

SECTION 10.

GÉNIE INFORMATIQUE ET LOGICIEL

DOI 10.36074/logos-20.09.2024.024

ВИКОРИСТАННЯ СЕМАНТИЧНИХ ДЕРЕВ РІШЕНЬ У СИСТЕМАХ ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ

**Пелешак Роман Михайлович¹,
Копач Богдан Васильович², Пелешак Іван Романович³**

1. д-р. фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри інформаційних систем та мереж
Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА
ORCID ID: 0000-0002-0536-3252

2. аспірант кафедри інформаційних систем та мереж
Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА
ORCID ID: 0009-0002-5158-589X

3. Ph.D. зі спеціальності 124 Системний аналіз, доцент
кафедри інформаційних систем та мереж
Національний університет «Львівська політехніка», УКРАЇНА
ORCID ID: 0000-0002-7481-8628

Дерева рішень є універсальними інструментами для прогнозування та класифікації, які стали одними з перших статистичних алгоритмів, реалізованих в електронній формі під час впровадження цифрових схем в обчислення у другій половині ХХ століття. Вони еволюціонували у міждисциплінарні, обчислювально-ефективні методи, що застосовуються для прогнозування, класифікації, машинного навчання, побудови індуктивних правил тощо [1]. Дерева рішень знайшли широке застосування в таких галузях, як медицина, фінанси та маркетинг, де допомагають приймати рішень на основі аналізу великих обсягів даних. Вони створюються шляхом розділення кореневого вузла (завдання) на гілки [2]. Вузли (листки), формують кластери рішень (дій), які повинні відрізнятися від інших вузлів на одному рівні дерева. Гілки створюються на основі рішень або параметрів, які розділяють дані на підмножини з максимальними відмінностями між класами або результатами. Кожен вузол репрезентує рішення на основі одного з атрибутів даних, а кожна вихідна гілка — варіанти подальших рішень. Процес розділення вузлів триває до тих пір, поки дані не буде належним чином класифіковано або поки не досягнуто певної глибини дерева. У результаті на листових вузлах повинні

формуватися кінцеві рішення або прогнози.

Дерева рішень є формою багатоваріантного (або багатоелементного) аналізу, який дозволяє нам прогнозувати, пояснювати, описувати або класифікувати кінцевий результат. У контексті системи генерування зображень дерева рішень можуть бути використані для визначення багатьох параметрів, які впливають на кінцеве зображення, зокрема стилю, кольорової палітри, рівня деталізації, композиції тощо.

Багатоваріантність дерев рішень дозволяє не просто створювати зображення на основі текстових описів, але й реагувати на специфічні команди користувача. Наприклад, для виконання команди "експортувати зображення як PDF документ" (рис. 1), дерево рішень може мати заздалегідь визначений шлях із декількох вузлів, активація кожного із яких виконуватиме поставлене завдання або використовуватимеся для навігації між параметрами операції. Після того, як будь-яка команда була розпізнана на одному з рівнів дерева, система повинна бути здатною швидко переходити до наступного рівня та виконувати заздалегідь запрограмовану послідовність кроків.



Рис. 1. Приклад дерева рішень системи опрацювання зображень

Одним із методів визначення потрібного шляху активації вузлів у дереві рішень є застосування векторних представлень текстових даних. Для навігації між командами текстові описи вузлів перетворюються в числові вектори. Після отримання команди від користувача та перетворення її у вектор система

SECTION 10.

GÉNIE INFORMATIQUE ET LOGICIEL

використовує заздалегідь визначену метрику, яка може відрізнятися між рівнями чи навіть гілками, для обходу дерева та пошуку наступного вузла, порівнюючи його із вхідною командою. Так система формує послідовність із кроків або параметрів, яку можна використовувати для виконання конкретних дій.

Групування семантично схожих команд у векторному просторі є ключовим для ефективності системи. Це значно поліпшує її здатність точно розпізнавати команди, які можуть бути сформульовані за допомогою різноманітних висловлювань або синонімічних конструкцій.

Для створення векторного представлення використовуватимемо Sentence-BERT (SBERT) [3]. Це модифікація попередньо навченої мережі BERT, яка використовує сіамські нейронні мережі в поєднанні із цільовою функцією на основі триплетів (1) для отримання семантично значущих векторних уявлень речень, які можна порівнювати за допомогою косинусної подібності [3].

$$\max(\|\bar{S}_a - \bar{S}_p\| - \|\bar{S}_a - \bar{S}_n\| + \epsilon, 0) \quad (1)$$

де:

\bar{S}_a – векторне представлення базового речення;

\bar{S}_p – векторне представлення позитивного (семантично подібного) речення;

\bar{S}_n – векторне представлення негативного (семантично протилежного) речення.

Для пошуку оптимального шляху використовуватимемо косинусну подібність:

$$S_j = \min\left(\frac{\bar{L} \bar{C}_1}{\|\bar{L}\| \|\bar{C}_2\|}, \frac{\bar{L} \bar{C}_1}{\|\bar{L}\| \|\bar{C}_2\|}, \dots, \frac{\bar{L} \bar{C}_i}{\|\bar{L}\| \|\bar{C}_i\|}\right), \quad (2)$$

де:

j – порядковий номер рівня дерева рішень, $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, n – глибина дерева;

i – порядковий номер команди на рівні j , $i \in \{1, 2, \dots, n\}$, n – кількість команд на рівні j ;

\bar{L} – векторне представлення вхідної команди;

\bar{C}_i – векторне представлення i -ої команди.

SBERT демонструє високу точність у порівнянні з іншими передовими нейронними мережами для аналізу тексту [3]. Векторні представлення речень, які згенеровані за допомогою SBERT, розташовуються в багатовимірному просторі так, що відображають семантичну близькість речень. Це означає, що речення, які семантично схожі, знаходяться ближче одне до одного у векторному просторі, тоді як відмінні за змістом розташовуються далі.

У табл.1 наведено результати тестування точності дерева рішень із різною кількістю команд. Вони демонструють, що навіть при використанні складних дерев рішень точність залишається високою.

Таблиця 1

Результати тестування точності дерева рішень на основі SBERT

Кількість команд	Точність, %
15	100
20	93,3
25	93,3
30	86,6

Висновки. Інтеграція передових нейронних мереж у системи опрацювання зображень дозволяє збільшити точність у визначенні потрібних дій. Семантичне дерево рішень враховує не лише безпосередній контекст, але й ширший семантичний зміст, що робить систему опрацювання зображень більш адаптивною та інтуїтивно зрозумілою для користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] De Ville, B. (2013). Decision trees. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 5(6), 448-455.
- [2] De Ville, B., & Neville, P. (2013). Decision Trees for Analytics Using SAS Enterprise Miner. SAS Institute.
- [3] Zhang, Z., Wu, Y., Zhao, H., Li, Z., Zhang, S., Zhou, X., & Zhou, X. (2020). Semantics-aware BERT for language understanding. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 34(05), 9628-9635.

