

Задание 1. Подготовка и анализ контейнеров.

Тема: анализ контейнеров для встраивания информации.

Цель: исследовать различные наборы изображений в качестве стеганографических контейнеров.

Задание:

- Скачайте набор изображений-контейнеров (8-битные серые bmp файлы размером 512x512) из базы BOSS_1.01 по ссылке: <https://drive.google.com/drive/folders/1LcvhZe-lhYFMVLq9hexo8HJJJa3Y-uUMM?usp=sharing>.
- Выберите и скачайте наборы медицинских и других снимков с сайта <https://www.kaggle.com/datasets> для использования их в качестве контейнеров.
- Всего должно быть **три разных набора** по 100 файлов каждый.
- Разработайте программу для работы с 8-битными серыми (grayscale) изображениями на уровне битовых плоскостей. Программа должна поддерживать два режима:

1)Извлечение битовых плоскостей.

По заданному номеру бита $k \in \{1, 2, \dots, 8\}$, где $k=1$ — младший бит (бит 0), $k=8$ — старший бит (бит 7), программа формирует чёрно-белое изображение, в котором:

- пиксель равен 0, если k -й бит соответствующего пикселя исходного изображения равен 0,
- пиксель равен 255, если k -й бит равен 1.

Таким образом, для каждого значения k получается бинарное (чёрно-белое) изображение, отражающее распределение k -го бита по всему исходному изображению.

2) Внедрение данных в заданную битовую плоскость.

Пользователь указывает:

- номер бита $k \in \{1, 2, \dots, 8\}$.
- сообщение из текстового файла, размером не менее 30Кб.

Программа замещает k -е биты пикселей исходного изображения битами сообщения (по одному биту на пиксель,

слева направо, сверху вниз) от начала до конца контейнера, показывает сколько бит удалось записать. Выходное изображение сохраняется как 8-битное серое.

3) Извлечение сообщения из заданной битовой плоскости. Текстовое сообщение должно быть восстановлено без ошибок.

Исследовательская часть

Для **каждого** из трёх наборов изображений (BOSSbase, медицинский, иной) выполните следующее:

- a) Визуализируйте все 8 битовых плоскостей для пяти представительных изображений из набора.
- b) Оцените визуальную структурированность младших ($k = 1-3$) и средних ($k = 4-6$) плоскостей: насколько они «шумоподобны» или содержат регулярные структуры.
- c) Внедрите одно и то же сообщение поочередно в $k=1, 2, 3$ плоскости одного и того же изображения из каждого набора (всего 9 результирующих файлов). Оцените, как визуально изменяется изображение после внедрения. Приведите результат метрик качества изображения после встраивания: PSNR, MSE, SSIM.
- d) Постройте гистограммы распределения яркости для исходных и стеганографических изображений.
- e) Проведите систематическое сравнение исходных изображений-контейнеров и соответствующих стеганографических изображений, оформив результаты в виде таблиц сравнения с единообразным масштабированием.

Сформулируйте выводы, обоснованные вашими результатами:

- Какой тип изображений (естественные, медицинские, текстурные и т.д.) лучше подходит для скрытого встраивания в младшие биты?
- Как номер битовой плоскости влияет на визуальную незаметность и устойчивость внедрения?
- Можно ли по внешнему виду битовых плоскостей до внедрения предсказать пригодность контейнера?

Отчет по работе должен содержать ссылку на разработанное приложение, описание работы приложения, скриншоты результатов, примеры полученных файлов. В отчет необходимо также внести подробные результаты выполнения исследовательской части.

Защита работы: демонстрация работы приложения, результаты, выводы, ответы на контрольные вопросы.

Дополнительное задание: Проведите анализ для всех изображений сформированных ранее наборов. Рассчитайте доверительные интервалы (уровень значимости $\alpha = 0.05$) для следующих метрик:

- Среднее значение PSNR для каждого типа контейнеров при внедрении в $k = 1, 2, 3$ битовые плоскости
- Дисперсия значений пикселей в младших битовых плоскостях ($k = 1, 2, 3$)

Представьте результаты в виде таблиц и графиков с визуализацией доверительных интервалов для сравнительного анализа трех типов контейнеров. Сделайте вывод, объясните, какую практическую информацию для сравнения типов контейнеров дает знание не только среднего значения PSNR, но и его доверительного интервала?

Контрольные вопросы

- 1) Объясните принцип работы метода наименее значащих битов (LSB) в стеганографии. В чем его преимущества и недостатки?
- 2) Почему младшие битовые плоскости естественных изображений часто имеют более шумоподобную структуру по сравнению со старшими плоскостями?
- 3) Обоснуйте, почему битовые плоскости медицинских изображений могут иметь иную структуру по сравнению с естественными изображениями. Приведите конкретные примеры.
- 4) Как изменяется гистограмма яркости 8-битного изображения после внедрения информации в k -ю битовую плоскость методом LSB?
- 5) Как метрика PSNR зависит от номера битовой плоскости (k), в которую происходит внедрение, и от типа контейнера?