

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА
Факультет прикладної математики та інформатики

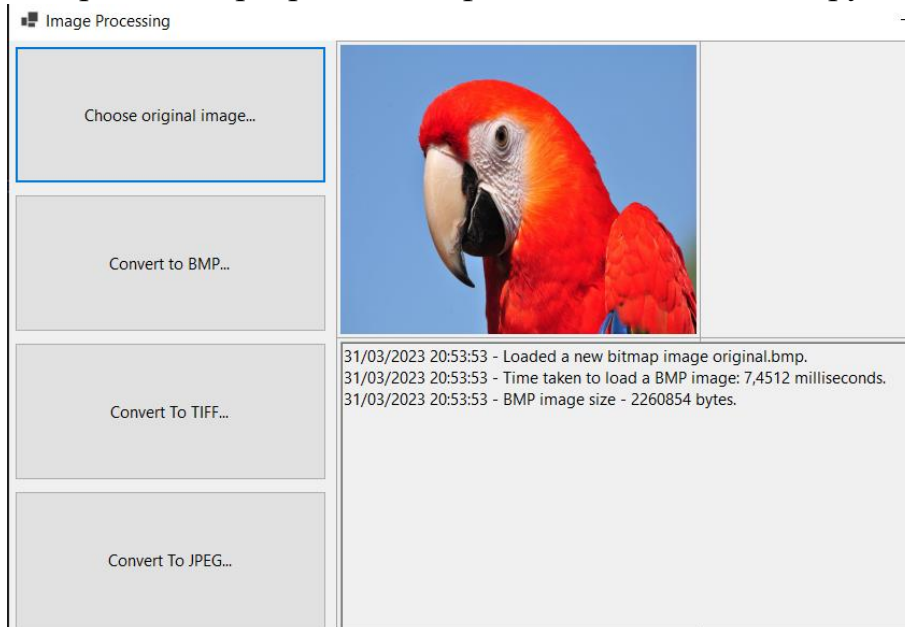
Кафедра дискретного аналізу

Обробка зображень та мультимедіа
Індивідуальне завдання 1

Виконав
Студент групи ПМІ-43
Заречанський Олексій
Викладач
Доц. Гутік Олег

2023

1. Відкриваю в програмі ВМР файл з глибиною кольору 24 біти.



Як видно для відкриття знадобилось 7.5 мілісекунд, саме зображення з розширенням 1200x628 займає приблизно 2.25 мегабайт.

2. Спробуємо стиснути його за допомогою методу RLE та зберегти так само в форматі RLE.

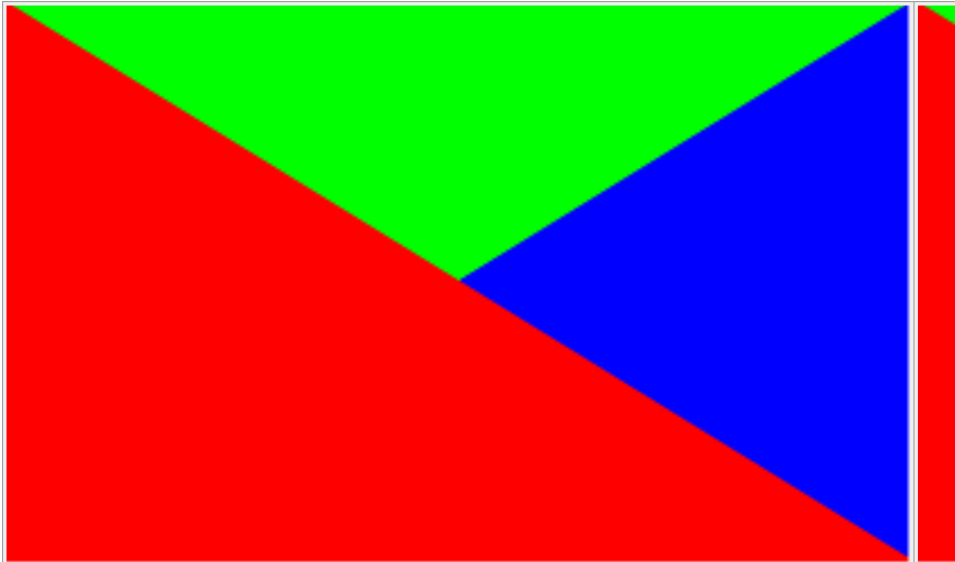


```
31/03/2023 20:56:55 - Total difference in color Green between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in color Green between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per pixel: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Total difference in color Red between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in color Red between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per pixel: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Total difference in color Blue between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in color Blue between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per pixel: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Total difference in all colors between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in all colors between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per pixel: 0.
```

RLE - алгоритм без втрат, тому ми можемо отримати початкове зображення без втрат якості.

```
31/03/2023 20:56:54 - Time taken to encode BMP with RLE: 38,4888 milliseconds.
31/03/2023 20:56:54 - Time taken to write BMP with RLE: 1,3462 milliseconds.
31/03/2023 20:56:54 - Time taken to read BMP with RLE: 94,6016 milliseconds.
31/03/2023 20:56:54 - BMP with RLE image size - 1689258 bytes.
31/03/2023 20:56:54 - Size change = -25,28230482817555%.
31/03/2023 20:56:54 - Time to read change = 1096,4890091822022%.
```

З цим алгоритмом вдалось зменшити розмір зображення до 1.69 мегабайт, що є зменшенням початкового файлу на 25%. Але час для читання збільшився більше ніж в 10 разів, тому що необхідний час на перетворення з зменшеного формату в стандартний формат запису BMP. Найкраще алгоритм працює якщо є великі послідовності однакових пікселів підряд, тоді можна зменшити розмір файлу в декілька разів. Для прикладу візьмемо інше зображення.



```
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in color Green between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per
31/03/2023 20:56:55 - Total difference in color Red between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in color Red between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per
31/03/2023 20:56:55 - Total difference in color Blue between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in color Blue between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per
31/03/2023 20:56:55 - Total difference in all colors between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression: 0.
31/03/2023 20:56:55 - Average difference in all colors between original and compressed BMP with 24-bit RLE compression per
31/03/2023 21:02:54 - Loaded a new bitmap image bmp_24.bmp.
31/03/2023 21:02:54 - Time taken to load a BMP image: 2,7097 milliseconds.
31/03/2023 21:02:54 - BMP image size - 120054 bytes.
31/03/2023 21:02:58 - Time taken to encode BMP with RLE: 1,4556 milliseconds.
31/03/2023 21:02:58 - Time taken to write BMP with RLE: 0,7763 milliseconds.
31/03/2023 21:02:58 - Time taken to read BMP with RLE: 2,5875 milliseconds.
```

Розмір цієї картинки 12 кілобайт і тут багато пікселів які повторюються.

```
31/03/2023 21:02:58 - Time taken to encode BMP with RLE: 1,4556 milliseconds.
31/03/2023 21:02:58 - Time taken to write BMP with RLE: 0,7763 milliseconds.
31/03/2023 21:02:58 - Time taken to read BMP with RLE: 2,5875 milliseconds.
31/03/2023 21:02:58 - BMP with RLE image size - 2442 bytes.
31/03/2023 21:02:58 - Size change = -97,96591533809786%.
31/03/2023 21:02:58 - Time to read change = -4,509724323725884%.
```

Завдяки цьому файл зменшився на 97% порівняно з початковим розміром і через зменшений розмір навіть трохи швидше читається і перетворюється на оригінал.

3. Те саме перевіряємо для стиснення LZW та збереження в форматі TIFF.

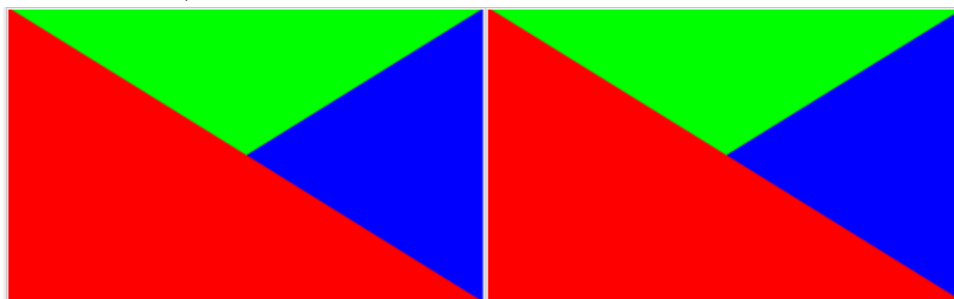


31/03/2023 21:07:41 - Total difference in color Green between original and compressed TIFF with LZW compression: 0.
31/03/2023 21:07:41 - Total difference in color Blue between original and compressed TIFF with LZW compression: 0.
31/03/2023 21:07:41 - Average difference in color Green between original and compressed TIFF with LZW compression per pixel: 0.
31/03/2023 21:07:41 - Average difference in color Blue between original and compressed TIFF with LZW compression per pixel: 0.
31/03/2023 21:07:41 - Total difference in color Red between original and compressed TIFF with LZW compression: 0.
31/03/2023 21:07:41 - Average difference in color Red between original and compressed TIFF with LZW compression per pixel: 0.
31/03/2023 21:07:41 - Total difference in all colors between original and compressed TIFF with LZW compression: 0.
31/03/2023 21:07:41 - Average difference in all colors between original and compressed TIFF with LZW compression per pixel: 0.

Як видно алгоритм LZW також дозволяє зберігати зображення без втрат якості.

31/03/2023 21:07:40 - Time taken to encode TIFF with LZW: 55,9261 milliseconds.
31/03/2023 21:07:40 - Time taken to write TIFF with LZW: 2,7317 milliseconds.
31/03/2023 21:07:40 - Time taken to read TIFF with LZW: 37,3577 milliseconds.
31/03/2023 21:07:40 - TIFF with LZW image size - 1535096 bytes.
31/03/2023 21:07:40 - Size change = -32,101055618805994%.
31/03/2023 21:07:40 - Time to read change = 776,2214143309488%.

Так само як і з алгоритмом RLE вийшло зменшити розмір, тут на 32%. Але через необхідність розтискання файлу час на читання знову таки збільшився, але не настільки сильно.



31/03/2023 21:16:55 - Time taken to encode TIFF with LZW: 2,4228 milliseconds.
31/03/2023 21:16:55 - Time taken to write TIFF with LZW: 0,875 milliseconds.
31/03/2023 21:16:55 - Time taken to read TIFF with LZW: 0,928 milliseconds.
31/03/2023 21:16:55 - TIFF with LZW image size - 1754 bytes.
31/03/2023 21:16:55 - Size change = -98,53899078747897%.
31/03/2023 21:16:55 - Time to read change = -83,09253557308652%.

Так само як і RLE алгоритм найкраще працює із зображеннями в яких довгі послідовності однакових кольорів, це зображення вийшло стиснути на 98.5% від початкового, завдяки чому час на прочитання теж значно покращився.

4. Спробуємо це саме з JPEG для початку з параметром якості 100.

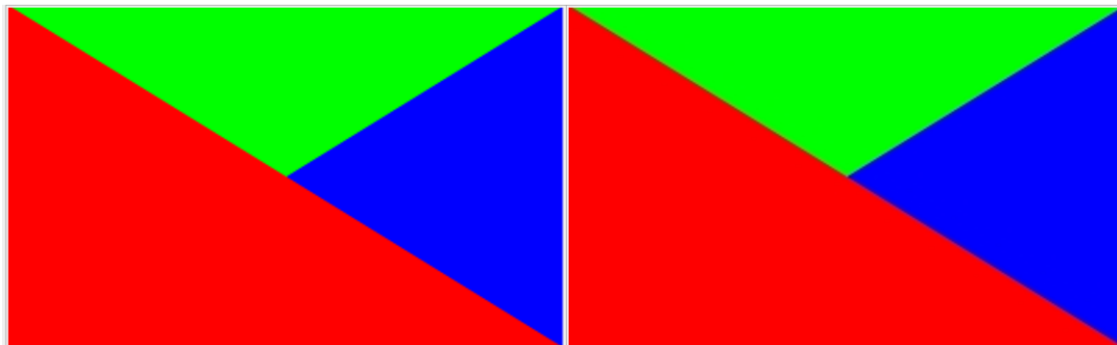


```
31/03/2023 21:37:23 - Total difference in color Blue between original and compressed JPEG with 100 quality: 475029.  
31/03/2023 21:37:23 - Total difference in color Green between original and compressed JPEG with 100 quality: 337155.  
31/03/2023 21:37:23 - Total difference in color Red between original and compressed JPEG with 100 quality: 614539.  
31/03/2023 21:37:23 - Average difference in color Blue between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 0,63.  
31/03/2023 21:37:23 - Average difference in color Green between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 0,45.  
31/03/2023 21:37:23 - Average difference in color Red between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 0,82.  
31/03/2023 21:37:23 - Total difference in all colors between original and compressed JPEG with 100 quality: 1426723.  
31/03/2023 21:37:23 - Average difference in all colors between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 1,89.
```

Як видно при збереженні з стандартним енкодером та параметром якості 100 відбулись втрата якості зображення, проте дуже незначна, менше 2 бітів на піксель.

```
31/03/2023 21:37:22 - Time taken to encode JPEG with 100 quality: 11,8 milliseconds.  
31/03/2023 21:37:22 - Time taken to write JPEG with 100 quality: 1,2469 milliseconds.  
31/03/2023 21:37:22 - Time taken to read JPEG with 100 quality: 5,4393 milliseconds.  
31/03/2023 21:37:22 - JPEG with 100 quality image size - 288948 bytes.  
31/03/2023 21:37:22 - Size change = -87,21951970361643%.  
31/03/2023 21:37:22 - Time to read change = -30,23765855660583%.
```

Розмір зображення при цьому зменшився на 87% а час на прочитання на 30%.



```
31/03/2023 21:41:47 - Total difference in color Green between original and compressed JPEG with 100 quality: 37022.  
31/03/2023 21:41:47 - Total difference in color Red between original and compressed JPEG with 100 quality: 84952.  
31/03/2023 21:41:47 - Total difference in color Blue between original and compressed JPEG with 100 quality: 97171.  
31/03/2023 21:41:47 - Average difference in color Green between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 0,93.  
31/03/2023 21:41:47 - Average difference in color Red between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 2,12.  
31/03/2023 21:41:47 - Average difference in color Blue between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 2,43.  
31/03/2023 21:41:47 - Total difference in all colors between original and compressed JPEG with 100 quality: 219145.  
31/03/2023 21:41:47 - Average difference in all colors between original and compressed JPEG with 100 quality per pixel: 5,48.
```



```
31/03/2023 21:48:29 - Time taken to encode JPEG with 10 quality: 0,9006 milliseconds.  
31/03/2023 21:48:29 - Time taken to write JPEG with 10 quality: 0,598 milliseconds.  
31/03/2023 21:48:29 - Time taken to read JPEG with 10 quality: 0,5586 milliseconds.  
31/03/2023 21:48:29 - JPEG with 10 quality image size - 9349 bytes.  
31/03/2023 21:48:29 - Size change = -92,21267096473254%.  
31/03/2023 21:48:29 - Time to read change = -33,41280247943735%.
```

Для картинок де багато однакових пікселів він не показує переваг порівняно з іншими алгоритмами, навпаки він є не такий хороший через втрати якості.

Змінимо параметр якості зі 100 до 10.



```
31/03/2023 21:45:45 - Total difference in color Blue between original and compressed JPEG with 10 quality: 4746279.  
31/03/2023 21:45:45 - Total difference in color Green between original and compressed JPEG with 10 quality: 4398593.  
31/03/2023 21:45:45 - Total difference in color Red between original and compressed JPEG with 10 quality: 4644321.  
31/03/2023 21:45:45 - Average difference in color Blue between original and compressed JPEG with 10 quality per pixel: 6,3.  
31/03/2023 21:45:45 - Average difference in color Green between original and compressed JPEG with 10 quality per pixel: 5,84.  
31/03/2023 21:45:45 - Average difference in color Red between original and compressed JPEG with 10 quality per pixel: 6,16.  
31/03/2023 21:45:45 - Total difference in all colors between original and compressed JPEG with 10 quality: 13789193.  
31/03/2023 21:45:45 - Average difference in all colors between original and compressed JPEG with 10 quality per pixel: 18,3.
```

Тут вже очевидна значна різниця в якості зображень, зміщення по кольорам більше 18 бітів на піксель.

```
31/03/2023 21:49:18 - Time taken to encode JPEG with 10 quality: 6,6562 milliseconds.  
31/03/2023 21:49:18 - Time taken to write JPEG with 10 quality: 1,2108 milliseconds.  
31/03/2023 21:49:18 - Time taken to read JPEG with 10 quality: 2,7903 milliseconds.  
31/03/2023 21:49:18 - JPEG with 10 quality image size - 18170 bytes.  
31/03/2023 21:49:18 - Size change = -99,19632139005881%.  
31/03/2023 21:49:18 - Time to read change = -65,97983394091614%.
```

Проте також очевидне і дуже значене зменшення розміру зображення, більше ніж на 99 відсотків та відповідне зменшення часу читання зображення.

5. Висновок:

- a. Якщо критично не втратити взагалі якості зображення то можна використовувати метод стиснення LZW або RLE (судячи з проведених тестів метод LZW виявився трошки ефективнішим).
- b. Якщо ми знаємо що наше початкове зображення містить багато однакових пікселів підряд тоді також доцільно використовувати методи LZW та RLE, оскільки вони працюють ефективно та не мають втрат.
- c. Зручність JPEG полягає в тому що ми можемо регулювати наскільки якісний результат нам потрібен. З параметром якості 100 можемо отримати значне зменшення розміру зображення з мінімальними втратами. З меншими параметрами можна зменшити цей розмір в рази, проте тоді зміни в якості буде видно неозброєним оком. Ще однією перевагою є ефективність роботи для всіх зображень, а не тільки для тих в яких є послідовності однакових пікселів.