

# Úvod do informatiky

Algoritmus. Vlastnosti algoritmu. Programovací jazyky.

Tomáš Bayer | bayertom@fsv.cvut.cz

Katedra geomatiky, fakulta stavební ČVUT.

# Obsah přednášky

- 1 Úvodní informace o předmětu
- 2 Motivace
- 3 Problém a algoritmus
- 4 Algoritmus
- 5 Programovací jazyky a jejich dělení
- 6 Zápis a překlad programu

# 1. Plán přednášek

## Tematické celky:

- (1) Problémy a algoritmy.
- (2, 3) Datové struktury a datové typy.
- (4) Podmínky.
- (5) Cykly.
- (6) Funkce.

## Literatura:

- [1] VIRIUS M.: Základy algoritmizace, 2004, Vydavatelství ČVUT.
- [2] On line kurz: <https://pyladies.cz/course.html>

## Cvičení:

Skriptování v jazyce Python.

## Literatura:

- [1] Summerfield M.: Python 3, Computer Press, 2012
- [2] Pilgrim M.: Ponořme se do Pythonu 3, CZ NIC, 2010:  
<http://diveintopython3.py.cz/index.html>
- [3] On line kurz: <https://pyladies.cz/course.html>

## 2. Proč se učit programovat?

Steve Jobs:

*“Everybody in this country should learn how to program a computer... because it teaches you how to think”.*

Základní motivace:

- 1 Schopnost automatizace opakujících se činností.
- 2 Pochopení, jak a proč věci fungují.
- 3 Rozvoj logického a abstraktního myšlení.
- 4 Schopnost týmové práce, kreativita
- 5 Kontakt s moderními technologiemi.
- 6 Atraktivní, tvůrčí a dobře placené zaměstnání.
- 7 Možnost práce z domova.

Nutnost celoživotního vzdělávání.

Pravidlo 10-10: Za 10 let pouze 10% poznatků aktuálních.

### 3. Umím programovat...

Obecnější pohled:

- 1 Analýza, modelování, simulace procesů.
- 2 Podíl na řešení složitých problémů dnešního/budoucího světa.
- 3 Věda, výzkum, vývoj, inovace.
- 4 Aplikace v průmyslu, zemědělství, službách.

Konkrétnější uplatnění:

- 1 Automatizované zpracování a analýza dat.
- 2 CAD, počítačová grafika, digitální kartografie, mapové služby.
- 3 Modelování, analýzy, predikce v oblasti přírodních věd.
- 4 Umělá inteligence.
- 5 Návrh a tvorba mobilních řešení.
- 6 Cloudová infrastruktura, big data.

Front end vs. back end.

## 4. Problém

Termín mající více významů.

### **Definice 1 (Slovník spisovného jazyka českého)**

*“Věc k řešení, nerozřešená sporná otázka, otázka k rozhodnutí, nesnadná věc”*

### **Definice 2 (Wikipedia).**

*“Podmínky nebo situace nebo stav, který je nevyřešený, nebo nechtěný, nebo nežádoucí.”*

Problém zpravidla vyžaduje řešení.

Pro jeho nalezení nutné pochopit nejdůležitější aspekty problému.

Z hlediska informatiky, problémy musí splňovat formální definici.

Ne všechny problémy lze v současné době úspěšně a efektivně řešit.

Úlohy třídy P: snadno řešitelné.

Úlohy třídy NP: klasickými technikami neřešitelné.

Mnoho z nich spadá do oblasti geoinformatiky/geoinformatiky/dpz.

## 5. Popis problému

“Problém” z pohledu informatiky lze formalizovat:

*NÁZEV: Slovní popis problému*

*IN: Popis přípustného vstupu (množina vstupních dat).*

*OUT: Popis výsledku, který je pro daný vstup očekáván.*

Musí existovat funkce  $f$  přiřazující vstupním datům požadovaný výstup.

Nalezení řešení problému  $\Rightarrow$  nalezení příslušné funkce  $f$ .

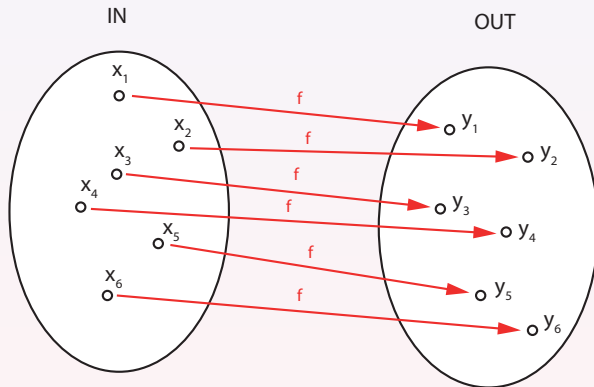
*Každý problém  $P$  určen uspořádanou trojicí  $P(IN, OUT, f)$*

$$f : IN \rightarrow OUT,$$

*IN množina přípustných vstupů, OUT množina očekávaných výstupů,  $f$  přiřazuje každému vstupu očekávaný výstup.*

IN/OUT: Kombinace znaků, celých čísel či přirozených čísel představující kódování.

## 6. Znázornění problému



*Problém: Setřídění posloupnosti čísel:*

$IN = \{16, 74, 8, 4, 11, -9, 38\},$

$OUT = \{-9, 4, 8, 11, 16, 38, 74\}$



## 7. Algoritmus

Pojem cca 1000 let starý.

Poprvé použil perský matematik Abú Abdallah Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi.

Algoritmus je obecný předpis pro řešení zadaného problému.

Posloupnost kroků doplněných jednoznačnými pravidly.

Analogie v běžném životě: kuchyňský recept, lékařský předpis.

*Algoritmus  $A$  řeší problém  $P$ , tj.  $A(P)$ , pokud  $\forall x \in IN$  přiřazuje v konečném počtu kroků (alespoň jeden) výstup  $y$ ,  $y \in OUT$ , a  $y = f(x)$ .*

Poznámky:

- Řešení vyhovuje vstupním podmínkám.
- Pro zadaný vstup  $x$  může existovat více řešení  $y$ ,  $A$  by měl nalézt alespoň jedno.
- Množina vstupů zpravidla nekonečně velká.

## 8. Vlastnosti algoritmu

### A) *Determinovanost*

Algoritmus jednoznačný jako celek i v každém svém kroku.

Nelze dosáhnout přirozenými jazyky, proto pro popis používány formální jazyky.

**Algoritmus je invariantní vůči formálnímu jazyku !!!**

### B) *Rezultativnost*

Vede vždy ke správnému výsledku v *konečném* počtu kroků.

### C) *Hromadnost*

Lze použít pro řešení stejné třídy problémů s různými vstupními hodnotami.

Pro jejich libovolnou kombinaci obdržíme *jednoznačné* řešení.

### D) *Opakovatelnost*

Při opakovaném použití stejných vstupních dat vždy obdržíme *tentýž* výsledek.

### E) *Efektivnost*

Každý krok algoritmu by měl být efektivní.

Krok využívá elementární operace, které lze provádět v *konečném* čase.

## 9. Řešení problému prostřednictvím algoritmu (1/2)

Fáze řešení problému:

### 1) Definice problému

Formulace problému společně s cílem, kterého chceme dosáhnout. Definujeme požadavky týkající se tvaru vstupních a výstupních dat.

### 2) Analýza problému

Stanovení kroků a metod vedoucích k jeho řešení.  
Rozkládání problému na dílčí podproblémy: dekompozice.  
Jejichž jednodušší než řešení problému jako celku.

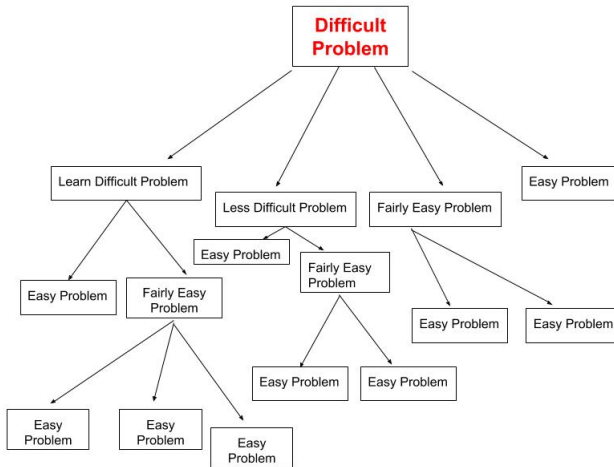
*Top-Down Decomposition.*

### 3) Sestavení algoritmu

Navržení a sestavení algoritmu řešící požadovaný problém.  
Dílčí komponenty skládány do složitějších: kompozice.

*Bottom-Up Approach.*

# 10. Top-Down Decomposition



# 11. Řešení problému prostřednictvím algoritmu (2/2)

## 4) Kódování algoritmu

Převod algoritmu do formálního jazyka.

Zpravidla se jedná programovací jazyk.

Výsledkem “*Proof of Concept*”.

## 5) Ověření správnosti algoritmu

Ověření funkčnosti algoritmu na konečném vzorku dat.

Zahrnuje běžné situace + singulární případy (mnohdy obtížné).

3 množiny: Worst, Best, Average.

Různé strategie testování: např. *Unit Testing*.

## 6) Nasazení algoritmu

Splňuje-li algoritmus požadavky, lze ho nasadit do „ostrého provozu“.

## Poznámky:

Algoritmus by měl být dokázán pro všechny varianty vstupních dat.

Bod 5 nejnáročnější (90% času/nákladů)!

# 12. Znázornění algoritmu

Algoritmus lze znázorňovat mnoha způsoby:

## ● Grafické vyjádření

Popsán formalizovanou soustavou grafických symbolů:

- vývojové diagramy (UML),
- strukturogramy.

(+) přehlednost, názornost,

(+) znázornění struktury,

(+) informace o postupu řešení.

(-) náročnost konstrukce symbolů a vztahů,

(-) obtížná možnost dodatečných úprav, vede k “překreslení” celého postupu,

(-) není vhodné pro rozsáhlé a složité problémy.

## ● Textové vyjádření

Nejčastěji používané varianty:

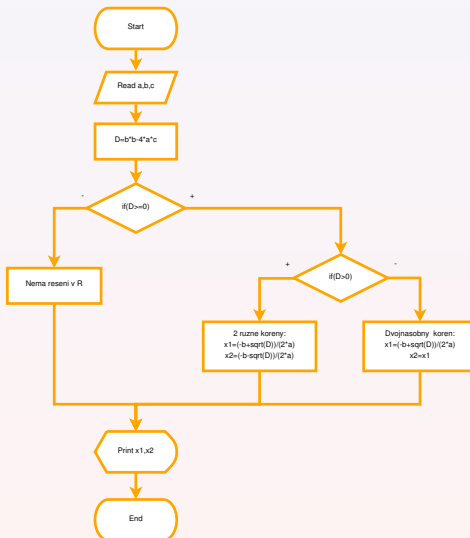
- slovní popis, pseudokód,
- PDL,
- formalizovaný jazyk.

(+) přehlednost, jednoznačnost,

(+) snadný přepis,

(+) možnost modifikace postupu.

# 13. Vývojový diagram řešení kvadratické rovnice



## 14. Textové vyjádření řešení kvadratické rovnice

---

### Algoritmus 3: Kvadratická rovnice (a,b,c)

---

```
1: read (a,b,c)
2:  $D = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$ 
2: if  $D > 0$ :
3:      $x_1 = (-b + \sqrt{D}) / (2 \cdot a)$ 
4:      $x_2 = (-b - \sqrt{D}) / (2 \cdot a)$ 
5: else if  $D = 0$ 
6:      $x_1 = (-b + \sqrt{D}) / (2 \cdot a)$ 
7:      $x_2 = x_1$ 
8: else
9:      $x_1 = \emptyset, x_2 = x_1$ 
10: print (x1,x2)
```

---



# 15. Paradigmata programování

Souhrn základních domněnek, předpokladů, představ.  
Zahrnuje způsob formulace problému, metodologických prostředků k řešení.

Paradigma v programování ovlivňuje styl programování.  
Definuje jakým způsobem vnímá programátor problém, a jak ho řeší.

## Různá paradigmata:

Procedurální (imperativní) programování	Základem algoritmus, přesně daná posloupnost kroků.
Objektově orientované programování	Založeno na objektově orientovaném přístupu k problému.
Deklarativní programování	Opak imperativního programování (říkáme co, ne jak).
Funkcionální programování	Varianta deklarativního programování, založeno na lambda kalkulu.
Logické programování	Kombinace procedurálního / deklarativního přístupu.
Paralelní programování	Pro dekomponovatelné úlohy, paralelizace zpracování.
Distribované programování	Zpracování probíhá po částech na více počítačích.

# 16. Jazyky a jejich vlastnosti

Dělení do 2 skupin:

- **Přirozené jazyky**

Komunikační prostředek mezi lidmi.

Skládání slov do vyšších celků není řízeno tak striktními pravidly.

Nevýhodou významová nejednoznačnost některých slov.

Synonyma/homonyma omezují jejich použití při popisu problémů.

- **Formální jazyky**

Vznikají umělou cestou.

Skládání symbolů do vyšších celků řízeno striktnějšími pravidly.

Zamezení významové nejednoznačnosti.

Zástupci:

- programovací jazyky,
- matematická symbolika,
- chemické značky,
- jazyk mapy,
- ...

# 17. Dělení programovacích jazyků

Kritéria pro dělení programovacích jazyků:

- *Podle způsobu zápisu instrukcí*  
Nižší programovací jazyky.  
Vyšší programovací jazyky.
- *Podle způsobu překladu*  
Kompilované jazyky.  
Interpretované jazyky.
- *Podle způsobu řešení problému*  
Procedurální jazyky.  
Neprocedurální jazyky.

# 18. Dělení programovacích jazyků

## Nižší programovací jazyky:

Programování prováděno ve strojových instrukcích.

(+) Výsledný kód velmi rychlý.

(-) Na programátor ukládá značné nároky (přehlednost, srozumitelnost).

(-) Program je závislý na architektuře procesoru.

Zástupci: strojový kód, Assembler.

```
mov al, 61h
```

## Vyšší programovací jazyky:

Používají zástupné příkazy nahrazující skupiny instrukcí.

Tyto následně překládány do strojového kódu.

(+) Struktura programu je přehlednější.

(+) Vývoj programu je jednodušší.

(+) SW není závislý na architektuře procesoru.

(-) O něco pomalejší kód.

První vyšší programovací jazyk: Fortran.

Většina současných programovacích jazyků: Basic, Pascal, C, C++, C#, Java, Python, Ruby.

# 19. Interpretované jazyky

Využívají *virtuální stroj*, klíčovou součástí *interpreter*.

Program přímo vykonávající instrukce jiného programu z jeho zdrojového kódu.

3 typy interpreteru:

- *Přímé vykonávání zdrojového kódu*  
Neprováděna kompilace, nevýhodou pomalost. Zástupce: Basic.
- *Překlad do mezikódu*  
Zdrojový kód přeložen do mezikódu (bytekód), nezávislý na operačním systému.  
Ten následně vykonán interpreterem.  
Zástupce: Python.
- *Just in Time*  
Zdrojový kód přeložen do mezikódu (bytekód).  
Celek, resp. části, při překladu kompilovány do strojového kódu.  
Nevýhoda: prodleva při spuštění programu.  
Zástupce: Java, C#.

- (-) Delší spuštění.
- (-) Pomalejší běh programu.
- (-) Větší spotřeba hardwarových prostředků.
- (+) Nezávislost na cílové platformě (kompatibilita).
- (+) Snadnější správa paměti.
- (+) GUI standardem jazyka.

## 20. Kompilované jazyky

Program je přeložen do strojového kódu.  
Poté může být opakovaně spouštěn již bez přítomnosti interpreteru.

Překlad prováděn kompilátorem.  
Výsledkem bývá spustitelný soubor (např. exe na platformě Windows).

- (+) Kód rychlejší než u jazyků interpretovaných.
- (+) Nižší hardwarové nároky.
- (+) Běh bez interpreteru (nic se nemusí instalovat).
  
- (-) Přeložený kód není univerzálně použitelný pod různými OS.
- (-) Nutnost kompilace pro různé platformy.
- (-) Složitější správa paměti.
- (-) GUI (knihovny třetích stran).

Zástupci: C, C++, Fortran, Pascal.

# 21. Procedurální jazyky

Vycházejí z paradigmatu *procedurálního (imperativního) programování*.  
Řešení problému popsáno pomocí posloupnosti příkazů na základě algoritmu.  
Program tvořen kombinací proměnných, podmínek, cyklů, procedur.  
Většina programovacích jazyků umožňuje imperativní přístup.

Dělení do dvou skupin:

- *Strukturované jazyky:*  
Algoritmus rozdělen dílčí kroky realizované podprogramy.  
Tyto následně integrovány v jeden celek.  
Zástupce: C.
- *Objektově orientované jazyky:*  
Popis a hledání řešení úloh postupy blízkými lidskému uvažování.  
Využití objektového modelu, každý objekt má určité chování a vlastnosti.  
Objekty vytvářeny ze "šablon", tzv. tříd.  
Mohou spolu komunikovat prostřednictvím rozhraní.  
Zástupci: C++, Java, C#.

## 22. Neprocedurální jazyky

Vycházejí z paradigmatu *deklarativního (neprocedurálního) programování*.  
Snaha o eliminaci chyb, které vznikají při vývoji algoritmů.

Definován pouze problém (cíl), popř. vztahy, a nikoliv jeho řešení.  
Vlastní algoritmizaci problému řeší překladač.

Příkazy pro opakování (cykly) nahrazeny rekurzí.  
Méně časté používání proměnných.

Kód nemusí být zpracováván lineárně (počátek->konec).

Zástupci: SQL, Scheme, Prolog.

S výjimkou SQL jsou méně často používány.



# 23. Srovnání 4 programovacích jazyků

```
1 def quadratic(a, b, c):
2     D = b * b - 4 * a * c
3     if (D > 0):
4         x1 = (-b + math.sqrt(D)) / (2 * a)
5         x2 = (-b - math.sqrt(D)) / (2 * a)
6         print('x1=' + str(x1) + ', x2=' + str(x2))
7     elif (D == 0):
8         x1 = (-b + math.sqrt(D)) / (2 * a)
9         print('x1=x2' + str(x1))
10    else:
11        print('No solution in R')
```

```
1 void quadratic(double a, double b, double c)
2 {
3     double D = b * b - 4 * a * c;
4     if (D > 0)
5     {
6         double x1 = (-b + sqrt(D)) / (2 * a);
7         double x2 = (-b - sqrt(D)) / (2 * a);
8         cout << "x1=" << x1 << ", x2=" << x2;
9     }
10    else if (D == 0)
11    {
12        double x1 = (-b + sqrt(D)) / (2 * a);
13        cout << "x1=x2" << x1;
14    }
15    else
16        cout << "No solution in R";
17 }
```

```
1 function [] = quadratic(a, b, c)
2     D = b * b - 4 * a * c
3     if (D > 0)
4         x1 = (-b + sqrt(D)) / (2 * a)
5         x2 = (-b - sqrt(D)) / (2 * a)
6         sprintf('x1 = %6.2f, x2 = %6.2f', x1, x2)
7     elseif (D == 0)
8         x1 = (-b + sqrt(D)) / (2 * a)
9         sprintf('x1=x2 %6.2f', x1)
10    else
11        sprintf('No solution in R')
12    end
13 end
```

```
1 public void quadratic(double a, double b, double c)
2 {
3     double D = b * b - 4 * a * c;
4     if (D > 0)
5     {
6         double x1 = (-b + sqrt(D)) / (2 * a);
7         double x2 = (-b - sqrt(D)) / (2 * a);
8         System.out.println("x1=" + x1 + ", x2=" + x2);
9     }
10    else if (D == 0)
11    {
12        double x1 = (-b + sqrt(D)) / (2 * a);
13        System.out.println("x1=x2" + x1);
14    }
15    else
16        System.out.println("No solution in R");
17 }
```

Language	Lines	Words	Characters
Python	11	56	385
Matlab	13	58	392
C++	17	58	430
Java	17	65	473

## 24. Zápis zdrojového kódu

### Editor:

Textový soubor, ASCII bez formátování, nepoužívat textové editory.  
Syntax Highlighting, Code Completion.

File Edit View Navigate Code Refactor Run Tools VCS Window Help Python [E:\Tomas\Python] - ...\Clustering\facility\_location.py - PyCharm

Python Clustering facility\_location.py

Python Clustering facility\_location.py processResultsOfClustering.py

Python Clustering facility\_location.py processResultsOfClustering.py

```

55
56     return U
57
58     def generateCone(a, b, n):
59         #Generate cone
60         t = 0
61         U = []
62         for i in range(n):
63
64             #Point on the base
65             if random.random() < b / (b + (a * a + b * b)**0.5):
66                 h, r, t = baseConePoint(a, b)
67
68             #Point on the side
69             else:
70                 h, r, t = sideConePoint(a, b)
71
72             #Cone coordinates

```

# 25. Proces překladu (1/2)

Odlišný přístup pro kompilované/interpretované jazyky.

## **Preprocesor:**

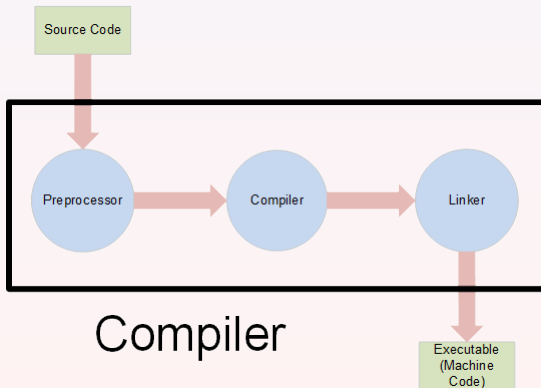
Předzpracování zdrojového kódu, vynechání komentářů, includování souborů, zpracování maker. Výsledkem opět textový soubor.

## **Kompilátor:**

Překlad textového souboru vytvořeného preprocesorem do assembleru.

Následně překlad do relativního kódu (absolutní adresy proměnných a funkcí nemusí být ještě známy), tzv. Object code, \*.obj.

Každý programový modul tvořen samostatným \*.obj souborem.



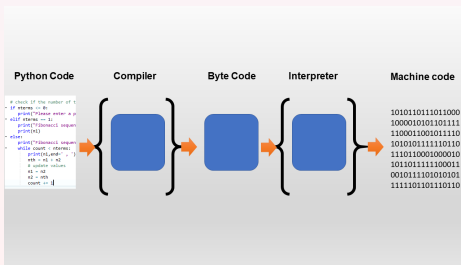
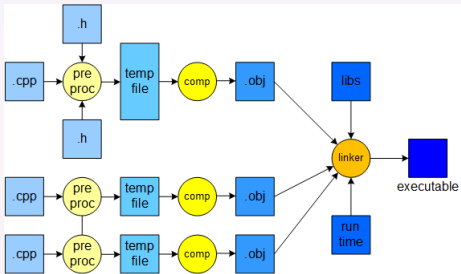
## 26. Proces překladu (2/2)

**Linker:**

Spojení jednotlivých \*.obj souborů generovaných kompilátorem.

Relativní adresy nahrazeny absolutními.

Výsledkem přímo spustitelný kód.



# 27. Odladění aplikace

## Debugger:

Slouží pro ladění programu.

Hledání chyb nastávající za běhu programu.

Nástroje Break Point (Conditional), Watch, Evaluate, Step Into/Over, Run To Cursor...

The screenshot shows the PyCharm IDE with a Python script open. The script is a recursive function for interpreting a postfix expression. A conditional breakpoint is set at line 120 where `node.data is '-'`. The 'Evaluate' window shows the current value of `node.data` as `'-'`. The 'Variables' window shows the state of the recursive function's parameters and return values.

```

118         return self.interpret(node.left) + \
119                self.interpret(node.right)           #Process right subtree
120     elif node.data is '-':                             #Operator is -
121         return self.interpret(node.left) - \
122                self.interpret(node.right)           #Process right subtree
123     elif node.data is '*':                             #Operator is *
124         return self.interpret(node.left) * \
125                self.interpret(node.right)           #Process right subtree
126     elif node.data is '/':                             #Operator is /
127         return self.interpret(node.left) / \
128                self.interpret(node.right)           #Process right subtree
129     else:
130         return node.data
131

```

Conditional breakpoint: `node.data is '-'`

Evaluate window: Expression: `node.data`, Result: `'-'`

Variables window:

```

node = [Node] <_main__._Node object at 0x0000013F204156A0>
node.data = [float] 1.0
node.left = [NoneType] None
node.right = [NoneType] None
self = [Parser] <_main__._Parser object at 0x0000013F20302190>
cur_token = [NoneType] None
i = [int] 8

```