

МЕТОД РОЗРАХУНКУ НАКОПИЧУВАЛЬНОГО ВПЛИВУ ВЕРШИН У КОГНІТИВНИХ КАРТАХ

О.О. Дмитренко¹, Д.В. Ланде^{1,2}

¹ НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”, м. Київ, Україна

² ІПРІ НАН України, м. Київ, Україна

1. Постановка задачі

Когнітивне моделювання є одним із нових напрямків сучасної теорії підтримки та прийняття рішень. На сьогодні одним із методів, що широко застосовується для аналізу когнітивних карт є імпульсний метод, запропонований ще в 70-ті роки [1]. Не зважаючи на його “популярність”, він містить ряд недоліків, одним із яких є розбіжність значень у випадку, коли зважений орграф, що відповідає когнітивній карті, є імпульсно-нестійким для деякого простого імпульсного процесу.

Дана робота присвячена методу накопичувального впливу [2], що запропонований для подолання недоліків імпульсного методу [3].

2. Мета роботи:

Подолати недоліки імпульсного методу використовуючи запропонований метод кількісного дослідження когнітивних карт – метод накопичувального впливу.

3. Ідея методу накопичувального впливу

Ідея методу накопичувального впливу вершин полягає у тому, що розглядаються попарно всі вершини зваженого орграфа і визначається значення z_{ij} впливу вершини u_i на u_j (де $i, j = 1, 2, \dots, n$). В результаті, буде отримана матриця впливу – Z , що буде складатись з елементів z_{ij} .

Щоб визначити z_{ij} – загальний вплив вершини u_i на u_j , здійснюється наступне:

1) будуються всі можливі прості шляхи з вершини u_i в u_j .

2) на кожному шляху розраховується вплив u_i на u_j , враховуючи знаки вагових значень, що приписані ребрам.

Щоб визначити частковий вплив на кінцеву вершину u_j який накопичується від початкової вершини u_i на k -му простому шляху, необхідно розрахувати загальний вплив z_{ij}^k на вершину u_j , накопичений від всіх вершин q_t^k , що входять у k -й шлях; потім – відняти від z_{ij}^k вплив на вершину u_j , який накопичується від всіх вершин q_t^k на цьому ж шляху без урахування початкової вершини $q_0 = u_i$, тобто – \tilde{z}_{ij}^k .

z_{ij}^k та \tilde{z}_{ij}^k розраховуються ітеративно відповідно до формул:

$$z_{ij}^k(t+1) = \left(1 + \text{sign}(z_{ij}^k(t)) * \alpha \left(\left| \frac{z_{ij}^k(t)}{\mu} \right| \right) \right) * w(q_t^k, q_{t+1}^k) \quad (1)$$

$$\tilde{z}_{ij}^k(r+1) = \left(1 + \text{sign}(\tilde{z}_{ij}^k(r)) * \alpha \left(\left| \frac{\tilde{z}_{ij}^k(r)}{\mu} \right| \right) \right) * w(q_r^k, q_{r+1}^k) \quad (2)$$

де q_t^k – послідовність вершин у k -му шляху ($q_0 = u_i, q_{m-1} = u_j$);

$t = 0, 1, \dots, m-2$, а $r = 1, \dots, m-2$ (m – кількість вершин, що входять до k -го шляху).

Необхідні початкові умови: $z_{ij}^k(0) = 0$, $\tilde{z}_{ij}^k(1) = 0$.

$$\mu = \max |w_{ij}|,$$

де $i = 0, 1, \dots, n$, $j = 0, 1, \dots, n$ (n - розмірність когнітивної карти).

Загальний вплив z_{ij} на вершину u_j , який накопичується від вершини u_i , – це сума по всіх простих шляхах (що сполучають u_i та u_j) всіх часткових впливів, розрахованих як різниця між (1) та (2)

$$z_{ij} = \sum_{k=1}^s (z_{ij}^k - z_{ij}^k)$$

де s – кількість простих шляхів із вершини u_i в u_j .

Якщо u_j недосяжна із вершини u_i , то $z_{ij} = 0$.

4. Приклад роботи методу накопичувального впливу

У роботі [2] наведений приклад імпульсно-нестійкого знакового орграфу (рис. 1), матриця суміжності для якого має вигляд W .

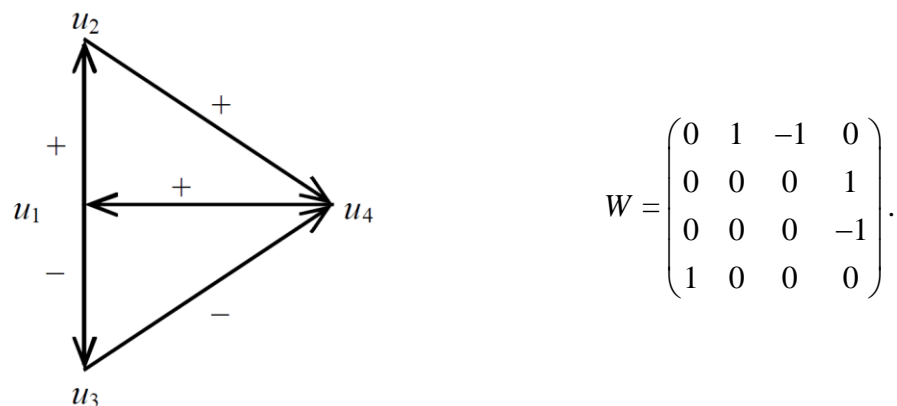


Рис. 1 – Імпульсно-нестійкий знаковий орграф

В результаті застосування методу накопичувального вплив буде отримана матриця впливу

$$Z = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -1 & 1,729 \\ 0,865 & 0 & -0,111 & 1 \\ -0,865 & -0,628 & 0 & -1 \\ 1 & 0,865 & -0,865 & 0 \end{pmatrix}$$

5. Висновок

Представлений метод дає змогу подолати недоліки та протиріччя імпульсного методу. Використовуючи метод накопичувального впливу завжди можна визначити результуюче значення, не залежно від того, чи стійкий імпульсний процес, що відповідає зваженому орграфу.

1. Roberts F S. Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems / Fred Roberts. – New Jersey: Rutgers University, Prentice-Hall Inc., 1976.
2. Дмитренко О. О. Метод накопичувального впливу для аналізу когнітивних карт / О. О. Дмитренко, Д. В. Ланде. // Winter InfoCom 2017: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції з інформаційних систем та технологій. – 2017. – С. 47–50.
3. Снарский А. А. Критический анализ основных методов анализа когнитивных карт / А. А. Снарский, Д. В. Ланде. // Реєстрація, зберігання і обробка даних: зб. наукових праць за матеріалами щорічної підсумкової наукової конференції 16-17 травня 2016 року Інституту проблем реєстрації інформації НАН України. – 2016. – С. 79–80.