

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА

на дисертацію Тарасова Нікіти Андрійовича

«Інформаційна технологія формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 – Інформаційні технології

за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології

Актуальність теми. Дисертаційна робота Нікіти Тарасова присвячена вирішенню науково-прикладного завдання створення інформаційної технології формування шрифту Брайля з використанням засобів 3D-моделювання та адитивного виробництва. Проблематика забезпечення доступу до інформації для осіб з порушенням зору залишається надзвичайно актуальною як у технічному, так і в соціальному аспектах. Попри прогрес у сфері цифрової інклюзії, тактильні носії інформації залишаються незамінними в навчальному процесі, орієнтації в просторі та самостійному користуванні публічними сервісами.

Інтенсивний розвиток технологій 3D-друку, поєднаний зі зростанням можливостей програмного забезпечення для створення тривимірних моделей, відкриває нові горизонти для розроблення інноваційних інструментів, спрямованих на підтримку інклюзивного середовища. У цьому контексті дослідження, яке стосується інтеграції методів математичного моделювання, нечіткої логіки, аналізу факторів впливу на якість рельєфно-крапкових зображень, має високу наукову та практичну значущість.

Актуальність теми також підтверджується відповідністю положенням інклюзивної політики Європейського Союзу щодо доступності інформації для осіб з інвалідністю, а також цілям сталого розвитку, зокрема цілі 4 – «Якісна освіта» та цілі 10 – «Зменшення нерівності».

Робота органічно вписується в тематику наукових досліджень, що виконуються в межах освітніх програм Національного університету «Львівська політехніка».

Обґрунтованість наукових положень і їх достовірність. У дисертаційній роботі застосовано сучасний міждисциплінарний підхід, що охоплює методи системного аналізу, математичного моделювання (аналіз ієрархій, семантичні мережі), нечіткої логіки, комп'ютерного зору та прогнозного оцінювання. Значна увага приділена формалізації факторів, які впливають на якість формування рельєфно-крапкових моделей, а також моделюванню їхньої взаємодії в умовах адитивного виробництва.

Обґрунтованість результатів підтверджується розробленням багаторівневих структур логічного виведення, впровадженням методів нечіткої математики для оцінювання якості моделей, а також експериментальним тестуванням на базі спеціалізованих програмних і апаратних засобів. Отримані результати є репрезентативними, адже охоплюють весь цикл формування: від текстового вводу до друку готової тактильної моделі.

Сформульована наукова новизна представленої до захисту дисертації полягає у таких положеннях:

Вперше:

- формалізовано зв'язки між факторами якості формування шрифту Брайля на 3D-моделях у контексті адитивного виробництва з використанням семантичних мереж і логіки предикатів;
- синтезовано багаторівневі моделі пріоритетності впливу факторів із застосуванням методів математичного моделювання, ранжування та оптимізації;
- розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології оцінювання якості формування шрифту Брайля на тривимірних моделях;
- реалізовано повноцінний функціонал генерації STL-моделей з текстом Брайля, у тому числі на основі графічного вводу (PNG/JPEG), з верифікацією відповідності розмірів крапок стандартам.

Удосконалено:

- процес ідентифікації та оцінювання ключових факторів впливу на якість тактильних моделей, а також інтерпретацію їх значення з позицій нечіткої логіки.

Отримало подальший розвиток:

- використання сучасних засобів 3D-моделювання та технологій FDM/SLA/PolyJet/SLS для побудови інклюзивних рішень;
- концепція використання комп'ютерного зору, штучного інтелекту й нейронних мереж для розпізнавання та аналізу якості шрифту Брайля.

Короткий аналіз змісту дисертації. У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, охарактеризовано наукову новизну, практичне значення результатів і засоби їх апробації.

У першому розділі здійснено огляд сучасних інформаційних технологій 3D-моделювання, засобів тривимірної візуалізації та технологій адитивного виробництва, особливу увагу приділено питанням застосування таких засобів для потреб осіб з порушенням зору. Досліджено переваги і недоліки основних

технологій 3D-друку (FDM, SLA, DLP тощо), а також перспективи впровадження штучного інтелекту в інклюзивні системи.

У другому розділі автор детально аналізує фактори, що впливають на якість формування шрифту Брайля: типи принтерів, матеріали, параметри друку, характеристики моделей. Описано методики оцінювання параметрів і визначено ключові залежності між ними.

Третій розділ присвячено побудові семантичної мережі факторів впливу, синтезу багаторівневих моделей, а також формалізації й оптимізації процесів формування шрифту Брайля. Значну увагу приділено використанню методу аналізу ієрархій, вагових коефіцієнтів і нечіткої логіки для побудови пріоритетних моделей впливу.

У четвертому розділі розроблено структурно-функціональну модель інформаційної системи, що дозволяє здійснювати прогнозування якості формованих моделей. Створено базу лінгвістичних змінних, реалізовано нечіткі правила виведення, побудовано функції належності та виконано графічну візуалізацію оцінювальних показників.

У п'ятому розділі представлено інтегровану систему для генерації STL-файлів із текстом шрифту Брайля, яка охоплює увесь життєвий цикл моделі – від тексту до друку. Система реалізує функціонал перевірки відповідності розмірів стандартам, прогнозування якості та генерації альтернатив.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження мають значне практичне значення для розробників інклюзивних освітніх, навігаційних і видавничих рішень. Побудована інформаційна технологія може бути використана для автоматизованого створення тактильних посібників, карт, маркування та адаптивних продуктів. Система враховує фізіологічні обмеження людей з порушенням зору, що дозволяє отримувати моделі, сумісні з вимогами ДСТУ та ISO.

Апробація результатів здійснювалася в межах науково-дослідної діяльності та під час співпраці з навчально-реабілітаційним центром «Левеня». Елементи системи впроваджено в навчальний процес Української академії друкарства (НУ «Львівська політехніка»), зокрема в курсах з 3D-моделювання та мультимедійних технологій.

Повнота висвітлення основних результатів дисертації. Основні наукові результати роботи Нікити Тарасова оприлюднено у 19 публікаціях, серед яких:

- 2 статті у виданнях, індексованих у базі Scopus;
- 4 публікації в зарубіжних наукових журналах;
- 5 публікацій у виданнях, що входять до Index Copernicus;

- 1 публікація у фаховому українському виданні;
- 7 матеріалів конференцій та тез доповідей.

Також частину результатів апробовано в рамках міжнародних конференцій, зокрема у Швеції, Великій Британії, США, Австрії, що свідчить про визнання дослідження в міжнародному науковому середовищі. Загалом, висвітлення результатів є достатнім і відповідає вимогам до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності. Оформлення дисертації відповідає всім встановленим вимогам, зокрема вимогам Наказу МОН України № 40 від 02.01.2017 р. Структура роботи є логічною, кожен розділ завершується висновками, що повністю узгоджуються з викладеним матеріалом. Анотація повно й точно відображає зміст дослідження. Виявлено чітку відповідність між науковими положеннями, наведеними у висновках, і змістом розділів. Текст роботи викладено грамотно, без порушень академічної доброчесності. Посилання на джерела надано коректно, сторонні запозичення без зазначення авторства не виявлені.

Недоліки дисертаційної роботи. Загалом оцінюючи роботу позитивно, слід відзначити декілька побажань і уточнень:

1. У деяких фрагментах (зокрема в описі методів семантичного моделювання) було б доречно навести ілюстративні приклади або фрагменти реалізації алгоритмів для кращого розуміння їх практичного застосування.
2. У четвертому розділі варто чіткіше структурувати розділення між лінгвістичними змінними першого й другого рівнів, з прикладами.
3. Під час опису технологічних параметрів 3D-друку бажано було навести конкретні характеристики обладнання, що використовувалося для друку експериментальних зразків.
4. Було б доцільно представити більшу кількість прикладів із практичного використання розробленої системи для освітніх або навігаційних цілей.

Зазначені зауваження не знижують наукової цінності та практичної значущості дисертаційної роботи і мають суто рекомендаційний характер.

Висновок. Дисертаційна робота Тарасова Нікіти Андрійовича «Інформаційна технологія формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання» за актуальністю, науковою новизною, практичною значущістю, апробацією результатів, обґрунтованістю положень і повнотою висвітлення результатів дослідження є завершеним науковим дослідженням. У роботі розв'язано важливе науково-прикладне завдання розроблення нової інформаційної технології створення тактильних моделей шрифту Брайля для потреб інклюзивного суспільства.

Зміст роботи повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, викладеним у п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 та має вагоме значення для галузі 12 — «Інформаційні технології», спеціальності 126 — «Інформаційні системи та технології».

Вважаю, що її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 – Інформаційні технології за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології.

Рецензент:

доцент кафедри поліграфічних технологій

та паковань

Інституту поліграфії та медійних технологій

Національного університету

«Львівська політехніка»,

кандидат технічних наук, доцент

Роксоляна ЗАЦЕРКОВНА

Підпис доцента Роксоляни Зацерковної завіряю



Микола ЛОГОВИДА

«___» серпня 2025 року