

Efektívne algoritmy a zložitosť, 1-AIN-105

Vyučujú:

Tomáš Vinař, M-163, tomas.vinar@fmph.uniba.sk

Andrej Baláž, M-25, andrej.balaz@fmph.uniba.sk

Web: <http://compbio.fmph.uniba.sk/vyuka/eaz>

Google Classroom: <https://classroom.google.com> kód **b4mhb5n**

Literatúra:

Brassard, Bratley: Fundamentals of Algorithmics, Prentice Hall 1995

Pardubská: Vybrané kapitoly z teoretickej informatiky (1)

Bentley: Programming Pearls, ACM Press 1999

Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms, MIT Press 2009

Oznamy a diskusia na Google Classroom

<https://classroom.google.com> kód **b4mhb5n**

- **Vaša povinnosť sledovať oznamy!!!**
- Cieľ: odpoveď na vaše otázky v najkratšom možnom čase
- Odpovedajú učitelia, študenti
- Všetky otázky sú verejné \Rightarrow žiadne detaily vlastných riešení (resp. až po termíne odovzdania danej úlohy)
- Link aj na web stránke predmetu

O čom je tento predmet?

- Pre daný problém, úlohou je nájsť **efektívny algoritmus**, ktorý tento problém rieši.
- Rozpoznať, kedy efektívny algoritmus **neexistuje**.

Osnova predmetu:

- Úvod, výpočtová zložitosť
- Techniky tvorby efektívnych algoritmov
(greedy algoritmy, dynamické programovanie, rozdeľuj a panuj)
- NP-ťažké problémy
- Nevypočítateľné problémy

V magisterskom štúdiu:

- Ako sa vysporiadať s problémami, o ktorých vieme že sú ťažké?
- Pokročilé techniky tvorby algoritmov a analýzy (aproximačné, pravdepodobnostné algoritmy)

Hodnotenie predmetu

- 30%: Domáce úlohy (cca každé dva týždne)
(vr. jedného programátorského príkladu)
- 20%: Midterm (koncom októbra / začiatkom novembra)
- 50%: Písomná skúška
- zo skúšky je potrebné získať aspoň 50% bodov
- 90+ = A, 80+ = B, 70+ = C, 60+ = D, 50+ = E

Opisovanie

- Budeme kruto trestať:
 - –100% príslušného bodového hodnotenia
 - disciplinárna komisia
- **Podporujeme** diskusiu o domácich úlohách, **ale**:
 - Nerobte si poznámky
 - Počkajte niekoľko hodín, kým začnete spisovať vlastné riešenie

Bentleyho problém: Riešenie 1

```
max:=0;
for i:=1 to n do
  for j:=i to n do
    // compute sum of subarray A[i]..A[j]
    sum:=0;
    for k:=i to j do
      sum:=sum+A[k];
    // compare to maximum
    if sum>max then max:=sum;
```

Bentleyho problém: Riešenie 2a

```
max:=0;
for i:=1 to n do
  sum:=0;
  for j:=i to n do
    sum:=sum+A[j];
    // sum is now sum of subarray A[i]..A[j]
    // compare to maximum
    if sum>max then max:=sum;
```

Bentleyho problém: Riešenie 2b

```
// precompute  $B[i]=A[1]+\dots+A[i]$ 
B[0]:=0;
for i:=1 to n do
    B[i]:=B[i-1]+A[i];

max:=0;
for i:=1 to n do
    for j:=i to n do
        // compare to maximum
        if B[j]-B[i-1]>max then
            max:=B[j]-B[i-1];
```


Bentleyho problém: Riešenie 4a

```
maxsol:=0; tail:=0;  
for i:=1 to n do  
    tail:=max(tail+A[i],0);  
    maxsol:=max(maxsol,tail);
```

Bentleyho problém: Riešenie 4b

```
max:=0; prefix:=0; min_prefix:=0;
for i:=1 to n do
    prefix:=prefix+A[i];
    min_prefix=min(min_prefix,prefix);
    max:=max(max,prefix-min_prefix);
```

Čas potrebný na riešenie problému veľkosti...

| | Sol.4 | Sol.3 | Sol.2 | Sol.1 | Sol.0 |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | $O(n)$ | $O(n \log n)$ | $O(n^2)$ | $O(n^3)$ | $O(2^n)$ |
| 10 | ε | ε | ε | ε | ε |
| 50 | ε | ε | ε | ε | 2 weeks |
| 100 | ε | ε | ε | ε | 2800 univ. |
| 1000 | ε | ε | 0.02s | 4.5s | — |
| 10000 | ε | 0.01s | 2.1s | 75m | — |
| 100000 | 0.04s | 0.12s | 3.5m | 52d | — |
| 1 mil. | 0.42s | 1.4s | 5.8h | 142yr | — |
| 10 mil. | 4.2s | 16.1s | 24.3d | 140000yr | — |

Najväčšia veľkosť problému, ktorý zvládneme vyriešiť za...

| | Sol.4 | Sol.3 | Sol.2 | Sol.1 | Sol.0 |
|----|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | $O(n)$ | $O(n \log n)$ | $O(n^2)$ | $O(n^3)$ | $O(2^n)$ |
| 1s | 2.3 mil. | 740000 | 6900 | 610 | 33 |
| 1m | 140 mil. | 34 mil. | 53000 | 2400 | 39 |
| 1d | 200 bil. | 35 bil. | 2 mil. | 26000 | 49 |

O koľko viac času potrebujeme, ak sa n zvýši...

| | Sol.4 | Sol.3 | Sol.2 | Sol.1 | |
|------------|--------------|---------------|--------------|--------------|------------|
| | $O(n)$ | $O(n \log n)$ | $O(n^2)$ | $O(n^3)$ | $O(2^n)$ |
| +1 | — | — | — | — | $\times 2$ |
| $\times 2$ | $\times 2$ | $\times 2+$ | $\times 4$ | $\times 8$ | — |

Efektívne algoritmy a zložitosť, 1-AIN-105

Vyučujú:

Tomáš Vinař, M-163, tomas.vinar@fmph.uniba.sk

Andrej Baláž, M-25, andrej.balaz@fmph.uniba.sk

Web: <http://compbio.fmph.uniba.sk/vyuka/eaz>

Google Classroom: <https://classroom.google.com> kód **b4mhb5n**

Literatúra:

Brassard, Bratley: Fundamentals of Algorithmics, Prentice Hall 1995

Pardubská: Vybrané kapitoly z teoretickej informatiky (1)

Bentley: Programming Pearls, ACM Press 1999

Cormen, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms, MIT Press 2009