

СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд на тема: „Математически и компютърни модели за интелигентен анализ на данни в медицината“

за придобиване на степента: ОНС „Доктор“

в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика

професионално направление: 4.5. Математика

докторска програма: Математическо моделиране и приложение на математиката

докторант: магистър Ирина Добрева Наскинова, докторант в Природо-математически факултет на Югозападен Университет „Неофит Рилски“

Заповед за назначаване на научното жури: № 1154/18.07.2023 на Ректора на ЮЗУ „Н. Рилски“ в Благоевград

Автор на становището: д-р Велиян Димитров, професор в Университета по библиотекознание и информационни технологии (УниБИТ), Факултет "Информационни науки", външен член на научното жури

Биографични данни за докторантката

Настоящото становище е изготвено във връзка с участието ми в научно жури за защита на описания по-горе дисертационен труд. Негов автор е редовен докторант Ирина Наскинова. Тя получава образователната степен „магистър“ по информатика в СУ "Св. Климент Охридски" през 2007 г., специализация „Електронно обучение“. Обучението ѝ като докторант протича в периода 2018 – 2022 г. под научното ръководство на доц. д-р Михаил Колев от катедра Математика и доц. д-р Мариян Милев от СУ „Св. Климент Охридски“, привлечен като втори научен ръководител поради спецификата на дисертационния труд с насоченост към медицината и биологията. Професионалната кариера на Ирина Наскинова протича в сферата на създаването на програмни продукти за бизнеса и образованието, което се съчетава с работата ѝ също като преподавател и научен сътрудник в СУ „Св. Кл. Охридски“ и Висшето училище по мениджмънт в София. Тя се занимава професионално с обработката на големи обеми от данни и индустриализацията на приложения с използването на изкуствен интелект.

Актуалност на тематиката.

Автоматизацията на диагностиката на рентгенови снимки в медицината чрез използване на математически модели за подобряване на работата на алгоритмите, базирани на невронни мрежи, е от критична важност за лечението на пациенти с пневмония и други респираторни заболявания. Посредством невронните мрежи, рентгеновите снимки могат бързо и прецизно да бъдат обработвани и класифицирани, осигурявайки своевременна диагностика. Това е основен фактор за ранната интервенция и успешното лечение, което води до намаляване на детската смъртност от пневмония и други подобни заболявания. В заключение, тематиката на дисертационния труд е изключително актуална и от ключова важност в съвременната медицина и приложна математика.

Характеристика на дисертацията.

Представената дисертация е съставена в съответствие с установените стандарти. Съдържа 244 страници, включващи увод, пет глави, заключение, три приложения, библиография, списък на авторски публикации по темата, 58 фигури и 111 източника в библиографията. Списъкът на литературните източници отразява обстоен и задълбочен анализ на научните постижения по темата. Главната цел на дисертационния труд е автоматизацията на диагностицирането на пневмония чрез рентгенови снимки с помощта на математически модели, базирани на невронни мрежи. Обектът на изследване са белодробни изображения на пациенти с респираторни заболявания. Основните задачи, за постигане на целта на дисертационния труд, включват: 1) създаване и анализ на невронни модели с разнообразна архитектура; 2) тестване на различни активационни функции на невронните мрежи и намиране на най-подходящата; 3) оценка на моделите спрямо ефективността им при класификация на рентгенови снимки; 4) определяне дали моделите могат да бъдат подобрени с пренос на знания от предварително обучени мрежи; и 5) сравнение на резултатите от различните методи и оценка на тяхната прецизност. Основната част от изследванията са реализирани с програмния език Python, благодарение на обширните му възможности за анализ на големи обеми от данни и моделиране на невронни мрежи, които са основен математически апарат, използван при проведеното изследване.

В първата глава е извършен преглед постиженията в областта на машинното обучение. Разгледани са различните подходи към създаването на невронни мрежи, проследявайки еволюцията им от първоначалните концепции до математическа оптимизация и програмна реализация. Особено внимание е насочено към математическите концепции зад линейните и нелинейните трансформации, използвани при предаване на данни през различните слоеве на невронните мрежи. Активационните функции са подробно анализирани, изведени са формулите, приложими в контекста на невронни мрежи, и са представени имплементации на Python. Главата обяснява и математическите основи зад методите за минимизиране на грешката, като градиентно спускане и други оптимизационни функции. Освен това, са разгледани статистическите методи за оценка на ефективността и точността на моделите. Изводите в глава първа подкрепят изследването на математическите модели във втора глава.

Във втора глава е представен обзор на научните трудове, посветени на приложението на невронни мрежи в рентгеновата диагностика в медицината. Той фокусира изследването към анализа на рентгенови снимки на белия дроб и диагностицирането на пневмония. Чрез този обзор се контекстуализира изследването, представено в дисертационния труд. Тази част предоставя ценна информация за текущите научни постижения в областта и подчертава важноста на създаването на приложения, базирани на изкуствен интелект, за автоматизация и подпомагане на рентгеновата диагностика в съвременната медицина.

Третата глава детайлно представя реализацията и резултатите от използването на конволюционни невронни мрежи в контекста на рентгеновата диагностика. В нея са разработени 6 модела на невронни мрежи с различни характеристики, а също така се анализират и сравняват техните предсказателни способности по отношение на диагностицирането на пневмония.

В четвъртата глава е изложен подходът за трансфер на знания, където се използва модел NASNet-Mobile. Този метод възползва предишно обучение за оптимизация на нов модел.

В петата глава се провежда сравнение между най-добрия персонализиран модел и модела, създаден чрез трансфер на знания, като се установява кой от тях е по-ефикасен за определяне на пневмония в рентгенови снимки.

Анализът изяснява причините за ефективността на избрания модел. В края на дисертационния труд резултатите са синтезирани и подредени в ключовите приноси от изследването.

Приноси на дисертационния труд

Считам, че комбинацията от контекстуалирането от втора глава и от трета глава евристичния подход и градиентните методи приложени при модификациите на предложените опростени модели за невронни мрежи е ново знание, което съответства на изискването за научен принос. Научноприложният аспект на този принос е показан чрез апробация на различните модели. Оценявам високо и приемам всички приноси и заключения, както са изложени от докторантката в представената дисертация и автореферата.

Характеристика на комплекта документи

Докторант Ирина Наскинова е представила изискуемите според Закона материали, включващи дисертация, автореферат, декларация за оригиналност на представените резултати, CV, списък публикации с нейно участие, състоящ се от пет статии, някои от които са с висок импакт фактор. Заслужава да се отбележи, че в три от публикациите Ирина Наскинова е единствен автор. Друг важен факт, доказващ значимостта на представените резултати, е големият брой цитирания на статиите (повече от 100 след изключване на автоцитатите, според базата Scopus). Значителен (повече от 10) е и броят на научните форуми, на които са докладвани представените резултати. Авторефератът е написан съгласно законовите изисквания като отразява прецизно резултатите и приносите на докторантката.

Критични бележки

Категориалният апарат в дисертационния труд е повлиян от англоезични публикации. Липсата на публикувани изследвания на български език по тази тема е ограничаващ фактор. Кандидатката се е постарала да обясни добре и ясно всички понятия и термини. Това допринася за ясно разбиране на съдържанието и на контекста.

Препоръката ми е кандидатката да обърне внимание на терминологичния апарат и да употребява българските варианти на термините или бележки под линия за тяхното точно значение.

Представената автобиографична справка показва, че тя има реален професионален опит в продукционни среди за работа с невронни мрежи в различни предметни области. Представеният труд и съпътстващите публикации показват, че този професионален опит е успешно приложен за научна работа и надграден с изследователски умения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценявам високо и приемам всички приноси и заключения, както са изложени от докторантката в представената дисертация и автореферата. Тематиката е свързана с актуална научна област и има широко практическо приложение в областта на медицината. Предлагам на журито да присъди на Ирина Наскинова образователната и научна степен “Доктор по математика”

София,

Автор на становището:

06.IX.2023 г.

/проф. д-р Велиян Димитров/