

КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ

Digital Image Processing - DIP

ПРЕПАРУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ.

ТОЧКОВІ МЕТОДИ.

АМПЛІТУДНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ.

Препарування зображень

Препарування використовується, коли необхідно підкреслити, посилити якісь риси, особливості, нюанси спостережуваного зображення з метою поліпшення суб'єктивного сприйняття

Точкові методи

!!! При виконанні процедур препарування на результат впливає значення інтенсивності тільки в оброблюваній точці, а не в її околі (не фільтрація).

ТОЧКОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Геометричні операції.

Типові перетворення

1. Геометричні перетворення 2D зображень
2. 2D перетворення в гомогенних (узагальнених) координатах.
3. Загальні афінні перетворення в гомогенних координатах.
4. Передескретизація

2-D Визначення

Вершина (крапка, vertex). Позначається V/v .
Впорядкована пара (2D) / трійка (3D) чисел.

Відрізок прямий. Задається парою точок $V1, V2$

Ребро (вектор, edge). Позначається E/e .
Спрямований відрізок. Задається парою точок $V1$ – початок вектору та $V2$ кінець вектору – напрямок від $V1$ до $V2$.

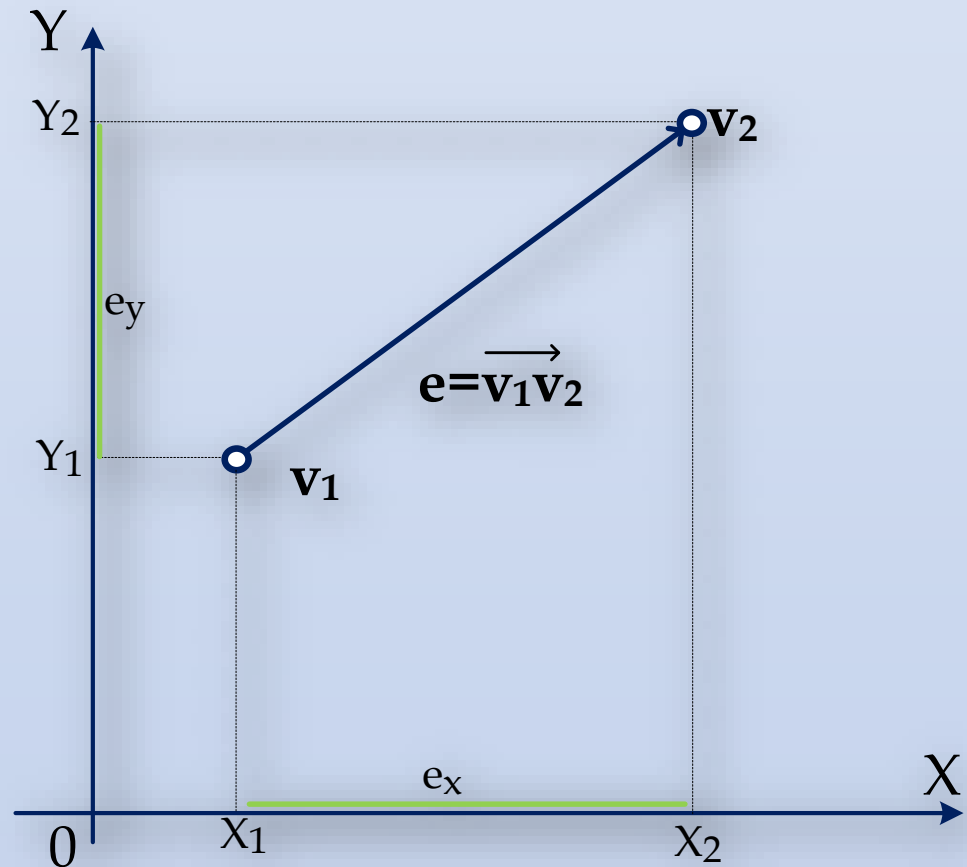
2-D системи координат

Точка (крапка, vertex) 2D

$$V = \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix}; V_1 = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{bmatrix}; V_2 = \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \end{bmatrix}$$

Ребро (вектор, edge) 3D

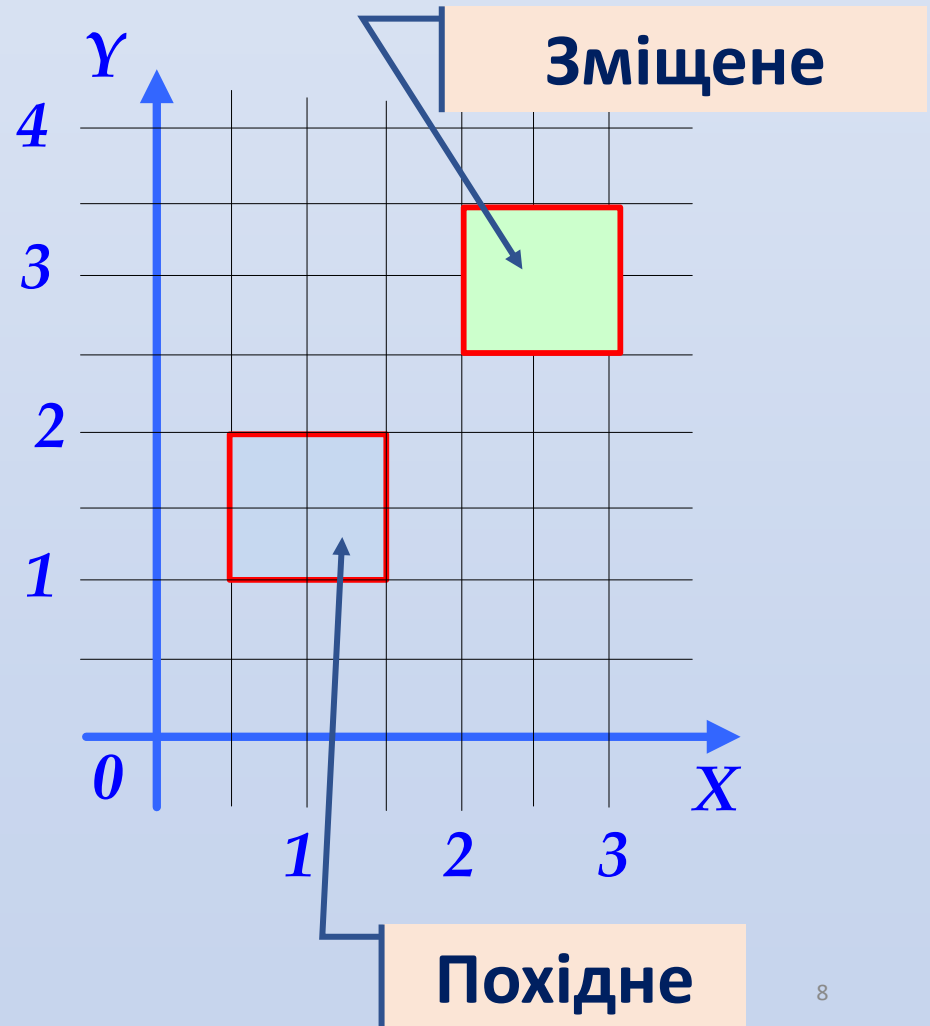
$$E = \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_2 - X_1 \\ Y_2 - Y_1 \end{bmatrix}$$



2-D 3CYB (Translation)

$$\begin{bmatrix} P_{x2} \\ P_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{x1} \\ P_{y1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \end{bmatrix}$$

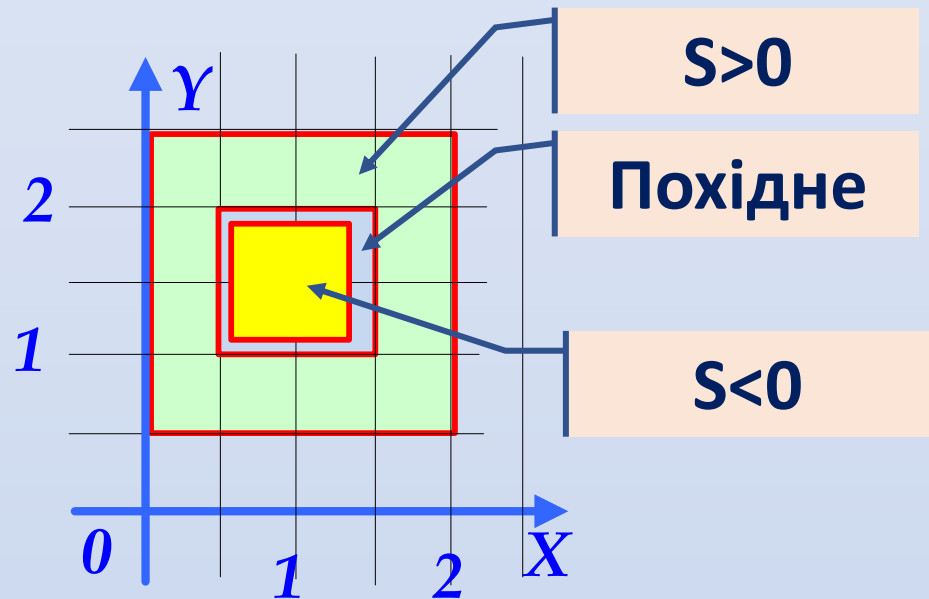
$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} \Delta_x \\ \Delta_y \end{bmatrix}$$



2-D МАСШТАБУВАННЯ (Scaling)

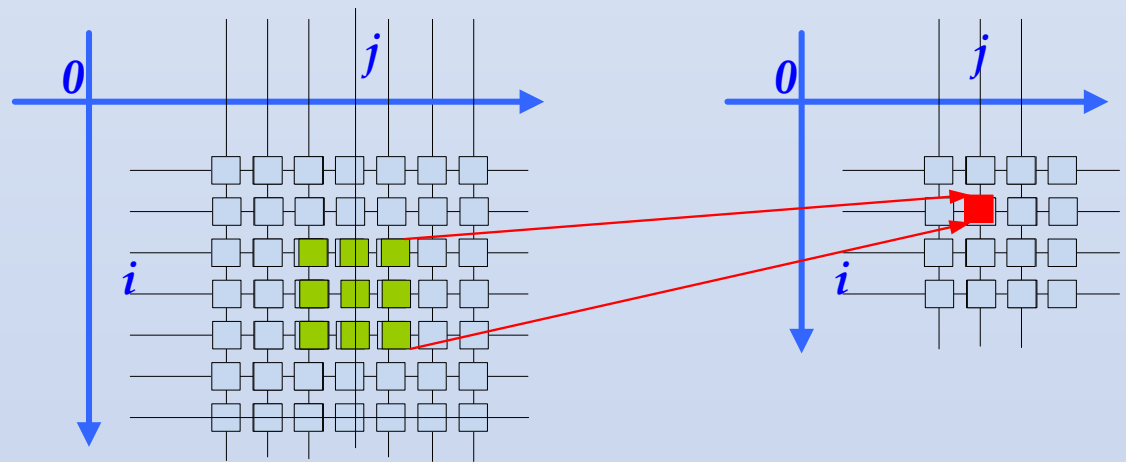
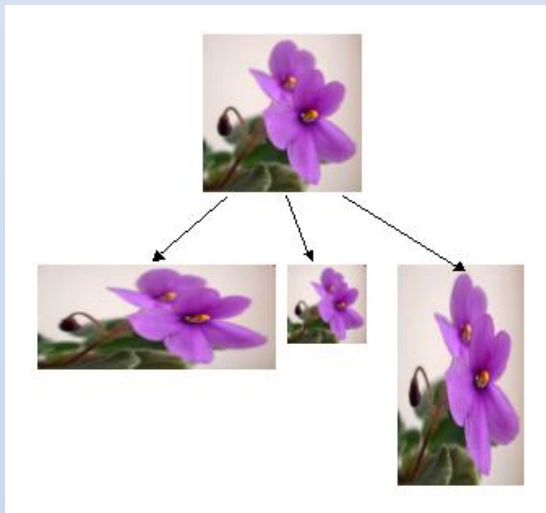
$$P_2 = \begin{bmatrix} s & 0 \\ 0 & s \end{bmatrix} * P_1$$

$$T_{sc} = \begin{bmatrix} s & 0 \\ 0 & s \end{bmatrix}$$



Геометричні перетворення зображень

Масштабування - зміна розмірів:
зменшення

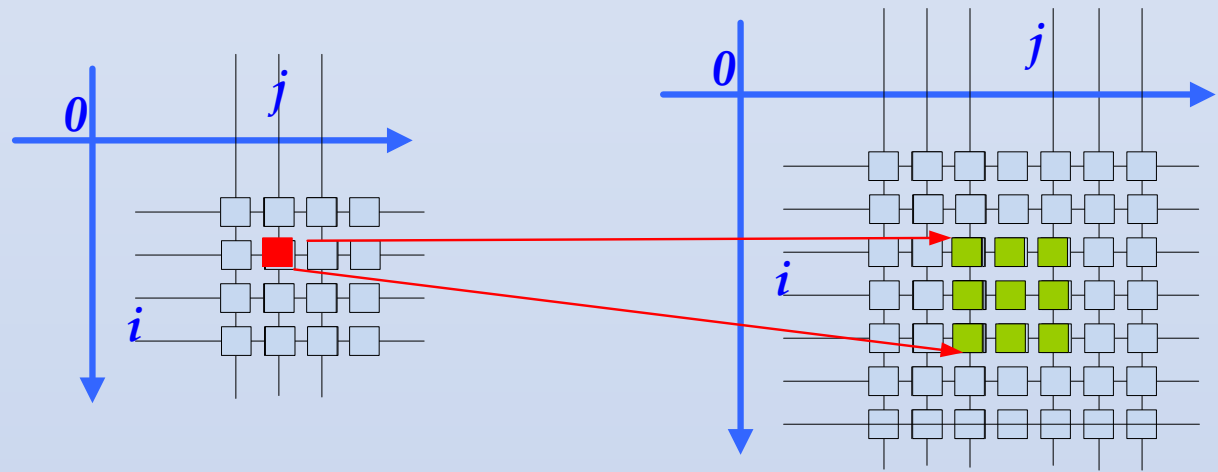
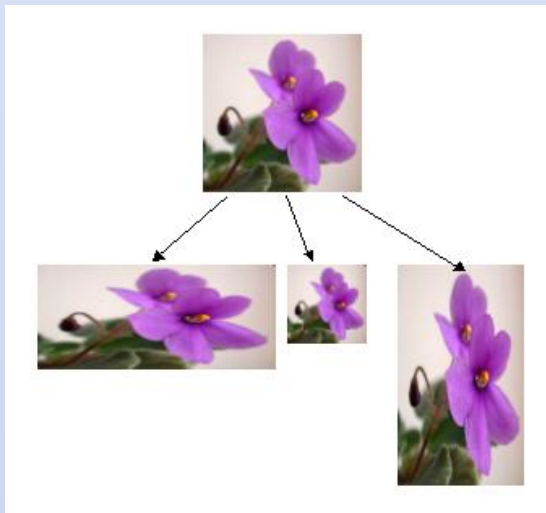


$$I[i, j]_{new} = F(I[i - 1, j - 1], \dots, I[i + 1, j + 1])$$

$$F = \text{????}$$

Геометричні перетворення зображень

Масштабування - зміна розмірів: збільшення

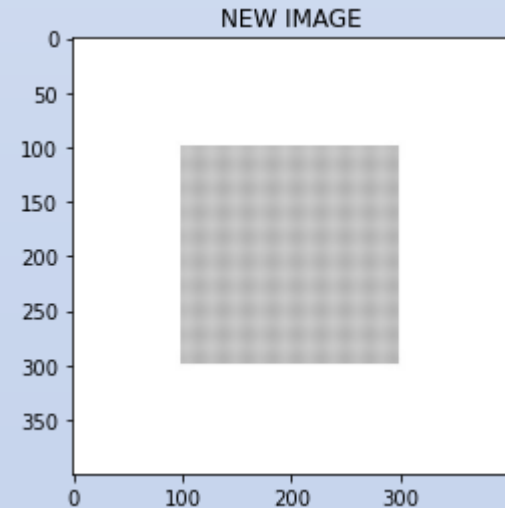
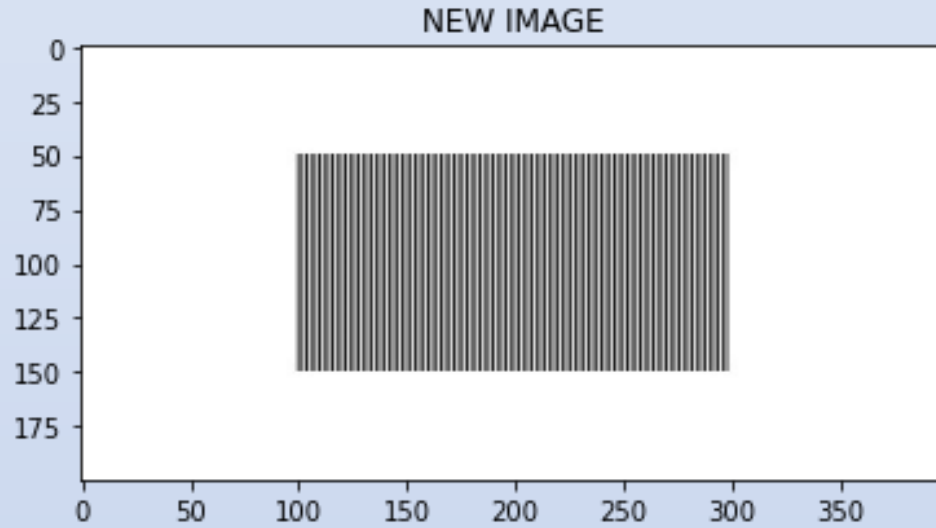
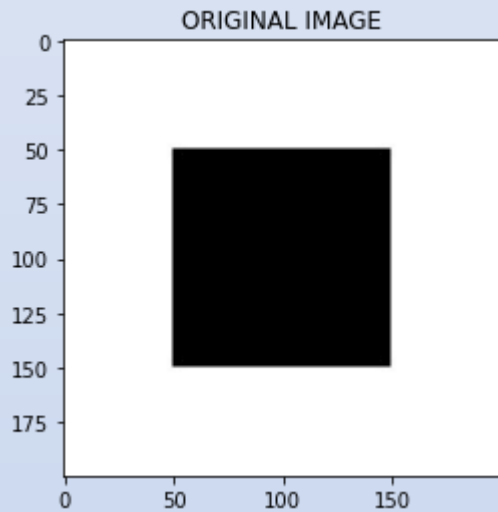


$$I[i - 1, j - 1]_{new}, \dots, I[i + 1, j + 1]_{new} = F(I[i, j])$$

$$F = \text{????} \text{ (ще більш)}$$

Геометричні перетворення зображень

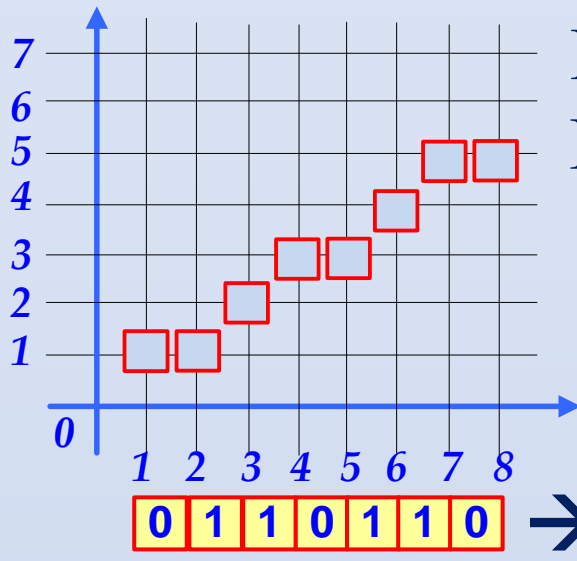
Масштабування - зміна розмірів



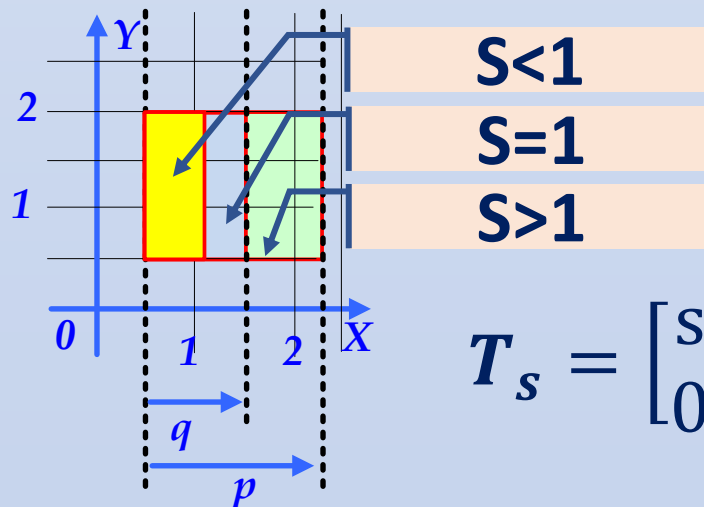
Код Ротштейна.

Растеризация вектора (алгоритм Брезенхема)

Код Рунштейна → смещение по Y на каждом шаге (rod_cod[i])



Масштабирование по горизонтали

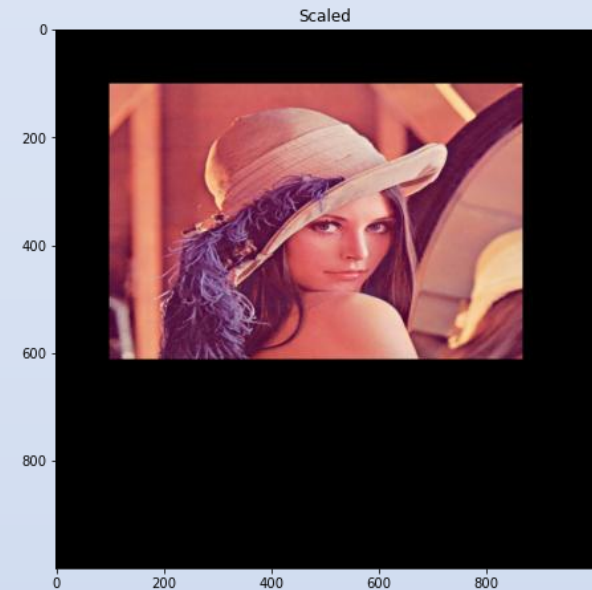
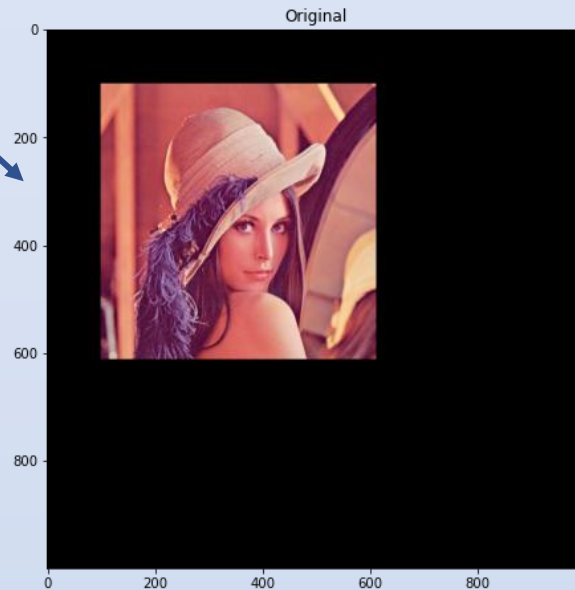


$$T_s = \begin{bmatrix} s & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; s = p/q$$

Алгоритми Вейнмана

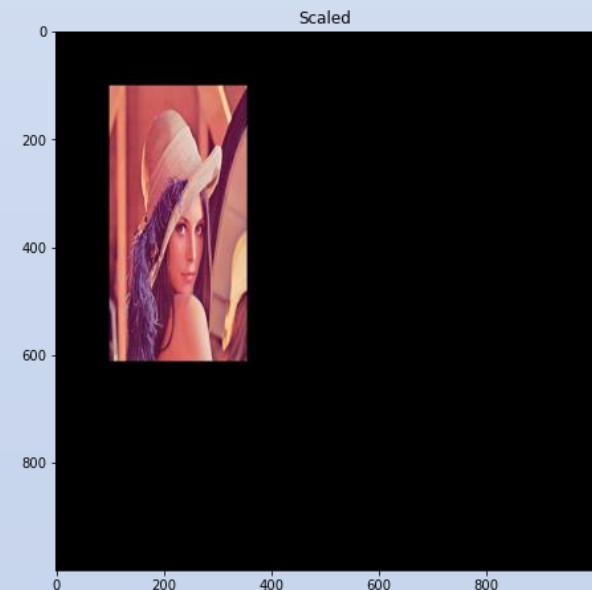
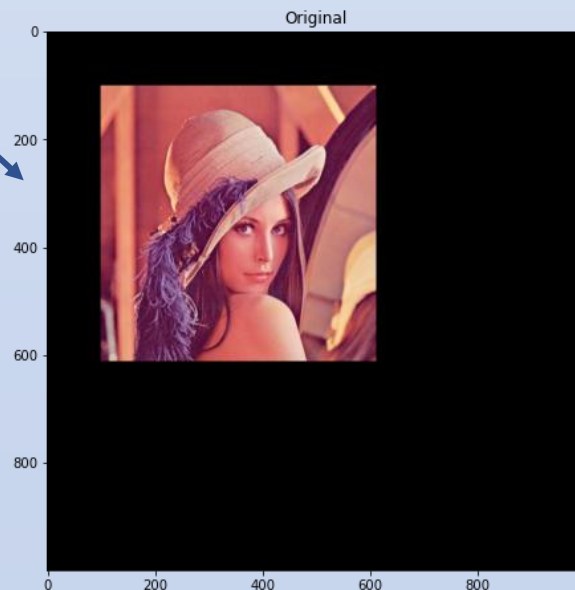
$S > 1$

$\text{rod_cod}[j] == 1$
вставляем
доп. столбец

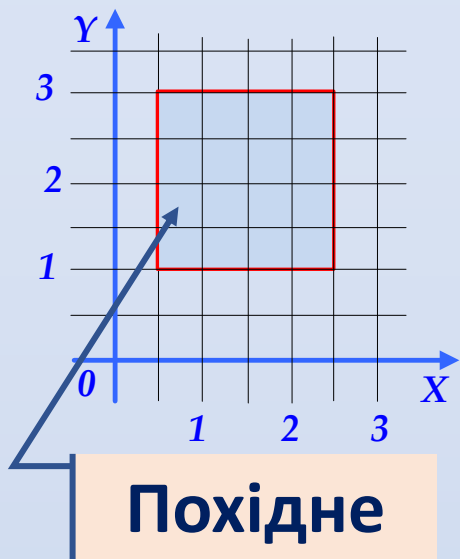


$S < 1$

$\text{rod_cod}[j] == 1$
игнорируем
столбец



2-D CKIC (Shearing)



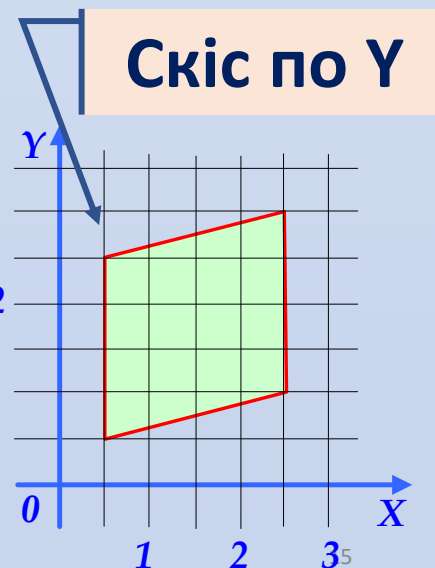
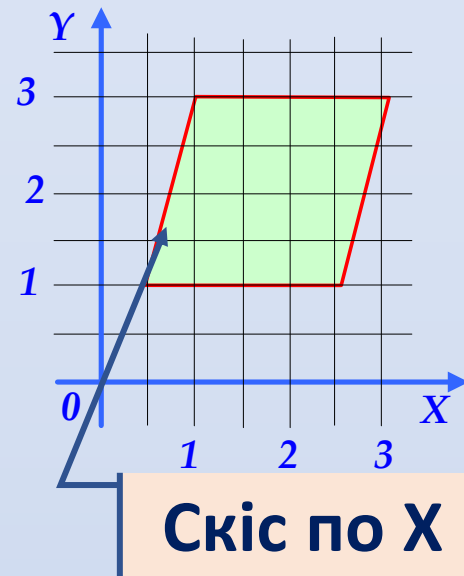
$$P_2 = \begin{bmatrix} 1 & a_y \\ 0 & 1 \end{bmatrix} * P_1$$

$$H_y = \begin{bmatrix} 1 & a_y \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ a_x & 1 \end{bmatrix} * P_1$$

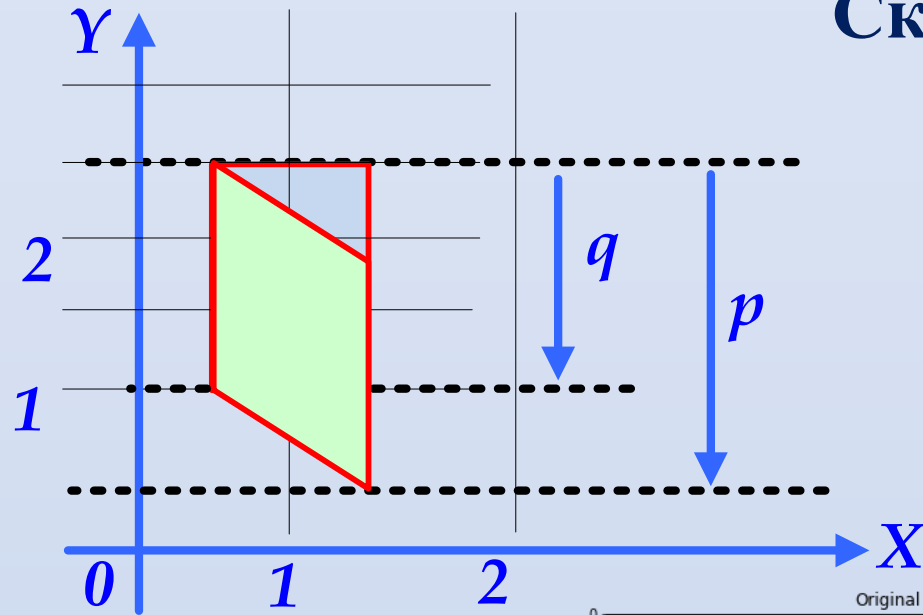
$$H_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ a_x & 1 \end{bmatrix}$$

$$H = H_x * H_y = \begin{bmatrix} 1 & a_y \\ a_x & 1 + a_x a_y \end{bmatrix}$$



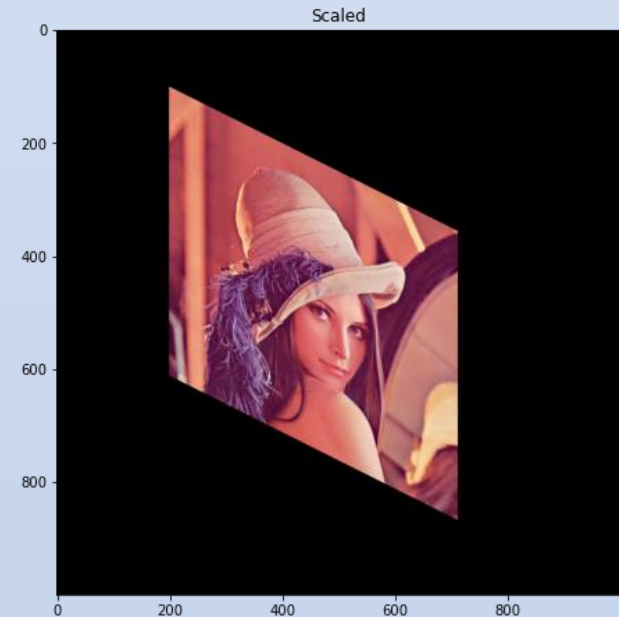
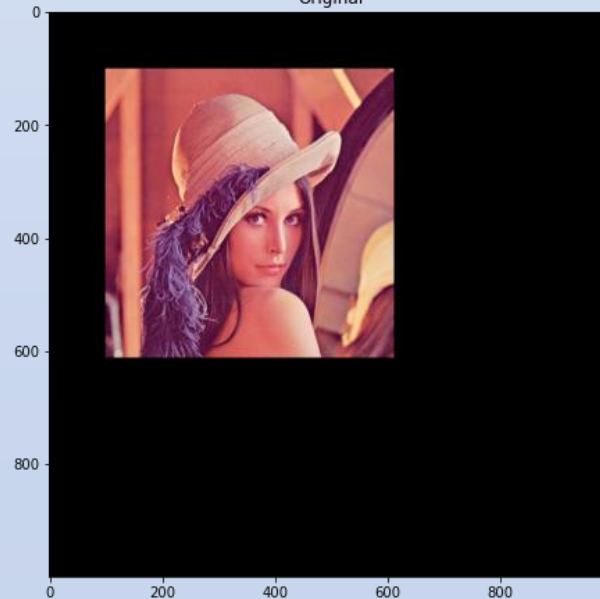
Алгоритми Вейнмана

Скіс



$$T_{sc} = \begin{bmatrix} 1 & s \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; s = p/q$$

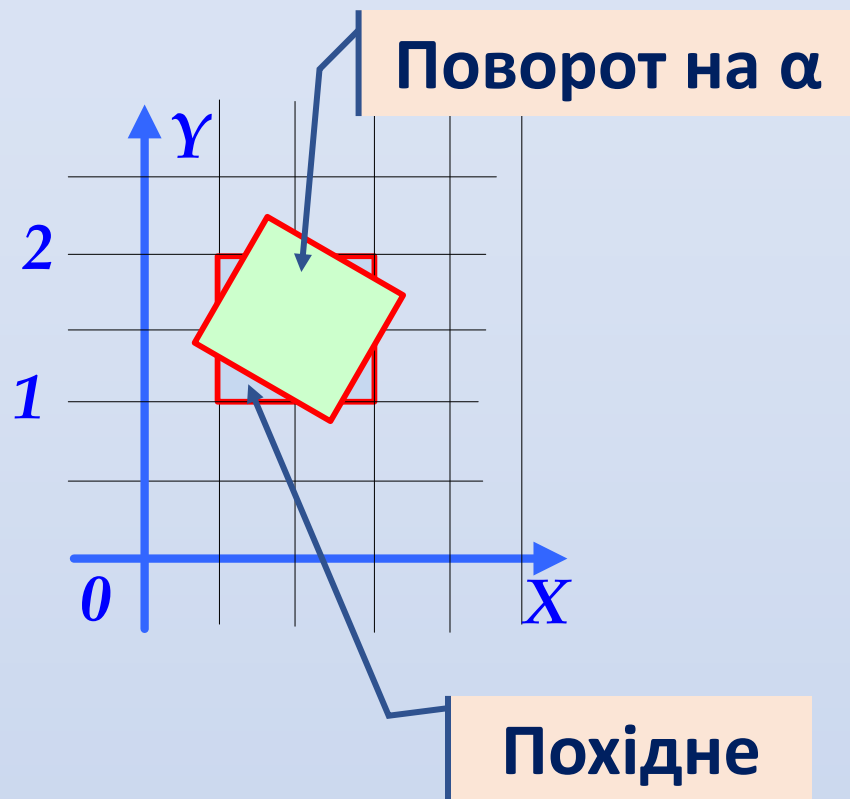
`rod_cod[i]==1`
Зміщуємо
стовпець



2-D ПОВЕРТАННЯ (Rotation)

$$P_2 = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix} * P_1$$

$$R = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix}$$



Алгоритми Вейнемана

Обертання

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & \sin(\alpha) \\ -\sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix} = M_1 * M_2 * M_3 * M_4$$

$$M_1 = \begin{bmatrix} 1 & \tan(\alpha) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \text{скос по } Y$$

$$M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\sin(\alpha) \cos(\alpha) & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \text{скос по } X$$

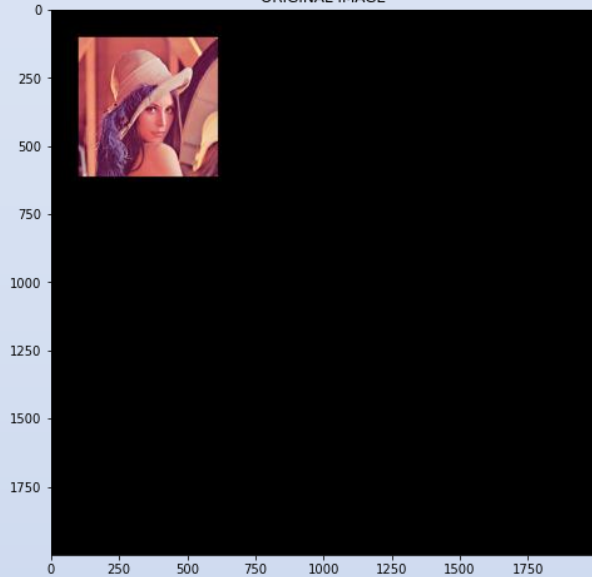
$$M_3 = \begin{bmatrix} 1/\cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \text{масштабирование по } X$$

$$M_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha) \end{bmatrix} \rightarrow \text{масштабирование по } Y$$

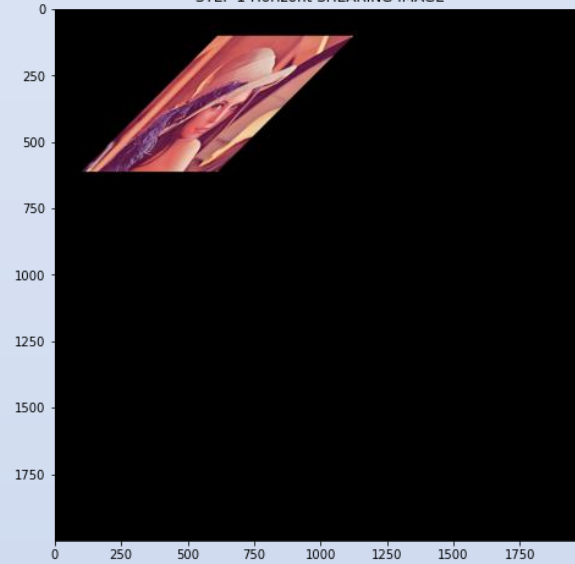
Алгоритми Вейнмана

Вращение

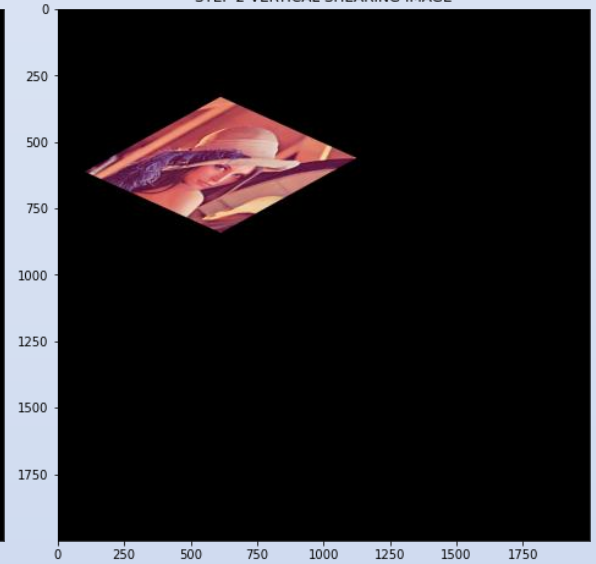
ORIGINAL IMAGE



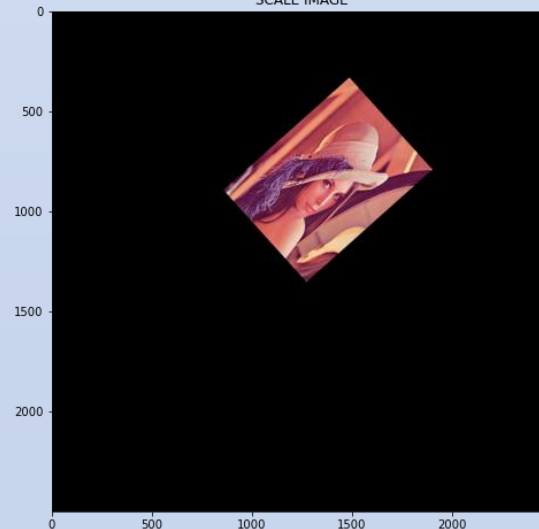
STEP 1 Horizont SHEARING IMAGE



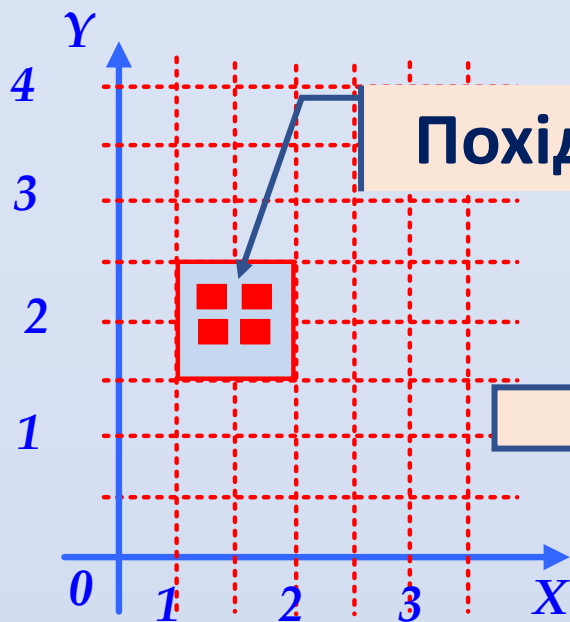
STEP 2 VERTICAL SHEARING IMAGE



SCALE IMAGE



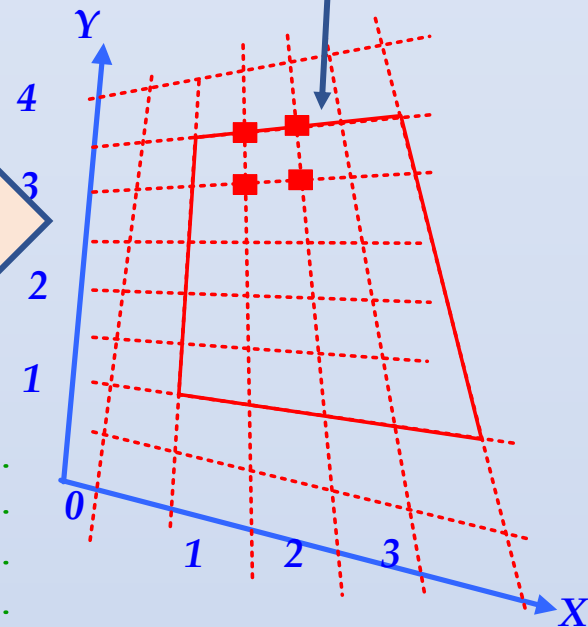
Проблема



Похідне

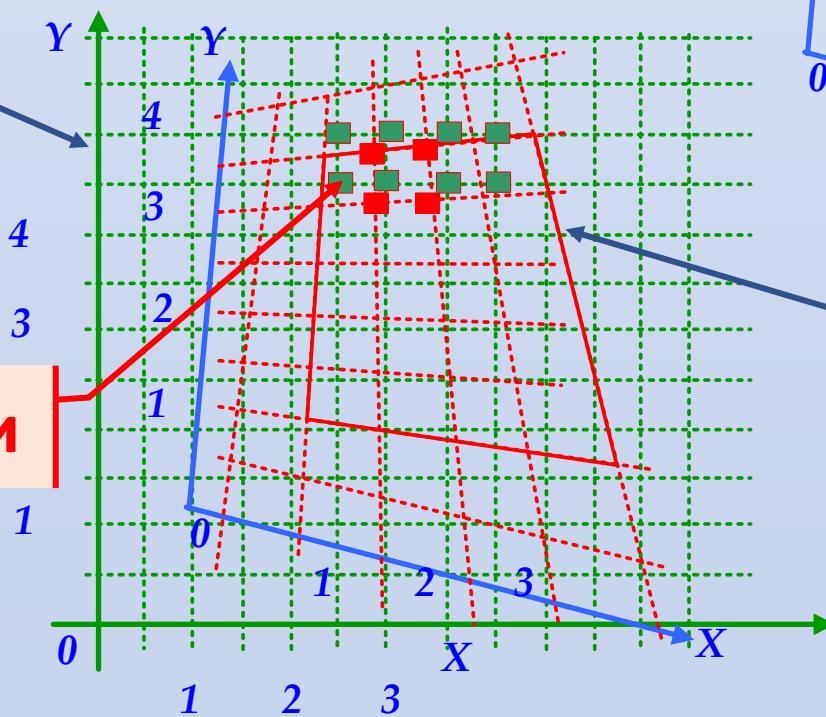
Перетворене

Геометричне перетворення



Новий
растр

? ЯК обрахувати

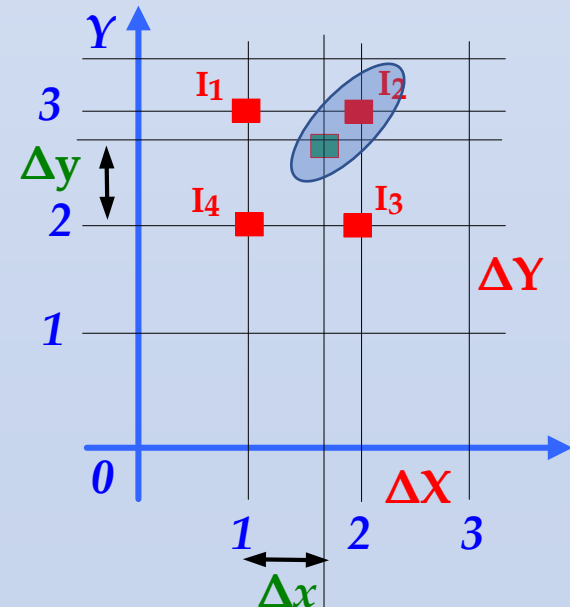


Старий
растр

Рішення

Передискретизація - зводиться до застосування дискретної згортки (фактично підсумовування) вихідного дискретизованого зображення з функцією деякого фільтра, що центрується в прообразі нового пікселя при перетворенні.

- Найближчий сусід (інтерполяція нульового порядку).
- Білінійна інтерполяція.
- Бікубічна інтерполяція.



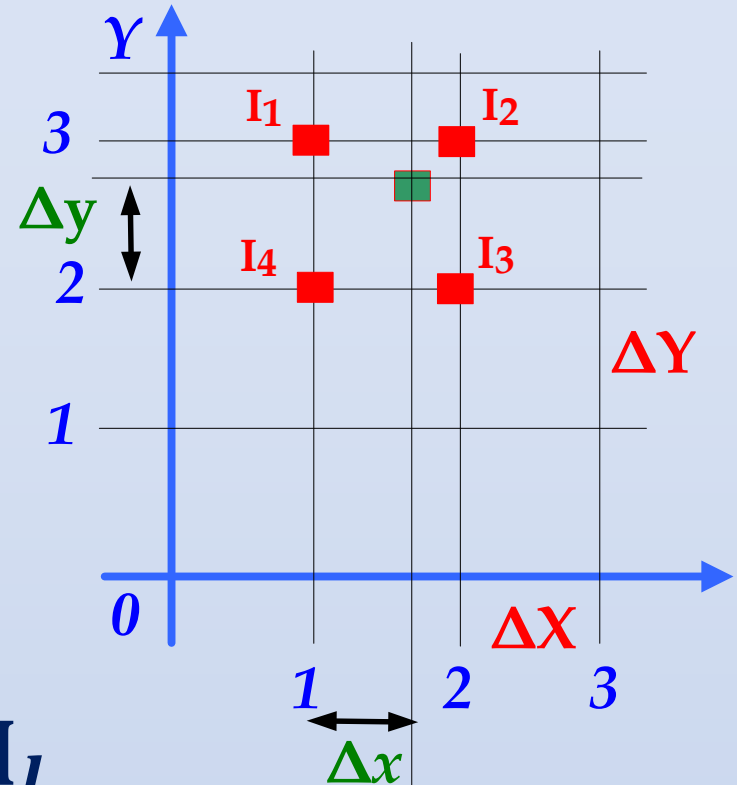
Рішення

- Білінійна інтерполяція.

$$I_l = \frac{I_1 - I_4}{\Delta Y} * \Delta y + I_4$$

$$I_r = \frac{I_2 - I_3}{\Delta Y} * \Delta y + I_3$$

$$I_{new} = \frac{I_r - I_l}{\Delta X} * \Delta x + I_l$$



Бікубічна інтерполяція – використовує 16 пікселів (опорних точок) вихідного зображення

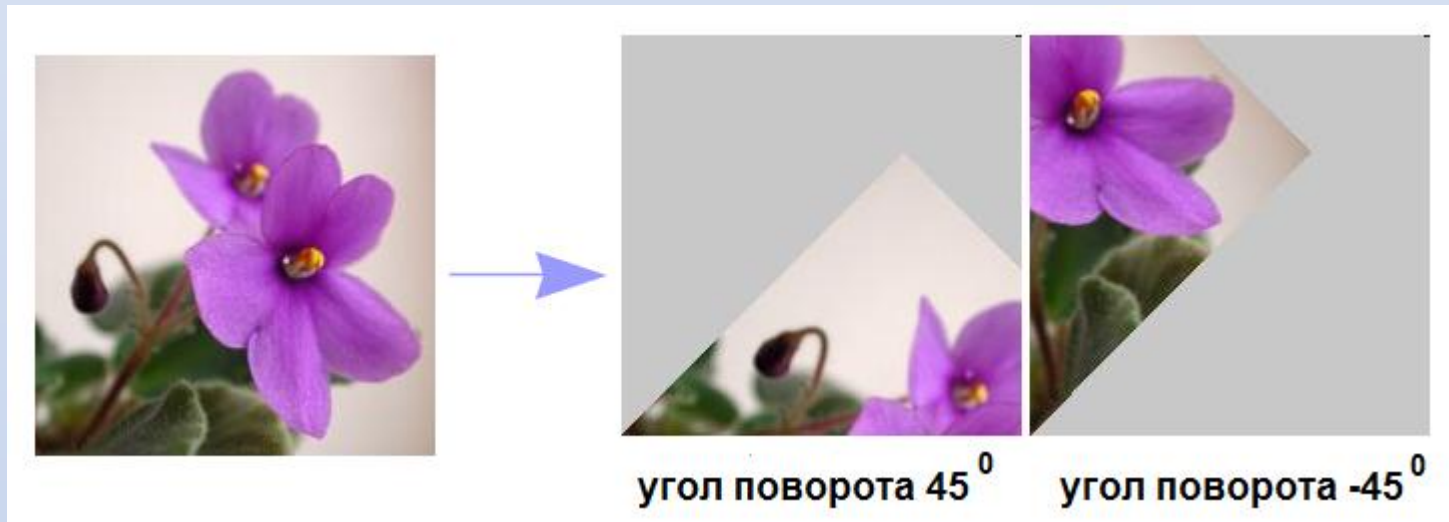
Геометричні перетворення зображень

Повертання



Геометричні перетворення зображень

Повертання навколо визначеної точки



УЗАГАЛЬНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ

$$P_2 = [R * S * H_x * H_y] * P_1 + T$$

Узагальнені (гомогенні) координати

$$P_2 = M * P_1$$

$$P = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ 1 \end{bmatrix}; M = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} \\ m_{3,1} & m_{3,2} & m_{3,3} \end{bmatrix}$$

УЗАГАЛЬНЕ АФІННЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & m_{1,2} & m_{1,3} \\ m_{2,1} & m_{2,2} & m_{2,3} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \end{bmatrix}$$

$$m_{1,1} = s \cos(\alpha) + a_x \sin(\alpha);$$

$$m_{1,2} = a_x \cos(\alpha) + s(1 + a_x a_y) \sin(\alpha);$$

$$m_{1,3} = \Delta_x;$$

$$m_{2,1} = -s \sin(\alpha) + a_x \cos(\alpha);$$

$$m_{1,2} = s(1 + a_x a_y) \cos(\alpha) - a_y \sin(\alpha);$$

$$m_{2,3} = \Delta_y$$

Геометричні перетворення

Необхідність геометричних перетворень викликана геометричними спотвореннями зображень, що виникають як внаслідок помилок, що допущені при зйомці об'єктів, так і недосконалістю використовуваної при цьому апаратури.

Типові спотворення першого типу є спотворення, обумовлені неправильною орієнтацією камери щодо об'єкту, що знімається: поворот, нахил і т. д.

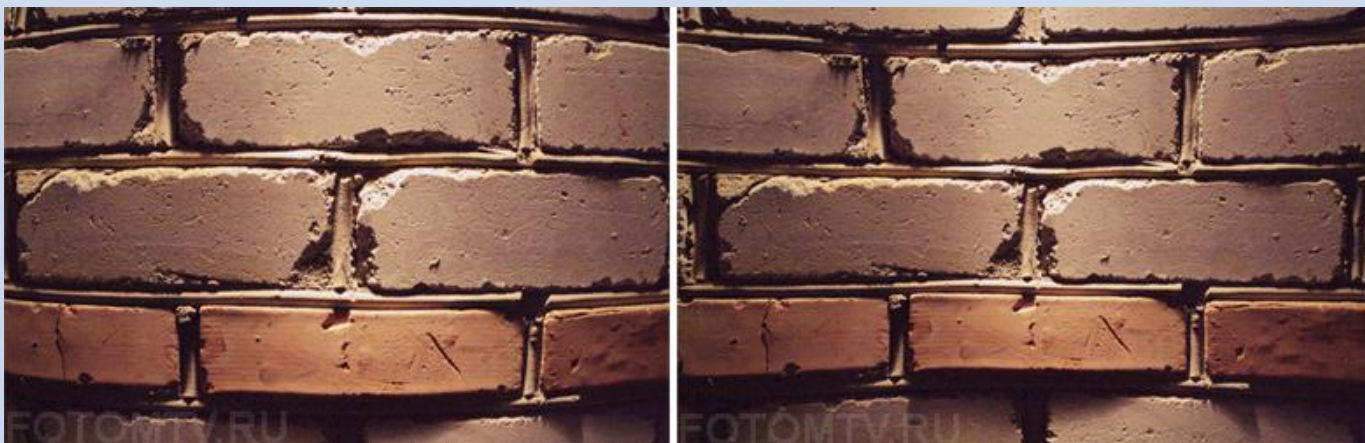
Візуально — спотворення перспективи.



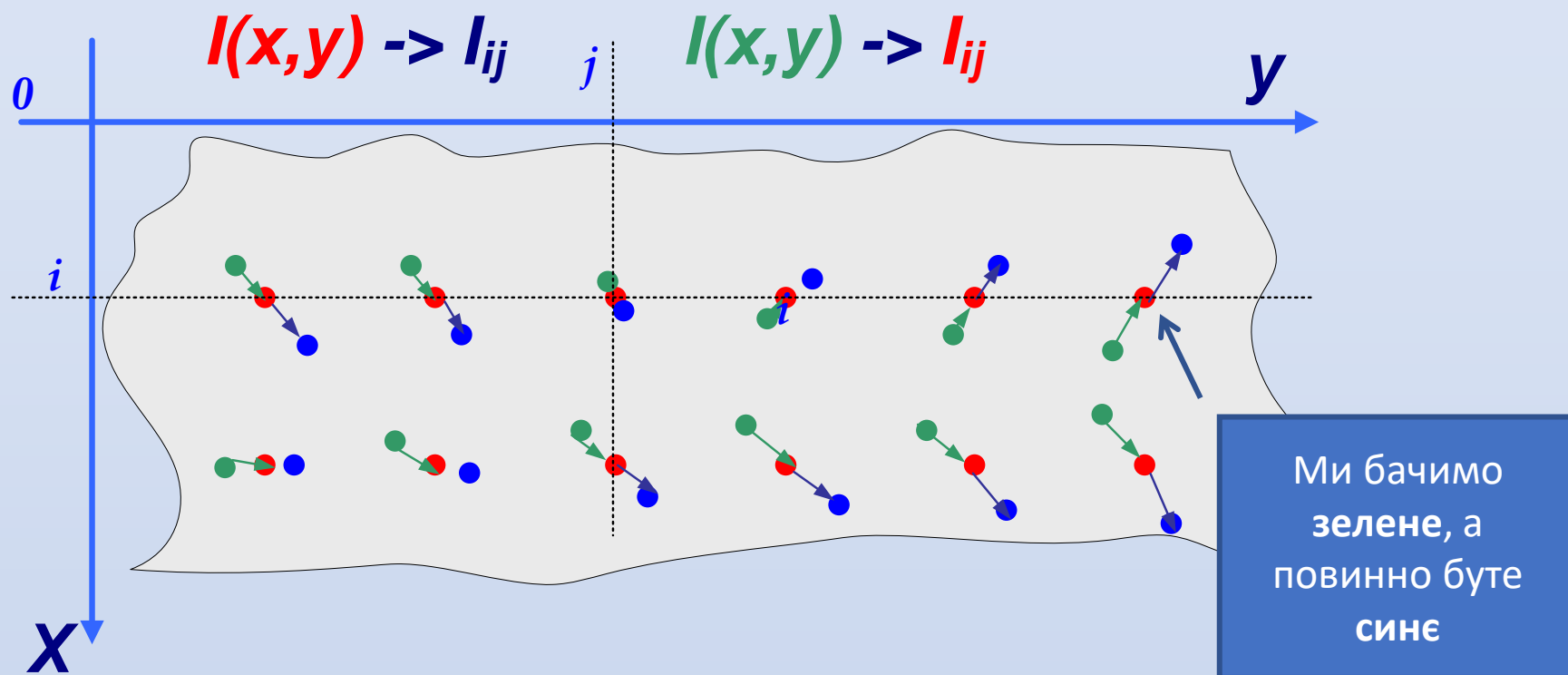
Геометричні перетворення

Типове геометричне спотворення, що обумовлені недосконалістю оптики камери, є **дисторсія**. Дисторсія проявляється в порушенні геометричної подоби між предметом і його зображенням.

В результаті дисторсії зображення прямокутної сітки набуває бочкообразну (негативна дисторсія) або подушкообразну (позитивна дисторсія) форму.



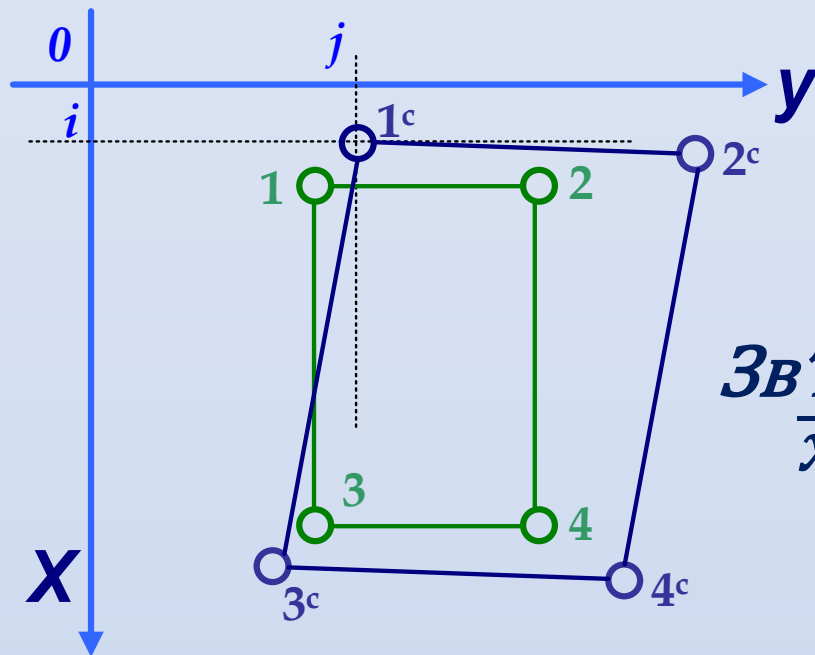
Виправлення спотворень



Необхідно встановити зв'язок між координатами однойменних x , y точок в спотвореному x , y $[i,j]$ і неспотвореному x , y $[i,j]$ зображенні.

$$x^{\text{спот}} = \Phi_x(x_i, y_j); \quad y^{\text{спот}} = \Phi_y(x_i, y_j)$$

Лінійне перетворення. Реперні точки



Точка спотвореного
зображення x, y .

Точка перетвореного
зображення \bar{x}, \bar{y} .

Зв'язок:

$$\bar{x} = \alpha_1 x + \alpha_2 y + \alpha_3 xy + \alpha_4;$$

$$\bar{y} = \beta_1 x + \beta_2 y + \beta_3 xy + \beta_4$$

Коефіцієнти $\alpha_1, \dots, \alpha_4, \beta_1, \dots, \beta_4$ знаходимо через рішення системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Лінійне перетворення. Реперні точки

$$\overline{x_1} = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 y_1 + \alpha_3 x_1 y_1 + \alpha_4;$$

$$\overline{x_2} = \alpha_1 x_2 + \alpha_2 y_2 + \alpha_3 x_2 y_2 + \alpha_4;$$

$$\overline{x_3} = \alpha_1 x_3 + \alpha_2 y_3 + \alpha_3 x_3 y_3 + \alpha_4;$$

$$\overline{x_4} = \alpha_1 x_4 + \alpha_2 y_4 + \alpha_3 x_4 y_4 + \alpha_4;$$

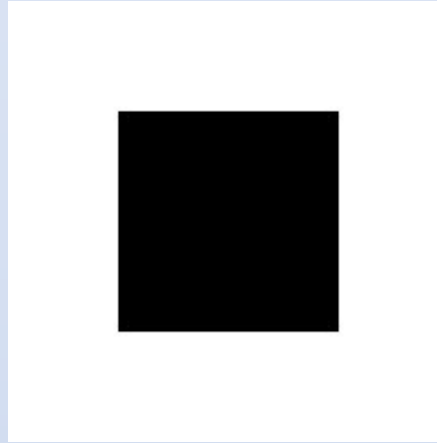
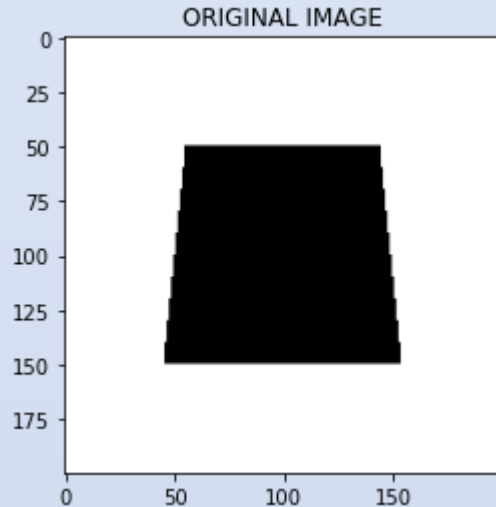
$$\overline{y_1} = \beta_1 x_1 + \beta_2 y_1 + \beta_3 x_1 y_1 + \beta_4;$$

$$\overline{y_2} = \beta_1 x_2 + \beta_2 y_2 + \beta_3 x_2 y_2 + \beta_4;$$

$$\overline{y_3} = \beta_1 x_3 + \beta_2 y_3 + \beta_3 x_3 y_3 + \beta_4;$$

$$\overline{y_4} = \beta_1 x_4 + \beta_2 y_4 + \beta_3 x_4 y_4 + \beta_4;$$

Лінійне перетворення. Реперні точки



$$\bar{x} = x$$

$$\bar{y}_1 = \beta_1 x_1 + \beta_2 y_1 + \beta_3 x_1 y_1 + \beta_4;$$

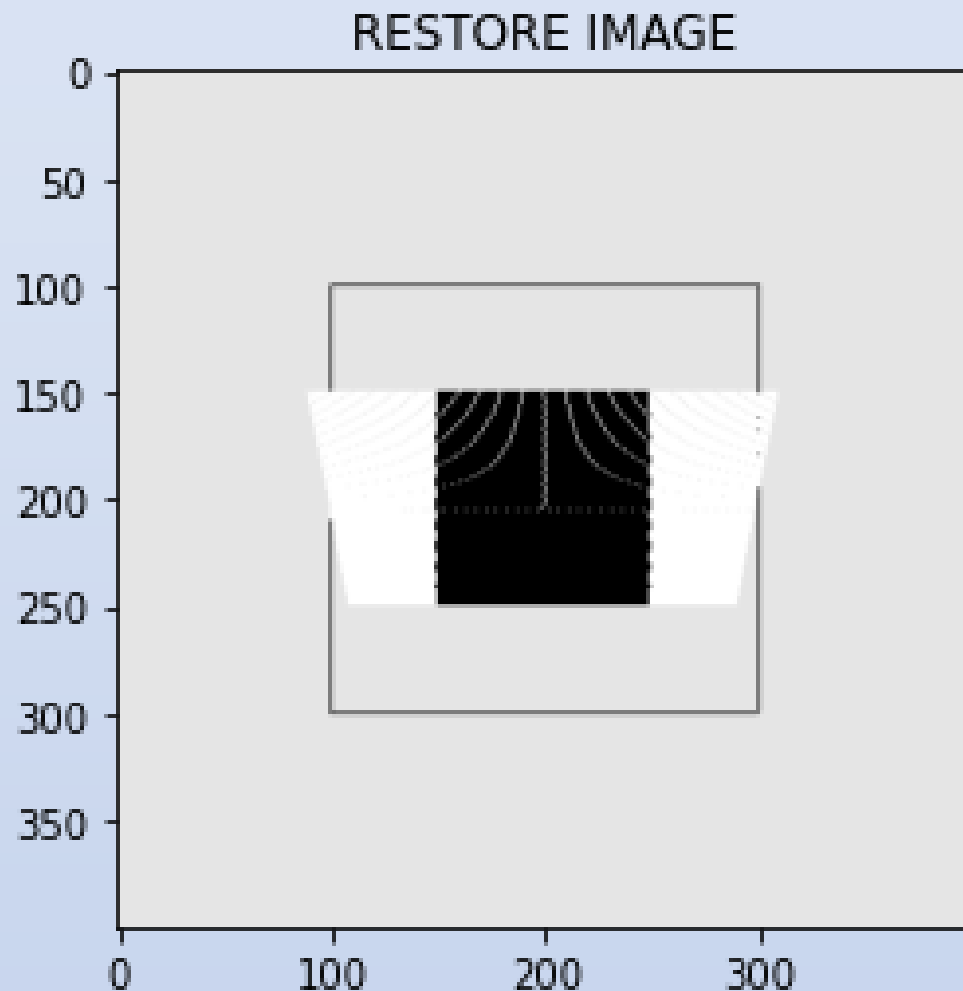
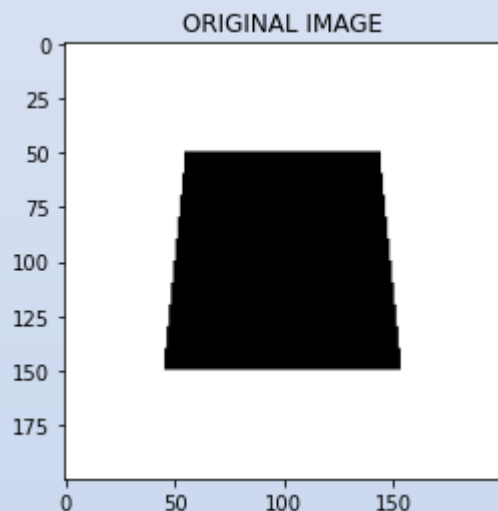
$$\bar{y}_2 = \beta_1 x_2 + \beta_2 y_2 + \beta_3 x_2 y_2 + \beta_4;$$

$$\bar{y}_3 = \beta_1 x_3 + \beta_2 y_3 + \beta_3 x_3 y_3 + \beta_4;$$

$$\bar{y}_4 = \beta_1 x_4 + \beta_2 y_4 + \beta_3 x_4 y_4 + \beta_4;$$

Лінійне перетворення. Реперні точки

$$\bar{x} = x$$



БЕТА [2.0e-01, 1.2e+00, -2.0e-03, -2.e+01]

Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Вовк С.М., Гнатушенко В.В., Бондаренко М.В.** Методи обробки зображень та комп'ютерний зір: навчальний посібник. - Д.: Ліра, 2016 — 148 с.
- **Красильников Н.Н.** Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений: учеб.пособие.- СПб.: БХВ-Петербург, 2011.- 608 с.: ил.
- **Гонсалес Р.С., Вудс Р.Э.** Цифровая обработка изображений. - М. : Техносфера, 2005. -1070 с.
- **Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю. и др.** Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения.-М.: Физматкнига, 2010.-672 с.

Рекомендована ЛІТЕРАТУРА

- **Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В.** Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. - М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. - 384 с.
- **Творошенко І.С.** Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» / І.С.Творошенко : І. С. Творошенко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 75 с.
- Методы компьютерной обработки изображений: Учебное пособие для ВУЗов/ Под ред.: **Сойфер В.А..** - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2003. - 780 с.
- **Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю.** Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.

Додаткова ЛІТЕРАТУРА

- **Грузман И.С., Киричук В.С.** Цифровая обработка изображений в информационных системах. — Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002. — 352 с.: ил.
- **Solomon C., Breckon T.** Fundamentals of Digital Image Processing. — Willey-Blackwell, 2011 - 344 p.
- **Павлидис Т.** Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1986. — 400 с.
- **Яншин В. В., Калинин Г. А.** Обработка изображений на языке Си для IBM PC: Алгоритмы и программы. — М.: Мир, 1994. — 240 с.

Інформаційні ресурси

- Компьютерная обработка изображений. Конспект лекций. http://aco.ifmo.ru/el_books/image_processing/
- Цифрова обробка зображень [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / НТУУ «КПІ» ; уклад.: В. С. Лазебний, П. В. Попович. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,41 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 73 с. – <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/21035>
- <https://www.youtube.com/watch?v=CZ99Q0DQq3Y>
- <https://www.youtube.com/watch?v=FKTLW8GAdu4>

The END 03