

УДК 655. 027

ПОБУДОВА ХАРАКТЕРИСТИК ДИСКРЕТНОГО РАСТРОВОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ СИНТЕЗОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НЕРЕГУЛЯРНОЇ СТРУКТУРИ

М. М. Логойда

*Національний університет «Львівська Політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна*

Визначено та побудовано характеристики дискретного растрового перетворення для синтезованих елементів нерегулярної структури. Побудовано імітаційну модель дискретного растрування. Визначено залежність кількості рівнів площі растрових елементів від розмірності комірок для типових значень відносної площі.

Ключові слова: растрування, растровий елемент, мікросмужки, дискретне відтворення, характеристика растрування.

Постановка проблеми. Поліграфічне растрове перетворення має деякі особливості, а саме: дискретизація здійснюється зміною геометричних розмірів елементів, а носієм інформації є площа растрових елементів, розміщених у растровій комірці, яка відповідає тону зображення. Наприкінці минулого сторіччя розроблено нові растрові структури, зокрема частотно-модульовані (ЧМ, рис. 1, а), амплітудно-модульовані (АМ, рис. 1, б) та гібридні (АМ + ЧМ). Також було впроваджено растри з нерегулярною структурою, псевдостохастичне та стохастичне растрування та ін. [1, 2, 9]. Водночас, саме специфіка дискретного формування растрових елементів необхідної форми й структури визначає проблему вибору традиційних і нових способів растрування у системах CtP.

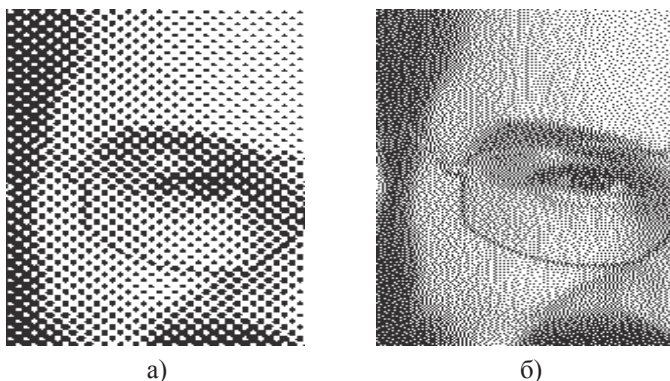


Рис. 1. Приклад АМ та ЧМ растрування

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Форма синтезованих растрових елементів має забезпечити відтворення їхньої площі під час наświetлення на дру-

карську пластину, а також і передачу з форми на відбиток. Задане значення площі за дискретного формування растрового елемента може мати різну форму, від якої великою мірою залежить точність наświetлення пластини, виготовлення форми та її відтворення на растровому відбиткові. Традиційні способи растрування висвітлено в літературних джерелах [3, 4, 5], де подано фізику формування растрових зображень, їхні основні параметри і результати експериментальних досліджень, проведених на різних тестах, за якими оцінюється якість поліграфічного відтворення растрових зображень. Також у деяких статтях [6, 7] розглянуто задачу математичного описання, синтезу й розроблення схем просторового відтворення дискретного формування квадратного растрового елемента нерегулярної структури. Проте актуальним залишається питання визначення характеристик дискретного растрового перетворення, яке потребує подальших досліджень.

Мета статті — визначення, побудова та аналіз характеристики дискретного поліграфічного растрового перетворення для елементів нерегулярної структури.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним із важливих етапів додрукарської підготовки зображень є процес растрування, який полягає в перетворенні тонових зображень на мікроштрихове, у вигляді двовимірного масиву крапок або елементів іншої форми, де носієм інформації є площа растрового елемента. За способом формування площі друкувального елемента розрізняють: неперервне, яке умовно називають аналогове, а растрування з їхньою дискретною змінною — цифровим раструванням [1, 2].

У традиційному, аналоговому раструванні управління процесом растрування здійснюється шляхом зміни геометричних розмірів, тому площі растрового елемента залежать від його форми. Наприклад, площа квадратного елемента $S_K = a^2$, а круглого — $S_K = \pi R^2$. Тому характеристика растрування, що описує залежність площі елемента від його геометричних розмірів, є нелінійною. Тоді як дискретне растрове перетворення за своєю суттю є дискретною імітацією неперервного растрування й також є нелінійним, що вважається його хибою.

Для синтезу дискретного растрового перетворення елементів різної форми під час їхнього формування послідовністю рядків мікросмужок приймаємо такі припущення: поліграфічне растрове перетворення є просторовим двовимірним перетворенням, наświetлення растрового елемента здійснюється біжучим лазерним променем заданого діаметра у вигляді послідовності рядків у растровій комірці заданої розмірності та вміщує ціле число рядків, елемент розміщується в центрі комірки. Результатом растрового перетворення є елемент заданої форми, синтез растрового перетворення зводиться до визначення площі елемента.

У запропонованому алгоритмі формування матриці растрування управління процесом растрування здійснюється шляхом послідовного додавання одного мікроелемента розміром 1×1 доп. Якщо растровий елемент має нерегулярну структуру, то площу растрового елемента описує вираз (1) [8]:

$$S^* = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_i \text{доп}. \quad (1)$$

Отже, площа растрового елемента нерегулярної структури, опрацьована за алгоритмом, на основі матриці растрування визначатиметься сумою рядків і дорівнюватиме кількості мікроелементів, з яких вини складаються, і не залежить від форми елемента. Тоді характеристика растрування для запропонованого алгоритму формування матриці растрування, яка описує залежність площі елемента від управління процесом растрування, визначається числом мікроелементів, які розташовані у комірці заданої розмірності, і буде лінійною, що є перевагою запропонованого алгоритму.

Для прикладу, розраховано й побудовано характеристики дискретного растрування відповідно до запропонованого алгоритму для малої розмірності растрової комірки (4×4 та 5×5), щоб наочно показати ступеневість характеристик, які зображені на рис. 2.

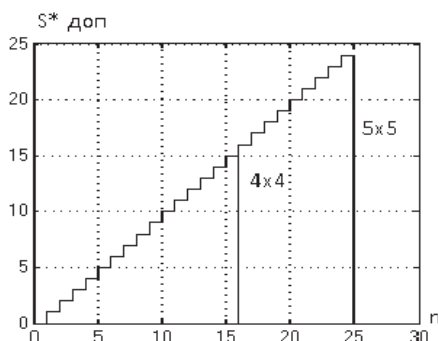


Рис. 2. Характеристики дискретного растрування для растрових комірок малої розмірності

Як бачимо із рисунка, характеристики растрування є лінійно ступеневі та подано в абсолютних дискретних одиницях площі. Величина одного ступеня є сталою на всьому інтервалі растрування і становить 1 доп. Із наростанням числа мікроелементів у растровій комірці характеристики ступенево наростають до 16 та 25 доп.

Аналогічно розраховані й побудовані характеристики дискретного растрування для растрових елементів нерегулярної структури, сформованих за запропонованим алгоритмом матриці растрування для растрових комірок розмірністю 8×8 , 12×12 , 16×16 , які зображено на рис. 3.

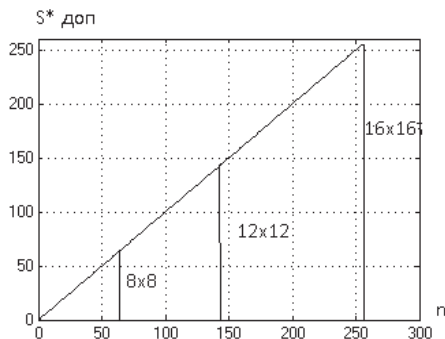


Рис. 3. Характеристики дискретного растрування для растрових комірок високої розмірності

Аналогічно до попереднього випадку, характеристики растрівання є лінійно ступеневими, із величиною ступеня 1 *дон*. Однак за великої розмірності комірок ступені є малопомітні. Із збільшенням числа мікроелементів у растровій комірці характеристики ступенево наростають, а значення їх площі прямує до 64, 144 та 256 *дон*. Повніші результати імітаційного моделювання наведено у табл. 1.

Для спрощення та зручності порівняльного аналізу замінімо абсолютне значення площі растрового елемента відносною, подану в процентах, яка є традиційною в поліграфії:

$$S^* \% = \frac{S^* \text{ don}}{S_K \text{ don}} 100\%, \quad (2)$$

де S_K — площа растрової комірки подана в дискретних одиницях площі, S^* — послідовність дискретних значень площ, поданих також у дискретних одиницях площі.

Якщо у виразі (2) лінійно, дискретно змінювати послідовність площ відповідно до алгоритму формування растрових елементів за матрицею растрівання, тоді за ним можна розрахувати й побудувати характеристику растрівання для елементів нерегулярної структури. Аналогічно до другого розділу, поставлену задачу розв'яжемо, застосувавши об'єктно-орієнтоване програмування у пакеті Simulink. Для цього на основі виразу (2) розроблено структурну схему імітаційної моделі дискретного растрового перетворення із функціональних блоків бібліотеки Simulink (рис. 4).

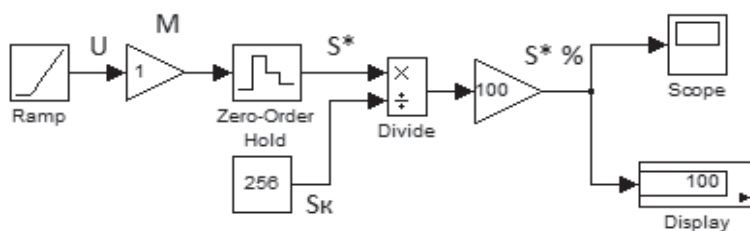


Рис. 4. Структурна схема імітаційної моделі дискретного растрівання

Блок Ramp генерує неперервний лінійно наростаючий сигнал, що імітує неперервну лінійну тональну шкалу, яка масштабується блоком M. Блок дискретизації Zero — Order Hold із заданою величиною ступеня дискретизації 1 *дон*, перетворює вхідний сигнал на послідовність дискретних значень площі. Відносну площу дискретного растрівання визначають способом ділення в блоці Divide дискретних відносних одиниць площі на площу растрової комірки. Після множення на 100 одержуємо площу растрових елементів у відсотках. Результати обчислень дискретного растрівання візуалізуються блоком Scope у вигляді характеристики растрівання, а блок індикації Display висвітлює числові значення характеристики.

Основною метою імітаційного моделювання була побудова характеристики дискретного растрівання для растрових елементів нерегулярної структури, сформовані за алгоритмом заданого матрицею растрівання.

Для прикладу, задавали розмірність комірок 4×4 і 5×5, налагоджували параметри моделі на задані розмірності. Результати імітаційного моделювання у вигляді характеристик дискретного растрівання у процентах наведено на рис. 5.

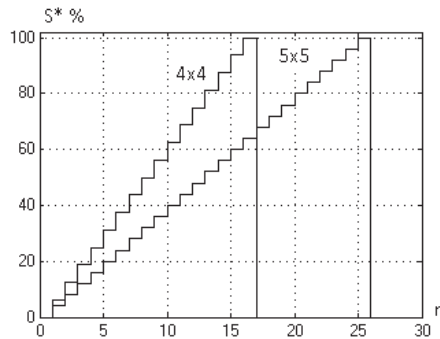


Рис. 5. Характеристики дискретного растрівання для різної розмірності комірок

Характеристики дискретного растрівання є лінійними. Характеристика растрівання комірки розмірності 5×5 має 25 ступенів, натомість комірки розмірності 4×4 мають 16 ступенів. Отже, приріст площі растрового елемента залежить від розмірності комірки. Зменшення розмірності комірки збільшує приріст площі, що викликає спотворення растрового зображення під час його відтворення.

У наступному прикладі задавали вищі розмірності растрових комірок (8×8 , 12×12 , 16×16) і налагоджували параметри моделі на задані розмірності. Результати наступної серії імітаційного моделювання подано на рис. 6 у вигляді характеристик дискретного растрівання.

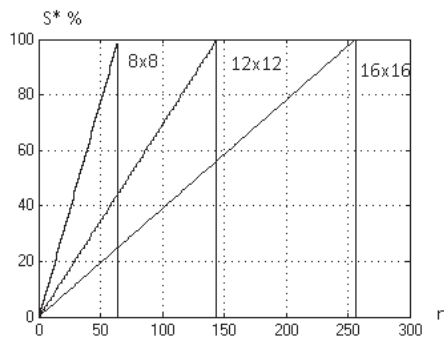


Рис. 6. Характеристики дискретного растрівання для вищої розмірності комірок

Як і в попередньому прикладі характеристики растрівання є лінійно ступеневими. Однак, за великої розмірності комірок ступені є малопомітні на рисунку. Із збільшенням розмірності растрових комірок характеристики растрівання зміщаються вправо, проте процентне значення площ прямує до 100 %.

За результатами імітаційного моделювання, додатково визначені абсолютні значення площ растрових елементів нерегулярної структури від розмірності комірок для заданих, типових значень відносної площі в процентах, які наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Залежність кількості рівнів площі растрових елементів від розмірності комірок для типових значень відносної площі

Розмірність растрової комірки	Рівні площ комірок <i>доп</i>	Площа растрових елементів (<i>доп</i>) для типових значень відносної площі				
		10 %	25 %	50 %	75 %	90 %
6×6	36	3	9	18	27	32
8×8	64	6	16	32	48	58
10×10	100	10	25	50	75	90
12×12	144	14	36	72	108	130
16×16	256	26	64	128	192	230

Висновки. Порівнявши рис. 3 та рис. 6, робимо висновок, що характеристики растрування побудовано в абсолютних одиницях площі та у відносних (в процентах) мають різний вигляд, отож повніше характеризують процес дискретного растрування. Відповідно до результатів, котрі подано в табл. 1, робимо висновок, що для заданих, типових значень відносної площі растрових елементів кількість дискретних елементів лінійно залежить від розмірності растрової комірки. Наприклад, для розмірності растрової комірки 10×10 площа растрових елементів повністю відповідає типовим значенням відносної площі у процентах. Отже, залежність відносної площі растрових елементів та абсолютних значень площі від кількості елементів є лінійною, і не залежить від розмірності растрової комірки, що є перевагою запропонованого алгоритму формування елементів матриці растрування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изобразительной информации. СПб : Изд-во Петерб. ин-т печати, 2002. 312 с.
2. Луцків М. М. Цифрові технології друкарства : моногр. Львів : Укр. акад. друк., 2012. 488 с.
3. Барановський І. В., Яхимович Ю. П. Поліграфічна переробка образотворчої інформації. Київ–Львів : ІЗНН, 1999. 400 с.
4. Блатнер Д., Флейман Г., Рот С. Сканирование и растривание изображений. Москва : ЭКОМ, 1999. 400 с.
5. Ковальський Б., Писанчин Н., Шовгенюк. М Дослідження градаційних характеристик фотоформ растрового зображення з модульованою частотою. Комп'ютерні технології друкарства. 2005. С. 241–243.
6. Логойда М. М., Луцків М. М. Синтез дискретного растрового перетворення для квадратних елементів нерегулярної структури. Наукові записки [Укр. акад. друкарства]. 2015. № 2 (51). С. 49–57.
7. Логойда М. М. Моделювання процесу дискретного формування квадратних растрових елементів нерегулярної структури. Технологічні комплекси. 2015. 1 (11). С. 36–43.
8. Логойда М. М. Визначення і побудова характеристик растрування синтезованих елементів нерегулярної структури. XX Міжнар. наук.-практ. конф. з пробл. вид.-полігр. галузі, (м. Київ, 28 квітня 2015р.) : тези доп. Київ: [«ПАТ УкрНДІСВД» корп. п-во ДАК «Укрвидавполіграфія»]. 2015. С. 39–42.

9. Die Übertragung zum Drucker [Elektronische Ressource]. URL: <http://www.copyshop-tips.de/druck10.php>.

REFERENCES

1. Kuznecov, Ju. V. (2002). Tehnologija obrabotki izobrazitel'noj informacii. SPb: Izd-vo Peterb. in-t pečati (in Russian).
2. Lutsiv, M. M. (2012). Tsyfrovi tekhnolohii drukarstva. Lviv: Ukr. akad. druk. (in Ukrainian).
3. Baranovskyi, I. V. & Yakhymovych, Yu. P. (1999). Polihrafichna pererobka obrazotvorchoi informatsii. Kyiv–Lviv: IZNN (in Ukrainian).
4. Blatner, D., Flejman, G. & Rot, S. (1999). Skanirovanie i rastrirovanie zobrazhenij. Moskva: JeKOM (in Russian).
5. Kovalskyi, B., Pysanchyn, N. & Shovheniuk, M. (2005). Doslidzhennia hradatsiinykh kharakterystyk fotoform rastrovoho zobrazhennia z modulovanoiu chastotoiu. Kompiuterni tekhnolohii drukarstva, 241–243 (in Ukrainian).
6. Lohoida, M. M. & Lutsiv, M. M. Syntez dyskretnoho rastrovoho peretvorennya dlia kvadratnykh elementiv nereguliarnoi struktury. Naukovi zapysky [Ukr. akad. drukarstva], 2 (51), 49–57 (in Ukrainian).
7. Lohoida, M. M. (2015). Modeliuvannia protsesu dyskretnoho formuvannia kvadratnykh rastrovyykh elementiv nereguliarnoi struktury. Tekhnolohichni komplekсы, 1 (11), 36–43 (in Ukrainian).
8. Lohoida, M. M. (2015). Vyznachennia i pobudova kharakterystyk rastruvannia syntezovanykh elementiv nereguliarnoi struktury. XX Mizhnar. nauk.-prakt. konf. z probl. vyd.-polihr. haluzi, (m. Kyiv, 28 kvitnia 2015r.) : tezy dop. Kyiv: [“PAT UkrNDISVD” korp. p-vo DAK“Ukrvydavpolihrafiia”], 39–42 (in Ukrainian).
9. Die Übertragung zum Drucker. Retrieved from <http://www.copyshop-tips.de/druck10.php> (in German).

CONSTRUCTION OF DISCRETE CONVERSION CHARACTERISTICS OF SYNTHESIZED RASTER ELEMENTS OF IRREGULAR STRUCTURE

M. M. Lohoida

*Lviv Polytechnic National University,
Lviv, 12, Stepan Bandera St., 79013, Ukraine
Logoyda47@ukr.net*

The characteristics of discrete screening conversion for synthesized elements with irregular structures have been defined and constructed in this article. Also, the simulation model of discrete screening has been constructed. The dependence of the number of levels of raster elements area from the cell dimension for the typical values of a relative area has been determined.

Keywords: screening, raster element, microstrip, discrete reproduction, screening characteristics.

*Стаття надійшла до редакції 13.03.2017.
Received 13.03.2017.*