

РЕЦЕНЗИЯ

**На дисертационен труд за получаване на образователна и научна
степен „доктор“
по докторска програма: 5.2.4 „Електронизация“
към професионално направление: 5.2 „Електротехника, електроника и
автоматика“**

Автор на дисертационния труд: инж. Николай Тинков Дуков

Тема на дисертационния труд: „ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ
ЗА СЪЗДАВАНЕ НА ИМИТАЦИОННИ БАЗОВИ НЕВРОННИ
СТРУКТУРИ И ТЕХНИТЕ РЕАЛИЗАЦИИ“

Рецензент: доц. д-р инж. Слава Миланова Йорданова

1. Актуалност на разработения в дисертацията проблем в научно и научно-приложно отношение.

Програмируемият хардуер предоставя добра комбинация между възможностите на специализиран хардуер и софтуерно приложение. Електрическите програмируеми матрични кристали са вид хардуерни логически устройства, които имат свойството да бъдат препрограмирани, като изчислителна платформа с общо предназначение, но въпреки това да запазват високото си бързодействие, сравнимо с това на интегрални схеми със специално приложение. Предимствата при имплементацията на алгоритми за машинно обучение, като намалена консумация и подобрена стабилност на работа стават явни, особено при сравнението между различни платформи, като CPU, GPU и FPGA при осигурена еквивалентна изчислителна работа.

Паралелизмът и свързаността на изкуствените невронни мрежи дават възможност за ефективна реализация с тези видове апаратни средства. Съществува възможност за организиране на определени изчисления в почти или изцяло паралелна форма, което дава възможност за многократно редуциране на работната тактова честота. Това от своя страна допринася за значително понижаване на общата консумирана енергия. Този комбиниран ефект предоставя възможност за създаването на евтини, малки, интелигентни преносими системи. Бърз и лесен начин за имплементиране на една такава функционалност е зареждане на софтуерно приложение на готова, достъпна хардуерна платформа с популярна операционна система.

Целта на дисертационния труд е: Създаване на модели на невронни структури за класификация и методи за обучението им, с насоченост към ефективна хардуерна реализация с FPGA технологии.

Обект и предмет на изследване са: Невронни структури с особености и характеристики, които ги правят подходящи за апаратна реализация, както и съответните методи за тяхното обучение.

2. Степен на познаване на състоянието на проблема и творческо оценяване на литературния материал.

Докторантът е цитирал 131 литературни източника. Обемът на литературните източници, анализът им дават повод да се направи заключение, че докторантът има достатъчни познания по проблематиката.

3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

Методите, чрез които са постигнати поставените задачи в дисертацията, включват:

- Методи за апроксимация на функции и аритметични действия.
- Съвременни програмни продукти за моделиране и симулиране на модели на невронни структури в програмна и апаратна среда.
- Провеждане на експериментални изследвания за верифициране на предложените модели.
- Статистически методи за обективна оценка на получените резултати от експерименталните изследвания.

Считам, че методиката отговаря на изискванията за разработка на дисертационен труд.

4. Обща аналитична характеристика на дисертационния труд:

Дисертационният труд е в обем на 146 страници, включващи: увод, пет глави, заключение, приноси, списък с публикации по темата на дисертационния труд, литература.

В Първа глава в обем от 24 страници са разгледани теоретичните основи и е направен анализ на резултатите от досегашни научни изследвания по проблема и са дефинирани целите и задачите.

Във Втора глава е разгледана вероятностна невронна мрежа за бинарни изображения в електрически програмируеми матрични кристали. Представен е адаптиран паралелен хардуерен модел на вероятностната невронна мрежа насочен към класификацията на бинарни изображения. Предложени са и стъпки целящи оптимизиране на дизайна от към необходими ресурси.

В Трета глава е представен и изследван адаптиран метод за апроксимация на експоненциалната активираща функция при апаратна реализация на вероятностната невронна мрежа. Също така са изследвани и оценени активиращи функции, подходящи при апаратна реализация на вероятностната невронна мрежа, които да заместят експоненциалната активираща функция.

В Четвърта глава са изследвани и оценени деветнадесет алгоритъма за обучение на вероятностната невронна мрежа. Алгоритмите са допълнително разгледани от гледна точка на удобство при апаратна реализация във FPGA. В последствие е избран метод за обучение на вероятностната невронна мрежа, удобен за апаратна реализация във FPGA.

В Пета глава е разработен паралелен хардуерен модел на локално рекурентната вероятностна невронна мрежа с висока разрядност на трансферната функция в рекурентния слой. Апаратният модел е валидиран чрез сравнително експериментално изследване с класификатор с опорни вектори (SVM), както и с програмна реализация на локално рекурентната вероятностна невронна мрежа в среда на MATLAB. Също така е предложена нова разновидност на локално рекурентната вероятностна невронна мрежа, която в локално рекурентния слой използва неврони с активираща функции от семейството на ReLU.

5. Оценка на принусите в дисертационния труд и тяхната значимост.

Оценявам като научни следните приноси:

Принос №1 - Създадена е нова разновидност на локално рекурентната вероятностна невронна мрежа, която в локално рекурентния слой използва неврони с активираща функции от семейството на ReLU.

Принос №2 - Създадена е нова активираща функция от семейството на ReLU, наречена SatReLU, която комбинира положителните характеристики на LeakyReLU и Clipped ReLU.

Оценявам като научно-приложни следните приноси:

Принос №3 - Създаден е паралелен апаратен модел на локално рекурентната вероятностна невронна мрежа, с висока разрядност на трансферната функция в рекурентния слой.

Принос №4 - Валидирана е апаратна реализация на локално рекурентната вероятностна невронна мрежа, чрез сравнително експериментално изследване с (а) класификатор с опорни вектори (SVM) и (б) програмна реализация на локално рекурентната вероятностна невронна мрежа в среда на MATLAB.

Принос №5 - Създадена е методика, позволяваща оптимизиране на използваните FPGA ресурси при имплементацията на хардуерен модел на вероятностната невронна мрежа за бинарни изображения.

Принос №6 - Подобрен е метод за апроксимация на експоненциалната активираща функция при апаратна реализация на вероятностната невронна мрежа.

Оценявам като приложни следните приноси:

Принос №7 - Разработен е приложно-оптимизиран паралелен хардуерен модел на вероятностната невронна мрежа подходящ за бърза класификация на бинарни изображения.

Принос №8 - Предложени, изследвани и оценени са алтернативи на експоненциалната активираща функция, подходящи при апаратна реализация на вероятностната невронна мрежа.

Принос №9 - Дефинирани са критерии за удобство при апаратна реализация с FPGA и е избран метод за обучение на вероятностна невронна мрежа.

6. Оценка на степента на лично участие на докторанта в приносите.

Изхождайки от степента на описание на функционалността на предлаганите решения и използваните технологии, считам, че докторантът познава добре състоянието на проблема и че личното му участие в разработването и написването на дисертацията не подлежи на съмнение.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

Работата по дисертационния труд е отразена в 10 публикации представени В България, на конференции, симпозиуми, в Workshop, Advances in Intelligent Systems and Computing и годишни сборници с научни трудове.

8. Има ли постигнат пряк икономически ефект от резултатите от дисертационния труд.

Резултатите от дисертационния труд имат реално приложение в практиката и значим икономически ефект.

9. Препоръки за бъдещо използване на приносите.

Имам препоръки към докторанта за продължаване на разработките в тази сфера и хабилиране.

10. Авторефератът направен ли е съгласно изискванията, правилно ли отразява основните положения и научни приноси на дисертационния труд?

Автореферат е с обем от 36 страници и напълно отразява основните положения и научни приноси на дисертационния труд.

11. Критични бележки по дисертацията, включително и по литературната осведоменост на кандидата.

Нямам критични бележки по дисертацията. Приложените литературни източници са 137 на брой и са напълно достатъчни за изследването.

12. Други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение.

Нямам допълнителни въпроси към докторанта.

13. Заключение с ясно становище да се даде или не научна степен.

Постигнатите резултати ми дават основания да предложа на уважаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор” на маг. инж. Николай Тинков Дяков областта на професионално направление 5.2.4 „Електронизация“ към професионално направление: 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“

26.01.2019г.
гр. Варна

Рецензент:
/доц. д-р инж. Слава Йорданова/