

## АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТРУКТУРИ ОРИГІНАЛІВ ДЛЯ СИСТЕМ ПОЕЛЕМЕНТНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

*Abstract.* Are described methods for the analysis and correction of the properties of the original, including sharpness and noise in the system-element processing information.

*Keywords:* system-element information processing properties of the original noise image screening.

*Анотація.* Описано методи отримання, аналіз та корекція властивостей оригіналів, зокрема різкості та шумів в системі поелементного опрацювання інформації.

*Ключові слова:* система поелементного опрацювання інформації, властивості оригіналу, шуми зображення, растрування.

### Вступ

У системі поелементного опрацювання інформації (СПОІ, рис.1) можливі два методи формування штрихового зображення:

1. метод векторної графіки. За цим методом штрихове зображення не отримують ззовні з оригіналу, а формують в системі комп'ютерного опрацювання, використовуючи програми векторної графіки. У цих системах формується контури графічних елементів з яких формуються штрихові зображення. Цей метод має перетворення лише на виході.

2. метод зовнішнього отримання штрихового зображення та введення його в систему за допомогою сканера. В результаті сканування створюється растр – побітове зображення штрихів. Наступний крок – опрацювання отриманого зображення та виведення його на носії.

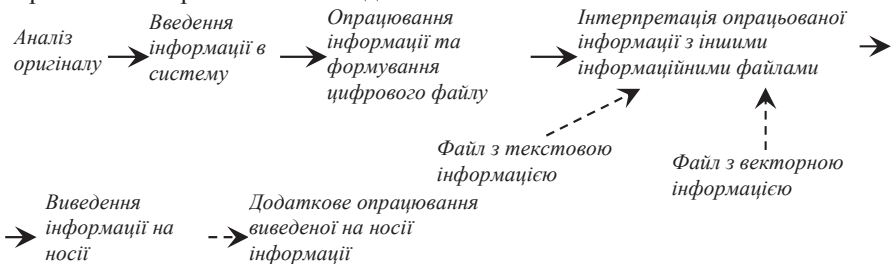


Рис.1. Загальна схема відтворення зображення в системі поелементного опрацювання інформації

<sup>1</sup> Українська академія друкарства

<sup>2</sup> Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Півтонове зображення може бути отримано двома методами: у вигляді традиційного оригіналу на прозорому або непрозорому носіїві, виконаного фотографічним шляхом у вигляді слайдів або поліграфічних відбитків, іноді у вигляді оригіналу виступають растрові кольороподілені фотоформи. Частіше застосовується другий клас оригіналів: у вигляді цифрових зображень, виготовлених цифровим способом за допомогою цифрових фотокамер методом сканування.

Цифровий оригінал є продуктом попереднього опрацювання початкової інформації, яка в значній мірі відповідає оригіналам, які виконані за першим методом. Таким чином, оригінал, виконаний за другим методом, є результатом опрацювання оригіналу, виконаного першим методом. Традиційні (фото) оригінали є оригіналами аналогового типу, на відміну від оригіналів, виконаних за другим методом, які завжди мають дискретизацію в просторі і по рівню.

**Мета статті:** проаналізувати структуру і властивості оригіналів для введення в систему опрацювання інформації.

### **Аналіз структури і властивостей оригіналу**

Перший етап відтворення образотворчої інформації - аналіз оригіналу.

Під час аналізу необхідно використовувати стандартні пристрої для перегляду, які мають нормовані параметри. До них відносяться нормування освітлення оригіналу за інтенсивністю і спектру, оскільки колір оригіналу істотно залежить від умов освітлення. Існує декілька еталонних джерел:

- імітуючих сонячне світло (що імітує жовтувате забарвлення), колірна температура 5000К;
- імітуючих денне світло (що імітує блакитне забарвлення), колірна температура 6500К.

Зауважимо, що лампа розжарювання має колірну температуру 2000-2500 °К. В пристроях перегляду використовується колірна температура 5000 ° К.

Під час аналізу оригіналу слід звернути увагу на градацію, колір, параметри різкості зображення (з якою точністю відтворюються дрібні деталі зображення). До інформаційних властивостей належать також частотні характеристики.

Різкість оригіналу з урахуванням збільшення масштабу визначається для того, щоб з'ясувати, на якій стадії необхідно проводити корекцію.

До частотних параметрів належать і шуми. Потрібно оцінити наявність шумів в зображенні і тип цих шумів (аналогові/імпульсні). Щоб вирішити проблеми з шумами, слід знати тип шуму, оскільки операції з ліквідації шумів залежать від їх типу. Слід враховувати також наявність детермінованих шумів, викликаних, наприклад, растровою структурою поліграфічної репродукції, якщо оригіналом виступає поліграфічний відбиток. Оскільки сканування оригіналів проводиться з високою роздільною здатністю, то

растрова структура стає помітною, отже, при взаємодії з растром, виникне муар. До таких же ефектів приведе і періодична структура самого зображення. Для вирішення цієї проблеми потрібно:

- використовувати фільтри для видалення растрової структури;
- намагатися зберегти існуючу растрову структуру для використання на вивід.

Таким чином, корекція структурних властивостей зображення поділяється на:

- корекцію різкості;
- корекцію шумів.

#### *Корекція різкості зображення*

Корекція різкості зображення в системі поелементного опрацювання може здійснюватися апертурним і програмним методами. Апертурний метод полягає в апертурній корекції різкості зображення за методом нерізкого маскування, при цьому корекція проводиться безпосередньо під час сканування зображення.

Для такої корекції використовується додатковий канал, який формує сигнал. Цей канал відрізняється тим, що під час сканування встановлюється більша апертура, ніж апертура сканування в основному каналі. Отриманий додатковий сигнал формує відносно нерізке зображення, яке утворює нерізку маску.

Аналогічну операцію можна проводити також із застосуванням цифрового фільтру нерізкого маскування. У відповідності з цією процедурою здійснюється опрацювання масиву цифрової інформації, формуючи сигнал нерізкого зображення шляхом низькочастотної фільтрації декількох пікселів в межах опрацьовуваних пікселів. Подальша процедура відповідає звичайній процедурі нерізкого маскування.

Параметрами нерізкого маскування, які дозволяють регулювати ступінь нерізкого маскування є:

- радіус, який характеризує співвідношення апертур основного каналу і каналу нерізкого маскування. Вибір цього значення визначатиме ширину смуги підкреслення;
- параметр кількості, який характеризує ступінь посилення при нерізкому маскуванні, тобто контраст підкреслюючої смуги;
- поріг, який визначає поріг контрасту зображення, з якого починається включення процесу нерізкого маскування.

Можливе підкреслення зображення як в області світлів і тіней (підкреслення здійснюється як по світлій так і по чорній межі зображення), так і вибір можливого підкреслення тільки з одного боку зображення.

Вибір параметрів нерізкого маскування залежить від семантики оригіналу і від його масштабу, тобто від коефіцієнта масштабування. Чітких рекомендацій не існує і вибір цих параметрів залежить від досвіду оператора. Зазвичай рекомендується параметр радіусу визначати як величину роздільної

здатності при скануванні виражену в пікселях поділену на 200.

Важливим чинником є вибір каналу, за яким проводиться нерізке маскуванню. Не рекомендується здійснювати маскуванню за усіма каналами одночасно. Якщо не дотриматись цього, то, як наслідок, одержимо структурний шум зображення.

При раціональній роботі в системі Lab нерізке маскуванню доцільно проводити за каналом L (за світлими ділянками). Якщо використовуватимемо нерізке маскуванню в СМУК, то для поліпшення різкості необхідно використовувати канал додатковий за кольором до основного кольору маскованого зображення. Наприклад, якщо хочемо здійснити підвищення різкості зелені, то маскуванню треба проводити в каналі пурпурної фарби, яка формуватиме малюнок, що визначає різкість цієї зелені.

Нерізке маскуванню до теперішнього часу було найпоширенішим і звичним способом корекції різкості. Проте, в сучасному програмному забезпеченні існують і інші засоби корекції різкості, які здійснюються цифровими методами із застосуванням додаткових фільтрів корекції різкості. Для такої корекції різкості використовуються цифрові матриці (фільтри високих частот) з центральним позитивним елементом і негативними периферійними елементами. Чим більше величина центрального елемента за абсолютною величиною перевищує суму периферійних елементів, тим більш різким є фільтр.

Виходячи з загальної формули цифрової фільтрації:

$$J_w(x, y) = \frac{\sum J(x-i, y-j)w(i, j)}{\sum w(i, j)} \quad (i, j \leq k)$$

де  $J()$  - яскравість пікселя;

$J_w(x, y)$  - відфільтрований піксель зображення в точці  $[x, y]$ ;

$w(i, j)$  - вагова послідовність або імпульсна характеристики фільтра, для

фільтрів 3x3 елементи  $w(i, j) = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & w_3 \\ w_4 & w_5 & w_6 \\ w_7 & w_8 & w_9 \end{bmatrix}$ ;

можна записати значення центрального пікселю:

$$J_w(x, y) = \frac{1}{w} \sum_{i,j \in k} J(x-i, y-j), \quad \text{де } w = \sum_{i,j \in k} w(i, j)$$

В залежності від ступеня усереднення фільтр нижніх частот має наступну імпульсну характеристику:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad w = 8 + a, \quad a = 0, 1, 2, 4, 12.$$

Інший варіант такого фільтра описується такою послідовністю:

$$\begin{bmatrix} 1 & b & 1 \\ b & b^2 & b \\ 1 & b & 1 \end{bmatrix} \quad w = (2+b)^2, \text{ для } b > 1 - \text{фільтр Гауса.}$$

Фільтри верхніх частот, що підкреслюють границі (перепад двох сусідніх рівнів яскравості) мають характеристику виду:

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad w = 1, \text{ або } \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 20 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \quad w = 16 - \text{дуже різкий фільтр.}$$

При можливості апаратного нерізкого маскуванню віддають перевагу цьому методу перед методами програмної корекції, оскільки цей не вимагає додаткових витрат часу на опрацювання.

### *Корекція шумів зображення*

Шуми можуть бути випадкові аналогові, імпульсні і різного роду детерміновані.

*Випадкові аналогові шуми* виникають, як правило, через гранулярну структуру фотографічного матеріалу, на якому виготовлений оригінал. Шуми стають актуальними при збільшенні більш ніж у 8 разів. Для усунення таких шумів застосовуються методи вирівнюючої фільтрації.

Дія цих методів заснована на цифровій низькочастотній фільтрації шляхом усереднювання значення сигналу в околі пікселя. У програмах типу PhotoShop ці згладжуючі фільтри носять назву Blur, Gaussian Blur. Blur дасть пряме усереднювання. Gaussian Blur вводить вагу пікселя в матрицю усереднювання за законом Гауса (як описано вище).

Необхідно зауважити, що використання таких фільтрів може призводити до втрати різкості зображення, оскільки усереднюється не лише шумова структура, але і пікселі зображення, що формують границі. В деяких випадках доцільно після процедури згладжування додатково здійснювати процедуру нерізкого маскуванню.

*Випадкові імпульсні шуми* - це відносно рідко розташовані одиничні дефекти, типу подряпин, порошинок. Стосовно них процедура згладжування зазвичай не ефективна в результаті того, що розміри таких дефектів досить великі.

Для усунення таких дефектів застосовуються фільтри ранго-порядкового класу (наприклад медіанні фільтри). Такі фільтри аналізують серії пікселів уздовж рядка, упорядковують ці серії, розташовуючи їх по порядку зростання, відкидають мінімальні і максимальні значення пікселів, які можуть бути дефектними і знаходять середнє значення в цій серії. Це середнє значення ставлять на місце аналізованого пікселя.

Алгоритм полягає в обробці зображення локальним вікном із записом результату обробки в нове зображення:

$$J_2(i, j) = \begin{cases} p(k), & \text{if } (p(k) - J_1(i, j)) < |p(N^2 - k + 1) - J_1(i, j)|, \\ p(N^2 - k + 1), & \text{if } (p(k) - J_1(i, j)) \geq |p(N^2 - k + 1) - J_1(i, j)| \end{cases}$$

де  $k$  - параметр алгоритму,  $N$  - непарне число,

$J_1()$  - вихідне зображення,  $J_2()$  - результуюче зображення.

Якщо  $k = (N^2 + 1)/2$  - тобто центр варіаційного ряду - даний фільтр стає відомим медіанним фільтром.

Властивості даного фільтр дуже корисні на практиці, так як фільтр дозволяє компенсувати не тільки шум але усувати (частково) наслідки змазу зображення. Граничним випадком цього фільтра при  $k = (N^2 + 1)/2$  маємо медіанний фільтр, який тільки усуває шуми, але не чіпає границь.

При меншому значенні  $k$  шум фільтрується дещо гірше, зате підвищується різкість зображення, а при  $k = 0$  шум не фільтрується, зате усувається змазування.

Таким чином можна усунути відносно дрібні дефекти типу подряпин та пилу. В принципі можна змінювати довжину серії і таким чином здійснювати селекцію більших дефектів. Проте, для досить великих дефектів, які перевищують довжину серії пікселів цей метод не застосовується. За цим методом працює фільтр Dust and Scratches.

При більшому імпульсному шумі необхідно використовувати напівавтоматичне ретушування, в якому усунення дефектів зображення здійснюється шляхом заміни дефектних пікселів на зафарбовані пікселі з їхнього ближнього оточення.

У програмному забезпеченні така процедура називається штамп і вимагає досить значних витрат часу. Перш ніж приступити до такої процедури необхідно проаналізувати зображення в збільшеному масштабі при репродукуванні і усунути ті дефекти, які будуть помітні. Така ж процедура може бути використана і для редакційної корекції, коли необхідно доповнити якісь втрачені деталі зображення.

#### *Детерміновані шуми зображення*

Найбільш яскравим представником детермінованих шумів зображення є растрова структура зображення, якщо в якості оригіналу використовується поліграфічний відбиток. Зчитування растрового зображення може призвести до небажаної взаємодії растрової структури зображення з новою растровою структурою, згенерованою в процесі фотовиведення.

Можливі два шляхи вирішення цієї проблеми:

1. усунення растрової структури оригіналу в процесі сканування і опрацювання. Для цього використовуються методи подібні до методів фільтрації апертури при зчитуванні зображення з більшою апертурою, або їх цифровий аналог, тобто усереднення пікселів.

Теоретично і експериментально доведено, що найкращі результати

одержуються при узгодженні розміру апертури з розмірами растрового елементу растрової структури оригіналу. Тому в процесі сканування дуже бажано точно визначити лініатуру растру, який використовувався в оригіналі, і фільтр для растрування вибирати у відповідності з цією лініатурою.

Для визначення лініатури растру в оригіналі можливе використання спеціальних тестів. Деякі сучасні програми, наприклад LinoColor, дозволяють в процесі попереднього сканування визначати лініатуру і у відповідності з нею встановлювати оптимальний фільтр дерастрування.

Недоліки такого усунення:

- можлива втрата різкості зображення;
  - внаслідок різних кутів повороту растрових структур зображення для різних фарб повного узгодження апертури дерастрування і растрової структури не відбувається і неминучі залишкові флуктуації в зображенні (муароутворення).
2. зчитування растрової структури з її повним збереженням. В результаті при зчитуванні трьох растрових кольороподілених зображень ми отримаємо зображення в системі СМУК із збереженням растрової структури. Далі це зображення можна перевести в Lab, втративши таким чином інформацію про растрову структуру. Потім все опрацювання перевести в Lab і перейти в СМУК з необхідною растровою структурою.
- Для цього необхідно зчитувати з високою роздільною здатністю, існує відповідне програмне забезпечення для переведення СМУК в Lab (CopiDot) використовується для зчитування растрованих і кольороподілених фотоформ. Далі можлива процедура переходу із СМУК в Lab, проведення додаткової корекції градації, переверстування зображення і нове растрування.
3. перерастровування з використанням растру нерегулярної структури (частотно-модульованого чи псевдошумового).

### ***Врахування шумових властивостей структури оригіналу***

Якщо оригінал містить періодичну структуру, що нагадує структуру поліграфічного растру, то їх взаємодія може призводити до шумів типу муароутворення. При близькості періодів вказаних структур ця взаємодія матиме значну інтенсивність і добре помітна. Для усунення або зниження такого роду шумів можливі декілька шляхів рішення:

1. застосувати растр з нерегулярною структурою;
2. якщо структура має сильну ахроматичну складову, то доцільне інтенсивне використання Gray Component Replacement (GCR), а потім вибір кута повороту растру, які призводять до меншого муароутворення;
3. якщо дозволяє дизайн, то можна зменшувати масштаб зображення;
4. можливе згладжування (зниження різкості) зображення і додавання шумів з відповідними фільтрами.

### ***Виникнення шумів зображення (детермінованих) при неоптимальному проведенні процесу.***

Окрім шумів, зумовлених об'єктивними причинами (це шуми присутні в

оригіналі) можливе виникнення шумів вже в самому процесі репродукування.

Такими шумами є шуми квантування. Їх називають шумами пастеризації. Вони виникають тоді, коли при необмеженому числі рівнів квантування в процесі перетворення, наприклад градаційній корекції, відбувається посилення, що призводить до розтягування інтервалу квантування. Цей інтервал квантування починає перевершувати пороговий критерій. І таким чином кроки тону стають помітні візуально. Це призводить до виникнення помилкових меж на безперервному зображенні, які зазвичай мають розмитий характер, розподіляючись по поверхні зображення.

Іншими причинами шумів може бути неправильний вибір масштабу під час сканування зображення. В результаті необхідність зміни масштабу такого зображення в подальшому технологічному процесі, коли така зміна відбувається вже із зображенням високої роздільної здатності, призводить до виникнення шумів.

Переклад однієї піксельної структури в іншу може бути причиною утворення муару.

Саму растрову структуру зображення теж можна розглядати як шуми і її відтворення, тобто виникнення шумів, залежатиме від спектру цих шумів. Існує велика різниця між спектром регулярної растрової структури і нерегулярної растрової структури.

Під час проведення подальшого процесу виникають шуми другого порядку, які пов'язані з нестабільністю відтворення растрової структури. Така нестабільність відтворення залежить від умов проведення процесу, але також і від структури растру, зокрема від периметра растрових точок, від їх форми і зазвичай помітніша для растрових структур, що мають великий периметр і інтенсивнішу високочастотну складову.

**Висновки.** Аналіз схеми відтворення зображення в системі поелементного опрацювання інформації показує необхідність врахування частотних характеристик оригіналу, зокрема шумів, а також оцінки структуру зображення для отримання високої якості відбитків. Як показано в роботі, корекцію структурних властивостей зображення потрібно проводити з врахуванням різкості та шумів зображення.

1. Самарин Ю.Н., Сапожников Н.Л., Сияк М.А. Допечатное оборудование. М.: МГУП, 2000
2. Бейтс Р., Мак-Доннелл М. Восстановление и реконструкция изображений. – М.: Мир, 1989.
3. Беликова Т.П. Некоторые методы цифрового препарирования изображений // Цифровая обработка сигналов и ее применение.– М.: Наука, 1981. – С.87–98.
4. Шлезингер М.И. Математические средства обработки изображений. – К.: Наукова думка, 1989. – 200 с.
5. Русин Б.П. Системи синтезу, обробки та розпізнавання складноструктурованих зображень. – Львів: Вертикаль, 1997. – 264с.

*Поступила 23.9.2013р.*