

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”

к.т.н., доцент

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



“28” лютого 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 9 від 20.02.2024 р. розширеного засідання
кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем:

декан факультету прикладної математики, д.т.н., професор Дичка І. А.;
д.т.н. завідувач кафедри, д.т.н., доцент Сулема Є. С.; професор, д.т.н.,
Легеза В. П.; доцент, к.т.н., доцент Заболотня Т. М.; доцент, к.т.н.,
Люшенко Л. А.; доцент, к.т.н., доцент Нещадим О. М.; доцент, к.т.н.,
Онай М. В.; доцент, к.т.н., доцент Олещенко Л. М.; доцент, к.т.н. Рибачок Н. А.;
доцент, к.т.н., доцент Саяпіна І. О.; доцент, к.е.н., Ткаченко К. О.; доцент, к.т.н.
Ткаченко О.А.; доцент, к.т.н. Шкурат О. С.; доцент, к.т.н., доцент
Юрчишин В. Я.; старший викладач, к.т.н. Хіцко Я. В.; старший викладач
Сущук-Слюсаренко В.І.; доктор філософії Дичка А. І., доктор філософії Юсин Я.
О.; асистент Дрозденко Л. В.; аспірант Бурчак П. В.; аспірант
Жикін Ю. С. аспірант Ільїн М. О.; аспірант Лук'янець М. О.; аспірант
Кравчук А. А.; аспірант Гулько Д. Т.; аспірант Перегуда Я. І.

- запрошені експерти:

декан ФПМ, д.т.н., професор Дичка І. А.; декан ФІОТ, д.т.н., професор
Корнага Я. І. ; завідувач кафедри інформатики та програмної інженерії, д.т.н.,
професор Жаріков Е. В.; в.о. завідувача кафедри інженерії програмного

забезпечення в енергетиці, д.т.н., професор Коваль О. В.; професор кафедри інформаційних систем та технологій, д.т.н., професор Дорошенко А. Ю., декан ФІТ д.т.н., професор Говорущенко Т. О.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем Песчанського Владислава Юрійовича за матеріалами дисертаційної роботи “Алгоритмічне та програмне забезпечення технології цифрових двійників медико-біологічних об'єктів”, поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань Інформаційної технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Освітньо-наукова програма Інженерія програмного забезпечення.

Тему дисертаційної роботи “Алгоритмічне та програмне забезпечення технології цифрових двійників медико-біологічних об'єктів” затверджено на засіданні Вченої ради факультету прикладної математики (протокол № 04 від “28” жовтня 2019 року).

Науковим керівником затверджена д.т.н., доцент Сулема Є. С.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

- д.т.н., професор Дорошенко А. Ю.; к.т.н., доцент Люшенко Л. А.; д.т.н., професор Жаріков Е. В.; д.т.н., професор Коваль О. В.; к.т.н., доцент Олещенко Л. М.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

- д.т.н., професор Коваль О. В.; д.т.н., професор Дорошенко А. Ю.; к.т.н., доцент Люшенко Л. А.; д.т.н., професор Жаріков Е. В.; д.т.н., професор Дичка І.А.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Стрімкий розвиток ІТ, штучного інтелекту та глибинного навчання створює умови для вдосконалення та впровадження технології цифрових двійників у різні галузі, зокрема промисловість, логістику, енергетику, медицину й освіту. Цифрові двійники є динамічними моделями реальних фізичних об'єктів, процесів чи систем, які оновлюються в реальному часі на підставі фактичних

даних, що дає змогу глибоко аналізувати, моделювати й прогнозувати реальні об'єкти або процеси, підвищуючи ефективність та якість прийняття рішень.

Проте більшість наявних програмних систем для роботи з цифровими двійниками є вузькоспеціалізованими і не забезпечують універсальних інструментів для створення цифрових двійників довільних об'єктів, що ускладнює їх широке впровадження. Водночас поява концепції мультимедіа, яка інтегрує різноманітні мультимодальні дані з VR/AR-технологіями, дозволяє створювати ще більш реалістичні й адаптивні цифрові двійники.

Тож нагальною задачею є розроблення універсальних підходів та програмних рішень для оброблення темпоральних мультимодальних даних, що дасть змогу адаптувати технологію цифрових двійників до потреб різноманітних предметних галузей, включно з медициною й освітою.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дослідження за темою дисертаційної роботи провадилися у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» на кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем в рамках виконання держбюджетної науково-дослідної роботи «Математичні та програмні методи оброблення мультимодальних даних моніторингу медико-біологічних об'єктів для діагностики стану здоров'я пацієнтів» (номер державної реєстрації 0120U102134).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації одержані такі нові наукові результати:

- 1. Уперше** розроблено узагальнену архітектуру програмної системи для створення і використання цифрових двійників медико-біологічних об'єктів, характерними рисами якої є поєднання мультимодальних темпоральних даних у форматі, який підтримує двосторонню інтеграцію з фізичним об'єктом через давачі, актуатори та інші програмно-апаратні засоби, що надає можливість перейти від фрагментарного оброблення окремих типів даних до цілісної моделі, яка може оновлюватися в реальному часі.
- 2. Уперше** розроблено метод синхронізації темпоральних мультимодальних даних, характерною рисою якого є поєднання відео та аудіо у єдиний потік даних, що забезпечує узгодження даних різної модальності та, у такий спосіб, спрощує процес створення цифрового двійника медико-біологічного об'єкта на основі даних, які надходять з давачів різних типів.
- 3. Уперше** розроблено метод семантичного аналізу для виявлення кореляцій між наборами даних та прогнозування поведінки програмно-апаратних компонентів цифрового двійника, характерними рисами якого є застосування графових баз даних та алгоритмів машинного навчання, що дає змогу об'єднувати дані з різних джерел (пацієнти, пристрої, записи) в єдину онтологічну модель, що забезпечує автоматизоване виявлення залежностей у даних про медико-

біологічний об'єкт, а також надає інструменти для прогнозування стану програмно-апаратного забезпечення цифрового двійника.

4. **Удосконалено** теоретичні засади оброблення просторово-часових параметрів медико-біологічного об'єкта для побудови його цифрового двійника, що полягає у застосуванні тривимірних згорткових нейронних мереж (3D-CNN) та рекурентних архітектур для оброблення відео- та аудіоданих та, на відміну від відомих підходів, дає змогу забезпечити комплексний аналіз динамічних змін структури та функціонування медико-біологічного об'єкта з врахуванням його індивідуальних анатомічних особливостей та динаміки.
5. **Уперше** розроблено архітектурні шаблони проектування для розроблення програмних систем на основі цифрових двійників медико-біологічних об'єктів, які, на відміну від відомих, орієнтовані на оперування складними наборами мультимодальних темпоральних даних, інтегрованих у єдину семантичну модель, що дає змогу спростити процес розроблення, обслуговування та масштабування медичних програмних систем.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

- Теоретичне значення результатів роботи полягає в удосконаленні технології розроблення спеціалізованого класу прикладного програмного забезпечення – медичних інформаційних систем, на основі технології цифрових двійників.
- Практичне значення результатів роботи полягає у підвищенні ефективності процесів проектування медичних інформаційних систем на основі технології цифрових двійників за рахунок застосування запропонованого у дисертаційній роботі алгоритмічно-програмного забезпечення.

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні результати дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на наукових конференціях:

1. Тринадцята наукова конференція магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютинг (ПМК'2020)». Київ. 18 - 20 листопада 2020 р. Збірник тез доповідей Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського». Київ: Просвіта. – 2020. – С. 233-236.
ISBN 978-617-7010-14-1
2. П'ятнадцята наукова конференція магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютинг (ПМК'2022)», Київ, 16 - 18 листопада 2022 р. Збірник тез доповідей Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського», Київ: Просвіта. – 2022. – С. 416-420.
ISBN 978-617-7010-14-1

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Дички А. І. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових публікацій, у тому числі:

- 4 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю;
- 2 тез виступів на наукових конференціях.

1. Песчанський В.Ю., Сулема Є.С. Проектування архітектури програмної системи для створення цифрових двійників медико-біологічних об'єктів. «Системні технології». 2023. № 5 (148). С. 62-70. DOI: 10.34185/1562-9945-5-148-2023-06
Здобувачем запропоновано основні критерії для проектування архітектури програмної системи для створення цифрових двійників медико-біологічних
2. Песчанський В.Ю., Сулема Є.С. Методи створення цифрових двійників медико-біологічних об'єктів на прикладі отоларингології. «Системні технології». 2023. № 6 (149). С. 3-10. DOI: 10.34185/1562-9945-6-149-2023-01
Здобувачем порівняно методи для збору та оброблення даних медико-біологічних об'єктів для їх подальшого використання при побудові цифрового двійника
3. Песчанський В.Ю., Сулема Є.С. Метод синхронізації темпоральних мультимодальних даних для створення цифрового двійника гортані. «Системні технології». 2024. № 5 (154). С. 137-145. DOI: 10.34185/1562-9945-5-154-2024-14
Здобувачем запропоновано метод синхронізації темпоральних мультимодальних даних на основі нормалізації відео та аудіо потоків з подальшим кореляційним аналізом
4. Песчанський В.Ю., Сулема Є.С. Архітектурні принципи забезпечення верифікації та якості системи створення цифрових двійників медико-біологічних об'єктів. «Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки». 2024. Том 345 № 6(2). С. 158-164. DOI: 10.31891/2307-5732-2024-345-6-24
Здобувачем запропоновано узагальнену архітектуру програмної системи для створення і використання цифрових двійників медико-біологічних об'єктів, характерними рисами якої є поєднання мультимодальних темпоральних даних у форматі, який підтримує двосторонню інтеграцію з фізичним об'єктом через давачі, актуатори та інші програмно-апаратні засоби

5. Песчанський В.Ю., Сулема Є.С. Відтворення тривимірної моделі об'єкту на основі набору зображень. Тринадцята наукова конференція магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютинг (ПМК'2020)». Київ. 18 - 20 листопада 2020 р. Збірник тез доповідей Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського». Київ: Просвіта. – 2020. – С. 233-236.
ISBN 9786177010-14-1

Здобувачем запропоновано метод відтворення тривимірної моделі об'єкту на основі набору зображень за рахунок виявлення та співставлення наборів ключових точок на наборі зображень з подальшою тріангуляцією для визначення просторових координат

6. Песчанський В.Ю., Сулема Є.С. Алгоритм зчитування та аналізу даних медико-біологічних об'єктів у форматі PDF на основі оптичного розпізнавання символів. П'ятнадцята наукова конференція магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютинг (ПМК'2022)», Київ, 16 - 18 листопада 2022 р. Збірник тез доповідей Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т ім. Ігоря Сікорського», Київ: Просвіта. – 2022. – С. 416-420.
ISBN 978-617-7010-14-1

Здобувачем запропоновано алгоритм зчитування та аналізу даних медичних і біологічних об'єктів із PDF-файлів, заснований на оптичному розпізнаванні символів, який поєднує використання нейронної мережі для спрощення розпізнавання символів із подальшим синтаксичним аналізом отриманих даних та побудовою абстрактного синтаксичного дерева

Якість та кількість публікацій відповідають “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.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Песчанського В.Ю. “Алгоритмічне та програмне забезпечення технології цифрових двійників медико-біологічних об'єктів”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПП ім. Ігоря Сікорського Інженерія програмного забезпечення зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Алгоритмічне та програмне забезпечення технології цифрових двійників медико-біологічних об’єктів”, подану Песчанським Владиславом Юрійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

– завідувач кафедри інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., професор **Жаріков Едуард В’ячеславович**.

Рецензенти:

– професор кафедри інформаційних систем та технологій КПІ ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., професор **Дорошенко Анатолій Юхимович**;

– в.о. завідувача кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці КПІ ім. Ігоря Сікорського, д.т.н., професор **Коваль Олександр Васильович**.

Офіційні опоненти:

– завідувач кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету “Львівська політехніка”, д.т.н., професор **Литвин Василь Володимирович**;

– декан факультету інформаційних технологій Хмельницького національного університету, д.т.н., професор **Говорущенко Тетяна Олександрівна**.

Головуючий на засіданні
професор кафедри програмного
забезпечення комп’ютерних систем,
д.т.н., професор

Віктор ЛЕГЕЗА

Вчений секретар
кафедри програмного
забезпечення комп’ютерних систем,
к.т.н., доцент

Любов ОЛЕЩЕНКО