

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на тема
„Дълбоки невронни мрежи за целите на диагностиката в медицината“
с автор Александър Огнянов Маразов
за придобиване на образователна и научна степен „доктор“
по професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“,
докторска програма „Информатика“ към Институт по биофизика и биомедицинско
инженерство – БАН

Рецензент: проф. д-р Мария Михайлова Нишева-Павлова,
Факултет по математика и информатика на СУ „Св. Климент Охридски“

Със заповед № 911/28.05.2024 г. на Директора на Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН съм назначена за член на научно жури във връзка с процедурата за придобиване на ОНС „доктор“ по професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“, докторска програма „Информатика“, от Александър Огнянов Маразов с дисертационен труд на тема „Дълбоки невронни мрежи за целите на диагностиката в медицината“. На първото заседание на научното жури бях определена за рецензент по тази процедура.

1. Обща характеристика на дисертационния труд и представените материали

Дисертационният труд съдържа 162 страници текст и включва увод, пет глави и заключение, както и списък на съкращенията и секции с формулировка на приносите на дисертацията; насоки за бъдеща работа; списък на публикациите по дисертацията; декларация за оригиналност на резултатите; списък на цитираните литературни източници, включващ 146 заглавия, и четири приложения.

Освен дисертационния труд по процедурата са предадени още:

- автореферат на дисертацията на български и английски език;
- папка с лични документи на докторанта, съдържаща
 - ✓ автобиография по европейски образец;
 - ✓ копие на диплома за завършено висше образование, ОКС „магистър“;

- ✓ копия на протоколи и сертификати за положени изпити в рамките на докторантурата;
- ✓ списък и копия на публикациите по дисертацията;
- ✓ списък на забелязани цитирания на публикациите по дисертацията.

2. Данни и лични впечатления за докторанта

Александър Маразов има висше образование – ОКС „магистър“ по Приложна математика (Изчислителна математика и математическо моделиране), придобито през 2013 г. във Факултета по математика и информатика на Софийския университет „Св. Климент Охридски“. През периода 2013 – 2023 г. е работил на различни места като специалист по анализ на данни и машинно самообучение. През 2019 г. е зачислен в задочна докторантура в Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН.

Нямам непосредствени лични впечатления от докторанта.

3. Актуалност на областта на изследванията и значимост на поставените цели и задачи

Дисертационният труд е посветен на изследване в областта на моделите за дълбоко машинно самообучение. В него са предложени решения с конволюционни невронни мрежи на задачи, свързани с диагностициране на стадията на болестта на Алцхаймер, като е използван апаратът на интуиционистките размити множества и интеркритериалния анализ.

Областта на изследванията в дисертационния труд е сложна и актуална, като актуалността ѝ се определя от богатите моделни възможности, които предоставят конволюционните невронни мрежи, свързаните с тях потенциални приложения в множество съвременни направления на науката за данните, както и голямата обществена значимост на решаваната диагностична задача.

Целта на дисертационния труд и задачите за постигането на тези цел, които докторантът дефинира, са определени след извършено проучване на моделните възможности на използвания теоретичен апарат при решаване на задачи в избраната област на приложение. Поставената цел е реалистична, а задачите са формулирани в съответствие с целта.

4. Анализ на съдържанието, резултатите и приносите на дисертационния труд

Дисертационният труд включва увод, пет глави, заключение, списък на цитираните литературни източници и четири приложения.

Уводът представя областта на изследванията и структурата на дисертацията и резюмира съдържанието на отделните ѝ глави и постигнатите резултати. Формулирани са явно целта и задачите на дисертационния труд.

Първа глава има обзорен характер. В нея са представени накратко същността и развитието в теоретичен и приложен аспект на апарата на невронните мрежи и по-специално конволюционните невронни мрежи, и интуиционистките размити множества. Разгледани са основите на метода на интеркритериалния анализ. Дискутирани са характеристиките и етапите на болестта на Алцхаймер.

Втора глава е посветена на представяне на резултати на докторанта във връзка с приложение на конволюционни невронни мрежи за диагностика на болестта на Алцхаймер. Анализирани са отделните компоненти на предложеното решение и получените експериментални резултати.

В трета глава е дискутиран подход, предложен от докторанта, който позволява значително подобряване на резултатите, представени в предходната глава, чрез агрегиране на предвижданията на няколко подходящо подредени класификатора.

Четвърта глава представя оригинални резултати, свързани с приложение на интеркритериалния анализ за оценка на достоверността на подхода за решаване на класификационни задачи, представен в глава 3.

Пета глава е посветена на изследване на изчислителната сложност при пресмятане на интеркритериалните броячи. Предложен е и е реализиран програмно подход за редуциране на необходимите пресмятания и съответно подобряване на бързодействието на алгоритъма за интеркритериален анализ.

Заклучението съдържа резюме на получените резултати. Като отделни подсекции в него са оформени: насоки за бъдеща работа в областта на дисертацията; формулировка на приносите на дисертацията; списък на публикациите по дисертацията; декларация за оригиналност на резултатите.

Списъкът на използваните литературни източници включва 146 заглавия. Начинът на цитирането им в текста на дисертацията свидетелства за много добро познаване на състоянието на изследванията и приложните разработки в избраната област.

Към дисертацията са добавени и четири приложения, които съдържат създаден от докторанта програмен код, реализиращ съответно: алгоритъм за пресмятане на интеркритериалните броячи; пресмятане на интеркритериални оценки на ансамбъл от класификатори; намиране на претеглено средно; пресмятания във връзка с предложения метод за подобряване на бързодействието на алгоритъма за интеркритериален анализ.

Основните *научни и научно-приложни приноси* на дисертационния труд могат да бъдат формулирани както следва:

- Предложени са нови методи за извеждане на решения на класификационни задачи, базирани на интеркритериалния анализ и метода на Кемени-Йънг в машинното самообучение.
- Предложен е оригинален метод за оценка на изведени решения на класификационни задачи в термините на интуиционистките размити множества, който е базиран на интеркритериалния анализ.
- Разработен е метод за прилагане на прагови стойности към степените на принадлежност и неопределеност, който повишава точността на селектираните резултати.
- Предложен е алгоритъм за подобряване на скоростта на интеркритериалния анализ.

Като *приложни приноси* на дисертацията може да бъдат посочени:

- Имплементирана е конволюционна невронна мрежа за диагностика на стадията на болестта на Алцхаймер. Процедурата за обучението на модела може да бъде адаптирана за целите на образната диагностика на други заболявания.
- Предложени са софтуерни имплементации на създадените нови методи за извеждане и оценка на решения на класификационни задачи.
- Разработен е програмен код, реализиращ прилагане на прагови стойности към степените на принадлежност и неопределеност, който е приложен към задачата за класификация на болестта на Алцхаймер.
- Разработен е програмен код за подобряване на скоростта на интеркритериалния анализ до $O(n \log(n))$.

Дисертационният труд прави много добро впечатление с обхвата, задълбочеността и аргументираността на изложението. Областта на изследванията е актуална и сложна и постигането на съществени резултати в нея изисква сериозна интердисциплинарна подготовка. Постигнатите резултати са оригинални и значими и съответстват напълно на поставената цел.

5. Публикации, които отразяват дисертацията. Отражение на резултатите на дисертацията в трудове на други автори

Резултатите, получени в дисертационния труд, са отразени в четири статии, публикувани както следва:

- една – в списанието *Mathematics* (IF 2.3 за 2023 г., JCR – Q1/Mathematics);
- една – предстои да бъде отпечатана през 2024 г. в списанието *International Journal Bioautomation* (SJR 0.14 за 2023 г.);
- две – в списанието *Годишник на секция „Информатика“* на Съюза на учените в България.

Две от статиите от този списък са самостоятелни и две – в съавторство. За съвместните статии не е посочен явно личният принос на отделните съавтори. Приемам, че всички съавтори имат равностоен принос във всяка от тях.

Представени са данни за забелязано едно цитиране на една от публикациите на Александър Маразов по резултати от дисертационния му труд в статия на друг автор.

По такъв начин са изпълнени изискванията на Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН дисертацията на кандидата да е базирана на поне три научни публикации, поне една от които да е в международно списание с импакт фактор и поне в една от които кандидатът да е първи автор. Не прави добро впечатление обаче фактът, че липсват данни за участия на докторанта с доклади на подходящи научни форуми през срока на докторантурата.

6. Автореферат

Авторефератът, представен на български и английски език, отговаря на всички изисквания за изготвянето му и представя пълно и точно темата, целите, съдържанието, постигнатите резултати и приносите на дисертационния труд.

7. Критични бележки и препоръки

По-съществените ми критични бележки към дисертационния труд може да бъдат обобщени както следва:

- На места в текста формулировките са непълни и/или неточни. Това е особено неприемливо по отношение на формулировката на целта на дисертацията и получените резултати.
- Направеният литературен обзор не е фокусиран върху целта и задачите на дисертацията. В частност в него не са анализирани най-значимите постижения и откритите въпроси в областта на приложението на дълбоки невронни мрежи за целите на медицинската диагностика. В приносните глави на дисертацията липсва явно сравнение на предложените авторски решения с резултати(те) на други автори.

- На места в текста се срещат неподходящи термини на български език (например „инференция“ и др.).
- Допуснати са граматически и типографски грешки, които е можело да се избегнат при по-внимателна работа върху текста на дисертацията.

Препоръчвам на докторанта да продължи изследванията си по темата на дисертацията и да реализира поне част от посочените идеи за бъдеща работа.

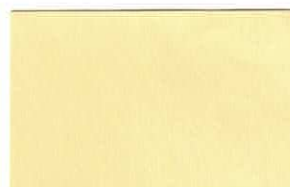
8. Заключение

Въз основа на изложеното по-горе смятам, че дисертационният труд и научните публикации по него напълно удовлетворяват и надхвърлят изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН. Постигнати са значими изследователски резултати, които представляват оригинален принос в избраната научна област, и не е установено плагиатство в представените по процедурата научни трудове. Оценката ми за дисертационния труд, автореферата, научните публикации и приносите на автора им Александър Огнянов Маразов е **положителна.**

Затова убедено предлагам на уважаемото научно жури да присъди на Александър Огнянов Маразов образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни науки“.

02.08.2024 г.

Рецензент:



(проф. д-р Мария Нишева-Павлова)