

Практична робота №4. Алгоритми пошуку та їх складність

2025.10.27, м. Кременчуцьк

Створив: Огнєвський О.Є.

Мета: опанувати основні алгоритми сортування та навчитись методам аналізу їх асимптотичної складності.

Завдання 1

Оцінити асимптотичну складність алгоритму лінійного пошуку у O -нотації в найгіршому і в найкращому випадку. Як можна покращити алгоритм лінійного пошуку?

```
def linear_search(a_list, x):
    i, length = 0, len(a_list)
    while i < length and x != a_list[i]:
        i += 1
    return i if i < length else -1
```

У найгіршому випадку: $O(n)$

У найкращому випадку: $O(1)$

Алгоритм можна покращити попередньо його відсортувавши

Завдання 2

Оцінити асимптотичну складність алгоритму бінарного пошуку у O -нотації в найгіршому і в найкращому випадку.

```

def binary_search(arr, x):
    left, right = 0, len(arr) - 1
    while left <= right:
        mid = (left + right) // 2
        if arr[mid] == x:
            return mid
        elif arr[mid] < x:
            left = mid + 1
        else:
            right = mid - 1
    return -1

```

В найгіршому випадку складність $O(\log_2 n)$ - в цьому випадку елемент відсутній, або він знаходиться в кінці масиву(або початку). В найкращому випадку складність $O(1)$ - елемент знаходиться в середині масиву

Завдання 3

Побудувати алгоритм тернарного пошуку і оцінити його асимптотичну складність алгоритму у O -нотації в найгіршому і в найкращому випадку. Який з алгоритмів є оптимальнішим: бінарний, чи тернарний? Обґрунтувати відповідь відповідними обчисленнями.

```

def ternary_search(arr, x):
    left, right = 0, len(arr) - 1
    while left <= right:
        third = (right - left) // 3
        mid1 = left + third
        mid2 = right - third

        if arr[mid1] == x:
            return mid1
        if arr[mid2] == x:
            return mid2

        if x < arr[mid1]:
            right = mid1 - 1
        elif x > arr[mid2]:
            left = mid2 + 1
        else:
            left = mid1 + 1
            right = mid2 - 1

    return -1

```

В найгіршому випадку складність буде $O(\log_3 n)$ - масив ділиться на 3 частини та перевіряє однажасно два елементи найгіршими випадками будуть або відсутність , або присутність у кінці(або початку). В найкращому $O(1)$ - знову ж таки тому що знаходиться в місці розтину масиву.

$\log_2 n < \log_3 n \Rightarrow$ бінарний ефективніший.

Завдання 4

Порівняти ефективність алгоритмів лінійного, бінарного та тернарного пошуку для різних розмірів вхідного списку. Для цього провести експериментальне дослідження та побудувати графіки залежності часу виконання алгоритму від розміру вхідного списку.

```

import time
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

def linear_search(arr, x):
    for i in range(len(arr)):
        if arr[i] == x:
            return i
    return -1

def binary_search(arr, x):
    left, right = 0, len(arr) - 1
    while left <= right:
        mid = (left + right) // 2
        if arr[mid] == x:
            return mid
        elif arr[mid] < x:
            left = mid + 1
        else:
            right = mid - 1
    return -1

def ternary_search(arr, x):
    left, right = 0, len(arr) - 1
    while left <= right:
        third = (right - left) // 3
        mid1 = left + third
        mid2 = right - third
        if arr[mid1] == x:
            return mid1
        if arr[mid2] == x:
            return mid2
        if x < arr[mid1]:
            right = mid1 - 1
        elif x > arr[mid2]:
            left = mid2 + 1
        else:
            left = mid1 + 1
            right = mid2 - 1
    return -1

sizes = [10, 50, 100, 500, 700, 1000, 2000, 3000]
linear_times = []
binary_times = []
ternary_times = []

for n in sizes:
    arr = list(range(n))
    x = n - 1

```

```

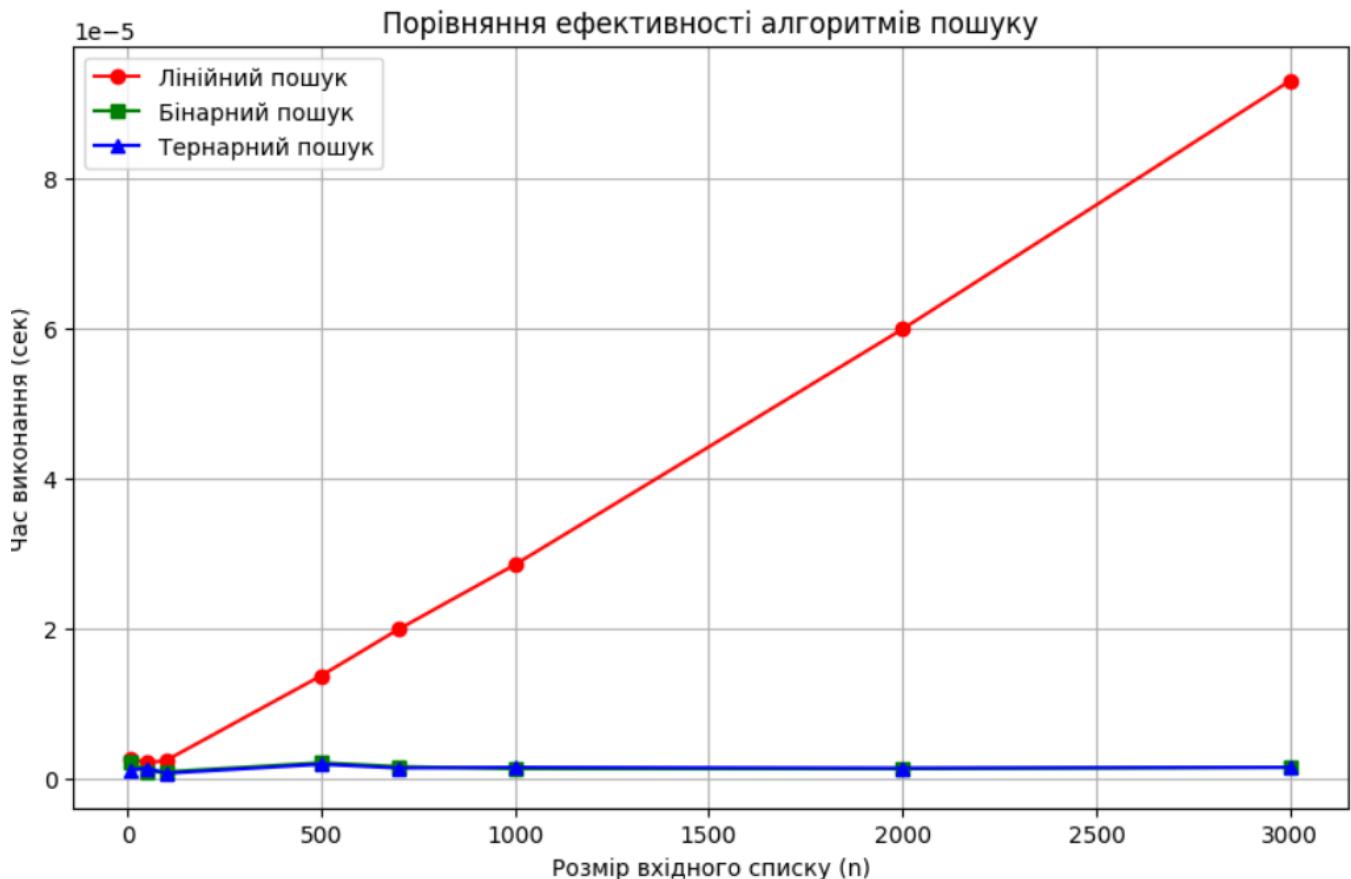
start = time.perf_counter()
linear_search(arr, x)
linear_times.append(time.perf_counter() - start)

start = time.perf_counter()
binary_search(arr, x)
binary_times.append(time.perf_counter() - start)

start = time.perf_counter()
ternary_search(arr, x)
ternary_times.append(time.perf_counter() - start)

plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(sizes, linear_times, label="Лінійний пошук", marker='o', color='red')
plt.plot(sizes, binary_times, label="Бінарний пошук", marker='s', color='green')
plt.plot(sizes, ternary_times, label="Тернарний пошук", marker='^', color='blue')
plt.xlabel("Розмір вхідного списку (n)")
plt.ylabel("Час виконання (сек)")
plt.title("Порівняння ефективності алгоритмів пошуку")
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```



Ми бачимо , що бінарний та тернарний пошук набагато швидше за лінійний пошук.
Лінійний пошук може дати хоч трохи схожий результат лише на дуже малих n.

Завдання 5

Порівняти алгоритми пошуку за їхньою здатністю працювати з відсортованими та не відсортованими списками. Провести аналіз впливу відсортованості списку на час виконання кожного алгоритму.

```

import random
import timeit
import matplotlib.pyplot as plt

def linear_search(arr, x):
    for i in range(len(arr)):
        if arr[i] == x:
            return i
    return -1

def binary_search(arr, x):
    left, right = 0, len(arr) - 1
    while left <= right:
        mid = (left + right) // 2
        if arr[mid] == x:
            return mid
        elif arr[mid] < x:
            left = mid + 1
        else:
            right = mid - 1
    return -1

def ternary_search(arr, x):
    left, right = 0, len(arr) - 1
    while left <= right:
        third = (right - left) // 3
        mid1 = left + third
        mid2 = right - third
        if arr[mid1] == x:
            return mid1
        if arr[mid2] == x:
            return mid2
        if x < arr[mid1]:
            right = mid1 - 1
        elif x > arr[mid2]:
            left = mid2 + 1
        else:
            left = mid1 + 1
            right = mid2 - 1
    return -1

def time_function(func, arr, x, number=10):
    return timeit.timeit(lambda: func(arr, x), number=number) / number

sizes = [10, 100, 1000, 5000, 10000, 20000]
lin_unsorted_times = []
lin_sorted_times = []
bin_sorted_times = []
ter_sorted_times = []

```

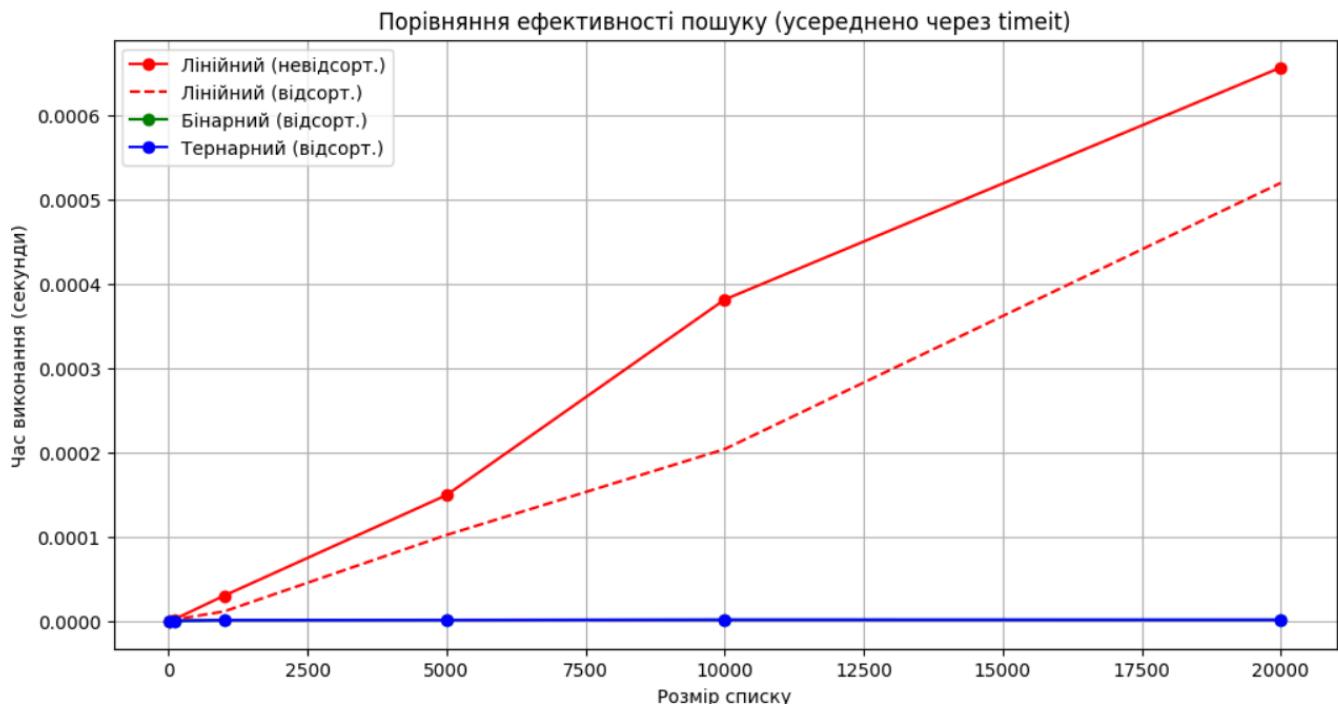
```

for size in sizes:
    unsorted_list = [random.randint(0, size) for _ in range(size)]
    sorted_list = sorted(unsorted_list)
    target = unsorted_list[-1]

    lin_unsorted_times.append(time_function(linear_search, unsorted_list, target))
    lin_sorted_times.append(time_function(linear_search, sorted_list, target))
    bin_sorted_times.append(time_function(binary_search, sorted_list, target))
    ter_sorted_times.append(time_function(ternary_search, sorted_list, target))

plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(sizes, lin_unsorted_times, 'r-o', label='Лінійний (невідсорт.)')
plt.plot(sizes, lin_sorted_times, 'r--', label='Лінійний (відсорт.)')
plt.plot(sizes, bin_sorted_times, 'g-o', label='Бінарний (відсорт.)')
plt.plot(sizes, ter_sorted_times, 'b-o', label='Тернарний (відсорт.)')
plt.xlabel('Розмір списку')
plt.ylabel('Час виконання (секунди)')
plt.title('Порівняння ефективності пошуку (усереднено через timeit)')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```



Відсортований лінійний алгоритм в середньому швидше працює за свою невідсортовану версією , але все ще повільніше за бінарний та тернарний пошук.

Завдання 6

Розглянути сценарії використання кожного з алгоритмів пошуку у практичних задачах і обґрунтувати вибір кожного алгоритму в конкретному випадку.

-
1. Лінійний пошук. лінійний пошук не потребує сортування списку та погано працює з великими об'ємами даних , тому з цього маємо , що якщо якесь завдання не потребує сортування та потрібно опрацювати невелику кількість даних то лінійний пошук підійде добре. Як приклад можна взяти список тих хто брав книжку в бібліотеці , не має потреби його сортувати тому що тоді затратиться ще більше часі ніж просто пройтись по кожному імені та фамілії.
 2. Бінарний пошук. Цей пошук використовується лише в відсортованих списках , доцільним відстортовувати список для використання цього пошуку буде лише тоді , коли даних дуже багато. Як приклад можемо взяти пошук слова у словнику , він відсортований за першою буквою слова та самих слів там дуже багато.
 3. Тернарний пошук. Дуже схожий на бінарний пошук , але трохи повільніший. Це не заважає йому мати власну область застосування, є корисним при аналізі мінімумів та максимумів унімодальних функцій.

Контрольні питання

1. **Що таке алгоритм пошуку і чому він важливий у контексті комп'ютерних наук?**
алгоритм пошуку використовують для пошуку певного елемента (або його індекса) у певному списку. Для комп'ютерних наук він є важливим тому що він часто є основою для складніших алгоритмів , а також часто використовуються для вирішення певних задач
2. **Які основні критерії оцінки ефективності алгоритмів пошуку?** асимптотична складність , оптимальність , складність реалізації , умови застосування.
3. **Що таке лінійний пошук, і як він працює?** Лінійний пошук це один з алгоритмів пошуку який можна використовувати як у відсортованому списку так і не відсортованому списку. Лінійний пошук послідовно переглядає кожен елемент зі списку та порівнює з шуканим значенням до тих пір поки не знайде шукане значення або не дійде до кінця.
4. **Які умови повинні бути виконані для успішного застосування бінарного пошуку?**
основною умовою є те , що список повинен бути попередньо відсортованим.
5. **Які переваги та недоліки використання бінарного пошуку порівняно з іншими алгоритмами пошуку?** Переваги:
 - Швидкість ($O(\log n)$)
 - він гарно працює з великою кількістю даних.

Недоліки :

- потрібно попередньо сортувати список, більш складна реалізація, якщо мала кількість даних доречніше буде використати інший алгоритм пошуку.

6. Що таке тернарний пошук, і в чому його відмінність від бінарного пошуку?

Тернайрний пошук це один з алгоритмів пошуку , який потребує щоб список було попередньо відсортовано , зазвичай використовується для пошук мінімумів та максимумів унімодальних функцій. Головна відмінність від бінарного пошуку полягає в тому , що замість розбиття списку на 2 частини , тернарний пошук розбиває його на 3 та порівнює одночасно 2 елементи замість 1 .