

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТРУВАННЯ ДЛЯ РОМБІЧНОГО РАСТРОВОГО ЕЛЕМЕНТА

Побудовано характеристику растрівання, подану відносною площею покриття поверхні елементарного квадрата, залежно від зміни розмірів ромбічного растрового елемента і проаналізовано її властивості.

Characteristic of pattern had been created by feeding of relative area of surface of elementary tetragone accordingly to changes of the sizes of rhombus pattern element. Characteristics parsed.

Растрівання зображень – одне з ключових перетворень в ході друкарської підготовки видань. Його принцип дії ґрунтується на застосуванні інформаційних технологій і реалізується з допомогою апаратних засобів і систем, шляхом лазерного наświetлення фотоформ чи друкарських пластин [1,2,5].

Тривалий час після винайдення способу растрівання у поліграфічному виробництві застосовувалися т. зв. амплітудно-модульовані растри, які тепер вже вважаються класичними, в яких тональність зображення передається зміною відносною площі растрового елемента, зосередженого у суцільній плоскій фігурі.

У 80-х роках минулого століття почали впроваджувати частотно-модульовані растри, у яких тональність зображення передається відносно малими точками однакової величини, але розміщеними з різною частотою. [4,8]. Згодом з'явилися гібридні: комбіновані амплітудно-частотні растри. В світлих тонах і тінях їх дія подібна до амплітудних, а у середніх тонах – до частотних растрів.

Деякий час навіть здавалося, що в поліграфії домінуватимуть тільки частотні растри. Особливий інтерес щодо їх застосування пов'язаний з відсутністю явища муару і розеток на кольоровій репродукції. Однак, при цьому виявилось і значні труднощі їх використання. Під час копіювання і друкування величина розтискування растрових елементів значно більша, ніж у традиційних амплітудних растрах, а растрові елементи змінюються в розмірі настільки, що починають зникати деталі рисунка у тінях [8]. Тому застосування частотних растрів скоротилося, збільшився інтерес до повернення до класичного амплітудного растрівання і вдосконалення традиційних растрів.

²¹ Українська академія друкарства

Для попередньої обробки зображень перед раструванням застосовуються ґрунтовні математичні методи і перетворення, що впливають з добре розвинутої теорії цифрової обробки зображень [1,2]. Натомість, фізико-математичне моделювання растрових перетворень зображення у поліграфії розвинуто не достатньо. Переважають експериментальні методи дослідження з використанням різноманітних тестів, [4,6], що не дають можливості знайти оптимальну характеристику растрування при різних способах фізичної реалізації.

У попередній роботі авторів [6] розглядалось питання побудови характеристики растрування цифрового зразка тонової шкали для растрових елементів різної форми у вигляді одномірної функції залежності відносної площі растрових елементів від їх розмірного параметра. Запропонували методикку визначення інтегральних показників якості локального процесу растрування при перетворенні півтонового зображення у дискретне. Побудовано характеристики цього процесу і проаналізовано властивості одержаних перетворень.

В цій роботі така задача ставиться для ще одного важливого типу растрової структури, де растрові комірки заповнюються растровими елементами у виді ромба. Для певного типу кольорової репродукції такі растри можуть забезпечити значні переваги у відтворенні кольору і градації зображень. Цікаво порівняти ефективність такого растрування з іншими типами растрових елементів розглянутих раніше. Тому дане дослідження має практичне значення і носить актуальний характер.

Види та засоби растрування в поліграфії викладені у доступних джерелах [2,4], у яких подані моделі процесу растрування, що описують перетворення неперервного напівтонового зображення у растрове і побудовано їх модуляційні характеристики. Паралельно подані математичні моделі демодуляції растрового зображення у напівтонове. Моделі побудовані при певних припущеннях і не враховують технологічні дії і впливи. Для підвищення точності вводяться емпіричні коефіцієнти, які враховують властивості паперу, фарби, лініатуру растра та інше [1,5].

Широко розповсюдженні методи обробки цифрових зображень у різних галузях науки і техніки ґрунтуються на обробці двовимірних матриць, з допомогою яких вони описуються. При цьому яскравість кожного елемента зображення (піксела) виражається цілим цифровим значенням. Таким чином, тут для покращення візуальної якості зображень застосовуються абстрактні алгоритмічні методики [1,2,5]. Натомість, обробка растрових зображень в поліграфії здебільшого вимагає розглянути ще й певну фізичну сутність, що має місце при їх формуванні. Тому більшість математичних моделей, методів і алгоритмів

обробки дискретних цифрових зображень неможливо безпосередньо використати до аналізу неперервно-дискретних растрових зображень.

Мета роботи – побудувати математичну модель процесу растрування для ромбічного растрового елемента, провести аналіз характеристики растрування, поданої залежністю відносної площі покриття квадратної елементарної комірки (одержаний результат) від геометричного розміру растрового елемента (керуючий вплив).

Для поліграфічного відтворення растрового зображення необхідно виконати ряд технологічних перетворень. Наприклад, провести експонування формної пластини, проявити одержану копію і виготовити друкарську форму та надрукувати растрові відбитки. Кожний з цих етапів має свою фізичну природу, вносить певні зміни в градаційну характеристику та відтворення дрібних деталей зображення і для свого опису потребує окремого розгляду.

В цій роботі окремо розглядається побудова математичної моделі лише одного з найважливіших етапів процесу растрування – перетворення аналогового зображення в дискретну форму, за умови, що керуючий вплив забезпечується зміною розміру растрового елемента, а результат, одержаний внаслідок проведеної модуляції, описується відносною площею растрового елемента.

Для побудови математичної моделі процесу растрування приймаємо наступні припущення:

- растровий елемент має форму ромба, центр якого співпадає з центром елементарного квадрата елементарної комірки;
 - керуючий вплив (вхідна змінна) забезпечується зміною геометричного розміру растрового елемента;
 - вихідна змінна – площа покриття елементарного растрового квадрата,
 - відносні змінні – технологічні впливи і різні дії.
- Схема геометрії растрування подана на рис. 1

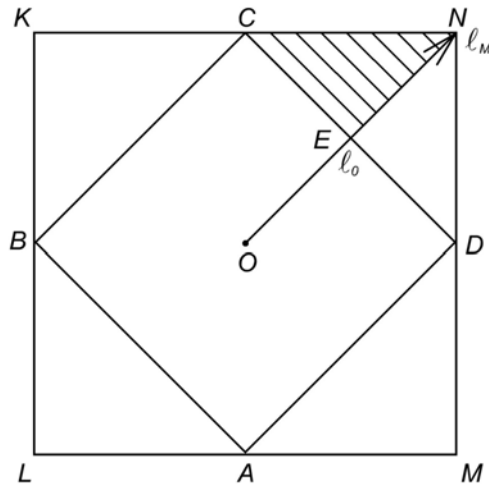


Рис. 1. Схема геометрії растровання для ромбічного растра

Розмір квадрата елементарної комірки растра KLMN – сталий і визначається його лініатурою. Ромбічний растровий елемент ABCD вписується в елементарний растровий квадрат. В процесі растровання його розміри і форма змінюються. При зміні розміру осі ромба OE в межах від 0 до l_0 він має форму ромба, а в межах від l_0 до l_m (від точки E до точки N) – восьмикутника. В другому випадку поверхня ромба поступово обмежується сторонами квадрата. При цьому приріст площі на одиницю довжини осі поступово зменшується і прямує до нуля.

Відповідно до схеми рис.1, при $0 \leq x \leq l_0$ площа растрового елемента дорівнює:

$$S = 4x^2 \quad \text{для } 0 \leq x \leq l_0 \quad (1)$$

де x – просторова змінна, l_0 – розмір, який відповідає половині осі ромба, вписаного в квадрат.

Розмір квадрата елементарної комірки KN через лініатуру растра L

$$KN = \frac{1}{L} \quad (2)$$

Граничні розміри ромбічного растрового елемента визначаються так:

$$l_0 = \frac{\sqrt{2}}{4l}; \quad l_m = \frac{\sqrt{2}}{2l} \quad (3)$$

При збільшенні розмірів ромбічного растрового елемента в межах $l_0 \leq x \leq l_m$, площу, яку відсікає квадрат KLMN від ромба, можна виразити сумою площ восьми трапецій (одна з них заштрихована на рисунку), які поступово прямують до набуття форми трикутника (ECN).

Кожна з восьми площ виражається інтегралом зі змінною верхньою границею від функції, графік якої представлений у виді лінії CN, а осі координат проходять вздовж напрямку ON (вісь X) та ОК (вісь Y). Враховуючи, що рівняння лінії

$$y = kx + b = -x + 2l_0,$$

і підставляючи його у підінтегральну функцію, одержимо

$$S = 8 \int_{l_0}^x (2l_0 - x) dx + 4l_0^2 = 16l_0x - 8l_0^2 - 4x^2 \quad \text{для } l_0 \leq x \leq l_m \quad (4)$$

Отже, в загальному вигляді площа ромбічного растрового елемента виражається так:

$$S = 4x^2 \quad \text{для } 0 \leq x \leq l_0$$

$$S = 16l_0x - 8l_0^2 - 4x^2 \quad \text{для } l_0 \leq x \leq l_m \quad (5)$$

Для спрощення і зручності аналізу введемо відносну площу растрового елемента. Вона визначається відношенням абсолютної площі растрового елемента до площі растрової комірки

$$S_{\text{відн}} = \frac{Sp}{S_k} \quad (6)$$

Виразимо площу растрового квадрата через лініатуру растра, матимемо

$$S_{\text{відн}} = \frac{Sp}{L^2} \quad (7)$$

Тоді формула для визначення відносної площі ромбічного растрового елемента матиме вигляд:

$$S_{\text{відн}} = \frac{4x^2}{L^2} \quad \text{для } 0 \leq x \leq l_0$$

$$S_{\text{відн}} = \frac{16l_0x - 8l_0^2 - 4x^2}{L^2} \quad \text{для } l_0 \leq x \leq l_m \quad (8)$$

В одержаній формулі відносна площа ромбічного растрового елемента виражена через лініатуру растра і геометричні розміри растрового елемента, який є незалежною змінною, тобто керуючим впливом. Залежно від мети дослідження можна застосовувати той чи інший ви-

раз для визначення абсолютної чи відносної площі растрового елемента.

Якщо у виразі (8) змінювати незалежну просторову змінну x у заданих межах, то можна розрахувати і побудувати характеристику растрування. Для розв'язку задачу застосували об'єктно-орієнтоване програмування у популярному пакеті Simulink [3]. Відповідно до засад моделювання, на основі одержаних вище формул, розроблено структурну схему імітаційної моделі із функціональних блоків бібліотеки Simulink, яка подана на рис.2.

Основним базовим блоком є блок математичних функцій, у якому записують вираз (8) для обчислення відносної площі ромбічного растрового елемента. Визначення площі (5) растрового елемента відбувається у окремому блоці, який здійснює визначення площі аналітичним шляхом або шляхом інтегрування. Блоки розміщені ліворуч імітують лінійну зміну геометричних розмірів растрового елемента для заданих меж. Окремий блок забезпечує управління послідовністю виконання обчислень. Результати обчислень візуалізуються у вигляді графіків характеристик растрування.

Основною метою імітаційного моделювання була побудова характеристики растрування і аналіз її властивостей.

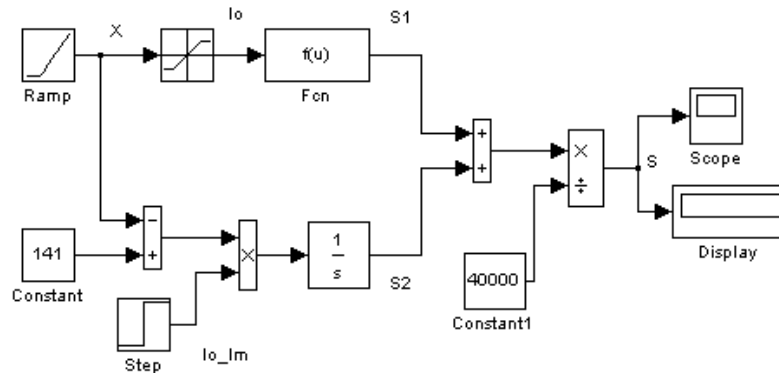


Рис. 2. Структурна схема імітаційної моделі у Simulink

Для прикладу прийняли лініатуру растра $L = 50$ лін/см. Визначили необхідні геометричні розміри ромбічного растрового елемента $l_0 = 70,07$ мкм, $l_m = 141,4$ мкм. Налаштовували модель на задану лініатуру і параметри. Результати імітаційного моделювання у вигляді графіка характеристики растрування ромбічного елемента у відносних одиницях площі подані на рис.3. Для порівняння на рисунку подана лінійна характеристика растрування. Спочатку відносна площа растро-

вого елемента помалу наростає за квадратичною залежністю. Після того як розмір растрового елемента досягає значення $= 70,07$ мкм, темп наростання площі поступово зменшується і прямує до одиниці. Отже, характеристика растрування для ромбічного растрового елемента є нелінійною, що є недоліком.

Для оцінки нелінійності характеристики відзначали відхилення від лінійності, яке здійснювали шляхом імітаційного моделювання у вигляді графіка відхилення характеристики подано на рис.4 в процентах.

При малих розмірах растрового елемента відхилення характеристики растрування від лінійної є від'ємне і поступово збільшується, досягає свого максимального значення $- 12,55$ %, переходить через нуль, змінює знак, поступово збільшується, досягає максимального значення $+ 11,96$ % і поступово прямує до нуля. Відхилення характеристики від лінійної знаходиться в межах $- 12,5$ % до $+ 11,96$ %, що викликає спотворення тонопередачі. Натомість відхилення характеристики від лінійної для округлого растрового елемента знаходиться в межах $- 15,96$ % до $+ 11,1$ %. Отже, характеристика растрування ромбічного елемента є кращою ніж округлого.

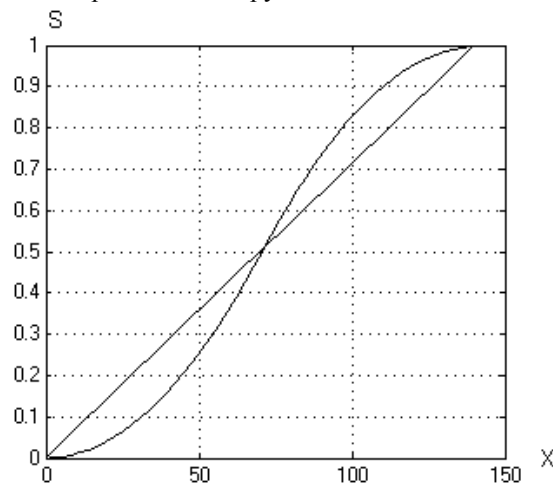


Рис. 3. Характеристика растрування для ромбічного растра

На основі проведених досліджень доходимо висновку: досліджено що при частотному раструванні під час копіювання растрові елементи збільшують розміри за рахунок вуалі (окіл, оточка), яка є більшою ніж у традиційних амплітудних растрах, що погіршує якість репродукції; недоліки частотного растрування обумовлюють подальшого розвитку і вдосконалення традиційних растрів, які можна здійснити аналітични-

ми і експериментальними дослідженнями; процес растрівання є неперервно-дискретним, тому більшість математичних моделей і алгоритмів обробки зображень у різних галузях безпосередньо неможливо використати для аналізу растрових зображень; розроблено імітаційну модель для розрахунку і побудови характеристики растрівання для ромбічного растрового елемента; на основі результатів комп'ютерного моделювання встановлено, що відхилення характеристики від лінійної знаходиться в межах $-12,5\%$ до $+11,96\%$ на цьому інтервалі тоновідтворення, натомість відхилення для округлого растрового елемента знаходиться в межах $-15,96\%$ до $+11,1\%$.

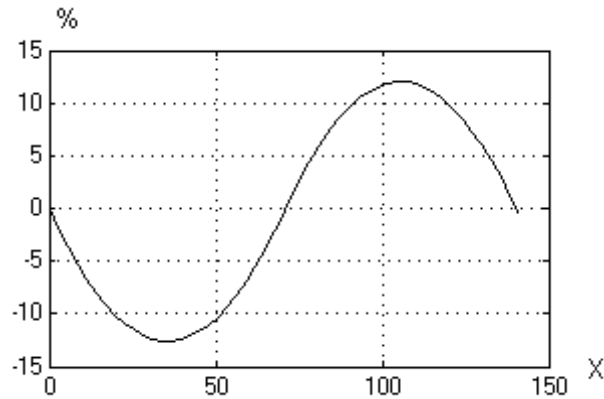


Рис. 4. Графік відхилення характеристики растрівання від лінійної

Отже, характеристика растрівання для ромбічного елемента є кращою ніж округлого.

1. Барановський І.В. Поліграфічна переробка образотворчої інформації / Барановський І.В., Яхимович Ю.П.// Київ – Львів: ІЗМН. 1998. – 400с. 2. Дэвид Блантер. Сканирование и растрование изображений. М.: ЭКОМ. 1999. – 384с. 3. Дяконов В.П. Matlab. ab 6.5 SPI(7), 7 SPI(7) SP2 – Simulink 5/6. / Дяконов В.П., Круглов В.В.// Инструменты искусственного интелекта и биоинформатики. Серия Библиотека профессионала. – М.: Салон – Прес. 2006. – 455с. 4. Кузнецов Ю.В. Технология обработки изобразительной информации. – СПб: Издательство “Петербургский институт печати”. 2002. – 312с. 5. Луцків М.М. Цифрові технології друкарства: монографія. – Львів: УАД. 20120 – 488с. 6. Мельничук С.І. Офсетний друк. / Мельничук С.І., Ярема С.М.// Навчальний посібник. Кн.1. Технологія і обладнання до друкарських процесів. – К.: Укр НДКВД: ХаГар. 2000. – 461 с. 7. Селиванов Ю.П. Основы моделирования и оптимального программирования автотипного процесса. М.: Книга. 1979. – 238с. 8. Pere Plate. AGFA: Режим допуску: <http://www.agfa.com.pl/sublime> – xml.