

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова

Направление подготовки
«10.03.01 Информационная безопасность»
Образовательная программа «Информационная безопасность»

О Т Ч Е Т
о прохождении
учебной практики

Студент _____
(Фамилия И.О.) номер группы

Руководитель практики студента:

_____ _____ _____
должность и место работы Фамилия И.О. подпись

Руководитель практики от НИУ ВШЭ:

Зав. каф. информационной безопасности
киберфизических систем департамента
электронной инженерии МИЭМ НИУ ВШЭ

_____ Евсютин О.О. _____
должность и место работы Фамилия И.О. подпись

Практика пройдена с оценкой _____

Дата _____

Москва, 2023

1 Введение

Целью прохождения практики является закрепление, расширение и углубление полученных теоретических знаний и приобретение первоначальных практических навыков в решении конкретных проблем

Задачи практики:

- закрепление и углубление теоретических знаний по прослушанным за время обучения в университете дисциплинам;
- формирование и совершенствование базовых профессиональных навыков и умений в области информационной безопасности;
- знакомство и отработка навыков работы с реальными исследовательскими, промышленными и образовательными проектами;
- формирование информационной компетентности с целью успешной работы в профессиональной деятельности;
- получение навыков самостоятельной работы, а также работы в составе коллектива;
- обработка полученных материалов и оформление отчета о прохождении практики.

2 Краткая характеристика организации

Учебная практика проходила в Московском институте электроники и математики им. А.Н. Тихонова на образовательной программе ”Информационная безопасность”.

МИЭМ НИУ ВШЭ готовит специалистов, бакалавров и магистров в области электроники, информационных технологий, телекоммуникаций, вычислительной техники, прикладной математики, кибернетики и дизайна. Педагогический коллектив МИЭМ включает 1 академика РАН, 4 члена-корреспондента РАН, 34 лауреата государственных премий РФ. Тесные связи с ведущими отраслевыми институтами, институтами РАН, мировыми компаниями, такими как National Instruments, InfoWatch, Zyxel, QNAP, Altium Limited, а также оснащенные новейшим оборудованием лаборатории: 3D-визуализации; лазерных технологий; телекоммуникации; кибербезопасности — позволяют готовить востребованных специалистов на самом высоком уровне. В данном институте есть научно-технический центр прикладной электроники. В институте есть научно-технический центр прикладной электроники МИЭМ НИУ ВШЭ, который был создан в 2021 году, как инжиниринговая структура в составе НИУ ВШЭ, выполняющая комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию радиоэлектронной и электронной аппаратуры, а также информационных систем.

3 Исполненное индивидуальное задание

Предлагаемый метод основан на межблочной корреляции коэффициентов ДКП, где используется разница в одном и том же положении двух соседних блоков ДКП, и количество модификации коэффициентов определяется битом водяного знака. Данный метод основан на методах, предложенных Дас и др. и Парах и др.

Дас и др. предложили метод, основанный на межблочном коэффициенте ДКП корреляция, в которой два коэффициента ДКП блоков используются для внедрения водяного знака. Из-за межблочной корреляции коэффициенты в одной и той же позиции в соседнем блоке блока похожи, а коэффициенты изменяются путем вычисления разницы между соседними блоками. Их метод устойчив к сжатию JPEG, “обрезка” и др. Однако этот метод не использует пограничные блоки, т.е. только логотип цифрового водяного знака 64×63 может быть встроен в обложку размером 512×512 .

Пара и др. предложили метод встраивания цифровых водяных знаков, основанный на коэффициентах ДКП. Разность между блоками, которая учитывает все блоки и использует коэффициент корреляция для встраивания водяного знака. Этот метод аналогичен методу, предложенному Дас и др. Основное отличие состоит в том, что он использует все пограничные блоки; следовательно размер водяного знака может увеличиваться до 64×64 . Дас и др. выбрали блок и следующий блок сверху вниз. Пара и др. использовали четыре типа переходов для вычисления блока различия, т. е. слева направо (LR), справа налево (RD), справа налево (RL) и слева вниз (LD).

Алгоритм встраивания ЦВЗ:

1. От каждого пикселя исходного изображения вычитается 128.
2. Входное изображение размером $X \times Y$ делится на непересекающиеся 8×8 пикселей.
3. Выполняется дискретно косинусное преобразование (ДКП) для каждого 8×8 блока. $DCT_block_{8 \times 8_{i,j}}$ — полученная матрица 8×8 .
4. Вычисляется разницу между коэффициентами ДКП соседних блоков. Разница обозначается как «Diff». Обратите внимание, что существует четыре типа переходов, а именно **LR**, **RD**, **DU** и **RL**.

$$\mathbf{LR:} \text{ Diff} = DCT_block_{8 \times 8_{i,j}}(x, y) - DCT_block_{8 \times 8_{i,j+1}}(x, y);$$

$$\mathbf{UD:} \text{ Diff} = DCT_block_{8 \times 8_{i,j}}(x, y) - DCT_block_{8 \times 8_{i+1,j}}(x, y);$$

$$\mathbf{DU:} \text{ Diff} = DCT_block_{8 \times 8_{i,j}}(x, y) - DCT_block_{8 \times 8_{i-1,j}}(x, y);$$

$$\mathbf{RL:} \text{ Diff} = DCT_block_{8 \times 8_{i,j}}(x, y) - DCT_block_{8 \times 8_{i,j-1}}(x, y).$$

5. Вычисляется медианное значение первых девяти низкочастотных зигзагообразных коэффициентов AC блока $DCT_block_{8 \times 8_{i,j}}$ как median.

6. Вычисляется коэффициент M модификации блока $DCT_block8x8_{i,j}$, следующим образом:

$$M(DCT_block8x8) = Z \times \frac{DC(DCT_block8x8) - median(DCT_block8x8)}{DC(DCT_Block8x8)}$$

7. Следуя уравнениям (LR,UD,DU,RL) вычислите Diff. Коэффициент $DCT_block8x8_{i,j}(x, y)$ модифицируется пока Diff не сместится в predetermined region.

8. Выполним обратное ДКП для каждого блока 8×8 .

9. Прибавим к каждому значению пикселя 128.

Алгоритм извлечения ЦВЗ:

1. Указать размеры извлекаемого водяного знака.
2. От каждого пикселя исходного изображения вычитается 128.
3. Входное изображение размером $X \times Y$ делится на непересекающиеся 8×8 пикселей.
4. Выполняется дискретно косинусное преобразование (ДКП) для каждого 8×8 блока. $DCT_block8x8_{i,j}$ — полученная матрица 8×8 .

5. Следуя уравнениям (LR, UD, DU, RL) вычислите Diff. Рисунок 1.

Если Diff находится в регионе № 1 или 4 $WM_b = 0$

Если Diff находится в регионе № 2 или 5 $WM_b = 1$

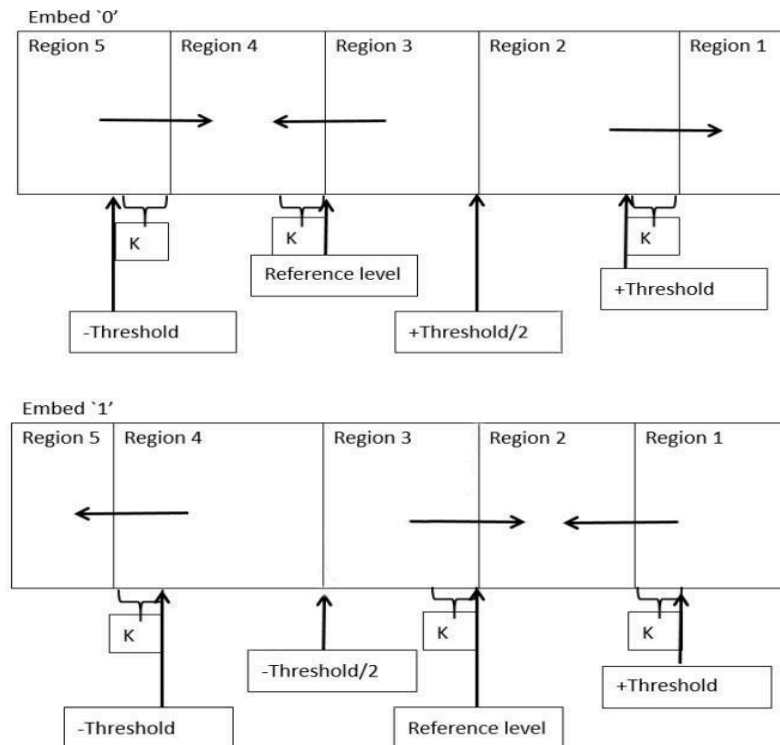


Рисунок 1. Модификация коэффициента $DCT_block8x8_{i,j}(x, y)$

Реализация алгоритма производилась на языке программирования Python 3.10.0 с использованием библиотеки OpenCV 4.7.0.72. В проекте есть два основных файла `embed.py` и `extract.py` отвечающие за встраивание и извлечение ЦВЗ соответственно.

Возьмём изображение типа `lena.png` и цифровой водяной знак типа `wm.jpg`. Рисунок 2. Для того чтобы встроить ЦВЗ в изображение надо запустить `embed.py`. Программа потребует ввести название исходного изображения и ЦВЗ, после чего в папке появится изображение со встроенным ЦВЗ. Рисунок 3 показывает шаги встраивания цифрового водяного знака.



Рисунок 2. Изображения `lena.png` и `wm.jpg`

```
embed x
C:\Users\vital\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe C:\Users\vital\PycharmProjects\pr\embed.py
enter image:

embed x
C:\Users\vital\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe C:\Users\vital\PycharmProjects\pr\embed.py
enter image:lena.png
enter watermark:|

embed x
C:\Users\vital\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe C:\Users\vital\PycharmProjects\pr\embed
enter image:lena.png
enter watermark:wm.jpg

Process finished with exit code 0
|
```

Рисунок 3. Пример работы встраивания ЦВЗ.

После встраивания получили изображение со встроенным цифровым водяным знаком. Изображение имеет видимые следы его изменения из-за низкого разрешения. На Рисунке 4 можно увидеть сравнение исходного изображения и изображения со встроенным ЦВЗ.



Рисунок 4. Исходное изображение и изображение с ЦВЗ.

Для того чтобы извлечь ЦВЗ из изображения надо запустить extract.py. Программа потребует ввести название изображение со встроенным ЦВЗ и размеры ЦВЗ, после чего в папке появится исходное изображение без ЦВЗ. Рисунок 5 показывает шаги извлечения ЦВЗ из изображения.

```
extract >
C:\Users\vital\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe C:\Users\vital\PycharmProjects\pr\extract.py
enter image:
I

extract >
C:\Users\vital\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe C:\Users\vital\PycharmProjects\pr\extract.py
enter image: wlenna.jpg
enter width of the WM: 256
enter height of the WM:

I

extract >
C:\Users\vital\AppData\Local\Programs\Python\Python310\python.exe C:\Users\vital\PycharmProjects\pr\extract.py
enter image: wlenna.jpg
enter width of the WM: 256
enter height of the WM: 256
I

Process finished with exit code 0
```

Рисунок 5. Пример работы извлечения ЦВЗ.

После извлечения получили изображение цифрового водяного знака. На Рисунке 5 можно увидеть сравнение исходного ЦВЗ и ЦВЗ после извлечения из изображения.

hello

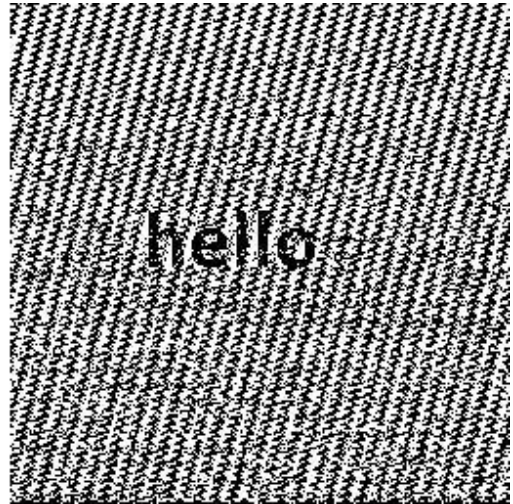


Рисунок 5. Пример работы извлечения ЦВЗ.

5 Заключение

В ходе учебно-исследовательской практики был реализован метод встраивания надежного и невидимого цифрового водяного знака изображения в область ДКП с использованием межблочной корреляция коэффициентов. Алгоритм был реализован на языке программирования Python с использованием библиотеки OpenCV. Реализованный алгоритм загружен на GitHub.

6 Список использованных источников

1. Ko, H.-J., Huang, C.-T., Horng, G., & WANG, S.-J. (2019). Robust and blind image watermarking in DCT domain using inter-block coefficient correlation— URL: <https://sci-hub.ru/10.1016/j.ins.2019.11.005>
2. Parah, S. A., Sheikh, J. A., Loan, N. A., & Bhat, G. M. (2016). Robust and blind watermarking technique in DCT domain using inter-block coefficient differencing. Digital Signal Processing, 53, 11–24 — URL: <https://sci-hub.ru/10.1016/j.dsp.2016.02.005>.
3. Das, C., Panigrahi, S., Sharma, V. K., & Mahapatra, K. K. (2014). A novel blind robust image watermarking in DCT domain using inter-block coefficient correlation. AEU - International Journal of Electronics and Communications, 68(3), 244–253 — URL: <https://sci-hub.ru/10.1016/j.aeue.2013.08.018>.