

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації**

Куцмана Владислава Вікторовича

«Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»

Дисертаційна робота Куцмана Владислава Вікторовича «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» виконана на кафедрі комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету. «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі» затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету 25.10.2017 року, протокол № 3.

Для підготовки Висновку про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Куцмана Владислава Вікторовича «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі» Вченою радою Вінницького національного технічного університету (протокол № 01 від 30.08.2021 року) визначено, що попередня експертиза дисертації проводитиметься на кафедрі комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету, та призначено двох рецензентів:

1. професора кафедри обчислювальної техніки, д.т.н., професора Мартинюк Тетяну Борисівну;
2. доцента кафедри захисту інформації, к.т.н., доцента Куперштейна Леоніда Михайловича.

В результаті аналізу результатів виконання здобувачем ступеня доктора філософії, Куцманом Владиславом Вікторовичем: освітньо-наукової роботи, індивідуального плану, розгляду, опрацювання теоретичних та практичних положень дисертаційного дослідження, поданих до розгляду наукових публікацій за темою дисертації, а також за підсумками проведення фахового семінару, який відбувся на розширеному засіданні кафедри комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету (протокол № 1мк від 07.09.2021 р.), визначено наступне.

1. Актуальність теми та її зв'язок з планами наукових робіт установи

Основний зміст роботи складають результати досліджень, що проводились на кафедрі комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету у ході виконання науково-дослідних робіт:

– кафедральної теми 22 К1 «Моделі, методи, технології та пристрої інтелектуальних інформаційних систем управління, економіки, навчання та комунікацій» (2016-2018 р.), при виконанні якої автор брав участь як виконавець,

– кафедральної теми 22 К1 «Розробка спеціалізованих засобів штучного інтелекту на основі інтелектуального аналізу даних та машинного навчання» (2019-2021 р.); при виконанні якої автор брав участь як виконавець окремих підрозділів.

2. Формулювання наукового завдання, нове розв'язання якого отримано в дисертації

– провести класифікацію та порівняльний аналіз відомих методів динамічної ідентифікації підписів, виявити недоліки та запропонувати шляхи їх усунення.

– вдосконалити структурну організацію спайкінгової нейронної мережі для використання у задачі ідентифікації підпису.

– розробити метод динамічної ідентифікації підписів з використанням спайкінгових нейронних мереж,

– запропонувати набір динамічних параметрів підпису, робастних до внутрішньоперсональної варіабельності та чутливих до міжперсональної варіабельності.

– дослідити та кількісно оцінити внутрішньоперсональну та міжперсональну варіабельність запропонованих динамічних параметрів підпису.

– оцінити достовірність методу динамічної ідентифікації підписів з використанням спайкінгових нейронних мереж, використовуючи дані комп'ютерного моделювання процесу ідентифікації з використанням загальновідомих референтних баз даних підписів.

3. Наукові положення, які розроблені особисто дисертантом, та їх новизна:

– вперше запропоновано метод динамічної ідентифікації підписів, в якому завдяки використанню спайкінгової нейронної мережі відсутнє перетворення динамічних параметрів підпису у вектор статичних ознак, що дозволило збільшити достовірність та швидкодію ідентифікації підпису;

– удосконалено структурну організацію спайкінгової нейронної мережі для використання у задачі ідентифікації підпису за рахунок введення по два вихідних нейрона на кожен еталонний підпис, що дозволило навчати нейронну мережу не тільки на справжніх підписах, а і на майстерно підроблених і тим самим збільшило достовірність ідентифікації підпису;

– удосконалено склад використовуваного набору динамічних параметрів підпису, які є інваріантними до масштабу, зсуву та повороту підпису відносно планшету, що дозволило збільшити достовірність ідентифікації підпису;

– встановлено ступінь внутрішньоперсональної та міжперсональної варіабельності динамічних параметрів підпису, що дозволило зробити висновок про кращу робастність запропонованого набору динамічних параметрів підпису до внутрішньоперсональної варіабельності та їх кращу чутливість до

міжперсональної варіабельності підпису, що в підсумку покращує їх представимість та роздільність і тим самим збільшує достовірність процесу ідентифікації підпису.

4. Практичне значення дисертаційної роботи

Полягає у тому, що розроблено інформаційну технологію та алгоритм ідентифікації підписів, проведено комп'ютерне моделювання та експериментальні дослідження процесу ідентифікації підписів, що дозволило:

- розробити структурно-функціональну схему спайкінгової нейронної мережі для використання у задачі ідентифікації підпису, яка містить по два вихідних нейрона на кожен еталонний підпис;
- кількісно оцінити робастність запропонованих динамічних параметрів підпису до внутрішньоперсональної варіабельності підпису та чутливість запропонованих динамічних параметрів підпису до міжперсональної варіабельності підпису;
- розробити програмні засоби динамічної ідентифікації підпису;
- отримати результати комп'ютерного моделювання динамічної ідентифікації підпису;
- отримати результати експериментальних досліджень програмних засобів динамічної ідентифікації підпису, визначити числові значення достовірності їх роботи та порівняти із кращими відомими методами динамічної ідентифікації підпису.

5. Використання результатів роботи

Окремі теоретичні результати дисертаційної роботи використовуються в учбовому процесі на кафедрі КН (комп'ютерних наук) ВНТУ в рамках спеціальності «Комп'ютерні науки» при викладанні таких дисциплін, як: «Сучасні парадигми штучних нейронних мереж» (бакалаврат), «Нейромережеві методи штучного інтелекту» (магістратура) та «Нейромережеві моделі та технології обчислювального інтелекту» (аспірантура).

Саме ці результати дисертаційного дослідження, що націлені на розв'язання конкретних задач розроблення та використання ідентифікації підписів в реальних умовах, передані для впровадження у ТОВ «УЛФ-ФІНАНС», що засвідчено відповідними актами.

6. Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора

[1] В. В. Куцман, та О. К. Колесницький, «Верифікація та розпізнавання підпису як багатопараметричного процесу на основі спайкінгової нейронної мережі», *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*, том 50, № 1, с. 36–44, 2021.

Запропоновано метод динамічної ідентифікації підписів, у якому використовується спайкінгова нейронна мережа, удосконалено структурну організацію спайкінгової нейронної мережі для використання

у задачі ідентифікації підпису за рахунок введення по два вихідних нейрона на кожен еталонний підпис.

- [2] В. В. Куцман, О. К. Колесницький, та І. К. Денисов «Дослідження внутрішньоопераціональної та міжопераціональної варіабельності динамічних параметрів підпису у процесі їх ідентифікації», *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*, vol. 40, № 2, с. 15-20, 2020

Запропоновано набір із 3 динамічних параметрів підпису, які є інваріантними до масштабу, зсуву та повороту підпису відносно планшету, кількісно оцінено робастність запропонованих динамічних параметрів підпису до внутрішньоопераціональної варіабельності підпису та чутливість запропонованих динамічних параметрів підпису до міжопераціональної варіабельності підпису.

- [3] V. Kutsman, and O. Kolesnytskyj «Dynamic handwritten signature identification using spiking neural network», *Informatyka, Automatyka, Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska – IAPGOS (Informatics, Control, Measurement in Economy and Environmental Protection)*, Vol 11, No 3, pp. 34-39, 2021.

Висвітлено результати комп'ютерного моделювання динамічної ідентифікації підпису та результати експериментальних досліджень програмних засобів динамічної ідентифікації підпису, визначити числові значення достовірності їх роботи та порівняно із кращими відомими методами динамічної ідентифікації підпису.

- [4] O. K. Kolesnytskyj; V. V. Kutsman; K. Skorupski; and M. Arshidinova «Neurocomputer architecture based on spiking neural network and its optoelectronic implementation», *Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019*, 1117609 (6 November 2019); doi: 10.1117/12.2536607. (Scopus)

Запропоновано архітектурні принципи побудови нейрокомп'ютерів на основі спайкінгових нейронних мереж та їх апаратну реалізацію на оптоелектронній елементній базі.

7. Апробація матеріалів дисертації.

- [1] О. К. Колесницький, та В. В. Куцман «Розпізнавання багатоканальних сигналів за допомогою спайкінгових нейронних мереж», на Одинадцята міжнародна науково-практична конференція «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2018» (ІОН-2018), Вінниця, 2018, с. 212-213.

- [2] О. Колесницький, та В. Куцман «Архітектурні принципи побудови спайкінгових нейрокомп'ютерів та варіанти їх апаратної реалізації», на XII Міжнародна науково-практична конференція «ІНТЕРНЕТ-ОСВІТА-НАУКА-2020» (ІОН-2020), Вінниця, 2020, с. 105-106. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/allvntu/index/pages/view/zbirn2020>
Дата звернення: Черв. 2021.

- [3] В. В. Куцман, та О. К. Колесницький «Інформаційна технологія динамічної ідентифікації підпису на основі спайкінгової нейронної мережі» в Матеріали конференції «Молодь в науці: дослідження,

проблеми, перспективи (МН-2019)», Вінниця, 2019. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2019/paper/viewFile/13395/1249> Дата звернення: Черв. 2021

- [4] В. В. Куцман, А. О. Переродов, та О. К. Колесницький «Класифікація банківських текстів на основі згорткової нейронної мережі», на XXIV Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь в XXI столітті», Зб. матеріалів форуму. Т. 5. Харків: ХНУРЕ, с.189-190, 2020.

8. Відповідність змісту дисертації спеціальності, за якою вона подається до захисту

Дисертаційна робота відповідає освітньо-науковій програмі ВНТУ «Комп'ютерні науки» зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

9. Відповідність дисертації вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

Дисертаційна робота Куцмана Владислава Вікторовича «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» є завершеною науковою працею, в якій отримано нові обґрунтовані результати. Дисертаційну роботу виконано на достатньо високому рівні, її результати мають наукову новизну і практичну цінність. Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в наукових фахових виданнях, оприлюднювались на науково-практичних конференціях. Дисертаційне дослідження відповідає обраній темі, розкриває її та підтверджує, що автором вирішено поставлені у роботі завдання. Здобувачем дотримано вимоги академічної доброчесності та не допущено її порушень під час дослідження. За змістом дисертаційна робота, її науково-прикладні результати та висновки відповідають галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

ВИСНОВОК

Ознайомившись із дисертацією Куцмана В. В. «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі», та науковими публікаціями, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, а також взявши до уваги підсумки фахового семінару, вважаємо, що:

1. Дисертаційна робота Куцмана В. В. «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі» відповідає спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».
2. Куцманом В. В. опубліковано по темі дисертації 8 наукових праць, які розкривають основний зміст дисертації, відображають наукову новизну отриманих результатів і відповідають вимогам пунктів 9, 11, 12 Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії.
3. Дисертаційна робота Куцмана В. В. «Динамічна ідентифікація підпису на

основі спайкінгової нейронної мережі» відповідає вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 9, 10, 11, 12 Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії.

4. Рекомендувати Вченій раді Вінницького національного технічного університету розглянути у якості опонентів дисертації Куцмана В. В. «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі» таких учених:

Цмоць Іван Григорович – доктор технічних наук, професор кафедри автоматизованих систем управління, Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Національного університету «Львівська політехніка» (м.Львів).

Литвиненко Володимир Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету (м.Херсон).

5. Дисертація Куцмана В. В. «Динамічна ідентифікація підпису на основі спайкінгової нейронної мережі» може бути рекомендована до захисту на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Рецензент:

професор кафедри
обчислювальної техніки, доктор
технічних наук, професор



Т.Б. Мартинюк

Рецензент:

доцент кафедри захисту
інформації, кандидат технічних
наук, доцент



Л.М. Куперштейн

20 вересня 2021 р.



Підпис
ПОСВІДЧУЮ
Зав. канцелярією

Т.Б. Мартинюк Л.М. Куперштейн

