

Кропива В. Ю.,
здобувач вищої освіти
Науковий керівник: Харкевич Ю. І.,
кандидат фізико-математичних наук, професор
Волинський національний університет імені Лесі Українки,
м. Луцьк

СИМВОЛІКА ЛАНДАУ В АНАЛІЗІ АЛГОРИТМІВ

У сучасній інформатиці аналіз ефективності алгоритмів є одним із ключових завдань. При розробці програмного забезпечення важливо оцінити, як швидко працюватиме алгоритм і як змінюватиметься його продуктивність зі збільшенням обсягу вхідних даних. Для цього використовують асимптотичні позначення, відомі як символи Ландау. О-символіка допомагає виявити можливі проблеми на початковому етапі та мінімізувати ризики непередбачених ситуацій, зумовлених невідповідними алгоритмами.

Ці позначення дозволяють формально описати швидкість зростання функцій та застосовуються для оцінювання часової й просторової складності алгоритмів. Без чіткого розуміння символіки Ландау важко аргументовано обирати відповідні алгоритми. Це має вагоме значення не лише в теорії, а й для практичного застосування: оптимізації баз даних, обробка великих даних тощо.

Аналіз алгоритмів – це процес визначення обчислювальної складності алгоритмів, тобто кількості часу, пам'яті чи інших ресурсів, необхідних для виконання алгоритмів. Алгоритм вважається ефективним, якщо значення цієї функції малі або зростають повільно у порівнянні зі збільшенням розміру вхідних даних.[1]

Символіка Ландау (О-символіка) – це математичний апарат, який використовують для оцінки часової та просторової складності певних алгоритмів. За допомогою неї можна визначити, як змінюється час реалізації або ж як кількість пам'яті, що споживає алгоритм, зростає у зв'язку зі збільшенням величини вхідних даних.

Розглянемо основні типи складності алгоритму (від найшвидшого до найповільнішого) [2]:

$O(c)$ – Константна: Час виконання алгоритму не залежить від обсягу даних, де c – будь-яка константа. (наприклад, доступ до елемента масиву за індексом).

$O(\log n)$ – Логарифмічна: Час виконання алгоритму зростає повільно, зазвичай при поділі даних навпіл (наприклад, бінарний пошук).

$O(n)$ – Лінійна: Час виконання алгоритму пропорційний розміру даних (наприклад, лінійний пошук).

$O(n^2)$ – Квадратична: Час виконання алгоритму зростає пропорційно квадрату даних (наприклад, сортування бульбашкою).

$O(2^n)$ – Експоненціальна: Дуже повільні алгоритми, непридатні для великих даних.

Продемонструємо за допомогою наступної таблиці як зростає час виконання алгоритму в мілісекундах залежно від його складності та кількості вхідних даних, де n – це кількість елементів.

n	$O(c)$	$O(\log n)$	$O(n)$	$O(n)$	$O(2)$
1	c	0	1	1	2
20	c	4,32	20	400	1048576
50	c	5,64	50	2500	$1,1 \cdot 10^{15}$
100	c	6,64	100	10000	$1,3 \cdot 10^{30}$
200	c	7,64	200	40000	$1,6 \cdot 10^{60}$
500	c	8,97	500	250000	$3,3 \cdot 10^{150}$

Для прикладу розглянемо масив, де застосовується лінійна складність(пошук елемента):

$a = [18, 92, 53, 14, 35, 26, 77, 83, 45]$

```
def linear_search(a, b):
    for i in range(len(a)):
        if a[i] == b:
            return i
    return -1
```

```
print(linear_search(a, 14))
```

Цей алгоритм в найгіршому випадку перевіряє кожен елемент масиву, тобто шукає останній елемент або елемент якого в цьому масиві немає. Час виконання прямо пропорційний кількості елементів в масиві. Якщо масив буде містити невелику кількість елементів то пошук буде швидким, проте якщо він буде містити 100000000 елементів то пошук значно сповільниться.

Лінійна складність підходить для невеликої кількості даних. У таких системах як бази даних, пошукові системи, банківські сервіси, де кількість даних постійно зростає, алгоритм із лінійною складністю з часом може почати сповільнювати роботу всієї системи. Не розуміючи складності алгоритму, можна створити програму, яка швидко працює на невеликих тестових наборах даних, але значно сповільнюється під час роботи з реальними, більшими обсягами інформації.

О-символіка показує, наскільки повільніше працює частина програми, коли вхідні дані стають більшими. Неважливо, чи алгоритм робить 100 чи більше кроків, нас цікавить лише те, як він масштабується зі зміною розміру вхідних даних. Тому ми розглядаємо лише найповільнішу частину алгоритму.

Символіка Ландау є фундаментальним інструментом аналізу алгоритмів. Вони дозволяють формалізувати поняття ефективності, зосереджуючись на темпі зростання складності, а не на конкретних числових значеннях.

Завдяки використанню асимптотичних позначень можна оцінювати продуктивність алгоритмів, порівнювати різні підходи до розв'язання задач і забезпечувати ефективність програмних систем у довгостроковій перспективі.

Список використаних джерел

1. DevZone. Нотація Ландау та аналіз алгоритмів з прикладами на Python.
URL: <https://devzone.org.ua/post/notatsiia-landau-ta-analiz-alhorytmiv-z-prykladamy-na-python>
2. GeeksforGeeks, Sanchhaya Education Private Limited. Big O Notation.
URL: <https://www.geeksforgeeks.org/dsa/analysis-algorithms-big-o-analysis/>

Кучмійова Т. С.,
кандидат економічних наук, доцент
доцент кафедри економічної кібернетики,
комп'ютерних наук та інформаційних технологій,
Зерницька К. О.,
здобувач вищої освіти
Миколаївський національний аграрний університет
м. Миколаїв

РОЛЬ ЧАТ-БОТІВ У ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОБЛІКОВО-АНАЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІВ ДЕРЖАВНОЇ ВЛАДИ

Цифрова трансформація публічного управління зумовлює необхідність переосмислення підходів до організації обліково-аналітичних процесів в органах державної влади. У сучасних умовах зростання обсягів даних, потреби в оперативному реагуванні та підвищення вимог до прозорості управлінських рішень особливого значення набуває впровадження інноваційних цифрових інструментів, серед яких важливе місце посідають чат-боти. Вони виступають не лише каналом комунікації з громадянами, а й ефективним інструментом збору, первинної обробки та систематизації інформації, що безпосередньо впливає на якість обліково-аналітичного забезпечення управління.

Обліково-аналітичні процеси в органах державної влади охоплюють сукупність дій щодо збору, фіксації, обробки, аналізу та інтерпретації інформації з метою прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Традиційні підходи до їх реалізації часто пов'язані з високим рівнем трудомісткості, фрагментарністю даних та затримками в їх опрацюванні. Впровадження чат-ботів дозволяє суттєво оптимізувати ці процеси шляхом автоматизації взаємодії з користувачами та інтеграції отриманих даних у внутрішні інформаційні системи [1].

Функціональні можливості чат-ботів у контексті обліково-аналітичної діяльності є багатовимірними. По-перше, вони забезпечують оперативний збір даних від громадян, суб'єктів господарювання та внутрішніх користувачів через структуровані сценарії взаємодії. Це дозволяє мінімізувати людський фактор і зменшити кількість помилок при введенні інформації. По-друге, чат-боти здатні здійснювати первинну верифікацію та класифікацію отриманих даних, що