

Ю.М. Россінський, к.т.н., доц.
С.М. Кравченко, ст. викл.
Житомирський державний технологічний університет

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ

Стаття присвячена використанню методів комп'ютерної графіки в завданнях створення рисунків, схем, креслень тощо. Широке використання цих методів вимагає розробки ефективних алгоритмів ідентифікації об'єктів рисунків. Аналізуються типові групи алгоритмів рішення даної задачі і розглядаються можливості скорочення тимчасових витрат при виконанні операцій редагування рисунків. Редагування зображень зводиться до виконання таких операцій, як копіювання, переміщення і видалення заданих об'єктів зображення. Усі ці операції припускають використання надійних методів ідентифікації об'єктів зображення. До складу інформації про об'єкти зображення разом з інформацією про ідентифікатор і колір повинна входити інформація про просторове положення і інші характеристики об'єкту (товщина і стиль контурних ліній, стиль заповнення і так далі). З метою забезпечення можливостей піксельного аналізу зображення до складу інформації необхідно включити початковий код кольору об'єктів зображення.

Наведено результати реалізації розглянутого алгоритму кодування ідентифікаторів об'єктів. Для спрощення процесу побудови рисунків довільного вигляду і скорочення витрат часу пропонується метод ідентифікації об'єктів рисунка, заснований на використанні ідентифікатора інформації про колір об'єкта.

Ключові слова: ідентифікатор; алгоритми ідентифікації; RGB-палітра.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Актуальність дослідження та стан розробленості проблематики. В завданнях створення рисунків, схем, креслень, однією з найважливіших операцій є редагування зображення. Редагування зображень зводиться до виконання таких операцій, як копіювання, переміщення, видалення, масштабування та поворот заданих об'єктів зображення. Усі ці операції припускають використання надійних методів ідентифікації об'єктів зображення.

У загальному випадку ідентифікація необхідна для вирішення таких завдань, як:

- однозначне визначення об'єкта;
- розпізнавання об'єкта за його властивостями;
- групування об'єктів за певними ознаками;
- виділення об'єкта з безліч подібних та інше.

У графічних редакторах для ідентифікації об'єктів найчастіше використовуються дві групи алгоритмів.

У першій з цих груп для вибору об'єкта здійснюється виділення області, в якій знаходиться цей об'єкт і запам'ятовування інформації про об'єкт в спеціальному буфері пам'яті. Такі алгоритми особливо зручні при виконанні операцій редагування з групами об'єктів зображення і використовуються практично у всіх стандартних графічних редакторах (MS Paint, Corel Draw). Очевидними недоліками такого варіанта є необхідність використання спеціального інструменту виділення (фокусувальної рамки) і неможливість роздільної селекції об'єктів, що потрапляють у виділену область.

У другій групі алгоритмів здійснюється ототожнення просторових характеристик цього об'єкта зі списком просторових характеристик усіх об'єктів зображення, який формується і підтримується в процесі створення зображення. У цих алгоритмах забезпечується роздільна ідентифікація об'єктів, але потрібні витрати часу на реалізацію пошуку в списку об'єктів зображення. Крім того, для підтримки списку об'єктів необхідні додаткові програмні ресурси. Подібні алгоритми використовуються в таких програмних продуктах, як графічна система Adobe Photoshop, ACAD, Компас тощо.

Як колірна палітра в більшості графічних редакторів використовується RGB-палітра або розширена ARGB-палітра. RGB-палітри забезпечують можливості отримання більше 2 мільйонів кольорів малювання.

У спеціалізованих графічних редакторах, призначених для малювання схем, планів тощо, вимоги до точності відтворення кольору об'єктів зображення не є істотними. Ці особливості такого роду зображень дають можливість використання коду кольору об'єктів малюнка як ідентифікатор об'єктів зображення.

Викладання основного матеріалу. Синтез кольору об'єкта на базі RGB-палітри припускає задання інтенсивності базових кольорів. Це досягається за рахунок використання 3-байтного коду, де в кожному з байтів задається код інтенсивності базових кольорів (табл. 1).

Таблиця 1

RGB-палітра

Код R	Код G	Код B
0 .. 255	0 .. 255	0 .. 255

Якщо діапазон значень інтенсивності (0...255) базових кольорів декілька зменшити, то біти байтів, що звільнилися, можна використовувати для коду ідентифікатора об'єкта зображення.

Величина спотворень кольору через зменшення діапазону значень інтенсивності залежить від кількості бітів, що звільнюються. Так, при використанні для кодування ідентифікатора 4 біт коду кольору діапазон значень інтенсивності кожного базового кольору складає 0...240, що відповідає спотворенням кольору на величину близько 6 %. Експериментально встановлено, що такі спотворення не призводять до помітних змін сприйняття зображень.

Використання для кодування ідентифікатора 4 біт коду кожного базового кольору дозволяє ідентифікувати 4096 об'єктів зображення, що відповідає достатньо складним за змістом зображенням.

Технологія виділення бітів з байтів базових кольорів зводиться до маскування відповідних бітів за допомогою операції «Логічне І» з 16-річним кодом маски F0 (табл. 2).

Таблиця 2

Маскування бітів

R								G								B							
x	x	x	x	0	0	0	0	x	x	x	x	0	0	0	0	x	x	x	x	0	0	0	0

Залежно від значення ідентифікатора його код повинен заноситися в той або інший байт базових кольорів. Так, при значеннях ідентифікатора менше 31 інформація заноситься в молодший півбайт коду B, при кодах ідентифікатора в діапазоні 32...255 інформація заноситься в молодший півбайт коду B і в молодший півбайт коду G, а при кодах ідентифікатора в діапазоні 255...4095 – в молодші півбайти кодів R, G, B.

Виділені таким чином біти можна використовувати для зберігання коду ідентифікатора об'єктів зображення.

Для вставки коду ідентифікатора в перетворений після операції маскування код кольору R₀, G₀, B₀, з коду ідентифікатора необхідно виділити добавки dr, dg, db і сформувати результуючі коди кольору за правилом (табл. 3):

$$R = R_0 + dR, G = G_0 + dG, B = B_0 + dB. \quad (1)$$

Таблиця 3

Код ідентифікатора

dR				dG				dB			
2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

Якщо позначити значення ідентифікатора через Idn, то добавки dr, dg, db можна визначити таким чином:

$$dr = \text{Ціла частина} (Idn / 256);$$

$$dgb = \text{Залишок від ділення} (Idn / 256);$$

$$dg = \text{Ціла частина} (dgb / 16);$$

$$db = \text{Залишок від ділення} (dgb / 16).$$

За отриманими таким чином кодами базових кольорів R, G, B з використанням функцій бібліотеки графіки Windows формується код кольору малювання об'єкта зображення, який, разом з інформацією про колір, містить інформацію про ідентифікатор даного об'єкта.

Для збереження необхідної інформації про об'єкти зображення, в графічному редакторі подібного типу необхідно формувати і підтримувати список об'єктів.

До складу інформації про об'єкти зображення разом з інформацією про ідентифікатор і колір повинна входити інформація про просторове положення і інші характеристики об'єкта (товщина і стиль контурних ліній, стиль заповнення тощо). З метою забезпечення можливостей піксельного аналізу зображення до складу інформації необхідно включити початковий код кольору об'єктів зображення.

Для більшості стандартних примітивів графічних бібліотек Windows просторове положення задається за допомогою двох опорних точок. В цьому випадку мінімальний обсяг інформації про об'єкт складає 16 байт.

Реалізація цього алгоритму вимагає виконання таких операцій:

1. Замаскувати молодші півбайти байтів базових кольорів R, G, B.
2. Сформувати в цих півбайтах код ідентифікатора за порядковим номером об'єкта.
3. Сформувати код кольору малювання об'єкта.
4. Намалювати об'єкт.
5. Зберегти інформацію про об'єкт в списку об'єктів.

Схема алгоритму приведена на рисунку 1.

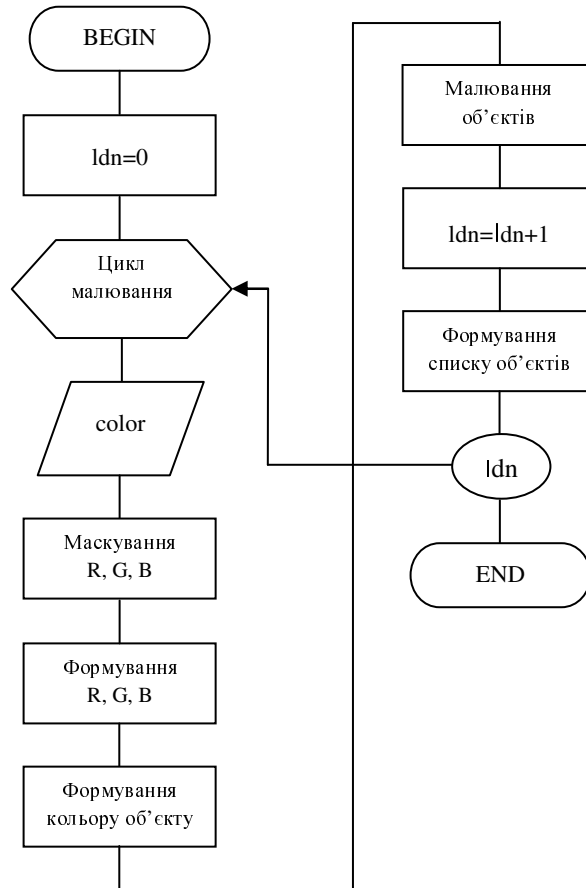


Рис. 1. Схема алгоритму кодування ідентифікаторів об'єктів

На рисунку 2 показано результати реалізації розглянутого алгоритму кодування ідентифікаторів об'єктів.

Для визначення ідентифікатора об'єкта при проведенні операцій редагування необхідно виконати декодування його коду кольору. Для декодування коду кольору з кодів базових кольорів R, G, B необхідно виділити молодші байти dr , dg , db та сформувати з них код ідентифікатора.

Виділення молодших бітів з байтів базових кольорів зводиться до маскування відповідних бітів за допомогою операції «Логічне І» з 16-річним кодом маски $0F$ (рис. 2).

$$dr = R \& 0 \times 0F, dg = G \& 0 \times 0F, db = B \& 0 \times 0F. \quad (2)$$

0	Color [A=255, R=0, G=0, B=0]	42	Color [A=255, R=0, G=130, B=10]
1	Color [A=255, R=0, G=0, B=1]	43	Color [A=255, R=0, G=130, B=11]
2	Color [A=255, R=0, G=0, B=2]	44	Color [A=255, R=0, G=130, B=12]
3	Color [A=255, R=0, G=0, B=3]	45	Color [A=255, R=0, G=130, B=13]
4	Color [A=255, R=0, G=0, B=4]	46	Color [A=255, R=0, G=130, B=14]
5	Color [A=255, R=0, G=0, B=5]	47	Color [A=255, R=0, G=130, B=15]
6	Color [A=255, R=0, G=0, B=6]	48	Color [A=255, R=0, G=3, B=240]
7	Color [A=255, R=0, G=0, B=7]	49	Color [A=255, R=0, G=3, B=241]
8	Color [A=255, R=0, G=0, B=8]	50	Color [A=255, R=0, G=3, B=242]
9	Color [A=255, R=0, G=0, B=9]	51	Color [A=255, R=0, G=3, B=243]
10	Color [A=255, R=0, G=0, B=10]	52	Color [A=255, R=0, G=3, B=244]
11	Color [A=255, R=0, G=0, B=11]	53	Color [A=255, R=0, G=3, B=245]
12	Color [A=255, R=0, G=0, B=12]	54	Color [A=255, R=0, G=3, B=246]
13	Color [A=255, R=0, G=0, B=13]	55	Color [A=255, R=0, G=3, B=247]
14	Color [A=255, R=0, G=0, B=14]	56	Color [A=255, R=0, G=3, B=248]
15	Color [A=255, R=0, G=0, B=15]	57	Color [A=255, R=0, G=3, B=249]
16	Color [A=255, R=240, G=1, B=0]	58	Color [A=255, R=0, G=3, B=250]
17	Color [A=255, R=240, G=1, B=1]	59	Color [A=255, R=0, G=3, B=251]
18	Color [A=255, R=240, G=1, B=2]	60	Color [A=255, R=0, G=3, B=252]
19	Color [A=255, R=240, G=1, B=3]	61	Color [A=255, R=0, G=3, B=253]
20	Color [A=255, R=240, G=1, B=4]	62	Color [A=255, R=0, G=3, B=254]
21	Color [A=255, R=240, G=1, B=5]	63	Color [A=255, R=0, G=3, B=255]
22	Color [A=255, R=240, G=1, B=6]		
23	Color [A=255, R=240, G=1, B=7]		
24	Color [A=255, R=240, G=1, B=8]		
25	Color [A=255, R=240, G=1, B=9]		
26	Color [A=255, R=240, G=1, B=10]		
27	Color [A=255, R=240, G=1, B=11]		
28	Color [A=255, R=240, G=1, B=12]		
29	Color [A=255, R=240, G=1, B=13]		
30	Color [A=255, R=240, G=1, B=14]		
31	Color [A=255, R=240, G=1, B=15]		
32	Color [A=255, R=0, G=130, B=0]		
33	Color [A=255, R=0, G=130, B=1]		
34	Color [A=255, R=0, G=130, B=2]		
35	Color [A=255, R=0, G=130, B=3]		
36	Color [A=255, R=0, G=130, B=4]		
37	Color [A=255, R=0, G=130, B=5]		
38	Color [A=255, R=0, G=130, B=6]		
39	Color [A=255, R=0, G=130, B=7]		
40	Color [A=255, R=0, G=130, B=8]		
41	Color [A=255, R=0, G=130, B=9]		

Рис. 2. Кодування ідентифікатора

Код ідентифікатора Idn обчислюється за формулою:

$$Idn = 256 * dr + 16 * dg + db. \quad (3)$$

Таблиця 4

Виділення коду ідентифікатора

R								G								B							
0	0	0	0	x	x	x	x	0	0	0	0	x	x	x	x	0	0	0	0	x	x	x	x

На рисунку 3 показана схема алгоритму декодування ідентифікатора об'єктів.

У цьому алгоритмі операція пошуку об'єкта припускає вказівку об'єкта яким-небудь чином, наприклад, наведенням курсору миші на який-небудь елемент об'єкта.

Визначення кольору об'єкта проводиться за допомогою стандартних функцій графічної бібліотеки Windows.

Операції декодування і формування ідентифікатора були описані вище.

Відмінною особливістю операції пошуку інформації про об'єкт в даному алгоритмі є те, що пошук проводиться за одним параметром списку (ідентифікатор об'єкта) і вимагає виконання однієї операції порівняння в кожній ітерації циклу пошуку.

У існуючих алгоритмах визначення належності точки об'єкта визначається з умови:

$$X = [X_{\min}; X_{\max}], Y = [Y_{\min}; Y_{\max}], \quad (4)$$

де $X_{\min}, X_{\max}, Y_{\min}, Y_{\max}$ – граничні точки області розташування об'єкта.

В цьому випадку для ідентифікації об'єкта необхідно виконати 4 операції порівняння в кожній ітерації циклу пошуку (рис. 4).

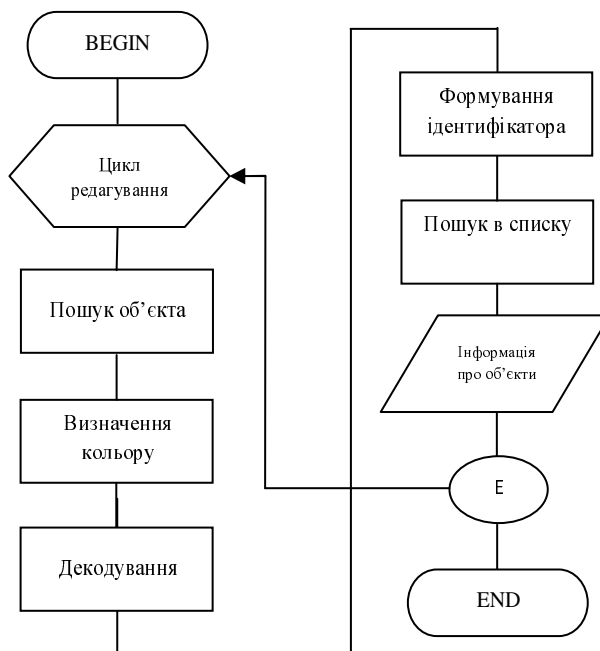


Рис. 3. Алгоритм декодування ідентифікатора

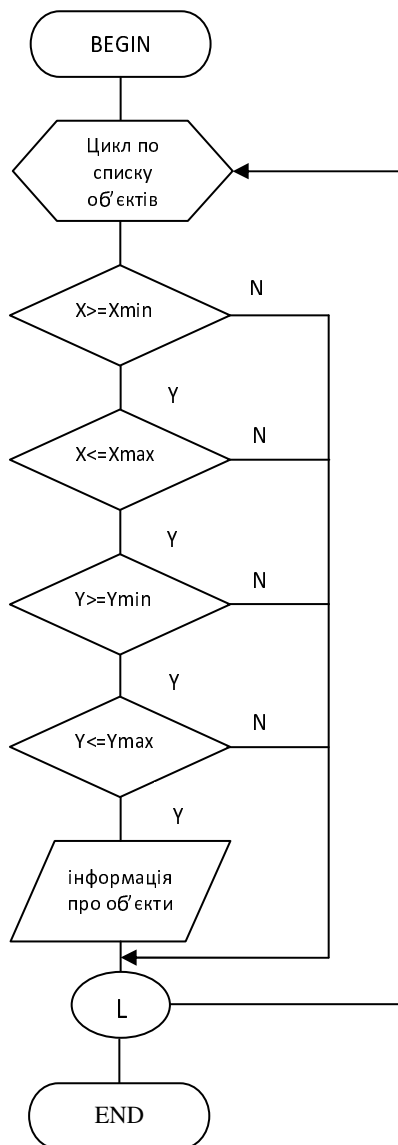


Рис. 4. Пошук об'єктів

З наведеного вище виходить, що розглянутий алгоритм ідентифікації об'єктів зображення дає істотний вигравш в часі реалізації.

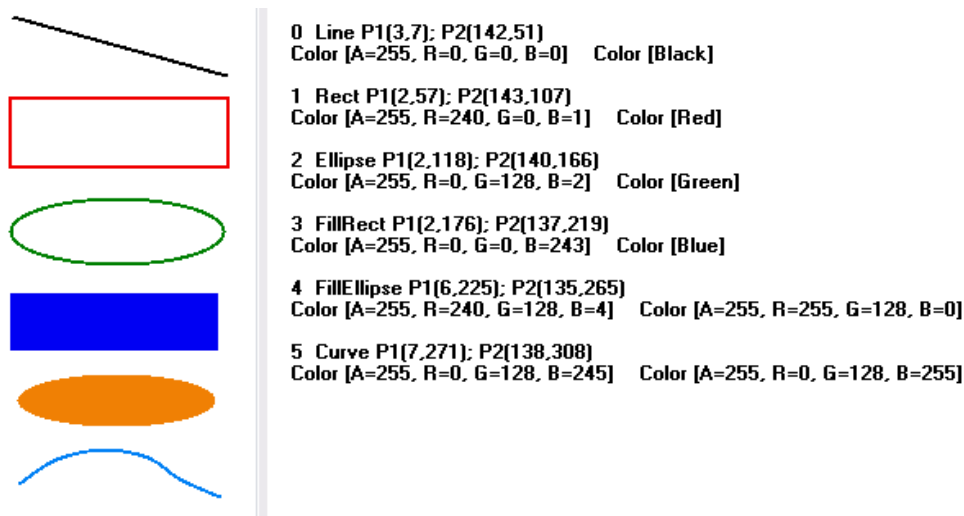


Рис. 5. Результати реалізації алгоритму

На рисунку 5 показано результати реалізації пропонованого алгоритму ідентифікації об'єктів графіки. У текстовому вигляді показана інформація про об'єкти у такому вигляді: ідентифікаційний номер, тип об'єкта, координати опорних точок, колір малювання, початковий колір малювання.

Висновки з даного дослідження. В статті було проведено аналіз типових алгоритмів рішення даного завдання і розглянуто можливості скорочення тимчасових витрат при виконанні операцій редагування рисунків. Для спрощення процесу побудови рисунків довільного вигляду і скорочення витрат часу був запропонований метод ідентифікації об'єктів рисунка, заснований на використанні ідентифікатора інформації про колір об'єкта.

Наведено результати реалізації розглянутого алгоритму кодування ідентифікаторів об'єктів. Отже, розглянутий алгоритм ідентифікації об'єктів зображення дає істотне скорочення витрат часу реалізації.

Список використаної літератури:

1. Гилой В. Интерактивная машинная графика: Структуры данных, алгоритмы, языки / В.Гилой : пер. с англ. – М. : Мир, 1981. – 384 с.
2. Роджерс Д. Математические основы машинной графики / Д.Роджерс, Дж.Адамс : пер. с англ. – М. : Машиностроение, 1980. – 240 с.
3. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики / Д.Роджерс : пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 512 с.
4. Эгрон Ж. Синтез изображений. Базовые алгоритмы / Ж.Эгрон. – М. : Радио и связь, 1993. – 322 с.
5. Порев В.Н. Компьютерная графика / В.Н. Порев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 432 с.
6. Блінова Т.О., Порев В.М. Комп'ютерна графіка / Т.О. Блінова, В.М. Порев. – К. : Юніор, 2004. – 436 с.
7. Рыжиков Ю.И. Вычислительные методы / Ю.И. Рыжиков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 400 с.
8. Фельдман Л.П. Чисельні методи в інформатиці / Л.П. Фельдман, А.І. Петренко, О.А. Дмитрієва. – К. : Видавнична група ВНУ, 2006. – 480 с.
9. Ньюмен У. Основы интерактивной машинной графики / У.Ньюмен, Р.Спрулл : пер. с англ. – М. : Мир, 1976. – 424 с.
10. Тихомиров Ю.Н. Программирование трехмерной графики / Ю.Н. Тихомиров. – СПб. : БХВ-Петербург, 1998. – 256 с.

References:

1. Giloy, V. (1981), *Interaktivnaya mashinnaya grafika: Struktury dannykh, algoritmy, yazyki*, Mir, Moscow, 384 p.

2. Rodzhers, D. and Adams, J. (1980), *Matematicheskie osnovy mashinnoy grafiki*, Mashinostroenie, Moscow, 240 p.
3. Rodzhers, D. (1989), *Algoritmicheskie osnovy mashinnoy grafiki*, Mir, Moscow, 512 p.
4. Egron, Zh. (1993), *Sintez izobrazheniy. Bazovye algoritmy*, Radio i svyaz', Moscow, 322 p.
5. Porev, V.N. (2002), *Komp'yuternaya grafika*, BKhV-Peterburg, St. Petersburg, 432 p.
6. Blinova, T.O. and Porjev, V.M. (2004), *Komp'yuterna grafika*, Junior, Kyiv, 436 p.
7. Ryzhikov, Yu.I. (2007), *Vychislitel'nye metody*, BKhV-Peterburg, St. Petersburg, 400 p.
8. Fel'dman, L.P., Petrenko, A.I. and Dmytrijeva, O.A. (2006), *Chysel'ni metody v informatyци*, Vydavnycha grupa BHV, Kyiv, 480 p.
9. N'yumen, U. and Sprull, R. (1976), *Osnovy interaktivnoy mashinnoy grafiki*, Mir, Moscow, 424 p.
10. Tikhomirov, Yu.N. (1998), *Programmirovaniye trekhmernoy grafiki*, BKhV-Peterburg, St. Petersburg, 256 p.

РОССИНСЬКИЙ Юрій Михайлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- комп'ютерна графіка;
- алгоритми графіки;
- алгоритми обробки інформації;
- чисельні алгоритми;
- структури даних.

КРАВЧЕНКО Світлана Миколаївна – старший викладач кафедри програмного забезпечення систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- економіка програмного забезпечення;
- менеджмент проектів програмного забезпечення;
- інформаційні системи і технології;
- інтернет-технології.

Стаття надійшла до редакції 22.04.2016