

Технічні науки

УДК 519.83

Воловецький Вадим Олександрович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Воловецкий Вадим Александрович

студент

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Volovetskyi Vadym

Student of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Якимчук Вікторія Сергіївна

кандидат технічних наук, доцент кафедри БМК

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Якимчук Виктория Сергеевна

кандидат технических наук, доцент кафедры БМК

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Iakymchuk Victoria

PhD, Associate Professor of the Department of Biomedical Cybernetics

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ПОШУКУ
ОПТИМАЛЬНОГО РАНЖУВАННЯ МЕТОДОМ МЕДІАНИ КЕМЕНІ
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ПОИСКА
ОПТИМАЛЬНОГО РАНЖИРОВАНИЯ МЕТОДОМ МЕДИАНЫ
КЕМЕНИ
SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM FOR
FINDING THE OPTIMAL RANKING BY THE MEDIAN KEMENY
METHOD**

***Анотація.** У статті представлено спроектований програмний додаток для пошуку оптимального ранжування методом медіани Кемени за алгоритмом Литвака. Продемонстровано приклад роботи розробленого додатку на практиці та описано алгоритм роботи.*

***Ключові слова:** медіана Кемени, теорія прийняття рішень, пошук оптимального ранжування.*

***Аннотация.** В статье представлен спроектированное программное приложение для поиска оптимального ранжирования методом медианы Кемени по алгоритму Литвака. На практике продемонстрировано пример работы приложения и описан алгоритм работы приложения.*

***Ключевые слова:** медиана Кемени, теория принятия решений, поиск оптимального ранжирования.*

***Summary.** The article provides a designed software application for searching for optimal ranking by the Kemeny median method based on the Litvak algorithm. an example of its operation is demonstrated in practice, and the algorithm of the application is described*

***Key words:** Kemeny median, the theory of decision-making, the search for the optimal ranking.*

Постановка проблеми. Експертні процедури голосування застосовуються у багатьох областях діяльності. До таких областей відносяться, перш за все, менеджмент, економіка, екологія, соціологія, прогнозування, технічні дослідження, особливо розділи галузей, що пов'язані з експертними оцінками [1].

У багатьох експертних процедурах відповіді експертів – кластеризовані ранжування об'єктів [2]. Групові ранжування можуть бути отримані як за допомогою експертів, так і об'єктивним шляхом, наприклад, при зіставленні математичних моделей з експериментальними даними та впорядкування цих моделей відповідно до точності за допомогою одного або іншого критерію якості [3]. Під час побудови підсумкового рішення комісії експертів необхідно знайти кластеризоване ранжування, що усереднює відповіді експертів. Розроблено ряд методів усереднення сукупності кластеризованих ранжувань, серед яких виділяється метод розрахунку медіани Кемені. Цей метод засновано на використанні відстані Кемені [4].

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою роботи було розробити програмний додаток для прийняття рішень за допомогою методу медіани Кемені.

Виклад основного матеріалу. Нехай є M альтернатив і кожен з N експертів надав своє особисте ранжування цих альтернатив:

$$P_1, \dots, P_N,$$

тобто $P_n, n = 1, \dots, N$, визначає порядок, у якому за розумінням n -го експерта альтернативи розташовуються відповідно до власних переваг: на першому місці найкраща альтернатива, а на останньому – найгірша. Медіана Кемені дозволяє знайти таке результуюче ранжування P^* , сумарна відстань від якого до всіх заданих ранжувань мінімальна, тобто

$$P^* = \arg_P \min \sum_{n=1}^N R_C(P, P_n), \quad (1)$$

де $R_c(P, P_n)$ – відстань між ранжуваннями P і P_n . Відстань $R_c(P, P_n)$ між ранжуваннями P і P_n (відстань Кемені) визначають за допомогою матриць бінарних відношень:

$$A^n = \left\| |a_{ij}^n| \right\|; i = 1, \dots, M; j = 1, \dots, M; n = 1, \dots, N, \quad (2)$$

які кожен з N експертів надає у формі

$$a_{ij}^{(n)} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } d_i \text{ має перевагу перед } d_j \\ -1, \text{ якщо } d_j \text{ має перевагу перед } d_i \\ 0, \text{ якщо } d_i \text{ та } d_j \text{ рівноцінні} \end{cases} \quad (3)$$

Відстань від довільного ранжування P , якому відповідає матриця $\left\| |a_{ij}| \right\|$, до кожного з наданих експертами ранжування P_1, \dots, P_N , яким відповідають матриці $\left\| |a_{ij}^{(1)}| \right\|, \dots, \left\| |a_{ij}^{(N)}| \right\|$, визначають за формулою (4):

$$\widehat{R}_c = \sum_{n=1}^N R_c(P, P_n) = \sum_{i < j} \sum_{n=1}^N |a_{ij} + a_{ij}^{(n)}|. \quad (4)$$

З формули (4) випливає, що визначення узгодженого ранжування P^* альтернатив за медіаною Кемені зводиться до визначення рядків та стовпчиків матриці $\left\| |a_{ij}| \right\|$, у якої сума елементів a_{ij} , розташованих вище діагоналі, мінімальна [6].

Для розв'язування такої задачі існує декілька евристичних ітеративних алгоритмів.

Алгоритм знаходження медіани Кемені. Розглянемо евристичний алгоритм пошуку медіани Кемені, розроблений Литваком [5].

Крок 1. Порахувати матрицю втрат R :

$$r_{ij} = d_{ij}(P_1, P_x) + d_{ij}(P_2, P_x) + d_{ij}(P_3, P_x) + \dots + d_{ij}(P_n, P_x), \quad (5)$$

де P_x – ранжування, у якого $a_{ij}^x = a_{ij}^n \max$, тобто дорівнює 1. Якщо у всіх матрицях ранжувань є 1 або -1, то відповідний елемент матриці втрат буде дорівнювати 0.

Крок 2. Необхідно визначити рядок з найменшою сумою елементів, номер якого необхідно включити у підсумкове ранжування, а сам рядок виключити з подальших обрахунків:

$$S_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}, i \in \{1, \dots, n\}. \quad (6)$$

Крок 2 повторювати необхідну кількість разів: поки не буде отримане кінцеве ранжування $a_{i_1} \dots a_{i_k}$.

Крок 3. Для отриманого ранжування послідовно перевіряються співвідношення: $r_{i_k i_{k+1}} \leq r_{i_{k+1} i_k}$. Як тільки для деякого k воно буде порушено, альтернативи $a_{i_k} \dots a_{i_{k+1}}$ міняються місцями в новому ранжуванні.

Вище описані кроки алгоритму сформовано у вигляді блок-схеми поетапного виконання (рис. 1).

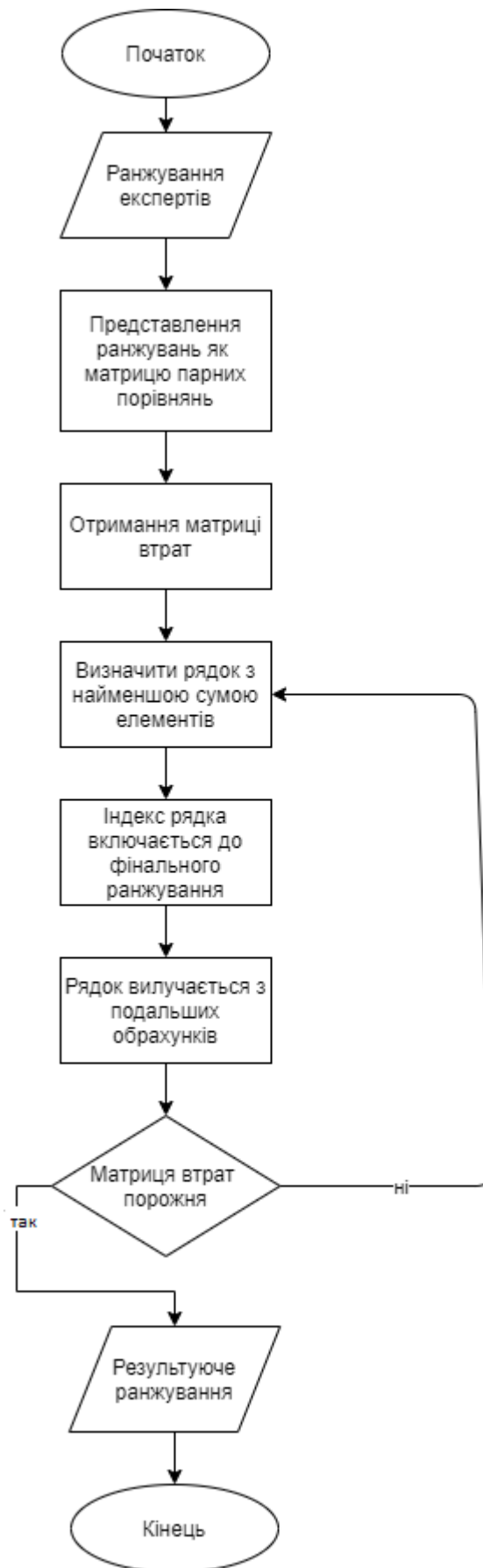


Рис. 1. Алгоритм пошуку медіани Кемені

Розробка додатку. Для розробки програмного додатку пошуку оптимального ранжування та реалізації алгоритму (рис.1) було обрано платформу .NET:

- мова програмування – C#;
- підсистема для побудови графічних інтерфейсів – WPF.

Для реалізації частини додатку, яка відповідає за пошук оптимального ранжування за методом Кемені, розроблено UML-діаграму (рис. 2).

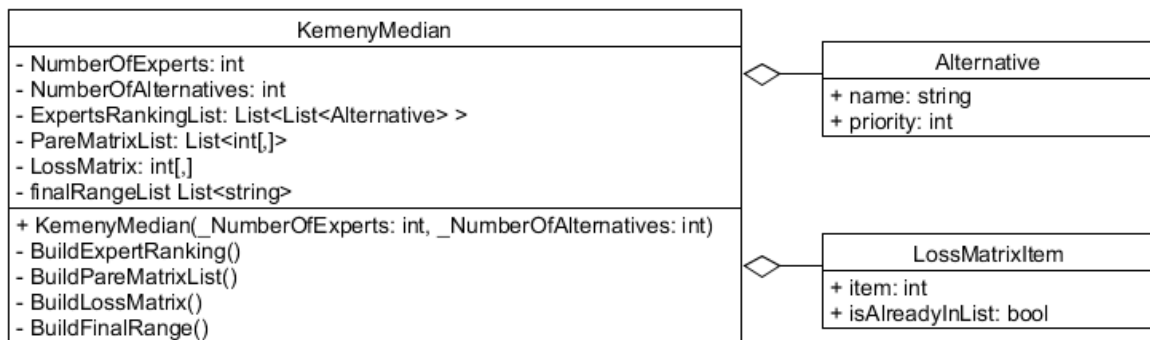


Рис. 2. UML-діаграма додатку

На вхід до об'єкту класу *KemenyMedian*, потрапляє 2 аргумента: *NumberOfExperts* та *NumberOfAlternatives*, які відповідно вказують на число експертів та число альтернатив.

Далі функція *BuildExpertRanking* будує список ранжувань експертів, шляхом їх введення користувачем.

Функція *BuildPareMatrixList*, отримавши списки ранжувань експертів, представляє їх у матричному вигляді та будує матриці попарного порівняння.

Функція *BuildLossMatrix*, отримавши матриці попарного порівняння, розраховує матрицю втрат.

Функція *BuildFinalRange*, отримавши матрицю втрат, за допомогою циклу визначає рядок з найменшою сумою елементів, номер якого включає у підсумкове ранжування, а сам рядок виключає з подальших обрахунків,

цикл повторюється необхідну кількість разів до того часу як у матриці втрат залишиться 1 рядок.

Функція *CheckFinalRange* перевіряє фінальне ранжування та міняє місцями елементи, якщо вони порушують співвідношення.

На основі запропонованого алгоритму розроблено додаток для користувачів, які працюють у медичній галузі.

Спочатку користувачу необхідно увійти в додаток, шляхом введення логіну та паролю (пройти авторизацію, рис. 3). Дані користувачів зберігаються у базі даних MSSQL. Користувачі реєструються адміністратором, їх кількість необмежена.

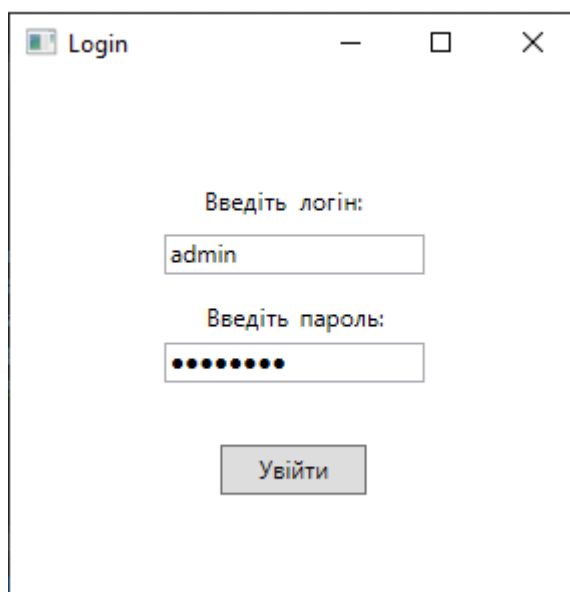


Рис. 3. Авторизація користувача

Після того як користувач пройшов процес авторизації, він потрапляє у головне меню (рис. 4).

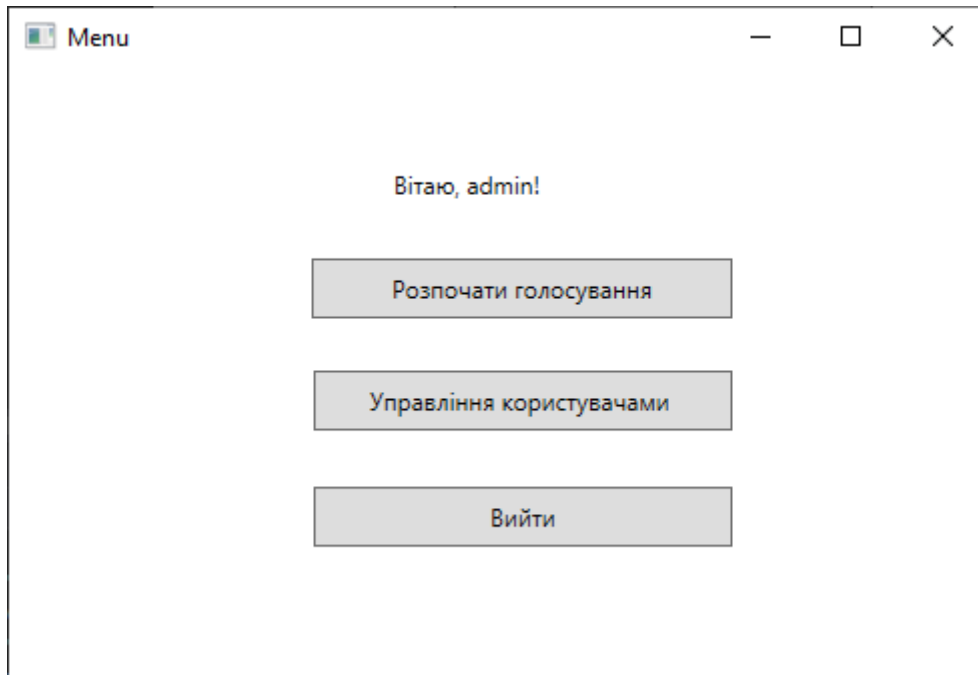


Рис. 4. Головне меню

Для того щоб розпочати голосування, користувач натискає кнопку «Розпочати голосування».

Спочатку користувач повинен ввести питання, яке необхідно вирішити шляхом голосування, кількість експертів, що приймають рішення, та кількість можливих альтернатив у відповідні вікна (рис. 5).

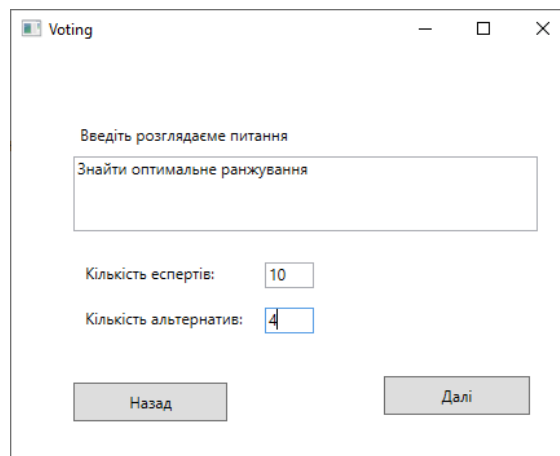


Рис. 5. Перший етап реєстрації голосування

У наступному вікні (рис. 6) адміністратор реєструє можливі альтернативи, вводючи їх назви у стовпець «Альтернатива», якому присвоюється свій унікальний код.

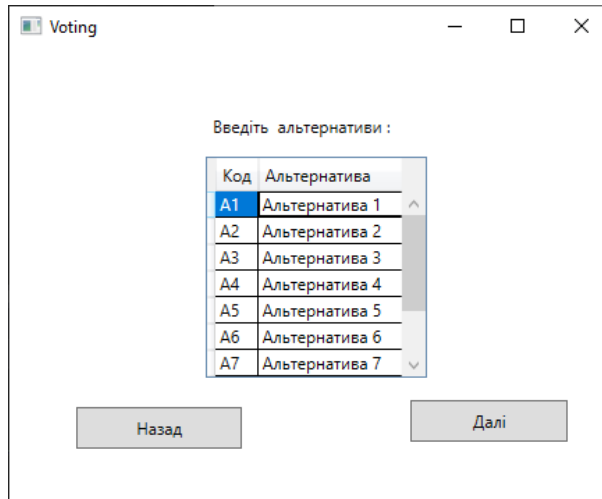


Рис. 6. Реєстрація альтернатив

Далі адміністратор виставляє коди альтернатив (рис. 7), згідно з обраними ранжуваннями експертів, у стовпчики « n_i », де i – порядок вподобання експертом альтернативи. Тобто на перше місце експерт виставляє найкращу альтернативу, а на останнє місце – найгіршу.

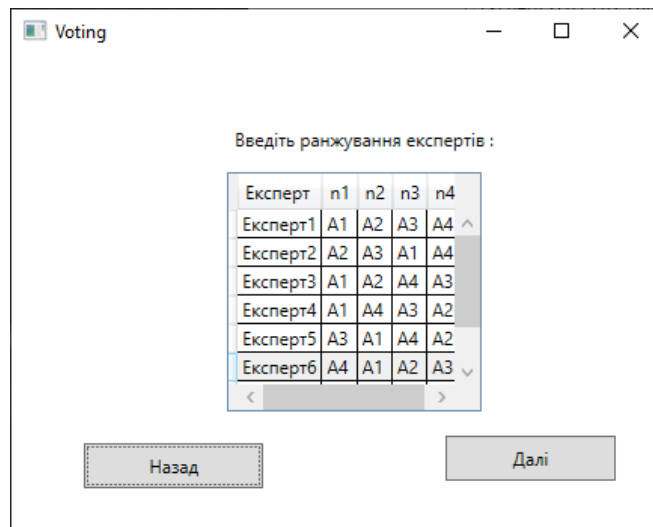


Рис. 7. Реєстрація ранжування експертів

Після етапу ранжування всіх альтернатив усіма експертами завершується етап реєстрації питання, яке розглядається. І за допомогою

реалізованого методу медіани Кемені, у додатку буде виведено результат з оптимальним ранжуванням та вказано на переможця голосування (рис. 8).

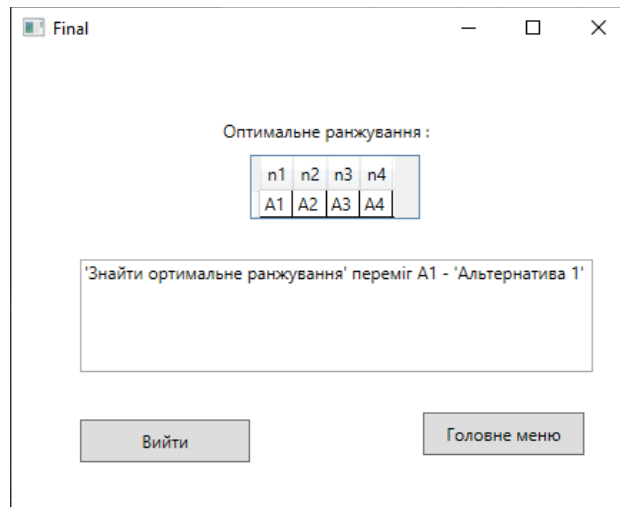


Рис. 8. Отримання результатів

Висновки. Розроблений додаток дозволяє ефективно вирішувати задачу пошуку оптимального ранжування за методом медіани Кемені за допомогою евристичного алгоритму. Можливість застосування програми на масивах альтернатив будь-якого розміру, незалежно від розбіжності ранжування експертів, робить її універсальною.

Програмне забезпечення, побудоване за допомогою AllFusion Process Modeler, реалізувало функціональну модель системи. Розроблена база даних у MSSQL максимально структурована, складається з двох таблиць, які містять по 5 атрибутів. Створений функціонал дозволяє провести голосування декількох експертів, які мають на вибір декілька альтернатив з можливістю їх ранжувати (розташувати альтернативи у порядку спадання: від найкращої до найгіршої).

Література

1. Организационно-экономическое моделирование: учебник: в 3 ч. / А.И. Орлов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2009.
2. Орлов А.И. Анализ экспертных упорядочений // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 21–51.
3. Орлов А.И. Эконометрика. М.: Издательство "Экзамен", 2002. 576 с.
4. Жуков М.С. Задача исследования итогового ранжирования мнений группы экспертов с помощью медианы Кемени / М.С. Жуков, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). Краснодар: КубГАУ, 2016. №08(122). С. 785-806. IDA [article ID]: 1221608055. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/08/pdf/55.pdf>.
5. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. М.: Патент, 1996. 272 с.
6. Файнзільберг, Л. С. Теорія прийняття рішень [Електронний ресурс]: підручник / Л. С. Файнзільберг, О. А. Жуковська, В. С. Якимчук; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,38 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 250 с.