

## РЕЦЕНЗИЯ

### на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен "доктор" в

**област на висше образование** – 5. Технически науки  
**професионално направление** – 5.2. Електротехника, електроника и автоматика,  
**докторска програма** – „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника”

**Автор:** инж. Станко Петров Станков

**Тема:** Разработване и изследване на хардуерно базирани изкуствени невронни мрежи от тип DNN за разпознаване и класификация

**Рецензент:** доц. д-р инж. Станимир Йорданов Йорданов

#### 1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Настоящият дисертационен труд представя изследване върху приложимостта на дълбоките изкуствени невронни мрежи (DNN) за откриване на опасни предмети, разпознаване на агресия, откриване и локализиране на пожари, с възможност за вграждане в хардуерни модули. Изследването се базира на отворен набор от данни и цели да определи до каква дълбочина е практично да се изградят такива мрежи, как архитектурните параметри на такива мрежи (ширина на слоевете, активационна функция и пр.) се отразяват на процеса на обучение и предиктивните способности на мрежата, както и доколко генеративното съперничество може да се използва за преодоляване на ефектите от дисбаланса между легитимни и фалшиви данни. Дефинираната проблематика е актуална и значима за науката и практиката. Проучваният проблем се отличава с обширност и сложност. Това обстоятелство ограничава възможностите за цялостното му изучаване и налага изследванията да бъдат извършени при определени допустими ограничения. Те целенасочено се свеждат до анализиране на алгоритми за обучение на невронни мрежи и разработване на стимулационни модели за тяхното приложение при решаване на практически проблеми. В съответствие с посоченото, коректно са формулирани обект, предмет и цел на дисертационния труд.

Обект на изследването са изкуствените невронни мрежи и тяхното приложение при решаване на определен клас приложни задачи.

Основната цел на дисертационния труд е „Проучване на съществуващи алгоритми за обучение на изкуствени невронни мрежи при разпознаване на опасни предмети, агресия, откриване и локализиране на пожари, както и разработване на модифицирани алгоритми за обучение и архитектури на изкуствени невронни мрежи, предназначени за вграждане в хардуерно базирани модули“.

Основните задачи са:

1. Анализ на различните видове изкуствени невронни мрежи, проучване на основните известни алгоритми за тяхното обучение.
2. Разработване на подходи за откриване на агресия на базата на изкуствени невронни мрежи и реализиране на приложение имплементиращо разработените подходи.
3. Разработване на алгоритми и приложения за хардуерни ускорители за невронни мрежи и прилагането им в процеса за разпознаване на жестове.
4. Разработване на алгоритми и приложения, използващи апарата на изкуствени

невронни мрежи за откриване и локализиране на пожари.

Като се отчете и спецификата на разработката, считам че темата на дисертационния труд съответства на съвременните тенденции и решаваните в нея проблеми могат да намерят практическо приложение.

## **2. Обзор на цитираната литература**

Докторантът е цитирал 155 литературни източници, от които 153 на латиница и 2 на кирилица. Интернет източниците са 14. Библиографската справка включва заглавия на литературни източници в периода от 1992 до 2021 година. Основната част от цитираните трудове са публикувани след 2017-та година (131 публикации). Цитираните литературни източници, публикувани през последните пет години съставят 75.48% (117) от цитираната литература, като в бройката не са включени интернет източниците.

Цитирани са статии от авторитетни научни списания, стандарти и книги. Извършеният аналитичен обзор позволява на докторантът да дефинира коректно целта и основните задачи за изследване, които той решава успешно във втора, трета и четвърта глава.

От списъка на цитираните литературни източници може да се заключи, че докторантът е направил обстоен обзор на публикациите, свързани с темата на дисертацията, което показва, че той е запознат както с основополагащите концепции, така и с последните постижения в изследваната област и е в състояние да определи тенденциите и насоките на развитие в областта на темата на дисертацията.

## **3. Методика на изследване**

Представеният дисертационен труд е в обем от 181 страници и включва: увод, изложение в четири глави, заключение, списък на използваната литература и служебна бележка за внедряване. Констатира се целенасоченост, балансираност и добра логика. В основния текст се съдържат 167 фигури и алгоритми на разработените софтуерни приложения, което дава възможност за адекватно онагледяване.

Структурата отговаря на целта и поставените за решаване задачи.

Заглавието на темата е прецизирано и засяга актуалната тематика за съвременното развитие на информационните технологии от областта „Изкуствен интелект“, свързана с моделирането на невронни мрежи. Темата отговаря на съдържанието и конкретизира разработката си до моделирането на различни елементи и задачи в областта.

В увода е очертана актуалността на темата на дисертационния труд. Дефинирани са обектът и предметът на изследването, основната цел и задачи и работната теза. Представени са методите на изследването.

Първа глава е въвеждаща в разглежданите проблеми и прави преглед на изкуствените невронни мрежи включително многослойните и алгоритмите за обучение. Има и добре подбрани примери за тяхното приложение.

Във втора глава са разглеждани различни методики за откриване на агресия и заплаха за околните. Анализирани са възможните методи за решаване на проблема, в резултат на което е избрана архитектура на DNN. Избраната невронна мрежа е имплементирана в мобилно приложение, което следи за наличието на опасност.

В трета глава са разработени алгоритми за откриване на жестове и е предложен

адаптивен алгоритъм за интерпретиране на жестове с възможност за интеграция в индустриални и домашни помещения.

В четвърта глава е предложен интелигентен сензор за откриване на огън използващ изкуствен интелект. Предложен е и алгоритъм за управление на интелигентен робот за гасене на пожар и са тествани различни архитектури на невронни мрежи за неговото откриване. Разработен е експериментален робот за откриване на пожар е имплементирана невронна мрежа за разпознаване на огън, която е базирана на съвременен специализиран хардуерен модул. Приведени са резултати от изследванията, анализът и изводи за качеството на обучение на невронните мрежи при различните алгоритми.

Приложенията, таблиците и фигурите отразяват вярно и подробно изложените твърдения, резултати, анализи и изводи по тях.

Коректно са цитирани от докторанта източниците, болшинството от които са на английски, но не е спазен общоприетия формат за представяне на списъка на използваната литература.

Заключението обобщава основните изследвания и изводи направени в дисертацията.

Получените резултати са анализирани и илюстрирани с много таблици и графики, като потвърждават избрания научноизследователски подход и тяхната приложимост. В този смисъл формулираната цел и задачи на дисертацията са изпълнени, като в синтезиран вид те са изложени в изводите и заключенията.

В края на дисертацията докторантът формулира добросъвестно и точно основните научно-приложни и приложни резултати, получени от цялостното изследване на дисертационния труд.

#### **4. Приноси на дисертационния труд**

Посочените научно-приложни и приложни резултати показват задълбочени теоретични знания в изследваната проблематика и способност за провеждане на самостоятелни научни изследвания.

Справката за приносите на дисертационния труд е обективна и отразява коректно научно-теоретичната и практико-приложна стойност на труда. Приемам формулираните научно-приложни и приложни резултати в дисертационния труд и считам, че те са лично дело на докторанта и отговарят на изискванията на действащата нормативна уредба за получаване на образователната и научна степен „доктор“.

*Научно-приложните резултати са:*

1. Предложен е адаптивен алгоритъм за откриване на агресия на базата на конволюционни невронни мрежи, който е реализиран и тестван в реална среда;
2. Предложен е адаптивен алгоритъм за откриване и разпознаване на жестове при различна осветеност;
3. Предложен е адаптивен алгоритъм за разпознаване на динамични жестове;
4. Предложен е алгоритъм за разпознаване на огън и са направени изследвания при използване на алгоритъма с различни модели изкуствени невронни мрежи.

*Приложените резултати са:*

1. Реализирано е мобилно приложение за откриване на опасни предмети в изображения от IP камера;
2. Реализиран е интелигентен сензор за откриване на пожар, който може да бъде интегриран в различни помещения;
3. Реализиран е интелигентен робот за откриване на пожари с помощта на изкуствени невронни мрежи. И в двете групи приноси има иновативни елементи, прилагат се нови начини и известни методи и техники.

## **5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд**

Резултатите от изследванията по темата на дисертацията са коректно представени пред научната общност с 12 научни публикации, което е показател за задълбочените научни интереси на докторанта. Те са дали възможност за популяризиране на научни резултати, получени в хода на изследванията. Отличават се с целенасоченост и аналитичност, добре аргументирана авторова позиция и отразяват постиженията на дисертационния труд.

Научните публикации са направени в индексирани в международно признати бази, като 4 от съвместните публикации с научния ръководител са индексирани в Scopus:

1. Ivanov, S., S. Stankov, T. Nenov. FPGA Based Neural Networks for Characters Recognition. 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA), June 3-6, 2018, Bourgas, 2018, pp. 1-4, IEEE Xplore (SCOPUS), Electronic ISBN: 978-1-5386-3419-6, doi: 10.1109/SIELA.2018.8446658
2. Stankov S., S. Ivanov, Finding anomalies with artificial neural network VII international scientific conference "Engineering. Technologies. Education. Safety" 29.05 - 01.06 2019
3. Stankov S., S. Ivanov, T. Todorov, An application of deep neural networks in industrial robotics for detection of humans - Proc. XXVIII International Scientific Conference Electronics - ET2019, September 12 - 14, 2019, Sozopol, Bulgaria, ( Scopus)
4. Stefan Ivanov, Stanko Stankov, Jacek Wilk-Jakubowski, Pawel Stawczyk, The Using of Deep Neural Networks and Acoustic Waves Modulated by Triangular Waveform for Extinguishing Fires, International Workshop on New Approaches for Multidimensional Signal Processing, NAMSP 2020, Sofia, Bulgaria July 09-11, 2020

Също така резултати от изследването са представени в една статия публикувана в списание:

5. Stankov S., S. Ivanov, Intelligent sensor for fire detection with deep neural networks, Journal of Informatics And Innovative Technologies (JIIT), брой 1, 2020, ISSN: 2682-9517, pp.25-28

Резултати са публикувани и на 6 международни конференции в страната без тези в Scopus.

6. Stankov S., S. Ivanov, Gesture command in home environment, Unitech'2019, 15-16 Nov 2019, Gabrovo, pp.I-248 – I-251
7. Stankov S., S. Ivanov, Finding fire with the help of artificial neural networks, Международна научна конференция „Изкуствен интелект и Е-лидерство” 10-11.10.2019 г.

8. Stankov, Stanko, and Stefan Ivanov. "Finding anomalies with artificial neural network." Industry 4.0 4.3 (2019): 128-129.
9. Stankov S., S. Ivanov, SYSTEM FOR IMAGE RECOGNITION BASED ON RASPBERRY PI, International Scientific Conference 16-17 November 2018, GABROVO
10. Stankov S., S. Ivanov, APPROXIMATION OF FUNCTION THROUGH A HARDWARE REALIZED NEURAL NETWORK, INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE 17-18 November 2017, GABROVO
11. Stankov S., S. Ivanov, MOBILE ROBOT FOR FIRE DETECTION, INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE 20-21 November 2020, GABROVO

Докторанта има и една самостоятелна публикация:

12. S. Stankov, FINDING DANGEROUS OBJECTS WITH THE HELP OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS, International Conference "Automatics and Informatics 2019", 03-04.10.2019

По критериите за минимален брой научни резултати за придобиване на образователна и научна степен "доктор", определени в Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности, приет в ТУ-Габрово, общият брой на публикациите надхвърля задължителния минимум от 5 публикации.

Считам, че с тези публикации, които представят основните части на дисертационния труд са станали достояние на заинтересованата научна общност. Доказателство за това са публикациите:

1. Ivanov S, Stankov S, Nenov T. FPGA Based Neural Networks for Characters Recognition. In 2018 20th International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA) 2018 Jun 3 (pp. 1-3). IEEE.
2. Stankov S, Ivanov S, Todorov T. An Application Of Deep Neural Networks In Industrial Robotics For Detection Of Humans. In 2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET) 2019 Sep 12 (pp. 1-3). IEEE.
3. Stefan Ivanov, Stanko Stankov, Jacek Wilk- Jakubowski, Paweł Stawczyk, The using of Deep Neural Networks and acoustic waves modulated by triangular waveform for extinguishing fires, New Approaches for Multidimensional Signal Processing, Springer, Singapore, 2021, pp. 207- 218

които са цитирани общо 7 пъти в реномирани издания в чужбина.

Докторантът е представил и една служебна бележка за направено внедряване на резултати получени по време на разработването на дисертационния труд.

## **6. Авторство на получените резултати**

Въпреки, че голяма част от публикациите са в съавторство с научния ръководител, което е нормално, смея да твърдя, че в голяма степен получените в дисертацията резултати са дело на докторантът и отразяват неговото научно израстване по време на обучението му по докторска програма „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника”.

Познавам отблизо дейността на докторанта и неговата учебна и научноизследователска работа още като студент, както от разговорите ми за неговата работа през годините с него и с научния му ръководител, с когото той има единадесет общи публикации, мога да приема, че неговото участие при разработването на дисертационния труд е неоспоримо. Самостоятелната публикация и публикациите, в които кандидатът е на второ място са доказателство за неговото лично участие при разработването на дисертационния труд

## 7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е в обем от 49 стр. и съдържа обща характеристика на дисертационния труд, кратко съдържание на дисертацията по глави, изводи, приноси и списък на публикациите. Авторефератът отговаря на изискванията и отразява същността на постигнатите от докторанта резултати. Той е добре оформен и илюстриран, представя пълния обем на работата в концентриран вид, без да нарушава възможността за оценка на получените резултати.

## 8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Като преподавател в основното звено, в което се обучава докторанта маг. инж. Станко Станков, предварително се бях запознал с дисертационния труд. По него имах някои въпроси, забележки и коментарии. На въпросите получих изчерпателни отговори, а всички забележки са взети под внимание в окончателния вид на дисертационната работа представена за предварителна защита. При повторния прочит на дисертационния труд възникна следната техническа забележка:

1. Литературната справка и цитиранията не са направени според приетите стандарти.

Направената бележка и коментар не омаловажава положителната ми оценка за дисертационния труд и значимостта на получените в него резултати. Тя има препоръчителен характер и не влияе на доброто общо впечатление за дисертационния труд.

## 9. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България. Постигнатите резултати ми дават основание **да предложи** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор” от маг. инж. Станко Петров Станков в област на висше образование - 5. Технически, професионално направление - 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, докторска програма – “Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника”

16.05.2022 г.

Подпис: /п/

/доц. д-р инж. Станимир Йорданов/