

Posudek vedoucího diplomové práce

Diplomant: Bc. Jan Chvojka

Název práce: Modelování dynamiky epileptického záchvatu

Vedoucí práce: Ing. Mgr. Jaroslav Hlinka, Ph.D.

V předložené práci „Modelování dynamiky epileptického záchvatu“ se Jan Chvojka zabývá problémy souvisejícími s popisem dynamického chování elektrofyziologické aktivity mozkové tkáně, se zaměřením na dynamiku epileptického záchvatu.

Práce je zpracována standardní formou, má rozsah 74 stran a 3 další přílohy, jednou z nichž je CD s textem práce, daty a programovým kódem využitým v práci. V prvních třech kapitolách autor shrnuje základní poznatky ze studované aplikační domény. Konkrétně jsou jím fyziologické souvislosti problému, zejména struktura mozkové kůry a pojem membránového potenciálu; neurovizuální metody s důrazem na elektroencefalografické přístupy s využitím v epileptologii a nakonec modely aktivity populací neuronů, kde nejprve popisuje základní model Wilsona a Cowana a poté uvádí realističtější model Jansena a Rita.

Vlastní výzkumný příspěvek Bc. Chvojky je obsažen zejména ve čtvrté a páté kapitole. Po předložení modifikovaného Jansen-Rit modelu exporuje jeho chování simulacemi, nachází pevné body deterministické dynamiky a pomocí linearizace studuje frekvenční vlastnosti dynamiky a stabilitu pevných bodů. Následně provádí numerickou bifurkační analýzu, která identifikuje existenci stabilního limitního cyklu pro hodnoty vnějšího buzení přibližně 370 až 550 pps, a oblast bistability pevného bodu a limitního cyklu. Získanou znalost dynamického chování systému využívá následně při konstrukci postupu pro identifikaci parametrů systému. Jeho vhodnost nejprve ověřuje na simulovaných datech, a následně na vzorku experimentálních dat, kde dosahuje velmi dobré shody frekvenčního spektra naměřených dat a identifikovaného systému. V poslední sekci čtvrté kapitoly studuje možnosti ovlivnění průběhu záchvatu, či jeho ukončení, vlivem externí perturbace, popřípadě zpětnovazebního působení. V páté kapitole se autor zabývá detekcí epileptického záchvatu z naměřených dat. K tomuto účelu využívá Kohonenovy samoorganizující se mapy. Řešení tohoto úkolu nebylo v původním zadání práce, jedná se o praktickou úlohu, která souvisí s problémy, na které narazil student při úloze identifikace parametrů.

Práce má celkově vysokou úroveň, je psána srozumitelně, v některých kontextových pasážích až popularizačním stylem, při zachování přesnosti vyjadřování. V textu je malé množství jazykových a editačních chyb; nejvýznamnější je asi prohození hodnot intracelulárních a extracelulárních koncentrací iontů v Tab. 1.1. Ve výkladu textu je ovšem dynamika popsána správně. Úvodní kapitoly shrnují dostatečně nutné pojmy a odkazují na relevantní zdroje. Další dvě kapitoly pak obsahují hlavní výsledky vlastního výzkumu. Zde prokázal student obeznamenost se širokou škálou matematických konceptů, které aplikuje na řešenou úlohu. Numerické výpočty byly provedeny ve výpočetním prostředí MATLAB a získané numerické výsledky jsou v souladu s teoretickým rozbořem; programový kód je přiložen. Výsledky bifurkační analýzy a identifikace parametrů systému z dat tvoří dobrý základ potenciálně rozpracovatelný do publikace v mezinárodním časopise s podstatným impaktem.

Celkově mohu konstatovat, že zadání výzkumného úkolu bylo splněno a práce konstituuje samostatný výzkumný přínos. Zajímavé otevřené otázky, zároveň tvořící materiál pro možnou diskusi, zahrnují:

Jak může detektor záchvatů napomoci při úloze identifikace parametrů systému?

Jaké očekáváte chování upraveného systému s mechanismem spontánního ukončení záchvatu (schéma na Obr. 4.28) při malé varianci šumového vstupu?

Práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnotit ji známkou výborně.