

УДК 004.942

Алгоритм інтерполяції растрових зображень на основі визначення їх ліній рівня

Іванов В. Ю., студент магістратури каф. КТ

Сердюк М. Є., к.т.н., доц. каф. КТ

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара
(пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49000, Україна)

В результаті бурхливого розвитку комп'ютерних технологій поширюється застосування цифрових зображень в багатьох галузях діяльності людини. Тому важливою задачею є удосконалення методів обробки таких зображень, зокрема методів для здійснення перетворень, пов'язаних зі зміною їх розмірів.

Пропонується алгоритм збільшення зображень, основна ідея якого полягає в інтерполяції функції зображення вздовж ліній рівня цифрового малюнка. Під функцією зображення розумітимемо функцію $P(x, y)$, значення якої на піксельній сітці співпадають з інтенсивністю зображення. Суть інтерполяції полягає в обчисленні значень функції зображення у невідомих пікселях, які з'являються у результаті зміни його розмірів. Алгоритм, що пропонується, має двохетапну схему реалізації. На першому етапі відтворюється та частина топографічної карти зображення, що містить усі пікселі вихідного малюнка. Результатом цього етапу є деяка перфорована множина, яка є підмножиною носія вихідного зображення та уявляє собою деяке наближення його топографічної карти. Ця множина називається каркасом зображення. Каркас за побудовою містить ті фрагменти ліній рівня зображення, які проходять через точки піксельної сітки. Далі здійснюється відновлення функції зображення на побудованому каркасі. На другому етапі алгоритму функція зображення відтворюється за межами каркасу.

Для побудови каркасу зображення в [1] використовується метод цілеспрямованого перебору пікселів вихідного зображення з використанням багатоточкових сплайнів мінімальної кривини. Основна проблема при цьому – велика кількість обчислень, що суттєво впливає на швидкість алгоритму. Тому пропонується модифікувати цей етап наступним чином. Спочатку виділяємо ті області піксельної сітки, де значення функції зображення $P(x, y)$ є постійним, та обробляємо їх окремо. Перевагами такого кроку є відсутність достатньо складних розрахунків для пошуку пікселів з однаковим значенням $P(x, y)$ та зменшення похибок при обчисленні нових значень функції зображення. Для кожного з пікселів, що залишилися необробленими, визначаємо напрямок градієнту функції $P(x, y)$. Як відомо, градієнт – це вектор, напрям якого є напрямом найбільш швидкої зміни функції. Отже, поворот цього вектора на 90 градусів надасть напрям лінії рівня в околі даного пікселя. Таким чином, додавання нових ланок до каркасу зображення здійснюється на основі знаходження градієнтів у пікселях, тим самим значно зменшується кількість обчислень при побудові каркасу. Знаходження дискретного градієнту здійснюється за допомогою оператора Собеля – дискретного диференціального оператора, який добре зарекомендував себе в алгоритмах виділення контурів зображень.

Відтворення функції $P(x, y)$ на каркасі здійснюється наступним чином. Для кожного пікселя результуючого зображення, що належить побудованому каркасу, значення функції зображення визначається за допомогою багатоточкового сплайну, який відтворюється по точках знайдених ланцюгів, що є фрагментами ліній рівня вихідного зображення. Виняток становлять точки з областей постійної інтенсивності, вони додаткових обчислень не потребують. Далі, отриманий каркас розширюється на пікселі, що входять до безпосередньо близького направленою околу, за допомогою процедури решітчастого зсуву.

Практична реалізація запропонованого алгоритму показала, що використання градієнту для побудови каркасу дозволила збільшити швидкість обробки зображень в 1,5–2,5 рази при збереженні якості результуючого зображення порівняно з методом цілеспрямованого перебору без використання градієнту. При цьому слід зауважити, що метод цілеспрямованого перебору та метод з використанням градієнтів функції зображення для знаходження ліній рівня дають візуально ідентичні результати побудови каркасу та інтерполяції на ньому. Це демонструє рис. 1, де наведені результати побудови каркасу двома методами при збільшенні зображення у 5 разів.

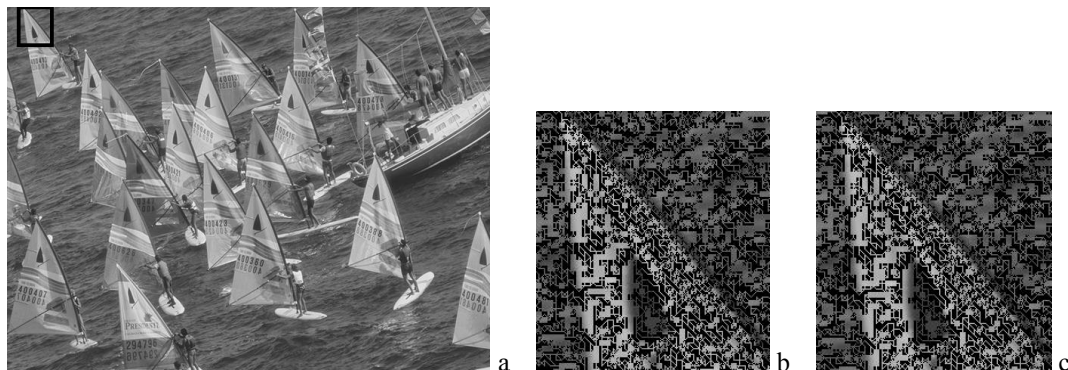


Рис. 1 а – вихідне зображення;
б – фрагмент каркасу, побудованого з використанням градієнта функції зображення;
с – фрагмент каркасу, отриманого методом перебору

З малюнка добре видно горизонтальні і вертикальні ділянки суцільного кольору, які відповідають потовщенням прямолінійних ділянок каркасу. У разі ділянки, коли ланки каркасу не представляють собою пряму лінію, потовщення не проводиться.

Таким чином, практична реалізація запропонованого підходу підтвердила його переваги за рахунок збільшення швидкості роботи алгоритму при збереженні якості результуючих зображень.

1. Когут П. І. Задачі каркасної інтерполяції статичних зображень / П. І. Когут, М. Є. Сердюк // Вестник Херсонського національного технічного університету. — 2007. — № 2(28). — С. 153–157.