

Ланде Д. В., Гуменюк О. О. (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна).

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ДОСТОВІРНОСТІ БІОГРАФІЙ З ВІКІПЕДІЇ НА БАЗІ СЕМАНТИЧНОГО НЕТВОРКІНГУ

Анотація: У роботі представлено методику визначення рівня достовірності фактів у біографіях, наведених у Вікіпедії, що базується на застосуванні великих мовних моделей (LLM) та семантичного нетворкінгу. Методика передбачає побудову семантичної мережі біографії конкретної особи з урахуванням послідовних зв'язків між подіями у часовому контексті та асоціаційних зв'язків між подіями і концептами. Дослідження здійснюється за допомогою великих мовних моделей, зокрема GPT-4, Llama-3, o1 та інших, що формують "рій віртуальних експертів". Ці моделі дозволяють аналізувати семантичну мережу, формувати висновки, надавати цифрові оцінки достовірності біографії та підтверджувати або спростовувати її ключові моменти на основі фактів. Відповіді різних моделей узагальнюються для об'єктивної оцінки. Результати демонструють ефективність підходу у виявленні неправдивих фактів та підвищенні достовірності відкритих джерел.

Ключові слова: великі мовні моделі (LLM), штучний інтелект, семантичний нетворкінг, оцінка достовірності, біографія, цифрова верифікація

Abstract: The paper presents a methodology for determining the reliability of facts in biographies provided on Wikipedia, based on the application of large language models (LLMs) and semantic networking. The methodology involves constructing a semantic network of an individual's biography, taking into account sequential connections between events in a temporal context as well as associative links between events and concepts. The study is conducted using large language models, including GPT-4, Llama-3, o1, and others, which collectively form a "swarm of virtual experts." These models enable the analysis of the semantic network, the formation of conclusions, the provision of digital reliability assessments of biographies, and the verification or refutation of key points based on facts. Responses from various models are synthesized for an objective evaluation. The results demonstrate the effectiveness of the approach in identifying false information and improving the reliability of open sources.

Keywords: large language models (LLM), artificial intelligence, semantic networking, reliability assessment, biography, digital verification

Вступ

Вікіпедія, як вільна енциклопедія, стала незамінним джерелом інформації для мільйонів користувачів по всьому світу. Однак, незважаючи на свою популярність та відкритість, Вікіпедія не позбавлена недоліків. Одним з найбільш гострих є проблема наявності неправдивих фактів у біографіях, які можуть бути створені навмисно або через помилку. Така інформація несе загрозу як для індивідуальної, так і для колективної пам'яті, а також може впливати на рішення, прийняті на основі цієї інформації. Проте, через відкритий характер редагування такі ресурси як Вікіпедія часто стають об'єктом маніпуляцій та містять неправдиві факти, особливо в біографічних статтях, які особливо вразливі до таких проблем, адже вони є предметом уваги широкої аудиторії [1]. Це створює виклики для наукової та освітньої спільноти, які покладаються на достовірність таких джерел.

Штучний інтелект, а саме великі мовні моделі (LLM), відкривають нові можливості для автоматизованої перевірки текстових даних [2]. Семантичні мережі, що моделюють зв'язки між подіями та поняттями, відкривають нові можливості для аналізу та верифікації текстових даних [3]. Семантичний нетворкінг, як підхід до аналізу зв'язків між подіями та концептами, доповнює ці технології, дозволяючи створювати структуровані мережеві моделі текстів, які відображають взаємозв'язки фактів [4].

Мета роботи — розробка методології (а у подальшому — інформаційної технології) для виявлення неправдивих фактів у біографічних статтях за допомогою великих мовних моделей та семантичного нетворкінгу.

Для досягнення цієї мети передбачається виконання таких завдань:

1. Використати великі мовні моделі GPT-4 (сервіс ChatGPT), Llama-3 (сервіс Groq), o1 (сервіс Deepseek) тощо для побудови та аналізу семантичної мережі на базі автоматичного аналізу тексту біографії.
2. Оцінити достовірність кожного зв'язку у мережі та семантичної мережі в цілому.
3. Розробити методику формування узагальнення висновків, отриманих від "рою віртуальних експертів".

У сучасній науковій літературі широко досліджується застосування штучного інтелекту для виявлення дезінформації [5], проте верифікація біографічних даних у відкритих джерелах, у тому числі, за допомогою семантичного нетворкінгу є новим напрямом.

Роботи у сфері автоматичної перевірки фактів активно розвиваються. Методики, що базуються на графових структурах [6], та аналізі тексту через LLM [7] демонструють високий потенціал у верифікації інформації. Утім, дослідження, які поєднують семантичні мережі та LLM для перевірки біографічних фактів, є недостатньо представленими.

Концепція "рою віртуальних експертів" [8], [9], пропонують перспективні підходи до побудови семантичних мереж. Інші дослідження акцентують увагу на застосуванні LLM для аналізу тексту, але здебільшого не фокусуються на їх інтеграції з методами семантичного моделювання.

Методика

Методика виявлення неправдивих фактів у біографіях включає використання LLM для створення семантичної мережі, що відповідає біографії, її оцінки та узагальнення результатів.

Тобто шляхом застосування семантичного нетворкінгу [10] формується семантична мережа, яка надалі є основним об'єктом дослідження і оцінок. Нижче наведено етапи методики разом із відповідними промптами.

1. Формування семантичної мережі біографії

Для формування семантичної мережі використовується текст біографії з Вікіпедії.

За допомогою LLM створюється семантична мережа, де вузли представляють події або концепти, а зв'язки — відношення між ними. Розглядається два види зв'язків — **часові-спрямовані**: визначають послідовність подій у часі, а також **асоціативні**: зв'язують події з поняттями. Семантична мережа моделюється як граф $G=(V,E)$, де V — множина вузлів (подій або концептів), а E — множина зв'язків між ними. Кожен зв'язок $e \in E$ має вагу P_e що відображає його достовірність.

Формування мережі здійснюється через спеціально розроблені промпти, які у структурованому вигляді витягують ключові події та їх послідовність.

Для кожної біографії визначаються ключові події, що структуровані у хронологічному порядку, для цього застосовується **промпт до LLM**:

Візьми текст біографії [ім'я людини]. Визнач основні події у хронологічному порядку. Формулювати події коротко, до 5 слів. Виведи результат у форматі: "подія1;подія2", де "подія1" відбулася раніше за "подія2". Потім "подія2;подія3", потім "подія3;подія4". Тобто перша подія нового рядка відповідає другій події попереднього рядка". Приклади послідовності: "народився; школа"; "школа; інститут". І так далі. Кожна пара подій - окремим рядком. Ось текст біографії: ...

Очікуваний результат виконання цього промпту має мати вигляд:

*"Народження;Навчання"
"Навчання;Початок кар'єри"*

Після цього додаються асоціативні зв'язки між подіями та поняттями, що допомагають зрозуміти контекст кожної події. Це дозволяє створити комплексну модель, яка враховує не

тільки часові, а й асоціативні зв'язки між подіями та концептами. Для додавання понять до подій і формування асоціативних зв'язків застосовується другий промпт:

На основі тексту біографії [ім'я людини] знайди концепти, пов'язані з кожною подією. Виведи результат у форматі: "подія;поняття". Події було визначено вище:

народився; навчання в гімназії

навчання в гімназії; навчання в університеті

навчання в університеті; отримання наукового звання магістра...

Очікуваний результат виконання другого промпту має мати вигляд:

"Навчання;Університет"

"Початок кар'єри;Компанія"

2. Оцінка достовірності з використанням LLM

Оцінка достовірності кожного зв'язку у мережі є важливим етапом. Для часових зв'язків оцінка проводиться на основі логіки хронології подій, а для асоціативних зв'язків — на основі коректності відображення поняття у контексті події.

Великі мовні моделі формують "рій віртуальних експертів" для оцінки зв'язків у мережі, а саме часових зв'язків, що оцінюються на основі хронологічної узгодженості подій, і **асоціативних зв'язків, які** аналізуються через перевірку логічної і фактичної відповідності

Для кожного зв'язку виконується оцінка достовірності на основі фактів, знайдених у зовнішніх джерелах або внутрішніх базах знань моделей. Кожен зв'язок отримує вагу w_{ij} , яка є числовою оцінкою достовірності зв'язку між вузлами i та j . Оцінка проводиться кількома мовними моделями, після чого їх результати агрегуються.

Для кожного зв'язку у мережі формується вагова оцінка, що відображає його достовірність.

Для кожної часової пари подія-подія проводиться оцінка достовірності. Для цього вводиться промпт:

Для біографії людини [вставити текст біографії] перевіри достовірність кожного зв'язку у форматі "подія1;подія2". Виведи оцінку достовірності у форматі: "подія1;подія2;оцінка (0-1)".

Очікуваний результат виконання цього промпту має вигляд:

"Народження;Навчання;1"

"Навчання;Початок кар'єри;0.9"

І т. і.

Для кожної події та поняття перевіряється відповідність їхнього зв'язку.

Для кожної асоціативної пари подія-поняття також проводиться оцінка достовірності на основі відповідності поняття до контексту. Для цього вводиться промпт:

Для біографії людини [вставити текст біографії] оцініть достовірність зв'язків у форматі "подія;поняття". Виведи результат у форматі: "подія;поняття;оцінка (0-1)".

У результаті цього кожен часовий зв'язок між подіями оцінюється на відповідність хронології та логіці. **Очікуваний результат:**

"Навчання;Університет;0.95"

"Початок кар'єри;Компанія;0.85"

І т. і.

3. Узагальнення результатів

Аналізуються відповіді різних моделей, їх узгодженість та ймовірні розбіжності. Загальна достовірність мережі обчислюється як зважене середнє значення достовірностей усіх зв'язків:

$$P(G) = \frac{\alpha \cdot \sum_{e \in E_{time}} P(e) + \beta \cdot \sum_{e \in E_{assoc}} P(e)}{|E_{time}| + |E_{assoc}|},$$

де:

- E_{time} — множина часових зв'язків;
- E_{assoc} — множина асоціативних зв'язків;
- $P(e)$ — ваги зв'язків;
- α і β — вагові коефіцієнти для часових і асоціативних зв'язків ($\alpha + \beta = 1$).

Ваги w_{ij} визначаються як середнє значення оцінок, отриманих від декількох мовних моделей, що входять до "рою віртуальних експертів":

$$w_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n w_{ij}^k,$$

де n — кількість моделей, w_{ij}^k — оцінка моделі k для зв'язку між вузлами i та j .

Відповіді кожної моделі агрегуються через середнє значення оцінок. Для підвищення достовірності враховується частота підтвердження фактів різними моделями.

Відповіді різних мовних моделей порівнюються та узагальнюються. Особливу увагу приділяється випадкам розбіжностей у оцінках, які додатково перевіряються на відповідність фактам.

4. Інтегральна оцінка достовірності

Інтегральна оцінка мережі проводиться з урахуванням вагових коефіцієнтів для часових і асоціативних зв'язків. Вагові коефіцієнти визначаються таким чином: для часових зв'язків $\alpha = 0.7$, для асоціативних $\beta = 0.3$. Для отримання інтегральної оцінки вводиться промпт:

На основі наступних зв'язків і їхніх оцінок (часові та асоціативні) розрахуй інтегральну оцінку достовірності семантичної мережі:

Часові зв'язки: [перелік часових зв'язків у форматі "подія1;подія2;оцінка"].

Асоціативні зв'язки: [перелік асоціативних зв'язків у форматі "подія;поняття;оцінка"].

Врахуй вагові коефіцієнти: для часових зв'язків $\alpha = 0.7$, для асоціативних $\beta = 0.3$.

Результат виведи у вигляді: "Інтегральна оцінка = значення".

Очікуваний результат має приблизно такий вигляд:

"Інтегральна оцінка = 0.91"

Для додаткового пояснення достовірності застосовується промпт:

Поясни, які зв'язки (часові чи асоціативні) найбільше вплинули на загальну оцінку.

Виведи детальний аналіз окремих оцінок.

5. Агрегована оцінка

Для отримання агрегованої оцінки на основі оцінок зв'язків від кількох мовних моделей (GPT-4, Llama-3, o1) застосовується промпт:

Для наступних оцінок зв'язків від кількох мовних моделей:

[перелік оцінок у форматі "подія1;подія2;оцінка моделі1, оцінка моделі2, оцінка моделі3"]

Розрахуй середню оцінку кожного зв'язку, а також загальну інтегральну оцінку мережі.

Результат виведи у форматі:

- "Середня оцінка зв'язку: подія1;подія2;середнє значення".

- "Інтегральна оцінка мережі = значення".

Очікуваний результат може мати такий вигляд:

"Середня оцінка зв'язку: Народження;Навчання;0.95"

"Середня оцінка зв'язку: Навчання;Початок кар'єри;0.9"

"Інтегральна оцінка мережі = 0.92"

Приклад застосування

Для демонстрації методики було обрано біографію відомого вченого математика Леонарда Ейлера з Вікіпедії. Застосовано спрощену методику, що охоплює етапи формування семантичної мережі, і оцінки достовірності окремих зв'язків і вузлів і агрегації результатів різних LLM.

Для формування семантичної мережі у цьому випадку застосовувались промпти для виділення основних подій біографії та побудова часових зв'язків між ними, а також знаходження понять та формування асоціативних зв'язків між ними та поняттями.

Промпт для виділення основних подій біографії Леонарда Ейлера та побудова часових зв'язків між ними має вигляд:

Візьми текст біографії Леонарда Ейлера. Визнач основні події у хронологічному порядку. Формулювати події коротко, до 5 слів. Виведи результат у форматі: "подія1;подія2", де "подія1" відбулася раніше за "подія2". Потім "подія2;подія3", потім "подія3;подія4". Тобто перша подія нового рядка відповідає другій події попереднього рядка". Приклади послідовності: "народився; школа"; "школа; інститут". І так далі. Кожна пара подій - окремим рядком. Ось текст біографії: ...

У відповідь на цей промпт LLM видають приблизно таке:

народився; навчання в гімназії

навчання в гімназії; навчання в університеті

навчання в університеті; отримання наукового звання магістра

отримання наукового звання магістра; відмова від теології

відмова від теології; професорська посада в Санкт-Петербурзі

професорська посада в Санкт-Петербурзі; знайомство з Християном Гольдбахом

знайомство з Християном Гольдбахом; обіймання посади професора фізики

обіймання посади професора фізики; обіймання посади професора математики

обіймання посади професора математики; осліплення на одне око

осліплення на одне око; запрошення до Берлінської академії

запрошення до Берлінської академії; повернення до Санкт-Петербурга

повернення до Санкт-Петербурга; остаточне осліплення

остаточне осліплення; смерть через крововилив у мозок

Для додання асоціативних зв'язків між подіями та поняттями, що допомагають зрозуміти контекст кожної події формується промпт:

На основі тексту біографії Леонарда Ейлера знайди концепти, пов'язані з кожною подією. Виведи результат у форматі: "подія;поняття". Події було визначено вище: народився; навчання в гімназії навчання в гімназії; навчання в університеті навчання в університеті; отримання наукового звання магістра

Результат опрацювання такого промпту має такий вигляд:

народився; Швейцарія, Базель, священик

навчання в гімназії; математика, Йоганнес Буркгардт

навчання в університеті; університет Базеля, Йоганн Бернуллі
отримання наукового звання магістра; філософські погляди, Ньютон, Декарт
відмова від теології; теологія, наука
професорська посада в Санкт-Петербурзі; університет Санкт-Петербурга, Даніель Бернуллі
знайомство з Християном Гольдбахом; теорія чисел, Християн Гольдбах
обіймання посади професора фізики; фізика, професор
обіймання посади професора математики; математика, Даніель Бернуллі
осліплення на одне око; втрата зору
запрошення до Берлінської академії; Берлінська академія, Фрідріх Великий
повернення до Санкт-Петербурга; Санкт-Петербург, наука
остаточне осліплення; повна втрата зору
смерть через крововилив у мозок; смерть, медичний стан

Таким чином із біографії визначено ключові події та побудовано мережу з вузлів і зв'язків. Візуалізацію цієї мережі можна побачити на Рис. 1.

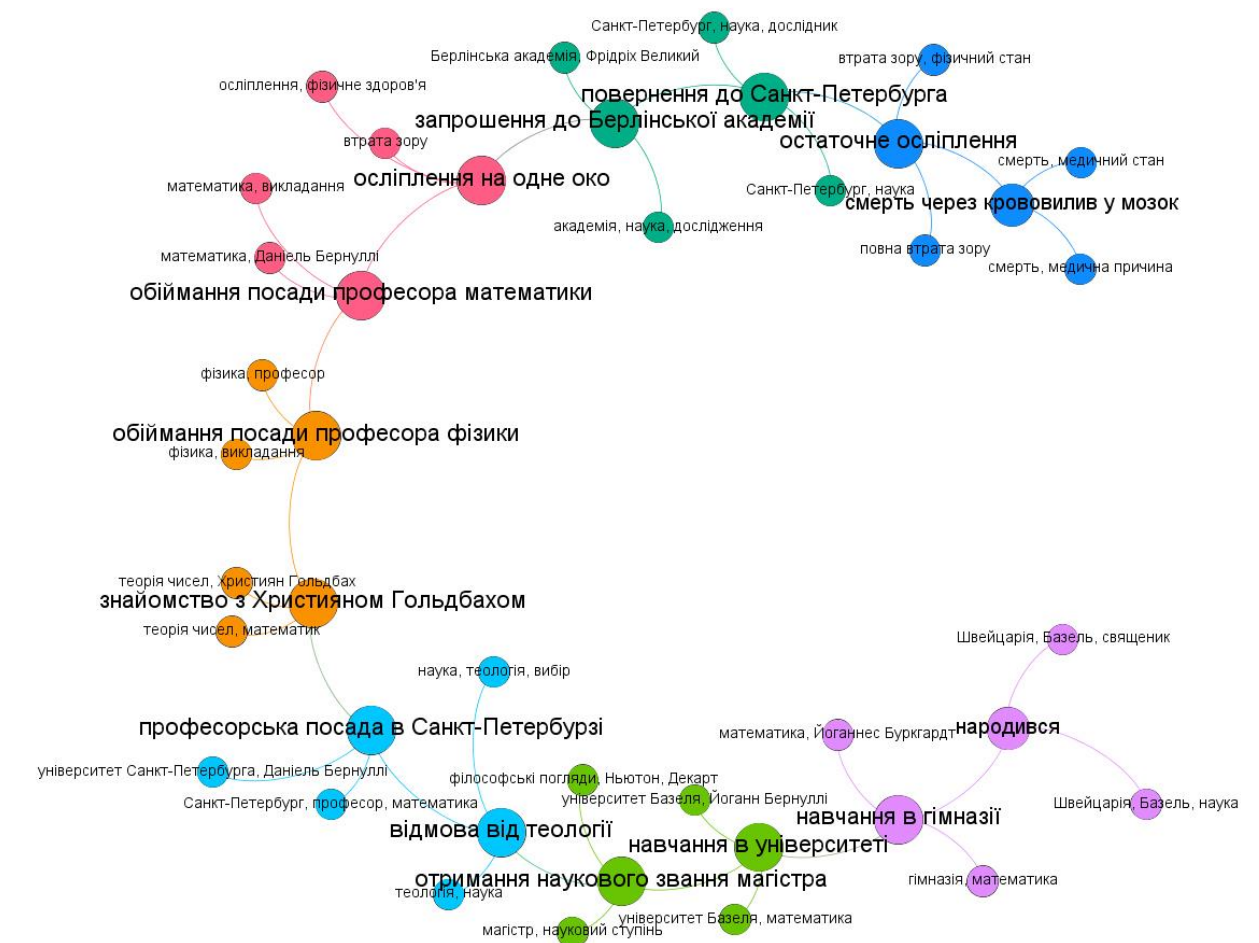


Рисунок 1 – Семантична мережа, що відповідає наведеній у Вікіпедії біографії Леонарда Ейлера

Оцінка достовірності для часових зв'язків проводиться на основі логіки хронології подій, а для асоціативних зв'язків — на основі коректності відображення поняття у контексті події. Для здійснення такої оцінки для кожної з LLM здійснюється звернення шляхом введення промпта:

Для наведеної мережі, де вузлами є події і концепти із біографії людини чисельно в діапазоні [0,1] оціни її загальну достовірність, узагальнюючи достовірність зв'язків між

подіями, концептами, а також концептами та подіями. Після цього надай коротке пояснення. Ось мережа:

народився; навчання в гімназії
навчання в гімназії; навчання в університеті
навчання в університеті; отримання наукового звання магістра
отримання наукового звання магістра; відмова від теології
відмова від теології; професорська посада в Санкт-Петербурзі
професорська посада в Санкт-Петербурзі; знайомство з Християном Гольдбахом
знайомство з Християном Гольдбахом; обіймання посади професора фізики
І т. і.

У відповідь системи LLM надають свої оцінки достовірності, наприклад, DeepSeeс видає таке:

Для оцінки загальної достовірності семантичної мережі, яка складається з подій та концептів, ми використовуємо зважене середнє значення достовірностей всіх зв'язків у мережі. Кожен зв'язок має свій ваговий коефіцієнт, який залежить від типу зв'язку (часовий-спрямований або асоціативний).

Вагові коефіцієнти:

- **Часові-спрямовані зв'язки:** $w_{time}=0.7$
- **Асоціативні зв'язки:** $w_{assoc}=0.3$

Оцінка достовірності зв'язків:

1. Часові-спрямовані зв'язки:

- *народився; навчання в гімназії:* P1=0.9
- *навчання в гімназії; навчання в університеті:* P2=0.8
- *навчання в університеті; отримання наукового звання магістра:* P3=0.9
- *отримання наукового звання магістра; відмова від теології:* P4=0.7
- *відмова від теології; професорська посада в Санкт-Петербурзі:* P5=0.8
- *професорська посада в Санкт-Петербурзі; знайомство з Християном Гольдбахом:* P6=0.7
- *знайомство з Християном Гольдбахом; обіймання посади професора фізики:* P7=0.8
- *обіймання посади професора фізики; обіймання посади професора математики:* P8=0.9
- *обіймання посади професора математики; осліплення на одне око:* P9=0.6
- *осліплення на одне око; запрошення до Берлінської академії:* P10=0.7
- *запрошення до Берлінської академії; повернення до Санкт-Петербурга:* P11=0.8
- *повернення до Санкт-Петербурга; остаточне осліплення:* P12=0.7
- *остаточне осліплення; смерть через крововилив у мозок:* P13=0.9

2. Асоціативні зв'язки:

- *народився; Швейцарія, Базель, священик:* P14=0.8
- *навчання в гімназії; математика, Йоганнес Буркгардт:* P15=0.9
- *навчання в університеті; університет Базеля, Йоганн Бернуллі:* P16=0.8
- *отримання наукового звання магістра; філософські погляди, Ньютон, Декарт:* P17=0.7
- *відмова від теології; теологія, наука:* P18=0.8
- *професорська посада в Санкт-Петербурзі; університет Санкт-Петербурга, Даніель Бернуллі:* P19=0.7
- *знайомство з Християном Гольдбахом; теорія чисел, Християн Гольдбах:* P20=0.8
- *обіймання посади професора фізики; фізика, професор:* P21=0.9
- *обіймання посади професора математики; математика, Даніель Бернуллі:* P22=0.8

- осліплення на одне око; втрата зору: P23=0.7
- запрошення до Берлінської академії; Берлінська академія, Фрідріх Великий: P24=0.8
- повернення до Санкт-Петербурга; Санкт-Петербург, наука: P25=0.7
- остаточне осліплення; повна втрата зору: P26=0.9
- смерть через крововилив у мозок; смерть, медичний стан: P27=0.8
- народився; Швейцарія, Базель, наука: P28=0.9
- навчання в гімназії; гімназія, математика: P29=0.8
- навчання в університеті; університет Базеля, математика: P30=0.9
- отримання наукового звання магістра; магістр, науковий ступінь: P31=0.8
- відмова від теології; наука, теологія, вибір: P32=0.7
- професорська посада в Санкт-Петербурзі; Санкт-Петербург, професор, математика: P33=0.8
- знайомство з Християном Гольдбахом; теорія чисел, математик: P34=0.9
- обіймання посади професора фізики; фізика, викладання: P35=0.8
- обіймання посади професора математики; математика, викладання: P36=0.9
- осліплення на одне око; осліплення, фізичне здоров'я: P37=0.7
- запрошення до Берлінської академії; академія, наука, дослідження: P38=0.8
- повернення до Санкт-Петербурга; Санкт-Петербург, наука, дослідник: P39=0.7
- остаточне осліплення; втрата зору, фізичний стан: P40=0.9
- смерть через крововилив у мозок; смерть, медична причина: P41=0.8

Обчислення загальної достовірності:

$$P(G) = \left(\sum_{i=1}^{13} w_{time} \cdot P_i + \sum_{j=14}^{41} w_{assoc} \cdot P_j \right) / 41 \approx 0.76.$$

Загальна достовірність семантичної мережі становить приблизно 0.76, що вказує на досить високу достовірність біографії. Більшість зв'язків мають високу ймовірність достовірності, особливо часові-спрямовані зв'язки, які відображають хронологічну послідовність подій. Асоціативні зв'язки також мають високу достовірність, що свідчить про релевантність концептів до подій.

Висновки

У цій роботі була розроблена методологія та створена інформаційна технологія для виявлення та верифікації неправдивих фактів у біографіях Вікіпедії, що базується на використанні великих мовних моделей і семантичного нетворкінгу. Запропонований підхід дозволяє:

1. Побудувати детальну семантичну мережу біографії, орієнтовану на хронологічну послідовність подій та додавання релевантних концептів.
2. Оцінити достовірність окремих зв'язків та всієї мережі в цілому за допомогою промптів.
3. Використовувати різні великі мовні моделі для незалежної оцінки біографії та формування "рою віртуальних експертів".
4. Узагальнити результати оцінки різних моделей та надати загальну оцінку достовірності біографії.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

1. Вперше запропоновано методику побудови семантичної мережі біографій з двома типами зв'язків між подіями та концептами.
2. Уперше застосовано концепцію "рою віртуальних експертів" для верифікації текстових даних у біографічних статтях.

3. Визначено цифрові критерії оцінки достовірності як окремих зв'язків, так і всієї мережі в цілому
4. Розроблено методологію оцінки достовірності, що поєднує LLM та семантичний нетворкінг.
5. Впроваджено модель інтегральної оцінки, яка враховує вагові коефіцієнти часових та асоціативних зв'язків.

Крім того, запропонований підхід може бути використаний для автоматизованої верифікації фактів у відкритих джерелах. Методика дозволяє швидко ідентифікувати потенційно маніпулятивні дані, що є актуальним для журналістики, історичних досліджень і боротьби з дезінформацією.

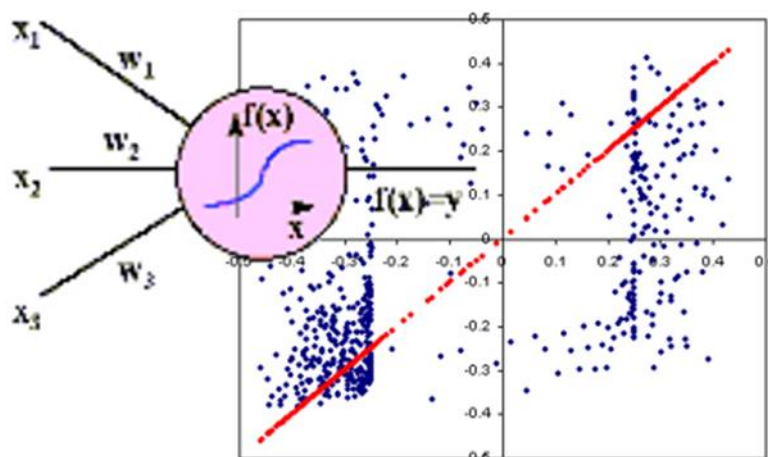
Унікальність методу також полягає в застосуванні агрегованої оцінки достовірності, що враховує результати різних мовних моделей, що забезпечує більш високу точність та стійкість до можливих помилок окремих моделей. Цей підхід дозволяє уникнути упередженості, що може виникнути через специфічні обмеження кожної окремої моделі, та забезпечує більш надійну перевірку фактів.

Запропонована методика демонструє дієвість у виявленні потенційних неправдивих фактів, підвищуючи достовірність інформації у відкритих джерелах. Вона відкриває перспективи для автоматизації перевірки інформації у відкритих джерелах, зокрема Вікіпедії, та може бути адаптована для аналізу інших видів текстових даних.

Список посилань.

1. Joshi N., Spezzano F., Green M., & Hill E. (2020, April). *Detecting undisclosed paid editing in wikipedia*. In *Proceedings of The Web Conference 2020* (pp. 2899-2905). DOI: 10.1145/3366423.3380055
2. Gao Fan, Hang Jiang, Rui Yang, Qingcheng Zeng, Jinghui Lu, Moritz Blum, Tianwei She, Yuang Jiang, and Irene Li. "Evaluating large language models on wikipedia-style survey generation." In *Findings of the Association for Computational Linguistics ACL 2024*, pp. 5405-5418. 2024. DOI: 10.18653/v1/2024.findings-acl.321
3. Ding N., Mayer W., Geng Y., Duan Y., & Feng Z. (2023, December). *Generative Semantic Modeling for Structured Data Source with Large Language Model*. In *2023 IEEE International Conference on High Performance Computing & Communications, Data Science & Systems, Smart City & Dependability in Sensor, Cloud & Big Data Systems & Application (HPCC/DSS/SmartCity/DependSys)*. pp. 1148-1152. IEEE. DOI: 10.1109/HPCC-DSS-SmartCity-DependSys60770.2023.00164
4. Lande D., LStrashnoy L. *GPT Semantic Networking: A Dream of the Semantic Web - The Time is Now*. - Kyiv: Engineering, 2023. - 168 p. ISBN 978-966-2344-94-3
5. Wu J., Guo J., & Hooi B. (2024, August). *Fake News in Sheep's Clothing: Robust Fake News Detection Against LLM-Empowered Style Attacks*. In *Proceedings of the 30th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining* (pp. 3367-3378). DOI: 10.1145/3637528.3671977
6. Xie Bingbing, Xiaoxiao Ma, Xue Shan, Amin Beheshti, Jian Yang, Hao Fan, and Jia Wu. "Multiknowledge and LLM-Inspired Heterogeneous Graph Neural Network for Fake News Detection." *IEEE Transactions on Computational Social Systems* (2024). DOI: 10.1109/TCSS.2024.3488191
7. Lande D., Humeniuk O. *Content Reconstruction: The Evolution of Texts through Semantic Networks and LLMs/ Available at SSRN Preprint*, Sep. 09, 2024). - 11 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4951516>
8. Lande D., Strashnoy L. *Swarm of Virtual Experts in the implementation of Semantic Networking*. *ResearchGate Preprint*, October 2024. DOI: 10.13140/RG.2.2.16686.11845
9. Ланде Д., Страшной Л., Свобода І. Застосування концепції рою віртуальних експертів при формуванні семантичних мереж. Міжнародна наукова-технічна конференція "Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу": Тези доповідей. - Київ: НАУ, 2024. - С. 24. URL: <http://dwl.kiev.ua/art/nau2024c/>
10. Feher A., Lande D. *Defined AI semantic networking in cybersecurity // Intelligent Solutions-S: Proceedings of the International Symposium, September 28, 2023, Kyiv-Uzhorod, Ukraine*. Kyiv: Publishing House "Caravela", 2023. pp. 21-22. ISBN 978-966-801-916-6

Ministry of Education and Science of Ukraine
National Academy of Sciences of Ukraine
National Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine
Institute of Artificial Intelligence Problems (Ukraine)
Donbass State Engineering Academy (Ukraine)
Vinnytsia National Technical University (Ukraine)
Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine)
Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade (Serbia)
University of Szeged (Hungary)
Apeiron University in Banja Luka (Bosnia and Herzegovina)
DAAAM International Vienna
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, JJ Strossmayer University of Osijek
(Croatia)
University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering
University of Zielona Góra (Poland)
Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine)
Vinnytsia National Technical University (Ukraine)
"American Journal Neural Network and Application" (USA)
Problem Laboratory of Mobile Intelligent Technological Machines (Ukraine)



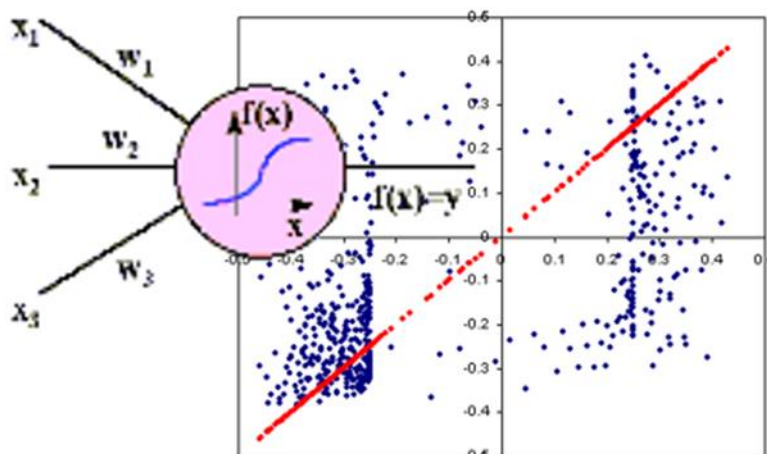
COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS

XXIII International Scientific Conference

«NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATIONS NNTA-2024»

Kramatorsk -Vinnytsia-Ternopil, Ukraine

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національна академія наук вищої освіти України
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна)
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
Вінницький національний технічний університет (Україна)
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade (Serbia)
University of Szeged (Hungary)
Apeiron University in Banja Luka (Bosnia and Herzegovina)
DAAAM International Vienna
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, JJ Strossmayer University of Osijek
(Croatia)
University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering
University of Zielona Góra (Poland)
Вінницький національний аграрний університет (Україна)
"American Journal Neural Network and Application" (США)
Проблемна лабораторія мобільних інтелектуальних технологічних машин (Україна)



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

XXIII Міжнародної наукової конференції

«НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НМТЗ-2024»

Краматорськ-Вінниця-Тернопіль, Україна

Рецензенти:

Рамазанов С.К., докт.техн.наук, д.е.н.,професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка;

Суботін С.О., докт. техн. наук, професор, Запорізький національний технічний університет

Рекомендовано

вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії
(протокол № 4 від 28.11.2024)

Програмний комітет конференції

Dašić Predrag - Hon.D.Sc., Prof., Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade,Serbia;

Gyula Mester, - Dr.Sc., Professor, Academic, University of Szeged, Hungary;

Jenek Mariusz - Dr. Inz, Universitet Zielonogorski, Poland;

Marušić Vlatko - Dr.Sc., Prof., J.J. Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, Croatia;

Guida Domenico - Dr.Sc., Prof., University of Salerno, Department of Industrial Engineering (DIn), Fisciano, Italy;

Karabegović Isak - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina;

Mirjanić Dragoljub - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of the Republika Srpska (ANURS), Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina;

Nedeff Valentin - Dr.Sc., Prof., University of Bacău, Faculty of Engineering, Bacău, Romania;

Pele Alexandru-Viorel, dean - Dr.Sc., Prof., University of Oradea, Faculty of Management and Technological Engineering, Oradea, Romania;

Raul Turmanidze - Georgian Technical University (GTU), Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, Tbilisi, Georgia;

Zhelezarov S. Piya, rector - Dr.Sc., Prof., Technical University of Gabrovo, Gabrovo,Bulgaria;

Гринь О.Г. – к.т.н., доц., ДДМА, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна;

Дмитрієв Д.О. – д.т.н., проф., ХНТУ, м. Херсон, Україна;

Клименко С.А. – д.т.н., проф. ІНМ АНУ, Київ, Україна;

Ковалевська О.С. - к.т.н. ,доц., ДДМА, м. Краматорськ, Україна;

Ковалевський С.В. - д.т.н., проф., ДДМА, м. Краматорськ, Україна;

Ковальов В.Д. - д.т.н., проф., ДДМА, м. Краматорськ, Україна;

Козлов Л.Г. - д.т.н., проф., ВНТУ, м. Вінниця, Україна;

Кузнецов Ю.М. - д.т.н., проф., НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського, м. Київ, Україна;

Макаренко Н.О. - д.т.н., проф., ДДМА, м. Краматорськ, Україна;

Новіков Ф.В. - д.т.н., проф., ХНЕУ, м. Харків, Україна;

Петров О.В.- к.т.н., доц., ВНТУ, м. Вінниця, Україна;

Рамазанов С.К. – д.т.н., д.е.н., проф., КНЕУ, м. Київ, Україна;

Сапон С.П. – к.т.н., доц., ЧНТУ, м. Чернігів Україна;

Суботін С.О. – д.т.н., проф., ЗНУ, м. Запоріжжя, Україна;

Сухоруков С.І. – к.т.н., доц. ВНТУ, м. Вінниця, Україна;

Турчанін М.А.- д.х.н., проф., ДДМА, м. Краматорськ, Україна.

Н46 Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2024: збірник наукових праць XXIII Міжнародної наукової конференції «Нейромережні технології та їх застосування НМТіЗ-2024» / за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. С.В.Ковалевського. – Краматорськ-Тернопіль: ДДМА, 2024. – 229 с.

ISBN 978-617-7889-91-4

У збірнику праць представлені перспективні теоретичні та практичні розробки в області нейромережних технологій, виконані в 2024 р. науковими школами України і світу. Розглядається можливість застосування нейронних мереж для управління об'єктами в режимі реального часу і особливості нейронного керування динамічними об'єктами. Наводиться ряд розробок по застосуванню нейронних мереж в різних областях практичної і науково-дослідної діяльності та створенню інтелектуальної системи для підвищення швидкості та зниження трудомісткості технологічної підготовки виготовлення нових виробів.

Для здобувачів освіти, наукових працівників широкого профілю та фахівців.

ISBN 978-617-7889-91-4

УДК 004.8:62-5:007

©ДДМА,2024

ЗМІСТ

	Стор.
1. Ковалевський С.В. (<i>Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна</i>) XXIII Міжнародна наукова конференція «НЕЙРОМЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ - НМТІЗ-2024».	8
2. Andrij Medvid, Vitaliy Yakovyna (<i>Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine</i>) ROBOT SELF COLLISION PREDICTION USING KOLMOGOROV-ARNOLD NETWORKS.	11
3. Hesheva Hanna (<i>Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhya, Ukraine</i>) ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF NEURAL NETWORKS IN AUTONOMOUS CONTROL SYSTEMS COMPARED TO TRADITIONAL APPROACHES.	17
4. Kunichik O.V. (<i>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine</i>) CLOUD-BASED LANDMINE DETECTION SERVICE WITH MESSENGER BOT INTEGRATION.	21
5. Olena Kovalevska (<i>Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk - Ternopil, Ukraine</i>) ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A DRIVER OF TERRITORIAL COMMUNITY DEVELOPMENT.	26
6. Predrag Pravdić (<i>Academy of Professional Studies, Department in Kruševac, Serbia</i>), Violeta Đorđević, Jelena Erić-Obućina, Snežana Gavrilović (<i>Academy of Professional Studies, Department in Trstenik, Serbia</i>) INNOVATIVE APPROACHES TO LEARNING AND ADAPTIVE LEARNING.	29
7. Predrag Pravdić (<i>Academy of Professional Studies, Department in Kruševac, Serbia</i>), Violeta Đorđević, Jelena Erić-Obućina, Snežana Gavrilović (<i>Academy of Professional Studies, Department in Trstenik, Serbia</i>) PERSONALIZED EDUCATIONAL PROGRAMS WITH AI.	38
8. Sergiy Kovalevskyy (<i>Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk - Ternopil, Ukraine</i>), Predrag Dasic (<i>Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade, Serbia</i>) NEURAL NETWORK BASIS OF INNOVATION.	46
9. Vitaliy Yakovyna, Danylo Melnyk (<i>Lviv Polytechnic National University, Lviv Ukraine</i>) AN INTERPRETABLE SYSTEM FOR BREAST CANCER DIAGNOSIS USING XAI METHODS.	51
10. Афонін Д.І. (<i>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна</i>) МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ З АГЕНТАМИ.	59
11. Віт Р.В., Мазурець О.В. (<i>Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна</i>) ТЕМАТИЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗАСОБАМИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ.	63
12. Ємець К. В. (<i>Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна</i>) ПІДХОДИ ДО ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИМИ ЗАСОБАМИ.	67

13. **Zhmai Aleksandr** (*“OFFSETIC” PE, Odessa, Ukraine*) **THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON DEVELOPMENT, EDUCATION AND WELL-BEING OF CHILDREN AND ADOLESCENTS** 69
14. **Ковалевський С.В.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна*), **Козлов С.Л.** (*Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна*) **ЗАСТОСУВАННЯ ДИФУЗНИХ МОДЕЛЕЙ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ SUPER-RESOLUTION.** 73
15. **Ланде Д. В., Гуменюк О. О.** (*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ, Україна*) **МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ДОСТОВІРНОСТІ БІОГРАФІЙ З ВІКІПЕДІЇ НА БАЗІ СЕМАНТИЧНОГО НЕТВОРКІНГУ.** 76
16. **Мазурець О.В., Овчарук О.М.,** (*Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна*) **ДІАГНОСТУВАННЯ ПРОЯВІВ ПОСТТРАВМАТИЧНОГО СТРЕСОВОГО РОЗЛАДУ ЗА НЕЙРОМЕРЕЖЕВИМ АНАЛІЗОМ ТЕКСТОВОГО КОНТЕНТУ.** 85
17. **Мартинов А.Ю., Радюк П.М.** (*Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна*) **ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ОСНОВА ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ БПЛА ПО РАДІОСИГНАТУРІ.** 90
18. **Мельников О. Ю., Денисенко В. О.** (*Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ - Тернопіль, Україна*) **ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ РІВНЯ ЛІСОВОГО ВКРИТТЯ ОКРЕМОГО ЛІСНИЦТВА ЗА ДОПОМОГОЮ СУПУТНИКОВОГО С.ЕРВІСУ LANDSAT ТА ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ.** 96
19. **Молчанова М.О.** (*Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна*) **ВИЯВЛЕННЯ ОБ’ЄКТІВ ПРОПАГАНДИ У ТЕКСТОВИХ ПОВІДОМЛЕННЯХ ЗАСОБАМИ ОБРОБКИ ПРИРОДНОЇ МОВИ ІЗ ВІЗУАЛЬНОЮ ІНТЕРПРЕТАЦІЄЮ РЕЗУЛЬТАТІВ.** 101
20. **Павлюк О.М., Міщук М.В., Заболотна А.О., Літовська О.В., Костінський Д.О.** (*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*) **НЕЙРОМЕРЕЖНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ПЕРСОНАЛУ ЗА ДАНИМИ СМАРТ-ГОДИННИКІВ.** 107
21. **Петров Д. Д.** (*Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*) **ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗВ’ЯЗКУ GSM МЕРЕЖІ RL АГЕНТОМ.** 113
22. **Рамазанов С. К.,** (*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, м. Київ, Україна*) **КОГНІТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИЙНЯТТЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ РІШЕНЬ У НЕЙРОЕКОМОМІКІ У СКЛАДНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ.** 119