

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004.5

О. В. БІСКАЛО, А. І. ЛІСОВЕНКО

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ЛЮДИНО-МАШИНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

**Анотація.** Розглянуто та проаналізовано існуючі системи людино-машинної взаємодії. Вибір систем оснований на їх розповсюдженості в різних галузях застосування. Порівняльний аналіз проводився на основі визначення переваг та недоліків кожної системи. У результаті порівняння визначено концепцію подальшої розробки такої системи людино-машинної взаємодії, яка б максимально усувала критичні недоліки.

**Ключові слова:** діалогова система, людино-машинна взаємодія, таксономія, джерела даних.

**Аннотация.** Рассмотрены и проанализированы существующие системы человеко-машинного взаимодействия. Сравнительный анализ проводится на основе определения преимуществ и недостатков каждой системы. В результате сравнения определена концепция дальнейшей разработки такой системы человеко-машинного взаимодействия, которая бы максимально преодолела критические недостатки.

**Ключевые слова:** диалоговая система, человеко-машинное взаимодействие, таксономия, источники информации..

**Abstract.** Existing systems of human-machine interaction are considered and analysed. The comparative analysis to be carried out on the basis of determination of advantages and shortcomings of each system. As a result of comparison it is defined the concept of further development of such system of human-machine interaction which as much as possible would overcome critical shortcomings.

**Key words:** dialogue system, human-machine interaction, taxonomy, information sources.

## Вступ

На сьогоднішній день розвиток інформаційних технологій та створення штучного інтелекту займає вагомe місце у наукових дослідженнях та роботах багатьох вітчизняних та іноземних дослідників і науковців. Взаємодія людини і комп'ютера є однією з визначальних особливостей існування в сучасному світі. В наш час постала необхідність не просто оволодіння і накопичення інформації, а й навчання такій технології роботи з інформацією, яка дозволить вилучати інформацію з різних джерел, представляючи її в нормальному вигляді, формі та форматі і яка в подальшому буде ефективно використовуватися для прийняття рішень в тій чи іншій сфері проектування та розробки людино-машинної взаємодії.

Сучасні системи штучного інтелекту і нейрокомп'ютерні системи неможливо порівняти зі здібностями людини в плані інтелекту і творчих здібностей. Водночас безсумнівні заслуги технічних засобів у звільненні людини від рутинних операцій, в розширенні її часових ресурсів для вирішення творчих завдань. Ось чому в даний час важливо не ставити під сумнів можливості технічних засобів і не покладати необгрунтовані надії на безмежне зростання цих можливостей, а найкращим чином використовувати наявні резерви штучних інформаційних систем і людини для вирішення практичних завдань.

В даний час стає все більш очевидно, що найбільш перспективний шлях підвищення якості інформаційних процесів в людській діяльності, соціумі, ноосфері – спільне використання можливостей людини і програмно-технічних засобів, зокрема, інформаційних систем. Внаслідок цього стає актуальною задача вивчення основних аспектів людино-машинної взаємодії, а саме параметрів інтелектуальної діалогової системи.

## Актуальність

Теоретичні та експериментальні дослідження виявили, що системи людино-машинної взаємодії – діалогові системи, показують не достатньо високу ефективність роботи за наступними критеріями: сфера застосування системи людино-машинної взаємодії, технологія побудови, основні складові системи та основні методи, що використовуються, а також, переваги та недоліки кожного реалізованого в системі підходу.

Тому, необхідно розробити таку інтелектуальну діалогову систему, яка б усувала виявлені недоліки на основі образного аналізу та синтезу природо-мовних конструкцій.

## Мета

Метою роботи є визначення суттєвих недоліків в існуючих інформаційних системах людино-машинної взаємодії та усунення їх в розроблюваній нами діалоговій системі шляхом розробки критеріального апарату на основі ряду метрик.

## Задачі

1. За визначеними критеріями проаналізувати існуючі системи людино-машинної взаємодії, а саме – Q&A [1], система TuTalk [2] та діалогова система на основі розподіленого графу [3, 4].
2. Визначити переваги та недоліки кожної системи. За їх найкритичнішими недоліками зробити висновки про подальні напрямки роботи в розроблюваній діалоговій системі.

3. Сформувати подальший план роботи в розробці інформаційної технології людино-машинної взаємодії.

### Порівняльний аналіз систем людино-машинної взаємодії

Розглянемо найбільш відомі з існуючих систем людино-машинної взаємодії та порівняємо їх між собою. Для аналізу були обрані система Q&A [1], система TuTalk [2] та діалогова система на основі розподіленого графу [3, 4].

Система Q&A (Question and Answering system) – це діалогова система, яка оснований на аналізі запитання, обробці та вилученні відповіді, а також має 4-рівневу градацію запитань:

- питання типу «Випадковий респондент»;
- питання типу «Шаблонний респондент»;
- питання типу «Респондент новачок» ;
- питання типу «Професійний інформаційний аналітик» [1].

Основними перевагами даної діалогової системи є:

1. Орієнтованість системи на користувача.
2. Можливість оцінки правильності формування відповіді на основі роботи аналітиків.
3. Процес синтезу відповіді – можливість формування відповіді з 2-ох чи більше документів, джерел інформації.
4. Виявлення перекриттів та суперечливості інформації.
5. Відстеження подій в хронологічній послідовності.
6. Визначення тих запитань, що не мають відповіді в наявній колекції;
7. Використання контексту, сформованого системою з даних про користувача, для більш точного розуміння запитання та формування відповіді.
8. Можливість оновлення контексту на основі попередніх запитань.
9. Відповідь може надаватись з додатковими роз'ясненнями та доповненнями.
10. Можливість системи працювати з структурованими та неструктурованими даними.
11. Доступність різноманітних форматів даних – структурованих, неструктурованих, текстових (doc, docx, pdf, djvu, і т.д.), БД, БЗ, SQL, мультимедійних даних тощо.
12. Створення профілю користувача для полегшення надання відповіді.

Дана система була сформована на основі симбіозу таксономії Венді Леннерт та Артура Грейзера [1] і отримала початкову назву TREC. В подальшому, система вдосконалювалась протягом 5 років в процесі визначення та корегування своїх недоліків.

Проте, не зважаючи на багаторічні дослідження та роботу по вдосконаленню системи, все ж таки вона має певні недоліки, а саме:

1. Не здатність до повного розуміння: система перекладає складне запитання в серію більш простих, і часто втрачає суть запитання.
2. Погано розвинута семантика, що допускає обробку НЛП в діалоговій системі.
3. Для обробки запитань необхідне їх перетворення в ряд еквівалентних запитань, для формування класифікації, оснований на методах НЛП.
4. Виникнення двозначностей (неоднозначностей) у зв'язку з неможливістю визначення центру запитання або лексичних двозначностей (багатозначностей), наприклад, омоніми, пароніми, словникове значення, написання і т.д.
5. Для визначення однозначності запитання та однозначного визначення відповіді часто потребується контекст до запитання. Контекст використовується для роз'яснення запитання, вирішення неоднозначностей та відслідковування точності за допомогою серії питань. Для створення контексту використовують формальну теорію логіки контекстних об'єктів Джона Маккарті, а це доволі складна процедура. Найскладнішим є визначення структури контексту. Для якісного формування контексту потрібні великі БЗ і складні механізми міркування, що на даний момент досліджуються Управлінням перспективних досліджень RKF.
6. Складністю є мова пошуку – лише англійська, тобто система не прилаштована до інших мов.

Ще однією розповсюдженою системою людино-машинної взаємодії є система TuTalk [2]. Ця система є системою для начальних цілей, оснований на діалоговій побудові знань.

Метою розробки даної системи було проектування ПЗ для створення: 1) модульної архітектури системи; 2) легко модифікованої поведінки системи для підтримки більшої кількості навчальних досліджень; 3) легко авторизованого змісту.

Перевагами системи TuTalk є такі:

1. Система TuTalk є модульною. Це дозволяє більш гнучко керувати системою та за допомогою різних модулів забезпечити ефективну роботу та більшу кількість функцій.
2. Архітектура plug-and-play забезпечує полегшення процесів авторингу нових завдань.
3. Модульна архітектура системи дозволяє легко замінювати або оновлювати основні модулі без суттєвих змін в системі для функціоналу різних навчальних додатків.

4. TuTalk має прості варіанти мови авторингу для збільшення адаптивності до контексту діалогів та для задоволення вимог навчальних додатків.

5. Додано відстеження дискурсу, що підтримує ініціативу учня (ініціативу вибору теми) під час діалогу [5].

6. TuTalk має можливість запису нових термінів що визначені системою та термінів, визначених учнем природною мовою, що використовуються для вирішення типу зворотного зв'язку для студента.

7. За допомогою наборів правил системи TuTalk визначає поняття, що мають бути виражені, а також контекст, що важливий при виборі іншого стану до якого прагнемо.

8. Можливість застосування автором (викладачем) рівнів складності для опитування учня.

9. Система TuTalk дає змогу показувати дії, які є показниками субдій та надавати відповіді, що вказують на подальші дії; забезпечено можливість визначення альтернативних дій.

10. Система може визначити ініціативність учня у діалозі (так як система має здатність до запам'ятовування слів, термінів, понять, що вживалися раніше, їй легше збільшити свою БЗ і за допомогою цього вона визначає ініціативність).

11. Можливість налаштування параметрів системи TuTalk відносно потреби.

Проте дана система має і певні недоліки, головним з яких є цільове призначення – лише для навчальних цілей. Окрім цього:

- Система має певні обмеження засобів для вирішення задач.
- Обмежений доступ дій учня до системи та до Менеджера Діалогу.
- Певна невідповідність мов: є певна мова за замовчуванням для понять та перелік додаткових мов, які можуть використовуватись. Але, певні елементи-поняття, які використовуються, але не визначені мовою за замовчуванням, позначаються на тій мові, на якій виражені за допомогою двосимвольної кодової мови ISO 639.1 [5].

- При визначенні ініціативності, перехід від завершеної теми, до теми, завершеної раніше, призводить до непослідовності дій системи.

- Можуть виникати проблеми зі сприйняттям системою дій при визначенні ініціативи.

Наступною поширеною системою людино-машинної взаємодії є система на основі розподіленого графу [3]. В основу даної системи людино-машинної взаємодії покладено систему SRL, що побудована на Байєсівських методах [4].

SRL – дрібний семантичний розбір завдань, який привертає значну увагу в мовних співтовариствах. Важливою задачею є створення загального методу, який замість того, щоб покладатись на мічені дані, використовуватиме велику кількість мічених текстів. Для цього необхідно використати ієрархічні Байєсівські моделі. Створення методу на основі SRL складається з двох етапів: ідентифікації аргументу та етапу маркування (визначення семантичної ролі).

Перший етап – для кожного предиката викликається з'єднання між синтаксисом та семантикою, які закодовані в кластери семантичних підписів [3]. В методі основаному на графах, цей етап є етапом об'єднання в кластери вершин графа згідно семантичних ролей. Це об'єднання відбувається за алгоритмом Біммана [4]. Даний етап є достатньо великою перевагою, адже це полегшує роботу та зменшує обсяг ресурсів, що використовуються. Формально маємо розподілений граф, в якому вершини – це екземпляри параметру дієслова, а граничні ваги – кількісний показник подібності між цими екземплярами.

На етапі маркування семантичні ролі представлені групами аргументів, де маркування певного аргументу відповідає прийняттю рішення в його рольовій групі. Мова йде про предикати, що визначаються синтаксичними підписами і фактично є ключами аргументу [3].

Ще однією перевагою є те, що системи основані на графах популярні для обробки природної мови, особливо для системи без вчителя. Вхідна інформація (текст) в таких системах аналізується та розподіляється у формі дерева залежностей.

Після визначення всіх аргументів для кожного дієслова, робиться висновок для кожного екземпляра аргументу. Для цього будується неорієнтований зважений граф для кожного дієслова, де вершини – екземпляри аргументу дієслова, ваги ребер – схожість між ними [3].

Проте дана система має і певні недоліки, зокрема:

1. Сучасні семантичні підходи вимагають великої кількості анотованих даних для оцінки параметрів моделі, а вони є малодоступні та дорогі.

2. Моделі, що застосовуються в даній системі – проблемно-орієнтовані, тому їх продуктивність падає при застосуванні в новій області.

3. Створення розподіленого графу для цілого тексту є достатньо трудомісткою операцією як за часом, так і за обсягом пам'яті.

4. Існує можливість недостовірного розподілу на кластери та невірне визначення семантичної ролі для маркування.

Отже, всі три об'єкти проведеного аналізу систем людино-машинної взаємодії мають суттєві недоліки, пов'язані з вузькістю галузі застосування, неоднозначністю трактування системи слів та запитань, відсутністю багатомовності, високою ресурсозалежністю та низькою швидкістю. Тому потребує розробки концепція побудови такої інтелектуальної діалогової системи, що потенційно здатна усунути дані недоліки при збереженні вже досягнутих переваг. В основу такої концепції пропонується взяти підхід до образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій [6].

## Висновки

1. Система Q&A, система TuTalk та діалогова система на основі розподіленого графу – застосовуються для таких множин задач підтримки діалогу, що не перетинаються між собою, проте мають ряд спільних недоліків, зокрема:

- вузька галузь застосування системи;
- неточне трактування системою слів та запитань (причина – багатозначність слів, омоніми, пароніми);
- підтримують найчастіше лише одну або дві мови для спілкування;
- потребують значного обсягу комп'ютерних ресурсів;
- робота системи при розв'язанні складних задач вимагає забагато часу.

2. Для досягнення прогресу в предметній області необхідно створити таку систему людино-машинної взаємодії, яка б усувала відмічені недоліки. За основу нової концепції у статті пропонується взяти підхід до образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій, формальні методи якого [6] здатні забезпечити вже досягнуті функціональні можливості існуючих систем, зокрема:

- можливість формування (синтезу) відповіді на основі аналізу різних джерел неструктурованої інформації (текстів).
- виявлення суперечливої інформації;
- використання та оновлення контексту запитання;
- забезпечення додаткових роз'яснень та доповнень до відповіді;
- підтримка ініціативності та розгорнутої програми дій учасників діалогу;
- застосування графових моделей, у т.ч. дерев залежностей, для предикатів (дієслів), їх аргументів та семантичних ролей.

3. Додатково для подальших досліджень потрібне розробки критеріальний апарат на основі ряду метрик, які можуть надати інформацію щодо критичних параметрів адекватності (релевантності) відповіді, ресурсозалежності та швидкодії розробленої системи.

#### Список літератури

1. Burger J. Issues, Tasks and Program Structures to Roadmap Research in Question & Answering (Q&A) (Electronic resource) / J. Burger, C. Cardie, V. Chaudhri, [et al.] // Q&A Roadmap Paper – 2014 – P. 1-35. – Mode of access: <http://duc.nist.gov/roadmap.html>.

2. Jordan P. Rapidly Development Dialogue Systems that Support Learning Studies (Electronic resource) / P. Jordan, M. Ringenber, Br. Hall // Learning Resource and Development Center University of Pittsburgh – 2006. – P. 1-8. – Mode of access: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.75.652&rep=rep1&type=pdf>.

3. Joel Lang. Unsupervised Semantic Role Induction with Graph Partitioning (Electronic resource) / J. Lang, M. Lapata // Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing – 2011. – P. 1320-1331. – Mode of access: <http://www.aclweb.org/anthology/D11-1122.pdf>.

4. Titov I. A Bayesian Approach to Unsupervised Semantic Role (Electronic resource) / I. Titov, A. Klementiev // 13th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics – 2012. – P. 12-22. – Mode of access: <http://ivan-titov.org/papers/eacl12.pdf>.

5. Traum D. Discourse obligations in dialogue processing Role (Electronic resource) / D. Traum, J. Allen // 32nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. – 1994. – P.256-266. – Mode of access: [http://www.public.asu.edu/~kvanlehn/Stringent/PDF/01AIED\\_CR\\_PJ\\_MR\\_SS\\_KVL\\_AW.pdf](http://www.public.asu.edu/~kvanlehn/Stringent/PDF/01AIED_CR_PJ_MR_SS_KVL_AW.pdf).

6. Jordan P. A natural language tutorial dialogue system for physics (Electronic resource) / P. Jordan, M. Makatchev, U. Pappuswamy, K. VanLehn, P. Albacete // 19th International FLAIRS conference. – 2006. – P. 521-526. – Mode of access: <http://www.learnlab.org/uploads/mypslc/publications/jordan%20makatchev%20pappuswamy%20et%20al%2006%20conf%20paper.pdf>.

7. Бісікало, О.В. Формальні методи образного аналізу та синтезу природно-мовних конструкцій: монографія / О.В. Бісікало. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 324 с.

#### Відомості про авторів

**Бісікало Олег Володимирович** – д-р техн. наук, професор, директор інституту автоматичної, електроніки та комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе 95, м. Вінниця.

**Лісовенко Анна Ігорівна** – аспірант кафедри автоматичної та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, вул. Хмельницьке шосе 95, м.Вінниця.