

( )

## МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

### МОДЕЛІ ПОЛПШЕННЯ ЦИФРОВОГО ЗОБРАЖЕННЯ У МЕРЕЖЕВИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ АНАЛІЗУ ДАНИХ

Можевітін Олександр Юлійович, СПІзм-18-2

Слайд № 2

#### Застосування систем фільтрації шуму зображень аерофотозйомки

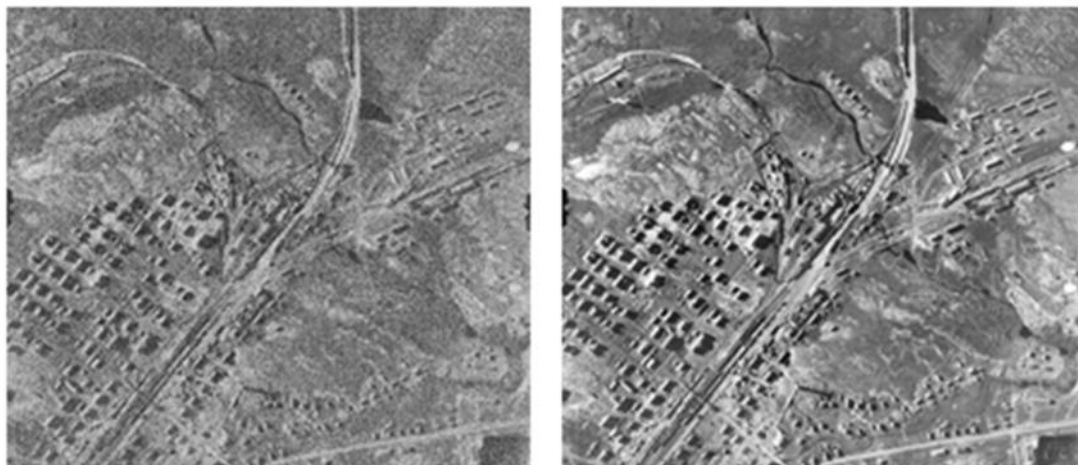


Рис. 1. Фільтрація шуму на цифровому знімку місцевості

## Неефективне застосування систем фільтрації шуму зображень аерофотозйомки



Рис. 1. Прояв ефекту надмірного згладжування зображень та їх границь при фільтрації

## Мета і завдання дипломної роботи

**Мета** – розробка методу і комп'ютерної системи адаптивної фільтрації одиночного і групового імпульсного шуму цифрового зображення.

### **Завдання:**

- 1) Аналіз існуючих моделей і методів фільтрації шуму.
- 2) Розробка методу адаптивної фільтрації імпульсного шуму.
- 3) Розробка відповідної комп'ютерної системи фільтрації імпульсного шуму.
- 4) Проведення обчислювального експерименту.
- 5) Порівняльний аналіз запропонованої моделі з аналогами.

## Основний критерій виключення екстремальних спостережень

Припустимо, що результати спостережень представляються множиною точок

$$X = \{x_i\}_{i=1, \dots, n} = (x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Для виключення одиночних екстремальних спостережень в якості базового використовується  $k \cdot \sigma$ -критерій, алгоритм застосування якого полягає в наступному:

**Крок 1.** Спостереження  $X = \{x_i\}_{i=1, \dots, n}$  упорядковуються за зростанням

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n. \quad (1)$$

**Крок 2.** Для ряду (1) оцінюються значення математичного очікування  $m$  та дисперсії  $\sigma^2$

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2.$$

**Крок 3.** Проводиться перевірка максимального  $x_n$  (мінімального  $x_1$ ) значення ряду (1) на не екстремальність. Так, якщо виконуються умови:

$$(x_n - m) > k \cdot \sigma, \quad ((m - x_1) > k \cdot \sigma), \quad (2)$$

тоді спостереження  $x_n$  ( $x_1$ ) виключається з ряду (1) як нетипове.

**Крок 4.** Завершення.

## Основний метод виключення екстремальних спостережень

Метод виключення екстремальних спостережень за  $k \cdot \sigma$ -критерієм ( $k \cdot \sigma$ -метод).

**Крок 1.** Створюється упорядкований за зростанням ряд яркостей  $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ ; задаються значення параметра  $k$ , індекси крайніх елементів  $p=1$ ,  $q=n$ , та число  $n$  розглянутих елементів ряду. При цьому вважається, що  $p < q$ .

**Крок 2.** Оцінюються математичне очікування і дисперсія розподілу  $x_p \leq \dots \leq x_q$ , в діапазоні значень з індексами  $i=p, \dots, q$ .

**Крок 3.** Перевіряється виконання умов  $(x_q - m) > k \cdot \sigma$ ,  $(m - x_p) > k \cdot \sigma$ . Якщо екстремальних спостережень не виявлено, перехід до кроку 5. Якщо виявлено тільки нетипове спостереження  $x_q$ , вважається  $q = q - 1$ ,  $n = n - 1$ , перехід до кроку 4. Якщо виявлено тільки нетипове спостереження  $x_p$ , вважається  $p = p + 1$ ,  $n = n - 1$ , перехід до кроку 4. Якщо виявлено два нетипових спостереження  $x_p$  і  $x_q$ , тоді корекція індексів крайніх елементів ряду визначається за правилом:

$$\begin{cases} p = p + 1, & \text{if } (x_q - m) < (m - x_p), \\ q = q - 1, & \text{else} \end{cases}$$

вважається  $n = n - 1$ , перехід до кроку 4.

**Крок 4.** Якщо  $p = q$ , тоді перехід до кроку 5, інакше до кроку 2.

**Крок 5.** Завершення.

## Уніфікований метод виключення одиночного і групового імпульсного шуму

Уніфікований метод виключення одиночного і групового імпульсного шуму площею локалізованого в околиці  $O_c(d(z, \eta))$ ,  $\tau = \sqrt{2}$ , з площею  $s_1, s_F = 9, s \leq s^* \leq s_2$  (Ты-метод).

Якщо піксель  $d(z, \eta)$  вхідного зображення відзначений як виключений, перехід до кроку 7. В протилежному випадку будеться упорядкований за зростанням ряд яркостей пікселів околиці  $O_c(d(z, \eta))$  виду  $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ .

**Етап 1.** Виключення максимального імпульсного шуму:

**Крок 1.** Множина  $G$  формується з пікселів околиці  $O_c(d(z, \eta))$ , яскравість яких не нижче яскравості  $f(z, \eta)$  центрального пікселя  $d(z, \eta)$  цієї околиці  $O_c(d(z, \eta))$ ; визначається площа  $s$  множини  $G$ .

**Крок 2.** Якщо виконується умова  $s \leq s^*$ , тоді перехід до кроку 3, інакше – до кроку 4.

**Крок 3.** Визначається мінімальна яскравість  $x_n = x_{n-1}$  пікселя множини  $G$ ; створюється множина  $H$  (що представляє собою  $\sqrt{2}$ -околицю  $H$  границі множини  $G$  без пікселів  $G$ ) та визначається максимальна яскравість  $x_m$  пікселя множини  $H$ .

Якщо виконується умова  $[x_n > x_m] \wedge [(x_n - x_m) > T]$ , тоді пікселі множини  $G$  відзначаються як виключені, перехід до кроку 7. Інакше перехід до кроку 4.

## Уніфікований метод виключення одиночного і групового імпульсного шуму

**Етап 2.** Виключення мінімального імпульсного шуму:

**Крок 4.** Множина  $G$  формується з пікселів околиці  $O_c(d(z, \eta))$ , яскравість яких не вище яскравості  $f(z, \eta)$  центрального пікселя  $d(z, \eta)$  цієї околиці  $O_c(d(z, \eta))$ ; визначається площа  $s$  множини  $G$ .

**Крок 5.** Якщо виконується обмеження  $s \leq s^*$ , тоді перехід до кроку 6, інакше – до кроку 7.

**Крок 6.** Визначається максимальна яскравість  $x_n = x_{n-1}$  пікселя множини  $G$ ; створюється множина  $H$  (що представляє собою  $\sqrt{2}$ -околицю  $H$  границі множини  $G$  без пікселів  $G$ ) і визначається мінімальна яскравість  $x_m$  пікселя множини  $H$ .

Якщо виконується умова  $[x_n < x_m] \wedge [(x_m - x_n) > T]$ , тоді пікселі множини  $G$  відзначаються як виключені.

**Крок 7.** Завершення.

Після застосування Ты-методу координати виключених пікселів зберігаються, а самі виключені пікселі відзначаються для того, щоб не проводити повторних виключень.

## Оцінка трудомісткості запропонованого уніфікованого методу фільтрації шуму

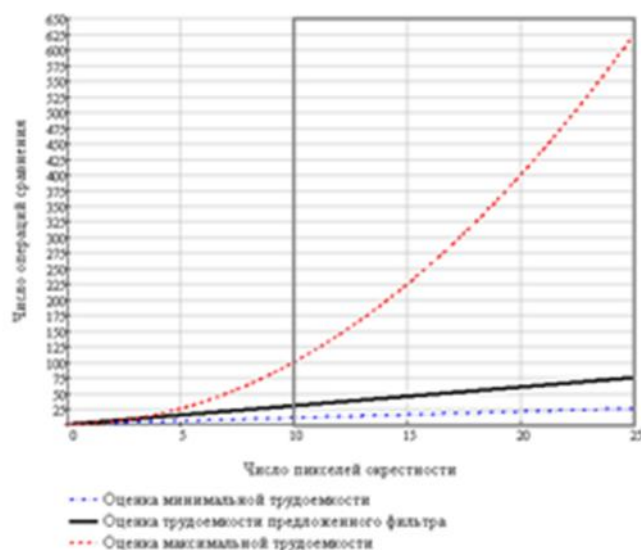


Рис. 1. Граничні оцінки трудомісткості застосування найбільш відомих фільтрів імпульсного шуму для одного положення маски фільтра (розмірності масок 3x3 та 5x5)

## Результати фільтрації імпульсного шуму на аерофотознімках

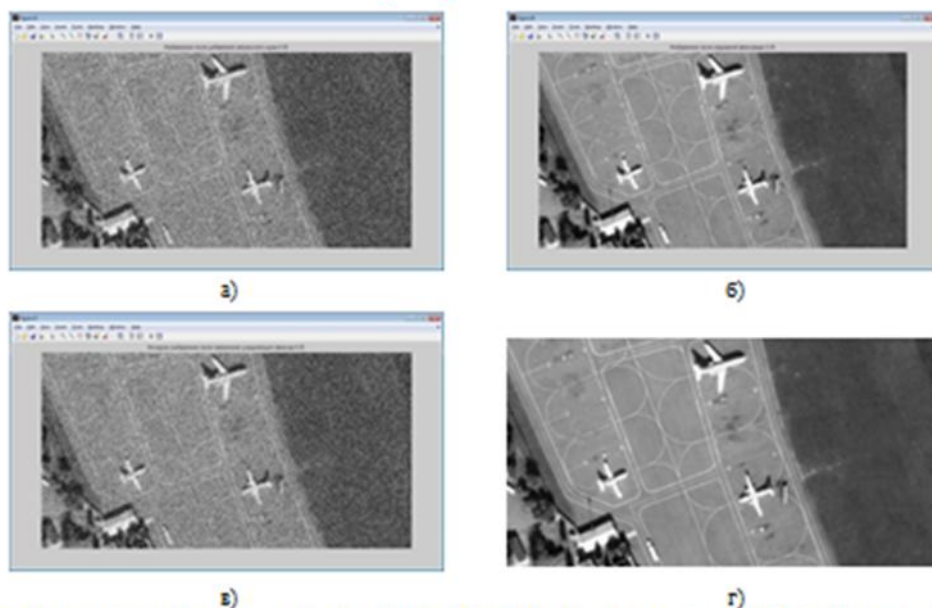


Рис. 1. Аерофотознімок аеродрому зашумлений імпульсним шумом з щільністю 0.25 (а), і три знімки, відфільтрованих із застосуванням медіанного (б), із застосуванням середнього (в) і запропонованого (г) фільтрів

## Оцінка адекватності фільтрації шуму в області границь зображень об'єктів



а)

0	0	0	18	19
0	0	1	19	23
2	3	3	42	65
0	0	22	46	72
16	0	22	44	68

[max = 72, D = 552.6, σ = 23.5]

б)

0	0	0	1	3
0	1	0	9	0
0	4	2	17	2
0	2	7	13	14
0	4	6	11	13

[max = 17, D = 28.3, σ = 5.4]

в)

1	0	0	0	0
1	1	0	4	0
3	3	1	4	0
0	1	4	6	4
0	1	2	4	2

[max = 6, D = 5.2, σ = 2.3]

г)

Рис. 1. Типові розподілу залишків і їх оцінки після вирахування з еталона згладжених зображень фрагмента кордону літака (а), із застосуванням середнього (б), медіанного (в) і запропонованого (г) фільтрів

## Висновки

В результаті виконання роботи можна зробити наступні основні висновки.

Проаналізовано основні класи прикладних задач фільтрації шуму на цифрових зображеннях і на цій основі виявлені загальні особливості фільтрації зображень в додатках.

На основі використання основних статистичних критеріїв виключення екстремальних спостережень в роботі запропоновані відповідні їм методи виключення екстремальних спостережень, що дозволяють ефективно ідентифікувати і виключати екстремальні спостереження з околиці дії фільтра шуму, як точечного, так і групового характеру.

На цій основі розроблено уніфікований метод фільтрації імпульсного шуму зображень, що дозволяє ефективно виявляти і адекватно згладжувати поодинокі і групові імпульсні шуми як всередині зображення так і за межами зображення об'єкта в різних умовах зашумлення.

Із застосуванням спеціально розробленого програмного забезпечення проведено експеримент, в результаті чого підтверджені теоретичні оцінки ефективності запропонованого методу адаптивної фільтрації одиночного і групового імпульсного шуму.