

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

ШЕВЧЕНКА Станіслава Сергійовича

на тему «Інформаційна технологія створення інтерактивних сценаріїв на основі 3D-моделей з навчання спеціалістів з ремонту насосів атомних станцій»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 12
Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Актуальність теми дисертації.

Сучасна енергетична галузь, зокрема атомні електростанції (АЕС), вимагає бездоганної підготовки ремонтного та експлуатаційного персоналу, оскільки ціна людської помилки на таких об'єктах є критично високою. Традиційні методи навчання із застосуванням фізичних макетів є дороговартісними, екологічно неефективними та не завжди здатні відтворити складні нештатні ситуації. Використання інтерактивних 3D-симуляторів є визнаним світовим трендом, проте їх масове впровадження стримується низкою технологічних бар'єрів: високою складністю програмування багатокористувацьких сценаріїв, надмірною деталізацією інженерних CAD-моделей, що перевантажує системи візуалізації, та проблемами мережевої синхронізації в умовах обмеженої пропускної здатності.

У зв'язку з цим, дисертаційна робота С.С. Шевченка, яка присвячена розробці комплексної інформаційної технології створення, верифікації та візуалізації інтерактивних навчальних сценаріїв на основі ієрархічних мереж Петрі (за підходом без написання коду), є своєчасною, науково обґрунтованою та вкрай актуальною для підвищення безпеки та ефективності підготовки кадрів на підприємствах енергетичної галузі України.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. Дістала подальшого розвитку технологія створення інтерактивних навчальних сценаріїв, у межах якої запропоновано модель рольової взаємодії (МРВ) як мережі, заснованої на апараті ієрархічних мереж Петрі. На відміну від існуючих нотацій (напр., BPMN 2.0), це дозволяє автоматизувати верифікацію сценарію (виявлення тупикових ситуацій) ще на етапі його створення.
2. Вперше запропоновано ієрархічну інформаційну модель віртуальних навчальних 3D-моделей, що містить механізм ієрархічного

блокування та фіксації залежностей для уникнення деструктивного каскадного ефекту при змінах.

3. Запропоновано метод автоматичного видалення внутрішньої топології вузлів, який спирається на логіку сценарію і суттєво знижує навантаження на підсистему візуалізації, одночасно захищаючи пропріетарні дані CAD-моделей.
4. Вперше розроблено метод управління обсягом інформації на сцені на основі теорії когнітивного навантаження, що дозволяє динамічно адаптувати симуляцію під визначений рівень складності (шляхом авто-переходів та затінення нерелевантних об'єктів).
5. Вперше розроблено аналітико-параметричний метод реплікації гармонічних станів для мережевої синхронізації, що забезпечує стабільність симуляції при нестабільних каналах зв'язку (напр., 3G/Edge) за рахунок передачі параметрів фізичних законів, а не масивів координат.

Достовірність отриманих наукових результатів забезпечується коректним застосуванням методів теорії графів, апарату мереж Петрі, об'єктно-орієнтованого проектування та математичного моделювання. Ефективність розробленої інформаційної технології підтверджена результатами експериментальних досліджень, що засвідчили скорочення часу виконання операцій слухачами на 30%, а також економію мережевого трафіку на 94% порівняно з традиційними методами.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Шевченка С.С. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Комп'ютерні науки.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «інформаційні технології».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Шевченка Станіслава Сергійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Матеріал викладено логічно, послідовно та доступно. Автор вільно оперує сучасною професійною

термінологією в галузі комп'ютерної графіки, мережових технологій та математичного моделювання. Текст супроводжується якісним ілюстративним матеріалом.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 183 сторінки.

У вступі обґрунтовано актуальність, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, описано наукову новизну та практичне значення.

У першому розділі проведено ґрунтовний аналіз існуючих методів побудови навчальних систем в енергетиці та виявлено їх технологічні бар'єри.

У другому розділі розроблено математичні моделі та методи (інформаційна модель 3D-об'єктів, модель МРВ, методи оптимізації геометрії та параметричної реплікації).

У третьому розділі описано алгоритмічне та програмне забезпечення розробленої системи (архітектуру, No-Code редактор, клієнтський рушій).

У четвертому розділі наведено результати практичної реалізації та експериментальної перевірки розроблених рішень.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 15 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 2 статті у виданнях, віднесених до першого-третього квартилів (Q1–Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 1 патент України на корисну модель.

Також результати дисертації були апробовані на 10 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій є високим, вони повною мірою розкривають зміст дисертації. При підготовці публікацій здобувачем дотримано всіх принципів академічної доброчесності.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. Запропонований аналітико-параметричний метод реплікації гармонічних станів (підрозділ 2.4) демонструє високу ефективність для зниження мережевого трафіку при моделюванні вібрацій та обертань. Проте в роботі недостатньо розкрито питання того, яким

чином система обробляє раптові, негармонічні фізичні аномалії (наприклад, миттєве заклинювання ротора з пластичною деформацією деталей), які складно описати аналітичними функціями на стороні клієнта, і як це впливає на механізм серверного арбітражу.

2. Експериментальна оцінка ефективності (Розділ 4) проводилася на прикладі регламентного розбирання 8-ступеневого відцентрового насоса ЦНС. Було б доцільно навести інформацію щодо того, чи потребує розроблена Модель Рольової Взаємодії (МРВ) суттєвого переналаштування алгоритмів при переході до принципово інших класів енергетичного обладнання (наприклад, електротехнічних шаф управління).
3. Щодо програмної реалізації клієнтського рушія, дисертант пропонує використовувати JSON-маніфест для розгортання сценаріїв. Хоча такий підхід є гнучким, у тексті роботи варто було б приділити більше уваги оцінці обчислювального навантаження (CPU/Memory overhead) на мобільні пристрої базового рівня під час початкового парсингу та інстанціювання графа, якщо сценарій міститиме тисячі мікро-станів та переходів.
4. Запропонований метод автоматичного видалення внутрішньої топології (підрозділ 3.2.2) є вдалим рішенням для захисту пропрієтарних CAD-даних та зниження навантаження на рендеринг. Водночас, залишається не до кінця зрозумілим алгоритм дій для деталей із напівпрозорими корпусами або захисними решітками, де внутрішня топологія є візуально необхідною для навчання, але все одно потребує алгоритмічного захисту від реверс-інжинірингу.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії ШЕВЧЕНКА Станіслава Сергійовича на тему «Інформаційна технологія створення інтерактивних сценаріїв на основі 3D-моделей з навчання спеціалістів з ремонту насосів атомних станцій» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для інформаційних технологій. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в 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.

Здобувач ШЕВЧЕНКО Станіслав Сергійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент:

доцент кафедри

комп'ютеризованих систем управління

Національного університету кораблебудування

імені адмірала Макарова МОН України,

кандидат технічних наук, доцент / _____ /
(підпис)

Андрій ТОПАЛОВ

М.П. «____» _____ 2026 року