**ОТЧЁТНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №4**по курсу «Цифровая обработка изображений»

Перед выполнением задания изучите MATLAB-реализацию адаптивного арифметического кодера (см. файлы arencode.m и ardecode.m, а также используемые ими файлы-скрипты), сравнив её с использовавшейся ранее реализацией на языке С (см. ar0.cpp). Сравните характеристики двух реализаций по времени выполнения и эффективности сжатия тестовых данных. Какие наблюдаются различия и чем они обусловлены?

Изучите реализацию «JPEG-подобного» алгоритма сжатия полутоновых изображений фотографического характера, реализованную в скрипте jp.m и основанную на использовании дискретного косинусного преобразования (ДКП) размерности 8х8.

1. Для «базового» кодера, который реализуется скриптом jp.m, постройте график зависимости PSNR(bpp) для изображения, соответствующего вашему варианту. Для этого потребуется варьировать параметр quality, который выбирается из диапазона целых чисел [1..100].
2. В реализации jp.m используется арифметический кодер с одной адаптивной статистической моделью, последовательно применяющейся к проквантованным коэффициентам ДКП, начиная с НЧ-компонент и заканчивая ВЧ-компонентами (порядок обработки определяется «змейкой», последовательность перебора индексов ДКП задаётся 64-элементными массивами ii и jj). Изменив порядок просмотра «змейки» на обратный (от ВЧ к НЧ), проанализируйте изменение характеристик PSNR(bpp). Дайте объяснение полученного результата.
3. Включите «доинициализацию» модели арифметического кодера, активировав исходно закомментированную инструкцию (в 2 местах в файле jp.m):   
    cum\_freq(130:NO\_OF\_SYMBOLS+1) = cum\_freq(130:NO\_OF\_SYMBOLS+1) +6000;  
   Дайте объяснение наблюдаемым изменениям характеристик сжатия.
4. Сохраняя изменения алгоритма, примененные в пп. 2 и 3, замените квантование коэффициентов ДКП с округлением с шагом q на квантование с мёртвой зоной шириной 2q (для этого измените функции quantize.m и dequantize.m). Постройте график PSNR(bpp) для алгоритма сжатия, полученного в результате модификаций в пунктах задания 2−4, и сравните с графиком, который был построен в пункте 1. Сделайте выводы.
5. Для алгоритма сжатия, полученного в результате применения модификаций в пп. 2−4, замените матрицу квантования Q (матрица Пеннебакера) на матрицу квантования Q1 из одинаковых элементов. Постройте соответствующий график PSNR(bpp) для алгоритма сжатия. Сравните визуальное качество изображений и величину PSNR, наблюдаемых при одном и том же значении bpp с разными матрицами квантования (Q и Q1). Сделайте выводы.
6. BONUS (выполнять необязательно). Для итогового алгоритма сжатия, полученного в результате выполнения пп. 2−4, проведите исследования характеристик сжатия, которые получаются при использовании альтернативных дискретных ортогональных преобразований размерности 8х8: Уолша, Хаара, дискретного псевдокосинусного (см. [1], конспекты и презентации аудиторных занятий). Для этого постройте соответствующие каждому преобразованию графики PSNR(bpp) и SIMM(bpp), которые дал рассматриваемый алгоритм сжатия изображений. Сделайте выводы. Согласуются ли наблюдаемые результаты с теоретическими оценками, вытекающими из анализа средней избыточной энтропии [1] для модели марковского процесса первого порядка?
7. Ознакомившись со скриптом простейшего вейвлет-кодека jp2.m (и вызываемых им процедур encode\_subband, decode\_subband) по результатам экспериментов постройте зависимости PSNR(bpp) для изображения вашего варианта, выбирая количество уровней вейвлет-разложения Levels = 1, 2, 3, 4, 5. Баланс между величиной сжатия и внесённой при кодировании ошибкой устанавливается изменением параметра[[1]](#footnote-1) qstep. Сравните характеристики реализованного алгоритма вейвлет-сжатия и алгоритма на основе ДКП, который исследовался в п.5 задания (использовать скалярное квантование с мёртвой зоной). Сделайте выводы.
8. Исследуйте характеристики сжатия стандартных методов JPEG и JPEG 2000 с тестовым изображением вашего варианта, используя любое программное средство, которое поддерживает сохранение фотографических изображений в данных форматах (например, MATLAB: см. встроенную справку по процедуре imwrite). Для этого постройте на одном рисунке два графика PSNR(bpp), а на другом – два графика SSIM(bpp), соответствующих данным стандартным методам[[2]](#footnote-2). Сравните с характеристиками сжатия, достигнутыми при выполнении пп. 5-7, и сделайте выводы.

По результатам выполнения ДЗ №4 подготовьте в электронном виде отчёт и направьте его на проверку. Отчёт также должен содержать примеры восстановленных изображений, полученные при выполнении пп. 5−8 данного домашнего задания.

**Литература**

1. Умняшкин С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов. – М.: Техносфера, 2019. – 550 с.
2. Конспекты занятий.

1. Если программа выдаст сообщение о переполнении, необходимо увеличить параметр qstep. [↑](#footnote-ref-1)
2. Для более корректного сравнения при нахождении величины bpp размер полученного сжатого файла следует уменьшить на величину его заголовка, содержащего служебную информацию. Оценить размер заголовка можно как размер файла, который получается в результате максимально возможного (для используемого программного продукта) сжатия полутонового изображения, состоящего из одного пикселя. [↑](#footnote-ref-2)