

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ РЕЛЕВАНТНОСТІ МЕТОДУ ПІДТРИМКИ ФУНКЦІЇ «ЗАПИТАННЯ-ВІДПОВІДЬ»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод підтримки функції «запитання-відповідь», який здатний давати не позбавлені сенсу відповіді на запитання користувача до певного тексту. Метод базується на моделі бази знань із нечітким відношенням сенсу для словоформ вхідного тексту. Релевантність результатів роботи розробленої системи у порівнянні з відомими перевірено за допомогою методу експертних оцінок.

Ключові слова: метод, система типу «запитання-відповідь», QA, образний аналіз, текст, сила зв'язку, словоформа, нечітке відношення, релевантність.

Abstract

The method which support question and answer system was developed. It's able to answer users' questions are not deprived of sense according to published text content. This method is based on the model of the knowledge base on fuzzy relation of meaning. The reliability of the developed model was tested by the method of experts evaluations.

Keywords: method, question-answering system, QA, figurative analysis, text, bonding force, word form, fuzzy relation, relevance.

Вступ

В сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних технологій все більшого значення набуває взаємозв'язок людини та програмно-технічних засобів, зокрема складних інформаційних систем. Актуальність створення систем типу «запитання-відповідь» (СЗВ або QA-системи), які здатні аналізувати питальне речення і давати відповіді користувачам залежно від власних знань про навколишній світ важко переоцінити. Головною перевагою СЗВ перед популярними пошуковими системами є постановка питання природною мовою, а не шляхом підбору ключових слів, а також отримання користувачем короткої відповіді, а не переліку документів або посилань. Спільні питання обох типів систем залишаються в загальному тренді галузі ІТ, зокрема методи накопичення у базі знань (БЗ) нових знань з текстового контенту та підходи до удосконалення механізмів інформаційного пошуку.

Характерно, що людина зазвичай «індексує» природно-мовну інформацію не за формальними ознаками, а за результатами її образного переосмислення, що і дозволяє їй відповідати ефективно. З іншого боку, у щоденну практику користувачів інформаційних систем і мереж, зокрема Інтернету, ввійшли сталі навички застосування пошукових інструментів, які дозволяють досить швидко знайти потрібну текстову інформацію. Тому нові інтерактивні можливості мають не тільки знаходити більш релевантну інформацію з певної текстової колекції, але й не програвати відомим методам пошуку за часом її отримання.

Метою роботи є розробка математичного забезпечення методу підтримки функції «запитання-відповідь», яка має здатність перетворити певний вхідний текстовий контент на формальну базу знань, представити відповідь користувача у вигляді, сумісному з базою знань, згенерувати відповідь та надати її у вигляді, що максимально наближений до відповіді людини-експерта. Достовірність отриманих результатів пропонується перевірити за допомогою методів експертної оцінки.

Результати дослідження

При розробці методу підтримки функції «запитання-відповідь» будемо вважати, що система працює у межах одного тексту певної предметної області. Для реалізації поставленої мети пропонується використовувати нечіткі відношення. Вхідний текст представимо у вигляді матриці сили зв'язків між словоформами у тексті, де рядки (головне слово пари) та стовпці (підлегле слово).

Особливість підходу полягає у врахуванні сили зв'язків лише між значимими словоформами. Для аналізу неструктурованої текстової інформації пропонується застосувати технічний інструментарій відкритого лінгвістичного пакету DKPro Core [1].

Для визначення матриці вхідного тексту застосуємо відому сигмоїдальну функцію, а саме:

$$\mu_Q(<i_l, i_j >) = f(k_{lj}, \lambda) = \frac{1}{1 + e^{-k_{lj} + \lambda}}, \quad (1)$$

де k_{lj} – всі ненульові елементи матриці значимих словоформ тексту.

Аналогічним чином побудовано матрицю тексту Q та матрицю питання R .

Для формалізації пошуку розгорнутої від питального займенника відповіді на питання було задано формальну теорію Th як прикладну теорію першого порядку [2]. З цією метою за основу було взято відомі результати теорії формальних систем.

Для отримання відповіді застосуємо формули композиції нечітких відношень «MAX-MIN» або «MIN-MAX» [3]

$$\mu_P(<i_l, i_j >) = \max_{i_k \in I} \left\{ \min \left\{ \mu_Q(<i_l, i_k >), \mu_R(<i_k, i_j >) \right\} \right\}, \quad (2)$$

$$\mu_P(<i_l, i_j >) = \min_{i_k \in I} \left\{ \max \left\{ \mu_Q(<i_l, i_k >), \mu_R(<i_k, i_j >) \right\} \right\}. \quad (3)$$

На основі залежностей (2) або (3) отримано нову матрицю P , яка містить відповідні чисельні значення з μ_P у тих комірках, словоформи в яких найімовірніше будуть складовими відповіді на питання користувача.

Для визначення найімовірніших пар значимих словоформ було застосовано критерій «величина сили зв'язків» та відсортовано отримані пари за даним критерієм. Упорядкований за зменшенням сили зв'язків список пар S' вважається основою для формулювання відповіді на питання користувача. Загалом такий алгоритм підтримує метод діалогу «дельфійський оракул», для якого відповідь є окремим реченням з підмножини пар словоформ вхідного тексту, або так званий пошуковий тип діалогу, де відповідь складається з кількох речень вхідного тексту [2].

Оцінку релевантності роботи систем було визначено з залученням експертів. Експертною оцінкою вважають процедуру отримання оцінки певної задачі (проблеми) на основі думки спеціалістів (експертів) з метою подальшого прийняття рішення [4]. Існує дві групи експертних оцінок: індивідуальні оцінки (основані на використанні незалежних одна від одної думок окремих експертів) та колективні оцінки (грунтуються на використанні колективної думки експертів). Розрізняють такі способи вимірювання об'єктів: ранжування; попарне порівняння; безпосередня оцінка [5, 6, 7].

Релевантність та достовірність роботи запропонованого методу було експериментально підтверджено. У якості тестового тексту було обрано текст «Packaging for confectionery industry made of polymer materials» [8] та роман Дж. Лондона «White Fang» [9]. Результати роботи розробленого програмного забезпечення було порівняно із такими відомими системами, як YodaQA [10], A.L.I.C.E. [11] та Rose. Обмеженням експерименту було те, що експертам пропонувалось задавати питання системам переважно з таких слів (словоформ), які були присутні у вхідному тексті.

Результати після тестування для запропонованого методу (**New_QA**) маємо такі: отримано 82,35% відповідей на питання від загальної їх кількості; коректних відповідей отримано 70,59%. Дані висновки було зроблено, виходячи з оцінок 20-ти експертів, які за 5-бальною системою оцінювали якість відповіді на аналогічне питання кожної з систем, що порівнювались. Усереднені значення отриманих експертних оцінок наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Усереднені значення оцінок експертів

Experts	A.L.I.C.E	YodaQA	Rose	New_QA
Σ20	0,366	0,843	0,416	3,5705

На рис. 1 наведено кругову діаграму усередненого значення оцінок експертів (а) та комплексну діаграму оцінок експертів для кожної з розглянутих систем (б).

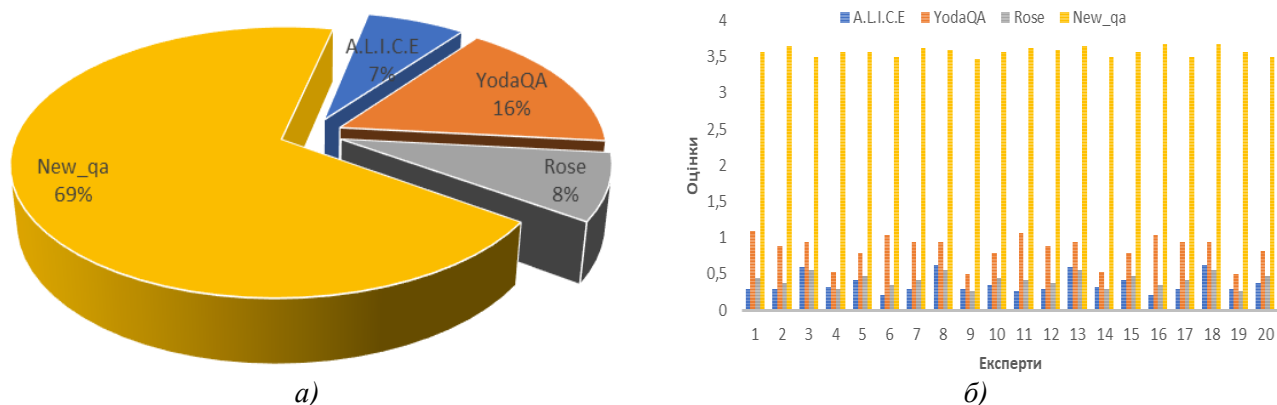


Рисунок 1 – Графічне подання оцінок експертів: а) – кругова діаграма усередненого значення оцінок експертів; б) – комплексна діаграма оцінок експертів для кожної з систем

Для перевірки достовірності та підтвердження оцінок експертів було застосовано статистичне оцінювання, а саме побудовано довірчий інтервал з довірчою ймовірністю 0,95 для дисперсії та середньоквадратичного відхилення. На рис. 2 наведено розкид вибірки відносно середнього арифметичного (а) та довірчий інтервал (б) із довірчою ймовірністю 0,95 для даної вибірки оцінок експертів порівняно з нормальним законом.

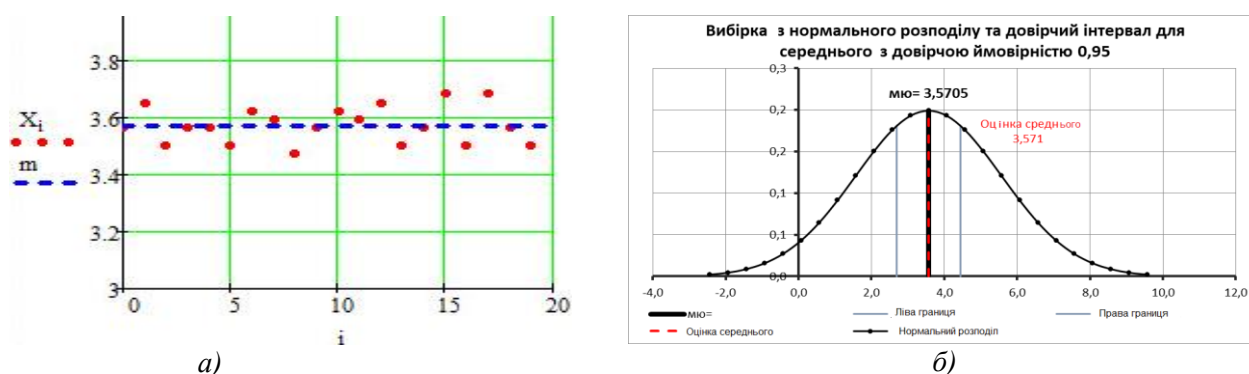


Рисунок 2 – Статистичні оцінки: а) – розкид вибірки відносно середнього значення; б) – довірчий інтервал з довірчою ймовірністю на рівні 0,95

Отримані результати підтвердили достовірність застосованих в експерименті оцінок експертів.

Проте експеримент виявив недолік роботи системи у значних затратах часових ресурсів, особливо при обробленні текстів великого обсягу. Тому було запропоновано застосовувати алгоритм та програмні засоби прискореного отримання відповіді на питання користувача шляхом управління динамічною пам'яттю.

Висновки

Результати експериментального дослідження виявили, що запропонований метод підтримки функції «запитання-відповідь» є релевантним, зокрема отримано 82,35% відповідей на питання 20-ти експертів від загальної їх кількості, коректних відповідей отримано 70,59%. Запропонований метод за експертними оцінками, статистичну достовірність яких при проведенні експерименту було перевірено, переважає відомі доступні системи за якістю відповідей у 4,24–9,77 раз. Отриманих результатів було досягнуто за таким обмеженням експерименту – експертам пропонувалось задавати однакові питання системам, що порівнювалися переважно зі слів (словоформ), які були присутні у вхідному тексті.

Також після проведення серії експериментів було виявлено гіперболічну залежність значення релевантності отриманих результатів від розміру вхідного текстового контенту. Емпірично для запропонованого методу встановлено оптимальним обсяг вхідного тексту розміром 100–200 сторінок. Найбільш придатною областю застосування розробленої СЗВ є закриті підприємства, які мають текстові матеріали, що заборонено розміщувати у глобальній мережі та мають специфічну фахову термінологію. Збільшення обсягу текстів за умови прийняттого часу отримання відповіді може бути досягнуто шляхом застосування методів управління динамічною пам'яттю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Natural Language Processing: Integration of Automatic and Manual Analysis [Electronic resource]. – Technischen Universität Darmstadt, 2014. – Available at: \www/URL: <http://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/4151/1/rec-thesis-final.pdf>. – 21.04.2015.
2. Бісікало О.В. Формальні методи образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій : монографія [Текст] / О. В. Бісікало // – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 316 с. – ISBN 978-966-641-528-1.
3. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику /С.Д. Штовба // [Електронний ресурс]. – Доступ: \www/URL: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1_5.php.
4. Peter D. Grogono. A Review of Expert Systems Evaluation Techniques [Електронний ресурс] / Peter D. Grogono, Alun D. Preece, Rajjan Shinghal, and Ching Y. Suen // American Association for Artificial Intelligence in technical report - american association for artificial intelligence ws. 1994. – pp.113-118 – Режим доступу: <https://www.aaai.org/Papers/Workshops/1993/WS-93-05/WS93-05-016.pdf>.
5. Wilcoxon F. Individual Comparisons by Ranking Methods [Електронний ресурс] / Frank Wilcoxon // Biometrics Bulletin, Vol. 1, No. 6. – 1945. – pp. 80-83. – Режим доступу: <http://sci2s.ugr.es/keel/pdf/algorithm/articulo/wilcoxon1945.pdf>.
6. Метод попарних порівнянь (П). Лекція №6. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ecsocman.hse.ru/data/466/641/1219/ch6.pdf>.
7. Allen M.J. Direct Method to Assess Student Learning [Електронний ресурс] / Mary J. Allen // WASC/AAHE Collaborative Worckshop on Building Learner-Centered Institutions-Developing Institutional Strategies for Accessing and Improving Student Learning. – 2004. – 8 p. – Режим доступу: <http://programs.honolulu.hawaii.edu/intranet/sites/programs.honolulu.hawaii.edu.intranet/files/assessment-methods.pdf>.
8. Packaging for confectionery industry made of polymer materials. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: http://eng.anfol.ua/pages/korreksy_dlya_konfet.html.
9. Jack London. White Fang [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: http://royallib.com/read/London_Jack/White_Fang.html#0.
10. BAUDIŠ Petr. YodaQA: A Modular Question Answering System Pipeline / Petr. BAUDIŠ // In: POSTER 2015 — 19th International Student Conference on Electrical Engineering. Prague: CTU, 2015. – pp. 8.
11. A.L.I.C.E. [Electronic resource]. – Available at: \www/URL: <http://alice.pandorabots.com/>.

Лісовенко Анна Ігорівна – канд. техн. наук, асистент кафедри автоматички та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lisovenkoanna@gmail.com

Бісікало Олег Володимирович – д-р техн. наук, декан факультету КСА, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Lisovenko Anna I. – Ph'D Cand. Sc. (Eng), Assistant of Department of Automation and Information Measuring Devices, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: lisovenkoanna@gmail.com

Bisikalo Oleg V. – Dr.Sc. (Eng.), Professor, Dean of the Faculty for Computer Systems and Automatic, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia