

4. Для малих значень коефіцієнта заповнення форми ($k_p = 0,1$) товщина шару фарби, що передається на відбиток, різко зростає.

5. Застосування анілоксового вала для подачі фарби покращує статичні характеристики фарбової системи порівняно з традиційними фарбовими апаратами друкарських машин.

6. Забруднення растрових комірок вала значно зменшує товщину шару фарби, що передається на задруковуваний матеріал.

1. Верхола М.І., Луцків М.М., Зіненко Р.Г. Часовий і операторний метод опису процесу розкочування фарби в друкарських машинах // Автоматизація виробничих процесів в машинобудуванні і приладобудуванні. Л.: ДУ "Львівська політехніка". 1994. №34. С. 5–54. 2. Луцків М.М., Верхола М.І. Сигнальні графи розкочування фарби // Вісник ДУ "Львівська політехніка". Прикладна математика. Л., 1998. №337. Т. 2. С. 348–350. 3. Луцків М.М., Стемпень К. Статичні характеристики фарбово-друкарських апаратів флексографських машин // Комп'ютерні технології друкарства: 36. наук. праць. 2002. №9. С. 165–171. 4. Mrozek B. Matlab 6 – poradnik użytkownika. W., 2001. 5. Ciupolski S. Maszyny offsetowe zwojowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa. 2000.

УДК 681.142

М.М. Луцків

ПРОСТИЙ МЕТОД ОПИСУ ЦИФРОВОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ: ЛІНІЙНІ ПІДХОДИ

Викладено метод опису оцифрування текстової та графічної інформації на основі простих арифметичних дій на пікселях зображення.

Изложен метод описания оцифровки текстовой и графической информации на основе простых арифметических действий на пикселях изображения.

В останнє десятиріччя відбувається різке впровадження інформаційних, так званих цифрових, технологій у поліграфію. Сьогодні паралельно існують дві технології підготовки до друку та друкування: класична (традиційна) та цифрова. Практично всі технологічні операції переробки поліграфічної інформації можна виконати на підставі інформаційних технологій. Увесь технологічний процес підготовки до друкування, модерно названий Prepressom, комп'ютеризований і здійснюється на тому чи іншому устаткуванні, що керується комп'ютерами.

Нагальна виробнича потреба освоєння сучасних цифрових технологій та їх технічного забезпечення вимагають істотних змін змісту й рівня підготовки фахівців-поліграфістів і спеціалістів старшого покоління, вихованих на традиційних засадах поліграфічної технології та техніки. Знань, набутих у тих чи інших поліграфічних навчальних закладах, тепер уже недостатньо. Виникли труднощі з освоєнням нових технологій на різних рівнях, у тому числі і в термінології. У поліграфії застосовується класична і сучасна термінологія, яка неоднозначно сприймається й трактується спеціалістами, а також не корелює з термінологією в сусідніх галузях науки та техніки. Для прикладу наведемо такі ключові терміни: поліграфічна інформація, текстова інформація, графічна інформація, образотворча інформація, сигнали образотворчої інформації, образотворчі оригінали, цифрові оригінали та інші [2]. Термін «інформація» (досить широкий і розпливчастий, до певної міри є філософською категорією) останнім часом став досить модним у поліграфії. Така велика кількість термінів, які практично є близькими, утруднює сприйняття, розпорошує увагу та унеможливує створення єдиного підходу до математичного опису поліграфічної інформації та перетворення її в комп'ютерних видавничих системах з метою якісного виготовлення цифрових друкарських форм і цифрового друку.

В останній час у поліграфії почали застосовувати термін «зображення» [5], який є більш конкретним. Зображення – це своєрідна форма даних, специфіка якої ще не до кінця досліджена як однієї з форм інформації. Особливістю цієї форми інформації є надмірність практично

довільного зображення [2,5]. Людина до 90% інформації одержує і розуміє у вигляді зображення. Тому однією з ключових проблем інформатики є опрацювання методів перетворення й аналізу зображення. Активно розвиваються методи і будуються системи автоматичного перетворення. Удосконалення методів і засобів їх перетворення та відтворення – важливий чинник ефективності систем перетворення інформації в різних галузях науки і техніки.

Під перетворенням зображень розуміють застосування послідовних перетворень, які змінюють їхній вигляд та якість з точки зору кращого огляду, сприйняття, аналізу і розпізнавання, а також перетворення до вигляду зручних для подальшого застосування. Наприклад, для виготовлення фотоформ і друкарських форм, потрібних для друкування. Специфіка перетворення поліграфічної інформації не завжди дозволяє безпосередньо послугоуватися методами й засобами класичної теорії розпізнавання зображень і цифрового перетворення сигналів. У дослідженнях, пов'язаних з перетворенням зображень, досі застосовується багато евристичних підходів. При цьому неточне означення одного поняття тягне за собою невизначеність другого і т.д. Вище уже наводилися неточні визначення, побудовані на слові «інформація». Додатковою проблемою може бути мала кількість математичних означень і широко використовуваних у поліграфії понять, недостатність термінології в українській мові.

У більшості випадків практичні задачі перетворення зображень у поліграфії не піддаються повній формалізації, тому методи й алгоритми їх розв'язання мають по суті евристичний характер. Тим можна пояснити велику кількість статей з описом різних алгоритмів і способів перетворення зображень у конкретних умовах для конкретних задач. Зміна умов часто приводить до потреби зміни алгоритму розв'язання задачі.

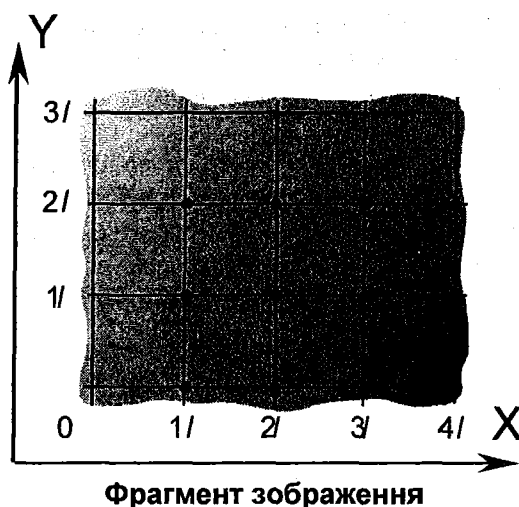
Для «вузьких» спеціалістів такі ключові слова, як «перетворення й аналіз зображень» зрозумілі. Але для більшості працюючих у поліграфії і суміжних галузях потрібне коротке й просте подання основних задач перетворення зображень, яке б дало їм змогу розширити знання в цій галузі і свідомо застосовувати їх у практичній діяльності, успішно освоювати новітні технології та устаткування. Тому в статті коротко викладені прості методи математичного опису зображень для непрофесіоналів.

Прості методи опису зображень

У поліграфії найчастіше застосовуються перетворення чорно-білих і тонових зображень з багатьма відтінками. За характером ці зображення можуть бути різними: текстові, графічні, змішані, штрихові і тонові на тих чи інших позиціях. Основними параметрами зображень можуть бути яскравість, оптична щільність, контраст та інші [2, 5]. Описати такі зображення можна за допомогою двомірної матриці зображень $M = [a(x, y)]$, де x і y – координати елементів на зображенні, а елемент матриці a визначає той чи інший параметр зображення [1,3].

Для прикладу в подальшому викладі приймаємо, що зображення описуємо яскравістю. Тоді матрицю зображень подамо як $B = [b(x, y)]$, де b означає яскравість у заданому місці. Приймаємо, що значення яскравості є неперервним і знаходиться в межах $0 < b < b_{\max}$, де 0 відповідає чорним точкам, а b_{\max} – білим; інші значення відповідають різним відтінкам сірого.

Зазначимо, що в традиційному фоторепродукційному процесі зображення перетворюється в аналоговій формі. Щоби зображення можна було аналізувати й перетворювати в базовому блоці, яким є комп'ютер, то його з аналогового вигляду потрібно перетворити до вигляду цифрового. Це здійснюється шляхом дискретизації і квантування зображення. Таке перетворення (оцифрування зображення) можна здійснювати на сканері, цифровому апараті та інших пристроях [5]. Дискретизація зображення здійснюється шляхом двомірного квантування, сутність якого показано на рисунку.



Як бачимо, зображення від чорного в правому куті поступово плавно переходить до світлого у верхньому лівому. Квантування здійснюється шляхом миттєвого вимірювання яскравості в окремих околах (точках) площини X, Y . Для спрощення приймаємо, що квантування здійснюється у вузлах прямокутної сітки, умовно нанесеної на зображення. Внаслідок двомірного квантування отримаємо матрицю $B = [b(x, y)]$, яка має значення яскравостей на дискретизованій площині. Координати вузлів дискретизації визначені для дискретних значень $x = nl_x$ та $y = ml_y$, де n і m – послідовність цілих чисел $0, 1, 2, 3, \dots, n$; $0, 1, 2, 3, \dots, m$; l_x, l_y – крок квантування вузлів по осі x та y .

Процес квантування зображення подібний до растрівання зображень, яке широко застосовується в поліграфії. Якщо лініатура растра складає L ліній на сантиметр, то це відповідає кроку квантування $l = 1/L$.

Якщо за діапазон яскравостей взяти шкалу (0–25), як відношення яскравості найсвітлішого і найтемнішого елемента зображення, для якого ще зберігається лінійність, то для зображення (рис.1) матриця яскравості матиме вигляд

$$B = \begin{bmatrix} 25 & 15 & 12 & 10 \\ 12 & 7 & 6 & 4 \\ 8 & 6 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

Ця матриця буде зафіксована в пам'яті комп'ютера чи цифрового апарата, на якому здійснювалося перетворення зображення.

Якщо перетворене (оцифроване) зображення (див. рисунок) вивести на монітор чи комп'ютерну друкарку, то його окремі елементи (квадратики) матимуть яскравість, що відповідає матриці B . Отже, початкове неперервне зображення перетворилося на дискретне. Перехід тону від одного квадратику до сусіднього також є дискретним. Зазначимо, що вихідне зображення складається з окремих елементів, так званих пікселів, а кожний піксель описується елементом матриці яскравості $b(x, y)$.

Кількість рівнів яскравості при квантуванні зображення вимірюється в двійковій системі числення. Найчастіше застосовують один байт. Тоді зображення може одержати $2^8 = 256$ різних рівнів значень яскравості, які записують у вигляді цілих чисел, як правило, у двійковій системі числення. Значення 0 означає, що піксель чорний, а 256 – білий. Така кількість рівнів квантування відтінків яскравості достатня для людського ока, яке сприймає квантування зображення як неперервну яскравість. Інколи для оцінки яскравості застосовують меншу кількість бітів. Наприклад, 6 ($2^6 = 64$ відтінки яскравості) або 4 ($2^4 = 16$ відтінків яскравості) [2,5].

У поліграфії є великий клас зображень текстової інформації у вигляді букв алфавіту, цифр, знаків і т.п., які мають два рівні – 0 або 1 (бінарне зображення). У бінарних зображеннях

дещо інша інтерпретація пікселя. Прийнято, що ці значення не відповідають яскравості. Вони тільки означають приналежність пікселя до образів, що знаходяться на зображенні. Рівень 1 означає, що цей піксель стосується даного об'єкта (наприклад, букви), а 0 – відповідає тлу.

Лінійні арифметичні операції на пікселях

При перетворенні зображень широко використовують різні операції на пікселях, що описують зображення. Розглянемо елементарні лінійні операції над оцифрованими зображеннями. Всі операції будемо виконувати на окремих пікселях без впливу ефектів суміжних пікселів (ефекту сусідства) [1,3]. Найпростішими арифметичними операціями є додавання (віднімання). Коли до яскравості зображення b додати сталу p , то це зміщує яскравість зображення в сторону світлішу, якщо $p > 0$, і в сторону тіней, якщо $p < 0$. Операцію додавання над пікселем можна записати так:

$$b^*(x, y) = b(x, y) \pm p,$$

де $b^*(x, y)$ – величина пікселя в точці (x, y) після перетворення (перетворене значення пікселя).

Операцію додавання можна здійснювати і над матрицею яскравості:

$$B^*(x, y) = B(x, y) + P(x, y),$$

де $B^*(x, y)$ – перетворена матриця яскравості зображення; $P(x, y) = [p(x, y)]$ – матриця перетворення.

Елементи матриці перетворення можуть мати різні величини та різні знаки й повинні вибиратися з умови, щоби після перетворень ці значення знаходилися в межах [0–255]. Якщо сталі P приймають максимальні значення яскравості, то віднімання від неї приводить до одержання перетвореного зображення

$$B^*(x, y) = 255 - B(x, y).$$

Така операція часто застосовується для перетворення поліграфічного зображення для виготовлення негативних форм.

Можна виконувати операції додавання матриць яскравості на двох зображеннях

$$B^*(x, y) = B_1(x, y) + B_2(x, y).$$

При виконанні операцій над матрицями яскравостей можуть виникати труднощі, пов'язані з виходом за допустимі межі яскравості. Для усунення цього явища потрібно обмежувати сумарну яскравість зображень на максимальному рівні – 255.

Операції множення і ділення зображення досить часто використовуються для покращення якості зображення. Операція множення над пікселями на сталу a записується так:

$$b^*(x, y) = ab(x, y).$$

Операцію множення над матрицею яскравості можна записати як

$$B^*(x, y) = \alpha B(x, y),$$

де α – сталий коефіцієнт.

Зазначимо, що це є операція скалярного множення матриці на сталий коефіцієнт. Причому кожний елемент матриці множиться на цей коефіцієнт. Якщо стала $\alpha > 1$, то яскравість зображення зростає. Збільшення сталої α може призвести до втрати частини інформації. Тому сталу α потрібно вибирати так, щоб яскравість не виходила за максимальне значення або обмежувати яскравість на максимальному рівні.

Для лінійних операцій над зображенням є справедливий принцип суперпозиції

$$B^*(x, y) = \alpha B(x, y) + P(x, y).$$

За допомогою операцій додавання та множення можна здійснювати змішування зображень. Лінійне змішування двох зображень полягає у підсумовуванні їх яскравості з відповідними вагами α та $(1-\alpha)$ [1,6]:

$$B^*(x, y) = \alpha B_1(x, y) + (1-\alpha) B_2(x, y).$$

Ваги повинні знаходитися в межах $0 \leq \alpha \leq 1$.

При змішуванні зображення не виникає проблеми з нормування перетвореного зображення або обтинання на межі яскравості, тому що яскравість завжди буде знаходитися в межах між мінімальним та максимальним значеннями.

При зміні коефіцієнта α від 0 до 1 можна отримати ефект переходу одного зображення в друге. Можна змішувати і більшу кількість зображень. При цьому окремі зображення множаться на ваги α_i , які характеризують частку даного зображення в сумарному зображенні. Операцію змішування декількох зображень можна подати так [3]:

$$B^*(x, y) = \alpha_1 B_1(x, y) + \alpha_2 B_2(x, y) + \dots + \alpha_N B_N(x, y).$$

Загальна сума ваг $(\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_N) = 1$, тому при змішуванні не виникає проблеми з вагами.

Вираз змішування зображень досить широко застосовується для вирішення тих чи інших практичних задач. Наприклад, маємо неякісний оригінал, який отримали при поганому освітленні. Якщо шум є адитивним і нескорельованим, то його можна усунути. Наприклад, усередненням площини зображення, використавши операцію локального усереднення шляхом застосування середньої яскравості з точками, що його оточують.

Викладені лінійні підходи перетворення зображень на прикладі яскравості можна застосувати й для опису інших характеристик зображень. Наприклад, оптичної щільності, контрасту чи інших характеристик зображень на різних стадіях процесу виготовлення друкарських форм.

Отже, з вищеприведеного випливає:

1. Розвиток і впровадження в поліграфію новітніх інформаційних технологій підготовки до друку викликали нагальну виробничу потребу освоєння сучасних цифрових технологій і їх технічного забезпечення та зміни змісту, а також рівня підготовки фахівців-поліграфістів і спеціалістів старшого покоління, вихованих на традиційних засадах поліграфічної технології й техніки.

2. Специфіка перетворення поліграфічної інформації не завжди дозволяє безпосередньо послуговуватися методами і засобами класичної теорії розпізнавання зображення і цифрового перетворення сигналів.

3. Для більшості студентів і спеціалістів, які працюють у поліграфії і суміжних галузях, потрібне просте подання основних задач перетворення зображення.

4. Викладені методи математичного опису зображення на підставі двомірної матриці зображень і їх лінійні перетворення, а також підходи опису і перетворення зображень дозволять розширити знання в цій галузі і застосовувати їх у практичній діяльності при освоєнні новітніх технологій та устаткування.

1. Анисимов Б.В., Курганов В.Д., Злобин В.К. Распознавание и цифровая обработка изображений. М., 1985.
2. Барановський І.В., Яхимович Ю.П. Поліграфічна переробка образотворчої інформації. К.-Л., 1999.
3. Справочник по устройствам цифровой обработки информации. Н.А.Виноградов и др. К., 1988.
4. Шлихт Т.Ю. Цифровая обработка цветных изображений. М., 1997.
5. Шовгенюк М.В. та ін. Ввід і вивід зображень в комп'ютерних видавничих системах. Л., 1998.