

Kódování a dekódování

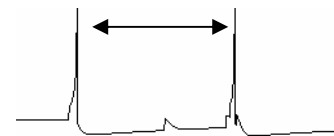
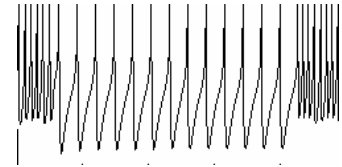
AIL087 – doprovodný materiál k
přednášce

Cyril Brom

MFF UK, 2007

Co řešíme?

- Jak si neurony povídají?
 - přístup: „informačně procesní“ metafora
 - kolik získáme informace, když neuron vystřelí v čase t (jak moc nás výstřel překvapí)
- Co nese informaci?
 - frekvence výstřelů
 - vzdálenost mezi výstřely
 - ...
- Korelace mezi více neurony?



„Ukurtovaná“ moucha

- H1 movement-sensitive visual neuron of a blowfly
- Artificial stimulus $s(t)$: presentuji jakoby pohybující se „krajinu“ [úhlová rychlost]
- Chceme:
 - predikci frekvence výstřelů H1 na základě $s(t)$
 - na základě časového sledu výstřelů H1 uhodnout rychlost, tj. $s(t)$
 - totéž, ale máme dva H1, které reagují na opačné úhlové rychlosti
 - **Abbott, II/4**

Problémy I

- Jak aproximovat odpověď neuronu X na statický stimul s ?
 - diskriminace s_1 a s_2 vs. extrakce s
- Jak aproximovat odpověď neuronu X na spojitě se měnící stimulus $s(t)$?
- Pokud předpokládáme, že neuron X kóduje informaci určitým způsobem, jak odhadnout jeho chybu vůči optimálnímu kódu?

Problémy II

- Jak rekonstruovat stimulus s resp. $s(t)$ ze “spiking pattern” neuronu X resp. z její aproximace?
 - tzn. jak neuron „pozná“, co je na vstupu?
- Jak rekonstruovat stimulus $s(t)$, pokud máme k dispozici časové řady výstřelů z více neuronů, o nichž předpokládáme, že nějakým způsobem reagují na daný stimul.

Problémy III

- Jsou na sobě časy jednotlivých výstřelů neuronu X nezávislé?
- Jsou na sobě časy výstřelů neuronů X a Y při stimulu s resp. $s(t)$ nezávislé?
 - jaká je míra závislosti?

Kódování

Spontánní šum

- Pozadí
 - většina neuronů střílí stále i „bez stimulace“
 - video s „mirror neurony“
 - bere se většinou jako šum
 - spontánní (chemie) vs. ovlivnění částí NS, kterou zrovna nepozorujeme
 - nutné odečítat, vzpomeňme fMRI
- Šum může mít v NS funkční hodnotu!
 - př. učení

Firing-rate hypothesis

- Klíčová je pouze frekvence
 - pomalá vs. rychlá změna $s(t)$ způsobí malou vs. velkou změnu frekvence: **rate code** vs. **temporal code**, **Abott I/37**
- Dnes se říká: je to asi poměrně přesná aproximace reálného kódování, ale někdy asi nesou informaci i další věci
 - **correlation code**, ...
 - klíčové je, jestli korelace přináší dodatečnou informaci
 - musíme také rozlišovat, jestli se bavíme o jednom neuronu nebo o více neuronech: **Trappenberg, 92**

Firing-rate hypothesis

- **Receptive field** neuronu X : množina stimulů, které významně zvýší frekvenci výstřelů neuronu X
 - někdy též prostor, v němž stimulus určitého typu výší významně frekvenci výstřelů neuronu X
 - *Abbott, II, 20 (2.11)*
- **Projective field** neuronu X : mapa zobrazující intenzitu odpovědí neuronů, do kterých X projikuje

Tuning curves

- V1 opice: orientace pohybujícího se obdélníku v receptivním poli
 - neuron střílí na více orientací!
 - Abbott, I/13
 - Gauss
- Primární motorická kůra opice: arm-reaching task
 - Abbott, I/14
 - $\sin, \cos, [\cdot]_+$
- Odchytky: aditivní vs. multiplikatívní

Převody

- Můžeme zjednodušit výpočetní model neuronu podle f.-r. hypotézy:
 - spike-coding vs. rate-coding
 - rate-code: paralela mezi ANN
- Závisí na tom, co modelujeme
- Převody
 - bin
 - sliding a rectangular window
 - filter kernel: Gauss vs. alpha
 - Abbott, I/9

Jak více neuronů kóduje informaci?

- Mějme featuru F : jak je zakódována vektorem neuronů R ?
- Lokální representace: $\langle 0, 0, \dots, 0, r_i, 0, \dots, 0 \rangle$
 - babiččin neuron, cardinal cells, ...
- Plně distribuovaná: $\langle r_1, r_2, \dots, r_n \rangle$
- Řídce („sparsely“) distribuovaná: $\langle 0, 0, r_i, 0, 0, 0, r_j, 0, \dots, 0, r_k, 0, \dots, 0 \rangle$
- Jak je to skutečně?
 - Problém: co je to featura obecně? Jaký je treshold pro featuru (oproti pozadí)?
 - Problém: nahrávání z více neuronů současně
 - Halle Berry neuron

Populační kódování

- Důvody
 - robustnost:
 - smrt buňky
 - šum
 - přesnost – Trappenberg, 110
- Příklady:
 - cvrček: odhad směru větru s – Abbott, III/14
 - motorický kortex opice: odhad směru pohybu ruky – Abbott, III/18
- Encoding problém: $P(r_1, \dots, r_n | s)$
- Decoding problém: $P(s | r_1, \dots, r_n)$
 - neurony se při analýze typicky chápou jako statisticky nezávislé

Populační kódování - poznámky

- Jeden neuron často více různých featur
- Více neuronů často kóduje „hustší“ prostor
 - idea: proč rozpoznáváme bělochy, ale ne černochoy
 - metafora Kohonenovy sítě
 - Homunkulus
- Změny!
 - Oculomotor task, PFC