

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації Кондратьєва Сергія Борисовича на тему «Методи
удосконалення карти глибин для систем технічного зору»,
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки,
в галузі знань 12 – Інформаційні технології**

1. **Актуальність теми дисертаційної роботи** теми зумовлена тим, що впровадження та розширення функціональності систем технічного зору стало можливим завдяки переходу від аналізу двовимірних зображень до тривимірного просторового сприйняття навколишнього середовища. Одним із ключових елементів такого сприйняття є карта глибини – структуроване представлення сцени, у якому кожному пікселю відповідає значення відстані до відповідної точки об'єкта.

Карта глибини є базовим джерелом просторової інформації, необхідної для низки завдань, зокрема: оцінки положення об'єктів, визначення їхніх розмірів і форм, сегментації сцен, реконструкції тривимірних моделей, оцінки відстаней у середовищі, реалізації навігації автономних агентів, взаємодії з об'єктами в режимі реального часу тощо. Отже, точність, деталізованість і достовірність карти глибини визначають якість роботи всієї системи технічного зору.

Тому удосконалення побудови карти глибин для систем технічного зору є актуальною науково-технічною задачею, якій присвячено дослідження Сергія Кондратьєва.

2. Мета дисертаційного дослідження

Метою є підвищення ефективності побудови карти глибин для систем технічного зору шляхом удосконалення пасивних та активних методів побудови карт глибин.

Для досягнення вказаної мети дослідження в дисертаційній роботі було поставлено та розв'язано наступні задачі:

– провести аналіз основних проблем, обмежень та викликів, які виникають в процесі побудови карт глибин в системах технічного зору;

–удосконалити пасивний локальний метод побудови карти глибини за рахунок використання процедури адаптивного зіставлення та афінно-інваріантних ознак;

–удосконалити метод покращення часової узгодженості для послідовностей карт глибини за рахунок впровадження показника надійності глибини та використання динамічних атрибутів регіонів;

–удосконалити керований метод покращення точності карти глибини за рахунок впровадження процедури оцінки неузгодженості країв вихідного кольорового зображення;

–удосконалити керований метод покращення точності карти глибини низької якості на базі Марківського випадкового поля;

–удосконалити метод локального стереозіставлення StereoBM для систем технічного зору;

–розробити інструментальні засоби, що реалізують запропоновані рішення та провести експериментальні дослідження, апробацію і впровадження отриманих теоретичних результатів.

Об'єктом дослідження є процеси формування карт глибини для систем технічного зору.

Предметом дослідження є методи підвищення ефективності побудови карти глибин для систем технічного зору.

3. Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, науковими напрямами Університету та кафедри

Дисертаційну роботу виконано у відповідності до пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 грудня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні (Постанова Кабінету Міністрів України від 30.04.2024 р. № 476), згідно пп. 1.2.1.1, 1.2.1.4, 1.2.4.6 і 1.2.1.7 «Основних наукових напрямів та найважливіших проблем фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук Національної академії наук України на 2019–2023 роки» (постанова Президії НАН України від 30.01.2019 р. № 30) та також у відповідності до планів науково-дослідних робіт Національного університету «Одеська політехніка» при виконанні держбюджетних тем: НДР роботи № 719-61/161 – «Інтелектуальна підтримка прийняття рішень при проектуванні кісткових замінників для лікування воєнних травм» (номер держ.

реєстрації 0124U000388); НДР № 716-145 «Інноваційна інтелектуальна технологія аналізу та синтезу енергоефективних гідроаеродинамічних елементів та систем» (номер держ. реєстрації 0121U111720). Дисертант приймав участь у виконанні вказаних тем як співвиконавець (акт впровадження від 25.09.2024 р.

4. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Основні наукові положення, висновки і рекомендації, що містяться в дисертації та виносяться на захист, отримано здобувачем особисто в період з 2020 по 2025 рік. У статті [1] внесок здобувача полягає в проведенні дослідження стосовно використання карт глибини в мобільних автономних системах, в статті [2] – проаналізовані варіанти підвищення ефективності побудови карт глибини за допомогою пасивних методах в мобільних системах технічного зору, у статті [3] – проведено дослідження ефективності побудови карт глибини в мобільних навігаційних системах за допомогою локалізації об'єктів, у статті [4] – запропонований керований метод покращення точності карти глибини за рахунок впровадження процедури оцінки неузгодженості країв вихідного кольорового зображення та отриманої карти глибини, у статті [5] – запропонований пасивний локальний метод побудови карти глибини за рахунок використання процедури адаптивного зіставлення та афінно-інваріантних ознак та метод покращення часової узгодженості для послідовностей карт глибини за рахунок впровадження показника надійності глибини та використання динамічних атрибутів регіонів, у статті [6] – запропонований керований метод покращення точності карти глибини на базі Марківського випадкового поля за рахунок впровадження процедури оцінки неузгодженості країв та використання мінімального кістякового лісу, у роботі [8] – дослідження можливості побудови карт глибини на віддаленому сервері для систем інтернету речей, у роботах [7 - 13] – дослідження побудови карт глибини за допомогою вейвлет-перетворення.

5. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

При вирішенні поставлених у дисертаційній роботі задач обґрунтовано використання інструментарію математичного та імітаційного моделювання. Всі зазначені в роботі припущення при моделюванні є загальноприйнятими та підтверджуються узгодженістю з розробками в сфері комп'ютерних наук.

Достовірність та обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується даними експериментальних досліджень та практичними результатами.

6. Ступінь новизни основних результатів дисертаційної роботи порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру полягає в наступному:

- *удосконалено* пасивний локальний метод побудови карти глибини за рахунок використання процедури адаптивного зіставлення та афінно-інваріантних ознак, що дозволило підвищити швидкість побудови карти глибини;
- *удосконалено* метод покращення часової узгодженості для послідовностей карт глибини за рахунок впровадження показника надійності глибини та використання динамічних атрибутів регіонів, що дозволило покращити часову узгодженість та покращити ефективність кодування карти глибини;
- *набув подальший розвиток* метод локального стереозіставлення StereoVM шляхом інтеграції наближеного вейвлет-перетворення Гаара для попереднього виділення контурних ознак та локалізації екстремумів, що дозволило зменшити обчислювальну складність процесу побудови карти глибини, зберігаючи при цьому точність у слабо текстурованих зонах;
- *удосконалено* керований метод покращення точності карти глибини на базі Марківського випадкового поля за рахунок впровадження процедури оцінки неузгодженості країв вихідного кольорового зображення та отриманої карти глибини з жорстким та м'яким прийняттям рішень, що дозволило покращити точність карти глибини;
- *удосконалено* керований метод покращення точності карти глибини низької якості на базі Марківського випадкового поля за рахунок впровадження процедури оцінки неузгодженості країв з м'яким прийняттям рішень та представленням локальної структури карти глибин з використанням мінімального кістякового лісу, що дозволило покращити точність карти глибини з великим коефіцієнтом дискретизації.

7. Наукове та практичне значення результатів дисертаційного дослідження

Наведені в дисертації результати досліджень дозволяють зробити висновок про наукову значимість роботи, що підтверджується проведенням моделюванням для обґрунтування ефективності запропонованих рішень. Теоретичне і практичне значення наукових положень можна оцінити як досить високе, що відкриває перспективи для галузі інформаційних технологій. Результати наукових досліджень здобувача є практично значимими, а саме:

– розроблені в дисертаційній роботі моделі та методи побудови карти глибини з використанням адаптивного локального зіставлення, афінно-інваріантних ознак, динамічних атрибутів регіонів та Марківських випадкових полів були використані для підвищення точності, швидкодії та часової узгодженості карт глибини в системах технічного зору.

– розроблене програмне забезпечення покращення та аналізу карт глибини дозволяють адаптувати запропоновані рішення до різних задач комп'ютерного зору, зокрема для відеоспостереження, 3D-реконструкції та систем автономної навігації.

– розроблені в роботі методи та інструментальні засоби отримали впровадження у діяльності науково-виробничого підприємства «КАРЕ» (довідка про впровадження результатів від 16 грудня 2024 року), товариства з обмеженою відповідальністю «Діскрет» (акт впровадження результатів від 27 листопада 2024 року) та знайшли відображення у навчальному (довідка про впровадження результатів від 4 грудня 2024 року) та науково-дослідницькому процесі (довідка про впровадження результатів № 35) Національного університету «Одеська політехніка».

8. Повнота опублікування результатів дисертаційного дослідження та особистий внесок здобувачки до всіх наукових публікацій, опублікованих у співавторстві та зарахованих за темою дисертації

Основні результати дисертаційної роботи викладено в 13 публікаціях з них: 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б», 7 публікацій у працях і

матеріалах міжнародних наукових конференцій (матеріали трьох з яких проіндексовано у наукометричній базі Scopus), та монографіях. 1 стаття надрукована без співавторів. Публікації охоплюють всі розділи дисертації та досить повно відображають зміст і результати досліджень, наведених в роботі.

Список публікацій здобувача

1. Arsirii, O.O., Yadrova, M.V., *Kondratyev, S.B.*, & Stelmakh, D.E. Development of the intelligent software and hardware subsystem for capturing an object by robot manipulator. Herald of Advanced Information Technology. 2020; Том 3(2) 42–51. doi.org/10.15276/hait.02.2020.4. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б».*

<https://hait.od.ua/index.php/journal/article/view/35>

2. *Кондратьєв С.Б.*, Костенко В.Л., Ядрова М.В. Метод контурів для позиціонування об'єктів в мобільних системах комп'ютерного зору. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». 2021. № 2(8). С. 62–69. doi.org/10.20998/2413-4295.2021.02.09. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б».*

<https://repository.kpi.kharkov.ua/items/2e80004e-f419-4194-b71b-5d68aea4424a>

3. Antoshchuk, S.G., *Kondratyev, S.B.*, Shcherbakova, G.Y., & Hodovychenko, M.A. Depth map generation for mobile navigation systems based on objects localization in images. Herald of Advanced Information Technology. 2022. Том 5(1). С. 11–18. doi.org/10.15276/hait.05.2022.1. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б».*

<https://hait.od.ua/index.php/journal/article/view/128>

4. *Kondratyev, S.B.*, Antoshchuk, S.G. & Hodovychenko, M.A. Methods for refining the depth map obtained from depth sensors. Applied Aspects of Information Technology. 2024. № 7(4). С. 336–347. doi.org/10.15276/hait.05.2022.1. *Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б».*

<https://aait.od.ua/index.php/journal/article/view/261>

5. *Кондратьєв С.Б.* Локальний метод побудови карти глибин на базі адаптивної схеми зіставлення та афінних інваріантних ознак. Наука і техніка сьогодні. 2024; №

12(40). С. 1245–1258. doi.org/10.52058/2786-6025-2024-12(40)-1245-1258. Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б».

<http://perspectives.pp.ua/index.php/nts/article/view/17042>

6. Kondratyev, S.B., Antoshchuk, S.G., & Hodovychenko, M.A. Robust depth map refining using color image. Herald of Advanced Information Technology. 2024; № 7(4): С. 361–370. doi.org/10.15276/hait.07.2024.25. Видання включено до переліку наукових фахових видань України, категорія «Б».

<https://hait.od.ua/index.php/journal/article/view/232>

7. Shcherbakova, G., Antoshchuk, S., Koshutina, D., Sakhno, K., Kondratiev, S. (2025). Adaptive Clustering for Distribution Parameter Estimation in Technical Diagnostics. In: Dovgyi, S., Siemens, E., Globa, L., Kopiika, O., Stryzhak, O. (eds) Applied Innovations in Information and Communication Technology. ICAIIT 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1338. Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-031-89296-7_19. Видання проіндексовано у базі даних Scopus.

https://icaiit.org/proceedings/12th_ICAIIT_1/2_8_ICAIIT_2024_Part_2_paper_6.pdf

8. Antoshchuk S., Shcherbakova G., Kondratyev S., Koshutina, D., Usov O. Wavelet transform based optimization method for Three-Dimensional computer vision // Proceedings of the 12th International Conference Information Control Systems & Technologies (ICST 2024), Odesa, Ukraine, September 23–25, 2024, pp. 471–482. Видання проіндексовано у базі даних Scopus.

<https://ceur-ws.org/Vol-3790/paper41.pdf>

9. Kondratiev S., Koshutina D., Liubomska O., Baskov I. Research on Energy Efficiency of Wi-Fi IoT Systems on Renesas DA16200 Platform // Proceedings of International Conference on Applied Innovation in IT, Koethen, Germany, March 7, 2024, 12(1), pp. 143–148. Видання проіндексовано у базі даних Scopus.

https://icaiit.org/proceedings/12th_ICAIIT_1/2_11_ICAIIT_2024_Part_2_paper_9.pdf

10. Антощук С.Г., Щербакова Г.Ю., Кондратьєв С.Б., Кошутіна Д.В. Наближений метод оцінки глибини об'єктів на основі вейвлет-перетворення. Матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції Інформатика. Культура. Техніка. 2024 25–27 вересня 2024 р. м. Одеса (Україна). 2024; 1(1): 197–201.

<https://ics60.aait.od.ua/zbirnik2024.pdf>

11. Світлана Антощук, Галина Щербакова, *Сергій Кондратьєв*, Дар'я Кошутіна, Олександр Усов. Метод оптимізації на основі вейвлет-перетворення для наближених методів оцінки глибини // Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ-Одеса-2024): Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції, 23–25 вересня 2024 р. м. Одеса (Україна). вип. ред. Вичужанін. – Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. – 334 с.123–127

<http://icst-conf.com/2024.pdf>

12. Антощук С.Г., Арсірій О.О., *Кондратьєв С.Б.* та ін. Гібридні моделі представлення та методи обробки зображень в просторі вейвлет-перетворення. 2020. 160с.

<https://discovery.kpi.ua/Record/000634213>

13. Антощук С.Г., Арсірій О.О., *Кондратьєв С.Б.* та ін. Аналіз та розпізнавання зображень у просторі вейвлет-перетворення. 2022. 126 с.

<http://www.irbis-nbuv.gov.ua/publ/REF-0000823682>

9. Апробація результатів дисертаційної роботи

Основні положення і практичні результати дисертаційної роботи доповідалися та одержали схвалення на таких конференціях:

- міжнародна конференція «International Conference on Applied Innovations in IT 2024 (ІСАІТ 2024)» (м. Кетен, Німеччина, 2024 рік);
- Х Міжнародної науково-практичної конференції Інформатика. Культура. Техніка. 2024 25–27 вересня 2024 р. м. Одеса (Україна);
- XII Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні управляючі системи та технології (ІУСТ - Одеса - 2024)» (м. Одеса, 2024 рік).

10. Відповідність дисертаційної роботи вимогам, що передбачено пунктами 6 і 7 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії»

З огляду на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані в дисертації, сформульовану новизну,

практичну цінність, повноту викладення в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності дисертаційна робота є завершеною науковою працею, що відповідає вимогам спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

За актуальністю, науковою новизною, теоретичним, методичним та практичним значення, обґрунтованістю одержаних результатів та оформленням, дисертаційна робота відповідає чинним вимогам Міністерства освіти і науки України, зокрема, п. п. 6 і 7 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор — Кондратьєв Сергій Борисович — заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії у галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Головуючий на засіданні

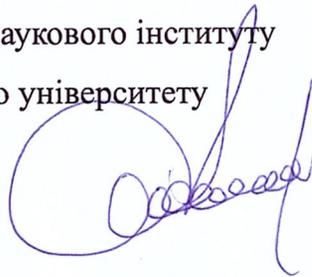
доктор технічних наук, професор,

професор кафедри комп'ютеризованих систем та

програмних технологій Навчально-наукового інституту

комп'ютерних систем Національного університету

«Одеська політехніка»



Олександр ФОМІН