

МЕТОД ПОШУКУ НА ОСНОВІ ОБРАЗНОЇ ІНДЕКСАЦІЇ ФОЛКСОНОМІЧНИХ ОЗНАК ГРАФІЧНИХ ФАЙЛІВ

Бісікало Олег Володимирович

*Вінницький національний технічний університет, кафедра автоматики та
інформаційно-виміральної техніки*

Вінниця, Україна

obisikalo@gmail.com

Вступ

Геометричні масштаби зростання мережі Інтернет висувають пошук інформації на чільне місце серед найпопулярніших сервісів всесвітньої павутини. Особливої актуальності в сучасних умовах набуває пошук для категорії даних, що належать до «важковаговиків» – графічних, аудіо та відео файлів.

Порівняно нещодавно для пошуку мультимедійного контенту почали застосовувати методи фолксономії [1], що базуються на використанні незалежного і добровільного опису окремих медіа-ресурсів за допомогою вербальних міток (тегів). Якщо розглядати лише технічні та технологічні аспекти фолксономічного підходу, то варто відмітити такі його переваги:

- маловитратний спосіб реалізації, пов'язаний з мотиваційним компонентом – кожний постачальник медіа-ресурсу, який одночасно є і користувачем системи, зацікавлений у адекватному відображенні власних файлів;
- інтуїтивно зрозуміле візуальне представлення загальних результатів фолксономії через розмір шрифтів для зображення слів у хмарі тегів [2];
- простий та достатньо ефективний метод пошуку на основі перетину або об'єднання елементів множини тегів (ключових слів).

Проте переваги фолксономії одночасно є джерелом недоліків цього підходу. Найсуттєвіше обмеження полягає у прямій залежності релевантності результатів пошуку від достовірності початкового опису кожного ресурсу підмножиною тегів, який на практиці, зазвичай, не перевіряється. Окрім цього, вербальний характер тегів тягне за собою такі відомі проблеми комп'ютерної лінгвістики, як багатозначність слова, інваріантність смислу природно-мовних конструкцій за морфологічними та синтаксичними формами тощо [3]. Оскільки всі ці проблеми не становлять труднощів для людини, то потребує розробки метод інтелектуального пошуку графічних файлів у репозиторії мультимедійних даних з підтримкою фолксономії.

Ідея побудови методу з метою врахування екстралінгвістичної інформації базується на використанні моделі образного мислення людини [4], що забезпечує образну індексацію природно-мовної інформації [5]. Цим самим досягається імітація процесу онтогенезу формальної системи. Пропонується формалізувати поняття простору пошуку [6] та побудувати на його основі словник мовних образів як семантичну мережу (онтологію) множини тегів. За такого підходу підмножина ключових слів для опису кожного ресурсу може бути автоматично отримана з його назви, а у результатах пошуку враховуються асоціативні зв'язки синтагматичного типу між мовними образами.

Отже, задача дослідження полягає у створенні методу пошуку графічних файлів на основі їх формальних, у т.ч. фолксономічних ознак, який забезпечує образу індексацію та онтогенетичне накопичення інформації про асоціативні зв'язки між ознаками.

Онтогенетична система та мовні образи

Розглянемо систему S , яку в подальшому будемо називати онтогенетичною, з точки зору формальних ознак її функціонування [7]. Нехай S здатна розпізнавати образи з нескінченної множини $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n, \dots\}$ аналогічно тому, як людина розпізнає гештальт. Онтогенетична система (ОС) також сприймає асоціативні зв'язки між парами образів як елементи множини $\omega \in \Omega$, де $\Omega \subseteq I \times I$ – довільна множина (простір) упорядкованих (асоціативних) пар. Для визначення образної конструкції (ОК) застосуємо поняття \mathbf{F} – сигма-алгебри (σ -алгебри) підмножин з Ω . Далі будемо вважати ОК будь-яку підмножину $\gamma \subseteq \Omega$, що має властивість $\gamma \in \mathbf{F}$. Якщо, згідно з властивостями σ -алгебри [8], множини $A, B \in \mathbf{F}$, то об'єднання, перетин і різниця A та B у теоретико-множинному сенсі також належать \mathbf{F} .

Припустимо, що система S обмінюється інформацією із зовнішнім світом як чорним ящиком виключно у вигляді ОК, з яких будемо розрізняти послідовність вхідних подій $X = \{x_1, x_2, \dots\}$ та множину образних реакцій системи $Y = \{y_1, y_2, \dots\}$, причому $x_i \in \mathbf{F}$, $y_i \in \mathbf{F}$. На рисунку 1 зображено ОС у складі найбільш загальної моделі психічної діяльності людини – з зовнішнього «чорного ящику» на вхід S неперервно подається множина образів потоку X , що сигналізують про поточні умови існування системи, при цьому образи потоку Y забезпечують життєздатність S у цих умовах [9].

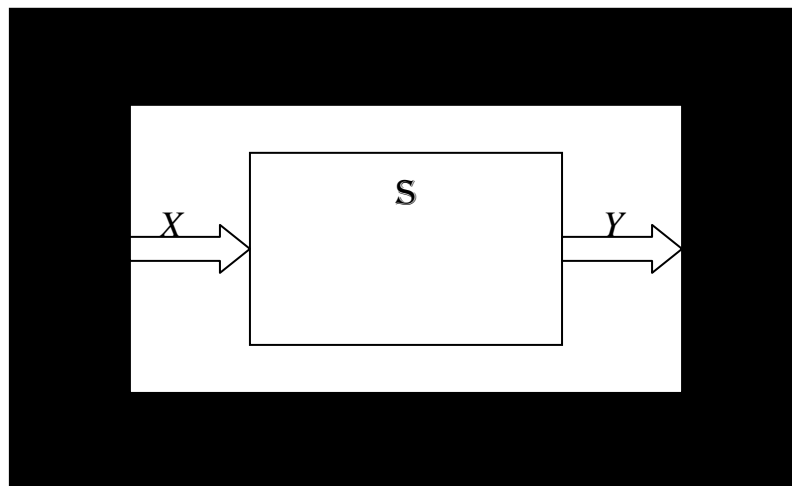


Рисунок 1 – Схема онтогенетичної моделі

Розпізнавання образів людиною відбувається через множину певних ознак як результат її пізнавальної діяльності та відповідних процесів відображення у свідомості предметів і явищ об'єктивної дійсності [10]. Отже, образ – це стійкий відбиток у мозку людини (нервова модель) фрагменту навколишньої дійсності (зовнішнього стимулу). Формальні ознаки образів можуть мати різну

природу в залежності від органів чуття, через які їх було сприйнято людиною. Інтроспективний аналіз доводить, що найбільш яскраві образи об'єднують складові з усіх 5-х доступних компонентів – візуальні, звукові, за нюхом, дотиком та смаком [4]. Власне процес розпізнавання абсолютно не вимагає всієї сукупності ознак, інколи буває достатньо кількох елементів з множини потенційних ознак, причому тільки одна з них стає вирішальною для розпізнавання образу, наприклад, характерний запах. Але факт усвідомлення розпізнаного образу (одушевлених та неодушевлених об'єктів, явищ, подій, тощо) означає перехід на вищу ступінь його формалізації, оскільки з'являються мовний еквівалент образу у вигляді вербальних ознак.

Зрозуміло, що для пошуку графічних файлів з розглянутої онтогенетичної моделі формальні ознаки образів можуть бути лише 2-х типів – графічні, що є результатом аналізу зображення та вербальні з фолксономічного опису цього зображення. З огляду на складність побудови формальних моделей виокремлення візуальних образів з піксельного зображення [11] основну увагу зосередимо саме на фолксономічних ознаках. Цим самим у методі пошуку, що пропонується найбільш складна частина оброблення зображень перекладається на людину-експерта, який розпізнає у ньому образи та описує їх вербальними тегами або назвою файлу. Проте варто визнати, що запропонований підхід вимагає контролю за релевантністю початкових фолксономічних даних, який не завжди можна забезпечити у реальних умовах підтримки великих графічних репозиторіїв.

Для аналізу фолксономічних даних введемо поняття мовного образу (МО), який має відрізняється від інших найбільш унікальною символічною ознакою. Пропонується обрати такою ознакою корінь слова – поняття МО не вирішує проблему багатозначності слів мови, проте кореневі ознаки значно зменшують простір пошуку. Отже, вважатимемо, що МО – це сукупність однокорневих слів, які характеризують окремий образ, виходячи з морфемної класифікації [12]. Таке поняття більш загальне за синсет [13] з відомого WordNet, словарну статтю чи лексему [14], у формі яких закладаються поняття в онтології. Запропонований підхід забезпечує морфемну класифікацію та гніздовий принцип організації словника МО.

Формалізуємо поняття фолксономічних даних підмножиною $I' \subset I$ доступних для сприйняття людиною МО, яку представимо за допомогою четвірки основних змістовних концептів:

$$I' = \langle N; O; M; Q' \rangle, \quad (1)$$

де N – поняття, O – об'єкт, M – метод, Q' – якість.

У свою чергу, деталізація базових концептів приводить до появи таких концептів:

$$N = \langle ON; QN; MN \rangle, \quad (2)$$

де ON – поняття об'єкта, QN – поняття якості, MN – поняття методу;

$$Q' = \langle OQ, MQ \rangle, \quad (3)$$

де OQ – якість об'єкта, MQ – якість методу;

$$M = \langle Ev, C \rangle, \quad (4)$$

де Ev – подія (процес), C – стан;

$$MQ = \langle H; T; L \rangle, \quad (5)$$

де H – власне обставина (відповідь на питання як?);
 T – обставина часу (відповідь на питання коли?);
 L – обставина місця (відповідь на питання де?).

Взаємозв'язок розглянутих елементарних концептів МО (1)–(5) у вигляді дерева графа представлено на рисунку 2.

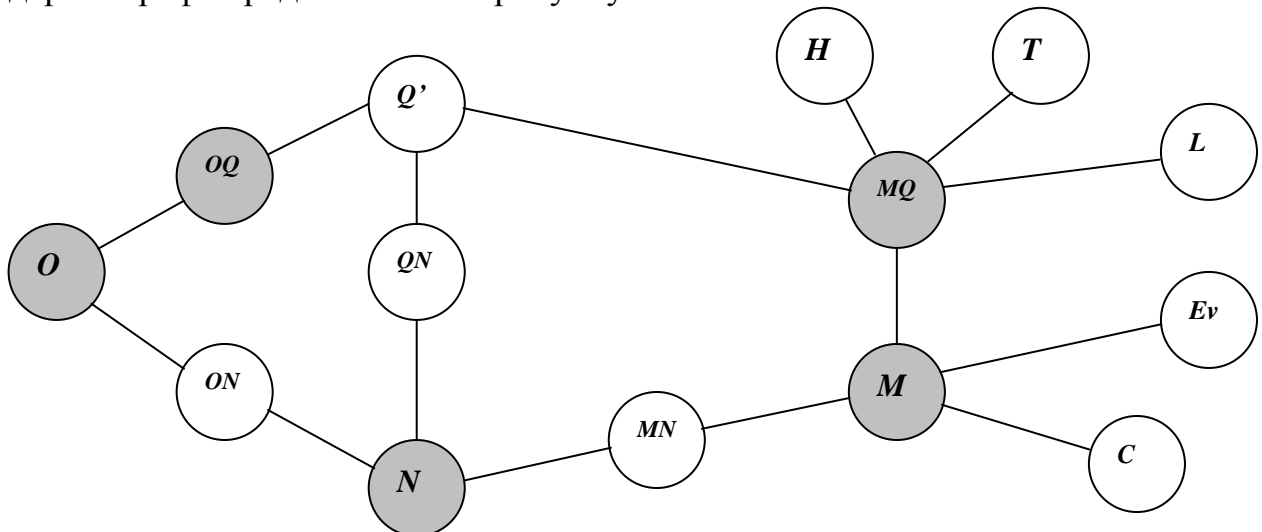


Рисунок 2 – Граф дерева взаємозв'язків елементарних концептів МО

Поява саме таких елементарних концептів (складових МО) пояснюється врахуванням значимих, тобто таких, що мають постійно визначений сенс, частин мови [15]. Сірим кольором на графі рисунку 2 позначено 5 змістовних концептів МО, які мають стійкі відображення у таких частинах мови, як прикметник, іменник, дієслово та обставина. Поняття образу (N) додано до вибраної п'ятірки концептуальних складових з метою демонстрації єдності як наочно-предметних (синтагматичних), так і абстрактних (парадигматичних) ознак мовних образів.

Формально подія є елементом множини ОК $Ev \in \gamma$ з певними обмеженнями на кількість образів (7 ± 2) та зв'язність, що будуть розглянуті пізніше. У мовленнєвій діяльності подія має своїм аналогом синтагму [4], яка, зазвичай у вигляді простого оповідного речення, описує певну подію. Взаємозв'язок концептів подія – синтагма – речення формалізуємо на основі введення понять

конструкції мовних образів (КМО) та природно-мовної конструкції (ПМК). Під КМО будемо розуміти таку підмножину ОК $\gamma' \subset \gamma$, до складу якої входять лише мовні образи. Тоді синтагмою будемо вважати елемент множини $Sy \in \gamma'$. Відповідно ПМК – це така підмножина КМО, за елементи якої взято слова з урахуванням морфологічних та синтаксичних правил певної природної мови.

На рисунку 3 показано результати формального поєднання образних концептів зі складовими КМО та ПМК. Запропонований підхід дозволив виявити взаємозв'язок між значимими концептуальними поняттями онтогенетичної системи та конструктами лексичного процесору через нові визначення МО, сенсосоєднання, синтагми і КМО. Для формалізації позначених кольором лексичних конструктивів ПМК–речення–словосполучення–слово мають застосовуватися морфологічні, синтаксичні та семантичні відношення з урахуванням пріоритету образної основи онтогенетичної моделі.

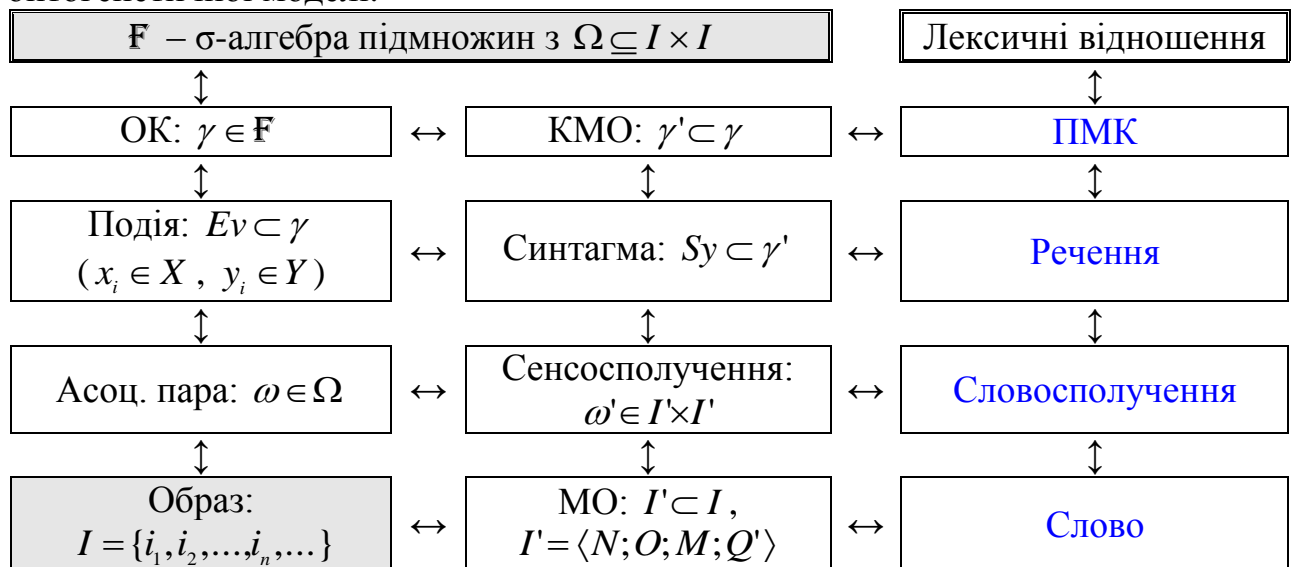


Рисунок 3 – Взаємозв'язок формальних понять образного аналізу ПМК

Нечітке відношення сенсу

Побудуємо простір для оброблення фольксономічних даних на основі бінарного нечіткого відношення

$$Q = \{ \langle i_l, i_j \rangle, \mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) \}, \quad (6)$$

де $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle)$ – функція належності нечіткого відношення, що задається як відображення $\mu_Q : I \times I \rightarrow [0,1]$.

Бінарне нечітке відношення (6) застосуємо як онтогенетичну характеристику множини Ω , тоді її функцію належності можна вважати природною чисельною мірою сенсу. Згідно з [16], значення $\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = 1$ називатимемо одиницею сенсу розміром один *Sav* (Синтагматичної асоціації вага, рос. – Синтагматической ассоциации вес) або *Saw* (Syntagmatic association weight). Окрім цього, англійське слово *Saw* (друга форма неправильного

дієслова *to See*) перекладається як «побачене» і, тим самим, вказує на образний шлях появи сенсу в когнітивній системі. При такому підході значення елемента (l, j) матриці A_Q або k -ї дужки $e_k = \langle v_l, v_j \rangle$ графа G залежить від статистики появи зв'язку для кортежу $\langle i_l, i_j \rangle$ за час спостереження L вхідних ОК. Отже, в загальному вигляді функцію належності (базовий рівень) нечіткого відношення сенсу для пар образів задамо як

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f(k_{lj}, t_L), \quad (7)$$

де k_{lj} – кількість зафіксованих онтогенетичною системою зв'язків між l -м та j -м образами на момент часу t_L . Додатково відношення сенсу має враховувати такі важливі властивості ІС, як емоційний стан, потреби (мотиви) та рефлексії або інші корисні для функціонування ОС результати зовнішнього навчання.

У відповідності до задач образної індексації деталізуємо функцію належності, що породжує бінарне нечітке відношення сенсу (6) на таких чотирьох послідовних рівнях, побудованих на базовому (7):

1. Рівень імовірного прогнозування – з метою нормування функції належності у проміжку $[0,1]$ передбачено розрахунок статистичної оцінки λ (математичного сподівання): якщо $k_\Sigma = \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^n k_{lj}$, а m – кількість ненульових елементів матриці A_Q , то $\lambda = k_\Sigma / m$ – в цьому випадку застосуємо відому сигмоїдальну функцію

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f_1(k_{lj}, \lambda) = 1 / (1 + e^{-k_{lj} + \lambda}). \quad (8)$$

Внаслідок нормування з'являється характерна властивість функції належності, отриманої за онтогенетичним методом – середнє значення

$$\overline{\mu_Q} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \mu_{Qj} = 0,5.$$

2. Рівень врахування емоційного стану – введено можливість врахування бінарної моделі емоцій ІС за рахунок показника $\mu = \{ \dots, -2, -1, 1, 2, \dots \}$, тоді

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f_2(k_{lj}, \lambda, \mu) = 1 / (1 + e^{-\frac{k_{lj} - \lambda}{|\mu|}}). \quad (9)$$

При $\mu = -1 \vee 1$ емоції не впливають на сенс функціонування ІС, а функція належності (9) вироджується у функцію (8). Збільшення показника μ симетрично згладжує сигмоїдальну функцію f_2 , що продемонстровано на рисунку 4.

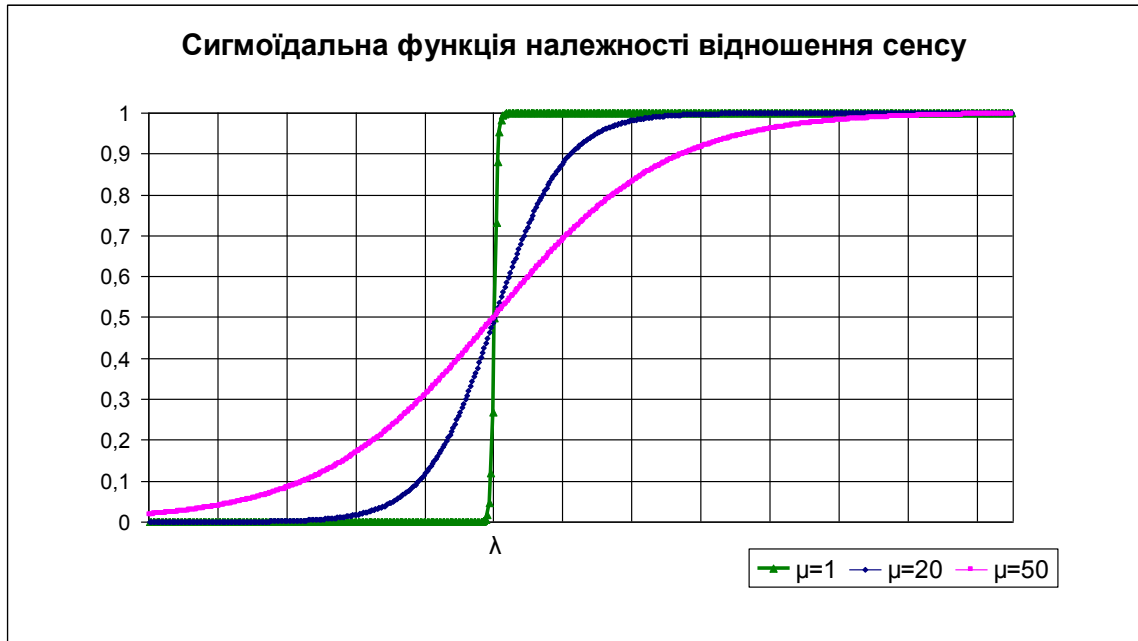


Рисунок 4 – Вплив показника μ на функцію належності (9) відношення сенсу

3. Рівень врахування мотиваційної компоненти на основі образів–центрів потреб – запропоновано моделлю мотиву інфологічної системи на момент часу t_L вважати досягнення образу–центру потреби j' , а також розрахувати дисперсію та середньоквадратичне відхилення результатів спостережень k_{lj} як

$$D = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^n \sum_{j=1}^n (k_{lj} - \lambda)^2 \mid k_{lj} > 0 \text{ і } \sigma = \sqrt{D}.$$

Тоді, в залежності від ступеня наближення r пари образів $\langle i_l, i_j \rangle$ до j' , функцію (9) можна зміщувати вліво за віссю абсцис шляхом зменшення математичного сподівання для цієї пари $\lambda_{lj} = \lambda - r \cdot \sigma$, де $r = \{0,1,2,3\}$, зрештою маємо

$$\mu_Q(\langle i_l, i_j \rangle) = f_3(k_{lj}, \lambda_{lj}, \sigma, \mu, i') = 1 / (1 + e^{\frac{k_{lj} - \lambda_{lj}}{|\mu|}}). \quad (10)$$

Розглянутий підхід передбачає застосування окремого алгоритму для визначення ступеню наближеності r пари $\langle i_l, i_j \rangle$ до образу-потреби j' , наприклад:

- а) якщо $j = j'$, то $r = 3$, інакше
- б) якщо $\exists e_k \in E \mid e_k = \langle v_j, v_{j'} \rangle$, то $r = 2$, інакше
- в) якщо $\exists e_k \in E \mid e_k = \langle v_l, v_{j'} \rangle$, то $r = 1$, інакше $r = 0$.

4. Рівень врахування рефлексів та результатів зовнішнього навчання – запропоновано фіксувати в ОС статистику результатів образної реакції y'_i на вхідну ОК x'_i при мотиваційній меті i' як зміну емоційного параметра $\Delta\mu$. Тоді, за наявності у попередньому досвіді схожих ситуацій $\langle i', x'_i \rangle$ для певної підмножини пар $e_{ij} \in E'$, де $E' \subseteq y'_i$ застосовується збільшення або зменшення математичного сподівання $\lambda_{ij} = \lambda \pm r \cdot \sigma$. Вибір $r = \{0,1,2,3\}$ залежить виключно від знаку та значення $\Delta\mu$ та потребує окремого алгоритму, а функція належності матиме вигляд

$$\mu_Q(\langle i_j, i_j \rangle) = f_4(k_{ij}, \lambda_{ij}, \sigma, \mu, i', x', \Delta\mu) = 1/(1 + e^{\frac{k_{ij} - \lambda_{ij}}{|\mu|}}). \quad (11)$$

Зауважимо, що, на відміну від (8) та (9), у вищих рівнях функції належності відношення сенсу (10) та (11) внаслідок локальних зсувів математичного сподівання зникає властивість $\overline{\mu_Q} = 0,5$, що, на думку автора, свідчить про належну формальну інтерпретацію відомих фактів з психології та фізіології щодо протиріч між загальноприйнятим (середньостатистичним) сенсом і діями під впливом сильних мотивів або індивідуально набутих рефлексів.

Простір з мірою для образної індексації

Розглянемо можливості аксіоматизації простору з мірою на основі запропонованого нечіткого відношення образного сенсу Q . Відомо, що мірою називають функцію множини $m: P(X) \rightarrow R^+$, яка відповідає таким трьом аксіомам [8]:

1. $\forall A \subseteq X \Rightarrow m(A) \geq 0, m(\emptyset) = 0$.

2. $A \subseteq B \Rightarrow m(A) \leq m(B)$.

3. Якщо $A, B \in P(X)$ та $A \cap B = \emptyset$, то $m(A \cup B) = m(A) + m(B)$,

де $P(X)$ – множина всіх підмножин X (σ -алгебра), $R^+ = [0, \infty]$ – множина додатних дійсних чисел.

При $R^+ = [0,1]$ ці аксіоми визначають ймовірнісну міру, в основу якої покладено базове поняття події з можливостями експериментальної перевірки. В теорії нечітких мір замість події застосовується поняття суб'єктивного ступеня впевненості людини в цій події, який також зручно обмежити відрізком $[0,1]$. За рахунок узагальнення поняття міри виникає можливість уникнути обмежувальної вимоги адитивності, що забезпечують відомі λ -нечіткі міри Сугено для визначення ступеня необхідності, довіри, правдоподібності, можливості тощо [17].

Відповідно до концепції образного сенсу ОС та моделювання її пізнавальної діяльності простір образного сенсу неможливо обмежити мірою на відрізьку $[0,1]$. Не дивлячись на те, що вчитель-експерт ставить оцінку студенту за будь-якою системою оцінювання знань саме на основі особистого суб'єктивного

ступеня впевненості, проте об'єктом порівняння для нього при визначенні оцінки є власні знання. Отже, результати пізнавальної діяльності мають властивість необмеженого або обмеженого фізичною тілесністю зростання, а відповідний до них сенс-параметр будемо вимірювати на $R^+ = [0, \infty]$.

Під простором для образної індексації фолксономічних даних з нечіткою мірою сенсу $Se: \mathbf{F} \rightarrow [0, \infty]$ будемо розуміти трійку (Ω, \mathbf{F}, Se) , де Se – нечітка міра сенсу, що визначається на основі таких аксіом:

1. $\forall \gamma \subseteq \Omega \Rightarrow Se(\gamma) \geq 0, Se(\emptyset) = 0, Se(\Omega) \leq \infty$.
2. $\forall \omega \in \Omega \Rightarrow Se(\omega) \leq 1, Se(\omega) = \mu_Q(\omega)$.
3. Якщо $\gamma_1, \gamma_2 \in \mathbf{F}$ та $\gamma_1 \subseteq \gamma_2$, то $Se(\gamma_1) \leq Se(\gamma_2)$ (монотонність).
4. Якщо $\gamma_i \in \mathbf{F}$, де $\{\gamma_i, i=1, 2, \dots\}$ є монотонною послідовністю $\gamma_1 \supseteq \gamma_2 \dots \supseteq \gamma_i \supseteq \dots$, то $\lim_{i \rightarrow \infty} Se(\gamma_i) = Se(\lim_{i \rightarrow \infty} \gamma_i)$ (неперервність).
5. Якщо $\{\gamma_i\}_{i=1}^{\infty} \in \mathbf{F}$ – рахункове сімейство множин з \mathbf{F} , що попарно не перетинаються, тобто $\gamma_i \cap \gamma_j = \emptyset, i \neq j$, то $Se(\bigcup_{i=1}^{\infty} \gamma_i) = \sum_{i=1}^{\infty} Se(\gamma_i)$ (σ -адитивність).

Запропонована міра Se вважається σ -скінченою, оскільки існує зліченне сімейство множин, що вимірюється $\{\gamma_i\}_{i=1}^{\infty} \in \mathbf{F}$, таке що $Se(\gamma_i) < \infty, i \in N^+$ та $\Omega = \bigcup_{i=1}^{\infty} \gamma_i$, де N^+ – множина додатних натуральних чисел. Використання σ -скінченної міри Se приводить до того, що весь простір сенсу може бути представленим у вигляді зліченного об'єднання множин, що вимірюється на основі скінченної міри. На основі аксіоми 5. задамо означення 1: якщо ОК x та y перетинаються, то $Se(x \cup y) = Se(x) + Se(y) - Se(x \cap y)$.

Покажемо, що можливість подання сенсу у числовому вигляді також дозволяє розглядати простір упорядкованих пар образів Ω як топологічний і квазіметричний. Простір асоціативних пар Ω є топологічним, оскільки множина \mathbf{F} її підмножин є топологією на Ω , для якої виконуються умови [18]:

- 1) $\Omega \in \mathbf{F}, \emptyset \in \mathbf{F}$ – множина Ω і пуста множина належать \mathbf{F} ;
- 2) об'єднання та перетин довільного сімейства множин, що належать \mathbf{F} , належить \mathbf{F} (згідно з властивостями σ -алгебри).

Простір асоціативних пар Ω є квазіметричним простором [17], оскільки будь-яким двом елементам $\omega_i, \omega_j \in \Omega$ ставиться у відповідність невід'ємне число q таке, що $q(\omega_i, \omega_i) = 0$, а для будь-якої трійки $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \in \Omega$ виконується нерівність трикутника $q(\omega_1, \omega_3) \leq q(\omega_1, \omega_2) + q(\omega_2, \omega_3)$ за умови, що квазівідстань $q(\omega_i, \omega_j) = |Se(\omega_i) - Se(\omega_j)|$. Простір Ω не можна вважати метричним простором, оскільки не виконується умова про те, що $q(\omega_i, \omega_j) = 0$ тоді і тільки тоді, коли $\omega_i = \omega_j$. Також неважко показати, що множина ОК з \mathbf{F} також є квазіпростором з квазівідстанню q .

Технологія реалізації методу пошуку

Розглянемо можливість побудови технології пошуку фолксономічних даних у топологічному і квазіметричному просторі з пар МО $\omega \in \Omega$ та КМО $\gamma \in \mathbf{F}$ [6]. Вихідними даними для пошуку вважатимемо тільки такі слова, які позначають теги, категорію і назву графічного файлу, що відповідає кожному зображенню. Якщо ніякої іншої інформації для образної індексації фолксономічних даних не використовується, тоді виникає проміжна задача створення словника мовних образів та накопичення первинних синтагматичних зв'язків між ними згідно з (8).

Припустимо, що внаслідок первинної обробки фолксономічного лексичного матеріалу побудовано словник МО і кожне слово відповідає одному мовному образу. Більш простим випадком є так звана «хмара тегів», що характеризує кожне зображення. Зв'язками між МО у цьому випадку з достатньою достовірністю можна вважати всі зв'язки за типом «кожний з кожним». Більш складним випадком є визначення зв'язків між словами у назві зображення. Зрозуміло, що якісно розв'язати цю задачу можна за допомогою застосування синтаксичного аналізатора тієї природної мови, на якій описано зображення, але такий підхід має певні труднощі, особливо для флексійних мов.

Оскільки назва зображення, як правило, складається з невеликої кількості (2÷4) значимих слів, тому пропонується прийняти таке обмеження методу пошуку – зв'язки фіксуються а) між сусідніми словами назви і б) між кожним словом назви і ключовим словом категорії зображення. При цьому значимим словом вважається таке, яке відповідає мовному образу з словника, а випадок б) враховується при експертному підтвердженні ключового слова категорії. Отже, при визначенні первинних синтагматичних зв'язків між мовними образами службові слова, займенники та прийменники не враховуються.

З урахуванням цих обмежень пропонується така технологія реалізації методу пошуку графічних файлів [19]:

- a. Отримати вихідні дані з мультимедійного репозиторію як відношення $Pictures \subset Id_p \times Picture \times Category \times URL$, де атрибути $Picture, Category \in (I | \mathbf{F})$.
- b. Шляхом виокремлення значимих слів, сортування та уникнення їх повторень з атрибутів $Picture$ та $Category$ створити відношення $Words \subset Id_w \times Word \times Id_p \times Id_i$, де Id_p – ідентифікаційний атрибут відношення $Pictures$, а Id_i – ідентифікаційний атрибут відношення для мовних образів репозиторія $Images$.
- c. Відношення $Images \subset Id_i \times Image \times Category \times Quality_o \times Object \times Notion \times Method \times Quality_m$ створити шляхом об'єднання всіх однакових слів з відношення $Words$.

- d. Експертним або програмним шляхом об'єднати слова з відношення $Images$ та визначити склад відношення $Stems \subset Id_s \times Stem \times Quantity$, заповнюючи при цьому атрибут Id_i для $Words$.
- e. Створити відношення $Construct \subset Id_c \times Id_t \times Id_{w1} \times Id_{w2} \times Id_p$ для фіксації зв'язків у назвах і $Twice \subset Id_t \times Id_{i1} \times Id_{i2} \times Weight$ для накопичення їх сили.
- f. Для кожної пари сусідніх слів та пари слово назви – ключове слово категорії кожного кортежу з $Pictures$ створювати кортеж у $Construct$ з посиланням на новий чи існуючий кортеж у $Twice$ для відповідної пари МО. Значення атрибуту $Twice.Weight$ дорівнює кількості посилань з відношення $Construct$.
- g. Вербальний запит розкласти на МО і відібрати всі файли, у назвах яких вони зустрічаються; упорядкувати список за сумою $Twice.Weight$ для пар МО.

Внаслідок реалізації даного методу в технології PHP-MySQL створюється база фолксономічних даних з 6-ти таблиць, приклад наповнення якої представлено на рисунку 5.

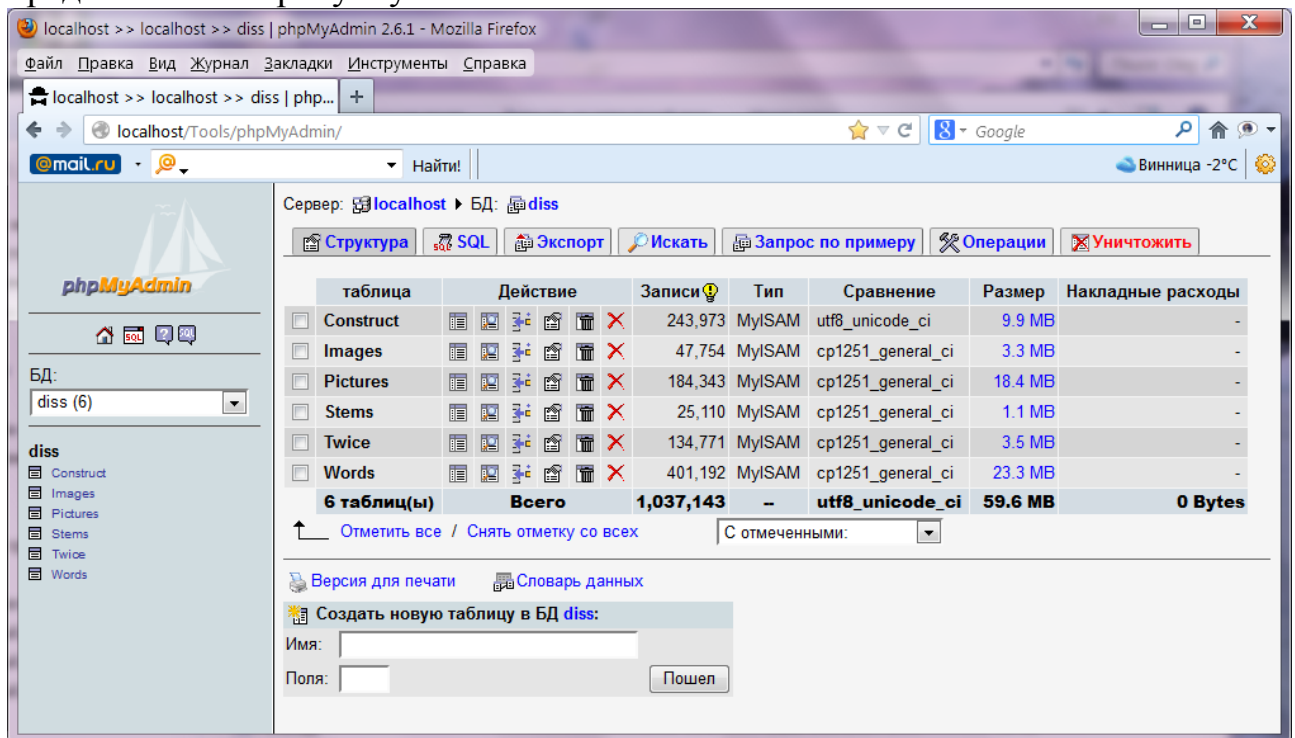


Рисунок 5 – База фолксономічних даних для пошуку

В основу методики оцінки релевантності результатів пошуку, що вимагає застосування експертних методів, пропонується закласти 4-х рівневий критерій якості окремого результату пошуку – відмінно/добре/задовільно/незадовільно. Шляхом перегляду кожного знайденого зображення для деякого вербального запиту експерт виставляє оцінку якості для стандартного (закладеного у систему) підходу за маскою слів та інтелектуального пошуку через образну індексацію фолксономічних даних у просторі (Ω, F, Se) . Аналіз релевантності отримуємо на основі порівняння оцінок якості для двох підходів у графічному вигляді тривимірних діаграм за категоріями певних вербальних запитів у порядку представлення результатів пошуку.

Експериментальне дослідження

Програмний експеримент для апробації запропонованого методу проведено для графічних ресурсів, вільно доступних на WEB-сайті «Банк обоев – бесплатные обои для рабочего стола © 2012» (<http://www.bankoboev.ru/>). Робочі обмеження, закладені до плану проведення експерименту, є такими:

1. У зв'язку із загальноживаним у репозиторії «Банк обоев» лаконізмом опису зображень парами вважаються сусідні слова назви.

2. Займенники, прийменники та службові слова не враховуються у пошуку.

3. Кількість зображень з відповідним описом обмежена 47754 файлами з <http://www.bankoboev.ru/>, що належать до 71 категорії (рисунок 5).

4. Приналежність зображення до категорії не впливає на пошук, тому що слова з назв категорій не включено до простору з пар МО.

5. Інформаційна технологія узагальнює російські слова у мовні образи на основі стандартних можливостей лінгвістичного пакету NLTK Stemmers (<http://nltk.org/api/nltk.stem.html#module-nltk.stem.snowball>).

Первинна оцінка релевантності результатів пошуку $O_{\zeta}P_{e_i}$ здійснювалася незалежно 3-ма експертами за 4-рівневою шкалою: 3 – відмінно, 2 – добре, 1 – задовільно, 0 – незадовільно. Оцінку було отримано для 50-ти перших результатів 10-х запитів, половина яких складалася з 3-х значимих слів, інша половина – з 4-х.

Прикладами порівняння запропонованого та стандартного пошуків зображень за 4-ма запитами з найгіршими/найкращими результатами для 3-х та 4-х слів обрано такі: 1) «Лесная река осенью», 2) «Заснеженные горные вершины», 3) «Красивый букет из красных роз» та 4) «Рыжий котенок на зеленой траве». На основі усереднених для 3-х експертів оцінок релевантності результатів пошуку для обраних запитів додатково визначалися бінарна оцінка $B_iO_{\zeta_i}$ та оцінка точності $O_{\zeta}T_{o_i}$ кожного i -го результату за формулами:

$$B_iO_{\zeta_i} = \begin{cases} 1, & O_{\zeta}P_{e_i} > 1 \\ 0, & O_{\zeta}P_{e_i} \leq 1 \end{cases}$$
$$O_{\zeta}T_{o_i} = \frac{1}{i} \sum_{j=1}^i B_iO_{\zeta_j},$$

а також загальна точність $T_{o_{\Sigma}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N O_{\zeta}T_{o_i}$, де N – загальна кількість оцінок.

Порівняння отриманих результатів у графічному вигляді зображено на рисунках 6–9.



Рисунок 6 – Запит 1) з 3-х слів з найменшим покращенням точності пошуку

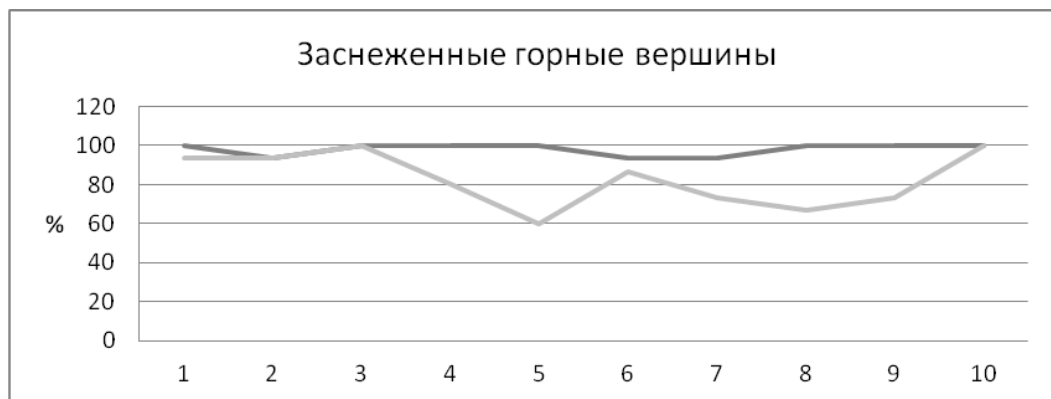


Рисунок 7 – Запит 2) з 3-х слів з найбільшим покращенням точності пошуку



Рисунок 8 – Запит 3) з 4-х слів з найменшим покращенням точності пошуку



Рисунок 9 – Запит 4) з 4-х слів з найбільшим покращенням точності пошуку

За результатами програмного експерименту виявлено, що покращення точності складає від 5,9% до 11,7% для запитів з 3-х слів та від 25,8% до 29,7% для запитів з 4-х слів. Відповідно підвищується повнота пошуку від 14,3% до 28,2% для запитів з 3-х слів та від 17,4% до 95,5% для запитів з 4-х слів. Отже, збільшення кількості значимих слів у запиті покращує результати пошуку зображень як за точністю, так і за повнотою. Середнє за всіма результатами покращення точності пошуку склало 18,3%, а збільшення повноти пошуку – 38,8%.

Висновки

У роботі розглянуто теоретичні та технологічні особливості нового методу пошуку графічних файлів у репозиторії мультимедійних даних. Метод базується на образній індексації фолксономічних ознак відповідних зображень, що забезпечено формалізацією понять онтогенетичної системи, мовного образу та побудовою простору з мірою на основі нечіткого відношення сенсу. Запропоновано алгоритм технологічної реалізації підходу у системі з підтримкою фолксономії та методику оцінки релевантності результатів пошуку. Експериментальне дослідження запропонованого методу у порівнянні з існуючими аналогами підтвердило покращення результатів пошуку зображень за точністю і повнотою за рахунок врахування сили накопичених асоціативних зв'язків між мовними образами.

Подальшим розвитком запропонованого методу пошуку графічних файлів можуть бути:

- аналіз вмісту файлів, що є релевантними результатами пошуку з метою виявлення спільних графічних ознак для одного МО або КМО;
- спільне застосування у алгоритмі пошуку фолксономічних та графічних ознак образів.

Література:

1. Joshua Porter. Folksonomies: A User-Driven Approach to Organizing Content [Електронний ресурс] / User Interface Engineering. – Режим доступу: <http://www.uie.com/articles/folksonomies/>
2. Уфимцевы Роман и Елена. Фолксономия [Електронний ресурс] / ООО "Ателье маркетинга ER" © 2003-2011. – Режим доступу: http://www.metaphor.ru/er/misc/km_taxonomy_folksonomy.xml
3. Попов Э.В. Общение с ЭВМ на естественном языке / Попов Э.В. – М.: Наука, 1982. – 360 с.
4. Бісікало О.В. Концептуальні основи моделювання образного мислення людини / Бісікало О.В. – Вінниця: ПП Балюк І.Б., ВДАУ, 2009. – 163 с.
5. Бісікало О.В. Концептуальне поєднання понять образного мислення та мовленнєвої діяльності / О.В. Бісікало // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2010. – № 1(17). – С. 72–77.
6. Бісікало О.В. Когнітивний простір образних конструкцій / О.В. Бісікало // Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы (ИИ–2010):

- материалы Международной научно-технической конференции (Кацевели, 20-24 сентября 2010 г.). – Донецк: ИПИИ «Наука і освіта». – 2010. – Т.1. – С. 17-21.
7. Бісікало О. В. Аксиоматизація простору сенсу образних конструкцій / Олег Володимирович Бісікало, Роман Наумович Кветний // Зб. наук. праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2009. – Вип. 20. – С. 121–127.
 8. Колмогоров А. Н. Основные понятия теории вероятностей / Колмогоров А. Н. – [2-е изд.]. – М.: Наука, 1974. – 120 с.
 9. Розуміння сенсу навчального контенту на основі моделювання образного мислення людини / О.В. Бісікало // Тези доповідей П'ятої наук.-практ. конф. з міжнар. участю «Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС'2010», (Київ, 21–25 червня 2010 р.). – К., 2010. – С. 183–185.
 10. Сержантов В. Ф. Человек как предмет философского и естественнонаучного познания / В. Ф. Сержантов, В. В. Гречаный. – Л., 1980. – 216 с.
 11. Шлезингер М. И. Математические средства обработки изображений / Шлезингер М. И. – Киев: Наукова думка, 1989. – 198 с.
 12. Широков В. А. Комп'ютерна лексикографія / В. А. Широков. – К.: Наукова думка, 2011. – 351 с.
 13. WordNet® [Електронний ресурс] / Princeton University. – Режим доступу: <http://wordnet.princeton.edu>.
 14. Крылов С. А. Некоторые уточнения к определениям понятий словоформы и лексемы / С. А. Крылов // Семиотика и информатика. – 1982. – Вып. 19. – С. 118-136.
 15. Анисимов А. В. Компьютерная лингвистика для всех: Мифы. Алгоритмы. Язык / Анисимов А. В. – Киев: Наукова думка, 1991. – 208 с.
 16. Бисикало О. В. Субъективная единица смысла образных конструкций / О. В. Бисикало // Nauka: teoria i praktyka – 2009: materialy V miedzynar. naukowo-praktycznej konf., (Przemysl, 7–15 sierpnia 2009). – Przemysl: Nauka i studia, 2009. – Vol. 6. – P. 9–12.
 17. Cox E. The fussy systems handbook / E. Cox. – 2nd ed. – Academic Press Professional, 1999. – 716 p.
 18. Коллатц Л. Функциональный анализ и вычислительная математика / Коллатц Л.; пер. с нем. – М.: Мир, 1969. – 447 с.
 19. Бісікало О. В. Інтелектуальний пошук графічних даних на основі фолксонометричних даних / Олег Володимирович Бісікало, Марина Володимирівна Савелова // Veda a technologie: krok do budoucnosti – 2011: materialy VII mezinar. vedecko-prakticka konf., (Praha, 27 unora – 05 brezen 2011). – Praha: Publishing House «Education and Science», 2011. – Dil. 16. – P. 6–8.