

## ВИБІР ВЕЙВЛЕТ-ФІЛЬТРА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

На даний час, в багатьох сферах аналізують зображення, наприклад: геологія, мікробіологія, астрономія, тощо. Методи фільтрації, що використовуються, підходять саме для окремо взятої сфери діяльності, хоча ці методи дуже рідко чимось суттєвим відрізняються, тому що в багатьох методів фільтрації майже один принцип роботи. Але є і такі, які відрізняються від основної маси за своїм алгоритмом роботи.

Безумовно, перед процесом використання цифрового зображення, зображення необхідно попередньо обробити (стиснути, освітити, застосувати фільтри, тощо). Тобто, провести попередню обробку зображення, для того щоб в процесі відновлення отримати якомога більше корисної інформації, і щоб сам процес відбувався швидше.

Розвиток технологій обробки зображень, привів до виникнення нових підходів до рішення задач фільтрації зображень та застосуванні їх при рішенні багатьох практичних задач. Відновлення зображення в загальному випадку містить алгоритмічну компенсацію геометричних викривлень, динамічних викривлень, недоліків освітлення та фільтрації шумів. Всі перераховані викривлення виникають в процесі формування зображень.

В даному випадку розглянуто фільтрацію шумів як основну частину з відновлення зображень крапель дизельного біопалива, що використовуються при дослідженні процесів розпилення цього біопалива та оптимізації умов його використання у двигунах внутрішнього згорання. Це обумовлено тим, що в процесі дослідження дизельного біопалива має місце значний рівень шумів на сформованому зображенні.

На отриманих зображеннях в наслідок тих чи інших причин, як, наприклад, нагрів елементів самої камери, виникнення перешкод в лінії передачі даних, засмічення повітря пилом може з'явитися шум. Тому для позбавлення від шуму та покращення якості зображення перед його порівнянням з еталонним доцільно застосувати фільтрацію зображень. Існує багато методів позбавлення від шуму основаних на фільтрації зображення. Вибір фільтра залежить від типу шуму на зображенні. Так, наприклад, шум, що утворився на зображенні під час зйомки крізь шар атмосфери, де є присутність пилу, хмарності в повітрі, називається імпульсним шумом, а тепловий шум виникає внаслідок нагріву елементів електронних схем.

Враховуючи особливості зображень, що розглядаються в роботі, а саме зображення дизельного біопалива, необхідним є обрання методу фільтрації, якому властиві наступні характеристики:

- Відносно мала похибка відновленого після фільтрації зображень;
- Простота реалізації алгоритму фільтрації;
- Швидке обчислення.

Таким є метод вейвлет-фільтрації, якій відповідає висунутим умовам. Метод вейвлет-фільтрації дозволяє видалити з зображення шуми, при цьому якість відновленого зображення є прийнятною для вирішення поставлених задач.

Слово «вейвлет» (wavelet) в перекладі з англійської означає «маленька хвиля» або «хвилі, що йдуть один за одним». Вейвлети – це сімейство функцій, які локальні в часі та по частоті, в яких всі функції виходять з однієї з допомогою її зрушень та розтягувань по осі часу (так що вони йдуть один за одним). Іноді вейвлети називаються сплесками.

Вейвлет-перетворення застосовується для фільтрації одновимірних і двовимірних сигналів.

Використання вейвлетов для видалення шуму дозволяє застосовувати більш гнучкі алгоритми. Наприклад, в даний час активно застосовуються алгоритми адаптивної вейвлет-фільтрації. Вони засновані на припущенні про те, що шум в основному зосереджений на самому високочастотному рівні деталізації (рівні 1), за винятком невеликого числа точок, в якому сконцентровані високочастотні особливості поведінки корисного сигналу.

Крім згладжування та видалення шуму, тобто низькочастотних фільтрів, на основі вейвлет-перетворення будуються високочастотні фільтри. Фільтри можна отримати при обнуленні коефіцієнти апроксимації та збереженні незмінними коефіцієнтів деталізації. Для підвищення різкості можна збільшити за абсолютним значенням коефіцієнти деталізації.

Двовимірне вейвлет-перетворення полягає в послідовному виконанні одновимірного вейвлет-перетворення спочатку по рядках, а потім по стовпцях.

Отже, описані процедури фільтрації одновимірних функцій узагальнюються на фільтрацію зображень. Даний підхід на основі вейвлет-фільтрації дає можливість отримати оптимальне співвідношення між часом та якістю попередньої обробки зображень.

Переваги та недоліки вейвлет-перетворень:

- Вейвлет-перетворення володіють всіма перевагами перетворень Фур'є;
- Вейвлетні базиси можуть бути добре локалізованими як за частотою, так і за часом;
- Вейвлет базиси мають багато різноманітних базових функцій, властивості яких орієнтовані на вирішення різних завдань.
- Недоліком вейвлет-перетворень є їх відносна складність.

Існує декілька методів вейвлет-фільтрації. За допомогою прикладних програм Matlab промодельовано фільтри застосовувавши вейвлети Хаара, Добеші та Койфлета.

Для оцінки вейвлет-фільтрів визначемо середню та максимальну похибки відновлення зразка крапель дизельного біопалива (білий шум, дробовий (чорні-білі точки, мультиплікативний шум)) при різних методах фільтрації. Порівняння проводиться на основі середньої та максимальної похибки відновлення, таблиці 1-2. Результат фільтрації за допомогою фільтра Хаара для білого шуму представлений на рис.1

Таблиця 1

Зображення	Максимальна похибка відновлення зображення за допомогою фільтра, дискретних рівнів/д.т		
	Вейвлет Хаара	Вейвлет Добеші	Вейвлет Койфлет
Білий шум	121.5	120.5	125.2
Сіль та перець	117.6	116.6	187.7
Мультиплікативний	67.22	66.22	65.49

Таблиця 2

Зображення	Середньоквадратична похибка відновлення зображення за допомогою фільтра, дискретних рівнів/д.т		
	Вейвлет Хаара	Вейвлет Добеші	Вейвлет Койфлет
Білий шум	22.07	21.07	22.46
Сіль та перець	20.62	19.62	25.46
Мультиплікативний	8.128	8.118	8.028

Для білого шуму найкраще спрацювала вейвлет-фільтрація Добеші. Для шуму в вигляді солі та перцю також краще спрацювала вейвлет-фільтрація Добеші. Для мультиплікативного шуму краще спрацювала вейвлет-фільтрація Койфлет.

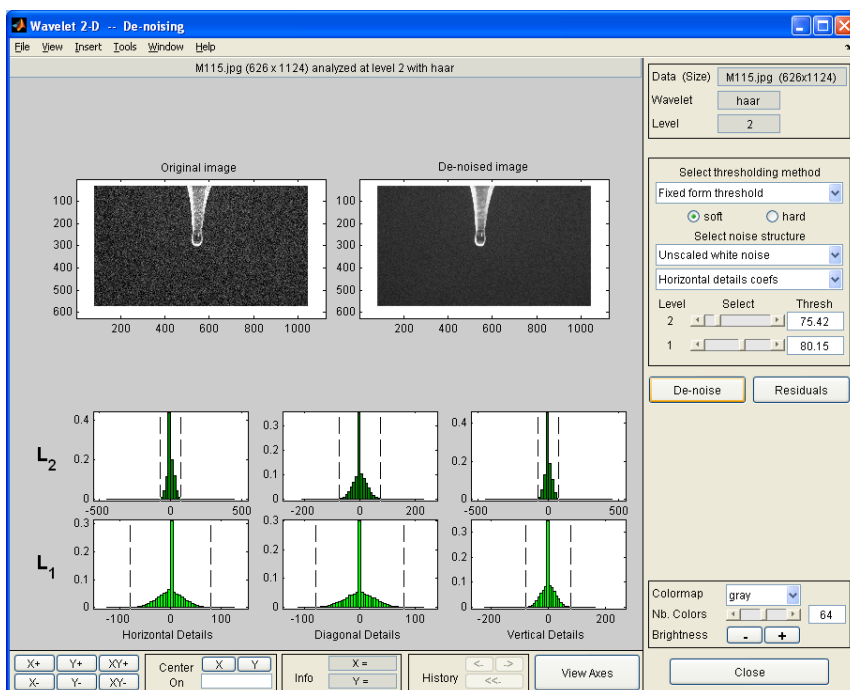


Рис. 1. Результат фільтрації за допомогою фільтра Хаара для білого шуму

Максимальні значенні похибки відновлення не є оптимальним критерієм для оцінки відновленого зображення тому, що шум є випадковою величиною. Для отримання оптимальної оцінки досліджено показники середніх значень похибки відновлення. Для середніх значень похибки відновлення приведені в таблиці 2.

З даних таблиць можна зробити висновки, що оптимальним рішенням для дослідження властивостей біопалива буде використання вейвлет-фільтрів Добеші над іншими методами фільтрації.