

**Posudek oponenta diplomové práce**  
**“Signal propagation in neural networks”**  
**autora Filipa Blaštíka**

Předložená práce se zabývá modelováním šíření potenciálových vln v neuronových obvodech mozkové kůry. Následně se zabývá měřením kauzálních vztahů mezi aktivitami neuronových populací. Práce je psána v angličtině na vysoké jazykové úrovni.

Začátek práce se věnuje teoretickému úvodu popisu systémů, mechanismů a kauzality. V další části je popsán vývoj představ o organizaci komplexních neuronových systémů, jako je mozková kůra, a hledání univerzální výpočetní jednotky mozku, jako je korový sloupec. Další kapitoly definují použitý model neuronu, simulační prostředí, metody pro detekci událostí a vyhodnocení koincidence událostí. Poslední kapitola analyzuje výsledky simulací. Práce se opírá o velké množství referencí z literatury.

Text je z větší části založen na teoretických popisech, konkrétní experimentální práci je věnována v zásadě jen poslední kapitola. Tato podle mě nejzásadnější část textu proto místy trpí tím, že nedostatečně vysvětluje popsané skutečnosti a je třeba vyšší míry deduktivního úsilí k jejímu porozumění. Praktická část práce představuje následující experimenty. Na modelu neuronového mikroobvodu je generována evokovaná aktivita, která slouží jako základ pro simulaci LFP (local field potential) a šíření postupné vlny. Předpokládá se, že evokovaná vlna se postupně šíří mezi neuronovými subpopulacemi a je hledána metoda, která tento postup správně odhalí. Za tímto účelem je testováno a parametrizováno několik metod pro detekci událostí v časových průbězích LFP. Hledání optimálních parametrů se opírá o srovnání metodami určeného pořadí vln s ručně (vizuálně) stanoveným pořadím, odpovídajícím “ideální” postupující vlně. Po nalezení nejvhodnější metody a parametrizaci je metoda testována, zda je schopna odhalit předem známé propojení tří simulovaných korových sloupců.

Práce představuje zajímavý příspěvek v rámci teoretických neurověd. Dosažené výsledky působí poměrně přesvědčivě, na druhou stranu není jasné, jak by se chovaly jiné metody nebo tytéž metody při jiných vstupech, a zda výsledky nejsou někdy jen triviálním důsledkem použitého přístupu. Nabízejí se například následující otázky:

- V Abstraktu se píše “*model kanonického neurálního sloupce jsme použili ke generování synchronizované aktivity a pomocí propojení sloupců se nám podařilo modelovat putující vlnu*”. Bylo by vůbec možné, aby biologicky relevantní propojení několika modelových sloupců **nevytvořilo** putující vlnu? Tedy není dosažený výsledek vlastně nevyhnutelný?
- Bylo by možné pro detekci událostí využít nějakou metodu umělé inteligence / strojového učení?
- Výsledky v kapitole 5.1 jsou patrně výstupem jedné simulace (jedné realizace experimentu v trvání 100 ms). Co když se vybraná metoda detekce událostí a její parametrizace chová optimálně pouze pro tuto realizaci experimentu a pro jiné realizace by selhávala? Lze to vyloučit?
- Jako určující reference pro správné pořadí šíření vln se používá pořadí nalezené manuálně. Je toto pořadí závislé pouze na použitém zapojení neuronového mikroobvodu nebo může záviset i na externí stimulaci? Hraje roli stochastičita neuronového modelu? Tedy bylo by pořadí šíření vlny stejné i v jiných realizacích experimentu a pro jiné stimule?
- Je přesnost či správnost určení kauzálního propojení (kap. 5.2) ovlivněna délkou analyzovaného signálu nebo počtem neuronů sčítaných pro odhad LFP?
- Při určování kauzálního propojení je užita pouze jedna metoda detekce událostí (zřejmě ta považovaná za optimální – *MovStd ThrStd9*). Byly by výsledky odlišné při použití suboptimální metody, např. *Std*? Bylo by možné případnou nepřesnost suboptimální metody kompenzovat delším signálem nebo vyšším počtem sčítaných neuronů?

V souhrnu konstatuji, že dle mého názoru diplomant Filip Blaštík prokázal schopnost samostatné tvůrčí odborné práce odpovídající magisterské úrovni. Předložená diplomová práce odpovídá požadavkům kladeným na závěrečné práce, doporučuji ji k obhajobě a hodnotím stupněm 2.

V Borovsku, 31.8.2022

doc. Ing. Zbyněk Bureš, Ph.D.