

УДК 655.027

І. В. Барановський, Л. В. Філь

Українська академія друкарства

ІНТЕГРАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЛОКАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ РАСТРУВАННЯ

Розглядається завдання визначення інтегральних показників якості локального процесу растрівання при перетворенні півтонового зображення у дискретне.

Процес растрівання, інтегральна оцінка, растровий елемент, комп'ютерне моделювання

Останнім часом у поліграфічне виробництво інтенсивно впроваджуються інформаційні системи і технології, що дає можливість поліпшити якість продукції і підвищити продуктивність праці. Значних змін зазнала технологія додрукарської підготовки зображень. Замість паралельної одночасної обробки зображення по всьому формату, що ґрунтувалася на теорії оптичних перетворень, тепер застосовується послідовна поелементна обробка, яка ґрунтується на теорії і методах перетворення цифрових зображень.

Процес растрівання — ключова функція підготовки зображень до друку, що полягає у перетворенні образотворчої інформації у форму, придатну для поліграфічного відтворення, шляхом перетворення півтонового зображення у мікροштрихове. Саме на цій стадії обробки зображення є можливість керувати його градаційними перетвореннями.

Призначення, суть і методика здійснення растрівання докладно висвітлені у фаховій літературі [1, 2, 4]. У більшості публікацій акцентується переважно на фізичних принципах формування растрових зображень і висвітленні результатів експериментальних досліджень. Мало або недостатньо висвітлюються проблеми, що виникають при застосуванні математичних методів обробки й аналізу цифрових зображень до формування растрових зображень у поліграфії. В оглядовій літературі немає розвинутих математичних моделей растрового репродукційного процесу, що пов'язано зі складністю опису просторової дискретизації зображення та труднощами, що виникають при врахуванні впливу технологічних факторів різної фізичної природи, таких як, фотохімічні процеси, лазерне наświetлення пластин, виготовлення друкарських форм, друкування тощо. [2, 4, 6].

Керування площею растрових елементів при растріванні півтонових зображень та записі друкувальних елементів лазерним променем на фотогра-

фічній плівці чи формному матеріалі друкарської пластини, здійснюється на основі методів просторової модуляції сигналів, розроблених у теорії сигналів [2,5]. Якість растрування залежить від лініатури растра, форми і взаємного розміщення растрових елементів. Поряд з традиційними растровими структурами з амплітудною (АМ) і частотною модуляціями (ЧМ), з нерегулярною структурою і стохастичним раструванням [2, 4, 7] застосовуються нові, які використовують гібридні методи. Відома фірма AGFA розробила і реалізовує програму растрування під назвою Sublima, яку встановлює на своїх системах СІР. У цьому методі растрування, залежно від діапазону тону, використовуються різні типи модуляції.

На основі спеціально розроблених тестів фірма AGFA детально проаналізувала недоліки растрування при низьких і високих лініатурах для різних видів растрів у світлих тонах, півтонах і тінях та переходах між ними, а також характер утворення кольорових розеток муару та інших явищ і подала переваги растрування Sublima [8].

Нові методи растрування з різних причин також мають ряд недоліків і обмежень. Розвиваються або зникають такі класичні параметри, як лініатура і кут нахилу для стохастичних растрів. По іншому виявляються ефекти растрування, яких не було у класичному раструванні, зокрема, змінюється помітність растрової структури і тонових переходів, не зберігається баланс сірого в усій тоновій шкалі. Одна з основних причин цих недоліків, на наш погляд, полягає у зміні структури класичного растра.

Відповідно до аналізу сучасного стану застосування різних растрових структур у друкарському виробництві, дійдемо висновку про необхідність розробки об'єктивних критеріїв для їх порівняння, а тому завдання розробки інтегральних методів оцінки якості растрування, поставлене у цій праці – актуальна сучасна проблема для подальшого вдосконалення виробничого процесу і підвищення продуктивності праці.

Мета роботи — розробка кількісного інтегрального методу оцінки процесу растрування на основі моделі локального процесу перетворення неперервного зображення у дискретне за умови, що керуючий вплив задається розміром растрової точки, а результат модуляції подається площею растрового елемента.

Інтегральна оцінка процесу растрування здійснюється на основі таких положень:

растровий елемент описується відносною площею, що складається із двох частин, одна з яких відповідає друкувальному, інша — пробільному елементам (рис. 1);

геометричний центр друкувального елемента розміщений у центрі квадрата елементарної комірки;

вхідна змінна (керуючий вплив) задається розміром (діаметром) друкувального елемента; вихідна змінна (результат модуляції) – відносною площею растрового елемента;

процес локального перетворення неперервного зображення в растрове в даній точці розглядається без урахування впливу сусідніх елементів;

завдання опису процесу растрування розглядається у поданні; однови-
мірного випадку;

заданий бажаний вигляд функціональної залежності результату модуля-
ції від керуючої дії.

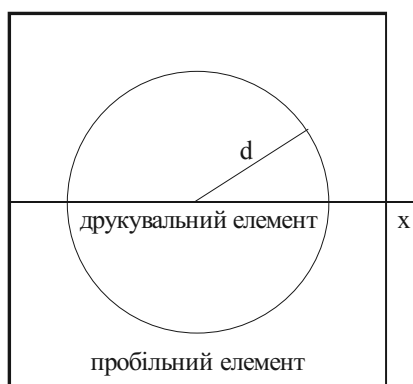


Рис. 1. Елементарна комірка растра

Для визначення інтегральної оцінки процесу растрування на основі прийнятих припущень подамо в загальному вигляді вираз, який описує локальне растрування:

$$S(x) = F(d, L, x), \quad (1)$$

де $S(x)$ — відносна площа растрової точки, d — діаметр растрової точки, L — лініатура растра, x — просторова змінна, $F(d, L, x)$ — нелінійна функція, яка описує локальне растрове перетворення.

Задане бажане растрове перетворення подамо виразом

$$S_3(x) = F_3(d, L, x), \quad (2)$$

де $S_3(x)$ — відносна площа заданої растрової точки, $F_3(d, L, x)$ — функція, яка описує задане бажане перетворення.

Одним із недоліків локального процесу растрування є нелінійність характеристики, яку описуватимемо відхиленням від заданої, найчастіше лінійної, визначимо так:

$$E(x) = S_3(x) - S(x). \quad (3)$$

Після підстановки матимемо

$$E(x) = F_3(d, L, x) - F(d, L, x). \quad (4)$$

Знак відхилення і його величина може перебувати в межах від -30 до $+15\%$ і більше, залежно від структури і параметрів растра [5, 7]. Величина

відхилення (4) не завжди адекватно оцінює процес растрування і є незручною для порівняльного аналізу. Отож для більшої об'єктивності пропонується оцінювати якість локального процесу растрування інтегральними критеріями, які широко застосовуються в теорії оптимального управління.

Якщо відносна площа відхилення є додатною, то пропонується простий інтегральний критерій оцінки процесу локального растрування

$$J_1 = \int_0^{x_M} E(d, L, x) dx, \quad (5)$$

де x_M — максимальне значення просторової змінної. Підставивши вирази (1) та (2) у вираз (5), матимемо

$$J_1 = \int_0^{x_M} [F_3(d, L, x) - F(d, L, x)] dx. \quad (6)$$

Після обчислення виразу (5) інтегральний критерій виражатиметься числом, яке дорівнює площі, що охоплена двома характеристиками растрування (1) та (2).

Якщо відхилення має різні знаки, то простий інтегральний критерій (6) не даватиме достовірної оцінки. Тому запропоновано квадратичний критерій оцінки локального процесу растрування

$$J_1 = \int_0^{x_M} \sqrt{E^2(d, L, x)} dx. \quad (7)$$

Після підстановки виразу (4) матимемо

$$J_2 = \int_0^{x_M} \sqrt{[F_3(d, L, x) - F(d, L, x)]^2} dx. \quad (8)$$

Квадратичний критерій враховує знак відхилення, тому адекватно і кількісно оцінює процес локального растрування. Розв'язання поставленої задачі на основі одержаних математичних виразів (6) і (8) традиційним шляхом складання алгоритму і програми є трудомістким, потребує знання мови програмування, її налагодження і часу на його проведення. Для цього на рис. 2 розроблено блок – схему імітаційної моделі для визначення інтегрального показника оцінки якості локального процесу растрування.

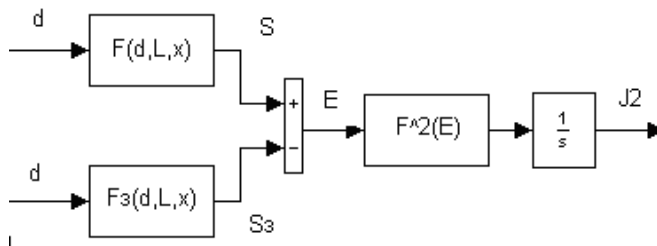


Рис. 2. Блок-схема імітаційної моделі

Призначення блок-схеми не потребує пояснення. Символ 1/S означає операцію інтегрування. Для визначення інтегральних оцінок застосовуємо об'єктно-орієнтоване програмування у широко відомому середовищі Matlab–Simulink [3]. Відповідно до засад моделювання в Simulink необхідні математичні операції виконуються за допомогою функціональних блоків, які розташовані у бібліотеках Simulink. Відповідно до схеми (рис. 1), основні функції типу $F(d, L, x)$ для визначення відносних площ можна реалізувати операційним блокомFcn із бібліотеки Simulink. Операцію інтегрування здійснює блок Integrator. Для візуалізації результатів обчислень застосовуємо операційні блоки Skope і Dsplau. На основі рис. 1 розроблено імітаційну модель для визначення інтегральних оцінок процесу растрівання, яка паралельно обчислює відносну площу растрових точок, відхилення площі від заданої та будує їх графіки.

Для прикладу розглянемо процес растрівання за умови, що растровий елемент формується у вигляді круга. На основі геометрії растрової точки запишемо вираз (1) для визначення відносної площі растрової точки

$$S(x) = \begin{cases} \pi d^2 \frac{L^2}{4}, & \text{якщо } 0 \leq d \leq d_0 \\ \pi d^2 \frac{L^2}{4} - d^2 L^2 \arctg \sqrt{d^2 L^2 - 1} + \sqrt{d^2 L^2 - 1}, & \text{якщо } d_0 \leq d \leq d_m \end{cases} \quad (9)$$

Діаметр вписаного кола у растровий квадрат $d_0 = 1/L$ і максимальне значення діаметра описаного кола $d_m = \sqrt{2}d_0$, необхідні для налагодження моделі й обчислення.

Приймаємо лінійний закон зміни заданої відносної площі растрової точки

$$S_s(x) = K_m x \quad \text{для } 0 \leq x \leq 1/L, \quad (10)$$

де K_m — коефіцієнт масштабу, у якому будується характеристика растрівання.

Виразів (9) і (10) достатньо для побудови і налагодження імітаційної моделі. Для прикладу задавали лініатуру растра $L = 100$ лін/см. Налагоджували модель на задану лініатуру. Окремі результати імітаційного моделювання подані на рис. 3 у відносних одиницях.

Як видно з рис. 3,а, характеристика растрівання — нелінійна, s — подібна крива з перегином. При малих діаметрах друкувального елемента, відносна площа растрового елемента за квадратичною залежністю спочатку зростає повільно і при збільшенні наростає щораз швидше. Коли діаметр кола досягає значення діаметра вписаного у квадрат елементарної комірки кола, темп наростання відносної площі поступово зменшується і її значення прямує до одиниці.

Нормоване відхилення відносної площі ($E(x)$) від заданої лінійної характеристики подібне до згасаючого синуса (рис. 3,б). Перше максимальне відхилення становить 0,1592, друге — 0,1116 в.о., квадратична інтегральна оцінка локального процесу растрівання $J_2 = 0,00129$ в.о.см.

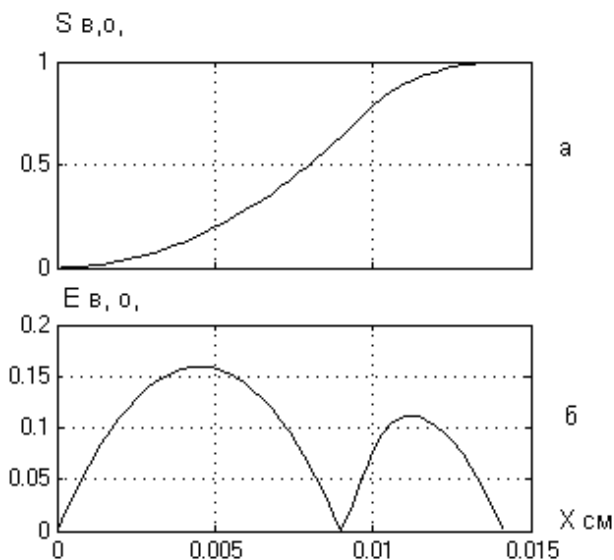


Рис. 3. Характеристики растрівання до округлого елемента

Отже, відхилення залежить від діапазону тонопередачі. На світлих тонах воно більше, а на темних менше.

Для порівняння впливу форми растрового елемента проводили імітаційне моделювання і визначали характеристики растрівання для растрового елемента квадратної форми. Окремі результати імітаційного моделювання подані на рис. 4 у відносних одиницях для лініатури растра $L = 100$ лін/см.

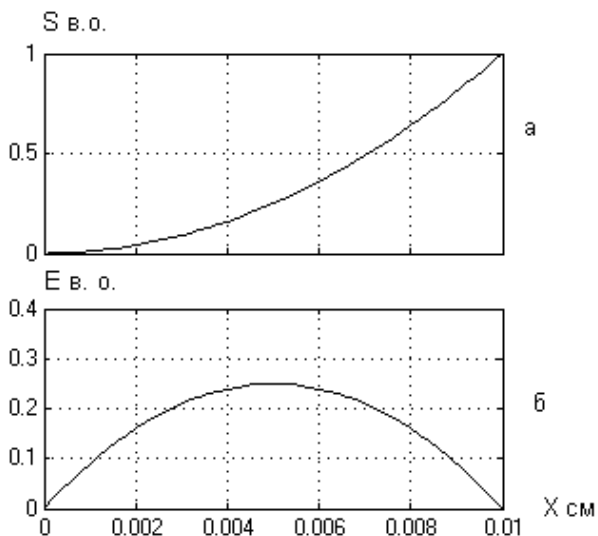


Рис. 4. Характеристики растрівання для квадратного елемента

Характеристика растрування (рис. 4, а) є квадратичною кривою. При зміні розміру растрового елемента від 0 до 0,01 см відносна площа з наростаючою швидкістю прямує до 1 в.о. Відхилення відносної площі від заданої лінійної характеристики є колоподібним (рис. 4,б). Максимальне значення відхилення становить 0,25 в.о. Інтегральна оцінка локального процесу растрування $J_2 = 0.001667$ в.о.

Порівнюючи результати комп'ютерного моделювання можна дійти висновку, що максимальне відхилення та інтегральна оцінка якості растрування для растрового елемента округлої форми є меншими, ніж для квадратної. Отже, округла форма растрового елемента є кращою. Запропоновані інтегральні критерії якості локального процесу растрування дають кількісну оцінку, тому є об'єктивними і зручними для порівняльного аналізу та вибору кращого.

1. Барановський І. В. Поліграфічна переробка образотворчої інформації / І. В. Барановський, Ю. П. Яхимович. — К. — Львів: ІЗМН, 1998. — 400 с. 2. Блантер Дэвид Сканирование и растрование изображений / Дэвид Блантер. — М. : ЭКОМ, 1999. — 384 с. 3. Дяконов В. П. Matlab. ab 6.5 SPI(7), 7 SPI(7) SP2 – Simulink 5/6. Инструменты искусственного интелекта и биоинформатики / В. П. Дяконов, В. В. Круглов — М. : Салон – Прес, 2006. — 456 с. — (Серия «Библиотека профессионала»). 4. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изобразительной информации / Ю. В. Кузнецов. — СПб: Петербургский ин-т печати, 2002. — 312 с. 5. Кузнецов Ю. В. Основы подготовки иллюстраций к печати. Растрование: учеб. пособие / Ю. В. Кузнецов. — М. : Изд-во МГУП «Мир книги», 1998. — 174 с. 6. Селиванов Ю. П. Основы моделирования и оптимального программирования автотипного процесса / Ю. П. Селиванов. — М.: Книга, 1979. — 238 с. 7. Стефанишин Н. І. Сучасні технології цифрового растрування / Н. І. Стефанишин, М. В. Шовгенюк // Комп'ютерні технол. друкарства. — 2001. — №6. — с. 9–16. 8. Pere Plate. AGFA [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.agfa.com.pl/sublime-xm/>.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЛОКАЛЬНОГО ПРОЦЕССА РАСТРИРОВАНИЯ

Рассматривается задача определения интегральных показателей качества локального процесса растривования при преобразовании полутонного изображения в дискретное.

INTEGRAL QUALITY INDICATORSLOCAL PROCESS SCREENING

The task of determining the quality of integrated local screening process when converting half-tone image discrete.

Стаття надійшла 12.03.2013