

UDC 655.027

Logoyda M.

Ukrainian Academy of Printing / Ukraine

SIMULATION PROCESS OF DISCRETE FORMATION OF SQUARE RASTER ELEMENTS OF NON-REGULAR STRUCTURE

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДИСКРЕТНОГО ФОРМУВАННЯ КВАДРАТНИХ РАСТРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ НЕРЕГУЛЯРНОЇ СТРУКТУРИ

Abstract: The article provides an overview of the problem of mathematical description and development of schemes of spatial reproduction of discrete formation of a square raster element of non-regular structure.

Keywords: screening, raster element, microstrip, discrete reproduction, accuracy, tone reproduction.

Анотація: В статті розглядається задача математичного описання і розроблення схем просторового відтворення дискретного формування квадратного растрового елемента нерегулярної структури.

Ключові слова: растрування, растровий елемент, мікросмужки, дискретне відтворення, точність, тонопередача.

INTRODUCTION

Owing to the achievements in computer graphics the printing industry widely employs the methods of raster and vector graphics for processing texts and illustrations, methods of digital image processing, discrete raster transformation necessary for production and exposure of printing plates [4, 6, 7]. However, raster transformation has its own peculiarity caused by the fact that discretization is achieved through the change of geometrical dimension of the elements while the carrier of information is the area of raster elements placed in a raster cell corresponding to the tone of an image. At the end of former century various new raster structures were developed, such as frequency-modulated (FM), hybrid (AM + FM) structures. Rasters with non-regular structure, stochastic, pseudostochastic and other types of rasterization were proposed [6, 7]. The major advantage of new rasters is the lack of moire patterns and rosettes which is important for multicolor printing. One of the drawbacks of new rasterization methods is the increase of the dot spread which is caused by the small size of raster elements (10-20 micrometers) necessary for realization of new rasters. The small size of units is the factor which causes the main difficulties in introduction of the new rasterization methods – strict requirements of standardization and normalization of all technological stages to printing processes and machines [8].

THE PROBLEM STATEMENT

The problem of choosing traditional and new rasterization methods in the CtP systems is caused by the specificity of discrete formation of raster element of required shape, e.g. square of round, as well as by

ВСТУП

На основі досягнень комп'ютерної графіки в поліграфії широко застосовують методи растрової і векторної графіки для опрацювання тексту та ілюстрацій, методи цифрової обробки зображень, дискретного растрового перетворення необхідних для приготування і наświetлення друкарських пластин [4, 6, 7]. Однак, поліграфічне растрове перетворення має свою особливість, яка полягає в тому, що дискретизація здійснюється зміною геометричних розмірів елементів, а носієм інформації є площа растрових елементів розташованих у растровій комірці, яка відповідає тону зображення. В кінці минулого сторіччя розроблено різноманітні нові растрові структури, зокрема, частотно – модульовані (ЧМ), гібридні (АМ + ЧМ). Запропоновані растри з нерегулярною структурою, псевдостохастичне та стохастичне растрування, та інші [6, 7]. Основною перевагою нових растрів – відсутність муарів і розеток, що важливо для багатоколірного друку. Одним із недоліків нових способів растрування є збільшення розтискування растрових точок, що обумовлене малими розмірами растрових елементів (10 – 20 мкм), необхідних для реалізації нових растрів. Саме з малими розмірами елементів пов'язані основні труднощі впровадження нових способів растрування – строгі вимоги стандартизації і нормалізації усіх технологічних стадій додрукарських і друкарських процесів та друкарських машин [8].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проблема вибору традиційних і нових способів растрування у системах CtP обумовлена специфікою дискретного формування растрових елементів необхідної форми, наприклад

the lack of methods of evaluation of the shape of the elements and the accuracy of their reproduction and comparison. Thus, there is a burning problem of improvement of traditional rasterization methods based on building mathematical model, analysis and quantitative evaluation of their properties and selection of better shape and parameters.

Traditional rasterization methods are highlighted in the sources [3, 5, 6] where the physics of formation of raster images is described as well as their main parameters and results of experimental studies carried out in various tests based on which the quality of printed reproduction of raster images is assessed. Mathematical methods of analysis and synthesis of discrete printing raster transformation are poorly developed that restricts the possibilities of analytical studies. One of the reasons of the lack of developed mathematical models is the peculiarities of spatial discretization of printing raster transformation.

Articles [1, 2] highlight mathematical models of printing raster transformation subject to analogue control of geometrical dimensions for the elements of square, round and rhombic shape. Rasterization characteristics are built and their non-linear nature is analyzed. In article [1, 2] mathematical model of raster transformation of linear digital sample is built and the analysis of such transformation is carried out.

MAIN ARTICLE

The aim of the present work is to build a mathematical model and develop the scheme of spatial reproduction of discrete formation of square raster elements of non-regular structure with the increased number of grey tones.

An accurate reproduction elements traditional for printing of round and even square raster upon their discrete formation may be achieved subject to the high resolution of CtP devices. Increase of the accuracy of reproduction of the shape of a raster element results in the reduction of the tones of grey and the interval of tone rendering that significantly decreases the quality of raster prints. Contradiction between dimensions of a raster cell and the number of grey tones may be weakened by approximated formation of canonical shape of raster element of non-regular structure.

Taking into account the complexity and novelty of the task, let us consider the discrete formation of raster elements of square shape in a raster cell with 6x6 dimensions whose scheme is provided below on Fig. 1.

The increase of the geometrical dimensions of raster elements results in gradual increase of the area of the elements. The number of degrees of area corresponds to the number of the grey tones which are shaded in the figure.

квадратної чи круглої а також відсутністю методів оцінки форми елементів, точності відтворення та їх порівняння. Отже, актуальною проблемою є вдосконалення традиційних способів растрівання на основі побудови математичної моделі, аналізу і кількісної оцінки їх властивості і вибору кращої форми і параметрів.

Традиційні способи растрівання висвітлені в літературних джерелах [3, 5, 6], де подана фізика формування растрових зображень, їх основні параметри і результати експериментальних досліджень, проведених на різних тестах, за якими оцінюється якість поліграфічного відтворення растрових зображень. Математичні методи аналізу і синтезу дискретного поліграфічного растрового перетворення недостатньо розвинуті, що обмежує можливості аналітичних досліджень. Однією із причин відсутності розвинутих математичних моделей є особливості просторової дискретизації поліграфічного растрового перетворення.

У статтях [1, 2] опрацьовані математичні моделі поліграфічного растрового перетворення за умови аналогового управління геометричними розмірами для елементів квадратної, круглої та ромбічної форми. Побудовані характеристики растрівання і проаналізовано їх нелінійність. У статті [1, 2] побудовано математичну модель растрового перетворення лінійного цифрового зразка і здійснено його аналіз.

ОСНОВНИЙ ТЕКСТ СТАТТІ

Метою роботи є побудова математичної моделі і розроблення схем просторового відтворення дискретного формування квадратних растрових елементів нерегулярної структури з підвищеною кількістю рівнів сірого.

Точне відтворення традиційних для поліграфії круглої і навіть квадратної форми растрових елементів при їх дискретному формуванні може бути досягнута за умови високої роздільної здатності CtP пристроїв. Підвищення точності відтворення форми растрового елемента обумовлює зменшення кількості рівнів сірого та інтервалу тонопередачі, що значною мірою погіршує якість растрових відбитків. Протиірччя між розмірністю растрової комірки і кількості рівнів сірого можна ослабити шляхом наближеного формування канонічної форми растрового елемента нерегулярної структури.

Враховуючи складність і новизну поставленої задачі, розглянемо дискретне формування растрових елементів квадратної форми у растровій комірці розмірності 6x6, схема якої подана на рис. 1.

При збільшенні геометричних розмірів растрових елементів відбувається поступове ступеневе збільшення площі елементів. Кількість ступенів площі відповідає кількості рівнів сірого, які на рисунку заштриховані.

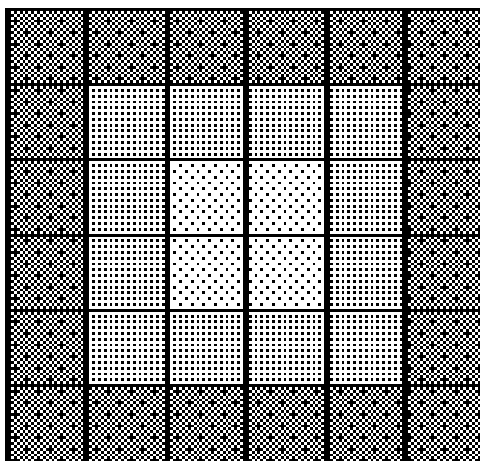


Fig.1 – Scheme of discrete formation of square raster elements / *Схема дискретного формування квадратних растрових елементів*

Based on the discrete raster transformation we will determine the dependence of discrete values of area on geometrical dimensions of a square raster element

На основі дискретного растрового перетворення визначимо залежність дискретних значень площі від геометричних розмірів квадратного растрового елемента

$$S^*(x) = X_n^2, \text{ if } 0 \leq X_n \leq a_n, \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots, N, \quad (1)$$

X_n – discrete spatial variable, a_n – sequence of geometrical dimensions of an element, N – dimensions of a raster grid (cell).

X_n – дискретна просторова змінна, a_n – послідовність геометричних розмірів елемента, N – розмірність растрової сітки (комірки).

From the geometry of discrete formation of a raster element (Fig.1) and expression (1) we will determine the number of grey tones

Із геометрії дискретного формування растрового елемента (рис. 1) і виразу (1) визначимо кількість рівнів сірого

$$G = \frac{N}{2} \quad (2)$$

Furthermore, it is necessary to add another tone of grey which corresponds e.g. to the paper. The table shows the dependence of the number of grey tones on the dimensions of a raster cell.

Окрім цього необхідно додати ще один рівень сірого, який відповідає (наприклад паперу). У табл. подана залежність кількості рівнів сірого від розмірності растрової комірки.

Table 1

Number of grey tones depending on the dimensions of a cell for raster elements of different structures / Кількість рівнів сірого залежно від розмірності комірки для растрових елементів різної структури

Structure of an element / <i>Структура елемента</i>	Number of grey tones G for the given dimensions of a cell / <i>Кількість рівнів сірого G для заданої розмірності комірки</i>				
	6×6	8×8	16×16	32×32	64×64
Traditional / <i>Традиційна</i>	3	4	8	16	32
Non-regular / <i>Нерегулярна</i>	9	16	64	256	1024

If we consider the accurate discrete formation of raster elements of discrete shape, then even in case of high dimensions of a raster cell 64x64 it will be possible to obtain comparatively small number of grey tones (32) that does not meet the normative requirements.

Якщо йдеться про точне дискретне формування растрових елементів дискретної форми, то навіть при високій розмірності растрової комірки 64×64 можна одержати порівняно невелику кількість рівнів сірого (32), що не відповідає нормативним вимогам.

In most of the modern CtP systems exposure of printing plates is carried out using laser ray. Laser-optic system is designed to modulate laser ray which forms the moving spot on a photosensitive plate which is around 10-30 micrometers in size [5, 6, 7]. Image

У більшості сучасних системах CtP насвітлення друкарських пластин здійснюється лазерним променем. Лазерно – оптична система призначена для модуляції лазерного променя, який формує на фоточутливій пластині рухому

dissection to lines is carried out by means of flying ray which is controlled by RIP sending information in the form of digits 1 or 0 converted into electrical signals and fed to the deflector (modulator). Control is carried out through sending a laser ray on a photosensitive plate or its deflection. Therefore, the recordal (formation) of a raster element within the raster cell is carried out by linear moving of a laser spot, namely by means of linear raster. The length of exposed line on a plate depends on a time during which a ray is turned on. The recordal of a raster element is carried out by parallel exposure with several rays that results in formation on photosensitive plate of several hidden lines of various length from which a raster printing element of the given shape and size is formed after production of a printing form. The raster element formed in such a manner approximately reproduces the given form.

For mathematical description of a square raster element of non-regular structure upon its formation by the sequence of lines of microstrips we make the following assumptions: printing raster transformation is a spatial two-dimensional transformation; reproduction of the shape of a raster element is carried out using the sequence of lines of microstrips of certain length; there is a non-regular placing of strips in the lines; raster cell has a given dimensions and includes even, integer number of lines; an element is placed in the centre of the cell; as result of the raster transformation there occurs the element approximated to the given shape and area.

Subject to the assumptions made above the mathematical description of the discrete formation of raster elements of non-regular structure by means of lines of microstrips will be rendered using the matrix of adjacency of raster elements for a raster cell with 6x6 dimensions. Different variants of selection of the type of adjacency matrix are possible which in the first place depend on a minimal increase of gradation of grey, the accuracy of reproduction and symmetry of raster element and other conditions. For example let's assign a minimal increase of gradation $\Delta G = 4$ and a partial symmetry of reproduction of a raster element. Upon such conditions the matrixes of adjacency for raster elements of non-regular structure are made.

плямку розміром декількох десятків (10 – 30 мкм.) [5, 6, 7]. Розгортка зображення за рядками відбувається біжучим променем, який управляється RIP від якого надходить інформація у вигляді чисел 1 або 0, які перетворюються на електричні сигнали і подаються на дефлектор (модулятор). Управління полягає у пропусканні лазерного променя на фоточутливу пластину, або в його відхиленні. Отже, запис (формування) растрового елемента в межах растрової комірки здійснюється лінійним переміщенням лазерної плямки, тобто лінійним растром. Довжина насвітленої лінії на пластині залежить від часу включення променя. Запис растрового елемента здійснюється паралельним насвітленням декількома променями внаслідок чого на фоточутливій пластині формується декілька скритих рядків різної довжини, із яких після виготовлення друкарської форми створюється растровий друкувальний елемент заданої форми і розмірів. Сформований таким чином растровий елемент наближено відтворює задану форму.

Для математичного опису квадратного растрового елемента нерегулярної структури при його формуванні послідовністю рядків мікросмужок приймаємо наступні припущення: поліграфічне растрове перетворення є просторовим двовимірним перетворенням, відтворення форми растрового елемента здійснюється за допомогою послідовності рядків мікросмужок відповідної довжини, існує нерегулярне розташування смужок у рядках, растрова комірка має задану розмірність і вміщає парне, ціле число рядків, елемент розміщується у центрі комірки, результатом растрового перетворення є елемент наближений до заданої форми і площі.

За умови прийнятих припущень математичний опис дискретного формування растрових елементів нерегулярної структури за допомогою рядків мікросмужок подамо матрицею суміжності растрових елементів для растрової комірки розмірністю 6x6. Можливі різні варіанти вибору типу матриці суміжності, які в першу чергу залежать від мінімального приросту градації сірого, точності відтворення і симетрії растрового елемента та інших умов. Для прикладу задамо мінімальний приріст градації $\Delta G = 4$ і часткову симетрію відтворення растрового елемента. За таких умов складено матриці суміжності для растрових елементів нерегулярної структури.

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad A_5 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad A_6 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_7 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad A_8 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad A_9 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Physically singular elements of the adjacency matrix correspond to the exposed elements of a plate and printing elements of a form, while zero elements correspond to the gaps.

The first adjacency matrix A_1 describes a raster element of square shape with the minimal increase of gradation $\Delta G = 4$. It has two nonzero lines, therefore the raster elements which corresponds to this matrix has square shape. In the second and the third adjacency matrixes the first and the last lines are zero lines. The second, third, fourth and fifth lines are nonzero lines and have different length, therefore the raster elements which correspond thereto have non-regular structure. The fourth adjacency matrix A_4 has four nonzero lines of the same length, therefore the raster element has regular square shape. The sixth, seventh and eighth matrixes of adjacency include the separate lines consisting of two sections, therefore the raster elements which correspond thereto have an express non-regular structure. All the elements of the ninth adjacency matrix A_9 are singular, and all lines have the same length, therefore the raster element has a regular square shape. Similarly it is possible to make adjacency matrixes for a square element of a non-regular structure upon its formation by the sequence of lines for raster cells of different dimensions.

Based on the above we have determined the number of lines of grey depending on the dimensions of a raster cell given in the table, concluding that in case of the dimensions of the raster cell 16x16 the number of grey tones shall be 64 which is close to the visual resolution of an average observer [6]. In practice, for ensuring the necessary number of uniform-contrast gradations the larger scale matrixes are used, namely the matrixes with up to 256 degrees of tone quantization [6, 7].

Фізично одиничні елементи матриці суміжності відповідають насвітленим елементам пластини та друкувальним елементам форми, нульові елементи – прогалинам.

Перша матриця суміжності A_1 , описує растровий елемент квадратної форми з мінімальним рівнем приросту градації $\Delta G = 4$. Вона має два ненульових рядка, тому растровий елемент, який їй відповідає, має квадратну форму. У другій і третій матрицях суміжності перший і останній рядки є нульові. Другий, третій, четвертий і п'ятий рядки є ненульовими і мають різну довжину, отож растрові елементи які їм відповідають мають нерегулярну структуру. Четверта матриця суміжності A_4 має чотири ненульові рядки однакової довжини, отож растровий елемент має правильну квадратну форму. Шоста, сьома і восьма матриці суміжності містять окремі рядки які складаються із двох відрізків, отож растрові елементи які їм відповідають мають явно виражену нерегулярну структуру. Усі елементи дев'ятої матриці суміжності A_9 є одиничними, а усі рядки мають однакою довжину, тому растровий елемент має правильну квадратну форму. Аналогічно можна визначити матриці суміжності для квадратного елемента нерегулярної структури при його формуванні послідовністю рядків для растрових комірок різної розмірності.

На основі викладеного визначено кількість рядків сірого залежно від розмірності растрової комірки, які подані у таблиці, за якою доходимо висновку, що при розмірах растрової комірки 16x16 кількість рівнів сірого становить 64, яка є близькою до роздільності зору середньо статистичного спостерігача [6]. На практиці, для забезпечення необхідної кількості рівноконтрастних градацій застосовують матриці більшого розміру, об'ємом до 256 рівнів квантування тону [6, 7].

It should be noted that adjacency matrixes are the basis for making an algorithm of control of raster processor of exposers. The size of an adjacency matrix corresponds to the dimensions of a raster cell. Physically the lines of an adjacency matrix comply with the sequence of lines from which a raster element is formed. Singular elements of adjacency matrix correspond to the microelements of a raster cell with dimensions 1x1. Apart from this an adjacency matrix describes the structure of a raster element which is further realized upon the discrete formation of the elements of square shape. Fig. 2 shows the scheme of spatial reproduction of raster elements for highlights of tone rendering upon the discrete formation of the elements of square shape of non-regular structure for the raster cell with the 6x6 dimensions.

Зауважимо, що матриці суміжності є основою для складання алгоритму управління растровим процесором насвітлювачів. Розмір матриці суміжності відповідає розмірності растрової комірки. У фізичному плані рядки матриці суміжності підпорядковані послідовності смуг, із яких формується растровий елемент. Одиначні елементи матриці суміжності відповідають мікроелементи растрової комірки розміром 1x1. Окрім цього матриця суміжності описує структуру растрового елемента, яка згодом реалізується при дискретному формуванні елементів квадратної форми. На основі викладеного на рис. 2 подана схема просторового відтворення растрових елементів для світлих ділянок тонопередачі при дискретному формуванні елементів квадратної форми нерегулярної структури для растрової комірки розмірністю 6x6.

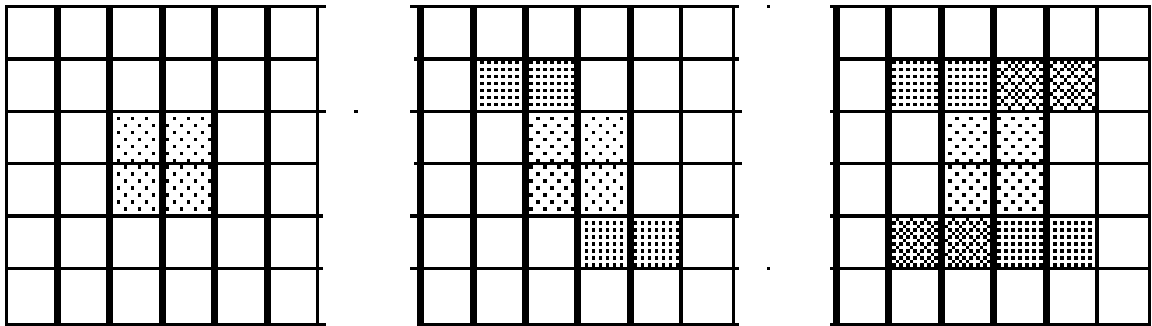


Fig. 2 – The scheme of spatial reproduction of raster elements for highlights of tone rendering / *Схема просторового відтворення растрових елементів для світлих ділянок тонопередачі*

Depending on the image brightness the highlights may be reproduced by three gradations of optical density corresponding to the raster elements with the areas of 4, 8, 12 discrete area units (*dau.*). The first raster element has canonical square shape. At the same time the second and third elements have non-regular raster structure; however they have partial symmetry of positioning in a raster cell.

Залежно від яскравості зображення, світлі тони можуть бути відтворені трьома градаціями оптичної густини, яким відповідають растрові елементи площею 4, 8, 12 дискретних одиниць площі (*дол.*). Перший растровий елемент має канонічну квадратну форму. Натомість другий і третій елементи мають нерегулярну растрову структуру, проте мають часткову симетрію розташування у растровій комірці.

On fig. 3 there is the scheme of spatial reproduction of raster elements for middle tones.

На рис. 3 подана схема просторового відтворення растрових елементів для середніх тонів.

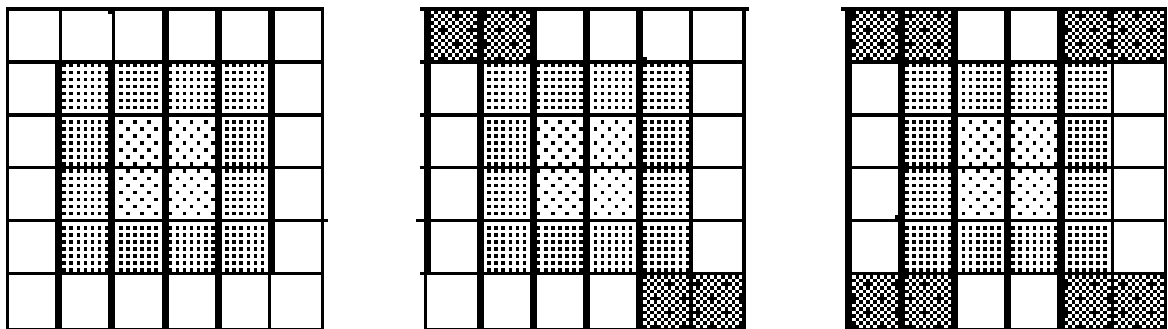


Fig. 3 – The scheme of spatial reproduction of raster elements for middle tones / *Схема просторового відтворення растрових елементів для середніх тонів*

The first raster element has a canonical square shape. The following elements have non-regular structure. Three gradations of middle tones correspond to the raster elements with the areas of 16, 20, 24 *dau*. The first and the sixth lines of the third element consist of two sections that emphasizes the non-regularity of the structure. At the same time the other lines are symmetric.

The scheme of spatial reproduction of grey tones and shades upon the discrete formation of the elements of square shape of non-regular structure is shown on fig. 4.

Перший растровий елемент має канонічну квадратну форму. Наступні елементи нерегулярну структуру. Трьом градаціям середніх тонів відповідають растрові елементи, площа яких становить 16, 20, 24 *дол.* Перший і шостий рядки третього елемента складаються із двох відрізків, що підкреслює нерегулярність структури. Натомість інші рядки є симетричними.

Схема просторового відтворення сірих тонів і тіней при дискретному формуванні елементів квадратної форми нерегулярної структури подана на рис. 4.

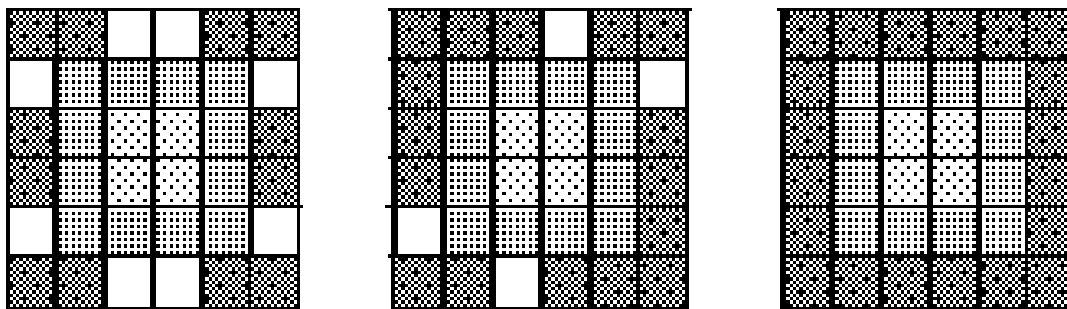


Fig. 4 – The scheme of spatial reproduction of raster elements for grey tones and shades / *Схема просторового відтворення растрових елементів для сірих тонів і тіней*

The third and second raster elements contain two lines consisting of two sections. In the shades the raster element has 100% coverage and has a canonical square shape. Grey tones are reproduced by two gradations that correspond to the raster elements with an area of 18 and 28 *dau*.

Третій і другий растрові елементи містять по два рядки які складаються із двох відрізків. У тінях растровий елемент має 100% покриття і має канонічну квадратну форму. Сірі тони відтворюються двома градаціями, яким відповідають растрові елементи площею 18 і 32 *дол.*

CONCLUSIONS

The more comprehensive results of the analysis of the number of grey tones depending on the dimensions of a raster cell upon the discrete formation for the element of a square shape of non-regular structure are provided in table 1. Based on the table we arrive to a conclusion that application of the discrete formation of a square raster element of a non-regular structure significantly increases the number of grey tones in a raster image. For example, upon formation of raster elements in a cell with the 16x16 dimensions by traditional means the number of grey tones is 8, while in case of non-regular one it is 64. The cell dimensions 20x20 provide for 100 grey tones that meets the requirements to books and magazines. The cell dimensions 32x32 provide for 256 grey tones.

Thus, the present article highlights various schemes of spatial reproduction of raster elements in a cell with a given dimensions for different ranges of tone rendering by means of discrete formation of square elements of non-regular structure that ensures the increase of the number of grey tones in a raster image resulting in the improvement of the quality of books and magazines.

ВИСНОВКИ

Більш повні результати аналізу кількості рівнів сірого залежно від розмірності растрової комірки при дискретному формуванні для елемента квадратної форми нерегулярної структури подані у табл. 1. За таблицею доходимо висновку, що застосування дискретного формування квадратного растрового елемента нерегулярної структури значною мірою підвищує кількість рівнів сірого у растровому зображенні. Наприклад, при формуванні растрових елементів у комірці розмірністю 16x16 традиційним способом кількість рівнів сірого становить 8, а при нерегулярному – 64. При розмірності комірки 20x20 забезпечується 100 рівнів сірого, що відповідає вимогам до книжкової і журнальної продукції. При розмірності комірки 32x32 забезпечується 256 рівнів сірого.

Таким чином, подано різні схеми просторового відтворення растрових елементів у комірці заданої розмірності для різних діапазонів тоновідтворення шляхом дискретного формування квадратних елементів нерегулярної структури забезпечує підвищення кількості рівнів сірого у растровому зображенні, що сприяє підвищенню якості книжкової і журнальної продукції.

REFERENCES

- [1]. Baranov's'kyj I. V. Construction characteristics of digital screening sample tone scale / I. V. Baranov's'kyj, M. M. Luckiv, L. V. Fil', G. A. Chornozubova // Computer technology of Printing: proc. science., 2013. – №29. – pg. 176 – 184.
- [2]. Baranov's'kyj I. V. Construction and analysis of the characteristics RIP / I. V. Baranov's'kyj, M. M. Luckiv, L. V. Fil', G. A. Chornozubova // Proceedings (Ukr. akad. of print). – 2013. – №3 (44). – pg. 102-110.
- [3]. Baranov's'kyj I. V. Printing processing pictorial information / I. V. Baranov's'kyj, Ju. P. Jahymovych. – K. – L.: IZNN, 1999. – 400 p.
- [4]. Donny O'Kvyn. Prepress. Designer's guide. / Donny O'Kvyn, – M., SPb., K.: Vyl'jams, 2001. – 592 p.
- [5]. Koval's'kyj B. Research gradation characteristics separations bitmap with modulated frequency / Koval's'kyj B., Pysanchyn N., Shovgenjuk. M. // Computer technology of Printing: proc. science., 2005. – pg. 241 – 243.
- [6]. Kuznecov Ju. V. The technology of processing image information / Kuznecov. Ju. V. – SPb: Edition: Petersburg of university pr., 2002. – 312 p.
- [7]. Luckiv M. M. Digital printing technology: monograph. — Lviv: Ukr. akad. of print., — 2012. – 488 p.
- [8]. Mel'nychuk S. I. Offset printing: teach. guidances;, Vol. 1. Technology and equipment to the printing process. / S. I. Mel'nychuk, S. M. Jarema. – K.: UkrNDISVD: HaGar, 2000. – 406 p.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

- [1]. Барановський І. В. Побудова характеристики растрівання цифрового зразка тональної шкали / І. В. Барановський, М. М. Луцків, Л. В. Філь, Г. А. Чорнозубова // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр., 2013. – №29. – С. 176 – 184.
- [2]. Барановський І. В. Побудова і аналіз характеристик растрівання / І. В. Барановський, М. М. Луцків, Л. В. Філь, Г. А. Чорнозубова // Наук. зап. (Укр. акад. друкарства). – 2013. – №3 (44). – С. 102-110.
- [3]. Барановський І. В. Поліграфічна переробка образотворчої інформації / І. В. Барановський, Ю. П. Яхимович. – К. – Л.: ІЗНН, 1999. – 400 с.
- [4]. Донни О'Квин. Допечатна підготовка. Руководство дизайнера. / Донни О'Квин, – М., СПб., К.: Вильямс, 2001. – 592 с.
- [5]. Ковальський Б. Дослідження градаційних характеристик фотоформ растрового зображення з модульованою частотою / Ковальський Б., Писанчин Н., Шовгенюк. М. // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. пр., 2005. – С. 241 – 243.
- [6]. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изображительной информации / Кузнецов. Ю. В. – СПб: Изд-во: Петерб. ин-т печати, 2002. – 312 с.
- [7]. Луцків М. М. Цифрові технології друкарства: моногр. — Львів: Укр. акад. друкарства, — 2012. – 488 с.
- [8]. Мельничук С. І. Офсетний друк: навч. посіб., кн. 1. Технологія і обладнання до друкарських процесів / С. І. Мельничук, С. М. Ярема. – К.: УкрНДІСВД: ХаГар, 2000. – 406 с.