

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен
„доктор“

Автор на дисертационния труд: Борислава Любомирова Костова

Тема на дисертационния труд: „Интегриране на 3D принтиране и роботика със съвременни технологии за целите на образованието“

Професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика

Докторска програма „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката“

Рецензент: проф. д-р Таньо Колев Танев, Институт по роботика –БАН

1. Общо описание на дисертационния труд

Дисертационният труд на маг. Борислава Любомирова Костова е посветен на интегрирането на 3D моделиране и 3D принтиране, образователна роботика и изкуствен интелект (ИИ) в различни образователни контексти. Разработката е интердисциплинарна и обединява проблематика от роботиката, компютърно подпомаганото проектиране, адитивните технологии, асистивните технологии и съвременните STEM/STEAM педагогически подходи. Изследването е ориентирано към три групи обучаеми: ученици от общообразователна среда, ученици от профилирано артистично образование и ученици със специални образователни потребности и/или затруднения във фината моторика.

Дисертационният труд е с общ обем от 150 страници (включени са 4 броя приложения) и е оформен в 5 глави. Съдържа заглавна страница; съдържание, увод; изложение; заключение - резюме на получените резултати; приложения и библиография от 140 използвани литературни източника, списък на публикациите по дисертационния труд (4 публикации по темата на дисертационния труд).

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

Дисертационният труд разглежда актуален и обществено значим проблем, свързан с внедряването на съвременни дигитални, роботизирани и асистиращи технологии в образователната практика. Дигитализацията на образованието, развитието на STEAM подходите и бързото навлизане на генеративния изкуствен интелект поставят необходимост от методики, чрез които новите технологии да бъдат интегрирани не само демонстрационно, а като устойчив компонент на учебния процес. Особено съществен е проблемът за преодоляване на технологичната и когнитивната бариера пред учители и ученици при използване на CAD системи и 3D принтиране. Тематиката е особено навременна в контекста на STEAM образованието, персонализираното обучение и необходимостта от по-ефективно включване на ученици с различни интереси и специални образователни потребности. 3D принтирането позволява бързо и икономично създаване на индивидуализирани учебни и асистивни средства, а социалните роботи и ИИ могат да повишат интерактивността и да подпомогнат преподавателя при разработването на учебно съдържание. В дисертацията тези технологии не се разглеждат изолирано, а като взаимно допълващи се компоненти на педагогически сценарий, което е подходяща и практически значима постановка. Разработените решения имат потенциал за прилагане в училища, STEM центрове, ресурсна и терапевтична практика, което определя добра научно-приложна значимост.

3. Степен на познаване на състоянието на проблема

Докторантът демонстрира добро познаване на предметната област и на основните направления, свързани със STEAM образование, образователна роботика, изкуствен интелект в образованието, 3D моделиране и принтиране и асистивни технологии. В първа глава е направен обзор на приложението на разглежданите технологии в общообразователна, артистично профилирана и специална образователна среда. Анализът идентифицира практически ограничения: недостиг на ясни протоколи за интеграция, необходимост от значително време за подготовка на интердисциплинарни уроци, висока входна бариера при усвояване на CAD системи и недостатъчна персонализация на наличните асистивни средства.

Положително оценявам стремежа обзорът да бъде свързан пряко с формулираните разработки. Например анализът на съществуващи решения за автоматизирано 3D моделиране и на подходи за проектиране съвместно с потребителя е използван като основа за предложени итеративен подход и за програмата „pinky“.

В дисертационния труд са посочени 140 използвани литературни източници, като голяма част от тях са публикувани в последните 10 години. По същество те са свързани с темата на дисертацията.

Представеният обзор и библиографска справка, показват, че докторантът добре познава проблема и използваните методи и техники, свързани с темата на дисертацията и интерпретира правилно достиженията в тази област.

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

Избраната методика като цяло съответства на поставената цел и задачи. Тя комбинира инженерно проектиране, разработване на софтуерни средства, 3D прототипиране, педагогически експерименти, анкетни методи, наблюдения и статистическа обработка. Тази комбинация е обоснована от интердисциплинарния характер на изследването и позволява оценка както на техническата реализуемост, така и на образователния ефект.

Като цяло методиката е адекватна на поставените задачи и е довела до резултати, които обосновават формулираните научно-приложни и приложни приноси. Най-силната страна е цикълът „анализ - проектиране - прототипиране - апробация - обратна връзка“, приложен в различни образователни контексти.

5. Обща характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд интегрира 3D принтиране, образователна роботика, социален робот NAO и изкуствен интелект в практически приложими педагогически сценарии. Работата има ясно изразен интердисциплинарен характер и свързва инженерни, роботизирани, педагогически и приложно-технологични аспекти. Разработените протоколи, подходи и програмни средства за автоматизирано 3D моделиране показват стремеж към реална приложимост в училищна среда, а апробацията им в образователен контекст повишава практическата стойност на изследването.

Съществено предимство е и опитът да се анализира не само усвояването на знания, но и ангажираността на учениците, като са разгледани показатели като положителна емоция, усилие при отговаряне, вербално участие, внимание и проследяване на представянето на учителя. В труда е посочено, че за част от тези показатели са установени статистически значими разлики между отделните етапи на учебния час. Това е подходящо за тема, свързана с образователна роботика и STEAM обучение, защото ефектът на такива технологии често се проявява именно чрез мотивация, внимание и участие.

Като положителна страна следва да се отбележи, че при статистическия анализ авторът не се ограничава само с описателно представяне на резултатите, а използва количествени показатели — средни стойности, стандартни отклонения и р-стойности. Това показва стремеж резултатите да бъдат аргументирани не само качествено, но и количествено.

Подходът за създаване и приложение на 3D принтирани устройства предназначени за образователни цели може да се използва за включване на автоматизирано 3D моделиране в различни етапи на училищното образование -

както начално, така и гимназиално, и в различни направления на образованието - общообразователно, профилирано и за ученици със СОП.

Разработена е оригинална AutoCAD-базирана програма за автоматизирано и персонализирано 3D моделиране на пръстени с възможност за директна подготовка за 3D печат, който намалява когнитивната бариера при усвояване на сложни CAD системи.

6. Приноси на дисертационния труд

Формулирани са 2 научно-приложни и 5 приложни приноси.

Приемам формулираните в дисертацията приноси като съответстващи в основната си част на извършената работа. Научно-приложен характер има разработеният и апробиран протокол за STEAM занятие, интегриращ ИИ, 3D отпечатани учебни модели и робот NAO. Приносът е в методическото структуриране на процеса и в проверката му в реална училищна среда, като резултатите подкрепят положителен ефект върху ангажираността на учениците.

Втори съществен научно-приложен принос е предложеният общ подход за автоматизирано създаване на персонализирани 3D отпечатани модели за образователни цели. Той съчетава параметрично моделиране, адаптация към потребителя и инструмента, образователна визуализация, съвместно проектиране и итеративна оценка. Подходът има потенциал за пренасяне към други CAD среди и към други класове образователни и асистивни изделия.

Към приложните приноси отнасям разработената програма „rings/steprings“ за автоматизирано и обучаващо 3D моделиране на пръстени, изследването на параметрите на принтираните модели и пилотното приложение в учебна среда; систематизирането на изискванията към 3D отпечатани помощни устройства за разработването на програмата „pinky“ за автоматизирано създаване на персонализирани модели.

Постигнатите научно-приложни и приложни приноси са полезни и имат практическо приложение. Те показват, че докторантът може да извършва изследователска дейност и да прилага резултатите в конкретни практически разработки.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Резултати от дисертационния труд са отразени в 4 публикации - 3 колективни и една самостоятелна. В колективните публикации, докторантът е първи автор в 2 от тях. Две са публикувани в издания реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация Scopus/ Web of Science. Представените четири публикации покриват минималните изискуеми 30 точки за област 5. Технически науки. Посочени са и забелязани цитирания на част от публикациите.

Публикациите показват, че резултатите от дисертацията са докладвани на широк кръг от научната общност и удовлетворяват изискванията по защита на докторска дисертация.

8. Автореферат

Авторефератът е с обем от 45 страници, като всяка глава от дисертацията е представена накратко и коректно. Представени са основните приноси на дисертационния труд. Авторефератът е представен на български и на английски език. Забелязано е незначително разминаване на броя на публикациите в автореферата на български език (5 бр. публикации) и този на английски език и дисертацията (4 бр. публикации). Вероятно е техническа грешка.

9. Критични бележки и препоръки

Нямам съществени критични забележки.

Някои препоръки:

- Препоръчвам последващо многоцентрово изследване с използване на по-големи извадки с предварително определен размер на извадката и по-стриктно рандомизиране или съпоставяне на групите. Подобна препоръка е предложена и в дисертацията към раздела „Перспективи за бъдещи изследвания“.
- Препоръчвам и бъдещи публикации в научни списания с импакт фактор.

10. Заключение

В заключение, дисертационният труд представлява завършено, актуално и практически ориентирано изследване с принос към приложението на роботиката и 3D технологиите в образованието. Темата е значима, резултатите са приложими, а разработките имат потенциал за разширяване и използване в реална образователна среда. На основание на представения дисертационен труд, постигнатите резултати, формулираните приноси и публикационната дейност давам ПОЛОЖИТЕЛНА ОЦЕНКА и предлагам на уважаемото научно жури да присъди на маг. **Борислава Любомирова Костова** образователната и научна степен „**доктор**“ в професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“.

14.09.2026 г.

Рецензент:

/проф. д-р Таньо Танев/