

КОМП'ЮТЕРНИЙ СИНТЕЗ та ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ

Digital Image Processing - DIP

2021 / 2022 навчальний рік

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Башков Евгений Александрович
Д.т.н., проф., кафедра прикладной
математики

mail: *eabashkov@i.ua*

Написать письмо, указать полностью ФИО и
группу. !!!! В теме письма ВСЕГДА писать

2022DIPCG_MAG21

Команда в Teams:

2021-2022. ИПЗм-21. Синтез Обработка

Материалы на GitHub:

[https://github.com/eabshkvprof/2022 Image Processing IPZm 21](https://github.com/eabshkvprof/2022_Image_Processing_IPZm_21)

ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ СТАЦИОНАР

Всего 6 кредита , 180 часов

- **Аудиторные**

• Лекции	32 часа	16 лекций
• Лабораторные	32 часа	8 лаб.работ

- **Экзамен**

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ

Надання представлення здобувачам вищої освіти базових методів та алгоритмів синтезу та обробки зображень при організації та розробці програмного забезпечення систем комп'ютерного зору.

ПРОГРАМА. Тематика лекцій

Тема 1. Зображення як сигнал.

Одновимірний безперервний сигнал. Спектр одновимірного сигналу. Дискретизація одновимірних неперервних сигналів. Теорема Найквіста - Котельнікова. Відновлення сигналу. Зображення як двовимірний сигнал. Спектр двовимірного сигналу. Дискретизація двовимірного сигналу (зображення). Теорема Найквіста – Котельнікова для двовимірних сигналів. Відновлення зображення. Основні фільтри і їх властивості.

ПРОГРАМА. Тематика лекцій

Тема 2. Квантування та підвищення якості зображень.

Квантування за яскравістю. Методи зменшення спотворень зображень при квантуванні. Оцінки якості зображення. Поелементні перетворення зображень. Градаційні перетворення. Контрастування. Алгоритми зміни (підвищення) роздільної здатності. Аліасинг (aliasing). Методи зменшення спотворень зображень, що викликані похибками дискретизації зображень при синтезі 3D сцен.

ПРОГРАМА. Тематика лекцій

- **Тема 3. Стиснення зображень.**

Критерії оцінки втрат інформації при стисненні зображень. Критерії порівняння алгоритмів стиснення зображень. Алгоритми стиснення без втрат: RLE, LZW, Хаффмана. Алгоритми стиснення з втратами. Алгоритм JPEG. Тенденції розвитку сучасних алгоритмів стиснення зображень.

- **Тема 4. Геометричні перетворення зображень.**

Корекція геометричних спотворень, збільшення, зменшення, повертання зображень.

ПРОГРАМА. Тематика лекцій

- **Тема 5. Сегментація зображень.**

Кластеризація зображень та сегментація на їх основі. Детектори краю. Вирощування областей. Методи дроблення / злиття областей. Метод вододілу. Фільтр Габор. Текстурна сегментація. Семантична сегментація. Визначення характеристик об'єктів на зображеннях. Локальні признаки.

ПРОГРАМА. Тематика лекцій

Тема 6. Порівняння та сопоставлення зображень.

Оцінки схожості зображень.

Співпоставлення з еталоном. Перцептивний хеш. Інтегральне представлення зображень. Ознаки Хаара.

Тема 7. Виділення ознак на зображенні.

Огляд методів виділення ознак на зображенні. Детектори та дескриптори особливих точок (FAST, BRIEF, ORB).

Гістограми направлених градієнтів (HOG).

Огляд сучасних підходів до синтезу та обробки зображень на основі машинного навчання.

ПРОГРАМА. Тематика лабораторних занять

1 GIMP (On-line)

2 Blender \\ Unity \\ Android

ЗОБРАЖЕННЯ ЯК СИГНАЛ

СИГНАЛИ

1. Загальна схема формування цифрового зображення.
2. Дискретизація, квантування.
3. Одновимірний безперервний сигнал.
4. Ряд Фур'є. Спектр сигналу.

Обробка зображень

Обробка зображень - будь-яка форма обробки інформації, для якої вхідні дані представлені зображенням, наприклад, фотографіями або відеокадрами.

Результат обробки - нове зображення або інша інформація.

- **Візуальне покращення** зображення (усунення шуму, корекція яскравості, контрастності, колірного тону, підвищення різкості, усунення дисторсії). Підготовка для подальшого аналізу;

- **Визначення характеристик** об'єктів, їх форми, переміщення. Ідентифікація об'єктів.

Області застосування систем обробки зображень

- Системи керування процесами (промислові роботи, автономний транспорт, ...).
- Системи відеоспостереження.
- Системи індексації баз даних зображень.
- Системи аналізу та інтерпретації зображень (медичні зображення, аерофотознімків, космічні знімки, технічна діагностика,).
- Обчислювальна фотографія
- Додаткова реальність.

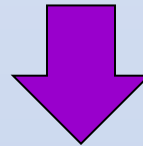
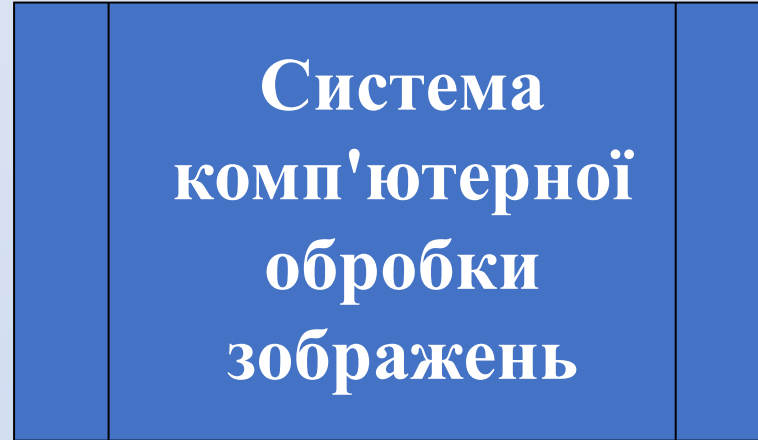
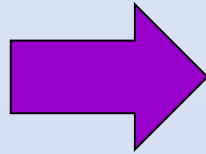
Загальна схема обробки зображень



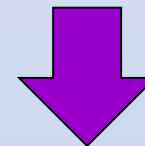
Загальна схема обробки зображень



**Оцифроване
зображення**



**Метадані
(результати
обробки)**



**Оброблене
зображення**

Огляд застосування обробки зображень

<https://www.baslerweb.com/ru/vision-campus/tehnologii-kamer/what-is-image-processing/>

Зображення –
деякий сигнал $I(\dots)$, призначений
для зорового сприйняття

	Ахроматичне	Кольорове
Статичне	$I(x, y)$	$I(x, y, \lambda)$
Динамічне	$I(x, y, t)$	$I(x, y, t, \lambda)$

$I(\dots)$ – функція розподілу яскравості,

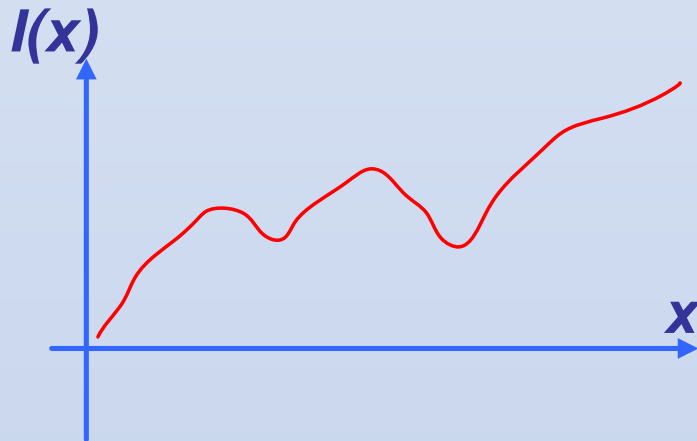
x, y – просторові координати,

t – час,

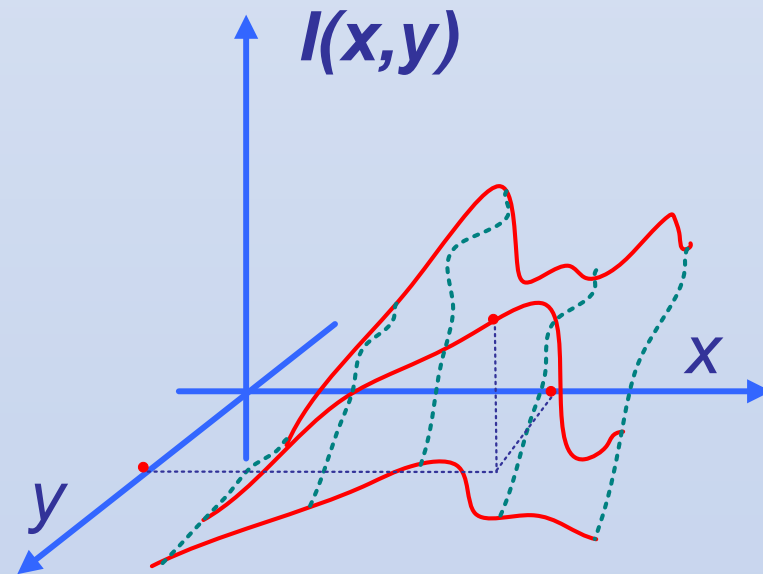
λ – довжина хвилі світлового випромінювання.

Зображення – **сигнал**, призначений для зорового сприйняття людиною.

1D сигнал



2D сигнал



Класифікація сигналів

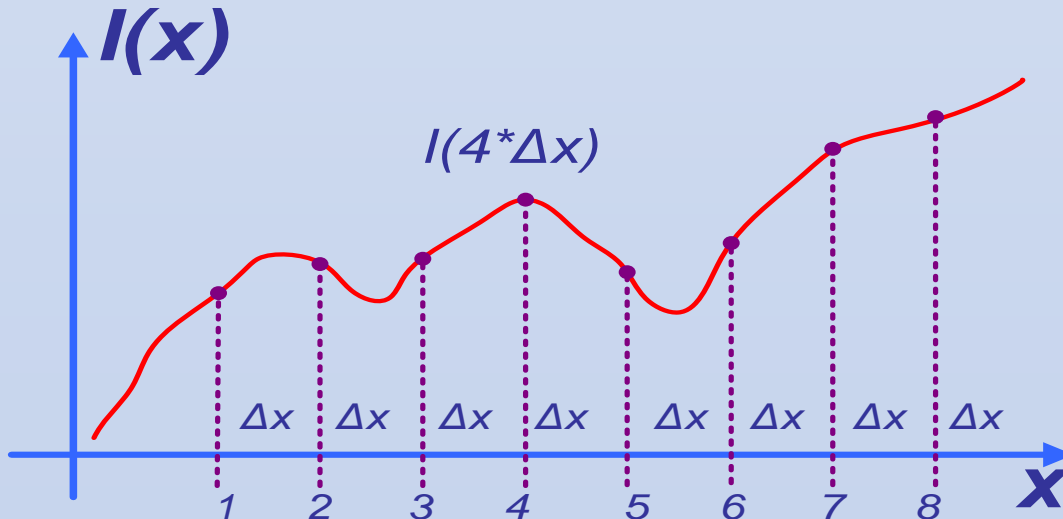


Дискретизація сигналів

Дискретизація (*discretization*) - це перетворення безперервного сигналу в послідовність **відліків** (*samples*).

Дискретизація здійснює перетворення безперервних сигналів (функцій $I(x)$), в функції миттєвих значень сигналів $I(n * \Delta x)$ по дискретному аргументу.

$I(n * \Delta x)$ - відлік $I(x)$ в точці $n * \Delta x$



Дискретизація сигналів

Декілька визначень.

Растрівання - природний спосіб дискретизації - уявлення сигналу у вигляді вибірки його значень в окремих, регулярно розташованих точках.

Послідовність точок (вузлів), в яких беруться відліки, називається *растром*.

Інтервал, через який беруться значення безперервного сигналу називається *кроком дискретизації*.

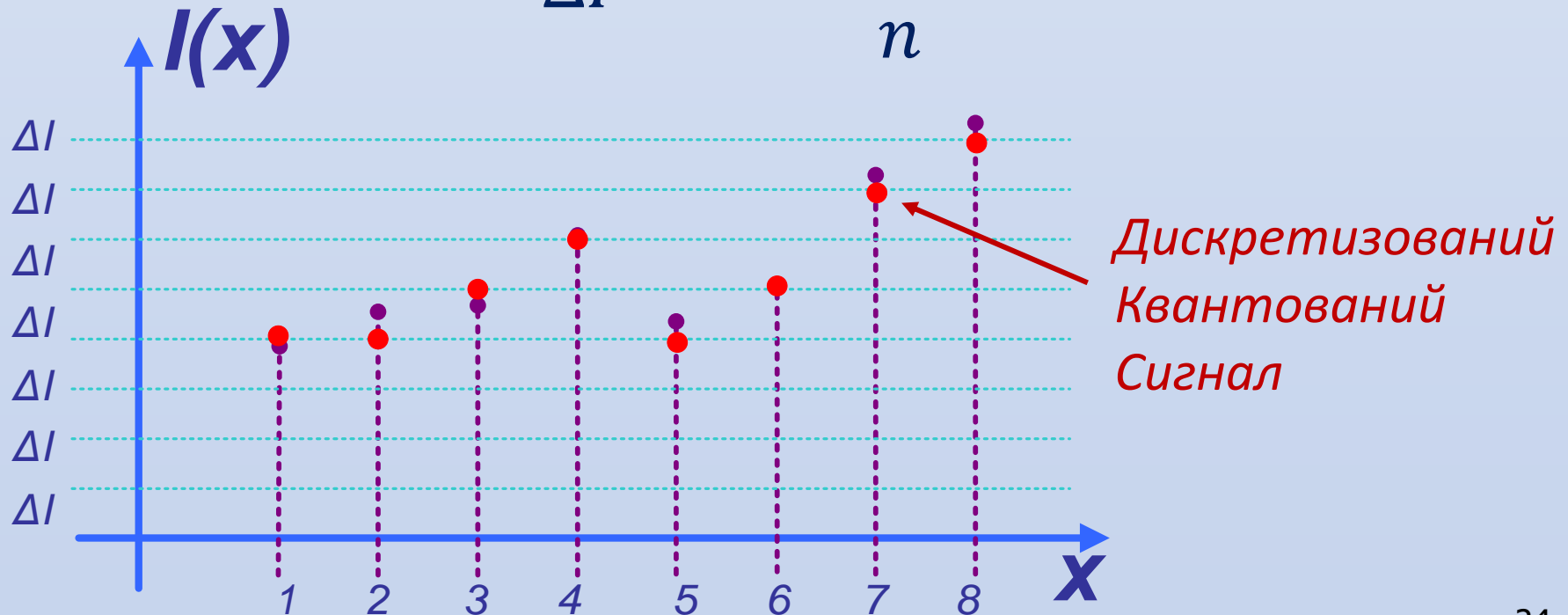
Зворотне кроку величина називається *частотою дискретизації*.

Квантування сигналу за рівнем

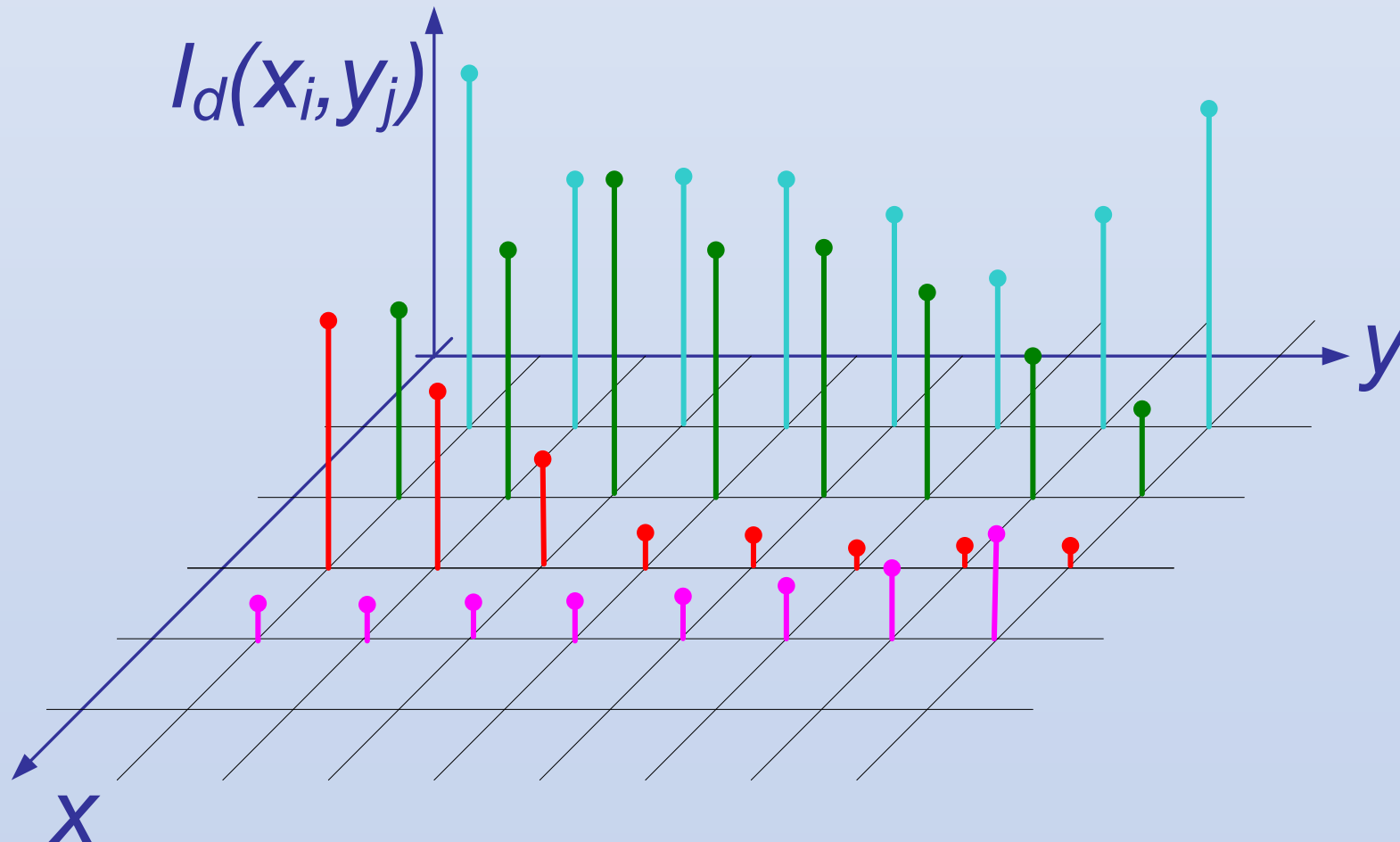
Квантування (*quantization*) сигналу - розбивка діапазону значень сигналу на скінченну кількість інтервалів.

Кількість інтервалів (рівнів) n – глибина квантування.

$$\Delta I = \frac{I_{max} - I_{min}}{n}$$



2D - дискретизований квантований сигнал - **цифрове зображення**

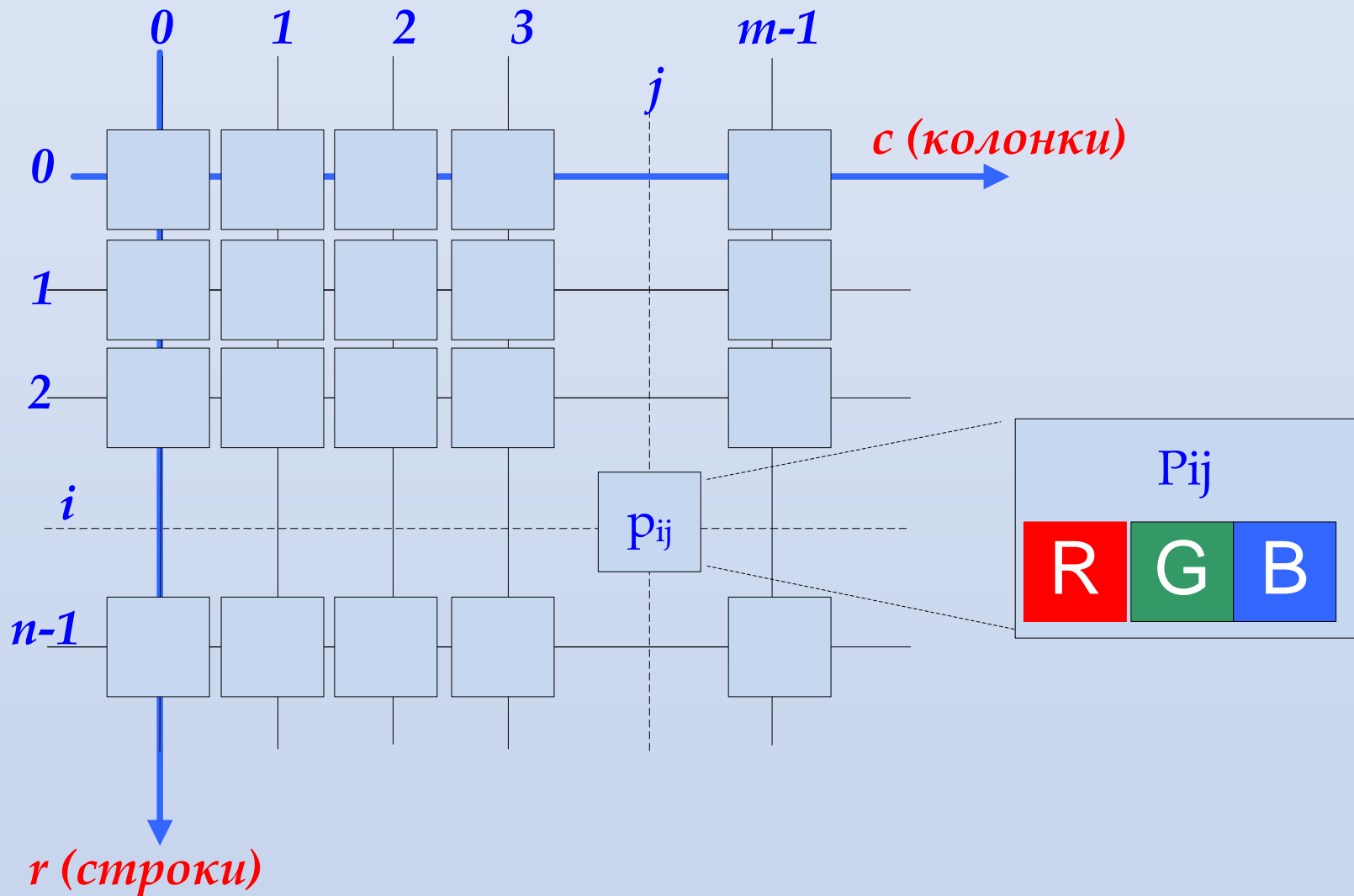


Цифрове зображення

Найменший логічний елемент двовимірного цифрового зображення – *піксель (pixel)* - неділимий об'єкт, що характеризується певним кольором. Растрове комп'ютерне зображення складається з пікселів, розташованих *по рядках і стовпцях*.

Роздільна здатність (роздільність, resolution) — величина, що визначає кількість пікселів одиницю площі (або одиницю довжини).

Цифрове зображення



Ряд Фур'є

Тригонометричний ряд Фур'є – спосіб представлення довільного безперервного безконечного періодичного сигналу (функції) $I(x)$ сумою тригонометричних функцій синусу та косинусу. Процес знаходження параметрів ряду – розклад на гармоніки.

$$I(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(n\omega x) + b_n \sin(n\omega x))$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} ; a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T I(x) dx ; \quad a_n = \frac{2}{T} \int_0^T I(x) \cos(n\omega x) dx$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T I(x) \sin(n\omega x) dx$$

Ряд Фур'є

Інша форма:

$$I(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(A_n \cos\left(n \frac{2\pi}{T} x + \theta_n \right) \right)$$

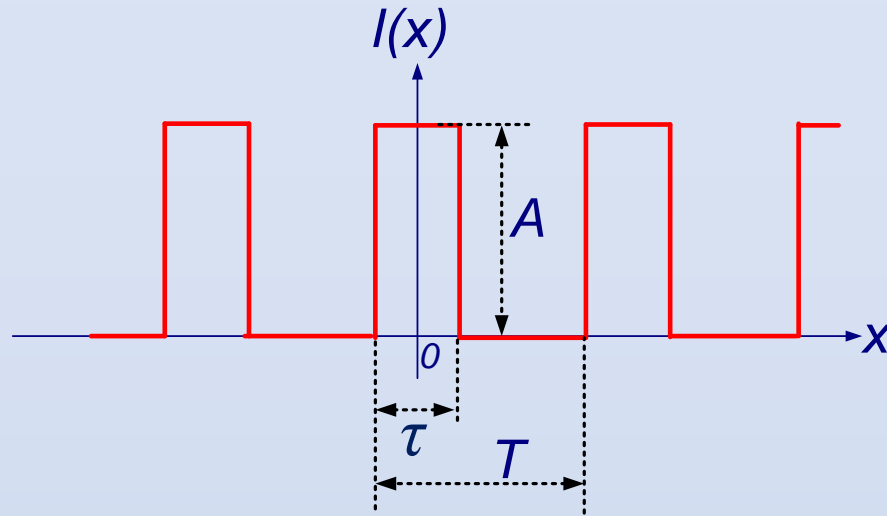
A_n - амплітуда n -го гармонічного коливання,

$n \frac{2\pi}{T} = n\omega$ - кругова частота n -го гармонічного коливання,

θ_n - початкова фаза n -го гармонічного коливання.

T - період функції $I(x)$

Пример. Періодичний прямокутний імпульс



A - амплітуда,
 T - період,
 τ - тривалість імпульсу,
 $q = T/\tau$ скважність,

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} A dx = \frac{2}{T} * A\tau = \frac{2A}{q} ; \frac{a_0}{2} = \frac{A}{q}$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} A \cos\left(n \frac{2\pi}{T} x\right) dx = \frac{4AT}{Tn2\pi} \sin\left(n \frac{\pi\tau}{T}\right) = \frac{2A}{n\pi} \sin\left(n \frac{\pi}{q}\right)$$

$$I(x) = \frac{A}{q} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2A}{n\pi} \sin\left(n \frac{\pi}{q}\right) \left(\cos\left(n \frac{2\pi}{T} x\right)\right)$$

Ряд Фур'є

Комплексна форма ряду Фур'є

$$I(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left(c_n e^{-\frac{i\pi nx}{l}} \right)$$

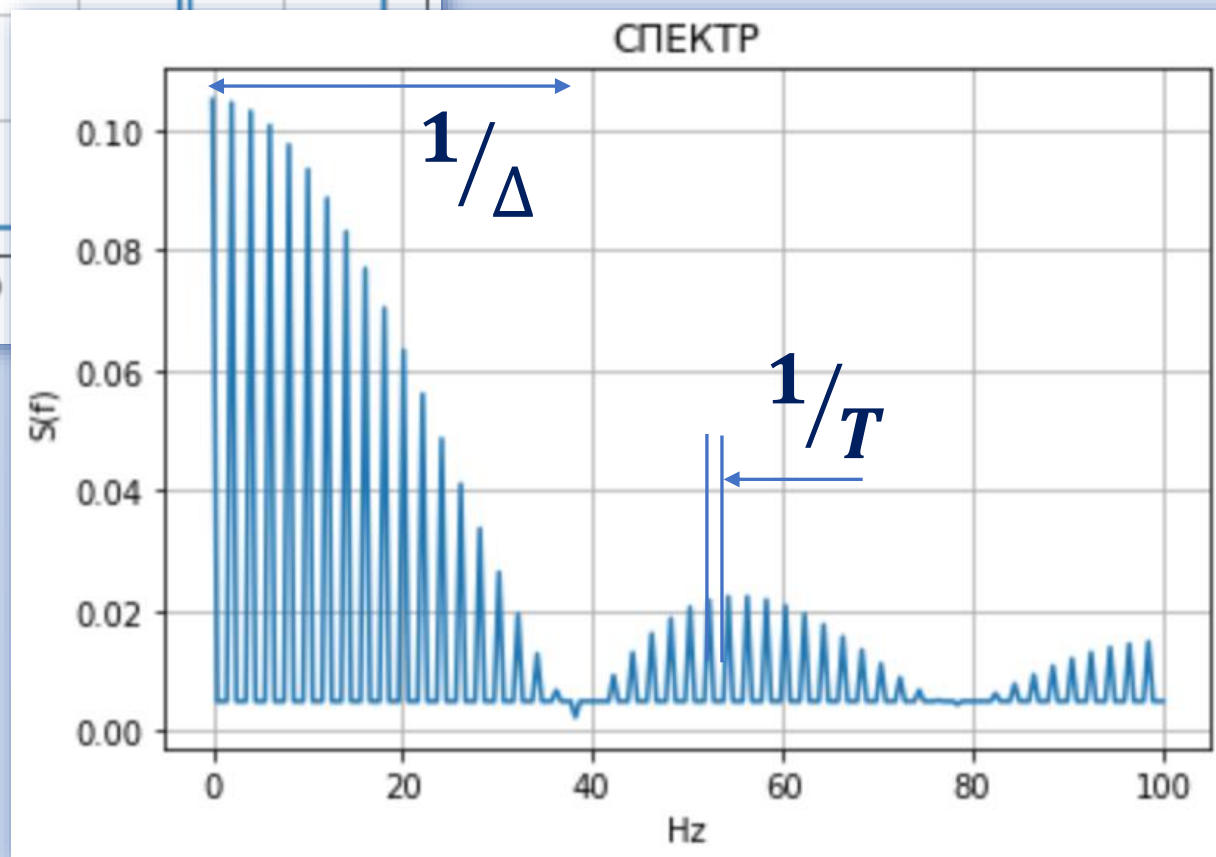
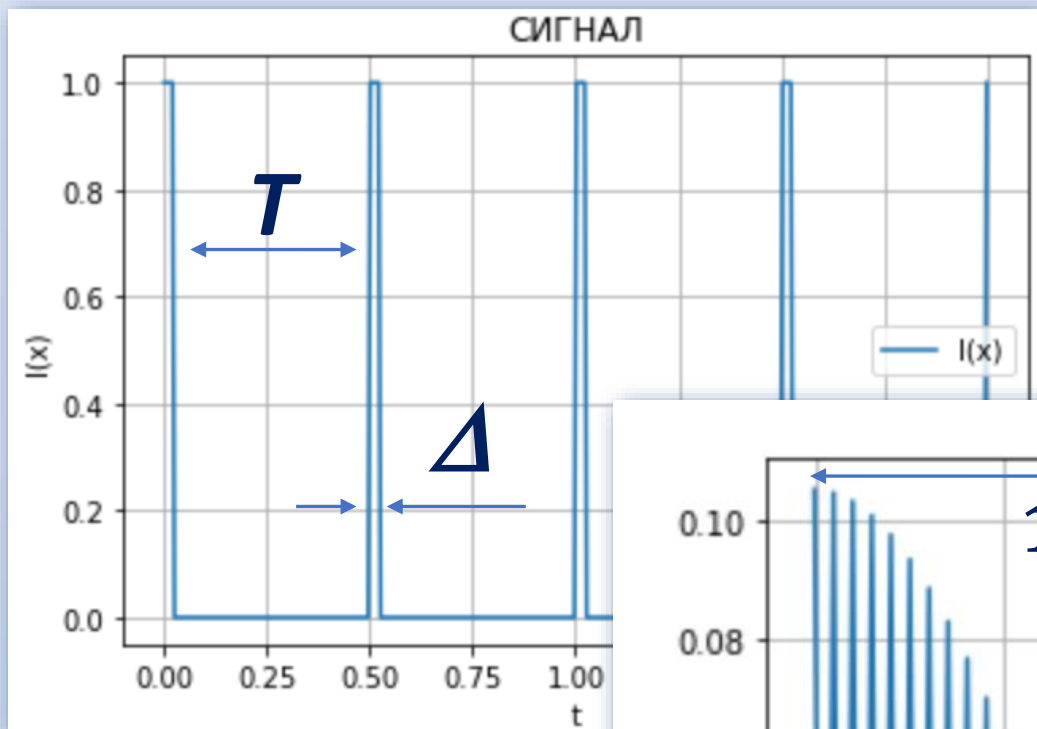
$$c_n = \frac{1}{2l} \int_{-l}^l I(x) e^{-\frac{i\pi nx}{l}} dx$$

$$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$|c_n| = \frac{\sqrt{a_n^2 + b_n^2}}{2} - \text{спектр амплітуд (*Fourier spectrum*)}$$

$$\angle c_n = \operatorname{arctg}\left(\frac{b_n}{a_n}\right) - \text{спектр фаз (*phase angle*)}$$

Ряд Фур'є. Спектр. Прямокутний Імпульс



Ряд Фур'є

- Сигнал будь-якої форми можна розкласти на синусоїдальні складові з різними частотами, кратними цілому числу.
- Сукупність цих складових називається **спектром** або поданням сигналу в частотній області .
- Сума цих складових формує значення сигналу у просторовій (часовій) області.

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

Lec 1.1