УДК 681.3

О.М Дрєєв, магістр матем., ас., О.В., Слюсар, студ.
Кіровоградський національний технічний університет

Дослідження впливу шляху розгортки на ступінь ентропійного стиснення цифрового зображення

В статті описано порівняльний аналіз зв'язності розгорток растрового цифрового зображення та вплив зв'язності на якість пакування зображення.
зображення, стиснення, пакування, інформація, ентропія

Вступ. Сучасний стан розвитку комп'ютерних мереж, навіть при значному зростанні пропускної здатності інформації, не задовольняє в повній мірі потреби користувачів в компактності кодованого зображення для зберігання та передачі, особливо гостро проблема постає в зображеннях де при стисненні не допускається часткова втрата якості. Автори в статті пропонують один з шляхів покращення ступеня стиснення зображення існуючими алгоритмами модифікацією розгортки зображення у послідовність пікселів.

Сучасні ентропійні алгоритми стиснення розміру коду зображення мають декілька стандартних етапів [1, с.183; 2, с. 306, с. 325]:

– зображення, яке задане двовимірною матрицею цілих чисел від нуля до 255 розгорткою перетворюють в одновимірний масив;

– за допомогою дискретних частотних чи вейвлетних перетворень зменшують ентропію послідовності;

– якщо кодування проводиться із втратами якості зображення з метою ще зменшити кількість інформації яку потрібно передати чи зберегти, проводять вибіркове відкидання незначних коефіцієнтів та збільшують дискретизацію значних коефіцієнтів;

– використовують двійкові коди змінної довжини Хафмана для стиснення інформації (з 2004 року завершилися патентні обмеження на арифметичне стиснення, тому в сучасних алгоритмах замість кодів Хафмана використовують саме арифметичне стиснення), або інші алгоритми.

В деяких випадках пункт 2 може передувати пункту 1, але в цьому випадку використовують більш повільні двовимірні аналоги дискретних перетворень. Автори провели дослідження впливу використання різного виду розгорток зображення на розмір тестового кодованого зображення.

Для тестування було вибрано два види розгорток, які широко використовуються в стандартних алгоритмах (зигзагом у алгоритмі jpeg, [1, с. 128], та рядкова у всіх інших відомих авторам алгоритмах [1, 4]). Також було вибрано розгортку фрактальною кривою Гільберта [3, с. 178]. Тестування було проведено на різних зображеннях, тенденція була спільною для кожної з розгорток. Результати кодування в роботі приводяться для тестових тонових зображень 512 на 512 пікселів, які отримано з різних цифрових фотокамер.

Види розгорток та їх характеристика. Алгоритм jpeg використовує розгортку зигзагом після дискретного косинус перетворення зони малюнка розміром 8 на 8 пікселів, це призводить до позиціювання в послідовності коефіцієнтів меншої частоти до початку послідовності. При побудові розгортки зигзагом було враховано близькість значень яскравості сусідніх пікселів у фотографічному зображенні, а розгортка за рядками має розриви, де піксель на початку та кінці рядка має лише одного "сусіда"

© О.М Дрєєв, О.В. Слюсар. 2008

(рис.1). Саме такого недоліку позбулися побудовою розгортки зигзагом. Ця ідея набула розвитку, і для розгортки було введено величину середньої зв'язності пікселів. Зв'язність пікселю є [1, с.114] кількість сусідніх пікселів, які в розгортці представлено нерозривною послідовністю (рис 1, 2, 3),

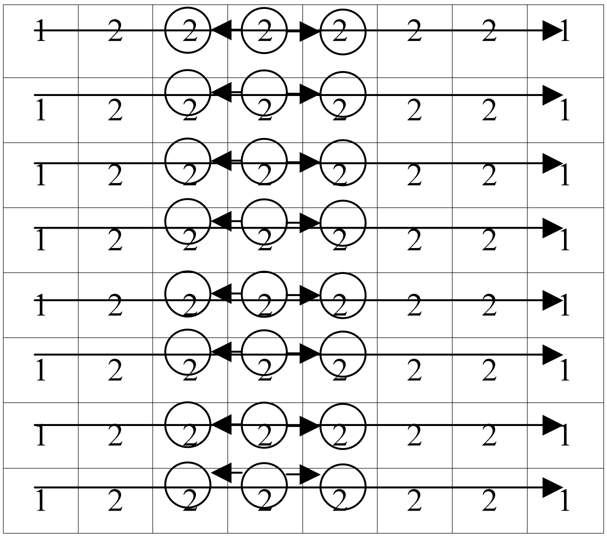

Рисунок 1 – Рядкова розгортка та зв'язність пікселів

зв'язність може приймати значення від 0 (для пікселю немає сусідніх пікселів) до 8 (розгортка послідовно перевела пікселі частини 3х3 зображення).

На рисунках 1 та 2 показано малюнки з розгортками і зв'язністю кожного пікселю. Середнє арифметичне зв'язності пікселів є середньою зв'язністю розгортки. Для порядкової розгортки значення середньої зв'язності є $(2 \cdot 6 \cdot 8+1 \cdot 2 \cdot 8)/(8 \cdot 8)=7/4=1.75$, для розгортки зигзагом значення середньої зв'язності є 2.66, але це значення різко падає до 2 при збільшені зображення. Розв'язується питання існування більш зв'язних розгорток та ефективність їх використання.

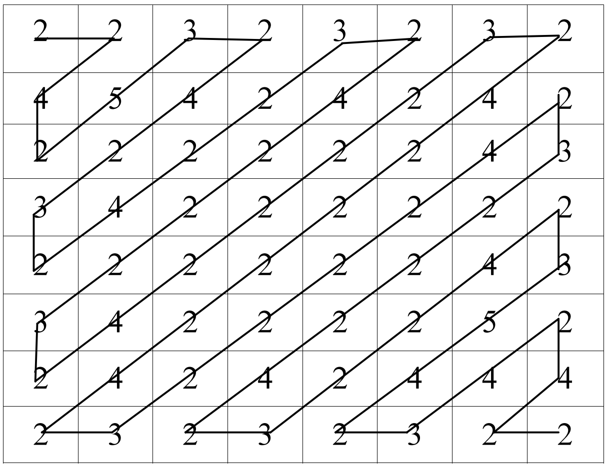

Рисунок 2 – Розгортка зигзагом та зв'язність пік селів

Крива Гільберта є прикладом більш зв'язної розгортки (рис. 3), де значення середньої зв'язності сягає 4.47. Ідею використання кривої Гільберта в якості розгортки зображення було отримано від к.мат.н. Гнатєва Л.Н.

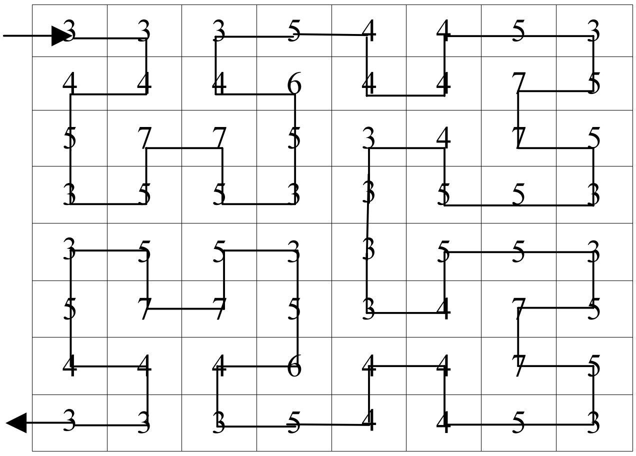

Рисунок 3 – Зв'язність розгортки по кривій Гільберта

Для дослідження впливу на результат стиснення зображення використання типу розгортки авторами було створено програмне забезпечення яке виконувало дії:

а) розгортка зображення в одновимірний масив;

б) проведення дискретного одновимірного вейвлет перетворення;

в) оцінка ентропії отриманої послідовності чисел.

Дослідження проводилося з великою кількістю чорно-білого фотографічного зображення різного розміру. Результати кодування та ступінь зменшення ентропії є близькими для різних зображень, і результати для тестового зображення "Лена" наведено в наступній таблиці:

Таблиця 1 – Результати тестування зменшення ентропії інформації

Параметр	Розгортка (розмір зображення 262144 байти)		
	Порядкова	Зигзагом	Гільберта
Початкова ентропія	243975 байт	243975 байт	243975 байт
Ентропія вейвлет перетворення	182558 байт	181918 байт	160907 байт
Розмір стисненого зображення	182323 байт	182767 байт	164557 байт

Таблиця 2 – Тестування якості стиснення зображень

Тип розгортки	Початкова ентропія	238333	243994	250283	251662	257073	233225	227453	149470	245735
Рядкова	ентропія	161750	121160	163114	166250	177218	143697	147924	94018	181390
	розмір файлу	161581	124219	157754	166667	175713	140763	149541	110189	183868
	Ступінь стиснення	1,62	2,11	1,66	1,57	1,49	1,86	1,75	2,38	1,43
Зигзагом	ентропія	180148	140428	171007	171366	186767	162616	162066	98505	192481
	розмір файлу	180350	142951	165492	171434	184998	158428	162194	113695	195400
	Ступінь стиснення	1,45	1,83	1,58	1,53	1,42	1,65	1,62	2,31	1,34
Крива Гільберта	ентропія	156984	123761	156589	157780	167890	140256	142895	93460	169924
	розмір файлу	155311	128979	151428	157593	167232	135789	143833	109577	170761
	Ступінь стиснення	1,69	2,03	1,73	1,66	1,57	1,93	1,82	2,39	1,54

Візуально оцінити ступінь компресії можна з діаграми на рис. 4.

Таблиця 2 підтверджує підвищення якості стиснення зображення при використанні розгортки по кривій Гільберта без інших змін алгоритмів пакування. Тестування проводилося для зображень, які показано на рис. 5.

Висновки

1. Величина середньої зв'язності розгортки має вплив на якість стиснення фотографічних зображень (на розмір файлу та сприйняття зображення при кодування із

втратами інформації).

2. Побудова розгорток більш високої зв'язності дозволить покращити характеристики більшості алгоритмів пакування зображень.

3. При великих розмірах зображення розгортка зигзагом різко втрачає свою ефективність.

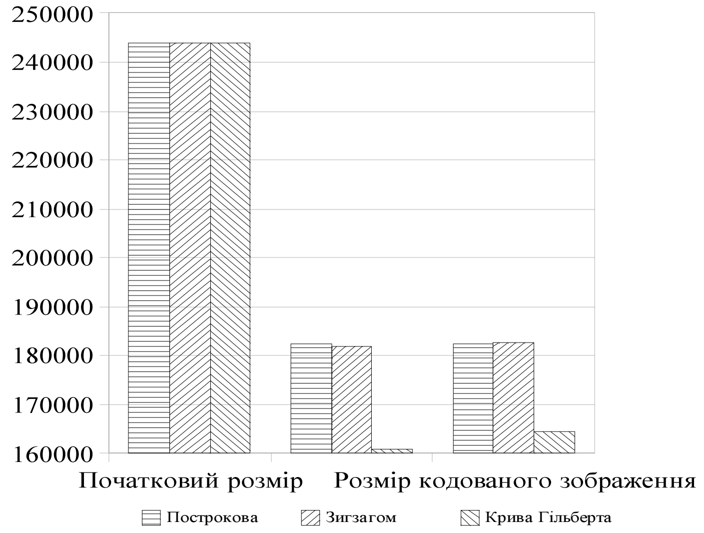

Рисунок 4 – Гістограма ефективності використання розгорток

Рисунок 5 – Фотографії для яких проводилися тестування

4. Використання розгортки по кривій Гільберта дає зменшення розміру файлів порівняно з рядковою розгорткою в середньому на 3%.

5. Перспективним напрямком є розробка автоматизованого швидкого пошуку розгорток максимальної зв'язності для зображень різного розміру.

Список літератури

1. Д.Сэломон. Сжатие данных, изображений и звука. - М.: Техносфера, 2004.– 368с.
2. С.Малла. Вэйвлеты в обработке сигналов.– М.: Мир, 2005.– 672 с.
3. Н.Вирт. Алгоритмы и структуры данных. – М.: Мир, 1989.– 360 с.
4. Д.Ватолин, А.Ратушняк, М.Смирнов, В.Юкин. Методы сжатия данных.– М.: Дилаг МИФИ, 384 с.

В статье описан сравнительный анализ связности разверток растрового цифрового изображения и влияние связности на качество упаковки изображения.

In the article the comparative analysis of coherentness of involutes of bitmapped digital image and influencing of coherentness is described on quality of packing of image.