

КОМП'ЮТЕРНА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ

Digital Image Processing - DIP

2021 / 2022 навчальний рік

МОДУЛЬ 1. ТЕМА 2.

**Формальний опис зображення.
Аналогові VS дискретні зображення.
Кольорові простори**

Зображення –

двовимірний сигнал, призначений
для зорового сприйняття
людиною.

Під зображенням будемо розуміти
функцію двох дійсних змінних $I(x, y)$,
де I - це інтенсивність (яскравість) у
точці з координатами (x, y) .

Найменший логічний елемент двовимірного цифрового зображення - **піксель** - неділимий об'єкт, що характеризується певним кольором.

Растрове комп'ютерне зображення складається з пікселів, розташованих по рядках і стовпцях.

Максимальна деталізація растрового зображення (число пікселів на одиницю площі) задається при його створенні і не може бути збільшена.

У систему обробки зображення надходять, як правило, в безперервному вигляді

Їх необхідно перетворити в цифрові.

Для цього виконуються операції дискретизації і квантування.

Дискретизація - це перетворення безперервного сигналу в послідовність чисел (відліків).

Найбільш зручний і природний спосіб дискретизації - уявлення сигналу у вигляді вибірки його значень в окремих, регулярно розташованих точках - **растрування**.

Послідовність вузлів, в яких беруться відліки, називається **растром**.

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

Зворотня кроку величина називається **частотою дискретизації**.

Теорема відліків Віттакера — Найквіста — Котельникова — Шеннона

Якщо безперервний сигнал $x(t)$ має спектр, обмежений частотою F_{max} , то він може бути однозначно і без витрат відновлений за своїми дискретними відліками, узятими з частотою $f_{samp} = 2 * F_{max}$ (або за відліками, узятими з періодом $T_{sampl} = 1 / (2 * F_{max})$).

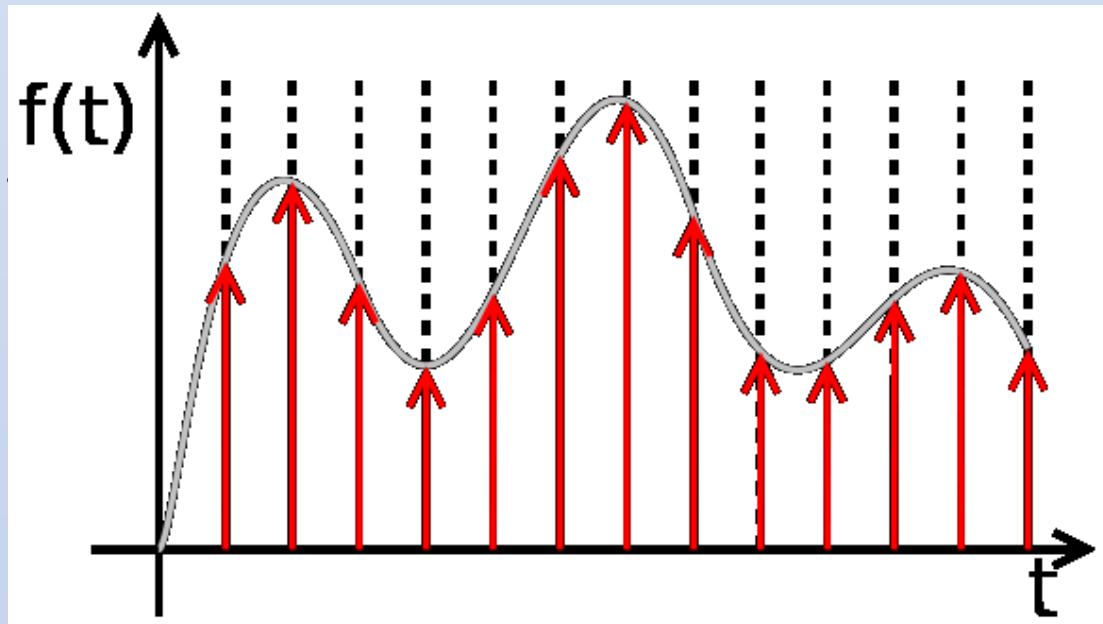
Для того, щоб відновити сигнал за його відліками без втрат, необхідно, щоб частота дискретизації була хоча б у два рази більша за максимальну частоту первинного неперервного сигналу: $f_{samp} > 2 * F_{max}$.

Теорема відліків Віттакера — Найквіста — Котельникова — Шеннона

Дискретизація

$$I_d(kT_s) = \sum_{k=1}^n I(t_k) \delta(t - kT_s)$$

$\delta(t)$
одиничний імпульс

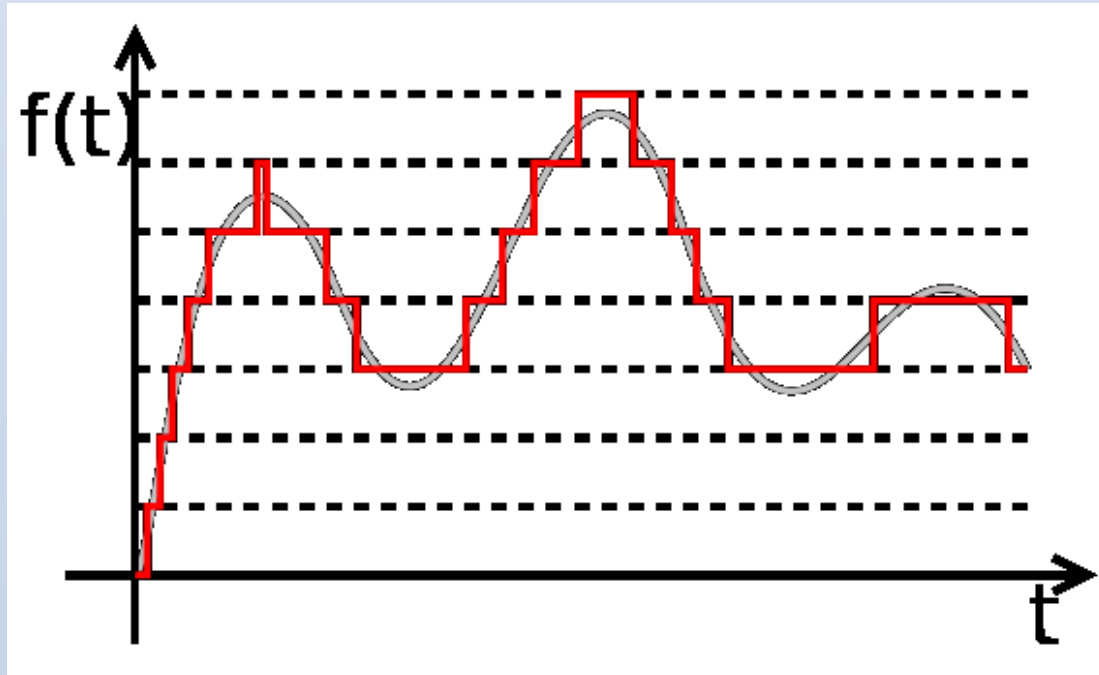


При цифровій обробці зображень безперервний динамічний діапазон значень яскравості ділиться на ряд дискретних рівнів. Ця процедура називається квантуванням. Її суть полягає в перетворенні безперервної змінної в дискретну, приймаючи кінцеву множину значень. Ці значення називаються рівнями квантування.

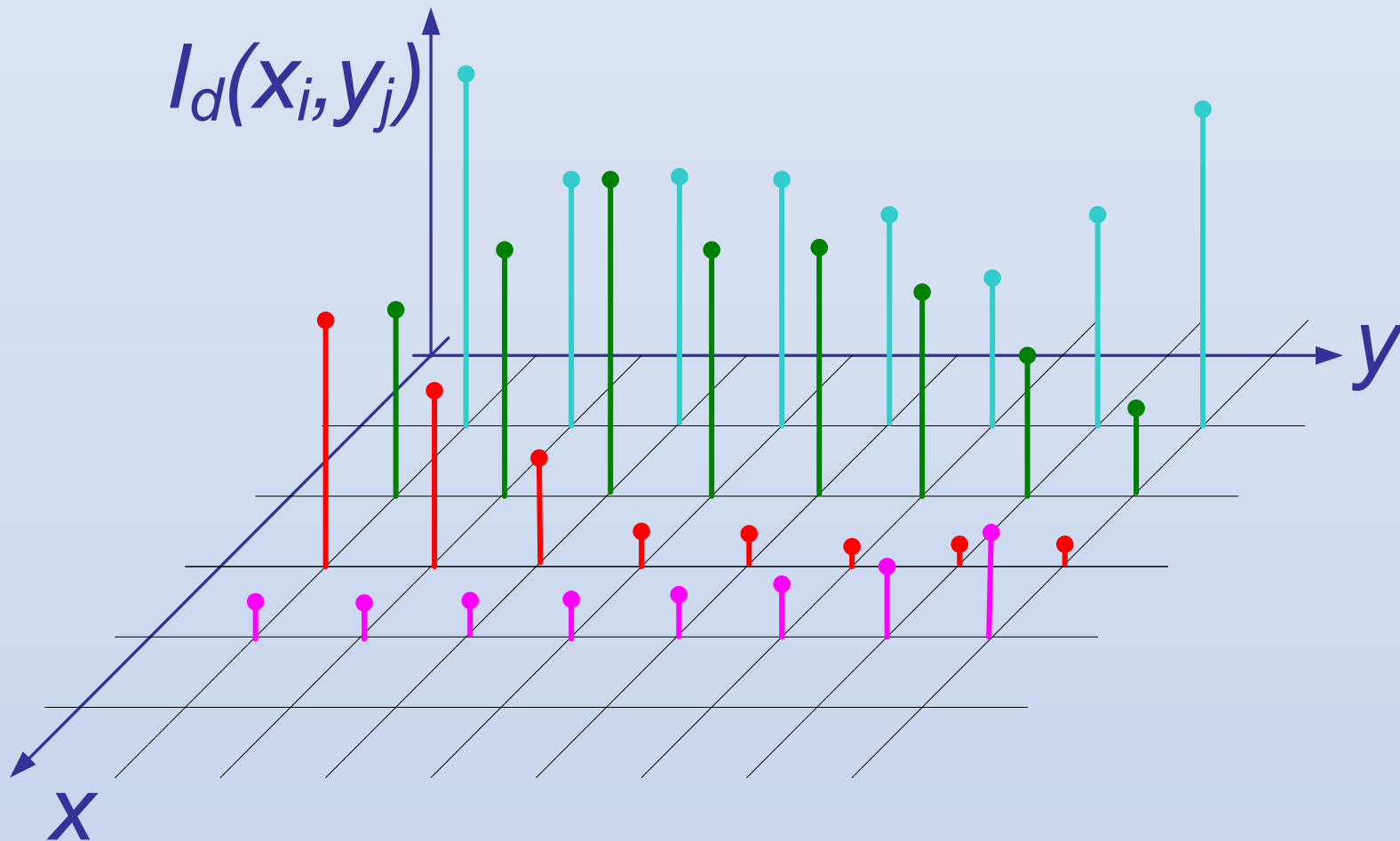
Квантування сигналу за рівнем

Кількість рівнів n – глибина квантування.

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

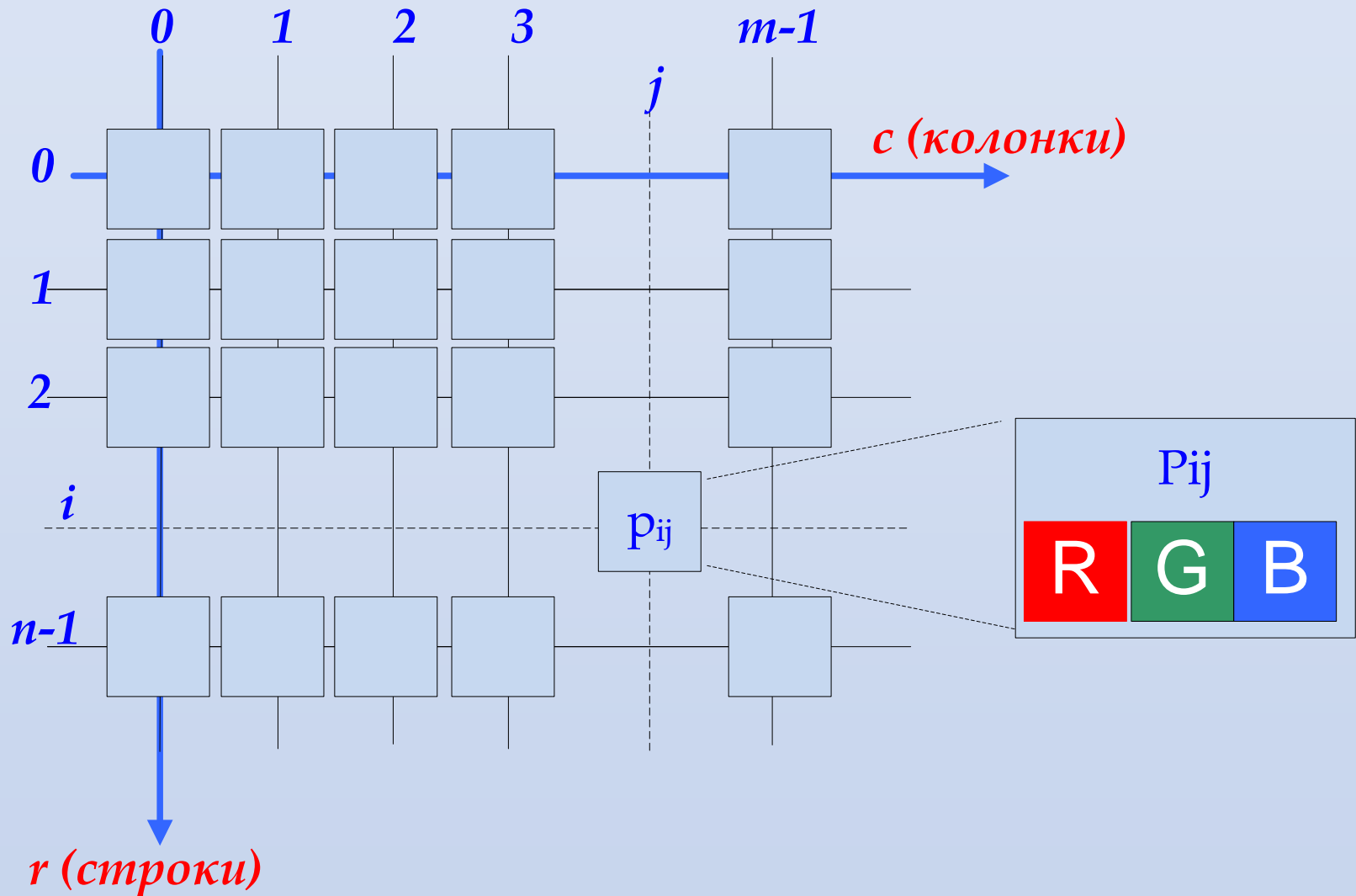


Цифрове зображення



Кодування зображення- опис кольорів пікселів в прийнятій колірній системі (RDB, CMYK, Lab та ін.)

Цифрове зображення

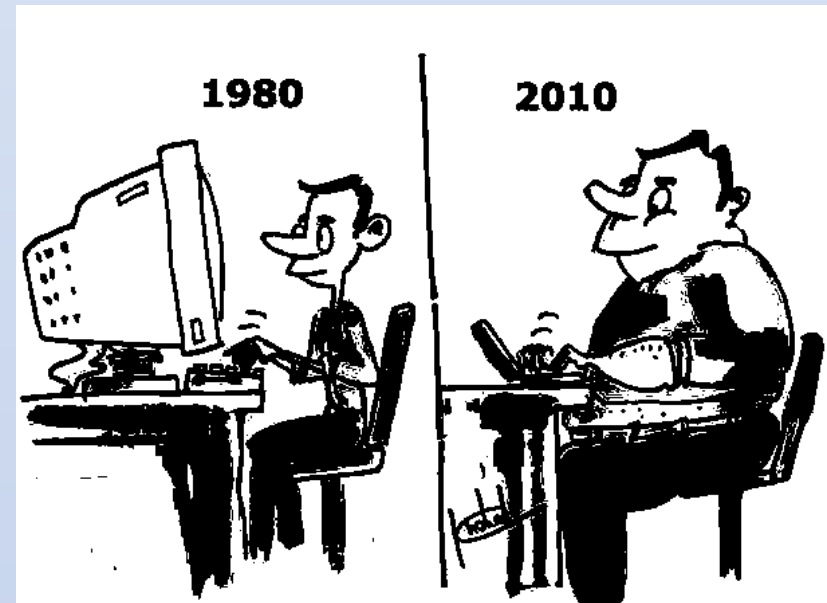


Види зображень

- бінарні
- напівтонові
- кольорові індексовані
- повнокольорові

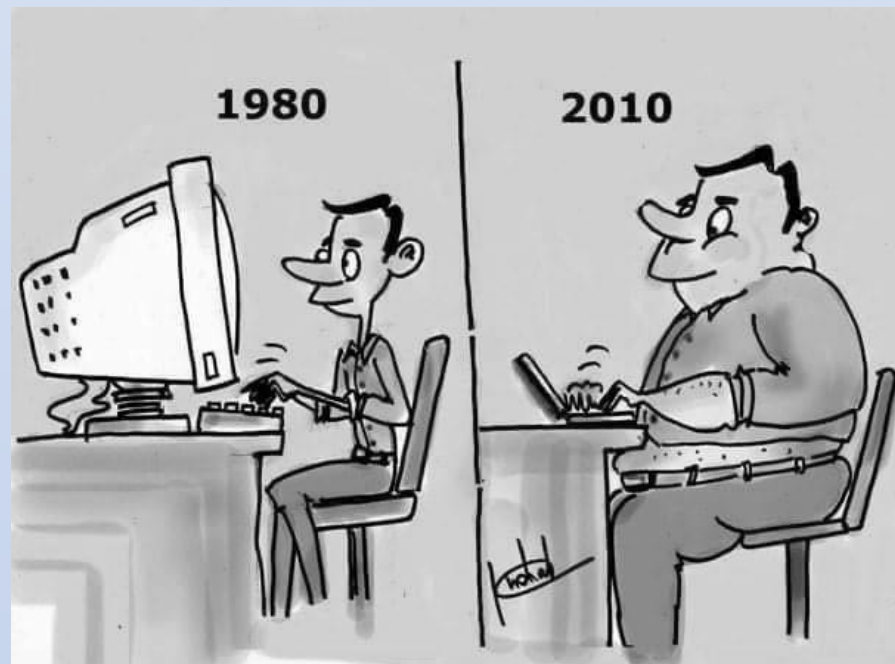
Бінарне зображення (дворівневе, двійкове): кожен піксель може представляти тільки один з двох кольорів.

Значення кожного пікселя умовно кодуються, як «0» і «1». Значення «0» умовно називають заднім планом або фоном, а «1» - переднім планом.



Півтонове (ахромтичне) зображення - це зображення, що має безліч значень тону, і їх безперервне, плавне змінення.

Безліч можливих півтонів називають рівнями сірого (англ. gray scale), незалежно від того, півтони якого кольору або його відтінку передаються.

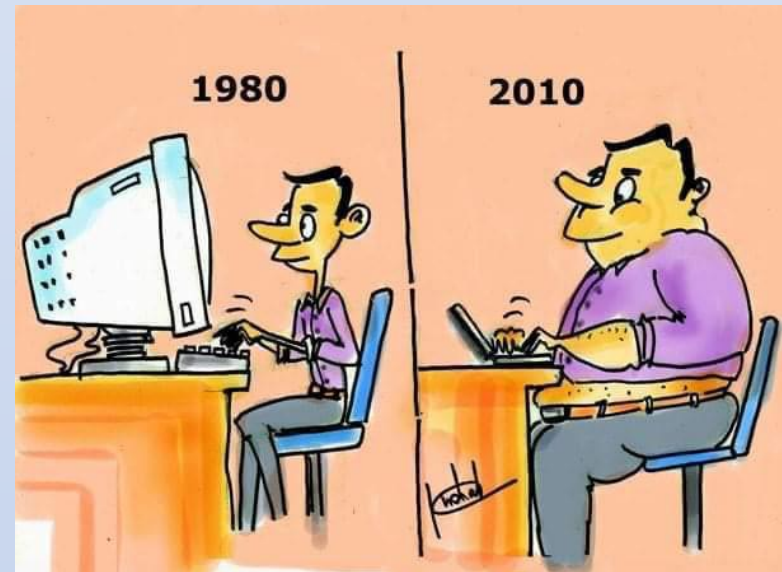


Кольорове індексоване зображення - зображення, у якого колір кожного елемента задається в спеціальній таблиці - палітрі (кожен елемент зображення має в якості кольору умовний індекс, який розшифровується по таблиці кольорів (палітрі) в реальні компоненти кольору).

Повнокольорове зображення

характеризується поданням кінцевого синтезованого кольору на основі його компонентів в заданій колірній моделі (RGB, CMYK або ін.).

Колір будь-якого елемента представляється безпосередньо через значення кожного компонента в заданій колірній моделі.



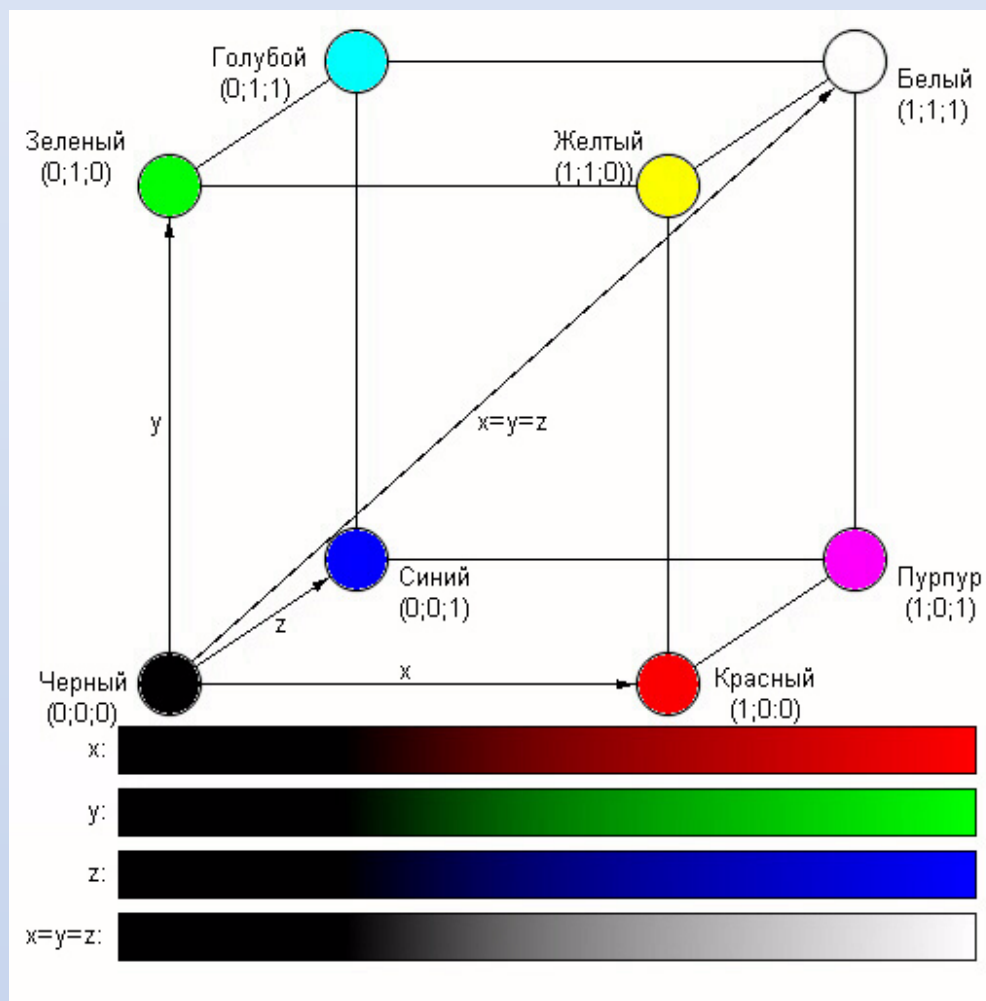
Колірна модель RGB

Базується на особливостях людського зору.
Ідеальна для поверхонь, що світяться
(монітори, телевізори, кольорові лампи і
т.п.).

Ідея (Ломоносов) - змішування трьох
кольорів: червоного, зеленого, синього.

RGB - адитивна система змішування
кольорів.

Колірна модель RGB



Колірна модель RGB



Субтрактивна система кольорів СМУ (Cyan, Magenta, Yellow).

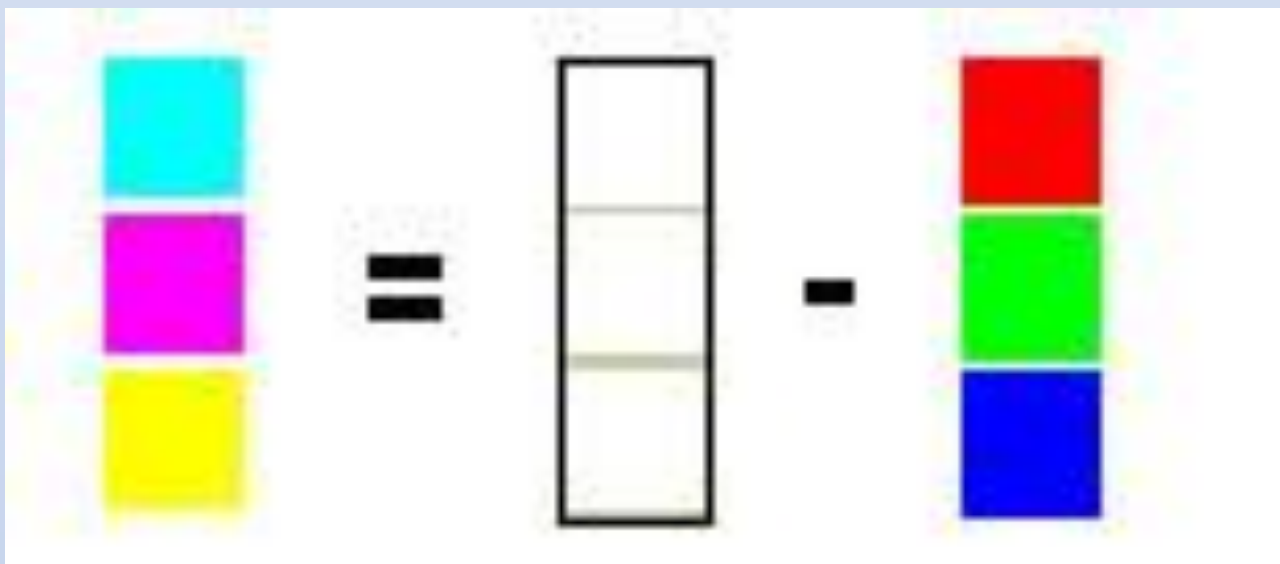
Застосовується для поверхонь, що відбивають (друкарських і принтерних фарб, плівок і т.п.).

Основні кольори СМУ є додатковими до основних кольорів RGB.

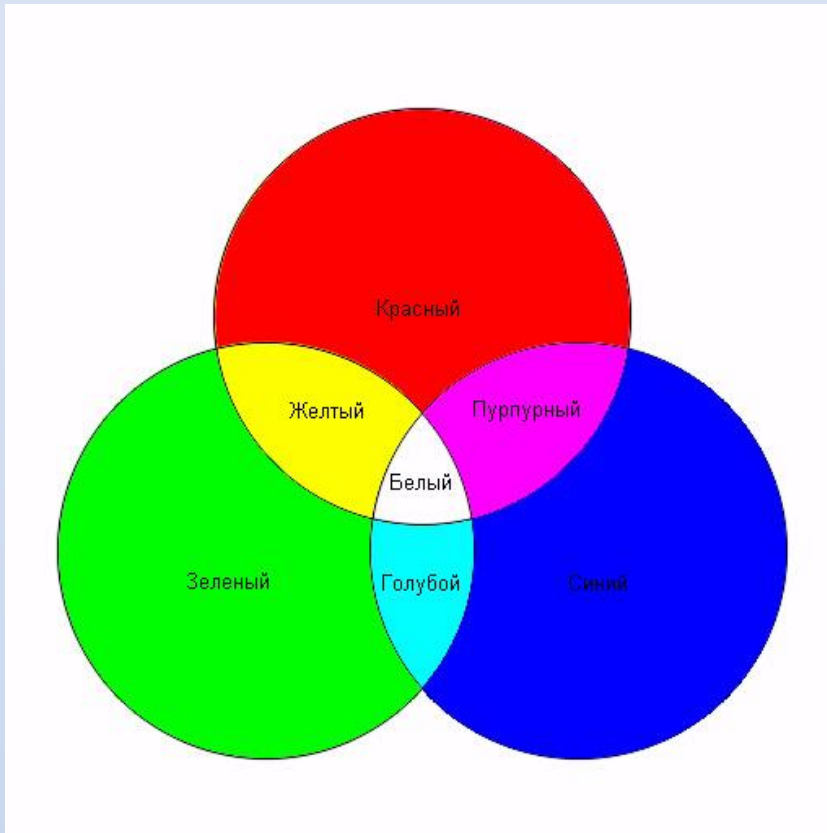
Субтрактивна система кольорів СМУ (Cyan, Magenta, Yellow).

Додатковий колір – різниця між білим і даним, наприклад,

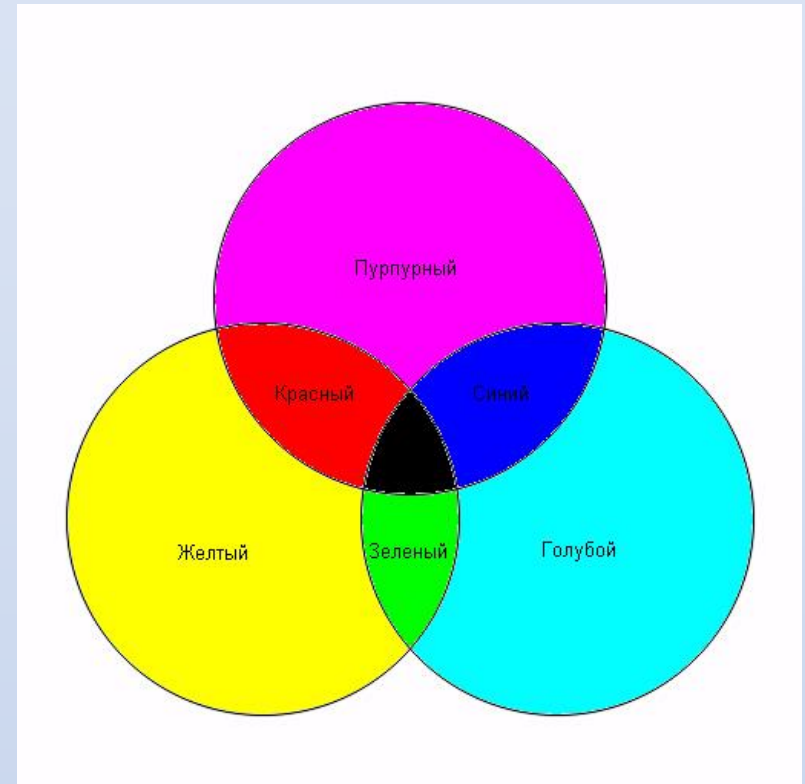
ЖОВТИЙ = білий – синій.



RGB



CMY



Розширення для поліграфії - система СМУК
(black - для отримання більш чистого чорного).

RGB і CMYK - набір апаратних даних для відтворення кольору на папері або на екрані монітора (колір може залежати від типу друкарської машини, марки фарб, вологості повітря в цеху або виробника монітора і його налаштувань).

Найпростіше перетворення кольорового зображення в півтонове:

$$Y=0.299R+0.587G+0.114B,$$

де R , G , B - колірні складові точки вихідного зображення, Y – складова яскравості.

Колірний простір Lab (CIE 1976 L*a*b*)

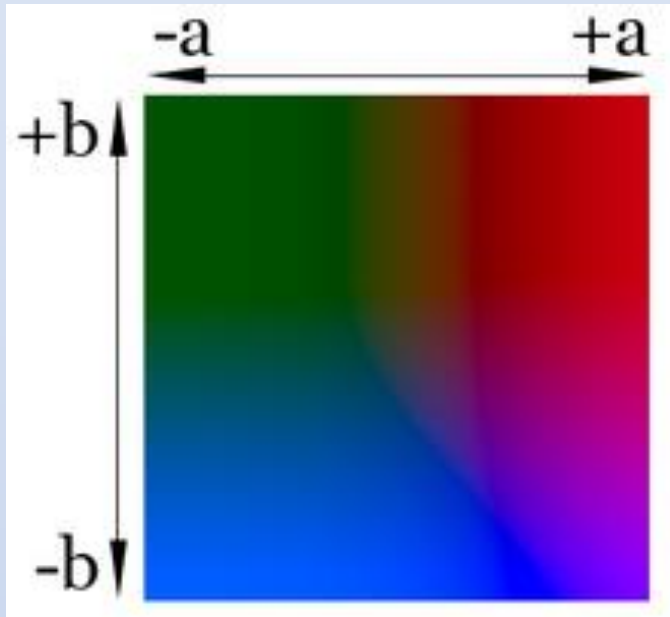
Канали:

світлота L (змінюється від 0 до 100, тобто від самого темного до самого світлого),

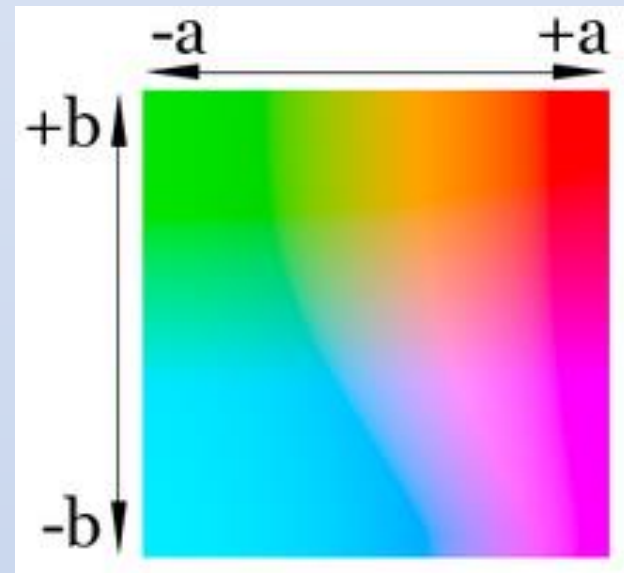
декартова координата a - положення кольору в діапазоні від зеленого до червоного,

декартова координата b - положення кольору в діапазоні від синього до жовтого.

Колірний простір Lab

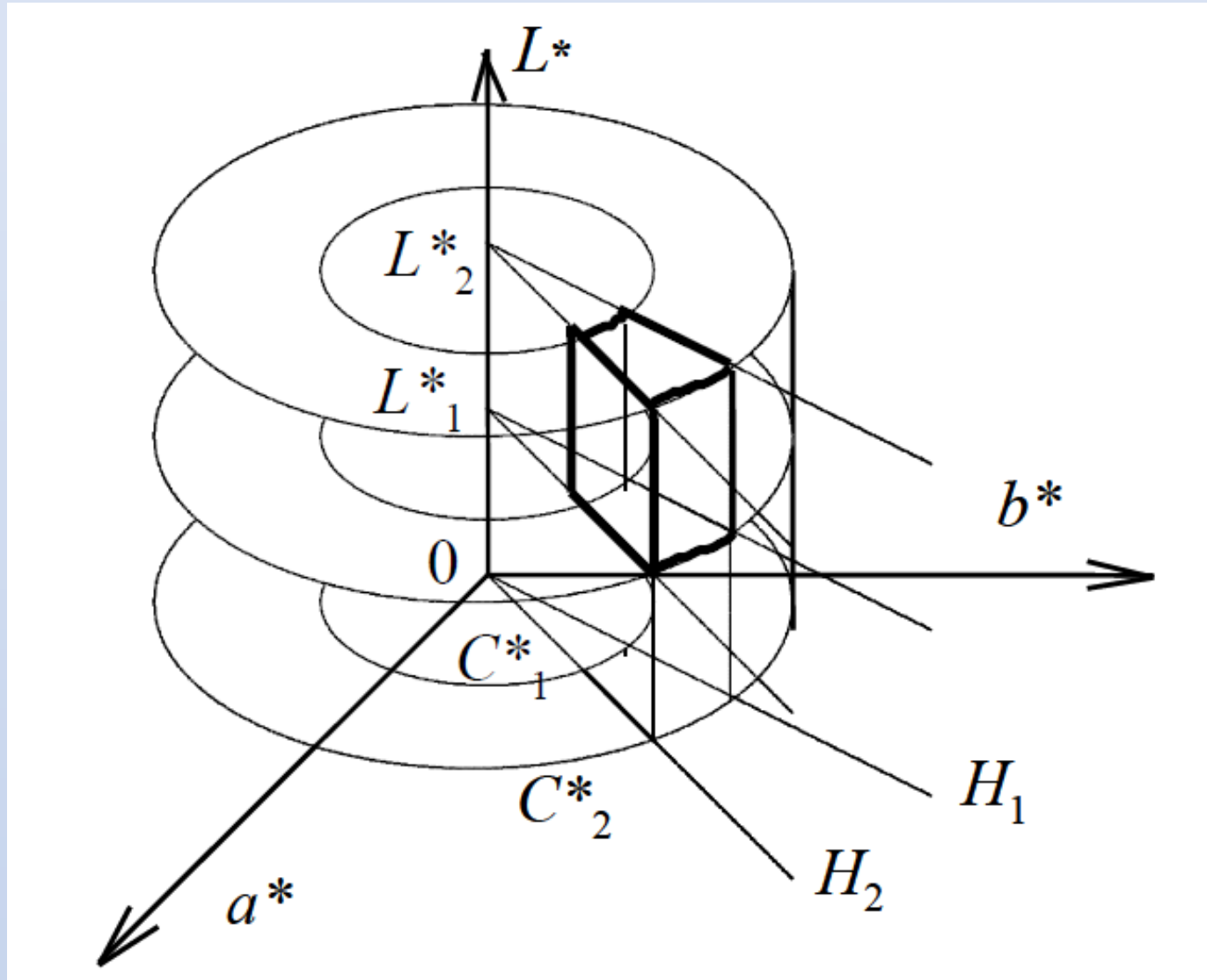


Світлота 25%



Світлота 75%

Колірний простір Lab



Колірний простір Lab

Lab однозначно визначає колір і широко застосовується для обробки зображень в якості проміжного колірнього простору, через який відбувається конвертування даних між іншими колірними просторами (наприклад, з RGB сканера в CMYK друкованого процесу).

Колірний простір Lab

В Lab можливо окремо впливати на яскравість, контраст зображення і на його колір. У багатьох випадках це дозволяє прискорити обробку зображень, наприклад, при додруковій підготовці.

Перетворення XYZ -> L*a*b*

$$L^* = 116 f(Y/Y_n) - 16$$

$$a^* = 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b^* = 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

где

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & t > (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & \end{cases}$$

Значения X_n , Y_n и Z_n — координаты белой точки в значениях CIE XYZ

Зворотне перетворення $L^*a^*b^* \rightarrow XYZ$ (=6/29):

1. задати $f_y \stackrel{\text{def}}{=} (L^* + 16)/116$
2. задати $f_x \stackrel{\text{def}}{=} f_y + a^*/500$
3. задати $f_z \stackrel{\text{def}}{=} f_y - b^*/200$
4. якщо $f_y > \delta$ то $Y = Y_n f_y^3$ інакше $Y = (f_y - 16/116)3\delta^2 Y_n$
5. якщо $f_x > \delta$ то $X = X_n f_x^3$ інакше $X = (f_x - 16/116)3\delta^2 X_n$
6. якщо $f_z > \delta$ то $Z = Z_n f_z^3$ інакше $Z = (f_z - 16/116)3\delta^2 Z_n$

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

Modulo 1. Topic 2.