**Лабораторна робота №5**

**РЕСТАВРАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Мета**: ознайомитись з двома видами фільтрації: інверсна та вінерівська. Ці методи використовуються для реставрації зображень. Проаналізувати роботу цих методів та зробити висновки.

Теоретична інформація

**Інверсна фільтрація.** Щоб відновити спотворене зображення потрібно дійти до такого вигляду:



після чого потрібно виконати зворотне перетворення Фур’є $\hat{F}(u,v)$ . Саме називається інверсивною фільтрацією. Також в свою чергу це можна виразити:



Цей простий вислів показує, що навіть якщо ми маємо точну інформацію про N(u,v), ми не можемо точно відновити F(u,v) та оригінальне, неспотворене зображення f(u,v) через випадковість шумового компонента, перетворення Фур'є якого залишається невідомим. Крім того, на практиці функція H(u,v) часто має проблеми, такі як нульові значення. Навіть якщо N(u,v) дуже малий, так що можна нехтувати ним, ділення на малі значення H(u,v) може призвести до небажаного збільшення наближення F(u,v). Зазвичай, для інверсної фільтрації створюють часткову функцію F(u,v) = G(u,v)/H(u,v), яку обмежують в частотному діапазоні "малої" околиці початку відліку, а потім здійснюють зворотне перетворення. Ідея полягає в тому, що нулі функції H(u,v) з меншим ступенем імовірності будуть розташовуватися біля початку частотних координат, оскільки амплітуда перетворення в цій області дорівнює найбільшому значенню цієї величини. Існують різні варіації цього підходу, де значення (u,v) функції Н біля нуля розбираються по-різному. Цей підхід іноді називається псевдоінверсною фільтрацією. Однак, загалом, підходи, що базуються на інверсній фільтрації, не дуже точні.

**Венерівська фільтрація.** Є одним з найдавніших методів у відновленні зображення. Цей фільтр шукає найближення $\hat{f}$, що зменшує середньоквадратичне відхилення



*E* – є оператором математичного очікування, а $f$ – початкове зображення. Щоб вирішити цю екстремальну задачу потрібно вирішити наступне



*H(u,v)* – функція спотворювач, ; *H(u,v)|2 = H\*(u,v)H(u,v); H\*(u,v)* – комплексно споряджена функція *H(u,v). Sη(u,v)* – енергетичний спектр шуму. *Sf(u,v)* – спектр неспотвореного зображення. *Sη(u, v)/Sf(u, v)* – енергетичне співвідношення шуму до сигналу. Якщо спектр шуму для значень *u,v* дорівнює 0 то це співвідношення також дорівнює 0 і тоді це все зводиться до інверсного фільтра.



*M, N* – величини які позначають розмір зображення та шуми. Ці величини є скалярами.



**Сліпа деконволюція.**

Одна з найскладніших задач у відновленні зображень полягає в отриманні відповідних наближень функції спотворення зображення або оптичної функції (PSF), які використовуються в алгоритмах відновлення. Методи відновлення зображень, які не використовують інформацію про функцію PSF, називаються алгоритмами сліпої деконволюції.

Метод сліпої деконволюції, який привернув увагу дослідників упродовж останніх двадцяти років, базується на наближенні по максимуму правдоподібності (MLE) - стратегії оптимізації при побудові наближень величин, перекручених випадковим шумом. В інтерпретації MLE зображення вважається випадково вибраним з деякою певною ймовірністю з сімейства інших можливих випадкових величин.

Завдання полягає в знаходженні максимуму функції правдоподібності, яка виражається через функції *g(x,y)*, *f(x,y)* і *h(x,y)*. При сліпій деконволюції задача оптимізації вирішується ітеративно з дотриманням відповідних обмежень та умови збіжності всієї процедури. Максимальна пара функцій *f(x,y)* і *h(x,y)* вважається відновленим зображенням та відповідною функцією PSF.

**Хід роботи**

1. Застосувати «гаусів шум» до вхідного зображення.

I = imread('ххххххх.ххх');

figure;

imshow(I);

title('Original Image');

H = fspecial('gaussian',7,10);

Blurred = imfilter(I,H,'symmetric','conv');

figure;

imshow(Blurred);

title('Blurred Image');

(в звіт 2 зображення, ваше вхідне та з шумом)

2. Реставрувати зображення методом сліпої деконволюції та припустити що спотворюючий оператор *Н* не відомий:

а) спотворюючий оператор *Н* на 4 пікселя менше по горизонталі та вертикалі.

UNDERPSF = ones(size(H)-4);

[J1 Н1] = deconvblind(Blurred,UNDERPSF);

 figure;

 imshow(J1);

title('Deblurring with Undersized PSF');

(1 зображення в звіт)

б) спотворюючий оператор *Н* на 4 пікселя більше по горизонталі та вертикалі.

OVERPSF = padarray(UNDERPSF,[4 4],'replicate','both');

[J2 Н2] = deconvblind(Blurred,OVERPSF);

 figure;

imshow(J2);

 title('Deblurring with Oversized PSF');

(1 зображення в звіт)

в) провести досліди зі значенями, коли *N* = 5, 10, 15.

INITPSF = ones(size(H));

 [J1 Н1] = deconvblind(Blurred,INITPSF,N);

figure;

imshow(J1);

title('Deblurring with Initial PSF');

(3 зображення в звіт для кожного досліду)

 3. Зробити висновки.

 4. Застосувати «рух» для вхідного зображення.

I = imread('ххххххх.ххх');

figure;imshow(I);

title('Original Image');

 Н = fspecial('motion',30,10);

Blurred = imfilter(I,Н,'circular','conv');

figure;

imshow(Blurred);

 title('Blurred');

(в звіт 2 зображення, ваше вхідне та з шумом)

 5. Реставрувати зображення методом інверсної фільтрації та зробити висновки.

wnr1 = deconvwnr(Blurred,Н);

figure;

imshow(wnr1);

 title('Restored');

(1 зображення в звіт)

 6. **Додати до розмитого** зображення шуми. Зробити висновки при впливі оператора *Н* та шуму.

noise = 0.1\*randn(size(I));

 BlurredNoisy = imadd(Blurred,im2uint8(noise));

 figure;

imshow(BlurredNoisy);

title('Blurred & Noisy');

wnr2 = deconvwnr(BlurredNoisy,Н);

figure;

 imshow(wnr2);

title('Inverse Filtering of Noisy Data');

(2 зображення в звіт)

 7. Ввести контроль відношення шум-сигнал та зробити висновки.

NSR = sum(noise(:).^2) /sum(im2double(I(:)).^2);

 wnr3 = deconvwnr(BlurredNoisy,Н,2\*NSR);

figure;

imshow(wnr3);

title('Restored with NSR');

(1 зображення в звіт)