



Jak počítače myslí

CO MÁ SPOLEČNÉHO KVANTOVÁ MECHANIKA A MYŠLENÍ

MICHAL ČERNÝ

Obsah

- ▶ Co je to mysl
- ▶ Tři přístupy k umělé inteligenci
- ▶ Problém čínského pokoje
- ▶ Turingův stroj
- ▶ Logické programování
- ▶ Oblasti AI
- ▶ Počítačové zpracování emocí
- ▶ IBM Watson
- ▶ Kvantové počítače

Mysl a myšlení

- ▶ Přesnou definici nemáme, ale lze identifikovat dvě charakteristiky:
 - ▶ Sbíhavost (konvergence) - schopnost držet se určitého tématu a jít po linii logických souvislostí
 - ▶ Rozbíhavost (divergence) - nazývané také umělecké, tvořivé myšlení vyznačující se velkou šířkou záběru
- ▶ Myšlením se zabýval již Aristoteles – vznik logiky jako jazyka popisujícího přesné myšlení. Na tuto tradici navazuje analytická filosofie
- ▶ Otázkou je spojitost s řečí a jazykem

Porozumění

- ▶ Řekneme-li o myšlence, systému nebo tvrzení, že je *slabé*, myslíme tím že je *obecné*. (Př. GPS – má pravidla, počítá interferenci signálu a řeší obecné problémy)
- ▶ Na druhé straně *silná* myšlenka je ve své podstatě *specifická*. (MYCIN – systém, který umí z analýzy bakterie určit ideální antibiotika)
- ▶ Cílem umělé inteligence je kombinace obojího – soubor slabých porozumění vycházejících ze slabého

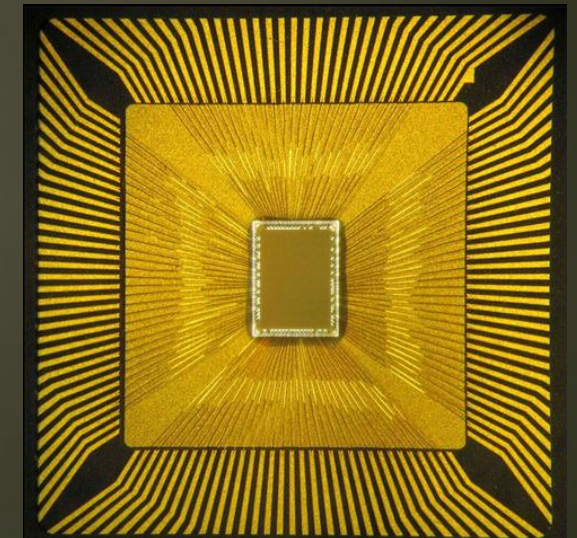
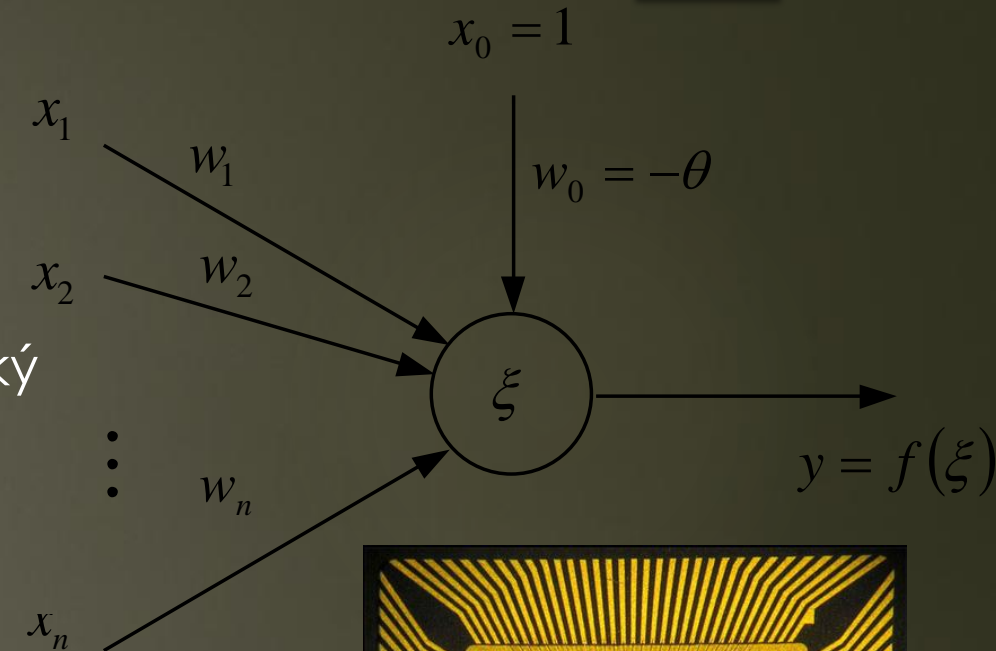
Co je umělá inteligence?

Symbolický funkcionalismus

- ▶ *„Inteligentní chování daného systému je dosaženo interakcí mezi jednotlivými komponenty, které disponují odlišnou funkcionalitou, což je dosaženo tím, že v rámci systému hrají odlišnou roli.“*
- ▶ Existuje konečný automat (stroj), který posloupností kroků, která je jednoznačná dojde ke správnému výsledku (Turingův stroj) (podobnost s Carnotovým cyklem majícím ideální účinnost tehdy, když pracuje nekonečně pomalu)
- ▶ Tento přístup je klasickou formou AI

Konekcionismus

- ▶ Výpočty získáme spojením jednoduchých objektů s výpočetní silou do sítě
- ▶ Představa sítě jako mozku – neurony a synaptický spojení
- ▶ Pracuje se s tzv. neuronovou sítí – každý uzel má určitou (většinou všechny stejnou) množinu operací, které umí a dohromady tvoří umělou inteligenci
- ▶ Příklad SyNAPSE – čip od IBM, který se umí sám učit (např. natáčet pátku v pin-pongu) – 265 neuronů a 65536 nebo 262144 synapsí



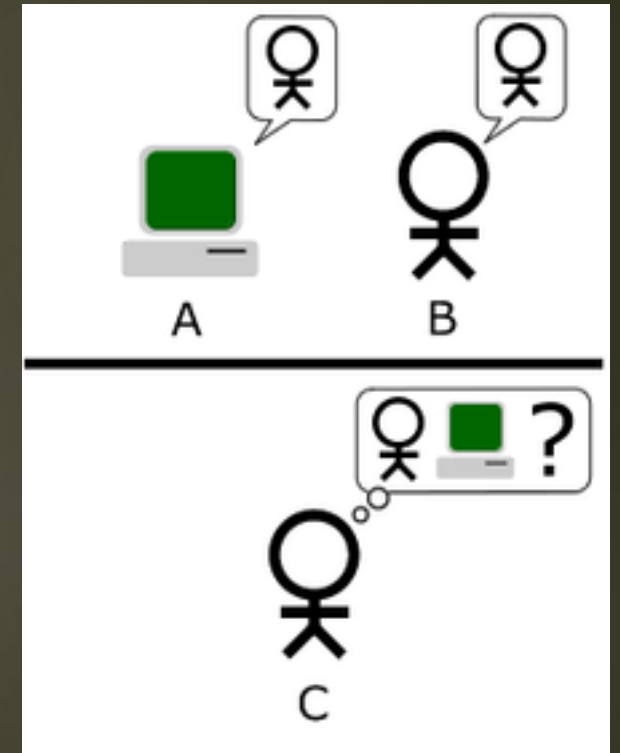
- ▶ . Inside IBM's cognitive chip. *Nature*. 2011-8-18, s. -. DOI: 10.1038/news.2011.486. Dostupné z: <http://www.nature.com/doi/10.1038/news.2011.486>

Robotický funkcionalismus

- ▶ Jako inteligentní chování je zde chápána jako rozumná interakce mezi třemi entitami: *system, prostředí, úloha*
- ▶ Vychází tedy z myšlenek behaviorismu
- ▶ Intelligence je chápána jako instrumentální dovednost řešit nějakou úlohu
- ▶ Příklad: inteligentní umělé domácí roboti, zdravotnické systémy, výrobní linky a stroje....

Turingův test

- ▶ Umíme rozeznat člověka od počítače v běžné řeči?
- ▶ Historicky známé přístupy:
 - ▶ ELIZA Josepha Weizenbaum
 - ▶ Chatterboot (v česku například Pokec)
 - ▶ Botnet na Facebooku z Vancouveru
- ▶ <http://nlp-addiction.com/eliza/> a <http://alice.pandorabots.com/>
- ▶ Cena 100 000 dolarů pro první nerozpoznatelný počítač nebyla udělena.



Problém čínského pokoje

- ▶ *Searl, jenž nerozumí ani slovo čínsky se usadí v uzavřené místnosti plné knih, a návodů jak reagovat na jakoukoliv otázku v čínštině. Dejme tomu že v libovolném okamžiku, když dostane Searl vzkaz napsaný čínsky, dokáže pomocí knih a návodů zareagovat v čínštině. Není problém si představit konverzaci s Číňanem stojícím před pokojem a strkajícím si papírky na relativně velmi omezené téma. Toto téma lze samozřejmě nekonečně zobecňovat, až dojdeme k původnímu požadavku.*

Technická řešení

Turingův stroj

- ▶ Na začátku výpočtu je Turingův stroj v počáteční konfiguraci a na pásce je zapsané vstupní slovo. Dále pracuje v jednotlivých krocích:
- ▶ pokud je aktuální stav zároveň stavem koncovým, výpočet končí
- ▶ čtecí hlava přečte jeden vstupní symbol z buňky, na které se právě nachází
- ▶ pokud je v přechodové funkci pro aktuální stav a pro přečtený symbol definovaný přechod, provede se (v případě více možných přechodů u nedeterministických strojů se vybere jeden náhodně):
 - ▶ změní se stav
 - ▶ na aktuální pozici hlavy se zapíše příslušný symbol
 - ▶ hlava se příslušným způsobem posune (či neposune)

Definice

Formálně je **Turingův stroj** definován jako šestice

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

- Q je konečná množina **stavů**
- Γ 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**

Logické programování

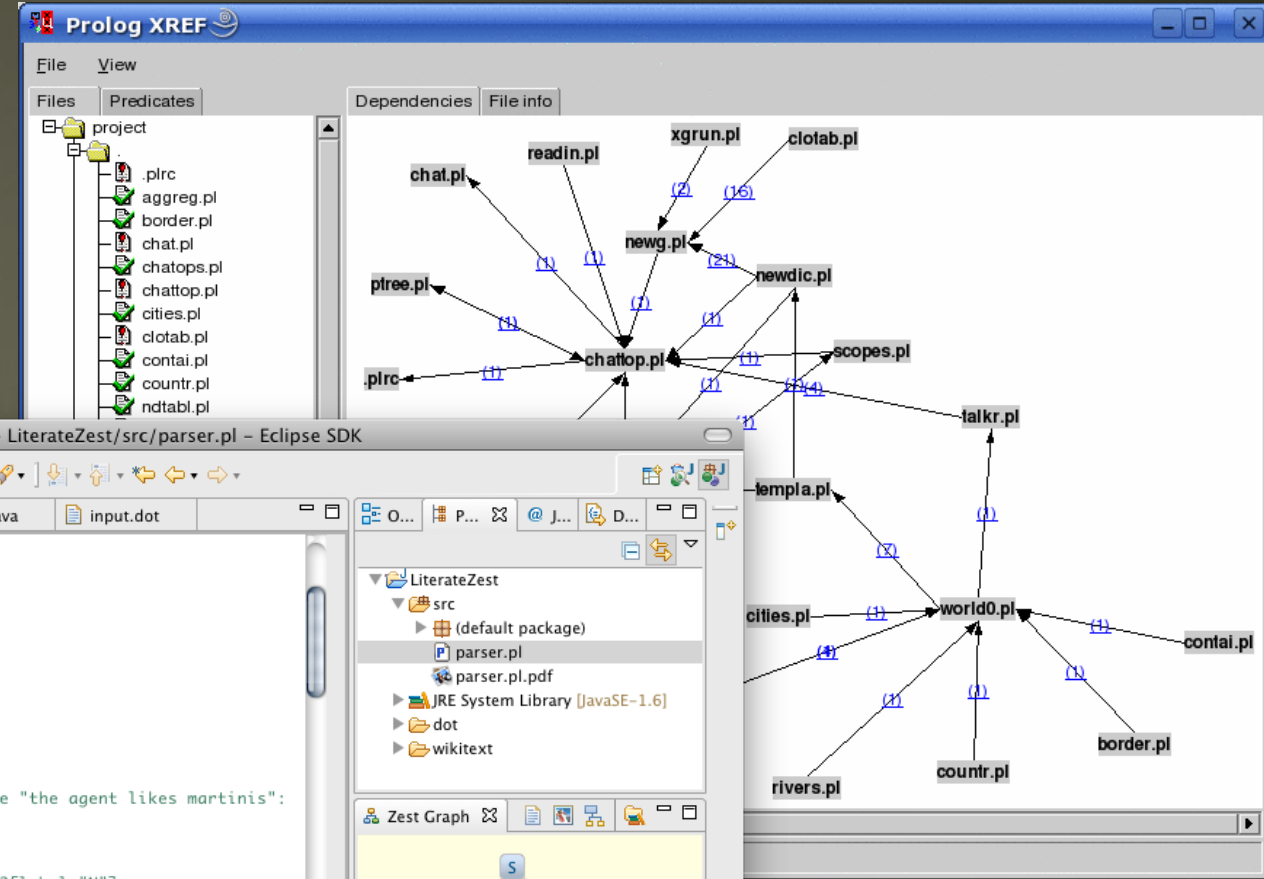
- ▶ Neprogramujeme postup řešení ale jen logická pravidla
- ▶ Program podle nich provádí jen logický důkaz
- ▶ Používá se Prolog nebo Gödel
 - ▶ Fakt: dívka(monika).
 - ▶ Otázka: ?- dívka(monika).
 - ▶ Odpověď: yes.
- ▶ Podporované možnosti: seznamy, pole, proměnné, řetězce, složitější struktury
- ▶ Základní myšlenka: musíme vytvořit databázi faktů a pravidel, ze kterých se pak vyvozuje nějaká informace

Prolog

```
c:\program files\win-prolog 4500\examples\salesman.pl
% initialise data, prepare graphics objects, and create the dialog

salesman :-
  tidy_salesman,
  init_salesman,
  Ds = [ws_caption,ws_maximizebox,ws_thickframe],
  Bs = [ws_child,ws_visible,ws_tabstop,bs_pushbutton],
  Ss = [ws_child,ws_visible,ss_left],
  Gs = [ws_child,ws_visible,ws_ex_clientedge],
  wdcreate( dlg, `Travelling Salesman`,
  wcreate( (dlg,3), button, `&Exhaustive`,
  wcreate( (dlg,4), button, `&Heuristic`,
  wcreate( (dlg,5), button, `&Stop`,
  wcreate( (dlg,6), button, `&Close`,
  wcreate( (dlg,8), static, ``,
  wcreate( (dlg,9), grafix, ``,
  set_buttons( 0, 0, 0, 1 ),
  town_grafix,
  window_handler( dlg, salesman_handler ),
  call_dialog( dlg, _ ),
  tidy_salesman.

Prolog Source S C O R=481 C=29 L=26556 S=0
```



Java - LiterateZest/src/parser.pl - Eclipse SDK

```
parser.pl  semiotics.textile  Node.java  input.dot
```

```
S --> np, vp.
np --> det, n.
np --> n.
vp --> v, n.
vp --> v.
det --> [the].
det --> [a].
n --> [agent].
n --> [martinis].
v --> [likes].
v --> [drinks].

/* This grammar describes sentences like "the agent likes martinis":
digraph the_agent_likes_martinis

S; NP; V; VP; DET; N1[label="N"]; N2[label="N"]
the; agent; likes; martinis

S -> NP; NP -> DET; NP -> N1
DET -> the[style=dashed]; N1 -> agent[style=dashed]

S -> VP; VP -> V; VP -> N2
V -> likes[style=dashed]; N2 -> martinis[style=dashed]
]
```

Zest Graph

The Zest Graph shows a parse tree for the sentence "the agent likes martinis". The root node is S, which branches into NP and VP. NP branches into DET (the) and N (agent). VP branches into V (likes) and N (martinis). The nodes are represented as boxes with arrows indicating the parent-child relationships.

Další technické možnosti

- ▶ Genetické programování (Vytvoříme populaci entit a testujeme jejich chování. V druhém kroku vybereme ty nejlepší a snažíme se z nich vygenerovat novou nakříženou populaci. To opakujeme dokud nemáme dostatečně dobré řešení)
- ▶ Expertní systémy
- ▶ Dobývání znalostí (analýza obrazových a textových dat, získávání informací, které nejsou standardně dostupné přímo)
- ▶ Strojové učení (založené na statistických metodách, často se kombinuje s dalšími formami)

Počítačové zpracování emocí

- ▶ Člověk není jen racionální bytost, ale má také emoce, které jsou důležité pro pochopení obsahu (například ironie)
- ▶ Analýza emocí:
 - ▶ Z hlasu
 - ▶ Z fyziologických projevů (mrkání, tlak, teplota, galvanický odpor kůže,...)



Aplikace umělé inteligence I.

- ▶ Zpracování přirozeného jazyka:
 - ▶ Syntéza řeči (text-to-speech)
 - ▶ Rozpoznávání řeči
 - ▶ Generování přirozeného jazyka (en:Natural language generation)
 - ▶ Strojový překlad (en:Machine translation)
 - ▶ Odpovídání na otázky (en:Question answering)
 - ▶ Získávání informací (en:Information retrieval)
 - ▶ Extrakce informací (en:Information extraction)
 - ▶ Korektura textu
 - ▶ Výtah z textu (en:Automatic summarization)

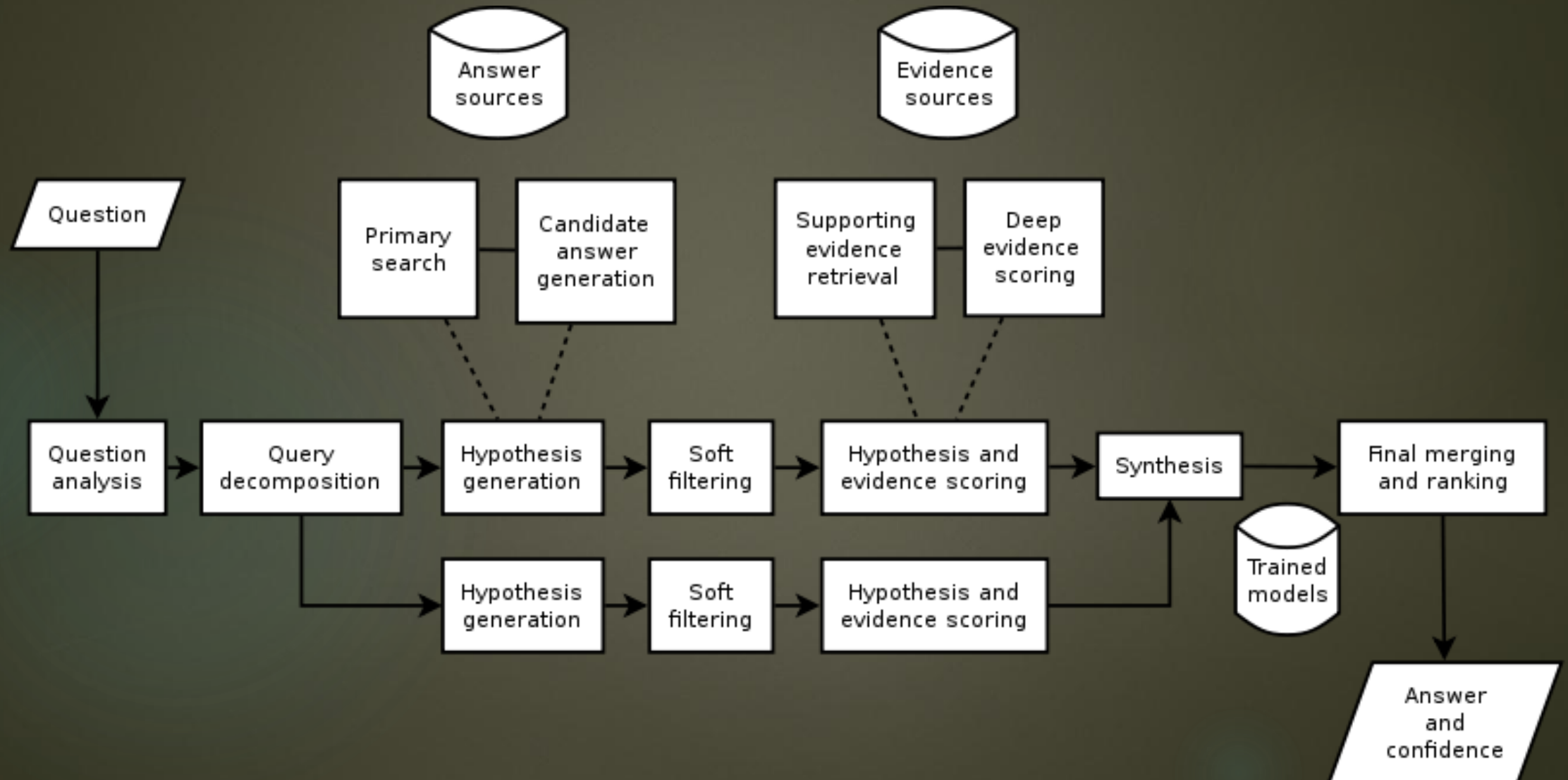
Aplikace umělé inteligence II.

- ▶ Complex event processing (finance, logistika, marketing, management)
- ▶ Zdravotnictví – určování diagnózy, efektivity léčby, analýza vhodných antibiotik
- ▶ Pracující roboti a výrobní linky
- ▶ Automatické převodovky v automobilech
- ▶ Výběr hudby, která se nám líbí
- ▶ Hračky a domácí roboti
- ▶ Telefonní automaty
- ▶ ...

IBM Watson

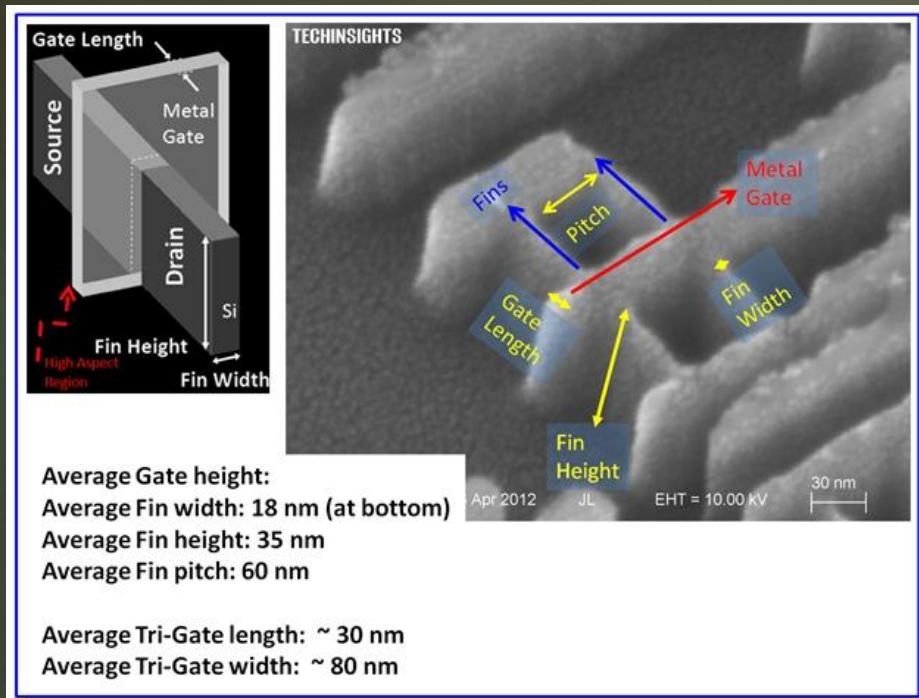
- ▶ 1997 IBM Deep Blue poráží Garrima Kasparova v šachu
- ▶ IBM Watson:
 - ▶ 2880 procesorových jader architektury Power7 a 15 TB operační paměti svázaných linuxovým systémem
 - ▶ Celkový výkon odpovídá 80 teraflops
 - ▶ V paměti je zhruba 200 milionů stránek informací, tedy asi milion knih
 - ▶ Učí se z vlastních chyb: Pokud totiž zjistí, že odpověď byla mylná, příště sám upraví konfiguraci jednotlivých algoritmů v případě podobné otázky
 - ▶ Nehledá správné, ale nejpravděpodobnější odpovědi (podobně jako Popper)

IBM Watson



Kvantové počítání

Kvantová mechanika v běžných procesorech



- ▶ Intel 2012: technologie 22 nm (procesor i5 Ivy Bridge)
- ▶ Technologická bariera: příliš krátká gate – překonána ploutvemi (fins)
- ▶ Ale elektrony se stále chovají jako nabitě kuličky

Proč kvantové počítače

- ▶ Efektivně lze řešit jen úlohy, které mají nejvýše kvadratickou složitost
- ▶ Kvantová mechanika umožňuje nový způsob práce s výpočty, takže lze změnit některé exponenciální problémy na lineární nebo kvadratické
- ▶ Typické výpočty:
 - ▶ Výpočet Fourierovy transformace v n -rozměrném prostoru
 - ▶ Black box problémy
 - ▶ Odhady Gaussovy sumy
 - ▶ Šachy
 - ▶ ...

qubit

- ▶ $|\mathbf{u}\rangle = A |\mathbf{1}\rangle + B |\mathbf{0}\rangle$,
kde $|\mathbf{u}\rangle$ je stav qubitu, A a B jsou kompletní čísla udávající pravděpodobnost stavu $|\mathbf{1}\rangle$ respektive $|\mathbf{0}\rangle$, která jsou normována na jedničku
- ▶ Během výpočtů může být $|\mathbf{u}\rangle$ jedna nebo nula, ale také cokoli mezi tím
- ▶ Až měření dává výsledek
- ▶ Algoritmus typicky není možné zkoumat „zevnitř“ ale jen analyzovat vstupy a výstupy

Realizace dvoustavového qubitu

- ▶ Spin elektronu
- ▶ Excitovaný vodíkový iont (dodáme energii právě nutnou k excitaci – pak je pravděpodobnost 1:1 že k ní dojde nebo ne)
- ▶ Polarizace fotonů

- ▶ Budoucnost? Více stavové quibity

- ▶ Současné zařízení: D-Wave One, který obsahuje 128qubitový procesor. Chlazení pomocí tekutého hélia. Drahé pomalé, špatně programovatelné,...

Děkuji za pozornost



Wolfram Alpha

[HTTP://WWW.WOLFRAMALPHA.COM/](http://www.wolframalpha.com/)