

АЛГОРИТМ СТИСНЕННЯ ВІДЕОЗОБРАЖЕНЬ БЕЗ ВТРАТ НА ОСНОВІ ГРУПОВОГО КОДУВАННЯ

Коваль В.С.

Тернопільський національний економічний університет, к.т.н., доцент

I. Вступ

Використання алгоритмів стиснення даних полягає у потребі передавати або зберігати інформацію з найбільшою ефективністю. В різних джерелах цифрових даних завжди присутня надмірність, тому виникає задача найбільш компактного їх представлення.

II. Актуальність і постановка задачі

Методи стиснення поділяють на дві основні групи: стиснення із збереженням інформаційного змісту, що дозволяє повністю відновлювати початкове зображення (стиснення без втрат), і стискування з регульованою мірою спотворень відновлюваного сигналу (стиснення із втратами). За останні десять років спостерігається зростання кількості програмних продуктів, що використовують методи стиску зображень без втрат інформації. Дані методи відіграють особливо важливу роль в автоматизованих системах де втрати під час стиснення відеозображень є неприпустимими, наприклад, в криміналістиці та юриспруденції, у медицині і мікробіології, у друкарській справі, при обробці радіолокаційних та інфрачервоних знімків у задачах картографування місцевості, зондування поверхні Землі, у космічній і військовій справі та ін. [1-5]. В той же час, аналіз існуючих технологій стиснення відеозображень без втрат інформації, показує, що методи кодування без втрати інформації забезпечують низькі коефіцієнти стиску. Тому існує важлива науково-прикладна задача, яка полягає у підвищенні рівня стиснення відеозображень без втрати інформації. Достатньо великою групою алгоритмів стиснення відеозображень без втрати інформації виконують на основі групового кодування.

III. Відомі рішення

Одним із найвідоміших алгоритмів стиснення без втрат є RLE (Run Length Encoding) [1-3]. Стискування в RLE відбувається за рахунок того, що в початковому зображенні зустрічаються ланцюжки однакових байт, які можна кодувати. Різні модифікації алгоритму RLE реалізовані у величезній кількості форматів (наприклад, в PCX, GIF, TIFF, BMP [4]). У груповому кодуванні, за даним алгоритмом як правило, використовується процес впорядкування усіх стрічок зображення в одну (рисунок 1а) після чого відбувається різні способи усунення надлишковості повторюваних символів або чисел за рахунок її заміни на деяку послідовність.

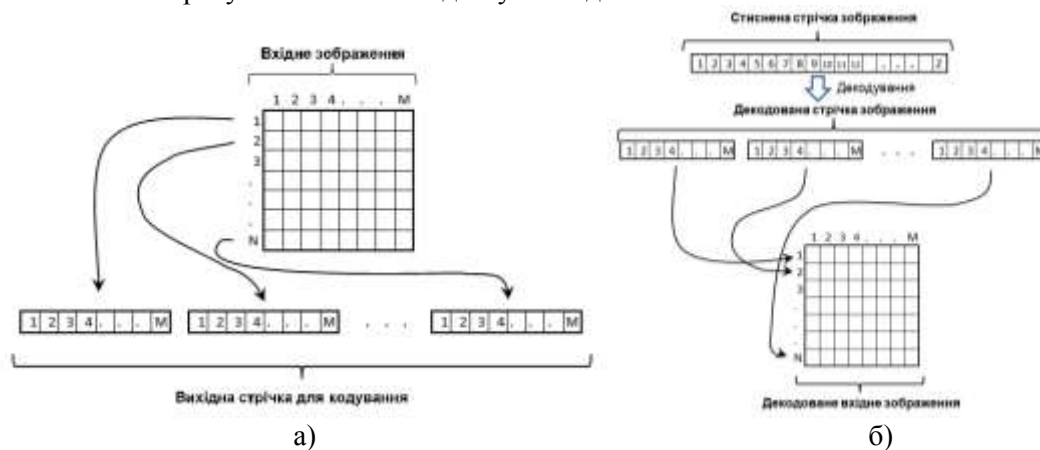


Рисунок 1 – Кодування і декодування за алгоритмом RLE

В алгоритмі RLE такою послідовністю є два байти інформації, перший з яких містить один біт для позначення признаку повторюваності наступних значень у стрічці кодування та решта 7 біт для позначення кількості повторювань (максимум 128 повторень). Наступним байтом представляється значення кольору пікселя зображення, що повторюється у стрічці кодування. Окрім цього, для відтворення двовимірної структури зображення під час декодування (рисунок 1б) необхідно зберігати додаткові байти, що визначають розмірність зображення $M \times N$.

Таким чином у груповому кодуванні за алгоритмом RLE, на кожен повторюючу і неповторюючу послідовність відводиться по одному додатковому байту плюс байти на розмірність. Додатково слід зазначити, що оскільки для позначення повторюючих чи неповторюючих послідовностей відводиться 7 біт, то такі додаткові байти будуть обов'язково присутні щонайрідше на кожні 128 елементів послідовності. Тобто, навіть за умови, коли у зображенні немає повторюваностей, то будуть додаватись додаткові байти, що призводить до надлишковості. Аналогічно і для повторюваних послідовностей, у випадку, коли розмірність таких послідовностей перевищуватиме 128 елементів, будуть вводиться додаткові байти для позначення таких послідовностей. Такий підхід свідчить про той факт, що коли на зображенні немає повторюваностей, то можлива ситуація, коли розмір стисненого зображення може перевищувати розмір вхідного зображення (так звана від'ємна компресія). Подібна ситуація також можлива, коли на зображенні є часті зміни між повторюваними і неповторюваними послідовностями.

III. Запропонований алгоритм

З метою покращення роботи алгоритмів групового кодування запропоновано новий, що дозволяє покращити компресійні характеристики методу RLE.

Основна ідея запропонованого алгоритму полягає у збільшенні розміру груп пікселів зображення, що повторюються і зменшенні при цьому надмірності, що присутня на зображенні за рахунок однакових кольорів. На відміну від існуючого алгоритму RLE пропонується не формувати єдину стрічку для стиснення даних (рисунок 1а) з метою пошуку групових послідовностей, а здійснювати аналіз послідовності у 2D-просторі. Тобто пропонується аналізувати послідовності пікселів зображення за двома напрямками на площині зображення як сукупності рядків і стовбців (рисунок 2а) з метою виявлення максимальної площі послідовностей, що містять надлишковість (повторюються).

У багатьох відеозображеннях існують ділянки однорідних кольорів (рисунок 2а), що викликані відображенням фізичних об'єктів реального світу, які містять одноколірні елементи. Тому на відміну від RLE, який аналізуватиме кожен рядок послідовності і вноситиме додаткові байти у компресовану вихідну послідовність, для позначення повторюваних послідовностей, запропоновано використати позначення максимальних прямокутних (квадратних) ділянок зображень із послідовностями пікселів зображення, що містять однакові кольори лише один раз. За рахунок використання такої особливості можна отримати вищий коефіцієнт компресії ніж відомий метод.

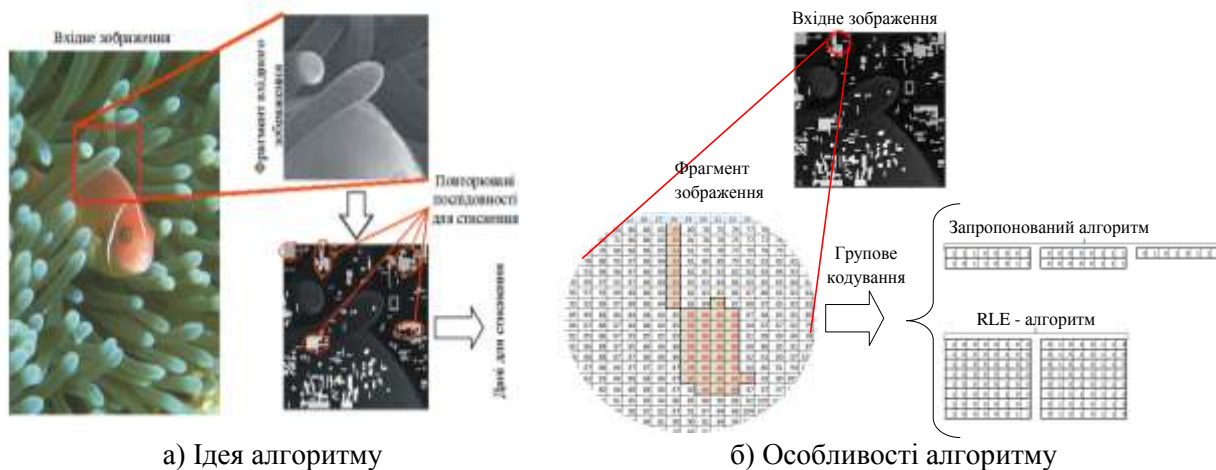


Рисунок 2 – Основний принцип запропонованого алгоритму стиснення відеозображення

IV. Експериментальні дослідження та висновки

Особливості запропонованого алгоритму стиснення відеозображень у порівнянні із відомим, представлено на рисунку 2б, де представлено ділянки зображення, в яких існує можливість компресії надлишкових даних розміщених у стовпці (28-колонка на фрагменті відеозображення із кольором пікселя рівним 83). Для відомого алгоритму RLE така колонка однакових значень кольорів пікселів не є предметом для розгляду, оскільки у випадку формування стрічки для групового кодування (див. рисунок 1а) таке поєднання пікселів буде розформоване. В результаті (за методом RLE), після того як буде сформована стрічка для групового кодування, значення кожного із пікселів 28 колонки зображення розміщуватимуться незалежно і не підлягатимуть компресії.

На противагу відомому алгоритму, у запропонованому, кожен стовбець (рівнозначно як і колонка) є предметом аналізу на належність пікселів до групи надлишкової інформації з метою

компресії. Тому, така колонка буде закодована двома байтами. Тобто 8 байт пікселів зображення, що знаходяться у колонці будуть замінені 2 байтами (отримаємо вигоду в 4 рази), коли в існуючому алгоритмі ніякого стиснення не відбудеться. У випадку наявності двох альтернатив компресії у колонці чи рядку, починаючи від деякої позиції пікселя на зображенні, запропонованим алгоритмом буде вибрано той напрям, площа вибраної ділянки якої буде найбільшою.

Більш наглядно особливість роботи запропонованого алгоритму представлено на рисунку 2б для фрагменту зображення між 29 та 33 колонками (виділено товстою лінією). Наведений на рисунку діапазон містить групову послідовність пікселів однакового кольору (значення 86). При застосуванні відомого алгоритму RLE, кожна із дев'яти стрічок (окрім першої) області зображення кодується додатковим байтом, який вказує на кількість повторів у стрічці. Тобто із 37 байт (пікселів) групової послідовності (див. рисунок 2б) для кодування за алгоритмом RLE буде використано лише 36 (байт, що у першому рядку залишається без кодування, так як розмірність стрічки з груповою послідовністю повинна бути більшою двох послідовних байт) і в результаті буде отримано 16 скомпресованих байтів. В цьому випадку коефіцієнт стиснення $K_{стис. RLE} = 16/37 = 0,4324$.

При застосуванні запропонованого алгоритму групового кодування, спочатку буде знайдена максимальна площа прямокутника вписаного в область зображення з однорідним кольором. Після чого, така область розділиться на дві частини. В результаті без компресії залишаться два байти (піксель що у першому рядку групової послідовності, та крайній правий). В результаті, решта 35 пікселів стиснуться в два етапи до 5 байт. В цьому випадку коефіцієнт стиснення $K_{стис. new} = 5/35 = 0,1429$, що майже в 3 рази ефективніше по відношенні до величини стиснення відносно відомого алгоритму.

Для порівняння алгоритмів стиснення використаємо різні класи відеозображень із типової бібліотеки CIPR Still Images [3,5], що використовується як типовий тестовий набір при аналізі алгоритмів стиснення, що дозволить оцінити можливості алгоритмів (див. таблицю 1).

Таблиця 1

Показники стиснення зображень

Зображ.	Алгоритм RLE			Запропонований алгоритм		
	Коефіцієнт стиснення	Фактор стиснення	Якість стиснення, %	Коефіцієнт стиснення	Фактор стиснення	Якість стиснення, %
BALOON1	0,91	1,10	9,89	0,68	1,47	47,06
BALOON2	1,25	0,80	-20,00	1,13	0,88	-11,50
BOARD	0,78	1,28	28,21	0,61	1,64	63,93
BOATS	3,25	0,31	-69,23	1,38	0,72	-27,54
GOLD	2,89	0,35	-65,40	1,12	0,89	-10,71
HOTEL	0,83	1,20	20,48	0,71	1,41	40,85
LENA	3,86	0,26	-74,09	1,28	0,78	-21,88
ZELDA	2,78	0,36	-64,03	1,15	0,87	-13,04

Аналіз показників компресії, що представлені у таблиці 1 показує, що не усі зображення стискаються з однаковим коефіцієнтом стиснення і більше того, деякі зображення після стиснення отримали більший розмір ніж до компресії. Дані порівняння свідчать про клас зображень, для яких розрахований алгоритм: ті, що мають значну кількість повторів (тексти, однорідності і т.п.), що представлені у зображеннях BALOON1, BOARD, HOTEL. В цілому, беручи до уваги показник якості стиснення зображень можна стверджувати, що запропонований в 1,33 рази показує кращу якість компресії ніж RLE, що представляє можливості до впровадження.

Список використаних джерел

1. Ватолин Д.С. Алгоритмы сжатия изображений. – М.: Диалог-МГУ. – 1999. – 76 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.: М.: Техносфера. – 2005. – 1072с.
3. Сэломон Д. Сжатие данных, изображения и звука. — М.: Техносфера, 2004. - 368с.
4. Климов А.С. Форматы графического файлов. С-Петербург. «ДиаСофт». – 1995. – 480 с.
5. Ватолин Д.С. Алгоритмы Сжатия изображений. – М.: Издательский отдел факультета Вычислительной Математики и Кибернетики МГУ им. М.В.Ломоносова (лицензия ЛР № 040777 от 23.07.96), 1999 г. - 76 с.