Základy jazyka Python

Zložitosť algoritmov, triedenie a vyhľadávanie

prednáška 4

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie
Technická univerzita v Košiciach
Ing. Ján Magyar

Algoritmizácia

- popis riešenia problému ako postupnosť jednoznačných krokov
- každý problém má niekoľko riešení - ako vybrať to najlepšie?
- výber vhodného algoritmu môže spôsobiť riešiteľnosť/neriešiteľnosť problému
- väčšina problémov sa dá namapovať do problému, ktorý je možné vyriešiť niektorým z klasických algoritmov

Analýza algoritmov - počet operácií

```
def exp1(a, b):
    ans = 1
    while (b > 0):
        ans *= a
        b -= 1
    return ans
```

Analýza algoritmov - asymptotická notácia

- vyjadruje horný limit zložitosti algoritmu ak vstup je stále väčší a väčší
- najčastejšie sa používa Big-O notácia
- zanedbávajú sa konštantné časti algoritmu, do úvahy sa berie iba časť ktorá je závislá od veľkosti vstupných parametrov
- $f(x) \in O(n^2)$

Výpočet mocnín

```
def exp2(a, b):
    if b == 1:
        return a
    if (b % 2) == 0:
        return exp2(a * a, b / 2)
    else:
        return a * exp2(a, b - 1)
```

Fibonacciho čísla

```
def fib(a):
    if a == 0 or a == 1:
        return 1
    else:
        return fib(a - 1) + fib(a - 2)
```

Vyhľadávanie

Predpokladajme že máme zoradený zoznam celých čísel od najmenšieho po najväčšie. Ktorý je najmenej zložitý spôsob nájdenia ľubovoľného prvku v zozname?

Zoradenie zoznamu

Majme nezoradený zoznam celých čísel. Aký je intuitívny spôsob ich zoradenia?

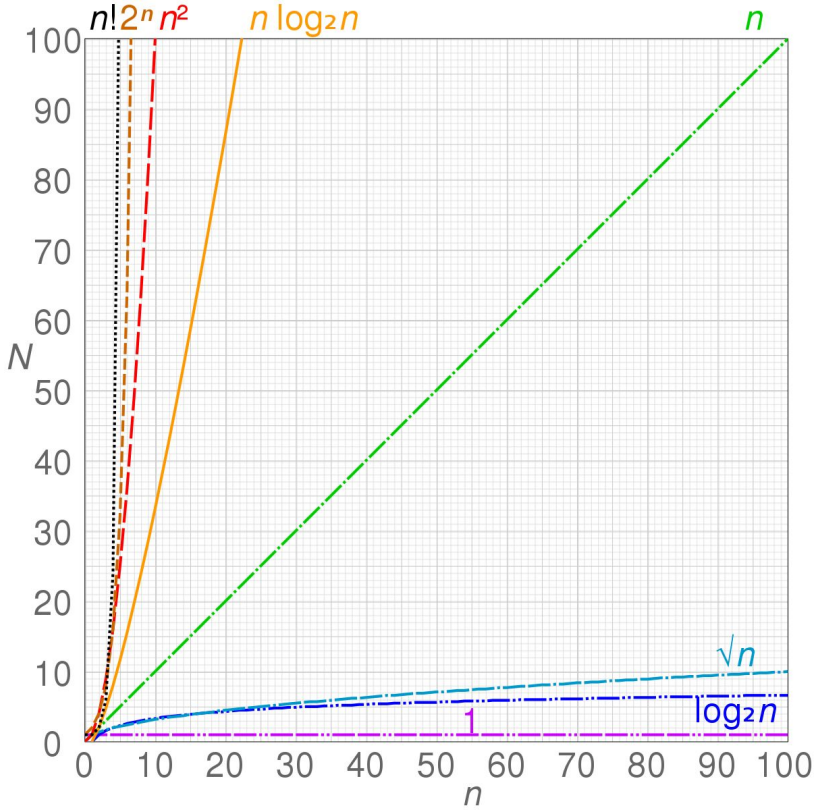
2, 8, 6, 1, 3, 9, 5, 4, 7

Časová komplexita algoritmov

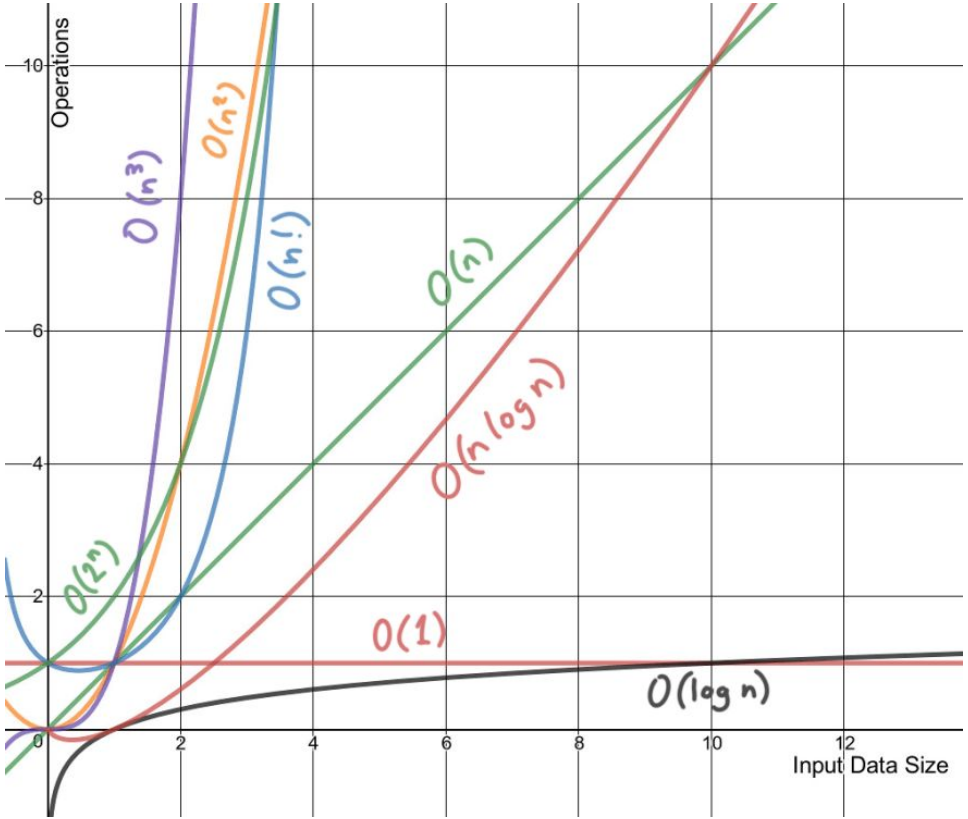
predpokladáme frekvenciu 1GHz (jedna operácia za nanosekundu)

	n = 1000	n = 1,000,000,000
$O(\log n)$	10 ns	10 ms
$O(n)$	1 µs	1 s
$O(n^2)$	1 ms	16 minút
$O(2^n)$	10^{284} rokov	...

Časová komplexita algoritmov



Časová komplexita algoritmov



Základné triediace algoritmy

- Selection sort
- Bubble sort
- Insertion sort
- Heap sort
- Quick sort
- Merge sort
- Bucket sort
- Radix sort

Selection sort

- rozdelí zoznam na dve časti
  - zoradený začiatok
  - nezoradená zvyšná časť
- zoradí zoznam opakovaným výberom najmenšieho prvku z nezoradenej časti a pridá ho na začiatok zoznamu
- algoritmus končí ak dĺžka nezoradenej časti je jeden

- 64 25 12 22 11

SELECTION SORT

GeeksforGeeks

A computer science portal for geeks

Bubble sort

- najjednoduchší algoritmus triedenia
- prechádza zoznamom po dvojiciach a vymení ich ak druhý prvok je menší ako prvý
- algoritmus končí ak počas prechodu nie je potrebné vymeniť prvky dvojice

- 5 1 4 2 8 9

PASS - 2

I = 1
J VARIES FROM 0 TO 4

COMPARES THE ADJACENT ELEMENTS

SWAPS THEM

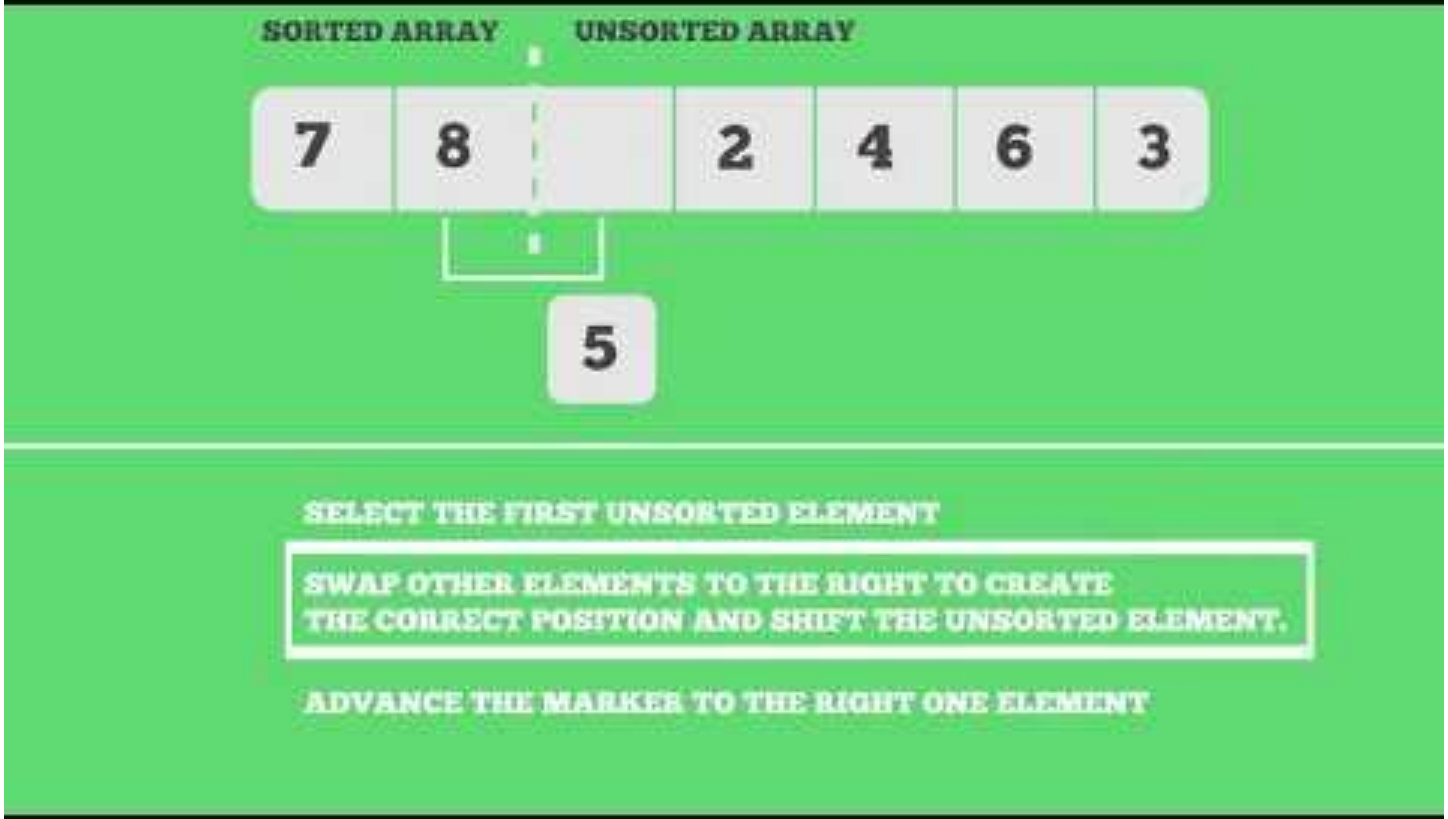
```
VOID BUBBLESORT(INT ARR[], INT N)
{
  INT I, J;
  FOR (I = 0; I < N-1; I++)

    FOR (J = 0; J < N-I-1; J++)
      IF (ARR[J] > ARR[J+1])
        SWAP(&ARR[J], &ARR[J+1]);
}
```

Insertion sort

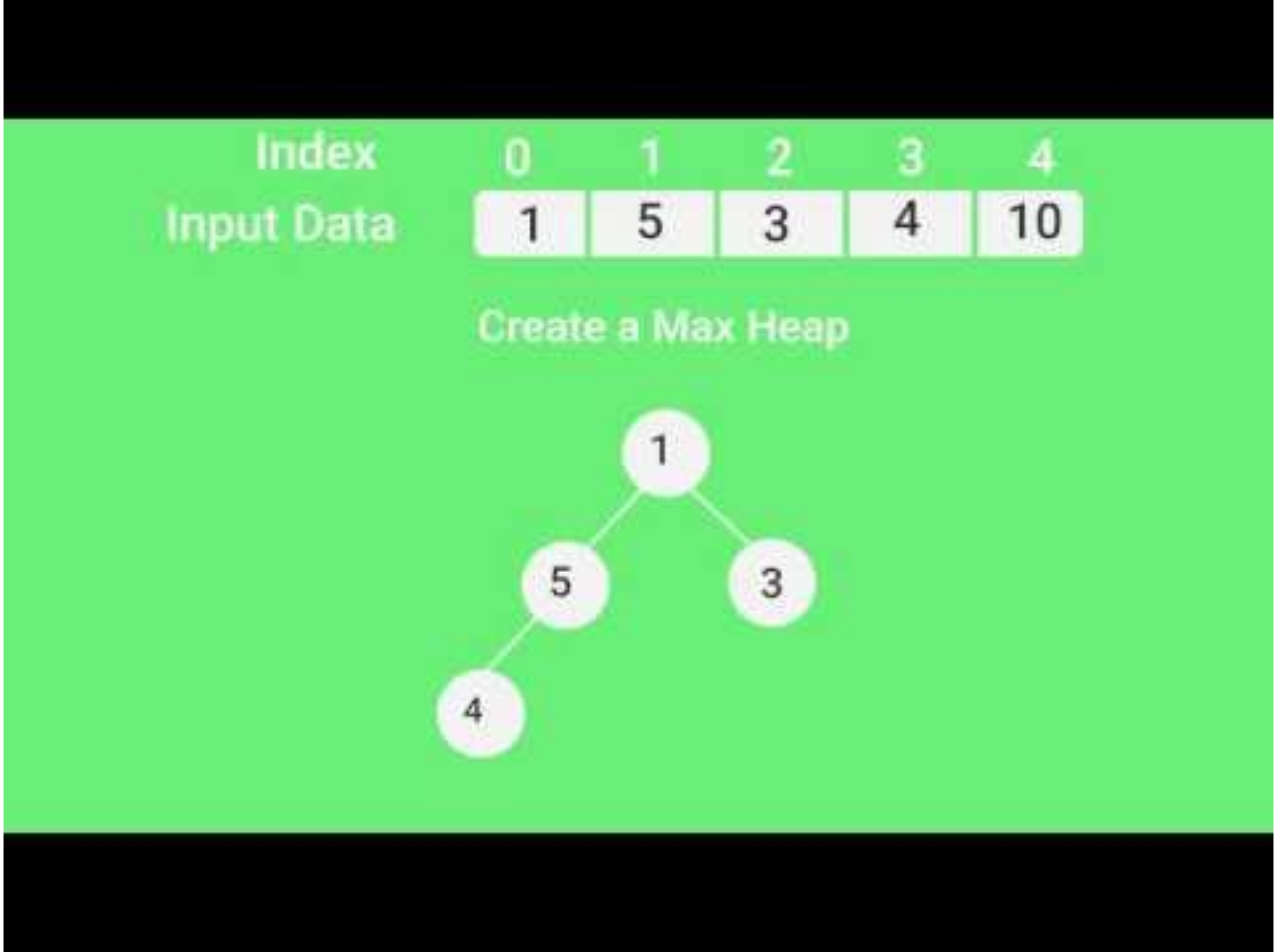
- podobne ako selection sort delí zoznam na dve časti
  - zotriedený začiatok
  - nezotriedená zvyšná časť
- vždy zoberie prvý prvok nezoradenej časti a pridá ho na správne miesto v zoradenom začiatku
- algoritmus končí ak dĺžka zvyšnej časti je 0

- 7 8 5 2 4 6 3


SORTED ARRAY
UNSORTED ARRAY
7
8
2
4
6
3
5
SELECT THE FIRST UNSORTED ELEMENT
SWAP OTHER ELEMENTS TO THE RIGHT TO CREATE
THE CORRECT POSITION AND SHIFT THE UNSORTED ELEMENT.
ADVANCE THE MARKER TO THE RIGHT ONE ELEMENT

Heap sort

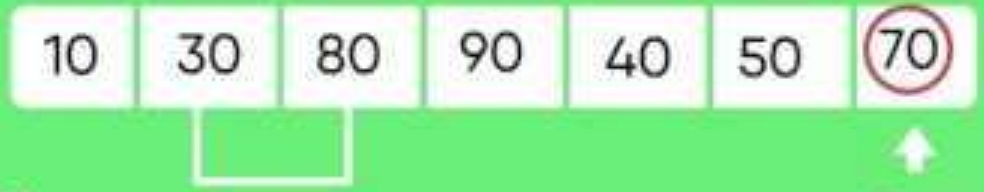
1. zo zoznamu vytvorí binárnu haldu
    - úplný binárny strom
    - každá vrstva je plne obsadená až na poslednú
2. vytvorí sa maximálna binárna halda
    - každý rodičovský uzol má vyššiu hodnotu ako potomkovia
3. najvyššia hodnota sa nachádza v koreňovom uzle, vymeň ho za posledný prvok a vymaž
4. ak veľkosť haldy je väčšia ako 1, vráť sa ku 2., inak ukonči vykonávanie


Index
0
1
2
3
4
Input Data
1
5
3
4
10
Create a Max Heap
1
5
3
4

Quick sort

- algoritmus typu rozdeľuj a panuj
- vyberie sa prvok (tzv. pivot) a zoznam sa usporiada tak, aby hodnoty nižšie ako pivot boli vľavo a hodnoty vyššie ako pivot vpravo
- následne sa vykoná quick sort algoritmus pre ľavú partíciu a potom pre pravú (rekurzia)

Partition



Counter variables

I: Index of smaller element

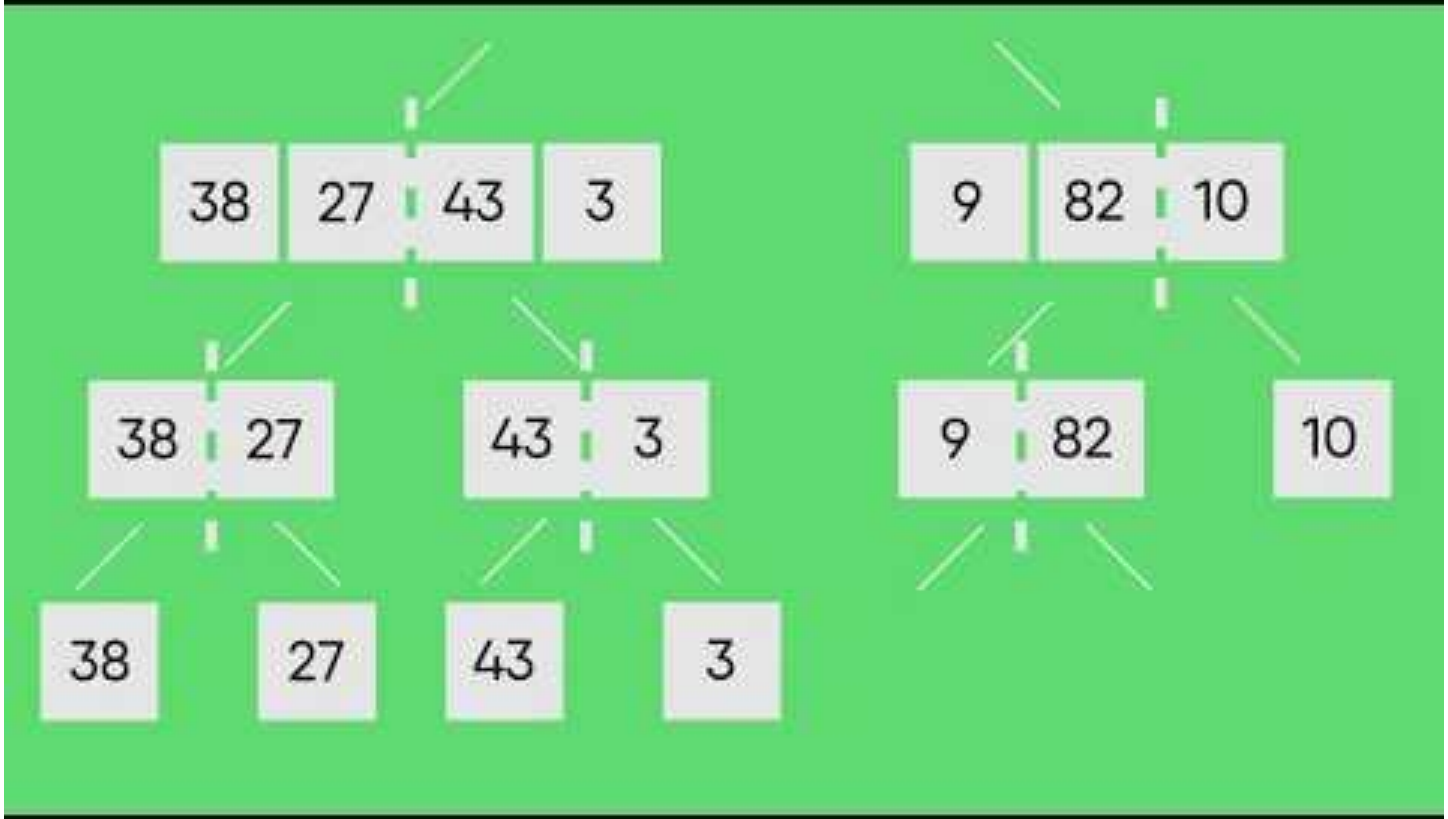
J: Loop variable

Pass 3

Test condition	Actions	Value of variables
arr[J] <= pivot 30 < 70 True	I++ Swap(arr[I],arr[J])	I = 1 J = 2

Merge sort

- algoritmus typu rozdeľuj a panuj
- rozdelí zoznam rekurzívne na polovice až kým nemáme zoznamy s jedným prvkom
- následne menšie zoznamy spojí tak že postupne zoberie najmenšie hodnoty (buduje zoradené zoznamy)


38 27 43 3
9 82 10
38 27
43 3
9 82
10
38
27
43
3

Bucket sort

- ideálna metóda pre vstup s uniformnou distribúciou z istého intervalu
- používa hašovanie, vytvorí niekoľko bucketov
- najprv pridelí členy zoznamu do príslušných bucketov
- zotriedi zoznamy bucketov pomocou insertion sort
- urobí sa konkatenácia bucketov

Radix sort

- zoradenie na základe číslic
- pre každé desatinné miesto sprava zoradí zoznam (použije sa ľubovoľná metóda)

Zložitosť triediacich algoritmov

algoritmus	best case	average case	worst case
selection sort	n^2	n^2	n^2
bubble sort	n	n^2	n^2
insertion sort	n	n^2	n^2
heap sort	n log(n)	n log(n)	n log(n)
quick sort	n log(n)	n log(n)	n^2
merge sort	n log(n)	n log(n)	n log(n)
bucket sort	n+k	n+k	n^2
radix sort	nk	nk	nk

Otázky?