

Posudek oponenta na disertační práci

Autor: **Mgr. Július Štroffek**

Název práce anglicky: **Activity and Memory in Biologically Motivated Neural Network**

Název práce česky: **Biologicky motivovaná autoasociativní neuronová síť s dynamickými synapsemi**

Doktorský studijní program: Biomedicínská informatika

Vysoká škola/fakulta: Univerzita Karlova, 1. Lékařská fakulta

Vyjádření oponenta disertační práce k jednotlivým bodům posudku:

1. Aktuálnost řešeného tématu

Práce diskutuje využití biologicky motivovaného modelu neuronové sítě, který funguje jako autoasociativní paměť pro zvýšení paměťové kapacity sítě a pro klasifikaci.

Z hlediska ekvivalentu názvu disertační práce v anglickém jazyce, tj. Activity and Memory in Biologically Motivated Neural Network lze nalézt relativně hodně výsledků a prací včetně citací z oblasti biologicky motivované neuronové sítě, zejména pak nové výpočetní modely a též aplikace pro neurovegetativní nemoci. Viz též citační databáze Scopus a WoS. Zvolené téma disertace je tudíž aktuální a bylo vhodně zvoleno.

2. Použité metody a postupy

Mezi základní použité metody a postupy patří použití modelu, jeho vylepšení, doplnění či optimalizace a též simulace. Jako základ byl zvolen Hodgkin-Huxley model neuronu, který byl následně rozšířen.

Hypotézy jsou podloženy numerickými simulacemi, také s ohledem na kapacitu sítě.

Struktura sítě je dána architekturou Hopfieldovy sítě. Učební pravidla využívají Hebbovského učení. Vzory (patterns) v modelu nejsou statické stavy neuronu, ale cyklicky se opakující synchronní aktivita s nízkým relativním počtem současně aktivních neuronů. Vzory jsou do sítě uloženy jako sekvence pomocí Hebbova učebního pravidla.

V přiložených publikacích je ověřeno využití pro klasifikaci motorových vozidel v dálniční dopravě a to zejména rozlišení kategorie hmotnosti v rozmezí 3,5 až 7,5

tuny.

3. Výsledky disertační práce

Výše uvedený model byl rozšířen o krátkodobé posilování synapsí (STP, Short Term Potentiation), které je v modelu nutnou součástí správného vybavování vzoru. Tím je dáno výrazné zvýšení paměťové kapacity modelu. Důsledkem rozšíření o model STP je možnost kombinace i srovnání obou navržených přístupů.

Síť může fungovat v krátkém časovém okénku bez STP nebo za použití STP v delším časovém intervalu (rychlé vzory).

Byly navrženy dva typy kódování vzorů: jako cyklicky se opakující prezentace sítě (regular model) a zejména kódování využívající dynamiku s krátkodobým posilováním (STP, extended model). V práci jsou pak diskutovány vlivy obou typů modelů na zvýšení paměťové kapacity neuronové sítě.

Mezi výsledky práce patří i zcela jistě náročná implementace uvedeného modelu jako počítačového programu v jazyce C++ na standardním osobním počítači.

Cíle (viz str. 33), tj. nalezení možností pro zlepšení funkce existujících umělých neuronových sítí s Hebbovským učením rozšířením uvedenou cyklickou dynamikou s učením neuronové sítě s posilováním, byly zcela splněny a publikovány v příložených čtyřech publikacích s IF větším než jedna a v jedné publikaci s IF menším než 1.

Dále je vhodné uvést a ocenit, že uvedené publikace autora byly v období let 2007 – 2018 citovány následovně:

min. 35, Google Scholar bez autocitací (8 prací)

min. 18, Scopus bez autocitací (5 prací)

min. 15, Web of Science bez autocitací (5 prací)

Velmi důležitým výsledkem je i využití výsledků disertační práce v rámci SW aplikace pro klasifikaci motorových vozidel na dálnici v reálném čase (viz příloha A. 4 na str. 87).

4. Kvalita formálního zpracování disertační práce

Disertační práce sestává z 55 stránek textu doplněných o čtyři příložené publikace. Relativně „malý“ rozsah textové části práce má za následek příliš stručný popis a vysvětlení obrázků. Proto také byla, např. formulována otázka č. 3 níže.

Možná by bylo vhodnější rozdělit kapitolu Introduction na část kratšího Úvodu a na delší část State of the Art.

Grafy a obrázky mají z velké většiny dostatečnou kvalitu a popis. Výjimkou jsou obrázky 1.1, 1.2 a 1.3, kde není téměř vidět daný průběh, či průběhy.

V seznamu použité literatury je uvedeno 57 zdrojů. To samo o sobě může být dostatečný počet. Nicméně, jednalo se o jeden zdroj z roku 2012 a druhý z roku 2015, jinak všechny ostatní zdroje jsou z období před rokem 2010, resp. 2000. Měla být tudíž provedena aktualizace až do roku 2018.

Z hlediska koncepce disertační práce mělo být spíše využito publikací jako součástí disertační práce, tj. byly by tyto publikace, resp. jejich obsah použity k vysvětlení a dalším komentářům (viz forma předložené disertace v podobě komentovaných publikací autora). V předložené disertační práci jsou publikace autora použity pouze jako odkaz na přílohy.

5. Význam práce pro další rozvoj vědního oboru

Předložená disertační práce byla vypracována v rámci doktorského studijního programu Biomedicínská informatika v rámci 1. LF UK. Pokud budeme vycházet z obsahu této vědní disciplíny, tj. že se jedná o obor zabývající se biomedicínskými informacemi, daty a znalostmi a jejich uchováváním, zpřístupněním a optimálním využitím pro řešení problémů a rozhodování v biologii, medicíně a zdravotnictví, tak z toho vyplývá, že předložená práce náleží do daného vědního oboru a kromě toho ve vybraných oblastech uvedený vědní obor rozvíjí.

Kromě toho jsou v disertační práci uvedeny metody a postupy, které jsou základem rozvíjených problematik v rámci uvedeného doktorského studijního programu a sice modelování biomedicínských systémů a fyziologické regulační systémy v normě a patologii.

Souhrnně lze tedy konstatovat, že předložená disertační práce rozvíjí vědní obor Biomedicínská informatika a to zejména rozšířením existujícího modelu a dosaženými výsledky.

6. Možnosti aplikace výsledků disertační práce v praxi

Disertant popisuje aplikaci svého přístupu v rámci tzv. klasifikace motorových vozidel na dálnici v reálném čase a to z hlediska kategorie hmotnosti v rozmezí od 3,5 do 7,5 tuny. Viz příloha č. A. 4 na str. 87. Je sice pravda, že se jedná o aplikaci mimo klinickou praxi, ale o to je to významnější. Další možností aplikace výsledků disertační práce by mohla být např. v oblasti léčby Alzheimerovy choroby.

Otázky oponenta k obhajobě disertační práce:

1. Proč nebyla přiložena pátá publikace Kurišcák, E., Maršálek, P., Štroffek, J. and Wunsch, Z. (2012). The Effect of Neural Noise on Spike Time Precision in a Detailed CA3 Neuron Model. Computational and Mathematical Methods in Medicine, Volume 2012, Article ID 595398, 16 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2012/595398>. IF (2012)=0.791?
2. Nestačilo by využít pro klasifikaci vozidel na dálnici jednodušší metody učícího se klasifikátoru k-NN (k-nearest neighbours)?
3. Vysvětlete, prosím, podrobněji princip obrázku 3.2, schéma učebního pravidla, zejména s ohledem na počty neuronů v patterns a sub-patterns.

Závěr:

Disertační práce prokazuje předpoklady autora k samostatné tvořivé vědecké práci a k udělení titulu „Ph.D.“ za jménem. Proto doporučuji disertační práci k obhajobě a udělení titulu Ph.D.

doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.
oponent disertační práce

V Praze dne 23.11.2018

Oponent:

doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra biomedicínské techniky
Nám. Sítná 3105
272 01 Kladno
Tel.: +420 2 2435 8433
Mob.: +420 728 335 738
E-mail: hozman@fbmi.cvut.cz
URL: <http://www.fbmi.cvut.cz>