



УДК 621.822.173

АНАЛІЗ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ПОТОКУ В ШЕСТЕРНОМУ НАСОСІ ІНСТРУМЕНТАМИ COMPUTER VISION

І. Романенко, О. Білогуб

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»*

Через особливість робочого процесу шестерного насосу вивчення впливу зовнішніх факторів та режимів роботи на основні елементи конструкції дуже ускладнено. Але для виходу за обмеження класичних рішень необхідно детально аналізувати робочий процес та вплив різних факторів на працездатність конструкції.

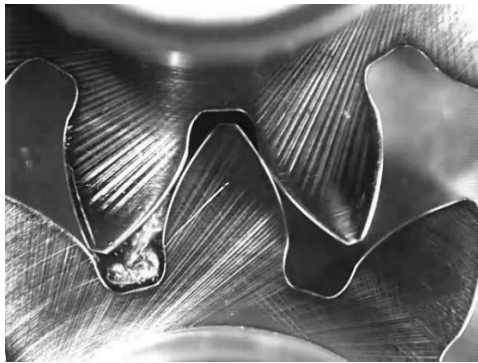
Виходячи з наявних інструментів, та бази експериментальних даних [1], було вирішено провести аналіз результатів візуалізації потоку в зоні зчеплення шестерень інструментами комп'ютерного зору (Computer Vision, далі CV). З метою детального вивчення поведінки потоку в зоні зчеплення. Для цього було запропоновано провести попередній аналіз можливості використання наявної експериментальної бази і виділено дві основні задачі:

- автоматизація сегментації відео з метою локалізації зони аналізу до зони потоку;
- аналіз можливих методів обробки зображення для визначення зон потоку і швидкості робочої рідини.

Першочергово проведена робота по підготовці відеоряду. Було виконано декілька ітерацій по визначенню найбільш підходящого методу обробки зображення. Розглянуто алгоритм Chan-Vese [2], ручну сегментацію та фільтрацію зображення (Рис. 1).

В результаті виявлено, що жоден із цих варіантів обробки зображення не досягає потрібної якості сегментації, в нашому випадку, та/або взагалі робить аналіз зображення не можливим. Тому, наступним кроком було перевірено метод сегментація за допомогою моделі. Цей метод полягає в тому, що за допомогою певного шаблону, для циклічно повторюваного сегменту, можна видалити/замінити частину зображення що не є інформативною для аналізу. В даному випадку це контур шестерні. Для цього виконано креслення контур шестерні, відповідно до параметрів оригінальної шестерні [3].

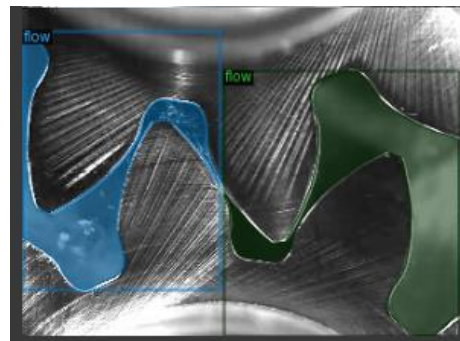
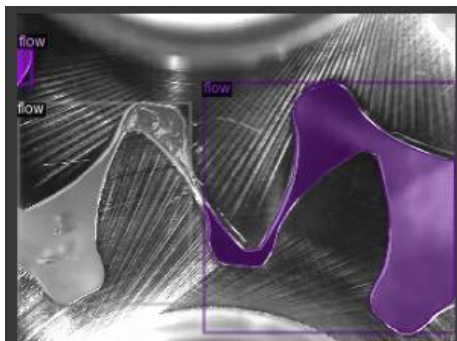
Через те що на відео є відхилення форми зубів від креслення, що можливо трапилось через відхилення положення камери, то довелось корегувати шаблон по контуру шестерні виходячи з відео. В результаті було досягнуто значно кращої якості ніж у всіх попередніх варіантах. Цей варіант сегментації взятий за основу для подальшої роботи з відео.



Оригінальне зображення [1]

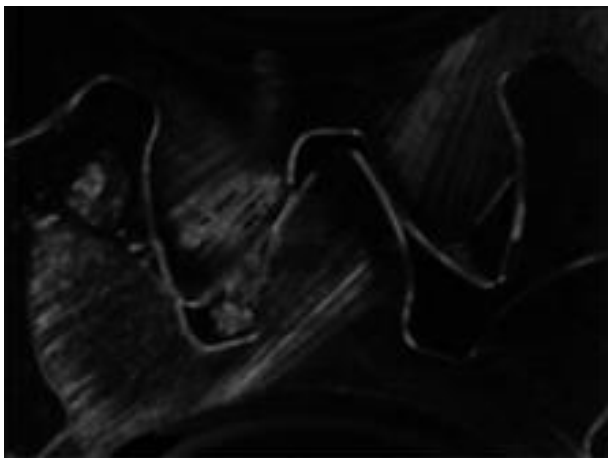


Алгоритмом Chan-Vese після
50 ітерацій



Ручна сегментація

Рис. 1 – Сегментація зображення



Медіанним фільтром



Фільтром Собеля

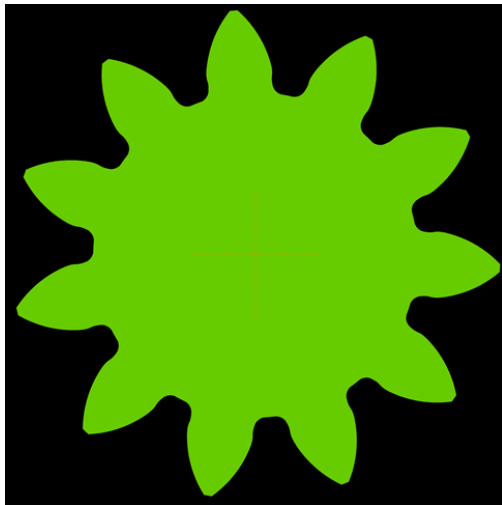
Рис. 2 – Фільтрація зображення від шумів

Наступним етапом виконано аналіз можливих методів визначення швидкості потоку по відео з якого обрано OpticalFlow [4] як інструмент що має краще співвідношення швидкості розрахунку, кількості налаштувань моделі та точності отриманого результату. Було виконано декілька ітерацій в налаштуванні моделі, зміні роздільної здатності зображення та інтервалу між кадрами та обрано оптимальне значення.

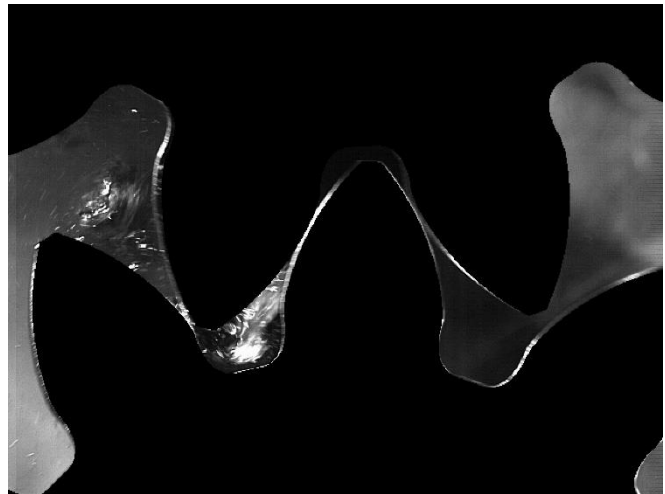
В результаті проведена обробка одного фрагменту експериментального відео та отримані рекомендації для подальшої роботи в напрямку аналізу



результатів візуалізації які можуть надалі слугувати для верифікації розрахункових CFD моделей.



Контур шестерні



Результат сегментації

Рис. 3 – Сегментація за допомогою моделі

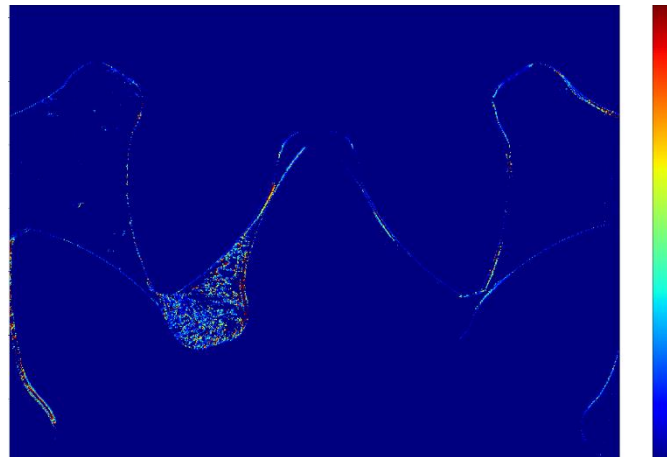


Рис. 4 – Результат обробки відео алгоритмом Optical Flow

Перелік використаної літератури

1. Kostiuk, D. V. Increasing Efficiency of the Gear Pump by Reducing the Intensity of Cavitation Phenomena in Its Working Cavities [Text] / D. V. Kostiuk // Ph.D. Dissertation, National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine, 17 May 2017
2. Getreuer, “Chanvese segmentation,” Image Processing OnLine [Text]. – 2012. – Vol. 2. – P. 214–224. DOI: 10.5201/ipol.2012.g-cv.
3. Romanenko, I. Modeling the Meshing Procedure of the External Gear Fuel Pump Using a CFD Tool [Text] / I. Romanenko, Y. Martseniuk, O. Bilohub // Computation. – 2022. – Vol. 10, iss. 7. – article no. 114. DOI: 10.3390/computation10070114.
4. W H Warren, Optic Flow. In: Allan I. Basbaum, Akimichi Kaneko, Gordon M. Shepherd and Gerald Westheimer. The Senses: A Comprehensive Reference, Vision II, Thomas D. Albright and Richard Masland. San Diego: Academic Press. – 2008. – Vol 2. – P. 219-230. DOI: 10.1016/B978-012370880-9.00311-X