

Конспект лекції №4

Тема 4. Роздільна здатність та розміри цифрових зображень.

Міжпредметні зв'язки: Дисципліна “Комп'ютерна графіка” взаємопов'язана з такими дисциплінами як “Інформаційні та комунікаційні технології”, “Технології Інтернет”, “Алгоритмізація та програмування” та ін.

Мета лекції полягає у формуванні в студентів теоретичних знань та практичних навичок з питань роздільної здатності графічних зображень.

План лекції

1. Роздільна здатність зображення.
2. Просторова та ярісна роздільна здатність.
3. Зв'язок розміру файлу та роздільної здатності.
4. Вхідна роздільна здатність.
5. Зміна розмірів зображення з фіксованою та змінною роздільною здатністю.
6. Вихідна роздільна здатність.

Опорні поняття: графічний редактор, роздільна здатність, ярісна роздільна здатність, просторова роздільна здатність.

Інформаційні джерела:

Основна та допоміжна література:

1. Петров М. Н., Молочков В. П. Комп'ютерна графіка.- СПб.: Питер, 2003.- 736с.
 2. Порев В. Комп'ютерна графіка - СПб.: БХВ-Петербург, 2002,-432с.
 3. Комп'ютерна графіка : конспект лекцій / Укладач: Скиба О.П. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 88 с.
 4. Стив Бейн. Corel Draw, СПб - 2012.- 784с.
 5. Луцкий С., Петров М. PhotoShop: самоучитель, – Питер 2011, –528с.
 6. Бунаков, П. Ю. Станок с ЧПУ. От модели до образца [Текст] / П. Ю. Бунаков, Э. В. Широких. - М. : ДМК Пресс, 2012. - 120 с. - https://aldebaran.ru/author/you_bunakov_p/kniga_stanok_s_chpu_ot_modeli_do_obrazca/
 7. Тайц А. М., Тайц А. А. Самоучитель Adobe Photoshop. - СПб.: БХВ - Петербург, 2012.- 688с.
 8. Веселовська Г.В., Ходакова В.Є.: Комп'ютерна графіка. Навч. пос. - К.: Кондор, 2015. - 584 с.
 9. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник: в 2-х кн. Кн. 1. / Укладачі: Тотосько О. В., Микитишин А. Г., Стухляк П. Д. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 304 с
- Інтернет сайти:

1. http://personal.pu.if.ua/depart/olesia.vlasii/resource/file/Vlasii_Dudka_Graph.pdf
2. <http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27541/1/%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A1%D0%9F%D0%95%D0%9A%D0%A2%20%D0%9B%D0%95%D0%9A%D0%A6%D0%86%D0%99%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%20%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf>
3. http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22337/1/Komp_graf_knyga_1.pdf.
4. https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%81_%22%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%27%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%22

Навчальне обладнання, ТЗН, презентація тощо: ноутбук, проектор.

ВИКЛАД МАТЕРІАЛУ ЛЕКЦІЇ

Роздільна здатність зображення. Якість комп'ютерного зображення визначається багатьма факторами. Одним з ключових є поняття роздільної здатності.

Залежно від пристрою, на якому виводиться зображення, можливе використання наступних одиниць виміру роздільної здатності:

- spi (sample per inch) – елементінадюйм;
- dpi (dot per inch) – точканадюйм;
- ppi (pixel per inch) – пікселінадюйм;
- lpi (line per inch) – лінії надюйм.

Піксел являється основним елементом растрових зображень. Це одиниця вимірювання, що застосовується в комп'ютерній графіці. Піксели, точки, та елементи використовуються для вимірювання об'єму роботи, що виконується на різних етапах створення цифрового зображення. Роздільна здатність 300 dpi може характеризувати модель сканера і лазерного принтера; величина 2400 dpi може асоціюватися з сканером, фотонабірним автоматом; значення 72 dpi може бути пов'язане з роздільною здатністю монітора.

Процедура створення цифрового зображення зазвичай включає три етапи:

- Ввід (або одержання) зображення;
- Обробку зображення;
- Вивід зображення.

На етапі виводу чи одержання зображення цифровий апарат чи сканер перетворює (оцифровує) світлову інформацію в числові значення, котрі зберігаються в файлі зображення.

У процесі обробки зображення за допомогою спеціального програмного забезпечення (графічного редактора) здійснюється маніпуляція числовою інформацією про зображення, що була збережена на попередньому етапі у вигляді файлу. Основним завданням даного етапу є виконання послідовності кроків, спрямованих на покращення введеного в комп'ютер оригінального зображення шляхом налаштування таких параметрів, як яркість, контраст, кольоровість, різкість і ін.

При виводі зображення реалізується зворотна процедура, пов'язана з перевтіленням чисел, що зберігаються у файлі зображення, в готове зображення, аналогічне тому, котре було введено в комп'ютер на першому етапі. Для цього використовуються принтери чи монітори (при використанні результатів роботи для web-дизайну), чи поліграфічні машини.

Просторова та ярісна роздільна здатність. Кожен з перерахованих етапів роботи з зображенням характеризується своїм типом роздільної здатності. Але разом з цим, незалежно від стадії обробки, саме поняття роздільної здатності включає два компоненти:

- Просторова роздільна здатність;
- Ярісна роздільна здатність.

Розглянемо фізичну сутність кожного з цих понять.

Просторова роздільна здатність (або просто роздільна здатність) характеризує кількість маленьких елементів інформації, з яких складається зображення. Термін роздільна здатність тісно пов'язаний з розміром зображення, який визначає фізичну довжину і ширину зображення, це кількість пікселів на одиницю довжини зображення. Перевага використання пікселів в якості одиниці виміру розміру зображення полягає в тому, що в даному випадку розмір зображення виходить ніби зафіксованим.

Ярісна роздільна здатність характеризує кількість рівнів яркості, які може приймати окремий піксел. В літературі її часто називають глибиною кольору. Чим вища ярісна роздільна здатність, тим більшу кількість рівнів яркості (відтінків кольору) буде містити файл зображення. В чорно-білих зображеннях рівні яркості представляються у вигляді відтінків сірого. В кольорових зображеннях рівні проявляються у вигляді специфічних кольорових тонів. Як правило, для чорно-білих зображень ярісна роздільна здатність складає 8 біт, що відповідає 256 градаціям яркості; для кольорових – 24 біти, чи 16,7 млн різних кольорів для моделі RGB, 32 біти для кольорів моделі CMYK.

Зв'язок розміру файлу та роздільної здатності. Розмір зображення визначається двома складовими роздільної здатності:

Розмір файлу = Ширина * Висота * (Просторова роздільна здатність)² * Ярісна роздільна здатність.

Вища якість зображення вимагає вищої роздільної здатності, що збільшує розміри зображення. При створенні графічних зображень шукають компроміс між достатньою якістю зображення і не надто великими розмірами.

Вхідна роздільна здатність. На етапі вводу зображення перетворюється у цифрову форму за допомогою сканера чи цифрової камери. В обидвох випадках просторова роздільна здатність визначається типом використовуваного сенсорного пристрою.

Сенсори представляють собою інтегральні мікросхеми, які містять набір фоточутливих елементів, що конструктивно виконані у вигляді лінійок (в сканерах) чи матриць (у випадку цифрових камер). Більша кількість елементарних фоточутливих елементів в сенсорі забезпечує більшу роздільну здатність.

Принцип роботи сканера полягає в послідовному (стрічка за стрічкою) перегляді поверхні зображення з наступним аналізом кожного елемента

зображення та перетворенням його в цифровий еквівалент. При скануванні виконується дві основні операції: дискретизація та кодування.

На етапі дискретизації сканер переглядає зображення через уявну сітку і присвоює кожній клітинці цієї сітки відповідну кольорову величину, що є еквівалентною інтегральному кольоровому значенню даної клітинки вихідного фізичного зображення. Отримана кінцева кількість елементів (дискретів) характеризує величину роздільної здатності, яка в даному випадку визначається кількістю цифрових елементів, що створюються сканером на одному дюймі зображення. Сенсори з невеликою кількістю фоточутливих елементів не дозволяють отримати зображення з високою роздільною здатністю. В такому зображенні окремі елементи (піксели) можна побачити неозброєним оком. Велика кількість фоточутливих елементів дозволяє отримати цифрову модель близьку до оригіналу. Однак збільшення кількості елементів призводить до пропорційного збільшення розміру файлу.

Другою фазою сканування є процес кодування інформації. Для його реалізації використовується спеціальний електронний пристрій – цифро-аналоговий перетворювач. Принцип його роботи базується на порівнянні аналогового сигналу, що поступає з фоточуттєвої клітинки сенсорного пристрою з еталоном, функції якого виконує джерело опорної напруги. Кількість градацій яркості, що відтворюються цифровим перетворювачем, залежить від його розрядності в бітах. 8-бітовий цифро-аналоговий перетворювач дозволяє отримати 256 рівнів яркості, 12-розрядний – близько 4000 градацій яркості. У випадку кольорового зображення кожному пікселу ставиться у відповідність три 8-бітових числа для задання значень яркості кожної з трьох компонент кольору: червоної, зеленої та синьої.

Якщо потрібно визначити розмір оцифрованого зображення в пікселях при скануванні оригіналу розміром 4 x 5 дюйми при роздільній здатності 300 dpi, то потрібно розрахувати ширину та висоту оцифрованого зображення в пікселях шляхом множення висоти та ширини вихідного зображення в дюймах на роздільну здатність.

Розмір сканованого зображення визначається сферою наступного застосування: це може бути, наприклад, художній високоякісний друк, логотип для фірмового знаку, малюнок для презентації чи Web-дизайну та інше; кожна з цих сфер вимагає вищої чи меншої якості зображення. При створенні зображення для багатоцільового використання можна рекомендувати таку процедуру:

- сканувати оригінал з найбільшою можливою роздільною здатністю, що визначається сферою його найінтенсивнішого застосування. Для великомасштабних кольорових зображень характерні найбільші розміри файлу та найвища вихідна роздільна здатність;
- створити копію оригінального файлу, а оригінал архівувати для подальшого використання;
- адаптувати розмір та роздільну здатність копії файлу зображення відповідно до поставлених завдань.

Зміна розмірів зображення з фіксованою та змінною роздільною здатністю. На етапі редагування зображення часто виникає необхідність зміни

розміру чи роздільної здатності. Для реалізації цього в більшості графічних редакторів передбачена можливість використання операції Resampling, яку можна реалізувати двома способами:

- з фіксованою роздільною здатністю;
- з змінною роздільною здатністю.

Ці способи характеризуються різною швидкістю виконання і по-різному впливають на якість зображення, що редагується.

В основі виконання операції resampling лежить використання методу інтерполяції. В більшості сучасних графічних редакторів можна вибрати один з трьох способів інтерполяції:

- nearest neighbor (найближчий сусід) – для пікселя, що додається береться значення сусіднього з ним;
- bilinear (білінійний) – береться середнє значення кольору пікселів з кожної сторони від створюваного;
- bicubic (бікубічний) – усереднюється значення групи не тільки двох сусідніх, а і всіх безпосередньо межуючих з створюваним пікселів. Який діапазон пікселів вибирається для усереднення і за яким алгоритмом здійснюється це усереднення – цим відрізняються способи бікубічної інтерполяції в різних програмах.

По замовчанню у всіх програмах використовується бікубічна інтерполяція, найскладніша та найдовша. Інші варіанти також застосовуються, наприклад найближчий сусід для збільшення роздільної здатності знімків з екрану.

Resampling з фіксованою роздільною здатністю. Цей метод використовують для збільшення та зменшення розмірів зображення при збереженні вихідної роздільної здатності. Оскільки роздільна здатність фіксована, графічному редактору доводиться відповідно додавати чи знищувати піксели. Програма, можна сказати, знову створює зображення, перевіряючи сусідні піксели та додаючи нові, що мають проміжні кольори. При зменшенні розміру зображення піксели знищуються. При збільшенні чи при зменшенні зображення втрачаються деякі деталі. Чим більше трансформується зображення, тим більше воно спотворюється (стає розмитим, нечітким). Недоліком цього методу є проблема розміру файлу, що збільшується пропорційно квадрату збільшення розміру зображення.

В деяких графічних редакторах застосовується метод resizing. Це процедура зміни розміру зображення без зміни роздільної здатності. Він схожий до попереднього методу, але різниця полягає в тому, що при реалізації процедури методу resizing змінюється розмір кожного пікселя зображення пропорційно до зміни розміру зображення. Сумарна кількість пікселів в зображенні не міняється. Для ефективного використання цього методу потрібно, щоб зображення мало надлишкову роздільну здатність, інакше якість зображення може дуже погіршитися. Якщо збільшується розмір зображення, то при недостатній роздільній здатності може відбутися пікселізація зображення, коли стане видно окремі піксели зображення. При зменшенні розмірів

зображення з малою роздільною здатністю за допомогою цього методу, воно стає дуже розмитим.

Метод Resampling з змінною роздільною здатністю дозволяє отримати оптимальні результати. Застосування цього методу пов'язане з зміною роздільної здатності зображення при збереженні постійної кількості пікселів. Головною перевагою даного методу є незмінність розміру файлу та вища швидкість виконання операції. Недоліком цього методу є втрата деталей зображення при зменшенні роздільної здатності, але найчастіше, зафіксувавши кількість пікселів, можна підкоректувати розмір зображення без помітного погіршення якості.

Вихідна роздільна здатність. Поняття вихідної роздільної здатності пов'язане з роздільною здатністю пристроїв виводу (монітора, принтера, друкарської машини).

Роздільна здатність лазерного принтера визначається кількістю точок, які він може надрукувати на одному дюймі (dpi). Але при друці частіше застосовується інша одиниця виміру роздільної здатності – лініатура (lpi), чи частота растру. Розуміння цього поняття дає розуміння технології друку.

Зображення, що редагується на моніторі, має неперервні, плавні переходи тонів між суміжними кольорами чи градаціями сірого. Але при друці кожна точка замальовується на 100% одним з кольорів СМУК, або залишається білий папір. Ні принтер, ні офсетний друк не можуть замалювати точку наполовину, щоб вона була, наприклад ні чорною, ні білою, а мала сіруватий відтінок. Існують пристрої виводу, які дозволяють створювати друковані точки різних відтінків (термодифузійні, сублімаційні принтери, друкарські машини глибокого друку), але таке обладнання в загальній кількості обладнання становить 3-4%.

Для моделювання відтінків сірого чи мільйонів кольорів при використанні чотирьох базових СМУК для традиційного друку були розроблені два різних технологічних підходи:

- використання півтонів;
- частотно-модульоване растрування.

В основі отримання півтонів закладена технологія амплітудного растрування. Вона походить з традиційного процесу фотографування оригіналу через сітку визначеної частоти, результатом чого є перетворення оригіналу у набір точок різного розміру. На цій технології базується робота чорно-білих лазерних принтерів та більшості кольорових лазерних принтерів.

Метою растрування є створення ілюзії безперервного тону. У амплітудному раструванні це досягається шляхом створення точок змінного розміру, які розміщуються в регулярній матриці з центрами точок, розміщеними на рівній відстані. Частина зображення, що складається з великих точок, сприймаються як темні тони, а з невеликих – світліші.

Технологія частотно-модульованого растрування появилася відносно недавно. В ній замість растрів регулярної структури використовуються математичні методи розміщення точок фіксованого розміру у випадкових позиціях.

Растрова форма описується трьома параметрами:

- частота растру (лініатура);
- форма півтонової точки;
- кут повороту.

Кожен з цих факторів по своєму впливає на якість друкованого зображення.

Частота растру чи лініатура визначає щільність сітки півтонового растру, що встановлює рівень відображення деталей зображення. Чим більше значення лініатури, тим більша кількість деталей оригіналу може бути відображена при друці. Накладання сітки півтонового растру (лініатури) на сітку, що забезпечується вихідною роздільною здатністю визначає два аспекти друкованого зображення - просторовий та яркісний.

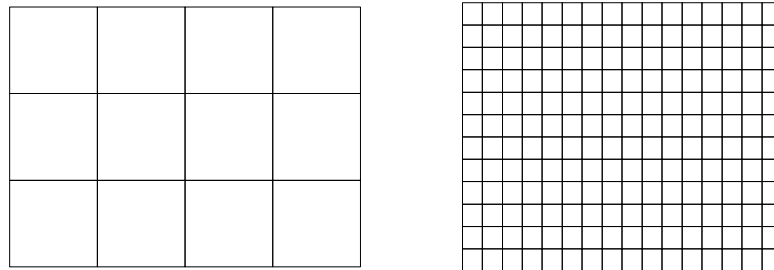
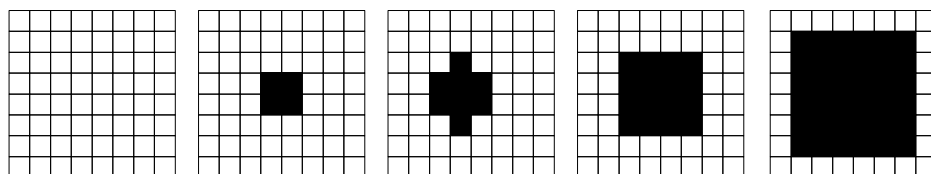


Рис.4 Відображення просторової та яркісної роздільної здатності.

Розміри двох сіток на рис. 4 визначають значення просторової та яркісної роздільної здатності. Тут величина лініатури (клітинки, яким відповідають великі квадрати) характеризують просторову роздільну здатність, а роздільна здатність принтера (маленькі квадрати) – яркісну роздільну здатність.

Варіація розмірів та щільності растрових елементів створює в зображенні оптичну ілюзію зміни світлоти сірих тонів чи плавних кольорових переходів. В технології друку імітація різних відтінків сірого (чи градацій яркості) досягається шляхом варіації степені заповнення растрової клітинки чорними друкованими точками. Значення сірого для такої півтонової клітинки визначається співвідношенням між замальованою і не



замальованою частинами клітинки (рис. 5).

Рис. 5. Імітація відтінків сірого в технології друку.

Заповнення клітинки 4, 8, 16 та 36 друкованими точками дає можливість відтворення півтонів, що містять 6, 12,5, 25 і 56% сірого. При виводі на друк окремий піксел цифрового зображення відповідає одній півтонової клітинці. Кожна півтонова клітинка заповнюється різною

кількість друкованих точок відповідно до елементу зображення, який вона імітує. В ідеальному випадку друковане сіре півтонове зображення повинно відтворювати 256 градацій сірого, а кольорове зображення – 256 відтінків для кожного з чотирьох кольорів друкованої фарби. Для реалізації цього потрібні півтонові клітинки, що містять 256 (16X16) друкованих точок.

Існує формула, яка дозволяє визначити максимальну кількість відтінків чи кольорових тонів, які може вивести певний пристрій друку:

Максимальна кількість кольорових тонів (відтінків) = (Роздільна здатність принтера/Лініатура растру)²+1.

Збільшення кількості півтонових клітинок приводить до зменшення їх розміру та кількості друкованих точок, що в них містяться. Тому при підвищенні лініатури зменшується кількість максимально можливих відтінків, які можна відтворити з допомогою півтонової клітинки.

Друга характеристика цифрових растрових форм – форма точки растру. При низьких значеннях лініатури її можна побачити в наддрукованих зображеннях. В сучасних пакетах обробки зображень використовуються точки у формі круга, квадрата, еліпса, лінії, ромба та ін. Круглі точки використовуються для друку фотографій, еліптичні – для сюжетів з людьми, квадратні – коли потрібний чіткий рисунок.

Круглі точки переважно підходять для чорно-білого друку, еліптичні для кольорового.

У процесі друку на папері часто має місце ефект розтискання, що полягає у збільшенні розмірів півтонової точки при друці за рахунок розтікання чорнила. В результаті міняється тональність півтонових точок, наприклад, сірі точки перетворюються в чорні. Ступінь прояву цього ефекту залежить від якості паперу. Найбільше він проявляється на газетному папері. Папір з покриттям менше втягує фарбу. Прояв ефекту розтискання також залежить від щільності паперу. Розтискання виражається в процентах. Незалежно від якості паперу найбільше цей ефект впливає на середні тони. Так, при значенні коефіцієнта розтискання 20%, величина степені заповнення 50% півтонової точки міняється на 70%, але розміри темних та світлих півтонових точок змінюються менше.

Ефект розтискання обмежує величину лініатури растру. При більшій лініатурі розміри півтонової точки менші і її важче відтворити на друкарській машині. Є таке загальне правило друку на різних типах паперу:

- для газетки лініатура встановлюється – 70-90 lpi;
- для паперу вищого сорту – 90-100 lpi;
- для глянцевого паперу – 135-175 lpi.

Ще один фактор, що визначає якість друкованого зображення є кут повороту растру – це нахил ліній, що утворюють растр відносно горизонтальної лінії. При друці цифрових зображень растрову структуру завжди повертають на певний кут. Для чорно-білих зображень використовується кут 45°. Це пов'язано з особливістю сприйняття людським оком, що розпізнає нахилені

лінії набагато гірше ніж горизонтальні. Це дозволяє добитись більш високої степені однорідності при імітації півтонів.

Для кольорових зображень півтонові растри всіх чотирьох базових кольорів СМУК повертаються на різні кути. Стандартні кути повороту: голубий – 105°, пурпуровий – 75°, жовтий – 0 чи 90°, чорний 45°. Якщо для всіх друкарських форм встановити однаковий кут повороту, то отримані кольори будуть виглядати брудними.

При друці поєднуються структури чотирьох форм. Це приводить до з'єднання чотирьох кольорів, результатом чого найчастіше є формування невеликих кольорових кластерів, що по формі нагадують троянду, – розеток. Одним з наслідків неточного з'єднання растрових структур є поява муару, видимої растрової структури. Технологія частотно-модульованого растрування дозволяє уникнути цієї проблеми. В цій технології друкуються точки однакового розміру, розділені випадковими інтервалами. Частини зображення з підвищеною густиною точок виглядають темними, а з меншою – світлими. При частотно-модульованому раструванні не застосовується поняття лініатури, бо немає регулярної структури растру. Тут значення має тільки роздільна здатність пристрою виводу.

Питання для самоконтролю:

1. Поясніть поняття роздільної здатності.
2. Що представляє собою яскрава роздільна здатність?
3. Як пов'язана роздільна здатність та розмір зображення?
4. Які є способи зміни роздільної здатності?
5. Що таке вихідна роздільна здатність?
6. Якими параметрами описується растрова форма при друку зображення?
7. Поясніть поняття лініатури растру.