

інформаційної безпеки, які в сукупності протидіють зовнішнім та внутрішнім атакам на ІС, можна досягти оптимального рівня захисту для будь-якої організації, що займається виготовленням, поширенням, користуванням і архівуванням електронних документів. На етапі проектування таких систем документообігу необхідно також визначити вразливості і загрози для ІС, що дозволить оцінити усі ризики і можливі затрати на розробку системи захисту для конкретної організації.

1. Закон України «Про захист інформації в автоматизованих системах».
2. Искусство защиты и взлома информации / Д. Скляр. — СПб, 2004. — 288 с.
3. Дурняк Б. В. Загальна організація використання інформаційних засобів для створення системи управління повноваженнями / Б. В. Дурняк, Л. С. Шведова, В. І. Сабат // Збірник наукових праць. [ШПМЕ ім. Г. С. Пухова НАН України]. — К., 2011. — Вип. 59. — С. 200–207.
4. *Бабаш Шанкин*. Криптография. Аспекты защиты / Шанкин Бабаш. — М., 2002. — 384 с.

*Поступила 10.02.2014р.*

УДК 655.28.022.2

Б.М.Гавриш, УАД, м.Львів

## **РОЗДІЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ПРИСТРОЇВ ВИВЕДЕННЯ І МЕТОДИ МАСШТАБУВАННЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Анотація.** Проаналізований вплив роздільної здатності на якість растрових зображень, відтворюваних поліграфічними методами. Досліджено особливості масштабування при виведенні векторних і растрових малюнків.

**Ключові слова.** Роздільна здатність, друкарське зображення, піксель, масштабування.

**Abstract.** The influence of the resolution on the quality raster images reproduced polygraph methods. The features of the derivation of the scaling vector and bitmap drawings.

**Keywords.** The resolution, printing image, pixel, scaling.

### **Вступ**

Для друку растрових зображень, які складаються з точок, особливу важливість має поняття роздільної здатності. При цьому слід розрізняти: роздільну здатність оригіналу; роздільну здатність екранного зображення; роздільну здатність друкарського зображення [1-4].

Роздільна здатність – це рівень деталізації бітового зображення. Розміри у пікселях відповідають загальній кількості пікселів вздовж ширини або висоти цифрового зображення. Вона вимірюється у пікселях на дюйм (pixel

per inch – ppi). Як правило, зображення з вищою роздільною здатністю забезпечує кращу якість друку.

Зображення з більшою кількістю пікселів мають більшу чіткість при тому ж самому розмірі для друку, але вони займають більший обсяг та їх редагування може бути більш повільним. Тому роздільна здатність стає компромісом між якістю зображення (збиранням усієї необхідної інформації) та розміром файлу.

### **Роздільна здатність оригіналу**

Роздільна здатність оригіналу вимірюється в точках на дюйм (dots per inch – dpi) і залежить від вимог до якості зображення і розміру файлу, способу оцифрування і створення початкової ілюстрації, обраного формату файлу та інших параметрів. Чим вищі вимоги до якості друківаної копії, тим вища має бути роздільна здатність оригіналу [1].

### **Роздільна здатність екранного зображення**

Для екранних копій зображення елементарна точка растру називається пікселем. Розмір пікселя варіюється залежно від обраної роздільної здатності (з діапазону стандартних значень), роздільної здатності оригіналу і масштабу відображення. Монітори для опрацювання зображень з діагоналлю 20-21 дюйм забезпечують стандартні екранні роздільні здатності від 640×480 до 1920×1600 точок, причому відстань між сусідніми точками люмінофору у якісного монітора складає не більше 0,22-0,25 мм. Для екранної копії достатньо роздільної здатності 72 dpi, для роздруковування на кольоровому або лазерному принтері 150-200 dpi, для виведення на фотоекспонуючому пристрої 200-300 dpi. Під час роздруковування величина роздільної здатності оригіналу має бути в 1,5 рази більше, ніж лініатура растру вивідного пристрою.

У програмі Photoshop можна визначити рекомендовану роздільну здатність зображення на основі лініатури растру пристрою виведення. Якщо роздільна здатність зображення перевищує лініатуру растру більш ніж у 2,5 рази, під час спроби друку програма видає повідомлення, що роздільна здатність зображення вища, ніж потрібно для принтера. Відповідні налаштування якості друку:

- чернетка: створює роздільну здатність, що дорівнює лініатурі растру (не нижче 72 пікселів на 1 дюйм);
- добра: створює роздільну здатність у 1,5 рази більшу за лініатуру растру;
- найкраща: створює роздільну здатність у 2 рази більшу за лініатуру растру.

### **Роздільна здатність друкарського зображення і важливість поняття лініатури**

Розмір точки растрового зображення як на твердій копії (папір, плівка і т.д.), так і на екрані залежить від застосованого методу і параметрів растрування оригіналу. Під час растрування на оригінал накладається сітка

ліній, комірки якої утворюють елемент растру. Частота сітки растру вимірюється числом ліній на дюйм (lines per inch – lpi) і називається лініатурою. Розмір точки растру розраховується для кожного елементу і залежить від інтенсивності тону в цілій комірці. Чим більше інтенсивність, тим щільніше заповнюється елемент растру: якщо в комірку потрапив абсолютно чорний колір, розмір точки растру співпадає з розміром елементу растру. В цьому випадку говорять про 100% заповнення. Для абсолютно білого кольору значення заповнення складе 0%. На практиці заповнення елементу на відбитку складає від 3 до 98%. При цьому усі точки растру мають однакову оптичну щільність, яка в ідеалі наближається до абсолютно чорного кольору. Ілюзія темнішого тону створюється за рахунок збільшення розмірів точок і скорочення пробільного поля між ними при однаковій відстані між центрами елементів растру. Такий метод називають раструванням з амплітудною модуляцією (AM) [3].

Відношення між роздільною здатністю зображення та лініатурою растру визначає якість деталізації друкованого зображення. Чим вища роздільна здатність пристрою виведення, тим кращу (вищу) лініатуру растра можна застосувати.

Для створення напівтонового зображення найвищої якості зазвичай використовується роздільна здатність зображення, більша за лініатуру растру в 1.5 – 2 рази. Але деякі зображення та пристрої виведення можуть давати такі результати і з нижчою роздільною здатністю, що як правило вказується в технічній документації принтера.

Застосовують наступні лініатури растру:

- 65 lpi: грубий растр, використовується, наприклад, для друкування бюлетенів;
- 85 lpi: растр середньої зернистості, використовується для друкування газет;
- 133 lpi: лініатура високої якості, використовується для друкування журналів в чотири кольори;
- 177 lpi: лініатура найвищої якості, застосовується для друкування зображень у мистецьких альбомах.

### **Роздільна здатність вивідних пристроїв**

Роздільна здатність – це кількість елементів в заданій області. Цей термін застосований до багатьох понять, наприклад, таких як:

- роздільна здатність графічного зображення;
- роздільна здатність принтера як пристрою виведення;
- роздільна здатність миші як пристрою введення.

Роздільна здатність графічного зображення вимірюється в пікселях на дюйм. Піксель в комп'ютерному файлі не має певного розміру, оскільки зберігає лише інформацію про свій колір. Фізичний розмір пікселя набуває при відображенні на конкретному пристрої виведення, наприклад, на моніторі або принтері.

Наприклад, роздільна здатність лазерного принтера може бути 300 dpi (dot per inch – точок на дюйм), що означає здатність принтера надрукувати на відрізьку в один дюйм 300 окремих точок. В цьому випадку елементами зображення є лазерні точки, а розмір зображення вимірюється в дюймах [4].

Роздільна здатність лазерних принтерів зазвичай складає:

- 300 dpi для побутових,
- 600 dpi для офісних,
- 1200 dpi і вище для професійних принтерів.

Як правило, чим вище значення dpi принтера, тим вища якість друку. Роздільна здатність більшості струминних принтерів складає приблизно від 720 до 2880 dpi. (Технічно струминні принтери створюють мікроскопічний струмінь фарби, а не реальні точки, як пристрої фотовиведення або лазерні принтери).

Зауважимо, що роздільна здатність відрізняється, але пов'язана із роздільною здатністю зображення, наприклад, щоб надрукувати фотографію високої якості на струминному принтері, роздільна здатність зображення повинна бути не менше 220 ppi.

Роздільна здатність технічних пристроїв виведення по різному впливає на виведення рисунків векторної і растрової графіки.

Так, при виведенні векторного малюнка використовується максимальна роздільна здатність пристрою виведення. При цьому команди, що описують зображення, повідомляють пристрій виведення про положення і розміри будь-якого об'єкту, а пристрій для його промальовування використовує максимально можливу кількість точок. Таким чином, векторний об'єкт, наприклад, коло, роздруковане на принтерах різної якості, має на аркуші паперу однакові положення і розміри. Проте плавнішим коло виглядає під час друкування на принтері з більшою роздільною здатністю, оскільки складається з більшої кількості точок принтера.

Значно більший вплив роздільна здатність пристрою виведення має на виведення растрового малюнка. Якщо у файлі растрового зображення не визначено, скільки пікселів на дюйм повинен створювати пристрій виведення, то по замовчуванню для кожного пікселя використовується мінімальний розмір. У випадку лазерного принтера мінімальним елементом є лазерна точка, в моніторі – відеопіксель. Оскільки пристрої виведення відрізняються розмірами мінімального елементу, який може бути ними створений, то розмір растрового зображення при виведенні на різних пристроях також буде неоднаковий.

### **Методи масштабування зображень**

Одним з недоліків растрової графіки є так звана пікселізація зображень при збільшенні. Оскільки в оригіналі присутня певна кількість точок, то при більшому масштабі збільшується і їх розмір, стають помітні елементи растру, що спотворює саму ілюстрацію. Для протидії пікселізації прийнято заздалегідь оцифровувати оригінал з роздільною здатністю, достатньою для

якісної візуалізації під час масштабування. Інший прийом полягає в застосуванні стохастичного растру, що дозволяє зменшити ефект пікселізації в певних межах. Нарешті, під час масштабування використовується метод інтерполяції, коли збільшення розміру ілюстрації відбувається не за рахунок масштабування точок, а шляхом додавання необхідної кількості проміжних точок [3].

Ілюстрації, виконані засобами растрової графіки, рідко створюють вручну за допомогою комп'ютерних програм. Для цієї мети сканують ілюстрації, підготовлені художником на папері, або фотографії. Останнім часом для введення растрових зображень в комп'ютер знайшли широке застосування цифрові фото- та відеокамери. У Інтернеті поки застосовуються тільки растрові ілюстрації. У растровій графіці теж існують лінії, але вони розглядаються як комбінації точок. Для кожної точки лінії в растровій графіці відводиться один або декілька елементів пам'яті (чим більше кольорів можуть мати точки, тим більше комірок виділяється для них). Відповідно, чим довше растрова лінія, тим більше пам'яті вона займає.

Деякий клас растрових графічних редакторів призначений не для створення зображень "з нуля", а для опрацювання готових малюнків з метою поліпшення їх якості і реалізації творчих ідей. До таких програм, зокрема, належать Adobe Photoshop, Photostyler, Picture Publisher та ін. Початкова інформація для опрацювання на комп'ютері може бути отримана різними шляхами: скануванням кольорової ілюстрації, завантаженням зображення, створеного в іншому редакторі, або введенням зображення від цифрової фото- чи відеокамери. При створенні художніх композицій окремі фрагменти часто запозичують з бібліотек зображень-кліпартів, поширених на компакт-дисках. Основа майбутнього малюнка або його окремі елементи можуть бути створені і у векторному графічному редакторі, після чого їх експортують в растровому форматі.

Масштабування полягає в зміні вертикального і горизонтального розмірів зображення. Масштабування може бути пропорційним – в цьому випадку співвідношення між висотою і шириною малюнка не змінюється, а змінюється загальний розмір, і непропорційним – в цьому випадку обидва виміри змінюються по-різному.

Масштабування векторних малюнків виконується без втрати якості. Оскільки об'єкти векторної графіки створюються по їх математичних описах, то для зміни масштабу векторного об'єкту, досить змінити його опис. Наприклад, щоб збільшити в два рази векторний об'єкт, слід подвоїти значення, що описує його розмір.

Масштабування растрових малюнків є набагато складнішим процесом, ніж для векторної графіки, і часто супроводжується втратою якості. При зміні розмірів растрового зображення виконується одна з наступних дій:

- одночасна зміна розмірів усіх пікселів (у більшу або меншу сторону);
- додавання або віднімання пікселів з малюнка для відображення

проведених в ньому змін, яке називається вибіркою пікселів в зображенні.

Простий спосіб зміни масштабу растрового малюнка полягає в зміні розміру усіх його пікселів. Оскільки усередині самого малюнка пікселі не мають розміру і набувають його вже при виведенні на зовнішній пристрій, то зміна розміру пікселів растру схожа на масштабування векторних об'єктів – необхідно змінити тільки опис пікселя, а решта виконає пристрій виведення [5, 6].

Пристрій виведення для створення пікселя певного фізичного розміру використовує стільки своїх мінімальних елементів (лазерних точок – для лазерного принтера, відеопікселів – для монітора), скільки зможе. При масштабуванні зображення кількість пікселів, що входять в нього, не міняється, а змінюється кількість створюваних пристроєм виведення елементів, що йдуть на побудову окремого пікселя зображення. На рис. 1 показаний приклад масштабування растрового зображення – збільшення його в два рази по кожному виміру.

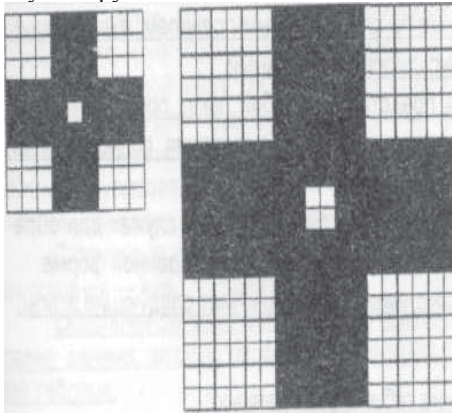


Рис. 1 . Масштабування растрового зображення

Вибірка растрового малюнка може бути зроблена двома різними способами.

За першим способом просто дублюється або віддаляється необхідна кількість пікселів. При цьому в результаті масштабування, як правило, погіршується якість зображення. Наприклад, при збільшенні розміру малюнка зростають його зернистість і дискретність. При зменшенні розміру малюнка втрати в якості не такі помітні, проте при наступному відновленні зменшеного малюнка до колишнього розміру знову зростають зернистість і дискретність. Це пов'язано з тим, що при зменшенні розміру малюнка частина пікселів була видалена з початкового зображення і втрачена безповоротно, а при наступному відновленні розмірів малюнка бракуючі пікселі дублювалися з сусідніх.

За другим способом за допомогою певних обчислень можна створити пікселі іншого кольору, визначені кольорами первинного пікселя і його оточення. Цей метод називається інтерполяцією і є складнішим, ніж просте дублювання. При інтерполяції окрім дубльованих пікселів, відбираються і сусідні з ними, за допомогою яких новостворювані пікселі отримують від існуючих усереднений колір або відтінок сірого. В результаті переходи між пікселями стають більш плавними, що дозволяє прибрати або зменшити ефект "пилкоподібного" зображення. Існує безліч методів алгоритмів масштабування.

Випадково для зміни розмірів зображень в комп'ютерній графіці застосовуються швидкі та ефективні наступні методи інтерполяції. Найпростіший метод інтерполяції називається Nearest neighbor (найближчий сусід). Цей метод рекомендується для зображень, в яких немає плавних кольорних переходів, є чіткі межі. Застосування цього методу може призвести до східчастого ефекту в зображенні, коли криві лінії будуть відображатися у вигляді сходинок. Важливо, що цей метод не погіршує чіткість зображення.

Варіант інтерполяції Bilinear (білінійна) більш складний, але дає більш високу якість результуючого зображення, ніж перший метод. При видаленні або збільшенні пікселів цей метод формує між ними плавні кольорні переходи.

Найякіснішим методом інтерполяції є Bicubic (бікубічний). Крім додавання проміжних відтінків, як у попередньому методі, тут відбувається точний підбір кольору та підвищення контрастності, щоб зменшити розмиття зображення, яке неминуче виникає при таких методах інтерполяції.

В загальному випадку білінійна інтерполяція (рис. 2) – узагальнення лінійної інтерполяції для функції двох змінних. Ідея білінійної інтерполяції полягає в тому, що проводиться лінійна інтерполяція по одній осі, а потім по іншій осі.

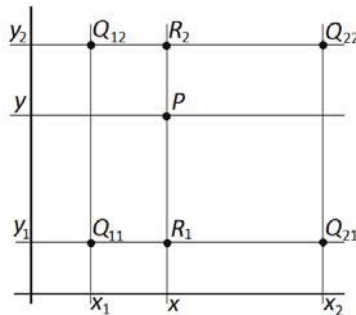


Рис. 2 Метод білінійної інтерполяції

Необхідно інтерполювати значення функції  $f$  в точці  $P = (x, y)$ . Задано значення функції в точках  $Q_{11} = (x_1, y_1)$ ,  $Q_{12} = (x_1, y_2)$ ,  $Q_{21} = (x_2, y_1)$ , і  $Q_{22} = (x_2, y_2)$ .

Спершу лінійно інтерполюємо в напрямку осі  $x$ :

$$f(R_1) \approx \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} f(Q_{11}) + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} f(Q_{21}), R_1 = (x, y_1),$$

$$f(R_2) \approx \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} f(Q_{12}) + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} f(Q_{22}), R_2 = (x, y_2).$$

Потім проводимо лінійну інтерполяцію в напрямку осі  $y$  (між точками  $R_1$  та  $R_2$ ) щоб отримати кінцевий результат:

$$f(P) \approx \frac{y_2 - y}{y_2 - y_1} f(R_1) + \frac{y - y_1}{y_2 - y_1} f(R_2).$$

Коли відомі вершини є вершинами одиничного квадрата:  $(0, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(1, 0)$  та  $(1, 1)$ , то формула білінійної інтерполяції спрощується:

$$f(x, y) \approx f(0,0)(1-x)(1-y) + f(1,0)x(1-y) + f(0,1)(1-x)y + f(1,1)xy,$$

що можна записати у вигляді наступної білінійної форми:

$$f(x, y) \approx \begin{bmatrix} 1-x & x \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) \\ f(1,0) & f(1,1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1-y \\ y \end{bmatrix}.$$

Інтерполяція є добутком двох лінійних функцій, і може бути записана як:

$$f(x, y) \approx b_1 + b_2x + b_3y + b_4xy,$$

де

$$b_1 = f(0,0);$$

$$b_2 = f(1,0) - f(0,0);$$

$$b_3 = f(0,1) - f(0,0);$$

$$b_4 = f(0,0) - f(1,0) - f(0,1) + f(1,1).$$

Результат білінійної інтерполяції не залежить від порядку виконання кроків інтерполяції.

## Висновки

Проаналізована роздільна здатність графічного растрового зображення та особливості її зміни в процесі друкування. Показано, що застосування методів інтерполяції дозволяє підвищити якість масштабованого растрового зображення (переходи між пікселями стають плавнішими), по відношенню до методу простого дублювання пікселів.

1. *Киптан Г.* Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства. Пер. с нем. – М.: МГУП, 2003. – 1280 с.
2. [http://uk.wikipedia.org/wiki/комп'ютерна\\_графіка](http://uk.wikipedia.org/wiki/комп'ютерна_графіка)
3. *Пічугін М.Ф.* Комп'ютерна графіка / М.Ф.Пічугін, І.О.Канкін, В.В.Воротніков – К.: Центр учбової літератури, 2013. – 346 с.
4. *Маценко В.Г.* Комп'ютерна графіка: Навчальний посібник. – Чернівці: Рута, 2009 – 343 с.
5. *Смирнова Г.Н.* Численные методы анализа: Интерполяция / Смирнова Г.Н. – 1978. – 55 с.
6. *Попов В. В.* Методи обчислень: конспект лекцій для студентів механіко-



Поступила 12.02.2014р.

УДК 004.9

Б.В.Дурняк, М.М. Кляп, УАД, м.Львів

## **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗАДАЧІ МОДИФІКАЦІЇ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУ**

### **Вступ**

Технологічне прогнозування представляє собою напрямок дослідження методів розв'язку задач прогнозування, який суттєво пов'язаний з предметною областю задач прогнозування. Цьому підходу характерне спрощення моделі прогнозування, яке ґрунтується на припущеннях про простоту процесів, стосовно яких передбачається розв'язувати задачу прогнозу.

Прогнозування по аналогії полягає у виборі відповідного процесу, який по багатьох параметрах подібний до процесу. Стосовно якого передбачається проводити прогнозування і на основі цієї подібності формується уявлення про той фрагмент процесу, стосовно якого необхідно сформулювати прогнозований результат. В цьому методі використовується дві моделі: – модель процесу, який вибирається в якості аналога та модель процесу, в рамках якого необхідно реалізувати прогноз, що може стосуватися:

- окремого фрагменту процесу, найчастіше кінцевого,
- значення деякого параметру, який має свій аналог в моделі, що вибрана як аналог,
- події, що виникає в результаті процесу.

### **Створення моделі прогнозування**

Для вибору адекватної моделі аналога, не достатньо проводити аналіз самого процесу, чи об'єкту, необхідно також враховувати цілий ряд зовнішніх факторів, що можуть впливати на функціонування цього процесу. До таких факторів відносяться: технологічні фактори, економічні фактори, екологічні фактори та інші, вибір яких залежить від природи моделі аналога. Це означає, що в якості аналога необхідно вибирати такий процес, або об'єкт, який з технологічної точки зору його реалізації є досить близьким по відношенню до об'єкту, стосовно якого передбачається проводити прогноз.

Подібність технологічного характеру означає, що в основі реалізації процесів чи об'єкту, який передбачається прогнозувати, який будемо називати прогнозованою моделлю (МР) та процес або об'єкт, які вибираються як