

Лабораторная работа 1: Простейшие методы встраивания информации в изображения

Задания

В рамках выполнения лабораторной работы необходимо выполнить задания из списка основных по вариантам, отмеченным в таблице ниже, а также ответить на один контрольный вопрос. Вопросы выбирает преподаватель из списка основных вопросов. По желанию студент может ответить вместо основного на дополнительный вопрос, выбрав его самостоятельно. Также студент по желанию может выполнить дополнительное задание после основных. И то и другое будет отмечено преподавателем.

Основные задания

1. Реализовать встраивание ЦВЗ в указанную в варианте задания битовую плоскость определённого цветового канала пустого контейнера. Визуализировать результат встраивания: как итоговое изображение, так и отдельно изменённый цветовой канал.
2. Реализовать извлечение информации, встроенной в пункте 1.
3. Реализовать встраивание информации при помощи СВИ-4 (Simple-QIM) в указанный цветовой канал пустого контейнера. Параметры системы определяются вариантом задания. Визуализировать результат встраивания: как итоговое изображение, так и отдельно изменённый цветовой канал.
4. Реализовать извлечение информации, встроенной в пункте 3.

Дополнительные задания

1. Выполнить встраивание информации согласно СВИ-4 (п. 3) для носителя информации, встроенной в п. 1. Осуществить извлечение информации (пп. 2 и 4), проверить корректность извлечения. Обосновать полученный результат.
2. На основе выполненных заданий 1-2 из основного списка реализовать стеганографическое встраивание в НЗБ полутонового контейнера текстовой информации с последующим её извлечением (СВИ-2). Способ преобразования текста в бинарный вектор не принципиален и оставляется на усмотрение студента.

Варианты заданий

Значение δ в СВИ-4 равно

$$\delta = 4 + 4 \cdot (var \bmod 3),$$

где *var* – номер варианта задания (1-24), *mod* означает операцию взятия числа по модулю. Способ встраивания в СВИ-1: (3.3) для нечётных вариантов, (3.4) для чётных вариантов.

В представленной ниже таблице отражены остальные параметры заданий для разных вариантов. Ниже под таблицей уточняются обозначения, использованные в данной таблице.

№ (var)	Номера НЗБП в СВИ-1 (<i>p</i>) с указанием цветовых каналов	Цветовой канал, используемый в СВИ-4	Способ встраи- вания в СВИ-4
1	Gray-1	Gray	(3.11)
2	Gray-1	Gray	(3.13)
3	Gray-2	Gray	(3.11)
4	Gray-2	Gray	(3.13)
5	Green-3	Red	(3.12)
6	Green-2, Blue-1	Cyan	(3.13)
7	Blue-2, Green-1	Red	(3.12)
8	Blue-2, Red-2	Magenta	(3.13)
9	Blue-3	Yellow	(3.12)
10	Red-3	Blue	(3.13)
11	Green-4	Y	(3.12)
12	Red-1, Green-1	Cr	(3.13)
13	Blue-4	Green	(3.12)
14	Green-2, Blue-1	Cb	(3.13)
15	Green-2 XOR Red-1	Blue	(3.12)
16	Blue-2 XOR Red-1	Cyan	(3.13)
17	Blue-3 XOR Red-2	Red	(3.12)
18	Green-1 XOR Blue-2	Magenta	(3.13)
19	Blue-4 XOR Red-2	Yellow	(3.12)
20	Green-1 XOR Red-1	Blue	(3.13)
21	Blue-3 XOR Green-1	Y	(3.12)
22	Green-2 XOR Red-3	Cr	(3.13)
23	Red-2 XOR Blue-2	Green	(3.12)
24	Blue-4 XOR Green-1	Cb	(3.13)

Если в колонке «Номера НЗБП...» присутствует запятая, это означает, что нужно встроить информацию в несколько битовых плоскостей (то есть это должны быть разные бинарные изображения).

Если в колонке «Номера НЗБП...» присутствует XOR, это означает, что результирующей «виртуальной» битовой плоскостью является результат поэлементного XOR двух реальных битовых плоскостей. Очевидно, что изменяться при этом будет одна из плоскостей, над которыми производится операция XOR. Какая именно – определяется из соображений минимизации различимости встроенной информации.

Контрольные вопросы

Основные вопросы

1. Какая битовая плоскость изображения является более значимой: четвёртая или шестая? Почему?
2. Напишите и поясните формулу (3.2). С какими коэффициентами в неё входит пятая и седьмая битовые плоскости?
3. Пусть дано фотореалистичное полутоновое изображение, аналогичное представленному на рис. 3.1а. Существенно ли изменится визуально это изображение, если его вторую битовую плоскость заменить седьмой? Если его седьмую битовую плоскость заменить второй?
4. Сравните два метода модификации наименее значимых битов контейнера: побитовое сложение (3.4) и непосредственная замена (3.3) (с точки зрения сложностей при извлечении информации легальным получателем изображения и с точки зрения защищённости от прочтения информации при перехвате нарушителем).
5. Выведите формулу извлечения информации, встроенной при помощи системы QIM, с использованием исходного контейнера.
6. Напишите формулу взаимосвязи параметра δ в системе QIM (при расчёте $\vartheta(n_1, n_2)$ по формуле (3.13)) и номера модифицируемой битовой плоскости при НЗБ-встраивании. При каких условиях СВИ-4 эквивалентна СВИ-1?
7. Каково максимальное значение абсолютной величины ошибки, возникающей в результате встраивания информации в системе QIM с использованием каждого из трёх рассмотренных методов расчёта $\vartheta(n_1, n_2)$?

8. Что приведёт к более существенным искажениям по абсолютной величине ошибки: встраивание при помощи QIM при $\delta = 8$ с расчётом $\vartheta(n_1, n_2)$ по формуле (3.13) или встраивание методом побитового сложения в четвёртую битовую плоскость?
9. Что приведёт к более существенным искажениям по абсолютной величине ошибки: встраивание при помощи QIM при $\delta = 8$ с расчётом $\vartheta(n_1, n_2)$ по формуле (3.12) или встраивание методом побитового сложения в пятую битовую плоскость?
10. В каких пределах может изменяться параметр δ в СВИ-4, чтобы встраивание по формулам (3.10)-(3.11) оставалось корректным (формулы не приводили бы к недопустимым с точки зрения типа данных значениям)?
11. Расскажите о цветовом пространстве RGB. Сравните разные цветовые каналы с точки зрения различимости встроенной в них информации.
12. Расскажите о цветовом пространстве CMY. Сравните разные цветовые каналы с точки зрения различимости встроенной в них информации.
13. Расскажите о цветовом пространстве YCbCr. Сравните разные цветовые каналы с точки зрения различимости встроенной в них информации.
14. Сопоставьте различимость битовых плоскостей Blue-2 и Red-1 исходя из коэффициентов, используемых при расчёте компоненты Y в цветовом пространстве YCbCr.
15. Сопоставьте различимость битовых плоскостей Blue-3 и Green-1 исходя из коэффициентов, используемых при расчёте компоненты Y в цветовом пространстве YCbCr.
16. Сопоставьте различимость битовых плоскостей Red-2 и Green-1 исходя из коэффициентов, используемых при расчёте компоненты Y в цветовом пространстве YCbCr.

Дополнительные вопросы

1. Напишите и поясните формулу извлечения информации, встроенной методом деления с остатком, не использующую исходный контейнер.
2. Придумайте простой способ модификации метода встраивания информации в НЗБ контейнера, в котором при встраивании и

извлечении информации используется некий секретный ключ. Что собой представляет этот ключ?