

РЕЦЕНЗИЯ

ОТ

доц. д-р инж. Владимир Монов

*върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен
"доктор"*

Автор на дисертационния труд: **инж. Тодор Димитров Балабанов**

Тема на дисертационния труд: **„Разпределена система за прогнозиране на
времеви редове с еволюционни алгоритми и
изкуствени невронни мрежи”**

Област на висше образование: **4. „Природни науки, математика и информатика“**

Професионално направление: **4.6. „Информатика и компютърни науки“**

Научна специалност: **„Информатика“**

Научен ръководител: **проф. д-р инж. Васил Стефанов Василев**
доц. д-р инж. Красимира Борисова Генова

Със Заповед No 145/15.09.2017 г. на Директора на ИИКТ-БАН съм утвърден за член на Научно жури за провеждане на защитата на дисертационния труд. Като член на Научното жури съм получил:

1. Дисертация за придобиване на образователна и научна степен "доктор".
2. Автореферат на дисертацията.

При оценката на дисертационния труд са следвани нормативните изисквания за придобиване на образователната и научна степен „доктор“, определени от Закона за развитие на академичния състав в република България (чл. 6, ал. 3), Правилника за прилагане на закона (чл. 27, ал. 1 и ал. 2), както и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Института по информационни и комуникационни технологии (чл.3, ал. 1, т. 1.1).

1. Структура и съдържание на дисертационния труд.

Дисертацията е в обем от 135 страници и се състои от Увод, 4 глави, Заключение, Приноси и Библиография. В приложение са дадени данни, използвани в експерименталните изследвания. Списъкът на библиографските източници съдържа 240 заглавия, от които 132 на латиница, 4 на български език и

4 интернет адреса. Списъкът с публикации по дисертацията се състои от 8 заглавия. Представени са още списъци на фигурите, таблиците, съкращенията и речник на използваните термини. Разпределението на фигурите, таблиците и математическите изрази в отделните глави на дисертацията е както следва.

Глава	Фигури	Таблицы	Мат. изрази
1	2		
2	7		11
3	8	32	
4	8	2	2

Представени са данни за 4 цитирания на публикации с участието на дисертанта. Съгласно изискванията, към дисертацията е приложена Декларация за оригиналност на получените резултати.

Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на разширено заседание на секция „Моделиране и оптимизация“ на ИИКТ-БАН, състояло се на 08.09.2017 г.

2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение

Тематиката на дисертацията е в областта на съвременните методи и подходи за обучение на изкуствени невронни мрежи и тяхното използване за прогнозирането на времеви редове. Разглежданите в дисертационния труд проблеми се отнасят до разработването на модели на пълно свързани изкуствени невронни мрежи, както и на хибридни алгоритми, включващи точни и евристични методи за непрекъснато обучение на мрежата. В дисертацията е поставена още задачата за разработване на програмна система за прогнозиране на времеви редове с използване на невронни мрежи и възможност за работа в разпределена изчислителна среда. Съвременните достижения и проблеми в областта на изкуствените невронни мрежи и техните практически приложения са обект на непрекъснат интерес и активна изследователска дейност както в международен план, така и у нас. От друга страна, прогнозирането на времеви редове представлява сложна задача, която намира приложения в множество области на човешката дейност. Всичко това безспорно определя актуалния характер на проведените изследвания, както и полезността на получените в дисертацията научни и научно-приложни резултати.

3. Степен на познаване на състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Уводът и литературният обзор, направен в Глава 1 на дисертацията са представени на 30 страници. Разгледани са различни подходи за обучение на изкуствени невронни мрежи и използването им при прогнозирането на времеви редове, като са очертани техните предимства и недостатъци. Направеният обзор и анализ обхващат сравнително голям брой литературни източници (240 заглавия) и се отличават с прецизност и точност, които показват задълбочено познаване на текущото състояние и проблематика в предметната област на дисертацията. Очертани са няколко групи актуални проблеми, въз основа на което аргументирано са формулирани целите и задачите на дисертационния труд.

4. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси

Поставените цели на дисертацията включват изследване и разработване на подобрен модел и алгоритми за обучение на пълно-свързани изкуствени невронни мрежи, както и хибридни комбинации от известни точни и евристични алгоритми за обучение в разпределена изчислителна среда.

За постигането на поставените цели са конкретизирани следните задачи.

1. Разработка на софтуер за обучение на изкуствени невронни мрежи в разпределена изчислителна среда включващ:
 - а) Реализация на клиентско приложение.
 - б) Реализация на сървър приложение.
2. Реализация на алгоритми за непрекъснато обучение на предложени пълно-свързан модел на изкуствени невронни мрежи осигуряващи:
 - а) Непрекъснато разпределяне на задачи от сървъра към клиентските приложения.
 - б) Реализация на непрекъснато обучение за локалните копия на изкуствените невронни мрежи, които клиентските машини поддържат.
3. Реализиране на комбинация от алгоритми като генетични алгоритми и диференциална еволюция с алгоритми като обратно разпространение на грешката, така че времетраенето на обучението на изкуствени невронни мрежи да бъде намалено.
4. Програмна реализация на системата за изчисления в разпределена среда и провеждането на необходимите експерименти за потвърждаване на фективността с която тя работи.

Предвид на известните предимства и недостатъци на съществуващите подходи за обучение на пълно-свързани изкуствени невронни мрежи, дисертантът аргументирано е избрал разработването на хибридна комбинация от точни и

евристични алгоритми за обучение. В съответствие с поставените цели и задачи също така подходящо е решено обучението на мрежите да се реализира във вид на C++ и JavaScript програма. Като цяло, получените резултати показват, че дисертантът успешно е използвал избрания изследователски подход за получаването на нови резултати с научен и научно-приложен принос.

5. Характеристики на дисертационния труд

Запознат съм с представения ми дисертационен труд, както и с неговото представяне от докторанта на проведената предварителна защита. В сравнение с предварителния вариант може да се отбележи положително развитие и подобряване на цялостното съдържание с отчитане на направените забележки и препоръки. Дисертацията е структурирана както следва.

В Увода е направено кратко въведение в тематиката и са очертани рамките на дисертационния труд.

В Глава 1 е направен литературен обзор, фокусиран върху съществуващото състояние на прогнозирането на времеви редове с невронни мрежи и еволюционни алгоритми. В резултат от направения анализ са формулирани целите и задачите на дисертацията.

Глава 2 на дисертационния труд е посветена на създаването на модел за прогнозиране на времеви редове и метод за обучение на изкуствени невронни мрежи с алгоритъма за диференциална еволюция. Моделът и методът за обучение позволяват изчисленията да се извършват в разпределена среда.

В Глава 3 е описана архитектурата под формата на клиент-сървър на разработената софтуерна система за прогнозиране на времеви редове с изкуствени невронни мрежи и еволюционни алгоритми. Представена е обектно ориентираната структура на програмния код от страна на клиента, модела за съхранение на данни от страна на сървъра, както и модулите за наблюдение, настройка и публична информация.

В Глава 4 е представена серия от експерименти, в които се правят сравнения между различни топологии на изкуствени невронни мрежи и бързодействието им при реализация с програмните езици C и JavaScript.

В заключението са дадени в резюме постигнатите резултати от изследванията и приложните разработки, описани в глави от 2 до 4. Формулирани са 4 научни приноса, 2 научно-приложни и един приложен принос.

Дисертационният труд се отличава с направения задълбочен анализ на проблема за прогнозиране на времеви редове, както и с използването на подходяща методология, алгоритми и програмни средства за неговото решаване. Авторът е демонстрирал много добри познания в областта на съвременните езици за програмиране, като C/C++, JavaScript и PHP, системата за управление на бази данни MySQL, както и възможностите на протокола HTTP. Множеството проведени експерименти и анализа на експерименталните данни потвърждават правилността на избрания подход и приложимостта на получените резултати.

6. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд

Приемам и оценявам положително приносите, формулирани в дисертацията и автореферата. В обобщен вид те могат да бъдат изброени както следва.

Научни и научно-приложни приноси

- Предложени са евристични подходи за обучение на пълно свързани невронни мрежи в разпределена среда.
- Разработен е метод за машинно обучение на пълно свързани невронни мрежи в разпределена среда с инцидентно включване на възли.
- Разработен е метод за машинно обучение на пълно свързани невронни мрежи в разпределена среда с диференциална еволюция.
- Предложени са алгоритми за прогнозиране на времеви редове с използване на пълно свързани невронни мрежи с инцидентно включване на възли.
- Предложени са алгоритми за прогнозиране на времеви редове с използване на пълно свързани невронни мрежи, обучавани с диференциална еволюция.

Приложни приноси:

- Разработена е експериментална програмна система за прогнозиране на времеви редове, с която е демонстрирана приложимостта на предложените подходи, методи и алгоритми с данни от валутни пазари.

Приносите в дисертационната работа са резултат от успешно проведените изследвания в областта на методите за прогнозиране на времеви редове и разработката на евристични подходи за машинно самообучение, разширяващи и подобряващи прогнозните възможности.

7. Оценка на степента на личното участие на дисертанта в приносите

С така формулираните приноси в дисертацията и тяхната оценка и валидация с проведените експериментални изследвания приемам, че дисертантът е изпълнил главните цели и задачи на дисертационния си труд. Имам преки впечатления от неговата работа, включително възможностите му за работа както в екип, така и за успешното осъществяване на самостоятелна изследователска дейност. Това ми дава основание да считам, че дисертационният труд и неговите приноси са лично дело на дисертанта.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Представени са 8 публикации по дисертационната тема, от които 2 самостоятелни и 6 в съавторство. Две от публикациите са в поредицата Lecture Notes in Computer Science, издавана от престижното международно издателство Springer. Забелязани са 4 цитирания на три от публикациите в съавторство. Всички публикации по дисертацията са в периода 2010-2016 година и като обем и качество отговарят на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“. С направените публикации резултатите на дисертационния труд са станали достояние на научната общност.

9. Значимост на резултатите от дисертационния труд в науката и практиката

В дисертацията са предложени методи и алгоритми за обучение на пълно свързани изкуствени невронни мрежи в разпределена среда, представена е и тяхната софтуерна реализация в експериментална програмна система за прогнозиране на времеви редове. Проведени са експериментални изследвания на получените резултати, които демонстрират техните предимства и практическа приложимост. Като цяло получените резултати съдържат приноси с научен и научно-приложен характер, които се отнасят до разработването на нови и подобряването на съществуващи методи и подходи в областта на изкуствените невронни мрежи, както и разработването на софтуерни продукти с практическо приложение при прогнозирането на времеви редове.

10. Оценка за съответствие на автореферата с изискванията за оформянето му

Авторефератът е в обем от 37 страници и отговаря на изискванията за оформянето му. Съдържанието му съответства на съдържанието на дисертацията и представя точно основните резултати в дисертационния труд.

11. Мнения, препоръки и забележки

Дисертацията е разработена детайлно и представлява завършен научно-изследователски труд. Авторът е осъществил задълбочено и систематично изследване на поставения проблем и е предложил оригинални научни и научно-приложни резултати. Получените резултати отговарят изцяло на поставените цели и задачи на дисертационния труд.

На предварителната защита на дисертацията имах забелжки и препоръки по отношение на формулировката на авторските приноси, оформянето на списъка с цитирания без автоцитати, както и забележки от технически и редакционен характер. Удоволетворен съм от начина и степента, в която те са отразени в крайния вариант на текста.

Предвид широкия обхват на приложение на решаваните проблеми и получените крайни резултати считам, че в Глава 4 на дисертацията би могло да се отдели повече внимание на приложимостта на резултатите освен в областта на финансовите пазари и в други области като енергетика, транспорт и др.

Горната забележка не намалява стойността на приносите в дисертационния труд и би могла да се отнесе по-скоро към бъдещата работа на дисертанта.

Препоръката ми към автора е за продължаване на изследователската му дейност в актуалните и перспективни области на изкуствените невронни мрежи и прогнозирането на времеви редове, както и предствяне на резултатите в престижни международни списания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценявам положително извършената работа и получените в дисертацията резултати. Дисертационният труд отговаря на всички изисквания на ЗРАСРБ, на Правилника за неговото приложение, както и на специфичните условия за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Института по информационни и комуникационни технологии. Убедено предлагам на уважаемото Научно жури да даде на инж. Тодор Димитров Балабанов образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование: 4. „Природни науки, математика и информатика“, професионално направление: 4.6. „Информатика и компютърни науки“.

София,
09.11.2017 г.

