

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ, ЩО МІСТЯТЬ ВИМІРЮВАЛЬНУ ІНФОРМАЦІЮ

Однією з фундаментальних проблем сучасності є проблема зорового сприйняття. Виникла вона дуже давно і є актуальною й донині, бо зображення є природним засобом спілкування людини й машини в будь-яких системах обробки, аналізу та контролю.

Корисну інформацію із зображень можна отримати багатьма способами. В даному дослідженні таким способом є аналіз зображень об'єктів вимірювань, що мають високу якість. Тому постає питання, як саме підвищити якість сформованих зображень? Вирішенням цього завдання є вибір конкретного методу фільтрації. Щоб обрати один з методів, необхідно буде провести аналіз найбільш придатних методів для автоматизованої системи. Критерій, за яким буде обиратися метод фільтрації, може бути будь-який. Головне, щоб вказаний метод за цим критерієм був кращим від інших і давав високоякісні результати під час обробки цифрових зображень.

Сучасні методи фільтрації зображень нараховують велику кількість видів. Вони можуть як відрізнятися в основних принципах дії, так і мати подібні алгоритми з деякими відмінностями, що вдосконалюють кожен метод. Проблемою вибору методу є відбір найефективнішого у вирішенні поставленого завдання. Основні з них розглядаються в цьому дослідженні, де висвітлюються методики кожного з них, їх переваги та недоліки.

У даному дослідженні використовуються аерокосмічні зображення.

Джерела шуму на цих зображеннях можуть бути різними:

- неідеальне обладнання для формування зображення – відеокамера, сканер тощо;
- погані умови зйомки – наприклад, сильні шуми, що виникають під час нічної відеозйомки;
- перешкоди при передачі зображень по аналогових каналах – наведення від джерел електромагнітних полів, власні шуми активних компонентів (підсилювачів) лінії передачі;
- похибки фільтрації під час виділення сигналів яскравості й кольору з аналогового композитного сигналу тощо.

Найбільш поширені види шумів: гауссів шум; шум Релея; шум Ерланга (гамма-шум); експоненційний шум; рівномірний; імпульсний. Можна виділити такі базові підходи до просторового заглушення шумів: лінійне усереднення пікселів; математична морфологія; гауссове розмиття; фільтри Вінера; методи на основі вейвлет-перетворення; метод головних компонентів; анізотропна дифузія; медіанна фільтрація.

**Лінійне усереднення пікселів.** Найпростіша ідея видалення шуму – усереднювати значення пікселів у просторовій області. Для кожного пікселя аналізуються сусідні для нього пікселі, які розташовуються в деякому прямокутному вікні навколо цього пікселя.

**Математична морфологія.** Шумозаглушення можна також здійснювати з використанням двох основних морфологічних операцій: звуження і розширення, а також їх комбінацій – закриття і розкриття. Розкриття (спочатку звуження, потім розширення) вилучає виступи на межах об'єктів, а закриття (спочатку розширення, потім звуження) заповнює отвори всередині й на межах.

**Гауссове розмиття.** Гауссове розмиття – це згортка зображення з функцією:

$$g(x, y) = Ae^{-\frac{x^2+y^2}{\sigma^2}},$$

де параметр  $\sigma$  задає ступінь розмиття, а параметр  $A$  забезпечує нормування. Фактично, це є усереднення, але піксель змішується за певним законом, заданим функцією Гауса.

**Фільтри Вінера.** Технічно фільтр Вінера реалізується за допомогою дискретного перетворення Фур'є в частотній області. Умова застосування фільтра Вінера полягає в його використанні для обробки зображень, що мають досить великі розміри.

**Методи на основі вейвлет-перетворення.** Вейвлет-перетворення – це інструмент аналізу зображень. В області шумозаглушення воно дозволяє видаляти шум із зображення, не зачіпаючи значно межі й деталі зображення. Також воно дозволяє ефективно гасити шуми зі спектрами, відмінними від білого.

**Метод головних компонентів.** Метод головних компонентів дозволяє виділити структуру в багатовимірному масиві даних і застосовується в основному для розпізнавання або стиснення зображень. В області шумозаглушення цей підхід є досить новим і мало дослідженим. Працює він краще за все для зображень з білим гауссівським шумом.

**Анізотропна дифузія.** Основна ідея даного підходу полягає в наступному. Яскравість кожного пікселя інтерпретується як значення температури в даній точці зображення, таким чином, всі зображення наведені у вигляді карти температур. Шумозаглушення проводиться шляхом вирівнювання інтенсивностей пікселів за допомогою моделювання процесу теплопереносу:  $I_t = c \cdot \Delta I$ , де  $c$  – коефіцієнт теплопровідності, а  $\Delta I$  – різниця яскравостей ("температур") двох пікселів.

**Медіанний фільтр** реалізує нелінійну процедуру видалення шумів. Медіанний фільтр – це вікно, що переміщується по зображенню та охоплює непарну кількість пікселів. Центральний піксел замінюється медіаною усіх елементів зображення у вікні. Медіанний фільтр використовується для видалення адитивного та імпульсного шумів на зображенні.

**Режекторні фільтри.** Режекторні фільтри видаляють або послаблюють частоти в кільцевій смузі навколо початку координат перетворення Фур'є. Передаточна функція ідеального режекторного фільтра задається виразом:

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & \text{при } D(u, v) < D_0 - \frac{W}{2}; \\ 0 & \text{при } D_0 - \frac{W}{2} \leq D(u, v) \leq D_0 + \frac{W}{2}; \\ 1 & \text{при } D(u, v) > D_0 + \frac{W}{2}, \end{cases}$$

де  $D(u, v)$  – відстань, що вимірюється від центра частотного прямокутника;  $W$  – ширина кільця, а  $D_0$  – радіус круга, що проходить через його середину.

**Смугові фільтри** здійснюють операцію, протилежну режекторним фільтрам. Передаточна функція  $H_{bp}(u, v)$  смугового фільтра може бути отримана з передаточної функції відповідного режекторного фільтра за допомогою виразу:

$$H_{bp}(u, v) = 1 - H_{br}(u, v).$$

**Вузькосмугові фільтри і вузькосмугові режекторні фільтри** відповідно пропускають або не пропускають частоти навколо своїх центральних частот.

Під час отримання зображень зі супутника та аерофотозйомці звичайно виникає ряд шумів. Під час передачі зображень на Землю виникає імпульсний шум. Він характеризується заміною частини пікселів на зображенні значеннями фіксованої або випадкової величини. Оскільки зйомка ведеться на великій відстані, то присутній релєв шум. За поганих умов прийому сигналу виникає гауссів шум. Оскільки зйомка ведеться тривалий час, то виникає тепловий шум. Фільтрація може проводитися в частотній області, а також у просторі (часова область). При просторовій фільтрації обробка зображення відбувається попінкельно. Інформацію про контури об'єкта несуть високі частоти, тому для їх виділення застосовують фільтр високих частот. Всю іншу інформацію про зображення несуть в собі нижні частоти, для їх фільтрації застосовують фільтри нижніх частот.

Основні джерела виникнення шумів на цифрових зображеннях – це сам процес їх одержання, а також процес передачі. Робота сенсорів відеодатчиків залежить від різних факторів, таких як зовнішні умови в процесі зйомки і якість сенсорів. Також у процесі передачі зображення можуть спотворюватися перешкодами, що виникають у каналах зв'язку. При цьому серед чинників, що сприяють появі цифрових шумів на відеозображеннях, відіграють важливу роль як зовнішні, так і внутрішні шуми. Метою даної роботи є пошук оптимального методу фільтрації шумів на зображеннях, отриманих за допомогою аерофотозйомки. У роботі проведено оцінку якості роботи різних алгоритмів шумозаглушення та за допомогою програми MATLAB розроблена програма для фільтрації аерофотознімків.