

УДК 519.816

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ВІДНОСНОЇ ВАГОМОСТІ НА ОСНОВІ ОРДИНАЛЬНИХ ОЦІНОК У СИСТЕМІ РЕЙТИНГУВАННЯ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

С.В. Каденко

Інститут проблем реєстрації інформації НАН України

e-mail: sergeykadenko@mail.ru

Вступ

Більшість світових систем рейтингування вищих навчальних закладів (далі – ВНЗ) визначають рейтинг закладу як зважену суму його оцінок за кількома критеріями [1]. При цьому відносна вагомість кожного критерію визначалася виключно на основі суб'єктивних пріоритетів укладачів рейтингів. За такого підходу залишається відкритим питання: чому величина ваги певного критерію є саме такою, а не іншою? Адже навіть незначна зміна ваги критерію може призвести до зміни порядку закладів у глобальному ранжируванні, а це, у свою чергу, може викликати катастрофічні наслідки для окремих закладів (репутацію яких буде пошкоджено, оскільки, внаслідок зміни ваги, і, відповідно, рейтингу, вони вже не потраплять у першу десятку, сотню і т. д.).

Якщо оцінки закладів за глобальним критерієм та його підкритеріями являють собою кардинальні значення, то для розв'язання задачі можна використовувати відомі підходи, такі як метод групового урахування аргументів (МГУА), метод найменших квадратів (МНК), метод мінімізації нев'язок, метод багатовимірної лінійної екстраполяції [2], або навіть нейромережеві методи, такі як перцептронний алгоритм Розенблата та його модифікації [3].

Але якщо оцінки принаймні за одним з критеріїв (можливо, за глобальним критерієм) є ординальними (відбивають лише порядок слідування ВНЗ у загальному ранжируванні), то задача зведеться до пошуку ваг критеріїв, які дозволять зберегти глобальне ранжирування. Незважаючи на те, що ординальні оцінки часто отримати значно легше, ніж кардинальні, методів розв'язання даної задачі не розроблялося.

У доповіді пропонується процедура визначення коефіцієнтів відносної вагомості критеріїв на основі ординальних оцінок, з урахуванням попереднього досвіду ординального оцінювання (ранжирування) ВНЗ.

Постановка задачі

Дано: Множина з h прецедентів.

Під прецедентом будемо розуміти набір даних, до якого входять: 1) Множина альтернатив (у нашому випадку – ВНЗ) $\{A_i\}$, $i=1..m$ (для спрощення вважатимемо, що множина ВНЗ в усіх прикладах однакова, але в загальному випадку ця вимога не є обов'язковою); 2) Множина критеріїв оцінки ВНЗ $\{K_j\}$, $j=1..n$ (критерії оцінки ВНЗ залишаються однаковими в усіх прикладах – це принципова умова); 3) Ранжирування ВНЗ за кожним з критеріїв $\{r_{ij}\}$, $i=1..m$, $j=1..n$; r_{ij} – оцінка (ранг) i -го ВНЗ за j -м критерієм; 4) Підсумкове ранжирування (ранжирування ВНЗ за глобальним критерієм) $\{g_i\}$, $i=1..m$

Треба знайти: множину коефіцієнтів відносної вагомості критеріїв $\{w_j\}$:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, w_j > 0, j = 1..n$$

таку, що дозволяє зберегти оцінки ВНЗ за глобальним критерієм при обчисленні рейтингу як зваженої суми оцінок за критеріями.

Підсумкове ранжирування у прецеденті з номером k $\{g_k\}$ ($k=1..h$) несе інформацію не про реальні значення зважених сум, а лише про їх співвідношення, тобто, про порядок ранжирування ВНЗ за глобальним критерієм.

Під час переходу до підсумкового ранжирування відбувається втрата інформації. Тому розв'язання задачі ґрунтуватиметься на наступних принципах: інформацію слід видобувати не з абсолютних значень глобальних рангів, а із співвідношення між ними; знаходження коефіцієнтів вагомості критеріїв здійснюється з урахуванням структури елемента ієрархії критеріїв (рис. 1); розв'язку задачі відповідає область простору розмірності n , (кількість критеріїв) і кожне значення з цієї області можна вважати розв'язком. Якщо область порожня, то точних розв'язків не існує.

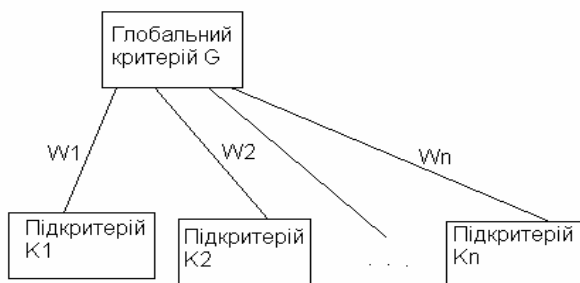


Рис. 1

Ідея алгоритму розв'язання

Пошук набору ваг критеріїв, що зберігають підсумкові ранжирування у кількох прецедентах, зводиться до поступового звуження області допустимих значень ваг. Один прецедент задає певну систему лінійних обмежень (нерівностей, або, в геометричному сенсі, гіперплощин), які визначають область простору розмірності n , де лежать значення ваг, що зберігають підсумкове ранжирування ВНЗ в цьому прецеденті. Другий прецедент може накласти нові обмеження на допустимі значення коефіцієнтів вагомості критеріїв.

Це означає, що виконується наступне твердження: при подачі на вхід алгоритму нових прецедентів область допустимих значень ваг або залишатиметься незмінною (рис. 2А), або звужуватиметься (рис. 2Б).

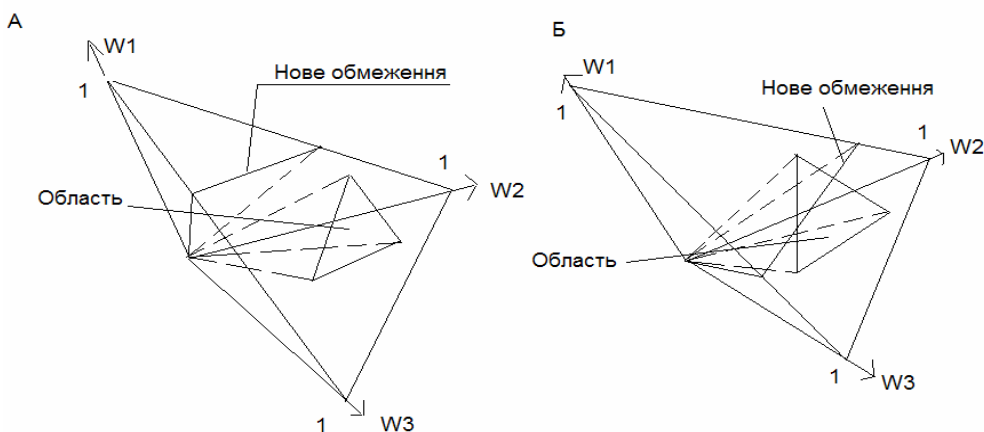


Рис. 2

Процес корекції ваг зводиться до зсуву точки (набору ваг) вздовж нормалей до гіперплощин, заданих лівими частинами нерівностей системи. Швидкість цього руху визначається „темпом навчання”, η [4]. Після кожного етапу настроювання значення ваг нормуються за сумою (або за сумою модулів).

На кожній ітерації настроювання визначається, чи дозволяють отримані значення ваг зберегти задане глобальне ранжирування, тобто чи вони лежать в області припустимих значень ваг. У якості величини помилки між отриманим в ході навчання та заданим глобальними ранжируваннями обирається відстань Кемені.

Коли знайдено значення ваг, що дозволяють зберегти підсумкове ранжирування у заданому прецеденті (задовольняють першому набору нерівностей), ми переходимо до

наступного прецеденту, і при настроюванні ваг враховуємо нерівності, що відповідають двом (трьом, і так далі до h) прецедентам. Міру помилки (нев'язки) при настроюванні ваг на декількох прецедентах пропонується обчислювати за формулою відстані Кемені. Настроювання припиняється, коли виконуються всі нерівності (обмеження) системи, що задається всіма прецедентами.

Якщо за своїм семантичним змістом критерії є несумісними, тобто ваги мають бути від'ємними (приклад критерію з негативною вагою (впливом) для нашого випадку – кількість хабарів, які зафіксовані в даному ВНЗ), то можна нормувати отримані коефіцієнти вагомості за сумою модулів.

У випадку, коли не існує розв'язку, який дозволяє в точності зберегти глобальне ранжирування, можна шукати набір ваг, на якому досягається мінімальне значення відстані Кемені між реальним та отриманим ранжируваннями ВНЗ за глобальним критерієм. Припустимий поріг для відстані Кемені може задавати особа, що приймає рішення, експерт, чи організатор експертизи. Відповідно, якщо алгоритм не знаходить розв'язку, який в точності зберігає глобальне ранжирування (такого, що відстань Кемені між реальним та отриманим ранжируваннями дорівнює 0), то можна пом'якшити умову: шукати набори ваг, на яких відстань Кемені дорівнюватиме 4, 8, тощо. Для цього можна виключати з системи нерівностей, що задається глобальним ранжируванням ВНЗ, по одній, по дві, по три, тощо нерівностей, доти, доки алгоритм не знайде вектор (або декілька векторів) ваг, на якому досягається мінімум помилки (відстані Кемені між реальним та отриманим глобальними ранжируваннями). Наголосимо, що таких наборів може бути декілька. Тоді ОПР, або експерт має обрати набір ваг, який, на його думку, найбільш адекватно відображає реальний стан речей.

Застосування методу для багаторівневих ієрархій

Ієрархію критеріїв типу „дерево” (рис. 3А), де задані ранжирування за „коренем” (глобальним критерієм найвищого рівня) та „листям” (нижнього рівня) можна однозначно описати низкою систем лінійних рівнянь. Ітераційно настроївши коефіцієнти „чутливості” (їхній вплив показаний пунктиром), і розв'язавши відповідні системи, можна знайти усі проміжні коефіцієнти впливу.

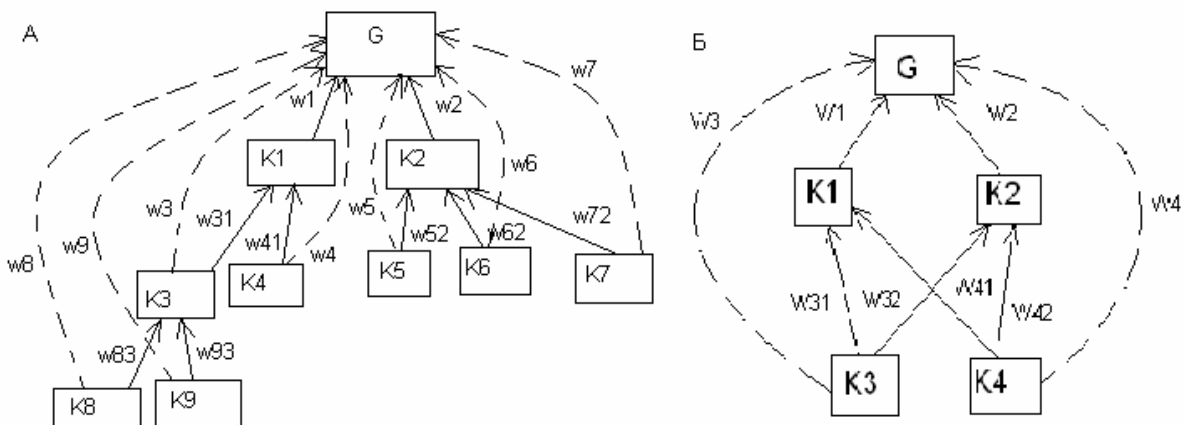


Рис. 3

Коли обчислено всі проміжні коефіцієнти впливу, можна знайти ранжирування ВНЗ за всіма проміжними критеріями ієрархії за допомогою модифікованих методів Борда (зваженого сумування) [5].

Коли ми маємо справу з ієрархією типу „мережа”, на зразок такої, що показана на рисунку 3Б, у загальному випадку інформації може виявитися недостатньо для визначення коефіцієнтів впливу. Запуск описаного методу дозволить знайти величини коефіцієнтів впливу підкритеріїв нижнього рівня (проектів) K_3 та K_4 на глобальний критерій G : w_3 та

w_4 . Можна ітераційно знайти якийсь набір ваг (коефіцієнтів впливу), що зберігатиме ранжирування ВНЗ за глобальним критерієм при зваженому сумуванні рангів, але розв'язок не буде єдиним.

Гіпотетичний приклад визначення коефіцієнтів вагомості критеріїв на основі досвіду ранжирування навчальних закладів

Змоделюймо простий гіпотетичний приклад визначення вагомості критеріїв на основі ранжирувань навчальних закладів.

Припустимо, проводиться ранжирування чотирьох київських ВНЗ (A_1 – НТУУ „КПІ”, A_2 – Києво-Могилянська Академія, A_3 – Університет ім. Шевченка та A_4 – Національний Університет Архітектури та Будівництва) за глобальним критерієм якості G та за двома локальними критеріями (K_1 – рівень гуманітарної підготовки та K_2 – рівень технічної підготовки). Нехай, ранжирування виглядає, як показано у таблиці:

Заклад	Ранжирування за Локальними критеріями		Ранжирування за глобальним критерієм
	K_1	K_2	G
A_1	3	1	3
A_2	2	4	2
A_3	1	2	1
A_4	4	3	4

В результаті настроювання вагових коефіцієнтів при $\eta=0.01$ маємо $w_1=0,77$; $w_2=0,23$. Це означає, що укладачі глобального ранжирування акцентують основну увагу на гуманітарній підготовці. Ще раз наголосимо, що приклад є суто гіпотетичним.

Висновки

Підхід [4], викладений у доповіді, дозволяє позбавитись неоднозначності підчас розстановки пріоритетів в ході визначенні рейтингів вищих навчальних закладів. Метод працює для однорівневих ієрархій критеріїв та для багаторівневих ієрархій типу „дерево” та „мережа”. Одним з напрямків подальшого удосконалення методу може стати пошук шляхів його узагальнення на випадок ієрархії типу „мережа” із зворотними зв'язками, яке дозволить визначати коефіцієнти вагомості критеріїв на будь-якому рівні ієрархій вмінь та знань [1]. Оскільки ординальні оцінку несуть меншу інформацію, ніж кардинальні, метод характеризується певною неоднозначністю. Втім, він може стати важливим та корисним інструментом підтримки прийняття рішень, зокрема, пов'язаних з визначенням рейтингів вищих навчальних закладів.

Перелік літератури:

1. Тоценко В.Г., Каденко С.В., Сигал Т.Г. “Об одном подходе к рейтингованию высших учебных заведений ”– Проблемы управления и информатики, № 1, 2008, с. 87-95.
2. В.Г. Тоценко «Методы и системы поддержки принятия решений» - Наукова думка, Киев, 2002, с. 215-219, 220-229.
3. С.А. Терехов «Лекции по теории и приложениям искусственных нейронных сетей», электронная версия, Лаборатория Искусственных Нейронных Сетей НТО-2, Снежинск, ВНИИТФ, 1998 – Глава 4.
4. Каденко С.В., “Удосконалення методу визначення коефіцієнтів відносної вагомості критеріїв на основі ординальних оцінок” – Реєстрація зберігання і обробка даних, Том 10, № 1, 2008, с. 137-149 – Національна Академія Наук України, Інститут проблем реєстрації інформації.
5. Тоценко В.Г. Методы определения групповых многокритериальных ординальных оценок с учетом компетентности экспертов., Проблемы управления и информатики. — 2005. — N 5.с.84-89 (Method of Determination of Group Multicriteria Ordinal Estimates with Account of Expert Competence, Vol. 37 '2005 - Journal of Automation and Information Sciences)
6. THES – (www.thes.co.uk)
7. SJTU – (http://ed.sjtu.edu.cn)
8. Webometrics – (www.webometrics.info)