

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

# Sortowanie i wyszukiwanie binarne

## zajęcia 2.

Bartosz Górski, Tomasz Kulczyński, Błażej Osiński

# Sortowanie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Sortowanie

- to porządkowanie zbioru danych względem pewnych cech charakterystycznych każdego elementu zbioru
- najczęściej zbiorem danych jest `tablica`, a elementami `liczby`
- możemy też jednak mówić o sortowaniu `kart`, `na ręce`
- lub też `żołnierzy`, `w szeregu`, `według wzrostu`

# Sortowanie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Sortowanie

- to porządkowanie zbioru danych względem pewnych cech charakterystycznych każdego elementu zbioru
- najczęściej zbiorem danych jest `tablica`, a elementami `liczby`
- możemy też jednak mówić o sortowaniu `kart`, `na ręce`
- lub też `żołnierzy`, `w szeregu`, `według wzrostu`

# Sortowanie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Sortowanie

- to porządkowanie zbioru danych względem pewnych cech charakterystycznych każdego elementu zbioru
- najczęściej zbiorem danych jest `tablica`, a elementami `liczby`
- możemy też jednak mówić o sortowaniu `kart`, `na ręce`
- lub też `żołnierzy`, `w szeregu`, `według wzrostu`

# Sortowanie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Sortowanie

- to porządkowanie zbioru danych względem pewnych cech charakterystycznych każdego elementu zbioru
- najczęściej zbiorem danych jest `tablica`, a elementami `liczby`
- możemy też jednak mówić o sortowaniu `kart`, `na ręce`
- lub też `żołnierzy`, `w szeregu`, `według` wzrostu

# Przykład

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

dana tablica  $t$

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	11	6	8	2	15	1	2

wynik: posortowana tablica  $t$

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15

- *Jak to zrobić?*

# Przykład

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

dana tablica  $t$

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	11	6	8	2	15	1	2

wynik: posortowana tablica  $t$

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15

- *Jak to zrobić?*

# Przykład

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

dana tablica  $t$

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	11	6	8	2	15	1	2

wynik: posortowana tablica  $t$

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15

- *Jak to zrobić?*



# Sortowanie przez wybór

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Pomysł

Wybierz najmniejszy element z tablicy i zamień go z pierwszym elementem. Następnie porządkuj tablicę bez pierwszego elementu.

## Przykład

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	1	6	8	2	15	11	2

- Następnie trzeba będzie sortować elementy od 1 do 6.

## Niezmiennik

Po wykonaniu  $i$  kroków, pierwsze  $i$  elementów tablicy jest już w odpowiedniej kolejności.

# Sortowanie przez wybór

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Pomysł

Wybierz najmniejszy element z tablicy i zamień go z pierwszym elementem. Następnie porządkuj tablicę bez pierwszego elementu.

## Przykład

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	11	6	8	2	15	1	2

- Następnie trzeba będzie sortować elementy od 1 do 6.

## Niezmiennik

Po wykonaniu  $i$  kroków, pierwsze  $i$  elementów tablicy jest już w odpowiedniej kolejności.

# Sortowanie przez wybór

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Pomysł

Wybierz najmniejszy element z tablicy i zamień go z pierwszym elementem. Następnie porządkuj tablicę bez pierwszego elementu.

## Przykład

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	11	6	8	2	15	1	2

- Następnie trzeba będzie sortować elementy od 1 do 6.

## Niezmiennik

Po wykonaniu  $i$  kroków, pierwsze  $i$  elementów tablicy jest już w odpowiedniej kolejności.

# Sortowanie przez wybór

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Pomysł

Wybierz najmniejszy element z tablicy i zamień go z pierwszym elementem. Następnie porządkuj tablicę bez pierwszego elementu.

## Przykład

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	1	6	8	2	15	11	2

- Następnie trzeba będzie sortować elementy od 1 do 6.

## Niezmiennik

Po wykonaniu  $i$  kroków, pierwsze  $i$  elementów tablicy jest już w odpowiedniej kolejności.

# Sortowanie przez wybór

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Pomysł

Wybierz najmniejszy element z tablicy i zamień go z pierwszym elementem. Następnie porządkuj tablicę bez pierwszego elementu.

## Przykład

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	1	6	8	2	15	11	2

- Następnie trzeba będzie sortować elementy od 1 do 6.

## Niezmiennik

Po wykonaniu  $i$  kroków, pierwsze  $i$  elementów tablicy jest już w odpowiedniej kolejności.

# Sortowanie przez wybór

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

## Pomysł

Wybierz najmniejszy element z tablicy i zamień go z pierwszym elementem. Następnie porządkuj tablicę bez pierwszego elementu.

## Przykład

$i$	0	1	2	3	4	5	6
$t[i]$	1	6	8	2	15	11	2

- Następnie trzeba będzie sortować elementy od 1 do 6.

## Nieziennik

Po wykonaniu  $i$  kroków, pierwsze  $i$  elementów tablicy jest już w odpowiedniej kolejności.

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Ile porównań wykona algorytm sortując  $n$ -elementową tablicę.

- Krok: wybór minimum i umieszczenie go na początku.
- $n$  kroków.
- Do wybrania minimum z  $k$  liczb potrzeba  $k - 1$  porównań.
- Całkowita liczba porównań:

$$(n - 1) + (n - 2) + \dots + 1 + 0 = \frac{n \cdot (n - 1)}{2} = \frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$$

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Ile porównań wykona algorytm sortując  $n$ -elementową tablicę.

- Krok: wybór minimum i umieszczenie go na początku.
- $n$  kroków.
- Do wybrania minimum z  $k$  liczb potrzeba  $k - 1$  porównań.
- Całkowita liczba porównań:

$$(n - 1) + (n - 2) + \dots + 1 + 0 = \frac{n \cdot (n - 1)}{2} = \frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$$



# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Ile porównań wykona algorytm sortując  $n$ -elementową tablicę.

- Krok: wybór minimum i umieszczenie go na początku.
- $n$  kroków.
- Do wybrania minimum z  $k$  liczb potrzeba  $k - 1$  porównań.
- Całkowita liczba porównań:

$$(n - 1) + (n - 2) + \dots + 1 + 0 = \frac{n \cdot (n - 1)}{2} = \frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$$

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Ile porównań wykona algorytm sortując  $n$ -elementową tablicę.

- Krok: wybór minimum i umieszczenie go na początku.
- $n$  kroków.
- Do wybrania minimum z  $k$  liczb potrzeba  $k - 1$  porównań.
- Całkowita liczba porównań:

$$(n - 1) + (n - 2) + \dots + 1 + 0 = \frac{n \cdot (n - 1)}{2} = \frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$$

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Ile porównań wykona algorytm sortując  $n$ -elementową tablicę.

- Krok: wybór minimum i umieszczenie go na początku.
- $n$  kroków.
- Do wybrania minimum z  $k$  liczb potrzeba  $k - 1$  porównań.
- Całkowita liczba porównań:

$$(n - 1) + (n - 2) + \dots + 1 + 0 = \frac{n \cdot (n - 1)}{2} = \frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$$

# Notacja O

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Konieczność istnienia notacji asymptotycznych.

## Definicja notacji $O()$

Dane dwie funkcje  $f(n)$ ,  $g(n)$ .

Mówimy, że  $f(n)$  jest  $O(g(n))$  (zapisujemy  $f(n) = O(g(n))$ ),  
gdy istnieje stała  $c$ , taka, że dla każdego  $n$  zachodzi

$$f(n) \leq c \cdot g(n)$$

- Np.  $3 \cdot n^5$  jest  $O(n^5)$  (np. dla  $c = 3$ ).
- $\frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$  jest oczywiście  $O(n^2)$ .

# Notacja O

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Konieczność istnienia notacji asymptotycznych.

## Definicja notacji $O()$

Dane dwie funkcje  $f(n)$ ,  $g(n)$ .

Mówimy, że  $f(n)$  jest  $O(g(n))$  (zapisujemy  $f(n) = O(g(n))$ ),  
gdy istnieje stała  $c$ , taka, że dla każdego  $n$  zachodzi

$$f(n) \leq c \cdot g(n)$$

- Np.  $3 \cdot n^5$  jest  $O(n^5)$  (np. dla  $c = 3$ ).
- $\frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$  jest oczywiście  $O(n^2)$ .

# Notacja O

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Konieczność istnienia notacji asymptotycznych.

## Definicja notacji $O()$

Dane dwie funkcje  $f(n)$ ,  $g(n)$ .

Mówimy, że  $f(n)$  jest  $O(g(n))$  (zapisujemy  $f(n) = O(g(n))$ ),  
gdy istnieje stała  $c$ , taka, że dla każdego  $n$  zachodzi

$$f(n) \leq c \cdot g(n)$$

- Np.  $3 \cdot n^5$  jest  $O(n^5)$  (np. dla  $c = 3$ ).
- $\frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$  jest oczywiście  $O(n^2)$ .

# Notacja O

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Konieczność istnienia notacji asymptotycznych.

## Definicja notacji $O()$

Dane dwie funkcje  $f(n)$ ,  $g(n)$ .

Mówimy, że  $f(n)$  jest  $O(g(n))$  (zapisujemy  $f(n) = O(g(n))$ ),  
gdy istnieje stała  $c$ , taka, że dla każdego  $n$  zachodzi

$$f(n) \leq c \cdot g(n)$$

- Np.  $3 \cdot n^5$  jest  $O(n^5)$  (np. dla  $c = 3$ ).
- $\frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$  jest oczywiście  $O(n^2)$ .

# Notacja O

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Konieczność istnienia notacji asymptotycznych.

## Definicja notacji O()

Dane dwie funkcje  $f(n)$ ,  $g(n)$ .

Mówimy, że  $f(n)$  jest  $O(g(n))$  (zapisujemy  $f(n) = O(g(n))$ ),  
gdy istnieje stała  $c$ , taka, że dla każdego  $n$  zachodzi

$$f(n) \leq c \cdot g(n)$$

- Np.  $3 \cdot n^5$  jest  $O(n^5)$  (np. dla  $c = 3$ ).
- $\frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$  jest oczywiście  $O(n^2)$ .  
Mówimy o złożoności **kwadratowej**.



# Dziel i zwyciężaj

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Czy można sortować szybciej niż w czasie  $O(n^2)$ ?

## Dziel i zwyciężaj

- Ważna technika w projektowaniu efektywnych algorytmów.
- Dziel większy problem na mniejsze i buduj rozwiązanie całego problemu z rozwiązań cząstkowych.

# Dziel i zwyciężaj

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Czy można sortować szybciej niż w czasie  $O(n^2)$ ?

## Dziel i zwyciężaj

- **Ważna technika w projektowaniu efektywnych algorytmów.**
- Dziel większy problem na mniejsze i buduj rozwiązanie całego problemu z rozwiązań cząstkowych.

# Dziel i zwyciężaj

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Czy można sortować szybciej niż w czasie  $O(n^2)$ ?

## Dziel i zwyciężaj

- Ważna technika w projektowaniu efektywnych algorytmów.
- Dziel większy problem na mniejsze i buduj rozwiązanie całego problemu z rozwiązań cząstkowych.

# Sortowanie przez scalanie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- ***Fakt trywialny:*** jeżeli tablica ma jeden element to jest posortowana.
- Jeżeli tablica jest dłuższa, to podziel ją na dwie części i posortuj każdą z nich...
- ... a następnie scal (złącz) posortowane tablice.

# Sortowanie przez scalanie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- *Fakt trywialny*: jeżeli tablica ma jeden element to jest posortowana.
- Jeżeli tablica jest dłuższa, to podziel ją na dwie części i posortuj każdą z nich...
- ... a następnie scal (złącz) posortowane tablice.

# Sortowanie przez scalanie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- *Fakt trywialny*: jeżeli tablica ma jeden element to jest posortowana.
- Jeżeli tablica jest dłuższa, to podziel ją na dwie części i posortuj każdą z nich...
- ... a następnie scal (złącz) posortowane tablice.

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$								

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1							



# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1	2						

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1	2	3					

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1	2	3	3				

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1	2	3	3	4			

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1	2	3	3	4	8		

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1	2	3	3	4	8	9	

# Scalanie posortowanych tablic

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane

$i$	0	1	2	3
$a[i]$	1	4	8	11

Dane

$i$	0	1	2	3
$b[i]$	2	3	3	9

Wynik

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7
$T[i]$	1	2	3	3	4	8	9	11

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- **Scalanie:** liczba porównań  $\leq$  długość wyniku
- Długości sortowanych kawałków:

p	_____										
0						8					
1			4					4			
2		2			2			2		2	
3	1		1		1		1		1		1

- Liczba poziomów:  $\lceil \log n \rceil$
- Suma długość wyników na dowolnym poziomie:  $n$
- Całkowita liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$



# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Scalanie: liczba porównań  $\leq$  długość wyniku
- Długości sortowanych kawałków:

p	_____										
0					8						
1			4					4			
2		2			2			2		2	
3	1		1		1		1		1		1

- Liczba poziomów:  $\lceil \log n \rceil$
- Suma długość wyników na dowolnym poziomie:  $n$
- Całkowita liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Scalanie: liczba porównań  $\leq$  długość wyniku
- Długości sortowanych kawałków:

p	_____										
0						8					
1			4					4			
2		2			2			2		2	
3	1		1		1		1		1		1

- Liczba poziomów:  $\lceil \log n \rceil$
- Suma długość wyników na dowolnym poziomie:  $n$
- Całkowita liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Scalanie: liczba porównań  $\leq$  długość wyniku
- Długości sortowanych kawałków:

p	-----										
0						8					
1			4					4			
2		2			2			2		2	
3	1		1		1		1		1		1

- Liczba poziomów:  $\lceil \log n \rceil$ 
  - Suma długość wyników na dowolnym poziomie:  $n$
  - Całkowita liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Scalanie: liczba porównań  $\leq$  długość wyniku
- Długości sortowanych kawałków:

p	_____										
0						8					
1			4					4			
2		2			2			2		2	
3	1		1		1		1		1		1

- Liczba poziomów:  $\lceil \log n \rceil$
- Suma długość wyników na dowolnym poziomie:  $n$
- Całkowita liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$

# Liczba porównań

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Scalanie: liczba porównań  $\leq$  długość wyniku
- Długości sortowanych kawałków:

p	_____										
0						8					
1			4					4			
2		2			2			2		2	
3	1		1		1		1		1		1

- Liczba poziomów:  $\lceil \log n \rceil$
- Suma długość wyników na dowolnym poziomie:  $n$
- Całkowita liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$

# Klasa złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$
- $n \cdot \lceil \log n \rceil$  jest  $O(n \cdot \log n)$
- Złożoność liniowo-logarytmiczna.

# Klasa złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$
- $n \cdot \lceil \log n \rceil$  jest  $O(n \cdot \log n)$
- Złożoność liniowo-logarytmiczna.

# Klasa złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Liczba porównań:  $n \cdot \lceil \log n \rceil$
- $n \cdot \lceil \log n \rceil$  jest  $O(n \cdot \log n)$
- Złożoność **liniowo-logarytmiczna**.



# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie  
Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!
- 7?
- OK!
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**

# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie  
Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!
- 7?
- OK!
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**

# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie  
Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!
- 7?
- OK!
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**

# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie  
Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!
- 7?
- OK!
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**

# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!**
- 7?
- OK!
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**

# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie  
Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!
- 7?
- OK!
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**

# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie  
Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!
- 7?
- OK!**
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**

# Wprowadzenie

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie  
Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Wybrałem liczbę od 1 do 9. Jaka to liczba?

1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 5?
- Za mało!
- 8?
- Za dużo!
- 7?
- OK!
- Tak, to też **dziel i zwyciężaj**



# Wyszukiwanie elementu w posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane: posortowana tablica  $t$  i liczba  $c$

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Pytanie: Czy liczba  $c$  jest w tablicy  $t$ ?
- Rozwiązanie brutalne:  
pesymistycznie  $n$  porównań
- *Jak zrobić to szybciej?*

# Wyszukiwanie elementu w posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane: posortowana tablica  $t$  i liczba  $c$

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Pytanie: Czy liczba  $c$  jest w tablicy  $t$ ?
- Rozwiązanie brutalne:  
pesymistycznie  $n$  porównań
- *Jak zrobić to szybciej?*

# Wyszukiwanie elementu w posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane: posortowana tablica  $t$  i liczba  $c$

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Pytanie: Czy liczba  $c$  jest w tablicy  $t$ ?
- Rozwiązanie brutalne:  
pesymistycznie  $n$  porównań
- *Jak zrobić to szybciej?*

# Wyszukiwanie elementu w posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

Dane: posortowana tablica  $t$  i liczba  $c$

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Pytanie: Czy liczba  $c$  jest w tablicy  $t$ ?
- Rozwiązanie brutalne:  
pesymistycznie  $n$  porównań
- *Jak zrobić to szybciej?*

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- Déjà vu? Nie, **wyszukiwanie binarne!**

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- Déjà vu? Nie, **wyszukiwanie binarne!**

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- **Za mało!**
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- Déjà vu? Nie, **wyszukiwanie binarne!**

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- Déjà vu? Nie, wyszukiwanie binarne!



# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- **Za dużo!**
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- Déjà vu? Nie, **wyszukiwanie binarne!**

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- Déjà vu? Nie, wyszukiwanie binarne!

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$ .
- Znalazłem 15!**
- Déjà vu? Nie, wyszukiwanie binarne!

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- **Déjà vu?** Nie, wyszukiwanie binarne!

# Wyszukiwanie binarne posortowanej tablicy

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj

Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Pytanie: Czy 15 jest w tablicy  $t$ ?

## Wyszukiwanie

$i$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$t[i]$	1	2	2	6	8	11	15	17	22

- Sprawdź  $t[4]$ .
- Za mało!
- Sprawdź  $t[7]$ .
- Za dużo!
- Sprawdź  $t[6]$
- Znalazłem 15!
- Déjà vu? Nie, **wyszukiwanie binarne!**

# Analiza złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Po każdym kroku:  
Dwa razy mniejsza tablica do przeszukiwania
- Liczba porównań:  $\lceil \log n \rceil$
- $O(\log n)$
- Złożoność **logarytmiczna**.

# Analiza złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Po każdym kroku:  
Dwa razy mniejsza tablica do przeszukiwania
- Liczba porównań:  $\lceil \log n \rceil$
- $O(\log n)$
- Złożoność **logarytmiczna**.

# Analiza złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Po każdym kroku:  
Dwa razy mniejsza tablica do przeszukiwania
- Liczba porównań:  $\lceil \log n \rceil$
- $O(\log n)$
- Złożoność **logarytmiczna**.



# Analiza złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Po każdym kroku:  
Dwa razy mniejsza tablica do przeszukiwania
- Liczba porównań:  $\lceil \log n \rceil$
- $O(\log n)$
- Złożoność **logarytmiczna**.

# Analiza złożoności

Sortowanie i  
wyszukiwanie  
binarne

Wstęp

Przykład

Sortowanie  
przez wybór

Złożoność  
obliczeniowa

Sortowanie  
przez scalanie

Dziel i zwyciężaj  
Scalanie

Analiza złożoności

Wyszukiwanie  
binarne

Zastosowanie

- Po każdym kroku:  
Dwa razy mniejsza tablica do przeszukiwania
- Liczba porównań:  $\lceil \log n \rceil$
- $O(\log n)$
- Złożoność **logarytmiczna**.