

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: маг. инж. Станко Петров Станков

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

Рецензент: проф. д-р инж. Чавдар Иванов Дамянов

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Трудно е да си представим въздействието на една нова технология върху бъдещето. Но когато днес ползваме Google Translate в Интернет, ние комуникираме с невронни мрежи, тествани с дълбоко обучение (deep learning). Google беше една от първите интернет компании, които безрезервно възприеха дълбокото обучение, като през 2013 г. наеха Джефри Хинтън, бащата на дълбокото обучение и разработиха алгоритми за обучение на многослойни модели на невронни мрежи, с които осъществиха впечатляващи разработки в сферата на изкуствения интелект. Въвеждането на дълбокото машинно обучение позволи на компютрите да се справят с проблеми, свързани с познаване на реалния свят и вземането на решения, които изглеждаха доскоро изцяло субективни. От тогава до днес дълбоките невронни мрежи са в непрекъснато развитие и обект на нестихващ научен интерес. Едно от ключовите концептуални постижения на дълбоките невронни мрежи е в разпознаването на образи и изображения, в каквато насока е ориентиран и дисертационния труд на маг. инж. Станко Станков.

Актуалността и значимостта на един дисертационен труд зависят от поставените цели и задачи. В този смисъл поставената цел на дисертационния труд по създаването на нови подходи и алгоритми на базата на изкуствени невронни мрежи считам за определено актуална и важна в контекста на съвременните проблеми по приложението на дълбокото обучение и изкуствения интелект.

В светлината на казаното, намирам, че дисертационният труд е дисертабилен и в актуална и значима научно-приложна област.

2. Обзор на цитираната литература

При разработването на дисертационния труд са ползвани 155 литературни източници (с изключение на 2 на кирилица [5 и 44], всички са на латиница, включващи и интернет адресите на които има достъп до тях). Представеният в глава 1 преглед на съвременното състояние на изкуствените невронни мрежи показват висока степен на познаване на състоянието на проблема. Повечето от

използваните източници са след 2005 г. и в основната си част са пряко свързани с темата на дисертацията и илюстрират добрата осведоменост, задълбоченото познаване на проблема и компетентността на докторанта.

Считам, че Станко Станков е запознат с дисертационната проблематика и творчески е оценил и интерпретирал литературния материал.

3. Методика на изследване

Дисертацията е оформена на 181 страници (формат А4) стандартен компютърно набран текст, съдържащ 23 таблици и 153 фигури, Увод, Списък на съкращенията, четири глави (Глава 1. *Изкуствени невронни мрежи от тип DNN. Основни характеристики и приложение* – 45 стр.; Глава 2 – *Разработване на подходи за откриване на агресия на базата на изкуствени невронни мрежи* – 43 стр.; Глава 3 – *Приложение на хардуерни ускорители за невронни мрежи за разпознаване на жестове* – 36 стр.; Глава 4 – *Приложения на изкуствени невронни мрежи за откриване и локализиране на пожари* – 29 стр.), заключение, приноси, списък с публикациите по дисертацията и библиография.

Целта на предложения дисертационен труд е, след като се разгледат съществуващи модели на невронни мрежи и алгоритми за обучението им, да се *изследват и разработят подходи и алгоритми на базата на изкуствени невронни мрежи за осигуряване сигурността на хората в различните области от ежедневието им живот.*

За анализа на състоянието на проблема и постигане на поставената цел, дисертантът е формулирал за изпълнение четири задачи, за чието решаване са избрани подходящи методики:

- Да се предложат модификации за алгоритмите и архитектурите на мрежите, които да бъдат използвани при работа с хардуерно базирани модули.
- Да се представи решаването на проблеми, свързани със сигурността, с помощта на DNN мрежи - откриване на различни видео опасности като насилие, оръжие и пожар, както и разпознаване на различни жестове с ръка.
- Да се направи сравнителен анализ на работата на различни типове невронни мрежи за решаване на поставените задачи.
- Обучените невронни мрежи да се имплементират в съответните хардуерни модули с цел тяхното практическо приложение.

В първа глава на дисертацията са разгледани различни алгоритми за обучение на изкуствени невронни мрежи, намиращи приложения в широк набор от сфери и показващи значими резултати, където други традиционни методи не са толкова ефективни. Направен е обзор на различни архитектури на невронни мрежи и съответните софтуерни среди за тяхното проектиране. Описани са различни видове приложения, използващи изкуствени невронни мрежи (разпознаване на автомобилни регистрационни номера, разпознаване на ръкописен текст и разпознаване на пукнатини по стени на сгради), както и са разгледани специализирани хардуерни модули за тяхното реализиране.

Във втора глава са предложени различни методики за откриване на агресия и заплахата за околните, като са избрани подходящи конволюционни невронни мрежи с т.нар. Rareto линия и обучени с данни за откриване на оръжия. Тестван е адаптивен алгоритъм за работа при различна осветеност на обектите и са направени изследвания за бързодействие и точност с различни архитектури.

Предложеният алгоритъм е имплементиран в мобилно приложение, вземайки информация от IP камера, следяща 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. Използвани и изследвани са LSTM невронни мрежи за обработка на видео последователности.

В последната 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. В разработения експериментален робот за откриване на пожар е синтезирана невронна мрежа за разпознаване на огън, която е базирана на съвременен специализиран хардуерен модул, имплантиран в роботизирана платформа за машинно зрение на базата на Jetson Nano AI за откриване на пожари.

Авторът на дисертационния труд твърди, че представените алгоритми имат потенциал да бъдат доразвити и да бъдат използвани в широк спектър от приложения като системи за видеонаблюдение за следене безопасността на граждани, откривайки оръжия и нетипично поведение, за интелигентни роботи и сензори.

Демонстрирано е задълбочено владение на съвременни средства за изследване и много добро познаване на проблемите, както и умение за използване на тези средства при решаването им.

Избраната методология и изследователски инструментариум съответстват на наべлязаните за изпълнение задачи и постигнатите приноси. Създадените алгоритми и реализиращите ги програми са симулирани в Python-програмна среда и съпътстващите библиотеки (Tensor Flow, Keras и др.).

4. Приноси на дисертационния труд

В справката за приносите са изведени седем претенции за приносни резултати в дисертационния труд. Приносите в дисертацията може да се охарактеризират като обогатяване на съществуващите знания и приложение на научни постижения в практиката, както и доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни проблеми и приноси, свързани със създаване на нови методологии.

Считам, че в редактирания от дисертанта вид приносите съответстват на получените резултати и имат научно-приложен и приложен характер:

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;
5. Реализирано е мобилно приложение за откриване на опасни предмети в изображения от IP камера;

6. Реализиран е интелигентен сензор за откриване на пожар, който може да бъде интегриран в различни помещения;
7. Реализиран е интелигентен робот за откриване на пожари с помощта на изкуствени невронни мрежи.

Намирам приноси от 1 до 4 за научно-приложни, а приноси от 5 до 7 за приложни. Приемам приносите за реални и достоверни и считам, че тяхната достоверност се доказва и с направените публикации в авторитетни научни издания.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Кандидатът за ОНС „доктор“ маг. инж. Станко Станков е представил общо 12 публикации по дисертационния си труд, от които 1 е самостоятелна, а останалите са в съавторство, основно с неговия научен ръководител. От публикациите две са представени на международни научни конференции, индексирани в Scopus (SIELA, ET2019). Една публикация е в чужбина (Турция). Публикациите са направени в периода 2017 – 2021 г. Фактът, че всички публикации са представени на авторитетни международни научни форуми и са публикувани и апробирани в реферирани и индексирани издания е гаранция, че в тях коректно са отразени достиженията и приносите елементи на дисертационния труд. Считам, че основните резултати на дисертационния труд са станали достояние на научната общност.

По отношение на изпълнението на минималните наукометрични показатели за придобиване на ОКС «доктор» (5 публикации, съгласно т.1.2 на Приложение 1 от Правилник за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Технически университет - Габрово), то те са изцяло изпълнени, като са двукратно надвишени.

В представените материали са дадени данни за забелязани 7 цитирания в чужбина (статии са индексирани в Scopus) на трудове 1, 4 и 5.

6. Авторство на получените резултати

В дисертацията последователно са разгледани мотивите, актуалното състояние и развитието на изследванията, имащи отношение към темата на дисертацията.

Избраните методики на изследване съответстват на поставените цели и задачи и създават добра база и платформа за постигнатите приноси в дисертационния труд.

Не забелязах в дисертационния труд на Станко Станков постановки и методологии, които да поставят под съмнение крайните изводи и заключения. Приемам, че приносите за които претендира, са негово лично дело.

Значителна част от своите резултати Станко Станков е представил на научни форуми или е публикувал в специализирани издания, което също е гаранция за тяхната достоверност.

Считам, че представените резултати са показателни за постигнатите научно-изследователски умения от Станко Станков и личният му принос е несъмнен.

Определено достойнство на дисертацията е документираното внедряване във фирма Иновационтех ЕООД, използвано в дейности, свързани с “Поведение при тероризъм и рискови ситуации”.

7. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Спрямо становището ми към дисертационния труд на предварителната защита пред РНС на катедра АИУТ, следва да отбележа, че всички забележки и препоръки в сравнение с финалната версия на дисертацията са коригирани и/или отстранени. Единствено бележката ми относно библиографията е частично решена, като е подредена по азбучен ред, но е запазена старата номерация и в резултат се е получил един малко странен хибрид от две системи за цитиране.

Ще отбележа и някои общи бележки:

- Разгледаният дактилоскопски метод за разпознаване на пръстови отпечатъци в т.1.2.2 няма отношение към дисертационната тема.
- Оценката на коректността на класификацията с мерките precision, recall и F-measure (табл. 2.7, 3.4, 3.5, 4.4 и 4.5) изискват обстоен анализ. Представената точност с 9 знака след десетичната точка е безпредметна.
- Заключение (1 стр.) не дава представително изложение на получените резултати, новите елементи и приноси, а е кратък преразказ на съдържанието на отделните глави. Това в определена степен касае и изводите към всяка от главите.
- И във финалната редакция на дисертацията са останали някои неизчистени граматически, терминологични и технически грешки.

Направените бележки и коментар не омаловажават положителната ми оценка за дисертационния труд и значимостта на получените в него резултати. Те имат препоръчителен характер и не влияят на доброто общо впечатление, което продукцията на кандидата създава.

8. Заключение

Представената дисертация съдържа в достатъчна степен научно-приложни приноси и резултати. Станко Станков показва задълбочени теоретични знания и владение на съвременния инструментариум за изследване на проблемите, както и умения за използване на тези средства при решаването им. Оставам с убеждението, че представената разработка е актуална и със своята приложимост и полезност на резултатите е довела до успешното постигане на поставените в дисертацията цели, с което се потвърждава готовността му за самостоятелна научно-изследователска дейност.

Оценката ми за дисертационния труд е положителна.

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 науки; професионално направление - 5.2. Електротехника, електроника и автоматика; специалност – „Елементи и устройства на автоматиката и изчислителната техника”.**

15.05.2022 г.

Подпис: /п/
/проф. Чавдар Дамянов/