

of this method and stimulate the spread of thermographic diagnostic among medical institutions worldwide.

Keywords: athermalization, image quality, medical thermography camera, thermal stabilization, infrared lenses.

References

- [1] О. В. Муравйов, О. О. Назарчук, "Компенсація терморозфокусування оптичної системи тепловізора та перспективи його використання в медичній діагностиці", *Вісник інженерної академії України*, № 1, с. 124-131, 2017.
- [2] А. В. Муравьев, Е. А. Назарчук, "Термостабилизация качества изображения оптической системы термографа", *Вісник інженерної академії України*, № 4, с. 195-199, 2016.
- [3] Д. В. Сторожик, О. В. Муравйов, А. Г. Протасов, В. Г. Баженов, Г. А. Богдан, "Комплексування мультиспектральних зображень як метод підвищення їх інформативності при бінарній сегментації", *KPI Science News*, № 2, с. 82-87, 2020.
- [4] М. А. Морозов, А. В. Муравьев, "Современная лазерная дальнометрия", на 9-й междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых и студентов *Новые направления развития приборостроения*, 2016, с. 38.
- [5] Jianing Dong, Yinchao Zhang, Siying Chen, He Chen, Pan Guo, "Optical design and athermalization analysis of infrared dual band refractive-diffractive telephoto objective", *Proc. SPIE, International Conference on Optical and Photonics Engineering*, 102500H, 2017.
- [6] О. К. Кучеренко, О. В. Муравйов, В. М. Тягур, "Ахроматизація та атермалізація об'єктів інфрачервоної техніки", *Наукові вісті НТУУ „КПІ”*, № 5, с. 114-117, 2012.
- [7] Hongbo Xie, Yongpeng Su, Meng Zhu, Lei Yang, Shanshan Wang, Xiaobo Wang, Tong Yang, "Athermalization of infrared optical system through wavefront coding", *Optics Communications*, vol. 441, pp. 106-112, 2019.

УДК 620.179.16, 004.89

СЕГМЕНТАЦІЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЇ GRAD-CAM

Галаган Р. М.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: r.galagan@kpi.ua

Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Maps) – це метод візуалізації, який використовується в задачах класифікації зображень для пояснення та інтерпретації результатів роботи глибоких згорткових нейронних мереж (НМ). Фактично, Grad-CAM використовує інформацію, що отримана від згорткової НМ для того, щоб візуалізувати передбачення, які вона робить [1]. Завдяки такій візуалізації ми можемо зрозуміти, які частини вхідного зображення були важливими для НМ під час прийняття рішення про класифікацію.

Grad-CAM візуалізує останній активаційний шар НМ у вигляді теплової карти (англ. heatmap) та застосовується до вже навченої НМ після завершення її навчання та фіксації карти ознак. Перевагою Grad-CAM є те, що цей метод не

потребує перебудовування моделі НМ, оскільки використовує вже наявні результати її роботи.

Окрім звичайної візуалізації результатів роботи НМ, ця технологія дозволяє виконувати розмітку даних для задач сегментації зображень [2]. І саме цю особливість запропоновано застосовувати під час обробки ультразвукових зображень внутрішніх органів людини, що отримані під час ультразвукової інтроскопії. Причому не має значення, про який орган йде мова, оскільки принципи пошуку патологій на ультразвукових зображеннях із використанням НМ зводяться до одних й тих самих підходів.

Сегментація ультразвукових зображень може допомогти лікарю під час візуального аналізу краще зрозуміти саме зображення, адже, якою б потужною не була НМ, все ж остаточний діагноз має ставити лікар. Конкретно у випадку обробки ультразвукових зображень під сегментацією мається на увазі виділення області, яку НМ сприймає як аномалію, що може бути спричинена хворобою.

В роботі застосовано НМ до одного із датасетів ультразвукових зображень внутрішніх органів людини, що доступні в інтернеті. За допомогою Grad-CAM виконано сегментацію зображень та побудовано відповідні теплові карти.

Ключові слова: ультразвукова діагностика, обробка даних, візуалізація, нейронна мережа, Grad-CAM.

Література

- [1] Reiff D. Understand your Algorithm with Grad-CAM [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/understand-your-algorithm-with-grad-cam-d3b62fce353>
- [2] Р. М. Галаган, С. М. Андреев, В. Ф. Петрик, В. Г. Баженов, Ю. Ю. Лисенко, “Виявлення дефектів бетонних конструкцій на основі аналізу зображень за допомогою згорткових нейронних мереж”, *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*, Том 34 (73), № 2, с. 1-7, 2023.

УДК 621.391:519.72

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЕРТОВИХ МЕХАНІЗМІВ БЕЗ СПЕЦІАЛЬНИХ ФУНДАМЕНТІВ МЕТОДАМИ ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНИХ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

^{1,2)}Юзефович Р., ^{1,3)}Яворський І., ¹⁾Личак О., ⁴⁾Симоненко В., ¹⁾Слепко Р.

¹⁾Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Львів, Україна

²⁾Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна

³⁾Бидгоцька політехніка, інститут телекомунікацій, Бидгощ, Польща

⁴⁾Товариство з обмеженою відповідальністю “Флексорес”, Львів, Україна

E-mail: roman.yuzefovych@gmail.com

У процесі експлуатації обертових механізмів без спеціальних фундаментів їх конструкції зазнають навантажень, які здебільшого змінюються в часі циклічно, проте мають певну стохастичну складову. Вібродіагностика обертових механізмів є ефективним засобом виявлення та класифікації дефектів