

УДК 655.226

МОДЕЛЬ ПОЛІНОМІАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТЕМНИХ ТОНІВ

Федина Б.І. (канд. техн. наук, доцент) email:
fedynabogdana@gmail.com

Кавин Б.Я. (аспірант) email: b.kavyn2000@gmail.com

Українська академія друкарства, Львів

A mathematical model of the inverse polynomial transformation of digital images of dark tones has been developed, which describes the brightness of the image in the range of $0 \leq L \leq 255$ levels to improve image quality by stretching the dynamic range of the input image into the processed output, which makes it possible to form typical variants of the gradation characteristics of images of different tonalities, determined the optical density of the image and the contrast sensitivity, which evaluate the properties of the transformation.

In the MATLAB: Simulink package, a structural diagram of the simulator model of inverse polynomial transformation of dark tone images has been developed, which makes it possible to form, calculate and build gradation characteristics, determine graphs of optical density and contrast sensitivity, and analyse their properties.

The results of simulated modelling of the gradation characteristics of typical variants of digital images are presented, which are concave curves that at the beginning of the range have a steeper slope than the power gamma transformation, which eliminates posterization in the dark areas of the image, which is an advantage and has no losses in worlds.

Key words: modelling, image, polynomial transformation, gradation characteristics, optical density, contrast sensitivity, quality.

У комп'ютерних видавничих системах при підготовці цифрових зображень до друку, широко застосовуються сучасні графічні редактори, такі як Photoshop та інші. Основним видом обробки є тонове коригування зображення інструментом Curves (криві). Здебільшого оператор (технолог, дизайнер) опрацьовує і коригує зображення при відсутності оригіналу, спостерігаючи його на екрані

монітора, тому якість коригованого зображення залежить від його знань, уміння та виробничого досвіду і не може бути оптимальною.

Традиційні методи підготовки зображень до друку, які засновані на ступеневому гама-перетворенні, мають значні обмеження у відтворенні темних тонів, що виникають у результаті постеризації. Постеризація – це поява помітних переходів (смуг) на темних ділянках зображення, які спотворюють це зображення [5]. В цих методах не передбачена програма для визначення і побудови градаційної характеристики цифрових зображень, характеристик растрування оптичної густини, контрасту, що обмежує можливості дизайнера і технолога при підготовці зображень до друку [1, 4].

Існуючі методи аналізу, системи відтворення текстової та графічної інформації поліграфічними інформаційними технологіями і поліграфічними засобами значно відрізняються від класичних методів цифрової обробки та відтворення в інших галузях, тому ці методи безпосередньо неможливо застосувати до якісного тоновідтворення темних тонів [2]. Для вирішення поставленої задачі використано запропоноване авторами нормоване поліноміальне перетворення [3]

$$L_1 = \frac{b \times L_0}{L_0 + a}, \text{ якщо } 0 \leq L_n \leq 1,$$

де L — лінійна шкала, яка знаходиться в межах $0 \leq L_n \leq 1$, b і a — сталі коефіцієнти, задаючи які можна одержати пряме поліноміальне перетворення зображень світлих тонів.

Для перетворення темних тонів запропоноване інверсне нормоване поліноміальне перетворення

$$L_n = \left(2L_0 - \frac{2 \times L_0}{L_0 + a} \right)^r \times M1, \text{ якщо } 0 \leq L_n \leq 1,$$

де r – показник степені, M – коефіцієнт доналагодження перетворення до поліноміальної межі $0 \leq L \leq 1$.

Якщо відоме інверсне нормоване поліноміальне перетворення, тоді за допомогою масштабування можна визначити інверсне поліноміальне перетворення цифрових зображень темних тонів

$$L = L_n \times 255, \text{ якщо } 0 \leq L_n \leq 1,$$

в якому нуль відповідає чорному тону, а 255 – білому в межах яких знаходиться 256 рівнів сірого.

На основі градаційної характеристики сформованого інверсного поліноміального перетворення цифрового зображення можна визначити контрастну чутливість, яка виражається похідною градаційної характеристики. Вона призначена для оцінки властивості поліноміального перетворення до розрізнення деталей зображень на даному діапазоні тоновідтворення та оптичної густини перетвореного зображення.

Для спрощення розв'язання поставленої задачі, ефективним є застосування імітаційного моделювання в пакеті MATLAB: *Simulink*. Результати такого імітаційного моделювання градаційних характеристик інверсного поліноміального перетворення цифрових зображень темних тонів подані на рис. 1.

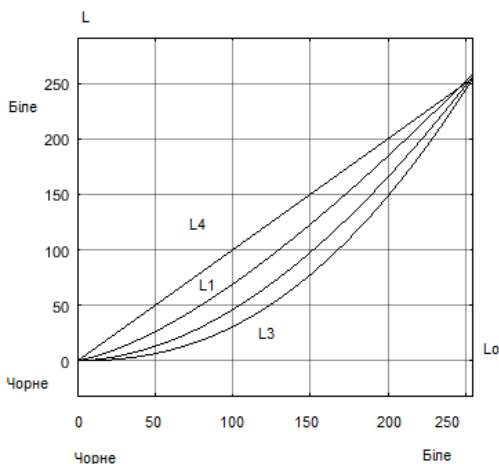


Рис. 1. Градаційні характеристики інверсного поліноміального перетворення цифрових зображень темних тонів

Градаційні характеристики типових варіантів цифрових зображень є вгнутими кривими і на початку діапазону мають більшу крутизну ніж степеневе перетворення, тому усувається постеризація на темних ділянках зображення, що є перевагою, одночасно не має втрат у світах. Отже, поліноміальне перетворення добре розтягує чорний діапазон зображень порівняно з градаційним гама-перетворенням.

Контрастна чутливість об'єктивно і кількісно описує властивості гама-перетворення цифрових зображень різної

тональності. Оскільки вона є похідною градаційної характеристики, тому і визначає реакцію зорової системи сприйняття тону. На початку діапазону контрастна чутливість велика, тому краще сприймаються деталі на темних ділянках зображення.

Розроблена математична модель інверсного поліноміального перетворення цифрових зображень темних тонів забезпечує кращі градаційні характеристики, оптичну густину і контрастну чутливість перетворення, а розроблена в пакеті MATLAB: *Simulink* структурна схема моделі симулятора інверсного поліноміального перетворення дає можливість паралельно розраховувати і будувати кілька градаційних характеристик, визначати графіки оптичної густини та контрастної чутливості.

Результати дослідження та імітаційного моделювання можуть бути використані операторами і технологами комп'ютерних видавничих систем при підготовці цифрових зображень до друку для вибору оптимальної градаційної характеристики репродукції. В цьому контексті можна зауважити, що моделювання і аналіз поліноміального перетворення цифрових зображень темних тонів є актуальним завданням.

Список літератури

1. Відтворення зображень растровими пристроями : навч. посіб. / Гавриш Б. М., Дурняк Б. В., Тимченко О. В., Ющик О. В. Львів : УАД, 2016. 180 с.
2. Луцків М. М. Цифрові технології друкарства : монографія. Львів : УАД, 2016. 488 с.
3. Луцків М. М., Сердюк Ю. Ю. Синусоїдальне перетворення цифрових зображень. *Комп'ютерні технології друкарства*: Зб. наук. праць. Львів: УАД. 2023, № 1(48). С.45-54
4. Мартинюк В. Т. Основи додрукарської підготовки образотворчої інформації : Кн. 2: Основи опрацювання образотворчої інформації: підручник. Київ : Університет «Україна», 2009. 291 с.
5. Gonzalez C., Woods E. Digital image Processing: International Version 3rd Edition, Inc publishing as Prentice itall. Copuringht, 2008. 1104 p.