

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autor/ka: Bc. Tomáš Bárta  
Název práce: Information-theoretic properties of selected stochastic neuronal models  
Studijní program a obor: Matematické a počítačové modelování ve fyzice  
Rok odevzdání: 2018

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Lubomír Košťál, PhD.  
Pracoviště: Fyziologický ústav AVČR  
Kontaktní e-mail: kostal@biomed.cas.cz

## Odborná úroveň práce:

vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Věcné chyby:

téměř žádné  vzhledem k rozsahu přiměřený počet  méně podstatné četné  závažné

## Výsledky:

originální  původní i převzaté  netriviální kompilace  citované z literatury  opsané

## Rozsah práce:

veliký  standardní  dostatečný  nedostatečný

## Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Tiskové chyby:

téměř žádné  vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet  četné

## Celková úroveň práce:

vynikající  velmi dobrá  průměrná  podprůměrná  nevyhovující

## Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího:

Kvantitativní popis mechanismu jakým elektrické a chemické signály v mozku umožňují přenášet a zpracovávat informaci je jedním ze základních cílů oboru početních neurověd. Na úrovni jednotlivých buněk, neuronů, dochází k převodu vstupního signálu (stimulu) do časové série výrazných pulsů membránového napětí (tzv. akčních potenciálů). Funkční role tohoto tzv.

neuronálního kódu není dosud uspokojivě objasněna a jeho informační efektivita je předmětem intensivního výzkumu. Cílem předkládané práce je charakterizovat limity na spolehlivý přenos informace dle Shannonovy teorie pro vybrané modely neuronální aktivity.

Práce je v zásadě rozdělena na tři hlavní části: neurovědy (kap. 1-3) a metodika teorie informace (kap. 4-5), obě řešeršní, a sekci původních výsledků (6-7). První a druhá kapitola stručně shrnují základní biofyzikální vlastnosti nervových buněk, vznik membránového napětí a mechanismus tzv. synapsí, tedy míst "kontaktu" mezi jednotlivými neurony. Hlavní těžiště matematického aparátu práce je zakotveno v Shannonově teorii, která udává fundamentální limity na efektivitu reprezentace a spolehlivý přenos informace. Úvod do základních pojmů teorie informace a její historický vztah a význam v početních neurovědách je zpracován v kapitole čtvrté. Dle Barlowovy hypotézy efektivního kódování jsou jednotlivé neurony evolucí uzpůsobeny k optimálnímu přenosu informace mezi stimulem a časováním akčních potenciálů. Tento pohled na problematiku je rozvinut v kapitole páté, kde je zaveden klíčový pojem tzv. vzájemné informace jakožto nelineárního konvexního funkcionálu pravděpodobnostní distribuce stimulu. Autor čerpal informace jak ze základní literatury (standardní učebnice biofyziky neuronů a teorie informace), tak z článků publikovaných v oborových časopisech. Některé relevantní práce si sám vyhledal, čímž jasně prokázal schopnost aktivní orientace v odborné literatuře.

Kapitola šestá a sedmá obsahují původní výsledky. Pro numerické řešení optimalizační úlohy vedoucí na informační kapacitu byl zvolen klasický Blahutův-Arimotův algoritmus, jenž je však dobře definován pouze pro diskrétní systémy. Diplomant sám navrhl zobecnění Changovy iterativní procedury pro spojité vstupy s omezujícími podmínkami, a dokázal konvergenci tohoto zobecnění ke správné hodnotě informační kapacity. Kapitola sedmá prezentuje optimalní vstupní a výstupní charakteristiky různých tříd MAT modelu při frekvenčním kódu. Jelikož histogramy frekvencí akčních potenciálů (Fig. 7.6) je možno experimentálně ověřovat, jedná se o zcela původní, a v oboru neurověd zajímavý, výsledek.

Je třeba zdůraznit, že diplomant práci vypracoval s mimořádnou samostatností, ukazující na suveréni zvládnutí potřebného aparátu a vynikající schopnosti programátora. Ač to není v textu příliš rozebíráno, značné úsilí bylo věnováno tvorbě modulárního kódu v jazyce Python pro různé třídy neuronálních modelů, způsobů stimulace a typů kódování. Nezbytnou podmínkou bylo zvládnutí řady nových pojmů, neboť teorie informace a neurovědy nebyly součástí absolvovaných kurzů diplomanta. Práce sice obsahuje některé dílčí nepřesnosti a nedostatky, avšak matematické postupy jsou prezentovány na velmi dobré úrovni. Určité podrobnosti optimalizace a numerického řešení by mohly být pojednány ve větším detailu, zejména původní rozšíření Blahutova-Arimotova algoritmu pro spojité abecedy s omezeními, avšak je zjevné, že diplomant má tyto postupy velmi dobře zvládnuty. Jsem přesvědčen, že výsledky práce poskytují prostor pro další rozpracování, jež by mohly tvořit základ pro budoucí odbornou publikaci diplomanta v příslušném oborovém časopise. Proto navrhuji hodnocení stupněm výborně.

### Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

### Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

Praha, 1. června 2018