

УДК 681.5

О.Г. Оксіюк, І.Ю. Кравченко

Європейський університет, Київ

МЕТОД ПОСЛІДОВНОГО ЗМЕНШЕННЯ НОРМИ МАТРИЦІ СКЛАДНОСТІ НЕОДНОРІДНОЇ СЕМАНТИЧНОЇ МЕРЕЖІ

Запропоновано метод послідовного зменшення норми матриці складності неоднорідної семантичної мережі, який є основою процедури оптимізації мережі, метод базується на принципі неявного перебору.

Ключові слова: семантична мережа, структурна складність, матриця інцидентності

Вступ

В сучасних умовах відоме важливе значення семантичних мереж, як моделей представлення знань в інформаційних системах. З іншого боку в останні роки в самих різних областях все частіше зустрічається термін «складність». Стали з'являтися завдання, де потрібно оцінювати складність, і на цій основі утворюються нові наукові результати. Поступово накопичується великий матеріал і розвивається нова область знань – теорія складності. Дослідження та аналіз існуючої теорії складності, а саме складних процесів і систем по показникам алгоритмічності складності, обчислювальності складності, структурної складності, складності графу, трудомісткості та інших, показали доцільність оцінки складності N-арної неоднорідної нечіткої семантичної мережі за допомогою так званої норми матриці складності. Наукові дослідження, в цьому напрямку, актуальні для оцінки ефективності використання інформаційного ресурсу системи дистанційного навчання та будь-якої інформаційної системи. Пропонуємо метод послідовного зменшення норми матриці складності неоднорідної семантичної мережі, як основу для оптимізації цієї моделі представлення знань за критерієм мінімуму складності.

Результати досліджень

Семантичні мережі, як і навантажені орієнтовані графи, являють собою сукупність трьох множин. До множин вершин $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ і дуг $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ додається множина ваг $\Gamma = \{\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_{m1}\}$, кожний елемент якого зіставлений дузі $d_i \in D$, $i = \overline{1, m}$, і вершині $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$. Таким чином, семантична мережа – це $S = (V, D, \Gamma)$. На рис. 1 наведені приклади семантичних мереж у вигляді сильно зв'язних навантажених орієнтованих графів. Очевидно, що в оцінці складності сильно зв'язних навантажених орієнтованих графів повинні враховуватися ваги дуг і вершин.

Дослідження показали, що оцінка складності семантичної мережі по кількості понять в деяких умовах не дає однозначного результату порівняння і

тому потрібні подальші дослідження в цьому напрямку. З іншої сторони оцінка складності мережі через повторність відношень між поняттями, яка описується так званою контурністю також потребує удосконалення. Але ці властивості безумовно мають вплив на складність семантичної мережі.

Доцільно перед обчисленням структурної складності виконати оцінку пріоритетності дуг – сортування дуг по наступних ознаках, які перераховані в послідовності перевірки: числу контурів, що проходять через дугу (по убуванню); ваги дуги (по зростанню); індексу початку дуги (по зростанню); індексу кінця дуги (по зростанню). При такому впорядкуванні найбільш пріоритетною виявиться дуга, що входить у максимальне число контурів, і, якщо таких дуг мало, то більш пріоритетною буде дуга, що має меншу вагу. Навпаки, найменш пріоритетною виявиться дуга, що входить у мінімальне число контурів, і, якщо таких дуг мало – дуга з максимальною вагою. Сортування дуг супроводжується перестановкою стовпців матриці контурів: стовпці матриці контурів групуються по убуванню сумарної кількості одиничних елементів у цих стовпцях; якщо виникли підматриці зі стовпців з однаковою кількістю одиниць, розставляємо стовпці по убуванню ваги відповідних їм дуг. Якщо в одній підматриці перебувають дуги з однаковою вагою й однаковим числом одиниць у відповідних стовпцях, тоді розставляємо їх у лексикографічному порядку по індексах дуг.

Ступень пріоритетності дуги – мультиплікативна величина, що пояснюється необхідністю балансу структурних і алгебраїчних властивостей дуги:

$$\text{Sld}(d_i; \Delta\gamma) \triangleq \gamma_i^{-2} \cdot \left(\text{SI} \left(S|_{d_i} \approx \gamma_i + \Delta\gamma \right) - \text{SI}^4(S) \right) \cdot \Delta\gamma^{-1}, \quad (1)$$

де $i = \overline{1, m}$, $\text{Sld}(d_i; \Delta\gamma)$ – ступінь пріоритетності дуги d_i ; функція має параметр $\Delta\gamma$; знаки \triangleq і \approx означають, відповідно, «дорівнює по визначенню» і «зіставлено», тобто привласнено локально в межах терму; $\text{SI} \left(S|_{d_i} \approx \gamma_i + \Delta\gamma \right)$ – структурна складність орграфу S , у якому дуга d_i зіставлена вазі γ_i із приростом $\Delta\gamma > 0$.

Алгебраїчні властивості навантаженої дуги проявляються в першому співмножнику: чим вага біль-

ше, тим пріоритет дуги менше. Структурні властивості дуги оцінюються другим співмножником – чим менше приріст складності в чисельнику дробу, тим у меншій мірі дуга може вплинути на оцінку структурної складності; фактично це частинна похідна структурної складності по вазі дуги, що обчислюється методом кінцевих різниць. Розроблені методики та відповідні алгоритми формування навантажених матриць інцидентності, суміжності та контурів, а також матриці складності, яка є добутком двох добутків: добутку навантажених матриць суміжності, інцидентності та транспонованої матриці контурів, та транспонованого добутку навантажених матриць суміжності, інцидентності і транспонованої матриці контурів.

Пропонується виконувати оцінку складності N-арної неоднорідної семантичної мережі (рис. 1) через норму (3) матриці складності W (2). Даний підхід

дозволяє врахувати кількість понять (вузлів), відношень (зв'язків), контурів, вагу як вузлів так і зв'язків.

$$W = (XBC^T)(XBC^T)^T; \quad \dim W = (n \times n). \quad (2)$$

Тоді показник структурної складності семантичної мережі у вигляді навантаженого сильно пов'язаного орієнтованого графа має вигляд

$$Sl(S) = \|W\|_2 = \max_{1 \leq i \leq n} \lambda_i(W), \quad (3)$$

де $\lambda_i(W)$, $i = \overline{1, n}$ – спектр матриці W.

У формулі (3) немає потреби в точності визначення норми матриці, погодженої з Евклідовою нормою вектора [2], відповідно до якого $\|W\|_2 = \max_{1 \leq i \leq n} |\lambda_i(W)|$ знак модуля можна опустити, тому що матриця складності є симетричною, позитивно визначеною.



Рис. 1. Методика оцінки структурної складності N-арної неоднорідної семантичної мережі

При вирішенні завдання оптимізації семантичної мережі за критерієм мінімуму складності пропонується використовувати запропонований авторами метод послідовного зменшення норми матриці складності неоднорідної семантичної мережі, який базується на так званому принципі неявного перебору (рис. 2).



Рис. 2. Метод послідовного зменшення норми матриці складності неоднорідної семантичної мережі

На рис. 3 схематично надана вихідна на кінцева семантична мережі, як приклад використання запропонованого методу.

Висновки

Таким чином, підхід оцінки структурної складності N-арної неоднорідної семантичної мережі, через норму матриці складності, відрізняється від існуючого [1] процедурою формування навантажених матриць інцидентності, суміжності та контурів, а також матриці складності, яка є добутком двох добутків: добутку навантажених матриць суміжності, інцидентності і транспонованої матриці контурів і транспонованого добутку навантажених матриць суміжності, інцидентності і транспонованої матриці контурів.

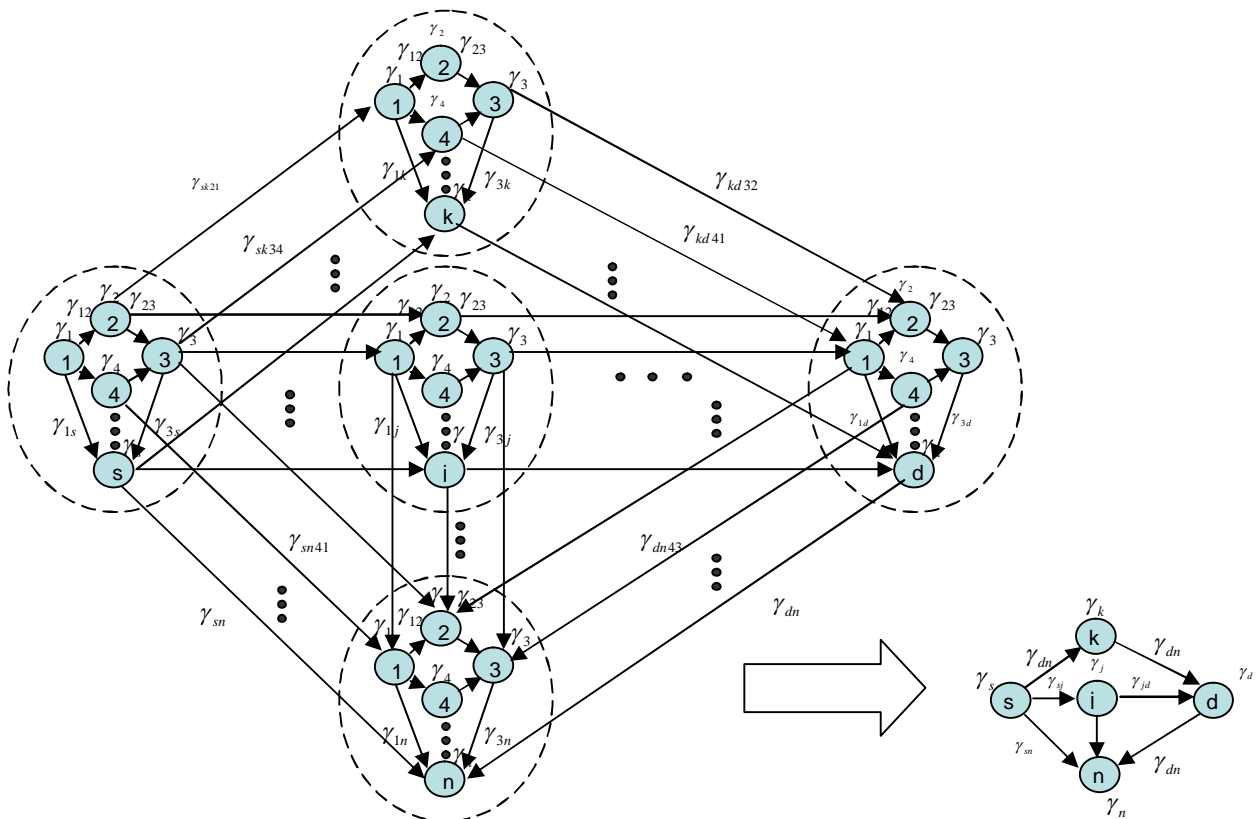


Рис. 3. Приклад використання запропонованого методу

Запропонований в статті метод послідовного зменшення норми матриці неоднорідної семантичної мережі є основою процедури оптимізації мережі, він дозволяє виконати пошук рішення значно меншим числом ітерацій.

Список літератури

1. Подольский В.Е. Повышение эффективности региональных образовательных компьютерных сетей с использованием элементов структурного анализа и теории сложности / В.Е. Подольский, С.С. Толстых. – М. : Машиностроение, 2006. – 176 с.

2. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев– М.: Наука, 1986. – 544 с.

Надійшла до редколегії 1.02.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Кравченко, Національний університет оборони України, Київ.

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО УМЕНЬШЕНИЯ НОРМЫ МАТРИЦЫ СЛОЖНОСТИ НЕОДНОРОДНОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ

А.Г. Оксенок, И.Ю. Кравченко

Предложен метод последовательного уменьшения нормы матрицы сложности семантической сети на основе оценки приоритетности дуг ориентированного графа и матриц инцидентности, смежности и контуров.

Ключевые слова: семантическая сеть, структурная сложность, матрица инцидентности.

THE METHOD FOR COMPLICATION OF MATRIX NORM SUCCESSIVE DIMINISHING FOR NONHOMOGENEOUS SEMANTIC NET

O.G. Oxijuk, I.Yu. Kravchenko

The article highlights the method for complication of matrix norm successive diminishing for nonhomogeneous semantic net on the basis of priority estimation of oriented graph arcs and matrices of incidence, contiguity and contours.

Key words: semantic net, structure complexity, incidence matrix.