



# PB001: Úvod do informačních technologií

Luděk Matyska (Eva Hladká)

podzim 2019





# Obsah přednášky

Úvod

Technické prostředky

# Co může být počítač

1. Babbageův počítač
2. Turingův stroj
3. Kvantový počítač
4. DNA počítač

# Babbageův počítačový stroj

1. První zmínka 1822
2. Prvenství myšlenky programovatelného počítačového stroje
  - instrukce
  - oddělená datová a programová paměť
  - oddělená vstup/výstupní jednotka
  - řídicí jednotka schopná provádět podmíněné skoky
3. Ada Augusta King, hraběnka z Lovelace
  - popis
  - programovací jazyk
4. 1991 sestaven a prokázána funkčnost

# Babbageův počítačový stroj





# Turingův stroj

1. Teoretický model výpočetního stroje
2. Problém zastavení Turingova stroje – problém rozhodnutelnosti
3. Turingův test
4. Zaveden v roce 1936

## Turingův stroj – definice

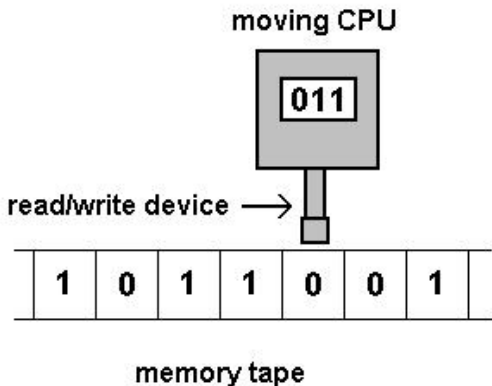
### Definice

Formálně je **Turingův stroj** definován jako šestice

$\mathcal{M} = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, F)$  kde:

- $Q$  je konečná množina **stavů**
- $\Gamma$  je konečná množina **páskových symbolů**
- $\Sigma \subseteq \Gamma, \Sigma \neq \emptyset$  je konečná množina **vstupních symbolů**
- $\delta : (Q - F) \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{-1, 0, +1\}$  je **přechodová funkce**
- $q_0 \in Q$  je **počáteční stav**
- $F \subseteq Q$  je množina **koncových stavů**

## Turingův stroj – schema





# Kvantové počítače

- Data jsou reprezentována **qubity**, ne bity
  - superpozice dvou stavů (nula/jedna)
- Dlouho spíše teoretický koncept
- Změna 1994, publikován Shorův algoritmus pro faktorizaci
  - rychlé řešení specifického NP úplného problému
- Využívá interferenci
  - „souběžně” zvažuje všechna (i špatná) řešení
  - na konci výpočtu má správné řešení nejvyšší amplitudu („pravděpodobnost”)

## DNA počítače

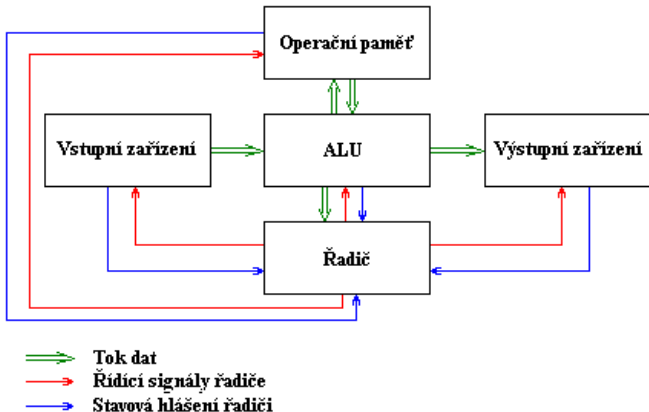
- Stav (zadání, postupy i řešení) jsou definovány nukleovými kyselinami (sekvence nukleotidů)
- Stav odpovídající zadání si připravíme a smícháme
  - proběhnou interakce (propojení řetězců)
  - mezi výslednými řetězci nimi budou i „správné“, tedy ty, co odpovídají hledaným řešením
- Po ustálení „vytáhneme“ nalezená řešení
- Rychlost rekombinace (interakce) ve velkém množství stavů dělá DNA počítač atraktivní
  - zvládnutelné NP úplné problémy
- Viz [https://www.fi.muni.cz/user/jkucera/pv109/2002/xhelan\\_dna.html](https://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2002/xhelan_dna.html)
- Rovněž DNA paměti
  - atraktivní vysoká hustota záznamu
  - stovky PB do jednoho gramu DNA



## Von Neumanovo schéma

1. 40. léta 20. století
2. Nová koncepce toho, co je „počítač“
3. Základní funkční části
4. Dvojková soustava
5. Základ architektur běžných číslicových počítačů

## Von Neumanovo schéma – obrázek





# Základní komponenty

- Procesor(-řadič)–paměť–periferie: von Neumannova architektura

## Základní komponenty

- Procesor(–řadič)–paměť–periferie: von Neumannova architektura
  - Harvard memory model: zvlášť paměť pro data a zvlášť pro program
    - základ vnitroprocesorového paralelismu
- **Řízené** zpracování *dat*

# Processor

- Stroj vykonávající *instrukce*
- Instrukční cyklus: výběr a provedení instrukce jednou jednotkou
- Vnitřní hodiny: takt procesoru
- Základní jednotka sekvenční (ALU, FPU)
- Může obsahovat více jednotek: vnitřní paralelismus

# Typy procesorů

## ■ Univerzální

- CISC: Complex Instruction Set Computer
- RISC: Reduced Instruction Set Computer
- S jedním, několika či mnoha jádry
  - části logiky znásobeny, část sdílena
  - vyšší kumulovaný výkon
  - problém programování paralelního systému (sdílené části slabým místem (bottleneck))

■ ...

## ■ Specializované

- Vektorové
- Grafické
- Embedded
- ...



## Paměť (vnitřní)

- Uchovává data
- Přímo adresovatelná: sloupec a řádek
  - Rozsah adres: 16, 32, 64, 128, ...bitů
- Cyklus paměti: doba nezbytná pro vystavení nebo zápis dat
- Vzpamatování se po provedené operaci, prokládání paměť
- Statická vs. dynamická paměť, volatilita
- Hierarchie paměť
  - Rychlá—pomalá
  - Drahá—levná

## Paměť (vnitřní)

- Uchovává data
- Přímo adresovatelná: sloupec a řádek
  - Rozsah adres: 16, 32, 64, 128, ...bitů
- Cyklus paměti: doba nezbytná pro vystavení nebo zápis dat
- Vzpamatování se po provedené operaci, prokládání paměť
- Statická vs. dynamická paměť, volatilita
- Hierarchie paměť
  - Rychlá—pomalá
  - Drahá—levná
  - Ilustrace *ekonomického imperativu* v IT

## Periferie

- Zajišťují vstup/výstup informací:
  - komunikace s uživatelem
  - permanentní ukládání dat
  - komunikace s jinými systémy

# Komunikace s uživatelem

- Interaktivní
  - Klávesnice: vstup
  - Myš, tablet (ve smyslu periferie), stylus, ...: vstup
  - Obrazovka: výstup i vstup
  - Zvuk: výstup i vstup
  - Dnes již i bezdotykové (kamery, kinect)
- Dávková: nepřímá, prostřednictvím jiných zařízení

## Permanentní ukládání dat

- Paměti (ROM, PROM, EPROM, NVRAM)
- Disky
  - Magnetické
  - Magnetooptické
  - Optické
  - Solid State
- Bloková zařízení
- Pásy
  - Lineární přístup
- Sítě

## Permanentní ukládání dat

- Paměti (ROM, PROM, EPROM, NVRAM)
- Disky
  - Magnetické
  - Magnetooptické
  - Optické
  - Solid State
- Bloková zařízení
- Pásy
  - Lineární přístup
- Sítě
- Papír (kámen): *trvanlivost!*



# Komunikace s dalšími systémy

- Počítačové sítě
  - Drátové
    - Metalické/Elektrické
    - Optické

# Komunikace s dalšími systémy

- Počítačové sítě
  - Drátové
    - Metalické/Elektrické
    - Optické
  - Bezdrátové
    - Radiové vlny
    - Optické



# Komunikace s dalšími systémy

- Počítačové sítě
  - Drátové
    - Metalické/Elektrické
    - Optické
  - Bezdrátové
    - Radiové vlny
    - Optické
    - Akustické

# Komunikace s dalšími systémy

- Počítačové sítě
  - Drátové
    - Metalické/Elektrické
    - Optické
  - Bezdrátové
    - Radiové vlny
    - Optické
    - Akustické

# Speciální periferie

- Virtuální realita
  - Brýle a helmy
  - 3D projekce a prostorový zvuk
  - Haptika (rukavice, ...)
  - Detekce polohy a pohybu

## Speciální periferie

- Virtuální realita
  - Brýle a helmy
  - 3D projekce a prostorový zvuk
  - Haptika (rukavice, ...)
  - Detekce polohy a pohybu
- Mobilní telefony, phablety a tablety
- Wearable computers

## Co je to *počítač*?

- Standardní pohled:
  - Procesor(y)
  - Paměť
  - Periferie
- Možné i jiné pohledy
  - Buněčné automaty
  - Neuronové počítače
  - ...



## Paralelní systémy

- Úzce propojené (tightly coupled)
- Volně propojené (loosely coupled)
- Distribuované
- Gridy
- Cloudy

## Úzce propojené systémy

- Často společná paměť
- Minimální vliv vzdálenosti procesorů
- Speciální propojení procesorů a paměti
- Vhodné pro tzv. *jemný* paralelismus
- Typický výpočetní model: sdílená paměť (i kdyby byla pouze virtuální)

## Volně propojené systémy

- Převážně distribuovaná paměť (každý procesor zvlášť)
- Vzdálenost procesorů může hrát roli
- Speciální propojení procesorů
- Výrazně vyšší latence (zpoždění) v meziprocesorové komunikaci (jednotky *mus* a méně)
- Existence operací `remote put` a `remote get` pro přístup do paměti vzdáleného procesoru
- Typický výpočetní model: zasílání zpráv



## Distribuované systémy

- Rozšíření předchozího modelu
- Vždy distribuovaná paměť
- Vzdálenost procesorů hraje významnou roli
- Propojení procesorů často formou běžné LAN sítě
- Vysoká latence v meziprocessorové komunikaci (**100 $\mu$ s** až jednotky ms)
- Typický výpočetní model: zasílání zpráv

## Gridy

- Systém distribuovaný po geograficky rozsáhlých prostorech (země, kontinent, ...)
- Propojeny samostatné počítače (včetně paralelních)
- Propojení počítačů WAN sítí
- Extrémně vysoká latence v meziprocessorové komunikaci (desítky až stovky ms)
- Prakticky jediný výpočetní model: zasílání zpráv

## Cloudy

- Spíše způsob použití než (jen) technické řešení
- Vysoká škálovatelnost
  - implikuje paralelní/distribuovanou infrastrukturu
- Přístup přes Internet
  - hardware „skrytý” před uživatelem
- Nabízí od infrastruktury (virtuální servery) až po služby (Google docs)
- Interně základ kombinace velkých výpočetních center a gridů
  - pro správce v podstatě stejné problémy

# Cloud computing

