Analýza algoritmů

Metodický koncept k efektivní podpoře klíčových odborných kompetencí s využitím cizího jazyka ATCZ62 - CLIL jako výuková strategie na vysoké škole

Interreg
EVROPSKÁ UNIE
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj

Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj

VŠTE

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

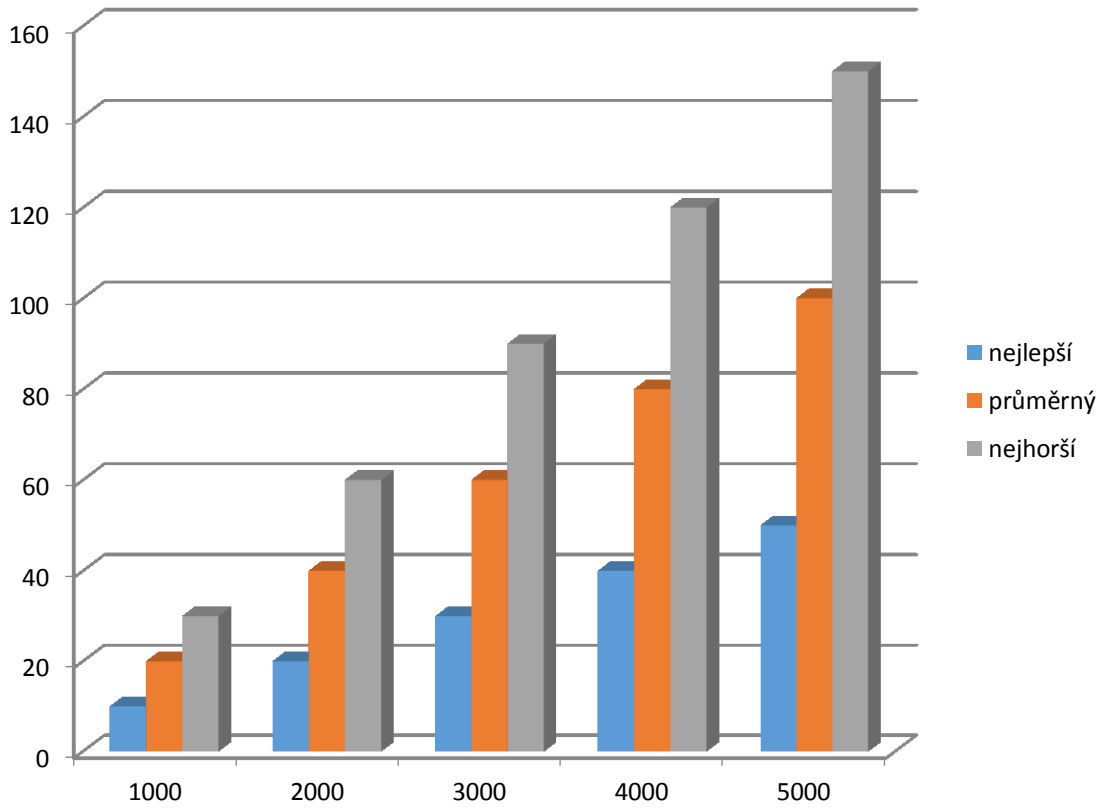
Analýza algoritmů

- Experimentální
  - Reálná časová náročnost
- Teoretická
  - Pseudo-code
  - Počítání primitivních operací
  - Asymptotická notace
  - Asymptotická analýza

Interreg
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Experimentální analýza časové náročnosti

- Časová náročnost se liší podle množství vstupů a roste s velikostí vstupů
- Těžko se určuje průměrný případ
- Zaměřujeme se na nejhorší možný případ
  - Lehce se analyzuje
  - Kritický pro různé aplikace
    - Hry, finance, robotika, automatické operace…



Interreg
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Experimentální analýza časové náročnosti

- Měření probíhá v prostředí, kde běží program (algoritmus)
- Nutnost implementovat algoritmus
  - Může být obtížné
  - Vyžaduje další znalosti
- Běh závisí na vstupech a jejich složení
- Ne všechny vstupy jsou zahrnuty v každém běhu
- Pro porovnání dvou algoritmů nutnost mít stejný hardware i software (stejné spuštěné programy, stejné obsazení paměti…)

Interreg
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Teoretická analýza

- Používá popis pomocí operací místo konkrétní implementace
- Bere do úvahy všechny vstupy
- Umožňuje ohodnotit rychlost algoritmu nezávisle na hardware / software

Interreg
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Teoretická analýza – Pseudo-code

- Vyšší úroveň popisu algoritmu
- Více strukturovaný než klasicky popis
- Méně detailní než implementace
- Preferovaný zápis pro popis algoritmu
- Skrývá problémy konkrétní implementace

```
Algorithm arrayMax(A, n)
    Input pole A o n celých číslech
    Output největší prvek A

    currentMax ← A[0]
    for i ← 1 to n – 1 do
        if A[i] > currentMax then
            currentMax ← A[i]
    return currentMax
```

Interreg Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Teoretická analýza – Pseudo-code

- Řízení běhu:
  - **If** … **then** … **else**
  - **While** … **do**
  - **Repeat** … **until**
  - **For** … **do**
- Hlavička metody (procedury, algoritmu)
  - **Algorithm** *Název (Arg1, Arg2,…)*

    Input

    Output

- Volání metody (procedury, algoritmu)

  var.Název(Arg1, Arg2,…)
- Návrat hodnoty

  return Výraz
- Výrazy

←	Přiřazení
=	Rovnost
+, -, n^2,…	Matematické operace

Interreg Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Teoretická analýza – Primitivní operace

- Primitivní operace
  - Základní operace provedená algoritmem
  - Identifikovatelná v pseudokódu
  - Nezávislá na programovacím jazyku
  - Měla by být přesně definovaná
- Příklady:
  - Vyhodnocení výrazu
  - Přiřazení hodnoty do proměnné
  - Indexování v poli
  - Volání, návrat z metody (procedury, algoritmu)

Algorithm *arrayMax*(A, n)	Počet operací
currentMax ← $A[0]$	2
for $i \leftarrow 1$ **to** $n - 1$ **do**	$2 + n$
if $A[i] > currentMax$ **then**	$2(n - 1)$
currentMax ← $A[i]$	$2(n - 1)$
{ increment counter i }	$2(n - 1)$
return *currentMax*	1
Total	$7n - 1$

Interreg Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Teoretická analýza – Asymptotická notace

- Big O notace (Bachmann–Landau notation)
- Říkáme, že *f(n)* je *O(g(n))* pro dané funkce *f(n)* a *g(n)*, jestliže existuje kladná konstanta *c* a n_0 takové

  ( ) ( ) pro

Notace (zápis)	Název	Příklad
O(1)	Konstantní	Určení sudého/lichého čísla
O(log *n)*	Logaritmická	Binární třídění pole
O(n)	Lineární	Hledání v netříděném seznamu
O(*n*log *n)*	Log-lineární	FFT, merge sort
$O(n^2)$	Kvadratická	Bubble sort, hranice pro quicksort
$O(c^n)$, pro $c>1$	Exponenciální	Problém obchodního cestujícího
O(n!)	Faktoriální	Problém obchodního cestujícího

Interreg Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA

Teoretická analýza – Asymptotická analýza

- Určujeme časovou náročnost algoritmu pomocí big O notace
- Nalezneme největší možný počet primitivních operací
- Vyjádříme je pomocí big O notace
- Konstanty a výrazy nižšího řádu, lze zanedbat při počítání primitivních operací
- Příklad:
  - Určili jsme, že algoritmus $\boldsymbol{arrayMax}$ provede maximálně $7\boldsymbol{n} - 1$ primitivních operací
  - Řekneme, že pro časovou náročnost algoritmu $\boldsymbol{arrayMax}$ platí: $\boldsymbol{O(n)}$

Interreg
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj
Europäische Union
Evropská unie
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Evropský fond pro regionální rozvoj
VŠTE
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES UPPER AUSTRIA