

# Neurokybernetika

Jakub Rada - Fakulta aplikovaných věd ZČU

Semestrální práce KKY/HKUI - Prosinec 2019

## 1 Úvod

V této práci bych Vám rád představil pojem "neurokybernetika". Začnu představením tohoto pojmu a jeho uplatněním, stručně vysvětlím přenos signálů v neuronech a nakonec představím pojem "neuronové sítě" což je vlastně nejdůležitější část neurokybernetiky.

## 2 Neurokybernetika jako pojem

Co si ale představit pod pojmem "neurokybernetika"? Předpona -neuro nám napovídá, že půjde o něco s nervovým systémem a slovo kybernetika zase že půjde o řízení nějakého systému. Z toho nám vyplývá že by mohlo jít o řízení nervového systému. A to není vůbec daleko od pravdy. Ve skutečnosti totiž neurokybernetika zkoumá jednotlivé části nervového systému, jako například neurony či neuronové sítě, ale i nervový systém jako celek z hlediska řízení a vzniku a přenosu informací. Mezi nejdůležitější metodické prostředky patří modelování a simulace. Každý nervový systém má jistou hierarchistickou strukturu. Na základě této struktury můžeme dělit modely podle určitých kritérií.

### 2.1 Přenos signálů v neuronech

Základní stavební jednotkou nervových systémů vyšších organismů se nazývají neurony. Liší se tvary, velikostmi i funkcemi. Člověk má těle běžně kolem 15 až 25 miliard neuronů a 300 miliard kontaktních ploch, takzvaných synapsí. Nervová buňka, neboli neuron, se skládá z těla, dvou typů výběžků (dendritů a axonů) a dokáže přijmout určitou formu signálu a odpovědět speciálními signály, vést je a vytvářet speciální funkční kontakty (synapse) s ostatními neurony, efektory nebo receptory. Každopádně jak je vlastně tento signál veden? Mezi vnitřkem neuronu a vnějším prostředím je rozdíl elektrického potenciálu asi 70 mV. Toto se nazývá "klidový membránový potenciál", který je záporný a vzniká na základě rozdělení kladných a záporných iontů. Vně neuronu je vysoká koncentrace iontů  $\text{Na}^+$  a uvnitř neuronu je malá převaha iontů  $\text{K}^+$ , které mohou po koncentračním spádu z buňky unikát, jsou ale zadržovány záporně nabitými ionty fosforečnanů a bílkovin. Předpokladem pro signální

činnost nervové soustavy jsou elektrické a chemické gradienty mezi vnějším a vnitřním neuronu. Tyto gradienty jsou udržovány aktivním transportem: sodíko-draslíkovou pumpou. Průchod vzruchu je způsoben nervovou stimulací, což znamená, že se mění propustnost plazmatické membrány pro  $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$ . Nejdříve dochází k otevření  $\text{Na}^+$  kanálů. Ionty se pohybují po koncentračním spádu do buňky, kde dochází k vychýlení membránového potenciálu, tedy k "depolarizaci" a vzniká nervový signál. Poté se kanály  $\text{Na}^+$  uzavírají a otevírají se  $\text{K}^+$  kanály. Draslík proudí ven z neuronu a dochází k repolarizaci, tedy k návratu na původní potenciál.

### 2.1.1 Model umělého neuronu

Existuje spousta modelů neuronů. Od těch nejjednodušších, které využívají nespojité přenosové funkce, až po ty nejsložitější, jež popisují téměř každý detail chování neuronu živého organismu. Jedním z dnes nejpoužívanějších modelů je ten popsáný McCullochem a Pittsem:

$$Y = S \left( \sum_{i=1}^N (x_i w_i) + \Theta \right) \quad (1)$$

Kde "x" jsou vstupy neuronu, "w" jsou synaptické váhy, "theta" je práh, S(x) je přenosová funkce neuronu a Y je výstup neuronu.

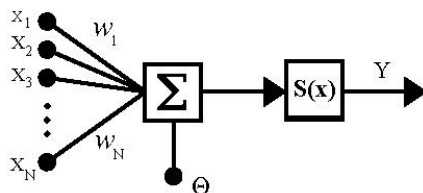


Figure 1: Model neuronu

## 2.2 Neuronové sítě

Mezi hlavní úkoly neurokybernetiky patří studium biologických neuronových sítí a jejich modelování umělými neuronovými sítěmi. Dříve než budeme definovat a podrobněji popisovat různé typy neuronových sítí a jejich realizace, všimněme si rozdílů mezi konvenčními počítačovými systémy a systémy budovanými na principech neuronových sítí. Konvenční počítačové systémy a systémy budované na principech neuronových sítí. Konvenční počítačové systémy pracují převážně podle předem daného přesného postupu - algoritmu, podle něhož se sériově zpracovávají jednotlivé dílčí operace. Tyto systémy jsou výhodné při řešení úloh vyžadujících velmi rychlé a přesné zpracování velkého počtu numerických nebo logických úkonů. Naproti tomu neuronové systémy uskutečňují velmi vysoký počet dílčích operací současně a pracují bez předem zadaného přesného algoritmu. Činnost neuronové sítě je založena na procesu učení a probíhá ve dvou

etapách. V etapě učení (trénování, adaptace) se síti postupně předkládají určité vzory z trénovací množiny a nastavují se vlastnosti výkonných prvků tak, aby se neuronová síť postupně adaptovala k optimálnímu řešení dané úlohy. Cílem učení neuronové sítě je nastavit síť tak, aby dávala co nejpřesnější výsledky. V biologických sítích jsou zkušenosti uloženy v dendritech. V umělých neuronových sítích jsou zkušenosti uloženy v jejich matematickém ekvivalentu - váhách. Učení neuronové sítě rozlišujeme na učení s učitelem a učení bez učitele. Fáze učení neuronové sítě bývá nazývána adaptivní. Po adaptaci sítě se přejde na pracovní etapu, ve které naučená síť realizuje dané požadavky.

### 3 Zdroje

<http://www.biomach.cz/biologie-cloveka/nervova-soustava>

Holčík J: Modelování a simulace biologických systémů. Nakladatelství ČVUT 2006

<https://cs.wikipedia.org/wiki/Biokybernetika>

<https://wikisofia.cz/wiki/Kybernetika>