

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

**«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ»  
(ПІКТ – 2023)**

**Праці XII-ї Міжнародної науково-практичної конференції**

**ЧЕРНІВЦІ  
10 – 12 ЛИСТОПАДА, 2023**

## ЗМІСТ

<b>ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ.....</b>	<b>10</b>
<b>МЕЛЬНИЧУК С.В., ВОРОБЕЦЬ Г.І.....</b>	<b>10</b>
КОМПЮТЕРНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ В ЧНУ – 35 РОКІВ	
<b>СОПРОНЮК Ф.О., СОПРОНЮК О.Л.....</b>	<b>11</b>
ВЕЙВЛЕТІ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В АЛГОРИТМАХ ОБРОБКИ ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ	
<b>ВОРОБЕЦЬ Г.І.....</b>	<b>16</b>
ВИКЛИКИ І ПЕРСПЕКТИВНІ РІШЕННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ СУЧАСНИХ ЕКОСИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ І КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ	
<b>ДЕЙБУК В.Г.....</b>	<b>17</b>
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ЗВОРОТНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА КВАНТОВОГО КОМП'ЮТИНГУ В ЧЕРНІВЕЦЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ: 2008-2023. ПІДСУМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	
<b>БАЛОВСЯК С.В., БОРЧА М.Д., КРОЙТОР О.П., ОДАЙСЬКА Х.С., ФОДЧУК І.М.....</b>	<b>17</b>
МЕТОДИ ОРІЄНТОВАНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ У ПРОСТОРОВІЙ І ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТЯХ	

## СЕКЦІЯ

<b>МАТЕМАТИЧНІ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ, ОПТИМІЗАЦІЇ, ТЕОРІЇ ІГОР, ПРАКТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ЧУТЛИВОСТІ.....</b>	<b>26</b>
<b>DRIN Y., DRIN I., DRIN S.....</b>	<b>26</b>
A MANY-POINTED PROBLEM BY $t$ FOR DIFFUSION EQUATION	
<b>ХОМЕНКО М. П., ВИВРОТ Т. М.....</b>	<b>28</b>
СТРУКТУРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ $\mathcal{N}$ -ГРАФІВ	
<b>ТИМОФІЄВА Н.К.....</b>	<b>30</b>
КОМБІНАТОРНА ОПТИМІЗАЦІЯ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ПІДКЛАСИ РОЗВ'ЯЗНИХ ЗАДАЧ	

## СЕКЦІЯ

<b>СТОХАСТИЧНІ ДИНАМІЧНІ СИСТЕМИ: ТЕОРІЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ...33</b>	<b>33</b>
<b>КИРИЧЕНКО Є.О., МАЛИК І.В.....</b>	<b>33</b>
ВИКОРИСТАННЯ ПОДВІЙНИХ СТОХАСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ В BIG DATA	

## СЕКЦІЯ

<b>ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ І ТЕОРІЯ ПРОГРАМУВАННЯ .....</b>	<b>36</b>
<b>CERVAC P., LASCO V., ROSCA N., LUNGU I., FRATAVCHAN V.....</b>	<b>36</b>
SYSTEM FOR IDENTIFYING AND LOCATING SOURCES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION	

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ЗВОРОТНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА КВАНТОВОГО КОМП'ЮТИНГУ В ЧЕРНІВЕЦЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ: 2008-2023. ПІДСУМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

*В роботі проаналізовано підсумки за останні п'ятнадцять років та перспективи розвитку проблем зворотних обчислень та квантового комп'ютингу. Зроблено огляд робіт співробітників кафедри КСМ з даної тематики. Особливу увагу приділено логічному аналізу та оптимальному синтезу зворотних цифрових пристроїв на основі методів штучного інтелекту. Показано досягнення в області фізичного моделювання характеристик зворотних/квантових пристроїв.*

Основні ідеї квантових обчислень були сформульовані більше 40 років, що дозволило створити потужні квантові комп'ютери. В свою чергу квантова теорія інформації є новим міждисциплінарним напрямком досліджень, побудованим на ідеях теорії обчислень та теоретичної фізики. Важливим є той факт, що всі квантові процеси є зворотними, тому побудова довільного пристрою для квантового комп'ютингу вимагає розробки зворотної логіки. В Чернівецькому національному університеті ім. Ю.Федьковича на кафедрі комп'ютерних систем та мереж такі дослідження розпочалися з 2008р. За цей час було вперше запропоновано нові схемотехнічні рішення різноманітних обчислювальних пристроїв зворотної логіки на основі використання еволюційних методів штучного інтелекту. Значним доробком стали синтезовані зворотні обчислювальні пристрої трійкової логіки, які за своїми характеристиками перевищують відомі світові аналоги. Разом із колегами з кафедри електроніки ЧНУ було проведено ґрунтовні дослідження фізичних моделей відмовостійких квантових гейтів та пристроїв на їх основі. Останнім часом на кафедрі почалися дослідження онлайн та офлайн тестування спроектованих зворотних/квантових пристроїв шифрування інформації з використанням нових можливостей доступу до квантових комп'ютерів (IBM Quantum). На кафедрі КСМ вперше в Україні було розроблено спецкурс «Основи квантового комп'ютингу» для магістрів, щороку виконуються кваліфікаційні роботи за даною тематикою, ведеться співпраця з провідними світовими вченими, внаслідок чого було опубліковано більше 50 робіт в провідних українських та міжнародних виданнях, зроблені доповіді на міжнародних конференціях.

**МЕТОДИ ОРІЄНТОВАНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ У ПРОСТОРОВІЙ І ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТЯХ**

*Описано методи орієнтованої фільтрації зображень у просторовій і частотній областях, які засновані на згортці зображень із орієнтованим ядром фільтра, а також на вейвлет-фільтрації. Як ядро фільтра використано орієнтований двовимірний розподіл Гауса. Напрямок ядра визначається через орієнтацію головної осі інерції для контуру*

зображення в межах вікна. Орієнтована фільтрація зображень у частотній області виконана з використанням перетворення Фур'є. У випадку вейвлет-фільтрації окремо оброблялися вертикальні, горизонтальні та діагональні вейвлет-коефіцієнти. Показано, що орієнтована фільтрація зображень дозволяє видаляти на зображеннях шум при допустимому розмітті контурів.

Важливим етапом попередньої обробки зображень є видалення різноманітних шумів і дефектів, що дозволяє значно підвищити ефективність наступних етапів їх обробки й аналізу: візуалізації, сегментації, морфологічного оброблення, розпізнавання, підготовки до якісного фотодруку, стиснення та ін. Для видалення шумів і дефектів на зображеннях застосовуються методи фільтрації у просторовій і частотній областях [1-3]. Така фільтрація застосовується, зокрема, перед розпізнаванням зображень у системах комп'ютерного зору або перед візуальним сприйняттям їх людиною. Більшість методів фільтрації є неорієнтованими, тобто виконують фільтрацію сигналу однаково в усіх напрямках. Наприклад, низькочастотний фільтр Гауса забезпечує зменшення рівня шумів, але при цьому частково пошкоджує і корисний сигнал. Так само інші фільтри з неорієнтованим ядром згладжують корисний сигнал на зображенні, особливо в ділянках контурів. Тому в даному дослідженні розглянуто методи орієнтованої фільтрації зображень в просторовій і частотній областях, які дозволяють видаляти шуми і дефекти зображень при збереженні чіткості контурів.

Орієнтована фільтрація зображень [2-4] реалізується, зокрема, такими методами:

1. Згортка зображення з орієнтованим ядром фільтра у просторовій області.
2. Згортка зображення з орієнтованим ядром фільтра у частотній області.
3. Вейвлет-фільтрація.

Залежно від використаного ядра фільтра розрізняють низькочастотну, високочастотну, режекторну та смугову фільтрації.

При програмній обробці цифрове зображення у відтинках сірого (розміром  $M \times N$  пікселів) записується у вигляді прямокутної матриці  $f = (f(i, k))$ , де  $i = 1, \dots, M, k = 1, \dots, N$ . Для кольорових зображень їх математична модель складніша, оскільки для кожного каналу кольору (червоного, зеленого, синього) в моделі RGB створюється окрема двовимірна матриця. Кольорові зображення записуються у матрицю  $f_{RGB} = (f_{RGB}(i, k, c))$ , де  $i = 1, \dots, M; k = 1, \dots, N; c = 1, 2, 3; M, N$  – розміри зображення;  $c$  – канал кольору:  $c = 1$  – червона складова (Red),  $c = 2$  – зелена складова (Green),  $c = 3$  – синя складова (Blue).

На більшості цифрових зображень переважають адитивний білий гаусів шум (спрощено – гаусів шум) з середнім квадратичним відхиленням (СКВ)  $\sigma_N$  та імпульсний шум [5, 6].

Результати фільтрації оцінюються якісно (як візуальна якість зображення) або за об'єктивними критеріями якості зображень: середньою квадратичною похибкою, коренем середньої квадратичної похибки, співвідношенням сигнал/шум, піковим співвідношенням сигнал/шум. Значення середньої квадратичної похибки MSE обчислюються за формулою

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N [f(i, k) - g(i, k)]^2, \quad (1)$$

де  $f$  – початкове цифрове зображення;  $g$  – зображення після фільтрації.

Розглянемо детальніше метод, заснований на згортці початкового зображення з орієнтованим ядром фільтра у просторовій області [4]. У результаті такої операції згортки фільтрація зображення в основному відбувається вздовж напрямку контуру, тому чіткість контурів зберігається. Методи орієнтованої фільтрації зображень відносно просто реалізуються у випадку, якщо напрям згортки відомий і незмінний для всього зображення, оскільки тоді для згортки всіх пікселів зображення використовується одне