Seznam otázek z předmětu Neuroinformatika 2022

1. Jakou funkci mají gliové buňky?

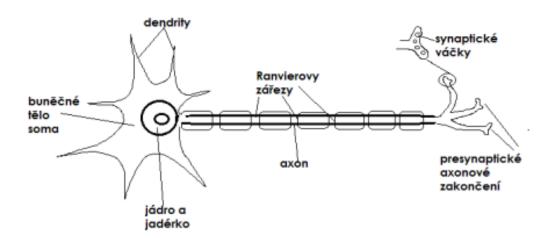
Jsou to non-neuronální buňky, které fungují jako podpůrné buňky neuronů.

Udržují homeostázu, formují myelin a poskytují podporu a protekci neuronů, zajišťují výživu nervových buněk, plní též imunitní funkce.

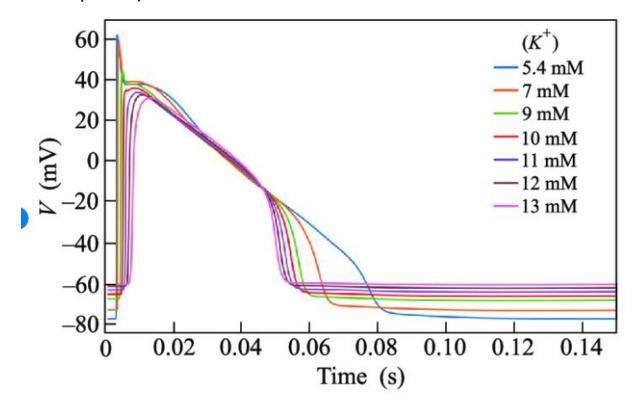
Rozeznáváme u nich tyto funkce:

- obklopení neuronu a udržení jej na jednom místě,
- dodání živin a kyslíku do neuronu,
- izolování jednotlivých neuronů od sebe,
- zničení patogenů a odstranění mrtvých neuronů,
- v embryonálním vývoji neuronu směrují migraci neuronů a produkují molekuly, které modifikují růst axonu a dendritů.

2. Nakreslete schematicky základní strukturu neuronu.



2. Nakreslete závislost koncentrace iontu draslíku na napětí membrány (tip. výjděte ze vztahu pro Nernstův potenciál).



(Color online) Time dependence of the membrane action potential for various concentrations of extracellular potassium. As is demonstrated in Fig. 3, in the case of hyperkalemia the equilibrium potential decreases in

- Doufám, že to je right

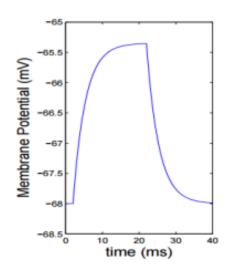
4. Nakreslete průběh akčního potenciálu a souvisejícího proudu na membráně buňky V=f(t), Ic=f(t).

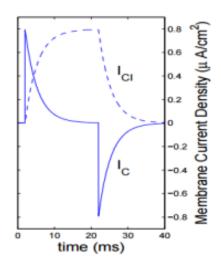
V=f(t), Ic=f(t).

Napětí je funkcí času (obr1), Proud je funkce času (obr2)

Ic ...proud přitékající zevnitř

Icl ...proud způsobený přitékáním chlórových iontů





vresponse

Figure 1.9. The solution (left) to (1.9) and the associated membrane currents (right) for a cell of radius 10 μm subject to a 20 ms 10 pA current injection.

5. Jaký je rozdíl mezi elektrickou a chemickou synapsí?

Elektrická

- evolučně starší
- spojeni dvou buněk iontovými kanály
 - změna napětí jedné buňky se projeví i v druhé
- rychlé a synchronizované spojení buněk
- jejich počet výrazně klesá s nástupem chemických synapsí
 Příklad
 - propojení tyčinek a čípků

Chemická

- vzruch se předává pomocí transmiteru otevírání iontových kanálů řízených chemicky
- umožňuje směřovat tok informace
 - informace se rozšířuje na několik postsynaptických elementů
- snadno se modulují
- u člověka se vyskytuje daleko více než elektrická

Vlastnost	Elektrická synapse	Chemická synapse
Vzdálenost mezi pre-a postsynaptickou membránou	3,5 nm	30-50 nm
Kontinuita mezi pre-a postsynaptickou membránou	Ano	Ne
Ultrastrukturní komponenty	Konexiny/konexony	Presynaptické aktivní zóny a váčky s NT/postsynaptické receptory
Co přenáší informaci	Toky iontů	Neurotransmitery
Synaptické zpoždění	(v podstatě) žádné	Signifikantní: nejméně 0,3 ms, obvykle 1-5 ms
Směr přenosu informace	(teoreticky) obousměrný	Jednosměrný
Velikost pre/postsynaptického elementu	Pre > Post	Post > Pre

6.

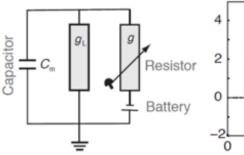
Popište alespoň tři druhy iontových kanálů.

<u>Napětím řízené</u> - otevírají se změnou napětí mezi vstupem a výstupem kanálu, většinou propouští pouze jeden druh iontů (např. Cl-, nebo Na+ kanály). Sodíkové kanály neuronů se při určitém napětí otevřou, tím umožní vstup Na+ iontů do buňky, což způsobí depolarizaci.

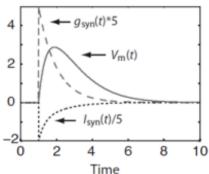
<u>Leakage kanály</u> - otevřené, ionty se mohou pohybovat ve směru koncentračního spádu - stále otevřené, pulzující <u>lontové pumpy</u> - za využití ATP přesouvají ionty proti koncentračnímu spádu většinou (sodnodraselná ATPáza) <u>Řízené chemicky</u> - spouštějí se působením jiné látky (transmiteru)
<u>Řízené mechanicky</u>

7. Nakreslete elektrické schéma modelu synapse a odpovídající časové průběhy.

A. Electric circuit of basic synapse



B. Time course of variables



Schema

Cm + Gl - modeluje samotnou synapsi

Cm - kapacita membrány

GI - vodivost membrány pro daný kanál

G + Battery - modeluje prostředí mezi synapsí a dendritem

Battery - Nerstův potenciál pro daný kanál

Graf

Gsyn - vodivost synapse Isyn - proud synaptický Vm - napětí na membráně

Poté, co nastane AP, neutrostrasmitter zvýší vodivost, zvýší se napěstí a klesne proud

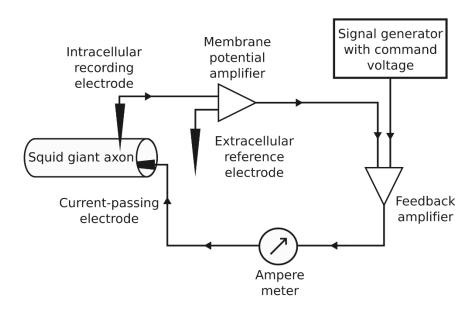
8. Co je to "Voltage Clamp Method"?

Metodu používají elektrofyziologivé k měření proudu iontů procházejících membránou při konstantním membránovém potenciálu. Pomocí ní se určují proudové a napětové charakteristiky axonu.

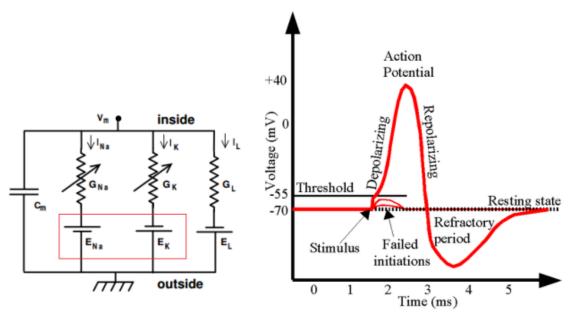
První elektroda zavedená do axonu měří membránový potenciál Vm (vůči referenční elektrodě v solném roztoku).

Pak nastavíme řídící napětí do druhé elektrody v axonu a tím měníme hodnotu membránového potenciálu - otevírají se jiné iontové kanály a můžeme tak simulovat AP. Pokud bude namřená hodnota stejná jako řídící napětí, pak membránový potenciál bude stejný jako

sřídící potenciál.



9. Popište, jak vzniká akční potenciál neuronu - jako příklad použijte Hodgkin-Huxley model.



Obrázek 1 - otočené potenciály (Nernstův potenciál) díky náboji iontů - určují směr proudění proudů gL je vodivost Leak, Gn jsou jednotlivé iontové kanály ... důležitý je vědět, že když se capacita nabije a rovná se těcm proudům přes G, tak se začne kapacita vybíjet (eponenciálně samozřejmě) - což je přesně ten AP (A)

Cm*(dVm/dt) + INa + IK + IL = lext (tohle je Kirhoffuv zákon = součet proudů uvnitř smyčky = součet proudů ven)
Cm is the membrane capacitance, Vm is the intracellular potential (membrane potential), lion is the net ionic current flowing across the membrane, and lext is an externally applied current

K 2. obrázku asi jedině to, že když tedy neuron (skupina neuronů) pálí málo intezivně, pak nepřekročí threshold a tudíž se "nic" neděje. Pokud ano, nastává depolarizace (nabíjení kondenzátoru membrány) a když teda součty proudů se vyrovnají nabití kapacity, začne se vybíjet (repolarizace)

Akční potenciál

- některé buňky mají na sobě napěťově řízené kanály a tím můžou svůj klidový potenciál měnit
- změna polarity
- podstatou je otevření napěťově řízených kanálů

Depolarizace - proudění Na+ dovnitř buňky, membrána získává pozitivnější náboj

Repolarizace - K+ míří z buňky ven po Na+ dovnitř

Hyperpolarizace - membrána se stává negativnější než na začátku

10. Co je to refrakční perioda neuronu?

Čeká se na deaktivaci Na kanálů (cca 1ms), max frekvence omezena na 1000Hz (vyšší je z biologického hlediska nemožná) - 3 ms je to u svalů, 1ms u srdečních svalů

Po proběhnutí akčního potenciálu následuje velmi krátká doba (asi 1 ms), tzv. absolutní refrakterní perioda, po kterou nelze nový akční potenciál vyvolat. Poté následuje relativní refrakterní perioda (trvající 10–15 ms), po kterou lze vyvolat potenciál, ale pouze nadprahovým podnětem.

11. K čemu slouží Ranvierovy zářezy?

Jde o zúžení (mezery mezi jednotlivými myelinovými pochvami) myelinoné pochvy axonu, které obnovuje intenzitu procházejících vzruchů.

Toto přerušované uspořádání urychluje přenos nervových impulsů (tzv. saltatorní vedení) po nervovém vlákně, tedy šíření vzruchu, neboť při každém styku impulsů s Ranvierovým zářezem dochází k obnovení jejich původní intenzity.

12. Jaký je rozdíl mezi modelem Izhikevich a Hudgey-Huxley modelem?

Hodgkin-Huxley model

- jedná se o matematický model, který popisuje, jak v neuronu vzniká a jak se šíří akční potenciál,
- velmi věrně popisuje skutečné biologické chování neuronů.
- jde o soustavu obyčejných diferenciálních rovnic,
- model je zobrazován pomocí el. obvodu jako viz. otázka 10 (T)

Izhikevichův model

- kombinuje biologickou v\u00e4rohodnost Hodgkin-Huxleyova modelu s efektivitou modelu integrate-and-fire,
- výhodou je možnost simulace velkého počtu neuronů pomocí stolního PC
- Lze jím simulovat velké množství různých typů neuronů pouze vhodnou volbou parametrů (viz úkol 10)

13. Jaký algoritmus by jste použili pro detekci neuronů, které byly změřeny pomocí mikroelektrody?

WaveClus (amlitudová detekce), OnlineSort (energetická detekce), Spike2 (manuální detekce).

amplitudová detekce hledá asi amplitudy jednotlivých neuronů, když neznáme počet, tak podle toho se to pak rozdělí do skupin a odhadne se, kolik neuronů by tam mohlo být. To samé ta energetická detekce, asi na základě energie rozhodnem. Ono se to přece nějak rozdělilo na jednotlivé spiky a pak se z toho hledaly tyhle parametry na rozdělení a odhadnutí počtu neuronů.

method	spike detection	spike sorting	
		features	clustering
WaveClus ¹	amplitude	koef. WT AP	superparamg.
KlustaKwik ²	N/A	ad hoc	Gauss mix fit + AIC
OnlineSort ³	energy	AP	min. LS of AP differences, threshold
Spike2 ⁴	amplitude manual	ad hoc	manual / k-means

14. Jaká je výhoda "Leaky-Integrate and Fire" neuronu oproti ostatním modelům? Napište základní vztah.

Jedná se o nejjednodušší model neuronu a je složen pouze z jednoho integrátoru. Jeho chování se nejčastěji vyjadřuje pomocí rovnice

$$\tau_m \frac{\mathrm{d}v(t)}{\mathrm{d}t} = -\left(v(t) - E_L\right) + RI(t)$$

kde v(t) je membránový potenciál v čase t, ε_m je časová konstanta membrány, R je rezistence membrány a I(t) je vstupní proud. Pokud se membránový potenciál v(t) naintegruje na daný práh, neuron vypálí a tento potenciál se resetuje do hodnoty resetovacího potenciálu v_r .

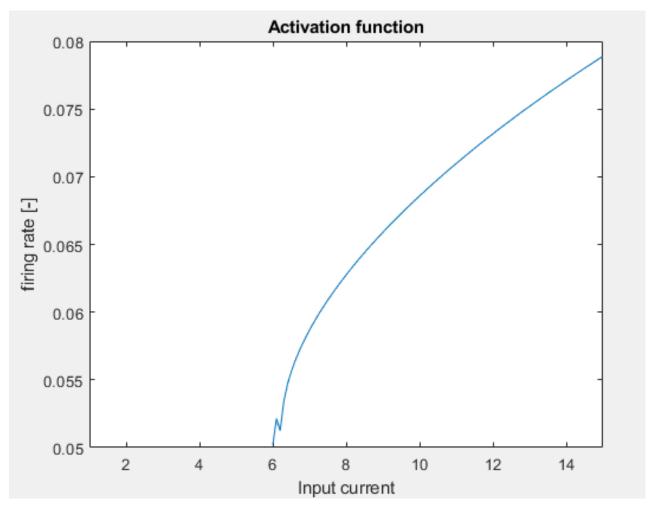
The LIF model uses the simple RC membrane representation, defined previously in Eq. 1.6, which can be simply represented as:

$$\tau \frac{dV}{dt} = V_{Cl} - V(t) + I_{stim}(t) \cdot R_{Cl}, \qquad (1.23)$$

where the V(t) is membrane voltage over time, I_{stim} the external stimulation current and V_{Cl} and R_{Cl} the half-cell potential of the always-open ion channels and their rezistivity, respectively. The τ is the time constant defined as the product of membrane capacitance and rezistivity $\tau = C * R_{Cl}$.

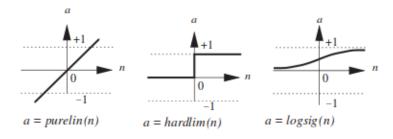
Apart from this basic dynamics, the model includes a defined threshold voltage V_{Θ} . Whenever this threshold voltage is achieved, a spike is emitted and the membrane voltage is reset to the resting potential.

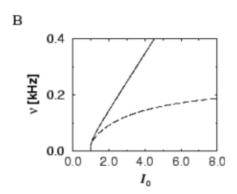
15. Na jakých parametrech závisí přenosová/aktivační funkce neuronu (gain fce)? Nakreslete její průběh.



Parametry

- vstupním vektoru hodnot, váhovém vektoru a threshold konstatně





gain funkce LIF

ose y je průmerná fpálení a na x je proud. Ty dvě křivky značí neuron při jiné refrakterní periodě. Ta čárkovaná má refrakterní periodu větší než 0, ta přímoúměrovská má nulu. Ještě může být křivka víc zvedající se a to v případě, že počáteční napětí neuronu je více než 0.

16. Co je to alfa funkce? Nakreslete průběh a uved'te základní vztah.

Task 2.2 (2 b) To convert binary spiketrain to time course, we will use convolution with α -function, which will play the role of a post-synaptic spike template.

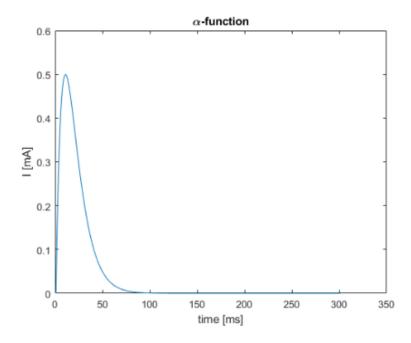
Generate time course of the α – function according to:

$$I(t) = c \cdot t \cdot e^{-\frac{t}{t_{peak}}} \tag{2.1}$$

$$I(t) = c \cdot t \cdot e^{-\frac{t}{t_{peak}}}$$

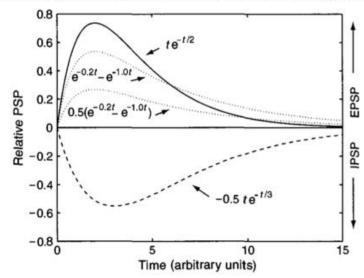
$$c = \frac{I_{peak}}{t_{peak}} e^{1}$$
(2.1)

where $I_{peak} = 0.5$, $t_{peak} = 1ms$. Compute the function values for times in the interval $t \in (0, 30)ms$, the time step should be again dt = 0.1ms. Plot the output. After assessing the result, you may reduce the time range if appropriate.



Aproximace průběhu postsynaptického potenciálu.

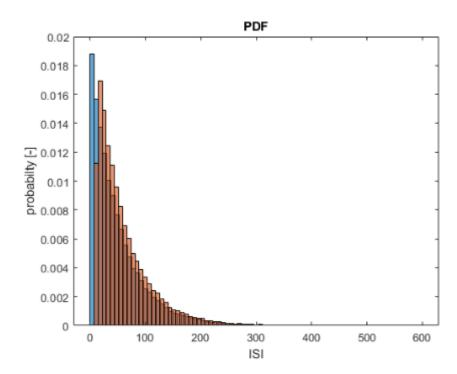
Mělo by se asi jednat o akční potenciál exhibičních a inhibičních neuronů, jejichž axony vstupují do jiného neuronu. Proto EPSP a IPSP.



17. Nakreslete ISI (inter-spike interval) regulérně pálícího neuronu a porovnejho ho s histogramem získaného z Poissonova rozdělení.

You know from the lectures, that the *Poisson spiketrain*, - a spiketrain where the number of events per unit time follows poisson distribution - has exponential distribution of interspike intervals (ISIs). Further, the physiological constraints prevent neurons from firing earlier than after the *refractory period* - a fact we have to incorporate in our implementation.

- 1ms



removed_values = 18159 x_mean = 49.9153 x_mean_reduced = 59.9245 x_var = 2.4800e+03 x_var_reduced = 2.4768e+03

18. Definujte koeficient variace CV

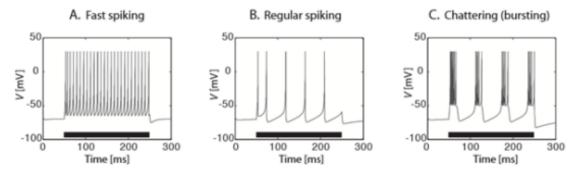
Koeficient variace C_v vyjadřuje nepravidelnost pálení neuronu. Vychází z ISI (inter-spike interval), což je posloupnost časových rozestupů mezi jednotlivými spiky (většinou koukáme na histogram, ne samotné ISI). Úplně pravidelně pálící neuron má konstantní ISI a $C_v = 0$.

 $Cv = \sigma/\mu$ matlabovsky Cv = std(isi)/mean(isi);

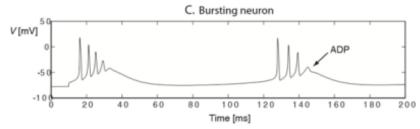
19. Jakým modelem lze simulovat burstující neurony?

Burstující neuron: Takže asi v CNS a míše se střídají rychlé fáze s pomalými u nějakého neuronu. Tedy chvíli je fast spiking, chvíli regular spiking. (T)

Vhodnou volbou parametrů "Izhikevich" modelu lze simulovat různé typy neuronů, mimo jiné i burstující (chattering):

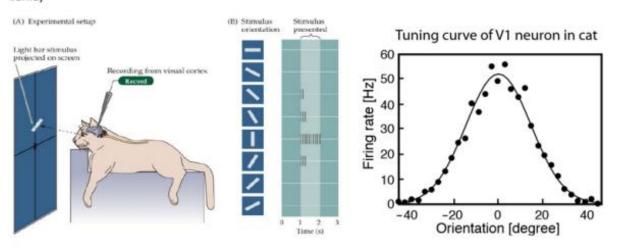


Burstující neuron je také možným výstupem Wilsonova modelu, - více realistické modely savčích neuronů v kortexu



20. Uved'te příklad tzv. tuning curve.

Příklad z přednášky: Závislost frekvence pálení neuronu na orientaci vizuálního stimulu (zafixovaná kočka, která čučí na otáčející se čárku)



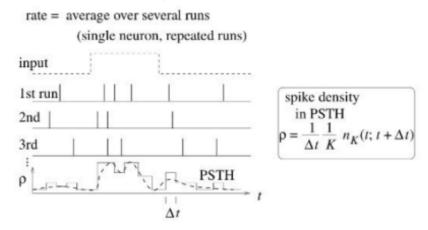
Jedná se o frekvenční kódování, jednotlivé spiky nás nezajímají a frekvence pálení je zjevně závislá na orientaci (viz další otázka) Čím větší stimul, tím větší frekvence pálení

21. Kdy se používá peri-stimulus-time histogram (PSTH)?

Histogram časů pálení neuronů, relativně vztažených k času buzení periodicky se opakujícím stimulem (peri).

Používá se k porovnání dvou sekvencí (většinou akčních potenciálů, může být i sekvence akčních potenciálů a sekvence stimulů v případě evokovaného potenciálu), kdy hledáme závislost mezi sekvencemi pálení.

Vizualizace frekvence a času pálení vzhledem k externímu stimulu.



22. Jaký je základní princip Hebbovské plasticity?

Buňky pálící současně posilují synapsi.

Hebbian learning, in which simultaneous activation of cells leads to pronounced increases in synaptic strength between those cells, and provides a biological basis for errorless learning methods for education and memory rehabilitation. When an Axon A je tak blízko axonu B, že exicituje pálení neuronu B. some growth process or metabolic change takes place in one or both cells such that A 's efficiency, as one of the cells firing B, is increased.

Spike-timing-dependent plasticity (STDP) is a biological process that adjusts the strength of connections between neurons in the brain. The process adjusts the connection strengths based on the relative timing of a particular neuron's output and input action potentials (or spikes). The STDP process partially explains the activity-dependent development of nervous systems, especially with regards to long-term potentiation and long-term depression.

23. Matematicky formulujte Hebbovské učení pro jednotlivý neuron.

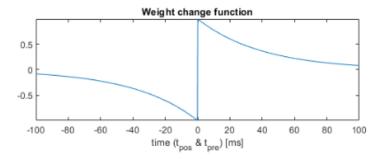
$$w_{n+1} = w_n + \delta w - f_{decay}$$

kde wn jsou aktuální hodnoty synaptických vah, fdecay je konstanta zapomínání a w je zmena vypoctená z následující rovnice:

$$\delta w = \alpha_{learn} \cdot pm \cdot e^{pm\frac{\Delta t}{\tau}}$$

$$\Delta t = t_{post} - t_{pre}$$

$$pm = -sign(t)$$



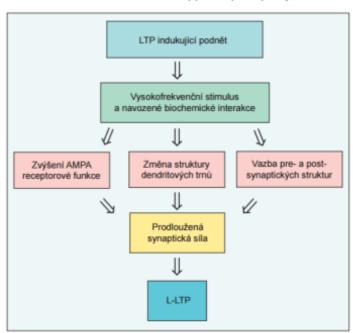
24. Proč byl experiment Blisse a Loma (důkaz existence long-term potentiation) tak významným příspěvkem pro neurovědy?

Potvrdil, že informace v dlouhodobé paměti jsou ukládány i pomocí změn vah synaptických spojů.

In neuroscience, long-term potentiation (LTP) is a persistent strengthening of synapses based on recent patterns of activity. These are patterns of synaptic activity that produce a long-lasting increase in signal transmission between two neurons. [2]

It is one of several phenomena underlying synaptic plasticity, the ability of chemical synapses to change their strength. As memories are thought to be encoded by modification of synaptic strength, [3] LTP is widely considered one of the major cellular mechanisms that underlies learning and memory. [2][3]

LTP was discovered in the rabbit hippocampus by Terje Lømo in 1966 and has remained a popular subject of research since.



Obr. 1: Pochody probíhající na synapsích při dlouhodobé potenciaci (LTP). Podnět vedoucí k LTP začíná jako vysokofrekvenční stimulace, která zahajuje řadu biochemických pochodů majících za následek zvýšení funkce AMPA receptorů, dále dochází ke změně struktury dendritických výběžků, což umožňuje jejich vazbu na presynaptické struktury, a to vyústí ve zvýšenou synaptickou sílu a L-LTP (dlouhodobě trvající LTP). Volně podle Rudy (2008).

25. Vysvětlete princip long-term potentiation (LPT) a long-term depression (LDT).

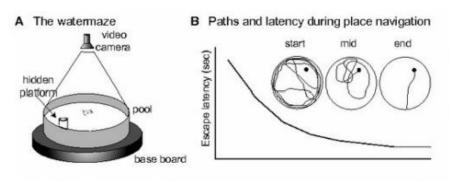
- LTP je posílení vazeb mezi neurony, které byly stimulovány současne. Pomocí těchto změn vah s ukládají informace do dlouhodobé paměti.
- LTD je dlouhodobý útlum způsobený trvalou slabou stimulací.

long-term depression, which produces a long-lasting decrease in synaptic strength.

26. Nakreslete závislost změny vah na presynaptickém a postsynaptickém čase páleni neuronu. O jaký typ učení se jedná?

- viz. 23

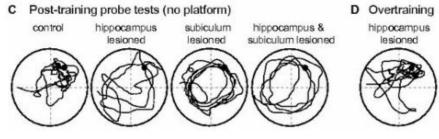
27. K čemu slouží Morrisovo bludiště?



Myš je z náhodných pozic vpouštěna do bazénku s ostrůvkem. Ta ze začátku má reflex přežití a snaží se vylézt z bazénku. Pak příjde na to, že je tam ostrůvek. Ona se potupně naučí lokaci ostrůvku (prostorová paměť) a plave k němu vždy lépe a rychleji.

Tento experiment se pak testuje dále - myš se vpustí do bazénku bez ostrůvku.

Myš bez hipokampu se nenaučí prostorovou lokaci ostrůvku, ale pouze ho efektivněji hledat.

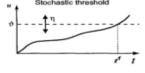


Zkoumání prostorové paměti

28. Jakým způsobem lze simulovat šum v modelech neuronů?

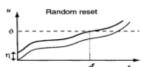
Přidáním náhodné složky (s normálním rozložením) k budícímu proudu.

Jsou to 3 metody: přidání šumu, náhodný reset a náhodný threshold, asi prostě se něco určuje náhodně, nikoliv tak, že to víme rovnou a začátku, ty obrázky pak ukazují normální průběh a zašuměný (posunutý) průběh a nebo to, že se může změnit threshold. Hlavní je to divné řecké n. (T)



Stochastic T:

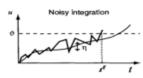
$$\vartheta \to \vartheta + \eta^1(t)$$



Random reset:

$$V^{\mathrm{res}} o U^{\mathrm{res}} + \eta^2(t)$$

Noisy integration:



$$au_{m} rac{dv}{dt}
ightarrow -v(t) + RI_{ext} + \eta^{3}(t)$$

Nevím, jestli ty rovnice jsou důležité. Jinak u toho divného n to neznamená na druhou a na třetí, ale aby to bylo odlišeno. (T)

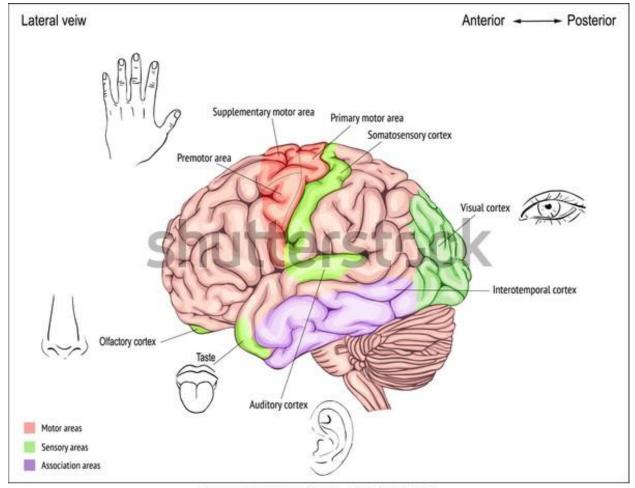
29. Jakým způsobem je organizován cortex?

cortex = mozková kůra Sloupcová struktura - 86% exitačních a 14% inhibičních neuronů sloupce členěny morfologicky na úseky (celkem 6)

Oblasti/centra -

- Primární senzitivní oblast (S1) gyrus postcentralis; podněty způsobí pocity dotyku na kontralaterální polovině těla, poruchou je hypestézie.
- Sekundární senzitivní oblast (S2) horní část fissura lateralis (lobus parietalis); stimulace vede k pocitu méně přesného čití.
- Zraková oblast (V1 + V2) oblast kolem fissura calcarina; zpracování zrakových vjemů, spolupráce s FEF a PM při pohybech očí. Poškozením je korová slepota.
- Sluchová oblast (A1 + A2) dolní část fissura cerebri lateralis; zpracování sluchových vjemů. Poruchou je hluchota, neschopnost rozumět řeči.
- Čichová korová oblast -- zpracování čichových vjemů, odpovídá paleocortexu.
- Chuťová korová oblast zpracování chuťových vjemů.

Ještě by bylo dobré toto: 11 okrsků, 52 oblastí, na které je kortex rozdělen. Viz. Brodmanova mapa (T)



30. Proč jsou důležité inhibiční neurony?

Zvysuji prah pro excitaci a tim zvetsuji odstup prenaseneho signalu od okolniho sumu udržují rovnováhu excitace a inhibice inhibiční neurony fungují i jako zpětná vazba pro exitační neurony Inhibiční neurony tlumí ty excitační - koduje se tak informace (A)

31. Co je hlavním cílem Connectome projektu?

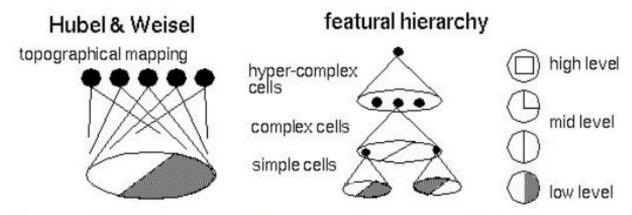
- Mapování propojení lidského mozku, porozumění kompletním detailům neuronové konektivity.
- Mapuje kompletní strukturální i funkcionální neuronové propojení (napříč živou populací).
- Snaží se shromáždit a sdílet data dostatečného rozsahu a dostatečně podrobná, k zodpovězení základních otázek o anatomii a variacích propojení.



Human Connectome Project | About

32. Jakým způsobem je kódovaná vizuálni informace v mozku (experiment Hubena a Wisela)?

<u>Simple cells</u> fungují jako detektory hran s různou pozicí a natočením, nad nimi jsou <u>complex cells</u>, které pokrývají větší část vizuálního pole a nejsou závislé na pořadí barev (černá/bíla, stejně jako bílá/černá). <u>Hypercomplex cells</u> rozeznávají složitější objekty.



Pak je možná říct, že na konci jsou střípky obrazu a i díky asociativní paměti se to složí do celkového obrazu Viz expriment s kočičkou

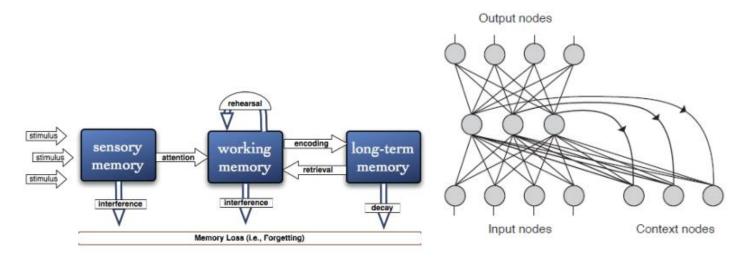
33. Co jsou to evokované potenciály?

Odezva neuronu/neuronů na nějaký podnět, který ji vyvolá. Např. bliknutí ledkou do oka. Obvykle se měří opakovaně aby se snížil vliv běžné činnosti neuronů a zvýraznila odpověd na daný podnět.

34. Jak by jste změřili somatosenzorickou mapu člověka?

Pomoci evokovanych potencialu. Budu stimulovat danou cast tela (dane sensorické neurony) a sledovat, v jake casti kortexu vznikla odezva.

35. Jakým způsobem můžeme modelovat krátkodobou pamět?



Popis: Vstup nové informace, pokud přijde znova, tak se zesiluje, ale také se zapomíná, pak asi záleží na tom, jestli síla informace překročí práh nebo ne. Pokud ano, tak jde do dlouhodobé paměti tato informace, pokud ne, tak se zapomene navždy. (T)

Ještě by se to dalo pomocí rekurentních NN, viz obrázek 2.

36. Proč se studují náhodné sítě?

Odobne se chovaji neurony v mozku, nebo treba sirici se epidemie. Studium spontánně se vytvářejících skupin neuronů, které jsou synchronizované Dále třeba dobrá Hebbovská plasticita - sedí k tomu, jak se chová mozek

37. Vysvětlete princip tzv. "polychronous group activation".

Vzpomínky, učením nových vstupů tyto skupiny posilují a mohou vznikat nové skupiny.

Důležité je to, že neuron se může objevovat postupně ve více skupinách. Někde jsem dokonce našel, že skupin může být víc než neuronů. Nejedná se ovšem o synchronní pálení. Ale třeba neurony z jedné skupiny vypálí v časech 4, 8, 12 a pak v 124, 128, 132 - jde o to, žekaždý z těch neuronů ve skupině pálí po stejné době. (T)

Síť se sama vytváří, i když není žádný vstup

Skupiny - potenciální reprezentace vstupů sítě

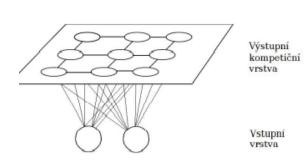
Polychronization

- two groups: i) (d,c,b,a) firing spike time pattern (0,4,8,10) ms / ii) (b,c,d,e) firing spike time pattern (0,3,7,9) ms
- $\begin{tabular}{l} \blacktriangleright & \text{firing is not synchronous but time-locked, poly} \to \text{many, chronous} \\ \to & \text{time/clock} \\ \end{tabular}$
- reproducible time locking pattern
- spike-timing-dependent plasticity (STDP) can spontaneously organize neurons into such groups
- main result:he number of coexisting polychronous groups could be far greater than the number of neurons in the network, sometimes even greater than the number of synapses
- Each neuron is part of many groups, firing with one group at one time and with another group at another time.
- Simultion on 1000 neurons with STDP and conduction delays
- mamalian cortex → neuron distribution:excitatory (80%) and inhibitory (20%), 0.1 probability of connection between any two neurons

38. Jakým způsobem probíhá učení v Kohonenově neuronové síti?

SOM (samoorganizující se mapy)

Jedná se tedy o jednovrstvou síť s úplným propojením jednotek mezi vstupy a kompetiční vrstvou, tedy každý neuron má informaci o hodnotě každého vstupu.



http://avari.cz/uir/index.php?pg=kohonen - to vypadá dobře. :-)

Každý vstupní neuron spojen s výstupními neurony. Nějak jsou inicializovány váhy na začátku, asi náhodně. Pak se přivede na vstup vzorek a hledá se, kterému centroidu je jakoby nejblíž (asi největší suma). Pak se adaptují váhy nejbližšího centroidu tak, aby při přivedení na vstup toho samého vzorku byla výsledná suma ještě vyšší. Dále se ještě adaptují váhy všech sousedních centroidů tohoto zvoleného. Opakování pro všechny vstupní vektory, dokud dochází ke změně vah. Možná by bylo ještě dobrý to trochu pozměnit. (T)

Vybavování:

Testovaný vzorek je přiveden na vstupní vrstvu a je zařazen do třídy odpovídající neuronu s nejmenší hodnotou d.

39. Proč jsou důležitá laterální spojení v samoorganizujích sítích?

Čím větší vzdálenost jednotlivých výsledných neuronů mezi sebou, tím větší je pravděpodobnost, že patří do jiné třídy dat. Každý neuron, který je blízko výslednému je převáhován také. Neboli kromě vítězného se převáhuje i jeho nejbližší okolí. Jak blízké, to nevím. Asi sousedé., tj. ty blízko se posílí a ty daleko se potlačí

40. V jakých případech použijeme dynamické neuronové pole (dynamic neural field)?

Definition Neural fields are tissue level models that describe the spatio-temporal evolution of coarse grained variables such as synaptic or firing rate activity in populations of neurons

prý u modelu tuning curves

Dynamic Neural Field Theory

Field dynamics:

$$\tau \frac{\partial \mathbf{u}(\mathbf{x},t)}{\partial t} = -\mathbf{u}(\mathbf{x},t) + \int_{\mathbf{y}} \mathbf{w}(\mathbf{x},\mathbf{y}) \mathbf{r}(\mathbf{y},t) d\mathbf{y} + I^{\text{ext}}(\mathbf{x},t)$$

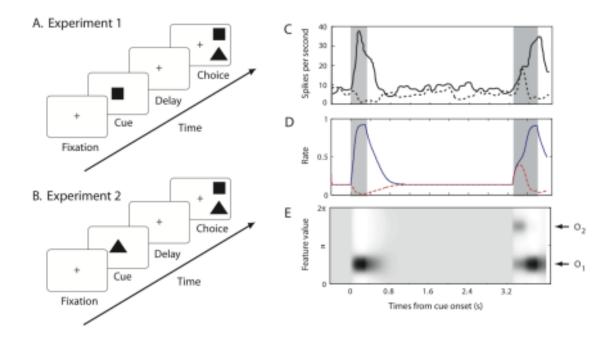
$$\mathbf{r}(\mathbf{x},t) = g(\mathbf{u}(\mathbf{x},t)),$$

Continuous version of equations above with discretization:

$$x \to i\Delta x$$
 and $\int dx \to \Delta x \sum$

Main assumption: Short-distance excitation and long-distance inhabitation

DNF example - Chelazzi, Nature, 1993



41. Uved'te základní schéma rozdělení paměti.

Rozlišují se dva hlavní druhy paměti – fylogenetická a ontogenetická

Fylogenetická paměť

- Nepodmíněné reflexy.
- Instinkty.

Ontogenetická paměť

- Ontogenetickou paměť lze dělit různě:
 - deklarativní paměť uvědomovaná, explicitní, verbální (výroky), neverbální (představy);
 - a. sémantická složka informace získané určitými specifickými zkušenostmi;
 - b. epizodická složka kontextová, vzpomínky na události.
 - 2. nedeklarativní paměť paměť procedurální implicitní, není zřetelně uvědomovaná, vývojově stará paměť, paměťové obsahy obsažené v různých dovednostech.
- Klinické dělení:
 - 1. bezprostřední do 30 s;
 - recentní několik měsíců;
 - pro vzdálené události.
- Dělení podle doby uchování paměťové stopy:
 - 1. krátkodobá;
 - 2. dlouhodobá.
- Dělení dle experimentální fyziologie:
 - paměť pracovní zpracovává krátkodobě;
 - paměť provozní;
 - 3. zásobní.

krátkodobá

dlouhodobá - procedurální (dovenosti)

deklarativní (sémantická, epizodní)

hippokampus - ukládánání dlouhodobé paměti mozeček - nedeklarativní motorická paměť

kortikální struktury

42. Uveď te tří nositele nobelovy ceny v neurovědách a popište jejich přínos.

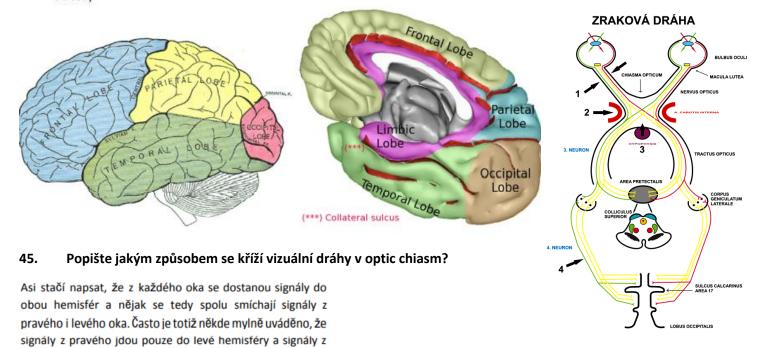
- Sir Edgar Adrian popis fce neuronů (1932)
- Alan Lloyd Hodgkin, Andrew Huxley matematický model neuronu (experiment s axonem sépie)(1963)
- Stanley Cohen and Rita Levi-Montalcini (1986)
- Eric Kandel ukládání paměti v neuronech
- Hubena a Wisela kodování zrakové infromace (viz kočka)

43. Uveďte 10 metod, které lze použít pro výzkum mozku.

- EEG (electroencefalograph), MRI (magnetická rezonance), PET ?
- pitva, pokusy s laboratorníma zvířatama?
- funkcni vysetreni, fMRI, CT
- psychicke testy (rorschach test :D) a jina psychologicka vysetreni, IQ testy, evokovane potencialy

44. Vyjmenujte mozkové laloky a popište jaký typ informace se v nic zpracovává?

- Frontal lobe, čelní lalok conscious thought; damage can result in mood changes, social differences, etc. The frontal lobes are
 the most uniquely human of all the brain structures.
- 2. <u>Parietal lobe, temenní</u> plays important roles in integrating sensory information from various senses, and in the manipulation of objects; portions of the parietal lobe are involved with visuospatial processing
- 3. Occipital lobe, týlní sense of sight; lesions can produce hallucinations
- 4. Temporal lobe, spánkový senses of smell and sound, as well as processing of complex stimuli like faces and scenes.
- 5. <u>Limbic lobe</u> emotion, memory tvoří jakousi blánu pod svrchníma lalokama
- Insular cortex—pain, some other senses. strukturka pod čelním lalokem (na gifu vykukuje růžově mezi zelenou a červenou oblastí)



levého pouze do pravé. A ten obrázek nakreslit by nebylo špatné. A navíc to vypadá, že to, co dopadá na pravou stranu oka jde do levé hemisféry a obráceně a ze žluté skvrny to jde do obou. (T)

46. Jaký typ neuronů obsahuje LGN a k čemu slouží?

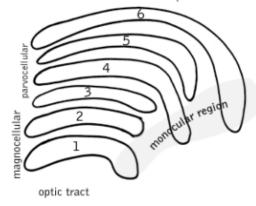
LGN = lateral geniculate nucleus v thalamu. Příjímá informace přímo ze sítnice, obsahuje vrstvy buněk mezi nimiž je neuropil. K buňky jsou mezi M a P vrstvami buněk.

M (Magnocellularní): Rods (Tyčinky); necessary for the perception of movement, depth, and small differences in brightness (kodování jasem - využít v barevných modelech)

P (parvocellulární): Cones (čípky); long- and medium-wavelength ("red" and "green" cones); necessary for the perception of color and form (fine details). (na zelenou barvu je citlivé nejvíce)

K (Koniocellularní): Short-wavelength "blue" cones. (lidské oko je nejméně citlivé na modrou barvu)





47. Vyjmenujte alespoň tři poruchy vnímání a popište je.

- Eidetická volba u dětí, schopnost velmi podrobně popsat to, co pozorují, napomáhá učení
- Živá představivost hlavně osoby zvýšeně senzitivní, hysterické, někdy ztrácí náhled, představy aktivně rozvíjejí, nabývají-li
 živosti –> vize
- Halucinace nejzávažnější porucha smyslového vnímání, klamné vjemy vznikající nezávisle na vnějším podnětu, o jejich realitě
 je subjekt přesvědčen
 - O mohou ovlivňovat jeho jednání
 - O získá-li pacient náhled pseudohalucinace
- Sluchové halucinace nejčastější, od zvuků až po slova, věty, monology
 - neutrální, arogantní, nakazují imperativní
 - O Čtení nebo vyzrazování myšlenek nemocný slyší hlas, který mu opakuje, co si myslí, nemocný dojde k závěru, že mu

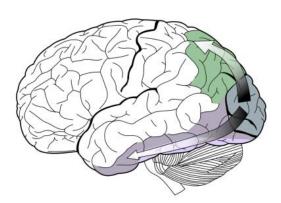
někdo čte myšlenky

- Zrakové halucinace méně časté, různě složité, od obrazců po osoby
- Útrobní, coenestické, halucinace tělové pocity, těžko odlišitelné od poruch, často sexuální obsah
- Hmatové, taktilní
- Čichové a chuťové halucinace
- Pohybové, motorické halucinace klamný pocit pohybu vlastních údů, polohy těla nebo okolí
- Intrapsychické halucinace nemocný tvrdí, že jsou mu vkládány do hlavy myšlenky, které nejsou jeho, prožívá to jako manipulaci, vykládá to cizí mocí...
- Inadekvátní halucinace smyslové pocity v jiných částech těla, než je daný orgán slyší hlasy v zubu...
- Kombinované halucinace více smyslů
- Extrakampinní halucinace domnělé jevy, které nemocný halucinuje mimo dosah příslušného smyslu, vidí člověka za sebou,
 apod.
- Hypnagogické halucinace nepravé halucinace, při usínání, uvolní se snový automatismus i když člověk ještě nespí, většinou zrakové a sluchové
- Iluze přidává vnímanému cizí, neskutečné vlastnosti, věří tomu
 - O nepravé iluze (pseudoiluze) časté v normálním životě, zkreslení jevu za různých okolností (únava, strach, emoční vypětí...), i přehlédnutí a přeslechnutí
- původ halucinací je vždy psychotický, základem je chorobná představa nemocného, silně emočně akcentovaná

48. Jaký je rozdíl mezi dorsální a ventrální vizuální drahou?

Dorsální - reprezentace lokací objektů, ovládání očí a rukou Ventrální - rozpoznávání a reprezentace objektů, je asociována s úložištěm dlouhodobé paměti Asi jde o to, že dorsální určuje to, kde se objekt nachází, ventrální to, o jaký objekt se jedná.

They originate from primary visual cortex.



49. Které mozkové oblasti jsou zodpovědné za krátkodobou paměť?

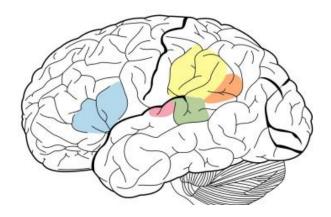
- Jejím podkladem jsou reverberační okruhy (krátkodobé dočasné zapojení neuronových sítí, po kterých vzruch krouží).
- Trvá řádově vteřiny, při poruše je poškozena vštípivost (porucha retikulární formace, frontálních laloků).
- O tom, kde se ukládá, se stale spekuluje, ale zrejme jde o predni laloky, blizko oblasti zodpovedne za pohyb oci.

Které centra jsou zopovědné za produkci a porozumění řeči a kde se nacházejí?

systém je téměř výlučně lokalizován v levé hemisféře

Brocova oblast (modře) - gyrus inferior frontálního laloku, produkce řeči

Wernickeova oblast (zeleně) - gyrus supramarginalis v parietálním laloku a horní části laloku temporálního, porozumění řeči. Auditivní asociační kortex - matrice slov – signál přijde do sluchové oblasti, ale musí se porovnat s matricemi, aby se tomu dalo porozumět Gyrus angularis (oranžově) - pochopení psanému – visuální asociační kortex



51. Jaká je funkční specializace jednotlivých hemisfér?

<u>Pravá</u>: obrazová a symbolová představivost, city, emoce, imaginace, kreativita, riskování. rutinní proces
<u>Levá</u>: anaytické myšlení, logika, jazyk a řeč, třídění informací. u 95% praváků a 70% leváků je levá hemisféra dominantní pro řeč.
Zaměřuje se na detaily, má však problém vidět "celý obraz". nové stimulace
Obrázek:

