

УДК 004.93

МОДЕЛЬ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ¹Я.М.Кавин, ²Б.Я.Кавин, ²С.Я.Кавин, ¹О.М.Кавин¹ Українська академія друкарства
вул. Під Голоском 19, 79020, Україна² Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Університетська 1, 79000, Україна

Стаття присвячена дослідженню питань обробки цифрових зображень, образів (інформації) з метою покращення якості зображення або його відображення на різних носіях інформації. Розглянуто модель цифрового зображення, яка в основному охоплює питання візуального прийому та дискретизацію зображення як будь-якої функції двох просторових змінних, що представляють звичайну інтенсивність носія зображення у світлі вибраного діапазону спектру. Представлено методи обробки цифрових зображень, образів (інформації) із використанням технологій візуалізації, а також в залежності від типу носія інформації.

На основі проведеного дослідження представлено закінчення щодо вибору моделей зображення, а також застосування методів переходу від аналогового зображення в цифровий формат та його візуалізація.

Ключові слова: цифрова обробка інформації, візуалізація, дискретизація зображення, квантування, інтенсивність носія інформації, цифрова матриця, цифро-аналогове перетворення сигналу.

Постановка проблеми. Одним з основних методів обробки зображень є цифрова обробка. Сучасні, вдосконалені системи обробки зображень зазвичай реалізуються в гібридній техніці, в залежності від типу носія, поєднуючи різні техніки обробки інформації, оптичні, електронно-оптичні, електронні та фотонні, та використанні датчиків зображення на основі чіпа CCD, які виконують роль детектора інтенсивності світла. Представлення та моделювання зображення в основному охоплює питання візуального прийому та дискретизації зображення як будь-якої функції двох просторових змінних, що представляють звичайну інтенсивність носія зображення у світлі вибраного діапазону спектру. Візуалізація є надзвичайно важливою сферою технології візуалізації, вона робить комп'ютерне зображення видимим. І сьогодні поняття візуалізації розуміється набагато ширше, ніж просто дані графічних презентацій, які отримуються з метою покращення їх якості або відображення на різних носіях інформації. Тому питання застосування технологій візуалізації для цифрової обробки зображень з метою покращення якості зображення або його відображення на різних носіях інформації є досить актуальне.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питаннями цифрової обробки зображень займалися і займаються зарубіжні та вітчизняні науковці, зокрема Гонсалес Р., Вудс Р., Едінс С. [2, 3], Форсайт Д., Понс Ж. [5], Шапіро Л.,

Стокман Дж. [7], Ян Б., [9] Грузман И., Киричук В. [6], Бондарєв В. [1], Творошенко В., Луцків М., та інші. Особлива увага приділяється методам обробки зображень з використанням пакету MATLAB (Гонсалес Р., Вудс Р., Луцків М.) та застосування технологій візуалізації. Даний напрямок дослідження досить активно розвивається в багатьох навчально-наукових закладах України та світу, зокрема в лабораторії аналізу зображень і образів та лабораторії робототехніки і машинного зору університету штата Теннесі (UTK) /USA/, в т.ч. і у Національному університеті Львівська Політехніка.

Метою даного дослідження є застосування технології візуалізації для цифрової обробки зображень з метою покращення якості зображення та його відображення на різних носіях інформації.

Виклад основного матеріалу досліджень. Представлення та моделювання зображення в основному охоплює питання візуального прийому та дискретизації зображення як будь-якої функції двох просторових змінних, що представляють звичайну інтенсивність носія зображення у світлі вибраного діапазону спектру. Цифрове зображення є результатом реального процесу дискретизації зображення. Процес включає зондування та квантування. Цифрове зображення представляє двовимірну матрицю зображення, елементи якої містять квантовані значення функції інтенсивності, які називаються рівнями сірого. У моделюванні зображень це два важливі аспекти: роздільна здатність цифрової обробки зображень, що відповідає розмірам цифрової матриці, та роздільна здатність сірого (яскравості), що відповідає максимальній кількості доступних рівнів. Найменший елемент цифрового зображення називається пікселем. Кількість пікселів та рівні яскравості технологічно обмежені. В комп'ютерних технологіях використовуються такі розміри, як 512 x 512 пікселів та 256 рівнів яскравості. [8] [10] [3]

Цифрове представлення такого зображення є двовимірною матрицею дійсних чисел над певною кількістю бітів. Основну функцію, реалізовану в системі цифрової обробки зображень, можна схематично представити на рисунку 1

Класична техніка, яка використовується для виявлення зображення, - це CCD/charge-coupled device/ і фотоелемент. Струм фотоелемента залежить від інтенсивності світла. Перевагою фотоелемента є висока чутливість і точна обробка зображень. Недоліком фотоелемента є великі геометричні розміри. [5]

Чіп датчика CCD (пристрій, що з'єднується із зарядом) - це особливий тип кремнієвої структури, який виконує роль детектора інтенсивності світла. Кристал кремнію - це мережа атомів, які можуть заряджатися, коли світло падає на ячейку, і вона втрачає частину свого заряду. ПЗС здійснює перетворення світлової енергії в електричні сигнали. Кожна невелика площа електрично заряджена. Заряд пропорційний кількості світла, що падає на ділянку. Аналого-цифровий перетворювач (РАС, АІС) перетворює заряди площі у цифрову форму, яку можна зберігати в комп'ютері. Комп'ютер створює файл, що містить масиви чисел у вигляді рядків і стовпців, які відповідають навантаженням в структурі CCD/charge-coupled device/ і фактичному зображенню.



Рис. 1 Схема головної функції в системі цифрової обробки зображень

Структура CCD-матриці має форму ПЗС-ліній у вигляді матриці. Лінійний розмір кожного елемента становить приблизно 1 см всієї довжини конструкції CCD - датчики, які розташовані послідовно в лінійці. Для «зчитування» кольорових зображень потрібні три рядки ПЗС, які можуть бути у матричній формі [7].

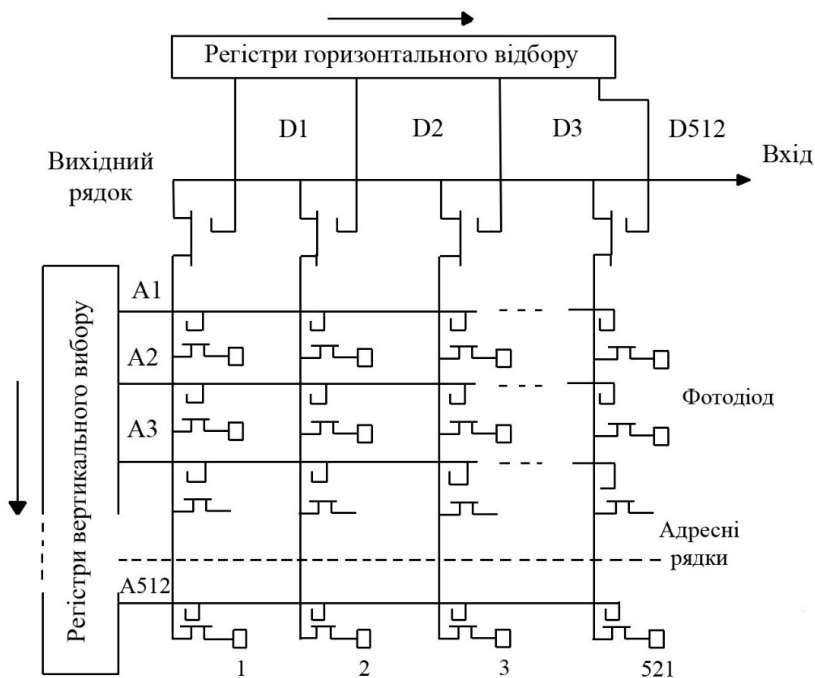


Рис. 2 Схема, що пояснює принцип роботи матричного CCD-сенсора

Роздільна здатність CCD-сенсорів залежить від розміру комірок, наприклад, комірка яка має роздільну здатність 600 пікселів на лунку (PPI) має розмір 42 мм. По довжині 1 см лінійка CCD і містить 5 - 10 елементів. Типовими структурами матриць CCD є такі: 320x512, 800x800, 1024x1024. є також є більші конструкції. Схема, що пояснює принцип роботи матричного CCD-сенсора, представлена на рис. 2

Сама структура CCD не працює. Тому необхідна відповідна оптична система, система управління тощо.

У більшості додатків достатньо двовимірної моделі. Модель такого зображення базується на наступних припущеннях (рисунок 3)

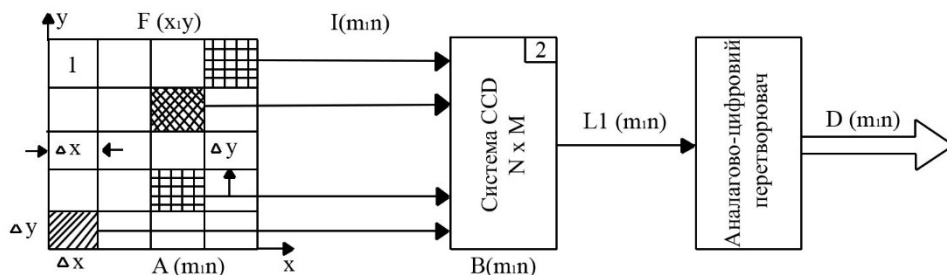


Рис. 3 Прив'язка вхідного зображення до вихідного зображення в системі обробки зображень на основі сканування

- модель стосується зображень, в яких аналогові вхідні зображення в площині 1 через відповідну оптичну систему у вихідній площині 2 системи залишаються вихідними зображеннями, отриманими в результаті відображення системи вхідного зображення в аналоговий вихідний образ ($L1$)
- вхідні та вихідні зображення представлені відповідними функціями розподілу інтенсивності
- впорядкований набір точок (n, m) у площині (2) вихідного зображення створює поверхневу сітку таким чином, що змінні n, m нумерують послідовні точки цієї сітки у рядках та стовпцях відповідно.
- площина аналогового вхідного зображення (1) умовно розділена лініями на невеликі елементи у вигляді прямокутників, що створюють набір точок $A(n, m)$ у вигляді сітки з основними періодами ΔX і ΔY .
- кожній точці $A(m, n)$ відповідає значення інтенсивності $I(m, n)$, усереднене по площі прямокутника.
- кожній точці $B(m, n)$ на площині (2) системи ССС на виході вона відповідає сигналам (напрузі) $U(m, n)$.
- існують взаємні однозначні взаємозв'язки між вихідними сигналами $U(m, n)$ та значенням інтенсивності вхідного зображення точок $A(m, n)$.

Представлені припущення є одним із прикладів простого способу побудови моделі, придатної для багатьох застосувань, наприклад, щодо визначення інших важливих понять, таких як: квантування зображення, дискретизація зображення, оцифровка, роздільна здатність та інші [6].

Передбачуваним підходам можна надати математичну форму, наприклад, якщо функція $I(x, y)$ представляє зображення $F(x, y)$, то це співвідношення (обробка)

$$I(m, n) = TF(x, y),$$

де: $I(m, n)$ - інтенсивність зображення,

T - оператор обробки зображень.

Густина інтенсивності вхідного зображення може бути представлений як матриця інтенсивності.

$$[I(m,n)] = \begin{bmatrix} I_{11} & I_{12} & \dots & \dots & I_{1n} \\ I_{21} & I_{22} & \dots & \dots & I_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ I_{m1} & I_{m2} & \dots & \dots & I_{mn} \end{bmatrix},$$

де: $I(m, n)$ - аналогові значення безперервних сигналів інтенсивності вхідного зображення в точках $A(m, n)$

Сукупність вихідних сигналів системи, CCD. $U(m, n)$ можна представити як матрицю сигналів інтенсивності

$$[U(m,n)] = \begin{bmatrix} U_{11} & U_{12} & \dots & \dots & U_{1n} \\ U_{21} & U_{22} & \dots & \dots & U_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_{m1} & U_{m2} & \dots & \dots & U_{mn} \end{bmatrix},$$

де: $U(m, n)$ - аналогові значення сигналів на виході схеми CCD.

Звідси можна записати матрицю рівнів інтенсивності $P(m, n)$ на виході аналого-цифрового перетворювача, кольорової матриці тощо.

Висновок. Вибір моделей зображень залежить від проблеми обробки зображень. Як відомо, після обробки вхідного зображення та введення його в комп'ютер, зображення в комп'ютері складається з сітки дискретних точок із заданим рівнем яскравості для монохромних зображень або відповідного кольору для кольорових зображень. Відповідно можна застосувати методи переходу від аналогового (природного) зображення, введенного в комп'ютер, та його подання на екрані монітора як дискретні точки, зокрема: квантування зображення; дискретизація роздільної здатності рівнів зображення; двовимірні зображення та вибрані в них ділянки; просторова роздільна здатність зображення.

Список використаних джерел

1. Бондарев В. Н. Цифровая обработка сигналов: методы и средства : учеб. пособие / В. Н. Бондарев, Г. Трестер, В. С. Чернега. – Севастополь : СевГТУ, 1999. – 398 с.
2. Потапов А.А. Новейшие методы обработки изображений — М.: Физматлит, 2008. - 496 с
3. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М. : Вильямс, 2004. – 928 с.
4. Цифровая обработка изображений в информационных системах / И.С.Грузман, В.С.Киричук и др. – Новосибирск : НГТУ, 2002. – 352 с.
5. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 716 с.
6. Потапов А.А. Новейшие методы обработки изображений — М.: Физматлит, 2008. - 496 с
7. Ян. Б. Цифровая обработка изображений Пер. с англ. А.М. Измайловой. — М.: Техносфера, 2007. — 584 с.
8. Gonzalez, R. C., Woods, R. E., and Eddins, S. L. [2009]. Digital Image Processing
9. Using MATLAB, 3rd ed., Gatesmark Publishing, Knoxville, TN. – p.844
10. Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. [2018]. Digital Image Processing, 3rd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. – p.1022
11. Gérard Blanchet, Maurice Charbit. [2006]. Digital signal and image processing using Matlab, Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire. – p.765

REFERENCES

1. Bondarev V. N. (1999). Cifrovaja obrabotka signalov: metody i sredstva : ucheb. posobie / V. N. Bondarev, G. Trester, V. S. Chernega. – Sevastopol' : SevGTU – 398 s. (in Russian)
2. Potapov A.A. (2008). Novejshie metody obrabotki izobrazhenij — M.: Fizmatlit - 496 s. (in Russian)
3. Forsajt D. (2004). Komp'juternoe zrenie. Sovremennyj podhod / D. Forsajt, Zh. Pons. – M. : Vil'jams– 928 s. (in Russian)
4. Cifrovaja obrabotka izobrazhenij v informacionnyh sistemah (2002) / I.S.Gruzman, V.S.Kirichuk i dr. – Novosibirsk : NGTU – 352 s. (in Russian)
5. hapiro L. (2006). Komp'juternoe zrenie / L. Shapiro, Dzh. Stokman. – M. :Binom. Laboratorija znaniy– 716 s. (in Russian)
6. Potapov A.A. (2008). Novejshie metody obrabotki izobrazhenij — M.: Fizmatlit - 496 s. (in Russian)
7. Jan. B. (2007). Cifrovaja obrabotka izobrazhenij Per. s angl. A.M. Izmajlovoj. — M.: Tehnosfera— 584 s. (in Russian)
8. Gonzalez, R. C., Woods, R. E., and Eddins, S. L. (2009). Digital Image Processing Using MATLAB, 3rd ed., Gatesmark Publishing, Knoxville, TN. – p.844. (in English)
9. Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing, 3rd ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. – p.1022. (in English)
10. Gérard Blanchet, Maurice Charbit. (2006). Digital signal and image processing using Matlab, Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire. – p.765. (in English)

DOI 10.32403/2411-9210-2020-2-44-81-87

A MODEL OF DIGITAL IMAGES

¹Ya.M.Kavyn, ²B.Ya.Kavyn, ²S.Ya.Kavyn, ¹O.M.Kavyn

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
Lviv National University named after I.Franko
1, Universytetska St., 79000, Ukraine
yaroslav-kavin@ukr.net*

The article is devoted to the study of digital images (information) processing in order to improve the image quality or its display on various media. The digital image model is considered, which mainly covers the issues of visual reception and image sampling as any function of two spatial variables representing the usual intensity of the image carrier in the selected range of the spectrum. Methods of digital images (information) processing are presented with the use of visualization technologies, as well as depending on the type of information.

Based on the study, the conclusions have been presented on the selection of image models, as well as the use of methods for the transition from analog to digital format and its visualization.

Keywords: *information digital processing, visualization, image sampling, quantization, information carrier intensity, digital matrix, digital-to-analog signal conversion.*

Стаття надійшла до редакції 29.07.2020.

Received 29.07.2020.