### Урок . Види цифрових зображень. Колірні моделі.

Автор: В.С.Березовський. Основи комп'ютерної графіки

**Основні поняття та засоби комп'ютерної графіки**

Комп'ютерною графікою називають галузь інформатики, яка вив­чає методи створення, обробки й використання зображень за допо­могою програмно-апаратних засобів. Цей термін має й інше тлума­чення: комп'ютерна графіка — це графіка, створена на комп'ютері або, точніше, за допомогою комп'ютера, який використовують як інструмент малювання. І саму комп'ютерну графіку, і відповідний термін було запроваджено приблизно двадцять років тому.
Основні сфери застосування технологій комп'ютерної графіки такі:

* графічний інтерфейс користувача;
* спецефекти, цифрова кінематографія;
* цифрове телебачення, Інтернет, відеоконференції;
* цифрове фотографування;
* візуалізація наукових і ділових даних;
* комп'ютерні ігри, системи віртуальної реальності (наприклад, тренажери керування літаком);
* системи автоматизованого проектування;
* комп'ютерна томографія;
* комп'ютерна графіка для кіно і телебачення.

**Види цифрових зображень**

у комп'ютерній графіці зображення створюються двома принципово різними методами. Перший із них**, векторний**, полягає в поданні зображення як набору об’єктів, що складаються з з визначених математично точок і кривих. Другий метод, **растровий**, базується на застосуванні сітки пікселів.

**Векторна графіка**

У векторній графіці для побудови зображень використовують точки та лінії (рис. 1.1). Для того щоб намалювати векторний об’єкт, художник за допомогою миші визначає його опорні точки і напрямок клерувальних ліній. Опорні точки автоматично з’єднуються кривими, форму яких визначають клерувальні лінії. Ці криві називаються ***кривими Безьє,***і клерувальні лінії не роздруковуються. Це робочі елементи, які використовують для створення й редагування зображення.



рис. 1.1. Криві Безьє

Комбінуючи векторні об’єкти і зафарбовуючи їх у різні кольори, можна отримати дуже цікаві зображення з чітко окресленими контурами (рис. 1.2).
 

рис. 1.2. Векторне зображення

**Растрова графіка**

Растрові зображення принципово відрізняються від векторних тим, що вони складаються з мозаїки пікселів. **Піксел** — це однотонно зафарбований квадратик, який є найдрібнішою одиницею цифрового зображення, що її можна редагувати. Кожний піксел має певні колірні характеристики. Зазвичай піксели такі малі, що зливаються на екрані, через що зображення видається цілісним, хоча в разі його збільшення добре видно зернисту структуру (рис. 1.3).



рис. 1.3. Растрове зображення

Колір піксела кодується числами. У чорно-білому зображенні він задається за допомогою числа 1 (чорний колір) або О (білий колір). Про таке зображення кажуть, що воно має глибину кольору 1 біт (рис. 1.4). У загальному випадку **глибина кольору (або якість кольоровідтворення)** визначається кількістю бітів, які використовуються для зображення кольору під час кодування одного піксела растрової графіки.

Для того щоб отримати напівтонові та найпростіші кольорові зображення, використовують глибину 8 біт. Кожний піксел подається числом із діапазону від 0 до 255, яке відповідає одному з відтінків сірого чи одному з 255 стандартних кольорів.
Повноколірні зображення мають глибину 24 біти, тобто колір кожного каналу (червоного, зеленого і синього) передається за допомогою 8 біт.
**Колірні канали** – це напівтонові зображення, які несуть інформацію щодо яскравості певного кольору. Сполучення всіх каналів дає повноколірне  зображення. Разом три канали здатні утворити до 1668 млн кольорів (2563 =16777216) Для правильного відтворення фотографічного зображення з плавними колірними переходами і найтонкішими градаціями відтінків глибина кольору має становити 24 біти.

Поряд з глибиною кольору дуже важливим параметром растрового зображення є  його **роздільна здатність**, яка визначає кількість пікселівна одиницю довжини. Роздільна здатність зображення Вимірюється в пікселах на дюйм і позначається двома цілими числами, наприклад 300x600, що означають кількість пікселів на дюйм по горизонталі та вертикалі. Чим вища роздільна здатність зображення, тим кращою буде його якість.
З поняттям «роздільна здатність» пов'язані два терміни, які вам обов'язково треба знати.
 ♦ Роздільна здатність монітора. Кількість пікселів, що припадають на одиницю довжини зображення на екрані монітора, зазвичай вимірювана в пікселах на дюйм (ррі). Роздільна здатність більшості RGB-моніторів (Macintosh) становить 72, а VGA-моніторів (Windows) — 96 пікселів на дюйм (ррі). Це значення незмінне, оскільки є фізичною характеристикою монітора.
♦   Роздільна здатність принтера. Кількість точок фарби на одиницю довжини зображення, яку здатен надрукувати принтер, зазвичай вимірювана в точках на дюйм (dpi).
Порівняння растрової та векторної графіки
Найважливіша перевага векторної графіки полягає в тому, що створювані на її основі зображення не залежать від власної роздільної здатності. Вони будуються автоматично, з урахуванням j роздільної здатності пристрою, на який виводяться (екрана або принтера). Розміри, форма та інші властивості векторних об'єктів визначаються математичними формулами. Принтер отримує такі формули з комп'ютера у вигляді команд і самостійно формує друковані об'єкти, точніше, їх растрові подання (надруковане зображення складається з точок, тобто є растровим). Завдяки цьому зображення розміром з поштову марку можна збільшити, зберігши його якість, і надрукувати на плакаті.
Таким чином, розмір файлу векторного зображення залежить не від його фізичних розмірів, а від складності; векторні зображення, як правило, займають на диску набагато менше місця, ніж растрові того самого розміру.
Основний недолік векторної графіки полягає в тому, що вона не дає можливості отримувати зображення фотографічної якості. Оскільки фотографія — це мозаїка з дуже складним розподілом кольорів та яскравостей пікселів, реалізувати її у вигляді векторних об'єктів дуже складно.
Використання растрової графіки дає змогу забезпечити високу якість зображень, проте створені цим методом зображення мають низку недоліків.

* Якість растрового зображення, зокрема надрукованого, залежить від загальної кількості його пікселів, або роздільної здатності. Якщо уявити собі піксел як базовий «будівельний блок» зображення, то саме від кількості таких блоків зале­жатиме, наскільки добре буде передано деталі зображення і наскільки плавними будуть його лінії. Файли растрових зображень зазвичай досить великі порівняно з файлами документів інших типів, тому що в них зберігається інформація про кожен піксел зображення.
* Якість растрових зображень після їх масштабування, обертання чи інших перетворень погіршується.

**Колірні моделі**

Звичайно, кожний із нас має уявлення про те, що таке колір. Згадайте фізику.
Колір, який ви бачите, — це або частина видимо-світлового спектра, яка випромінюється об'єктом (якщо йдеться про джерело освітлення), або частина того самого видимого спектра, яка відбивається об'єктом (якщо це звичайна поверхня). Проте до комп'ютерних технологій таке означення застосовувати не можна. Тут кожному пікселу зображення у будь-якому колірному каналі присвоюється числове значення, яке визначає відтінок піксела. Відповідність між набором значень для кожного піксела та його кольором встановлюється залежно від того, яка колірна модель застосовується для подання зображення. **Колірною моделлю називають**  систему кодування кольорів, яка використовується для зберігання, відображення на екрані і друку зображення.
Фізична природа кольору, що використовується на різних етапах роботи з документами, різна. На екрані монітора ви бачите світло, яке випромінює, екран, а на папері — світло, яке відбивається від поверхні аркуша. Для опису кольорів, утворюваних різними способами, створено різні моделі. Проте розроблено й універсальну,апаратно-незалежну модель, яка об’єднує всі інші моделі. модель, яка об'єднує всі інші моделі.

**Колірна модель RGB**

Назва моделі складається з перших літер базових кольорів, які формують зображення: червоного (Red), зеленого (Green), синього (Blue). Будь-який колір у моделі RGB утворюється шляхом змішування цих трьох базових кольорів у різних пропорціях. Колір описується трьома цифровими значеннями з діапазону від 0 до 255. Відтак кожний базовий колір може мати 256 відтінків. Цифрові значення записуються у порядку згадування базових кольорів у назві моделі: червоний, зелений і синій. Наприклад, чистий червоний колір у моделі RGB подається як 255, 0, 0 (червона складова є максимальною, зелена і синя — відсутні), чистий зелений — як 0, 255, 0, а синій — як 0, 0, 255.
Модель RGB є адитивною, тобто такою, що описує випромінювані кольори. Чистий чорний колір подається як 0, 0, 0 (жоден із кольорів не випромінюється, частка всіх складових дорівнює нулю). Білий колір відповідає максимуму випромінювання — рівень кожної складової максимальний; у цифровому вигляді записується так: 255, 255, 255.
Нами розглянуто лише п'ять кольорів, проте модель RGB дає змогу закодувати понад 16 млн (2563) кольорів. Інші кольори можна отримати, змінюючи частку кожної складової з кроком в одиницю. Так, задавши максимальні рівні червоної та зеленої складових, ви отримаєте жовтий колір (255, 255, 0).
У тривимірній системі координат колірна модель має вигляд куба (рис. 1.6)



рис. 1.6. Подання колірної моделі RGB

Як бачите, точка початку координат відповідає чорному кольору (Black) У найближчій до вас вершині куба точка максимального випромінювання є точкою білого кольору (White). Діагональ, яка з’єднує ці дві точки, - уворює шкалу відтінків сірого (Grayscale) кольру (256 значень) Вершини куба, що розташовані на осях координат, відповідають червоному, зеленому і синьому кольорам.
Нарешті, три інші вершини відповідають кольорам, утвореним у результаті змішування пар основних кольорів: червоного із зеленим, червоого із синім, зеленого із синім. Це жовтий (Yellow), пурпуровий (Margenta) і блакитний (Cyan). Чому саме на цих кольорах акцентується увага, пояснюється далі. Колірна модель RGB описує колірний  діапазон таких пристроїв, як монітор і сканер.

**Колірна модель CMYK**

На відміну від моделі RGB, модель CMY описує кольори, отримані в результаті відбиття світла об'єктами, тобто в її основі лежить інший принцип. Це субтрактивна модель (така, що віднімає), оскільки кольори в ній утворюються відніманням від чорного кольору базових кольорів: блакитного (Cyan), пурпурового (Magenta) і жовтого (Yellow). Вони утворюють так звану поліграфічну тріаду і називаються тріадними. У колірній моделі CMY рівень складових кольору задається значеннями із діапазону від 0 до 100 % (величина 100 % у цій моделі відповідає 255 одиницям моделі RGB). Колірна модель CMY, по суті, є оберненою до моделі RGB. В разі змішування двох субтрактивних кольорів результуючий колір буде темніший, ніж вихідні, а в разі змішування всіх трьох (складових отримаємо чорний колір. Білий колір — це повна відсутність кольору (значення всіх колірних складових дорівнюють 0). Колірну модель CMY у тривимірній системі координат також можна подати у вигляді куба (рис. 1.7).
У моделі CMY рівні всіх складових у точці початку координат дорівнюють 0, що відповідає білому кольору (White). Найближча до вас вершина куба — точка чорного кольору (Black). У ній всі три складові мають максимальні значення. Діагональ, що з'єднує білу і чорну точки, — шкала сірого. У будь-якій її точці головні кольори змітані в рівній пропорції. Те саме можна було сказати й про попердню модель. Вершини куба, розташовані на осях, відповідають чистим блакитному (Cyan), пурпуровому (Magenta) та жовтому (Yellow) кольорам. На інших трьох вершинах подано кольори, які утворюються в результаті змішування пар базових кольорів: блакитного і пурпурового, блакитного і жовтого, пурпурового і жовтого. Це синій (Blue), зелений (Green) і червоний (Red).

рис. 1.7. Подання колірної моделі CMYK

Для друку поліграфічної продукції краще використовувати модель CMY, адже ми бачимо колір, відбитий від поверхні. Проте слід зробити уточнення. Теоретично суміш трьох базових кольорів повинна давати глибокий чорний колір, але такого практично не буває, оскільки утворюється не чорний, а брудно-коричневий колір. Для усунення цього недоліку до трьох кольорів додали четвертий, чорний (Black), і колірна модель дістала назву CMYK — Cyan, Magenta, Yellow, BlacK. У назві моделі використовується не перша літера слова Black, а остання, щоб не плутати з кольором Blue моделі RGB. Отже, чорний колір у моделі CMYK має тільки одну складову — чорну (0, 0, 0, 100).
Основна сфера застосування колірної моделі CMYK — повноколірний друк, і саме з нею працює більшість друкарських пристроїв.

**Колірна модель Lab**

Колірна модель Lab розроблялася Міжнародною комісією з освітлення (СІЕ) з урахуванням недоліків описаних вище моделей. Зокрема, вона створювалась як апаратно-незалежна. Це означає, що кольори в моделі Lab визначаються незалежно від того, який пристрій виведення (монітор, принтер і т.д.) використовується, оскільки модель базується на сприйнятті кольору людським оком. Колір у цій моделі визначається трьома параметрами: освітленістю, діапазоном зміни від пурпурового до зеленого та діапазоном зміни від синього до жовтого. Освітленість змінюється від 0 до 100%. Діапазон кольору змінюється від -128 до 127. Колірна модель Lab має найбільший порівняно з рештою моделей колірний діапазон.





рис. 1.8. Подання колірної моделі Lab

**Колірна модель HSB**

Спосіб подання кольору в моделі HSB ґрунтується на базових характеристиках кольору.
♦ Колірний тон (Hue). Колір світла, відбитого від непрозорого об’єкта або такого, що пройшло крізь прозорий об'єкт. Значення колірного тону залежить від позиції кольору в колірному колесі (рис. 1.10) і може змінюватися від 0 до 360°. Кут 0° відповідає червоному кольору, який змінюється за годинниковою стрілкою до жовтого, потім — зеленого, блакитного, синього, пурпурового і знову червоного.



рис. 1.9. Подання колірної моделі HSB

♦   Насиченість (Saturation). Інтенсивність кольору, що визначається як відсоток кольору певного тону відносно вмісту сірого і може змінюватися від О до 100 %. Нульова насиченість відповідає абсолютно сірому кольору.
♦   Яскравість (Brightness). Характеристика (також називається світлістю), що визначає, наскільки світлим чи темним може бути певний колір; цей параметр може змінюватися в діапа­зоні від О до 100 %.
Цю модель ще називають HSV, замінюючи останнє слово «Brightness» на «Value».

**Напівтонова модель**

у напівтоновому малюнку присутній єдиний канал, який може містити до 256 градацій сірого кольору. Кожний піксел характеризується одним параметром — яскравістю, значення якого змінюються від О (чорний колір) до 255 (білий колір). Іноді яскравість вимірюється у відсотках: О — білий, 100 % — чорний. Коли кольорові зображення перетворюються на напівтонові, інформація про колірний тон і насиченість відкидається та залишається лише значення яскравості.

**Чорно-біла модель**

Чорно-білі (монохромні) малюнки — найпростіші графічні зобра­ження. У такому разі кожний піксел (чорний або білий) задається за допомогою 1 біта, і тому розмір файлу зображення набагато менший, ніж кольорового чи навіть напівтонового зображення з тими самими фізичними розмірами. Адже піксел напівтонового зображення задається з використанням 8 біт, а для опису піксела кольорового потрібно 24 біти. На рис. 1.11 для порівняння показано, який вигляд мають чорно-біле і напівтонове зображення.