

Различията АНЛ:

- простота
- Коректнос
- Горзоейств

Спопност на АНЛ

функциите по време на  
входа

$$f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$$

попачка  
на входа

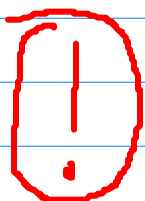
брос  
стъпни

Пример за попачка на входа:

- сортиране на масив - попачка на масив
- пресмятане  $n!$  -  $n$

попачката на входа

и свенгане го число!



Интересува ни

как се гърми асимптотика

при

$n \rightarrow \infty$

!

[ Не ни интересува  
конкретната ф-я !!! ]

!

[ интересува ни само  
как нараства ф-ята ]

Коя асимптотика да изберем?

Alg 1:	$n$	ка
Alg 2:	$n^2$	
Alg 3:	$n \cdot \log(n)$	ф-я
Alg 4:	$n^n$	нараства
Alg 5:	$n^n$	
Alg 6:	$n!$	иса-добро??

Анализ на асимптотичното  
нарастване на ф-ите

$$f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$$

$$g: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$$

$$O(f) = \{g \mid g \text{ не нараства по-бързо от } f\}$$

$$\Omega(f) = \{g \mid g \text{ не нараства по-бавно от } f\}$$

$$\Theta(f) = \{g \mid g \text{ нараства по-бавно, но не по-бързо от } f\}$$



$$\Theta(f) = O(f) \cap \Omega(f)$$

$$O(f) = \{g \mid g \text{ нараства по-бавно от } f\}$$

$$\Omega(f) = \{g \mid g \text{ нараства по-бързо от } f\}$$

$$n \text{ не нараства по-бързо от } n^2 \quad n \in O(n^2)$$

! Имам а  $g_a$  забележи

$$n^2 + n \in \Theta(n^2) \quad n^2 + n = O(n^2)$$

на контролни:

дадено е множество от ф-ции

и трябва да ги подредим

по асимптотично израстване

$$f \leq g \Leftrightarrow f \in O(g)$$

$$f \geq g \Leftrightarrow f \in \Omega(g)$$

$$f \sim g \Leftrightarrow f \in \Theta(g)$$

$$f \gg g \Leftrightarrow f \in \omega(g)$$

$$f \ll g \Leftrightarrow f \in o(g)$$

①  $\{, \}, \{, \}, \{, \}, \dots$

са рефлексивни и ТРАНЗИТИВНИ

$$f \leq g \wedge g \leq k \Rightarrow f \leq k$$

заг. подредете по асимптотично нарастване  
следните функции:

- $7n^3 \sqrt{\log(n)}$
- $9^n \cdot n$
- $n!$
- $n^n$
- $4^n n^2$
- $(10 + \sin(n)) \cdot 9^n \cdot n$

- $\log[\log(n)]$
- $5n^3 \sqrt{\log(n)}$
- $\log(n)$
- $2^n$
- $3^{n^2}$

Проблема:

⚠  $\log(n) \ll n^2 \ll a^n \ll n! \ll n^n \ll 2^{n^2}$

•  $f \sim g \rightarrow \log(f) \sim \log(g)$

•  $\log(f) \neq \log(g) \Rightarrow f \neq g$

$$\begin{array}{c} \{ \\ \vdots \\ \} \end{array} \quad \begin{array}{c} \{ \\ \vdots \\ \} \end{array}$$

⚠  $f > g \not\Rightarrow \log(f) > \log(g)$

⚠  $\log(f) \sim \log(g) \not\Rightarrow f \sim g$

$f$  vs  $\dot{g}$

⚠  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f}{g} \rightarrow \begin{array}{l} \infty \\ \text{const} \neq 0 \\ 0 \end{array} \begin{array}{l} f > g \\ f \sim g \\ f < g \end{array}$

$$f = g + k$$

$$f \approx \max(g, k)$$

$$n^2 + \log(n) + n \approx n^2$$

Let's imagine 11 functions

TP 956 is  $g$  and  $h$  are

totally 10 functions

$$f_1 \leq f_2 \leq f_3 \leq f_4 \dots f_{10}$$

$\{$  - transition

rewriting:

$$1) \log(\log(n)) \text{ vs } \log(n)$$

He!  $\log(n) \neq \log(\log(n)) \neq \log(n)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\log(n)}{\log(\log(n))} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\frac{1}{n}}{\frac{1}{n \cdot \log(n)}} =$$



$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n \cdot \log(n)}{n} = \infty$$

$$\Rightarrow \log(\log(n)) \prec \log(n)$$

②  $\log(n)$  vs  $5n^3 \sqrt{\log(n)}$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{5n^3 \sqrt{\log(n)}}{\log(n)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{5n^3 \sqrt{\log(n)}}{\sqrt{\log(n)} \cdot \sqrt{\log(n)}}$$

$$= \frac{5n^3}{\sqrt{\log(n)}} = \infty$$

$$\Rightarrow \log(n) \prec 5n^3 \sqrt{\log(n)}$$

③  $5n^3 \sqrt{\log(n)}$  vs  $7n^3 \sqrt{\log(n)}$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7n^3 \sqrt{\log(n)}}{5n^3 \sqrt{\log(n)}} = \frac{7}{5}$$

$$\Rightarrow 5n^3 \sqrt{\log(n)} \prec 7n^3 \sqrt{\log(n)}$$

4

$$7n^3 \sqrt{\log(n)} \text{ vs } 4^n n^2$$

поряток

$$\log(7n^3 \sqrt{\log(n)})$$

||

$$\log(7) + 3 \log(n) + \log(\sqrt{\log(n)})$$

$$\Theta(\log(n))$$

$$\Rightarrow 7n^3 \sqrt{\log(n)}$$

$$4^n n^2$$

$$4^n n^2$$

$$\log(4^n n^2)$$

$$n \cdot \log(4) + 2 \log(n)$$

$$\Theta(n)$$

5

$$4^n n^2 \text{ vs } 9^n n$$

поряток

$$n \log(4) + 2 \log(n)$$

$$\Theta(n)$$

$$\Rightarrow \text{X}$$

$$n \cdot \log(9) + \log(n)$$

$$\Theta(n)$$

тогда метос не стала

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{9^n \cdot n}{4^n \cdot n^2} =$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{9^n}{n \cdot 4^n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{9}{4} \right)^n \cdot \frac{1}{n} =$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2.5^n}{n} = \infty \quad \checkmark$$

$$\Rightarrow 4^n \cdot n^2 \prec 9^n \cdot n$$

⑥

$$9^n \cdot n \quad \text{vs} \quad \underbrace{(10 + \sin(n))}_{[-1.1, 1.1]} 9^n \cdot n$$

Notizgizur hier  $10 + \sin(n)$

$$\Rightarrow 9^n n \sim (10 + \sin(n)) \cdot 9^n \cdot n$$

$$(7) (10 + 5 \log n) \cdot 9^n \cdot n \quad \text{vs} \quad n!$$

ще разгледаме:

$$9^n \cdot n \quad \text{vs} \quad n!$$



$$\log(n!) \sim n \cdot \log(n)$$

Д-во: 1) с формулата на Стирлинг  
2) със сравнение на скоростта на растеж

показателно

$$n \cdot \log(9) + \log(n) \quad \text{vs} \quad n \cdot \log(n)$$

$$\Rightarrow 9^n \cdot n \quad \text{vs} \quad n!$$

②  $n!$  vs  $n^n$

1) поразително

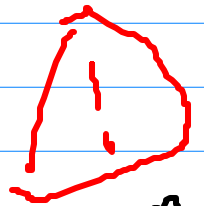
$$\log(n!)$$

$$\log(n^n)$$

$$n \cdot \log(n) \approx n \log(n)$$

~~НЕ~~ НУЖНО!

формула:  $n! \approx n^n \cdot \frac{\sqrt{n}}{e^n}$



$$\Rightarrow n! \prec n^n$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^n \cdot \frac{\sqrt{n}}{e^n}}{n^n} = \frac{e^n}{\sqrt{n}} \rightarrow \infty$$

③  $n^n$  vs  $3^{n^2}$

поразително

$$\log(n^n)$$

$$\log(3^{n^2})$$

$$n \cdot \log(n) \prec n^2 \log(3)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2 \cdot \log(3)}{n \cdot \log(n)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n \cdot \cancel{\log(3)}}{\cancel{n} \cdot \log(n)}$$

$$= \infty$$

10

$$3^{n^2} \text{ vs } 2^{n^3}$$

not trying to be

$$n^2 \cdot \log(3) \prec n^3 \cdot \log(2)$$

or:

$$\log(\log(n)) \prec \log(n) \prec 5n^3 \sqrt{\log(n)} \prec 7n^3 \sqrt{\log(n)}$$

$$\prec 4^n n^2 \prec 9^n \cdot n \prec (5 \cdot 10^7 + 10) \cdot 9^n \cdot n \prec n!$$

$$\prec n^n \prec 3^{n^2} \prec 2^{n^3} \quad \checkmark$$