

brmiversity: Umělá inteligence a teoretická informatika

Přednáška č. 7

Petr Baudiš <pasky@ucw.cz>

brmlab 2011

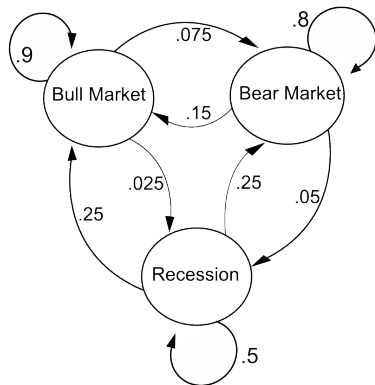


Zpracování neurčitých informací

- Data o světě jsou neurčitá
- Úkony ve světě jsou neurčité
- . . . takže reálný svět je neurčitý
- Minule jsme modelovali arbitrární vztahy mezi jevy
- Dnes budeme modelovat *procesy* a *vstupy*

Markovovský řetězec

- Posloupnost stavů splňujících *Markovovu vlastnost*
- Každý stav závisí (stochasticky) pouze na předchozím; **nemáme paměť**
- k -tého řádu: Závislost na k předchozích
- (Je to ekvivalentní?)
- Velmi zjednodušený model, ale výpočetně triviální a dobrá aproximace
- Množina stavů, pravděp. přechodu mezi stavy



Muaddib

<TomSuch> 1+1

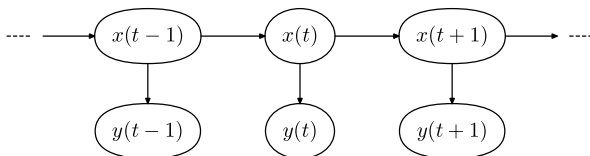
<Muaddib> Kde jsou vsichni mimo kretena 1...

Senat souhlasí... Poslanecka snemovna nesouhlasí...

Kreteni jsou vsichni.

- Symboly (stavy) pro slova a neslova (okraj věty: Slovo ϵ)
- Dva MM 4. řádu — 3 slova před, 3 slova po
- Vstup: Update MM, pevné body, doplnění věty z MM

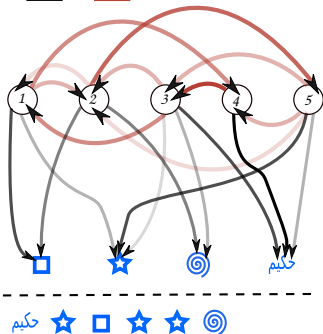
Skrytý Markovovský řetězec (HMM)



- *Skryté stavy* nedokážeme pozorovat, viditelné projevy jsou asociovány pouze stochasticky
- Pravděpodobnost přechodu mezi stavy *a* pravděpodobnost jevu *X* ve stavu *A*
- (Pomocí Bayesovského pravidla můžeme podle jevu určit pravděpodobnost různých stavů)
- Učení: Baum-Welch (Forward-backward algoritmus)

Inference HMM

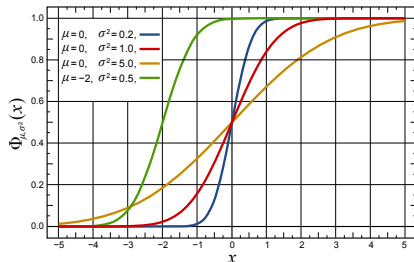
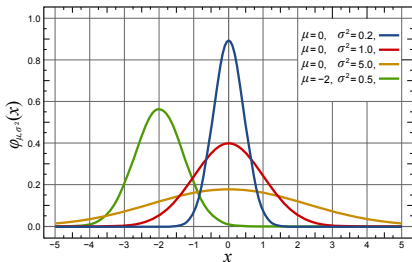
1.0 1.0



- Vysvětlování: jaké stavy jsme prošli?
- Filtrování: v jakém stavu právě jsme?
- Vyhlazování: v jakém stavu jsme byli tuhle?
- Pravděpodobnost pozorování

- Matice dopředných a zpětných pravděpodobností
- Forward algoritmus: Iterujeme dopředné pravděpodobnosti
- Smoothing: Sledujeme dopředné i zpětné pravděpodobnosti
- Viterbiho algoritmus: Počítáme nejpravděpodobnější průchod (dynamické programování)

Opakování: Normální rozdělení



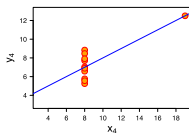
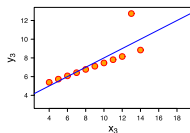
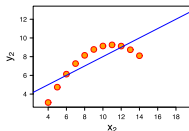
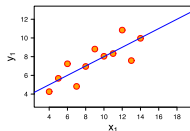
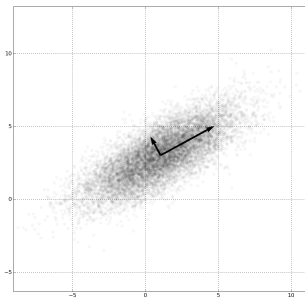
Interval spolehlivosti: S pravděpodob. p bude $\mathbb{E}[X] = \mu \pm \epsilon$
 “LHC detekovalo 130 GeV signaturu na tři sigma.”

Kálmánovy filtry

- **Lineární dynamický systém** — HMM se “spojitými stavy” a stavy i pozorováními normálně rozdělenými
- Aneb: Pozorování jsou čísla dle stavů, ale zašuměná dle normálního rozdělení
- Různá čísla indikují (s omezenou pravděpodobností) různé stavy
- Udržujeme si odhad aktuálního stavu a chybovou matici (přesnost odhadu)
- Nový stav odhadneme podle aktuálního stavu a chybové matice, tu posléze zupdatujeme

Data

- Kovariance: Jevy X a Y na sobě nějak závisejí ($\mathbb{E}X\mathbb{E}Y - \mathbb{E}(XY)$)
- Korelace: Míra závislosti (rozptylová korekce)
- Jsou-li data v NN korelovaná, jsou redundantní a nesou špatně rozlišitelné informace
- Jak složitá data chci vlastně umět rozpoznávat?

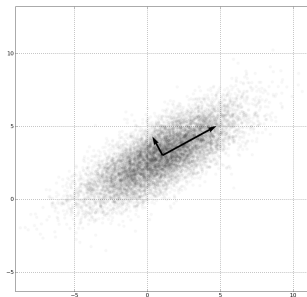


Principal Component Analysis

- Chceme dekolorovat sadu proměnných (dimenze)
- PCA rozebere oblak dat na jeho “osy”
- Dataset $X \rightarrow$ dataset Y nižší dimenze
- Alternativa: Ojův algoritmus

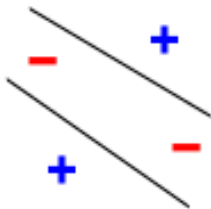
Algoritmus

- Normalizace podle $\mathbb{E}X$ a σ_E
- Kovarianční (disperzní) matice C
- Vybereme vlastní vektory C s nejvyšší energií (D)
- Vstupní vektory projektujeme do vekt. prostoru s bází D



Vapnik-Chervonenkisova dimenze

- VC dimenze udává “kapacitu” klasifikátoru
- Nejmenší počet bodů, které lze rozložit do konfigurace, kterou nedokáže klasifikátor rozčísnout
- Např. lineární klasifikátor (perceptron) má dimenzi 3



Složitější problémy distribuovaných systémů

- Byzantští generálové
- Synchronizace času
- Ověřování událostí

Komunikace v multiagentních systémech

- Obvykle externí správce světa (“white page”) nebo nástěnkáři (“yellow page”)
- FIPA: Foundation for Intelligent Physical Agents
- Vrstvy: Fyzická, transportní, komunikační, jazyk pro komunikaci agentů (FIPA-ACL, KQML), zprávy (FIPA-SL, Prolog, ...)

Změny světa pomocí komunikace, výměna znalostí

```
(cfp
:sender (agent-identifier :name j)
:receiver (set (agent-identifier :name i))
:content
  "((action (agent-identifier :name i)
    (sell plum 50))
    (any ?x (and (= (price plum) ?x) (< ?x 10))))"
:ontology fruit-market
:language fipa-sl)
```

Otázky?

Příště: Metody pro řízení agentů.

Univerzální hashování

- Pro každou hashovací funkci nám *nepřítel* může vybrat kolidující hashe
- Tak vybereme náhodnou!
- $P[h(x) = h(y)] \leq 1/M$
- Jak konstruovat funkci $h(x)$? Třeba zvolme pevné p ,
 $h(x) = (\alpha \cdot x) \bmod p \bmod M$

Perfektní hashování

- Všechny klíče známe předem, vyrábíme *perfektní* hashovací funkci
- Jak takovou funkci vyrobit?

Perfektní hashování

- Všechny klíče známe předem, vyrábíme *perfektní* hashovací funkci
- Jak takovou funkci vyrobit?
- Hloupě — prostě zkusíme náhodné!
- Tabulka $O(N^2)$: Vezmeme instanci univerzální h , s $p = 1/2$ bude perfektní
- Tabulka $O(N)$: Vezmeme instanci univerzální h , kolizní přihrádky přehashujeme pomocí $O(N^2)$ metody $P[\sum_i n_i^2 > 4N] < 1/2$

Externí hashování

Sakra, zase zbyde na příště!

Děkuji vám

pasky@ucw.cz

Příště: Adaptivní agenti. Neuronové sítě.
Složitost (míry a vztahy složitosti).
Vyčíslitelnost (věta o rekurzi).