AttrID="DESC" Value="Ford Focus" />
      <VALUE AttrID="CONS" Value="7.5" />
    </OBJECT>
    <OBJECT ObjID="2">
      <VALUE AttrID="MAKE" Value="VW" />
      <VALUE AttrID="DESC" Value="VW Golf" />
      <VALUE AttrID="CONS" Value="6.5" />
    </OBJECT>
  </OBJECTS>
</DATA>
```

```

        <ROLE Value="Condition" />
        <CRITERION Value="Cost" />
        <NAME Value="CONS" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="SPACE">
        <DESCRIPTION Value="Passenger space in square meters" />
        <TYPE Value="Numeric" />
        <ROLE Value="Condition" />
        <CRITERION Value="Gain" />
        <NAME Value="SPACE" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="CC">
        <DESCRIPTION Value="Climate control" />
        <TYPE Value="Enum">
            <ENUM EnumID="CC None" Value="None" />
            <ENUM EnumID="CC Manual" Value="Manual" />
            <ENUM EnumID="CC Auto" Value="Automatic" />
        </TYPE>
        <ROLE Value="Condition" />
        <CRITERION Value="Rank">
            <RANK EnumID="CC Auto" Value="1" />
            <RANK EnumID="CC Manual" Value="2" />
            <RANK EnumID="CC None" Value="3" />
        </CRITERION>
        <NAME Value="CC" />
    </ATTRIBUTE>
</ATTRIBUTES>
<OBJECTS>
    <OBJECT ObjID="R4TL">
        <VALUE AttrID="MAKE" Value="Renault 4TL" />
        <VALUE AttrID="DESC" Value="" />
        <VALUE AttrID="CONS" Value="6.1" />
        <VALUE AttrID="SPACE" Value="5.47" />
        <VALUE AttrID="CC" Value="None" />
    </OBJECT>
    <OBJECT ObjID="CR20">
        <VALUE AttrID="MAKE" Value="Citroen CX 2.D" />
        <VALUE AttrID="DESC" Value="" />
        <VALUE AttrID="CONS" Value="9.7" />
        <VALUE AttrID="SPACE" Value="8.24" />
        <VALUE AttrID="CC" Value="Automatic" />
    </OBJECT>
    <OBJECT ObjID="A100CL">
        <VALUE AttrID="MAKE" Value="Audi 100CL" />
        <VALUE AttrID="CONS" Value="9.1" />
        <VALUE AttrID="SPACE" Value="8.67" />
        <VALUE AttrID="CC" Value="Manual" />
    </OBJECT>
</OBJECTS>
<ASSESS>
    <ATTRIBUTE AttrID="CONS">

```



```

        <METHOD Value="1" />
        <MIN Value="6.1" />
        <MAX Value="9.7" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="SPACE">
        <METHOD Value="2" />
        <MIN Value="4.93" />
        <MAX Value="8.67" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="CC">
        <METHOD Value="1" />
        <MIN Value="1" />
        <MAX Value="3" />
    </ATTRIBUTE>
    <PROBABILITY Value="0.3" />
    <QUESTIONS Value="7" />
    <PRECISION Value="2" />
</ASSESS>
</DATA>

```

2.3. UTX

Format pliku oparty o składnię XML. Jego podstawowa forma posiada bardzo podobną strukturę do formatu opisanego w podrozdziale 3.2. Różni się o tyle, iż w ATTRIBUTES nie pojawia się znacznik ROLE, którego wartość może być określona jako "Name". Oznacza to, że nie definiuje się osobnego atrybutu dla nazwy wariantu – określana jest ona poprzez atrybut "ObjID" w znaczniku OBJECT. Format UTX definiuje również dodatkowe (opcjonalne) znaczniki, które mogą zostać wykorzystane w oprogramowaniu UTA Extended:

- RANK – znacznik występujący wewnątrz elementu OBJECT. Opisuje pozycję wariantu w rankingu referencyjnym, jeśli ten został do niego dodany
- SEGMENTS – znacznik występujący wewnątrz elementu ATTRIBUTE. Przekazuje informację o liczbie odcinków liniowych, które użytkownik pragnie utworzyć dla danej funkcji cząstkowej.

Struktura pliku:

```

<DATA>
    <ATTRIBUTES>
        <ATTRIBUTE AttrID = "...">
            <NAME Value = "..." />
            [ <DESCRIPTION Value = "..." /> ]
            [ <SEGMENTS Value = "..." /> ]
            <TYPE Value= "String" | "Numeric" /> |
            <TYPE Value = "Enum">
                <ENUM EnumID = "..." Value = "..." />

```

```

        </TYPE>
        <ROLE Value = "Decision" | "Condition"
          | "None" | "Description"/>
        [ <CRITERION Value = "Gain" | "Cost" /> |
        <CRITERION Value = "Rank">
          <RANK EnumID = "..." Value = "..." />
        </ CRITERION> ]
      </ATTRIBUTE>
    </ATTRIBUTES>
  <OBJECTS>
    <OBJECT ObjID = "...">
      [ <RANK Value = "..." /> ]
      <VALUE AttrID = "..." Value = "..." />
    </OBJECT>
  </OBJECTS>
</DATA>

```

Przykład:

```

<DATA>
  <ATTRIBUTES>
    <ATTRIBUTE AttrID="INFO">
      <DESCRIPTION Value="Information about a car" />
      <TYPE Value="String" />
      <ROLE Value="Description" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="CONS">
      <SEGMENTS Value="3" />
      <DESCRIPTION Value="Consumption per 100 km" />
      <TYPE Value="Numeric" />
      <ROLE Value="Condition" />
      <CRITERION Value="Cost" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="SPACE">
      <SEGMENTS Value="3" />
      <DESCRIPTION Value="Passenger space in square meters" />
      <TYPE Value="Numeric" />
      <ROLE Value="Condition" />
      <CRITERION Value="Gain" />
    </ATTRIBUTE>
    <ATTRIBUTE AttrID="CC">
      <SEGMENTS Value="4" />
      <DESCRIPTION Value="Climate control" />
      <TYPE Value="Enum">
        <ENUM EnumID="CC_None" Value="None" />
        <ENUM EnumID="CC_Manual" Value="Manual" />
        <ENUM EnumID="CC_Auto" Value="Automatic" />
      </TYPE>
      <ROLE Value="Condition" />
      <CRITERION Value="Rank">
        <RANK EnumID="CC_Auto" Value="1" />
      </CRITERION>
    </ATTRIBUTE>
  </ATTRIBUTES>
</DATA>

```

```

        <RANK EnumID="CC_Manual" Value="2" />
        <RANK EnumID="CC_None" Value="3" />
    </CRITERION>
</ATTRIBUTE>
</ATTRIBUTES>
<OBJECTS>
    <OBJECT ObjID="R4TL">
        <RANK Value="2" />
        <VALUE AttrID="INFO" Value="Renault 4TL" />
        <VALUE AttrID="CONS" Value="6.1" />
        <VALUE AttrID="SPACE" Value="5.47" />
        <VALUE AttrID="CC" Value="None" />
    </OBJECT>
    <OBJECT ObjID="CX20">
        <VALUE AttrID="INFO" Value="Citroen CX 2.0" />
        <VALUE AttrID="CONS" Value="9.7" />
        <VALUE AttrID="SPACE" Value="8.24" />
        <VALUE AttrID="CC" Value="Automatic" />
    </OBJECT>
    <OBJECT ObjID="A100CL">
        <RANK Value="1" />
        <VALUE AttrID="INFO" Value="Audi 100CL" />
        <VALUE AttrID="CONS" Value="9.1" />
        <VALUE AttrID="SPACE" Value="8.67" />
        <VALUE AttrID="CC" Value="Manual" />
    </OBJECT>
</OBJECTS>
</DATA>

```

2.4. XMCD A

XMCD A jest standardem prezentacji danych wykorzystywanych w problemach wielokryterialnego wspomaganie decyzji (ang. *MultiCriteria Decision Analysis*), opartym na składni *XML*. Charakteryzuje się dużą granularyzacją informacji. Instancję problemu stanowi zbiór plików (nie jeden, jak w przypadku formatów wymienionych wyżej). Został stworzony przez projekt *Decision Deck* [3].

Standard ułatwia m.in. interakcję między algorytmami wielokryterialnego wspomaganie decyzji oraz stosowanie wielu różnych algorytmów dla tej samej instancji problemu.

W programach UTA Extended oraz Assess Extended wykorzystywane są następujące pliki:

- criteria.xml
- alternatives.xml
- performance_table.xml
- criteria_scales.xml
- value_functions.xml

- method_parameters.xml

Pliki *value_functions.xml* i *method_parameters.xml* różnią się w zależności od metody. Pozostałe wymienione pliki mogą być wykorzystywane zarówno w przypadku UTA jak i Assess.

Program UTA Extended wykorzystuje dwa dodatkowe pliki, w przypadku, gdy chcemy odtwarzać stan aplikacji:

- alternatives_ranks.xml
- criteria_segments.xml

Program Assess Extended obsługuje jeden dodatkowy plik: *weights.xml*.

Ponadto podczas eksportu danych zostaje utworzony plik o rozszerzeniu *.xd. Jego nazwa pokrywa się z nazwą folderu zawierającego pliki XML. Znajduje się on również w tej samej lokalizacji.

Struktura folderu, zawierającego wszystkie dostępne dane XMCDa dla metody UTA wygląda zatem następująco:

- PARENT_DIRECTORY
 - UTA_DATA.xd
 - UTA_DATA
 - criteria.xml
 - alternatives.xml
 - performance_table.xml
 - criteria_scales.xml
 - value_functions.xml
 - method_parameters.xml
 - alternatives_ranks.xml
 - criteria_segments.xml

2.4.1. criteria.xml

Lista kryteriów wraz z ich unikalnym ID i opcjonalną nazwą. Dla każdego kryterium pojawia się znacznik <active>, który nie jest obsługiwany w UTA Extended, jednak w siostrzanej aplikacji Assess Extended już tak (pozwala na pominięcie danego kryterium w procesie budowania modelu preferencji).

Struktura pliku:

```
<xmcda : XMCDa>
```

```

        <criteria>
            <criterion id="..." [name="..."]>
                <active>
                    ...
                </active>
            </criterion>
        </criteria>
    </xmcd:XMCD>

```

Przykład:

```

<xmcd:XMCD>
  <criteria>
    <criterion id="CONS" name="CONS">
      <active>true</active>
    </criterion>
    <criterion id="SPACE" name="SPACE">
      <active>true</active>
    </criterion>
    <criterion id="CC" name="CC">
      <active>true</active>
    </criterion>
  </criteria>
</xmcd:XMCD>W

```

2.4.2. alternatives.xml

Plik zawiera listę wariantów. Dla każdego wariantu pojawia się znacznik `<active>`, który jest wymagany przez standard XMCD, jednak nie jest obsługiwany w aplikacji. Znacznik `<type>` określa, czy wariant jest rzeczywisty czy fikcyjny (wartość *real* lub *fictive*).

Struktura pliku:

```

<XMCD>
  <alternatives>
    <alternative id="..." [name="..."]>
      <type>
        ...
      </type>
      <active>
        ...
      </active>
    </alternative>
  </alternatives>
</XMCD>

```

Przykład:

```

<xmcd:XMCD>

```

```

<alternatives>
  <alternative id="R4TL" name="R4TL">
    <type>real</type>
    <active>true</active>
  </alternative>
  <alternative id="CX20" name="CX20">
    <type>real</type>
    <active>true</active>
  </alternative>
  <alternative id="A100CL" name="A100CL">
    <type>real</type>
    <active>true</active>
  </alternative>
</alternatives>
</xmcd:XMCD>

```

2.4.3. criteria_scales.xml

Plik zawierający *kierunki optymalizacji* (*max* lub *min*) dla kryteriów wymienionych w pliku *criteria.xml*.

Struktura pliku:

```

<xmcd:XMCD>
  <criteriaScales>
    <criterionScale>
      <criterionID> ... </criterionID>
      <scale>
        <quantitative>
          <preferenceDirection>
            ...
          </preferenceDirection>
        </quantitative>
      </scale>
    </criterionScale>
  </criteriaScales>
</xmcd:XMCD>

```

Przykład:

```

<xmcd:XMCD>
  <criteriaScales>
    <criterionScale>

```

```

    <criteriaScale>
      <criteriaScale>
        <criteriaScale>
          <criteriaID>CONS</criteriaID>
          <scales>
            <scale>
              <quantitative>
                <preferenceDirection>min</preferenceDirection>
              </quantitative>
            </scale>
          </scales>
        </criteriaScale>
      </criteriaScale>
    </criteriaScale>
    <criteriaScale>
      <criteriaScale>
        <criteriaID>SPACE</criteriaID>
        <scales>
          <scale>
            <quantitative>
              <preferenceDirection>max</preferenceDirection>
            </quantitative>
          </scale>
        </scales>
      </criteriaScale>
    </criteriaScale>
    <criteriaScale>
      <criteriaID>CC</criteriaID>
      <scales>
        <scale>
          <quantitative>
            <preferenceDirection>min</preferenceDirection>
          </quantitative>
        </scale>
      </scales>
    </criteriaScale>
  </criteriaScales>
</xmcd:XMCD>

```

2.4.4. performance_table.xml

Wartości wariantów na poszczególnych kryteriach. ID kryteriów i wariantów muszą być spójne ze zdefiniowanymi w plikach *criteria.xml* oraz *alternatives.xml*. Wartości mogą być wyłącznie typu zmiennoprzecinkowego.

Struktura pliku:

```

<xmcd:XMCD>
  <performanceTable>
    <alternativePerformances>
      <alternativeID>
        ...
      </alternativeID>
      <performance>
        <criteriaID>
          ...
        </criteriaID>
      </performance>
    </alternativePerformances>
  </performanceTable>
</xmcd:XMCD>

```

```

        </criterionID>
        <values>
            <value>
                <real>
                    ...
                </real>
            </value>
        </values>
    </performance>
</alternativePerformances>
</performanceTable>
</xmcd:XMCD>

```

Przykład:

```

<xmcd:XMCD>
  <performanceTable>
    <alternativePerformances>
      <alternativeID>R4TL</alternativeID>
      <performance>
        <criterionID>CONS</criterionID>
        <values>
          <value>
            <real>6.1</real>
          </value>
        </values>
      </performance>
      <performance>
        <criterionID>SPACE</criterionID>
        <values>
          <value>
            <real>5.47</real>
          </value>
        </values>
      </performance>
      <performance>
        <criterionID>CC</criterionID>
        <values>
          <value>
            <real>3</real>
          </value>
        </values>
      </performance>
    </alternativePerformances>
    <alternativePerformances>
      <alternativeID>CX20</alternativeID>
      <performance>
        <criterionID>CONS</criterionID>
        <values>
          <value>
            <real>9.7</real>

```



```

        </value>
      </values>
    </performance>
    <performance>
      <criteriaID>SPACE</criteriaID>
      <values>
        <value>
          <real>8.24</real>
        </value>
      </values>
    </performance>
    <performance>
      <criteriaID>CC</criteriaID>
      <values>
        <value>
          <real>1</real>
        </value>
      </values>
    </performance>
  </alternativePerformances>
</alternativePerformances>
  <alternativeID>A100CL</alternativeID>
  <performance>
    <criteriaID>CONS</criteriaID>
    <values>
      <value>
        <real>9.1</real>
      </value>
    </values>
  </performance>
  <performance>
    <criteriaID>SPACE</criteriaID>
    <values>
      <value>
        <real>8.67</real>
      </value>
    </values>
  </performance>
  <performance>
    <criteriaID>CC</criteriaID>
    <values>
      <value>
        <real>2</real>
      </value>
    </values>
  </performance>
</alternativePerformances>
</performanceTable>
</xmcda:XMCD>

```

2.4.5. value_functions.xml

Częstkowe funkcje użyteczności skonstruowane dla kryteriów. Składają się z definicji punktów, które określają końce odcinków liniowych. Odcietą (wartość wariantu na danym kryterium) określa znacznik *<abscissa>*, natomiast rzędną (użyteczność dla danej wartości na kryterium) znacznik *<ordinate>*. Obydwa parametry przyjmują wartości typu rzeczywistego zmiennoprzecinkowy i muszą być zgodne z założeniami konstrukcji funkcji użyteczności dla metody UTA lub Assess.

Struktura pliku:

```
<xmcda:XMCDa>
  <criteria>
    <criterion>
      <criterionID>
        ...
      </criterionID>
      <criterionFunction>
        <points>
          <point>
            <abscissa>
              <real>
                ...
              </real>
            </abscissa>
            <ordinate>
              <real>
                ...
              </real>
            </ordinate>
          </point>
        </points>
      </criterionFunction>
    </criterion>
  </criteria>
</xmcda:XMCDa>
```

Przykład:

```
<xmcda:XMCDa>
  <criteria mcdaConcept="criteria">
    <criterion>
      <criterionID>CONS</criterionID>
      <criterionFunction>
        <points>
          <point>
            <abscissa>
              <real>9.7</real>
            </abscissa>
            <ordinate>
              <real>0</real>
            </ordinate>
          </point>
          <point>
            <abscissa>
              <real>8.5</real>
            </abscissa>
            <ordinate>
              <real>0.0750530718524723</real>
            </ordinate>
          </point>
          <point>
            <abscissa>
              <real>7.3</real>
            </abscissa>
            <ordinate>
              <real>0.337217450973678</real>
            </ordinate>
          </point>
          <point>
            <abscissa>
              <real>6.1</real>
            </abscissa>
            <ordinate>
              <real>0.484669384602242</real>
            </ordinate>
          </point>
        </points>
      </criterionFunction>
    </criterion>
    <criterion>
      <criterionID>SPACE</criterionID>
      <criterionFunction>
        <points>
          <point>
            <abscissa>
              <real>5.47</real>
            </abscissa>
```

```

        <ordinate>
            <real>0</real>
        </ordinate>
    </point>
    <point>
        <abscissa>
            <real>6.536666666666667</real>
        </abscissa>
        <ordinate>
            <real>0.11684739316165</real>
        </ordinate>
    </point>
    <point>
        <abscissa>
            <real>7.603333333333333</real>
        </abscissa>
        <ordinate>
            <real>0.4334710394433</real>
        </ordinate>
    </point>
    <point>
        <abscissa>
            <real>8.67</real>
        </abscissa>
        <ordinate>
            <real>0.505661230795516</real>
        </ordinate>
    </point>
</points>
</criterionFunction>
</criterion>
<criterion>
    <criterionID>CC</criterionID>
    <criterionFunction>
        <points>
            <point>
                <abscissa>
                    <real>3</real>
                </abscissa>
                <ordinate>
                    <real>0</real>
                </ordinate>
            </point>
            <point>
                <abscissa>
                    <real>2.5</real>
                </abscissa>
                <ordinate>
                    <real>0</real>
                </ordinate>
            </point>
        </points>
    </criterionFunction>
</criterion>

```

```

    <point>
      <abscissa>
        <real>2</real>
      </abscissa>
      <ordinate>
        <real>0</real>
      </ordinate>
    </point>
    <point>
      <abscissa>
        <real>1.5</real>
      </abscissa>
      <ordinate>
        <real>0</real>
      </ordinate>
    </point>
    <point>
      <abscissa>
        <real>1</real>
      </abscissa>
      <ordinate>
        <real>0.00966938460224209</real>
      </ordinate>
    </point>
  </points>
</criterionFunction>
</criterion>
</criteria>
</xmcd:XMCD>

```

2.4.6. alternatives_ranks.xml

Plik używany wyłącznie w przypadku pracy z metodą UTA. Zawiera ranking referencyjny wariantów. Miejsce danego wariantu w rankingu określone jest liczbą r , gdzie $r \in N$ oraz $r \geq 1$.

Struktura pliku:

```

<xmcd:XMCD>
  <alternativesValues>
    <alternativeValue>
      <alternativeID>
        ...
      </alternativeID>
      <value>
        <integer>
          ...
        </integer>
      </value>
    </alternativeValue>
  </alternativesValues>

```

```
</xmcd:XMCDA>
```

Przykład:

```
<xmcd:XMCDA>
  <alternativesValues>
    <alternativeValue>
      <alternativeID>R4TL</alternativeID>
      <value>
        <integer>2</integer>
      </value>
    </alternativeValue>
    <alternativeValue>
      <alternativeID>A100CL</alternativeID>
      <value>
        <integer>1</integer>
      </value>
    </alternativeValue>
  </alternativesValues>
</xmcd:XMCDA>
```

2.4.7. criteria_segments.xml

Plik używany wyłącznie w przypadku pracy z metodą UTA. Zawiera liczbę odcinków liniowych, które będą tworzyły funkcję użyteczności dla danego kryterium.

Struktura pliku:

```
<xmcd:XMCDA>
  <criteriaValues>
    <criterionValue>
      <criterionID>
        ...
      </criterionID>
      <value>
        <integer>
          ...
        </integer>
      </value>
    </criterionValue>
  </criteriaValues>
</xmcd:XMCDA>
```

Przykład:

```
<xmcd:XMCDA>
  <criteriaValues>
    <criterionValue>
```

```

        <criteriaValue>
            <criteriaID>CONS</criteriaID>
            <value>
                <integer>3</integer>
            </value>
        </criteriaValue>
        <criteriaValue>
            <criteriaID>SPACE</criteriaID>
            <value>
                <integer>3</integer>
            </value>
        </criteriaValue>
        <criteriaValue>
            <criteriaID>CC</criteriaID>
            <value>
                <integer>4</integer>
            </value>
        </criteriaValue>
    </criteriaValues>
</xmcda:XMCDAS>

```

2.4.8. method_parameters.xml - UTA

Plik zawiera informację o tym, czy użytkownik chce zachowywać współczynnik Kendalla w trakcie korzystania z programu (wartość *true* lub *false* ustawiona wewnątrz znacznika *boolean*)

Struktura pliku:

```

<xmcda:XMCDAS>
    <methodParameters>
        <parameter id="preserve_kendall_coefficient">
            <value>
                <boolean>
                    ...
                </boolean>
            </value>
        </parameter>
    </methodParameters>
</xmcda:XMCDAS>

```

Przykład:

```

<xmcda:XMCDAS>
    <methodParameters>
        <parameter id="preserve_kendall_coefficient">

```

```

        <value>
            <boolean>true</boolean>
        </value>
    </parameter>
</methodParameters>
</xmcd:XMCD>

```

2.4.9. method_parameters.xml - Assess

Dokument opisuje metody używane podczas dialogów z użytkownikiem. Atrybut *id* znacznika *parameter* określa, dla jakiego kryterium dotyczą wartości. Znacznik *label* zawiera nazwę użytej metody, którą może stanowić jeden z czterech poniższych wariantów:

- constantProbability
- variableProbability
- probabilityComparison
- lotteriesComparison

W znaczniku *real* podane jest prawdopodobieństwo, wykorzystywane w trakcie porównywania loterii (*lotteriesComparison*) oraz porównywania równoważnika pewności ze stałym prawdopodobieństwem (*constantProbability*)

Struktura pliku:

```

<xmcd:XMCD>
    <methodParameters>
        <parameter id="...">
            <values>
                <value>
                    <label>
                        ...
                    </label>
                    <real>
                        ...
                    </real>
                    <value>
                    </value>
                </value>
            </values>
        </parameter>
    </methodParameters>
</xmcd:XMCD>

```



```

        </values>
    </parameter>
</methodParameters>
</xmcd:XMCD>

```

Przykład:

```

<xmcd:XMCD>
  <programParameters>
    <parameter id="CONS">
      <values>
        <value>
          <label>lotteriesComparison</label>
          <real>0.33</real>
        </value>
      </values>
    </parameter>
    <parameter id="SPACE">
      <values>
        <value>
          <label>probabilityComparison</label>
        </value>
      </values>
    </parameter>
    <parameter id="CC">
      <values>
        <value>
          <label>constantProbability</label>
          <real>0.4</real>
        </value>
      </values>
    </parameter>
  </programParameters>
</xmcd:XMCD>

```

2.4.10. weights.xml

Plik używany wyłącznie w przypadku pracy z metodą Assess.

Zawiera wagi dla każdego kryterium, używane w funkcji użyteczności postaci Keeney'a Raiffy (wartości z przedziału od zera do jeden).

Struktura:

```
<xmcda:XMCD>
  <criteriaValues>
    <criterionValue>
      <criterionID>
        ...
      </criterionID>
      <values>
        <value>
          <real>
            ...
          </real>
        </value>
      </values>
    </criterionValue>
  </criteriaValues>
</xmcda:XMCD>
```

Przykład:

```
<xmcda:XMCD>
  <criteriaValues>
    <criterionValue>
      <criterionID>CONS</criterionID>
      <values>
        <value>
          <integer>0.75</integer>
        </value>
      </values>
    </criterionValue>
  </criteriaValues>
</xmcda:XMCD>
```

```

<criteriaValue>
  <criteriaID>SPACE</criteriaID>
  <values>
    <value>
      <integer>0.375</integer>
    </value>
  </values>
</criteriaValue>
<criteriaValue>
  <criteriaID>CC</criteriaID>
  <values>
    <value>
      <integer>0.5</integer>
    </value>
  </values>
</criteriaValue>
</criteriaValues>
</xmcda:XMCD>

```

3. Instrukcja obsługi aplikacji

Po uruchomieniu UTA Extended automatycznie otwiera się zakładka powitalna z krótkim opisem interfejsu i wskazówkami dotyczącymi użytkowania programu. Wszystkie niezbędne funkcjonalności dostępne są z poziomu paska menu, widocznego w górnej części aplikacji. Kliknięcie w odpowiedni element powoduje otworzenie powiązanego menu rozwijalnego:

- File – Zawiera opcje związane z tworzeniem nowej instancji (New) lub wczytywaniem istniejącej (Open File - dla formatów CSV, XML, UTX, XD / Open XMCDa Directory - dla folderu XMCDa bez towarzyszącego pliku XD) oraz zapisem bieżącego stanu pracy (Save/Save As/Save With Results As). Ponadto możliwe jest otworzenie zakładki z ustawieniami programu (Settings) bądź zamknięcie aplikacji (Exit).
- Solution – W tym menu znajdziemy zakładki udostępniane w trakcie przetwarzania (rozwiązywania) problemu, na przykład zawierające wykresy cząstkowych funkcji użyteczności.
- Show – W tej sekcji znajduje się lista wszystkich dostępnych dla użytkownika zakładek. Kliknięcie wybranej pozycji spowoduje otwarcie odpowiadającej jej zakładki.
- View – Umożliwia ukrycie paneli interfejsu: górnego (Topbar), lewego (Instance Panel), prawego (Ranking Panel).
- Help – Z poziomu tego menu otworzymy plik PDF z instrukcjami użytkownika i opisem metod (Documentation) lub wyświetlimy podstawowe informacje o aplikacji i jej autorach (About).

Główne funkcjonalności programu dostępne są z w formie osobnych zakładek, których widok ukazuje się w centralnej części ekranu. Lista otwartych zakładek widoczna jest tuż pod górnym panelem i umożliwia przełączanie się pomiędzy nimi. Gdy zakładek jest wiele i nie mieszczą się wszerek, można przewijać ich listę przy użyciu przycisków, które pojawiają się po bokach, lub używając kółka myszy. Każdą zakładkę zamknąć można klikając widoczny przy niej przycisk „X” lub wciskając na niej kółko myszy.

Pod paskiem menu wyświetlony jest panel górny, zapewniający szybki dostęp do podstawowych zakładek. Znajduje się w nim również przycisk „Calculate”, który uruchamia proces przetwarzania problemu. Możliwe jest wielokrotne wprowadzanie zmian i ponowne uruchamianie przetwarzania.

Panele boczne są stałym elementem interfejsu, niezależnym od bieżącej zakładki. Zapewniają podgląd podstawowych informacji o rozwiązywanym problemie. Można zmieniać ich

szerokość, chwytając za ich krawędź, a także związać i rozwijać dostępne w nich listy wariantów, kryteriów oraz podgląd rankingu wynikowego. Kliknięcie w wariant lub kryterium z listy powoduje otwarcie odpowiedniej zakładki, umożliwiając edycję wybranego elementu.

Z poziomu zakładki „Criteria” dostępny jest podgląd oraz edycja zbioru kryteriów. W jej górnej części znajduje się formularz służący do dodawania nowych obiektów. Wprowadzane dane kontrolowane są w celu uniemożliwienia zatwierdzenia niepoprawnych wartości, na przykład istniejącej już nazwy kryterium czy liter w polu liczbowym. Błędne pola otaczane są czerwoną ramką, a obok wyświetlany jest stosowny komunikat.

Poniżej formularza znajduje się tabela edycji ze wszystkimi zdefiniowanymi kryteriami. Po kliknięciu wybranego wiersza możliwa jest edycja jego wartości. W tym miejscu pola również są walidowane. Czerwony przycisk z lewej strony wiersza służy do jego usunięcia.

Edycja i dodawanie wariantów w zakładce „Alternatives” odbywa się analogicznie do zakładki „Criteria”. Zaznaczyć należy, że pola formularza nowego wariantu i kolumny tabeli zależne są od zbioru kryteriów. Z tego względu każda operacja dodania/usunięcia kryterium wpływa na zawartość zakładki „Alternatives” i na same warianty.

Ważnym elementem charakterystycznym dla UTA jest parametr „linear segments” używany jako atrybut kryterium. Liczba segmentów liniowych określa liczbę punktów charakterystycznych dla danego wykresu funkcji użyteczności. Pomiedzy tymi punktami występuje funkcja liniowa, a same punkty są miejscami możliwych załamań. Teoretycznie im większa liczba tego atrybutu, tym dokładniej można odzwierciedlić preferencje, jednak w praktyce już niewielka wartość pozwala uzyskiwać zadowalające efekty. Dodatkowo im mniej wygenerowanych zostanie segmentów, tym bardziej można skupić się na właściwym modelowaniu funkcji, a mniej uwagi poświęcić na testowanie istotności punktów w odniesieniu do rankingu końcowego.

Użytkownik dodając wcześniej lub importując zbiór kryteriów oraz wariantów, przechodzi do kolejnej zakładki „Reference Ranking”, dostępnej dodatkowo z poziomu przycisku na panelu górnym. Widok ten pozwala na wybór oraz przydział wariantów do odpowiednich poziomów rankingu referencyjnego. W obrębie danego poziomu stosowana jest relacja nierozróżnialności. Oznacza to, że maksymalna oczekiwana różnica wartości oceny wariantów powinna być mniejsza od zdefiniowanego przez użytkownika progu, którego wartość zmieniać można w ustawieniach – pole „DeltaThreshold”. Utrata przechodniości tej relacji po wprowadzeniu progu przyczynia się do wzrostu złożoności algorytmu generującego ranking wynikowy. Powoduje to konieczność wprowadzenia ograniczenia na liczbę umieszczonych w rankingu referencyjnym wariantów, aby zapewnić stabilność działania aplikacji, ranking referencyjny zawierać może maksymalnie 12 wariantów. Pomiedzy poziomami obowiązuje relacja preferencji, co analogicznie oznacza, że różnica jest większa lub równa progowi. Użytkownik może swobodnie przeciągać warianty pomiedzy tymi jednocześnie dostępnymi oraz

nieprzydzielonymi, a tymi wchodzącymi w skład poszczególnych poziomów rankingu. Nowy poziom tworzony jest automatycznie, kiedy upuszczony zostanie wariant w polu „New Rank”. Nie można rozpocząć przetwarzania, jeżeli którykolwiek poziom jest pusty lub liczność zbioru referencyjnego jest mniejsza od 2. Jeżeli jednak manualnie nie zostaną usunięte zbędne elementy, zostanie wyświetlony stosowny komunikat i nie będzie można rozpocząć przetwarzania. Podgląd rankingu referencyjnego umieszczony został dodatkowo w prawym panelu bocznym.

Istnieje również możliwość wyboru czy decydecja chce, aby współczynnik Kendalla utrzymywał się na stałym poziomie. Przeważnie spowoduje to znaczne ograniczenie możliwej zmiany wartości na wykresach, ponieważ nowe liczby nie będą mogły naruszać rankingu powstałego w wyniku obliczeń. Dodatkowo ze względu na dość restrykcyjne ograniczenia relacji nierozróżnialności przyczynia się ona do zauważalnego ograniczenia suwaków, na których w wyniku dezagregacji warianty przyjmują różne wartości. Oczywiście w dowolnym momencie istnieje możliwość zmiany tej opcji. Zaznaczenie jej wymusi przestrzeganie obliczonego współczynnika dla aktualnego porządku, jednak domyślnie ta opcja jest odznaczona. Domyślne ustawienie pozwala na zmianę funkcji cząstkowych przy zachowaniu założeń dla metody, w tym dla monotoniczności. Zakresy możliwych wartości są znacznie szersze, a decydecja może obserwować, jak zmienia się uporządkowanie i stopień jego początkowego odwzorowania wraz z manualnym modelowaniem funkcji. Jest to szczególnie użyteczne do określenia, które funkcje cząstkowe wpływają na odpowiednie zmiany.

Następnym krokiem jest rozpoczęcie procesu przetwarzania przez naciśnięcie „Calculate”. Następuje wtedy uruchomienie modułu matematycznego dla metody UTA, w wyniku którego pojawiają się osobne zakładki dla wszystkich funkcji cząstkowych. Funkcje użyteczności można modyfikować i od razu obserwować zmiany zachodzące w końcowym rankingu oraz współczynniku Kendalla. Powyższe informacje mieszczą się z prawej strony w rozwijanym panelu o nazwie „Final”. Od tej pory żadna zmiana kryteriów, wariantów, rankingu referencyjnego czy ustawień stopnia nierozróżnialności nie zostanie zastosowana, dopóki nie rozpoczniemy przetwarzania dla nowej instancji przez naciśnięcie przycisku „Calculate”. Dzieje się tak, ponieważ są to zmiany krytyczne dla działania programu i wymagają wykonania wszystkich obliczeń od początku. Próba odtwarzania wprowadzonych zmian w czasie rzeczywistym wiązałaby się z utratą dotychczasowych wykresów. Inaczej wygląda zmiana samych funkcji cząstkowych, ponieważ dostosowując je za pomocą suwaków od razu widzimy wprowadzoną zmianę na wykresach oraz jej efekty w prawym panelu. Suwaki brzegowe różnią się sposobem działania od tych środkowych. Suwak odpowiadający za najgorszą wartość na kryterium zawsze pozostaje w tym samym miejscu, ponieważ wynika to ze wzorów przedstawionych w rozdziale 3.1. Zmiana środkowych punktów ma realne odzwierciedlenie tylko w tych punktach, natomiast przeciągnięcie suwaka przypisanego do najlepszej oceny na kryterium powoduje adekwatne modyfikacje w wartościach pozostałych kryteriów. Transformacja wszystkich

funkcji, a dokładniej ich punktów odpowiadających za najlepsze wartości podyktowana jest ograniczeniem narzucającym sumowanie się ich do jedynki. Zwiększenie wartości w jednym punkcie powoduje kompensację poprzez zmniejszenie pozostałych o wartość podzieloną przez liczbę kryteriów poza jednym dla którego została wywołana operacja.

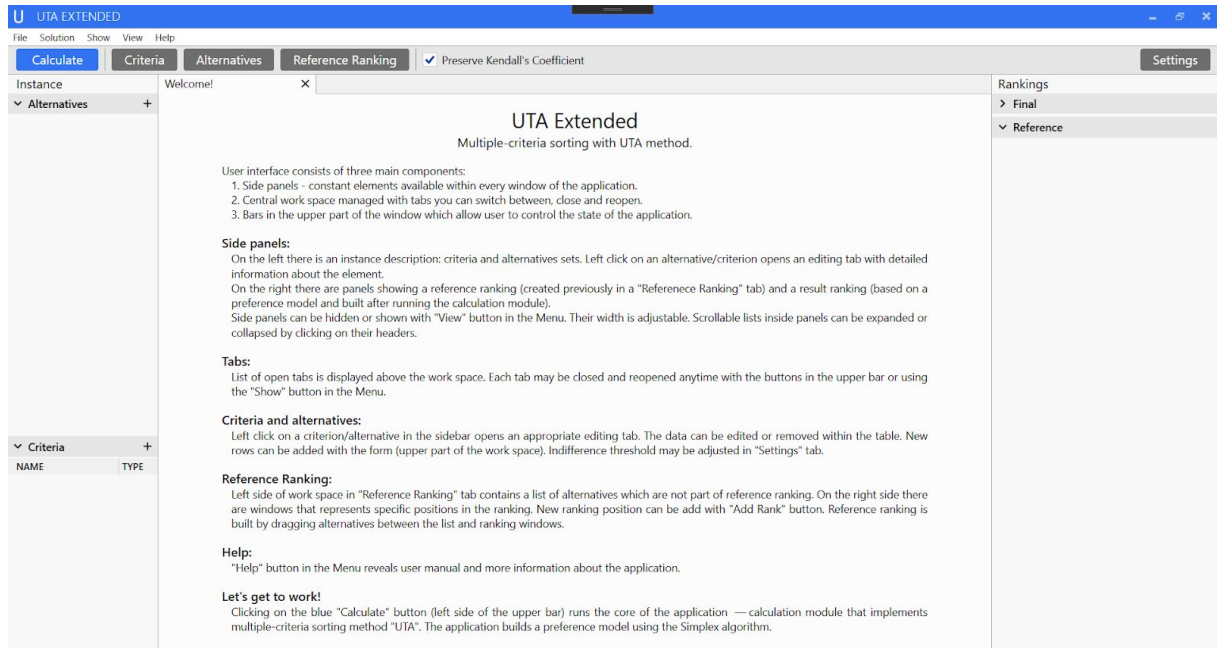
W razie potrzeby możliwe jest powiększanie wykresu cząstkowych funkcji użyteczności przy pomocy kółka myszy, a także przesuwanie przybliżonego widoku, wciskając w obszarze wykresu prawy przycisk myszy i bez zwalniania go przesuwając kursor.

Możliwy jest zapis i odczyt podstawowych informacji o zbiorze danych – kryteriów i ich kierunków optymalizacji oraz wariantów wraz z opisanymi wartościami na wszystkich kryteriach. Aby odtworzyć wspomniane informacje, aplikacje Assess Extended oraz UTA Extended mogą korzystać z tego samego zbioru plików. W trakcie zapisu możliwy jest wybór pomiędzy utrwaleniem wyłącznie instancji problemu wraz z rankingiem referencyjnym i ustaloną liczbą odcinków liniowych dla kryteriów, a opcją dodatkowego utrwalenia wykresów funkcji użyteczności. Rejestrowana jest również informacja, czy użytkownik dokonywał obliczeń z opcją "Preserve Kendal Coefficient".

Wykonywanie krytycznych czynności w aplikacji poprzedzone jest odpowiednim oknem dialogowym, umożliwiającym ich potwierdzenie, przerwanie lub podjęcie dodatkowych działań. Przykładem może być próba utworzenia nowej instancji w trakcie pracy nad innym problemem. Wówczas ukazuje się ostrzeżenie o potencjalnej utracie danych oraz sugerowane rozwiązanie – zapis bieżącego stanu do pliku. Akcję można oczywiście też przerwać lub kontynuować bez zapisu.

4. Przykład rozwiązania problemu

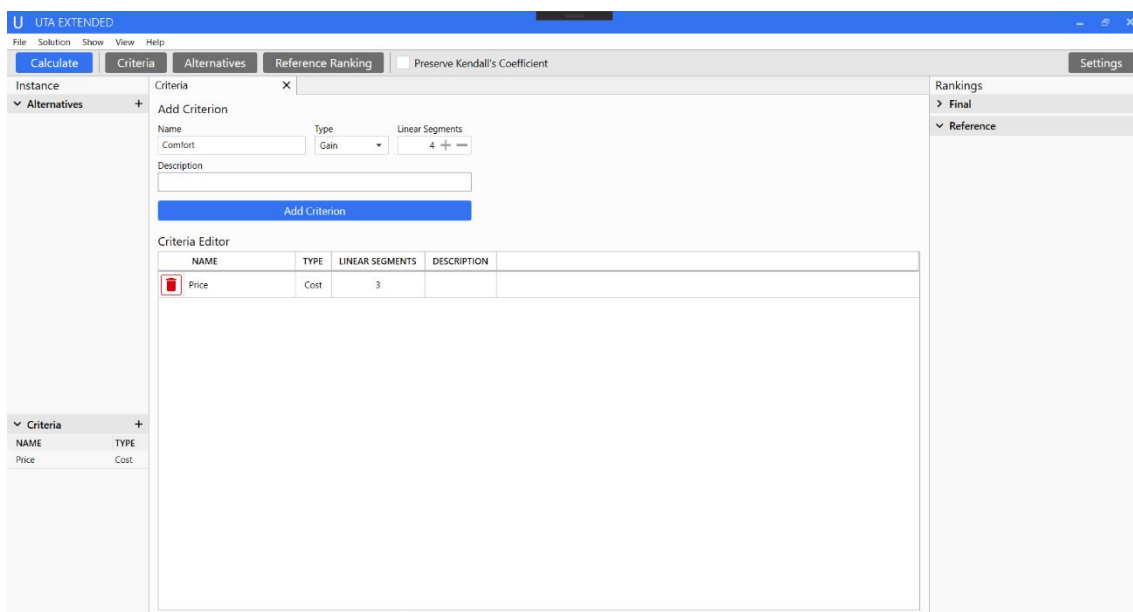
Po uruchomieniu aplikacji pojawia się ekran startowy, na którym opisane są najważniejsze informacje, dotyczące korzystania z programu.



Panel powitalny

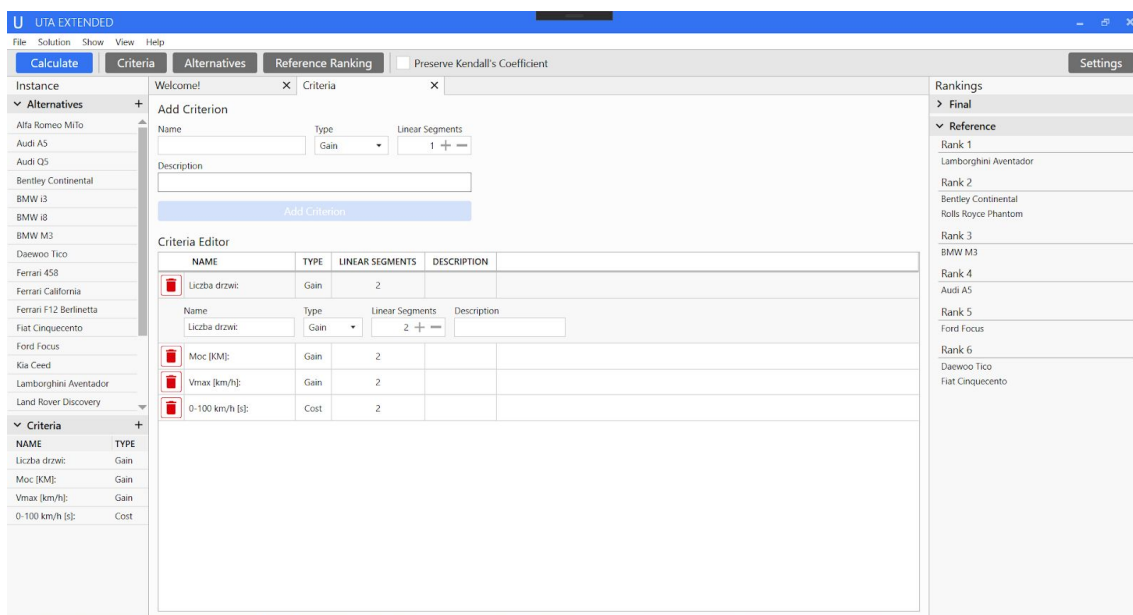
4.1. Tworzenie instancji

Po naciśnięciu przycisku „Criteria” zostanie wyświetlona nazywająca się tak samo zakładka. Widok ten pozwala na dodawanie nowych kryteriów, a w razie potrzeby również na modyfikowanie lub usuwanie. Znaki wprowadzone w polu „Description” nie mają znaczenia dla działania programu. Dodanie nowego kryterium jest możliwe po wypełnieniu wszystkich znaczących pól i zatwierdzenia operacji klikając „Add Criterion”. Usunięcie następuje po interakcji z ikoną czerwonego kosza na śmieci, przy czym każdy obiekt ma odpowiadającą mu ikonę



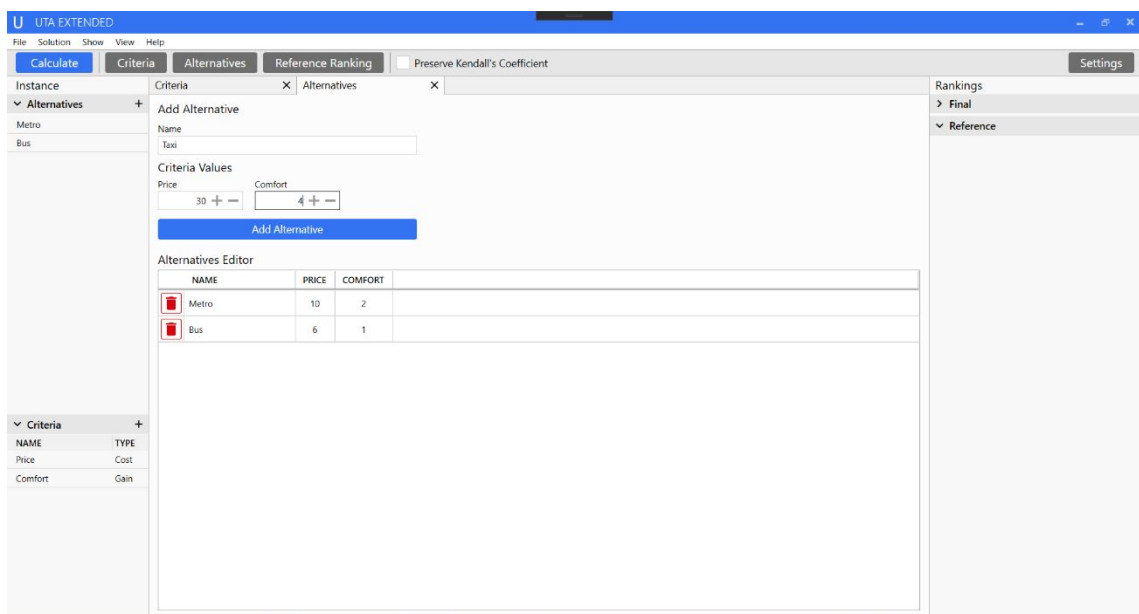
Dodawanie, usuwanie kryteriów

Poniżej pokazana jest możliwość modyfikacji, po wybraniu danego kryterium przez użycie lewego przycisku myszy. Po wykonaniu tej operacji żadne pole poza opisem nie może być puste.



Modyfikacja kryteriów

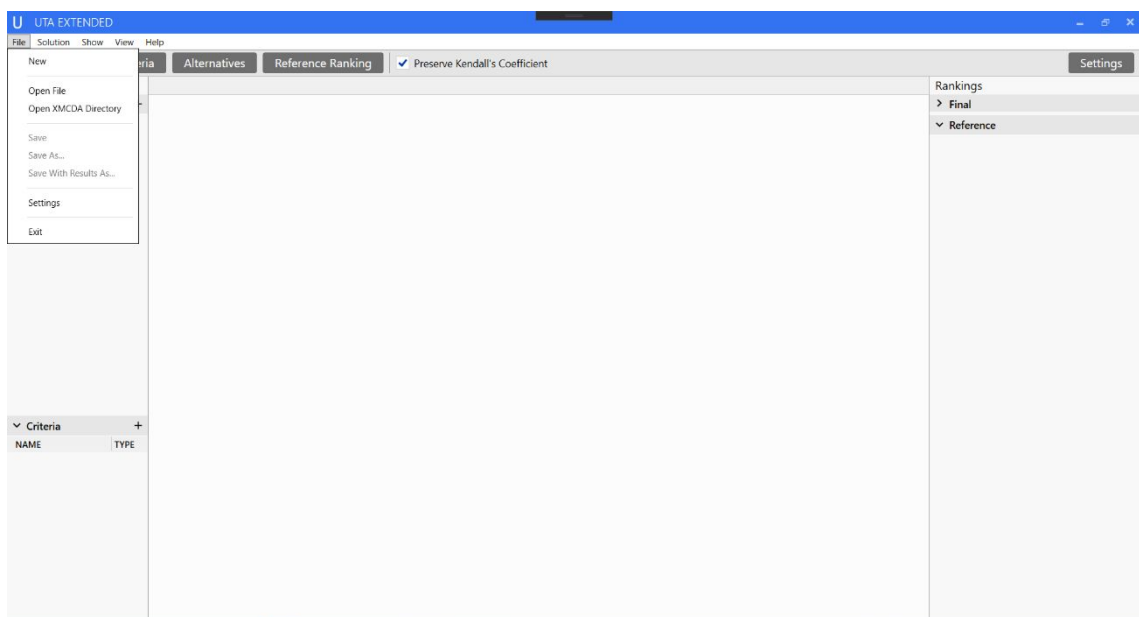
Następnym krokiem jest dodanie wariantów, zakładka „Alternatives”. Dla każdego wymagane jest uzupełnienie nazwy oraz wartości na wszystkich zdefiniowanych kryteriach. Operacje usuwania i modyfikacji są analogiczne do powyższego przykładu, dlatego poglądowe zrzuty ekranu zostały pominięte.



Operacje na wariantach

4.2. Wczytywanie danych

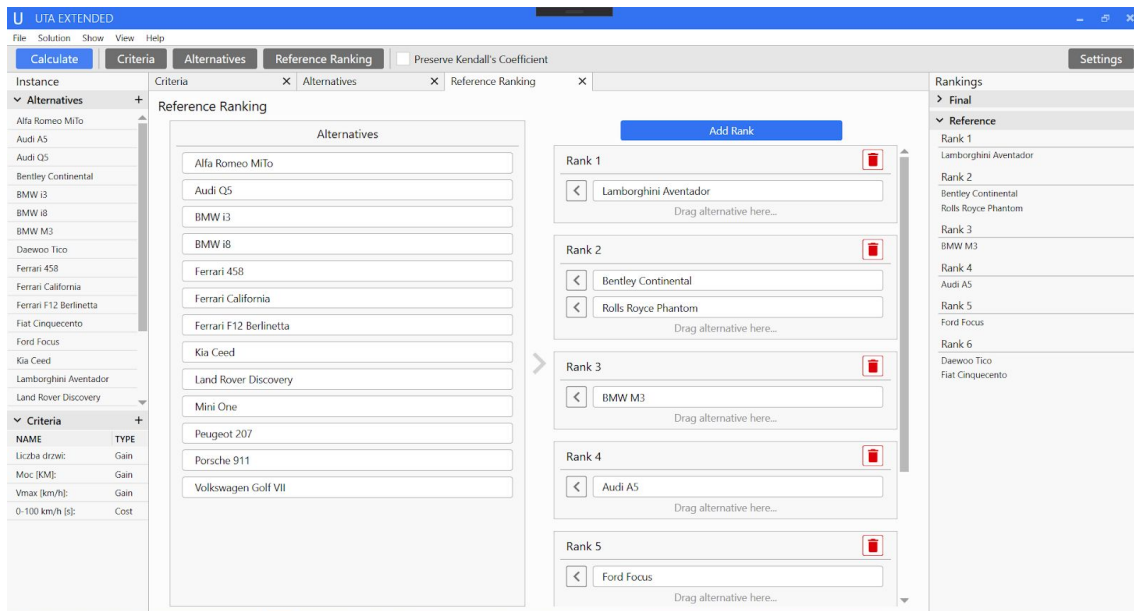
Oczywiście za każdym razem nie jest konieczne tworzenie poszczególnych elementów instancji. Dostępna jest opcja wczytywania uprzednio zapisanego pliku, który może przechowywać dane potrzebne do uruchomienia modułu matematycznego lub nawet wyniki wcześniejszego użycia programu. Rozwijając podmenu „File” widoczne stają się stosowne pola, w kolejnym oknie należy wskazać dokładną lokalizację pliku za pomocą standardowego dla systemu Windows okna.



Wczytywanie danych

4.3. Tworzenie rankingu referencyjnego

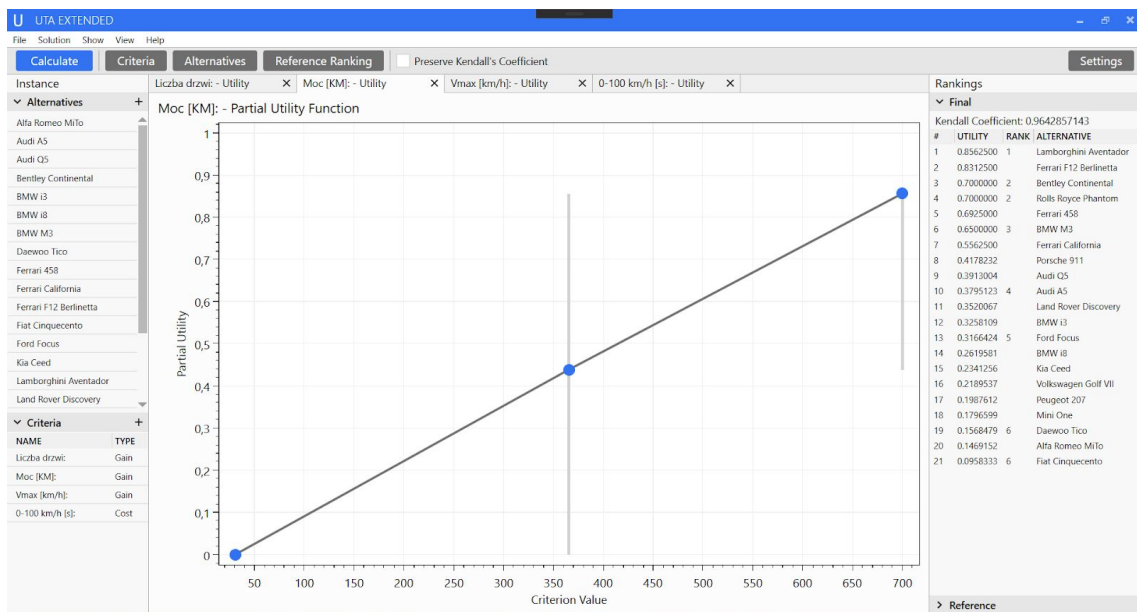
Na podstawie wariantów użytkownik tworzy ranking referencyjny. Na zasadzie „przeciągnij i upuść” dodaje odpowiednie obiekty do poziomów rankingu. Nie jest konieczne przypisanie wszystkich wariantów do widocznego rankingu. Po wykonaniu tego wszystkie potrzebne dane do rozpoczęcia przetwarzania zostały dodane, więc można przejść do następnego etapu klikając „Calculate”.



Utworzenie rankingu referencyjnego

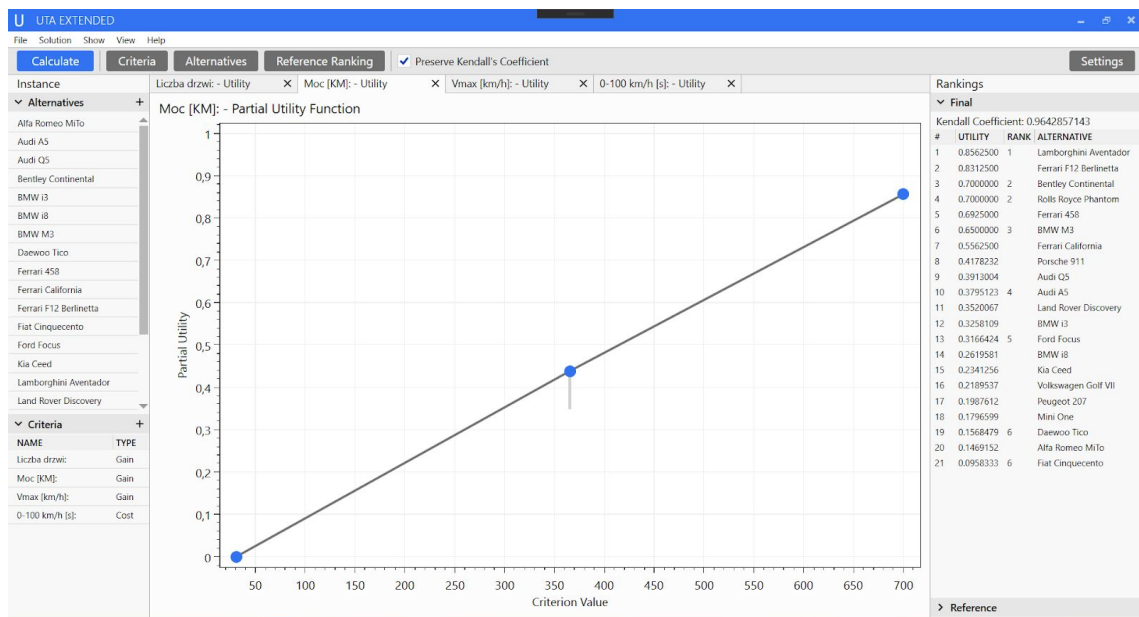
4.4. Rozwiązanie problemu

Domyślnie zostaje wygenerowane najlepsze odwzorowanie rankingu decydena oraz odznaczona jest opcja „Preserve Kendall’s Coefficient”. Powoduje to możliwość przesuwania suwaków w obszarze zachowania monotoniczności funkcji, czyli w zakresie wyznaczonym przez szare kolumny. Zmiany widoczne są od razu, zmienia się zarówno „Kendall Coefficient”, jak i „Fianl Ranking”.



Zakresy niezależne od współczynnika Kendalla

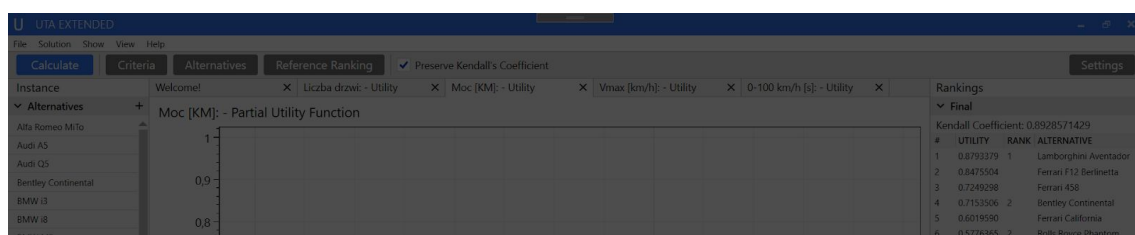
Istnieje możliwość zaznaczenia opcji „Preserve Kendall’s Coefficient”, jednak zakres suwaków przeważnie ulegnie znacznemu ograniczeniu, a nawet możliwość przesunięcia może nie być aktywna. Zaobserwować można zależności pomiędzy funkcjami użyteczności, a rankingiem końcowym.



Zakresy zależne od współczynnika Kendalla

4.5. Zapis stanu

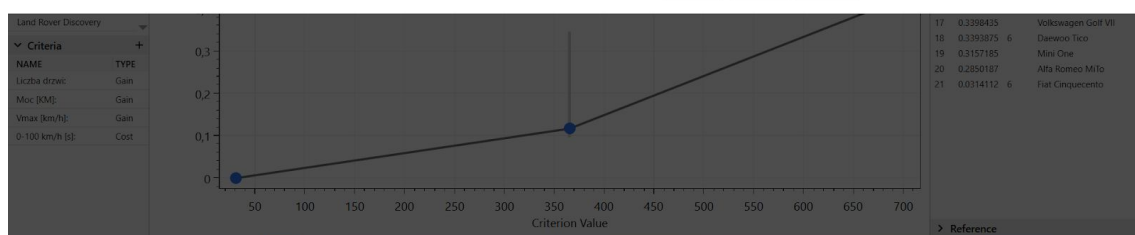
Chcąc zakończyć działanie programu klikamy krzyżyk w prawym górnym rogu, w wyniku czego pojawia się monit, w którym istnieje możliwość zapisu danych. Zapis dostępny jest również w każdym z poziomów zakładki „File” paska menu.



Quitting application.

Your progress will be lost. Would you like to proceed without saving?

Yes Save Cancel



Monit przy zamykaniu aplikacji

Literatura

- [1] Duczmal M., Wornalkiewicz W., Wstęp do ekonometrii i badań operacyjnych, Opole, 2010 s. 390-393
- [2] Mohammad Rashid Hussain, Mohammed Qayyum, Mohammad Equebal Hussain, Effect of Seven Steps Approach on Simplex Method to Optimize the Mathematical Manipulation, IJRTE, Volume-7 Issue-5, 2019, s. 36-40.
- [3] The XMCDa standard, <https://www.decision-deck.org/xmcda/> [dostęp 13.01.2020]
- [4] Uta Methods: Yannis Siskos, <https://pt.scribd.com/document/184101594/paper3>, s.1-13 [dostęp 11.01.2020]
- [5]: Wspomaganie decyzji – Miłosz Kadziński, LAB VII – UTA, <http://www.cs.put.poznan.pl/mkadzinski/wd/lab7/WD-lab7.pdf>, s. 1-4. [dostęp 11.01.2020]
- [6] XML – Wikipedia, <https://pl.wikipedia.org/wiki/XML> [dostęp 7.01.2020]